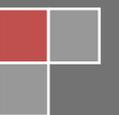


2019

انهيار العزل الكهربائي تحديد العطل وطرق الاصلاح

اعداد مهندس / السيد منصور- كبير مهندسين بهيئة الطاقة الجديدة
(مركز تكنولوجيا طاقة الرياح بالگردقة)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

((وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَّاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّىٰ إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقِنَاهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لِعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ)) صدق الله العظيم .

سورة الأعراف- الآية 57.

البيانات الشخصية

Web Site : NREA.org.eg
E-mail : sayedmansour_1960@yahoo.com
LinkedIn Account : [linkedin.com/in/sayed-mansour-b6b02496](https://www.linkedin.com/in/sayed-mansour-b6b02496)
Tel. No. : 01009402423

استغلّ الإنسان منذ القدم طاقة الرياح في العديد من المجالات، فمن أشهر الاستخدامات القديمة لطاقة الرياح هي دفع السفن الشراعية وطحن الحبوب عن طريق طواحين الهواء والتي كان يتم تحويلها إلى طاقة ميكانيكية لتدوير الطواحين، ومضخّات الرياح التي كانت تستعمل لضخ المياه أيضاً.

أمّا بعد اكتشاف الاستخدامات المتعددة للوقود الأحفوري واكتشاف المضارّ المترتبة عليه، وخوفاً من نضوبه أيضاً، فإنّ العالم أصبح مهتماً بطاقة الرياح بشكل أكبر من قبل وذلك لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة الرياح، فيتمّ توليد الكهرباء من الرياح باستخدام التوربينات، فكانت أول مرة يتمّ فيها تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية في اسكتلندا في عام 1887 م إلا أنّ هذا الاختراع لم ينجح حينها لتكلفته العالية، ولكن قام العلماء بعدها بالتطوير بشكل مستمر على الوسائل المختلفة لاستغلال طاقة الرياح حتى أضحت الرياح المولدة من التوربينات والتي توجد بأشكال وأحجام مختلفة بناءً على الغرض منها تكفي لتوليد الكهرباء لمدنٍ بأكملها، ويتمّ تركيب توربينات الرياح في المناطق التي تتمتع بسرعات رياح عالية كما هو الحال في المناطق الريفية والمناطق الساحلية كما في منطقة خليج السويس بمصر، ويوجد عددٌ كبير من مزارع الرياح في مختلف أنحاء العالم والتي تولد آلافاً من الميجا واط كما في الصين والولايات المتّحدة الأمريكية والمانيا والدنمارك واسبانيا.

واصبحت طاقة الرياح تمثل نسبة كبيرة قد تصل الى ربع انتاج المحطات التقليدية مجتمعة كما هو الحال في الولايات المتحّدة وألمانيا والصين والدنمارك واسبانيا.

الفهرس

رقم الصفحة	المحتويات
4	مقدمة
5	المحتويات (الفهرس)
6-7	التعاريف والمصطلحات الفنية.
8-11	معلومات السلامة والصحة المهنية.
12	المعارف النظرية :
12	المفاهيم الأساسية لإصلاح العطل .
12	-- المفاهيم الأساسية للتشغيل الصحيح والأمن.
12	--إصلاح الأعطال نتيجة انهيار العزل الكهربى.
13	-- الهدف من دراسة عطل انهيار العزل الكهربى.
13	-- التعرف على جهاز القياس.
14	-- تركيب جهاز الميجر.
15-17	-- أطراف الميجر.
18	-- مكونات التيار المقاس.
18-19	-- توصيل جهاز الميجر في الدائرة.
20	-- احتياطات توصيل الجهاز
21	-- تقييم حدود قراءة الجهاز.
22	-- الأجهزة والأدوات المستخدمة في القياس
22	-- الخطوات المتبعة في القياس.
23-25	-- قياس استمرارية التوصيل في الدائرة الكهربية باستخدام جهاز الميجر.
26-29	-- قياس شدة التيار في الدائرة الكهربية بجهاز الكلامبمتر.
30	إصلاح العطل نتيجة انهيار العزل الكهربى للكابلات.
31-33	المفاهيم الأساسية لعمل علب الاتصال.
34	-- أنواع الأعطال في الكابلات.
35	-- عوامل انهيار عزل الكابلات المعزولة بالبولى اثيلين.
36-39	-- مكونات الكابل.
40	-- تجهيز الكابل لعمل نهاية .
41	-- احتياطات مرحلة الكبس.
42	-- طريقة عمل الوصلة.
42-43	-- الأخطاء الشائعة عند عمل الوصلة.
44-51	التطبيقات العملية

- **مزارع الرياح:** هي مجموعة من توربينات الرياح المتواجدة في مكان واحد يتم توصيلها سويا لتوليد الطاقة الكهربائية التي تنقل عبر خطوط النقل والتوزيع للمستهلكين.
- **الكابل:** هو موصل معزول يستخدم في نقل القدرة الكهربائية من أماكن التوليد حتى أماكن الاستهلاك .
- **الكابلات الأرضية:** الكابلات الأرضية هي وسيلة من وسائل نقل القدرة وتوزيعها من مناطق التوليد إلى مناطق الاستهلاك وتكون هذه الكابلات مدفونة تحت الأرض .
- **الخطوط الهوائية:** وسيلة أخرى من وسائل نقل القدرة الكهربائية بين منطقة التوليد والاستهلاك وتكون محمولة على أبراج وغالباً ما يتم نقل القدرة الكهربائية عبر مسافات طويلة واجتياز وعبور أى موانع طبيعية (طرق- ترع وأنهار- سكك حديدية).
- **القصر:** هو حدوث تلامس بين موصلين أو أكثر يحملان تيار كهربى (قافلة) كبير ويجب فى أجهزة الحماية أن تقوم بفصل الدائرة بسرعة حتى لا تحدث خسائر.
- **التأريض:** هو توصيل جسم المعدة بالأرض عن طريق موصل جيد يصنع من النحاس تكون مقاومته الكهربائية صغيرة حتى يسهل تسريب الشحنة إلى الأرض بسهولة فى حالة حدوث قصر.
- **الفولت:** هو وحدة قياس الجهد الكهربى.
- **الأمبير:** هو وحدة قياس شدة التيار الكهربى.
- **الأوم:** هو وحدة قياس المقاومة الكهربائية.
- **الموصلات المصمتة والمجدولة:**الموصل المصمت هو الذي يتكون من شعرة واحده أما المجدول فهو يتكون من عدد من الشعيرات.
- **كابل ثلاثي الأوجه:** كابل يتكون من ثلاثة موصلات معزولة عن بعضها (3 phase).
- **الشفرات:** تعرف الشفرات بأنها الريش الخاصة بالتوربينه والتي تستخلص الطاقة الميكانيكية من الرياح لتحويلها إلى صورة أخرى من صور الطاقة, كالطاقة الكهربائية والطاقة الميكانيكية وتصنع الشفرات عادة من مادة خفيفة الوزن كمادة الفيبيرجلاس والخشب ومادة الكربون.
- **سرعة الرياح:** هي المسافة التي تقطعها الرياح في زمن معين وتقاس بالمتر/ ثانية.
- **اتجاه الرياح:** هو الإتجاه الجغرافي الذي تهب منه الرياح واتجاه الرياح السائد في منطقة ما هو الإتجاه الأكثر شيوعا في هذه المنطقة.

- **زاوية الخطوة:** هي الزاوية التي بمقتضاها يتم تثبيت الريشة بالصرة.
- **الجيجا وات:** هو وحدة قياس القدرة الكهربائية وهي تساوى 10^9 واط .
- **التيرا وات:** وحدة من وحدات قياس القدرة الكهربائية وهي تساوى 10^{12} واط .

معلومات السلامة والصحة المهنية:

- تعرف السلامة والصحة المهنية بأنها العلم الذي يهتم بالحفاظ على سلامة وصحة الإنسان ، وذلك بتوفير بيانات عمل آمنة خالية من مسببات الحوادث أو الإصابات أو الأمراض المهنية ، أو بعبارة أخرى هي مجموعة من الإجراءات والقواعد والنظم في إطار تشريعي تهدف إلى الحفاظ على الإنسان من خطر الإصابة والحفاظ على الممتلكات من خطر التلف والضياع.
- تطبق لوائح وأنظمة السلامة بالموقع بكل دقة لإلزام العاملين على استخدام مهمات الوقاية الشخصية وتنظيم برامج التوعية لهم لتوضيح فوائدها لتجنب وقوع الإصابات لهم بجانب عمليات الفحص والصيانة والنظافة المستمرة لهذه المهمات.

أثناء تواجدك في موقع العمل يجب عليك اتباع مايلي:

- الالتزام بارتداء ملابس ومهمات السلامة والوقاية مثل الخوذة والنظارة الواقية والحذاء الواقي والأحذية العازلة للتيار الكهربائي والقفاز وملابس الحماية وحزام الأمان كما بالشكل رقم (1).



الشكل رقم (1): مهمات السلامة والوقاية

- نستخدم أحزمة الأمان لوقايتك من مخاطر السقوط من أماكن مرتفعة عند الصعود إلى أعلى التوربينة حيث يتم تزويد هذه الأحزمة بوسيلة تثبيت بجسم العامل ووسيلة تثبيت أخرى يتم توصيلها بجسم ثابت بمكان العمل كما هو موضح بالشكل رقم (2).



الشكل رقم (٢) : حزام الأمان

- نحرص على تنظيم وترتيب العدد والأدوات بعد انتهاء العمل.
- نداوم على المحافظة على نظافة الورشة وموقع العمل ونشر الملصقات الخاصة بالسلامة والصحة المهنية في أماكن واضحة بالورشة ومكاتب العاملين كما بالشكل رقم (3).

الوضع الخاطئ	الوضع الصحيح
	 خوذة واقية
	 نظارة واقية
	 قفاز
	 حذاء واقى
	 حزام امان

الشكل (٣): ملصقات السلامة والوقاية

عند العمل بأجهزة القياس الكهربائية ومهمات الكابلات يجب مراعاة احتياطات السلامة والتعليمات الآتية :

- التأكد من فصل التيار قبل البدء في العمل وخاصة في الكابلات المحملة سابقا وعمل قصر (قافلة) على أطراف الكابلات للتأكد من خلوها من الشحنات والتيار.
- العمل الفني يجب أن يتم بواسطة الفنيين أنفسهم ولا داعي لإشراك العمال في الأماكن الهامة والحساسة للكابلات مثل (نزع التسليح أو قطع الحشو أو قطع الشريط النحاسي أو نزع شبه الموصل).
- متابعة العمال في تنفيذ المهمات لهم كالحفر أو النظافة أو فك أجزاء من الصناديق أو اللوحات أو المساعدة في الأعمال الأخرى .
- القراءة بعناية للتحذيرات الموجودة على أجزاء مهمات العمل في كتيب التشغيل وإتباعها بدقة وفي حالة عدم الاستطاعة يطلب من المهندس أن يشرحها ويتم تدوين المعلومة.
- الاهتمام بأن يكون مكان العمل دائما مرتباً ونظيفاً .

- يجب إرجاع أمر الشغل وإرجاع الوضع كما كان سابقًا والانتظار حتى يتم التوصيل والاطمئنان على سلامة العمل والعاملين .
- اختبار جهد الاجهزة الكهربائية قبل العمل بها.
- فحص الكابلات بدقة والتأكد من عدم وجود تشققات بها من الخارج .
- يحذر استعمال أى الات حادة غير مخصصة لهذا الغرض فى التعامل مع الكابلات عند تنفيذ علب الاتصال والنهية بالكابل.

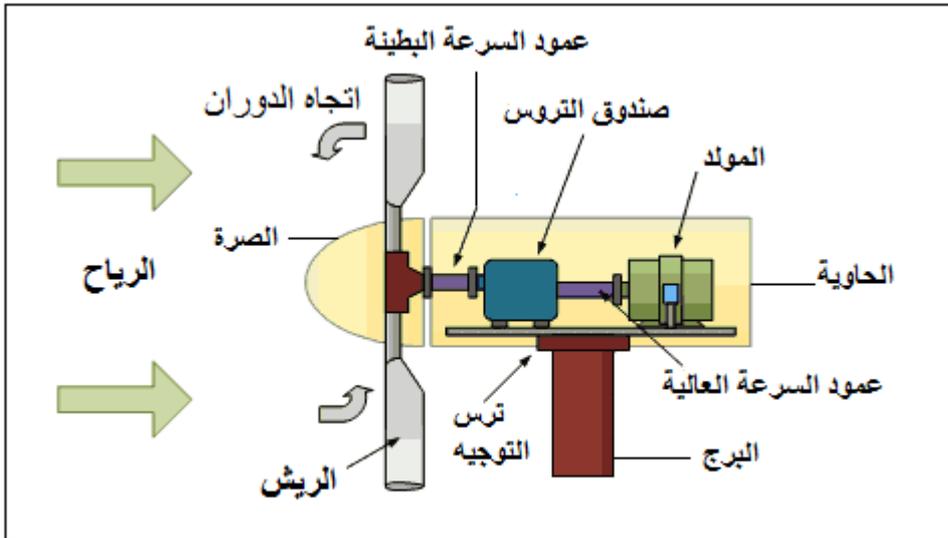
قياس العزل الكهربائي للآلات الكهربائية وتنفيذ علب الاتصال ونهايات الكابلات.

المعارف النظرية اللازمة:

المفاهيم الأساسية للتشغيل الصحيح والأمن

تتعرض التوربينات في مزارع الرياح لكثير من الأعطال منها الأعطال الخفيفة مثل عطل ضبط الفرامل الميكانيكية أو إعادة إدخال البيانات لوحدة التحكم (الكمبيوتر) أو عطل عدم توجه التوربينة ذاتياً ناحية اتجاه هبوب الرياح ومنها الأعطال الجسيمة مثل انهيار العزل الكهربائي للمولد أو الكابلات الكهربائية أو المحول الكهربائي أو تلف وحدة صندوق التروس أو حدوث تشققات في سطح الريش أو ملاحظة وجود تشققات بقرص الفرامل الميكانيكية وهذه الأعطال الجسيمة تحتاج إلى أموال باهظة لإعادة الإصلاح لذا يجب اتخاذ الإجراءات الاحترازية (إجراء الصيانة الروتينية والفحص الدوري في الفترات المحددة لها) لمنع حدوث هذه الأعطال الجسيمة أو التنبأ بها قبل وقوعها والشكل رقم (4) يبين أجزاء التوربينة المختلفة الأكثر تعرضاً للتلف.

أما في حالة حدوث تلك الأعطال نتيجة لأي سبب من الأسباب كانهيار العزل الكهربائي نتيجة لعامل تقادم المعدة أو حدوث قصر في إحدى دوائر التوربينة نتج عنه تلف المولد أو المحول أو تلف في كابلات القدرة التي تربط بين التوربينة والمحول المربوطة عليه فإن ذلك يتطلب تدريب المهندسين والفنيين على كيفية التعامل مع هذه الأعطال الجسيمة والعمل على إصلاحها.



الشكل رقم (4) : مكونات التوربينة

← انهيار العزل الكهربى:

سنتعرض لكيفية قياس مقاومة العزل الكهربى لبعض أجزاء توربينات الرياح مثل المولد وموتور التوجيه والمحولات الكهربى واستمرارية التوصيل في الدائرة باستخدام جهاز الميجر وكذلك استخدام جهاز الكلامبميتر لقياس شدة التيار في الدائرة بدون الحاجة لفصل الدائرة تمهيدا لإصلاح العطل لضمان التشغيل الآمن للتوربينات.

■ الهدف من دراسة عطل انهيار العزل الكهربى:

- التعرف على جهاز مقاومة العزل الكهربى (الميجر).
- كيفية قياس مقاومة العزل للمحركات والمولدات الكهربائية بأنواعها.
- كيفية قياس مقاومة العزل للكابلات الكهربائية بأنواعها.
- كيفية قياس استمرارية التوصيل في الدوائر الكهربائية بأنواعها.
- التعرف على جهاز الكلامبميتر.

