جمهورية مصر العربية
وزارة التربيه والتعليم والتعليم الفني

دليل الطالب

وحدة: أجهزة القياس

اسم الوحدة : أجهزة القياس

ملخص الوحدة
تهدف هذه الوحدة الى اكساب الطالب الجدارات المتعلقة باختيار واستخدام أجهزة القياس المختلفة. وبذلك يعتبر ما يتعلمه الطالب في هذه الوحدة اساسا لما يتعلمه في برنامج الدراسة ككل لما لها من اهمية في تهيئة الطالب لاستخدام اجهزة القياس المختلفة بكفاءة.
مخرج تعلم (1): يجهز مكان العمل وفقا للإمكانيات المتاحة مخرج تعلم (2): يختار اجهزة القياس مخرج تعلم (3): يقيس الكميات الفيزيقية المختلفة مخرج تعلم (4): يفسر القياسات

مخرج تعلم (1): يجهز مكان العمل وفقا للإمكانيات المتاحة

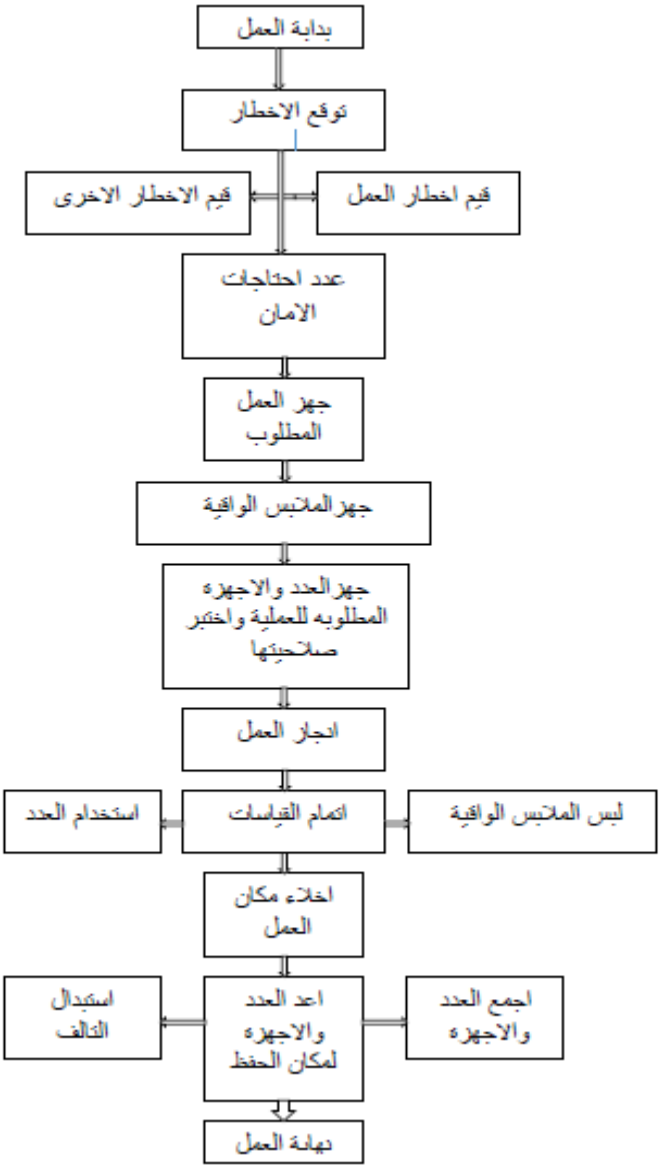
من الامور المهمة في تجهيز مكان العمل هي معرفة إجراءات الصحة والسلامة المهنية وحماية البيئة والتأكد من جودة تهوية وإضاءة المكان ومصدر القدرة المقنن لإتمام المهام المطلوبة.

اولا: اجراءات الصحة والسلامة المهنية وحماية البيئة:

1. عدم لمس الأدوات الكهربائية مثل المفاتيح، المأخذ، ونقاط التوصيل الأخرى إذا كانت الأيدي مبتلة بالماء.
2. عدم لمس الأجزاء المكشوفة من الدوائر الكهربائية باليد كي لا يؤدي ذلك إلى صدمة كهربائية.
3. عدم لبس الأساور والسلاسل الذهبية والفضية أثناء التدريب كما يجب ربط الشعر الطويل (بالنسبة للإناث) إلى الخلف وذلك للحذر من وقوع حادث.
4. استعمال أحذية واقية، والوقوف على أرضية معزولة كهربائياً.
5. يجب أن تكون كافة الأجهزة الكهربائية مؤرضة.
6. عدم تشغيل أي جهاز بدون معرفة التعليمات والمعلومات الكهربائية اللازمة لذلك.
7. عند توصيل الأسلاك مع بعضها يجب عزل نقاط التوصيل بمادة عازلة للكهرباء وبشكل جيد وأمين
8. عند توصيل الأسلاك أو تيار كهربائي إلى جهاز أو غيره يفضل استعمال يد واحدة أو سلك واحد قدر الإمكان في نفس اللحظة.
9. من الشروط الأساسية للأدوات المستعملة في التركيبات الكهربائية وغيرها يجب أن تكون ذات مقابض معزولة كهربائياً.
10. التعرف على الفولتية كمقدار والموجودة (المجهزة والمقننة والمطلوبة) في حقل العمل وذلك لإجراء اللازم عند توصيل أو تشغيل أي جزء أو دائرة كهربائية
11. يجب تثبيت قواطع الدورة المناسبة في كافة الدوائر الكهربائية على أساس أعلى حمل (الحمل الكلي) موجود فيها.

اسم الوحدة : أجهزة القياس

12. عند الانتهاء من العمل أو التدريب على أي جهاز أو أي دائرة كهربائية يجب فتح الدائرة الكهربائية (إطفاء المصدر الرئيسي للطاقة الكهربائية).
13. المخطط الانسيابي المبين بالشكل 1 ادناه يمثل تعليمات واضحة لآية عملية مهنية او صناعية من اول العملية حتى الانتهاء منها وتحتوي جميع التعليمات والتوصيات الواجب اتباعها ومراعاتها بدقة لتوفير اماناً وسلامة في أداء عمله وتنظيما وترتيبا لمكان العمل حيث ينتج عن العمل بهذه التعليمات سلامة العامل وسلامة الالة وسلامة الورشة والمصنع وبالتالي جودة الاداء وسرعة الاداء بأقل جهد ممكن.



شكل 1: مخطط تعليمات الصحة و السلامة

ثانيا: الإضاءة

يجب التأكد من:

1. **أن يكون الضوء كافياً، وأن يتوافر طوال ساعات العمل، ويساعد على إيجاد الضوء الطبيعي وجود نوافذ كافية لدخول أشعة الشمس.**
2. **الامتناع عن استعمال الإضاءة شديدة الوهج، لتأثيرها على العينين، ويفضل إضاءة المكان كله إضاءة كاملة مناسبة متناسقة.**

ثالثا: التهوية

في أماكن العمل، يجب التأكد من:

1. **توفير التهوية المناسبة داخل أماكن العمل سواء كانت طبيعية أو صناعية.**
2. **تركيب وسائل الشفط والمراوح أقرب ما يمكن إلى مكان تولد المواد المرغوب شفطها وتجاه انتشارها.**
3. **أن يكون تيار الشفط من القوة بحيث يمكن سحب المواد المطلوب شفطها، ويختلف حسب نوع المادة أما أن تكون مواد بخارية فالتيار فيها يكون ضعيفا وأما أتربة فيجب أن يكون تيار الشفط أقوى.**
4. **مراعاة صيانة الأجهزة الخاصة بالشفط والتحقق من سلامتها.**

تدريب (1)

في أحد معامل قسم الكهرباء الموجود في مدرستك قم بتجهيز هذا المعمل في ضوء الإمكانيات المتاحة مراعيا قواعد الصحيحة لهذا التجهيز.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مخرج التعلم (2): يختار اجهزة القياس الكميات الفزيائية

لتفسير الظواهر الطبيعية ولكي ندرك هذه الظواهر جيداً يتم ذلك من خلال التعامل مع الكميات فيزيائية. وكل ما يمكن قياسه يطلق علية كمية فيزيائية مثل الطول – الوزن – درجة الحرارة – الكتلة – الزمن – الحجم – فرق الجهد – شدة التيار – المقاومة الكهربية – القدرة الكهربية. والعناصر الرئيسية للقياس:

1. الكميات الفيزيائية المراد قياسها، كقياس طول منضدة - كقياس كتلة شيء – قياس فرق الجهد – قياس شدة التيار.
2. أدوات القياس اللازمة، كالمتر الشريطي - الميزان المعتاد – جهاز الافوميتر.
3. وحدات القياس المستخدمة، كالمتر – كالكيلوجرام – الفولت – الامبير – الاوم – الوات.

وتنقسم الكميات الفزيائية الى نوعين كما يلي:

1. الكميات الفيزيائية الأساسية: هي الكميات الفيزيائية التي لا تعرف (لا يمكن استنتاج أحداها) بدلالة كميات فيزيائية أخري مثل: الطول – الكتلة - الزمن – درجة الحرارة – الشحنة الكهربية.
2. الكميات الفيزيائية المشتقة: هي كميات فيزيائية تعرف (يمكن اشتقاقها) بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية مثل السرعة - العجلة – الحجم - الشغل - القدرة – الطاقة – القوة

تعريفات الكميات الفزيائية المتعلقة بأعمال الكهرباء

1. الشحنة الكهربية:

هي تلك الخاصية الفيزيائية للمادة والتي تسبب تعرضها لقوة تأثير عند وضعها في مجال كهرومغناطيسي وتقاس الشحنة الكهربية بالكولوم ويرمز لها بالرمز(Q). وتُقسم الشحنات الكهربائية في الطبيعة إلى نوعين، هما: الشحنات الكهربائية الموجبة والشحنات الكهربائية السالبة، وتتولد بين الشحنات المتشابهة قوى تنافر، بينما تمتلك الشحنات المختلفة قوى تجاذب.

