الجمهورية العربية السورية

وزارة التربية

أسس الكهرباء /1/

الصف الأول الثانوي المهني الصناعي

مهنة التقنيات الكهربائية









العام الدراسي

1435-1434هـ

2014-2013م

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجمهورية العربية السورية

وزارة التربية

أسس الكهرباء /1/

الصف الأول الثانوي المهني الصناعي

مهنة التقنيات الكهربائية



المؤسسة العامة للطباعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

حقوقُ التّأليفِ والنّشرِ محفوظةٌ
لوزارةِ التّربيةِ في الجمهوريّةِ العربيّةِ السّوريّةِ



حقوقُ الطّبعِ والتّوزيعِ محفوظةٌ
للمؤسّسةِ العامّةِ للطّباعةِ

طُبعَ أولَ مرّةٍ للعامِ الدّراسيّ

2013- 2014 م

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

لجنة التأليف

م.م بشار غازي النجار

د. سالم يعقوب

م. مالك الغراء

م. محمد مولود صبري

وردت الأسماء حسب الترتيب الهجائي

لجنة التقويم

د.م صالح الأيوبي

د.م محمد الحسين

م. محمد عبد الحميد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة محتويات الكتاب

المحتوى		الصفحة
تعليمات السلامة المهنية والبيئة		6
تعليمات للمدرب		7
الوحدة الأولى	الكهرباء والشكل الذري	9
الوحدة الثانية	بناء الدارة الكهربائية البسيطة	31
الوحدة الثالثة	المقاومة الكهربائية	65
الوحدة الرابعة	قوانين الدارات الكهربائية	115
الوحدة الخامسة	حل الدارات الكهربائية	139
الوحدة السادسة	الاستطاعة والقدرة الكهربائية	177
الوحدة السابعة	المكثفات والملفات في التيار المستمر	193
المصطلحات العلمية		234
المراجع		237

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

مقدمة الكتاب

يبحث هذا الكتاب في أسس الكهرباء (التيار المستمر) ويتألف من سبع وحدات حيث يحاول هذا الكتاب البحث في المفاهيم والعلاقات الكهربائية الرئيسة، وفي دارات التيار المستمر وتطبيقاتها، بما يتناسب مع مرحلة الدراسة الثانوية المهنية، هذا المنهاج هو إسقاط للمعايير الوطنية للمهنة المبنية على أساس التصنيف العربي للمهن فهو يلحظ وبعناية الصلة بين المفهوم النظري والتطبيق العملي، ومتطلبات سوق العمل. وتأخذ الأمثلة دوراً مباشراً في ذلك، فهي في معظمها مستقاة من الواقع العملي المدروس وتعبّر عنه، وتغطي حاجة المتدرب في الربط بين المفهوم النظري والعملي.

نرجو أن ينمي هذا الكتاب المهارات والقدرات النظرية والعملية لطلابنا الأعزاء ويكون عوناً لهم في حياتهم العملية وينال القبول ممن سيدرسه ومن سيدرّسه...

والله ولي التوفيق

المؤلفون

دمشق 2012/4/12 م

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

تعليمات السلامة المهنية والبيئة

1- التزام الهدوء والانضباط أثناء الدخول إلى الورش.

2- الالتزام بموعد الدخول والخروج من الورش (حسب النظام الداخلي).

3- ارتداء ملابس العمل المناسبة.

4- عدم ارتداء الملابس الفضفاضة .

5- لبس حذاء معزول.

6- الاعتناء بالمظهر الشخصي والمحافظة على النظافة الشخصية.

7-أصغِ إلى تعليمات المدرب بخصوص التعامل مع الورش والأجهزة المخبرية ونفذها بدقة.

8- وضع إسوارة تفريغ الشحنات أثناء إجراء تجارب الكهرباء الساكنة وأثناء ارتداء الملابس الصوفية.

9- الالتزام بالفئات التي تم تشكيلها من قبل المدرب.

10- الجلوس الصحي على المقاعد والمحافظة عليها.

11- عدم رمي الأوساخ داخل الورشة ورميها في سلة المهملات.

12- الاعتناء بدفتر التحضير لكل قسم حسب تعليمات المدرب .

13- عدم العبث بالأجهزة أو الأدوات التي ضمن الورش.

14- عدم الدخول إلى الأقسام الأخرى طالما ليس لديك تدريب فيها.

15- حافظ على نظافة الأجهزة والأدوات ورتبها وضَعْها في المكان المخصص.

16- تأكد من سلامة الأدوات والعدد ومن عزلها بشكل جيد قبل البدء باستخدامها.

17- لا تعمل على أرضيات رطبة أو غير معزولة.

18- لا تُقدم على تنفيذ أي عمل قبل مراجعة المدرب وأخذ التعليمات منه.

19- حافظ على نظافة الورش ورتبها بعد الانتهاء من العمل.

20- الالتزام بالخروج المنتظم من الورش بعد الانتهاء من الدوام، وعدم إصدار أي ضجيج أو أصوات مرتفعة لكي لا تشوش على المهن الأخرى.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تعليمات للمدرب

1- يحتسب الشرح النظري الذي يسبق كل تمرين من زمن التمارين.

2- استخدم أجهزة قياس ذات دقة عالية حتى تقل نسبة الخطأ.

3- عند وجود نسب خطأ أشر إليها واستخدم التقريب.

4- استخدم أسلاكاً ملونة مثلاً الأحمر للطرف الموجب والأسود للطرف السالب.

5- أعلِم المتدرب أنه قد لا تتوافق قيم قياساته مع القيم المحسوبة أو المقاسة من الآخرين، ولكنها قد تكون قريبة منها أو تتفق معها بسبب عدة عوامل منها نسبة الخطأ للأجهزة أو لعناصر الدارة.

6- استخدم القيم المدونة في مستلزمات التجربة للحصول على نتائج دقيقة وصحيحة، وفي حال عدم توافرها استخدم قيماً مقاربة منها.

7- على المتدرب أخذ القراءات بدقة متناهية واستخدام التقريب بطريقة سليمة عند الحاجة.

8- اضبط منبع الجهد بحيث تحصل على قراءات ذات أرقام صحيحة وقريبة من تلك النتائج المدونة في التمارين.

9- اجعل المتدرب يختار بنفسه الأجهزة المناسبة للتمرين، وإذا أخطأ شارك باقي المتدربين لتصحيح هذا الخطأ.

10-أعلِم المتدرب على أن العامل الزمني لتنفيذ التمرين يحسب من علامة التمرين.

11-أعلِم المتدرب أن التدريب بالشكل الصحيح يساعده على اجتياز الاختبار للوحدة التدريبية، وهذا لا يتأتى إلا بالالتزام بتعاليم المدرب والإصغاء إليه أثناء شرح وتنفيذ التمرين.

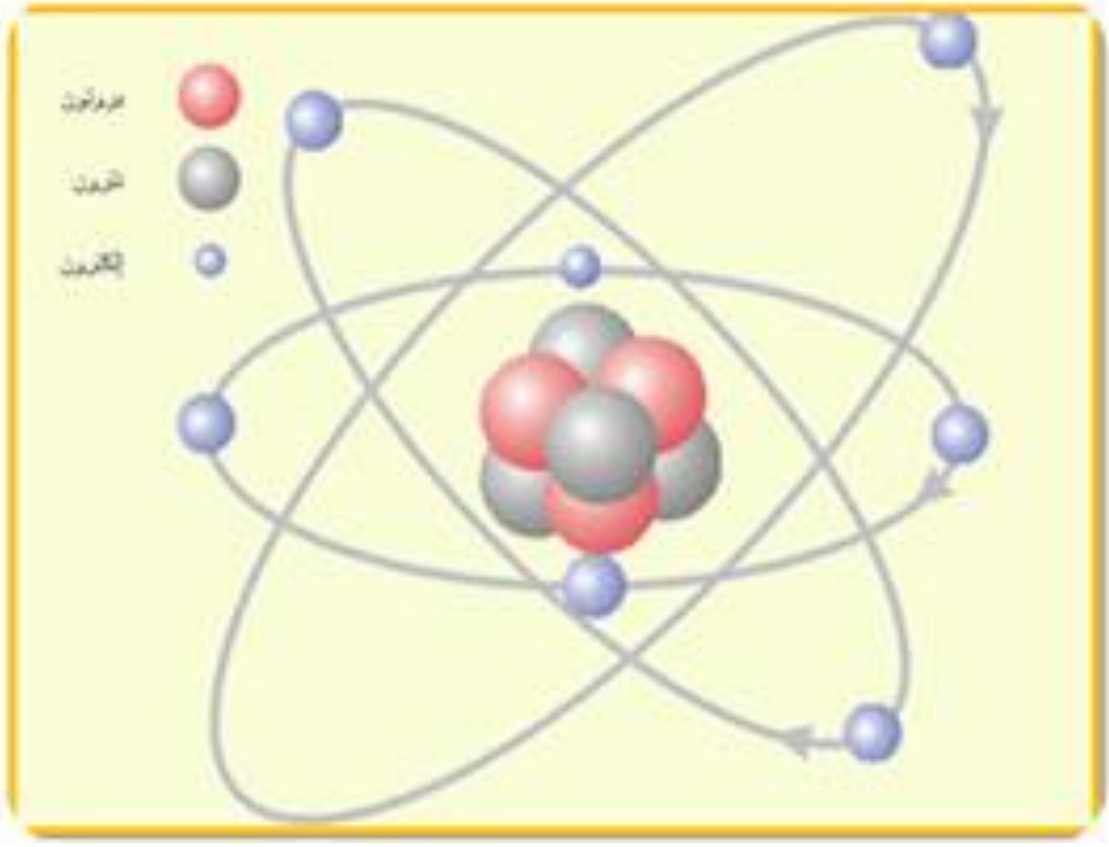
12- قم بتنفيذ التجارب والاختبار، وخذ النتائج لكل تمرين وقارنها مع النتائج المدونة قبل أن تنفذ من قبل المتدربين.

13- يفضل الإعداد والتحضير الجيد للدرس قبل حضور المتدربين.

14-على المدرب أن يشير إلى ضرورة تطبيق تعليمات السلامة قبل كل تمرين.

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة الأولى الكهرباء والشكل الذري



قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

قائمة محتويات الوحدة

المحتوى	الصفحة

مقدمة الوحدة 11

المعلومات النظرية للوحدة 12

الكهرباء والشكل الذري 12

الكهرباء الساكنة والشحنة الكهربائية 15

تصنيف المواد 21

تقييم المعلومات النظرية للوحدة 23

بطاقة التمرين العملي رقم /1/ 25

الاختبار العملي للوحدة 28

الزمن اللازم لإنجاز الوحدة: 8/ساعة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

مقدمة الوحدة

إن كلمة "كهرباء" تغطي جميع الظواهر الطبيعية المسببة إما بوساطة شحنة كهربائية ساكنة أو بوساطة حركة الشحنة (التيار) والحقول المغناطيسية و الكهربائية المرتبطة بها، تفهم الكهرباء بشكل عام على أنها شكل من أشكال الطاقة التي تمتاز بسهولة نقلها وإمكانية تحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة مثل الحرارة ، الضوء ، الطاقة الميكانيكية أو الكيميائية، ولفهم طبيعة الكهرباء وخصائصها لابد من التعرف أولاً على النظرية الإلكترونية فلقد اعتبرت النظرية الإلكترونية من أحدث الطرق وأوضحها في تفسير طبيعة الكهرباء ولفهم هذه النظرية لابد لنا من معرفة بعض خصائص المادة .

بعد إنجاز هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على :

1. معرفة طبيعة الكهرباء.
2. معرفة تركيب الذرة.
3. معرفة كيفية توزع الإلكترونات على المدارات.
4. معرفة نوعا الشحن وسلوك الشحنات بالنسبة لبعضها البعض.
5. التمييز بين المواد .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1- الكهرباء والشكل الذري

1-1 تعريف المادة:

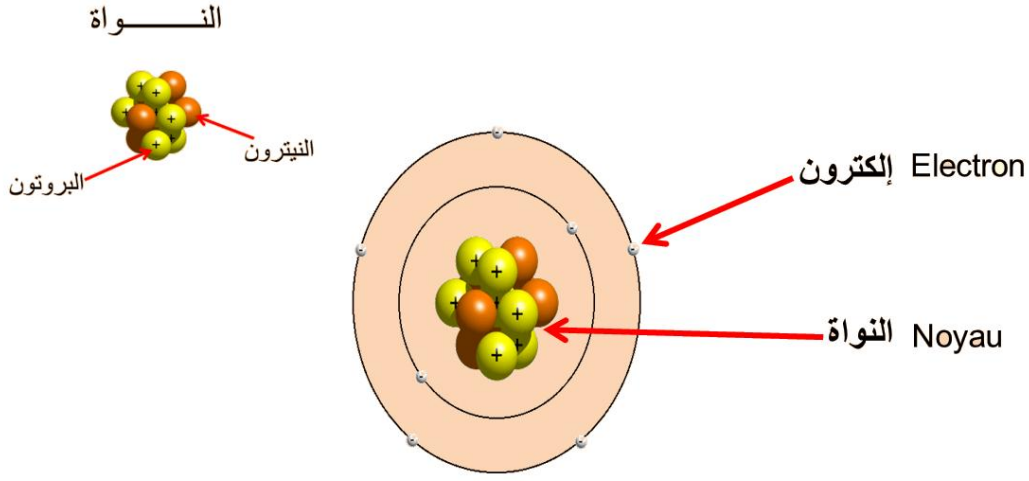
تُعـرّف علـى أنهـا أي شـيء لـه وزن ويشـكل حيـزاً فـي الفـراغ ، وأصـغر مكونـات العنصـر أو المركـب والتـي يمكـن أن يحـتفظ بخواصـه الذاتيـة هـو الجـزيء وهنـاك فـي الطبيعة حوالي/104/ عناصر مختلفة .

أ- **العنصـر:** يطلـق اسـم العنصـر أو المـادة الأساسـية عنـدما يتـألف الجسـم مـن نـوع واحد من العناصر كالنحاس أو الألمنيوم مثلاً.

ب- **المركـب:** عنـدما يتحـد عنصـراً أو أكثـر بشـكل أو بـآخر مـع بعضـهما فإنهمـا يشـكلان ما يسمى بالمركب.

2-1 تركيب الذرة:

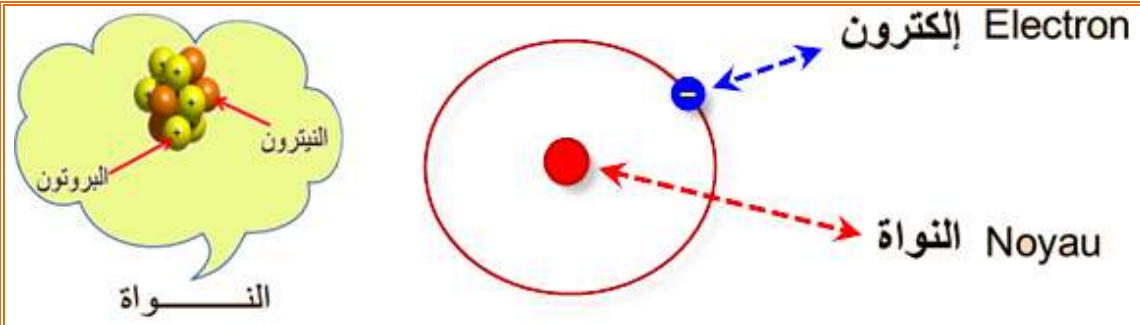
تتكون الذرة من جسيمات صغيرة سالبة الشحنة تدور حول نواة الذرة بسرعة عالية جداً ، تدعى هذه الجسيمات المتحركة بالكهارب أو الإلكترونات (Electrons) كما تحتوي النواة على نيترونات (Neutrons) متعادلة الشحنة ، وعلى بروتونات (protons) موجبة الشحنة.



الشكل (1-01) تركيب الذرة

وهـذا مـا أوضـحه لنـا العـالم نيلـز بـور حيـث شـبه تركيـب الـذرة بالنظـام الشمسـي شـكل (1-01).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (1-02) بنية ذرة الهيدروجين

ويختلف تركيب الذرة من مادة إلى أخرى ويختلف تبعاً لذلك عدد الإلكترونات الموجودة بها وعدد المدارات فمثلا تتكون ذرة الهيدروجين (أخف العناصر) من نواة تحوي بروتوناً واحداً يدور حولها إلكترون واحد كما هو موضح بالشكل (01-2).

وترمّز المدارات من الداخل إلى الخارج بالرموز: (Q,P,O,N,M,L,K) والسعة القصوى لكل مدار تعطى بالعلاقة: $Z_e=2.n^2$

حيث: (n) رقم المدار.

نأخذ ذرة النحاس كمثال، حيث تحتوي نواتها على تسعةً وعشرين بروتون، يدور حولها تسعةٌ وعشرون إلكتروناً كما هو مبين في الشكل (1-03).



الشكل (1-03) ذرة النحاس

المدار الرابع (الأخير) يحتوي على إلكترون واحد فقط، وهو إلكترون سطحي (حر) ويدعى إلكترون التكافؤ، (وقد رسمت المدارات دائرية للتبسيط).

والسؤال الذي يطرح نفسه هو: من الذي يتولى نقل الكهرباء: الإلكترونات؛ أم البروتونات؛ أم النيترونات؟

الإجابة والتعليل: أنه من المستحيل أن تقوم نواة الذرة ذات الشحنة الموجبة بنقل التيار الكهربائي لكونها مرتبطة في موقع ثابت، علماً أن معظم إلكترونات الذرة السالبة في المادة الصلبة لها أيضاً مواقع ثابتة في مدارات محددة مرتبطة بالنواة إلا أن عدداً قليلا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

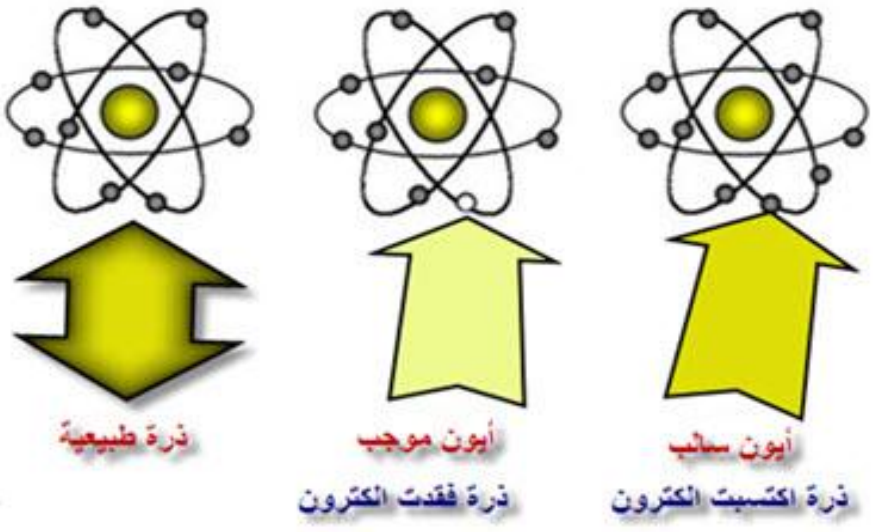
منهـا يـتمكن مـن الانفصـال والبقـاء حـراً بعـض الوقـت أو الاتحـاد بـذرة أخـرى، وتتـولى هـذه الإلكترونات مسؤولية نقل الكهرباء والتي تدعى كما ذكرنا بالإلكترونات الحرة .

(إذاً نلاحظ أن الإلكترونات الحرة هي وحدها التي تتولى نقل التيار الكهربائي).

3-1 الأيونات(Ions)

تكون الذرة **متعادلة كهربائياً** عندما يكون عدد إلكتروناتها **مساوياً** لعدد بروتوناتها.

أمـا إذا **فقـدت** هـذه الـذرة إلكترونـاً واحـداً أو أكثـر، يصـبح عـدد بروتوناتهـا الموجبـة أكثـر من عدد إلكتروناتها السالبة.



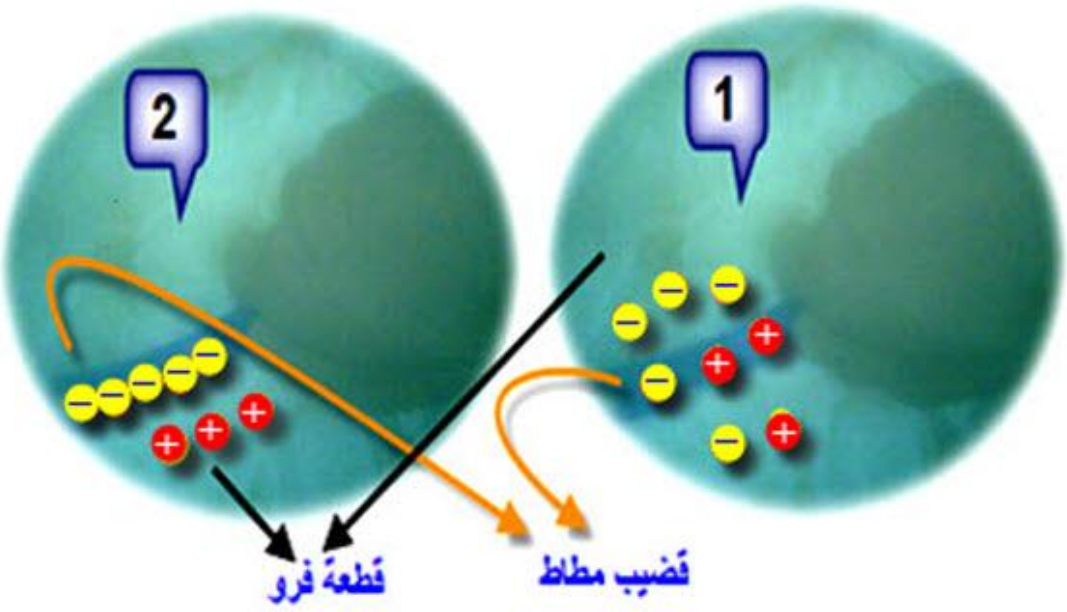
الشكل (1-04) الأيونات

وتصـبح الـذرة مشـحونة بشـحنة كهربائيـة موجبـة، وتسـمى عندئـذ " **أيونـاً موجبـاً** ". أمـا إذا **اكتسـبت** الـذرة إلكترونـاً واحـداً أو أكثـر فإنهـا تصـبح مشـحونة بشـحنة سـالبة، وتسـمى عندئـذ " **أيوناً سالباً** "، لاحظ الشكل (1-04).

إن الأيونـات السـالبة والموجبـة هـي الأسـاس فـي نشـوء تيـار كهربـائي سـواء فـي الغـازات أو في المحاليل المتأينة والناقلة للتيار الكهربائي.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2- الكهرباء الساكنة والشحنة الكهربائية



الشكل (1-05) الشحن بالدلك

عند دلك قضيب من المطاط بقطعة من الفرو أو الصوف تنفصل بعض الإلكترونات عن قطعة الفرو وتلتحق بذرات قضيب المطاط.

وبهذا تصبح شحنة قضيب المطاط سالبة بسبب زيادة عدد الإلكترونات فيها في حين تصبح شحنة قطعة الفرو موجبة بسبب نقص عدد الإلكترونات فيها كما هو موضح بالشكل (1-05).

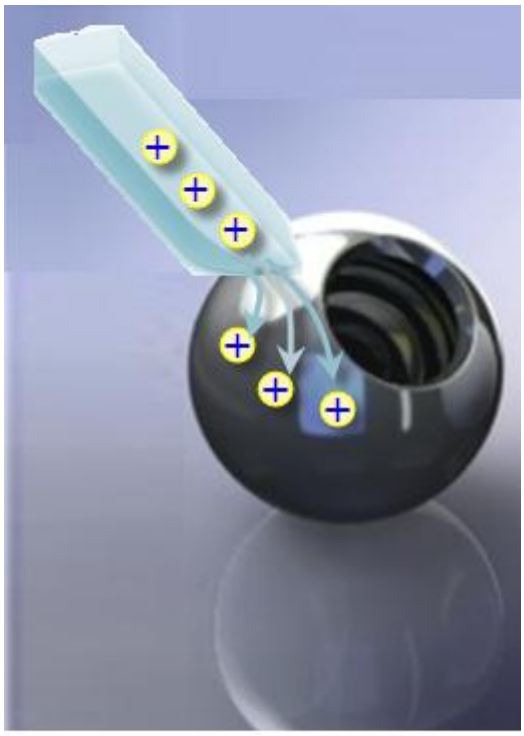
النتيجة: الشحن السالب يعني زيادة في الإلكترونات والشحن الموجب يعني نقصاً في الإلكترونات.

هناك طرق متعددة لشحن الأجسام كهربائياً :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-1 طرق الشحن الكهربائي

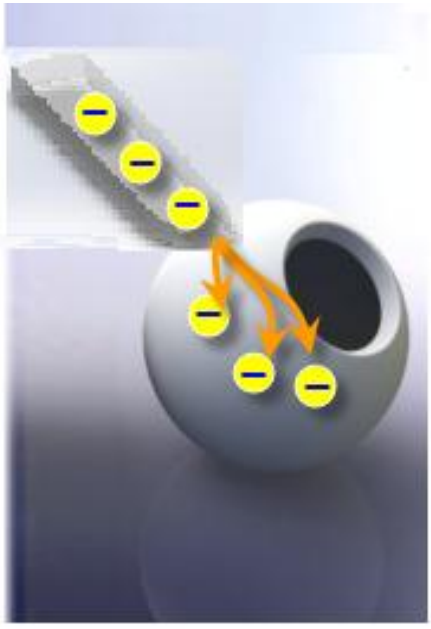
2-1-1 الشحن بالدلك: تكون الأجسام قبل الدلك متعادلة كهربائياً، فإذا دلك جسم بآخر فإن الجسم الدالك إما أن ينتزع عدداً من الإلكترونات من الجسم المدلوك الذي يصبح مشحوناً بشحنة كهربائية موجبة، أو يعطي عدداً من الإلكترونات إلى الجسم المدلوك الذي يصبح مشحوناً بشحنة كهربائية سالبة. فكل من الدالك والمدلوك ينشحن بعد الدلك أحدهما بشحنة كهربائية سالبة وتكون الشحنتان الكهربائيتان متساويتين.



الشكل (1-06) الشحن باللمس

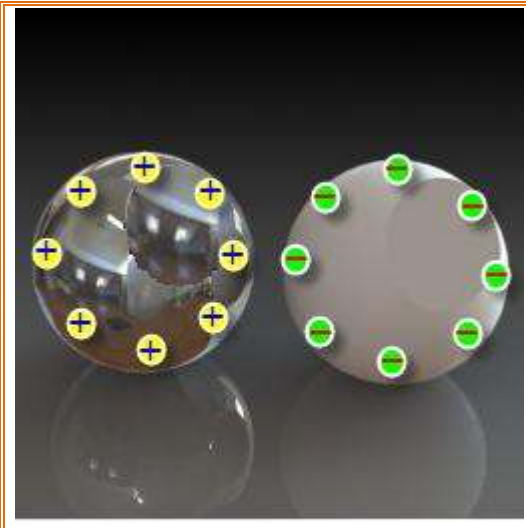
2-1-2 الشحن باللمس: إذا دلكنا قضيباً من الزجاج بقطعة قماش فإنه ينشحن بشحنة كهربائية موجبة ولنجعل هذا القضيب يلامس كرة معدنية غير مشحونة ومستندة على قاعدة من مادة عازلة فنجد أن الكرة تتشحن بشحنة موجبة الشكل (1-06)

لندلك الآن قضيباً من مادة صناعية (بلاستيكية) بقطعة قماش فينشحن بشحنة كهربائية سالبة ولنجعل هذا القضيب يلامس كرة معدنية غير مشحونة أخرى فنجد أن الكرة تتشحن بشحنة كهربائية سالبة الشكل (1-07).



الشكل (1-07) الشحن باللمس

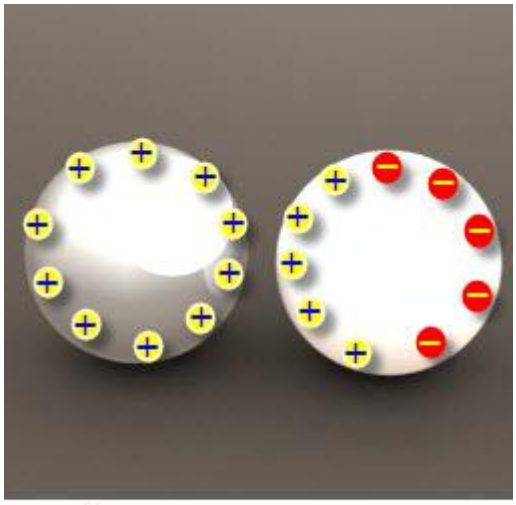
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل(1-08) الشحن باللمس

مما سبق نستنتج أنه إذا لامس جسم مشحون كهربائياً جسماً أخر فإنه يعطيه جزءاً من شحنته الكهربائية وكذلك نجد أن الشحنات الكهربائية تتوزع بانتظام على السطح الخارجي للكرات الشكل (1-08) .

3-1-3 الشحن بالتأثير:



الشكل (1-09) الشحن بالتأثير

تشحن النواقل بالتأثير إذا وضعت في جوار جسم مشحون كهربائياً وتكون شحنة الطرف القريب من الجسم المشحون عكس شحنة الجسم المشحون وتساويها بالقيمة الشكل (1-09).

بينما ينشحن الطرف البعيد بشحنة من النوع نفسه لشحنة الجسم المشحون وتساويها بالقيمة أيضاً. وتفسير ذلك أنه لو فرضنا أن شحنة الجسم المشحون موجبة فإن عدداً من الإلكترونات تنتقل من الطرف البعيد للجسم الناقل إلى الطرف القريب المقابل للجسم المشحون. وبذلك تصبح شحنته سالبة وشحنة الطرف البعيد موجبة، بينما تكون منطقة الوسط من الجسم الناقل متعادلة كهربائياً. ويجب ملاحظة أن الشحنتين المتكونتين بالتأثير ليستا دائمتين بل تزولان بزوال المؤثر (الجسم المشحون) كما أنه يمكن فصل إحدى الشحنتين بوصل أحد طرفي الناقل بالأرض .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1-3 الكولون هو وحدة قياس الشحنة الكهربائية ويرمز له بالرمز [C].

تعريف الكولون: عندما يمر في ناقل تيار كهربائي شدته (1) أمبير خلال ثانية واحدة تكون كمية الكهرباء التي اجتازت هذا الناقل هي (1) كولون وتعطى بالعلاقة:

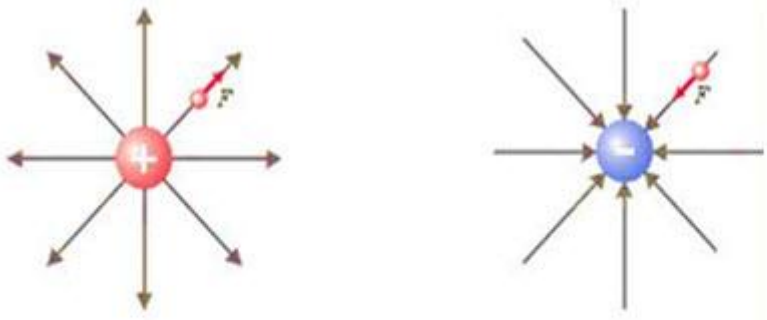
$$Q = I.\ t$$

فمثلا تحمل الإلكترونات شحنة سالبة مقدارها (($1.602.10^{-19}$ c))

2-3 المجال الكهربائي

هو الحيز المحيط بالجسم المشحون بشحنة كهربائية والذي يظهر ضمنه تأثير القوى الكهربائية ويمثل بخطوط وهمية مرسومة بطريقة بحيث إن اتجاهه في أي نقطة هو اتجاه المجال الكهربائي في تلك النقطة كما أن شدات المجال الكهربائي في جميع نقاطه متساوية ويرمز له بالرمز (E) إذا كانت هناك شحنة(Q) موجودة ضمن مجال كهربائي ثابت تخضع لقوى (F) تعطى بالعلاقة:

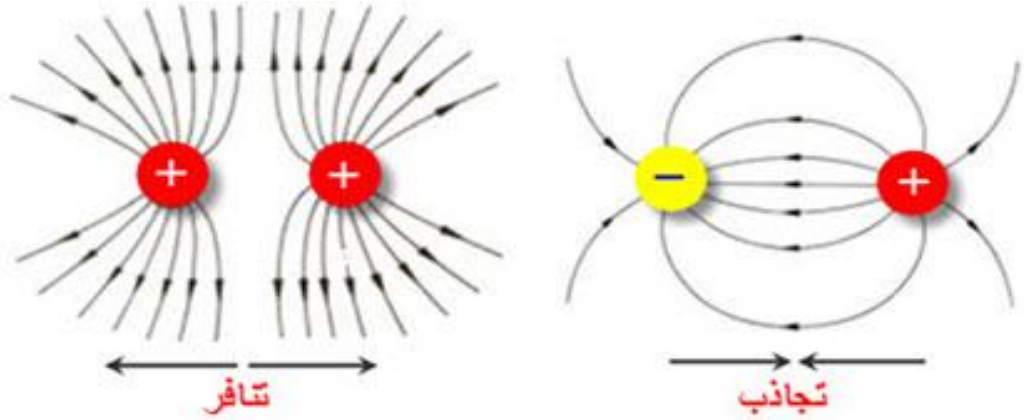
$$F = E.Q$$



الشكل(1– 10)الشحنات الكهربائية ومجالاتها الكهربائية

ومن أهم مميزات خطوط المجال الكهربائي بأن خطوطه لا تتقاطع مطلقاً، كما هو موضح الشكل (1–10)، ويبين الشكل (1-11) أن تداخل خطوط المجال مع بعضها يؤدي إلى تنافر الشحنات المتماثلة، لأن خطوط المجال لا تتقاطع مع بعضها داخلياً، وبالنتيجة تحاول كل شحنة أن تبتعد عن الأخرى.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (1- 11) التجاذب والتنافر بين الشحنات الكهربائية

كما يبين الشكل (1-11) شحنات مختلفة وفي هذه الحالة يتصل المجالان مع بعضهما داخلياً، وبالنتيجة تتجاذب الشحنات وتتحرك باتجاه بعضها.

بما أن هناك تنافراً وتجاذباً بين الشحنات الكهربائية، فمعنى ذلك أن هناك قوى متبادلة بينها تؤدي إلى ذلك، وحيث أن هذه القوى ناتجة عن الشحنات الكهربائية لذلك تسمى القوى الكهربائية.

وبناءً على قانون كولون فإن القوة الكهربائية المتبادلة (F_{12}) بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين تتناسب طرداً مع مقدار كل من الشحنتين وعكساً مع مربع المسافة بينهما، وتعطى بالعلاقة:

$$F_{1.2} = \frac{q_1 . q_2}{4\pi . \varepsilon_o . d^2}$$

حيث:

F_{12} القوة المتبادلة بين الشحنتين وتقاس بالنيوتن.

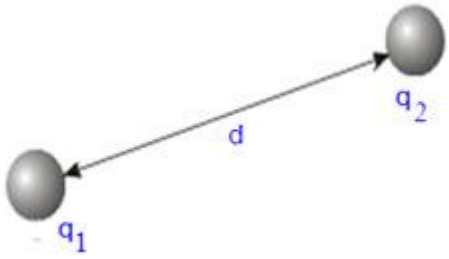
q_1 الشحنة الكهربائية الأولى وتقاس بالكولون.

q_2 الشحنة الكهربائية الثانية وتقاس بالكولون.

ε_0 ثابت سماحية الفراغ ويساوي

8.85×10^{-12} Farad/m

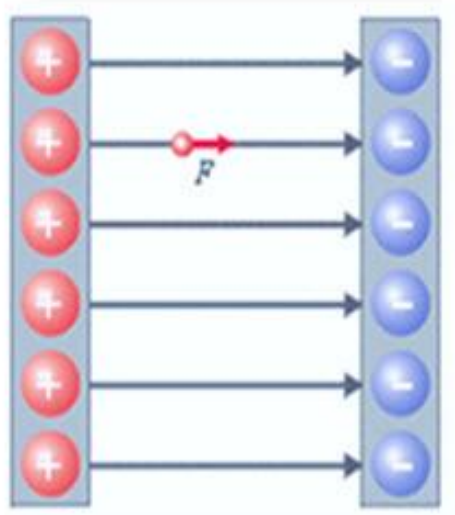
d المسافة بين الشحنتين وتقاس بالمتر.



إذا تم توزيع شحنات موجبة و سالبة بالتساوي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

على صفيحتي معدن متوضعتان على التوازي مع بعضهما (كما هي الحالة في صفيحتي المكثف كما سنرى لاحقاً)، خطوط المجال بين الصفيحتين تكون متوازية كما هو ظاهر في الرسم التالي. تنطلق خطوط المجال من الصفيحة المشحونة موجباً وتنتهي في الصفيحة المشحونة سالباً. بما أن كثافة الخطوط في داخل صفيحة المكثف تكون دائماً نفسها، فإن قوة المجال الكهربائي (F) بين الصفيحتين تكون أيضاً نفسها. مثل هذا المجال الكهربائي يوصف بأنه منتظم (uniform) الشكل (1-12).



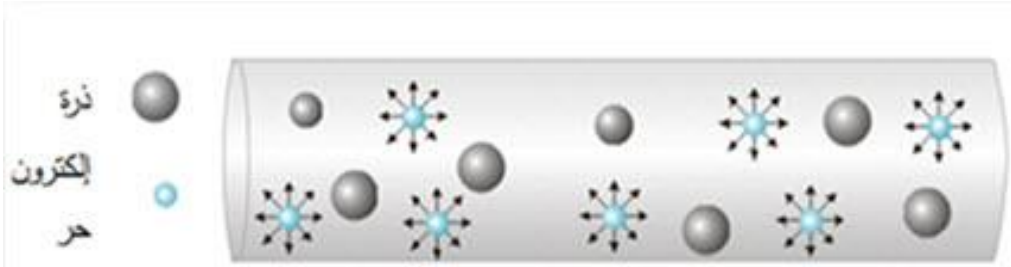
الشكل (1- 12) المجال الكهربائي المنتظم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4- تصنيف المواد

تقسم المواد من حيث ناقليتها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أقسام، هي:

1-4 المواد الناقلة (conductors)



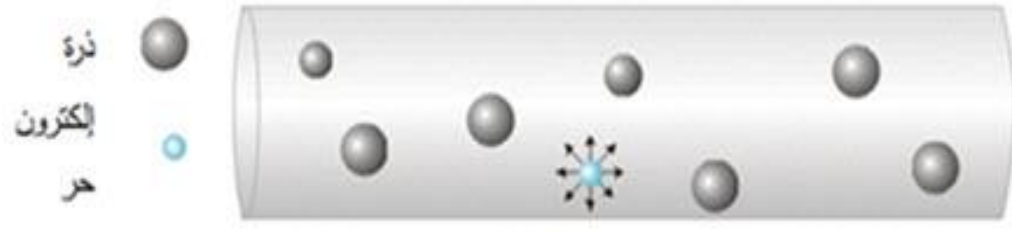
الشكل (1-13) المواد الناقلة

وهي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها مثل المعادن بمختلف أنواعها، ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري.

حيث تحتوي على عدد كبير من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة تحت تأثير قوة خارجية كمصدر جهد كهربائي أو بطارية، كما هو موضح في الشكل (1-13).

2-4 المواد العازلة(insulators)

وهي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها مثل الخشب والزجاج والمطاط والبلاستيك. ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري.



الشكل (1-14) المواد الناقلة

حيث تحتوي على عدد قليل من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة تحت تأثير جهد كهربائي كما في الشكل (1-14) وللمواد العازلة أهمية كبيرة في الأنظمة الكهربائية نظراً لاستعمالاتها المتعددة. فمثلاً، يستخدم البلاستيك في تغطية الأسلاك الكهربائية لحماية الإنسان من التكهرب.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-4 أنصاف النواقل(semiconductors)

هي مواد وسط بين المواد العازلة والمواد الناقلة، أي أنها في حالتها النقية عند درجة حرارة الصفر المطلق تكون عازلة للكهرباء ويتم التحكم بناقليتها عن طريق إضافة بعض الشوائب إليها. ولأنصاف النواقل أهمية خاصة في مجال الهندسة الإلكترونية الحديثة حيث تستخدم في صناعة جميع العناصر الإلكترونية مثل الثنائيات والترانزستورات والدارات المتكاملة.

ومن أهم المواد نصف الناقلة المستخدمة في هذا المجال: السيليكون والجرمانيوم

إذاً عزيزي الطالب تذكر أننا في هذه الوحدة تعرفنا على :

- البنية الذرية ومفهوم الكهرباء الساكنة.
- مفهوم الشحنة الكهربائية.
- تصنيف المواد وأنها تقسم إلى ثلاثة أقسام(ناقلة، عازلة، أنصاف نواقل)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تقييم المعلومات النظرية للوحدة

أولاَ : أجب بكلمة صح عن العبارات الصحيحة وخطأ عن العبارات المخطوءة

1. تتكون نواة الذرة من البروتونات والإلكترونات.
2. البروتون عديم الشحنة وشحنة النيترون موجبة.
3. يحتوي المدار الأول للذرة على (1) إلكترون، والثاني (2) إلكترون.
4. يسمى المدار الأخير للذرة مدار التكافؤ.
5. تكون الذرة متعادلة كهربائياً عندما يكون عدد إلكتروناتها أقل من عدد بروتوناتها.
6. الذرة التي تفقد إلكتروناً تسمى أيوناَ موجباَ والذرة التي تكسب إلكتروناً تسمى أيوناَ سالباَ.
7. الشحنات المتماثلة تتجاذب والشحنات المختلفة تتنافر.
8. الكولون هو وحدة قياس الشحنة الكهربائية.
9. المواد الناقلة للكهرباء هي المواد التي يكون مدارها الأخير مكتمل الإلكترونات.
10. المواد العازلة للكهرباء هي المواد التي يكون عدد الإلكترونات الحرة فيها قليل.
11. يعتبر الجرمانيوم من المواد الناقلة.
12. من أهم المواد نصف الناقلة النحاس والحديد.
13. تستخدم المواد نصف الناقلة في صناعة العناصر الإلكترونية مثل الترانزستورات والموحدات.
14. ترجع قدرة المواد الناقلة على توصيل التيار الكهربائي إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على اليكترونات حرة.

ثانياَ: اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي:

المواد التي لها العدد الأكبر من الإلكترونات الحرة هي:

☐ عوازل ☐ نواقل ☐ أنصاف نواقل ☐ نصف عازلة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تتكون الذرة من:

أ- ☐ جزيئات ☐ ايونات ☐ نترونات وبروتونات ☐ نترونات وبروتونات والكترونات

تتكون نواة الذرة من:

ب- ☐ جزيئات ☐ ايونات ☐ نترونات وبروتونات ☐ نترونات وبروتونات والكترونات

واحدة الشحنة الكهربائية هي :

☐ كولون ☐ أمبير ☐ فولط ☐ لاواحدة لها .

خطوط المجال للمسار الكهربائي :

☐ من شحنة سالبة إلى شحنة موجبة ☐ من شحنة موجبة إلى شحنة سالبة

☐ من شحنة موجبة إلى شحنة موجبة ☐ من شحنة سالبة إلى شحنة سالبة

ثالثاً: املأ الفراغات الآتية بالكلمات أو العبارات المناسبة:

1. الشحن السالب يعني ..... في الإلكترونات والشحن الموجب يعني ..... في الإلكترونات.
2. إن القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين تتناسب ..... مع مقدار كل من .... و..... مع ..... بينهما.

رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. فسر أن النحاس ناقل جيد للكهرباء؟
2. إذا علمت أن عدد الإلكترونات في ذرة الصوديوم 11 إلكتروناً، وزّع هذه الإلكترونات على المدارات؟
3. إذا كانت ذرة الهيدروجين تحوي على إلكترون واحد فما هو عدد المدارات فيها؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /1/

اسم التمرين	الشحن بالدلك	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يتقن عملية الشحن الكهربائي.
2. يميز بين أنواع الشحنات للأجسام المختلفة قبل وبعد عملية الدلك.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1. مسطرة من البلاستيك
2. قصاصات من الورق أو الريش
3. قطعة من الصوف

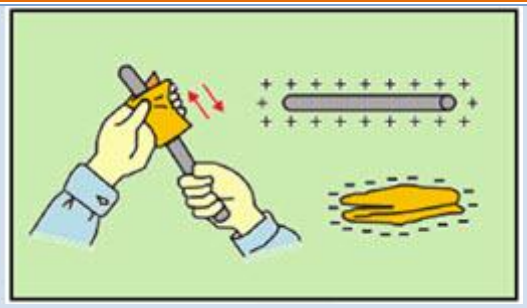
معايير الأداء:

1. إجراء الشحن بالدلك.
2. تحديد أثر الكهرباء الساكنة.

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1.	حضّر أدوات التجربة	
2.	قرب المسطرة من صاصات الورق أو الريش دون ملامستها كما في الشكل (1-15) ماذا تلاحظ؟	 الشكل (1-15)
3.	سجل النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة (2)	
4.	أدلك المسطرة بقطعة	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

	الصـــوف كمـــا فـــي الشكل (1-16)  الشكل (1-16)
.5	قـرب المسـطرة مـن قصاصـات الـورق أو الـريش دون ملامسـتها كمـا فـي الشـكل (1-17) ماذا تلاحظ؟ وما هو تفسير ذلك؟  الشكل (1-17)
.6	سجل النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة (5)
.7	سجل النتائج التي حصلت عليها في هذه التجربة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
1	تحديد مستلزمات التجربة وتحضيرها			
2	تنفيذ مراحل التجربة			
3	تفسير النتائج التي حصلت عليها			

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

اسم الاختبار	الشحنات الكهربائية

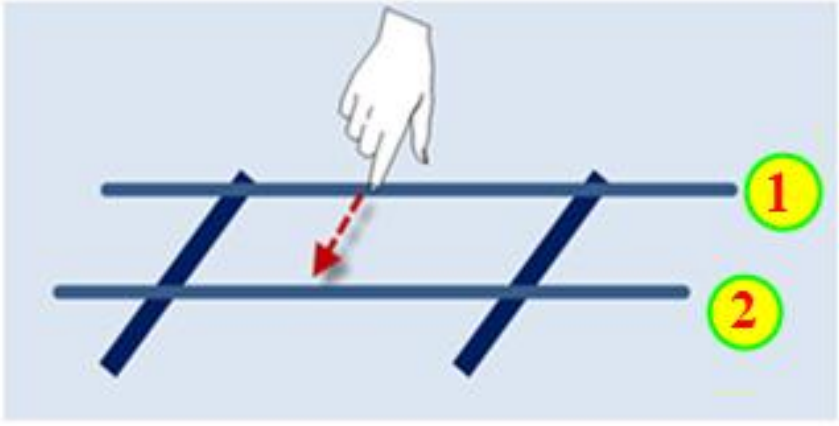
الأداء المطلوب في الاختبار:

1. أدلك قضيبان من البلاستيك بمنديل ورقي وضعهما فوق قطعتان من الطبشور متوازيتان بحيث يكون القضيبان عموديان ويبعدان عن بعضهما بمقدار 6Cm. كما في الشكل (1-18)



الشكل (1-18)

2. قرب أحد القضيبين من الآخر كما في الشكل (1-19) ماذا تلاحظ؟



الشكل (1-19)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3. مـا المقصـود بالشـحن الموجـب والشـحن السـالب؟ وهـل لـه علاقـة بخاصـيتي التنـافر والتجـاذب؟ وضـح هـذا السـؤال بتجربـة بسـيطة تبـين هـذه الظـاهرة واكتـب الأدوات التي تحتاجها لهذا الاختبار.

المواد والأدوات والتجهيزات:

1. قضيبان من البلاستيك
2. قطعتان من الطبشور
3. منديل ورقي

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 30 / دقيقة

إرشادات للطالب	سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية

• تنفيذ مراحل الاختبار كما هو مطلوب.	25 درجة
• الحصول على النتائج وتوضيحها بالشكل الصحيح.	25 درجة
• تحديد الأدوات المطلوبة لتنفيذ الاختبار/2/.	25 درجة
• تنفيذ الاختبار/2/ بالشكل الصحيح.	25 درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الوحدة الثانية بناء الدارة الكهربائية البسيطة



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة محتويات الوحدة

المحتوى	الصفحة
مقدمة الوحدة	33
المعلومات النظرية للوحدة	34
الدارة الكهربائية البسيطة (simple electrical circuit)	34
مصادر الجهد المستمر	35
الكمون الكهربائي (الجهد)	37
طرق قياس الجهد والتيار الكهربائي	42
تصنيف أجهزة القياس	43
ضبط أجهزة القياس ومعايرتها	47
قراءة لوحة تدريج القياس (meter scale)	49
تقييم المعلومات النظرية للوحدة	53
بطاقة التمرين العملي رقم /1/	54
بطاقة التمرين العملي رقم /2/	58
الاختبار العملي للوحدة	61

الزمن اللازم لإنجاز الوحدة :8/ساعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مقدمة الوحدة

في هذه الوحدة سنتعرف على الدارة الكهربائية وبأبسط أشكالها وكيفية بنائها ولابد أيضا من معرفتك بالقياسات الكهربائية والتي لا غنى عنها في فحص الدارات الكهربائية والتي تعتبر الجزء الهام والمكمل للدارة الكهربائية البسيطة وستتعرف أيضاً على المفاهيم الكهربائية الأساسية (التوتر، التيار) ورموزها وواحداتها وطرق قياسها بأجهزة القياس المختلفة.

بعد إنجاز هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على:

1- بناء الدارة الكهربائية البسيطة واختبارها.

2- استخدام أجهزة القياس بأنواعها (التماثلي، الرقمي).

3- قياس القيم الكهربائية (الجهد، التيار) في الدارة الكهربائية البسيطة ومعرفة وحدات القياس لكل منهما.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1. الدارة الكهربائية البسيطة (simple electrical circuit)

تتألف الدارة الكهربائية البسيطة من:

- منبع التيار أو التوتر (البطارية أو وحدة التغذية)



- المستهلك أو الحمل (مصباح)



- النواقل (أسلاك التوصيل)



- مفتاح لفتح و إغلاق الدارة (قاطعة).



- أجهزة القياس



لنتعرف الآن بشكل مفصل على مكونات الدارة الكهربائية البسيطة:

أ- **المنبع الكهربائي (electrical source)** وهو الذي يوفر فرق الجهد اللازم لسريان التيار الكهربائي.

ب- **الحمل الكهربائي (electrical load)** وهو عبارة عن أحد الأجهزة الكهربائية التي تستجر تيار كهربائي كالمصباح أو المقاومة أو المكثف أو الملف ... إلخ.

ج- **النواقل (conductors)** (أسلاك التوصيل) وهي تشكل مجرى سريان التيار بين المنبع الكهربائي والحمل، وغالباً ما تصنع من أسلاك نحاس أو ألمنيوم.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

د- القاطعة أو المفتاح (switch)

من أجل التحكم في تشغيل وإيقاف الدارة الكهربائية كما هو مبين في الشكل (2-01).

تكون الدارة الكهربائية مغلقة عندما تكون كافة أجزائها متصلة ببعضها البعض بحيث تمثل مساراً للتيار الكهربائي من أحد طرفي المصدر إلى الطرف الآخر عبر الحمل.