■ التعرف على جهاز الميجر (MEGER) :

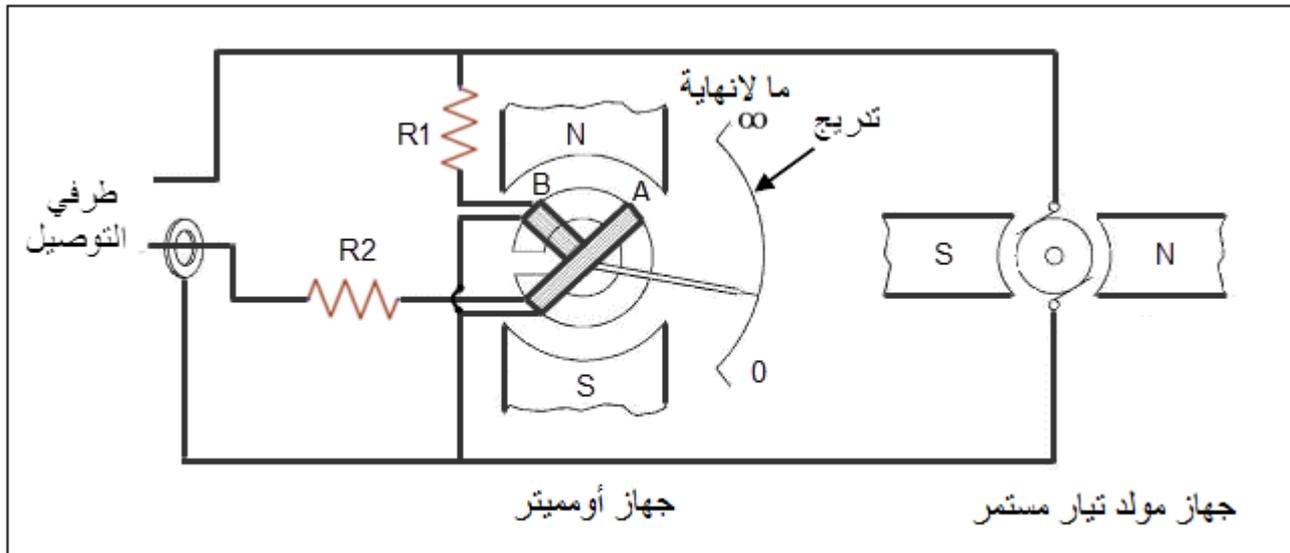
- **جهاز الميجر:** كلمة ميجر (mega ohm tester) هو جهاز قياس الميجا أوم وهو جهاز أومميتر محمول ذو مدى استخدام واسع من القراءات يحتوى على مولد تيار مستمر ويعطى قراءة مباشرة لمقاومة العزل بالأوم أو بالكيلوأوم أو الميجا أوم أو التيرا أوم حسب المدى ويستخدم الميجر في قياس مقاومة العزل في الأجهزة الكهربائية مثل المولدات والمحركات والمحولات والكابلات الكهربائية بين الأوجه وبعضها البعض أو بين الوجه الواحد والأرضى كما يستخدم لقياس استمرارية التوصيل في الدوائر الكهربائية المختلفة وقياس مقاومة الأرضى.

ويوجد من جهاز الميجر العديد من الأشكال والأنواع والموديلات تختلف عن بعضها البعض بحسب الغرض المصممة من أجله والمدى الذي تقيسه وطريقة عرض النتائج وكذلك الجهد المستمر الذي تولده وطريقة توليده (يدوياً أو ببطارية داخلية أو من مصدر التيار المتردد).

■ تركيبه:

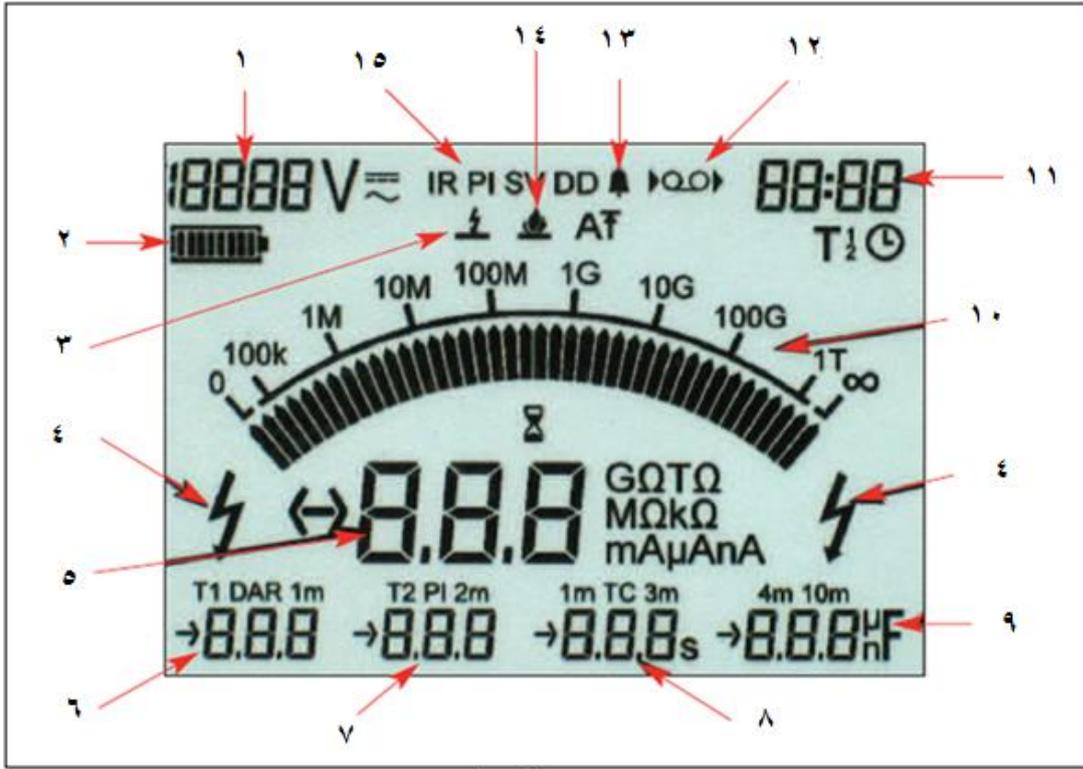
يتركب جهاز الميجر من مولد كهربى للتيار المستمر لتوليد جهد عالي وجهاز أومميتر لقياس قيمة المقاومة للعزل مباشرة كما بالشكل رقم (5).

ويتكون الجزء المتحرك من الأومميتر للجهاز من ملفين (A&B) وعند تشغيل الجهاز يمر تيار في الملف B خلال المقاومة R1 مما يجعله يتعامد مع المجال الناشئ من المغناطيس الدائم فينحرف المؤشر أقصى انحراف عكس عقارب الساعة مشيراً إلى ما لا نهاية (∞) على التدريج وهى قيمة المقاومة المقاسة وعندما يحدث قصر بالأطراف (حدوث تلامس بينها) يمر تيار في الملف A خلال المقاومة R2 فينحرف في اتجاه عقارب الساعة عكس الانحراف الأول ومع اتزان العزم الناشئ من الملفين يتوقف المؤشر في مكان ما مشيراً إلى قيمة المقاومة المقاسة على التدريج .



الشكل رقم (5) : التركيب الداخلى لجهاز الميجر

والشكل رقم (6) يبين شاشة لجهاز الميجر مبيناً جميع العلامات والإشارات التي تظهر على الشاشة.



الشكل رقم (٦) : يبين شاشة أحد أجهزة الميجر

منها ما يظهر مع القراءة مبيناً تحذيراً أو إظهار زمن أو مؤقت كما في التعريفات التالية مع ملاحظة أن كل جهاز ميجر له شاشته وتصميمه الخاص به والتي يمكن أن تظهر فيها بعض العلامات الخاصة بهذا الجهاز دون غيره من الأجهزة وتتكون الشاشة من الأجزاء التالية :

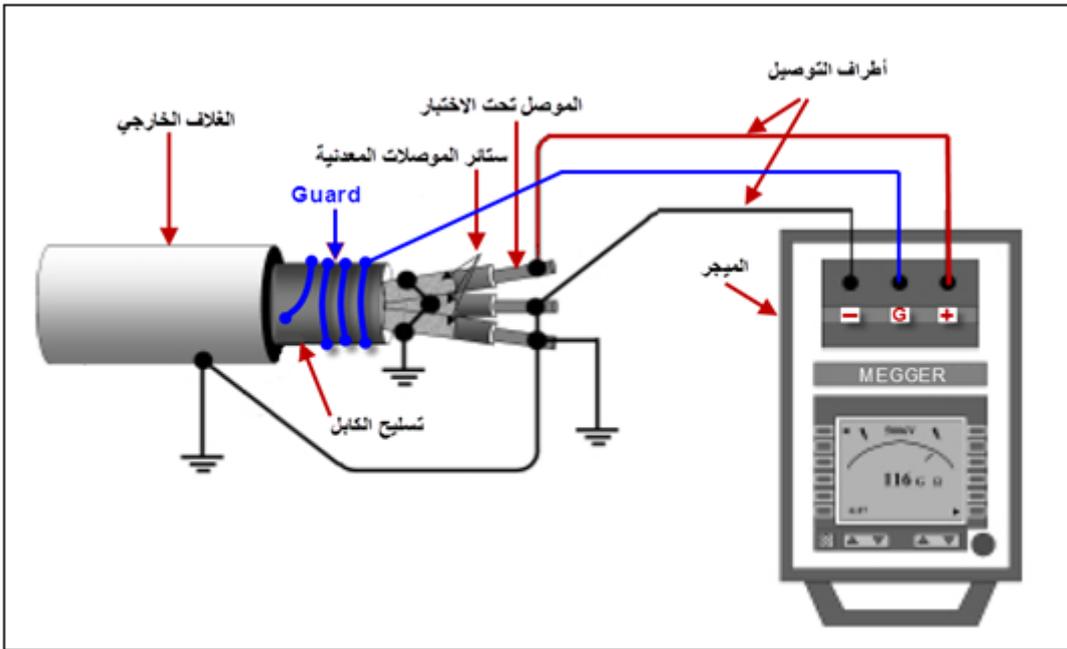
- 1- عرض الجهد الموجود على الأطراف.
- 2- لبيان مستوى شحن البطارية.
- 3- مبين انهيار العزل.
- 4- إشارة وجود الجهد العالي أثناء العمل.
- 5- لعرض القراءة رقمياً.
- 6- نسبة امتصاص العزل (DAR).
- 7- مبين الاستقطاب.
- 8- الثابت الزمني.. الخطوة من (6-8) لعرض نسبة المقاومة المقاسة في الزمن المبين.
- 9- عرض سعة العازل.
- 10- لعرض القراءة تناظرياً.
- 11- المؤقت الزمني.
- 12- مبين تسجيل البيانات المقاسة في الذاكرة.

13- جرس الإنذار.

14- مبین نظام التشغيل الفعال.

15- مبین نظام التشغيل الفعال.

■ **أطراف الميجر:** يوجد في بعض أنواع جهاز الميجر طرفان (+ و-) وهما طرفي التوصيل لقياس مقاومة العزل الكهربى وفى كثير من الأحيان يكتفى بهما ولكن في بعض الأنواع الأكثر دقة يوجد طرف ثالث وهو (Guard) أو الحارس وفائدته هو التخلص من أو تقليل تيارات التسرب والتي قد تتسبب في قراءات خطأ عندما يكون العازل متراكما عليه بعض التراب أو الرطوبة ويتم توصيل هذا الطرف بالعزل ما بين الموصل والأرضي كما في الشكل رقم (7).



الشكل رقم (٧) : توصيل طرف ثالث (Guard) عند قياس المقاومة

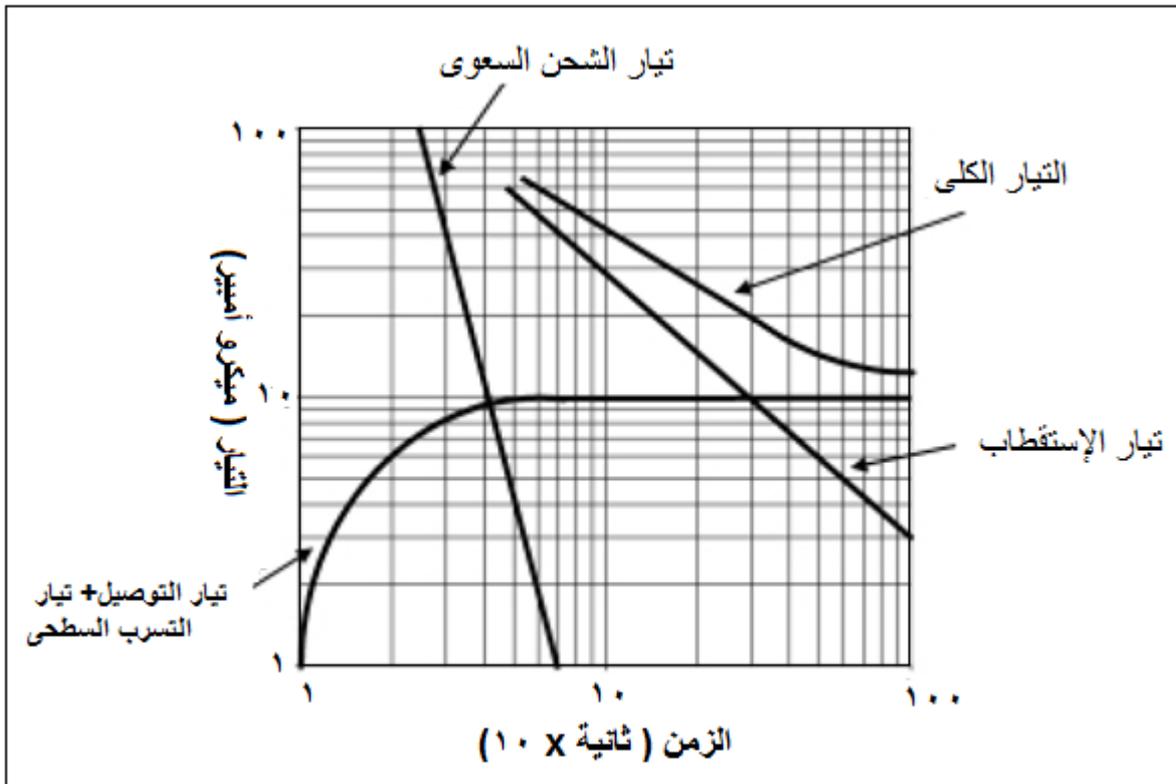
■ **كيفية قياس مقاومة العزل:**

لقياس مقاومات صغيرة في حدود الأوم أو بالكيلو اوم يكفى استخدام جهود صغيرة تكون كافية لإمرار تيار يمكن قياسه (كما في جهاز الأومميتر) أما في قياس مقاومات العزل العالية (ميغا اوم أو حتى التيرا اوم) للمحولات أو المولدات والكابلات ذات الجهد العالي فيلزم تسليط الجهد العالي حتى يمر تيار يمكن قياسه وهذا يستلزم وجود مصدرًا للجهد العالي (كما في جهاز الميجر) ويتم تسليط الجهد المستمر العالي على العزل والذي يتسبب في مرور تيار صغير من خلال العزل أو من على سطح العزل تحت الاختبار ويتم قياس هذا التيار الصغير بالأومميتر الموجود في جهاز الميجر والذي يشير إلى قيمة المقاومة مباشرة على التدرج أو عن طريق قراءة رقمية أو بكلا الطريقتين وهذه القراءة هي نتيجة خارج قسمة الجهد المستمر المسلط على التيار المار (قانون أوم).

- مكونات التيار المقاس:

يتكون التيار الكلي من عدة مركبات تتغير بأشكال مختلفة مما يصعب من عملية القياس وهذه المركبات هي:

- 1- **تيار الشحن السعوي:** ويكون كبير في البداية ثم يقل بسرعة ليصل إلى ما يقرب إلى الصفر.
 - 2- **تيار الاستقطاب:** ويتكون من ثلاث مركبات والتي يقل مجموعها بطريقة تناقصية لتصل إلى ما يقرب من الصفر وذلك في بضع دقائق تعتمد على نوع مادة العزل وكذلك على رطوبة العزل نفسه.
 - 3- **تيار التوصيل:** هذا التيار يرتفع من الصفر سريعاً وتظل قيمته ثابتة على مدى فترات القياس ويمكن تمثيله بمقاومة عالية جداً بالتوازي مع المكثف السعوي للعازل ويضاف إليه تيار التسرب السطحي وقيمته ثابتة تقريباً وصغيرة وهذه المركبة نتيجة الرطوبة والأملاح والأتربة الموجودة على سطح العزل ويمكن تقليل تيار التسرب السطحي أو التخلص منه تماماً بواسطة توصيل الطرف الثالث (Guard Terminal).
- ويتكون التيار الكلي من مجموع المركبات الثلاثة كما بالشكل رقم (8) ولقياس القيمة الصحيحة لمقاومة العزل يجب تسليط الجهد والانتظار لفترة من الزمن حتى يصل التيار الكلي للاستقرار حتى تصل المقاومة للثبات ثم تسجيل النتائج.