2. التيار الكهربائي:

هو عبارة عن كمية الشحنات التي تمر خلال نقطة معينة وفي زمن مقداره (1 ثانية) ويرمز لها بالرمز (I) وتقاس شدة التيار بالأمبير ويرمز له بالرمز (A). وسريان التيار لا يحدث ما لم تتوفر دائرة كاملة تتحرك حولها الإلكترونات. وكذلك يجب أن يكون هناك تأثير يحرك الإلكترونات وتجهز الدائرة بمصدر يسبب هذا التأثير ويسمى بالقوة الدافعة الكهربائية.

3. القوة الدافعة الكهربائية:

تمثل التأثير المحرك الذي يسبب سريان التيار وهي الطاقة المستهلكة عند مرور وحدة الشحنة الكهربائية خلال المصدر ويرمز لها بالرمز (E) وتقاس قوة الدافعة الكهربية بالفولت ويرمز له بالرمز (V).

4. المقاومة الكهربائية:

هي خاصية فيزيائية تتميز بها الموصلات المعدنية في الدوائر الكهربائية أو الإلكترونية. وهي عباره عن عنصر يقلل التيار المار عبر مسار معين وكلما كبر قيمة المقاومة كلما قل التيار ويرمز للمقاومة الكهربية بالرمز (R) وتقاس بالأوم ويرمز له بالرمز(Ω). حيث يّقال لموصل معدني أن له مقاومة قيمتها 1 أوم، إذا

كان فرق جهد قيمته 1فولت بين طرفي هذا الموصل قادر علي تمرير تيار كهربائي شدته 1 امبير.

5. القدرة الكهربائية:

هي معدل الطاقة المستهلكة أو المنتجة المتولدة داخل الدائرة ويرمز للقدرة الكهربية بالرمز P وتقاس بالوات (W). والقدرة الكهربية بالوات تساوى الجهد الكهربي V بالفولت مضروبا في قيمة شدة التيارI

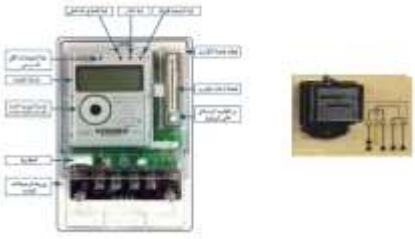
$$P = V \times I$$

وبالتالي يمكن قياس القدرة الكهربية باستخدام كل من الافوميتر والاميتر وضرب قيم القياس او بالقياس المباشر عن طريق الواتميتر كما في الشكل 2.

شكل 2: صورة لأحد أجهزة الواتميتر

6. الطاقة الكهربائية:

هي القدرة على بذل الشغل (w) ووحدة قياس الطاقة الكهربية هي الجول ويرمز له بالرمز (j). والطاقة الكهربائية هي ناتج حاصل ضرب القدرة في الزمن الذي تم فيه استهلاكها. لذلك إذا كنا نعرف كم من القدرة، بالوات، تم استهلاكها، والزمن، بالثواني، الذي تم استخدامها، يمكننا إيجاد الطاقة الكلية المستخدم بالوات- ثانية. وبعبارة أخرى، فإن الطاقة تساوى القدرة بالوات مضروبة في الزمن بالثانية. وان القدرة الكهربية تساوى الجهد بالفولت مضروبا في التيار بالأمبير لذلك ترتبط القدرة الكهربائية بالطاقة، وحدات قياس الطاقة الكهربائية هي الوات-ثانية watt-seconds أو الجول ومن اشهر الأجهزة التي تقيس الطاقة الكهربية هو عداد الكهرباء المنزلي كما في الشكل 3.



شكل (3)

7. التردد:

هو عدد الدورات التي ترسمها الموجة الكهربية في زمن معين. ويرمز للتردد بالرمز f ووحدة قياس التردد هي الهيرتز Hz وهو يمثل عدد الدورات في الثانية الواحدة. والزمن اللازم لإكمال دورة كاملة يسمي بالزمن الدوري ويرمز له بالرمز T ويقاس بالثانية وتوجد علاقة عكسية بين التردد والزمن الدوري.

8. السرعة:

عبارة عن المسافة على الزمن المسافة ويرمز للسرعة بالرمز (S) وتقاس بالمتر لكل ثانية (m/s).

9. العجلة:

هي السرعة على الزمن وحيث أن السرعة عبارة عن المسافة على الزمن وبذلك تكون العجلة هي المسافة على مربع الزمن ويرمز للعجلة بالرمز (a) وتقاس بالمتر لكل ثانية مربعة ويرمز لها بالرمز (m/s^2).

10. القوة:

تساوى حاصل ضرب الكتلة (m) في العجلة (a). ويرمز للقوة بالرمز (F) وتقاس بالنيوتين (N).

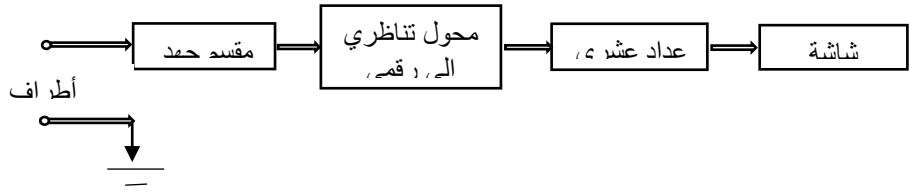
11. الضغط:

هو القوة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحة من السطح الذي تؤثر عليه القوة ويرمز للضغط بالرمز (P) ويقاس البار (bar).

أجهزة القياس المناسبة لقياس الكميات الكهربية

- **جهاز الفولتميتر الرقمي Digital Voltmeter ويستخدم لقياس فرق الجهد في الدائرة ويتكون من اربعة عناصر أساسية كما هو مبين بالشكل 4.**

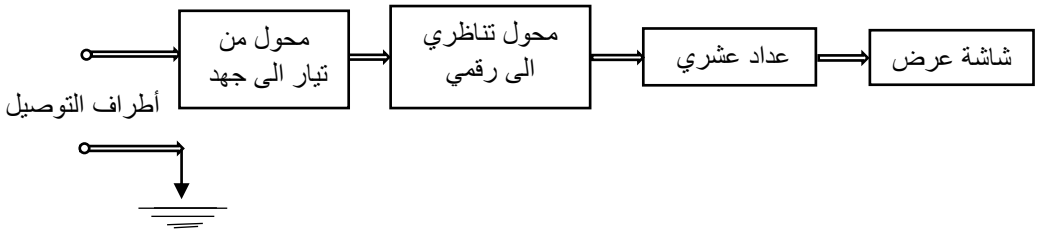
1. الموهن او مقسم الجهد وفائدته تخفيض الجهد الداخل للجهاز الى القيمة المناسبة للمحول.
2. المحول من الإشارة التناظرية الى إشارة رقمية وهو العنصر المسؤول عن تحويل الإشارة من الشكل التناظري الى قيمة رقمية.
3. عداد عشري وهو المسؤول عن تحويل القيمة الرقمية الى ارقام عشرية لعرضها على الشاشة بصورة مفهومة للقارئ.
4. شاشة عرض وهي التي تظهر عليها الأرقام ليتمكن المستعمل من أخذ القراءة.



شكل 4: تركيب جهاز الفولتميتر الرقمي

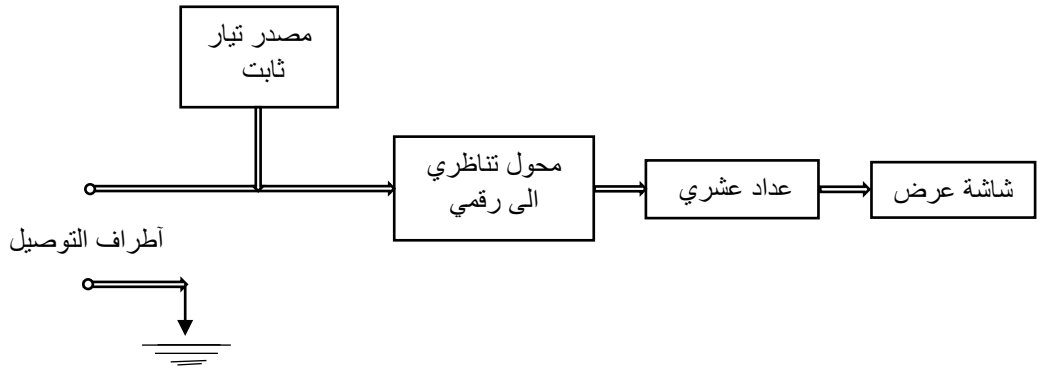
ويصلح هذا الجهاز لقياس الجهد المستمر وفى حالة قياس الجهد المتردد يضاف إليه دائرة توحيد بعد مقسم الجهد وذلك لتحويل الجهد المتردد الى جهد مستمر.

