

ورقة العمل رقم (1) – للوحدة – 6 – دوائر التيار المستمر للفصل الدراسي (2)

التاريخ: 11/2023

الشعبة:

الاسم:

1- في الدوائر متعددة البطاريات والحلقات حيث لا يمكن اختزالها الى دائرة ايسر نستخدم قانونا كيرشوف .

2- القانون الأول لكيرشوف (قانون كيرشوف للتيار) او قانون الوصلة:

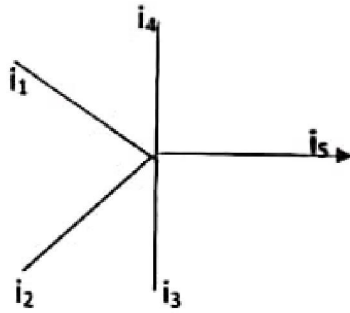
عند التقاء عدة تيارات في وصلة ، فإن :

(مجموع التيارات الخارجة من الوصلة = مجموع التيارات الداخلة الى الوصلة)

$$\sum_{in} i = \sum_{out} i \quad \text{عند الوصلة}$$

$$\sum i = 0 \quad \text{او}$$

$$i_1 + i_3 = i_2 + i_4 + i_5 \quad \text{اي :}$$



3- القانون الثاني لكيرشوف (قانون كيرشوف للجهد) او قانون الحلقة:

في أي حلقة (التي تشكل مساراً مغلقاً) فإن :

مجموع جهود المقومات (الخافضة للجهد) = مجموع جهود البطاريات الرافعة للجهد

او (المجموع الجبري لفرق الجهد في حلقة يساوي الصفر)

(ويعتبر هذا القانون نتيجة لقانون حفظ الطاقة) أي :

$$\sum V_{(البطاريات)} = \sum V_{(المقومات)} \longrightarrow \sum R \cdot i \quad (1)$$

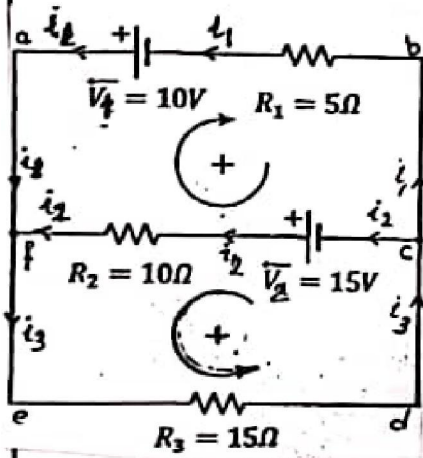
$$\sum V_{(المقومات والبطاريات)} = 0 \quad (2) \quad \text{او}$$

ويعد اتخاذ جهة دوران اختيارية موجبة في الحلقة (عكس عقارب الساعة مثلاً) وباستخدام المعادلة (1) :

$$V_1 - V_2 = i_1 \cdot R_1 - i_2 \cdot R_2 \Rightarrow 12 - 4 = 3R_1 - 2R_2 \quad \text{نجد}$$

لاحظ هنا ان التيار يكون موجبا ان كان مع اتجاه الدوران الموجب لكن ان استخدمت المعادلة (2) يكون التيار سالبا

4- مثال: جد التيارات i_1 , i_2 , i_3 في الدائرة الكهربائية المجاورة: (خطوات الحل):



أ- سمى التيارات واتجاهاتها كما تريد حيث من القانون الأول لكيرشوف

$$i_1 + i_2 = i_3 \quad (1) \quad \text{عند الوصلة}$$

ب- رمز الدائرة بالأحرف (abcdef) واختر حلقة من احدى الحلقات الثلاث (abc) مثلاً

ج- خذ على الحلقة المختارة اتجاه دوران موجب اختياري (ولكن مثلاً مع عقارب الساعة

فإن استخدمت المعادلة (1) فالتيار او جهد البطارية الموافق لهذا الاتجاه يكون موجبا

والمعكس سالبا.

د- طبق القانون الثاني لكيرشوف على هذه الحلقة

②

$$\sum V_c(\text{البطاريات}) = \sum R \cdot i$$

$$15 - 10 = 10 i_2 - 5 i_1$$

$$5 = 10 i_2 - 5 i_1$$

$$1 = 2 i_2 - i_1 \dots (2)$$

للحصول على معادلة ثالثة نختار حلقة أخرى، ولتكن (cdef) ونطبق عليها قانون الحلقة

$$15 = 10 i_2 + 15 i_3$$

$$3 = 2 i_2 + 3(i_1 + i_2)$$

$$\boxed{3 = 5 i_2 + 3 i_1} \dots (3)$$

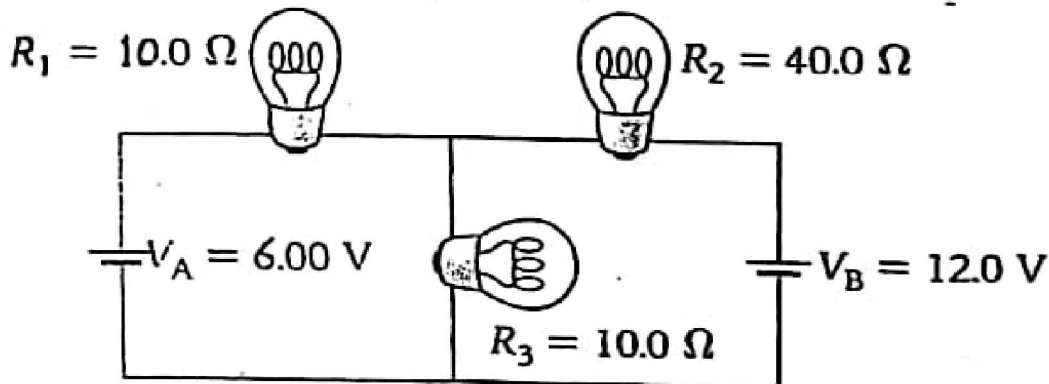
يحل المعادلات الثلاث نجد أن:

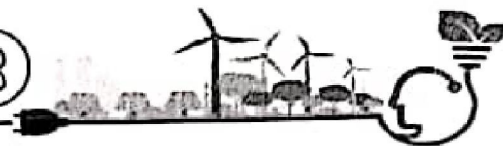
$$\left(i_1 = \frac{1}{11} = 0.09A \right), \left(i_2 = \frac{6}{11} = 0.545A \right), \left(i_3 = \frac{7}{11} = 0.636A \right)$$

6.33. الدائرة الموضحة في الشكل تتكون:

من بطاريتين جهدهما V_A و V_B وثلاثة

مصابيح ضوئية مقاومتها R_1 و R_2 و R_3 . احسب مقدار التيارات i_1 و i_2 و i_3 المتدفقة عبر المصابيح الثلاثة. حدد الاتجاهات الصحيحة لتدفق التيار عبر الدائرة الموضحة في الرسم التخطيطي. احسب القدرة P_A و P_B التي تولدها البطارية A والبطارية B.





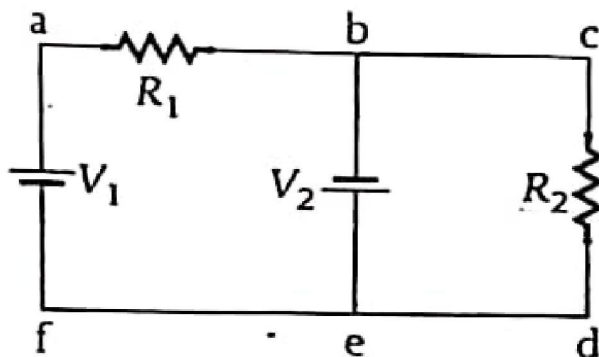
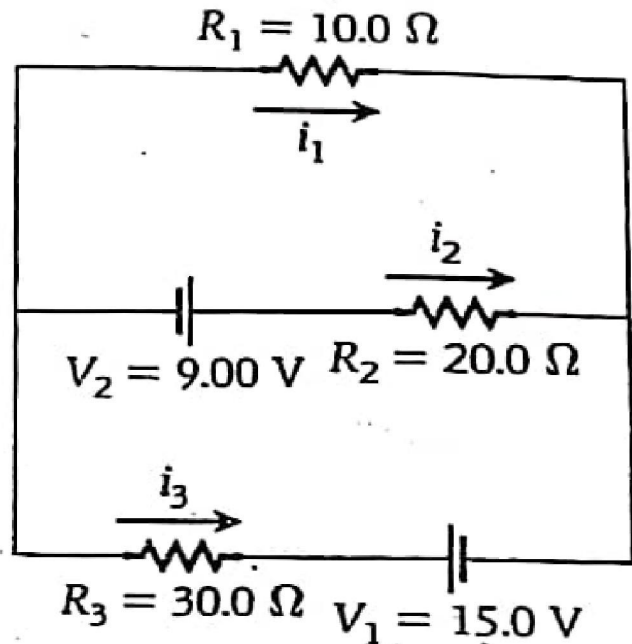
ورقة العمل رقم-(2) مسائل لقانوني كيرشوف – الوحدة 6-

1- اكتب القانون الأول لكيرشوف :

2- اكتب القانون الثاني لكيرشوف :

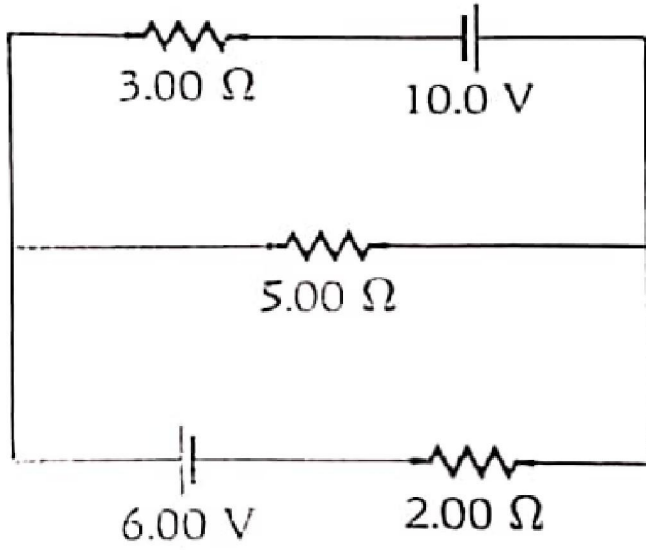
3- حل المسالتين التاليتين:

6.67- ثلاثة مقاومات. $R_1 = 10.0 \Omega$ و $R_2 = 20.0 \Omega$ و $R_3 = 30.0 \Omega$ متصلة في دائرة متعددة المالحات. كما هو موضح في الشكل. حدد كمية القدرة المتبددة في المقاومات الثلاثة.