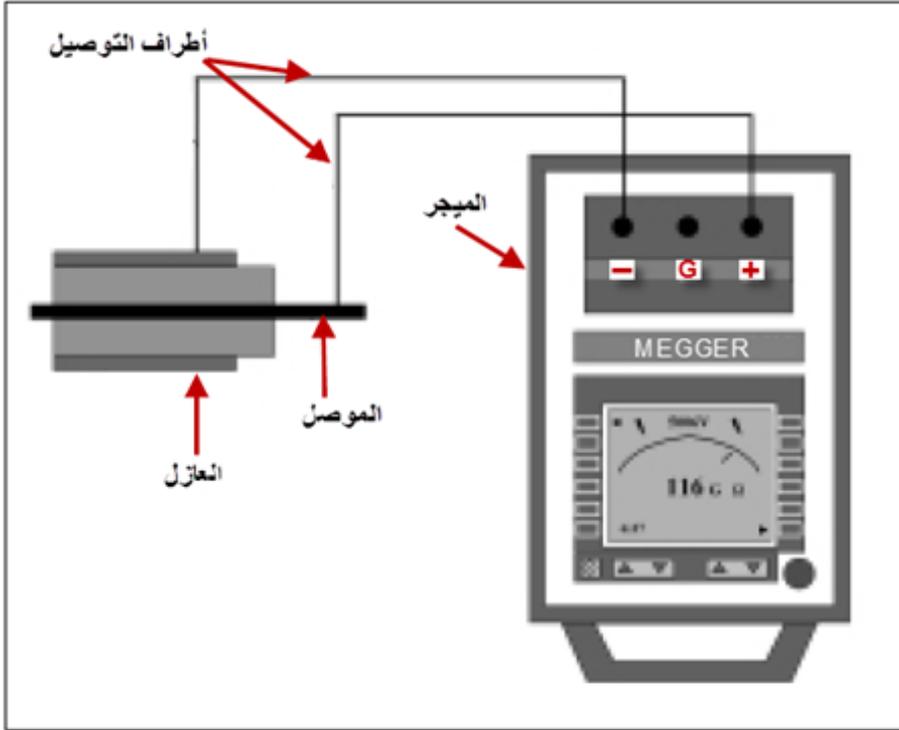


الشكل رقم (8) : مكونات التيار المار في العزل أثناء قياس المقاومة

- توصيل جهاز الميجر في الدائرة:

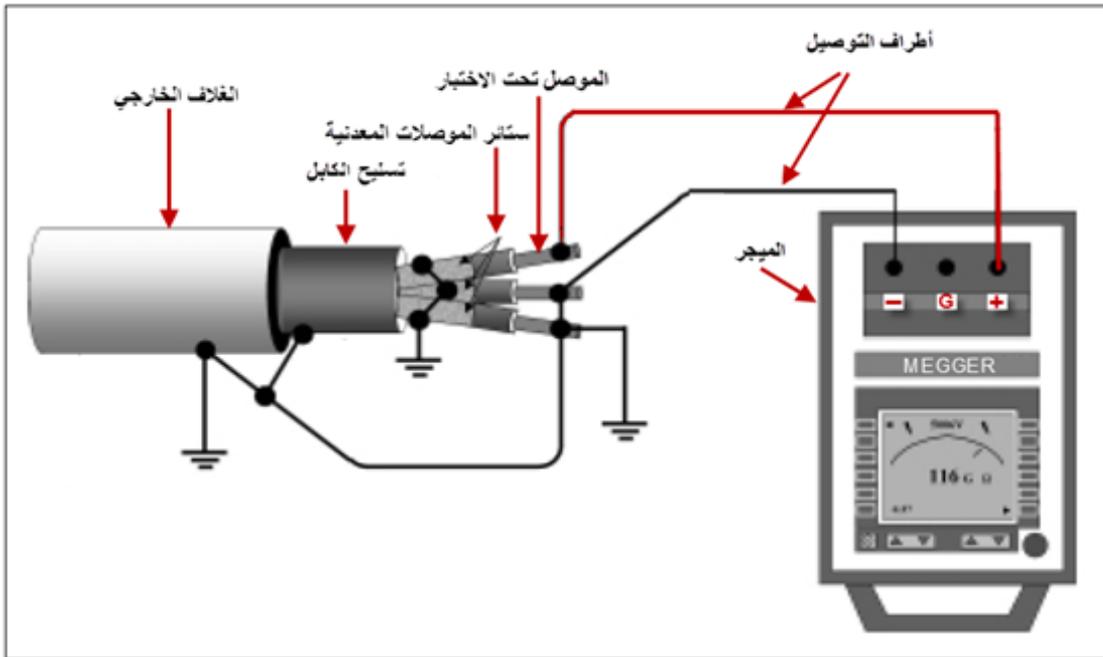
يتم توصيل أطراف الميجر بالآلة المراد قياس المقاومة العزل لها حسب نوع الآلة نفسها كما بالأشكال التالية:

1- قياس عزل كابل ذو موصل واحد.



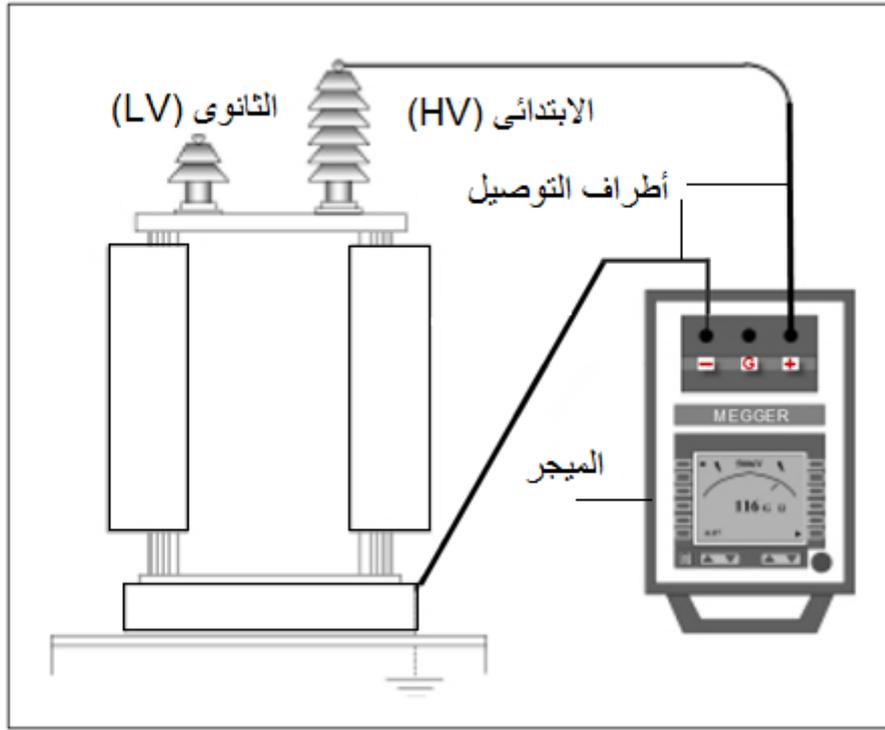
الشكل رقم (٩) : قياس عزل كابل ذي موصل واحد

2- قياس مقاومة العزل بين أحد الأوجه والأرضي لكابل ذو ثلاث موصلات.



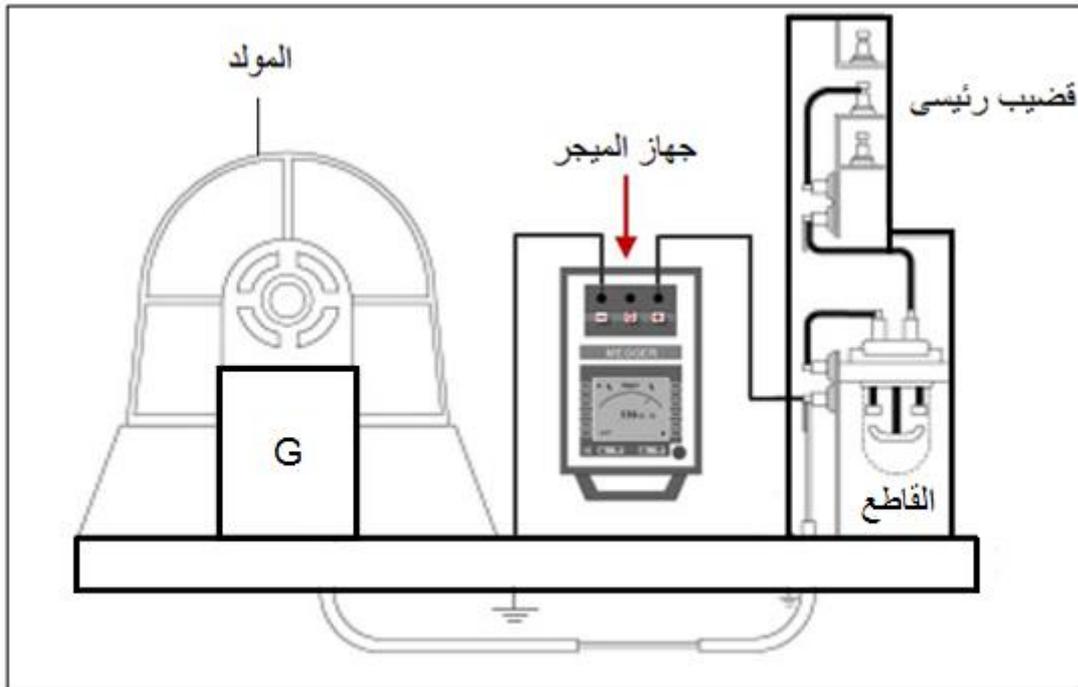
الشكل رقم (١٠) : قياس مقاومة العزل بين أحد الأوجه والأرضي لكابل ذي ثلاث موصلات

3- قياس مقاومة العزل بين ملفات الجهد العالي والأرضي لمحور كهربى كما بالشكل رقم (11).



الشكل رقم (١١): قياس مقاومة العزل بين ملفات الجهد العالي والارضى لمحول كهربى

4- قياس مقاومة العزل بين ملفات أحد الأوجه والارضى لمولد التوربينة والشكل رقم (12) يوضح طريقة قياس مقاومة العزل.



الشكل رقم (١٢) : قياس مقاومة العزل بين ملفات أحد الأوجه والارضى لمولد التوربينة

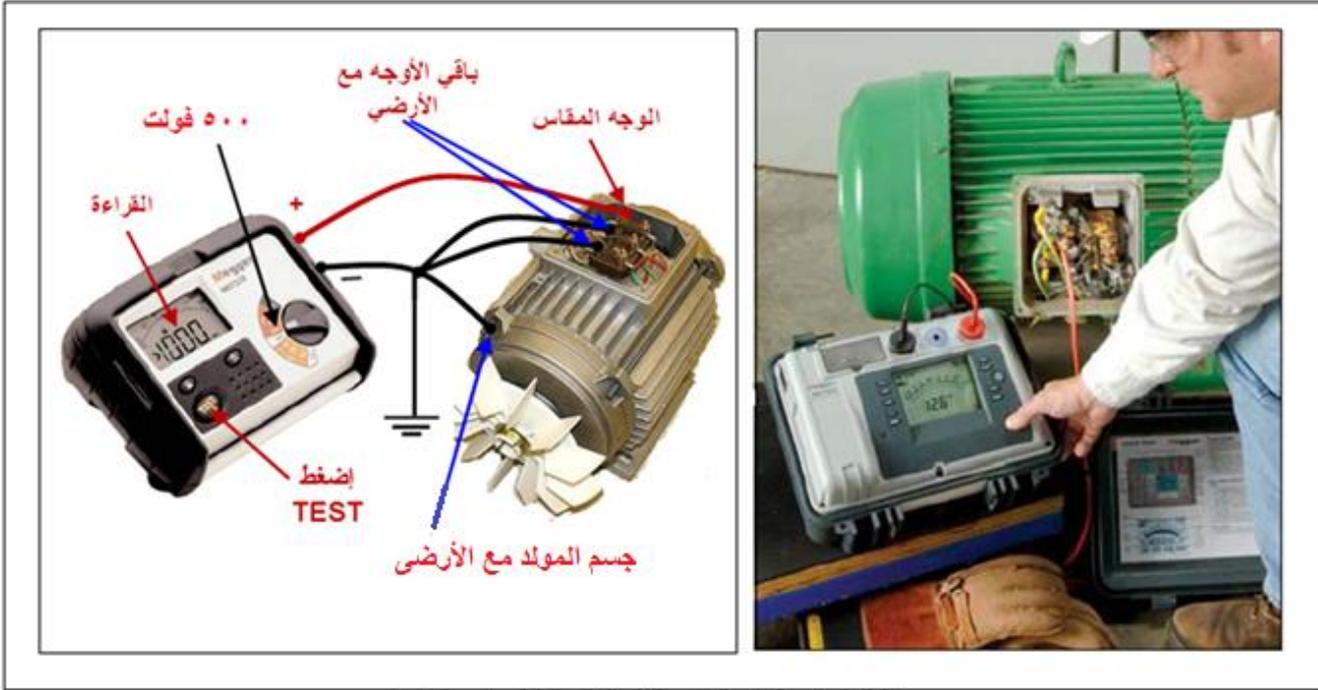
■ احتياطات عند استخدام جهاز الميجر في القياس:

1- الجهاز يولد جهداً عالياً ولهذا يجب أخذ الحذر عند التعامل معه ويجب أن يكون الشخص المتعامل معه مدرباً وذو دراية بمخاطر الجهد العالي.

- 2- يجب قراءة كتيب التعليمات المرفق مع الجهاز جيداً ومعرفة أطراف التوصيل والجهد اللازم قبل بداية الاختبار بوقت كاف.
- 3- الجهاز والأجهزة القريبة منه وكذلك الآلة تحت الاختبار يجب أن توصل بالأرض لتفريغ أي شحنة متبقية أو مكتسبة قبل بدء لمس هذه الأجهزة أو التعامل معها.
- 4- يجب أخذ الحذر من المعدات ذات السعة العالية مثل الكابلات لأنها حتى مع الجهد المنخفض قد تكتسب شحنة كبيرة تستمر لفترة طويلة تؤدي إلى مخاطر عند لمسها.
- 5- على الأشخاص الذين يستعملون منظماً لضربات القلب توخي الحذر في التعامل مع هذه الأجهزة لما لها من تأثير ضار عليهم.
- 6- لا نقوم بتشغيل الجهاز في جو مشبع بأبخرة قابلة للاشتعال.
- 7- تيار الشحن يضمن سرياً عندما يتم شحن الآلة تحت الاختبار وهذا التيار يتسبب في تخزين جزء من الطاقة في المادة العازلة ولعوامل الأمان يجب تفريغ هذه الطاقة مباشرة بعد تسجيل نتائج القياس في بعض أنواع الميجر بعد انتهاء الفحص وعند تحرير مفتاح الاختبار يتم تفريغ هذه الشحنة بشكل تلقائي عن طريق مقاومة موجودة داخل الميجر.
- 8- الجهد المسلط على العزل يكون كبيراً لذا يجب فصل الآلة تحت الاختبار عن أي أجهزة ملحق بها لحمايتها وحتى لا تؤثر أيضاً على قراءة المقاومة وهذه الأجهزة والملحقات مثل مشغلات محركات التيار المتردد أو الموحدات أو حتى مكثفات التشغيل وتحسين معامل القدرة كما في محركات الوجه الواحد الحثية.

■ قياس مقاومة العزل لمولد كهربى:

الهدف من القياس هو كيفية استخدام جهاز الميجر لقياس مقاومة العزل في آلة كهربية مثل مولد التوربينات للتأكد من جودة العزل وعدم وجود نقاط ضعف تُحدث قصر (تلامس) عند توصيل منبع القدرة والشكل رقم (13) يوضح مخطط لمولد التوربينات واستخدام جهاز الميجر لتوليد جهد عالي للتغلب على مقاومة العزل العالية ومن ثم قياس التيار الصغير المار في الدائرة ثم قياس المقاومة بناءً على ذلك.