- **الاميتر الرقمي (Digital Ammeter) ويستخدم لقياس شدة التيار في الدائرة ويتكون أيضا كما هو مبين بالشكل رقم 5 من أربعة عناصر أساسية كما في جهاز الفولتميتر الرقمي إلا انه تم استبدال مقسم الجهد في الفولتميتر الرقمي بمحول من تيار الى جهد في الاميتر الرقمي.**



تركيب جهاز الأميتر الرقمي

- **الاوميتر الرقمي (Digital Ohmmeter) ويستخدم لقياس قيمة مقاومة الموصل للتيار ويشبه في تركيبه الفولتميتر الرقمي ولكن يحذف من مجزئ الجهد ويضاف مصدر تيار ثابت (Constant current Source) لتغذية المقاومة المقاسة ثم يتم قياس الجهد على المقاومة التي توصل على أطراف القياس كما في الشكل 6.**



شكل 6: تركيب جهاز الأوميتر الرقمي

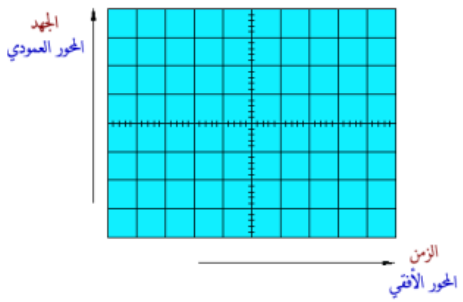
- **الجهاز المتعدد الأغراض الرقمي (Digital Multimeter) واضح من الرسم الصندوقي للأجهزة الثلاث السابقة التي تقيس الجهد والتيار والمقاومة انها تشترك جميعا في ثلاث مراحل ولذلك يمكن الدمج بينها وتكوين ما يسمى الجهاز متعدد الأغراض الرقمي والتي يطلق عليه الملتيميتر او الافوميتر وذلك بإضافة مفتاح للتحويل من وظيفة لأخرى كما في الشكل 7. ونلاحظ من شكل الجهاز انه يمكن ان يقيس كميات أخرى مثل التردد والحرارة ويختبر أيضا المكثفات والترانزستور والثنائي الدايود.**

شكل 7: وصف جهاز القياس متعدد الأغراض-الملتيميتر

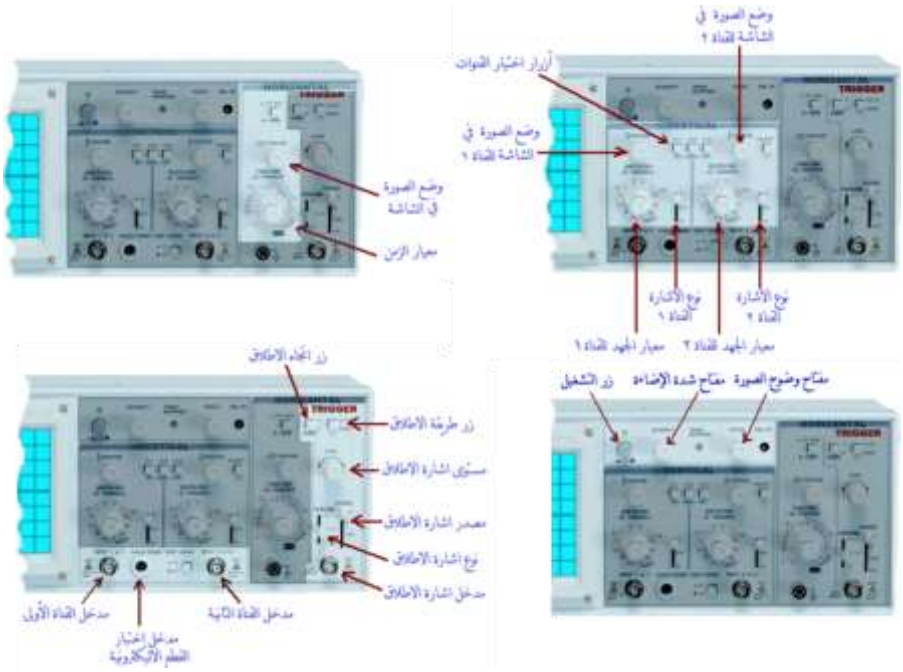
- **جهاز راسم الذبذبات هو جهاز إلكتروني صمم خصيصا لرسم قيمة وشكل الإشارات الكهربائية على شكل نقطة مضيئة تتحرك من اليسار الى يمين الشاشة بسرعة معينة يتحكم فيها بمفتاح قاعدة الزمن. وإذا زادت السرعة عن حد معين ترى النقطة المضيئة كأنها خط متصل مستقيم او منحني حسب الإشارة المقاسة كما في شكل 8 ويكون عادة الجهاز بقناتين للقياس او أكثر ولكل قناة مفاتيحها التي تتحكم فيها ويكون لكل قناة أطراف التوصيل الخاصة بها ويكون الأرضي لجميع قنوات متصل داخليا للجهاز.**

شكل 8: صورة لأحد أنواع راسم الذبذبات- الاوسيلسكوب

وتقسم شاشة الجهاز الى مربعات رئيسية وافقية (بالسنتميتر) وتمثل المربعات الرأسية قيمة الإشارة المقاسة بينما المربعات الافقية الزمن كما في شكل 9. وباستخدام مفاتيح التحكم المختلفة للجهاز كما في شكل 10 يمكن الوضع المناسب للقياس حسب الإشارة المقاسة والذي يعطى دقة عالية في القياس.

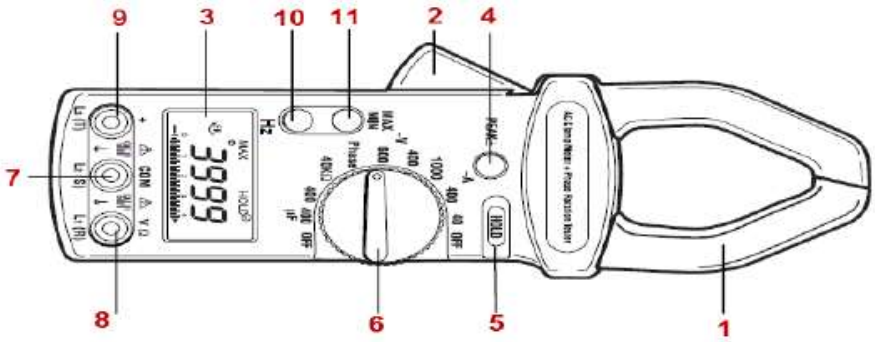


شكل 9: شاشة راسم الذبذبات – الاوسيلسكوب



شكل 10: مفاتيح راسم الذبذبات – الاوسيلسكوب

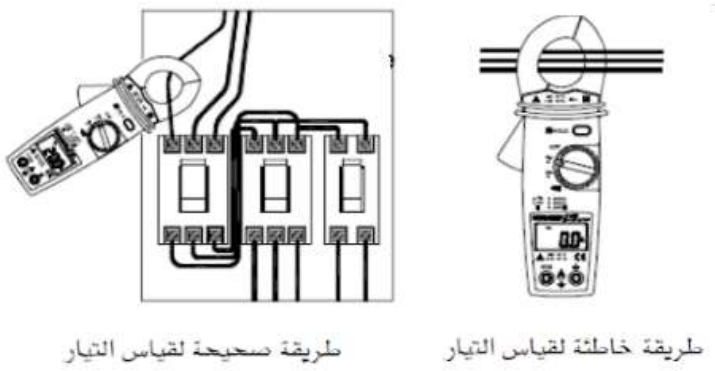
- **جهاز الكلامبميتر من الأجهزة المهمة في المختبرات او الورش او في مجال الصيانة وفى محطات القوى الكهربية حيث لا حاجة لفصل او قطع الدائرة الكهربية لتركيب اميتر لقياس التيار، فيمكننا بهذا الجهاز من قياس التيار الكهربائي وتشخيص الأعطال بطريقة آمنة وسريعة وغير مكلفة بدون الحاجة الى فصل او قطع الدائرة. شكل 11 يوضح أحد أجهزة الكلامبميتر لقياس التيار وموضح معه مسميات اجزاؤه وفوائدها. ولا تقتصر فائدة الكلامبميتر على قياس التيار المتردد فقط لكن تتعداه الى قياس الجهد المستمر والمتردد وقياس المقاومة وسعة المكثف وبذلك يصبح كأنه جهاز أفوميتر له امكانياته غير ان الكلامبميتر يتميز عن الأفوميتر في انه يستطيع قياس التيار دون الحاجة الى فصل او قطع الدائرة.**



شكل 11: تركيب جهاز الكلامبميتر

1- فكي الجهاز
2- ضاغط لفتح الفكين
3- شاشة LCD
4- ضاغط لحفظ القيمة العظمى
5- ضاغط لحفظ المعلومات التي على الشاشة
6- مفتاح اختيار دوار
7- بنانه لتوصيل الطرف COM
8- بنانه لتوصيل طرف قياس الجهد والمقاومة و L1
9- بنانه لتوصيل طرف القياس L3
10- ضاغط لقياس التردد
11- ضاغط لإظهار اقل واقصى قيمة للتردد

ويكون توصيله كما هو موضح بشكل 12.



شكل 12: توصيل جهاز الكلامبميتر

والشكل 13 يوضح مفتاح الاختيار الدوار لجهاز الكلامبميتر موضحا مقدرته على قياس كل من التيار المتردد والمستمر بالإضافة الى الجهد المستمر والمتردد واستمرارية التوصيل والقدرة .....إلخ

اسم الوحدة : أجهزة القياس

شكل 13: مفتاح الاختيار الدوار لجهاز الكلامبميتر

- **محولات التيار ومحولات الجهد : عندما نريد أن نقيس تياراً أو جهداً ذوي قيم أكبر من مدي القياس لأجهزة الملتيميتر، لابد من استخدام محولات التيار ومحولات الجهد. إن الوظيفة الأساسية لمحولات التيار ومحولات الجهد هي خفض قيم التيار والجهد المقاسين بالنسبة التي تسمح باستخدام أجهزة الملتيميتر لقياس تلك الكميات. مثلاً، يوجد محولات تيار يكون خرجها 5 أمبير حينما يكون التيار المقاس 4000 أمبير. ومثلاً، يوجد محول جهد يكون خرجه 120 فولت عندما يكون الجهد المقاس 24 كيلو فولت**

مدى القياس

هو النسبة بين أكبر وأصغر القيم التي يمكن أن تحمل كمية معينة. ويستخدم في اجهزة القياس لتحديد أقرب (أكبر - واقل) قيمة للكمية المقاسة متوقفة على قيمة الكمية المراد قياسها.