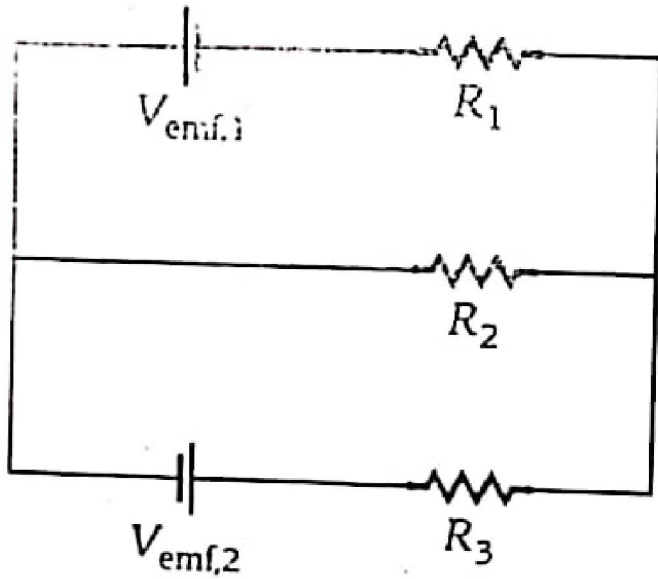


6.32- في الدائرة الموضحة في الشكل. $V_1 = 1.50 \text{ V}$ و $V_2 = 2.50 \text{ V}$. $R_1 = 4.00 \Omega$ و $R_2 = 5.00 \Omega$. ما مقدار التيار i_1 المتدفق عبر المقاوم R_1 ؟

4



- 6.72• (a) ما قيمة التيار المتدفق في المقاوم 5.00Ω في الدائرة الموضحة في الشكل؟
 (b) ما كمية الطاقة المتبددة في المقاوم 5.00Ω ؟



- 6.68• يوضح الشكل دائرة تحتوي على بطاريتين وثلاثة مقاومات. تولد كلتا البطاريتين قوة مقدارها $V_{emf,1} = 12.0 \text{ V}$ و $V_{emf,2} = 16.0 \text{ V}$. وليست لهما مقاومة داخلية. تبلغ مقاومة هذه المقاومات $R_1 = 30.0 \Omega$ و $R_2 = 40.0 \Omega$ و $R_3 = 20.0 \Omega$. أوجد مقدار انخفاض الجهد بين طرفي المقاوم R_2 .



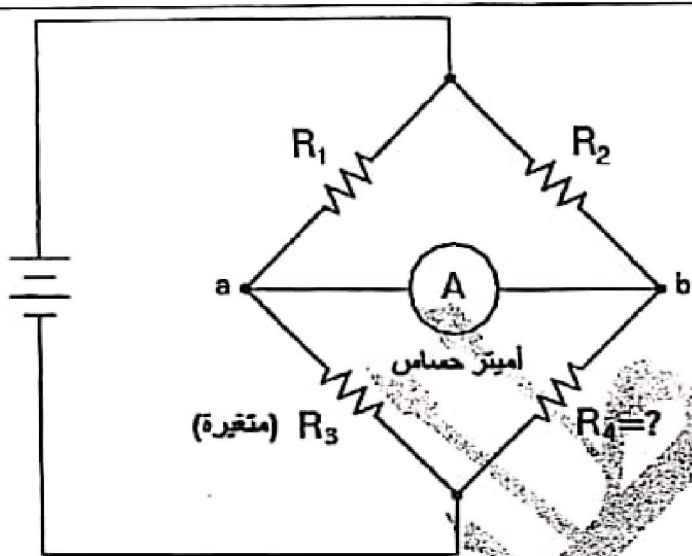
ورقة العمل (3) - قنطرة ويتستون - الوحدة 6-

الاسم: _____ الشعبة: _____ التاريخ: _____

- 1- هي دائرة كهربائية خاصة تستخدم لقياس المقومات المجهولة ، كما بالشكل
- 2- تكون القنطرة متوازنة عندما تكون قراءة الأميتر صفرًا ، وبتطبيق قانون كيرشوف على الحلقة العلوية ثم السفلية نجد :

$$(1) \dots\dots (i_1 \cdot R_1 = i_2 \cdot R_2) , (i_3 \cdot R_3 = i_4 \cdot R_4) \dots\dots$$

