أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الاقمار الصناعية

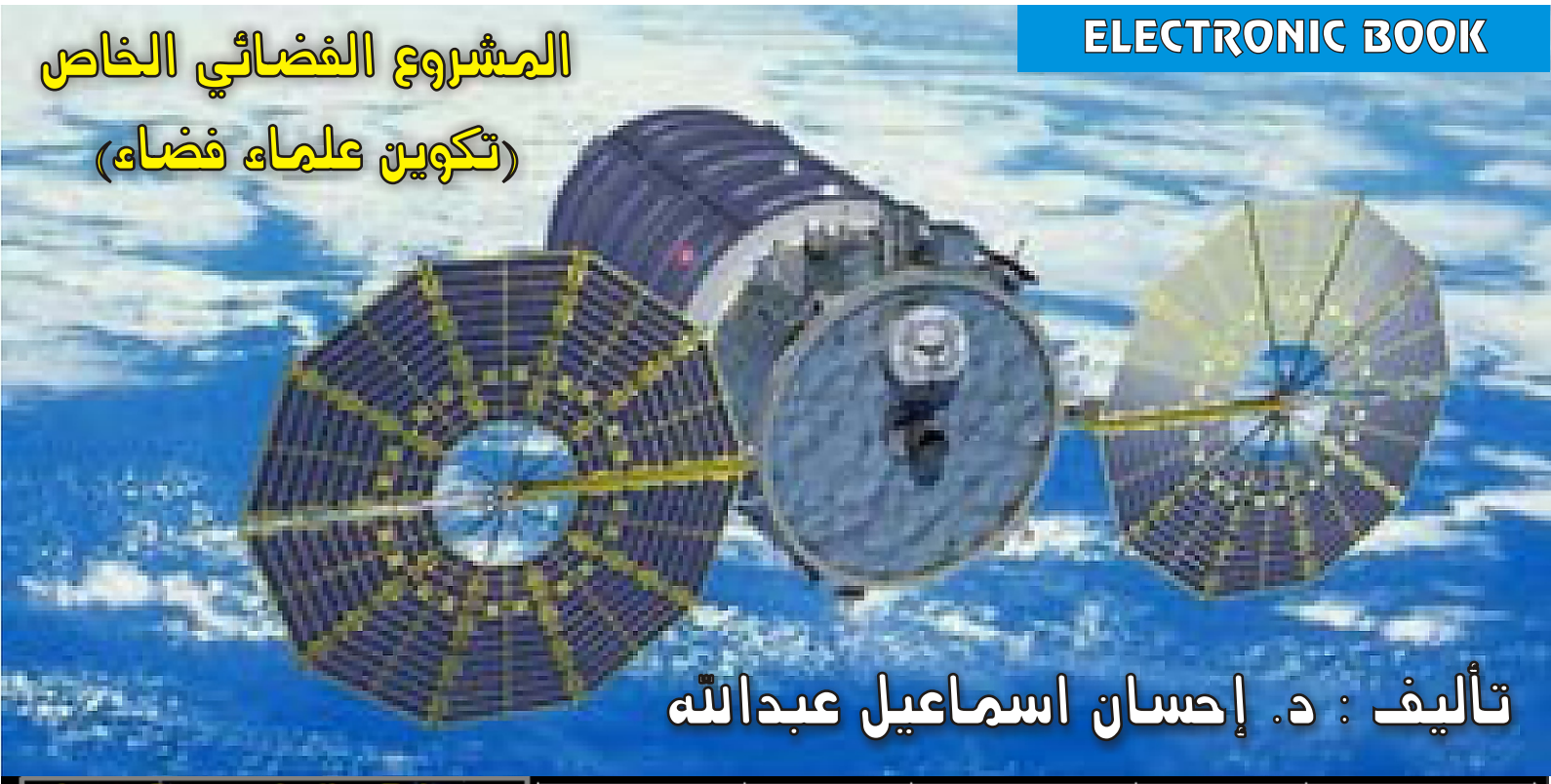
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

أول كتاب عربي منهجي لطلبة الماجستير والدكتوراه تخصص علوم الفضاء

ELECTRONIC BOOK

المشروع الفضائي الخاص

(تكوين علماء فضاء)



تأليف : د. إحسان اسماعيل عبدالله

FY15	FY16	FY17	FY18	FY19
Engineering Model Assembly & Test & Flight Units Fabrication	Flight Units Assembly & Test	Complete Flight Unit Assembly & Test	Flight Payload Integration & Test	Mission Integration & Test & Hosted Spacecraft Notional Launch Readiness

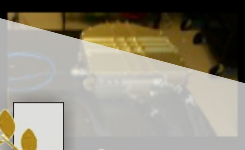
LCRD Optical Lab @ Goddard

Controller Electronics (CE)
Engineering Development Unit (EDU)

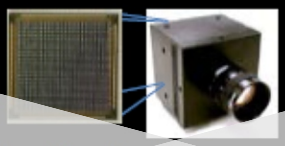
Ground Modem

FY15	FY16	FY17	FY17+
Complete Laboratory Testing of Photon Counting Camera	Deliver Optics and Laser Transmitter Assembly	Ground Demo of DSOC System	TDM DSOC: Targeted for Discovery 2014

Deep Space
Optical Communication



Laser Transmitter



Photon-Counting Camera

الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني

LSBN 888-7-0000003-18

8 887000 000318

WWW.EUNPS.COM

الجامعة الالكترونية للدراسات العليا

Electronic University of Postgraduate Studies

أنظمة الملاحة الفضائية
وهندسة الاقمار الصناعية

SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS
AND
GEOMETRY OF SATELLITE

تأليف د. احسان اسماعيل عبد الله

يعتبر هذا الكتاب حجر الاساس للمشروع الفضائي الخاص
ويمثل أيضاً مشروع انتاج علماء فضاء عرب ومسلمين أو الاستفادة من خبراتهم
وبهذا أكون لأخوتي وأخواتي جسراً فقولوا لهم أن يعبروا

الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني

LSBN 888-7-0000003-18

8 887000 000318

حقوق الطبع والنشر محفوظة للمؤلف

الطبعة الاولى 2018

الاهداء

الى المستشارة بمفوضية المجتمع المدني – طرابلس

الاستاذة القديرة : عبير المكي علي

حفظها اللّه ورعاها ... وزادها علماً ورقياً ،

والى جميع افراد اسرتي لتوفيرهم كل سبل الراحة لإنجاز هذا العمل،

والى شركائي وزملائي مؤسسي :

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
المدارس الالكترونية الدولية
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
الموسوعة الالكترونية الليبية
المجلة الالكترونية العلمية الليبية

السيد الدكتور : زكريا محمد محمد ابوراس
السيد الاستاذ : فؤاد محمد الطيب حريزي
السيد الاستاذ : على الهادي ابراهيم الشرودي
السيد الاستاذ : على زيدان السنوسي الشريف

اليكم جميعاً كل الحب والاحترام .... اليكم جميعاً اهدي هذا العمل

المحتويات

البيان	الباب/الفصل	الصفحة
المقدمة		5-1
كلمة المؤلف		21-6
القصور الفضائي الذاتي وتمدد الزمن Inertial Space & Time Dilation	الباب الاول	22
حركة الارض الاستباقية وميولها Precession and Nutation	الفصل الاول	23
ظاهرة دوبلر Doppler Phenomenon	الفصل الثاني	61
الجيوديسيا الفضائية Satellite Geodesy	الفصل الثالث	68
قوانين كيبلر Kepler's Laws	الفصل الرابع	71
الساعة الذرية Atomic Clock		76
تمدد الزمن (الابطاء الزمني) Time Dilation		76
السنة الضوئية Light Year		84
مشروع تصنيع اجهزة الارسال والاستقبال Project of Manufacturing Transceivers and Receivers	الفصل الخامس	89
اجهزة الارسال والاستقبال الملاحية الحديثة Modern Transmitter and Receiver	الفصل السادس	148

الصفحة	الباب/الفصل	البيان
195	الباب الثاني	الملاحة الفضائية Satellite Navigation
196	الفصل الاول	الملاحة الفضائية Satellite Navigation
198	الفصل الثاني	النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) Global Navigation Satellite System (GNSS)
201	الفصل الثالث	موجز عن الانظمة التي تمثل النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) Global Navigation Satellite System (GNSS) in Brief
216	الفصل الرابع	اجزاء النظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS GNSS Components
224	الباب الثالث	نظام تحديد المواقع العالمي GPS Global Positioning System (GPS)
225	الفصل الاول	تعريف نظام تحديد المواقع العالمي GPS
236	الفصل الثاني	الاجزاء الرئيسية المكونة لنظام GPS
243	الفصل الثالث	إشارات GPS Signals
255	الفصل الرابع	نظام تحديد المواقع الحديث Modernized GPS
257	الفصل الخامس	خدمة GPS الدولية (IGS) ومركز تحليل الكود
260	الفصل السادس	قدرات النظام System Capabilities

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الاقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

البيان	الباب/الفصل	الصفحة
مفاهيم نظام تحديد المواقع العالمي	الفصل السابع	262
خدمة تحديد المواقع الدقيقة والقياسية (SPS) &(PPS)	الفصل الثامن	265
عمليات استقبال GPS	الفصل التاسع	272
اخطاء مدى المستخدم والدقة الهندسية	الفصل العاشر	277
أخطاء تأخر الأيونوسفير	الفصل الحادي عشر	280
تكنيك تصحيح التردد المزدوج	الفصل الثاني عشر	284
نموذج التأخر الأيونوسفيري	الفصل الثالث عشر	287
أخطاء الانعكاس متعدد المسارات	الفصل الرابع عشر	289
نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي (DGPS)	الفصل الخامس عشر	291
WAAS AND LAAS	الفصل السادس عشر	295
كيف تعمل أجهزة استقبال GPS	الفصل السابع عشر	299
وظائف وتطبيقات نظام GPS	الفصل الثامن عشر	303

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

الصفحة	الباب/الفصل	البيان
318	الباب الرابع	النظام العالمي الاوروبي للملاحة الفضائية GALILEO
319	الفصل الاول	تعريف النظام العالمي الاوروبي للملاحة الفضائية (جاليليو GALILEO)
323	الفصل الثاني	مكونات وأجزاء جاليليو Galileo Segments
324	الفصل الثالث	إشارات جاليليو Galileo Signals
326	الفصل الرابع	تعريف خدمات جاليليو Galileo Definition of Services
330	الباب الخامس	النظام العالمي الروسي للملاحة الفضائية GLONASS Global Navigation Satellite System
331	الفصل الاول	تعريف النظام العالمي الروسي للملاحة الفضائية (جلوناس GLONASS)
334	الفصل الثاني	إشارات جلوناس GLONASS Signals
337	الباب السادس	التطبيقات العلمية Scientific Applications
338	الفصل الاول	مقدمة في التطبيقات العلمية Scientific Applications
360	الفصل الثاني	تحديد مجال الجاذبية الأرضية Determination of the Earth's Gravity Field
366	الفصل الثالث	الكثافة الالكترونية في الجو Electron Density in the Atmosphere

البيان	الباب/الفصل	الصفحة
النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) بالتفصيل Global Navigation Satellite System (GNSS)	الباب السابع	367
مقدمة في النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS)	الفصل الاول	368
إشارات GNSS GNSS Signals	الفصل الثاني	369
معالجة الإشارات ومستقبل التصميم Signal Processing and Receiver Design	الفصل الثالث	372
الانظمة المرجعية Reference Systems	الفصل الرابع	378
الإطار الزمني المرجعي Time Reference Frame	الفصل الخامس	383
تقنيات الرصد Observation Techniques	الفصل السادس	386
قياسات كود المدى الزائف (المسافة المبدئية) Code Pseudorange Measurements	الفصل السابع	388
الأخطاء التي يمكن رصدها في GNSS GNSS Observable Errors	الفصل الثامن	392
الانترنت الفضائي Satellite Internet	الباب الثامن	419
تاريخ الانترنت عبر الأقمار الصناعية وأهم قمر فضائي للانترنت	الفصل الاول	420
أجزاء نظام الاتصال عبر الأقمار الصناعية	الفصل الثاني	423

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

البيان	الباب/الفصل	الصفحة
الباندويدث Bandwidth	الفصل الثالث	429
الهندسة الفضائية Satellite Geometry	الباب التاسع	433
مكونات القمر الصناعي Satellite Components	الفصل الاول	434
أركان المهمة الفضائية Elements of Space Mission	الفصل الثاني	446
الاقمار الصناعية (أنواعها واستخداماتها).		446
صواريخ الاقمار(أنواعها وكيفية وصول الاقمار للمدار المطلوب)		455
محطات المراقبة والرصد الأرضية Ground Station		501
المحطة الفضائية الدولية International Space Station (ISS)	الباب العاشر	529
المحطة الفضائية الدولية International Space Station (ISS)	الفصل الاول	530
انظمة المراقبة العسكرية و أهم الاسلحة المضادة للأقمار الصناعية	الفصل الثاني	542
سوق صناعة الفضاء Market Space Industry	الفصل الثالث	545
كيفية تحديد المواقع عن طريق القرآن الكريم	الباب الحادي عشر	560
الخلاصة CONCLUSION		572
شرح بعض المصطلحات GLOSSARY		574
REFERENCES		579

المدارس الالكترونية الدولية Electronic International School
المجلة الالكترونية العلمية الليبية Electronic Libyan Science Journal
الموسوعة الالكترونية الليبية Electronic Libyan Encyclopaedia
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا Electronic University of Postgraduate Studies
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية Libyan Culture Council for International Schools & Universities
المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية Libyan Culture Organization for International Schools & Universities

بسم الله الرحمن الرحيم

اللَّهُ خَالِقُ كُلِّ شَيْءٍ ۖ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ وَكِيلٌ (62) لَّهُ مَقَالِيدُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۗ وَالَّذِينَ كَفَرُوا بِآيَاتِ اللَّهِ أُولَٰئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ (63) قُلْ أَفَغَيْرَ اللَّهِ تَأْمُرُونِّي أَعْبُدُ أَيُّهَا الْجَاهِلُونَ (64) .... صدق الله العظيم

سورة الزمر

وفي " الصحيح " عن النبي ﷺ أنه قال :

(إذا قامت الساعةُ وفي يد أحدكم فسيلة فليغرسها)

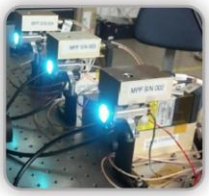
رواه أحمد بإسنادٍ صحيحٍ والمعنى : التشجيع على العمل في كل الظروف .

المقدمة

قبل البدء أسأل الله تعالى أن يكون هذا الكتاب في ميزان حسناتي يوم العرض عليه وان يكون خالصاً لوجهه الكريم .

قال الإمام الشافعي " ما ناظرت أحدا قط إلا أحببت أن يوفق ويسدّد ويُعان ويكون عليه رعاية من الله وحفظ وما ناظرت أحدا إلا ولم أبال بيّن الله الحق على لساني أو لسانه ".

قال الحسن ابن الهيثم "الواجب على الناظر في كتب العلوم إذا كان غرضه معرفة الحقائق أن يجعل نفسه خصما لكل ما ينظر فيه ويجيل فكره في متنه وفي حواشيه ويخصمه من جميع جهاته ونواحيه ويتهم أيضا نفسه عند خصامه فلا يتحامل عليه ولا يتسامح فيه "



هذا الكتاب ،،،

- هو أول كتاب عربي منهجي لأنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الاقمار الصناعية لطلبة الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء... والغرض منه أولاً وأخراً هو وضع حجر الاساس لمشروعنا الفضائي الخاص بكل ما تعني الكلمة من معاني.

- به توجيه مهم للطلاب الراغبين في اختيار موضوع رسالة الماجستير والدكتوراه فالمسائل العملية والإشكاليات المطلوب حلها محددة بدقة في هذا الكتاب ، بالإمكان استنباط الحلول وأدوات البحث من الكتاب نفسه للانطلاق.

- يكشف امكانية الاستفادة من الاقمار الصناعية حتى لو تم حجب اشارتها من المصدر أو تعطيلها.

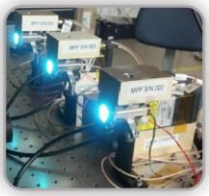
- يكشف امكانية الاستفادة من الاقمار الصناعية وحرف اشارتها من المصدر أو تعطيلها.

- كما سبق وذكرنا به من المعلومات ما يؤهل لتكوين مشروع فضائي خاص بنا والأهم من ذلك تكوين العلماء أنفسهم.

هذا الكتاب ،،،

- يُمكن القارئ وان لم يكن في نفس التخصص من فهمه لأنه معد بطريقة تمكن حتى غير المتخصصين من فهمه والاستفادة منه ولأن موضوع الكتاب اساسي ومتعلق بكافة جوانب حياتنا الحديثة ... أنصح الجميع بقراءته لأنه بالفعل توجد إمكانية لانجاز مشروعنا الفضائي الخاص بنا وحدنا (طبعاً يصلح لكل بلد عربي أو اسلامي منفردين أو مجتمعين) فهذا العمل لوجه الله تعالى.

- باللغة العربية مع عدم اغفال المصطلحات العلمية الانجليزية اللازمة لوصف العمل العلمي.



هذا الكتاب ،،،

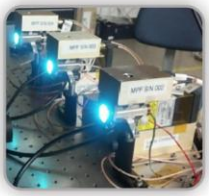
- تم فيه ذكر الكلمة الانجليزية المعبرة والمؤكدة للمعنى العربي وذلك للوصول للهدف الاسمى وهو ايصال المعلومات العلمية مباشرة للعلماء العرب والمسلمين لتنفيذ وإبرام المشاريع المختلفة.
- يُمكن الكثيرين من خريجي الجامعات خصوصاً الفيزياء والرياضيات والهندسة عموماً من الانضمام لهذا المشروع الفضائي ودراسة الماجستير والدكتوراه لتخصص علوم الفضاء.

هذا الكتاب ،،،

هو ضد 100% لفكرة الملكية الفكرية الغربية لأنظمة الملاحة الفضائية بالذات ، وإذا تم فتح هذا الباب سيكون من حقنا المطالبة بالحقوق الفكرية للخوارزمي والذي اشتقت منه جميع خوارزميات الحضارة الحديثة في كافة المجالات وكذلك ابن سينا وغيرهم من علماؤنا ... أعجب من هؤلاء الذين هم من ابناء جلدتنا واستعذبوا ان يكونوا عبيداً للغرب بملء ارادتهم... أقول لهم القول المأثور : إلى ان يتعلم الأسد الكتابه تبقى كل القصص تمجد الصياد.

هذا الكتاب ،،،

- يكافح من اجل تثبيت وبلورة المعلومات الصحيحة **بطريقة جديدة** فمن النقاط الجوهرية في أي دراسة أو بحث علمي أو حتى نقاش اجتماعي هو الارتكاز على المعلومة الصحيحة .
- يحاول ايجاد المعلومات الصحيحة عن طريق تحديد كيف تُضاف المعرفة للمحتوى العلمي أي كيف تتنقل أعمال الباحثين ونتائجهم من المعامل والمكاتب إلى الكتب والدوريات والموسوعات العلمية.



يُنسب انشاء منهج البحث العلمي للعالم الحسن ابن الهيثم حيث كان من أوائل من دعوا لاستخدام التجارب المعملية كبديل للفكر النظري الفلسفي وأيضا التأكد من الوصول لنفس النتائج عند تكرار التجربة لبيان ثبات ومصداقية النتائج .

هذا الكتاب ،،،

- يرتكز على منهج البحث العلمي المكون من أربعة ركائز:

1- صياغة قضية البحث : كتابنا يدفع الباحث للتنقيب في المصادر العلمية حسب المنهج العلمي.

2- وضع الفرضية : كتابنا يجعل الباحث قادرا على وضع فرضية سيسعى لإثباتها أو دحضها من خلال بحثه وتجاربه.

3- القيام بالتجربة : كتابنا يدفع الباحث على تصميم تجربة حيث لهذه التجارب شروط يجب استيفائها عند القيام بها ، منها أن يكون القياس محايدا ولا يميل لإظهار نتيجة معينة دون أخرى وأن هناك معايرة للأجهزة لتكون القراءات دقيقة وصحيحة وأن الجهاز يقيس ما نريد قياسه ، وتحديد المتغيرات الثابتة والمستقلة والتابعة وتكرار التجربة عدة مرات للتأكد من ثبات النتائج وأخيرا حساب نسبة الخطأ في النتائج.

4- تحليل النتائج : كتابنا يطلب من الباحث دراسة النتائج ... هل هي منطقية أم لا وهل مستوى الثقة بها عالي وهل تتوافق مع ما سبق اثباته وإن كانت لا تتفق هل يوجد تفسير منطقي لذلك.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

هذا الكتاب ،،،

يستند على القرآن الكريم الذي يحث على طلب العلم والدعوة للاستمرار في البحث في أمور الدنيا لاستكشاف ما خفي على الناس مما يقرب العباد من الله و يصلهم به فزيادة الإيمان تتأتى بالتفكر في آيات الله المنظورة في خلق الله في السماوات والأرض و ما بينهما و ما تحت الثرى... فنحن المسلمون أولى بالتفكير والتفكر والتصنيع من غيرنا .

يطالب الله سبحانه وتعالى في القرآن الكريم الإنسان أن يستعمل فكره وعقله في أوسع مدى يستطيعه .

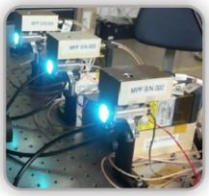
قال تعالى : (قُلِ انظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَن قَوْمٍ لَّا يُؤْمِنُونَ) (101 يونس) و قال تعالى : (أَفَلَمْ يَنظُرُوا إِلَى السَّمَاءِ فَوْقَهُمْ كَيْفَ بَنَيْنَاهَا وَزَيَّنَّاهَا وَمَا لَهَا مِن فُرُوجٍ) (6 ق)

و قال تعالى (فَانظُرْ إِلَىٰ آثَارِ رَحْمَتِ اللَّهِ كَيْفَ يُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۚ إِنَّ ذَٰلِكَ لَمُحْيِي الْمَوْتَىٰ ۖ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٍ) (50 الروم)

و قال تعالى (قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ۚ ثُمَّ اللَّهُ يُنشِئُ النَّشْأَةَ الْآخِرَةَ ۚ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ) (20 العنكبوت)

لقد أنبأ القرآن الكريم بأن السماوات والأرض قائمة على نظام أسماه بالحق قال تعالى : (خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ ۚ تَعَالَىٰ عَمَّا يُشْرِكُونَ) (3 النحل)

فمنذ القرن السابع عشر وحتى اليوم لا يزال العلم يكتشف الكثير عن النظام الذي قامت عليه السماوات والأرض ، وقد اختصرها العلم اليوم بالقوى الرئيسية الأربع في الكون وهي : (قوة الجاذبية والقوة الكهرومغناطيسية والقوة النووية القوية والقوة النووية الضعيفة) وأقسم الله عز وجل بأن هناك أشياء مرئية وغير مرئية (فَلَا أُقْسِمُ بِمَا تُبْصِرُونَ وَمَا لَا تُبْصِرُونَ (38-39 الحاقة) ومنذ القرن السابع عشر وحتى اليوم لا يزال العلم يكتشف قوى مرئية وغير مرئية (فَسُبْحَانَ اللَّهِ حِينَ تُمْسُونَ وَحِينَ تُصْبِحُونَ وَلَهُ الْحَمْدُ فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَعَشِيًّا وَحِينَ تُظْهِرُونَ) (17- 18 الروم).



كلمة المؤلف

القمر الصناعي An Artificial Satellite صنعه البشر وأطلق في مدار حول الارض باستخدام صاروخ وحالياً يخطط لإطلاقه في المدار باستخدام طائرة (وذلك بعد النجاحات المحققة باستخدام مكوك الفضاء Space Shuttle لكونه مركبة فضائية قابلة لإعادة الاستخدام) ....وعادة ما يحمل الصاروخ الواحد أكثر من قمر صناعي خصوصاً الحديثة منها أصبح لدينا الآن ما يقارب من ألفين قمر صناعي نشط كلها تدور حول الأرض في مدارات متعددة حسب طبيعة الاستخدام حيث يعتمد حجم القمر الصناعي وارتفاعه وتصميمه على الغرض منه كما أنه مزود بمحركات صغيرة للدفع وهي لازمة للمحافظة على ميول القمر الصناعي وثباته.

ننبه الى ان السرعات والارتفاعات والقياسات عموماً في هذا الكتاب موضوعة بدقة ولكن ليست ثابتة على الدوام وذلك لتعدد النظريات والمصادر العلمية فمثلاً عندما نقول في موضوع ما (حوالي 90 دقيقة تقريباً) فأنها في مصدر آخر تكون 92 دقيقة ... وهذا لا يفسد دقة العمل بل يكون في سياق البحث العلمي وما توصل اليه الباحث أو العالم.

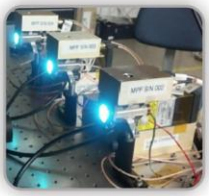
أحجام وارتفاعات الأقمار الصناعية

Sizes and altitudes of satellites

الأقمار الصناعية تختلف في الحجم فبعضها مكعبة وصغيرة جداً وبعضها يبلغ طوله حوالي 7 أمتار ولها ألواح شمسية تمتد 50 مترا أخرى ، وأكبر قمر اصطناعي هو محطة الفضاء الدولية International Space Station (ISS) حيث ان الجزء الرئيسي منها كبير وكذلك الألواح الشمسية وفي مجملها في حجم ملعب كرة قدم .

ارتفاعات الاقمار فوق سطح الارض

Altitudes of satellites above the Earth's surface

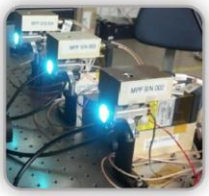


توجد حول الارض مدارات متعددة سنذكرها بالتفصيل في هذا الكتاب ولكن يمكن تلخيصها في ثلاث أنواع :

- مدارات أرضية منخفض Low Earth orbits (LEO) – على ارتفاعات من 200 إلى 2000 كم فمدار محطة الفضاء الدولية على مسافة 400 كم (بين 330 كم و 410 كيلومترً) وهي تدور بسرعة 28000 كم / ساعة والوقت اللازم لقطع مدار واحد حول الارض حوالي 90 دقيقة تقريباً.
- مدارات أرضي متوسطة Medium Earth orbits (MEO) - وهي على ارتفاع 20000 كم والوقت اللازم لقطع مدار واحد حول الارض حوالي هو 12 ساعة.
- المدارات الثابتة بالنسبة للأرض Geostationary orbits (GEO) - وهي على ارتفاع 36000 كم فوق الأرض والوقت اللازم لقطع مدار واحد حول الارض حوالي 24 ساعة وبذلك فهو يطابق دوران الأرض بحيث يبدو أن القمر الصناعي ثابتاً فوق نفس النقطة فوق سطح الأرض وهذا النوع يستخدم في الاتصالات والأحوال الجوية.

يعتمد الارتفاع الذي يتم اختياره لقمر صناعي على الوظيفة التي تم تصميمها لها.

The altitude chosen for a satellite depends on the job it is designed for.



The International Space Station (ISS) is a habitable artificial satellite that has been placed in a low Earth orbit. It completes 15.7 orbits per day and is maintained at an orbital altitude of between 330 km and 410 km.

محطة الفضاء الدولية (ISS) هي قمر اصطناعي قابل للسكن تم وضعها في مدار أرضي منخفض وتدور في المتوسط 15.7 لفة حول الارض يومياً (تقطع كامل المدار) ويتم الحفاظ عليها على ارتفاع مداري يتراوح بين 330 كم و 410 كيلومترًا.

يعتمد تشغيل المحطة الفضائية الدولية على التعاون بين البلدان وهذا يسمح للعلماء بتجميع مواردهم من حيث المعرفة العلمية والمالية ونتيجة لذلك يمكن إجراء مشروعات أكبر وأكبر للحصول على نتائج أكثر موثوقية.

The operation of the International Space Station depends upon collaboration between countries. It allows scientists to pool their resources in terms of scientific knowledge and finances. As a result, bigger and more substantial projects can be conducted to get more reliable results.

أنواع الأقمار الصناعية

Types of satellites

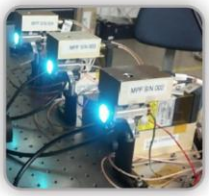
بالرغم من اننا فصلنا انواع الاقمار في هذا الكتاب ولكن يمكن تلخيصها كالتالي:

1- اقمار الملاحة Navigation Satellites

يتكون نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) من 24 قمرا صناعيا يدور على ارتفاع 20000 كم فوق سطح الأرض ويستخدم الفرق في الوقت المناسب للإشارات الواردة من أربعة اقمار لحساب الموقع الدقيق لمستقبِل GPS على الأرض.

2- أقمار الاتصالات Communication Satellites

وتستخدم للإرسالات التلفزيونية أو الهاتفية أو الإنترنت .



ومثال ذلك القمر الصناعي Optus D1 وهو في مدار ثابت بالنسبة للأرض فوق خط الاستواء ويعمل على التغطية لتوفير إشارات لكلً من أستراليا ونيوزيلندا.

3- أقمار الاحوال الجوية (الطقس) Weather Satellites

تستخدم لتصوير الغيوم وقياس درجة الحرارة وهطول الأمطار حيث يستخدم كل من المدارات الأرضية المستقرة (الثابتة) والمنخفضة الأرض تبعاً لنوع القمر كما تستخدم للأرصاد الجوي للمساعدة في التنبؤ بالطقس بشكل أكثر دقة.

Weather satellites operate in two orbit types. The GEO mode allows the same geographic area to be viewed continuously from a very high altitude. With the LEO polar orbit, complete Earth coverage is possible.

تعمل اقمار الطقس في نوعين من المدارات حيث يتيح وضع GEO إمكانية مشاهدة المنطقة الجغرافية نفسها باستمرار من ارتفاع عال جدًا أما LEO المدار القطبي المنخفض فيمكن تغطية الأرض كاملة.

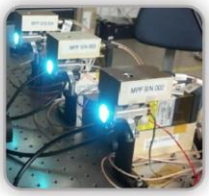
4- اقمار رصد الأرض Earth Observation Satellites

وتستخدم لتصوير الأرض حيث تُستخدم مدارات الأرض المنخفضة بشكل أساسي بحيث يمكن إنتاج صورة أكثر تفصيلاً.

5- الأقمار الصناعية الفلكية Astronomical Satellites

وتستخدم لرصد ومساحة الصورة فقمر صناعي مثل تلسكوب هابل الفضائي the Hubble Space Telescope يدور على ارتفاع 600 كم ويوفر صورًا حادة جدًا للنجوم والمجرات البعيدة وهناك تلسكوبات فضائية أخرى مثل سبيتزر Spitzer وتشاندرا Chandra.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



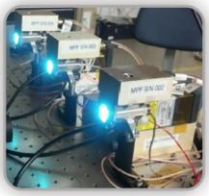
6- محطة الفضاء الدولية International Space Station (ISS)

وهو مختبر فضائي للسكن Habitable Space Laboratory على ارتفاع 400 كم تنتقل محطة الفضاء الدولية بسرعة 28000 كم / ساعة وتدور حول الأرض مرة واحدة كل 92 دقيقة و يستطيع العلماء داخل ISS إجراء العديد من التجارب القيمة في بيئة الجاذبية الصغرى.

للعلم

التقطت أول صور للأرض في 14 أغسطس 1959م بواسطة القمر الصناعي الامريكي Explorer 6 كما كانت أول صور للقمر بواسطة القمر السوفيتي Luna 3 في 6 أكتوبر عام 1959م بعد ذلك التقطت مركبة الفضاء الامريكية أبوللو-Apollo 17 صورة الارض الزرقاء عام 1972 وأصبحت مشهورة لدى الناس وفي عام 1977م اطلقت أول عملية تصوير فضائي في الوقت الحقيقي من القمر الامريكي كي اتش-KH 11 ثم توالت عمليات إطلاق اقمار التصوير مثل Landsat 7 عام 1999 وما بعده حتى اليوم - تعتبر الصور التي تنتجها وكالة الفضاء الاميركية ناسا NASA مجانية ومتوافرة للعامة كما أن هناك شركات خاصة للتزويد بصور ذات دقة أعلى وبسعر معقول.

الاقمار الصناعية كانت تسمى في بداياتها بالمسبار الفضائي Space Probe لأنها آلية وغير مأهولة واستعملت في استكشاف الفضاء الخارجي ولكن ونظراً للتطور تم الفصل بينها وبين الاقمار الصناعية بأسم Satellite وأصبح بعض المسابير مأهولاً (أو يخطط لذلك) كما ان المسميات مثل المركبات الفضائية Spacecraft أو Space Vehicles (SVs) هي السفن الفضائية العلمية وتشير احياناً الى القمر الصناعي نفسه Satellite أو المسبار الفضائي Space Probe (حسب الاستخدام).



في علم التصوير بالقمر الصناعي يوجد نوعان من الدقة :

1- دقة اشعاعية

2- دقة هندسية

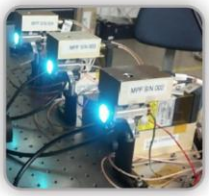
في الدقة الاشعاعية تقاس قوة التصوير بمدى عمق اللون لجهاز الالتقاط وقد تكون بجودة متدنية 8 بت Bit (0..255) أو جودة عالية 16 بت (0-65,535).... مبدئياً .

من ناحية أخرى تقاس الدقة الهندسية بقدرة جهاز الالتقاط على تصوير جزء من سطح الأرض في بيكسل Pixel منفردة ويعبر عنها بعينة بعد الأرضية Ground Sample Distance فمثلا عينة بعد تصوير الأرضية لأقمار Landsat هي 30 متر تقريبا وهذا يعني اقل وحدة تصوير ممكنة وهي 30 م×30 م ... ولكن حالياً هناك تطور في دقة التصوير والتحسن مستمر و لا مجال لذكره في هذا الكتاب.

لاندسات Landsat هي مجموعة اقمار صناعية أطلقتها ناسا NASA تباعا منذ عام 1972 حتى الآن وأعطتها ناسا تسميات متسلسلة : لاندسات 1 و لاندسات 2 ..... لاندسات 8 وهكذا.

بعض الاقمار التجارية يمكن ان تكون بدقة هندسية أعلى (مثل جيواي GeoEye 1 بدقة 0.5 م) وأحيانا تزود صور الاقمار الصناعية بصور جوية تؤخذ بواسطة الطائرات لتصبح ذات دقة أعلى.

ولكن بسبب مساحة سطح الأرض الهائلة يحتاج القمر الصناعي لقاعدة بيانات ضخمة كما يصبح من الصعب ان يكون التصوير المتكرر ذو دقة عالية لكائن متغير كالغيوم والرياح. تقتصر قواعد البيانات الضخمة على الاقمار التجارية فقط ولا يمكن عرضها للعامة كما أن خصوصية الصور العسكرية تمنع أحيانا نشرها كما حصل مع جوجل مؤخراً.



WWW.EUNPS.COM

خرائط جوجل الفضائية

تصميم القمر الصناعي

Satellite Design

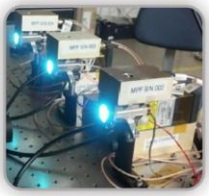
يحتوي كل قمر صناعي على بعض الأجزاء الأساسية نفسها Same Basic Parts :

- الهيكل The Bus وهو إطار القمر الذي يتم إرفاق جميع الأجزاء الأخرى به.

The bus – this is the frame and structure of the satellite to which all the other parts are attached.

- مصدر طاقة A Power Source وهي ألواح شمسية لتوليد الكهرباء حيث تخزن البطاريات بعض هذه الطاقة في أوقات يكون فيها القمر الصناعي في ظل الأرض.

A power source – most satellites have solar panels to generate electricity. Batteries store some of this energy for times that the satellite is in the shadow of the Earth.



• نظام التحكم بالحرارة Heat Control System– تتعرض الاقمار لدرجات حرارة عالية للغاية بسبب التعرض للشمس لذلك يجب أن يكون هناك طريقة للتعبير عن الحرارة وإعادة استخدامها حيث يمكن للمكونات الكهربائية للقمر الصناعي أيضا أن تنتج الكثير من الحرارة.

Heat control system – satellites are exposed to extremely high temperatures due to exposure to the Sun. There needs to be a way to reflect and reradiate heat. Electrical components of the satellite can also produce a lot of heat.

• نظام الحاسوب Computer System- تحتاج الأقمار الصناعية إلى أجهزة حاسوب للتحكم في كيفية تشغيلها وذلك لمراقبة أشياء مثل الارتفاع و الاتجاه والحرارة.

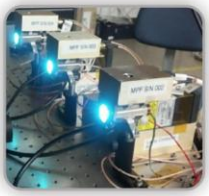
Computer system – satellites need computers to control how they operate and also to monitor things like altitude, orientation and temperature.

• نظام الاتصالات Communication System- يجب أن تكون جميع الاقمار قادرة على إرسال واستقبال البيانات إلى المحطات الأرضية على الأرض أو إلى اقمار أخرى ولذلك تستخدم أطباق الأقمار الصناعية المنحنية كهوائيات.

Communication system – all satellites need to be able to send and receive data to ground stations on Earth or to other satellites. Curved satellite dishes are used as antennae.

• نظام التحكم في الاوضاع Attitude Control System- هذا هو النظام الذي يحافظ على ان يبقى القمر الصناعي موجه في الاتجاه الصحيح حيث تستخدم الجيروسكوبات Gyroscopes (الجيروسكوب هو جهاز لتحديد الاتجاه) وصواريخ الدفع Rocket Thrusters لتغيير الاتجاه كما تستخدم مستشعرات الضوء Light Sensors عادة لتحديد الاتجاه الذي يشير إليه القمر.

Attitude control system – this is the system that keeps a satellite pointed in the right direction. Gyroscopes and rocket thrusters are commonly used to change orientation. Light sensors are commonly used to determine what direction a satellite is pointing.

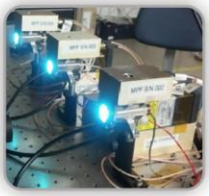


• نظام الدفع A Propulsion System- يمكن استخدام محرك صاروخي على القمر الصناعي للمساعدة في وضع القمر في المدار الصحيح ، لا تحتاج الأقمار الصناعية إلى أي صواريخ لإبقائها تتحرك ومع ذلك يتم استخدام صواريخ صغيرة تسمى الدوافع Thrusters إذا احتاج القمر الصناعي إلى تغيير المدار قليلاً.

A propulsion system – a rocket engine on the satellite may be used to help place the satellite into the correct orbit. Once in orbit, satellites do not need any rockets to keep them moving. However, small rockets called thrusters are used if a satellite needs to change orbit slightly.

WWW.EUNPS.COM

نظام الدفع الصاروخي (اربعة صواريخ للدفع)
للمساعدة في وضع القمر في المدار الصحيح والزاوية المناسبة.



الوصول إلى الفضاء Making Space Accessible

إن امتلاك قمر صناعي في الفضاء هو عمل مكلف للغاية لا يستطيع إلا عدد قليل من الدول أو الشركات تحمله ولذلك تم السعي لتخفيض التكلفة قدر الامكان "تسهيل الوصول إلى الفضاء Make Space More Accessible ".

بغرض اتاحة إمكانية الوصول إلى الفضاء بتكلفة معقولة لإحداث تغيير عالمي قوي – وذلك بتوفير صواريخ فعالة من حيث التكلفة وإطلاق خدمات تتيح للمنظمات الفضائية العلمية إمكانية أفضل للوصول إلى الفضاء وبناء تكنولوجيا الأقمار الصناعية فالطائرات الحاملة للأقمار الصناعية جزء من هذه الخدمة.

اجزاء الاقمار الصناعية Parts Of A Satellite

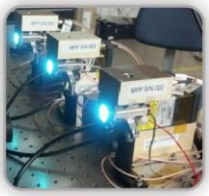
جميع الأقمار الصناعية لديها نفس المكونات الرئيسية والشيء الوحيد الذي يتغير في الأقمار الصناعية هي الحمولة Payload التي هي أجهزة الاستشعار أو أجهزة الراديو أو أي شيء آخر يشارك بالفعل في أداء مهمة القمر الصناعي .

يتكون باقي القمر الصناعي من بنية جيدة لاحتواء كل شيء والتي بدورها تعتمد على صاروخ الانطلاق الذي وضعه في المدار وكذلك الصواريخ الدافعة التى تحفظ مكان واتجاه القمر.

وجود جهاز راديو بالإضافة إلى عناصر الاتصال الأخرى للسماح للمحطة الارضية بالتحدث إلى القمر الصناعي ولإرسال الأوامر ومعرفة كيفية عملها.

وجود حاسوب على متن المركبة الفضائية Spacecraft (القمر الصناعي) هو لتنفيذ الأوامر ومراقبة ما يفعله القمر الصناعي والتأكد من أنه يعمل في الاتجاه الصحيح والتأكد من أنه يقوم بمهمته المقصودة وإذا كان القمر هو عبارة عن قمر صناعي علمي فهو يخزن البيانات ثم يرسلها إلى الأرض.

مثلاً إذا كنت في الفضاء وحاولت التحدث إلى الأرض فأنت تريد التأكد من وجهتك الفعلية في الارض لذلك كل قمر صناعي لديه نظام تحكم في المواقع Attitude Control System .



نظام التحكم في المواقع يغير الاتجاه للمكان المطلوب وهذا يعني أيضًا أنك بحاجة الى مستشعرات الشمس **Sun Sensors** التي تخبرنا عن مكان الشمس أو المقاييس المغناطيسية التي تشبه البوصلة شديدة التعقيد ويمكننا استخدام مزيج من تلك الأشياء للتحديد ثم نستخدم أشياء مثل الدوافع **Thrusters** لتغيير الاتجاه الذي أشرنا إليه.

الدوافع **Thrusters** هي جزء من القمر الصناعي وعادة يكون نظام الدفع من نوع ما و قد يكون الدفع لتغيير الاتجاه أو للحفاظ على مدار القمر ولا يتم التحكم في المواقع دائمًا باستخدام أجهزة الدفع وأحيانًا يتم ذلك مع أشياء أخرى.

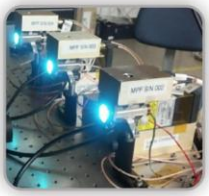
التحكم الحراري **Thermal Control** هو أمر مهم فإذا كان الحاسوب على الارض به مروحة لأنه يسخن ويحتاج إلى تبريد وإلا سيتوقف عن العمل فكيف الحال في الفضاء حيث لا يوجد هواء لذلك نحن بحاجة إلى طريقة للتخلص من الحرارة وهذا سبب وجود و تصميم نظام تحكم حراري يشع بشكل أساسي الحرارة الى الفضاء (يبثها في الفضاء).

تعمل المركبة الفضائية **Spacecraft** (القمر الصناعي) على الكهرباء ووسيلة الحصول على الطاقة تتم عن طريق المصفوفات الشمسية **Solar Arrays** لذلك دائما يتم توسيع المصفوفات الشمسية وزيادتها بالخلايا الضوئية **Full of Photovoltaic** التي تأخذ ضوء الشمس وتحولها إلى كهرباء.

لا يمكن دائمًا رؤية الشمس خاصة في المدار الارضي المنخفض ففي بعض الأحيان يكون القمر خلف الأرض بالنسبة للشمس لذلك وجود مجموعة من البطاريات القابلة لإعادة الشحن في غاية الاهمية.

ما سبق هو معلومات عامة سيوضحها الكتاب في مواقع عدة بالتفصيل ... فالهدف الاساسي من هذا الكتاب هو انتاج مشروعنا الفضائي الخاص وهذا لا يمكن ان يكون إلا اذا توفرت مجموعة من الابحاث والدراسات التي سيقوم بها طلاب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء ... واعتقد اننا في وضع يمكننا من فعل ذلك .

مشروعنا الفضائي الخاص معالمه في هذا الكتاب واضحة ومحددة ... وكل نقطة نحتاج فيها الى رسالة ماجستير أو اطروحة دكتوراه سوف أقف عندها وأبينها وأحدد للطالب مجال البحث المطلوب مع استشهادنا بالقرآن الكريم في كافة المعلومات العلمية المتوفرة والتي ثبت صحتها



أنبه هنا الى ان القرآن الكريم كلام الله المتعبد بتلاوته إلى يوم القيامة ومعنى ذلك أنه لا يجب أن يحدث تصادم بينه وبين الحقائق العلمية في الكون لأن القرآن الكريم لا يتغير ولا يتبدل ولكن التصادم يحدث من شيئين هما عدم فهم حقيقة قرآنية أو عدم صحة حقيقة علمية.. (ان مجال البحث العلمي في القرآن الكريم هائل جداً ومن يوفقه الله يأخذ فرصته) وأنبه ايضاً الى ان جميع التحليلات العلمية للقرآن الكريم الواردة بهذا الكتاب مذيلة بكلمة والله أعلم ....وإن غفلنا عن بعض منها نطلب من الله العفو والمغفرة.

فيما يلي عناوين رسائل الماجستير واطروحات الدكتوراه الاساسية المطروحة على الطلاب للبحث فيها ضمن مشروعنا الفضائي الخاص في هذا الكتاب:

1- نظرية الانجراف القاري Continental Drift

تحديد مفهوم أدق لنظرية الانجراف القاري Continental Drift وعلاقتها رياضياً بنظام تحديد المواقع على الارض و تجميع المعلومات حول سرعات حركة الصفائح Plate Motion Velocities

2- كيفية تحديد المواقع Positioning على الارض (تحديد المسافة بين موقعين)

توضيح مفهوم تحديد المواقع Positioning على الارض وعلاقته ذلك بتحديد مواقع النجوم (المسافة بين الارض والنجم) .

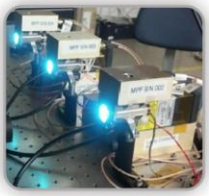
3- الحركة القطبية Polar Motion

توضيح دقيق للحركة القطبية Polar Motion المتمثلة في تزايد طول اليوم وتحرك محور الارض Axis على سطح الارض Earth's Surface وعلاقة ذلك بالملاحة الفضائية والغلاف الجوي .

4- الجيوديسيا الفضائية Satellite Geodesy

حجم الأرض وشكلها الخارجي وباطن الارض ومكوناتها وحرارتها مع التحليل والقياس الفني للتفاوت في الجاذبية والمغناطيسية الأرضيتين .

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



5- قوانين كيبلر Kepler's Laws

تقديم تطبيقات علمية رياضية لهذه القوانين اكثر تفصيلاً تفيد مجال الملاحة الفضائية .

6- اجهزة الارسال والاستقبال التي في المحطات الارضية والتي على القمر الصناعي نفسه

(تفكيك عدد من اجهزة الارسال والاستقبال وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها تمهيدا لوضع اساس تصنيعها).

7- أجهزة الملاحة Navigation Devices وعلاقتها بنظام تحديد المواقع

(تفكيك عدد من هذه الاجهزة وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها تمهيدا لوضع اساس تصنيعها).

8- أجهزة الرادار Radar Devices وأجهزة السونار SONAR

تفكيك عدد من هذه الاجهزة (المتداولة) وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها وكيفية الاستفادة منها في مجال الملاحة الفضائية تمهيدا لوضع اساس تصنيعها.

9- أجهزة الـ GPS الملاحية (GPS Navigation Devices)

تفكيك عدد من هذه الاجهزة وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها تمهيدا لوضع اساس تصنيعها وللطالب الخيار في احدى هذه الاجهزة :

1- أجهزة GPS للتتبع (GPS Trackers)

2- أجهزة GPS للسيارات (Vehicle GPS)

3- أجهزة GPS البحرية (Marine GPS)

4- أجهزة GPS المحمولة (Sports & Handheld GPS)

10- اجزاء النظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS

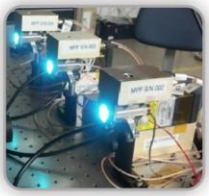
GNSS Components

توضيح الاجزاء الرئيسية للنظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS (GPS و Glonass و Galileo) بالتفصيل وخطوط تصنيعها .

11- جاذبية الكرة الارضية وتثبيت الاقمار الصناعية الملاحية في المدارات .

12- المراصد الفعلية Actual Observables

لنظم الاقمار الصناعية الملاحية من الجيل الثاني والثالث وما بعده .



13- تأثير طريقة التشفير SA و A-S على دقة GPS

توضيح بالتفصيل مع بيان الكيفية التي تم فيها استخدام طريقتي التشفير Two Cryptographic - الاولى طريقة التوافر الانتقائي Selective Availability (SA) - والثانية طريقة مكافحة الخداع Anti-Spoofing (A-S) .

14- تأثير الأيونوسفير على تدهور دقة Accuracy Degradation

إشارات الترددات اللاسلكية و التي تشمل إشارة GPS Signal وبيان طرق التصحيح المتمثلة في تكنيك تصحيح التردد المزدوج و نموذج التأخير الأيونوسفيري .

15- كيف تعمل أجهزة استقبال GPS .

16- إشارات جاليليو Galileo Signals

17- إشارات جلوناس GLONASS

18- طرق مناورة المسابير في المدارات وعلاقتها بجاذبية الارض والقمر.

19- حقل الجاذبية الأرضية Earth's Gravity Field

20- إشارات GNSS Signals

(GLONASS - GALILEO - MODERNIZED GPS) SIGNALS

توضيح كيفية منع التدخلات Interferences والتوهين Attenuation بين الإشارات وبيان كيفية معالجة جميع الإشارات و تنفيذها باستخدام نفس جهاز الاستقبال.

21- أنواع اجهزة الاستقبال الحديثة والأكثر شيوعًا مع تحليل دقيق لجهاز مستقبل التردد المتوسط Intermediate Frequency Receiver (IF) وجهاز المستقبل الراديوي المعرف البرمجي Software Defined Radio Receiver (SDR)

22- النظام المرجعي الثابت بالفضاء الذي يوصف الحركة الفضائية والنظام المرجعي الارضي الثابت للأرض الذي يبين حالة محطات المراقبة .

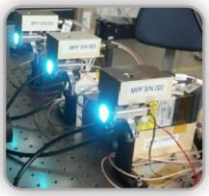
23- أنواع أنظمة الوقت المرجعية Time Reference Systems

وكيف يتم تحقيق التحويل Conversion بين أنظمة الوقت Time Systems

24- تقنيات الرصد Observation Techniques للنظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) وبيان المفهوم الأساسي لقياس المدى أو المسافة.

25- تقنيات قياسات كود المدى الزائف (المسافة المبدئية)

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



26- الأخطاء التي يمكن رصدها في GNSS

27- تقنيات تحديد موقع GNSS GNSS Positioning Techniques

المتمثلة في نوع النقطة المفردة لتحديد الموقع Single Point Positioning ونوع تحديد المواقع التفاضلية Differential Positioning

28- الباندويدث Bandwidth وكيفية تحويله إلى إنترنت عريض النطاق ذو نسبة ترميز.

29- أقمار الاتصالات Communications Satellites وطريقة عملها

وأقمار البث التلفزيوني الفضائي TV Satellites ونظام الوصلات الصاعدة والهابطة Uplinks And Downlinks

30- مكونات وطريقة عمل الصواريخ الايونية

دراسة مفصلة تشمل أنواعها المتمثلة بصواريخ القوس الكهربائي النفاث وصواريخ البلازما النفاثة والصواريخ الأيونية .

31- المنـاورات المداريـة للقمر الصناعي من خلال محركات الدفع الخاصة خصوصاً مناورة Hohmann للتحويل المداري.

32- مكونات وأنواع محطات المراقبة والرصد الأرضية Ground Station

وطريقة عملها وأجهزتها.

33- مكونات المحطة الفضائية الدولية Components of the ISS

ومكونات مكوك الفضاء Space Shuttle

وكافة المعلومات ذات العلاقة كطرق مناورة المكوك في المدارات المختلفة .

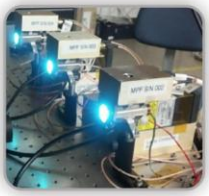
34- اشعة الليزر Lasers

وكافة المعلومات الليزرية ذات العلاقة بالملاحة الفضائية .

35- مركز تكامل الأنظمة الفضائية وتجاربها في تركيا

Turkish Space Systems, Integration and Test Centre

نظام التصنيع ومراحله وكيف تم التغلب على الصعوبات الفنية وسبل التعاون الممكنه معه وغير ذلك من المعلومات التي تتطلب الاتصال به وزيارته وتكوين النموذج العلمي المطلوب تطبيقه في مشروعنا الفضائي الخاص.



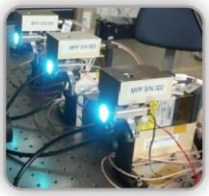
36- مصانع الاقمار الصناعية حول العالم وأحدث منتجاتها وأجهزتها ومدى قبولهم بإنشاء مصنع اقمار صناعية ببلادنا مع أو تدريب علماؤنا على تصنيع وإطلاق الاقمار الصناعية في الفضاء.

37- كيفية تحديد المواقع عن طريق القرآن الكريم.

وفق الله الجميع

د. احسان اسماعيل عبد الله

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



الباب الاول

القصور الفضائي الذاتي وتمدد الزمن

Inertial Space & Time Dilation

الفصل الاول

حركة الارض الاستباقية وميولها Precession and Nutation

الفصل الثاني

ظاهرة دوبلر Doppler Phenomenon

الفصل الثالث

الجيوديسيا الفضائية Satellite Geodesy

الفصل الرابع

قوانين كيبلر Kepler's Laws

الساعة الذرية Atomic Clock

تمدد الزمن (الابطاء الزمني) Time Dilation

السنة الضوئية Light Year

الفصل الخامس

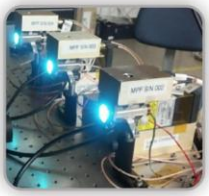
مشروع تصنيع اجهزة الارسال والاستقبال

Project of Manufacturing Transceivers and Receivers

الفصل السادس

اجهزة الارسال والاستقبال الملاحية الحديثة

Modern Transmitter and Receiver



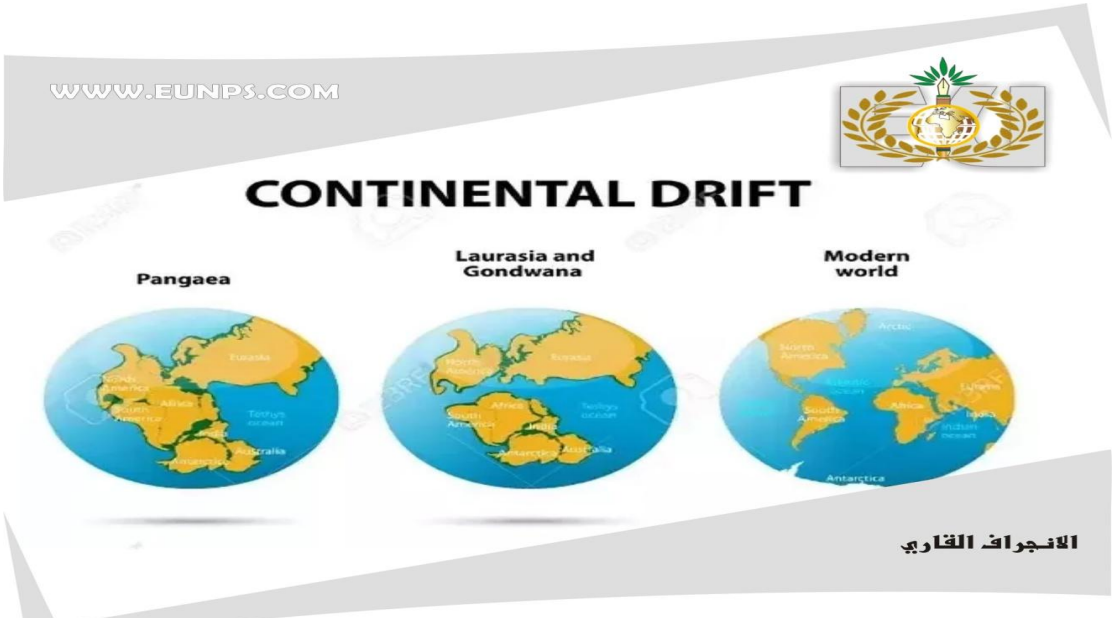
الفصل الاول

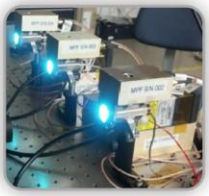
حركة الارض الاستباقية وميولها Precession and Nutation

الانجراف القاري Continental Drift

في عام 1915 نشر العالم الألماني ألفريد فيجنر Alfred Wegener نظريته في كتـــاب " أصل القارات والمحيطات The Origin of Continents and Oceans " والذي تحدث فيه عن الانجراف القاري Continental Drift للمرة الأولى ، ووفقا لهذه النظرية فإن جميع القارات على الأرض قد تشكلت من كتلة واحدة منذ حوالي 300 مليون سنة (سميت تلك الكتلة فيما بعد باسم بانجيا Pangaea) والتي انقسمت وأصبحت قطعاً تبتعد عن بعضها البعض (سميت تلك القطع بالصفائح القارية أو الالواح القارية Continental Plates).

اليوم تأكد لنا أنه تحت الألواح القارية هناك منطقة سائلة ساخنة تعمل على الانجراف القاري مما يوفر الدفع للصفائح القارية وقد تم تحديد سرعة الانجراف بين قارة أمريكا الشمالية وقارة أوروبا لتكون في حدود 2.5 سم في السنة وهذا طبعاً له علاقة مباشرة بالملاحة الفضائية وتحديد المواقع بدقة لأي أعمال ملاحية فضائية علمية ومدنية وعسكرية.

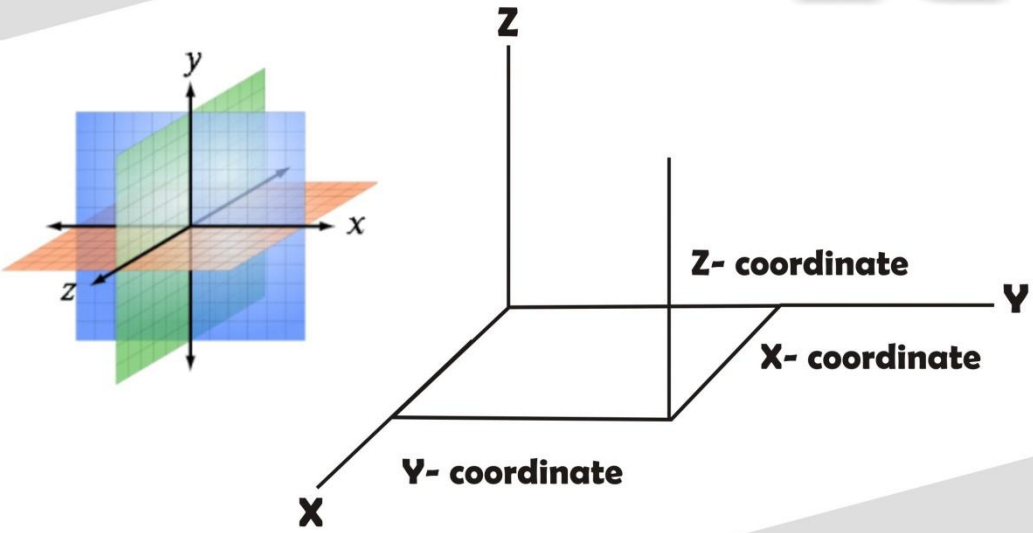




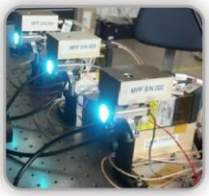
تستند نظم الملاحة الفضائية على مركبات فضائية تدور حول الارض Spacecraft Orbiting The Earth تصدر اشارات Emitting Signals لإنتاج الوقت والإحداثيات الفضائية الثلاثة Three Space Coordinates.

تسمى الإحداثيات في الرياضيات و الهندسة التحليلية بنظام الإحداثيات Coordinate System وتسمى أيضًا باسم الهندسة الديكارتية Cartesian Geometry لوصف كل نقطة في الفراغ الثلاثي الأبعاد بواسطة ثلاثة إحداثيات Three-Dimensional Space بحيث يتم إعطاء ثلاثة محاور إحداثيّة كل منها متعامدًا Perpendicular مع الاثنين الآخرين في نقطة الأصل Origin وهي النقطة التي يعبران بها و يتم تسميتها عادة بـ X و Y و Z.

WWW.EUNPS.COM



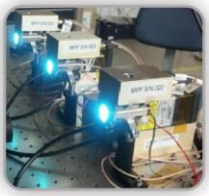
الاحداثيات الفضائية الثلاثة



فمثلاً يستند أحد أهم أنظمة الملاحة الفضائية وهو نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) Global Positioning System في الولايات المتحدة على 24 مركبة فضائية تدور حول الأرض في ست مدارات مختلفة ويستند نظام جلوناس الروسي The Russian Glonass System وكذلك نظام جاليليو الأوروبي European Galileo System على نفس المفاهيم (سندرس ذلك بالتفصيل في الفصول القادمة) .

في الاصل يعتبر نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) بنية تحتية عسكرية متطورة للوفاء بالمهام الملاحية الفضائية العسكرية الامريكية ولكنه اصبح اداة علمية ايضاً لعدد من التطبيقات العلمية للملاحة الفضائية ومنها قياس سرعات الانجراف القاري التي تؤثر على دقته هو نفسه.

ولكن نظام GPS لا يزال يحتفظ بأسرار تمكنه من السيطرة على الاشارات الصادرة منه وتبديلها او تغييرها وهذا سوف نوضحه في الفصول القادمة ان شاء الله .



سرعات حركة الصفائح Plate Motion Velocities

تشير فترة تشاندلر The Chandler Period البالغة 430 يومًا (بدلاً من 300 يوم) بوضوح إلى أن الأرض ليست جامدة The Earth Is Not Rigid.

ويدعم ويبين الشكل التالي أن مواقع الرصد ليست ثابتة ويستمد هذا الرقم من التقديرات الأسبوعية لإحداثيات محطات الرصد أو التتبع Sites Observing من شبكة IGS.

WWW.EUNPS.COM

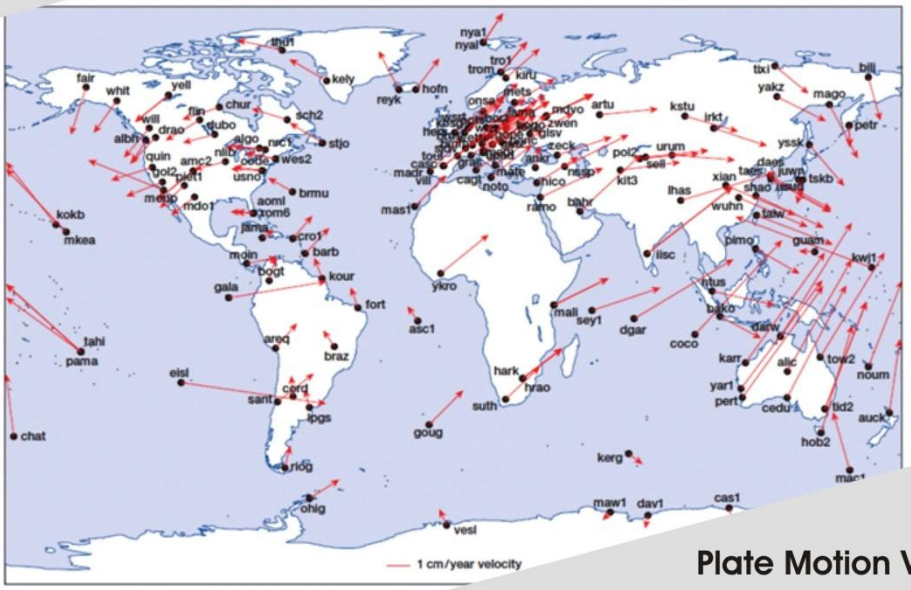
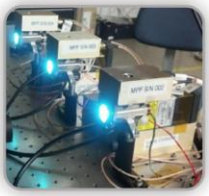


Plate Motion Velocities

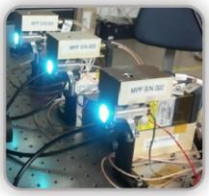
Station velocities estimated by CODE Analysis Center.



بالقاء نظرة على الميل Inclined والسرعات Velocities تلاحظ ان السرعات من 1 حتي 10 سم / سنة ليست مهمة ولكن سرعة 1 سم / سنة تؤدي إلى تغيير وضعية 1000 كيلومتر في 100 مليون سنة ، اذا هذه السرعات تشرح "الانجراف القاري Continental Drift "

WWW.EUNPS.COM

Continental Drift



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

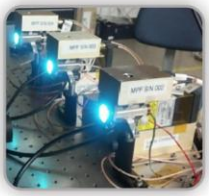
مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

نظرية الانجراف القاري Continental Drift

لذلك أقترح على طالب الماجستير أو الدكتوراه في مجال علوم الفضاء تحديد مفهوم أدق لنظرية الانجراف القاري Continental Drift وعلاقتها رياضياً بنظام تحديد المواقع على الارض لأن هناك الكثير من المعلومات غير معلنة وتحتاج الي بحث وتدقيق وربط .... المعلومات حول سرعات حركة الصفائح Plate Motion Velocities قد تفيد الطالب بالإضافة الى المعلومات المفيدة التالية :

المعلومة الاولى

تمتد التصدعات الأرضية لتشمل قاع البحار والمحيطات ففي قاع البحار هنالك تصدعات للقشرة الأرضية وشقوق يتدفق من خلالها السائل المنصهر من باطن الأرض حيث تتدفق الحمم المنصهرة في الماء لمئات الأمتار والمنظر يوحي بأن البحر يحترق وهذه الحقيقة حدثنا عنها القرآن الكريم عندما أقسَم الله تعالى بالبحر المسجور أي المشتعل يقول عز وجل : (وَالْبَحْرِ الْمَسْجُورِ) (6 الطور) .



المعلومة الثانية

جعل الله الأرض متصدعة في معظم أجزائها فلو كانت القشرة الأرضية كتلة واحدة لا شقوق فيها لحُبس الضغط تحتها بفعل الحرارة والحركة وأدَّى ذلك إلى تحطم هذه القشرة وانعدمت الحياة.

المعلومة الثالثة

الصدوع هي بمثابة فتحات تتنفس منها الأرض وتخرج شيئاً من ثقلها وحرارتها وضغطها للخارج وبتعبير آخر هي صمام الأمان الذي يحفظ استقرار الأرض وتوازنها.

المعلومة الرابعة

إن حقيقة البحر المشتعل أو (البحر المسجور) أصبحت يقيناً ثابتاً فنحن نستطيع اليوم مشاهدة الحمم المنصهرة في قاع المحيطات وهي تتدفق وتُلهب مياه المحيط ثم تتجمَّد وتشكل سلاسل من الجبال قد يبرز بعضها إلى سطح البحر مشكلاً جزراً بركانية قال تعالى : (وَإِذَا الْبِحَارُ سُجِّرَتْ) (6 التكوير)

المعلومة الخامسة

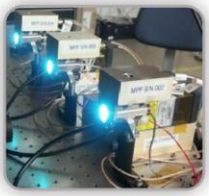
أن الالواح القارية Continental Plates نتجت عن تصدع القشرة الأرضية على مستوى الكوكب تحت البحار والمحيطات واليابسة بدليل قوله تعالى :

(وَالْأَرْضِ ذَاتِ الصَّدْعِ) (12 الطارق) .

تنويه ،،،

الايات القرآنية وتفسيراتها هي اجتهاد لعلماء اجلاء كثيرين .... بهذا المربع ننهي التفسيرات السابقة بعبارة ... والله أعلم وأجل ....

وسبب ذكر التفسيرات كان بغرض تنوير الطالب وفتح آفاق البحث فالمعلومة العلمية الاصلية عندنا في القرآن الكريم وما اكتشفناه قليل وقليل جداً ... وبصراحة ما اكتشفناه (معظمه) عن طريق المقارنة بعد استلامنا للنظريات الغربية ... المقارنة جزء من البحث ولكن السؤال لماذا لم نستنتج النظرية قبلهم وما الذي كان ينقصنا ؟ ... المطلوب فقط الثقة بالنفس مع مزيد من التحليل والاجتهاد فلازالت هناك نظريات علمية لم تثبت وعلينا اثباتها او دحضها أو انتاج نظريات جديدة بالاستعانة بكلام رب العالمين " القرآن الكريم ".



تحديد المواقع Positioning

أوضح كتاب بيتر جيان جيتاريا Peter Apian's Geographia الصادر عام 1533 أن تحديد المواقع يعني في الاساس " قياس الزوايا " Measuring Angles (معرفة المسافة بين موقعين) وذلك لتحديد خط العرض الجغرافي وخط الطول

Determination Latitude And Longitude

وفي عصر ما قبل الاتصالات Pre-Telecommunication Era تم استخدم جرينتش Greenwich لهذا الغرض ، فقد كان لإنشاء خط عرض لموقع رصد يجب تحديد الارتفاع من موقع الرصد الى محور دوران الأرض المتمثل تقريبًا بالنجم القطبي مبدئياً.

ولإنشاء خط طول يجب تحديد فارق التوقيت الشمسي Local Solar Time (Sun) أو فارق التوقيت النجمي/الفلكي Sidereal Time (Stars) بين الموقع غير المعروف وجرينتش وكانت المشكلة تكمن في ادراك وقت جرينتش Greenwich في موقع الرصد في عصر ما قبل الاتصالات .

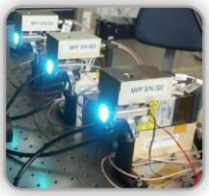
وكانت الحلول الفلكية لهذه المشكلة Astronomical Solution هي قياس المسافات القمرية Lunar Distances بمعنى قياس الزوايا بين النجوم الساطعة والقمر

Measuring of Angles Between Bright Stars And The Moon

ومع زيادة الدقة Increasing Accuracy في التنبؤ Prediction بالمدار القمري Lunar Orbit أمكن التنبؤ بدقة بالمسافات الزاويّة بين القمر والنجوم وتبويبها في التقاويم الفلكية والبحرية Astronomical And Nautical Almanacs مع جرينتش.

بالنسبة للملاحة البحرية For Navigation on Sea or Marine Navigation فقد تم استخدام المسافات القمرية Lunar Distances لقرون لتحديد المواقع بدقة Precise Positioning

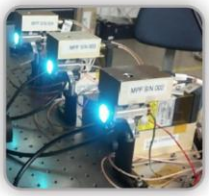
ولكن أصبحت طريقة المسافات القمرية قديمة مع تطور الكرونومتر البحري Chronometer (جهاز توقيت لقياس الزمن) حيث كان أول جهاز توقيت لقياس الزمن تم تطويره من قبل صانع الساعات البريطاني British Watchmaker J.Harrison (1693–1776)



ظلت مبادئ تحديد المواقع العالمية الدقيقة والملاحة الدقيقة في جوهرها كما هي حتى النصف الثاني من القرن العشرين حيث تم تبديل التقاطعات البصرية بمناظير بصرية أكثر تطوراً **Sophisticated Optical Telescopes**

وتم إنتاج كتالوجات النجوم الأكثر دقة **(Fundamental Catalogues)** وتم تطوير فن التنبؤ بحركة الكواكب في الميكانيكا السماوية التحليلية **Analytical Celestial Mechanics** (ان جاز التعبير) حيث توجد قائمة طويلة من علماء الفلك البارزين وعلماء الرياضيات والفيزيائيين للسنوات من **1707** الى **1909** والذين كانوا يحسنون بشكل ثابت من التقويم الفلكي.

في عصرنا الحالي تحصلنا على مرجعية للنظام الفلكي **Celestial Reference System** من خلال الكتالوجات الأساسية للنجوم **Fundamental Catalogues Of Stars** والميكانيكا السماوية **Celestial Mechanics** (ان جاز التعبير والله اعلم) وذلك لوصف حركة الأجرام السماوية **Celestial Bodies** بدقة والتي هي جزء من علم الفلك الأساسي **Fundamental Astronomy** وكذالك لمراقبة دوران الأرض في الفضاء التي تتحرك بالقصور الذاتي **Inertial** .



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

كيفية تحديد المواقع Positioning على الارض(تحديد المسافة بين موقعين)

لذلك أقترح على طالب الماجستير أو الدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح مفهوم تحديد المواقع Positioning على الارض وعلاقته ذلك بتحديد مواقع النجوم (المسافة بين الارض والنجم).... وفيما يلي بعض المعلومات المفيدة للطالب :

المعلومة الاولى

دراسة زاوية اختلاف المنظر أو التزيّح (Trigonometric Parallax)

يستخدم الفلكيّون زاوية اختلاف المنظر أو التزيّح من أجل قياس المسافات على الارض وكذلك أبعاد النجوم القريبة من الارض .

ومثالها البسيط هو انه عندما تقوم بتوجيه بصرك نحو احد المباني فإنك سترى بيوتاً أو علامات أخرى بعيدة خلف المبنى المقصود ولو تحرّكت قليلاً إلى اليمين أو اليسار ونظرت إلى نفس المبنى فانك سترى أن العلامة التي كانت تقع خلف المبنى قد تحرَّكت (ظاهرياً) وأصبحت في مكان آخر وستجد بذلك أنَّك صنعت مثلثاً متساوي الساقين قاعدتُه هي المسافة التي تقع بين النقطتين اللتين وقفت عندهما ولو قِسْتَ الزَّاوية التي تراها من كلِّ جانب لاستطعت أن تجد زوايا هذا المثلث وإذا قِسْتَ المسافة بين النقطتين اللتين وقفت عندهما فيمكن من خلال حساب المثلثات أن تعرف بعد هذا المبنى عنك (المسافة).

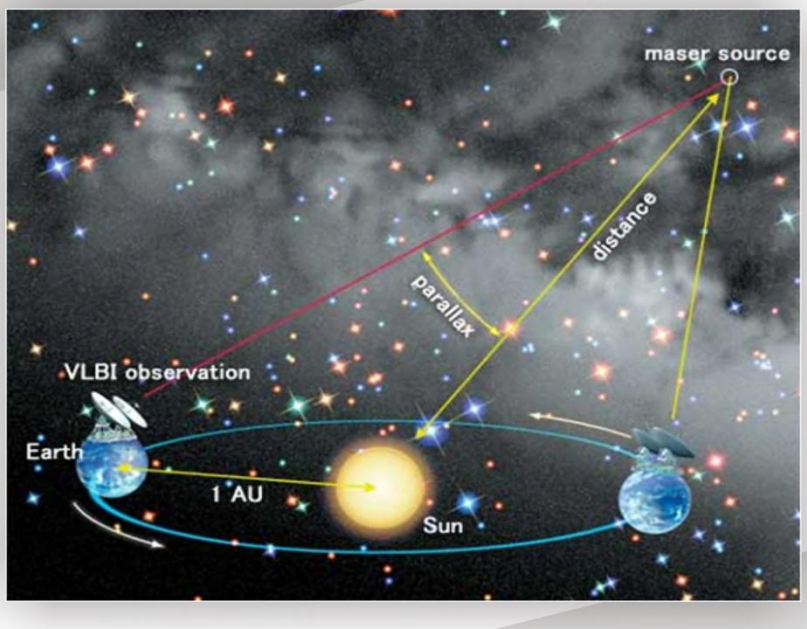
المعلومة الثانية

دراسة زاوية اختلاف المنظر أو التزيّح (Trigonometric Parallax)

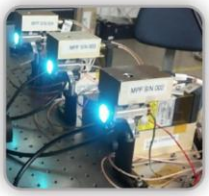
عندما يقوم الفلكيّون بقياس البعد D لنجمٍ ما عن الارض فإنّهم يعتبرون المسافة الفاصلة بين طرفي مدار الأرض حول الشَّمس كقاعدة للمثلث وهذه المسافة تساوي 300 مليون كيلومتراً وذلك لأن متوسّط نصف قطر مسار الأرض حول الشمس (AU) يساوي 150 مليون كيلومتراً ووفقاً لهذه الطريقة يتم قياس الإختلاف في زاوية المنظر θ عند رصد النَّجم من موقعين على طرفي قطر دائرة الأرض حول الشمس وفي الحالتين يتمُّ قياس الزَّاوية عندما يقع النَّجم البعيد مع القريب على خطِّ النّظر ... لذلك بعد النّجم عن الارض يكون:

$$D = \frac{AU}{\tan \theta / 2}$$

WWW.EUNPS.COM



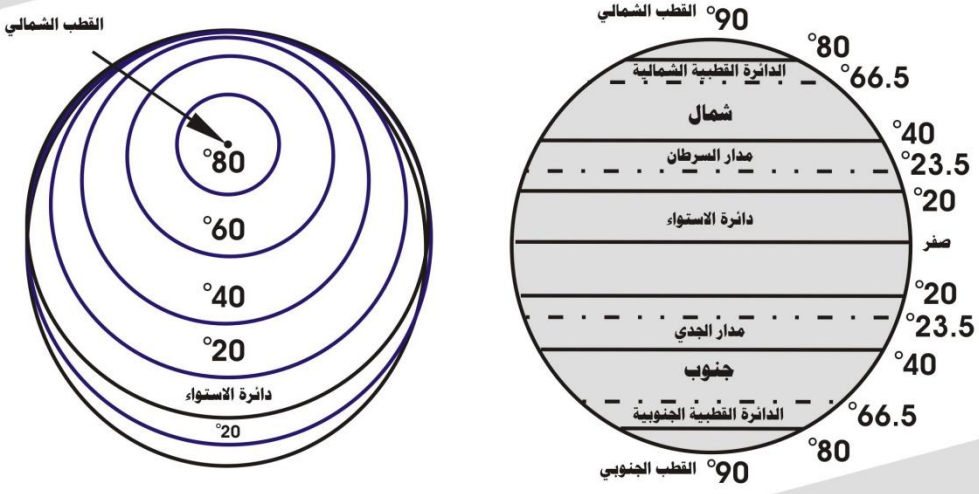
كيفية حساب بعد النجوم عن الارض



ما هي خطوط الطول Longitude ودوائرالعرض Latitude

رسم العلماء خطوطًا وهمية طولية وعرضية على مجسم الكرة الأرضية والخرائط وتعرف هذه الخطوط باسم "خطوط الطول ودوائر العرض" وقد رسمت هذه الخطوط لتعيين مواقع الأماكن على سطح الأرض .

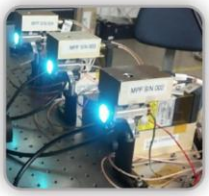
WWW.EUNPS.COM



دوائر العرض

أولاً دوائر العرض Latitude

رسمت دوائر العرض في اتجاه شرقي غربي بموازاة خط الاستواء وعمودية على المحور. وهي تشكل دوائر كاملة متوازية وموازية لخط الاستواء Equator و عددها 180 دائرة منها 90 دائرة في شمال خط الاستواء و 90 دائرة في جنوبه وهي غير متساوية في الطول فأكبرها الدائرة الاستوائية Tropical Circle وتأخذ بقية الدوائر في الصغر كلما بعدنا عن خط الاستواء شمالاً وجنوبًا حتى تصبح نقطة في كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي.



دوائر العرض الأساسية هي :

1 – دائرة الاستواء (خط الاستواء Equator) : وهو خط العرض الأساسي ودرجته صفر وهو يقسم الكرة الأرضية إلى قسمين متساويين أحدهما في شماله والآخر في جنوبه وتتعامد الشمس عليه في فصلى الربيع والخريف.

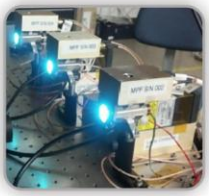
2- مدار السرطان The Tropic of Cancer : ودرجته 23.5 شمال خط الاستواء وتتعامد عليه الشمس حينما يكون فصل الصيف في نصف الكرة الشمالي والشتاء في الجنوبي.

3- مدار الجدي The Tropic of Capricorn : ودرجته 23.5 جنوب خط الاستواء وتتعامد عليه الشمس حينما يكون فصل الصيف في نصف الكرة الجنوبي والشتاء في الشمالي.

4- الدائرة القطبية الشمالية The Arctic Circle : ودرجتها 66.5 شمال خط الاستواء وهي دائرة العرض التي يوجد فيها يوم لا تغيب فيه الشمس أبدا ويوم آخر لا تشرق فيه الشمس أبدا.

5- الدائرة القطبية الجنوبية The Antarctic : ودرجتها 66.5 جنوب خط الاستواء وهي دائرة العرض التي يوجد فيها يوم لا تغيب فيه الشمس أبدا ويوم آخر لا تشرق فيه الشمس أبدا.

6- القطب الشمالي The North Pole : ودرجته 90 شمال خط الاستواء وهي أبعد دائرة عرض بالنسبة لمنتصف الكرة الأرضية (خط الاستواء) من ناحية الشمال. وهى المنطقة التي لا تصل إليها الشمس أبدا لأنها تبعد عن خط الاستواء.



7- القطب الجنوبي The South Pole : ودرجته 90 جنوب خط الاستواء وهي أبعد دائرة عرض بالنسبة لمنتصف الكرة الأرضية (خط الاستواء) من ناحية الجنوب. وهى المنطقة التي لا تصل إليها الشمس أبدا لأنها تبعد عن خط الاستواء.

فوائد دوائر العرض

1- تحديد مواقع الأماكن شمال خط الاستواء أو جنوبه.

2- معرفة أحوال المناخ وعلى أساسها قسمت الأرض إلى مناطق حرارية مختلفة كما أن لها صلة بظاهرة الفصول الأربعة.

اذاً دوائر العرض هي مقياس يحدّد موقع الشمال والجنوب لنقطة ما على الأرض وهي الزاوية بين الخط الذي يربط نقطة ما على سطح الأرض ومركز الأرض والمستوى الاستوائي للأرض ويشار إلى وجود ثلاث طرق للتعبير عن خط العرض :

1- 0-90 شمالاً و 0-90 تكون جنوباً وهي أكثرها شيوعاً .

2- -90 إلى +90 وبالتالي -45 تعادل 45 جنوبا وهي تستعمل في عصرنا (عصر الحاسوب).

3- اسلوب الاستقطاب ويكون الاستقطاب بدرجة 0 في القطب الشمالي 90 في خط الاستواء و180 في القطب الجنوبي وهو الأسلوب الأقل انتشاراً .

ثانياً خطوط الطول Longitude

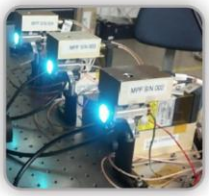
رسمت خطوط الطول في اتجاه شمالي جنوبي فتبدأ من نقطة القطب الشمالي وتنتهي بنقطة القطب الجنوبي متعامدة على دوائر العرض وفيما يلي وصفها ومميزاتها :

1-إنها على شكل أنصاف دوائر متساوية تلتقي في نقطتي القطب الشمالي والقطب الجنوبي.

2-إنها متعامدة على دوائر العرض.

3-عددها 360 خطا بعدد درجات محيط الكرة الأرضية (الدائرة الاستوائية).

4-خط الطول الأساسي هو خط جرينتش وهو يمر بضاحية جرينتش قرب لندن، وعلى أساس هذا الخط قسمت خطوط الطول إلى 180 خطا شرق جرينتش و 180 خطا غرب جرينتش.



فوائد خطوط الطول

1- تحديد مواقع الأماكن شرق خط جرينتش أو غربه.

2- تحديد الزمن في مختلف جهات العالم.

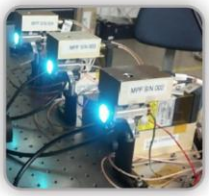
باستخدام خطوط الطول استطاع العلماء حساب الزمن في مدينة بمعلومية زمن مدينة أخرى وكذلك خط طولها وباستخدام الخواص التالية لخطوط الطول استطاعوا حساب :

–المدن التي على خط طول واحد لها نفس التوقيت تقريبا فمثلا الساعة في مدينة القاهرة 5:00 ص وهي على خط طول 30° شرقا (شرق جرينتش) فإن الساعة ستكون في الخرطوم 5:00 ص ويرجع ذلك أن خط الطول الذي يمر بالقاهرة هو نفس خط الطول الذي يمر بالخرطوم.

–عند دوران الأرض حول نفسها فإنها تأخذ 4 دقائق بين كل خط طول والآخر أي أن فرق الزمن بين كل خط طول والآخر 4 دقائق وكذلك أيضا فإنها تشرق على 15 خط طول في الساعة.

–الأرض تدور من الغرب إلى الشرق حول نفسها ويعنى ذلك أن المدن التي شرق خط جرينتش تشرق عليها الشمس قبل التي غربه.

اذاً خطوط الطول هي خطوط وهمية تدور حول الأرض بشكل عمودي وتجتمع في القطبين الشمالي والجنوبي ويقاس كل خط نصفي بدرجة واحدة أو بخط طول واحد كما تقاس المسافة حول الأرض بدرجة 360 ويمر خط الطول عبر جرينتش Greenwich في بريطانيا كما أنّه خط متعارف عليه دولياً كخط طول بدرجة 0 أو خط الطول الرئيسي أما خط الزوال العكسي فهو منتصف الطريق في جميع أنحاء العالم بدرجة 180 وهو الأساس لخط الوقت الدولي ويقاس نصف العالم (نصف الكرة الشرقي) بدرجات من الشرق لخط الطول الرئيسي أما النصف الآخر (نصف الكرة الغربي) فيقاس بدرجات من الغرب لخط الزوال الرئيسي وتنقسم درجات الطول إلى 60 دقيقة ويمكن تقسيم كل دقيقة من خط الطول إلى 60 ثانية.



تقع أكبر مناطق خط الطول بالقرب من خط الاستواء بسبب بيضاوية الأرض ولذلك فإنّ المسافة الفعليّة للدرجات والدقائق والثواني من خط الطول تعتمد على مسافتها من خط الاستواء فكلما زادت المسافة كلما كانت المسافة بين خطوط الطول أقصر كما وتجتمع جميع خطوط الطول في القطبين الشمالي والجنوبي.

أهمية خطوط الطول والعرض تكمن في تحديد الخرائط بدوائر العرض وخطوط الطول والتي تشكّل شبكة ويتقاطع في هذه الشبكة خطوط الطول ودوائر العرض بما يسمى بالإحداثيات حيث يمكن استخدامها لتحديد أيّ نقطة على الأرض.

حيث ان معرفة الإحداثيات الدقيقة للموقع (بالدرجات والدقائق والثواني من خطوط الطول والعرض) مفيد للعمليات العسكرية والهندسية والإنقاذ .

خطوط الطول والعرض هي نظام يتم من خلاله تحديد نقطة أو موقع في أي مكان على سطح الأرض كما أنّ الجمع بين خطوط الطول وموازنات خطوط العرض يؤدّي إلى صنع شبكة يمكن من خلالها تحديد المواقع الدقيقة بالإشارة إلى خط الطول الرئيسيّ وخط الاستواء.

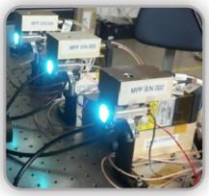
محور دوران الارض Rotation Axis

كما هو معروف تدور الأرض حول محورها وتدو في نفس الوقت حول الشمس وبسبب ميل محور دوران الأرض الذاتي بالنسبة إلى مستوى دوران الأرض حول الشمس فإن محور دوران الأرض الذاتي يتخذ اتجاها لا يتغير في الفضاء وهو مائل عليه بزاوية 23.5 °.

بهذا ينشأ الربيع والخريف على الأرض كما ينشأ أيضا الصيف والشتاء.

تكون أشعة الشمس عمودية على دائرة عرض 23.5 ° شمالا في الصيف وترتفع درجة حرارة الشمال في نفس الوقت تكون أشعة الشمس غير عمودية مع دائرة عرض 23.5 جنوبا فيكون شتاء في جنوب الكرة الأرضية.

تكون أشعة الشمس خلال فصل الصيف في الشمال عمودية على دائرة خط 23.5 °، وبعد ثلاثة أشهر تصبح أشعة الشمس عمودية على خط الاستواء فيكون الخريف ثم بعد ثلاثة أشهر ثانية تتعامد أشعة الشمس على دائرة عرض 23.5 في الجنوب ثم تعود بعد ثلاثة أشهر ثالثة فتكون عمودية على خط الأستواء وبعد ثلاثة أشهر رابعة تعود أشعة الشمس



عمودية على دائرة عرض 23.5 ° ثانيا و هكذا يحل الصيف على نصف الكرة الارضية الشمالي ويكون شتاء في نصف الكرة الأرضية الجنوبية.

عندما تكون اشعة الشمس عمودية على خط الاستواء تكون ساعات النهار مساوية لساعات الليل كل منهما 12 ساعة لهذا يسمى هذا الوقت وقت الاعتدال وهو يحدث مرتين كل سنة في الربيع وفي الخريف.

وعندما تكون أشعة الشمس عمودية على دائرة عرض 23.5 ° في الشمال يطول النهار ويقصر الليل (في الصيف) وعندما تكون أشعة الشمس عمودية على 23.5 ° في الجنوب يكون الليل طويلا والنهار قصيرا (شتاء).

من هنا أصبحت دائرة عرض 23.5 ° في الشمال مميزة وتسمى مدار السرطان كما أصبحت دائرة عرض 23.5 ° في الجنوب أيضا مميزة وتسمى مدار الجدي.

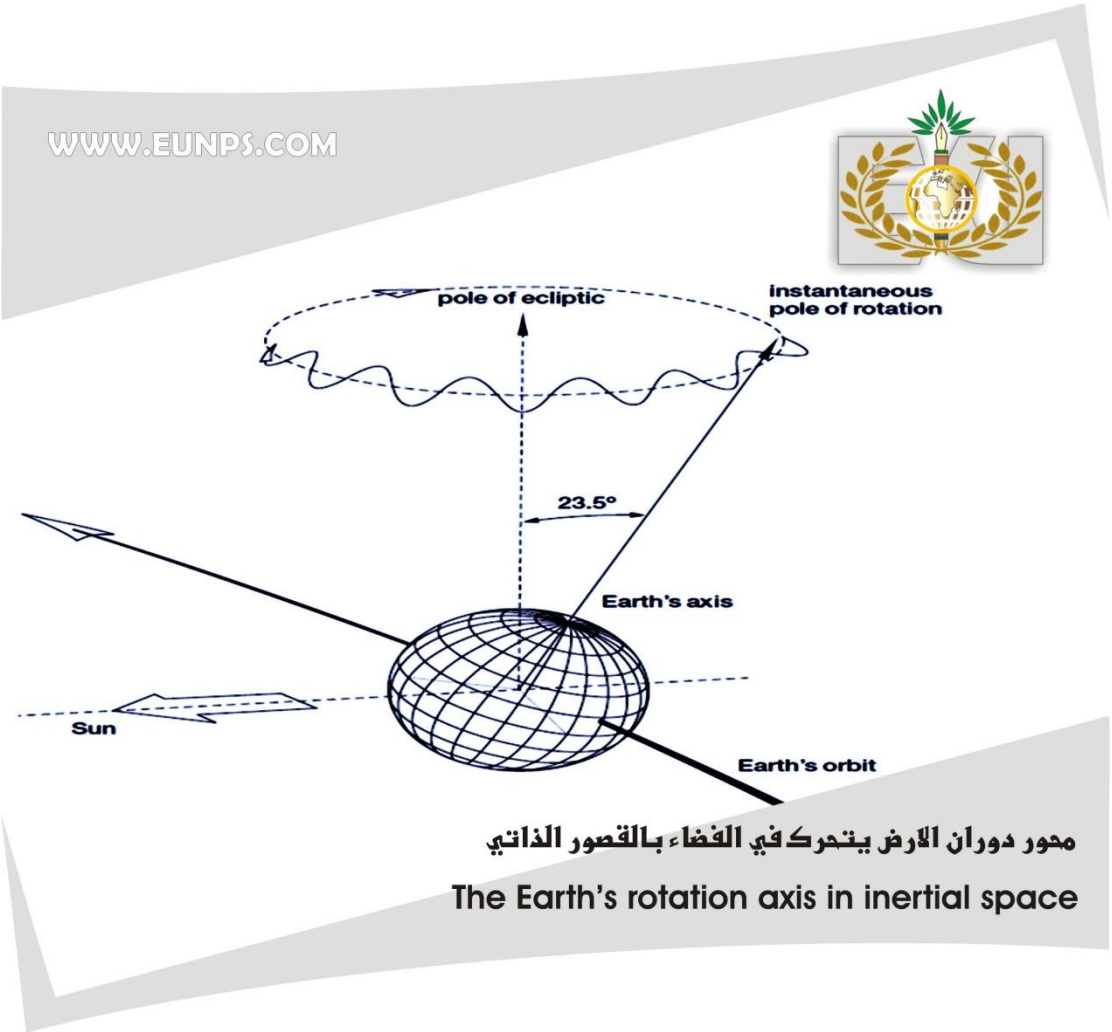
الجدول التالي يبين دوائر العرض المميزة على سطح الكرة الأرضية

تعريفها	موقعها	دائرة العرض
هي الدائرة التي تقسم الأرض إلى جزئين متساويين وهى تمثل درجة العرض الصفر وتكون أشعة الشمس عمودية عليها مما يجعلها المنطقة الأشد حرارة على الكرة الأرضية . وتتعامد أشعة الشمس عليها في فصلي الربيع والخريف	صفر	دائرة الاستواء (خط الاستواء)
هي دائرة العرض التي تتعامد عليها الشمس حينما هناك فصل الصيف في نصف الكرة الشمالى والشتاء في الجنوبى.	23.5 شمالاً	مدار السرطان
هي دائرة العرض المناظرة لمدار السرطان في الجنوب وهى الدائرة التي تتعامد عليها أشعة الشمس حينما هناك فصل الصيف في نصف الكرة الجنوبى ، والشتاء في الشمال	23.5 جنوبا	مدار الجدي
هي دائرة العرض التي يوجد فيها يوم في الصيف لا تغيب فيه الشمس (ستة أشهر نهار) . كل الدوائر العرضية فوقه تكون نهارا طوال 6 أشهر والعكس في الجنوب 6 أشهر ليل.	66.5 شمالا	الدائرة القطبية الشمالية
هي دائرة العرض التي يوجد فيها يوم لا تغيب فيه الشمس 6 أشهر (صيف في الجنوب ، شتاءا في الشمال).	66.5 جنوبا	الدائرة القطبية الجنوبية

القطب الشمالى	90 شمالا	هي أبعد دائرة عرض بالنسبة لمنتصف الكرة الأرضية (خط الاستواء) من ناحية الشمال وهى المنطقة التي لا تصل إليها الشمس أبدا لأنها تبعد عن خط الاستواء
القطب الجنوبى	90 جنوبا	هي أبعد دائرة عرض بالنسبة لمنتصف الكرة الأرضية (خط الاستواء) من ناحية الجنوب وهى المنطقة التي لا تصل إليها الشمس أبدا لأنها تبعد عن خط الاستواء

The Rotation Axis Of The Earth Moves In Inertial Space

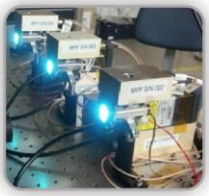
الشكل التالي يوضح كيف أن محور دوران الأرض يتحرك في الفضاء بالقصور الذاتي



حركة الارض الاستباقية وميولها

Precession and Nutation

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

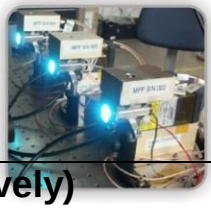


اذاً من الثابت جيدا أن محور الدوران Rotation Axis يتحرك بشكل تقريبي على مخروط مستقيم Straight Cone يميل Inclined By بنسبة 23.5 درجة W.R.T قطب مسير الشمس Ecliptic (الدائرة الظاهرية لمسيرة الشمس) وهو ما يعرف باسم الحركة الاستباقية Precession وهي التي تم اكتشافها بالفعل في العصر اليوناني (وعادة ما تنسب إلى الفلكي اليوناني هيبارشوس Hipparchos). وهذه الحركة ليست منتظمة تماما This Motion Is Not Fully Regular ولكنها تظهر اختلافات في المدى القصير Shows Short-Period Variations ، وهذا هو السبب في ان علماء الفلك Astronomers اصبحوا يميزون Make The Distinction بين حركة الارض الاستباقية وميولها Precession And Nutation

كشفت دراسة عن الكسوف الشمسي Solar Eclipses أن طول اليوم يتزايد ببطء (حوالي 2 مللي ثانية لكل قرن About 2 Msec Per Century) وان محور الأرض يتحرك أيضًا على سطح الأرض The Earth Axis Also Moves On The Earth's Surface

وهو ما يعرف باسم الحركة القطبية Polar Motion وقد تم تلخيص هذه الاكتشافات المتعلقة بدورة الأرض في (عصر الفلك البصري The Era Of Optical Astronomy) في الجدول التالي:

Year السنة	Discoverer المكتشف	Effect التأثير
300 B.C	Hipparchos	Precession in longitude (50.4"/y) الحركة الاستباقية في خط الطول (50.4"/y)
1728 A. D.	J. Bradley	Nutation (18.6 years period, amplitudes of 17.2" and 9.2" in ecliptical longitude and obliquity,



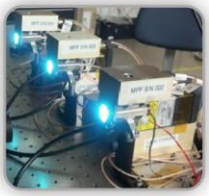
		respectively) الميول (18.6 سنة ، الاتساعات من" 17.2 و" 9.2 في خط الطول البيئي والميل على التوالي)
1765 A. D.	L. Euler	Prediction of polar motion (with a period 300 days) التنبؤ بالحركة القطبية في فترة 300 يوم
1798 A. D.	P.S. Laplace	Deceleration of Earth rotation (length of day) تباطؤ دوران الأرض طول اليوم
1891 A. D.	S.C. Chandler	Polar motion, Chandler period of 430 days and Annual Period الحركة القطبية ، فترة تشاندلر الـ 430 يوما والفترة السنوية.

الاكتشافات المتعلقة بدورة الأرض في العصر البصري لعلم الفلك الأساسي

iscoveries related to Earth rotation in the optical era of fundamental astronomy

تدور الأرض حول الشمس من الغرب إلى الشرق في فلك (مدار) بيضاوي الشكل طوله 600 مليون ميل وهي محافظة على ميل محورها بمقدار 5. 23 درجة وثبات هذا الميل في اتجاه واحد وتتم الأرض دورتها حول الشمس في 365 يوما وربع يوم وبانتهاء كل دورة تنتهي سنة أرضية وتقسم الشهور بواسطة البروج التي تمر بها الأرض في أثناء جريها في مدارها حول الشمس.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



تفسير ميل محور الأرض أثناء الدوران

مما سبق تأكدنا من ميل المحور اثناء دوران الأرض بمقدار 23.5 على العمود الرأسي على مستوى مدارها حول الشمس وميل المحور هو السبب في حدوث الفصول ولو انعدم ميل المحور لانعدمت الفصول ولتساوت مدة الليل مع مدة النهار ولكن إرادة الله شاءت اختلاف الجو على مدار السنة واختلاف زمن الليل والنهار باختلاف الزمان والمكان على الأرض.

أشار القرآن الكريم إلى الظلال بأسلوب يدل على ميل محور دوران الأرض كما في قوله تعالى: (وَتَرَى الشَّمْسَ إِذَا طَلَعَت تَّزَاوَرُ عَن كَهْفِهِمْ ذَاتَ الْيَمِينِ وَإِذَا غَرَبَت تَّقْرِضُهُمْ ذَاتَ الشِّمَالِ وَهُمْ فِي فَجْوَةٍ مِّنْهُ ۚ ذَٰلِكَ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ ۗ مَن يَهْدِ اللَّهُ فَهُوَ الْمُهْتَدِ ۖ وَمَن يُضْلِلْ فَلَن تَجِدَ لَهُ وَلِيًّا مُّرْشِدًا) (17 الكهف) ومعنى تزاور أي تميل ومعنى تقرضهم أي تقطعهم وتبعد عنهم وهذا يدل على ميل محور دوران الأرض حول نفسها على مستوى دورانها حول الشمس ولولا هذا الليل لأصبح للشيء ظل واحد فقط من جهة واحدة ولكننا نرى الحائط مثلاً في الضحى له ظلان ظل أمامه وظل عن الجانب الأيسر بالنسبة للشخص الناظر إلى الحائط من ناحية الغرب أما في فترة العصر فإننا نرى العكس من ذلك حيث نرى للحائط ظلاً خلفه وظلاً ناحية الجانب الأيمن بالنسبة لنفس الشخص السابق ولولا ميل المحور لما حدث ذلك.

ولهذا تشير الآية الى أن ميل المحور يؤدي إلى اختلاف الليل والنهار باختلاف المكان والزمان على سطح الأرض وهذه لحكمة يشير إليها المولى سبحانه وتعالى في قوله: (إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ) (190 آل عمران) .

ولتوضيح زمن الليل والنهار ندرس الوضع في أى مدينة عربية فنلاحظ تغير الزمن حسب الفصول .

ولكن مهما طال النهار فعدد ساعاته لا تزيد عن ساعات الليل إلا قليلاً ومهما قصر النهار فعدد ساعات الظلام لا تزيد عن ساعات الليل إلا قليلاً ومهما قصر النهار فعدد ساعات الظلام لا تزيد عن ساعات الليل إلا قليلاً ومهما قصر النهار فعدد ساعات الظلام لا تزيد إلا قليلاً ولكن ليس الأمر كذلك في كل بقاع الأرض التي يعلو خط عرضها عن خط عرضنا في النصف الشمالي للأرض وخاصة في منطقة القطب فالنهار يصل عندنا إلى 14 ساعة صيفاً و يزداد إلى 20 ساعة عند خط عرض 63 ويصل إلى ستة شهور عند الدائرة القطبية حيث تظل الشمس ساطعة في أفق السماء عند القطب طوال هذه المدة صيفاً ولهذا فإن سكان المناطق

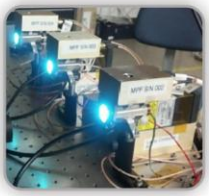
الشمالية عموماً يعيشون في بعض شهور السنة أوقاتاً غريبة بضعها ليالي مضيئة تستطع فيها الشمس إلى أوقات متأخرة حتى أنهم يرون الشمس في منتصف الليل ولا تعدو المدة بين غروبها وشروقها في هذه البلاد إلا ساعات قليلة بل قد تنعدم ساعات الإظلام وتظل الشمس ساطعة تهبط إلى خط الأفق ولا تختفي تحته بل تسبح فوقه ثم تعود ثانية للصعود وبالعكس .

يعم الظلام مثل هذه المناطق أياماً طويلة أو أسابيع كاملة بل شهوراً كاملة في الشتاء وبذلك تتميز هذه المناطق الشمالية من النصف الشمالي (كالسويد والنرويج وألاسكا وجرينلاند وشمال روسيا) بهذه الظواهر صيفاً وشتاء ويحدث العكس بالتبادل في نصف الكرة الجنوبي فبينما لا تغيب الشمس طوال ستة شهور الصيف في سماء القطب الشمالي فإن الشمس لا تصل إليه طوال ستة شهور الشتاء ليصبح ظلاماً حالك ويحدث العكس في سماء القطب الجنوبي ويتسبب ميل المحور في اختلاف فصول السنة الشتاء والربيع والصيف والخريف.

يذكر القرآن الكريم منطقتين وصل إليهما ذو القرنين حيث أطلق على الأولى المظلمة (مغرب الشمس) إشارة إلى ليلها الطويل والأخرى (مطلع الشمس)، إشارة إلى نهارها الطويل كما في قوله تعالى على الترتيب : (حَتَّىٰ إِذَا بَلَغَ مَغْرِبَ الشَّمْسِ وَجَدَهَا تَغْرُبُ فِي عَيْنٍ حَمِئَةٍ وَوَجَدَ عِندَهَا قَوْمًا ۗ قُلْنَا يَا ذَا الْقَرْنَيْنِ إِمَّا أَن تُعَذِّبَ وَإِمَّا أَن تَتَّخِذَ فِيهِمْ حُسْنًا) (86 الكهف) والعين الحمئة أي البئر المظلمة كما تبدو لذى القرنين ظاهرياً إشارة إلى الليل الطويل وقوله سبحانه : (حَتَّىٰ إِذَا بَلَغَ مَطْلِعَ الشَّمْسِ وَجَدَهَا تَطْلُعُ عَلَىٰ قَوْمٍ لَّمْ نَجْعَل لَّهُم مِّن دُونِهَا سِتْرًا) (90 الكهف) أي أن ذا القرنين وجد الشمس هناك تطلع عليهم مدة طويلة على خلاف ما تعود في بلاده فالنهار عندهم طويل .

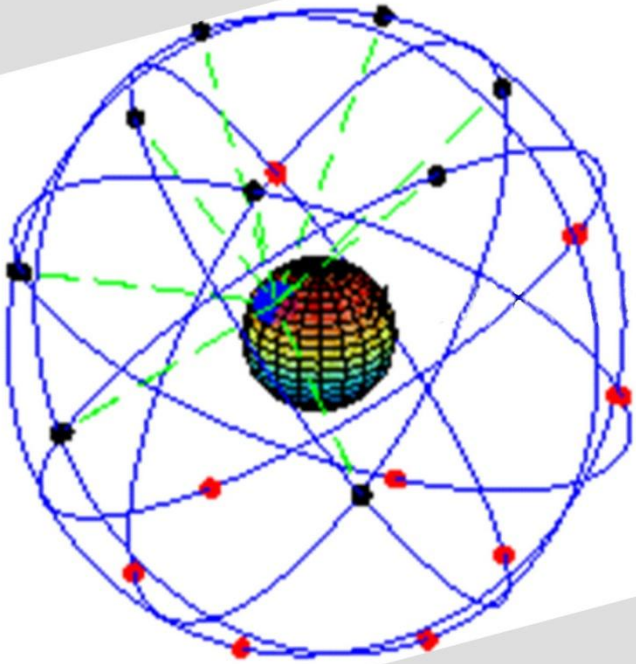
تنويه ،،،

الايات القرآنية وتفسيراتها هي اجتهاد لعلماء اجلاء كثيرين .... بهذا المربع ننهي التفسيرات السابقة بعبارة ... والله أعلم وأجل ....



المدارات حول الارض

WWW.EUNPS.COM

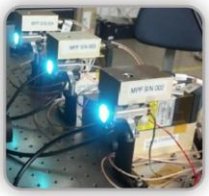


المدارات حول الارض

The orbits of GPS satellites in medium Earth orbit

المدار هو الموقع الذي يتخذه القمر الصناعي في الفضاء الخارجي حول الأرض وبعده عنها وسرعة دورانه حولها بالتزامن مع سرعه دورانها حول نفسها.

ويختلف مدار كل قمر عن الآخر وفقا لطبيعة القمر ومهمته المكلف بها وهناك أنواع من المدارات التي تتخذها الأقمار الصناعية حول الأرض ومنها ما يلي :



1- المدار المنخفض - ليو LEO - Low Earth Orbit

عندما يدور القمر الصناعي في مدار في شكل دائري منخفض وقريب من سطح الأرض يسمي هذا المدار LEO أو المدار المنخفض وهو يبعد حوالي 200 إلي 500 ميل فوق سطح الأرض ولان هذا المدار قريب جدا من سطح الأرض فأن الأقمار الصناعية الموجودة فيه تدور بسرعات كبيرة جدا بفعل الجاذبية الأرضية التي تجذبها إلي غلاف الأرض وتصل سرعة الأقمار هنا إلي أكثر من 27 ألف و 359 كيلو متر في الساعة وتستطيع الأقمار الموجودة في هذا المدار الدوران حول الأرض في 90 دقيقة فقط.

يتيح المدار القريب من الأرض للأقمار الصناعية التي عليه من التقاط الصور المقربة جدا لمساحات شاسعة من سطح الكرة الأرضية يمكن استخدامها في الدراسات الجغرافية والخرائط المساحية والتعدينية ونظم الملاحة الجوية والبحرية ومعظم أقمار هذا المدار تنتمي إلى الأقمار العلمية .

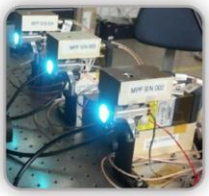
2- المدار القطبي Polar Orbiting

و هو نوع من مدارات ليو LEO وفيه يتخذ القمر الصناعي موقعا قريبا من الأرض ويكون شكل دورانه من الشمال إلي الجنوب وهكذا حتى يغطي المساحة المطلوبة منه على الأرض.

يتيح هذا المدار للأقمار الموجودة فيه إمكانية مسح الكرة الأرضية في وقت قياسي وتسجيل الصور والبيانات بكل دقة لذلك تستخدمه أقمار الأبحاث العلمية خاصة العاملة في مجال البيئة والطقس ودراسة الصحاري والمياه الجوفية وكذلك أقمار التعدين والبحث عن النفط.

3-المدار المتزامن Geostationary Orbits

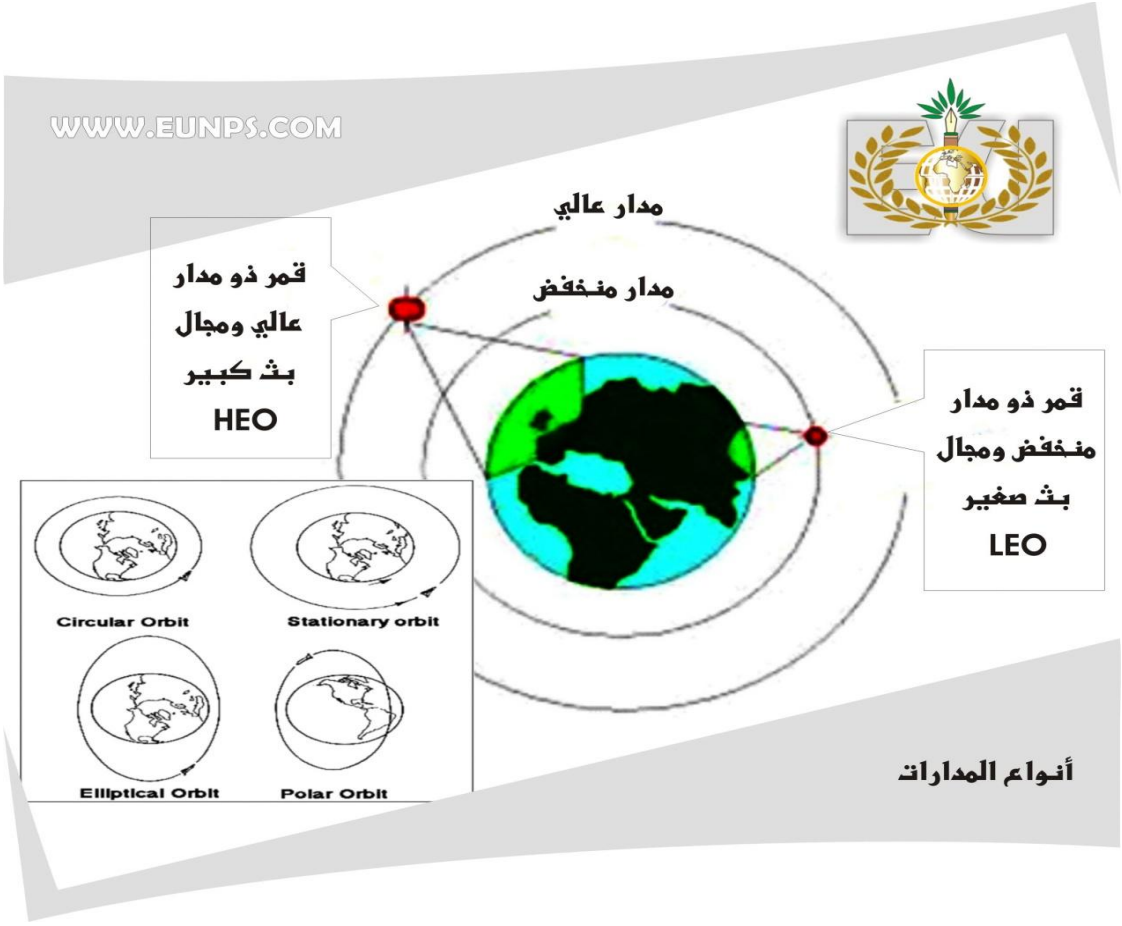
المدار المتزامن يقع علي ارتفاع 22 ألف و 300 ميل في الفضاء الخارجي ويتيح للأقمار الصناعية الموجودة فيه الدوران بسرعة تتزامن مع سرعة دوران الأرض حول نفسها ويقع هذا المدار فوق خط الاستواء لذلك يستغرق القمر الصناعي الموجود في هذا المدار 24 ساعة كاملة للدوران حول كوكب الأرض وهذا يعني أن الأرض والقمر الصناعي يدوران معا في وقت واحد لذلك تبقي جميع الأقمار في هذا المدار فوق المناطق الجغرافية المخصصة لتغطيتها فمثلا القمر الذي يغطي الشرق الأوسط يبقي في موضعه بفضل دورانه بشكل تزامني مع الأرض ولذلك تبقى صحون الالتقاط موجهة إلى نفس المكان و لا نحتاج إلى تغيير اتجاهاتها.

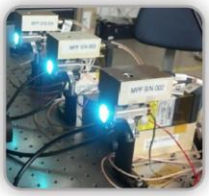


4- المدار المائل البيضاوي Highly Elliptical Orbits HEO

وهي الأقمار الأبعد عن سطح الأرض وهي تعلو الأقمار المتزامنة مع الأرض ومداراتها شديدة الاهليلجية والانحراف مثل أقمار الأرصاد الفلكية .

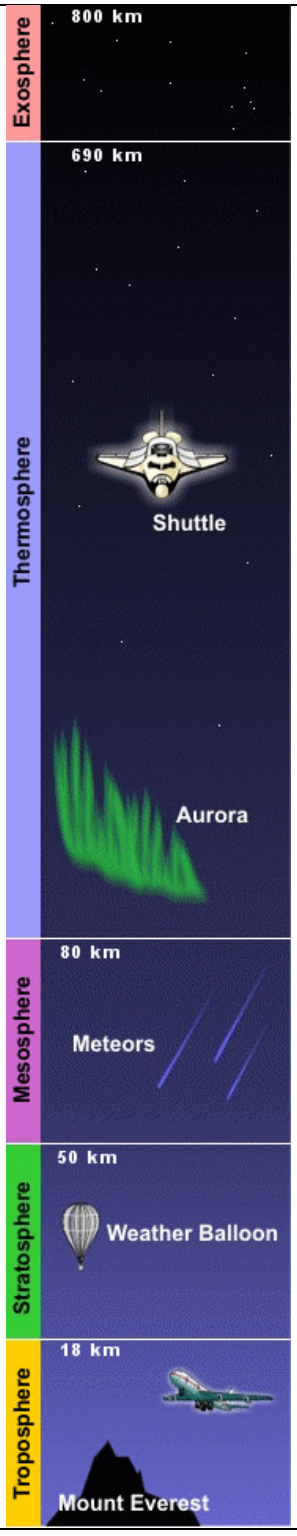
و فيما يلي صورة لهذه المدارات:





طبقات الغلاف الجوي

قسم العلماء الغلاف الجوي الى ست طبقات بناءا على اختلاف درجة الحرارة مع الارتفاع عن سطح الارض وهذه الطبقات من الادنى الى الاعلى كالتالي :



1-طبقة الجو السفلى (Troposphere)
وهي الطبقة التي يسكن عليها الأحياء (إنسان وحيوان ونبات) وتحدث فيها التغيرات المناخية كالأمطار والسحب والعواصف الرعدية وتمتد من سطح البحر وحتى ارتفاع 10 كم ويزداد هذا الارتفاع حولي 16 الى 18كم عند خط الاستواء وهي التي يكون فيها الاكسجين والنيتروجين وبخار الماء والغازات الخاملة وثاني اكسيد الكربون .

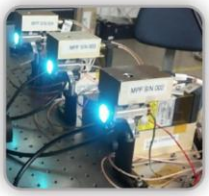
2-طبقة الجو العليا (Stratosphere)
وهي الطبقة التي تعلو طبقة الجو السفلى مباشرة وحتى 50 كم ومن مميزات هذه الطبقة تخلو من التقلبات المختلفة فهي طبقة خالية من السحب لذلك تصلح للطيران ويوجد في هذه الطبقة غاز الأوزون الذي يمتص الأشعة فوق البنفسجية الواردة من الشمس والتي تؤذي الكائنات الحية (طبقة الأوزون الاستراتوسفيريLayer Stratosphere Ozone).

3-طبقة الجو الوسطى (Mesosphere)
تعلو طبقة الجو العليا وتمتد الى 80 كم وفي تلك الطبقة تخترق فيها بقايا الشهب ومفتتات النيازك الساقطة من الفضاء الخارجي المتجهة نحو سطح الكرة الارضية وتتميز هذه الطبقة بارتفاع درجة حرارة الهواء في قسمها السفلي ثم تنخفض تدريجيا مع الارتفاع الى اعلى النهايات العليا لهذه الطبقة.

4-طبقة الجو الحراري (Thermosphere)
وهي الطبقة الرابعة وتدور في هذه الطبقة السفن الفضائية والأقمار الصناعية ولا يوجد بين هذه الطبقة والطبقة التي تليها حد حراري تثبت درجة حرارة هذه الطبقة عند درجة حرارة 93 درجة مئوية ويبدو اسم هذه الطبقة قد اشتق من كلمة Thermo الاغريقية والتي تعني حارا وهي التي تدل على شدة حرارة هذه الطبقة.

5-طبقة الجو الايوني (Ionosphere)
وهي الطبقة الخامسة من طبقات الغلاف الجوي طبقة الجو الايوني تزداد في هذه الطبقة درجة الحرارة حتى تصل الى 1000 درجة مئوية بسبب قلة الغازات التي تعمل عكس اشعة الشمس ويؤدي ثلك الى تاين
مكونات الغلاف الجوي ، حيث ان نطاق الجو الايوني يتالف من غازات في حالة ايونية وذات كثافة ضئيلة جدا اي (خفة الغازات) وهي ايضا تعمل عكس موجات الارسال الاذاعي اتجاه الكرة الارضية .

6-طبقة الجو الخارجي (Exosphere)
تمتد هذه الطبقة لمسافات شاسعة في الفضاء الخارجي وقد اشتق اسم هذه الطبقة من كلمة Exo التي تعني خارج وفي هذه الطبقة تتضائل كثافة الهواء نهائيا ان كانت موجودة من الاساس فلا يوجد بها اي احتكاك اذا هذا الجزء من الغلاف الجوي يلائم تسيير الاقمار الصناعية ومراكب الفضاء.



<u>وهناك تقسيم آخر صادر من المنظمة الدولية للأرصاد الجوي WMO لا يمكن تجاهله ولكن يمكن تطويره والبحث فيه .</u>

وصفت وقسمت المنظمة الدولية للأرصاد الجوي WMO الغلاف الجوي البالغ سمكه 35 ألف كيلومتر إلى الطبقات التالية:

1. طبقة التروبوسفيرTroposphere:

هي الطبقة الملاصقة لسطح الأرض ويبلغ متوسط ارتفاعها حوالي 11كيلومتر فوق سطح البحر، وتسمى (بالطبقة المناخية) لأنها الطبقة المؤثرة في تغيرات المناخ وفيها تحدث كافة الظواهر الجوية(كالأمطار والسحاب والرياح والضباب والعواصف الرعدية والترابية والاضطراب في الطقس والمناخ) وتحتوي هذه الطبقة أيضاً على معظم بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي وأما كتلة الهواء الموجودة في هذه الطبقة فإنها تعادل 80% من كتلة الغلاف الجوي بأكمله وتقل درجة حرارة الهواء وكثافة وضغطه والجزيئيات الثقيلة كلما ارتفعنا إلى الأعلى في هذه الطبقة.

2. طبقة الاستراتوسفير Stratospher :

يتراوح ارتفاعها ما بين 11 كيلومتر و 50 كيلومتر فوق سطح البحر وتتميز هذه الطبقة بالاستقرار التام في جوها حيث ينعدم بخار الماء فيها وتخلو من الظواهر الجوية.

وتحتوي هذه الطبقة على طبقة (غاز الأوزون) وهو جزئ مكون من ثلاث ذرات أكسجين وله القدرة على امتصاص 99% من الأشعة فوق البنفسجية المهلكة الصادرة من الشمس ويتراوح ارتفاع غاز الأوزون داخل طبقة الستراتوسفير بين 20 و 30 كيلومتر فوق سطح البحر وتشكل طبقة الستراتوسفير حزاماً واقياً يجنب الإنسان والحيوان والنبات مضار الأشعة فوق البنفسجية من النوع C.B، لأن الإنسان إذا تعرض للنوع C بالذات فإنه يصاب بسرطان الجلد (عند ذوي البشرة الشقراء) بالإضافة إلى الإصابة بعتامة عدسة العين وتقليل المناعة للإنسان مما يجعله عرضة للأمراض المعدية... وغاز الأوزون غاز سام لذلك يستخدم في عمليات التعقيم بدلاً من الكلور خصوصاً في مياه الشرب ولا يستطيع الإنسان أن يتنفسه لأنه يؤدي إلى تدمير الرئتين تماماً.

أما جزيء الأوكسجين فيحتوي على ذرتي أكسجين وهو الغاز اللازم لتنفس الإنسان ولكن ليس له أي قدرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية المهلكة الصادرة من الشمس من النوع B وC وتزداد الحرارة بالارتفاع داخل طبقة الاستراتوسفير نتيجة لامتصاص الأوزون للأشعة فوق البنفسجية للشمس .

3. طبقة الميزوسفير Mesophere :

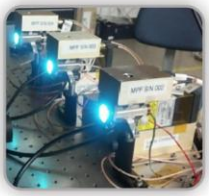
هي الطبقة التي تعلو الاستراتوسفير ويتراوح ارتفاعها بين 50 - 85 كيلومتر فوق سطح البحر وتتميز بتناقص مستمر في درجات الحرارة مع الارتفاع فوق سطح البحر حتى تصبح درجة الحرارة في أعلى هذه الطبقة منخفضة جداً(حوالي 90 درجة مئوية تحت الصفر) وهي أقل طبقات الغلاف الجوي في درجة حرارتها.

4. طبقة الأيونوسفير Ionosphere :

تمتد هذه الطبقة من ارتفاع 85 كيلومتر إلى 700 كيلومتر تقريبا فوق سطح البحر وتحتوي على كميات كبيرة من الأوكسجين والنيتروجين المتأين والإلكترونات الحرة(بعد تأين جزيئات الأكسجين والنيتروجين المتعادلة بفعل الأشعة السينية X-ray)، وهي مقسمة إلى ثلاث طبقات داخلية D.E.F ولكل منها خصائصه المميزة ويتغير سمكها بتغير الليل والنهار وبتغير الفصول والنشاط في الشمس (البقع والانفجاريات الشمسية).

5. طبقات الثرموسفير Thermosphere:

بعد غزو الفضاء أوضحت أرصاد الصواريخ والأقمار الصناعية أن درجة حرارة الطبقة الممتدة من ارتفاع 80 كيلومتر وحتى 200 كيلومتر فوق سطح البحر تتراوح ما بين 180 كلفن و 1800 كلفن وسبب هذه الزيارة في درجة الحرارة هو امتصاص المكونات الجوية في هذه الطبقة للأشعة فوق البنفسجية ذات الطاقة العالية (والمسماةXUV أو EUV) وقد تنفذ الجسيمات عالية الطاقة في المجال المغناطيسي للأرض وتتفاعل مع المناطق العليا من الغلاف الجوي مولدة حرارة إضافية.



6. طبقة الإكسوسفير Exosphere :

يتراوح ارتفاعها بين 700 كيلومتر و 35000 كيلومتر فوق سطح البحر وهي قليلة الكثافة لذلك فإن الجزيئات في هذه الطبقة تكون لها حرية في الحركة تسمح بهروبها من الغلاف الجوي للأرض (إذا كانت سرعتها الحرارية أكبر من السرعة الحرجة اللازمة للتغلب على جاذبية الأرض) ومن الطبيعي أن تتركز جزيئات الغازات الخفيفة (مثل الهيدروجين والهليوم) في طبقات الجو العليا وبسرعات عالية.

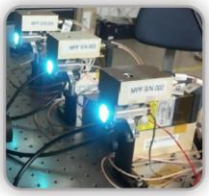
7. الماجنتوسفير Magnetospher :

يمتد المجال المغناطيسي للأرض ويشكل غلافاً حولها إلى مسافة 50000 كيلومتر وقد اكتشفه عالم الفضاء الأمريكي (فان ألن) بعد غذوا الفضاء في عام 1965 ويقوم هذا الغلاف المغناطيسي إما بصد الجسيمات المشحونة القادمة من الفضاء الخارجي وإما باصطيادها واقتيادها ناحية قطبي الأرض المغناطيسي وقد أطلق على هذه الأحزمة الإشعاعية اسم (أحزمة فان ألن)، كما بينت سفينتي الفضاء الأمريكية (Explorer) الأول والثانية في عام 1958 وجود نوعين من الأحزمة الإشعاعية على هيئة حلقتين تتطابقان مع المستوى الاستوائي المغناطيسي للأرض ويقع الحزام الإشعاعي الداخلي على مسافة ألفين كيلومتر فوق سطح البحر.... لذلك فلابد أن يكون رواد الفضاء في مناطق بعيدة عن هذا الحزام واعتبر الارتفاع الأقل من 400 كيلومتر فوق سطح البحر بداية الأمان في عمليات ارتياد الفضاء وقد ساعدت سفن الفضاء والأقمار الصناعية على التوصل إلى فهم أعمق لهذه الطبقة الهامة.

قال تعالى :(اللهُ الَّذِي رَفَعَ السَّمَاوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ مُسَمًّى يُدَبِّرُ الْأَمْرَ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُم بِلِقَاءِ رَبِّكُمْ تُوقِنُونَ) (2 الرعد).

الغلاف الجوي الذي تمسكه الأرض وتحتفظ به وتحول دون تسربه في أرجاء الفضاء الكوني وذلك بقبضة جاذبيتها الكبيرة بينما يندفع الهواء إلى أعلى لكي ينطلق إلى الفضاء الكوني وحيث ان من خصائص الغازات الانتشار إلى الفضاء الذي تتعرض له وتتساوى قوة اندفاع الهواء إلى أعلى مع قوة جذب الأرض إلى أسفل فيظل الغلاف الجوي مرفوعاً إلى ما شاء الله.

...والله أعلم



ما هي وما علاقتنا بخدمة أو منتجات IGS

www.igs.org

يتم تنسيق الجوانب العلمية الناشئة عن أنظمة الملاحة الجديدة New Navigation Systems بواسطة خدمة GPS الدولية المسماه اختصاراً (IGS)

The International GPS Service (IGS)

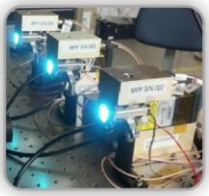
خدمة IGS هي خدمة تطوعية لمنظمات علمية ومدنية قامت بإنشاء محطات IGS في أكثر من 200 موقع دائم موزعة في كافة انحاء الكرة الارضية ، حيث ان كل محطة IGS تتعقب كل قمر صناعي GPS مرة كل 30 ثانية وفي تلك المحطات يتم تخزين قياسات الكود و الاشكال على ترددين Two Frequencies مما يؤدي إلى حدوث رفع قياس 2 × 8640 في اليوم على الأقل في دورة تحول يومية Daily Turnaround Cycle ليتم إرسال البيانات الخام (عبر الإنترنت أو أجهزة مودم الهاتف) إلى مراكز البيانات الإقليمية والعالمية بغرض استرجاعها وتحليلها خصوصاً من قبل مراكز تحليل الكود الخاصة بـ IGS والتي يوجد منها حاليًا سبعة مراكز لتحليل الكود - ثلاثة في الولايات المتحدة الأمريكية USA وواحد في كند اCanada و اثنين في ألمانيا Germany وواحد لوكالة الفضاء الأوروبية ESA ... كل هذا لدراسة الحركة القطبية Polar motion وطول بناء الصفائح اليومية . Length Of Day Plate Tectonics.

ورصد للغلاف الأيوني للأرض بدقة غير مسبوقة ، كما ان خدمة IGS ذات أهمية قصوى لنجاح تحديد مجال الجاذبية مع الجيل الجديد للأقمار الصناعية وسوف تؤدي الحقبة الجديدة من الاكتشافات في تحديد مجال الجاذبية إلى توحيد الجوانب الهندسية والجاذبية ، مما يجمع بين الركائز الثلاث للجيوديسيا الحديثة Modern Geodesy والفلك الأساسي Fundamental Astronomy وهما :

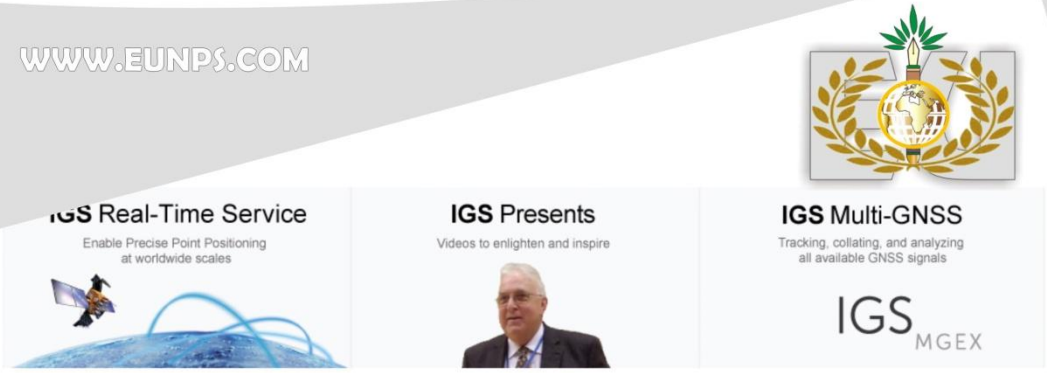
(1) تحديد المواقع والملاحة Positioning And Navigation

(2) دوران الأرض Earth Rotation

(3) تحديد مجال الجاذبية Gravity Field Determination



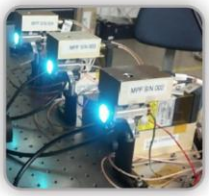
WWW.EUNPS.COM



News		Events	
2018-07-09	Call for Abstracts for Wuhan IGS Workshop "Multi-...	2018-10-23	10th Multi-GNSS Asia Conference
2018-06-28	IGS Session at AGU 2018	2018-10-28	50th IGS Governing Board Meeting
2018-06-25	2017 IGS Technical Report Now Available	2018-10-29	IGS 2018 Workshop
2018-05-24	IGS Privacy Updates and Information	2018-11-04	International Committee on Global Navigation Satel...
2018-05-09	IGS Workshop 2018 - Website Available	2018-11-19	United Nations World Geospatial Information Congr...
2018-02-28	2017 IGS Strategic Plan Now Available	2018-12-09	51st IGS Governing Board Meeting

www.igs.org

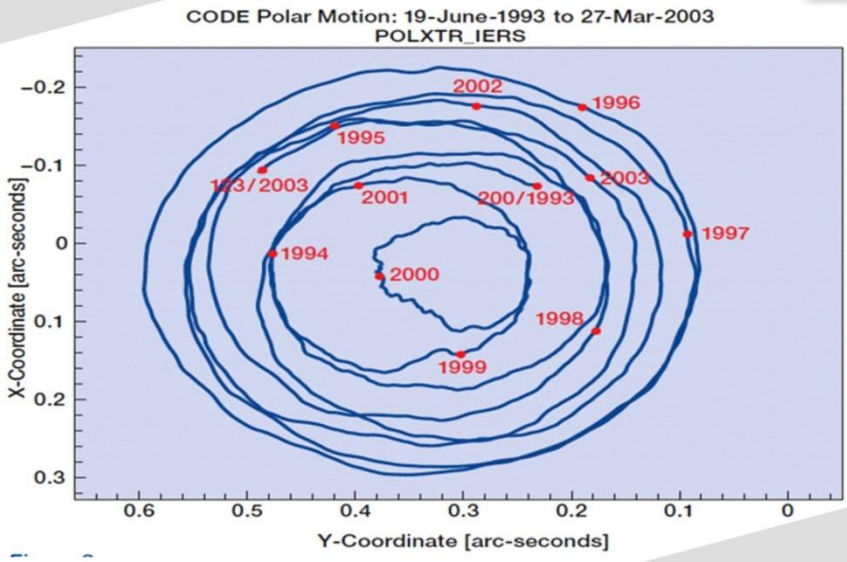
موقع خدمة GPS الدولية



في عام 1991 كان المقصود بقياسات الحركة القطبية Polar Motion هو تحديد أو انتاج مدار Orbit Production IGS على بارمترات دوران الأرض Earth Rotation Parameters المحسوبة بواسطة التقنيات الفضائية VLBI (قياس التداخل الأساسي الطويل جدا Very Long Baseline Interferometry) والمحسوبة ايضاً بواسطة رابط القمر الليزري Satellite Laser Ranging (SLR)

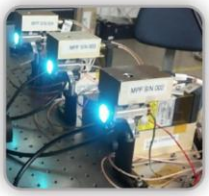
يوضح الشكل التالي التقديرات اليومية للحركة القطبية بواسطة مركز تحليل CODE منذ 1993.

WWW.EUNPS.COM



الحركة القطبية Polar Motion

Daily estimates of polar motion by CODE since 1993



لاحظ في الشكل أن الوحدات قوسية - ثانية ، مما يدل على أن التقديرات اليومية لمحور دوران الأرض دقيقة إلى حوالي 2-3 ملم .

يقابل قوس قوسي واحد حوالي 30 م على سطح الأرض وهكذا فإن حركة القطب The Motion Of The Pole ما بين عامي 1993 و 2003 تتم تقريبًا داخل دائرة يبلغ طولها حوالي 7 أمتار ويتم توسيطها تقريبًا عند نقطة النهاية لمحور الأرض Earth's Axis الأقصى في لحظة من الجمود.

Earth's Axis Of The Maximum Moment Of Inertia

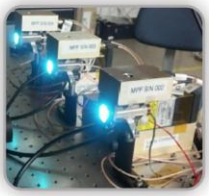
يكشف التحليل الطيفي A Spectral Analysis للحركة القطبية Polar Motion عن فترتين مسيطرتين Two Dominating Periods واحدة من 430 يوم (سعة Amplitude حوالي 0.17 بوصة) ما يسمى فترة تشاندلر Chandler Period وواحدة من سنة واحدة (سعة Amplitude حوالي 0.08 "). ترتبط فترة تشاندلر بحركة جسم صلب (غير جامد تمامًا Not Completely Rigid).

تنشأ الفترة السنوية من التفاعل بين الأرض الصلبة والغلاف الجوي (والمحيطات).

ينتج التراكب عن تشاندلر والفترات السنوية بضرب فترة ست سنوات مما يسمح للقطب التحرك على دائرة نصف قطرها يتراوح بين 2 م و 8 م.

تظهر العديد من الانحرافات لفترات قصيرة في الشكل السابق معظمها مرتبط بتبادل الزخم الزاوي Angular Momentum بين الغلاف الجوي Atmosphere والأرض الصلبة Solid Earth

جيومورفولوجيا Geomorphology هو علم دراسة شكل الأرض ويرتكز على دراسة التضاريس (كالجبال والسهول والأودية والأنهار والصحاري والسواحل) وأسباب نشأتها وتطورها عبر الزمن وهو علم خاص بدارسه الظواهر الطبيعية الموجودة على ظهر الأرض ويقوم على تحليل التضاريس والبحث من اجل الفهم والتنبؤ بالتغييرات المستقبلية عن طريق مجموعة من عمليات الملاحظة الأرضية وتجارب في المختبرات ونماذج رقمية.



محاولة فهم استمرار تغير جيومورفولوجيا سطح الأرض

يشير القرآن الكريم إلى تغير مستمر يحدث في شكل سطح الأرض (اليابسة) قال تعالى : (أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَأْتِي الْأَرْضَ نَنْقُصُهَا مِنْ أَطْرَافِهَا وَاللَّهُ يَحْكُمُ لَا مُعَقِّبَ لِحُكْمِهِ وَهُوَ سَرِيعُ الْحِسَابِ) (41 الرعد) والتعبير هنا بالفعل المضارع يفيد : أن الإنقاص لأطراف الأرض مستمر وجاري وحاصل الآن بل وحدث في الماضي .

قال تعالى : (أَفَلَا يَرَوْنَ أَنَّا نَأْتِي الْأَرْضَ نَنْقُصُهَا مِنْ أَطْرَافِهَا أَفَهُمُ الْغَالِبُونَ) (44 الانبياء)

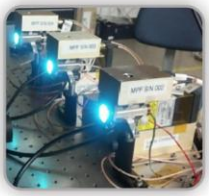
نعرف أن 27% من سطح كوكب الأرض يابس قاري أو جبلي مرتفع والباقي 73% غير مرتفع أي في مستوى ماء البحار والمحيطات فإن المعنى الفيزيائي والجيولوجي لهذه الآية والمشار إليه بإنقاص الأرض من أطرافها يحتمل التفسيرات العلمية التالية :

الاولى :

استمرار انكماش سطح الكرة الأرضية امتداداً لأثر التبريد الذي حدث لقشرتها منذ انفصالها من الشمس منذ مليارات السنوات وحتى الآن وأدّى إلى نقص محيط هذه الكرة بحوالي 300 كم حتى الآن وما زال التبريد مستمراً مما يؤدي إلى نقص أقطارها من أطرافها ويمكن الكشف عن هذا النقص البطيء والتدريجي بأجهزة الاستشعار عن بعد من الفضاء والتي تستخدم حالياً لقياس الطيات الحادثة في قشرة كوكب الأرض للتنبؤ بحدوث الزلازل.

الثانية :

الطغيان المستمر لمياه البحار والمحيطات فقد غمرت هذه المياه في الماضي معظم الأراضي التي نراها الآن يابسة وربما حدث ذلك عدة مرات نتيجة الانخفاض المحلي في جزء من الأرض أو الارتفاع العام بمستوى سطح البحر بما يؤدي عادة إلى هذا الطوفان والطغيان على الأرض المنخفضة من شواطئ القارات وبلغة الجيولوجيا يمكن القول بأن الشواطئ التي تفصل اليابسة عن البحار تعتبر دائماً حدوداً مرنة غير ثابتة قابلة للتغيير وهناك نماذج لمدن مغمورة تحت البحر وهذا يحدث باستمرار بل ونتوقعه في المستقبل وهذا قد يحدث في كل أطراف الأرض اليابسة لكل الكوكب نتيجة ارتفاع مستوى البحار نظراً لتراكم الرواسب والكفح البركاني في قاع البحر وارتفاع القشرة الأرضية لهذا القاع وانصهار بعض المناطق الجليدية



نتيجة الارتفاع التدريجي لدرجة حرارة الكوكب بسبب التلوث الجاري في عصرنا وارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في جو الأرض وغير ذلك من العوامل .

الثالثة :

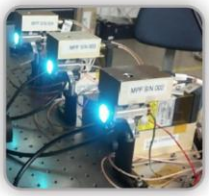
تأثير عوامل التعرية بإنقاص الأرض من أطرافها فالجبال المرتفعة مثلاً ليست دائمة أو خالدة لأن الصخور تتحطم وتتآكل بمرور الزمن بمساعدة المياه الجارية على سفوحها وتأثير الرياح الشديدة ويتحرك حطام الصخور عادة من هذه القمم العالية (التي تمثل أطراف الأرض) إلى الوديان المنخفضة وقد رأينا ذلك في زلزال ألاسكا عام 1964م الذي هز جبلاً عالياً وحطم جزءاً كبيراً من قمته في بضع دقائق وهكذا ينقص الله سبحانه الأرض من أطرافها على مستوى الكوكب أو المستوى المحلي على الدوام إما بالتدريج أو بالزلازل المفاجئة.

الرابعة :

الإشارة إلى الفرق بين طول قطري الأرض الاستوائي والقطبي كدليل آخر على نقصها من أطرافها وكل هذه المعاني تقع في إطار الشرح العلمي للآية التي تشير إلى إنقاص الأرض من أطرافها .

... والله أعلم

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

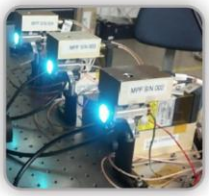
مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

الحركة القطبية Polar Motion ، لذلك أقترح على طالب الماجستير أو الدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح دقيق للحركة القطبية Polar Motion المتمثلة في تزايد طول اليوم وتحرك محور الارض Axis على سطح الارض Earth's Surface وعلاقة ذلك بالملاحة الفضائية والغلاف الجوي .... بالإضافة الى المعلومات التي بالفصول القادمة ندرج بعض المعلومات المفيدة التي على الطالب ان ينتبه لها :

المعلومة الاولى

قال تعالى : (وَهُوَ ٱلَّذِي خَلَقَ ٱلْلَّيْلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمْسَ وَٱلْقَمَرَ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ) (33 الأنبياء) وقال تعالى : (يُقَلِّبُ اللَّهُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَعِبْرَةً لِأُولِي الْأَبْصَارِ) (44 النور) ... بهذه الايات ابلغنا الله عز وجل

ان الليل والنهار والشمس والقمر يجريان .. فالشمس والقمر تجري ولا غرابة في ذلك (لأنها اجسام) ولكن جريان الليل والنهار بالرغم من انهما زمانان هو الغريب وهو الدليل القطعي على دوران الارض حول نفسها فتقلب زماني الليل والنهار يحدث بتقلب المكان (جسم الارض) إذن تقليب الليل والنهار يحدث بتقليب الارض وهذا هو البرهان لدوران الارض حول نفسها من القرآن .



مفهومنا السابق للمعلومات القرآنية لازالت قاصرة وبالإمكان تطويرها وفهمها أكثر ولذلك نحن نحتاج الى موقع خدمة GPS الدولية www.igs.org الذي يجب تحليله بدقة متناهية للوقوف على أحدث المعلومات العلمية وربطها بما نعرف في القرآن المجيد وبالتأكيد سنؤكد معلومات الموقع أو ننفيها أو نستخرج ونستنبط الحقيقة التي نحن مؤهلين لها أكثر من غيرنا.

المعلومة الثانية

أجمع العلماء على مركزية الأرض كما أجمع أكثر الفلكيين والفيزيائيين على ذلك والعلم في دورانها عند الله كما أن حركة الأجرام أصلا بقدرته وليس بخاصية في الطبيعة بذاتها فكل ما نملكه عن الطبيعة هو تفسير لظواهرها ومحاولة لمحاكاتها وحتى القمر الصناعي اختلف العلماء في تفسير دورانه ففي الوقت الذي تشرح قوانين كبلر ونيوتن شكل مداره وسرعته فيه نجد نظرية تقوس الفراغ لآينشتاين تفسره بشكل أفضل ومع هذا لا يستمر في مداره بدقة لزمن طويل مثلما تستقر الكتلة الضخمة التي خلقها الله وليس السبب طبعا رياح شمسية أو ما شابه بل السبب هو أن الله لا يؤوده حفظ العلوم وما فيه من أجرام تتحرك والسماء وما فيها والارض وما فيها وهذا يجب ان يكون ثابتاً وراسخاً على الدوام عن اجراء الابحاث.

المعلومة الثالثة

تم المسح الشامل بالأقمار الصناعية لكوكب الأرض وتحقق العلماء من كروية الأرض واختلاف قطريها مع ملاحظة أن قطرها يبلغ 12756.8 كم عند خط الاستواء بزيادة قدرها 43 كم عن طول القطر بين القطبين (البعض يعطى رقم أكبر من ذلك) وهذا التفرطح البسيط عند القطبين يعطي الكرة الأرضية شكلاً بيضاوياً عند التدقيق في الصورة ولو أن الفرق بين القطرين ضئيل مما يجعل الأرض أقرب إلى الكرة عند النظر إليها من بعيد وهذا تماماً ما أشار القرآن الكريم اليه باختلاف قطريها كتفصيل دقيق لكرويتها في سياق الحديث عن تاريخها المبكر عند نشأتها بقوله سبحانه : (وَالْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَاهَا) (30 النازعات)

المعلومة الرابعة

الليل والنهار موجودان معاً في آن واحد على نصفي هذه الكرة ولهذا يعبر الله عن هذه الحقيقة في قوله تعالى : (إِنَّمَا مَثَلُ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا كَمَاءٍ أَنزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ الْأَرْضِ مِمَّا يَأْكُلُ النَّاسُ وَالْأَنْعَامُ حَتَّىٰ إِذَا أَخَذَتِ الْأَرْضُ زُخْرُفَهَا وَازَّيَّنَتْ وَظَنَّ أَهْلُهَا أَنَّهُمْ قَادِرُونَ عَلَيْهَا أَتَاهَا أَمْرُنَا لَيْلًا أَوْ نَهَارًا فَجَعَلْنَاهَا حَصِيدًا كَأَن لَّمْ تَغْنَ بِالْأَمْسِ ۚ كَذَٰلِكَ نُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ) (24 يونس) والتعبير ليلا او نهارا بحرف (أو) هنا دليل على تزامن ظاهرتي الليل والنهار على الكرة الأرضية.