وتكون الدارة الكهربائية مفتوحة عندما يكون أحد أجزائها مفصولاً (غير متصل) أو تالفاً بحيث يمنع مرور التيار الكهربائي.



الشكل(2-01)مخطط الدارة الكهربائية البسيطة

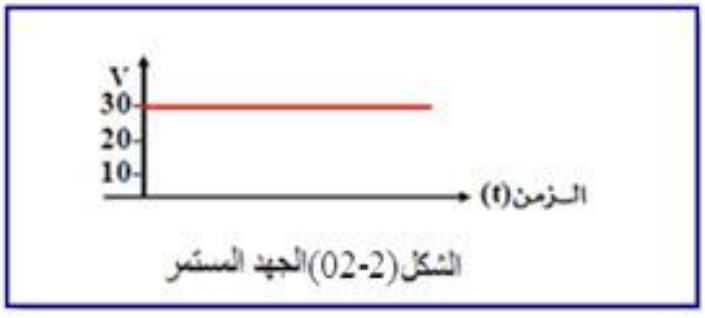
ذ- أجهزة القياس (measurement materials)

وظيفتها عرض القيم الكهربائية في الدارة، وأيضا فحص عناصر وسلامة الدارة الكهربائية.

2. مصادر الجهد المستمر

الجهد المستمر هو جهد ثابت في القيمة والاتجاه مع الزمن ويُمثل بخط مستقيم موازٍ لمحور الزمن كما هو موضح بالشكل (2-02) ويرمز له بالرمز (DC).

ومن مصادر الجهد المستمر:



الشكل(2-02)الجهد المستمر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أ- الخلية الغلفانية



الشكل (2-03) بعض أنواع البطاريات

والتي تستخدم عمليات كهروكيميائية لتوليد جهد. مثل هذا العنصر يحتوي على مادتين مختلفتين في الناقلية (مثل الزنك و الكربون).

من هذه العناصر البطاريات الشائعة الاستعمال في المنازل، هذه البطاريات متوفرة بعدة أشكال وأنواع حيث الجهد النموذجي هو 1.5 فولت أو مضاعفات هذا الرقم (مثل 9 فولت) كما هو موضح بالشكل(2-03).

ب- المدخرات الكهربائية(batteries)



الشكل (2-04) المدخرات الكهربائية

والتي تمتاز بإمكانية إعادة شحنها وأفضل نوع معروف منها هو المدخرات الرصاصية الشكل (2-04) والتي تستخدم عادة في إقلاع السيارات أو مجموعات التوليد، مثل هذه البطاريات عادة يكون جهدها 12 فولت، وتقاس سعتها بالأمبير ساعة (Ah).

ج- وحدات التغذية الكهربائية

هي عبارة عن جهاز كهربائي يزوّد بالطاقة الكهربائية من شبكة التيار المتناوب ويقوم بتحويل التيار المتناوب إلى مستمر. يتضمن هذا عادة استخدام محول لخفض الجهد إلى الجهد المطلوب للجهاز، إن جهد الخرج يبقى بشكل عام ثابتاً على الرغم من تغيير الحمل أو الدخل. مثل وحدات التغذية هذه متوفرة أيضاً بأشكال متعددة مثلاً: وحدة التغذية المخبرية الظاهرة هنا في الشكل (2-05) أو وحدة التغذية الثابتة المستخدمة عادة في الألعاب أو الموسيقا أو ألعاب الأطفال.

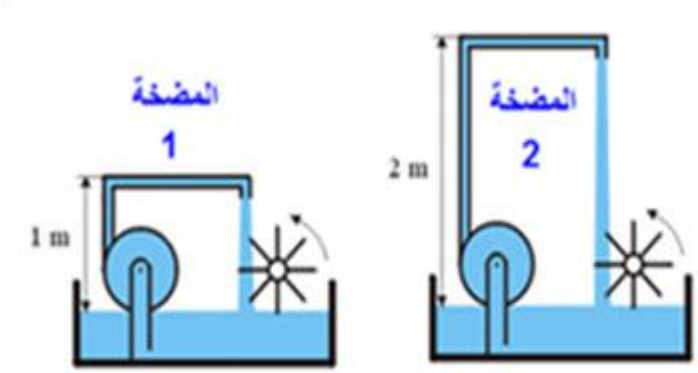


الشكل(2-05)وحدة التغذية الكهربائية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3. الكمون الكهربائي (الجهد)

هـو العمـل المبـذول لشـحن جسـم، علـى الشـحنة التـي بـذل عليهـا العمـل. وواحـدة الكمـون هـي الفولـت حيـث: واحـد فولـت هـي بـذل عمـل مقـداره واحـد جـول علـى شـحنة مقـدارها واحـد كولون.



الشكل (2-06) التمثيل الفيزيائي للكمون الكهربائي

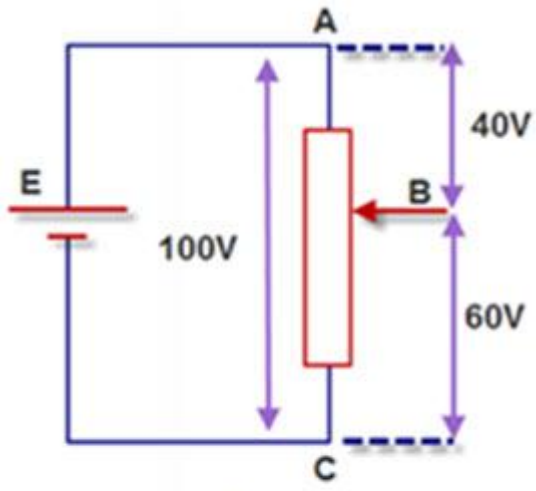
ولفهـم معنـى مبـدأ الجهـد يمكـن أن يوضـح بمقارنـة فـي علـم الفيزيـاء، حيـث يشّـبه المنبـع الكهربـائي بمضـخة مـاء، المضـخة قـادرة علـى بـذل كميـة مـن العمـل لرفـع المـاء إلـى أعلـى نقطة محددة.

فلكـل لتـر مـن المـاء تقـوم المضـخة بتزويـد كميـة معينـة مـن القـدرة. وبتمثيـل هـاتين الحـالتين برسـم كمـا هـو موضـح بالشـكل (2-06)، فـإن (المضـخة 2) عليهـا أن تبـذل عمـلاً مضـاعفاً لكـل لتـر تقـوم بـه (المضـخة1) وذلـك لأن الارتفـاع هـو الضـعف، حاصـل العمـل و الحجـم يكـون بهـذا بمقـدار الضـعف، فـي حـال المقارنـة بالكهربـاء فـإن المضـخة 2 سـوف يكون لها ضعف الجهد.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1-3 هبوط الكمون (فرق الجهد) الكهربائي

عندما تهبط الإلكترونات إلى النقطة (B) فإنها تسخن القسم (AB) من المقاومة الشكل(2-07) ومقابل ذلك تخسر قسماً من طاقتها الكامنة والكمون الكهربائي عند النقطة (B) سيكون حتماً أقل منه في النقطة (A) ويمكن القول: إنه قد حصل هبوط في الكمون الكهربائي بين النقطتين A-B ويحصل هذا الهبوط نتيجة سريان التيار (I) في المقاومة (R) ولذلك يدعى هذا الهبوط أحياناً بالهبوط الأومي(I.R) ويتم حساب قيمته بضرب شدة التيار المار في قيمة المقاومة بين النقطتين، ويرمز للجهد بالرمز [U] ويقاس بالفولت.



الشكل (2-07) هبوط الكمون الكهربائي

2-3 الفولت:

هو وحدة قياس الجهد الكهربائي ويرمز له بالرمز (V) ويعرف الفولت بأنه الجهد الذي يسبب مرور تيار شدته واحد أمبير خلال مقاومة مقدارها واحد أوم.

وأجزاء الفولت هي:

ميلي فولت: $[mV] = 10^{-3}[V]$

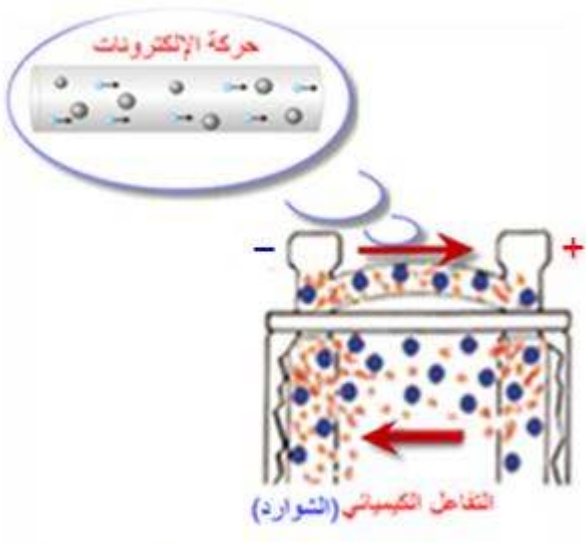
ميكرو فولت: $[\mu V] = 10^{-6}[V]$

أما مضاعفات الفولت فهي: كيلو فولت: $[KV] = 10^{+3}[V]$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-3 القوة المحركة الكهربائية (electrical motive force)

إن فـرق الكمـون بـين قطبـي المولـد يـدعى فـرق الكمـون المربطـي وهـو يسـاوي القـوة المحركـة الكهربائيـة(EMF) وهـي مسـؤولة عـن دفـع الإلكترونـات خـارج المنبـع وعـن تحريـك الشـوارد داخـل المنبـع الشكل(2-08).



الشكل (2-08) القوة المحركة الكهربائية

جهد التشغيل: لكل جهاز كهربائي قيمة جهد محددة يجب أن لا يتعداها. وتسجل عادة هذه القيمة على لوحة مواصفات الجهاز، ويسمى " جهد التشغيل أو الجهد الاسمي".

4-3 التيار الكهربائي (electrical current)

إذا وصـلنا سـلك مـن النحـاس بـين جسـمين مشـحونين أحـدهما موجـب والآخـر سـالب (بطاريـة)، وبمـا أن النحـاس يمتلـك كميـة كبيـر مـن الإلكترونـات الحـرة وبالتـالي فـإن تـدافع الإلكترونـات فـي الجسـم السـالب سـينتقل إلـى سـلك النحـاس والتـي تتعـرض أيضـاً لجـذب مـن الشـحنة الموجبـة، وهكـذا فـإن الإلكترونـات سـتتحرك تحـت تـأثير هـاتين القـوتين. ويكّـون سـريان الإلكترونـات هـذا تيـاراً كهربائيـاً كمـا هـو موضـح فـي الشكل(2-09).

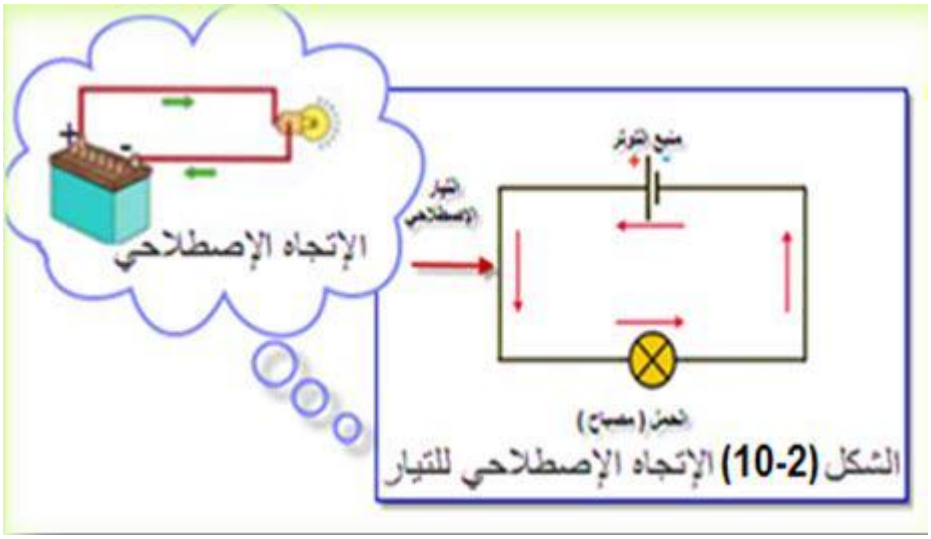


الشكل (2-09) التيار الكهربائي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5-3 اتجاه التيار الكهربائي

اتفق العلماء اصطلاحياً على أن اتجاه التيار هو عكس اتجاه حركة الإلكترونات .



الشكل (2-10) الإتجاه الإصطلاحي للتيار



الشكل (2-11) اتجاه تيار الإلكترونات

أي أن التيار الاصطلاحي يسري من القطب الموجب إلى القطب السالب بينما اتجاه تيار الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب للبطارية.

كما يوضح ذلك الشكلين(2-11) و(2-10) .

إن مهمة المنبع الكهربائي أن يؤمن فرق جهد بين القطبين فهناك خطأ شائع أن الإلكترونات تأتي من قبل المنبع، إنما الحقيقة أن المنبع يحفز الإلكترونات الحرة في نواقل الدارة لتصبح متحركة. بشكل مشابه، عندما يتم تشغيل الأجهزة الكهربائية، و التي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تدعى عادة " **أحمال** " (مثلاً: المصباح). هذه الأحمال لا تستخدم فعلياً الإلكترونات، إنما تستخدم فقط بعض الطاقة التي تحملها الإلكترونات المتحركة.

6-3 شدة التيار الكهربائي (current Intensity)

هي كمية الشحنة التي تجتاز مقطع الناقل على الزمن الذي تستغرقه للمرور، ووحدتها هي الأمبير وبالتالي: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

حيث:

I: شدة التيار الكهربائي.

ΔQ : مقدار تغير الشحنة الكهربائية.

Δt : مقدار تغير الزمن

7-3 الأمبير

هو شدة تيار كهربائي يستطيع في زمن مقداره ثانية واحدة أن يمرر في دارة كمية من الكهرباء مقدارها كولوناً واحداً. **وهو** وحدة لقياس شدة التيار الكهربائي ورمزها **[A]**.

وللأمبير أجزاء ومضاعفات نذكر منها:

- الميلي أمبيرويساوي: $mA = 10^{-3}A$
- الميكرو أمبير ويساوي: $\mu A = 10^{-6} A$
- الكيلو أمبير ويساوي: $10^{3}A = .$

أندري ماري أمبير(1775—1836)هو عالم فرنسي. اكتشف العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية



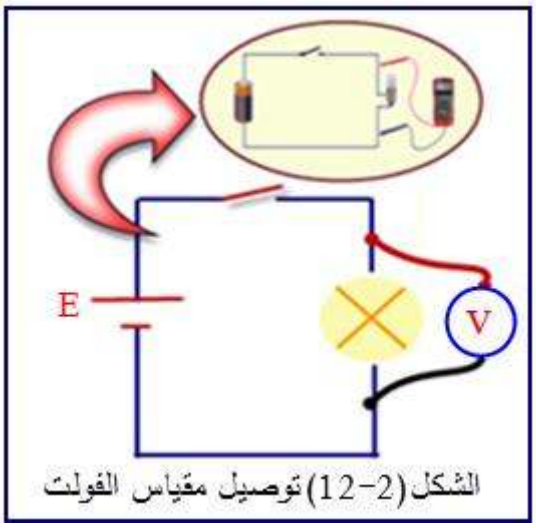
كما سميت وحدة قياس شدة التيار باسمه ورمزها [A].

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4. طـــرق قيـــاس الجهـــد والتيـــار الكهربائي

4-1قياس الجهد الكهربائي

ويقاس فرق الجهد بمقياس يدعى مقياس الفولت (الفولتمتر). حيث توصل أطرافه على التفرع مع الحمل المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه أو بين أي نقطتين من نقاط الدارة المراد قياس فرق الجهد بين طرفيها الشكل (2-12)، ويوجد عادة نوعان إما رقمياً أو تماثلياً ففي المقياس التماثلي يكون ملف هذا المقياس بمقطع سلك رفيع وعدد لفات كبير، الشكل(2-13) ورمزه في المخططات الكهربائية



الشكل(2-12) توصيل مقياس الفولت



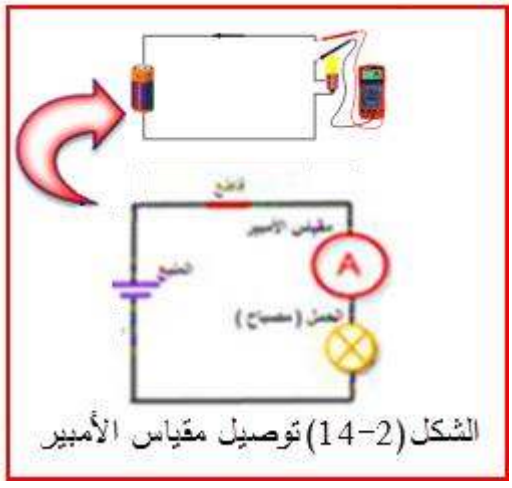
الشكل (2-13) أنواع مقاييس الفولت



2-4 قياس شدة التيار الكهربائي

تقاس شدة التيار الكهربائي بمقياس الأمبير، حيث توصل أطرافه على التسلسل مع الحمل المراد قياس شدة التيار المار فيه، الشكل (2-14)

ويمكن أن يكون هذا المقياس رقمياً أو تماثلياً ففي المقياس التماثلي يكون ملف المقياس ذو مقطع كبير وعدد لفات قليل الشكل (2-15)، ورمزه في المخططات الكهربائية



الشكل(2-14) توصيل مقياس الأمبير



الشكل (2-15) أنواع مقاييس الأمبير



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5. تصنيف أجهزة القياس

المقـاييس الكهربائيـة: هـي أجهـزة تسـتخدم لقيـاس كميـات كهربائيـة مختلفـة مثـل شـدة التيـار، فـرق الجهـد، المقاومـة، الاسـتطاعة، القـدرة، السـعة للمكثفـات، عامـل التحـريض الـذاتي للملفات .... ويمكن تصنيف أجهزة القياس إلى عدة أنواع:

5-1 من حيث نوع القيمة المراد قياسها

1- مقياس الفولت (فرق الجهد)

2- مقياس الأمبير (شدة التيار)

3- مقياس الوات (الاستطاعة)

4- مقياس الأوم (المقاومة)

5- مقياس الآفو (شدة التيار، فرق الجهد، الأوم)

5-2 من حيث دقة المقاييس

1- **مقاييس عياريه:** ذات أعلى درجة من الدقة وتستخدم لتعيير المقاييس الأخرى فقط.

2- **مقـاييس غيـر عياريـه:** وهـي المقـاييس التـي تعطـي قـراءة مباشـرة للقـيم الكهربائيـة المقاسة وتقسم بدورها إلى فئات:

3- **مقـاييس تحـت العياريـة:** ذات دقـة عاليـة إذ تبلـغ جودتهـا (0.1-0.5) أي أن خطـأ المقياس لا يتجاوز (0.5-1.5%) من المجال الأعظمي للمقياس المستعمل.

4- **مقيـاس الدرجـة الأولـى:** ذات درجـة جـودة(0.5-1.5) أي تتـراوح نسـبة الخطـأ فيهـا بـين (0.5-1.5%) من المجال الأعظمي للمقياس المستعمل وتستخدم بكثرة في المخابر.

5- **مقـاييس الدرجـة الثانيـة:** ذات درجـة جـودة (2-3) أي تتـراوح نسـبة الخطـأ فيهـا بـين (2-3%) مـن المجـال الأعظمـي للمقيـاس المسـتعمل وتسـتخدم فـي الـورش والمرافـق الصناعية.

رموز أجهزة القياس: يوجد على كل جهاز عدة رموز:

1- رموز وضعية الاستعمال: تدل على الوضعية التي يجب أن يستخدم فيها المقياس

وضع عمودي ⊥ ، وضع ⌐ أفقي ، وضع مائل بزاوية ∠φ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وإذا لـم يوجـد رمـز لوضـعية الاسـتعمال فـيمكن أن يسـتعمل المقيـاس فـي جميـع الوضعيات.

2- رموز نوع التيار: تدل على نوع التيار الذي يجوز استخدامه في دارة المقياس:

(تيار مستمر — تيار متناوب ~ ،تيار متناوب ومستمر ~، تيار متناوب ثلاثي الطور 3~)

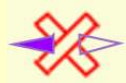
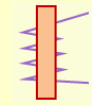
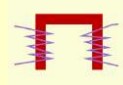
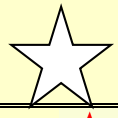
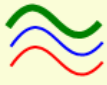
3- رموز نوع جهد العزل: حيث يدل العدد ضمن النجمة (إن وجد) على قيمة فرق الجهد الأعظمي المسموح بتطبيقه على طرفي الجهاز مقاساً بالكيلو فولت.

فرق الجهد الأعظمي 500V	☆
فرق الجهد الأعظمي 2 KV	☆2
فرق الجهد الأعظمي 5KV	☆5

4- رموز أنواع آلية القياس:

يبين الجدول الآتي هذه الرموز وكيفية قراءتها:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الرمز	نوع آلية القياس	الرمز	نوع آلية القياس
	آليـة الملـف المتحـرك مـع مغناطيس دائم		ذات غـلاف حديـدي حمايـة مـن المجـال المغناطيسي
	آليـة الملـف المتحـرك قيـاس نسبي		حماية من المجالات الكهربائية
	آلية المغناطيس المتحرك		آلية القياس كهرو ساكن (سعوي)
	آليـة المغنـاطيس المتحـرك قياس نسبي		محول حراري –عام – مبدل حراري عام
	آليـة القلـب الحديـدي المتحرك		آليـة الملـف المتحـرك مـع محـول حـراري عام
	آليـة القلـب الحديـدي المتحرك		موحد
	آلية كهرو حركية		آلية الملف المتحرك مع موحد
	آليـة كهـرو حركيـة ذات غلاف حديدي		رمز جهد اختبار العزل
	آليـة كهـرو حركيـة قيـاس نسبي		انتبـه اطلـع علـى تعليمـات الاسـتخدام. المقياس لا يوافق جهد الاختبار
	آليـة كهـرو حركيـة ذات غلاف حديدي قياس نسبي		مقياس تيار متناوب ثلاثي ذو آلية واحدة
	آلية تحريضية		مقياس تيار متناوب ثلاثي ذو آليتين
	آلية اهتزازية – ريش مهتزة		مقيـاس تيـار متنـاوب ثلاثـي ذو ثـلاث آليات
	آليـة القيـاس – معـدنان حراريان		انحراف ذو اتجاهين

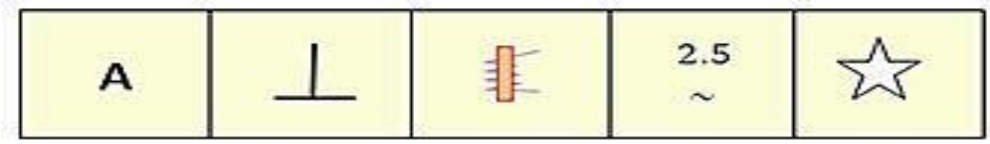
5- رموز درجة الجودة (مرتبة الدقة):

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تعطـى درجـة الجـودة للمقيـاس المسـتعمل أي تحـدد خطـأ المقيـاس بالنسـبة للمجـال الأعظمـي للتـدريج المسـتعمل، فمـثلاً (1.5) تعنـي درجـة جـودة المقيـاس (1.5) أي نسـبة الخطأ لا تتجاوز (1.5%) من قيمة المجال الأعظمي للتدريج المستعمل.

6- رمـوز الكميـة الكهربائيـة المقاسـة: /A,V,W,Ω/ وتعنـي مقيـاس الأوم، مقيـاس الـوات (الاستطاعة)، مقياس الفولت ، مقياس الأمبير.

مثال: ماذا تعني الرموز الآتية الموجودة على أحد أجهزة القياس؟



الجـواب: مقيـاس أمبيـر يسـتخدم لقيـاس التيـار المتنـاوب، وضـعية القيـاس عموديـة ونـوع آليـة القيـاس مـن القلـب الحديـدي المتحـرك، درجـة الجـودة للمقيـاس (2.5) أي أن نسـبة الخطـأ لا تتعدى % 2.5 من التدريج الأعظمي للمجال المستعمل، جهد العزل (500V).

3-5 من حيث إظهار القراءة

أ- أجهزة القياس التشابهية (التماثلية) (Analog)

آليـة القيـاس فيهـا عـن طريـق مؤشـر يتحـرك بـين القيمـة أو القـراءة المقاسـة مباشـرة كمـا في الشكل (2-16)



الشكل (2-16) أجهزة القياس التناظريه (التماثلية)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ب- أجهزة القياس الرقمية(Digital)

وهي أجهزة دقيقة جداً تظهر القيمة المقاسة على شاشة الكترونية رقمياً كما في الشكل (2-17).



الشكل (2-17) أجهزة القياس الرقمية

6. ضبط أجهزة القياس ومعايرتها

6-1 أجهزة القياس التشابهية (التماثلية) (Analog)

للحصول على القراءة الصحيحة للقيمة المقاسة وللمحافظة على أجهزة القياس عليك:

1. تأكد من أن الجهاز المستخدم يناسب الكمية المراد قياسها.
2. قبل توصيل الجهاز تأكد من نوع التيار الذي يعمل عليه الجهاز من الرموز المرسومة على واجهة الجهاز.
3. اضبط المؤشر على وضع الصفر إذا كان منحرفا عن مفتاح ضبط الصفر قبل القياس.

(تيار مستمر — تيار متناوب~ تيار متناوب ومستمر ⎓، تيار متناوب ثلاثي الطور 3~)

4. تأكد من وضعية المقياس أثناء القياس لأخذ القراءة بالشكل الصحيح.

وضع عمودي ⊥ وضع أفقي ⊓ وضع مائل بزاوية ∠φ

5. تأكد من توصيل الجهاز بقطبية صحيحة عند العمل.
6. تأكد من الطريقة الصحيحة لتوصيل جهاز القياس في الدارة الكهربائية.
7. تأكد من مجال القياس المناسب للقيمة المقاسة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-6 ضبط جهاز القياس متعدد الأغراض (الآفو متر) ذي المؤشر (Multi meter)

يبين الشكل (2-18) أحد أنواع أجهزة الآفو متر ذات المؤشر ولضبطها يراعى التالي:

1. يجب اختيار مجال القياس (measuring range) حسب نوع الكمية المقاسة وقيمتها المتوقعة بحيث يقع انحراف المؤشر في الثلث الأخير من التدريج للحصول على قياس دقيق.
2. يجب وضع مفتاح اختيار المجال على أعلى قيمة ثم اختيار المجال المناسب بعد ذلك.
3. يجب ضبط صفر المقاومة قبل قياسها وذلك بضبط مفتاح مجال القياس على وضع المقاومة المختارة ثم يوصل طرفا الجهاز ببعضهما (قصَر) فيتحرك المؤشر إلى وضع صفر المقاومة وإذا كان منحرفا عنه يضبط بمفتاح ضبط صفر المقاومة.
4. إذا تعذر ضبط المؤشر على صفر التدريج نستبدل البطارية الداخلية لجهاز القياس وإلا يكون هناك سبب في آلية الجهاز فيستبدل بجهاز آخر.



الشكل (2-18) مقياس متعدد الأغراض (الآفو متر)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-6 أجهـــزة القيـــاس الرقميـــة (Digital) أغلــب الأجهــزة الرقميــة أجهــزة متعــددة القياسات وتمتاز بدقتها العالية.



الشكل (2-19) أجهزة القياس الرقمية -مقياس متعدد الأغراض (الأفو متر)

وتختلــف إمكانيــات القيــاس مــن حيــث النــوع والكميــة المــراد قياســها حســب طــراز الجهــاز ورغم ذلك تتشابه أغلب هذه الأجهزة في عملية ضبطها الشكل (2-19).

7. قراءة لوحة تدريج القياس (meter scale)

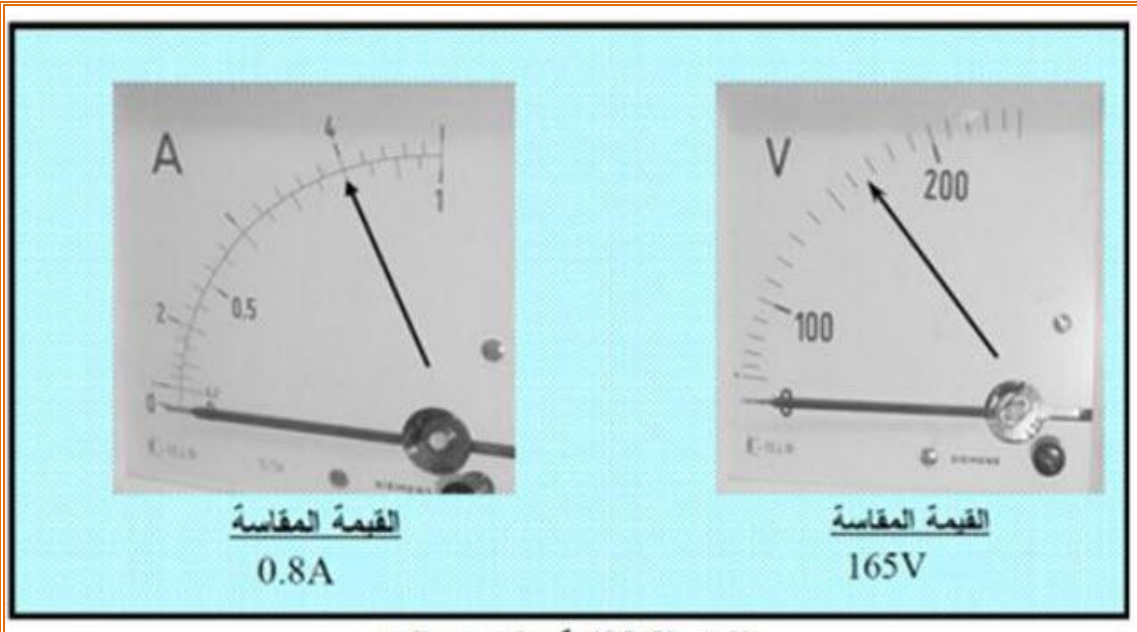
7-1 التدريج المنتظم

ويقسم إلى:

أ- **القيـــاس المباشـــر**: تؤخــذ القــراءة بشــكل مباشــر حيــث إن (قيمــة القيــاس = نتيجــة القياس).

مثـــال: اقــرأ القيمــة المقاســة للتــدريجين التــاليين إذا تحــرك المؤشــر حتــى انطبــق علــى المتجه المرسوم الشكل (2-20).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (2-20) قراءة تدريج القياس

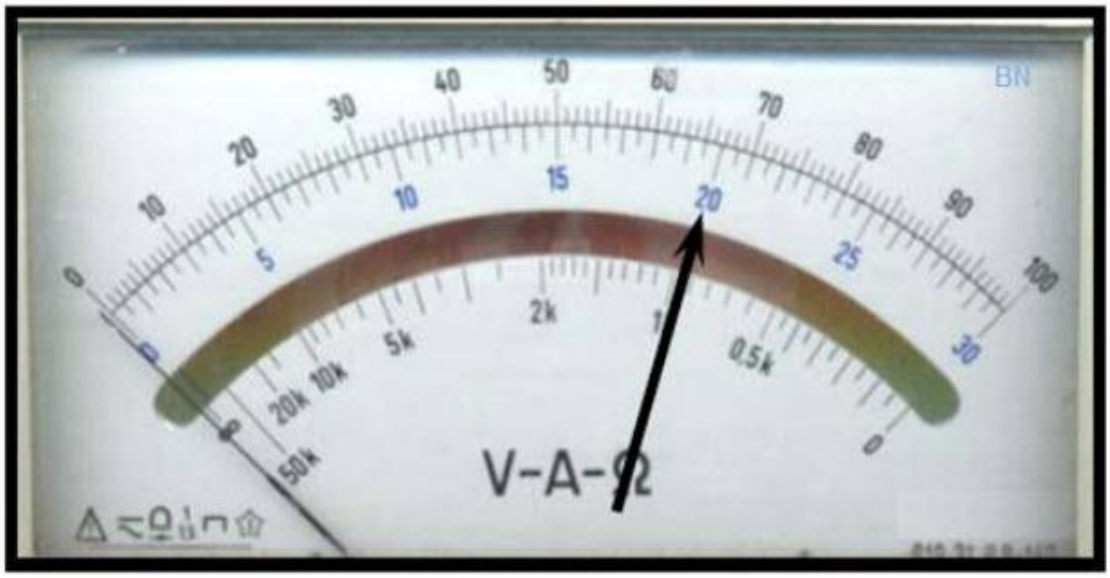
أ- القياس غير المباشر: تحتوي هذه الأجهزة على مفتاح المجال مثل تدريج جهاز متعدد الأغراض (الآفو متر) حيث يتم اختيار التدريج المناسب، ونحصل على قيمة القياس بضرب قيمة القراءة بقيمة التدريجة الواحدة. تسمى قيمة التدريجة الواحدة ثابت التدريج حيث أن:

$$\text{ثابت التدريج} = \frac{\text{مجال القياس}}{\text{عدد التدريجات}}$$

$$\text{قيمة القياس} = \text{قيمة القراءة} \times \text{ثابت التدريج}$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مثـــال : ســجل نتيجــة القيــاس للتــدريج التــالي إذا تحــرك المؤشــر حتــى انطبــق علــى المتجــه المرسوم وكان مجال القياس(3A) الشكل (2-21).



الشكل (2-21) القياس الغير مباشر

$$\text{ثابت التدريج} = \frac{\text{مجال القياس}}{\text{عدد التدريجات}} = 0.1 = \frac{3}{30}$$

$$\text{قيمة القياس} = \text{قيمة القراءة} \times \text{ثابت التدريج} = 20 \times 0.1 = 2A$$

2-7 التدريج غير المنتظم

وتكــون تقســيمات مجــال القيــاس (تــدريج القيــاس) متوزعــة بشــكل غيــر متســاوٍ فيمــا بينهــا، وبالتالي يجب معرفة عدد التدريجات ومجال القياس.

مثـــال: ســجل نتيجــة القيــاس للتــدريج الموضــح بالشــكل (2-22) إذا تحــرك المؤشــر علــى المتجه المرسوم وكان مفتاح مجال القياس على وضع Ω.

الحل: مجال القياس للتدريج الأول وفيه عشرة تدريجات وقيمة مجال القياس 500 إذاً:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (2-22) التدريج الغير منتظم

$$\text{ثابت التدريج} = \frac{\text{مجال القياس}}{\text{عدد التدريجات}} = 50 = \frac{500}{10}$$

$$\text{قيمة القياس} = \text{قيمة القراءة} \times \text{ثابت التدريج} = 300\Omega = 6 \times 50$$

إذاً عزيزي الطالب تذكر أننا في هذه الوحدة تعرفنا على :

- الدارة الكهربائية : هي مسار مغلق لمرور التيار الكهربائي، وتسمى أجزاء الدارة الكهربائية بالفروع وأبسط مكوناتها : منبع جهد – حمل – مفتاح – أسلاك توصيل.
- الجهد والتيار والحمل(المقاومة) من الكميات الكهربائية الأساسية.
- توصيل أجهزة القياس في الدارة الكهربائية لقياس الكميات الكهربائية المختلفة .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تقييم المعلومات النظرية للوحدة

أولا: أجب بكلمة صح عن العبارات الصحيحة وخطأ عن العبارات المخطوءة:

- التيار الاصطلاحي يسير من القطب السالب للمنبع إلى القطب الموجب.
- التيار الاصطلاحي يسير من القطب الموجب للمنبع إلى القطب السالب.
- يشير التيار الكهربائي إلى حركة الإلكترونات في اتجاه معطى.
- القاطع أو المفتاح عنصراً من عناصر الدارة الكهربائية البسيطة.
- إن واحدة الأمبير تقابل كولون / ثانية.
- لا يسري التيار الكهربائي إلا في دارة مغلقة.

ثانياً: املأ الفراغات بالكلمات أو العبارات أو الرموز المناسبة:

- يقاس الجهد الكهربائي بواحدة تدعى.... حيث واحد .... هو بذل عمل مقداره واحد جول على .... مقدارها ....
- يدعى .... بأنه فرق الكمون بين قطبي المنبع ويسمى أيضاً بالـ ....
- يربط مقياس الأمبير على .... مع .... المراد قياس تياره
- يربط مقياس الفولت على .... مع .... المراد قياس جهده
- يرمز لمقياس الفولت بالرمز .... ورمز فرق الجهد هو ....
- يرمز لمقياس الأمبير بالرمز .... ورمز شدة التيار هو ....

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- ماذا يحدث عند توصيل مقياس الأمبير على التفرع مع العنصر المراد قياس شدة التيار المار فيه؟

2- ماذا يحدث عند توصيل مقياس الفولت على التسلسل مع العنصر المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه؟

3- ماهي خطوات ضبط مقياس الآفو متر التشابهي (ذو المؤشر) لأخذ قراءات صحيحة؟

4- ما الفرق بين المقاييس التشابهية ذات التدريج المنتظم والأخرى ذات التدريج غير المنتظم؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملى رقم /1/

اسم التمرين	قياس الجهد المستمر في الدارة الكهربائية البسيطة	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يتقن استخدام مقياس الفولت وتوصيله ومبدأ عمله وأنواعه.

2- يميز بين أنواع أجهزة القياس الكهربائية وأن يستطيع ضبطها وقراءة القيم المقاسة.

3- يقيس الجهد المستمر في نقاط مختلفة من الدارة الكهربائية.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- وحدة تغذية تيار مستمر 12v.

2- مفتاح لفتح وإغلاق الدارة (قاطع).

3- مصباح كهربائي.3w , 12v

4- أسلاك توصيل.

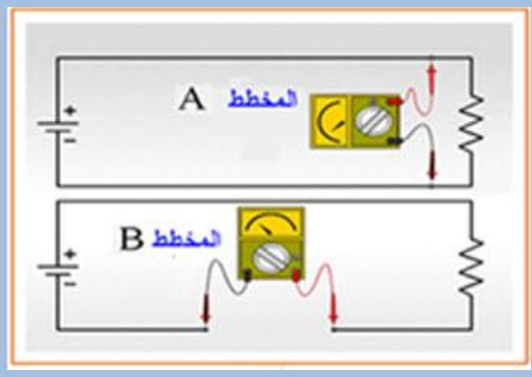
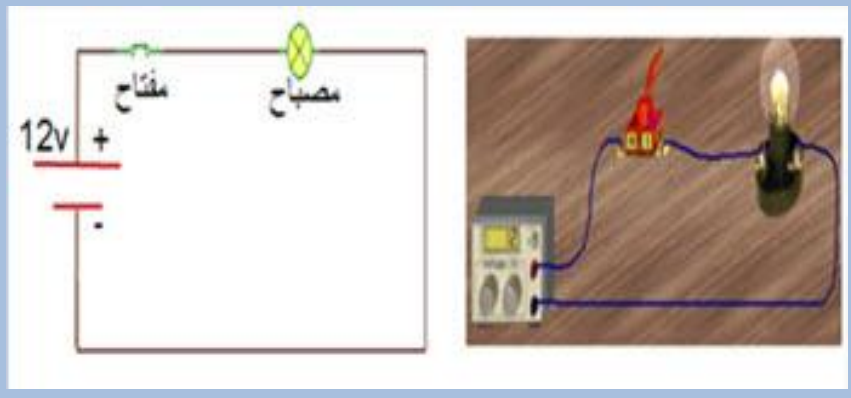
5- مقياس جهد مستمر 20V(تماثلي + رقمي).

معايير الأداء:

1. توصيل الدارة الكهربائية البسيطة
2. استخدام مقياس الفولت وطريقة توصيله ومبدأ عمله.
3. أخذ قراءة الجهد لعدة نقاط في الدارة وتسجيل النتائج.

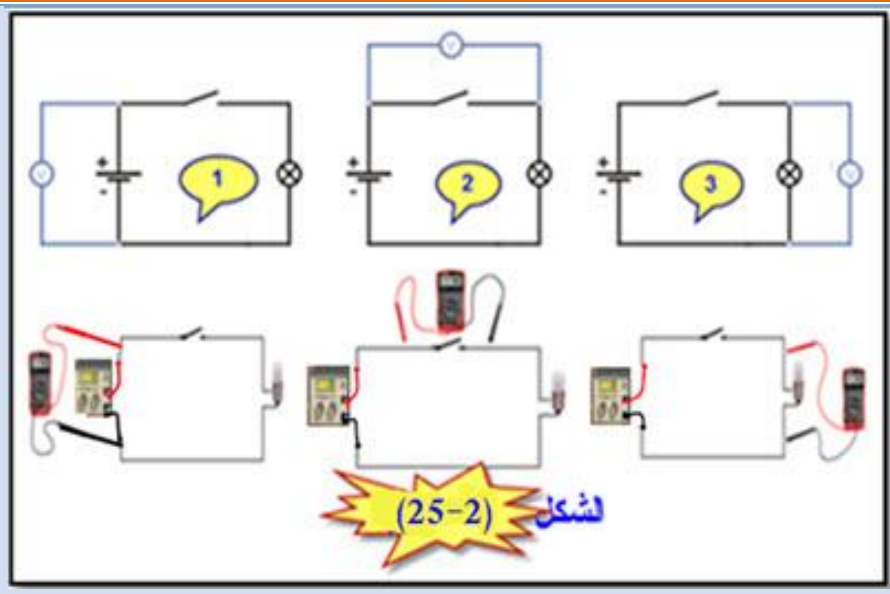
قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حـدد مـن الشـكل(2-23) أي مـن المخططـين(A-B) هـو التوصـيل الصحيح لمقياس الفولت	 الشكل(2-23)
.2	حضر مستلزمات التجربة	
.3	صل الدارة الكهربائية البسيطة كما في الشكل (2-24)	 الشكل (2-24)
.4	شغل وحدة التغذية واضبط الجهد على (12V-)	
.5	اغلـق الـدارة وذلـك بوصـل المفتـاح (القاطعـة) وتأكـد مـن إضـاءة المصـباح (فـي حـال عـدم إضـاءة المصـباح تأكـد مـن سـلامة وحـدة التغذيـة وعناصـر الـدارة والأسـلاك وسلامة التوصيل)(استبدل العناصر التالفة والغير سليمة بعد التأكد منها)	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.6



الشكل (2-25)

استخدم مقياس الفولت أو المقياس متعدد الأغراض الآفو متر وقس الجهود كما هو مبين في الشكل (2-25) وذلك عندما تكون القاطعة مفتوحة وعندما تكون مغلقة (اضبط وضعية التشغيل للمقياس على إعدادات ⎓V 20 أو قيمة أكبر بقليل من ذلك) (ولكي تحصل على قياس الجهد المستمر بالشكل الصحيح وصل طرفي المقياس (0-v) **على التفرع** مع كل من (المنبع، القاطعة، الحمل)

(احذر من توصيل المقياس بشكل خاطئ (على التسلسل) حرصاً على سلامته)

.7 دون القيم التي حصلت عليها في الجدول التالي:

قيمة الجهد (V)	الدارة 1 (المنبع)	الدارة 2 (المفتاح)	الدارة 3 (الحمل)
القاطعة مفتوحة			
القاطعة مغلقة			

.8 افتح القاطعة وافصل وحدة التغذية

.9 سجل النتائج التي حصلت عليها من التجربة

10 فسر ما سيحدث إذا تم عكس أطراف التوصيلات لمدخل (V و COM) لمقياس متعدد الأغراض (الآفو متر) أو لطرفي مقياس الفولت.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.
2. لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
1	استخدام مقياس الفولت وضبطه.			
2	توصيل المقياس وأخذ القراءات.			
3	تسجيل القيم في الجدول.			
4	تفسير النتائج التي حصلت عليها.			

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

بطاقة التمرين العملي رقم /2/

اسم التمرين	قياس التيار المستمر في الدارة الكهربائية البسيطة	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يتقن استخدام مقياس الأمبير ومبدأ عمله وأنواعه.

2- يميز بين أنواع أجهزة القياس الكهربائية وأن يستطيع ضبطها وقراءة القيم المقاسة.

3- يقيس التيار المستمر في نقاط مختلفة من الدارة الكهربائية.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- وحدة تغذية تيار مستمر 12v.

2- مفتاح لفتح وإغلاق الدارة (قاطع).

3- مصباح كهربائي 3w , 12v.

4- أسلاك توصيل.

5- مقياس أمبير تيار مستمر 300mA (تماثلي + رقمي).

معايير الأداء:

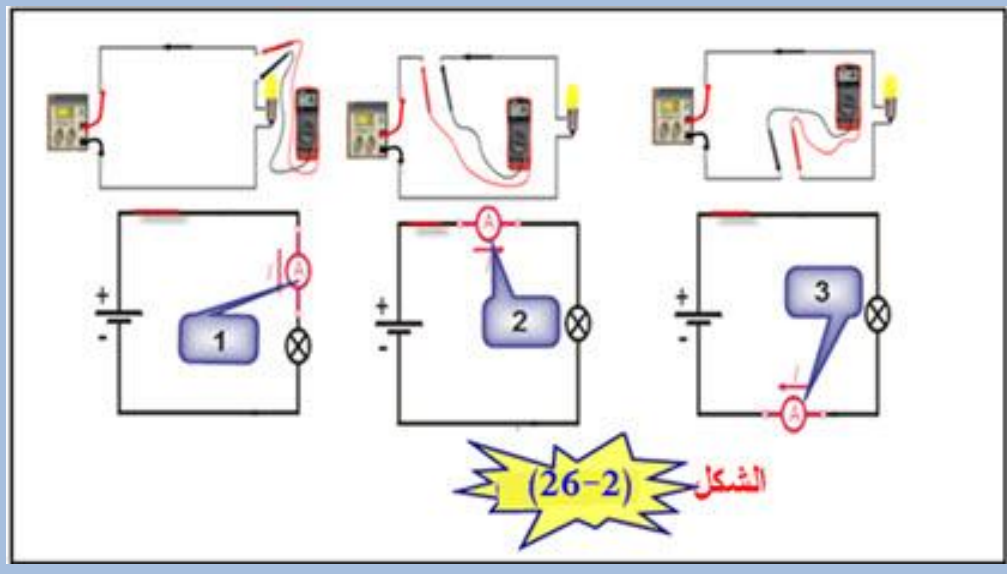
1- توصيل الدارة الكهربائية البسيطة.

2- استخدام مقياس الأمبير وطريقة توصيله ومبدأ عمله.

3- أخذ قراءة التيار لعدة نقاط في الدارة وتسجيل النتائج.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل :

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	 صل الدارة الكهربائية البسيطة كما في الشكل (2-26) الدارة (1)
.2	استخدم مقياس الأمبير أو المقياس متعدد الأغراض (الآفو متر) لقياس التيار المار في الدارة (اضبط وضعية التشغيل للمقياس على إعدادات 300-mA أو قيمة أكبر بقليل من ذلك) (صل مدخل التيار للمقياس والمدخل المشترك للمقياس ⊥ (الأرضي) على التسلسل مع كل من (المنبع ،المفتاح، الحمل)**(احذر من توصيل أطراف المقياس عندما تكون القاطعة موصولة والدارة بحالة عمل)**
.3	شغّل وحدة التغذية واضبط الجهد على 12V-
.4	لاحظ قراءة مقياس الأمبير عندما تكون القاطعة مفتوحة وعندما تكون مغلقة
.5	افتح القاطعة وغيّر توصيل المقياس كما في الدارة (2) وكرر الخطوة رقم(2)
.6	افتح القاطعة وغيّر توصيل المقياس كما في الدارة (3) وكرر الخطوة رقم(2)
.7	افتح القاطعة وافصل وحدة التغذية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.8	دوّن القيم التي حصلت عليها في الجدول(1)

قيمة التيار(mA)	الدارة 1	الدارة 2	الدارة 3
القاطعة مفتوحة			
القاطعة مغلقة			

.9	فسر النتائج التي حصلت عليها من التجربة
.10	فسر ما سيحدث إذا تم عكس أطراف التوصيلات لمدخل (mA و COM) لمقياس متعدد الأغراض (الآفو متر) أو لطرفي مقياس الأمبير.

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.
2. لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	استخدام مقياس الأمبير وضبطه.			
.2	توصيل المقياس وأخذ القراءات.			
.3	تسجيل القيم في الجدول.			
.4	تفسير النتائج التي حصلت عليها.			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

اسم الاختبار	الدارة الكهربائية البسيطة

الأداء المطلوب في الاختبار:

- بناء الدارة الكهربائية البسيطة:
- سجل كل من أسماء عناصر الدارة الكهربائية البسيطة في الجدول ومن ثم ضع بجانب اسم العنصر رقمه الموجود على المخطط الكهربائي للدلالة على موضعه الصحيح.
- نفذ التوصيلات الكهربائية المطلوبة.
- صل مصدر التغذية المستمر (12V) وأوصل المفتاح.
- ما الذي يشير إلى عمل الدارة بالشكل الصحيح؟
- ما النتائج التي حصلت عليها من التجربة؟



				
اسم العنصر				
رقمه في الدارة				

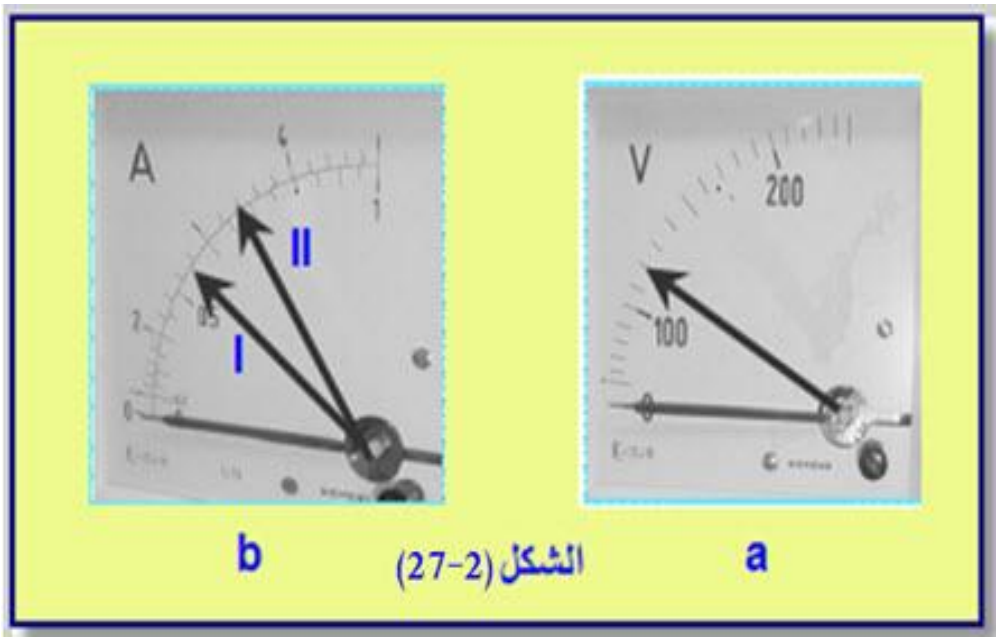
- في الدارة السابقة يراد قياس التيار والجهد للحمل، ماهي الأجهزة المطلوبة لذلك؟ ارسم المخطط الجديد للدارة موضحاً على الرسم الأجهزة المطلوبة؟ ثم سجل قراءة الأجهزة (القيم المقاسة).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- تبين الرسوم الثمانية الآتية وضعيات للمقياس المتعدد الأغراض أياً منها يخص كل من مقياسي الفولت والأمبير وما هي قيمة مجال القياس لكل منهما؟ (يمكن أن تكون هناك أكثر من إجابة).