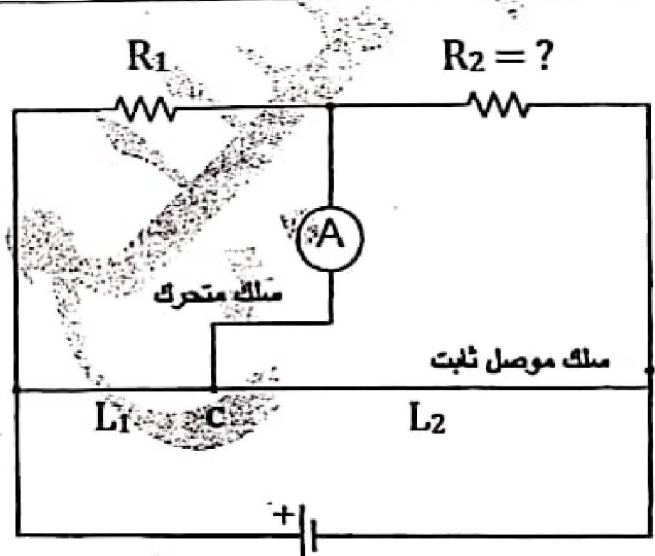
وبتقسيم احدي المعادلتين في (1) على الأخرى نجد :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad \text{أو} \quad \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$


عند تغيير R_3 بحيث يتغير التيار المار بالأميتر الحساس (بالقنطرة) نقول إن القنطرة (ab) متزنة، ويكون عندها:

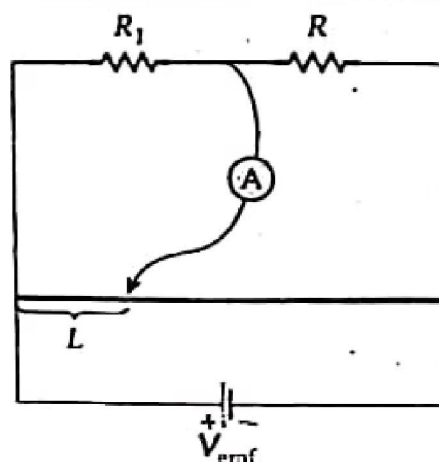
$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

$$\left(\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \right) : \text{أو}$$



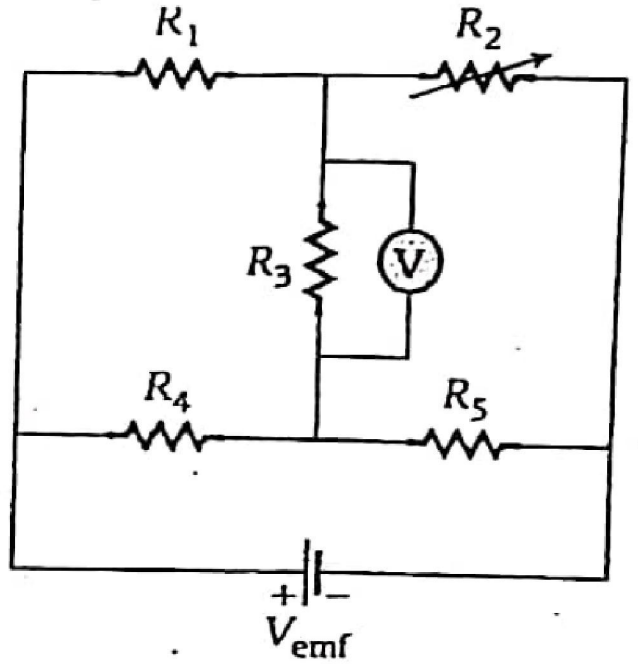
عندما نزلق السلك المتحرك وتترن القنطرة عند النقطة (c) يكون:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\text{طول الجزء } L_1}{\text{طول الجزء } L_2}$$



6.36 أنشأت قنطرة ويتستون باستخدام سلك نيكروم طوله 1.00 m (الخط الأرجواني في الشكل) به نقطة توصيل يمكنها الانزلاق على طول السلك. وضع مقاوم $R_1 = 100. \Omega$ على أحد جانبي القنطرة. ومقاوم آخر R مجهول المقاومة على الجانب الآخر. تحركت نقطة التوصيل على طول سلك النيكروم. وكانت قراءة الأميتر صفرًا. حيث $L = 25.0 \text{ cm}$. إذا عرفت أن السلك له قطاع عرضي منتظم على امتداد طوله. فحدد المقاومة المجهولة.

6



6.73. في قنطرة ويتستون الموضحة في الشكل، المقاومات المعلومة هي $R_1 = 8.00 \Omega$ و $R_4 = 2.00 \Omega$ و $R_5 = 6.00 \Omega$ وتولد البطارية جهداً مقداره $V_{emf} = 15.0 \text{ V}$ وتُضبط المقاومة المتغيرة R_2 بحيث يساوي فرق الجهد بين طرفي المقاوم R_3 صفراً ($V = 0$). أوجد i_2 (التيار المتدفق في المقاوم R_2) في هذا الوقت.



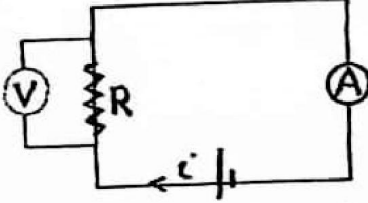
ورقة العمل (4) للوحدة -6- عن الأميتر والفولتميتر وتوسيع مدى عمل كل منهما

الاسم :

الشعبة :

التاريخ :