الشكل رقم (١٣) : قياس مقاومة العزل لأحد أوجه المولد

وقد حددت المواصفات القياسية وأوصت بقيم للجهود المستمرة والتي يجب تسليطها على ملفات الآلة الكهربائية الدوارة (مولد أو محرك) سواء كانت ملفات المنتج أو ملفات المجال للآلة أحادية الوجه أو ثلاثية الأوجه أو حتى آلة التيار المستمر بالقيم المدرجة في الجدول التالي، فحسب الجهد المقنن للآلة يكون مدى الجهد المستمر والذي يجب ألا يتعداه حتى لا يؤثر سلبياً على عزل المولد والمقصود بالجهد المقنن هو جهد الخط للآلة ثلاثية الأوجه أو الآلة أحادية الوجه أو الجهد المستمر المقنن لآلة التيار المستمر والجدول التالي يبين جهود الفحص الموصى بها للآلات الكهربائية الدوارة.

الجهد المقنن للمولد	الجهد المستمر لاختبار مقاومة العزل
1000 فولت <	500 فولت
1000 فولت-2500 فولت	1000-500 فولت
2501-5000 فولت	2500-1000 فولت
5001-12000 فولت	5000-2500 فولت
12000 فولت >	10000-5000 فولت

■ تقييم حدود قراءة الجهاز:

تختلف أقل قيمة لمقاومة العزل المقاسة حسب المواصفات القياسية تبعاً لعوامل معينة مثل الجهد المقنن للآلة بالكيلو فولت وسنة الصنع وباختلاف المادة العازلة المستخدمة وكذلك نوع اللف إذا ما كان يدويا أو لف

مصنع فمثلا المولد الثلاثي الأوجه المصنوع منذ فترة طويلة وجهد الخط له 380 فولت فيجب اختباره عند جهد 300 فولت أو 500 فولت إن وجد وتكون مقاومة العزل جيدة إذا كانت القيمة أكبر من أو يساوى 5 ميغا أوم.

■ الأجهزة والأدوات المستخدمة في القياس:

- 1- المولد المراد قياس العزل له.
- 2- جهاز الميجر وملحقاته.
- 3- أسلاك توصيل.
- 4- التأكد من توفر الطرف الأرضي (Earth) بالورشة.

■ الخطوات المتبعة في القياس:

- ✓ نحدد من الجدول مدى الجهد المستمر المطلوب توليده وهل جهاز الميجر الموجود لديك به هذا المدى أم لا ؟ فإذا كان مناسباً قم بضبط مفتاح الميجر على مقياس الأوم للأمان وعندما يكتمل التوصيل اضبط الجهاز على الجهد المطلوب.
- ✓ نصل جسم المولد بالأرضي لتفريخ أى شحنة كهروستاتيكية وكذلك أطراف التوصيل ثم نفصل المحرك عن أي توصيلات خارجية وإذا كان به مكثف أو أي ملحقات أخرى نقوم بفصلها.
- ✓ نقوم بفتح روزنة أطراف توصيل المحرك ونفصل كل ملف على حده (من الجهتين) ونصل الوجه الأول (Phase R) بالطرف الموجب للجهاز ونقوم بتوصيل باقي الأوجه غير المتصلة بجسم المحرك والطرف الأرضي مع الطرف السالب لجهاز الميجر.
- ✓ ننقل مفتاح الجهاز على الجهد المقرر ونقوم بالضغط على مفتاح الاختبار (Test) ونترك الجهد ثابتاً لمدة دقيقة ونلاحظ قراءة الأومميتر.
- ✓ نقوم بتسجيل القراءة للوجه الأول.
- ✓ نفصل الجهاز ونقوم بتكرار الخطوات من 2 حتى 4 للوجهين (S & T).
- ✓ نقارن بين القيم للأوجه الثلاثة, هل هذه القيم متساوية ؟ هل القيم في الحدود المسموح بها ؟.

■ قياس استمرارية التوصيل في الدائرة الكهربائية باستخدام جهاز الميجر:

- الهدف من القياس:

يمكن استخدام جهاز الميجر لقياس استمرارية التوصيل في أي آلة كهربية مثل الأفوميتر العادي وذلك بضبط مفتاح الاختبار على وضع الأوم (Ω) وبدون الضغط على مفتاح الاختبار (Test) ويتم قراءة النتيجة مباشرة على شاشة الجهاز فعند قراءة ما لا نهاية (∞) فإن هذا يعنى وجود قطع في الدائرة الكهربائية وعند قراءة صفر أوم (0Ω) أو قيمة قريبة من الصفر فإن هذا يعنى قصراً في الدائرة (وجود تلامس)

وعند قراءة رقم معين فان ذلك يعنى وجود مقاومة معينة في الدائرة وهي قراءة مقاومة الملفات أو أسلاك التوصيل المستخدمة .

وفي حالة المولد السليم يجب أن يعطى الجهاز قراءة مقاومة الملف لاستمرارية التوصيل في الملف الواحد بينما يعطى قراءة كبيرة جدا بالميجا أوم أو أكثر في حالة استمرارية التوصيل بين أى ملف وأي ملف آخر أو بين أي ملف والأرضي.

- الأجهزة والأدوات اللازمة لإجراء التجربة:

1- المولد المراد قياس استمرارية روزنة التوصيل في ملفاته.

2- جهاز ميكر وملحقته من أسلاك ووصلات وخلافه.

3- أسلاك توصيل اضافية.

4- نتأكد من توفر طرف الأرضي بالورشة.

- الدائرة المستخدمة في عملية القياس:

الشكل رقم (14) بين أجزاء الدائرة المستخدمة في القياس والتي تتكون من جهاز الميكر والمولد المطلوب اختباره ووصلات من الأسلاك.



الشكل رقم (١٤): قياس استمرارية التوصيل في مولد التوربينة باستخدام الميكر

- الخطوات المتبعة في القياس:

✓ نقوم بضبط مفتاح الميكر على مقياس المقاومة (Ω) لقياس استمرارية التوصيل.

✓ نصل جسم المولد بالأرضي لتفريغ أي شحنة كهروستاتيكية وكذلك أطراف التوصيل تم فصل المولد عن أي توصيلات خارجية وان كان به مكثف أو أي ملحقات اخرى نقوم بفصلها.

- ✓ نقوم بفتح روزتة أطراف المولد ونفصل كل ملف على حده (من الجهتين) ونصل الطرف الأول للوجه الأول (R1) بالطرف الموجب للجهاز والطرف الثاني للوجه الأول (R 2) بالطرف السالب لجهاز الميجر.
- ✓ بدون ضغط مفتاح الاختبار (TEST) ستظهر النتائج مباشرة على شاشة الجهاز وعند استقرار المؤشر أو القراءة الرقمية نسجل قراءة الأومميتر في الجدول التالي.
- ✓ نكرر الخطوات من 3 إلى 4 لكلا الوجهين الآخرين ونسجل قراءة الأومميتر في الجدول التالي.
- ✓ نصل الطرف الأول للوجه الأول (R1) بالطرف الموجب للجهاز والطرف الأول للوجه الثاني (S1) بالطرف السالب لجهاز الميجر ونسجل قراءة الأومميتر في الجدول.
- ✓ نكرر الخطوة 6 ما بين S1 و T1 ونسجل قراءة الأومميتر في الجدول.
- ✓ نكرر الخطوة 6 ما بين R1 و T1 ونسجل قراءة الأومميتر في الجدول.
- ✓ نقيس استمرارية التوصيل ما بين كل وجه وجسم المولد ونسجل قراءة الأومميتر في الجدول.
- ✓ نقوم بتقييم القراءة ونضع علامة (✓) أو علامة (✗) أمام القراءة حسب رأيك في الجدول التالي لكي يكون المولد سليماً ثم نقوم بكتابة رأينا في المولد هل المولد سليم؟ هل به قطع باحد الملفات ؟ هل توجد استمرارية توصيل ما بين وجهين ؟ أم توجد استمرارية ما بين أحد الأوجه والأرضي.

التقييم	المقاومة (Ω)	الاختبار
		- استمرارية توصيل الوجه R.
		- استمرارية توصيل الوجه S .
		- استمرارية توصيل الوجه T.
		- استمرارية التوصيل بين الوجهين R و S.
		- استمرارية التوصيل بين الوجهين S و T.
		- استمرارية التوصيل بين الوجهين T و R.
		- استمرارية التوصيل بين الوجه R وجسم المولد.
		- استمرارية التوصيل بين الوجه S وجسم المولد.
		- استمرارية التوصيل بين الوجه T وجسم المولد.

■ قياس شدة التيار في الدائرة الكهربائية بجهاز الكلامبيتر:

يعتبر جهاز الكلامبيتر من الأجهزة الهامة في مجال التقنية الكهربائية سواء في المعامل والورش أو في مجال الصيانة وفي محطات القوى الكهربائية حيث لا حاجة لفصل أو قطع الدائرة الكهربائية لتركيب أميتر لقياس التيار فيمكننا الجهاز من قياس التيار الكهربائي وتشخيص الأعطال بطريقة آمنة وسريعة وغير مكلفة بدون الحاجة لفصل أو قطع الدائرة.

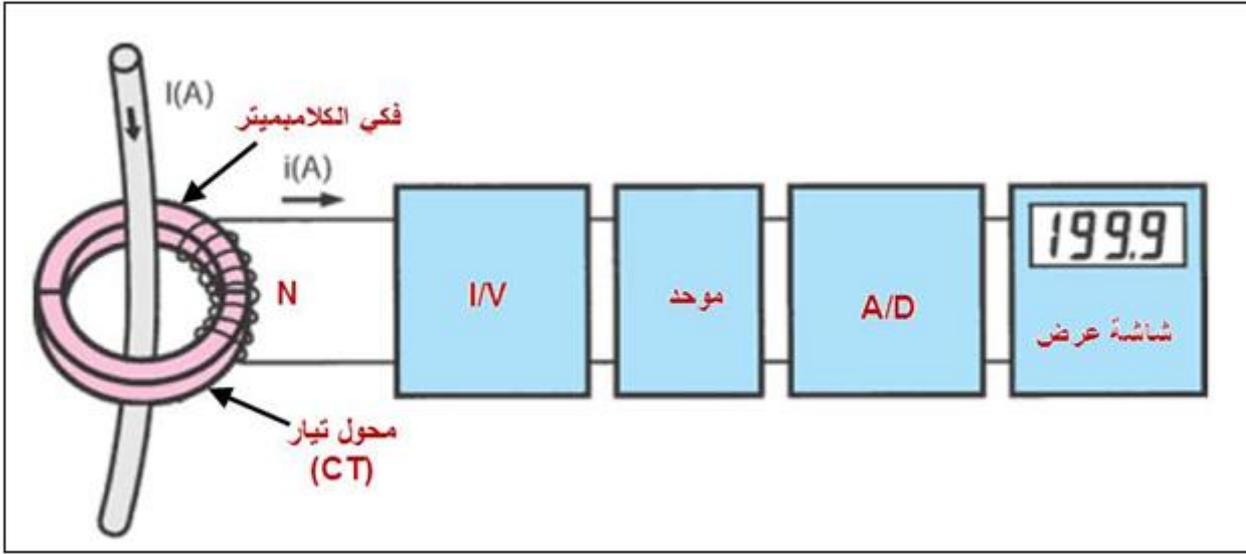
- تركيب الجهاز:

يعتمد جهاز الكلامبيتر على فكرة محول التيار (CT) لتحويل التيار العالي إلى إشارة تيار (تيار صغير) يمكن تحويله إلى جهد مناسب يمكن عرضه على الشاشة ويعتبر السلك المار به التيار هو الملف الابتدائي (لفة واحدة) والملف الثانوي عبارة عن عدة لفات ملفوفة على القلب (N) فيكون التيار الثانوي (I) عبارة عن التيار الرئيسي المراد قياسه مقسوماً على نسبة التحويل (N).



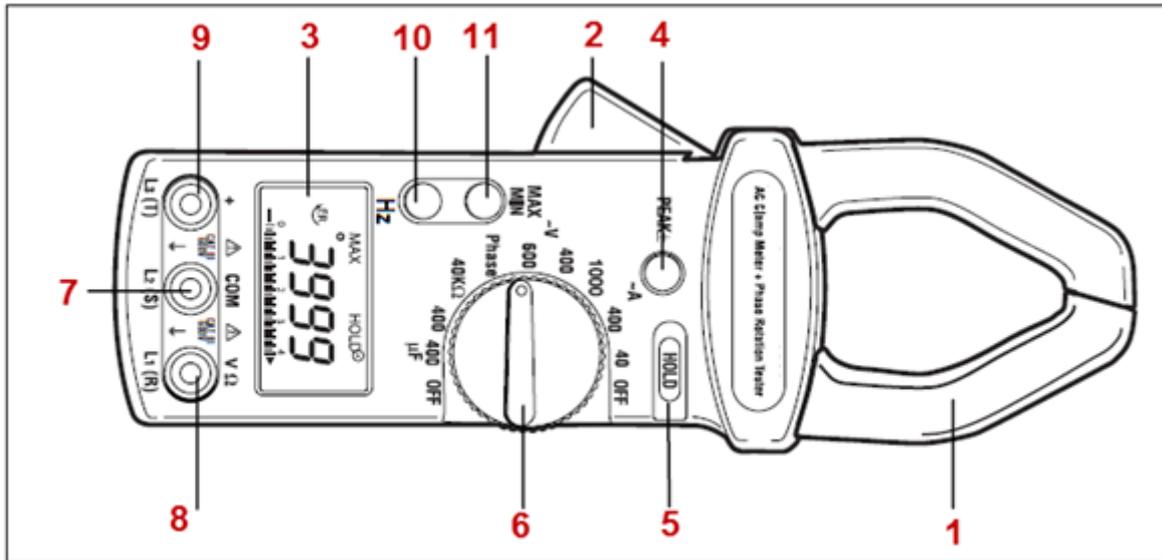
الشكل رقم (١٥) : أنماط مختلفة من جهاز الكلامبيتر

يتم تحويل التيار الثانوي إلى جهد باستخدام دائرة كهربائية لتحويل التيار إلى جهد فإذا كان هذا التيار متردداً يتم تقويمه باستخدام دائرة توحيد ثم يتم تحويل هذا الجهد الناتج من تناظري إلى رقمي ليتم عرضه على شاشة عرض (LCD). وكلما كان عدد لفات الملف الثانوي كبيراً كلما كان الجهاز قادراً على قياس تيار أكبر والشكل رقم (16) يبين الدائرة المكافئة للجهاز.



الشكل رقم (١٦) : تركيب الكلامبيتر

- التعرف على جهاز الكلامبيتر: الشكل رقم (17) يوضح احد أجهزة الكلامبيتر لقياس التيار وموضح معه مسميات أجزائه وفوائدها ولا تقتصر فائدة الكلامبيتر على قياس التيار المتردد فحسب ولكن تتعداها إلى قياس الجهد المستمر والمتردد وقياس المقاومة وسعة المكثف وفي بعض أنواع الكلامبيتر توجد دوائر إضافية لتمكّنه من قياس التيار المستمر أيضا فيصبح بذلك كأنه جهاز أفوميتر له إمكانياته غير أن الكلامبيتر يتميز عن الأفوميتر بأنه يستطيع قياس التيار بدون الحاجة إلى فصل أو قطع الدائرة وذلك بفتح فكي الجهاز واحتواء الموصل المراد قياس التيار به.



الشكل رقم (١٧) : أحد أنواع الكلامبيتر موضحاً به أجزائه المختلفة

- مكونات الكلامبيتر:

1- فكا الجهاز.

- 2- ضاغط لفتح الفكين.
- 3- شاشة العرض LCD.
- 4- ضاغط لحفظ القيمة العظمى.
- 5- ضاغط لحفظ المعلومات على الشاشة.
- 6- مفتاح اختيار دوار.
- 7- بنانة لتوصيل الطرف COM.
- 8- بنانة لتوصيل طرف قياس الجهد.
- 9- بنانة لتوصيل طرف القياس L3.
- 10- ضاغط لقياس التردد.
- 11- ضاغط لإظهار اقل وأقصى قيمة للقراءة.