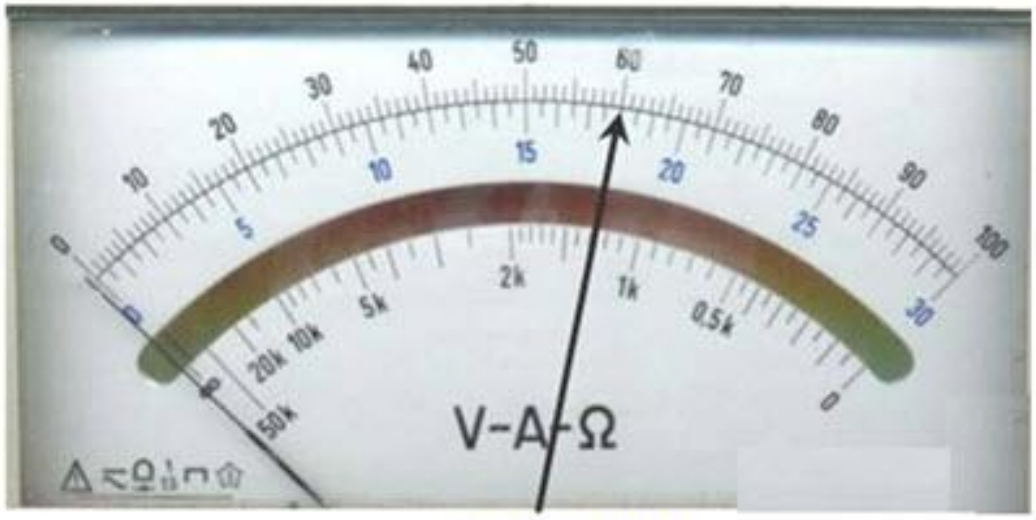


WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (2-27)

- سجل القيمة المقاسة وواحدتها الكهربائية ومجال القياس للتدريجات الآتية في الشكل(2-27) أعلاه.
- سجل نتيجة القياس للتدريج التالي إذا تحرك المؤشر حتى انطبق على المتجه المرسوم وكان مجال القياس (10 V) كما في الشكل (2-28).



الشكل (2-28)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المواد والأدوات والتجهيزات:

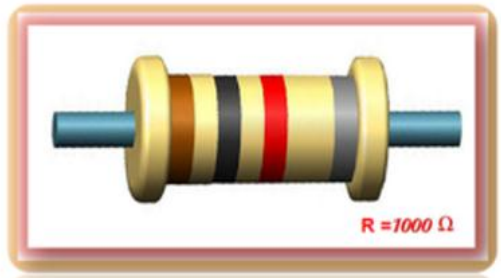
- وحدة تغذية تيار مستمر 12V.
- مصباح كهربائي 12V , 3W.
- مفتاح (قاطع) لتشغيل وفصل الدارة.
- أسلاك توصيل.
- مقياس جهد مستمر 30V.
- مقياس أمبير مستمر 300mA.
- مقياس متعدد الأغراض (أفو متر).

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 1 / ساعة

إرشادات للطالب	سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية
• تحديد عناصر الدارة الكهربائية البسيطة ومسمياتها.	5 درجة
• التمييز بين أجهزة القياس وأنواعها.	5 درجة
• استخدام مقياس الفولت وضبطه وتوصيله في الدارة.	15 درجة
• استخدام مقياس الأمبير وضبطه وتوصيله في الدارة.	15 درجة
• استخدام مقياس متعدد الأغراض (الآفو متر) بدلا من مقياسي الفولت والأمبير وضبطه وتوصيله في الدارة.	15 درجة
• توصيل الدارة بالشكل الصحيح.	20 درجة
• تشغيل الدارة ومعرفة النتائج.	25 درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الوحدة الثالثة المقاومة الكهربائية





WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة محتويات الوحدة

المحتوى	الصفحة

مقدمة الوحدة 67
المعلومات النظرية للوحدة 68
المقاومة الكهربائية (Electrical resistance)..... 68
أنواع المقاومات..... 71
طرق تحديد قيم المقاومات..... 74
المقاومات الخاصة..... 86
المقاومة المتعلقة بالحرارة..... 86
المقاومة المتعلقة بالجهد..... 88
المقاومة المتعلقة بالضوء..... 89
تقييم المعلومات النظرية للوحدة..... 90
بطاقة التمرين العملي رقم /1/..... 92
بطاقة التمرين العملي رقم /2/..... 95
بطاقة التمرين العملي رقم /3/..... 99
بطاقة التمرين العملي رقم /4/..... 103
بطاقة التمرين العملي رقم /5/..... 107
الاختبار العملي للوحدة..... 112

الزمن اللازم لإنجاز الوحدة :24/سا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مقدمة الوحدة

في هذه الوحدة سنتعرف على المقاومة الكهربائية ; إن مفهوم المقاومة الكهربائية مفهوم واسع فلجسم الإنسان مثلاً مقاومة ضد المرض أي ممانعة وهي تختلف من شخص لآخر ولكل معدن أيضاً مقاومة للتأكسد أو لتأثير الحموض عليه ، ففي بحث الدارة الكهربائية البسيطة والتي مرت معنا سابقاً لاحظنا مرور التيار الكهربائي إذا كانت الدارة الكهربائية مغلقة ولكن هذا التيار يلقى ممانعة لمروره في عناصر الدارة تدعى هذه الممانعة بالمقاومة الكهربائية، وتختلف هذه المقاومة من معدن لآخر بحسب تركيبه الذري كما مر معنا سابقاً في الوحدة الأولى (البنية الذرية).

وهناك مقاومات أخرى ذات خصائص تتعلق بدرجة الحرارة، أو بالضوء أو بفرق الجهد المطبق عليها وهي مما تدعى بالمقاومات الخاصة والتي سنتعرف على خصائصها واستخدامها في هذه الوحدة.

بعد إنجاز هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على :

1- تحديد قيمة المقاومة الكهربائية.

2- تحديد أنواع المقاومات واستخداماتها.

3- تحديد قيمة المقاومة الكهربائية بطريقة الألوان .

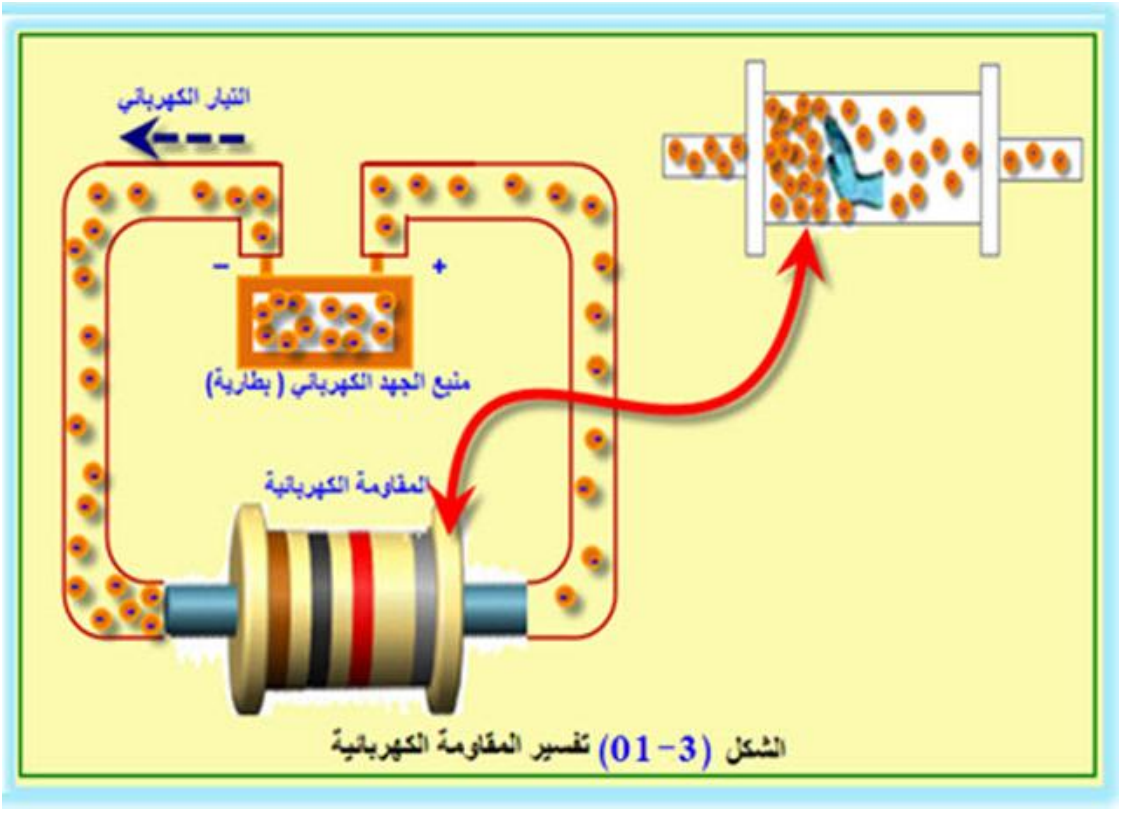
4- استخدام أجهزة القياس (الأوم ، الآفو متر ، جسر ويتستون ، مقياس RCL) لقياس قيمة المقاومة المجهولة.

5- يميز بين الأنواع المختلفة للمقاومات الخاصة

6- يحدد مجال استخدام كل نوع من هذه المقاومات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

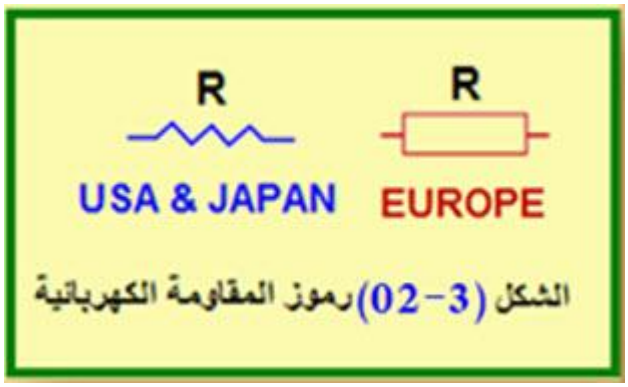
1- المقاومة الكهربائية (Electrical resistance):



الشكل (3-01) تفسير المقاومة الكهربائية

تعرف بأنها مقدار إعاقة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها كما في الشكل (3-01).

ويرمز للمقاومة الكهربائية بالحرف (R)، ويرمز لها في المخططات الكهربائية بالرمزين الموضحين في الشكل (3-02).



الشكل (3-02) رموز المقاومة الكهربائية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1-1 مقاومة الناقل والناقلية النوعية



الشكل (3-03) العوامل المؤثرة على مقاومة الناقل

تختلف مقاومة الناقل من معدن إلى آخر أي أن هناك علاقة بين المقاومة ونوع المعدن (وهذا ما يدعى بالمقاومة النوعية للناقل) ويرمز لها بالرمز (ρ) وكذلك تتغير قيمة المقاومة لنفس المعدن باختلاف طول الناقل (L)، وباختلاف سطح مقطعه (A)،كما هو موضح بالشكل(3-03) وتحسب المقاومة من خلال العلاقة:

$$R = \rho . \frac{L}{A}$$

حيث أن:

R مقاومة الناقل (Ω)

L طول الناقل (m)

A مساحة مقطع الناقل (mm^2)

ρ المقاومة النوعية لمادة الناقل $[\frac{\Omega.mm^2}{m}]$

وهناك ما يسمى بالناقلية النوعية التي هي مقلوب المقاومة النوعية ويرمز لها بالرمز:

نتيجة : من العلاقة السابقة نلاحظ أن مقاومة الناقل تتناسب طرداً مع طول الناقل وعكساً مع سطح مقطعه وتتعلق بنوع معدنه.

χ وتلفظ (كابا)

حيث أن : $\chi = \frac{1}{\rho}$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وبالتالي وباستعمال الناقلية النوعية للمعدن تصبح علاقة الناقل على الشكل التالي:

$$R = \frac{L}{\chi . A}$$

والجدول (1) يبين قيم (ρ) و (χ) للعديد للمعادن والخلائط :

الجدول (1)

المعدن ورمزه		المقاومة النوعية $\Omega . m\ m^2/m$	الناقلية النوعية $m/\Omega . m\ m^2$
AL	الألمنيوم	0.028	35.4
Pb	الرصاص	0.21	4.8
Fe	الحديد	0.12	8.3
Cu	النحاس	0.0175	57.1
Ni	النيكل	0.10	10
Pt	البلاتين	0.11	9.1
Ag	الفضة	0.0165	62.5
Zn	التوتياء	0.063	15.9
بعض الخلائط			
WM110	النيكل كروم	101	0.91
WM50	الكونستانتان	0.5	2
WM43	الماغنيزيوم	0.43	2.3

أما الناقلية (Conductance) فهي عكس **المقاومة**.

وهي تعبّر عن قدرة المادة على تمرير التيار الكهربائي ويرمز لها بـ G وتقاس بـ (Siemens) وتعطى بالعلاقة: **G = 1/R**

1-2 أثر الحرارة على قيمة المقاومة الأومية

تؤثر درجة الحرارة على قيم المقاومات فقد تزيدها وقد تنقصها ويمكن حساب قيمة المقاومة عند درجة حرارة معينة باستخدام العلاقة الآتية:

$$R_\theta = R_{20}[1 + \alpha.(\theta_2 - \theta_1)]$$

حيث أن:

R_θ قيمة المقاومة عند درجة حرارة معينة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

R_{20} قيمة المقاومة النظامية عند درجة الحرارة 20 °C

αالمعامل الحراري وقد يكون سالباً أو موجباً ويلفظ (ألفا)

$\theta_2 - \theta_1$ أو $\Delta\theta$ مقدار تغيير درجة الحرارة من 20 °C

الجدول (2) يبين قيم المعامل الحراري لبعض المعادن:

الجدول (2)

المعدن ورمزه	العامل الحراري $\propto/\frac{1}{grd}$	المعدن ورمزه	العامل الحراري $\propto/\frac{1}{grd}$
الألمنيوم AL	+0.004	نيكل Ni	+ 0.004
الرصاص Pb	+ 0.0039	تلاتين Pt	+ 0.0039
الحديد Fe	+ 0.0048	فضة Ag	+ 0.0038
النحاس Cu	+ 0.0038	توتياء Zn	+ 0.0041

مثـــال: احســب مقاومــة ســلك مــن النحــاس طولــه 200m ومســاحة مقطعــه $2mm^2$علمــاً أن المقاومة النوعية للنحاس $\rho = 0{,}0178\ (\Omega.mm^2/m)$

الحل: $R = \rho.\frac{L}{A} = 0{,}0178\,.\frac{200}{2} = 1.78\ \Omega$

2- أنواع المقاومات

تقسم المقاومات إلى نوعين رئيسيين هما:

1. المقاومات ثابتة القيمة.
2. المقاومات متغيرة القيمة.

2-1 المقاومات ثابتة القيمة (Fixed Resistors):

هــي المقاومــات التــي لهــا قيمــة ثابتــة لا تتغيــر تكتــب علــى جسـم المقاومــة بشــكل مباشــر (أرقـام) أو بشـكل غيـر مباشـر (ألـوان). وتقسـم هـذه المقاومـات طبقـاً لمـادة صـنعها إلـى عـدة أنواع:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أ- المقاومات الكربونية (Carbon resistors):



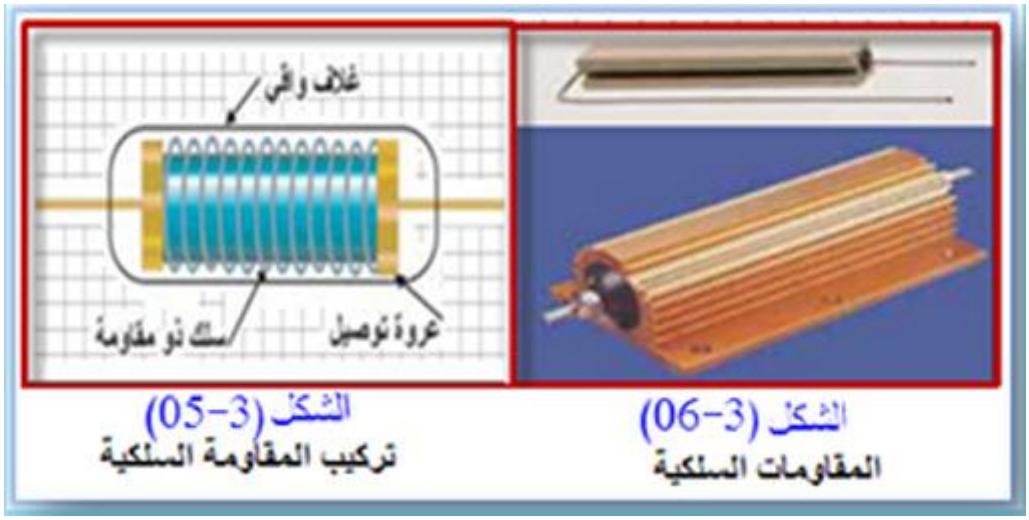
الشكل(3-04) الأحجام المختلفة للمقاومات

توجد المقاومات الكربونية بأحجام مختلفة كما هو موضح في الشكل (3-04). وتصنع المقاومات من مزيج من الكربون المسحوق ومادة غير ناقلة مثل مسحوق السيراميك (الفخار).

ب- المقاومات الغشائية (Film resistors):

يتطلب تصميم المقاومات الغشائية نثر غشاء متجانس من مادة ذات مقاومة حول سطح دليل تشكيل أسطواني خزفي، ويتم الحصول على القيمة المطلوبة للمقاومة بقطع حز لولبي في هذا الغشاء وبذلك يتغير طول المسار بين طرفي المقاومة وبالتالي قيمتها.

ج- المقاومات السلكية Wire wound resistors):



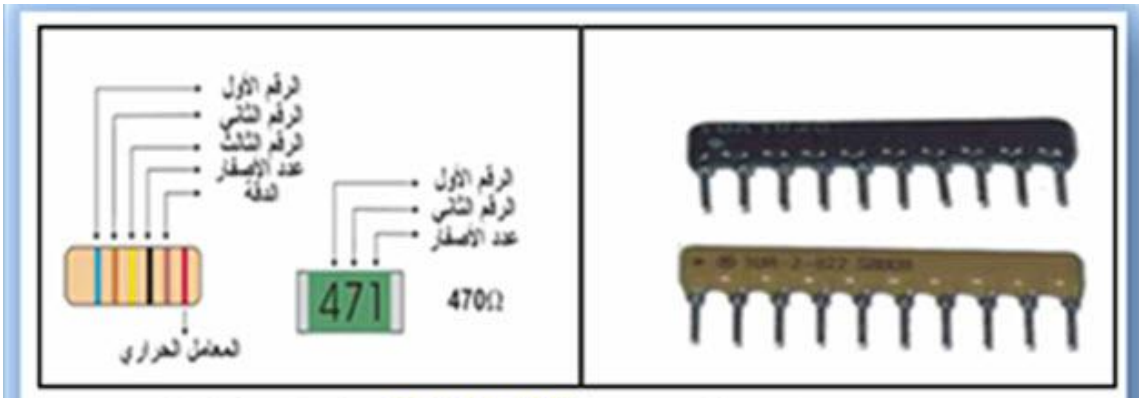
الشكل (3-05) تركيب المقاومة السلكية

الشكل (3-06) المقاومات السلكية

تصنع من عدة لفات من سلك على دليل تشكيل معزول كما هو موضح في الشكل (3-05). وبعضها يغلف بمبرد حراري من الألمنيوم لتحسين قدرتها على تبديد الحرارة. لاحظ الشكل (3-06)، في هذا النوع من المقاومات تكتب قيمة المقاومة بالأوم واستطاعتها بالواط مباشرة على جسم المقاومة الحرارية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

د- المقاومات السطحية (Surface Mount Resistors-SM)



الشكل (3-07) المقاومة السطحية وطرق ترميزها

الشكل (3-08) المقاومات الشبكية

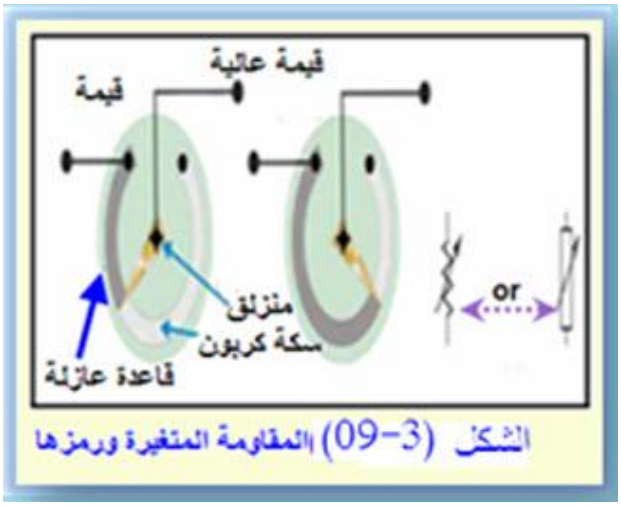
تمتاز بصغر حجمها مما يجعلها ملائمة للوحات المطبوعة عالية الكثافة. كما هو موضح بالشكل(3-07)

هـ -المقاومات الشبكية (Network Resistors)

وهي عبارة عن مجموعة من المقاومات المتشابهة يتم تغليفها بغلاف خارجي يشبه أغلفة الدارات المتكاملة، كما هو مبين في الشكل (3-08).

2-2 المقاومات متغيرة القيمة (Variable Resistors)

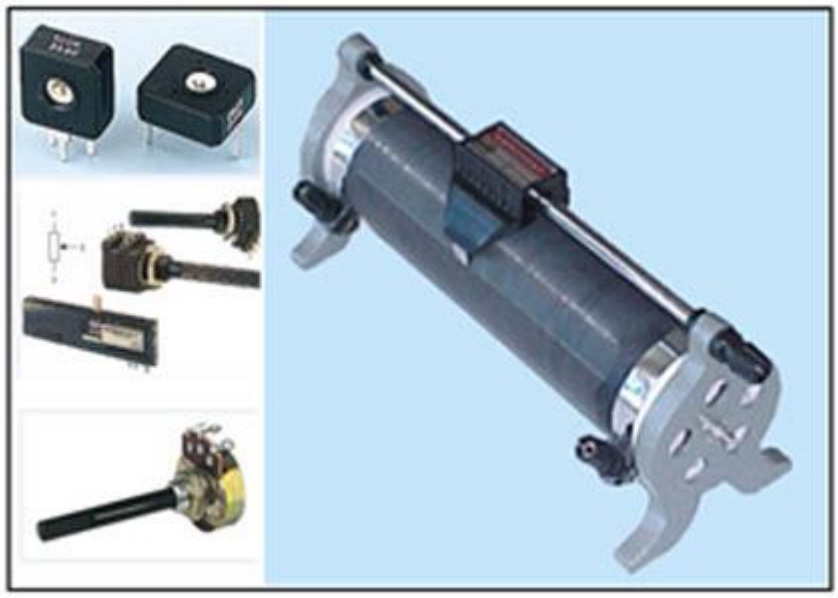
كمفاتيح التحكم بالصوت في أجهزة الراديو والتلفاز التي يمكن تغيير قيمتها بسهولة بتدوير مفاتيحها. وعندما نقول إن مقاومة متغيرة قيمتها(*1000*) أوم، فهذا يعني أن بإمكاننا الحصول منها على قيم للمقاومة تتراوح بين(0-1000) أوم.



الشكل (3-09) المقاومة المتغيرة ورمزها

وللمقاومة المتغيرة ثلاثة أطراف، طرفان يمثلان نهايتي المقاومة نحصل بوساطتهما على قيمة المقاومة الكلية، والطرف الثالث يتصل بجزء منزلق يتحرك فوق عنصر مقاوم نحصل بوساطته مع إحدى النهايتين على قيم مختلفة من المقاومة الكلية، كما موضح في الشكل (3-09).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (3-10) أشكال مختلفة للمقاومة المتغيرة

والشكل (3-10) يبين أشكال مختلفة للمقاومات المتغيرة.

3-طرق تحديد قيم المقاومات

بعد أن تعرفنا على أنواع المقاومات ورموزها الكهربائية، وجب علينا أن ندرس الطرق المستخدمة لمعرفة قيمة المقاومة فهناك عدة طرق نذكر منها:

3-1 الطريقة المباشرة:

وتقسم إلى:

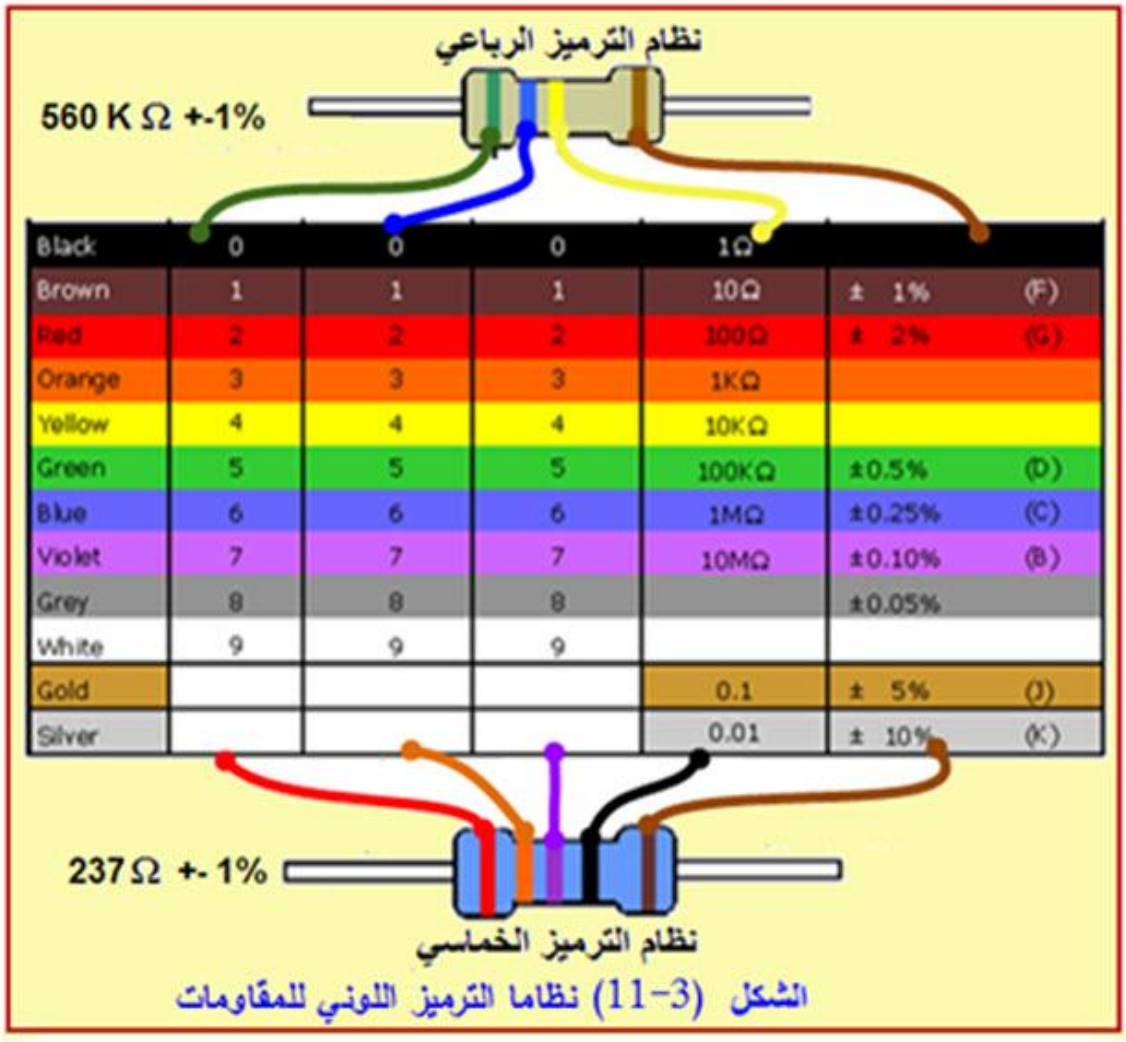
أ- نظام ألوان المقاومات

يوجد على سطح المقاومات الكربونية والغشائية رموز لونية تشير إلى قيمتها ونسبة الخطأ. وهناك نظامان معتمدان في الترميز اللوني هما: الترميز اللوني الرباعي والترميز اللوني الخماسي.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الترميز اللوني الرباعي

وهو عبارة عن أربع حلقات لونية مرسومة على سطح المقاومة، حيث تحدد الحلقة الأولى والثانية من جهة اليسار أرقام، وتحدد الحلقة الثالثة المضاعف العشري (عدد الأصفار)، أما الحلقة الرابعة فتحدد نسبة الخطأ المحتملة في قيمة المقاومة النظرية.يبين الشكل (3-11) كيف يتم تحديد قيمة مقاومة ما باستخدام نظام الترميز اللوني الرباعي.



Black	0	0	0	1Ω		
Brown	1	1	1	10Ω	± 1%	(F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2%	(G)
Orange	3	3	3	1KΩ		
Yellow	4	4	4	10KΩ		
Green	5	5	5	100KΩ	±0.5%	(D)
Blue	6	6	6	1MΩ	±0.25%	(C)
Violet	7	7	7	10MΩ	±0.10%	(B)
Grey	8	8	8		±0.05%	
White	9	9	9			
Gold				0.1	± 5%	(J)
Silver				0.01	± 10%	(K)

الشكل (3-11) نظاما الترميز اللوني للمقاومات

الترميز اللوني الخماسي

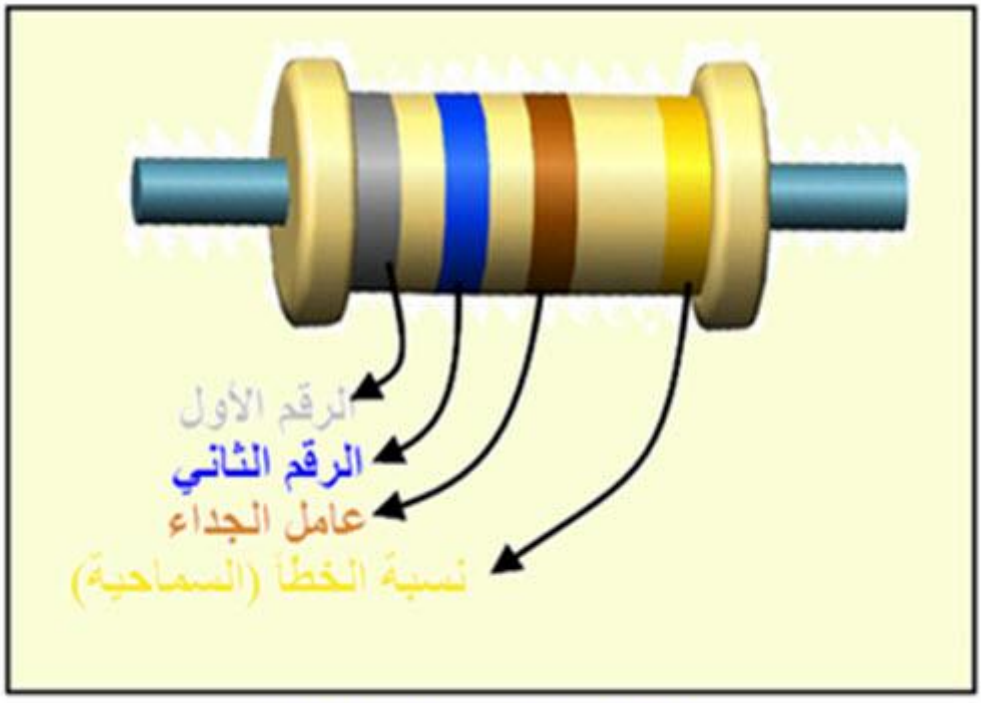
وهو عبارة عن أربع حلقات لونية مرسومة على سطح المقاومة، وكما هو الحال في النظام الرباعي تحدد الحلقات الأولى والثانية والثالثة من جهة اليسار أرقام وتحدد الحلقة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الرابعة المضاعف العشري (عدد الأصفار)، وتحدد الحلقة الخامسة نسبة الخطأ في قيمة المقاومة النظرية.

يبين الشكل (3-11) كيف يتم تحديد قيمة مقاومة ما باستخدام نظام الترميز اللوني الخماسي.

مثال: ما قيمة المقاومة المبينة في الشكل الآتي (3-12)، مراعياً حساب الحدين الأعلى والأدنى لهذه القيمة.



الشكل (3-12) طريقة الألوان

الحل: بالنظر إلى حلقات الألوان المبينة على جسم المقاومة، يتبين أن: لون الحلقة الأولى أصفر، ويقابل العدد (4).

لون الحلقة الثانية بنفسجي، ويقابل العدد (7).

لون الحلقة الثالثة أحمر، ويقابل المضاعف (100).

لون الحلقة الرابعة ذهبي، ويقابل نسبة الخطأ $(\mp 5)\ \%$

توضع الأرقام بجانب بعضها وبالتالي تصبح قيمة المقاومة:

$$47.100 = 4700[\Omega] = 4{,}7\ k\Omega$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الحد الأعلى لقيمة المقاومة:

$$4700 + 4700.\frac{5}{100} = 4700 + 235 = 4935\Omega$$

الحد الأدنى لقيمة المقاومة:

$$4700 + 4700.\frac{5}{100} = 4700 - 235 = 4365\Omega$$

ملاحظة: يجب أن تتراوح قيمة المقاومة بين هاتين القيمتين.

ب- نظـام الرمـوز BS1852 وفـي هـذا النظـام يـتم تحديـد مكـان الفاصـلة العشـرية وكـذلك قيمـة المضـاعف العشـري بوسـاطة الحـروف الأبجديـة المبينـة فـي الجـدول، وتوضـح الأمثلة الآتية طريقة استعمال هذه القائمة:

R18 تعني *0.18* أوم.

560R تعني *560* أوم.

*2K7*تعني *2.7*كيلو أوم

حيث: يستخدم الحرف (*K*) كمضاعف وفاصلة عشرية.

K39 تعني *39* كيلو أوم...

*1M0*تعني *1.0* ميغا أوم.

حيث: يستخدم الحرف (M) كمضاعف وفاصلة عشرية.

R18J تعني 0.18 أوم ونسبة الخطأ 5%±.

560RKتعني 560أوم ونسبة الخطأ 10%±.

الحرف	نسبة الخطأ
F	±1%
G	±2%
J	±5%
K	±10%
M	±20%

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ج- أجهزة القياس

تستخدم أجهزة القياس الآتية لتحديد قيمة المقاومة:

أ- مقياس الآفو متر.

ب- مقياس الأوم.

ج- مقياس جسر ويتستون.

د- مقياس RCL.

أ- مقياس الآفو متر

يبين الشكل (3-13) مقياس الآفو متر حيث أن أحد استخداماته قياس المقاومة ويتألف من:



الشكل (3-13) مقياس الآفو متر

1- الميناء (شاشة الجهاز) وتحتوي على سلم التدريج والمؤشر والمرآة.

2- بزال تعيير (ضبط) المؤشر على الصفر .

3- مبدلة اختيار نوع ومجال القياس .

4- مفتاح اختيار نوع القياس.

5- نقطة توصيل المقياس (النقطة المشتركة).

6- نقطة توصيل المقياس (V,A,Ω) .

ومن أجل استخدام المقياس بالشكل الصحيح يتبع الآتي:

1- تغذية المقياس بالجهد المستمر (جهد التشغيل) 9 فولت.

2- ضبط مؤشر المقياس على الصفر عن طريق بزال التعيير.

3- اختيار نوع و مجال القياس المناسب (3) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4- بعد عملية الضبط لمؤشر المقياس نوصل المقاومة على أطرافه وتأخذ القراءة على سلم التدريج مع مراعاة عامل الجداء بحسب نقطة التوصيل المختارة: (X1،X10،X100، X1000، 10000X).

ب- مقياس الأوم

يبين الشكل (3-14) مقياس الأوم حيث يستخدم لقياس المقاومة ويختلف تدريج هذا المقياس عن المقاييس التماثلية الأخرى بحيث يكون المؤشر في الحالة الطبيعية (بدون قياس) على اللانهاية. ويتألف من:

1- الميناء (شاشة الجهاز) وتحتوي على سلم التدريج والمؤشر والمرآة.
2- بزال تعيير (ضبط) المؤشر على تدريج اللانهاية.
3- مقاومة متغيرة لضبط المؤشر على الصفر.
4- نقطة توصيل المقياس (النقطة المشتركة).
5- نقاط توصيل المقياس (زيادة مجال القياس).

ومن أجل استخدام المقياس بالشكل الصحيح يتبع الآتي:

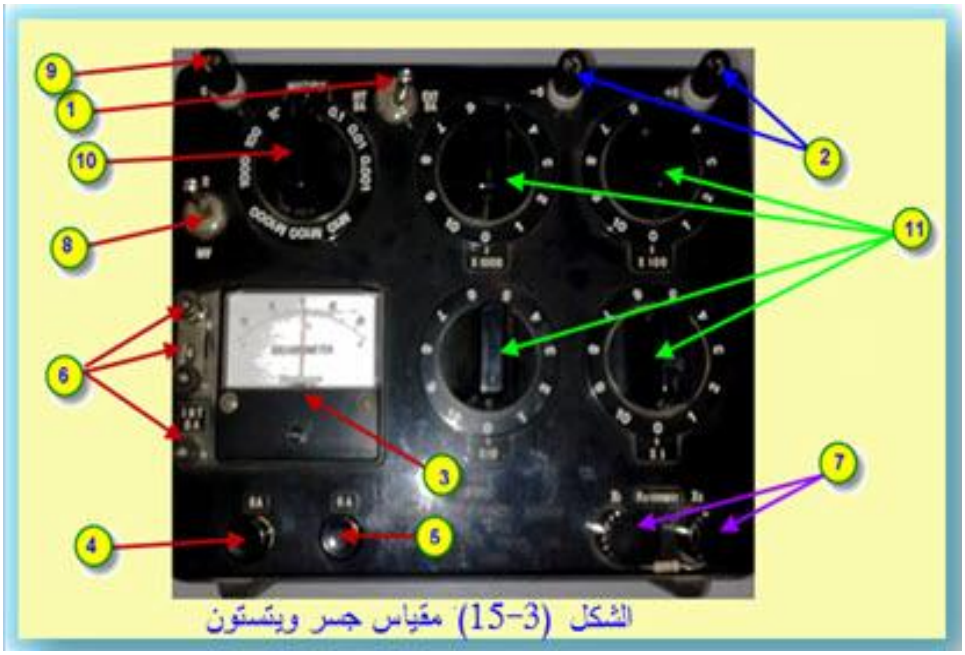
1- تغذية المقياس بالجهد المستمر (جهد التشغيل) 4.5 فولت.
2- ضبط مؤشر المقياس على اللانهاية عن طريق بزال التعيير.
3- اختيار مجال القياس المناسب (4،5) وتوصيل النقاط مع بعضهما (قِصر) فيتحرك المؤشر إلى وضع الصفر ويتم ضبطه عن طريق المقاومة المتغيرة مع بقاء القِصر.
4- بعد عملية الضبط لمؤشر المقياس نوصل المقاومة على أطرافه وتأخذ القراءة على سلم التدريج مع مراعاة عامل الجداء بحسب نقطة التوصيل المختارة (1،10،100).



الشكل (3-14) مقياس الأوم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ج- مقياس جسر ويتستون



الشكل (3-15) مقياس جسر ويتستون

يبين الشكل (3-15) مقياس جسر ويتستون حيث يستخدم لقياس المقاومة ويعتبر من الأجهزة عالية الدقة في الحصول على قيمة المقاومة ويتألف من:

1. مفتاح له وضعيتان من أجل تحديد تغذية الجهاز: وهي

أ- توصيل تغذية داخلية للجهاز (INT-BA) حيث توجد في العلبة الخلفية للجهاز مكان توضع فيه البطاريات (9V).

ب- توصيل تغذية خارجية للجهاز (EXT-BA).

2. مرابط توصيل التغذية الخارجية (B+,B-)9V.
3. مقياس غلفانو متر (GALVANO METER) (صفره في الوسط).
4. مفتاح توصيل التغذية للدارة BA ويمكن أن يعمل بشكل لحظي (ضاغطة) ويمكن أن يعمل بشكل دائم بالضغط عليه وتدويره باتجاه عقارب الساعة.
5. مفتاح توصيل مقياس الغلفانو متر GA ويمكن أن يعمل بشكل لحظي (ضاغطة) ويمكن أن يعمل بشكل دائم بالضغط عليه وتدويره باتجاه عقارب الساعة.
6. مرابط توصيل معدنية وهي عبارة عن ثلاث نقاط التي في الوسط نقطة مشتركة أما التي في الأطراف أحدهما لتوصيل واستخدام مقياس غلفانو متر خارجي والآخر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

EXT–GA لاستخدام المقياس الافتراضي الموجود على الواجهة الأمامية للجهاز INT–GA، تستخدم الوصلة المعدنية من أجل تحديد المقياس وذلك بتوصيلها مع النقطة المشتركة وأحد الأطراف وإبقاء الطرف الآخر للدلالة على توصيل المقياس إما داخلي أو خارجي.

7. X1,X2 نقاط توصيل المقاومة التي يراد اختبارها لمعرفة قيمتها.
8. مفتاح لتحديد نوع الاختبار وله وضعيتان R يدل هذا الرمز الفحص بشكل طبيعي عن طريق المقاومات الجسرية ومقياس الغلفانو متر أما الرمز MV يتم الفحص عن طريق سماعات خارجية تعطي صوت صفير للدلالة على استقرار الجسر.
9. نقطة لتوصيل السماعة الخارجية ويجب أن تكون استطاعتها صغيرة.
10. مقاومة متغيرة (عامل جداء).
11. مقاومات متغيرة لتحديد القيمة الأولية للمقاومة المجهولة وعددها أربع مقاومات وكل واحدة منها تدل على ترتيب الأرقام (أحاد، عشرات، مئات، ألوف) (X1,X10,X100,X1000).

ومن أجل استخدام المقياس بالشكل الصحيح يتبع الآتي:

1- نحدد التغذية للجهاز عن طريق مفتاح اختيار التغذية، النقطة رقم (1) إذا كانت التغذية داخلية نتأكد من سلامة البطاريات في العلبة الخلفية وأما إذا كانت التغذية خارجية فيجب وصل أقطاب المنبع الخارجي إلى (B+,B-) النقطة رقم 2.
2- نحدد نوع الاختبار عن طريق المفتاح رقم 8. ويجب علينا توصيل السماعة إلى المفتاح رقم 9 إذا تم اختيار ذلك.
3- نثبت أطراف المقاومة المجهولة على المرابط X1,X2(النقطة رقم 7).
4- نتأكد من وضع المقاومات الأربع على القيمة 0 (النقطة رقم 11).
5- نضغط على مفتاح BA لتغذية الدارة الجسرية (النقطة رقم 4).
6- نضغط على مفتاح GA لتوصيل المقياس الغلفانو متر (النقطة رقم 5).
7- نلاحظ أن مؤشر المقياس تحرك يمنة أو يسرى.
8- نغير قيمة المقاومة المتغيرة (عامل الجداء) حتى نلاحظ اقتراب المؤشر إلى الصفر أقرب ما يمكن.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

9- نغير قيم المقاومات الأربع بدءاً من المقاومة ذات القيمة الأكبر بالتدريج مع المحافظة على وضع المؤشر على نفس الجهة التي كان عليها سابقاً، أما إذا تجاوز المؤشر (انتقل من اليمين إلى اليسار أو العكس) فهذا يدل على أن القيمة التي وضعتها كبيرة وتجاوزت المقاومة المجهولة فنعيدها إلى القيمة الأقل وهكذا نتابع بقية المقاومات الأربعة.

10- عند انطباق المؤشر على الصفر فهذا يدل على أن تحقق استقرار الجسر وبالتالي يمكن معرفة قيمة المقاومة المجهولة من خلال قيم المقاومات الأولية الأربعة (تجمع هذه القيم).

11- القيمة النهائية للمقاومة المجهولة هي حاصل جداء القيمة الأولية للمقاومات الأربعة ضرب مقاومة عامل الجداء.

د- **مقياس RCL**



الشكل(3-16)مقياس RCL

يبين الشكل(3-16) مقياس RCL والذي يستخدم لقياس قيم كلا من المقاومة (R) والمكثف(C) والملف(L) وهذا الجهاز يعمل ذاتياً بوساطة بطارية داخلية، وتقاس المقاومة بتيار مستمر (DC)، أما المكثف والملف فتقاس بتيار متناوب بوساطة مذبذب داخلي بتردد1KHZ، كما يمكن القياس بوساطة تغذية خارجية بتيار مستمر أو متناوب

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بتـــردد40-50HZ، كمـــا يمكـــن تغذيـــة الجهـــاز بوحـــدة تغذيـــة تيـــار متنـــاوب خارجيـــة نموذج(LPS-169).

مواصفات الجهاز:

1- قيـاس المقاومـات بقـيم (0.001Ω-11MΩ) علـى ثمانيـة مجـالات وبإضـافة (±10%) لكل مجال.

2- قيـاس المكثفـات وبقـيم (1PF-11000µF) علـى ثمانيـة مجـالات وبإضـافة (±10%) لكل مجال.

3- قيـاس عامـل الفقـد (D) وعامـل الـربح (Q) بقـيم (0.01-30) عنـد تـردد (1KHZ) بمجالين وبتسامح (±10%).

4- قيـاس عامـل التحـريض الـذاتي بقـيم (0.1µH-1100H) علـى ثمانيـة مجـالات وبإضافة (±10%) لكل مجال.

5- تيـار القيـاس: تيـار مسـتمر (DC) تغذيـة داخليـة أو خارجيـة لقيـاس المقاومـات تيـار متنـاوب (AC) داخلـي بتـردد (1KHZ) أو خـارجي (40-50HZ) لقيـاس سـعة المكثفات وعامل التحريض الذاتي.

6- تغذية الجهاز: بطارية تيار مستمر (9V).

مفاتيح الجهاز:

1- مفتـاح التغذيـة الرئيسـية POWER.أي (OFF-ON) لتشـغيل وإطفـاء الجهـاز، وتحديـد شدة تيار القياس للتيار المتناوب SENSITIVITY.

2- تحديد القيمة المكافئة الأولية للقياس(RCL) بثلاثة أرقام (0.00-9.99).

3- زر تثبيت القيمة المكافئة الأولية (قفل lock) يمنع تحريك المفتاح (2).

4- مربط وصل مادة القياس ذو لون أحمر (Hi) معزول عن الجسم.

5- مربط وصل مادة القياس ذو لون أزرق (EXT+DC) معزول عن الجسم.

6- مربط جسم الجهاز (أرضي) ذو لون أسود.

7- مفتـاح ناخـب نـوع تغذيـة دارة القيـاس للجسـر(SOURCESWITCH) ذو وضـعيتين الأولـى (DC) لقيـاس المقاومـة (R) والثانيـة (AC) لقيـاس سـعة المكثـف (C) وعامـل التحـريض الذاتي (L).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

8- مفتاح ناخب نوع القياس ذو ثلاث وضعيات(RCL): الوضع(R) لقياس المقاومات، الوضع (C) لقياس سعة المكثفات، والوضع (L) لقياس عامل التحريض الذاتي للملف.

9- ضواغط عامل الجداء (RANGEMUTIPLIER) لاختيار عامل الجداء (الضرب) المناسب للقياس.

10- مفتاح ناخب القيمة المكافئة ذو وضعيتين عادي (NORMAL) و(1.00).

11- لوحة المقياس (10-0-10) يتحرك المؤشر على كامل لوحة القياس عند استخدام تيار لقياس المقاومات مستمر(DC) ويتحرك ضمن المجال الأيمن فقط (10-0) عند استخدام تيار لقياس سعة المكثفات أو عامل التحريض الذاتي متناوب(AC).

12- بزال ضبط المؤشر على الصفر (0) ميكانيكياً.

13- مفتاح ناخب عامل الجداء لقياس عامل الفقد (D) والمقاومة الداخلية (RE) المقروءة على زر قياس عامل الفقد والربح(D.Q).

14- زر قياس عامل الفقد والربح(D.Q) ذو مجالين خارجي وداخلي، الخارجي لقياس عامل الفقد(D) والداخلي لقياس المقاومة الداخلية(RE).

15- على الجانب الخلفي للجهاز غطاء بطارية تغذية الجهاز.

16- على الجانب الخلفي للجهاز حمالة الجهاز.

17- على الجانب الأمامي للجهاز مدخل تغذية إشارة خارجية (EXT.SIG.IN jack) يستخدم لتغذية الجهاز بتيار متناوب خارجي بتردد (40-50HZ) وعند تغذية الجهاز من هذا المدخل ينفصل آلياً المذبذب ذو التردد (1KH).

18- مدخل لأخذ إشارة لسماعة أذن (PHONE jack) ويستخدم لأخذ قيمة القياس لتوازن الجسر سمعياً بوساطة سماعة أذن (أقل حدة ممكنة للصفير) كما يمكن توصيله لراسم إشارة.

19- مدخل تغذية خارجية (EXT.PWR IN jack) لتوصيل وحدة التغذية الخارجية الخاصة (LPS-169 AC) وعند تغذية هذا المدخل تنفصل البطارية آلياً عن تغذية الجهاز.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ومن أجل استخدام المقياس بالشكل الصحيح يتبع الآتي:

- نربط المقاومة (أو المكثف أو الملف) للمربطين (4) أحمر و(5) أزرق.
- نختار نوع العنصر المراد اختباره (RCL).
- نشغل مفتاح التغذية POWER.
- نغير عامل الجداء حتى يقترب المؤشر من الصفر أقرب ما يمكن.
- نضع المفتاح على الوضع الطبيعي وفي حالة الضرورة نغيره إلى الوضع 1.00+.
- نغير بقيمة المقاومة المكافئة الأولية حتى ينطبق المؤشر على الصفر.
- القيمة النهائية للمقاومة المجهولة هي حاصل جداء قيمة المقاومة المكافئة الأولية ضرب عامل الجداء مضافاً إليها 1.00+إذا كان مفعلاً.