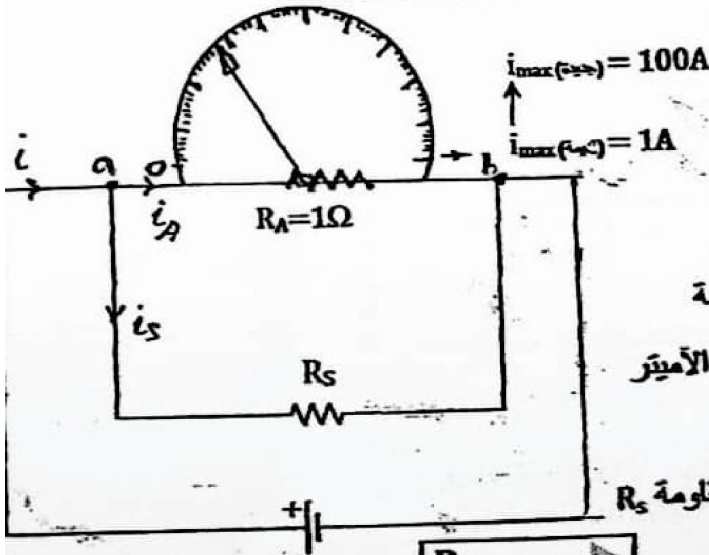
1- الأميتر :



جهاز يستخدم لقياس شدة التيار (i) في الدائرة ويوصل دوماً على التوالي ومقاومته صغيرة حتى لا تؤثر في مقدار التيار المقاس.

2- لزيادة (توسيع) مدى عمل جهاز الأميتر بمعامل N مما يجعله يقيس تيارات أكبر حيث:

$$N = \frac{i_{\max(\text{الجديدة})}}{i_{\max(\text{القديم})}} \quad (\text{عمل توسيع مدى عمل الأميتر})$$



ويتم ذلك بأن نوصل معه مقاومة صغيرة R_s على التوازي (تسمى مجزئ التيار) أصغر من مقاومة الأميتر R_A بحيث

أن معظم التيار الداخل للأميتر يتجه إلى R_s وتصبح المقاومة

المكافئة للأميتر أصغر من R_s ويبقى فرق الجهد بين طرفي الأميتر

ثابتاً ، فمثلاً لزيادة مدى عمل الأميتر من $(i_{\max}=1A)$

إلى $(i_{\max}=100A)$ أي بمعامل $N=100$ مرة يجب إضافة مقاومة R_s

على التوازي تعطى من العلاقة:

$$\frac{R_A}{R_s} = N - 1 \Rightarrow R_s = \frac{1}{99} \Omega$$

الفولتميتر :

جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد ويوصل دوماً على التوازي ومقاومته R_v كبيرة حتى لا يمر بها تيار كبير يغير من تيار الدائرة فيغير من فرق الجهد المقاس .

ولزيادة (توسيع) مدى عمل جهاز الفولتميتر بمعامل N حيث:

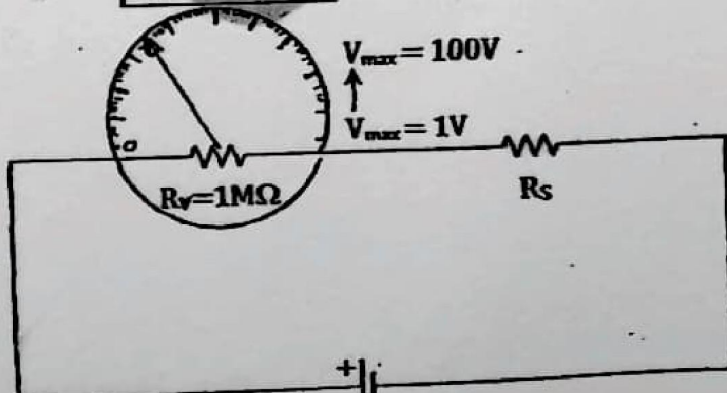
$$N = \frac{V_{\max(\text{الجديدة})}}{V_{\max(\text{القديم})}} = \frac{100}{1} = 100 \text{ مرة} \quad (R_s > R_v)$$

توصل مع الجهاز مقاومة كبيرة R_s مجزئة للجهد على التوالي

بحيث أن معظم جهد المصدر سيكون بين طرفي R_s الكبيرة

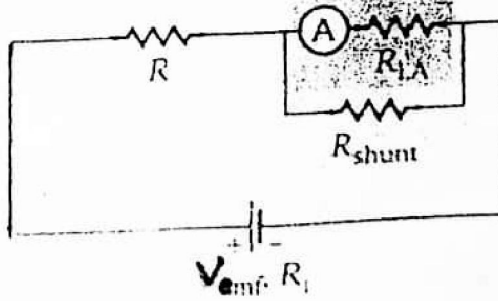
وتحسب من العلاقة :

$$\frac{R_s}{R_v} = N - 1 \Rightarrow R_s = 99M\Omega$$

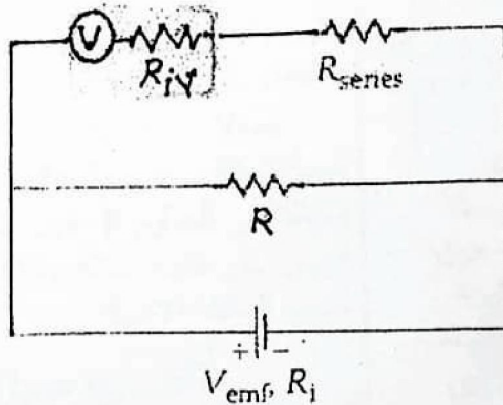


(8)

القسم 6.4



6.39 لتوسيع مدى عمل أميتر. وُضِّل مقاوم مجزئ التيار R_{shunt} على التوازي بالأميتر. كما هو موضح في الشكل. إذا كانت المقاومة الداخلية للأميتر هي R_{iA} فحدد مقاومة مقاوم مجزئ التيار اللازمة لتوسيع مدى عمل الأميتر بعامل مقداره N . ثم احسب مقاومة مقاوم مجزئ التيار اللازمة للسماح لأميتر مقاومته الداخلية 1.00Ω وأقصى مدى يمكنه قياسه هو 1.00 A بتيأس تيارات تصل إلى 100 A . ما الكسر الذي يمثل إجمالي التيار 100 A المتدفق عبر الأميتر وما الكسر الذي يمثل التيار المتدفق عبر مقاوم مجزئ التيار؟

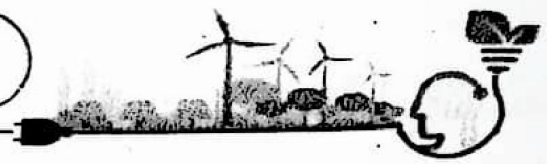


6.40 لتوسيع مدى عمل فولتميتر. وُضِّل مقاوم إضافي R_{series} على التوالي بالفولتميتر كما هو موضح في الشكل. إذا كانت المقاومة الداخلية للفولتميتر هي R_{iV} فحدد مقاومة المقاوم المضاف على التوالي اللازمة لتوسيع مدى عمل الفولتميتر بعامل مقداره N . ثم احسب مقاومة المقاوم المضاف على التوالي اللازمة للسماح لفولتميتر مقاومته الداخلية $1.00 \text{ M}\Omega$ ($10^6 \Omega$) وأقصى مدى يمكنه قياسه هو 1.00 V بقياس فروق جهد تصل إلى 100 V . ما الكسر الذي يمثل إجمالي انخفاض الجهد 100 V بين طرفي الفولتميتر. وما الكسر الذي يمثل انخفاض الجهد بين طرفي المقاوم المضاف على التوالي؟

6.59

المقاومة الداخلية للأميتر الذي يستخدمه معلم الفيزياء في العروض التوضيحية في صفك هي $R_i = 75.0 \Omega$ وأقصى قيمة للتيار يمكنه قياسها هي 1.50 mA . يمكن أن يقيس الأميتر نفسه تيارات مقدارها أكبر بكثير عن طريق توصيل مقاوم مجزئ للتيار ذي مقاومة صغيرة نسبياً R_{shunt} على التوازي بالأميتر.

(a) ارسم الرسم التخطيطي للدائرة. واطرح لماذا يسمح مقاوم مجزئ التيار الموصل على التوازي بالأميتر بقياس مقادير أكبر من التيار. (b) احسب المقاومة التي تلزم مقاوم مجزئ التيار للسماح للأميتر بقياس أقصى قيمة للتيار مقدارها 15.0 A .



ورقة العمل (5)-الوحدة (6)

دوائر كهربائية تحوي مقاومات ومكثفات (دوائر RC)

هي دوائر تحوي مقاوماً ومكثفاً (أو أكثر) مع مصدر V_{emf} حيث يتغير فيها شحنة المكثف والتيار مع الزمن وفق علاقة أسية عند شحن أو تفريغ المكثف.

الثابت الزمني للدائرة τ هو حاصل ضرب مقاومة الدائرة في سعة مكثفات الدائرة $\tau = R \cdot C$. ويقاس بالثانية وكلما زاد الثابت الزمني للدائرة زاد زمن شحن أو تفريغ المكثف

عند تفريغ المكثف

بإزالة البطارية والمفتاح مغلق يكون بالبداية المكثف مشحون بالكامل بأقصى شحنة $q_0 = C \cdot V_{emf}$ ويبدأ المكثف بتفريغ شحنته وطاقته في المقاوم R على شكل تيار يتناقص أسياً مع الزمن لكن باتجاه معاكس لتيار الشحن وتتناقص شحنته حسب العلاقة الأسية:

$$q_t = q_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

(الشحنة المتبقية بالمكثف بال لحظة t)

ويقل التيار من أقصى قيمة له i_0 إلى الصفر وفق العلاقة:

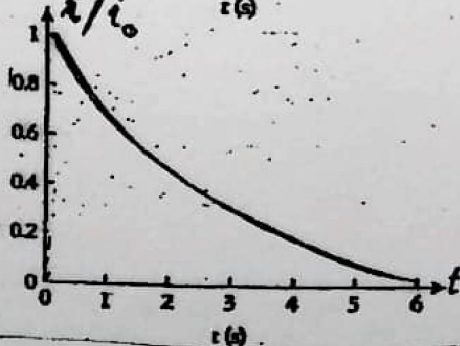
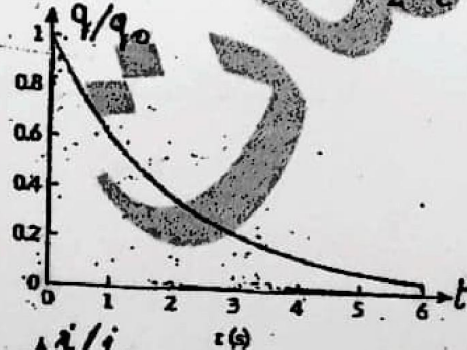
$$i_t = -i_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$(i_0 = \frac{V_{emf}}{R}) \text{ حيث}$$

وتكون الطاقة الكهربائية المخزنة المتبقية بالمكثف بال لحظة t تساوي

$$U_t = U_0 \cdot (e^{-\frac{t}{\tau}})^2$$

حيث $(U_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_0^2}{C})$ وتنخفض الطاقة بشكل أسّي أيضاً



عند شحن المكثف

وفي لحظة إغلاق المفتاح S تبدأ عملية شحن المكثف ويمر بالبداية لتيار في الدائرة مقداره $(i_0 = \frac{V_{emf}}{R})$

ويبدأ تراكم الشحنات على لوحَي المكثف ويزداد فرق الجهد بين لوحَي المكثف الذي يعاكس جهد البطارية ويتناقص التيار بالدائرة مع الزمن وترداد شحنة المكثف وعندما يشحن المكثف بالكامل يصبح فرق الجهد بين لوحَيه مساوياً ومعاكساً لفرق جهد البطارية ويتوقف مرور التيار بالدائرة وتنتهي عملية شحن المكثف حيث يملك حينها أكبر شحنة كهربائية $q_0 = C \cdot V_{emf}$ أثناء عملية شحن المكثف تزداد شحنته مع الزمن وفق العلاقة الأسية

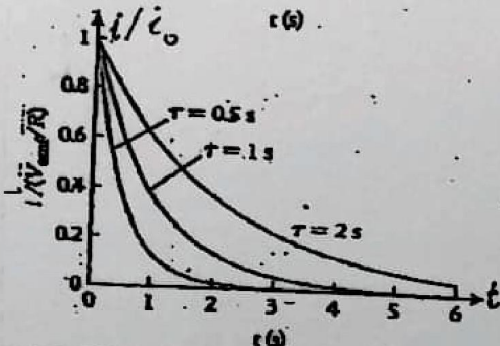
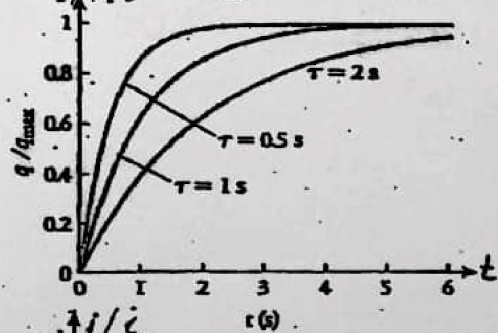
$$q_t = q_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \text{ (شحنة المكثف بال لحظة } t \text{)}$$

(عندما $t = \tau$ يكون المكثف قد شحن بنسبة $\frac{q_t}{q_0} = 63\%$) وتتناقص شدة التيار بالدائرة وفق العلاقة الأسية

$$i_t = i_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

وتكون الطاقة المخزنة في المكثف في اللحظة t هي

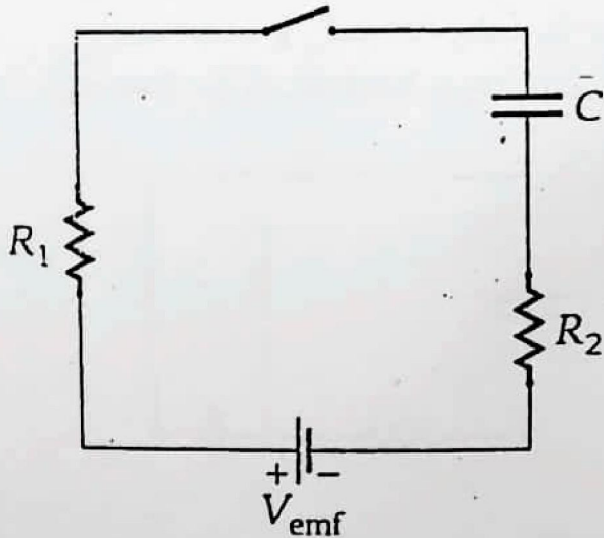
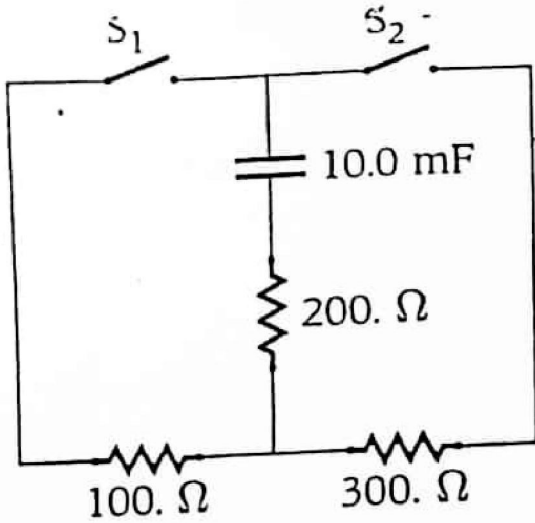
$$U_t = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})^2 \text{ حيث } (U_0 = \frac{q_0^2}{2C})$$



(10)

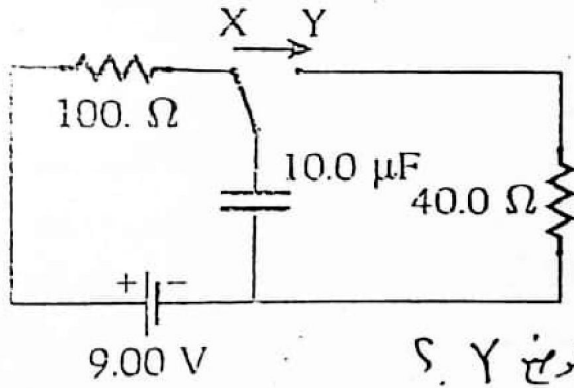
القسم 6.5

6.45 في البداية، يُفتح المفتاحان S_1 و S_2 في الدائرة الموضحة في الشكل، ويكون معدل شحن المكثف هو $100. \text{ mC}$. ما المدة الزمنية التقريبية التي سيستغرقها شحن المكثف ليهبط إلى 5.00 mC بعد غلق المفتاح S_1 ؟



6.47 الدائرة الموضحة في الشكل بها مفتاح S ومقاومان $R_1 = 1.00 \, \Omega$ و $R_2 = 2.00 \, \Omega$ وبطارية جهدها 12.0 V ومكثف سعته $C = 20.0 \, \mu\text{F}$. بعد غلق المفتاح، كم سيبلغ أقصى معدل لشحن المكثف؟ ما المدة الزمنية التي يحتاج إليها المكثف بعد غلق المفتاح ليتبقى 50.0% من أقصى معدل شحن له؟

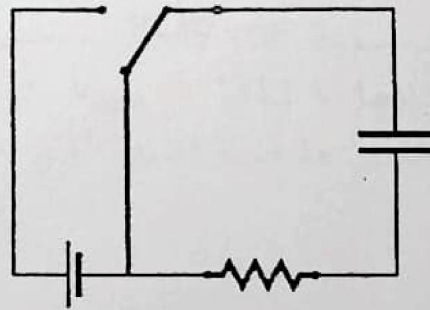
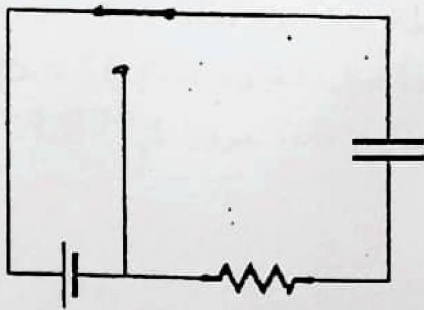
(11)



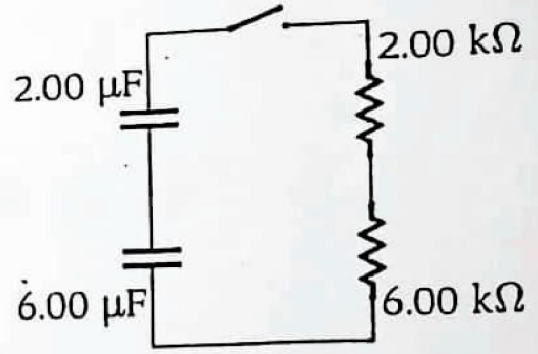
6.63- في الدائرة الموضحة في الشكل. تشحن بطارية جهدها 9.00 V مكثفًا سعته $10.0 \mu\text{F}$ أثناء وجود المفتاح ثنائي الاتجاه في الوضع X لفترة زمنية طويلة. ثم يُغير وضع المفتاح فجأة إلى الوضع Y. ما قيمة التيار المتدفق عبر مقاوم 40.0Ω يبلغ

- (a) فور تحريك المفتاح إلى الوضع Y ؟
(b) بعد مرور 1.0 ms على تحريك المفتاح إلى الوضع Y ؟

6.60 يمكن أن يكون العديد من الأجهزة الإلكترونية خطيرة حتى بعد إغلاقها. ففكر في دائرة RC تحتوي على مكثف سعته $150. \mu\text{F}$ ومقاوم يبلغ $1.00 \text{ M}\Omega$ موصلين بمصدر طاقة جهده 200 V لفترة زمنية طويلة. ثم قُطع التوصيل وحدث قصر للدائرة كما هو موضح في الشكل. كم من الزمن سيستغرق انخفاض فرق الجهد بين طرفي المكثف إلى أقل من 50.0 V ؟



12



6.46 ما الثابت الزمني الذي سيستغرقه تفريغ شحن المكثف الموجود في الدائرة الموضحة في الشكل؟ إذا كان فرق الجهد بين لوحَي مكثف سعته $2.00 \mu\text{F}$ يساوي 10.0 V . فكم سيتبقى من شحنه بعد غلق المفتاح لمدة زمنية تعادل نصف الثابت الزمني؟

6.82 مكثف سعته 15.19 mF مشحون بالكامل بواسطة بطارية تولد قوة دافعة كهربائية مقدارها $V_{\text{emf}} = 131.1 \text{ V}$. فُصلت البطارية. ووُصل مقاوم يبلغ 616.5Ω بين طرفَي المكثف. ما قيمة التيار الذي سيسري خلال المقاوم بعد مرور 3.871 s ؟