المعلومة الخامسة

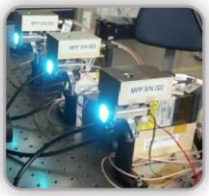
قال تعالى : (أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُم مَّا فِي الْأَرْضِ وَالْفُلْكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ وَيُمْسِكُ السَّمَاءَ أَن تَقَعَ عَلَى الْأَرْضِ إِلَّا بِإِذْنِهِ ۗ إِنَّ اللَّهَ بِالنَّاسِ لَرَءُوفٌ رَّحِيمٌ) (65 الحج)

الغلاف الجوي يحمي المخلوقات على الأرض من الأجسام التائهة في الفضاء والتي هي حطام لأحد الكواكب الذي تحطم منذ زمن سحيق وتتراوح كتلتها ما بين الجرامات إلى ملايين الأطنان ولولا وجود الغلاف الجوي للأرض لحدث ارتطام لهذه الأجسام بسطح الأرض في كل دقيقة وكل ثانية مسببة حفرات (يتراوح قطرها من سنتيمترات إلى كيلومترات) مع تحول الطاقة الميكانيكية لهذه الأجسام إلى طاقة حرارية هائلة بعد الارتطام ...ينتج من احتكاكها بجزيئات الهواء بالغلاف الجوي تولّد حرارة عالية تؤدي إلى احتراق هذه الأجسام وفنائها وتلاشيها قبل وصولها إلى سطح الأرض وتسمى في هذه الحالة (الشهب) إلا أن نسبة ضئيلة جداً تستطيع الوصول إلى سطح الأرض والارتطام به وتسمى (النيازك)

كما أن الغلاف الجوي للأرض يحمي من حطام الصواريخ والمركبات الفضائية والأقمار الصناعية التي انتهت مهمتها أو فشلت في الابتعاد عن الأرض بقدر كافي حيث تجذب الأرض هذا كله لتنطلق بسرعات عالية داخل الغلاف الجوي لتحترق بالكامل أو معظمها داخل الغلاف الجوي وقبل وصولها لسطح الأرض .

تنويه ،،،

الايات القرآنية وتفسيراتها هي اجتهاد لعلماء اجلاء كثيرين .... بهذا المربع ننهي التفسيرات السابقة بعبارة ... والله أعلم وأجل ....



الفصل الثاني

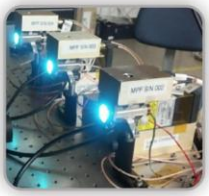
ظاهرة دوبلر Doppler Phenomenon

قديماً كانت الاتصالات تعتمد على الكابلات بين محطتين أو على انعكاسات الاشارة الراديوية من على الغلاف الجوي وكانت الكابلات تحوى على عدد محدود من الاسلاك وكانت الاشارات المنعكسة تتخامد بسرعة مما يجعل الاتصال ذو نوعية سيئة .

وفي عام 1945 اقترح العلماء فكرة استخدام الاقمار الصناعية التي تطير فوق الكرة الارضية لزيادة فعالية الاتصالات حيث يستطيع القمر الصناعي الملاحة ورؤية منطقة شاسعة من الارض وان من ارتفاعه العالي يستطيع ان يحقق الاتصال ما بين عدة محطات بطرق متعددة خلافا للكابل الذي يستطيع ان يصل بين محطتين فقط .

ولكن تعود الفكرة العملية التي أدت إلى تطوير أنظمة الملاحة عبر الأقمار الصناعية Development Of The Satellite Navigation Systems إلى عام 1957 حيث كان أول إطلاق First Launch لقمر اصطناعي Artificial Satellite في مدار حول الارض وهو القمر الصناعي الروسي سبوتنيك الأول Russia's Sputnik I وكان الدكاترة Dr. William E. Guier و Dr. George C. Wieffenbach في مختبر الفيزياء التطبيقية Applied Physics Laboratory لجامعة Johns Hopkins University يراقبان "أصوات الصفير Beeps " الشهيرة التي يرسلها القمر الصناعي العابر Transmitted By The Passing Satellite .

لقد تلقوا إشارات على فترات زمنية محددة Received Signals At Precise Intervals ولاحظوا ظهور منحنى دوبلر المميز Characteristic Doppler Curve Emerged وبما أن الاقمار الصناعية تتبع عمومًا مدارات ثابتة Fixed Orbits فهذا يعني أن هذا المنحنى يمكن استخدامه لوصف مدار القمر Describe The Satellite's Orbit وأثبتوا بعد ذلك أنهم يستطيعون تحديد جميع البارمترات المدارية Orbital Parameters للقمر العابر برصد دوبلر لممر واحد من محطة ثابتة واحدة.



Doppler Observation Of A Single Pass From A Single Fixed Station.

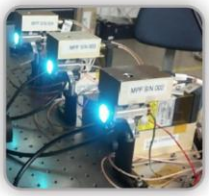
لقد أثبت الانتقال النبضي (الانزياح أو التحول الدوبلري Doppler Shift) الظاهر أثناء تلقي إرسال من قمر عابر أنه مقياس فعال لإنشاء مدار القمر Establishing The Satellite Orbit .

دكتور فرانك Dr. Frank T. Mcclure وهو أيضاً من مختبر الفيزياء التطبيقية لنفس الجامعة اكتشف انه إذا كان مدار القمر معروفاً فانه يمكن استخدام قياسات التحول الدوبلري لتحديد موقع المرء على الأرض Could Be Used To Determine One's Position On Earth .

وقد أكسبته دراساته الداعمة لهذه الفرضية جائزة الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء للمساهمات الهامة في تطوير الفضاء.

في عام 1958 ، اقترح مختبر الفيزياء التطبيقية استكشاف إمكانية تشغيل نظام ملاحي دوبلري يعمل بالقمر الصناعي Operational Satellite Doppler Navigation System ثم حدد رئيس العمليات البحرية متطلبات هذا النظام وكان أول نجاح في إطلاق القمر الصناعي The First Successful Launching المتمثل في النظام الفضائي المبدئي Prototype System Satellite في أبريل 1960 الذي أظهر الجدوى التشغيلية لنظام دوبلر Doppler System .

نظام الملاحة عبر الأقمار الصناعية The Navy Navigation Satellite System (NAVSAT) المعروف أيضا باسم (TRANSIT) كان أول قمر صناعي تشغيلي ملاحي.
First Operational Satellite Navigation System



كانت دقة هذا النظام System's Accuracy أفضل من 0.1 ميل بحري Nautical Mile في أي مكان في العالم ، وبالرغم من محدوديته إلا انه كان يستخدم في التنقل للسفن والغواصات Navigation Ships And Submarines ولكن كان أيضا يستخدم في بعض تطبيقات الملاحة الجوية Applications In Air Navigation كان ايضا تستخدم في المسح الهيدروغرافي وتحديد الوضع الجيوديسي Hydrographic Surveying And Geodetic Position Determination

وقد انتهى البرنامج عام 1988 وظهر بديلاً عنه نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System GPS في العام 1996

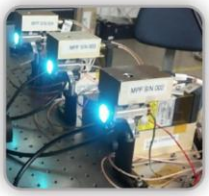
من هو دوبلر

يوهان كريستيان أندرياس دوبلر Doppler فيزيائي ورياضي نمساوي (توفي عام 1853) قام بدراسة وتوثيق تأثير دوبلر Doppler والذي سمي باسمه والذي هو عبارة عن تغيّر ظاهري في التردد والطول الموجي للموجة حيث قام دوبلر باقتراح هذا التأثير لأول مرة في كتابه " Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels " وذلك عام 1842 .

قام بيس بالوت (Buys Ballot) باختبار هذه الفرضية عام 1945 وأكد ان درجة الصوت كانت اعلى من التردد المنبعث عند اقترابنا من مصدر الصوت ، وأقل من التردد المنبعث عند الابتعاد عن مصدر الصوت .

وفي بريطانيا قام جون سكوت (John Scott) بإجراء دراسة تجريبية لظاهرة دوبلر.

ظاهرة دوبلر Doppler Phenomenon أو تأثير دوبلر هو تغير ظاهري للتردد أو الطول الموجي للأمواج عندما ترصد من قبل مراقب متحرك بالنسبة للمصدر الموجي ولكن يُفترض ثبات المشاهد حتى يستطيع رصد التغير في الطول الموجي للموجات القادمة إليه من المصدر (صوتي أو ضوئي) والتي وعلى أساسها يستطيع تحديد عما إذا كان الجسم مقترباً أم مبتعداً.



ونحن نشاهد تلك الظاهرة أحياناً خلال يومنا العادي عندما نكون مثلا في الشارع وتقترب منا عربة حريق أو عربة إسعاف فنسمع صفارتها وهي قادمة علينا بتردد أعلى لأن طول موجة الصوت ينضغط إلى حد ما بفعل سرعة قدومها علينا وبعد أن تمر علينا وتأخذ في الابتعاد عنا نسمع صوت صفارتها بتردد منخفض بسبب أن طول موجتها يزداد استطالة.

هناك قانونين لظاهرة دوبلر Doppler Phenomenon

القانون الأول ينص على أن الزمن الدوري أو زمن اهتزازة واحدة فقط تساوي مقلوب التردد ويعبر عنه على النحو الآتي :

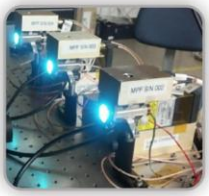
$$T=1/f$$

حيث أن : T الزمن الدوري و f التردد

أما **القانون الثاني** فينص على:

وجود علاقة ارتباط تجمع بين سرعة انتشار الموجات C والتردد F والطول الموجي L وتعتبر العلاقة عكسية مع الفرضية السابقة فعندما يكون أحدهما كبيراً تكون قيمة الآخر صغيرة ويعبر عن هذا القانون كالتالي : $F=c/L$

وتحدث ظاهرة دوبلر أيضا للضوء ولها تطبيقات كثيرة كان أهمها عندما استخدمها عالم الفلك الأمريكي هابل Edwin Hubble عام 1929 في رصد النجوم واكتشف أن مجرة أندروميدا Andromeda تقع خارج مجرتنا المعروفة بدرب التبانة The Milky Way ولا تنتسب إلينا ثم رصد هابل السماء ووجد العديد من تلك المجرات البعيدة وكانت دهشته كبيرة عندما وجد عن طريق ظاهرة دوبلر أن كل تلك المجرات تبتعد عنا بسرعات عظيمة وفي جميع الاتجاهات ووصل لهذا التفسير عندما وجد أن أطياف تلك المجرات منزاحة بدرجات متفاوتة نحو اللون الأحمر فكان هذا الاكتشاف اكتشافاً عظيماً إذ عرفنا أن الكون يأخذ في الاتساع رغم ورود ذلك في القرآن الكريم ولم ننتبه له فهل ننتبه الآن ؟



كان العالم أينشتين كبقية العلماء آنذاك يعتقدون عكس ذلك لدرجة أن أينشتين قام بإضافة ثابت كوني في معادلاته في نظرية النسبية العامة حتى يضمن مفهوم أن حجم الكون ثابت ولا يتغير وتراجع بعد ذلك وتغيرت صورة الكون من وقتها عند الإنسان حيث كان في اعتقاد الناس وكذلك العلماء أن حجم الكون ثابت لا يتغير ويعتبر هذا الاكتشاف من أعظم اكتشافات البشرية في القرن العشرين .

يقدر عدد المجرات في الكون المنظور بحوالي 100-200 مليار مجرة ولا يوجد مصطلح عالمي لتسمية المجرات فقد تم تصنيفها و تسميتها في الغالب قبل حتى تمييزها ما إذا كانت جرم أم مجرة .

ننبه هنا الى ان ما اكتشفه عالم الفلك الأمريكي هابل Edwin Hubble عام 1929 من أن المجرات تبتعد عنا بسرعات عظيمة وفي جميع الاتجاهات .... لدينا نحن المسلمون علم به من القرآن الكريم (منذ وقت طويل) وفي حقيقة اتساع الكون قال تعالى : (وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَاهَا بِأَيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ) (47 الذاريات) .

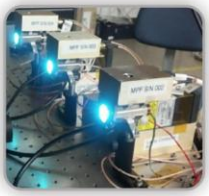
ثبت للعلماء بما لا يدع مجالا للشك أن الكون آخذ في الاتساع عن طريق ما يعرف بالإزاحة الحمراء (Red Shift) لأطياف المجرات وأن سرعة ارتداد المجرات يزداد كلما بعدت عنا .

ثبت للعلماء بما لا يدع مجالا للشك أن الإشعاع الكوني الميكروويفي (Cosmic background Radiation) الذي تم رصده ، مصدره الانفجار العظيم إنها بقايا أصلية تمثل عينة من الانفجار الكوني الأول.

قال تعالى : (سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْآفَاقِ وَفِي أَنفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ ۗ أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ) (53 فصلت)

لقد وعد الحق تبارك وتعالى أن يري الإنسان آياته ومعجزاته في هذه الكون (الآفاق).

إن قانون تمدد الكون الذي اكتشفه هابل غير الطريقة التي كان علماء الفلك والفيزيائيون يفكرون بها حيث كان الجميع ينظر إلى الكون أنه ساكن بما فيهم أينشتين الأمر الذي دعاه إلى وضع ثابت التثاقل (عجلة التثاقل) في قانون النسبية العام كاحتياط أن يظهر شيء جديد يغير هذا القانون ولكن بعد اكتشاف هابل أن الكون يتمدد كان لابد لأينشتين أن يمحو ثابت التثاقل من قانونه وقال في هذا الشأن أن "هذه أول مرة أندم فيها على خطأ كبير ."



ومن منطلق أن الكون يتمدد... فإنه قابل للانكماش لأن أي شيء قابل للتمدد هو قابل للانكماش ايضاً و من حيث الحساب الكمي (Quantum Mech.) يعتقد أن الكون كان يوما حجمه مساو للصفر ومن نفس القانون الكمي لابد وأن تكون طاقتها تساوي اللانهائية.

$$V + O \qquad E = \propto$$

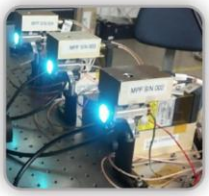
وحين نعلم أن حجم هذا الكون بدأ من الصفر فلابد وأن يكون قد جاء من العدم إذن لابد وأن يكون هناك خالق لهذا الكون أوجده من العدم.

قال تعالى : (يَوْمَ نَطْوِي السَّمَاءَ كَطَيِّ السِّجِلِّ لِلْكُتُبِ ۚ كَمَا بَدَأْنَا أَوَّلَ خَلْقٍ نُّعِيدُهُ ۚ وَعْدًا عَلَيْنَا ۚ إِنَّا كُنَّا فَاعِلِينَ) (104 الأنبياء)

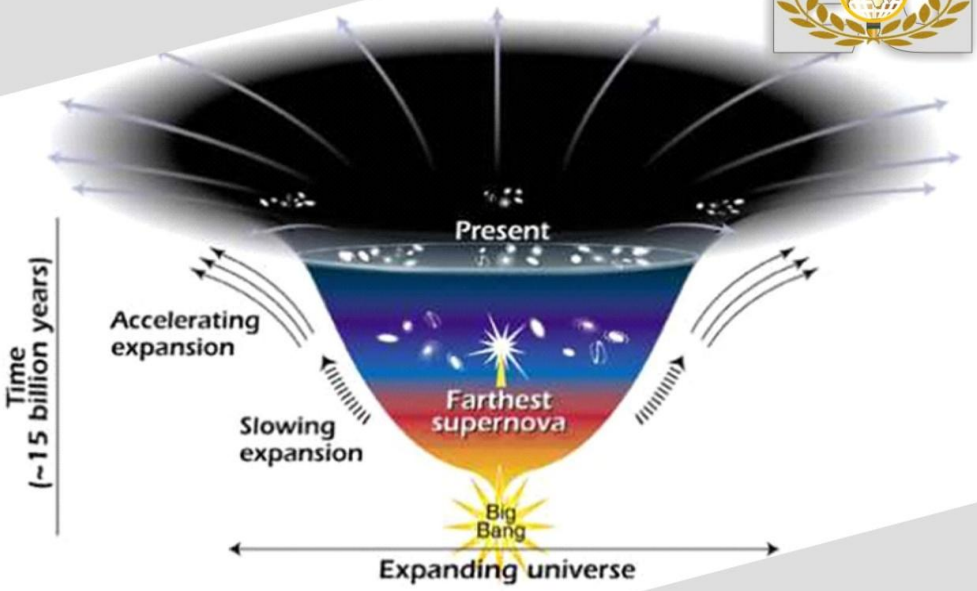
وتقول نظرية أينشتين... أن انفجارا حدث لهذه النقطة المتناهية في الصغر نتيجة وجود تلك الطاقة اللانهائية ولذلك يسمي بالانفجار الكوني الأول Big Bang وسميت هذه النظرية بنفس المسمى (نظرية الانفجار الكوني الأول Big Bang Theorem) وأيضا نحن المسلمون لدينا علم بهذا ايضاً من القرآن الكريم .. قال تعالى : (أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ) (30 الأنبياء)

... والله أعلم

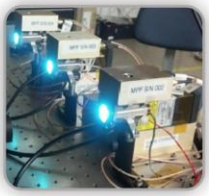
اذاً الموضوع له علاقة مباشرة باجتهادنا في تفسير القرآن الكريم .



WWW.EUNPS.COM



Big Bang Theorem



الفصل الثالث

الجيوديسيا الفضائية Satellite Geodesy

المعنى الحرفي للجيوديسيا هو " تقسيم الأرض " حيث ان القيام بهذه المهمة كان صعباً نظراً لأن الارض ليست تامة التكور بل لها شكل القطع الناقص .

وكما سبق وذكرنا فقد أكد بعض العلماء الى انها مفرطحة بعض الشيء في نهايتيها وأكد نيوتن إلى أنها مفرطحة عند القطبين وآخرين أكدوا إلى أنها مفرطحة عند خط الاستواء.

وفصل في هذا الامر بعد ان دلت الاكتشافات على أن طول درجة العرض الفلكية تزداد زيادة طفيفة كلما تحرك الراصد من خط الاستواء إلى القطب وقد فسرت تلك الزيادة بأنها راجعة لتفرطح الأرض عند القطبين وتم التأكد أن نيوتن كان على حق.

*** قطر الارض يبلغ 12756.8 كم عند خط الاستواء بزيادة قدرها 43 كم عن طول القطر بين القطبين وهذا يعطي تفرطح بسيط عند القطبين .**

واتخذت المقاييس بعد ذلك أساساً لتحديد المتر والنظام المتري والزمن الفكي المضبوط لمختلف الأماكن على سطح الأرض.

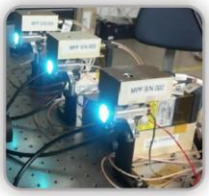
وتم الوصول الى حساب كثافة الأرض والتي تقرب من 4.5 مرة من كثافة الماء وهو رقم مقبول الآن عموماً وقد توصل إليه نيوتن بما عهد فيه من حدس ذكي قبل قرن من الزمان.

الجيوديسيا هي فرع من الرياضيات التطبيقية تهتم بالدراسة الجيولوجية لحجم الأرض وشكلها وقياس أجزاء واسعة من باطنها وسطحها ودراسة التفاوت في الجاذبية والمغناطيسية الأرضيتين والتي هي خواص تتعلق بباطن الأرض ومكوناتها وحرارتها .

اقسام الجيوديسيا الحديثة

1- الجيوديسيا الهندسية 2- الجيوديسيا الطبيعية 3- الجيوديسيا الفلكية

4- الجيوديسيا الفضائية والتي نشئت بعد إطلاق القمر الصناعي الأول عام 1957 وهو القمر الصناعي الروسي سبوتنيك الأول Russia's Sputnik I كما ذكرنا سابقاً.



الان دخلت الجيوديسيا الفضائية Satellite Geodesy في العديد من المجالات والتطبيقات وغيرها من المجالات الهندسية وهناك العديد من التقنيات المتبعة لدراسة الجيوديسيا عن طريق الأقمار الصناعية لعل من اهمها حالياً هو نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System الذي دخل أكثر المجالات في حياتنا اليومية.

وبذلك اصبح لدينا تنبؤات دقيقة لأحوال الطقس واستشعار لموارد الأرض عن بعد ونظم الانذار بالكوارث وغير ذلك كثير .

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

الجيوديسيا الفضائية Satellite Geodesy

لذلك أقترح على طالب الماجستير أو الدكتوراه في مجال علوم الفضاء تقديم مشروعاً مدروساً حول حجم الأرض وشكلها الخارجي وباطن الارض ومكوناتها وحرارتها مع التحليل والقياس الفني للتفاوت في الجاذبية والمغناطيسية الأرضيتين .... وفيما يلي بعض المعلومات المفيدة :

المعلومة الاولى

أكد العلماء على وجود قوة الجاذبية حيث تعتبر قوة الجاذبية على المدى القصير أضعف القوى المعروفة لنا وتساوي : (10- 39) من القوة النووية الشديدة ولكن على المدى الطويل تصبح هي القوة العظمى في الكون نظرًا لطبيعتها التراكمية فتمسك بكافة أجرام السماء وبمختلف تجمعاتها ولولا هذا الرباط الحاكم الذي أودعه الله في الأرض وفي

أجرام السماء ما كانت الأرض ولا كانت السماء ولو زال هذا الرباط لانفرط عقد الكون وانهارت مكوناته.

قال تعالى : (اللَّهُ الَّذِي رَفَعَ السَّمَاوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۖ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ ۖ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ ۖ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ مُّسَمًّى ۚ يُدَبِّرُ الْأَمْرَ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُم بِلِقَاءِ رَبِّكُمْ تُوقِنُونَ) (2 الرعد) .

المعلومة الثانية

ثبت علمياً من خلالِ :

1- المُستشعراتِ الفضائيةِ وأجهزةِ المَسْحِ الجيوديسي التي تَرصد تحركات الكُتل القارية.

2- مسح قيعانِ البحار والمُحيطاتِ بأجهزةٍ عاليةِ الدِّقَّةِ.

3- مشاريع الحفرِ في البحارِ العميقة،

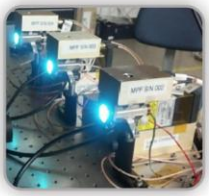
صحة نظريةُ الصفائح التكتونية Plate Tectonics التي تنص على أنَّ الغلاف الصخري للأرض الليثوسفير Lithosphere يتألف مِنْ مجموعةٍ من الألواح التكتونية (الصفائح التكتونية) وهي تَطْفُو فوق نطاق لَدِن حيث ان هذه الألواح تتحرك مُتباعدةً عن بعضها في مناطق ومُتقاربةً في مناطق أخرى.

وهذا يعني أن الغلاف الصَّخري للأرض ومناطق الأرض المُختلفة (القشرة-الوشاح-اللُّب) في حالةِ حركةٍ دائبةٍ ، قال تعالى : (وَأَلْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ) (15 النحل)

المعلومة الثالثة

تعتبر نظريةُ الصفائح التكتونية Plate Tectonics واحدة من أهم النظريات العلمية بجانبِ النَّظريةِ النِّسبيةِ Relativity لـ"ألبرت أينشتاين" ونظريةِ الانفجارِ العظيمِ Big Bang التي أَرسى أُسُسَهَا "جورج ليمتريه" والجدول الدوري Periodic Table لـ"ديمتري مِندليف" ونظرية التَّطور والنُّشُوء Evolution لـ"شارلز دارون"، مع الانتباه أن نظرية التَّطور والنُّشُوء ثَبَتَ عدم صحتها وتَمَّ دحضها علميًّا وإسلامياً قال تعالى : (قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ۚ ثُمَّ اللَّهُ يُنشِئُ النَّشْأَةَ الْآخِرَةَ ۚ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ) (20 العنكبوت)

... والله أعلم



الفصل الرابع

قوانين كيبلر Kepler's Laws

الساعة الذرية Atomic Clock

تمدد الزمن (الابطاء الزمني) Time dilation

قوانين كيبلر Kepler's Laws :

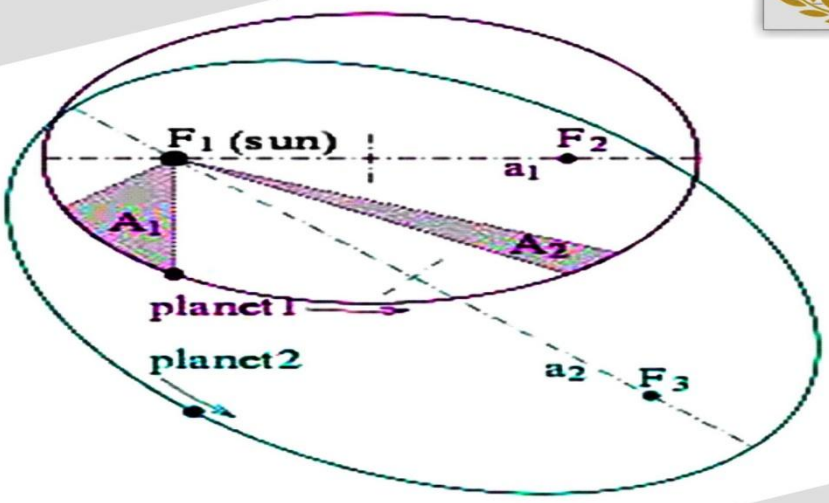
Kepler's three laws of planetary motion can be stated as follows:

(1) All planets move about the Sun in elliptical orbits, having the Sun as one of the foci.

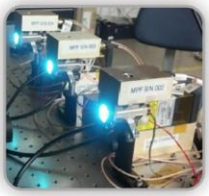
(2) A radius vector joining any planet to the Sun sweeps out equal areas in equal lengths of time.

(3) The squares of the sidereal periods (of revolution) of the planets are directly proportional to the cubes of their mean distances from the Sun. Knowledge of these laws, especially the second (the law of areas),

WWW.EUNPS.COM



ملخص تصويري لقوانين كيبلر الثلاثة



وضع Kepler القوانين الثلاثة الهامة فيما يتعلق بحركة الكواكب وهذه القوانين هي :

القانون الأول

تدور الكواكب حول الشمس بحركة ليست دائرية ولكن في قطع ناقص تحتل الشمس إحدى بؤرتيه والقطع الناقص هو الشكل الذي نحصل عليه إذا قطعنا جسماً اسطوانياً بمنشار مائل.

القانون الثاني

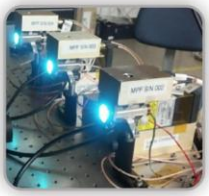
تختلف سرعة الكوكب في دورانه حول الشمس تبعاً لبعده عنها فإذا كان قريباً فإنه يدور بسرعة أكبر وكلما زاد بعده كلما قلت سرعته في الدوران حيث تتساوى مساحة المثلثين المشكلين فيما بين الشمس وقوس المسافات المغطاة من كوكبين في نفس الوقت.

القانون الثالث

مربع الفترة المدارية لكوكب يتناسب مع مكعب نصف المحور الرئيسي لمداره.

تجدر الإشارة هنا إلى أن قوانين Kepler مشروعة فقط في حالة جسم عديم الكتلة ووحيد (أي لا يتأثر بجاذبية الكواكب الأخرى) يدور حول الشمس.
فيزيائياً من المحال تحقيق هذا الشرط ومع ذلك فإن قوانين Kepler لا تزال ذات أهمية كبرى في تقريب الحسابات.

وضح نيوتن ان قوانين Kepler هي نتاج طبيعي لقانونه (التربيع العكسي) في الجاذبية ضمن الشروط الحدّية وقام نيوتن على توسيع قوانين Kepler بطرق مختلفة منها السماح بحساب المدارات حول أجرام سماوية أخرى.
وأوضح أيضاً الأسباب التي جعلت من النظام الشمسي نموذجاً أقرب ما يكون إلى القانون المثالي ليستعملها Kepler في قوانينه.



يستغرق كوكب عطارد 88 يوماً والأرض 365 في مدارهما مرة واحدة حول الشمس وإذا ضرب كلا الرقمين بنفسه للحصول على مربعهما نحصل على 7744 لعطارد و 133225 للأرض حيث يبلغ الرقم الثاني حوالي 17 أضعاف للأول .

وبالنسبة لبعدهما عن الشمس يبعد عطارد في المتوسط حوالي 36 مليون ميل (58 مليون كيلومتر) عن الشمس أما الأرض فتبعد حوالي 93 مليون ميل (149 مليون كيلومتر) في المتوسط وإذا ما ضربنا الأرقام بنفسهما مرتين للحصول على القيمة التكعيبية لهما نحصل على 46656 ميل و 804357 ميل وهنا نجد أن النسبة بين هذين الرقمين قريبة جداً من النسبة الأولى أي 17:1 وهذا أمر في غاية الاهمية في القياسات الفضائية.

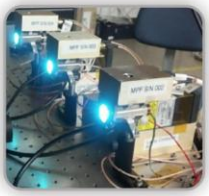
اذاً تخضع حركة الاقمار الصناعية حول الكرة الارضية الى قوانين Kepler التي تحدد حركة الكوكب وبناء على ذلك فانه كلما كان القمر الصناعي واقعا في مدار أعلى كلما تحرك بسرعة أبطأ .

فقد ثبت ان الأقمار التي في مدار منخفض نوعا ما تسير بسرعة عالية حيث يتوقع دورانها حول الكرة الارضية خلال مدة ساعتين وهذا يتطلب من هوائيات المحطات الارضية ان تتابع حركة القمر الصناعي بسرعة وإلا فإنها سوف تفقد أثره .

اما الأقمار التي تطير على ارتفاع 36000 كم فإنها تدور حول الكرة الارضية خلال 23 ساعة و 56 دقيقة .... اذاً ارتفاع القمر الصناعي يحدد مدة دورانه في المدار حول الارض.

وإذا كان القمر الصناعي فوق خط الاستواء فانه يتم دورة كاملة خلال فترة 24 ساعة ولهذا فهو يبدو الى المراصد أو محطات المراقبة على سطح الارض وكأنه ثابتا في الفضاء لأنه يدور متزامنا بنفس سرعة دوران الارض حول نفسها .

ان معظم الاقمار الصناعية المخصصة للاتصالات تطير فوق خط الاستواء لأنها تعطي ميزة جيدة حيث يمكن توجيه هوائيات المحطات الارضية باستمرار الى نفس النقطة في السماء وهذه الاقمار تغطي اكثر مناطق العالم ازدحاما بالسكان والتي تقع بين خط الاستواء وخط عرض 60 .



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

قوانين كيبلر Kepler's Laws

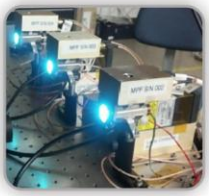
لذلك أقترح على الطالب في رسالته أو اطروحته في مجال علوم الفضاء تقديم تطبيقات علمية رياضية لهذه القوانين اكثر تفصيلاً تفيد مجال الملاحة الفضائية .... وفيما يلي بعض المعلومات المفيدة :

المعلومة الاولى

لو كانت الأرض تبعد عن الشمس ضعف بعدها الحالي لنقصت كميَّة الحرارة التي تصلنا إلى ربع كميتها الحالية ولقطعت الأرض دورتها حول الشمس في وقت أطول من دورتها الحاليّة بما نسبته $\sqrt{8}$ وذلك تبعاً لقانون كيبلر الثالث وعندها يزدادُ طول فصل الشتاء بنفس النّسبة وهذا يؤدِّي إلى تجمُّد الكائنات الحيّة على سطح الأرض شتاءً.

ولو اقتربت الأرض من الشمس إلى نصف المسافة التي تفصلهما الآن لبلغت الحرارة التي تتلقاها الأرض من الشمس أربعة أمثال ما تتلقاه منها الآن مما يحول دون استمرار الحياة بسبب ارتفاع درجة حرارة الأرض وينتج عنه تضاعف سرعة الأرض في دورتها حول الشمس وبالتالي تنعدم الفصول وتستحيل الحياة.

قال تعالى : (إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ) (49 القمر)

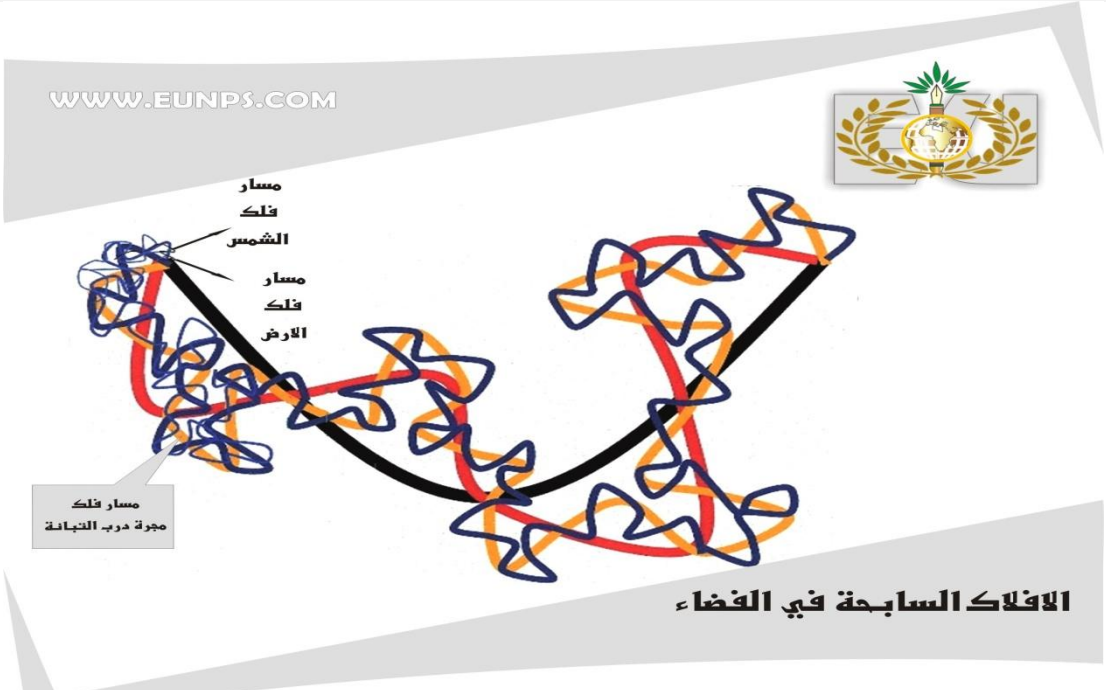


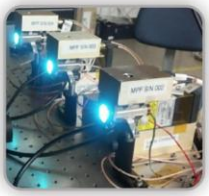
المعلومة الثانية

قال تعالى : (وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ ۖ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ) (33 الانبياء) وقال تعالى : (لَا الشَّمْسُ يَنبَغِي لَهَا أَن تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ) (40 يس)

تعني أنَّ كل جرم سماوي يسبح في فلكه أولاً ويسبح في فلك الجرم السماوي القائِد بِحيث يُصبِح كِلاهُما في فلك واحِد يَسبَحُون ومن ثم يَسبَح الاثنان في ف فلك جُرمٍ آخَر أكبَر فيُصبح الثَّلاثَة في فلك يسبحون وَهَكَذا وعلى سَبيل المِثال القَمَر يَسبَح في فلك الأرض والأرض وَكُل كواكب المجموعة الشمسية تسبح في فلك واحد هو فَلَك الشَّمس والمَجمُوعَة الشَّمسيَّة وَمَجمُوعات الأجرام الأُخرى في مَجَرَّتِنا تَسبَح في فَلَكٍ واحِد هُو فلك المَجَرَّة و تَسبَح مَجَرَّتنا مَع مجموعة المجرات المحلية الَّتي عددها يساوي الثَّلاثين تسبح كلها حول مركز هذه المجموعة التي تقع في مكان ما بين مجرتنا ومجرة المَرأة المُسَلسَلَة (Andromeda Galaxy) بينما تَسبَح مَجمُوعَتنا المَحَليَّة مَع مَجمُوعات مَحَليَّة أُخرَى حول مركز العنقود المحلي أو مجموعة المجرات المحلية . . (Vigro Super cluster) وهكذا.

وَهَذا يَعني أنَّ هناك تَقسيماً لِلكَون يجري كُل مَن فيه سابِحاً جارياً باتِّجاه تَوسُّع الكَون والله أعلم ...والشَّكل التالي يوضح ذلك : فمسار حركة القمر بالنسبة للدائرة الظاهرية لمسير الشمس في الافق هو مسار موجي سابح مسبح . ... والله أعلم





الساعة الذرية Atomic Clock

باستخدامها يتم ضبط شبكات الاتصالات السلكية واللاسلكية وشبكات توزيع ونقل الطاقة الكهربائية وضبط حركة المواصلات العامة وحركة الطائرات عالميا بدقة وضبط تزامن شبكة الإنترنت في شتى أنحاء العالم وتشغيل أنظمة الملاحة الفضائية GNSS لتحديد المواقع بواسطة الأقمار الصناعية ، كما تلعب هذه الساعات دورا هاما جدا في تحديد مواقع الأجرام السماوية ومتابعة حركة المركبات الفضائية وتحديد الوقت اللازم لتحرك الكواكب والنجوم وحدوث بعض الظواهر الفلكية.

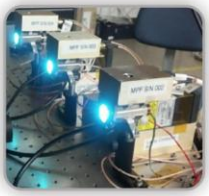
كما تستعمل الساعة الذرية في الكثير من خوادم الوقت Time Servers وهي نوعان الأول به ساعة ذرية مستقلة (باهظة الثمن) بينما الأخير يستطيع إعادة ضبط الوقت عبر أقمار GPS و GALILEO و GLONASS كما أنها تستعمل في التطبيقات التي تتطلب مقاييس زمنية غاية في الدقة لجميع الاقمار الصناعية وتحديد الإحداثيات والاتصالات السلكية واللاسلكية والشبكات الضوئية.

ولفهم موضوع الساعة الذرية بشكل عملي لابد من شرح تمدد الزمن .

تمدد الزمن (الابطاء الزمني) Time Dilation

الإبطاء الزمني ظهر في النظرية النسبية الخاصة لأينشتاين حيث قارن بين مشاهدتين من الممكن حدوث الإبطاء الزمني فيهما عندما تكون أحدى المشاهدات بالقرب من كتلة كبيرة جدا (بمعنى يكون كل منهما في مجال جاذبية مختلف عن الآخر).

مثال : شخص على الأرض وشخص على كوكب المشتري (يمر على الواقف على الأرض وقتا أطول مما يمر على الواقف في جاذبية المشتري فإذا مر على الشخص الواقف على الأرض مثلا ساعة من الزمن مر على الشخص الواقف على المشتري أربعين دقيقة فقط ويرجع ذلك إلى شدة الجاذبية على المشتري ... فلو تخيلنا ان شخص موجود في مجرة اخرى وقضي فيها شهراً من الزمان ثم عاد فكم سيكون مضى من الزمن على الارض 1000 سنة أو 10000 سنة .

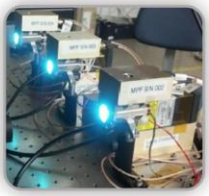


وقد ثبتت صحة نظرية أينشتاين خلال تجارب مختلفة عملية عديدة مثل وضع ساعة في طائرة نفاثة تطير بسرعة أكبر من سرعة الصوت لمدة ساعات ثم عودتها إلى المطار فوجد أن الساعة التي كانت في الطائرة تؤخر جزءا من الثانية بالمقارنة بالساعة الموجودة على الأرض.

كذلك رواد الفضاء الذين يسبحون في الفضاء بسرعات قد تبلغ 29000 كيلومتر في الساعة هؤلاء يمر عليهم الزمن أبطأ مما يمر على سكان الأرض وعند عودتهم إلى الأرض يكون الرائد أصغر عمرا ممن على الأرض وقد يبلغ هذا الفرق عدة ثوان أو أكثر وهذا يعتمد على سرعة تحركهم بالنسبة إلى سرعة الضوء.

WWW.EUNPS.COM

تمدد الزمن واختلاف الساعات



التباطؤ الزمني يفسر اختلاف ساعتين أحدهما على القمر صناعي والأخرى على الأرض حيث يأخذ نظام تحديد المواقع العالمي تلك الفروق الزمنية في الحسبان.

من هنا نستطيع فهم الساعة الذرية وسبب وجودها ؟

مشاكل الاقمار الصناعية عموماً وخصوصاً التي تطير على ارتفاعات عالية فوق خط الاستواء تتمثل بالمسافة الكبيرة التي يجب تقطعها الاشارة ويسمى ذلك بالتأخير الزمني الحاصل بين ارسال الاشارة وإعادة استقبالها مرة ثانية والتأخير الزمني هذا هو سبب الحاجة الى الساعة الذرية Atomic Clock لتصحيح الوضع .

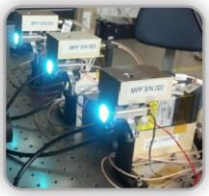
فالإشارة تسير بسرعة 300000 كم في الثانية وبتأخير قدره 120 ميلي ثانية وهو الزمن اللازم لقطع المسافة بين المحطة الارضية والقمر الصناعي وفي بعض الحالات يصل هذا الزمن حتى 1 ثانية اذا كانت المسافة المقطوعة كبيرة جدا.

وهذا هو السبب الرئيسي لاستعمال الساعة الذرية فدقتها في المتوسط تبلغ 1 نانو ثانية في اليوم أي ما يعادل خطأ مقداره ثانية كل 2.7 مليون سنة.

مثلا عند اجراء مكالمة هاتفية بين دولة لدولة اخري بعيدة عبر الاقمار الصناعية فإننا نشعر بهذا التأخير الزمني .

المحطات ألأرضية المتصلة بالأقمار الصناعية تستعمل الساعة الذرية لتصحيح التأخير الزمني فتستقبل المعلومات من القمر الصناعي وعلى أساسها تقوم هذه المحطات بتزويد القمر نفسه بمعلومات مهمة من أجل أن يعمل على الوجه الأفضل مثل التوقيت الصحيح والدقيق والمدار والموقع وهذا يعني أن هناك اتصال مزدوج بين هذه المحطات الأرضية والأقمار الصناعية .

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School



فالمعلومات/الاشارات ترسل اولاً من القمر الصناعي الى المحطات الارضية والتي بدورها تحدثها ثم تعيد ارسالها الى القمر الصناعي وتبلغه فيها بموقعه وتوقيته الذري الصحيح ومساره ثم بعدها يقوم القمر الصناعي بإرسال هذه المعلومات إلى أجهزة الاستقبال لتحديد موقعها على الكرة الارضية .

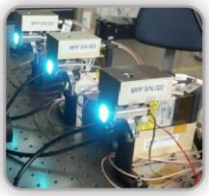
تقوم اجهزة الاستقبال بتحديد و معرفة الوقت الذي استغرقته الإشارة للوصول وهذا يتم تحديده بمعرفة وقت انطلاق الإشارة من القمر ووقت استلامها ، حيث ان فارق الوقت بينهما هو الوقت الذي استغرقته الإشارة في الفضاء من أجل الوصول إلى الجهاز وهو أمر معلوم للجهاز ويسمى "الزمن" .

وحيث ان القاعدة هي : الزمن × السرعة = المسافة

تقوم اجهزة الاستقبال بضرب الزمن في سرعة موجات الراديو البالغة 186000 ميل في الثانية والنتيجة هي المسافة بين القمر الصناعي والجهاز وبهذا تكون اجهزة الاستقبال قد حددت موقع القمر الصناعي + مسافة وبعد القمر عن الجهاز وبذلك يستطيع الجهاز أن يحدد الموقع المطلوب عن طريق وجود اربعة اقمار في المدار الواحد وبذلك امكن تحديد المواقع بدقة على الارض فمن خلالها فقط يستطيع جهاز استقبال المستخدم من تحديد الثلاثة أبعاد وهي :

خط الطول + خط العرض + الارتفاع

وهذا هو السبب الرئيسي لوجود على الأقل أربعة أقمار صناعية منفصلة بشكل جيد عن بعضها البعض في كل مستوى مداري **Orbital Plane** والتي يتم تسميتها كوكبة أو مجموعة أقمار **GPS (GPS constellation)**

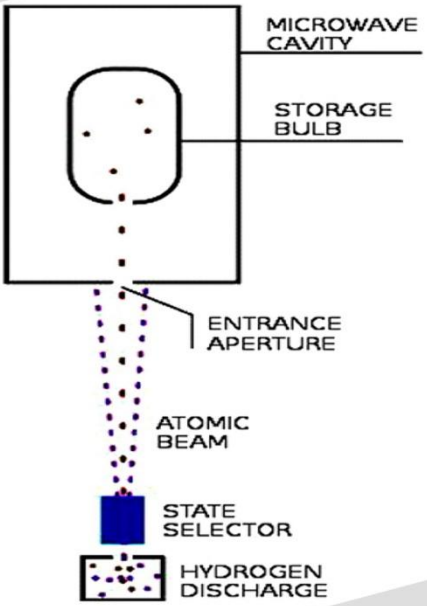


نرجع الى فكرة عمل الساعة الذرية :

تعتمد فكرة عمل الساعات الذرية على الإشعاع الراديوي ضمن نطاق الميكروويف للذرات وليس كما يعتقد البعض على النشاط الإشعاعي .

تنتج هذه الإشارات الراديوية عند تغير مستويات الطاقة في ذرة السيزيوم -133 وبالتحديد عند انتقال الإلكترون في تلك الذرة من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى للطاقة.

WWW.EUNPS.COM



مضخم اشارات هيدروجيني يستعمل في الساعة الذرية

يعتبر عنصر السيزيوم - 133 من أوائل العناصر التي استعملت في الساعات الذرية حين تم الاتفاق على تعريف الثانية عام 1967 على أنها الفترة اللازمة لـ 9,192,631,770 ذبذبة كاملة (دورة) من الإشعاع الذي يصدره انتقال الإلكترون بين مستويين معينين للطاقة في ذرة السيزيوم - 133.

ومع أن هذا التعريف قد تم الاستعاضة عنه بالتعريف الضوئي للثانية بسبب النظرية النسبية إلا أن التعريف التقليدي لا زال صحيحا كون القياسات مستخدمة في إطار المجموعة الشمسية (نفس الإطار مرجعي)

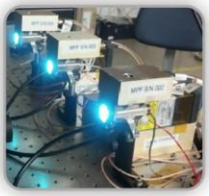
يمكن فهم الجزء المبسط في عمل الساعة الذرية كما يلي :

تحتوي الساعة الذرية على فجوة معدنية تتناسب مع موجات الميكروويف وبها غاز وهذه الفجوة قابلة للضبط بدقة عالية بحيث تتناسب مع أضخم إشارة تردد ناشئة داخل الفجوة ويبدأ الرنين المتذبذب بالنمو وتستغرق هذه العملية بعض الوقت حتى تستقر عملية الرنين الترددي وتصبح الساعة الذرية جاهزة للعمل على الدوام.

في الواقع هناك تعقيدات كثيرة في تصميم دوائر التحكم في الساعة الذرية وما الشرح السابق إلا تلميح بسيط لمبدأ العمل.

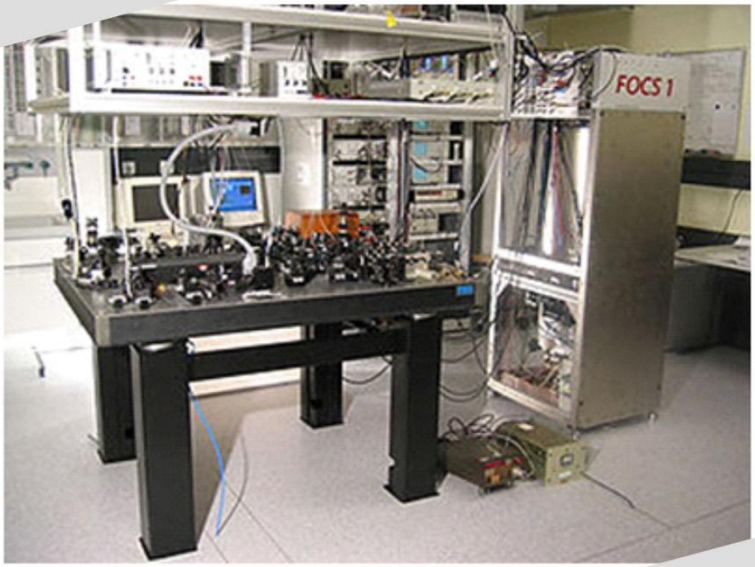
أشهر أنواع الساعة الذرية هي ساعة السيزيوم وساعة الروبيديوم وهي أقل دقة من ساعة السيزيوم ولكن بالمقابل أرخص بكثير وتصل قيمة الساعة الذرية المصممة بالسيزيوم إلى آلاف الدولارات بينما يمكن للساعة الذرية المصممة من الروبيديوم أن تتوفر للشركات بمبالغ تصل إلى 200 دولار أمريكي.

تطورت دقة الساعة الذرية منذ الستينات حتى اليوم ، كان الخطأ في الستينيات من القرن الماضي 1 ثانية كل 300 سنة وأصبح 1 ثانية كل 3 ملايين سنة مع بداية الألفية الثانية أما الأحجام فما زالت كبيرة نوعا ما حيث أن أصغر الأحجام الممكنة حوالي (10سم×10سم×10سم). من ناحية أخرى تستهلك هذه الساعات قدرة لا تتجاوز المائة ميلي وات.



في سويسرا بدأت صناعة الساعة الذرية FOCS 1 والمصنوعة من السيزيوم المبرد باستمرار عملها رسميا عام 2004 ويقدر مقدار الخطأ بحدود ثانية واحدة كل 30 مليون سنة.

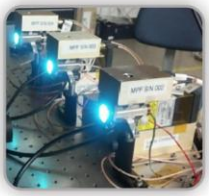
WWW.EUNPS.COM



الساعة الذرية FOCS 1

الساعة الذرية FOCS 1 في سويسرا

تعمل منذ عام 2004 ويبلغ الخطأ في قياسها 1 ثانية كل 30 مليون سنة.

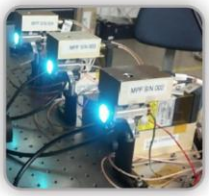


WWW.EUNPS.COM

الساعة الذرية الألمانية

الساعة الذرية تعمل بالسيزيوم-133"

بإدارة الفيزياء والتكنولوجيا الفدرالية الألمانية" في مدينة براونشفايغ



السنة الضوئية Light Year (LY)

هي وحدة قياس تستخدم للمسافات الكبيرة والبعيدة جداً كالمسافة بين الأرض والنجوم حيث تعرف السنة الضوئية على أنها المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة.

الدقيقة الضوئية :

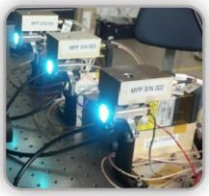
تبلغ سرعة الضوء 300 ألف كيلومتر/ثانية (بدقة 299,792,458 متر/ثانية) وبهذه السرعة فان الضوء يقطع 18 مليون كيلومتر في الدقيقة وهذا ما يسمى بالدقيقة الضوئية.

وبحساب بسيط نستنتج الاتي:

ما يقطعه الضوء بالكيلومتر	الوحدة
18 مليون	في الدقيقة
1080 مليون	في الساعة
25920 مليون	في اليوم
9460800 مليون أي 9461 تريليون	في السنة
9461 تريليون كيلومتر تعادل 63241.077 وحدة فلكية	

بمعنى ان السنة الضوئية هي 9460800 مليون كيلومتر (تقريباً عشرة الاف مليون كيلومتر).

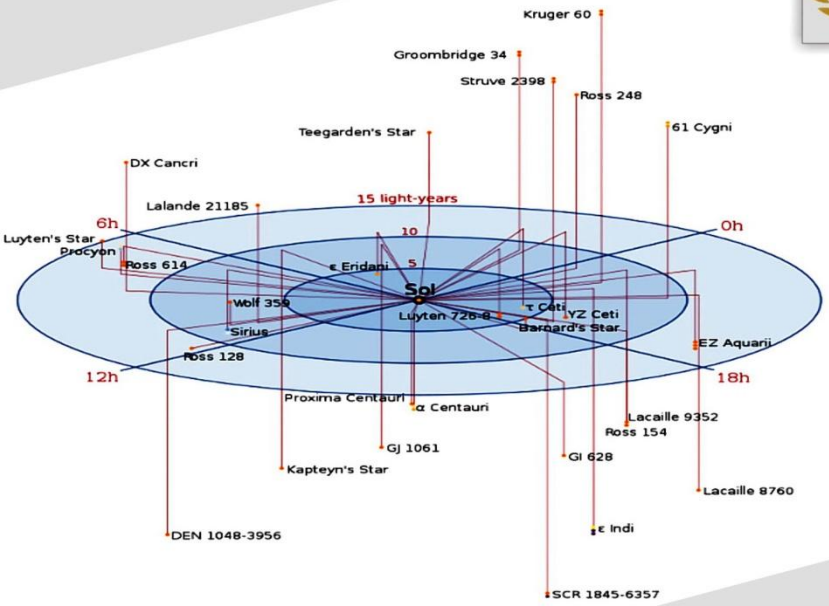
المسافات في الكون شاسعة جداً بحيث تقاس بالسنين الضوئية وهي المسافة التي يقطعها الضوء في السنة حيث أن سرعة الضوء هي السرعة القياسية القصوى في الكون بحيث لا يوجد شيء أسرع من الضوء.



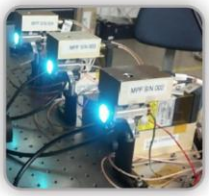
يستغرق ضوء الشمس 8 دقائق لكي يصل الى الارض ، حيث ان المسافة بين الارض والشمس 149600000 كم (تقريباً 150 مليون كيلومتر) والمسافة بين الارض والقمر 384400 كم (تقريباً 400 الف كيلومتر).

حسابات المسافات بوضع الشمس في حيز دائري نصف قطره 15 سنة ضوئية

WWW.EUNPS.COM



الشمس في حيز دائري
نصف قطره 15 سنة ضوئية



نظام الفا Alpha Centauri

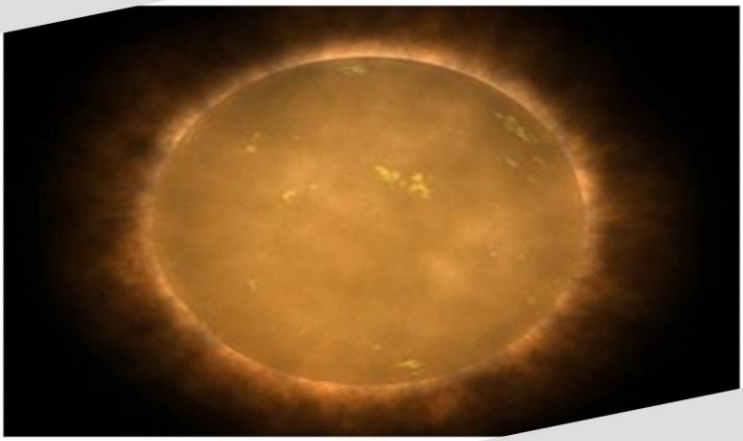
ونظام بروكسيما (القزم الاحمر) Proxima Centauri

نظام الفا ونظام بروكسيما عبارة عن نجمين وهما أقرب نظام نجوم إلينا وتبلغ المسافة بين الشمس وبين نظام الفا نحو اربعة سنوات ضوئية (بدقة 4.34) وتبلغ المسافة بين الشمس وبين نجم القزم الأحمر ولونه برتقالي (نظام بروكسيما) نحو اربعة سنوات ضوئية ايضاً (بدقة 4.22) ويختلف العلماء عما إذا كان القزم الأحمر ينتسب إلى نظام الفا Alpha Centauri أم هو نظام قائم بذاته تحت مسمى نظام بروكسيما Proxima Centauri.

وحيث ان المسافة بين الشمس والأرض قريبة حوالي 150 مليون كيلومتر فتم اعتماد بعد نظام الفا ونظام بروكسيما عن الشمس لا عن الارض.

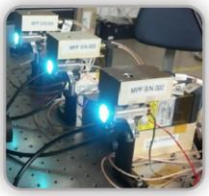
يمكن رؤية النجوم بالعين المجردة إلى درجة لمعان 5 أو 6 قدر ظاهري وما يزيد عن ذلك فلا يمكننا رؤيته بالعين المجردة ونحتاج لرصده الى تلسكوب يقوم بتجميع ألاشعة القادمة منه . وإذا كان ضوء النجم ضعيفا جدا بحيث لا يمكن مشاهدته آنيا بالتلسكوب ، فيمكن تسجيل صورته بفتح " عدسة " التلسكوب لمدة طويلة - قد تكون عدة ساعات - فنشاهد صورتة.

WWW.EUNPS.COM



القزم الاحمر

القزم ألأحمر من الصعب رؤيته بالعين المجردة وهو يبدوا عادة بلون برتقالي.



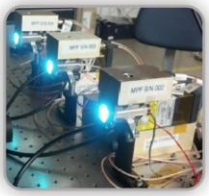
النجم النيوترونى Neutron Star النابض Pulsar

يؤكد العلماء أن النجوم النابضة تنتج عن انفجارات النجوم وتبث كميات هائلة من الإشعاعات التي تعتبر الأشد لمعاناً وهي تعمل مثل المطرقة التي تدق فهذا الانفجار كان شبيهاً بضرب نجم نيوتروني بمطرقة عملاقة وهذا ما يجعل النجم يدق مثل الجرس وأن الضوء الصادر عن مثل هذه الانفجارات عظيم جداً فقد بث هذا النجم خلال عشر ثانية ما تبثه الشمس خلال 150000 سنة من الضوء .

النجم النيتروني النابض عبارة عن بقايا شموس هائلة الحجم ذات كثافة عالية تدور بسرعة فائقة ولهنواة مركزة تنفجر طبقاتها الخارجية فتبث إشعاعاً كهرومغناطيسياً يستمر حتى وقت موته وهو يبث هذه الإشعاعات على استقامة محوره المغناطيسي الناتج عن دورانه وهو ليس محور دورانه نفسه مما يؤدي إلى رؤية الإشعاع مرة واحدة في كل دورة من دورات هذا النجم وهذا يعطي الخاصية النبضية لهذا النجم ويحدث صوتاً بسبب الموجات التضاغطية التي يحدثها في الفضاء كما إنَّ هذا الإشعاع له قابلية إذابة أيّ جسم كونيّ يقع في مساره فهو ايضاً ثاقب.

أقسم الله تعالى بنجوم عظيمة فقال (وَالسَّمَاءِ وَالطَّارِقِ (1) وَمَا أَدْرَاكَ مَا الطَّارِقُ (2) النَّجْمُ الثَّاقِبُ (3)) (3-1 الطارق)ويُعتقد أنها النجوم النابضة Pulsating Star لأنها تصدر أصواتًا مثل صوت الطرق و يؤكد علماء وكالة ناسا أن هذه النجوم تصدر أصوات نبض أو خفقان .

... والله أعلم



مواقع النجوم

قال تعالى : (فَلَا أُقْسِمُ بِمَوَاقِعِ النُّجُومِ (75) وَإِنَّهُ لَقَسَمٌ لَوْ تَعْلَمُونَ عَظِيمٌ (76))

(75-76 الواقعة) إن الأبعاد فيما بين النجوم ومواقعها كبيرة جداً لا يتخيلها أو يتصورها عقل بشر ويعتقد ان هذه النجوم قد خرج منها ضوءها قبل فترة طويلة فمنها ما يبعد سنوات ضوئية .عن الأرض ومنها ما يبعد عدة ملايين من السنين الضوئية وما نراه في الحقيقة هو مواقعها التي غادرتها في غابر الأزمان وهذه الحقيقة بقيت مجهولة حتى مطلع القرن العشرين حيث بينت المراصد الفلكية بعد المسافة إلى هذه الأجرام السماوية وكوننا لا نرى سوى مواقعها التي غادرتها وهذه النجوم تنطلق في الفضاء بسرعة كبيرة لا يعلم مداها إلا الله وهي تضيء وينطلق ضوءها من حولها. ... والله أعلم

الثقوب السوداء

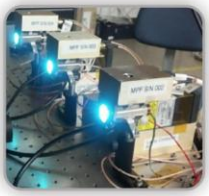
الثقب الأسود هو منطقة في الفضاء ذات كثافة مهولة (أي تحوي كتلة بالغة الكبر بالنسبة لحجمها) تفوق غالباً مليون كتلة شمسية وتصل الجاذبية فيها إلى مقدار لا يستطيع الضوء الإفلات منها ولهذا تسمى ثقبا أسوداً.

وبحسب النظرية النسبية العامة لأينشتاين فإن جاذبية ثقب أسود تقوّس الفضاء حوله مما يجعل شعاع الضوء يسير فيه بشكل منحني بدلًا من سيره في خط مستقيم.

ويعرف الثقب الأسود في النظرية النسبية بصورة أدق على أنه منطقة تمنع فيها جاذبيته كل شيء من الإفلات بما في ذلك الضوء .

تزداد الكثافة للثقب الأسود نتيجة تداخل جسيمات ذراته وانعدام الفراغ البيني بين الجسيمات فتصبح قوّة جاذبيته قوّية إلى درجة تجذب أي جسم يمر بالقرب منه مهما بلغت سرعته وتبتلعه وبالتالي تزداد كتلة المادة الموجودة في الثقب الأسود كما يمتص الثقب الأسود الضوء المار بجانبه بفعل الجاذبية وهو يبدو لمن يراقبه من الخارج كأنه منطقة من العدم إذ لا يمكن لأي إشارة أو موجة أو جسيم الإفلات من منطقة تأثيره فيبدو بذلك أسود.

وقد أمكن التعرف على الثقوب السوداء عن طريق مراقبة بعض الإشعاعات السينية التي تنطلق من المواد عند تحطم جزيئاتها نتيجة اقترابها من مجال جاذبية الثقب الأسود وسقوطها فيه.



الفصل الخامس

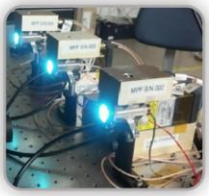
مشروع تصنيع اجهزة الارسال والاستقبال

Project of Manufacturing Transceivers and Receivers

يرتبط علم الملاحة الفضائية بعلم الفلك ارتباطًا وثيقًا فمنذ مئات السنين وصولا الى ثلاثين سنة مضت اعتمدت الملاحة الفضائية على قياس الزوايا وعلى الاكتشافات العلمية المتعلقة بالتباطؤ في دوران الأرض Deceleration Of Earth Rotation والحركة القطبية Polar Motion ولهذا افردنا جزأً مهماً من هذا الكتاب لتلك المواضيع.

ومع ظهور عصر الفضاء Space Age والمراقبة الفلكية Astrometric Observation تم استبدال النجوم والكواكب Stars And Planets بقياس المسافات Measurement Of Distances (أو اختلافات المسافات Or Distance (Differences بين المراصد والأقمار الاصطناعية وانتقلت تقنيات المراقبة Observation Techniques من البصرية Optical إلى شريط الموجات الصغرى Microwave Band من الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic Spectrum

في علم الفضاء يستخدم العلماء الاجرام السماوية لزيادة سرعة أو تغيير اتجاه المركبات الفضائية وفي وصف احداث الساعة يؤدي اقتراب الارض من القمر لحدوث نفس الأثر.
في سورة القيامة قال تعالى (وَجُمِعَ ٱلشَّمْسُ وَٱلْقَمَر) فتم تفسير انفجار الشمس ان تبدأ الأرض وكما سيحدث لباقي الكواكب بالانتشار وتبدأ بالتحرك بعيدا عن الشمس وحيث ان القمر مختبئ خلفها مباشرة فانه يستمر في دورانه حول الارض وتقترب الارض من القمر وهذا يزيد الجاذبية بينهما بـ 400 ضعف حيث ان قوة الجاذبية تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما وما يمنع القمر من ملامسة الارض هو حركته الدائرية حولها والتي ومع اقتراب الارض من القمر تبدأ سرعة القمر بالازدياد نحوها ويمر بجانبها ويخرج القمر من مداره حول الارض متجها مباشرة نحو الشمس وهذا الحدث الخاص هو ما يجمع الشمس والقمر. حركة القمر هذه باتجاه الشمس تقوم بعملية جذب الارض بعكس اتجاه الانفجار مما يعيد تثبيت الارض فى مدارها حول الشمس . ... والله أعلم



ما هو التردد أو الذبذبة Frequency (f)

هو تكرار حدث دوري (عملية دورية تعود على نفسها) ومثال ذلك تردد موجة ميكانيكية أو تردد موجة كهرومغناطيسية أو تردد موجة مادية.

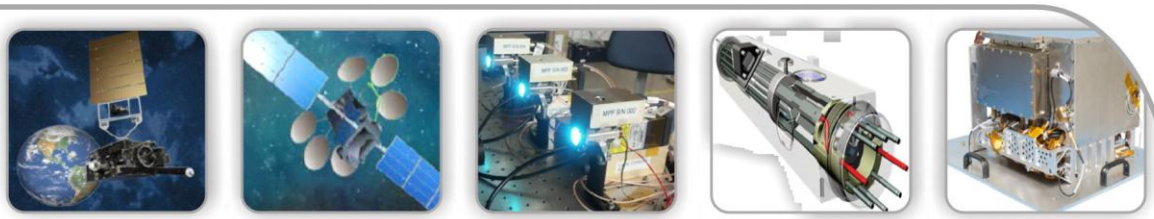
ما هى الموجة Wave

هي الحدث الدوري وهي اضطراب منتشر يقوم بنقل الطاقة في اتجاه انتشاره (كإلقاء حجر في بركة ماء فتنشأ حلقات أى امواج (لها قمة وقاع) تتحرك في شكل دائرى منتظم يزداد اتساعا الى ان تضمحل) .

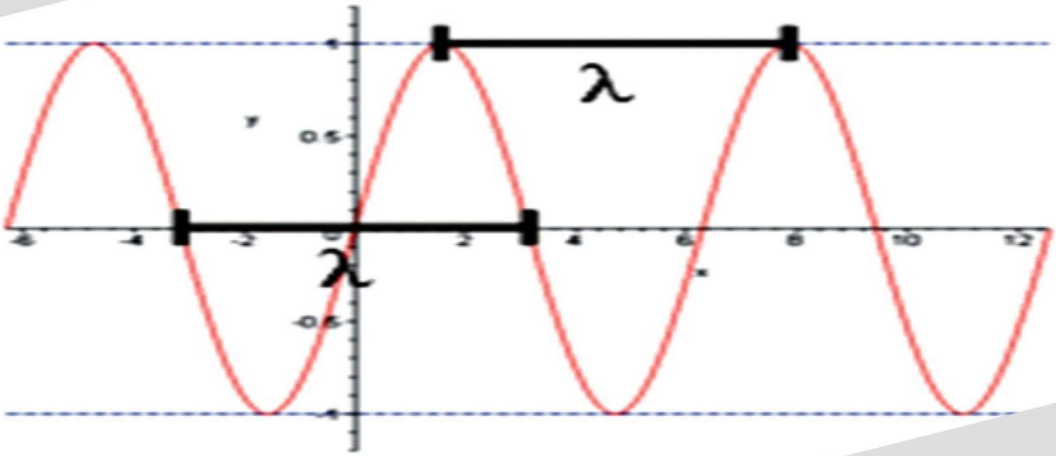
وبهذا يكون التردد عبارة عن مقياس للوقت ولذلك يكون التعريف العلمي للتردد Frequency أنه عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة.

وحدة قياس التردد هي الهرتز Hertz (الوحدة الدولية لقياس التردد) ويرمز له بـHz ويعبر عنه بمضاعفاته - كيلوهيرتز kHz = ألف دورة في الثانية - ميجاهيرتز MHz = مليون دورة في الثانية - جيجاهيرتز GHz = مليار دورة في الثانية - تيراهيرتز THz = الف مليار دورة في الثانية.

واحد هرتز يكافئ ذبذبة واحدة في الثانية بمعنى يكون تردد الموجة 1Hz إذا كانت تمر دورة كاملة في نقطة ما خلال ثانية واحدة.



WWW.EUNPS.COM

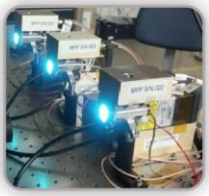


تمثيل الموجه وحساب التردد

المسافة بين قمتين هي طول الموجة ٨ وهي تعادل دورة كاملة ويحسب التردد بالهرتز بالمعادلة الاتية $f = \frac{V}{\Lambda}$

f هو تردد الموجة ، V هي سرعتها ، Λ هو طول الموجة

طول الموجة هو المسافة الفاصلة بين الأطوار المتشابهة (قمة مع قمة أو قاع مع قاع) و وهناك العديد من الامواج كالأمواج الضوئية و الصوتية و المائية حيث توجد علاقة عكسية تربط طول الموجة بترددها فإذا كان لموجتين نفس السرعة تكون الموجة الأقصر ذات تردد أكبر.



إن مدى رد فعل حواس الإنسان (كالبصر أو السمع) للأمواج تختلف وفق طول الموجة فتستطيع العين البشريّة أن تلتقط من الطيف الكهرومغناطيسي فقط أمواجًا يتراوح طولها بين 400 إلى 700 نانومتر في حين تلتقط الأذن أمواجًا يتراوح ترددها بين 20 هرتز و 20 كيلو هرتز ، أي أنّ أطولها تتراوح بين 17 متر إلى 17 مليمتر على التوالي تقريبًا .

أنواع الترددات من حيث السمع البشري (الترددات الصوتية)

1- الترددات العالية تبدأ من عشرون كيلو هرتز 20 kHz فما فوق وهي لا يمكن سماعها بالإذن البشرية .

2- الترددات المنخفضة وهي الاقل من عشرون كيلو هرتز 20 kHz وهي التي يمكن سماعها بالإذن البشرية .

بإمكان الأذن البشريّة أن تلتقط أمواجًا صوتية يتراوح تردّدها بين 20 ذبذبة في الثانية (20 Hz) و 20000 ذبذبة/الثانية (20 kHz) .

الأطفال يستطيعون سماع التردّدات حتّى الـ 20 kHz ولكن قدرة السمع لمثل هذه الترددات المرتفعة تنخفض كلما كبر الإنسان في السن.

اذاً الترددات الصوتية المنخفضة تتراوح من 20 هرتز الى 20 كيلو هرتز بمعنى انها موجات ذات تردد منخفض لا تستطيع اختراق الغلاف الجوي بعكس الترددات العالية التي تستطيع اختراق الغلاف الجوي .

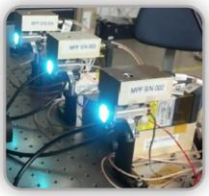
ضوء الشمس و مكون من عدة ألوان (أحمر- برتقالي - أصفر - أخضر - سماوي - أزرق - بنفسجي) يقع مجال تردده بين حوالي 400 GHz إلى ما يقارب 750 GHz

وهو من حيث المبدأ يعتبر شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي ولكن يرى بالعين البشرية .

ضوء الشمس لا يختلف عن بقية أصناف الإشعاعات الكهرومغناطيسة مثل الأشعة الكونية و أشعة جاما و أشعة أكس و الترددات الراديوية إلا من حيث قيمة التردد frequency

التي يقع مجال تردد تلك الإشعاعات الكهرومغناطيسة من 300 GHz إلى 300 مليون GHz جيجا هيرتز ... ولكن عموماً الإشعاعات الكهرومغناطيسة تبدأ من الأشعة تحت الحمراء و تنتهي بالأشعة فوق البنفسجية .

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



وحدات قياس الطول وفق النظام الدولي للوحدات:

الكيلومتر(km) = 1000 متر ، المتر(m) = 10 ديسيمتر (dm) ، المتر = 100 سنتيمتر (cm) ، السنتيمتر = 10 مليمتر(mm) ، المليمتر = 1000 ميكرومتر (µm) ، الميكرومتر = 1000 نانومتر (nm) ، النانومتر = 10 أنجستروم Å .

*** الميلمترmellimeter يرمز إليه بـ mm ومقداره (10^{-3}من المتر) أى ان 1 مليمتر = 0.001 متر.**

*** الميكرومتر Micrometer يرمز إليه بـ µm ومقداره (10^{-6}من المتر) ، ويسمى أحيانا ميكرون.**

أى ان 1 ميكرومترµm = 0.000001 متر (1ميكرومتر µm = 0.001 مليمتر mm)

*** النانومتر nanometer يرمز إليه بـ nm ومقداره (10^{-9}من المتر)**

أى ان 1 نانومتر nm = 0.000000001 متر(1 نانومتر nm = 0.001 ميكرومتر µm)

*** الانجستروم Angstrom هو وحدة لقياس الطول الموجي ويرمز إليه بـ Å ومقداره (10^{-10}من المتر) وقد سميت هذه الوحدة نسبة إلى العالم آندرز أنجستروم...أى ان 1أنجستروم = 0.0000000001 متر.**

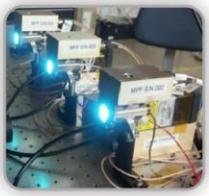
(1أنجستروم = 0.1 نانومترnm ، 1أنجستروم = 0.0001 ميكرومترµm ، 1أنجستروم = 0.0000001 مليمترmm).

للموجات صفة الدورية فالموجات تكون عادة تكرارا لنمط ما من الشدة في فترات زمنية متتابعة بفترة فاصلة بينها.

ولقياس تردد ظاهرة ما يجب إحصاء عدد المرات التي تتكرر بها الظاهرة في فترة زمنية ومن ثم القسمة على مدة هذه الفترة وهذا يعني أن <u>عدد الموجات المارة في مقطع ما مقسوما على وحدة الزمن هي التردد.</u>

على سبيل المثال فإذا كان تردد عملية ما هو 1Hz (تحصل العملية مرة كل ثانية) أمّا إذا كان 2Hz فإنها (تحصل مرّتين في كل ثانية) وهكذا.

فإذا رمزنا لزمن الدورة بـ T ، تكون العلاقة بينه وبين التردد كالتالي : $f=\frac{1}{T}$



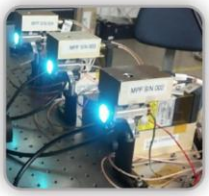
توجد الأمواج في كل مكان في الكون وهذه الأمواج لها ثلاث أنواع من حيث الحركة :

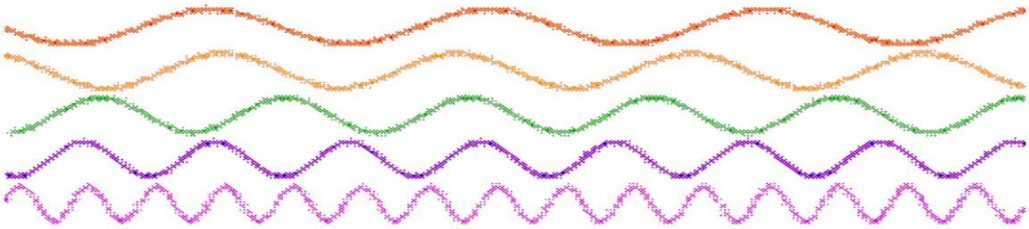
النوع الاول : الأمواج الميكانيكية Mechanical Waves وهي التي تحتاج إلى وسط مادي (هواء ماء حبل) تنتقل فيه بمعنى انها تنشأ من مصدر مهتز أو متذبذب فالهواء أو الماء أو الحبل هو من يحمل الاهتزاز أو التذبذب (تصنف الامواج الميكانيكية الى امواج مستعرضة Transverse Waves وموجات طولية Longitudinal Waves وموجات سطحية Surface Wave) فالأمواج الصوتية تعتبر من امثلة الامواج الميكانيكية لأنها اهتزاز ميكانيكي و قادرة على التحرك في وسط مادي مثل الهواء و الأجسام الصلبة و السوائل والغازات وليس لها القدرة على الانتشار عبر الفراغ .

النوع الثاني : الأمواج الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves وهي التي لا تحتاج إلى وسط مادي لكي تنتشر وباستطاعتها الانتقال في الفراغ وتنشأ من اهتزاز مجالات كهربائية ومغناطيسية ومن امثلتها موجات الضوء وموجات الراديو وأشعة إكس وأشعة جاما ومن خصائص الموجات الكهرومغناطيسية أنها تنتشر في الفراغ بسرعة الضوء والذي تقدر سرعته بالتقريب 300,000,000 متر في الثانية.

النوع الثالث : الموجة المادية Matter Wave وهي الموجات المصاحبة لحركة الجسيمات المادية (الالكترونات) .

اذاً يقاس التردد بوحدة الهيرتز Hertz (Hz) وهي تعادل $\frac{1}{\text{sec}}$ أو 1/ثانية وتستخدم بشكل أساسي لقياس عدد تكرار ذبذبة الموجة.





التردد

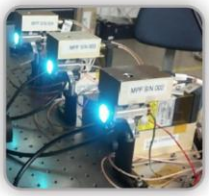
أمواج بترددات مختلفة

الموجة السفلى ذات تردد أعلى من الموجة التي فوقها ويمثل المحور الأفقي الزمن

مثال عن الموجات الكهرومغناطيسية (الأشعة تحت الحمراء)

الأشعة تحت الحمراء عبارة عن أشعة ضوئية لا ترى بالعين المجردة ويقسم علماء الفلك عادة طيف الأشعة تحت الحمراء على النحو التالي: الأدنى : (0.7-1) إلى 5 ميكرومتر (ميكرون µm) و المتوسط : من 5 إلى (25-40) ميكرون و الطويل : (25-40) إلى (200-350) ميكرون . اذا هي إشعاع كهرومغناطيسي ذو طول موجي بين 0.7 و 350 ميكرون وهو ما يعادل تقريبا نطاق الترددات بين 1 و 400 تيراهيرتز

إن التصوير بالأشعة تحت الحمراء يستخدم على نطاق واسع في الأغراض العسكرية والمدنية وتشمل التطبيقات العسكرية في تصويب الأهداف وفي المراقبة الرؤية الليلية وتعقب صاروخ موجه أما الاستخدامات غير عسكرية فتشمل تحليل الكفاءة الحرارية ودرجة الحرارة والاستشعار عن بعد وفي الاتصالات اللاسلكية والتحليل الطيفي والتنبؤ بالأحوال الجوية ، ففي علم الفلك تستخدم الاشعة تحت الحمراء في التلسكوبات المزودة بأجهزة استشعار لاختراق مناطق الغبار في الفضاء مثل السحب الجزيئية و كشف ألأجسام الباردة مثل الكواكب.



نطاقات التردد Frequency Bands

يوجد اربعة نطاقات ترددية راديوية (لاسلكية) في اتصالات الاقمار الصناعية

1- C band – uplink 5.925-6.425 GHz; downlink 3.7-4.2 GHz

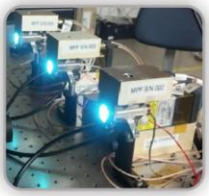
The C band is primarily used for voice and data communications as well as backhauling. Because of its weaker power it requires a larger antenna, usually above 1.8m (6ft). However, due to the lower frequency range, it performs better under adverse weather conditions on the ground.

2- X band – uplink 7.9- 8.4 GHz, downlink 7.25 – 7.75 GHz

The X band is used mainly for military communications and Wideband Global SATCOM (WGS) systems. With relatively few satellites in orbit in this band, there is a wider separation between adjacent satellites, making it ideal for Comms-on-the Move (COTM) applications. This band is less susceptible to rain fade than the Ku Band due to the lower frequency range, resulting in a higher performance level under adverse weather conditions.

3- Ku band– uplink 14 GHz; downlink 10.9-12.75 GHz

Ku band is used typically for consumer direct-to-home access, distance learning applications, retail and enterprise connectivity. The antenna sizes, ranging from 0.9m -1.2m (~3ft), are much smaller than C band because the higher frequency means that higher gain can be achieved with small antenna sizes than C-band. Networks in this band are more susceptible to rain fade, especially in tropical areas.



4- Ka band – uplink 26.5-40GHz; downlink 18-20 GHZ

The Ka band is primarily used for two-way consumer broadband and military networks. Ka band dishes can be much smaller and typically range from 60cm-1.2m (2' to 4') in diameter. Transmission power is much greater compared to the C, X or Ku band beams. Due to the higher frequencies of this band, it can be more vulnerable to signal quality problems caused by rain fade.

وهذه النطاقات تختلف من حيث قوة البث وأجهزة الاستقبال .

أقسام الترددات الاذاعية :

FM

ترددات الاذاعة FM هو اختصار لـ Frequency Modulated وتعني ترددات التعديل

كل محطات الـ FM يقع نطاق ترددتها في بين 88 MHz و 108 MHz

AM

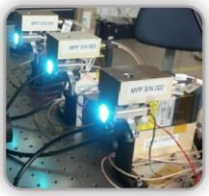
ترددات الاذاعة AM - يتراوح نطاق ترددتها من 535 KHz - 1700 KHz

AM هي اختصار لـ Amplitude Modulation وهي تعني ترددات تعديل السعة أو الاتساع.

SW

وهي الترددات القصيرة SW Shortwave

يتراوح نطاق ترددتها من 5.9 MHz – 26.1 MHz



تصنيف المجالات الترددية (المدى أوالنطاق الترددي) :

تسمى النطاقات الترددية باسم موجة طويلة أو متوسطة أو قصيرة أو اف ام كالتالي :

1-الموجة الطويلة longwaveLW

عرض نطاقها من 148 كيلو وحتى 283 كيلوهيرتز (يتغير عرض النطاق حسب الدول)

واستخدمت لتعديل AM

2-الموجة المتوسطة MW Medium Wave

عرض نطاقها من 526 كيلو حتى 1606 كيلو تقريباً واستخدمت لتعديل AM

3-الموجة القصيرة ShortwaveSW

عرض نطاقها من 3000 كيلو وحتى 30000 كيلوهيرتز أي من 3 ميجا وحتى 30 ميجا هيرتز واستخدمت لتعديل AM

حيث ان التوزيع SW1 أو SW2 هدفه الحصول على ملفات أكثر موائمة لصوت أفضل.

4-موجة الإف إم FM frequency modulation

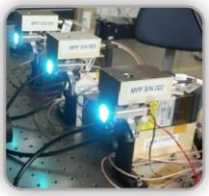
عرض نطاقها من 88 ميجا وحتى 108 ميجا (يتغير العرض حسب الدول) وقد اعتمد بها نظام تعديل FM

وبين هذه النطاقات نطاقات مدنية وعسكرية استخدم بها أي تعديل سواء AM أو FM

والمهم أنه لا علاقة بين نوعية التعديل AM أو FM بالنطاق الترددي

بمعنى جميع الأنظمة السابقة يمكن قلب تعديلها وإرساله واستقباله لا مشكلة في ذلك المشكلة أن تجد من يستمع لمحطتك المقلوبة.

الترددات الصوتية تتراوح من 20 هرتز الى 20 كيلو هرتز ، الموجات ذات التردد المنخفض لا تستطيع اختراق الغلاف الجوي بعكس الترددات العالية مثل الـ FM فهي قادرة على اختراق الغلاف الجوي والسفر للفضاء....



الموجة القصيرة (SW) والتخطي (Skip)

الموجة القصيرة (SW) هي موجة الراديو التي يكون طول ذبذبتها أقصر من تلك الموجات المستخدمة في البث الإذاعي متوسط الموجة ، حيث ان طول الذبذبة للموجة هو المسافة بين نمطين متتابعين مكرَّرين للموجة وتوجد علاقة بين الطول الموجي والتردد فكلما زاد التردد قصر طول الموجة.

للموجات القصيرة درجات تردد أعلى من 1.6 ميجاهرتز وهي الحد الأقصى لنطاق إذاعة الموجة المتوسطة.

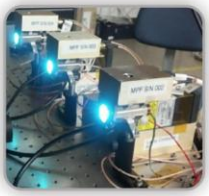
تحمل الموجات القصيرة موجات الراديو ذات تضمين التردد وإشارات التلفاز والمحادثات الهاتفية عبر المحيطات، والرسائل المكتوبة عن طريق الأجهزة الإلكترونية والمعلومات الخاصة بالملاحة وملاحي الطائرات.

يستخدم ملاحي الطائرات ومشغلي أجهزة الراديو وكذلك السفن الموجات القصيرة لإرسال واستقبال الرسائل.

يستخدم راديو الموجات القصيرة والبث الإذاعي ترددات الموجات القصيرة التي هي من 1.6 حتي 30 ميجاهيرتز (187.4-10.0 م) وذلك فوق الموجة المتوسطة AM .

موجات الراديو في هذا النطاق يمكن أن تنعكس أو تنكسر من طبقة من ذرات مشحونة كهربائيا في الغلاف الجوي (الغلاف الأيوني) أيونوسفير Ionosphere
لذلك الموجات القصيرة الموجهة إلى زاوية في السماء يمكن أن تنعكس مرة أخرى إلى الأرض على مسافات كبيرة وراء الأفق وهذا ما يُسمى انتشار "موجة السماء " (Skywave) أو "التخطي (Skip) "

وهذا سبب استخدام الموجات القصيرة للاتصالات على مسافات طويلة جدا على عكس موجات الراديو ذات التردد العلى التي تنتقل في خطوط مستقيمة (انتشار خط البصر Line-Of-Sight Propagation) فتكون محدودة بالأفق المرئي أي على بعد حوالي 64 كيلومتر.



يستخدم راديو الموجات القصيرة لإذاعة الأخبار والموسيقى إلى مستمعي الموجات القصيرة على مساحات واسعة جدا قد تكون قارات بأكملها في بعض الأحيان أو ما ورائها.
كما أنها تستخدم في المجال العسكري على مدى الأفق في الرادارات والاتصالات الدبلوماسية والاتصالات الدولية لأغراض التواصل والتعليم والطوارئ.

كيف يتم تكبير الاشارة

يوجد ثلاث طرق أو أنواع او تصنيفات لتكبير الاشارة وهي :

RF AMPLIFIER , AUDIO AMPLIFIER , VIDEO AMPLIFIER.

1-RF AMPLIFIER

تستخدم لتكبير نطاق من الترددات بين 15 هيرتز الى 20 كيلو هيرتز.

2-AUDIO AMPLIFIER

تستخدم لتكبير نطاق من الترددات الرادوية بين 10 كيلو هيرتز و 100000 ميجا هيرتز.

3-A VIDEO AMPLIFIER

تستخدم لتكبير اى اشارة تتراوح بين 10 هيرتز و 6 ميجا هيرتز.

ولان هذا النطاق من الترددات يعتبر نطاق واسع سمى ايضا بمكبر ذات النطاق الواسع او العريض WIDE-BAND AMPLIFIERS

فكرة ارسال موجات كهربائية صوتية:

لو قمنا بإلقاء حجر صغير على سطح الماء فستتكون حلقات دائرية تزداد اتساع لكن سرعان ما تضمحل هذه الحلقات هي (موجات) ولكن إذا كررنا هذه التجربة باستخدام حجر أكثر وزنا وأكبر حجما سنجد أن هذه الحلقات والموجات تكون أكبر من حيث التعرج (الارتفاع والهبوط) وفى شكل دائرى منتظم يزداد اتساعا أكبر من الذى نشأ من الحجر الصغير فى المرة الأولى .

اذاً الموجات كلما ازدادت قوة كلما ازداد انتشارها و هذا تماما ما سنقوم بتجربته فى أول محاولة لتجربة ارسال موجات كهربائية ،

ارسال موجات كهربائية صوتية بسيطة :

تجربة إرسال مبسطة بتردد يتراوح بين 15 و 20000 هيرتز (توليد موجة صوتية)

لو احضرنا لعبة اطفال تصدر صوت عند الضغط عليها ثم فصلنا الوصلة الخاصة بالسماعة أى اننا عند الضغط على اللعبة لن نسمع صوت ثم احضرنا جهاز راديو عادي يعمل على نطاق الموجة المتوسطة MW Medium Wave وعلى نظام تعديل الإتساع AM و قمنا بتحريك مفتاح البحث إلى مكان ليس به محطة اذاعية ستسمع صوت اللعبة فى الراديو بوضوح وصوت عالى بمجرد الضغط عليها بالقرب من جهاز الراديو.

ولكن بمجرد ابتعاد اللعبة عن جهاز الراديو مسافة 12 سم تقريبا والبدء في الضغط عليها لإصدار الصوت سيكون الصوت قد انخفض تدريجيا أو تلاشى وذلك لأن نوع الموجة الصادرة من اللعبة هى موجة صوتية ترددها يقع بين 15 هيرتز و 20 كيلو هيرتز وقوتها لا تتعدى تقريبا أقل من 0.1 وات.

رأينا فى التجربة السابقة اختفاء الصوت عند ابتعاد اللعبة عن الراديو تدريجيا والآن نركز أنه بمجرد انخفاض مستوى الصوت وقبل اختفاءه تماما نتوقف عن الابتعاد أكثر من ذلك بحيث ان لم يكن الصوت قد اختفى تماما ولكن هو بين الظهور والاختفاء أى أننا نسمع بعض النغمات بصعوبة وغير واضحة ولم نتمكن من سماع باقى النغمات وكأن الصوت به تقطيع وهذا يعني ان الذى نسمعه الآن بصعوبة هى النغمات الحادة أما النغمات الغليظة فيصعب التقاطها وهذه النغمات الحادة لن يزيد ترددها عن النطاق/المدى السمعى (النطاق المسموع التى تستطيع أذن الإنسان سماعه يقع بين 15 هيرتز و 20000 هيرتز) إلا أنها كانت أقوى فى الوصول للراديو على الرغم أن الفولت المغذى للعبة ثابت ومستوى ارتفاع الصوت ثابت لكن الموجة الأعلى ترددا هى التى استطاعت الوصول أبعد وإن كان الفارق 1 أو 4 سم لكن هنا من باب الإشارة إلى الفارق بين تردد الموجة وسرعة اضمحلالها .

والآن سنضيف للتجربة شئ آخر لزيادة النطاق / المدى

نقوم بصنع ملف كهربائى وذلك باحضار سلك معزول قطره نصف مللى على كارتون اسطوانية قطرها حوالى 3 سم يمكن عملها من ورق مقوى ويلف السلك عليها متجاورا 95 لفة ثم قم بتوصيل طرفى السلك مكان سماعة اللعبة ثم اضغط لإصدار الصوت تلاحظ انه الآن يمكنك الابتعاد لمسافة قد تصل إلى متران تقريبا أى 200 سم والصوت تسمعه في الراديو.

وهذا معنى مهم لزيادة المدى فبدلا من انتشار الموجة عن طريق طرف خرج (السماعة) أصبح الملف يعمل على توليد مجال بالموجات الصوتية الصادرة من اللعبة والصوت تسمعه في الراديو من مسافة ابعد.

فكلما قمنا بزيادة الطول لطرف خرج الإشارة المتصل بالملف للعبة كانت امكانية الإبتعاد عن الراديو أكثر لكنها تكون بضعة أمتار مقابل 10 متر للسلك تقريباً.

هذا هو اساس فكرة بث الموجة الصوتية التى لم تبعد لأكثر من متران حتى الآن فلو رفعنا مستوى الصوت من خلال مفتاح Volume الموجود فى الراديو أثناء التقاط الإشارة الصوتية الضعيفة فإننا نسمعها أفضل قليلا لذلك فإن مراحل تكبير الإشارة فى الراديو ذات أهمية كبيرة

خرجنا الآن من التجربة السابقة بهذه القواعد :

1- كلما كانت الموجة الصادرة أعلى كلما كانت قادرة على الابتعاد عن مصدرها قبل أن تضمحل وتتلاشى .

2- كلما كانت الموجة ذات تردد أعلى فهى أقدر على الانتشار ولنا مثال آخر عندما تقوم السمكة بضرب الماء بذيلها أسرع كان اندفاعها أقوى ومقاومة الماء لها أقل .

ما سبق هما قاعدتان أساسيتان فى عملية الإرسال والاستقبال يتبقى الآن قاعدة ثالثة وهى أهم قاعدة يعتمد عليها الإرسال والاستقبال بشكل رئيسى وهى التوافق.

تعريف التوافق Compatibility

مما نقل عن الإمام الشافعى رحمه الله أنه ذكر أن (كل كائن ينجذب لنظيره) ولكن أخذته الدهشة عندما رأى طائران مختلفان من حيث الجنس والفصيلة ويطيران معا متعاونان فأخذ يتابعهما حتى اكتشف أنهما يتفقان فى مرض واحد أصابهما وهو (مرض الكساح) فكان هذا التوافق بينهما سببا لتعاونهما وانجذابهما .

1- تجربة فيزيائية لتوضيح التوافق

لو قمنا بإحضار لوح مرشح زجاجى أحمر اللون ثم قمنا بتسليط ضوء من خلاله ليظهر على الحائط الأبيض فتجد الضوء ظهر باللون الأحمر والسبب أن المرشح الأحمر قام بحجز الألوان السبعة المكونة للون الأبيض وقام بالسماح للون الأحمر بالمرور وذلك لتوافق اللون مع المرشح .

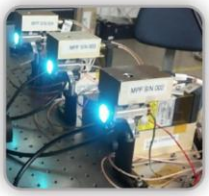
لو كررنا التجربة مع مرشح آخر وليكن أخضر ستجد الضوء باللون الأخضر على الحائط وهذا دليل على أن الضوء يحوى هذه الألوان ولكن لو قمنا بوضع المرشح الأحمر ليمر منه الضوء ثم قمنا بوضع المرشح الأخضر بين المرشح الأحمر والحائط سنلاحظ ان الضوء يخرج من المرشح الأول (الأحمر) باللون الأحمر ولكن عندما يأتى للمرشح الأخضر على التوالى فلن يمر من خلاله لأن المرشح الأخضر يمنع أى لون مخالف له من المرور هذا هو التوافق من حيث الطول الموجى لكل لون .

2- تجربة آلة العود لتوضيح التوافق

آلة العود عبارة عن صندوق صوتى وأوتار فلو قمنا بالنقر على وتر واحد نقرة واحدة فإن اهتزازها يصدر صوتا عبارة عن تردد الوتر حيث أن لكل وتر تردد مختلف عند النقر عليه .

قم بالاستماع وتسجيل جيد لصوت وتر محدد فقط وانتظر حتى أن يسكت الصوت (سجل ذلك على هاتفك النقال) ثم قم بتشغيل الصوت المسجل من الهاتف بالقرب من فتحة الصندوق الصوتي لآلة العود ستلاحظ ان أن هذا الوتر فقط هو الذى يتحرك دون أن تلمسه بينما باقى الأوتار ساكنة .

تفسير ذلك ان الوتر يهتز بمقدار شدته وحسب نوعه محدثا تردد مسموع ، فلو حدث نفس التردد من أى مصدر قريب نجد أن هذا الوتر يتحرك ويصدر نفس الصوت مرة أخرى .



فائدة قاعدة التوافق

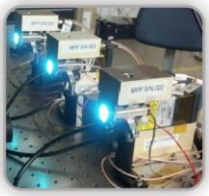
أنه إذا حدث تردد فى مكان ما فإن كل ما له علاقة بالتردد يتوافق مع ذلك التردد ومن هنا كانت فكرة مفتاح صوتى يعمل بنغمة محددة أو عن طريق الصفير .

فإذا تحققت قاعدة التوافق ضمن القاعدتين الاولى والثانية كان ذلك سببا ممتازا لعمل ربط بين المرسل والمستقبل.

وهذا هو جوهر الارسال والاستقبال.

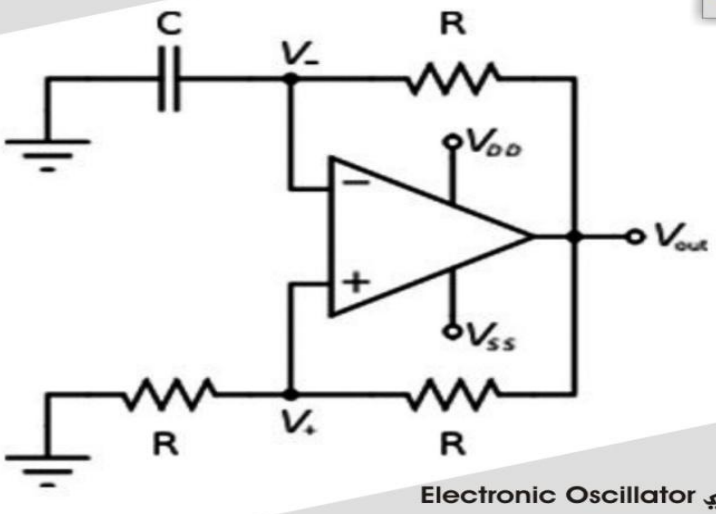
امثلتنا القادمة تتمحور حول صناعة الراديو وبالرغم من انها بسيطة ولكنها اساسية لعمل أي شيء الكتروني أو لفهمه .... بالرغم من تطور الاستقبال والراديو واندماج دوائر الراديو المتطورة في معظم الوسائط كالهواتف المحمولة والحواسيب والاتصالات عموماً وبجودة ومزايا عديدة إلا أن الكتاب يهدف إلى تنمية مهارة التعامل مع الدوائر اللاسلكية ابتداء من المستقبل والمرسل والعناصر المستخدمة فيها.

ودائما يفضل ان يقوم الفنيين والمهندسين بصناعة الراديو بأنفسهم فالصناعة والإبداع والمتعة في الإنتاج لا تقدر بثمن ناهيك عن تطويرها داخل القمر الصناعي.



المذبذب الإلكتروني (Electronic Oscillator) أو مولد الذبذبة

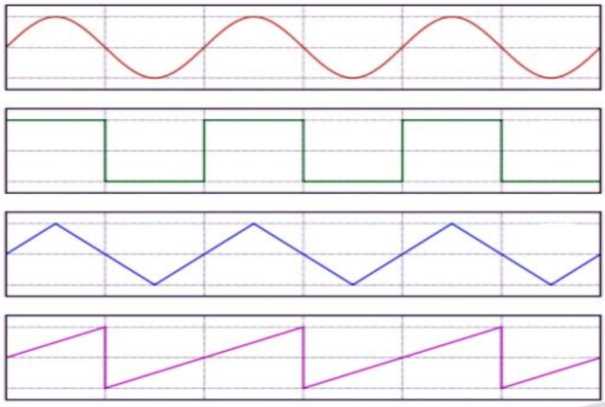
WWW.EUNPS.COM



المذبذب الالكتروني Electronic Oscillator

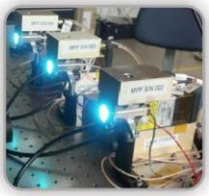
هو دائرة كهربائية تولد إشارات كهربائية غالبا ما تكون موجة جيبية أو مربعة.

WWW.EUNPS.COM



أنواع الموجات

موجات جيبية، مربعية، مثلثية، موجة سن المنشار.



المذبذب الالكتروني يحول التيار المستمر / الساكن (DC) إلى تيار متردد / متناوب (AC) كذلك يستخدم في مجالات واسعة في العديد من الأدوات الإلكترونية أحد أمثلة استخدامه هي الإشارات الناتجة من الراديو او التلفزيون و كذلك إشارة الساعة التي تنظم عمل الحاسوب و أيضا يستخدم في إنتاج الأصوات في بعض ألعاب الفيديو عبر أجهزة التزمير الإلكتروني . (Electronic Beepers)

المذبذب غالبا ما يصنف حسب مخرجاته الذبذبية وبهذا نستطيع تقسيمه إلى ثلاثة أقسام:

- مذبذب الصوت وهو ينتج الترددات في نطاق الصوت حوالي 16 هرتز إلى 20 كيلو هرتز.
- مذبذب الراديو وهو ينتج الترددات من نحو 100 كيلو هرتز إلى 100 جيجا هرتز.
- مذبذب التردد المنخفض هو المذبذب الإلكتروني الذي يولد ترددات ما تحت ≈ 20 هرتز

وهناك نوعان رئيسيان من المذبذبات الإلكترونية : مذبذب خطي ومذبذب غير خطي

تصنيف مولدات الذبذبات في الاتصالات(oscillators in communication)

1-مذبذبات التغذية الراجعة Feedback Oscillators

أ-المذبذبات مع دائرة RC للتغذية الراجعة Oscillators with RC Feedback Circuits

ب-مذبذب قنطرة واين Wien-Bridge Oscillator

ت-مذبذب فرق الطورPhase-Shift Oscillator

ث-المذبذبات مع دائرة LC للتغذية الراجعة Oscillators with RC Feedback Circuits

ج-مذبذب كولبت Colpitts Oscillator

د- مذبذب كلاب Clapp Oscillator

و-مذبذب هارتلي Hartley Oscillator

ي-المذبذب الكريستاليCrystal Oscillator

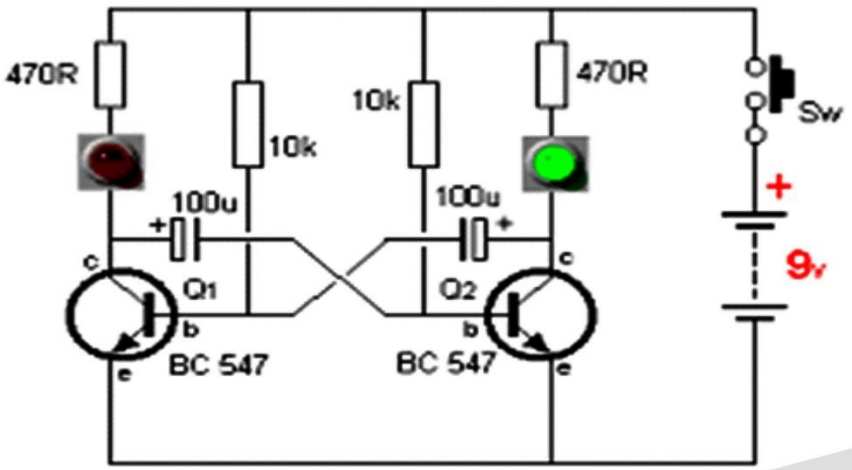
2-مذبذبات الإشارات غير الجيبية Nonsinusoidal Waveforms Oscillators

- مذبذب الموجة المثلثة Triangular-Wave Oscillator
- مذبذب الموجة المربعة Square-Wave Oscillator
- مذبذب الموجة المربعة بإستخدام المؤقت Timer Square-Wave Oscillator

تصنيع دائرة ارسال لإرسال موجات صوتية عالية التردد "مذبذب"

تجربة إرسال تردد عالى في حدود 800 كيلو هرتز (توليد موجة صوتية عالية التردد) لتوليد هذا التردد نقوم بتصنيع دائرة المذبذب (المماثل للمذبذبات) تعرف باسم الدائرة الغير مستقرة (flip flop) (أو مذبذب هارتلى Hartley Oscillator لتوليد التردد العالى)

WWW.EUNPS.COM



THE FLIP FLOP CIRCUIT IN ACTION

دائرة المذبذب تعطي تردد عالى بالإضافة الى كونها ملف سهل التصنيع

المكونات :

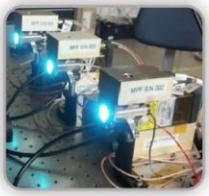
R1 = 1M

R2 = 470 OHM

C1 = 1nF

C2 = 5 - 250pF

T1 = 2N2222



دائرة المذبذب عبارة عن ملف واحد 90 لفة وينتصف بنقطة عند اللفة رقم 45 على قطر نصف بوصة وبداخله ساق فرايت مناسب بالإضافة الى مكثف متغير (يمكن استخدام مكثف من أى جهاز راديو قديم) .

هذه الدائرة هى الأساسية لمذبذب هارتلى لتوليد التردد العالى وبتشغيله ثم نحضر جهاز المستقبل (الراديو) ونختار الموجة المتوسطة MW ونظام تعديل الأتساع AM واختار أى نقطة على التدريج بحيث تكون بعيدا عن أى محطة وطبعا ستسمع صوت تشويش ومحطات بعيدة متداخلة

ثم نقوم بإبعاد دائرة المذبذب عن الراديو عدة أمتار من 3 إلى 10 متر ونقوم بتحريك الساق الفرايت إلى الداخل أو الخارج أو نقوم بتغيير قيمة المكثف المتغير سنجد فجأة سكوت صوت تشويش الراديو وهذا دليل على أن المذبذب أصدر تردد متوافق مع التدريج الذى يشير له مؤشر الراديو تماما وإذا قمنا بإطفاء المذبذب فإن تشويش وتداخل المحطات تعود مرة ثانية حتى يعاد تشغيل المذبذب ليسكت صوت الراديو .

حدث هذا بسبب أن هذه الموجة التى بثها المذبذب استقبلها الراديو فأسكت باقى المحطات الضعيفة المتداخلة واستقبل هذه الموجة لأن تحريكنا لمؤشر الراديو عمل على توليف دارة الرنين للراديو التى تحدد أى تردد سيتم استقباله دون غيره وعندما حدث التوافق بين الراديو والمذبذب تم استقبال الموجة بوضوح .

نحن حقيقة لم نسمع أي صوت لأن هذه الموجة ترددها قد يصل إلى 900 كيلو هيرتز كما يشير مؤشر الراديو وهي موجة فوق النطاق السمعى للإنسان فلا تستطيع أن تسمعها الأذن البشرية ولذلك تسمى الموجات الصوتية عالية التردد بالموجات الحاملة أو الناقلة لأنها تستخدم في نقل الموجات الصوتية ذات التردد المنخفض والتى يسمعها الانسان.

عند وضع هوائى طوله 50 أو 75 سم على طرف المجمع للمذبذب فان هذا يسمح بانتقال الموجة للراديو لمسافة تصل إلى 300 متر .

وبهذا نجحنا في تصنيع مذبذب لإرسال موجة صوتية عالية التردد (900 كيلو هيرتز) وهي موجة فوق النطاق السمعى للإنسان.

اسباب نجاح بث موجة صوتية لمسافة بعيدة :

1- قوة الموجة

2- ترددها العالى

3- التوافق بين المرسل والمستقبل (التوليف Compatibility)

والآن يمكننا استغلال هذه الموجة الصوتية عالية التردد (الموجة الحاملة أو الناقلة) التى استطعنا إرسالها بأن نحمل عليها الموجة الصوتية العادية منخفضة التردد (التردد السمعى)

طريقة تركيب الموجة الصوتية على الموجة الحاملة

قمنا بتصنيع دائرة ارسال لإرسال موجات كهربائية عالية التردد عن طريق مذبذب يستخدم ملف ومكثف ولكن هذه المرة ستكون هذه الموجة المرسلة عبارة عن موجة حاملة للصوت أى ستعمل على حمل موجة الصوت.

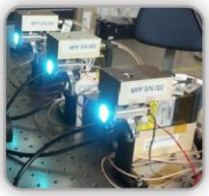
حيث أن الموجة الحاملة ترددها عالى ولذلك فهى تستطيع الانطلاق لبعيد فان هناك ثلاث أشكال على الترتيب تبين كيف يتم انتاج موجة حاملة للصوت صادرة من جهاز ارسال :

1- الموجة الصوتية (منخفضة التردد) المراد حملها من المرسل إلى المستقبل لاسلكيا والتى تمثل المعلومات أى الصوت.

Signal to be modulated , eg speech or music.

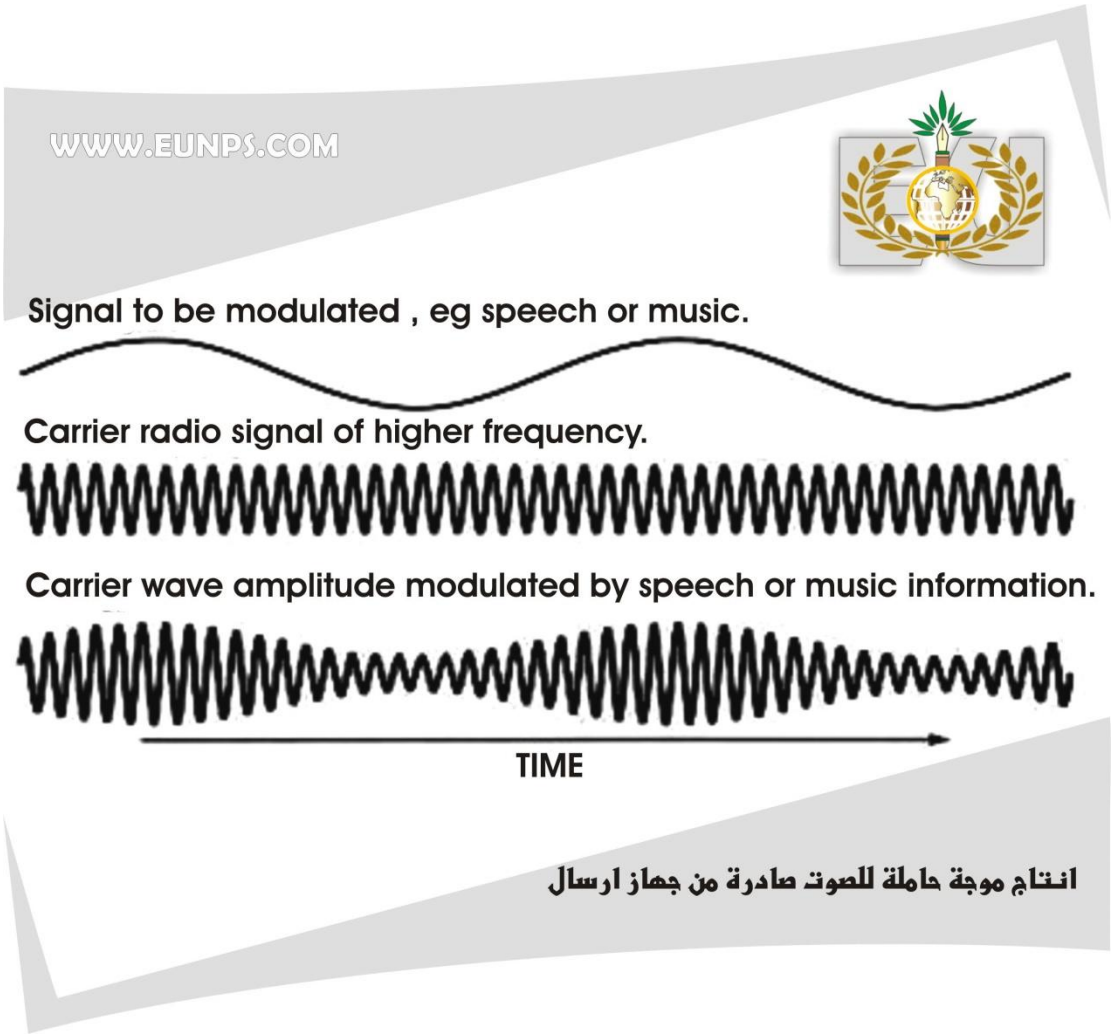
2- الموجة الناقلة / الحاملة عالية التردد بوضعها الطبيعي.

Carrier radio signal of higher frequency

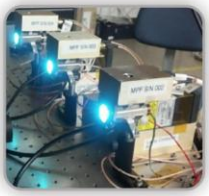


3- الموجة المركبة وهي الموجة الناقلة / الحاملة عالية التردد وقد تم تركيب / تشكيل الموجة الصوتية عليها.

Carrier wave amplitude modulated by speech or music information



ولتركيب أو تشكيل الموجة الصوتية على الموجة الناقلة / الحاملة عالية التردد نقوم بتصنيع ترانزستور مكبر للإشارة وهو مذبذب جديد أو جهاز ارسال لاسلكى مداه حوالى 200 إلى 300 متر يعمل بكفاءة عالية.



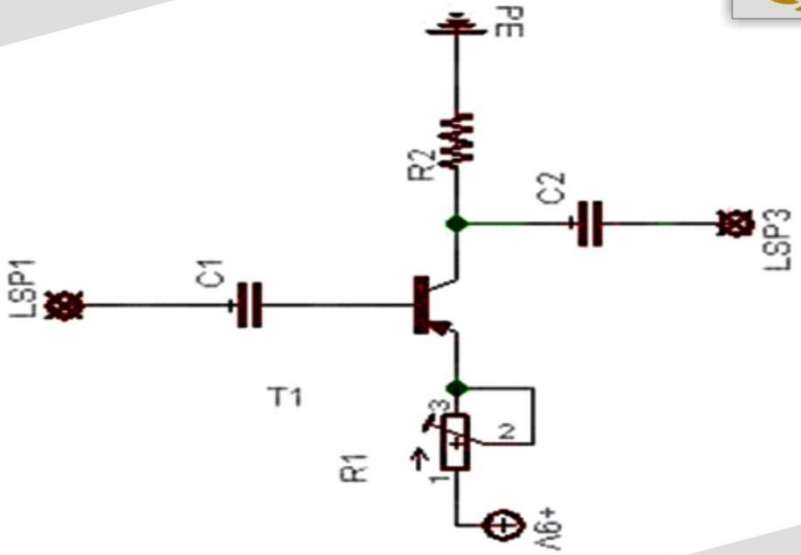
الترانزستورات Transistors (وحدة قياسها هي الفولت (V))

تعني كلمة ترانزستور " مقاومة النقل " وهو أحد أهم مكونات اللوحات الإلكترونية الحديثة ووظيفته تكبير الإشارات الإلكترونية لفعاليته في جذب الالكترونات ، كما تستخدم ايضاً كمنظمات للجهد Voltage Regulator ...في اللوحة الالكترونية عادة يتم استخدام الترانزستورات كمنظمات للجهد (الفولت) وفي كل شيء تقريباً في الدائرة الالكترونية.

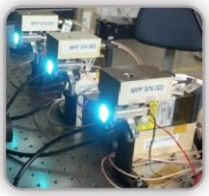
تصنيع ترانزستور مكبر للإشارة يعمل كجهاز ارسال لاسلكي

دائرة ادخال الموجة الحاملة لقاعدة الترانزستور

WWW.EUNPS.COM



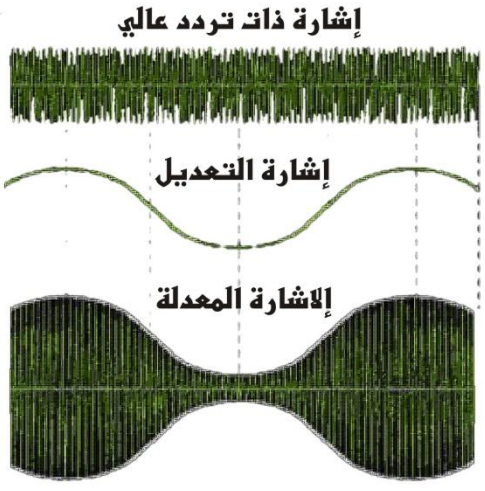
دائرة ادخال الموجه الحاملة لقاعدة الترانزستور

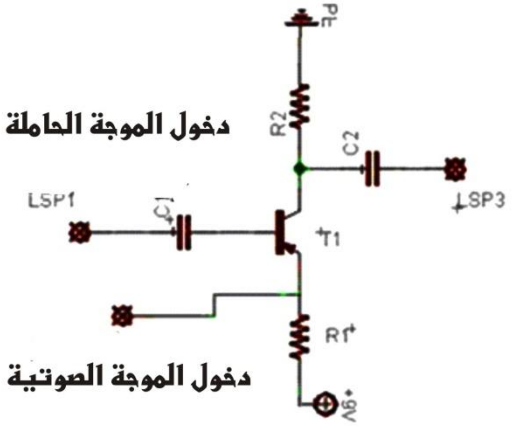


وعليه سيكون خرج الإشارة لنفس الموجة بقوة أعلى لأن الترانزستور يعمل كمكبر بنظام المشع المشترك ثم نقوم بوضع مقاومة متغيرة على المشع ثم نقوم بتغيير قيمة هذه المقاومة سنلاحظ ان هذه المقاومة هى التى تتحكم فى مقدار مرور التيار للمجمع ولذلك سنجد أن خرج الترانزستور يجعل الموجة الحاملة تزداد اتساعا لأعلى أو تنخفض و يقل حجمها على طرف المجمع لكن ترددها ثابت وهذا يعنى انه عن طريق الترانزستور والمقاومة استطعنا التحكم فى اتساع الموجة الحاملة يدويا .

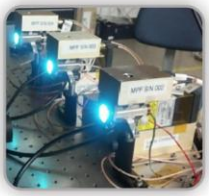
والآن علينا جعل الموجة الصوتية هى التى تتحكم فى شكل اتساع الموجة الحاملة بإدخال الموجة الصوتية مكان المقاومة المتغيرة لتقوم هذه الموجة بتغذية الترانزستور المكبر وهنا ستأخذ الموجة الحاملة نفس شكل الموجة الصوتية تماما كما فى الشكل التالى :

WWW.EUNPS.COM





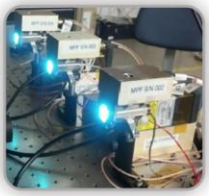
الموجة الحاملة تأخذ شكل الموجة الصوتية



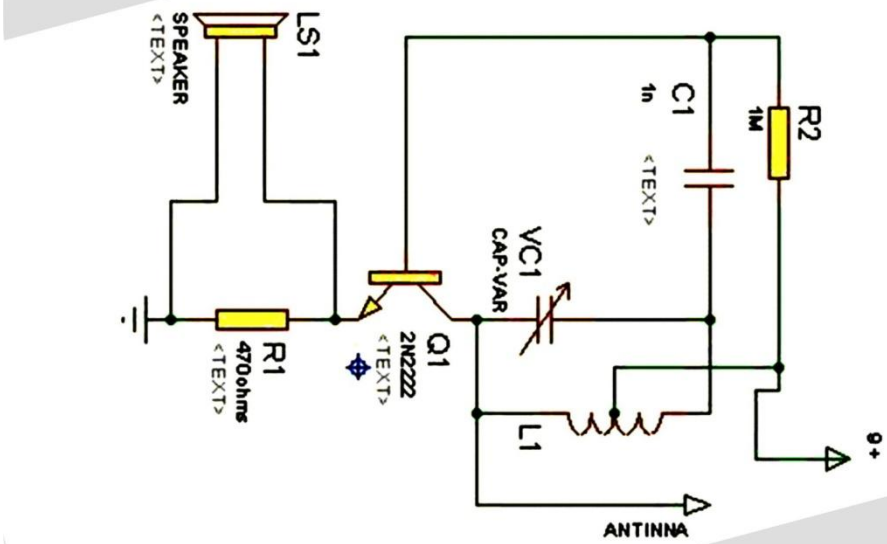
لاحظنا الفرق بين الموجة الصوتية والموجة الحاملة وكيفية تحميل الموجة الصوتية على الموجة الحاملة وظهر الشكل النهائى وهذا التركيب للموجة الصوتية على الحاملة يسمى بنظام تعديل الأتساع أى أن الموجة الحاملة حدث لها تغيير فى اتساعها مطابقا لشكل الموجة الصوتية ويرمز لذلك بالرمزAM .

وأما تعديل التردد فيحدث للموجة الحاملة تغيير بسيط فى ترددها بمقدار يتناسب مع الإشارة الصوتية وتعديل التردد هذا يرمز له ب FM وهذه الدائرة البسيطة تعمل على كلا الموجتان فى آن واحد أى بنظام تعديل الأتساع و أيضا تعديل التردد وذلك لأن الموجة الصوتية تدخل على المشع للترانزستور فتعمل على التحكم فى مقدار التيار المار فى الترانزستور وبما أن الترانزستور يعمل كمذبذب فإن التردد سيتغير وفقا للموجة الصوتية وكذلك إتساعها فى نفس الوقت فينتج لدينا التعديل الترددى والإتساعى فيلتقط كلا من راديو FM و AM نفس الإرسال فى نفس الوقت وهذا المرسل مداه يصل إلى حوالى 200 متر والمايكروفون المستخدم ديناميكى ويمكننا استخدام سماعة الهاتف المحمول.

فيما يلي تطبيق عملى لمرسل لاسلكى مداه حوالى 200 إلى 300 متر يعمل بكفاءة عالية على كلا الموجتان وكلا النظامين (نظام تعديل التردد ونظام تعديل الاتساع) فى وقت واحد بحيث نستطيع التقاط الإشارة بأى نوع راديو من هذه الأنواع والهوائى يكفى 50 أو 75 سم فقط والمايكروفون من النوع الديناميكى أو استخدم سماعة الهاتف المحمول.



WWW.EUNPS.COM



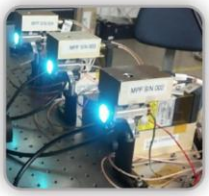
تطبيق عملي لمرسل لاسلكي

تصنيع دائرة استقبال لاستقبال موجات صوتية عالية التردد تحمل الموجة الصوتية العادية منخفضة التردد مع (فصل الموجة الصوتية عن الموجة الحاملة)

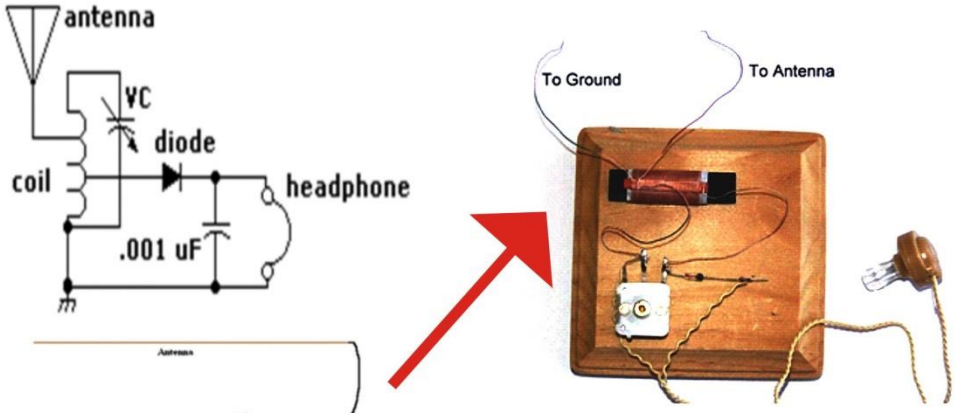
اولاً : تصنيع (دائرة استقبال أو الراديو البلوري أو الراديو الكريستال)

لاستقبال الموجة من مسافة 300 متر وذلك بتوفير ملف (متوفر فى أجهزة الراديو) ويعمل بدون بطارية اعتمادا على الهوائى الجيد والأرضى فقط .

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



WWW.EUNPS.COM

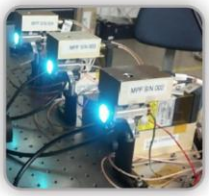


مخطط تصنيع دائرة استقبال

هذه أبسط دائرة استقبال وهى تعمل عن طريق الإشارات المستقبلة مارة بالهوائى الذى يصل طوله إلى حوالى 10 إلى 15 متر و طرف أرضى جيد فيتولد تيار فى الملف وهو مثل المستخدم فى أجهزة الراديو العادية ثم يقوم الثنائى الكاشف (الدايود) بفصل الموجة الصوتية عن الموجة الحاملة ثم يتم التقاط الموجة الصوتية بالسماعة ذات الممانعة العالية 200 أوم أو أعلى لأننا لم نستخدم أى مصدر كهرباء بل نعتمد على الهوائى اعتمادا كليا فى تشغيل دائرة الاستقبال أو الراديو.

يجب وضع مكثف متغير على طرفى الملف بالتوازى مباشرة (لمنع سماع المحطات المتداخلة) فيصبح مخطط تصنيع دائرة الاستقبال مكتملاً و سيتم فصل المحطات عن بعضها .

المكثف مع الملف يعمل كمذبذب توليف حتى إذا وافق تردده مع تردد دائرة الإرسال فإنه يستقبل إشارته العالية التردد وهذه الفكرة الاساسية التى بنى عليها الاستقبال اللاسلكى.



الفكرة الأساسية لنظام دائرة الاستقبال أو الراديو البلورى أو الراديو الكريستال)

1- جزء الهوائى الخارجى

2- جزء اختيار المحطات

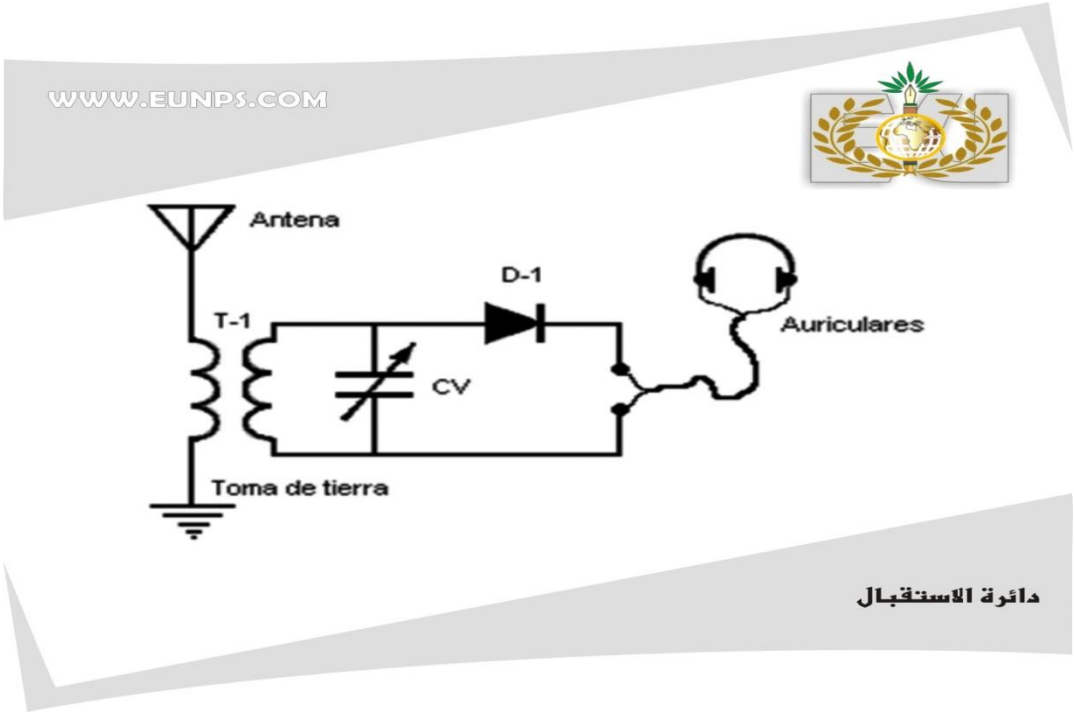
أى اختيار التردد الخاص بالموجة الحاملة المطلوب استقبالها (جزء التوليف)

3- مرحلة الكاشف

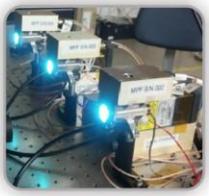
أى مرحلة استخلاص الموجة المحمولة (إشارة الصوت) من الموجة الحاملة

4- السماعة

لسماع الموجة الصوتية

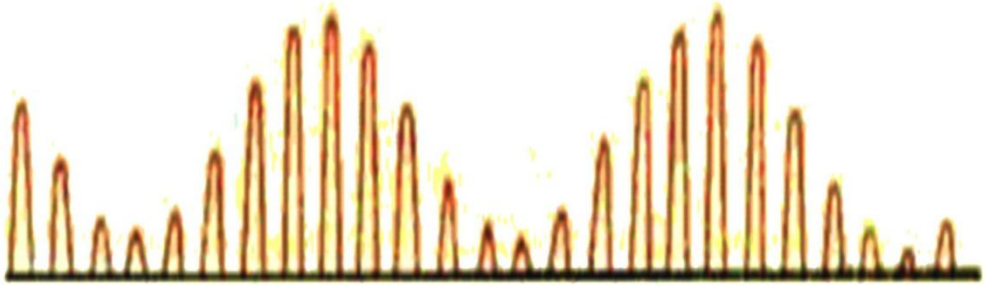


حيث ان فائدة الدايود هو استخلاص الموجة الصوتية ومنع الموجة الحاملة ويسمى بالثنائى الكاشف وهو يختلف عن الدايود المعتاد (يمكن فكه من راديو قديم) .



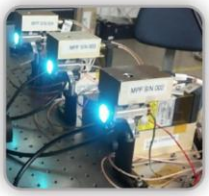
رأينا أشكال الموجات الحاملة والصوتية وشكل الموجة المركبة وفى دائرة الاستقبال أو راديو السابقة حيث يكون شكل الموجة قبل الثنائى الكاشف (الدايود) كشكل الموجة المركبة التى سبق عرضها و بدون الثنائى الكاشف تكون الموجة على السماعة رديئة ومشوشة أما بعد الثنائى الكاشف تكون الموجة المركبة فقدت جميع الأجزاء السالبة (أى كل ما تحت خط الصفر) كما في الشكل التالي :

WWW.EUNPS.COM



الموجة المركبة فقدت جميع الاجزاء السالبة

وهنا يمكننا سماعها بسهولة كأى موجة صوتية لكننا نلاحظ أنها غير ناعمة فهى تحتاج لمرشح ولكن يمكننا أن نقوم بتجربتها على هذا الوضع ونحاول إلتقاط المحطات بهذا الوضع.



ثانياً : تصنيع (دائرة استقبال متطورة)

تصنيع ترانزستور مكبر للإشارة يعمل كجهاز استقبال لاسلكى

الهدف من تصنيع ترانزستور مكبر للإشارة يعمل كجهاز استقبال لاسلكى هو الحصول على المزايا التالية:

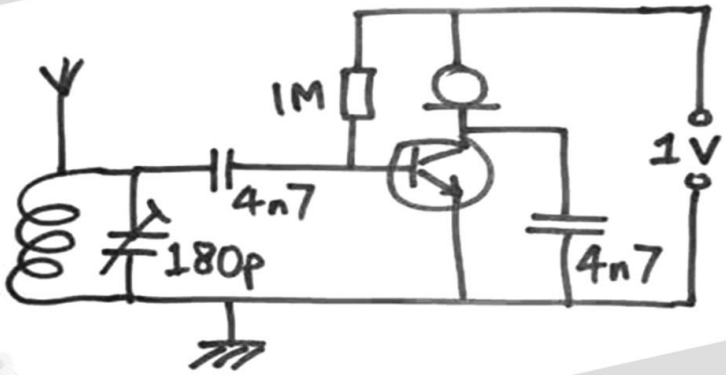
1- أننا لا نحتاج للهوائى الخارجى كشرط أساسى كما فى الدائرة السابقة بل يكفينا هوائى ثلاثة أمتار

2- ويمكننا أيضا استخدام سماعة أذن عادية جدا وليس من الضرورى استخدام سماعة أذن عالية الممانعة كما فى الدائرة السابقة.

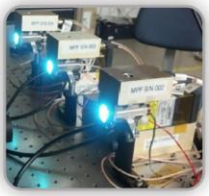
3- عدم استخدام الثنائى الكاشف لأن الترانزستور الجديد يمكن أن يقوم بعمله حيث أن الترانزستور يتأثر بالإنحياز الأمامى فقط للقاعدة ولن يسمح بمرور الأنصاف العكسية من الموجة المركبة التى تقع على القاعدة وبما أننا سنستخدم ترانزستور فإننا سنحتاج لمصدر تغذية ، كما أننا وضعنا مكثف صغير على خرج الترانزستور ليعمل كمرشح للترددات الغير مرغوب فيها بمعنى تنعيم شكل الموجة الصوتية المحتوية على تقطيع بشكل الموجة الحاملة

1-التركيب المبدئي للترانزستور الجديد

WWW.EUNPS.COM

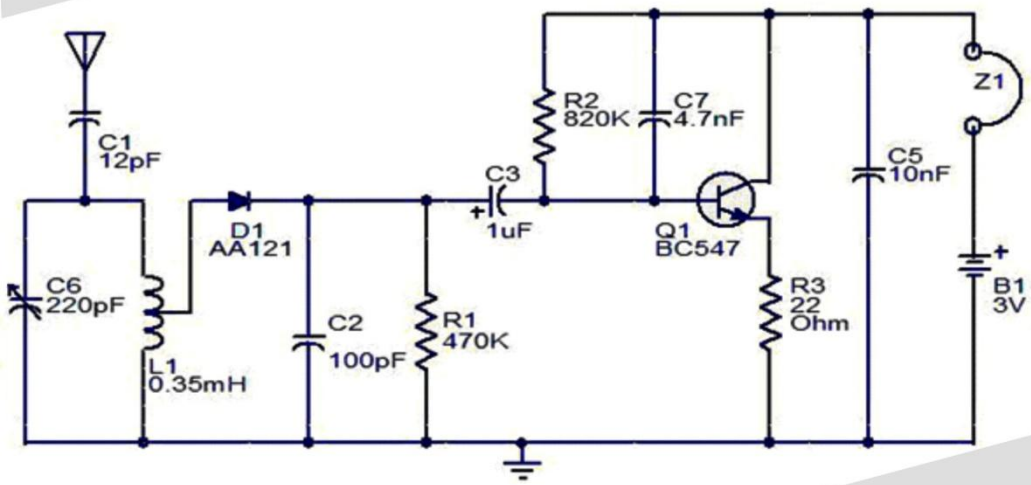


تصميم مبدئي لترانزستور مكبر للاشارة



2-التركيب الاكثر تطوراً للترانزستور الجديد حيث يحتوي على دائرة واحدة لتكبير المرحلة الصوتية بعد عملية الكشف وترشيح الموجة عالية التردد .

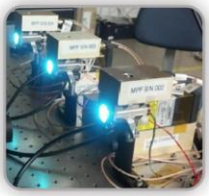
WWW.EUNPS.COM



تصميم لترانزستور مكبر للاشارة ومرشح

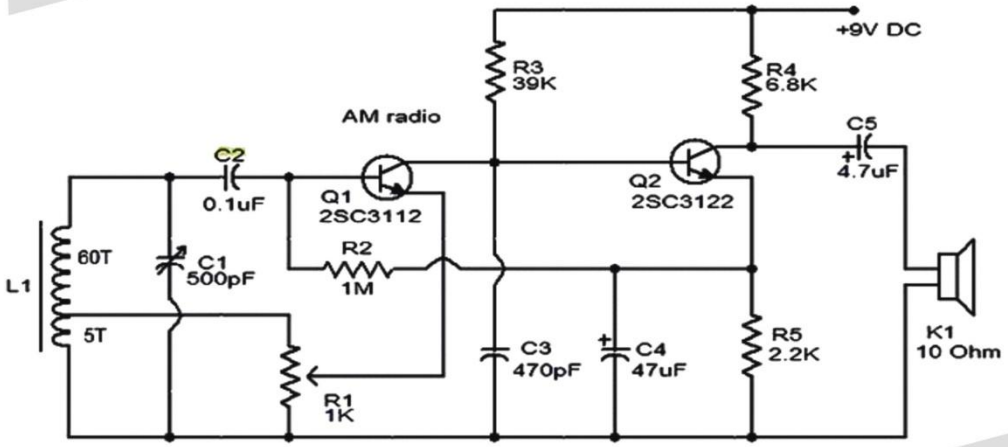
حيث يمكننا استخدام الملف المستخدم فى أجهزة راديو الجيب التى تعمل بنظام تعديل الأتساع ونقوم بوصل طرف الملف الأصغر بطرف الملف الأكبر وتكون هى النقطة المتصلة

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



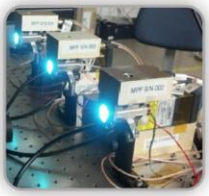
3-في هذا التركيب للترانزستور نستخدم فيه مرحلتان لتكبير الموجة الصوتية مما يسمح باستخدام سماعة خارجية والاستغناء عن الهوائى ويكفينا هنا استخدام الملف كهوائى داخلى فقط

WWW.EUNPS.COM

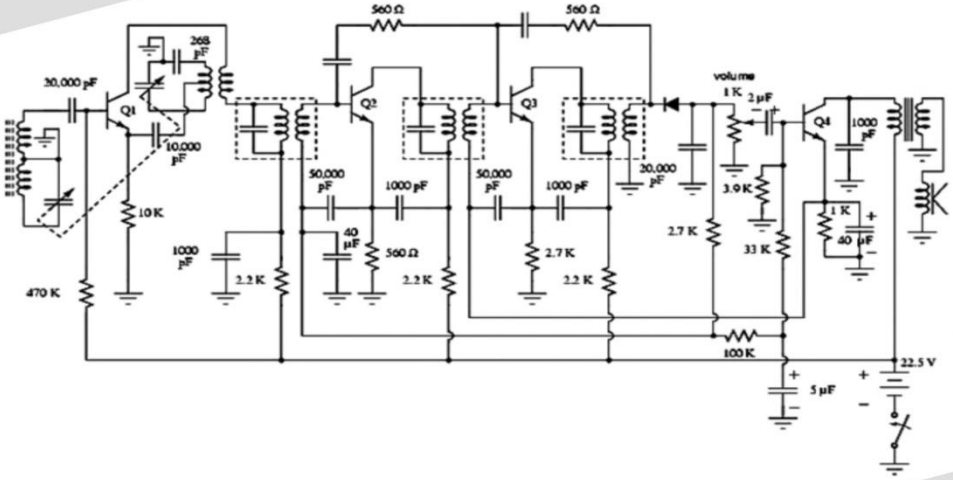


ترانزستور بسماعة خارجية وبدون هوائي

4- دائرة أو ترانزستور يسمى بالسوبر هيتروداين ، وهو مستخدم فى أجهزة الراديو عموماً ولكن أحيانا يكون خرجه متصل بمتكاملة خرج القدرة عندما تكون مشتركة مع كاسيت استريو المنزل مثلا وهى تحتوى على مذبذب محلى ليعمل كرنين توافق للموجة الملتقطة مما يغنينا تماما عن استخدام هوائى خارجى و على ميزة فصل تام بين المحطات فلا تجد التداخل الذى يمكن أن تلاحظه فى الدوائر السابقة كما أنها قليلة التأثر بتغيير اتجاهها عند تحريك الراديو بخلاف التصميمات السابقة و هى تحتوى على مراحل تكبير للتردد المتوسط ومرحلة الكاشف ثم مرحلة مكبر الصوت.

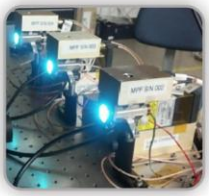


WWW.EUNPS.COM



ترانزستور سوبرهيترودابن

لقد كانت مذبذبات الكوارتز جزءًا هامًا من معمارية توليد وتوقيت الاقمار الصناعية فمنذ بداية برامج الفضاء كانت مستويات أداء التذبذبات البلورية عالية وتعتمد على بيئات التطبيق والرسالة الملاحية فالمذبذبات Oscillator ضرورية لتحقيق متطلبات أداء النظام.

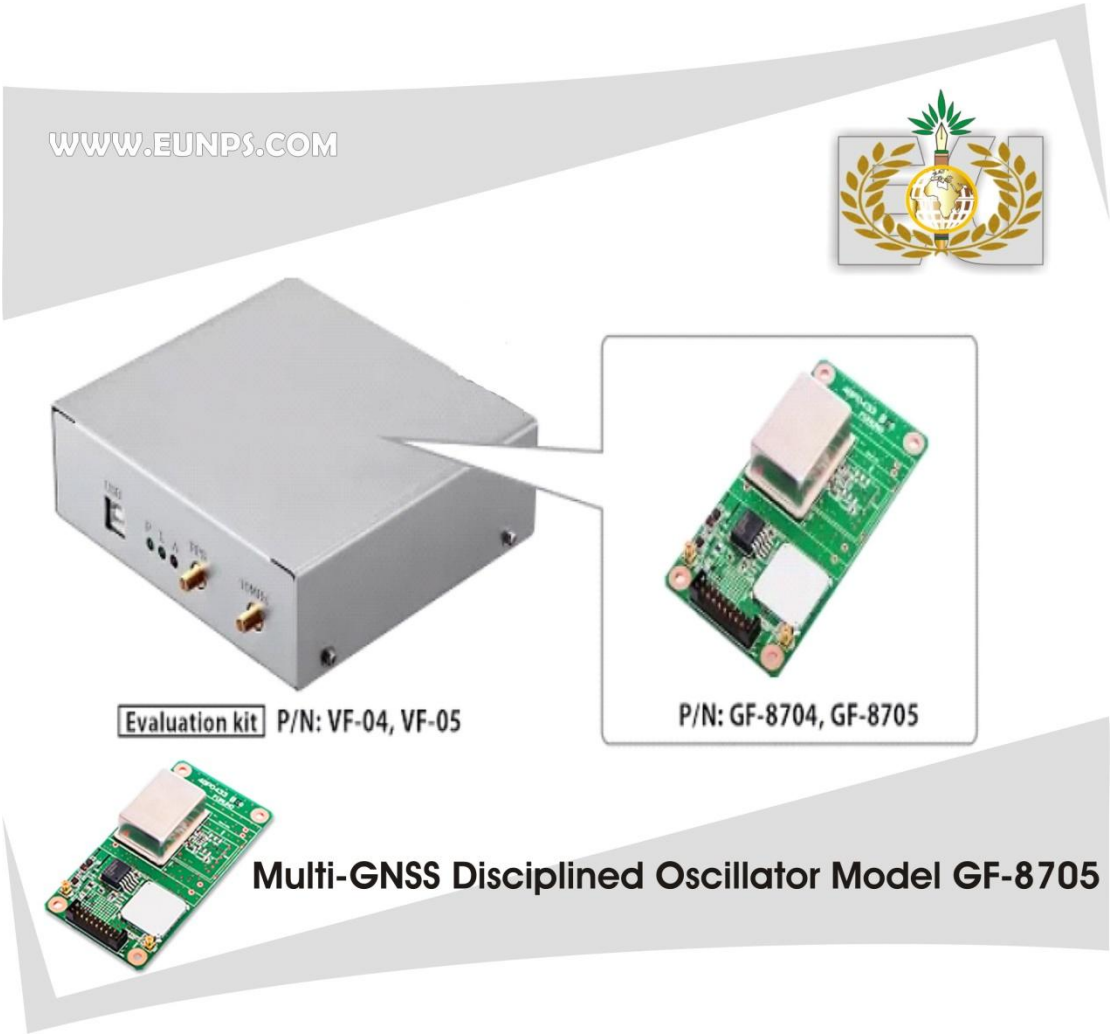


مثال على المذبذب الإلكتروني (Electronic Oscillator) أو مولد الذبذبة الخاص بالأقمار الصناعية

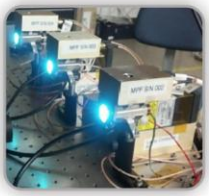
GPS/GNSS Modules

Multi-GNSS Disciplined Oscillator Model GF-8705

نموذج مذبذب متعدد GNSS موديل GF-8705 يتلقى الاشارات الفضائية المتزامنة



هذا المذبذب هو أحد منتجات شركة FURUNO اليابانية التي تعمل على تحديث نظام GPS الامريكي و Galileo الاوروبي و BeiDou الصيني وتطوير وإنتاج أجهزة استقبال QZSS ومستقبلات SBAS ثنائية التردد ومستقبِلات أخرى قائمة على الملاحة الفضائية.



تستخدم وكالة الاستكشاف الفضائي اليابانية JAXA Japan Aerospace Exploration Agency أجهزة استقبال QZSS من FURUNO لمحطات المراقبة الأرضية الخاصة بها لنظام الاقمار الصناعية Quasi-Zenith وهذا دليل من JAXA على الموثوقية العالية للتقنيات المقدمة من FURUNO في مجال GNSS.

OCXO equipped High sensitivity Multi-GNSS Disciplined Oscillator which has expanded capabilities, world's best-in-class holdover function and low phase noise GF-8705 outputs 1PPS synchronized with UTC as well as 10MHz coherent to 1PPS.

GF-8705 can receive concurrent GPS, GLONASS, QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) and SBAS signals.

GF-8705 is suitable not only for wireless communication, network communication and Grandmaster clock for multimedia broadcast, but also as a atomic oscillator replacement.

Features

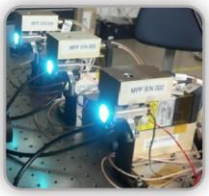
Generates UTC-synchronized 1PPS (pulse per second) and continuously disciplined 10 MHz .

Coherent behavior between time pulse (jitter less 1PPS) and frequency (10 MHz) .

Built-in high-sensitivity timing Multi-GNSS receiver with improved noise tolerance for harsh environments .

Supports world's best-in-class holdover function .

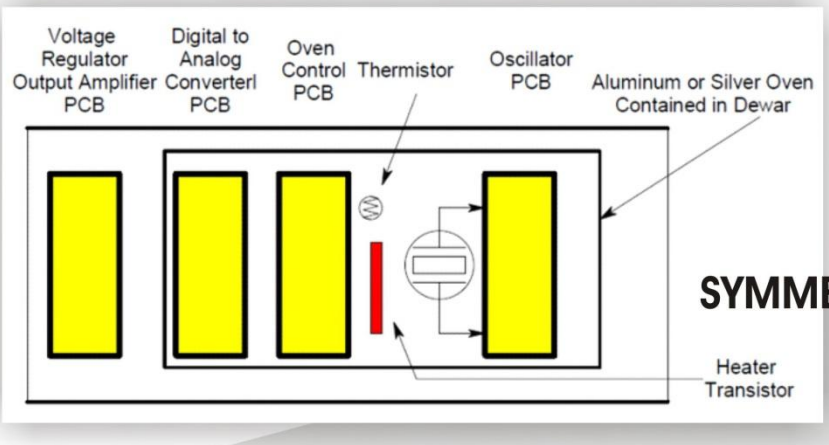
Support compatible design depending on customer's requirement .