تدريب (2)

اجب عن الأسئلة التالية:

1. **ما هي الشحنة الكهربية؟**
2. **ما هي وحدة قياس التيار الكهربي؟**
3. **ما هي القوة الدافعة الكهربائية؟**
4. **ما هي وحدة قياس الجهد؟**
5. **ما هي اهم استخدامات راسم الذبذبات؟**
6. **ما اهمية جهاز الكلامبميتر في اعمال محطات الكهرباء؟**
7. **صحح هذه العبارة: المدى هو مجموع أكبر وأصغر القيم التي يمكن أن تحمل كمية معينة.**

مخرج التعلم (3): يقيس الكميات الفيزيقية المختلفة

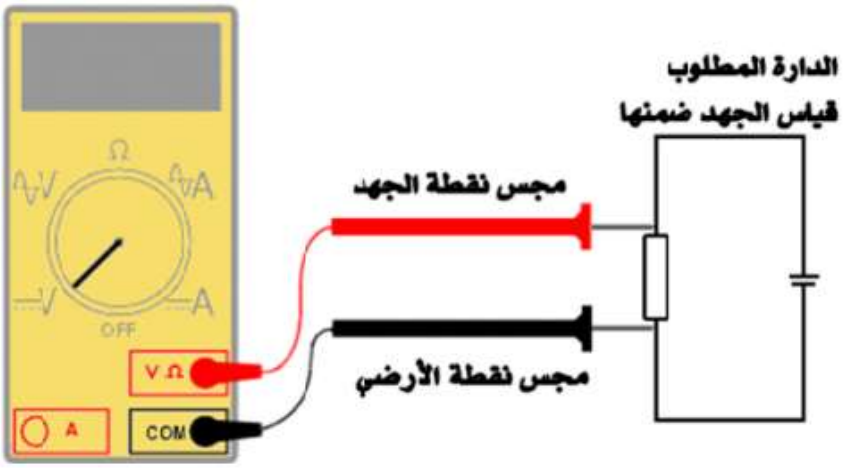
المحتوى:

1- طرق قياس الكميات الفزيائية والكهربية:

- **قياس الجهد الكهربي:**

يقاس الجهد الكهربائي المستمر بجهاز الفولتميتر للجهد المستمر، حيث توصل اطرافه على التوازي مع العنصر او الدائرة المراد قياس الجهد على طرفيها، كما هو موضح بالشكل 14 وشكل 15.

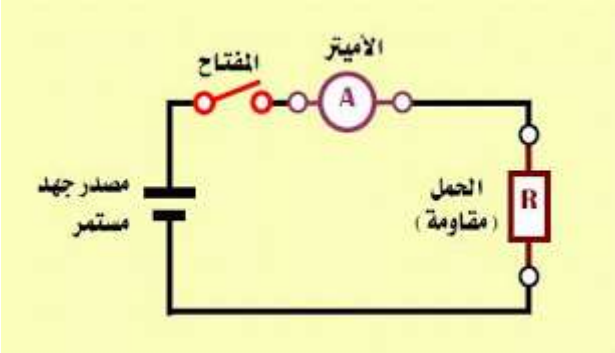
شكل 14: رسم لطريقة توصيل الفولتميتر



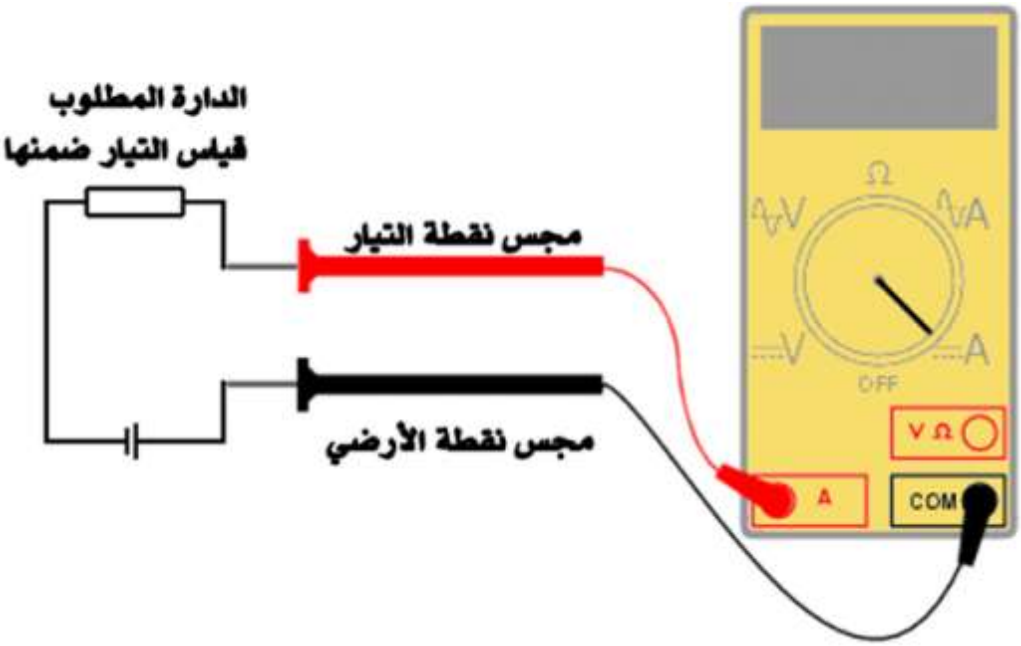
شكل 15: صورة توضيحية لتوصيل الفولتميتر

- **قياس التيار الكهربي:**

يقاس التيار الكهربائي بجهاز الأميتر، حيث توصل اطرافه على التوالي مع العنصر او الدائرة المراد قياس التيار المار بها، كما هو موضح بالشكل 16 وشكل 17 و لهذا فإن المقاومة الداخلية للأميتر تكون صغيرة. لاحظ أنه لابد من توصيل الأميتر على التوالي لأنه إذا وُصل علي التوازي فإنه يسحب تيار عالي جدا و يمكن أن يؤدي الي تلف الجهاز أو حتي الدائرة الموصل فيها.



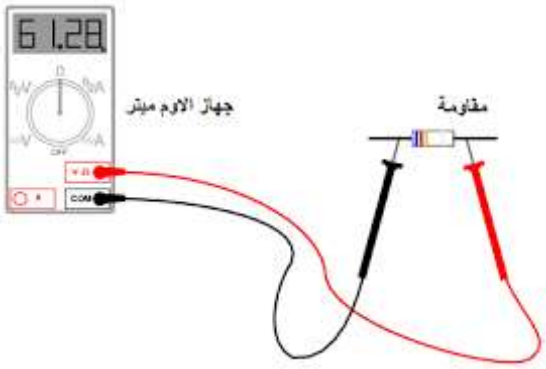
شكل 16: رسم لطريقة توصيل الأميتر



شكل 17: صورة توضيحية لتوصيل الأميتر

- **قياس المقاومة الكهربية:**

تقاس المقاومة بجهاز الأوموميتر Ohmmeter ويجب ان تكون المقاومة مفصولة عن أي منبع للجهد ويسمى القياس المباشر للمقاومة كما هو مبين بالشكل 18، ويمكن قياس المقاومة باستخدام جهازي الفولتميتر والأميتر ويسمى بالقياس غير المباشر للمقاومة حيث أن المقاومة المقاسة بالأوم = قراءة الفولتميتر بالفولت/ قراءة الأميتر بالأمبير = قيمة المقاومة بالأوم.



شكل 18: صورة توضيحية لتوصيل الأوميتر

- **قياس التيار الكهربي في كابل باستخدام الكلامبميتر:**

لقياس التيار في كابل كهربائي أحادي أو ثلاثي الاوجه يجب احاطة فكي الكلامبميتر للموصل المقاس به التيار فقط وليس جميع الموصلات كما في شكل 12.

- **قياس الضغط:**

من أشهر الأجهزة المستخدمة في قياس الضغط في العمليات الصناعية هو البارومتر المعدني كما هو مبين بالشكل 19، لأنه ذو حساسية عالية في قياس تغيرات ضغط الهواء. ويقيس البارومتر المعدني تأثير ضغط الهواء على غرفة معدنية سُحِب منها جزء من الهواء. وتجعل التغيرات في ضغط هواء الغرفة تتمدد أو تنكمش مؤدية إلى تحرك إبرة على قرص مقسم إلى مليبارات أو مليمترات أو بوصات. ويثبت مباشرة على خطوط السوائل او السوائل المراد قياس ضغطها.

شكل 19: جهاز الباروميتر

- **قياس درجة الحرارة:**

يعتمد قياس الحرارة على طرق عديدة: تمدد السوائل مثل الزئبق والكحول ويتغير حجمها او طولها بتغير الحرارة، تغير مقاومة المادة بتغير درجات الحرارة، وأخيرا ما تعتمد على الخاصية الحرارية الناتجة من لحام مادتين. ومن أشهر الأجهزة المستخدم كمقياس لدرجة الحرارة جهاز ليزري بدون ملامسة السطح ويتم به تسليط شعاع ليزري على السطح المراد درجة حرارته فيرتد محملا بالمواصفات الحرارية للسطح لتظهر درجة الحرارة على شاشة رقمية كما في الشكل 20.