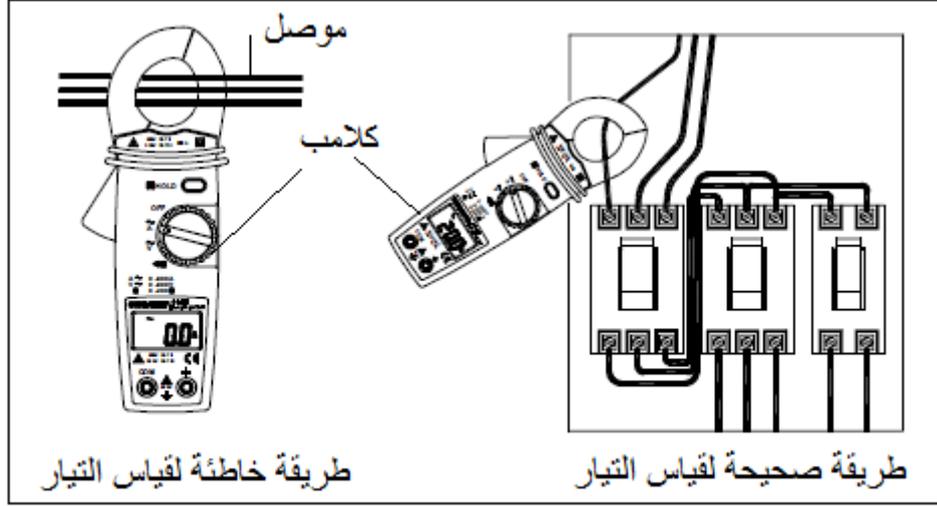
والشكل رقم (18) يوضح مفتاح الاختيار الدوار لجهاز كلامبميتر موضحا مقدرته على قياس كلاً من التيار المتردد والمستمر بالإضافة إلى الجهد المستمر والمتردد واستمرارية التوصيل والقدرة.



الشكل رقم (١٨) : المفتاح الدوار موضحا به بياناته المختلفة

ملاحظة:

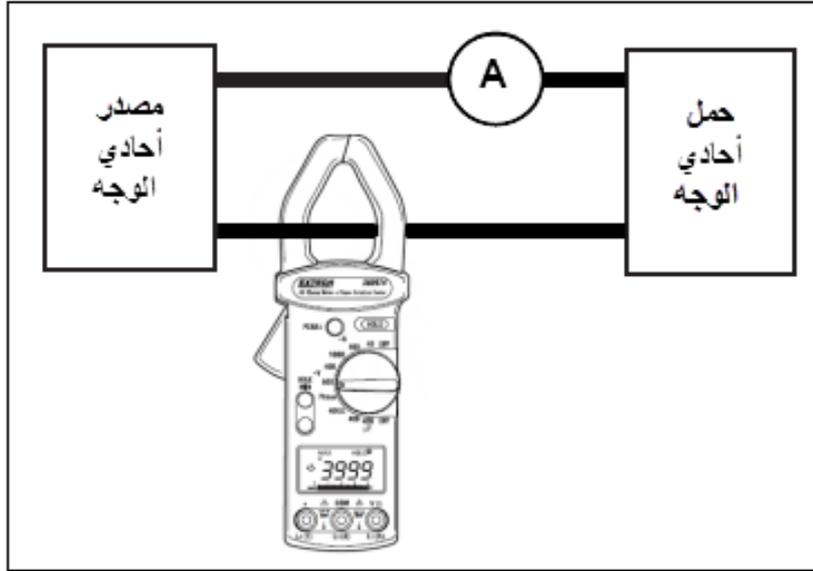
لقياس التيار في كابل كهربى أحادى أو ثلاثى الأوجه يجب احاطة فكي الكلامبيتر للموصل المقاس به التيار فقط وليس جميع الموصلات كما في الشكل رقم (19).



الشكل رقم (19): الطريقة الصحيحة لقياس التيار في الموصل

■ قياس شدة التيار في الدائرة الكهربائية باستخدام جهاز الكلامبيتر.

- الهدف من القياس: هو كيفية قياس شدة التيار في الدوائر الكهربائية باستخدام جهاز الكلامبيتر بدون الحاجة إلى قطع دائرة.
 - الأجهزة والأدوات اللازمة لإجراء التجربة:
 - 1- مصدر للتيار المتردد أحادى الوجه.
 - 2- حمل كهربى أحادى الوجه.
 - 3- أسلاك توصيل.
 - 4- جهاز أميتر رقمي.
 - 5- جهاز كلامبيتر لقياس التيار.
 - الدائرة المستخدمة في القياس:
- الشكل رقم (20) يوضح قياس شدة التيار في الدوائر الكهربائية باستخدام جهاز الكلامبيتر.



الشكل رقم (٢٠) : قياس التيار باستخدام الكلامبميتر

- خطوات القياس:

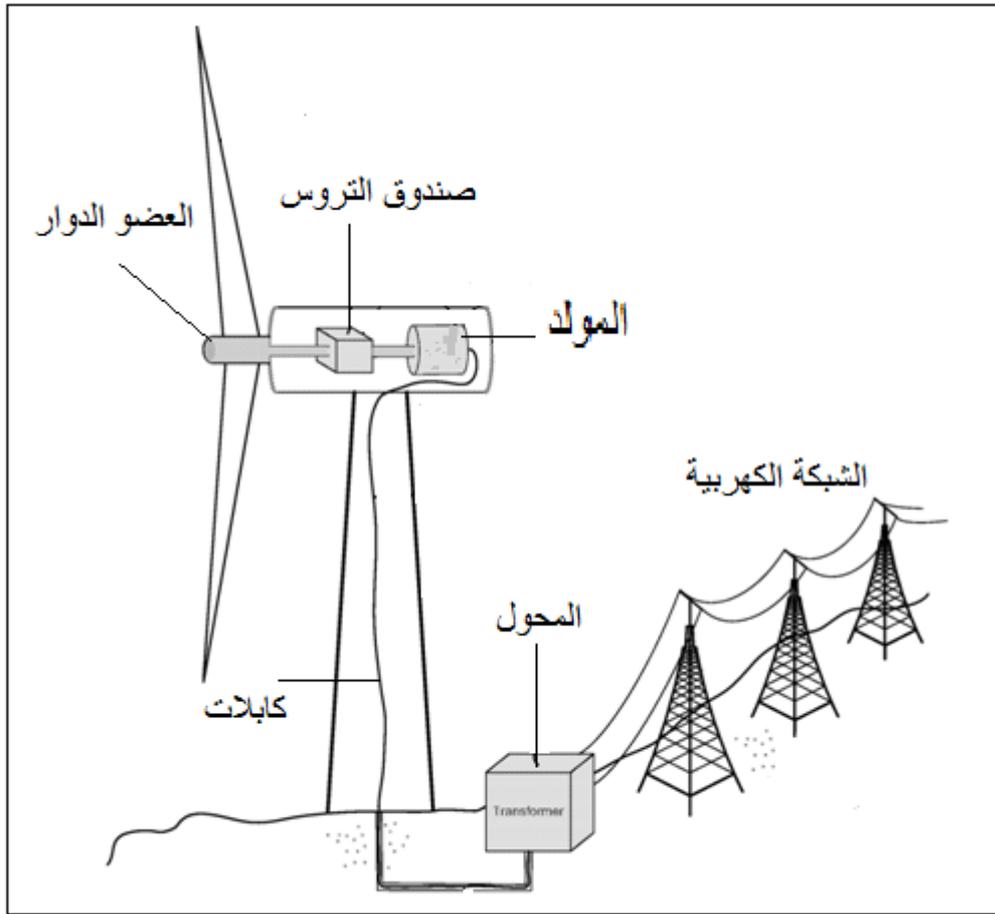
- 1- نقوم بتوصيل الدائرة المبينة في الشكل وليكن الحمل مولد حثي أحادي الوجه.
- 2- نقوم بقياس التيار بجهاز الأميتر ونسجله في الجدول التالي.

المقارنة	قراءة الأميتر	قراءة الكلامبميتر	الحمل
			1
			2
			3

- 3- نقوم بقياس التيار بجهاز الكلامبميتر بدون فصل الدائرة ونسجل النتائج في الجدول التالي.
- 4- نغير من قيمة الحمل ونقوم بتكرار الخطوات من 2- 3.
- 5- نقارن بين القراءتين ونكتب ملاحظتنا في خانة المقارنة.
- 6- نكتب تقريرا عن دقة جهاز الكلامبميتر ومدى سهولة قياس التيار به مقارنة بجهاز الأميتر العادي بدون الحاجة إلى فصل الدائرة.

إصلاح الأعطال نتيجة انهيار العزل الكهربائي للكابلات وعلب الاتصال

تتعرض منظومة الكابلات الكهربائية بموقع توربينات الرياح لكثير من الأعطال نتيجة تعرض الكابلات المدفونة لكثير من الاجهادات وذلك لممرور مركبات ضخمة وأوناش عملاقة على مسارات الكابلات وتكون محملة بمهمات التوربينات أثناء فترة التركيبات مما يعرضها لاجهادات عالية بالإضافة إلى مشاكل التربة المحيطة بالكابلات خاصة إذا كانت المنطقة المقام عليها مزرعة الرياح تقع ضمن المناطق المعرضة للأمطار أو بها مخرات للسيول وإذا تعرضت لكمية أمطار غزيرة فإنه يحدث تخمر في علب الاتصال الموجودة بالكابلات وكما تتعرض الخطوط الهوائية لكثير من الاجهادات نتيجة تعرضها لعوامل الطقس السيئة من أمطار وصواعق كهربية وعواصف والشكل رقم (21) يبين المنظومة الكهربائية للتوربينة.



الشكل رقم (٢١): المنظومة الكهربائية للتوربينة

المفاهيم الأساسية للكابلات وعلب النهايات والاتصال

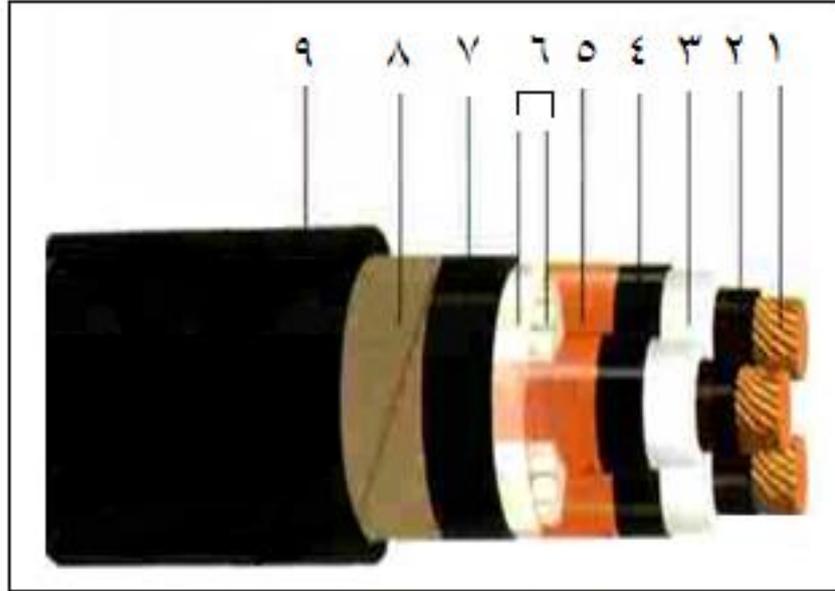
لكي نضمن تشغيل التوربينات تشغيلاً آمناً بعد إصلاح الأعطال الخاصة بالكابلات الكهربائية يجب المرور الدوري على نهايات الكابلات وعلب الاتصال لمتابعتها ويتم ذلك من خلال برامج الصيانة الدورية وإجراءات الفحص الروتينية.

ويجب على الفنيين العاملين في أقسام الصيانة والتشغيل ضرورة إتباع تعليمات صيانة الكابلات بدقة مع ضرورة المراقبة والتقييم من قبل مهندسي الصيانة والتشغيل لما لذلك من تأثير على تسيير نظام العمل، ونستعرض فيما يلي كل ما يخص الكابلات الكهربائية حيث تستخدم الكابلات في نقل الطاقة من أماكن التوليد إلى مناطق التوزيع والاستهلاك.

■ مكونات الكابل:

الكابل ذو الموصل المصمت يتكون من شعرة واحدة أما المجدول فهو يتكون من عدد من الشعيرات ويلاحظ أن الموصلات المصممة تستخدم في الأحمال الخفيفة والمقاطع الصغيرة والجهود المنخفضة أما الموصلات المجدولة تستخدم في الأحمال المرتفعة والمقاطع الكبيرة والجهود العالية كما يلاحظ أن معدن الألمنيوم هو الشائع الاستخدام الآن كموصل لأنه رخيص الثمن وخفيف الوزن وسهل الحصول عليه على النقيض من معدن النحاس لأنه غالي الثمن وثقيل الوزن والشكل (22) يوضح مكونات الكابل المعزول ومكوناته كما يلي:

- 1- الموصل.
- 2- شبة الموصل (الأول) .
- 3- العزل.
- 4- شبة الموصل (الثاني) .
- 5- الشبكة النحاسية أو (رقائق النحاس) .
- 6- الحشوة (أو الفرشة) .
- 7- حزام أو رباط.
- 8- التسليح.
- 9- الغلاف الخارجي.



الشكل رقم (٢٢): مكونات الكابل

- وظيفة كل مكون من المكونات السابقة:

1- الموصل:

وهو الذي يقوم بنقل التيار الكهربائي من مكان إلى آخر ويكون الموصل عادة من النحاس أو الألمونيوم ويكون الموصل إما مصمتاً أي شعرة واحدة أو مجدولاً حيث يتكون من عدد من الشعيرات ويتميز المجدول عن المصمت بالمرونة وزيادة الأسطح مما يجعله يتحمل تيار كهربائي أكبر من المصمت ولذلك يستخدم الموصل المجدول للمقاطع الكبيرة وللأحمال والجهود العالية على عكس المصمت.

2- شبه الموصل (الأول):

تكون مادة شبه الموصل فوق الموصل مباشرة وهي تعمل على تنعيم سطح الموصل وتنظيم وتوزيع المجال الكهربائي على سطحه.

3- العزل:

يصنع من مادة البولي إيثيلين المتشابك ويعتبر العزل من أهم مكونات الكابل فإن ضعف العزل أو انهيار أصبح الكابل بلا فائدة ولا قيمة له والمقاومة النوعية للعزل يجب أن تكون مرتفعة.

4- مادة شبه الموصل (الثاني):

وهي تقوم أيضاً بتوزيع المجال الكهربائي بانتظام وهو المجال الكهربائي الخارج من الفازات (الأوجه) ويعمل على عدم تداخل المجالات الكهربائية بين الأوجه كما أنه يحمي باقي مكونات الكابل من المجال الكهربائي الخارج من الفازات.

5- الشبكة النحاسية (رقائق النحاس) :

تعتبر الشبكة النحاسية مهمة جداً وهى موجودة على كل وجه من الوجوه الثلاثة وذلك لحمايتها من تيار القصر وهى مصممة حتى تتمكن من تسريب تيار القصر إن وجد كما أنها تحمى الوجه من الرطوبة وتسرب المياه .

6- الحشو أو (الفرشة):

وعادة ما يتم تصنيع هذا الجزء من مادة الـ PVC لما لها من مميزات وفائدة ويعمل كمادة حشو بين الفازات وعمل مخدة لكل فازه والعمل على استدارة الكابل وحماية الفازات من شنبر التسليح وحماية الفازات من بعضها البعض.

7- الحزام أو الرباط:

هو رباط يتم تحزيم الفازات الثلاثة به ويصنع عادة من نسيج الكتان ويستخدم لضمان عدم حدوث انبعاج للكابل.

8- التسليح:

وهو عبارة عن طبقة أو طبقتين من الشريط الصلب المرن حول الفازات لحماية الكابل من الضغوط الميكانيكية فالكابل المسلح يستخدم في الأرض الهشة والأرض المعرضة باستمرار لمرور السيارات والمشاة والمركبات.

9- الغلاف الخارجي:

الغلاف الخارجي للكابل يكون عادة من مادة خاملة كيميائياً أي لا تتفاعل مع الأحماض أو القلويات أو المواد العضوية ولذلك كانت مادة الـ PVC هى الانسب لأن لها هذه الخاصية و تستعمل في الكابلات كغلاف خارجي حماية لها من التآكل في التربة.

← الحماية الموجودة فى الكابل:

1- حماية كهربائية: من خلال العزل وشبه الموصل الأول والثاني والشبكة النحاسية.

2- حماية ميكانيكية: تتمثل في الحشو والفرشة والتسليح.

3- حماية كيميائية: الغلاف الخارجي يحمى الكابل من الأحماض والقلويات الموجودة بالتربة.