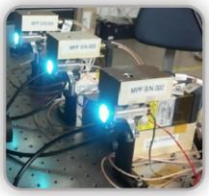
مثال على المذبذب الإلكتروني SYMMETRICOM

يعرف هذا المذبذب بأنه قادر على إنتاج ثابت للتردد بترتيب 2×10^{-13} أو أقل لـفترات زمنية من 1-100 ثانية و يتناسب هذا النوع مع ضوضاء المرحلة المكافئة واستقرار درجة الحرارة ودقة التردد على المدى الطويل .

WWW.EUNPS.COM



يعتبر من المذبذبات الفائقة الفعالية التي هي عنصراً حاسماً في أنظمة التوقيت والاتصالات للأقمار الصناعية فقد أظهرت التحسينات المستمرة في الأداء القدرة على توليد ثابت للترددات الفرعية 10^{-13} والدقة على المدى الطويل من 10^{-7} .



مواد تصنيع الدوائر الالكترونية

السليكون Silicon / الكوارتز Quartz وتصنيع الترانزستورات Transistors

السليكون Silicon تم تحضيره وتنقيته للمرة الأولى عام 1823 وهو ثامن عنصر شائع على الكرة الارضية حسب الوفرة ولكن من النادر وجوده نقيًا في الطبيعة وكثيرًا ما يكون مختلطًا بالغبار والرمال في الكويكبات والكواكب بعدة صور من ثاني أكسيد السيليكون والسيليكات .

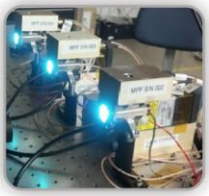
السليكون هو أحد العناصر الكيميائية الأساسية وهو العنصر رقم "14" في الجدول الدوري لتصنيف العناصر الكيميائية حيث يمتلك عدداً ذرياً Atomic Number مقداره 14 أي أن ذرة السليكون تمتلك 14 بروتون في نواتها أو 14 إلكترون في مداراتها .

السليكون عنصر كيميائي رباعي التكافؤ Tetravalent بمعنى أنه يمتلك أربعة إلكترونات حرة يستطيع عبرها أن ينشئ روابط إلكترونية مع العناصر الأخرى ورمز السليكون في الجدول الدوري للعناصر الكيميائية هو Si .

تتألف حوالي 90% من القشرة الأرضية من معادن السيليكات مما يجعل السليكون ثاني أكثر عنصر متوفر في القشرة الأرضية (حوالي 28% حسب الوفرة) بعد الأكسجين .

يتميز السليكون بالوفرة الكبيرة ولكن لا يتواجد بحالته النقية في الطبيعة بل يتواجد ضمن مركباتٍ كيميائية أخرى مثل السليكات Silicate (رباعي أوكسيد السليكون SiO_4) أو السيليكا Silica (ثنائي أكسيد السليكون) بالنسبة لهذا المركب الأخير (أي السيليكا) فإنه من المهم أن نعرف أنه أحد المكونات الأساسية للرمل .

كما يوجد العديد من المركبات الطبيعية الأخرى التي يتواجد فيها مركبات تعتمد على السليكون والأوكسجين مثل الغرانيت و الكوارتز Quartz .

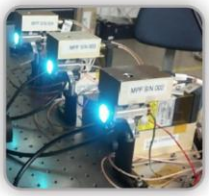


ان العنصر الأساسي الذي يتم صنع أي دائرة متكاملة منه هو الترانزستور وبغض النظر عن عدد الترانزستورات على الشريحة الالكترونية فإن الترانزيستور يبقى المكون الأساسي الذي تصنع منه الدائرة المتكاملة مثل الرقاقات بأنواعها والمعالجات الحاسوبية حيث يتم تجميع الترانزستورات وفقاً لأسس المنطق الرقميّ كي تقوم بتنفيذ وظائف منطقية وحاسوبية محددة فبعضها يتم تجميعه من أجل تشكيل دوائر الجمع والطرح والضرب والقسمة (التي تعتمد على دائرات المنطق التركيبي Combination Logic وبعضها الآخر يتم تجميعه لتشكيل دائرات الذواكر التي تعتمد على المنطق الرقمي التتابعي Sequential Logic وضمن كل نمط من هذه الأنماط المنطقية يوجد العديد من التشكيلات وأنماط الدائرات ولكنها كلها تتكون أساساً من نفس العنصر الإلكتروني الترانزيستور.

فمن أجل اختيار العنصر الملائم من أجل تكوين الترانزستورات ضمن الرقاقات والدوائر المتكاملة فإنه علينا أن نأخذ بعين الاعتبار عامل أساسي وهام وهو المقاومة Resistance وكما نعلم فإن المواد في الطبيعة توجد ضمن نمطين أساسيين هما النواقل Conductors والعوازل Insulators بالإضافة للنمط الثالث الهجين بينهما وهو أنصاف النواقل Semiconductors (الشبه موصلات) .

النواقل تمتلك قيمة منخفضة للمقاومة الكهربائية بحيث يعبر التيار الكهربائي فيها بسهولة العوازل تمتلك قيمة عالية للمقاومة الكهربائية مما يسبب إعاقة كبيرة لمرور التيار الكهربائي ضمنها.

بالنسبة للترانزيستور ومن أجل الحصول على ميزته الأساسية التي تمكن في القدرة على الفتح (الوصل) والإغلاق (الفصل) وبسرعة فإننا لن نستطيع الاستفادة من النواقل كونها تتواجد دوماً بحالة "وصل"، أو العوازل كونها تتواجد دوماً بحالة "فصل". نحن بحاجة لمادة تستطيع أن تعمل بكلا النمطين وهنا يكون الحل باستخدام مادةٍ نصف ناقلة (شبه موصلة). الميزة الأساسية لأنصاف النواقل أنها تمتلك قيمة مقاومة كهربائية تقع في المجال ما بين الناقلية والعازلية، بحيث يمكن التلاعب بهذه القيمة بالشكل المطلوب من أجل تحديد متى تكون المادة نصف الناقلة بحالة "وصل" ON ومتى تكون بحالة "فصل" OFF هذا التلاعب بقيمة مقاومة المادة نصف الناقلة (فعلياً تلاعب بقيمة ناقليتها) هو ما يعرف بعملية "الإشابة" Doping في تقنية صناعة أنصاف النواقل Semiconductor Technology Manufacturing.



إذاً نحن بحاجة لمادة نصف ناقلة كي نقوم بتركيب الترانزيستور والذي نحتاجه من أجل تركيب الدوائر المتكاملة والرقاقات الحاسوبية هنا يأتي الدور السحري للسليكون من حيث كونه يتمتع بخواص نصف ناقلة .

يجب أن نشير هنا إلى أمرٍ هام

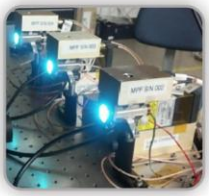
السليكون ليس المادة نصف الناقلة الوحيدة المتواجدة على سطح الأرض وليس حتى أفضلها في الواقع يوجد العديد من المواد الأخرى التي تتمتع بخواص نصف ناقلة وخواص ناقلية إلكترونية أفضل من السليكون مثل الجرمانيوم وأرسنيد الغاليوم ولكن التوافر الهائل للسليكون في القشرة الأرضية وسهولة استخراجه تجعل منه المادة الأنسب من أجل الصناعة التقنية حيث لا يوجد حاجة للتنقيب عن السليكون ضمن المناجم العميقة أو استخراجه عميقاً من جوف الأرض كما هو الحال مع النفط .

الأهم من ذلك هو قدرة العلماء على تطوير طرق من أجل استخلاص السليكون النقي من ضمن المركبات الكيميائية التي يتواجد بها بحيث يحصلون بالنتيجة على بلوراتٍ كريستالات Crystals نقية من السليكون جاهزة من أجل البدء بقولبتها لتشكيل المواد الخام لصناعة الإلكترونيات نصف الناقلة والدوائر المتكاملة.

إن السبب الأساسي في استخدام السليكون كمادةٍ خام في الصناعة التقنية هو الأسباب الاقتصادية وفعلياً فإن التكاليف المنخفضة المرافقة لاستخراج وتنقية السليكون هو ما يجعل من انتشار الحواسيب والأجهزة الذكية أمراً ممكن لو تم استخدام مادة أخرى بخواص إلكترونية أفضل ولكن بكلفة استخراج وتنقية أعلى لحصلنا على أداءٍ أفضل للحواسيب بكل تأكيد ولكن التكلفة سترتفع .

يتم استخراج المركبات السليكونية المختلفة اعتماداً على المواد المتواجدة في القشرة الأرضية مثل الرمل (يتم استخلاص المركبات السليكونية المختلفة من الرمل)

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School



يتم استخلاص السليكون من مركباته من أجل الحصول على بلورات السليكون النقية وذلك بتشكيل قوالب خاصة تتكون من بلورات السليكون النقية تعرف بالصناعة باسم"Ingot" وهي عبارة عن اسطوانات تتشكل من السليكون النقي بنسبة 99.9999%، بحيث يتواجد ذرة غريبة ضمن كل مليار ذرة سليكون.

يتم تشكيل رقاقات من السليكون Silicon Wafers عبر قطع اسطوانات السليكون النقية على كل رقاقة سليكونية يتم بناء ورسم نماذج الدارات المتكاملة باستخدام تقنيات تصنيع خاصة تعرف بتقنيات "الطباعة الحجرية."Lithography

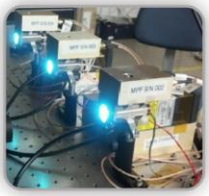
أثناء تطبيق عملية "الطباعة الحجرية" يتم تشكيل ورسم بنية الدارة المتكاملة بما تتضمنه من ترانزيستوراتٍ ونواقل مختلفة بين هذه الترانزيستورات، وبالكيفية المطلوبة من أجل تنفيذ الوظيفة المطلوبة من الدارة المتكاملة، سواء كانت معالج أو ذاكرة أو أي شيءٍ آخر.

بالنتيجة كل رقاقة سليكونية ستتضمن العديد من الدوائر المتكاملة والحاسوبية والتي تضم كل منها مليارات الترانزيستورات، التي تم رسمها وحفرها باستخدام تقنية الطباعة الحجرية.

حالياً فإن الاسطوانات السليكونية النقية Ingots التي يتم استخلاص رقاقات السليكون منها تمتلك أقطاراً بعرض 300 ميللي متر وتسعى الأبحاث الحالية لتطوير طرق تصنيع يتم عبرها الحصول على اسطوانات بقطر 450 ميللي متر بما يساهم بالمزيد من تخفيض تكاليف الإنتاج والحصول على المزيد من السرعة في الإنتاج.

الكوارتز Quartz هو معدن يعود اكتشافه إلى الفرنسي بيير كوري وأخوه (جاك) اللذان كانا يدرسان عينة من الرمل في سنة 1880 حيث لاحظا ظاهرة غريبة وهي انه عند تعريض الكوارتز (ثاني أكسيد السيليكون) لجهد آلي فإنه يتولد تيار كهربائي وبالعكس ففي حال تعرضت بلورة الكوارتز لمجال كهربائي فإنها تتذبذب وتهتز بتردد معين كما وجد أن هذا الاهتزاز والتذبذب يتسم بالانتظام والدقة العالية.

هذه الظاهرة والتي عرفت بالبيزوكهربائية مكنت الباحثين من تصنيع الكثير من الأجهزة الحساسة من أهمها الساعات المصممة لقياس الوقت بدقة عالية حيث بلغ نصيب الكوارتز في صناعة الساعات أكثر من 85% من سوق الساعات العالمية ويعود أول نموذج لساعة مصنوعة من الكوارتز إلى سنة 1967 حيث تم إنتاج هذه الساعة من قبل الباحثين في مركز الساعات الإلكترونية في نويشتل في سويسرا وفي سنة 1969 تمت صناعة أول ساعة كوارتز في اليابان من قبل سيكو اليابانية تحت اسم أسترون .



المرو أو الكوراتز معدن مألوف يوجد في العديد من أنواع الصخور والمرو الخالص شفاف ويتألف من ثاني أكسيد السليكون وله الصيغة الكيميائيةSiO_2 وللمرو العديد من الاستخدامات المهمة في العلم والصناعة.

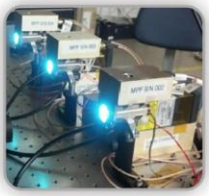
ويمكن العثور على المرو في أشكال عديدة وفي أنواع الصخور الثلاثة الرئيسية :

النارية والمتحولة والرسوبية.

باستثناء سليكات الألومنيوم يعد المرو من أكثر المواد الداخلة في تركيب الصخور توافراً في القشرة القارية للأرض وهو يعد أيضاً من أكثر المعادن صلابة ومن المعادن القليلة التي تفوقه في الصلابة البريل والأسنبيل والتوباز والياقوت والألماس ولايؤثر التآكل في المرو بالسرعة التي يؤثر بها في معظم المواد الصخرية.

للمرو او الكوارتز Quartz خاصية مهمة تسمى التأثير الكهروإجهادي فعندما تضغط صفيحة (شريحة) من المرو ميكانيكيا فإنها تكتسب شحنة موجبة من جانب وسالبة من جانب آخر (ظاهرة الكوارتز).

وهذه الظاهرة هي توليد كهربائي إجهادي للجهد الكهربائي عبر البلورة وهي تمكن تيارا كهربائيا أو إشارة كهربائية من المرور عبر البلورة وتستخدم بلورات المرو في ناقلات الموجات الخاصة بأجهزة المذياع والتلفاز ومعظم الردارات وفي مثل هذه الناقلات تضخم الإشارة الكهربائية المولدة وتغير إلى موجة راديوية ذات تردد معين وهذ الخاصية المسماة بالكهروإجهادية التي يتمتع بها المرو تتيح الأساس لتشغيل ساعات الحائط حيث ان الجهد الكهربائي الذي يسلط على شريحة بلورة المرو يجعل هذه الشريحة تتمدد وتنكمش الأمر الذي يؤدي إلى إحداث ذبذبات بمعدل منتظم ويحدد حجم الشريحة عدد الذبذبات في كل ثانية ثم تحول الذبذبات إلى ثوان ودقائق وساعات ولايتمدد المرو كثيرا لدى تسخينه كما أنه لا يتصدع عندما يتم تبريده بسرعة وهذه الخواص تجعل من المرو مادة مهمة في صنع الحاويات الزجاجية التي يمكن أن تصمد في وجه درجات الحرارة الشديدة الارتفاع.



تقنيات نقل البيانات والمعلومات لاسلكيا لمسافات قريبة

تدرجت تاريخياً عمليات تصنيع شريحة تعمل كجهاز إرسال واستقبال لنقل البيانات والمعلومات لمسافات قريبة وكان الهدف هو انجاز المكتب اللاسلكي أوالمنزل اللاسلكي

فظهرت أول تقنية وهي :

تقنية تزامن الكابل **Cable Synchronizing** فكل مره تحتاج لنقل المعلومات من حاسوب الى حاسوب آخر يجب وصلهما بكابل إلا أن هذه الطريقة مزعجة على المدى البعيد للحاجة إلى وصلة في كل مرة نحتاج إلى نقل الملفات وتبادل البيانات ومعقدة لأنها تحتاج إلى جهد كبير من قبل المستخدم .

ثم ظهرت ثاني تقنية وهي :

BLUTOOTH والبلوتوث عبارة عن تكنولوجيا جديدة ومتطورة تعمل بمواصفات عالمية لربط كافة الاجهزة المحمولة والالكترونية مع بعضها البعض والقيام بعملية الاتصال وتبادل البيانات والمعلومات من غير أسلاك وكابلات وتدخل من المستخدم ولكنها غطت مدى محدودا لا يتجاوز الـ 10 أمتار وبالرغم من انها اخذت فرصتها فهي في تتطور باستمرار.

يعتبر البلوتوث نوع من شبكات المناطق الشخصية (Wireless Personal Area Network)وهي الشبكات التي تصل بين أجهزة ضمن مساحة صغيرة نسبياً عادةً ما تكون هذه المساحة ضمن مجال يمكن لشخص الوصول إلى جميع أجزائه. كمثال على ذلك فإن تقنية البلوتوث تقوم مثلاً بربط حاسوب شخصي مع سماعات وكذلك فإن تقنية الـ ZigBee تدعم تطبيقات هذا النوع .

ثم ظهرت ثالث تقنية وهي :

WIBREE وهي تستخدم في التوصيل اللاسلكي بالهواتف النقالة والمحمولة وأجهزة الكومبيوتر والطابعات لنقل المكالمات وعناصر التقويم والملاحظات و ألاغاني والصور والملفات الأخرى على امتداد (10 امتار =30 قدم) بين الاجهزة وتم تطويرها الى امتدادات اكبر وهي في الاساس معدَل إرسالها عال (أعلى بكثير من تقنية البلوتوث) ابتدأ من واحد ميجابايت في الثانية **M Bytes/Sec1** والزيادة مستمرة.

ثم ظهرت رابع تقنية وهي :

تقنيات الـ"واي فاي WiFi" والـ"الواي ماكس WiMax" وهي منحت الفرصة من جديد للشبكات المحلية اللاسلكية وقامت بتغطية مسافات تصل تقريبا إلى 100 متر.

وحازت لسنوات على اهتمام العالم أجمع خصوصا أننا لم نشهد بعدهما أي تطورات ثورية في تقنيات نقل البيانات بسرعة عالية ولكن كانت عملية نقل ملفات الفيديو من جهاز إلى آخر تستغرق الكثير من الوقت وتبعث الملل .

واي فاي وهو اسم مستخدم بصورة شائعة كبديل عن التسمية IEEE 802.11 مع أن هذا الاستخدام خاطئ من الناحية العلمية لأن Wi-Fi هو شعار للشركة يدل على إمكانية اتصال الأجهزة معاً.

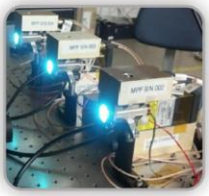
ثم ظهرت خامس تقنية وهي :

تقنية الجاي فاي GiFi وبها بات العالم على موعد مع تغييرات ثورية تتفوق على ما تقدمه الـ"واي فاي" من حيث أنها تقنية لاسلكية مماثلة توفر سرعة تقاس بالجيجا في الثانية لأول مرة فى تاريخ النقل قصير المدى مع ميزة الاستهلاك الأقل للطاقة وبتكلفة منخفضة جدا وفي متناول الجميع.

تعتبر تقنية "الجاي فاي" أو الجيجا بت اللاسلكي هي أول تقنية متكاملة على مستوى العالم للإرسال والاستقبال من خلال شريحة واحدة أو رقاقة تعمل فى نطاق الطيف الترددي 60 جيجا هيرتز .

وطبقا للتجارب التي تمت فإن هذه التقنية تسمح بنقل البيانات لاسلكيا سواء كانت صوتا أو صورة أو فيديو بسرعة تصل إلى 5 جيجا في الثانية الواحدة أي عشرة أضعاف الحد الأقصى للمعدل الحالي لسرعة النقل اللاسلكي وبتكلفة أقل بعشرة مرات من التكلفة الحالية وهي تعمل على نقل البيانات ضمن نطاق الـ 10 أمتار مما يجعلها منافسة أكثر لتقنية "البلوتوث."

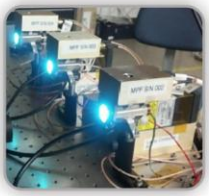
لكن هذه التقنية الجديدة تتميز بكونها تستخدم شريحة مربعة مقياسها لا يتجاوز 5 ملليمترات طولا و 5 ملليمترات عرضا مع هوائي لا يتجاوز طوله الـ 1 ملليمتر فضلا عن كونها تتميز عن مثيلاتها بأنها تستهلك أقل قدر من الطاقة فهي تستهلك أقل من 2 مللي وات من الطاقة لنقل البيانات لاسلكيا عبر المسافات القصيرة.



وتعد هذه التقنية بإمكانية الربط الشبكي اللاسلكي بين الأجهزة المكتبية والأجهزة المنزلية بشكل لم يسبق له مثيل .. لقد تم تطوير تقنية الـ"جاي فاي" من خلال صناعة شريحة صغيرة يمكن دمجها بسهولة في أي جهاز إلكتروني منزلي أو مكتبي وهذه الشريحة وللمرة الأولى أيضا يمكنها أن ترسل وتستقبل البيانات بسرعة فائقة فشريحة الـ"جاي فاي" تعتبر جهازا متكاملا للإرسال والاستقبال اللاسلكي باستخدام هوائي صغير جدا،وبالتالي يمكن لأي شخص أن ينقل ملف فيديو عالى الوضوح حجمه 5 جيجا في ثانية واحدة فقط. كما أنها تتيح تبادل البيانات وتناقلها بين الأجهزة المختلفة.

وتوصل فريق الباحثين إلى أن التردد 60 جيجا هيرتز يعتبر التردد الأمثل للعمل عليه، والإنطلاق منه لاستكشاف التقنية الجديدة وابتكارها فاستخدام الترددات في نطاق 60 جيجا هيرتز يعتبر أيضا كشفا جديدا لأن تقنيتي الـ "واي فاي"، وقبلها "البلوتوث" لا تعملان إلا فى النطاق الترددى 2.4 جيجا هيرتز.

إنها المرة الأولى التي يمكن فيها إثبات إمكانية صناعة شريحة تعمل كجهاز إرسال واستقبال في نفس الوقت بسعر منخفض للغاية والمواصفات التي تتمتع بها هذه الشريحة تؤكد أنها قادرة على مواجهة تحديات المنافسة من حيث السعر واستهلاك الطاقة بحيث سيصبح بإمكان العالم التحول واقعيا إلى تطبيقات "المكتب اللاسلكي" و"المنزل اللاسلكي" في المستقبل القريب. وبما أن شريحة الإرسال والاستقبال المتكاملة صغيرة للغاية فإن من الممكن بسهولة دمجها فى أي جهاز بحيث ستصبح جزءا لا يتجزأ من الأجهزة الإلكترونية المستقبلية.



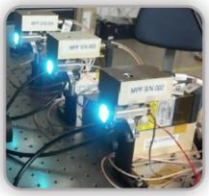
WWW.EUNPS.COM

شريحة WiFi

تقنيات نقل البيانات والمعلومات لاسلكيا لمسافات بعيدة

اولاً

شبكات المناطق المحليةWLAN (Wireless Local Area Network) هي النوع الأكثر شيوعاً من الشبكات اللاسلكية تقوم بربط الأجهزة على مسافة أبعد تمتد لتغطي عدة كيلومترات فمعظم الشبكات LAN تعتمد على المعيار IEEE 802.11 الذي يحتوي على معايير للشبكات اللاسلكية المحلية التي تعمل في الحزم الترددية 2.4 , 3.6 و 5 GHz وتضم عدداً من البروتوكولات المختلفة ان الخصائص المهمة لهذه الشبكة بالمقارنه مع شبكه الـ WAN هي أنها تنقل البيانات بسرعات أعلى بكثير حيث تقوم بنقل البيانات بسرعه 10 إلى حدود 10000 ميجابت لكل ثانيه Mbps الشبكات المحلية الحالية - غير اللاسلكية على الأغلب هي مستنده على معيار الايثرنت.



ثانياً

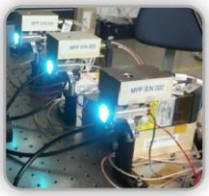
شبكات لاسلكية محدّدة (Fixed Wireless Data): وهي شبكات لاسلكية تُستخدم لتحقيق اتصال بين جهازين أو شبكتين في مكانين مختلفين ويتم ذلك من خلال استخدام موجات صغرية أو أشعة ليزرية على مدى خط البصر (Line of Sight) وغالباً ما يُستخدم هذا النوع من الشبكات لربط شبكات في أبنية متجاورة دون الحاجة إلى ربط هذه الأبنية فيزيائياً مع بعضها.

ثالثاً

شبكات المناطق الكبيرة MAN (Metropolitan Area Network) تقوم بربط عدة شبكات LAN مع بعضها البعض لتحقيق شبكة لاسلكية تمتد على رقعة جغرافية متوسطة الحجم مثل عبر حرم جامعي أو مدينة ، الخدمة التي تؤديها مشابه للخدمة التي يقوم بها مزود الإنترنت.(ISP)

رابعاً

النظام العالمي لاتصالات الهاتف Global System for Mobile Communications GSM وهو معيار لاتصال الأجهزة الهاتفية مع بعضها ويتألف من 3 أنظمة أساسية : النظام القاعدي (Base Station System) ونظام العمليات والمساعدة (Operation and Support System) ونظام التحويل(Switching System) حيث ان عند القيام بمكالمة يتم الاتصال أولاً مع النظام القاعدي الذي يقوم بالاتصال مع نظام العمليات والمساعدة الذي يقوم بدوره بالاتصال مع نظام التحويل وأخيراً يقوم هذا النظام بإيصال المكالمة إلى وجهتها. يعد نظام الـ GSM أكثر أنظمة الاتصالات الهاتفية شيوعاً حيث يُقدّر أن 80% من الهواتف النقالة في العالم تعمل على هذا النظام .



WWW.EUNPS.COM

الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

اجهزة الارسال والاستقبال التي في المحطات الارضية والتي على القمر الصناعي نفسه .

لذلك أقترح على الطالب في رسالته أو اطروحته في مجال علوم الفضاء تفكيك عدد من اجهزة الارسال والاستقبال وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها تمهيدا لوضع اساس تصنيعها ..... المعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .

المعلومة الاولى

الذبذبات منتشرة فى الكون الا ان البشر لا يمكنهم إلا ادراك ما بين 20 هيرتز الى 20 الف هيرتز كحد ادراكى مسموع للبشر (الترددات الصوتية 20 هرتز الى 20 كيلو هرتز) اما اذا كانت اقل من ذلك او اكثر بكثير فالبشر بحاجه الى وسائل تقويه للتمكن من ادراك تلك الذبذبات وتحويلها لحد الادراك البشرى .

الماده الوحيدة المعروفه الى الان القادرة على تضخيم وتصغير الذبذبات هى الرمال (السيلكون/الكوارتز)

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School

يمكننا فهم موضوع الرمال من القرآن الكريم :

قرن الله الجبال مع داوود فى اكثر من موضع بطريقه ملفته للانتباه... قال تعالى : (وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ مِنَّا فَضْلًا ۖ يَا جِبَالُ أَوِّبِي مَعَهُ وَالطَّيْرَ ۖ وَأَلَنَّا لَهُ الْحَدِيدَ) (10 سبأ)

قال تعالى : (فَفَهَّمْنَاهَا سُلَيْمَانَ ۚ وَكُلًّا آتَيْنَا حُكْمًا وَعِلْمًا ۚ وَسَخَّرْنَا مَعَ دَاوُودَ الْجِبَالَ يُسَبِّحْنَ وَالطَّيْرَ ۚ وَكُنَّا فَاعِلِينَ) (79 الانبياء)

قال تعالى : (إِنَّا سَخَّرْنَا الْجِبَالَ مَعَهُ يُسَبِّحْنَ بِالْعَشِيِّ وَالْإِشْرَاقِ) (18 ص)

ولذلك ينبغى علينا ان ندرك ما هى الجبال التى ذكرها الله من استبيان المعنى فى مواضع اخرى ... قال تعالى : (أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ) (27 فاطر)

من الواضح بقوه ان الذى يمتلك هذه الصفات هو الرمال فربما يطلق على اكوام الرمال جبال او ربما الجبل هو ما تجمع جزيئاته .... قال تعالى : (وَهِيَ تَجْرِي بِهِمْ فِي مَوْجٍ كَالْجِبَالِ وَنَادَىٰ نُوحٌ ابْنَهُ وَكَانَ فِي مَعْزِلٍ يَا بُنَيَّ ارْكَب مَّعَنَا وَلَا تَكُن مَّعَ الْكَافِرِينَ) (42 هود)

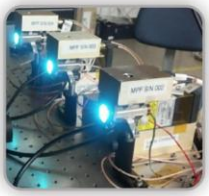
قال تعالى : (أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِن جِبَالٍ فِيهَا مِن بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَن يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَن مَّن يَشَاءُ ۖ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ) (43 النور)

يقصد بها الجبل نفسه فمكونات الجبال غالبا من مكونات الرمال لكنها مرتبطة بقوه فيما بينها ويوجد الكوارتز بصورة كتل صخريه وكريستالية وغير ذلك كما ان الله ذكر الجبال بأمور تستحق التدبر قال تعالى : (لَوْ أَنزَلْنَا هَٰذَا الْقُرْآنَ عَلَىٰ جَبَلٍ لَّرَأَيْتَهُ خَاشِعًا مُّتَصَدِّعًا مِّنْ خَشْيَةِ اللَّهِ ۚ وَتِلْكَ الْأَمْثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَفَكَّرُونَ) (21 الحشر)

المعلومة الثانية

الربط بين الجبال والطير... قال تعالى : (وَوَرِثَ سُلَيْمَانُ دَاوُودَ ۖ وَقَالَ يَا أَيُّهَا النَّاسُ عُلِّمْنَا مَنطِقَ الطَّيْرِ وَأُوتِينَا مِن كُلِّ شَيْءٍ ۖ إِنَّ هَٰذَا لَهُوَ الْفَضْلُ الْمُبِينُ) (16 النمل)

كأن هناك علاقة وطيدة تجمع بين ذبذبات الطير والجبال .... قال تعالى : (وَإِذْ قَالَ إِبْرَاهِيمُ رَبِّ أَرِنِي كَيْفَ تُحْيِي الْمَوْتَىٰ ۖ قَالَ أَوَلَمْ تُؤْمِن ۖ قَالَ بَلَىٰ وَلَٰكِن لِّيَطْمَئِنَّ قَلْبِي ۖ قَالَ فَخُذْ أَرْبَعَةً مِّنَ الطَّيْرِ فَصُرْهُنَّ إِلَيْكَ ثُمَّ اجْعَلْ عَلَىٰ كُلِّ جَبَلٍ مِّنْهُنَّ جُزْءًا ثُمَّ ادْعُهُنَّ يَأْتِينَكَ سَعْيًا ۚ وَاعْلَمْ أَنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ) (260 البقره) .



فهل تذبذبت الرمال بطريقة ما عندما دعاها سيدنا ابراهيم وعندما كان داوود يقرأ الزابور فوصلت الى مستويات ذبذبيه يدركها الطير وهل تلك المستويات هى نفس مستويات تردد الحديد والتى ادت الى انهياره طبقا لنظرية الرنين ؟

المعلومة الثالثة

ذكرنا سابقا ان سر الالكترونيات الحديثه هو الرمل او السيلكون والذى يوجد فى انقى صوره فى احجار الكوارتز او الرمال البيضاء المتوفرة حيث يمكن للكوارتز ان يضخم الاهتزازات الوارده اليه دون ان يؤثر فى فيها ... ان اى صوت او حركه مهما كانت صغيره يمكنها ان تنتقل عبر الاثير الى مسافات شاسعة ولكن بقيم صغيره جدا كما يحدث عند القاء حجر فى الماء فان ذبذبة الحجر تؤثر فى الماء و الموجه تنتقل الى مسافات حول الحجر وتستمر فى الانتشار حتى يفقد النظر اثرها ولكنها تستمر فى الانتشار بقيم صغرى جدا وتتأثر بالموجات الاخرى المحيطه بها ولكن كثافة الاثير اخف من كثافة الماء بمليارات المرات واخف من كثافة الهواء بملايين المرات ولذلك فان دقات القلب تعتبر زلزالا مدويا فى الاثير.

قطعة النحاس التى تمسكها يمكنها استقبال ذبذبات قادمة من ابعد الاقطار ولكن قيمها ضعيفه جدا فكان الحل الاول لاستقبال تلك الذبذبات هو اختراع اجهزه يمكنها تضخيم تلك الذبذبات الى حد الادراك البشرى وهذا ما تقوم به القطع الالكترونية المعتمده على مبدأ التضخيم الذى يتميز به الرمل او الكوارتز والأمر الثانى هو امكانية ترشيح الذبذبات المطلوبة من ضمن مليارات الذبذبات التى يلتقطها السلك او الموصل وتم حل هذه المعضلة باستخدام الكوارتز ايضا... حيث اكتشفت خاصية اخرى وهى انه اذا تم ارسال الموجه بسرعه معينه او تذبذب معين فانه يمكن استقبالها بنفس التذبذب فقط .

المعلومة الرابعة

إن العلاقة بين المادة والطاقة والتي اكتشفها آينشتاين منذ مئة سنة هي علاقة مهمة فالمادة يمكنها أن تتحول إلى طاقة والعكس صحيح ويمكن القول إن المادة هي تكثيف شديد للطاقة.

إن الله تعالى خلق الجن من النار والنار تتميز بالطاقة العالية ولذلك استكبر إبليس عن السجود لآدم وقال : (أَنَا خَيْرٌ مِنْهُ خَلَقْتَنِي مِنْ نَارٍ وَخَلَقْتَهُ مِنْ طِينٍ) (12 الأعراف)

من هذه الآية نستدل على أن الجن له طبيعة أشبه بالحرارة والاهتزازات (موجات الطاقة) التي تنبعث من النار.

الشيطان له وسيلة تأثير بالاهتزازات أو الذبذبات غير المرئية يقول تعالى: (إِنَّهُ يَرَاكُمْ هُوَ وَقَبِيلُهُ مِنْ حَيْثُ لَا تَرَوْنَهُمْ إِنَّا جَعَلْنَا الشَّيَاطِينَ أَوْلِيَاءَ لِلَّذِينَ لَا يُؤْمِنُونَ) (27 الأعراف) الشيطان يؤثر علينا بواسطة الذبذبات الشيطانية غير المرئية وهذه الذبذبات لها ترددات عالية ولذلك نجد أن آخر سورة في القرآن ختم الله بها كتابه هي سورة الاستعاذة من الشيطان : (قُلْ أَعُوذُ بِرَبِّ النَّاسِ (1) مَلِكِ النَّاسِ (2) إِلَٰهِ النَّاسِ (3) مِن شَرِّ الْوَسْوَاسِ الْخَنَّاسِ (4) الَّذِي يُوَسْوِسُ فِي صُدُورِ النَّاسِ (5) مِنَ الْجِنَّةِ وَالنَّاسِ(6)) (سورة الناس).

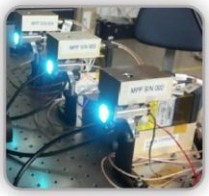
هذه السورة تحتوي على حرف السين بنسبة كبيرة وحرف السين هو الحرف الأعلى من حيث تردده أي له تردد مرتفع جداً ولذلك نجده يتكرر 10 مرات في سورة تتألف من 20 كلمة أي بمقدار النصف وهذه أعلى نسبة لحرف السين في القرآن الكريم .

الله سبحانه وتعالى يقول لنا احذروا الشيطان ووسوسته فهو عدو لكم فاتخذوه عدواً وتنبهوا له في كل لحظة ولكن للأسف تجدنا غافلين عن هذا العدو الذي يتربص بنا ولا نقوم بأي إجراء مع العلم أن الإجراءات التي جاءت في القرآن سهلة جداً بأن نقول: (أعوذ بالله من الشيطان الرجيم).

إن دماغ الإنسان يبث بشكل دائم ذبذبات كهرومغناطيسية يمكن قياسها بأجهزة خاصة وحتى أثناء النوم لا يتوقف الدماغ عن البث لهذه الذبذبات ويقول العلماء إن هذه الذبذبات مع الذبذبات التي يبثها القلب تشكل مجالاً كهرومغناطيسياً يحيط بالإنسان ويمكن تصويره بكاميرا خاصة (كاميرا كيرليان).

والإنسان عندما يقرأ القرآن فإن دماغه يتفاعل بطريقة خاصة مع القرآن ويبدأ الدماغ والقلب ببث الترددات الكهرومغناطيسية بطريقة مختلفة وهذه الترددات تشكل مجالاً يحيط بالإنسان. وهناك ذبذبات لا يمكن رؤيتها تصدر عن الدماغ والقلب وتحيط بالإنسان ويمكن تسميتها "ذبذبات قرآنية" تشكل غلافاً حول الشخص الذي يقرأ القرآن.

إن هذا المجال أو الغلاف أو الحصن يقف كالسد المنيع أمام ذبذبات الشيطان التي يبثها ويوسوس بها، ولذلك أمرنا الله تعالى أن نقرأ سورة الفلق وهي أقوى سلاح لإبعاد الشيطان وتأثيره. فعندما نقرأ قوله تعالى : (قُلْ أَعُوذُ بِرَبِّ الْفَلَقِ (1) مِن شَرِّ مَا خَلَقَ (2) وَمِن شَرِّ غَاسِقٍ إِذَا وَقَبَ (3) وَمِن شَرِّ النَّفَّاثَاتِ فِي الْعُقَدِ (4) وَمِن شَرِّ حَاسِدٍ إِذَا حَسَدَ(5)) (سورة الفلق)



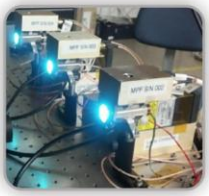
فيتشكل حولنا مجال قوي وذبذبات معاكسة للذبذبات التي يبثها الشيطان في عمله فتفنيها وتبددها وبالتالي فإننا في حالة حرب مع هذا الشيطان كما قال تعالى: (إِنَّ كَيْدَ الشَّيْطَانِ كَانَ ضَعِيفًا) (76 النساء)

الله تعالى يقول عن أسلوب الشيطان في الإغواء : (وَاسْتَفْزِزْ مَنِ اسْتَطَعْتَ مِنْهُمْ بِصَوْتِكَ) (64 الإسراء) ونحن نعلم أن الصوت هو ذبذبات تنتشر في الهواء هذا الصوت الذي نعرفه ولكن صوت الشيطان هو ذبذبات أيضاً ولكنها غير مرئية ولا يمكن قياسها أو معرفتها ولكنها موجودة ويمكن رؤية آثارها.

ولا يمكن أن نقاوم هذا الصوت الشيطاني إلا بصوت معاكس من خلال آيات من القرآن لقد حدثنا الله تعالى أنه أثناء قراءة القرآن فإن حجاباً وحصناً يتشكل حول الإنسان يحول بينه وبين كل كافر ومنهم الشيطان، يقول تعالى: (وَإِذَا قَرَأْتَ الْقُرْآنَ جَعَلْنَا بَيْنَكَ وَبَيْنَ الَّذِينَ لَا يُؤْمِنُونَ بِالْآخِرَةِ حِجَابًا مَسْتُورًا) (45 الإسراء) أي أن صوت القرآن يؤدي إلى تشكل ذبذبات تحيطك من كل جانب فلا يستطيع أحد أن يصل إليك.

الذي يميز آية الكرسي عن غيرها من الآيات إنها أعظم آية في القرآن كما أخبر بذلك سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وعند قراءة هذه الآية: (اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ الْحَيُّ الْقَيُّومُ لَا تَأْخُذُهُ سِنَةٌ وَلَا نَوْمٌ لَهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ مَنْ ذَا الَّذِي يَشْفَعُ عِنْدَهُ إِلَّا بِإِذْنِهِ يَعْلَمُ مَا بَيْنَ أَيْدِيهِمْ وَمَا خَلْفَهُمْ وَلَا يُحِيطُونَ بِشَيْءٍ مِنْ عِلْمِهِ إِلَّا بِمَا شَاءَ وَسِعَ كُرْسِيُّهُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَلَا يَئُودُهُ حِفْظُهُمَا وَهُوَ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ) (255 البقرة) فإن كل حرف من حروفها له تردد خاص وعند اجتماع هذه الحروف فإنها تعطي ترددات خاصة نعتقد أنها تؤثر على الأشياء من حولنا.

... والله أعلم



المعلومة الخامسة

برامج تصميم الدوائر الإلكترونية المطبوعة PCB

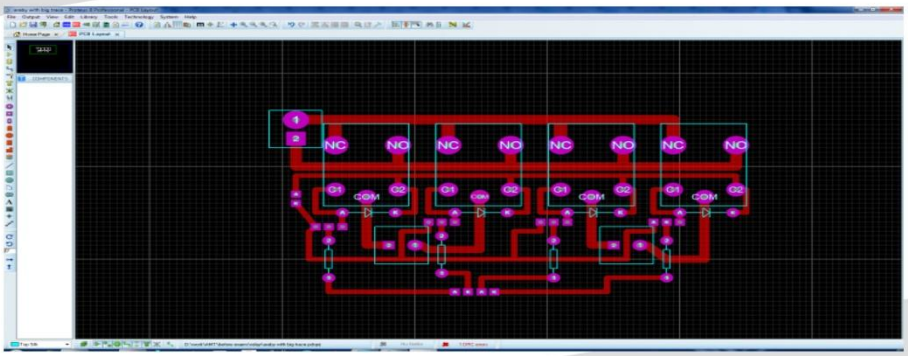
الدوائر الالكترونية المطبوعة أو الـ "Printed Circuit Board PCB " تُستخدم تقريباً في جميع التجهيزات الإلكترونية وبرامج التصميم عموماً متوافقة مع العديد من منصات التشغيل وتمتلك مستويات وظائف مختلفة....فيما يلي اسماء برامج التصميم :

Proteus , Eagle CAD , PCBWeb Designer , ExpressPCB Kicad , DesignSpark PCB , ZenitPCB , FreePCB , TinyCAD , OsmondPCB , BSch3V , gEDA , Fritzing , Pad2Pad , Dillon (EasyEDA Founder)

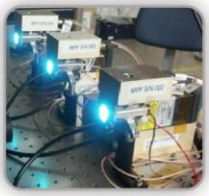
كيفية انتاج أو صنع لوحة الكترونية مطبوعة PCB

نستخدم احدى البرامج السابقة والخاصة بتصميم الدوائر الإلكترونية المطبوعة PCB وبعد تصميم الدائرة على احد هذه البرامج وتصميم اللوحة نبدأ بمراحل التصنيع. (فى هذه الدائرة تم استخدام برنامج Proteus لتصميم هذه اللوحة الالكترونية كما بالصورة)

WWW.EUNPS.COM



تصميم لوحة الكترونية



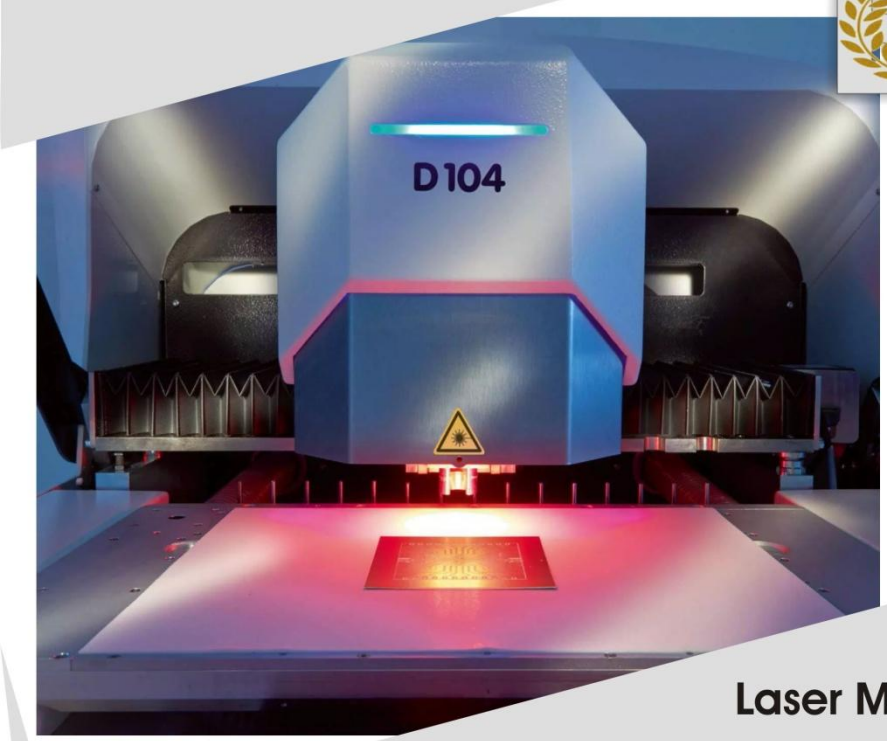
طرق التصنيع

الطريقة الاولى

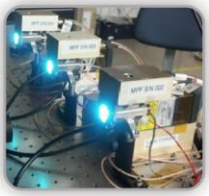
وتتمثل في استخدام الالات التصنيع الرقمى لتصنيع اللوحة الالكترونية وتسمى ماكينات التحكم الرقمي المحوسبة اللوحات CNC Machines (Computerized Numerical Control) مثل :

ماكينة Laser Machines أو ماكينة PCB Etching Machine

وتوجد انواع عديدة اخرى يتم وصلها بالحاسوب ليصدر امر الطباعة من خلال أحد برامج التصميم سالفة الذكر .



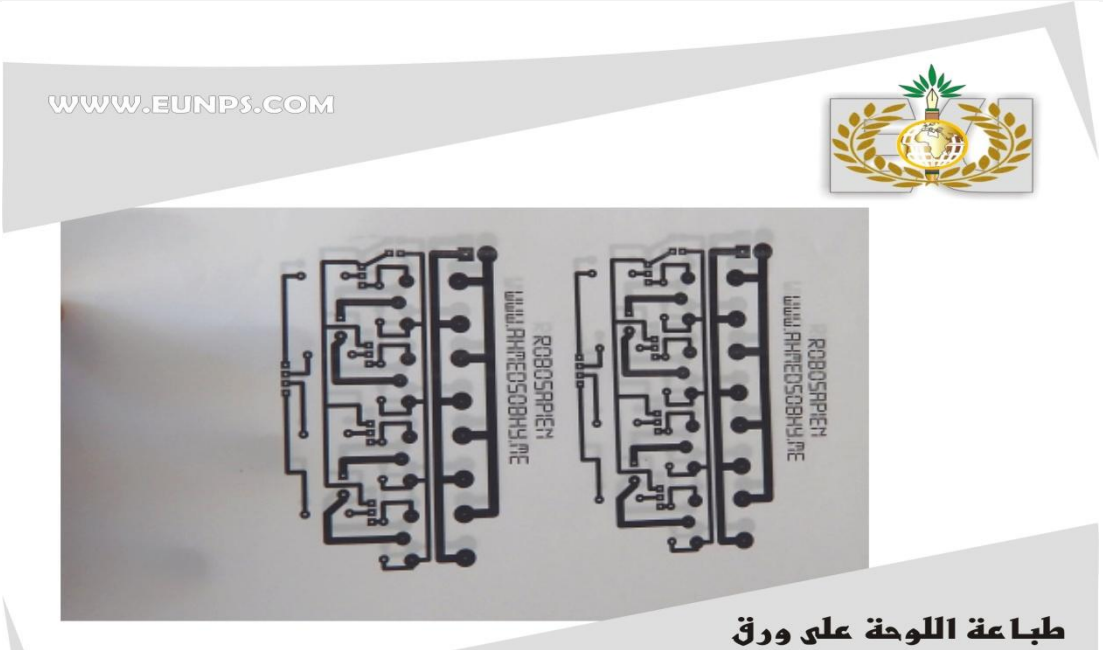
Laser Machines

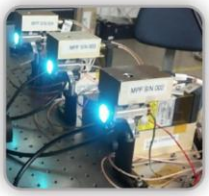


الطريقة الثانية

طريقة الطباعة على الورق وتتمثل في الخطوات التالية

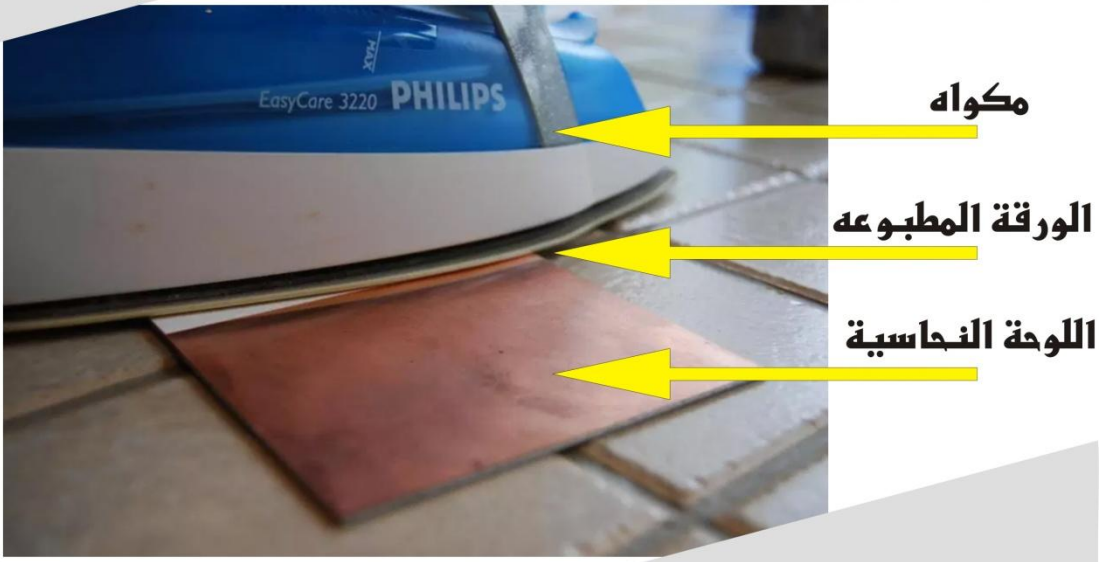
نقوم بطباعة اللوحة الالكترونية من البرنامج باستخدام طابعة ليزرية على ورق كوشيه 90 جرام او اقل لامع من الوجهين وستكون النتيجة كما بالصورة:





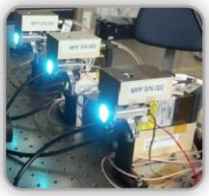
بعد ذلك نقوم بإحضار وتجهيز لوحة نحاسية وذلك بتنظيفها جيدا ثم نقوم بوضع الورقة المطبوعة على اللوحة النحاسية ونضع فوقها مكواه من خمسة الى عشرة دقائق مع الاستمرار بالحركة والضغط عليها الى ان يتم التأكد من ان الحبر التصق باللوحة النحاسية تماما .

WWW.EUNPS.COM

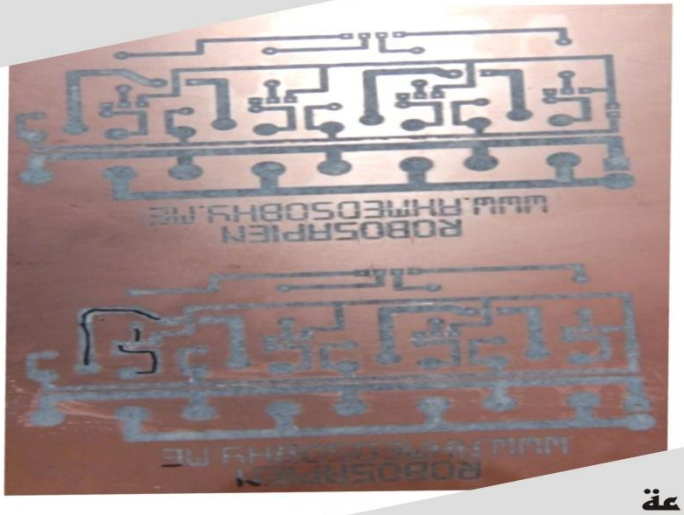


طريقة طبع ما في الورقة على اللوحة النحاسية

بعد ذلك سنقوم بوضع اللوحة النحاسية الملتصقه بها الورقة في ماء به صابون حتى تذوب الورقة ثم نقوم بنزع بقايا الورقه فنلاحظ بقاء طبقة الحبر فقط وستكون النتيجة كما بالصورة



WWW.EUNPS.COM

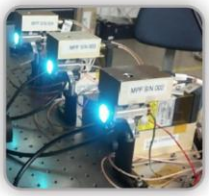


لوحة نحاسية مطبوعة

بعدها يجب التأكد من عدم وجود قطع او اى خطا وان وجد يمكن تصحيحه بالقلم ثم يتم وضع اللوحة المرسوم عليها الدائرة الالكترونية فى اناء به الحمض (محلول كلوريد الحديديك) مع التحريك قليلاً .

WWW.EUNPS.COM

إناء حمض كلوريد الحديديك



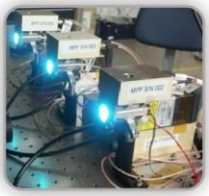
يتفاعل حمض كلوريد الحديدك مع النحاس الغير مغطى بالحبر ويقشطه ويتكون راسب قليل فهذا يعطي شكلًا أفضل للدائرة ويعزل فيها المسارات التي يمر بها التيار الكهربي .

(حمض كلوريد الحديديك ليس مادة كاوية ولكنه مادة سامة جدًا لذلك يجب حفظه بعيدًا عن متناول الأطفال)

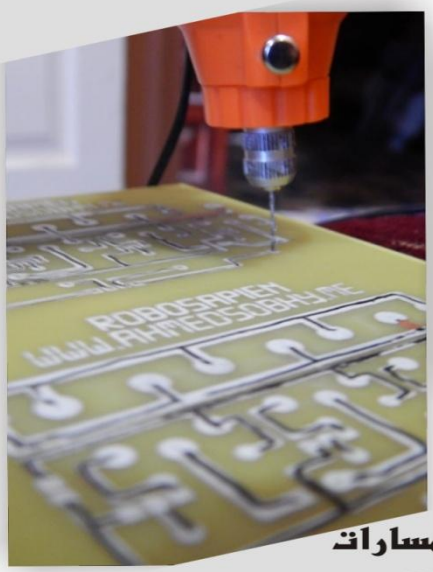
ثم نقوم بتنظيف الحبر من على اللوحة باستخدام الاسيتون او التنر وتنظيف اللوحة جيدا

تنظيف اللوحة يدوياً

ثم يتم حفر/ تخريم الدائرة الالكترونية المطبوعة (حفر المسارات) (مثقاب صغير خاص بالدوائر المطبوعة) ثم لحام المكونات الالكترونية عليها طبقًا للدائرة التي المرغوب في تصنيعها (لحام المسارات باستخدام الة لحام) .



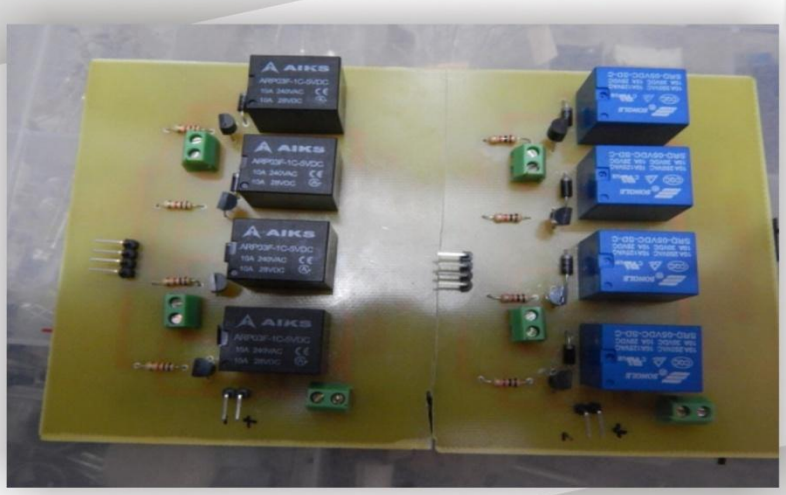
WWW.EUNPS.COM



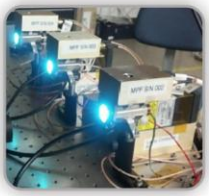
حفر المسارات

لحام المسارات

WWW.EUNPS.COM



تركيب المكونات الالكترونية حسب طبيعة استخدامها

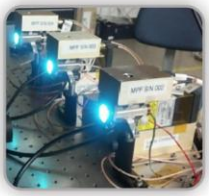


الطريقة الثالثة

وهي طريقة المواد الحساسة للضوء

وفيها يجب طباعة الدائرة الإلكترونية التي تم رسمها على البرنامج على ورق شفاف ونرش اللوح النحاسي بمادة حساسة للضوء بشكل جيد ومستقيم وفي اتجاه واحد ثم نترك المادة تجف على اللوح النحاسي لمدة لا تقل عن 12 ساعة في غرفة مظلمة تمامًا و بعد أن تجف المادة تمامًا نثبت الدائرة المطبوعة على الورق الشفاف على اللوح النحاسي بشكل جيد ولكن هذه المرة تحت ضوء فلوروسنت مركز أو أحد اللمبات الموفرة المستخدمة في الأسواق مدة لا تقل أيضًا عن 12 ساعة (وحيث ان المادة المستخدمة حساسة للضوء مما يجعل المادة الغير مغطاه بحبر الطباعة تتفاعل معه وتكون مادة أخرى في حين لا يتأثر الجزء المغطى

بعد المدة المحددة نرفع الورق الشفاف عن اللوح النحاسي ونضعه في محلول هيدروكسيد الصوديوم نجده يتفاعل مع المادة التي تعرضت للضوء ولن يؤثر على التي كانت مغطاه من قبل مما يرفعها عن اللوح النحاسي ثم نقوم بعملية كشط النحاس عن طريق وضع اللوح النحاسي في محلول كلوريد الحديديك بهذا نحصل على دائرة إلكترونية مطبوعة نستطيع بعدها أن تقوم بحفرها / بتخريمها ووضع المكونات الإلكترونية عليها .



الفصل السادس

اجهزة الارسال والاستقبال الملاحية الحديثة

Modern Transmitter and Receiver

اجهزة الارسال والاستقبال الملاحية الحديثة لها 4 تصنيفات اساسية هي :

1- أجهزة الملاحة Navigation Devices وتحديد المواقع

(أجهزة نظام التعريف الآلي AIS)

2- أجهزة الرادار Radar Devices

3- أجهزة السونار Sonar Devices

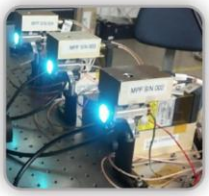
4- أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي GPS Devices

Global Positioning System (GPS)

ملاحظة :

نظام الملاحة العالمي عبر الأقمار الصناعية (GNSS) هو المصطلح القياسي العام لأنظمة الملاحة عبر الأقمار الصناعية حيث تتمكن أجهزة استقبال GNSS من استخدام أنظمة متنوعة للملاحة عبر الأقمار الصناعية حيث يمكن لأجهزة استقبال GPS استخدام نظام الملاحة عبر الأقمار الصناعية الذي يحمل اسمها "نظام تحديد المواقع العالمي".

ونظرًا لاستخدام أجهزة استقبال GPS على نطاق واسع فانه يتم استخدام مصطلح GPS كمصطلح عام يشمل نظام GLONASS الروسي و نظام GALILEO الاوروبي ايضاً.



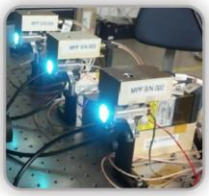
أولاً أجهزة الملاحة Navigation Devices وتحديد المواقع
(أجهزة نظام التعريف الآلي AIS)

أنظمة التعريف الآلي AIS هي أنظمة تتبع آلية تستخدم في السفن وفي المحطات الساحلية لخدمة مراقبة حركة السفن بهدف تحديد هوية وموقع السفن عن طريق تبادل المعلومات الكترونياً وبشكل آلي مع السفن الأخرى القريبة أو محطات النظام القاعدية أو الأقمار الصناعية. وتعتبر هذه النظم امتدادا مكملاً للرادارات البحرية وغيرها من وسائل الاتصال.

يتم عرض المعلومات التي تتيحها هذه النظم (مثل تحديد هوية وموقع ومسار وسرعة السفن) على شاشات عرض الكترونية ضمن أجهزة النظام حيث يوفر ذلك مساعدة مهمة لقباطنة وضباط الملاحة على السفن كما تمكن هذه الأنظمة سلطات الموانئ وحرس السواحل من تتبع ومراقبة حركة السفن في المياه الإقليمية أو خارجها.

يتكون نظام التعريف الآلي عموماً من جهاز ارسال/استقبال لاسلكي ذو مواصفات محددة ويعمل في نطاق الترددات العالية جداً (VHF) مع نظام تحديد الموقع عن طريق الأقمار الصناعية (مثل GPS) أو جهاز استقبال LORAN-C أو أجهزة استشعار الكترونية ملاحية أخرى مثل البوصلة الجيروسكوبية .

البوصلة الجيروسكوبية Astrocompass يمكن استخدامها للعثور على الشمال الحقيقي وهى لا تتأثر بخطوط المجال المغناطيسى أو دوائر الطاقة الكهربائية القريبة أو كتل المعادن الحديدية والتطور الأخير لهذا الجهاز هو البوصلة الإلكترونية أو البوصلة الجيروسكوبية البصرية والتي تحدد الاتجاهات المغناطيسية دون التأثير على أجزائها المتحركة و هذا الجهاز كثيرا ما يظهر كنظام فرعي اختياري في أجهزة الاستقبال الخاصة بـ GPS .



يمكن للسفن المجهزة بنظام AIS تبادل المعلومات (الخاصة بتحديد الهوية والمعلومات الملاحية) آلياً مع السفن القريبة كما أنه يمكن تتبع هذه السفن من محطات النظام القاعدية على الساحل وفي حالة كون السفن في المياه الدولية خارج مدى الشبكات الأرضية فإنه يمكن تتبعها عن طريق الأقمار الصناعية المجهزة لتقديم هذه الخدمة.

المنظمة البحرية الدولية (IMO) وهي الوكالة المتخصصة للأمم المتحدة والمعنية بشؤون السلامة البحرية أدركت أهمية هذه النظم للسلامة البحرية لذا فقد نصت في عام 2002 م في الاتفاقية الدولية لسلامة الأرواح في البحر (SOLAS) على وجوب تجهيز السفن التي تزيد حمولتها عن 300 طن وتقوم برحلات دولية بنظام التعريف الآلي من الدرجة (أ (Class A) (والذي صدرت مواصفاته في عام 1998 م.

في عام 2006 م صدرت مواصفات الدرجة (ب) من النظام (Class B) وتمثل نوعية من النظام أبسط وأرخص ثمناً الأمر الذي أدى إلى انتشار النظام إلى السفن التجارية بكافة الحمولات والأحجام وحتى قوارب الصيد الصغيرة.

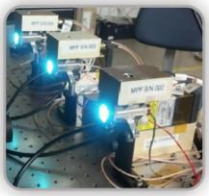
مواصفات نظام التعريف الآلي (AIS)

تقوم المنظمة البحرية الدولية (IMO) بتحديد كافة المتطلبات التي يتعين على النظام الوفاء بها وطبيعة وحمولة السفن التي يتعين تزويدها بالنظام وأنواع الأجهزة (مثل الدرجة(أ) أو أجهزة الإرسال/الاستقبال الخاصة بالبحث والإنقاذ .

ووفقاً لهذه المتطلبات يقوم كل من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) والرابطة الدولية لمساعدات الملاحة البحرية وسلطات المنارات البحرية (IALA) بوضع مواصفات النظام .

تقوم اللجنة الكهروفنية الدولية (IEC) بوضع مواصفات اختبار النظام وتمثل هذه المواصفات الأساس الفني لاعتماد أجهزة النظام .

ويتعين على جميع الأفراد والجهات الموردة والمسوقة لهذه الأجهزة الالتزام بهذه المواصفات الفنية.



أنواع أجهزة نظام التعريف الآلي (AIS)

1- الدرجة (أ) وهي أجهزة محمولة على السفن تفي بمواصفات الأداء ومتطلبات حمولة السفن المحددة من قبل المنظمة البحرية الدولية ومواصفات الاتحاد الدولي للاتصالات المحددة في التوصية رقم 1371-4 ومواصفات اللجنة الكهروفنية الدولية رقم 61993-2.

2- الدرجة (ب) وهي أجهزة محمولة على السفن لكنها لا تفي تماماً بكافة متطلبات المنظمة البحرية الدولية .

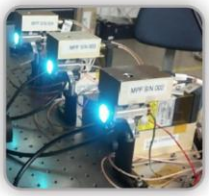
3- أجهزة البحث والإنقاذ المركبة في الطائرات.

4- أجهزة النظام للمساعدات الملاحية البحرية وهي أجهزة بالمحطات الساحلية أو أجهزة متنقلة تؤمن المساعدات الملاحية (ATON) وتحدد الموقع .

5- أجهزة إرسال البحث والإنقاذ وهي أجهزة متنقلة تؤمن تحديد موقعها بدقة لإرشاد فرق البحث والإنقاذ (تستخدم في قوارب النجاة على سبيل المثال.

6- محطة النظام القاعدية وهي محطة ساحلية تؤمن رسائل نصية وإشارات تزامن دليليه ومعلومات أرصاد جوية وحالة البحر ومعلومات ملاحية ومواقع السفن الأخرى .

فيما يلي مثال عن أحد تلك الاجهزة



جهاز الراديو ذو التردد العالي جدا V.H.F RADIO
المزود بنظام الاغاثة D.S.C.SYSTEM
Digital Selective Calling

جهاز V.H.F RADIO يعمل على ذبذبات (156.050 - 157.425 MHz) وهو المستخدم في كل البواخر و القوارب و القاطرات البحرية وهو ذو فائدة عظيمة حيث عبره يتم الاتصال مع البواخر والقوارب والقاطرات ومحطات المراقبة والأبراج وخفر السواحل.

V.H.F RADIO

<u>جهاز الراديو VHF يتكون من 4 أجزاء رئيسية هي :</u>

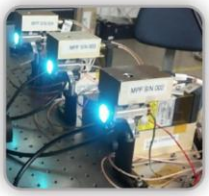
1- دائرة التغذية POWER SUPPLY

2- دائرة الاستقبال RX CIRCUIT

3- دائرة الإرسال TX CIRCUIT

4- الهوائي ANTENNA

هذه الدوائر لها فروع متصلة مع بعضها حتى تكون الاشارة التي ترسل وتستقبل عبر الهوائي.



جهاز V.H.F RADIO البحري توجد فيه قناة دولية والمتعارف عليها باسم قناة 16 كما تعرف باسم قناة النداء و الاستغاثة .. وإذا وجد ازدحام شديد على قناة (16) بالإمكان الاتصال على القناة (9) وهى احتياطية إلى جانب قناة (16) , وتتراوح القوة الخارجة من جهاز VHF من 1 الى 25 وات وهي تغطى 60 ميل بحري في النهار وأما في الليل فتزداد المسافة بسبب غياب الشمس .

تم تطوير وإدخال التكنولوجيا الحديثة ألمتمثلة في نظام الاغاثة D.S.C.SYSTEM Digital Selective Calling على جهاز الراديو VHF وهى قناة (70) حيث يعتبر نظام الاستغاثة جزء من منظومة السلامة لنظام GMDSS.

كيفية تشغيل جهاز VHF

1- تأكد من أن جهاز الراديو VHF موصل بمصدر الفولتية المطلوبة

12 V OR 24V DC.

2- تأكد من أن الهوائي الخاص بالجهاز متصل بالجهاز.

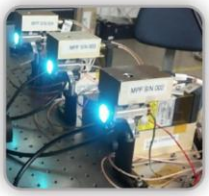
3- شغل جهاز الراديو ON وارفع معه مفتاح الصوت.

. POWER\ VOLUME CONTROL.

4- اختار القناة المراد الاتصال بها.

5- نضغط على زر HANDSET ونتكلم وبعد انتهاء المكالمة نفك الضغط لنكون في وضع استماع.

PUSH AND HOLD TO TRANSMIT ;RELEASE TO RECIVE.



خواص جهاز VHF

1-Select The Dual Watch Facility :

وهي خاصية المراقبة لقناة معينة عندما تكون قناة 16 مفتوحة فإذا حدث اتصال في القناة المعينة يمكن للمستخدم الانتقال اليها ليتم الاتصال بها.

2- Simplex :

يتم الإرسال والاستلام مع جهاز أخر على نفس القناة مثلا قناة 6 ,8 etc .

3-Duplex:

يتم الإرسال الى قناة معينة ويتم الاستلام في قناة أخرى ,مثلا قناة 7 أو أي قناة أخرى تعمل بنظام إلـ Duplex .

4- Weather Channel. (ch\wx).

وهي قنوات لمعرفة الطقس الجوى وهذه الخدمة تستقبل قنوات الطقس فقط .

5-DSC Digital Selective Calling.

تمتلك اغلب الأجهزة الحديثة للملاحة هذه الخاصية (DSC) حيث إمكانية الاتصال المباشر مع الباخرة أخرى التي عندها اجهزة بنفس الخاصية وذلك باستخدام رقم يتكون من 9 أرقام وتعرف بـ MMSI .

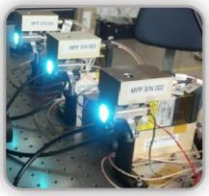
ترسل الاستغاثة من الباخرة وذلك بالضغط على زر الاستغاثة (DSC) لأكثر من 3 ثواني (إذا كان الضغط على زر الاستغاثة اقل من 3 ثواني فإن الاستغاثة لن ترسل) .
حيث يتم تسجيل المكالمة تلقائيا دون تداخل وتفاصيل المكالمة تظهر كنص على الشاشة الراديو المستقبلة للاستغاثة ويفضل أن يكون جهاز الراديو متصل بجهازGPS لتحديد موقع الاستغاثة .

6- VHF ANTENNA:

1- يجب تركيب الهوائي في أعلى مكان في الباخرة حتى يغطى أبعد مسافة .

2- تركيب الهوائي يجب ان يكون بعيد عن الأشياء المعدنية ويفضل المباعدة بين الهوائيات .

فيما يلي أمثلة اخرى خاصة بالاستغاثة والأمان



أجهزة النظام الملاحي العالمي للاستغاثة و الأمان

GLOB MARITIME DISTRESS AND SAFETY SYSTEM

G M D S S

جاء هذا النظام الملاحي العالمي للاستغاثة و الأمان بعد زيادة حوادث السفن المبحرة فكان للاتصالات الدور المهم والأبرز من بدء عمليات الاستغاثة لأي قطعة بحرية حيت التنسيق والتسهيل البحت عنها وانقاد طاقمها.

يستخدم هدا النظام الملاحي العالمي في الحالات التالية:

التصادم Collision

الارتطام بالأرض Grounding

الغرق Sinking

الحريق Fire

أعطال في محركات الباخرة Engine Trouble

و لأي حالة تكون فيها الاستغاثة ضروري .

كيفية الاستغاثة

ترسل الاستغاثة إلى اقرب محطة ساحلية أو سفينة قريبة تخبرهم فيها التالي:

اسم الباخرة SHIP NAME

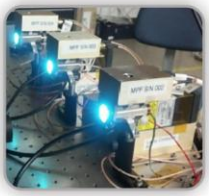
النداء الخاص بالباخرة – العلامة الميزة لها SHIP CALLSIGN And DSC NUMBER

موقع الاستغاثة POSITION OF TRANSMISSION DISTRESS

وقت الاستغاثة TIME OF TRANSMISSION DISTRESS

وهذه الاستغاثة يجب تكرارها أكثر من مرة .

النظام الملاحي العالمي للاستغاثة والأمان قسم المحيط إلى 4 مناطق وحدد فيها كيفية الاستغاثة باستخدام الأجهزة الراديو في المنطقة التي تحصل فيها الاستغاثة.



المنطقة الأولى Area 1

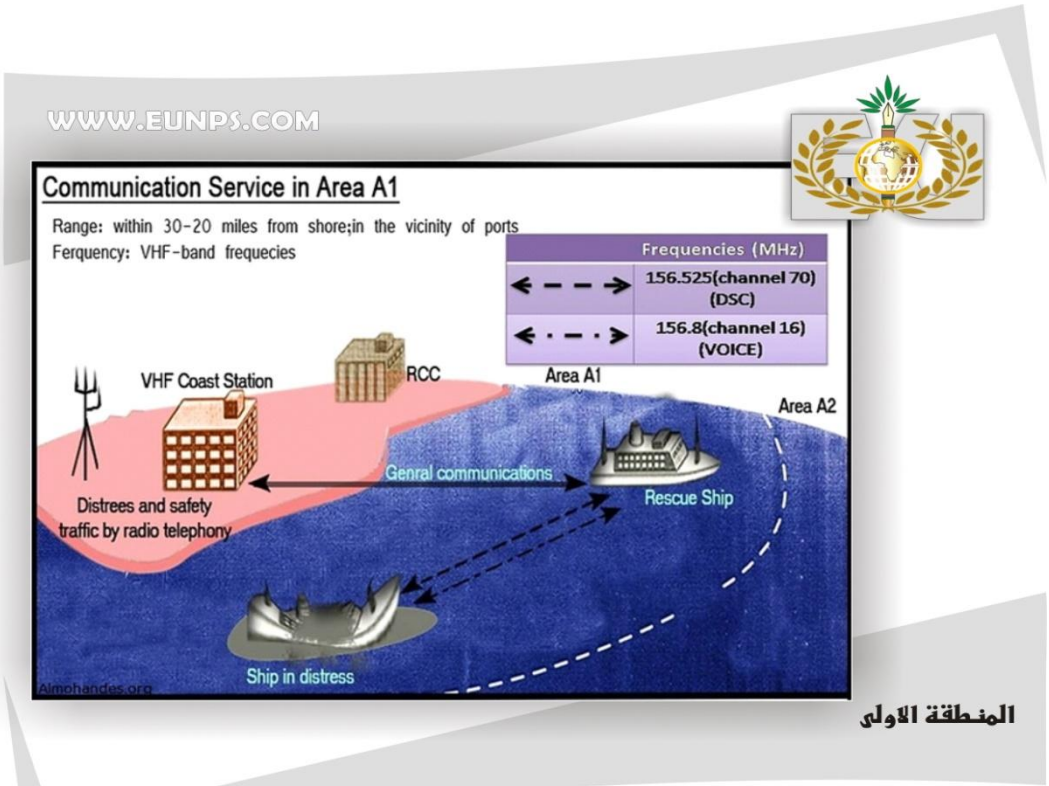
هي تمتد ما بين (20- 30) ميل بحري من الشاطئ ويستخدم فيها للاستغاثة راديو VHF ذات التردد العالي الذي عبرة يتم الاتصال بأي محطة أرضية أو بحرية ويستخدم فيها قناة 16 (MHZ156.800) وقناة الاستغاثة رقم 70 (MHZ 156.528)

ماذا تحمل السفينة من أجهزة اتصال في المنطقة الأولى :

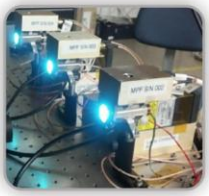
1- جهاز اتصال راديو VHF عدد(2) ويكون مزود بخاصية النداء الرقمي DSC الذي يسمح بنداء المحطات الأرضية والبحرية .

2- عدد من الأجهزة اليدوية التي تعمل في نطاق VHF حتى يتمكنوا استخدامها على عائمات النجاة .

3- جهاز Search And Rescue Radar Transponder (SART) وظيفته تحديد موقع السفينة المستغيثة على شاشات رادارات السفن المبحرة .



المنطقة الاولى

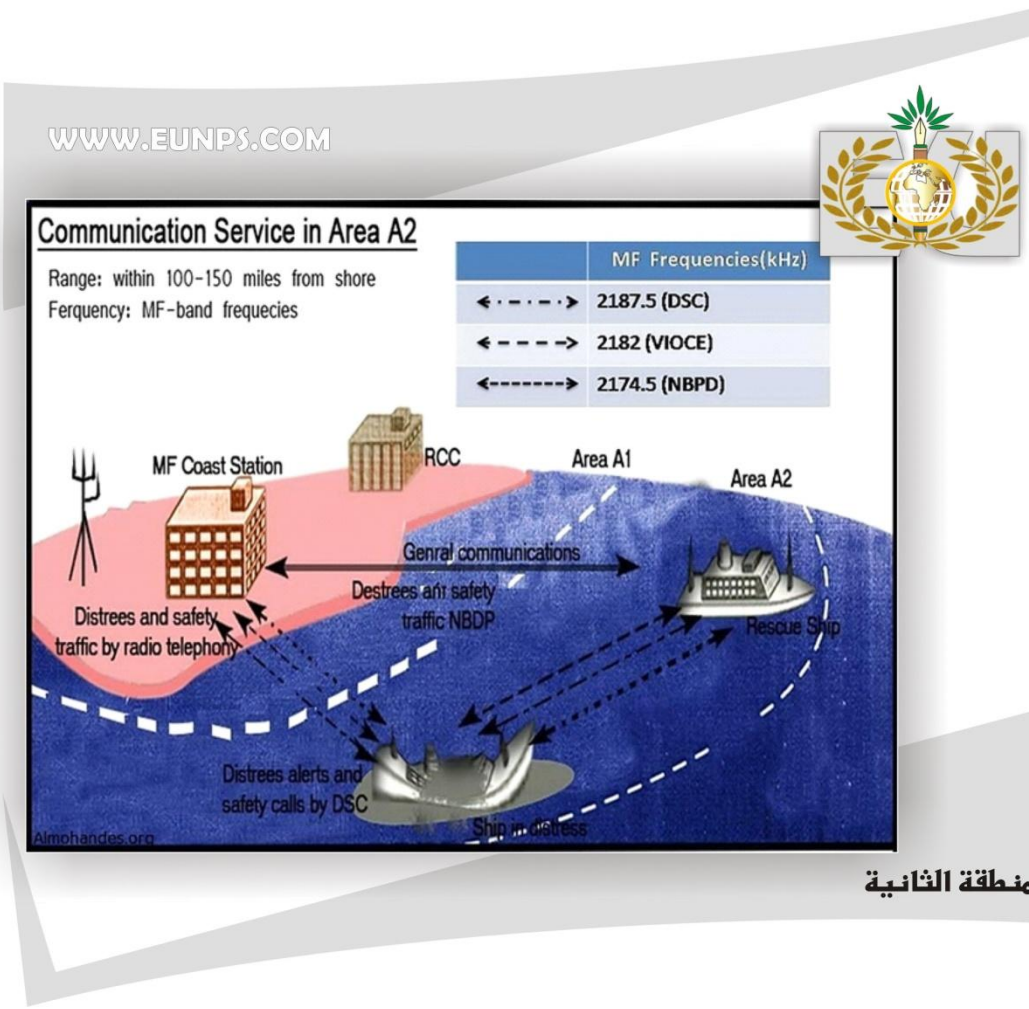


المنطقة الثانية Area 2

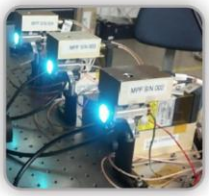
هي تمتد ما بين (100-150) ميل بحري وتحمل معها نفس أجهزة الاتصال المنطقة الأولى ومضافا إليها جهاز لاسلكي HF يعمل على تردد متوسط MF ومزود بخاصية النداء الرقمي DSC

2182 kHz (voice) MF Frequencies (kHz)

DSC 2187.5 KHz



المنطقة الثانية



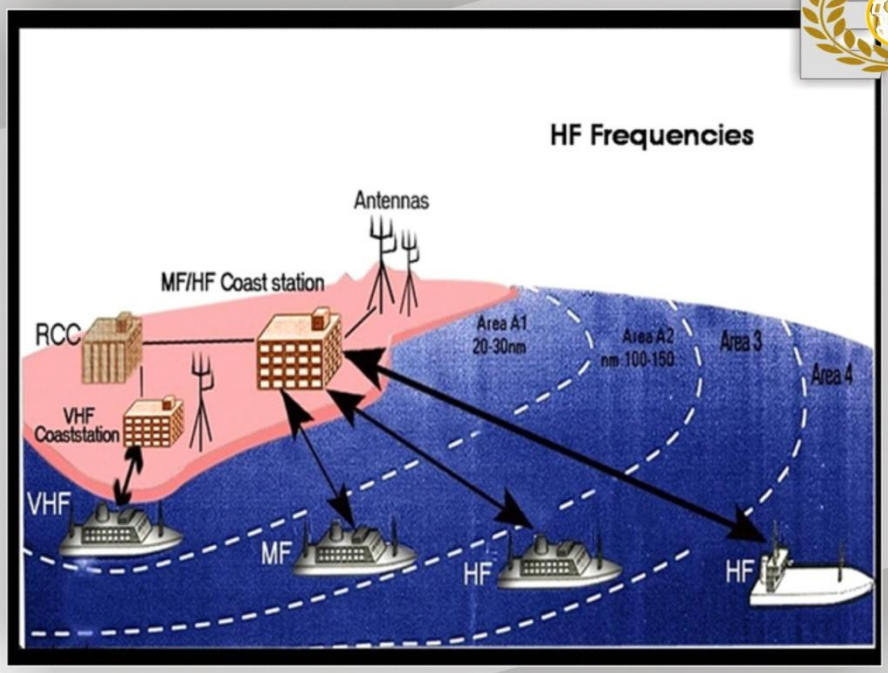
المنطقة الثالثة Area 3

هي ابعد منطقة من الأولى والثانية وتحمل معها جميع الأجهزة السابقة مضافا أليها جهاز يعمل على تردد العالي HF ومزود بخاصية DSC للمسافات البعيدة وجهاز أخر إرسال واستلام يعمل بالأقمار الصناعية لان المنطقة تقع بين خطى عرض 70 درجة شمال و 70 درجة جنوبا (INMARSAT) .

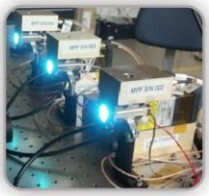
المنطقة الرابعة Area 4

هي ابعد من منطقة من المناطق المذكورة سابقاً وهى مناطق القطبين ولا تغطيها الاقمار الصناعية ولهذا يجب استخدام جهاز لاسلكي يعمل على تردد عالي HF ومزود بخاصية DSC .

WWW.EUNPS.COM



المنطقة الرابعة

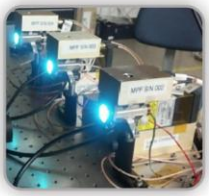


NBDP	Radiotelephone	DSC	BAND
	Channel 16-vhf	Channel 70	VHF
2174.5KHz	2182KHz	2187.5kHz	MF
4177.5KHz	4125KHz	4207.5KHz	HF4
6268KHz	6215KHz	6312KHz	HF6
8376.5KHz	8291KHz	8414.5KHz	HF8
12520KHz	12290KHz	12577KHz	HF12
16695KHz	16420KHz	16804.5KHz	HF16

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

أجهزة الملاحة Navigation Devices وعلاقتها بنظام تحديد المواقع

لذلك أقترح على الطالب في رسالته أو اطروحته في مجال علوم الفضاء تفكيك عدد من هذه الاجهزة وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها تمهيدا لوضع اساس تصنيعها ..... المعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



ثانياً أجهزة الرادار Radar Devices

كلمة رادار (Radar) هي الحروف الأولى من جملة

(Radio Detection And Ranging)

والتي تعني الكشف وتحديد الموضع عن طريق موجات الراديو ومن الاسم يتضح ان الرادار يمكنه العثور على الأجسام المادية وقياس المسافة بينها وبين موضعه وذلك عن طريق صدى الموجة المنعكسة عن تلك الأجسام.

أول من استعمل الموجات اللاسلكية للكشف عن وجود أجسام معدنية عن بعد كان العالم الألماني كريستيان هولسماير الذي كشف عن وجود سفينة في الضباب ولكن من غير تحديد المسافة وذلك في عام 1904 .

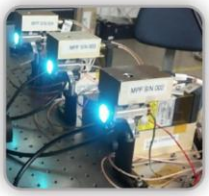
أنشأ رائد علم الكهرباء (نيكولا تيسلا) الأسس المرتبطة بين الموجات ومستوى الطاقة سنة 1917 فأنتج الرادار البدائي .

ظهر في عام 1934 الرادار احادي النبض بالولايات المتحدة ثم ألمانيا وفرنسا .

وأول ظهور للرادار الكامل كان في بريطانيا واستعمل كأحد وسائل الإنذار المبكر للكشف عن أي هجوم للطائرات المعادية وذلك في عام 1935 وتطور الامر بعد ذلك الى عصرنا الحالي حيث استخدم بشكل كبير في المجال المدني كمراقبة الملاحة الجوية والأرصاد وحتى بالمجال الفلكي بعلم قياسات الفضاء.

أجهزة الرادار بها نظام يستخدم موجات كهرومغناطيسية للتعرف على بعد وارتفاع واتجاه وسرعة الأجسام الثابتة والمتحركة كالطائرات والسفن والعربات وحالة الطقس وشكل التضاريس .

يبعث جهاز الإرسال موجات لاسلكية تنعكس بواسطة الهدف فيتعرف عليها جهاز الاستقبال وتكون الموجات المرتدة إلى المستقبل ضعيفة فيعمل جهاز الاستقبال على تضخيم تلك الموجات مما يسهل على الرادار أن يميز الموجات المرسلة عن طريقه من الموجات الأخرى كالموجات الصوتية وموجات الضوء يستخدم الرادار في مجالات عديدة كالأرصاد الجويّة لمعرفة موعد هطول الأمطار والمراقبة الجوية ومن قبل الشرطة لكشف السرعة الزائدة للسيارات المارة بالطريق بغرض ايقافها ومخالفتها ، وقد تم استخدامه للراغبين في تجنب مخالفات الشرطة بتركيب رادار في سياراتهم وأخيرًا والأهم استخدامه بالمجال العسكري .



هندسة الرادار

يعتمد الرادار في عمله على الموجات الكهرومغناطيسية وهي عبارة عن طاقة تنتقل بشكل أمواج بسرعة قريبة من سرعة الضوء حيث يرتكز نظام الرادار على أربعة عناصر أساسية هي محوّل وهوائي ومستقبل وشاشة العرض .

فالمحول يقوم بإنتاج إشارات كهربائية والهوائي يرسل هذه الإشارات على هيئة موجات كهرومغناطيسية كما يقوم أيضاً بالتقاط الموجات العائدة ومن ثم تحويلها إلى المستقبل الذي يحلل هذه الموجات ثم يحولها إلى شاشة العرض.

المدى الأقصى للرادار في بدايته لا يتجاوز خمسة أميال وبعد أربعة أشهر تم تطويره ليلتقط الطائرات على بُعد 72 كيلومتراً و ازداد المدى إلى 150 كيلومتراً وهكذا الى عصرنا الحالي وأصبح المدى اكثر من ذلك بكثير ، في البداية كانت الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة تعمل بتردد يساوي 10 ميجاهيرتز ومن المعروف أنه كلما زاد التردد زادت دقة الرادار ومع التطوير المستمرة وصل التردد إلى 800 ميجاهيرتز وتطور حتى اصبح بالجيجا هيرتز وهكذا.

ويمكن تلخيص عمل نظام الرادار بالعناصر التالية:

-المرسل : هو الذي يولد الإشارة اللاسلكية مع المذبذب مثل(الماغنترون) وهو صمام إلكتروني مغناطيسي (والكليسترون) الذي يتحكم بعمل الدورة بواسطة مغير الموجة.

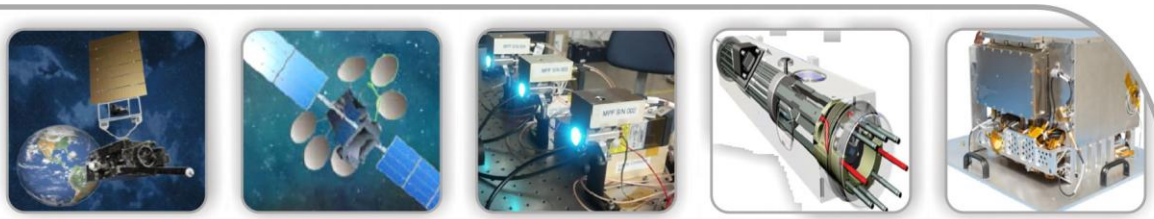
-مرشد الموجة : وهو متصل بالمرسل والمستقبل.

-المبدل التناوبي : وهو يعمل على تناوب الهوائي ما بين إرسال واستقبال.

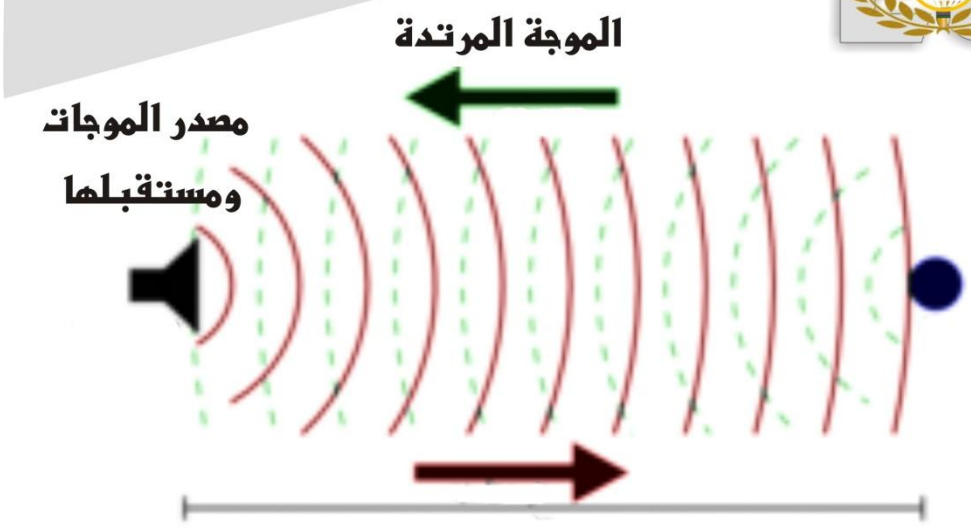
-المستقبل : يعرف شكل الإشارة المستلمة أو (النبضة)، والمستقبلات المثالية تكون ذات مصفاة ملائمة.

-الجزء الإلكتروني الذي يهيمن على المنظومة والهوائي لأداء المسح الرإداري الذي تتطلبه البرمجيات.

-وصلة المستخدم.



WWW.EUNPS.COM



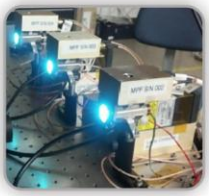
طريقة عمل الرادار

أنواع الرادار

جميع أنظمة الرادار تعتمد في عملها على نفس ما ذكر سابقاً ولكن هناك أنواع متعددة من أنظمة الرادار لاختلاف طبيعة الاستخدام وهي:

1- الرادار البسيط

وهو ابسط أنواع الرادار وفي هذا النظام يقوم المحول بإرسال إشارات كهربائية متقطعة بفاصل زمني معين وفي هذه الفواصل يقوم باستقبال صدى الموجات المنعكسة من الأجسام ومعظم هذه الرادارات يتحرك هوائيها دائرياً حول نفسه وهي ممتازة لتحديد مكان الأجسام وليست دقيقة جدا في تحديد السرعة.



WWW.EUNPS.COM

الرادار البسيط (يدور حول نفسه)

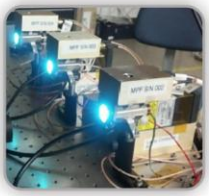
2- "الرادار المستمر

وهذا النوع يرسل الموجات باستمرار ودون انقطاع وهو ممتاز في تحديد السرعة والاتجاه ولكن ليس دقيق في تحديد المكان مثل الرادار البسيط وبعض الأنظمة تقوم بضم النظامين معاً للتوصل إلى الحل الأمثل.

ومنها على سبيل المثال :

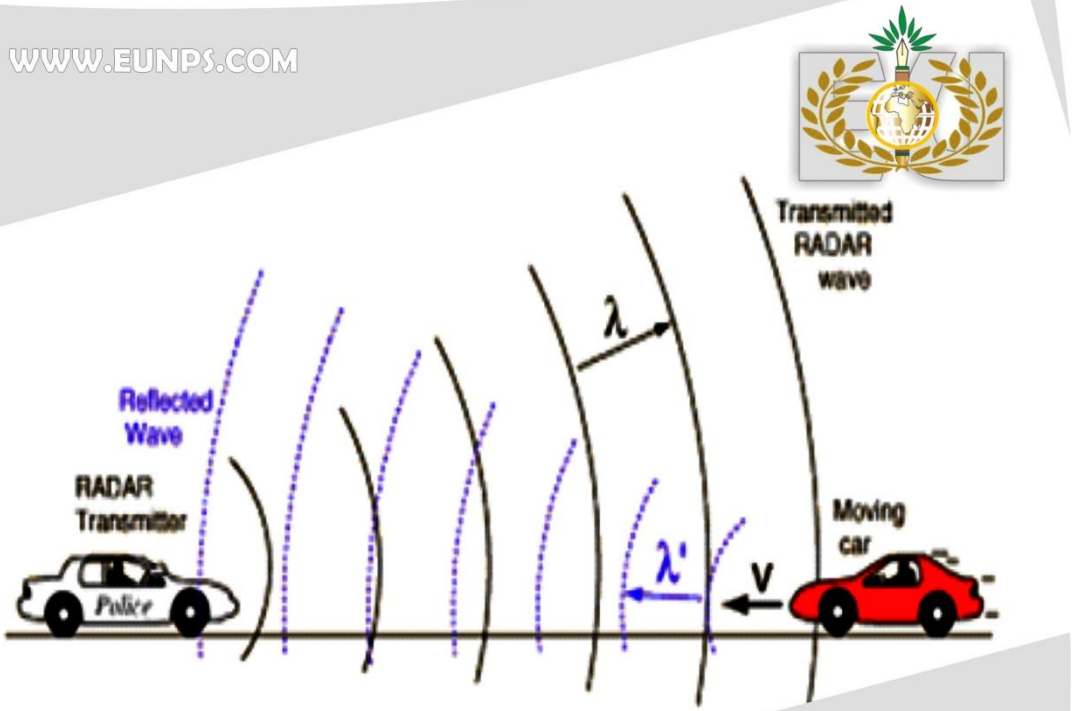
اجهزة رادار تستعملها الشرطة لمكافحة مخالفات السرعة ويستعملها المواطنين كجهاز رصد للانتباه لسرعتهم :

(معظمها به خصائص Bluetooth وGPS بالإضافة إلى قاعدة بيانات مُحملة مُسبقاً عن كاميرات رصد السرعة وكاميرات الضوء الأحمر و مربوطة بالهاتف لعرض معلومات تم الإبلاغ عنها بواسطة مُستخدمين آخرين فى نفس منطقة التواجد)

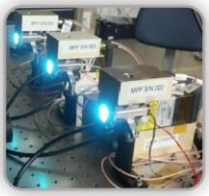


1- Escort Max 360 Radar Detector
2- K40 RLS2
3- Valentine One Radar Detector
4- Cobra Vedetta SLR 600
5- Blinder HP-905 Compact Laser Jammer
6- Beltronics Pro 500 Radar Detector
7- Escort RedLine
8- Escort Solo S3
9- Cobra SPX 7800BT Radar Detector
10- Beltronics Pro 200
11- Whistler CR90
12- Cobra SPX 5400 / Handheld radar speed gun

WWW.EUNPS.COM



رادار تحديد السرعة والاتجاه



3- رادار التصويب

وهذا الرادار يستخدم في تقفي الأهداف الأرضية من الجو وهو يستعمل في الطائرات والاقمار الصناعية.

4- رادار النظام المرحلي

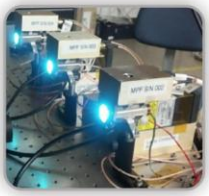
معظم الرادارات تحتوي على واحد هوائي كبير ولكن يستطيع أن يتم دورة حول نفسه ولكن هذا الرادار يحتوي على عدد من الهوائيات الصغيرة كل منها يستطيع أن يدور حول نفسه دورة كاملة فبعد تحديد اتجاه كل هوائي يقوم المستقبل باستقبال إشارات كل هوائي ثم جمعها جميعا لتكون كإشارة واحدة ...و ما يميز هذا النوع هو أنه لو كان بحجم كبير جدا فانه يستطيع تغيير اتجاهه أسرع من أي رادار آخر .

5- الرادار الفرعي

نظام الرادار الذي يرسل أشعة ثم يستقبل الصدى يسمى بالرادار الأساسي وهناك نوع آخر يسمى الفرعي يعمل مثل الأساسي لكن بالإضافة إلى أنه يقرأ موجات الرادار المشفرة فهو يرسل موجات مشفرة للطائرة وهي عبارة عن أسئلة رقمية ويستقبل من الطائرة أجوبة خاصة مثل هوية الطائرة ومن أي دولة وذلك لكي تتعرف الدفاعات الجوية عليها وتحدد إن كانت مسالمة أم عدائية .... حركة المرور الجوي تعتمد بشكل أساسي على هذا النوع من الرادارات.

WWW.EUNPS.COM

مجموعة رادارات



مثال حول رادار (SAR) المتطور جداً والقادر على تعقب الأهداف الأرضية والجوية بدقة عالية

هذا الرادار يتم نصبه على الأقمار الصناعية حيث يمكن الاستفادة من إمكانات هذا الرادار في مختلف الظروف الجوية وفي الليل والنهار على حد سواء بعد أن تم تزويده بوسائل رصد عالية الدقة.

مواصفات الرادار

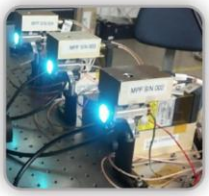
الوزن : 400 كيلو جرام

الشكل : اسطواني بطول 4.88 متر وقطر 2.4 متر

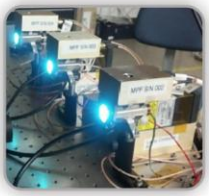
- يمكن نصبه على قمر صناعي بوزن 1230 كيلو جرام وعلى ارتفاع لا يقل عن 514 كيلومتر.
- يمكنه التقاط وتفكيك صور عبر مسافة تتراوح بين متر واحد و 16 متر في آن واحد وبدقة عالية.
- يستهلك طاقة كهربائية تصل إلى حوالي 800 وات.
- مزود بماسحات ضوئية متطوره تمكنه من التقاط صور على مسافات بعيدة جداً. وهذه الميزة مهمة جداً لضمان دقة الصور الملتقطة لاسيّما الصور الجوية.

WWW.EUNPS.COM

دقة الصورة الملتقطة من الرادار
SAR Radar



- يعتمد في عمله على إرسال أمواج راديوية عالية التردد وعلى شكل دفعات وبسرعة كبيرة جداً.
- يمكنه التقاط صور ثلاثية وثنائية الأبعاد للأجسام والأهداف المرصودة سواء كانت أرضية أو جوية.
- يمكن نصب أكثر من رادار من طراز (SAR) على قمر صناعي واحد.
- يمكن الاستفادة من هذا الرادار في بحوث الفضاء ورصد الزلازل والعواصف والفيضانات وحركات الأمواج في البحار والمحيطات فضلاً عن رصد الأهداف العسكرية والأمنية وعلى مدار الساعة.
- يمكن نصبه على مختلف أنواع الطائرات المدنية والحربية بما فيها الطائرات المقاتلة وطائرات الاستطلاع (من دون طيار).
- يمكنه رصد الأهداف المعادية دون الحاجة لدخول المناطق الخطرة التي قد تؤدي إلى إلحاق أضرار بالرادار.
- أثبتت التجارب التي أجريت على هذا النوع من الرادارات إمكانية تطويره وتحسين خواصه خلال السنوات القليلة القادمة ليكون ضمن أفضل المنظومات الرادارية المستخدمة من قبل الدول المتطورة في هذا المجال وفي مقدمتها روسيا وأمريكا وألمانيا واليابان.
- رادار (SAR) مجهز بكاميرات متطورة قادرة على خزن الصور والبيانات بأعداد كبيرة ولمدد طويلة دون التأثر بالتقلبات الجوية كارتفاع درجة الحرارة أو الرطوبة العالية أو الغبار الكثيف وغيرها.
- يمكن لهذا الرادار الاستفادة من الطاقة الشمسية لتشغيل أجزاءه في حال نضوب الطاقة الكهربائية المزود بها في بداية استخدامه أو نصبه على القمر الصناعي الخاص به.
- الرادار مجهز بوسائل ومجسات متطورة لتلقي الأوامر وإرسال الاستجابات عبر القمر الصناعي الخاص به والمحطات الأرضية التي تتابع عمله طيلة المدة المنظورة للاستفادة من هذا الرادار.

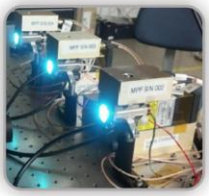


WWW.EUNPS.COM

الارسال والاستقبال
SAR Radar

وتجدر الإشارة هنا إلى بعض الرادارات المتطورة الاخرى بينها :

- رادار يتمكن من رصد الأهداف الطائرة على ارتفاع وسرعة منخفضتين وذلك من خلال استقبال الانعكاسات الرادارية الناتجة عن المرسلات الأخرى.
- رادار صُمم لكشف الأهداف الجوية والطائرات التي لا ترصدها الرادارات الأخرى ورصد صواريخ كروز والصواريخ الباليستية وكذلك الأقمار الصناعية في المدارات المنخفضة.
- رادار يمكن حمله من قبل الأشخاص لخفة وزنه وصغر حجمه.
- رادار قادر على الدوران لـ 360 درجة في المستوى الأفقي ورصد أهداف تصل سرعتها إلى 100 كيلومتر في الساعة.
- رادار قادر على تعقب 100 هدف بحري في آن واحد والتواصل مع المنظومات الرادارية والدفاعية والمنظومات المساعدة للملاحة البحرية.



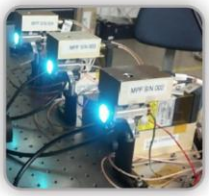
الجدير بالذكر هنا ان رادار (SAR) هو صناعة ايرانية 100% وان الرادارات المتطورة الاخرى المذكورة هي ايضاً صناعة ايرانية ويذكر أيضاً أن إيران أطلقت أقمار صناعية عديدة بينها (أميد) و (رصد1) و(نويد) وباتت منذ سنوات من الدول المتقدمة في هذا المجال والملفت أن جميع مراحل صناعة هذه الأقمار تتم بالخبرات والإمكانات المحلية دون الاستعانة بأي خبرة أجنبية.

مثال حول رادار كالكان التركي المتطور جداً

والقابل للتصغير والتحميل الفضائي

WWW.EUNPS.COM

رادار كالكان التركي



من الأمثلة على المؤسسات التي أسستها تركيا في سبيل تحقيق الاكتفاء الذاتي في المجال العسكري شركة الصناعات العسكرية الإلكترونية "أسيل سان" التي تأسست عام 1979. حققت أسيل سان الكثير من النجاحات في مجال الصناعات العسكرية الإلكترونية ومن الأمثلة على الصناعات التي قامت بإنتاجها في هذا المجال نظام أجهزة الرصد والمراقبة "الرادار" في اجتماع لهيئة التنفيذ الخاصة بالصناعات الدفاعية لأسيل سان عام 1991 قرر أعضاؤها البدء في صناعة أجهزة المراقبة والرصد الإلكترونية التكنولوجية لقضاء حاجة تركيا في ذلك المجال دون الاعتماد على الدول الأخرى.

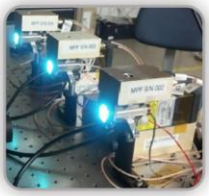
وبعد عدة دراسات استطاعت أسيل سان إنتاج وتطوير عدة أجهزة مراقبة برية وبحرية وجوية حديثة ودقيقة في العمل والرصد وتُستخدم جميع هذه الأجهزة في :

- الكشف والتصدي للطائرات والصواريخ الأجنبية.
- مراقبة الساحل والحدود.
- مراقبة ورصد الأجواء.

ومن الأنظمة التي نجحت أسيل سان في إنتاجها:

رادار كالكان

هو رادار يُستخدم للدفاعات الجوية على مستوى الارتفاع المنخفض والمتوسط يُثبت ويتبع الخروقات الجوية ذوات المسافة القصيرة والمتوسطة وتصنيفها وتحديدها ونقل عمليات التشخيص لغرفة العمليات المركزية بسرعة فائقة آلية عمله إلكترونية متطورة تمكنه من العمل بشكل جيد جدًا ويمكن لكالكان تصوير الخطر الجوي وتحديد هويته ونوعيته وإرسالها لغرفة العمليات.

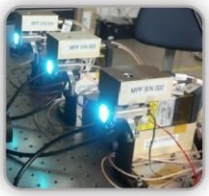


الخصائص التقنية لكالكان:

- نظام تصوير وإرسال متطور.
- إمكانية إلتقاط الخطر على مسافة 100 كم.
- نظام التقاط إلكتروني.
- البحث ومتابعة الهدف بتصوير ثلاثي.
- رصد أكثر من هدف في وقت واحد.
- تصنيف الهدف بشكل أتوماتيكي وسريع.
- إرسال إشارات تشخيصية للهدف للإبلاغ عن هويته "صديق أم دخل بالخطأ."
- إمكانية التحكم به عن بعد.
- نظام مراقبة دفاعي : نظام مراقبة حديث ثلاثي التصوير مصمم للأهداف المتوسطة والمرتفعة ويُستخدم للرصد والمتابعة البرية والبحرية والجوية ويحتوي على ميزة التصدي الناري في حال اكتشاف خطر مداهم يستدعي التدخل السريع كما ينقل المعلومات إلى غرفة العمليات المركزية وفي حال قررت غرفة العمليات المركزية إطلاق النار على العنصر المخترق للحدود القومية فإنه يقوم بتوجيه أنظمة إطلاق النار بشكل دقيق وأتوماتيكي.

الخصائص التقنية لنظام المراقبة الدفاعي:

- مزود بأجهزة وقاية قوية مقاومة للاهتزاز والصدمات.
- يمكن استخدامه بشكل متحرك.
- تصنيف الهدف بشكل أتوماتيكي.
- الرد بشكل سريع في حين كان الخطر المخترق يستدعي ذلك.
- إمكانية التحكم به عن بعد.
- نظام المراقبة المتحرك : نظام مراقبة "رادار" متحرك بشكل دائري يمكن استخدامه لكشف الأهداف المنخفضة ـ يرصد ويتبع الأهداف الجوية بشكل سريع وصحيح، يمكن استخدامه على السفن الهوائية.



مثال حول الرادار البحري التركي المتطور
والقابل للتصغير والتطوير والتحميل الفضائي

ويسمى هذا الرادار بنظام المراقبة البحري" سمارت أس أم كي 2"

وهو نظام مراقبة بحري على شكل منارة بحرية يُستخدم لمراقبة المياه الإقليمية مزود بميزة التصوير الثلاثي فنظام رصده ومراقبته مؤهل لرصد الأهداف القصيرة والمتوسطة والطويلة مزود بنظام إلقاء نار على شكل ذخائر تجاه الأهداف المخترقة للمياه الإقليمية.

WWW.EUNPS.COM

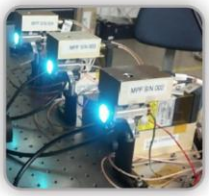
الرادار البحري التركي
اس ام كي 2

الخصائص التقنية

ـ مسافة رصده 250 كم.

ـ إمكانية رصد ومتابعة الهدف بميزة التصوير الثلاثي.

ـ تصنيف الهدف بشكل أتوماتيكي والتصدي للهدف في حال استدعى الأمر.



ثالثاً أجهزة السونار Sonar Devices

كلمة سونار (SONAR) هي اختصار لجملة (Sound Navigation Ranging) وترجمتها تحديد المدى بواسطة الصوت.

السونار هو جهاز لقياس المسافات و كشف مختلف أنواع الأجسام عن بعد حيث يستخدم جهاز السونار الأمواج فوق الصوتية التي تعد خارج نطاق مجال السمع البشري و يستخدم جهاز السونار عادة في الملاحة البحرية من قبل سفن النقل و الصيد و السفن الحربية و كما أن هناك عدة أشكال من السونار التي تستخدم في مجالات أخرى مثل الطب و الطيران و الدفاع الجوي حيث أن جميع هذه الأجهزة تستخدم نفس المبدأ في العمل.

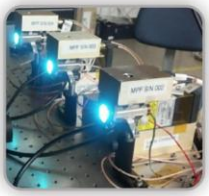
فكرة جهاز السونار

تم اقتباس فكرة جهاز السونار من بعض الحيوانات التي تستخدم الامواج الصوتية في التواصل و الحركة و من هذه الحيوانات الدلافين و الوطواط حيث أنها تصدر أمواج فوق صوتية و تستقبل ارتداد هذه الأمواج و بالتالي فإنها تتمكن من تحديد أبعاد الأجسام امامها و المسافة التي تبعد عنها.

مبدأ عمل السونار

إن مبدأ عمل السونار و الأجهزة الشبيهة به مثل الرادارات و أجهزة التصوير الصوتي الطبية يعتمد على إرسال أمواج صوتية و إعادة استقبال ارتداد هذه الأمواج و عمل بعض العمليات الحسابية التي تمكن الجهاز من إخراج البيانات المطلوبة.

إن العمليات الحسابية التي يجريها جهاز السونار على المعلومات التي يستقبلها تتمثل قياس المدة الزمنية التي استغرقتها الأمواج الصوتية في الارتداد من الأجسام و قياس زوايا الارتداد و غيرها من المعلومات التي يمكن من خلالها التوصل لطبيعة الأجسام و أبعادها و المسافات التي تبعدها.



إن أول ظهور لجهاز السونار كان في عام 1913 و تحديدا بعد غرق سفينة تايتنك حيث أن حادثة تايتنك أظهرت مدى حاجة السفن لأجهزة ملاحة متطورة ودقيقة و قام بعض العلماء الأوروبيين في بريطانيا بتطوير جهاز السونار.

طرق استخدام السونار

تتفاعل الأمواج الصوتية مع المعادن والمواد بطرق مختلفه حيث أن سرعة الامواج تختلف باختلاف المواد التي تعبرها و بالتالي فإن هذه الخصائص منحت العلماء الكثير من الخيارات لاستخدام السونار حيث أنه يستخدم في المجالات الطبية لتصوير أعضاء الجسم الداخلية من أجل تشخيصها و التأكد من حجمها أو للبحث عن اورام غير طبيعية داخل الجسم و كما أن جهاز السونار يستخدم في مراقبة الأجنة داخل الرحم للتأكد من سلامتها و نموها الطبيعية.

WWW.EUNPS.COM

سونار بحري

سونار بحري من نوع (VDS) Variable Depth Sonar

اذاً السونار أو ألاصداء

هو تقنية انتشار الصوت وتستخدم عادة في البحر لاكتشاف ما تحت الماء وعمل الاتصال وكشف الآثار أو الأجسام تحت البحر وأيضا ما يسمى بالكشف الصوتي (Acoustic Location) وقد كان يستخدم قبل اكتشاف الرادار.

هناك نوعين من السونار (فعال وغير فعال) أو (النشط والكامن).

مصطلح سونار يستخدم للأدوات أو الآلات التي تنتج وتستقبل الموجات الصوتية وقد يستخدم بالجو للملاحة الآلية بينما سودار - (SODAR) وهو يستخدم كسونار هوائي- يستخدم بالفحص الجوي.

كلمة سونار (كما سبق وذكرنا) تعني (SOund Navigation And Ranging) وتستخدم موجات صوتية وتكون من تحت السمعي إلى فوق الصوتي وتعرف دراسة الأصوات تحت الماء بعلم الصوتيات تحت مائية (Underwater Acoustics) أو.(Hydroacoustics)

في عام 1490 م ذكر العالم ليناردو دافينشي مصطلح السونار الفعال فإذا ما قمت بتغطيس انبوب مياه من جهة واحدة في مياه البحر ووضع الأذن على الجهة الأخرى فانه يمكن لك سماع صوت السفن المبحرة عن بعد و لكن يبقي غير مؤكد إذا ما كان دافينشي قد طبق هذه التجربة لأن صوت السفن بدون موتور يكون منخفضاً مع العلم بأنه كان بإمكانه سماع صوت المجاديف أو أصوات أخرى صادرة من تلك السفن المبحرة.

في عام 1906 اخترع مهندس بحري أمريكي يدعى لويس نيكسون أول سونار للكشف عن الجبال الجليدية وخلال الحرب العالمية الأولى (1914-1918) ظهرت الحاجة للكشف عن الغواصات مما دعا الفيزيائي الفرنسي بول لانجيفين لبناء اول مجموعة سونار للكشف عن الغواصات في عام 1915.

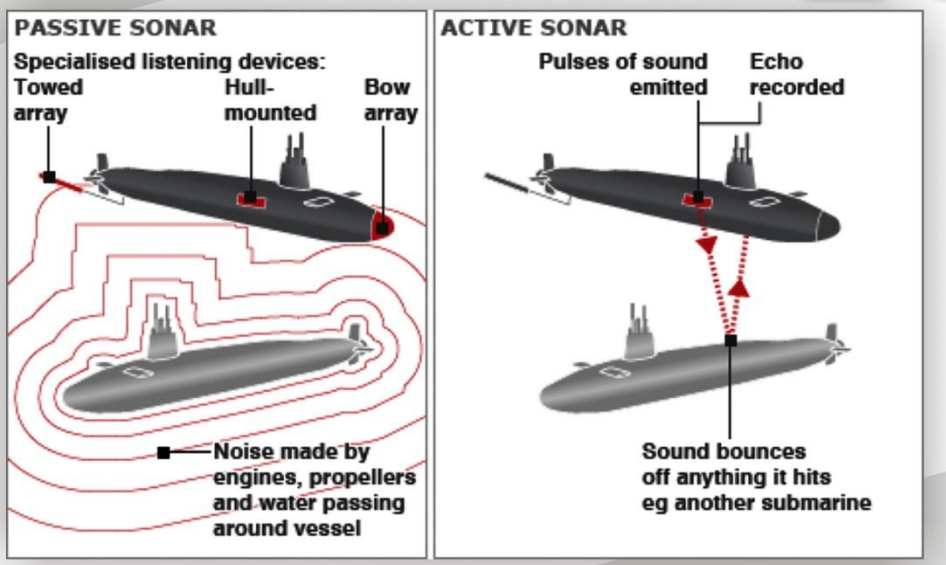
في عام 1918 قامت بريطانيا والولايات المتحدة ببناء مجموعات السونار التي يمكنها أن ترسل وتستقبل اشارات الصوت وبدأ الجيش الامريكي باستخدام مصطلح "السونار" خلال الحرب العالمية الثانية.

كما سبق وذكرنا هناك نوعان من السونار (فعال وغير فعال) أو (النشط والكامن) أو الايجابي والسلبي فالسونار النشط يرسل نبضات صوتية تسمى (PING) ويتلقى الصدى الناتج عن تلك النبضات اما السونار الكامن فإنه يتلقى الصدى الناتج عن صدى أجهزة السونار الأخرى.

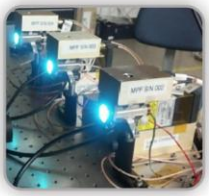
الموجات الصوتية التي يرسلها السونار هي موجات صوتية قوية جدا تعادل في قوتها ملايين الأضعاف لصرخة قوية وتستمر كل نبضة جزء من الثانية.

بعض أجهزة السونار يمكن سماع موجاتها الصوتية والبعض الآخر يستخدم موجات صوتية لا يمكن للأذن البشرية سماعها لأنها خارج الطول الموجي للأصوات المسموعة وتسمى (Ultrasonic) كلمة Ultra تعني فائق الحد وكلمة Sonic تعني صوت ويمكن لأجهزة السونار التقاطها عن طريق مستقبلات خاصة .

WWW.EUNPS.COM



السونار النشط والكامن



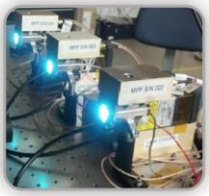
استخدامات السونار

يستخدم السونار في العديد من المجالات:

- **تستخدم الغواصات السونار في تحديد المسافة حتى القاع وتحديد الغواصات الأخرى.**
- **يستخدم علماء البحار السونار في رسم قيعان البحار والمحيطات.**
- **يستخدم علماء الجيولوجيا السونار في رسم الخرائط الجيولوجية وتحديد المناجم وحقول البترول على الارض ومن الفضاء تستخدم صور الأقمار الصناعية جنبًا إلى جنب مع صور السونار من أجل رسم خرائط قاع البحار والخرائط الجيولوجية عموماً.**
- **يستخدم السونار في المجال الطبي كرصد نمو الجنة والكشف عن الأورام.**

WWW.EUNPS.COM

انواع السونار المتوفرة في الاسواق



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

أجهزة الرادار Radar Devices وأجهزة السونار SONAR لذلك أقترح على الطالب في رسالته أو اطروحته في مجال علوم الفضاء تفكيك عدد من هذه الاجهزة (المتداولة) وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها وكيفية الاستفادة منها في مجال الملاحة الفضائية تمهيدا لوضع اساس تصنيعها ..... المعلومات التالية قد تكون مفيدة .

المعلومة الاولى

الرادار يعتمد على الموجات الكهرومغناطيسية اي موجات من الطاقة لاسلكية مغناطيسية السونار يعتمد على الموجات الصوتية اي انها موجات ميكانيكية (اهتزاز جزيئات في بيئة انتشارالموجة) حيث كلما زادت كثافة وسط الانتقال زادت سرعة الموجات السونارية .

المعلومة الثانية

سبب عدم استخدام الرادار تحت الماء هو ظاهرة الامتصاص للموجات الكهرومغناطيسية لأنه كلما زادت الكثافة زاد امتصاص الطاقة وسبب عدم استخدام السونار للكشف عن الطائرات هو انخفاض كثافة الوسط فالهواء لا ينقل الصوت لمسافات بعيدة مثلما يفعل الماء اذن الموجات الرادارية والموجات السونارية لديها شروط مثالية متعاكسة.

المعلومة الثالثة

الصوت لا ينتقل في الفراغ وهناك مواد خاصة للعزل الصوتي مثل المستخدمة في الغرف المعزولة عن الضجيج هذا لعزل ضجيج المحركات لكي لا يسمعها السونار السلبي (الغير فعال) ايضا كلما ازدادت درجة ملوحة المياه زاد امتصاص الموجات السونارية وبالتالي المكان جيد للاختباء.

المعلومة الرابعة

ظاهرة دوبلر تنطبق على السونار مثل الرادار فيوجد اجهزة للاعاقة السونارية تماما مثل الاعاقة الرادارية .

وبالطبع تصميم الهيكل والمواد المصنوع منها تحدد البصمة الصوتية للغواصة لكن هناك اعتبارات معينة منها الضغط الذي يمنع تصميم الغواصات بنفس اشكال الطائرات الشبحية ووجود آلية دفع صامته تقلل من الضجيج امر مهم جدا للخفاء السوناري.

المعلومة الخامسة

ظاهرة دوبلر او ظاهرة الازاحة الترددية مختصرها هو لما ترسل اشارة صوتية او رادارية بتردد معين اذا كان الجسم يتحرك في اتجاه اقتراب من محطة الرادار فسوف يكون التردد المرتد منه اعلى وإذا كان الهدف مبتعد فسوف يكون التردد المرتد منها أقل من تردد الارسال .

المعلومة السادسة

السونار الايجابي يستخدم موجاته الخاصة فوق الصوتية التي يرسلها فلما تصطدم بجسم ترتد اما السونار السلبي فيستطلع الاصوات العادية او موجات سونار الخصم يعني هو لا يبعث موجاته الخاصة ولكن يرصد اشارات العدو لتوضيح السونار الايجابي تخيل نفسك في الظلام وتستخدم مصباحك الخاص من اجل انارة الطريق اما السونار السلبي انت لا تستخدم مصباحك ولكن تعتمد على انارة الشارع .

رابعاً أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي GPS Devices

Global Positioning System (GPS)

أجهزة استقبال الإشارات من الأقمار الصناعية كإشارات نظام GPS الأمريكي أو إشارات نظام GLONASS الروسي أو إشارات نظام GALILEO الاوروبي تتكون من ثلاثة وحدات رئيسية :

1-الواجهة الأمامية HF Front End

2-معالج الإشارات Signal Processor

3-معالج معلومات الملاحة Navigation Processor

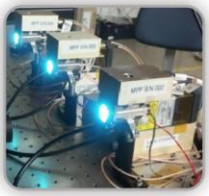
Recall

نظام الملاحة العالمي عبر الأقمار الصناعية (GNSS) هو المصطلح القياسي العام لأنظمة الملاحة عبر الأقمار الصناعية حيث تتمكن أجهزة استقبال GNSS من استخدام أنظمة متنوعة للملاحة عبر الأقمار الصناعية فيما يمكن لأجهزة استقبال GPS استخدام نظام الملاحة عبر الأقمار الصناعية الذي يحمل اسمها "نظام تحديد المواقع العالمي". ونظرًا لاستخدام أجهزة استقبال GPS على نطاق واسع يتم استخدام مصطلح GPS كمصطلح عام يشمل نظام GLONASS الروسي و نظام GALILEO الاوروبي ايضاً.

1-الواجهة الأمامية HF Front End

وهي الجزء الصلب (hardware) من المستقبل و مربوط بشكل مباشر باللاقط (الهوائي) الذي يتلقى إشارات القمر الصناعي.

عندما يتم لقط الإشارة عن طريق الهوائي فإن أول شيء يتم فعله هو ترشيح الإشارة عن طريق استخدام مرشح تمرير النطاق (BPF-Band Pass Filter) و كون الإشارة الواصلة من القمر الصناعي الذي يبعد تقريبا 20000 كم عن سطح الأرض ضعيفة و معدل نقل البيانات قليل جداً(30 bit في الثانية) فلا بد من تقوية الإشارة ثم بعدها ترشيحها مما علق بها من عوامل غير مرغوب فيها و تقويتها باستخدام مقوي إشارات (LNA-Low Noise Amplifier) حتى يتمكن المستقبل من الاستفادة من المعلومات المرسلة (من مواقع الأقمار الصناعية و من الوقت الذي تم فيه الإرسال وغير ذلك من المعلومات الإضافية) و يقوم بناءً على ذلك بتحديد موقعة بسرعة.



2-معالج الإشارات Signal Processor

وظيفته حساب المسافة الأولية (Pseudo Ranges) بين المستقبل و القمر الصناعي عن طريق حساب الكود (PN-Code) و زاوية حامل الإشارة (Carrier Phase) .

كل أجهزة الاستقبال يكون قد خزن فيها الكود الذي ترسله الأقمار الصناعية و لكن المهم هو إيجاده في الإشارة الضعيفة (قبل التقوية) المستقبلة و عمل تطابق في الإستقبال .

يحتوي المعالج على ثلاث بيانات (PN-CODES):

متقدم Early

حالي Prompt

متأخر Late

خلال البحث (Acquisition) يتم عمل ترابط تلقائي بين الإشارات الثلاثة المخزنة و الإشارة المتلقطة عن طريق مقارنة البيات مع بعضها البعض.

القيمة القصوى لاقتران الترابط التلقائي تكون عندما يتم التطابق (auto correlation) و تكون عند الجزء الـ"حالي" من البيانات.

بعد إيجاد الإشارة وهذه هي المهمة الأصعب لا بد من القيام بتتبعها (Tracking) باستمرار.

3-معالج معلومات الملاحة Navigation Processor

و فيه يتم حساب المكان (الذي يتواجد فيه المستقبل)، السرعة و الزمن. بإمكان المعالج تزويد معالج الإشارة أيضا بمعلومات تساعده على الحساب في فترة أقصر.

أنواع أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي GPS Devices

(يقصد أنواع أجهزة الـ GPS الملاحية GPS Navigation Devices)

يمكن تصنيف أجهزة الـ GPS الملاحية الى خمسة أنواع رئيسية وهي :

1- أجهزة GPS للتتبع (GPS Trackers)

2- أجهزة GPS للسيارات (Vehicle GPS)

3- أجهزة GPS البحرية (Marine GPS)

4- أجهزة GPS المحمولة (Sports & Handheld GPS)

WWW.EUNPS.COM

A 1993 Magellan Trailblazer XL GPS Handheld Receiver

Vehicle navigation on a personal navigation assistant

Garmin eTrex10 edition handheld

طريقة وأساس عمل اجهزة GPS

يتكون نظام تحديد الموقع العالمي من عدد من الاقمار الصناعية التي تحوم حول الأرض و يقوم كل قمر صناعي ببث إشارة تحمل موقعه كما تحمل توقيت أو لحظة بث الإشارة بدقة عالية مرجعها إلى ساعة ذرية بالغة الدقة.

يقوم جهاز الاستقبال باستقبال الإشارات القادمة من القمر الصناعي وعن طريق مقارنة توقيت وصول الإشارة وتوقيت بثها يمكن للجهاز معرفة زمن انتقال الإشارة وبالتالي حساب المسافة بين القمر الصناعي وجهاز الاستقبال وباستقبال ثلاث إشارات من ثلاث أقمار مختلفة فإن نقطة تقاطعهم تحدد موقع جهاز الاستقبال.

وبزيادة عدد الأقمار المرصودة يمكن لجهاز الاستقبال تصحيح بعض الأخطاء المرتبطة بطريقة الحساب وبالتالي زيادة دقتها..... وهذا مذكور بالتفصيل في الفصول القادمة من هذا الكتاب ولكن التوضيح التالي لابد منه:

يحسب جهاز استقبال GPS موقعه عن طريق حساب توقيت الإشارات التي يتم إرسالها من أقمار GPS حيث يرسل كل قمر رسائل متتالية تضم التالي:

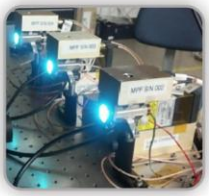
وقت إرسال الرسالة + المعلومات المدارية الدقيقة Ephemeris + السلامة العامة للنظام والمدارات العليا لكل ألأقمار Almanac .

يستخدم جهاز الاستقبال الرسائل التي يستقبلها في تحديد وقت انتقال كل رسالة من القمر الصناعي إلى الجهاز المستقبل على الأرض ويحسب المسافات بينه وبين كل قمر صناعي.

تستخدم هذه المسافات مع مواقع الأقمار ومع استخدام حساب المثلثات لحساب موقع جهاز الإرسال والاستقبال فيتم إظهار الموقع على الجهاز المستقبل - وببيان خريطة متحركة أو بتعيين خطوط الطول ودوائر العرض يمكن إدراج معلومات عن الارتفاع عن سطح البحر.

اذاً توفر اجهزة GPS معلومات مثل : الاتجاه والسرعة – محسوبة من خلال تغيرات الموقع.

نظرياً ثلاثة أقمار صناعية تكون كافية لتحديد أي موقع على الأرض وهذا لأن الفراغ يتكون من ثلاثة أبعاد ولكن أي خطأ ولو بسيط جداً يحدث في تقدير الساعات (سنشرحه في الفصول القادمة) عندما يتم ضرب الثلاثة أزمنة في سرعة الضوء وهى السرعة التي تنتشر بها إشارات القمر الصناعي فتسبب خطأ كبيير في تحديد الموقع ولهذا تستخدم أجهزة الاستقبال



أربعة أقمار صناعية أو أكثر لتحدد موقع ووقت جهاز الاستقبال بدقة وهذا احد أهم الاسباب لجعل 4 أقمار في مدار واحد موزعة حول الكرة الارضية.

رغم الحاجة إلى أربعة أقمار صناعية للقيام بالعمل بشكل الطبيعى فانه يمكن استخدام عددا أقل في حالات خاصة فإذا كان أحد المتغيرات معلوماً بالفعل فيمكن لجهاز الاستقبال تحديد موقعه باستخدام ثلاثة أقمار صناعية فقط (مثلاً أن تكون السفينة أو الطائرة قد حددت ارتفاعها عن سطح البحر).

طريقة عمل اجهزة GPS رياضياً

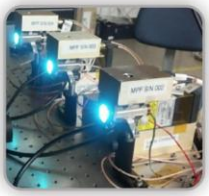
إذا كان المستقبل موجود في الإحداثيات x_0, y_0, z_0 وبمعرفة أن سرعة انتشار الإشارة ثابتة (سرعة الضوء) وأن الإشارة تنتشر خطيا على خط مستقيم بين القمر الصناعي والمستقبل و إذا سلمنا أن الأقمار الصناعية الأربعة الباثة موجودة في الإحداثيات x_n, y_n, z_n
وأنها تبث في اللحظة t_n موقعها ولحظة البث فإننا نحصل على المعادلات الأربع التالية:

WWW.EUNPS.COM

$$(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2 = [c(t_1 - t_0)]^2 \quad (1)$$
$$(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2 + (z_2 - z_0)^2 = [c(t_2 - t_0)]^2 \quad (2)$$
$$(x_3 - x_0)^2 + (y_3 - y_0)^2 + (z_3 - z_0)^2 = [c(t_3 - t_0)]^2 \quad (3)$$
$$(x_4 - x_0)^2 + (y_4 - y_0)^2 + (z_4 - z_0)^2 = [c(t_4 - t_0)]^2 \quad (4)$$

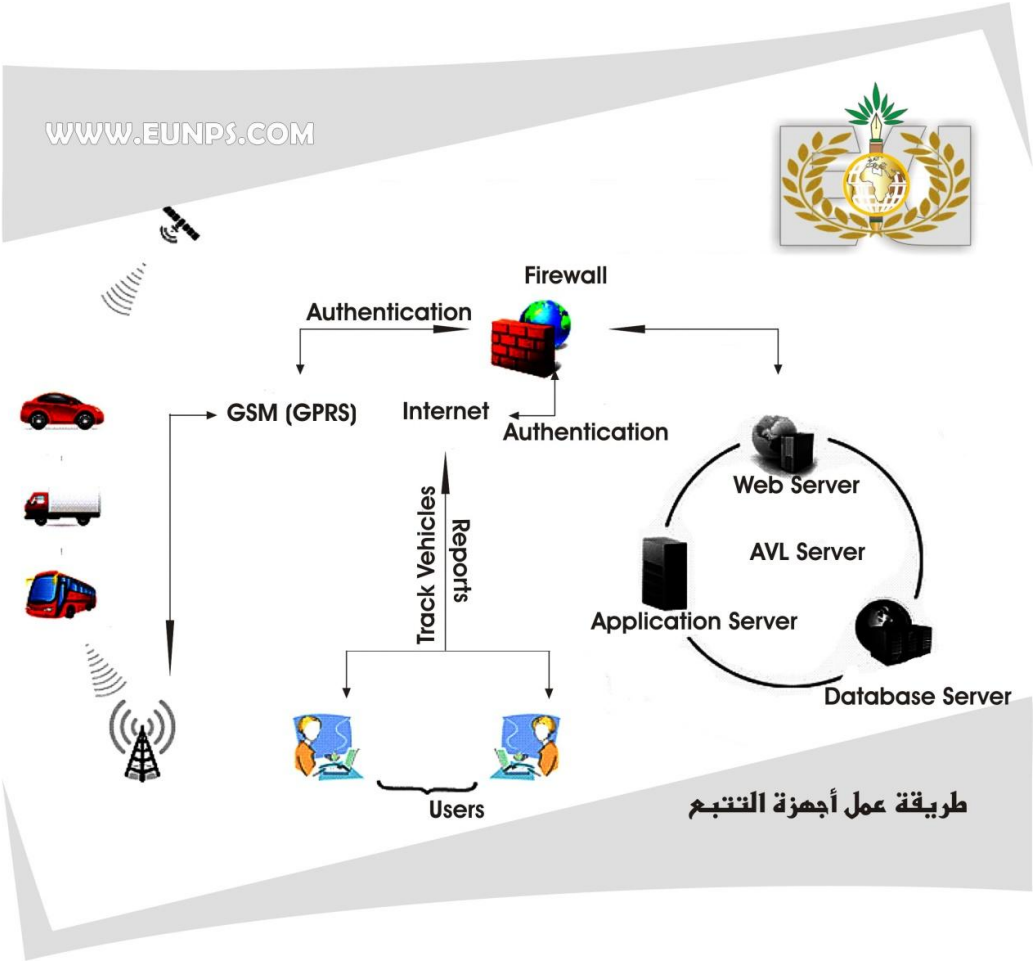
طريقة عمل أجهزة GPS رياضياً

حيث c هي سرعة انتشار الإشارة (سرعة الضوء) وذلك لتحديد المجهولات الثلاث x_0, y_0, z_0 أي موقع المستقبل والمجهول الرابع t_0 أي لحظة الاستقبال دون الحاجة لساعة ذرية.



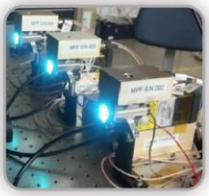
اولاً أجهزة GPS للتتبع (GPS Trackers)

هي أجهزة تعمل بنظام خاص لتتبع المركبات وهو مزيج من GPS نظام تحديد الموقع العالمي و GPRS خدمة الحزمة العامة الراديوية حيث تسهل GPRS الاتصالات الفورية التي يمكن من خلالها إرسال المعلومات (في صورة حزم البيانات) أو استقبالها على الفور اعتمادا على تغطية شبكة مزودي الخدمة.



يحتوي نظام GPS على اثنين من الصفات وهما GPS access و جهاز استقبال GPS.

جهاز استقبال GPS يستقبل الإشارات الراديوية المنقولة من أقمار GPS ويتضمن هذه الإشارات الراديوية الاحداثيات الجغرافية للكائنات المحددة التي في إطار تغطية أقمار GPS أربعة أو أكثر حيث يمكن تحديد الموقع حتى لو كانت الكائنات في خط البصر لأقل من أربعة أقمار ولكن لا يمكن الضمان حول دقة المعلومات في مثل هذه الأحوال كما سبق وذكرنا.



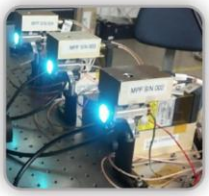
تستخدم تكنولوجيا تعقب GPS لتحديد موقع المركبات مع مساعدة (تقنية GPRS) فتعثر أقمار GPS على موقع المركبة وترسل الإشارات الراديوية فيلتقطها جهاز استقبال GPRS ويسجل البيانات داخليا ثم يتم إرسال البيانات المسجلة إلى خادم مركزي باستخدام تقنية GPRS ويتم عرضها على تطبيق تعقب المركبات (واجهة المستخدم) .

WWW.EUNPS.COM

وحدة تتبع GPS

وحدة تتبع GPS

يتم تركيب وحدة تتبع GPS في المركبة (يتم تركيبها سرا من أجل الحفاظ على الجهاز آمنا وسليما من الأضرار) وحدة التتبع هي عبارة عن جهاز استقبال يستقبل الإشارات من الأقمار الصناعية GPS ويقوم المعالج الموجود في الجهاز بترجمة هذه الإشارات حيث ان جهاز الاستقبال قادر على تحديد سرعة المركبة والمسافة المقطوعة وحالة الاشتعال وحالة الأبواب وحالة التعطل وغيرها من المعلومات ليتم نقلها إلى مركز التحكم مباشرة بواسطة GPRS.



مركز تحكم GPS

باستخدام تقنية GPRS يستقبل مركز التحكم حزم البيانات التي يتم إرسالها من وحدات تتبع GPS المختلفة حول العالم ويتم تخزين كافة البيانات في مركز التحكم ويتم عرض هذه البيانات للعملاء على الانترنت للحصول على بيانات سير المركبات بمنتهى سهولة.

تطبيق التتبع

كما يتم إرسال المعلومات مباشرة إلى تطبيق تعقب المركبات الإلكتروني الخاص بالعملاء على الهاتف لمشاهدة حالة المركبة والحصول على البيانات المحفوظة لها.

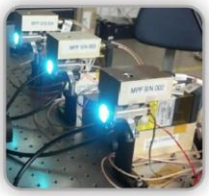
فيما يلي عينة من تلك الاجهزة المتداولة :

WWW.EUNPS.COM

Optimus Twin Magnet GPS Tracker Case Waterproof - Neodymium Magnets

Small GPS Tracker Real Time Kids Safety Magnetic Locator Device Voice Recorder

Tiny Small Mini Global Locator Real Time Car Kid Pet GPS Tracker Tracking Device



ثانياً أجهزة GPS للسيارات (Vehicle GPS)

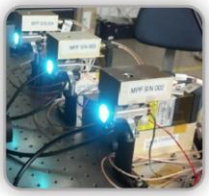
ويقصد بها أجهزة تحديد المواقع المدمجة في السيارات فالعديد من السيارات الحديثة اليوم باتت تستخدم شرائح كمبيوترية وأنظمة متكاملة للعديد من الاستخدامات وواحدة من أهمها الملاحة والتوجيه وهذه الخدمات مفيدة .

WWW.EUNPS.COM

جهاز تحديد المواقع المحمولة المخصصة للسيارات

لكنها غالباً ما تكون مكلفة وصعبة التركيب في حال الرغبة بشرائها وتركيبها في سيارة من طراز قديم لا يدعمها.

وهي عادة ما توضع بقرب لوحة القيادة وولها شاشة كبيرة نسبياً وتستطيع تزويد المستخدم بمعلومات الموقع والملاحة وحتى الازدحام والمواصلات في أماكن محددة من العالم في حال كانت متصلة بشبكة الإنترنت. والميزة الأساسية لهذا النوع سهولة فكها وتركيبها ونقلها مما يجعلها ممتازة للسيارات المؤقتة أو المستأجرة مثلاً.

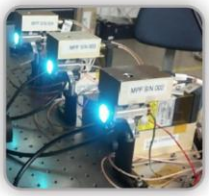


ثالثاً أجهزة GPS البحرية (Marine GPS)

WWW.EUNPS.COM

يوفر جهاز GPS البحري أسرع وأدق وسيلة للملاحة البحرية في ما يتعلق بقياس السرعة وتحديد المكان الذي تكون فيه السفينة وهو الأمر الذي يوفر مستويات أعلى من السلامة والكفاءة للبحارة في سائر أرجاء العالم.

يهتم قبطان السفينة خلال الملاحة البحرية بأن يكون على علمٍ بموقع سفينته عندما تكون في عرض البحر وأيضاً في الموانئ المزدحمة والمعابر المائية ويحتاج القبطان عندما يكون في عرض البحر إلى تحديد دقيق لموقع سفينته وسرعتها ووجهتها لضمان أن تصل السفينة إلى وجهتها بأعلى درجات السلامة وأعلى مستويات الإقتصاد وفي الوقت المحدد حسبما تسمح الظروف.



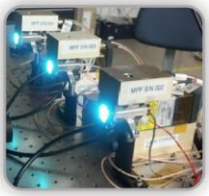
وتكتسب الحاجة إلى معلومات دقيقة حول الموقع الذي تكون السفينة فيه أهمية أكبر عند مغارة السفينة للميناء وعند العودة إليه.

وحركة السفن والمخاطر الأخرى التي تكتنف المعابر المائية تجعل المناورة أكثر صعوبة ويصبح خطر التعرض للحوادث أكبر.

يستخدم البحارة ورسامو المحيطات بصورة متزايدة البيانات التي يوفرها "نظام تحيد المواقع العالمي " في مسح الأعماق وتثبيت العوامات وتحديد مواقع الخطورة الملاحية ورسم الخرائط وتستخدم أساطيل الصيد التجاري "نظام تحديد المواقع العالمي" في الإبحار إلى أفضل مناطق الصيد وفي تتبع هجرات الأسماك وفي ضمان الإلتزام بالقوانين المعمول بها في هذا الشأن.

ويُوفِّر التطوير الذي دخل على الإشارة الأساسية التي تصدر عن "نظام تحديد المواقع العالمي"، وهو التطوير المعروف باسم "نظام المواقع التفاضلي (DGPS) "(الوارد ذكره بالتفصيل في هذا الكتاب) دقة أعلى وأماناً أكثر في نطاق المساحة المغطاة للعمليات البحرية. وتستخدم كثير من البلدان هذا التطوير (DGPS) في عملياتٍ مثل وضع العوامات والكنس والتطهير حيث حسن هذا التطوير من كفاءة ملاحة الموانئ.

تعمل الحكومات والمنظمات الصناعية على تطوير معايير الأداء لعروض الخرائط الإلكترونية ونظم المعلومات التي تستخدم "نظام تحديد المواقع العالمي" و "نظام المواقع العالمي التفاضلي (DGPS) "في وضع المعلومات وهذه الأنظمة سوف تحل محل الخرائط الملاحية الورقية. ويمكننا إلى جانب "نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي" أن نضم معلومات الموقع والرادار ونعرض الكل على خريطة إلكترونية وهو الأمر الذي يُشكل الأساس لـ "نظام الجسر المتكامل" الذي يجري حالياً تركيبه على متن السفن التجارية من كل الأنواع.

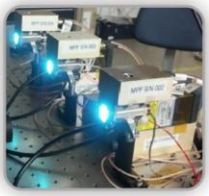


وفيما يلي احدى انواع هذه الاجهزة:

GPSMAP® 942xs Combo has chartplotting, built-in Garmin CHIRP and CHIRP ClearVü sonar and much more, and we bundled it with the GMR 18 HD+ radome.

GPSMAP® 942xs: Experience an advanced navigation solution when you use the compact GPSMAP® 942xs combo, with a sunlight-readable multi-touch touchscreen display. With built-in wireless connectivity for Garmin mobile apps and VIRB® action camera integration, you can stay connected to the newest media. Its 10Hz GPS/GLONASS receiver delivers smooth on-screen navigation.

This compact plotter offers full-network compatibility for the Garmin Marine Network, which allows support for sharing sonar, maps, user data, radar, IP cameras and Panoptix all-seeing sonar among multiple



units. Plus, there's NMEA 2000 and NMEA 0183 support for autopilots, digital switching, weather, VHF, AIS and other sensors.

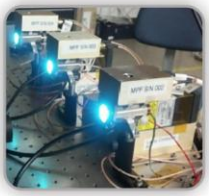
Anglers, cruisers and sailors alike will benefit from the built-in 1kW traditional CHIRP sonar and CHIRP ClearVü scanning sonar capability (transducer sold separately) for a near-picture quality view of what's beneath the boat. Preloaded premium mapping features both coastal and inland cartography, including BlueChart® g2 HD charts for the US, Canada and Bahamas and LakeVü HD maps.

GMR 18 HD+ Radar: Compact, streamlined GMR 18 HD+ dome radar delivers 4kW transmit power and clear echo definition at all ranges and is a good choice for boats with limited space.

Dynamic Auto Gain automatically adjusts to your surroundings for optimal performance in all conditions. Dynamic Sea Filter automatically adjusts gain to changing sea conditions. Overlays radar image on the chartplotter map page (autopilot or heading sensor recommended for best results). Features 8-bit true color resolution for a clear presentation. There are no complex user settings, and it's easy to install and start using.

وغيرها كثير يستخدم في الملاحة البحرية فبمجرد إدخال الاحداثيات تظهر وجهة الوصول وعمق البحر مع اظهار مواقع الجبال وبعدها من السطح .

ومنها ما يستخدم للكشف عن مواقع الاسماك وهكذا.

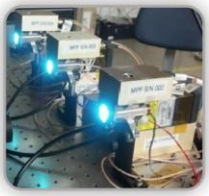


رابعاً أجهزة GPS المحمولة (Sports & Handheld GPS)

وهي أجهزة تحديد المواقع المدمجة ضمن الهواتف الذكية أو مستقلة بذاتها وتحمل على اليد (خصوصاً الرياضية منها) تقريباً كل الهواتف الذكية الحديثة بها شريحة لتحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية حيث أن هذه الخدمة تكون مفيدة للغاية مع تطبيقات الخرائط مثل Google Maps التي تقدم معلومات متكاملة عن الازدحام والطرقات الفرعية والخدمات المهمة كمحطات الوقود والمتاجر والمطاعم والفنادق المحيطة كما انها تقدم الوقت المتوقع للوصول بحالات التنقل المختلفة (المشي، الدراجة، السيارة). لكن هذا النوع من تحديد المواقع عادة ما يكون أقل عملية من سواه بسبب ضعف إشارة الأقمار الصناعية في الكثير من الحالات وضعف قدرة الجوالات على التقاط الإشارة لذلك يفضل اجهزة تحديد المواقع المستقلة بذاتها والمحمولة على اليد كالساعة والتي عادة يستخدمها الرياضيون.