شكل 20: صورة توضيحية لجهاز قياس درجة الحرارة بأشعة الليزر

2- معايرة أجهزة القياس

إنّ مصطلح المعايرة تعني عملية التحقق من كفاءة وأداء جهاز القياس من فحص وقياس بمقارنتها بمرجع معياري وتتم العملية تحت ظروف مشابهة للظروف التي يتم فيها استخدام وتشغيل المعدة المراد معايرتها عملية المعايرة ترتكز على الأركان التالية:

1. معدّة فحص وقياس وهي المعدّة التي تُعمل من أجلها عملية المعايرة
2. معدّة وقياس كهربائية رقمية متعددة الوظائف.
3. المرجع المعياري :ويعتبر المرجع الذي نقارن به المعدّة أو الكمية المراد اختبارها.

4. أخصائي قياس ويسمى أيضا فني معايرة وهو الشخص الذي يباشر عملية المعايرة.
5. المختبر وهو المكان الذي تتوفر فيه الظروف المناسبة لإجراء عملية المعايرة.
6. الدليل الإجرائي والذي بواسطته يتلقى أخصائي القياس أو فني المعايرة خطوات إجراء عملية المعايرة
7. سجلات المعايرة وهي الوثائق التي تُدوّن فيها بيانات عملية المعايرة.
8. تقرير المعايرة وهو الوثيقة التي تتضمن الحكم النهائي على كفاءة المعدة وبيان قيمة الكمية التي تم قياسها،

تجربة (1)
استخدام أجهزة القياس الرقمية لقياس الجهد والتيار والمقاومة

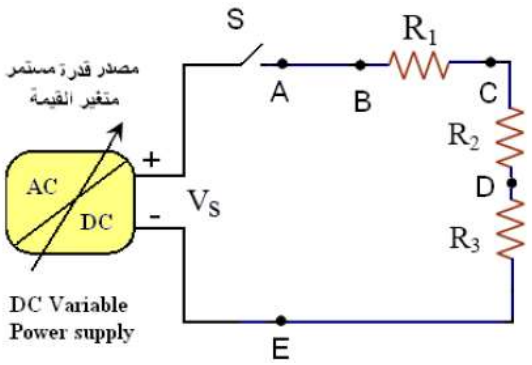
الهدف من التجربة:

التدريب على استخدام أجهزة القياس الرقمية لقراءة كل من الجهد والتيار والمقاومة وكيفية اختيار المدى المناسب للقراءة بحيث يحافظ الطالب على الجهاز مع اخذ القراءات بدقة عالية.

الأجهزة والأدوات اللازمة لإجراء التجربة:

- مصدر قدرة مستمر متغير الجهد (V200-0)
- مصدر قدرة متردد متغير الجهد (V220-0)
- مقاومات بقيم مختلفة
- جهاز واحد متعدد الأغراض رقمي افوميتر (Digital Multimeter)
- لوحة توصيلات وأسلاك توصيل

الدائرة المستخدمة كما في الشكل رقم 21



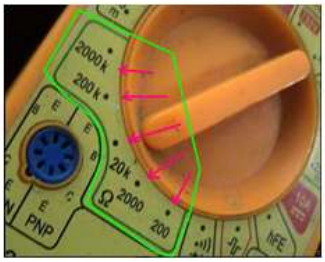
شكل 21: توصيلات التجربة رقم (1)

اسم الوحدة : أجهزة القياس

خطوات العمل:

أولا قياس قيم المقاومات

1. يجمع مكونات الدائرة كما هو مبين بالشكل 21 مع اختيار قيم مقاومات (100اوم، 330اوم، 560اوم).
2. ابدأ بضبط الافوميتر على وضع الاوم لقياس المقاومة ثم ضع أطراف التوصيل في المكان المناسب لقياس المقاومة. كما في شكل 22.



شكل 22: طريقة ضبط جهاز الأفوميتر

1. قم بقياس المقاومات الموجودة كلا على حدة ثم دون قيم المقاومات في الجدول رقم 1 وقارن بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة طبقا لكود الألوان.
2. قم بقياس القيمة الكلية بين النقطتين A وB قبل توصيل المفتاح S وسجل قراءتك في الجدول رقم 1.

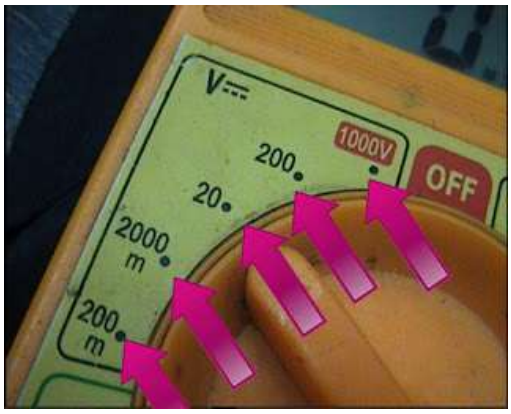
المقاومة	R_1	R_2	R_3	$R_1+R_2+R_3$
القيم المقاسة				
القيم المحسوبة				

جدول رقم 1

ثانيا: قياس الجهد

1. اضبط مفتاح جهد المصدر على V10 تيار مستمر ثم قم بغلق المفتاح S

2. اضبط الافوميتر على وضع الفولت لقياس الجهد المستمر ثم ضع أطراف التوصيل الجهاز في المكان المناسب لقياس الجهد كما في الشكل رقم 23.



شكل رقم 23

3. قم بقياس الجهد للمصدر بين النقطتين AوE وكذلك على المقاومات بين النقطتين BوC للمقاومة R1 وبين النقطتين CوD للمقاومة ثم بين النقطتين Dو E للمقاومة R3 وسجل قياساتك في الجدول 2.
4. احسب قيم الجهد على كل مقاومة من قانون توزيع الجهد او مجزئ الجهد

$$V_n = \frac{R_n}{\sum R} x V_S$$

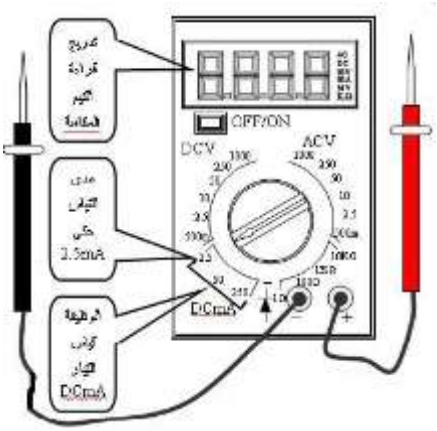
5. سجل القيم المحسوبة في الجدول 2 وقارن بين القيم المقاسة والمحسوبة

القراءة	Vs	V1	V2	V3
القيم المقاسة				
القيم المحسوبة	----------			

جدول رقم 2

ثالثا: قياس التيارات الصغيرة:

1. اضبط الافوميتر على وضع التيار المستمر (مللى امبير) كما هو موضح بالشكل رقم 24



شكل 24: اضبط الأفوميتر على وضع التيار المستمر

2. غير من أماكن تركيب أطراف التوصيل لقراءة التيار (مللى امبير) بدلا من الجهد او المقاومة (راجع معلمك قبل توصيل المصدر)
3. افصل الدائرة من المفتاح S وادخل طرفي اسلاك التوصيل بين طرفي (A,B) في الشكل 24 لقياس التيار.
4. اغلق المفتاح S وسجل قراءة الاميتر (القيمة المقاسة) في الجدول رقم 3.
5. احسب التيار عن طريق قانون اوم:

$$I = \frac{V}{\sum R}$$

6. سجل القيمة المحسوبة للتيار في الجدول رقم 3 وقارن بين القيمة المحسوبة والقيمة المقاسة.
7. غير من قيمة جهد المصدر وكرر الخطوات ثانيا وثالثا.

الجهد	5	10	20	25
القيمة المقاسة				
القيمة المحسوبة				

جدول رقم 3

رابعا: قياس التيارات الكبيرة

1- اضبط الأفوميتر على وضع التيار المستمر (امبير)
2- غير اماكن تركيب أطراف التوصيل لقراءة التيار (امبير) بدلا من (مللى امبير) راجع معلمك قبل توصيل المصدر
3- ادخل طرفي اسلاك التوصيل بين النقطتين (A,B) لقياس التيار

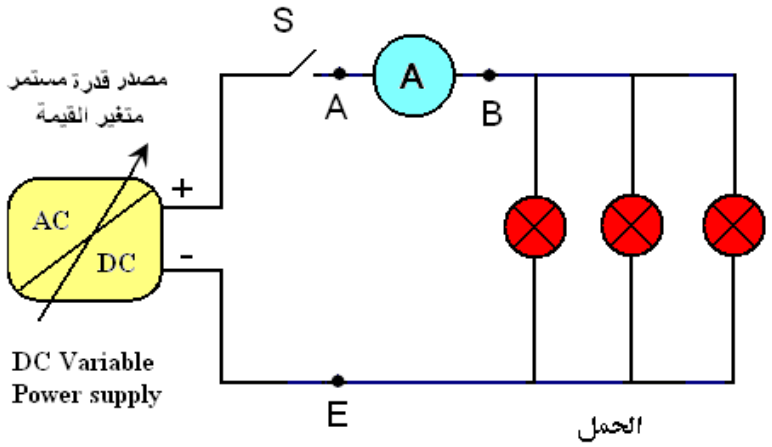
4- افصل الدائرة من المفتاح S وافصل المقاومات من الدائرة وصل مكانها الحمل المادي وليكن مجموعه لمبات موصله توازيا كما الشكل 25

5- اغلق المفتاح S وسجل قراءة الاميتر في الجدول (4)

6- غير من قيمة جهد المصدر حتى تصل الى 200V مستمر وسجل قراءة الاميتر في الجدول

الحالة	1	2	3	4
جهد المصدر (مستمر)	50	100	150	200
قيم التيارات المقاسة				

جدول (4)



شكل 25: دائرة لقياس تيار كبير

تجربة (2)

قياس الجهد المستمر باستخدام جهاز راسم الذبذبات (الاوسيلسكوب)

اهداف التجربة:

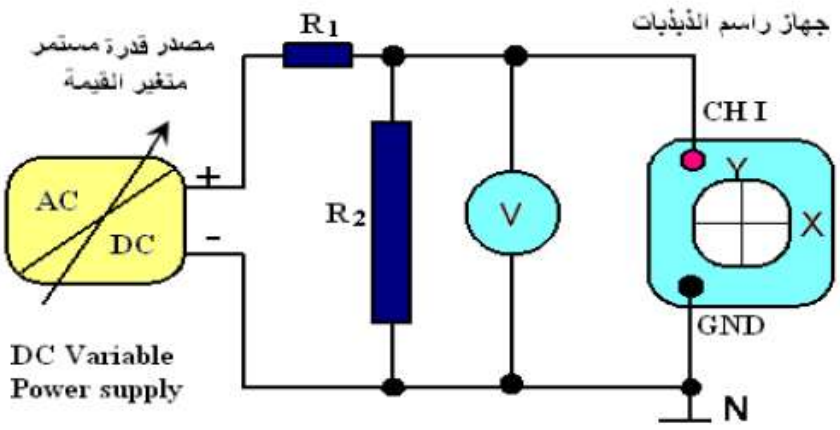
استخدام جهاز راسم الذبذبات لقياس الجهد المستمر والتيار المستمر

الأجهزة والأدوات اللازمة لإجراء التجربة

- مصدر قدرة مستمر متغير الجهد
- جهاز راسم الذبذبات
- جهاز فولتميتر لقياس الجهد المستمر
- جهاز الاميتر لقياس التيار المستمر
- مقاومات R1=واحد اوم و R2=واحد كيلو اوم جميع المقاومات بقدرة واحد وات او اكثر

- لوحة توصيلات وأسلاك توصيل.

الدائرة المستخدمة لقياس الجهد المستمر كما في شكل 26.



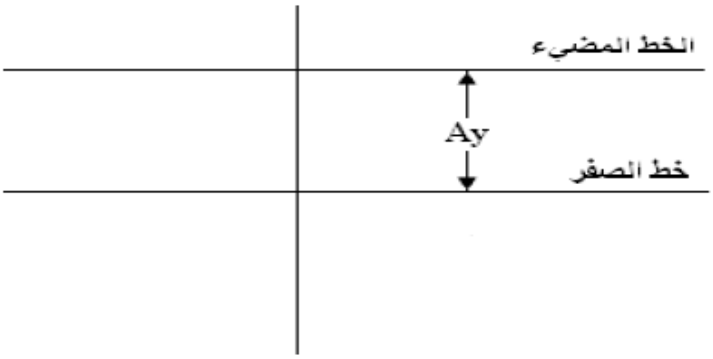
شكل 26: الدائرة المستخدمة لقياس الجهد المستمر بالأوسيلسكوب

خطوات العمل لقياس الجهد المستمر:

1- صل الدائرة كما في الشكل رقم 26 مع ضبط مصدر القدرة المستمر على جهد البداية صفر.
2- تأكد من ضبط الفولتميتر على وضع الجهد المستمر وعلى التدرج المناسب لزيادة دقة القراءة.
3- اضبط الصفر للقناة المستخدمة في الاسيليسكوب بضغط مفتاح GND مع قصر طرفي القناة واستخدام مفتاح التحريك الرأسي Y- POS I حتى ينطبق الشعاع على المحور الأفقي.
4- اضبط مفتاح قاعدة الزمن على تدريج 5ms/Div او أي تدريج مناسب لترى النقطة المضيئة كأنها خط متصل.
5- حرر مفتاح الأرضي GND ثم ابدأ بزيادة الجهد المستمر وباستخدام الفولتميتر قم بتعبئة الجدول رقم 5
6- في كل خطوة قم بقياس ارتفاع الخط المضيء عن الخط الأصفر Ay وكذلك سجل ما يشير إليه مفتاح مقسم الجهد Ky ثم قم بحساب قراءة الاوسيلسسكوب بالمعادلة التالية

$$V = Ay\,(Div) \times Ky\,(V / Div)$$

7- ارسم قراءة واحدة من الجدول وبين كيفية الحساب بالأرقام كما في الشكل 27



شكل 27: كيفية حساب الجهد المقاس بالأوسيلسكوب

قراءة الفولتميتر (فولت)	قراءة الأوسيليسكوب		
	Ay (Div)	Ky (V/Div)	حساب الجهد $V = Ay \times Ky$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

جدول رقم 5

تجربة (3)

قياس تردد الجهد او التيار المتردد باستخدام جهاز راسم الذبذبات (الاوسيلسكوب)

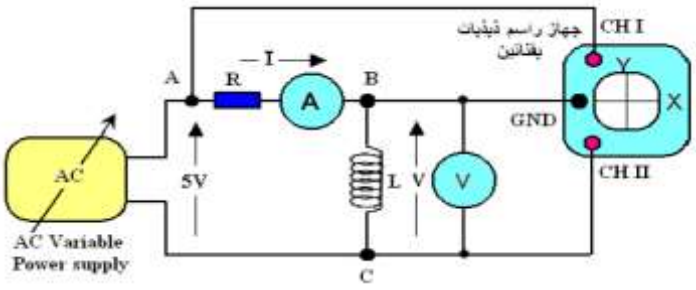
هدف التجربة:

استخدام جهاز راسم الذبذبات لقياس التردد والزمن الدوري

الأجهزة والأدوات اللازمة لإجراء التجربة:

- مصدر قدرة متردد احادي الوجه متغير الجهد
- جهاز راسم ذبذبات
- جهاز فولتميتر
- جهاز اميتر
- ملف (1000 Wdg) بقلب حديدي ومقاومة (Ri=1 ohm – 1W)
- لوحة توصيلات وأسلاك توصيل

الدائرة المستخدم لقياس تردد الجهد او التيار المتردد كما في شكل 28.

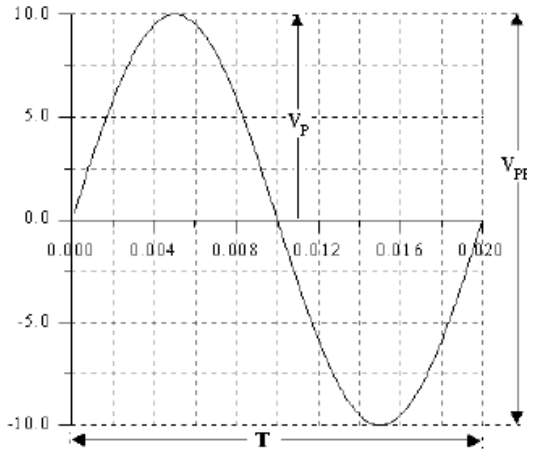


شكل 28: الدائرة المستخدم لقياس تردد الجهد او التيار المتردد

خطوات التجربة:

1. صل الدائرة كما هو مبين في شكل رقم 28 واضبط مصدر الجهد على 10 فولت.
2. استخدم قناة واحدة فقط للقراءة وذلك بتحرير مفتاح (DUAL) واختيار القناة الثانية لحساب تردد الجهد.
3. اضبط مفتاح قاعدة الزمن (Time Base) على 5ms/DIV او اى تدريج آخر مناسب لتحقيق دقة القراءة.
4. ارسم شكل موجه الجهد مع كتابة التدريج على الرسم.
5. قم بقياس الزمن الدوري للموجة (T) وذلك من نقطة على الموجة الى النقطة التالية كما هو مبين في الشكل 29 وذلك بقياس عدد المربعات الافقية Ax ووحدتها Div وضربها في التدرج الذى يشير إليه قاعدة الزمن Kx ووحدتها s/Div ويحسب الزمن الدوري T من المعادلة التالية:

$$T = Ax \times Kx$$



شكل 29: كيفية قياس الزمن الدوري باستخدام الاوسيلسكوب

6. **قم بحساب التردد للجهد او للتيار حيث T بالثانية فيكون f بالهيرتز (Hz) من المعادلة التالية:**

$$f = \frac{1}{T}$$

7. **قم بتغيير قيمة جهد المصدر واعد المحاولة وقم بأجراء الحسابات ولاحظ التغيير.**
8. **قم بتغيير القناة لاختيار التيار بدلا من الجهد وقم بحساب التردد ولاحظ التغيير.**

تجربة (4)

قياس القدرة الكهربائية في دوائر التيار المستمر

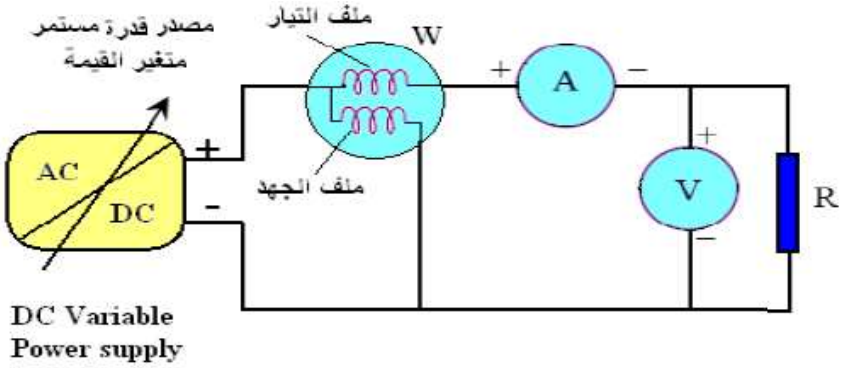
الهدف من التجربة:

كيفية استخدام الواتميتر لقياس القدرة الكهربائية ومقارنتها بقياس الاميتر والفولتميتر.

الأجهزة والأدوات اللازمة لإجراء التجربة:

- **مصدر قدرة مستمر متغير الجهد (0 – 10)V**
- **جهاز واتميتر**
- **جهاز فولتميتر لقياس الجهد المستمر**
- **جهاز المللى اميتر لقياس التيار المستمر**
- **مقاومة قدرة عبارة عن مقاومة (R=100 ohm, 2W)**
- **لوحة التوصيلات وأسلاك التوصيل**

الدائرة المستخدمة في القياس كما هو موضح في الشكل 30.



شكل 30: الدائرة المستخدمة في قياس القدرة الكهربية

خطوات العمل:

1. صل الدائرة الموضحة في شكل رقم 30 مع ضبط الجهد المستمر للمصدر على الصفر عند البدء.
2. اختر وضع القياس للتيار المستمر والجهد المستمر للأميتر والفولتميتر قبل التوصيل.
3. اختر التدريج المناسب لكل من الفولتميتر والاميتر والواتميتر ليعطي اعلى دقة في القياس مع مراعاة أطراف التوصيل للأجهزة.
4. ابدأ بزيادة الجهد المستمر حتى v10 وذلك على خطوات وسجل قراءات الأجهزة في جدول رقم 6.
5. احسب قيمة القدرة المسحوبة بواسطة الحمل (بالملى وات) باستخدام قراءة الفولتميتر (بالفولت) والأميتر (بالملى امبير) من القانون:

a. $P=V\times I$

6. قارن بين القدرة المحسوبة مع القيمة المقاسة بواسطة الوتميتر (W) في كل حالة واحسب نسبة الخطأ في قراءة الواتميتر من القانون:

$$E\% = \frac{W-P}{P} x100$$

7. ثم سجل الحسابات في الجدول.
8. ارسم علاقة بين الجهد على المحور الافقي والتيار المسحوب على المحور الرأسي.
9. ارسم العلاقة ثانية بين الجهد على المحور الأفقي والقدرة المحسوبة على المحور الرأسي.
10. ارسم علاقة ثالثة بين القدرة المحسوبة على المحور الافقي ونسبة الخطأ على المحور الرأسي.

الجهد (V)	التيار (mA)	القدرة المحسوبة (P)	قراءة الواتميتر (mW)	نسبة الخطأ E%
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

جدول رقم 6

تجربة (5)

قياس القدرة الكهربائية في دوائر التيار المتردد أحادية الوجه

الهدف من التجربة:

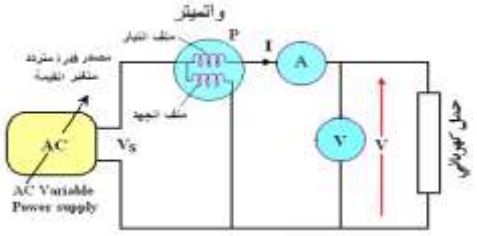
قياس القدرة الكهربية ومعامل القدرة في دوائر التيار المتردد

الأجهزة والأدوات اللازمة لإجراء التجربة:

- **مصدر قدرة متردد متغير الجهد (V220-0)**
- **جهاز افوميتر لقياس الجهد المتردد (600v AC)**
- **جهاز اميتر(A10-0)**
- **جهاز واتميتر (A5-1 وV400-100)**
- **حمل مادي عبارة عن مقاومة حرارية (56 ohm, 5A)**
- **حمل حثي (R-L load) عبارة عن ملف (100mh, 1.5A) ومقاومة حرارية (56 ohm, 5A) موصلة على التوالي.**
- **حمل سعوي (R-C Load) عبارة عن مكثف (46 micF, 400V) ومقاومة حرارية (56 ohm, 5A) موصلة على التوالي**

الدائرة المستخدمة في القياس كما في شكل 31.

اسم الوحدة : أجهزة القياس



شكل 31: الدائرة المستخدمة في قياس القدرة الكهربية لدوائر التيار المتردد

خطوات العمل:

1. صل الدائرة الموضحة بشكل رقم 31 مع توصيل الحمل المادي واضبط الجهد على V20
2. خذ قراءات الأجهزة (V, I, and P) ثم سجلها في الجدول 7
3. احسب القدرة الظاهرية للحمل من قراءتي الاميتر والفولتميتر S=V*I
4. احسب معامل القدرة من القانون

$$\cos(\Phi) = \frac{P}{S}$$

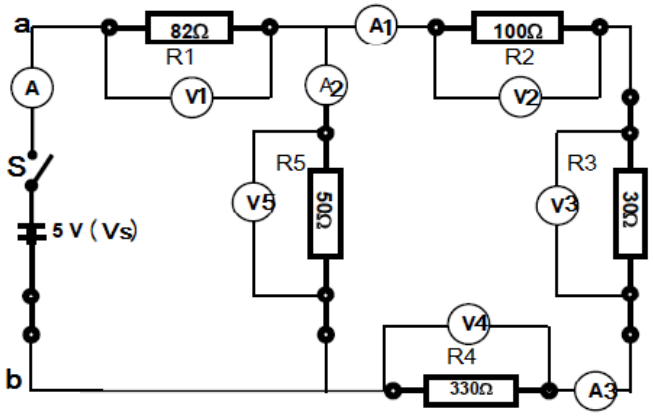
5. قارن بين القدرة الحقيقية P والقدرة الظاهرية S المحسوبة
6. احسب القدرة الغير فعالة من القانون $Q = \sqrt{S^2 + P^2}$
7. غير من قيمة الجهد وكرر الخطوات من (2) الى (6).
8. ارسم مثلث القدرة (العلاقة بين S, P, Q , ϕ) لإحدى القراءات.
9. افصل الدائرة وقم بتوصيل الحمل الحثى بدلا من الحمل المادي ثم كرر الخطوات من 1 الى 9 للحمل الحثي.
10. افصل الدائرة وقم بتوصيل الحمل السعوي بدلا من الحمل الحثي ثم كرر الخطوات من 1 الى 9.

الحمل	جهد المنبع	القراءات			الحسابات		
	V_{ph} (V)	I	V	P	S	cos Φ	Q
المادي	20						
	50						
	100						
الحثي	20						
	50						
	100						
السعوي	20						
	50						
	100						

جدول رقم 7

تدريب (1)

في الدائرة المبينة بالشكل 32



شكل 32: دائرة التدريب رقم 1

1- في حالة كان المفتاح S مفتوح قم بقياس قيم المقاومات R1, R2, R3, R4, R5 وقياس المقاومة الكلية للدائرة بين النقطتين a,b باستخدام جهاز القياس المناسب. ثم قم بحساب قيمة المقاومة الكلية، وسجل القراءات في الجدول التالي:

اسم الوحدة : أجهزة القياس

المقاومة	R1	R2	R3	R4	R5	المقاومة الكلية
القيمة المقاسة						
القيمة المحسوبة						

2- عند غلق المفتاح S قم بقياس الجهود v1,v2,v3,v4,v5, vs باستخدام جهاز القياس المناسب. ثم قم بحساب قيم الجهود في الدائرة، وسجل القراءات في الجدول التالي:

الجهد	V1	V2	V3	V4	V5	Vs
القيمة المقاسة						
القيمة المحسوبة						

3- عند غلق المفتاح S قم بقياس التيارات A, A1, A2, A3 باستخدام جهاز القياس المناسب. قم بحساب قيم التيارات في الدائرة سجل القراءات في الجدول التالي:

التيار	A1	A2	A3	A
القيمة المقاسة				
القيم المحسوبة				

اسم الوحدة : أجهزة القياس

مخرج التعلم (4): يفسر القياسات

المحتوى:

1. خطأ القياس:

هو الفرق بين مقدار الكمية المقاسة والمقدار الحقيقي "أو العياري" للكمية. ومن المهم جداً معرفة مصادر الخطأ وكيفية التقليل من آثارها وقد تتطلب القياسات الدقيقة اختيار الأجهزة المناسبة وإجراء العديد من القياسات للتوصل إلى نتائج دقيقة. وعند إجراء أي تجربة لإيجاد كمية معينة لابد من عمل الاحتياطات اللازمة لتجنب الأخطاء التي يمكن أن تدخلها الأجهزة والظروف المحيطة بها كما يجب تكرار قياس الكمية لتقليل الأخطاء العشوائية والوصل إلى نتيجة دقيقة. وسندرس فيما يلي أنواع أخطاء القياس وكيفية معالجتها والتعبير عن الأخطاء وتقدير أو حساب مقاديرها وإظهار ذلك في النتائج النهائية.

لا يمكن قياس أي كمية بدقة كاملة لذلك من المهم جداً معرفة تقدير الدقة التي تم بها القياس وحساب مقدار الخطأ المتوقع في النتيجة. ودراسة أخطاء القياس وأخطاء أجهزة القياس هي الخطوة الأولى لإيجاد الطرق والوسائل للتقليل منها. وسنرى فيما يلي أن مصادر الأخطاء متعددة. بعضها من الأجهزة وطرق استخدامها والبيئة التي يعمل فيها وبعضها من الشخص الذي يقوم بعملية القياس لافتقاره للخبرة أو بسبب عادات مكتسبة وبعض الأخطاء لها أسباب عشوائية غير معروفه يمكن التقليل من مقاديرها بتكرار عملية القياس واستخدام الوسائل الإحصائية لحسابها.