3-2 الطريقة غير المباشرة (باستخدام مقياسي الفولت والأمبير)

يستخدم كلاً من مقياسي الفولت والأمبير لمعرفة قيمة المقاومة المجهولة إذا تعذر علينا معرفة ألوانها بشكل من الأشكال ولم توجد أجهزة القياس المباشرة وهذه الطريقة ببساطة توصل المقاومة إلى منبع تغذية للتيار المستمر عن طريق مقياسي الفولت والأمبير ونأخذ عدة قيم ونحسب المتوسط الحسابي لها ونطبق عليها العلاقة:

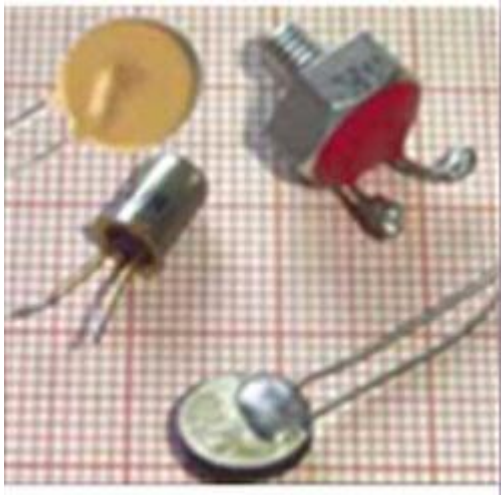


WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4- المقاومات الخاصة

تتواجد هذه المقاومات بعدة أشكال فمنها ما تتعلق بدرجة **الحرارة** وأخرى **بالجهد** وأخرى **بالضوء**، وتستخدم في الدارات الكترونية والكهربائية بحسب خاصيتها وطبيعة عملها في الدارة، فهي تتأثر بالبيئة المحيطة بها أكثر من تأثر المقاومات الأخرى (الكربونية، السلكية، المتغيرة، ....) ولكل منها خصائص وميزات تختلف عن الأخرى، فلا بد أن ندرس هذه المقاومات ومنحنيات خواصها كل على حدي:

4-1 المقاومة المتعلقة بالحرارة:



الشكل(3-17) المقاومات الحرارية

وهي المقاومة التي تتغير قيمتها بشكل ملموس بارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها.

يبين الشكل (3-17) بعض أنواع هذه المقاومات حيث تستخدم في دارات الحماية من ارتفاع درجة الحرارة، كما يمكن استخدامها كحساس لدرجة الحرارة في دارات التحكم في أجهزة التدفئة أو التبريد وفي أجهزة قياس درجة الحرارة. ويوجد منها نوعان:

1- **مقاومة ذات معامل حراري سالب(NTC)**

Negative Temperature Coefficient(NTC)

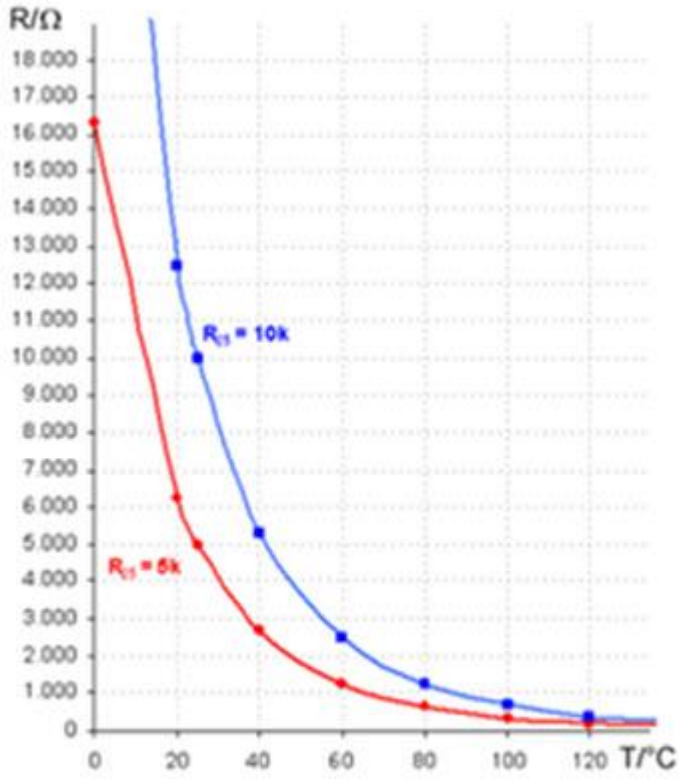
تنخفض قيمتها مع ارتفاع درجة الحرارة وهي أكثر حساسية من مقاييس الحرارة ذات المقاومات المعدنية لذلك فهي مناسبة لكل أنواع القياسات والتحكم بدرجة الحرارة.

تمثل القيم الأساسية في الجدول(1) مقاومة NTC مع درجة حرارة مرجعيةT_0=25C°، ومقاومة موافقة R = 5 kΩ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول 1: القيم الأساسية لمقاومة NTC (R= 5kΩ)

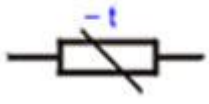
الحـــــــرارة بالدرجـــــــة المئوية	0	20	25	40	60	80	100	120
قـيم المقاومـة الأساســـــية بالأوم	16325	6245	5000	2663	1244	627.5	339	194.7



الشكل (3-18) المنحني البياني للمقاومة الحرارية NTC

يظهـر المخطـط فـي الشـكل (3-18) الخـط البيـاني بـاللون الأحمـر والخـط الآخـر بـاللون الأزرق هو لمقاومة مشابهة بقيمة مرجعية R=10kΩ.

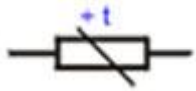
ويرمز للمقاومة في المخططات الكهربائية:



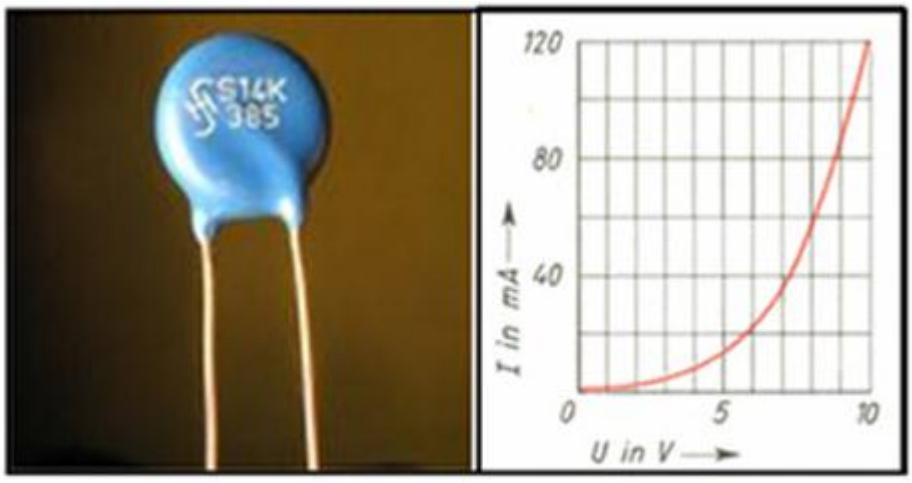
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2- مقاومة ذات معامل حراري موجب Positive Temperature Coefficient (PTC)

تـزداد قيمـة هـذه المقاومـة بارتفـاع درجـة الحـرارة، أي تزيـد مقاومتهـا مـع زيـادة درجـة الحـرارة ويوضـح الشـكل (3-18) مقـاومتين إحـداهما مـن البلاتينيـوم (اللـون الأحمـر) والثانيـة مـن النيكـل (اللـون الأزرق)، والخـط البيـاني المقابـل هـو خطـي علـى الأغلـب. ويرمـز للمقاومـة في المخططات الكهربائية:



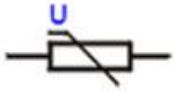
2-4 المقاومة المتعلقة بالجهد Voltage Dependent Resistor(VDR)



الشكل(3-20) منحني الخواص للمقاومة الشكل(3-19) المقاومة المتعلقة بالجهد VDR

تسـتخدم فـي مجـال حمايـة التجهيـزات الكهربائيـة مـن الارتفـاع المفـاجئ فـي الجهـد الكهربائي والشكل (3-19) يوضح نموذج من هذه المقاومة.

حيث تقل قيمتهامع ازدياد الجهد المطبق على طرفيها. وتوصل هذه المقاومة على التفرع مع الجهاز المراد حمايته. ورمزها في المخططات الكهربائية:



ويبين الشكل (3-20) منحني الخواص لهذا النوع من المقاومات (علاقة الجهد المطبق بالتيار المستجر) والذي يوضح أن هذه العلاقة طردية حتى قيمة محددة للجهد عندها أي زيادة في الجهد يؤدي إلى فصلها وبالتالي حماية الجهاز من زيادة الجهد، (تعطى قيمة هذه المقاومة تبعاً لجهد التشغيل للجهاز).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

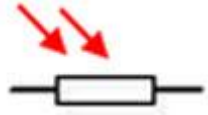
3-4 المقاومة المتعلقة بالضوء Light Dependent Resistor (LDR)



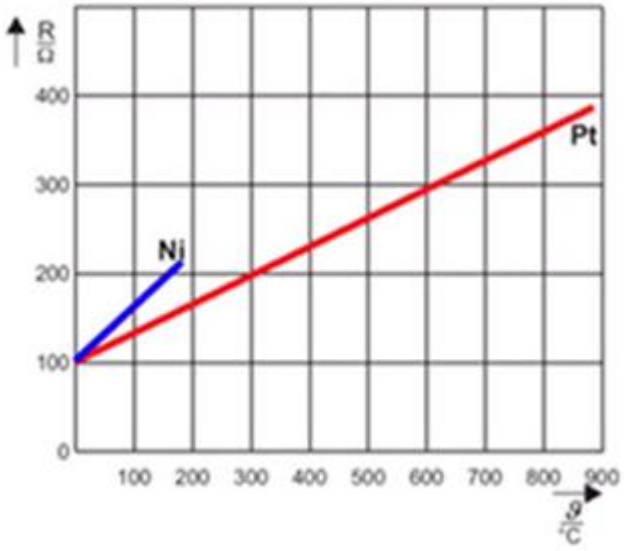
الشكل (3-21) المقاومة الضوئية LDR

وهي من أقدم العناصر الكهروضوئية، تتناقص قيمتها بازدياد شدة الضوء المسلط عليها. وتكون قيمتها في حالة الظلام عالية جداً قد تصل إلى أكثر من(2MΩ) ولكن عندما تتعرض للضوء تنخفض مقاومتها إلى بضع مئات من الأوم، غالباً تصنع من كبريتيد الكادميوم، الشكل (3-21).

ورمزها في المخططات الكهربائية:



ويبين الشكل (3-22) منحني الخواص لهذا النوع من المقاومات.



الشكل (3-22) منحني الخواص للمقاومة الضوئية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تقييم المعلومات النظرية للوحدة

أولاَ :أجب بكلمة صح عن العبارات الصحيحة وخطأ عن العبارات المخطوءة :

1. لا علاقة لمقاومة الناقل بطوله.
2. تتناسب مقاومة الناقل طرداً مع سطح مقطعه.
3. تتعلق مقاومة الناقل بنوع مادته.
4. تقاس المقاومة النوعية بـ Ω/mm^2.
5. العلاقة التي تستخدم في حساب مقاومة الناقل بدلالةطوله ونوع مادته وسطح مقطعه هي:$R = \rho.\frac{L}{A}$.
6. ناقلية المعادن تنخفض بارتفاع درجة حرارتها.

ثانياَ: اختر الإجابة الصحيحة لما يلي:

1. المقاومة ذات الألوان من اليسار إلى اليمين: ذهبي_ بني_ أسود_ أحمر ذات قيمة:

☐ 200±5% ☐ 200±10% ☐ 20±5% ☐ 20±10%

2. يمكن قياس السعة للمكثف وعامل التحريض الذاتي للملف بوساطة:

☐ مقياس فولت ومقياس أمبير ☐ مقياس فولت ومقياس أوم ☐ مقياس RCL ☐ مقياس آفو متر

3. الرمز K54 يعني مقاومة ذات قيمة:

☐ 5.4Ω ☐ 0.54Ω ☐ 54KΩ ☐ 54MΩ

4. المقاومة التي تنخفض قيمتها مع ارتفاع درجة الحرارة هي:

☐ (NTC) ☐ (PTC) ☐ (VDR) ☐ (LDR)

5. المقاومة التي تنخفض قيمتها مع ازدياد الجهد المطبق على طرفيها هي:

6. ☐ (NTC) ☐ (PTC) ☐ (VDR) ☐ (LDR)
7. المقاومات التي تستخدم في التحكم في الصوت هي:

☐ المقاومات الحرارية ☐ المقاومات المتغيرة ☐ المقاومات المتعلقة بالجهد ☐ المقاومات المعتمدة على الضوء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

8. للمقاومة المعتمدة على الضوء LDR:

☐ ثلاثة أطراف ☐ طرفان ☐ طرفان ثابتان وطرف متغير

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية :

1. ارسم شكل اسطوانة أفقية لمقاومة وحدد عليها ألوان مقابلة لمقاومة قيمتها 2300Ω بنسبة خطأ ±10%.
2. ما الفرق بين الناقلية الكهربائية والمقاومة الكهربائية وما هي واحدة قياس كل منهما؟
3. احسب مقاومة ناقل مزدوج من النحاس طوله 1Km وقطره 4mm؟
4. ملف من سلك من النحاس مقاومته في الدرجة 20°C تساوي 18Ω أثناء العمل ارتفعت درجة حرارته إلى 60°C احسب مقاومة هذا الناقل عندئذٍ.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /1/

اسم التمرين	تحديد قيمة المقاومة عن طريق الألوان	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

يحدد نوع المقاومة الكهربائية وطريقة قراءتها بنظاميها اللوني (الرباعي والخماسي).

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

مقاومات كهربائية بقيم مختلفة (مرمّزة بنظامي الترميز اللوني) خمسة من كل نوع.

معايير الأداء:

معرفة الطريقة اللونية لقراءة قيم المقاومات.

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	استخدم نظام الترميز الرباعي أو الخماسي للألوان لقراءة المقاومات (قيمة المقاومة ونسبة الخطأ) (انتبه إلى مسك المقاومة بالشكل الصحيح حيث تبدأ القراءة من اليسار إلى اليمين وتكون نسبة الخطأ إلى الطرف اليمين)	
.3		
.3	$R_1 = \cdots$	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.4



$R_2 = \cdots$ .4

.5



$R_3 = \cdots$ .5

.6



$R_4 = \cdots$ .6

.7



$R_5 = \cdots$ .7

.8



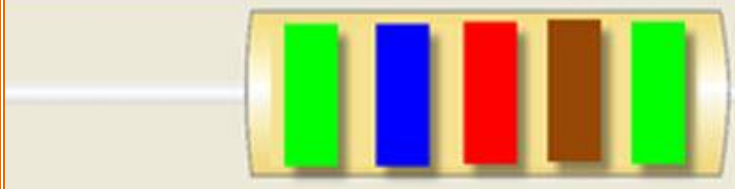
$R_6 = \cdots$ .8

.9



$R_7 = \cdots$ .9

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.10		
.10	$R_8 = \cdots$	
.11		
.11	$R_9 = \cdots$	
.12		
.12	$R_{10} = \cdots$	

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
1	التمييز بين أنواع المقاومات وترميزها وتحضيرها.			
2	قراءة قيم المقاومات.			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /2/

اسم التمرين	تحديد قيمة المقاومة عن طريق مقياس الآفو متر	الزمن	2 سا

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يحدد قيمة المقاومة الكهربائية عن طريق أجهزة القياس (مقياس الآفو متر).

2- يتقن معايرة وضبط مقياس الآفو متر لقياس قيمة المقاومة.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

- مقاومات كهربائية بقيم مختلفة (مرمّزة بنظامي الترميز اللوني) خمسة من كل نوع.
- مقياس آفو متر.

معايير الأداء:

معرفة مقياس الآفو متر لقياس قيم المقاومات.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1.	حضر مستلزمات التجربة	
2.	اضبط مقياس الآفو متر على وضع قياس المقاومات (يجب وضع مبدلة عامل الجداء على القيمة العظمى لقياس المقاومة ومن ثم تخفيضها على القيمة المناسبة حرصاً على سلامة الجهاز)	
3.	صل مجسي المقياس على المرابط الخاصة لتوصيل المقاومات (النقطة المشتركة ومجال الأوم) (يجب التأكد من التوصيل الصحيح لمجال الآوم قبل البدء بعملية القياس)،(يجب التأكد من توصيل المقاومة بشكل جيد و بأقل أسلاك ممكنة لتقليل الخطأ في القياس)	
4.	شغّل مفتاح التغذية الرئيسية للمقياس (يجب قبل التشغيل التأكد من وجود البطارية وسلامتها من التلف لتجنب عطب الجهاز وكذلك يجب أن يكون جهد التغذية للبطارية مطابق لجهد التشغيل للجهاز، وفي حال انخفاض الجهد أو تلف البطارية تستبدل على الفور)	
5.	اضبط مؤشر المقياس على الصفر وذلك عن طريق بزال التعييير(يجب اجراء هذه الخطوة قبل كل قياس وذلك من أجل دقة القياس)	
6.	اختبر مؤشر المقياس واضبطه على اللانهاية وذلك بوصل أطراف المقياس مع بعضمها البعض(يجب التأكد من هذا الاختبار وفي حال عدم المعايرة يستبدل المقياس بمقياس أدق)	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.7	قس قيمة المقاومة باستخدام مقياس الآفو متر كما في الشكل (3-23) (يجب عدم ملامسة مجسي مقياس الآفو متر عند قياس قيمة المقاومة)



الشكل (3-23)

.8	كرر الخطوات (4-7) لقياس قيم المقاومات الأخرى (يجب بعد الإنتهاء من التجربة إفراغ علبة البطاريات من البطاريات ووضع الجهاز في علبته الخاصة به وتخزينه بعيداً عن الحرارة والأدوات المعدنية وفي مكان لايوجد فيه رطوبة)

.9	سجل قيم المقاومات المقاسة عملياً بوساطة مقياس الآفو متر وبالترتيب وفقاً للجدول التالي:

	R_5 [Ω]	R_4 [Ω]	R_3 [Ω]	R_2 [Ω]	R_1 [Ω]
النظام اللوني الرباعي					
النظام اللوني الخماسي					

.10	قارن النتائج التي حصلت عليها في الخطوة (7) مع قيم المقاومات من حيث الألوان. ماذا تستنتج؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	التمييز بين أنواع المقاومات وترميزها وتحضيرها			
.2	استخدام مقياس الآفو متر ومعايرته وضبطه لقياس المقاومات			
.3	إجراء القياسات			
.4	تفسير النتائج التي حصلت عليها			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /3/

اسم التمرين	تحديد قيمة المقاومة عن طريق مقياس RCL	الزمن	2 سا

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يحدد نوع المقاومة الكهربائية وطريقة قراءتها عن طريق أجهزة القياس (مقياس RCL).
2. يتقن معايرة وضبط مقياس RCL

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

- مقاومات كهربائية بقيم مختلفة (مرمّزة بنظامي الترميز اللوني) خمسة من كل نوع.
- مقياس RCL.

معايير الأداء:

معرفة استخدام مقياس RCL لقياس قيم المقاومات.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل :

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	اضبط مؤشر المقياس على صفر (يجب تكرار هذه الخطوة عند إجراء كل قياس)	
.3	تأكد من جاهزية التغذية للمقياس (يجب التأكد من سلامة البطاريات وجاهزيتها للعمل والتأكد من مصدر التغذية الخارجي ومطابقته مع جهد التشغيل للجهاز، يمكن استخدام وحدة تغذية خارجية تيار متناوب (AC) نموذج (LPC-169) ويمنع استخدام نموذج آخر)	
.4	ركب المقاومة المراد تحديد قيمتها في المكان المخصص (لون أحمر ولون أزرق) (يجب التأكد من توصيلها بشكل جيد وربطها بأقل أسلاك ممكنة لتقليل الخطأ في القياس)	
.5	ضع مفتاح ناخب نوع القياس على الوضعية (R)	
.6	ضع مفتاح نوع تغذية دارة القياس للجسر (source) على وضعية قياس المقاومة في التيار المستمر (DC-R)	
.7	ضع مفتاح ناخب القيمة على (NORMAL)	
.8	ضع مفتاح التشغيل على وضعية العمل (ON) (عند هذا القياس لا يمكن التحكم بشدة تيار القياس)	
.9	اختر عامل الجداء المناسب حتى يقترب المؤشر من الصفر	

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

.10	حـرك مفتـاح تحديـد القيمـة المكافئـة الأوليـة حتـى ينطبـق المؤشـر علـى الصـفر فـي الوسـط كمـا فـي الشكل(3-24) (يجـب الانتبـاه عنـدما يكـون زر تثبيـت القيمـة المكافئـة الأوليـة بوضـعية قفـل (LOCK) يمنـع تحريـك مفتـاح القيمـة المكافئـة الأولية للقياس)	 الشكل(3-24)
.11	اقـرأ القيمـة المكافئـة الأوليـة ثـم اضـرب هـذه القيمـة بعامـل الجـداء المسـتخدم للمقاومات فتحصل على قيمة المقاومة المجهولة	
.12	كرر الخطوات (4–11) لقياس قيم المقاومات الأخرى	
.13	سـجل قـيم المقاومـات المقاسـة عمليـاً بوسـاطة مقيـاس RCL وبالترتيـب وفقـاً للجدول(1):	
.14	قـارن النتـائج التـي حصـلت عليهـا فـي الخطـوة (13) مـع قـيم المقاومـات مـن حيـث الألوان . ماذا تستنتج؟	

	R_5 [Ω]	R_4 [Ω]	R_3 [Ω]	R_2 [Ω]	R_1 [Ω]
النظـام اللـوني الرباعي					
النظـام اللـوني الخماسي					

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
1	معرفة أنواع المقاومات وترميزها وتحضيرها.			
2	معرفة مقياس RCL ومعايرته وضبطه واستخدامه لقياس المقاومات.			
3	إجراء القياسات.			
4	تفسير النتائج التي حصلت عليها.			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /4/

اسم التمرين	المقاومة ذات المعامل الحراري السالب (NTC)	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يميز المقاومة ذات المعامل الحراري السالب (NTC).
2. يوصل المقاومة بحسب مخطط الدارة.
3. يقيس قيم الجهد والتيار.
4. يرسم منحني الخواص للمقاومة (**علاقة الجهد والتيار**).
5. يرسم منحني الخواص للمقاومة (**علاقة المقاومة والاستطاعة**).

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

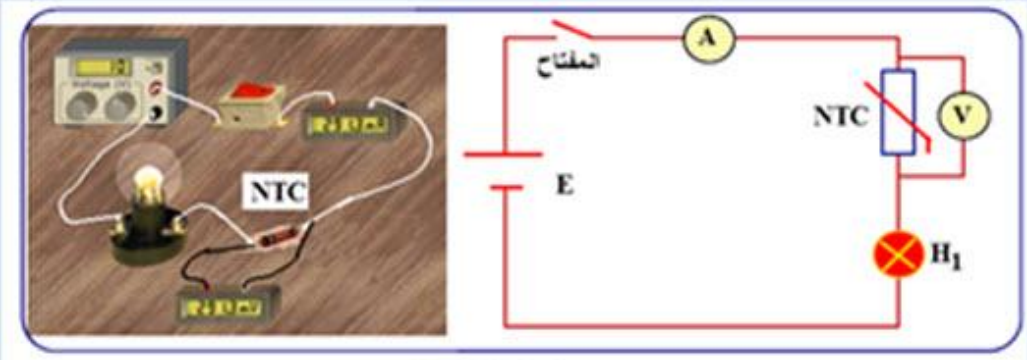
1- وحدة تغذية تيار مستمر متغيرة (0 - 30 V) عدد (1) .
2- مقياس فولت أو آفو (A.V.O) عدد (1) .
3- مقياس ميلي أمبير مستمر أو (A.V.O) عدد (1) .
4- مقاومة ذات معامل حراري سالب 5KΩ.
5- مصباح متوهج 10V،3W.
6- مفتاح كهربائي.
7- أسلاك توصيل.

معايير الأداء:

1. تمييز المقاومة ذات المعامل الحراري السالب (NTC).
2. وصل الدارة الكهربائية بحسب المخطط.
3. قياس قيم الجهد والتيار.
4. رسم منحني الخواص العلاقة بين التيار والجهدللمقاومة ذات المعامل الحراري السالب (NTC).
5. رسم منحني الخواص العلاقة بين المقاومة والاستطاعةللمقاومة ذات المعامل الحراري السالب (NTC).
6. تسجيل النتائج.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

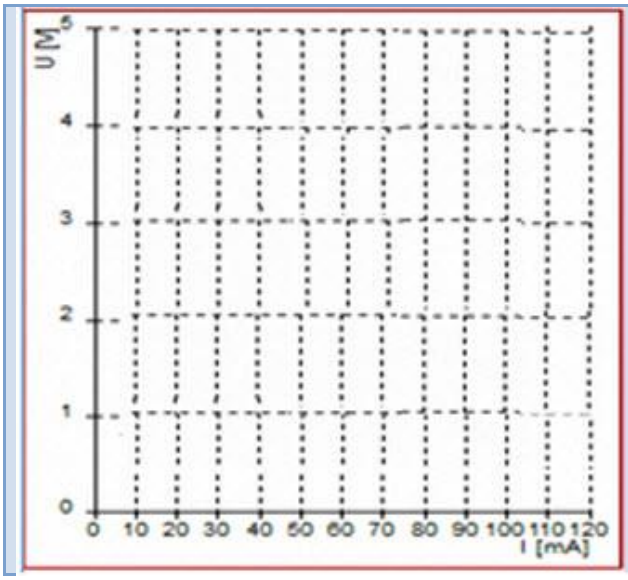
خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	صل الدارة بحسب المخطط الكهربائي كما في الشكل (3-25)	 الشكل (3-25)
.3	شغل وحدة التغذية	
.4	أغلق المفتاح	
.5	غيّر قيمة الجهد بخطوة 1 V حتى القيمة 10 V	
.6	سجل قيم التيار وهبوط الجهد على المقاومة NTC الموافقة لقيم جهد وحدة التغذية كما هو موضح في الجدول(1) (انتظر لمدة دقيقة تقريباً بين مراحل القياس)	الجدول (1)

$E[V]$	$U[V]$	$I[mA]$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.7	لاحظ إضاءة المصباح، ماذا تستنتج؟

.8	ارسم منحني العلاقة بين التيار والجهد للمقاومة NTC من القيم التي حصلت عليها	

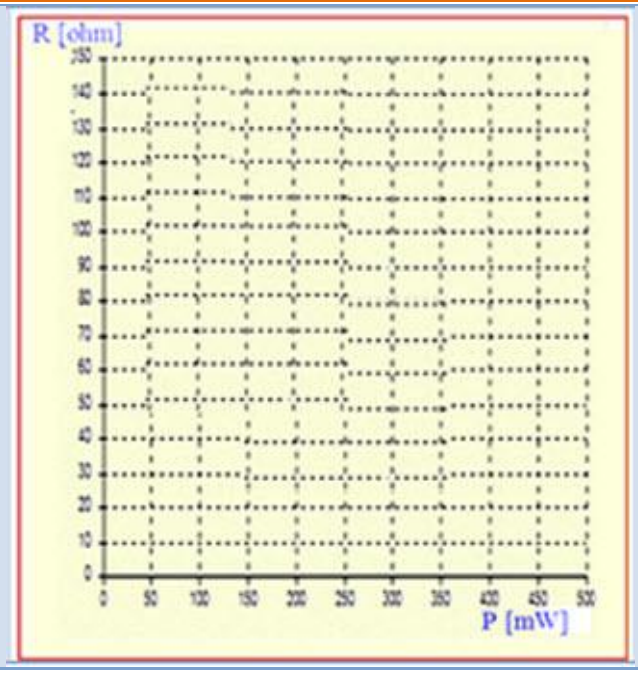
.9 احسب قيم المقاومة والاستطاعة من قيم الجدول(1) ودونها في الجدول (2)

الجدول (2)

$U[V]$	$P = U.I[mW]$	$R = \frac{U}{I}[\Omega]$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

.10	ارسم منحني العلاقة بين المقاومة والاستطاعة للمقاومة NTC وذلك من القيم المحسوبة في الجدول (2).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	تمييز المقاومة الخاصة (NTC) وتحضيرها			
.2	توصيل الدارة بحسب المخطط الكهربائي			
.3	تنفيذ مراحل التجربة بدقة وملاحظة عمل الدارة			
.4	إجراء القياسات			
.5	رسم منحنيات الخواص للمقاومة			
.6	مقارنة النتائج			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /5/

اسم التمرين	المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب (PTC)	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يميز المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب (PTC).
2. يوصل المقاومة بحسب مخطط الدارة.
3. يقيس قيم الجهد والتيار.
4. يرسم منحني الخواص للمقاومة (**علاقة الجهد والتيار**).

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- وحدة تغذية تيار مستمر متغيرة (0 - 30 V) عدد (1) .
2- مقياس فولت أو آفو (A.V.O) عدد (1) .
3- مقياس ميلي أمبير مستمر أو (A.V.O) عدد (1) .
4- مقاومة ذات معامل حراري موجب 50Ω.
5- مقاومة أومية 100 Ω
6- مصباح متوهج 3W، 10V.
7- مفتاح كهربائي.
8- أسلاك توصيل.

معايير الأداء:

1. تمييز المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب (PTC).
2. توصيل الدارة الكهربائية بحسب المخطط.
3. قياس قيم الجهد والتيار.
4. رسم منحني الخواص العلاقة بين التيار والجهد للمقاومة ذات المعامل الحراري الموجب(PTC).
5. تسجيل النتائج.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

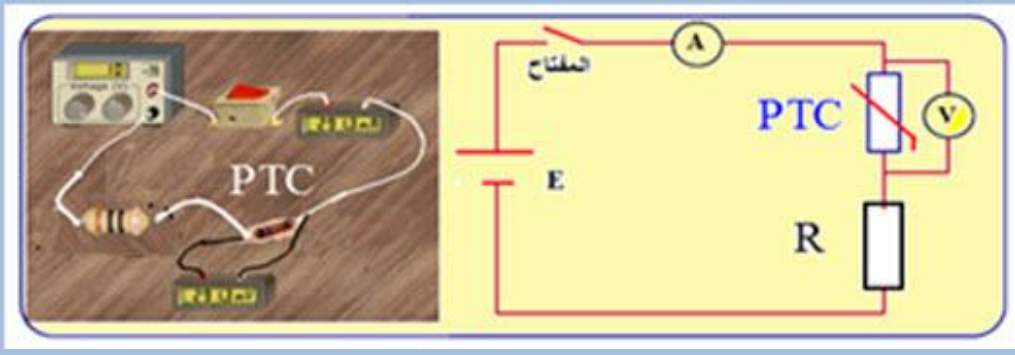
	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	صل الدارة بحسب المخطط الكهربائي كما في الشكل (3-26)	 الشكل (3-26)
.3	استخدم مقياس الفولت ومقياس الأمبير لتحديد قيمة مقاومة PTC في درجة حرارة الغرفة	
.4	شغل وحدة التغذية وغير قيم الجهد بحسب القيم في الجدول(1)	
.5	سجل قيم التيار الموافقة لقيم الجهد في الجدول(1) (نفذ جميع القياسات بالسرعة الممكنة لتجنب تسخين المقاومة)	
.6	احسب قيمة المقاومة من العلاقة R=U/I في كل خطوة ودونها في الجدول(1)	
.7	افتح القاطعة وافصل وحدة التغذية	
.8	احسب قيمة المقاومة من المتوسط الحسابي لقيم المقاومات فتحصل على قيمة المقاومة PTC في درجة حرارة الغرفة	

الجدول(1)

U_{PTC} [V]	I_{PTC} [mA]	R=U / I [Ω]
0.5		
1.0		
1.5		
2.0		

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.9 صل الدارة بحسب المخطط الكهربائي كما في الشكل (3-27)



الشكل (3-27)

.10 شغل وحدة التغذية

.11 أغلق المفتاح

.12 غيّر قيمة الجهد بخطوة 1 V كما في الجدول (1)

الجدول (1)

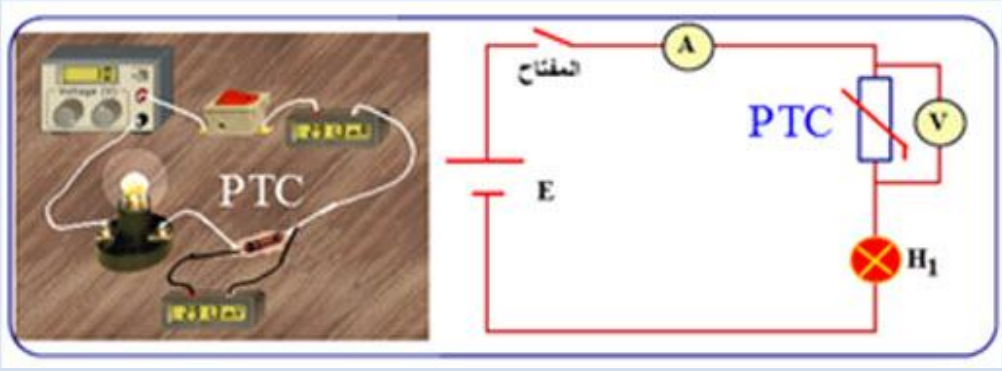
$U_{PTC}[V]$	$I_{PTC}[mA]$	$R=\frac{U}{I}[\Omega]$
1		
2		
3		
4		

.13 سجل قيم التيار الموافقة لهبوط الجهد على المقاومة PTC في الجدول(1) (انتظر لمدة نصف دقيقة تقريباً بين مراحل القياس)

.14 افتح القاطعة وافصل وحدة التغذية

.15 احسب قيمة المقاومة في كل مرحلة ودونها في الجدول (1)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.16	ارسم منحني علاقة التيار بالجهد وذلك من القيم التي حصلت عليها في الجدول(1) 
.17	فسر ما يمكنك القول حول هذا المنحني؟
.18	فسر ماذا يحدث لو طبقت جهود أكبر من 4V حتى 10V ؟
.19	حرك أحد أصابعك قريباً من مقاومة PTC بدون ملامستها ماذا تلاحظ؟
.20	صل الدارة بحسب المخطط الكهربائي كما في الشكل (3-28)  الشكل (3-28)
.21	شغل وحدة التغذية واضبط الجهد على القيمة 10V
.22	أغلق المفتاح، ولاحظ اضاءة المصباح، ماذا تلاحظ؟
.23	أطفئ توتر التغذية، انتظر لبضعة ثوان وشغله مرة ثانية. ماذا يحدث؟
.24	فسر ماذا يحدث إذا تعرضت الآن مقاومة الـ PTC لجفاف؟ (انفخ عليها بلطف)
.25	لاحظ قراءة مقياس الفولت في الحالات السابقة، ماذا تلاحظ، فسر ذلك؟.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
1.	تمييز المقاومة الخاصة (PTC) وتحضيرها.			
2.	توصيل الدارة بحسب المخطط الكهربائي.			
3.	تنفيذ مراحل التجربة بدقة وملاحظة عمل الدارة.			
4.	إجراء القياسات.			
5.	رسم منحنيات الخواص للمقاومة.			
6.	مقارنة النتائج.			

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الاختبار العملي للوحدة

اسم الاختبار	المقاومات الكهربائية

الأداء المطلوب في الاختبار:

1. حساب قيم المقاومات الكهربائية بوساطة الترميز اللوني:
2. اكتب جدول الألوان لنظامي الترميز اللوني ودوّن قيم المقاومات المبينة في الجدول (1)
3. قياس قيم المقاومات الكهربائية بوساطة أجهزة القياس:
4. عدد أسماء الأجهزة التي تستخدم لقياس المقاومات واختر أحداً منها واشرح كيفية ضبطه ومعايرته لقياس المقاومة.
5. قس قيم المقاومات وسجل قيمها في نفس الجدول وقارن بين القيم المقاسة بوساطة أجهزة القياس والقيم المحسوبة بوساطة الألوان ماذا تلاحظ؟.

الجدول (1)

المقاومة	قيمتها اللونية	قيمتها القياسية
		
		
		
		

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6: الدراسة العملية للمقاومات الخاصة:

أ : ضع إشارة (√)أمام العبارة الصحيحة:

إن مقاومة LDR هي:		إن المقاومة VDR هي :	
تابعة للضوء		تابعة للضوء	
تابعة لدرجة الحرارة		تابعة لدرجة الحرارة	
تابعة للجهد		تابعة للجهد	
تابعة للتيار		تابعة للتيار	

إن مقاومة NTC هي :		إن مقاومة PTC هي :	
تابعة للضوء		تابعة للضوء	
تابعة لدرجة الحرارة		تابعة لدرجة الحرارة	
تابعة للجهد		تابعة للجهد	
تابعة للتيار		تابعة للتيار	

التجاوب السريع للمقاومة الـ PTC يجعل منها مناسبة لأي من التالي:

تشغيل وإطفاء التأخير في الدارات.	
ثبات الجهد.	
تحسس درجة الحرارة.	

ب : أجريت دراسة لإحدى المقاومات الخاصة فحصلنا على النتائج الآتية :

a. مقاومتها متناسبة عكسياً مع درجة الحرارة.

b. مقاومتها متناسبة عكسياً مع استهلاك الطاقة.

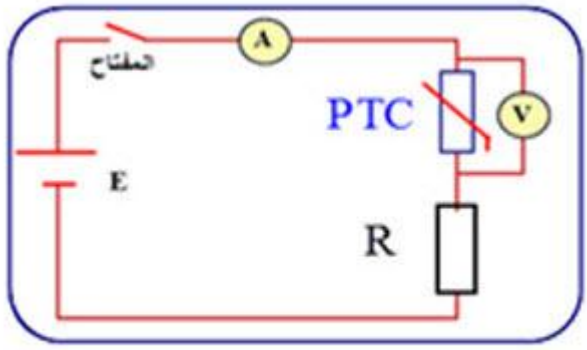
c. ويجب أن تعمل بتيار منخفض لتجنب التسخين الذاتي.

- حدد نوع هذه المقاومة.
- حدد مجال استخدام هذه المقاومة وفقاً لتلك الخصائص.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ج : صل الدارة كما في الشكل(3-29):

- سجل مراحل الاختبار من أجل الحصول على خصائص المقاومة PTC.
- ارسم جدول ودوّن القيم المقاسة والمحسوبة لهذا الاختبار.
- ارسم منحني الخواص من النتائج التي حصلت عليها.



الشكل(3-29)

المواد والأدوات والتجهيزات:

1-مقاومات متنوعة عدد /5/.

1-أجهزة قياس المقاومات.

2- مقاومة PTC.

3-مقاومة أومية (كربونية) R=100Ω.

4-وحدة تغذية تيار مستمر 0-30V.

5-مقياس فولت تيار مستمر 0-30V.

6-مقياس أمبير تيار مستمر 300Ma.

7-أسلاك توصيل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

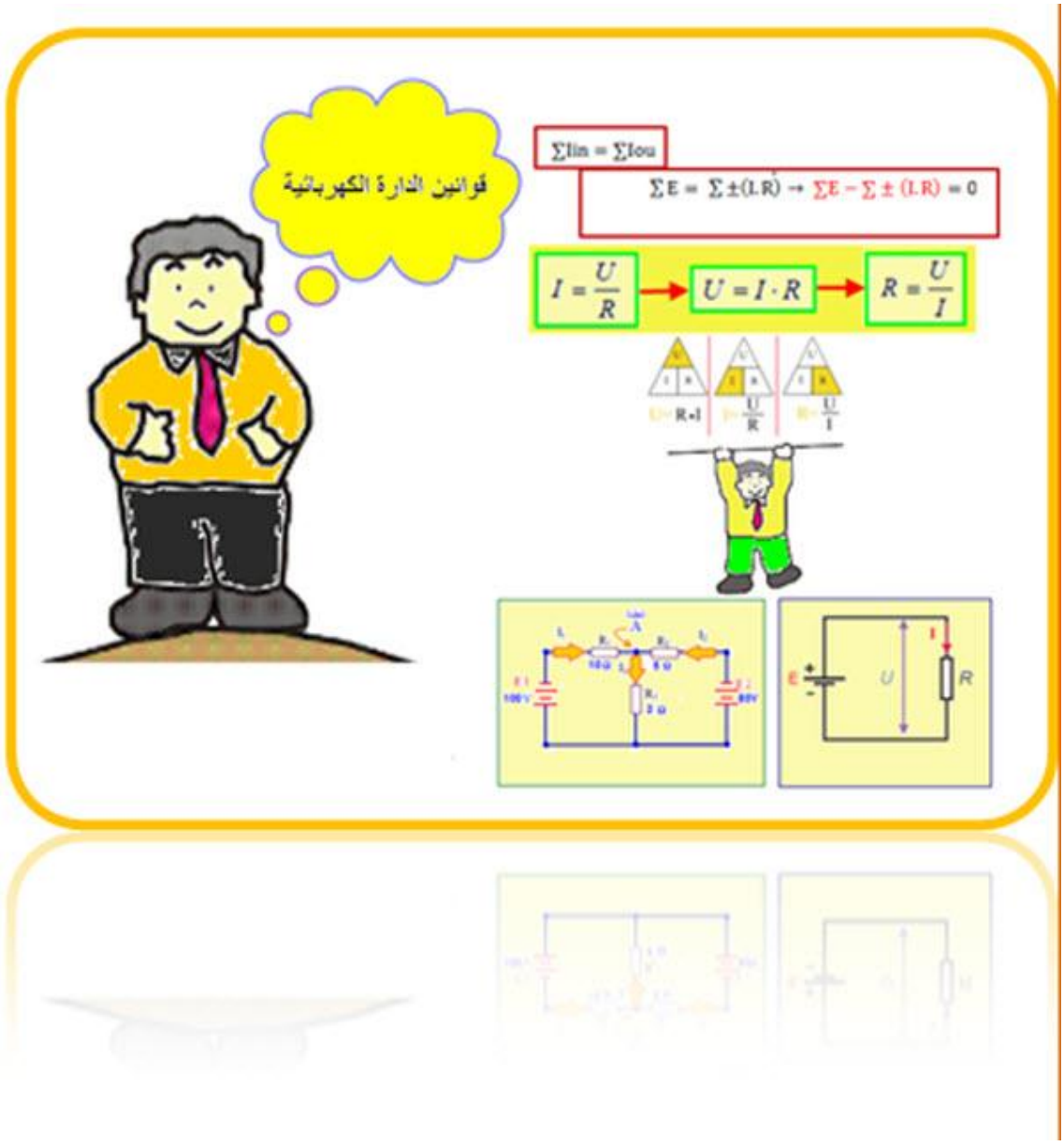
الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 2 ساعة

إرشادات للطالب	سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية

• استخدام جدول الألوان لحساب قيم المقاومات وتدوين القيم في الجدول(1).	12.5 درجة
• تعداد أسماء أجهزة قياس المقاومات واختيار أحد منها وأخذ القراءات بالشكل الصحيح.	25 درجة
• مقارنة بين القيم المحسوبة والقيم المقاسة.	12.5 درجة
• الاجابة على السؤال الأول والثاني (المقاومات الخاصة).	10 درجة
• تسجيل مراحل الاختبار.	5 درجة
• توصيل الدارة كما في المخطط.	5 درجة
• إجراء القياسات والحساب بالشكل الصحيح للدارة.	15 درجة
• رسم الجدول وتدوين القيم المقاسة والمحسوبة	5 درجة
• رسم منحني الخواص من القيم المدونة في الجدول وبالشكل الصحيح	10 درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الوحدة الرابعة قوانين الدارات الكهربائية



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة محتويات الوحدة

المحتوى	الصفحة

مقدمة الوحدة 117

المعلومات النظرية للوحدة 118

قانون أوم 118

قانونا كيرشوف 120

مجزءات الجهد والتيار 124

تقييم المعلومات النظرية للوحدة 126

بطاقة التمرين العملي رقم /1/ 127

بطاقة التمرين العملي رقم /2/ 130

بطاقة التمرين العملي رقم /3/ 133

الاختبار العملي للوحدة 136

الزمن اللازم لإنجاز الوحدة :24/سا

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مقدمة الوحدة

إن لكل دارة كهربائية عناصر كما تعرفت عليها سابقاً ولعل أهم هذه العناصر هي الأحمال التي يهمنا معرفة الجهد المطبق عليها والتيار المار فيها أو حتى معرفة مقاومة هذا الحمل والسبيل إلى ذلك هو ما يعرف بقانون أوم وما يعرف بقانوني كيرشوف، وقاعدتي مجزئ التيار ومجزئ الجهد.

بعد إنجاز هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على:

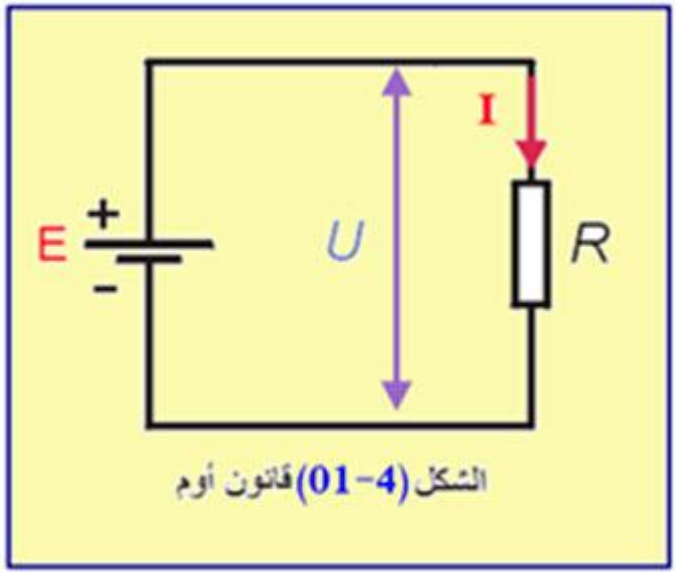
1. معرفة العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة (قانون أوم).
2. معرفة قانونا كيرشوف.
3. معرفة قاعدة مجزئ التيار.
4. معرفة قاعدة مجزئ الجهد.

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

1- قانون أوم:

إذا أردت أن تحدد بطريقة حسابية التيار المار في دارة كهربائية بسيطة أو في عقدة فعليك أن تعرف أن هذا التيار **I** يعتمد على عاملين هما الجهد **U** و المقاومة **R**.

والعلاقة بين هذه المتغيرات الثلاثة تدعى بقانون أوم.



الشكل (4-01) قانون أوم

فمثلا في الدارة المبينة بالشكل (4-01) إذا ضاعفت الجهد في هذه الدارة، فإنك سوف تجد أن التيار أيضاً يزداد بمقدار الضعف. أما في حال الحفاظ على الجهد ثابتاً ومضاعفة المقاومة، فإن التيار ينقص بمقدار النصف. هذا ما توصل إليه العالم أوم (أي أن التيار يتناسب طرداً مع الجهد وعكساً مع المقاومة) إذ عبّر عن ذلك رياضياً بإحدى العلاقات الآتية:

$$I = \frac{U}{R} \rightarrow U = I \cdot R \rightarrow R = \frac{U}{I}$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

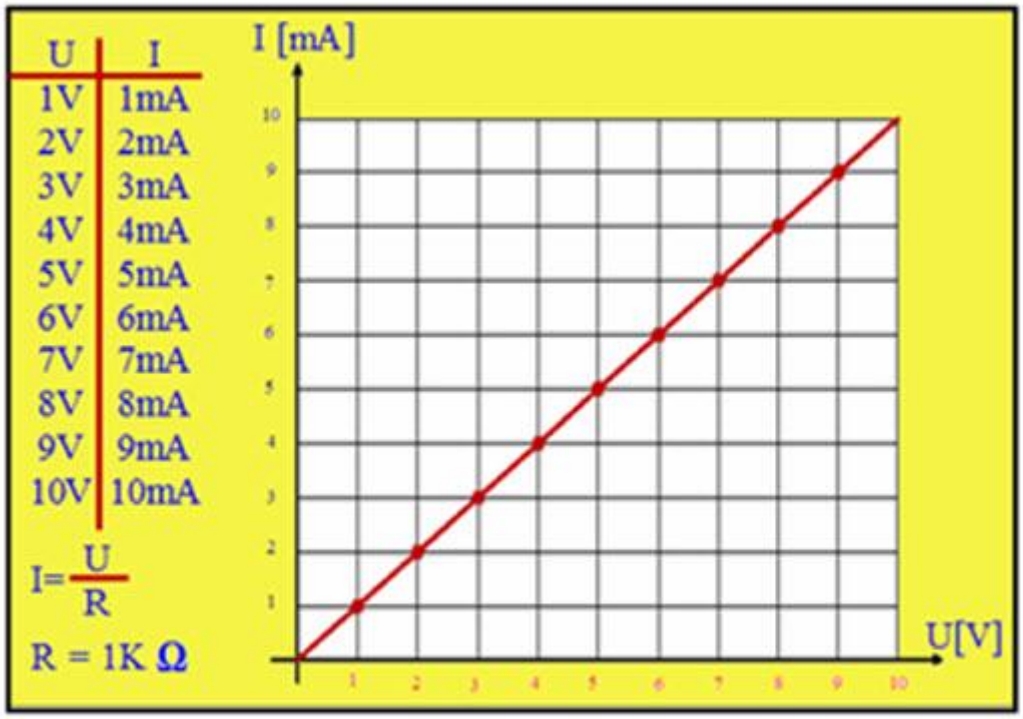


الشكل (4-02) مثلث قانون أوم

حيث استخدمنا الرمز U للجهد وفي بعض المراجع تستخدم الرمز V بدلاً عنه.

عندما يكون الحمل موصول مباشرة مع المنبع فإن (E=U)، ولترسيخ هذا القانون في ذهنك انظر إلى المثلثات في الشكل (4-02).

لاستخدام مثلث قانون أوم، غطِ بإصبعك قيمة الوحدة المجهولة، فتظهر العلاقة المطلوبة لحساب الوحدة المجهولة كما هو موضح في الشكل (4-2).



الشكل (4-03) العلاقة بين التيار والجهد في المقاومة الأومية

إذا كانت المقاومة ثابتة القيمة فإن العلاقة بين التيار المار في المقاومة وفرق الكمون على طرفيها تكون خطية كما هو موضح بالشكل (4-03).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

يجدر بالذكر أن المقاومات التي ينطبق عليها قانون أوم (التناسب بين الجهد والتيار) يشار إليها أيضا بمقاومات أومية.

تمثل المقاومات المعدنية عادة مقاومة أومية، وكذلك مقاومة جسم الإنسان، بينما مقاومة السوائل الناقلة لا تحقق قانون أوم.

مثال (1): في الدارة التي مرت معنا سابقاً في الشكل(4-01)، إذا كان $R=6\Omega$, $U=12V$.

1. احسب شدة التيار المار في الدارة؟
2. إذا كانت شدة التيار المار في هذه الدارة 2A وجهد المنبع 12V فما هي قيمة المقاومة R؟
3. إذا كانت $R= 6\Omega, I=2A$ احسب جهد المنبع U؟

الحل:

1. $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{6} = 2A$
2. $R = \frac{U}{I} = \frac{12}{2} = 6\Omega$
3. $U = I.R = 2.6 = 12V$

يمكن استخدام قانون أوم في حل الدارات الكهربائية وبأشكاله الثلاثة لدارة تحتوي على أكثر من مقاومة أومية وبتوصيلاتها المتعددة والذي سنستخدمه لاحقاً في وحدة حل الدارات الكهربائية.

2- قانونا كيرشوف

قانونا كيرشوف ليسا جديدان عليك، فهما تعبير عن جوهر ومضمون قانون أوم.

لقد كنت تباشر الحل في المسائل من النقطة حيث يتوافر لك عنصران معلومان من أصل ثلاثة (I,U،R) وبوساطتهما تحدد العنصر الثالث المجهول، وبتطبيق هذا الأسلوب كنت تتقدم خطوة بعد خطوة في الحل.