WWW.EUNPS.COM

أجهزة GPS المحمولة



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

أجهزة الـ GPS الملاحية (GPS Navigation Devices)

لذلك أقترح على الطالب في رسالته أو اطروحته في مجال علوم الفضاء تفكيك عدد من هذه الاجهزة وشرح دوائرها الكهربائية وطريقة عملها تمهيدا لوضع اساس تصنيعها وللطالب الخيار في احدى هذه الاجهزة :

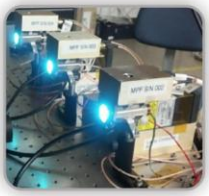
1- أجهزة GPS للتتبع (GPS Trackers)

2- أجهزة GPS للسيارات (Vehicle GPS)

3- أجهزة GPS البحرية (Marine GPS)

4- أجهزة GPS المحمولة (Sports & Handheld GPS)

..... المعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الباب الثاني

الملاحة الفضائية Satellite Navigation

الفصل الاول

الملاحة الفضائية Satellite Navigation

الفصل الثاني

النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS)

Global Navigation Satellite System (GNSS)

الفصل الثالث

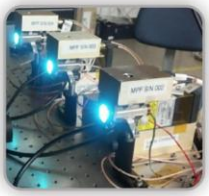
موجز عن الانظمة التي تمثل النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS)

Global Navigation Satellite System (GNSS) in Brief

الفصل الرابع

اجزاء النظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS

GNSS Components



الفصل الاول

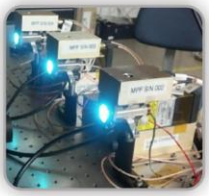
الملاحة الفضائية Satellite Navigation

الملاحة الفضائية تعني في الاساس تسيير اقمار صناعية Satellites حول الكرة الارضية في مدارات محددة Operating In Their Assigned Orbits لأغراض عسكرية أو مدنية (وقد يكون الاثنين معاً) أو علمية تتعلق مباشرة بتحديد المواقع بدقة Precise Positioning على الكرة الارضية ... بمعنى آخر توفير خدمات تحديد المواقع القياسية Providing Standard Positioning Services (SPS)

والذي سنتطرق اليها بالتفصيل فيما بعد .

WWW.EUNPS.COM

Satellite Navigation الملاحة الفضائية



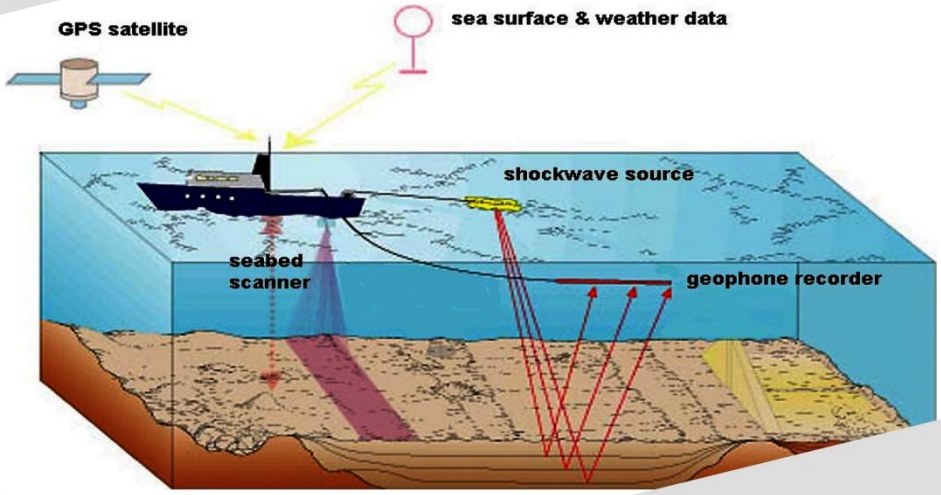
الملاحة الفضائية هي نتيجة للطلبات العسكرية والمدنية المتزايد على الخدمات التجارية القائمة على المواقع Location-Based Services (LBS).

The increasing demand for commercial location-based services (LBS)

LBS تمثل طلبات الشركات المصنعة للهواتف المحمولة cellular-phone والشبكات networks للحصول على حلول لتحديد المواقع positioning solutions بغرض تحديد موقع المتصلين في حالات الطوارئ positioning of emergency callers وخدمات وتطبيقات اخرى other services and applications مثل :

تحديد موقع المركبات Automatic Vehicle Location (AVL) وأنظمة الملاحة للمشاة Pedestrian Navigation Systems (PNSs) وأنظمة التتبع tracking systems والملاحة بكل اشكالها navigation وأنظمة النقل الذكية intelligent transportation Systems وغيرها .

WWW.EUNPS.COM



location-based services (LBS)

الفصل الثاني

النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS)

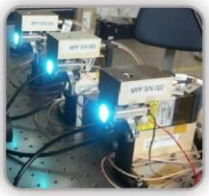
الملاحة الفضائية Satellite Navigation تتمثل في شكلها التنفيذي بالنظام العالمي للملاحة الفضائية Global Navigation Satellite Systems (GNSS) والذي بدوره يتمثل في الانظمة التالية :

1- نظام تحديد المواقع العالمي الامريكي Global Positioning System (GPS) الذي بدء تشغيله بشكل كامل في العام 1993 وعمليات تطويره مستمرة 2018 – 2025 وهو الاساس المعمول به وكافة الانظمة الاخرى تحاول التوافق معه.

2- نظام الملاحة الفضائي الاوروبي Galileo الذي تم انشاؤه من وكالة الفضاء الاوروبية European Space Agency (ESA)
والذي بدء تشغيله المبدئي في العام 2005 وعمليات تطويره مستمرة وكان الهدف منه منذ البداية هو تقليل الاعتماد على نظام تحديد المواقع الأمريكي GPS لأسباب مهمة سنذكرها بالتفصيل في هذا الكتاب وهي اسباب تهمنا ايضاً.

3- نظام الملاحة الفضائي المداري العالمي الروسي GLONASS
Global Orbiting Navigation Satellite System (GLONASS)
الذي تم استخدامه منذ عام 1993 وعمليات تطويره مستمرة منذ ذلك الوقت ويقوم على نفس مبادئ نظام تحديد المواقع العالمي same principles as GPS تقريباً.

أي أن GNSS تعني التوافقية التقنية بين انظمة مختلفة للملاحة الفضائية وتعني ايضا الجمع combining بين الاتصالات اللاسلكية wireless communications (Radio) و أنظمة المعلومات الجغرافية geographic information systems (GIS) وغيرها مما سيأتي لاحقاً.



اذاً يمكن تعريف GNSS بأنه مزيج من :

انظمة الملاحة الفضائية الامريكية (GPS)

U.S. SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

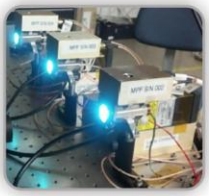
مع غير الامريكية (Galileo الاوروبي و GLONASS الروسي)

NON-U.S. SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

لقد أصبحت أنظمة الملاحة عبر الأقمار الصناعية GNSS جزءًا لا يتجزأ من جميع التطبيقات التي لها علاقة بالتنقل Mobility وهي في قلب الهاتف المحمول ابتداء من شبكات الجيل الثالث (G3) مثل UMTS وما بعده والتقنيات الأخرى ذات الصلة بالاتصالات (GSM ، GPRS) في نظم النقل Transportation Systems حيث اصبحت أجهزة الاستقبال الخاصة بتحديد الموقع موجودة Presence Of Receivers في كل شيء مثلها مثل أحزمة الأمان أو الوسائد الهوائية Seat Belts Or Airbags وتم تجهيز جميع شركات تصنيع المركبات " تقريباً " بهذه الأجهزة Devices.

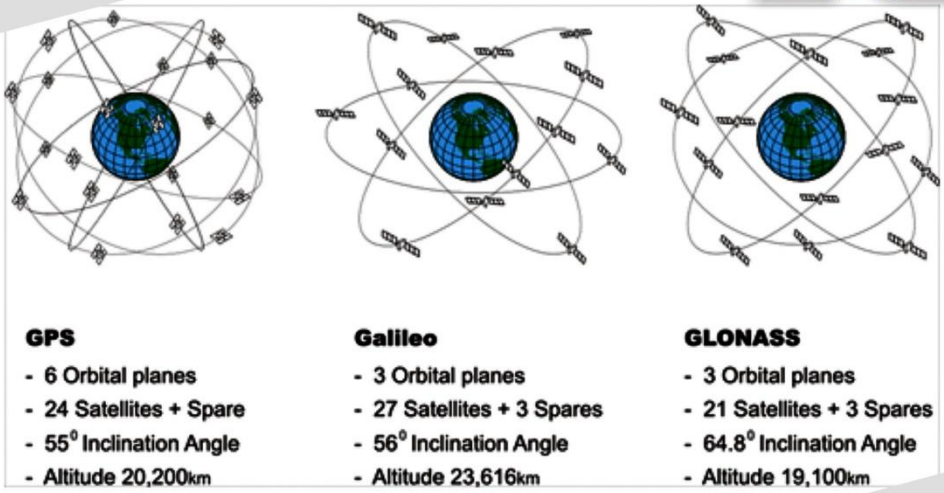
مع الملاحظة بان التطوير في النظام العالمي للملاحة الفضائية Global Navigation Satellite Systems (GNSS) دائما يخضع Subject To لأثنين من المتغيرات Couple Of Differentiators التطورات التكنولوجية Technological Developments والقرارات السياسية Political Decisions.

مفهوم النظام المرجعي للملاحة Reference System For Navigation أمر ضروري لأن جميع تطبيقات GNSS هي في الاساس متعلقة بنظام الإحداثيات المستخدم Coordinate System Used ، حيث يركز التطبيق الرئيسي لنظام GNSS على امكانية تحديد الموقع Potential Of To Determine The Position في النظام المرجعي العالمي Global Reference System في أي مكان وأي وقت في العالم وبسرعة وفعالية.

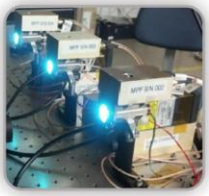


أدى التكامل بين GNSS والتكنولوجيات الأخرى ذات الصلة مثل الاتصالات (GSM، GPRS، UMTS) ، ونظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS) ونظام الملاحة بالقصور الذاتي Inertial Navigation System (INS) إلى إنشاء العديد من التطبيقات التي تحتاج إلى مزيد من الجهود البحثية.

WWW.EUNPS.COM



GNSS



الفصل الثالث

موجز عن الانظمة التي تمثل النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS)

Global Navigation Satellite System (GNSS) in Brief

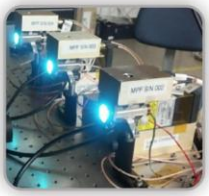
1- يتكون نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System (GPS) من 24 قمرا صناعيا Satellites وتم ترتيب المباعدة Spacing بين الاقمار الصناعية في مداراتها In Their Orbits بحيث يتم عرض أربعة أقمار صناعية على الأقل للمستخدم في أي وقت وفي أي مكان على الأرض.

الـ 24 قمر موضوعة في المدارات المخصصة لها بارتفاع 20,200 كم فوق سطح الأرض يميل المستوى المداري Inclined بمقدار 55° درجة بالنسبة لخط الاستواء equator وهي متاحة للاستخدام لتوفير خدمات تحديد المواقع القياسية (SPS) Standard Positioning Services لكافة المستخدمين على الارض.

2- يتكون نظام الملاحة الفضائي الاوروبي Galileo من 30 قمرا صناعيا مداريا أرضيًا متوسطًا Medium Earth Orbiting (MEO) satellites موزعة بالتساوي وبانتظام على ثلاثة مستويات مدارية Three Orbital Planes بارتفاع 23,616 كم فوق سطح الأرض ، يميل المستوى المداري Inclined بمقدار 56° W.R.T. درجة بالنسبة لخط الاستواء equator.

حيث كان أول قمر صناعي من نظام Galileo هو (GIOVE A) اطلق في 27 ديسمبر 2005 وفي 12 ديسمبر 2017 اطلقت أوروبا أربعة أقمار صناعية جديدة من طراز Galileo ليرتفع عدد الأقمار الأوروبية إلى 22 قمرا في الفضاء ووصل في نهاية المطاف إلى 30 قمر ويزن الواحد منها نحو 700 كيلوجرام الأمر الذي جعل القارة الاوروبية تمتلك منظومة ملاحة خاصة بها ، حيث ان اغلب الأقمار الصناعية انطلقت من قاعدة في جيانا الفرنسية على متن صواريخ أريان 5 واتجهت إلى مدار يبعد نحو 24 ألف كيلومتر (23,616 كم) عن الأرض وهي مجهزة بأجهزة استشعار.

W.R.T. with reference to



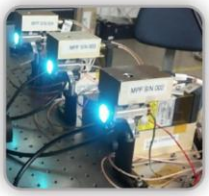
3- يتكون نظام الملاحة الفضائي المداري العالمي الروسي GLONASS من 24 قمرا في ثلاثة مستويات مدارية Three Orbital Planes ، يميل المستوى المداري Inclined بمقدار 64.8 ° W.R.T درجة بالنسبة لخط الاستواء Equator حيث تكون الفترة المدارية حوالي 11 ساعة و 15 دقيقة ، الارتفاع المداري للقمر الصناعي حوالي من 19,130 كم فوق سطح الأرض.

الانظمة السابقة تمثل التكنولوجيات الفضائية الرئيسية لنظام GNSS

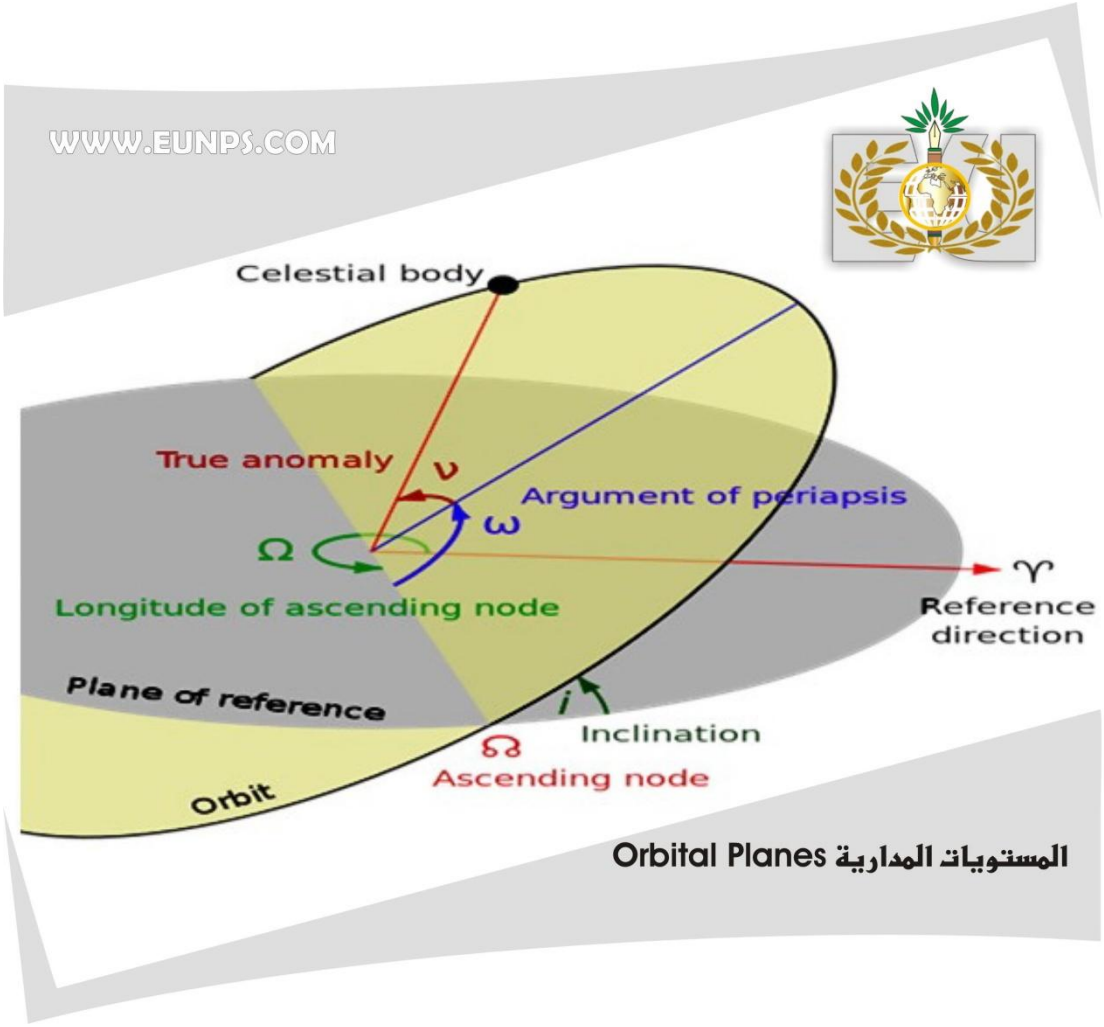
المستويات المدارية Orbital Planes

المستويات المدارية للأقمار الصناعية تنشأ نتيجة الطبيعة غير الكروية لجاذبية الأرض وتسبب دوران القمر الصناعي ببطء حول الأرض اعتمادًا على الزاوية التي يصنعها المستوى المداري مع خط استواء الأرض.

Orbital planes of satellites are perturbed by the non-spherical nature of the Earth's gravity. This causes the orbital plane of the satellite's orbit to slowly rotate around the Earth, depending on the angle the plane makes with the Earth's equator.



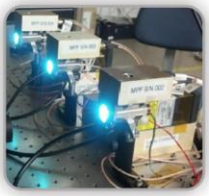
WWW.EUNPS.COM



الميل المداري Orbital Inclination

يقيس الميل المداري إمالة مدار الجسم حول جسم فضائي يعبر عنها بالزاوية بين المستوى المرجعي والمستوي المداري أو محور اتجاه الكائن المداري.

بالنسبة للقمر الصناعي الذي يدور حول الأرض فوق خط الاستواء مباشرة فإن مستوي مدار القمر الصناعي هو نفس مستوى سطح الأرض الاستوائي والميل المداري للقمر الصناعي هو 0 درجة حيث ان الحالة العامة لمدار دائري هي أنها مائلة تنفق نصف مدار فوق نصف الكرة الشمالي ونصفها فوق الجنوب فإذا كان المدار يتدرج بين خط العرض 20 درجة شمالا وخط عرض 20 درجة جنوبا ، فإن ميله المداري سيكون 20 درجة.



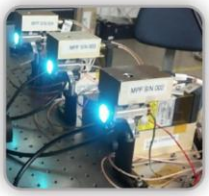
Orbital inclination measures the tilt of an object's orbit around a celestial body. It is expressed as the angle between a reference plane and the orbital plane or axis of direction of the orbiting object. For a satellite orbiting the Earth directly above the equator, the plane of the satellite's orbit is the same as the Earth's equatorial plane, and the satellite's orbital inclination is 0°. The general case for a circular orbit is that it is tilted, spending half an orbit over the northern hemisphere and half over the southern. If the orbit swung between 20° north latitude and 20° south latitude, then its orbital inclination would be 20°.

توضيح ميل المستوى المداري 55° درجة او 56° درجة أو 64.8 ° درجة فوق خط الاستواء

تخضع حركة الاقمار الصناعية حول الكرة الارضية الى قوانين Kepler التي تحدد حركة الكوكب وبناء على ذلك فانه كلما كان القمر الصناعي واقعا في مدار أعلى كلما تحرك بسرعة أبطأ ، فقد ثبت ان الأقمار التي في مدار منخفض نوعا ما تسير بسرعة عالية حيث يتوقع دورانها حول الكرة الارضية خلال مدة ساعتين وهذا يتطلب من هوائيات المحطات الارضية ان تتابع حركة القمر الصناعي بسرعة وإلا فإنها سوف تفقد أثره .

اما الأقمار التي تطير على ارتفاع 36000 كم فإنها تدور حول الكرة الارضية خلال 23 ساعة و 56 دقيقة .... اذا ارتفاع القمر الصناعي يحدد مدة دورانه في المدار حول الارض.

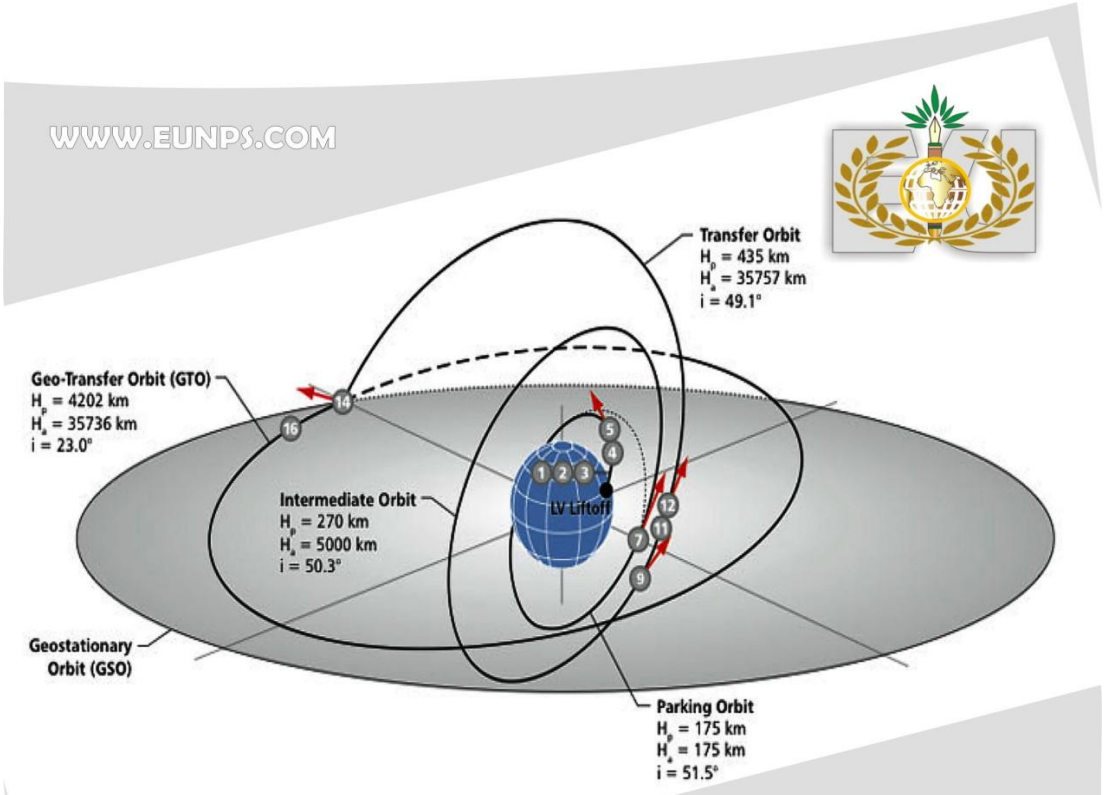
وإذا كان القمر الصناعي فوق خط الاستواء فانه يتم دورة كاملة خلال فترة 24 ساعة ولهذا فهو يبدو الى المراصد أو المراقب على سطح الارض وكأنه ثابتا في الفضاء لأنه يدور متزامنا بنفس سرعة دوران الارض حول نفسها .



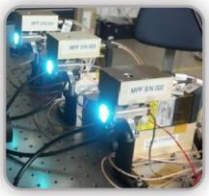
ان معظم الاقمار الصناعية المخصصة للاتصالات تطير فوق خط الاستواء لأنها تعطي ميزة جيدة حيث يمكن توجيه هوائيات المحطات الارضية باستمرار الى نفس النقطة في السماء وهذه الاقمار تغطي اكثر مناطق العالم ازدحاما بالسكان والتي تقع بين خط الاستواء وخط عرض 60 .

ان اختيار درجة ميل المدار بالنسبة لخط الاستواء يضمن مسار القمر بشكل زاوية فوق خط الاستواء ليقضي القمر اكبر عدد من الساعات في المنطقة التي يغطيها حتى يدخل القمر الثاني في الكوكبة (مجموعة الاقمار وعددها 4 في نفس المدار) ليغطي نفس المنطقة ويترك منطقته للقمر الثالث ونفس الشيء للقمر الرابع فتصبح التغطية كاملة للكوكب على مدار 24 ساعة.

يتم اختيار المدار المطلوب تبعاً لدرجة ميله على خط الاستواء فالمستويات المدارية مفصولة عن بعضها حوالي 120 درجة.



Orbital Inclination Measures

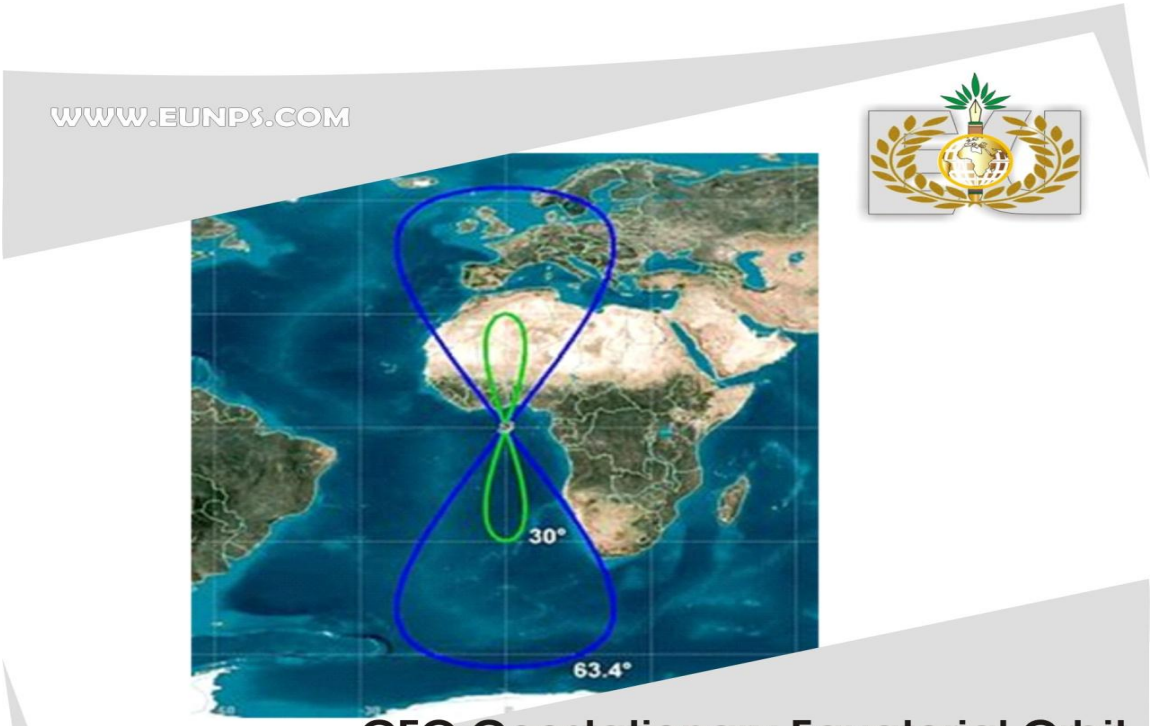


اذاً تتعدد أنواع المدارات و خصائصها باختلاف المهام المنشودة من الاقمار الصناعية و المسابير .. فأقمار التجسس و التصوير الفضائي مثلا تتخذ غالبا مدارات منخفضة شبه قطبية بين 300 كلم و 1000 كلم ، في حين أن أقمار البث الفضائي و بعض أقمار الاتصالات تحتاج للبقاء ثابتة بالنسبة لمحطات الاستقبال الأرضية و منه فهي تلف على مستوى المدار الأرضي الثابت على علو 35786 كلم بينما أقمار تحديد المواقع الأمريكية تسير على مدارات MEO بعلو 20 ألف كلم و بدرجة ميل 55 درجة .

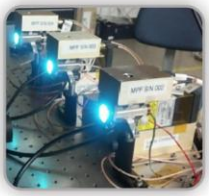
مثال حول مدارات رقم 8 :

مدار GEO Geostationary Equatorial Orbit هو حالة خاصة من مدارات GSO GeoSynchronized Orbit وهذه الأخيرة مدارات لها خاصية أن دورها المداري مكافئ ليوم فلكي أي 23 ساعة 56 دقيقة و 4 ثواني حيث انها بالنسبة لملاحظ ارضي تعود لنفس النقطة في السماء في نفس التوقيت دائما و تخط ما يشبه رقم 8 فوق سطح الارض تختلف حسب درجة ميل المدار و انزياحه المداري

Orbital Eccentricity



GEO Geostationary Equatorial Orbit



العديد من أنظمة الاتصالات تشكل شبكة من الاقمار على مدارات GSO ذات الانزياح المداري الكبير و ذلك لضمان بقاء الارسال لفترة طويلة حيث تطلق الأقمار بحيث يكون أوجها فوق البلد المالك للشبكة و بالتالي يبقى القمر فوق المنطقة لفترة طويلة بسبب سرعته الدنيا عند الأوج و بعدها يعوضه قمر اخر من الشبكة و هو ما يعمل به ضمن برنامج QZSS الياباني للمواقع المحلي و الاتصالات و الأقمار السوفياتية على مدارات .. Tundra مدار GEO هو مدار دائري استوائي بدور مداري = 1 يوم فلكي ، و هو ما يعني حسب قوانين كيبلر أن علوه 35786 كلم بالضبط و بسرعة 3.074 كلم / ثانية و هو مستعمل لأغلب اقمار الاتصالات و البث الفضائي و حتى لبعض اقمار برنامج المواقع الصيني المحلي 1 .. Beidou لتبقى هذه الأقمار في مداراتها ينبغي اجراء تعديلات على مسارها باستعمال محركات دفع صغيرة بالوقود السائل (لان عليها ان تستخدم مرات عدة) فبسبب مدارها العالي تحدث جاذبية الشمس و القمر اختلالات على مدارها بمقدار 1 درجة في السنة كما ان مدارها البعيد يجعلها غالبية السنة خارج ظل الأرض لأغلب فترات اليوم ما يعني تزويد الواحها الشمسية بالطاقة بشكل شبه دائم .

للوصول الى المدار GEO يستلزم اللجوء الى مناورة Hohmann على مدار شديد الانزياح المداري يسمى مدار GTO حيث يقع حضيضه على 200 كلم بينما أوجه يصل الى 35786 كلم .

يتم الانفصال عن الصاروخ على علو 200 كلم بسرعة 10.2 كلم / ثانية هذه السرعة و باعتبارها أعلى من سرعة الاستقمار الدنيا على علو 200 كلم و هي 7.9 كلم / ثانية تجعل من القمر يتخذ مدارا بانزياح مداري كبير حيث يبتعد فاقدا سرعته حتى الوصول الى الاوج عند 35786 كلم بسرعة 1.6 كلم / ثانية و هي سرعة اقل من سرعة الاستقمار على نفس العلو ما يجعله يشعل محركا خاصا بـ GTO يعمل على الوقود الصلب ليزيد سرعته الى 3.074 كلم / ثانية و يعدل مداره ليصير دائريا و بالتالي يصبح القمر في مدار .. GEO في حالة الاطلاق من موقع بعيد عن الاستواء يكون على القمر الدخول في مناورة لتغيير ميله المداري الى ما يقارب 0 درجة .. يحتفظ القمر بالوقود السائل في انظمة محركات تعديل المسار لديه حيث يبقى غالبا في المدار بين 10 – 15 سنة و بعدها يستعمل آخر كمية وقود لتقليص سرعته و السقوط نحو الارض حيث يحترق في الطبقات العليا غالبا بغية عدم المساهمة في ازدحام المدارات و ترك المخلفات الفضائية الشاردة.

مثال حول المدارات الدائرية المنخفضة :

مـدارات SSO Sun Synchronized Orbits هو نوع مميز من المدارات الدائرية المنخفضة الارتفاع تعمل فيه معظم أقمار الرصد و التجسس لخاصياته الفريدة و ما يتيحه من ظروف ملائمة لمهام شديدة الدقة و التطلب.

المدارات حول الأرض ليست تابثة أبدا و انما هي دائما تحت تاثير الاختلالات المدارية النـاجمة عن تجاذب الأجرام الأخرى في المدارات العالية او عدم تجانس مجال الثقالة للأرض بالنسبة للمدارات المنخفضة ، و هو ما سنتوقف عنده، كما أن درجة ميل المدار و ارتفاعه تلعب دورا مهما في درجة تأثيرها.

الاختلالات المدارية تجعل تموقع الاقمار في المدارات متغيرا ، لكن أحيانا تكمن العبقرية في استنباط الحل من نفس المشكلة .. و هو ما يقع مع المدارات الشمسية المتزامنة SSO فهي مدارات تحافظ طيلة السنة على نفس الزاوية مع الشمس و تمر على نفس خط العرض في نفس التوقيت الفلكي دائما .. ما يعني درجة إنارة تابثة طيلة السنة و ملاحظة للمواقع في نفس الظروف ما يسهل عملية مقارنة المعطيات و تحليل التغيرات و يجعل عمليات الرصد منتظمة .. و هذا كله بفضل مشكلة عدم تجانس المجال الثقالي .

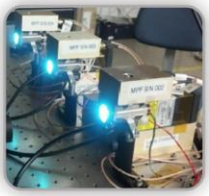
مدارات SSO تتواجد غالبا على علو 500-1500 كلم و هو مجال يتيح :

-الحصول على نظام تصوير او تجسس الأقرب للأرض ما يعني معطيات عالية الدقة و أجهزة بأقل كلفة ممكنة .

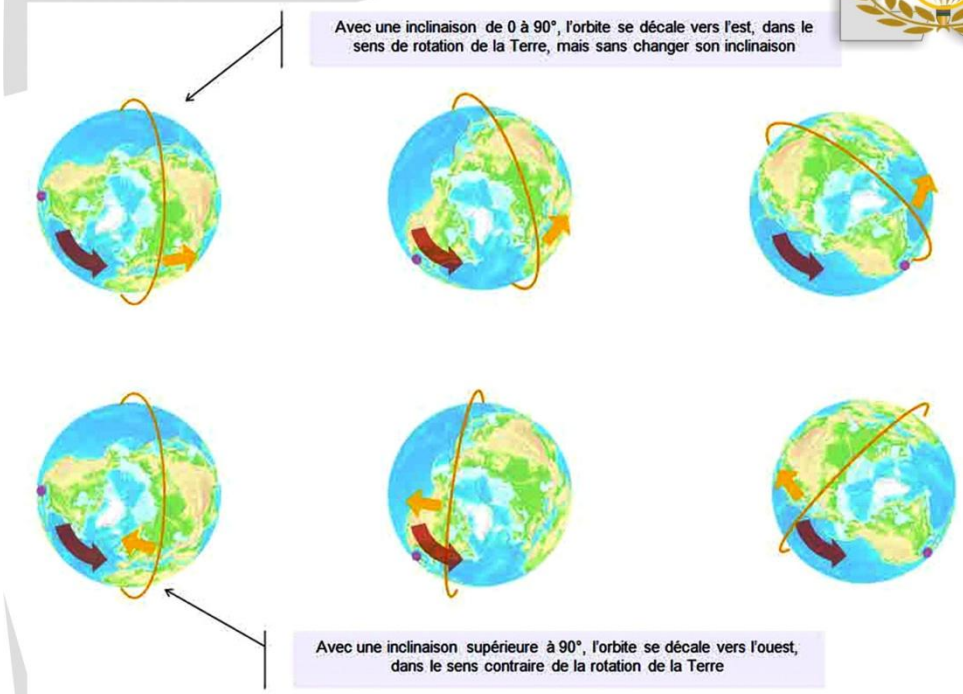
-العمل على مدارات بعلو كاف لتجنب اخماد حركة الاقمار بجزيئات الهواء في الطبقات العليا للأرض .

-العمل على مدارات بقرب كاف ليبقى تاثير الاختلالات الثقالية فعالا ليتم الاستفادة منه .

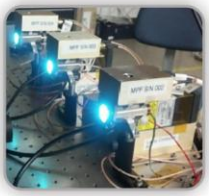
عدم تجانس المجال الثقالي راجع بالأساس الى تسطح الارض عند القطبين الناجم بدوره عن دوران الارض حول محورها .. فالفرق بين محيطها عند الاستواء و محيطها عند القطبين حوالي 70 كلم بفعل هذه الظاهرة و هو فرق كاف ليؤثر على حركية الاجسام اللافة حول الأرض عند الارتفاعات الدنيا .. فالقمر على مدارات عالية الميل يتعرض لتاثير ثقالة مختلف إذ انه يمر من مناطق بتاثير كبير عند الاستواء نحو مناطق أقل تاثيراقرب القطبين ..



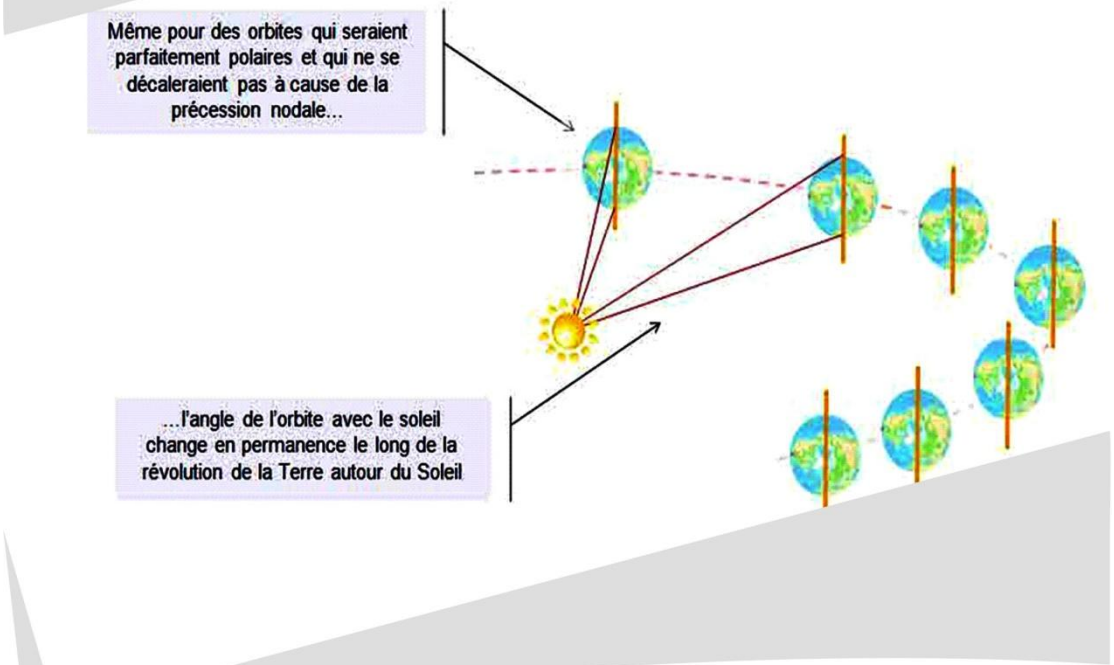
WWW.EUNPS.COM



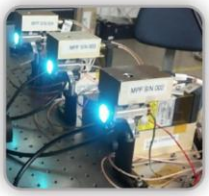
ما يتم ملاحظته على تصرف الاقمار هو انها تحافظ على نفس ميلها المداري لكن عقدها تنزاح نحو الشرق بالنسبة لمدارات بميل بين 0 و 90 درجة ، و نحو الغرب بالنسبة للمدارات بين 90 و 180 درجة و هو ما يسمى بالمداورة العقدية Nodale Precession بينما المدارات على درجة 90 لا تشهد هذه الظاهرة لكنها درجة مثالية و صعبة التحقيق .



WWW.EUNPS.COM



ما نلاحظه في الصورة اعلاه انـه بدون المداورة العقدية (افتراضا) يبقى المدار محافظا على عقده الصاعدة و النازلة .. أي ان مستوى خط الاستواء يقطع مستوى المدار عند نفس النقط دائما .. نـرى ان الارض تدور حول الشمس و منه فان زاوية المدار مع الشمس ستتغير طوال السنة ما يعني اننا لن نحصل على تزامن شمسي هنا.

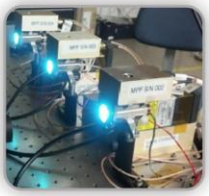


ما يحدث في مدارات SSO هو اختيار الميل و الارتفاع المناسبين اللذان يمكنان القمر في المدار من الانزياح بمقدار زاوي مكافئ لتغير موقع الارض حول الشمس و بالتالي جعل المدار دائما مواجها للشمس بالزاوية نفسها و هو ما يلاحظ في الصورة أعلاه .
ليبقى المدار في مواجهة الشمس بنفس الزاوية طيلة السنة يجب على العقد ان تنزاح نحو الغرب 360 درجة في 365.24 يوما ما يعني ان ينزاح المدار يوميا بقيمة 0.985 درجة ..
بارامترين أساسيين يؤثران على قيمة المداورة العقدية و هما : الميل المداري و ارتفاع المدار حسب العلاقة التاليـة

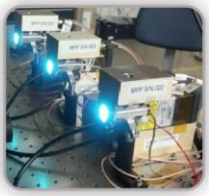
$$\Delta\omega_2 = -\cos i\,\Delta\Omega = 2\pi\,\frac{J_2}{\mu\,p^2}\,\frac{3}{2}\,\cos^2 i$$

$$\Delta\omega_1 = -2\pi\,\frac{J_2}{\mu\,p^2}\,\frac{3}{2}\left(\frac{3}{2}\,\sin^2 i - 1\right)$$

للإشارة فالعلاقة أعلاه تمثل طرفا واحدا فقط من طرفي تغير موضع العقد المدارية ففي الحقيقة يضاف بشكل عام تغير متجهة الانزياح المداري e كما هو مبين في العلاقة الثانية لـ Δω1، لكن دائرية هذه المدارات تجعل من التغير الاجمالي يقتصر على المداورة العقدية تاثير المداورة يتناقص مع الارتفاع فعلى مدارات فوق 1500 كلم يكون مفعولها شبه مهمل على المدى القصير ، كما ان ارتفاع المدار يحدد دور المدار T و منه تحديد عدد اللفات في اليوم ،لأنـه للحصول على قيمة 0.985 درجة يوميا اللازمة للحصول على تزامن شمسي ينبغي توزيع الانزياح على كل لفة يقوم بها القمر .
و مثالا على ذلك نأخذ قمر Spot 5 الفرنسي ، هذا القمر يدور على علو 800 كلم و بالتالي فإنه ينفذ 14.3 لفة في اليوم
هذا يعني أن عليه الانزياح 0.069 درجة في كل لفة و هو ما يفسر قيمة ميلـه المداري المكافئ لـ 98.7 درجـة
بعض من اقمار SSO لها مرور بالعقدة النازلة في 12 من الظهيرة بالتوقيت المحلي عند خط الاستواء حيث تنتقل في حوالي 55-40 دقيقة بين منتصف النهار و منتصف الليل في الجهة الاخرى للكرة الارضية .

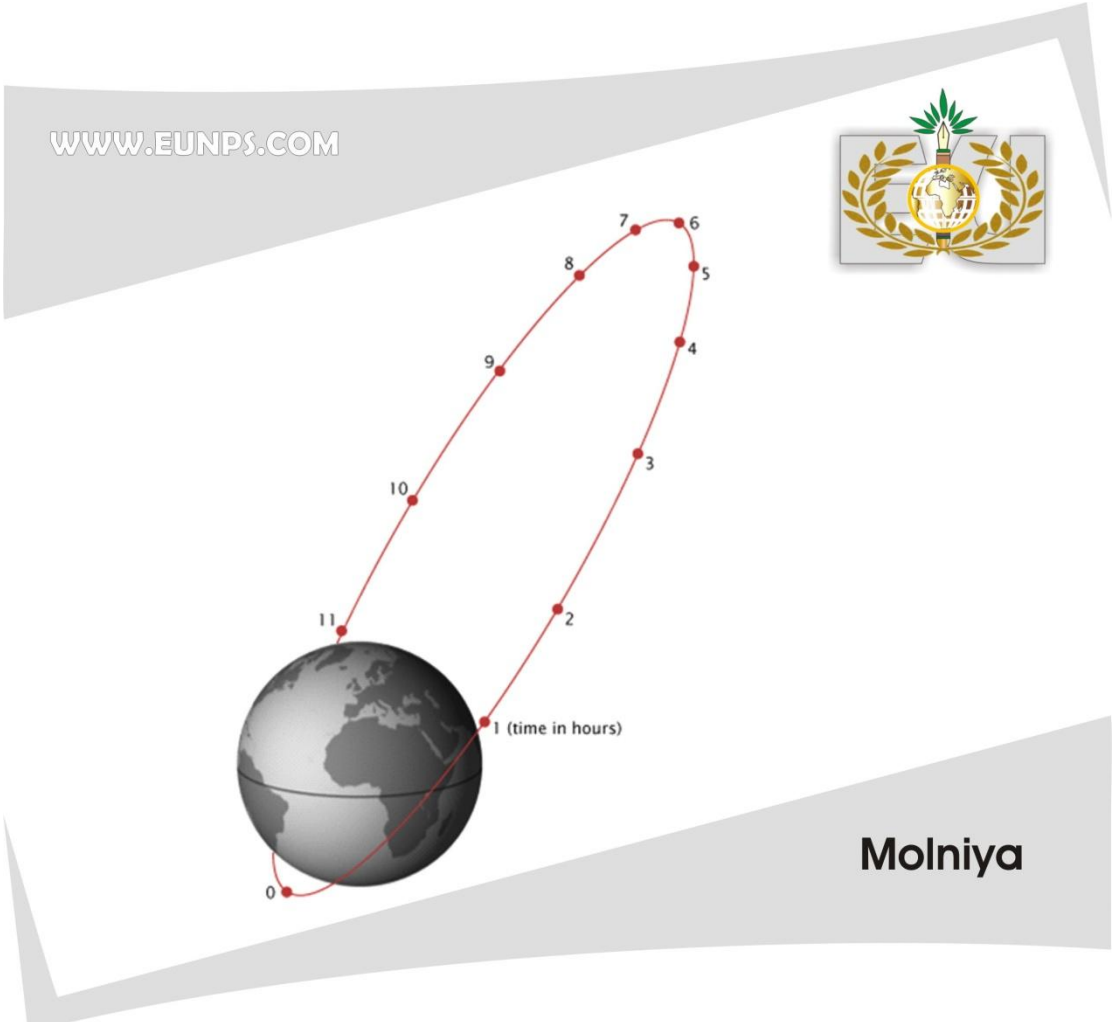


بينما نجد العديد منها تندرج ضمن اقمار التجسس الشفقية بمعنى انها تمر دائما في فترة الشفق و تبقى بشكل مستمر في مدار بين الليل و النهار .. أقمار كهذه يكون بعضها مخصصا للرصد الراداري حيث انها اقمار شرهة الاستهلاك و التواجد بمقابلة الشمس بشكل مستمر يوفر لها التغذية الطاقية اللازمة للعمل ، اقمار اخرى تعتمد مراقبة و تحليل صور بنمط اضاءة بشدة و زاوية ضئيلة تستفيد من هذه المدارات ، كما ان الاقمار الحاملة للتجهيزات الحساسة مثل اجهزة القياس الفيزيائية المعقدة تعتمد على مثل هذه المدارات كونها تعفي القمر من الانتقال من الجانب المظلم نحو الجانب المشمس و ما ينتج عنه من فارق مهول في درجات الحرارة و بالتالي يؤثر على فاعلية القياسات و عمر اشتغال الاجهزة مع مرور الوقت رغم العزل الحراري للاقمار الصناعية .

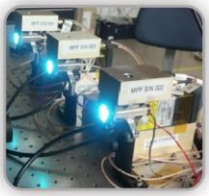


مثال حول مدارات Tundra & Molniya:

HEO High Eccentricity Orbits هي مدارات لها ميزة التوفر على انزياح مداري كبير يمكنها من الاستجابة لمتطلبات معينة لا تتيحها الانواع الأخرى من المدارات حيث تستخدم للاتصالات و حتى للتجسس احيانا لكن بمبدأ و أسباب مختلفة عما سبق و من اشهرها مدار Molniya

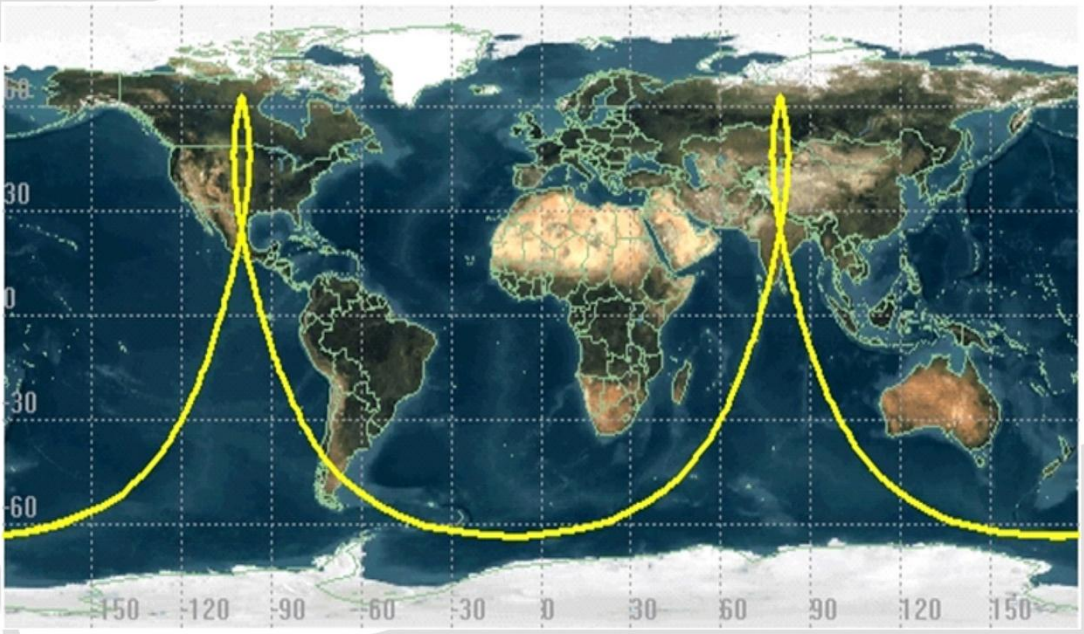


واجه الاتحاد السوفياتي السابق إشكالية تغطية كامل ترابه بأقمار الاتصالات على المدار الأرضي الثابت فنسبة مهمة من اراضيه تقع فوق خط العرض 70 و هي منطقة يصبح فيها ارسال اقمار المدار الثابت سيئا أو غير متاح إضافة الى ان الاتحاد السوفياتي لا يملك قواعد استوائية للإرسال الى GEO .



هذه الإشكالية دفعت مهندسي الفضاء السوفييت إلى ابتكار حل يعتبر مستعملا لحد الآن من طرف عدة دول شماليـة ، الحل يتجلى في استخدام مدار اهليلجي بانزياح مداري عال بدور T يمثل أحد قواسم اليوم الفلكي و بميل مداري محدد يجعل معدل تغير موضع الأوج صفرا فتم اطلاق القمر البـرق молния 1-01 الأول ضمن سلسلة أقمار Molnya في 21 اغسطس 1965 على مدار سيحمل دوليا اسمه فيما بعد .

WWW.EUNPS.COM



المدار لـه أوج على علو 39750 كلم و حضيض بعلو 600 كلم فقط ، دوره المداري هو بالتحديد نصف يوم فلكي أي 11 س 58 د ، و ميله يعادل 63.4 درجة .. ما يعني انه يمر من اوجه مرتين في اليوم ..يتم الإطلاق حيث يكون أوجه البعيد فوق الأراضي الروسية لغاية مهمة و هي الاستفادة القصوى من سرعته المتدنية عند الأوج ، ما يعني بقاءه لمدة طويلة يوميا في الخدمة (ما يقارب 8 ساعات) قبل ان يأفل مجددا و يصل الى الحضيض حيث يمر

سريعا (قرابة 10 كلم / ثانية) ثم يعاود الصعود الى الأوج ، قمر واحد لا يمكنه الخدمة فوق الأراضي الروسية على طول اليوم الشيئ الذي يعني ان 3 أقمار بمدارات متكافئة يفصل بينها 8 ساعات قادرة على ضمان ارسال مستمر .. دوره المقدر بنصف يوم يجعل من الأوج الثاني فوق الأراضي الأمريكيـة و الاسكا مـا جعل السوفييت يستخدمون هذا النوع من المدارات لغرض اضافي آخر هو التجسس و استشعار اطلاق الصواريخ البالستية الامريكية إبان الحرب الباردة

ميله ايضا مدروس بشكل دقيق فالاختلالات المدارية تجعل موقع الأوج يتغيـر مع الوقت و هو ما ينبغي تلافيه حتى تبقى الأقمار تصل الى اوجها في مكان معين فوق البلد المالك للقمر ، فحسب معادلة تغير موضع الأوج التالية :

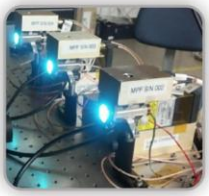
$$\Delta\omega = \Delta\omega_1 + \Delta\omega_2 = -2\pi \frac{J_2}{\mu\, p^2} 3 \left(\frac{5}{4} \sin^2 i - 1 \right)$$

نجد ان قيمة التغير تنعدم عندما يصبح

4/5 sin^2(i)-1 =0

و منه نجد ان قيمة الميل i اللازمة لمنع التغير هي 63.4 درجة (116.6 ايضا حل للمعادلة لكنه ميل غير مناسب) .. و هي درجة الميل نفسها التي تتخذها مدارات.. Molniya

ان استخدام هذا النوع من المدارات ليس مقتصرا على السوفييت ، فالامريكيون أيضا يعملون به في تشكيل أقمار الاتصال Sirius و كذا أقمار التجسس الأمريكية Trumpet مدارات Tundra أقل استعمالا فهي من نفس فئة المدارات ذات الانزياح المداري الكبير لكنه يبقى اقل من الفئة مولنيا .. بدور مداري يكافئ 23 س 56 د ما يجعلها مدارات ارضية متزامنة GSO اي انها تنفذ لفة واحدة كل يوم و تصل الى الأوج مرة واحدة يوميا و فوق نفس المنطقة دائما .. محور الاهليلج الأصغر b لها أكبر من مدارات مولنيا و تحديدا 24500 كلم بينما مدارات Super Tundra 18000 كلم .. ما ينعكس على اسقاط مسارها على الارض .



الفصل الرابع

اجزاء النظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS

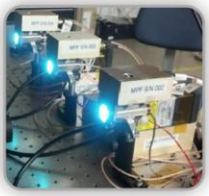
GNSS Components

كما سبق وان ذكرنا يتكون النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) من ثلاثة تكنولوجيات فضائية رئيسية هي : GPS و Glonass و Galileo حيث ان كل واحد منها يتكون أساسا من ثلاثة أجزاء Three Segments :

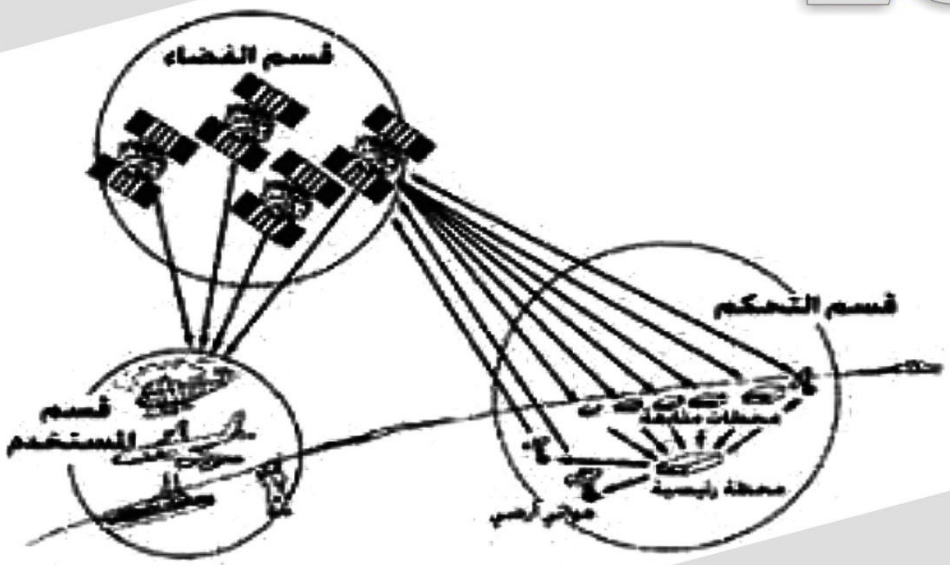
1- الجزء الفضائي Space Segment

2- قطاع السيطرة أو التحكم Control Segment / الجزء الأرضي Ground Segment

3- جزء المستخدم User Segment



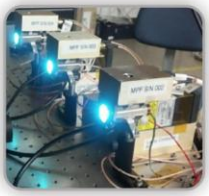
WWW.EUNPS.COM



اجزاء النظام العالمي للملاحة الفضائية
GNSS

هذه الأجزاء متشابهة تقريبًا في التقنيات الفضائية الثلاث والتي تكون مجتمعة الـ GNSS

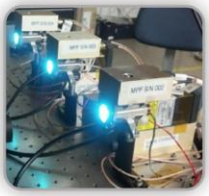
وبالرغم من ان النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) يتكون من الثلاثة تكنولوجيات المذكورة إلا ان التكنولوجيا الكاملة المسيطرة هي تقنية GPS.



WWW.EUNPS.COM

Space Segment

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



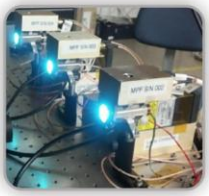
WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

اجزاء النظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS

GNSS Components

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح الاجزاء الرئيسية للنظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS (GPS و Glonass و Galileo) بالتفصيل وخطوط تصنيعها والاستفادة من معلومات الفصول القادمة من هذا الكتاب ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

جاذبية الكرة الارضية وتثبيت الاقمار الصناعية الملاحية في المدارات لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل .... المعلومات التالية ستكون عوناً مفيداً للطالب .

المعلومة الاولى

قال تعالى في سورة يس الاية 40 (لاَ ٱلشَّمْسُ يَنبَغِي لَهَآ أَن تدْرِكَ ٱلقَمَرَ وَلاَ ٱلَّيلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ) هذه الآية تتحدث بشكل علمي بأن للشمس فلك (مدار) وللقمر فلك (مدار) وأن هذان المداران لا يتقاطعان وبالتالي فإنه لا ينبغي للشمس ان تدرك القمر وهذا يتطابق علمياً بأن القمر يدور حول الارض دورة كل 27 يوم وبالنسبة لناظره من الارض فإنه يدور مرة كل 29.5 يوم وتدور الارض حول الشمس كل 365.25 يوم وتدور الشمس حول مركز المجرة كل 250 مليون سنة تقريبا.

المعلومة الثانية

معروف ان جاذبية الأرض أو الجاذبية الأرضية يرمز لها في الفيزياء بـ g وهي تشير إلى التسارع الذي تمنحه الأرض للأجسام على السطح أو بالقرب منها ويقاس هذا التسارع بوحدة m/s^2 ولها قيمة تقريبية مقدارها 9.8 . m/s^2 (م/ث^2) ومعنى هذه القيمة أنه عند إهمال تأثير الاحتكاك بالهواء فإن سرعة السقوط الحر لجسم تزداد بمعدل 9.8 متر في الثانية .

وحقيقة كون جميع الأجسام تسقط تعني أنه لابد من وجود قوة ما تجذبها إلى الأرض ويمكن الإحساس بهذه القوة إذا حملت جسماً ما أو إذا ما حاولت رفعه عن الأرض وهذه القوة تسمى الوزن. ... (للعلم ..جاذبية القمر الطبيعي هي 6/1 (سدس) جاذبية الأرض) .

المعلومة الثالثة

قال تعالى في سورة الطور : (وَالطُّورِ (1) وَكِتَابٍ مَّسْطُورٍ (2) فِي رَقٍّ مَّنشُورٍ (3) وَالْبَيْتِ الْمَعْمُورِ (4) وَالسَّقْفِ الْمَرْفُوعِ(5)) .... عدد آياتها 49 .

الطور وهو الجبل النابت عليه أشجار على جوانبه ويرتفع أي جبل عن سطح البحر وبالتالي عن مركز جذب الأرض وبالتالي تقل الجاذبية للبعد عن مركزها وهذا يناسب إسم سورة الطور وتفسير الجاذبية فهناك اشارة رقمية للجاذبية فكما نعرف أن قيمة عجلة السقوط الحر 9.8 م/ث^2 وأن عدد آيات سورة الطور 49 فلو قمنا بنسبتها للآيات الخمس الاولى :

49 ÷ 5 = 9.8 وهى السرعة التي يكتسبها الجسم عند سقوطه سقوطًا حُرًّا كل ثانية وتعرف بعجلة الجاذبية أي تزيد سرعته تقريباً 10 متر في الثانية الواحدة بزيادة عن سرعته الأصلية وذلك كل ثانية جديدة فلو بدأ بسرعة صفر فبعد ثانية تصبح 9.8 متر لكل ثانية وبعد ثانية اخرى تصبح 9.8×2 متر لكل ثانية و بعد 3 ثواني تصبح 9.8×3 متر لكل ثانية وهكذا ولكن لماذا قسمنا على عدد آيات السورة على الخمس أيات الاولى ولم نقسم على أي رقم آخر .... الاجابة لو نظرنا لعدد حروف الايات الخمس لوجدناها العدد 50 والنسبة لعدد الايات الخمس نفسها نجدها = 10 وهي قريبة من سرعة السقوط الحر9.8 (عجلة الجاذبية) والتي هى فعلا تزيد وتنقص على حسب البعد والقرب من الأرض 9.81 متر / ث تربيع وهكذا .

الجدير ايضاً بالذكر ان ترتيب نزول السورة هو 76 وعدد كامل كلماتها 342 وعدد كامل حروفها 1305 حرف .

... والله أعلم

المعلومة الرابعة

ان ما يمنع سقوط محطة الفضاء الدولية والأقمار الاصطناعية الاخرى هو انها تتحرك بسرعة كافية لمقاومة الجاذبية الارضية والمعروف ان السرعة الحرجة التي يحتاجها القمر الصناعي ليبقى في مداره موازيا لسطح الارض تبلغ تقريبا 5 اميال في الثانية أي اقل بقليل من 18000 ميل بالساعة في مدار يقع على ارتفاع 100 ميل فوق الارض حيث تنخفض السرعة المدارية كلما ابتعدنا عن الارض فعند مسافة تعادل بعد القمر الطبيعي عن الارض يحتاج القمر الاصطناعي للدوران بسرعة 2000 ميل فقط وهذه سرعة دوران القمر الطبيعي حول الارض وعندما يتم وضع القمر الاصطناعي فوق الغلاف الجوي فانه يبقى فيه بسبب عدم وجود أي شيء يعمل على ايقافة .

المعلومة الخامسة

توضع الاقمار الصناعية التزامنية وهي اقمار الاتصالات والتلفزيون والطقس فوق الارض في مدار ثابت حيث ينطلق القمر بسرعة تساوي سرعة دوران الارض نفسها تماما 27.8 كيلومتر / دقيقة وهو على ارتفاع 35680 كيلومتر وبذلك يحافظ على وجودة فوق نفس النقطة في جميع الاوقات.

المدار في الفيزياء هو مسار منحني لجسم ما حول نقطة أو جسم آخر تحت تأثير قوة الجاذبية على سبيل المثال مدار كوكب حول نجم , مثل دوران كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس .. مدارات الكواكب غالباً ما تكون دائرية أو إهليجية في شكل القطع الناقص و الفهم الحالى للحركة المدارية قائم على نظرية النسبية العامة للعالم ألبرت أينشتاين.

المعلومة السادسة

تستطيع الأقمار الصناعيّة البقاء في مدارها حول الكوكب بسرعة كبيرة حيث تحافظ بذلك على دورانها وعدم سقوطها بسبب الجاذبية بالإضافة إلى أنّها تحمل إمدادات وقودها لتحافظ على مدارها حيث يتم ارسال القمر الصناعي لمداره بواسطة صاروخ يحتوي على طاقة كافية تساوي على الأقلّ 25.039 ميلاً في الساعة (سرعته) وعندما يصل الصاروخ إلى الموقع المحدّد يترك القمر الصناعيّ في مداره وينفصل عنه (في بعض الاحيان لا ينفصل عنه ويسمى حينها القمر الصناعي بالمركبة الفضائية) .

المعلومة السابعة

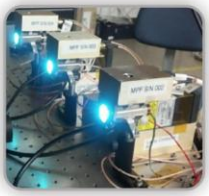
يحافظ القمر الصناعي على مداره بالموازنة بين عاملين وهما :

1- الجاذبية : لأن القمر الصناعيّ يحتاج لسرعة أكبر ليقاوم قوة الجاذبية.

2- السرعة : وهي السرعة التي يستغرقها السفر في خط مستقيم.

حيث يدور القمر الصناعيّ حول الأرض عندما تتوازن السرعة من خلال الجاذبيّة الأرضيّة إذ بدون التوازن إما أن يطير في خط مستقيم إلى الفضاء أو يسقط إلى الأرض ونعرف طبعاً أنّ الأقمار الصناعية تدور حول الأرض على طول مسارات وارتفاعات وسرعات مختلفة حيث ان أكثر المدارات التي تدور حولها الأقمار الصناعيّة هي المدار الثابت بالنسبة للأرض والمدار القطبي وفيها تكون الأقمار الصناعيّة الثابتة من الغرب إلى الشرق فوق خط الاستواء فيبدو دائماً فوق نفس الموقع ويتحرك بنفس الاتجاه وبنفس المعدّل بشكل دائريّ حول الأرض كما تسافر الأقمار الصناعية حول القطب في اتجاه الشمال والجنوب من القطب إلى القطب وتدور الأرض تحتها بعمل مسح كامل للكرة الأرضية من خلال شريط واحد وبوقت واحد.

اذاً توضع الأقمار الصناعيّة على ارتفاع يكفي للتخلّص من آثار الاحتكاك مع الغلاف الجوي للأرض حيث إنّ الارتفاعات التي تبلغ أقلّ من مئتي ميل تؤدي إلى إبطاء القمر الصناعيّ بفعل الجاذبيّة الناتجة عن الغلاف الجويّ ممّا يجعله ينخفض إلى الجزء الأكثر كثافة منه الأمر الذي قد يؤدّي إلى احتراقه وكما سبق وذكرنا لكل قمر صناعي نظام للدفع A Propulsion System متمثل في محرك صاروخي على القمر الصناعي للمساعدة في وضع القمر في المدار الصحيح غالباً لا تحتاج الأقمار الصناعية إلى أي صواريخ لإبقائها تتحرك ومع ذلك يتم استخدام صواريخ صغيرة تسمى الدوافع Thrusters إذا احتاج القمر الصناعي إلى تغيير المدار قليلاً وذلك كله لتحقيق الارتفاع والسرعة المداريّة حيث إنّ التأثير الناتج عن خفض الكتلة الكليّة للصاروخ مع الحفاظ على توجّهه هو زيادة لسرعته وهذا يجعله يحقّق السرعة البالغة خمسة أميال في الثانية فسرعة الدفع موازنة لتسارع الجاذبية ممّا يؤدّي إلى ثباته في مداره وحين يكون أعلى من الغلاف الجوي السفليّ ينحني الصاروخ في مسار رحلته الأفقيّ القريب ليصل إلى الارتفاع المداريّ المطلوب.



الباب الثالث

نظام تحديد المواقع العالمي GPS

Global Positioning System (GPS)

الفصل الاول - تعريف نظام تحديد المواقع العالمي GPS

الفصل الثاني - الاجزاء الرئيسية المكونة لنظام GPS

الفصل الثالث - إشارات GPS Signals

الفصل الرابع - نظام تحديد المواقع الحديث Modernized GPS

الفصل الخامس - خدمة GPS الدولية (IGS) ومركز تحليل الكود

الفصل السادس - قدرات النظام System Capabilities

الفصل السابع - مفاهيم نظام تحديد المواقع العالمي

الفصل الثامن - خدمة تحديد المواقع الدقيقة والقياسية (PPS) & (SPS)

الفصل التاسع - عمليات استقبال GPS

الفصل العاشر - اخطاء مدى المستخدم والدقة الهندسية

الفصل الحادي عشر - أخطاء تأخر الأيونوسفير

الفصل الثاني عشر - تكنيك تصحيح التردد المزدوج

الفصل الثالث عشر - نموذج التأخر الأيونوسفيري

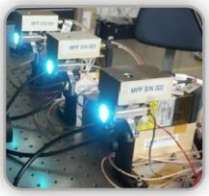
الفصل الرابع عشر - أخطاء الانعكاس متعدد المسارات

الفصل الخامس عشر - نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي (DGPS)

الفصل السادس عشر - WAAS AND LAAS

الفصل السابع عشر - كيف تعمل أجهزة استقبال GPS

الفصل الثامن عشر – وظائف وتطبيقات نظام GPS



الفصل الاول

تعريف نظام تحديد المواقع العالمي GPS

Global Positioning System (GPS)

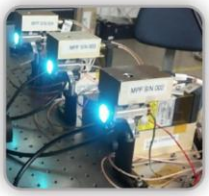
Recall (GPS)

نظام تحديد المواقع العالمي الامريكي Global Positioning System (GPS) الذي بدء تشغيله بشكل كامل في العام 1993 وعمليات تطويره مستمرة 2018 – 2025 وهو الاساس المعمول به وكافة الانظمة الاخرى تحاول التوافق معه.

يتكون نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System (GPS) من 24 قمرا صناعيا Satellites وتم ترتيب المباعدة Spacing بين الاقمار الصناعية في مداراتها In Their Orbits بحيث يتم عرض أربعة أقمار صناعية على الأقل للمستخدم في أي وقت وفي أي مكان على الأرض.

الـ 24 قمر موضوعة في المدارات المخصصة لها بارتفاع 20200 كم فوق سطح الأرض يميل المستوى المداري Inclined بمقدار 55° درجة بالنسبة لخط الاستواء Equator وهي متاحة للاستخدام في توفير خدمات تحديد المواقع القياسية Standard (SPS) Positioning Services لكافة المستخدمين على الارض .

يطلق على الـ 24 قمر صناعي المكونة لنظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System (GPS) بأقمار GPS والاسم العلمي لها كوكبة أو مجموعة أقمار GPS (GPS constellation) حيث تسير الكوكبة (24 قمر صناعي) من ست مستويات مدارية Six Orbital Planes يميل كل منها 55° W.R.T. (55 DEGREE INCLINATIONS) عن خط الاستواء equator والمستويات المدارية مفصولة عن بعضها 60 درجة حيث ان القمر الصناعي يدور حول نفسه دائرياً بنصف قطر حوالي 26.500 كم ، يوجد على الأقل أربعة أقمار صناعية منفصلة بشكل جيد عن بعضها البعض في كل مستوى مداري Orbital Plane.



The constellation consists of six orbital planes, each inclined by 55° w. r. t. the equator and separated by 60o in it. The satellite orbits themselves are almost circular with radii of about 26.500 km – giving rise to revolution periods of half a sidereal day. There are (at least) four satellites ,well separated from each other, in each orbital plane.

كوكبة أو مجموعة أقمار GPS (GPS constellation) تتكون من 21 قمرا تشغيلياً operational satellites وثلاثة اقمار احتياطية

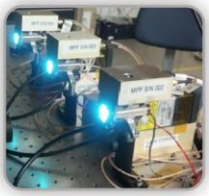
OPERATIONAL SPARES Active/ Spares.

حيث ان الأقمار الصناعية تدور مرة كل 12 ساعة تقريبًا في مدارها حول الكرة الارضية.

12 HOUR ORBITS -11 hours 58 minutes (half a sidereal day).

21 operational satellites with three satellites orbiting as active spares. The satellites orbit at an altitude of 20,200 km, in six separate orbital planes, each plane inclined 55° relative to the equator. The satellites complete an orbit approximately once every 12 hours.

هذه الأقمار تدور في مدارات حول الأرض بسرعة تبلغ حوالي 44000 كيلومتر في الساعة وتعتمد على الطاقة الشمسية ، كما أنها مزودة ببطاريات قابلة للشحن من أجل ضمان استمرار عملها في حالة انعدام الطاقة الشمسية ويوجد على كل قمر صواريخ للدفع Rocket Thrusters لتغيير الاتجاه لكي يسير القمر في طريقة الصحيح .



أول قمر صناعي GPS أطلق كان في عام 1978 م و تم الانتهاء من اطلاق جميع الأقمار وعددها 24 قمراً في العام 1994 م و العمر الافتراضي لكل قمر هو عشر سنوات علماً بأن البدائل الحديثة لهذه الأقمار أطلقت بالفعل في نفس مداراتها و يزن القمر الصناعي ما بين 700 كيلوجرام والطن وقطره 6 أمتار تقريباً بما في ذلك شرائح الطاقة الشمسية الممتدة على جانبي القمر و يستهلك القمر فقط 50 وات أو أقل من الطاقة في حالة الارسال و هذه الأقمار في البداية كانت تبث نوعين من الإشارات المنخفضة :

L1 , L2

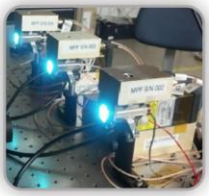
أما الان فهي تبث اربعة اشارات

L1 , L2 , L5 , L2C

البداية

قامت وزارة الدفاع الأمريكية (DoD) The United States Department of Defense بإنتاج وتطوير نظام Navstar GPS وهو عبارة عن نظام ملاحة فضائية جوية في كل الظروف All-Weather لتلبية احتياجات القوات العسكرية الأمريكية The USA Military Forces وتحديد بدقة Accurately Determine موضعها Their Position وأهدافها وسرعتها Velocity ووقتها المتزامن في نظام مرجعي مشترك Common Reference System وذلك في أي مكان على الأرض أو بالقرب منها Any Where On Or Near The Earth على نحو مستمر .

ومع مرور الوقت أفاد نظام تحديد المواقع العالمي GPS بشكل كبير جميع المراصد بالكرة الارضية وخصوصاً الملاحة البحرية والجوية ومعرفة التوقيت بدقة وأفاد في تطبيقات المراقبة حيث وفر إشارات من الأقمار الصناعية (مشفرة بشكل خاص) والتي تتم معالجتها في جهاز استقبال GPS Receiver فيسمح للمستقبل تقدير الموقع والسرعة والوقت لأي هدف.



It provides particularly coded satellite signals that can be processed in a GPS receiver, allowing the receiver to estimate position, velocity and time.

توجد أربع إشارات فضائية لنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) منها القديم ومنها الجديد وكلها تستخدم لحساب المواقع Compute Positions في ثلاثة أبعاد Compute Positions In Three Dimensions وإزاحة الوقت Time Offset في ساعة المستقبل Receiver Clock .

GPS frequencies :

- one at 1575.42 MHz (10.23 MHz × 154) called L1

- and a second at 1227.60 MHz (10.23 MHz × 120), called L2.

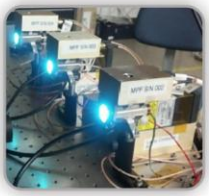
- A new L5 frequency

- L2C carrier (L2 civil signal)

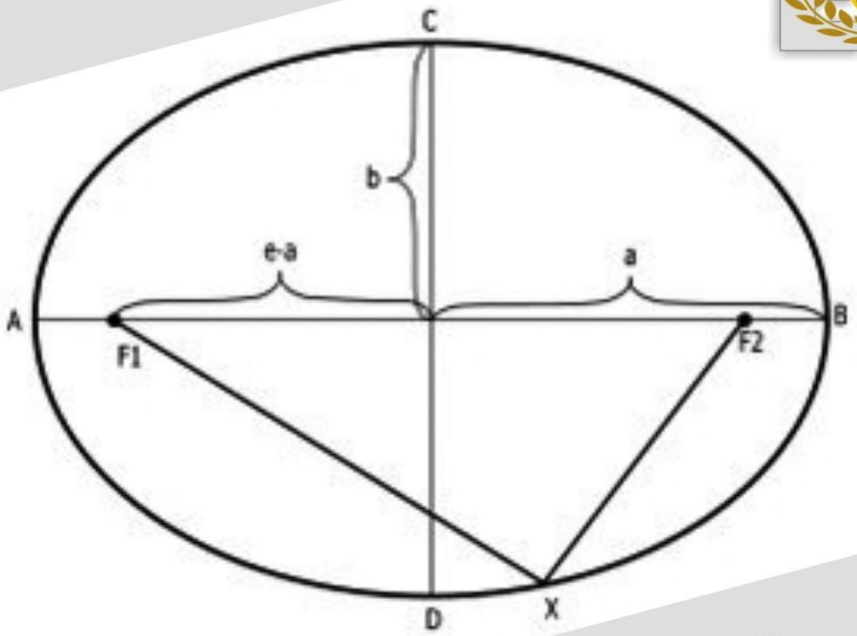
أول قمر صناعي لم يكن GPS

Sputnik-I (سبوتنك-1) بالروسية (спутник1) هو أول قمر صناعي يسبح في الفضاء أطلقه الاتحاد السوفيتي السابق في يوم 4 أكتوبر عام 1957 ضمن سلسلة الأقمار الصناعية السوفياتية حيث كان سبوتنك-1 يدور حول الأرض في مسار على شكل قطع ناقص وكذلك تدور الأرض والكواكب حول الشمس في مسار شكله أيضًا شكل القطع الناقص تشكل الشمس إحدى بؤرتيه.

القطع الناقص Ellipse هو المنحني المستوي الذي يحقق خاصية ان" مجموع بُعد أي نقطة على هذا المنحنى عن نقطتين ثابتين داخله (تسميان البؤرتان) يبقى ثابتا " .. البؤرتان هما النقطتان F1 و F2 في الشكل التالي ويمكن رسم القطع الناقص بواسطة خيط مثبت من طرفيه في نقطتين f2 , f1 ورسم القطع الناقص بالقلم حولهما انطلاقا من النقطة x



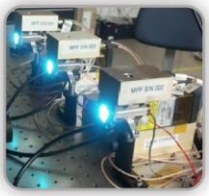
WWW.EUNPS.COM



القطع الناقص Ellipse

الأجرام السماوية تسير في أفلاك حول الشمس في مدارات في شكل القطع الناقص وتحتل الشمس أحد بؤرتيه وهذا ما توصلت إليه قوانين كيبلر Kepler's Laws عند مشاهدة مذنب يأتي من الجزء الخارجي للمجموعة الشمسية منجذبا إلى الشمس تزداد سرعته تدريجيا ثم يُجري منحنيا خلفها ثم يبتعد عنها ثانيا وتنخفض سرعته اثناء ابتعاده عن الشمس وهذا المسار يكون في شكل قطع ناقص بسبب ان الشمس هي إحدى بؤرتيه.

الصاروخ الذي استخدم لإطلاق سبوتنك-1 كان من الصواريخ ذات المراحل الثلاث وكان القمر الصناعي سبوتنك-1 على شكل كرة قطرها 58 سنتيمتراً ووزنها 83.6 كيلوجراماً واتضح أن المرحلة الثالثة ومقدمة الصاروخ كانا يسبحان مع القمر بسرعة حوالي 28.8 ألف كيلومتر في الساعة الواحدة وكان القمر يكمل دورة كاملة حول الأرض كل 96.2 دقيقة .



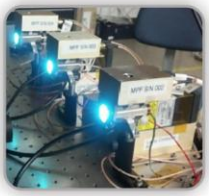
في أسفل نقطة في مسار القمر الصناعي (240 كيلومترًا) كان هناك كمية من الهواء في الطبقات السميكة في غلاف الأرض الجوي كانت هذه الكمية كافية لمقاومة حركة سبوتنك-1 مما سبب انحرافاً في مساره وبدأ القمر يهبط في حركة لولبية مقتربًا رويدًا رويدًا من سطح الأرض ودخل في طبقات الجو السميكة فاحترق بفعل الاحتكاك وسقط الحطام في أول ديسمبر من عام 1957 م وبهذا انتهت رحلة أول قمر صناعي يغادر الأرض ويسبح في الفضاء.

وبالرغم من ذلك زود سبوتنك-1 العلماء بمعلومات عن كثافة الطبقات العليا من الغلاف الجوي كما زودت الإشارات الرادوية التي اخترقت طبقة الأيونسفير العلماء بالبيانات الأولية الضرورية لتصميم أجهزة اتصالات فعالة مع المركبات الفضائية وتوصل العلماء إلى إمكانية تطوير معدات تتحمل الظروف السائدة في الفضاء مثل انعدام الوزن والتغير المفاجئ في درجات الحرارة وهي معلومات كانت ضرورية لرحلات الفضاء التالية.

Sputnik-I بث بثاً ثابتاً للراديو Broadcast a (Relatively) Stable Radio-Frequency F وتناسبت ازاحة/تغير ابعاد دوبلر The Relative Doppler $\Delta f / f$ Shift لهذه الإشارات مع المكون الشعاعي v (The Radial Component v) للسرعة النسبية بين القمر الصناعي والمستقبل أي ان $\Delta f / f = v / c$ ، حيث c هي سرعة الضوء The Speed Of Light ، في الواقع هذه العلاقة ليست سوى تقريب غير نسبي للتعبير النسبي الأكثر تفصيلاً ويمكن قياس انزياح او تغير دوبلر للإشارات الراديوية المنبعثة من الاقمار الصناعية The Doppler Shift of Radio Signals Emitted By Satellites بسهولة بواسطة أجهزة راديوية معيارية Measured By Standard Radio Equipment .

وبما أن السرعة المدارية Orbital Velocity كبيرة (حوالي 7 كم / ثانية) فمن المتوقع أن تكون السرعة الشعاعية Radial Velocity تقريبًا بين الحدود ± 5 كم / ثانية.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



وعليه تم إعادة بناء وبدقة مدار القمر الصناعي باستخدام الانزياح الدوبلري للإشارة Doppler Shift of The Signal ، كما قيس من قبل عدد قليل من أجهزة الاستقبال الموجودة في مواقع معروفة على سطح الأرض.

وبمعرفة مدار القمر الصناعي يمكن استخدام قياس إشارة الإزاحة الدوبلرية المسجلة في موقع غير معروف لتحديد وكشف موقعها على الارض.

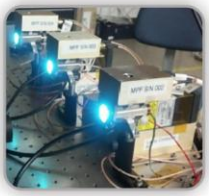
The Measurement of the Doppler Shifted Signal Recorded

المثال على الجيل الأول من أنظمة الأقمار الصناعية للملاحة The First Generation of Navigation Satellite Systems هو NNSS نظام ملاحة الأقمار الصناعية في الولايات المتحدة (U.S. Navy Navigation Satellite System)

ومزاياه كانت كبيرة و كانت المراصد أو المراقب Observers مستقلة عن الطقس ومتاحة على شكل رقمي وكان النظام يعمل بشكل جيد لقمر صناعي واحد على جهاز استقبال (لمدة تتراوح بين 5-10 دقائق) بدقة تصل إلى عشرة أمتار ولكن هذه تعتبر دقة محدودة.

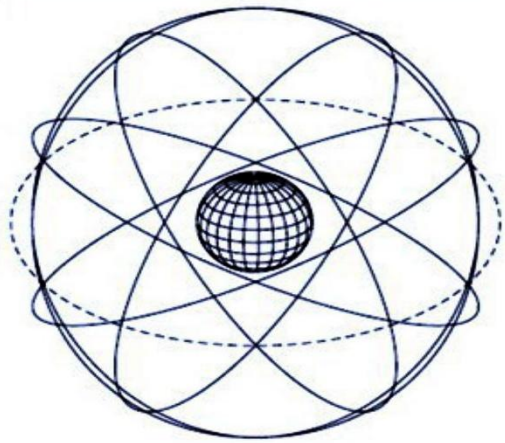
الجيل الثاني من أنظمة الملاحة عبر الأقمار الصناعية أستند على قياس زمن انتشار الإشارات الراديوية Measurement of The Propagation Times of Radio Signals بين الاقمار الصناعية Satellites والمراقب Observer وعلى الرصد المتزامن Simultaneous Observation لعدة اقمار صناعية Several Satellites.

مع إهمال التأخير في الانتشار Neglecting propagation delays الناجم عن الغلاف الجوي Atmosphere وبافتراض أن جميع الساعات All Clocks (للأقمار والمستقبلات Satellites And Receivers) متزامنة Synchronised فإن القيمة العددية المعروفة لسرعة الضوء c تسمح بحساب (المسافة من زمن السفر) المسافة بين القمر الصناعي S عند وقت بث الإشارة والمستقبل R عند وقت استقبال الإشارة لذا يجب أن يكون المستقبل R كروي Sphere بمركز S ونصف القطر p (إذا كانوا ثلاثة أقمار صناعية في وقت واحد) ويتم الحصول على موقع المتلقي Receiver's Position من خلال تقاطع ثلاث كرات Intersecting Three Spheres مع مركز ونصف قطر معروفين .



وأشهر انظمة الاقمار الصناعية من الجيل الثاني هو النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) الذي تم نشره بالكامل حسب الشكل التالي كما يظهر من خط عرض 35 درجة من خارج التكوين الفعلي.

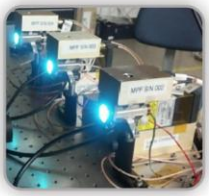
WWW.EUNPS.COM



GPS constellation كوكبة

كوكبة أو مجموعة أقمار GPS (GPS constellation)

تتكون الكوكبة من ست مسارات مدارية Six Orbital Planes يميل كل منها 55° W.R.T. عن خط الاستواء ويفصل بينهما 60o حيث ان القمر الصناعي يدور حول نفسه تقريبا دائرياً مع بنصف قطر حوالي 26.500 كم ، يوجد على الأقل أربعة أقمار صناعية منفصلة بشكل جيد عن بعضها البعض وذلك في كل طائرة مدارية كما سبق وذكرنا.

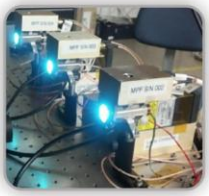


The Satellites Transmit Information تنقل الأقمار الصناعية المعلومات بطولين موجيين Two L-Band Wavelengths هما L1 و L2 بأطوال موجية 19 سم = λ1 و 24 سم = λ2

The satellites transmit information on two L-band wavelengths, L1 and L2, with wavelengths of λ 1= 19 cm, λ 2= 24 cm.

WWW.EUNPS.COM

يجب أن توجه صفوف الهوائي دائمًا نحو وسط الارض ويجب أن تكون محاور الألواح الشمسية متعامدة مع خط Sun-Satellite في أي وقت ويتم الحفاظ على الموقف الناشئ عن هذه المتطلبات باستخدام عجلات الزخم Momentum Wheels داخل جسم القمر الصناعي.



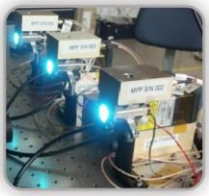
الأنظمة البديلة لأنظمة الاقمار الصناعية هي GLONASS الروسية أو نظام GALILEO الأوروبي ، الذي نشرته وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) European Space Agency في العقد الأول من الألفية الثالثة Third Millennium ، حيث تعتمد جميع الأنظمة على نفس المبادئ Same Principles.

WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

المراصد الفعلية Actual Observables لنظم الاقمار الصناعية الملاحية من الجيل الثاني والثالث وما بعده لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من معلومات الفصول القادمة من هذا الكتاب ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School



تحليل الإشارات المرسلة من الاقمار الصناعية

الإشارة المرسلة من القمر الصناعي S في الوقت t^S (Satellite Clock Reading) تحتوي على دور البث ويمكن استخدام هذه المعلومات من قبل المستقبل R والتي تسمى المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange p لقراءة ساعة الاستقبال في وقت استقبال الإشارة t_R

$$(1) \quad p = c\,(t_R - t^S)$$

سيكون p مساوياً للمسافة الهندسية ولأن الاستقبال متزامنان تماماً مع الوقت الذري Atomic Time ولأن الإشارة يجب أن تنتقل عبر الغلاف الجوي للأرض Earth's Atmosphere وبسبب خطأ القياس العلاقة الفعلية بين Pseudorange والمسافة p يقرأ

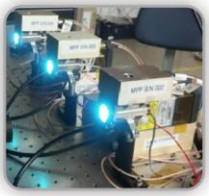
$$(2) \quad p = p + c\Delta t_R - c\Delta t^S + \Delta p_T + \Delta p_I(\lambda) + \varepsilon$$

حيث p هي المسافة بين القمر الصناعي S والمستقبل R و Δt_R خطأ ساعة المستقبِل Receiver Clock Error و Δt^S الخطأ على مدار القمر الصناعي Δp_T تأخير الإرسال بسبب كهرباء الجو المحايدة The Electrically Neutral Atmosphere أما Δp_I فهي التأخير بسبب الأيونوسفير Ionosphere (تسببه الإلكترونات الحرة في طبقات بين 200 كم و 1200 كم).

لأغراض علمية For Scientific Purposes يتم استخدام المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange p فيقوم جهاز الاستقبال R بتوليد الرصد عن طريق حساب الموجات الناقلة الواردة (الأعداد الصحيحة بالإضافة إلى جزء الكسر) وعن طريق ضرب النتيجة بسرعة الضوء c.

The receiver R generates this observation by counting the incoming carrier waves (integers plus fraction part) and by multiplying the result by the speed of light c. This observable is related to the geometrical and atmospheric quantities by:

$$(3) \quad p' = p + c\Delta t_R - c\Delta t^S + \Delta p_T - \Delta p_I(\lambda) + N\lambda + \varepsilon'$$



الفصل الثاني

الاجزاء الرئيسية المكونة لنظام GPS

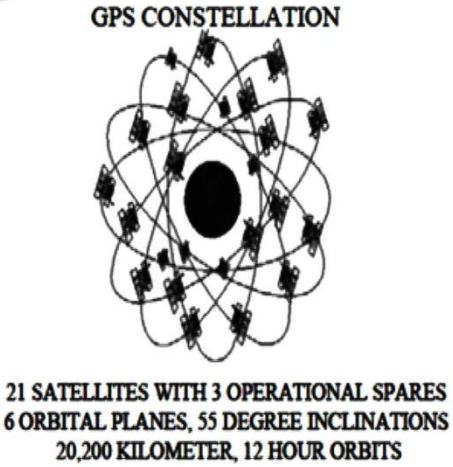
GPS comprises three main components

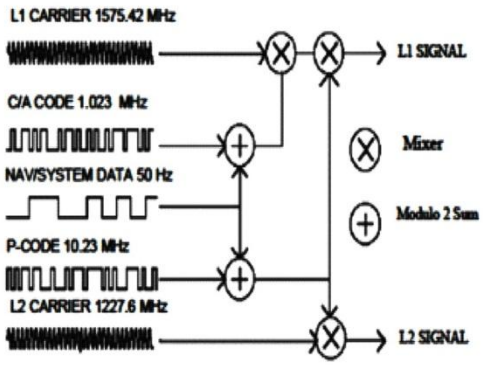
1- الجزء الفضائي Space Segment

وهي المركبات الفضائية Space Vehicles (SVs) التي تحتوي على GPS Satellites

وترسل هذه المركبات الفضائية (SVS) إشارات راديوية Radio Signals من الفضاء Space كما هو مبين في الشكل التالي :

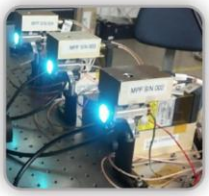
WWW.EUNPS.COM





GPS SATELLITE SIGNALS

Radio Signals



2- قطـاع السـيطرة أو الـتحكم Control / Segment الجـزء الأرضـي Ground Segment المسئول عن إدارة مراصد ملاحة الاقمار الصناعية على الارض.

وهو عبارة نظام تتبع المحطات System Of Tracking Stations الموزعة حول العالم Located Around The World حيث يقع مرفق التحكم الرئيسي The Master Control Facility في قاعدة شريفر الجوية Schriever Air Force Base (سابقا Formerly Falcon AFB) في ولاية كولورادو / الولايات المتحدة الأمريكية.

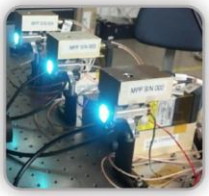
in the State of Colorado, USA.

3- جزء المستخدم User Segment

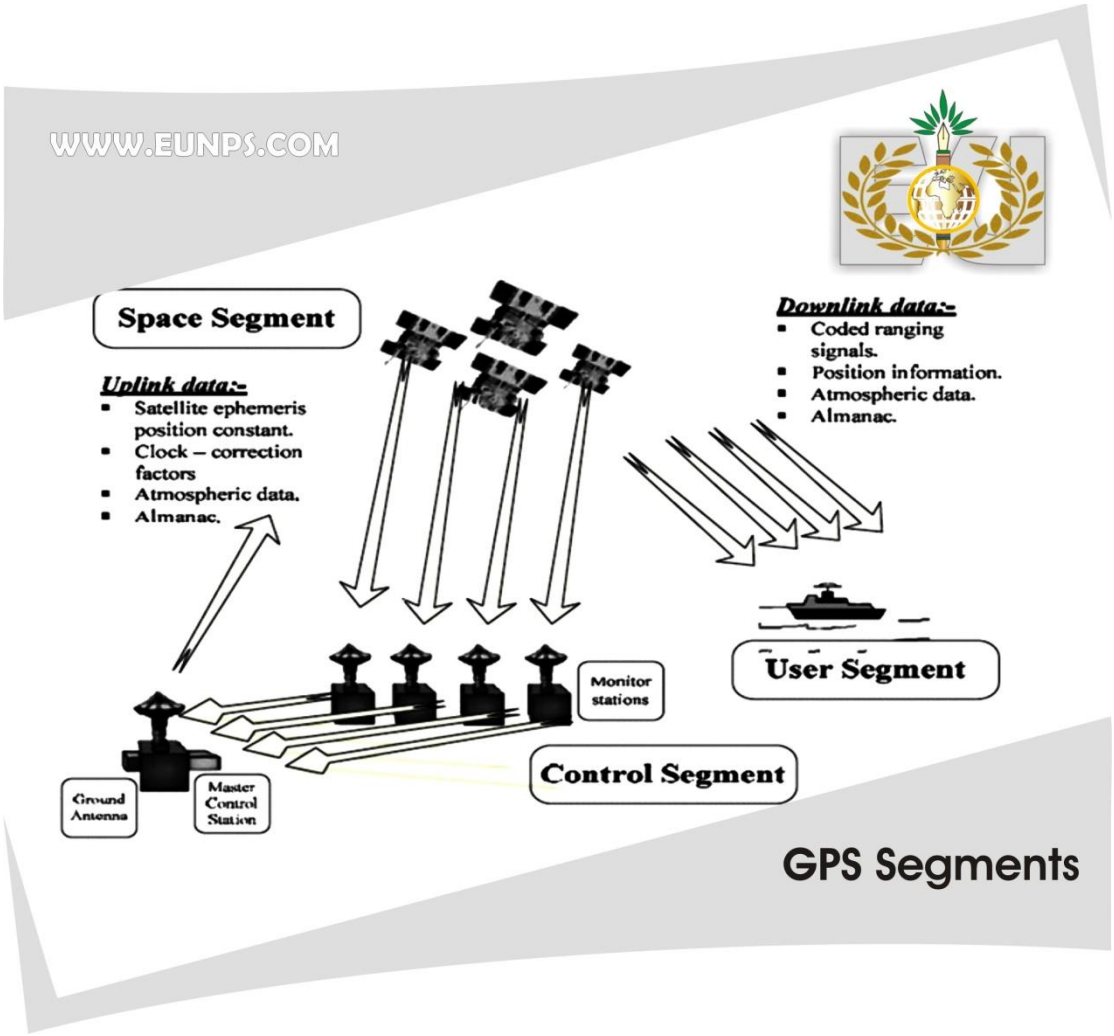
وهو يتكون من أجهزة استقبال GPS Receivers التى تقوم بتحويل إشارات المركبة الفضائية Convert Space Vehicle (SV) Signals إلى موقع وسرعة ووقت مقدر

Into Position, Velocity, And Time Estimates.

تتوزع الأقمار الصناعية في ست مسارات مدارية Six Orbital Planes وهي مدارات دائرية تقريبا بارتفاع حوالي من 20,200 كم فوق سطح الأرض بميل Inclined مقداره 55° درجة بالنسبة لخط الاستواء Equator ومع فترات مدارية من حوالي 11 ساعة و 58 دقيقة (نصف يوم فلكي Half A Sidereal Day).

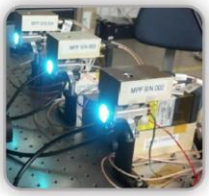


يوضح الشكل التالي مكونات GPS الرئيسية :



GPS Segments (Aerospace Corporation)

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

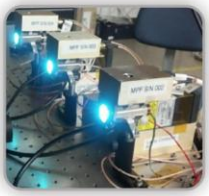


وصف ادق للأجزاء الرئيسية المكونة لنظام GPS

حددت خطة الملاحة الراديوية الفيدرالية نظام الملاحة باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (NAVSTAR) لتحديد التوقيت والتنوع (GPS) كنظام ملاحي رئيسي لحكومة الولايات المتحدة الامريكية ، حيث ان نظام تحديد المواقع العالمي هو نظام تحديد المواقع الراديوي القائم على مسافات متباعدة Spaced-Based Radio Positioning System والذي يوفر للمستخدمين المجهزين بشكل مناسب Suitably Equipped Users بيانات دقيقة وسرعة وبيانات دقيقة للغاية.

وكما سبق وذكرنا يتكون GPS من ثلاثة أجزاء رئيسية : الجزء الفضائي Space Segment وقطاع التحكم Control Segment وجزء المستخدم User Segment حيث يتكون الجزء الفضائي من 24 قمرا صناعيا The Space Segment Comprises Some 24 Satellites ويتم ترتيب المباعدة Spacing بين الاقمار الصناعية في مداراتها In Their Orbits بحيث يتم عرض أربعة أقمار صناعية على الأقل للمستخدم في أي وقت وفي أي مكان على الأرض.

ينقل كل قمر إشارات Transmits Signals على ترددين راديويين Two Radio Frequencies مركب Superimposed على كل منهما نظام الملاحة Navigation وبيانات النظام System Data ويدرج في هذه البيانات التوقعات الفلكية الفضائية Predicted Satellite Ephemeris وبيانات تصحيح الانتشار في الغلاف الجوي Atmospheric Propagation Correction Data ومعلومات خطأ الساعة الفضائي Satellite Clock Error Information , وبيانات الصحة القمرية Satellite Health Data ويتكون هذا الجزء عادة من 21 قمرا تشغيلياً Operational Satellites مع ثلاثة اقمار احتياطية كما سبق وان ذكرنا.

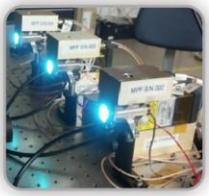


ترسل اقمار نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) ترددات راديوية على شكل تشويش عشوائي زائف "ترددات المسافة الاولية" Pseudo Random Noise (PRN) وهي ترددات راديوية معدلة بتسلسل معين Sequence-Modulated Radio Frequencies ويسمى التردد الناقل L1 carrier اذا كانت بتردد 1575.42 MHz ويسمى التردد الناقل L2 carrier اذا كانت بتردد 1227.60 MHz ، حيث ينقل القمر الصناعي كلاً من كود الاقتناء الشديد Coarse Acquisition Code (C / A code) وكود الدقة Precision Code(P code) ويرسلها Transmitted على التردد الناقل L1 ويرسل فقط كود P على التردد الناقل L2 .

وتسمى التركيبة من (C / A code) و (P code) بالرسالة الملاحية The Navigation Message وهي التي تحتوي على بيانات التقويم الفلكي للقمر الصناعي Satellite Ephemeris Data وبيانات تصحيح الانتشار في الغلاف الجوي Atmospheric Propagation Correction Data وانحراف ساعة القمر الصناعي Satellite Clock Bias.

يعين نظام GPS كود مميز Unique من نوع C / A و كود مميز Unique من نوع P لكل قمر صناعي ويسمى ذلك النفاذ المتعدد بتقسيم الاكواد Code Division Multiple Access (CDMA) وتسمح هذه العملية لجميع الاقمار الصناعية باستعمال تردد ناقل مشترك Common Carrier Frequency مع الاستمرار في السماح للمستقبل بتحديد القمر الذي يرسله.

يسمح CDMA أيضًا بتعريف سهل للمستخدم لكل قمر GPS نظرًا لأن كل بث Broadcasts عبر الأقمار الصناعية يستخدم C / A الفريد والمميز الخاص به مع كود فريد اخر هو P ويمكن تخصيص رقم تسلسل PRN فريد وهذا الرقم يتم تحديده عند اتصال نظام التحكم في نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) بالمستخدمين حول قمر GPS محدد.



يشتمل قطاع التحكم Control Segment Includes على محطة التحكم الرئيسية Master Control Station (MCS) وعدد من محطات المراقبة Number Of Monitor Stations والهوائيات الأرضية الموجودة في جميع أنحاء العالم Ground Antennas Located Throughout The World .

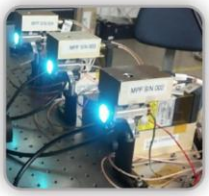
تتكون محطة التحكم الرئيسية The Master Control Station MCS الواقعة في Colorado Springs من المعدات والمرافق اللازمة Equipment And Facilities لرصد الاقمار الصناعية Satellite Monitoring والقياس عن بعد Telemetry والتتبع Tracking والقيادة Commanding والتحكم Control والتحميل Uploading و توليد رسائل الملاحة Navigation Message Generation .

محطات المراقبة Monitor Stations تقع في هاواي Hawaii و كولورادو سبرينغز Colorado Springs و كواجالين Kwajalein و دييجو جارسيا Diego Garcia وجزيرة أسنشن Ascension Island ... كل محطات المراقبة تتعقب الاقمار الصناعية وتتراكم فيها بيانات تحديد المسافات Accumulating Ranging Data من اشارات Signals الأقمار الصناعية وترحلها Relaying Them الى محطة التحكم الرئيسية Master Control Station (MCS) الواقعة في Colorado Springs

MCS تعالج هذه البيانات والمعلومات لتحديد موضع القمر الصناعي Determine Satellite Position ودقة بيانات الإشارة Signal Data Accuracy بتحديث رسالة الملاحة Updates The Navigation Message لكل قمر وترحيل هذه المعلومات الى الهوائيات على الارض

Relays This Information To The Ground Antennas فتقوم تلك الهوائيات بإرسال هذه المعلومات الى الاقمار الصناعية

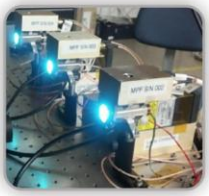
Transmit This Information To The Satellites.



الهوائيات الأرضية The Ground Antennas تقع Located في جزيرة أسينشن Ascension Island و ديجو جارسيا Diego Garcia وكواجالين Kwajalein وهي تستخدم أيضًا لإرسال واستقبال معلومات التحكم في الأقمار الصناعية Transmitting And Receiving Satellite Control Information

تم تصميم جهاز المستخدم User Equipment لاستقبال ومعالجة الإشارات Receive And Process Signals من أربعة أقمار صناعية أو أكثر تدور في وقت واحد أو بالتتابع Simultaneously Or Sequentially حيث يقوم المعالج في جهاز الاستقبال بتحويل هذه الإشارات إلى معلومات ملاحية Navigation Information .

بما أن GPS يستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات Wide Variety Of Applications من الملاحة البحرية Marine Navigation إلى المسح الأراضي Land Surveying وبالتالي فان هذه المستقبلات Receivers تختلف اختلافا كبيرا في الوظيفة Function والتصميم Design .



الفصل الثالث

إشارات GPS Signals

تتولد الإشارات على متن الاقمار الصناعية من التردد الأساسي : f_o =10.23 MHZ
حيث ان المتحكم في الإشارة هو الساعة الذرية Atomic Clock الثابتة بنطاق 10^{-13} لأكثر من يوم واحد ، حيث ان اثنين من حاملي الاشارات في L-band تظهر في النطاق L1 و L2 المتولدة بمضاعفات صحيحة لـ f_o.

Two carrier signals in the L-band, denoted L1 and L2.

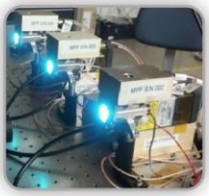
النواقل L1 و L2 هي عبارة عن اكواد تعطي للمتلقي أو المستقبل Receiver معلومات مثل البارمترات المدارية Orbital Parameters حيث ان الاكواد عبارة عن رموز متسلسلة في قيم +1 أو -1 المقابلة للقيم الثنائية Binary Values 0 أو 1 بدرجة تحول 180°

رمز الوصول الواضح Clear/Access Code (C / A-code)

ورمز الدقة Precision Code (P-code)

وكلاهما لقراءة ساعة القمر الصناعي وكلاهما يتميز بتسلسل الضوضاء العشوائية Pseudorandom Noise (PRN) Sequence .

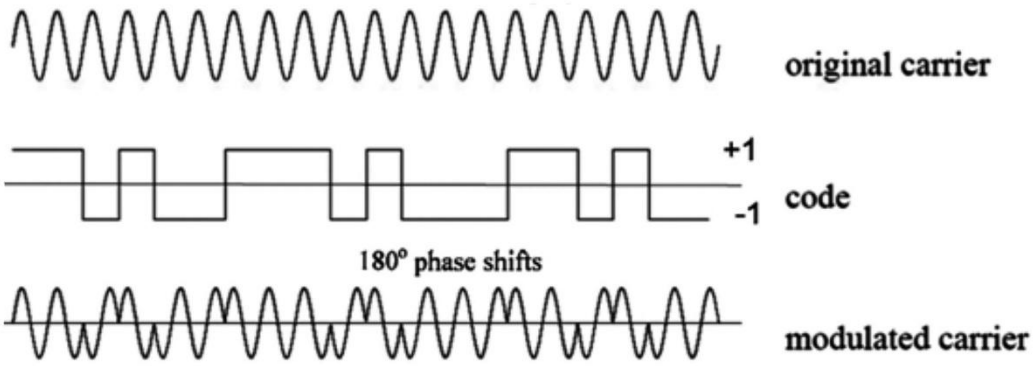
رمز W هو يستخدم لتشفير P-code إلى Y-code
وذلك عند تطبيق محاكاة Anti Spoofing (A-S)
ويتم تعديل رسالة الملاحة Navigation Message باستخدام الموجتين الناقلتين (L1 و L2) بمعدل 50 بت في الثانية (Chipping Rate of 50 bps)



Biphase Modulation Of Carrier

التعديل ثنائي المرحلة للناقل

WWW.EUNPS.COM

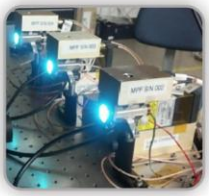


التعديل ثنائي المرحلة للناقل

Phase مرحلة

Biphase ثنائي المرحلة

الرسالة الملاحية **Navigation Message** تحتوي على معلومات حول المدارات الفضائية و اضطرابات المدار **Orbit Perturbations** و وقت **GPS Time** و ساعة القمر الصناعي **Satellite Clock** و البارامترات الأيونوسفيرية **Ionospheric Parameters** ورسائل حالة النظام .



في L1 و L2 لدينا المعادلة :

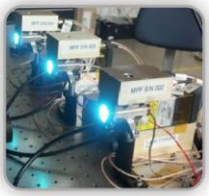
$$L1(t) = a_1 P(t) W(t) \cos(2\pi f_1 t) + a_1 C/A(t) D(t) \sin(2\pi f_1 t)$$
$$L2(t) = a_2 P(t) W(t) \cos(2\pi f_2 t) \qquad (1)$$

والتي تمثل الإشارة Signal التي يبثها Broadcast القمر الصناعي وهي إشارة الطيف المنتشر Spread Spectrum Signal مما يجعلها أقل عرضة للتشويش Less Prone To Jamming

ان المفهوم الأساسي لتقنية انتشار الطيف Spread Spectrum Technique هو أن المعلومات الموجية Information Waveform مع عرض النطاق الصغير Small Bandwidth تحول بواسطة تعديلها مع عرض النطاق الكبير Large-Bandwidth Waveform

انتاج تسلسل عشوائي مشفر Pseudo Random Sequence (PRN) في الكود على اساس استعمال جهاز الكتروني يسمى جهاز تسجيل ارتجاعي مرتجل Tapped Feed Back Shift Register (FBSR)
هذا الجهاز ينتج مجموعة كبيرة ومتنوعة من الرموز العشوائية المشفرة ، ولكن بهذه الطريقة تتكرر الشفرة المولدة وذلك بعد بعض الوقت .

يمكن للمستقبل التمييز Distinguish بين الإشارات القادمة من مختلف الأقمار الصناعية لأن رمز Receiving C/A Code المستلم (الكود الذهبي The Gold Code) ، لديه ارتباط متبادل منخفض Low Cross-Correlation وهو فريد لكل قمر صناعي Unique For Each Satellite
تتكون رسالة الملاحة من 25 إطارًا Frames وكل إطار يحتوي على 1500 بت (Bit) وكل إطار ينقسم إلى 5 إطارات فرعية مع 300 بت ويتم تحديث رسالة الملاحة بشكل دوري من خلال جزء التحكم.



Recall

الساعة الذرية Atomic Clock هي ساعة إخترعها العالم الأمريكي وليام ليبي في عام 1948 والتي تعتمد على تردد الرنين الذري لضبط الوقت وتستخدم لمعايرة الثانية وتعتبر الساعات الذرية أدق ساعات توقيت حتى الآن حيث يصل مقدار الخطأ فيها ثانية كل 30 مليون سنة تقريبا وفقا للإحصائيات .

توضيح ترميز إشارة GPS (GPS Signal Coding)

اثنين من الترددات الحاملة المنفصلة Two Separate Carrier Frequencies تحمل الإشارة Carry The Signal المرسلة من القمر الصناعي Transmitted by a GPS Satellite.

أول تردد ناقل The First Carrier Frequency هو (L1) ينقل على تردد

Transmits On 1575.42 Mhz

ثاني تردد ناقل The Second هو (L2) ينقل على تردد

Transmits On 1227.60 Mhz

إشارة GPS تتكون من ثلاثة رسائل منفصلة :

The GPS signal consists of three separate messages:

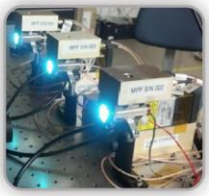
1- The P-code, transmitted on both L1 and L2 .

2- The C/A code, transmitted on L1 only.

3- a navigation data message.

ويتم تقسيم رسائل P code و C / A إلى بتات Bits فردية تعرف باسم الرقائق Chips

The P code and C/A code messages are divided into individual bits known as chips.



التـردد المرسـل و المجـزأ الـى بتـات Bits فـي الثانيـة الواحـدة يسـمى معـدل التقطيـع Chipping Rate

معدل التقطيع Chipping Rate للكود P هو :

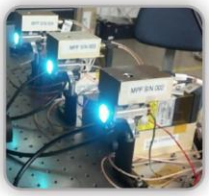
The chipping rate for the P-code is 10.23 MHz (10.23×10^6 bits per second).

معدل التقطيع Chipping Rate للكود C/A هو :

The chipping rate for the C/A -code is 1.023 MHz (1.023×10^6 bits per second).

معدل التقطيع Chipping Rate لبيانات الرسالة Data Message هو :

The chipping rate for the data message, 50 Hz (50 bits per second).



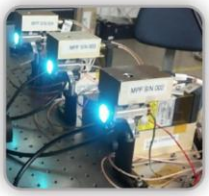
توضيح النظام المتغير للنقل المرحلي Phase Modulate The Carriers للكود C/A وللكود P

ينقل Transmitted كود C/A Code في زاوية مرحلية Phase Angle قدرها ° 90 من الكود P-Code حيث ان فترات التكرار Periods Of Repetition لـ C/A Codes و P Codes P تختلف Differ فكود C/A Code يتكرر مرة واحدة كل ميلي ثانية واحدة Repeats Once Every Millisecond اما P-Code فيتكرر تسلسلي كل سبعة أيام Sequence Repeats Every Seven Days.

كما ذكرنا أعلاه تعتبر ترددات GPS الحاملة أو الناقلة GPS Carrier Frequencies هي مرحلة التشكيل (أو مرحلة التعديل و النقل) Phase Modulated وهذه مجرد وسيلة أخرى للقول أن رقمي "1" و "0" الموجودين في رموز P و A / C تبين طول الناقل عن طريق الازاحة في مرحلة الناقل Carrier Phase.

وهذا مشابه Analogous لإرسال نفس البيانات على طول الناقل Along A Carrier بتغيير السعة Amplitude (تشكيل السعة Amplitude Modulation أو AM) أو تردده (تعديل التردد Frequency Modulation أو FM) .

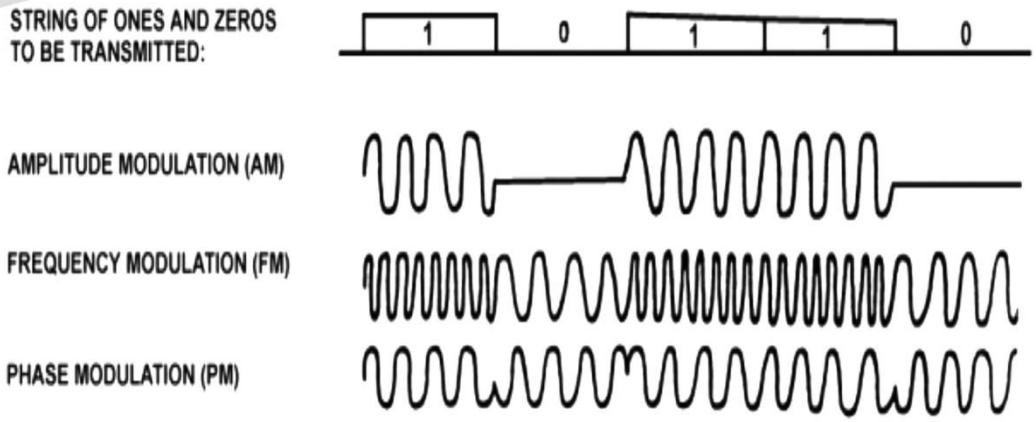
في الشكل التالي مرحلة التشكيل (أو مرحلة التعديل و النقل) Phase Modulation حيث التردد والسعة The Frequency And The Amplitude للناقل لم تتغير من قبل " اشارة المعلومات Information Signal " وتنقل Transmitted المعلومات الرقمية Digital Information عن طريق مرحلة ازاحة الناقل Shifting The Carrier's Phase حيث ان تعديل المرحلة Phase Modulation المستخدمة من قبل نظام تحديد المواقع العالمي (Employed By GPS) تعرف بأنها ازاحة مفتاح ثنائي المرحلة Bi-Phase Shift Keying(BPSK) .



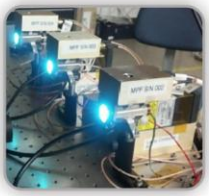
Digital Data Transmission With Amplitude, Frequency And Phase Modulation

نقل البيانات الرقمية بتشكيل الاتساع والتردد وتعديل المرحلة

WWW.EUNPS.COM



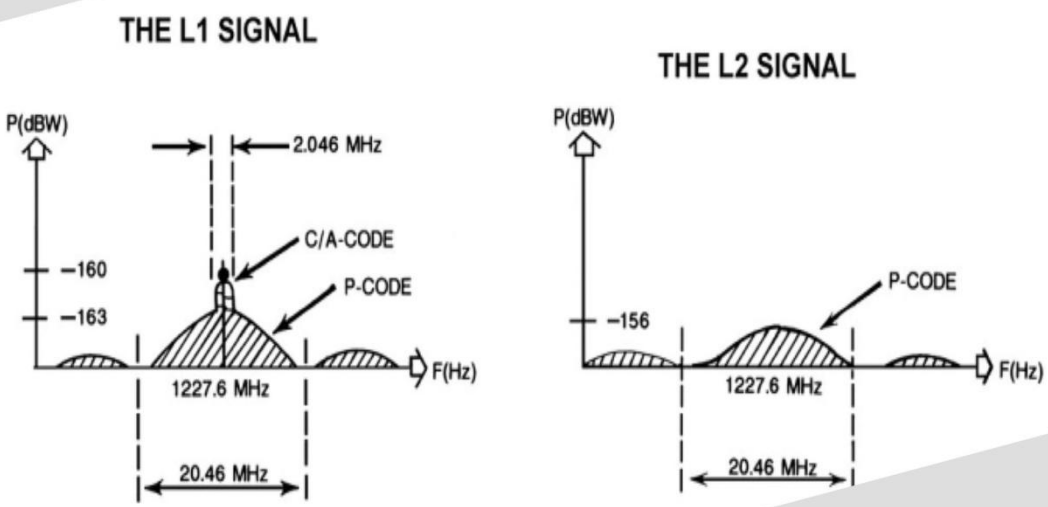
نقل البيانات الرقمية



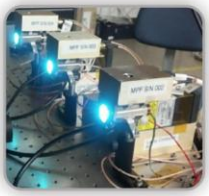
Modulation of the L1 and L2 carrier frequencies with the C/A and P code signals.

تشكيل الترددات الحاملة L1 و L2 مع إشارات كود C / A و P

WWW.EUNPS.COM



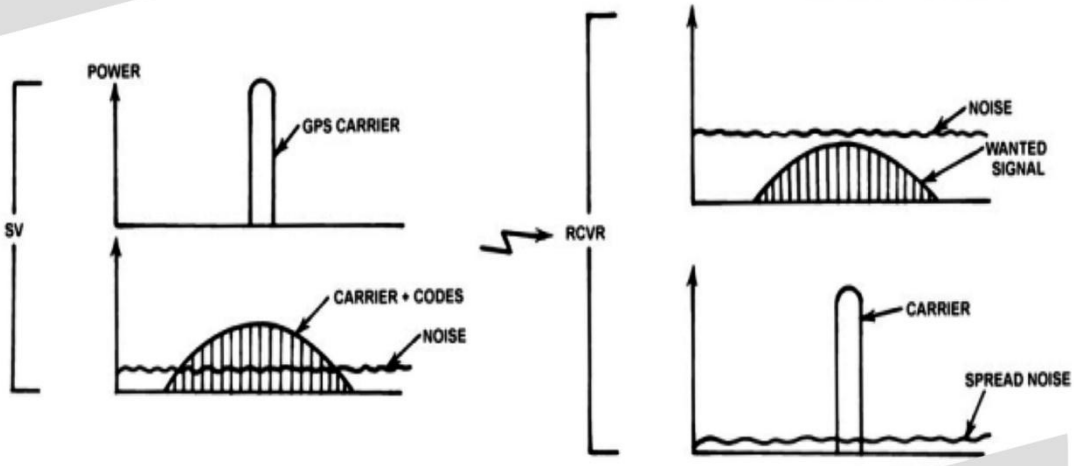
تشكيل الترددات الحاملة



GPS signal spreading and recovery from satellite to receiver.

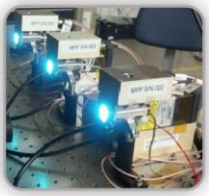
انتشار إشارة GPS واستردادها من القمر إلى المستقبِل.

WWW.EUNPS.COM



انتشار اشارة GPS

نتيجة لـ ازاحة مفتاح ثنائي المرحلة Bi-Phase Shift Keying(BPSK) فان تردد الناقل Carrier Frequency سيكون " انتشارSpread " حول ترددها المركزي Center Frequency بمقدار يساوي مرتينAn Amount Equal To Twice "معدل التقطيع Chipping Rate " وذلك لإشارة التشكيل أو التعديل Modulating Signal



في حالة P Code ، هذا الانتشار Spreading يساوي

(2 x 10.23 MHz) = 20.46 MHz

وبالنسبة C / A Code ، فإن الانتشار Spreading يساوي

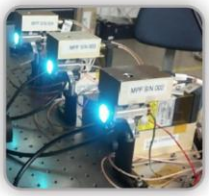
(2 x 1.023 MHz) = 2.046 MHz

is shaped differently from the L2 carrier, modulated with only the P code.

وبالنظر للشكل التالي لاحظ أن الاشارة الناقلة L1 Carrier Signal مشكلة / معدلة Modulated من P Code و C / A Code بشكل مختلف Shaped Differently عن الاشارة الناقلة L2 Carrier Signal المشكلة Modulated من P Code فقط.

هذا الانتشار Spreading من إشارة الناقل Carrier Signal يقلل Lowers من قوة الإشارة الكلية Total Signal Strength تحت مستوى الضوضاء الحرارية Below The Thermal Noise Threshold الموجودة في المستقبل Receiver .

هذا التأثير This Effect واضح في الشكل التالي عندما يتم ضرب Multiplied إشارة القمر الصناعي Satellite Signal في اكواد C / A و P التي يولدها جهاز الاستقبال Generated By The Receiver وهذا يؤدي الى انهيار Collapsed إشارة القمر الصناعي في نطاق تردد الموجة الحاملة الأصلية Original Carrier Frequency Band ثم يتم رفع قوة الإشارة Signal Power فوق مستوى الضوضاء الحرارية Raised Above The Thermal Noise Level.

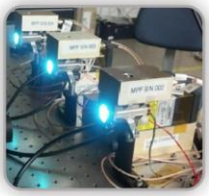


يتم فرض Superimposed رسالة الملاحة Navigation Message على كل من P Code And C/A Code مع معدل بيانات 50 Bits Per Second (50 Hz) حيث تتكون رسالة الملاحة من 25 إطار بيانات Data Frames وكل إطار يتكون من 1500 Bits وكل إطار Divided مقسم إلى خمسة اطارات فرعية Five Subframes كل منها 300 Bits .

لذلك تأخذ 30 ثانية لاستقبال إطار بيانات واحد One Data Frame و 12.5 دقيقة لاستقبال عدد 25 إطار Frames.

تحتوي رسالة الملاحة The Navigation Message Contains على وقت نظام GPS System Time الخاص بالإرسال Transmission وكلمة تسليم Handover Word (كيف HOW) للسماح بالانتقال Transition بين تتبع Tracking The C/A Code و P Code والتقويم الفلكي وبيانات الساعة Ephemeris And Clock Data للأقمار الصناعية التي يجري تعقبها Satellite Being Tracked وبيانات التقويم Almanac Data للأقمار الصناعية في المدار Orbit.

كما تحتوي على نموذج معاملات التأخير الأيونوسفيري Coefficients For Ionospheric Delay Models المستخدمة من قبل المستقبِلات والمعاملات C/A Receivers And Coefficients المستخدمة في حساب التوقيت العالمي المنسق Universal Coordinated Time (UTC)



توضيح عملية الارتباط The Correlation Process

تقارن عملية الارتباط Correlation Process بين الإشارة المستلمة من الأقمار الصناعية مع الإشارة المتولدة من المستقبل وذلك من خلال مقارنة دالة الموجة المربعة Square Wave Function للإشارة المستلمة Received Signal ... مقارنتها بـ إشارة الدالة الموجة المربعة Square Wave Function التي المتولدة Generated بواسطة المستقبل Receiver .

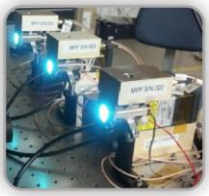
منطق الكمبيوتر The Computer Logic من المستقبل Receiver يتعرف Recognizes على إشارات الموجة المربعة Square Wave Signals إما 1 + أو 0 اعتماداً على Depending On ما إذا كانت الإشارة Off" Or "On"

الإشارات تعالج بمطابقتها Matched باستخدام وظيفة الارتباط الذاتي An Autocorrelation Function

تحدد هذه العملية This Process Defines ضرورة وجود "كود شبه عشوائي" "Pseudorandom Code" يجب أن يكون مكرر (على سبيل المثال ، غير عشوائي) I.E., Nonrandom لأنه يقارن بين إشارتين تجعل المستقبل Receiver يحسب المسافة Distance Calculations

في نفس الوقت يجب أن يكون الكود عشوائي لعملية الارتباط حيث ان عشوائية الإشارات Randomness Of The Signals يجب أن تكون مثل عملية المطابقة Matching Process بدون جمع او توحيد باستثناء الجمع الذي يحدث عند توليد اشارة مزاحة بمسافة متناسبة مع استقبال التأخير الزمني للإشارة Received Signal's Time Delay .

هذه المتطلبات المتزامنة Simultaneous Requirements ليكون كلا التكرارين الغير عشوائي والعشوائي يؤدي إلى وصف "شبه عشوائي Pseudo-Random " حيث ان الإشارة لديها ما يكفي من التكرار لتمكين المستقبل Receiver من ال قياس مع الاحتفاظ في الوقت نفسه بالكفاية العشوائية لضمان استبعاد الحسابات غير صحيحة.

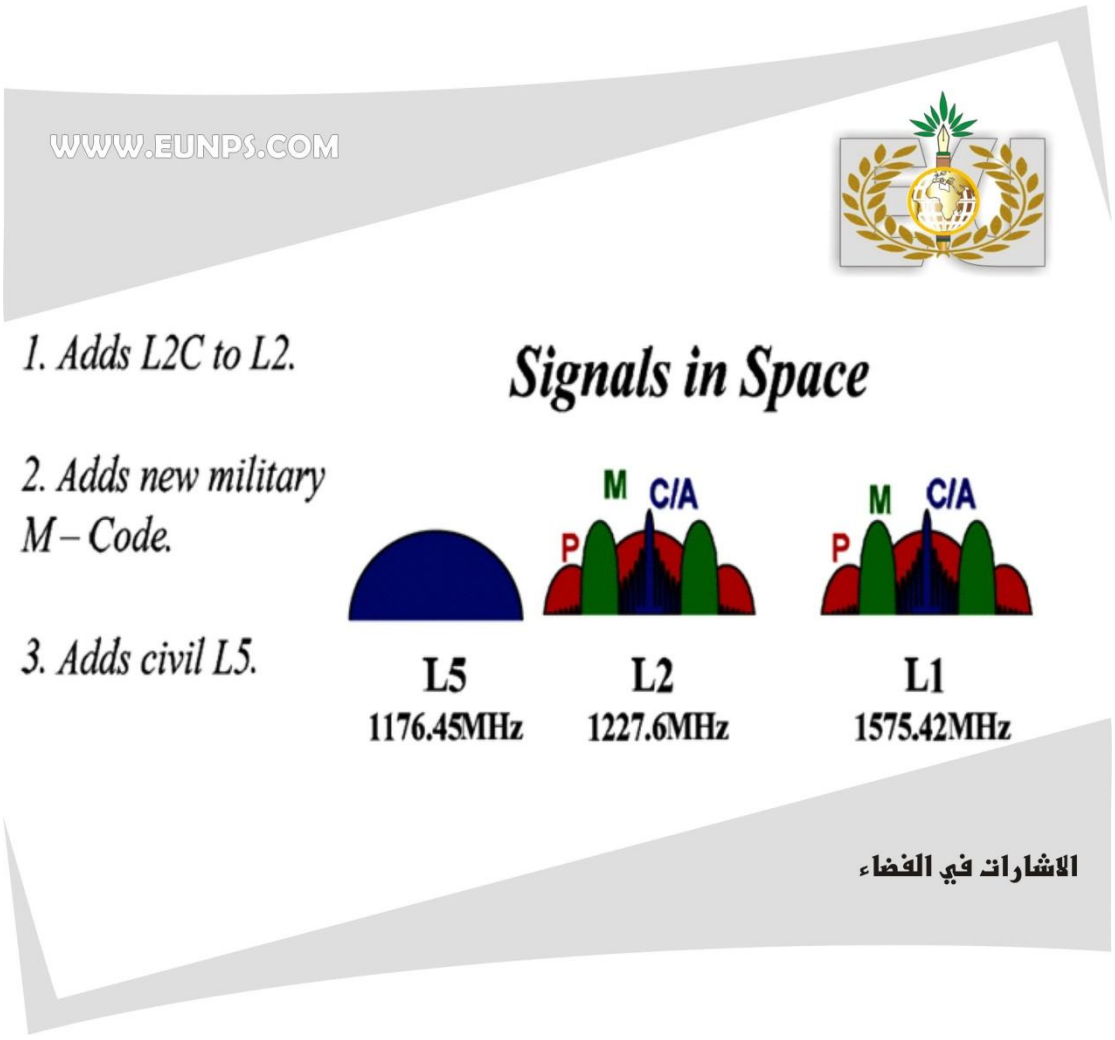


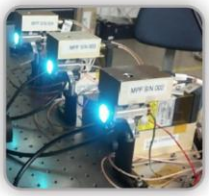
الفصل الرابع

نظام تحديد المواقع الحديث Modernized GPS

نظرا للتطبيقات المدنية واسعة النطاق لتكنولوجيا GPS وبسبب التقنيات الجديدة المستخدمة في الأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال ، قررت حكومة الولايات المتحدة تمديد قدرات GPS وإعطاء المزيد من الفوائد للمجتمع المدني بإضافة وإرسال إشارات جديدة عن طريق القمر الصناعي GPS.

New Signals Will Be Transmitted By GPS Satellite





وهذا سوف يزيد متانة الإشارات وتحسين مقاومة التداخل الإشارة

This will increase the robustness in the signals and improve the resistance to signal interference.

وهذا بالتأكيد سوف يؤدي إلى جودة أفضل للخدمة Quality Of Service (QOS).

الإشارات الجديدة المضافة إلى GPS هي :

1- تردد L5 الجديد لخدمة الملاحة الراديوية للطيران

A new L5 frequency in an aeronautical radio navigation service (ARNS)

مع بنية إشارة مصممة لتحسين تطبيقات الطيران

A signal structure designed to improve aviation applications

2- الكود C/A Code للناقل L2C Carrier الخاص بالاشارات المدنية

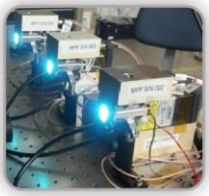
C/A code to L2C carrier (L2 civil signal)

3- الكود العسكري الجديد (M) code على ترددات L1 و L2

وقد تم إضافتة من قبل وزارة الدفاع DoD حيث لديه القدرة على تتبع الإشارة حتى في الظروف السيئة.

من المعروف أن وجود قياسات التردد المزدوج Dual Frequency Measurements (L1 And L2) جيدة للقضاء Eliminate على تأثير الأيونوسفير وتعزيز حل الغموض خاصة بالنسبة للقياسات عالية الدقة High Precision Measurements .

تعتمد أنظمة الترددات المدنية على L1 CA-Code و L2 C-Code المصمم حديثًا .

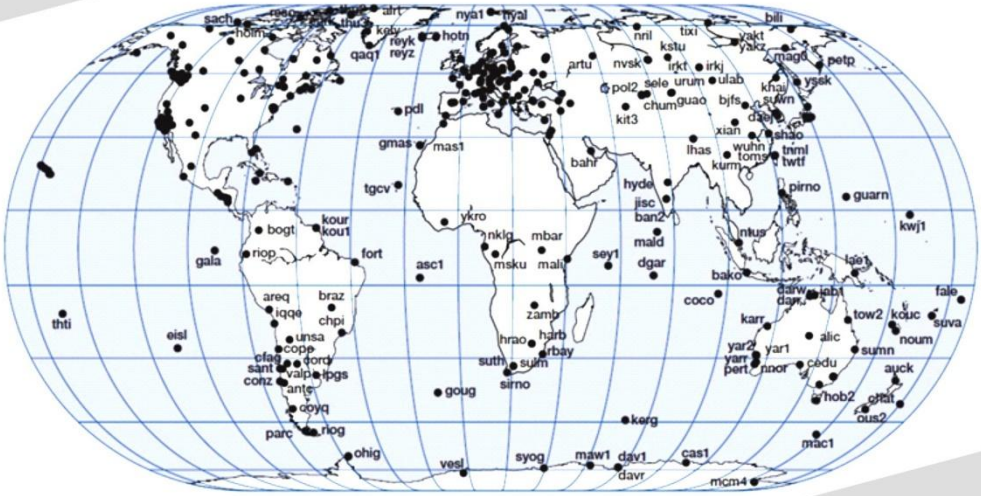


الفصل الخامس

خدمة GPS الدولية (IGS) ومركز تحليل الكود

The International GPS Service (IGS) and the Code Analysis Centre

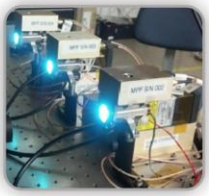
WWW.EUNPS.COM



The IGS network

تم إنشاء خدمة GPS الدولية (IGS) في عام 1991 وأصبحت تعمل بشكل كامل بعد مرحلة تجريبية مدتها حوالي عامين وذلك في 1 يناير 1994.

تستند IGS على التعاون التطوعي للمنظمات العلمية والأكاديمية في مجالات الجيوديسيا Geodesy (فرع من الرياضيات وسبق وان تكلمنا عنه) وعلوم الفضاء وعلم الفلك.



تساهم فيها منظمات بحثية كبيرة مثل NASA و JPL و ESA وغيرها ، بالإضافة إلى مؤسسات المسح الجيوديسي الوطنية National Geodetic Survey institutions والجامعات.

قامت IGS بنشر شبكة لأكثر من 200 موقع GPS دائم موزعة عالميا كما هو واضح بالشكل اعلاه المأخوذ من صفحة IGS الرئيسية .

www.igs.org

تفسر شبكة IGS إلى حد ما حقيقة أن IGS هي تعاون تطوعي وأنه لا يوجد سوى عدد قليل من المناطق " الفارغة " المتبقية اليوم ، حيث كل محطة IGS تتعقب كل قمر صناعي GPS مرة كل 30 ثانية .

وفيها يتم تخزين قياسات الكود و الاشكال على ترددين Two Frequencies مما يؤدي إلى حدوث رفع قياس 2 × 8640 في اليوم على الأقل في دورة تحول يومية Daily Turnaround Cycle ليتم إرسال البيانات الخام (عبر الإنترنت أو أجهزة مودم الهاتف) إلى مراكز البيانات الإقليمية والعالمية بغرض استرجاعها وتحليلها خصوصاً من قبل مراكز تحليل IGS لتوليد منتجات IGS .

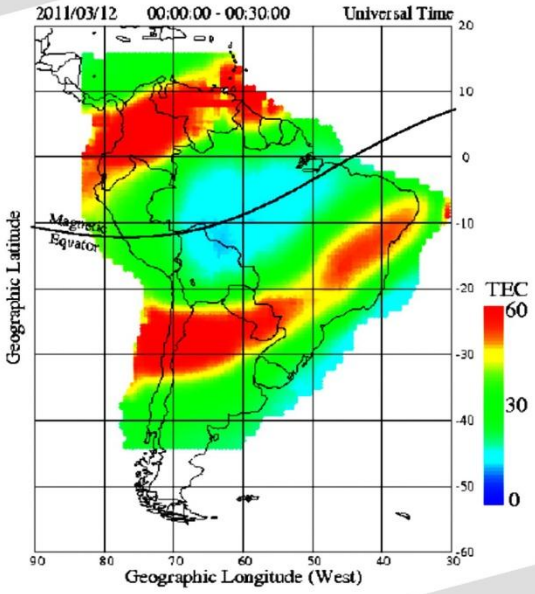
يوجد حاليًا سبعة مراكز لتحليل IGS ثلاثة في الولايات المتحدة الأمريكية USA وواحد في كند اCanada و اثنين في ألمانيا Germany (واحد لوكالة الفضاء الأوروبية ESA وواحد يسمى CODE تقع في جامعة برن Bern).

حيث CODE هو مشروع مشترك joint venture بين المعهد الفلكي التابع لجامعة برن Astronomical Institute (AIUB) وبين البوندسامت السويسري Swiss Bundesamt.

اعمال مراكز تحليل IGS المسماة AC تتم يومياً وذلك بإنشاء جدول مدارية لكل قمر صناعي GPS نشط مع تباعد يسمح له بإعادة بناء مواقع الاقمار الصناعية وسرعاتها بدقة لأي فترة زمنية خلال اليوم.

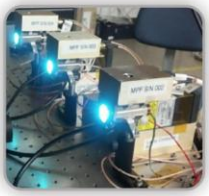
هذه المدارات مصدر ارتياح كبير لمؤسسات البحث والإنتاج التي تستخدم نظام تحديد المواقع لإجراء استبيانات عالية الدقة ، فمنذ منذ عام 1991 استند المسح الجيوديسي السويسري من الدرجة الأولى بشكل فريد إلى نظام تحديد المواقع العالمي وعلى منتجات IGS ، واصبح هناك تطور مماثل في جميع أنحاء العالم.

WWW.EUNPS.COM



Geographic Longitude

المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities



الفصل السادس

قدرات النظام System Capabilities

يوفر GPS للعديد من المستخدمين الدقة Accurate المتواصلة في جميع أنحاء العالم وفي جميع الأحوال الجوية وكذلك الشبكة المشتركة Common-Grid مع تحديد المواقع ثلاثية الأبعاد Three Dimensional Positioning ومعلومات الملاحة .

للحصول To Obtain على حل ملاحي للموقع Navigation Solution Of Position (خط العرض Latitude خط الطول Longitude والارتفاع Altitude) والوقت Time (أربعة مجهولين Four Unknowns) فانه يجب استخدام أربعة أقمار صناعية Four Satellites Must Be Used.

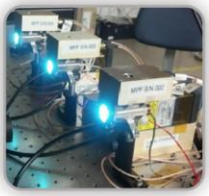
حيث ان مقاييس مستخدم GPS للمدى الزائف Pseudorange ومعدل المدى الزائف (معدل المسافة الاولية) Pseudorange Rate تكون عن طريق مزامنة Synchronizing و تتبع Tracking إشارة الملاحة Navigation Signal من كل واحد من الأربعة الأقمار الصناعية المختارة From Each Of The Four Selected Satellites .

تعريف المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange :

المدى الزائف (المسافة الاولية) هو المسافة الحقيقية True Distance بين القمر الصناعي Satellite والمستخدم User زائد Plus الازاحة Offset بسبب Due To انحراف ساعة المستخدم User's Clock Bias .

تعريف معدل المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange Rate :

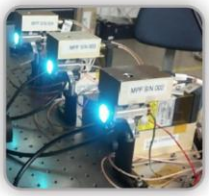
هو المدى المائل الحقيقي True Slant Range Rate زائد Plus الإزاحة Offset بسبب Due To خطأ في تردد The Frequency Error ساعة المستخدم User's Clock.



عن طريق فك شفرة Decoding البيانات الفلكية Ephemeris Data ونظام معلومات الوقت System Timing Information لكل إشارة قمر صناعي Satellite's Signal فان المستخدم المستقبل / المعالج يمكنه تحويل Convert المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange و معدل المدى Pseudorange إلى موقع ثلاثي الأبعاد وسرعةThree-Dimensional Position And Velocity

هناك أربعة قياسات Four Measurements ضرورية لحلها To Solve وهي المكونات الثلاثة غير المعروفة للموضع (أو السرعة) The Three Unknown Components Of Position (Or Velocity) زائد توقيت المستخدم المنحرف الغير المعروف (أو التردد) The Unknown User Time (Or Frequency) Bias .

دقة الملاحة The Navigation Accuracy التي يمكن تحقيقها Can Be Achieved من قبل أي المستخدم Any User تعتمد في المقام الأول Depends Primarily على تباين الأخطاء Variability Of The Errors في جعل قياسات المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange Measurements مهندسة فوريا بالأقمار الصناعية Instantaneous Geometry Of The Satellites كما يراها من موقع المستخدم على الأرض As Seen From The User's Location On Earth مع وجود التوفر الانتقائي The Presence Of Selective Availability (Sa) .



الفصل السابع

مفاهيم نظام تحديد المواقع العالمي

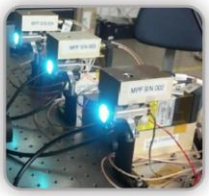
Global Positioning System Concepts

يقيس GPS المسافات Distances بين الاقمار الصناعية في المدار Between Satellites In Orbit ويقوم جهاز الاستقبال على الأرض Receiver On Earth بحساب مجالات الموقع Computes Spheres Of Position من تلك المسافات Those Distances حيث ان تقاطعات تلك المجالات The Intersections Of Those Spheres للموقع Position تحدد موقع المستقبل او المستقبل Determine The Receiver's Position .

قياسات المسافة الموضحة أعلاه The Distance Measurements Described Above تنجز بواسطة مقارنة إشارات التوقيت التي تولدت في وقت واحد Comparing Timing Signals Generated Simultaneously من قبل الساعات الداخلية للأقمار والمستقبلين Satellites' And Receiver's Internal Clocks.

هذه الإشارات These Signals تتميز Characterized من خلال شكل موجة خاصة Special Wave تعرف باسم الكود الزائف العشوائي Pseudo-Random Code واتي تولدت Generated في مرحلة مع بعضها البعض Phase With Each Other ان الاشارة الواصلة من القمر الصناعي The Signal From The Satellite Arrives إلى جهاز الاستقبال At The Receiver بعد تأخير زمني متناسبة مع المسافة التي قطعتها Proportional To Its Distance Traveled .

هذا التأخير الزمني This Time Delay هو تأخير اكتشف من قبل التحول المرحلي Phase Shift وهو بين كود العشوائية الزائفة Pseudorandom Code المتلقاة والكود المولد من قبل المستقبل Code Generated By The Receiver .



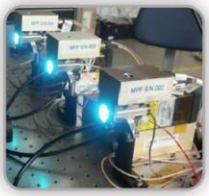
وبمعرفة الوقت اللازم للإشارة الصادرة من الأقمار الصناعية حتى تصل للمستقبل فان ذلك يسمح لجهاز الاستقبال من حساب المسافة من الأقمار الصناعية.
لذلك يجب أن يكون المستقبل على مسافة نصف قطر يساوي مقياس هذه المسافة .

تقاطع ثلاثة مجالات The Intersection Of Three Spheres Of Position يعطي نقطتين ممكنتين Yields Two Possible Points لموقع المستقبل أو المستقبل Receiver Position .

واحدة من هذه النقاط يمكن تجاهلها Disregarded لأنها على بعد مئات الأميال من سطح الأرض Hundreds Of Miles From The Surface Of The Earth .

نظريا Theoretically هناك فقط ثلاث مرات قياس مطلوبة وعملياً In Practice لابد من اربع مرات قياس مطلوبة للتحصل على موقع دقيق من اقمار GPS
Fourth Measurement Is Required To Obtain An Accurate Position From GPS.
وهذا يرجع إلى خطأ ساعة الاستقبال Receiver Clock Error فإشارات التوقيت Timing Signals تنتقل من القمر الصناعي إلى المستقبل Travel From The Satellite To The Receiver بسرعة الضوء Speed Of Light حتى ان اخطاء التوقيت الطفيفة للغاية Extremely Slight Timing Errors بين الساعات على القمر الصناعي والتي على المستقبل ستؤدي إلى أخطاء هائلة في المدى Tremendous Range Errors.

لتثبيت الساعات الذرية على القمر الصناعي The Satellite's Atomic Clock بدقة Accurate 10-9 ثانية (لتثبيت ساعة بهذه الدقة على المستقبل) فإننا نحتاج الى مستقبل غالي الثمن Receiver Prohibitively Expensive.
لذلك Therefore يتم التضحية بدقة ساعة المستقبل Receiver Clock Accuracy Is Sacrificed ويتم قياس توقيت الأقمار الصناعية بقياسات اخرى .



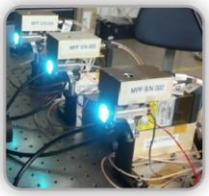
لإصلاح الخطأ Fix Error بسبب عدم الدقة في ساعة المستقبل Inaccuracies In The Receiver Clock يتم بتخفيض وطرح خطأ التوقيت المستمر في نفس الوقت من القياسات الاربعة لتوقيت القمر الصناعي حتى يتم إصلاح موقع أو نقطة "التحديد الدقيق" التي تم التوصل إليها Until A Pinpoint Fix Is Reached .

على افتراض Assuming أن ساعات الأقمار الصناعية متزامنة تماما Perfectly Synchronized وكان خطأ ساعة المستقبِل ثابتًا The Receiver Clock's Error Is Constant و طرح ذلك الخطأ الثابت The Subtraction Of That Constant Error من المسافة الناتجة The Resulting Distance Determinations ستقلل من خطأ الإصلاح حتى موقع أو نقطة "التحديد الدقيق" Will Reduce The Fix Error Until A "Pinpoint" المتحصل عليها.

من المهم أن نلاحظ هنا أن عدد خطوط الموقع Number Of Lines المطلوبة لاستعمال هذه التقنية هو توظيف عدد خطوط الموقع المطلوب للحصول على التصحيح.

يحدد GPS الموقع في ثلاثة أبعاد Gps Determines Position In Three Dimensions ووجود خطأ ساعة الاستقبال Receiver Clock Error يضيف مجاهيل إضافية Adds An Additional Unknown .
لذلك هناك حاجة إلى أربعة قياسات توقيت لحل المجهولة الأربعة الناتجة

Therefore, four timing measurements are required to solve for the resulting four unknowns.



الفصل الثامن

خدمة تحديد المواقع الدقيقة والقياسية (PPS) & (SPS)

Precise Positioning Service (PPS)

Standard Positioning Service (SPS)

يتم توفير خدمة تحديد المواقع Positioning Service على مستويين Two levels من الدقة الملاحية Navigational Accuracy من قبل GPS كالتالي:

1- خدمة تحديد المواقع الدقيقة Precise Positioning Service (PPS)

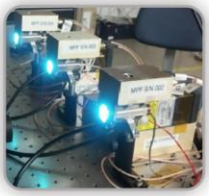
2- خدمة تحديد المواقع القياسية Standard Positioning Service (SPS)

يقصد دائما بـ GPS هو PPS أما SPS فله قصة خرى نسردها كالتالي

لقد تم تصميم GPS من قبل وزارة الدفاع الأمريكية كأصل عسكري للولايات المتحدة الامريكية وهي دقيقة للغاية في القدرة على تحديد المواقع وهي وسيلة للوصول إلى الأصول Asset Access التي تتعامل معها الولايات المتحدة الامريكية.