2. انواع اخطاء القياس:

أ. الخطأ الاجمالي:

هذا النوع من الخطأ يتضمن الأخطاء الإنسانية في قراءة واستخدام الأجهزة وفي تسجيل وحساب نتائج القياس. هذه الأخطاء كثيراً ما تحدث ويمكن توقعها وتجنبها. ومن هذه الأخطاء أخطاء عدم التطابق Parallax Errors وتحدث لافتقاره الخبرة عند قراءة موقع مؤشر بالنظر إلى المؤشر والتدريج بزاوية معينة بدلاً من أن يكون خط الرؤية والمؤشر والتدريج على مستقيم واحد.

ومن الأخطاء الشائعة بين المستجدين عدم اختيار الجهاز المناسب للقياس مثلاً استخدام فولتميتر مقاومته غير عالية لقياس فرق جهد بين طرفي مقاومة عالية وتكون النتيجة وجود ما يعرف بخطأ أثر التحميل Loading Effect وكثيراً ما تنتج الأخطاء من الإهمال مثلاً عدم التأكد من ضبط الموقع الصفري لمؤشر الجهاز وينتج من ذلك أن تتضمن جميع القراءات خطأ صفرياً.

ومن الأخطاء الشائعة بين المستجدين وتؤدي إلى نتائج سيئة عدم معرفة استخدام الأجهزة متعددة التدريج.

هذه الأخطاء لا يمكن معالجتها حسابياً ولكن يجب تجنبها بالاهتمام والعناية ومعرفة أخذ القراءات الصحيحة وتسجيلها بالممارسة والتمرين ويجب تحت كل الظروف عدم الاكتفاء بأخذ قراءة واحدة بل أخذ ثلاثة قراءات مختلفة على الأقل لنفس الكمية تحت ظروف مختلفة بإطفاء الجهاز ثم تشغيله مثلاً.

ب. الأخطاء الرتيبة:

تنقسم عادة الى مجموعتين هما (i) أخطاء الأجهزة التي تحدث من عيوب الأجهزة و (ii) الأخطاء البيئية

التي تحدث من تأثير الوسط المحيط بالأجهزة.

- أخطاء الأجهزة: هي أخطاء متأصلة في أجهزة القياس نسبة للأجهزة الميكانيكية المتحركة التي تتأثر بالاحتكاك وينشأ من ذلك ما يعرف بخطأ الاحتكاك أو يحدث التواء في "الياي" المتصل بأجزاء الدوران أو عدم انتظام في تمدد زمبرك نتيجة لسوء استخدام الجهاز مثل تمرير تيار أعلى من المسموح به فتؤدي هذه العيوب إلى أخطاء في القراءة تعرف بأخطاء التشوه. ومن الأخطاء أيضاً أخطاء تحدث نتيجة لقدم الجهاز مثل ضعف المغنطيس الدائم المستخدم في الجلفانومتر.
- الأخطاء البيئية أو الوسطية هي أخطاء المؤثرات الخارجية مثل الآثار الحرارية وأثر الرطوبة أو الضغط الجوي أو المجالات الكهربية والمغنطيسية على الأجهزة. وهذه الأخطاء يمكن التخلص منها باتخاذ الاحتياطات اللازمة ومعالجة الظروف المحيطة بالأجهزة قبل استخدامها.

جـ الاخطاء العشوائية

هذه الأخطاء لا يعرف أسبابها وتكون موجودة دائماً حتى بعد التخلص من كل الأخطاء الرتيبة وبالرغم من أن الأخطاء العشوائية في التجارب التي يخطط لها تخطيطاً دقيقاً تكون عادة صغيرة لكنها ذات أهمية بالغة متى كانت الدقة المطلوبة عالية.

لنفترض أننا نسجل مقدار فرق جهد ما كل نصف ساعة باستخدام فولتميتر محكم ومضبوط ومعاير وأننا تحكمنا في الوسط المحيط بالجهاز في ظروف مثالية فإننا سوف نجد أن القراءات تختلف عن بعضها البعض اختلافات طفيفة مهما فعلنا من معايرة وتحكم في ظروف التجربة ولن يكون من السهل معرفة أسباب هذه الفروقات في القراءات ولكننا يمكن أن نقلل الآثار المترتبة عليها بزيادة عدد القراءات وإيجاد المتوسط الحسابي الذي يعطي أحسن تقريب للمقدار الحقيقي للكمية المقاسة.

3. طرق التعبير عن اخطاء القياس

التعبير بصورة مطلقة ويسمى بالخطأ المطلق (Absolute Error)

التعبير كنسبة مئوية ويسمى بالخطأ النسبي (Relative Error)

الخطأ المطلق للقياس (Absolute Error)

هو الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة المقاسة فعلياً ويمثل رياضياً كالتالي:

$$a_{er} = X_{act} - X_{mes}$$

حيث أن:

a_{er}	الخطأ المطلق في القياس
X_{act}	القيمة الحقيقية للكمية المقاسة
X_{mes}	القيمة المقاسة فعلياً بجهاز القياس

الخطأ النسبي (Relative Error)

هو النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس

$$r_{er} = \frac{X_{act} - X_{mes}}{X_{act}} \times 100$$

النسبة المئوية للخطأ (Percentage Error)

هي النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية.

الدقة النسبية للقياس (Relative accuracy)

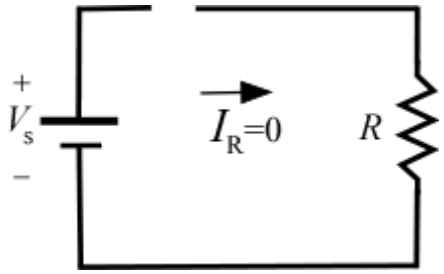
هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس.

النسبة المئوية لدقة القياس (Percentage accuracy)

هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية

الدائرة المفتوحة:

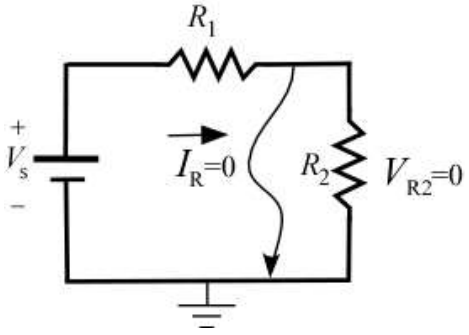
هي الدائرة التي يكون التيار فيها صفراً. وتنتج من قطع في مسار التيار كالمبين في شكل 33 أو خلل في الدائرة. إذا تم توصيل الأميتر وقاس قيمة صفرية فإن الاحتمال الأكبر أن الدائرة تكون مفتوحة.



شكل 33: مثال لدائرة مفتوحة

دائرة القِصَر

هي الدائرة التي يكون فيها الجهد قيمة صفرية وتنتج من تلامس بعض الأسلاك (كما في شكل 34) أو الأجزاء بالأرض. إذا تم توصيل الفولتميتر وكانت القراءة صفرية فإن الاحتمال الأكبر أن هناك قصر في الدائرة.



شكل 34: مثال لدائرة قِصَر

اسم الوحدة : أجهزة القياس

التقرير

إن نجاح الفني مرهون ليس فقط بتقيده وتنفيذه للتعليمات ولكن أيضاً بإتقانه الجيد لكتابة التقرير عن التجربة الذي يشتمل على:

- **الغاية من التجربة.**
- **ملخص للفكرة النظرية والمعادلات الأساسية.**
- **ملخص الطريقة التجريبية المتبعة (لأن بعض التجارب تنفذ بأكثر من طريقة).**
- **جدول البيانات وفيه كل النتائج مدونة بشكل واضح.**
- **رسم الخطوط البيانية المطلوبة.**
- **حساب الأخطاء.**
- **الاستنتاجات (وملاحظاتك حول التجربة إن وجدت).**

تدريب (1)

بالرجوع الى الشكل 32

1. **احسب الخطأ النسبي للجهود V1, V2, V3, V4, V5؟**
2. **احسب الخطاء المطلق للتيارات A1, A2, A3؟**
3. **اكتب تقرير موجز عن ملاحظاتك في النتائج التي حصلت عليها.**

تدريب (2):

اجب على ما يلي

1. **وصل جهاز فولتميتر بمنبع كهربي فكانت قراءة ١١٢ فولت وكانت القيمة المقاسة للجهد ١١٠ فولت، أوجد الخطأ المطلق والنسبي للجهاز**
2. **أقصى شدة تيار يمر بملف جهاز قياس هي ١٠ أمبير لتحدث أقصى انحراف فإذا قسم تدريجه إلى ١٠٠ قسم احسب حساسية الجهاز**
3. **أمبيرومتر تيار مستمر استخدم لقياس تيار مار في إحدى الدوائر فأعطي قياساً 2.15 أمبير فإذا كانت القيمة الحقيقية للتيار المار هي 2.25 أمبير أوجد مقدار الخطأ النسبي لهذا الجهاز**
4. **ما هي الطرق المتبعة لتجنب أخطاء القياس**
5. **ما هو الخطأ المطلق، والخطأ النسبي**
6. **وصل جهاز فولتميتر بمنبع كهربي فكانت قراته 210 فولت وكانت القيمة المقاسة للجهد 200 فولت أوجد الخطأ النسبي والخطأ المطلق.**