لكن في بعض الدارات لن تتمكن أحياناً أو غالباً من الحصول على معلومين في موضع محدد من الدارة لتنطلق منهما كنقطة بداية في الحل، أي أنه سيكون لديك أكثر من مجهول في الوقت نفسه، فلذلك يمكن حلها بوساطة قوانين كيرشوف بصياغة معادلات جبرية ومن ثم القيام بحل مشترك لها.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

لـذلك سـنتعرف علـى بعـض الطـرق والقـوانين والتـي تعـرف بقـانوني كيرشـوف والتـي تساعدنا في عملية تحليل الدارات الكهربائية المعقدة.

1-2 قانون كيرشوف الأول للتيار

ينص هذا القانون على أن: " **في أي شبكة (دارة) كهربائية: المجموع الجبري للتيارات الداخلة في عقدة توصيل يجب أن يساوي المجموع الجبري للتيارات الخارجة من هذه العقدة** ".

يعبر عن قانون كيرشوف الأول بالعلاقة الآتية: $\sum I_{in} = \sum I_{out}$

($\sum$ تلفظ سيغما وتدل على المجموع)

وبالتالي نستنتج: $\sum I_{in} - \sum I_{out} = 0 \rightarrow \sum I = 0$

ويجب التنويه أن مصطلح (جبري) الوارد في قانوني كيرشوف يشير إلى ضرورة الانتباه لنوع القطبية التي يتمتع بها كل تيار أو جهد كهربائي، وذلك بإعطائها الإشارة المناسبة لها: إما إن تكون موجبة (+) أو تكون سالبة (-).

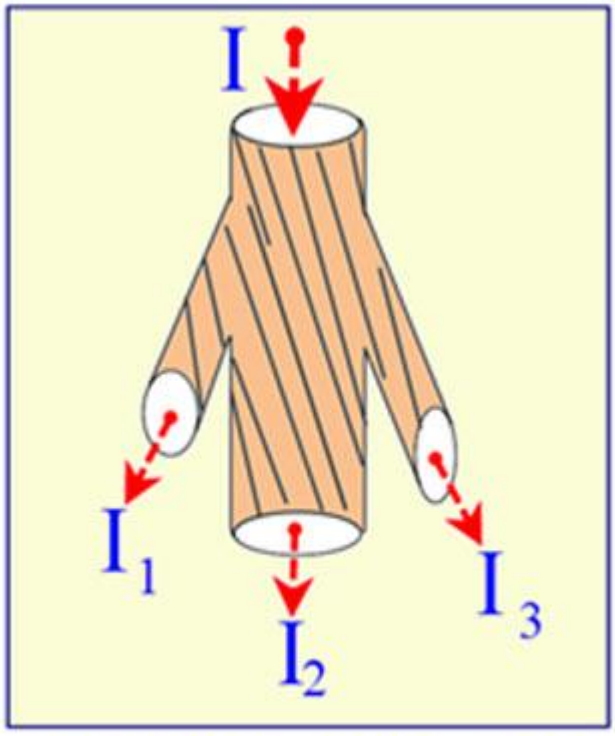
لفهم قانون كيرشوف الأول انظر الشكل (4-04).

لاحظ هنا أن التيار (I) هو الوحيد الداخل إلى العقدة بينما هنالك ثلاثة تيارات (I_1, I_2, I_3) خارجة من نفس العقدة.

أي أنه عندما يدخل التيار (I) إلى العقدة فإنه لا يوجد له طريق آخر سوى التفرع والخروج من العقدة، ويمكن كتابة ذلك بمعادلة كما يلي:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$
$$\rightarrow I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

لاحظ هنا أننا اعتبرنا التيار الداخل إلى العقدة موجب والتيار الخارج من العقدة سالب (وهذا أمر افتراضي).

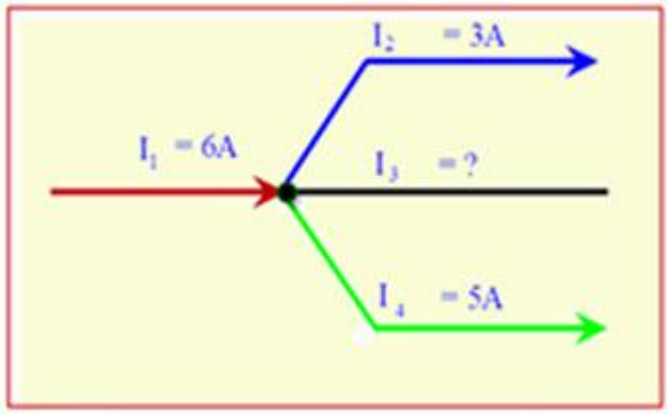


الشكل (4-04) توضيح قانون كيرشوف الأول

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مثال:

أوجد قيمة واتجاه التيار (I_3) في الشكل(4-05). وذلك باستخدام قانون كيرشوف الأول للتيار.



الشكل(4-05)مثال توضيحي لقانون كيرشوف الأول

الحل:

نفرض أن التيارات (I_1) و (I_3) داخلان إلى العقدة، بينما التياران (I_2) و (I_4) خارجان من العقدة.

الآن إذا طبقنا قانون كيرشوف للتيار أي مجموع التيارات القادمة إلى نقطة معينة (عقدة) يساوي مجموع التيارات الخارجة من نفس العقدة:

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4 \rightarrow 6 + I_3 = 3 + 5$$
$$\rightarrow I_3 = 8 - 6 = 2A$$

لو فرضنا أن I_3 خارج من العقدة:

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \rightarrow 6 = 3 + I_3 + 5$$
$$\rightarrow I_3 = 6 - 3 - 5 = -2A$$

أي أن جهته عكس الفرض.

2-2 قانون كيرشوف الثاني للجهد:

"في أي ممر وحيد يشكل دارة كهربائية مغلقة، يكون مجموع القوى المحركة الكهربائية(EMF)، وهبوطات الكمون (الجهد) ($\sum \pm I.R$) مأخوذة بإشارة مناسبة: مساوياً الصفر" ويعبر عن قانون كيرشوف الثاني للجهد بالعلاقة الآتية :

$$\sum E = \sum \pm (I.R) \rightarrow \sum E - \sum \pm (I.R) = 0$$

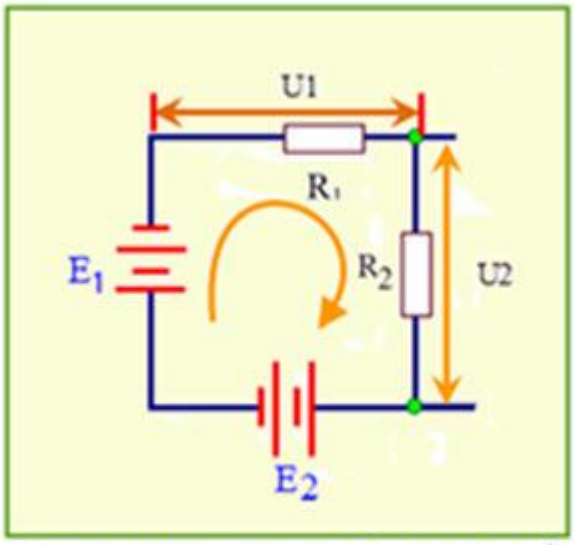
يجب الانتباه إلى الإشارات الجبرية أثناء تطبيق هذا القانون. ويُعد اتجاه القوة المحركة الكهربائية للبطارية من القطب السالب إلى القطب الموجب لها بغض النظر عن اتجاه التيار في البطارية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أما اتجاه فرق الجهد بين طرفي المقاومة فهو نفس اتجاه التيار المار فيها. فإذا أخذنا اتجاه دوران عقارب الساعة، هو الاتجاه الدوراني الموجب فإن كل قوة محركة كهربائية وتيار كهربائي في اتجاه عقارب الساعة يكون موجباً وكل ما خالف ذلك يكون سالباً.

مثال:

طبق قانون كيرشوف الثاني للجهد على الحلقة المبينة في الشكل (4-06).

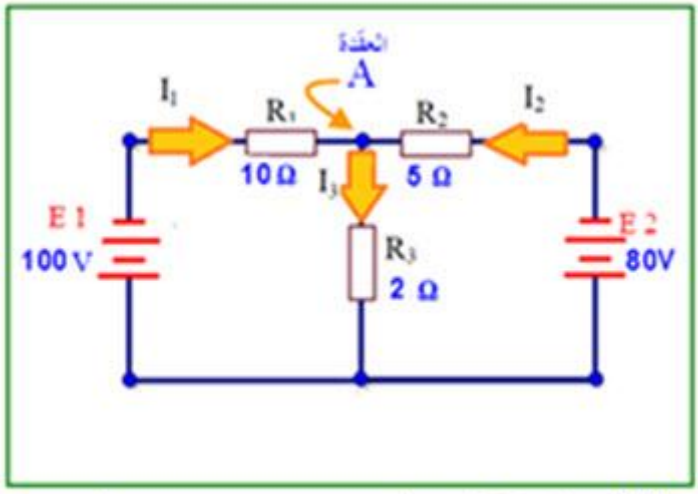


الشكل (4-06) مثال توضيحي لقانون كيرشوف الثاني

الحل:

$$E_1 + E_2 = (U_1 + U_2)$$
$$E_1 + E_2 = I(R_1 + R_2)$$
$$E_1 + E_2 = U_1 + U_2$$

مثال: احسب قيمة التيار المار في كل مقاومة في الدارة المبينة في الشكل (4-07). **وذلك باستخدام قانوني كيرشوف الأول والثاني.**



الشكل (4-07) مثال توضيحي لقانونا كيرشوف

الحل: بتطبيق **قانون كيرشوف الأول للتيار** على العقدة (A) نجد: $I_1 + I_2 = I_3$

بتطبيق **قانون كيرشوف الثاني للجهد** على الحلقة اليسرى نجد:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$$E_1 = I_1.R_1 + I_3.R_3$$
$$E_1 = I_1.R_1 + (I_1 + I_2).R_3$$
$$\rightarrow 100 = 10I_1 + (I_1 + I_2).2$$
$$\rightarrow 100 = 12I_1 + 2I_2 \ldots.(1)$$

بتطبيق **قانون كيرشوف الثاني للجهد** على الحلقة الكبرى الخارجية نجد:

$$E_1 - E_2 = I_1.R_1 - I_2R_2$$
$$\rightarrow 100 - 80 = 10I_1 - 5I_2$$
$$\rightarrow 20 = 10I_1 - 5I_2 \ldots..(2)$$

والآن يجب علينا حل جملة المعادلتين (1) و (2). فنقوم بضرب المعادلة الأولى بـ (5)، وضرب المعادلة الثانية بـ (2) فنحصل على:

$$500 = 60I_1 + 10I_2 \ldots.(1')$$
$$40 = 20\,I_1 - 10I_2 \ldots.(2')$$

ثم نجمع المعادلتين $(1')(2')$ فنحصل على:

$$540 = 80\,I_1 \rightarrow I_1 = 6.75[A]$$

ثم نعوض عن قيمة (I_1) في المعادلة (1):

$$100 = 12.(6.75) + 2I_2$$
$$\rightarrow 2I_2 = 100 - 81 \rightarrow I_2 = 9.5[A]$$
$$\rightarrow I_3 = I_1 + I_2 = 6.75 + 9.5 = 16.25[A]$$
$$\rightarrow I_3 = 16.25[A]$$

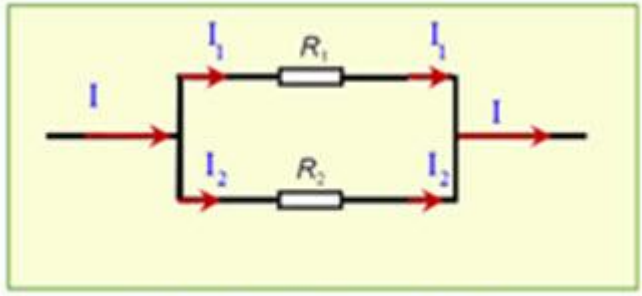
3- مجزءات الجهد والتيار :

1-3 مجزئ التيار:

بين الشكل (4-08) مجزئ التيار.

حسب قانون كيرشوف الأول للتيار فإن: $I = I_1 + I_2$

ومن أجل حساب التيار في كل جزء نطبق قاعدة مجزئ التيار:



الشكل (4-08) مجزئ التيار

$$I_2 = I.\frac{R_1}{R_1+R_2} \quad , \quad I_1 = I.\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

تستخدم هذه القاعدة من أجل زيادة مجال القياس لمقياس الأمبير.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

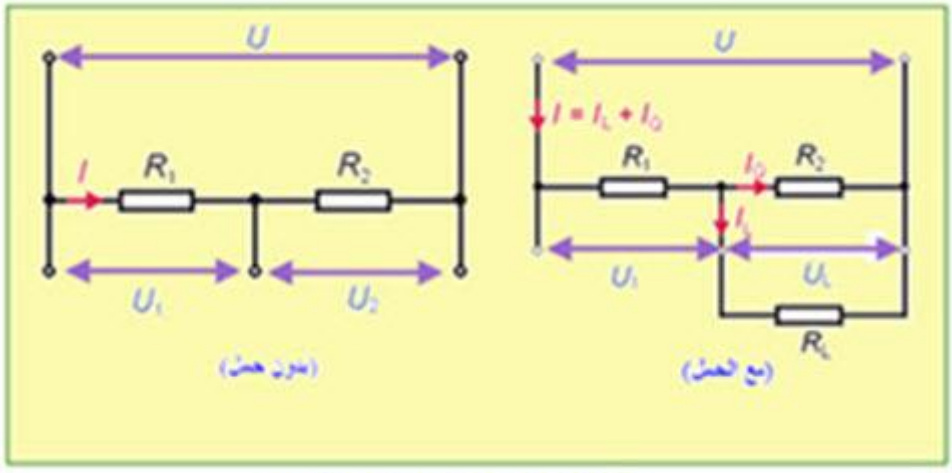
مثال: في الدارة السابقة إذا علمت أن $I=8A, R_1=2\Omega, R_2=6\Omega$ احسب التيارات الجزئية ؟

الحل :

$$I_1 = I.\frac{R_2}{R_1+R_2} = 8.\frac{6}{2+6} = 6[A]$$

$$I_2 = I.\frac{R_1}{R_1+R_2} = 8.\frac{2}{2+6} = 2[A]$$

2-3 مجزئ الجهد :



الشكل (4-09) مجزئ الجهد

يبين الشكل (4-09) مجزئ الجهد.

حسب قانون كيرشوف الثاني للجهدفإن: $\sum E = \sum(I.R) = U_1 + U_2$

ومن أجل حساب هبوطات الجهد في كل جزء نطبق قاعدة مجزئ الجهد:

$$U_1 = U.\frac{R_1}{R_1+R_2} \quad ، \quad U_2 = U.\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

تستخدم هذه القاعدة من أجل زيادة مجال القياس لمقياس الفولت.

مثال: في الدارة السابقة إذا علمت أن $U=10V, R_1=2\Omega, R_2=6\Omega$ احسب هبوطات الجهد الجزئية؟

الحل: نطبق قاعدة مجزئ الجهد:

$$U_1 = U.\frac{R_1}{R_1+R_2} = 10.\frac{2}{2+6} = 2.5[V]$$

$$U_2 = U.\frac{R_2}{R_1+R_2} = 10.\frac{6}{2+6} = 7.5[V]$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تقييم المعلومات النظرية للوحدة

أولاً : أجب بكلمة صح عن العبارات الصحيحة وخطأ عن العبارات المخطوءة:

- التيار يتناسب طرداً مع الجهد وطرداً مع المقاومة.
- يتعلق قانون كيرشوف الأول بالجهود والثاني بالتيارات.
- المجموع الجبري للتيارات الداخلة في عقدة يساوي المجموع الجبري للتيارات الخارجة منها.
- في قاعدة مجزئ التيار فإن تيار أحد الجزأين يحسب بالعلاقة: $I_2 = I.\frac{R_2}{R_1+R_2}$
- في قاعدة مجزئ الجهد فإن فرق الجهد على أحد الجزأين يحسب بالعلاقة:

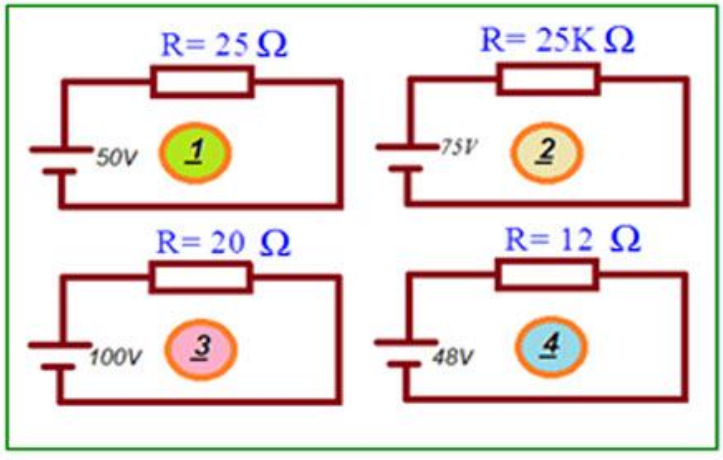
$$U_1 = U.\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

ثانياً: أجب عن السؤالين التاليين:

1. اكتب نص قانون أوم رمزياً في الحالات الثلاثة ؟
2. اذكر نص قانوني كيرشوف وعبّر عنهما رمزياً ؟

ثالثاً: حل المسائل الآتية :

1. مصباح سيارة مقاومته (4Ω) يعمل من بطارية (12V). ارسم الدارة الكهربائية واحسب شدة التيار المار في المصباح.
2. مقاومة قيمتها (6Ω)، يمر عبرها تيار شدته (1A). ارسم الدارة الكهربائية واحسب فرق الجهد بين طرفي المقاومة.
3. حدد من الشكل التالي أي من الدارات الكهربائية تكون قيمة التيار فيها أكبر ما يمكن، وأي من الدارات تكون قيمة التيار فيها أصغر ما يمكن؟



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /1/

اسم التمرين	التحقق من قانون أوم (العلاقة بين التيار والجهد)	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يتحقق من قانون أوم.
2. يدرس العلاقة بين التيار والجهد للمقاومة الكهربائية.
3. يرسم المنحني البياني للعلاقة بين التيار والجهد.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

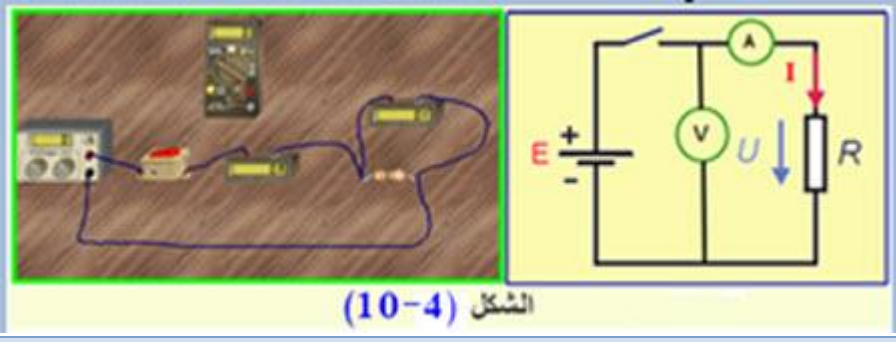
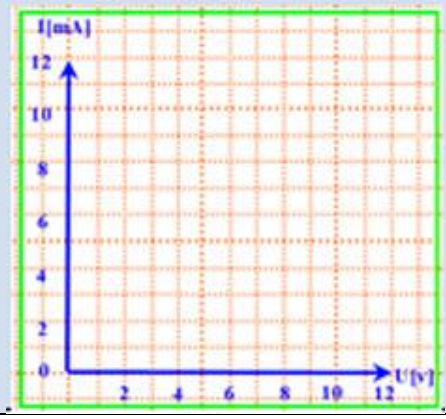
1- مقاومة كهربائية Ω1k.
2- وحدة تغذية تيار مستمر متغيرة القيمة 0-12v.
3- مقياس ميلي أمبير تيار مستمر 300mA أو مقياس آفو متر.
4- مقياس فولت تيار مستمر 30v أو مقياس آفو متر.
5- أسلاك توصيل.

معايير الأداء:

- استخدام مقياسي الأمبير والفولت في تطبيق قانون أوم.
- التحقق من قانون أوم.
- دراسة العلاقة بين التيار والجهد للمقاومة الأومية.
- رسم المنحني البياني للعلاقة بين التيار والجهد.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1.	حضر مستلزمات التجربة.	
2.	تأكد من جاهزية كلا من مقياسي الفولت والأمبير، واضبط مؤشرهما على صفر التدريج عند كل قياس	
3.	صل مخطط الدارة كما في الشكل(4-10).	 الشكل (4-10)
4.	شغل وحدة التغذية وأغلق الدارة بوساطة المفتاح	
5.	غيّر جهد وحدة التغذية بالتدريج بقيم من(2v) حتى(12v) كما هو مبين بالجدول(1)	
6.	سجل قراءة مقياس الأمبير الموافقة لقيم الجهد في الجدول(1)	الجدول(1) U[V] 2 4 6 8 10 12 I[mA]
7.	إفتح الدارة بوساطة المفتاح وافصل وحدة التغذية	
8.	ارسم المنحني البياني للعلاقة بين التيار والجهد عند ثبات المقاومة، وذلك من القيم التي حصلت عليها، ماذا تستنتج؟	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	توصيل مخطط الدارة			
.2	اختيار أجهزة القياس وضبطها وتوصيلها بالشكل الصحيح			
.3	إجراء القياسات المطلوبة في الدارة			
.4	رسم المنحني البياني (العلاقة بين التيار والجهد) للمقاومة الأومية (التحقق من قانون أوم).			
.5	تفسير النتيجة التي حصلت عليها.			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /2/

اسم التمرين	التحقق من قانون كيرشوف الأول	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يوصل المقاومات وفقاً للمخطط.
2. يستخدم أجهزة القياس (الأمبير) للتحقق من قانون كيرشوف الأول.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- مقاومات أومية، R_1=68Ω ، R_2=33 Ω ، R_3= 22 Ω.

2- وحدتي تغذية تيار مستمر 9V, 12v .

3- مقاييس ميلي أمبير تيار مستمر 300mA أو مقياس A.V.O عدد3.

4- أسلاك توصيل.

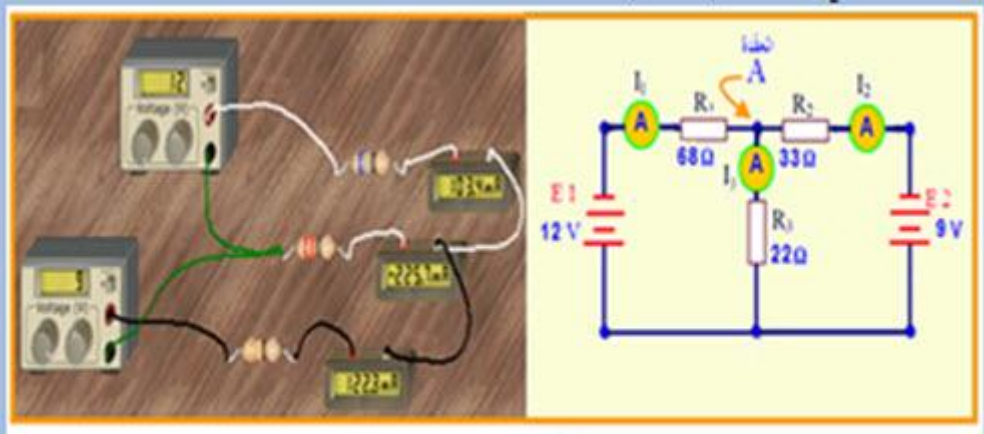
معايير الأداء:

1- استخدام مقاييس الأمبير للتحقق من قانون كيرشوف الأول.

2- المقارنة بين القيم المقاسة ومطابقتها وقانون كيرشوف الأول.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1. حضر مستلزمات التجربة.	
2. تأكد من جاهزية مقاييس الأمبير.	
3. صل الدارة كما في الشكل (4-11).	 الشكل (4-11)
4. شغل وحدتي التغذية واضبط قيم الجهود على (E_1=12V,E_2=9V).	
قس قيم التيارات المارة في الدارة بوساطة مقاييس الأمبير وسجلها في الجدول (1)	
5.	الجدول(1) $\sum I = 0$ | $I_1 + I_2 = I_3$ | I_3 | I_2 | I_1
6. اعد جهد وحدتي التغذية إلى الصفر	
7. افصل وحدتي التغذية	
8. تحقق من قانون كيرشوف الأول للتيار في العقدة A من العلاقة $\sum I = 0$ $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ $I_1 + I_2 = I_3$	
9. سجل القيم التي حصلت عليها بالحساب في الجدول (1)	
10. قارن بين قيمة التيار I_3 التي حصلت عليها بالقياس والحساب	
11. تأكد بأن النتائج والقياسات حققت قانون كيرشوف الأول.	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	توصيل مخطط الدارة			
.2	اختيار أجهزة القياس وضبطها وتوصيلها بالشكل الصحيح			
.3	إجراء القياسات المطلوبة في الدارة			
.4	التحقق من أن الدارة حققت قانون كيرشوف الأول			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /3/

اسم التمرين	التحقق من قانون كيرشوف الثاني للجهد	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يوصل المقاومات بحسب المخطط.
2. يستخدم أجهزة القياس (الفولت) للتحقق من قانون كيرشوف الثاني.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

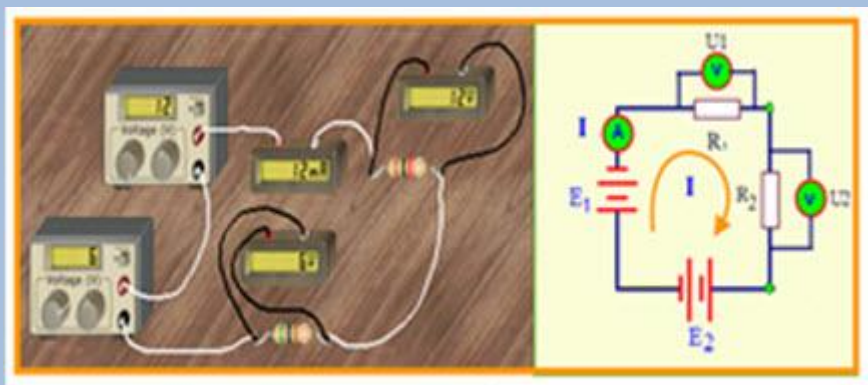
1- مقاومات أومية ،R_1 =1KΩ، R_2 =500 Ω .
2- وحدتي تغذية تيار مستمر 6V, 12v .
3- مقاييس فولت تيار مستمر 30v أو مقياس A.V.O عدد2.
4- مقياس ميلي أمبير تيار مستمر 300mA .
5- أسلاك توصيل.

معايير الأداء:

3- استخدام مقاييس الأمبير للتحقق من قانون كيرشوف الثاني.
4- المقارنة بين القيم المقاسة وقانون كيرشوف الثاني.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	تأكد من جاهزية مقاييس الفولت والأمبير	
.3	صل الدارة كما في الشكل (4-12)	 الشكل (4-12)
.4	شغل وحدتي التغذية واضبط قيم الجهود على (E_1=6v,E_2=12v)	
.5	قس التيار وهبوط الجهد على المقاومات وسجلها في الجدول (1)	
	الجدول (1)	
.6	اعد جهد وحدتي التغذية إلى الصفر	
.7	افصل وحدتي التغذية	
.8	تحقق من قانون كيرشوف الثاني للجهد في الحلقة المغلقة من العلاقة: $\sum E - \sum(I.R) = 0$	
.9	سجل القيم التي حصلت عليها في الجدول (1)	
.10	قارن بين القيم التي حصلت عليها بالقياس والحساب	
.11	تأكد بأن النتائج والقياسات في الدارة حققت قانون كيرشوف الثاني.	

$\sum E - \sum(I.R) = 0$	$\sum E = \sum(I.R)$	U_1 [V]	U_2 [V]	I [mA]

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	توصيل مخطط الدارة			
.2	اختيار أجهزة القياس وضبطها وتوصيلها بالشكل الصحيح			
.3	إجراء القياسات المطلوبة في الدارة			
.4	تطبيق قانون كيرشوف الثاني وأخذ القيم الحسابية			
.5	التحقق من أن الدارة حققت قانون كيرشوف الثاني			

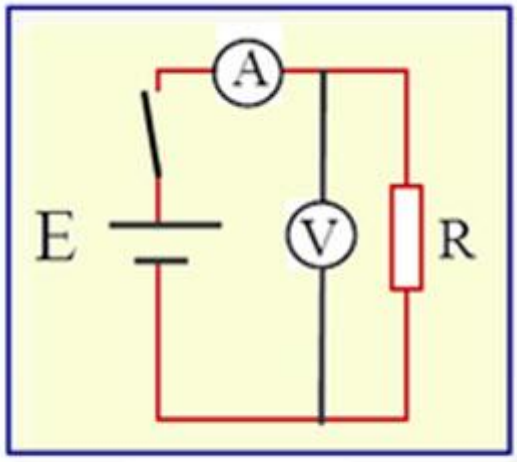
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الاختبار العملي للوحدة

اسم الاختبار	قوانين الدارة الكهربائية

الأداء المطلوب في الاختبار:

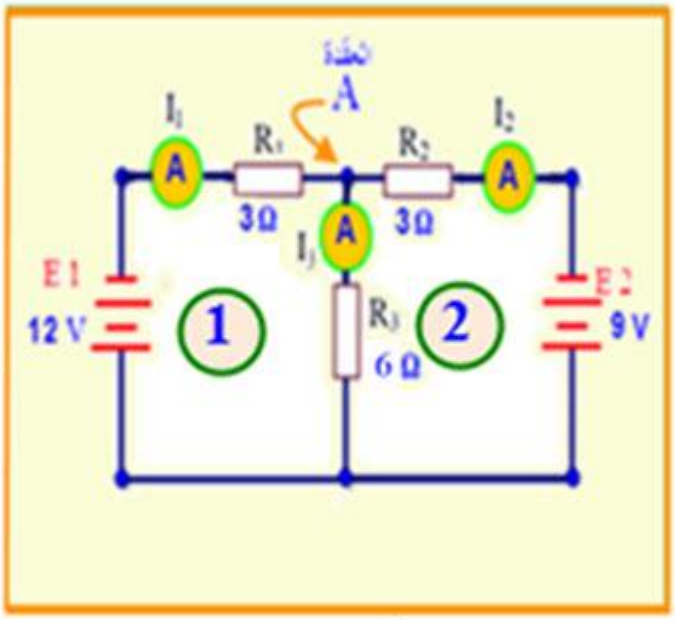
1. صل الدارة كما في الشكل(4-13)
2. ادرس العلاقة بين التيار والجهد عند ثبات قيمة المقاومة (اختر قيم عناصر هذه الدارة وسجلها في مستلزمات التجربة)
3. اكتب مراحل الاختبار.
4. ارسم جدول ودون فيه النتائج.
5. ارسم منحني علاقة التيار بالجهد للمقاومة الأومية.
6. اكتب قانون أوم بأشكال الثلاثة وأشر إلى العلاقة المناسبة والتي حققها هذا الاختبار
7. ماذا يمكن أن تستنتج حول العلاقة بين الجهدU و التيار I من المنحني الذي حصلت عليه:(يمكن أن يكون هناك أكثر من إجابة صحيحة)



الشكل (4-13)

- ☐ التيار المقاس يتناسب طرداً مع الجهد المطبق على الدارة.
- ☐ تدرج المنحني ثابت.
- ☐ تدرج المنحني متغير.
- ☐ للمنحني تدرج سالب (علاقة عكسية).
- ☐ للمنحني تدرج موجب (علاقة طردية).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (4-14)

8. صل الدارة كما في الشكل (4-14).
9. اضبط قيمة وحدتي التغذية كما في الشكل (4-14).
10. قس قيم التيارات وسجلها في جدول.
11. تحقق من قانون كيرشوف الأول على العقدة A.
12. احسب هبوطات الجهد على المقاومات (اكتب القانون المناسب).
13. تحقق من قانون كيرشوف الثاني في الحلقتين (1-2).
14. افصل الدارة وألغ المنبع E_2 (ضع وصلة بدلا عنه).
15. شغل الدارة وقس التيار المار في المقاومة R_1.
16. طبق قاعدة مجزئ التيار لحساب التيار في المقاومتين R_2, R_3.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المواد والأدوات والتجهيزات:

- وحدتي تغذية تيار مستمر 12V, 9V.
- مقياس أمبير تيار مستمر 3A عدد /3/.
- مقاومات كربونية (موضحة على الرسم).
- أسلاك توصيل.

(هذه المستلزمات تخص الدارة في الشكل (4-14) فقط)

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 2 / ساعة

إرشادات للطالب	سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية

• تسجيل مراحل الاختبار واختيار قيم عناصر الدارة وتوصيل الدارة بالشكل الصحيح	10 درجة
• تنفيذ الاختبار (الشكل4-13) ورسم المنحني وتطبيق قانون أوم المناسب للدارة.	20 درجة
• توصيل الدارة (الشكل4-14)	10 درجة
• تنفيذ مراحل الاختبار والتحقق من قانون كيرشوف الأول	20 درجة
• التحقق من قانون كيرشوف الثاني	20 درجة
• التحقق من قاعدة مجزئ التيار	20 درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الوحدة الخامسة حل الدارات الكهربائية



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة محتويات الوحدة

المحتوى	الصفحة

مقدمة الوحدة 141
المعلومات النظرية للوحدة 142
طرق توصيل المقاومات الكهربائية 142
طرق حل الدارات الكهربائية 150
تقييم المعلومات النظرية للوحدة 158
بطاقة التمرين العملي رقم /1/ 159
بطاقة التمرين العملي رقم /2/ 163
بطاقة التمرين العملي رقم /3/ 167
الاختبار العملي للوحدة 172

الزمن اللازم لإنجاز الوحدة :24 ساعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مقدمة الوحدة

سنستفيد في هذه الوحدة من معلومات **الوحدات السابقة** في **حل الدارات الكهربائية** بما يخص إيجاد المقاومة المكافئة لدارة كهربائية وكذلك تطبيق قانون أوم وقاعدتا مجزئ التيار ومجزئ الجهد بالإضافة إلى طرق أخرى في حل الدارات الكهربائية.

بعد إنجاز هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على:

1. تطبيق قانون أوم في الوصل (التسلسلي، التفرعي، المختلط).
2. تطبيق قانونا كيرشوف في حل الدارات الكهربائية.
3. تطبيق نظريات حل الدارات الكهربائية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المعلومات النظرية للوحدة

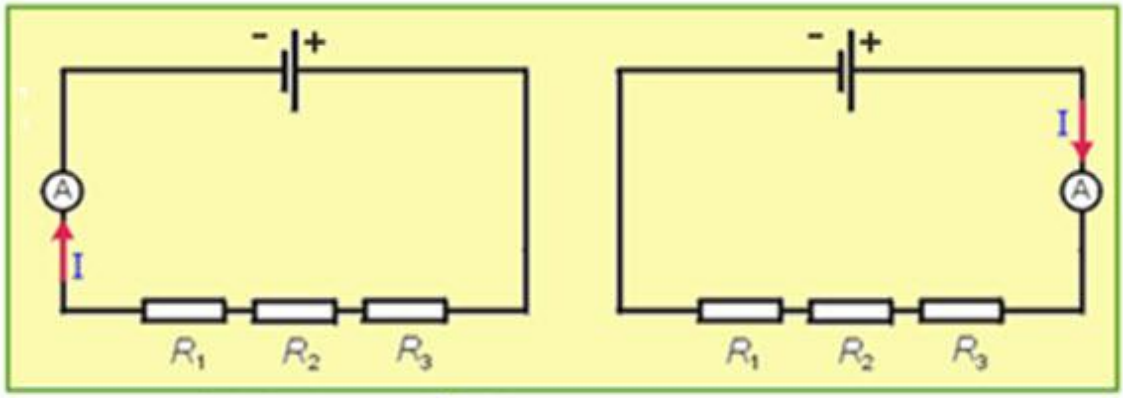
سبق وعرضنا **قانوني كيرشوف** في الفولطية (الجهد) والتيار، **وقد استخدمتهما في حل مسائل متعددة**، ففي كل مرة جمعت فروق كمون في حلقة كهربائية، وقمت بطرح بعضها من بعض، كنت تطبق **قانون كيرشوف الثاني في الجهد**، وفي كل مرة تعاملت مع تيارات تتفرع في عقدة كنت تطبق **قانون كيرشوف الأول في التيار**، وتعاملت أيضاً مع قاعدتي مجزئ الجهد والتيار في حل بعض المسائل، وكذلك أتقنت قانون أوم وبأشكاله الثلاثة لدارة بسيطة مؤلفة من مقاومة ومنبع للجهد، **ولكنك** تعاملت مع هذه القوانين وبشكل منفصل.

ولكننا نصادف أحياناً في الدارات الكهربائية أنواع مختلفة من وصل المقاومات والتي تحتاج إلى **حل مشترك للمعادلات**، وقد نستخدم كافة القوانين التي تعرفنا عليها سابقاً أو بعض النظريات لحل تلك الدارات، **فلذلك يجب علينا** أن نتعرف الآن على طرق توصيل المقاومات وكيفية حل داراتها:

1- طرق توصيل المقاومات الكهربائية

1-1 توصيل المقاومات على التسلسل

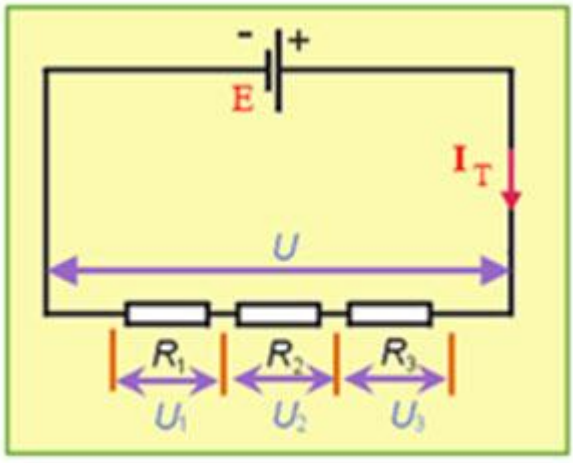
يتم في الوصل التسلسلي وصل أحد طرفي المقاومة الأولى بالطرف الأول من المقاومة الثانية، والطرف الثاني من المقاومة الثانية مع الطرف الأول من المقاومة الثالثة وهكذا كما هو مبين الشكل (5-01).



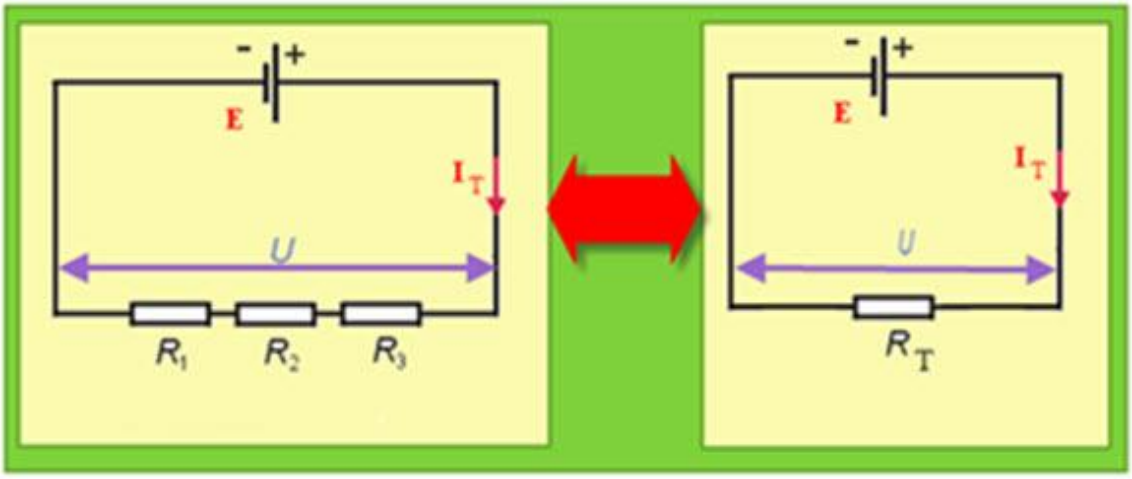
الشكل (5-01) توصيل المقاومات على التسلسل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

نلاحظ أنه يوجد في الدارات التسلسلية مسار واحد فقط للتيار، حيث يمر التيار نفسه في جميع المقاومات، أما الجهد فيتوزع على جميع المقاومات بحسب قيمة كل منها، الشكل (5-02).



الشكل(5-02)توزيع الجهد في الدارة التسلسلية



الشكل (5-03) المقاومة المكافئة للدارة التسلسلية

أما المقاومة المكافئة للدارة فيمكن تبسيط ذلك باستبدال المقاومات الثلاثة بمقاومة واحدة فقط وهي المقاومة المكافئة (الكلية)، وهي المقاومة التي يمكن وضعها في الدارة بدلاً من مجموعة مقاومات موصولة على التسلسل دون أن تتغير شدة التيار.

كما هو موضح في الشكل(5-03)، ويرمز لها بالرمز [R_T] أو [R_{eq}].

واستناداً إلى **قانون أوم** يمكن كتابة:

هبوط الجهد على المقاومة الأولى: ($U_1 = I_T . R_1$).

هبوط الجهد على المقاومة الثانية: ($U_2 = I_T . R_2$).

هبوط الجهد على المقاومة الثالثة: ($U3 = I_T . R_3$).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ويكـون جهـد المنبـع (E) مسـاوياً لمجمـوع فـروق الجهـد علـى المقاومـات الثلاثـة، ويعطـى بالعلاقة الآتية: $E=U= U_1 + U_2 + U_3$

وبالتعويض وبما أن التيار المار في الدارة التسلسلية هو نفسه نجد:

$$I_T . R_T = I_T R_1 + I_T R_2 + I_T R_3 \rightarrow$$
$$I_T . R_T = I_T (R_1 + R_2 + R_3)$$

وباختصار التيار I_T من طرفي العلاقة السابقة تصبح على الشكل الآتي:

$$\mathbf{R_T = R_1 + R_2 + R_3}$$

وهكـذا يتبـين أن قيمـة المقاومـة المكافئـة فـي الـدارة التسلسـلية تسـاوي مجمـوع المقاومـات الداخلة في تركيب هذه الدارة، لاحظ الشكل (5-03).

عنـدما تحتـوي الـدارة الكهربائيـة علـى عـدة مقاومـات $R_1,R_2,R_3,.....,R_n$ موصـولة تسلسـلياً فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى بالعلاقة:

$$\mathbf{R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n}$$

ملاحظـــة: عنـدما تحتـوي الـدارة الكهربائيـة علـى (n) مقاومـة متسـاوية القيمـة وموصـولة تسلسلياً

$R_1=R_2=R_3= .....= R_n$ فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى بالعلاقة:

$$R_T = n . R$$

مثال:

وصـلت ثـلاث مقاومـات الأولـى قيمهـا (2,4,6[Ω]) علـى التسلسـل بـين قطبـي بطاريـة جهدها (6V) فولت والمطلوب:

أ- احسب المقاومة المكافئة.

ب- احسب التيار الكلي.

الحل:

أ- حساب المقاومة المكافئة (R_T) :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 4 + 6 = 12\ \Omega$$

ب- حساب التيار الكلي (I_T):

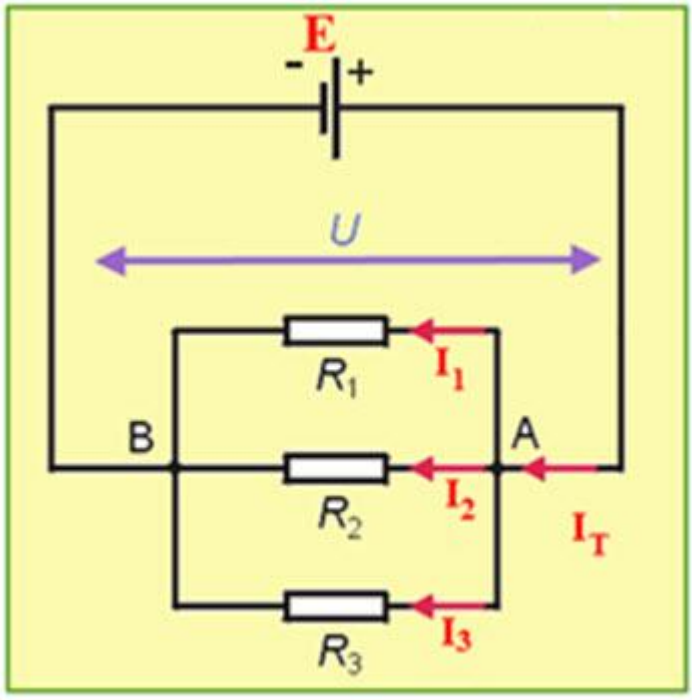
$$\mathbf{I_T = \frac{U_T}{R_T}} = \frac{6}{12} = 0.5\ [A]$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

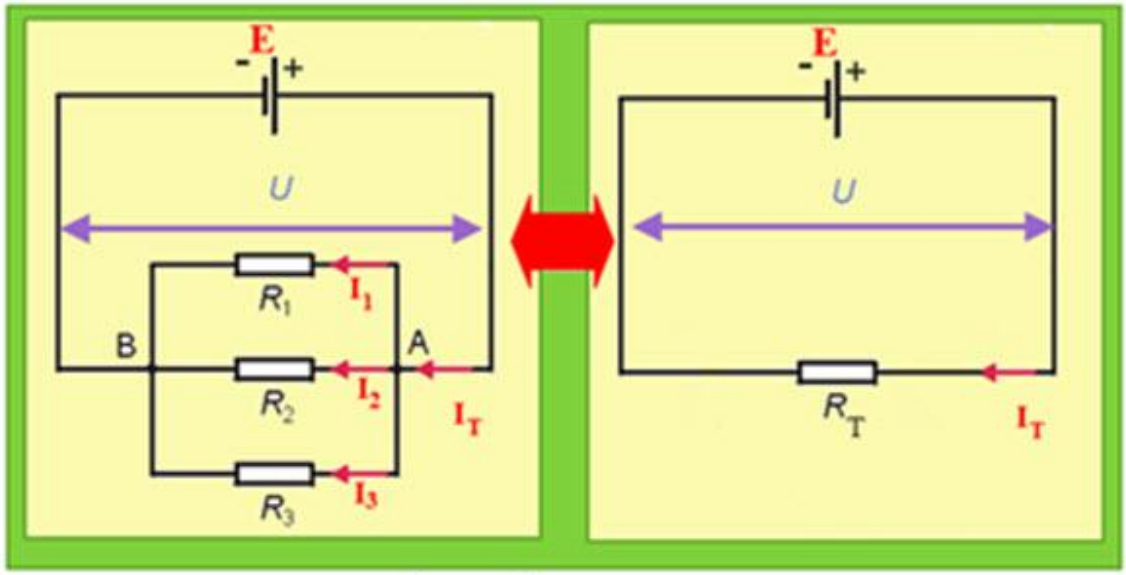
2-1 توصيل المقاومات على التفرع

يتم في التوصيل التفرعي وصل الأطراف الأولى للمقاومات مع بعضها البعض بينما يتم وصل الأطراف الثانية للمقاومات مع بعضها البعض كما في الشكل (5-04).

نلاحظ أنه يوجد في الدارات التفرعية عدة مسارات للتيار، وذلك بحسب عدد الأفرع حيث يتوزع التيار على المقاومات بتناسب عكسي مع قيمها، أما الجهد فهو نفسه على جميع أطراف المقاومات (الفروع)، الشكل (5-04).



الشكل (5-04) التوصيل التفرعي للمقاومات



الشكل (5-05) المقاومة المكافئة في الوصل التفرعي

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أمـا المقاومـة المكافئـة للـدارة فـيمكن تبسـيط ذلـك باسـتبدال المقاومـات الثلاثـة بمقاومـة واحـدة فقـط وهـي المقاومـة المكافئـة (الكليـة)، وهـي المقاومـة التـي يمكـن وضـعها فـي الـدارة بدلاً من مجموعة مقاومات موصولة على التفرع دون أن تتغير شدة التيار الكلي.

كما هو موضح في الشكل(5-05)، ويرمز لها بالرمز $[R_T]$ أو $[R_{eq}]$.

يكون الجهد المطبق على المقاومات الموصولة على التفرع هو نفسه ويساوي جهد المنبع، وبالتالي يمكن استنتاج دستور ربط المقاومات على التفرع كما يلي:

$$U_T = U_1 = U_2 = U_3 \dots\dots (1)$$

إن التيار I_1 المار في المقاومة الأولى حسب **قانون أوم** يعطى بالعلاقة: $I_1 = \frac{U_T}{R_1}$

إن التيار I_2 المار في المقاومة الثانية يعطى بالعلاقة: $I_2 = \frac{U_T}{R_2}$

وكذلك التيار I_3 المار في المقاومة الثالثة يعطى بالعلاقة: $I_3 = \frac{U_T}{R_3}$

وبما أن التيار الكلي للدارة : $I_T = I_1 + I_2 + I_3$ ..... (2)

وبالتعويض في المعادلة (2) نجد: $\frac{U_T}{R_T} = \frac{U_T}{R_1} + \frac{U_T}{R_2} + \frac{U_T}{R_3} \rightarrow$

وبإخراج U_T خارج قوسين: $U_T(\frac{1}{R_T}) = U_T(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}) \rightarrow$

وباختصار UT من طرفي المعادلة نجد: $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

ملاحظة :

عنـدما تحتـوي الـدارة الكهربائيـة علـى عـدة مقاومـات $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ وموصـولة تفرعياً فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى بالعلاقة:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

ملاحظة: عندما تحتوي الدارة الكهربائية على (n) مقاومة متساوية القيمة وموصولة تفرعياً

$$R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n$$

فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى بالعلاقة:

$$R_T = \frac{R}{n}$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

حالة خاصة: عند توصيل مقاومتين (R_1,R_2) على التفرع، فإن قيمة المقاومة المكافئة (R_T) لهما تعطى بالعلاقة الآتية:

$$R_T = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} \quad \frac{\text{الجداء}}{\text{المجموع}}$$

مثال:

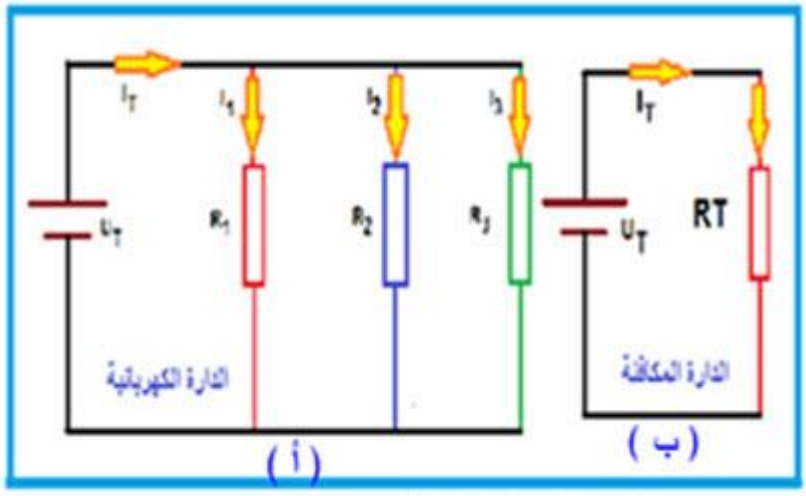
وصلت المقاومات R_1=240Ω, R_2=80Ω, R_3=60Ω على التفرع إلى مصدر جهد مستمر (بطارية) جهده U_T = 60 V والمطلوب:

أ- رسم الدارة الكهربائية. ب- حساب المقاومة المكافئة. جـ- رسم الدارة المكافئة.