■ خواص عزل كابلات الجهد المتوسط :

- أن تكون ذو مقاومة نوعية عالية .
- أن تكون قوة العزل عالية ومتزنة .
- أن يكون العزل صلب ومرن في نفس الوقت .
- أن يكون غير مسامي حتى يقاوم الرطوبة .
- أن يتحمل درجات الحرارة العالية دون تلف .
- أن يكون غير قابل للاشتعال ولا يتأثر بالأحماض والأكاسيد .

- أن يقاوم جهد التمزق أو الانهيار .

■ واجبات فريق عمل الكابلات أثناء الحفر والفرد وعمل النهايات وعلب الاتصال:

- يتم اختيار مواقع فرد الكابلات بعناية وفي حالة عمل خنادق عميقة يتم عمل سنادات خشبية (دعامات) في الأجناب حتى لا تنهار.
- يجب أخذ الإحتياطات اللازمة والضرورية أثناء حفر الخنادق في منطقة العمل.
- أرضية الخنادق يجب أن تكون خالية من أي حواف أو مواد صلبة.
- عند فرد الكابلات يجب تجنب عصر الكابلات وذلك بعمل حلقات دائرية مناسبة (أي لا يقل قطرها عن 20 مرة محيط الكابل).
- يحظر استخدام أي آلات حادة لإزاحة الكابل أو تحريكه .
- في حالة ضرورة وجود كابل قريب من مواسير مياه أو غاز أو تليفون يجب التنبيه على ذلك للجهات المختصة وتدوينه في خرائط الكابلات عن طريق المكتب الاستشاري .
- يجب التأكد من تثبيت نهايات الكابلات جيدا قبل نقل الكابلات (على البكر).
- بعد فرد الكابلات يجب أن تغطى نهايات وبدايات الكابلات بعازل حتى لا تتسرب إليها الرطوبة .
- يجب تغطية الجزء المتبقي من الكابل على البكر بعازل أيضا حتى لا يتسرب إليه الماء أو الرطوبة .
- يجب وضع علامات ظاهرة عند علب الاتصال وعلى مسار الكابل (شريط تحذير) كما يجب وضع علامات تحذيرية من الطوب أو الشبك فوق الكابل وعلى بعد 20 سم منه .
- يجب عمل خريطة بمسار الكابلات وبمقياس رسم مناسب .
- يجب فصل التيار وتفريغ الشحنات من الكابل قبل العمل في الكابلات المحملة سابقا .
- يتم وضع أجهزة الفصل والقطع في حالة مفتوحة ويوضع أرضى محلى على بداية الكابل ونهايته كما توضع علامات تحذيرية في أماكن الفصل والتوصيل حتى لا يقوم أحد بالتوصيل أثناء العمل.
- قبل العمل في الكابل يتم تثقبه في مكان العطل وعمل قصر (تلامس) على أطرافه مع الأرضي بواسطة المنخاز (المجس) للتأكد من خلوه من التيار أو إفراغه من الشحنات .

■ أنواع الأعطال في الكابلات.

- من الضروري معرفة نوع الخطأ في الكابل قبل إجراء الاختبارات اللازمة عليه وأخطاء الكابلات لا تعتمد على جهد التشغيل فحسب وفيما يلي الأخطاء الشائعة للأعطال.
- نتيجة عوامل ميكانيكية.
- نتيجة عوامل كهربية وكيميائية .
- نتيجة سوء الصناعة .
- نتيجة سوء اللحامات والتوصيلات .

- نتيجة سوء التحميل .
 - نتيجة سوء المد والفرد.
 - زيادة الأحمال على الكابلات .
 - تركيب كابل بمساحة مقطع لا تتناسب مع الحمل الواقع عليه.
 - عدم رباط نهايات الكابلات جيدا .
 - لحام كابل ألومونيوم مع كابل نحاس بدون سرافيل ميتالك..
 - تركيب نهاية كابل ألومونيوم على باسبارات نحاس بدون استخدام كوس ميتالك.
 - الإهمال في عمل الوصلات أو النهايات وهذا ما يدل على أن العمل الفني غير جيد.
 - سوء التخزين للكابلات .
 - وجود بعض التشققات في الغلاف الخارجي للكابلات .
 - ترك نهايات أو بدايات الكابلات مكشوفة في أماكن فردها وبدون غطاء عليها مما يؤدي إلى دخول المياه أو الرطوبة داخل الكابل وخاصة في مناطق الأمطار الغزيرة ومناطق السيول .
 - ثنى الكابلات أكثر من المسموح به أثناء فرد الكابلات أو عمل الوصلات والنهايات .
 - ترك الكابلات في الطرق العامة مما قد يتسبب في تلفها نتيجة مرور المركبات عليها .
 - عدم دفن الكابلات داخل المجارى يعرضها للتخريب سواء المتعمد أو غير المتعمد .
- **عوامل انهيار عزل الكابلات المعزولة بالبولي ايثيلين:**

الأسباب الأساسية التي تؤدي إلى انهيار العزل للكابلات ذات الجهد المتوسط والعالي المعزولة بالبولي ايثيلين أو البولي ايثيلين المتشابك (P.E أو X.L.P.E) تتلخص فيما يلي:-

- وجود فراغات في المادة العازلة .
- وجود شوائب مع عدم تماثل المادة العازلة .
- وجود فراغات بين المادة العازلة وشبه الموصل وعدم التصاقها جيدا .
- عدم استمرارية الغلاف النحاسي "الشريط النحاسي" حول الفازات أو قطعه في أحد الأماكن مما يتسبب في اختلاف توزيع الاجهادات .
- تسرب الرطوبة في المادة العازلة عن طريق نهاية الكابل أو قطع في غلافه الخارجي .
- عدم مراعاة الأصول التقنية والفنية عند القيام بأعمال الفرد والمد للكابلات .

■ **العوامل الأساسية لضمان الأداء الجيد للكابلات :**

- الاختبارات الجيدة والدقيقة للمواد العازلة للكابلات قبل التشغيل .
- أن تكون المادة العازلة على درجة عالية من النقاء .
- أن يصمم الكابل ضد تسرب المياه أو الرطوبة إلى داخله .
- النظافة المطلقة في عمليات التصنيع وعند عمل الوصلات والنهيات .
- الحرص أثناء نقل وفرد وتخزين الكابلات .

← العدة اللازمة للعاملين في الكابلات:

من العوامل التي تؤثر على كفاءة العمل بالكابلات، العدة اللازمة لإتمام العمل ويمكن استخدامها على النحو التالي:-

- مكبس هيدروليكي أو ميكانيكي كامل باللحم.
- متر قياس- منشار حدادي- طقم مبارد مختلفة- سكينه تقشير كابلات- بنسة وكماشة وطقم مفكات ومفاتيح مختلفة الحجم.
- خيط قوى مخصوص لتحزيم الموصلات داخل الكابل.
- مكواة لحام ومساعد لحام "قصدير"- صنفرة خشابي قماش.
- براية أو قطعة زجاج مسطحة لإزالة العازل الموجود بالكابل.
- أنبوبة بوتاجاز كاملة بالمنظم والخرطوم والبوري- مصدر لهب .
- شريط لحام وكهن للنظافة ومناديل ورقية- فرشاة سلك + شحم - مجموعة حوامل للكابل .
- شواكيش مختلفة الحجم - ترمومتر معدني من صفر درجة مئوية وحتى 350 درجة مئوية - مقص حدادي - مجموعة قفزان بالمسامير أقطار مختلفة.
- توفر مهمات السلامة كاملة في محيط العمل.

← أنواع علب وصلات ونهيات كابلات الجهد المتوسط :

- علبه نهيات زيتية .
- علبه نهاية " كومباوند " .
- علبه نهاية ايبوكسايد.
- علبه نهاية تفلصية " منكمشة " .
- علبه نهاية سابقة التجهيز .

← تجهيز الكابل لعمل النهايات أو علب الاتصال:

- إعداد الكابل (مرحلة تقشير الكابل) حيث يتم أخذ مسافات التقشير حسب مسافة مقطع الكابل مع زيادة 5 سم من كل اتجاه في حالة الكابلات المدرعة كدرع صلب للعلبة.
- ✓ إذا كان الكابل ذو مساحة مقطع 3*240 مم تأخذ مسافات تقشير 80 سم ، 40 سم
- ✓ إذا كان الكابل ذو مساحة مقطع 3*150 مم تأخذ مسافات تقشير 70 سم، 40 سم.
- ✓ إذا كان الكابل ذو مساحة مقطع 3*70 مم تأخذ مسافات تقشير 60 سم ، 40 سم
- ✓ يجب وضع علامة وعمل خنقة حول الكابل عند بداية التقشير.
- تقشير الجاكت الخارجي للكابل حسب المقاس الموضح علي حسب مقطع الكابل.
- نزع طبقة الحشو المطاطي لنفس المسافة مع ترك مسافة 1 سم منه وذلك لحماية الفازات الثلاثة من الغلاف الخارجي للكابل أو من الدرع الصلب إذا كان الكابل مدرعاً.
- في حالة إذا كانت الشبكة النحاس للفازات غير مثبتة جيداً يتم تثبيتها باللحام.
- تقشير مسافة حوالي 17 سم من الشبكة النحاس من بداية الفازة إذا كان الكابل ذو مساحة مقطع 3*240 مم مربع وتقشير مسافة حوالي 16 سم من الشبكة النحاس من بداية الفازة إذا كان الكابل ذو مساحة مقطع 3*150 مم مربع وتقشير حوالي مسافة 15 سم من الشبكة النحاس من بداية الفازة إذا كان الكابل ذو مساحة مقطع 3*70 مم مربع.
- ينزع شبه الموصل لنفس المسافات السابقة مع ترك 2 سم منه.
- يتم تقشير مسافة نصف طول السرفيل من العزل من كل اتجاه.

← طريقة عمل الوصلة :

يتم فرد الكابل المراد عمل الوصلة فيه بطوله داخل الحفرة أو المجرى المعدة له ثم يتم عمل حساب الكُرب إذا طُلب ذلك ويفضل كهربياً عدم عمل هذه الكُرب ولكن من الناحية العملية والاقتصادية يفضل عمل الكُرب وخاصة في حالة عدم وجود عمالة كافية أو مدربة جيداً ويتم عمل الوصلة كالتالي:

- يوضع الكابل على الحوامل المخصصة لهذه العملية وينظف الغلاف الخارجي جيداً .
- يقطع من طرفي الكابل الزيادة في الكابل بحيث يكون الكابليين على استقامة واحدة ويكون القطع مستقيماً وغير مائل .
- يتم إدخال أنابيب الحماية الخارجية في طرفي الكابل ثم القفيزان (للكابلات المسلحة).
- يقطع الجاكت الخارجي حسب المقاس المذكور ثم يحز التسليح وينزع بعد ذلك.
- يقطع الجاكت الداخلي بعد ترك 2 سم بعد التسليح وذلك لحماية الفازات من التسليح .

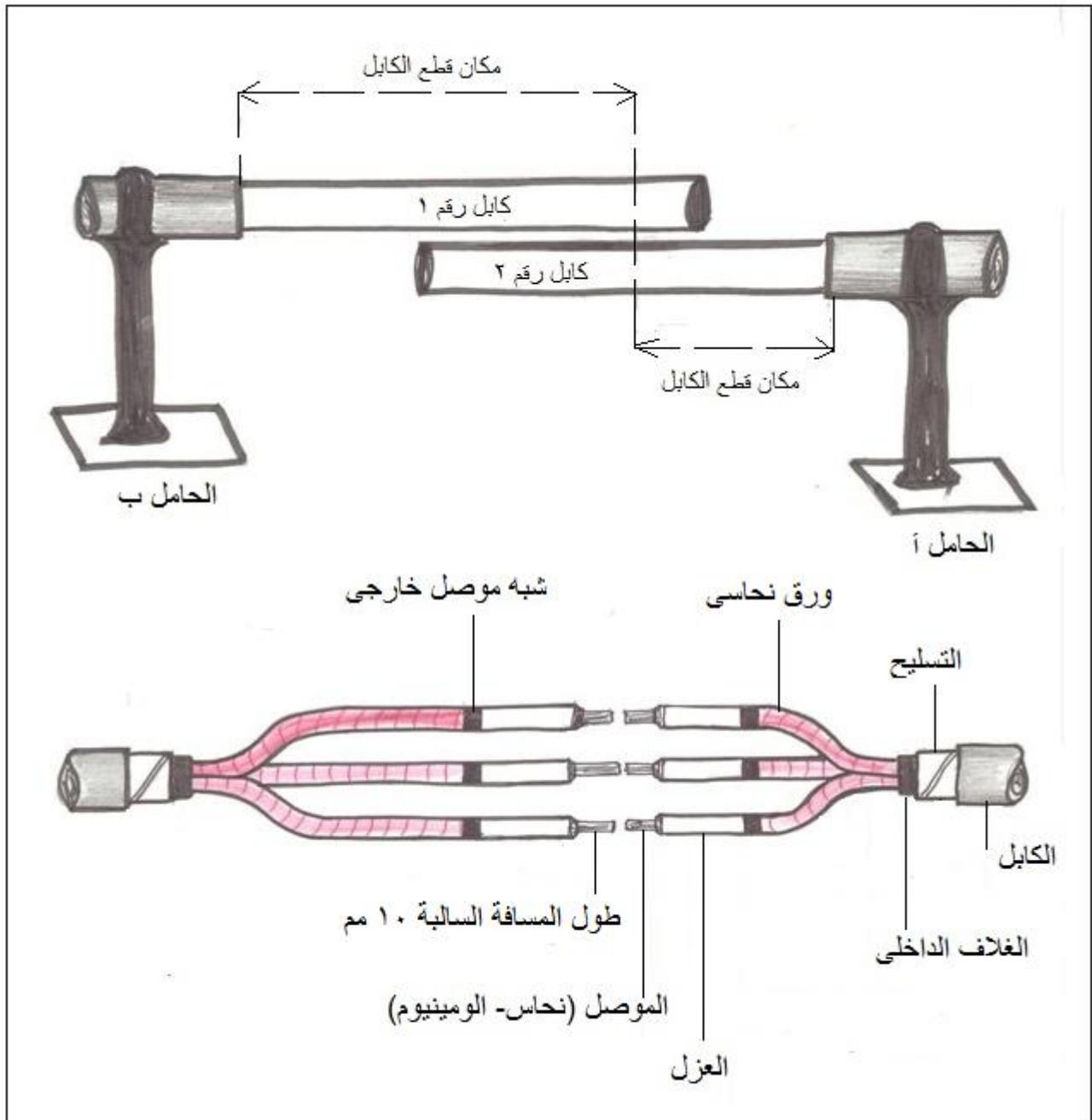
- يحزم الشريط النحاسي بسلك رباط بعد أخذ مقاسه ويقطع بدون حز على شبه الموصل.
- يؤخذ مقاس الجزء الباقي من شبه الموصل ويعلم بشريط لاصق ثم يزال باقي شبه الموصل بواسطة براية.
- يتم صنفرة العزل جيدا وينظف بالسائل المرفق مع وصلة اللحام.
- تركيب السرافيل الثلاثة في الموصل لطرف الكابل ثم يدخل الموصل للطرف الثاني في هذه السرافيل ويجب التأكد من ملامسة الموصلين معا جيدا .
- يتم كبس الثلاث فازات ثم ينظف مكان الكبس وتزال أي زوائد ناتجة من عملية الكبس بواسطة مبرد وينظف جيدا مكان الكبس ويمكن صنفرة السرفيل أيضا .
- يتم نظافة العزل بعد عملية الكبس من شبه الموصل للفازة إلى شبه الموصل للطرف الآخر.
- يلف شريط شبه موصل على السرفيل وفي الفراغ الموجود بين السرفيل والموصل إن وجد .
- يلف الشريط العازل ذاتي الاندماج بداية من الفراغ بين السرفيل والموصل .
- تسحب الأنابيب العازلة (أنبوبة لكل فازة) وتوضع بداية من شبه الموصل حتى شبه الموصل للطرف الآخر ويكون السرفيل في منتصفها بالضبط وتسخن الأنابيب الثلاثة معًا.
- تركيب الأنابيب العازلة الباقية وتكون فوق الأولى تماما وتتقلص وتتكرر هذه العملية ثم تركيب الأنابيب الخاصة بتنظيم المجال ويجب أن تكون فوق شبه الموصل الخاص بالكابل من الجهتين لكل فازة ويجب التأكد من تقلص الأنابيب جيدا والتأكد من عدم وجود هواء محتبس داخل الأنابيب ويجب أن تكون الأنابيب موضوعة فوق بعضها ومتساوية الأطراف ويجب أن نلاحظ أن أنبوبة تنظيم المجال هي أطول قليلا لتوضع فوق شبه الموصل وتغطي باقي الأنابيب .
- تلف شبكة الأرضي ابتداء من الورق النحاسي ومن الطرف الأطول إلى الطرف الأقصر وتربط بسلك نحاسي وتلحم جيدا بالقصدير ثم تجمع الثلاث فازات مع الضغط الخفيف للحصول على أقل قطر خارجي.
- يلف التدريع حول الثلاث فازات ويحزم جيدا ثم يربط بقفيز من الطرفين.
- يتم لفال عجينة (الشريط الماستيك) فوق القفيزان ويخشن نهاية الغلاف الخارجي لطرفي الكابلين بواسطة مبرد خشابي أو حرف المنشار أو صنفرة خشبية ويلف على بعد حوالي 50 مم من بداية هذا الغلاف (الغلاف الخارجي) شريط ماستيك لمنع تسرب المياه داخل الوصلة .
- تسحب الأنبوبة الأولى الخاصة بالحماية الخارجية فوق التدريع ويراعى أن تكون بعد الشريط الماستيك بما لا يقل عن 50 مم وتتقلص ثم يلف على نهايتها شريط ماستيك .
- تسحب الأنبوبة الثانية ويجب أن تكون بعد الشريط الماستيك الذي فوق الغلاف الخارجي بمسافة 50 مم أيضا وأن يكون الشريط الماستيك الآخر (الذي فوق الأنبوبة الأولى) أسفلها بمسافة لا تقل عن 40 مم ويتم تقليص الأنبوبة الثانية وتترك الوصلة حوالي 30 دقيقة في مكانها حتى تبرد ثم يتم إنزال الوصلة من

فوق الحوامل إلى المكان المعد لها والأشكال رقم (23) ورقم (24) ورقم (25) توضح خطوات تنفيذ علبة الاتصال.

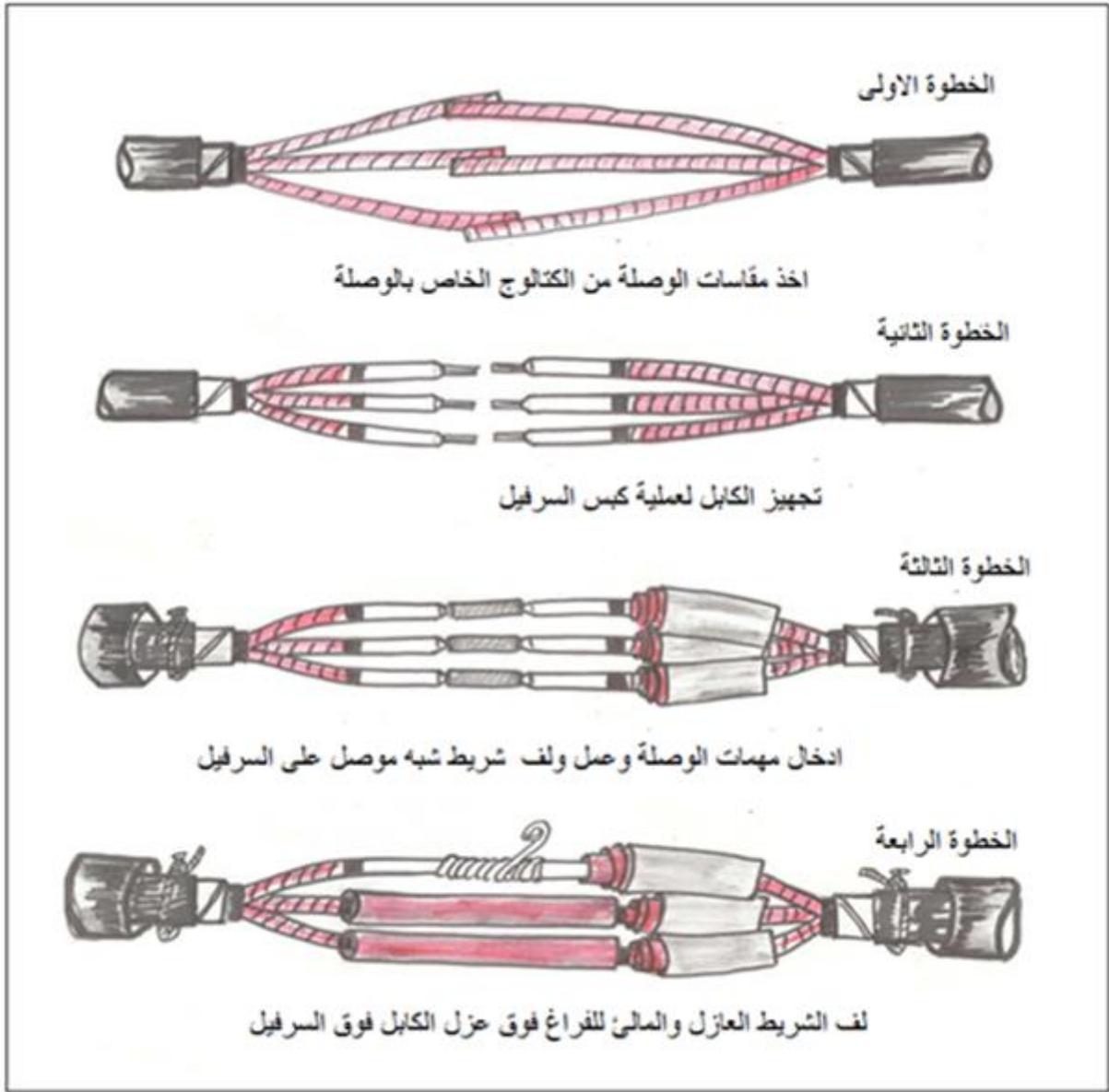
← احتياطات مرحلة كبس أطراف الكابل:

- يجب مراعاة إدخال الأنابيب الثلاثة لكل فارة في الجهة الطويلة قبل الكبس.
- يجب إدخال الموصلات الألمنيوم داخل السرافيل من الجهتين بحيث لا يكون هناك مسافة بين الموصلين داخل السرافيل.

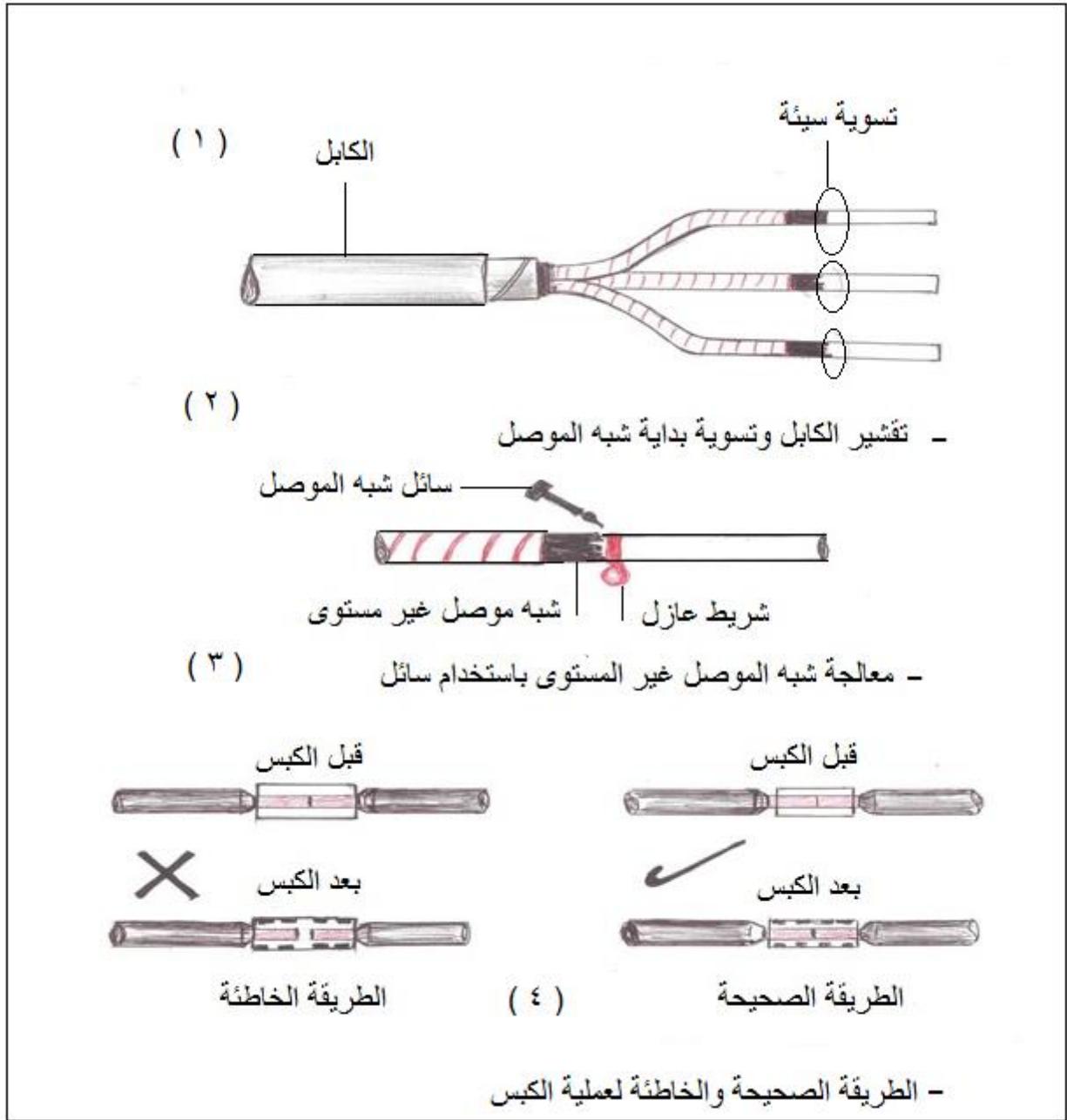
يجب إحضار المكبس سواء كان مكبس هيدروليكي أو ميكانيكي واستخدام اللقمة المناسبة لمساحة مقطع الكابل وتبدأ عملية الكبس من بداية السرفيل في الاتجاه الأول ثم الاتجاه الثاني للسرفيل وذلك لأحكام الموصلات داخل السرافيل وبعد ذلك يتم زيادة عدد الكبسات حسب طول السرافيل علي ألا تقل عن 4 ولا تزيد عن 6 كبسات.



الشكل رقم (٢٣) : تهيئة الكابل لعمل علبة اتصال



الشكل رقم (٢٤) : خطوات تنفيذ علبة الاتصال



الشكل رقم (٢٥): التنفيذ الصحيح لعلبة الاتصال

← الأخطاء الشائعة عند عمل الوصلات وكيفية تلافيها :

- ثنى الكابل أكثر من اللازم عند عمل الوصلة أو ثنى الفازات مما يتسبب في زيادة طول أحد هذه الفازات عن الفازتين الأخرتين أو تقطع في الشريط النحاسي .
- عدم نظافة الكابل جيدا قبل العمل في الوصلة .
- قطع التسليح بالمنشار مباشرة فيجب حزه أولا ثم نزعها .
- قطع الغلاف الداخلي بدون حرص أو قطع الحشو بمنشار أو كتر من أعلى إلى أسفل مما قد يتسبب أحيانا في تلف الفازات .

- قطع الشريط النحاسي بآلة حادة (كتر) بدون حرص.
- قطع شبه الموصل الخارجي أو نزعه بشكل غير مستوي دائريا أو ترك بقايا على العزل .
- نزع جزء من العزل عند نزع شبه الموصل سواء بالبراية أو بقطعة الزجاج .
- عدم نظافة العزل جيدا أو عدم صنفرتة .
- النظافة بمواد بترولية غير مخصصة للكابلات قد يتسبب في تلف العزل .
- التركيز على مكان واحد باللهب مما قد يتسبب في تلف الأنابيب التقلصية .
- عدم ضبط قوة اللهب المستخدم في تقليص الأنابيب ويجب أن يكون لهب متزن ولونه أصفر مزرق.
- ترك مكون الوصلة معرضاً للجو مما قد يتسبب في تلفها.
- الإهمال في إنزال الوصلة في مكانها أو ثنى الكابل في مكان الوصلة أثناء إنزالها في مكانها.

← الإحتياجات الواجب توافرها عند عمل علبة الإتصال :

- يجب التأكد من معدات العمل وتناسبها مع العملية .
- يجب التأكد من فصل التيار ووضع أرضى محلى على أطراف الكابل أو المغذى.
- يجب وضع علامات تحذيرية بعدم التوصيل .
- يجب التأكد من مكونات العلبة عند استلامها .
- يجب التأكد من أمر التكليف وأمر الشغل الخاص بالعملية.
- يجب التأكد من أطراف الكابل حيث يجب أن تكون مغطاة بعازل حتى لا تصلها رطوبة.
- يجب التأكد من سلامة أطراف الكابل وقطع ما لا يقل عن 1 متر في حالات الكابلات الجديدة وعند الأعطال يجب قطع كل الأجزاء المكربنة .
- يجب أن ينظف الغلاف الخارجي جيدا قبل البدء في عمل الوصلة .
- يجب عدم ثنى الكابل أو الفازات أكثر من اللازم عند البدء في عمل الوصلة .
- يجب النظافة الدائمة أثناء العمل للعاملين في الوصلة والكابل أيضا .
- يجب أن يكون اللهب المستخدم متزن أي أن لونه أصفر مزرق وألا يكون قويا فيحرق الأنابيب أو ضعيفا فيترك آثار من الكربون عليها .
- يجب أن يركز العامل باللهب في مكان التسخين جيدا ويكون تسخينه دائريا بصفة مستمرة .
- يجب أن تكون مهمات العمل في حالة جيدة .
- يجب عدم الإسراع في العمل بل التأني فيه ومراعاة الدقة .

التطبيقات العملية

إصلاح انهيار العزل الكهربى للآلات الكهربائية وتنفيذ علب الاتصال ونهايات الكابلات.

أهداف التطبيق:

إكتساب المهارة اللازمة لإصلاح انهيار العزل الكهربى للآلات الكهربائية وذلك للتأكد من التشغيل الصحيح والأمن للآلات الكهربائية بعد الإصلاح حتى تتمكن من أداء المهام الموكلة إلينا بدقة وسرعة طبقاً للمواصفات والتعليمات وبطريقة صحيحة وأمنة.

تمرين 1: قياس مقاومة العزل لمولد كهربى:

(أ) ظروف الأداء :

التسهيلات الأخرى	العدد والمعدات والأجهزة	الخامات
<ul style="list-style-type: none"> - ملابس حماية ومهمات الأمان الصناعي. - موقع عمل مناسب. - رسم تنفيذي. 	<ul style="list-style-type: none"> - المولد المراد قياس العزل له. - جهاز الميجر وملحقاته. - أسلاك توصيل. - نتأكد من توفر الطرف الأرضي بالورشة 	<ul style="list-style-type: none"> - عدد من الكوس مناسبة لأقطار الأسلاك والكابلات. - عدد من الترامل مناسبة لأقطار الأسلاك والكابلات. - فوطة صفراء.

(ب) الأداء:

← صفات الهدف التدريبي :

▪ الهدف من التدريب:

كيفية استخدام جهاز الميجر لقياس مقاومة العزل في آلة كهربية مثل مولد التوربينات للتأكد من جودة العزل وعدم وجود نقط ضعف تحدث قصر (تلامس) عند توصيل منبع القدرة.

▪ فكرة التدريب:

استخدام جهاز الميجر لتوليد جهد عالي للتغلب على مقاومة العزل العالية ومن ثم قياس التيار الصغير المار في الدائرة ثم قياس المقاومة بناء على ذلك.

▪ المواصفات القياسية لاختبار المولد:

حددت المواصفات القياسية وأوصت بقيم للجهود المستمرة والتي يجب تسليطها على ملفات الآلة الكهربائية الدوارة (مولد أو محرك) سواء كانت ملفات المنتج أو ملفات المجال للآلة أحادية الوجه أو ثلاثية الأوجه أو

حتى آلة التيار المستمر بالقيم المدرجة في الجدول التالي فحسب الجهد المقنن للآلة يكون مدى الجهد المستمر والذي يجب ألا يتعداه حتى لا يؤثر سلبيا على عزل المولد والمقصود بالجهد المقنن هو جهد الخط للآلة ثلاثية الأوجه أو الآلة أحادية الوجه أو الجهد المستمر المقنن لآلة التيار المستمر والجدول التالي يوضح حدود الجهود المطبقة في الاختبار.