ونظرا لاحتياج الجيش الامريكى إلى الحد من هذه التكنولوجيا خلال فترة الحرب لمنع استخدامها من قبل اعداء الولايات المتحدة الامريكية (؟) لذلك فان خدمة تحديد المواقع الدقيقة Precise Positioning Service (PPS) متاحة فقط للمستخدمين المصرح لهم وخاصة الجيش الأمريكى والحلفاء أو للحروب بالوكالة Proxy War أما خدمة تحديد المواقع القياسية Standard Positioning Service (SPS) فهى متاحة فى جميع أنحاء العالم لأي شخص يمتلك جهاز استقبال GPS ، لذلك يوفر PPS موقع أكثر دقة من SPS ولهذا تسعى الدول المحترمة الى كيان خاص بها فى هذا المجال حتى لا يتم التلاعب بها في الحروب من حيث اطالة أمدها.

Therefore PPS provides a more accurate position than does SPS.



استخدام SPS في الحروب

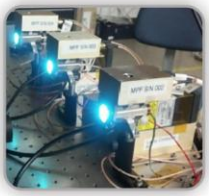
واضح للجميع سقوط عدد هائل من الارواح البشرية في الحروب نظراً لاستخدام الجيوش المحاربة لبعضها خدمة تحديد المواقع القياسية Standard Positioning Service (SPS) في اسقاط القنابل والصواريخ والتي تحيد تماماً عن موقع سقوطها المفترض (بافتراض ان تلك الجيوش لا تستهدف المدنيين ... وهذا مبحث آخر ؟) و (بافتراض ايضاً ان خدمة SPS تعمل في حدود المعقول وأنه لا يتم التلاعب بها من حين لأخر لهزيمة جهة أو تأخير انتصار جهة اخرى).

الجدول التالي يوضح تأثير طريقة التشفير SA و A-S على دقة GPS.

وهي التي يتم استخدامها عن قصد

Effect of SA and A-S on GPS accuracy

SA/A-S Configuration	SIS Interface Conditions	PPS Users	SPS Users
SA Set to Zero A-S Off	P-Code, no errors C/A-Code, no errors	Full accuracy, spoofable	Full accuracy, * spoofable
SA at Non-Zero Value A-S Off	P-Code, errors C/A-Code, errors	Full accuracy, spoofable	Limited accuracy, spoofable
SA Set to Zero A-S On	Y-Code, no errors C/A-Code, no errors	Full accuracy, Not spoofable**	Full accuracy, *** spoofable
SA at Non-Zero Value A-S On	Y-Code, errors C/A-Code, errors	Full accuracy, Not spoofable**	Limited accuracy, spoofable



تحليل الجدول الذي يبين تأثير طريقة التشفير SA و A-S على دقة GPS

Effect of SA and A-S on GPS accuracy

*** " Full accuracy" defined as equivalent to a PPS-capable UE operated in a similar manner.**

"دقة كاملة" تعرف بأنها تعادل تجهيزات المستعمل القادرة على تشغيل PPS بطريقة مماثلة.

*** * Certain PPS-capable UE do not have P- or Y-code tracking abilities and remain spoofable despite A-S protection being applied**

لا تمتلك تجهيزات المستعمل القادرة على تتبع كود P- أو Y وتبقى خادعة بالرغم من تطبيق حماية A-S

*****Assuming negligible accuracy degradation due to C/A-code operation (but more susceptible to jamming).**

بافتراض تدهور الدقة قليلا بسبب تشغيل كود C / A-code (ولكنه أكثر عرضة للتشويش).

*** " Full accuracy" defined as equivalent to a PPS-capable UE operated in a similar manner.**

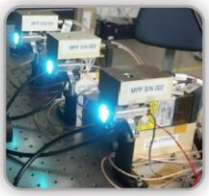
"دقة كاملة" تعرف بأنها تعادل تجهيزات المستعمل القادرة على تشغيل PPS بطريقة مماثلة.

*** * Certain PPS-capable UE do not have P- or Y-code tracking abilities and remain spoofable despite A-S protection being applied**

لا تمتلك تجهيزات المستعمل القادرة على تتبع كود P- أو Y وتبقى خادعة بالرغم من تطبيق حماية A-S

*****Assuming negligible accuracy degradation due to C/A-code operation (but more susceptible to jamming).**

بافتراض تدهور الدقة قليلا بسبب تشغيل كود C / A-code (ولكنه أكثر عرضة للتشويش).



يتم استخدام طريقتين للتشفير Two Cryptographic وذلك لحرمان المستخدمين المدنيين من دقة PPS

Two cryptographic methods are employed to deny PPS accuracy to civilian users:

الطريقة الاولى هي التوافر الانتقائي Selective Availability (SA)

الطريقة الثانية هي مكافحة الخداع Anti-Spoofing (A-S)

الطريقة الاولى هى التوافر الانتقائى Selective Availability (SA)

تعمل SA عن طريق التحكم في الاخطاء الخاصة بإشارات C/A and P code signals

SA تبرمج لخفض دقة الإشارات Degrade The Signals' Accuracy إلى أبعد ما يكون خلال وقت الحرب وذلك لحرمان العدو المحتمل من القدرة على استخدام GPS وصولاً حتى حرمانه من خدمة تحديد المواقع القياسية Standard Positioning Service (SPS) نهائياً.

تقدم SA اثنين من الاخطاء Two Errors في إشارة الأقمار الصناعية:

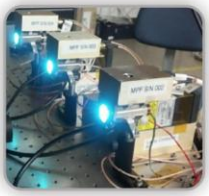
(1) الخطأ إبسيلون The Epsilon Error : وهي أخطاء في بيانات التقويم الفلكي Ephemeris Data للقمر الصناعي الموجودة في رسالة الملاحة Navigation Message .

(2) ارتجاف الساعة Clock Dither : وهو خطأ في توقيت الساعة الذرية للقمر الصناعي.

ان وجود SA هو أكبر مصدر للأخطاء Largest Source الموجودة في قياسات المواقع SPS و GPS .

ويمكنك التحقق من حالة SA سواء إيقاف تشغيل أو التشغيل عن طريق الموقع التالي:

http://www.navcen.uscg.gov



الطريقة الثانية هي مكافحة الخداع Anti-Spoofing (A-S)

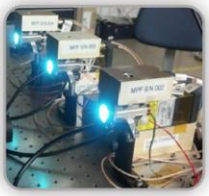
تم تصميم مكافحة الخداع Anti-Spoofing لإبطال أى محاكاة عدائية Any Hostile Imitation من إشارات GPS Signals (بمعنى ابطال استخدام اشارات اقمار GPS في اعمال عدائية ضد الولايات المتحدة الامريكية)

وهو تكنيك يقوم بتغيير The Technique Alters كود P Code إلى كود آخر مثل كود Y Code المصمم لهذا الغرض و يبقى C/A Code بدون تغيير ، امريكا تقوم بهذا التكنيك عن طريق التوقيت العشوائي لإشارات القمر الصناعي بدون تحذير وبدون سابق انذار ، لذلك المستخدمين المدنيين لا يدركون Unaware ان P Code قد تحول من مكانه.

Civilian users are unaware when this P code transformation takes place.

ان تطبيق تقنية مكافحة الخداع فقط على P Code لا يعني ان C/A Code محمي بل قد يطاله الموضوع ايضاً ، فقط المستخدمين الذين يستخدمون Employing اجهزة التشفير الصحيحة Proper Cryptographic Devices بإمكانهم هزم SA وتقنية مكافحة الخداع Defeat Both SA And Anti-Spoofing ولكن بدون هذه الاجهزة Devices فإن المستخدم يخضع Subject To لتدهور دقة SA ويكون غير قادر على تعقب Y Code.

يمكن لأجهزة الاستقبال GPS PPS استخدام إما P Code أو C/A Code أو كليهما في تحديد الموقع حيث ان أقصى قدر من الدقة يتم الحصول عليه باستخدام P Codeعلى كلا L1 و L2 وعندها يستخدم الفرق في تأخير الانتشارPropagation Delay لحساب التصحيحات الأيونوسفيرية Calculate Ionospheric Corrections .



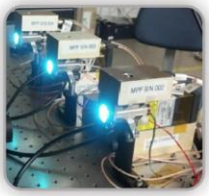
وعادة ما يستخدم C/A Code للحصول على إشارة الأقمار الصناعية وتحديد تقريبي لمرحلة P Code Phase ثم يؤمن المستقبل Receiver Locks On على P Code لتحديد المواقع بدقة (تخضع لـ SA إذا لم تكن التجهيزات مشفرة If Not Cryptographically Equipped) ، بعض مستقبلات PPS تمتلك ساعة دقيقة بما فيه الكفاية لتتبع وإغلاق إشارة P Code دون تتبع Tracking شفرة C/A Code.
بعض مستقبلات PPS يمكنها تتبع C/A Code فقط وتجاهل P Code بالكامل.

بما أن C/A Code تنتقل على تردد واحد فقط Transmitted On Only One Frequency فان منهجية تصحيح الأيونوسفير الترددي المزدوج Dual Frequency Ionosphere Correction Methodology هي غير متوفرة وإجراء النمذجة الأيونوسفيرية Ionospheric Modeling Procedure مطلوبة لحساب التصحيحات المطلوبة Required Corrections .

توفر أجهزة استقبال SPS Receivers مواقع بدقة متدهورة Degraded Accuracy وتحرم Denies ميزة A-S مستخدمي SPS من الوصول إلى P Code عند تحويلها إلى Y Code.

لذلك لا يمكن لمستخدم SPS الاعتماد على الوصول إلى P Code لقياس تأخيرات الانتشار Measure Propagation Delays بين L1 و L2 وحساب تصحيحات التأخير الأيونوسفيري Compute Ionospheric Delay Corrections وبالتالي Consequently فإنه يستخدم مستقبل SPS النموذجي The Typical SPS Receiver فقط C/A Code لأنه لا يتأثر Unaffected By A-S .

حيث تنتقل C / A فقط على L1 و طريقة ازدواج التردد لحساب تصحيحات الأيونوسفير غير متوفرة وتكنيك النمذجة الأيونوسفيرية An Ionospheric Modeling Technique يجب استخدامه وهذا أقل دقة Less Accurate من طريقة ازدواج التردد Dual Frequency Method حيث يتم احتساب هذا التدهور في الدقة Degradation In Accuracy Is Accounted عن طريق حساب دقة 100 متر (100-Meter Accuracy Calculation) الشكل التالي يعرض التأثير على SA و A-S على الأنواع المختلفة من قياسات GPS .

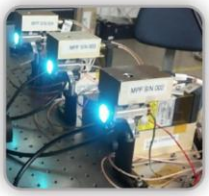


WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

تأثير طريقة التشفير SA و A-S على دقة GPS

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بالتفصيل مع بيان الكيفية التي تم فيها استخدام طريقتي التشفير Two Cryptographic - الاولى طريقة التوافر الانتقائي Selective Availability (SA) - والثانية طريقة مكافحة الخداع Anti-Spoofing (A-S) ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل التاسع

عمليات استقبال GPS

GPS Receiver Operations

لكي يتمكن جهاز استقبال GPS من الملاحة يجب أن يتتبع إشارات الأقمار الصناعية Track Satellite Signals ويرسم قياسات المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange و يجمع بيانات الملاحة Collect Navigation Data .

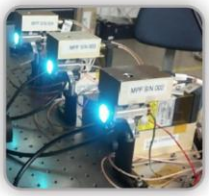
يبدأ تسلسل تعقب الأقمار الصناعية النموذجي A Typical Satellite Tracking Sequence Begins مع المستقبِل Receiver الذي يحدد أي اقمار متاحة له في المسار.

يتم تحديد رؤية القمر الصناعي Satellite Visibility Is Determined عن طريق مدخلات المستخدم المدخلة المتوقعة User-Entered Predictions للموقع والسرعة والوقت Position, Velocity, And Time وبالتقويم للمعلومات المخزنة داخليا في المستقبل.

إذا لم توجد معلومات تقويم مخزنة فان على المستقبل أن يحاول The Receiver Must Attempt ايجاد وإغلاق الإشارة من على أي قمر صناعي و عندما يتم قفل الاستقبال من القمر الصناعي فإنه يمكن إلغاء تشكيل رسالة الملاحة وقراءة معلومات التقويم عن جميع الأقمار الصناعية الأخرى في الكوكبة (مجموعة الاقمار الصناعية Constellation).

تتعقب حلقة تتبع A Carrier Tracking Loop Tracks التردد الناقل Carrier Frequency بينما تتتبع حلقة تتبع ا الكود C / A و P الإشارات While A Code Tracking Loop Tracks The C/A And P Code Signals وتعمل اثنين من حلقات التتبع معًا في عملية تكرارية An Iterative Process للحصول على إشارات الأقمار الصناعية وتتبعها .

ستكون حلقة التتبع الناقلة للمستقبِل محلية لتوليد Locally Generate لـ L1 كتردد ناقل وهو يختلف عن المولدة من الأقمار الصناعية L1 وذلك بسبب تحول أو ازاحة دوبلر Doppler Shift في تردد الاستقبال Received Frequency .



تغير ابعاد دوبلر يتناسب مع السرعة النسبية Relative Velocity على طول خط البصر Along The Line Of Sight بين الأقمار الصناعية والمستقبل ويخضع لانحراف تردد المستقبل.

تقوم حلقة التتبع الناقل بتعديل Adjusts The Frequency التردد حتى يطابق التردد الوارد وهذا يحدد السرعة النسبية This Determines The Relative Velocity بين القمر الصناعي والمستقبل Between The Satellite And The Receiver

يستخدم جهاز استقبال GPS هذا السرعة النسبية Relative Velocity لحساب سرعة المستقبل To Calculate The Velocity Of The Receiver ثم يتم استخدام هذه السرعة لمساعدة حلقة تتبع التعليمات البرمجية Aid The Code Tracking Loop .

يتم استخدام حلقة تتبع التعليمات البرمجية لإنشاء قياسات المدى زائف To Make Pseudorange Measurements بين مستقبل GPS والأقمار . ستولد حلقة تتبع المستقبِل نسخة متماثلة من كود C / A للقمر المستهدف مع تقدير مسافة التأخير Estimated Ranging Delay .

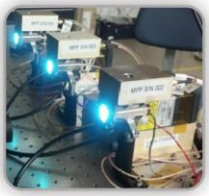
وذلك من أجل مطابقة الإشارة المستقبلة In Order To Match The Received Signal مع النسخة المماثلة Replica المولدة داخليا يجب أن يتم أمرين:

Two Things Must Be Done:

1) مركز تردد Center Frequency النسخة المماثلة تعدل لتكون نفس التردد المركزي Center Frequency للإشارة المستقبلة Received Signal

2) مرحلة كود النسخة المماثلة Replica Code يجب أن تكون متراصة Lined Up مع مرحلة الكود المستلم Phase Of The Received Code .

The center frequency of the replica is set by using the Doppler-estimated output of the carrier tracking loop.



يتم تعيين التكرار المركزي للنسخة المتماثلة The Center Frequency Of The Replica Is Set By بواسطة باستخدام ناتج Doppler التقديري لتتبع الحلقة الناقلة. سوف يقوم جهاز الاستقبال بعد ذلك بتشغيل حلقة التعليمة البرمجية التي تم إنشاؤها C / A من خلال نافذة للبحث من ميلي ثانية للتبادل مع كود C / A المستلم والحصول على تتبع C / A.

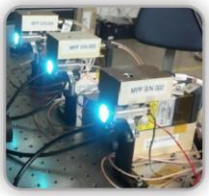
عندما تكون حلقة تتبع الناقل Carrier Tracking Loop وكود تتبع التعليمات البرمجية Code Tracking Loop عبارة عن حلقة مغلقة على الإشارة المستقبلة Received Signal وكود C / A تم تجريده من الناقل Has Been Stripped From The Carrier حيث يتم إزالة تشكيل رسالة الملاحة وقراءتها Demodulated And Read وهذا يعطي المتلقي معلومات أخرى حاسمة لقياس المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange.

الرسالة الملاحة The Navigation Message أيضا تعطي المستقبل كلمة التسليم Handover Word فالكود يسمح لمستقبل GPS بالانتقال او الازاحة من تتبع كود C / A (From C/A Code Tracking) الى تتبع الكود P (P Code Tracking) كلمة التسليم The Handover Word مطلوبة بسبب المرحلة الطويلة (سبعة أيام) من إشارة كود P (Long Phase (Seven Days) Of The P Code Signal) . C/A Code يكرر كل ميلي ثانية Repeats Every Millisecond مما يسمح لنافذة بحث صغيرة نسبيا Relatively Small Search Window .

تتطلب فترة التكرار سبعة أيام لـ P Code ليعطى المستقبِل المرحلة التقريبية لـ P Code (Approximate P Code Phase) لتضييقها نافذة البحث إلى وقت يمكن إدارته Manageable Time .

كلمة التسليم توفر The Handover Word Provides معلومات المرحلة P Code. كلمة التسليم هي تكرار كل إطار فرعي في كتلة 30 بت طويلة من البيانات في رسالة الملاحة.

The handover word is repeated every subframe in a 30 bit long block of data in the navigation message



انها تتكرر في الثانية حوالى 30 ثانية من كل إطار فرعي بالنسبة لبعض المستلمين ، كلمة التسليم Handover Word غير ضرورية ويمكنهم الحصول Acquire على P Code مباشرة.

وهذا يتطلب عادة من المستقبل أن يكون لديه ساعة دقتها تقترب من الساعة الذرية لأن هذا يزيد بشكل كبير تكلفة المستقبل Cost Of The Receiver ومعظم المستقبلات الغير البحرية والغير عسكرية Non-Military Marine لا تملك هذه القدرة Do Not Have This Capability .

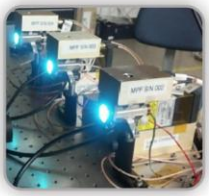
بمجرد حصول المستقبِل على إشارات القمر الصناعي وذلك من أربعة أقمار GPS ، ينجز الناقل وتتبع الكود وتقرأ رسالة الملاحة ،ويكون جهاز الاستقبال جاهز للبدأ في إجراء قياسات المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudorange.

Recall

تسمى قياسات المدى الزائف (المسافة الاولية) بمصطلح Pseudorange لأن تغيير ساعة المستقبل Receiver Clock Offset يجعلها غير دقيقة Inaccurate وهذا لا يمثل المدى الحقيقي (المسافة الحقيقية) True Range من القمر الصناعي ، فيكون هناك فقط انحراف في المدى بسبب خطأ في ساعة الاستقبال.

Recall that these measurements are termed pseudorange because a receiver clock offset makes them inaccurate; that is, they do not represent the true range from the satellite, only a range biased by a receiver clock error.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



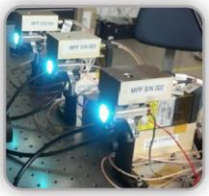
انحراف الساعة Clock Bias يعطي Introduces مجهول رابع Fourth Unknown في نظام المعادلات System Of Equations التي على جهاز استقبال GPS حلها GPS Receiver Must Solve (الثلاثة الآخرون هم إحداثي X Coordinate و إحداثي Y Coordinate و إحداثي Z Coordinate وموقع المستقبِل Receiver Position).

المستقبل يحل مشكلة انحراف الساعة Receiver Solves This Clock Bias Problem عن طريق جعل الرابع هو قياسات المدى الزائف (المسافة الاولية) By Making A Fourth Pseudorange Measurement فسمح ذلك للمعادلة الرابعة من حل المجهول الرابع.

Resulting in a fourth equation to allow solving for the fourth unknown

بمجرد حل الأربع معادلات فان المستقبل لديه تقدير لموقع المستقبل في ثلاثة أبعاد وكذلك وقت GPS.

ثم يقوم المستقبل بتحويل هذا الموقع إلى إحداثيات تشير إلى نموذج الأرض استنادا الى النظام الجيوديسي العالمي World Geodetic System



الفصل العاشر

اخطاء مدى المستخدم والدقة الهندسية

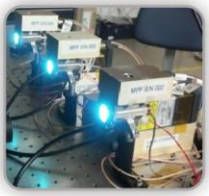
User Range Errors and Geometric Dilution of Precision

هنـاك نوعـان مـن متطلبـات دقـة الموقـف الرسـمية Two Formal Position Accuracy Requirements لنظام تحديد المواقع العالمي GPS:

1) يجب أن تكون دقة الموقع الارضي PPS = 16 متر SEP (خطأ ارضي محتمل Spherical Error Probable SEP) أو أفضل Or Better .

2) استخدام SPS لأثنين من الأبعاد الدقيقة Two Dimensional Position Accuracy والتي يجب أن تكون 100 متر أو أفضل Or Better .

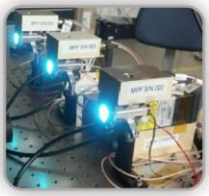
نفترض أن مجموعة نتائج القياسات العالمية للـ GPS Pseudorange في تحديد قياسات المواقع GPS دقيقة وان دقة هذه القياسات سوف تكون عادية (بمعنى ان القيم المتناظرة Values Symmetrically موزعة حول القيمة صفر Distributed (Around A Mean Of Zero لأن اثنين من أهم العوامل المؤثرة على الدقة Two Most Important Factors Affecting Accuracy هي التخفيف الهندسي للدقة Geometric Dilution Of Precision (GDOP) والمستخدم يعادل مجال الخطأ User Equivalent Range Error (UERE) بشكل مستمر متغير Continuously Variable.



حيث ان UERE هو الخطأ في قياس المدى الزائف (المسافة الاولية) Pseudoranges من كل قمر صناعي للمستخدم فـ UERE هو نتاج العديد من العوامل Several Factors بما في ذلك استقرار الساعة Clock Stability وقابلية التنبؤ بمدار القمر الصناعي والأخطاء في 50 هرتز من رسالة الملاحة In The 50 Hz Navigation Message ودقة جهاز الاستقبال في عملية الارتباط Precision Of The Receiver's Correlation Process والأخطاء الناجمة عن تشويه Distortion الغلاف الجوي و حسابات التعويض عن ذلك Compensate ونوعية إشارة القمر الصناعي Quality Of The Satellite's Signal وبالتالي فإن UERE هو خطأ عشوائي Random Error وهو توظيف الأخطاء في كل من الاقمار الصناعية و مستقبل المستخدم User's Receiver .

تعتمد GDOP على هندسة الأقمار الصناعية في بالنسبة لمستقبل المستخدم Relation To The User's Receiver كما انها مستقلة عن نوعية إشارات البث Quality Of The Broadcast Signals ومستقبل المستخدم User's Receiver .

عموما في حين أن GDOP يقيس "انتشار Spread " الاقمار الصناعية حول المستقبل Around The Receiver . الحالة المثلى The Optimum Case هي الحصول مباشرة على قمر صناعي واحد فوق Overhead وثلاثة اقمار اخرين متباعدين 120° درجة حول المستقبل في الأفق On The Horizon .

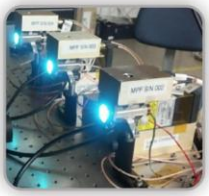


ان أسوأ ما في التخفيف/التمييع الهندسي للدقة Geometric Dilution Of Precision (GDOP) تحدث إذا كانت الأقمار الصناعية قريبة من بعضها Spaced Closely Together أو في خط فوق بعض Line Overhead .

هناك أنواع خاصة من DOP لكل موقع ولكل ولحلول الابعاد الزمنية ، وهي لتحديد GDOP للبعد العمودي Vertical Dimension فالتخفيف/التمييع العمودي للدقة Vertical Dilution Of Precision (VDOP) يصف تأثير الهندسة القمرية Satellite Geometry على حسابات المسافة العمودية Altitude Calculations

التخفيف الأفقي للدقة The Horizontal Dilution Of Precision (HDOP) يصف تأثير هندسة القمر الصناعي على الموقع (خطوط الطول والعرض Latitude And Longitude). يضم هذان الـ DOP تحديد موقع تخفيف أو تمييع الدقة Position Dilution Of Precision (PDOP).

PDOP يضم مع تمييع الوقت من الدقة Time Dilution Of Precision(TDOP)



الفصل الحادي عشر

أخطاء تأخر الأيونوسفير

Ionospheric Delay Errors

في الكتاب غطينا الأخطاء في مواقع GPS بسبب أخطاء كامنة في إشارة القمر الصناعي Errors Inherent In The Satellite Signal (UERE) و هندسة مجموعة / كوكبة الأقمار الصناعية Geometry Of The Satellite Constellation (GDOP) ولكن هناك سبب آخر قوي لتدهور الدقة Accuracy Degradation وهو تأثير الأيونوسفير على إشارات الترددات اللاسلكية Effect Of The Ionosphere On The Radio Frequency Signals التي تشمل إشارة Comprise The GPS Signal.

A discussion of a model of the Earth's atmosphere will be useful in understanding this concept.

Consider the Earth as surrounded by three layers of atmosphere.

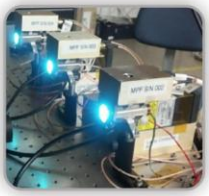
ان دراسة الغلاف الجوي للأرض سوف يكون مفيدا... ولو اختصرنا الغلاف الجوي فان الأرض The Earth يحيط بها ثلاث طبقات من الغلاف الجوي Surrounded By Three Layers Of Atmosphere . الطبقة الأولى تمتد من سطح الأرض إلى ارتفاع ما يقرب من 10 كم

وتعرف باسم التروبوسفير Troposphere.

The first layer ,extending from the surface of the Earth to an altitude of approximately 10 km, is known as the troposphere.

في اعلى التروبوسفير تمتد طبقة الستراتوسفير Stratosphere إلى ارتفاع تقريبا 50 كم.

Above the troposphere and extending to an altitude of approximately 50 km is the stratosphere.

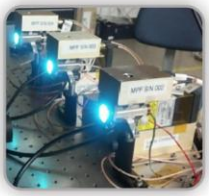


أخيراً فوق الستراتوسفير تمتد طبقة الأيونوسفير Ionosphere إلى الارتفاع الذي يختلف فية او يتغير عمل الوقت أو اليوم .

Finally, above the stratosphere and extending to an altitude that varies as a function of the time of day is the ionosphere.

بالرغم من الاشارات اللاسلكية Radio Signals تخضع إلى تأثيرات تقلل من دقتها في كل الثلاث طبقات All Three Layers الغلاف الجوي Atmospheric Model فان آثار الأيونوسفير Ionosphere هي الأكثر أهمية Most Significant لعملية GPS.
الأيونوسفير The Ionosphere هو تلك المنطقة من الغلاف الجوي التي تحتوي على عدد كبير من الجزيئات المتأينه Large Number Of Ionized Molecules وعدد مرتفع من الإلكترونات الحرة Correspondingly High Number Of Free Electrons .
فقدت هذه الجزيئات المشحونة واحدًا أو أكثر من الإلكترونات These Charged Molecules Have Lost One Or More Electrons .

لن تفقد أي ذرة إلكترونًا بدون دخول الطاقة ، مدخلات الطاقة The Energy Input التي تتسبب في تشكيل الأيونات في الأيونوسفير That Causes The Ions To Be Formed In The Ionosphere
تأتي من الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet (U-V) للشمس.
لذلك كلما زاد تركيز اشعة الشمس كلما زاد عدد الإلكترونات الحرة التي ستوجد في هذه المنطقة من الغلاف الجوي.
أكبر تأثير هو التأثير الأيونوسفيري Ionospheric Effect على دقة GPS وهي ظاهرة تعرف باسم تأخير وقت المجموعة Phenomenon Known As Group Time Delay
كما يوحي الاسم As The Name Implies ينتج تأخير وقت المجموعة Group Time Delay من التأخير في الوقت الذي تستغرقه الإشارة للسفر خلال مسافة معينه .



من الواضح Obviously ان GPS يعتمد على قياس توقيت دقيق لهذه الإشارات بين الأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال على الأرض Ground Receivers وان تأخير مجموعة الوقت يمكن يكون لها تأثير ملحوظ على حجم خطأ موقع GPS .

التأخير الزمني للمجموعة The Group Time Delay هو وظيفة عدة عناصر.

انه يتناسب عكسيا Inversely Proportional مع مربع التردد Square Of The Frequency في الذي ينقله القمر الصناعي ، ويتناسب بشكل مباشر Directly Proportional مع إجمالي محتوى الإلكترون Total Electron Content (TEC) في الغلاف الجوي ، وهو مقياس درجة تأين الغلاف الجوي Measure Of The Degree Of The Atmosphere's Ionization .

عموماً هذا هو شكل المعادلة Equation Describing التي تصف تأثير التأخير Delay Effect:

WWW.EUNPS.COM

$$\Delta t = \frac{(K \times TEC)}{f^2}$$

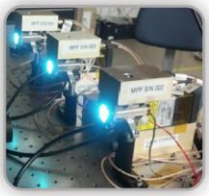
where

Δt = group time delay

f = operating frequency

K = constant

معادلة وصف تأثير التأخير



بما أن إشعاع U-V الشمسي يؤين الجزيئات Ionizes The Molecules في الغلاف الجوي العلوي The Upper Atmosphere فإنه من المنطقي أن في تأخير الوقت ستكون القيمة أعلى عندما تكون الشمس مشرقة وأقل عند الليل.

وقد ثبت بالتجربة Experimental Evidence أن قيمة TEC هي أعلى حوالي 1500 بالتوقيت المحلي Local Time و أدنى حوالي الساعة 0500 بالتوقيت المحلي Local Time. لذلك ، فإن حجم تدهور الدقة الناجمة عن هذا التأثير سيكون أعلى خلال عمليات ضوء النهار. وبالإضافة إلى هذه الاختلافات اليومية ، وحجم خطأ تأخير الوقت أيضا يختلف مع الفصول Seasons. هو الأعلى في الاعتدال الربيعي It Is Highest At The Vernal Equinox .

وأخيرًا يوضح هذا التأثير اعتماد دورة الطاقة الشمسية Solar Cycle الأكبر على عدد البقع الشمسية Number Of Sunspots وارتفاع قيمة TEC وكلما زاد تأثير تأخير وقت المجموعة Greater The Group Time Delay Effect .

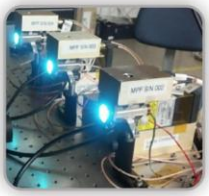
الدورة الشمسية عادة The Solar Cycle Typically تتبع نمطًا Pattern لمدة 11 عامًا. الطاقة الشمسية القادمة كانت في الحد الأدنى The Next Solar Cycle في عام 2006 ووصلت إلى الذروة مرة أخرى في العام 2010 والتفاوت مستمر حتى العام 2018 بالنظر إلى أن هذا التأخير الأيونوسفيري فانه يعطي تدهور في دقة النظام وكيفية حساب GPS

لذلك هناك طريقتان مستخدمتان للحساب في GPS :

(1) تكنيك تصحيح التردد المزدوج Dual Frequency Correction Technique

(2) نموذج التأخير الأيونوسفيري The Ionospheric Delay Model

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



الفصل الثاني عشر

تكنيك تصحيح التردد المزدوج

Dual Frequency Correction Technique

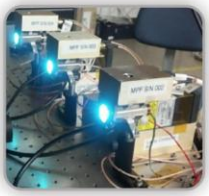
تقنية التردد المزدوج Dual Frequency Technique تتطلب القدرة على الحصول وتتبع كل من إشارات الترددL1 و L2. الاكواد C / A و P ترسل على التردد الناقل L1 ، ولكن يتم إرسال P code فقط على L2.

فقط المشغلين المعتمدين Authorized Operators لديهم إمكانية الوصول إلى مواد التشفير DOD Cryptographic Material وقادرة على نسخ P Code .

ويترتب على ذلك It Follows, Then أن هؤلاء المستخدمين المصرح Authorized Users لهم فقط هم القادرون على نسخ تردد الناقل L2 لذلك فان المستخدمين المصرح لهم قادرون على استخدام طريقة تصحيح التردد المزدوج Are Able To Use The Dual Frequency Correction Method

قياسات طريقة التردد المزدوج Dual Frequency Method Measures للمسافة بين القمر الصناعي والمستخدم تقوم على أساس إشارة الناقل L1 و L2. وهذه النطاقات These Ranges ستكون مختلفة Different بسبب ان التردد يعتمد على خطأ تأخير الوقت Time Delay Error.

المدى The Range من القمر الصناعي إلى المستخدم هو النطاق / المدى الحقيقي (المسافة الحقيقية) True Range جنبا إلى جنب مع الخطأ في المدى بسبب تأخر الوقت Time Delay كما هو موضح المعادلة التالية :



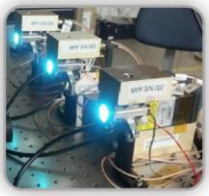
WWW.EUNPS.COM

$$R(f) = R_{actual} + \text{error term}$$

معادلة المسافة الحقيقية والخطأ

حيث R(F) هو المدى The Range الذي يختلف عن المدى الفعلي Actual Range كدالة في تردد الناقل As A Function Of The Carrier Frequency.

طريقة تصحيح التردد المزدوج The Dual Frequency Correction Method تأخذ اثنين قياسات هي R(L1) And R(L2) . (مصطلح الخطأ هو دالة ثابتة مقسومة على مربع التردد The Error Term Is A Function Of A Constant Divided By The Square Of The Frequency).



بواسطة الجمع بين اثنين من معادلات المدى Two Range Equations المعطاة من اثنين من قياسات التردد Two Frequency Measurements يمكن أن يكون المصطلح الثابت Constant Term أزيل وبقى واحد بالمعادلة فيكون المدى الحقيقي True Range هو ببساطة دالة اثنين من الترددات الحاملة و النطاقات المقاسة R(L1) And R(L2).

This method has two major advantages over the ionospheric model method.

هذه الطريقة لها اثنين من المزايا الرئيسية على طريقة نموذج الأيونوسفير Ionospheric Model Method.

(1) يحسب التصحيحات من البيانات المقاسة في الوقت الفعلي Real-Time Measured Data لذلك هي أكثر دقة More Accurate .

(1) It calculates corrections from real-time measured data; therefore, it is more accurate.

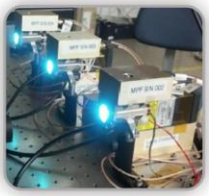
(2) أنه يخفف من الحاجة إلى تشمل البيانات الأيونوسفيرية على رسالة الملاحة.

(2) It alleviates the need to include ionospheric data on the navigation message.

جزء كبير A Significant Portion من رسالة البيانات مخصصة لبيانات تصحيح الأيونوسفير Devoted To Ionospheric Correction Data

إذا كان المستقبل مزدوج التردد مؤهل Receiver Is Dual Frequency Capable ، فأنها لا تحتاج إلى أي من هذه البيانات It Does Not Need Any Of This Data.

الغالبية العظمى من المستخدمين البحريين The Vast Majority Of Maritime Users لا يمكنهم نسخ إشارات التردد المزدوج وبالنسبة لهم نموذج التأخير الأيونوسفيري Ionospheric Delay Model Provides يوفر التصحيح لتأخير وقت المجموعة The Correction For The Group Time Delay.



الفصل الثالث عشر

نموذج التأخر الأيونوسفيري

The Ionospheric Delay Model

نموذج التأخير الأيونوسفيري The Ionospheric Delay Model هو عبارة عن نماذج رياضية التنوع اليومي الأيوني Mathematically Models The Diurnal Ionospheric Variation .

يتم تحديد قيمة هذا التأخير الزمني من دالة الموجه الجيبيه Co Sinusoidal Function والتي تمثِّل معاملات Coefficients والتي بدورها تمثل القيمة القصوى لوقت التأخير Maximum Value Of The Time Delay .

(اتساع Amplitude موجة جيب التمام Cosine Wave تمثل دالة التأخير Delay Function)

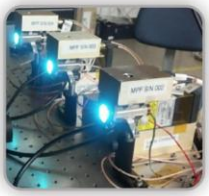
وقت اليوم The Time Of Day وفترة التباين The Period Of The Variation و الحد الأدنى لقيمة التأخير Minimum Value Of Delay كلها تظهر Introduced.

هذا النموذج مصمم ليكون أكثر دقة Most Accurate في الحد الأقصى اليومي At The Diurnal Maximum .

في وقت من اليوم وعند الحد الأقصى للتأخير اليومي Maximum Diurnal Time Delay Occurs يظهر أكبر حجم الخطأ The Largest Magnitude Of Error Appears .

The coefficients for use in this delay model are transmitted to the receiver in the navigation data message.

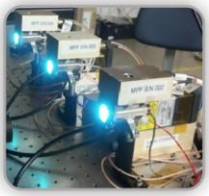
يتم نقل المعاملات للاستخدام The Coefficients For Use في نموذج التأخير Delay Model إلى المستقبل Transmitted To The Receiver في رسالة بيانات الملاحة Navigation Data Message .



هذه الطريقة للتصحيح ليست دقيقة This Method Of Correction Is Not As Accurate مثل طريقة التردد المزدوج Dual Frequency Method ومع ذلك فانه بالنسبة للمستخدم غير العسكري Non-Military User فهى الطريقة الوحيدة للتصحيح المتاحة Only Method Of Correction Available .

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

تأثير الأيونوسفير على تدهور دقة Accuracy Degradation إشارات الترددات اللاسلكية و التي تشمل إشارة GPS Signal وبيان طرق التصحيح المتمثلة في تكنيك تصحيح التردد المزدوج و نموذج التأخير الأيونوسفيري لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بالتفصيل والاستفادة من معلومات الفصول القادمة من هذا الكتاب ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل الرابع عشر

أخطاء الانعكاس متعدد المسارات

Multipath Reflection Errors

تحدث Occur هذه الاخطاء عندما يكتشف المستقبل أجزاء من نفس الإشارة Receiver Detects Parts Of The Same Signal At Two في وقتين مختلفين Different Times .

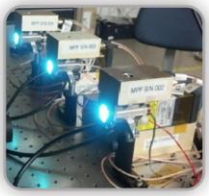
الاستقبال الأول The First Reception هو استقبال المسار المباشر Direct Path Reception والإشارة هي التي تستلم مباشرة من القمر الصناعي.

الاستقبال الثاني The Second Reception هو من انعكاس Reflection لتلك الإشارة نفسها من الأرض أو أي منها سطح عاكس أخرى From The Ground Or Any Other Reflective Surface .

تصل إشارة المسار المباشر أولاً The Direct Path Signal Arrives First والاشارة المنعكسة Reflected Signal مضطرة للسفر مسافة أطول إلى المستقبل To The Receiver فهي تصل متأخرة Arrives Later .

إشارة GPS مصممة لتقليل هذا الخطأ متعدد المسارات Designed To Minimize This Multipath Error .

ترددات L1 و L2 تستخدم نمط انعكاس منتشر Used Demonstrate A Diffuse Reflection Pattern وخفض قوة الإشارة Lowering The Signal Strength لأي انعكاس يصل إلى جهاز الاستقبال.

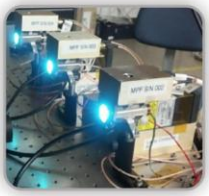


وبالإضافة إلى ذلك In Addition يمكن تصميم هوائي المستقبِل The Receiver's Antenna Can Be Designed لرفض إشارة معرفة بأنها انعكاس To Reject A Signal That It Recognizes As A Reflection

ايضاً بالإضافة الى خصائص الترددات الناقلة Properties Of The Carrier Frequencies والبيانات العالية التردد لكل من P And C/A Codes وما ينتج عنها من خصائص ارتباط جيدة Good Correlation Properties فان ذلك يقلل من تأثير الانتشار المتعدد المسارات Minimize The Effect Of Multipath Propagation

ميزات التصميم المذكورة أعلاه The Design Features Mentioned Above تتحد لتقليل الحد الأقصى للخطأ المتوقع من تعدد المسارات إلى انتشار أقل من 20 قدما.

Combine to reduce the maximum error expected from multipath propagation to less than 20 feet.



الفصل الخامس عشر

نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي (DGPS)

DIFFERENTIAL GPS (DGPS)

مفهوم نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي (DGPS)

(DGPS) Differential Global Positioning System Concept

يوفر نظام تحديد المواقع GPS المواقع الأكثر دقة وهي المتاحة للملاحين اليوم

Available To Navigators Today .

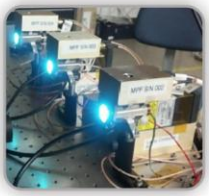
ولكن يجب التوضيح ان معلومات تحديد المواقع الأكثر دقة GPS متاحة فقط لجزء صغير من السكان (عسكريون) في الولايات المتحدة و حلفاؤها العسكريون.

the most accurate positioning information is available to only a small fraction of the using population: U.S. and allied military.

بالنسبة إلى معظم الملاحة البحرية المفتوحة التطبيقات For Most Open Ocean Navigation Applications وانخفاض الدقة Degraded Accuracy وعدم القدرة على استلام الكود بدقة فان هذا لا يشكل أي خطر جدي على الملاحة.

A mariner seldom if ever needs
greater than 100 meter accuracy in the middle of the ocean.

البحارة نادرا A Mariner Seldom ما يحتاجون إلى دقة أكبر من 100 متر في منتصف من المحيط Greater Than 100 Meter Accuracy In The Middle Of The Ocean .



الوضع مختلف عند اقتراب الملاح لليابسة فعادة عند الاقتراب من الميناء سوف يتحول الملاح إلى القيادة البصرية The Mariner Will Shift To Visual Piloting وذلك لزيادة الدقة من خلال هذه الطريقة الملاحية (القيادة البصرية) ولضمان سلامة السفينة . To Ensure Ship's Safety

اذا دقة نظام تحديد المواقع GPS على اساس دقة 100 متر في هذه الحالة ليست كافية Not Sufficient خصوصاً لبحار يتلمس طريقه في الضباب الكثيف وكذلك 100 متر من الدقة ليست كافية لضمان سلامة السفينة.

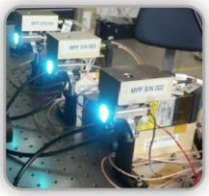
في هذه الحالة يحتاج الملاح الى دقة P Code Accuracy وتصبح المشكلة إذن كيفية الحصول على خدمة تحديد المواقع بدقة مع المخاوف الأمنية للولايات المتحدة.

The problem then becomes how to obtain the accuracy of the Precise Positioning Service with due regard to the legitimate security concerns of the U.S. military.

الجواب على هذه المعضلة يكمن في مفهوم GPS التفاضلي Differential GPS (DGPS) فنظام تحديد المواقع التفاضلي هو نظام فيه جهاز استقبال في وضع المسح بدقة يستخدم إشارات GPS لحساب أخطاء التوقيت ثم بث تصحيح إشارة لحساب هذه الأخطاء.

Differential GPS is a system in which a receiver at an accurately surveyed position utilizes GPS signals to calculate timing errors and then broadcasts a correction signal to account for these errors.

وهذا هو المفهوم الصحيح فالأخطاء التي تسهم في تدهور دقة نظام تحديد المواقع GPS Accuracy Degradation و تأخير الوقت الأيونوسفيري Ionospheric Time Delay وإتاحة الانتقائية Selective Availability يتم اختبارهما في الوقت نفسه من قبل كل من مستقبل DGPS Receiver ومستقبل المستخدم الاقرب نسبياً Relatively Close User's Receiver .



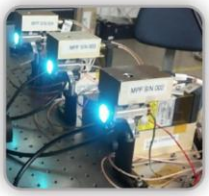
الارتفاع العالي جدا The Extremely High Altitude للأقمار الصناعية GPS يعني أن مستقبل DGPS Receiver يقع على مسافة 100-200 كم من جهاز استقبال المستخدم User's Receiver وقريبًا بما يكفي ليستفيد من أي إشارة تصحيح DGPS Correction Signal.

النظرية وراء نظام DGPS واضحة The Theory Behind A DGPS System Is Straightforward .

مستقبل The DGPS Receiver يعرف بالفعل موقعه Already Knows Its Location فهو يتلقى البيانات التي تفيد مكان وجود القمر الصناعي It Receives Data Which Tell It Where The Satellite Is حيث ان معرفة الموقعين Two Locations ثم حساب الوقت النظري Calculates The Theoretical Time الذي ينبغي أن تستغرقها اشارة القمر الصناعي للوصول إليه ، ثم مقارنة الوقت الفعلي المستغرق لوصول الاشارة Compares The Time That It Actually Takes For The Signal To Arrive

هذا الاختلاف في الوقت This Difference In Time بين النظري والفعلي Theoretical And The Actual هو الأساس لحساب مستقبل DGPS Receiver's Computation لإشارة خطأ في التوقيت Timing Error Signal حيث يحدث هذا الاختلاف في الوقت Difference In Time عن طريق جميع الأخطاء التي تعرض إشارة GPS باستثناء خطأ المستقبل Receiver Error واخطاء تعدد المسارات Multipath Error حيث كل من DGPS و مستقبلات المستخدم User's Receivers تخضع لنفس الوقت Simultaneously Subject .

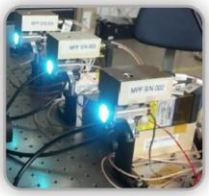
نظام DGPS يبث إشارة تصحيح الوقت Broadcasts A Timing Correction Signal و تأثيرها يكون تصحيح التوافر الانتقائي Correct For Selective Availability والتأين الأيونوسفيري Ionospheric Delay وجميع مصادر الخطأ الأخرى Other Error Sources .



بالنسبة للمستخدمين المناسبين For Suitably Equipped Users تنتج عملية DGPS مواقع دقيقة على الأقل مثل تلك التي يمكن الحصول عليها بدقة خدمة تحديد المواقع Precise Positioning Service وهذه القدرة ليست محدودة فقط على عرض الموقع الصحيح على خريطة الملاحة Navigator To Plot.

يمكن استخدام موقع DGPS كمدخل أساسي لنظام التخطيط الإلكتروني Electronic Chart System وتوفير قراءة إلكترونية Providing An Electronic Readout للموقع بدقة تكفي للتجريب بأمان معظم القنوات المقيدة.

Pilot Safely In The Most Restricted Channel.



الفصل السادس عشر

WAAS AND LAAS

نظام زيادة المساحة الواسعة The Wide Area Augmentation System (WAAS)

نظام زيادة المساحة المحلية The Local Area Augmentation System (LAAS)

WAAS AND LAAS في الملاحة البحرية

WAAS AND LAAS IN MARINE NAVIGATION

WAAS / LAAS للاستخدام في مجال الطيران

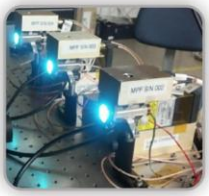
WAAS/LAAS for Aeronautical Use

في عام 1994 قامت الإدارة الوطنية للاتصالات والمعلومات National Telecommunications and Information Administration (NTIA) بإعداد تقرير فني Produced A Technical Report لوزارة النقل Department Of Transportation واستنتجت ان المزيج الأمثل Optimum Mix Of من أنظمة GPS المحسّنة Enhanced اللازم للاستخدام المدني بشكل عام Overall Civilian Use يجب ان يتكون من DGPS للأغراض البحرية والبرية Marine And Terrestrial ومن نظام WAAS / LAAS مجتمعة للملاحة الجوية Air Navigation

نظام زيادة المساحة الواسعة

The Wide Area Augmentation System (WAAS)

هو مفهوم مماثل لمفهوم نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي (DGPS) Differential Global Positioning System باستثناء الاشارات التصحيحية Correctional Signals المرسلة مباشرة من الأقمار الصناعية المستقرة بالنسبة إلى الأرض عبر اشارات HF Signals إلى جهاز استقبال GPS Receiver الخاص بالمستخدم .



هذا يزيل Eliminates الحاجة إلى جهاز استقبال هوائي منفصل Separate Receiver And Antenna كما هو الحال مع DGPS .

فـ WAAS مخصصه للملاحة الجوية الداخلية Intended For Enroute Air Navigation مع 25 محطة مرجعية متباعدة على نطاق واسع عبر الولايات المتحدة With 25 Reference Stations Widely Spaced Across The United States.

وذلك لتغطية الولايات المتحدة بأكملها وأجزاء من المكسيك وكندا.

For Coverage Of The Entire U.S. And Parts Of Mexico And Canada.

نظام زيادة المساحة المحلية

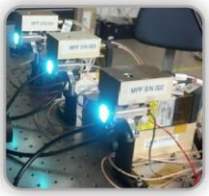
The Local Area Augmentation System (LAAS)

هو نظام مخصص لدقة المطارات مع محطات مرجعية موجودة في المطارات ولبث رسائل التصحيح على ترددات الراديو VHF.

في حين أن العديد من أجهزة استقبال GPS البحرية تتضمن تقنية WAAS ولكنها ليست دقيقة كثيرا Not The More Accurate فهي أقصر مدى من Shorter-Range LAAS ، لم يتم تحسين WAAS للتنقل السطحي For Surface Navigation لأن الإشارات الراديوية HF هي خط البصر Line-Of-Sight ويتم إرسالها من الأقمار الصناعية المستقرة بالنسبة إلى الأرض Transmitted From Geostationary Satellites

وفي زوايا منخفضة في الأفق At Low Angles To The Horizon قد يتم حظر او حجب إشارة WAAS وتتحلل أو تتدهور Degraded دقة موقع GPS الناتجة بشكل ملحوظ دون أي تحذير. ومن ناحية أخرى إشارة DGPS هي تتبع التضاريس Terrain-Following وهي إشارة غير متأثرة بالكائنات الموجودة في مسارها Unaffected By Objects In Its Path . ببساطة تتدفق من حولهم Flows Around Them وتستمر على فك الحجب Unblocked .

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



دقة WAAS و DGPS قابلة للمقارنة Comparable في ترتيب بضعة أمتار On The Order Of A Few Meters . وقد صممت WAAS لتوفير دقة 7 متر و 95٪ من الوقت.

WAAS Was Designed To Provide 7 Meter Accuracy 95% Of The Time.

وتم تصميم DGPS لتوفر دقة 10 متر و 95٪ من الوقت .

DGPS Was Designed To Provide 10 Meter Accuracy 95% Of The Time

ولكن في الواقع يمكن للمرء أن يتوقع دقة حوالي 1-3 متر عند المستخدم على بعد 100 ميل من جهاز إرسال DGPS.

but in actual use one can expect about 1-3 meter accuracy when the user is within 100 miles of the DGPS transmitter.

عند اكثر من 100 ميل تتدهور دقة DGPS من خلال متر إضافي لكل 100 ميل من موقع الارسال Transmitter Site .

في كلا النظامين يكون الاستخدام الفعلي موفرا للدقة إلى حد ما أفضل من تصميمها .

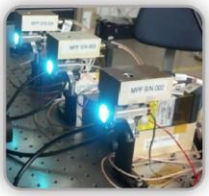
Provide accuracies somewhat better than designed.

إشارة WAAS لم يتم اعتمادها Not Certified للاستخدام في البيئة البحرية Marine Environment كما هو حاصل مع DGPS ولكنها مفيدا للغاية للادوات الملاحية إذا تم فهم قيودها Limitations Are Understood .

في المياه المفتوحة للقارة الامريكية الشمالية تكون إشارة WAAS متاحة ومفيدة بشرط ان يكون المستقبل لديه دائرة WAAS Circuitry المبرمجة لاستخدام بيانات WAAS.

في خارج الولايات المتحدة أو في أي مكان توجد به مباني شاهقة Tall Buildings او الأشجار أو غيرها من العوائق التي ترتفع فوق الأفق فان إشارة WAAS قد تحجب WAAS Signal May Be Blocked ومعالجة GPS قد يعطي خطأ لعدة أمتار.

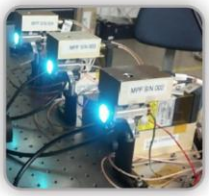
ان أعلى دقة هي ضرورية في معظم البحار لذلك WAAS يجب استخدامها بحذر شديد.



ففي هذه المناطق. يمكن لـ WAAS تعزيز وضع الملاح WAAS Can Enhance The Navigator's Situational ولكنها غير مضمونة التوفر علاوة على ذلك ، لن يوفر جهاز الاستقبال البحري Marine Receiver أي إشارة أو عرض Indication متى لا تعتبر بيانات WAAS جزءًا من المعالجة Not A Part Of The Fix .

مستقبلات GPS الخاصة بالطائرات تحتوي على جهاز الاستقبال المستقل للمراقبة الكاملة Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM) وهو يوفر تحذيرًا من WAAS حال فشل إشارة القمر الصناعي ويزيل الإشارة المتأثرة من المعالجة.

بيانات LAAS Data LAAS التي تبث على الموجات المترية (VHF) تكون أقل عرضة للحجب Less Subject To Blocking ولكنها متوفرة فقط في مناطق محددة بالقرب من المطارات Only Available In Selected Areas Near Airports ومداها حوالي 30 ميلا Its Range Is About 30 Miles . ولذلك فهي غير مناسبه Not Suitable لاستخدام الملاحة البحرية Marine Navigational .



الفصل السابع عشر

كيف تعمل أجهزة استقبال GPS

عرفنا ان أقمار GPS تدور حول الكرة الأرضية في مدارات محددة ودقيقة جداً مرتين في اليوم الواحد (24 ساعة) وخلال دورانها تبث إشارات تحمل معلومات عن الأرض .

جهاز استقبال المستخدم - الخاص بأقمار (GPS) يستقبل المعلومات من القمر الصناعي ويقوم ببعض العلميات الحسابية ليحدد بالضبط موقعه (موقع المستخدم) عن طريق معلومتين هما : موقع القمر الصناعي + مسافة وبعد القمر عن الجهاز.

هناك أيضاً محطات أرضية تستقبل المعلومات من القمر الصناعي وعلى أساسها تقوم هذه المحطات بتزويد القمر نفسه بمعلومات مهمة من أجل أن يعمل على الوجه الأفضل مثل التوقيت والمدار والموقع وهذا يعني أن الاتصال مزدوج بين هذه المحطات الأرضية والأقمار الصناعية .

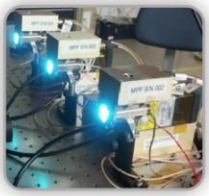
سبق وان ذكرنا ان جهاز الاستقبال الخاص بأقمار (GPS) الذي لدى المستخدم يبحث دائماً عن معلومتين هما :

موقع القمر الصناعي + مسافة وبعد القمر عن الجهاز.

لمعرفة موقع القمر الصناعي

يقوم جهاز استقبال المستخدم بالتقاط معلومات من الأقمار الصناعية تتضمن مواقع تلك الأقمار (هذه المعلومات ترسل باستمرار من الأقمار الصناعية) ويقوم الجهاز بتخزينها في ذاكرته من أجل معرفة مدار كل قمر وأين موقعه .

للتذكير... المعلومات التي ترسل باستمرار من القمر الصناعي الى جهاز استقبال المستخدم هي في الحقيقة معلومات محدثة ...أي ان المعلومات ارسلت اولاً من القمر الصناعي الى المحطات الارضية والتي بدورها حدثتها ثم ارسلتها الى القمر الصناعي تبلغه فيها بموقعه وتوقيته الذري الصحيح ومساره ثم بعدها يقوم القمر الصناعي بإرسال هذه المعلومات إلى جهاز استقبال المستخدم .



يقوم جهاز استقبال المستخدم من خلال استلام المعلومات بتحديد موقع أو مواقع الأقمار طوال الوقت.

لمعرفة مسافة وبعد القمر الصناعي عن الجهاز

مثال بسيط لحساب المسافة بين الارض والسحاب :
نقوم بحساب الوقت بين مشاهدة البرق وسماع الرعد فإن كان الزمن بينهما كبير فإن السحاب بعيد ، وإن كان الفرق قليل فإن السحاب قريب.

يقوم جهاز استقبال المستخدم (بعد تحديد موقع أو مواقع الأقمار) بتحديد و معرفة الوقت الذي استغرقته الإشارة للوصول وهذا يتم تحديده بمعرفة وقت انطلاق الإشارة من القمر ووقت استلامها ، حيث ان فارق الوقت بينهما هو الوقت الذي استغرقته الإشارة في الفضاء من أجل الوصول إلى الجهاز وهو أمر معلوم للجهاز ويسمى "الزمن" .

وحيث ان القاعدة هي الزمن × السرعة = المسافة

يقوم جهاز استقبال المستخدم بضرب الزمن في سرعة موجات الراديو البالغة 186000 ميل في الثانية والنتيجة هي المسافة بين القمر الصناعي والجهاز .

وبهذا يكون جهاز استقبال المستخدم قد حدد موقع القمر الصناعي + مسافة وبعد القمر عن الجهاز وبذلك يستطيع الجهاز أن يحدد موقعه (موقع المستخدم) عن طريق الفرضيات الاساسية التالية:

فرضية قمر واحد :

نفرض أن جهاز استقبال المستخدم على بعد 18000 كيلومتر من القمر الصناعي الأول وفي الحالة سيكون موقع جهاز استقبال المستخدم في أي نقطة من ملايين النقاط على محيط دائرة نصف قطرها 18000 كيلومتر (الدائرة التي يكون القمر الصناعي في وسطها) ولذلك فإن قمراً واحداً لا يكفي لتحديد موقع الجهاز.

فرضية قمران :

لنفرض أن جهاز استقبال المستخدم على بعد 19000 كيلومتر من قمر ثانٍ وهذا القمر الثاني سيرسل إشارات تتقاطع مع إشارات القمر الأول مكونة دائرة والموقع سيكون على أي نقطة من محيط هذه الدائرة ، مرة أخرى يستحيل تحديد الموقع بقمرين فقط .

فرضية ثلاث أقمار :

لنفرض أن جهاز استقبال المستخدم على بعد 20000 كيلومتر من قمر ثالث سيصبح لدينا نقطتان : (أ) و (ب) جراء تقاطع الدوائر الثلاث للأقمار الصناعية الثلاثة ، لكن النقطتين بعيدتان عن بعضهما بعداً شاسعاً .

فرضية قمر رابع :

لنفرض أن جهاز استقبال المستخدم على بعد 20200 كيلومتر من قمر رابع عندها فقط يستطيع الجهاز أن يحدد ثلاثة أبعاد وهي خط الطول + خط العرض + الارتفاع.

لأن في الفرضية السابقة أصبح لدينا نقطتان فقط ... وتبقى تحديد أيهما موقع الجهاز وهذا يتطلب إدخال الارتفاع في موقع الجهاز من أجل ان يعرف الجهاز أي النقطتين هو فيها .

اذا بوجود اربعة اقمار في المدار الواحد يمكن تحديد المواقع بدقة على الارض فمن خلالها فقط يستطيع جهاز استقبال المستخدم من تحديد الثلاثة أبعاد وهي :

خط الطول + خط العرض + الارتفاع

وهذا هو السبب الرئيسي لوجود على الأقل أربعة أقمار صناعية منفصلة بشكل جيد عن بعضها البعض في كل مستوى مداري Orbital Plane والتي يتم تسميتها كوكبة أو مجموعة أقمار GPS (GPS constellation)

مصادر الخطأ في إشارة GPS

أجهزة الاستقبال الخاصة بأقمار(GPS) في السنوات الأخيرة اصبحت دقيقة جداً بشكل فائق حتى أن معدل نسبة الخطأ انخفض إلى 15 متراً فقط أو اقل وذلك بفضل تطور برامج وقطع الاستقبال داخل الجهاز لكن الأمر لا يخلو من بعض العوائق التي تؤثر على دقة الاجهزة ولعل أهم مصادر الخطأ في هذا المجال ما يلي :

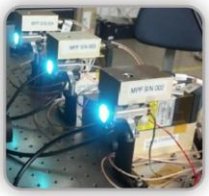
1- أخطاء ناتجة عن بطء الإشارة من القمر الصناعي وذلك لأن الإشارة تقل سرعتها عندما تجتاز الغلاف الجوي في طريقها إلى الجهاز وعادة تكون أجهزة الاستقبال مزودة بنظام يقوم بحساب معدل التأخير من أجل تصحيح هذا الخطأ.

2- أخطاء ناتجة عن انعكاس أو ارتداد الإشارة نتيجة اصطدامها بعوائق مثل البنايات الطويلة أو الصخور والجبال .. إلخ . وهذا من شأنه أن يزيد من سرعة انتقال الإشارة وبالتالي يسبب أخطاء.

3- أخطاء ناتجة بسبب الساعة الداخلية للجهاز لأن هذه الساعة ليست بالدقة التي عليها الساعة الذرية الموجودة في القمر الصناعي ومن أجل ذلك قد يكون هناك أخطاء بسبب التوقيت .

4- أخطاء تحدث بسبب عدم دقة المعلومات التي يرسلها القمر الصناعي عن موقعه في الفضاء .

5- عدد الأقمار الصناعية التي يستطيع الجهاز رؤيتها ؛ فكلما زاد عدد الأقمار زادت الدقة والعكس صحيح ؛ فالمباني والمجالات الكهربائية والمغناطيسية تسبب عدم رؤية الجهاز للأقمار وبالتالي تسبب قطع الإشارة وتسبب الأخطاء في التحديد أو حتى احتمال عدم قدرة الجهاز على تحديد الموقع نهائياً .



الفصل الثامن عشر

وظائف وتطبيقات نظام GPS

مما سبق يمكن تلخيص أهم الوظائف التي يقدمها نظام GPS

1- تحديد المواقع : تكمن الوظيفة الاساس للنظام الكوني لتحديد المواقع في تحديد مواقع (إحداثيات) النقاط علي سطح الارض وارتفاعها (x y z) وذلك بالاعتماد علي الاقمار الاصطناعية , التي تعتبر الوحدة الاساس في هذا النظام .

هذا ويستفاد من هذه الوظيفة في مجالات كثيرة ومتنوعة منها المساحة ورسم الخرائط الزراعة الجغرافيا الجيولوجيا المجالات العسكرية بالطبع .

2- الملاحة : يستخدم حاليا نظام GPS في جميع انواع الملاحة البرية والجوية والبحرية ويتم ذلك عن طريق تحديد الموقع والاتجاهات والسرعة والزمن للشخص أو المركبة أو السفينة التي تقوم بالرحلة وذلك علي خرائط الكترونية محملة علي جهاز الاستقبال للنظام GPS الذي يقوم بتأمين كل هذه المعلومات .

3- التتبع : من التطبيقات الحيوية لهذا النظام استخدامه في التتبع Tracking , وهو يقوم علي متابعة حركة الانسان او السيارة او الطائرة او السفينة .

من خلال إما شبكة خاصة بذلك كشبكة GSM التي تستخدم في نقل البيانات من المستقبل الي وحدة التحكم المركزية التي يظهر عندها مكان السيارة أثناء تحركها بوضوح علي خريطة رقمية أو بتسجيل المسار الذي سارت فيه السيارة في جهاز ملحق بمستقبل الـ GPS مثل الاجهزة التي سبق وان عرضناها في الفصول السابقة من هذا الكتاب.

4- التوقيت : من المعروف ان الاقمار الاصطناعية التابعة لنظام GPS محملة بساعات ذرية عالية الدقة حيث تستطيع أجهزة الاستقبال تحديد الوقت بدون اي مقابل وفي اي وقت عن طريق استقبالها للإشارة من الاقمار الاصطناعية والتي تتكون من حزمة من البيانات بما فيها الوقت والتي ترسلها الاقمار الاصطناعية باستمرار حيث تستفيد من هذه الخاصية الكثير من

الافراد والجماعات والشركات والجهات الحكومية والخاصة , سواء فقط لمعرفة الوقت او لضبط الادوات والأجهزة الموزعة في اماكن مختلفة .

5- رسم الخرائط :

يقدم نظام GPS حاليا خدمات متنوعة في مجال رسم الخرائط أهمها : المساعدة في وضع خرائط موضوعية أو تفصيلية لمناطق جغرافية محددة ووضع نقاط الشبكة الجيوديزية المثلثاتية وضع الخرائط الرقمية وإرجاع الخرائط و تجديد الخرائط و رسم المسارات علي الخرائط وتحميل بيانات معينة علي الخرائط من خلال مواقعها .

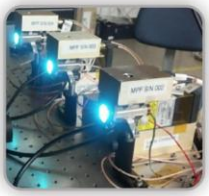
فيما يلي تطبيقات نظام GPS

تطبيقات نظام GPS في العلوم البيئية

تزود نظم جمع البيانات في نظام تحديد المواقع العالمي اصحاب القرار بمعلومات دقيقة حول صفات ومواقع العناصر التي تنتشر عبر كيلومترات كثيرة من الكرة الأرضية وعن طريق الربط بين هذه المعلومات يمكن تحليل الكثير من مشكلات البيئة من منظور جديد بالإضافة الي ذلك نستطيع إدخال البيانات الخاصة بمواقع المعالم في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتحليل مقاييس الأبعاد مع المعلومات الأخري .

تجري حاليا دراسات متعددة عن طريق الجو للمناطق البرية وبمساعدة تكنولوجيا نظام تحديد المواقع العالمي يتم تقييم الحياة البرية والتربة والبنية التحتية والسكان في المنطقة فإذا أضفنا الي كل صورة يجري التقاطها معلومات الموقع المحدد بالإحداثيات التي يوفرها نظام تحديد المواقع العالمي يكون في الإمكان تقييم جهود الحفاظ علي البيئة الطبيعية وتقديم يد العون لرسم الخطط الاستراتيجية .

بالإضافة الي ذلك يتم بواسطة نظام GPS تتبع حركة وسرعة انتشار التسربات من حاملات البترول وتستخدم طائرات الهيلوكوبتر النظام لرسم محيط الحرائق التي تندلع في الغابات مما يوفر استخداما فعالا لمصادر إطفاء الحرائق ويرسم خرائط مفصلة لأنماط هجرة الأجناس المهددة بالانقراض مما يساعد علي الحفاظ علي أعدادها المتناقصة ويعزز قدرتها علي البقاء.



وفي المناطق المعرضة للزلازل مثل حافة المحيط الهادي تلعب تكنولوجيا GPS دورا متزايد الأهمية في مساعدة العلماء علي التنبؤ بالزلازل وذلك من خلال استخدامهم للمعلومات التي يوفرها هذا النظام عن الموقع بدقة كما يستطيع العلماء أن يدرسوا كيفية تصاعد التوتر بصورة بطيئة بمرور الوقت في محاولة لتوصيف الزلازل وربما في سبيل التنبؤ بها مستقبلا .

مزايا استخدام نظام GPS في الحفاظ علي البيئة :

- توفر نظام جمع البيانات التي تعمل وفقا لنظام GPS مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وسيلة للتحليل الشامل للمشاكل البيئية .
- التعرف علي الانماط والاتجاهات البيئية بصورة فعالة , عن طريق نظم جمع المعلومات التي يزودنا بهل كل من نظام GPS ونظم GIS مما يمكننا من رسم الخرائط الموضوعية بسهولة .
- تحليل البيانات التي يوفرها لنا نظام GPS علي نحو سريع دون الحاجة الي تحويل البيانات الميدانية الي شكل رقمي .
- تتبع مسار الكوارث البيئية مثل الحرائق وتسرب البترول بدقة وفعالية أكثر .
- تساعد العلماء في رصد الهزات الأرضية والزلازل .
- تتبع ومسارات وهجرة وتحرك الأجناس المهددة بالانقراض والحفاظ علي استمرارها علي قيد البقاء .

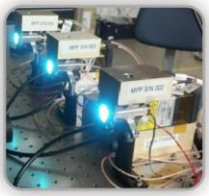
تطبيقات نظام GPS في الزراعة

اصبح الان تطوير وتنفيذ عمليات الزراعة المعتمدة علي الدقة او المعتمدة علي تخصيص المناطق بدقة ممكنا عن طريق الجمع بين نظام المواقع العالمي وأنظمة المعلومات الجغرافية , فقد مكنت هذه التقنيات من الجمع العالمي وأنظمة المعلومات الجغرافية كالجمع بين تحصيل البيانات في الوقت الفعلي , والحصول علي معلومات دقيقة عن الموقع .

مما أدي الي القدرة علي تحليل كم كبير من بيانات امتدادات الحيز الجغرافي وتستخدم تطبيقات دقة بيانات نظام المواقع العالمي في التخطيط للمزارع ورسم خرائط للحقول ومعاينة التربة وارشاد الجرارات واستكشاف المحاصيل وتنطبق وسائل تغاير معدلات المعالجة ورسم خرائط غلة المحصول مع الاخذ بعين الاعتبار بأن النظام يسمح للمزارعين العمل أثناء أوقات انخفاض الرؤية في الحقول كما في حالات المطر والغبار والضباب والظلام وكان يصعب في الماضي علي المزارع أن يربط بين تقنيات الانتاج وغلة المحصول من ناحية وبين تنوع اوضاع وخصائص الارض في حقله من الناحية الاخري وهذ ادى للأسف الي الحد من قدرة المزارعين علي تطوير استراتيجيات معالجة التربة وتنشيط النبات بما يمكن من تحسين الانتاج أما اليوم فقد أصبح ممكنا استخدام تطبيقات أكثر دقة للمبيدات الحشرية ومبيدات الاعشاب والأسمدة مع تحكم أفضل في توزيع هذه الكيماويات وهو ما يسمي بـ ,, الزراعة الدقيقة ,, الذي ادى الي خفض التكلفة ومزيد من غلة المحصول وتحصلنا على مزرعة مفيدة للبيئة .

ارشادات الالات الزراعية بواسطة نظام GPS

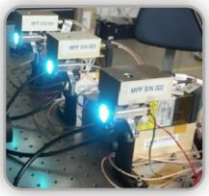
تقوم الزراعة الدقيقة بالحصول على توقيت دقيق وسريع ومعلومات عن متطلبات التربة والنبات والحيوان وتوضيح وتطبيق معالجات محددة تهدف الي زيادة الانتاج الزراعي وحماية البيئة في نفس الوقت فقد اعتاد المزارعون في الماضي النظر الي حقولهم ككتلة واحدة , أما الآن فهي أجزاء متغايرة الخصائص والاحتياجات ويفهمون مزايا ادارة كل جزء منها حسب خصائصه الدقيقة و بما يحقق التوظيف الأمثل .



يتصور الكثيرون أن مزايا الزراعة الدقيقة لا يمكن أن تحقق إلا للمزارع الكبيرة ذات الاستثمارات الرأسمالية الضخمة والخبرة الكبيرة بتكنولوجيا المعلومات ولكن هذا غير صحيح فهناك أساليب وتقنيات غير مكلفة وسهلة الاستخدام يمكن تطويرها لكي تكون متاحة أمام جميع المزارعين فمن خلال استخدام نظام المواقع العالمي ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد يمكن تحصيل المعلومات المطلوبة لتحسين استخدام الأرض والتربة إذ يمكن للمزارعين تحقيق مزايا إضافية عن طريق الجمع بين استخدام الاسمدة وغيرها من المعالجات بشكل أفضل ومعرفة الحد الاقتصادي الامثل المناطق المصابة بالآفات الزراعية والإعشاب الضارة مع حماية الموارد الطبيعية من اجل المحافظة علي إمكانيات استخدامها مستقبلا .

لقد قام صناع معدات نظام المواقع العالمي بتطوير عدد من الأدوات لمساعدة المزارعين والشركات الزراعية التجارية علي أن يصبحوا أكثر إنتاجية وكفاءة في أنشطة الزراعة الدقيقة ويستخدم اليوم كثير من المزارعين منتجات مشتقة من نظام تحديد المواقع العالمي لتحسين العمليات في مزارعهم التجارية ويجري جمع معلومات موضعية بواسطة مستقبلات من نظام المواقع العالمي من أجل رسم خرائط لحدود الحقول الزراعية والطرق وأنظمة الري والمناطق ذات المشاكل مثل تلك التي توجد بها أعشاب ضارة أو أمراض وتسمح دقة نظام تحديد المواقع العالمي للمزارعين بتكوين خرائط للمزارع بمساحات دقيقة لمناطق الزراعة ومواضع الطرق والمسافات بين النقاط الهامة .

يستخدم مستشارو المحاصيل أجهزة قوية التحمل لجمع بيانات تقوم علي نظام تحديد المواقع العالمي بغرض رسم خرائط دقيقة لمواضع الاصابة بالآفات والأعشاب الضارة في الحقول الزراعية ويمكن تحديد مواضع الإصابة في المحاصيل ورسم خريطة لها لتستعين بها الإدارة في اتخاذ القرارت ووضع التوصيات كما يمكن ايضا استخدام البيانات الحقلية نفسها لعمليات الرش ووضع التوصيات كما يمكن ايضا استخدام البيانات الحقلية نفسها لعمليات الرش من الطائرات حيث تساعد البيانات علي دقة تصويب رش الحقول دون استخدام علامات الإرشاد البشرية اذ تحلق طائرات الرش المجهزة بنظام تحديد المواقع العالمي في طلعات دقيقة فوق المناطق المطلوب رشها , بحيث لا تصل المواد الكيميائية إلا إلي الأماكن المصابة , مما يخفض من إمكانيات انتقال المواد الكيميائية إلي مواضع مجاورة ويقلل من الكيماويات المستخدمة وهو ما يفيد البيئة ويحافظ عليها .



مزايا استخدام نظام ال GPS في الزراعة :

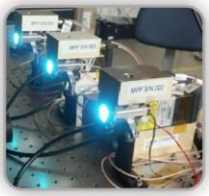
- تمكن العمليات الدقيقة لمعاينة التربة وتحصيل وتحليل البيانات من تحديد الاختلافات الموضوعية في الحقول بما يجعل بالإمكان معالجة متغايرة حسب ظروف كل موضع بالحقل وتغيير معدل كثافة الزرع أيضا بما يتناسب مع خصائص كل منطقة بالحقل .
- تؤدي الملاحة الدقيقة للحقل الي تجنب تكرار التطبيق في مناطق ما في الحقل أو إهمال مناطق أخري
- تزداد الإنتاجية بفعل القدرة علي العمل في ظل ظروف ضعف الرؤية في الحقول كما في حالات الأمطار والغبار والضباب والظلام .
- تمكن الرقابة الدقيقة لبيانات غلة المحصول من الإعداد الكفء في المستقبل لمختلف المواقع في الحقل بما يتناسب مع خصائص كل منها .
- الاستغناء عن الحاجة الي علامات الإرشاد البشرية لإرشاد طائرات الرش مما يزيد من كفاءة الرش الجوي ويقلل من الرش الزائد عن الحاجة .

تطبيقات نظام GPS في الملاحة البحرية

يوفر نظام المواقع العالمي أسرع وسيلة للملاحة البحرية في ما يتعلق بقياس السرعة وتحديد المكان الذي تكون فيه السفينة وهو الامر الذي يوفر مستويات أعلي من السلامة والكفاءة للبحارة في سائر أرجاء العالم .

ويحتاج القبطان عندما يكون في عرض البحر بأن يكون دائما علي علم بموقع سفينتة سواء عندما تكون في عرض البحر أو في الموانئ المزدحمة والمعابر المائية بمعنى تحديد دقيق لموقع سفينته وسرعتها ووجهتها لضمان أن تصل السفينة الي وجهتها بأعلي درجات السلامة وأعلي مستويات الاقتصاد وفي الوقت المحدد .

هذا وتكتسب الحاجة الي معلومات دقيقة حول الموقع الذي تكون السفينة فيه أهمية أكبر عند مغادرة السفينة للميناء , وعند دخولها اليه .



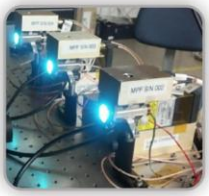
يستخدم البحارة ورسامو المحيطات بصورة متزايدة البيانات التي يوفرها نظام تحديد المواقع العالمي في مسح الأعماق وتثبيت العوامات وتحديد مواقع الخطورة الملاحية ورسم الخرائط كما تستخدم أساطيل الصيد التجاري نظام المواقع العالمي في الابحار الي افضل مناطق الصيد وفي تتبع هجرات الاسماك وفي ضمان الألتزام بالقوانين المعمول لها في هذا الشأن حيث يوفر نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي (DGPS) دقة أعلي وأمانا أكثر في نطاق المساحة المغطاة للعمليات البحرية وتستخدم كثير من البلدان هذا النظام في عمليات وضع العوامات والكنس والتطهير .

المهندسين المساحين البحريين يستخدمون نظام GPS

تعمل حكومات ومنظمات صناعية علي نطاق العالم معا في سبيل تطوير معايير الاداء لعروض الخرائط الالكترونية ونظم المعلومات الجغرافية التي تستخدم نظام تحديد المواقع العالمي أو نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي (DGPS) في جمع المعلومات في مجال الملاحة البحرية وسوف تحل محل الخرائط الورقية .

كما يمكننا الي جانب نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي أن نضم معلومات الموقع والرادار ونعرض كل شئ علي الخريطة الالكترونية وهو الأمر الذي يشكل الأساس لـ " نظام الجسر المتكامل " الذي يجري حاليا تركيبه علي متن السفن التجارية من كل الأصناف.

تكمن معلومات نظام تحديد المواقع العالمي في نظام معروف باسم نظام التعرف الأتوماتيكي AIS (ذكرناه بالتفصيل في الفصول السابقة من هذا الكتاب) ويستخدم هذا النظام الذي أقرته المنظمة البحرية الدولية في ضبط حركة مرور السفن حول المعابر البحرية المزدحمة كما تستخدم هذه الخدمة الحيوية بصورة متزايدة في تعزيز أمن الموانئ والمعابر المائية عن طريق تزويد الحكومات بيانات حول مواقع السفن التجارية وحمولاتها .
ويستخدم هذا النظام نظاما مرسلا - مستجيبا يعمل علي موجة VHF البحرية وهو قادر علي توصيل سفينة ما بأخري وكذلك توصيل أي سفينة بالبر يبث هذا النظام معلومات تتصل بالتعرف علي السفينة وموقعها الجغرافي ونوعها بالإضافة الي المعلومات التي تتعلق بحمولتها وعلي أسس أتوماتيكية بصورة كاملة .



ونظرا لآن موقع السفينة في نظام تحديد المواقع العالمي كامن في هذه الاشارات المبثوثة فإن كل المعلومات الأساسية حول تحركات السفينة ومحتوياتها يمكن تحميلها بصورة أتوماتيكية في جداول إلكترونية .

مزايا استخدام نظام GPS في البحرية :

- يتيح النظام فرصة الوصول الي معلومات سريعة ودقيقة حول الموقع والمسار والسرعة الأمر الذي يؤدي الي توفير في وقت البحارة والوقود خلال الكشف عن دروب ملاحية أكثر فعالية .
- يوفر معلومات ملاحية دقيقة بالنسبة لركاب الزوارق .
- يحسن مستوي الدقة والكفاءة لوضع العوامات وعمليات الكنس والتطهير .
- يعزز الكفاءة ويضمن الاقتصاد في إدارة الحاويات في الموانئ .
- يرفع مستوي السلامة والأمان للسفن التي تستخدم نظام التعرف الأتوماتيكي .

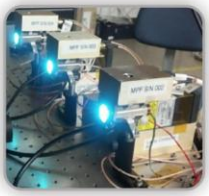
تطبيقات نظام GPS في الطيران

يستخدم الطيارون في مختلف أنحاء العالم نظام تحديد المواقع العالمي لزيادة أمان وكفاءة الطيران لما يتمتع به هذا النظام من قدرات دقيقة و خدمات ملاحة جوية سلسة عن طريق الاقمار الصناعية .

وهي تفي بالكثير من احتياجات مستخدمي الطيران ويمكن استنادا الي قدرات الملاحة الفضائية وتحديد الموقع إنشاء مجسما بأبعاده الثلاثة خلال جميع مراحل الطيران من مرحلة الاقلاع الي مرحلة الطيران في الجو حتي في منطقة الملاحة الأرضية لسطح مطار الهبوط .

الخرائط المجسمة في الملاحة الجوية

يعطي الاتجاه الحالي نجو مفهوم ملاحة المجال دورا أكبر لنظام المواقع العالمي حيث أن هذه الملاحة تسمح للطائرة بأن تطير علي المسارات , التي يفضلها المستخدم من نقطة الي نقطة اخري دون ان تعتمد نقاط المسار علي المرافق الأرضية .



وقد اتخذت اجراءات لتوسيع مجال استخدام نظام تحديد المواقع العالمي والخدمات المكملة في جميع مراحل الطيران وخاصة في المجالات التي تفتقر الي المساعدات المناسبة من قدرات الملاحة الأرضية أو معدات المراقبة .

في كثير من الحالات تتمكن الطائرات التي تطير فوق مناطق تتسم بقلة البيانات مثل المحيطات من التقليل من المسافات بينها في الجو .

مما يعني السماح لمزيد من الطائرات بالطيران في أمان علي طرق أقصر وأكفأ فيتم بالتالي توفير الوقت والوقود وزيادة الايرادات التجارية .

الطيران فوق المحيطات

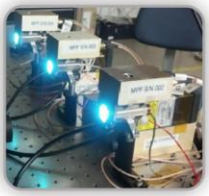
نظام تحديد المواقع العالمي يجري تحسينه وتحديثه باستمرار ومن التحديثات الجارية علي الاستخدامات المدنية هو إضافة إشارتين جديدتين الاولي سوف تخصص للاستخدام العام في التطبيقات الحرجة غير المتعلقة بالأمان أما الاشارة الثانية فستكون محمية دوليا لأغراض الملاحة الجوية .

وهذا سيجعل النظام خدمة ملاحية أكثر انتشارا وفعالية مما هي عليه الان في كثير من التطبيقات الملاحية وسيوفر مزايا وفوائد تفوق بكثير القدرات المتاحة حاليا لخدمات النظام .

وتفسح المجال أمام مزيد من استخدام المعدات الالكترونية علي متن الطائرات في مختلف أنحاء العالم حيث انه بإتاحة إمكانية استخدام معدات طيران الكترونية ثنائية الذبذبة التي تعني أن الاخطاء التي تحدث بسبب اضطرابات الأيوني الجوي يمكن خفضها .

أي انه عن طريق الاستخدام الالى للإشارتين سوف يؤدي هذا الي تحسين قوة النظام ككل بما في ذلك الدقة والإتاحة والتكامل .

ويمثل الاعتماد علي نظام تحديد المواقع العالمي الأساس لنظام إدارة حركة المرور الجوي اليوم وغدا في العديد من خطط سلطات الطيران في كثير من الدول فبعض سلطات الطيران التي تتجه نحو هذا النظام قد لاحظت انخفاضا واضحا في وقت الطيران وعبء العمل الذي أثبت نجاحا في خفض مخاطر الطيران المنخفض والمعرض للتضاريس الأرضية وهو سبب رئيسي من أسباب حوادث الطيران .



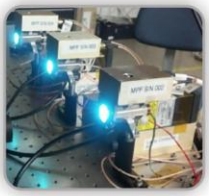
مزايا استخدام نظام GPS في الطيران :

- معلومات مواقع مستمرة وموثوق بها ودقيقة لجميع مراحل الطيران علي امتداد الكرة الأرضية كلها ومتاحة مجانا للجميع .
- طرق أمنة ومرنة وموفرة للوقود أمام مقدمي خدمات الفضاء الجوي ومستخدميها .
- خفض مرافق وأجهزة وخدمات الملاحة ذات القواعد الأرضية وهي مكلفة أو حتي إحالتها الي التقاعد .
- خفض تأجيل مواعيد الطائرات بسبب رفع كفاءة استخدام الطرق الجوية وهو ما أصبح ممكنا عن طريق خفض الحدود الدنيا من المسافات الفاصلة بين الطائرات أثناء طيرانها . وزيادة كفاءة إدارة حركة المرور الجوي خاصة أثناء الظروف الجوية القاسية .
- زيادة قدرات أمان الحياة مثل النظام الأرضي المحسن للتحذير من الاقتراب .

تطبيقات نظام GPS في المساحة ووضع الخرائط

يوفر نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) بيانات عن المساحة والخرائط علي درجة عالية من الدقة وتكون جمع البيانات بواسطته اسرع بكثير من تقنيات المساحة ورسم الخرائط التقليدية ويعتبر العاملون في مجال المساحة ورسم الخرائط من اوائل الذين استفادوا من هذا النظام لأنه أدي الي زيادة كبيرة في الانتاجية واخرج بيانات اكثر دقة وموثوقية مما جعل من نظام تحديد المواقع العالمي اليوم جزءا رئيسيا من عمل المساحة ورسم الخرائط في مختلف انحاء العالم ,

يدعم نظام تحديد المواقع العالمي رسم الخرائط وعمل نماذج دقيقة للعالم البيئي المحيط بفرعية الطبيعي والبشري ويمكن عرض الخصائص التي يتم قياسها باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي علي خرائط رقمية مصممة ضمن برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)



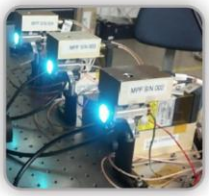
كما تستخدم الان الحكومات والمنظمات العلمية والتجارية في جميع انحاء العالم نظام تحديد المواقع العالمي , وتقنية نظم المعلومات الجغرافية لتسهيل اتخاذ القرارات في الوقت المناسب والاستخدام الحكيم للموارد .

مسح سطح الارض بواسطة نظام GPS

إن عمليات المسح التي تتم باستخدام نظام المواقع العالمي لا تتأثر بقيود مثل وضوح خط الرؤية بين محطات المسح اذ يمكن نشر المحطات علي مسافات أبعد من بعضها البعض ويمكن للمحطات أن تعمل في اي مكان تتوفر فيه رؤية جيدة للسماء بدلا من أن يقتصر ذلك علي قمم الجبال البعيدة كما كان مطلوبا من قبل .

يكون نظام تحديد المواقع العالمي مفيدا بشكل خاص في مسح السواحل والممرات المائية حيث يكون هناك عدد قليل من النقاط المرجعية الارضية اذ تجمع سفن المسح بين اوضاع نظام تحديد المواقع العالمي وقياسات العمق باستخدام السونار من اجل عمل الخرائط الملاحية التي تنبه البحارة لتغيير اعماق المياة وللأخطاء الموجودة تحت الماء كما يعتمد بناء الجسور ومنصات النفط البحرية علي نظام تحديد المواقع العالمي للحصول علي مسوحات هيدوغرافية دقيقة .

من اجل تحقيق أعلي مستوي من الدقة في العمل المساحي , تستخدم معظم اجهزة الاستقبال المخصصة للمسح اثنين من ترددات الراديو لتحديد المواقع هما L1 و L2 ولا يوجد حاليا اشارة مدنية تعمل بشكل كامل علي التردد L2 لذلك تستفيد اجهزة الاستقبال تلك من قوة اشارة عسكرية تعمل علي التردد L2 , باستخدام تقنيات غير مشفرة Codeless كما يقوم برنامج التحديث المستمر لنظام المواقع العالمي بإضافة إشارة مخصصة للأغراض الندنية علي التردد L2 تدعم تحديد المواقع بدقة عالية دون استخدام الاشارات العسكرية .



ويقوم برنامج تحديد المواقع العالمي أيضا بإضافة إشارة مدنية ثالثة علي التردد L5 من شأنها تعزيز الأداء بشكل أكبر

علي الموقع التالي www.gps.gov/applications كذلك يستخدم المساحون نظام المواقع العالمي التفاضلي GPS للحصول علي دقة عالية في التصوير الجوي .

مزايا استخدام نظام GPS في المساحة ووضع الخرائط

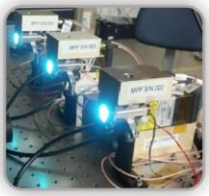
- **مكاسب كبيرة في الانتاجية من حيث الوقت والمعدات .**
- **قيود أقل علي التشغيل مقارنة بالتقنيات التقليدية .**
- **تحديد دقيق للخصائص المادية التي يمكن استخدامها في الخرائط والنماذج.**
- **إيصال أسرع للمعلومات الجغرافية التي يحتاج إليها صناع القرار**

WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

كيف تعمل أجهزة استقبال GPS

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بالتفصيل والاستفادة من المعلومات التالية ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



المعلومة الاولى

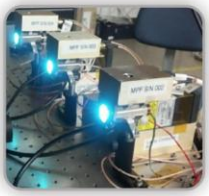
نظام تحديد المواقع العالمي الأمريكي GPS هو نظام مؤلف حاليا من اقمار NAVSTAR تدور في 6 مدارات شبه دائرية ففي كل نقطة من الكوكب تكون من 7 الى 9 اقمار دائما قابلة للرصد وأول قمر تم ايصاله للمدار عبر صاروخ Delta 4 عام 1978 لتتوالى اجيال او بلوكات الأقمار الصناعية كالآتي :

بلوك 1 : و هي 11 قمرا الاولى التجريبية و تم اطلاقها بين 1978 و 1985 وهي من انتاج Rockwell International و عمرها العملي بين 5 و 7 سنوات .. حاليا لا يوجد أي قمر من البلوك 1 في المدار .

بلوك 2 : بلوك 2 و تطويراتها اللاحقة هي الاقمار العملية للنظام دفعة اولى من 9 أقمار تم اطلاقها بين 1989 و 1990 لتلتحق بها 19 قمرا من الفئة Block 2 A ما بين 1990 و 1997 تتوفر على 4 ساعات ذرية من الروبيديوم و السيزيوم اكثر دقة و امكانية البقاء فترة طويلة دون تصحيح معطيات التوقيت من المحطات الارضية وتم تغييرها بالكامل باقمار جديدة.

بلوك 2 : R نسخة مطورة من السابقة ، تم اطلاقها الى مداراتها ما بين 1997-2009 بعدد 21 قمرا 20 منها في الخدمة حاليا .. يملك كل قمر 3 ساعات ذرية من الروبيديوم و امكانية تواصل مع الاقمار الاخرى في المدارات .. 8 منها تبث ارسالا على الموجة الحاملة الاحدث L2C المدنية و الارسال المشفر العسكري .. M ما يجعلها توفر دقة تصل الى 10 امتار للاستعمال المدني و 4 امتار الى 1 متر احيانا للاستعمالات العسكرية ..

بلوك 2 10 : F اقمار من صناعة Boeing دخلت الخدمة عامي 2011/2010 ، يمكنها اضافة للموجات السابقة العمل على الموجة L5 المدنية..



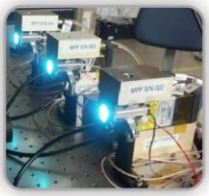
المعلومة الثانية

مبـدأ عمل نظام تحديد المواقع العالمي الأمريكـي GPS

يقوم النظام بالبث أساسا على الموجتين الحاملتين L2 & L1 للاستعمال المدني / العسكري باستعمال الكود المدني C/A Coarse Aquisition و الكود المشفر P(Y) للاستعمال العسكري و لبرامج البحث العلمية الحاملة لتصريح ، كما يوجد الكود المشفر M للاستعمال العسكري على اقمار بلوك R/F 2 و بلوك 3.

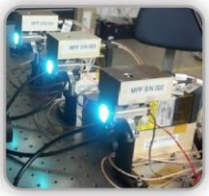
الكود المدني واسع الاستعمال C/A يتم تضمينه على الموجة L1 بتردد يكافئ MHz 1575 حيث ترسل معطيات التوقيت و تموقع القمر في المدار الى جهاز الاستقبال الأرضي للمستعمل من خلال توصل جهاز الاستقبال بتوقيت الارسال المضمن داخل الرسالة و مقارنته بتوقيت الاستقبال يمكنه عبر ضرب الفرق في سرعة الموجة (المعادلة تقريبا لسرعة الضوء) معرفة المسافة الفاصلة بين جهاز الاستقبال و القمر الصناعي ، قمر واحد لا يكفي إنما يجب التوفر على معطيات 4 اقمار صناعية مختلفة على الاقل و ذلك لحل معادلة التموقع و تقليص هامش الخطأ في التوقيت الناجم عن تأثير وسط انتشار الموجة الحاملة في طبقات الجو و كذلك بقيمة اقل عن معدل الخطا في تعديل توقيت ساعات الأقمار لاختلاف المجال الثقالي اتفاقا مع نظرية النسبية العامة .

معادلة التموقع تحل رياضيا عبر معادلة برانكفورت في التحليل العددي و التوفر على معطيات اقمار عدة (عادة 8 اقمار) تزيد من دقة النتائج كما ان التوزيع المتجانس للاقمار في سماء جهاز الاستقبال تعطي دقة افضل من حالة تواجدها في مخروط ضيق الزاوية من السماء فوق الجهاز



المعلومة الثالثة

يقوم قمر صناعي ببث إشارة تحمل موقعه أي موقع القمر الصناعي كما تحمل زمن أو لحظة بث الإشارة حيث يعين كل قمر صناعي نوع GPS منها زمنه بواسطة ساعة ذرية بالغة الدقة ويقوم جهاز الاستقبال باستقبال ثلاث إشارات قادمة من ثلاثة أو أكثر من تلك الأقمار الصناعية وعن طريق تسجيله لحظة الإستقبال و سرعة انتقال الموجة أو الإشارة فإنه يمكنه أن يحدد المسافة التي تفصله عن القمر الصناعي (ليس الموقع) وبعد استقبال ثلاث إشارات من ثلاث أقمار مختلفة فإن نقطة تقاطعهم تحدد موقع جهاز الاستقبال و لهذا السبب فإنه لتحديد موقع شيء ما فإن نظام GPS يحتاج نظريا إلى 3 أقمار صناعية على الأقل ولكن عمليا يجب دائما الاستعانة بقمر صناعي رابع وكذلك عمليا لا يمكن و لا يحبذ من منطلق اقتصادي تزويد أنظمة إستقبال GPS بساعات ذرية لذلك فإن مستقبلات GPS عمليا لا يمكنها تحديد لحظة الإستقبال بل تستعين بإشارة رابعة من قمر صناعي رابع لحساب زمن الاستقبال .



الباب الرابع

النظام العالمي الاوروبي للملاحة الفضائية (جاليليو GALILEO)

European Space Agency (ESA)

European Galileo System

الفصل الاول

تعريف النظام العالمي الاوروبي للملاحة الفضائية (جاليليو GALILEO)

الفصل الثاني

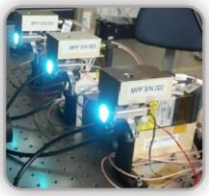
مكونات وأجزاء جاليليو Galileo Segments

الفصل الثالث

إشارات جاليليو Galileo Signals

الفصل الرابع

تعريف خدمات جاليليو Galileo Definition of Services



الفصل الاول

تعريف نظام جاليليو GALILEO الأوروبي للملاحة الفضائية

Recall (Galileo)

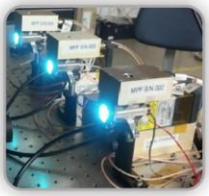
نظام الملاحة الفضائي الاوروبي Galileo الذي تم انشاؤه من وكالة الفضاء الاوروبية European Space Agency (ESA)

والذي بدء تشغيله المبدئي في العام 2005 وعمليات تطويره مستمرة وكان الهدف منه منذ البداية هو تقليل الاعتماد على نظام تحديد المواقع الأمريكي GPS والذي سنذكره بالتفصيل في هذا الكتاب.

يتكون نظام الملاحة الفضائي الاوروبي Galileo من 30 قمرا صناعيا مداريا أرضيًا متوسطًا Medium Earth Orbiting (MEO) satellites موزعة بالتساوي وبانتظام على ثلاثة مستويات مدارية Three Orbital Planes بارتفاع 23616 كم فوق سطح الأرض ، يميل المستوى المداري inclined بمقدار 56° W.R.T. درجة بالنسبة لخط الاستواء equator.

حيث كان أول قمر صناعي من نظام Galileo هو (GIOVE A) اطلق في 27 ديسمبر 2005 وفي 12 ديسمبر 2017 اطلقت أوروبا أربعة أقمار صناعية جديدة من طراز Galileo ليرتفع عدد الأقمار الأوروبية إلى 22 قمرا في الفضاء ووصل في نهاية المطاف إلى 30 قمر ويزن الواحد منها نحو 700 كيلوجرام الأمر الذي جعل القارة الاوروبية تمتلك منظومة ملاحة خاصة بها ، حيث ان اغلب الأقمار الصناعية انطلقت من قاعدة في جيانا الفرنسية على متن صواريخ أريان 5 واتجهت إلى مدار يبعد نحو 24 ألف كيلومتر عن الأرض وهي مجهزة بأجهزة استشعار.

حيث يطلق على الـ 30 قمر صناعي المكونة لنظام الملاحة الفضائي الاوروبي Galileo بأقمار Galileo أو كوكبة Galileo (Galileo constellation) حيث تتكون كوكبة أو مجموعة أقمار Galileo من 27 قمرا تشغيلياً operational satellites وثلاثة اقمار احتياطية OPERATIONAL SPARES / Active Spares .

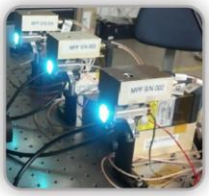


وهي موجودة في ثلاثة مستويات مدارية Three Orbital Planes على ارتفاع (كما ذكرنا) 23616 كم فوق سطح الأرض ، يميل المستوى المداري inclined بمقدار 56° W.R.T. درجة بالنسبة لخط الاستواء equator .

GALILEO هي مبادرة أوروبا لإنشاء نظام اقمار صناعية للملاحة عالمية حديثة وذلك لتوفير خدمة تحديد المواقع العالمية بدقة عالية وان تكون تحت السيطرة المدنية الاوروبية.
جاليليو يوفر خدمات الملاحة وتحديد المواقع المستقلة وقابلاً للتشغيل المتداخل مع نظامي الملاحة الفضائية العالميين الآخرين GPS و GLONASS وبهذا يكون المستخدم قادرا على اتخاذ موقف مع نفس المتلقي من أي من الأقمار الصناعية في أي مجموعة من خلال توفير ترددات مزدوجة كمعيار كما ان GALILEO يوفر دقة تحديد المواقع في الوقت الحقيقي وصولا إلى نطاق متر.
بهذا يضمن توفر الخدمة للمستخدمين في غضون ثوان وهذا ما جعله مناسبًا للتطبيقات مثل تشغيل القطارات والسيارات الإرشادية وهبوط الطائرات.
الجمع بين استخدام جاليليو وأنظمة GNSS الأخرى يقدم أداءً محسنًا بشكل كبير لجميع أنواع المستخدمين حول العالم .

اقمار جاليليو تعمل بالطاقة الشمسية وتعتمد على جناحين من الألواح مساحة الواحد خمسة أمتار ويهدف الاتحاد الأوروبي الى الاستفادة من السوق العالمية لخدمات الملاحة عبر الأقمار الصناعية التي تشير تقديرات إلى أن قيمتها ستصل إلى نحو 250 مليار يورو (296 مليار دولار) بحلول العام 2022.

منذ تطوير GPS عبرت المجالس واللجان الاوروبية عن الحاجة إلى نظام ملاحة فضائي مستقل عن GPS وقد أكدت الدراسات الاقتصادية والدراسات التكنولوجية من قبل وكالة الفضاء الأوروبية على مدى عدة سنوات الحاجة لها.



النظام أثبت جدواه في أوائل عام 2002 وقرر الاتحاد الأوروبي تمويل تطوير جاليليو الجديد وقد تم بالفعل وتم النشر الكامل لجاليليو على مدى السنوات القليلة الماضية .

فهناك عدة عوامل أثرت على قرار تطوير جاليليو وكانت النقطة الأساسية هي أن نظام تحديد المواقع العالمي GPS هو أحد الأصول العسكرية الأمريكية مثله مثل نظام ملاحة القمر الصناعي الروسي GLONASS.

و قد يؤدي اضطراب أي من النظامين إلى ان يبقى مستخدمي أوروبا بدون نظام ملاحة فضائي اساسي و في المقابل سيكون جاليليو تحت السيطرة المدنية ومخصص في المقام الأول للاستخدام المدني.

منذ أن تم تشغيل GPS للاستخدامات المدنية لوحظ انها انتشرت بسرعة أكبر بكثير من المتوقع لذلك قام مخططي نظام تحديد المواقع العالمي GPS Planners بتطوير ترددات جديدة وتحسينات لنظام تحديد المواقع للاستخدام المدني WAAS و LAAS و SA (SA تم إيقاف تشغيله في 1 مايو 2000)

جاليليو مصمم لخدمة خطوط العرض العليا من GPS

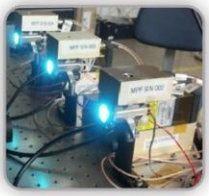
Designed To Serve Higher Latitudes Than GPS

تم تصميم الأقمار الصناعية لجاليليو بتقنية جديدة تصغر حجمها للسماح بإطلاق العديد منها على نفس الصاروخ .

Galileo satellites are being designed with new miniaturization techniques that will allow several to be launched on the same rocket

وهي وسيلة أكثر فعالية من حيث التكلفة ومن حيث حفظ الكوكبة أو مجموعة الاقمار.

وفر جاليليو ميزة مهمة للمدنيين ليست عند GPS وهي المراقبة الكاملة Integrity Monitoring .

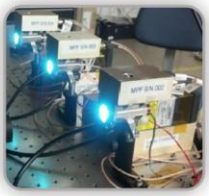


حاليا مستخدمو نظام تحديد المواقع العالمي المدني A Civilian GPS User Receives لا يستلموا أي إشارة او عرض No Indication تؤكد عدم سلامة الاشارات و سوف يوفر جاليليو مثل هذه الإشارة التي تعمل على تنبيه المستخدم بأن النظام يعمل بشكل غير صحيح Operating Improperly .

تتم معالجة مسألة التوافق Compatibility مع نظام تحديد المواقع العالمي من خلال التطوير المستمر Ongoing Development .

حيث ان تقاسم ومشاركة التردد Frequency Sharing مع نظام تحديد المواقع قيد المناقشة ونفترض حاليا ان درجة عالية من التوافق موجودة عند تشغيل Galileo. الشركات المصنعة ستقدم بلا شك مجموعة متنوعة من الأنظمة التي تستغل أفضل التقنيات لكل من GPS وجاليليو.

وجود نظامان منفصلان للملاحة بالأقمار الصناعية Two Separate Satellite Navigation Systems يعمل على توفير ليس فقط التكرار ولكن أيضا درجة متزايدة من الدقة مع إمكانية دمج كلاهما - جاليليو متاح منذ العام 2005 واكتملت كوكبته في العام 2008.



الفصل الثاني

مكونات وأجزاء جاليليو Galileo Segments

تشبه اجزاء Galileo تقريبًا نظام GPS ولكن مع بعض التعديل الخاص لمساعدة الملاحة الجوية بأمان أكثر وذلك للطائرات التي في وضع حرج Safety Critical Aircrafts Navigation بتحديد موقعها وتوجيهها وكذلك قطارات السكك الحديدية وغيرها.

1- الجزء الفضائي Space Segment

يتكون الجزء الفضائي من 30 قمرا مداريا أرضيًا متوسطًا Medium Earth Orbiting Satellites (MEO) موزعة بالتساوي وبانتظام على مدارات ثلاث وبارتفاع 23،616 كم وبميل مستوى المدار 56° درجة ... كما سبق وان ذكرنا.

2- الجزء الأرضي Ground Segment

الجزء الارضي لـ Galileo مسئول عن إدارة مراصد ملاحة الاقمار الصناعية على الارض.

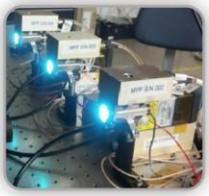
The Constellation Of Navigation

والسيطرة على المهام الأساسية للمهمة الملاحة مثل تحديد مدار الأقمار الصناعية ، وتزامن الساعة Clock Synchronization و متطلبات الإنذار Alarm Requirements سيوفر الجزء الأرضي العالمي The Global Ground Segment أيضًا واجهات بمراكز خدمية.

يتألف قطاع التحكم الارضي The Ground Control Segment من حوالي 12 إلى 15 محطة مرجعية Reference Stations و 5 محطات للوصلة الصاعدة Up-Link Stations واثنتان كمراكز تحكم Control Centers كما يضم الجزء الأرضي 16-20 محطة مراقبة وثلاث محطات متكاملة للبيانات Up-Link Stations ومحطتين مركزيتين متكاملتين.... والعدد في ازدياد كل فترة.

3- جزء المستخدم User Segment

يتكون جزء المستخدم من أنواع مختلفة من أجهزة استقبال المستخدم User Receivers مع قدرات مختلفة ذات صلة بإشارات GALILEO المختلفة من أجل تلبية مختلف الخدمات.



الفصل الثالث

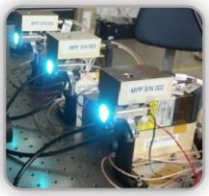
إشارات جاليليو Galileo Signals

يلتزم تردد GALILEO بكل لوائح الراديو Radio-Regulations الصادرة من اتحاد الاتصالات الدولي International Telecommunications Union (ITU) ومؤتمر راديو الاتصالات Radio-Communication Conference (WRC) وذلك لتقنين وتحديد توزيعات إشارة Galileo لتجنب التداخل مع GPS وأنظمة جلوناس Glonass Systems التي تعمل في نفس الجزء من طيف الترددات اللاسلكية RF Spectrum

يوفر Galileo العديد من إشارات الملاحة في الاستقطاب الدائري الأيمن (RHCP)
In Right-Hand Circular Polarization (RHCP)
في نطاقات التردد بين
1164–1215 MHz (E5a and E5b),
1260–1300 MHz (E6) and 1559–1592
MHz (E2-L1-E1)
التي تشكل جزءاً من خدمة الملاحة الراديوية الفضائية (RNSS)
Radio Navigation Satellite Service (RNSS)

Galileo use a different modulation scheme for its signals, the binary offset carrier (BOC) and quadrature phase skip keying (QPSK).

وتشارك جميع اقمار جاليليو في نفس التردد Nominal Frequency مع استخدام تقنيات الوصول المتعدد (CDMA)
Code Division Multiple Access (CDMA) Techniques.



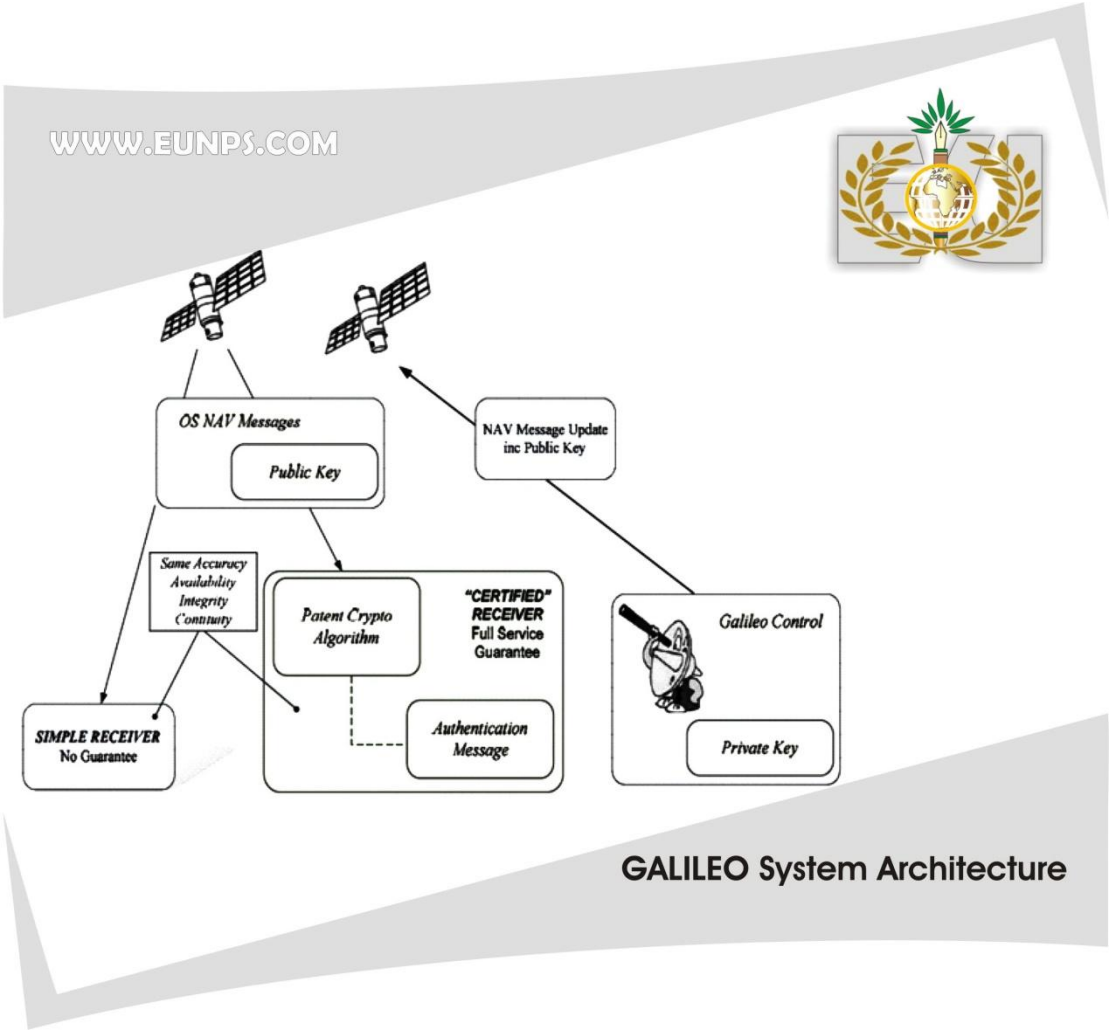
يستخدم Galileo نظام تشكيل مختلف لإشاراتها Different Modulation Scheme For Its Signals ، كناقل الإزاحة الثنائية (BOC)

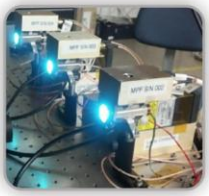
The Binary Offset Carrier (BOC)

ومفتاح تخطي مرحلة التربيعي (QPSK)

Quadrature Phase Skip Keying (QPSK).

GALILEO System Architecture





الفصل الرابع

تعريف خدمات Galileo Definition of Services

تقدم كوكبة جاليليو The Galileo Constellation القدرة على بث مجموعة من الإشارات على مستوى العالم (حوالي ستة) لدعم :

بيانات الخدمة المفتوحة Open Service (OS) Data

و بيانات الخدمة التجارية Commercial Service (CS)

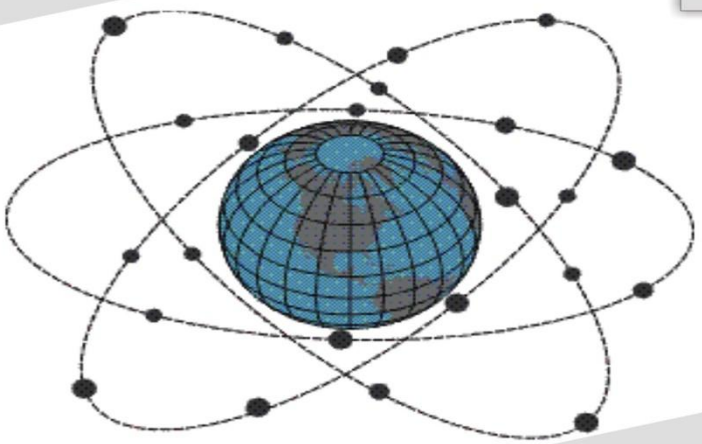
و بيانات خدمات سلامة الحياة Safety-Of-Life Services (SOL) Data

و بيانات الخدمة الخاضعة للتنظيم العام Public Regulated Service (PRS) Data حيث تتكون كل إشارة ملاحة من واحد أو اثنين من اكواد تحديد المسافات وبيانات الملاحة .

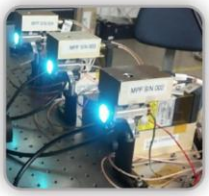
Each navigation signal is composed of one or two ranging codes and navigation data.

وكذلك لدعم خدمات البحث والإنقاذ rescue (SAR) حيث تستخدم قياسات المسافة بين الأقمار الصناعية GALILEO من أجل الوفاء بخدمات GALILEO المختلفة .

WWW.EUNPS.COM



The Galileo constellation



الخدمات الرئيسية لنظام GALILEO

1- بيانات الخدمة المفتوحة Open Service (OS) Data:

وهي ترسل Transmitted على ناقل الترددات E5a و E5b و E2-L1-E1

تتوفر OS Data لجميع المستخدمين وتتكون أساسا من الملاحة Navigation And SAR Data

تقدم الخدمة المفتوحة إشارات تحديد الموقع والتنقل والتوقيت والتي يمكن الوصول إليها مجانًا للشحن.

2. بيانات الخدمة التجارية Commercial Service (CS)

وهي التي يتم إرسالها على الناقلات E5b و E6 و E2-L1-E1.

بحيث يتم تشفير جميع بيانات CS وتوفيرها من قبل مقدمي الخدمة الذين يتفاعلون مع Galileo (مركز التحكم The Galileo Control Centre)

ويتم توفير الوصول إلى تلك البيانات التجارية مباشرة إلى المستخدمين عن طريق مزودي الخدمة Service Providers حيث تم تصميم الإشارة لدعم تطبيقات تفاضلية محلية دقيقة للغاية Sub Meter Accuracy باستخدام إشارة مفتوحة (مشفرة بالاختيار Option Encrypted) متراكبة مع إشارة PRS على E6 وكما تدعم دمج تطبيقات تحديد المواقع Galileo وشبكات الاتصالات اللاسلكية.

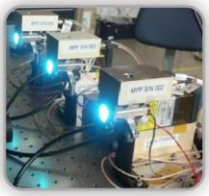
Wireless Communications Networks

3 - بيانات خدمات سلامة الحياة Safety-Of-Life Services (SOL) Data

وتشمل في الأساس التكامل ودقة الإشارة في الفضاء Signal In Space Accuracy (SISA) Data

الجمع Combination بين خدمات جاليليو مع نظام تحديد المواقع الحالي مدعومًا بتصحيحات EGNOS أو تحسين نظامي GPS و EGNOS المستقبليين فقط.

وبشكل خاص ، تعتمد SOL على إشارات الملاحة عبر الأقمار الصناعية دون استخدام عناصر إضافية مثل WAAS ، و EGNOS.



الدقة المطلوبة حوالي 4 أمتار على الكرة الأرضية وهذا يمكن أن يكون ممكن من خلال إدخال نموذج الأيونوسفير على أساس قياسات تردد متعددة ونمذجة أخطاء GNSS الأخرى.

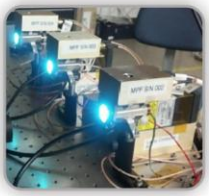
Modeling The Other GNSS Errors.

4 - بيانات الخدمة الخاضعة للتنظيم العام Public Regulated Service (PRS) Data

وهي ترسل على ترددات الموجة الحاملة E6 و L1 حيث يتم توفير الخدمة العامة المنظمة على ترددات مخصصة لتوفير القدرة على استمرارية أكبر للخدمة الموضوعة تحت سيطرة الحكومات الأوروبية من أجل التطبيقات العامة المكرسة لأوروبا و / أو الأمن القومي ، مثل الشرطة والحماية المدنية وإنفاذ القانون Law Enforcement والحماية المدنية مثل بعض خدمات الطوارئ ، وكذلك الأنشطة الحكومية الأخرى.

إن نظام PRS متين Robust من أجل مقاومة التداخل Interference والتشويش Jamming وغير ذلك من الحوادث العرضية أو الخبيثة الاعتداءات.

Accidental Or Malicious Aggressions



WWW.EUNPS.COM

الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

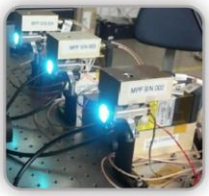
Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

إشارات جاليليو Galileo Signals

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من معلومات الفصول القادمة من هذا الكتاب ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الباب الخامس

النظام العالمي الروسي للملاحة الفضائية (جلوناس GLONASS)

Global Navigation Satellite System

الفصل الاول

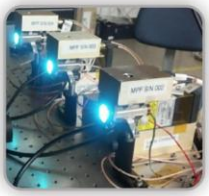
تعريف النظام العالمي الروسي للملاحة الفضائية (جلوناس GLONASS)

الفصل الثاني

إشارات جلوناس GLONASS

WWW.EUNPS.COM

GLONASS



الفصل الاول

تعريف النظام العالمي للملاحة الفضائية (جلوناس GLONASS)

Global Navigation Satellite System

WWW.EUNPS.COM

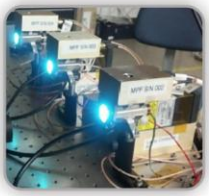
Global Orbiting Navigation Satellite System (GLONASS)

Recall (GLONASS)

نظام الملاحة الفضائي المداري العالمي الروسي GLONASS

Global Orbiting Navigation Satellite System (GLONASS)

الذي تم استخدامه منذ عام 1993 وعمليات تطويره مستمرة منذ ذلك الوقت ويقوم على نفس مبادئ نظام تحديد المواقع العالمي Same Principles As GPS تقريباً.



ويتكون نظام الملاحة الفضائي المداري العالمي الروسي GLONASS من 24 قمرا في ثلاثة مستويات مدارية Three Orbital Planes يميل المستوى المداري inclined بمقدار 64.8 ° W.R.T درجة بالنسبة لخط الاستواء equator حيث تكون الفترة المدارية حوالي 11 ساعة و 15 دقيقة ، الارتفاع المداري للقمر الصناعي حوالي من 19130 كم فوق سطح الأرض.

ان نظام الملاحة الفضائي المداري العالمي الروسي GLONASS مماثل تقريبا للنظام العالمي لتحديد المواقع Global Positioning System (GPS) .

GLONASS يتم تشغيله من قبل وزارة الدفاع الروسية

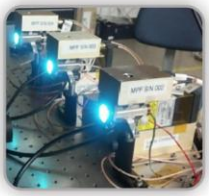
Defense of the Russian Federation.

مستقبل GLONASS يبدو غير مؤكد بسبب المشاكل الاقتصادية التي تواجه روسيا وبات عدد الاقمار الصناعية العاملة يتناقص باستمرار على مدى السنوات القليلة الماضية ففي ديسمبر 1998 تم إطلاق ثلاثة اقمار صناعية GLONASS وهو أول إطلاق بعد مرور 3 سنوات حيث بلغ عدد اقمار GLONASS التي تعمل حتى يناير 2006 ما مجموعه 10 اقمار صناعية ثم أعلنت وزارة الدفاع الروسية اطلاق القمر الصناعي الروسي " GLONASS - ك"من الجيل الجديد في فبراير 2011 باستخدام الصاروخ "سيوز 16.2 الذي نقل القمر الصناعي الجديد الى الفضاء منطلقاً من قاعدة بليسيتسك الفضائية الواقعة في شمال روسيا.

تنوي روسيا رفع كفاءة منظومة "GLONASS " لتعادل دقة GPS الأمريكية بإطلاق أقمار "GLONASS ك-2" من الجيل الجديد، نهاية عام 2018.

يحدد النظام المصمم دقة للاستخدام المدني حوالي 100 متر أفقي (95 ٪) و 150 متر عمودي و 15 سم / ثانية في السرعة . حيث ان الاكواد العسكرية توفر دقة من حوالي 10-20 متر أفقي .

The designed system fix accuracy for civilian use is 100 meters horizontal (95%), 150 meters vertical, and 15 cm/sec. in velocity. Military codes provide accuracies of some 10-20 meters horizontal.



يتكون الجزء الفضائي Space Segment من 24 قمرا في ثلاثة مستويات مدارية مفصولة عن بعضها 120 درجة و بنسبة 45 درجة لكل قمر و يميل المستوى المداري بزاوية 64.8 درجة بالنسبة إلى خط الاستواء حيث تكون الفترة المدارية حوالي 11 ساعة و 15 دقيقة وعلى ارتفاع 19100 كم .

Space segment consists of 24 satellites in three orbital planes, the planes separated by 120 degrees and the individual satellites by 45 degrees. The orbits are inclined to the equator at an angle of 64.8 degrees. and the orbital period is about 11hours, 15minutes at an altitude of 19,100 km.

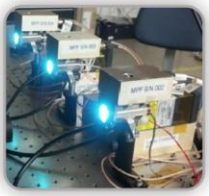
أما قطاع السيطرة أو التحكم Control Segment / الجزء الأرضي Ground Segment المسئول عن إدارة مراصد ملاحة الاقمار الصناعية على الارض.

فانه يقع بالكامل داخل روسيا

وجزء المستخدم User Segment يتكون من أنواع مختلفة من أجهزة استقبال المستخدم User Receivers مع قدرات مختلفة ذات صلة بإشارات GLONASS من أجل تلبية مختلف الخدمات مثل الموقع والوقت والمعلومات والسرعة.

ان العمر الزمني للأقمار هو مشكلة نظام GLONASS ولكن تصاميم الأقمار الصناعية الجديدة التي تعطي فترات عمر أطول تعالج هذه المخاوف.

توجد إشارات GLONASS في النطاق L ، وتعمل في 25 قناه بفاصل With 0.5625 Mhz Separation في موجتين 2 Bands من 1602.5625 Mhz إلى 1615.5 Mhz ومن 1240 إلى 1260 ميجاهيرتز.



الفصل الثاني

إشارات جلوناس GLONASS

The Signals of the GLONASS Satellites

GLONASS ينقل C / A-Code على L1 وينقل P-Code على L1 و L2 وحيث ان GLONASS يشبه GPS فان الفرق الرئيسي بين GPS و GLONASS هو أن GLONASS يستخدم تكنولوجيا الوصول المتعدد بتقسيم التردد

Frequency Division Multiple Access (FDMA) technology

وذلك للتمييز Discriminate بين الإشارات المختلفة بين الأقمار الصناعية أما GPS و Galileo فهما يستخدمان رمز الوصول المتعدد :

Code Division Multiple Access (CDMA)

وذلك ايضاً للتمييز distinguish بين الأقمار الصناعية.

جميع أقمار جلوناس تنقل نفس C / A-Code و P-Code ولكن كل قمر لديه ترددات حاملة مختلفة قليلا و يمكن كتابة وتسمية ترددات الموجة الحاملة للإشارات L1 و L2 كما هو موضح أدناه:

The nominal carrier frequencies for the L1and L2 signals may be written as shown below

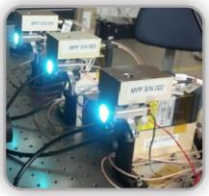
$$f_1^n = 1602 + 0.5625 \cdot n \text{ MHz}$$

$$f_2^n = 1246 + 0.4375 \cdot n \text{ MHz}$$

with

$$\frac{f_1^n}{f_2^n} = \frac{9}{7}$$

حيث n هي قناة التردد Frequency Channel رقم $1 \le n \le 24$ التي تغطي مدى التردد Frequency Range في L1 من 1602.5625 ميجاهرتز إلى 1615.5 ميجا هرتز.

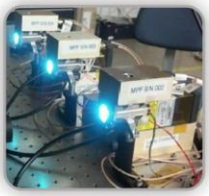


بعض ترددات GLONASS تتداخل Interfere With مع الترددات المستخدمة في علم الفلك الراديوي Radio-Astronomy .

الرسالة الملاحية The Navigation Message تحتوي على الإطارات الفرعية Sub Frames التي لديها مدة 2.5 دقيقة ويتكون كل اطار فرعي من خمسة إطارات بمدة 30 ثواني حيث تحتوي رسالة الملاحة على معلومات مماثلة لرسالة الملاحة عبر GPS والتي تخص مدارات الاقمار الصناعية Satellite Orbits وساعاتها Their Clocks وغيرها ولكن على العكس من نظام تحديد المواقع GPS يتم تعريف البث عن طريق تعديل العناصر بحيث يتم تحديث البث من الأقمار الصناعية جلوناس كل 30 دقيقة.

قام الاتحاد السوفياتي السابق بإطلاق سلسلة اقمار صناعية للاتصالات تحت اسم Molniya وهي تدور في مدارات اهليجية عالية حول الارض كل 12 ساعة وبدلا من ان يكون القمر في مسار استوائي تم ميل مساره بشكل زاوية فوق اراضي الاتحاد السوفياتي ليقضي القمر الصناعي حوالي 8 ساعات فوق الاتحاد السوفياتي ليتم الاستفادة القصوى من وجودة طوال هذه المدة .

يتم تحميل القمر الاصطناعي على صاروخ معد خصيصا لهذه الغرض حيث يقوم الصاروخ باختراق الغلاف الجوي للكرة الأرضية بسرعة خارقة متجها نحو المدار الفضائي المحدد له بواسطة أجهزة تحكم تقوم بتوجيه الصاروخ يمينا أو شمالا شرقا أو غربا وعندما تصل سرعة الصاروخ إلى 120 ميل/ساعة (أي ما يعادل 193 كيلومتر/ساعة (تقوم الأجهزة الملاحية بالصاروخ بتعديل وضع الصاروخ ليتم تثبيت القمر الاصطناعي في المدار المحدد له .



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

إشارات جلوناس GLONASS

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من معلومات الفصول القادمة من هذا الكتاب .....

فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .

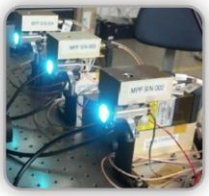
معلومة

سترسل 6 أقمار صناعية تابعة لمنظومة "GLONASS" إلى المستخدمين إشارة جديدة في مجال الترددات."L3" حيث ان احتياطي الأقمار الصناعية للملاحة الفضائية الروسية يتضمن 7 أقمار منها 6 سترسل إشارات متعددة الشفرات في مجال التردد الجديد."L3"

علماً بأن ترددات "L" هو مجال للموجات الديسيمترية ويستخدم للاتصال الأرضي والفضائي ويمتد من 1 إلى 2 جيجاهرتز من الطيف الكهرومغناطيسي بطول موجي من 15 إلى 30 سنتيمترا.

أما التردد الحامل لمجال الترددات"L3" والذي يستخدم في الجيل الجديد للأقمار الصناعية للملاحة الفضائية الروسية فبلغ 1202 ميجاهرتز.

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School



الباب السادس

التطبيقات العلمية

Scientific Applications

الفصل الاول

مقدمة في التطبيقات العلمية Scientific Applications

الفصل الثاني

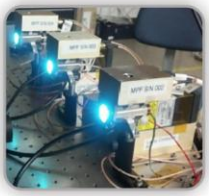
تحديد مجال الجاذبية الأرضية

Determination of the Earth’s Gravity Field

الفصل الثالث

الكثافة الالكترونية في الجو

Electron Density in the Atmosphere



الفصل الاول

مقدمة في التطبيقات العلمية Scientific Applications

أولاً التطبيق العلمي للأقمار الصناعية (القمر الصناعي SAC-C Satellite مثال)

Scientific Application Satellite-C

Satélite de Aplicaciones Científicas-C

من أمثلة الاقمار الصناعية العلمية هو القمر الصناعي SAC-C Satellite فهو بعثة تعاونية دولية بين ناسا و اللجنة الأرجنتينية للأنشطة الفضائية (CONAE) ووكالة الفضاء الفرنسية Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais ووكالة الفضاء البرازيلية و الوكالة الدنماركية ووكالة الفضاء الايطالية حيث تم تطوير SAC-C من خلال هذه الشراكة ابدأت عام 2000 وتم ارسال العديد من الاقمار المشابهة حتى 2018 .

يوفر SAC-C تصويرًا متعدد الأطياف للبيئات الأرضية والساحلية ويدرس هيكل وديناميكيات الغلاف الجوي للأرض مثل الأيونوسفير و المجال المغنطيسي الأرضي وقياس الإشعاع الفضائي في البيئة وتأثيرها على المكونات الإلكترونية المتقدمة.

NASA's Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md. is responsible for overall project management.

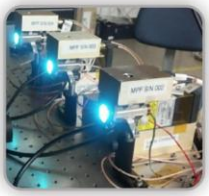
مركز جودارد للطيران الفضائي التابع لناسا هو المسؤول عن المشروع ككل .

تم اطلاق قمر SAC-C على صاروخ دلتا 7320 من فاندنبرغ (قاعدة سلاح الجو بكاليفورنيا) وطارت المركبة الفضائية في مدار دائري متزامن يبعد عن الارض 436 ميلا (702 كيلومترا) بدرجة ميل 98.2 .

Launch

The SAC-C mission will be launched on a Delta 7320 rocket from Vandenberg Air Force Base, Calif. The spacecraft will fly in a sun-synchronous circular orbit of 436 miles (702 kilometers) at a 98.2 degree inclination.

SAC-C will share its launch vehicle with NASA's EO-1 spacecraft.



Spacecraft

The spacecraft weighs approximately 1,045 pounds (475 kilograms). The spacecraft's launch configuration is 6.8 x 6.1 x 5.4 feet (2.1 x 1.9 x 1.7 meters). The solar arrays are deployed in orbit and will span nearly ten feet. SAC-C will be three-axis stabilized in orbit with orbital maneuvers performed via an onboard propulsion system to maintain selected ground observing locations.

SAC-C Science Objectives

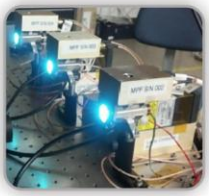
SAC-C science objectives are:

• To provide multispectral images of the Earth in order to monitor the condition and dynamics of the terrestrial and marine biosphere and environment

• To develop and utilize new GPS based techniques to globally measure atmospheric phenomena for the study of weather, seasonal, inter-annual and long term climate change

• To enhance the understanding of the Earth's magnetic field and related Sun-Earth interactions

• To measure high energy radiation environment, trapped particle intensities and energy distribution and correlate them with the degradation of advanced electronic components



ثانياً التطبيق العلمي للمسبار الفضائي Space Probe
(النزول على القمر مثال)

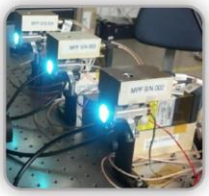
القمر أقرب جرم فلكي للأرض و يبعد عنها حوالي 400 الف كيلومتر تقريباً و يدور حولها في مدار شبه دائري (اهليلجي خفيف الانزياح) حوالي 27.25 يوما و بسرعة تصل الى 1 كلم / الثانية .. كل حيثيات مداره و اطواره معروفة جيدا منذ مئات السنين ، لذلك فالعوامل اللازمة لإرسال مسبار او مركبة نحوه تكون معروفة جيدا و منها عاملان اساسيان :

1-السرعة النهائية الواجب اعطاءها للمسبار للدخول في مدار اهليلجي شديد الانزياح يصل أوجه الى مدار القمر و يقطع مساره وهي الطريقة الابسط و الاقل تكلفة .
2-نافذة الاطلاق و الوقت المستغرق للرحلة و التي ينبغي الارسال فيها و ذلك للتأكد ان القمر سيكون هناك عندما يصل المسبار الى اوج مداره الاهليلجي .

المسبار الفضائي Space Probe هو مركبة فضائية آلية بدون طاقم أو بطاقم تستعمل لاستكشاف الفضاء الخارجي حيث يتم إطلاقها في الفضاء الخارجي بهدف استكشاف واحد أو أكثر من الأجرام السماوية كالكواكب والأقمار وغيرها وتتكون حمولتها من أدوات علمية من أنواع مختلفة مثل الكاميرات والتلسكوبات وأجهزة المطياف ومقاييس الطاقة الإشعاعية ومقاييس المغناطيسية ليتم إرسالها فيما بعد إلى الأرض .

الخصائص:

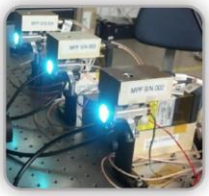
- طول المسافة بين المشغلين على الأرض والآلة (المسبار) تفرض استقلالية كبيرة وتوفر نظام اتصالات قوي ودقيق .
- الهبوط على الأجرام السماوية التي تملك غلافا جويا أو قوة جاذبية منخفضة جدا والتوجيه الدقيق للأدوات صوب أهداف سريعة الحركة و جمع العينات وإجراءات التخزين الاحتياطي للبيانات في حالة الفشل .



عندما تكون سرعة المسبار 10.96 كلم / ثانية فان الرحلة تستغرق حوالي 60 ساعة اما عند سرعة 11.11 كلم / ثانية (سرعة الافلات الارضية) فالوقت يتقلص الى 36 ساعة فقط أما عند سرعة تقارب 12.61 كلم / ثانية فيصل وقت الرحلة الى 12 ساعة فقط ، وهذا يعني ان أي تغير صغير في السرعة الممنوحة للمسبار يمكنه ذلك من تقليص مدة السفر بشكل كبير.

من المهمات الاولى نحو القمر هي اطلاق مسابير لونا السوفياتية .. لونا 3 السوفياتية مثلا هي اول من صور لنا الوجه المخفي للقمر أطلقت نحو القمر في 4 اكتوبر 1959 بسرعة نهائية تصل الى 11.05 كلم/ثانية ، هذا يعني ان مسارها كان اهليلجيا بأوج على بعد 450 الف كلم ، يوم الـ 5 من اكتوبر تبدأ الجاذبية القمرية بتغيير خصائص مدارها لتصل يوم 6 من اكتوبر بجوار القمر متخذة مدارا في مستوى مغاير و بأوج أبعد 468 الف كلم ، لكنها تنجح في اخذ 29 صورة في 40 دقيقة ، بعثت منها 17 صورة فقط لتكون اول مهمة تصوير ناجحة لوجه القمر المخفي و الذي لا يرى من الارض بفعل ان القمر يدور حول نفسه في 27.25 يوم أي في المدة نفسها التي يكمل فيها دورة حول الأرض ..

كل جسم آت من اللانهاية يقع في سقوط حر على سطح القمر بسرعة 2.37 كلم / ثانية و هي سرعة الافلات للقمر ، بين المسافة أرض- قمر هناك نقطة حيث تكون جاذبية القمر هي المهيمنة او بالاحرى تبتدئ عندها فقاعة التاثير الثقالية للقمر و التي يمكن اعتبارها لا نهاية بالنسبة لـه و هي تتواجد على 9 أعشار المسافة من الارض نحو القمر ، كل جسم على حافة فقاعة التاثير القمري و بدون سرعة بدئية سيصطدم بالسطح بسرعة تقارب 2.37 كلم / ثانية ، إلا أن المسابير عند دخولها لفقاعة التاثير القمرية يكون لها سرعة بدئية تضاف الى السرعة الممنوحة من قبل الجاذبية القمرية ..لهذا نجد مثلا ان لونا 2 و التي انسحقت على السطح وصلت اليه بسرعة 3.3 كلم / ثانية..



للاستقمار على القمر وجب الوصول الى سرعة 1.67 كلم / الثانية على سطحه ، 1 كلم / ثانية على علو 1055 كلم و 0.75 كلم / ثانية على مدار 7 آلاف كلم ، ما يعني ان المسبار القادم من الارض سيكون عليه تقليص سرعته بدلالة ارتفاعه مع هامش خطا صغير جدا .. الاستقمار هناك يكون صعبا و يتطلب تعديلا اوتوماتيكيا للسرعة عبر التوفر على رادار لحساب البعد و نظام حاسوبي متطور و جايروسكوبات و محركات دفع عكسي موصولة بالحاسوب لتعديل السرعة و الاتجاه ، فجاذبية الشمس و الارض تبقى قوية حتى داخل فقاعة التاثير القمرية و هذا ما يجعل الاستقمار لا يدوم لأكثر من بضعة دورات .. هذه كانت من اسباب فشل المسابير الأولى من طراز Pionier الامريكية و سلسلة .. Luna الى غاية العام 1966 حيث تمكن Luna 10 من احراز السبق و دخول مدار الاستقمار في 3 ابريل 1966 ، ليكون بذلك اول مسبار بشري يستقمر على القمر و يأخذ معطيات تغير المجال الثقالي القمري اضافة الى معطيات المجال المغناطيسي و النشاط الاشعاعي للسطح..

للهبوط على القمر بسلام ينبغي ملامسة سطحه بسرعة منعدمة او مقاربة للصفر حتى لا ينسحق او يتضرر المسبار الفضائي حيث ان عدم وجود غلاف جوي للقمر يجعل من الضروري إنقاص سرعة المكوك عبر استعمال محركات عكسية ، و لأن معامل الكتل البدئية / النهائية يكون منخفضا في هذه الحالة فتلك المحركات عليها ان تكون اقوى ، فبالنسبة للونا 9 اول مسبار يحط بنعومة على سطح القمر في 3 فبراير 1963 كان على محركاته العكسية انقاص سرعته من ما يزيد عن 3 كلم / الثانية الى 0 .. و اذا افترضنا سرعة نفث تصل الى 2.5 كلم / ثانية فسنجد عبر معادلة تسيولكوفسكي معامل الكتلة = 4 .

بالنسبة لرحلات مأهولة مثل أبولو 11 و 14 و غيرها ستضاف الى الكتلة الصامدة معدات دعم الحياة و الاوكسجين و الغذاء ، اضافة الى وقود العودة و الذي سيبقى ككتلة صامدة طوال رحلة الذهاب ، دون نسيان وجوب انتظار انفتاح نوافذ اطلاق للعودة و مناورات لتصحيح المسار و زاوية الدخول في الغلاف الجوي الارضي .. كل هذا يجعل رحلات كهذه اكثر تعقيدا و تطلبا و فيما يلي جرد لأبرز محطات الرحلات نحو القمر :

5 اكتوبر 1959 : لونا 3 السوفياتي يلتقط اول صور للوجه الخفي من القمر

3 فبراير 1963 : لونا 9 يتمكن من الهبوط بسلاسة على السطح

3 ابريل 1966 : لونا 10 أول مسبار يقوم بالاستقمار في مدار حول القمر

20 يوليو 1969 : المهمة ابولو 11 و أول رائد فضاء فوق القمر (نيل ارمسترونغ و باز الدرين)

19 نوفمبر 1969 : المهمة ابولو 12 تحط على القمر مع الرائدين (تشارلز كونراد و ألان بين)

5 فبراير 1971 : المهمة ابولو 14 ثالث مهمة مأهولة ناجحة على سطح القمر (ألان شيبارد و ايدغار ميتشيل)

7 اغسطس 1971 : المهمة ابولو 15 المهمة المأهولة الرابعة (ديفيد سكوت و جيمس ايروين)

21 ابريل 1972 : المهمة ابولو 16 المهمة المأهولة الخامسة (جون يونغ و تشارلز دوك)

11 ديسمبر 1972 : المهمة ابولو 17 و هي المهمة المأهولة السادسة و الاخيرة نحو القمر (يوجين سيرنان و هاريسون شميت)

المهمات نحو الفضاء الخارجي

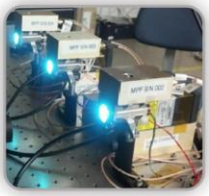
معادلة الطاقة الميكانيكية لكل وحدة كتلة لجسم في مجال ثقالي و التي يعبر عنها كالآتي :

$$\epsilon = V^2/2 - \mu A/r$$

و هي قيمة ثابته متعلقة بالجرم المدروس حيث ϵ الطاقة الميكانيكية الكتلية J/Kg

V سرعة الجسم الموجود في مجال ثقالة الجرم الفلكي و r المسافة بينهما

μA التابثة الثقالية للجرم



نلاحظ في التعبير أن μA/r و هي طاقة الوضع الثقالية يتم خصمها من الطاقة الحركية لوحدة الكتلة و بالتالي فإن ε لا تكون موجبة دائما .. هناك في الواقع 3 حالات مختلفة :

ε -1 سالبة تعني ان الجسم يبقى مرتبطا بالجرم و منه يبقى مساره اهليلجيا في مدار حول الجرم

ε = 0 -2تعني ان الجسم في هذه الحالة يتبادل السرعة مع الارتفاع ويكون بمسار شلجمي (حركة المقذوفات البالستية على الارض تدخل ضمن هذه الحالة)

ε -3 موجبة بما يعني ان الجسم له دائما اضافة من السرعة مهما كان بعده عن الجرم و بالتالي يتمكن من الافلات من جاذبية الجرم بمسار هذلولي Hyperbolic Path و هي الحالة التي سنوليها اهتماما .

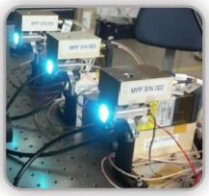
السفر نحو كواكب المجموعة الشمسية أكثر تعقيدا من حيث قدرات الدفع و المعرفة الفلكية و الحسابات الهندسية فالسفر عادة يمكن تقسيمه الى 3 او 4 مراحل حسب طبيعة المهام و هو كالتالي :

مرحلة الإفلات :

و هي مرحلة داخل فقاعة التاثير الثقالي للأرض وهي تدوم لأقل من يوم واحد وفيها يتم الوصول بالمسبار الى سرعة إفلات على علو 200 – 280 كلم تكون اكبر من 11.2 كلم / ثانية و ذلك إما بشكل مباشر عبر المرحلة الاخيرة للصاروخ الحامل أو عبر محركات الدفع الخاصة بالمسبار بعد فترة من اللف في مدار انتظار مؤقت .

مميزات مرحلة الافلات :

- **مسار هذلولي Hyperbola للإفلات**
- **معلم يتخذ من الارض مرجعا للسرعات و المسافات**
- **قوة ثقالية واحدة تؤخذ بعين الاعتبار و هي جاذبية كوكب الانطلاق (الارض كمثال (**



المرحلة الشمسية المركزية :

و هي بعد الخروج من فقاعة التاثير الثقالية للأرض و تعتبر الأطول من حيث المدة إذ يمكن ان تصل الى شهور او سنوات .

مميزاتها :

- مسارها جزء من اهليلج
- معلم يتخذ من الشمس مرجعا للسرعات و المسافات
- جاذبية الشمس هي القوة الثقالية المسيطرة و المأخوذة بعين الاعتبار
- شعاع فقاعة تاثير الثقالة الكوكبية يكون مهملا بالمقارنة مع المسار الكبير للمرحلة

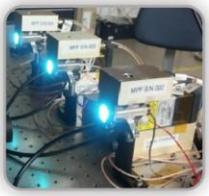
مرحلـة الدخـول:

المسبار هنا يمكن اعتباره قادما من اللانهاية نحو فقاعة تاثير الكوكب و بالتالي مسار الدخول هـو هذلـول بؤرته مركز الجرم حيث تعود مميزات المرحلة للوضع الكوكبي ما يعني ان المرجع هنا هو الكوكب و قوة جاذبيته هي القوة المسيطرة .. عند الاقتراب من حضيض الهذلول يجري المسبار مناورة لتقليص سرعته عبر محركات الدفع العكسية حتى يتمكن من البقاء في مدار حول الكوكب أو لكي يهبط على سطحـه..

تحليـل المراحـل

عند الافلات

لنفترض تواجد المسبار على مدار انتظار و لتكن Vc سرعتـه الخطية على المدار و لتكن V0سرعة الخروج من مدار الانتظار نحو المسار الهذلـولي للافلات و r0 الشعاع نحو مركز الارض في الصورة اسفله r0=OP



WWW.EUNPS.COM

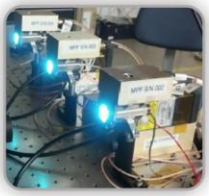
للخروج من الجاذبية الارضية وجب الحصول على سرعة V0 اعلى من سرعة الافلات المعبر عنها كالآتي :

$$V_0 > V_{l_0} = \sqrt{\frac{2\mu}{r_0}} \approx 11.2km/s$$

و بالتالي القيام بمرحلة دفع تكافئ القيمة ΔV اللازمة :

$$\Delta V = \left|\Delta \vec{V}\right| = \left|\vec{V}_0 - \vec{V}_c\right|$$

المسبار يبتعد عن الارض حتى الخروج من فقاعة تاثيرها متخذا مسارا يؤول الى المقارب



الهذلولي في ما لا نهاية و ما يحدث هو ان سرعته تتناقص من V0 الى خارج فقاعة التاثير لتتبث بعد ذلك على قيمة تسمى السرعة في ما لا نهاية V_∞

و التي تحسب بالعلاقة التالية :

$$V_\infty = \sqrt{2E} = \sqrt{V_0^2 - \frac{2\mu_T}{r_0}} = \sqrt{\frac{\mu_T}{a}}$$

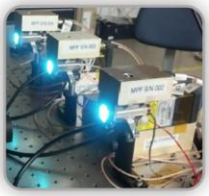
كما أن اتجاهها هو اتجاه المقارب الهذلولي و الذي تحدده الزاوية β كما هو مبين في الشكل حيث $\cos \beta = 1/e$ حيث e = Eccentricity الانزياح المداري للهذلـول و الذي يمكن اعتباره اهليلجا لانـهائيا عندما تكون قيمة $e > 1$ كما راينا فوق في الحديث حول الأقمار فقيمة e تحددها السرعة المكتسبة على المدار عند بداية المناورة و بالتالي فان قيمة و اتجاه V_∞ يتعلق بشكل اساسي بالسرعة V0 في اول مناورة الافلات ..