د- حساب التيار الكلي، وحساب التيار المار عبر كل مقاومة.

الحل:

أ. رسم الدارة: الشكل (5-06-أ)



الشكل (5-06) مثال - الوصل التفرعي

ب. حساب المقاومة المكافئة (R_T) :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{240} + \frac{1}{80} + \frac{1}{60}$$

تتطلب عملية جمع هذه الكسور توحيد مقاماتها، والمضاعف المشترك الأصغر في هذه الحالة يساوي (240)، وبالتالي: $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{240} + \frac{3}{240} + \frac{4}{240} = \frac{8}{240}$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وبقلب طرفي هذه المعادلة نحصل على: $R_T = \frac{240}{8} = 30[\Omega]$

ج. الدارة المكافئة: وتعني تبسيط الدارة الكهربائية باستبدال المقاومات بمقاومة واحدة فقط وهي المقاومة المكافئة (الكلية) كما موضح في الشكل (5-06- ب) وتسمى هذه الدارة بالدارة المبسطة.

د. حساب التيار الكلي (I_T): $I_T = \frac{U_T}{R_T} = \frac{60}{30} = 2[A]$... (1)

التيار المار عبر المقاومة R_1: $I_T = \frac{U_T}{R_1} = \frac{60}{240} = 0.25[A]$

التيار المار عبر المقاومة R_2: $I_T = \frac{U_T}{R_2} = \frac{60}{80} = 0.75[A]$

التيار المار عبر المقاومة R_3: $I_T = \frac{U_T}{R_3} = \frac{60}{60} = 1[A]$

لاحظ أن التيار الكلي المحسوب في الخطوة (1) هو نفسه مجموع التيارات الجزئية أيضاً فإن ذلك يمكننا من أن نحسب التيار الكلي :

$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = 0.25 + 0.75 + 1 = 2[A]$ ...(2)

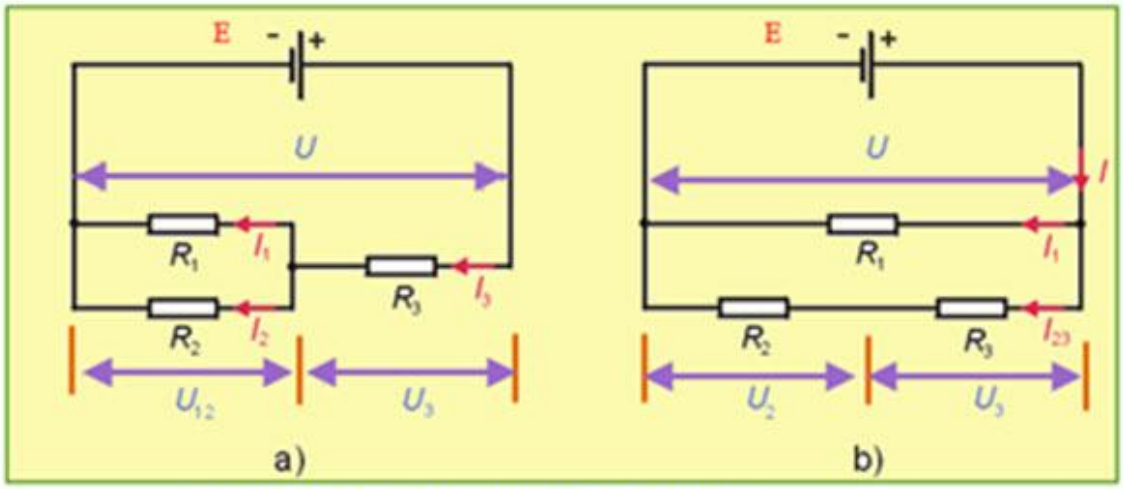
نستنتج أنه يمكن حساب التيار الكلي بإحدى الطريقتين:

1- إما معرفة المقاومة الكلية للدارة والجهد الكلي .....الخطوة (1)

2- أو معرفة التيارات الجزئية في كل فرع .....الخطوة (2)

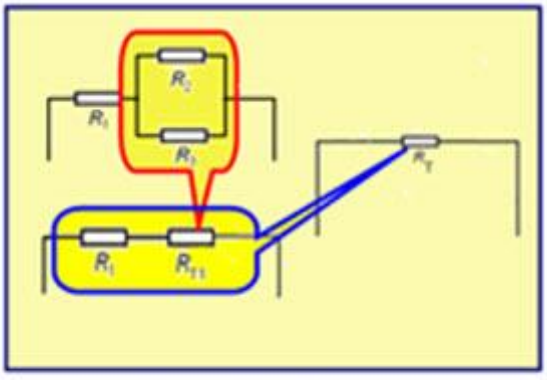
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-1 التوصيل المختلط للمقاومات:



الشكل (5-07) التوصيل المختلط للمقاومات

ويقصد به الجمع بين الوصلين التسلسلي والتفرعي للمقاومات كما موضح في الشكل (5-07).



الشكل (5-08) مثال الوصل المختلط للمقاومات

مثال: احسب المقاومة الكلية للدارة الكهربائية المبينة في الشكل(5-08)

إذا علمت أن:

$R_1 = 5\Omega$

$R_2 = 6\ \Omega$

$R_3 = 4\Omega$

الحل: يتطلب إيجاد المقاومة الكلية لهذه الدارة العمل على مراحل:

الخطوة الأولى: بما أن المقاومتين (R_2 و R_3) موصولتان على التفرع، فيمكن أن يجمعا في مقاومة مكافئة (R_{T1}):

$$R_{T_1} = \frac{R_2 . R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6.4}{6+4} = \frac{24}{10} = 2.4[\Omega]$$

الخطوة الثانية: بما أن المقاومتين (R_1 و R_{T1}) موصولتان على التسلسل، فيمكن أن يجمعا في مقاومة مكافئة (R_T):

$$R_T = R_1 + R_{T1} = 5 + 2.4 = 7.4\ [\Omega]$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

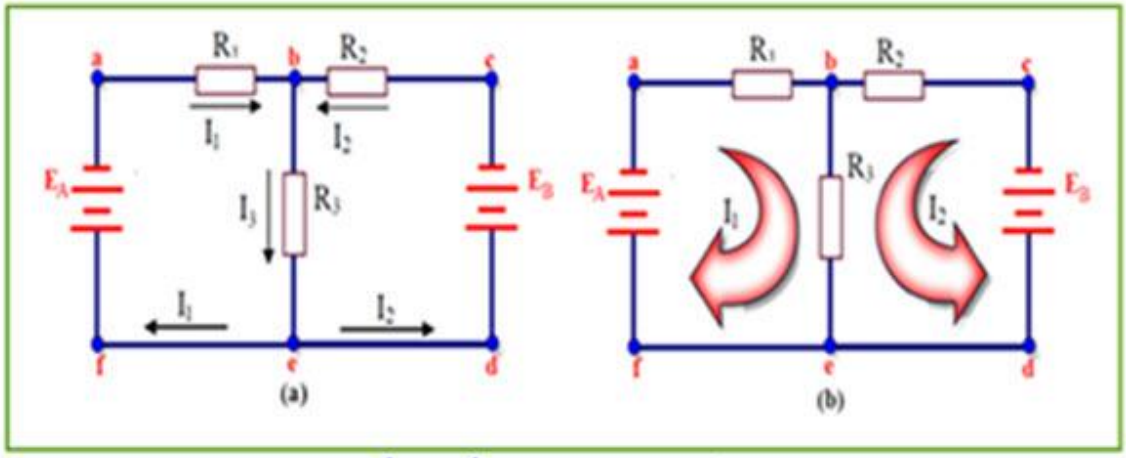
2- طرق حل الدارات الكهربائية

إن **جميع الدارات الكهربائية** وبغض النظر عن عدد منابع جهدها، وتعقيد توصيلاتها، **يمكن حلها باستخدام قانونا كيرشوف**.

لكن أحياناً يصبح الحل مجهداً، وخصوصاً إذا كان عدد العقد أكثر من اثنتين، ولكن وبظهور الحاسبات المتطورة في حل جملة معادلات بعدة مجاهيل يسّر الأمر كثيراً، والأكثر من ذلك توجد **بعض الطرق** تحدد التيار في فرع واحد دون الحاجة إلى معرفة بقية تيارات الفروع الأخرى وهذا ما سنتعرف عليه في الطرق الآتية:

1. طريقة الحلقة: Loop Method:

وتدعى أيضاً طريقة التشابك أو طريقة تيارات ماكسويل الدوارة.



الشكل (5-09)طريقة الحلقة (ماكسويل)

في الشكل (a-09-5) **نشاهد أسلوب كيرشوف** وفي الشكل (b-9-5) **نشاهد أسلوب ماكسويل** حيث افترض وجود تيارين حلقيين (دوارين) كل منهما يمر في كل نقاط الحلقة التي يدور فيها، وهكذا يتشابكان معاً في الفرع الذي تشكله المقاومة (R_3)، وفي افتراضنا لاتجاه دورانهما هنا يكون التيار المار في (R_3) هو مجموع التيارين ($\mathbf{I_3 = I_1 + I_2}$) وهكذا فإننا **بتطبيق قانون كيرشوف الثاني** مرتين (مرة في كل حلقة) نستطيع تحديد قيم التيارات الثلاثة بالحل المشترك لمعادلتي الحلقتين.

من الحلقة الأولى:

$$E_A - I_1R_1 - I_1R_3 - I_2R_3 = 0$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$$E_A - I_1(R_1 + R_3) - I_2R_3 = 0 \ldots..(1)$$
$$100 - 12I_1 - 2I_2 = 0 \ldots..(1)$$

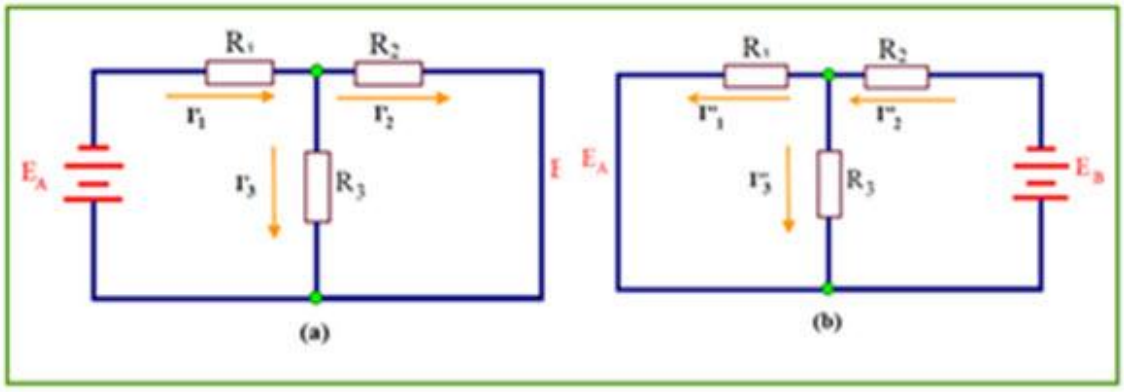
من الحلقة الثانية:

$$E_B - I_2R_2 - I_2R_3 - I_1R_3 = 0$$
$$E_B - I_2(R_2 + R_3) - I_1R_3 = 0 \ldots..(2)$$
$$80 - 7\,I_2 - 2I_1 = 0 \ldots..(2)$$

وبالحل المشترك للمعادلتين (1) و(2) نحصل على:

$I_1 = 9.5[A]$ ، $I_2 = 6.75[A]$ ومنه : $I_1 = 16.25[A]$ (انظر المثال (4-07)).

2. نظرية التنضد (التراكم)(Accumulation theory) :



الشكل(5-10)طريقة التنضد (التراكم)

يمكن حل أية شبكة (دارة) كهربائية تحتوي أكثر من منبع واحد **باستخدام نظرية التنضد، ودون الحاجة للحل المشترك للمعادلات**، **والمبدأ بسيط جداً**: نستعيض عن كل المنابع الموجودة ماعدا واحداً بمقاوماتها الداخلية وهكذا تحل الدارة الناتجة **باستخدام صيغ قانون أوم.**

تعاد العملية عدداً من المرات **مستخدمين أحد المنابع الموجودة كمنبع وحيد في كل مرة.** والتيار الفعلي عبر أي عنصر أو فرع أو نقطة في الشبكة هو المجموع الجبري للتيارات المحسوبة عند عمل كل منبع لوحده.

مثال: باستخدام نظرية التنضد الشكل(5-10) احسب فرق الكمون(الجهد) بين طرفي (R_3)، والتيار عبر (R_3)، وبين حصة كل منبع في هذا التيار.

إذا علمت أن: $E_A = 100\ V,\ E_B = 80\ V$

$R_1 = 10\ \Omega, R_2 = 5\ \Omega\ , R_3 = 2\ \Omega$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الحل:

1- نعوض عن (E_B) بدارة قصر (المقاومة الداخلية مهملة) ونحصل على المخطط (a-17-5) واضح أن(R_2 وR_3) هما على التفرع وكمجموعة يرتبطان على التسلسل مع (R_1) ومنه :

$$R'_T = R_1 + \frac{R_2 . R_3}{R_2 + R_3} = 10 + \frac{5.2}{5 + 2} = 11.43[\Omega]$$

$$I'_T = I'_1 = \frac{E_T}{R'_T} = \frac{100}{11.43} = 8.73[A]$$

عند العقدة حيث تتصل المقاومات الثلاث ينقسم التيار ويمكن معرفة التيارات الناتجة باستخدام طريقة نسبة التيارات التفرعية (مجزئ التيار):

$$I'_3 = I'_T . \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 8.73 . \frac{5}{7} = 11.43[A]$$

$$I'_2 = I'_T . \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 8.73 . \frac{2}{7} = 2.49[A]$$

الآن يجب أن توضع هذه التيارات وفي الاتجاه الصحيح وعلى المخطط. ونكون قد أنجزنا المرحلة الأولى.

2- نعوض عن (E_A) بدارة قصر، ونعيد الخطوات نفسها:

$$R''_T = R_2 + \frac{R_1 . R_3}{R_1 + R_3} = 5 + \frac{10.2}{10 + 2} = 6.67[\Omega]$$

$$I''_T = I''_2 = \frac{E_T}{R''_T} = \frac{80}{6.67} = 12[A]$$

$$I''_3 = I'_T . \frac{R_1}{R_1 + R_3} = 12 . \frac{10}{12} = 10[A]$$

$$I''_1 = I''_2 + I''_3 = 12 - 10 = 2[A]$$

ونمثل هذه التيارات في الاتجاه الصحيح في المخطط(b).

الآن نصل إلى المرحلة الأخيرة ونوضح النتائج على المخطط الأصلي للشبكة ومنه:

3- بما أن I'_3 و I''_3 هما في الاتجاه نفسه فإن (I_3) يساوي مجموعهما:

$$I_3 = I'_3 + I''_3 = 6.24 + 10 = 16.24[A]$$

4- التياران (I'_1 و I''_1) في اتجاهين متضادين ومنه:

$$I = I'_1 - I''_1 = 8.73 - 2 = 6.73[A]$$

وهي حصة المنبع E_A في تيار المقاومة R_3 .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5- التياران (I'_2 و I''_2) في اتجاهين متضادين لذلك :

$$I_2 = I''_2 - I'_2 = 12 - 2.49 = 9.51[A]$$

وهي حصة المنبع E_B في تيار المقاومة R_3 .

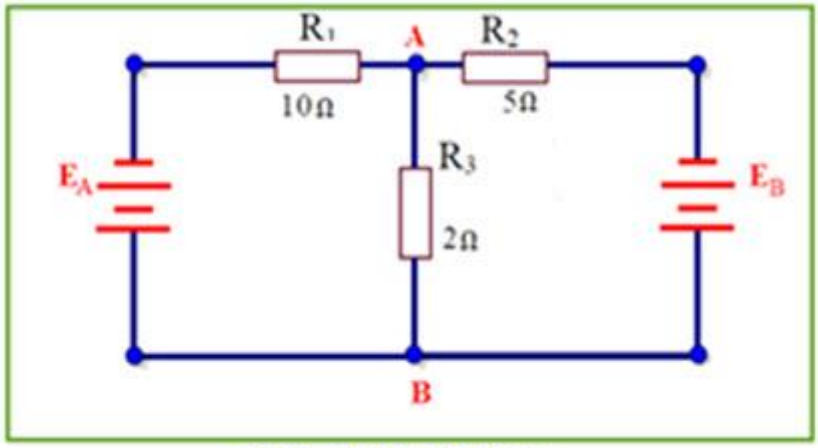
6- فرق الكمون على طرفي R_3 .

$$E_3 = I_3 . R_3 = 16.24 \times 2 = 32.5[V]$$

والنتائج قريبة من تلك النتائج في كيرشوف وماكسويل (الحلقة) (حسب دقة الحساب وأخذ أرقام ما بعد الفاصلة).

إن الحل بهذه الطريقة يأخذ وقتاً طويلاً لكن مع الانتباه يكون احتمال الخطأ المرتكب قليلاً.

3. نظرية ثيفنين(Thevenin's theory) :



الشكل (5-11)طريقة ثفنين

وتدعى أيضاً نظرية "**منبع فرق الكمون المكافئ**". وتستخدم لحل الشبكات الكهربائية التي تحتوي منبعاً أو أكثر لتغذية الحمل **وحيث ينصب اهتمامنا فقط على معرفة:** تيار الحمل، وفرق الكمون على طرفيه، والقدرة التي يستجرها.

وتتجلى أهمية هذه النظرية عندما تتكون الشبكة (الدارة) من عدة أحمال وترغب في حساب تيار أحدها فقط، فهي وبحق توفر الجهد والعناء.

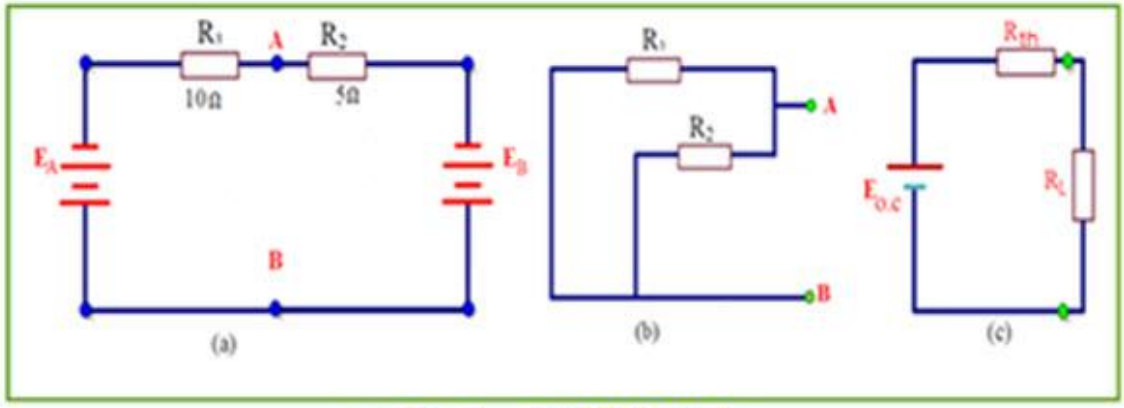
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المبـدأ بسـيط جـداً: فأيـة شـبكة كهربائيـة وبغـض النظـر عـن مـدى تعقيـدها يمكـن الاستعاضـة عنهـا **بـدارة مكافئـة بسـيطة** تتـألف مـن منبـع وحيـد للتغذيـة **(مكـافئ)** علـى التسلسل مع الحمل.

لقـد مـر معـك سـابقاً جمـع منـابع الجهـد علـى التسلسـل أو التفـرع أو المخـتلط وبالتـالي تسـهل عليـك **نظريـة ثفنـين**، صـحيح أنـك تعاملـت فـي التوصـيل التسلسـلي والتفرعـي والمختلط من منابع جهد متماثلة، ولكن المبدأ هو نفسه ونظرية ثفنين ليست جديدة عليك.

دعنـا نجـرب أسـلوب ثفنـين علـى الـدارة الشكل (5-11) حيث المطلوب هو حساب قيم تيار الحمل فقط(R_3).

1- نفصـل الحمـل المـراد حسـاب قيمـه عـن الشـبكة (هنـا نفصـلR_3) فنحصـل علـى الشـكل



الشكل(5-12)مثال - طريقة ثفنين

(5-12-a) ونحسب فرق الكمون بين النقطتين (A,B) ورمزه ($E_{AB}=E_{th}$).

2- نعـوض عـن منـابع الجهـد فـي الشـكل(5-12-b) بمقاوماتهـا الداخليـة إن وجـدت ونحسب المقاومة المكافئة للدارة ناظرين إليها من النقطتين (A,B) ونرمز لها (R_{th}).

3- نعـوض عـن منبـع الجهـد بـدارة بسـيطة تتـألف مـن منبـع وحيـد قوتـه المحركـة (E_{th}) ومقاومة مكافئة (R_{th}) تربط على التسلسل مع مقاومة الحمل(R_3) كما في الشكل(c).

4- يمكن حساب تيار الحمل **بتطبيق قانون كيرشوف الثاني** مباشرة.

$$I_{th} = \frac{E_{th}}{R_L + R_{th}}$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مثال: أعد الخطوات الأربعة حسب القيم في الشكل(5-11):

1- فرق الكمون (الجهد) بين (A,B) الشكل(5-12 -a). لو أن $E_A=E_B$ إذن لما مر أي تيار عندما تكون دارة الحمل مفتوحة ولكان:

$$E_A = E_B = E_{th} = E_{A-B}$$

ولكن هنا الحالة تختلف : $E_A - I.R_1 - I.R_2 - E_B = 0$

$$I = \frac{E_A - E_B}{R_1 + R_2} = \frac{20}{15} = 1.33[A]$$

الآن نحسب E_{th} :

$$E_{th} = E_{AB} = E_A - I.R_1 = 100 - 1.33 \times 10 = 86.7[V]$$

2- المقاومة المكافئة للدارة منظوراً إليها من النقطتين(A,B): R_{AB} ونلاحظ هنا أن المقاومة الداخلية للمنابع مهملة الشكل(5-12 -b).

$$R_{AB} = R_{th} = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10.5}{10 + 5} = 3.33[\Omega]$$

3- الآن نعوض عن الشبكة الأصلية بدارة مكافئة تتألف من منبع قوته المحركة تساوي $(E_{O.C} = E_{th})$ ومقاومة مكافئة تساوي (R_{th}) وعلى طرفي هذا المنبع نوصل الحمل (R_3) كما في الشكل(5-19- c).

4- لدينا الآن دارة بسيطة وتيار الحمل فيها يمكن حسابه من **قانون كيرشوف الثاني:**

$$E_{th} - I_{th}.R_{th} - I_{th}.R_L = 0$$

$$I_{th} = \frac{E_{th}}{R_L.R_{th}} = \frac{86.7}{2 + 3.33} = 16.25[A]$$

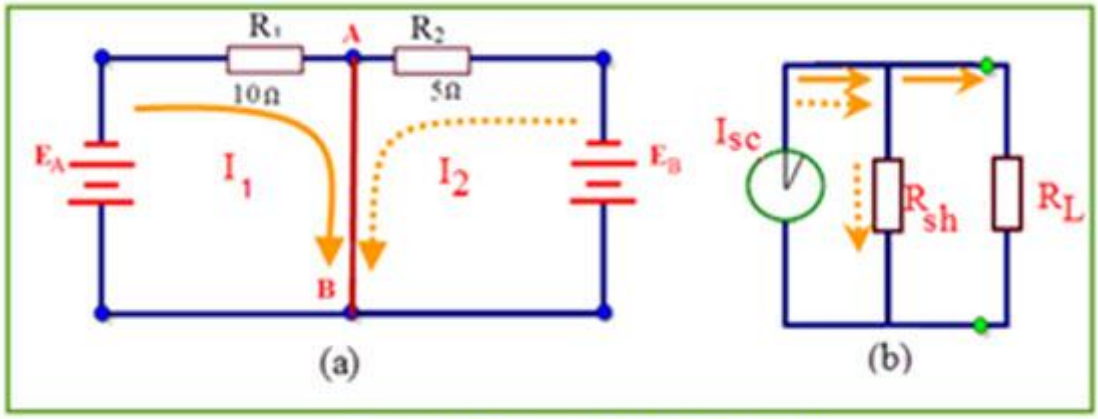
وفرق الكمون على طرفي الحمل :

$$E_L = I_{th}.R_L = 16.25 \times 2 = 32.5[V]$$

ومن أهم مزايا هذه الطريقة أنك تستطيع الآن أن تحسب وبسهولة قيمة التيار في أي حمل يوصل مكان الحمل(R_3). **وذلك بتطبيق المرحلة الرابعة فقط.**

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4. نظرية نورتون (Norton's theory):



الشكل(5-13)مثال - طريقة نورتون

اقترح نورتون تعديلا على نظرية ثفنين أساسه هو امكان التعويض عن أية شبكة كهربائية بدارة بسيطة مكافئة من منبع تيار ثابت على التفرع مع مقاومة حيث:

1- قيمة التيار الثابت هي قيمة التيار الذي سيسري إذا قصرنا الحمل في الشبكة الأساسية أي $(I_{s.c})$ في الدارة المكافئة للشبكة الأصلية منظوراً إليها من طرفي الحمل بعد الاستعاضة عن منابع الجهد بمقاوماتها الداخلية (إذا كانت مهملة يستعاض عنها بالقِصر) **أي أنها المقاومة نفسها المكافئة التي نحسبها في نظرية ثفنين لكننا غيرنا اسمها ونوصلها على التفرع بدلاً من توصيلها على التسلسل.**

مثال: احسب التيار في (R_3) وفرق الجهد على طرفيها وذلك **باستخدام طريقة نورتون.**

الحل:

1- ننزع (R_3) ونقصر النقطتين (A,B) ونحسب تيار القصر المار بينهما، الشكل(5-13- a) ونطبق ماكسويل في الدارة (E_A,A,B,E_A).

$$E_A - I_1.R_1 - I_1 \times 0 - I_2 \times 0 = 0 \rightarrow I_1 = \frac{E_A}{R_1} = 10[A]$$

وفي الدارة (E_B,A,B,E_B):

$$E_B - I_2.R_2 - I_2 \times 0 = 0 \rightarrow I_2 = \frac{E_B}{R_2} = 16[A]$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أي أن التيار المار بين (A,B) يساوي:

$$I_{S.C} = I_1 + I_2 = 10 + 16 = 26[A]$$

كان بالإمكان حساب هذا التيار بوساطة **التنضد أو كيرشوف**.

2- نحسب المقاومة التفرعية **بطريقة ثفنين وقد حسبناها سابقاً** وتساوي:

$$R_{sh} = R_{th} = 3.33[\Omega]$$

3- نعوض عن الشبكة الأصلية بالدارة شكل(5-13- b) ومنه:

$$I_L = I_{s.c}.\frac{R_{sh}}{R_{sh} + R_L}$$

4- باستخدام طريقة نسبة التيارات التفرعية (**مجزئ التيار**) نجد:

$$I_L = I_{s.c}.\frac{R_{sh}}{R_{sh} + R_L} = 26\,.\frac{3.33}{5.33} = 16.25[A]$$

$$E_L = I_L.R_L = 16.25 \times 2 = 32.5[V]$$

إن ميزة هذه الطريقة عن سابقتها
تكمن في أن حساب ($I_{s.c}$) أسهل من حساب (E_{th}).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تقييم المعلومات النظرية للوحدة

أولاً: املأ الفراغات بالكلمات أو العبارات أو المصطلحات المناسبة:

1- في حال الوصل التسلسلي للمقاومات فإن قيمة المقاومة المكافئة تساوي ..... المقاومات.

2- في حال الوصل التفرعي للمقاومات فإن قيمة المقاومة المكافئة تساوي ..... المقاومات.

3- في حال الوصل التسلسلي للمقاومات فإن قيمة الجهد الكلي للدارة يساوي..... على المقاومات.

4- في حال الوصل التفرعي للمقاومات فإن قيمة جهد الدارة يكون ..... على طرفي كل فرع (مقاومة).

5- الوصل المختلط للمقاومات هو عبارة عن وصل ..... ووصل .....

ثانياً : اختر الاجابة الصحيحة لما يلي:

1- خمس مقاومات مربوطة على التسلسل قيمة كل منها Ω 5 فتكون قيمة المقاومة المكافئة

☐ 5Ω ☐ 25 Ω ☐ 10Ω ☐ 1Ω

2- خمس مقاومات مربوطة على التفرع قيمة كل منها Ω 5 فتكون قيمة المقاومة المكافئة

☐ 2.5Ω ☐ 25 Ω ☐ 10Ω ☐ 1Ω

3- مقاومتان قيمة كل منهما 4Ω مربوطة على التفرع فتكون قيمة المقاومة المكافئة

☐ 4Ω ☐ 8Ω ☐ 2 Ω ☐ 16Ω

4- مقاومة قيمتها 20Ω والجهد المطبق على طرفيها 80V فتكون شدة التيار المار فيها

☐ 4A ☐ 0.5 A ☐ 0.25A ☐ 40A

ثالثاً: ما الفرق الجوهري بين نظرية ثيفنين ونظرية نورتون في حل الدارات الكهربائية؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /1/

اسم التمرين	الوصل التسلسلي للمقاومات	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. توصيل المقاومات على التسلسل.
2. استخدام أجهزة القياس (الأوم، الأمبير، الفولت) لقياس المقاومة والتيار والجهد ومطابقتها مع القيم الحسابية (قانون أوم).
3. تطبيق قانون أوم في الوصل التسلسلي للمقاومات لحساب التيار والجهد والمقاومة المكافئة.
4. يتحقق من أن المقاومة المكافئة للوصل التسلسلي هي أكبر من أكبر مقاومة موجودة في الدارة.
5. يتحقق من أن الجهد الكلي للمنبع هو مجموع هبوطات الجهد على المقاومات.
6. يتحقق من أن التيار في الدارة التسلسلية له نفس القيمة في جميع أنحاء الدارة.
7. يستبدل الدارة التسلسلية بدارة تحتوي على مقاومة (المقاومة المكافئة) ومنبع الجهد.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- مقاومات أومية، $R_1 = 1.5k\,\Omega$، $R_2 = 1K\,\Omega$، $R_3 = 500\,\Omega$.

2- وحدة تغذية تيار مستمر 12v.

3- مقياس ميلي أمبير تيار مستمر 300mA أو مقياس A.V.O.

4- مقياس فولت تيار مستمر 30v أو مقياس A.V.O عدد 3.

5- مقياس آفو متر A.V.O.

6- أسلاك توصيل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

معايير الأداء:

1- استخدام مقياسي الأمبير والفولت في تطبيق قانون أوم

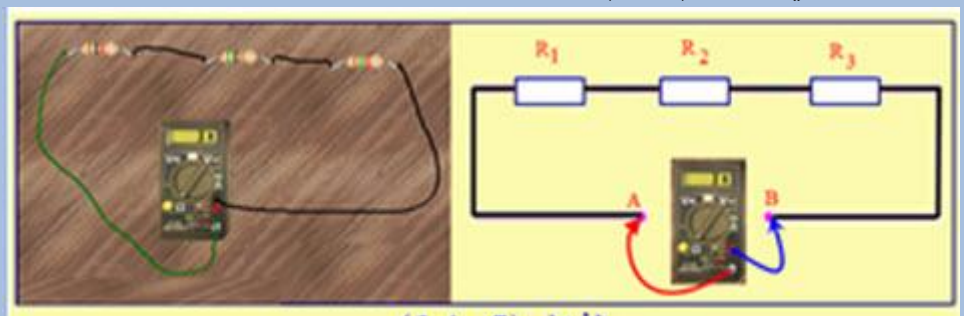
2- تحديد قيمة المقاومة المكافئة للدارة التسلسلية (بالقياس والحساب).

3- تطبيق قانون أوم في الوصل التسلسلي.

4- المقارنة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة لكل من التيار والجهود والمقاومات.

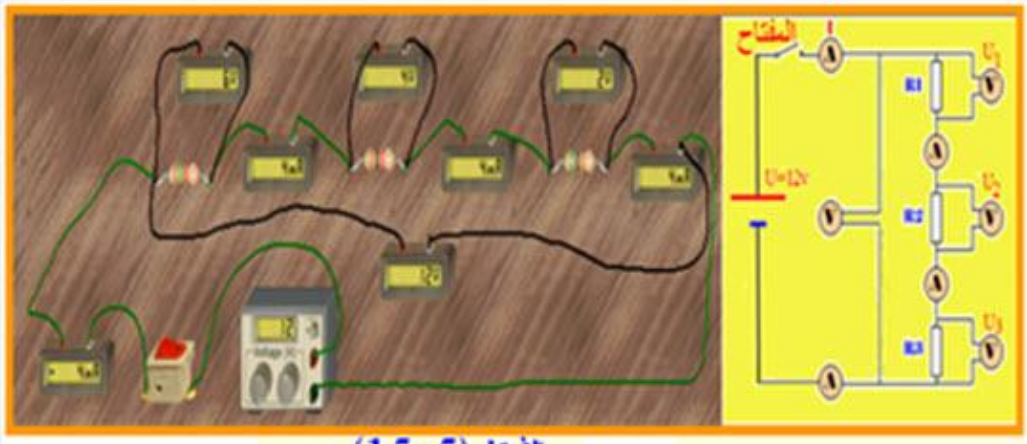
5- استبدال عناصر الدارة بدارة مكافئة تحتوي على مقاومة مكافئة ومنبع للجهد.

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	تأكد من جاهزية مقياس الأوم	
.3	صل الدارة كما في الشكل (5-14)  الشكل (5-14)	
.4	قس قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين A,B باستخدام مقياس الأوم وسجلها في الجدول (1)	
.5	احسب قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين A,B باستخدام قانون أوم $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$ وسجلها في الجدول (1)	
.6	تأكد من جاهزية كلا من مقياسي الفولت والأمبير، واضبط مؤشرهما على صفر التدريج عند كل قياس	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.7 صل الدارة كما في الشكل(5-15)



الشكل (5-15)

.8 شغل وحدة التغذية المستمرة واضبطها على القيمة 12V

.9 شغل الدارة وذلك بإغلاق المفتاح(القاطعة)

.10 قس قيم الجهود الجزئية والجهد الكلي (هبوط الجهد على المقاومات) وقس التيار الكلي، والتيارات الجزئية للدارة

.11 سجل قراءة مقاييس الفولت والأمبير في الجدول (1)

الجدول(1)

القراءة	القيمة المحسوبة	القيمة المقاسة
$R_{eq}[\Omega]$		
$I_1[mA]$		
$I_2[mA]$		
$I_3[mA]$		
$I_T[mA]$		
$U_1[V]$		
$U_2[V]$		
$U_3[V]$		
$U_T[V]$		

.12 افصل المفتاح ووحدة التغذية

.13 احسب قيم التيارات الجزئية والتيار الكلي والجهود الجزئية والجهد الكلي وسجلها في الجدول (1) وذلك من العلاقات الآتية:

$$U_1 = I_T . R_1$$
$$U_2 = I_T . R_2$$
$$U_3 = I_T . R_3$$
$$I_T = \frac{U_T}{R_T} \text{ ، } U_T = U_1 + U_2 +$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

		$I_T = I_1 = I_2 = I_3$ ،U_3
14.	قارن بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة، ماذا تستنتج؟	
15.	سجل النسبة المئوية لهبوط الجهد على المقاومة R1 من الجهد الكلي (12 V)	%
	سجل النسبة المئوية التي تكونها المقاومة R1 من المقاومة الكلية	%
	سجل النسبة المئوية لهبوط الجهد على المقاومة R2 من الجهد الكلي (12 V)	%
	سجل النسبة المئوية التي تكونها المقاومة R2 من المقاومة الكلية	%
	سجل النسبة المئوية لهبوط الجهد على المقاومة R3 من الجهد الكلي (12 V)	%
	سجل النسبة المئوية التي تكونها المقاومة R3 من المقاومة الكلية	%
16.	استبدل الدارة بمقاومة مكافئة ومنبع جهد وذلك من القيم التي حصلت عليها.	

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
1.	توصيل مخطط الدارات			
2.	اختيار أجهزة القياس وضبطها وتوصيلها بالشكل الصحيح			
3.	إجراء القياسات المطلوبة في الدارة			
4.	تطبيق القوانين في الدارة والحصول على القيم الحسابية.			
5.	استبدال الدارة بدارة مكافئة			
6.	تفسير النتائج التي حصلت عليها			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /2/

اسم التمرين	الوصل التفرعي للمقاومات	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. توصيل المقاومات على التفرع.
2. يستخدم أجهزة القياس (الأوم، الأمبير، الفولت) لقياس المقاومة والتيار والجهد ومطابقتها مع القيم الحسابية (قانون أوم).
3. يطبق قانون أوم في الوصل التفرعي للمقاومات لحساب التيار والجهد والمقاومة المكافئة.
4. يتحقق من أن المقاومة المكافئة للوصل التفرعي هي أصغر من أصغر مقاومة موجودة في الدارة.
5. يتحقق من أن التيار الكلي للمنبع هو مجموع التيارات المارة في فروع الدارة.
6. يتحقق من أن الجهد الكلي في الدارة التفرعية مساوٍ لهبوط الجهد على أطراف المقاومات الموجودة في الدارة.
7. يستبدل الدارة التفرعية بدارة تحتوي على مقاومة (المقاومة المكافئة) ومنبع جهد.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- مقاومات أومية، $R_1 = 20\Omega$ ، $R_2 = 30\ \Omega$ ، $R_3 = 60\ \Omega$.

2- وحدة تغذية تيار مستمر 12v.

3- مقياس ميلي أمبير تيار مستمر 300mA أو مقياس A.V.O عدد 4.

4- مقياس فولت تيار مستمر 30v أو مقياس A.V.O عدد 4 .

5- مقياس آفو متر A.V.O.

6- أسلاك توصيل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

معايير الأداء:

1- استخدام مقياس الأمبير ومقياس الفولت في تطبيق قانون أوم

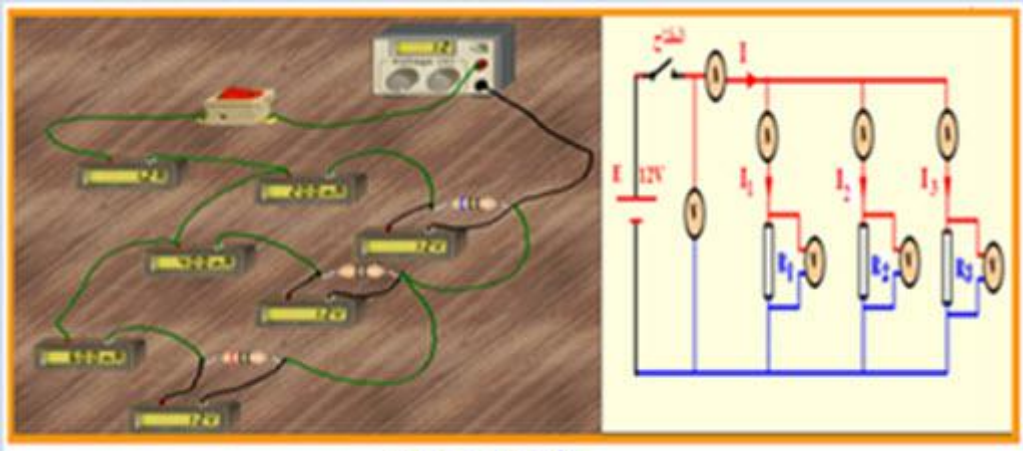
2- تحديد قيمة المقاومة المكافئة للدارة التفرعية (بالقياس والحساب).

3- تطبيق قانون أوم في الوصل التفرعي.

4- المقارنة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة لكل من التيار والجهود والمقاومات.

5- استبدال عناصر الدارة بدارة مكافئة تحتوي على مقاومة مكافئة ومنبع جهد.

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1.	حضّر مستلزمات التجربة.	
2.	صل الدارة كما في الشكل(5-16)  الشكل (5-16)	
3.	شغّل وحدة التغذية المستمرة واضبطها قيمتها على 12V	
4.	شغّل الدارة وذلك بإغلاق المفتاح	
5.	قس قيم الجهود الجزئية والجهد الكلي (هبوط الجهد على المقاومات) وقس التيار الكلي والتيارات الجزئية للدارة.	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.6	سجل قراءة مقاييس الفولت والأمبير في الجدول (1)	الجدول(1) القيمة المقاسة | القيمة المحسوبة | القراءة R_{eq} [Ω] I_1[mA] I_2[mA] I_3[mA] I_T[mA] U_1[V] U_2[V] U_3 [V] U_T [V]
.7	افصل المفتاح ووحدة التغذية	
.8	احسب قيمة التيارات الجزئية والتيار الكلي والجهود الجزئية والجهد الكلي وسجلها في الجدول(1) وذلك من العلاقات الآتية	$U_T = U_1 = U_2 = U_3$ $I_T = \frac{U_T}{R_T}, I_1 = \frac{U_T}{R_1}, I_2 = \frac{U_T}{R_2}, I_3 = \frac{U_T}{R_3}$ $I_T = I_1 + I_2 + I_3$ أو $I_T = \frac{U_T}{R_T}$
.9	سجّل النسبة المئوية للتيار المار في المقاومة R1 من التيار الكلي سجّل النسبة المئوية للتيار المار في المقاومة R2 من التيار الكلي سجّل النسبة المئوية للتيار المار في المقاومة R3 من التيار الكلي	☐ % ☐ % ☐ %
.10	استبدل الدارة بمقاومة مكافئة ومنبع جهد من القيم التي حصلت عليها	
.11	قارن بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة، ماذا تستنتج؟.	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	توصيل مخطط الدارات.			
.2	اختيار أجهزة القياس وضبطها وتوصيلها بالشكل الصحيح.			
.3	إجراء القياسات المطلوبة في الدارة.			
.4	تطبيق القوانين في الدارة والحصول على القيم الحسابية.			
.5	استبدال الدارة بدارة مكافئة.			
.6	تفسير النتائج التي حصلت عليها.			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /3/

اسم التمرين	التحقق من نظرية ثفنين.	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يوصل المقاومات بحسب المخططات.
2. يستخدم أجهزة القياس الأمبير والأوم للتحقق من نظرية ثفنين.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- مقاومات أومية، R_1=68Ω، R_2=33 Ω ، R_3= 22 Ω.

2- وحدتي تغذية تيار مستمر 9V, 12v .

3- مقاييس ميلي أمبير تيار مستمر 300mA أو مقياس A.V.O عدد3.

4- مقياس أوم أو مقياس آفو متر A.V.O

5- أسلاك توصيل.

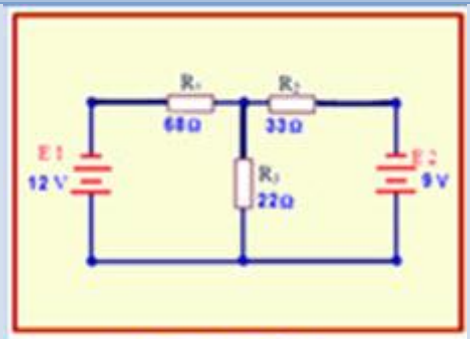
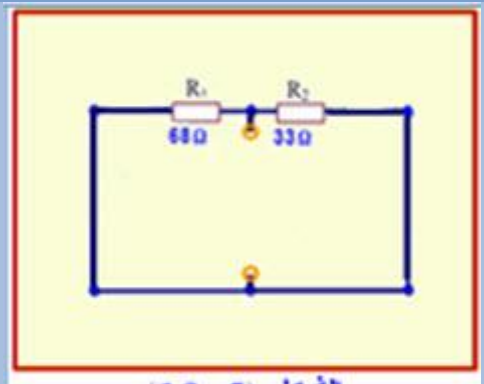
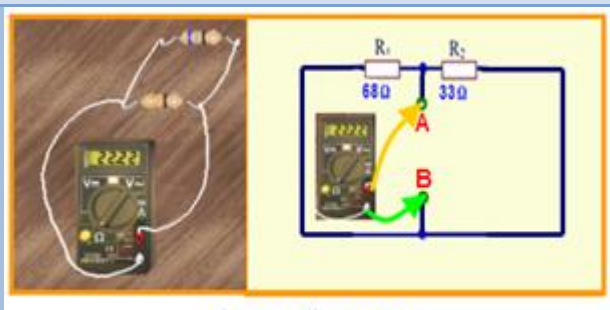
معايير الأداء:

1- استخدام مقاييس الأمبير والأوم للتحقق من نظرية ثفنين.