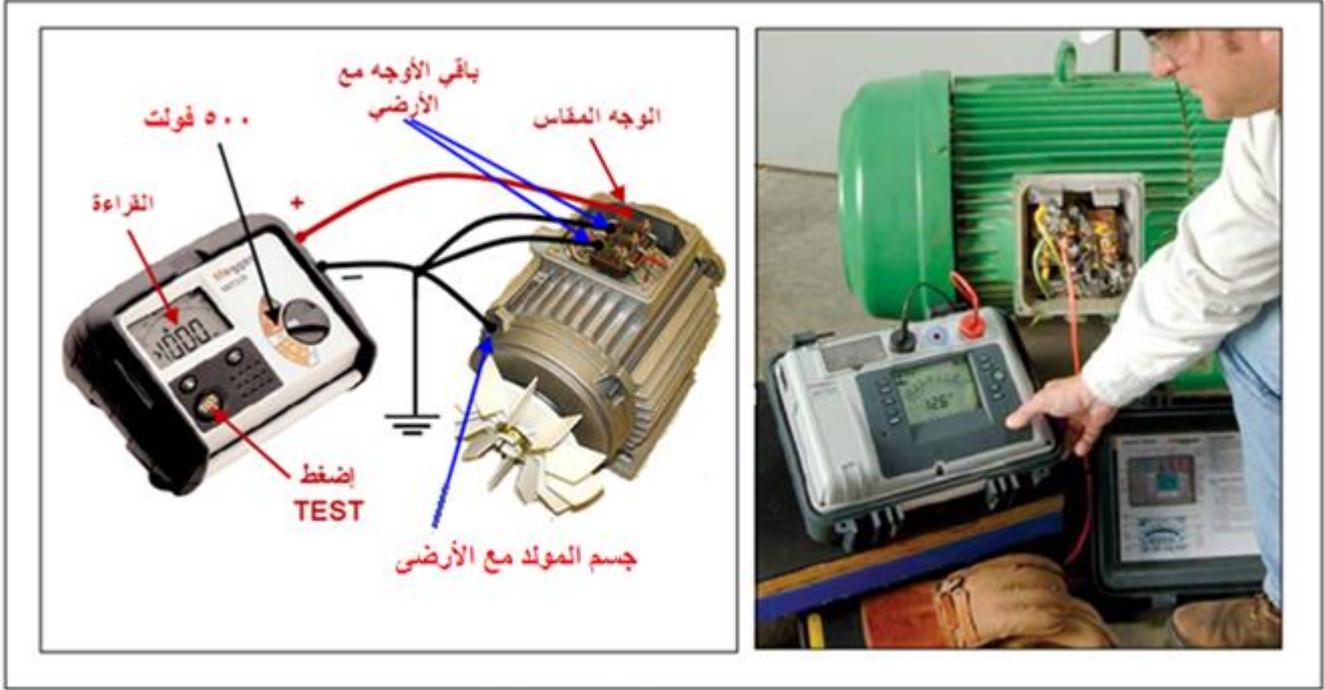
الجهد المقنن للمولد	الجهد المستمر لاختبار مقاومة العزل
1000 فولت <	500 فولت
1000 فولت-2500 فولت	500-1000 فولت
2501-5000 فولت	1000-2500 فولت
5001-12000 فولت	2500-5000 فولت
12000 فولت >	5000-10000 فولت

■ تحديد مدى ملائمة القراءة:

تختلف أقل قيمة لمقاومة العزل المقاسة حسب المواصفات القياسية تبعا لعوامل معينة مثل الجهد المقنن للآلة بالكيلو فولت وسنة الصنع (باختلاف المادة العازلة المستخدمة) وكذلك نوع اللف إذا ما كان يدويا أو لف مصنع كما هو واضح بالجدول التالي فمثلا المولد ثلاثي الأوجه المصنوع عام 2000 وجهد الخط له 380 فولت فيجب اختباره عند جهد 300 فولت أو 500 فولت إن وجد وتكون مقاومة العزل جيدة إذا كانت اكبر من أو يساوي 5 ميغا أوم.

مواصفات المولد	أقل قيمة لمقاومة العزل (ΩM)
لمعظم المولدات المصنوعة قبل عام 2000 جميع ملفات المجال وجميع الملفات غير المدرجة في الجدول.	جهد المولد بالكيلو فولت + 1
لمعظم ملفات المنتج للمستمرة وملفات الأوجه للمتردد والمصنوعة بعد عام 2000 (لف المصنع).	100
لمعظم الآلات الملفوفة يدويا أو الملفوفة بالمصنع والأقل من 1 كيلو فولت.	5

■ الدائرة المستخدمة في القياس:



الشكل رقم (٢٦) : قياس مقاومة العزل لأحد أوجه المولد

خطوات التدريب العملي:

- 1- نحدد من الجدول مدى الجهد المستمر المطلوب توليده لإجراء الاختبار وهل جهاز الميجر الموجود لدينا به هذا المدى ؟ إذا كان مناسباً نقوم بضبط مفتاح الميجر على مقياس الأوم للأمان وعندما يكتمل التوصيل نضبط الجهاز على الجهد المطلوب.
- 2- نصل جسم المولد بالأرضي لتفريغ أي شحنة كهروستاتيكية وكذلك أطراف التوصيل ثم نفصل المولد من أي توصيلات خارجية وإذا كان به مكثف أو أي ملحقات نقوم بفصلها.
- 3- نقوم بفتح روزنة أطراف توصيل المولد ونفصل كل ملف على حده (من الجهتين) ونصل الوجه الأول (Phase R) بالطرف الموجب للجهاز وباقي الأوجه غير المتصلة بجسم المولد مع الأرضي مع الطرف السالب لجهاز الميجر.
- 4- ننقل مفتاح الجهاز على الجهد المقرر وذلك بالضغط على مفتاح الاختبار (Test) ونترك الجهد ثابتاً لمدة دقيقة ونلاحظ قراءة الأومميتر.
- 5- نقوم بتسجيل القراءة للوجه الأول.
- 6- نفصل الجهاز ونقوم بتكرار الخطوات من 2 حتى 5 للوجهين (S & T).
- 7- نقارن بين القيم للأوجه الثلاثة, هل هذه القيم متساوية ؟ هل القيم في الحدود المسموح بها ؟.
- 8- نسجل ملاحظتنا ثم نكتب تقريراً عن مقاومة العزل للمولد وهل عزل المولد في حالة جيدة ؟ أم في حالة مقبولة ويحتاج لتدعيم ؟ أم في حالة سيئة ويحتاج للتغيير؟.

المعايير	البند
تجهيز جهاز الميجر- تجهيز المولد المراد اختباره- تجهيز أدوات القياس والمراجعة- تجهيز الوسائل المساعدة.	تجهيز العدد.
تجهيز الأسلاك – الكوس- الترامل - الفوط الصفراء حسب التعليمات.	تجهيز الخامات.
تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل.	التنفيذ.
تركيب جهاز الميجر.	
تركيب الوصلات الكهربائية.	
قراءة الجهود والتيارات.	
توصيل طرف الأرضي بجسم المعدة.	
تنظيف وترتيب مكان العمل.	
ارتداء ملابس الوقاية الشخصية.	معايير السلامة.
تداول ومناولة الخامات والعدد بطريقة آمنة.	
الاستخدام الأمثل والأمن للعدد والأجهزة.	
إتباع تعليمات الأمن والسلامة والصحة المهنية.	
نظافة مكان العمل.	التنظيف والترتيب.
نظافة العدد وتخزينها.	
إعادة الخامات الزائدة وتخزينها بطريقة صحيحة.	
إزالة المخلفات بطريقة صحيحة وآمنة.	

تمرين 2: قياس شدة التيار في الدائرة الكهربائية باستخدام جهاز الكلامبيتر.

أ) ظروف الأداء :

التسهيلات الأخرى	العدد والمعدات والأجهزة	الخامات
<ul style="list-style-type: none">- ملابس حماية ومهمات الأمان الصناعي.- منضدة عمل (ترجة).- رسم تنفيذي.	<ul style="list-style-type: none">- مصدر للتيار المتردد أحادي الوجه.- حمل كهربى أحادي الوجه.- أسلاك توصيل.- جهاز أميتر رقمي.	<ul style="list-style-type: none">- عدد من الكوس مناسبة لأقطار الأسلاك والكابلات.- عدد من الترامل مناسبة لأقطار الأسلاك والكابلات.- فوطة صفراء.

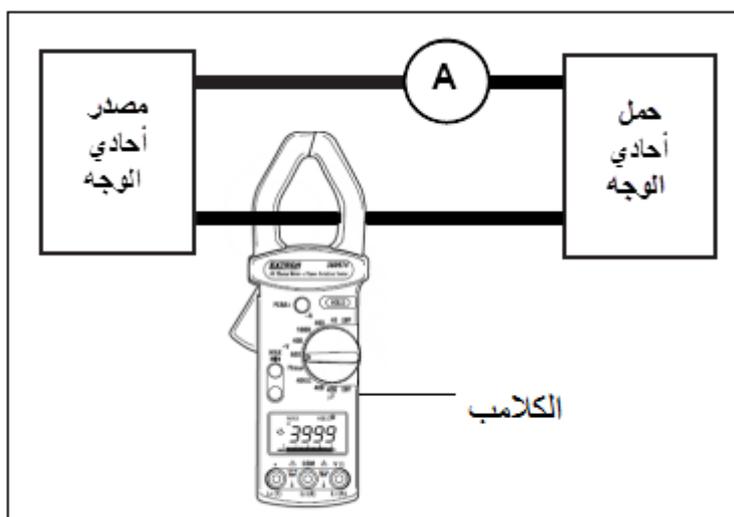
ب) الأداء:

← صفات الهدف التدريبي :

▪ الهدف من التدريب:

كيفية قياس شدة التيار في الدوائر الكهربائية باستخدام جهاز الكلامبيتر بدون الحاجة إلى قطع دائرة.

▪ الدائرة المستخدمة في القياس:



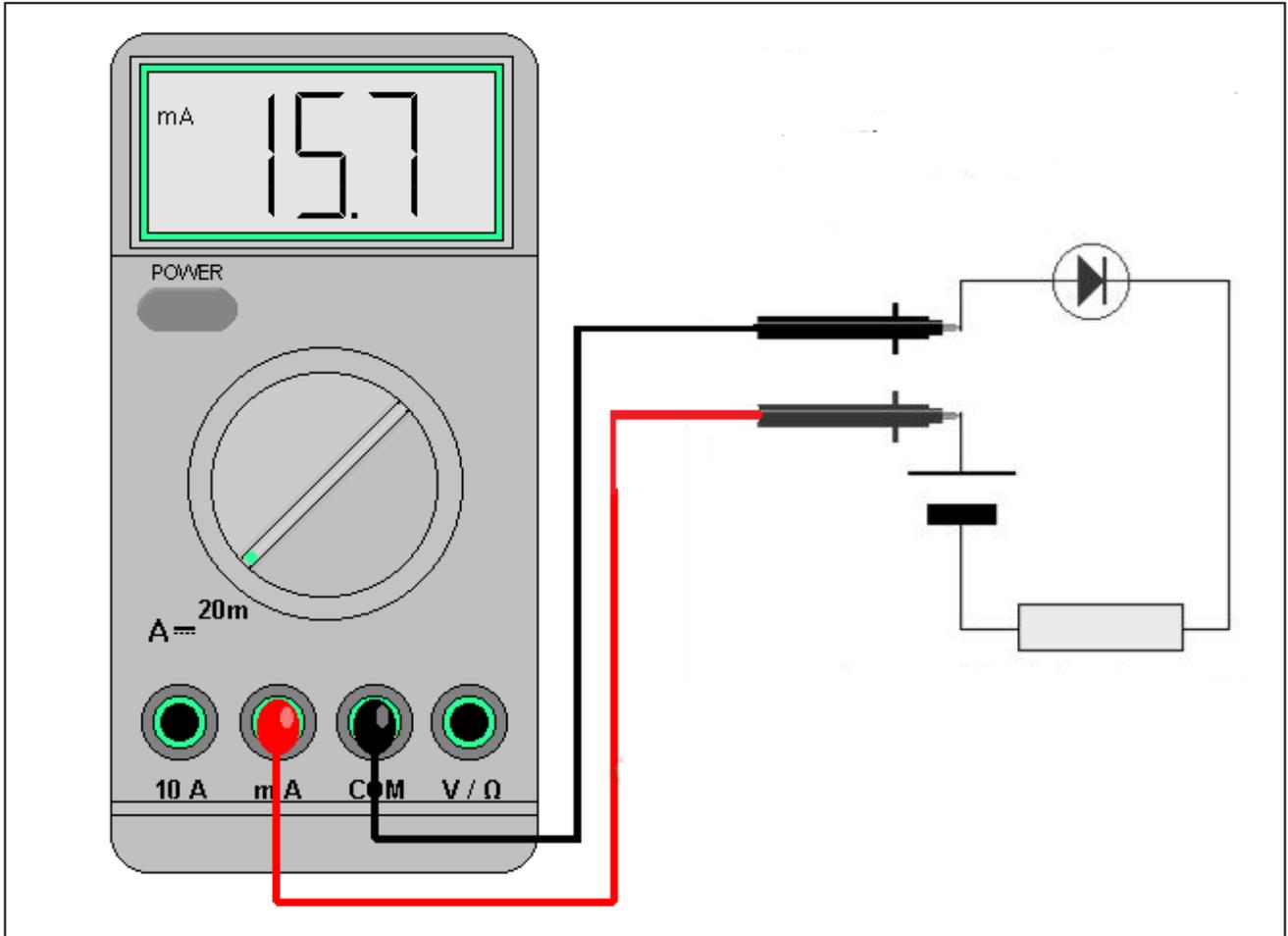
الشكل رقم (٢٦) : قياس التيار باستخدام الكلامبيتر

خطوات التدريب العملي:

- 1- نقوم بتوصيل الدائرة المبينة في الشكل رقم (26) وليكن الحمل مولد حثي أحادي الوجه.
- 2- نقوم بقياس التيار بجهاز الأميتر ونسجله في الجدول التالي.

المقارنة	قراءة الأميتر	قراءة الكلامبيتر	الحمل
			1
			2
			3
			4
			5

- 3- نقوم بقياس التيار بجهاز الكلامبيتر بدون فصل الدائرة ونسجل النتائج في الجدول التالي.
- 4- نغير من قيمة الحمل وقم بتكرار الخطوات من 2- 3.
- 5- نقارن بين القراءتين ونكتب ملاحظتنا في خانة المقارنة.
- 6- نكتب تقريراً عن دقة جهاز الكلامبيتر ومدى سهولة قياس التيار به مقارنة بجهاز الأميتر العادي دون الحاجة إلى فصل الدائرة والشكل رقم (27) متعدد القياس (الافوميتر) والذي يستخدم في قياس المعاملات الكهربائية ومنها قياس التيار الكهربائي.



الشكل رقم (٢٧): قياس التيار باستخدام جهاز الأفوميتر

ج (معايير الأداء:

المعايير	البند
تجهيز جهاز الميجر- تجهيز المولد المراد اختباره- تجهيز أدوات القياس والمراجعة- تجهيز الوسائل المساعدة.	تجهيز العدد
القوط الصفراء- المنظفات السائلة والطيارة.	تجهيز الخامات
تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل.	التنفيذ
تركيب جهاز الميجر.	
تركيب الوصلات الكهربائية.	
قراءة الجهود والتيارات.	
توصيل طرف الأرضي بجسم المعدة.	معايير السلامة
تنظيف وترتيب مكان العمل.	
ارتداء ملابس الوقاية الشخصية.	
تداول ومناولة الخامات والعدد بطريق آمنة.	
الاستخدام الأمثل والأمن للعدد والأجهزة.	

إتباع تعليمات الأمن والسلامة والصحة المهنية.	التنظيف والترتيب
نظافة مكان العمل.	
نظافة العدد وتخزينها.	
إعادة الخامات الزائدة وتخزينها بطريق صحيحة.	
إزالة المخلفات بطريقة صحيحة وآمنة.	