عند المرحلة الشمسية المركزية

يتم هنـا اهمال شعاع فقاعة التاثير الارضي بالنسبة للمسافة ارض- شمس و بما أن المرجع هنا هو الشمس فالسرعة بالنسبة لهـا Vos هي تجميع متجهي لسرعة الارض (او الكوكب عموما) حول الشمس مع سرعة اللانهاية للمسبار كالتالـي :

$$\vec{V}_{soleil} = \vec{V}_{\infty\ /\ planète} + \vec{V}_P$$

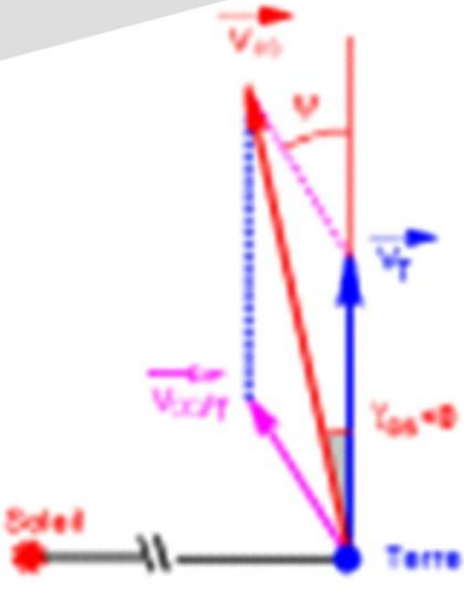
في حالتنا هذه يكون الاقلاع من الارض و منه فـ Vp = Vt سرعة الارض في مدارها و التي تعادل 29.783 km/s

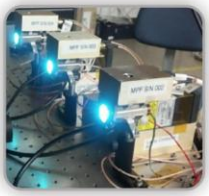


لزيارة كواكب أقرب للشمس (الزهرة ، عطارد) يتم توجيه السرعة V_∞ عند مرحلة الافلات عكس اتجاه سرعة دوران الارض حول الشمس (الجداء السلمي للمتجهتين سالب عموما) و بالتالي فسرعة المسبار/ الارض تخصم من سرعة الارض و يتمكن المسبار من " الهبوط" نحو مدار شمسي اخفض أما في حالة "الصعود" فتكون متجهة V_∞ بنفس اشارة متجهة دوران الارض و بالتالي فسرعة المسبار تنضاف لسرعة الارض ليتمكن من الوصول لكواكب أعلى (مريخ ، زحل ..الخ).

بالنسبة لزاوية الاطلاق فعموما تتخذ متجهة V_∞ زاوية Ψ مع متجهة سرعة دوران الارض حول الشمس و التي بدورها تمكن من أعطاءنا قيمة زاوية الاطلاق γ_{OS} كما هو موضح تاليا :

WWW.EUNPS.COM





$$\vec{V}_{OS} = \vec{V}_T + \vec{V}_{\infty/T} \Rightarrow \begin{bmatrix} V_{OS} = \sqrt{V_T^2 + V_{\infty/T}^2 + 2V_T V_{\infty/T}\cos\psi} \\ \gamma_{OS} = Arc\sin\dfrac{V_{OS}\sin\psi}{V_{\infty/T}} \end{bmatrix}$$

الشكل التالي يوضح لنـا مسار المسبار باللون الاحمر ، مدار الأرض بالازرق و مدار الكوكب باللون الاسود .. عند وصول المسبار الى الكوكب تكون سرعته Vs1 بينما الزاوية 1 ٧ sهي الزاوية التي يكونها التقاطع بين سرعة الكوكب و سرعة المسبار و هي قيم يمكن حسابها بسهولة كالتالي :

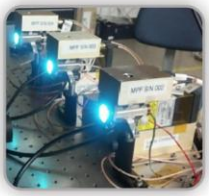
$$E = \frac{1}{2}V_{0S}^2 - \frac{\mu}{ST} = \frac{1}{2}V_{S1}^2 - \frac{\mu}{SP} \Rightarrow V_{S1}$$

$$K = V_{OS}.ST.\cos\gamma_0 = V_{S1}.SP.\cos\gamma_{1S} \Rightarrow \gamma_{1S}$$

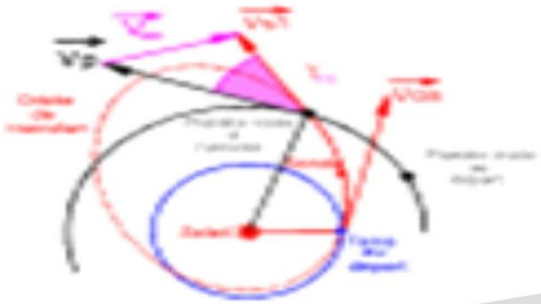
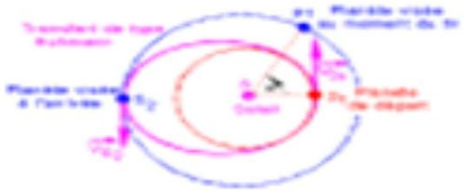
$$V_{\infty 1} = \sqrt{V_{S1}^2 + V_p^2 - 2V_{S1}V_P\cos\gamma_{1S}}$$

المعادلة 1 هي معادلة انحفاض الطاقة الميكانيكية و تعطينا قيمة Vs
المعادلة 2 هي ثابتة المساحات و التي تأتي كترجمة لانخفاض العزم الحركي حسب قانون كيبلر للمساحات .
المعادلة 3 تعطينا السرعة V∞1 و هي سرعة الوصول بالنسبة للكوكب و التي تعتبر كسرعة دخول الى فقاعة التأثير الثقالي

بالنسبة للمسار هنا فهو جزء صغير من اهليلج يصل اوجـه الى ابعد من مدار الكوكب و بالتالي فوصول المسبار له يكون قبل بلوغه الاوج كما ان متجهة السرعة حول الشمس ليست مستقيمية مع متجهة سرعة دوران الارض لـذا فإطلاق بهذه المواصفات يمكن من الوصول الى الكوكب في وقت قصير نسبيا لكنه يستوجب صرف طاقة اكبر مع فرق سرعة ΔVكبير في مرحلة الدفع قرب الارض .. بالنسبـة للاطلاق الاكثر اقتصادية فإن علينا العودة للمدارات من فئـة Hohmann لكن هذه المرة حول الشمس كما هو مبين :



WWW.EUNPS.COM

مدارات Hohmann اقل تطلبا من الناحية الطاقية لكنها في المقابل تستلزم وقتا اطول للرحلات فالمسبار يكون عليه الذهاب لنصف محيط الاهليلج الذي حضيضه الارض و أوجه الكوكب المنشود (في حالة الصعود نحو الكواكب العليا) ، كما يستلزم الامر دراسة دقيقة لمسار الكوكب و دوره المداري حول الشمس و تموضعه لحظة الاطلاق ما يعطي للمريخ مثلا نافذة اطلاق واحدة كل 2.137 سنة و تكون معطيات الرحلة كالآتي:

سرعة الاطلاق عند علو 422 كلم من الارض V0 = 11.22 km/s

سرعة خروج من مجال تاثير الارض V∞ = 2.94 km/s

السرعة الشمسية المركزية للخروج Vos = 32.73 km/s

مدة المسار Hohmann 259 يوم

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School

عند مرحلـة الدخـول

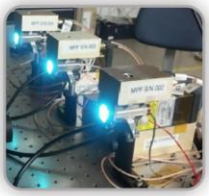
المسبار يخترق فقاعة التأثير للكوكب و التي بالمقاييس الكوكبية يمكن اعتبارها امتدادا لا نهائيا و بالتالي فمسار الدخول يكون عبر فرع هذلولي ، سرعة الدخول لمجال الكوكب الثقالي تكون اكبر من سرعة الاستقمار حول الكوكب مـا يعني ان المسبار يكون لـه عدة خيارات حسب المهمة الموكلـة لـه :

1- دراسـة طويلة للكوكب : تستوجب دخولا الى مدار اهليلجي او دائري عبر استعمال محرك عكسي لتخفيض سرعة المسبار بالنسبة للكوكب حتى الوصول لسرعة الاستقمار على المدار المقرر ، مناورة انقاص السرعة تتم عادة على مستوى حضيض الهذلول..

2- دخول للغلاف الجوي : في حال وجوده على الكوكب يستعمل الغلاف الجوي لتخفيض السرعة عبر الاحتكاك بحيث يتم اختيار زاوية دخول توفر حضيضا هذلوليا منخفضا.. و بالتالي يمكن للمسبار الهبوط على الكوكب دون خسارة كبيرة للطاقة من محركاته العكسية..

3- الترامبولين الثقالي : يتم الدخول نحو مجال تاثير الكوكب دون تنفيذ أي فرملـة و بالتالي يستمر المسبار في مساره نحو حضيض مرتفع الى غاية الخروج من الفرع الهذلولي الآخر نحو النظام الشمسي مجددا .. ما يحدث من حيث المبدأ هو استعمال جـاذبية الكوكب لإعطاء المسبار فرق سرعة اكبر بالنسبة للشمس و تغيير متعمد لمتجهة سرعته بغيـة التقليص من الوقود المستعمل و كذا استغلال الظاهرة لتمكين المسبار من بلوغ مديات بعيدة جدا لم يكن يستطيع بلوغها بـدفعه الخاص عبر الطريقة التقليدية..

بداية الامر يقترب المسبار من الكوكب حتى يدخل في فقاعة تاثيره بزاوية دخول مدروسـة مسبـقا ، حيث تزداد سرعة المسبار لتصل الى اقصاها عند حضيض الهذلول لكنه يعود ليبتعد و يخسر سرعته وصولا الى حافة الخروج من فقاعة الكوكب لتعود الى قيمتها الاولية عند الدخول ، في الأخير و بالنسبة لملاحظ من الكوكب فإنـه سيرى المسبار يتخذ مسارا هذلوليا و سيـلاحظ ان سرعة دخوله مجال التاثير هي ذاتها سرعة خروجه لكن متجهاتها تغيرت ، لكن و للمفارقة فان المسبار اكتسب سرعة اضافية ، نحن نتكلم هنا عن السرعة بالنسبة للشمس عند الخروج Vs2 و التي اصبحت اكبر من Vs1 عند الدخول بالنسبة لهذا المثال الذي يوضح عملية زيادة في السرعة .. هذا الأمـر لا يستخـدم لزيادة السرعة فحسب عبر مرور المسبار خلف الكوكب ، بل ايضا لتقليصها عبر مروره من أمامه .



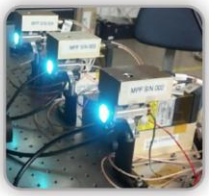
بالمجمل فرق السرعة الممنوح من هذه المناورة يحسب عبر العلاقة التالية :

$$\Delta V = 2\ V_{\infty 1}.\cos\beta$$

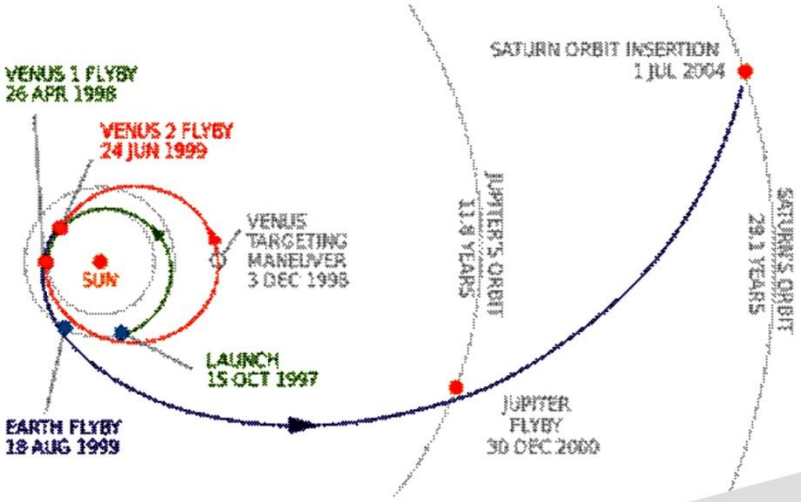
$V_{\infty 1}$ هي سرعة الدخول الى فقاعة التاثير و هي تساوي سرعة الخروج منها .. $V_{\infty 2}$

β نصف الزاوية بين الفرعين اللانهائيين للمسار الهذلولي..

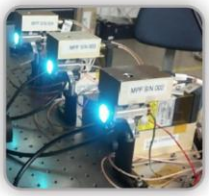
المساعدة الثقالية او الترامبولين الثقالية مستعملة منذ اول المسابير العابرة للمجموعة الشمسية و اشهرها فويجر 1 و فويجر 2 .. هذا الأخير و الذي اطلق في 20 غشت 1977 استغل المساعدة الثقالية لكل من المشتري و زحل و ارانوس و نيبتون و هو حاليا خارج الهيليوسفير و هو مجال تاثير الرياح الشمسية منذ 2007 و بالتحديد على بعد حوالي 84 وحدة فلكية (84 ضعف المسافة المتوسطة بين الشمس و الارض) .. مسبار كاسيني الامريكي-الاوروبي قام باستغلال المساعدة الثقالية على عدة مراحل فقد اطلق في اكتوبر 1997 و وصل اخيرا الى هدفه و هو مدار كوكب زحل عام 2004 .. قام المسبار بمرور مدروس نحو الزهرة لترمي به نحو مدار الأرض مجددا التي اعطته دفعا ثقاليا اضافيا ثم الى المشتري و اخيرا نحو زحل.. هذه المناورة كلفته زيادة في مدة السفر سبعة سنوات مقارنة بمدار هومان مباشر نحو المشتري لكنها وفرت عليه فرق سرعة يصل الى 2 كلم / الثانية .. فلبلوغ زحل دون مساعدة ثقالية كان على المركبة الوصول الى 15.6 كلم / الثانية عند اخر مرحلة للدفع و هو ما ليس متاحا حتى مع اقوى الصواريخ .



WWW.EUNPS.COM



أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



طول اليوم Length of Day

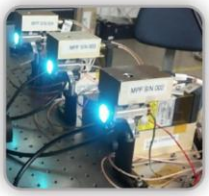
ومفهوم تغير سرعة تعاقب الليل والنهار مع مرور الزمن وعلاقته بالقمر

تدور الأرض مرة واحدة حول محورها في اليوم الفلكي ، يقابل حوالي 23 ساعة 56 متر من الوقت الذري Atomic Time يوضح الشكل التالي الناتج عن التقديرات اليومية لـ CODE AC أن طول اليوم الفعلي "بعيد Far " عن الثابت Constant (فترة الاختلاف حوالي أسبوعين).

يمكن تفسيرها بسهولة من خلال تشوه المد والجزر للأرض Tidal Deformation Of The Earth بسبب القمر (تسبب إزاحة المد والجزر قصور قطبي) مما يؤدي بدوره إلى تغير السرعة الزاويه لدوران الأرض Varying Angular Velocity Of Earth Rotation.

لاحظ أن كل شهرين التغييرات في طول اليوم صغيرة (أقل بكثير من المللي ثانية) ، ولكن من السهل اكتشافها في هذا التحليل العالمي. الاختلافات السنوية The Annual Variations تتسع الى حوالي ميلي ثانية كاملة.

يتم تفسير هذه الظاهرة Phenomenon بمقارنة المكون القطبي للعزم الزاوي للأرض الصلبة The Polar Component Of The Solid Earth's Angular Momentum (التي قد تكون مشتقة من طول تغيرات اليوم) مع ما يسمى بالزخم الزاوي في الغلاف الجوي Atmospheric Angular Momentum (المشتق من شبكات الأرصاد الجوية العالمية Global Meteorological Networks ، الضغط المسجل Registering Pressure ، درجة الحرارة Temperature ، وملامح الرياح Wind Profiles).



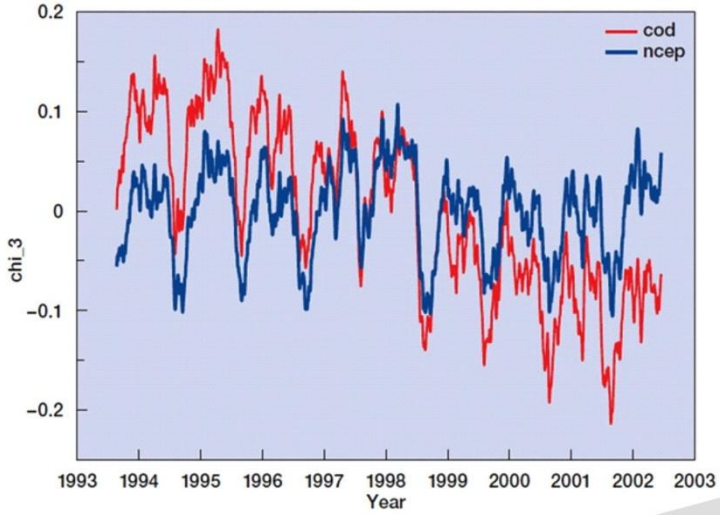
يقارن الشكلان التاليان العزم الزاوي القطبي (المحوري) للكرة الأرضية الصلبة (الخط الأحمر)

The relative polar (axial) angular momenta of the solid Earth (red line)

والغلاف الجوي للأرض The Earth's Atmosphere

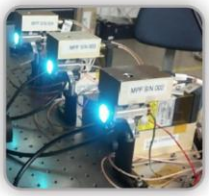
تم استخدام الزخم الزاوي Angular Momentum "الحقيقي True " للأرض الصلبة Solid Earth في حالة الشكل الاول في حين تمت إزالة كثير الحدود ذات الترتيب المنخفض من هذه السلسلة الزمنية في الشكل الثاني

WWW.EUNPS.COM

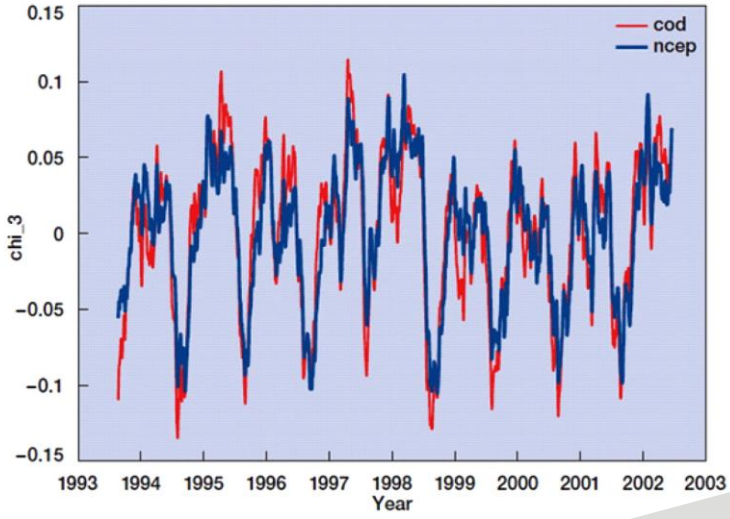


Angular Momentum

Polar Angular Momenta Solid Earth And Athmosphere.



WWW.EUNPS.COM



Angular Momentum

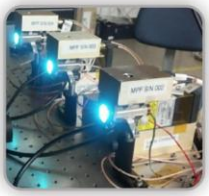
Polar Angular Momenta Solid Earth (Trend Removed) And Athmosphere.

الارتباط بين المنحنيان Correlation Of The Two Curves - وهما مستقلان تمامًا - أمر ملفت للنظر في الحالتين.

في الشكل الثاني معامل الارتباط هو R = 0.98 ، مما يدل على أن القطبية محتفظة بمكونات النظام بالكامل (الأرض الصلبة بالإضافة إلى الغلاف الجوي) بشكل تام تقريبًا - على الأقل عند النظر في الاختلافات مع فترات عام واحد أو أقل.

لا يحدث في المكون القطبي للعزم الزاوي في الغلاف الجوي هذه الاختلافات وهي الأكثر إثارة للاهتمام من وجهة نظر الجغرافيا الديناميكية العالمية Global Geodynamics.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



قد يفسر ذلك حقيقة أن IGS تربط مواقع الرصد بقشرة الأرض Earth's Crust و لا ترتبط بالمكونات الداخلية للأرض Earth's Inner Shells (خصوصاً الصهارة والنواة الداخلية الصلبة للأرض The Fluid Outer And The Rigid Inner Core)

مفهوم تغير سرعة تعاقب الليل والنهار مع مرور الزمن وعلاقته بالقمر

يحدث تعاقب الليل والنهار بدوران الأرض حول نفسها وسرعة هذا التعاقب هي نفسها سرعة هذا الدوران ولقد تبين علمياً أن هذه السرعة كانت عالية عند بدء خلق الأرض ثم تناقصت بالتدريج مع مرور الزمن وما زال هذا التناقص مستمراً بسبب ظاهرة المد والجزر التي تعمل كفرملة لكوكب الأرض بواسطة جذب القمر لمياه البحار والمحيطات (التي تغطي ثلاثة أرباع سطح الأرض) أثناء مواجهة هذا الماء للقمر فترتفع هذه المياه عن سطح الأرض عالياً ويحد المد وتدور الأرض بهذه المياه ليواجه القمر مياهاً غيرها فيحدث المد فيها بينما يهبط الماء الأول بعد أن دارت به الأرض وابتعد عن تأثير القمر فيحدث الجذر وحيث إن الماء الممدود يرتطم على التوالي بسواحل المحيطات وقيعانها فيعوق دوران الأرض حول نفسها.

تعويق دوران الأرض حول نفسها يؤدي إلى إبطاء سرعة هذا الدوران ورغم أنه تعويق ضئيل للغاية إلا أنه يؤدي إلى طول اليوم على كوكب الأرض بمرور الزمن ولقد تبين علمياً أنه يزداد بمقدار (1..... ثانية) كل قرن و هذه الزيادة الضئيلة جداً تتراكم بمضي الزمن عبر بلايين السنين لتؤثر فعلاً في طوال اليوم فلو رجعنا بالزمن إلى الدوران لحظة تاريخ نشأة الأرض لوجدنا زمن اليوم الأرضي كان 4 ساعات فقط ثم أخذت الأرض في التباطؤ التدريجي في الدوران حول نفسها بفعل المد والجزر لدرجة أن زمن اليوم الأرضي أصبح 22 ساعة بعد مرور 4 مليار سنة على نشأة الكوكب أي منذ 500 مليون سنة وأصبح الآن 23 ساعة، 56 دقيقة 48 ثانية وستصبح في المستقبل 43 ساعة بعد حوالي 5 مليار سنة من الآن إذا ظلت الأرض حتى هذا الزمن في المستقبل البعيد إن شاء الله ورغم هذا التباطؤ في الدوران فإن الأرض تمثل الساعة الكونية العظمى التي لا تتعطل إلا بجزء من مليون من الثانية كل يوم نظراً لتأثير المد والجزر ورغم أن كتلة الأرض تبلغ أكثر من 6600 مليون مليون مليون طن فإنها تعتبر أثناء دورانها حول نفسها أدق ساعة في الوجود .

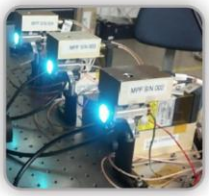
دوران الارض حول نفسها تتفوق في دقتها ساعات الكوارتز كما أن هذا التعطيل اليومي الضئيل لم يتم قياسه حديثاً إلا باستخدام الساعات الذرية وأبحاث أخرى بيولوجية في القواقع البحرية وإذا تدبرنا آيات القرآن الكريم نجد إشارة واضحة وصريحة لهذه الظاهرة تؤكد أن تعاقب الليل والنهار كان سريعاً في بداية خلق الأرض ثم أخذ يتناقص تدريجياً إلى أن أصبح تعاقباً عادياً نعيش فيه الآن بعد تمام إعداد الأرض وتسخيرها لحياة الإنسان أي أن اليوم أصبح الآن طويلاً بعد أن كان قصيراً عند نشأة الكوكب.

يقول الله تعالى مشيراً إلى التعاقب السريع لليل والنهار في سياق وصف عملية الخلق في المراحل الأولى : (إِنَّ رَبَّكُمُ اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ يَطْلُبُهُ حَثِيثًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ وَالنُّجُومَ مُسَخَّرَاتٍ بِأَمْرِهِ ۗ أَلَا لَهُ الْخَلْقُ وَالْأَمْرُ ۗ تَبَارَكَ اللَّهُ رَبُّ الْعَالَمِينَ) (54 الأعراف) .

ويقول تعالى في سورة الرعد في وصف المراحل النهائية لخلق الأرض :(اللَّهُ الَّذِي رَفَعَ السَّمَاوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۖ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ ۖ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ ۖ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ مُسَمًّى ۚ يُدَبِّرُ الْأَمْرَ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُم بِلِقَاءِ رَبِّكُمْ تُوقِنُونَ (2) وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا ۖ وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ ۖ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ(3)) (2-3 الرعد) .

ويتضح من هاتين الآيتين أن الله سبحانه وتعالى جعل الليل والنهار يتعاقبان بسرعة على الأرض عقب خلقها مباشرة وأن هذا التعاقب استمر بعد ذلك في أثناء تسخير الأرض وإعدادها للحياة إلى أن وصلت للازدهار الحالي.

ومما يثير الانتباه أنه تعالى وصف في الآية الأولى تعاقب الليل والنهار على الأرض عقب خلقها (وقبل تطويرها) بأنه كان سريعاً لقوله سبحانه : (يطلبه حثيثاً) ولكنه لم يصف هذا التعاقب بسرعة في الآية الثانية بعد تمام تسخير الأرض وإعدادها للحياة بقوله تعالى : (يغشى الليل النهار)دون (يطلبه حثيثاً) وهذا الاختلاف في التعبير القرآني في الآيتين يشير بالتالي إلى إعجاز علمي للقرآن يؤكد أن تتابع الليل والنهار كان سريعاً عقب خلق الأرض حيث كانت سرعة دوران الأرض حول نفسها كبيرة وكان اليوم قصيراً بما يعادل 4 ساعات فقط ثم تناقصت السرعة تدريجياً عبر بلايين السنين حتى وصلت أخيراً إلى سرعتها الحالية في إحداث دورة متكاملة في زمن اليوم الحالي في أربع وعشرين ساعة بعد تمام تسخير الأرض وإعدادها للحياة.



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

طرق مناورة المسابير في المدارات وعلاقته بجاذبية الارض والقمر

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل وبيان كيفية الاستفادة من هذه المعلومات في إدارة مناورات الاقمار الصناعية في المدارات المختلفة..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .

الفصل الثاني

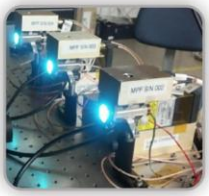
تحديد مجال الجاذبية الأرضية

Determination of the Earth's Gravity Field

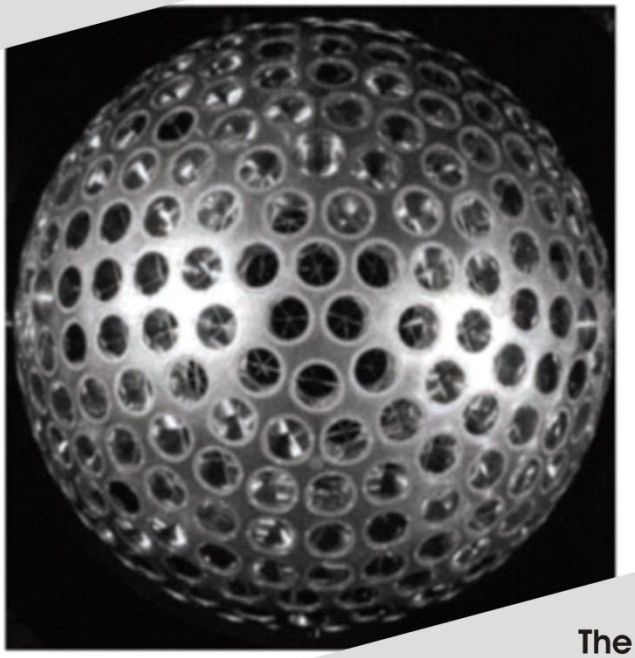
المعرفة كانت ضعيفة في عصر ما قبل الفضاء Pre-Space Age بالخصائص الهندسية Geometrical Properties لحقل الجاذبية الأرضية Earth's Gravity Field .
أوضحت التجارب والقياسات في القرن الثامن عشر أن شكل الأرض كان في شكل كروي مع تسطيح أفقي يبلغ حوالي 1/300 = f وهذا أشار إلى وجود اختلافات كبيرة في مجال الجاذبية الأرضية ، ولكن لم يكن من الممكن استخدام هذه القياسات لاشتقاق مجال ثقافي عالمي ثابت للأرض.

تحليل المدارات للأقمار الصناعية بدءا من s1960 ، وبعدها تحسنت لدينا بشكل كبير المعرفة حول مجال جاذبية الأرض (كتلة الأرض The Mass Of The Earth والتسطح الديناميكي Dynamical Flattening) وأصبح لدينا آلاف من المصطلحات يمكن تحديدها بدقة معقولة في الجيوديسيا Satellite Geodesy.

وتم تصميم الأقمار الصناعية لتقليل تأثير القوى غير التقليدية Non Gravitational Forces (بقطر 70 سم من اليورانيوم Uranium) وتم استخدام تقنية الليزر The Laser Technique لتوليد نبضات ضوئية قصيرة جدًا Very Short Light Pulses (أقل من عشرة بيكو ثانية Few Ten Picoseconds).
ومعايير عمل القمر الصناعي تعتمد على زمن انتقال الضوء من نبضة الليزر من المرصد على الارض إلى القمر الصناعي والعودة.

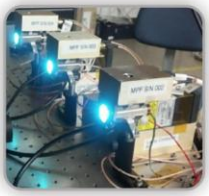


WWW.EUNPS.COM



The Lageos satellite

تتميز هذه التقنية بخاصية الدقة عالية ولكن لها أيضاً عيوب فالطقس الجيد شرط مسبق بالإضافة الى أن المرصد الليزري كبير الحجم ومكلف ، ولهذا السبب لا يوجد سوى حوالي ثلاثين مرصد اليوم ، والتي يتم تنسيقها عالميا من قبل الخدمة الدولية لنطاق الليزر (ILRS) International Laser Ranging Service



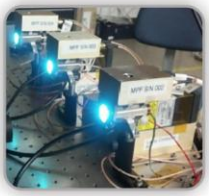
WWW.EUNPS.COM

مرصد ارضي لتوليد النبضات الليزرية

The Zimmerwald 1-m telescope.

ومن ثم فإن تباين مواقع الليزر يجعل من المستحيل تتبع مدار قمر صناعي معين باستمرار و هذه الحالة ليست مثالية على الإطلاق لتحليل مدارات الأقمار الصناعية ولذلك تم البحث عن طرق بديلة محمولة في الفضاء لتحديد مجال جاذبية الأرض.

اعتمدت جميع الطرق الجديدة على نظام تحديد المواقع لتحديد مدار المركبة (المركبات الفضائية Space Vehicle(s)) المستخدمة لتحديد مجال جاذبية الأرض ويوضح الشكل التالي القمر الصناعي الالماني CHAMP والذي تم اطلاقه في يوليو 2000 وهو متعدد الأغراض ويسمح بالسبر في الغلاف الجوي وفيه يتم تحديد المجالات المغناطيسية والجاذبية ويتم استرجاع حقل الجاذبية من تحليل مدارات القمر الصناعي باستخدام نظام GPS.



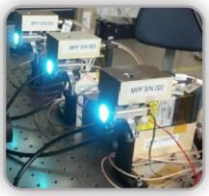
WWW.EUNPS.COM

القمر الصناعي الالماني CHAMP

The CHAMP spacecraft launched in July 2000 (credit Astrium).

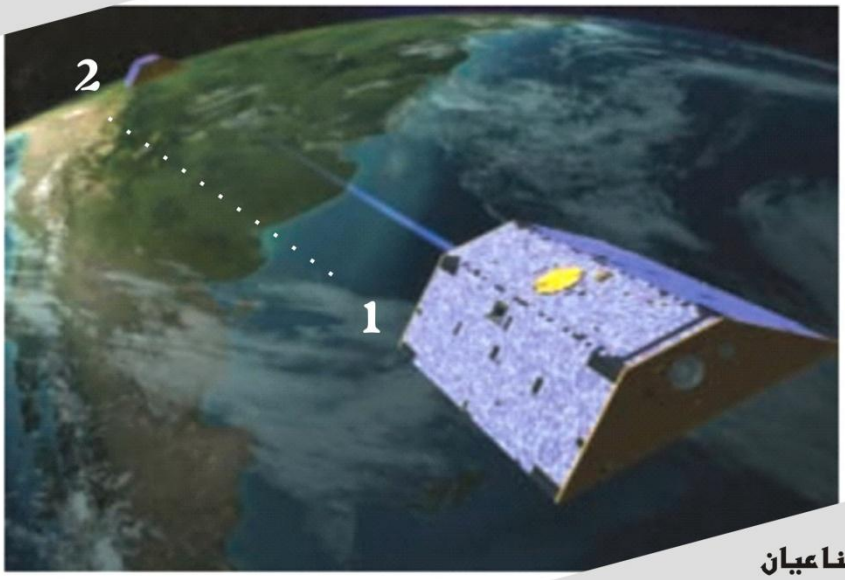
اذا اصبح استرجاع حقل الجاذبية من تحليل مدارات القمر الصناعي باستخدام نظام GPS ممكن لأن القمر الصناعي يحمل جهاز استقبال GPS معه في الفضاء .

القمران الصناعيان GRACE B & GRACE A في الشكل التالي في نفس المدار ويفصل بينهما حوالي 20 كم. شركة GRACE ، التي تم إطلاقها في مارس 2002 ، تمثل تجربة Gravity Recover And Climate Experiment.



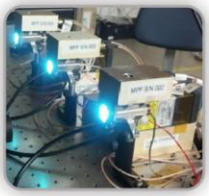
من الواضح أن القمران الصناعيان متشابهين في الشكل مع CHAMP. يركز GRACE على التغير الزمني لحقل الجاذبية الأرضية وبهذا تحدد جاذبية الأرض بدقة عالية مما يسمح بدراسة الدورة المائية الموسمية Seasonal Water Cycle (التبخر فوق المحيطات Evaporation Over Oceans ، الهطول فوق القارات Precipitation Over Continents ، تقلبات المياه الجوفية Ground Water Variability ، التدفق في المحيطات Flowing Off Into The Oceans).

WWW.EUNPS.COM



القمران الصناعيان
GRACE A & GRACE B

The pair of GRACE spacecraft launched in March 2002 (credit NASA).



WWW.EUNPS.COM

الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

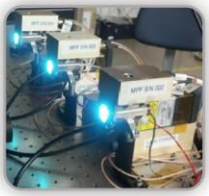
مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

حقل الجاذبية الأرضية Earth's Gravity Field

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل وبيان كيفية الاستفادة من هذه المعلومات في تصنيع وإدارة الاقمار الصناعية..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities



الفصل الثالث

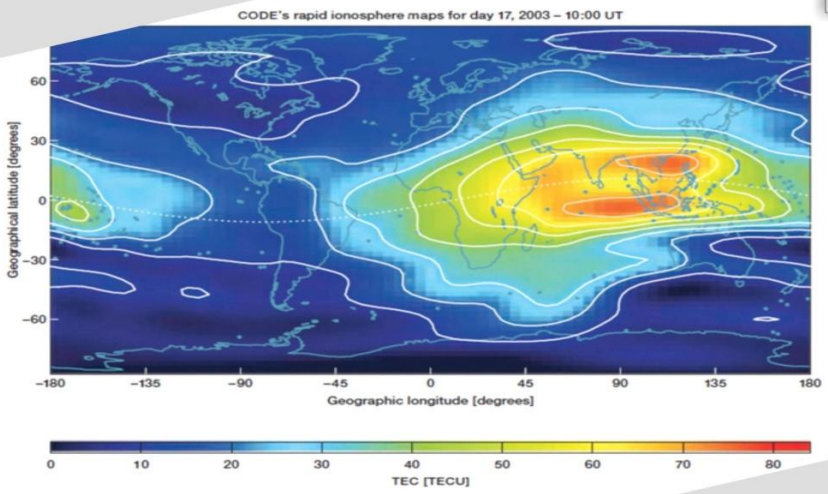
الكثافة الالكترونية في الجو

Electron Density in the Atmosphere

بمراجعة نظام تحديد المواقع GPS فيما يتعلق بالغلاف الجوي وذلك لتحديد إجمالي عدد الإلكترونات Total Number Of Electrons في الغلاف الجوي واستخراج المعلومات من الأيونوسفير Ionospheric

يبين الشكل التالي كيف يتم إعطاء كثافة الإلكترون في وحدات TECU (إجمالي وحدات المحتوى الإلكتروني Total Electron Content Units) 1 TECU مقابل 1016 إلكترون لكل متر مربع.

WWW.EUNPS.COM



Total Electron Content Units

Map of total ionospheric content of electrons (1 TECU =1016 electrons per m3).

الباب السابع

النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) بالتفصيل

Global Navigation Satellite System (GNSS)

الفصل الاول

مقدمة في النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS)

الفصل الثاني

إشارات GNSS Signals

الفصل الثالث

معالجة الإشارات ومستقبل التصميم

Signal Processing and Receiver Design

الفصل الرابع

الانظمة المرجعية Reference Systems

الفصل الخامس

الإطار الزمني المرجعي Time Reference Frame

الفصل السادس

تقنيات الرصد Observation Techniques

الفصل السابع

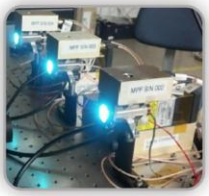
قياسات كود المدى الزائف (المسافة المبدئية)

Code Pseudorange Measurements

الفصل الثامن

الأخطاء التي يمكن رصدها في GNSS

GNSS Observable Errors



الفصل الاول

مقدمة في النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS)

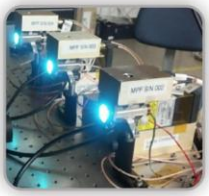
GNSS

النظام العالمي للملاحة الفضائية

(Global Navigation Satellite System)

هو نظام عالمي للملاحة الفضائية يتكون من شبكة من الأقمار الصناعية التي تنقل إشارات المدى المستخدمة في تحديد المواقع والتنقل في أي مكان حول العالم جواً وبحراً ومن بين الأمثلة على هذه الأنظمة نظام تحديد المواقع العالمي الشهير والأقدم في الولايات المتحدة (GPS) والنظام الأوروبي (GALILEO) ونظام القمر الصناعي الروسي (GLONASS).

WWW.EUNPS.COM



الفصل الثاني

إشارات GNSS Signals

تعتبر إشارات GPS والإشارات المحدثة منها Modernized GPS واشارات جاليليو Galileo وإشارات جلوناس Glonass Signals كلها تشكل إشارات GNSS.

لكل نظام قمري صناعي Each Satellite System خصائص إشارة محددة Specific Signal Characteristics و كل نظام يحاول ان يكون متوافق مع الآخرين .

Each system attempts to be compatible with the others.

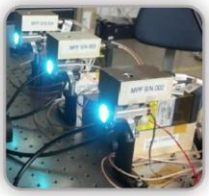
وذلك من أجل منع التدخلات Interferences والتوهين Attenuation بين الإشارات.

من المهم ان تتم معالجة جميع الإشارات و تنفيذها باستخدام نفس جهاز الاستقبال Same Receiver

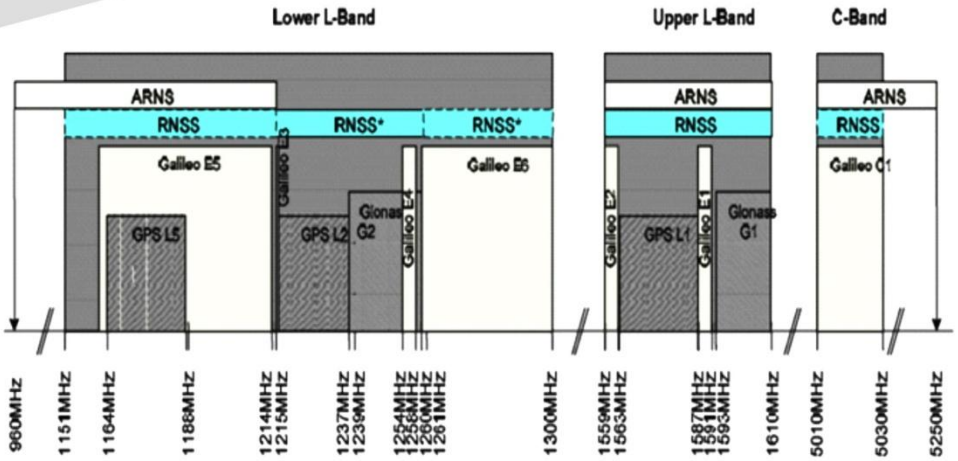
وبالتالي من المفترض تصميم وبناء جهاز استقبال معقد ، كما يجب أن تحترم خطة تردد GNSS لوائح الراديو كما تم الاتفاق عليها في منتديات الاتحاد.

The GNSS frequency plan shall respect the radio-regulations as they are discussed and agreed on at ITU forums.

الطيف المتاح Available Spectrum والذي يمكن استخدامه لتطوير أنظمة فضائية الملاحة الراديوية (RNSS) مبين في الشكل التالي :



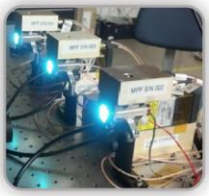
WWW.EUNPS.COM



Available Spectrum

Radio-Navigation Satellite Systems (RNSS) frequency spectrum defined for GNSS signals

طيف ترددات أنظمة الملاحة الراديوية الفضائية (RNSS) المحددة لإشارات (GNSS)



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

إشارات GNSS Signals

(GLONASS - GALILEO - MODERNIZED GPS) SIGNALS

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل وكيفية منع التدخلات Interferences والتوهين Attenuation بين الإشارات وبيان كيفية معالجة جميع الإشارات و تنفيذها باستخدام نفس جهاز الاستقبال.

..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .

الفصل الثالث

معالجة الإشارات ومستقبل التصميم

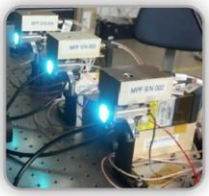
Signal Processing and Receiver Design

تتمثل المهمة الرئيسية لمعالج الإشارة Signal Processor في جهاز الاستقبال Receiver في إعادة بناء Reconstruction الناقلات Carriers و استخراج الرموز Extraction Of Codes ورسائل الملاحة Navigation Messages وبعد هذه المرحلة يقوم المستقبِل Receiver بإجراء الدوبلر لقياس التحول

Performs The Doppler Shift Measurement.

عن طريق مقارنة By Comparing الإشارة المستقبلة Received Signal بواسطة إشارة مرجعية يولدها A Reference Signal Generated المستقبِل Receiver ونظرًا لحركة القمر الصناعي فإن الإشارة المستقبلة هي Doppler Shifted التي يتم نقلها.

يتم تحديد نطاقات التعليمة البرمجية Code Ranges في حلقة تأمين التأخير The Delay Lock Loop (DLL) باستخدام ارتباط التعليمات البرمجية Code Correlation حيث توفر Provides تقنية الارتباط The Correlation Technique جميع مكونات الإشارات ثنائية الاتجاه All Components Of Bimodulated Signals ويتم تنفيذ Performed تقنية الارتباط بين الإشارة المرجعية المتولدة Generated Reference Signal والإشارة المستقبلة Received One بإزاحة الإشارات The Signals Are Shifted فيما يتعلق بالوقت بحيث تتم مطابقتها على النحو الأمثل استنادًا إلى الارتباط الرياضي Mathematical Correlation.



حالياً ، توجد بعض أجهزة الاستقبال من النوع الجيوديسي Geodetic Type Receivers في الأسواق التي تتعقب أقمار GPS وأقمار Glonass في وقت واحد على كلا الترددين Both Frequencies وعلى الأخص مستقبل Ashtech Z18 Receiver وجهاز TPS (Topcon Positioning Systems) وهي أجهزة الاستقبال القديمة Legacy Receivers .

تم تصميم اجهزة استقبال للنظام العالمي للملاحة الفضائية GNSS لتتبع الإشارات المختلفة وهي من عدة أنواع:

1-The first type could process all GNSS signals GPS L1, L2, L5 and Galileo OS, CS using L1, E5 and E6 and also Glonass L1 and L2.

2-The second type uses free signal and codes, GPS L1 and L2C and Galileo OS, on L1 and E5.

3-The third type uses L1 and E5.

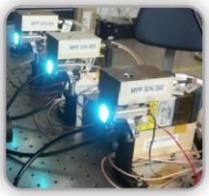
4-Forth type uses GPS L1 and L2 (وهو بالفعل في الاسواق)

5-Fifth type uses GPS and Glonass signals (وهو بالفعل في الاسواق)

أنواع اجهزة الاستقبال الأكثر شيوعًا The Most Common Receiver Types

هي جهاز مستقبل التردد المتوسط Intermediate Frequency Receiver (IF) وجهاز المستقبل الراديوي المعرف البرمجي .

Software Defined Radio Receiver (SDR) .



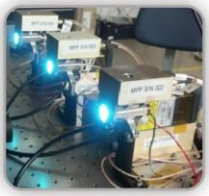
في جهاز الاستقبال RF Front-End Receiver يتم تحويل الإشارة إلى تردد وسيط Intermediate Frequency ثم أخذ عينات منها Sampled ولكن يستخدم جهاز SDR للرقمنة المباشرة Direct Digitization أو أخذ العينات Band Pass .

وتظهر المكونات الرئيسية لموصل RF-FE المدمج في GNSS في الشكل التالي بعد أخذ العينات وبعد مماثلة التحويل الرقمي Analog To Digital Conversion (ADC) للإشارة المستقبلة Received Signal وبعدها يقوم جهاز الاستقبال بإجراء إزالة متوازية Performs Parallel Despreading.

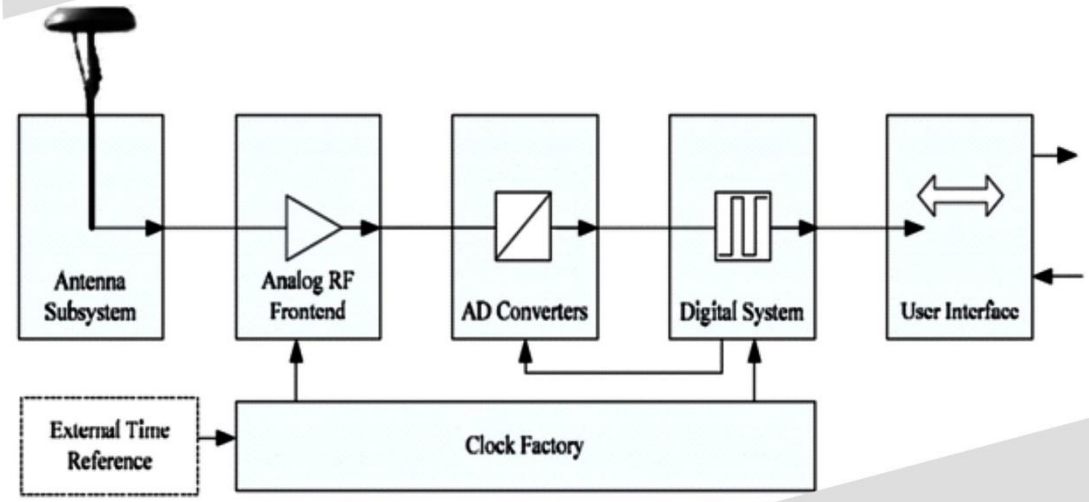
تضاعف إشارة النطاق الأساسي المستقبلة The Received Base-Band Signal Is Multiplied بالتوازي Parallel مع شفرات الانتشار Spreading Codes لكل الأقمار الصناعية المرئية.

يتم ضرب الإشارة المستقبلة لكل قمر صناعي بالتوازي مع شفرة معادلة متأخرة مختلفة Different Code Delay Offsets .

ثم يتم تجميع هذه المنتجات لحساب Accumulated To Compute دالة الارتباط المتبادل Cross-Correlation Function.



WWW.EUNPS.COM



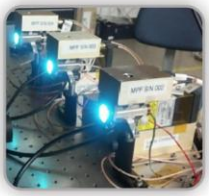
مفهوم الاستقبال الهجين

Hybrid Galileo/GPS Receiver Concept

مفهوم استقبال تظامي Galileo/GPS الهجين

ولأن إشارات BOC تستخدم في Galileo ، فإن التدابير التكميلية Supplementary Measures وهي ضرورية بسبب قمم الارتباط المتعددة Multiple Correlation Peaks لوظيفة الارتباط التلقائي Auto-Correlation Function .

يتم تنفيذ تعقب الحامل باستخدام غلق المرحلة Phase-Locked أو حلقة مغلقة بالتردد Frequency-Locked Loop (PLL أو FLL).



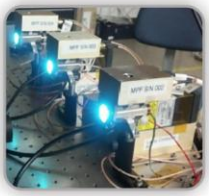
ويمكن إجراء ارتباط Coherent Correlation مع ترابط تفاضلي Differential أو غير متماسك Non-Coherent Correlation كمرشد وقناة للبيانات Data Channel

حيث اصبحت الإشارات المتعددة متاحة في L1 حالياً.

يستخدم نظام Galileo مخطط تشكيل مختلف Different Modulation Scheme لإشاراته مثل BOC و QPSK ، في حين يستخدم نظام GPS تشكيلاً لزحزحة المرحلة الثنائية (BPSK) للإشارات المفتوحة عند L1 و.L2
إشارة L5 ظهرت مع أقمار صفوف IIF في عام 2006 ولها مفتاح تبديل مرحلي تربيعي Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)

يوفر مخطط تشكيل الموجة الحاملة الثنائية The Binary Offset Carrier (BOC) لجاليليو أفضل أداء لضبط المسارات Multipath مقارنة بالتشكيل ثنائي وضع تبديل Binary Phase Shift Keying (BPSK) لنظام GPS.

اذاً تم تطوير تقنيات أكثر تعقيدًا More Complex Techniques بالفعل لتتبع إشارة BOC مثل Binary Phase Shift Keying (BPSK).



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

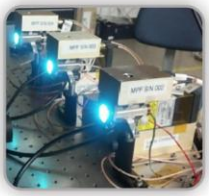
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

أنواع اجهزة الاستقبال الحديثة والأكثر شيوعًا مع تحليل دقيق لجهاز مستقبل التردد المتوسط Intermediate Frequency Receiver (IF) وجهاز المستقبل الراديوي المعرف البرمجي

Software Defined Radio Receiver (SDR)

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل الرابع

الانظمة المرجعية Reference Systems

يعرف نظام مرجعية الاحداثيات The Definition Of Reference Coordinate System بأنه اساس وصف الحركة الفضائية Crucial For The Description Of Satellite Motion وذلك لقيامه بنمذجة المشاهدات / عمليات الرصد وتفسير النتائج Modeling Of Observable And The Interpretation Of Results .

نظام مرجعية الاحداثيات في علم قياسات الارض الفضائي Satellite Geodesy يعتمد على مركز الكرة الارضية Geocentric لأن حركة القمر الصناعي تشير إلى مركز كتلة الأرض The Center Of Mass Of The Earth

في الجيوديسيا الفضائية (أو جيوديسيا القمر الصناعي) Satellite Geodesy هناك نظامان مرجعيان مطلوبان :

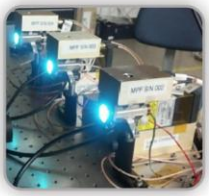
1- نظام مرجعي ثابت بالفضاء Space-Fixed, Inertial Reference System وهو لوصف الحركة الفضائية Description Of Satellite Motion

2- نظام مرجعي أرضي ثابت للأرض Earth-Fixed, Terrestrial Reference System وهو لبيان حال محطات المراقبة ووصف النتائج من الجيوديسيا الفضائية.

حيث يعتمد تحديد المواقع باستخدام نظام GNSS بشكل أساسي على معرفة إحداثيات القمر الصناعي.

The positioning with using GNSS depends mainly on knowing the satellite coordinates.

مع الأخذ في الاعتبار العلاقة بين المتجهات Vector Relation والقمر الصناعي ومستقبل إحداثيات القمر والتي يعبر عنها في نفس نظام الإحداثيات Same Coordinate System .

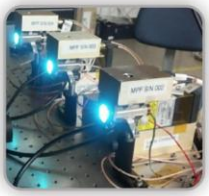


في الجيوديسيا الفضائية Satellite Geodesy يتم استخدام النظامين وبارمترات التحول بين الفضاء الثابت Space Fixed والأرض الثابتة Earth Fixed ويستعملان مباشرة في مستقبِل GNSS وفي معالجة البرامج لحساب موقع المستقبلات في النظام الثابت الأرضي Earth Fixed System .

يتم تعريف النظام المرجعي الأرضي Terrestrial Reference System بالاتفاقية مع ثلاثة محاور ، حيث يتطابق المحور Z مع محور دوران الأرض Where Z-Axis Coincides With The Earth Rotation Axis كما هو محدد بواسطة الأصل الدولي التقليدي (Conventional International Origin (CIO).

المحور X Axis ترتبط بمخطط جرينتش المتوسط Greenwich Meridian ويكون المحور Y-Axis متعامدًا على كل من Z-Axis و المحور X Axis وتكمل نظام الإحداثيات الأيمن The Right-Handed Coordinate System ، في الشكل التالي النظام المرجعي الأرضي The Terrestrial Reference System هو WGS84 ، واستخدم GPS نظام WGS84 كنظام مرجعي .

الفكرة الأساسية في الجيوديسيا Geodesy وراء استخدام الإهليلجي المرجعي (مجسمات القطع الناقص المرجعية) The Reference Ellipsoids هي أنها تناسب الشكل الحقيقي الأرض They Fit The Real Shape Of The Earth .
مثال آخر للإطار المرجعي للأرض Terrestrial Reference Frame هو الإطار المرجعي الأرضي الدولي International Terrestrial Reference Frame (ITRF) التي أنشأها المكتب المركزي للخدمة الدولية لدوران الأرض Central Bureau Of The International Earth Rotation Service (IERS)
حيث يتم تحديث ITRF بانتظام وهو أكثر دقة من WGS84 ، ولكن الفرق بين WGS84 و ITRF الآن في ترتيب بضعة سنتيمترات. هذا الاختلاف هو في المقام الأول بسبب الاختلاف بين المحطات المرجعية Reference Stations التي يستخدمها كل نظام عند قيامه بالتحقق وكلا النظامين ينطلقان من مركز الأرض وبارمترات التحويل بينهما بشكل منتظم.



ان تمثيل الموقع في الإحداثيات الديكارتية المركزية للأرض (X، Y، Z)

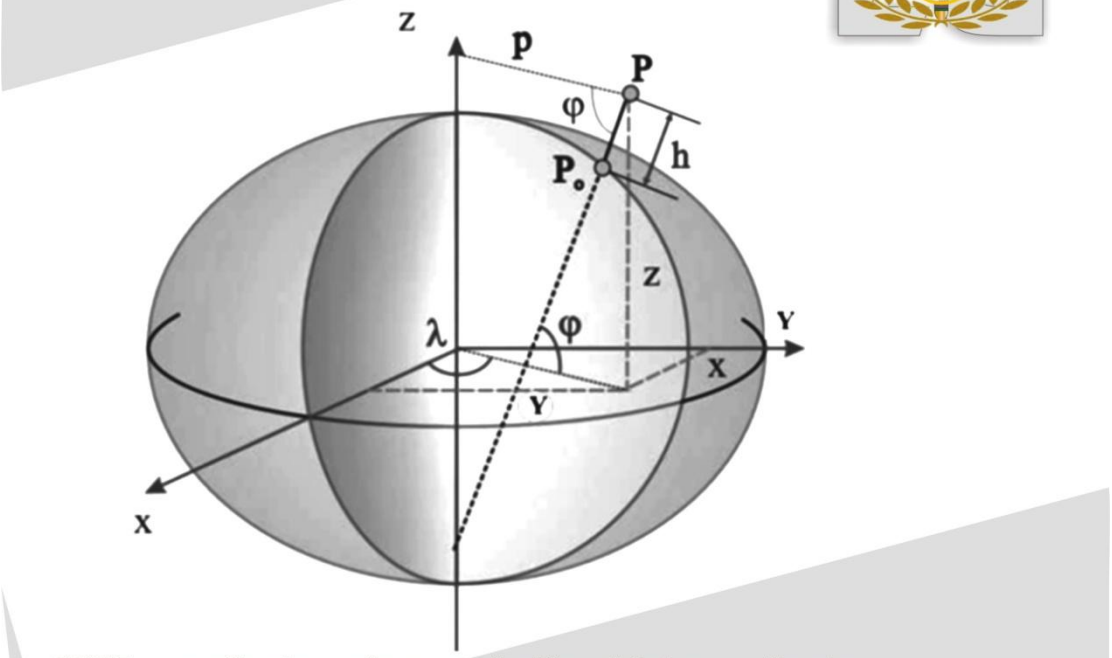
The representation of position in geocentric Cartesian coordinates (X, Y and Z)

لديها أقل أهمية في الملاحة Less Significance In Navigation وبالتالي فإن تمثيل المجسم الناقص Ellipsoidal (الطول والعرض والارتفاع)

The ellipsoidal representation (longitude, latitude and height above the ellipsoid)

تستخدم بشكل أكثر شيوعًا لتمثيل التنسيق Coordinate Representation .

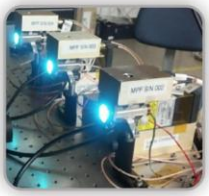
WWW.EUNPS.COM



ECEF coordinate system and ellipsoidal coordinates

ECEF coordinate system and ellipsoidal coordinates

نظام الإحداثيات ECEF وإحداثيات ellipsoidal



العلاقة بين الإحداثيات الديكارتية Cartesian Coordinate (X، Y، Z) والإحداثيات الإهليلجية Ellipsoidal Coordinates (مجسمات القطع الناقص $(\varphi, \lambda, and\ h)$) هي معروف جيدا باستخدام الصيغ التالية:

$$X = (N+h)\cos\varphi\cos\lambda$$
$$Y = (N+h)\cos\varphi\sin\lambda \qquad (2)$$
$$Z = (\frac{b^2}{a^2}N+h)\sin\varphi$$

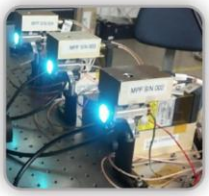
حيث N هو نصف قطر الانحناء في الرأس الرأسي Radius Of Curvature In Prime Vertical ويتم الحصول عليه بالتعبير التالي Following Expression:

$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi}}, \qquad (3)$$

a, b هي المحاور شبه الإهليلجية The Semi Axes Of The Ellipsoid ويسمى التنسيق الديكارتية Cartesian Coordinate لـ WGS84 بنظام الإحداثيات ECEF (Earth Centered Earth-Fixed) (مركز الأرض الثابت).

إن ادراك أو تحقيق الإطار المرجعي Reference Frame يعتمد على إحداثيات محطات الأرض المرجعية The Coordinates Of Ground Reference Stations.

من المتوقع أن يكون إطار جاليليو المرجعي الأرضي Galileo Terrestrial Reference Frame (GTRF) مماثلاً ITRF على اساس إحداثيات محطات جاليليو الأرضية.



اوجه الاختلاف بين WGS84 و ITRF و GTRF من المتوقع أن تكون في حدود بضعة سنتيمترات.

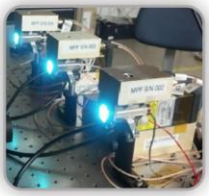
اثنين من أنظمة الإحداثيات متوافقة Two Coordinate Systems Are Compatible والدقة Accuracy التي تم الحصول عليها جيدة بما يكفي لمعظم التطبيقات بما في ذلك الملاحة ، ولقياسات عالية الدقة (دقة سانتيمترية) Centmetric Accuracy بين النظم المختلفة فمن المتوقع أن يتم نشر بارامترات التحول من قبل مقدمي الخدمات الجيوديسية مثل IERS. يستخدم جلوناس Glonass جهاز PZ90 كنظام إحداثيات مرجعي وهو في الأساس نظام ECEF.

WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

النظام المرجعي الثابت بالفضاء الذي يوصف الحركة الفضائية والنظام المرجعي الارضي الثابت للأرض الذي يبين حالة محطات المراقبة .

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل الخامس

الإطار الزمني المرجعي Time Reference Frame

هناك العديد من أنظمة الوقت المرجعية Time Reference Systems المستخدمة والتي تستند إلى عمليات دورية مختلفة Various Periodic Processes مثل دوران الأرض Earth Rotation.

الأنواع الرئيسية The Major Types لهذه الأنظمة موضحة في جدول أنظمة الوقت Time Systems .

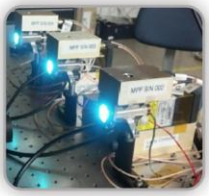
يتم تحقيق التحويل Conversion بين أنظمة الوقت Time Systems بواسطة صيغ معروفة ، ففي GNSS (على سبيل المثال توقيت GPS بدلا من نظام الوقت الديناميكي Dynamic Time System) وهذا يخدم نظام الوقت الذري The Atomic Time System كمرجع.

يتم تحريك ساعة الأقمار الصناعية لجالنوس Glonass Satellite Clock وفقًا لـ UTC (SU).

وقت نظام جاليليو The Galileo System Time (GST) هو مقياس توقيت إحداثيات مستمر Continuous Coordinate Time موجه نحو Scale Steered Towards التوقيت الذري الدولي International Atomic Time (ITA) مع إزاحة Offset أقل من 33 نانوثانية Nanoseconds .

حدود GST يتم التعبير عنها كمقابلة زمنية بالنسبة إلى Time Offset Relative To ITA بحيث تكون 50 نانوثانية لمدة 95 بالمائة من الوقت على أي فاصل زمني سنوي Any Yearly Time Interval .

يتم بث الفرق بين ITA وبين GST وبين GST و UTC للمستخدمين المستعملين للإشارة الفضائية لخدمة جاليليو.

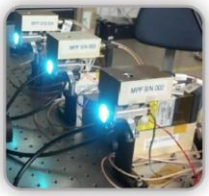


فإن الجزء الأرضي لجاليليو رصد Monitor إزاحة من GST فيما يتعلق بنظام التوقيت GPS وبث في نهاية المطاف الإزاحة إلى المستخدمين.

جدول أنظمة الوقت Time Systems

Periodic process العملية الدورية	Time system نظام الوقت	Abbreviation الاختصار
Earth rotation دوران الأرض	Universal Time التوقيت العالمي	UT
Earth revolution ثورة الأرض	Terrestrial Dynamic Time الوقت الديناميكي الارضي	TDT
Atomic oscillation التذبذب الذري	International Atomic Time التوقيت الذري الدولي	ITA
	UT coordinated احداثيات UT	UTC
	GPS Time توقيت GPS	

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



WWW.EUNPS.COM

الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

أنواع أنظمة الوقت المرجعية Time Reference Systems

وكيف يتم تحقيق التحويل Conversion بين أنظمة الوقت Time Systems

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

الفصل السادس

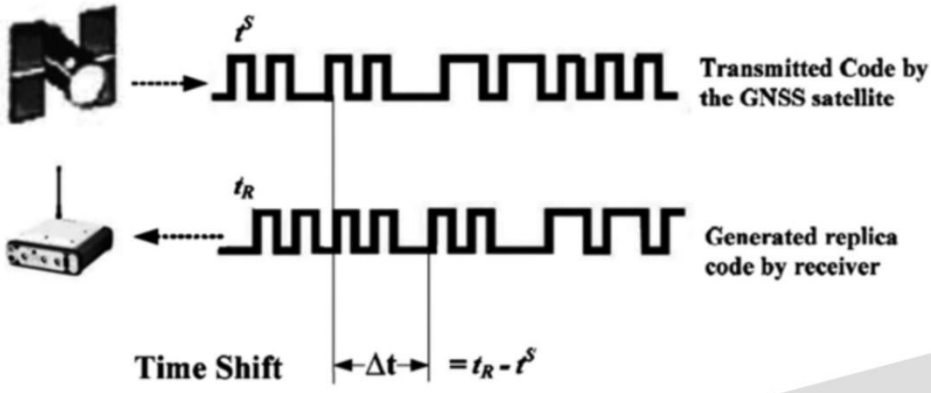
تقنيات الرصد Observation Techniques

المفهوم الأساسي للنظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) هو قياس زمن الانتقال Signal Traveling Time بين القمر الصناعي Artificial Satellite والمستقبل Receiver وبضرب Multiplying هذا الوقت في سرعة الضوء The Light (C) Velocity نحصل على المدى Range بين القمر الصناعي والمتلقي Receiver .

انظر الى الشكل التالي

$$Range = c.(t_R - t^S) = \Delta t_R^S \cdot c \qquad (4)$$

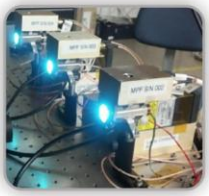
WWW.EUNPS.COM



المفهوم الاساسي لقياس المدى أو المسافة

Basic Concept Of Range Measurement

المفهوم الأساسي لقياس المدى أو المسافة



ويستند قياس الوقت أو المرحلة Time Or Phase Measurement المنجز من المستقبل أو المتلقي Receiver على المقارنة Comparison بين الإشارة المستقبلة عند هوائي المستقبل Antenna Of The Receiver والإشارة المرجعية المولدة The Generated Reference Signal من المستقبِل.

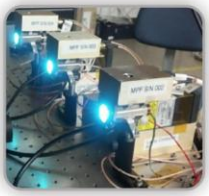
تتأثر الإشارتان من أخطاء الساعة Clocks Errors لذلك فإن النطاق المقاس ليس صحيح The Range Measured Is Not True ويطلق عليه اسم Pseudorange (المدى الزائف / المسافة المبدئية أو الاولية).

بما أن الإشارة تنتقل عبر الطبقات الجوية Through The Atmospheric Layers لذلك يجب نمذجة الضوضاء من أجل حساب المدى الدقيق Compute The Precise Range .

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

تقنيات الرصد Observation Techniques للنظام العالمي للملاحة الفضائية(GNSS) وبيان المفهوم الأساسي لقياس المدى أو المسافة.

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل السابع

قياسات كود المدى الزائف (المسافة المبدئية)

Code Pseudorange Measurements

يتم استخدام تقنية ارتباط الرمز Code Correlation Technique لقياس Measure فرق التوقيت Time Difference بين المستلم و مولد النسخة طبق الأصل Generated Replica Code .

حيث يمكن صياغة Formulated النطاق/ المدى على النحو التالي:

$$R_R^S = c \cdot \left[(t_{R(GNSS)} - \delta_R) - (t^{S(GNSS)} - \delta^S) \right] \qquad (5)$$

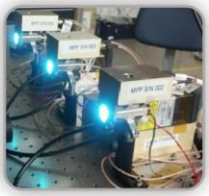
حيث δ^S هي إزاحة ساعة القمر الصناعي Satellite Clock Offset δ^S

و δ_R هي إزاحة ساعة الاستقبال Receiver Clock Offset δ_R

تستخدم الساعة الذرية Atomic Clock الاكثر استقرارا بشكل عام على متن القمر الصناعي On Board Of The Satellite ، لذلك δ^S صغيرة ويمكن نمذجتها Modeled بواسطة متعدد الحدود Polynomial مع المعاملات Coefficients التي يتم نقلها في رسالة الملاحة.

ومع ذلك فإن إزاحة ساعة الاستقبال δ_R هي كبيرة وتعامل على أنها غير معروفة لتقديرها في الدالة Function :

$$R_R^S = c \cdot \Delta t_{GNSS} + c \cdot (\delta^S - \delta_R) = \rho + c \cdot \Delta\delta \qquad (6)$$



حيث تمثل المسافة الحقيقية True Distance بين القمر والمستقبل وما يعبر عنه Expressed By بالمتجه Vector في نظام الاحداثيات المرجعي المركزي Reference Geocentric Coordinate System وذاك على النحو التالي:

$$\rho = \sqrt{(X^S - X_R)^2 + (Y^S - Y_R)^2 + (Z^S - Z_R)^2} \qquad (7)$$

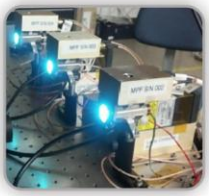
قياسات مرحلة المدى الزائف (المسافة المبدئية)

Phase Pseudorange Measurements

يستند نطاق المدى الزائف Pseudorange على قياسات فرق المرحلة Phase Difference بين الاستلام و توليد الاشارة Generated Signal $\Delta\varphi_R^S$ في المستقبل Receiver .

الناقل المستلم هو Doppler الذي تم تحويله بسبب حركة القمر الصناعي ولحساب النطاق باستخدام قياس المرحلة Phase Measurement يجب أن نضيف إلى $\Delta\varphi_R^S$ عدد دورات بين القمر الصناعي والمستلم ، وهي قيمة غامضة Ambiguous Value وغالبا ما تسمى الغموض Ambiguity (N).

ومن خلال النظر في أخطاء المرحلة الأولية Initial Phase Errors للقمر الصناعي والمتلقي او المستلم (ساعات القمر والمستلم) فانه يمكن التعبير عن النموذج الرياضي Mathematical Model لنطاق المرحلة الزائفة Phase Pseudo Range بواسطة Expressed By :



$$\Delta\varphi_R^S + N = -\frac{f}{c}\cdot\rho - f\delta^S + f\delta_R \qquad (8)$$

إذا قمنا بإعادة ترتيب المعادلة أعلاه واستخدامها

If we rearrange the above equation and use

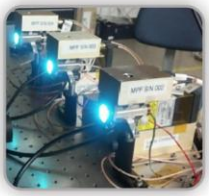
$$\Phi = -\Delta\varphi_R^S \text{ and } \Delta\delta = \delta^S - \delta_R$$

يصبح مشابهًا لمعادلة نطاق الكود الزائفة Code pseudo range equation لكن مع قيمة الغموض الإضافية (N) with the additional the ambiguity value :

$$\lambda\cdot\Phi = \rho + c\cdot\Delta\delta + \lambda\cdot N \qquad (9)$$

هو الطول الموجي λ

Where λ **is the wave length.**



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

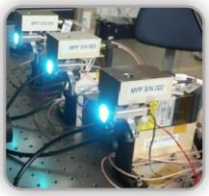
Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

تقنيات قياسات كود المدى الزائف (المسافة المبدئية)

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل الثامن

الأخطاء التي يمكن رصدها في GNSS

GNSS Observable Errors

تتأثر قياسات الشفرة والمرحلة بالضوضاء والأخطاء الناجمة عن انتشار الإشارات من خلال طبقات الغلاف الجوي Atmospheric وبسبب قياسات الضوضاء Noise Measurements .

هذه الأخطاء يمكن وصفها بإيجاز Briefly على النحو التالي:

1. خطأ على مدار الساعة عبر الأقمار الصناعية Satellite Clock Error :

يمكن نمذجة Modeled ذلك من خلال المعاملات متعددة الحدود المرسلة Polynomial Coefficients Transmitted في رسالة ملاحة تتعلق بتوقيت مرجعي Reference Time (على سبيل المثال ، نظام تحديد المواقع العالمي GPS).

$$\delta^s = a_0 + a_1(t - t_0) + a_2(t - t_0)^2 \qquad (10)$$

2. الخطأ المداري Orbital Error:

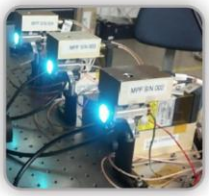
يمكن استبعاد Eliminated هذا عن طريق تحديد المواقع التفاضلية Differential Positioning مدارات دقيقة Precise Orbits يمكن الحصول عليها في وقت قريب عبر الإنترنت Via Internet ومن مراكز الخدمات الدولية International Service (IGS).

3. الخطأ الأيونوسفيري Ionospheric Error :

تم تصميم/ نمذجة هذا الخطأ أو إزالته Eliminated باستخدام التركيبة الخطية Linear Combination من اثنين أو ترددات متعددة Multiple Frequencies .

العلاقة بين التأثير الأيونوسفيري Ionospheric Effect على GNSS

GNSS (L5, L2 and L1 for GPS; E5a, E5b and E1 for GALILEO)



باستخدام ثلاثية ترددات Triple Frequency والتي يمكن كتابتها (الترددات) كالتالي:

$$\lambda_1 \cdot \Phi_1 = \rho + c \cdot \Delta\delta + \lambda_1 \cdot N - I_{L1}$$
$$\lambda_2 \cdot \Phi_2 = \rho + c \cdot \Delta\delta + \lambda_2 \cdot N - \frac{f_1^2}{f_2^2} I_{L1} \qquad (11)$$
$$\lambda_3 \cdot \Phi_3 = \rho + c \cdot \Delta\delta + \lambda_3 \cdot N - \frac{f_1^2}{f_3^2} I_{L1}$$
$$where, Ionosphere = I_{L1}$$

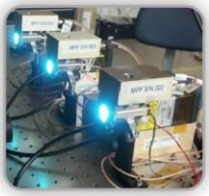
إن تأثير الأيونوسفير على قياس GNSS له أهمية خاصة Special Interest في حل غموض Ambiguity Number N ووجود عدة ترددات Multiple Frequency يمكن أن تعطي المزيد من المزايا لنماذج الأيونوسفير Ionosphere Models لتقدير التأثير الأول والثاني للأثر الأيوني Effect Of The Ionosphere علاوة على ذلك Moreover يتيح المزيد من الاحتمالات في عملية حل الغموض Ambiguity Resolution Process .

بالإمكان نمذجة الأيونوسفير Modeled باستخدام المعامل الأيونوسفيري Ionospheric Coefficient المنقول بواسطة Transmitted رسالة الملاحة The Navigation Message.

4. التروبوسفير The Troposphere :

يتكون من طبقتين Two Layers طبقة مبللة Wet Layer (تصل إلى 10 كيلومترات فوق سطح الأرض) Layer (Up To 10 Km Above The Surface Of Ground)

والطبقة الجافة Dry Layer وهي تصل من 10 إلى 40 كيلومترا فوق سطح الأرض (From 10 To 40 Km Above The Ground)



يتسبب التروبوسفير Troposphere Causes في حدوث تأخير في كليهما الكود Code والرصد الناقل Carrier Observations.

وبما أنه لا يعتمد على التردد Not Frequency Dependent فلا يمكن إلغاؤه Cannot Be Canceled Out باستخدام قياسات التردد الثنائي Dual Frequency Measurements ولكن يمكن نمذجته بنجاح Successfully Modeled حيث تعتمد نماذج التروبوسفير Tropospheric Models Depend على نماذج تجريبية Empirical Models من خلال مراعاة جميع قيم درجة الحرارة All Values Of Temperature, والضغط Pressure والرطوبة النسبية Relative Humidity ورسم الخرائط الدالة Mapping Function.

أمثلة على هذه النماذج هي نماذج Hopfield ونماذج Saastamoninen.

5. خطأ في ساعة الاستقبال Receiver Clock Error :

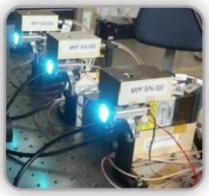
يرجع ذلك إلى استخدام ساعة غير دقيقة Using Non-Precise Clock في جهاز الاستقبال (على سبيل المثال ساعة الكوارتز Quartz Clock) التي تسبب الإزاحة Offset والانجراف Drift في ساعة الاستقبال Receiver Clock والوقت المرجعي GNSS Reference Time.

يتم التعامل مع هذا الخطأ كغير معروف في حسابات النطاق الزائف Unknown In The Pseudo Range Computations.

خطأ استقبال ساعة The Clock Receiver Error يمكن القضاء عليها Eliminated في معادلة الفرق المزدوج Double Difference Equation كما هو موضح في القسم التالي .

6. المسار المتعدد Multipath :

يحدث هذا بسبب انعكاسات متعددة Multiple Reflections للإشارات في المستقبل أو في القمر بسبب مسارات متعددة Multiple Paths تم التقاطها بواسطة الإشارة للوصول إلى الوجهة Destination وأفضل طريقة للحد To Reduce من ظاهرة تعدد المسارات Multipath Phenomenon هو اختيار الموقع بعيدا عن اسطح الانعكاس



Reflection Surface (مثل المباني والسيارات ، الأشجار ، الخ) ، وتصميم الهوائي المناسب Appropriate Antenna Design .

تكون مرحلة الموجة الحاملة Carrier Phase أقل تأثراً Less Affected بتعدد مسارات الانتشار Multipath Propagation من نطاقات الاكواد Code Ranges لأن تعدد المسارات يعتمد على التردد Frequency Dependent .

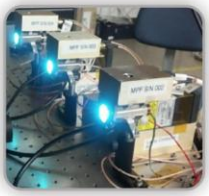
خطأ تعدد المسارات يمكن أن صل إلى مستوى متر واحد One Meter Level .

يمكن التخلص من المسارات المتعددة عن طريق اختيار الهوائي الذي يأخذ مزايا استقطاب الإشارة Signal Polarization .

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

الأخطاء التي يمكن رصدها في GNSS

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



تقنيات تحديد موقع GNSS Positioning Techniques GNSS

هناك نوعان رئيسيان من تقنيات تحديد المواقع في قياسات GNSS Measurements:

النقطة المفردة لتحديد الموقع Single Point Positioning

وتحديد المواقع التفاضلية Differential Positioning

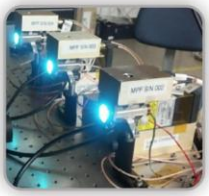
النقطة المفردة لتحديد الموقع single point positioning

يعتمد المفهوم الأساسي لموضع النقاط على تراخي الترابط Trilatration بين المستقبِل Receiver والقمر.

هناك حاجة إلى قياسات المدى من 4 أقمار صناعية لتحديد أربعة مجاهيل هي X، Y، Z مع إزاحة ساعة الاستقبال($\Delta\delta$) Receiver Clock Offset .

يمكن أن يكون الحل التحليلي The Analytical Solution للمستقبل A و 4 من الاقمار مكتوبة على النحو التالي:

$$
\begin{aligned}
R_A^1(t) &= \sqrt{\left(X^1(t)-X_A\right)^2+\left(Y^1(t)-Y_A\right)^2+\left(Z^1(t)-Z_A\right)^2}+c\cdot\Delta\delta \\
R_A^2(t) &= \sqrt{\left(X^2(t)-X_A\right)^2+\left(Y^2(t)-Y_A\right)^2+\left(Z^2(t)-Z_A\right)^2}+c\cdot\Delta\delta \\
R_A^2(t) &= \sqrt{\left(X^3(t)-X_A\right)^2+\left(Y^3(t)-Y_A\right)^2+\left(Z^3(t)-Z_A\right)^2}+c\cdot\Delta\delta \\
R_A^4(t) &= \sqrt{\left(X^4(t)-X_A\right)^4+\left(Y^4(t)-Y_A\right)^2+\left(Z^4(t)-Z_A\right)^2}+c\cdot\Delta\delta
\end{aligned}
\qquad (12)
$$



عموما هناك حاجة إلى خطية Linearization لبيان الموقف التقريبي Approximate Position للمستقبل وذلك لحل مثل هذا النموذج ، حيث يتم قياس النطاق R بواسطة جهاز الاستقبال ويتم استخراج تنسيق القمر الصناعي Coordinate Of Satellite Is Extracted من رسالة الملاحة Navigation Message .

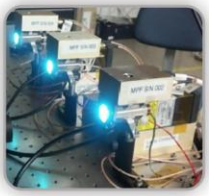
المجهولات في المعادلة أعلاه هي X و Y و Z وخطأ الساعة $\Delta\delta$

The Unknowns In The Above Equation Are X, Y, Z And The Clock Error $\Delta\delta$

في حالة رصد أكثر من 4 أقمار صناعية ، يتم تنفيذ أقل تعديل مربع Least Square Adjustment لتقدير المجهول Unknowns ومن ثم ، يمكن الحصول على إحداثيات المستقبل Coordinates Of The Receiver وإزاحة الوقت Time Offset مباشرة في الوقت الفعلي Real Time مع قياس فترة واحدة One Epoch Measurement .

يمكن الحصول على معلومات هندسية Geometric Information من نموذج المعادلة Equation Model مثل PDOP الذي تشير إلى جودة الحل فيما يتعلق بالهندسة الفضائية Satellite Geometry . التوزيع السيء للأقمار الصناعية تعطي PDOP كبيرة.

بسبب عدم نمذجة الاخطاء Un-Modeled Errors في نطاق زائف Pseudo Range مثل الأيونوسفير Ionosphere و التروبوسفير Troposphere والأخطاء المدارية Orbital Errors ومستوى دقة تحديد المواقع المطلق The Accuracy Level Of Absolute Positioning فانه يكون في حدود 10 أمتار.



فرق الرصد Observable Difference

من خلال النظر في جميع الأخطاء المنهجية والعشوائية Systematic And Random Errors على الرصد Observation يمكننا كتابة نموذج الرياضيات Math Model للفارق المرصود لقياسات الكود والمرحلة على التوالي Respectively على النحو التالي:

$$R_A^1(t_0) = \rho_A^1(t_0) + \Delta\rho_A^1(t_0) + c\delta^1(t_0) - c\delta_A(t_0) + I_A + T_A + \varepsilon \qquad (13)$$

$$\lambda\phi_A^1(t_0) = \rho_A^1(t_0) + \Delta\rho_A^1(t_0) + \lambda N_A^1 + c\delta^1(t_0) - c\delta_A(t_0) - I_A + T_A + \varepsilon \qquad (14)$$

حيث ان $\Delta\rho_R^S$ هي الخطأ المداري Orbital Error ، و I هي الخطأ في الأيونوسفير ionosphere error و T هي خطأ التروبوسفير Troposphere Error و ε هي الأنواع الأخرى من الضوضاء والأخطاء مثل تلك الناجمة عن تعدد المسارات Multipath.

باستعمال عدد 2 مستقبلات A و B وقمر صناعي واحد بإمكاننا انجاز فروق مفردة Single Differences (SD) .

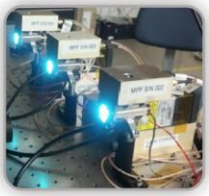
في SD الخطأ المداري وخطأ ساعة القمر تلغى .

باستعمال عدد 2 مستقبلات وعدد 2 قمر صناعي بإمكاننا انجاز فروق مزدوجة Double Differences (DD).

في DD خطأ استقبال الساعة Clock Receiver Error Is Cancelled يلغى .

باستعمال عدد 2 مستقبلات وعدد 2 قمر صناعي وعدد 2 فترات متتالية Consequent Epochs بإمكاننا انجاز فروقات ثلاثية Triple Differences (TD).

في TD الغموض Ambiguity الغي .

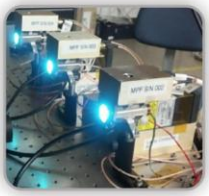


$$SD = \lambda\phi^1_{AB}(t) = \lambda\phi^1_B(t) - \lambda\phi^1_A(t) = \rho^1_{AB}(t) + \lambda N^1_{AB} - c\delta_{AB}(t_0)$$
$$DD = \phi^{12}_{AB}(t) = \frac{1}{\lambda}\rho^{12}_{AB}(t) + N^{12}_{AB} \qquad (15)$$
$$TD = \phi^{12}_{AB}(t_{12}) = \frac{1}{\lambda}\rho^{12}_{AB}(t_{12})$$

كما نلاحظ ، يتم إلغاء معظم الأخطاء المنهجية Systematic Errors أو تخفيضها باستخدام اختلافات الرصد Observable Differences .

وبالتالي ، سيتم تحسين دقة حساب الموقع Accuracy Of Position Computation بعد القضاء أو تقليل هذه الانحرافات Biases.

الحل الذي تم الحصول عليه في DD مع الغموض يمكن أن يوفر الدقة إلى المستوى السنتي متري The Centimeteric Level.



الوضع التفاضلي Differential position

هناك زيادة فائدة Increase Interest في تحديد المواقع التفاضلية Differential Positioning بسبب المزايا العديدة للاتصالات اللاسلكية Wireless Communications والشبكات Networks.

معظم الأخطاء التي تؤثر على GNSS هي شائعة Common وهي بين المستقبِلات التي تراقب أو ترصد نفس المجموعة من الاقمار الصناعية .
وبالتالي فانه عن طريق إجراء قياس تفاضلي بين مستقبلين أو أكثر ، فإن معظمها أخطاء يمكن إلغاؤها.

Thus, by making differential measurement between two or more receivers, most of these errors could be cancelled.

المفهوم الأساسي للوضع التفاضلي The Basic Concept Of Differential Position هو حساب تصحيح الموقع أو النطاق

Calculation Of Position Correction Or Range Correction

في المستقبِل المرجعي At The Reference Receiver ثم إرسال هذا التصحيح إلى المستقبل الآخر عبر وصلة راديوية Via Radio Link.

بهذه الطريقة يتم إلغاء معظم الأخطاء This Way Most Of Errors Are Cancelled انظر الشكل التالي ، التصحيح المنقول The Transmitted Correction يمكن أن يكون من عدة أنواع Could Be Of Several Types :

الموقف أو تصحيح النطاق الزائفة The Position Or Pseudo Range Correction

تصحيح الناقل المدى الزائف السلس The Carrier Smoothed Pseudo Range Correction

تصحيح مرحلة الناقل Carrier Phase Correction

يمكن كتابة النموذج الرياضي لـ DGNSS كما هو مبين أدناه:

The mathematical model of DGNSS could be written as shown below

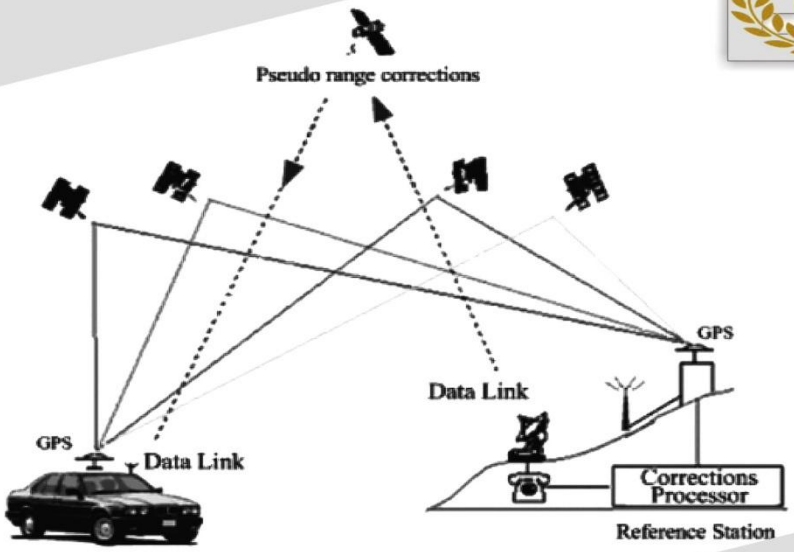
حيث تم استخدام اثنين من أجهزة الاستقبال بتثبيت جهاز الاستقبال A في محطة مرجعية معروفة Installed At Known Reference Station و B هو جهاز استقبال روفر / متحرك.

حيث يتم تحديد النطاق الزائف في A بواسطة :

$$R_A^1(t_0) = \rho_A^1(t_0) + \Delta\rho_A^1(t_0) + c\delta^1(t_0) - c\delta_A(t_0) \qquad (16)$$

$$PRC^1(t_0) = -R_A^1(t_0) + \rho_A^1(t_0) = -\Delta\rho_A^1(t_0) - c\delta^1(t_0) + c\delta_A(t_0) \qquad (17)$$

WWW.EUNPS.COM



التصحيح التفاضلي

Differential correction

التصحيح التفاضلي

يجب أن نضيف تصحيح معدل المدى للفترة العشوائية (t).

We have to add the range rate correction for an arbitrary epoch (t).

$$PRC^1(t) = PRC^1(t_0) + RRC^1(t_0)(t - t_0) \qquad (18)$$

حيث $(t - t_0)$ يسمى زمن الانتقال بسبب وقت الإرسال Latency Due To Transmission Time بين المرجعية وجهاز الاستقبال روفر .

ويمكن كتابة النطاق الزائف في المستقبل B على النحو التالي:

$$R_B^1(t) = \rho_B^1(t) + \Delta\rho_B^1(t) + c\delta^1(t) - c\delta_B(t) \qquad (19)$$

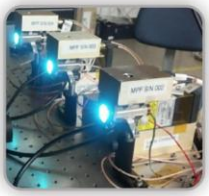
بإضافة نطاق زائف من محطة مرجعية Reference Station نحصل على:

$$\begin{aligned} R_B^1(t)_{corr} &= R_B^1(t) + PRC^1(t) \\ &= \rho_B^1(t) + (\Delta\rho_B^1(t) - \Delta\rho_A^1(t)) - (c\delta_B(t) - c\delta_A(t)) \end{aligned} \qquad (20)$$

$$R_B^1(t)_{corr} = \rho_B^1(t) - c\Delta\delta_{AB}(t) \qquad (21)$$

وكما نرى تم إلغاء Cancelled الخطأ المداري Orbital Error وتم التخلص Eliminated من الخطأ على ساعة القمر Satellite Clock Error.

يمكننا أيضا نقل تصحيح المرحلة إلى جهاز الاستقبال Rover Receiver وفي هذه الحالة علينا إضافة شيء آخر غير معروف مثل الغموض Ambiguity N وذلك إلى المعادلات Equations .

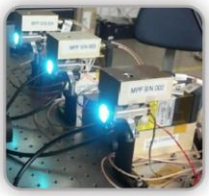


تصحيح نطاق المرحلة The Phase Range Correction بين المرجع Reference و جهاز الاستقبال Rover Receiver عند تطبيق نفس الإجراء أعلاه Above Procedure سيتم إعطائه بواسطة :

$$\lambda\phi_B^1(t)_{corr} = \rho_B^1(t) + \lambda\Delta N_{AB}^1 - c\Delta\delta_{AB}(t) \qquad (22)$$

يستخدم DGNSS مع تصحيح نطاق المرحلة لمعظم دقة الوقت الحقيقي Real-Time Kinematics (RTK).
ولكن يجب حل الغموض أو إصلاحه Resolved Or Fixed باستخدام تقنيات The Fly (OTF) Techniques

تقنية قياس المرحلة تكون بالدقة التي يتم الحصول عليها عند مستوى السنتيمتر.
تصميم أو نمذجة الأيونوسفير والتروبوسفير سوف يزيل أو يقلل من الأخطاء في DGNSS.
هذه الطريقة تعطي مزيد من الاحتمالات للحصول على دقة عالية High Accuracy في تحديد المواقع باستخدام جهاز استقبال واحد.



التباين التفاضلي في منطقة واسعة

Wide Area Differential GNSS (WADGNSS)

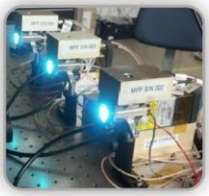
WADGNSS هو مخطط Scheme يسمح للمستخدم بانجاز المواقع التفاضلية Perform Differential والحصول على موضع موثوق به وبدقة عالية في الوقت الحقيقي Real Time على منطقة كبيرة A Sizeable Region .

يتكون WADGNSS من محطة تحكم رئيسية Master Control Station وعدد من محطات المراقبة المحلية أو العالمية And Number Of Local Or Global Monitor Stations ووصلة الاتصال Communication Link .

تجمع محطات المراقبة Monitor Stations البيانات من القمر The Monitor Stations Gather The Data From GNSS Satellite ثم ترسلها إلى محطة التحكم الرئيسية.

ويقدر التحكم الرئيسي The Master Control Estimates للبارمترات الأيونوسفيرية Ionosphere Parameter وبارمترات التروبوسفير Troposphere Parameters وأخطاء الساعة Clock Errors بحيث يتم إرسال جميع هذه التصحيحات Corrections إلى المستخدم عبر الإنترنت Via The Internet أو الاتصالات اللاسلكية Wireless Communications أو الاتصالات عبر الأقمار الصناعية Satellite Communications .

واعتمادًا على Depending On توزيع محطات المراقبة المرجعية Reference Monitor Stations ودقة نمذجة الأخطاء Accuracy Of Error Modeling وقدرات الاتصال Communication Capabilities يمكن أن تكون دقة مستقبلات Rover Receiver في حدود 1 - 3 أمتار.



يمكن تحقيق دقة متوسطة من خلال الحصول على تصحيح المرحلة Phase Correction وتثبيت الغموض Ambiguity Fixing مثل RTK والمحطة المرجعية الافتراضية Virtual Reference Station (VRS).

حيث تم تطوير البرامج بالفعل لإرسال تصحيحات GNSS إلى المستخدم للحصول على دقة أعلى.

كما ذكرنا أعلاه ، فإن إرسال تصحيح المرحلة مع نماذج الخطأ من أجل تحديد الغموض سوف يعطي دقة مركزية لجهاز الاستقبال المتنقل Centmetric Precision For The Rover Receiver .

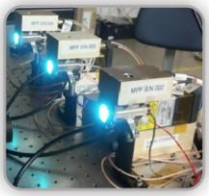
لقد أتاحت لنا الاتصالات اللاسلكية والإنترنت إمكانات جديدة لتحديد المواقع في الوقت الفعلي للحصول على دقة قياسية باستخدام جهاز استقبال واحد .
يمكن كتابة النموذج الرياضي لـ WADGNSS عن طريق إضافة جميع الأخطاء التي تؤثر على إشارات القمر الصناعي:

$$\lambda\phi_A^1(t_0) = \rho_A^1(t_0) + \Delta\rho_A^1(t_0) + \lambda N_A^1 + c\delta^1(t_0) - c\delta_A(t_0) - I_A + T_A \qquad (23)$$

أكثر برامج نظام التعزيز القمري Satellite-Based Augmentation System (SBAS) المستخدمة في WADGNSS هي :

WAAS, EGNOS and MSAS

GNSS: U.S. (WAAS), E. U. (EGNOS), and the Japanese (MSAS).



نظام زيادة المساحة الواسعة (WAAS)

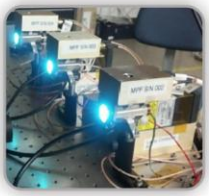
Wide Area Augmentation System (WAAS)

GNSS: U.S. (WAAS), E. U. (EGNOS), and the Japanese (MSAS).

نظام زيادة المساحة الواسعة (WAAS) هو تعزيز جديد لنظام تحديد المواقع العالمي التابع لوزارة الدفاع الأمريكية (DoD) المصمم لتعزيز سلامة ودقة قدرة GPS الأساسية.
يستخدم نظام WAAS الاقمار الأرضية الثابتة Geo-Stationary Satellites لاستقبال البيانات المقاسة من العديد من المحطات الأرضية Many Ground Stations ويرسل المعلومات إلى مستخدمي نظام تحديد المواقع GPS لتصحيح المواقع .

وبما أن اقمار WAAS هي من النوع الجغرافي الثابت Geo-Stationary Type فإن تردد دوبلر Doppler Frequency الناجم عن حركتها صغير للغاية Very Small .
وبالتالي يمكن استخدام الإشارة المرسلة Signal Transmitted بواسطة نظام WAAS لمعايرة Calibrate تردد العينات في مستقبل GPS Receiver.

تردد إشارة The WAAS Signal Frequency عند 1575.42 ميجاهيرتز ستجعل خدمات WAAS متاحة في كل من L1 و L5.



خدمة تغطية الملاحة الأوروبية الثابتة بشأن الأرض

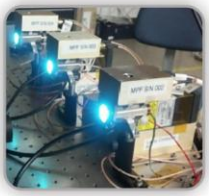
GNSS-1: EGNOS

GNSS: U.S. (WAAS), E. U. (EGNOS), and the Japanese (MSAS).

تقوم وكالة الفضاء الأوروبية European Space Agency (ESA) بتطوير خدمة تغطية الملاحة الأوروبية الثابتة بشأن الأرض The European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) من أجل سلامة الملاحة الجوية Safety of Air Navigation (Eurocontrol).

سوف يكمل EGNOS أنظمة GNSS فهو يتكون من ثلاثة أجهزة مرسلة/ مستجيبة Transponders مركبة في اقمار مستقرة Geostationary Satellites بالنسبة للأرض وشبكة أرضية Ground Network من 34 محطة لتحديد المواقع Positioning Stations وأربعة مراكز للتحكم Control Centers جميعها مترابطة Interconnected.

قامت إذاعة WAAS ببث التصويبات التفاضلية لمستخدمي GNSS من خلال الأقمار الصناعية الثابتة في المنطقة الأوروبية وخارجها European Region And Beyond



نظام التعزيز القمري الياباني (MSAS)

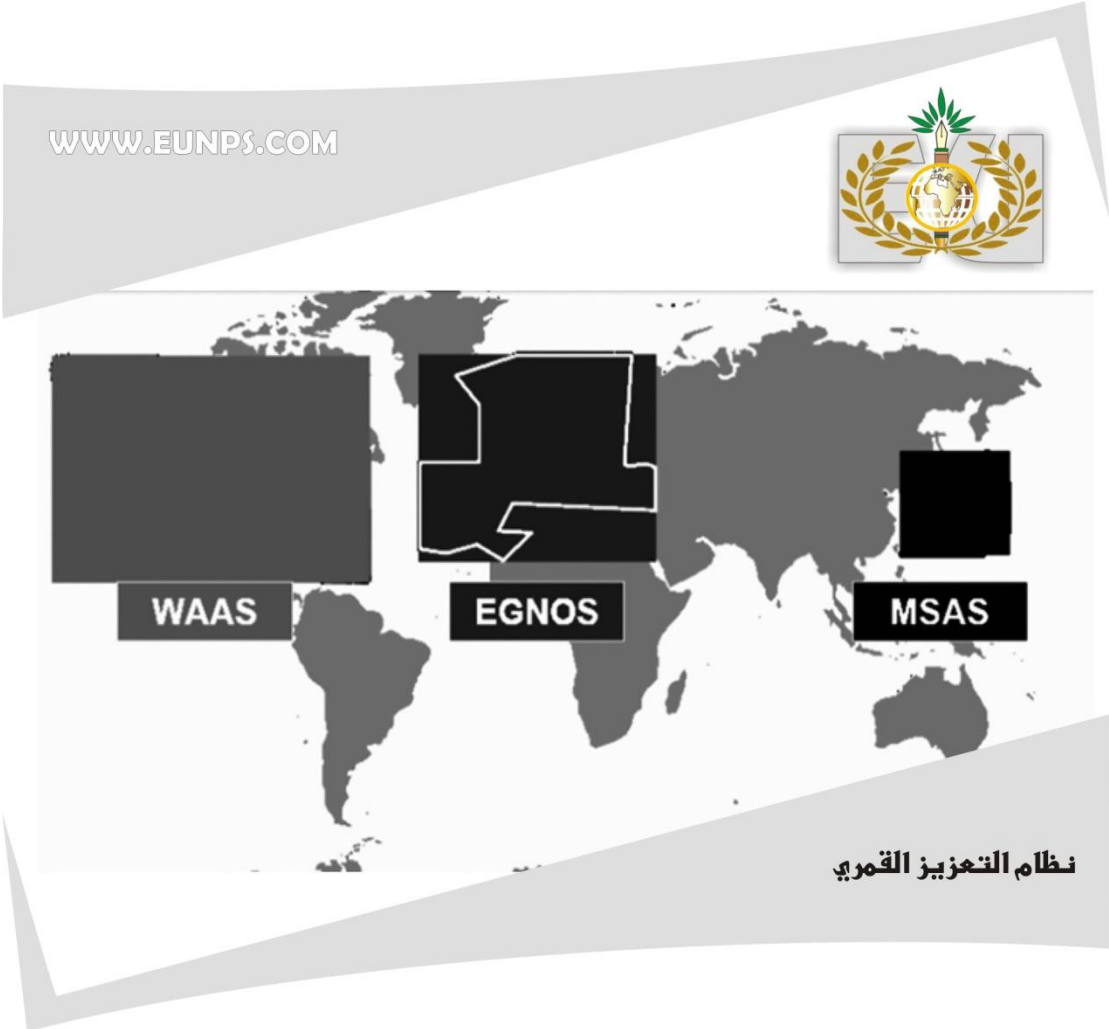
the Japanese MTSAT Satellite-Based Augmentation System

GNSS: U.S. (WAAS), E. U. (EGNOS), and the Japanese (MSAS).

وهو مشابه لنظام WAAS و EGNOS ، فنظام التعزيز القمري الياباني

the Japanese MTSAT Satellite-Based Augmentation System (MSAS)

يستخدم لإرسال التصحيح التفاضلي لمستخدمي Differential Correction النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) حسب الشكل التالي :



print of Global Deferential corrections services of GNSS: U.S. (WAAS), E. U. (EGNOS), and the Japanese (MSAS).

الانظمة اللاسلكية وتطبيقات GNSS

WIRELESS SYSTEMS AND GNSS APPLICATIONS

توفر أنظمة الاتصالات والشبكات اللاسلكية خطًا جديدًا لتطبيقات GNSS عن طريق إرسال تصحيحات المواضع المختلفة لمستخدمي GNSS.

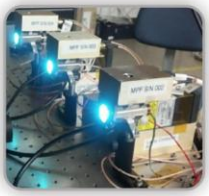
وقد أجبرت التطبيقات الأخرى Other Applications Forced النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) على الاندماج Integrated مع الاتصالات اللاسلكية Wireless Communications مثل شبكات المحمول اللاسلكية من الجيل الثالث (G3) وما بعده Third Generation (3G) Wireless Mobile لشبكات RTK وVRS.

كما تم دمج تطبيقات أخرى مع نظم المعلومات الجغرافية GIS والاتصالات اللاسلكية مثل تطبيقات LBS (لمكالمات الطوارئ و AVL).

ومن ناحية أخرى يُستخدم النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) في شبكات الاتصالات الرقمية Digital Communication Networks للوفاء بمتطلبات تزامن التوقيت الدقيق Precision Timing Synchronization ومعلومات الموقع Position Information .

توفر دقة التوقيت المتزايدة التحسينات الشاملة Overall Improvements في أداء النظام من حيث الجودة والكفاءة. تستخدم البنية التحتية للاتصالات إشارة النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) كجزء لا يتجزأ من النظام الأساسي.

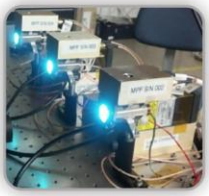
As an integral and basic part of the system.



يمكن للنظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) من تحسين قدرة شبكات الاتصال على الاتصال ، خاصة بالنسبة إلى الجيل الثالث من نظام UMTS وما بعده باستخدام تقنيات النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة

Code Division Multiple Access (CDMA) techniques.

زمن التزامن الدقيق A Precise Time Synchronization من المحطات القاعدية المختلفة (هوائيات UMTS) يمكن أن تزيد بشكل ملحوظ من قدرة حركة المرور على النظام.



التوقيت والمزامنة

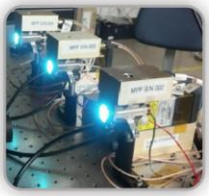
Timing and Synchronization

إن خاصية خدمة الاتصالات الجيدة هي أن تكون مستمرة وأن نقل المعلومات (رزمة الإرسال) Transmission Packet يجب أن يكون معدل الخطأ فيها منخفض وكذلك الضوضاء.

يمكن تحقيق الأداء باستخدام التوقيت الدقيق وآليات المزامنة الفعالة وغالبًا ما تستخدم تقنية GNSS لهذا الغرض لأن GNSS chip (في الواقع رقاقة GPS) ، لديها تكلفة منخفضة ويمكن الحصول على معلومات توقيت بسهولة من قمر صناعي واحد مع خصائص استقرار عالية.

جميع الساعات المثبتة في نقطة التقاء الشبكات اللاسلكية يجب أن تتطابق أو أو تتبع معيار التزامن Synchronization Standard الذي وضعه المعهد الأمريكي الوطني للمعايير The American National Standards Institute (ANSI) وذلك لانجاز مصدر مرجعي أساسي Primary Reference Source مثل 1×10^{-11}.

رقاقة GNSS غير مكلفة نسبيا The GNSS chip is relatively inexpensive ويمكن للتداخل أو التشويش الطبيعي Naturally Interference Or Jamming لإشارة النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) أن يؤثر على تزامن التوقيت في شبكة الاتصالات ، مما يؤدي بالتالي إلى تدهور خدمات الاتصالات Degrades Telecommunications Services



GNSS والشبكة اللاسلكية

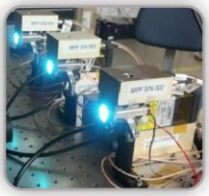
GNSS and Wireless Network

هناك أنواع عديدة من الشبكات اللاسلكية والشبكات الخلوية Cellular Networks والشبكات اللاسلكية المحلية Wireless Local Area Networks (WLAN) وشبكات لاسلكية متعددة القفزات Multi-Hop Wireless Networks لتوفير خدمات الإنترنت وأنظمة التحكم .

لا تستخدم تكنولوجيا GNSS على نطاق واسع في الشبكات اللاسلكية لتحديد موقع المعلومات لأن معظم البروتوكولات والخوارزميات Protocols And Algorithms في الشبكات اللاسلكية لا تستخدم معلومات الموقع في عملها. على الرغم من أنه مفيد للغاية للعديد من التطبيقات مثل توفير خدمات الإنترنت لمستخدمي الهاتف المحمول (السيارات والقطارات وغيرها) .

تُستخدم خوارزمية التوجيه الجغرافي Geographical Routing Algorithm (GRA) بشكل عام في الشبكات اللاسلكية من أجل وجهة الحزم Packet Destination بين نقط الالتقاء Nodes دون معرفة جيدة بطوبولوجيا الشبكة Network Topology

باستخدام GNSS لتحديد مكان معلومات الموقع Location Information وتزامن الوقت على تحسين مسارات الحزم إلى الوجهة بين نقطة الالتقاء في الشبكة اللاسلكية المخصصة وزيادة كفاءة الخدمات عن طريق اختيار أقرب نقط الالتقاء Nodes (أقصر مسار Shortest Path).



شبكة RTK

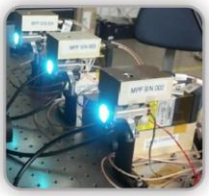
RTK Network

يتشابه مفهوم شبكة RTK مع WADGNSS لكن المحطات المرجعية موزعة بشكل عام على منطقة إقليمية ويكون مركز التحكم في الشبكة مسؤولاً عن نقل تصحيح قياس المرحلة لمستخدم GNSS (مستقبل روفر rover receiver).

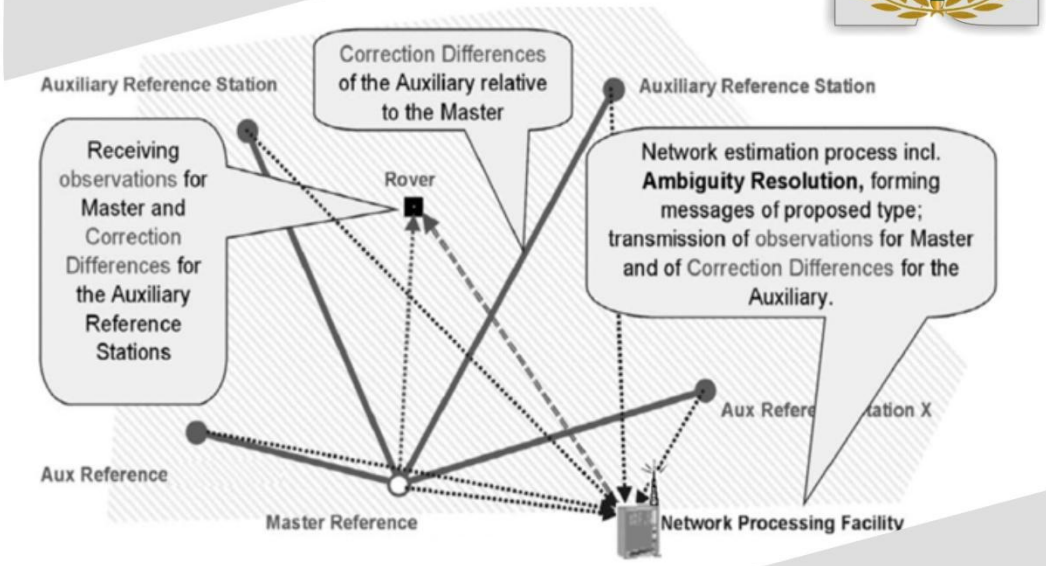
تستخدم الشبكات اللاسلكية المتنقلة (GSM و GPRS و EDGE و CDMA2000 و UMTS) بشكل عام في هذا النوع من التطبيقات بسبب الحاجة إلى الاتصال على الوجهين حيث يجب أن يرسل جهاز الاستقبال في البداية الموقع التقريبي لمركز معالجة الشبكة Network Processing Center.

يحسب مركز معالجة الشبكة عمليات رصد VRS ويرسلها إلى المستخدم انظر الشكل التالي و يستخدم هذا المخطط عادة في العديد من الأنظمة في جميع أنحاء العالم بسبب مزاياه الاقتصادية والدقيقة.

عدد المحطات المرجعية في ممر واحد RTK هي 30 محطة في 10000 كم 2 ، ومع ذلك ، باستخدام شبكة RTK ، يمكن تخفيض المحطات المرجعية إلى 5 محطات في 10000 كيلومتر مربع.



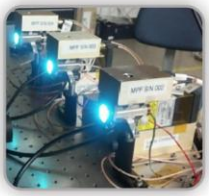
WWW.EUNPS.COM



شبكة RTK

RTK network

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



الخدمة المعتمدة على الموقع (LBS)

Location Based Service (LBS)

تقدم الخدمات القائمة على الموقع Location Based Services (LBSs) خدمات شخصية للمشترك بناءً على موقعهم الحالي Current Position .

تستخدم LBS الخدمة الدقيقة Employ Accurate في الوقت الفعلي Real-Time Positioning لتوصيل المستخدمين بالنقاط القريبة المرغوبه Nearby Points Of Interest وتنصح LBS المستخدمين بالاوضاع الحاليةCurrent Conditions مثل حركة المرور Traffic والطقس Weather أو توفر معلومات التوجيه والتتبع Provides Routing And Tracking Information كل ذلك عبر الأجهزة اللاسلكية All Via Wireless Devices .

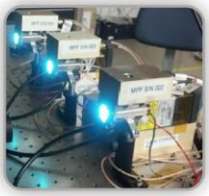
يتم تحديد موقع المتصل Location Of The Caller بشكل عام من خلال تقنيات تحديد المواقع المختلفة Various Position Determination Techniques .

وتشمل معرّف الخلية Cell-ID وفرق التوقيت المحسّن المرصود Enhanced Observed Time Difference (E-OTD) والفرق الزمني عند الوصول Observed Timed Difference Of Arrival (OTDOA) وتقنيات الشبكات الاسلكية العالمية للملاحة الفضائية والتقنيات الهجينة Wireless Assisted GNSS (A-GNSS) And Hybrid Technologies

(الجمع بين A-GNSS والتقنيات القياسية الأخرى).

(Combining A-GNSS with other standard technologies).

تتنامى تقنيات تحديد المواقع القائمة على استخدام شبكة GNSS أو البنية التحتية للشبكة الخلوية بسرعة في مجتمع الهاتف المحمول وهناك العديد من مشاريع LBS القائمة بالفعل على مزيج من الاتصالات اللاسلكية (على سبيل المثال GMTS) والملاحة عبر الأقمار الصناعية (GNSS) وأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS). وتستند بعض هذه المشاريع إلى معمارية العميل / الخادم المحمول Client / Server Architecture



يمكن تقسيم تطبيقات LBS واحتياجاتها إلى أربعة مجالات رئيسية:

The LBS applications and needs could be divided into four main areas:

1 - خدمات المعلومات والملاحة Information and navigation services :

توفر هذه الخدمات البيانات مباشرة للمستخدمين النهائيين End-Users ولا سيما الموقع المقصود Particular Destination Location ومعايير تحسين الرحلة Criteria For Trip Optimization.

2. المساعدة في حالات الطوارئ Emergency Assistance :

يوفر هذا النوع من الخدمات - موقع مستخدمي المحمول وذلك في حالة الاستغاثة والحاجة إلى المساعدة مثل : E-911 في الولايات المتحدة و E-112 في أوروبا.

GIS لها قدرات ضرورية في مثل هذه الخدمات.

3. خدمات التتبع Tracking services :

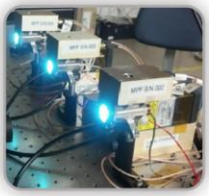
في نظام Genral و نظام AVL يتكون من مستقبل GNSS المتكامل مع وحدة GSM / GPRS المركبة على المركبة Mounted On The Vehicle ووصلة الاتصال بين المركبة والمرسل Link Between The Vehicle And The Dispatcher وبرنامج التتبع القائم على الحاسوب الشخصي لإرساله PC-Based Tracking Software For Dispatching حسب الشكل التالي

4. الخدمات ذات الصلة بالشبكة Network Related Services :

معرفة موقف المستخدم يحسن خدمات الاتصالات و يمكن تحقيق الموقع من خلال دمج مستقبل GNSS في الهاتف المحمول (Handheld Solution) أو باستخدام شبكة الاتصالات نفسها.

لا تقدم تقنيات LBS التي تعتمد على شبكات GSM و GPRS و WCDMA (الوصول المتعدد بتقسيم النطاق الواسع Wideband Code Division Multiple Access) وحدها درجة عالية من الدقة.

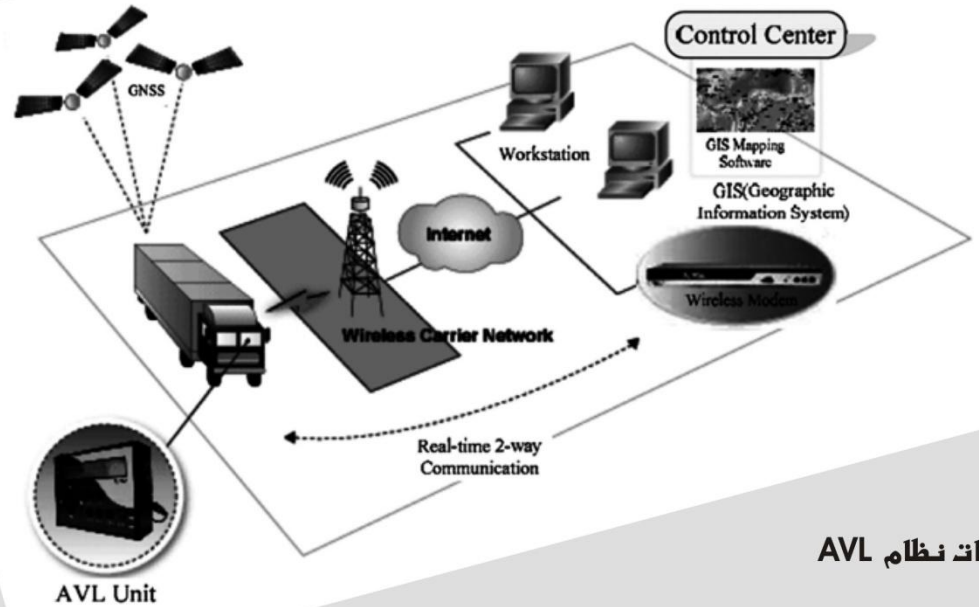
وعلاوة على ذلك فإن النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) وحده غير كاف للحفاظ على الموقع المستمر بسبب الصعوبات التي لا مفر منها والتي تسببها العقبات Obstacles.



فعندما يتم حجب أو فقدان إشارات النظام العالمي للملاحة الفضائية (GNSS) سيتم تقليل دقة تحديد الموقع إلى مستوى غير مقبول ومن ثم من الضروري تحسين دقة وموثوقية موقع GNSS.

يمكن تحسين دقة تحديد الموقع من خلال نظام GNSS التفاضلي (DGNSS) أو الحساب الميت Dead Reckoning (DR) أو نظام GNSS الداخلي أو دمج نظام GNSS مع المخططات المذكورة أعلاه مثل) Cell-ID تقنية الموقع المختلط Hybrid Location Technology

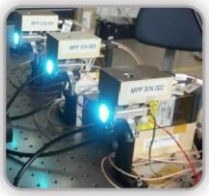
WWW.EUNPS.COM



مكونات نظام AVL

AVL system's components

مكونات نظام AVL



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

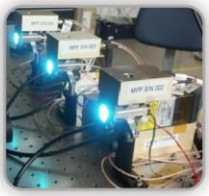
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

تقنيات تحديد موقع GNSS GNSS Positioning Techniques

المتمثلة في نوع النقطة المفردة لتحديد الموقع Single Point Positioning ونوع تحديد المواقع التفاضلية Differential Positioning

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الباب الثامن

الانترنت الفضائي Satellite Internet

الفصل الاول

تاريخ الانترنت عبر الأقمار الصناعية

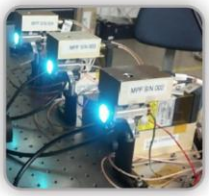
وأهم قمر فضائي للانترنت

الفصل الثاني

أجزاء نظام الاتصال عبر الأقمار الصناعية

الفصل الثالث

الباندويدث Bandwidth



الفصل الاول

تاريخ الانترنت عبر الأقمار الصناعية

وأهم قمر فضائي للانترنت

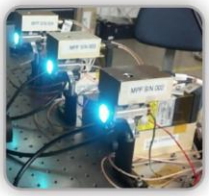
بدأ العمل على تطوير البنية التحتية اللازمة لتأمين الاتصال بالانترنت عبر الأقمار الصناعية مع اختراع الإنترنت Internet والشبكة العنكبوتية World Wide Web مدفوعة بتكامل تكنولوجيا الأقمار الصناعية المخصصة للاتصالات وخاصة مع إتاحة ترددات الحزمة Ka للاستخدام.

برزت شركة Teledesic التي أدارت مشروعا طموحا لوضع مئات من الأقمار الصناعية العاملة ضمن ترددات حزمة Ka في مدارات منخفضة لتأمين اتصال بالانترنت بسرعة تحميل تصل إلى 720 .Mbit/s ولكن تخلت الشركة عن طموحاتها في المشروع .

ولكن في 2003 أطلقت شركة Eutelsat أو قمر صناعي لتأمين الاتصال بالانترنت عبر الأقمار الصناعية للمشتركين تلى ذلك نمو في عدد مزودي الخدمة وأيضا تطور في سرعات تبادل البيانات وسعات الأقمار الصناعية نفسها وأيضا انخفاض في تكلفة الاستخدام .

أهم قمر فضائي للانترنت

هو القمر B21 Eutelsat واحد من الأقمار المملوكة لشركة Eutelsat الأوربية العملاقة ويوجد في الموقع المداري 21 درجة شرق خط طول جرينتش وموقعه الجغرافي فوق جمهورية الكونغو الديموقراطية وهذا الموقع يتيح له تغطية مساحة واسعة من قارات أوربا واسيا وأفريقيا ويعتبر هذا القمر هو العمود الفقري لخدمات الاتصالات و ونقل البيانات و خدمات الانترنت فائقة السرعة وخدمات الفيديو كونفرانس في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا



معلومات فنية

القمر من طراز Spacebus-4000C3 ويزن 5 أطنان و عمره الافتراضي 15 عام وقد تم إطلاقه في 2 يونيو عام 2012 بواسطة الصاروخ الفضائي الأوربي أريان 5 من قاعدة الإطلاق الأوربية المعروفة باسم كورو في مقاطعة جويانا الفرنسية علي الساحل الشمالي الشرقي لقارة أمريكا الجنوبية.

وهذا القمر مجهز بعدد 40 قناة قمرية "ناقل "جميعها تعمل في الحيز الترددي كيو باند Ku Band من خلال ثلاث حزم إشعاعية كالتالي:

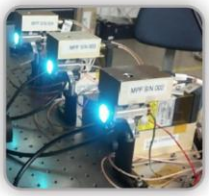
الحزمة العريضة Wide beam

تغطي هذه الحزمة مساحة شاسعة من قارة أوربا وغرب قارة أسيا وشمال قارة أفريقيا وشبه الجزيرة العربية ومنطقة الخليج العربي وتبلغ قوة هذه الحزمة 47 ديسبل وات ويمكن استقبالها بطبق لا يزيد قطره عن 70 سم في منطقة القلب الذي يشمل مصر و ليبيا والجزائر والمغرب وتونس والسعودية وتركيا وإيران والعراق وايطاليا وفرنسا وألمانيا وتنخفض قوة الحزمة إلي 38 ديسبل وات وتحتاج إلي طبق يتراوح قطرة مابين 115 إلي 145 سم لاستقبالها في الأطراف التي تشمل السودان وتشاد والنيجر ومالي والهند وروسيا والصين

الحزمة الشرقية Eastern beam

وتغطي هذه الحزمة المنطقة الممتدة من الحدود المصرية الليبية غربا إلي الحدود الهندية الصينية شرقا ومن المحيط القطبي شمالا إلي المحيط الهندي وبحر العرب جنوبا وتصل قوتها إلي 47 ديسبل وات في القلب وتنخفض إلي 38 ديسبل وات في الإطراف

وتقع مصر ومنطقة الخليج العربي وسوريا والعراق في قلب الحزمة بمعني انه يمكن استقبالها بطبق يتراوح قطرة مابين 55 إلي 65 سم .



الحزمة الغربية Western beam

وتغطي هذه الحزمة المنطقة الممتدة من الحدود المصرية الليبية شرقا إلي المحيط الأطلنطي وجزر الرأس الأخضر غربا ومن المحيط القطبي وجزر جيرينلاند شمالا جنوب الصحراء الأفريقية والكونغو وكوت ديفوار جنوبا وتتراوح قوة الحزمة ما بين 47 ديسبل وات في القلب إلي 38 ديسبل وات في الأطراف ويمكن استقبالها بأطباق يتراوح قطرها مابين 55 إلي 65 سم في ليبيا وتونس والجزائر والمغرب والسودان ومالي وتشاد والنيجر

بالإضافة للقنوات التلفزيونية يضم القمر أكثر من 33 قناة مخصصة لبث خدمات ألانترنت.

زاوية السَّمت Azimuth

السمت كلمة ذات أصل عربي وتعني القصد أو الطريق أو الاتجاه وكانت تشير إلى وجه السفن أو الأشخاص أثناء الترحال .

زاوية السَّمت تعني قياس زاوية تقع على امتداد خط الأفق بين جسم ما ونقطة مرجعية حيث تكون النقطة المرجعية عادةً على خط مستقيم (باختصار هي زاوية بين مستوي مرجعي ونقطة) وغالباً ما تقاس بالدرجة .

وتقاس الزاوية باتجاه عقارب الساعة وتعادل زاوية السمت لجسم يقع في الشرق مباشرة 90° وتهبُّ الرياح ذات الاتجاه 270° من الغرب ويمكن أن تقاس زاوية السمت أيضًا من نقطة الجنوب وفي هذه الحالة يقع الجسم الذي تعادل زاوية سمته 135° إلى الشمال الغربي ويمكن أن تكون النقطة المرجعية أكثر وضوحًا بإعطاء الاتجاه بشكل جنوب 135° غرب.

يستخدم السمت في العديد من العلوم التطبيقية مثل الملاحة و الفلك وعلم المساحة وفي سلاح المدفعية وفي نظرية الظلال فمثلاً يستخدم المساحون زاوية السمت للمساعدة في تحديد نقاط التخوم ويستخدمها الجنود لتوجيه نيران المدفعية ويستخدمها الفلكيون والملاحون لتحديد مواقع الأجسام في السماء حيث ينبغي عليهم أن يعرفوا الارتفاع لتحديد موقع نجمٍ أو جسمٍ آخر في السماء.

الفصل الثاني

أجزاء نظام الاتصال عبر الأقمار الصناعية

يعتمد الاتصال بالانترنت عبر الأقمار الصناعية بشكل عام على ثلاثة مكونات رئيسية وهي:

1- قمر صناعي في مدار مستقر (أي لا يتغير مكانه بالنسبة للأرض مع دوران الأرض بمعنى يدور مع الأرض بنفس السرعة الزاوية)

2- عدد من المحطات الفضائية الأرضية وتسمى أيضا البوابات Gateways تعمل البوابات كنقاط تربط الانترنت بالقمر الصناعي.

3- تجهيزات المستخدم أو المشترك

حيث تشمل تجهيزات مستخدم الانترنت عبر الأقمار الصناعية التجهيزات التالية :

1-التجهيزات الخارجية Outdoor Unit

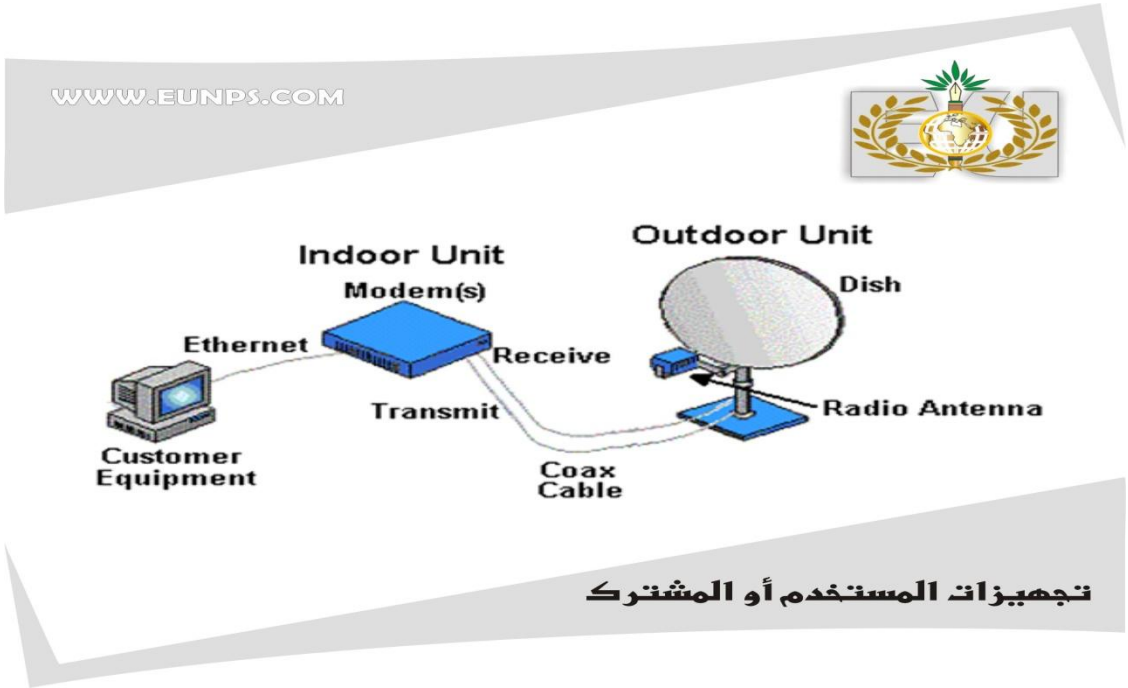
وهي الصحن اللاقط وجهاز ارسال/استقبال Transceiver

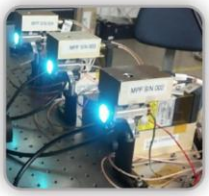
2-التجهيزات الداخلية Indoor Unit

وهي المودم Modem الذي يربط الحاسب بجهاز الارسال/استقبال Transceiver

3-الكابل المحوري Coaxial Cable

الذي يصل جهاز الارسال/استقبال Transceiver بجهاز المودم Modem





عند وصول القمر الصناعي إلى المدار يتعذر تطويره لذلك تقوم الشركات بشكل مستمر بإرسال أقمار صناعية بتقنية جديدة إلى المدارات واستبدال الأقمار القديمة والتي عادة تحترق وهي تهوي إلى الأرض مع انتهاء فترة خدمتها.
وهذا يجعل التكنولوجيا المستخدمة في الأقمار الصناعية متأخرة عن الاتصالات الأرضية وأيضا أكثر كلفة (بسبب تكاليف إطلاق الأقمار الصناعية إلى الفضاء).

على المستخدم اختيار العرض المناسب فمثلا خدمة البريد الالكتروني تحتاج سرعة تبادل معلومات منخفضة ولكن لتحميل الأفلام والاتصال المرئي عبر الانترنت يحتاج إلى سرعة تبادل معلومات عالي.

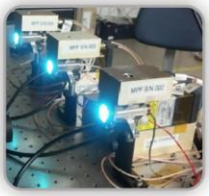
في ما يلي لائحة بعض مزودات خدمة الانترنت عبر الأقمار الصناعية التي يكثر استعمالها في منطقة الشرق الأوسط :

1-SES Broadband (سابقا Astra2Connect)

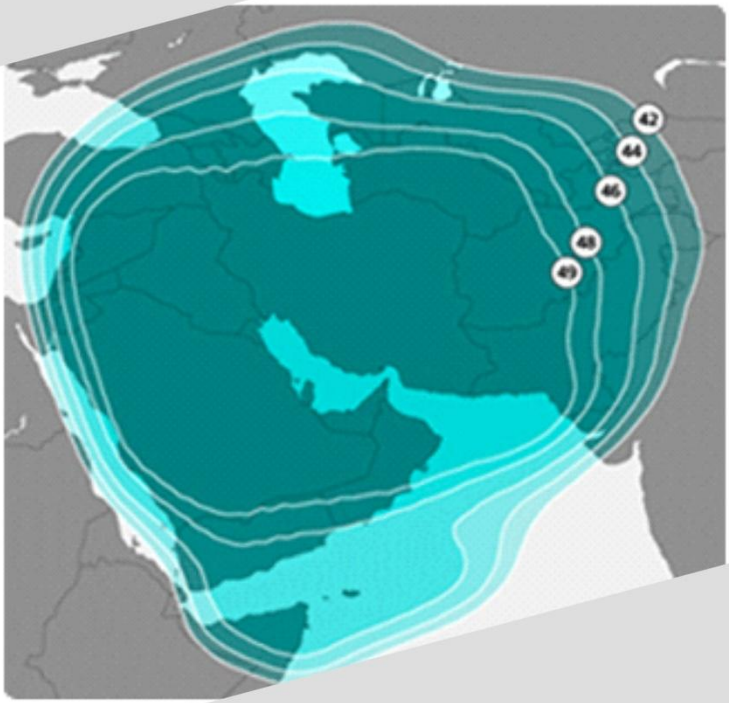
2-HughesNet

3-Eutelsat / TooWay

يبين الشكل التالي المنطقة الجغرافية التي تغطيها خدمة SEC للانترنت عبر الأقمار الصناعية:



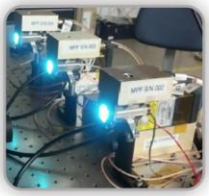
WWW.EUNPS.COM



تغطية SEC

في حال حدد الاشتراك حجم التحميل وتجاوزت البيانات التي حملها المشترك عبر الأقمار الصناعية الحجم المحدد تنخفض سرعة تحميل البيانات عادة إلى حد كبير بحيث تصبح غير عملية.

تقدم الشركات إمكانية شراء بطاقات لزيادة رصيد المشترك المالي على الانترنت وزيادة حد البيانات التي يمكن للمشترك تحميلها حيث يتم شراء هذه البطاقات عبر الشركات الوسيطة كما هو معروف .



إعداد تجهيزات الانترنت عبر الأقمار الصناعية للاستخدام

عادة يقوم أشخاص مدربون بتركيب تجهيزات الانترنت الفضائي أو بإعدادها لكن الحاجة تتطلب أحيانا أن يقوم المستخدم بإعداد التجهيزات بنفسه .

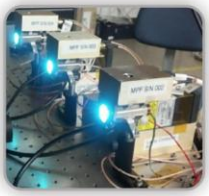
تأتي حزمة الانترنت الفضائي مع التجهيزات والقطع التالية:
الصحن اللاقط والذراع المعدنية التي تقوم بحمل جهاز الارسال/استقبال Transceiver و جهاز الإرسال/استقبالTransceiver

العملية الأهم في إعداد الانترنت الفضائي هي تحديد مكان الصحن اللاقط وتوجيه بالإتجاه المناسب بحيث يستطيع التخاطب مع القمر الصناعي المناسب في المدار. اسم القمر الصناعي يأتي مع الحزمة من هذه الأسماء. لتحديد الاتجاه الذي يجب توجيه الصحن اللاقط نحوه يجب تحديد خطي العرض والطول لموقع الصحن اللاقط.
باستخدام هاتين المعلومتين (اسم القمر الصناعي وخط الطول والعرض للصحن اللاقط) يمكن تحديد زاوية السمت (الزاوية بين جهة الصحن والشمال الجغرافي) وزاوية ميلان الصحن اللاقط بالنسبة لخط الأفق.

عادة يقوم بهذه المهمة شخص مدرب على هذه المهمة ويملك أدوات مناسبة وخاصة لهذه المهمة تقيس زاوية السمت وزاوية ميل الصحن اللاقط بالنسبة لخط الأفق ولكن بالإمكان إلى حد ما الاستعاضة عن هذه الأدوات الدقيقة ما بأدوات بسيطة وتطبيق على الهاتف الذكي.

المخاطر المرتبطة باستخدام الانترنت عبر الأقمار الصناعية

يجب التمييز هنا بين المخاطر المرتبطة باستخدام الانترنت بشكل عام والتي لا علاقة لها بطبيعة الاتصال بين المستخدم ومزود الخدمة وبين المخاطر المرتبطة باستخدام الاتصالات عبر الأقمار الصناعية للاتصال بمزود خدمة الانترنت بشكل خاص.



الخطر الأساسي المتعلق باستخدام الاتصالات بمزود الخدمة عبر الأقمار الصناعية هو اكتشاف وتحديد مكان جهاز الإرسال/استقبال.

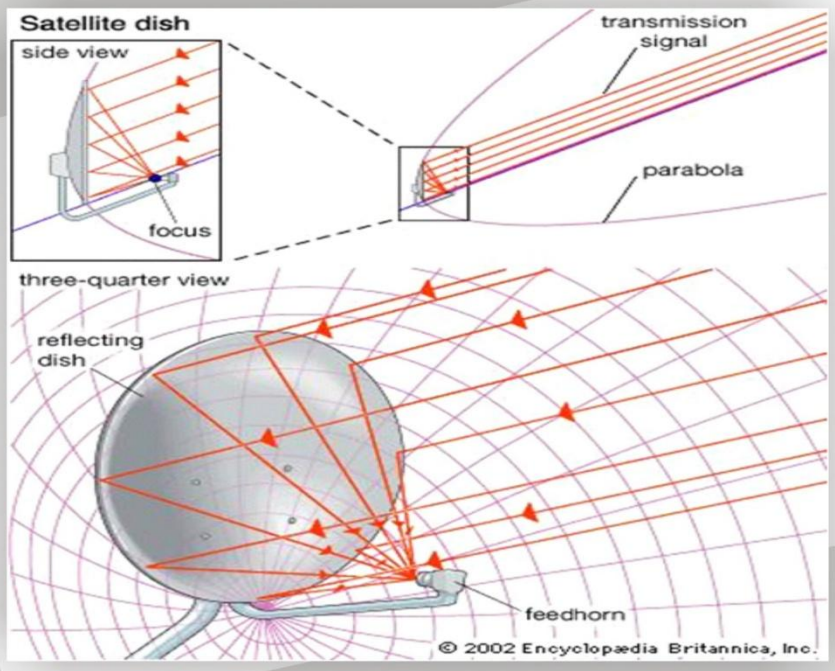
يعتمد الاتصال عبر الأقمار الصناعية على استقبال وارسال الإشارة الكهرومغناطيسية من وإلى القمر الصناعي الموجود في المدار ويتم ذلك عبر استخدام جهاز ارسال/استقبال بالإضافة لصحن لاقط.

تأتي الإشارة من القمر الصناعي باتجاه اللاقط الموجه نحو القمر الصناعي على شكل أمواج متوازية موضحة بالشكل. تنعكس هذه الأمواج على الصحن المقعر بشكل يركزها في مكان وجود جهاز الإرسال/استقبال. تركيز الإشارة يسمح بتقويتها بحيث يستطيع جهاز الاستقبال تحليلها ونقلها لجهاز المودم الذي يقوم بترجمتها ونقلها إلى الحاسب.

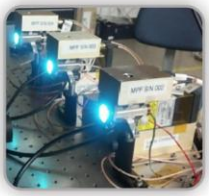
الإشارة المرسلة من الحاسب إلى جهاز المودم فجهاز الإرسال (ضمن جهاز الإرسال/استقبال) تخرج من جهاز الإرسال/استقبال باتجاه الصحن اللاقط الذي يعكسها نحو القمر الصناعي في المدار. أي بعكس عملية الاستقبال.

يمكن تشبيه الأمواج الكهرومغناطيسية بالضوء والصحن اللاقط بالمرآة المقعرة.

WWW.EUNPS.COM



الامواج الكهرومغناطيسية



بسبب عدم كمال جهاز الارسال وعدم كمال الصحن اللاقط يتبعثر جزء من الإشارة المرسلة في الفضاء المحيط بجهاز الارسال/استقبال. خاصة عند حواف الصحن اللاقط يمكن للخبراء باستخدام هوائيات وتجهيزات مناسبة تتبع مصدر هذه الإشارة المتبعثرة وتحديد موضعها حسب نوع التجهيزات المستخدمة للتتبع.

بالتالي استخدام الانترنت عبر الأقمار الصناعية قد يؤدي إلى كشف مكان جهاز الإرسال/استقبال وقد ينجم عن ذلك تبعات كثيرة. ولدينا من الأزمة السورية أمثلة كثيرة أدى فيها استخدام الانترنت عبر الأقمار الصناعية إلى الكثير من الضرر على مستخدمه أو من حولهم كاستهداف مصدر الاتصال بالقصف المدفعي أو بالطيران من قبل الجهات التي لا تريد للصحفيين أو للعاملين في مجال حقوق الانسان بنقل الوقائع أو المعلومات إلى العالم.

لذلك عند استخدام الانترنت عبر الأقمار الصناعية من الواجب أخذ هذه النقطة بعين الاعتبار واتخاذ تدابير مناسبة للتقليل من هذه الخطورة وذلك :

1- بتغيير الموقع الجغرافي للتجهيزات بشكل دائم .

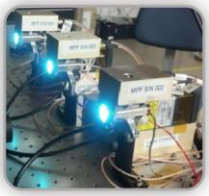
2- وضع الصحن اللاقط في مكان بعيد عن المدنيين في حال توقع استهدافه .

3- محاولة التقليل من الإشارة المتبعثره عبر استخدام مواد تمتص الإشارة المتبعثره أو تعكسها .

4- إطفاء الجهاز عند عدم استخدام الانترنت للحد من الوقت المتاح للآخرين لاكتشاف وجود الجهاز.

تقنية SAT-Fi

هي تقنية نقل الانترنت من القمر الصناعي الى المستقبل وتستخدم عادة في الطيران فالطائرات تزود الركاب بخدمة الانترنت بالاعتماد على هذه التقنية وجاري العمل على توفيرها لكل المستخدمين العاديين,



الفصل الثالث

الباندويدث Bandwidth

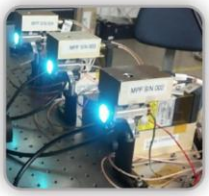
تقاس السعة لانترنت القمر الصناعي بكميات تسمى الباندويدث وبوحدة الكيلوبت في الثانية kbps والطاقة للوصلة الهابطة Downlink EIRP Power بوحدة dbw والطاقة للوصلة الصاعدة Uplink G/T بوحدة dbk وتباع السعة إلى مزودي خدمة الانترنت عبر الاقمار الصناعية وكل منهم يمتلك تيليبورت Teleport أو أكثر مع مجموعة متكاملة من اطباق محطات أرضية كبيرة.

الباندويدث يستخدم لقياس معدل نقل البيانات في الشبكات وأجهزة المودم وكذلك بين أجهزة الحاسوب الداخلية مثل معدل نقل البيانات بين المعالج والذاكرة الرئيسية وبين المعالج والقرص الصلب.

ويعرف أيضاً بأنه الطريق الذي تسري به البيانات في أي أتجاه أو وجهة كانت (أرسال أو استقبال) وهو محدود وكلما كان كبيراً كان أفضل ويلعب دور أساسي في زيادته أو نقصانه المكونات الفيزيائية للسلك الناقل للبيانات ويمكن أعطاء مثال على ماسبق من حياتنا اليومية كالطريق السريع كلما أتسع أكثر زاد عدد السيارات المارة به حيث تعتبر أسلاك الألياف الضوئية من أنسب وأفضل أسلاك نقل للبيانات بسبب عرض النطاق الكبير جداً الذي يمنحه.

إن تحويل الباندويدث إلى إنترنت عريض النطاق ذو نسبة ترميز معينة هي عملية معقدة وتعتمد على:

- أسلوب الترميز BPSK, QPSK, 8-QAM ,16-QAM
- "نسبة ترميز" تصحيح الخطأ الموجه 1/2, 3/4 , 7/8
- نوع تصحيح الخطأ الموجه FEC



يؤثر حجم الاطباق المستخدمة أيضاً في السعة المحققة فاستخدام طبق كبير يمكن أن يخفّض وبشكل كبير الكلفة لكل ميجا بت في الثانية.

يقوم المودم باستلام اشارات الاقمار عريضة المجال وتحويلها الى بيانات تستخدم في حاسوب المستخدم أو شبكته المحلية وتكون الأجرة الشهرية محددة ومرتبطة بالباندويدث وبالتحديد بسرعة الوصلة الهابطة Downlink والوصلة الصاعدة uplink بالإضافة إلى عنصر ثالث مهم وهو نسبة المشاركة Share Ratio

على سبيل المثال :

512 kbps down / 128kbps up shared 1:20 بسعر 150 دولار شهريا

وهذا اشتراك لمنظومة واحدة فقط حيث تكون الخدمة المقدمة مناسبة لعدد محدد من المستخدمين - أي عدد محدد من أجهزة الكمبيوتر - وهكذا...

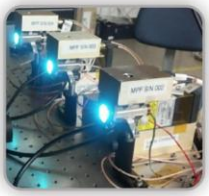
فعندما تقوم بتحميل ملف من الانترنت فقد تصل السرعة إلى 512 كيلو بت في الثانية للـ Package أو الحزمة - ووفق نسبة مشاركة 1:20 فإنك ستجد أن السرعة معظم الوقت ستكون أقل من ذلك بسبب استخدام المشتركين الآخرين معك في نفس الـ Package لسعاتهم في نفس الوقت ...

يكون في الباندويدث المشترك عادةً حصص شهرية لكل من الـ Upload وDownload تتعلق بـ Package ونسبة المشاركة وتقاس بالجيجا بايت لكل شهر ولكل زبون هذا ما يسمى بـ "سياسة الاستخدام العادل" أوFair Use Policy

أو تسمى أحيانا FAP: Fair Access Policy

وهي عملية معقدة للغاية فمثلاً قد يتم تحميل 250 ميجا بايت وتطبق بعد ذلك قيود على المنظومة لمدة معينة قد تكون 24 ساعة بحيث تنخفض السرعة إلى 32 كيلو بت في الثانية حيث ان مثل هذه القوانين تختلف بشكل كبير من مزود خدمة إلى آخر .

عندما يكون المطلوب الحصول على سرعة للوصلة الهابطة DownLink على الأقل 20 كيلو بت في الثانية لكل كمبيوتر في الشبكة المحلية على اعتبار أن الشبكة المحلية تتألف من 50 جهاز عند ذلك يتوجب الحصول على نسبة سرعة مخصصة Dedicated download rate



بمقدار 1 ميجا بت في الثانية,أما سرعة الوصلة الصاعدة Uplink فهي تعادل ثلث سرعة الوصلة الهابطة .

اذا كان الهدف من الحصول على الانترنت الفضائي استخدامه بشكل خاص في خدمات الصوت عبر الانترنت VoIP والتي تتطلب سرعة على الأقل بمقدار 16 كيلو بت في الثانية للاتجاهين طالما المكالمة الصوتية عبر الانترنت قائمة عندها فالحل الأمثل هو الاشتراك بالخدمة المخصصة Dedicated CIR : Dedicated Continuous Information Rate

ثمن الخدمة المخصصة أعلى بكثير من ثمن الخدمة المشتركة ولكنها مناسبة لكل من مقاهي الانترنت والشركات الكبيرة ومراكز الاتصالات بالإضافة إلى مزودي خدمة الانترنت.

الترددات العاملة لخدمة الانترنت الفضائي تقع في

مجال C band (4/6 GHz)

ومجال Ku band (11/14 GHz)

C band هي مناسبة للعمل في المناطق التي تكثر فيها الأمطار الغزيرة كالمناطق الإستوائية حيث أنها تستخدم الاستقطاب الدائري الذي يقاوم التداخل على خلاف الاستقطاب الخطي - أفقي أو عمودي - الاطباق المستخدمة عادة معها ذات أقطار 1.2 م و 2.4 م و 3.8 م .

Ku band شائعة الاستخدام مع اطباق تتراوح أقطارها بين 60 سم و 1.8 م.

أفضل مزودي الانترنت عبر الأقمار الصناعية في عام 2018 حول العالم :

Providers

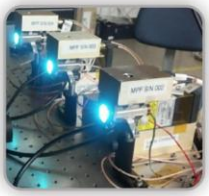
HughesNet

Exede

EarthLink

WildBlue

فازت شركة HughesNet بأفضل إنترنت متصل بالقمر الصناعي لعام 2018 نظرًا لأن تحديث خدمات الجيل الخامس (Gen5) التي استحدثتها من شأنه تحسين سرعات التنزيل وتوفرها.



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

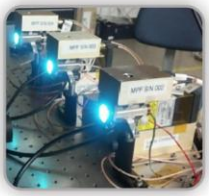
Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

الباندويدث Bandwidth وكيفية تحويله إلى إنترنت عريض النطاق ذو نسبة ترميز.

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل ..... فالمعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الباب التاسع

الهندسة الفضائية

Satellite Geometry

الفصل الاول

مكونات القمر الصناعي Satellite Components

الفصل الثاني

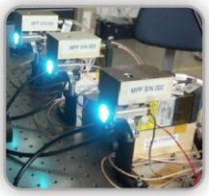
أركان المهمة الفضائية Elements of Space Mission

1- الاقمار الصناعية (أنواعها واستخداماتها).

2- صواريخ الاقمار(أنواعها وكيفية وصول الاقمار للمدار المطلوب) .

3- محطات المراقبة والرصد الأرضية Ground Station

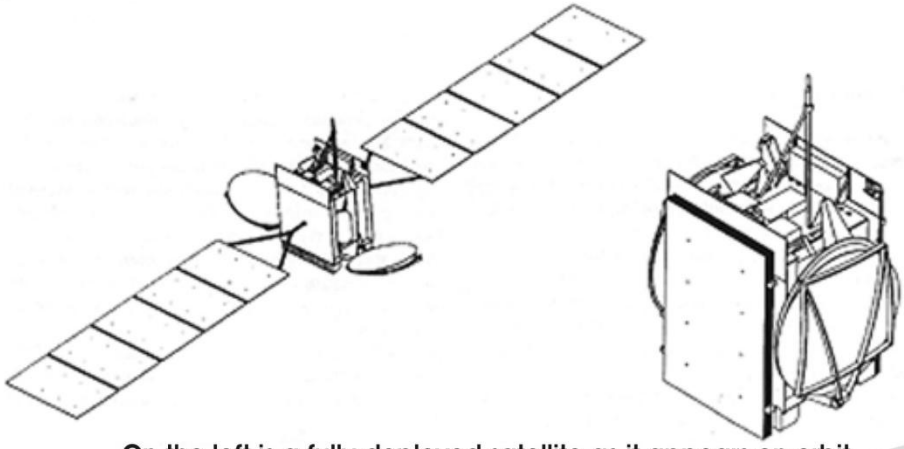
(أنواعها وكيفية استقبال المعلومات من الاقمار الصناعية).



الفصل الاول

مكونات القمر الصناعي Satellite Components

WWW.EUNPS.COM



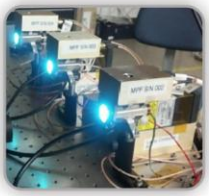
On the left is a fully-deployed satellite as it appears on orbit.
On the right is its stowed configuration for launch by an expendable booster rocket.

على اليسار – قمر صناعي منتشر بالكامل كما يظهر في المدار.

على اليمين – مكونات القمر محفوظة للإطلاق بصاروخ.

مكونات القمر الصناعي

يتكون القمر الصناعي من مجموعه الأجزاء والمعدات المختلفة التي يحتاجها لأداء المهام المكلف بها وهناك مكونات أساسية توجد في جميع الأقمار حيث تشترك جميعها في نفس المكونات الفنية والتصميمات الهندسية الأساسية.



ولتبسيط شرح مكونات القمر الصناعي فقد تم تقسمه الى مكونين اساسيين هما :

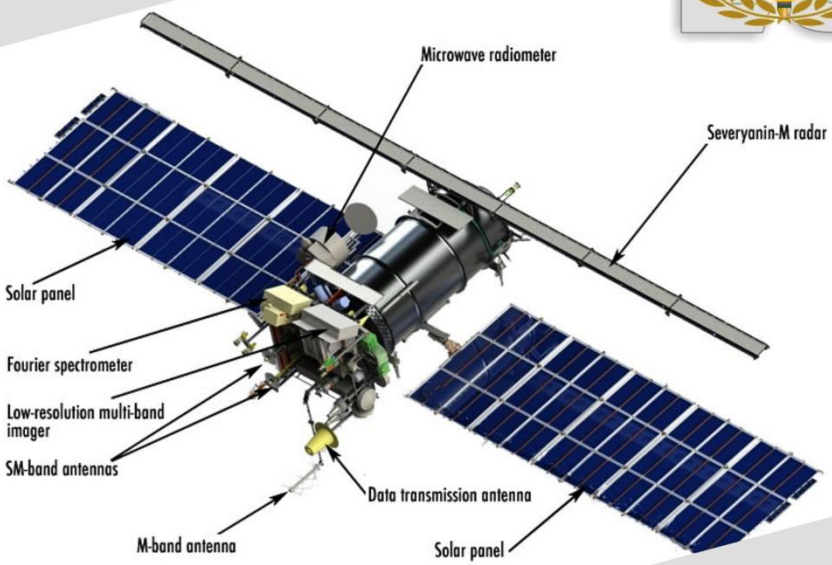
1- مكون الحمولة Payload Elements

ويقصد بها The Communications Payload حمولة الاتصالات

2- مكون الاطار (الهيكل) أو الجسم المعدني Bus Elements

ويقصد بها The Spacecraft Bus المركبة الفضائية

WWW.EUNPS.COM

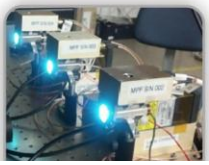


The communications payload

أولاً مكون الحمولة Payload Elements

The payload is the business-end of the satellite, consisting of:

- **Repeater (microwave receivers, RF multiplexers, power amplifiers, channel processing and switching). Contained within the repeater are the transponders,**



- **Antennas (reflectors, feeds, feed networks, support structure and pointing mechanisms). The antennas create "footprint" coverage but require the repeater to receive and transmit the actual signals from and to the ground.**

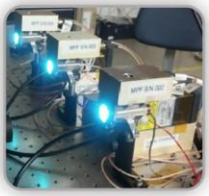
وهي جميع المعدات التي يحتاجها القمر لإتمام مهمته

1- منظومة الطاقة الشمسية Solar Arrays (Power Control)

وهي عبارة عن أجنحة تمثل الخلايا الشمسية التي تمد القمر بالطاقة اللازمة لتشغيله فهي مصدر الاساسي بالإضافة إلى بطاريات لتخزين الطاقة وهي بطاريات احتياطية من الهيدروجين أو النيكل أو الكاديوم لتشغيل القمر في حالات الطوارئ او في حالات كسوف الشمس.

WWW.EUNPS.COM

Solar Arrays



تتكون منظومة الطاقة الشمسية Solar Arrays (Power Control)

1- من صفائح واسعة على شكل أجنحة تشكل بناء مكون من آلاف الخلايا الشمسية تقوم كل منها باستغلال الأشعة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة لعمل الأنظمة المختلفة في القمر عن طريق منظومة توليد الطاقة Power Systems والتي فيها تتصل جميع تلك الخلايا الشمسية مع بعضها البعض ومع تركيبات النظام للحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة لعمل الأجهزة مباشرة من جهة ولإعادة شحن البطاريات الكهربائية الخاصة بالقمر من جهة أخرى .

2- البطارية Battery

هي جزء من النظام الاحتياطي للطاقة حيث تقوم بتخزين القدرة الكهربائية التي تنتج من نظام الطاقة الشمسية وتستخدم لتغذية مختلف المعدات الالكترونية التي تعمل في القمر الصناعي .

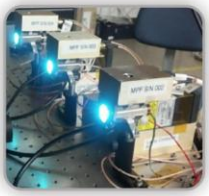
Power Control : 2 Solar panel arrays. 2800 Watts total. 6 NiH2 batteries (75 Amphr each). Power conditioning/regulation unit.

2- منظومة التحكم بالتوجيه Pointing Control (Attitude Control)

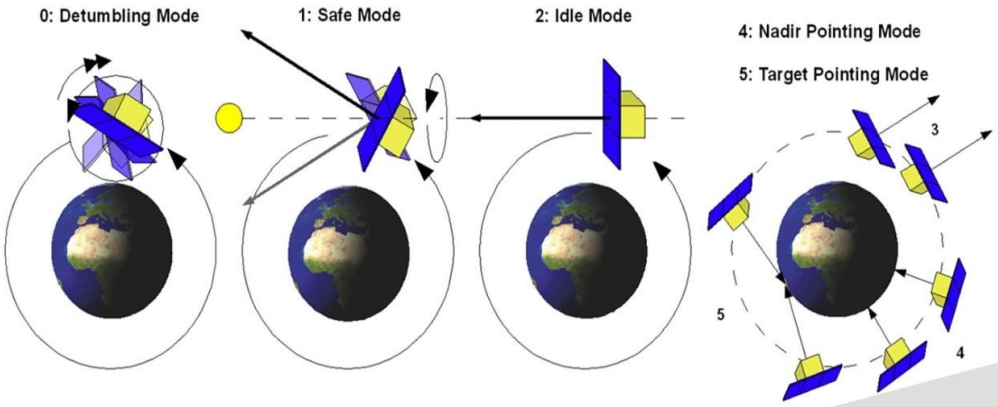
تقوم هذه المنظومة بالحفاظ على ثبات القمر الصناعي في وضعيته المطلوبة وضمان التوجيه السليم في الاتجاه المطلوب الصحيح للقمر الصناعي حيث يستخدم هذا النظام الحساسات التي تعتبر بمثابة العيون التي ترى الوضعية الحالية للقمر والية الدفع والتسيير Mechanism أو العجلات المولدة للعزم وذلك تبعا للتصميم الذي يعتمد على المهام المخصص لها عمل القمر الصناعي .

فالأقمار المخصصة للمراقبة العلمية (دراسة الكواكب والنجوم) تحتاج الى نظام قيادة (تسيير ودفع) دقيق جداً مقارنة بما تحتاجه أقمار الاتصالات ، باختصار منظومة التحكم بالتوجيه هي عبارة عن أجهزة إلكترونية للتحكم في الموقع المداري.

Attitude Control : Reaction wheel system. 4 wheels. RSU gyro's, 3 pairs for sensing gross motion. Star tracking for fine positioning.



WWW.EUNPS.COM



Pointing Control

3- منظومة الاتصالات Communications

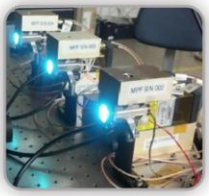
وهي عبارة عن أجهزة الارسال والاستقبال اللاسلكي مع الهوائيات اللازمة لاتصال القمر بمحطات التحكم الأرضية وبث الصور والبيانات إليها واستقبال الأوامر منها.

حيث تتميز أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني عن جميع الأقمار الصناعية الاخرى بالهوائيات العملاقة الموجودة فيها والتي تتيح لها نقل الصور والبيانات والاتصالات من مكان إلي آخر علي سطح الكرة الأرضية.

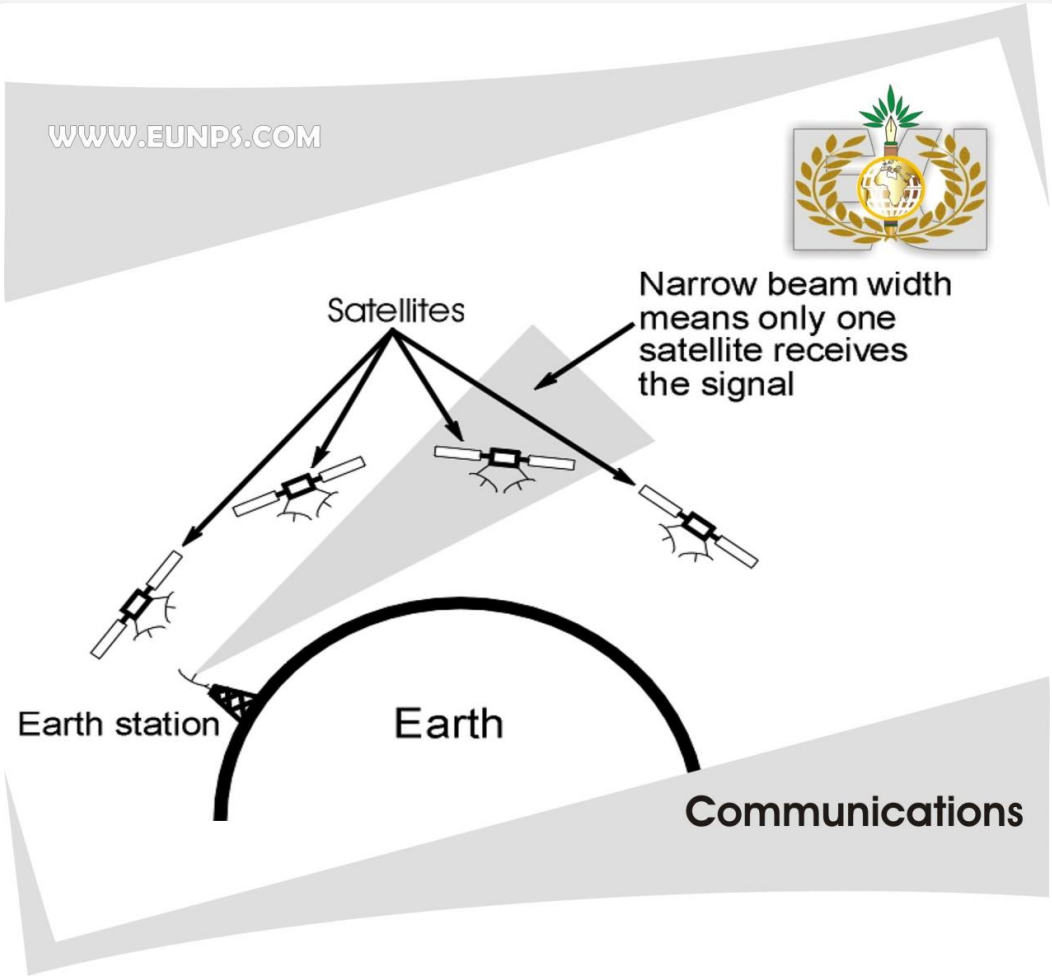
تحتوي منظومة الاتصالات في أقمار الاتصالات على الناقل والمستقبل والهوائيات المختلفة اللازمة لإتمام عمليات تبادل الرسائل والمعلومات بين القمر والمحطة الأرضية حيث يستخدم التحكم الأرضي هذه المنظومة لإرسال أوامر التشغيل والحركة الى الحاسب الملاح في القمر وبالعكس - تكفل هذه المنظومة نقل جميع البيانات التي يجمعها القمر الصناعي في مهمته الى المحطة الأرضية.

أقمار الاتصالات تحتاج الى عواكس هوائية ضخمة لإرسال الإشارات الهاتفية أو التلفزيونية.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



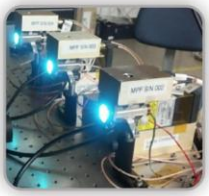
Communications : S-Band transmitters 800MHz (carrier) through two high gain antennas to the TDRSS (Tracking and Data Relay Satellite System)



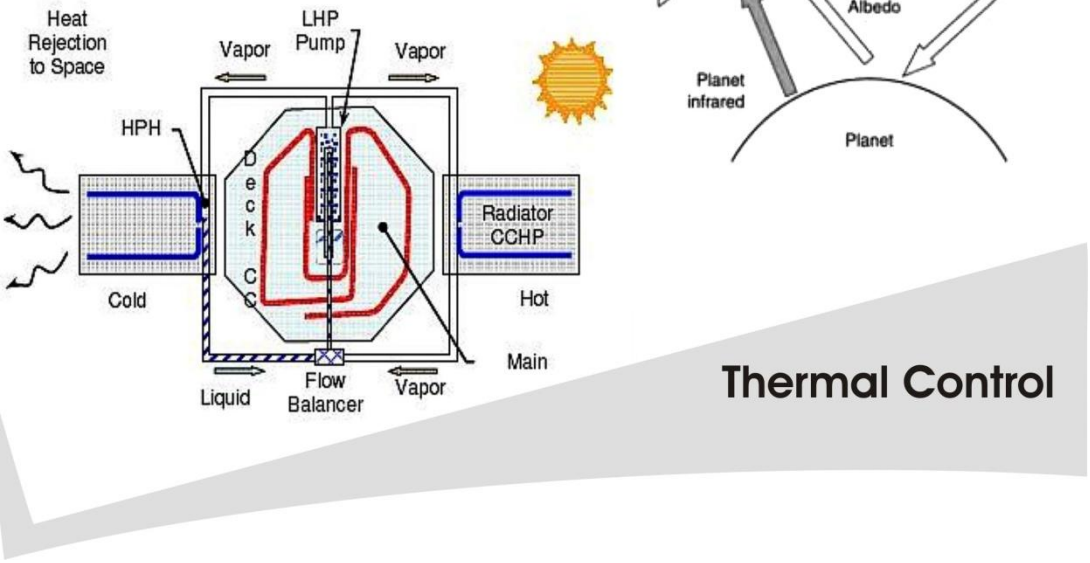
4- منظومة التحكم بالحرارة Thermal Control

تقوم هذه المنظومة بحماية القمر وحمولته المختلفة من بيئة الفضاء القاسية حيث يتعرض القمر خلال تواجده في مداره الى تقلبات حرارية شديدة تتراوح بين 120- تحت الصفر في الظل ، الى 180 درجة بوجود الأشعة الشمسية المباشرة.
وهذه التقلبات الحرارية تشكل إحدى أهم العوائق الطبيعية لعمل هذه الأقمار.
تستخدم منظومة التحكم الحراري في عملها وحدات التوزيع والعزل الحراري لحماية الأجهزة الالكترونية التي تعتبر أكثر المعدات حساسية للحرارة.

Thermal Control : Multilayer thermal blanket Stainless steel sheets with aluminised teflon coating. Radiator module.



WWW.EUNPS.COM



5- كاميرات رقمية Digital Cameras وتلسكوبات Telescopes

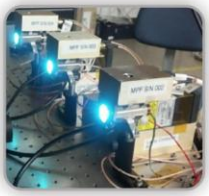
وهي دقيقة جدا خاصة في أقمار الطقس والتجسس وأقمار الأبحاث العلمية وتصل دقة هذه الكاميرات والتلسكوبات إلي تصوير سيارة متحركة علي الأرض بكل تفاصيلها.

ويمكن تقسيم تلك الاقمار الى :

-أقمار الطقس وهي تتضمن الكاميرات والتلسكوبات التي تعطي صوراً توفر معلومات عن بنية الغيوم.

-أقمار الإستشعار عن بعد وبها كاميرات رقمية دقيقة وحساسات تصوير دقيقة للحصول على صور واضحة عن سطح الارض ومكوناتها المختلفة.

-أقمار البحث العلمي و بها التلسكوبات وحساسات الصورة لتسجيل المشاهد للنجوم والكواكب التي تتم دراستها .



WWW.EUNPS.COM

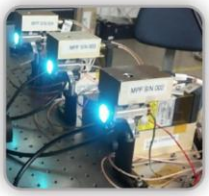
Digital Cameras & Telescopes

6- أنظمة التحكم Systems Control في النواقل والمستقبلات Transmitter/Receiver

وهي جزء من منظومة الاتصالات الاحتياطية ، تعمل عندما يحتاج القمر الى إرسال صورة الى الأرض حيث يقوم الناقل بتحويل بيانات الصورة الي إشارة كهرومغناطيسية يمكن إرسالها الى الأرض.

و تعمل عندما يقوم المهندسون بإرسال أوامر الى القمر ليقوم بعمل ما(تبعا لنوع مهمات القمر) فيقوم المستقبل في القمر بالتقاط الإشارة واستقبالها وتحويلها الى رسالة (لغة) يفهمها الحاسب الملاح داخل القمر الصناعي .

Systems Control : Centralised processing unit and solid state storage unit for processing attitude and camera pictures.

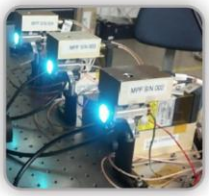


WWW.EUNPS.COM

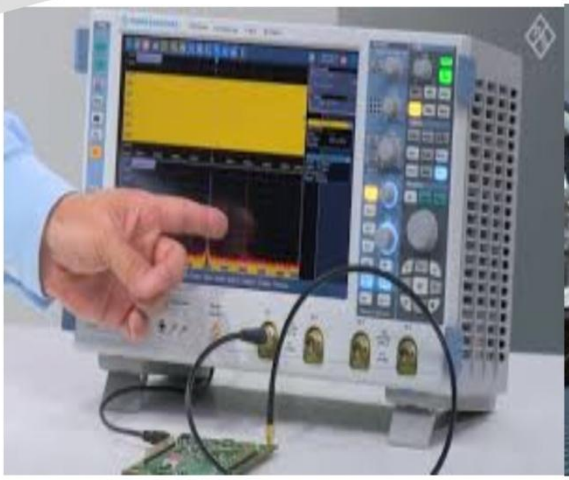
Transmitter/Receiver

7- أجهزة تضخيم الإشارة الملتقطة Amplifiers of captured signal

وهي أجهزة تعمل على تضخيم الإشارة الملتقطة إلى عشرات الالاف ملايين المرات من اجل إعادة إرسالها مرة ثانية إلى المحطات الأرضية ورغم أن القمر الصناعي يلتقط عدد كبير من الترددات المختلفة فانه لا يحدث تداخل في ما بينها ، بسبب استخدام الموجات الميكروية Microwave والتي لا تتأثر بالطبقات المتأنية في الغلاف الجوي التي تعكس الإشارات الاخري.



WWW.EUNPS.COM

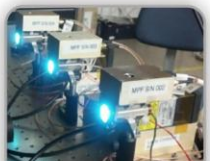


Amplifiers of captured signal

ثانياً مكون الاطار (الهيكل) أو الجسم المعدني Bus Elements

The bus contains the support vehicle and control subsystems that allow the payload to perform its mission as a microwave repeater in space. Within the bus we find:

- **Tracking, telemetry, command and ranging (TTC&R) to provide a remote control and housekeeping link to the satellite operator.**
- **Solar panels to provide all of the prime power.**
- **Batteries to operate the satellite when it is hidden from the sun by the earth or moon (called eclipse, happening for up to 70 minutes a day during equinox season).**
- **Reaction control system (propulsion) to be used to correct the orbit.**



- **Attitude and spacecraft control processing to assure that the antennas are pointed at the ground.**
- **Thermal control to maintain the electronics and other components within a safe temperature range over the life of the satellite.**
- **Structure to hold everything together and protect the subsystems during launch and after deployment on orbit.**

All of these subsystems are important because they must work properly throughout the satellite's lifetime. Problems in these areas can reduce satellite performance and even threaten its ability to operate.

وفيه توجد كل مكونات القمر الصناعي السابقة أو لصيقة به (وعاء خارجي يحمل اسم BUS) وهو الغلاف الخارجي للقمر الصناعي أو الهيكل الأساسي له .

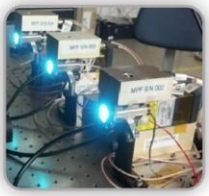
اذا الهيكل هو الجزء المخصص من القمر لاستيعاب الحمولة ونقلها الى المدار المطلوب حيث يقوم هذا الجزء بحفظ أجزاء القمر مع بعضها البعض ويؤمن القدرة الكهربائية وحسابات العمل والدفع والتسيير الى الفضاء بالإضافة الى ذلك يمتلك الجزء معدات الاتصال مع المحطة الارضية الخاصة بها.

عند تفكيك القمر الصناعي عموماً نجده عبارة عن جهاز أو عدة أجهزة مجموعة في بنية آلية فائقة التعقيد فجميع أنواع الأقمار تمتلك العديد من الأنظمة العاملة معاً بتزامن وتناغم محكم بحيث تشكل نظاماً متكاملاً فالهيكل Bus Structure يقوم بضمان نقل وسلامة موجودات وحمولة القمر وهو جزء هام وأساسي من منظومة القمر الصناعي حيث يقوم بناء هذا الهيكل على الدقة العالية في الهندسة والتصميم فمواد هذا الهيكل تجمع مابين المتانة العالية والوزن النوعي المنخفض حيث تقوم المعركة الهندسية بين القدرة على حمل الأوزان وتحمل الإجهاد الذي يتعرض له القمر خلال رحلته من جهة وتقليل استهلاك الطاقة من خلال تقليل الوزن قدر الامكان وذلك لتأمين أكبر زمن وقدرة كافية لحركة القمر خلال أداء مهمته في المدار الخاص به.

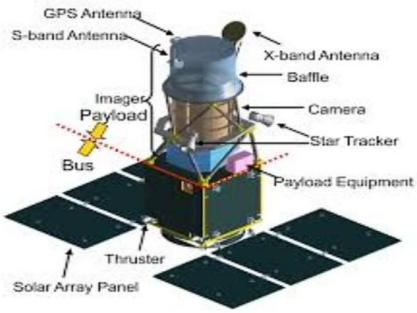
حيث تعتبر المواد التالية :

الألمنيوم (خفة الوزن) والتيتانيوم (قساوة ومتانة عاليتين) والجرافيت (صلادة) هي أكثر المواد استخداما في الصناعة الإنشائية لهيكل القمر الصناعي .

Structure : Hollow ring/framework structure (graphite epoxy) with protective outer skin (various materials).



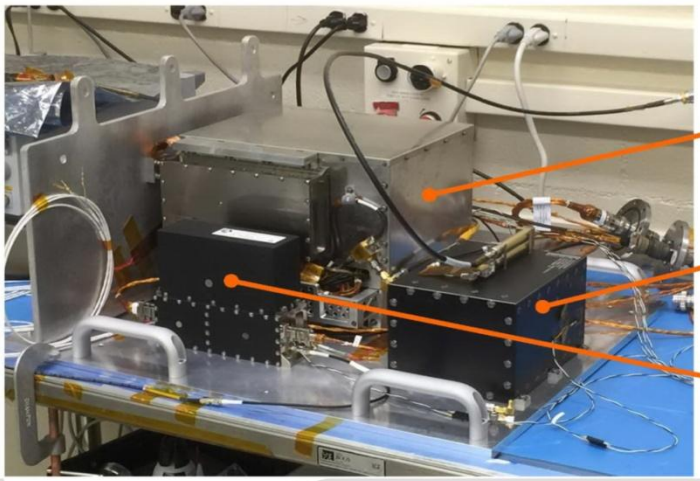
WWW.EUNPS.COM



Bus

WWW.EUNPS.COM

Payload Integration & Test on Flight Hardware



DSAC Demo Unit (DU)
Atomic Resonator (JPL)
V: 285 x 265 x 228 mm
M: 16 kg, Physics Pkg – 5.7 kg
P: 45 W, Physics Pkg – 24 W

GPS Receiver
Validation System (JPL-Moog)

Ultra-Stable Oscillator (USO)
Local Oscillator (FEI)

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

الفصل الثاني

أركان المهمة الفضائية Elements of Space Mission

تنقسم المهمة الفضائية إلى ثلاثة أركان رئيسية هي :

1- الاقمار الصناعية (أنواعها واستخداماتها).

2- صواريخ الاقمار(أنواعها وكيفية وصول الاقمار للمدار المطلوب) .

3- محطات المراقبة والرصد الأرضية Ground Station

(أنواعها وكيفية استقبال المعلومات من الاقمار الصناعية).

أولاً الاقمار الصناعية (أنواعها واستخداماتها)

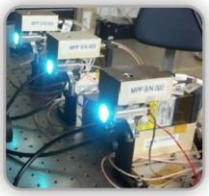
Types and uses of satellites

تختلف الأقمار الاصطناعية من ناحية الشكل والحجم طبقا لأغراض الاستخدام كما انها تطورت وأصبحت متعددة الاستخدامات وتصنيفها التالي لا يمنع من دخولها في اختصاصات بعضها البعض :

1- أقمار الأرصاد الجوية Meteorological Satellites

يتم إطلاق هذه الأقمار للتنبؤ بالأرصاد الجوية ومن أشهر الأقمار التي تم إطلاقها TIROS,COSMOS AND GOES وتحتوي هذه الأقمار على كاميرات متخصصة في التقاط الصور وإرسالها للمحطات الأرضية تمهيدا لإعادة لبثها عبر الأقمار الفضائية إلى مختلف دول العالم .

والأقمار الصناعية الحديثة منها تتميز بقدرة تبين ما بين 10 سنتيمترات إلى حوالي متر واحد وقد حدث لها تطورات هامة في تكنولوجيا تحليل الصور الملتقطة بحيث أصبح من الممكن تكوين صورة ثلاثية الأبعاد كما باستطاعة هذه الأقمار الرؤية عبر السحب وليلا .



2- أقمار المراقبة الأرضية او أقمار التصوير Earth observation satellites

تقوم هذه الأقمار بمراقبة كوكب الأرض وتكشف خبايا الزلازل والتضاريس الطبيعية التي تطرأ كل فترة زمنية ومن بينها سلسلة أقمار LANDSAT .

فهي ترصد كيف تنزلق الصخور في التصدعات داخل الأرض حيث مكنت العلماء من خلال البيانات و المعطيات الجديدة التي ترسلها الى تحليل حركات باطن الأرض التي تسبب الزلازل حيث كان العلماء يعتمدون سابقاً على قياس مجموعة من النقاط المنتشرة عبر المنطقة التي ضربها الزلزال وتأتي المعطيات الجديدة حول حركة الصخور من التقاط تلك الاقمار لترددات إشارات رادار تشمل حزاما طويلا على الأرض والتي ادت الى التنبؤ بالوقت والأماكن التي يمكن أن تقع فيها الهزات الأرضية .

لقد مكنت المراقبة بواسطة أقمار المراقبة الأرضية من تحصيل تفاصيل غير مسبوقة عن التصدع الذي يقع في باطن الأرض وتتضمن تلك التفاصيل أول دليل على أن التصدعات تسير نحو الخلف وليس إلى الأمام كما كان الاعتقاد سائدا من قبل وهذا ادى الى الإلمام بشكل أفضل بالمراحل المؤدية إلى حصول الزلزال وكيفية تطور الزلزال .

أقمار المراقبة الأرضية وفرت الحصول على أول دليل على أن التصدعات تسير إلى الخلف وأنه قبل وقوع الزلزال تتصادم التصدعات عن طريق الاحتكاك .

أن بيانات أقمار المراقبة الأرضية أظهرت أن التصدعات تنزلق إلى الخلف نتيجة تغيرات صغيرة نسبيا للضغط وهو أمر غير عادي وأن الصخور المحيطة بالتصدعات تكون أقل صلابة من الصخور الملتصقة بها .

3- أقمار الاتصالات Communications Satellites

أولاً أقمار الاتصالات الغير فعالة Passive Satellites :

أول قمر صناعي للاتصالات كان القمر Echo 1 الذي اطلق عام 1960 وثاني قمر للاتصالات هو القمر Echo 2 الذي اطلق في عام 1964 وكان كل قمر عبارة عن بالون كبير بقطر 32 متر مغطى برقائق الالمنيوم ويدوران حول الارض بارتفاع 1610 كم وكانا مثل اي كرة زجاجية او فولاذية يعطيان زاوية انعكاس واسعة للمناظر حولهما ويعيدان عكس الاشارة الموجهة اليهما من الارض ولكن بقوة اخفض .

وصنف هذان القمران من النوع غير الفعال Passive لأنهما لم يحتويان على اي دوائر الكترونية فهما عبارة عن عاكس للإشارات الالكترونية الصادرة من المحطات الارضية .

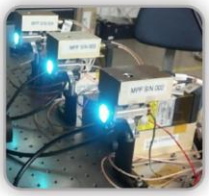
ثانياً أقمار الاتصالات الفعالة Active Satellites :

أقمار الاتصالات الفعالة عبارة عن محطات تقوية فضائية تقوم باستقبال اشارة من محطات ارضية معينة وتكبرها ثم تعيد ارسالها لمحطات أرضية اخري ومنها الى المستخدم .. وهذه هي الفكرة الاساسية للاتصالات الحديثة.

ومن امثلتها الاقمار Telstar & Intelsat حيث تحتوي هذه الأقمار على المئات بل الآلاف من الترددات اللاسلكية المستخدمة في استقبال الترددات وتضخيمها وتحميلها على ترددات أخرى ومن ثم إعادة إرسالها مرة ثانية للمحطات الأرضية التي تبثها عبر الأثير ليستقبلها الملايين من الناس .

يوجد أكثر من 230 قمر اتصالات فعال موجودة في مدار ثابت حول الأرض والعدد في ازدياد شديد وهي تقع مباشرةً فوق خط الاستواء متباعدة فيما بينها نموذجياً درجتين أو 3 درجات وتدور هذه الأقمار حول الأرض بنفس سرعة واتجاه دوران الأرض لذلك فهي تبدو ثابتة في السماء بالنسبة لأي نقطة على الأرض لذلك يمكن استخدام فتحة ـ ثغرة ـ صغيرة جداً ثابتة و موجهة للاتصال بهذه الاقمار وهذا ما يسمى :

VSAT: Very Small Aperture Terminal



أكبر منطقة تغطية ممكنة يوفرها أي قمر اتصالات (حسب علمنا الآن) هي تقريباً ثلث مساحة الأرض على مدار بارتفاع 35726 كم فمثلاً قمر صناعي واحد موجود فوق خط الاستواء يمكنه أن يغطي من جنوب أفريقيا إلى جنوب أوروبا ومن الشرق الأوسط حتى المغرب العربي..ولمزيد من دقة التغطية يسانده مجموعة أو كوكبة من الاقمار.

تُستخدم اقمار الاتصالات أساسًا لنقل الموجات الراديوية من مكان واحد على الأرض إلى مكان آخر وتوجيه الإشارات التي تنطلق منها من محطة أرضية (طبق القمر الصناعي الأرضي) مما يضخمها بحيث يكون لديها ما يكفي من القوة للاستمرار (وتعديلها بطرق أخرى) ثم ارتدادهم إلى محطة أرضية أخرى في مكان آخر.

ويمكن لهذه الإشارات أن تحمل أي إشارات لاسلكية يمكن أن تحملها على الأرض من المكالمات الهاتفية وبيانات الإنترنت إلى البث الإذاعي والتلفزيوني.

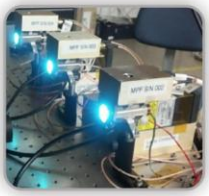
تتغلب اقمار الاتصالات بشكل أساسي على مشكلة إرسال الموجات الراديوية التي تصطدم في خطوط مستقيمة حول كوكبنا المائل .. أي إشارات عابرة للقارات كما أنها مفيدة للتواصل من وإلى المناطق النائية حيث لا يمكن الوصول إلى الاتصالات السلكية أو اللاسلكية العادية.

الاتصال مع خط أرضي تقليدي (هاتف سلكي) ، تحتاج إلى شبكة معقدة للغاية من الأسلاك والتبادل لصنع دائرة مادية كاملة على طول الطريق من المرسل إلى المتلقي .

أفضل أنظمة الأقمار الصناعية الحديثة للاتصالات هي INMARSAT و INTELSAT.

INMARSAT في الأصل كان نظامًا قمريا للسفن والطائرات والمسافرين الآخرين ولكنه الان يستخدم في العديد من الاستخدامات الأخرى.

INTELSAT عبارة عن شبكة دولية يمتلك ويدير عدة عشرات من الأقمار الصناعية للاتصالات التي توفر أشياء مثل البث الدولي والإنترنت الفضائي ذو النطاق العريض.



4- أقمار البث التلفزيوني الفضائي TV Satellites

وتعتمد على نفس نظرية أقمار الاتصالات التي تقوم باستقبال وإرسال الإشارات التلفزيونية من مكان لآخر .

فهي عبارة عن محطات تقوية فضائية تقوم باستقبال البث/الترددات من محطة ارضية وتعمل على تضخيمها وتحميلها على ترددات أخرى ومن ثم إعادة إرسالها مرة ثانية ليستقبلها الملايين من الناس عن طريق الاطباق اللاقطة ومستقبلاتها الالكترونية لتعرض على التلفزيون.

اتجهت منظمات الاتصال و شركات صناعة المحطات التلفزيونية و البريد الإلكتروني في العالم إلى تركيز إرسالها عبر أقمار محدودة ..

فعلى سبيل المثال لا الحصر يتم البث عبر الأقمار التالية:

في المنطقة العربية

Nile sat 101 , 102 - Arab sat 2.3 A

في أوربا

Hot Bird 1-2-3-4-5 - Astra

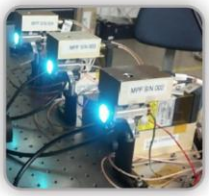
دائماً عند إطلاق قمر جديد يتم وضعه في نفس مكان أو بجانب القمر السابق ليغطي نفس منطقة البث وهذا ما حدث أو سيحدث للأقمار أعلاه .

الوصلات الصاعدة والهابطة UPLINKS AND DOWNLINKS

إذا كان المطلوب إرسال بث تلفزيوني من أحد جوانب الأرض إلى الجانب الآخر فهناك ثلاث مراحل :

أولاً هناك الوصلة الصاعدة حيث يتم بث البيانات إلى القمر الصناعي من محطة أرضية على الأرض.

ثانياً يقوم القمر بمعالجة البيانات باستخدام عدد من أجهزة الإرسال والاستقبال على متن القمر (مستقبلات الراديو ومكبرات الصوت وأجهزة الإرسال) التي تعزز الإشارات الواردة وتغير ترددها بحيث لا يتم خلط الإشارات الواردة مع الإشارات الصادرة حيث تستخدم



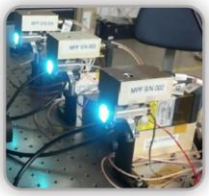
مرسلات ومستجيبات مختلفة في نفس القمر للتعامل مع محطات تلفزيونية مختلفة محمولة على ترددات مختلفة.

ثالثًاً الوصلة الهابطة حيث يتم إرسال البيانات إلى محطة أرضية أخرى في مكان آخر على الأرض.

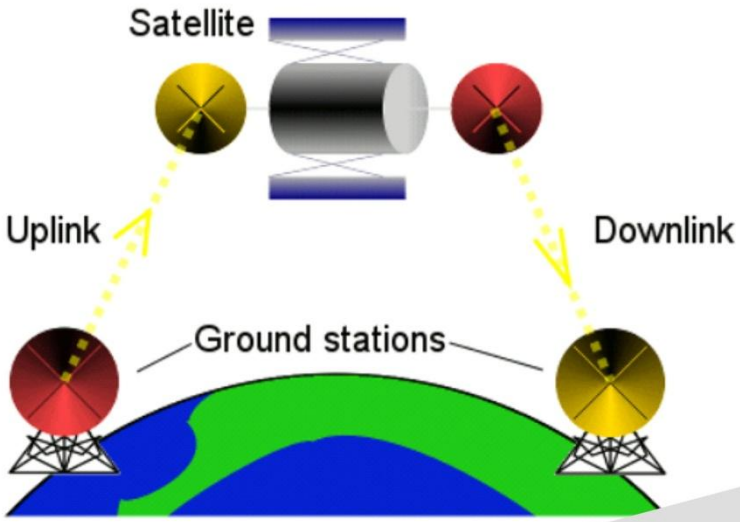
على الرغم من أنه عادة ما يكون هناك رابط واحد فقط فقد يكون هناك الملايين من الوصلات الهابطة .

Uplinks And Downlinks

If you want to send something like a TV broadcast from one side of Earth to the other, there are three stages involved. First, there's the uplink, where data is beamed up to the satellite from a ground station on Earth. Next, the satellite processes the data using a number of onboard transponders (radio receivers, amplifiers, and transmitters). These boost the incoming signals and change their frequency, so incoming signals don't get confused with outgoing ones. Different transponders in the same satellite are used to handle different TV stations carried on different frequencies. Finally, there's the downlink, where data is sent back down to another ground station elsewhere on Earth. Although there's usually just a single uplink, there may be millions of downlinks, for example, if many people are receiving the same satellite TV signal at once. While a communications satellite might relay a signal between one sender and receiver (fired up into space and back down again, with one uplink and one downlink), satellite broadcasts typically involve one or more uplinks (for one or more TV channels) and multiple downlinks (to ground stations or individual satellite TV subscribers).



WWW.EUNPS.COM



Uplinks and downlinks

5- الأقمار العلمية Scientific Satellites

وتقوم بالعديد من المهام العلمية المتخصصة مثل تتبع المتغيرات الكونية وحركة الكواكب ومن أشهر تلك الأقمار Hubble Space Telescope التلسكوب الفلكي .

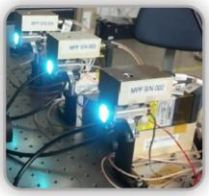
6- الأقمار الملاحية Navigational Satellites

وتستخدم في أغراض الإرشاد الملاحي للطائرات والسفن البحرية وتحديد المواقع في الاساس وحالياً اصبحت متكاملة تقريباً لكافة الاغراض والاستخدامات وهي:

أقمار تحديد المواقع العالمي الامريكي Global Positioning System (GPS)

أقمار الملاحة الفضائية الاوروبية Galileo

أقمار الملاحة الفضائية المداريه العالمية الروسية GLONASS



7- أقمار الإنقاذ Rescue Satellites

تستخدم لاستقبال وإرسال إشارات الإنقاذ في حالات الطوارئ والكوارث البيئية والطبيعية .

8- الأقمار العسكرية Military Satellites

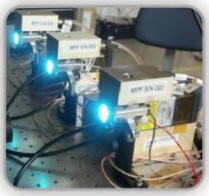
تعمل هذه الأقمار دائما تحت مظلة من السرية والغموض حيث تستخدم في أغراض عسكرية مختلفة ومن بينها :

فك شفرة الإشارات اللاسلكية المرسلة بين القوات العسكرية ومراقبة الاستخدامات والاختراقات النووية ومراقبة التحركات العسكرية للأعداء (؟) و الإنذار المبكر لقاذفات الصواريخ والتنصت على الإشارات اللاسلكية ومتابعة الرادارات الأرضية و التقاط صور للأهداف الحيوية .

وتسمى الاقمار العسكرية باسم أقمار الاستطلاع الإلكتروني لأنها تعمل على اعتراض ملايين الاتصالات التليفونية ورسائل الفاكس والبريد الإلكتروني يوميا من العالم أجمع ومع أن الشبكة تسيطر عليها الولايات المتحدة الأمريكية فإن الدول الناطقة بالإنجليزية بريطانيا وكندا وأستراليا ونيوزيلندا تشترك معها فيها بالإضافة لوجود الاوروبيون والروس على الخط .

وأشهر شبكات الاستطلاع الالكتروني عبر الاقمار الصناعية شبكة "إيتشالون" حيث قامت الدول المشاركة في الشبكة بإنشاء محطات أرضية للاعتراض الإلكتروني وبإنشاء أقمار صناعية لالتقاط جميع الاتصالات للأقمار الصناعية والموجات الصغرى والاتصالات الخلوية واتصالات الألياف الضوئية حيث تقوم الشبكة بتفنيد الإشارات المعترضة في كمبيوترات ضخمة تسمى (بالقواميس) والمبرمجة على البحث في كل اتصال عن كلمات أو عبارات أو عناوين أو حتى أصوات معينة ومستهدفة حيث ان كل دولة من الدول المشاركة في الشبكة مسئولة عن مراقبة جزء معين من الكرة الأرضية .

وتسمى الاقمار العسكرية باسم آخر وهو أقمار الإنذار المبكر لأنها تكتشف إطلاق الصواريخ من أراضي العدو (؟) بغرض تتبعها وإسقاطها قبل الوصول للهدف ولأنها تعمل على اكتشاف الانفجارات النووية من أجل متابعة التجارب النووية للدول المختلفة .



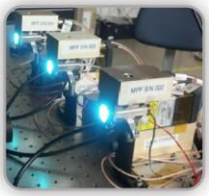
WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

أقمار الاتصالات Communications Satellites وطريقة عملها

وأقمار البث التلفزيوني الفضائي TV Satellites ونظام الوصلات الصاعدة والهابطة Uplinks And Downlinks

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من المعلومات السابقة وبقية المعلومات اللاحقة في الكتاب التي ستكون عوناً مفيداً للطالب .

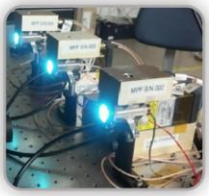


ثانياً صواريخ الاقمار(أنواعها وكيفية وصول الاقمار للمدار المطلوب) .

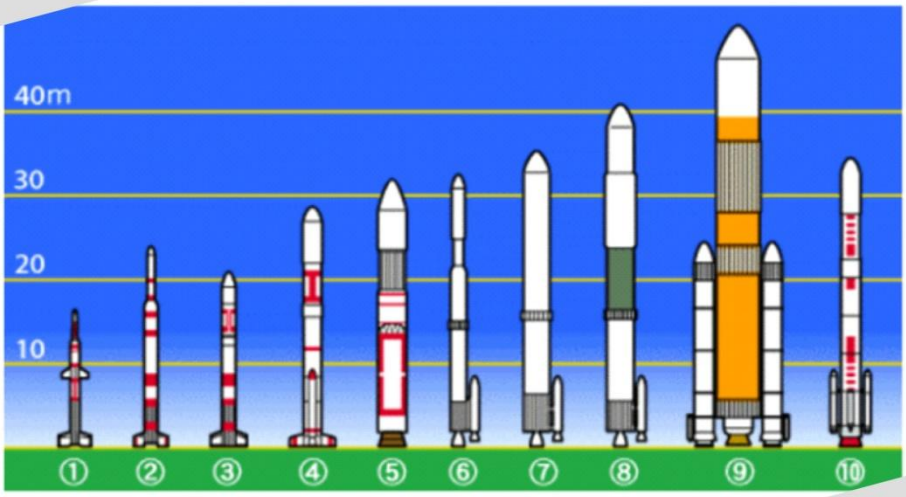
تعود بداية الصواريخ إلى أوائل القرن الثالث عشر الميلادي حيث استخدمها العرب في صد الصليبيين وبعد الحروب الصليبية انتقلت الصواريخ إلى أوروبا ومع قيام الحربين العالميتين أظهر الألمان اهتماماً بالصواريخ وبعد انتهاء الحرب تصارع كل من الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة إلى استقطاب العلماء الألمان الذين عملوا في مشروعات تطوير الصواريخ.
تم تصنيع العديد من الصواريخ المخصصة لحمل القمر الصناعي داخلها والانطلاق به من الأرض إلى مدار القمر الصناعي حول الأرض ثم الانفصال عنه وتركه ليدور حول الأرض تنطلق هذه الصواريخ من محطات إطلاق معينة موجودة حول العالم يبلغ عددها 19 محطة إطلاق.
ومن أشهر الصواريخ التي تستخدم لإطلاق الأقمار الصناعية صاروخ أريان الفرنسي وصاروخ كوزموس الروسي .

WWW.EUNPS.COM

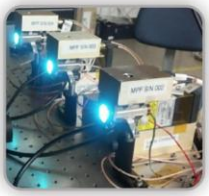
صاروخ حامل للاقمار الصناعية



WWW.EUNPS.COM



صواريخ نقل الاقمار الصناعية

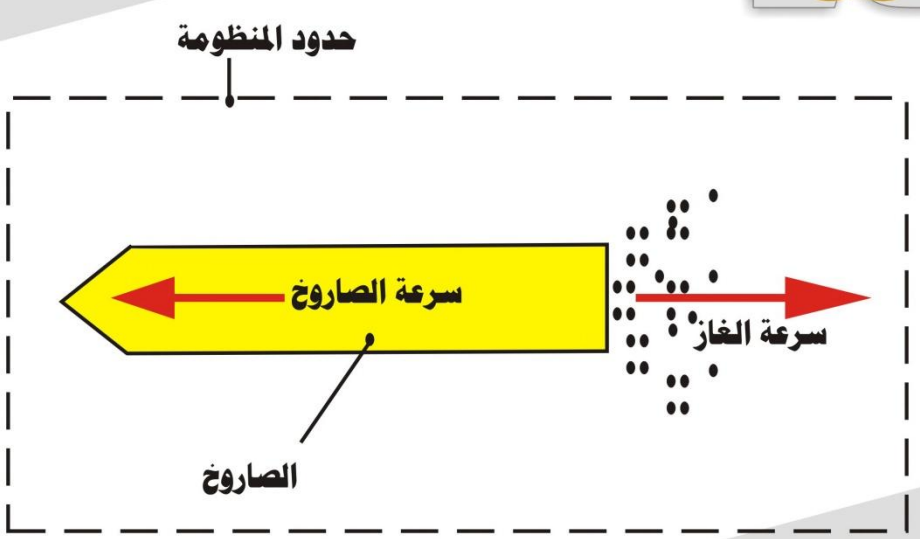


لمعرفة مكونات صواريخ اطلاق الاقمار الصناعية لابد من معرفة :

1- الأسس العلمية للصواريخ

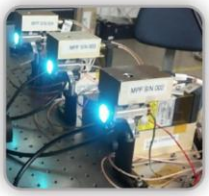
في أي نظام ما يساوي مضروب التسارع في الكتلة أي (مضروب المعدل الزمني لتغير السرعة في الكتلة) قوة الدفع الناتجة كما هو مبين في الشكل التالي:

WWW.EUNPS.COM



الاساس العلمي للصاروخ

اذاً عند احتراق الوقود في المحرك الصاروخي بكثافة وبدرجة حرارة عالية فإن جزيئات الغاز الناتجة عن الاحتراق تتحرك بسرعة شديدة وبضغط عالي متجهة إلى خارج الصاروخ وبناء على ذلك يتحرك الصاروخ في الاتجاه المعاكس لخروج الغاز طبقا لقانون نيوتن الثالث



قانون نيوتن الثالث هو أحد قوانين الحركة التي وضعها إسحاق نيوتن وينص على التالي:

" لكل فعل رد فعل يساويه في الشدة ويعاكسه في الاتجاه "

$$F_{A \longrightarrow B} = -F_{B \longrightarrow A}$$

فالجسم يبذل قوة لأنه يتفاعل مع جسم آخر فالقوة التي يبذلها جسم (1) على جسم (2) لا بد أن تكون من نفس الحجم ولكن في اتجاه معاكس للقوة التي يبذلها الجسم 2 على الجسم 1 .

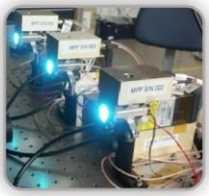
على سبيل المثال

إذا قام شخص بالغ كبير بدفع طفل على زلاجة دفعا خفيفا فبالإضافة إلى القوة التي يمنحها البالغ للطفل فإن الطفل يمنح للبالغ قوة مساوية ولكن في اتجاه عكسي. وحيث أن كتلة البالغ أكبر فسوف تكون عجلة البالغ أقل.

تحرك الصاروخ في الاتجاه المعاكس لخروج الغاز طبقا لقانون نيوتن الثالث يعنى ان مضروب وزن الصاروخ في سرعته يساوي مضروب وزن الغاز في سرعته ولكن في الاتجاه العكسي (طبقا لقانون انخفاض كمية الحركة)

بالنسبة للصاروخ وزنه متغير بسبب استهلاكه المستمر لما يحمله من وقود ويجب أخذ ذلك في الاعتبار عند حساب المعادلة المذكورة أعلاه والى جانب الميكانيكا التي تصف حركة الصواريخ والقوى المؤثرة عليها فإن للديناميكا الحرارية والكيمياء دورين هامين في تطوير وقود الصواريخ خاصة وفي مجال الدفع الصاروخي.

اذا الصاروخ هو جسم طائر يعمل على مبدأ الاندفاع عن طريق رد الفعل لإنفجارات تتم في غرفة الاحتراق وهو غير مرتبط بمحيط الصاروخ أي أن الصاروخ أو الدفع الصاروخي يعمل أيضا في الفضاء الخالي من الهواء مثلا (حين لا يحتاج احتراق الوقود للهواء). وهو يتميز عن القذيفة في أن مرحلة التسارع لدى الصاروخ أطول.



2- حساب دفع الصاروخ (قوة دفع المركبة الفضائية)

يحرق المحرك الصاروخي جزءا صغيرا من الوقود الذي يحمله كل ثانية بحيث يندفع الغاز المحترق الساخن خارج الصاروخ بسرعة عالية جدا وهذا يعني أن لا بد ان تكون نسبة الدفع إلى وزن الصاروخ كبيرة حتي يستطيع الصاروخ الإقلاع وتبلغ هذه النسبة للصواريخ من 1:70 إلى 1:100، في حين تصل تلك النسبة إلى 1:10 فقط بالنسبة لمحرك الطائرة النفاثة.

وتعطينا المعادلة التالية دفع الصاروخ:

$$F_n = \acute{m}\, V_e$$

حيث :

$\acute{m}$ معدل تدفق الوقود - كيلوجرام/ ثانية

V_e سرعة خروج الغاز المحترق - متر / ثانية

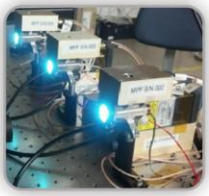
وعادة ما تكون سرعة خروج الغاز المحترق V_e ثابتة في الفراغ .

إلا أن السرعة الحقيقية للغاز تقل في وجود الضغط الجوي خصوصا على مستوي سطح الأرض أما في الفضاء فتصبح سرعة اندفاع الغاز مساوية للسرعة الفعلية.

3- نسبة الدفع إلى الوزن

تعتبر نسبة الدفع إلى وزن للصاروخ مقياس لعجلة الصاروخ (تسارعه) معبرا عنها بعجلة الجاذبية الأرضية g ونسبة الدفع إلى الوزن F/W_g هي قيمة مطلقة تعطي عجلة الصاروخ بالنسبة إلى g_0 في حالة أقلاع الصاروخ في الفراغ من دون تأثير للجاذبية.

ولكن الصاروخ يقلع عادة من الأرض ويقع بذلك تحت تأثير الجاذبية الأرضية من جهة كما هو معرض للضغط الجوي من جهة أخرى ولهذا فإن تعيين نسبة دفع الصاروخ إلى وزنه يستلزم أخذ الوزن الكلي للصاروخ على سطح الأرض في الحسبان وهذا الوزن الكلي W_g يتكون من وزن الوقود ووزن الصاروخ نفسه وتسمى هذه النسبة نسبة الدفع إلى الوزن على الأرض (Thrust-to-Earth-weight ratio)



ونسبة الدفع إلى الوزن على الأرض للصاروخ تعطي عجلة الصاروخ كنسبة مقارنة لعجلة الجاذبية الأرضية g_0 لهذا نجد ان نسبة الدفع إلى الوزن لمحرك الصاروخ تكون أكبر بالنسبة إلى وزن المحرك نفسه عن النسبة إلى وزن الصاروخ كله.

وفائدة تعيين نسبة الدفع إلى وزن المحرك انها تعطينا الحد الأقصى للعجلة (التسريع) التي يمكن أن يكتسبها صاروخ معين نظريا على أساس كمية وقود محدودة الوزن وتصميم للهيكل مناسب.

حتى ينجح الإقلاع من على سطح الأرض لا بد أن تكون نسبة الدفع إلى الوزن أكبر من 1 (أي أكبر من g) حيث يسهل الإقلاع كلما كانت تلك النسبة أكبر من g

وهناك مسائل عديدة تؤثر على نسبة الدفع إلى الوزن وهي تتغير أثناء الإقلاع بحسب سرعة الصاروخ والارتفاع عن الأرض وكذلك تغير وزن الصاروخ بسبب استهلاك الوقود المستمر.

وكذلك تؤثر العوامل الجوية على الإقلاع مثل درجة الحرارة والضغط وكثافة الهواء وبحسب نوع المحرك ووزن الصاروخ ... ويعتمد اقلاعة أيضا على الجاذبية الأرضية في مكان الإقلاع وكذلك الموقع بالنسبة إلى خط العرض الجغرافي.

مثال :

تبلغ قوة دفع المحرك الصاروخي (RD-180) الروسي الصنع 3820 كيلو نيوتن (kN) عند سطح البحر ويبلغ وزنه 5307 كجم وباعتبار أن عجلة الجاذبية الأرضية تبلغ 9.807 م/ث^2 فانه يمكن حساب نسبة الدفع إلى وزن المحرك عند مستوي البحر كالآتي:

$$\frac{T}{W} = \frac{3,820\ \text{kN}}{(5,307\ \text{kg})(9.807\ \text{m/s}^2)} = 0.07340\ \frac{\text{kN}}{\text{N}} = 73.40$$

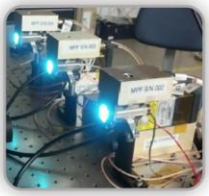
حيث :

T دفع المحرك

W وزن المحرك

و $1\text{kN} = 1000\ \text{N} = 1000\ \text{kg.m/s}^2$

أي أن نسبة دفع المحرك إلى وزنه تبلغ نحو 73 مع ملاحظة أن تلك النسبة تؤول إلى المحرك ذاته بدون أخذ وزن الوقود في الحسبان.



4- أنواع الصواريخ حسب طريقة الدفع

هناك أربعة أنواع رئيسية من الصواريخ في هذا العالم :

1- صواريخ الوقود الدافع الصلب

2- صواريخ الوقود الدافع السائل

3- الصواريخ الايونية

4- الصواريخ النووية

اولاً صاروخ الوقود الدافع الصلب

يحرق مادة صلبة تسمى الحبوب حيث يصمم المهندسون أغلب الحبوب بلب أجوف ويحترق الدافع من اللب إلى الخارج ويحجب الدافع غير المشتعل غلاف المحرك من حرارة الاحتراق. وللتوضيح صواريخ الوقود الدافع الصلب تحرق مادة بلاستيكية أو مطاطية تسمى الحبوب. وتتكون الحبوب من الوقود والمؤكسد في الحالة الصلبة ، و على خلاف بعض أنواع الوقود السائل فإن الوقود والمؤكسد للمادة الصلبة لا يشتعلان إذا تلامسا مع بعضهما حيث يجب

إشعال الوقود بإحدى طريقتين :

***يمكن إشعاله بحرق شحنة صغيرة من المسحوق الأسود وهو خليط من نترات البوتاسيوم والفحم النباتي والكبريت**

***يمكن إشعال الوقود الصلب بالتفاعل الكيميائي لمركب كلور سائل يرش على الحبوب حيث تتراوح درجة الحرارة في غرفة الاحتراق للوقود الصلب للصاروخ بين 1600° و 3300°م. يستعمل المهندسون في أغلب هذه الصواريخ الفولاذ القوي جدًا أو التيتانيوم لبناء حوائط الغرفة حتى تقاوم الضغط الذي ينشأ عن درجات الحرارة العليا وكذلك يستعملون الألياف الزجاجية أو مواد بلاستيكية خاصة.**

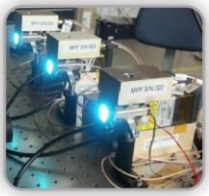
يحترق الوقود الصلب أسرع من الوقود السائل ولكنه ينتج قوة دفع أقل من التي تنتج من احتراق نفس الكمية من وقود سائل في نفس الوقت ويظل الوقود الصلب فعالاً لفترات طويلة من التخزين ولا يمثل خطورة تذكر حتى عند الإشعال ولا يحتاج الوقود الصلب إلى أجهزة للضخ والمزج اللازمة للوقود السائل لكنه من ناحية أخرى صعب إيقافه وإعادة إشعاله. والمفترض أن تتوفر لرواد الفضاء القدرة على إيقاف وبدء عملية احتراق الوقود حتى يمكنهم

التحكم في طيران سفنهم الفضائية وهناك طريقة واحدة تستعمل لوقف الاحتراق وهي نسف مقطع الفوهة من الصاروخ لكن هذه الطريقة تمنع إعادة الإشعال.

تستعمل صواريخ الوقود الصلب أساسًا في استخدامات الجيوش حيث يجب أن تكون الصواريخ الحربية مستعدة للانطلاق في أي لحظة ويمكن تخزين الوقود الصلب أفضل من أي وقود دافع آخر وتوفر صواريخ الوقود الصلب الطاقة للصواريخ العابرة للقارات بما في ذلك صاروخ مينوتيمان-2 وإم إكس وكذلك للقذائف الصغيرة مثل هوك، وتالوس، وتِريرْ.
وتستعمل صواريخ الوقود الصلب أداة إضافية لحمل الصواريخ مثل صواريخ جاتو، وتستعمل كذلك بمثابة صواريخ صوتية كما تستعمل صواريخ الوقود الصلب في عروض الألعاب النارية.

ثانياً صاروخ الوقود الدافع السائل

يحمل كلً من الوقود والوقود المؤكسد في خزان منفصل حيث يدور الوقود خلال غلاف تبريد المحرك قبل دخوله غرفة الاحتراق وهذه الدورة ترفع درجة حرارة الوقود للاحتراق وتساعد على تبريد الصاروخ .
صواريخ الوقود الدافع السائل تحرق خليطًا من الوقود والمؤكْسِد في شكل سائل وتحمل هذه الصواريخ الوقود والوقود المؤكْسِد في صهريج منفصل حيث تغذي شبكة من الأنابيب والصمامات عنصري الوقود داخل غرفة الإحتراق وينبغي أن يمر الوقود أو المؤكسد حول الغرفة قبل المزج مع العناصر الأخرى وهذا من شأنه أن يبرِّد غرفة الإحتراق ويسخِّن مسبقًا عناصر الوقود للاشتعال .
تتضمن طرق تغذية الوقود والمؤكْسد إلى غرفة الإحتراق استعمال إما مضخات أو غاز ذي ضغط عال وأكثر الطرق المألوفة هي استعمال المضخات ويشغل الغاز المنتَج بإحتراق جزء صغير من الوقود المضخة التي تدفع الوقود والمؤكسد إلى غرفة الإحتراق أما الطريقة الأخرى فيدفع الغاز عالي الضغط الوقود والمؤكْسد إلى غرفة الإحتراق ويمكن الحصول على مصدر الغاز ذي الضغط العالي من النيتروجين أو بعض الغازات الأخرى المخزونة تحت الضغط العالي أو من حرق كمية صغيرة من الوقود.



بعض أنواع الوقود السائل التي تسمى ذاتية الاشتعال تشتعل عندما يتلامس الوقود والمؤكسد لكن معظم أنواع الوقود السائل تحتاج إلى جهاز إشعال ويمكن أن يشتعل الوقود السائل عن طريق شرارة كهربائية أو حرق كمية صغيرة من مادة متفجرة صلبة داخل غرفة الإحتراق.

يستمر الوقود السائل في الاحتراق ما دام سريان خليط الوقود والمؤكسد مستمرًا في الوصول إلى غرفة الاحتراق .

يتم بناء أغلب خزانات الوقود السائل من الفولاذ أو الألمونيوم الرقيق عالي الصلابة وأغلب غرف الاحتراق في هذه الصواريخ مصنوعة من الفولاذ أو النيكل.

ينتج الوقود السائل عادةً قوة دفع أكبر من التي تنتج من احتراق نفس الكمية من الوقود الصلب في نفس الفترة الزمنية كذلك فهو أسهل في بدء وإيقاف الاحتراق من الوقود الصلب.

ويمكن التحكم في الاحتراق فقط بفتح أو غلق الصمامات لكن يصعب التعامل مع الوقود السائل فإذا خلطت عناصر الوقود دون إشعال فإن الخليط سوف ينفجر بسهولة كذلك يحتاج الوقود السائل إلى صواريخ أكثر تعقيدًا عما في حالة الوقود الصلب.

يستعمل العلماء صواريخ الوقود السائل لأغلب السفن التي تُطلَق إلى الفضاء فعلى سبيل المثال وفرت صواريخ الوقود السائل الطاقة للمراحل الثلاث في إطلاق مركبة ساتورن - ف.

ثالثاً الصواريخ الايونية

وهو نوع من الصواريخ الكهربائية وفيها تحول ملفات التسخين الوقود مثل السيزيوم إلى بخار فتغير شبكة تأيين متسامتة من البلاتين الساخن أو التنجستن البخار إلى سيل من الجسيمات المشحونة كهربائيًا تسمى الأيونات.

الصواريخ الكهربائية تَستعمِل الطاقة الكهربائية لإنتاج قوة الدفع .

و هذه الصواريخ لها عدة أنواع:

1) صواريخ القوس الكهربائي النفاث.
2) صواريخ البلازما النفاثة.
3) الصواريخ الأيونية.

ويمكن أن تعمل الصواريخ الكهربائية لفترة أكثر بكثير من أي نوع آخر لكنها تنتج قوة دفع أقل حيث لا يقدر الصاروخ الكهربائي على رفع سفينة فضاء خارج المجال الجوي للأرض لكن يستطيع دفع مركبة خلال الفضاء.

يعكف العلماء على تطوير الصواريخ الكهربائية لرحلات فضاء طويلة في المستقبل.

صواريخ القوس الكهربائي النفاثة تُسخِّن وقودًا غازيًا بشرارة كهربائية تسمى القوس الكهربائي. هذه الشرارة يمكن أن تسخِّن الغاز إلى ثلاثة أو أربعة أضعاف درجة الحرارة المنتَجة بصواريخ الوقود السائل أو الصلب.

صواريخ البلازما النفاثة هي في الاصل نوع من صواريخ القوس الكهربائي النفاثة حيث يولد سريان الغاز المتفجر بوساطة قوس كهربائي يحتوي على جسيمات كهربائية مشحونة ويسمى خليط الغاز وهذه الجسيمات (بلازما).

تستعمِل صواريخ البلازما النفاثة تيارًا كهربائيًا ومجالاً كهربائيًا لزيادة سرعة سريان البلازما من الصاروخ.

أما الصواريخ الأيونية فهي تنتج قوة دفع بوساطة سريان جسيمات مشحونة كهربائياً تسمى الأيونات حيث تزداد سرعة سريان الأيونات من الصاروخ بوساطة مجال كهربائيٍّ.

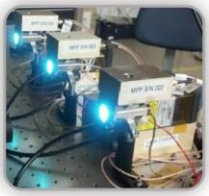
رابعاً الصواريخ النووية

تستعمل الحرارة الناتجة من مفاعل نووي لتحويل الوقود السائل إلى غاز حيث يمر معظم الوقود خلال المفاعل ويسخن بعض الوقود بوساطة فوهة الصاروخ ويمر خلال التوربين الذي يدير مضخة الوقود.

الصواريخ النووية تسخن الوقود بوساطة مفاعل نووي وهو آلة تنتج الطاقة عن طريق انشطار الذرات فيتحول الوقود المراد تسخينه الى غاز متمدد ساخن .

وهذه الصواريخ تنتج طاقة تعادل ضعفي أو ثلاثة أضعاف ما تنتجه صواريخ الوقود الدّفعي الصلب أو السائل.

يعمل العلماء على تطوير الصواريخ النووية لرحلات الفضاء حيث يضخ في الصواريخ النووية هيدروجين سائل إلى المفاعل خلال الجدار المحيط بمحرك الصاروخ وتساعد عملية الضخ هذه على تبريد الصاروخ وكذلك على تسخين الهيدروجين السائل ويمر خلال المفاعل مئات من القنوات الضيقة وعندما يمر الهيدروجين السائل خلال هذه القنوات تقوم حرارة المفاعل بتحويل الوقود إلى غاز متمدد في الحال فيمر الغاز خلال فوهة العادم بسرعات قد تصل إلى 35400 كم/ساعة.

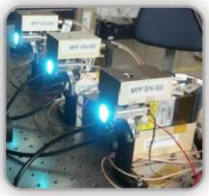


فيما يلي تقصي حول أنواع الصواريخ المنتجة والمستخدمة في الفضاء

أنواع صواريخ الولايات المتحدة الامريكية

Aerobee,Vanguard,Thor,Atlas,Redstone,Saturn, Scout,Titan,Delta,Pegasus,Booster

الصاروخ	تاريخ أول رحلة	الحمولة بالطن مدار منخفض	الحمولة بالطن مدار مرتفع	كتلة الصاروخ والحمولة بالطن	ارتفاع	ملاحظات
Ares V	2019	188	-	-	116	مزمع اطلاقه
Ares I	2009	25	-	-	94	للرحلات التي يكون بها رواد
أطلس 5	2002	12,5	7,6 (GTO)	546	58,3	
دلتا 2	1989	2,7-6,1	0,9-2,17 (GTO)	152-232	39	
دلتا 4	2004	25,8	6,3	733	77	
فالكون 9	2009	9,9	4,9 (GTO)	325	54	
مكوك فضاء	1981	24,4	3,8 (GTO)	2040	56	للرحلات المسكونة
ساتورن 5	1967	118	-	3039	110	
Titan IV B	1997	21,7	5,8	943	44	



أنواع صواريخ روسيا

MMR06,R-7,Sojus,N1,cyclon,Zenit ،

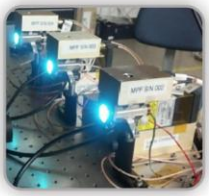
Kosmos,Proton,Energija,Volna

الصاروخ	تاريخ أول رحلة	الحمولة بالطن مدار منخفض	الحمولة بالطن مدار مرتفع	كتلة الصاروخ والحمولة بالطن	ارتفاع	ملاحظات
صاروخ بروتون	1965	22	6 (GTO)	694	62	
Soyouz-FG	2001	7,1	-	305	49,5	الرحلات الأولى للسلسلة في 1966 أكثر من 1700 رحلة

أنواع صواريخ أوروبا

Ariane,Meteor

الصاروخ	تاريخ أول رحلة	الحمولة بالطن مدار منخفض	الحمولة بالطن مدار مرتفع	كتلة الصاروخ والحمولة بالطن	ارتفاع	ملاحظات
أريان 5	2002	21	9,6	780	56	
النسر الواقع	2009	1,5	-	137	30	
زينيت	1999	-	5,3	462	59,6	يستطيع أن يطلق من منصة متحركة عائمة في البحر



أنواع صواريخ باكستان

Hatf 5

أنواع صواريخ الكيان الصهيوني

شافيت

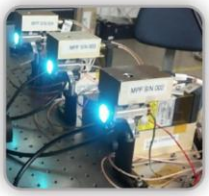
أنواع صواريخ ايران

شهاب-3

أنواع صواريخ الهند

GSLV,PSLV, SLV,SLV

الصاروخ	تاريخ أول رحلة	الحمولة بالطن مدار منخفض	الحمولة بالطن مدار مرتفع	كتلة الصاروخ والحمولة بالطن	ارتفاع
GSLV	2001	5	2,5 (GTO)	402	49



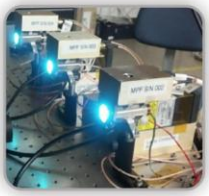
أنواع صواريخ اليابان

الصاروخ	تاريخ أول رحلة	الحمولة بالطن مدار منخفض	الحمولة بالطن مدار مرتفع	كتلة الصاروخ والحمولة بالطن	ارتفاع	ملاحظات
هستون204	2006	15	6 (GTO)	445	53	14عملية إطلاق ناجحة من اصل 15.

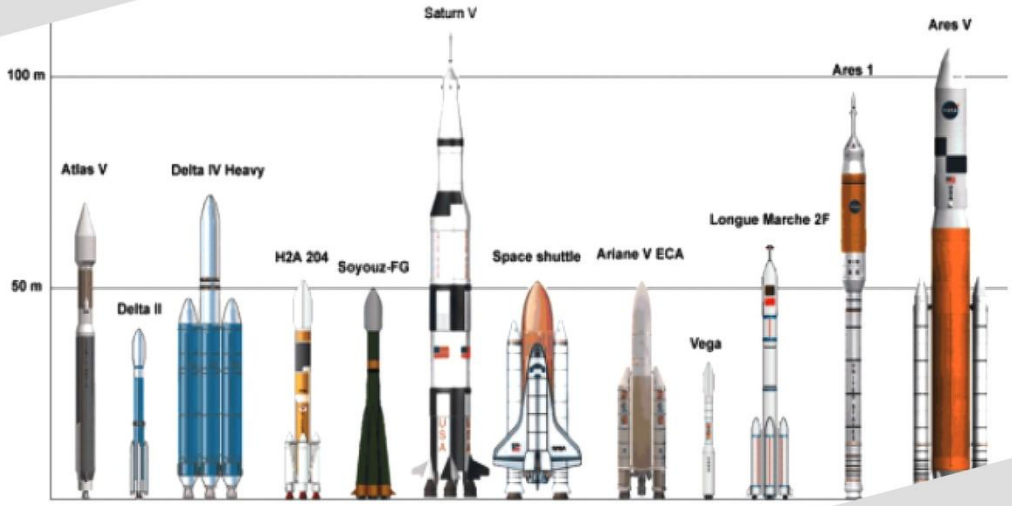
أنواع صواريخ الصين

Chang Zheng,Feng bao

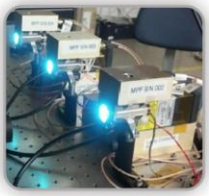
الصاروخ	تاريخ أول رحلة	الحمولة بالطن مدار منخفض	الحمولة بالطن مدار مرتفع	كتلة الصاروخ والحمولة بالطن	ارتفاع	ملاحظات
Longue Marche 2F	1999	8,4	-	464	62	للرحلات التي يكون بها رواد



WWW.EUNPS.COM



انواع الصواريخ الفضائية



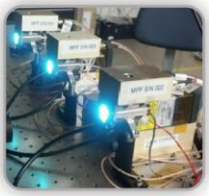
WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

مكونات وطريقة عمل الصواريخ الايونية

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء تقديم دراسة مفصلة تشمل أنواعها المتمثلة بصواريخ القوس الكهربائي النفاث وصواريخ البلازما النفاثة والصواريخ الأيونية (أحد الانواع) لأنها الابسط والأرخص حالياً أما في المستقبل القريب فيتوقع ان تحل محل الجميع.

المعلومات السابقة والمعلومات اللاحقة في هذا الكتاب سكون عوناً مفيداً للطالب.



توضيح تقنيات الدفع الصاروخي

كما سبق وذكرنا عن قانون نيوتـن الثالث للحركة " لكل فعل رد فعل يساويه في الشدة ويعاكسه في الاتجاه " حيث ان الصواريخ تعتمد أساسا على هذا المبدأ فالصاروخ اسطواني الشكل و أي انفجارا صغير يمكن لجدرانه الداخلية تحمله دون ان تنفجر ولكن الانفجار يتبعه موجة ضغط صغيرة تصطدم بالجدران الداخلية ورغم ذلك الصاروخ لن يتحرك لأن مقدار الضغط عند كل جانب يكون مساويا للضغط في الجانب المقابل .. لكن لو كان الانفجار من ثقب اسفل الصاروخ فالذي سيحدث عندئذ أن مقدارا من الهواء المضغوط سيخرج من الصاروخ و بالتالي فإن مكان الثقب سيستقبل ضغطا أقل من الجانب المقابل ما سينتج عنه حركة الصاروخ لأعلى .

اذاً الصاروخ و القوة الدافعة له ستكون متعلقة بكمية الهواء الخارج و سرعة خروجه من عادم المحرك الدافع ... و هو ما يتوافق مع مبدأ انخفاض كمية الحركة:

$$m(t).dv = dm.Ve$$

m(t)

هي كتلة الصاروخ في اللحظة t

dm

هي كتلة الوقود المحترق خلال زمن متناهي في الصغر dt

dv

هي تغير سرعة الصاروخ خلال لحظة dt

Ve

هي سرعة الهواء الخارج من المحرك

المعادلة السابقة تصف التوافق بين تغير سرعة الصاروخ و تغير كتلته و سرعة نفث الهواء المحترق وهي بداية **معادلــة تسيولكوفسكي الأسـاسية** فالـقوة المتولدة عن ذلك يمكن كتابتها على شكل اشتقاق زمني لكمية الحركة كـالتالي :

$$F = dP/dt = (dm/dt)* V$$

كمية الحركة تساوي $P = m.V$

في الظروف الواقعية تكون الصيغة الاجمالية لقوة الدفع المتولدة كما يلي :

$$F = dm/dt * Ve + As* (Ps - Pext)$$

As

هي مساحة قاعدة الـ Nozzle الخارجيـة

Ps - Pext

هي الفرق بين الضغط داخل عادم المحرك Nozzle و الضغط الخارجي.

و بالرجوع الى مبدأ انخفاض الحـركة نجد أن التغير في سرعة الصاروخ بين اللحظة البدئية و النهائية هو بحساب التكامل على الشكل الآتي:

$$\Delta\vec{v} = \int_{\vec{v}=\vec{v_0}}^{\vec{v_f}} d\vec{v} = \int_{m=m_0}^{m_f} \frac{\vec{v_e}}{m} dm = \vec{v_e} \int_{m_0}^{m_f} \frac{dm}{m} = \vec{v_e} \ln \frac{m_f}{m_0} = -\vec{v_e} \ln \frac{m_0}{m_f}$$

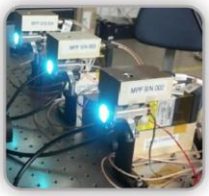
Ve هي سرعة نفث الغاز المحترق

m_0 هي الكتلة الإجمالية الأولية

m_f هي الكتلة الإجمالية النهائية

ln هي دالة اللوغاريتم النيبيري

المعادلة هنا تخص الصاروخ في الوضع المعزول عن أي قوة عدا قوة دفعه الخاصة (حالة الدفع في الفضاء الخارجي) لكن مع الإطلاق الأرضي يكون على الصاروخ الوصول الى قوة دفع أكبر تفرضها عليه الجاذبية الأرضية و الغلاف الجوي الأرضي فبوجود قوة الجذب الأرضي ، تكتب المعادلة على الشكل التالي:



$$\Delta v = v_e \ln \frac{m_0}{m_1} - gT$$

حيث g_0 هي تسارع الجاذبية عند سطح الأرض (9.81 م\ث ^{2}) : (التسارع يتغير مع الارتفاع و مع تغير خط العرض) و T زمن الارتفاع الرأسي للصاروخ ، لكن في الواقع فان خسارة السرعة تقل تدريجيا مع الارتفاع لأن تسارع الجاذبية يقل ولو بشكل ضئيل كلما ابتعدنا عن الأرض وأيضا تأثير الغلاف الجوي يكاد ينعدم عند 100 كلم من سطح الأرض وبذلك تكون السرعة الفعلية التي يصلها صاروخ مطلق من الأرض هي أقل من السرعة التي كان بإمكانه وصولها في حالة معزولة عن القوى الخارجية .

الصاروخ يخسر حوالي 1 الى 1.5 كلم \ث نتيجة ألاحتكاكات و بالنسبة لصاروخ معد لإطلاق قمر في مدار بارتفاع 200 كلم مثلا فانه يستغرق 240 ث للوصول الى المدار فتكون السرعة التي يجب على محركه العمل على توفيرها ليضع قمرا بسرعة فعلية قدرها 8 كلم \ث هي :

8 +1+2.35 = 11.35km/s

معـامل الدفـع الخاص Isp

Isp هو معامل فيزيـائي مهم يعطينا فكرة حول أداء المحرك الصاروخي و الوقود المستعمل ويعبر عنه بالثواني حسب المعـادلة التاليـة:

$$Isp = F / q^* g_0$$

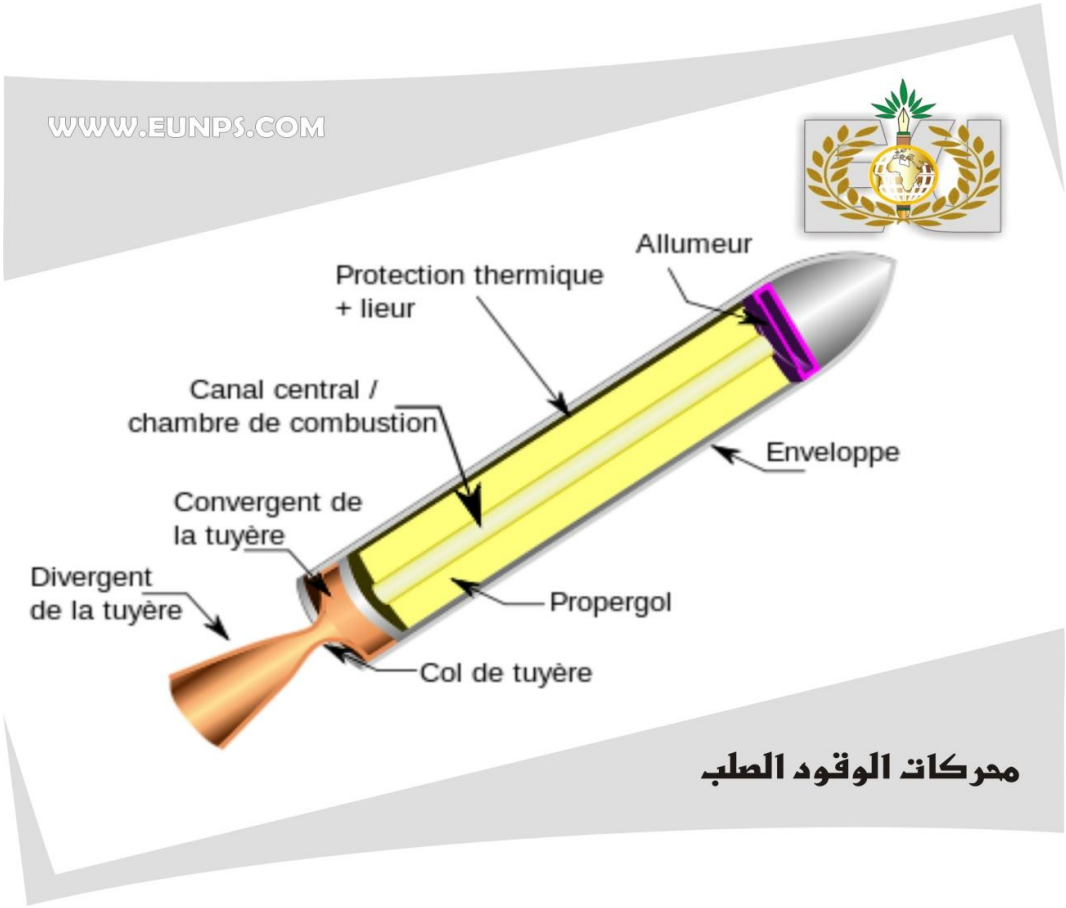
حيث F قوة دفع المحرك بالنيوتن و q تشير الى الصبيب الكتلي q= dm/dt و g0 تمثل تسارع الثقل عند سطح الأرض .

Isp تمثل في الواقع المدة اللازمة لـ 1 كلج من المادة الدافعة لإعطاء 1 كلج قوة أو 9.81 نيوتن ، حيث أنه كلما ارتفع معامل الدفع الخاص (Isp) لمحرك معين كان اكثر مردودية و أفضل من ناحية الاستهلاك فعند قوة دفع ثابتة لمجموعة من المحركات بـ Isp مختلف ازداد من محرك A لأخر B مثلا وهذا يعني بالضرورة ان q تنخفض .

أي أننا لن نكون بحاجة الى صبيب كتلي كبير للمحرك B مقارنة بـ A للحصول على نفس القوة F

كما أن Isp تحدده عدة عوامل منها أساسا نوعية الوقود المستخدم ثم تصميم المحرك و الضغط المتولد داخله حيث يستطيع العامل الأخير التأثير بنسبة 10 الى 15 % من Isp الخاص بالمحرك.

محركات الوقود الصلب



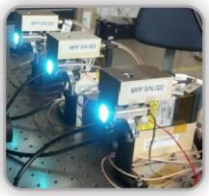
محركات الدفع بالوقود الصلب تحتوي على وقود مركـب على شكل بودرة ممزوجة بمادة رابطة تعطيها طبيعتها الصلبة و شكلها الملائم ونجدها على شكل بوليمير قابل للاشتعال كعديدات و مشتقات البيوتادين و الأكريلونيتريل و يكون الخليط محتويا على نسب عالية من مؤكسد احتراق صلب عـادة ما يكون على شكل بيركلورات أو نيترات و هي مواد مشبعة بالأوكسجين اضافة الى مختزل عادة ما يكون معدنيا كـالالومينيوم و الكبريت و المنغنيزيوم و غيره .

من أنواع الوقود الصـلب الاكثر شيوعـا للمهمات الفضائية وللصواريخ البالستية العاملة على الوقود الصلب و حتى بعض الصواريخ التكتيكية و صواريخ جو- جو :

الوقود المركب لبركلورات الامونيوم APCP و الذي يستخدم في SRB لدفع المكوك الفضائي الامريكي و ايضا في معززات Vulcan للصاروخ الاوروبي Ariane 5 ، يتالف هذا الوقود المركب من نسبة 60-70 % من بيركلورات الأمونيوم NH4ClO4 ، و حوالي 15 - 20 % من الألومينيوم ، و النسبة المتبقية من مادة PBHT poly butadiene hydroxytelechelicالرابطـة يصل Isp لهذا الخليط الى 270 ثانية في الفراغ كما يمكن اضافة نسبة مدروسة من متفجرات RDX و HMX للوصول بالخليط الى Isp يقـارب 300 ثانية ، تضاف أيضا محفزات للتفاعل بمقدار 0.2 - 0.4 % من اوكسيد الحديد Fe2O3غالبا او ثنائي اوكسيد المنغنيز MnO2 او حتى ديكرومات النحاس CuCr2O7

أنــواع اخرى من الوقود الصلب استخدمت و لا تزال كخليط نيترات الأمونيوم مع مزيج من المواد النفطية و الالومينيوم ANCP الذي يبلغ Isp 210 ثانية .. و بيركلورات البوتاسيوم KClO4 و الأسفلت كوقود و مادة رابطة .

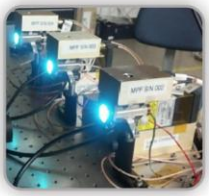
الوقود ثنائي القاعدة النيتروسيليلوز/ النيتروكليسيرين يعطي Isp بقيمة قد تصل احيانا الى 225 ثانية ، و منـه مركبات دافعة لقذائف المدفعية مثل الكورديت و البالستيت ، و ايضا مركبات لبعض الصواريخ التكتيكية و الصواريخ المضادة للدروع.



الصواريخ التجريبية لها طيف واسع من انواع الوقود الرخيص و المتوفر بسهولة كالبارود (نيترات البوتاسيوم + الكبريت و الفحم) بـ Isp ضعيف يصل الى 80 ثانية و الوقود السكري المكون من نيترات البوتاسيوم كمؤكسد و وقود من الساكاروز او الكلوكوز و يعطي Ispيصل الى 130 ثانية.. اضافة الى نيترات الأمونيوم/ السوربيتول بـ Isp يقارب 200 ثانية .

يتألف المحرك بشكل مبسط من غلاف خارجي يضم المكونات الاساسية للدفع و عادة ما يكون مصنوعا من الفولاذ أو من ألياف الكربون و التيتانيوم لتحمل الضغوط العالية الداخلية الناتجة عن احتراق الوقود الصلب ، داخل الصاروخ نجد المادة المتفاعلة(مؤكسدات و مختزلات التفاعل) مجوفة داخليا ، ذلك التجويف يمثل غرفة الاحتراق .. في اعلى غرفة الاحتراق نجد موقدات التفاعل و في الأسفل عادم الصاروخ (Nozzle) حيث تكون مصممة بشكل دقيق لزيادة سرعـة نفث المتفاعلات و بالتالي الوصول بالصاروخ الى سرعات أكبر..

محركات الدفع بالوقود الصلب تعطي دفـعا كبيرا في وقت قصير كما ان تكاليف تصميم و بناء محركات الوقود الصلب أقل ، و وقودها قابل للتخزين غالبا في الظروف العادية للحرارة و الضغط و لـوقت طويل ما يجعلها الخيار الأول لصواريخ الميدان عالية السرعة و أيضا لمعززات الدفع للصواريخ الفضائية إلا أن Isp الخاص بها ضعيف مقارنة بمحركات الوقود السائل ما يعني أن دفعها لا يكون مستمرا لفترات طويلة و غير مناسب للمهمات الفضائية المتطلبة لفترات دفع اطول



هندســة غرفة الاحتراق

تمثل غرفة الاحتراق و شكلها عاملا أساسيا في مميزات دفع الصاروخ حيث أن احتراق المادة الدافعة يتم على سطح تجويف غرفة الاحتراق و الذي يكبر حجمه مع استنفاذ المادة المتفاعلة والسبب الرئيسي هو في اختلاف مساحة التفاعل بين شكل و آخر و بالتالي اختلاف في تغير كتلة المادة المتفاعلة مع الزمن الشيئ الذي يعني اختلافا في مستويات الدفع .. و تعبر عنه المعادلة التالية :

$$dm/dt = \rho.As\ .br$$

As هي مساحة الوقود المحترق في اللحظة t

ρ هي الكتلة الحجمية للوقود

br هي سرعة الاحتراق أو Burn Rate بالانجليزية

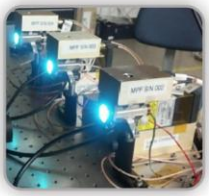
هنــاك عدة أشكال لتجاويف غرفة الاحتراق و الأكثر استخداما هي الآتية :

1-التجويف الاسطواني التماثلي :

هو النمط الهندسي الأقل تعقيدا لكنه يعطينا نمط دفع تصاعدي ثم ما يلبث ان يتناقص مع الزمن ، كما انـه غالبا لا تتم المحافظة على الشكل الأسطواني في غضون الاحتراق ما يعطي دفعا غير ثابت .

2-تجويف C-Slot

حيث يتم وضع التجويف في طرف غرفة الاحتراق ما يعني ان الاحتراق لا يكون تماثليا وينجم عن هذا النمط دفع تصاعدي ثم تنازلي ، لكن تغير قيم منحنى الدفع تكون أبطأ وهو ما ينجم عنه دفع قوي لمدة أطول لكن في المقابل يعطي هذا النمط الهندسي مشاكل في الاستقرار الحراري و تغيرا في مركز ثقل الصاروخ ناجم عن عدم التماثل .



3-التجويف النجمي

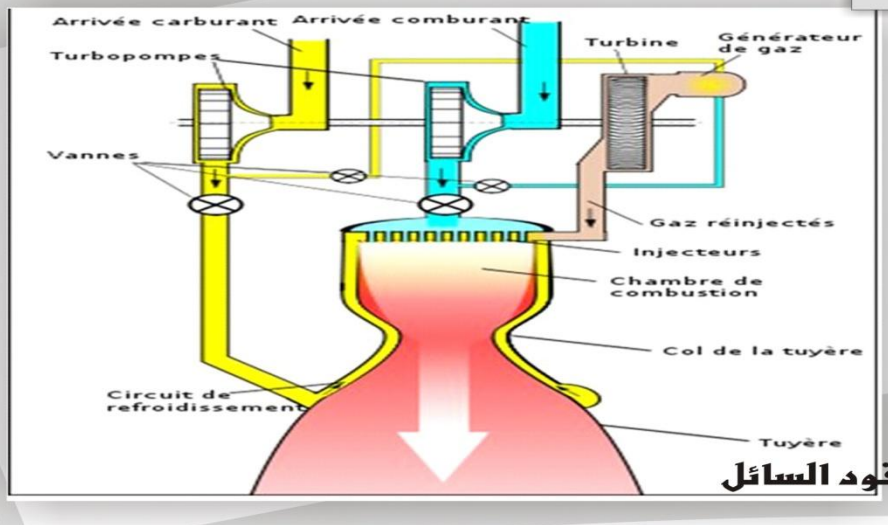
يعتبر هو و مشتقاته النمط الهندسي الأكثر استخداما في غرف احتراق الصواريخ الحديثة ، و يكون عبارة عن نجمة بـ 5 الى 8 رؤوس عادة و الهدف من هذا الشكل هو توفير مساحة اكبر للاحتراق ما ينعكس ايجابا على منحنى الدفع فننتقل بعد أجزاء من الثانية من تصاعد سريع للدفع الى استقرار في قيمة الدفع لمدة طويلة من الزمن .

معززات الصاروخ الفضائي Ariane 5 و كذا الـ Space Shuttle الأمريكي تستخدم أنماطا مركبة عبر Blocks ففي البلوك الاعلى نجد تجويفا نجميا سداسيا يحترق أولا عند تشغيل الصاروخ مانحا اياه قيمة دفع كبيرة ثابتة لمدة طويلة .. ثم البلوك الاوسط يتألف من تجويف اسطواني ثم نجد تجويفا مخروطيا في البلوك الاخير الذي يشتعل في المرحلة الاخيرة من الدفع الصلب حيث يتخلص بعدها الصاروخ من معززاته ليبقى معتمدا بعدها على محركاته العاملة على الوقود السائل .

مكونات المحرك الصاروخي بالوقود السائل

بالنسبة للصواريخ العاملة على الوقود السائل فإن عدة محرك الصاروخ تكون مؤلفة من عدة مكونات أساسية من أهمها :

WWW.EUNPS.COM



محركات الوقود السائل

1-خزانات الوقود

و التي يتم فيها تخزين المادة المحترقة و كذا غالبا المادة المؤكسدة و اللتين تشكلان أغلب كتلة الصاروخ ، و هي غرف تخزين يتم ضبطها على درجات حرارة و ضغط معينة ، و يراعى فيها مخاطر التسرب و تحمل الصدمات و كذا الكتلة الصغيرة للخزانات ما يستوجب صناعتها من مواد تجمع بين الخفة و التحمل .. و عادة ما تتكون من الألومينيوم و ألياف الكربون .. و تكون موصولة بأنابيب ضخ تصل الوقود الصاروخي بمضخات في محرك الصاروخ.

2-مضخات الوقود

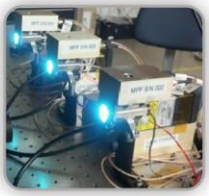
و هي مضخات تقوم بضخ الوقود و المؤكسد الى غرفة الاحتراق و كذا ضخ الوقود السائل في جدار غرفة الاحتراق بغية تبريدها و خفض حرارتها الشديدة الارتفاع .

3-غرفة الاحتراق

فيها يلتقي الوقود بالمؤكسد و قد تحتوي على أجهزة لبدء الاشتعال و قد لا تحتوي حسب طبيعة الوقود المستخدم ، و هناك يحدث الاحتراق الذي يعطي ضغطا و حرارة شديدين و يتم نفث الهواء المضغوط و الساخن الى الخارج عبر عادم المحرك Nozzle و الذي يكون بدوره مصمما على شكل مخروط تتباعد جدرانه من غرفة الاحتراق الى الخارج .. و ذلك في سبيل زيادة الضغط المعاكس المتولد عكس منحى نفث الغاز .

وقـود الدفـع الصاروخي

من خلال المعادلة أعلاه يتبين الحاجـة الى زيادة سرعة نفث المتفاعلات من محرك الصاروخ إذا أردنا أن يحصل هذا الأخير على سرعة نهائية كبيرة ، و لفعل ذلك وجب البحث و تطوير مركبات كيميائية أكثر فاعلية و أكثر أمانا ، فنرى مثلا أن البترول العادي يحترق مع الهواء بحرارة 2300 درجة مئوية و بسرعة 2000 مإث ، و مع ثنائي الأوكسيجين بـ 3000 درجة مئوية و بسرعة 2500 مإث ، أما بالنسبة لاحتراق الهيدروجين مع الفليور فيولد سرعة الاحتراق تصل إلى ما يقارب 4600 مإث و بحرارة متطرفة قد تصل الى 3600 درجة.

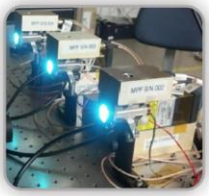


و بالتالي فإنه كلما زادت سرعة النفث المنشودة زادت معها حرارة التفاعل الأمر الذي يجعلنا نواجه مشاكل كبيرة أخرى من أبرزها صمود و قوة هيكل المحرك و وجوب تبريده باستمرار فالحديد يذوب عند 1400 درجة و الكروم عند 1800 درجة أما المعادن الأكثر تحملا كالتانغستن و التيتانيوم فتذوب عند حدود 3200 درجة ..هذه المعضلة كانت أكبر المشاكل التقنية التي واجهتها الصواريخ الأولى مثل الـ V 2 و المشتقات الفضائية الأولى للـ R-7 Semyorka رغم أن سرعة نفث محركها لا تتجاوز 2600 م/ث

فالصواريخ العاملة على الوقود السائل هي الخيار الأول لتسيير الرحلات الفضائية الصاروخية فرغم كونه أكثر خطرا و تكلفة إلا أن السرعات التي يصلها و استمرارية دفعه عالية جدا مقارنة بالوقود الصلب ، كما ان دفعه متحكم به فيكفي ايقاف ضخ المواد المتفاعلة الى غرفة الاحتراق لإيقاف الدفع و هذا أمر مهم لمحركات المناورات المدارية و الهبوط و الاقلاع من فوق أجرام فضائية اخرى .. فهناك عدة خيارات ممتازة من المركبات .. نذكر منها:

انواع الوقود الازوتي القابل للتخزين لفترات طويلة

N2O4 / UMDH بيروكسيد الآزوت و ديميثيل الهيدرازين له ميزة إمكانية تخزينه في ظروف حرارة و ضغط عاديين و كذا أن هذا الزوج يحترق بالتماس بين مكوناته Hypergolic.. بيروكسيد الازوت يكون ممزوجا مع نسبة ضئيلة من مونوكسيد الأزوت لتفادي مشكل التآكل الذي يسببه في طبقات التيتانيوم المتواجد في هيكل غرفة الاحتراق ، كما أن الـ UMDH مادة سامة جدا و مسرطنة ، بدأ استعماله منذ الستينات في صواريخ Diamant لبرنامج الفضاء الفرنسي ، يستخدم عادة في عمليات الاقلاع الارضية و المراحل الاولى لصواريخ مثل Proton M الروسي و Arian 1/2 الاوروبيان ، يسمح هذا النوع من الوقود بالعمل على محركات اقل تعقيدا و كلفة كما ان تبريد المحرك يتم عبر فرش طبقة متجددة من الوقود على جدران غرفة الاحتراق Isp .. يصل عادة بين 310 – 320 ثانية .



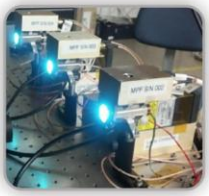
Aerozine 50 وهو خليط من 50 % من الهيدرازين N2H4 و 50 % من UMDH مع بيروكسيد الازوت ظهر منذ الخمسينات كوقود للصواريخ البالستية Titan 2 ، كما كان مستخدما لمحركات الهبوط و الاقلاع على القمر لرحلات Apollo ، حاليا مستخدمة على محرك المرحلة الثانية من صواريخ دلتا 2 الامريكية بـ Isp يقارب 320 ثانية..

MMHاو مونوميثيل الهيدرازين ممتاز لمهمات التوجيه و تصحيح المسار للمسابير و الاقمار الصناعية في المدارات لاستقراره و فترات خزنه الاطول ، يستخدم مع مؤكسد MON-xو هو خليط من x % من بيروكسيد الازوت و 100 x% -من مونوكسيد الازوت (عادة x بين 1 و 5)

يمكن للهيدرازين العمل كوقود وحيد كما الحال في العديد من محركات الهبوط فوق الكواكب و تعديل المدار للمسابير و الأقمار الصناعية عبر اضافة محفزات للتفاعل كنيتريد الموليبدن او الايريديوم ما يساهم في تفكك الهيدرازين و انتاج كثيف لغازي الازوت و ثنائي الهيدروجين في عملية كيميائية بطاقة حرارية عالية ، محركات الهيدرازين تصل عادة الى ما فوق 200 ثانية Isp

أنواع الوقود العاملة على ازواج احتراق محفوظة في درجات متدنية Cryogenic اكثر فاعلية و عادة ما يكون الاوكسيجين السائل المؤكسد الاساسي فيها إلا انها تستلزم نظام دفع أعلى كلفة و أعقد تقنيا .

RP1 Rocket Propellant 1 : RP1 /LOXو هو نوع خاص عالي التكرير من الكيروسين اضافةللأوكسيجين السائل المحفوظ في حرارة منخفضة تقارب -183 درجة مئوية Cryogenic، و هو أكثر فاعلية و أقل تلويثا من الوقود الازوتي .. و يستعمل بشكل واسع في مراحل دفع صواريخ Soyuz FG الروسية و صواريخ Zenit الاوكرانو- سوفياتية و كذا صواريخ Delta 3 الامريكية و غيرها ، مشتق روسي اخر أكثر كثافة يسمى RG-1 يستعمل على محركات RD-108 للمرحلة الاولى لصواريخ LOX/RP-1 .. Soyuz 2 يعطي قيم Isp بين 270 و 350 ثانية في الفراغ كما انه اكثر سهولة في التخزين و التعامل ومتطلبات تصميم المحركات من الهيدروجين السائل .

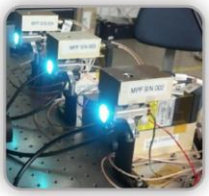


H2/O2 هذا الزوج من الأكثر فاعلية و الذي يمكن استبدال ثنائي الأوكسيجين فيه بالفليور.. فرغم كون المكونين معا في الحالة السائلة (الهيدروجين عند -253 مئوية و الاوكسيجين -183) ما يطرح مشاكل تقنية لحفظ الوقود بالإضافة الى الكثافة المنخفضة للهيدروجين السائل ما يجعل خزانات الوقود تمتلأ بسرعة إلا أنه الأقل تلويثا فتفاعلهما ينتج عنه الماء فقط ، و احتراق الهيدروجين السائل في الاوكسجين السائل يولد طاقة اعلى في كل وحدة كتلة ..احتراقهما يولد قوة دفع عالية جدا و حفضهما في الحالة السائلة في حرارة منخفضة مكن المهندسين و العلماء من التغلب على مشكل الحرارة العالية في هيكل المحرك ... فتصميم المحرك يحتوي على انابيب صغيرة على جداره بحيث يضخ الوقود السائل فيه باستمرار لانجاز مهمتين ، أولا يتم تبريد حرارة المحرك قدر الإمكان ، ثم يتجه الوقود عبر الأنابيب ليحترق في أعلى غرفة الاحتراق في ما يسمى بالدارة المغلقة ... و هو مستعمل سواء في المكوك الفضائي الأمريكي (Space Shuttle)أو الصاروخ الاوروبي5 Ariane و تعتبر تقنية الدارة المغلقة من الأفكار الفذة للعالم الألماني فيرنر فون براون في بداية الأربعينيات .. كفاءة محركات LOX/LH2 تصل الى 412 ثانية Isp للأمريكي RS-68 و 3100 كيلونيوتن ، محرك المرحلة الاولى لصاروخ .. Delta 4 و 452 ثانية لليباني LE-5 محرك المرحلة الثانية للصاروخ H-2 الياباني من انتاج ميتسوبيشي للصناعات الثقيلة..

الصــاروخ متعدد المراحل

لو تم وضع قمر صناعي على علو 200 كلم مثلا ينبغي الوصول الى سرعة فعلية تصل الى حوالي 8 كلم/ ثانية و على مدار 2000 كلم ينبغي توفير 6.9 كلم/ ثانية ليبقى القمر في مداره حول الارض و تلك سرعات كبيرة جدا لا يمكن وصولها حتى مع أقوى أنواع الوقود في حال صاروخ احادي الطبقات .

لإعطاء مثال بسيط على ذلك لنتخيل صاروخا كتلة هيكله وأنظمته + كتلة شحنته المراد وضعها في المدار تساوي 600 كلج و يحمل 3 أطنان من الوقود بسرعة نفث تساوي 3 كلم / ثانية .. معادلة تسيولكوفسكي و مع اهمال تاثير الغلاف الجوي و الثقالة نجد ان =DV .. 3*ln(3600/600)= 5,3 km/s أي ان مع اكثر انواع الوقود سرعة فان مثل هذا الصاروخ لن يوفر لنا سرعة كافية للاستقمار .



عكس هذا لو فرقنا الكتلة الاجمالية للصاروخ بشكل متساو على 3 مستويات قابلة للفصل مثلا و وزعنا كمية الوقود عليها بالتساوي أيضا ، (اي طن وقود لكل مستوى) فان الامر يختلف ، بحساب بسيط سنجد أن تغير سرعة المستوى الأول =DV1

3*ln(3600/2600)=1,4 km/s

سيتم فصل المستوى الفارغ و ستبدأ المرحلة الثانية من الدفع

DV2= 3*ln(2400/1400)=2.1 km/s

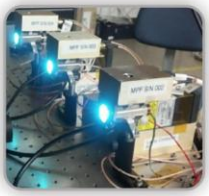
في حين ان المرحلة الثالثة و الاخيرة ستعطي الآتي :

DV 3 = 3*ln(1200/200)=4,8 km/s

و بالتالي التغير الكلي للسرعة سيكون بجمع السرعات في المستويات الثلاثة

DV = 1,4+2,1+4,8 = 8,3 km/s

الفكرة بشكل عام هي تغيير العامل الثاني في المعادلة و هو معامل الكتل البدئية و النهائية و هو ما يتم فعليا في الصواريخ الفضائية و الصواريخ العابرة للقارات لكن بشكل اكثر تعقيدا فعادة تكون المرحلة الأولى الأثقل في جسم الصاروخ و التي تحمل اكبر كمية من الوقود و أكثر عدد من محركات الدفع و المعززات الصاروخية و ذلك لأنها المرحلة التي تشهد أكبر قوى معاكسة للدفع الصاروخي من ناحية كثافة الغلاف الجوي و تأثير الثقل بينما تكون المرحلة الاخيرة و التي تتكلف بالاستقمار المباشر اصغر لأن الشحنة تكون في وضع شبه معزول عن الاحتكاكات بفضل انعدام الغلاف الجوي .



قوانين كيبلر Kepler's Laws وسرعات الاقمار

قوانين كيبلـر الثلاثة تصف حركة الكواكب حول الشمس و بصفة عامة فهي صالحة لكل جسم في مدار حول جرم فلكي و تعتبر قواعد اساسية لا بديل عنها في فهم خصائص المدارات للأقمار الصناعية و الأجرام الأخرى لذلك وجب ذكرها .

قانون كيبلـر الأول

تتخذ الكواكب مدارات اهليلجية حيث تكون الشمس مركز احدى بؤرتي الاهليلج القانون الثاني او قانون المساحات فبأخذ الشمس في احدى البؤرتين و في نفس المدة Dt فان المساحة المحصورة بين القوس P1P2 و بؤرة الاهليلج تعادل المساحة المحصورة بين القوس P3P4 و البؤرة التي هي الشمس بالنسبة للنظام الشمسي .. تفسير انخفاض المساحات هو ان سرعة الكوكب تتغير حسب قربه من الشمس فالكواكب تزيد سرعتها باقترابها من الشمس و تنخفض عند ابتعادها عن البؤرة (الشمس)

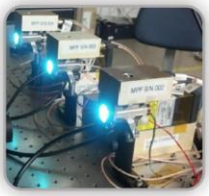
القانون الثالث وهو قانون تناسب بين مربع الدور المداري و مكعب طول المحور الأكبر للاهليلجو يعبر عنه كالتالي :

$$a^3 = k.(T/2\pi)^2$$

a طول نصف المحور الأكبر للاهليلج

T الدور المداري و هو الوقت اللازم للكوكب للرجوع الى نفس النقطة من المدار

K ثابتة تتعلق بالشمس أو بالجرم الذي يتم حوله الدوران عموما



نستمر بالمعطيات التالية :

m كتلة الجسم

M كتلة الجرم

Dالمسافة بين مركزي ثقلهما

V سرعة دوران الجسم

جسم في حالة دوران دائري منتظم حول جرم معين في معلم جاليلي (معزول نظريا) يعني أن هناك توازنا في القوى المؤثرة عليه و بالتالي فمجموع متجهاتها يساوي صفرا في هذه الحالة هناك قوتين فقط أولاها قوة جاذبية الجرم و المعبر عنها G Mm/D ^2 بينما القوة الثانية هي قوة الطرد المركزي و التي تسعى لخلق توازن مع قوة الجذب وبالتالي منع الجسم من السقوط على الجرم .

فالجسم أثناء دورانه بسرعة منتظمة ينعدم تسارعه المماس لمساره aT و لا تبقى إلا قيمة تسارعه المركزي Normal AccelerationaN = V^2/D و منه فقوة الطرد المركزي تساوي m.V^2/D و عليه فإن

G.M.m/D^2 = m.V^2/D الكتابة هنا بمنظم القوتين دون متجهات

و منه نجد قيمة سرعته V = (G.M/D)^(1/2)

و بما أن V = 2π.D/T فإنT = 2π(D^(3/2))/(G.M)^1/2

و منه نرجع الى صيغة قانون كيبلر 3 مع اعتبار a= D المسافة بين مركزي ثقل الجسم في المدار و الجرم و k = 1/G.M حيث G ثابتة كافنديش للتجاذب الكوني و M كتلة الجرم

سرعات الإستقمار و التحرير

سرعة الاستقمار هي السرعة الدنيا Vs min التي يجب اعطاءها لجسم للبقاء في مدار حول الجرم دون سقوطه على السطح ، و حسب التعبير أعلاه فإن البارامتر المتغير بالنسبة لحالة قمر صناعي حول الأرض هو ارتفاع المدار و منه فإن السرعة اللازم إعطاءها له ليبقى في مدار دائري تنقص مع الارتفاع ، ففي مدار 200 كلم مثلا سرعة الاستقمار الدنيا Vs min = 7.86 Km/s، بينما تصل الى6.15 Km/s لارتفاع 4190 كلم ، و 4.88 Km/sلـ 10400 كلم .. في حين تقارب3.07 Km/s على ارتفاع 35800 كلم و هو ارتفاع المدار الأرضي الثابت GEO

مدار قمر صناعي لا يكون دائريا إلا في حالة الوصول به الى سرعة الاستقمار الدنيا المكافئة لارتفاع المدار الذي نريد الاستقمار عليه و كذا انفصال القمر الصناعي عن المركبة الحاملة بشكل متواز مع سطح الارض .. في حالة سرعة استقمار أكبر من Vs min فإن المدار سيكون اهليلجيا ، بؤرته مركز الأرض و حضيضه في نقطة الانفصال بالنسبة للمدارات الاهليلجية Eliptic Orbits فإن سرعة القمر الصناعي تتغير حسب موضعه في المدار و بالتالي حسب بعده عن المركز البؤري (الارض) فتصل الى مستواها الاقصى عند الحضيض بينما تهبط الى ادنى مستوى عند الأوج (ابعد نقطة عن الارض) و ذلك ترجمة لانحفاظ الطاقة الميكانيكية للجسم في المدار، و يعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$v_H = \sqrt{2\ \mu_A \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2\ a_H} \right)}$$

حيث r المسافة بين القمر في المدار و مركز الأرض و a هو نصف القطر الأكبر للاهليلج و المقدار μA=G.M

قد يتبادر الى الذهن تساؤل حول السرعة اللازم اعطاءها لجسم ما ليخرج تماما من الجاذبية الأرضية و ينفلت من حالة الدوران حول الأرض و هو ما يسمى بسرعة التحرير أو Escape Velocity و التي يمكن حسابها عن طريق معادلة انحفاظ الطاقة الميكانيكية للجسم في المدار و يعبر عنها كالآتي : Vesc = (2.Vs min)^1/2

خصـائص المدارات و نـوافذ الإطلاق

للمدارات خصائص عديدة تميزها عن بعضها البعض سواء كانت اهليلجية او دائرية و من أهمها :

1- الدور المداري T و هي المدة الزمنية التي يقوم فيها الجسم بلفة واحدة في المدار و تحسب كما راينا أعلاه بالقانون 3 لكيبلر ، حيث يتغير حسب نصف قطر الاهليلج a أو شعاع المدار r في حالة المدارات الدائرية فيعطي قيمة 90 دقيقة لقمر على ارتفاع 200 كلم و 24 ساعة لقمر على ارتفاع 36000 كلم

2- زاوية الميل Inclinaison α و هي الزاوية التي يتخذها مستوى المدار مع مستوى خط الاستواء .. ففي حالة $\alpha \simeq 0°$ نقول ان المدار استوائي بينما يكون المدار قطبيا اذا قاربت زاوية المدار 90 °

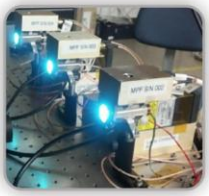
3- زاوية الحضيض Argument Of Periapsis ω و هي تؤشر للزاوية بين اتجاه العقدة الصاعدة للمدار و اتجاه حضيض المدار

4- العقد المدارية : الصاعدة و النازلة للمدار و هي النقطتين التي يقطع فيهما المدار مستوى خط الاستواء بالتوالي حسب اتجاه دوران الجسم حول الارض و تعرفان حسب درجتهما بالنسبة لمرجع مطلق للزوايا .

5- نقطتي الحضيض و الأوج بالنسبة للمدارات الاهليلجية

6- الاختلالات الثقالية

وهي من اهم ظواهر الاختلالات المدارية و تلاحظ بشكل كبير لدى المدارات شبه القطبية و ذات الميل الكبير حيث ان العقد الصاعدة و النازلة للمدار تتغير ، و درجة الاختلالات تكون مرتبطة بشكل مباشر بارتفاع المدار و ميله المداري.. و هي ناجمة عن شكل الأرض المسطح عند القطبين و التوزيع غير المتجانس للكتلة الارضية ما يجعل قيم الجاذبية تتغير مؤثرة بالتالي على حركة الاقمار الصناعية ، و هو ما يترجم بظاهرة المداورة العقدية Nodale Precessionو تغير موضع الحضيض للمدارات ذات الانزياح الكبير، و هو ما يلزمه شرح أكثر لاحقا عند الحديث عن المدار الشمسي المتزامن SSO و مدارات Molniya



نــوافـذ و محطـات الإطـلاق

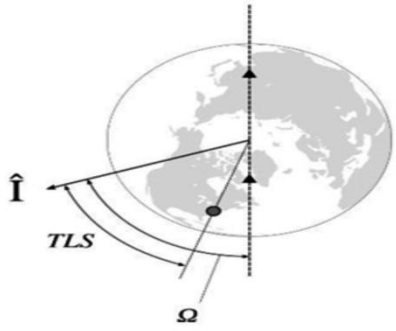
لإنجـاح إطلاق نحو مدار معين يجب الأخذ بعين الاعتبار متغيرين أساسيين ، الأول هو المدار بمختلف مميزاته و الذي سيدور فيه القمر الصناعي و الثاني هو مسار قاعدة الإطلاق و التي تدور بدورها مع دوران الأرض و لا يمكن الاطلاق إلا عند تقاطع إسقاط مسار المدار مع مسار قاعدة الاطلاق حول خط عرضها كما أن توقيت الاطلاق عامل مهم حيث كل هذه المعطيات تسمى : نافذة الإطلاق .

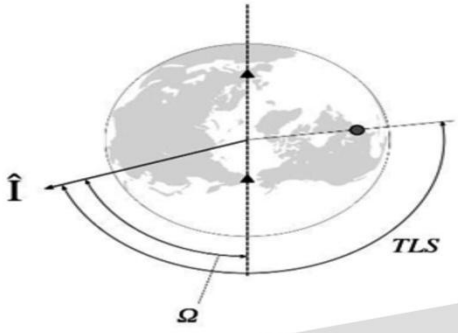
أ) التوقيت الفلكي المحلي Sideral Local Time

عند حساب العقد المدارية يكون من الأجدى الاعتماد على صيغة التوقيت الفلكي SLTالمعتمد على دوران الأرض في مرجع مطلق عوض حسابه بالساعات و بالتالي نستعمل درجات دوران الارض فلدينا 360° في 24 ساعة فلكية و منه فان ساعة واحدة = 15 °

نحسب درجات دوران الارض بالنسبة الى نقطة مرجعية ساكنة في الفضاء تسمى Vernal Point و يرمز لـها بـ I حيث يتم اختيارها بشكل اعتباطي حسب تموضع نجوم بعيدة و ساكنة بالنسبة للأرض لتوفير أكبر نسبة من الدقة في القياس .. في وقت معين موقع قاعدة الاطلاق يتم حسابه انطلاقا من النقطة المرجعية بالدرجات ، حيث يتغير موقعها على مدى اليوم مع دوران الارض حول نفسها .

WWW.EUNPS.COM





النـقطة المرجعية الساكنـة في الفضاء

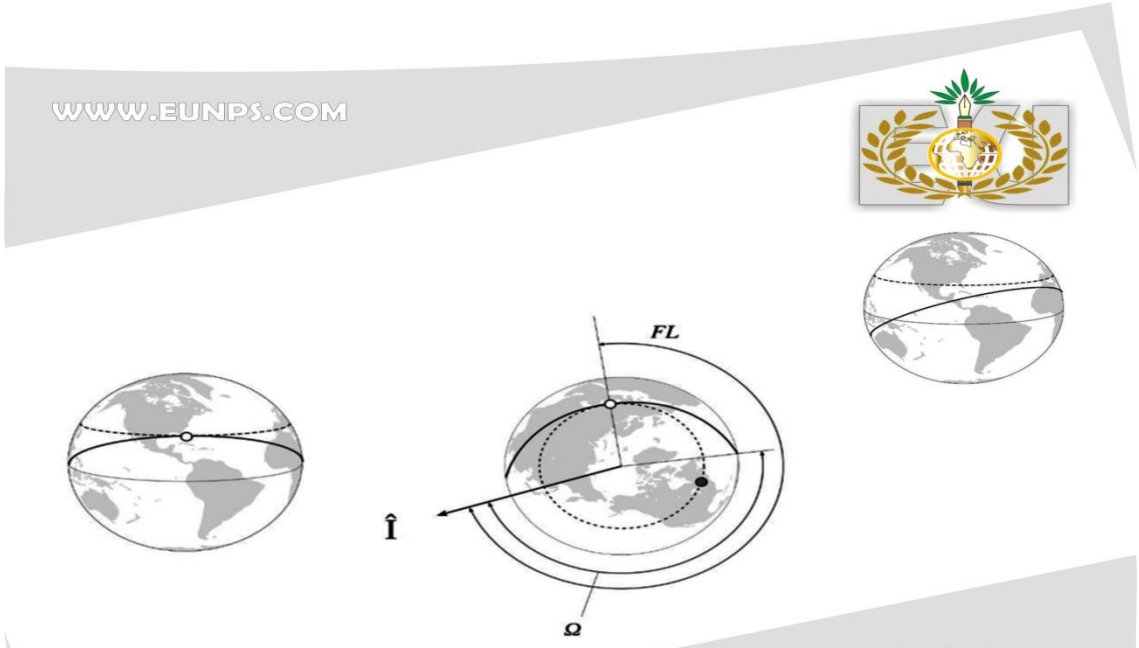
للإشارة فإن القيمة الحقيقية لـ 24 ساعة فلكية تساوي بالتحديد 23 ساعة 56 دقيقة و 4 ثواني .

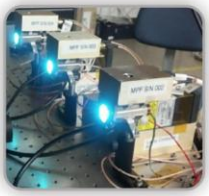
ب) حالات التقاطع

مسار المدار المفترض حول الأرض يعتمد على زاويتين و هما : Ω خط طول العقدة الصاعدة او بمعنى آخر التوقيت الفلكي عند تقاطع المدار مع مستوى خط الاستواء و التي تحسب انطلاقا من مرجع التواقيت .. الثانية هي α و هي درجة الميل المداري للمدار المفترض Inclinaison

من ناحية اخرى فبحسب خط عرض محطة الاطلاق Lat و درجة الميل المداري α يكون لدينا نافذة واحدة أو نافذتان أو قد لا تكون لدينا اي نافذة اطلاق مباشرة.

عند Lat > α لا يكون هناك أي تقاطع بين الاسقاط الارضي لمسار المدار مع مسار محطة الاطلاق و منه فإنه لن توجد آنذاك أي نافذة إطلاق مباشرة و سيبقى الحل الوحيد لوضع القمر في مداره هو إطلاقه في مدار مؤقت ثم عمل مناورة مدارية تمكنه من الوصول الى المدار المرغوب و لكنها عادة ما تكون مكلفة من ناحية الحصيلة الطاقية و كمية الوقود اللازم حرقها لتنفيذ المناورة . عند Lat = α





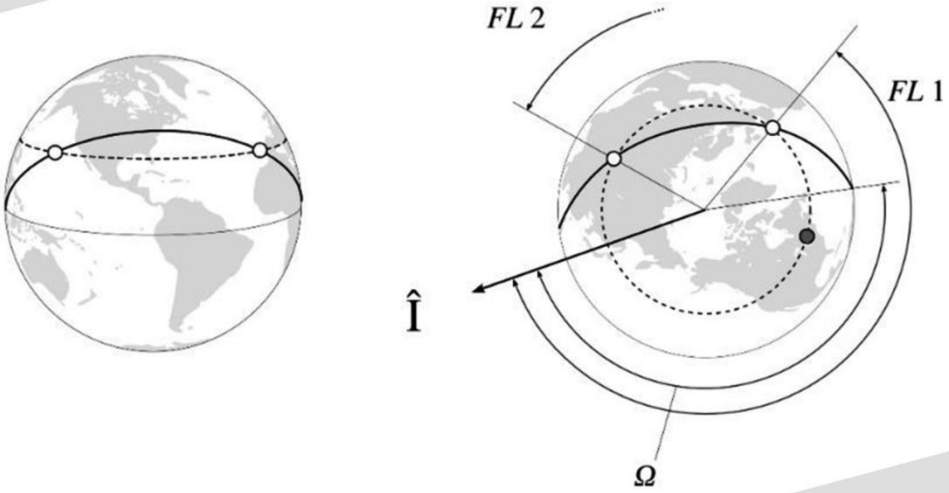
يتقاطع المساران في نقطة وحيدة تسمى نافذة الاطلاق FL و التي يمكن حسابها بالدرجات او بالتوقيت الفلكي المحلي حيث أن

$$FL = 90^{\circ} + \Omega$$

عندما تصل قيمة SLT الخاص بالقاعدة الى قيمة FL يكون قد حان وقت الإطلاق و في هذه الحالة يتم الاطلاق عادة نحو الشرق مباشرة .

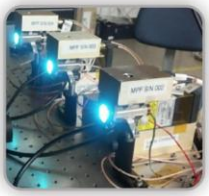
عند Lat > α نكون أمام نافذتي اطلاق FL 1 & FL 2 و حسابهما يتطلب بعض المعرفة بقواعد الحساب المثلثي الفلكي ، حيث يتم الامر كالآتي :

WWW.EUNPS.COM



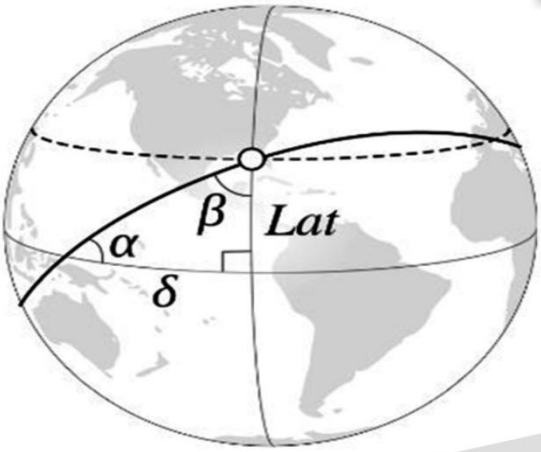
كما نرى في الرسم اعلاه فإن الزاوية الفاصلة بين FL 1 و Ω ليست 90° كما في الحالة السابقة إنما بينهما زاوية تدعى δ و لدينا التعبير التالي :

$$FL1 = \delta + \Omega$$



لحساب δ و حسب ما هو مبين في الصورة التوضيحية نجد المثلث الفلكي قائم الزاوية:

WWW.EUNPS.COM



حيث δ إحدى أضلاعه (جزء من خط الاستواء) بينما الزاوية Lat ضلعه الآخر المتعامد عليه ، و الزاوية β هي زاوية السمت Azimuth بين الشمال و مسار المدار و α الميل المداري للمدار.

العلاقتـان التاليتان تجمعان بين هذه الزوايا حسب معادلات Gauss للحساب المثلثي الفلكي

1) Cos δ = Cos β / Sin α

سيكون علينا الآن معرفة زاوية السمت β و التي نجدها كذلك:

2) Sin β = Cos α / Cos Lat

حين تحسب كل هذه الزوايا يصبح حساب LW 1 ممكنا و بحسابه نجد نافذة الاطلاق الثانية LW2بسهولة أكثر عبر العلاقة التالية :

$$LW2 = LW1 + 180^{\circ} - 2\delta$$

من خلال معرفة التعابير العامة لنوافذ الاطلاق يمكننا معرفة تواقيت الاطلاق للمدارات المتوخى الاستقمارعليها انطلاقا من قاعدة إطلاق معينـة ، فـكيف يتم اختيار أمكنة انشاء قواعد الاطلاق و على اي أساس ؟

ج) قواعـد الإطلاق في العالم و مميزاتها

قـواعد الإطلاق الفضائية و مواقعها لا تكون اعتباطية أبدا ، فالارض تدور 360° في 24 ساعة فلكية و بالتالي فالسرعة الخطية التي يدور بها سطحها هي :

$$V = W.R.Cos(Lat)$$

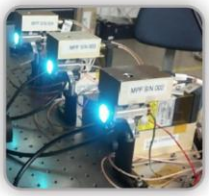
W السرعة الزاوية للأرض

R شعاع الأرض

Lat خط عرض المحطـة

Cos دالة جيب تمام الزاوية

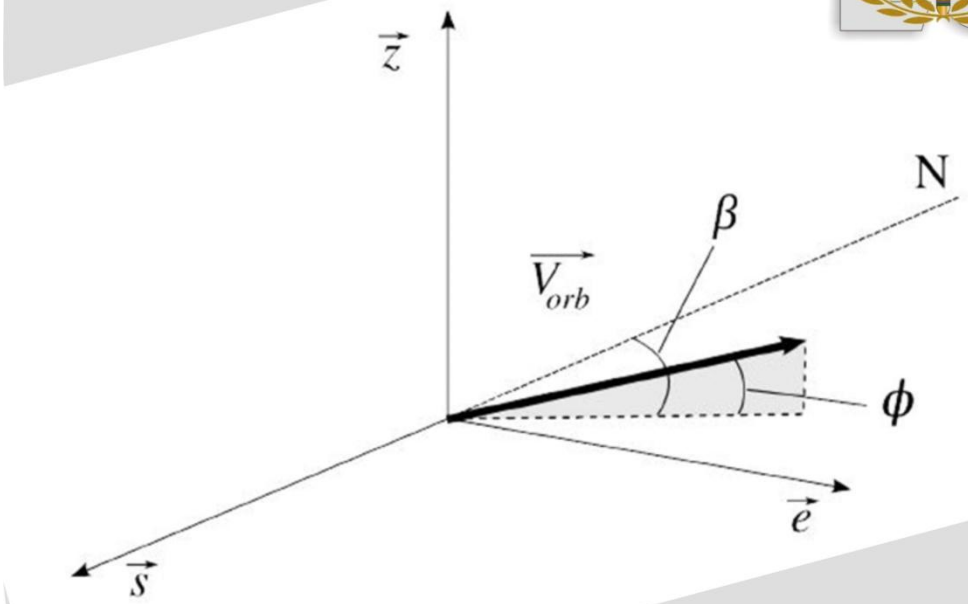
و منه فكلما كان خط عرض الموقع صغيرا (يعني أقرب لخط الاستواء) كلما تمت الاستفادة من سرعة دوران موقع الاطلاق، فالقيمة القصوى لسرعة سطح الارض عند خط الاستواء تقدر بـ 465 m/s بينما تكون منعدمة عند مركزي القطبين ، و لذلـك فقبل إقلاع الصاروخ و الذي يبدو ساكنا لمشاهد على الارض يكون له في الواقع حوالي 5.7% من السرعة المطلوبة للاستقمار على مدار استوائي منخفض إذا افترضنا اطلاقه من موقع استوائي ، هكذا فـ بالنسبة لمحطةKourou الفرنسية في غوايان 5.23° تكون هذه السرعة 463 m/s Cap Canaveral في فلـوريدا 28.5° سرعة 410 m/s بينما Baikonour الروسية في كـازاخستان 45.6° سرعة 310 .. m/s لهذا السبب يتم الاطلاق عادة نحو الشرق و من قواعد أقرب ما يمكن من خط الاستواء للاستفادة من السرعة الخطية للقاعدة و أيضا لفتح نوافذ الاطلاق نحو أكبر مجال من الميل المداري للمدارات بغرض الاطلاق المباشر دون الحاجة لمناورات كثيرة و مكلفة طاقيا لتعديل الميل و من جهة اخرى نجد أن العديد من القواعد تنفتح على مساحات خالية شرقا و حتى على المحور الشمالي/ الجنوبي (للاطلاق نحو المدارات القطبية) و ذلك تجنبا لسقوط معززات الصاروخ و مراحل دفعه أو مخلفات انفجار الصاروخ في حالة فشل الاطلاق على مناطق مأهولـة ، لذلك فهناك قواعد مطلة على ساحل شرقي كـما في Cap Canaveral في فلوريدا و Svobodniy في روسيا و Kourouفي غوايان الفرنسية، San Marco,Cap Musudan, بينما هناك من يطل



على صحراء شرقية أو منطقة جرداء فارغة كما هو الحال مع Baikonour ,Kaputsin Plessetsk , Yar، و قاعدة Hammaguir الفرنسية غرب مدينة بشار و التي تم اقتطاعها لصالح الجزائر الفرنسية و التي أخليت عام 67 و غيرها .

الاستفادة القصوى من سرعة سطح الارض لا تكون إلا إن كان المدار و قاعدة الاطلاق استوائيين و الاطلاق نحو الشرق أما فعليا فـ بالنسبة للمدارات ذات الميل فالاستفادة من السرعة تكون جزئية لأن متجهة سرعة المدار تكون لها 3 مركبات شرقيـة و جنوبية و سرعة سمت الراس V-zenith كما هو موضح في الشكل التالي:

WWW.EUNPS.COM



و لـذلك فنجد أن المحطات المخصصـة لإطلاق أقمار التجسس و التي تكون عادة بمدارات شبه قطبية يمكن أن يكون لها خطوط عرض مختلفة دون مشكل لأن الإطلاقات تكون نحو الشمال على مدارات تجاوز الـ 90° ببضع درجات .. مثل Plessetsk شمال موسكو ، Jiuquan

شمال الصين ، Woomera جنوب استراليا و Vandenberg في كاليفورنيا هذه الاخيرة التي تنفتح على المحيط الهادي جنوبا و صحراء أريزونا شرقا، و تعتبر احدى أهم قواعد اطلاق أقمار التجسس الامريكية حيث يتم اطلاق أغلبها نحو الجنوب للمدارات الشبه القطبية.

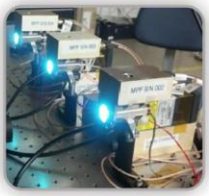
محطة الفضاء الدولية ISS و حتى محطة Mir السوفياتية (خارج الخدمة) لها ميل Inclinaison 51.6° و ذلك لسبب أن الاطلاق من محطة Baikonour 46.5° يكون في ظروف ممتازة ما يسمح لصواريخ Soyuz TMA و Proton-M مثلا من الاستقمار بهامش من الطاقة ، حيث يمكن استغلال ΔV التي تم اقتصادها من سرعة القاعدة و قلة التعديل المطلوب ، في زيادة حمولة الصواريخ من معدات و أجهزة لمحطة الفضاء الدولية محطة الإطلاق العائمةOcean Odyssey التابعة لشركة Sea Launch المتعددة الجنسيات هي محطة مشتقة من منصة نفط يابانية في بحر الشمال تم تحويلها الى محطة اطلاق استوائية لغرض ايصال الاقمار التجارية و اقمار البث الفضائى الى مدار GEO بأقل خسارة طاقية .. المحطة تستعمل صواريخ Zenit-3 SL الاوكرانو- سوفياتية العاملة على وقود الكيروسين / الاوكسيجين السائل حيث جرى اول اطلاق في مارس 1999 ، تتموقع الـ Ocean Odyssey قرب جزيرة Cristhmas Island في ارخبيل خط الاستواء وسط المحيط الهادئ .

المنـاورات المداريـة

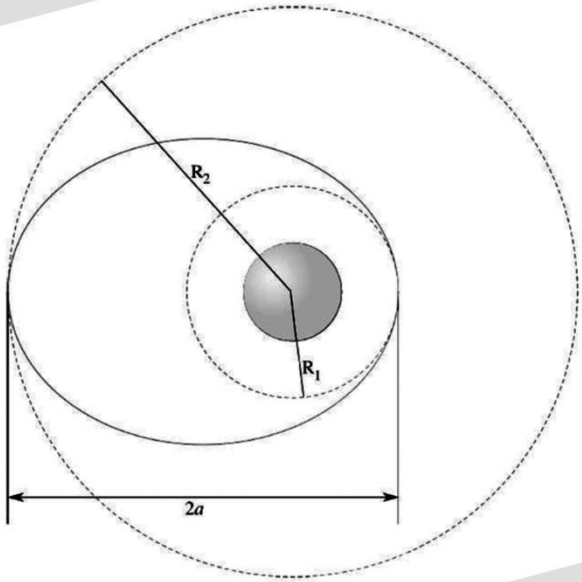
تكاد لا تخلو عملية إطلاق فضائية من مناورة لتعديل المدار أو للانتقال من مدار لآخر سواء عبر المرحلة النهائية من الصاروخ الحامل أو من خلال محركات الدفع الخاصة بالأقمار الصناعية أو المسابير و المركبات الفضائية.

مناورة Hohmann للتحويل المداري

مدار Hohmann للتحويل هو من الأكثر استعمالا في الانتقال بين المدارات احادية المستوى، إذ أنه أقل المناورات كلفة من الناحية الطاقية و يرجع الفضل فيه الى عالم الفلك الألماني فالتر هومان Walter Hohmann منذ عشرينيات القرن العشري.
مناورة التحويل Hohmann هي الانتقال من مدار منخفض نحو مدار مرتفع باستعمال مدار تحويل اهليلجي حضيضه يلامس المدار المنخفض و أوجه يصل الى المدار المرتفع كما في الشكل التالي :



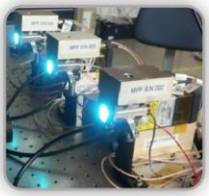
WWW.EUNPS.COM



هناك مرحلتي دفع أساسيتين خلال هذه المناورة

المرحلة الاولى

دفع على مستوى المدار المنخفض تكون متجهته مماسة للمدار ، هذا الدفع الاضافي يجعل سرعة الجسم في المدار أكبر من سرعة استقماره الدنيا التي كان يملكها قبل بداية المناورة Vs min ما يجعله يتخذ مدارا اهليلجيا تكون درجة انحرافه e Orbital Excentricity مرتبطة بكمية الاضافية في أول المناورة



$$v_H = \sqrt{2\ \mu_A \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2\ a_H} \right)}$$

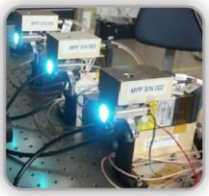
حيث aH هو نصف المحور الأكبر للاهليلج و aH=R1+R2 2 و هي المسافة الكاملة بين الحضيض و الأوج ، بينما r هو الشعاع في نقطة ما من المدار و منه فإنـه في أول المناورة يكون r = R1 و بالتالي يمكننا من خلال المعادلة أعلاه معرفة السرعة V(H-R1) اللازم الوصول لها في اول المناورة لبلوغ المدار ذو الشعاع R2

المرحلـة الثانيـة

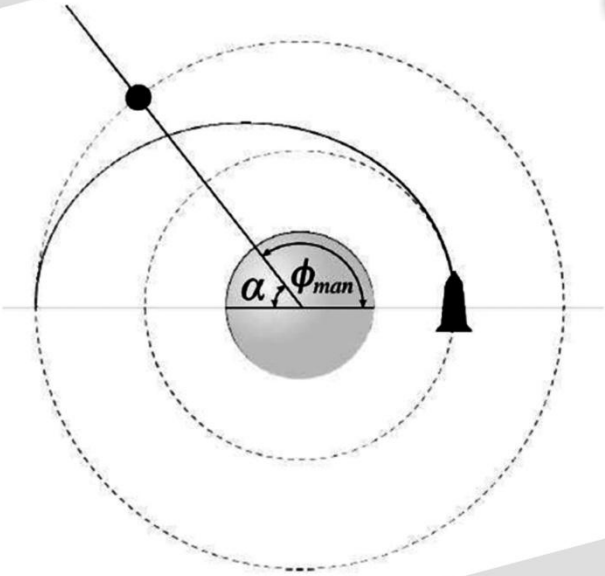
أثناء الانتقال في مدار Hohmann الإهليلجي يفقد الجسم سرعته كلما ابتعد عن الحضيض ليصل الى أوج المدار بسرعة دنيا و بمسافة R2 عن الأرض ، و هي سرعة أقل بكثير من سرعة الاستقمار Vs min اللازمة ليبقى في المدار الدائري ذو الشعاع R2 ما يحتم اجراء دفع اضافي للوصول بالسرعة V(H-R2) الى قيمة سرعة الاستقمار في المدار المرتفع R2 مناورات Hohmann لا تقتصر على الانتقال من المدار المنخفض نحو المرتفع بل يتم استغلالها ايضا في العملية العكسية .. فالمسابير و الاقمار عادة تملك محركات بدفع موجه تمكنها من العمل عكس مسار الحركة لابطاء سرعتها على مدار ما من اجل خفض ارتفاعها و النزول الى مدار أخفض ، ففي الفضاء الخارجي لا وجود للهواء و بالتالي لا يمكن اخماد الحركة الا بحركة في المنحى المعاكس ، و منه فان الحصيلة الطاقية للمناورة لا تتغير في العمليتين.

المـوعد المداري Spatial Rendez-Vous

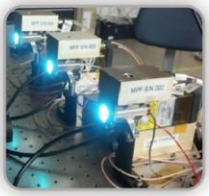
أحيـانا لا يكـون علينا الوصول الى مدار محدد فحسب بل أيضا الوصول في توقيت دقيق و هو ما يعد شيئا مهما لعمليات الالتحام بجسم في المدار المنشود أو كذلك بالنسبة لأقمار البث و الاتصالات المتواجدة على مدار Geostationnary Orbit او مدارات مولنيا.. فالموعد المداري لا يعدو ان يكون مناورة Hohmann مؤطرة في الزمن .



WWW.EUNPS.COM



من خلال الصورة اعلاه يتضح لنا أنه للالتحام بالهدف على المدار المنشود ينبغي الانطلاق من المدار الأولي في وقت معين علينا تحديده بدقة ، هذا التوقيت يمثل تموضع المركبة بالنسبة للهدف و هو ما سنسميه زاوية الانفصال **Angle of Separation** و لحسابه سيكون علينا تحديد شيئين اساسيين : زمن المناورة و هو الزمن اللازم لقطع المسار نحو الهدف و زاوية التقدم .



زمن المناورة هو بشكل اخر الوقت اللازم لقطع نصف محيط مدار التحويل الاهليلجي أي الوصول الى 180 درجة و هو يساوي نصف الدور المداري لمدار التحويل و يعبر عنه كالآتـي :

$$t_{vol} = \pi \sqrt{\frac{a_H^3}{\mu_A}}$$

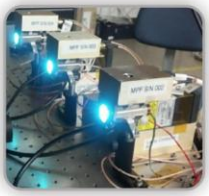
زاويـة التقدم للهدف avt α هي تغير موضعها الزاوي بالنسبة للزاوية البدئية أثناء قطع المركبة لزمن المناورة ، هذه الزاوية يمكن حسابها انطلاقا من السرعة الزاوية ω cible للهدف بشكل بسيط :

$$\alpha = \omega \cdot t\ vol$$

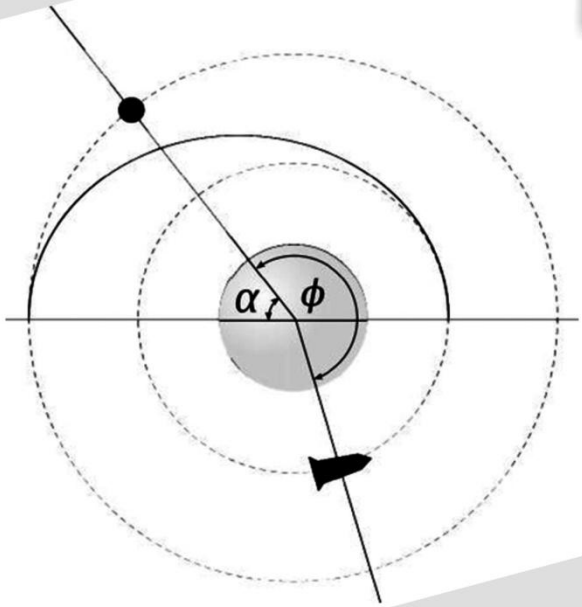
بهذا الشكل سنستطيع حساب زاوية الانفصال Φ maneuver ، هذه الزاوية التي يجب أن تفصل الجسم عن الهدف عند بداية المناورة المرجوة للالتقاء:

$$\Phi = 180 - \alpha$$

الجسمين في مدارين مختلفين ليسا تابثين بالنسبة لبعضهما و سرعتهما الزاوية تختلف حسب اختلاف مداريهما ما يجعل الزاوية الفاصلة بينهما متغيرة و لا تساوي دائما زاوية الانفصال من هنا جاء مفهوم وقت الانتظار و هو الوقت الذي ينبغي انتظاره من الجسم حتى يدخل في المناورة و بالتالي علينا انتظار وصول قيمة Φ initial الزاوية الفاصلة البدئية الى قيمة Φ maneuver ضمن زمن انتظار: t (attente)



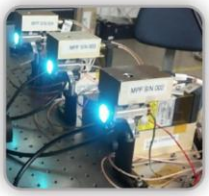
WWW.EUNPS.COM



$$\Phi_{manœuvre} = \Phi_{initial} + (\omega_{cible} - \omega_{véhicule}) \times t_{attente}$$

$$t_{attente} = \frac{\Phi_{manœuvre} - \Phi_{initial}}{\omega_{cible} - \omega_{véhicule}}$$

في حالة Φ initial > Φ maneuver سنقع في قيمة سالبة لكن بما أن الظاهرة دورية فيكفي زيادة 360 لفرق الزوايا للحصول على النتيجة المقبلة الصحيحة.



WWW.EUNPS.COM

الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

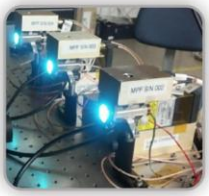
مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

المنــاورات المداريـة للقمر الصناعي من خلال محركات الدفع الخاصة خصوصاً مناورة Hohmann للتحويل المداري.

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء وضع هذا الموضوع من الاولويات مع وضع الحسابات الرياضية الثابتة في الدراسة علماً بأن المعلومات في هذا الكتاب كافية للانطلاق ان شاء الله.

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School



ثالثاً محطات المراقبة والرصد الأرضية Ground Station
(أنواعها وكيفية استقبال المعلومات من الاقمار الصناعية).

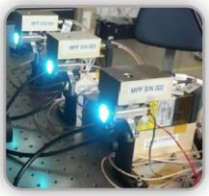
WWW.EUNPS.COM

Ground Station

Earth Observation Satellite

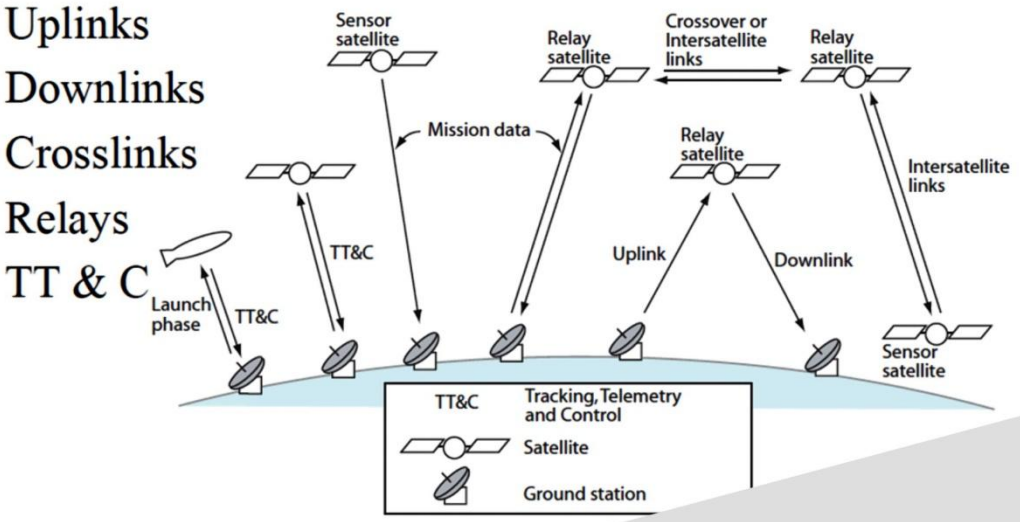
A full-size model of the Earth observation satellite ERS 2

محطات المراقبة والرصد الارضية Earth observation satellite أو Ground Station أو محطات الاستقبال الارضية هي محطات تستقبل الاشارات من الاقمار الموجودة في المدار والتي تعمل معها فتستقبل هذه المحطات النتائج من الاقمار والتي تأتي لحظيًا وبتأخير ثوان قليلة او اجزاء من الثانية ، فمثلاً منظار القمر الصناعي يمكنه رصد عملية اطلاق أي صاروخ في اللحظات الاولى ويرسل النتائج إلى محطة الاستقبال التي تحلل حواسيبها النتائج وتحولها إلى معلومات ذات مدلولات مفهومة بشريًا.

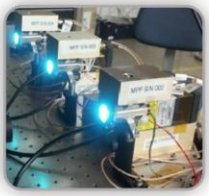


تعمل محطات الاستقبال الارضية بواسطة اجهزة حديثة جدا توفر الاتصال بشبكة الاقمار الصناعية الخاصة بها وهذه الاجهزة تعمل بالموجات المعدة لهذا الغرض وكذلك تستعمل التقنية الحديثة المتمثلة في استخدام الليزر في الاتصالات والتي تكون نتائجها دقيقة من حيث صفاء النتائج والبيانات الرقمية والصعوبة البالغة في اختراقها او التشويش عليها.

WWW.EUNPS.COM



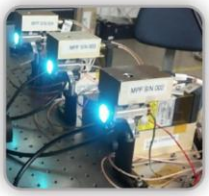
The communications architecture



فيما يلي بعض المصطلحات الضرورية لفهم ما يجري:

Ground Operation Equipment Station	المحطة الارضية GOES
Operations Ground Equipment	أجهزة العمليات الأرضية OGE
Ground Equipment Subsystem	الاجهزة الارضية الفرعية GES
Command and Data Acquisition	فحص وقيادة البيانات CDA
Government-Furnished Equipment	توفير الاجهزة الحكومية GFE
Product Monitor	مراقبة المنتج PM
GOES I-M Telemetry and Command System	القياس عن بعد ونظام القيادة GIMTACS
Radio Frequency	موجة تردد الراديو RF
GOES Variable Data Format	تنسيق البيانات المتغيرة GVAR
Satellite Operations Control Center	مركز التحكم في العمليات الفضائية SOCC
Image Motion Compensation	مقايسة حركة الصورة IMC
Sensor Processing System	نظام معالجة الاستشعار SPS
Multiuse Data Link	رابط بيانات متعدد الاستخدامات MDL
Orbit and Attitude Tracking System	نظام تعقب المدار والموقع OATS
Input Simulator (OIS)	محاكي الإدخال (OIS)
Patching Subsystem	نظام الترميم الفرعي (ODAPS)

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



تتكون المحطة الارضية GOES

GROUND OPERATION EQUIPMENT STATION (GOES)

من ثلاثة أجزاء:

1- أجهزة التردد الراديوي للمحطة الأرضية (RF)

GROUND STATION RADIO FREQUENCY (RF) EQUIPMENT

2- نظام القياس عن بعد والقيادة

TELEMETRY AND COMMAND SYSTEM

3- نظام التعامل مع الحمولة (اجهزة ومكونات القمر الصناعي) ونظام المركبة الفضائية.

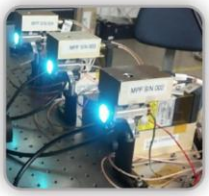
THE PAYLOAD PROCESSING AND SPACECRAFT OPERATIONS SYSTEM

تقع معدات التردد الراديوي للمحطة الأرضية في منشآتي SOCC و CDA. يتم توفير القياس عن بعد والقيادة من قبل نظام GOES I-M لقياس القياس عن بعد والقيادة (GIMTACS) ، والذي يقع أيضًا في SOCC و CDA.

يعمل نظام التعامل مع الحمولة ونظام دعم المركبات الفضائية بواسطة أجهزة العمليات الأرضية Operations Ground Equipment (OGE)

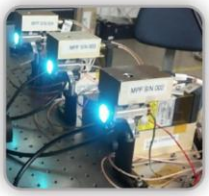
The GOES ground segment consists of three parts: ground station radio frequency (RF) equipment, telemetry and command system, and the payload processing and spacecraft operations system. The ground station RF equipment is located at the SOCC and CDA facilities. Telemetry and command are provided by the GOES I-M telemetry and command system (GIMTACS), also located at the SOCC and CDA.

Payload processing and spacecraft operations support is provided by the operations ground equipment (OGE).



تنفذ اجهزة العمليات الارضية OGE العديد من الوظائف الهامة وهي :

- المعايرة الإشعاعية ومعالجة البيانات الظاهرة .
- Radiometric calibration, visible data normalization.
- موقع الأرض والشبكة .
- Earth location and gridding.
- المدى /النطاق/المسافة ، مواقع النجوم ، وقياسات المعالم .
- Range, star location, and landmark measurements.
- مراقبة منتجات البيانات GVAR .
- GVAR data product monitoring.
- إدارة ومعايرة قاعدة البيانات .
- Calibration database management.
- تحديد المدار و الموقع .
- Orbit and attitude determination.
- تعويض حركة الصورة (IMC) مقايسة الحركة.
- Image motion compensation (IMC) coefficient generation.
- توليد ارشاد النجوم ، وتوليد ارشاد عن طريق المسح الضوئي للصورة .
- Star command generation, scan frame command generation.
- محاكاة البيانات الاولية .
- Raw instrument data simulation.
- التشخيص عن بعد ومعالجة البيانات .
- Diagnostic telemetry data processing.
- التخطيط والتدبير والمناورة والقيادة .
- Stationkeeping maneuver planning and command generation
- تقدير الدفع على متن القمر الصناعي .
- On-board propellant remaining estimation.
- التنبؤ بزاوية وعلامة القطع اليومية .
- Daily trim tab angle prediction.



يتم تنفيذ الوظائف الهامة اعلاه من اجهزة العمليات الارضية OGE عن طريق خمسة عناصر وظيفية :

Five major functional elements perform the above activities:

1- بيانات الفحص OGE ونظام الترميم الفرعي (ODAPS) .

1- OGE data acquisition and patching subsystem (ODAPS).

2- نظام معالجة الاستشعار (SPS) .

2- Sensor processing system (SPS).

3- مراقبة المنتج (PM) .

3- Product monitor (PM).

4- نظام تعقب المدار والموقع (OATS) .

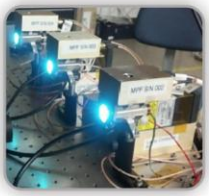
4- Orbit and attitude tracking system (OATS).

5- OGE محاكي الإدخال (OIS) .

5- OGE input simulator (OIS).

توجد هذه العناصر في محطة القيادة واستخراج البيانات (CDA) ومركز التحكم في العمليات الفضائية (SOCC) .

These elements are located at the Command and Data Acquisition (CDA) Station, Wallops, Virginia, and the Satellite Operations Control Center (SOCC) at Suitland, Maryland. Communications among several of these functional elements are provided by the GOES I-M telemetry and command system (GIMTACS), which is part of the OGE network and provided as Government-furnished equipment (GFE).

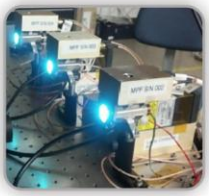


المدخلات الأولية إلى OGE هي بيانات جهاز الاستشعار ورابط البيانات متعدد الاستخدامات (MDL).

المخرجات الأولية هي بيانات التصوير ونسق البيانات المتغيرة والتي يتم تنسيقها لكل تدفق خاص بالبيانات الوصلة الهابطة لكل جهاز.

استخدامات OGE الداخلية لبيانات GVAR هي في المقام الأول لرصد جودة البيانات المعالجة وتحديد نطاق المركبة الفضائية في المدار وتحديد المواقع .

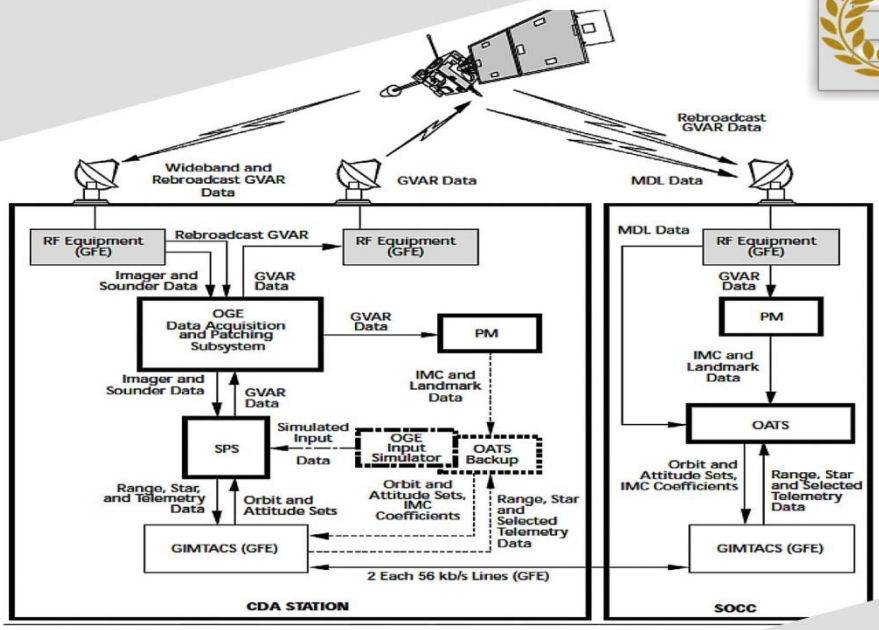
Primary inputs to the OGE are the Imager and Sounder sensor data streams and the multiuse data link (MDL). Primary outputs are the processed data relays for the Imager and Sounder data streams in the GOES variable data format (GVAR), one GVAR-formatted output data stream being generated for each instrument downlink data stream. The GVAR data stream is transmitted to its corresponding spacecraft for relay to principal users, as well as to the CDA Station and SOCC for OGE internal purposes. Internal OGE uses of GVAR data are primarily for monitoring the quality of the processed data (CDA Station and SOCC), determining spacecraft range for use in orbit and attitude determination (CDA),



الاجهزة الارضية الفرعية GES

GROUND EQUIPMENT SUBSYSTEM

WWW.EUNPS.COM

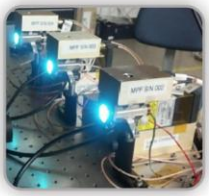


Ground Equipment Subsystem

ان استخراج المعالم التصويرية هي جزء من تحديد المدار والموقع حيث يتم تلقي البيانات من MDL في SOCC ومعالجتها من قبل OGE.

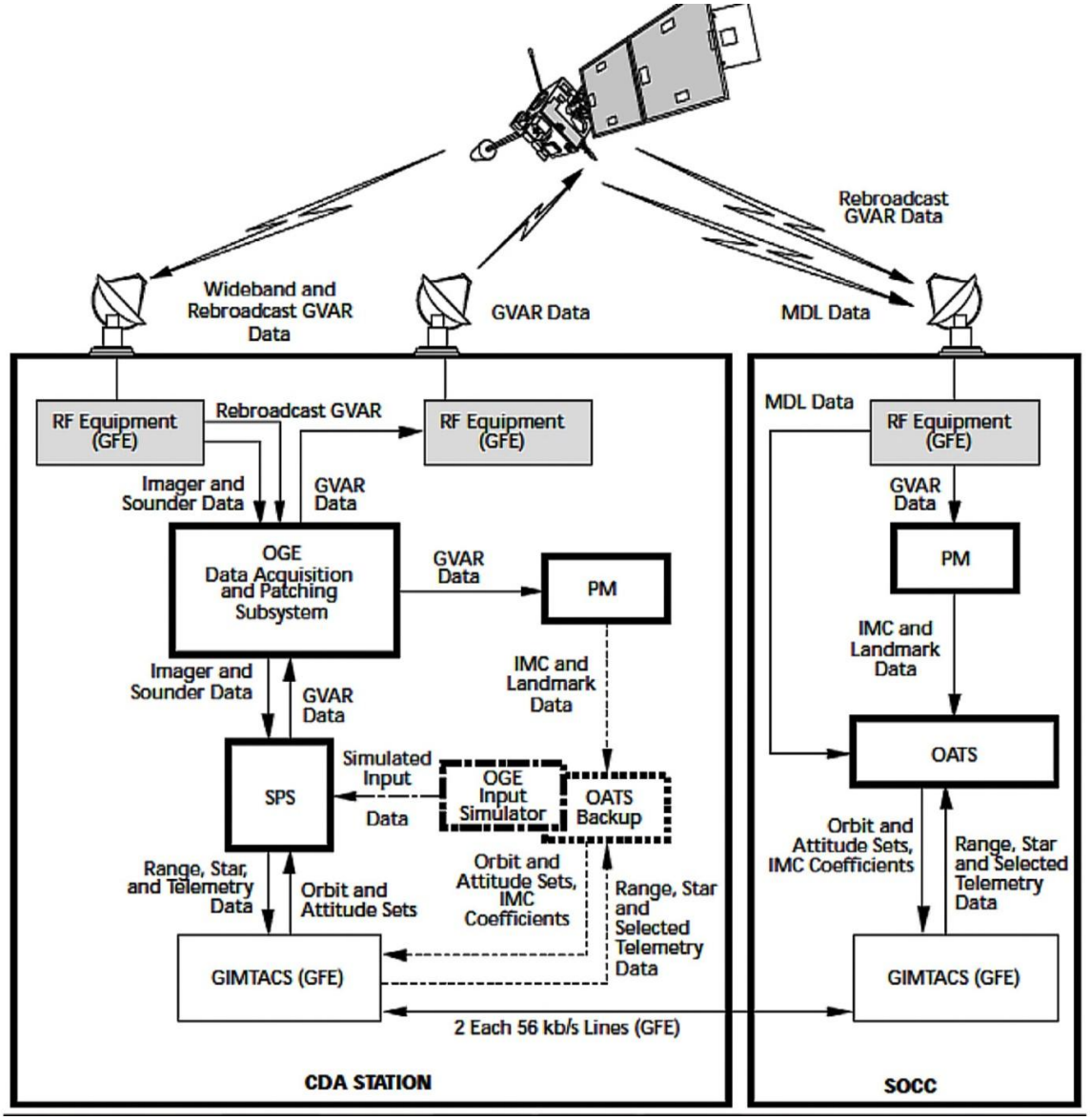
يتم استقبال MDL كوصلة بيانات مستقلة ، تحتوي على مستشعر الإزاحة الزاوي (ADS) وبيانات تجميع معدل الدمج الرقمي (DIRA) من النظام الفرعي للتحكم في سلوك المركبة الفضائية.

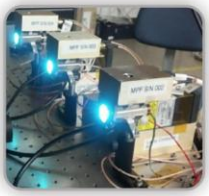
يتم تناول هذه البيانات ومعالجتها بواسطة OGE لتشخيص التفاعلات الديناميكية بين أجهزة Imager و Sounder و المركبة الفضائية.



and extracting landmark images as part of the orbit and attitude determination (CDA and SOCC).

Data from the MDL are received at the SOCC and processed by the OGE. The MDL is received as an independent data link, containing angular displacement sensor (ADS) and digital integrating rate assembly (DIRA) data from the spacecraft attitude control subsystem. These data are ingested and processed by the OGE to diagnose dynamic interactions between the Imager and Sounder instruments and the spacecraft.





بيانات المحطة الارضية GOES DataBook

يتكون OGE في محطة CDA من ثلاثة انظمة استشعار SPSs واثنين مراقبي المنتج PMs و اثنين محاكي ادخال OIS والتي يمكن تحويلها إلى OATS للنسخ الاحتياطي.

الاتصالات بين SPSs الثلاثة والحاسوبين SOCC OATS أو النسخ الاحتياطي CDA OATS OIS يتم عبر GIMTACS.

تتكون حركة الرسائل بين SPSs وأجهزة الحاسوب OATS في المقام الأول من بيانات المدى وإشارات قياس النجوم وبيانات المدار والموقع من OATS.

تستقبل GIMTACS بيانات حول مدار المركبة الفضائية والموقع مثل معاملات IMC من OATS.

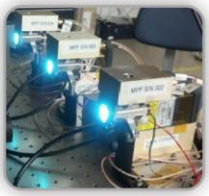
يستقبل نظام OATS قياسات مختارة للمركبة الفضائية (على سبيل المثال ، بيانات DIRA) لدعم وظائف إدارة مهام المركبة الفضائية بواسطة GIMTACS بالإضافة إلى ذلك ، يتلقى كل SPS رسائل تكوين من GIMTACS وينقل كل من SPS و OATS إلى GIMTACS.

GOES DataBook

The OGE at the CDA Station consists of three SPSs, two PMs, and an OIS which may be switched to the backup OATS. Communications among the three SPSs and the two SOCC OATS computers or the CDA OATS backup (OIS) are via GIMTACS.

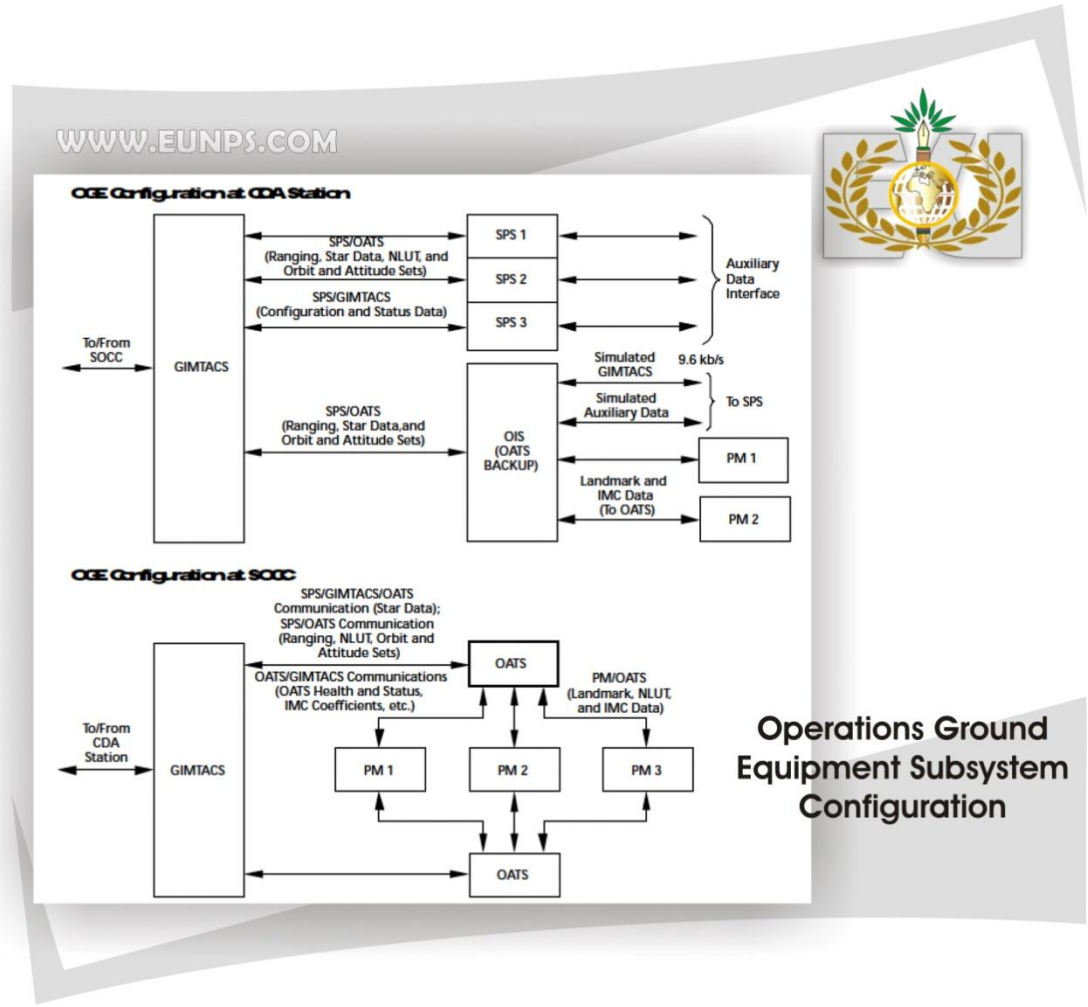
Message traffic between the SPSs and the OATS computers consists primarily of ranging data, star measurement transmissions to the OATS, and orbit and attitude data from the OATS. GIMTACS receives spacecraft orbit and attitude related data,

such as IMC coefficients, from the OATS. The OATS receives selected spacecraft telemetry (for example, DIRA data) to support spacecraft stationkeeping functions by GIMTACS. In addition, each SPS receives configuration messages from the GIMTACS, and both the SPS and OATS transmit status to the GIMTACS.



تهيئة النظام الفرعي لأجهزة العمليات الارضية

Operations Ground Equipment Subsystem Configuration

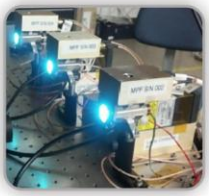


أجهزة العمليات الأرضية Operations Ground Equipment

تتألف الاتصالات من PM إلى OATS من قياسات ورسائل IMC ورسائل الخطأ وبيانات جدول البحث عن التطبيع (NLUT) المرسلة إلى SPS عبر OATS و GIMTACS.

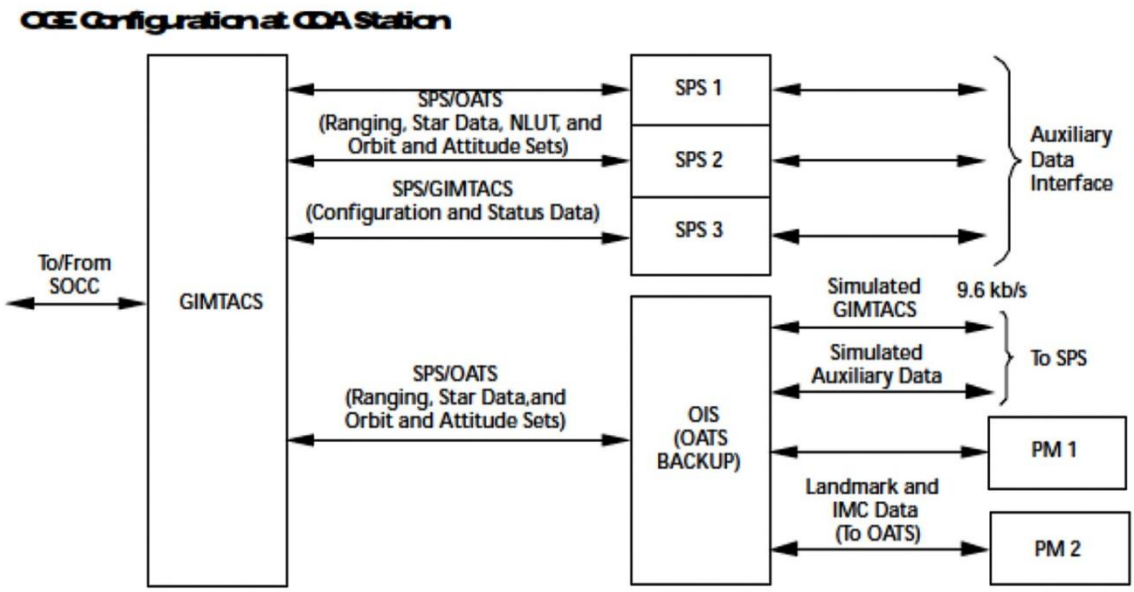
في التكوين SOCC يوفر كل PM واجهة اتصالات بيانات متزامنة لكل OATS.

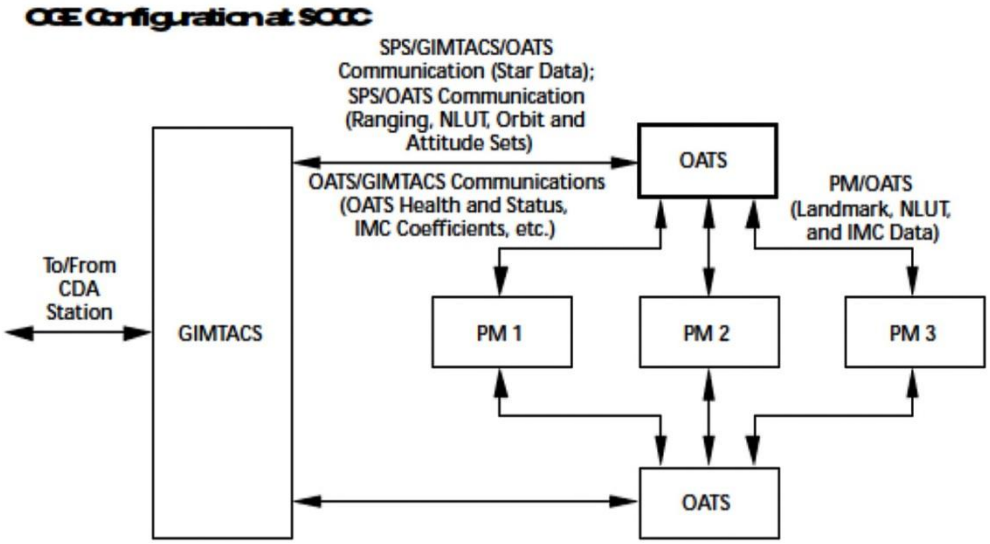
في تكوين محطة CDA يتم توفير واجهات الاتصال المتزامنة من كل PM إلى OIS لدعم وظيفة النسخ الاحتياطي OATS.

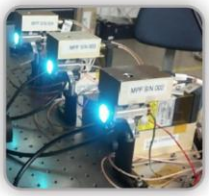


Operations Ground Equipment

Communications from the PM to OATS consist of landmark measurements, IMC and servo error messages, and normalization look-up table (NLUT) data sent to SPS via OATS and GIMTACS. In the SOCC configuration, each PM provides synchronous data communication interface to each OATS. In the CDA Station configuration, synchronous communication interfaces are provided from each PM to the OIS to support the OATS backup function.







WWW.EUNPS.COM

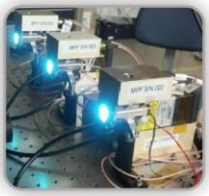
Operations Ground Equipment

تنسيق انتقال GVAR GVAR Transmission Format

تم تطوير نسق نقل البيانات GVAR للسماح بالاستخدام الكامل لقدرات المركبة الفضائية المتقدمة ثلاثية المحاور مع الاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من القواسم المشتركة مع معدات الاستقبال المستخدمة حالياً من المركبات الفضائية السابقة GOES الايلة للسقوط.

GVAR Transmission Format

The GVAR data transmission format was developed to allow full use of the capabilities of the advanced, three-axis-stabilized spacecraft while retaining as much commonality as possible with receiving equipment presently in use from earlier spin-stabilized GOES spacecraft. The GVAR format is based on the operational visible and infrared spin scan radiometer atmospheric sounder (VAS) mode AAA format, which



consists of a repeating sequence of 12 fixed-length equal size blocks. The transmission of these blocks is synchronized with the spin rate of the earlier GOES spacecraft; that is, one complete 12-block sequence per rotation of the satellite.

The GVAR transmission sequence consists of 12 distinct blocks numbered 0 through 11. Blocks 0 through 10 are transmitted when an Imager scan line is completed.

Block 10 is followed by a variable number of block 11s, according to what data are available for transmission.

نسق نقل البيانات المتغير GVAR

GOES I-M Variable (GVAR) Data Transmission Format

WWW.EUNPS.COM

GOES I-M Variable (GVAR) Data Transmission Format

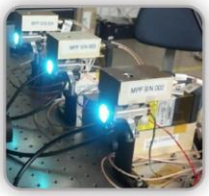
GVAR Data Block Type

	Doc-ument	IR 1	IR 2	Visible 1	Visible 2	Visible 3	Visible 4	Visible 5	Visible 6	Visible 7	Visible 8	Sounder and Auxiliary Data
GVAR Block Number	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Word Size, Bits	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6, 8, 10
Field Length, Words	8,040	68 – 21,008	51 – 15,756	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	10,720/ 8,040/ 6,432
Number of Records	—	4/block	3/block	1/block	1/block	1/block	1/block	1/block	1/block	1block	1/block	1 – 8
IR Detector Data, Words	—	5,236	1 – 5,236	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	–

Each GVAR block has
- 10,032-bit synchronization code
- 720-bit header
- N-bit information field
- 16-bit cyclic redundancy check

Block Characteristics

• Period	15.25 – 104.6 ms
• Synch Length	10,032 bits
• Header Word Length	8 bits/word
• Header Length	90 words (720 bits) (Triple Redundant)



GVAR Data Block Type

	Document	IR 1	IR 2	Visible 1	Visible 2	Visible 3	Visible 4	Visible 5	Visible 6	Visible 7	Visible 8	Sounder and Auxiliary Data
GVAR Block Number	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Word Size, Bits	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6, 8, 10
Field Length, Words	8,040	68 – 21,008	51 – 15,756	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	20 – 20,960	10,720/ 8,040/ 6,432
Number of Records	—	4/block	3/block	1/block	1/block	1/block	1/block	1/block	1/block	1block	1/block	1 – 8
IR Detector Data, Words	—	5,236	1 – 5,236	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	4 – 20,944	–

Each GVAR block has
- 10,032-bit synchronization code
- 720-bit header
- N-bit information field
- 16-bit cyclic redundancy check

Block Characteristics

• Period	15.25 – 104.6 ms
• Synch Length	10,032 bits
• Header Word Length	8 bits/word
• Header Length	90 words (720 bits) (Triple Redundant)

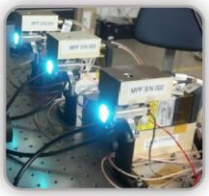
WWW.EUNPS.COM

Scan Characteristics

• Period	Variable
• Block/Imager scan	11
• Bit Rate	2,111,360 b/s

- Blocks 0 and 11 have fixed length information field of 64,320 bits
- Blocks 1 through 10 have variable length information fields directly dependent on width of scan, with minimum information field of 21,440 bits
- A single Imager scan generates blocks 0 through 10 in sequence
- Blocks 0 through 10 may be followed by any number of block 11s (0–N) depending on data available; in priority order, the next block(s) transmitted will be:

1. Next Imager scan	Blocks 0 through 10
2. Imager compensation and servo errors	One block 11
3. Sounder compensation and servo errors	One block 11
4. Imager telemetry statistics	One block 11
5. Imager spacelook statistics and data	Six block 11s
6. Imager calibration coefficients and limits	One block 11
7. Imager electronic calibration statistics and data	Two block 11s
8. Imager blackbody statistics and data	Two block 11s
9. Imager visible NLUT	Two block 11s
10. Imager star sense data	Nine block 11s
11. Sounder scan data	2 to 523 block 11s
12. Sounder telemetry statistics	One block 11
13. Sounder spacelook statistics and data	Five block 11s
14. Sounder calibration coefficients and limits	Two block 11s
15. Sounder electronic calibration statistics and data	Three block 11s
16. Sounder blackbody statistics and data	Five block 11s
17. Sounder visible NLUT	Nine block 11s
18. Sounder star sense data	Nine block 11s
19. GIMTACS text messages	One to two block 11s
20. SPS text messages	One block 11
21. Auxiliary data	One to N block 11s
22. Fill data	One block 11



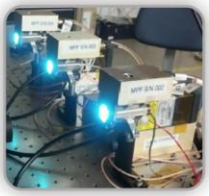
Scan Characteristics

- Period — Variable
- Block/Imager scan — 11
- Bit Rate — 2,111,360 b/s

- Blocks 0 and 11 have fixed length information field of 64,320 bits
- Blocks 1 through 10 have variable length information fields directly dependent on width of scan, with minimum information field of 21,440 bits
- A single Imager scan generates blocks 0 through 10 in sequence
- Blocks 0 through 10 may be followed by any number of block 11s (0–N) depending on data available; in priority order, the next block(s) transmitted will be:

1. Next Imager scan	Blocks 0 through 10
2. Imager compensation and servo errors	One block 11
3. Sounder compensation and servo errors	One block 11
4. Imager telemetry statistics	One block 11
5. Imager spacelook statistics and data	Six block 11s
6. Imager calibration coefficients and limits	One block 11
7. Imager electronic calibration statistics and data	Two block 11s
8. Imager blackbody statistics and data	Two block 11s
9. Imager visible NLUT	Two block 11s
10. Imager star sense data	Nine block 11s
11. Sounder scan data	2 to 523 block 11s
12. Sounder telemetry statistics	One block 11
13. Sounder spacelook statistics and data	Five block 11s
14. Sounder calibration coefficients and limits	Two block 11s
15. Sounder electronic calibration statistics and data	Three block 11s
16. Sounder blackbody statistics and data	Five block 11s
17. Sounder visible NLUT	Nine block 11s
18. Sounder star sense data	Nine block 11s
19. GIMTACS text messages	One to two block 11s
20. SPS text messages	One block 11
21. Auxiliary data	One to N block 11s
22. Fill data	One block 11

Block 0 and all varieties of block 11s are fixed, equal-length structures. Blocks 1 through 10 vary in length according to the length of the Imager scan line. The smallest possible block size (blocks 1 through 10 for scan widths less than 1.9º) has a total length of 32,208 bits, while the largest block size (block 1 for a 23º - wide scan) is 262,288 bits. The maximum values for blocks 1 through 10 correspond to the specified maximum scan width of 19.2º. Scan widths up to 23º are possible with either instrument, although radiometric and pointing accuracies degrade at widths above 19.2º. The GVAR format handles scans wider than 19.2º in order to support special tests that may be desired following spacecraft launch. During normal operations, the 19.2º specified limit represents the upper boundary.



فحص البيانات وترميم النظام الفرعي

OGE Data Acquisition and Patching Subsystem

يوفر نظام ODAPS معالجة مستوى التردد المتوسط (IF) وتوجيه / ترميم تدفقات البيانات إلى / من معدات محطة CDA من أجل مركبتين فضائيتين تشغيليتين. كما يستخدم OGE أيضًا واجهة VAS إلكترونيات VIE المستخدمة حاليًا في محطة CDA ، لتوفير استقبال واحد لبيانات GVAR المستخدمة كنسخة احتياطية.

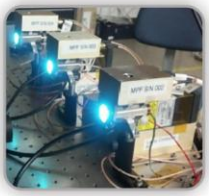
يوفر VIE أيضًا تبديلًا احتياطيًا ضروريًا لتحديد تدفقات بيانات GVAR من الثلاثة المتاحة للتوجيه إلى PMs.

كما يوفر ODAPS وظائف إزالة التشكيل وإعادة المزامنة IF.

OGE Data Acquisition and Patching Subsystem

The ODAPS provides intermediate frequency (IF) level processing and routing/ patching of data streams to/from the CDA Station equipment for two operational spacecraft. The OGE also utilizes the VAS interface electronics (VIE), currently in use at the CDA Station, to provide reception of one GVAR data stream used as a backup. The VIE also provides redundant switching necessary to select GVAR data streams from the three available for routing to the PMs.

ODAPS also provides IF demodulation and bit synchronization functions.



عمليات فحص بيانات المعدات الأرضية ونظام الترميم الفرعي

Operations Ground Equipment Data Acquisition and Patching Subsystem

WWW.EUNPS.COM

Operations Ground Equipment Data Acquisition and Patching Subsystem

Data Handling Summary

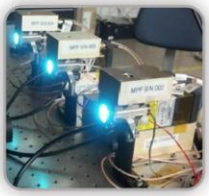
ODAPS Data	Sensor Data	GOES Variable Data Uplink	GOES Variable Data Downlink
Source	CDA Station equipment; SPS intermediate frequency switch	SPS/uplink interface output	CDA Station receive equipment/intermediate frequency splitter
Source format	Unbalanced asynchronous quadraphase shift keying modulated, 64.4 MHz intermediate frequency; Q Ch Imager data at 2.6208 Mb/s; I Ch Sounder data at 40 kb/s	Biphase shift keying modulated; 67.7 MHz intermediate frequency; 2.11136 Mb/s	Biphase shift keying modulated; 65.7 MHz intermediate frequency 2.11136 Mb/s
ODAPS processing	Demodulate; bit synchronize	None	Demodulate; bit synchronize; frame synchronize into GOES BUS format
Destination	SPS/SD interface input	CDA Station transmit equipment/intermediate frequency switch	VAS interface electronics selector unit input, SPS/ uplink interface ranging input

نظام معالجة الاستشعار Sensor Processing System

يتلقى SPS وهو العنصر الوظيفي المسئول عن المعالجة الفورية لبيانات Imager و Sounder بيانات مساعدة من GFE ويجمعها مع البيانات المعالجة.

يتم إرسال البيانات المدمجة في تنسيق GVAR إلى المستخدمين عبر المركبة الفضائية GOES المقابلة.

يتم معايرة بيانات GVAR ، التي يتم تنظيمها في شرائح سهلة الاستخدام ويتم تحديد موقعها وربطها (Imager فقط).



يتم توفير واجهات الاتصالات التسلسلية لـ OIS إلى SPS التي تسمح بمحاكاة اتصالات GIMTACS و البيانات المساعدة ، من أجل اختبار نظام OGE.

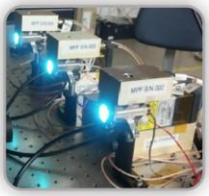
Sensor Processing System

The SPS, the functional element responsible for real-time processing of Imager and Sounder data, receives auxiliary data products from the GFE, combining them with processed data. The combined data in GVAR format are transmitted to users via the corresponding GOES spacecraft. GVAR data, organized in user friendly segments, are calibrated, earth-located, and gridded (Imager only). OIS to SPS serial communications interfaces that allow simulation of GIMTACS communications and auxiliary data products, are provided for OGE system testing.

Operations Ground Equipment Data Acquisition and Patching Subsystem

Data Handling Summary

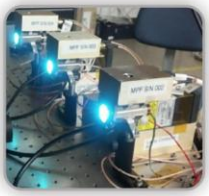
ODAPS Data	Sensor Data	GOES Variable Data Uplink	GOES Variable Data Downlink
Source	CDA Station equipment; SPS intermediate frequency switch	SPS/uplink interface output	CDA Station receive equipment/intermediate frequency splitter
Source format	Unbalanced asynchronous quadraphase shift keying modulated, 64.4 MHz intermediate frequency; Q Ch Imager data at 2.6208 Mb/s; I Ch Sounder data at 40 kb/s	Biphase shift keying modulated; 67.7 MHz intermediate frequency; 2.11136 Mb/s	Biphase shift keying modulated; 65.7 MHz intermediate frequency 2.11136 Mb/s
ODAPS processing	Demodulate; bit synchronize	None	Demodulate; bit synchronize; frame synchronize into GOES BUS format
Destination	SPS/SD interface input	CDA Station transmit equipment/intermediate frequency switch	VAS interface electronics selector unit input, SPS/ uplink interface ranging input



لإنجاز مهامها يقوم SPS:

- **استيعاب البيانات بما في ذلك تزامن الرتل وتوثيق القناة ومحاذاة مسح الكاشف وانعكاس خط المسح البديل.**
- **معايرة الأشعة تحت الحمراء لتحويل البيانات الخام إلى وحدات هندسية.**
- **حساب Imager ومظهر الفضاء ومعايرة وقياس القياس عن بعد للأداة لإدراجها في تدفق بيانات GVAR.**
- **تطبيع المستشعر المرئي لتجريد البيانات المرئية.**
- **تفعيل وظيفة التسجيل الأساسية التي تطبق عوامل التصحيح (المحسوبة على PM) على بيانات المستشعر المرئي للتصوير لضمان محاذاة مرئية ومرئية للبيانات.**
- **شبكة المصور لتحويل نقطة الشبكة الجيولوجية والخطوط العرضية إلى الخط وإحداثيات البكسل كوظيفة لمدير المركبات الفضائية ومواقع الصور.**
- **موقع الأرض لتحويل إحداثيات Imager و Sounder إلى خطوط الطول والعرض كدالة في مدار المركبة الفضائية واتجاهات الأجهزة.**
- **تنسيق البيانات لإنشاء دفق بيانات GVAR ودعم وظيفة تحديد المدار والموقف للنظام الفرعي OATS ، فإن SPS:**
- **إجراء قياسات نطاق المركبة الفضائية باستعمال وقت الانتشار المستدير لتيار تدفق البيانات GVAR و إرسال هذه القياسات عبر GIMTACS إلى OATS لتحديد المدار.**
- **Performs قياسات احداث عبور النجوم بمعالجة بيانات عرض Imager و Sounder star؛ يتم إرسالها أيضًا إلى OATS عبر GIMTACS لتحديد المواقع.**
- **استخلاص بيانات الأخطاء IMC و servo الدورية من بيانات المستشعر لاستخدامها في وظيفة فحص الجودة IMC التي يقوم بها OATS و إرسال الرسائل المنسقة لهذه البيانات بشكل دوري إلى OATS عبر GVAR من خلال النظام الفرعي PM.**

علاوة على ذلك ترسل SPS بيانات القياس عن بعد (عريضة النطاق) بما في ذلك معلومات صدى سجل الأوامر المنتزعة من تدفقات بيانات Imager و Sounder وموقع المسح الضوئي إلى GIMTACS كل 10 ثوانٍ ، وطالما أن معالجة القياس عن بعد صالحة لقيد المعالجة في SPS.



تتكون بيانات رسالة القياس عن بعد من أحدث القيم التي تم تلقيها لكلمات القياس عن بعد المستخرجة من كتل القياس عن بُعد الخاصة بـ Imager turn-around المستخرجة من كتلة Sounder.

To accomplish its tasks the SPS performs:

• Data ingest, including frame synchronization, decommutation by channel, detector scan alignment, and alternate scan line reversal.

• Infrared calibration for conversion of raw data to engineering units.

• Computation of Imager and Sounder space look, blackbody, electronic calibration and instrument telemetry statisitcs for inclusion in GVAR data stream.

• Visible sensor normalization for stripping the visible data.

• Coregistration function which applies correction factors (computed by PM) to Imager visible sensor data to ensure visible and IR data alignment.

• Imager gridding to convert geopolitical latitude and longitude grid points to can line and pixel coordinates as a function of spacecraft orbit and Imager attitude.

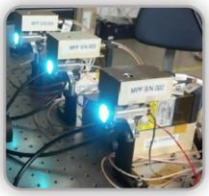
• Earth location to convert Imager and Sounder instrument coordinates to latitude and longitude as a function of spacecraft orbit and instrument attitudes.

• Data formatting to create the GVAR data stream.

To support the orbit and attitude determination function of the OATS subsystem, the SPS:

• Performs spacecraft range measurements using the GVAR data stream round trip propagation time; these measurements are sent via GIMTACS to OATS for orbit determination.

• Performs star crossing event measurements by processing Imager and Sounder star view data; these are also sent to OATS via GIMTACS for attitude determination.



• Extracts periodic IMC and servo error data from the sensor data for use in the IMC quality check function performed by OATS; formatted messages of these data are periodically sent to OATS via the GVAR through the PM subsystem.

Further, SPS sends wideband telemetry data, including command register echo information extracted from the Imager and Sounder data streams and scan position to GIMTACS every 10 seconds, as long as valid telemetry is being processed in the SPS. The telemetry message data consists of the latest values received for the telemetry words extracted from the telemetry blocks of the Imager turn-around sequence and telemetry words extracted from the Sounder block.

مراقبة المنتج Product Monitor

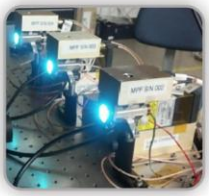
تقع PMs في CDA و SOCC تحت التشغيل العادي الظروف في PMS في محطة CDA لأداء الرصد فقط.

PMs في SOCC تؤدي وظائف دعم OATS فضلا عن وظائف الرصد.

في التكوين التشغيلي الاحتياطي مع OATS المقيم في محطة CDA يتم عكس أدوار PM في محطة CDA و SOCC. كما يدعم الجهاز PM مراقبة جودة البيانات المستكشفة واستكشاف الأخطاء وإصلاحها للنظام بالإضافة إلى وظيفة تحديد المدار والموقف التي يقوم بها OATS.

دعماً لمهمة تحديد المدار وتحديد المواقع يتم تخزين وعرض وتسجيل مناطق صغيرة من بيانات التصوير المرئي (السونار المرئي وموجه الأشعة تحت الحمراء كخزانة احتياطية) المعرّفة كقطاعات بارزة.

يتم تنفيذ التسجيل عن طريق ارتباط شبه تلقائي لقطاعات بارزة مختارة بقطاعات رئيسية تم تخزينها سابقًا والمشار إليها في رقاقات الارتباط .

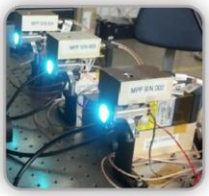


وبمجرد الارتباط يتم إرسال بيانات قياس بارزة في شكل إحداثيات موقع الأرض إلى OATS. ويحمل PM أيضًا بيانات IMC و servo error الواردة في بيانات GVAR من خلال SPS ويمررها إلى OATS والتي توفر فحوصات جودة لملاحة الصور وتسجيلها على متن المركبة الفضائية.

Product Monitor

PMs are located at the CDA and the SOCC. Under normal operational circumstances, the PMs at the CDA Station perform only the monitoring function while the PMs at the SOCC perform the OATS support functions as well as the monitoring functions. In the backup operational configuration, with the OATS resident at the CDA Station, the PM roles at the CDA Station and SOCC are reversed. The PM also supports processed data quality monitoring and system troubleshooting, and the orbit and attitude determination function performed by the OATS.

In support of the orbit and attitude determination function, the PM provides landmark identification by storing, displaying, and registering small areas of visible Imager data (visible Sounder and infrared Imager as backup) defined as landmark sectors. Landmark registration is performed by a semiautomatic correlation of selected landmark sectors to previously stored landmark sectors referred to in landmark correlation chips. Once correlated, landmark measurement data in the form of earth location coordinates are sent to the OATS. The PM also captures the IMC and servo error data included in the GVAR data by the SPS and passes it to OATS, which provides quality checks of the image navigation and registration function performed on board the spacecraft.



نظام تعقب المدار والجوانب Orbit and Attitude Tracking System

يقوم نظام OATS بثلاث وظائف رئيسية لدعم عمليات التشغيل.

تتمثل الوظيفة الأساسية في توفير الدعم الحسابي اليومي لتنفيذ عملية INR. يتكون هذا الدعم من تسلسل مغلق الحلقة:

- Ingests نجمة ، مجموعة ، وملاحظات المعالم
- يحدد مدار المركبة الفضائية والمواقف والتصوير أسلم
- يحدد المحطة والاستشعار وتوقعات الكسوف
- يحسب حركية الصورة
- يحدد إحداثيات رصد النجوم

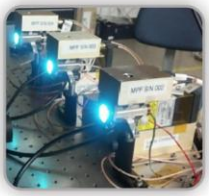
وتتمثل الوظيفة الرئيسية الثانية لـ OATS في توفير القدرة على تخطيط وتوليد بيانات الأمر وتقييم عمليات التدوير وإعادة تنظيم المواقع.

يستخدم التقييم العمليات لتقدير الدافع المتبقي على متن الطائرة ومعايرة نظام الدفع.

وأخيرًا يطلب OATS بيانات عمليات القياس عن بُعد ويقبلها ويدعمها لدعم وظائف أخرى مثل تحديد بيانات الأوامر الخاصة بالعمليات اليومية لعلامة القطع وتقييم بيانات AOCE للتحقق من ومعايرة IMC والتحقق والمعايرة لـ MMC ومعايرة DIRA لعمليات حفظ وإدارة دعم إعادة اكتساب ، وتقييم البيانات.

النواتج التي تم إنشاؤها بواسطة OATS هي:

- معاملات مواقع المدار والتصوير / المسموح لصالح SPS
- معاملات IMC التي ترتبط بالمركبة الفضائية عبر GIMTACS
- بيانات أمر Star view لدعم عملية التصور والتسلسل النجم Imager و Sounder
- مناورة معلومات التخطيط وبيانات قيادة حفظ المركبة الفضائية
- تقديرات ما تبقى من وقود الدفع المتبقي
- بيانات القيادة للتشغيل اليومي لعلامة التبويب
- التنبؤ بالأحداث والمحطات
- توقعات تدخل الاستشعار



- مسح إحداثيات الإطار التحويل
- عوامل معايرة IMC
- عوامل معايرة MMC

دالة التشخيص الديناميكي للتفاعل (DID) تقوم هذه الوظيفة بمعالجة وعرض بيانات القياس عن بعد الموجودة في MDL لتحليل التفاعلات الديناميكية المحتملة بين أجهزة Imager و Sounder و المركبة الفضائية.

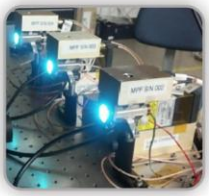
Orbit and Attitude Tracking System

The OATS performs three major functions in support of mission operations. The primary function is to provide daily computational support for implementing the INR process. This support consists of a closed-loop sequence that:

- **Ingests star, range, and landmark observations**
- **Determines spacecraft orbit and Imager and Sounder attitudes**
- **Determines station and sensor intrusions; predicts eclipses**
- **Computes image motion compensation**
- **Determines star observation coordinates**

The second major function of OATS is to provide the capability to plan, generate command data, and evaluate stationkeeping and repositioning maneuvers. The evaluation utilizes processes to estimate the onboard propellant remaining and to calibrate the propulsion system.

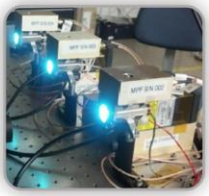
Finally, OATS requests, accepts, and processes telemetry data to support other functions such as determination of command data for daily operations of the trim tab, evaluation of AOCE data to verify and calibrate IMC, verification and calibration of MMC, DIRA calibration for stationkeeping and reacquisition support, and evaluation of thruster firing data.



The outputs generated by OATS are:

- **Orbit and Imager/Sounder attitude coefficients for the SPS**
- **IMC coefficients uplinked to the spacecraft via GIMTACS**
- **Star view command data to support Imager and Sounder star sense and sequence operation**
- **Maneuver planning information and spacecraft stationkeeping command data**
- **Estimates of onboard propellant remaining**
- **Command data for daily operation of the trim tab**
- **Orbit and station events prediction**
- **Sensor intrusion predictions**
- **Scan frame coordinates conversion**
- **IMC calibration factors**
- **MMC calibration factors**

Not a part of OATS, though resident in its computer, is the dynamic interaction diagnostic (DID) function. This function processes and displays telemetry data contained in the MDL for analyzing possible dynamic interactions between the Imager and Sounder instruments and the spacecraft. Telemetry ingested for diagnostic purposes includes ADS and DIRA angular data (roll, pitch, and yaw), instrument servo error, and solar array and instrument events. These spacecraft
data are available on GOES I and one other spacecraft to be identified later in the program.



محاكي مدخلات OGE Input Simulator

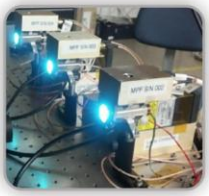
يوفر نظام OIS تكرارات بيانات Imager و Semen ومحاكاة لرسائل اتصالات OGE والمنتجات المساعدة لدعم تكامل OGE واختباره. بالإضافة إلى ذلك ، يخدم OIS كأداة تشخيص وكمبيوتر احتياطي لـ OATS في SOCC خلال مرحلة التشغيل. يوفر OIS لـ ODAPS مع بيانات Imager و Sounder ، والتي قد يتم تصحيحها يدويًا في أي من مدخلات SPS الثلاثة.

تقوم محاكي GVAR بإخراج دفق بيانات GVAR محاكى لدعم تكامل واختبار نظام المستخدم OGE و GOES. تكون المخرجات في كل من النطاق الترددي المتسلسل NRZ-S و JES التسلسلية لحزمة الناقل GOES. يسمح الإخراج الأخير بواجهة مباشرة إلى PMs ولا يتطلب ODAPS لتوفير تزامن إطار GVAR.

OGE Input Simulator

The OIS provides simulated Imager and Sounder data streams and outputs OGE message communications and auxiliary products in support of OGE integration and test. In addition, the OIS serves as a diagnostic tool and a backup computer for the OATS at the SOCC during the operational phase. The OIS provides the ODAPS with Imager and Sounder data, which may be manually patched into any one of three SPS inputs.

The GVAR simulator outputs a simulated GVAR data stream in support of OGE and GOES user system integration and testing. The outputs are in both NRZ-S serial baseband and GOES bus frame synchronized serial data. The latter output allows a direct interface to the PMs and does not require ODAPS to provide GVAR frame synchronization.



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

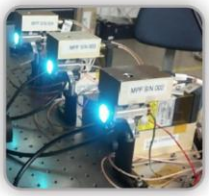
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

مكونات وأنواع محطات المراقبة والرصد الأرضية Ground Station

وطريقة عملها وأجهزتها.

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من معلومات الكتاب في انجاز المطلوب .



الباب العاشر

المحطة الفضائية الدولية

International Space Station (ISS)

الفصل الاول

المحطة الفضائية الدولية International Space Station (ISS)

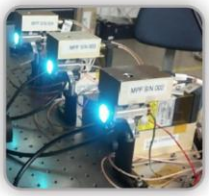
الفصل الثاني

انظمة المراقبة العسكرية و أهم الاسلحة المضادة للأقمار الصناعية

Military Surveillance Systems And The Most Important Anti-Satellite Weapons.

الفصل الثالث

سوق صناعة الفضاء Market Space Industry



الفصل الاول

المحطة الفضائية الدولية

International Space Station (ISS)

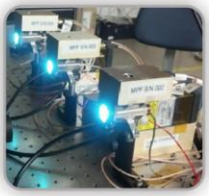
WWW.EUNPS.COM

International Space Station

أساسيات محطة الفضاء الدولية International Space Station Basics

محطة الفضاء الدولية (ISS) هي أكبر مختبر مداري يتم بناؤه على الإطلاق فهو إنجاز دولي وتكنولوجي وسياسي يشمل الشركاء الدوليون الخمسة لوكالات الفضاء في الولايات المتحدة وكندا وروسيا وأوروبا واليابان.

تم إرسال الأجزاء الأولى من محطة الفضاء الدولية وتجميعها في عام 1998 ومنذ عام 2000 كانت لدى محطة الفضاء الدولية أطقم بشرية تعيش على متنها باستمرار.



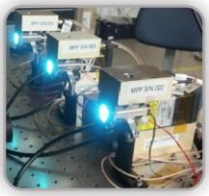
إن بناء محطة الفضاء الدولية يشبه الحياة في منزل أثناء بنائه حيث تطلب بناء وصيانة محطة الفضاء الدولية إطلاق 80 صاروخ من مختلف الانواع على مدى 12 عامًا الى ان تم تجميع محطة الفضاء الدولية عام 2010 وذلك بالإضافة الى المكوكات الفضائية المرسلة Space Shuttles الناقله للمواد والاحتياجات اللازمة (صواريخ حاملة).

مكوك الفضاء Space Shuttle

هو مركبة فضائية قابلة لإعادة الاستخدام وهي أول مركبة فضائية في التاريخ قادرة على حمل الأقمار الصناعية الكبيرة إلى المدار ومنه وكذلك تم استخدمه في نقل متعدد لأجزاء محطة الفضاء الدولية.

يرسل المكوك للفضاء باستخدام الدفع الصاروخي حيث يناور في مدار منخفض حول الأرض ويهبط على الأرض كما تفعل الطائرات (سبق وذكرنا طرق المناورة في المدارات).
ويمكن إعادة استخدامه وإرساله مرة أخرى للفضاء ، يدير المكوكات وكالة الطيران والفضاء الوطنية الأمريكية كجزء من برنامج مكوك الفضاء والذي يسمى رسميا بنظام النقل الفضائي (STS) المقتبس من خطة عام 1969 لنظام مركبة فضائية قابلة لإعادة الاستخدام.

خمسة أنظمة ماكوكية كاملة تم بناؤها واستخدامها من طرف حكومة الولايات المتحدة لرحلات الفضاء المأهولة ولقد سحبت المنظومة من الخدمة في سنة 2011 بعد 135 عملية إقلاع وهم بالترتيب مكوك كولومبيا Columbia وشالنجير وديسكفري واطلنتس وانفيادور. وحتي يتم اعتماد منظومة ناسا الجديدة المسماة اوريون يتم استخدام منظومة مركبات سويز المحمولة على الصاروخ سويز .



WWW.EUNPS.COM

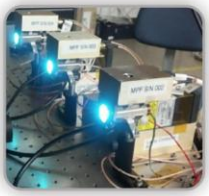
Columbia
OV-102

مكوك الفضاء Columbia تحطم فوق وسط ولاية تكساس أثناء عودته من رحلة في الفضاء الخارجي 1 فبراير2003 التي استغرقت 16 يوماً وقتل جميع أفراد طاقمه السبعة.

المكوك يستطيع أن ينقل رواد الفضاء إلى الفضاء الخارجي ويعيدهم إلى الأرض مع حمولة قد تصل إلى 32 طن من الأقمار الاصطناعية والبشر والمعدات.

العنصر الرئيسي في برنامج مكوك الفضاء هو سبيس لاب او المختبر الفضائي المدعوم في مقام الأول من قبل مجموعة من الدول الأوروبية ، ويدار جنبا إلى جنب مع الولايات المتحدة والشركاء الدوليين .

المنظمة الثقافية الليبية للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Organization for International Schools & Universities
المجلس الثقافي الليبي للمدارس والجامعات الدولية
Libyan Culture Council for International Schools & Universities
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
Libyan Standard E Book Number (LSBN)
الموسوعة الالكترونية الليبية
Electronic Libyan Encyclopaedia
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
Electronic Libyan Science Journal
المدارس الالكترونية الدولية
Electronic International School

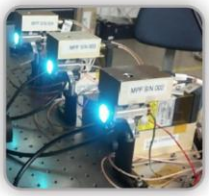


WWW.EUNPS.COM

غرفة قيادة المكوك الفضائي

WWW.EUNPS.COM

المكوك الفضائي المتعدد الاستخدام



حالياً تزن محطة الفضاء الدولية حوالي 420 طن أى 420000 كيلوجرام وبلغ طولها 74 متراً (243 قدماً) بعرض 110 أمتار (361 قدماً) وهذا يعادل ملعب كرة القدم. تبلغ مساحة الالواح الشمسية The solar array surface area حوالي 2500 متر مربع (27000 قدم مربع) وهي تكفي لتزويد 10 منازل بمتوسط 110 كيلووات من الطاقة.

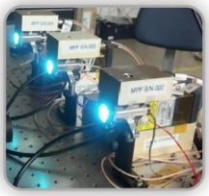
مدار ISS على ارتفاع بين 370 و 460 كيلومترًا (230 - 286 ميلاً) فوق سطح الأرض.
ميل مدار المحطة ISS عبارة عن زاوية قدرها 51.6 درجة حول الأرض حيث تغطي هذه الزاوية 90 في المائة من مساحة الأرض المأهولة بالسكان.
بعد ان تم تجميعها بالكامل قال العلماء انها اصبحت المحطة الفضائية الدولية ثالث أذكى كائن في السماء بعد الشمس والقمر (ان صح التعبير ؟) .

كل 3 أيام تمر محطة الفضاء الدولية فوق نفس المكان على الأرض
و لمعرفة موعد ظهور محطة ISS من أي مدينة تفضل بزيارة الموقع التالي :
http://www.spaceflight.nasa.gov/realdata/sightings/index.html

تستغرق محطة الفضاء الدولية حوالي 90 دقيقة للدوران حول الأرض مرة واحدة.
وهذا يعني ان محطة الفضاء الدولية تدور حول الأرض 16 مرة في اليوم لذلك يمكن لرواد الفضاء رؤية 16 شروقًا و 16 مرة الشمس كل يوم خلال فترات النهار و تصل درجات الحرارة في النهار إلى 200 درجة مئوية بينما تنخفض درجات الحرارة خلال الفترات الليلية إلى -200 درجة مئوية.

محطة الفضاء الدولية ترى جزء كبيراً من الارض ولكن ليس الكوكب بأكمله حيث يمكن لرواد الفضاء أن يروا اكثر من قارة عندما يعبرون .

لمشاهدة صور Earth من محطة الفضاء الدولية تفضل بزيارة الموقع التالي :
http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/clickmap/.



Components of the ISS مكونات

تتضمن مكونات ISS أشكالًا مثل العلب Canisters و الكرويات Spheres والمثلثات Triangles والأذرع Beams والألواح المسطحة الواسعة Wide, Flat Panels أما الوحدات Modules مثل الاسطوانات والكرات Canisters And Spheres فهي مناطق يعيش فيها رواد الفضاء Astronauts ويعملون.

تم تعبئة المشروبات بعبوات صغيرة لاحتواء السوائل المضغوطة حيث تمت التعبئة في مختبر الولايات المتحدة the U.S. Laboratory Destiny holds a Pressurized Atmosphere.

وتتكون الوحدات الروسية Russian Modules مثل Zvezda (التي تعني "Star") و Zarya (التي تعني "شروق الشمس Sunrise ") من مجموعة من الكرات والعبوات Spheres And Canisters ايضاً .

الدعامات Truss تشكل العمود الفقري للمحطة وذلك للعديد من الهياكل والعوارض المثلثية كالألواح الشمسية Solar Panels والتي هي عبارة عن أسطح عريضة ومستوية تستخدم لتغطية مساحات كبيرة حيث يتم استخدام الألواح الشمسية لجمع أشعة الشمس وتحويل الطاقة إلى كهرباء وبالمثل فإن المشعاعات Radiators عبارة عن ألواح على شكل كعكة Waffle-Shaped Panels تستخدم للتخلص من الحرارة الزائدة التي تتراكم في المحطة.

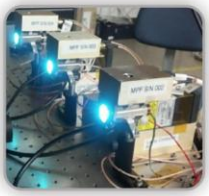
لدى ISS أيضًا ذراع آلية Robotic Arm تعرف بنظام المناور البعيد Remote Manipulator System يتم استخدامها للمساعدة في بناء المحطة عن طريق التقاط الوحدات ونقلها Grappling And Moving Modules

أو عن طريق نقل رواد الفضاء إلى موقع للعمل على المحطة

Moving Astronauts Into Position To Work On The Station

تم بناء الذراع الالي من قبل كندا ويسمى Canadarm حيث كان اول ذراع الي ارسل على متن مكوك الفضاء Space Shuttle ويستخدم الان (بالإضافة لما سبق) لأخذ البضائع من على ظهر المكوك الفضائي الناقل للمواد والاحتياجات.

The first Canadarm is on the Space Shuttle and is used to retrieve cargo from the Shuttle bay.

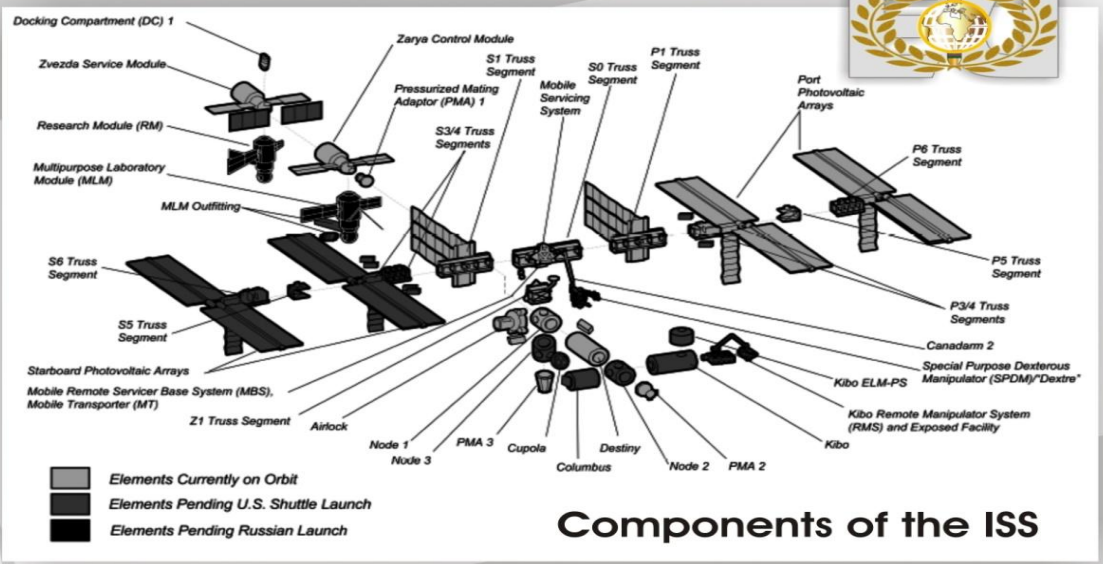


WWW.EUNPS.COM

Module	Length	Launched	Module	Length	Launched
Zarya	12.8 m (42 ft)	1998	Node 2	6.1 m (21 ft)	To be launched
Unity	5.5 m (18 ft)	1998	Columbus	6.9 m (22.6 ft)	To be launched
Zvezda	13.1 m (43 ft)	2000	Experiment Logistics Module (ELM)		
Z1 Truss	4.6 m (15 ft)	2000	Pressurized Section (PS)	3.9 m (12 ft)	To be launched
P6 Truss	18.3 m (60 ft)	2000	Dextre	3.5 m (11.4 ft)	To be launched
Solar Array	73.2 m (240 ft)	2000	Kibo	11.2 m (36.7 ft)	To be launched
Destiny	8.5 m (28 ft)	2001	S6 Truss	13.7 m (45 ft)	To be launched
Canadarm 2	16.9 m (56 ft)	2001	ELM Exposed Section	4.9 m (16.1 ft)	To be launched
Quest Airlock	5.5 m (18 ft)	2001	Kibo Exposed Facility	5.6 m (18.4 ft)	To be launched
Pirs Airlock	4.9 m (16 ft)	2001	Russian Multi-Purpose Laboratory Module	12.8 m (42 ft)	To be launched
S0 Truss/Mobile Transporter	13.4 m (44 ft)	2001	Node 3	6.1 m (21 ft)	To be launched
Mobile Base	5.8 m (19 ft)	2002	Cupola	3 m (9.8 ft)	To be launched
S1 Truss	13.7 m (45 ft)	2002	Russian Research Module	12.8 m (42 ft)	To be launched
P1 Truss	13.7 m (45 ft)	2002	Soyuz	7 m (22.9 ft)	Ongoing
P3/P4 Truss	13.7 m (45 ft)	2006	Progress	7.4 m (24 ft)	Ongoing
P5 Truss	3.3 m (15 ft)	2006			
S3/S4 Truss	13.7 m (45 ft)	To be launched			
S5 Truss	3.3 m (15 ft)	To be launched			

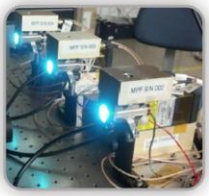
Components of the ISS (continued)

WWW.EUNPS.COM



Components of the ISS

Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite
أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية



يوجد أربع طرق سهلة للحصول على المواد التعليمية من وكالة الفضاء (ناسا)

Four Easy Ways To Obtain NASA Educational Materials

يعمل مكتب NASA للتربية (The NASA Office of Education) بالتعاون مع مديري البعثات (NASA's Mission Directorates) في وكالة ناسا للترويج للتعليم كجزء لا يتجزأ من كل مهمة رئيسية للبحث والتطوير في NASA.

هذه الجهود عبارة عن مواد تعليمية مبتكرة ومفيدة تجذب اهتمام الطلاب بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ، حيث توفر NASA هذه المواد التعليمية بأربعة طرق:

• الوصول إلى الموارد التعليمية عبر الإنترنت من موقع ناسا.

• Access educational resources online from NASA's Web site.
http://www.nasa.gov/education/materials

• زيارة أحد المراكز المختصة .

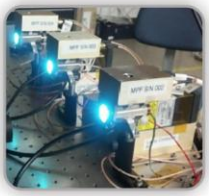
• Visit a NASA Educator Resource Center (ERC).
http://www.nasa.gov/education/ercn

• طلب واختيار المواد من خلال OfficeMax.

• Order select materials through OfficeMax.
http://www.nasa.gov/education/officemax

• شراء المواد من (CORE).

• Purchase materials from the Central Operation of Resources for Educators (CORE).
http://www.nasa.gov/education/core

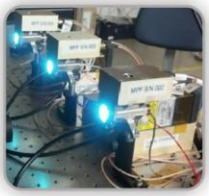


الدعامات المتكاملة The Integrated Truss

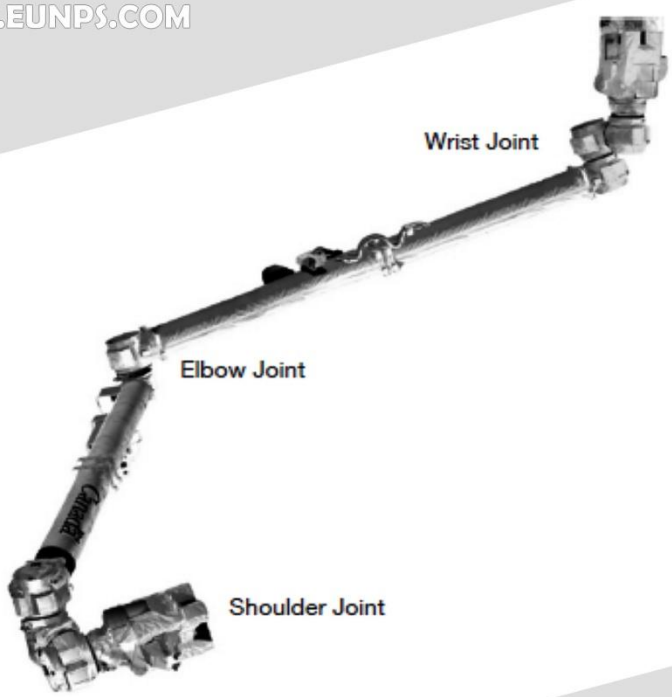
هيكلية الدعامات المتكاملة The Integrated Truss Structure في محطة الفضاء الدولية بمثابة العمود الفقري للمحطة حيث يتم استخدام الدعامات لدعم الالواح الشمسية والمشعات Solar Arrays And Radiators.

توفر المصفوفات الشمسية الطاقة للمحطة The Solar Arrays Provide Energy For The Station وتتخلص المشعاعات من الحرارة الزائدة التي تتراكم في المحطة The Radiators Get Rid Of Extra Heat That Builds Up In The Station .

يحتوي هيكل الدعامات المتكامل على 10 أجزاء ويقوم بدعم 16 لوح شمسي .
يتم تصنيف قطع الدعامات Truss Segment حسب موقعها فمثلاً P تعني "Port" وهو مصطلح بحري لـ "اليسار" و S تعني "Starboard" وهو مصطلح بحري لـ "اليمين". Z تعني "Zenith" وتعني فوق "Up" أو "بعيدًا عن الأرض " .
يتم توجيه الأدوات الخارجية مثل الطاقة والبيانات والفيديو إلى المحطة من خلال قطع الدعامات.



WWW.EUNPS.COM



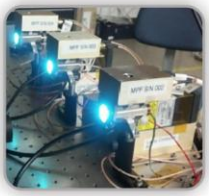
The ISS robotic arm.

The ISS robotic arm

استخدام الذراع الروبوتية Using the Robotic Arm

يتم التحكم في حركة الذراع الآلية بواسطة وحدة تحكم حيث إن أجهزة التحكم اليدوية المستخدمة من قبل رواد الفضاء تخبر الكمبيوتر بما يود رواد الفضاء القيام به فيفحص البرنامج المدمج أوامر رواد الفضاء ويحسب المفاصل التي يجب تحريكها واتجاه نقلها وسرعة تحريكها وإلى أي زاوية للتحرك.

ونظرًا لأن الكمبيوتر يصدر الأوامر لكل مفاصل الذراع فإنه يطلع أيضًا على ما يحدث لكل مفصل كل 50 ملي ثانية ويراقب رائد الفضاء ثلاث أجهزة تليفزيونية مغلقة لمراقبة حركة الذراع الآلية.



التفاصيل الفنية لذراع المحطة الفضائية

Technical Details of the Space Station Arm

الطول : 16.9 م (56 قدم)

Length: 16.9 m (56 ft)

قطر نقطة الإغلاق : 77.3 سم (30.4 بوصة)

End Effector Diameter: 77.3 cm (30.4 in)

القطر اليدوي : 35.6 سم (14.0 بوصة)

Boom Diameter: 35.6 cm (14.0 in)

مفصل المعصم : ثلاث درجات للحركة (درجة اللون / الانعراج / لفة)

Wrist Joint: Three degrees of movement (pitch/yaw/roll)

مفصل الكوع : درجة واحدة من الحركة (مستقر)

Elbow Joint: One degree of movement (pitch)

مفصل الكتف : ثلاث درجات للحركة (درجة اللون / انحراف / لفة)

Shoulder Joint: Three degrees of movement (pitch/yaw/roll)

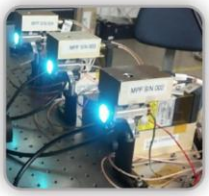
وحدة تحكم اليد المترجمة : يسار ، يمين ، أعلى ، أسفل ، إلى الأمام ، والحركة إلى الوراء للذراع.

Translational Hand Controller: Left, right, up, down, forward, and backward movement of the arm.

متحكم يد الدوران : يتحكم في الملعب ، ولفة ، زاوية انعراج الذراع

Rotational Hand Controller: Controls the pitch, roll, and yaw of the arm

أنظمة الملاحة الفضائية وهندسة الأقمار الصناعية
Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

مشروعنا الفضائي الخاص

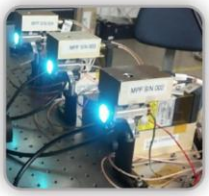
مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

مكونات المحطة الفضائية الدولية Components of the ISS

ومكونات مكوك الفضاء Space Shuttle

وكافة المعلومات ذات العلاقة كطرق مناورة المكوك في المدارات المختلفة .

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من معلومات الكتاب التي ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل الثاني

انظمة المراقبة العسكرية و أهم الاسلحة المضادة للأقمار الصناعية

Military Surveillance Systems And The Most Important Anti-Satellite Weapons.

انظمة المراقبة العسكرية

نظام DSP

يعتبر من أهم انظمة الدفاع حيث يكشف اطلاق الصواريخ البالستية او الانفجارات النووية

نظام DSP2

يحلل الصوت والبيانات الاخرى

نظام DSP3

وهو نسخة مطورة من نظام DSP2

نظام DMSP

وهو برنامج خاص بالدفاعات الجوية

نظام Fleet Sat و نظام Jump seat

أنظمة خاصة بمراقبة الرادارات

نظام Keyhole

نظام خاص بالتصوير الرقمي عبر الاشعة تحت الحمراء تقدم صور واضحة ودقيقة اعتمادًا على الحرارة المنبعثة منها وانظمة متطورة

نظام MILSTAR

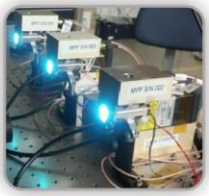
وهوالذي يؤمن الاتصالات العسكرية من الاقمار العسكرية

نظام MATO

نظام خاص بنظام الاتصالات الفضائية لحلف الشمال الاطلسي

نظام NAVASTAR

نظام يحدد المواقع العالمية



نظام NUDET

نظام خاص بتحديد مواقع الانفجارات النووية او التجارب النووية حتى ولو كانت تحت سطح البحر.

أهم الاسلحة المضادة للأقمار الصناعية

1- الاقمار الانتحارية Suicide satellites

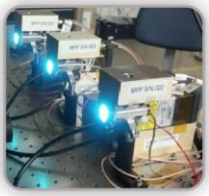
مزودة بعبوة شديدة الانفجار وكاميرات حساسة تتيح لها تصوير الاقمار الاخرى عن بعد وارسالها بسرعة إلى الارض وفي الارض يتم اختيار القمر فيتم توجيهه إلى القمر المراد تفجيره ويلتحم معه ويفجر نفسة مما يؤدي إلى تدمير القمرين معًا عمليًا لا يمكن تميزه عن الاقمار الاخرى.

2- الصواريخ المضادة Anti- satellites missile

في عام 2001 اعلنت وكالة الفضاء الامريكية انها نجحت بتصنيع صواريخ خاصة مضادة للأقمار الصناعية تطلق من طائرات F-15 وهي تحلق على ارتفاعات عالية وتوجه بالأشعة تحت الحمراء وتستطيع اصابة أي قمر مستهدف.

3- اشعة الليزر Lasers

اشعة الليزر المطورة من الممكن اعتبارها أهم سلاح لتدمير الاقمار.



WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies

مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)

Title of Thesis/Dissertation and Text

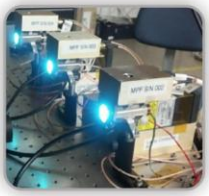
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

اشعة الليزر Lasers

وكافة المعلومات الليزرية ذات العلاقة بالملاحة الفضائية .

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من معلومات الكتاب التي ستكون عوناً مفيداً للطالب .



الفصل الثالث

سوق صناعة الفضاء Market Space Industry

سوق صناعة الفضاء هو المجهود الاقتصادي الخاص بصناعة المواد اللازمة للعمل بالفضاء أي انه ... "سوق صناعة الأقمار الصناعية " المختص بإنتاج الأقمار الصناعية ومنشآت الإطلاق بالعتاد اللازم.

ويمكن وصف سوق صناعة الفضاء بـ "الشركات التي تعمل في كل ما يتعلق باقتصاد الفضاء وتوفر المنتجات التي تستخدم في الفضاء"

لقد تم تعريف اقتصاد الفضاء : بأنه "كل المجهودات الحكومية والخاصة المتعلقة بتطوير وبحث وتوفير الخدمات والمنتجات القابلة للاستخدام في الفضاء تبدأ بجهود البحث والتطوير مروراً بتصنيع العتاد الفضائي وانتهاء بتوفير هذا العتاد أو الخدمات إلى مستفيديه النهائيين End Users".

قطاعات السوق وإيراداته

الثلاثة قطاعات الرئيسة في السوق تتشكل من :

1- سوق صناعة الأقمار الصناعية .

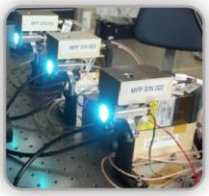
2- سوق صناعة معدات الدعم الأرضي .

3- سوق صناعة معدات الإطلاق .

يتكون سوق صناعة الأقمار الصناعية من : صناعة القمر الصناعي بذاته وكذلك صناعة ملحقاته الفرعية .

أما سوق صناعة معدات الدعم الأرضي فهو يتشكل من : صناعة مواد ومعدات مثل محطات الهواتف , البوابات , ومحطات التحكم و(VSATs) وكذلك صحون أقمار البث المباشر (كالتي في أغلب المنازل) , وبعض الأمور التقنية المتخصصة الأخرى

أما سوق صناعة معدات الإطلاق فيتشكل من : خدمات الإطلاق , صناعة المركبات , وصناعة الأنظمة الفرعية.



مع مراعاة إيرادات سوق صناعة الأقمار الصناعية عالمياً فإن الفترة بين 2002-2005 بقيت على مستوى 35 مليار دولار (ولكنها الان تجاوزت ذلك بكثير) الغالبية منها ذهبت إلى سوق صناعة المعدات الأرضية , وأقل مورد كان في قسم الإطلاق , تم تقدير جميع الخدمات التي تتعلق بالفضاء بـ100 مليار دولار , السوق وقطاعاته المتصلة به توظف قرابة 120 الف شخص في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بينما سوق صناعة الفضاء في روسيا يوظف قرابة 250 الف شخص , رأس المال المقدر لـ937 قمر صناعي في عام 2005 يبلغ 170 -230 مليار دولار (يمكن القياس على ذلك), في 2005 قامت دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بوضع ميزانية قدرت بـ45 مليار دولار للأنشطة المتعلقة بالفضاء , الدخل المستمد من الخدمات والمنتجات الفضائية تم تقديره عالمياً بـ120 مليار دولار في 2006 وهو ضعف الرقم الحالي 2018 ....سوق صناعة الفضاء مهيمن عليه بشدة من دول مجموعة السبع , وذلك بسبب الاستثمار الكبير الذي يبذل في هذا السوق من قبل هذه الدول في مجالات الفضاء ومجالات الملاحة الفضائية.

تاريخ السوق واتجاهاته

بدأت الصناعة بالتطور بعد الحرب العالمية الثانية وذلك عند دخول الصواريخ والأقمار الصناعية للترسانات العسكرية , ومن ثم تم اكتشاف استخدامات مدنية وافرة فيها , وقد بقى مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بالحكومات , وقد كان في أوثق حالاته في صناعة الإطلاق , وذلك عن طريق وجود بعض محطات الإطلاق التي تدار من قبل الحكومات .... مؤخراً بدأ القطاع الخاص يصبح أمراً أكثر واقعية ويحاول فرض نفسه , وحتى أحد أكبر الوكالات الحكومية كناسا مثلا بدأت تعتمد على خدمات الإطلاق الخاصة , وتوجد بعض القطاعات التي يتم تطويرها واعتبارها أمراً جديراً بالاهتمام هي سياحة الفضاء.

اتجاهات السوق في 2008-2009-2018 قد تم وصفها كالتالي:

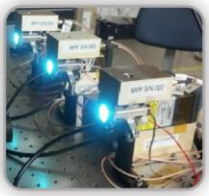
ظهور مشغلي أقمار صناعية جدد.

طلب متزايد على الخدمات الثابتة للأقمار الصناعية , وتطوير سوق خدمات الأقمار الصناعية المتعلقة بالهواتف المحمولة.

كمية طلبات ثابتة على الأقمار الصناعية التجارية.

تجاوب مرن مع الأزمة الاقتصادية في تلك الفترة.

نضوج أسواق خدمات الاستشعار عن بعد وسوق "موجات K".



مركز تكامل الأنظمة الفضائية وتجاربها في تركيا

Turkish Space Systems, Integration and Test Centre

https://www.tai.com.tr/urunler/uzay

WWW.EUNPS.COM

مركز تكامل الانظمة الفضائية وتجاربها (تركيا)

أول مركز تركي لتصنيع وتجربة الأقمار الصناعية

Turkish Space Systems, Integration and Test Centre

Uzay Sistemleri, Entegrasyon ve Test Merkezi

Abbreviation : USET

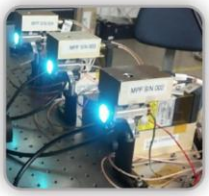
Purpose : Spacecraft engineering

Headquarters : Kazan, Ankara, Turkey

Coordinates : 40.07385°N 32.58484°E

Main organ : Turkish Ministry of National Defence

Parent organization : Turkish Aerospace Industries (TAI)



USET هو أول مركز تركي لتصنيع وتجربة أقمار صناعية محلية مقره بـ أنقرة.

تجدر الإشارة إلى أن القمر الصناعي "تركسات A6" الذي يعد أول قمر صناعي محلي تجري عملية تصنيعه في المركز الذي يتبع شركة الصناعات الجوية والفضائية التركية "توساش"

ويجري خبراء "توساش" في المركز تجاربهم على القمر الصناعي "تركسات A6" بتمويل من وزارتي الدفاع والمواصلات والملاحة البحرية والاتصالات، ومستشارية الصناعات الدفاعية إلى جانب شركة "تركسات."

ويعمل مهندسو وفنيو "توساش" على تلبية جميع الاحتياجات التقنية للمركز بإمكانات محلية خالصة.

كما يعمل الخبراء في المركز البالغة مساحته 3 آلاف و800 متر مربع في أنشطة تركيب أجزاء أكثر من قمر صناعي في آن واحد وإجراء تجارب عليها للتأكد من مدى صلاحيتها.

و"مركز تكامل الأنظمة الفضائية وتجاربها" احتضن سابقاً عملية تركيب وتجارب القمر الصناعي "غوك تورك 1" (تم إطلاقه في ديسمبر 2016) ومن المخطط أن يقدم خدمات في مشاريع فضائية أخرى.

وبفضل المركز أصبحت تركيا لاعبا عالميا في خدمات تركيب وتكامل واختبار النظم الفضائية.

ونظرا لارتباطه المباشر بالمطارات العسكرية يوفر المركز ميزة كبيرة من حيث السلامة والتكلفة وإدارة المخاطر.

وصمم "مركز تكامل الأنظمة الفضائية وتجاربها"، على تقديم جميع الخدمات في كافة مراحل إعداد الأقمار الصناعية وتجربتها، حتى تصل إلى مرحلة الإطلاق.

وفي إطار أعمال الخبراء يهدف المركز إلى تركيب الأقمار الصناعية وتجميع المعدات والمنظومة الفرعية والأسلاك والمكونات الهيكلية للقمر.

وبخصوص قمر "تركسات A 6" يجري الخبراء تجارب وظيفية عليه تحاكي جميع السيناريوهات المحتملة التي قد تواجهه في الفضاء وذلك للتحقق من أداء أجزائه ومكوناته بالشكل المطلوب.

وتتضمن الاختبارات أيضا تجربة مقياس الحرارة والضغط المنخفض والحرارة العالية الناجمة عن ضوء الشمس والتأثيرات الناتجة عن الأرض والحرارة المنخفضة التي يتسبب فيها المجال الفضائي.

ومن المقرر أن يتم تشييد غرفة معزولة عن البيئة الخارجية في "تركسات A6 " بهدف التحقق من أن المعدات الموجودة على القمر تعمل بشكل متلائم من حيث المجال الكهرومغناطيسي.

كما أن القمر سيخضع لتجارب على الهوائي المزود به للتحقق من أنه سيرسل إشارات البث إلى مختلف أصقاع الأرض.

وعبر الاختبارات الميكانيكية سيتم رصد التأثيرات الميكانيكية المحتملة على القمر الصناعي جراء موجات الصوت القوية الناجمة عند إطلاق القاذفة.

كما ستجرى اختبارات بخصوص الأحمال الصادمة التي قد تنشأ في مختلف المراحل مثل انفصال المكوك عن خزان الوقود وعن القاذفة التي تحمله.

وأيضا اختبارات على الألواح الشمسية للقمر الصناعي قبل إطلاقه إلى الفضاء بهدف التحقق من أنها ستعمل بشكل جيد في الفضاء وللتأكد من أن الصدمة الناتجة عن عملية الإطلاق لن تلحق ضررا بالقمر أو الألواح الشمسية.

ومن المنتظر أن يكون القمر الصناعي جاهزا للإطلاق إلى الفضاء بعد إتمام جميع الاختبارات الوظيفية والبيئية بشكل ناجح.

كما أن تكاليف إنتاجه قد تصل إلى 600 مليون ليرة تركية (ما يعادل نحو 170 مليون دولار أمريكي) .

قامت تركيا بإجراء اختبارات الكفاءة مطلع العام 2018 على أن يتم إطلاقه عام 2020 .

ويمتاز "توركسات A 6 "عن باقي الأقمار الصناعية التي أطلقتها تركيا بأن الطاقم المشرف على صناعته من الأتراك ويتم تجهيزه بإمكانات محلية.

كما أن الكوادر والأجهزة والتقنيات والبرمجيات والأنظمة التي ستستخدم في القمر الصناعي ومحطته الأرضية ستكون تركية بقدرات وإمكانات محلية .

وسيبلغ وزن القمر 4 آلاف و300 كيلو غرام، بما في ذلك الوقود .

تركيا تمتلك 5 أقمار صناعية نشطة منها 3 أقمار للاتصالات، وهي " تركسات A3" و"تركسات A4" و"تركسات B4" وأقمار "غوكتورك-1"، و"غوكتورك-2" للرصد .

وتعمل أنقرة على إنتاج الجيل الجديد من القمر الصناعي "تركسات" تحت اسم "تركسات A5" و"تركسات B 5" محليا وإدخاله الخدمة بحلول 2019.

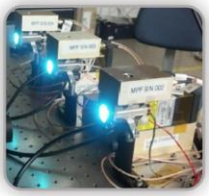
وتهدف تركيا من خلال هذه المشاريع إلى إدخال مناطق أمريكا الجنوبية والشمالية، وأوروبا، وآسيا، وإفريقيا، وأستراليا، ضمن نطاق تغطيتها بحلول عام 2020 ما يعني أن 91 في المئة من سكان العالم سيتمكنون من التواصل عبر الأقمار الصناعية التركية.

قال الرئيس التركي رجب طيب أردوغان إن بلاده تخطط لإطلاق 11 قمراً صناعياً جديداً وذلك حتى عام 2039 إلى جانب الأقمار الصناعية العشرة التي تملكها حالياً وأطلقتها خلال السنوات الأخيرة الماضية بعد أن كانت تمتلك قمرين فقط قبل 15 عاماً.

وبحسب تصريحات مسؤولين أتراك فإن المجالات التي تعتزم تركيا إطلاق الاقمار الصناعية فيها متفرقة وتشمل الاتصالات والرصد والمراقبة حيث تهدف من خلال تلك المشاريع إلى إدخال مناطق أميركا الجنوبية والشمالية وأوروبا وآسيا وأفريقيا وأستراليا ضمن نطاق تغطيتها بحلول عام 2020 ما يعني أن 91 في المئة من سكان العالم سيتمكنون من التواصل عبر الأقمار الصناعية التركية.

وأوضح أردوغان أنه ناقش مع مؤسس شركة "سبيس إكس" الأميركية لتكنولوجيا الفضاء "أيلون ماسك" خلال اجتماع مشتركة لهما أواخر العام الماضي إطلاق قمري توركسات A5 وB5 بواسطة صاروخ فالكون (مركبة فضائية غير مأهولة تصنعها شركة سبيس إيكس) وقال أردغوان إن مؤسس الشركة الأميركية نظر إلى ذلك الأمر بإيجابية.

وتمتلك تركيا "مركز تكامل الأنظمة الفضائية وتجاربها" ومقره في العاصمة أنقرة ويعتبر أول مركز تركي لتصنيع وتجربة الأقمار الصناعية محلية الصنع، كما يعد القمر الصناعي "تركسات A6" هو أول قمر صناعي محلي تجري عملية تصنيعه في مركز الأقمار الصناعية الذي يتبع شركة الصناعات الجوية والفضائية التركية "توساش".



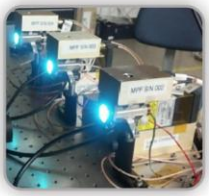
Turkish Space Systems, Integration and Test Centre (Turkish: Uzay Sistemleri, Entegrasyon ve Test Merkezi) (USET) is a spacecraft production and testing facility owned by the Ministry of National Defence and operated by Turkish Aerospace Industries(TAI). It is located in Ankara, Turkey.[1] The facility's official inauguration took place on May 21, 2015 in presence of President Recep Tayyip Erdoğan.

Considered as a critical infrastructure, the centre was established within the framework of the Göktürk-1 project, which started in 2009, for the indigenous realization of satellite assembly, as well as for qualification and acceptance testing from design to launch phase. It was the product of an agreement between the Turkish Ministry of National Defence and the multinational space services company Telespazio in 2010.[4] Situated within TAI's grounds in the Kazan district of Ankara Province, the budgeted cost of the facility is US$100 million.

USET is a technology centre, at which all satellites up to 5,000 kg (11,000 lb) mass can be assembled and tested in simulated space environmental conditions related to the orbit. Two satellites can be produced and tested at the simultaneously. The centre serves military and civilian institutions.

Development of the Türksat series communication satellites, starting with Türksat 5A, and Göktürk series earth observation satellites, will be carried out by Turkish engineers at this site.

At the end of November 2014, it was announced that the construction of the facility was completed, and the centre was put into operation. The centre's Class 100,000 clean rooms cover an area of around 3,800 m2 (41,000 sq ft). It is capable of the assembly, integration and testing of several satellites of type Low Earth orbit (LEO) and Geosynchronous orbit(GEO) with a mass up to five tonnes simultaneously. It has a direct connection to the airbase so that a transport by land becomes needless, offering advantages of security, economy and risk management.



The centre has the following capabilities:

thermal vacuum tests, EMI/EMC tests, compact antenna measurement range (CATR) tests, solar array deployment tests, vibration tests, mass properties measurement, acoustic tests, and MLI preparation.

The advanced integration and environmental tests of Göktürk-1 is the first project to be carried out in the centre. After completion, the satellite will be sent to the launch site by TUSAŞ.

WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

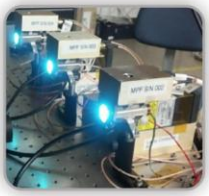
مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

مركز تكامل الأنظمة الفضائية وتجاربها في تركيا

Turkish Space Systems, Integration and Test Centre

نظام التصنيع ومراحله وكيف تم التغلب على الصعوبات الفنية وسبل التعاون الممكنه معه وغير ذلك من المعلومات التي تتطلب الاتصال به وزيارته وتكوين النموذج العلمي المطلوب تطبيقه في مشروعنا الفضائي الخاص.

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء توضيح ذلك بمزيد من التفصيل والاستفادة من معلومات الكتاب في تكوين الاسئلة التي تحتاج الى اجابات من ذلك المركز .



شركة نظم الفضاء السويسرية أس 3

Swiss Space Systems (S3)

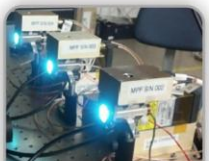
أعلنت شركة للصناعات الفضائية مقرها في سويسرا أنها ستقدم خدمة إطلاق أقمار صناعية بتكلفة تصل إلى ربع معدل التكلفة السائدة في الأسواق العالمية.

وقالت شركة نظم الفضاء السويسرية أس 3 إن تكلفة إطلاق الأقمار الصناعية لديها ستكون 10 ملايين فرنك سويسري (10.5 مليون دولار) باستخدام طائرات فضائية شبه مدارية يمكن أن تحمل أقمارا صناعية تزن 250 كيلوغراما.

WWW.EUNPS.COM

اطلاق طائرة فضائية من على طائرة ايرباص محورة

وأشارت الشركة إلى أنها صرفت مبلغ 225 مليون فرنك سويسري في اختبارات الإطلاق للعام 2017 وأوضحت شركة نظم الفضاء السويسرية أنها ضمنت صفقات تعاون تكنولوجي مع اللاعبين الأساسيين في هذا القطاع ومن بينهم وكالة الفضاء الاوروبية و شركة داسو للطيران ومعهد فون كارمان و مجموعة سوناكا .



Swiss Space Systems Holding SA

Industry Aerospace Founded 2012

Founder : Pascal Jaussi

Headquarters : Payerne, Switzerland

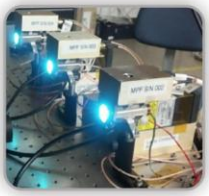
Key people : Pascal Jaussi (CEO) Claude Nicollier (Chairman)

Products : Satellite launch/Space tourism

Website : www.s-3.ch

WWW.EUNPS.COM

اختبار اطلاق قمر صناعي في الفضاء



شركة Mitsubishi Electric لأنظمة الفضاء

http://www.mitsubishielectric.com

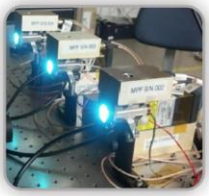
على مدار العقود الأربعة الماضية أنجزت Mitsubishi Electric مشاريع أقمار صناعية لأغراض الاتصالات ولهيئات حكومية وغيرها من العملاء على نطاق واسع أكثر من أي شركة يابانية أخرى، مما يجعلها الشركة الرائدة في مجال أنظمة الفضاء في اليابان.

حيث تضم تقنية Mitsubishi Electric للفضاء تصنيع الأقمار الصناعية ومكوّناتها والأنظمة الأرضية وتنفيذها .

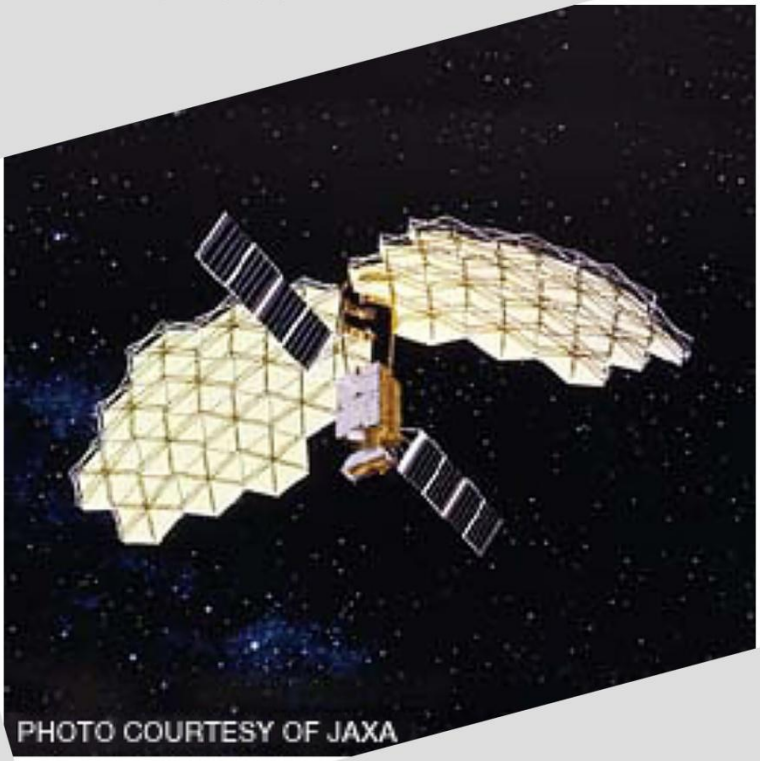
تتميز الشركة بأفضلية فريدة في مجال تصميم الأقمار الصناعية وبنائها وإطلاقها والتحكم بها، وتتفوق أيضًا في مجال تقنيات اللوحات الشمسية والهوائيات والتضخيم والتعقب والتحكم وأنظمة المحطات الأرضية التي تجعل الأقمار الصناعية عملية وسهلة التشغيل.

مثال على المنتجات

Client	**JAXA**
Launch date	**December 18, 2006**
Launch vehicle	**H-IIA**
Launch site	**Tanegashima Space Center**
Orbit	**Geostationary orbit**
Mass	**5,800 kg (at launch)**
Electrical power	**7,500 W**
Design life	**10 years (satellite bus)** **3 years (mission craft)**
Responsibilities	**Prime contractor**
Outline	**The ETS-VIII's missions are to develop technologies, and test and verify them in space. The targeted technologies include mobile-satellite communications, mobile-satellite digital multimedia, and basic technologies for building satellite positioning systems, through large-scale geosynchronous satellite bus technologies for 3-ton class satellites -- the world's largest class in the early 2000s. The ETS-VIII also targets such large-scale deployable antenna technologies as 13 meter-class deployable antennas, and high-accuracy time standard systems and other positioning equipment.**



WWW.EUNPS.COM



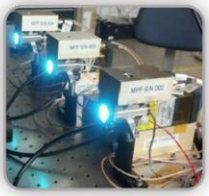
JAXA
ETS-VIII's

برامج الأقمار الصناعية

لعبت شركة Mitsubishi Electric دورًا أساسيًا في الكثير من برامج الأقمار الصناعية التابعة للوكالات الحكومية ومزودي خدمات الاتصالات المختلفة داخل اليابان وخارجها فهي المُصنّع الوحيد في اليابان الذي يمتلك إمكانات متكاملة تشمل عملية تطوير الأقمار الصناعية بالكامل بدءًا من التطوير والتصميم حتى التجميع والاختبار.

منصة القمر الصناعي

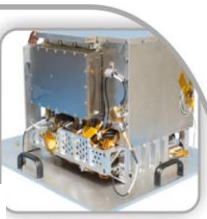
يتم تدعيم منصات الأقمار الصناعية من Mitsubishi Electric بمرافق تصنيع واختبار متطورة ونظام إدارة متقدم للغاية ويستمر نمو المجموعة الواسعة من التطبيقات المتنوعة التي تشمل استخداماتٍ للاتصالات ورصد الأرض والفضاء فالشركة موردًا رئيسيًا للمنظمات المحلية والدولية.

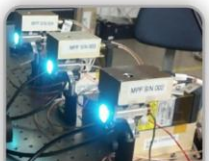


WWW.EUNPS.COM

تصنيع مكونات الأقمار الصناعية

تعمل Mitsubishi Electric في مجال تصنيع مكونات الأقمار الصناعية منذ أكثر من 40 عامًا ولقد تمكنت الشركة بفضل هذا التاريخ الطويل من الانخراط في هذه الصناعة فضلاً عن المهارة التقنية التي لا نظير لها من إنتاج مكونات ذات شهرة ومصداقية بين المنظمات حول العالم لما تتمتع به من موثوقية عالية وأداء فائق.





نماذج عن تكاليف صناعة الأقمار الصناعية والدول المصنعة لها

ايجيبت سات Egypt Sat 1 أوكراني بلغت تكلفته 21 مليون دولار

ايجيبت سات Egypt Sat 2 روسي

نايل سات Nile Sat 101 بريطاني فرنسي مشترك

نايل سات Nile Sat 201 فرنسي الصنع وتكلفته 237 مليون دولار

تمتلك مصر عدة أقمار صناعية لكنها في تصنيع الأقمار الصناعية تلجأ إلى دول أخرى حيث أنها لم تستطع تصنيعه بنفسها لعدم امتلاكها وكالة فضاء مصرية .

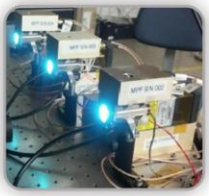
الأقمار الصناعية التي استعانت مصر في تصنيعها بدول أخرى وتكلفة كلًا منهم على حدة.

"ايجيبت سات 1"

يزن هذا القمر 100 كجم ويحمل جهازين استشعار الأول يعمل بالأشعة تحت الحمراء والثاني متعدد الأطياف ويُعد هذا القمر أول قمر صناعي لمصر حيث أعلنت عن مناقصة في عام 2001 حيث تقدمت العديد من الدول لتصنيعه على رأسها بريطانيا وروسيا وإيطاليا وكوريا وأوكرانيا ووقع الاختيار في النهاية على أوكرانيا وقبلت أوكرانيا شرط مصر آنذاك وهو اشتراك علماء مصريين به حتى يتسنى لهم بعد ذلك تصنيع قمر صناعي خاص بهم وبلغت تكلفة "ايجيبت سات 1" 21 مليون دولار.

"ايجيبت سات 2"

يُعد ثاني قمر صناعي لمصر وتم إطلاقه من قاعدة "بايكونور" الروسية في عام 2014 وتم بناء هذا القمر بواسطة الهيئة القومية المصرية للاستشعار عن بعد بالشراكة مع شركة اينرجيا لصواريخ كورورليف والفضاء الروسية ولم يعلن أي شئ عن تكلفته حتى الآن إلا أنه من المعروف أن تكلفة الأقمار الصناعية كبيرة جدًا وبعد إطلاقه بشهور قليلة فقدت روسيا القمر الصناعي وقررت تصنيع قمر آخر لمصر.



"نايل سات 101"

هو قمر صناعي مخصص للأغراض الفضائية خرج من الخدمة في شهر فبراير عام 2013 والجدير بالذكر أنه تم تصنيعه بواسطة شركة "ماترا ماركوني الفضائية" وهي شركة بريطانية فرنسية مشتركة وتم اطلاقه على صاروخ "اريان 4" في عام 1998.

"نايل سات 201"

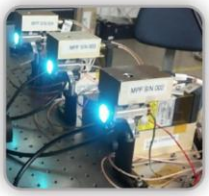
هو أحد أقمار الجيل الثاني لأقمار النايل سات أطلق في عام 2010 واستمرت عملية الإقلاع 27 دقيقة و تم تصنيعه بواسطة شركة "تاليس الينيا سبيس" وهي شركة فرنسية ويزن هذا القمر 3.2 طن ويحمل هذا القمر 24 جهاز إرسال وبلغت تكلفته 237 مليون دولار.

WWW.EUNPS.COM
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
Electronic University of Postgraduate Studies
مجال بحث الرسالة أو الاطروحة (العنوان والمتن)
Title of Thesis/Dissertation and Text
مشروعنا الفضائي الخاص

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

مصانع الاقمار الصناعية حول العالم وأحدث منتجاتها وأجهزتها ومدى قبولهم بإنشاء مصنع اقمار صناعية ببلادنا مع أو تدريب علماؤنا على تصنيع وإطلاق الاقمار الصناعية في الفضاء.

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء وضع الاتصالات في هذا الموضوع من الاولويات لأنه يجسد روح وأساس العمل.



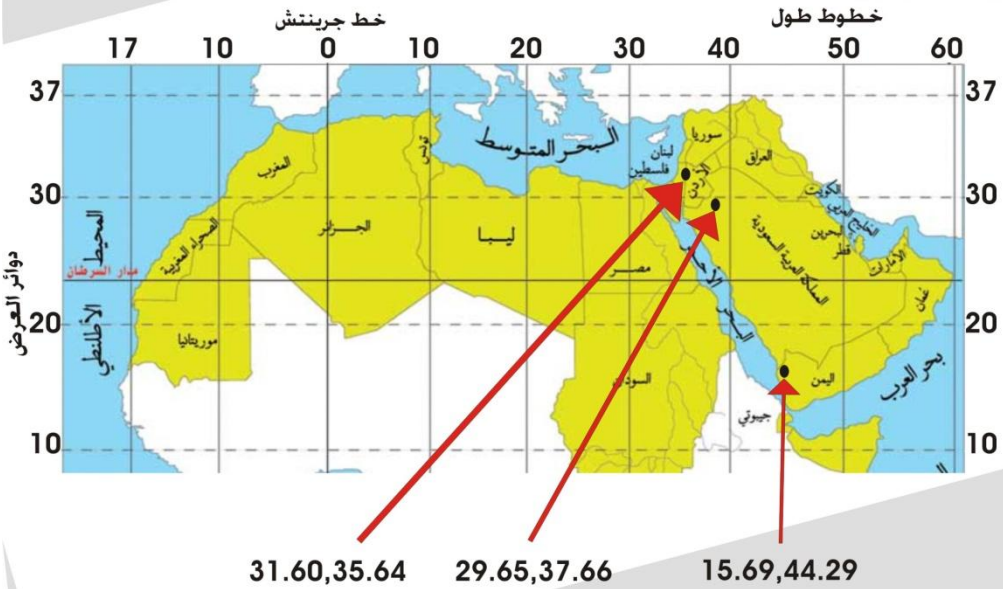
الباب الحادي عشر

كيفية تحديد المواقع عن طريق القرآن الكريم

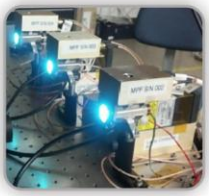
نعرف ان دوائر العرض Latitude عددها 180 دائرة منها 90 دائرة في شمال خط الاستواء و 90 دائرة في جنوبه .

ونعرف ان خطوط الطول Longitude عددها 360 وخط الطول الأساسي هو خط جرينتش (0) وعلى أساس هذا الخط قسمت خطوط الطول إلى 180 خطا شرق جرينتش و 180 خطا غرب جرينتش .

WWW.EUNPS.COM



تحديد المواقع بالقرآن الكريم



من خلال الدراسات الاسلامية العلمية العالمية المتعددة لوحظ تفرد سورة العنكبوت بتحديد المواقع وأشياء كثيرة اخرى لا يعلمها إلا الله سبحانه وتعالى .... لنبدأ في محاولة فهم بعض اسرار القرآن الكريم وصولاً الى كيفية تحديد المواقع :

ننبه الى ان المحاولات تحتمل الصواب أو الخطأ مع يقيننا انها صواب ولكن تحتاج الى مزيد من التدقيق والبحث والتعديل ونؤكد ان هناك من المعلومات الهائلة والتي لا يمكن تخيلها على الاطلاق وتحتاج لعلماء اذكياء لتكملة المشوار ... والله الموفق.

المحاولة الاولى :

رقم سورة العنكبوت في القرآن الكريم 29 وعدد اياتها 69

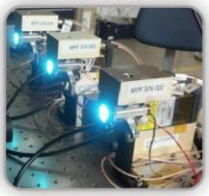
1- الفرق بين العددين 69 و 29 = 40 عمر الرسول صلى الله عليه وسلم عند البعثة .

2- قال تعالى : (وَمَا كُنتَ تَتْلُو مِن قَبْلِهِ مِن كِتَابٍ وَلَا تَخُطُّهُ بِيَمِينِكَ ۖ إِذًا لَّارْتَابَ الْمُبْطِلُونَ) (48 العنكبوت) عدد كلمات الآية 13 و عدد حروف الآية 52 وعدد حروف الاية الغير مكررة 15 .

*** العدد 13 هو الفترة الزمنية التي أمضاها الرسول صلى الله عليه وسلم في مكة المكرمة .**

*** مجموع العددين 48 و 15 هو 63 وهو عمر الرسول صلى الله عليه وسلم.**

*** العدد 19 هو وحدة البناء في الترتيب القرآني كما هو معروف وهو الفرق بين العددين 29 و 48 .**



المحاولة الثانية :

الظاهرة الفريدة في السور الثلاث : العنكبوت والقلم والطارق

تشترك السور الثلاث في رقم الترتيب 29 (كل سورة من زاوية مختلفة)

السـورة	رقم الترتيب	الاعتبار
العنكبوت	29	النصف الأول من القرآن
القلم	29	السور المفتتحة بالحروف المقطعة
الطارق	29	النصف الثاني من القرآن

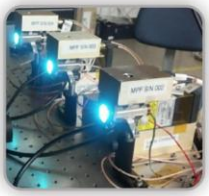
*** ترتيب سورة الطارق في القرآن الكريم هو 86 وترتيب سورة القلم هو 68 (عكس العدد 86) .**

*** سورة الطارق هي السورة الوحيدة من بين سور القرآن المؤلفة من 17 آية .**

*** الفرق بين العددين 86 و 17 (ترتيب سورة الطارق وعدد آياتها) هو 69 وهو عدد آيات سورة العنكبوت .**

*** الفرق بين العددين 69 و 17 هو 52 وهو عدد آيات سورة القلم , وهو أيضا عدد حروف الآية 48 من سورة العنكبوت .**

*** ترتيب الآية 48 من سورة العنكبوت وعدد كلماتها 13 كلمة و حاصل جمع العددين 48 +13 =61 وحاصل ضرب العدد 61 في 16 (العدد 16 عكس العدد 61) يساوي 976 وهو عدد كلمات سورة العنكبوت .**



المحاولة الثالثة :

موقع سورة العنكبوت في القرآن الكريم

عرفنا ان رقم ترتيب سورة العنكبوت في القرآن الكريم 29 (وعدد اياتها 69 آية) بمعنى أن عدد السور التي قبلها في ترتيب المصحف 28 سورة وعدد السور المرتبة بعدها 85 سورة (114 سورة في القرآن الكريم 6236 آية)

28 سورة وفيها 3340 آية

85 سورة وفيها 2827 آية

فرق الايات 513 آية (3340-2827)

*** يشير العدد 513 الى 57 × 9**

حاصل طرح العددين 57 و 9 يساوي 48

مجموع العددين 57 و 9 يساوي 66

عدد سور القرآن الكريم 48 + 66 = 114

... والله أعلم

قال تعالى : (قُلِ انظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَن قَوْمٍ لَّا يُؤْمِنُونَ) (101 يونس) و قال تعالى : (أَفَلَمْ يَنظُرُوا إِلَى السَّمَاءِ فَوْقَهُمْ كَيْفَ بَنَيْنَاهَا وَزَيَّنَّاهَا وَمَا لَهَا مِن فُرُوجٍ) (6 ق)

و قال تعالى (فَانظُرْ إِلَىٰ آثَارِ رَحْمَتِ اللَّهِ كَيْفَ يُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۚ إِنَّ ذَٰلِكَ لَمُحْيِي الْمَوْتَىٰ ۖ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٍ) (50 الروم)

و قال تعالى (قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ۚ ثُمَّ اللَّهُ يُنشِئُ النَّشْأَةَ الْآخِرَةَ ۚ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ) (20 العنكبوت)

ان الله يأمرننا بالبحث العلمي والقرآن الكريم منهل علم لا ينتهي نستطيع به هزم العالم أجمع واثبات نظريات وإبطال نظريات اخرى ونتفوق على الجميع .. انه مصدر علمي مذهل اعطاه الله لنا فهل من باحث ينتج لنا نظرية جديدة من خلال القرآن الكريم .

المحاولة الرابعة :

تحديد موقع قوم شعيب

1- الايات والتحليل

قال تعالى : (وَإِلَىٰ مَدْيَنَ أَخَاهُمْ شُعَيْبًا فَقَالَ يَا قَوْمِ اعْبُدُوا اللَّهَ وَارْجُوا الْيَوْمَ الْآخِرَ وَلَا تَعْثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ) (36 العنكبوت) عدد الكلمات 16 وعدد الأحرف 73

قال تعالى : (فَكَذَّبُوهُ فَأَخَذَتْهُمُ الرَّجْفَةُ فَأَصْبَحُوا فِي دَارِهِمْ جَاثِمِينَ) (37 العنكبوت) عدد الكلمات 7 وعدد الأحرف 39

هاتان الايتان من سورة العنكبوت تتحدث عن قوم شعيب

سبق وذكرنا ان ترتيب سورة العنكبوت في القران الكريم = 29 وعدد اياتها = 69

حساب سورة العنكبوت الاية 37

رقم الاية 37 + ترتيب السورة 29 = 66

انه خط الطول 37.66 (قد تحتمل رقم آخر.. قم بتجربتك الخاصة ؟)

حساب سورة العنكبوت الاية 36

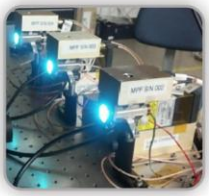
رقم الاية 36 + ترتيب السورة 29 = 65

انه دائرة العرض 29.65 (قد تحتمل رقم آخر.. قم بتجربتك الخاصة ؟)

ولكن لماذا لا يكون رقم خط الطول هو دائرة العرض وبالعكس .... السبب هو ان الاية 36 بها كلمة "وَلَا تَعْثَوْا" والعيث هو السعي فيها والبغي على أهلها وقطع الطريق على الناس والقطع بالعرض وليس بالطول ... اذا احداثيات الاية 36 هي دائرة عرض... والله أعلم.

2- التأكد من موقع خرائط جوجل https://www.google.com/maps

قم بإدخال الاحداثيات 29.65,37.66 في مربع البحث لموقع خرائط جوجل ستتحصل فوراً على منطقة الجوف بشبه الجزيرة العربية بالإحداثيات التالية :



منطقة الجوف

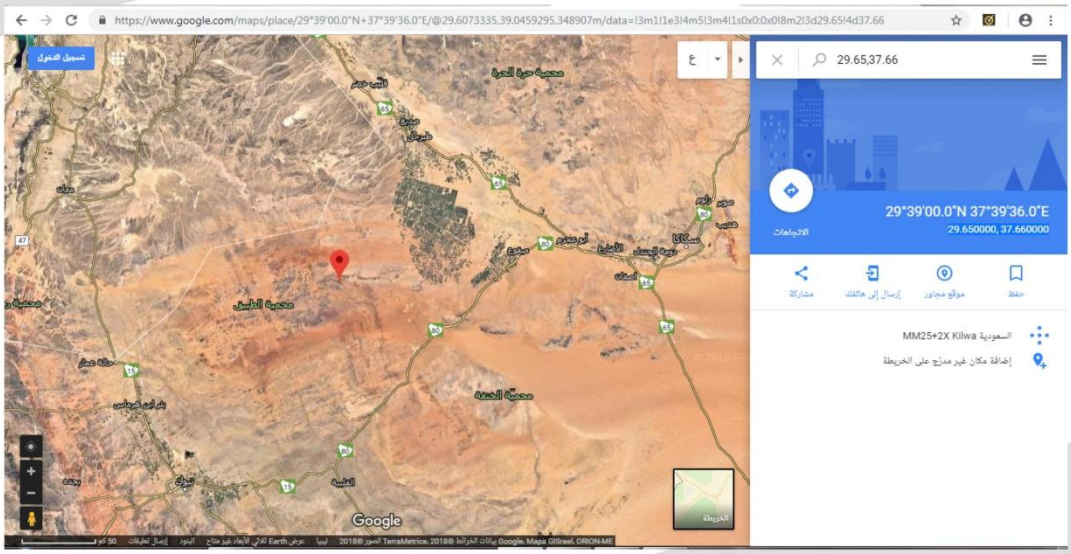
السعودية

29°39'00.0"N 37°39'36.0"E

29.650000, 37.660000

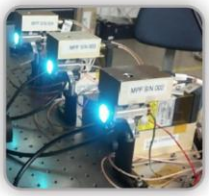
ملاحظة : عمليات الادخال في مربع البحث - يكون اتجاه الكتابة من اليسار لليمين - دائرة العرض اولا ثم خط الطول ثانياً ... قواعد بحث الموقع.

WWW.EUNPS.COM



موقع قوم شعيب

... والله أعلم



المحاولة الخامسة :

تحديد موقع سفينة نوح من القران الكريم

1- الايات والتحليل

قال تعالى : (فَأَنجَيْنَاهُ وَأَصْحَابَ السَّفِينَةِ وَجَعَلْنَاهَا آيَةً لِّلْعَالَمِينَ) (15 العنكبوت)

قال تعالى : (وَلَقَد تَّرَكْنَاهَا آيَةً فَهَلْ مِن مُّدَّكِرٍ) (15 القمر)

رقم الايتان واحد وهو 15 و عدد الكلمات واحد 6 كلمات لكل منهم.

السبب في اختيارهما انهما وحدهما في القرآن الكريم تتحدثان عن ترك السفينة

ذكرنا ترتيب سورة العنكبوت في القران الكريم = 29 وعدد اياتها = 69

ترتيب سورة القمر في القران الكريم = 54 وعدد اياتها = 55

حساب سورة العنكبوت

رقم الاية 15 + ترتيب السورة 29 = 44

الرقم 44 هو رقم الاية التي في سورة هود والتي تتكلم عن الجودي

قال تعالى : (وَقِيلَ يَا أَرْضُ ابْلَعِي مَاءَكِ وَيَا سَمَاءُ أَقْلِعِي وَغِيضَ الْمَاءُ وَقُضِيَ الْأَمْرُ وَاسْتَوَتْ عَلَى الْجُودِيِّ ۖ وَقِيلَ بُعْدًا لِّلْقَوْمِ الظَّالِمِينَ) (44 هود) (أي انه تم ارجاعنا للرقم 44)

انه خط الطول 44.29 (قد تحتمل 44.15 قم بتجربتك الخاصة ؟)

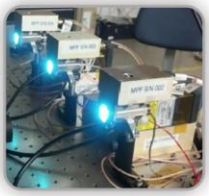
حساب سورة القمر

رقم الاية 15 + ترتيب السورة 54 = 69

الرقم 69 هو عدد ايات سورة العنكبوت (أي انه تم ارجاعنا للرقم 15)

انه دائرة العرض 15.69 (قد تحتمل 15.54 قم بتجربتك الخاصة ؟)

ولكن لماذا لا يكون رقم خط الطول هو دائرة العرض وبالعكس .... السبب هو ان بيت العنكبوت شبيه بدوائر العرض والرقم 69 هو عدد ايات سورة العنكبوت اذا 15.69 يخص دائرة العرض (العنكبوت يبدأ الشبكة برسم دوائر أولاً) .



تقوم أنثى العنكبوت بهندسة الشبكة على شكل دائري أو شبه دائري رائع التصميم حيث تستخدم ضغط بطنها لتدفع الخيوط الحريرية إلى خارج الغدد الست الموجودة في بطنها وتقوم بربط طرف الخيط الأول المعروف باسم الجسر بساق عشبة ما أو ورقة شجر ثم تهبط إلى الأرض مع الخصلة وهي مستمرة بعملية الحياكة ثم تنزل إلى الأرض وتصعد إلى نقطة أخرى مرتفعة لتسحب الخيط بقوة وتربطه في مكانه جيداً باستخدام مادة لاصقة تخرج من إحدى غددها أيضاً فتقوم أولاً بتثبيت خصلة بشكل أفقي دائماً ثم تسقط خيطين حريرين في كل طرف من أطراف الخيط الأول لتكوين جسور أخرى أقل ارتفاعاً من الأولى والتي ستصير أساس شبكة العمل .

ان خيط العنكبوت أمتن مادة في العالم وهو أمتن من الفولاذ بخمسة أضعاف ومن الكافلار بعشرة أضعاف وهو أدق من الشعر و أخف من القطن .

2- التأكد من موقع خرائط جوجل https://www.google.com/maps

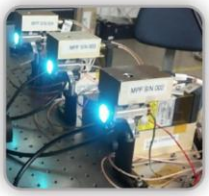
قم بإدخال الاحداثيات 15.69,44.29 في مربع البحث لموقع خرائط جوجل ستتحصل فوراً على محافظة صنعاء في اليمن بالإحداثيات التالية :

محافظة صنعاء

اليَمَن

15°41'24.0"N 44°17'24.0"E

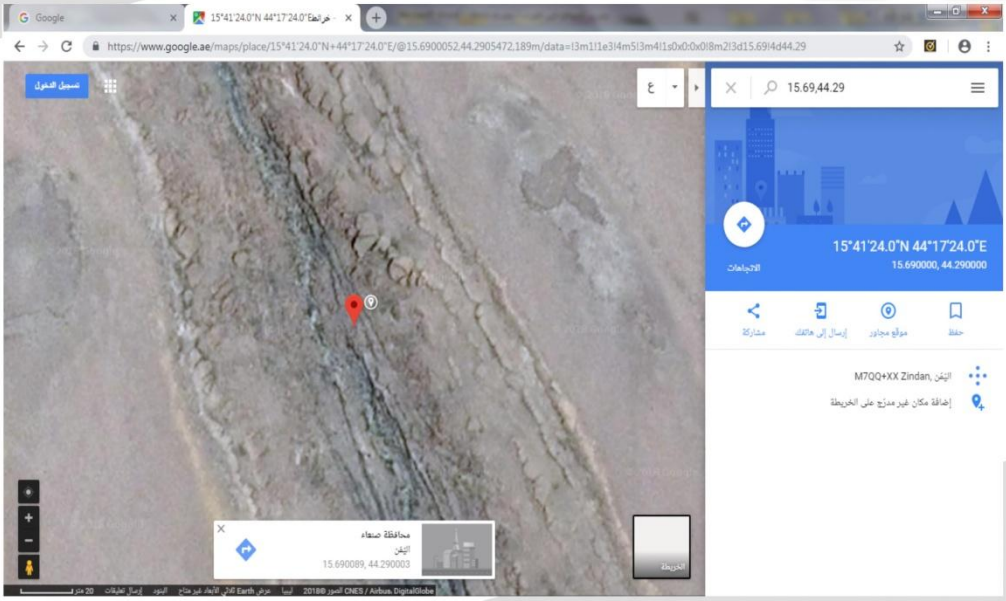
15.690000, 44.290000



ملاحظة : عمليات الادخال في مربع البحث يكون 15.69,44.29 اتجاه الكتابة من اليسار لليمين 15.69 دائرة العرض اولا ثم 44.29 خط الطول ثانياً ... قواعد بحث الموقع.

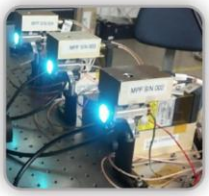
كما أننا لسنا بصدد جدال حول وجود سفينة نوح في أى مكان آخر .

WWW.EUNPS.COM



مكان رسو سفينة نوح عليه السلام

.... والله أعلم



المحاولة السادسة :

تحديد موقع قوم لوط

1- الايات والتحليل

قال تعالى : (وَلَقَد تَّرَكْنَا مِنْهَا آيَةً بَيِّنَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ) (35 العنكبوت) عدد الاحرف 31

وعدد الكلمات 7 (هذه الاية تتحدث عن هلاك قوم لوط عليه السلام)

قال تعالى : (وَلَمَّا جَاءتْ رُسُلُنَا إِبْرَاهِيمَ بِالْبُشْرَى قَالُوا إِنَّا مُهْلِكُو أَهْلِ هَذِهِ الْقَرْيَةِ إِنَّ أَهْلَهَا كَانُوا ظَالِمِينَ) (31 العنكبوت) عدد الاحرف 71 وعدد الكلمات 15

سبق وذكرنا ان ترتيب سورة العنكبوت في القران الكريم = 29 وعدد اياتها = 69

حساب سورة العنكبوت الاية 35

رقم الاية 35 + ترتيب السورة 29 = 64

انه خط الطول 35.64

حساب سورة العنكبوت الاية 31

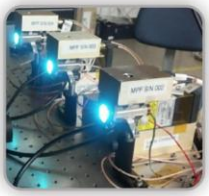
رقم الاية 31 + ترتيب السورة 29 = 60

انه دائرة العرض 31.60

ولكن لماذا لا يكون رقم خط الطول هو دائرة العرض وبالعكس .... السبب هو ان الاية 35 بها كلمة " آيَةً بَيِّنَةً" أي عبرة بينة وعظة مستقيمة وهي تناسب خطوط الطول لا العرض ... والله أعلم.

2- التأكد من موقع خرائط جوجل https://www.google.com/maps

قم بإدخال الاحداثيات 31.60,35.64 في مربع البحث لموقع خرائط جوجل ستتحصل فوراً على منطقة شمال ووسط البحر الميت بالإحداثيات التالية :



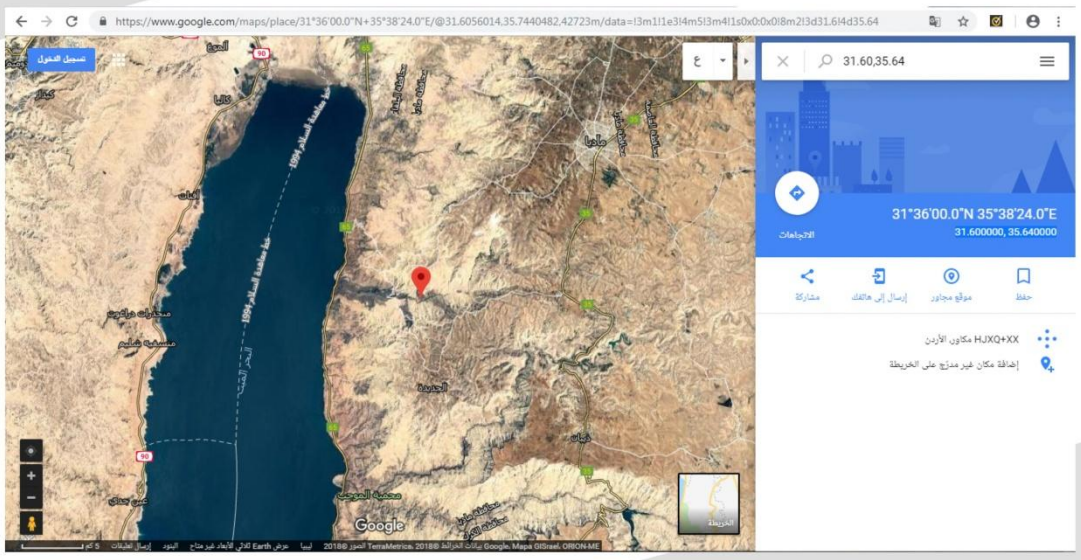
البحر الميت - محافظة مادبا - الأردن

31°36'00.0"N 35°38'24.0"E

31.600000, 35.640000

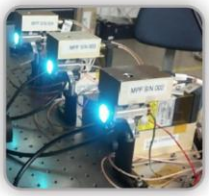
ملاحظة : عمليات الادخال في مربع البحث - يكون اتجاه الكتابة من اليسار لليمين - دائرة العرض اولا ثم خط الطول ثانياً ... قواعد بحث الموقع.

WWW.EUNPS.COM



البحر الميت

... والله أعلم



هل تستطيع تحديد موقع قوم عاد وثمود وفرعون وغيرهم مما ذكروا في القرآن .... حاول !

مشروعنا الفضائي الخاص يحتاج الى معلومات دقيقة حول :

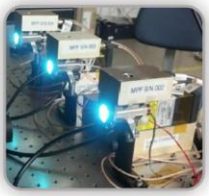
كيفية تحديد المواقع عن طريق القرآن الكريم

قد يجادل البعض ماذا سوف نستفيد؟

الاجابة على هذا السؤال بشكل عام هو : سنستفيد من ذلك في تحديد مواقع الثروات والكنوز (نفط - غاز – معادن) والآثار في البر والبحر وبيان التصدعات التي في القشرة الارضية الغير مكتشفة وغير ذلك.

أما الاجابة على هذا السؤال بشكل دقيق هو : الحصول على معيار لتحديد المواقع والذي يمثل في حد نفسه نظرية علمية لها السبق في العالم وهذا سوف يمكننا من تطوير وتصنيع اجهزة ومعدات اكثر دقة وموثوقية وعمل دراسات مقارنة في كافة الاتجاهات لإثراء البحث العلمي.

لذلك أقترح على طالب الماجستير والدكتوراه في مجال علوم الفضاء وضع هذا الموضوع من الاولويات لأن المعلومة قادمة من رب العالمين مباشرة وبين أيدينا.



الخلاصة

CONCLUSION

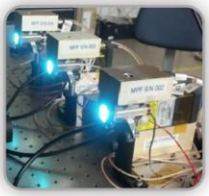
أصبحت تكنولوجيا الأنظمة العالمية للملاحة الفضائية (GNSS) حيوية بالنسبة للعديد من التطبيقات التي تتراوح بين هندسة تخطيط المدن City Planning Engineering وتقسيم المناطق Zoning إلى التطبيقات العسكرية Military Applications. وقد تم قبوله على نطاق واسع على مستوى العالم من قبل الحكومات والمنظمات Governments And Organizations .

ولهذا السبب توقعنا في السابق أن يكون لدينا حالياً على الأقل ثلاثة أنظمة GNSS: نظام تحديد المواقع الأمريكي USA GPS ونظام جاليليو الأوروبي European Galileo وأنظمة جلوناس الروسية Russian Glonass Systems وبالرغم من انضمام انظمة جديدة تظل الثلاث انظمة هي المسيطرة (ليس الى الابد ويعتمد ذلك على صعود وهبوط القوى العظمى) فهناك استثمارات بمليارات الدولارات في هذا المجال وأنشطة بحثية عالمية مكثفة.

There is a multibillion dollar investment in this field and intensive worldwide research activities.

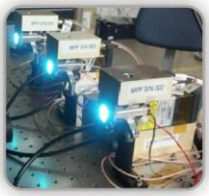
لقد لعب التقدم المذهل في الاتصالات والشبكات اللاسلكية دوراً كبيراً في زيادة الاهتمام بالنظم العالمية للملاحة الفضائية وتوفير منهجيات وآليات تمكينية Methodologies And Mechanisms وأنه كان من المتوقع أن يتم تزويد جميع أجيال المستقبل من الهواتف الخلوية بشرائح GNSS Chips وهذا ما حصل بالفعل .

تهيمن Dominates تكنولوجيا GNSS على الملاحة في الهواء الطلق Outdoor Navigation والتي توفر الدقة لمدى يتراوح بين بضعة أمتار و 10 أمتار في تقنية تحديد الموقع أحادي النقطة Single Point Positioning Technique أو تحت المتر Sub-Meter إلى بضعة أمتار في تقنية GNSS التفاضلية (DGNSS) Differential GNSS Technique وقد تم تطوير تقنيات مختلفة مؤخرا لتحديد



المواقع في الأماكن المغلقة Indoor Positioning وهي توفر إمكانات مطلقة أو نسبية Absolute Or Relative Positioning لتحديد المواقع بدقة متناهية .

الجمع بين هذه التقنيات مع GNSS يسمح بتوفير حل موقع أكثر موثوقية وقوة Provide A More Reliable And Robust Location Solution ويتمثل التنفيذ الأكثر شيوعًا للتكنولوجيا الهجينة الخاصة بـ GSM و GPRS و WCDMA في دمج A-GNSS مع Cell-ID.



شرح بعض المصطلحات

GLOSSARY

الغموض Ambiguity

مصطلح الانحراف الصحيح ، فهو الانحراف الأولي في رصد مرحلة الناقل لعدد عشوائي من الدورات وعدد غير معروف من الأطوال الموجية الكاملة للإشارة الحاملة بين الأقمار الصناعية وجهاز الاستقبال في بداية التتبع.

Ambiguity. Integer bias term, the initial bias in a carrier-phase observation of an arbitrary number of cycles. The unknown number of whole wavelengths of the carrier signal between a satellite and receiver at the beginning of tracking.

مكافحة الغش Antispoofing

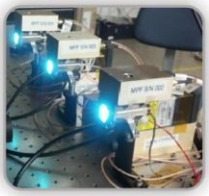
هذه هي آلية تشفير P-code بواسطة W-code لإنتاج رمز Y جديد ، من أجل منع التكرار من قبل القوى المعادية المحتملة

Antispoofing (AS). This is the mechnaism of encrypting the P-code by W-code to produce a new Y-code, in order to prevent replication by potentially hostile forces.

موقع المركبة التلقائي Automatic Vehicle Location (AVL)

المخطط الذي يستخدم نظام الملاحة مثل نظام تحديد المواقع GPS لمعرفة موقع السيارة.

Automatic Vehicle Location (AVL). The scheme that uses a navigation system, such as GPS, to find out a vehicle's position.



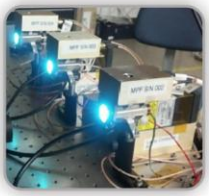
نظام GPS التفاضلي Differential GPS (DGPS)

وهي تقنية لتقليل الخطأ في المواضع المشتقة GPS باستخدام بيانات إضافية من جهاز استقبال GPS مرجعي في مكان معروف ، من أجل تعزيز دقة القياسات التي تم إجراؤها بواسطة مستقبلات GPS أخرى داخل نفس المنطقة الجغرافية العامة.Doppler Shift

Differential GPS (DGPS). A technique to minimize the error in GPS-derived positions by using extra data from a reference GPS receiver at a known location, in order to enhance the accuracy of measurements made by other GPS receivers within the same general geographic area Doppler Shift.

وتحدث الظاهرة عندما يتحرك مرسل الإشارة وجهاز الاستقبال بالنسبة لبعضهما البعض وفي مثل هذه الحالة ، لن يكون تكرار الإشارة المستقبلة هو نفس ذلك المصدر فعندما تتحرك باتجاه بعضها البعض يكون تردد الإشارة المستقبلة أعلى من تردد المصدر وعندما تتحرك بعيدًا عن بعضها البعض ينخفض التردد.

The phenomenon caused when the signal transmitter and receiver are moving relative to one another. In such a situation, the frequency of the received signal will not be the same as that of the source. When they are moving towards each other, the frequency of the received signal is higher than that of the source, and when they are moving away form each other the frequency decreases.



الأرض محورها الأرض ثابتة Earth Centered, Earth Fixed (ECEF)

وهو نظام الإحداثيات الديكارتية الذي يبدأ في مركز كتلة الأرض يرتبط المحور Z بمحور الدوران المتوسط للأرض و يتم محاذاة المحور X مع خط الطول صفر و المحور Y هو 90 درجة غرب المحور X مما يشكل نظام إحداثيات يمينًا.

Earth Centered, Earth Fixed (ECEF). This is a Cartesian coordinate system that starts at the Earth's center of mass. The Z-axis is associated with the Earth's mean spin axis. The X-axis is aligned with the zero meridian. The Y-axis is 90 degrees west of the X-axis, making up a right handed coordinate system.

بيضاوي Ellipsoid

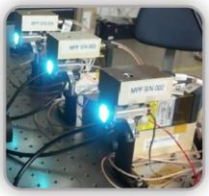
وهو عرض رياضي للأرض كمقطع بيضاوي يدور حول محوره الصغير و يستخدم هذا عادة كسطح مرجعي للمسح الجيوديسي ولتطبيقات الملاحة.

Ellipsoid. A mathematical demonstration of the Earth as an ellipse that is turned around its minor axis. This is usually used as a reference surface for geodetic surveying and navigation applications.

الاقمار الصناعية الثابتة Geostationary Satellites

بالنسبة للأرض أنواع الأنظمة الفضائية الشائعة التي تطلق عادة في مدار حوالي 35863 كم من سطح الأرض عند خط الاستواء و في مثل هذا المدار تكون فترة دوران الأرض مساوية للقمر الصناعي.

Geostationary Satellites. Types of popular satellite systems that are usually launched at an orbit of about 35863 km from the surface of the earth at the equator. At such orbit the rotational period of the earth is equal to that of the satellite.



الخدمات القائمة على الموقع Location Based Services (LBS)

هو مصطلح يستخدم لتمييز التقنية التي تحدد موقع المتصل باستخدام مخططات تحديد المواقع المختلفة.

Location Based Services (LBS). A term used to distinguish the technique that establishes the location of caller by using various positioning schemes.

الأيونوسفير Ionosphere

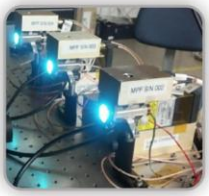
هو الجزء من الغلاف الجوي الخارجي للأرض حيث يتسبب التأين الناجم عن الإشعاع الشمسي الوارد في تغيير انتشار الموجات الراديوية حيث يمتد الأيونوسفير من حوالي 70 كيلومترا إلى 1000 كيلومتر فوق سطح الأرض.

Ionosphere. The portion of the earth's external atmosphere where ionization caused by incoming solar radiation changes the propagation of radio waves. The ionosphere extends from about 70 kilometers to 1000 kilometers above the earth surface.

على الهواء On-the-Fly (OTF)

وهو مصطلح يستخدم لتوصيف مخطط يعمل على حل الغموض التفاضلي في عدد موجات الحاملة دون الحاجة إلى وجود مستقبل GPS ثابت في أي وقت Pseudorange .

On-the-Fly (OTF). A term used to characterize a scheme that resolves differential carrier-phase integer ambiguities without the need to have a GPS receiver stationary at any time Pseudorange.



ويشير هذا إلى النطاق المحسوب من مستقبل GNSS إلى القمر المكتشف عن طريق أخذ الفرق بين قياس وقت إرسال القمر وقياس زمن الاستقبال وضربه بسرعة الضوء.

This refers to the calculated range from the GNSS receiver to the satellite found out by taking the difference between the measured satellite transmit time and the receiver time of measurement, and multiplying by the speed of light.

الحركة المجردة في الوقت الحقيقي Real-time kinematic (RTK)

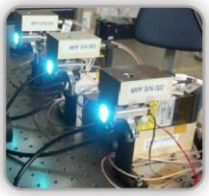
يشير ذلك إلى عملية DGNSS حيث يتم إرسال تصحيحات المرحلة الناقلة في الوقت الفعلي من جهاز استقبال مرجعي في موقع معروف إلى واحد أو أكثر من وحدات التحكم عن بعد لأجهزة استقبال روفر / متنقلة.

Real-time kinematic (RTK). This refers to a DGNSS process where carrier-phase corrections are sent in real-time from a reference receiver at a known location to one or more remote rover/mobile receivers.

نظام التعزيز القمري Satellite-Based Augmentation System (SBAS)

هو نظام فضائي جغرافي ثابت يعزز دقة وتكامل وتوافر إشارات GNSS الأساسية وتشمل الأمثلة على هذه الأنظمة WAAS و EGNOS و MSAS.

Satellite-Based Augmentation System (SBAS). A geo-stationary satellite system that enhances the accuracy, integrity, and availability of the basic GNSS signals. Examples on such systems include WAAS, EGNOS, and MSAS.



REFERENCES

Robert A. Simcoe, The Cosmic Web, American Scientist.

Maggie McKee, Washington DC, Mini-galaxies may reveal dark matter stream, New Scientist.

David Wands, A brief history of cosmology, www-history.mcs.st-andrews.ac.uk.

Our own Galaxy - the Milky Way, University of Cambridge, www.cam.ac.uk.

Palle Møller, Johan Fynbo, Bjarne Thomsen, A Glimpse of the Very Early Universal Web, European Southern Observatory.

Tim Radford, A duplicate universe, trapped in a computer, www.guardian.co.uk.

Heather Hasan, How Mathematical Models, Computer Simulations and Exploration Can Be Used To Study The Universe.

Manolis Plionis, Spiros Cotsakis, Modern Theoretical .

Betz, J. W. (2002). Binary offset carrier modulation for radio navigation. Navigation.

Dierendonck, A J and Hegarty, C. (2000). The new L5 Civil GPS Signal. GPS World, 11, 64-71.

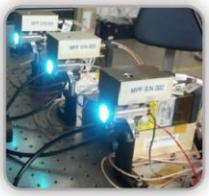
Euler H. J. Reference Station Network Information Distribution, IAG Working Group.

Feng, Y Combined Galileo and GPS: A Technical Perspective.

Fontana, R., W. Cheung, P. Novak, T. Stansell .

GALILEO Mission High Level Definition (HLD) (http://www.galileoju.com , http://www.esa.int/esaNA/index.html.

GALILEO Mission Requirement Document (MRD), European Commission, Issue. Available at http://www.galileoju.com.



GLONASS-ICD GLONASS Interface Control Document. Version 5.

Proceedings of the U.S. Institute of Navigation National Technical Meeting, (San Diego, CA.

Lohnert E., wittmann E., Pielmeier J. and Sayda F., (2001). PARAMOUNT public safety &commercial Info-Mobility applications.

september 2001, salt Lake City, UT, pp 319-325.

GPS/GALILEO Carrier Phase Ambiguity Resolution Using a Stochastic Ionosphere Modeling.

GNSS Signal Generator for Software Receiver Development.

Signal Candidates. Proc. ENC-GNSS Rotterdam, The Netherlands.

Heinrichs G., Germany G., Winkel J., Drewes C.

Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., and Collins J. , Global Positioning System.

Theory and Practice, 5th ed. New York: Springer Verlag Wien.

Wooden W.H., (1985). Navstar Global Positioning System.

Ries L., Macabiau C., Nouvel O., Jeandel Q., Vigneau W., Calmettes V. and Issler JL.

Seeber G. Satellite Geodesy: Foundation, Methods, and applications.

Omar, S. and Rizos, C. Incorporating GPS into Wireless Networks.

Networks, John Wiley & Sons.

WAAS (2002). http://www.*gps.faa.gov/Programs/WAAS/waas.htm*.

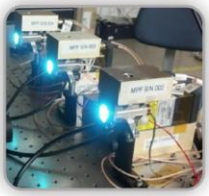
Malcolm S. Longair, The Cosmic Century, Cambridge University Press.

Klapdor-Kleingrothaus, Dark Matter in Astro- And Particle Physics.

Neil J C Spooner, Vitaly Kudryavtsev, The Identification of Dark Matter.

Gemini, Subaru & Keck, Discover large-scale funneling of matter onto a massive distant galaxy cluster, www.gemini.edu.

E Papantonopoulos, The Physics of the Early Universe, Springer.



د.حسني حمدان، الشمس في القرآن الكريم

عبد الدائم الكحيل ، مستقر الشمس

د. زغلول النجار من أسرار القرآن

عبد الرحمن حمزة مغربي، النشاط الشمسي

د. ياسين محمد المليكي وجعلنا سراجاً وهاجاً

المؤتمر العالمي السابع للإعجاز العلمي في القرآن والسنة

علي علي السكري، أسرار.. الشمس، مجلة العلم العدد 405

http://www.manhal.net

http://www.jameataleman.org/agas/orb/orb3.htm

http://www.allsc.info/fada/1/c.htm

http://www.islamselect.com/mat/84899

http://ar.wikipedia.org

الإشارات الكونية في القرآن الكريم ومغزي دلالتها العلمية

دومينيك لزيير الشمس ترجمة محمد فائد حاج

الجمعية الجغرافية الكويتية سلسلة رسائل جغرافية

http://www.islamicmedicine.org/zaghlool/40.htm

These materials may contain links for third party websites . We have no control over, and are not responsible for, the contents of such third party websites.

We have tried to trace and contact copyright holders before publication, in some cases this has not been possible. If contacted we will be pleased to rectify any errors or omissions at the earliest convenience.

نطلب السماح من كل من لم نذكر اسمه وندعو له ولنا بتمام الاجر والثواب فالأجر حاصل ان شاء الله تعالى

والسلام عليكم ورحمة الله تعالى وبركاته

Satellite Navigation Systems and Geometry of Satellite

بـــــلادي وإن هانت علي عزيزة
ولو أنني أعرى بـــــــها وأجوع
ولي كف ضرغام أصول ببطشها
وأشري بها بـــين الورى وأبـــيع
تظل ملوك الارض تلثم ظهرها
وفي بـــطنها للمجدبـــين ربـــــيع
أأجعلها تحت الثرى ثم ابـــتغي
خلاصـــاً لهـــا إنـــي اذاً لوضيـــع
وما انا الا المسك في كل بـــلدة
أضوع وأما عندكم فأضيع.

المشاريع التالية مملوكة فكرياً
للمنظمة الثقافية الليبية
للمدارس والجامعات الدولية

المشروع الفضائي الخاص
الموسوعة الالكترونية الليبية
الرقم الليبي الموحد للكتاب الالكتروني
المجلة الالكترونية العلمية الليبية
المدارس الالكترونية للتعليم الدولي
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
مشروع انتاج الكتب المنهجية الالكترونية
شهادة المدرس الدولي
منظومة قياس مستوى الاداء المدرسي والجامعي

Https://youtu.be/-EjfG4pTVpY

هذا الكتاب من منتجات
الجامعة الالكترونية للدراسات العليا
طرابلس ـ ليبيا