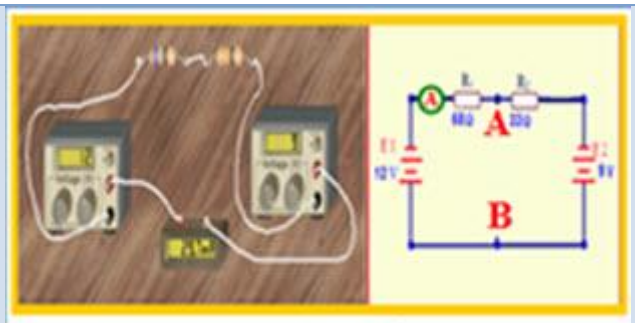
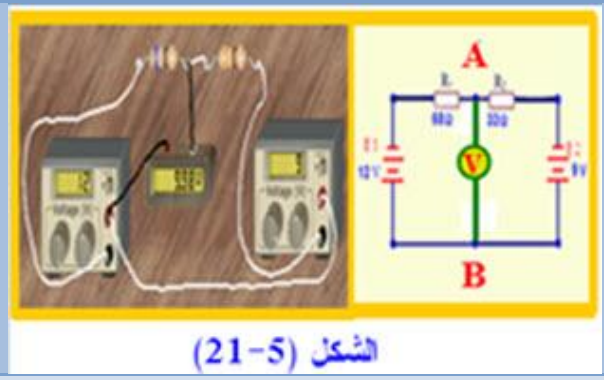
2- المقارنة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

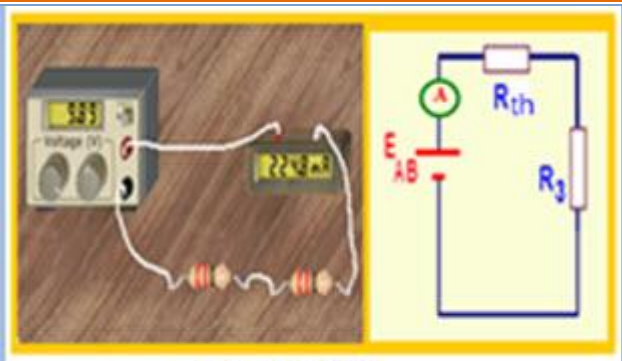
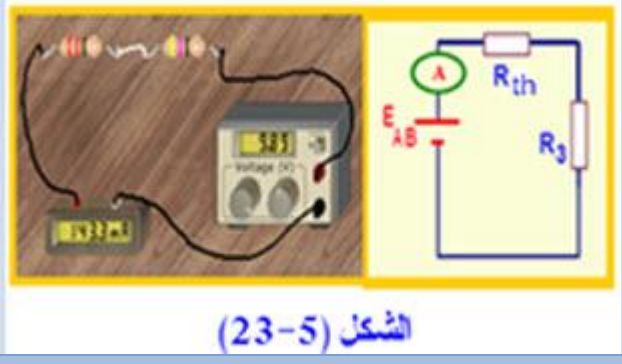
	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1.	حضر مستلزمات التجربة.	
2.	صل الدارة كما في الشكل (17-5)	 الشكل (17-5)
3.	افصل المقاومة R_3 من الدارة وافصل منبعي التغذية وعوض عنهما بمقاومتهما الداخلية (هنا المقاومة الداخلية للمنابع مهملة) لتحصل على الشكل(18-5)	 الشكل (18-5)
4.	تأكد من جاهزية مقياس الأوم	
5.	قس قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين A,B كما في الشكل (19-5) وسجلها في الجدول (1)	 الشكل (19-5)
6.	احسب قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين A,B بحسب قانون أوم من العلاقة : $R_{th} = \frac{R_1.R_2}{R_1+R_2}$ وسجلها في الجدول (1)	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.7	أزل القصـــر واعـــد توصـــيل وحـدتي التغذيـة كمـا فـي الشـكل (20-5)  الشكل (20-5)
.8	وصل مقياس أمبير لقياس التيار كما في الشكل (20-5)
.9	شغّل وحدتي التغذية
10	قس شدة التيار المار في الدارة وسجلها في الجدول (1)
11	احسب تيار الحمل من العلاقة $I = \frac{E_A - E_B}{R_1 + R_2}$ وسجله في الجدول(1)
12	قـس فـرق الجهـد المربطـي(E_{th}) بـين النقطتـين A,B كمـا فـي الشـكل (5-21) وسـجلها فـي الجدول (1)  الشكل (5-21)
13	افصل وحدة التغذية
14	احسب فرق الجهد المربطي E_{AB} بين النقطتين A,B من العلاقة: $E_{O.C} = E_{AB} = E_{th} = E_A - I.R_1$ وسجلها في الجدول (1)
15	الجدول (1)

الكمية الكهربائية	القيمة المحسوبة	القيمة المقاسة
$R_{th}[\Omega]$		
I[mA]		
E_{th} [V]		
I_{th}[mA] R=22Ω		
I_{th}[mA] R=47Ω		

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

16	عوض عن الدارة الرئيسية بدارة تحتوي على منبع جهد (E_{AB}) ومقاومة مكافئة R_{th} على التسلسل مع مقاومة الحمل R_3 كما في الشكل(22-5)  الشكل (22-5)
17	شغل وحدة التغذية وقس تيار الحمل وسجله في الجدول (1)
18	احسب تيار الحمل من العلاقة : $I_{th} = \frac{E_{th}}{R_{th}+R_3}$ وسجله في الجدول (1)
19	قارن بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة في الجدول (1)
20	افصل وحدة التغذية واستبدل المقاومة R_3 بمقاومة R_3=47Ω
21	قس تيار الحمل المار في المقاومة R_3 كما في الشكل (23-5)  الشكل (23-5)
22	افصل وحدة التغذية
23	احسب تيار الحمل لمقاومة R_3 قيمتها 47 Ω من العلاقة: $I_{th} = \frac{E_{th}}{R_{th}+R_3}$
24	سجل القيمة في الجدول ماذا تلاحظ؟.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

4-إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	توصيل مخطط الدارات.			
.2	اختيار أجهزة القياس وضبطها وتوصيلها بالشكل الصحيح.			
.3	إجراء القياسات المطلوبة في الدارة.			
.4	التحقق من نظرية ثفنين في حل الدارات الكهربائية.			
.5	مقارنة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة.			
.6	تفسير النتائج التي حصلت عليها.			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الاختبار العملي للوحدة

اسم الاختبار	حل الدارات الكهربائية

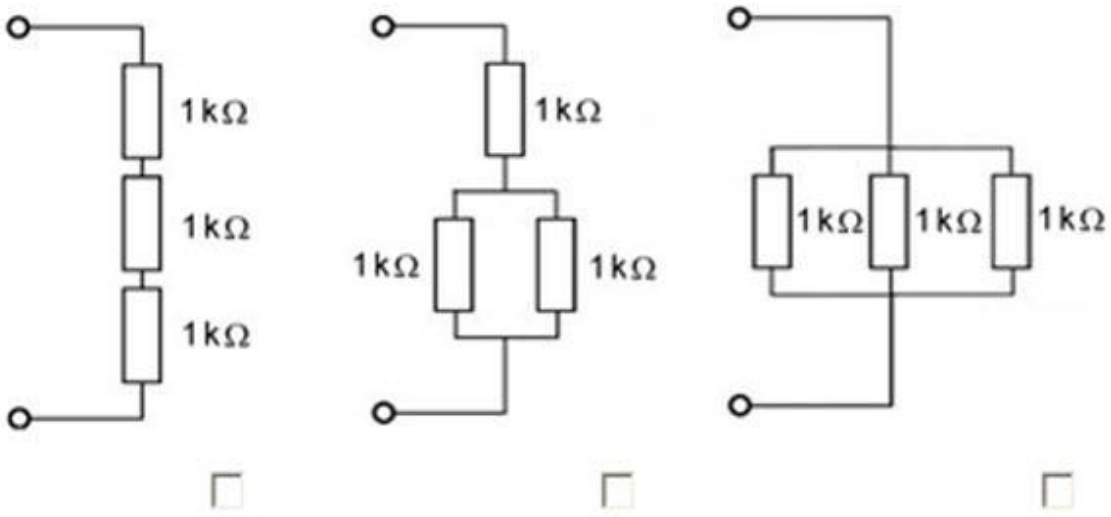
الأداء المطلوب في الاختبار:

أولاً: دارة تحوي على ثلاث مقاومات بقيم مختلفة موصولة على التفرع، أي من العبارات الآتية تكون صحيحة؟ (يمكن أن يكون هناك أكثر من إجابة صحيحة)

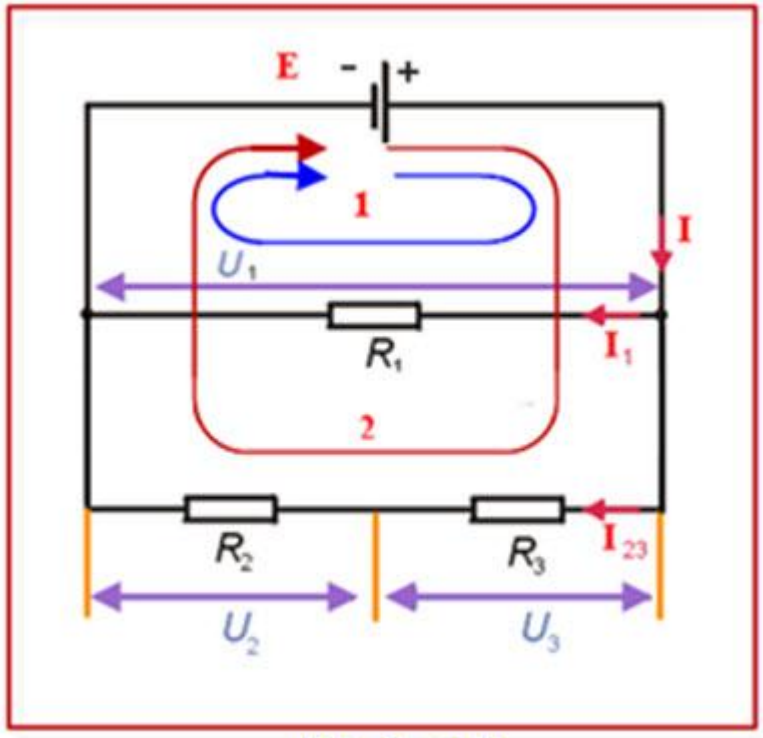
- ☐ هبوط الجهود على المقاومات مختلفة.
- ☐ هبوط الجهد على المقاومات متماثل.
- ☐ التيار المار عبر المقاومات مختلف.
- ☐ نفس التيار يمر في جميع المقاومات.
- ☐ يمر التيار الأكبر عبر المقاومة ذات القيمة الأدنى.
- ☐ يتطابق مجموع التيارات الفرعية مع التيار الكلي.
- ☐ يتطابق مجموع التيارات الفرعية مع ضعفي قيمة التيار الكلي.
- ☐ مجموع التيارات الفرعية تحقق قانون كيرشوف الأول.
- ☐ مجموع التيارات الفرعية تحقق قانون كيرشوف الثاني.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ثانياً: أي من هذه الدارات الثلاثة تحقق مقاومة مكافئة 1.5KΩ؟ (أجب عن هذا السؤال ذهنياً)



ثالثاً: صل الدارة كما في الشكل (5-24):



الشكل (5-24)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1. ما هو نوع الدارة التي في الشكل (5-24).
2. إذا علمت أن قيم المقاومات $R_1=1K\Omega$ ،$R_2=2K\Omega$ ،$R_3=330\Omega$ ،$E=15V$:
3. احسب التيارات الفرعية والتيار الكلي
4. قس التيارات الفرعية والتيار الكلي
5. احسب المقاومة المكافئة للدارة التسلسلية (R_2، R_3)
6. قس المقاومة المكافئة للدارة التسلسلية (R_2، R_3)
7. احسب المقاومة الكلية للدارة
8. قس المقاومة الكلية للدارة
9. تحقق (بالحساب) من أن هبوط الجهد على المقاومة(R_1) له نفس القيمة على المقاومتين(R_2، R_3)
10. سجل القيم التي حصلت عليها في الجدول (1)
11. تحقق من قانون كيرشوف الثاني على الحلقة (1)
12. تحقق من قانون كيرشوف الثاني على الحلقة (2)

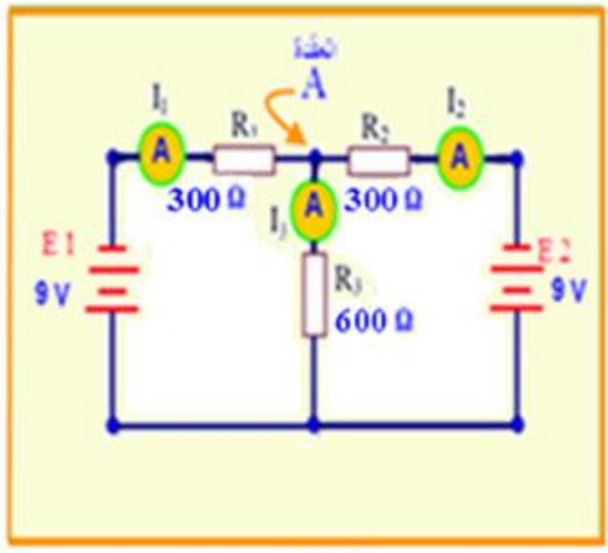
(يطلب منك كتابة جميع القوانين المطلوبة لعملية الحساب)

الجدول 1

المقاومة	بالقياس	بالحساب	التيار	بالقياس	بالحساب
R_1	[Ω]	[Ω]	I_1	[mA]	[mA]
$R_{2,3}$	[Ω]	[Ω]	$I_{2,3}$	[mA]	[mA]
R_T	[Ω]	[Ω]	I_T	[mA]	[mA]

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

رابعاً: صل الدارة كما في الشكل(5-25):



الشكل (5-25)

1- شغل الدارة بحسب القيم المدونة على الشكل (5-25).

2- قس التيارات في الدارة.

3- احسب التيار I_3 وذلك بتطبيق نظرية ثيفنين (اكتب الخطوات بشكل مفصل).

4- تحقق من نظرية نورتون لحساب التيار I_3.

5- قارن بين القيمة المقاسة والحسابية للتيار I_3.

6- استبدل المقاومة600Ω، بمقاومة100Ω واحسب التيار بحسب نظرية ثيفنين.

المواد والأدوات والتجهيزات:

1-وحدة تغذية تيار مستمر 0-30V عدد /2/

2-مقياس فولت تيار مستمر 30V

3-مقياس أمبير تيار مستمر 300mA عدد /3/

4-مقياس أوم أو مقياس A.V.O

5-مقاومات أومية $R_3=330\Omega، R_2=2K\Omega، R_1=1K\Omega$

$R_1=R_2=300\Omega R_3=600\Omega,100\Omega$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

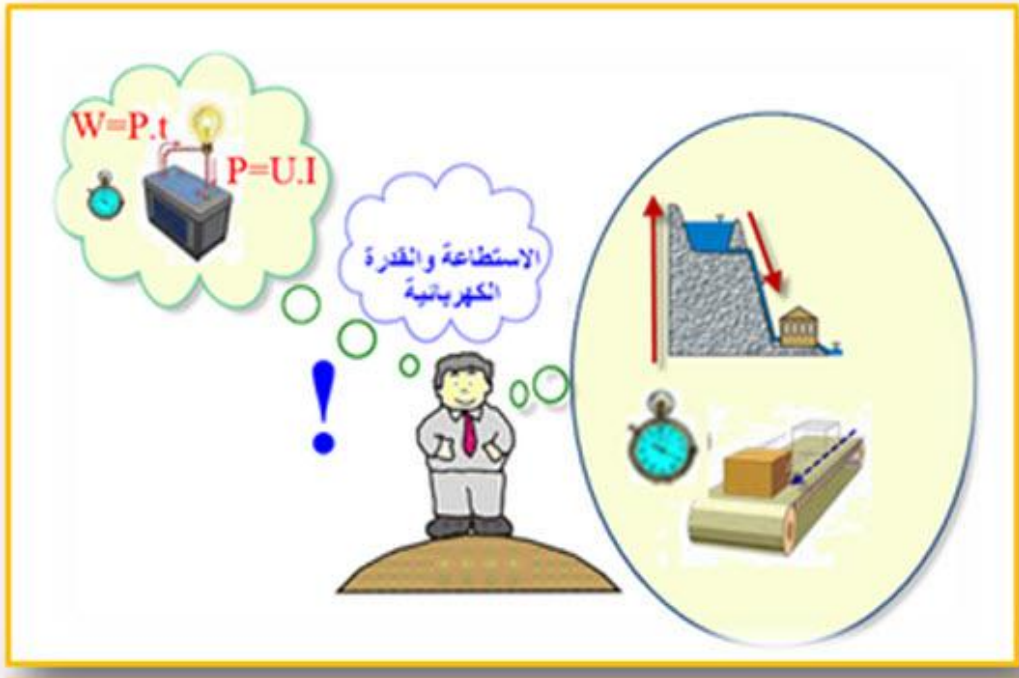
الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 3 / ساعة

إرشادات للطالب	سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية

• الإجابة عن السؤال (أولاً وثانياً)	5 درجة
• توصيل الدارة في الشكل (1) واختيار الأجهزة المناسبة.	10 درجة
• إجراء القياسات وتدوينها في الجدول (1)	15 درجة
• إجراء الحسابات وكتابة القوانين بالشكل الصحيح وتدوينها في الجدول (1) والتحقق من قانوني كيرشوف	20 درجة
• توصيل الدارة في الشكل (2) بالشكل الصحيح .	10 درجة
• إجراء القياسات وتدوينها في الجدول (1)	10 درجة
• إجراء الحسابات وكتابة القوانين بالشكل الصحيح وتدوينها في الجدول (1) والتحقق من نظريتي ثيفنين و نورتون.	30 درجة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة السادسة الاستطاعة والقدرة الكهربائية:



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة محتويات الوحدة

المحتوى	الصفحة
مقدمة الوحدة	179
المعلومات النظرية للوحدة	180
الاستطاعة الكهربائية(electrical power)	180
الطاقة(القدرة) الكهربائية (Electrical Energy)	184
تقييم المعلومات النظرية للوحدة	185
بطاقة التمرين العملي رقم /1/	186
الاختبار العملي للوحدة	189

الزمن اللازم لإنجاز الوحدة :8/ساعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مقدمة الوحدة

سنتعرف في هذه الوحدة على مفهوم **الاستطاعة الكهربائية** وطرق قياسها ثم نتعرف على مفهوم **القدرة الكهربائية** التي تعبّر عن استهلاك الاستطاعة لفترة زمنية.

بعد إنجاز هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على:

1. التمييز بين مفهوم الاستطاعة والقدرة الكهربائية.
2. استخدام مقياس الاستطاعة الكهربائية.
3. قياس الاستطاعة الكهربائية.
4. حساب الاستطاعة الكهربائية.
5. حساب القدرة الكهربائية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1-الاستطاعة الكهربائية (electrical power)

لقد سبق وعرفنا أن الذي ينقل الكهرباء هو الإلكترونات الحرة، ونعبر عن كمية الإلكترونات المنتقلة في واحدة الزمن عبر مقطع ناقل بشدة التيار، وهذا الانتقال يتم بين نقطتين يفصل بينهما فرق الكمون وهو (الجهد)، وهذا الانتقال يحتاج إلى عمل، فالاستطاعة إذن هي مقدار العمل المبذول في الثانية الواحدة ووحدة قياسها جول / ثانية ((J/sec)).

وبما أن هذا العمل في الدارة الكهربائية متعلق بشدة التيار المار في الدارة وبفرق الكمون بين طرفيها;إذاً فالاستطاعة الكهربائية هي حاصل ضرب شدة التيار المار في الدارة في فرق الكمون بين طرفي الدارة: $P=U.I$

ويرمز لها بالحرف (P) بدلا من (J/sec) وتستخدم واحدة هي الواط (Watt).

حيث W=J/sec

ومن مضاعفاتها:

الكيلو واط : $KW = 1000\ [W]=10^{+3}W$

الميغا واط: $MW = 1000000[W] = 10^{+6}\ W$

1-1 قياس الاستطاعة الكهربائية

وجدنا أن الاستطاعة هي نتاج: مرور التيار الكهربائي خلال الدارة، وتأثير فرق الكمون في طرفيها؛ وفي (الوحدة الثانية) استخدمنا مقياس أمبير ومقياس فولت لقياس كلٍ من التيار وفرق الكمون (الجهد) ولحساب الاستطاعة لا بد من القيام بعملية حسابية نستخدم فيها قراءة **مقياس الأمبير ومقياس الفولت**، وتعد هذه الطريقة: **طريقة غير مباشرة**.

هل يمكن قياس الاستطاعة مباشرة؟ نعم يمكن ذلك بوساطة مقياس يدعى مقياس الوات **(Wattmeter)** والذي يعرف **بمقياس الاستطاعة** كما هو مبين بالشكل (6-01).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مكونـات جهـاز الاسـتطاعة: يتكـون جهـاز الاسـتطاعة من:

1. لوحـة القيـاس (شاشـة العـرض) وتحتـوي علـى مؤشـر القيـاس والمينـاء وسـلم التـدريج وتحتـوي أيضـا علـى رمـوز وضـع المقيـاس ومجـال القيـاس ونـوع التيـار وجهد العزل.
2. بزال تعيير وضبط مؤشر المقياس على الصفر.
3. **مـرابط توصـيل التيـار** وعامـل جـداء وهـي عبـارة عـن أربـع مـرابط الطرفـان K,L مـدخل ومخـرج التيـار (مجال القياس 5A,10A).
4. صفيحة معدنية لتحديد مجال القياس للتيار.
5. **مـرابط توصـيل الجهـد** وعامل جداء وهـي عبـارة عـن ثـلاث نقـاط توصـيل (مجـال القيـاس 0-300V).



الشكل (6-01) مقياس الاستطاعة



جيمس وات (1736—1819) فيزيائي سكوت لندي. أدخل عدة تحسينات على المحرك البخاري وحصل على عدد من براءات الاختراع في مجال عمل المحرك البخاري وسميت وحدة قياس الاستطاعة الكهربائية (الواط) باسمه ورمزها [W]

مثال:

سخان كهربائي يستجر تياراً مقداره (5A) عند جهد تشغيل (220V).

احسب استطاعة السخان بالواط ثم بالكيلو واط.

الحل: حساب استطاعة السخان:

$$P = U.I = 220.5 = 1100W = 1,1KW$$

يسـجل عـادة علـى لوحـة مواصـفات الأجهـزة الكهربائيـة، الاسـتطاعة وجهـد التشـغيل المصـممة عليهـا. وقـد يكـون مـن المرغـوب فيـه معرفـة قيمـة التيـار الـذي يسـتجره الجهـاز لنتمكن من تقدير مقاطع أسلاك التوصيل، والحماية الخاصة بها.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

صيغ خاصة للاستطاعة :

بالاستفادة من قانون أوم (U=I.R) يمكن الوصول إلى الأشكال الثلاثة وجدنا أن :

$$P = U.I$$

من قانون أوم $I = U/R$ ومنه:

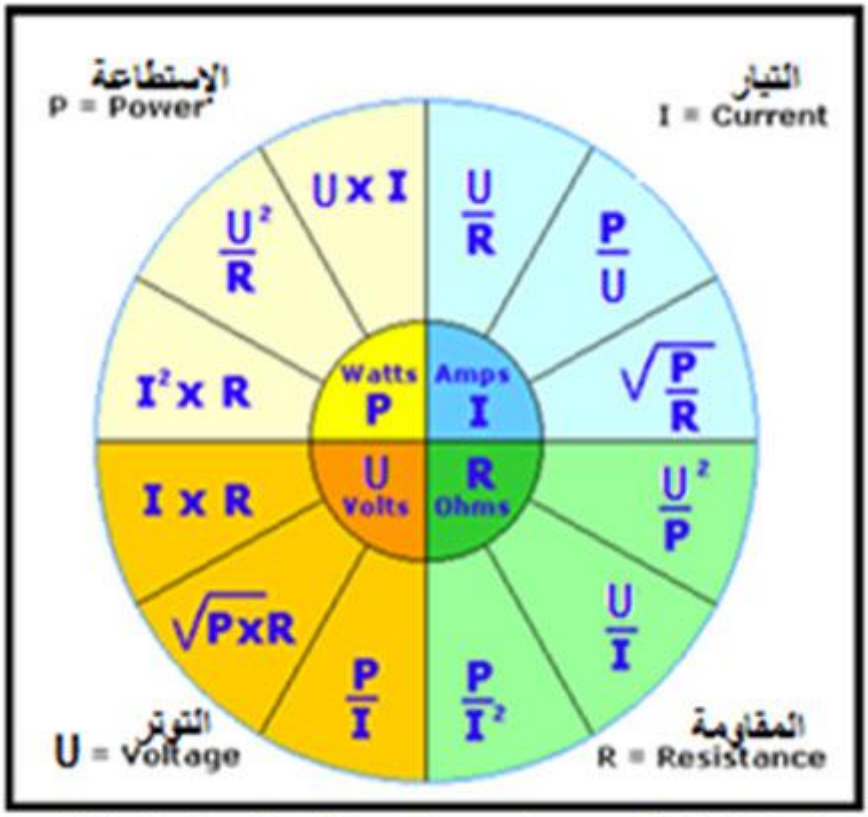
$$P = U.\frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

ومن قانون أوم أيضا $U = I.R$ ومنه:

$$P = U.I = I.I.R = I^2.R$$

إذن:

$$P = U.I = \frac{U^2}{R} = I^2.R$$



الشكل(6-02)العلاقات بين الجهد والتيار والمقاومة والاستطاعة الكهربائية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مثال:

فـرن كهربـائي اسـتطاعته (2KW)، يعمـل بجهـد (220V). احسـب شـدة التيـار الـذي يسـتجره الفرن.

الحل: حساب شدة التيار:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2.10^{+3}}{220} = \frac{2000}{220} = 9.09[A]$$

ملاحظـــة: تبـدّد الاسـتطاعة الكهربائيـة بشـكل حـرارة فـي النواقـل والمقاومـات والعناصـر الإلكترونيـة الأخـرى. وفـي بعـض الأحيـان تكـون هـذه الحـرارة مفيـدة كمـا فـي السـخانات والأفران الكهربائية.

وتبـين الـدائرة التـي فـي الشـكل(6-02) العلاقـات بـين الجهـد والتيـار والمقاومـة والاسـتطاعة الكهربائية، وكيفية حساب إحدى هذه القيم بدلالة القيم الأخرى.

مثال:

مصباح كهربائي مقاومته (484Ω)، وجهده (220V). احسب استطاعة هذا المصباح.

الحل: حساب استطاعة المصباح:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(220)^2}{484} = 100[W]$$

مثـال: مصـباح كهربـائي يعمـل علـى جهـد [220V] واسـتطاعته [100W] احسـب مقاومـة هـذا المصباح وشدة التيار المار فيه .

الحل: من العلاقة:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220)^2}{100} = \frac{48400}{100} = 484\ \Omega$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{100}{220} = 0.45\ A \quad \text{أو} \quad I = \frac{U}{R} = \frac{220}{484} = 0.45\ A$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-الطاقة (القدرة) الكهربائية (Electrical Energy)

الطاقـــة الكهربائيـــة (W): هـــي الطاقـــة المســـتهلكة فـــي الأجهـــزة الكهربائيـــة والمتعلقـــة باستطاعة هذه الأجهزة وزمن تشغيلها والتي تحسب من العلاقة:

$$W = P.t$$

حيث:

W : الطاقة وتقاس بواحدة الكيلو واط ساعي [KWh].

P:الاستطاعة وتقاس بالكيلو واط [KW].

t:الزمن ويقاس بالساعة [h].

مثال :

مـــدفأة كهربائيـــة اســـتطاعتها (2KW) تعمـــل لمـــدة (8h). احســـب الطاقـــة الكهربائيـــة المستهلكة في هذه الفترة.

الحل: $W = P.t = 2.8 = 16\ [KWh]$

مثـــال: مكـــواة كهربائيـــة اســـتطاعتها [1200W] تعمـــل علـــى تـــوتر [220V] احســـب مقاومـــة هذه المكواة وشدة التيار المار بها والقدرة المستهلكة إذا استعملت لمدة ربع ساعة.

الحل:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220)^2}{1200} = \frac{48400}{1200} = 40.33[\Omega]$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{40.33} = 5.45[A]$$

لحساب القدرة المستهلكة: حيث الزمن هو ربع ساعة أي (0.25h).

$$W = P.t = 1200\ .0.25 = 300\ [Wh] = 0.3[KWh]$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تقييم المعلومات النظرية للوحدة

أولاً: املأ الفراغات الآتية بالكلمات المناسبة:

1- يرمز للاستطاعة الكهربائية بالرمز .... أما الطاقة الكهربائية المستهلكة فيرمز لها بالرمز ....

2- يتكون مقياس الاستطاعة من ملفين أحدهما للـ..... والآخر للـ.....

3- يمكن قياس الاستطاعة بطريقة ..... عن طريق ..... وبطريقة ..... عن طريق.....

ثانياً: اختر الاجابة الصحيحة لما يلي:

1- تقاس الاستطاعة بـ :

☐ الجول ☐ الأمبير ☐ الأوم ☐ الواط

2- تقاس القدرة الكهربائي بـ :

☐ الجول ☐ الأمبير. ثانية ☐ واط .ثانية ☐ واط ساعة

3- تعطى الاستطاعة الكهربائية بالعلاقة :

☐ $P = \frac{U^2}{R}$ ☐ $P = U.R$

☐ $P = I.R^2$ ☐ $P = \frac{U}{R}$

ثالثاً: حل المسألتين التاليتين:

2. مدفأة كهربائية استطاعتها (1200W) تعمل لمدة (30) دقيقة. احسب الطاقة الكهربائية المستهلكة في هذه الفترة.

3. مصباح كهربائي يستجر تيار [0.25A] واستطاعته [100W] احسب مقاومة هذا المصباح؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /1/

اسم التمرين	قياس الاستطاعة الكهربائية بطريقة غير مباشرة (الطريقة الحسابية)	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يميز بين طرق حساب وقياس الاستطاعة الكهربائية.
2. يستخدم أجهزة القياس الأمبير والفولت والأوم لحساب الاستطاعة الكهربائية (الطريقة غير المباشرة).
3. يتحقق من علاقات الاستطاعة ودراسة منحنيات الخواص لها.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

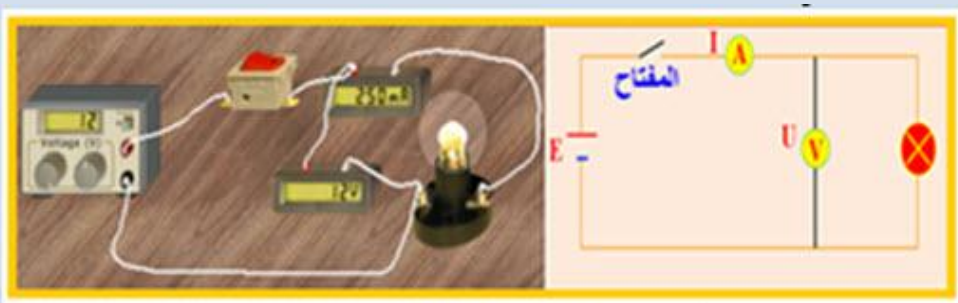
1- مصباح كهربائي 12v ، 3w ، ومقاومته 48Ω.
2- وحدة تغذية تيار مستمر 12v.
3- مقياس ميلي أمبير تيار مستمر 300mA أو مقياس A.V.O .
4- مقياس فولت تيار مستمر 30v أو مقياس A.V.O .
5- مقياس أوم أو مقياس آفو متر A.V.O
6- أسلاك توصيل.

معايير الأداء:

1- استخدام أجهزة القياس الأمبير والفولت والأوم لقياس الاستطاعة بطريقة غير مباشرة.
2- التحقق من قوانين حساب الاستطاعة الكهربائية.
3- رسم منحنيات الخواص للاستطاعة (علاقة الاستطاعة بالتيار، والجهد)
4- المقارنة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

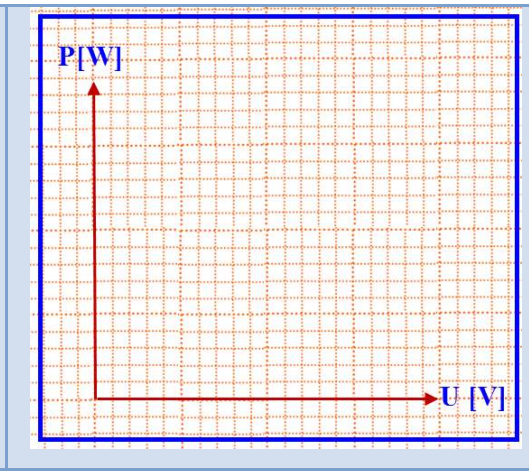
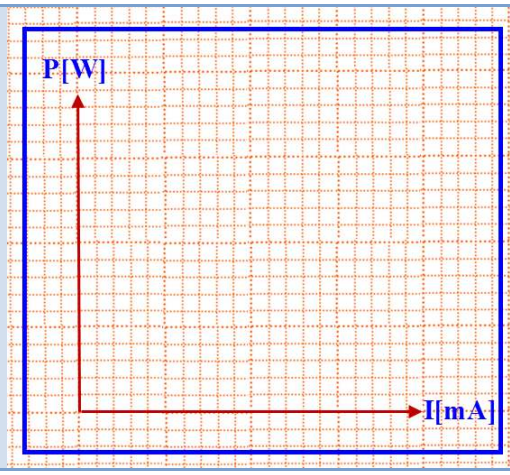
خطوات العمل:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1. حضر مستلزمات التجربة.	
2. صل الدارة كما في الشكل (6-03)	 الشكل (6-03)
3. شغل وحدة التغذية وأغلق المفتاح (القاطعة)	
4. غيّر قيمة جهد التغذية بالتدريج بحسب القيم المدونة في الجدول(1)	
5. لاحظ اضاءة المصباح، فسر ذلك؟	
6. لاحظ تغير قراءة مقياس الأمبير !	
7. سجل قيم التيار المقابلة لقيم الجهد في الجدول (1)	
8. احسب الاستطاعة بعلاقاتها الثلاثة ودونها في الجدول(1)	
9. افتح القاطعة وافصل وحدة التغذية	

10. **الجدول (1)**

القيمة المقاسة		القيمة المحسوبة		
U [V]	I [mA]	$P = U.I$	$P = \frac{U^2}{R}$	$P = I^2.R$
2				
4				
6				
8				
10				
12				

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

11.	ارسم منحنى الخواص للعلاقة بين الاستطاعة والجهد ثم بين الاستطاعة والتيار.
12.	 

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

4- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

5- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

6- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	توصيل مخطط الدارات			
.2	اختيار أجهزة القياس وضبطها وتوصيلها بالشكل الصحيح			
.3	إجراء القياسات المطلوبة في الدارة			
.4	التحقق من علاقات الاستطاعة ورسم منحنيات الخواص.			
.5	مقارنة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة.			
.6	تفسير النتائج التي حصلت عليها			

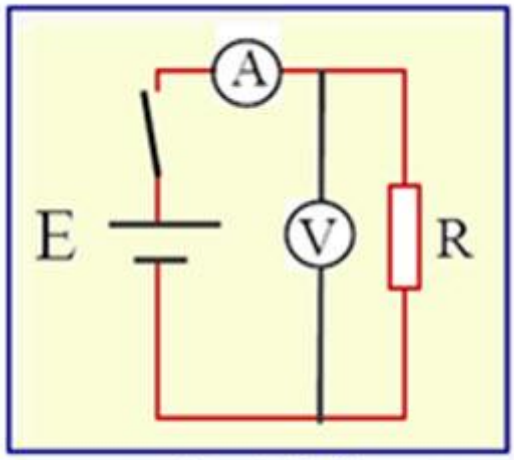
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الاختبار العملي للوحدة

اسم الاختبار	الاستطاعة والقدرة الكهربائية

الأداء المطلوب في الاختبار:

1. صل الدارة كما في الشكل(6-04)



الشكل (6-04)

2. اضبط توتر التغذية كما في الجدول (1)
3. سجل قيم هبوط الجهد والتيار
4. احسب الاستطاعة ودونها في الجدول (1)
5. استبدل المقاومة $1k\Omega$ بمقاومة 500Ω وكرر الخطوات(2-4) وسجل القيم في الجدول (2)
6. أي من العبارات الآتية صحيحة؟

(يمكن أن يكون هناك أكثر من عبارة صحيحة بما يتناسب مع نتائج الاختبار)

- ☐ المقاومات الأصغر تستهلك استطاعة أقل عند نفس الجهد.
- ☐ المقاومات الأصغر تستهلك استطاعة أكبر عند نفس الجهد.
- ☐ مضاعفة الجهد يضاعف استهلاك الاستطاعة.
- ☐ مضاعفة الجهد يزيد استهلاك الاستطاعة أربع مرات.
- ☐ مضاعفة قيم الجهد يخفض استهلاك الاستطاعة إلى النصف.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول (1)

P_1 [mW]	I_1 [mA]	U_1 [V]	E [V]
			1
			2
			5
			10

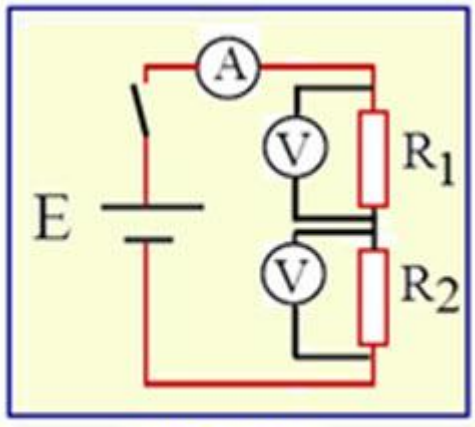
الجدول (2)

P_2 [mW]	I_2 [mA]	U_2 [V]	E [V]
			1
			2
			5
			10

7. صل الدارة كما في الشكل(6-05):

8. في هذه التجربة تم توصيل R_1 و R_2 على التسلسل بدلاً من المقاومة R.

9. قس التوترات الفرعية U_1 و U_2 لكلا المقاومتين بالإضافة إلى التيار I المار عبرهما و استخدم النتائج لحساب الاستطاعة لكل منهما P_1 و P_2 بالإضافة إلى الاستطاعة الكلية P. سجل النتائج في الجدول (3).



الشكل (6-05)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول (3)

E [V]	U_2 [V]	U_1 [V]	I [mA]	P_1 [mW]	P_2 [mW]	P [mW]
1						
2						
5						
10						

10. أي من العبارات الآتية صحيحة؟ (يمكن أن يكون هناك أكثر من عبارة صحيحة بما يتناسب مع نتائج الاختبار)

- ☐ لا تعتمد الاستطاعة الكلية على الجهد المطبق.
- ☐ تهبط الاستطاعة الكلية حالما يزداد الجهد المطبق.
- ☐ تزداد الاستطاعة الكلية حالما يزداد الجهد المطبق.
- ☐ المقاومات الأصغر تستهلك استطاعة أكبر.
- ☐ المقاومات الأكبر تستهلك استطاعة أكبر.
- ☐ المقاومات الأكبر تستهلك استطاعة أقل.

11. احسب القدرة الكلية المستهلكة W للدارة من القيمة التي حصلت عليها في الجدول (3) إذا تم تغذية الدارة بجهد10V ولمدة ربع ساعة.

المواد والأدوات والتجهيزات:

1- مقياس فولت تيار مستمر 30 V عدد /2/.

2- مقياس أمبير تيار مستمر 300mA عدد /1/.

3- وحدة تغذية تيار مستمر متغيرة القيمة 0-30V عدد /1/.

4- مقاومة كربونية 1kΩ ، 500Ω.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5- مفتاح (قاطعة).

6- أسلاك توصيل.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 1 / ساعة

إرشادات للطالب	سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية
• توصيل الدارة الشكل(1) وأخذ القياسات بالشكل الصحيح وتدوينها في الجدول(1-2).	30 درجة
• الإجابة على الأسئلة استنادا للقيم التي حصلت عليها من الدارة الشكل(1).	10 درجة
• توصيل الدارة الشكل(2) وأخذ القياسات بالشكل الصحيح وتدوينها في الجدول (3).	40 درجة
• الإجابة على الأسئلة استنادا للقيم التي حصلت عليها من الدارة الشكل(2).	10 درجة
• كتابة قانون حساب القدرة وتطبيقه بالشكل الصحيح والحصول على النتيجة المطلوبة.	10 درجة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة السابعة

المكثفات والملفات في التيار المستمر









WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة محتويات الوحدة

المحتوى	الصفحة

مقدمة الوحدة 195

المعلومات النظرية للوحدة 196

المكثفات الكهربائية (electrical capacity) 196

شحن وتفريغ المكثف (charge – discharge) 199

أنواع المكثفات 200

الترميز الرقمي للمكثفات 202

الترميز اللوني للمكثفات 204

توصيل المكثفات 206

الملفات(coils) 208

توصيل الملفات 211

تقييم المعلومات النظرية للوحدة 213

بطاقة التمرين العملي رقم /1/ 215

بطاقة التمرين العملي رقم /2/ 217

بطاقة التمرين العملي رقم /3/ 220

بطاقة التمرين العملي رقم /4/ 223

بطاقة التمرين العملي رقم /5/ 226

الاختبار العملي للوحدة 229

الزمن اللازم لإنجاز الوحدة :32/ساعة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مقدمة الوحدة

تعتبر المكثفات والملفات من العناصر الأساسية في الدارات والأجهزة الكهربائية والإلكترونية لما تتمتع به من صفات واستخدامات كثيرة **ولعل أهمها** قدرتها على تخزين الطاقة الكهربائية.

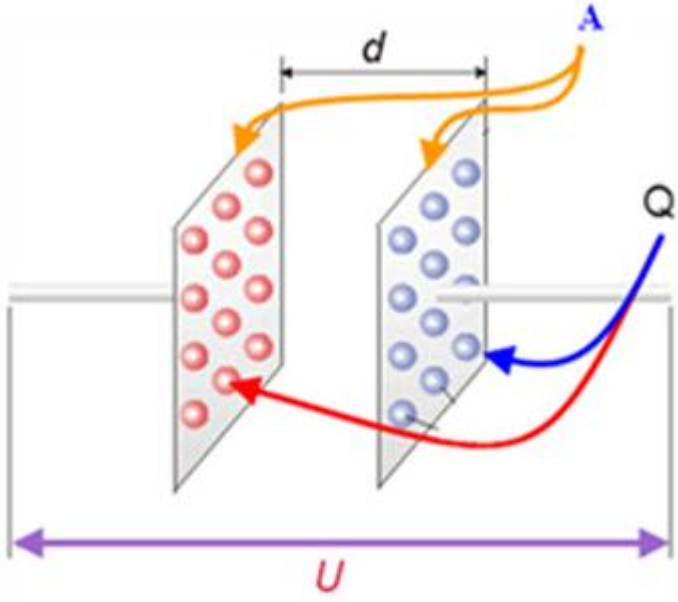
بعد إنجاز هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على:

1. التمييز بين مفهوم السعة الكهربائية للمكثف وعامل التحريض الذاتي للملف ومجال استخدامهما.
2. التمييز بين أنواع المكثفات.
3. قياس قيمة السعة الكهربائية بطريقة الألوان والترميز (طريقة الحساب).
4. استخدام أجهزة القياس (مقياس RCL) لتحديد قيمة السعة للمكثفات(طريقة القياس).
5. التمييز بين عمليتي الشحن والتفريغ للمكثف.
6. توصيل المكثفات بطرقها المختلفة والحصول على سعاتها المكافئة.
7. توصيل الملفات بطرقها المختلفة والحصول على عامل التحريض الذاتي المكافئ لها.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1-المكثفات الكهربائية (electrical capacity)

1-1 تركيب المكثف



الشكل (7-1) تركيب المكثف

يتكون المكثف في أبسط أشكاله من:

لبوسين (لوحين) معدنيين متوازيين(A)، يفصل بينهما مادة عازلة(d)، مثل الهواء أو الورق المشبع بالزيت أو مواد من البلاستيك أو الميكا أو مواد من السيراميك، ويوصل بكل لبوس من لبوسي المكثف طرف توصيل ويقوم بتخزين الطاقة الكهربائية (Q). الشكل(7-01).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-1 السعة الكهربائية للمكثف

هي خاصية للمكثف تحدد مقدار الشحنة الكهربائية التي يستطيع أن يختزنها مكثف عند تطبيق جهد محدد بين طرفيه وتعطى بالعلاقة:

$$C = \frac{Q}{U}$$

حيث:

C: سعة المكثف وتقاس بالفاراد[F]

Q: شحنة المكثف وتقاس بالكولون [C] .

U: فرق الجهد بين طرفي المكثف ويقاس بالفولت[V] .

الفـاراد [F] : هو سعة مكثف إذا شحن بشحنة مقدارها (1) كولون كان فرق الجهد بين طرفيه (1) فولت.

ملاحظـة (1): يقصد بشحنة المكثف قيمة شحنة أحد لبوسيه الموجب أو السالب (كقيمة مطلقة) لأنهما متساويتان.

ملاحظـة (2): إن قيمة الفاراد قيمة كبيرة وغير موجودة عملياً ولذلك تستعمل في التطبيقات العملية أجزاء الفاراد، وهي:

الميكرو فاراد[µF]: $[\mu F] = 10^{-6}[F]$

النانو فاراد[nF]:$[nF] = 10^{-9}[F]$

البيكو فاراد[PF]:$[PF] = 10^{-12}[F]$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-1 قياس السعة الكهربائية للمكثف

تقاس السعة الكهربائية للمكثف بمقياس (RCL):



الشكل (7-2) مقياس (RCL)

يبين الشكل (7-02) مقياس RCL وقد تم شرحه مفصلاً في وحدة المقاومة الكهربائية.

4-1 الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف (ωc)

يخزن المكثف الطاقة الكهربائية والتي تعطى بإحدى العلاقات:

$$\omega_C = \frac{1}{2}.C.U^2 \quad \text{أو} \quad \omega_C = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \quad = \frac{1}{2}Q.U$$

حيث: ω_C قيمة الطاقة المختزنة وتقاس بالجول[J] .

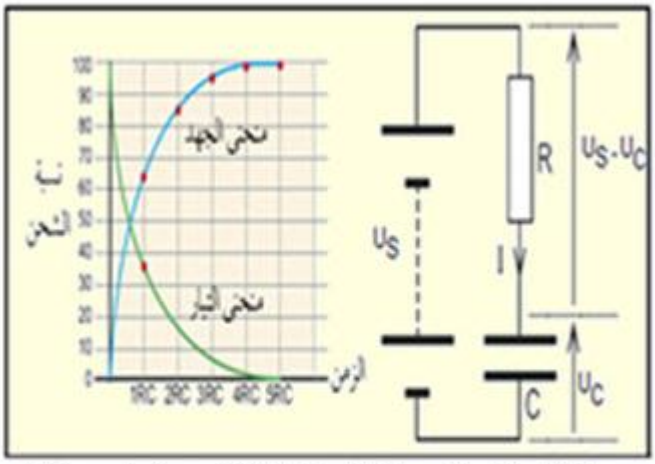
C السعة وتقاس بالفاراد[F].

U الجهد بين طرفي المكثف ويقاس بالفولت [V].

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2- شحن وتفريغ المكثف (charge – discharge)

2-1 شحن المكثف



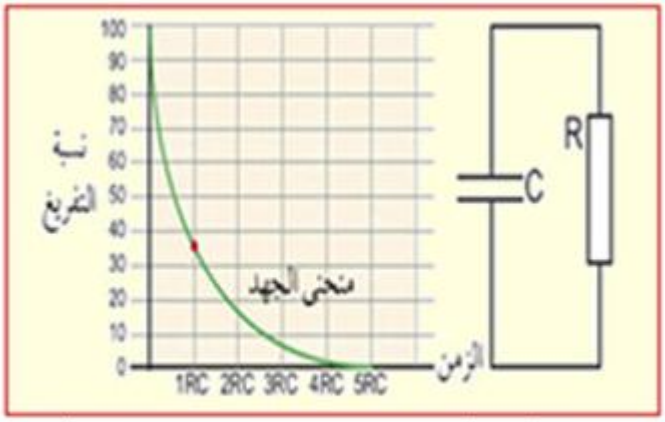
الشكل (7-3) دارة شحن المكثف ومنحني علاقة الجهد والتيار للدارة

يشحن المكثف عادة بوساطة مصدر كهربائي عبر مقاومة، كما في الشكل(7-03) حيث يبدأ المكثف بالشحن من المنبع الكهربائي، ويمر في الدارة تيار كبير نسبياً لا يلبث أن يتناقص حتى يصبح مساوياً للصفر تقريباً عند انتهاء الشحن. ويكون فرق الجهد بين طرفي المكثف عند بدء الشحن مساوياً للصفر، ثم يتزايد تدريجياً حتى يصبح مساوياً تقريباً لجهد منبع التغذية الكهربائي U_S عند انتهاء عملية الشحن.

تعتمد سرعة الشحن أو التفريغ على سعة المكثف C وقيمة المقاومة التسلسلية R ويعبر عنها بثابت الزمن $\tau = R.C$ (يلفظ تاو).

2-2 تفريغ المكثف

عندما يتم توصيل مكثف تام الشحن بين طرفي مقاومة يبدأ المكثف بتفريغ شحنته خلال المقاومة. ويأخذ فرق الجهد بين طرفي المكثف بالتناقص تدريجياً وفق منحني أسي كما هو مبين في الشكل (7-04).



الشكل (7-4) دارة تفريغ المكثف ومنحني علاقة الجهد والتيار للدارة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-أنواع المكثفات

يمكن تقسيم المكثفات إلى قسمين أساسيين:

- مكثفات ثابتة القيمة.
- مكثفات متغيرة القيمة.

3-1 المكثفات ثابتة القيمة

هي المكثفات التي تكون سعتها ثابتة ومحدودة من قبل الشركة الصانعة، ومن أنواع المكثفات ثابتة القيمة تبعاً لنوع المادة العازلة:

1- المكثفات الورقية:



الشكل (7-5) المكثفات الورقية

يتكون المكثف الورقي من طبقتين من الألمنيوم بينهما طبقة رقيقة من الورق المشبع بالشمع أو بالزيت، وتُلفّ المجموعة معاً، ثم تغلف بمادة بلاستيكية كما هو موضّح في الشكل (7-05).

2.المكثفات البلاستيكية:

تستخدم هذه الأنواع أغشية من مادة بلاستيكية عوضاً عن صفائح الورق.

3. مكثفات الميكا:

يتكون من شرائح من الميكا كوسط عازل بين لبوسين معدنيين.

4. مكثفات السيراميك:

يتكون مكثف السيراميك من لوح من السيراميك تغطي وجهيه طبقتان معدنيتان هما لبوسا المكثف.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

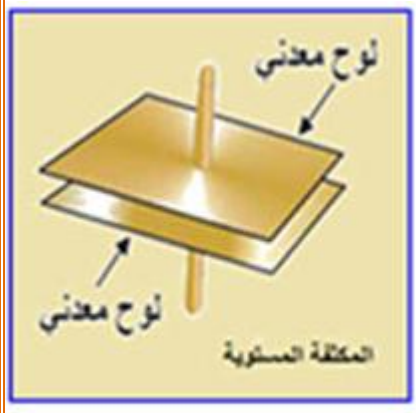
5. المكثفات الكيميائية (الإلكتروليتية):



الشكل (7-6) تركيب المكثف الكيميائي ورمزه

تتميز هذه المكثفات بسعتها الكبيرة وحجمها الصغير ويبين الشكل(7-06) هذا النوع من المكثفات حيث يتركب من عدة طبقات هي: لوح من الألمنيوم يشكل الطبقة السفلية وطبقة عازلة من أكسيد الألمنيوم، وطبقة من الورق مشبعة بمادة كيميائية مناسبة مثل بلورات الألمنيوم، ولوح من الألمنيوم يشكل الطبقة العلوية، والمكثفات الكيميائية هي مكثفات مستقطبة أي يجب الانتباه إلى قطبيتها أثناء التوصيل.

6. المكثفة المستوية:



الشكل (7-7) المكثفة المستوية

وهي مكثفة لبوسيها على شكل لوحين متوازيين لهما نفس المسافة وبينهما عازل الشكل(7-07).

تعطى سعة المكثفة المستوية بالعلاقة:

$$C = \varepsilon_o . \varepsilon_r . \frac{A}{d}$$

حيث:

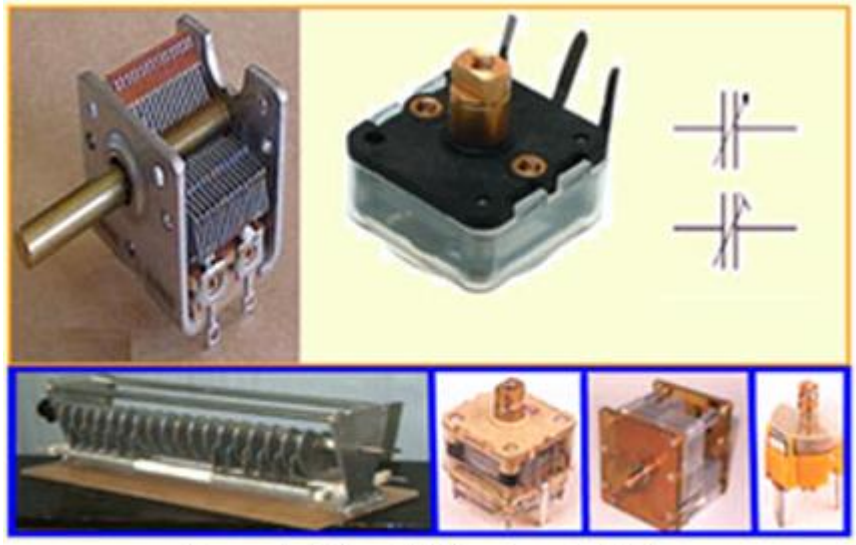
ε_r : ثابت العزل النسبي للمواد العازلة (ليس له واحدة).

ε_o : ويساوي $8,85.10^{-12}$ ثابت عزل الهواء ويقاس F/m .

A : مساحة سطح أحد اللوحين (اللبوسين) . d : البعد بين اللبوسين.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-3 المكثفات متغيرة القيمة (Variable Capacitors)



الشكل (7-8) المكثفات المتغيرة ورموزها

يتكون هذا النوع من المكثفات من صفائح متوازية من الألمنيوم أو النحاس، على شكل دائري أو بيضوي، مثبتة على محور قابل للدوران، بطريقة تسمح لهذه الصفائح بالتداخل مع مجموعة من صفائح أخرى، مساوية لها في المساحة، وتكون المادة العازلة في هذا النوع من المكثفات هي الهواء كما هو مبين في الشكل(7-08)، وتستخدم هذه المكثفات في الراديو (في مفتاح تغيير الموجات).

4- الترميز الرقمي للمكثفات

تطبع على جسم المكثف المواصفات الفنية له مثل: السعة، جهد التشغيل، قيمة السماح في سعته (الدقة)، ودرجة حرارة التشغيل القصوى. ويتم إتباع عدة طرق لكتابة هذه المواصفات على جسم المكثف منها ما هو رقمي، يستخدم فيه الأرقام والحروف، ومنها ما هو لوني. معظم المكثفات تكون معلوماتها مدونة عليه. كما في الشكل (7-09).



الشكل (7-9) الترميز الرقمي للمكثفات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4-1 السعة

تكـون السـعة دائمـاً بـالبيكو فـاراد، إلا إذا وجـد الرمـز n ، فهـذا يعنـي أن السـعة بالنـانو فاراد.

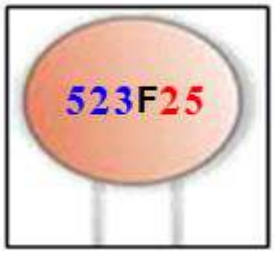
4-2 الجهد

يعطى كرقم يتبعه الحرف V، وفي كثير من الأحيان لا يكتب الحرف V .

4-3 نسبة الخطأ

يـتم تحديـد نسـبة الخطـأ (السـماحية) فـي سـعة المكثـف بوسـاطة الحـروف المبينـة فـي الجدول التالي:

الأمثلة على ما ذكر موضحة بالشكل التالي:



لاحـظ أن المكثـف يكـون موسـوماً مـن اليسـار إلـى اليمـين، برمـز مكون من ثلاثة أرقام، ثم حرف وبعد ذلك رقمين أو ثلاثة.

ولتفسير هذه الرموز:

♦ أول رقمـين مـن اليسـار هـي السـعة بـالبيكو فـاراد. الـرقم الثالـث هو معامل الضرب.

الحرف	نسبة الخطأ
F	1%
G	2%
J	5%
K	10%
M	20%
N	30%

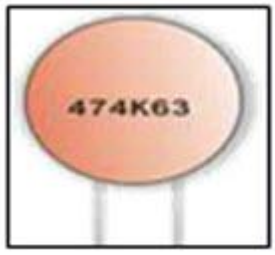
فـإذا كـان مـثلا (2) فـذلك يعنـي أن السـعة مضـروبة فـي (100) وإذا كـان (3) فيعنـي أن السعة مضروبة في (1000)، وهكذا.

♦ الحـرف الـذي يتبـع الأرقـام يحـدد الدقـة. فالحرفK يعني 10 %

أما الحرف M فيعني 20 % .

♦ الرقمان أو الثلاثة أرقام التي تتبع الحرف تحدد الجهد الذي يعمل عنده المكثف.

مثـال: مكثـف كتـب علـى جسـمه الرمـز التـالي: 474K63 كمـا هـو موضح في الشكل التالي فماذا يعني ذلك؟



الحل:

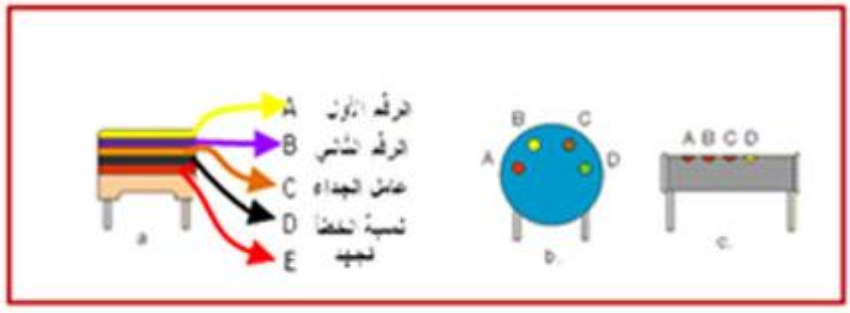
هنـا الـرقم الأول والثـاني أرقـام أي (47) والـرقم الثالـث هـو (4) فيكـون معامـل الضـرب (10000) والحـرف الـذي بعـد الأرقـام

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الثلاثة هو K أي أن دقة السعة هي 10% فتكون السعة :

$C = 47.10000 = 470000[PF] = 0,47[\mu F]$ الرقمـــان (63) بعـــد الحـــرف K يحددان الجهد وفي هذا المثال: جهد تشغيل المكثف يساوي 63V .

5- الترميز اللوني للمكثفات



الشكل (7-10) الترميز اللوني للمكثفات

نصادف أحياناً مكثفات مرمّزة لونياً (كما هو الحال في المقاومات) وبأشكال مختلفة على شكل أشرطة ملونة أو دوائر ملونة، حيث يرمز لكل شريط ملون أو دائرة ملونة بحرف. والشكل (7-10) يوضح ما ذكرناه.

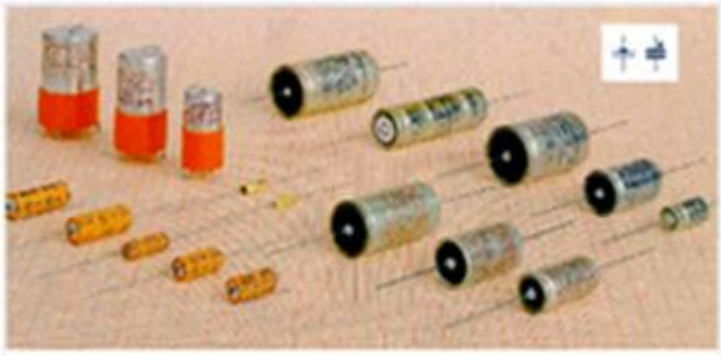
الجدول (1)



اللون	الرقم	عامل الجداء	نسبة الخطأ	الجهد
Black	0	x 1 pF	±20%	
Brown	1	x 10 pF	±1%	
Red	2	x 100 pF	±2%	250V
Orange	3	x 1 nF	±2.5%	
Yellow	4	x 10 nF		400V
Green	5	x 100 nF	±5%	
Blue	6	x 1 µF		
Violet	7	x 10 µF		
Grey	8	x 100 µF		
White	9	x 1000 µF	±10%	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

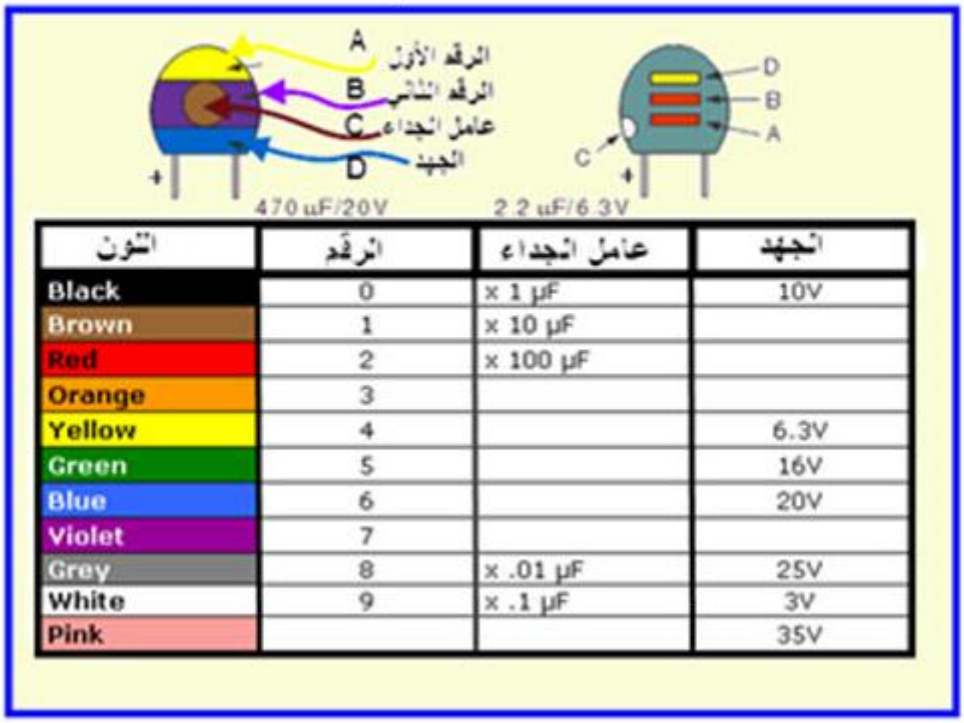
ويبين الجدول (1) الألوان المستخدمة في ترميز المكثفات وبعض الأمثلة التطبيقية على سعة هذه المكثفات.



الشكل (7-11) مكثفات التيتانيوم

ويبين الشكل (7-11) مكثفات التيتانيوم، بينما يبين الجدول (2) كيفية قراءة مكثفات التيتانيوم الإلكترونية.

الجدول (2)



اللون	الرقم	عامل الجداء	الجهد
Black	0	x 1 µF	10V
Brown	1	x 10 µF	
Red	2	x 100 µF	
Orange	3		
Yellow	4		6.3V
Green	5		16V
Blue	6		20V
Violet	7		
Grey	8	x .01 µF	25V
White	9	x .1 µF	3V
Pink			35V

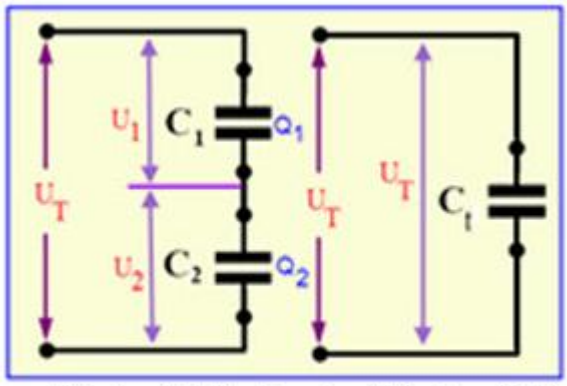
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6- توصيل المكثفات

توصل المكثفات كما المقاومات على التسلسل أو على التفرع، كما يلي:

6-1 توصيل المكثفات على التسلسل

وصل مكثفين على التسلسل يكافئ مضاعفة سماكة العازل. ويبيّن الشكل (12-7) توصيل مكثفين على التسلسل، إذا وصل مكثفان على التسلسل كما هو مبين في الشكل (12-7)، تكون الشحنة الكهربائية على المكثفين متساوية.



الشكل (12-7) الوصل التسلسلي للمكثفات

$$Q_T = Q_1 = Q_2$$

أما فر ق الجهد الكلي (U_T) فهو عبارة عن الشحنة الكلية على السعة الكلية للدارة:

$$(U_T = \frac{Q_T}{C_T})$$

ويساوي مجموع فروق الجهد بين لبوسي المكثفين، ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الرياضية الآتية:

$$U_T = U_1 + U_2 = \frac{Q_T}{C_T} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2}$$

وبما أن الشحنة الكهربائية للمكثفات متساوية فيمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

إذا وصل عدد n من المكثفات على التسلسل، فإن مقلوب قيمة السعة المكافئة تعطى بالعلاقة الآتية:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

ونلاحظ أن لهذه العلاقة الشكل ذاته الذي كان لعلاقة حساب المقاومات على التفرع.

مثال : ثلاث مكثفات موصولة على التسلسل قيمها: $C_1 = 4\mu F, C_2 = 3\mu F, C_3 = 2\mu F$ والمطلوب: حساب السعة المكافئة لهذه المجموعة.

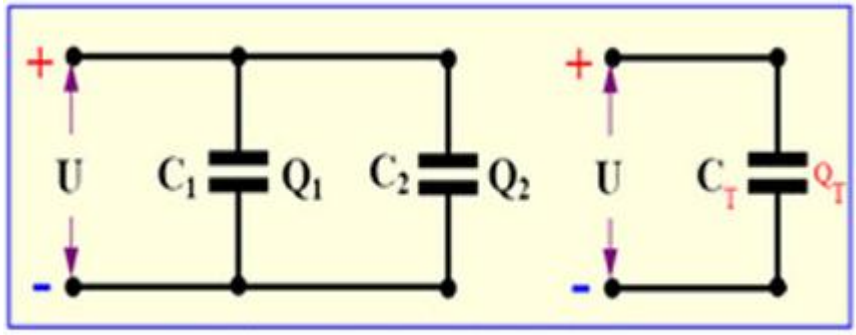
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الحل: حساب السعة المكافئة:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{13}{12} \rightarrow C_T = \frac{12}{13} = 0.93[\mu F]$$

ما هي الفائدة من الوصل التسلسلي للمكثفات؟

6-2 توصيل المكثفات على التفرع



الشكل (7-13) الوصل التفرعي للمكثفات

توصيل مكثفين على التفرع يكافئ مضاعفة مساحة لوح المكثف وهذا يعني أن المكثفين الموصولين على التفرع يعملان كمكثف واحد.

إذا وصل مكثفان على التفرع كما هو مبين في الشكل(7-13). يكون فرق الجهد بين طرفي كل منهما مساوياً لجهد المنبع $U_T = U_1 = U_2$

أما الشحنة الكهربائية الكلية فتكون مساوية لمجموع شحنتي المكثفين أي:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 \rightarrow C_T . U_T = C_1 . U_T + C_2 . U_T$$

وبما أن الجهد المطبق في دارة التفرع يساوي جهد المنبع، فيمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي: $C_T = C_1 + C_2$

وبمعنى آخر، في حالة التوصيل التفرعي لعدة مكثفات، فإن السعة المكافئة تساوي مجموع سعات كل منها. وإذا وصل عدد (n) من المكثفات على التفرع، فإن قيمة السعة المكافئة تعطى بالعلاقة:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$$

ونلاحظ أن قيم سعات المكثفات الموصولة على التفرع، تجمع مثل جمع قيم المقاومات الموصولة على التسلسل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مثال: ثلاث مكثفات سعة كل منها(C_1= 3µF, C_2=5µF, C_3=7µF) موصولة على التفرع. احسب السعة المكافئة للمجموعة.

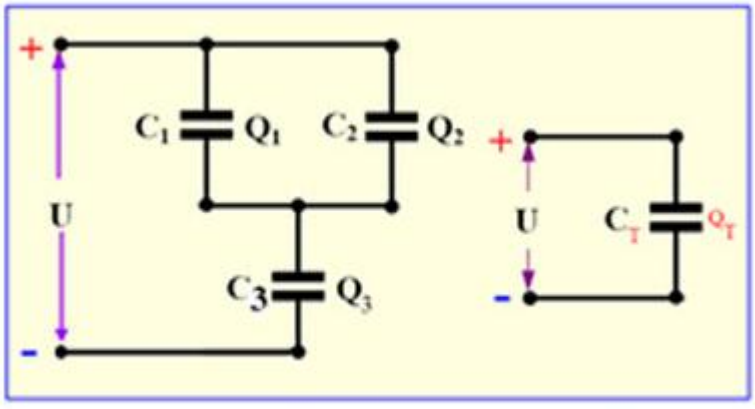
الحل: حساب السعة المكافئة للمجموعة:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 = 3 + 5 + 7 = 15\mu F$$

ما هي الفائدة من الوصل التفرعي للمكثفات؟

3-6 التوصيل المختلط للمكثفات

ويتم فيه التوصيل بين المكثفات في دارة ما على التسلسل والتفرع ، ويتم في هذه الحالة حساب السعة الكلية (C_t) باستخدام قوانين الربط التسلسلي والتفرعي للمكثفات ،الشكل (14-7).



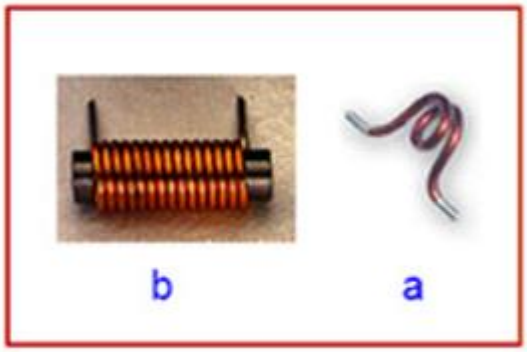
الشكل (7-14) الوصل المختلط للمكثفات

7-الملفات(coils)

الملفات هي إحدى عناصر الدارات الإلكترونية والكهربائية كثيرة الاستخدام، فلا يكاد يخلو منها جهاز إلكتروني كالحاسوب، الراديو، التلفزيون، جهاز الهاتف الثابت والمحمول، والأجهزة الكهربائية كالثلاجة، الغسالة، المروحة والخلاط.

7-1 الملف

عند لف سلك كهربائي معزول على قلب هوائي(a) أو قلب حديدي أو قلب فيرّيت (برادة الحديد) (b)،أو أي مادة أخرى نحصل على ما يسمى بالملف، الشكل (7-15). ورمزه في



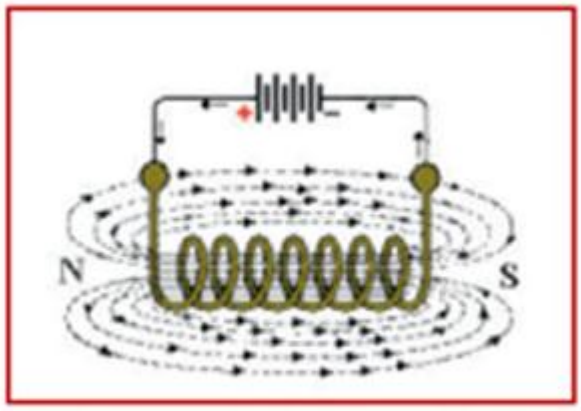
الشكل (7-15) الملف

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المخططات الكهربائية:



عندما يمر تيار كهربائي في سلك، يتولد مجال مغناطيسي حول الملف تتناسب شدته مع شدة التيار الكهربائي المار في الملف كما في الشكل(7-16).



الشكل (7-16) المجال المغناطيسي للملف

وهكذا فإن الملف يعمل على تحويل القدرة الكهربائية إلى قدرة مغناطيسية يختزنها داخل المجال المغناطيسي المحيط به والذي يمكن تركيزه في القلب.

وحسب قانون فاراداي فإن هذا يؤدي إلى توليد قوة محركة كهربائية تؤدي بالتالي إلى توليد تيار كهربائي ذو اتجاه يعاكس أي تغير في شدة التيار الأصلي المار في الملف.

اتجاه هذا التيار يعطى حسب **قانون لينز** الذي ينص على أن: " **القوة المحركة الكهربائية التحريضية تولد تياراً يعمل على توليد مجال مغناطيسي يعاكس تأثير المجال المغناطيسي الذي أدى إلى توليد هذا التيار**" .

7-2 عامل التحريض الذاتي للملف

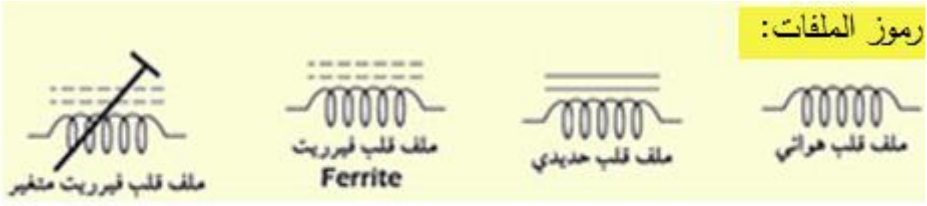
عندما تتغير شدة المجال المغناطيسي خلال دارة كهربائية فإنه يتولد فيها قوة محركة كهربائية تحريضية يتناسب مقدارها مع معدل تغير التدفق بالنسبة للزمن.

يقاس التحريض الذاتي للملف بالهنري[H]ويعرّف الهنري: بأنه التحريض الذاتي لملف تتولد فيه قوة محركة كهربائية تحريضية مقدارها /1V/ عندما تتغير شدة التيار المار فيه بمعدل /1A/ في ثانية واحدة.

تتناسب قيمة معامل التحريض الذاتي لملف طرداً مع عدد اللفات [N] ومع مساحة مقطع الملف [A] ومع النفاذية المغناطيسية للمادة التي لف عليها الملف [μ] وعكساً مع طول الملف [L].

ويمكن تلخيص ذلك بالعلاقة الآتية: $L = \frac{N^2.\mu.A}{L}$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (7-17) تصنيف الملفات من حيث القلب

توجد عدة أنواع من الملفات وتصنف من حيث القلب (المادة التي تشغل الحيز داخل الإطار الداخلي للملف) كما في الشكل(7-17).

7-3 قياس عامل التحريض الذاتي للملف



الشكل (7-18) مقياس (RCL)

يقاس عامل التحريض الذاتي(L) للملف بمقياس (RCL)الشكل(7-18) وقد تم شرحه مفصلاً في وحدة المقاومة الكهربائية.

7-4 القوة المحركة الكهربائية التحريضية

إن التغير في شدة التيار المار في الملف بالنسبة للزمن، يؤدي إلى تغير في شدة المجال المغناطيسي الناتج عن هذا التيار. مما يؤدي إلى توليد قوة محركة كهربائية تحريضية تؤدي إلى توليد تيار كهربائي ذو اتجاه يعاكس أي تغير في شدة التيار الأصلي المار في الملف، تعطى قيمة القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتولدة بالتحريض في ملف بإحدى العلاقتين وذلك حسب قانوني فاراداي ولينز كما سنرى لاحقاً:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$$emf = -L\frac{\Delta i}{\Delta t} \quad ، \quad emf = -N\frac{\Delta \emptyset}{\Delta t}$$

حيث :

N : عدد لفات الملف.

Δϕ : تمثل مقدار التغير في التدفق (الفيض) المغناطيسي.

Δt : تمثل مقدار التغير في الزمن.

L : عامل التحريض الذاتي للملف ويقاس بالهنري[H].

Δi : تمثل مقدار التغير في التيار.

مثال: دارة كهربائية ذات عامل تحريض ذاتي مقدارها L=4[mH] .

يتناقص التيار المار في الدارة من (2A) إلى (0A)، في زمن مقداره 5 ميلي ثانية:

أحسب مقدار القوة المحركة الكهربائية العكسية المتولدة في الدارة.

الحل: حساب مقدار القوة المحركة الكهربائية العكسية المتولدة في الدارة

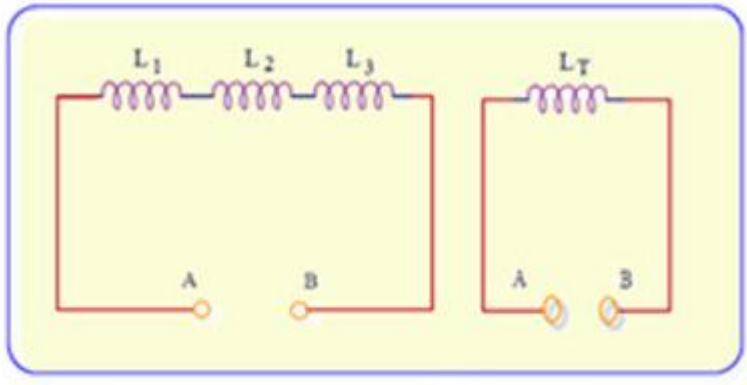
$$\text{emf} = -\text{L}\frac{\Delta \text{i}}{\Delta \text{t}} = -4.10^{-3}\frac{0-2}{5.10^{-3}} = 1.6[\text{V}]$$

8- توصيل الملفات

8-1 توصيل الملفات على التسلسل

عند توصيل الملفات على التسلسل كما هو مبين في الشكل (19-7) فإن عامل التحريض الذاتي الكلي (L_T) يحسب من القانون:

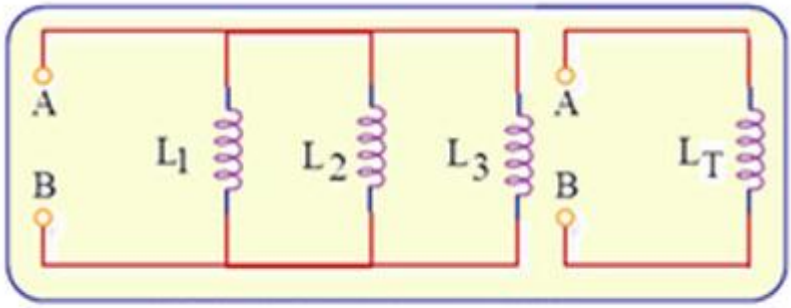
$$L_T = L_1 + L_2 + L_3$$



الشكل (19-7) الوصل التسلسلي للملفات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-8 توصيل الملفات على التفرع

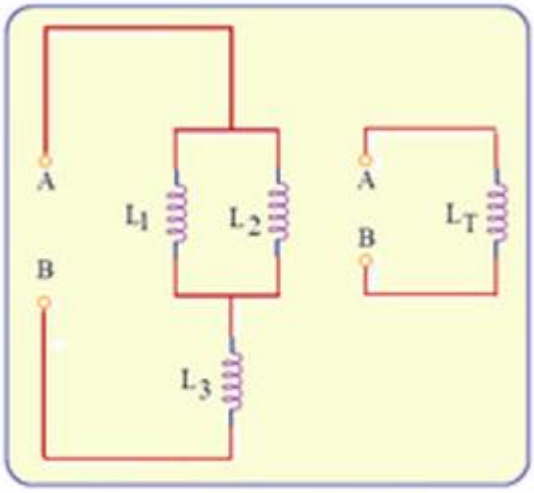


الشكل (7-20) الوصل التفرعي للملفات

عند توصيل الملفات على التفرع كما هو مبين في الشكل(7-20) فإن عامل التحريض الذاتي الكلي (L_T).

يحسب من القانون: $\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$

3-8 التوصيل المختلط للملفات



الشكل (7-21) الوصل المختلط للملفات

ويتم التوصيل بين الملفات على التسلسل والتفرع كما في الشكل (7-21)، ويتم في هذه الحالة حساب عامل التحريض الذاتي الكلي (L_t) باستخدام قوانين الربط التسلسلي والتفرعي للملفات.

4-8 الملف في دارات التيار المستمر

إذا كان التيار المار في الملف ثابت القيمة لا يتغير يعتبر الملف كدارة قصر بالنسبة للتيار المستمر.

يخزن الملف طاقة مغناطيسية محدودة إذا كان الملف ذو مقاومة تساوي الصفر وتعطى هذه الطاقة بالعلاقة:

$$W = \frac{1}{2} . L . I^2$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تقييم المعلومات النظرية للوحدة

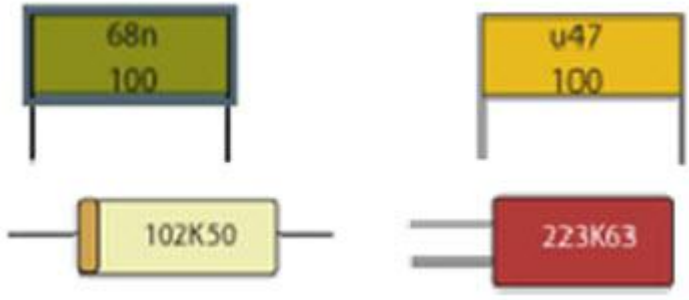
أولاَ: أجب بكلمة صح عن العبارات الصحيحة وخطأ عن العبارات المخطوءة:

1. . تعطى السعة الكهربائية للمكثف بالعلاقة C = Q.U
2. الميكرو فاراد أكبر بألف مرة من النانو فاراد.
3. عادة تسمى المكثفات تبعاً لنوع العازل بين لبوسيها.
4. تتناسب سعة المكثفة المستوية عكساً مع سطح أحد لبوسيها.
5. تتناسب سعة المكثفة المستوية عكساً مع البعد بين لبوسيها.
6. تتناسب شدة المجال المغناطيسي المتولد نتيجة مرور تيار كهربائي في سلك الملف عكساً مع شدة التيار الكهربائي المار في السلك.
7. يقاس معامل التحريض الذاتي للملف بوحدة تسمى الهنري.
8. عند توصيل الملفات على التسلسل فإن معامل التحريض الذاتي الكلي L_T يعطى بالعلاقة: $L_T = L_1 + L_2 + L_3$
9. عند توصيل ملفين على التفرع فإن معامل التحريض الذاتي الكلي L_T يعطى بالعلاقة: $L_T = \frac{L_1+L_2}{L_1.L_2}$

ثانياَ: عرّف كلاً مما يلي:

المكثف الكهربائي، جهد التشغيل الأعظمي، الفاراد، الملف الكهربائي، الهنري [H]، معامل التحريض الذاتي لملف.

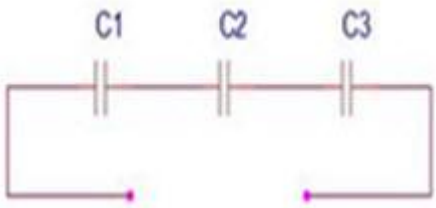
ثالثاَ: استنتج قيمة السعة الكهربائية ونسبة الخطأ للمكثفات المبينة بالشكل:



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

رابعاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1. في الدارة الآتية أوجد قيمة السعة الكهربائية المكافئة C_T إذا علمت أن:

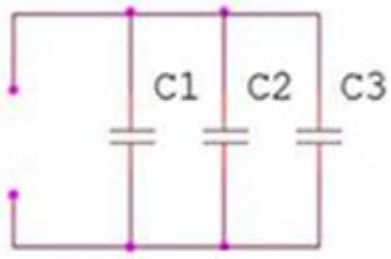


$C_1 = 2500\ [nF]$

$C_2 = 10\ [\mu F]$

$C_3 = 1000[nF]$

2. في الدارة الآتية أوجد قيمة السعة الكهربائية المكافئة C_T إذا علمت أن:

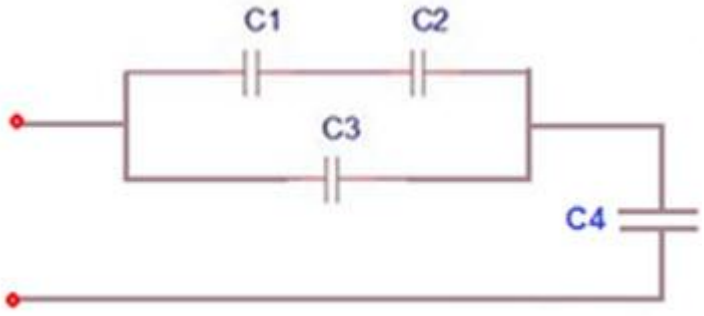


$C_1 = 2500\ [nF]$

$C_2 = 10\ [\mu F]$

$C_3 = 1000[nF]$

3. ما نوع الربط للمكثفات في الدارة المبينة في الشكل؟ وما الغاية من هذا الربط؟



خامساً: عدد العوامل التي تؤثر على معامل التحريض الذاتي لملف؟

سادساً: دارة كهربائية ذات معامل تحريض ذاتي مقدارها L=2[H] يتناقص التيار المار في الدارة من (1A) إلى (0A) ، في زمن مقداره [10ms]. أحسب مقدار القوة المحركة الكهربائية العكسية المتولدة في الدارة؟

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /1/

اسم التمرين	تحديد سعة المكثف عن طريق الألوان	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

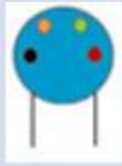
يستدل على السعة الكهربائية للمكثف وطريقة قراءتها بالألوان.

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

مكثفات كهربائية بقيم مختلفة (مرمّزة بنظام الألوان) ثلاثة من كل نوع.

معايير الأداء: تحديد سعة المكثف عن طريق الألوان(طريقة الحساب).

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية			
.1	حضر مستلزمات التجربة				
.2	استخدم نظام الترميز اللوني لقراءة (تحديد) سعة المكثفات (سعة المكثف ونسبة الخطأ)				
.3	سجل قيمة السعة المناسبة للمكثف أسفل الشكل الموافق له				
.4					
		$C_{1=}$	$C_{2=}$	$C_{3=}$	$C_{4=}$
.5					
.6		$C_{5=}$	$C_{6=}$	$C_{7=}$	$C_{8=}$
.7					
		$C_{9=}$	$C_{10=}$	$C_{11=}$	$C_{12=}$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	التمييز بين أنواع المكثفات وترميزها اللوني وتحضيرها.			
.2	قراءة قيم المكثفات.			
.3	تفسير النتائج التي حصلت عليها.			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /2/

اسم التمرين	قياس سعة المكثف عن طريق مقياس RCL	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يستدل على السعة الكهربائية للمكثفات وطريقة قراءتها عن طريق أجهزة القياس (مقياس RCL).
2. يستخدم مقياس RCL ويضبطه ويعايره لقياس سعة المكثفات

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- مكثفات كهربائية بقيم مختلفة.

2- مقياس RCL.

معايير الأداء:

- قياس قيم المكثفات الكهربائية باستخدام مقياس RCL.

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	اضبط مؤشر المقياس على صفر (يجب تكرار هذه الخطوة عند كل قياس)	
.3	تأكد من جاهزية التغذية للمقياس (يجب التأكد من سلامة البطاريات وجاهزيتها للعمل والتأكد من مصدر التغذية الخارجي ومطابقته مع جهد التشغيل للجهاز، يمكن استخدام وحدة تغذية خارجية تيار متناوب (AC) نموذج (LPC-169) ويمنع استخدام نموذج آخر)	
.4	ضع مفتاح ناخب نوع القياس على الوضعية (C)	
.5	ضع مفتاح نوع تغذية دارة القياس للجسر (source) على وضعية قياس المكثف في التيار المتناوب (/AC/ R.C.L)	
.6	ضع مفتاح عامل الفقد والربح (D.Q) على وضعية الصفر	
.7	ضع مفتاح عامل جداء الفقد والربح على (X1)	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

8. ضع مفتاح تحديد القيمة المكافئة الأولية على وضع عادي (NORMAL)

9. ضع مفتاح التشغيل على وضعية العمل (ON) وزد شدة تيار دارة القياس حتى يشير المؤشر إلى القيمة /5/

10. ركب المكثف المراد تحديد سعته في المكان المخصص (لون أحمر ولون أزرق) (يجب التأكد من توصيله بشكل جيد وربطه بأقل أسلاك ممكنة لتقليل الخطأ في القياس)

11. اختر ضاغطة الجداء المناسبة حتى يشير المؤشر إلى أقرب وضعية لقيمة الصفر

12. اضبط مفتاح عامل الفقد والربح (D.Q) حتى يشير المؤشر إلى أقرب وضعية لقيمة الصفر (يمكن زيادة شدة التيار من مفتاح التشغيل إن لزم الأمر)

13. ضع مفتاح جداء عامل الفقد والربح على الوضعية (X10) عند اللزوم

14. حرك مفتاح القيمة المكافئة الأولية حتى تحصل على نقطة التوازن (صفر المقياس) كما في الشكل (7-22)



الشكل (7-22)

15. كرر الخطوات (10–14) من أجل قياس سعة المكثفات الأخرى (عند قياس سعة المكثفات الكيميائية (الكبيرة السعة) يفضل استخدام مولد ترددات خارجي)

16. سجل قيم المكثفات المقاسة عملياً بوساطة مقياس RCL في الجدول(1):

الجدول (1)

	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1
القيمة المقاسة RCL					
القيمة المحسوبة					

17. استخدم الطريقة المباشرة لقراءة المكثفات (قيمة السعة ونسبة الخطأ)، ثم سجل النتائج في الجدول(1)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

18.	قارن بين القيم المقاسة (RCL) وبين القيم المحسوبة (الترميز)، ماذا تستنتج؟.

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	التمييز بين أنواع المكثفات وترميزها وتحضيرها.			
.2	استخدام مقياس RCL ومعايرته وضبطه لقياس سعة المكثفات.			
.3	إجراء القياسات.			
.4	إجراء الحسابات.			
.5	مقارنة النتائج.			

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

بطاقة التمرين العملي رقم /3/

اسم التمرين	الوصل التسلسلي للمكثفات	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يوصل المكثفات على التسلسل.
2. يستخدم أجهزة القياس (RCL) لقياس السعة المكافئة.
3. يطبق قانون الوصل التسلسلي للمكثفات لحساب السعة المكافئة.
4. يتحقق من توافق القيمة المقاسة مع القيمة الحسابية.
5. يتحقق من أن السعة المكافئة للوصل التسلسلي هي أصغر من أصغر سعة موجودة في الدارة.
6. يتحقق من أن الوصل التسلسلي للمكثفات يعاكس حالة الوصل التسلسلي للمقاومات.
7. يستبدل الدارة التسلسلية بدارة تحتوي على مكثف (السعة المكافئة).

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- مكثفات كهربائية C_1=6[µF]، C_2=1[µF] ، C_3 = 3 [µF] .

2- مقياس RCL.

3- أسلاك توصيل.

معايير الأداء:

1- تحديد قيمة السعة المكافئة للدارة التسلسلية (بالقياس والحساب).

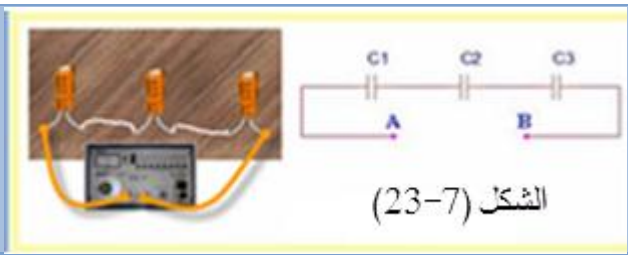
2- تطبيق قوانين الوصل التسلسلي للمكثفات.

3- المقارنة بين القيمة المقاسة والقيمة المحسوبة للسعة المكافئة.

4- استبدال عناصر الدارة بدارة مكافئة تحتوي على مكثف ذو سعة مكافئة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	تأكد من جاهزية مقياس RCL	
.3	صل الدارة كما في الشكل (7-23).	 الشكل (7-23)
.4	قس السعة المكافئة بين النقطتين A,B باستخدام مقياس RCL. (لاحظ الخطوات /1-14/ في التجربة /2/ لضبط المقياس واستخدامه لقياس السعات)	
.5	احسب قيمة السعة المكافئة نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية: C_T = ... [μF]	$\frac{1}{C_T}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}$
.6	قارن قيمة السعة الكهربائية المكافئة C_T مع قيمة كل من المكثفات الكهربائية C_1, C_2, C_3 ماذا تستنتج؟	
.7	دون القراءات والقيم التي حصلت عليها في الجدول(1)	الجدول (1) القيم المحسوبة | القيم المقاسة | الكمية الكهربائية C_T
.8	قارن بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة ؟ ماذا تستنتج؟	
.9	استبدل الدارة بدارة مكافئة تحتوي على مكثف ذو سعة مكافئة.	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	اختيار المكثفات وتحضيرها وفقاً لقيمها المطلوبة في الدارة			
.2	معرفة مقياس RCL وضبطه ومعايرته واستخدامه لقياس المكثفات			
.3	توصيل المكثفات بحسب مخطط الدارة			
.4	إجراء القياسات			
.5	إجراء الحسابات			
.6	استبدال الدارة بدارة مكافئة			
.7	مقارنة النتائج			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بطاقة التمرين العملي رقم /4/

اسم التمرين	الوصل التفرعي للمكثفات	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1. يوصل المكثفات على التفرع.
2. يستخدم جهاز RCL) لقياس السعة المكافئة.
3. يطبق قانون الوصل التفرعي للمكثفات لحساب السعة المكافئة.
4. يتحقق من أن السعة المكافئة للوصل التفرعي هي أكبر من أكبر سعة موجودة في الدارة.
5. يتحقق من أن الوصل التفرعي للمكثفات يعاكس حالة الوصل التفرعي للمقاومات.
6. يستبدل الدارة التفرعية بدارة تحتوي على مكثف (السعة المكافئة).

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- مكثفات كهربائية C_1=0.47[µF]، C_2=1[µF] ، C_3 = 0.1 [µF] .

2- مقياس RCL.

3- أسلاك توصيل.

معايير الأداء:

1- تحديد قيمة السعة المكافئة للدارة التفرعية (بالقياس والحساب).

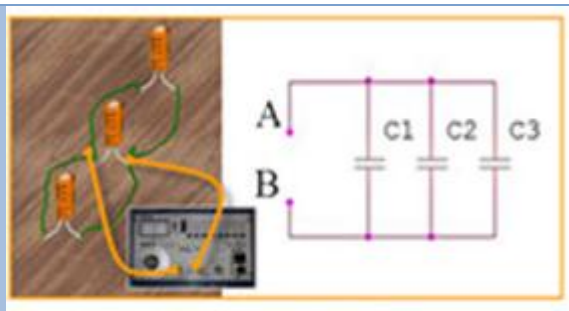
2- تطبيق قوانين الوصل التفرعي للمكثفات.

3- المقارنة بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة.

4- استبدال عناصر الدارة بدارة مكافئة تحتوي على مكثف ذو سعة مكافئة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	تأكد من جاهزية مقياس RCL	
.3	صل الدارة كما في الشكل (7-24)	 الشكل (7-24)
.4	قس السعة المكافئة بين النقطتين A,B باستخدام مقياس RCL. (لاحظ الخطوات /1-14/ في التجربة /2/ لضبط المقياس واستخدامه لقياس السعات)	
.5	احسب قيمة السعة المكافئة نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية: $C_T = C_1 + C_2 + C_3$ C_T .... $[\mu F]$	
.6	دون القراءات والقيم التي حصلت عليها في الجدول(1): الجدول (1) القيم المحسوبة | القيم المقاسة | الكمية الكهربائية C_T	
.7	قارن قيمة السعة الكهربائية المكافئة C_T مع قيمة كل من المكثفات الكهربائية C_1, C_2, C_3 ماذا تستنتج؟	
.8	قارن بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة؟ ماذا تستنتج؟	
.9	استبدل الدارة بدارة مكافئة تحتوي على مكثف ذو سعة مكافئة ومنبع جهد.	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
.1	اختيار المكثفات وتحضيرها وفقاً لقيمها المطلوبة في الدارة			
.2	استخدام مقياس RCL ومعايرته وضبطه لقياس سعة المكثفات			
.3	توصيل المكثفات بحسب مخطط الدارة			
.4	إجراء القياسات			
.5	إجراء الحسابات			
.6	استبدال الدارة بدارة مكافئة			
.7	مقارنة النتائج			

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

بطاقة التمرين العملي رقم /5/

اسم التمرين	قياس عامل التحريض الذاتي للملف عن طريق مقياس RCL	الزمن	2 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين (مضمون الأداء):

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

يتعرف على عامل التحريض الذاتي للملفات وطريقة قراءته عن طريق أجهزة القياس (مقياس RCL).

المواد والأدوات والتجهيزات (مستلزمات الأداء):

1- ملفات كهربائية بقيم مختلفة.

2- مقياس RCL.

معايير الأداء:

قياس قيم عامل التحريض الذاتي للملفات الكهربائية باستخدام مقياس RCL.

خطوات العمل:

	الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
.1	حضر مستلزمات التجربة	
.2	اضبط مؤشر المقياس على صفر (يجب التأكد من ضبط المؤشر عند كل قياس)	
.3	تأكد من جاهزية التغذية للمقياس (يجب التأكد من سلامة البطاريات وجاهزيتها للعمل والتأكد من مصدر التغذية الخارجي ومطابقته مع جهد التشغيل للجهاز، يمكن استخدام وحدة تغذية خارجية تيار متناوب (AC) نموذج (LPC-169) ويمنع استخدام نموذج آخر)	
.4	ضع مفتاح ناخب نوع القياس على الوضعية (L)	
.5	ضع مفتاح نوع تغذية دارة القياس للجسر (source) على وضعية قياس المكثف في التيار المتناوب (/AC/ R.C.L)	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

.6	ضع مفتاح عامل الفقد والربح (D.Q) على وضعية الوسط (0.3)
.7	ضع مفتاح عامل جداء الفقد والربح على (X1)
.8	ضع مفتاح تحديد القيمة المكافئة الأولية على القيمة (5.00)
.9	ركب الملف المراد تحديد عامل التحريض الذاتي له في المكان المخصص (لون أحمر ولون أزرق) (يجب التأكد من توصيله بشكل جيد وربطه بأقل أسلاك ممكنة لتقليل الخطأ في القياس)
.10	ضع مفتاح التشغيل على وضعية العمل (ON) وزد شدة تيار دارة القياس ببطء حتى يشير المؤشر إلى القيمة /6....7/ **وهذا ضروري جداً**
.11	اختر ضاغطة الجداء المناسبة حتى يشير المؤشر إلى أقرب وضعية لقيمة الصفر
.12	اضبط مفتاح عامل الفقد والربح (D.Q) حتى يشير المؤشر إلى أقرب وضعية لقيمة الصفر (يمكن زيادة شدة التيار من مفتاح التشغيل إذا لزم الأمر ليبقى المؤشر يشير على القيمة 6....7،لا يمكن إجراء القياس بدقة ما لم نحصل على قيمة عامل الربح Q وإذا كانت هذه القيمة كبيرة (أكبر من 30) تكون خارج إمكانية هذا الجهاز ولذلك في هذه الحالة يمكن إضافة مقاومة بضعة أومات إلى بضعة عشرات الأوم على التسلسل مع الملف حتى نحصل على عامل الربح أقل من 30)
.13	قس قيمة كل من الملفات باستخدام مقياس RCL كما في الشكل (7-25).  الشكل (7-25)
.14	كرر الخطوات (9-13) من أجل قياس عامل التحريض الذاتي للملفات الأخرى
.15	سجل قيم عامل التحريض الذاتي للملفات المقاسة عملياً بواسطة مقياس RCL في الجدول(1):

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدول (1)

	L_5[mH]	L_4[mH]	L_3[mH]	L_2[mH]	L_1[mH]
القيمـــــة المقاســـــة RCL					

التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء:

تعليمات للمتدرب :

1- استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عندتنفيذك العمل.

2- لاجتياز هذا التمرين بنجاح، يجب تأشير جميع الخطوات الواردة والتي تم تطبيقها بكلمة " نعم ".

3- إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها فضع إشارة " × ".

م	الخطوات	نعم	لا	غير قابلة للتطبيق
1-	معرفة أنواع الملفات وتحضيرها			
2-	معرفة مقياس RCL وكيفية معايرته وضبطه واستخدامه لقياس عامل التحريض الذاتي للملفات			
3-	إجراء القياسات			
4-	مقارنة النتائج			

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الاختبار العملي للوحدة

اسم الاختبار	المكثفات والملفات الكهربائية

الأداء المطلوب في الاختبار:

6. التمييز بين أنواع المكثفات الكهربائية وترميزها اللوني.
7. استخدام أجهزة قياس سعة المكثفات.
8. حدد قيم المكثفات المبينة في الجدول (1) عن طريق الألوان وسجلها في الجدول.

الجدول (1)

المكثف	قيمته اللونية
	
	
	
	
	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- حول قيم المكثفات المدونة في الجدول(2) إلى ألوان:

الجدول (2)

	الألوان				
المكثف	اللون 1	اللون 2	اللون 3	اللون 4	**اللون 5**
$1\mu F$ 10 V					
33 μF 6.3V					
0.7 μF 3V					
0.06μF 25V					
2μF 16V					
1200 PF $\pm$ 2.5% 400V					
700 μF $\pm$ 10% 250V					
48μF $\pm$ 1% 250V					
2 PF $\pm$ 2% 400V					
1μF $\pm$ 5% 250V					

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

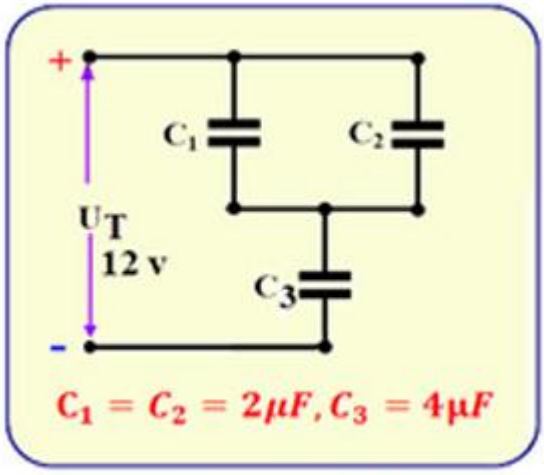
- حول قيم المكثفات المدونة في الجدول(3) إلى رموز:

المكثف	الرموز				
	الرمز 1	الرمز 2	الرمز 3	الرمز 4	**الرمز 5**
12000PF ±10% 30V					
2200PF ±5% 63V					
25 PF ±20% 20V					
25000nF ±30% 25v					
560PF ±20% 40V					
320PF ±2.5% 10V					
1100nF ±5% 15v					
1PF ±5 % 5					
300nF ±5% 15					
17 PF ±30% 15					

في الدارة المبينة في الشكل(7-26) المطلوب:

1. قياس السعة لكل مكثف ومقارنتها مع القيمة المدونة على المكثف (رمز أو لون).
2. حساب وقياس السعة الكلية للدارة.
3. رسم الدارة المكافئة.
4. رسم جدول وتدوين المعلومات فيه.

- ارسم دارة من مجموعة مكثفات متماثلة القيمة C=2µF



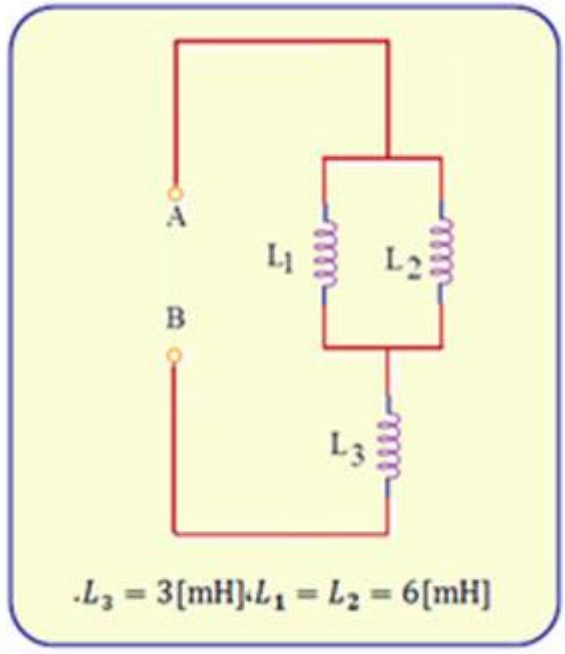
الشكل (7-26)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

للحصول على سعة مكافئة $C_T=1.5\mu F$

في الدارة المبينة في الشكل(7-27) المطلوب:

1. حساب وقياس عامل التحريض الذاتي الكلي للدارة
2. رسم الدارة المكافئة ورسم جدول مدون عليه القيم التي حصلت عليها.



الشكل (7-27)

المواد والأدوات والتجهيزات:

1- مكثفات $2\mu F$ عدد /2/ ، $4\mu F$.

2- ملفات $6mH$ عدد /2/، $3mH$.

3- مقياس RCL.

4- أسلاك توصيل.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 4 / ساعة

إرشادات للطالب	سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية

• استخدام جدول الألوان وتسجيل قيم المكثفات	**5 درجة**
• اختيار جهاز قياس السعات وتجهيزه وأخذ القراءات بالشكل الصحيح.	10 درجة
• تحويل قيم المكثفات إلى الألوان.	10 درجة
• تحويل قيم المكثفات إلى الرموز.	10 درجة
• إجراء القياسات والحساب بالشكل الصحيح لدارة المكثفات، الشكل(1).	25 درجة
• رسم الدارة المكافئة للشكل(1) ووضع المسميات والرموز بالشكل الصحيح.	5 درجة
• بناء الدارة الكهربائية من مجموعة مكثفات متماثلة.	15 درجة
• إجراء القياسات والحساب بالشكل الصحيح لدارة الملفات، الشكل(2).	15 درجة
• رسم الدارة المكافئة للشكل (2) ووضع المسميات والرموز بالشكل الصحيح.	5 درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

قائمة المصطلحات العلمية

Atom	الذرة
Ampere	أمبير
Conductance	ناقلية
Conductor	ناقل
Current Intensity	شدة التيار الكهربائي
Dielectric	عازل
Discharging	التفريغ
Electrical Energy	طاقة كهربائية
Electrical Field	المجال الكهربائي
Electrical Power	الاستطاعة الكهربائية
Electrical Resistance	مقاومة كهربائية
Electrical Source	منبع كهربائي
Electromotive Force	قوة محركة كهربائية
Electron	الإلكترون
Energy	الطاقة
First Digit	الرقم الأول

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Fixed Capacitor	مكثف ثابت
Fixed Resistance	مقاومة ثابتة القيمة
Free Electrons	إلكترونات حرة
Multiplier	عامل الجداء
Negative Plate	لوح سالب
Negative Temperature Coefficient	معامل حراري سالب
Network Resistance	مقاومة شبكية
Neutral	متعادل
Neutron	النيوترون
Nucleus	النواة
Positive Plate	لوح موجب
Positive Temperature Coefficient	معامل حراري موجب
Potential	الجهد الكهربائي
Power	الاستطاعة (القدرة)
Proton	البروتون
Resistance	مقاومة
Second Digit	الرقم الثاني

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Semi-Conductor	أنصاف نواقل
Serial	تسلسلي
Short Circuit	دارة قصر
Shunt	مفرع تيار
Simple Electrical Circuit	دارة كهربائية بسيطة
Switch	قاطع (مفتاح كهربائي)
Time Constant	ثابت زمني
Total	كلي، حاصل الجمع
Valence Electrons	إلكترونات التكافؤ
Valence Orbit	مدار التكافؤ
Variable Capacitor	مكثف متغير القيمة
Variable Resistance	مقاومة متغيرة القيمة
Volt	فولت (وحدة قياس الجهد الكهربائي)
Voltage	الجهد الكهربائي
Voltage Drop	هبوط الجهد
Wire Wound Resistance	مقاومة سلكية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المراجع

البند	المرجـع	المؤلف
1	مبادئ الهندسة الكهربائية	**كاساتكين** **ترجمة: د. رأفت القوصي**
2	مناهج وزارة التربية . التعليم المهني والتقني	
3	**برنامج اديسون**	
4	مواقع انترنت:	
	http://www.pcdc.edu.ps	
	http://www.cdd.tvtc.gov.sa	
	http://www.howstuffworks.com/fuel-cell-htm	
	http://www.ar.wikipedia.org	
	http://www.encyclopedia2.thefreedictionary.com	

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الاسم :

السعر: