

# نظرية الكهرباء תורת החשמל



## حقوق النشر

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف. يُسمح بمشاركة الكتاب ونشره كما هو، بصيغته الرقمية فقط، للاستخدام الشخصي أو التعليمي غير التجاري. لا يجوز طباعة الكتاب، أو نسخه، أو تعديله، أو تحريره، أو ترجمته، أو نشر أجزاء منه، أو استخدامه استخدامًا تجاريًا من أي نوع، دون الحصول على إذن مسبق وخطي من المؤلف.

م. عبد الملك حلواني

ahalawani@gmail.com

## זכויות יוצרים

כל הזכויות שמורות למחבר. מותר לשתף ולהפיץ את הספר כפי שהוא, בצורתו הדיגיטלית בלבד, לשימוש אישי או חינוכי שאינו מסחרי. אין להדפיס, להעתיק, לשנות, לערוך, לתרגם, להפיץ חלקים ממנו או לעשות בו שימוש מסחרי מכל סוג שהוא, ללא אישור מראש ובכתב מאת המחבר.

## المحتويات

|    |                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | مقدمة.....                                                                      |
| 6  | تعليمات الحل.....                                                               |
| 7  | البادئة المترية (Metric Prefixes).....                                          |
| 8  | מטען, כוח ושדה חשמלי - الشحنة، القوة، المجال الكهربائي.....                     |
| 8  | الشحنة:.....                                                                    |
| 9  | القوة:.....                                                                     |
| 10 | المجال الكهربائي (الناتج عن مصدر نقطي):.....                                    |
| 11 | המתח החשמלי ומקורות מתח - الجهد الكهربائي ومصادره.....                          |
| 13 | מصادر الطاقة الكهربائية (מקורות מתח) أو (Voltage Sources).....                  |
| 14 | التيار الكهربائي:.....                                                          |
| 15 | التيار والمجال الكهربائي:.....                                                  |
| 15 | اتجاه التيار الكهربائي:.....                                                    |
| 16 | התנגדות ומוליכות - التوصيل الكهربائي والمقاومة.....                             |
| 17 | بعض أنواع المقاومات:.....                                                       |
| 17 | حساب المقاومات الكربونية (المخططة).....                                         |
| 19 | חוק אום - قانون أوم.....                                                        |
| 20 | مفاهيم أساسية لتحليل الدوائر الكهربائي.....                                     |
| 20 | ربط المقاومات على التوالي - נגדים בטור (Series Resistances).....                |
| 21 | مُجرِّء الجهد - מחלק מתח (Voltage Divider):.....                                |
| 22 | ربط المقاومات على التوازي - נגדים במקביל (Parallel Resistances).....            |
| 24 | مُجرِّء التيار - מחלק זרם (Current Divider):.....                               |
| 25 | ربط المقاومات بشكل مختلط.....                                                   |
| 31 | المفتاح الكهربائي - מפסק חשמלי (Switch).....                                    |
| 32 | المقاومة المتغيرة (Potentiometer).....                                          |
| 35 | הספק - القدرة الكهربائية (Power).....                                           |
| 41 | חוקי קירכהוף - قوانين كيرشوف (Kirchhoff Laws).....                              |
| 44 | مصطلحات خاصة بالدوائر الكهربائية.....                                           |
| 44 | فرق الجهد بين نقطتين ( $V_{AB}$ ).....                                          |
| 45 | طرق تحليل الدوائر الكهربائية.....                                               |
| 45 | الطريقة الأولى: معادلات التيار أو تيار الحلقة / זרמי חוגים / Loop Currents..... |
| 48 | الطريقة الثانية: جهود العقد أو التقاطعات / מתחי צמתים / Nodal Analysis.....     |
| 52 | نظرية ثيفن - משפט תבנין (Thevenin Theorem).....                                 |
| 54 | المكثف اللوحي - קבל (Capacitor).....                                            |
| 55 | شحن وتفريغ المكثف - טעינה ופריקה.....                                           |

|    |                                                        |
|----|--------------------------------------------------------|
| 57 | الملف – סליל (Coil) .....                              |
| 58 | الإشارات\ الأمواج والأنظمة .....                       |
| 60 | خصائص الإشارة الدورية .....                            |
| 61 | دائرة الوحدة وإشارة الجيب: .....                       |
| 64 | الإزاحة في إشارة الجيب: .....                          |
| 65 | تحليل دوائر التيار المتردد .....                       |
| 67 | دائرة مكثف ومقاومة على التوالي (RC Series) .....       |
| 71 | دائرة ملف ومقاومة على التوالي (RL Series) .....        |
| 75 | دائرة مكثف وملف ومقاومة على التوالي (RLC Series) ..... |
| 77 | أسئلة إثرائية .....                                    |
| 82 | أسئلة البجروت .....                                    |

## مقدمة

يهدف هذا الكتاب الى تقديم مادة نظرية الكهرباء لطلبة تخصص الإلكترونيات (מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים) من أجل تحضيرهم لامتحان البجروت 815381 حسب خطة التعليم الأخيرة.

يعتبر هذا الكتاب الأول من نوعه من حيث توفره باللغة العربية واقتصاره على ما يلزم من النظرية، بالإضافة الى التمارين الأساسية وحلول أسئلة البجروت المرتبطة.

منهجية هذا الكتاب تكمن في تعريف المصطلح، سرد القوانين مع تعريف للرموز المستخدمة ووحدات القياس، ثم حل بعض التمارين وعدد من أسئلة البجروت لنفس الموضوع. يتم وضع عدد من التمارين للطلاب من أجل اختبار معرفته وتطوير قدرته في حل المسائل.

## عن المحرر

الأستاذ عبد الملك حلواني حاصل على بكالوريوس هندسة كهربائية من جامعة بيرزيت وماجستير في الإلكترونيات من جامعة لندن بالإضافة الى رخصة التدريس. يمتلك المحرر خبرة 15 عاما في التدريس الجامعي والمدرسي بالإضافة الى العمل الهندسي والبحث العلمي. منذ عام 2016 يعمل الأستاذ كمدرس لمادة الإلكترونيات بكل مركباتها وهو مطلع بشكل قريب على خطط الوزارة للتخصص وسيرورته.

## عن امتحان البجروت

امتحان البجروت 815381 هو الامتحان الخارجي الكتابي لمسار هندسة الإلكترونيات والحاسوب. والذي يشكل 70% من العلامة النهائية. يقع الامتحان في ثلاثة أقسام، القسم الأول منها هو قسم نظرية الكهرباء وفيه يحل الطالب سؤال من أصل سؤالين. ويشكل السؤال 20 نقطة من أصل 100 نقطة للامتحان الكلي.

## تعليمات الحل

ننصح الطالب بالتدرب على حل الأسئلة بالطريقة التالية، حتى يعتادها ويحصل على أفضل النتائج:

- كل سؤال على صفحة جديدة (نكتب رقم السؤال وأرقام الأفرع)
- نكتب المعطيات، المطلوب، والقانون الملائم للحل
- نكتب القانون المستخدم في الحل دائما
- نحول المعطيات الى الوحدات الملائمة
- نعوض المعطيات في القانون
- ننفذ العملية الحسابية
- نكتب النتيجة النهائية مع وحدات القياس المناسبة
- كل خطوة في سطر منفصل، نكتب سطر بعد سطر
- تفسير قصير للحل باستخدام الكلمات
- نكتب المصطلحات باللغة العبرية

## البادئة المتريّة (Metric Prefixes)

من أجل تمثيل القيم الصغيرة والكبيرة للوحدات في النظام العالمي للقياس (SI)، يسبق الوحدة الرمز التالية.

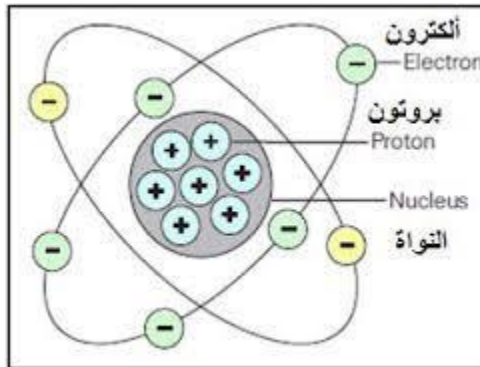
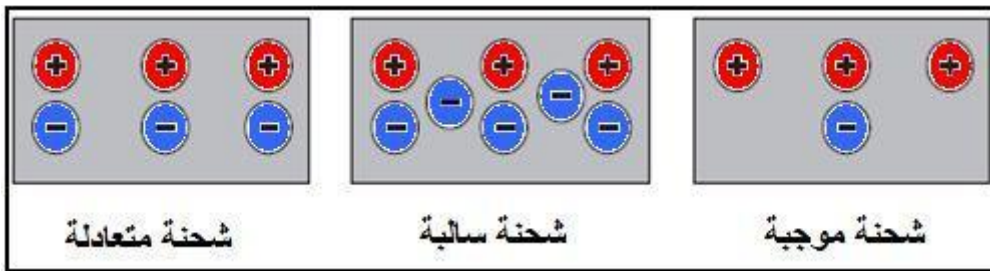
| الرمز | الاسم  | القيمة                |
|-------|--------|-----------------------|
| K     | كيلو   | $1,000=10^3$          |
| M     | ميغا   | $1,000,000=10^6$      |
| m     | ميلي   | $0.001=10^{-3}$       |
| $\mu$ | مايكرو | $0.000001=10^{-6}$    |
| n     | نانو   | $0.000000001=10^{-9}$ |

فمثلا يمكن تمثيل المسافة بوحدة المتر، ويمكن تمثيل المسافات الكبيرة بالكيلو متر والمسافات صغيرة بالميلي متر وهكذا.

## מטען, כוח ושדה חשמלי - الشحنة، القوة، المجال الكهربائي

### الشحنة:

الشحنة الكهربائية هي الخاصية الفيزيائية للمادة التي تجعلها تتعرض لقوة عند وضعها في مجال كهرومغناطيسي. هناك نوعان من الشحنات الكهربائية: موجبة وسالبة (تحملها البروتونات والإلكترونات على التوالي). شحنة البروتون هي  $e+$ ، وشحنة الإلكترون هي  $e-$ . ويتم قياس بقية الشحنات بالنسبة لشحنتي الإلكترون والبروتون.



يرمز للشحنة بالحرف:  $q$

وحدة قياس الشحنة: كولوم [coulomb] - C والذي يمثل ما مقداره  $1.602176634 \times 10^{-19}$  عدد من شحنات البروتون.

### القوة:

تُبدل قوة كهربائية بين أي جسمين مشحونين. الأجسام التي تحمل نفس الشحنة، سواء كانت موجبة أو سالبة، سوف تتنافر، والأجسام ذات الشحنات المختلفة، واحدة موجبة والأخرى سالبة، ستجذب بعضها البعض.

قانون كولوم: يصف القوة الكهربائية بين الشحنات.

$$F = K \frac{Q_A Q_B}{r^2}$$

يتم قياس الشحنات (Q) بوحدة الكولوم (C) باستخدام نظام الوحدات الدولي (SI) وكذلك يتم قياس المسافة بين الشحنتين (r) بوحدة المتر (m)، والقوة (F) بوحدة النيوتن (N).

أما ثابت كولوم فهو:

$$K = 9 \times 10^9 \frac{Nm}{C^2}$$

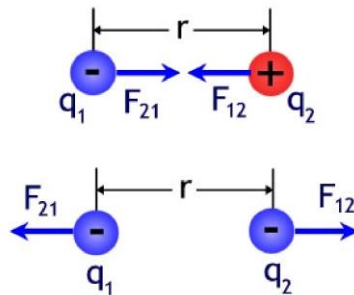
مثال: ما هي القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين قيمة كل منهما 1 كولوم والمسافة بينهما 1 م.

الحل:

$$F = K \frac{Q_A Q_B}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 1}{1} = 9 \times 10^9 N$$

وفيما يلي رسمة توضيحية لطبيعة القوى المتبادلة بين الشحنات المختلفة (القوة التي تؤثر فيها كل

شحنة على الأخرى):



سؤال: ما هي القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين قيمتهما  $(5 \times 10^{-2}, 3 \times 10^{-4})$  والمسافة بينهما (2cm).

### المجال الكهربائي (الناتج عن مصدر نقطي):

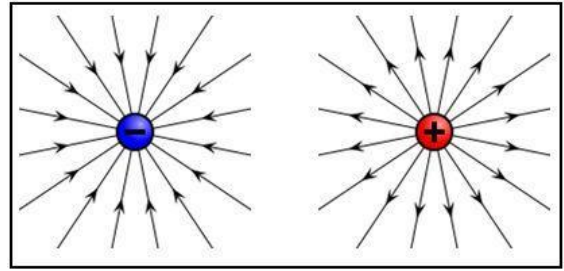
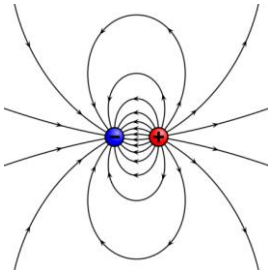
تُصدر الشحنات الكهربائية مجالا كهربائي حولها. شدة هذا المجال (E) في نقطة معينة تعتمد على القوة الكهربائية على الشحنة وقيمة الشحنة حسب العلاقة التالية:

$$E = \frac{F}{q}$$

باستخدام قانون كولوم، نستنتج أن قوة المجال التي تؤثرها الشحنة (Q) على الشحنة (q) البعيدة عنها بمسافة مقدارها (r) هي، مع ملاحظة أن ملاحظة أن (Q) هي الشحنة المولدة للمجال.

$$E = K \frac{Q}{r^2}$$

يظهر فيما يلي شكل خطوط المجال الكهربائي لكل من الشحنة السالبة والموجبة، حيث تخرج خطوط المجال من الشحنة الموجبة وتدخل في الشحنة السالبة.



مثال: في نقطة محددة (A) ضمن مجال كهربائي، المتولد من شحنة نقطية، تتأثر شحنة مقدارها ( $4 \times 10^{-7} \text{C}$ ) بقوة قيمتها ( $2 \times 10^{-2} \text{N}$ )

1. نحسب شدة المجال عن النقطة (A)

2. نحسب قيمة الشحنة (Q) المولدة للمجال الكهربائي، إذا كانت النقطة (A) تبعد عنها 30 سم.

الحل:

1. حسبما ورد سابقا، فإن شدة المجال الكهربائي يساوي القوة المؤثرة على الشحنة.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-7}} = 5 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

2. نستخدم القانون بشكل مباشر ونستفيد من قيمة المجال التي تم إيجادها في الفرع السابق

$$Q = \frac{Er^2}{k} = \frac{5 \cdot 10^4 \cdot (0.3)^2}{9 \cdot 10^9} = 5 \cdot 10^{-7} \text{C}$$

سؤال: ما هي قيمة الشحنة التي تولد مجالا قدره (1000 نيوتن\كولوم) على بُعد (1mm).

## الجهود الكهربائية ومقارنتها – الجهد الكهربائي ومصادره

$$E = K \frac{Q}{r^2} \quad \text{المجال الكهربائي يعتمد على الشحنة المولدة له (Q):}$$

**الجهد الكهربائي** عند نقطة ما (Potential): هو الشغل\الطاقة اللازمة لنقل الشحنة من اللانهاية الى هذه النقطة.

ملاحظة: نقطة اللانهاية هي نقطة مرجعية وفيها يساوي الجهد صفر.

$$U_A = \frac{W_A}{q} \quad \text{ويقاس الجهد بالمعادلة التالية:}$$

( $U_A$ ): الجهد الكهربائي عند النقطة (A)

( $q$ ): هي الشحنة التي تم نقلها من اللانهاية الى النقطة (A)

( $W_A$ ): الشغل\الطاقة (بالجول) اللازم لنقل الشحنة من اللانهاية الى النقطة (A)

وحدة قياس الجهد هي الفولت ويرمز له بالرمز (V). ويتم حسابه حسب المعادلة السابقة:

$$1 \text{ فولت} = \frac{1 \text{ جول}}{1 \text{ كولوم}}$$

إذا كانت معادلة الشغل لنقل الشحنة ( $q$ ) من اللانهاية الى النقطة (A) كما يلي (الشغل = القوة \* المسافة)

$$W_A = k \frac{Qq}{r_A}$$

فإن الجهد الكهربائي الناتج عن الشحنة (Q) عند النقطة (A) التي تبعد مسافة ( $r_A$ ) هو:

$$U_A = \frac{W_A}{q} = K \frac{Q}{r_A}$$

الطاقة الكهربائية: يتم التعبير عنها بفرق الجهد بين نقطتين.

العلاقة بين فرق الجهد والمجال الكهربائي:

$$E = -\frac{U_{BA}}{r}$$

تذكر أن الجهد الكهربائي عند نقطة هو الشغل اللازم لنقل شحنة (q) من اللانهاية الى تلك النقطة، وقيمته حسب المعادلة التالية:

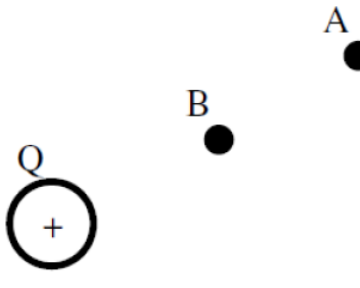
$$U_A = \frac{W_A}{q}$$

لذلك فإن فرق الجهد بين نقطتين ( $U_{BA}$ ) هو الشغل اللازم لنقل الشحنة من نقطة الى أخرى.

$$W_{A \rightarrow B} = qU_{BA} = q(U_B - U_A)$$

مثال 2.1: في الفضاء التالي، هناك شحنة (Q) قيمتها  $5 \times 10^{-6} C$ ، نحسب الجهد عند النقطة (B).

الحل: تذكر أن معادلة الجهد الناتج عن شحنة عند نقطة ما هي:

$$(U_B = K \frac{Q}{r_B})$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{0.06} = 7.5 \times 10^5 V$$

مثال 2.2: في مجال كهربائي ما، هناك فرق جهد بين النقطة (A) والنقطة (B) قيمته (120V). والمسافة بين هذه النقطتين هي 5 سم. إذا علمت أن الجهد عند النقطة (A) أكبر منه الجهد عند النقطة (B). أوجد قيمة المجال الكهربائي في الفضاء بين النقطتين.

الحل: تذكر أن العلاقة بين المجال الكهربائي وفرق الجهد بين نقطتين هو:

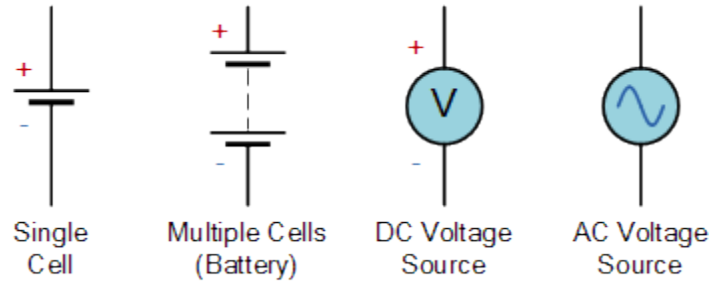
$$E = \frac{U_{AB}}{r} = \frac{120}{0.05} = 2400 \frac{V}{m}$$

سؤال: ما هو الجهد الكهربائي عند النقطة التي يكون مجالها (1000 نيوتن\كولوم) على بُعد (1mm).

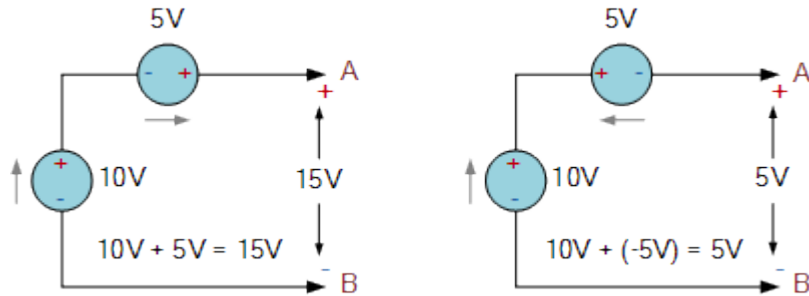
## مصادر الطاقة الكهربائية (מקורות מתח) أو (Voltage Sources)

بالإمكان توليد الطاقة الكهربائية باستخدام مولدات الرياح أو المياه أو الوقود الأحفوري (بترول وفحم حجري) بالإضافة الى الخلايا الشمسية. وبالإمكان تخزين الطاقة في البطاريات المتعددة باستخدام مركبات كيميائية.

ويرمز لمصدر الجهد في مخطط الدائرة الكهربائية بأحد الأشكال التالية:



ملاحظة: يتم جمع قيمة الجهد لمصادر الطاقة في حال كونهما على التوالي في نفس الاتجاه، وطرحهما في حال كونهما بعكس الاتجاه. كما يظهر في المثال التالي:



## זרם חשמלי - التيار الكهربائي

في الدرسين السابقين تم دراسة الشحنات الكهربائية والمجال الكهربائي الذي تولده بالإضافة الى الشغل والطاقة المبذولة لنقل الشحنات حتى وتوصلنا لتعريف الجهد الكهربائي. ما تم دراسته يعتبر جزء من علم الكهرباء الساكنة حيث تتراكم الشحنات في مكان معين نتيجة للحث. أما في حالة عبور الشحنات الكهربائية من خلال موصل، فإن ذلك يؤدي الى وجود تيار كهربائي.

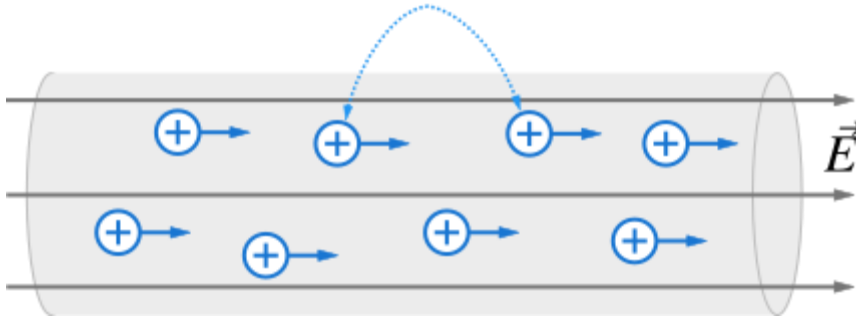
### التيار الكهربائي:

التيار الكهربائي هو تدفق شحنة كهربائية في الدائرة. وبشكل أكثر تحديداً، التيار الكهربائي هو معدل تدفق الشحنات عند نقطة معينة في الدائرة الكهربائية. يمكن أن تكون الشحنة عبارة عن إلكترونات سالبة الشحنة أو حاملات شحنة موجبة بما في ذلك البروتونات \ الأيونات الموجبة \ الثقوب. ويمكن التعبير اصطلاحاً عن التيار الكهربائي بأنه سيل من الشحنات يسري في موصل. ويرمز للتيار الكهربائي بالرمز  $(i, I)$  ويقاس بوحدة الأمبير (A).

$$i = \frac{q}{t}$$

التيار = الشحنة \ الزمن

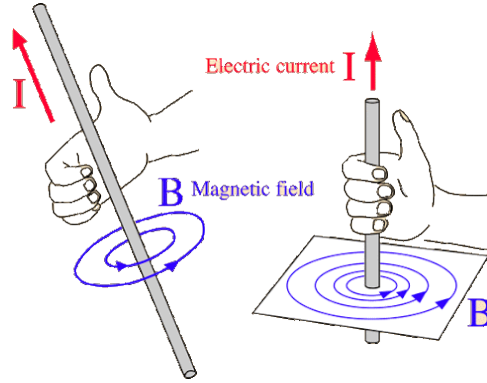
تسير الشحنات الموجبة بنفس اتجاه خطوط المجال



التيار الكهربائي هو سير الشحنات أو الطاقة الى الأدوات أو المصابيح من أجل تشغيلها، ويسري التيار الكهربائي في الموصلات.  
سؤال: في حالة مرور شحنة مقدارها  $(3 \times 10^{-5} \text{C})$  في موصل خلال نصف ثانية. كم تكون شدة التيار خلال تلك الفترة.

## التيار والمجال الكهربائي:

عند مرور التيار الكهربائي في موصل فإنه يولد مجالاً كهربائياً حوله ويكون اتجاه خطوط المجال بحسب قاعدة اليد اليمنى كما يظهر في الصور التالية:



## اتجاه التيار الكهربائي:

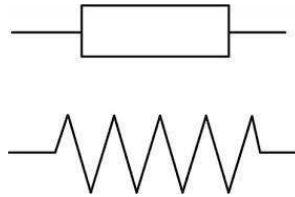
يعرف اتجاه التيار الاصطلاحي بعكس حركة الإلكترونات أو بنفس اتجاه حركة الشحنات الموجبة، ويكون خارجاً من القطب الموجب للبطارية.

## התנגדות ומוליכות – التوصيل الكهربائي والمقاومة

تنقسم المواد بحسب قدرة توصيلها للتيار الكهربائي الى موصلة وعازلة وأشباه موصلات. أما أهم أشباه الموصلات فهو السيليكون ولديه خصائص مهمة ويدخل في صناعة الرقااقات الإلكترونية التي تمثل العصب الأساس للثورة الرقمية.

**المقاومة - נגד** هي ممانعة جسم ما لمرور التيار الكهربائي نتيجة للطبيعة الفيزيائية للمادة. فمثلا الخشب والزجاج والبلاستيك هي مواد عازلة أما الذهب والفضة والألومنيوم والحديد فهي مواد موصلة.

يرمز للمقاومة بالرمز (R) وهو الحرف من اسمها بالإنجليزية (Resistance). ويتم تمثيل المقاومة في مخطط الدائرة الكهربائية بأحد الشكلين التاليين:



تعتمد المقاومة على طبيعة المادة وخصائصها الفيزيائية كما يظهر في المعادلة التالية:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

(R): هي المقاومة وتقاس بوحدة الأوم ( $\Omega$ )

( $\rho$ ): هي المقاومة وهي ثابتة لكل مادة

(l): هو طول السلك ويقاس بوحدة المتر

(A): هي مساحة مقطع السلك ويقاس بوحدة المتر المربع

سؤال: ما هي مقاومة سلك من النحاس طوله (100m) ومساحة مقطعه ( $1\text{mm}^2$ ). مع العلم أن مقاومته ( $1.68 \times 10^{-8}$ )

### بعض أنواع المقاومات:

مقاومة طبقة (سطحية رقيقة)



مقاومة السلك الملفوف



مقاومة الفحم (الكربون)



### حساب المقاومات الكربونية (المخططة)

يوجد على كل مقاومة عدة ألوان تحدد قيمته ودقة القيمة. الدقة تحدد كم من الممكن أن تختلف القيمة الحقيقية عن القيمة المتوسطة التي يتم حسابها عن طريق الألوان. أول خطي ألوان للمقاومة يحددان رقم، ويتم وضع أصفار أمام هذا الرقم حسب اللون الثالث.

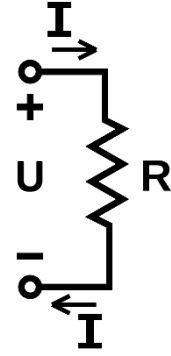
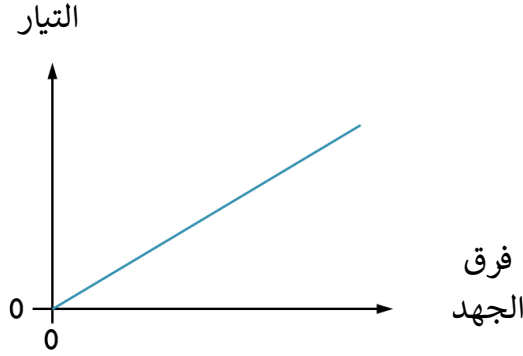
مثلاً: مقاومة مع اللونين "أحمر أسود أحمر" لديها القيمة 2000 أوم، بسبب أن اللونين الأولين ينتجان الرقم 20. الأحمر يمثل الرقم 2، والأسود يمثل الرقم 0. واللون الثالث (الأحمر) يضيف صفيرين لينتج العدد 2000. اللون الرابع يُحدد دقة المقاومة.

وفيما فيما يلي جدول الألوان وقيمها:

|                    |      |  |     |
|--------------------|------|--|-----|
| أسود               | שחור |  | 0   |
| בני                | חום  |  | 1   |
| أحمر               | אדום |  | 2   |
| برتقالي            | כתום |  | 3   |
| أصفر               | צהוב |  | 4   |
| أخضر               | ירוק |  | 5   |
| أزرق               | כחול |  | 6   |
| بنفسجي             | סגול |  | 7   |
| سكني               | אפור |  | 8   |
| أبيض               | לבן  |  | 9   |
| نسبة الخطأ (الدقة) |      |  |     |
| ذهبي               | זהב  |  | 5%  |
| فضي                | כסף  |  | 10% |
| בני                | חום  |  | 1%  |
| أحمر               | אדום |  | 2%  |

## חוק אום – قانون أوم

هو قانون عملي تجريبي (يتم إثباته في المختبر)، وينص على أنه هناك علاقة طردية بين فرق الجهد حول مقاومة ما والتيار المار بها.



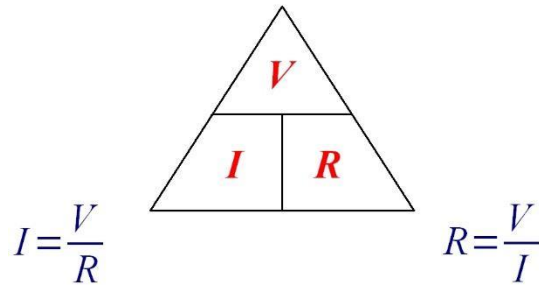
$$U \propto I$$

وتتحول العلاقة الطردية إلى دالة خطية باستخدام ثابت، وهو المقاومة

$$U = I \cdot R$$

ويقاس فرق الجهد بوحدة الفولت (V)، والتيار بوحدة الأمبير (A)، والمقاومة بوحدة الأوم ( $\Omega$ ). وبالإمكان تمثيل القانون على الهيئات التالية:

$$V = I R$$



أمثلة:

1. ما هو فرق الجهد حول مقاومة قيمتها 2 أوم ويمر بها تيار شدته 3 أمبير

$$U = I \cdot R = 3 \cdot 2 = 6V$$

الحل:

2. ما هي شدة التيار المار في مقاومة قيمتها 5 أوم ومرتبطة بمصدر جهد قيمته 10 فولت.

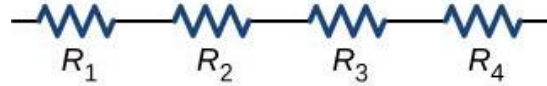
$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{5} = 2A$$

الحل:

## مفاهيم أساسية لتحليل الدوائر الكهربائي

### ربط المقاومات على التوالي – נגדים בטור (Series Resistances)

تكون المقاومات على التوالي في حال كانت المقاومة تلي المقاومة الأخرى وترتبطان بنقطة واحدة كما يظهر في الرسم التالي:



يكون التيار في حالة التوالي متساوي مهما كان عدد المقاومات المرتبطة:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

أما الجهد الكلي فيكون حاصل جمع الجهد على كل واحدة من المقاومات:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$$

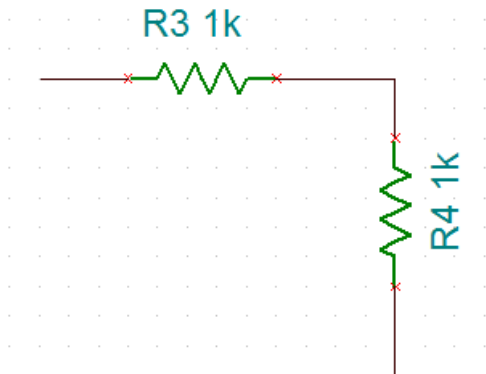
حسب قانون أوم:

$$I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 + I \cdot R_4$$

نقسم على التيار:

وبذا تكون المقاومة الكلية \ المكافئة هي حاصل جمع المقاومات المرتبطة على التوالي:

$$R_{eq} = R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$



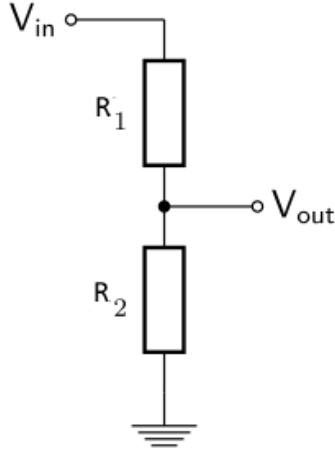
مثال: نوجد المقاومة الكلية فيما يلي:

الحل:

$$R_T = R_3 + R_4 = 1K + 1K = 2K\Omega$$

## مُجزء الجهد - מחלק מתח (Voltage Divider):

ينقسم الجهد بين المقاومات على التوالي بشكل يتناسب قيمة كل مقاومة.

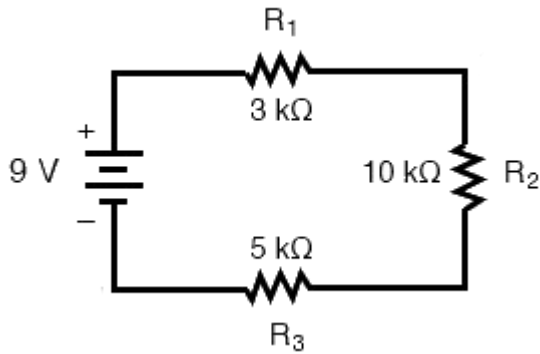


$$V_{out} = V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

نشاط: نثبت معادلة تقسيم الجهد باستخدام قانون أوم والمقاومة المكافئة.

مثال: في الرسمة التالية



أ. نحسب المقاومة الكلية

ب. نحسب التيار المار في الدائرة

ج. نحسب الجهد لكل مقاومة

الحل:

أ.  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 18k\Omega$

ب.  $I = U/R_T = 0.5mA$

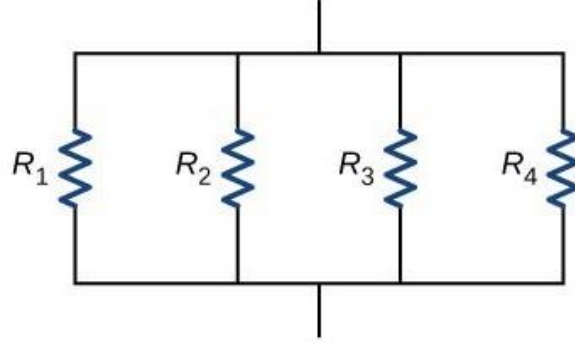
ج.  $U_{R1} = I \cdot R_1 = 1.5v$

$U_{R2} = I \cdot R_2 = 5v$

$U_{R3} = I \cdot R_3 = 2.5v$

## ربط المقاومات على التوازي – נגדים במקביל (Parallel Resistances)

تكون المقاومات على التوازي في حال كانت المقاومات تشترك في نقطة البداية، وتشترك في نقطة النهاية كما يظهر في الرسم التالي (ولا يهم إذا كانت المقاومات أفقية أو عمودية):



يكون الجهد في حالة التوازي متساوي مهما كان عدد المقاومات المرتبطة:

$$E = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$$

أما التيار الكلي فيكون حاصل جمع التيار المار بكل واحدة من المقاومات:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

وباستخدام قانون أوم تصبح المعادلة كما يلي:

$$\frac{E}{R_T} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3} + \frac{E}{R_4}$$

نقسم المعادلة على قيمة مصدر الجهد، وبذا يكون مقلوب المقاومة الكلية \ المكافئة هي حاصل

جمع مقلوب المقاومات المرتبطة على التوالي:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

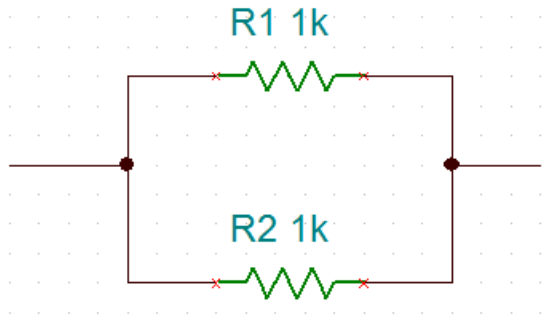
ملاحظة: يتم حساب الكسور بتوحيد المقامات أو بجمع الكسور ثم قلب النتيجة.

وبالإمكان اختصار المعادلة في حال ربط مقاومتين فقط على التوازي كما يلي:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$$

نقلب طرفي المعادلة:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$



مثال: نوجد المقاومة الكلية فيما يلي:

الحل:

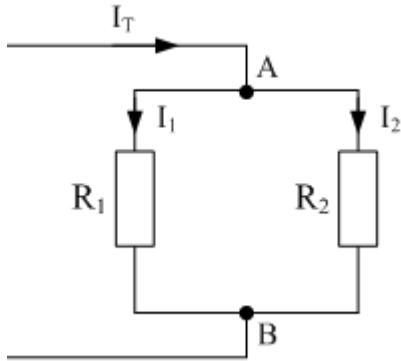
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1K} + \frac{1}{1K} = \frac{2}{1K}$$

نقلب طرفي المعادلة:

$$R_T = \frac{1K}{2} = 500\Omega$$

## مُجزء التيار -مחלק זרם (Current Divider):

ينقسم التيار بين المقاومات على التوازي بشكل يتناسب **عكسيا** مع قيمة كل مقاومة.

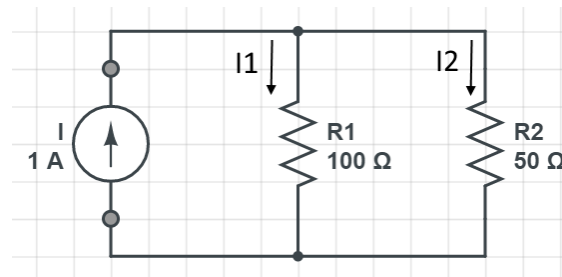


$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_T$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_T$$

نشاط: نثبت معادلة تقسيم التيار باستخدام قانون أوم وقانون المقاومة الكلية.

مثال: نوجد شدة التيار المار في كل من المقاومتين التاليتين.



$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I = \frac{50}{150} \cdot 1 = 0.33A$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I = \frac{100}{150} \cdot 1 = 0.67A$$

## ربط المقاومات بشكل مختلط

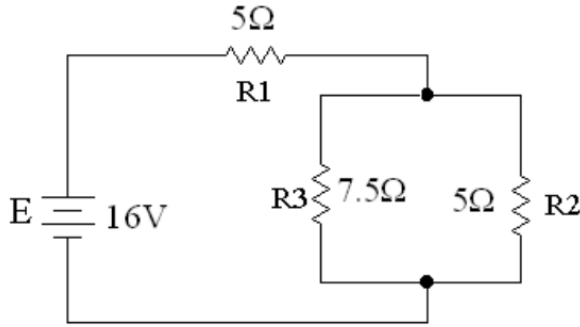
تكون علاقات المقاومات في الدائرة الكهربائية أكثر تعقيدا من مجرد توازي أو توالي بشكل منفصل. ويجب على الطالب التدرب على أشكال مختلفة للدائرة الكهربائية.

القاعدة العامة هي بتبسيط الدائرة بدءاً من النقطة الأبعد عن مصدر الجهد. وكذلك بتبسيط الدائرة من الأجزاء الصغيرة للدائرة (الداخلية) إلى الأجزاء الكبيرة (الخارجية).

دائرة توازي ثم توالي: وهي دائرة توالي بشكل عام، ولكن بها تفرعات على التوازي

مثال: نوجد المقاومة المكافئة في كل مما يلي:

1.



نبدأ بالأجزاء الأبعد عن مصدر الجهد.

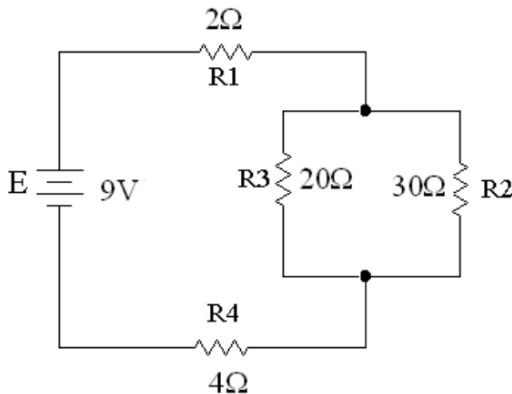
علاقة  $R_2$  مع  $R_3$  هي توازي. وبذا تكون المقاومة المكافئة لهما هي:

$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{5 \cdot 7.5}{12.5} = 3\Omega$$

أما المقاومة الناتجة فتكون على التوالي مع المقاومة  $R_1$ . لتصبح المقاومة الكلية للدائرة:

$$R_T = 5 + 3 = 8\Omega$$

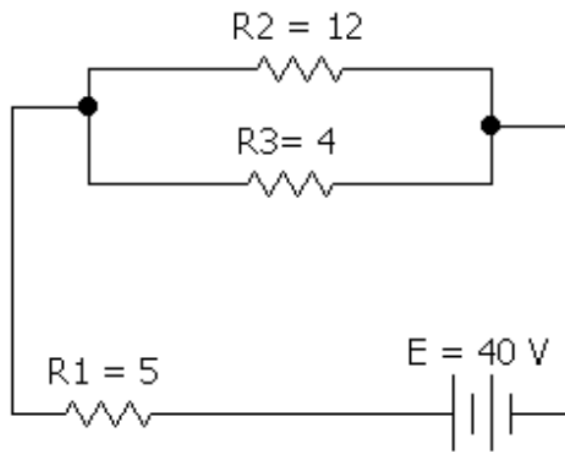
2.



المقاومتان على التوازي  $R_2 // R_3$

$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{20 \cdot 30}{50} = 12\Omega$$

$$R_T = R_1 + R_{2,3} + R_4 = 18\Omega$$



3.

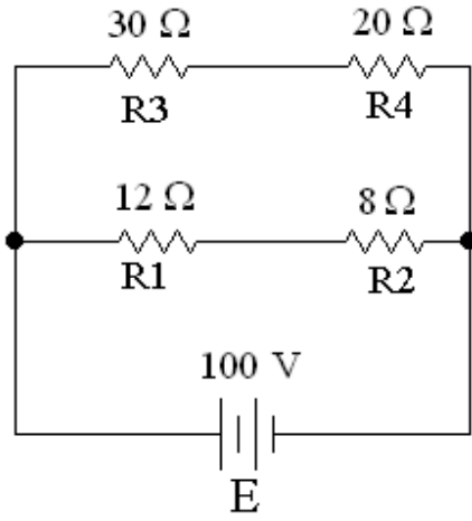
$$R_2 // R_3$$

$$R_{2,3} = \frac{12 * 4}{16} = 3\Omega$$

$R_1$  و  $R_{2,3}$  على التوالي

$$R_T = 5 + 3 = 8\Omega$$

دائرة توالي ثم توازي: وهي دائرة توازي بشكل عام، ولكن بها تفرعات على التوالي



مثال: نوجد المقاومة الكلية في كل مما يلي:

1. نبدأ بالأجزاء الأبعد عن مصدر الجهد. وكذلك

الأجزاء الداخلية

علاقة  $R_2$  مع  $R_1$  هي توازي. وبذا تكون المقاومة المكافئة لهما هي:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 20\Omega$$

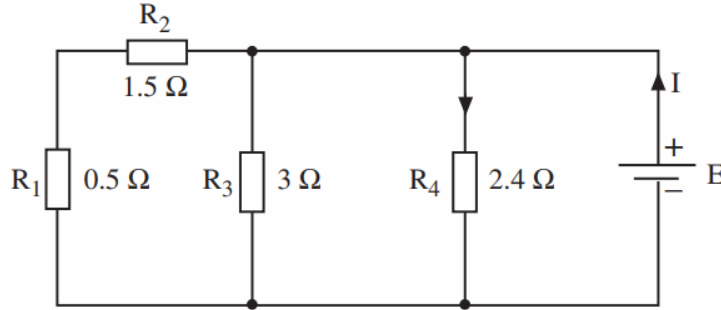
وكذلك  $R_4$  مع  $R_3$  هي توازي:

$$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 50\Omega$$

علاقة المقاومتان الناتجتان هي توازي، لتكون المقاومة الكلية كما يلي:

$$R_T = \frac{R_{1,2} \cdot R_{3,4}}{R_{1,2} + R_{3,4}} = \frac{20 \cdot 50}{20 + 50} = 14.285\Omega$$

2.



علاقة  $R_2$  مع  $R_1$  هي توازي. وبذا تكون المقاومة المكافئة لهما هي:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 2\Omega$$

علاقة المقاومات المتبقية هي التوازي  $R_{1,2} // R_3 // R_4$  وتكون المقاومة الكلية كما يلي:

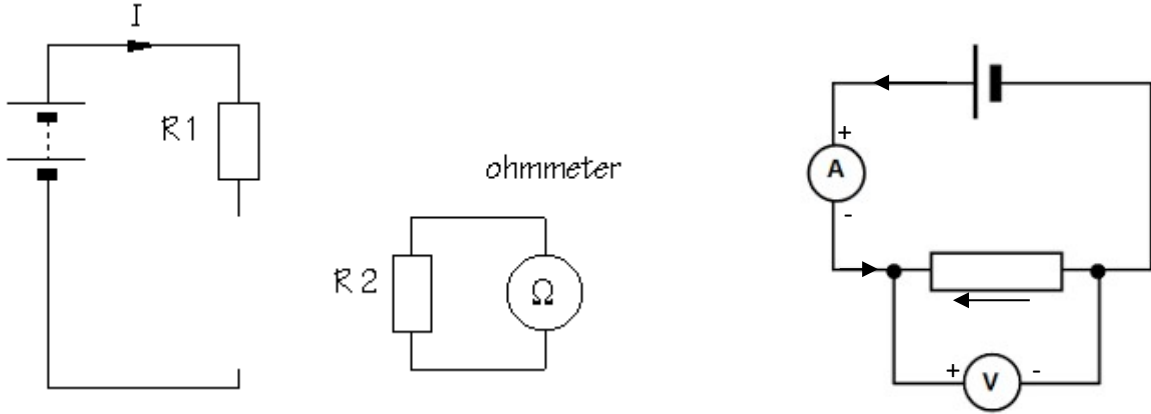
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2.4} = 1.25$$

$$R_T = 0.8\Omega$$

## قياس المقاومة والتيار والجهد

يتم ربط مقياس التيار على التوالي، ومقياس الجهد أو المقاومة على التوازي، كما يظهر في الصورة. ويكون القطب الموجب لعداد التيار (الأميتر) والقطب الموجب لعداد الجهد (الفولتميتر) من ناحية دخول التيار. ولا يوجد قطبية لعداد المقاومة (الأوميتر).



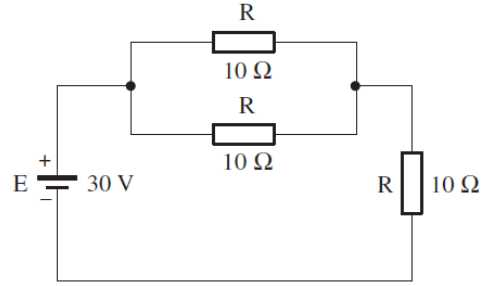
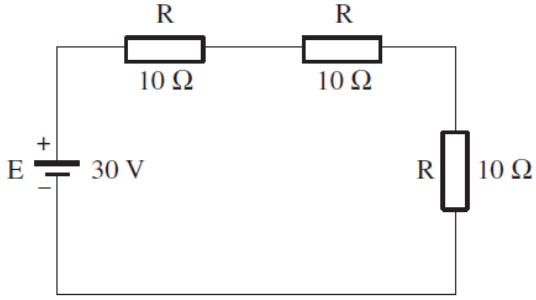
## أسئلة

1. في الرسمين التاليين، نجيب على الأسئلة الآتية:

أ. نحسب المقاومة الكلية

ب. نحسب التيار المار في الدائرة

ج. نحسب الجهد لكل مقاومة

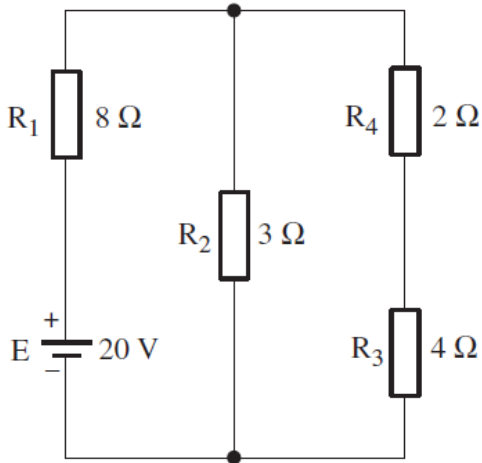


2. ننظر الى الدائرة التالية ونجيب على الأسئلة التي تليها:

أ. ما هي المقاومة الكلية للدائرة؟

ب. نحسب التيار المار بالمقاومة ( $R_2$ )؟

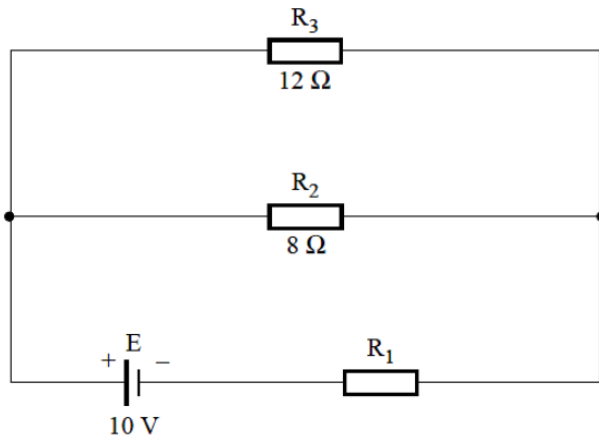
ج. نحسب فرق الجهد للمقاومة ( $R_3$ )؟



الإجابات: أ.  $R_T = 10\Omega$ ، ب.  $I_{R_2} = 1.33A$ ، ج.  $U_{R_3} = 2.68V$

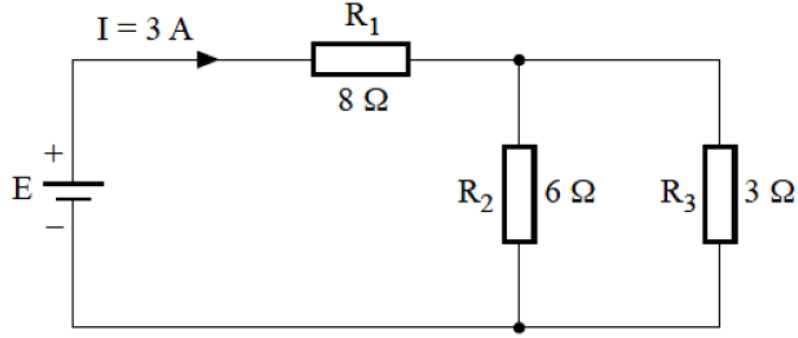
3. في الرسمة التالية تظهر لدينا دائرة كهربائية، ما هي القيمة اللازمة للمقاومة ( $R_1$ ) من أجل أن تكون قيمة التيار

الكلي أمبير واحد.



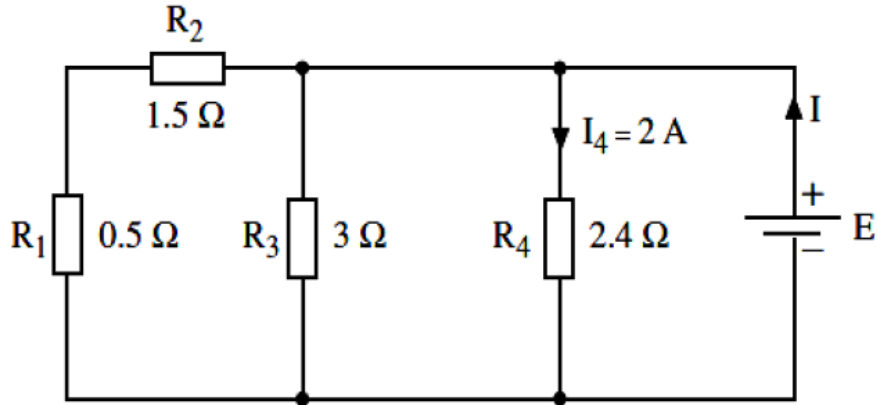
الجواب:  $R_1 = 5.2\Omega$

4. ننظر الى الدائرة التالية ونجيب على الأسئلة التي تليها:



- أ. ما هي المقاومة الكلية؟
  - ب. ما هي قيمة الجهد الكهربائي (E)؟
  - ج. نحسب التيار المار بالمقاومة (R<sub>2</sub>)؟
  - د. نحسب فرق الجهد للمقاومة (R<sub>3</sub>)؟
- الإجابات: أ.  $R_T = 10 \Omega$  ب.  $E = 30V$  ج.  $I_2 = 1A$  د.  $U_3 = 6V$

5. في الدائرة الكهربائية المقابلة:



- أ. نحسب قيمة الجهد لمصدر الطاقة (E).
- ب. نحسب التيار في كل من المقاومات.
- ج. نحسب قيمة التيار الكلي (I).
- د. نحسب قيمة المقاومة الكلية للدائرة.

الإجابات: أ.  $E = 4.8V$  ب.  $I_1 = 1.6A$ ،  $I_2 = 2.4A$ ،  $I_3 = 6A$ ، د.  $R_T = 0.8 \Omega$

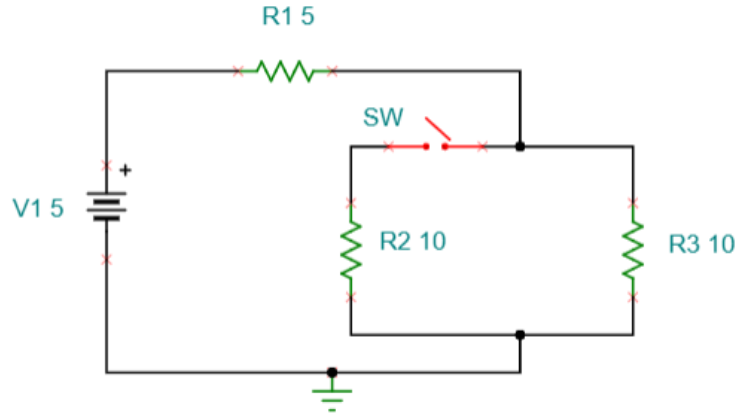
## المفتاح الكهربائي – מפסק חשמלי (Switch)

المفتاح هو أداة ميكانيكية من أجل فتح أو غلق الدائرة. يتم التعامل معه كسلك في حالة غلقه، وعند فتحه يتم تجاهل الفرع الموجود به حيث تكون الدائرة مفتوحة ولا يمر بفرعه أي تيار.

رمز المفتاح في الدائرة الكهربائية:



مثال: نوجد التيار الكلي المار في الدائرة التالية في حالة إغلاق المفتاح وفي حالة فتحه



أ. المفتاح مغلق

المقاومتان ( $R_2$ ) و ( $R_3$ ) على التوازي

$$R_{2,3} = 5\Omega$$

المقاومتان ( $R_1$ ) و ( $R_{2,3}$ ) على التوالي

$$R_T = R_1 + R_{2,3} = 10\Omega$$

$$I = \frac{V_1}{R_T} = \frac{5}{10} = 0.5A$$

ب. المفتاح مفتوح: المقاومتان ( $R_1$ ) و ( $R_3$ ) على التوالي

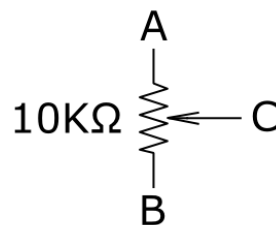
$$R_T = R_1 + R_3 = 15\Omega$$

$$I = \frac{V_1}{R_T} = \frac{5}{15} = 0.33A$$

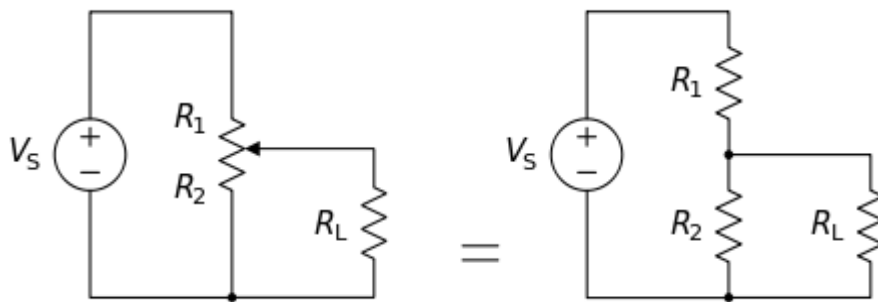
## المقاومة المتغيرة (Potentiometer)



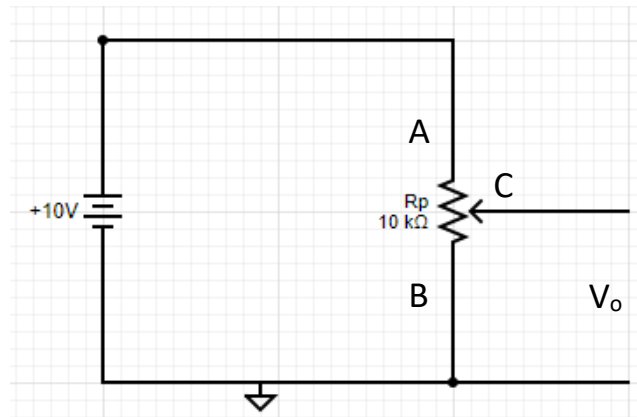
يتم التعامل مع المقاومة المتغيرة كهيئة مقاومتان على التوالي، وتتغير قيمة المقاومتان بناء على مكان وجود المزلاج -  $\text{Slider}$  (Slider). النقطة (C) في المخطط التالي:



الشكل التالي يوضح كيف يتم التعامل مع المقاومة المتغيرة بتحويلها الى مقاومتين على التوالي.



مثال: نوجد الجهد الخارج ( $V_o$ ) عند وجود المزلاج في كل من النقطة (A) والنقطة (B) والنقطة (C) والتي هي في منتصف المقاومة المتغيرة.



الحل:

أ. عندما يكون المزلاج عند النقطة (A) فإن الجهد الخارج يكون هو نفسه جهد البطارية.

$$V_o = 10v$$

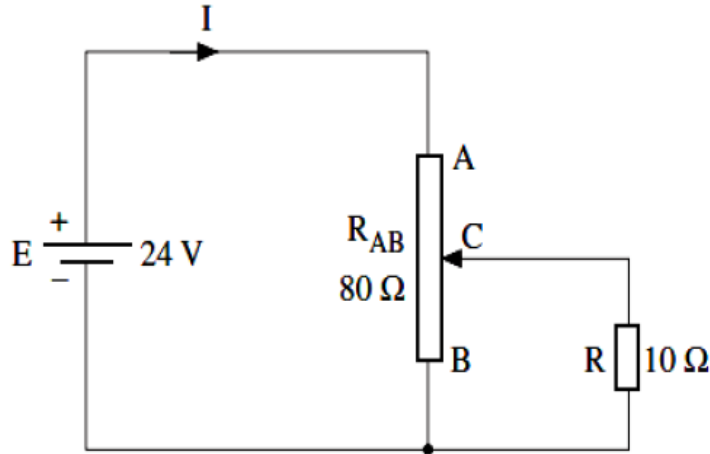
ب. عندما يكون المزلاج عند النقطة (B) فإن الجهد الخارج يكون صفر لأنه جهد الأرضية.

$$V_o = 0v$$

ج. عندما يكون المزلاج عند النقطة (C)، أو منتصف المقاومة المتغيرة. ينقسم الجهد بين المقاومتين، بالإمكان تطبيق معادلة تقسيم الجهد أو اعتبار الجهد هو نصف جهد البطارية لأن المقاومتان متساويتان.

$$V_o = \frac{5k \cdot 10}{10k} = 5v$$

سؤال: لدينا دائرة كهربائية تحتوي على مصدر للجهد (مקור מתח) ومقاومة متغيرة (פוטנציومتر)، النقطة (C) تقع في منتصف المقاومة المتغيرة.

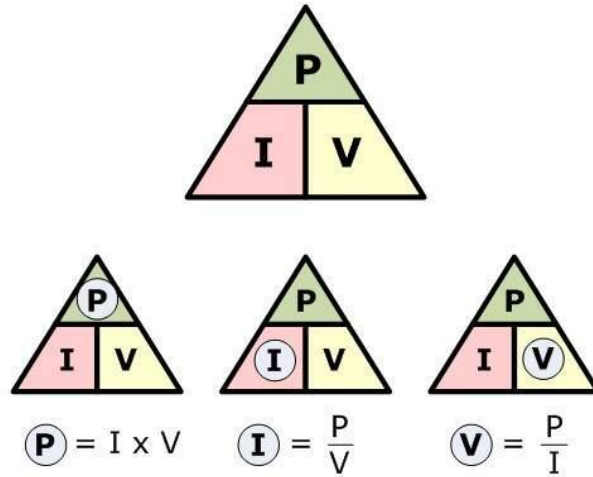


- أ. نحسب قيمة التيار (I)
- ب. نحسب قيمة الجهد للمقاومة (R)
- ج. إذا قمنا بتغيير مكان المقاومة المتغيرة (الشريحة) الى النقطة (A)، هل ستتغير قيمة الجهد عند المقاومة (R) أم لا، فسر إجابتك.

الإجابات: أ.  $I=0.5A$ ، ب.  $V_R=4V$ ، ج.  $V_R=24V$

## הספק – القدرة الكهربائية (Power)

هي المعدل الزمني لتدفق الطاقة الكهربائية وهي مرتبطة بقوة \ عزم محرك ما، أو بشدة إضاءة المصباح. وهي بالأساس حاصل ضرب فرق الجهد مع شدة التيار المار. وتقاس بوحدة الواط (W) ويرمز لها بالحرف (P).



وباستخدام قانون أوم، بالإمكان اشتقاق أشكال مختلفة للمعادلة.

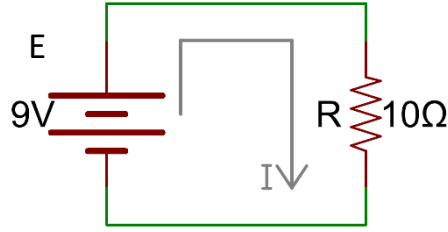
The diagram shows a resistor symbol with a zigzag line. A green arrow labeled 'I' points downwards through the resistor, and a red arrow labeled 'V' points upwards across the resistor. To the right of the diagram, the following equation is shown:

$$P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2 R$$

ولتحديد المعادلة التي نستخدمها ننظر في المعطيات المتوفرة فعادة نستخدم الدالة ( $P=I^2R$ ) لحساب القدرة المستهلكة في المقاومات. ونستخدم الدالة ( $P=V \cdot I$ ) لحساب القدرة التي يزودها مصدر الجهد.

ملاحظة: بالاعتماد على مفهوم حفظ الطاقة، فإن مجموع القدرة التي تنتجها مصادر الطاقة تساوي مجموع القدرة التي تستهلكها المقاومات.

مثال: نحسب القدرة المنتجة من البطارية والقدرة المستهلكة من المقاومة في الدائرة التالية:



$$I = \frac{U}{R} = \frac{9}{10} = 0.9A$$

$$P_R = I^2 \cdot R = (0.9)^2 \cdot 10 = 8.1 W$$

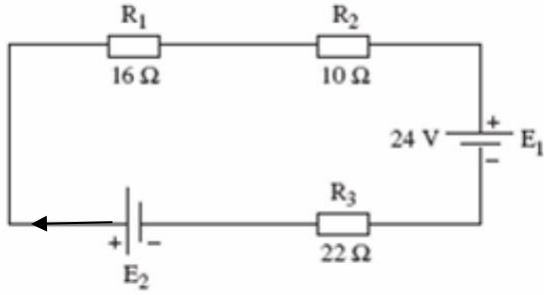
$$P_E = U \cdot I = 9 \cdot 0.9 = 8.1 W$$

لاحظ أن القدرة المنتجة والمستهلكة متساوية (من ناحية عملية يكون هناك طاقة ضائعة على شكل حرارة في الأجهزة والأسلاك ولا يتم الاستفادة من جميع الطاقة المنتجة)

ملاحظة: الرموز (V, U, E) تمثل شيء واحد وهو جهد المصدر أو القوة الدافعة الكهربائية.

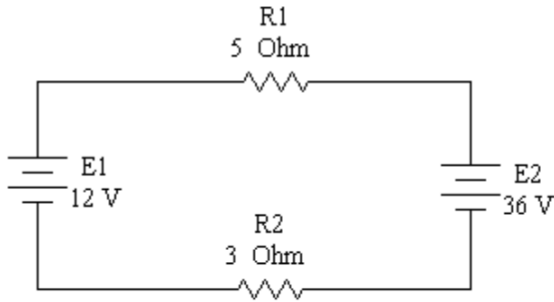
### أسئلة

1. في الدائرة الكهربائية التالية قيمة التيار (2A)، نحسب ما يلي:



- أ. قيمة جهد البطارية  
ب. القدرة المستهلكة على المقاومة R1

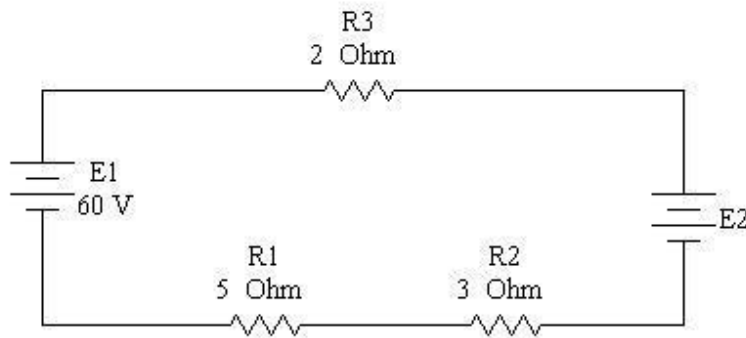
الإجابات: أ.  $E_2=120V$ ، ب.  $P_{R1}=64w$



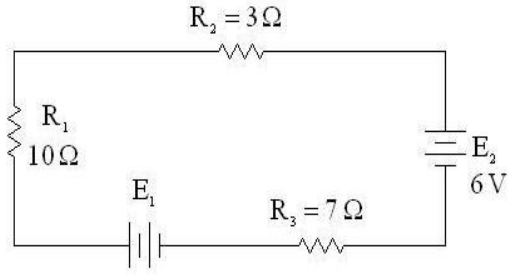
2. في الدائرة الكهربائية التالية نحسب ما يلي:  
أ. شدة التيار في الدائرة  
ب. الجهد على كل مقاومة  
ج. القدرة لكل مقاومة

الإجابات: أ.  $I=3A$ ، ب.  $V_{R1}=15V$ ،  $V_{R2}=9V$ ، ج.  $P_{R1}=45w$ ،  $P_{R2}=27w$

3. شدة التيار المار في الدائرة التالية تساوي 4 أمبير. نحسب جهد وقدره المصدر (E2)



الإجابات:  $E_2=20V$ ،  $P_{E2}=80w$



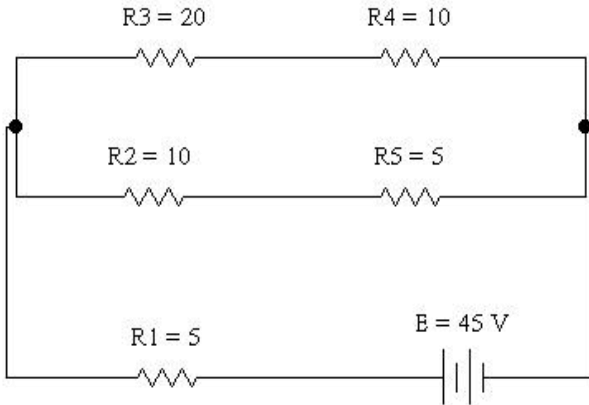
4. في الدائرة التالية، القدرة على المقاومة  $R_2$  هي  $12W$

أ. احسب جهد المصدر  $E_1$

ب. احسب الجهد المستهلك على  $R_1$

الإجابات: أ.  $E_1 = 46V$ ، ب.  $U_1 = 20V$

5. للدائرة التالية نحسب ما يلي:



أ. المقاومة المكافئة

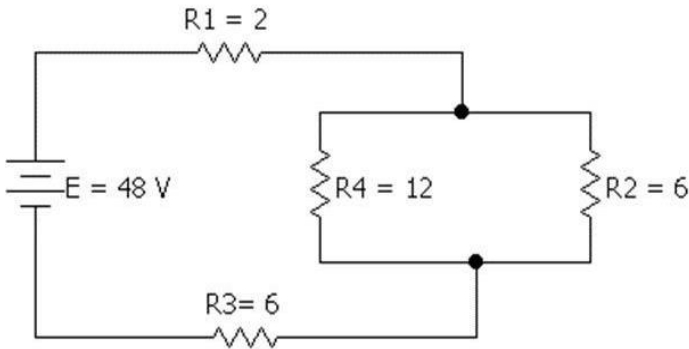
ب. جهد المقاومة  $R_4$

ج. قدرة المقاومة  $R_1$

د. القدرة الكلية

الإجابات: أ.  $R_{eq} = 15\Omega$ ، ب.  $V_{R4} = 10V$ ، ج.  $P_{R1} = 45W$ ، د.  $P_T = 135W$

6. في الدائرة التالية، نحسب ما يلي:

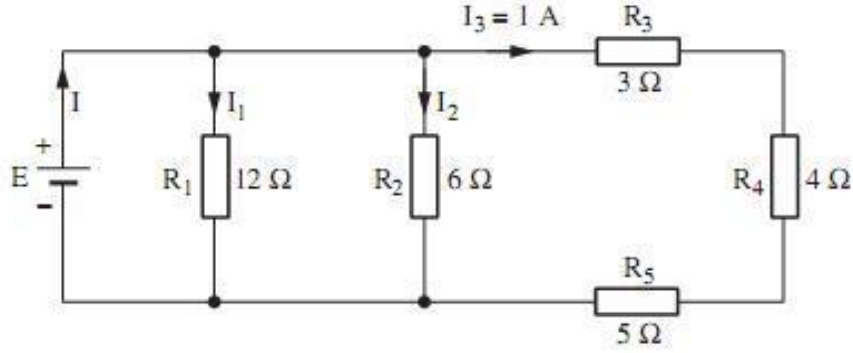


أ. المقاومة المكافئة

ب. التيار الكلي  $I_T$

الإجابات: أ.  $R_{eq} = 12\Omega$ ، ب.  $I_T = 4A$

7. في الدائرة التالية، نحسب:



أ. المقاومة الكلية

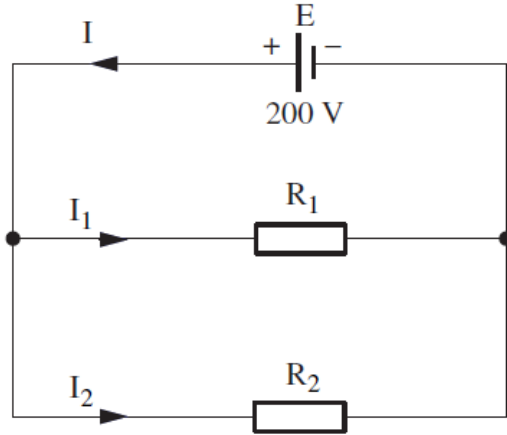
ب. جهد المصدر E

ج. التيارات ( $I_1$ ) و ( $I_2$ )

الإجابات: أ.  $R_T = 3\Omega$ ، ب.  $E = 12V$ ، ج.  $I_1 = 1A$ ,  $I_2 = 2A$

8. في الدائرة الكهربائية الظاهرة في الصورة التالية، هناك مدفأتان كهربائيتان. قدرة المدفأة ( $R_1$ ) هي ( $P_1 = 1KW$ )

وقدرة المدفأة ( $R_2$ ) هي ( $P_2 = 2KW$ )، نجيب عن الأسئلة التالية:



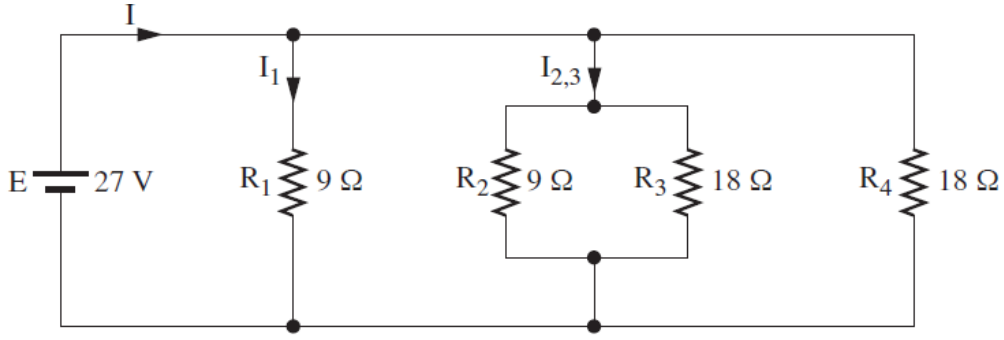
أ. نحسب التيار ( $I_1$ ) و ( $I_2$ )

ب. نحسب المقاومة لكل مدفأة

ج. نحسب قيمة التيار الكلي

الإجابات: أ.  $I_1 = 5A$ ,  $I_2 = 10A$ ، ب.  $R_1 = 40\Omega$ ,  $R_2 = 20\Omega$ ، ج.  $I_T = 15A$

9. في الدائرة الكهربائية التالية:



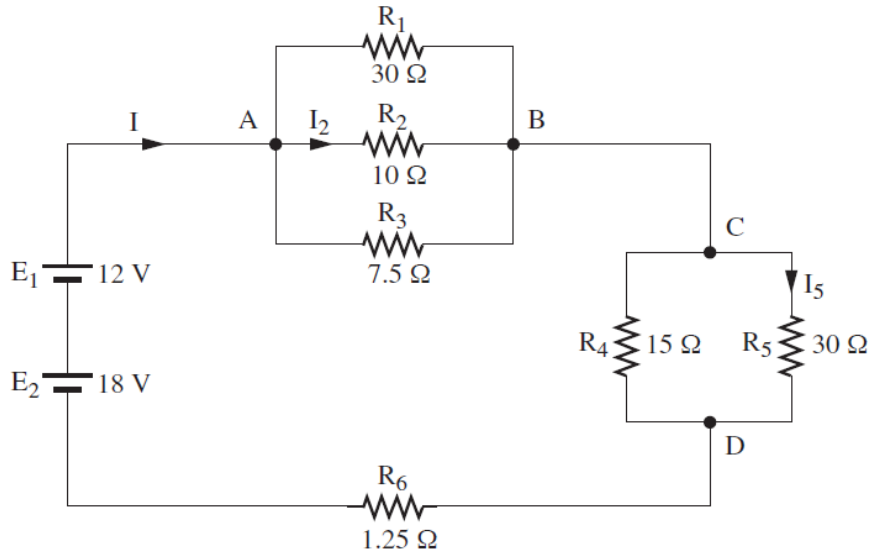
أ. نحسب قيمة المقاومة الكلية

ب. نحسب التيارات ( $I_1, I_{2,3}$ )

ج. نحسب قدرة كل من المقاومات ( $R_2, R_3$ )

الإجابات: أ.  $R_T = 3\Omega$ , ب.  $I_1 = 3A, I_{2,3} = 4.5A$ , ج.  $P_2 = 81W, P_3 = 40.5W$

10. في الدائرة الكهربائية التالية:



أ. نحسب المقاومة الكلية بين النقطتين (A, B)

ب. نحسب المقاومة الكلية بين النقطتين (C, D)

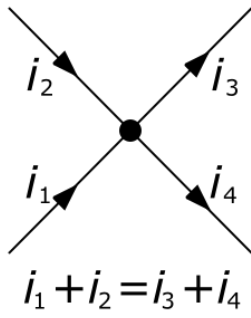
ج. نحسب المقاومة الكلية للدائرة

د. نحسب قيمة التيارات ( $I, I_2, I_5$ )

هـ. نحسب القدرة الكلية التي يزودها مصدري الطاقة ( $E_1, E_2$ )

الإجابات: أ.  $R_{AB} = 3.75\Omega$ , ب.  $R_{CD} = 10\Omega$ , ج.  $R_T = 15\Omega$ , د.  $I = 2A, I_2 = 0.75A, I_5 = 0.67A$ , هـ.  $P = 60W$

## חוקי קירכהוף – قوانین کیرشوف (Kirchhoff Laws)

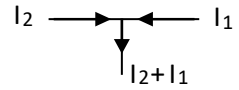
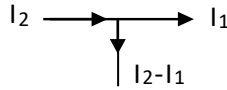
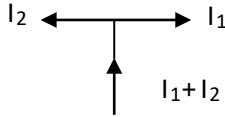


1. قانون کیرشوف للتيار (KCL-Kirchhoff Current Law) – חוק

קירכהוף לזרמים

مجموع التيار الداخل الى تقاطع = مجموع التيار الخارج

ملاحظة: يتم تحديد اتجاه التيارات بناءً على مصادر الجهد وفي حال تعارض مصادر الجهد نعتمد القيمة الأعلى. ويتم تحديد بقية اتجاهات التيارات في الدائرة حسب ما يلي:

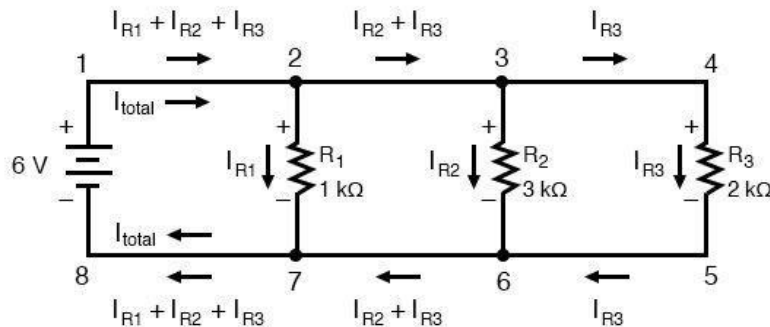


بعد الانتهاء من الحساب وفي حال كانت قيمة التيار سالبة فإن اتجاه التيار الحقيقي يكون بعكس الاتجاه المفترض ولا داعي لإعادة الحل.

بکلمات أخرى: عند تحديد اتجاه التيارات في الدائرة، يمكن افتراض اتجاهات أولية للتيارات. وإذا كانت النتيجة سالبة، فهذا يعني أن اتجاه التيار الحقيقي معاكس للاتجاه الذي افترضناه.

في حالة وجود أكثر من مصدر جهد، نحدد اتجاه التيار العام عادةً اعتمادًا على المصدر ذي الجهد الأكبر، ثم نحدد باقي اتجاهات التيارات حسب تفرعات الدائرة وقانون کیرشوف للتيار.

مثال: فيما يلي دائرة كهربائية ويظهر فيها يتم تقسيم وتجميع التيارات حسب قانون کیرشوف.



## 2. قانون كيرشوف للجهد (KVL-Kirchhoff Voltage Law) – חוק קירכהוף למתחים

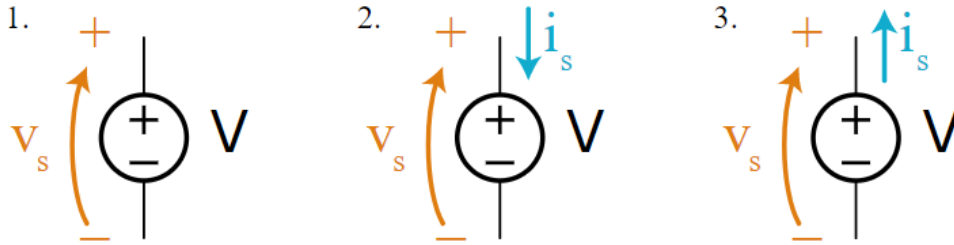
مجموع فرق الجهد في حلقة مغلقة = صفر

$$\sum U = 0$$

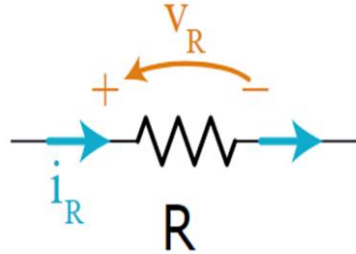
$$\sum E - \sum IR = 0$$

ملاحظة:

1. اتجاه جهد المصدر يكون باتجاه القطب الموجب بغض النظر عن اتجاه التيار، كما يظهر في الصورة التالية:



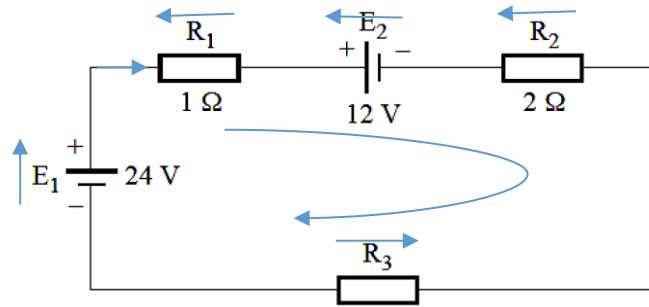
2. اتجاه جهد المقاومة يكون بعكس سير اتجاه التيار، كما يظهر في الصورة التالية:



خطوات الحل باستخدام قانون كيرشوف للجهد

1. نحدد اتجاه التيار في كل فرع
2. نحدد اتجاه جهد كل عنصر في الحلقة (مصدر جهد أو مقاومة)
3. نقوم بتجميع الجهد في كل حلقة باتجاه عقارب الساعة حسب قانون كيرشوف للجهد، الجهد بنفس اتجاه سيري أجمعه والجهد بعكس اتجاه سيري أطرحه

مثال: في الدائرة الكهربائية الظاهرة في الصورة المجاورة، إذا كانت شدة التيار 2 أمبير، أجب عن الأسئلة التالية:



أ. ما هي قيمة الجهد حول المقاومة  $(R_2)$  ؟

ب. ما هي قيمة المقاومة  $(R_3)$  ؟

الحل:

$$U_{R_2} = I \cdot R_2 = 2 \cdot 2 = 4V \quad \text{أ.}$$

ب. الحل باستخدام قانون كيرشوف للجهد

1. اتجاه التيار مع عقارب الساعة لأن مصدر الجهد  $(E_1)$  أكبر

2. اتجاه جهد كل عنصر كما يظهر على الرسم

3. نقوم بتجميع الجهد حسب قانون كيرشوف للجهد (KVL)

$$\sum U = 0$$

$$E_1 - I \cdot R_1 - E_2 - I \cdot R_2 - I \cdot R_3 = 0$$

$$24 - 2 \cdot 1 - 12 - 2 \cdot 2 - 2 \cdot R_3 = 0$$

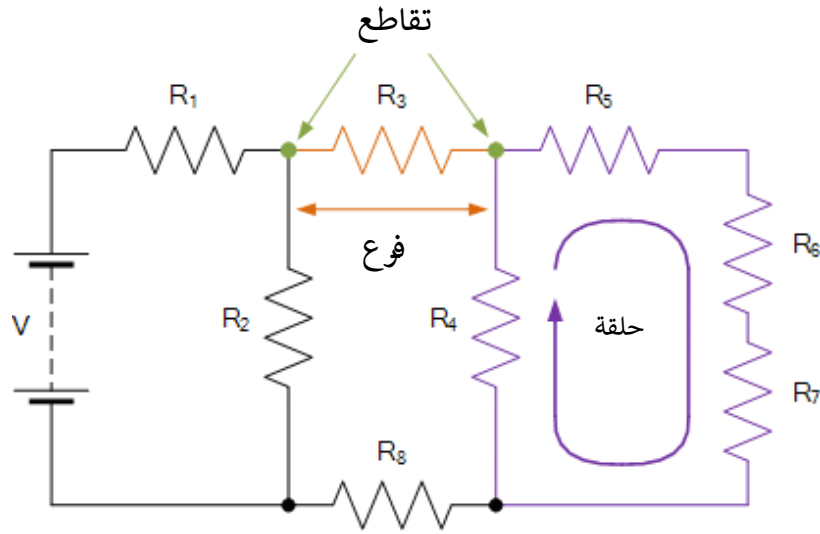
$$6 - 2 \cdot R_3 = 0$$

$$R_3 = 3\Omega$$

## مصطلحات خاصة بالدوائر الكهربائية

عند تحليل الدوائر الكهربائية يتم ملاحظة الأجزاء التالية:

- فرع – لاند (Branch): هو جزء من الدائرة تكون فيه العناصر مرتبطة على التوالي ويمر بها تيار واحد
- عُقدة / تقاطع (Node): هي نقطة التقاء أكثر من فرع وينقسم فيها التيار بحسب قانون كيرشوف للتيار
- حلقة – لاند (Loop): هي حلقة كاملة أو مسار مغلق من الدائرة وينطبق عليها قانون كيرشوف للجهد



## فرق الجهد بين نقطتين ( $V_{AB}$ )

ويمثل جهد النقطة (A) ناقص جهد النقطة (B).

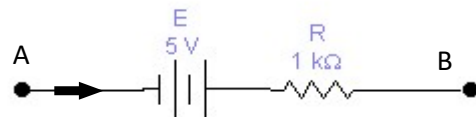
$$V_{AB} = V_A - V_B$$

لإيجاد فرق الجهد بين نقطتين ( $V_{AB}$ ) ننتقل من النقطة B إلى النقطة A. أي جهد نمر به في نفس اتجاه سيرنا نجمعه وأي جهد بعكس اتجاهنا نطرحه.

مثال: نوجد فرق الجهد بين النقطتين A و B، إذا كان التيار المار في الدائرة يساوي mA1.

$$V_{AB} = I \cdot R - E$$

$$V_{AB} = 1\text{m} \cdot 1\text{ k} - 5 = -4\text{ V}$$



ملاحظة: لا يهم المسار الذي نسلكه عند فرق الجهد، إنما المهم نقطة البداية ونقطة النهاية.

## طرق تحليل الدوائر الكهربائية

في حال كون الدائرة الكهربائية مكونة من أكثر من حلقة، لا يمكن تبسيط الدائرة بتجميع المقاومات على التوالي أو التوازي بشكل مباشر. لذلك لابد من طرق متقدمة لتحليل الدائرة وحساب التيارات في أفرع الدائرة.

### الطريقة الأولى: معادلات التيار أو تيار الحلقة / זרמי חוגים / Loop Currents

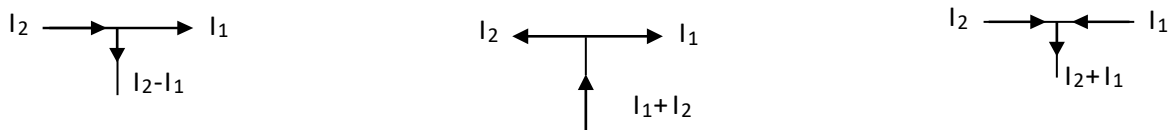
يتم اعتماد قوانين كيرشوف من أجل بناء معادلات التيار ومن ثم يتم حل هيئة المعادلات باستخدام الحذف والتعويض.

نُذكر بخطوات الحل باستخدام قوانين كيرشوف:

1. نحدد اتجاه التيار في كل حلقة
2. نحدد جهد كل عنصر في الحلقة (مصدر جهد أو مقاومة)
3. نقوم بتجميع الجهد في كل حلقة باتجاه عقارب الساعة حسب قانون كيرشوف للجهد

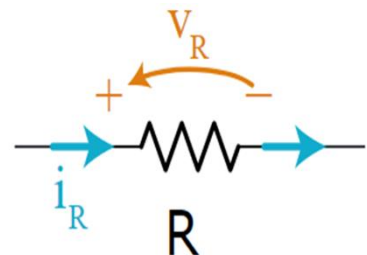
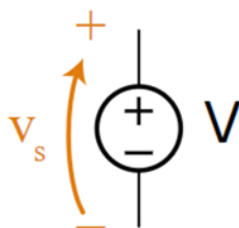
### اتجاه التيارات:

نبدأ من الأفرع التي يتواجد فيها مصادر الجهد، ويكون التيار خارجاً منها. يتجمع التيار أو يتوزع في الأفرع المتبقية كما يظهر في الصور التالية، ونستخدم قانون كيرشوف للتيار من أجل إيجاد العلاقات بين التيارات.



### اتجاه الجهد:

يكون جهد كل مقاومة **بعكس اتجاه التيار المار بها**، ويكون جهد كل مصدر باتجاه القطب الموجب.



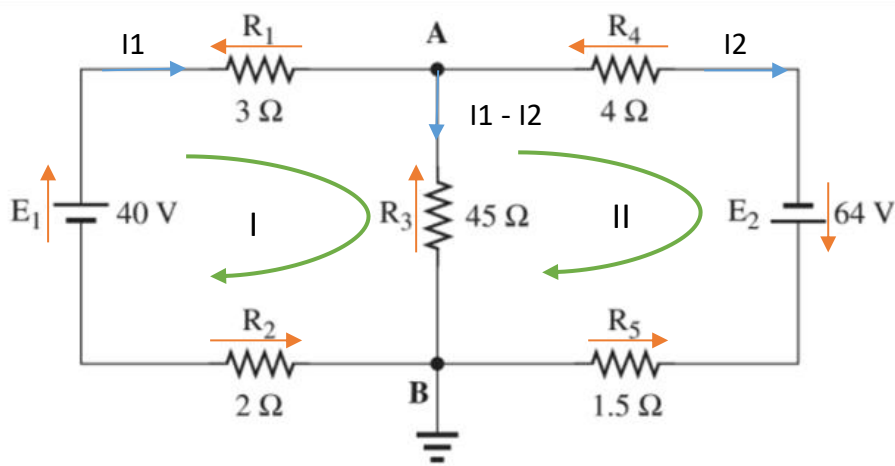
### تطبيق قانون كيرشوف للجهد:

نقوم بتجميع الجهود باتجاه عقارب الساعة، الجهد في اتجاهنا نجمعه والمعاكس لاتجاه السير نطرحه. ويتم تجميع الحدود المتشابهة ومن ثم تبسيط الارقام ليصبح لدينا معادلة تمثل كل حلقة.

### حل هيئة المعادلات:

نقوم بتحليل المعادلتين الناتجتين باستخدام الحذف والتعويض، حتى نجد قيمة التيارين في فرعي الدائرة. ونقوم باستخدام قانون كيرشوف للتيار من أجل إيجاد قيمة التيار في الفرع المتبقي.

مثال: نوجد اتجاه وشدة التيار في كل فرع من الدائرة التالية



1. نحدد اتجاه التيارات، كما يظهر على الرسم
2. نحدد اتجاه جهد كل عنصر، كما يظهر على الرسم
3. نطبق قانون كيرشوف للجهد على الدورتين، من أجل إيجاد معادلات التيار

KVL @ I:

$$E_1 - I_1 \cdot R_1 - R_3 \cdot (I_1 - I_2) - I_1 \cdot R_2 = 0$$

$$40 - 3 I_1 - 45 (I_1 - I_2) - 2 I_1 = 0$$

$$40 - 50 I_1 + 45 I_2 = 0$$

نقسم المعادلة على 5 من أجل الحصول على أبسط صورة

$$8 - 10 I_1 + 9 I_2 = 0 \dots (1)$$

KVL @ II:

$$R_3 * (I_1 - I_2) - I_2 * R_4 + E_2 - I_2 * R_5 = 0$$

$$45 * (I_1 - I_2) - 4 I_2 + 64 - 1.5 I_2 = 0$$

$$64 + 45 I_1 - 50.5 I_2 = 0 \dots (2)$$

تحليل هيئة المعادلات باستخدام الحذف والتعويض:

$$4.5 * (8 - 10 I_1 + 9 I_2 = 0) +$$

$$\underline{64 + 45 I_1 - 50.5 I_2 = 0}$$

$$100 - 10 I_2 = 0$$

نحلل من أجل الحصول على قيمة التيار

$$I_2 = 10 \text{ A}$$

نعوض قيمة التيار في المعادلة الأولى ونحل من أجل إيجاد قيمة التيار المجهولة

$$8 - 10 I_1 + 9 I_2 = 0 \Rightarrow 8 - 10 I_1 + 9 * 10 = 0$$

$$98 - 10 I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = 9.8 \text{ A}$$

ملاحظة: بما أن قيمة كل من التيارين موجبة، فإن الاتجاه المفروض صحيح

التحقق: بالإمكان تعويض قيم التيارات في أي من المعادلتين ويجب أن تكون النتيجة صفراً، حتى يكون الحل صحيح.

$$8 - 10 I_1 + 9 I_2 = 0 \Rightarrow 8 - 10 * 9.8 + 9 * 10 = 0 \quad \checkmark$$

$$64 + 45 I_1 - 50.5 I_2 = 0 \Rightarrow 64 + 45 * 9.8 - 50.5 * 10 = 0 \quad \checkmark$$

لحساب التيار المار في المقاومة  $R_3$

$$I_1 - I_2 = 9.8 - 10 = -0.2 \text{ A}$$

الإشارة السالبة تعني أن اتجاه التيار معاكس للاتجاه المفروض، بحيث يكون الاتجاه الصحيح من (B) إلى (A).

## الطريقة الثانية: جهود العقد أو التقاطعات / מתחי צמתים / Nodal Analysis

طريقة جهد العقد هي طريقة لتحليل الدوائر الكهربائية تعتمد على حساب جهد كل نقطة رئيسية في الدائرة بالنسبة إلى نقطة مرجعية تسمى الأرضي أو النقطة صفر.

### الفكرة الأساسية

بدل أن نحسب التيارات مباشرة في كل فرع، نختار نقطة مرجعية جهدها:

$$0V$$

ثم نحسب جهد العقد الأخرى بالنسبة لها.

بعد معرفة جهد العقدة، نستطيع حساب التيارات في المقاومات باستخدام قانون أوم:

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

### خطوات الحل بطريقة جهد العقد

1. نحدد العقد في الدائرة

العقدة هي نقطة يلتقي فيها فرعان أو أكثر .

2. نختار عقدة مرجعية

نسميها الأرضي، وجهدا :

$$0V$$

3. نعطي أسماء لجهود العقد الأخرى  
مثلاً :

$$V_A, V_B$$

4. نطبق قانون كيرشوف للتيار KCL  
عند كل عقدة نقول :

مجموع التيارات الخارجة = مجموع التيارات الداخلة

أو بطريقة أخرى:

$$0 = \text{مجموع التيارات عند العقدة}$$

5. نكتب التيارات بدلالة الجهد والمقاومة

مثلاً إذا كانت مقاومة بين عقدة جهدا  $V_A$  والأرضي :

$$I = \frac{V_A}{R}$$

6. نحل المعادلة

مثال: نحلل الدائرة السابقة باستخدام طريقة جهد العقد  
نحلها بطريقة جهد العقد. نختار النقطة B كأرضي:

$$V_B = 0V$$

والجهد المجهول عند العقدة العليا هو:

$$V_A$$

المقاومة اليسرى الكلية:  $R_1 + R_2 = 3 + 2 = 5\Omega$

المقاومة اليمنى الكلية:  $R_4 + R_5 = 4 + 1.5 = 5.5\Omega$

والمقاومة الوسطى:  $R_3 = 45\Omega$

كتابة التيارات بدلالة  $V_A$

تيار الفرع الأيسر باتجاه العقدة A

$$I_1 = \frac{40 - V_A}{5}$$

تيار الفرع الأيمن من العقدة A باتجاه اليمين:

$$I_2 = \frac{V_A - 64}{5.5}$$

تيار المقاومة الوسطى  $R_3$  من A إلى B

$$I_{R3} = \frac{V_A}{45}$$

حسب قانون كيرشوف للتيار عند العقدة A

$$I_1 = I_2 + I_{R3}$$

نعوض:

$$\frac{40 - V_A}{5} = \frac{V_A - 64}{5.5} + \frac{V_A}{45}$$

نحل المعادلة:

$$V_A = 48.6V$$

### حساب التيارات

#### التيار $I_1$

$$I_1 = \frac{40 - 48.6}{5}$$

$$I_1 = -1.72A$$

الإشارة السالبة تعني أن اتجاه التيار الحقيقي عكس السهم المرسوم.  
إذن مقدار التيار:

$$|I_1| = 1.72A$$

واتجاهه الحقيقي من العقدة A نحو الجهة اليسرى.

---

#### التيار $I_2$

$$I_2 = \frac{48.6 - 64}{5.5}$$

$$I_2 = -2.8A$$

أيضًا الإشارة السالبة تعني أن اتجاه التيار الحقيقي عكس السهم المرسوم.  
إذن مقدار التيار:

$$|I_2| = 2.8A$$

واتجاهه الحقيقي من الجهة اليمنى نحو العقدة A.

---

#### تيار المقاومة $R_3$

$$I_{R3} = \frac{V_A}{R_3}$$

$$I_{R3} = \frac{48.6}{45}$$

$$I_{R3} = 1.08A$$

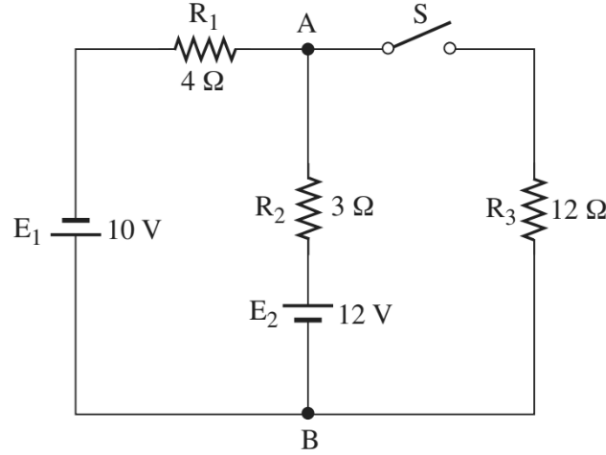
إذن:

$$I_{R3} = 1.08A$$

واتجاهه من A إلى B ، أي إلى الأسفل.

## أسئلة

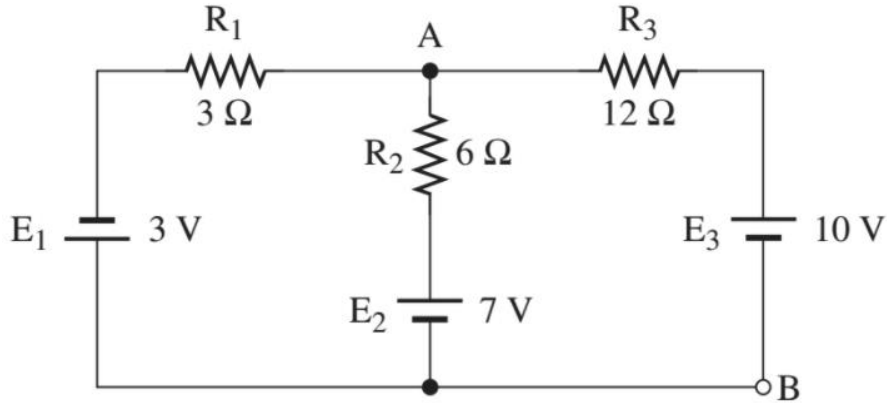
1. في الدائرة التالية:



- أ. المفتاح مفتوح: نحسب شدة التيار المار في الدائرة ونحدد اتجاهه (مع أو عكس عقارب الساعة)  
 ب. المفتاح مغلق: باستخدام معادلات التيار وقوانين كيرشوف، نحسب شدة التيار المار في المقاومة  $R_2$  ونحدد اتجاهه (من A إلى B، أو من B إلى A)

الإجابات: أ.  $I = \frac{22}{7}A$ ، ب.  $I_1 = 3.06A$ ,  $I_2 = 3.25A$

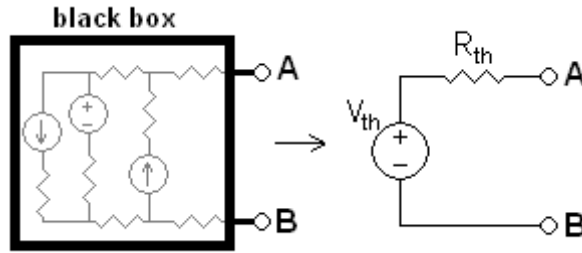
2. في الدائرة التالية:



- أ. نحسب التيار في كل واحدة من المقاومات  
 ب. نحسب قدرة المقاومة  $R_2$   
 ج. نحسب فرق الجهد بين النقطتين A و B ( $V_{AB}$ )
- الإجابات: أ.  $I_1 = 1.571A$ ,  $I_2 = 0.881A$ ,  $I_3 = 0.690A$ ، ب.  $P_2 = 4.657W$ ، ج.  $V_{AB} = 1.71V$

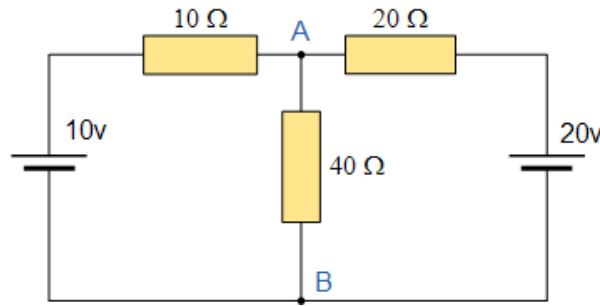
## نظرية ثيفنن -משפט תבנית (Thevenin Theorem)

نظرية ثيفنن هي أحد الطرق المتقدمة لتحليل الدوائر الكهربائية. وتستخدم من أجل تبسيط أية دائرة ذات طرفين مكونة فقط من مصادر الجهد والتيار ومقاومات الى دائرة مكونة من مصدر جهد وحيد ( $V_{th}$ ) ومقاومة وحيدة ( $R_{th}$ ). وتستخدم النظرية أحيانا لتبسيط جزء من دائرة معقدة.



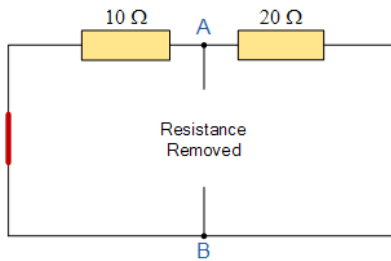
في أبسط حالة يكون ( $V_{th}$ ) ناتج تقسيم الجهد و ( $R_{th}$ ) ناتج توازي مقاومتين.

مثال: نوجد دائرة ثيفننن المكافئة بين النقطتين A و B



أولاً: نوجد قيمة مقاومة ثيفننن  $R_{th}$ ، وذلك بتحويل جميع مصادر الجهد الى أسلاك.

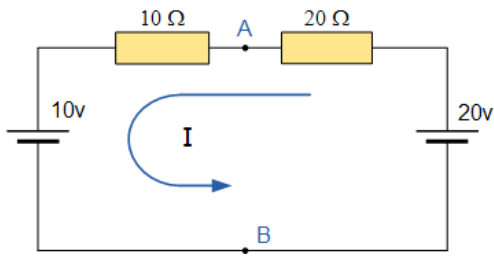
المقاومتان على التوازي:



$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times 10}{20 + 10} = 6.67\Omega$$

ثانياً: نوجد قيمة مصدر الجهد المكافئ  $V_{th}$ :

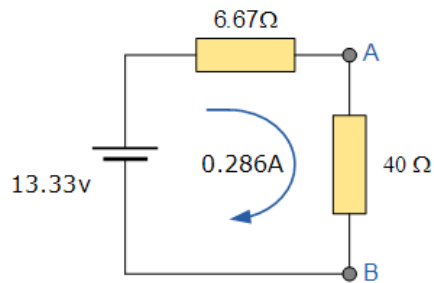
$$I = \frac{V}{R} = \frac{20v - 10v}{20\Omega + 10\Omega} = 0.33 \text{ amps}$$



$$V_{th} = V_{AB} = 20 - (20\Omega \times 0.33\text{amps}) = 13.33 \text{ volts.}$$

or

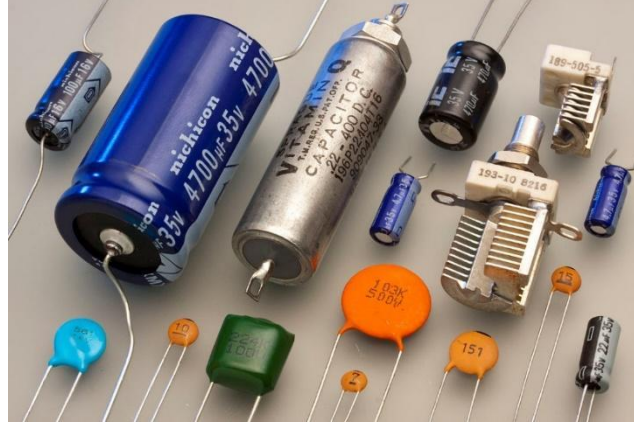
$$V_{th} = V_{AB} = 10 + (10\Omega \times 0.33\text{amps}) = 13.33 \text{ volts.}$$



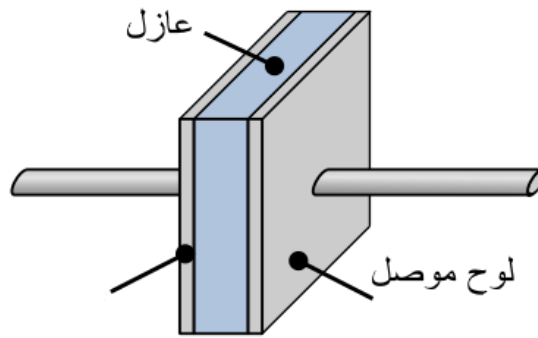
دائرة ثيفينين المكافئة:

## المكثف اللوحي - קבל (Capacitor)

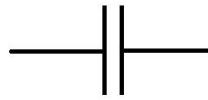
يعتبر المكثف من العناصر المهمة في مجالي الكهرباء والإلكترونيات، ولديه استخدامات وأنواع وأحجام عديدة. كما يظهر في الصورة التالية:



أبسط أشكال المكثف هو لوحين موصلين بينهما مادة عازلة، ويكون أساس عمله هو مراكمة الشحنات الكهربائية على لوحيه، ويتراكم شحنة متساوية المقدار ومتعاكسة في الإشارة على كل من اللوحين



رمز المكثف الأساسي في الدائرة الكهربائية:



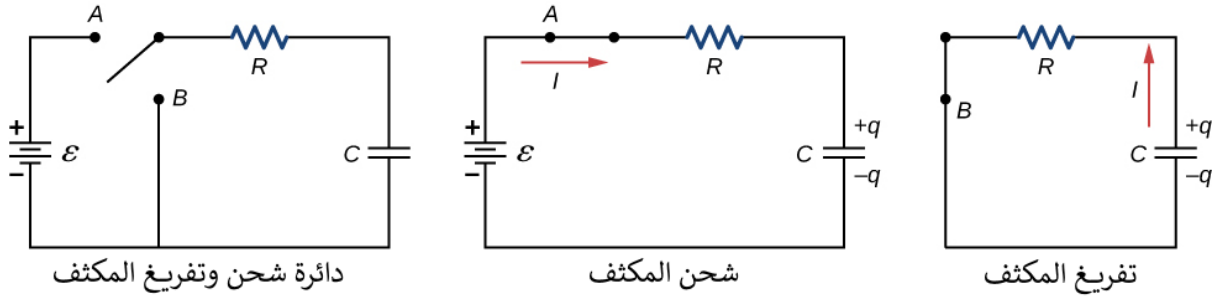
ويرمز له بالحرف (C) وتُسمى قدرته على تخزين الشحنات الكهربائية بالسعة التي تقاس بوحدة الفاراد (F). تعتمد السعة فيزيائية على مساحة اللوحين والمسافة الفاصلة بينهما بالإضافة الى ثابت العزل (ε) للمادة الفاصلة بينهما كما يظهر في المعادلة التالية:

$$C = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$$

كما ويمكن قياس سعة المكثف بالشحنة المتراكمة عليه مقابل فرق الجهد بين اللوحين:

$$C = \frac{Q}{U}$$

## شحن وتفريغ المكثف – טענה ופריקה



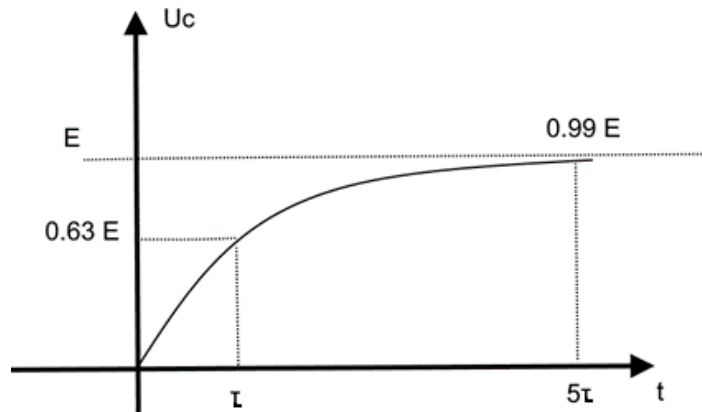
عند تعريض المكثف الى جهد كهربائي (المفتاح عند النقطة 1) فإن الجهد يتراكم عليه حتى يصل الى القيمة القصوى له. وفي حال ربط المكثف مع مقاومة (المفتاح عند النقطة 2)، فإن جهد المكثف يتناقص حتى يفقد جميع الشحنات المتراكمة عليه. ويتم ذلك بسرعة أو ببطء بالاعتماد على ثابت الزمن للدائرة ( $\tau$ ).

ثابت الزمن ( $\tau$ ): هو الزمن اللازم من أجل شحن أو تفريغ 63% من القيمة الكلية للجهد. ويلزم ( $5\tau$ ) من أجل شحن أو تفريغ 99% من قيمة الجهد الكلي.

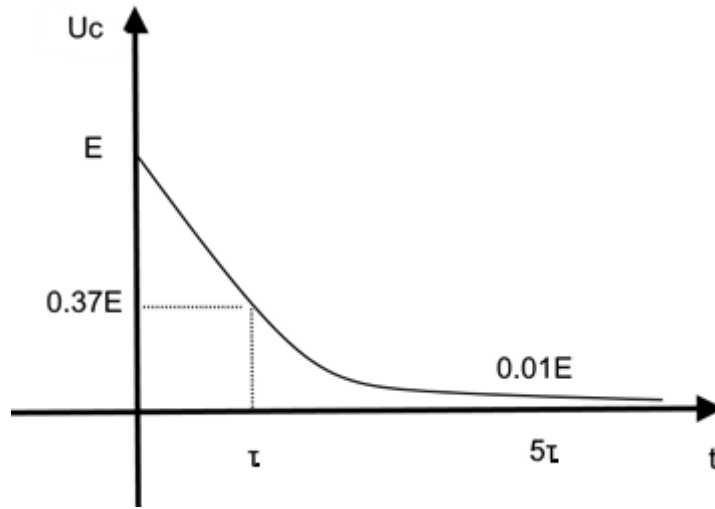
$$\tau = R \cdot C$$

رسمة جهد المكثف في حالة الشحن:

نلاحظ أن مجموع الجهد حول المكثف وحول المقاومة يساوي جهد المصدر الثابت ( $E = U_R + U_C$ )، لذلك فإذا كان جهد المكثف يزداد فإن جهد المقاومة يتناقص بنفس المقدار.



رسمة التفريغ لجهد المكثف: نلاحظ أن جهد المكثف عند الزمن ( $\tau$ ) يكون 0.37 من الجهد الكلي وذلك بسبب تفريغ 0.63 من الجهد، كما ويتبقى فقط 0.01 من الجهد بعد مرور ( $5\tau$ ).



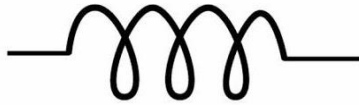
ويكون المكثف في حالة التفريغ مرتبطا فقط مع المقاومة، ومجموع الجهد يكون صفرا. لذلك فإن جهد المقاومة يساوي الجهد على المكثف لكن مع عكس الإشارة.

## الملف – סליל (Coil)

يعتبر الملف كذلك من العناصر الكهربائية والإلكترونية الأساسية، ولديه استخدامات وأشكال وأحجام مختلفة. والملف هو بالإسساس سلك ملفوف حول موصل.



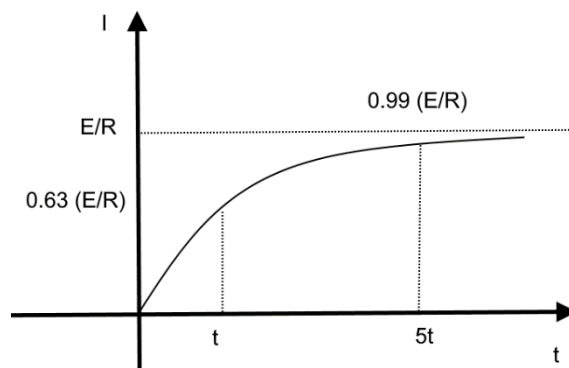
ويرمز للملف بالحرف (L) ويُقاس بوحدة الهنري (H). ورمزه في المخطط الكهربائي كما يلي:



بالإمكان اعتبار الملف أداة شحن للتيار الكهربائي، حيث يزداد التيار الكهربائي أو يتناقص بناء على ثابت الزمن ( $\tau$ ). ويحسب ثابت الزمن في دوائر الملف حسب المعادلة:

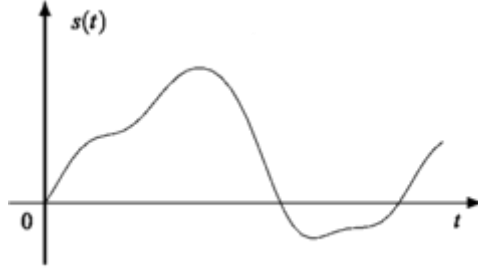
$$\tau = \frac{L}{R}$$

رسمة شحن تيار الملف:

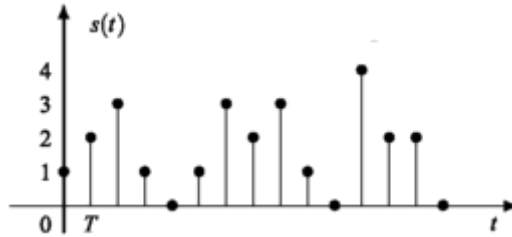


## الإشارات \ الأمواج والأنظمة

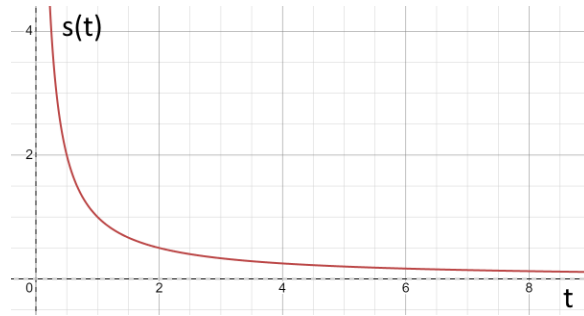
بالإمكان تقسيم الإشارات الى إشارات متصلة. ويكون فيها قيمة على محور (y) لكل نقطة زمنية من محور (x).



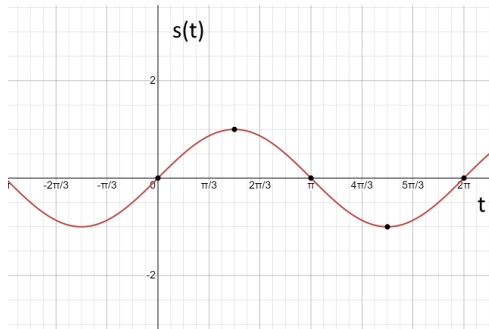
وإشارات متقطعة، بحيث يكون لدى الإشارة قيم في أزمنة محددة فقط.



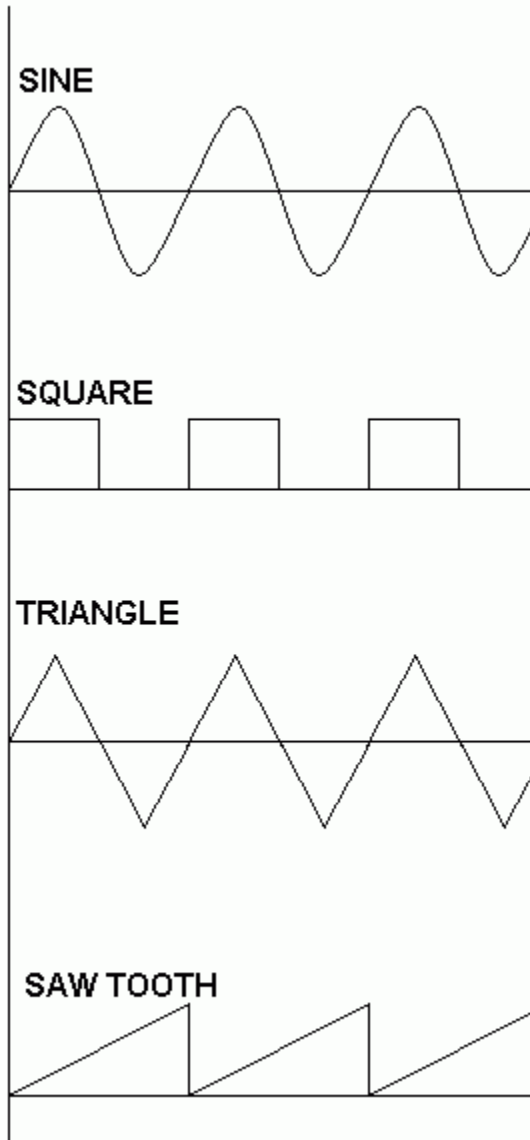
بالإمكان كذلك تقسيم الإشارات المتصلة الى غير دورية لا تتكرر كما يلي:



وإشارات متناوبة \ دورية تتكرر قيمها في فترات زمنية محددة تسمى الحلقة على غرار ما يلي:



أمثلة على الإشارات الدورية الأساسية:



1. إشارة الجيب (אות סינוס)

2. إشارة مربعة (אות מדרגה)

3. إشارة مثلثية (אות משולש)

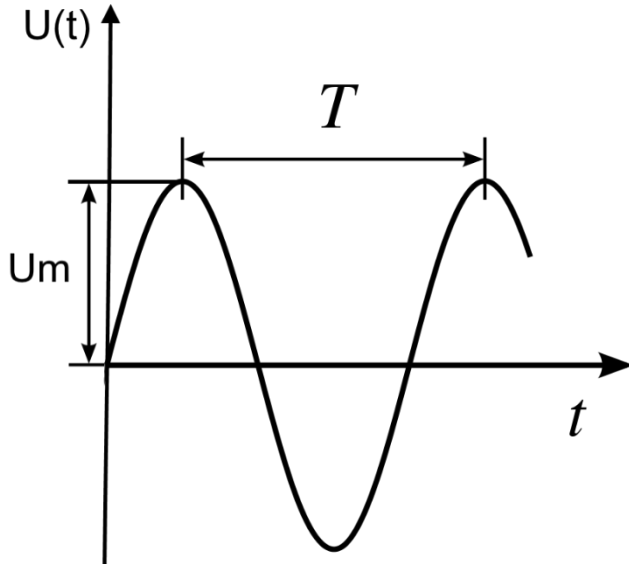
4. إشارة أسنان المنشار

## خصائص الإشارة الدورية

الموجة: هي المسار الذي يرسمه الجهد\التيار بدلالة الزمن أو الزاوية.

نأخذ إشارة الجيب كمثال من أجل توضيح خصائص الإشارات الدورية. نلاحظ أن الخصائص التالية

تنطبق على التيار والجهد على حد سواء.



•  $(U_m, U_{max})$ : تنوפת האות - ارتفاع

الموجه أو القيمة القصوى للجهد

•  $(U_{pp})$ : القيمة من أعلى القمة الى

أسفل القاع وتساوي ضعف قيمة

ارتفاع لأن الموجه متماثلة بالنسبة

للمحورين  $U_{pp} = 2U_m$

•  $(U_{eff})$ : ערך יעיל - القيمة الفعالة، وهو الجهد الذي يتم الاستفادة منه فعليا من الإشارة ويتم

اشتقاق قيمته من معنى القيمة الفعالة وهي الجذر التربيعي لمربع متوسط القيم (RMS:

(Root Mean Square Value

$$U_{eff} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

•  $(T)$ : זמן המחזור - الزمن الدوري للإشارة، وهي الفترة الزمنية اللازمة من اجل تكرار الإشارة،

وتقاس بالثانية.

•  $(f)$ : תדר - تردد الإشارة، وهي عدد مرات تكرار الإشارة خلال ثانية واحدة. وهي مقلوب الزمن

الدوري. وتقاس بوحدة الهرتز [Hz].

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

•  $(\omega)$ : תדר זוויתי - التردد الزاوي للإشارة، وهي عدد مرات دوران زاوية الإشارة خلال ثانية

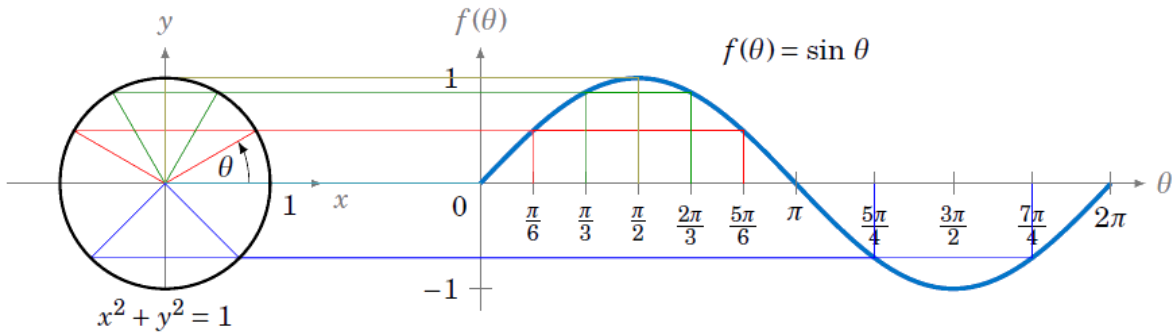
واحدة.

$$\omega = 2\pi f \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

## دائرة الوحدة وإشارة الجيب:

بالإمكان قياس الزاوية بنظام الدرجات أو بالنظام الدوري. الحلقة الواحدة تمثل 360 درجة. أما في النظام الدوري الذي ينطلق من دائرة الوحدة ذات نصف القطر الذي يساوي واحد، فإن الحلقة تمثل  $(2\pi)$ .

يظهر في الرسم التالي العلاقة بين شكل الإشارة بالنسبة للزمن والتغير الذي يطرأ على الزاوية.



الرسم الى اليمين يمثل التردد بالنسبة للزمن، أما الرسم الى اليسار فيمثل التردد بالنسبة للزاوية.

الشكل العام لمعادلة الجيب:

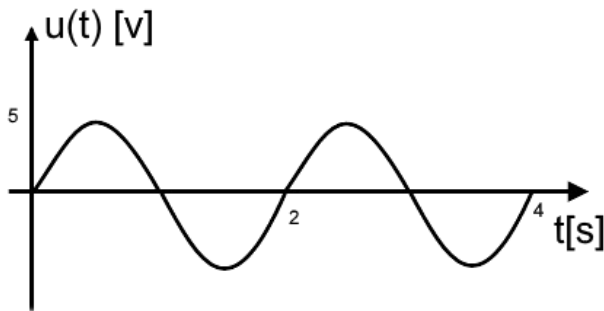
$$u(t) = U_m \sin(2\pi f t + \alpha)$$

$\alpha$ : زاوية بدء الإشارة (الإزاحة على المحور الأفقي) وتسمى كذلك زاوية الطور.

أمثلة:

1. نوجد خصائص الإشارات التالية:

أ.



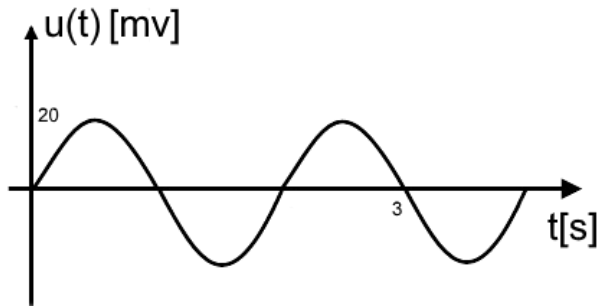
$$U_m = 5V, T = 2s$$

$$U_{eff} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3.54V, f = \frac{1}{2} = 0.5Hz$$

$$\omega = 2\pi \cdot 0.5 = \pi \text{ rad/s}$$

$$u(t) = 5\sin(\pi t)[V]$$

ب.



$$U_m = 20mV, T = 2s$$

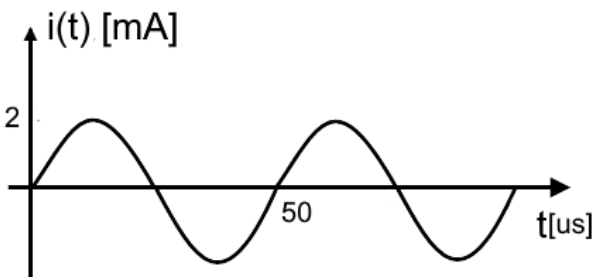
$$U_{eff} = \frac{20m}{\sqrt{2}} = 14.14mV$$

$$f = \frac{1}{2} = 0.5Hz$$

$$\omega = 2\pi \cdot 0.5 = \pi \text{ rad/s}$$

$$u(t) = 20\sin(\pi t)[mV]$$

ج.



$$I_m = 2mA, T = 50\mu s$$

$$I_{eff} = \frac{2m}{\sqrt{2}} = 1.41mA$$

$$f = \frac{1}{50\mu} = 20kHz$$

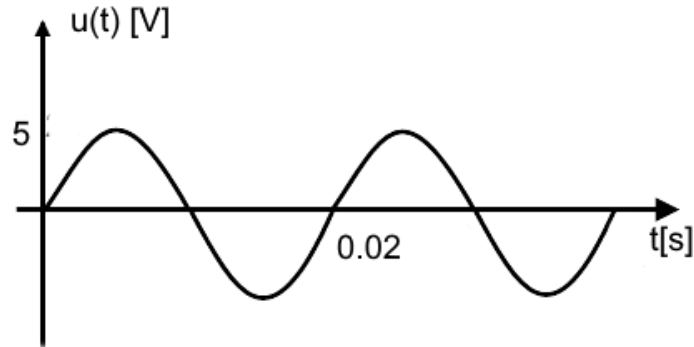
$$\omega = 2\pi \cdot 20k = 40\pi k \text{ rad/s}$$

$$i(t) = 2\sin(40\pi kt)[mA]$$

2. نحدد خصائص الإشارة ونرسمها للمعادلات التالية:

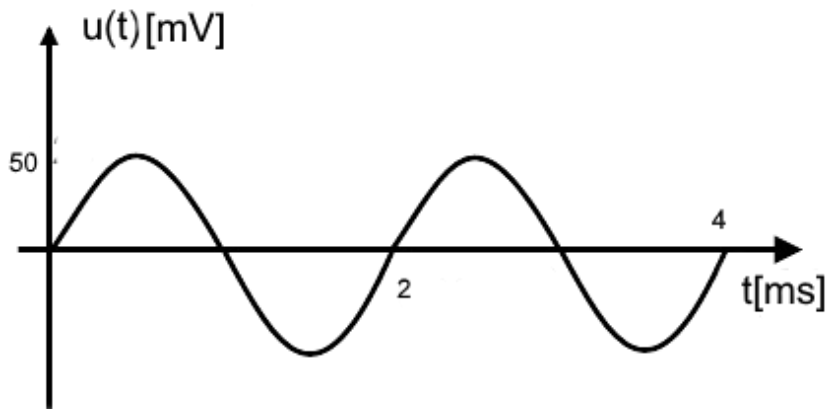
أ.  $u(t) = 5 \sin(314t) [V]$

$$U_m = 5V, f = \frac{314}{2\pi} = 50Hz, T = \frac{1}{50} = 0.02s$$



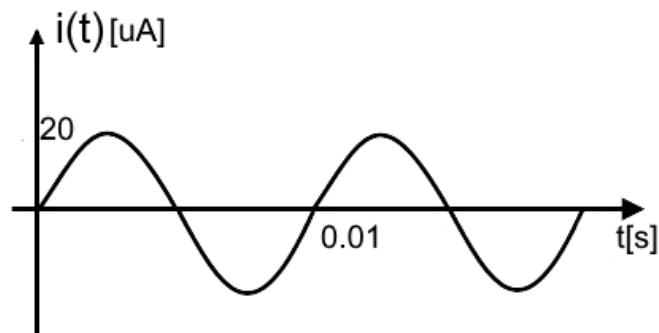
ب.  $u(t) = 50 \sin(1000\pi t) [mV]$

$$U_m = 50mV, f = \frac{1000\pi}{2\pi} = 500Hz, T = \frac{1}{500} = 0.002 = 2ms$$



ج.  $i(t) = 20 \sin(628t) [\mu A]$

$$I_m = 20\mu A, f = \frac{628}{2\pi} = 100Hz, T = \frac{1}{100} = 0.01s$$

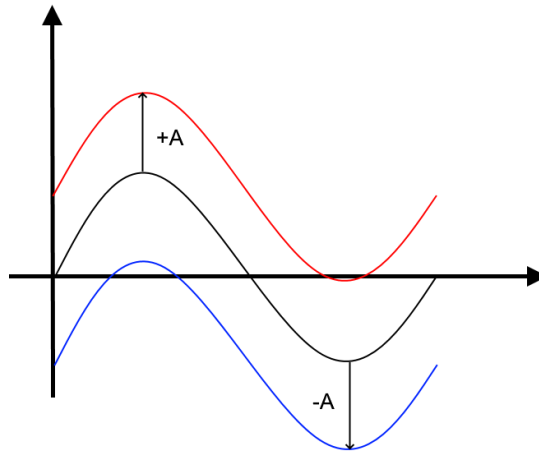


## الإزاحة في إشارة الجيب:

**الإزاحة العمودية:** ولما كانت إشارة الجيب تمثل الجهد الكهربائي، فإن الجهد في بعض الدوائر الإلكترونية يكون مركبا من جهد ثابت يتم تمثيله برقم (A) وجهد متناوب يتم تمثيله بإشارة الجيب. مما يؤدي الى إزاحة على محور (y). وتصبح المعادلة كما يلي:

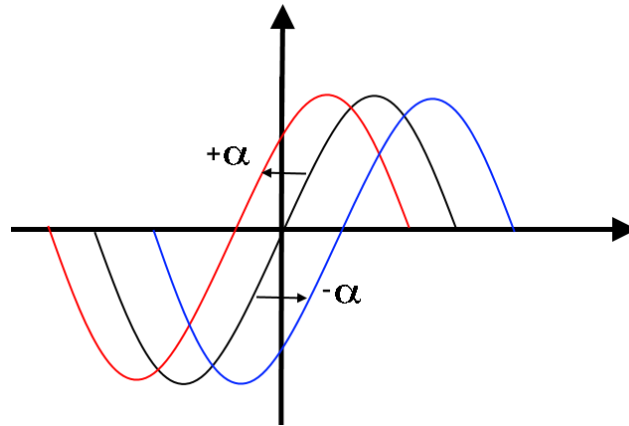
$$u(t) = U_m \sin \sin (2\pi ft) + A$$

في حال كون الثابت (A) موجبا ترتفع الموجه عن المحور (x) الى الأعلى، أم إذا كان سالبا فتتخفض الموجه عن المحور (x) الى الأسفل. كما يظهر في الرسم التالي:



**الإزاحة الأفقية:** نتيجة لوجود المكثف أو الملف في الدائرة الكهربائية، يحدث إزاحة على محور (x) وتتأخر أو تتقدم إشارة التيار عن إشارة الجهد. كما يظهر في المعادلة التالية:

$$u(t) = U_m \sin \sin(2\pi ft + \alpha)$$

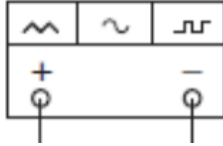


## تحليل دوائر التيار المتناوب

تعريف: يكون التيار متناوباً\متردداً إذا تغير اتجاهه وقيمته بصورة دورية منتظمة مع الزمن، بحيث يمر في كل حلقة في نفس التغيرات التي مر بها في الحلقة السابقة. ويكون التيار المتناوب على شكل إشارة جيبية.

### جهاز توليد الجهد المتناوب في الدائرة الكهربائية:

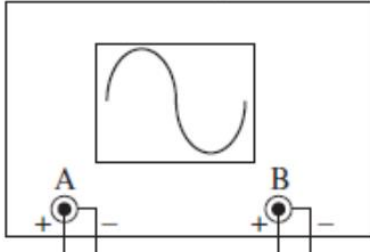
#### מחולל אותות



مولد الإشارة - מחולל (signal generator): يتم استخدامه في المختبر لتوليد إشارة جهد متناوب ويتم توصيله بالدائرة على غرار مصدر الجهد.

### جهاز قراءة ورسم الجهد المتناوب في الدائرة الكهربائية:

#### משקף תנודות

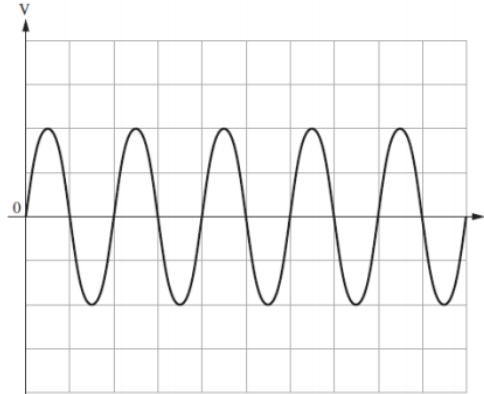


من أجل قراءة إشارة الجيب (الجهد) في الدائرة، نستخدم مسبار الإشارة \ الذبذبات - משקף (oscilloscope)، ونربطه مع الدائرة على غرار عداد الجهد على التوازي مع العناصر المراد قراءة فرق الجهد حولها.

ولقراءة البيانات من شاشة مسبار الإشارة، نضرب عدد المربعات بقيمة كل مربع.

- قيمة كل مربع على المحور (y) للجهد تُسمى (Volts/Div)
- قيمة كل مربع على المحور (x) للزمن تُسمى (Time/Div)

مثال: الصورة التالية تمثل شاشة مسبار الإشارة، والذي فيه: Volts/Div=5v, Time/Div=10ms



نحسب:

1. الزمن الدوري (T)، والقيمة العليا للجهد ( $U_m$ )

$$T = 2 \times 10\text{ms} = 20\text{ms}$$

$$U_m = 2 \times 5\text{v} = 10\text{v}$$

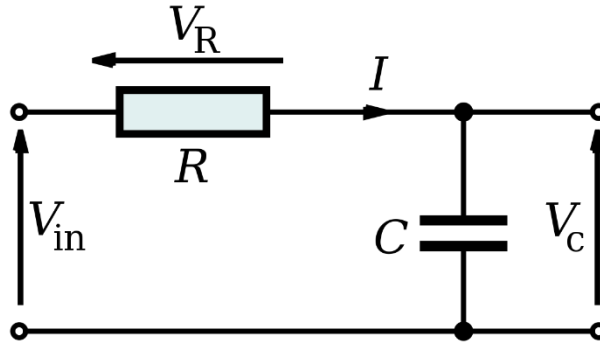
2. التردد (f)، والجهد الفعال ( $U_{eff}$ )

$$f = 1/T = 1/20\text{m} = 50\text{ Hz}$$

$$U_{eff} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7.07\text{v}$$

أما فيما يتعلق بعداد التيار أو الجهد في دوائر التيار المتناوب، فإنه يربط كالمعتاد وقياس التيار أو الجهد الفعال (Effective). وأي رقم يكون موجود في المعطيات يكون قيمة فعالة (Effective) ما لم يُذكر غير ذلك.

## دائرة مكثف ومقاومة على التوالي (RC Series)

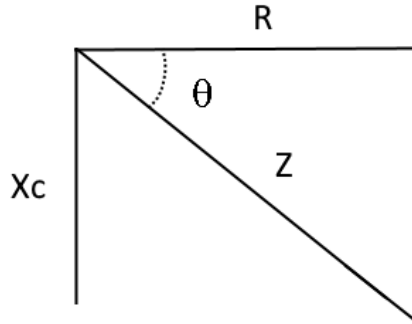


يتصرف المكثف في دوائر التيار المتناوب كمقاومة، وتسمى مُفاعلة سَعَوِيَّة أو ممانعة لتمييزها عن المقاومة المعتادة ويرمز له بـ  $(X_c)$ . وتكون العلاقة بين سعة المكثف وممانعته كما يلي:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c}$$

(f): هو تردد مصدر الجهد.

لا يمكن الجمع جبريا بين قيم كل من المقاومة والممانعة بسبب وجود اختلاف في الاتجاه (الزاوية) كما يظهر في مثلث الممانعة (משולש המمانعة) التالي:



كما يظهر في الرسم فإن زاوية المقاومة تساوي صفرا، وإن زاوية ممانعة المكثف  $(X_c)$  تساوي  $-90^\circ$ ، وإن زاوية الممانعة الكلية تساوي ثيتا  $(\theta)$  والتي تسمى أيضا زاوية الطور.

وفيما يلي النسب المثلثية لمثلث الممانعة:

$$\cos(\theta) = \frac{R}{Z}$$

$$\sin(\theta) = \frac{X}{Z}$$

$$\tan(\theta) = \frac{X}{R}$$

ويسمى جيب التمام بمعامل القدرة (מקדם ההספק)  $\cos(\theta) = \frac{R}{Z}$

ولإيجاد الممانعة الكلية نستخدم قانون فيثاغورس كما يلي:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

(Z): ممانعة الدائرة

(Xc): ممانعة المكثف

التيار المار في الدائرة هو نفسه، لأنها دائرة توالي.

$$I = I_R = I_X$$

كما تم تطبيق قانون فيثاغورس على الممانعة، نطبق القانون على الجهد كما يظهر في العلاقة التالية:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_X^2}$$

وفيما يلي النسب المثلثية لمخطط الجهود:

$$\cos(\theta) = \frac{U_R}{U}$$

$$\sin(\theta) = \frac{U_X}{U}$$

$$\tan(\theta) = \frac{U_X}{U_R}$$

وينطبق قانون أوم على العلاقة بين التيار والجهد والممانعة لكل واحد من عناصر الدائرة، كما يلي:

$$U = I \cdot Z$$

$$U_R = I \cdot R$$

$$U_{Xc} = I \cdot X_c$$

جميع القيم الكهربائية لديها قيمة رقمية ولديها زاوية، ونفترض أن زاوية تيار المصدر تساوي صفراً ما لم يذكر غير ذلك. وزاوية الجهد تساوي نفس زاوية الممانعة.

ولحساب الزوايا، نجمعها عند الضرب ونطرحها عند القسمة:

$$\theta_V = \theta_Z + \theta_I$$

ملاحظة: يسبق التيار الجهد في دائرة RC، لأن زاوية الممانعة سالبة.

## مثلث القدرة – משולש הספקים:

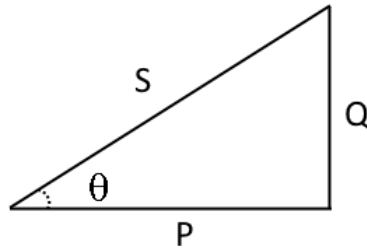
ينطبق قانون القدرة السابق على دائرة التوالي لمكثف ومقاومة. ويرمز لقدرة المقاومة بـ (P) وتقاس بوحدة الواط. أما قدرة المكثف فيرمز لها بـ (Q) والقدرة الكلية برمز لها بـ (S) وتقاس بوحدة الفولت أمبير (VA).

$$S = U \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$Q = I^2 \cdot X_c$$

وفيما يلي مثلث القدرة:



وفيما يلي النسب المثلثية لمثلث القدرة:

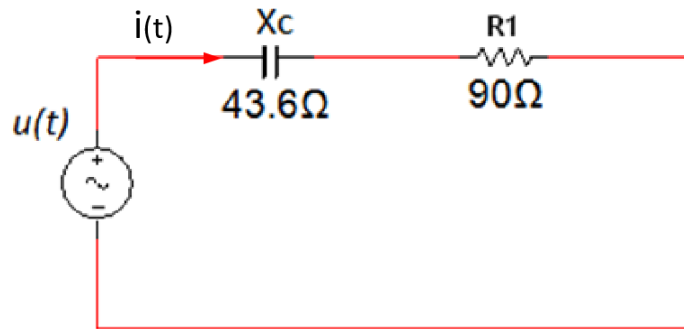
$$\cos(\theta) = \frac{P}{S}$$

$$\sin(\theta) = \frac{Q}{S}$$

$$\tan(\theta) = \frac{Q}{P}$$

مثال: في الشكل التالي مُعطى دائرة كهربائية. التيار الكلي في الدائرة الكهربائية هو:

$$i(t) = 50 \cdot \sin \sin (1000 \cdot \pi \cdot t) [mA]$$



أ. احسب ممانعة الدائرة (لعكבת המעגל) قيمة وزاوية.

ب. ارسم مثلث الممانعة (משולש העכבות).

ج. احسب الجهد الفعال (המתח היעיל) لمصدر الطاقة قيمة وزاوية.

د. احسب الجهد على المكثف واكتبه على هيئة دالة بدلالة الزمن كما يلي:

$$u_c(t) = U_{c \text{ MAX}} \sin \sin (\omega t + \alpha)$$

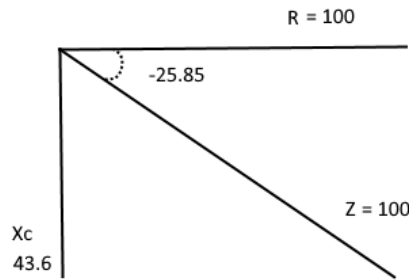
الحل:

أ.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{90^2 + 43.6^2} = 100 \text{ ohm}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{X_c}{R} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{43.6}{90} \right) = 25.85^\circ$$

ب.



ج.

$$U_{eff} = I_{eff} \cdot Z = \frac{50m}{\sqrt{2}} \cdot 100 = 3.54v$$

$$\theta_U = \theta_I + \theta_Z = 0 + -25.85 = -25.85^\circ$$

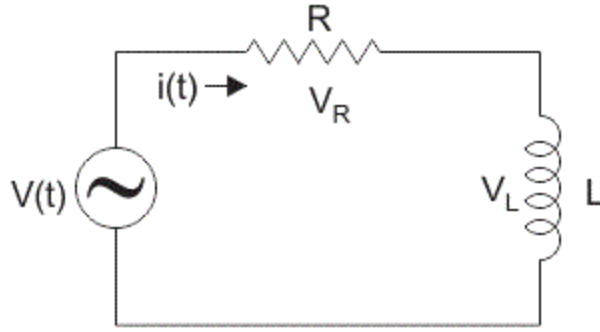
د.

$$U_{c \text{ MAX}} = I_m \cdot X_c = 50m \cdot 43.6 = 2.18v$$

$$\theta_{U_c} = \theta_I + \theta_{X_c} = 0 - 90 = -90^\circ$$

$$u_c(t) = U_{c \text{ MAX}} \sin(\omega t + \theta_{U_c}) = 2.18 \sin(1000\pi t - 90^\circ)[v]$$

## دائرة ملف ومقاومة على التوالي (RL Series)

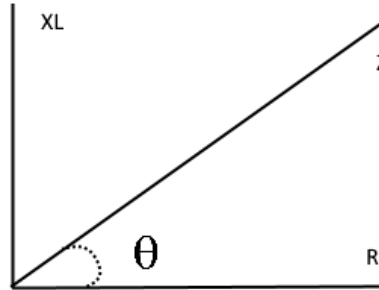


يتصرف الملف في دوائر التيار المتناوب كمقاومة، وتسمى مُمانعة أو مُفاعلة حثية لتمييزها عن المقاومة المعتادة ويرمز له بـ  $(X_L)$ . وتكون العلاقة بين الحث للملف وممانعته كما يلي:

$$X_L = 2\pi f L$$

(f): هو تردد مصدر الجهد.

لا يمكن الجمع جبريا بين قيم كل من المقاومة والممانعة بسبب وجود اختلاف في الاتجاه (الزاوية) كما يظهر في مثلث الممانعة (משולש המمانعة) التالي:



كما يظهر في الرسم فإن زاوية المقاومة تساوي صفرا، وإن زاوية ممانعة المكثف  $(X_L)$  تساوي 90، وإن زاوية الممانعة الكلية تساوي ثيتا  $(\theta)$  والتي تسمى أيضا زاوية الطور.

وفيما يلي النسب المثلثية لمثلث الممانعة:

$$\cos(\theta) = \frac{R}{Z}$$

$$\sin(\theta) = \frac{X}{Z}$$

$$\tan(\theta) = \frac{X}{R}$$

ويسمى جيب التمام بمعامل القدرة (מקדם ההספק)  $\cos(\theta) = \frac{R}{Z}$

ولإيجاد الممانعة الكلية نستخدم قانون فيثاغورس كما يلي:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

(Z): ممانعة الدائرة

(X<sub>L</sub>): مُفاعلة \ ممانعة الملف

التيار المار في الدائرة هو نفسه، لأنها دائرة توالي.

$$I = I_R = I_X$$

كما تم تطبيق قانون فيثاغورس على الممانعة، نطبق القانون على الجهد كما يظهر في العلاقة التالية:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_X^2}$$

ويمكن حساب النسب المثلثية باستخدام قيم الجهود:

$$\cos(\theta) = \frac{U_R}{U_Z}$$

$$\sin(\theta) = \frac{U_X}{U_Z}$$

$$\tan(\theta) = \frac{U_X}{U_R}$$

وينطبق قانون أوم على العلاقة بين التيار والجهد والممانعة لكل واحد من عناصر الدائرة، كما يلي:

$$U = I \cdot Z$$

$$U_R = I \cdot R$$

$$U_{XL} = I \cdot X_L$$

جميع القيم الكهربائية لديها قيمة رقمية ولديها زاوية، ونفترض أن زاوية جهد المصدر تساوي صفر ما لم يذكر غير ذلك.

ولحساب الزوايا، نجعلها عند الضرب ونطرحها عند القسمة:

$$\theta_V = \theta_Z + \theta_I$$

ملاحظة: يتأخر التيار عن الجهد في دائرة RL، لأن زاوية الممانعة موجبة.

مثلث القدرة:

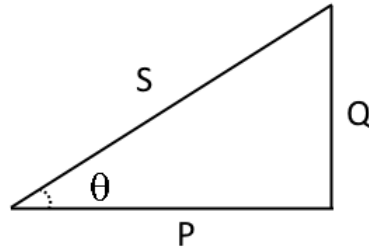
ينطبق قانون القدرة السابق على دائرة التوالي لملف ومقاومة. ويرمز لقدرة المقاومة بـ (P) وتقاس بوحدة الواط. أما قدرة المكثف فيرمز لها بـ (Q) والقدرة الكلية برمز لها بـ (S) وتقاس بوحدة الفولت أمبير (VA).

$$S = U \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$Q = I^2 \cdot X_L$$

وفيما يلي مثلث القدرة:



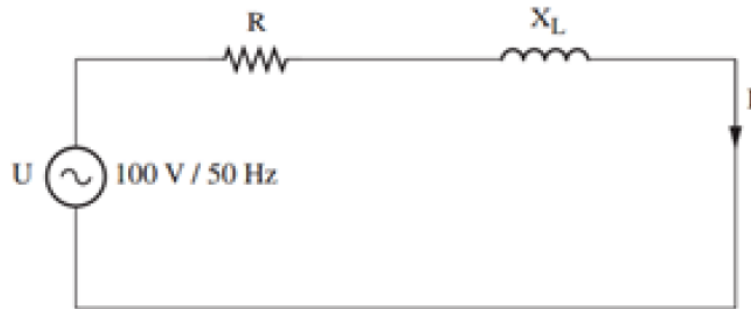
وفيما يلي النسب المثلثية لمثلث القدرة:

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

$$\sin(\theta) = \frac{Q}{S}$$

$$\tan(\theta) = \frac{Q}{P}$$

مثال: في الشكل التالي مُعطى دائرة تيار متناوب (AC). قيمة التيار I في الدائرة هي A2، وزاوية الطور (فرق الزاوية) بين الجهد والتيار هي 30°.



- أ. احسب قيمة المقاومة وقيمة مفاعلة الملف (היגב הסליל).
- ب. احسب قيمة الحث للملف (השראות הסליל).
- ج. احسب قيم القدرة لمكونات الدائرة وارسم مثلث القدرة للدائرة.
- د. نرغب بتقليل التيار الى النصف، دون تغيير النسبة بين الجهد والتيار. ما هو التغيير اللازم للدائرة؟

الحل:

أ.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{2} = 50\Omega$$

$$R = Z \cdot \cos \cos(\theta) = 50 \cdot \cos \cos(30) = 43.3\Omega$$

$$X_L = Z \cdot \sin \sin(\theta) = 50 \cdot \sin \sin(30) = 25\Omega$$

ب.

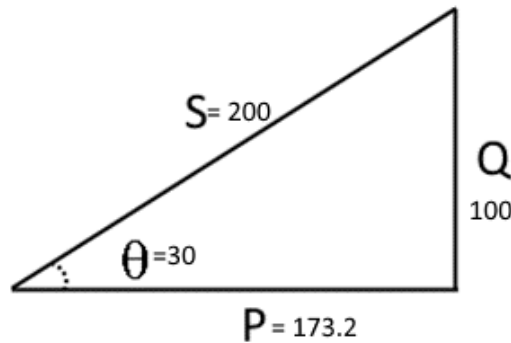
$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{25}{2\pi \cdot 50} = 0.08H$$

ج.

$$S = U \cdot I = 100 \cdot 2 = 200VA$$

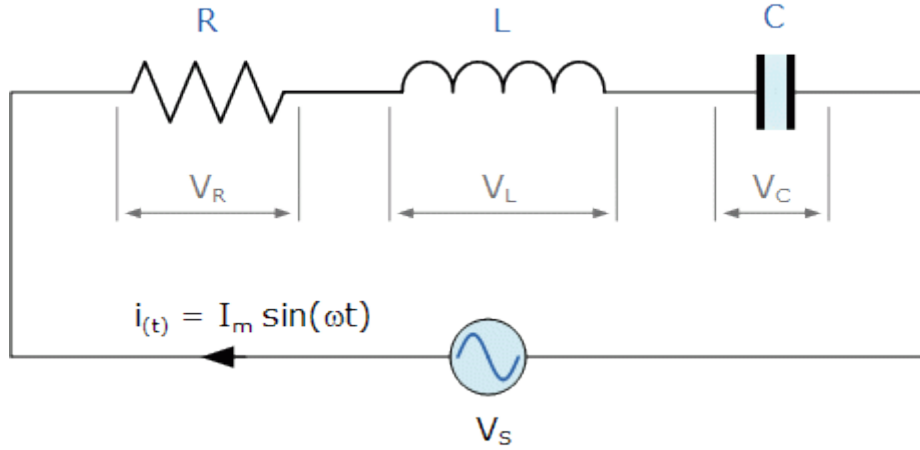
$$P = I^2 \cdot R = 2^2 \cdot 43.3 = 173.2W$$

$$Q = I^2 \cdot X_L = 2^2 \cdot 25 = 100VA$$



د. النسبة بين التيار والجهد هي الممانعة، لذلك من أجل تقليل التيار الى النصف نقوم بتقليل جهد المصدر إلى النصف ليصبح 50 فولت.

### دائرة مكثف وملف ومقاومة على التوالي (RLC Series)



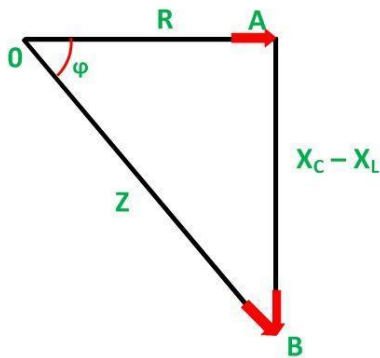
يتم التعامل مع دائرة توالي مكثف وملف ومقاومة على غرار الدوائر السابقة، مع أخذ محصلة ممانعة المكثف والملف في جميع المعادلات السابقة. كما يلي:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

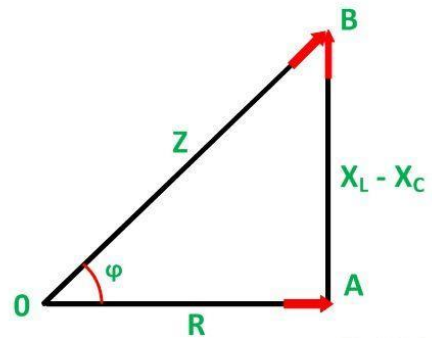
$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L - V_C)^2}$$

أما بخصوص مثلث الممانعة فيكون كما يلي:

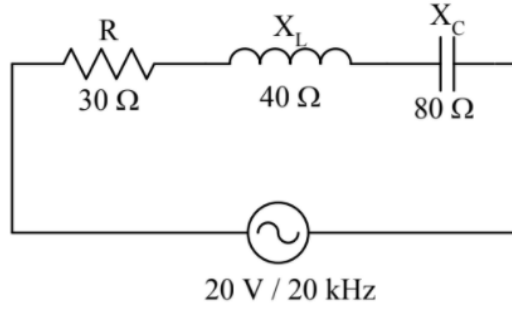
في حال ممانعة المكثف أكبر من ممانعة الملف



في حال ممانعة الملف أكبر من ممانعة المكثف



مثال: في الرسمة التالية مخطط دائرة مكثف وملف ومقاومة على التوالي:



أ. نحسب سعة المكثف وقيمة الحث للملف

ب. نوجد الممانعة الكلية للدائرة، قيمة وزاوية

ج. نوجد التيار الفعال في الدائرة، قيمة وزاوية

د. نحسب الجهد على الملف، قيمة وزاوية

الحل:

أ.

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{40}{2\pi \cdot 20k} = 0.318mH$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 20k \cdot 80} = 99.47nF$$

ب.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{30^2 + (40 - 80)^2} = 50\Omega$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-40}{30}\right) = -53.13^\circ$$

نلاحظ أن الزاوية سالبة لأن ممانعة المكثف أكبر من ممانعة الملف.

ج.

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{20}{50} = 0.4A$$

$$\theta_I = 0^\circ$$

د.

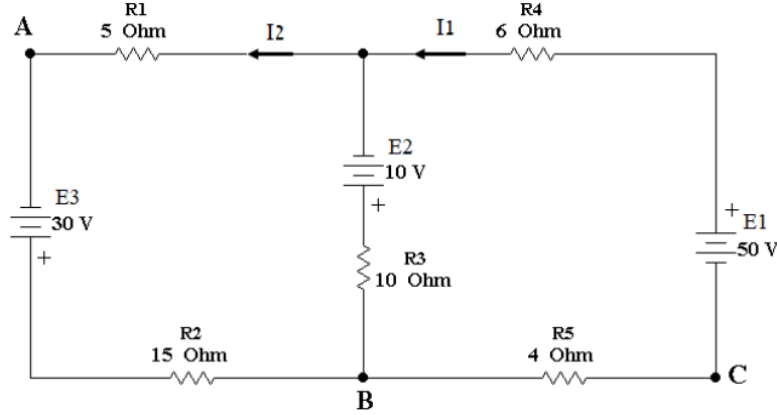
$$U_L = I \cdot X_L = 0.4 \cdot 40 = 16v$$

$$\theta_{U_L} = \theta_I + \theta_{X_L} = 0 + 90 = 90^\circ$$

## أسئلة إثرائية

هنا نجد أسئلة حديثة لما بعد عام 2019.

1. في الرسم التالية يوجد دائرة كهربائية.



أ. نحسب قيم التيارات  $I_1$  و  $I_2$  في الدائرة.

ب. نحسب الجهد بين النقطتين A و C.

ج. نفصل المقاومة  $R_3$ . ثم نحسب الجهد بين النقطتين A و B.

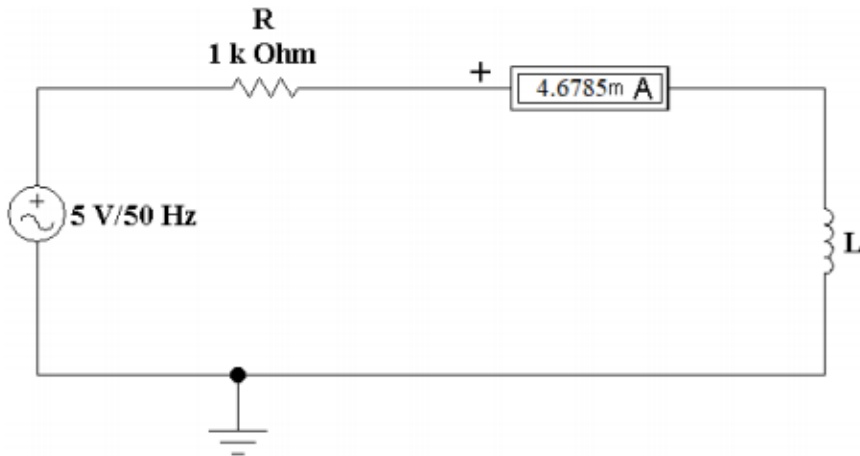
د. يتوفر لدينا عداد جهد وعداد تيار، نرسم الدائرة في دفتر الإجابة ونُضيف عداد الجهد من أجل

قياس جهد المقاومة  $R_3$  وعداد التيار من أجل قياس التيار المار في المقاومة  $R_2$ . ونكتب

بجانب كل عداد القياس الخاص به. نحدد قطبية كل من العدادين.

الإجابات: أ.  $I_1=4A$ ,  $I_2=2A$ . ب.  $U_{AC}=16V$ . ج.  $U_{AB}=10V$ .

2. في الرسم التالية يوجد دائرة كهربائية. يوجد في الدائرة عداد تيار قراءته mA4.6785.



أ. نحسب ممانعة الدائرة، قيمة وزاوية.

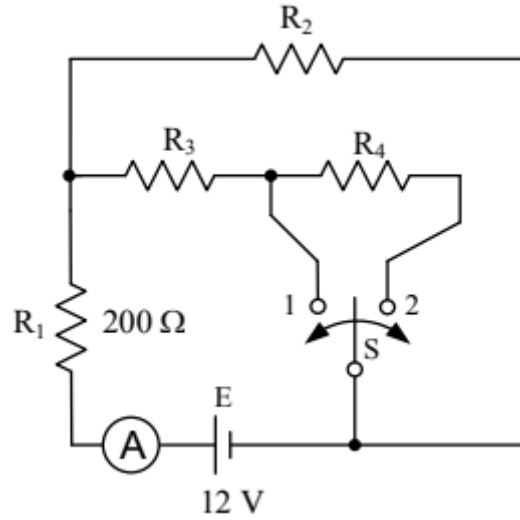
ب. نحسب حث الملف L.

- ج. لدينا عدادات قياس، نرسم الدائرة في دفتر الإجابة ونضيف العدادات من أجل قياس كل من الجهد حول المقاومة وحول الملف. نكتب قراءة كل جهاز.
- د. فسر ماذا يحدث لجهد المقاومة في حال زيادة تردد المصدر؟ فسر إجابتك.

الإجابات: أ.  $Z=1069\Omega$ ,  $\phi=22.95^\circ$ , ب.  $L=1.2H$ , ج.  $U_L=1.764V$ ,  $U_R=4.6785V$

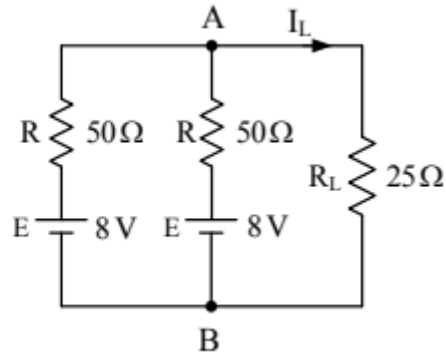
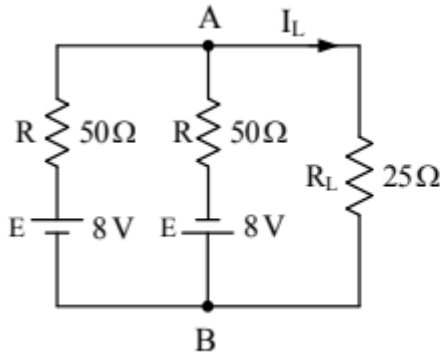
د. يزيد التردد، تزيد مفاعلة الملف، يقل التيار، فيقل جهد المقاومة

3. في الرسمة التالية دائرة كهربائية تحتوي مفتاح S، لديه ثلاث حالات. المنتصف، والحالة 1 والحالة 2. كما ويوجد عداد تيار قراءته mA24.



- أ. نحسب قيمة المقاومة  $R_2$ .
- ب. عندما يكون المفتاح عند النقطة 1، تكون قراءة التيار mA30، نحسب قيمة المقاومة  $R_3$ .
- ج. مُعطى أن  $R_3=R_4$ ، وأن المفتاح عند النقطة 2. في هذه الحالة، هل تزيد قراءة عداد التيار أم تقل أو لا تتغير؟ فسر إجابتك.
- د. عند أي حالة للمفتاح تكون قدرة المستهلكة في الدائرة أقل ما يكون؟ فسر إجابتك.
- الإجابات: أ.  $R_2=300\Omega$ ، ب.  $R_3=600\Omega$ ، ج. تقل قراءة التيار لتصبح  $I=27mA$ ، د. عندما يكون المفتاح في المنتصف يكون أقل تيار كلي وبذلك تكون أقل قدرة.

4. في الدوائر التالية، نوجد:



أ. التيار  $I_L$

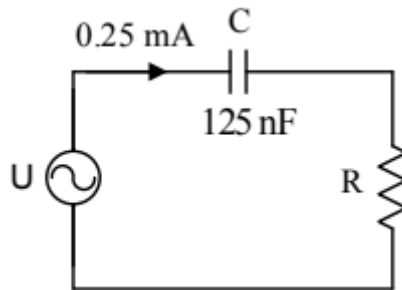
ب. الجهد  $U_{AB}$

ج. قدرة كل واحد من مصادر الطاقة.

الإجابات: (الدائرة الأولى)  $I=0.08A$ ,  $I_L=0.16A$ ,  $U_{AB}=4V$ ,  $P=0.64W$

(الدائرة الثانية)  $I=0.16A$ ,  $I_L=0A$ ,  $U_{AB}=0V$ ,  $P=1.28W$

5. في الرسم التالية دائرة كهربائية تعمل على تيار متناوب تردده  $f=318.3Hz$ . جهد المقاومة هو  $2V$ ، والتيار المار في الدائرة هو  $0.25mA$ .



أ. نحسب ممانعة المكثف

ب. نحسب جهد المصدر

ج. نرسم دورتين لإشارة جهد المقاومة. ونحدد في الرسم الزمن الدوري والقيمة العليا والصغرى للجهد.

د. نبدل المكثف بمقاومة لها قيمة تساوي قيمة ممانعة المكثف التي تم ايجادها في الفرع أ.

هل في هذه الحالة تزداد\تقل\لا تتغير قيمة التيار في الدائرة؟ فسر اجابتك.

الإجابات: أ.  $X_C=4k\Omega$ ,  $R=8k\Omega$ ,  $U=\sqrt{5}V$ , د. تزداد المقاومة الكلية فيقل التيار.  $R_T=12K\Omega$

6. في الدائرة التالية يوجد مفتاح كهربائي مفتوح.

أ. نحسب قيمة المقاومة الكلية  $R_T$

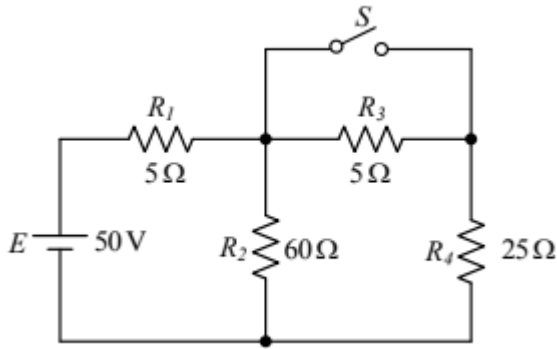
ب. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_4$

ج. نرغب بقياس شدة التيار المار في المقاومة

$R_2$ . ننسخ الدائرة الى دفتر الإجابة ونرسم

الجهاز المناسب ونحدد أقطابه.

نغلق المفتاح S.



د. هل تزداد\تقل\لا تتغير قيمة المقاومة الكلية للدائرة؟ فسر اجابتك.

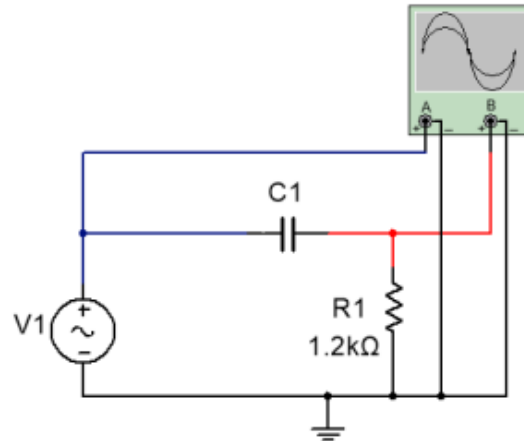
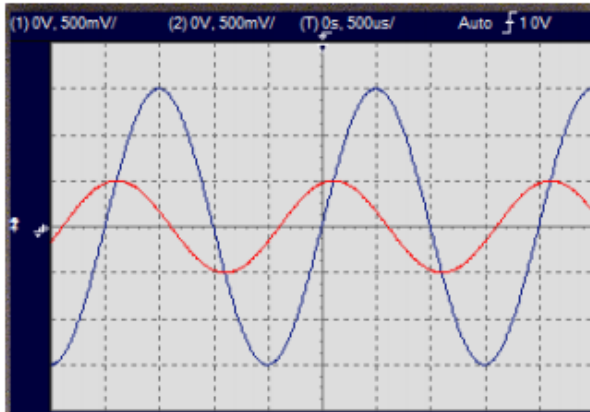
الإجابات: أ.  $R_T=25\Omega$ ، ب.  $I_4=1.33A$ ، د. تقل  $R_T=22.65\Omega$

7. في الرسمة التالية دائرة تيار متناوب تحتوي على مسبار ذبذبات. ويظهر كذلك قيمة كل مربع

على كل من المحورين.

Volt/div = 500 mV/div

Time/div = 500 μs/div



أ. ما هو التردد الذي تعمل عليه الدائرة.

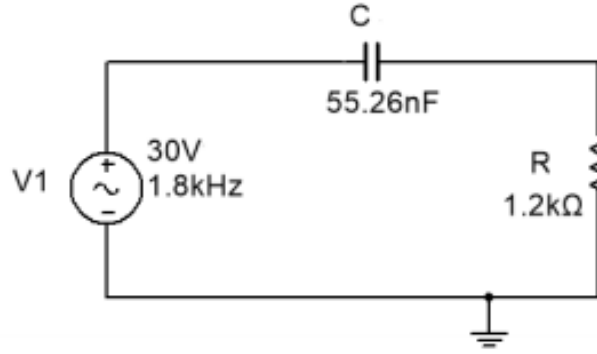
ب. ما هي شدة التيار المار في الدائرة (القيمة الفعالة).

ج. نحسب الجهد على المكثف (القيمة الفعالة).

د. نحسب سعة المكثف.

الإجابات: أ.  $f=500Hz$ ، ب.  $I_{eff}=0.295mA$ ، ج.  $U_{Ceff}=1V$ ، د.  $X_c=3.39k\Omega$ ,  $C=93.9nf$

8. في الرسمة التالية، مُعطى دائرة كهربائية تعمل بالتيار المتناوب.



أ. نحسب ممانعة الدائرة (قيمة وزاوية).

ب. نحسب الجهد على المقاومة (قيمة وزاوية).

ج. تغير تردد المصدر ليُصبح 3.2 KHz، نحسب كم يكبر أو يصغر التيار في الدائرة.

د. نحسب النسبة بين الجهد  $\frac{V_C}{V_R}$  لكل من الترددين 1.8 KHz , 3.2 KHz

الإجابات: أ.  $\theta = -53^\circ$ ,  $Z = 2000\Omega$ , ب.  $I = 15\text{mA}$ ,  $\theta_{UR} = 0^\circ$ ,  $U_R = 18\text{V}$ , ج.  $I = 20\text{mA}$ , د. يكبر التيار،

عند التردد  $f = 1.8\text{KHz}$  تكون النسبة  $\frac{U_C}{U_R} = \frac{24}{18}$ ، عند التردد  $f = 3.2\text{KHz}$  تكون النسبة  $\frac{U_C}{U_R} = \frac{18}{24}$ ،

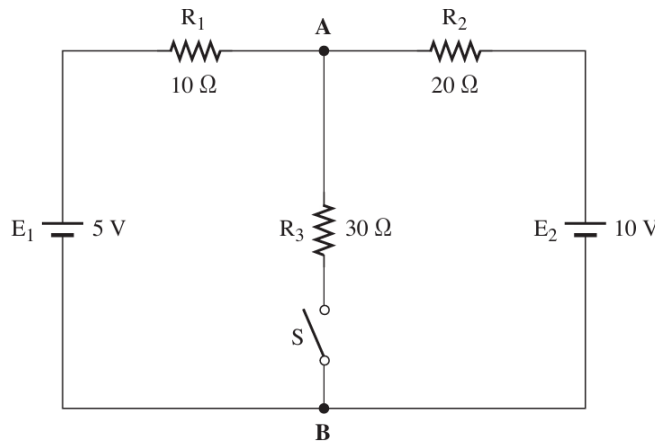
## أسئلة البجروت

في هذا القسم تجد قائمة بأسئلة البجروت حسب خطة التعليم الجديدة للامتحان 815381 منذ عام 2016، لمادة نظرية الكهرباء بشقيها دوائر التيار الثابت و دوائر التيار المتناوب. بالإضافة الى الأسئلة ذات العلاقة من نماذج الامتحانات السابقة 845101 و 845201 و 845381.

2026

السؤال 1

يصف الرسم التوضيحي للسؤال دائرة كهربائية تعمل بتيار مباشر (DC) (752)



المفتاح S مفتوح

أ. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_1$

ب.

1. نحسب الجهد على المقاومة  $R_2$

2. نحسب فرق الجهد بين النقطتين A و B

نغلق المفتاح S

ج. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_3$

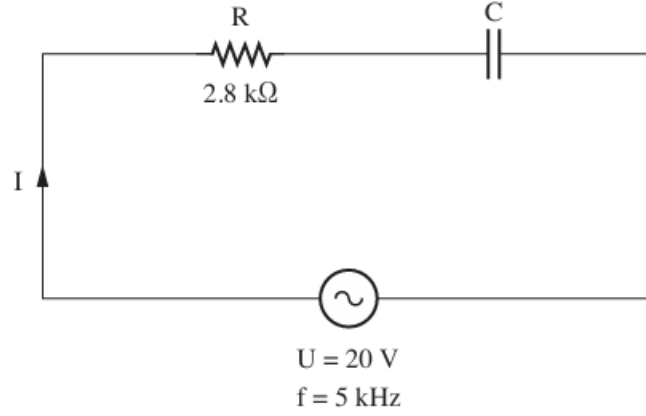
د. نحسب القدرة التي يزودها مصدر الجهد E2 للدائرة

الإجابات: أ.  $I_{R1}=167\text{mA}$ ، ب. 1.  $V_{R2}=3.33\text{V}$ ، 2.  $V_{AB}=6.67\text{V}$ ، ج.  $I_{R3}=182\text{mA}$ ، د.  $P_{E2}=2.27\text{W}$

## السؤال 2

يصف الرسم التالي دائرة تعمل بالتيار المتناوب

معطى أن الجهد الفعال (האפקטיבי) على المقاومة هو  $U_R = 5.6V$

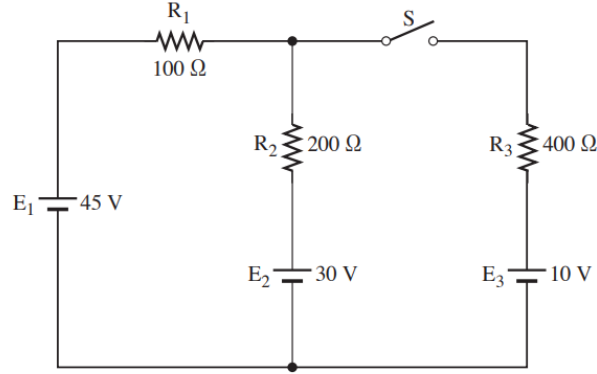


- أ. نحسب قيمة التيار الفعال (האפקטיבי)  $I$  في الدائرة  
ب. نحسب ممانعة الدائرة (עכבת המעגל)  
ج. نحسب مفاعلة المكثف ( $X_C$ ) و سعة المكثف ( $C$ )  
د. نرسم على دورتين شكل الجهد على المكثف  $u_C(t)$ ، نحدد على الرسم زمن الحلقة ( $T$ ) والجهد الأعلى/الأقصى والجهد الأقل/الأدنى على المكثف

الإجابات: أ.  $I_{eff}=2mA$ ، ب.  $Z=10k\Omega$ ، ج.  $C=3.32nF$ ،  $X_C = 9.6K\Omega$ ، د.  $U_{Cmax}=27.2V$ ،  $T=0.2mSec$

## السؤال 1

يصف الرسم التوضيحي للسؤال 1 دائرة كهربائية تعمل بتيار مباشر (זרם ישר).



المفتاح S مفتوح

أ. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_1$

ب. نحسب القدرة المستهلكة عبر المقاومة  $R_2$

نغلق المفتاح S

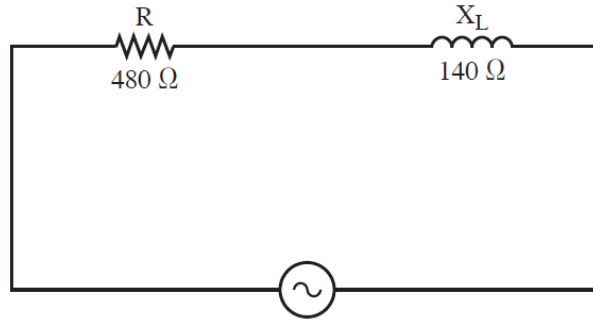
ج. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_3$

د. نحسب القدرة المستهلكة عبر المقاومة  $R_2$

الإجابات: أ.  $I_{R1}=50\text{mA}$ ، ب.  $P_{R2}=0.5\text{w}$ ، ج.  $I_{R3}=-64.2\text{mA}$ ، د.  $P_{R2}=163.5\text{mw}$

## السؤال 2

يصف الرسم التالي دائرة تعمل بالتيار المتناوب



$$u(t) = 25\sqrt{2} \cdot \sin(2000 \cdot t) [V]$$

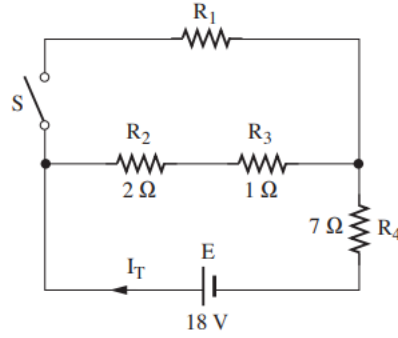
- أ. نحسب قيمة الحث للملف  $L$
- ب. نحسب ممانعة الدائرة وزاوية الطور بين جهد المصدر والتيار في الدائرة
- ج. نحسب الجهد عبر المقاومة والجهد عبر الملف
- د. نكبر تردد مصدر الجهد ثلاثة أضعاف. هل سيقول التيار في الدائرة أم سيزداد؟ برر إجابتك بالحساب

الإجابات: أ.  $L=70\text{mH}$ ، ب.  $\angle Z=16.26^\circ$ ،  $Z=500\Omega$ ، ج.  $U_L = 7V$ ،  $U_R=24V$ ، د. يقل التيار  $I_{\text{new}}=39\text{mA}$

$I_{\text{old}}=50\text{mA}$

## السؤال 1

يصف الرسم التوضيحي للسؤال 1 دائرة كهربائية تعمل بتيار مباشر (זרם ישיר).



الرسم التوضيحي للسؤال 1

المفتاح S مفتوح.

أ. (5 درجات) احسبوا التيار  $I_T$ .

ب. (5 درجات) احسبوا القدرة الإجمالية (הספק הכללי).

نُغلق المفتاح S.

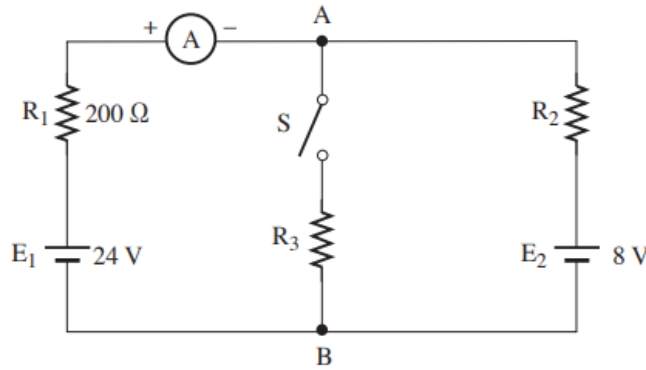
ج. (5 درجات) مُعطى أنَّ القدرة الإجمالية هي 36 W . احسبوا قيمة المُقاوم (הנגד)  $R_1$ .

د. (5 درجات) نَفْصِل (מנתקים) المُقاوم  $R_3$ . احسبوا القدرة الإجمالية.

الإجابات: أ.  $I_T = 1.8A$ ، ب.  $P = 32.4w$ ، ج.  $R_1 = 6\Omega$ ، د.  $P = 24.9w$

## السؤال 2

يصف الرسم التوضيحي للسؤال 2 دائرة كهربائية، موصول بها جهاز قياس تيار مثالي (מד זרם אידיאלי).



### الرسم التوضيحي للسؤال 2

المفتاح S مفتوح وقراءة جهاز قياس التيار (קריאת מד הזרם) هي 20 mA .

(5 درجات) أ. احسبوا قيمة المقاوم  $R_2$  (הנגד).

(5 درجات) ب. احسبوا الجهد (המתח) بين النقطتين A و B.

نُغلق المفتاح S.

مُعطى أنَّ قيمة المقاوم  $R_3$  هي 350 Ω .

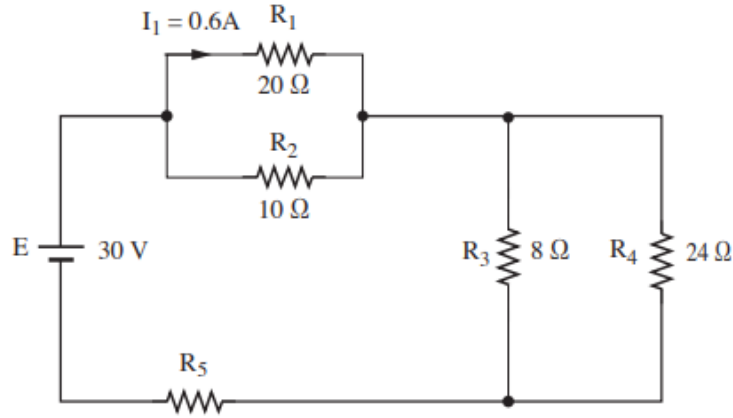
(5 درجات) ج. ماذا ستكون قراءة جهاز قياس التيار؟

(5 درجات) د. احسبوا الجهد بين النقطتين A و B.

الإجابات: أ.  $R_2=600\ \Omega$ ، ب.  $U_{AB}=20V$ ، ج.  $I_1=50mA$ ،  $I_2=10mA$ ، د.  $U_{AB}=14V$

## السؤال 1

في الرسم التوضيحي للسؤال 1 مُعطاة دائرة كهربائية. التيار (הזרם) الذي يمر في المقاوم (נגד)  $R_1$  هو  $I_1 = 0.6 \text{ A}$ .



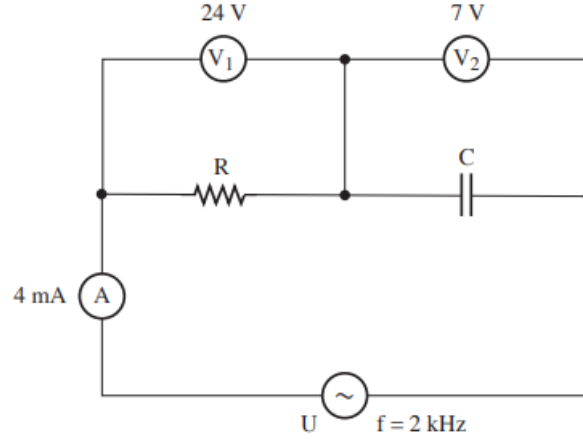
الرسم التوضيحي للسؤال 1

- (5 درجات) أ. احسبوا التيار (הזרם) الذي يزوده مصدر الجهد (מקור המתח)،  $E$ .
- (5 درجات) ب. احسبوا التيار (הזרם) الذي يمر في المقاوم  $R_3$ .
- (6 درجات) ج. احسبوا المقاومة المكافئة (ההתנגדות השקולה) للدائرة ومقاومة المقاوم  $R_5$ .
- (4 درجات) د. احسبوا القدرة الناتجة في المقاوم (ההספק המתפתח בנגד)  $R_4$ .

الإجابات: أ.  $I_T = 1.8 \text{ A}$ ، ب.  $I_3 = 1.35 \text{ A}$ ، ج.  $R_5 = 4 \Omega$ ،  $R_T = 16.67 \Omega$ ، د.  $P_{R4} = 4.86 \text{ W}$

## السؤال 2

في الرسم التوضيحي للسؤال 2 معطاة دائرة كهربائية تعمل بتيار متردد / مُتناوب (זרם חילופין). تحتوي الدائرة على مقياسي جهد مثاليين (מדדי-מתח אידיאליים)،  $V_1$  و  $V_2$ ، ومقياس تيار مثالي (מד-זרם אידיאלי). قراءات مقياسي الجهد ومقياس التيار تُظهر في الرسم التوضيحي للسؤال.



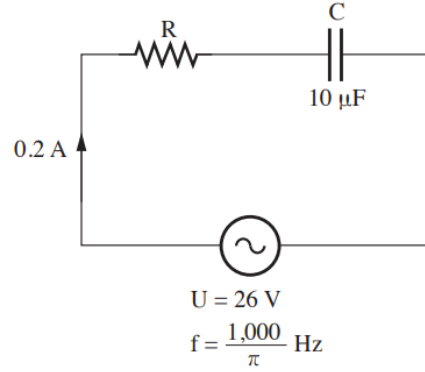
### الرسم التوضيحي للسؤال 2

- (5 درجات) أ. احسبوا زمن الدورة (זמן המחזור) والتردد الزاوي (התדירות הזוויתית) لجهد المصدر.
- (5 درجات) ب. احسبوا مقاومة المقاوم (התנגדות הנגד)  $R$ .
- (5 درجات) ج. احسبوا سعة المكثف (קיבול הקבל)  $C$ .
- (5 درجات) د. احسبوا جهد المصدر،  $U$  (قيمة ناجعة - ערך יעיל).

الإجابات: أ.  $w=12,566 \text{ rad/s}$ ،  $T=0.5\text{ms}$ ، ب.  $R=6\text{k}\Omega$ ، ج.  $C=45.5\text{nF}$ ، د.  $V_{\text{eff}}=25\text{V}$

## السؤال 4

في الرسم التوضيحي للسؤال 4 معطاة دائرة كهربائية تعمل بتيار متردد / متناوب (زرם حيلופين).



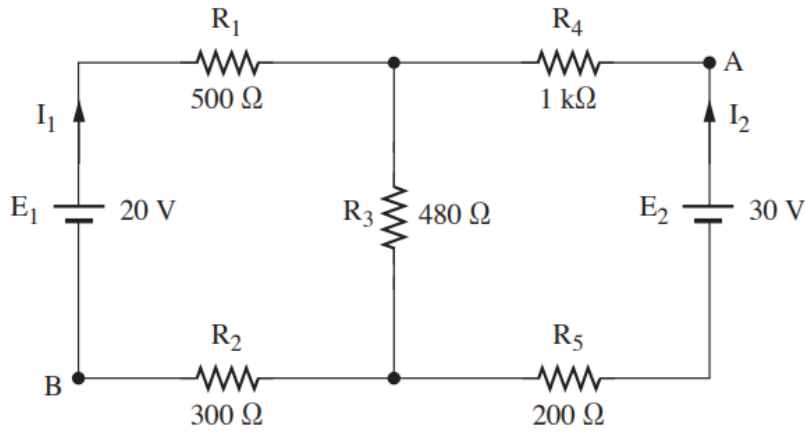
## الرسم التوضيحي للسؤال 4

- (4 درجات) أ. احسبوا مُفاعلة المُكثف (היגב הקבל),  $X_C$ .
- (5 درجات) ب. احسبوا مُمانعة الدائرة (לכבת המעגל),  $Z$ .
- (5 درجات) ج. احسبوا مُقاومة (התנגדות) المُقاوم  $R$ .
- (6 درجات) د. ارسموا دورَّتَيْن (שני מחזורים) لجهد المصدر،  $U$ ، وبَيِّنوا على الرسم القيمة القصوى للجهد (המתח המרבי)، والقيمة الصغرى للجهد (המתח המזערי) وزمن الدورة (זמן המחזור).

الإجابات: أ.  $X_C = 50 \Omega$ ، ب.  $Z = 130 \Omega$ ، ج.  $R = 120 \Omega$

## السؤال 5

في الرسم التوضيحيّ للسؤال 5 معطاة دائرة كهربائية.

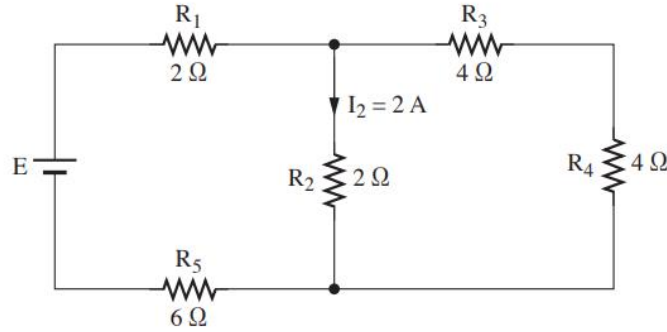


### الرسم التوضيحيّ للسؤال 5

- (10 درجات) أ. احسبوا قيمة التيارين (הזרמים)  $I_1$  و  $I_2$ .
- (3 درجات) ب. احسبوا قيمة التيار (הזרם) الذي يمر في المقاوم  $R_3$ .
- (3 درجات) ج. احسبوا القدرة (ההספק) المتطوّرة في المقاوم  $R_5$ .
- (4 درجات) د. احسبوا الجهد (המתח) بين النقطتين A و B.
- الإجابات: أ.  $I_1=10\text{mA}$ ,  $I_2=15\text{mA}$ , ب.  $I_3=25\text{mA}$ , ج.  $P=45\text{mW}$ , د.  $V_{AB}=30\text{V}$

## السؤال 1

في الرسم التوضيحي للسؤال 1 مُعطاة دائرة كهربائية. قيمة التيار (הזרם) الذي يمر عبر المقاوم (הנגד)  $R_2$  هي  $I_2 = 2 \text{ A}$ .



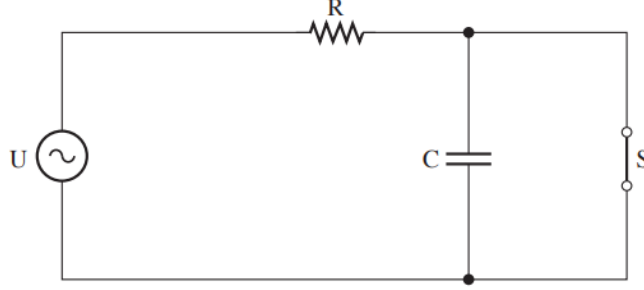
## الرسم التوضيحي للسؤال 1

- (4 درجات) أ. احسب قيمة التيار الذي يمر عبر المقاوم (הנגד)  $R_4$ .
- (4 درجات) ب. احسب قيمة التيار الذي يزوده مصدر الجهد (מקור המתח)،  $E$ ، للدائرة.
- (4 درجات) ج. احسب المقاومة المكافئة (ההתנגדות השקולה) للدائرة.
- (4 درجات) د. احسب قيمة جهد المصدر (מתח המקור)،  $E$ .
- (4 درجات) هـ.
- (درجتان) 1. احسب القدرة (ההספק) على كل واحد من المقاومات (הנגדים) في الدائرة.
- (درجتان) 2. بيّن أنّ مجموع القدرات على المقاومات في الدائرة يساوي قدرة المصدر (הספק המקור)،  $E$ .

الإجابات: أ.  $I_4 = 0.5 \text{ A}$ ، ب.  $I = 2.5 \text{ A}$ ، ج.  $R_T = 9.6 \Omega$ ، د.  $E = 24 \text{ V}$

## السؤال 2

في الرسم التوضيحي للسؤال 2 مُعطاة دائرة كهربائية تعمل بتيار مُتردّد / مُتناوب (זרם חילופין).  
 مصدر الجهد (מקור המתח)،  $U$ ، يُزوّد الدائرة بجهد مُتردّد (מתח חילופין) ذي زخم أقصى (תנופה מרבית) مقداره  $16.97\text{ V}$   
 وتردّد (תדר) مقداره  $10\text{ kHz}$ .

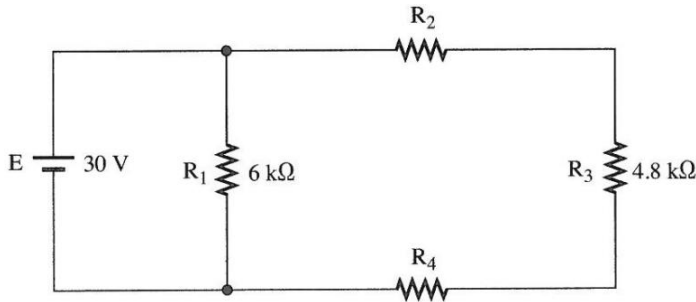


### الرسم التوضيحي للسؤال 2

- أ. (5 درجات) احسب قيمة الجهد الفعّال (המתח היעיל) ( $V_{\text{eff}}$ ) لمصدر الجهد (מקור המתח)،  $U$ .
- ب. (5 درجات) التيار الإجمالي (הזרם הכללי) في الدائرة عندما يكون المفتاح (המפסק)  $S$  مغلقًا هو  $I_{\text{eff}} = 0.5\text{ A}$ . احسب مُقاومة المُقاوم (הנגד)  $R$ .
- ج. (5 درجات) نفتح المفتاح (המפסק)  $S$ ، فيتغيّر التيار الإجمالي (הזרם הכללי) في الدائرة إلى  $I_{\text{eff}} = 480\text{ mA}$ . احسب المُمانعة الإجمالية (הלכבה הכללית) للدائرة، ومُفاعلة المُكثّف (היגב הקבל)  $C$ .
- د. (5 درجات) احسب سعة المُكثّف (קיבול הקבל)  $C$ .

الإجابات: أ.  $V_{\text{eff}} = 12\text{ V}$ ، ب.  $R = 24\Omega$ ، ج.  $X_C = 7\Omega$ ،  $Z = 25\Omega$ ، د.  $C = 2.27\mu\text{F}$ .

سؤال 1: في الدائرة التالية جهد المقاومة  $R_2$  هو 12.6 فولت، والتيار المار به هو 3mA.



أ. نحسب الجهد على المقاومة  $R_3$

ب. نحسب الجهد على المقاومة  $R_4$

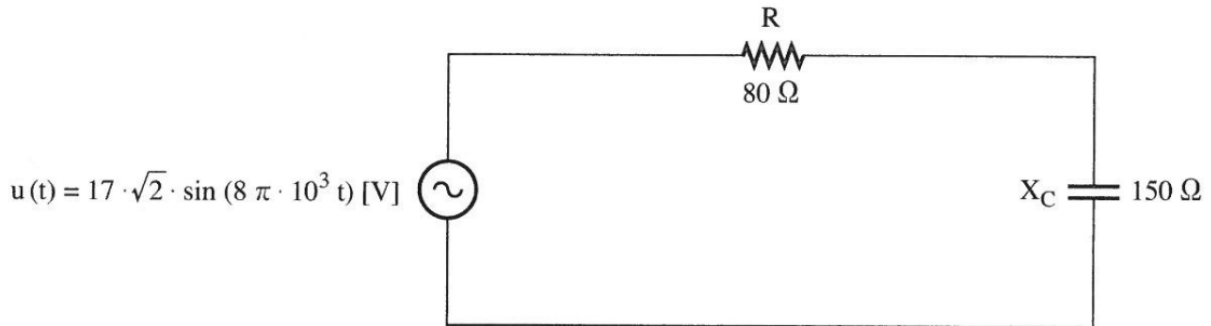
ج. نحسب المقاومة المكافئة

للدائرة

د. نحسب القدرة المستهلكة من المقاومة  $R_1$

الإجابات: أ.  $U_3=14.4V$ ، ب.  $U_4=3V$ ، ج.  $R_T=3.75\Omega$ ، د.  $P_1=150mW$

سؤال 2: في الرسم التالى دائرة كهربائية تعمل على التيار المتناوب.



أ. نحسب الزمن الدوري لمصدر الجهد

ب. نحسب سعة المكثف C

ج. نحسب قيمة ممانعة الدائرة

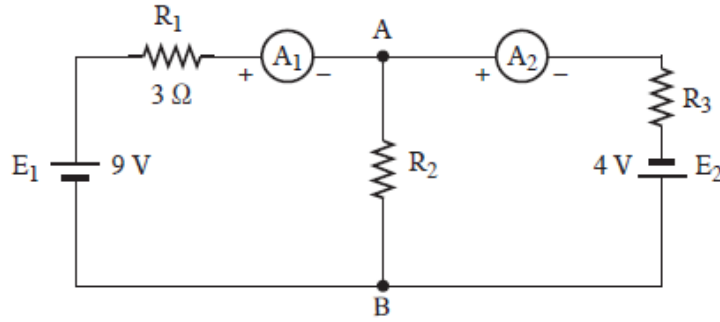
د. نحسب الجهد الفعال على المقاومة R

الإجابات: أ.  $T=0.25ms$ ، ب.  $C=0.2653\mu F$ ، ج.  $Z=170\Omega$ ، د.  $U_R=8V$

## السؤال 1

في الرسم التوضيحي للسؤال 1 مُعطاة دائرة كهربائية موصولة بها أجهزة قياس تيار مثالية (מדדי זרם אידיאליים).

قراءات أجهزة قياس التيار (מדדי זרם):  $I_{A_1} = 2 \text{ A}$  ,  $I_{A_2} = 1 \text{ A}$



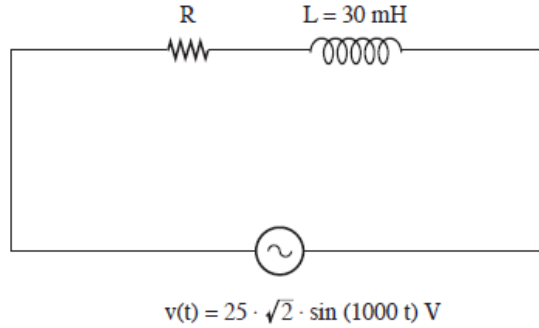
## الرسم التوضيحي للسؤال 1

- (7 درجات) أ. احسب الجهد (המתח) بين النقطتين A و B .  
 (7 درجات) ب. احسب مُقاومة المُقاوم (התנגדות הנגד)  $R_2$  .  
 (6 درجات) ج. احسب مُقاومة المُقاوم (התנגדות הנגד)  $R_3$  .

الإجابات: أ.  $V_{AB} = 3 \text{ V}$ ، ب.  $R_2 = 3 \Omega$ ، ج.  $R_3 = 7 \Omega$

## السؤال 2

في الرسم التوضيحي للسؤال 2 مُعطاة دائرة كهربائية  $RL$  تعمل بتيار مُتناوب (זרם חילופין). قيمة التيار الفعّال (הזרם האפקטיבי) في الدائرة المُعطاة هي  $I = 0.5 \text{ A}$ .

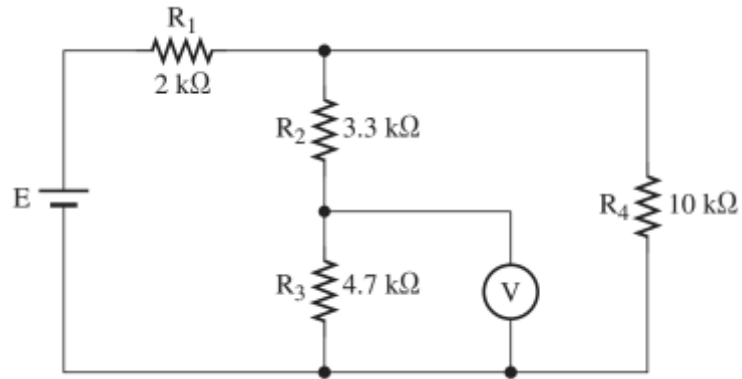


### الرسم التوضيحي للسؤال 2

- (4 درجات) أ. احسب مُفاعل الملف (היגב הסליל).
- (4 درجات) ب. احسب المُمانعة / المُقاومة (עכבה)  $Z$  للدائرة.
- (4 درجات) ج. احسب مُقاومة المُقاوم (התנגדות הנגד)  $R$ .
- (4 درجات) د. احسب زاوية الطور (זווית המופע) بين جُهد المصدر (מתח המקור) والتيار (הזרם).
- (4 درجات) هـ. ارسم مُخطّط عقارب للمُمانعة / للمُقاومة  $Z$  (דיאגרמת منحוגים של העכבה  $Z$ ).

الإجابات: أ.  $X_L = 30 \Omega$ ، ب.  $Z = 50 \Omega$ ، ج.  $R = 40 \Omega$ ، د.  $\theta = 36.87^\circ$

سؤال 1: في الدائرة التالية قراءة عداد الجهد هي 9.4 فولت.



أ. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_4$

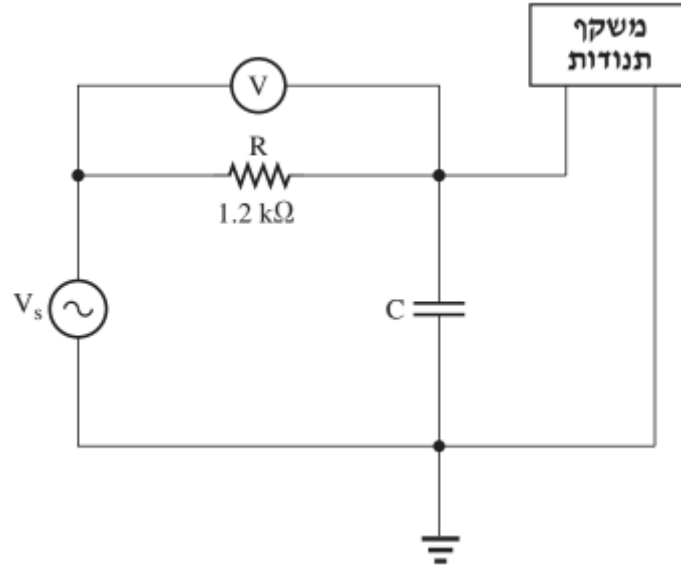
ب. نحسب الجهد على المقاومة  $R_1$

ج. نحسب قيمة مصدر الجهد

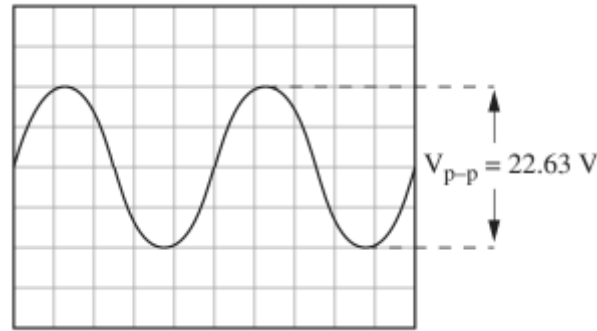
د. نحسب القدرة في المقاومة  $R_2$

الإجابات: أ.  $I_4 = 1.6 \text{ mA}$ ، ب.  $U_1 = 7.2 \text{ V}$ ، ج.  $E = 23.2 \text{ V}$ ، د.  $P_2 = 13.2 \text{ mW}$

سؤال 2: في الرسم التالية، قراءة عداد الجهد هي 6 فولت.



في الرسم التالية، يوجد الإشارة التي يقرأها مسبار الذبذبات. إذا علمت أن (Time/div = 5msec/div).

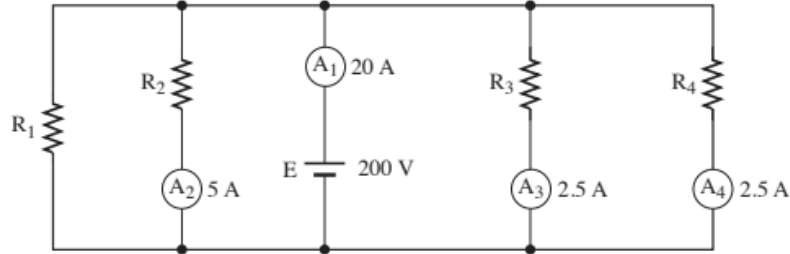


- أ. نحسب التيار الفعال المار في الدائرة
- ب. نستعين برسمة شاشة مسبار الذبذبات، ونوجد تردد مصدر الجهد
- ج. نستعين بالرسم، ونحسب سعة المكثف C
- د. نحسب قيمة الجهد الفعال لمصدر الجهد

الإجابات: أ.  $I_{eff} = 5mA$  ب.  $f = 40Hz$  ج.  $C = 2.48\mu F$  د.  $U_{eff} = 10V$

## السؤال 1

في الرسم التوضيحي للسؤال 1 مُعطاة دائرة كهربائية. بهذه الدائرة موصولة أربعة مقاييس تيار مثالية (مדיزرם אידיאליים)،  $A_1 \div A_4$ . نتيجة القياس لكل مقاييس تيار مكتوبة على يمينه.



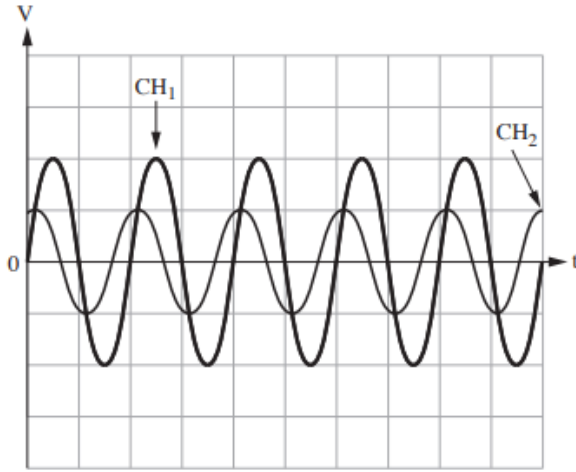
الرسم التوضيحي للسؤال 1

- أ. احسب المقاومة المكافئة (התנגדות שקולה)  $R_T$  للدائرة.
  - ب. احسب التيار الذي يمر في المقاوم (נגד)  $R_1$ .
  - ج. احسب مقاومة (התנגדות) كل واحد من المقاومات (הנגדים) الأربعة  $R_1 \div R_4$ .
  - د. بين أن مجموع قدرات المقاومات (סכום ההספקים על הנגדים) في الدائرة مساوٍ لقدرة المصدر (הספק המקור)  $E$ .
- الإجابات: أ.  $R_T = 10\Omega$ ، ب.  $I_1 = 10A$ ، ج.  $R_1 = 20\Omega$ ،  $R_2 = 40\Omega$ ،  $R_3 = 80\Omega$ ،  $R_4 = 80\Omega$ ، د.  $P_E = 4,000W$

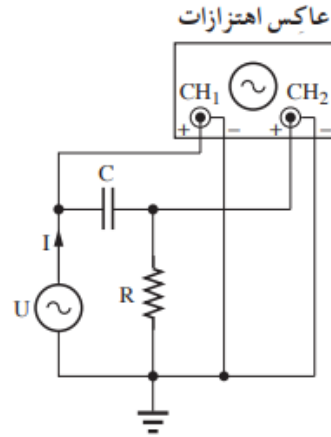
## السؤال 2

في الرسم التوضيحي "أ" للسؤال 2 مُعطاة دائرة تيار متردد / مُتناوب (معدّل زرع حيلوفين)، موصول بها عاكس اهتزازات (مشكّـف-تنودودت). مُعطى أنّ:  $R = 1 \text{ k}\Omega$ .

الرسم التوضيحي "ب" للسؤال يعرض الإشارات (الاهتزازات) الناتجة في القناتين (عروض)  $\text{CH}_1$  و  $\text{CH}_2$  لعاكس الاهتزازات.



الرسم التوضيحي "ب" للسؤال 2



الرسم التوضيحي "أ" للسؤال 2

وَضَعِ الْمُنتَقِيَيْنِ (سني البورري) في قناتي عاكس الاهتزازات هو:

الْمُنْتَقِي (البورر) Time / div - 0.1 msec / div

الْمُنْتَقِي (البورر) Volt / div - 5 V / div

أ. اِسْتَعِنَ بِالرَّسْمِ التَّوْضِيحِيِّ "ب" وَاكْتُبْ:

1. الزخم الأعلى / القيمة القصوى لجهد المصدر (التهنوفة المربيتة של מתח-המקור) ( $U_{\max}$ ).
2. زمن دورة (زمن-مخزور) جهد المصدر.
3. الزخم الأعلى / القيمة القصوى للجهد (التهنوفة المربيتة של המתח) على المقاوم  $R$ .

ب. اِحْسِبِ القيمة الفعّالة (الهرجّ هيليل) لشدة الإشارة ( $U_{\text{eff}}$ ) واحسب كذلك ذبذبة / تردد (تدر) جهد المصدر.

ج. اِحْسِبِ القيمة الفعّالة للتيار  $I$  في الدائرة.

د. اِحْسِبِ الممانعة / المقاومة الكليّة للدائرة (عكبت المعدل).

الإجابات: أ. 1.  $U_{\text{Rm}}=5\text{v}$  2.  $T=0.2\text{ms}$  3.  $U_{\text{m}}=10\text{v}$

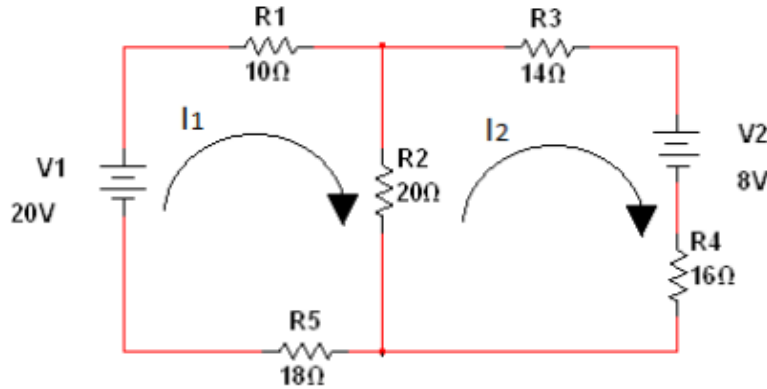
ب.  $U_{\text{eff}}=7.07\text{v}$   $f=5\text{kHz}$

ج.  $I_{\text{eff}}=3.54\text{mA}$

د.  $Z=2\text{k}\Omega$

## 2018 – المثال الأول

سؤال 1: في الرسم التالية يوجد دائرة كهربائية.



أ. نحسب التياران  $I_1$  و  $I_2$ ، باستخدام طريقة معادلات التيار (زرمي حوگيم)

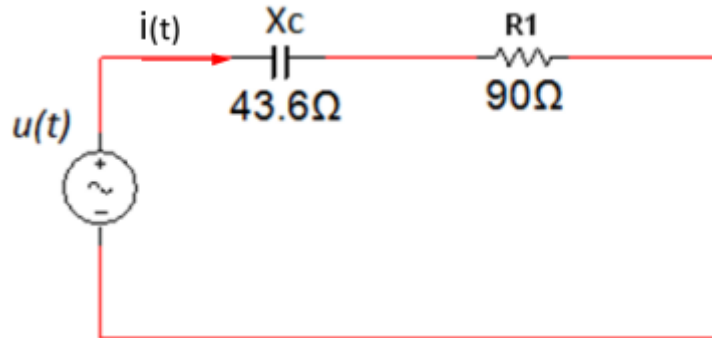
ب. نطبق قانون كيرشوف للجهد على أحد دورات الدائرة

ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_2$

الإجابات: أ.  $I_1=0.42A$ ،  $I_2=8mA$ ، ج.  $P_2=3.395W$

سؤال 2: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية. التيار الكلي للدائرة هو:

$$i(t) = 50 \cdot \sin \sin (1000 \cdot \pi \cdot t) [mA]$$



أ. نحسب ممانعة الدائرة (قيمة وزاوية)

ب. نرسم مثلث الممانعة

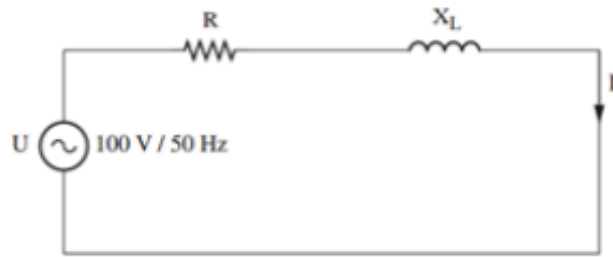
ج. نحسب الجهد الفعال لمصدر الجهد (قيمة وزاوية)

د. نحسب الجهد على المكثف ونعرضه كدالة بدلالة الزمن كما يلي:

$$u_c(t) = U_{c \text{ MAX}} \sin \sin (\omega t + \varphi)$$

الإجابات: أ.  $Z=100\Omega$ ،  $\angle Z=-25.8^\circ$ ، ج.  $U_{\text{eff}}=3.5V$ ، د.  $u_c(t) = 2.18 \sin \sin (1000\pi t - 90)$

سؤال 14: في الرسم التالية مُعطى دائرة تيار متناوب. التيار  $I$  في الدائرة هو  $A_2$ ، زاوية الطور بين الجهد والتيار هي  $30^\circ$ .

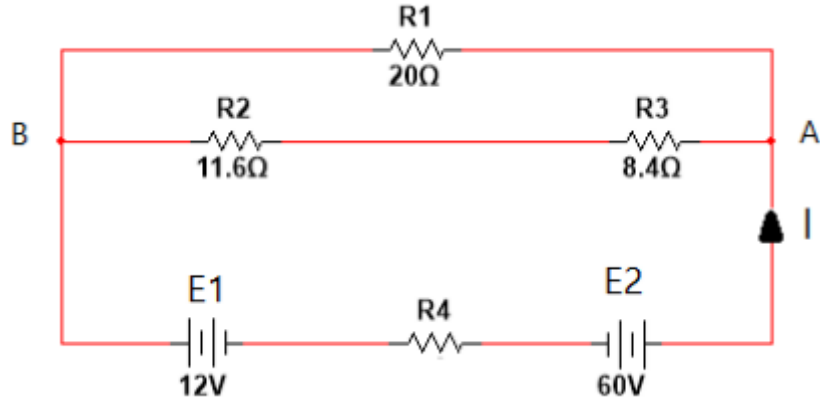


- أ. نحسب قيمة المقاومة ومفاعلة الملف
  - ب. نحسب قيمة الحث للملف
  - ج. نحسب قدرة كل من عناصر الدائرة ونرسم مثلث القدرة
  - د. نحتاج إلى تقليل التيار إلى النصف. ما هو التغيير المقترح على الدائرة من أجل تحقيق ذلك، دون تغيير زاوية الطور بين الجهد والتيار.
- الإجابات:

أ.  $R=43.3\Omega$ ,  $X_L=25\Omega$ , ب.  $L=0.08H$ , ج.  $S=200VA$ ,  $Q=100VA$ ,  $P=173.2W$

## 2018 – المثال الثاني

سؤال 1: في الرسم التالية دائرة كهربائية.



إذا كان التيار المار في الدائرة ( $I=4A$ ).

أ. نحسب المقاومة المكافئة بين النقاط A و B.

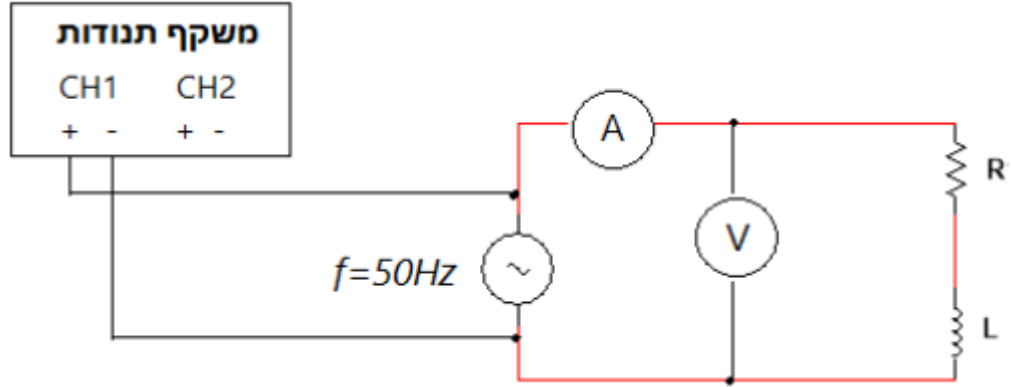
ب. نحسب قيمة المقاومة  $4R$ .

ج. نحسب التيار المار في المقاومة  $1R$ ، ونحدد الاتجاه (من A إلى B أو الاتجاه المعاكس).

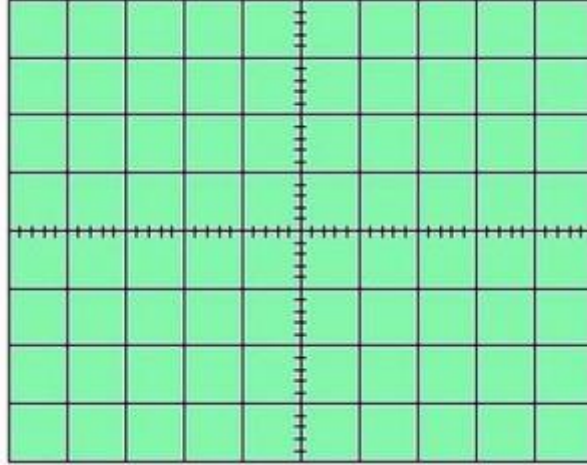
د. بين، بشكل حسابي، أن القدرة الكلية لمصادر الطاقة مساوية لمجموع قدرة المقاومات في الدائرة.

الإجابات: أ.  $R_{AB}=10\Omega$ ، ب.  $R_4=2\Omega$ ، ج.  $I_1=2A$  (من A إلى B)

سؤال 2: في الرسم التالية دائرة كهربائية. يوجد في الدائرة عداد للجهد  $V$  وعداد للتيار  $A$ . قراءة عداد التيار هي  $A_2$ ، وقراءة عداد الجهد هي  $V_{10}$  وزاوية الطور  $\theta = 30^\circ$

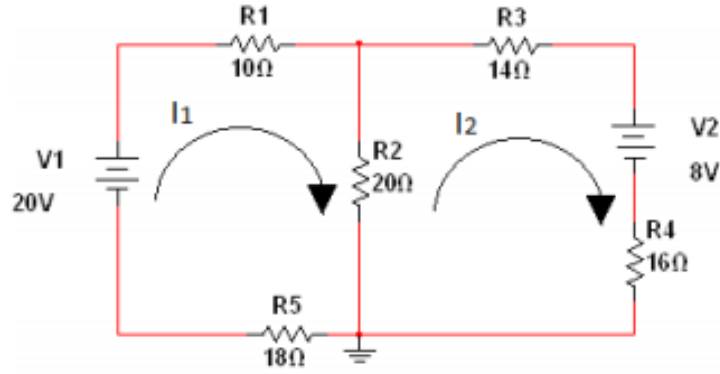


- نحسب ممانعة الدائرة
- نحسب ممانعة الملف  $L$
- نحسب قيمة الحث للملف
- نرسم إشارة الجهد الظاهر على  $1CH$  لمسبار الذبذبات ونحدد القيم (Time/Div) و (Volts/Div) حسب تقديرك.



الإجابات: أ.  $Z=5\Omega$ ، ب.  $X_L=2.5\Omega$ ، ج.  $L=7.95mH$

سؤال 13: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب التياران  $I_1$  و  $I_2$  بطريقة معادلات التيارات (זרמי החוגים)

ب. نحسب التيار المار في كل واحد من المقاومات

ج. نحسب القدرة المقاومة  $R_2$

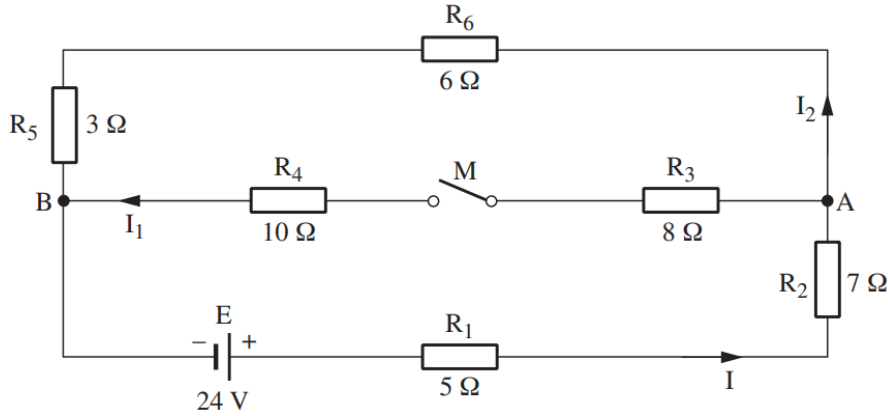
د. نرغب بقياس التيار  $I_1$  والجهد على المقاومة  $R_2$

ننسخ الدائرة الكهربائية إلى دفتر الإجابة، ونُضيف أجهزة القياس اللازمة. ونحدد الأقطاب

السالب والموجب لكل واحد من أجهزة القياس.

الإجابات: أ.  $I_1=0.42A$ ,  $I_2=0.008A$ , ب.  $I_{R2}=0.412A$ , ج.  $P_{R2}=3.39W$

سؤال 1: في الرسم التالى دائرة كهربائية.



أ. نحسب التيار  $I$  المار في الدائرة عندما يكون المفتاح  $M$  مفتوحاً

**نغلق المفتاح  $M$**

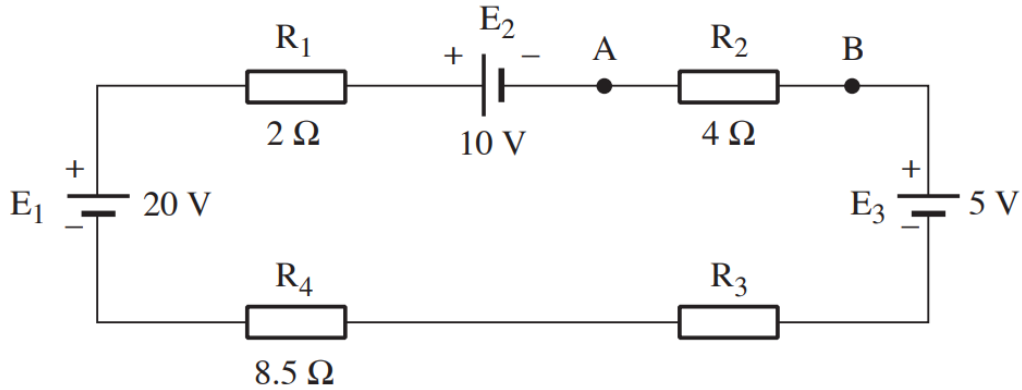
ب. نحسب التيار  $I$  في الدائرة

ج. نحسب التيار  $I_1$  في الدائرة

د. بين باستخدام الحساب، أن قانون كيرشوف للتيار ينطبق على التقاطع عند النقطة  $A$

الإجابات: أ.  $I=1.14A$ ، ب.  $I=1.33A$ ، ج.  $I_1=0.44A$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. التيار المار في الدائرة  $I=0.25A$



أ. نحسب الجهد على المقاومة  $R_2$ ، ونحدد اتجاه التيار المار عبرها (من  $A$  إلى  $B$  أو من  $B$  إلى  $A$ )

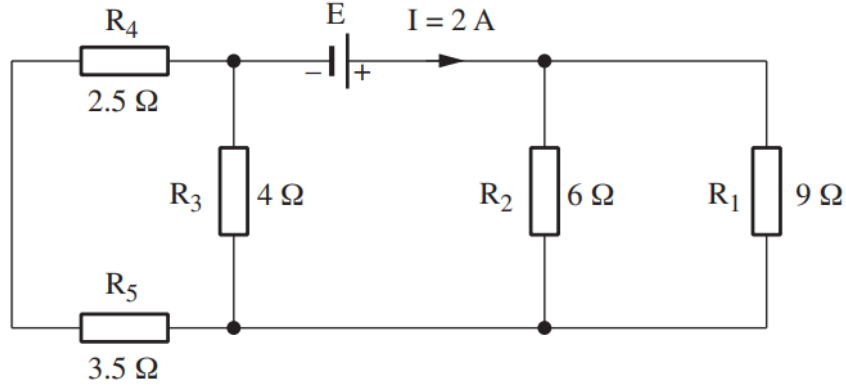
ب. نحسب مقاومة المقاوم  $R_3$

ج. بين بشكل حسابي أن القدرة الناتجة من مصادر الجهد تساوي القدرة المستهلكة من

المقاومات

الإجابات: أ.  $V_{R2}=1V$ ، ب.  $R_3=5.5\Omega$ ، ج.  $P_E=P_R=1.25W$

سؤال 4: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



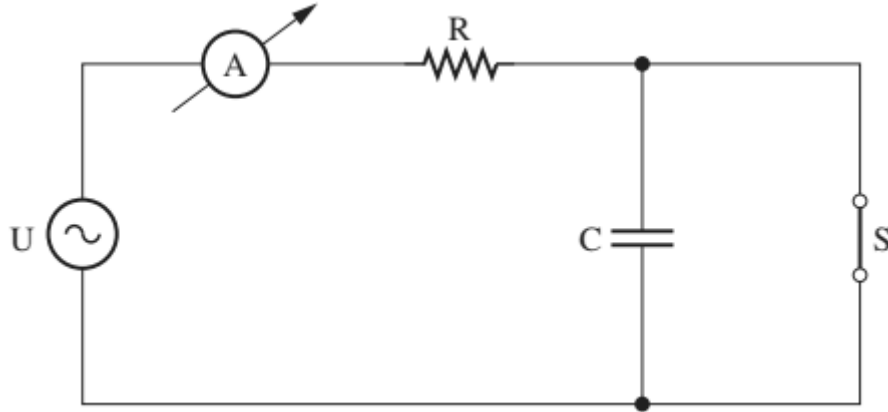
أ. نحسب جهد المصدر  $E$

ب. نحسب التيار المار عبر المقاومة  $R_1$

ج. نحسب القدرة على المقاومة  $R_2$

الإجابات: أ.  $E=12\text{V}$ ، ب.  $I_{R1}=0.8\text{A}$ ، ج.  $P_{R2}=8.64\text{W}$

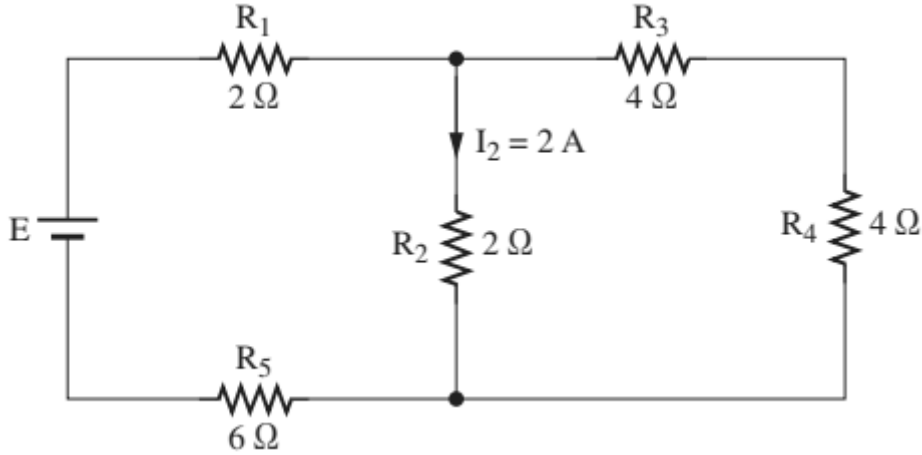
سؤال 5: في الرسم التالية دائرة تيار متناوب، وبها مرتبط عداد تيار (أميتر) مثالي. مصدر الجهد  $U$  يزود جهد متناوب ذو قيمة قصوى  $311.13V$  وتردد  $1\text{KHz}$ .



- أ. نحسب الجهد الفعال ( $V_{\text{eff}}$ ) لمصدر الجهد  $U$ .
- ب. قراءة الأميتر، عندما يكون المفتاح  $S$  مغلقاً هي  $I_{\text{eff}}=5.5A$ . نحسب قيمة المقاومة  $R$ .
- ج. نفتح المفتاح  $S$ . وتصبح قراءة الأميتر هي  $I_{\text{eff}}=4.4A$ . نحسب ممانعة المكثف  $C$ .
- د. نحسب سعة المكثف  $C$ .

الإجابات: أ.  $V_{\text{eff}}=220V$ ، ب.  $R=40\Omega$ ، ج.  $X_c=30\Omega$ ، د.  $C=5.3\mu F$

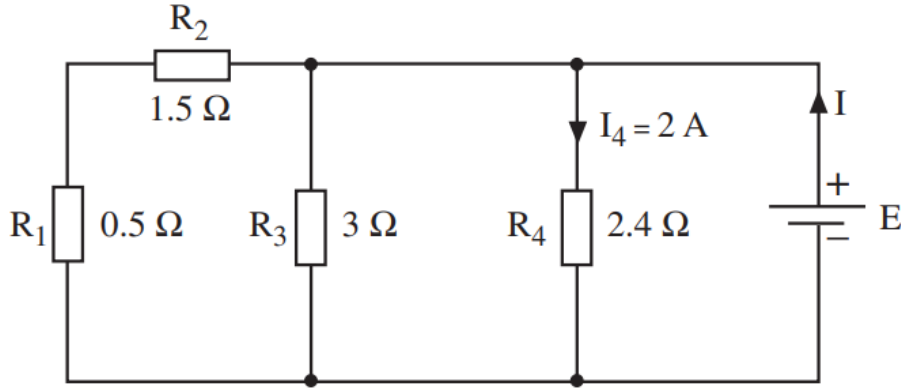
سؤال 6: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية. التيار المار في المقاومة  $R_2$  هو  $I_2=2A$ .



- أ. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_4$
  - ب. نحسب التيار الذي يزوده مصدر الجهد  $E$  للدائرة
  - ج. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة
  - د. نحسب جهد المصدر  $E$
  - هـ.
1. نحسب القدرة على كل واحدة من المقاومات في الدائرة.
  2. بين أن مجموع قدرة المقاومات يساوي لقدرة المصدر  $E$ .

الإجابات: أ.  $I_{R4}=0.5A$ ، ب.  $I_E=2.5A$ ، ج.  $R_T=9.6\Omega$ ، د.  $E=24V$ ، هـ.  $P_E=P_R=60W$

سؤال 1: في الرسم التآلية دائرة كهربائية.



أ. نحسب جهد المصدر E

ب. نحسب التيار المار عبر كل واحدة من المقاومات

ج. نحسب التيار الكلي I في الدائرة

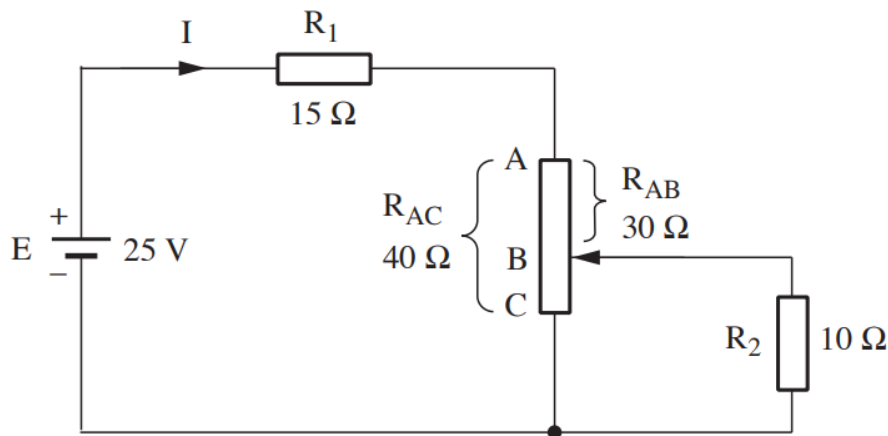
د. نحسب المقاومة الكلية للدائرة

الإجابات: أ.  $E=4.8V$ ، ب.  $I_{R3}=1.6A$ ،  $I_{R1,2}=2.4A$ ، ج.  $I_T=6A$ ، د.  $I_T=0.8A$

سؤال 3: في الرسم التآلية مُعطى دائرة كهربائية. فيها مصدر جهد ومقاومتان ومقاومة متغيرة. يتواجد

المزلاج عند النقطة B ويقسم المقاومة المتغيرة الى قسمين. المقاومة المتغيرة الكلية هي  $R_{AC}=40\Omega$ .

ومقاومة القسم AB هي  $R_{AB}=30\Omega$

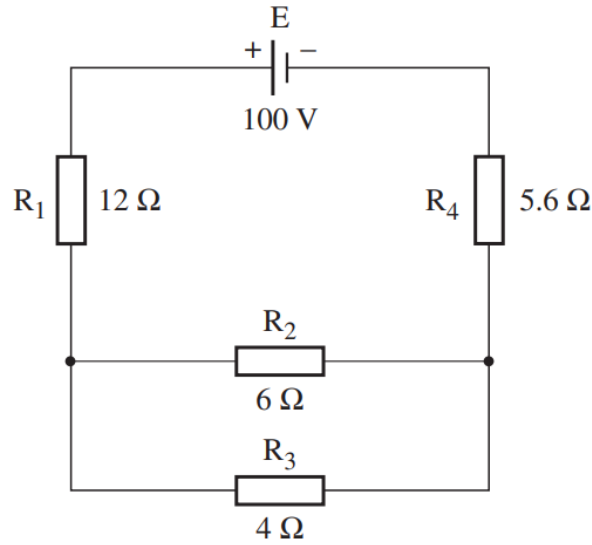


1. نحسب التيار I

2. نحسب الجهد على المقاومة  $R_2$

الإجابات: أ.  $I=0.5A$ ، ب.  $U_2=2.5V$

سؤال 4: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



أمامك أربعة جمل حول الدائرة. إذا كانت الجملة صحيحة فسرّها حسابياً. إذا كانت خاطئة فسر ذلك وصحح الخطأ.

أ. المقاومة الكلية للدائرة هي  $20\ \Omega$

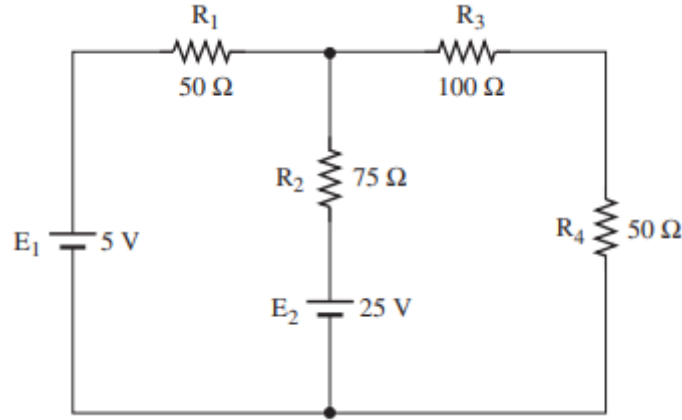
ب. المار في المقاومة  $R_1$  أكبر من التيار المار في المقاومة  $R_4$

ج. القدرة المستهلكة على يد المقاومة  $R_4$  هي  $160\text{ W}$

د. المار في المقاومة  $R_2$  أكبر بـ  $1.5$  من التيار المار في المقاومة  $R_3$

الإجابات: أ.  $R_T = 20\ \Omega$  ، ب.  $I_{R2} = I_{R1} = 5\text{ A}$  ، ج.  $P_{R4} = 140\text{ W}$  ، د.  $I_{R2} = 2\text{ A}$  ،  $I_{R3} = 3\text{ A}$

سؤال 1: في الرسم التالية دائرة كهربائية.

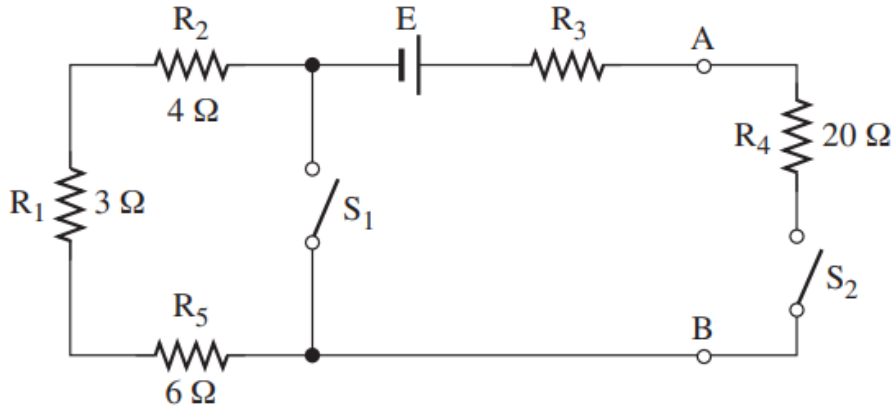


1. نحسب التيار المار عبر كل واحدة من المقاومات

الإجابات: أ.  $I_1=0.1167A$ ,  $I_2=0.189$

سؤال 2: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.

عندما يكون المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مفتوحان، فإن فرق الجهد بين النقطتين A و B يساوي 50V  
عندما يكون المفتاح  $S_1$  مفتوح والمفتاح  $S_2$  مغلق، فإن فرق الجهد بين النقطتين A و B يساوي 25V



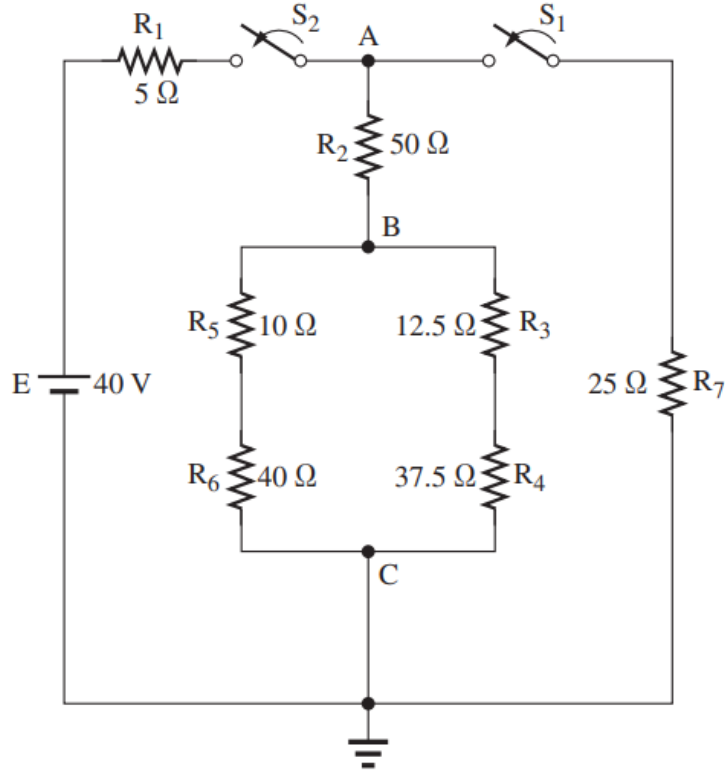
أ. نحسب قيمة المقاومة  $R_3$

ب. نحسب قدرة المقاومة  $R_4$  عندما يكون المفتاح  $S_1$  مفتوح والمفتاح  $S_2$  مغلق

ج. نحسب القدرة التي يزودها مصدر الجهد عندما يكون المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مغلقان

الإجابات: أ.  $I=1.25A$ ,  $R_T=40\Omega$ ,  $R_3=7\Omega$  ، ب.  $P_4=31.25W$  ، ج.  $I=1.85A$ ,  $P=92.59W$

سؤال 2: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية للتيار الثابت.



المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مفتوحان

أ.

1. نحسب قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين B و C

2. نحسب قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين A و C

نغلق المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$

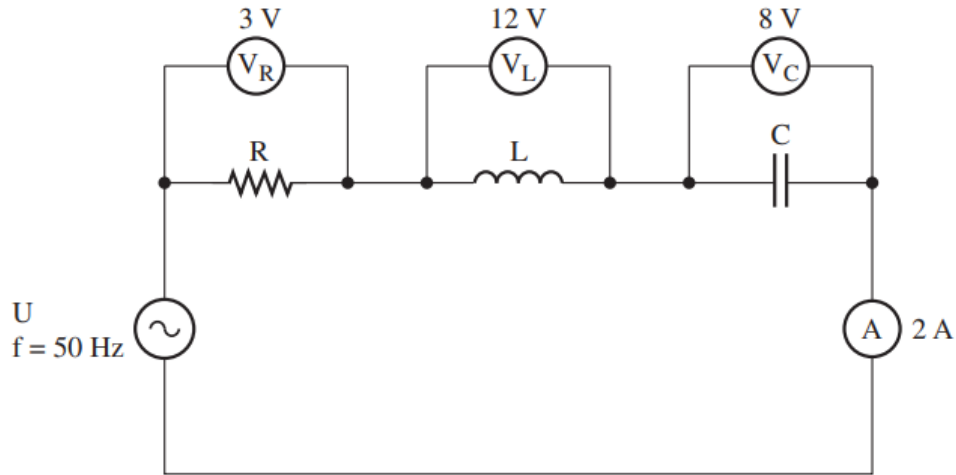
ب. نحسب قيمة المقاومة المكافئة التي "ترى" مصدر الجهد E

ج. نحسب جهد النقطة A

د. نحسب قدرة المقاومة  $R_1$

الإجابات: أ.  $R_{AC}=75\Omega$ ,  $R_{BC}=25\Omega$  ، ب.  $R_{eq}=23.75W$  ، ج.  $U_A=31.6V$  ، د.  $P_1=14.2W$

سؤال 5: في الرسم التالية دائرة تيار متناوب



أ. نحسب الجهد الفعال لمصدر الجهد  $U$

ب. نحسب قيمة المقاومة  $R$  وسعة المكثف  $C$  وحث الملف  $L$

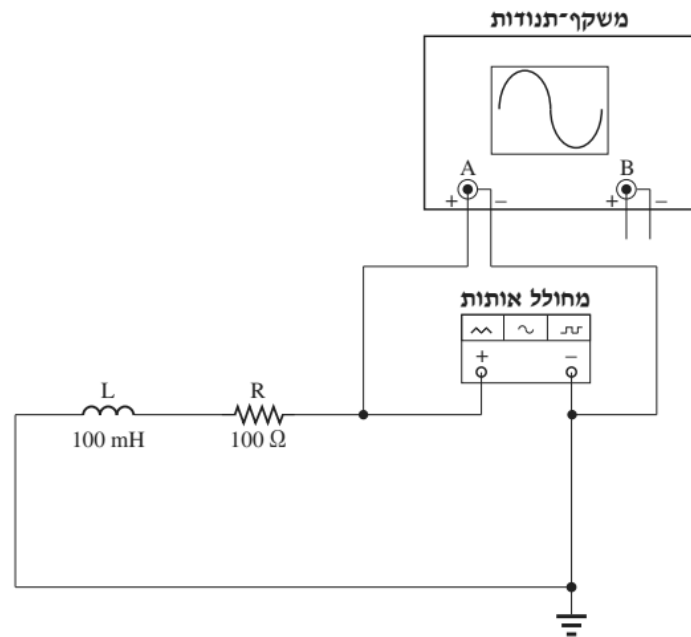
ج. نرسم مخطط الزوايا للجهود في الدائرة

د. نحسب قدرة كل عنصر في الدائرة

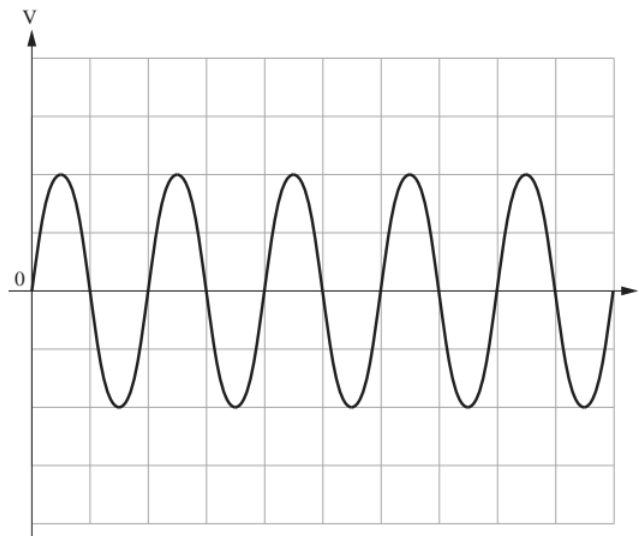
هـ. نرسم مثلث القدرة مع كتابة القيمة على الرسم

الإجابات: أ.  $U=5\text{V}$ ، ب.  $R=1.5\Omega$ ،  $L=0.019\text{H}$ ،  $C=79.5\text{mF}$ ، د.  $S=10\text{VA}$ ،  $Q=8\text{VA}$ ،  $P=6\text{W}$

سؤال 5: في الرسم التالى مُعطى دائرة تيار متناوب. مرتبطة بمسبار ذبذبات (משקף).



في الرسم التالى يظهر الإشارة على القناة A لمسبار الذبذبات.



قيم المربعات في مسبار الذبذبات كما يلي: (Time/div = 10msec/div) و (Volt/div = 5v/div).

أ. نستعين بالرسم السابقة، ونسجل ارتفاع الإشارة الأقصى ( $V_{max}$ ) وزمن الحلقة للإشارة.

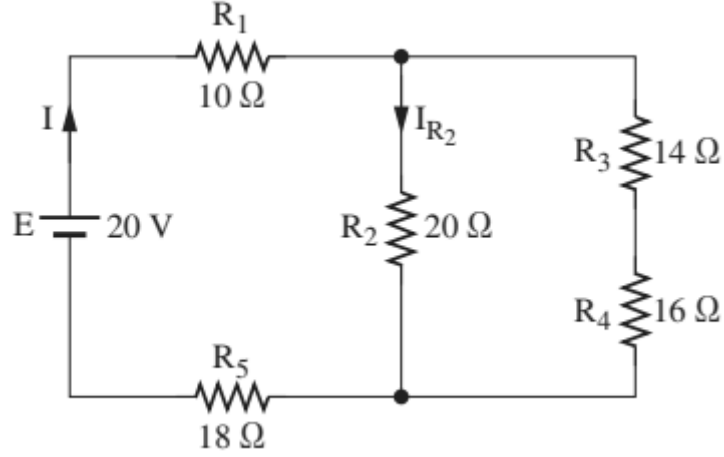
ب. نحسب شدة الإشارة الفعالة ( $V_{eff}$ ) والتردد

ج. نحسب ممانعة/مفاعلة الملف

د. نحسب ممانعة الدائرة

الإجابات: أ.  $V_{max}=10v$ ,  $T=20ms$  ب.  $f=50Hz$ ,  $V_{eff}=7.07v$  ج.  $X_L=10\pi\Omega$  د.  $Z=104.82\Omega$

سؤال 6: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة.

ب. نحسب التيار  $I$ .

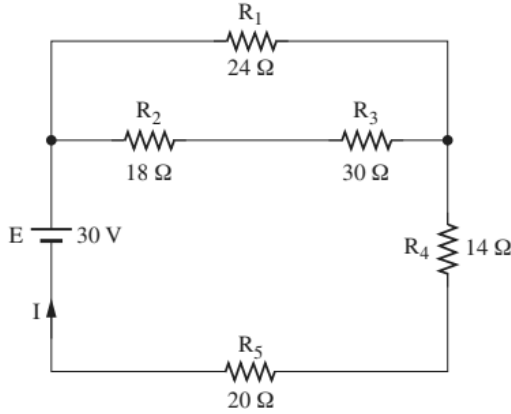
ج. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_2$ .

د. نحسب قدرة المقاومة  $R_2$ .

الإجابات: أ.  $R_T = 40\Omega$ ، ب.  $I = 0.5A$ ، ج.  $I_{R_2} = 0.3A$ ، د.  $P_2 = 1.8W$

## 2016 - المثال

سؤال 5: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة.

ب. نحسب التيار  $I$ .

ج. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_3$ .

د. نحسب القدرة التي تحتاجها المقاومة  $R_3$ .

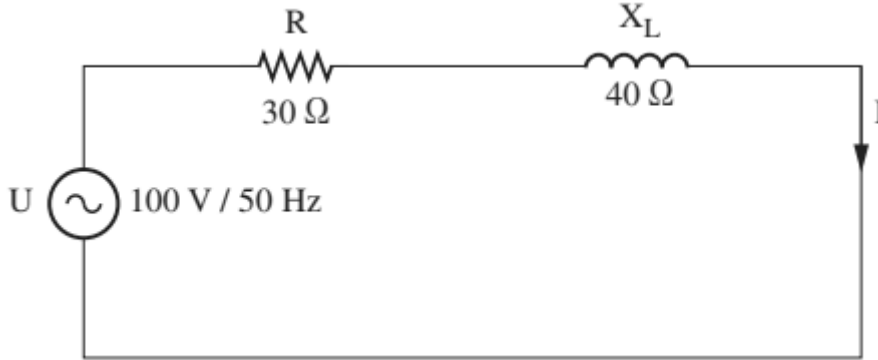
هـ. نرغب بقياس التيار والجهد على المقاومة  $R_3$ .

ننسخ الدائرة الكهربائي لدفتر الإجابة، ونضيف له أجهزة القياس اللازمة. نحدد على الرسم كل

من القطب الموجب (+) والقطب السالب (-) لكل واحد من الأجهزة.

الإجابات: أ.  $R_T = 50 \Omega$ ، ب.  $I = 0.6A$ ، ج.  $I_3 = 0.2A$ ، د.  $P_3 = 1.2W$ .

سؤال 6: في الرسم التالية مُعطى دائرة تيار متناوب.



نحسب:

أ. ممانعة الدائرة (قيمة وزاوية)

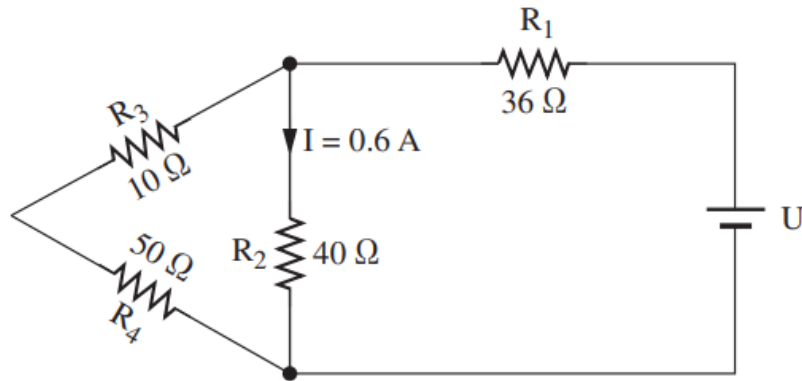
ب. التيار المار في الدائرة  $I$

ج. الجهد على المقاومة وعلى الملف (قيمة وزاوية)

د. قيمة الحث للملف

الإجابات: أ.  $Z = 50 \Omega$ ،  $\angle Z = 53^\circ$ ، ب.  $I = 2A$ ، ج.  $U_R = 60V$ ،  $U_{X_L} = 80V$ ، د.  $L = 0.127H$ .

سؤال 1: في الرسم التالى دائرة كهربائية



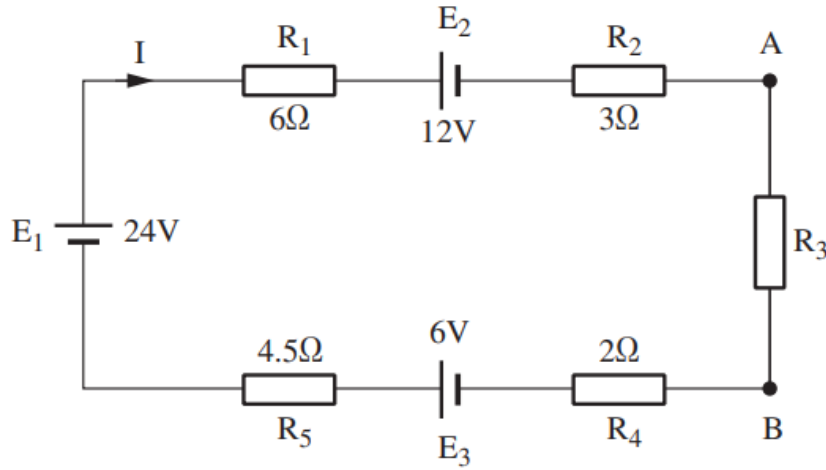
أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

ب. نحسب جهد المصدر U

ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_4$

الإجابات: أ.  $R_T = 60 \Omega$ ، ب.  $U = 60V$ ، ج.  $P_{R4} = 8W$

سؤال 2: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. معطى أن التيار في الدائرة  $I = 1A$



أ. نحسب قيمة المقاومة  $R_3$

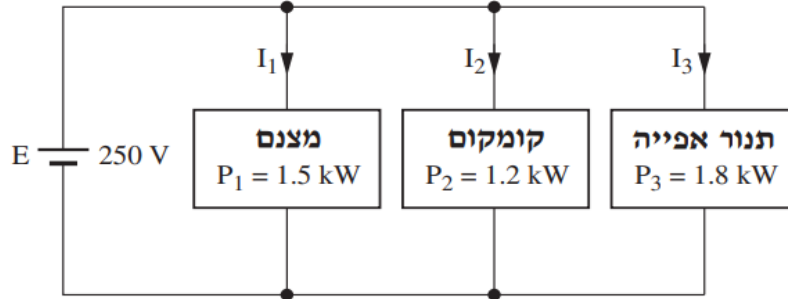
ب. نحسب قدرة المقاومة  $R_1$

ج. نعكس أقطاب مصدر الجهد  $E_1$

نحسب التيار المار عبر المقاومة  $R_3$  ونحدد اتجاهه من A إلى B أو من B إلى A

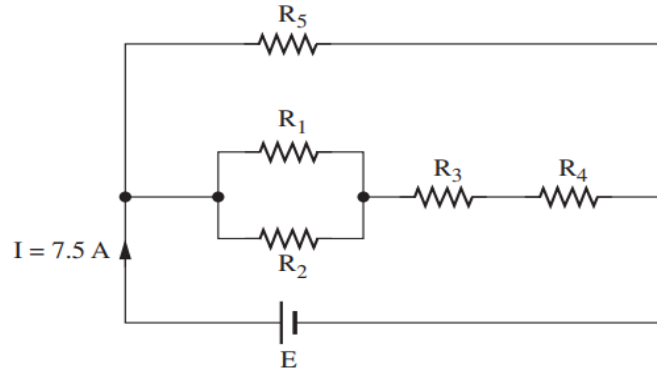
الإجابات: أ.  $R_3 = 2.5 \Omega$ ، ب.  $P_1 = 6W$ ، ج.  $I = 1.6A$ ، الاتجاه من B إلى A

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى الدائرة الكهربائية لمنزل. يوجد ثلاثة أحمال (غلاية، فرن، ومحمصة). تظهر بيانات الأحمال في الرسم.



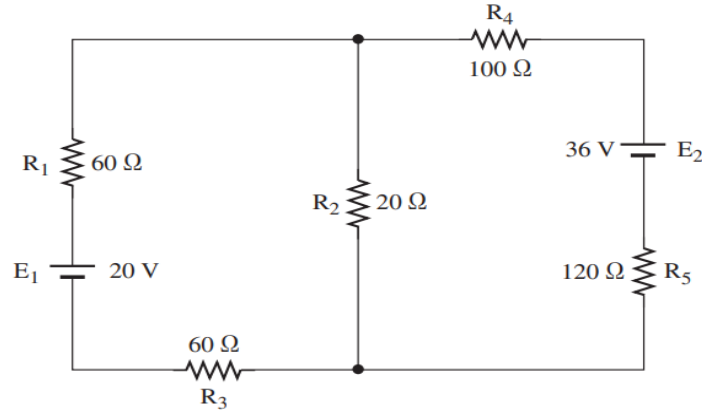
- أ. نوجد قيم التيارات  $I_1$  و  $I_2$  و  $I_3$   
 ب. نوجد مقاومة كل حمل  
 ج. نحسب قدرة المصدر  
 الإجابات: أ.  $I_1=6A$ ,  $I_2=4.8A$ ,  $I_3=7.2A$ ، ب.  $R_1=41.67\Omega$ ,  $R_2=52.08\Omega$ ,  $R_3=34.72\Omega$ ، ج.  $P_E=4.5kW$

سؤال 4: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية فيها خمس مقاومات متساوية. قيمة المقاومة  $7.5K\Omega$ . معطى أن التيار الكلي في الدائرة  $I = 7.5A$



- أ. نحسب قيمة المقاومة المكافئة للدائرة  
 ب. نحسب قدرة المقاومة  $R_1$   
 ج. نحسب جهد المصدر E  
 د. نحسب التيار المار عبر المقاومة  $R_5$   
 هـ. نحسب القدرة الكلية اللازمة للمقاومات  $R_1$  الى  $R_5$   
 الإجابات: أ.  $R_T=5.36\Omega$ ، ب.  $P_{R1}=8.62kW$ ، ج.  $E=40.18V$ ، د.  $I_{R5}=5.36A$ ، هـ.  $P_T=301.34kW$

سؤال 2: في الرسم التالى دائرة كهربائية



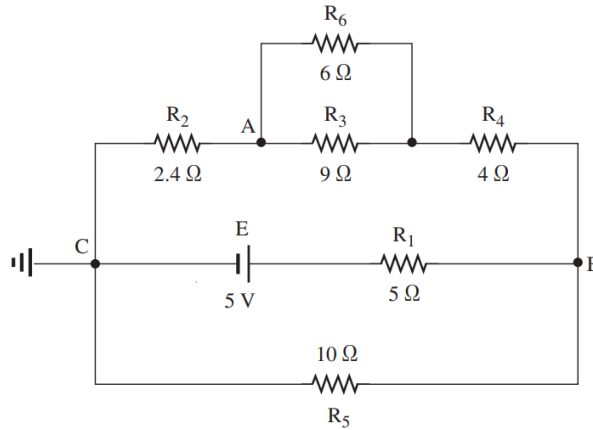
أ. نحسب التيار المار عبر المقاومة  $R_3$

ب. نحسب جهد المقاومة  $R_1$

ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_4$

الإجابات: أ.  $I_1=0.123A$ ,  $I_2=0.139A$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية للتيار الثابت. النقطة C مرتبطة مع الجهد صفر (الأرضية)



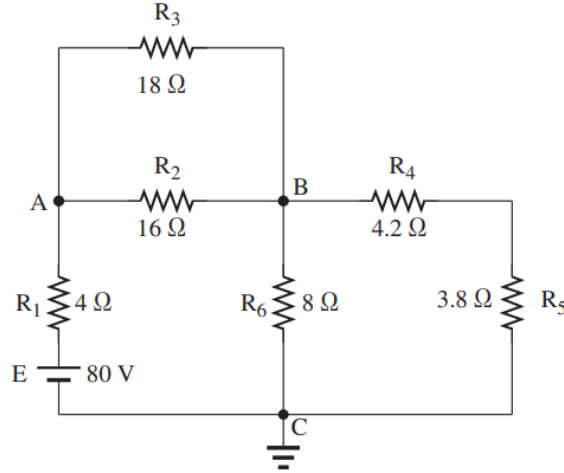
أ. نحسب قيمة المقاومة المكافئة التي يراها المصدر

ب. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_2$

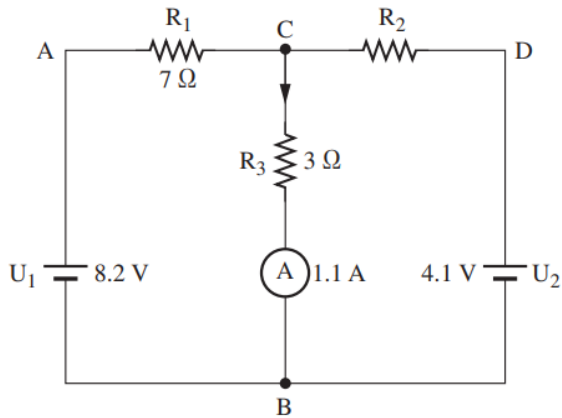
ج. نحسب فرق الجهد بين النقطتين A و B

الإجابات: أ.  $R_{eq}=10\Omega$ ، ب.  $I_{R2}=0.25A$ ، ج.  $V_{AB}=1.9V$

سؤال 1: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية للتيار الثابت. النقطة C مرتبطة مع الجهد صفر (الأرضية)



- أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة
  - ب. نحسب التيار المار عبر المقاومة  $R_1$
  - ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_6$
  - د. نرغب بقياس شدة التيار المار عبر المقاومة  $R_1$  باستخدام جهاز ملائم. انسخ مخطط الدائرة الى دفتر الإجابة وارسم بشكل ملائم رمز الجهاز وحدد الأقطاب.
- الإجابات: أ.  $R_T = 16.4 \Omega$ ، ب.  $I_1 = 4.87 A$ ، ج.  $P_6 = 47.59 W$



سؤال 2: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية للتيار الثابت. النقطة C مرتبطة مع الجهد صفر (الأرضية)

- أ. نحسب جهد المقاومة  $R_3$
- ب. نحسب قيمة المقاومة  $R_2$
- ج.

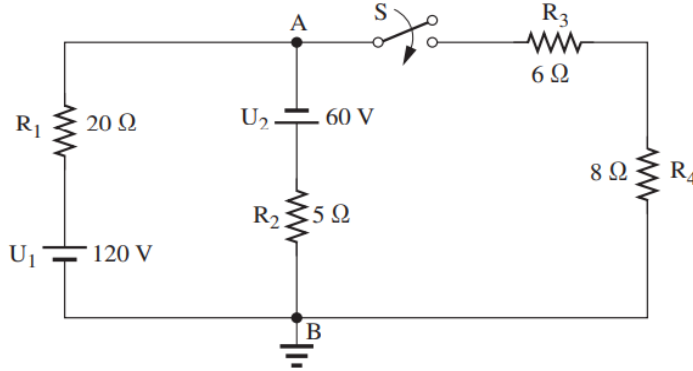
1. نربط فولتميتر بين النقطتين A و D.

ما هي قراءته؟ بين ذلك بشكل حسابي.

2. نغير قيمة المقاومة  $R_1$  الى  $10 \Omega$ . هل تتغير قراءة الفولتميتر بين النقطتين A و D؟ فسر إجابتك.

الإجابات: أ.  $U_3 = 3.3 V$ ، ب.  $R_2 = 2 \Omega$ ، ج.  $V_{AD} = 4.1 V$ ,  $V'_{AD} = 4.1 V$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية للتيار الثابت. النقطة B مرتبطة مع الجهد صفر (الأرضية)



المفتاح S مفتوح

أ. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_2$

ب. نحسب فرق الجهد بين النقطتين A و B

نغلق المفتاح S

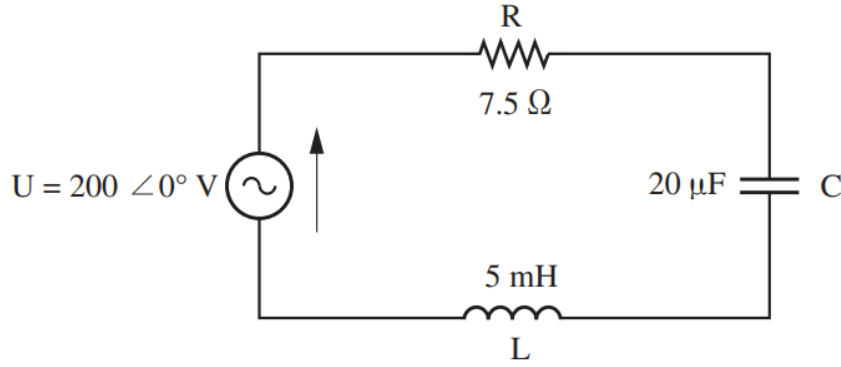
ج. نكتب معادلات التيار للدائرة

(זרמי חוגים)

د. نحسب قيم التيارات في الدائرة

الإجابات: أ.  $I_2=7.2V$ ، ب.  $U_{AB}=24V$ ، د.  $I_1=6.93A$ ,  $I_2=8.266A$

سؤال 5: في الرسم التالى مُعطى دائرة تيار متناوب. تردد المصدر هو  $f = 400Hz$



أ.

1. نحسب مفاعلة المكثف ومفاعلة الملف

2. نحسب الممانعة المكافئة للدائرة (قيمة وزاوية)

ب. نحسب التيار المار في الدائرة

ج.

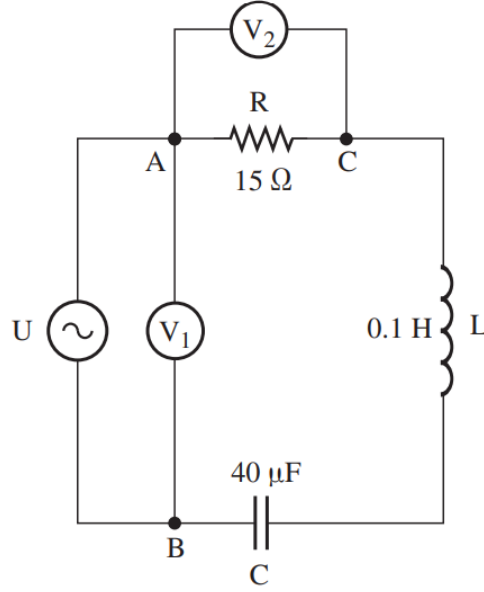
1. نحسب القدرة الفعالة والقدرة الكلية والقدرة الخيالية للدائرة

2. نرسم في دفتر الإجابة مثلث القدرة ونحدد القيم التي تم حسابها في الفرع السابق

الإجابات: أ.  $\theta=-44.3^\circ$ ,  $Z=10.5\Omega$ ,  $X_L=12.566\Omega$ ,  $X_C=19.9\Omega$ ، ب.  $\theta_1=44.3^\circ$ ,  $I=19A$ ، ج.

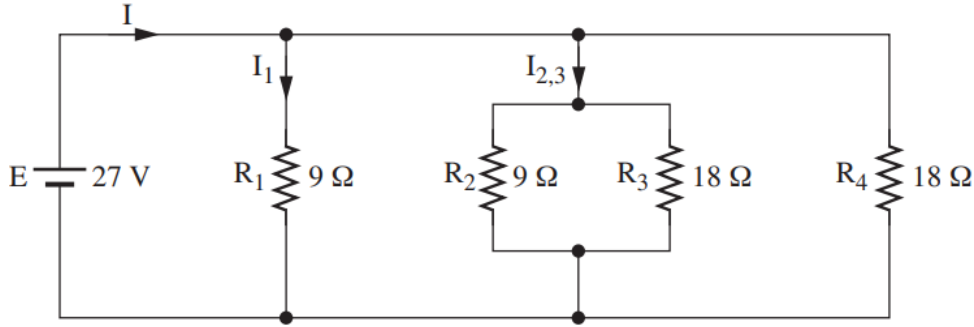
$P=2.73Kw$ ,  $Q=2.67KVA$ ,  $S=3.82KVA$

سؤال 6: في الرسم التالفة مُعطى دائرة تيار متناوب. جهد المصدر هو  $U = 30\sqrt{2}$  وقيمة التردد الزاوي هي  $\omega = 500 \text{ rad/sec}$ . بين النقاط A و B و C نربط جهاز قياس من نوع فولتميتر.



- أ. نحسب مفاعلة المكثف ومفاعلة الملف
  - ب. نحسب التيار المار في الدائرة
  - ج. ما هي قراءة كل جهاز قياس. فسر اجابتك بشكل حسابي
- الإجابات: أ.  $X_L = 50 \Omega$ ,  $X_C = 50 \Omega$  ، ب.  $I = 2 \text{ A}$  ، ج.  $U_2 = U_R = 30 \text{ V}$ ,  $U_1 = U = 30 \text{ V}$

سؤال 2: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



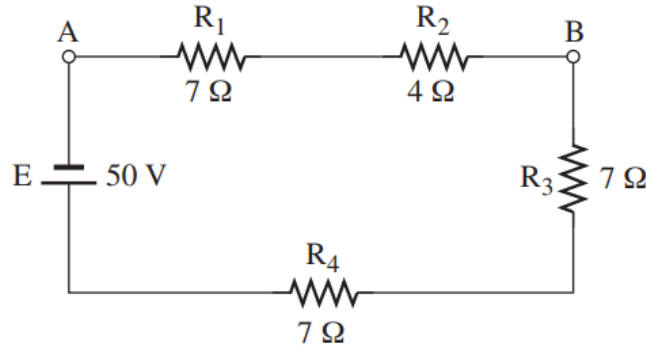
أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

ب. نحسب التيارات  $I$  و  $I_1$  و  $I_{2,3}$

ج. نحسب القدرة على المقاومة  $R_2$  والقدرة على المقاومة  $R_3$

الإجابات: أ.  $R_{eq}=3\Omega$ ، ب.  $I=9A$ ،  $I_1=3A$ ،  $I_{2,3}=4.5A$ ، ج.  $P_{R2}=81W$ ،  $P_{R3}=40.5W$

سؤال 3: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



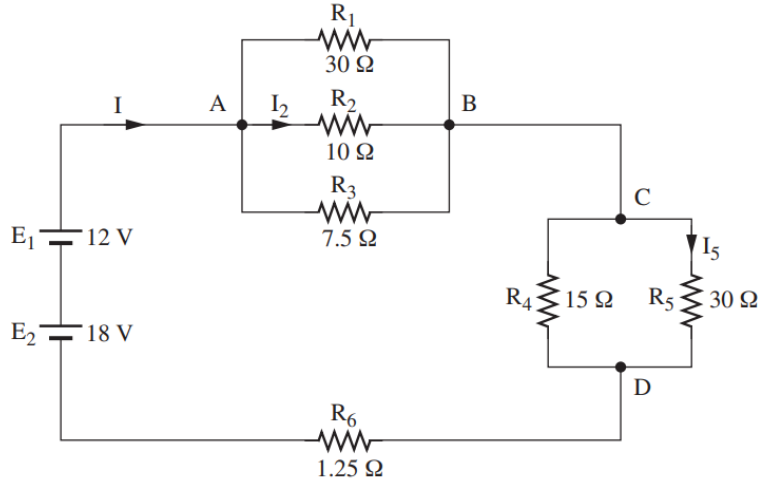
أ. نحسب التيار المار في الدائرة ونحدد اتجاهه (من A إلى B أو من B إلى A)

ب. نحسب الجهد على كل واحدة من المقاومات  $R_1$  و  $R_2$

ج. نحسب الجهد عند النقطة B، إذا كان الجهد عند النقطة A يساوي 0V

الإجابات: أ.  $I=3A$ ، ب.  $V_{R2}=8V$ ،  $V_{R1}=14V$ ، ج.  $V_B=-22V$

سؤال 4: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



أ.

1. نحسب المقاومة المكافئة بين النقاط A و B في الدائرة
2. نحسب المقاومة المكافئة بين النقاط C و D في الدائرة
3. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

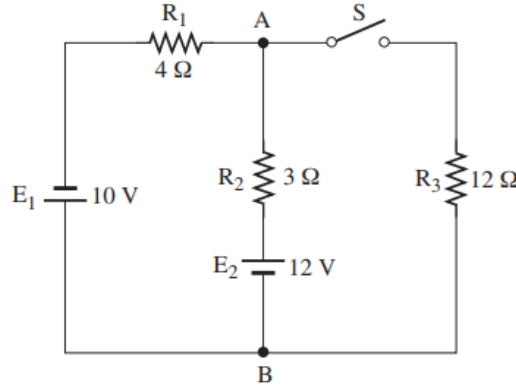
ب. نحسب التيارات I و I<sub>2</sub> و I<sub>5</sub>

ج. نحسب القدرة الكلية التي تزودها مصادر الجهد E<sub>1</sub> و E<sub>2</sub>

الإجابات: أ.  $R_{AB}=3.75\Omega$ ,  $R_{CD}=10\Omega$ ,  $R_T=15\Omega$ . ب.  $I=2A$ ,  $I_2=0.75A$ ,  $I_5=0.67A$ . ج.  $P_{E1}=24W$ ,  $P_{E2}=36W$ ,  $P_T=60W$ .

سؤال 1:

أ. في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. المفتاح  $S$  مفتوح

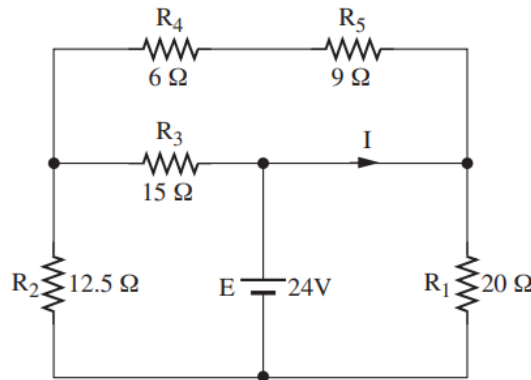


نحسب فرق الجهد بين النقطتين  $A$  و  $B$

ب. نغلق المفتاح  $S$ . نحسب التيار المار في المقاومة  $R_3$  وفرق الجهد بين النقطتين  $A$  و  $B$

الإجابات: أ.  $V_{AB}=11.14V$ ، ب.  $V_{AB}=9.75V$ ،  $I_{R3}=0.81A$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



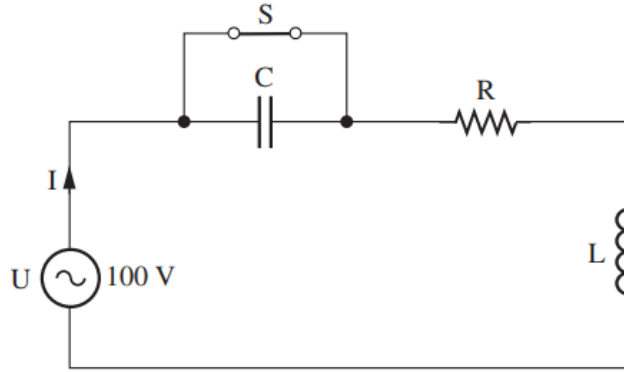
أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

ب. نحسب التيار  $I$

ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_1$

الإجابات: أ.  $R_T=10\Omega$ ، ب.  $I=1.2A$ ، ج.  $P_{R1}=28.8W$

سؤال 5: في الرسم التالفة مُعطى دائرة تيار متناوب.



عندما يكون المفتاح S مغلقاً، قيمة التيار في الدائرة  $|I| = 1A$  والقدرة الفعالة اللازمة لمكونات الدائرة هي  $P=80W$

عند فتح المفتاح S، تبقى قيمة التيار في الدائرة  $|I| = 1A$

أ. نحسب مفاعلة المكثف  $X_C$  ومفاعلة الملف  $X_L$

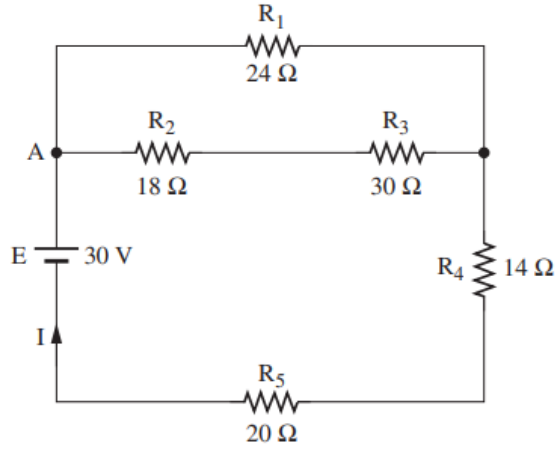
ب.

1. نحسب معامل القدرة عندما يكون المفتاح S مفتوحاً

2. نحسب الجهد على كل مكون للدائرة عندما يكون المفتاح S مفتوحاً

الإجابات: أ.  $X_L=60\Omega$ ,  $X_C=120\Omega$  ، ب.  $\cos(\theta) = 0.8$  ، ج.  $U_R=80V$ ,  $U_L=60V$ ,  $U_C=120V$

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

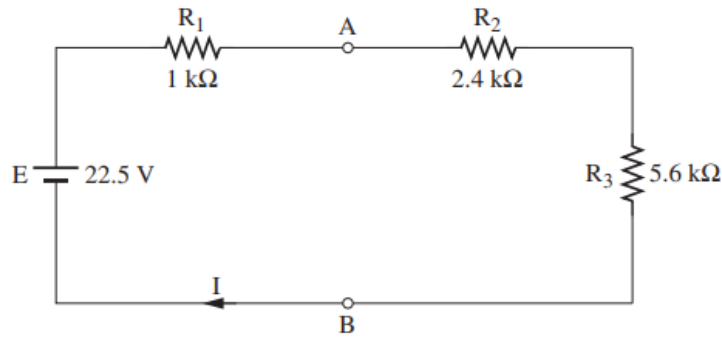
ب. نحسب شدة التيار  $I$

ج. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_3$

د. نحسب القدرة اللازمة للمقاومة  $R_3$

الإجابات: أ.  $R_T = 50\Omega$ ، ب.  $I = 0.6A$ ، ج.  $I_{R3} = 0.2A$ ، د.  $P_{R3} = 1.2W$

سؤال 2: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



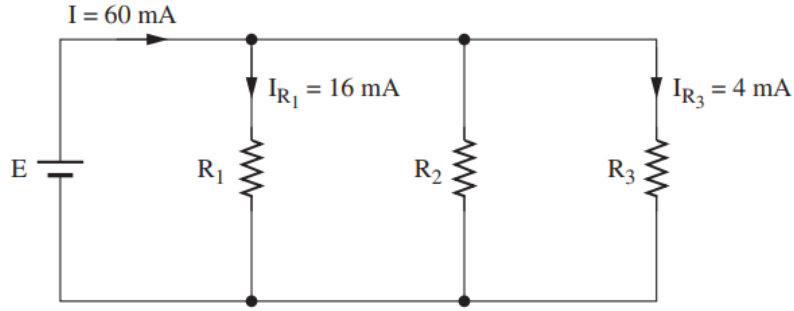
أ. نحسب شدة التيار  $I$

ب. نحسب الجهد بين النقطتين A و B

ج. نحسب القدرة الكلية في الدائرة التي يزودها مصدر الجهد E

الإجابات: أ.  $I = 2.5mA$ ، ب.  $V_{AB} = 20V$ ، ج.  $P_E = 56.25mW$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. القدرة اللازمة للمقاومة  $R_2$  هي  $8W$



أ. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_2$

ب. نحسب مقاومة المقاوم  $R_2$

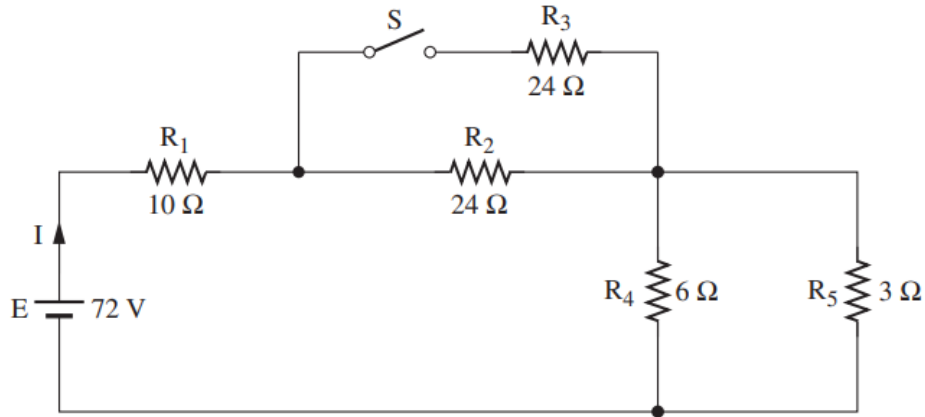
ج. نحسب جهد المصدر  $E$

د. نحسب مقاومة المقاومات  $R_1$  و  $R_3$

الإجابات: أ.  $I_{R2}=40mA$ ، ب.  $R_2=5K\Omega$ ، ج.  $E=200V$ ، د.  $R_1=12.5k\Omega$ ،  $R_3=50k\Omega$

سؤال 4:

أ. في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. المفتاح  $S$  مفتوح. نوجد المقاومة المكافئة للدائرة.



ب. نغلق المفتاح  $S$

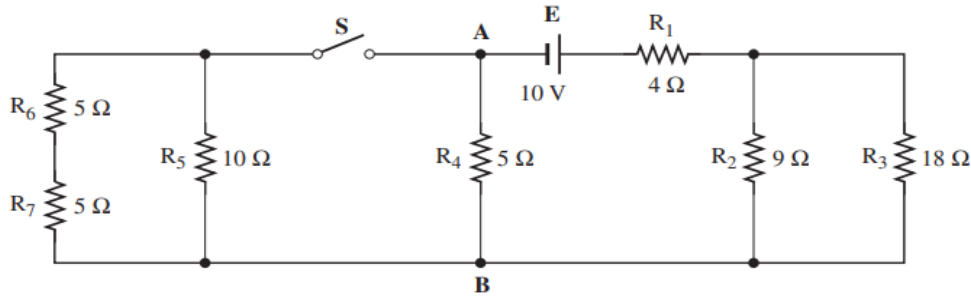
1. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

2. هل نتيجة لإغلاق المفتاح، يكبر التيار المار في الدائرة  $I$  أم يقل أو لا يتغير؟

فسر إجابتك بشكل كلامي أو بشكل حسابي ملائم

الإجابات: أ.  $R_T=36\Omega$ ، ب.  $R_T=24\Omega$ ،  $I_{old}=2A$ ،  $I_{new}=3A$

سؤال 1: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية. المفتاح S مفتوح



أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

ب. نحسب فرق الجهد بين النقطتين A و B

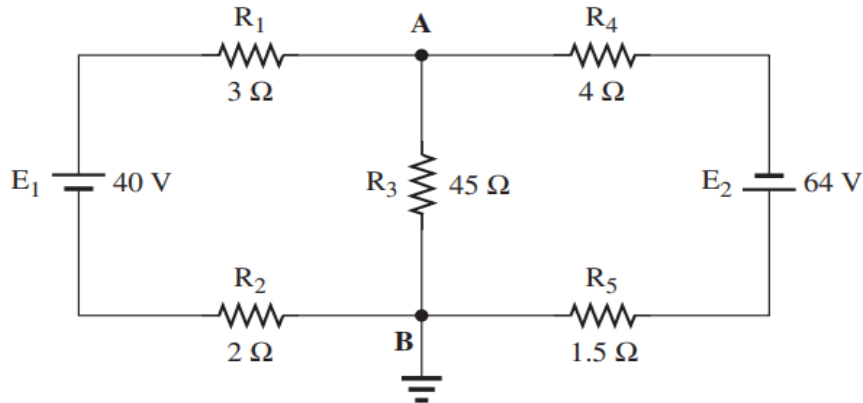
نغلق المفتاح S

ج. نتيجة لذلك، هل تزداد قيمة المقاومة المكافئة أم تقل؟ فسر باستخدام حسابات ملائمة

د. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_5$

الإجابات: أ.  $R_T = 15\Omega$ ، ب.  $V_{AB} = 3.33V$ ، ج.  $R_T = 12.5\Omega$ ، د.  $I_{R5} = 0.2A$

سؤال 3: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_1$  والتيار المار في المقاومة  $R_5$

ب.

1. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_3$  ونحدد اتجاهه (من A إلى B أو من B إلى A)

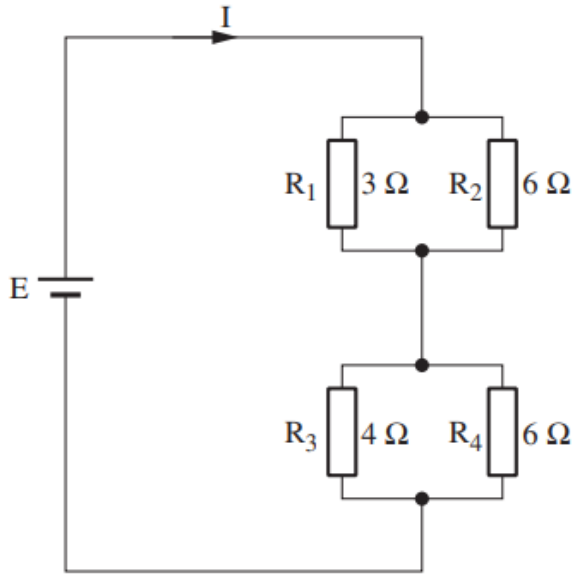
2. نحسب جهد النقطة A

ج. ما هي القدرة الكلية اللازمة للمقاومات في الدائرة

الإجابات: أ.  $I_{R5} = 2.8A$ ،  $I_{R1} = 1.72A$ ، ب.  $V_A = 48.6V$ ،  $I_{R3} = 1.08A$ ، ج.  $P_T = 110.4W$

سؤال 1: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.

التيار الكلي في الدائرة هو A4



أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

ب. نحسب جهد المصدر E

ج. نحسب القدرة اللازمة للمقاومات في الدائرة

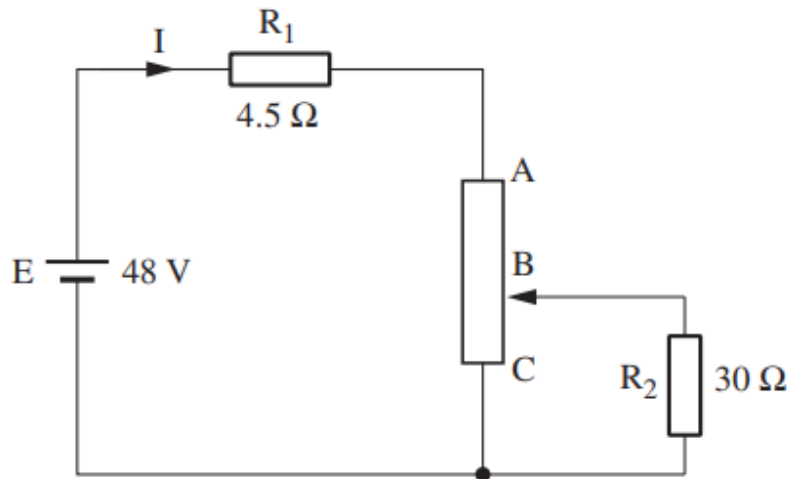
د. نحسب التيار المار في المقاومة R4

الإجابات: أ.  $R_T = 4.4 \Omega$ ، ب.  $E = 17.6 V$ ، ج.  $P_T = 70.4 W$ ، د.  $I_{R4} = 1.6 A$

سؤال 2: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية. فيها مصدر جهد ومقاومتان ومقاومة متغيرة. يتواجد

مزلاج المقاومة المتغيرة عند النقطة B، ويقسمها الى قطعتين. المقاومة المتغيرة الكلية هي  $R_{AC} = 30 \Omega$ ،

ومقاومة القطعة العليا هي  $R_{AB} = 20 \Omega$

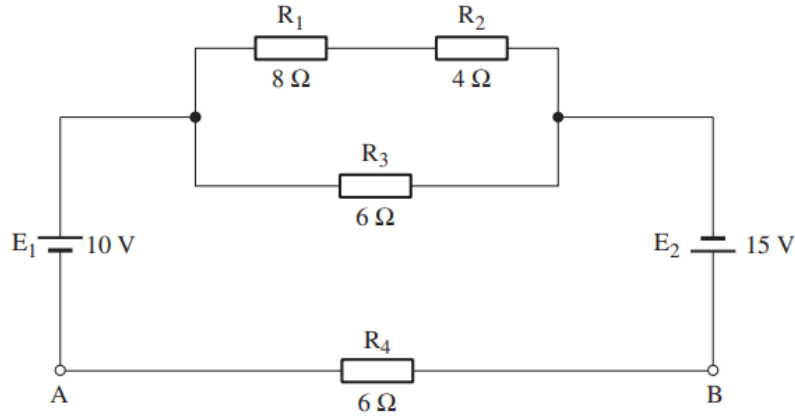


أ. نحسب شدة التيار في الدائرة

ب. نحسب الجهد على المقاومة R2

الإجابات: أ.  $I = 1.5 A$ ، ب.  $U_2 = 11.25 V$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



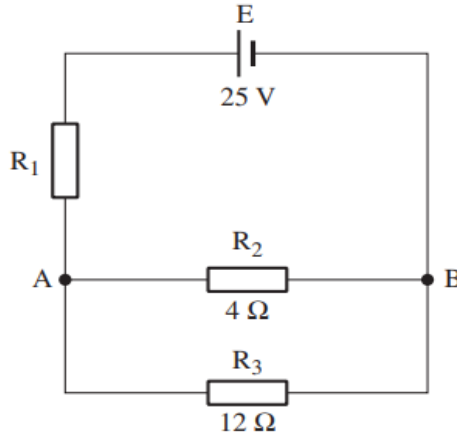
أ. نحسب المقاومة الكلية للدائرة

ب. نحسب التيار الكلي للدائرة، ونحدد اتجاهه في المقاومة  $R_4$  (من A الى B أو B من A الى A)

ج. نحسب القدرة التي تحتاجها المقاومة  $R_4$

الإجابات: أ.  $R_T=10\Omega$ ، ب.  $I=0.5A$ ، ج.  $P_{R4}=1.5W$

سؤال 4: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. فرق الجهد بين النقطتين A و B هي:  $V_{AB} = 15V$



نحسب:

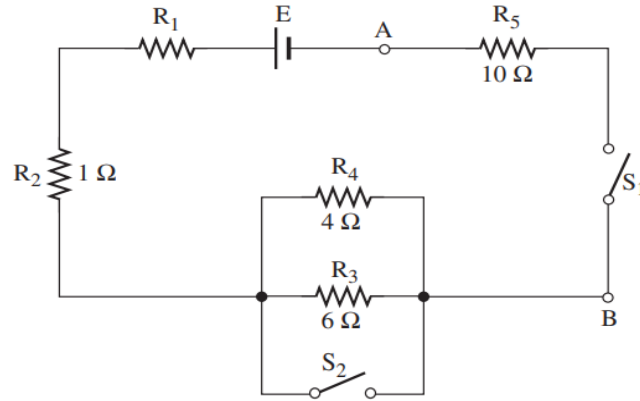
أ. التيار المار في المقاومة  $R_3$

ب. مقاومة المقاومة  $R_1$

ج. القدرة اللازمة للمقاومة  $R_2$

الإجابات: أ.  $I_{R3}=1.25A$ ، ب.  $R_1=2\Omega$ ، ج.  $P_{R2}=56.25W$

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



عندما يكون المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مفتوحان - يكون الجهد بين النقطتين A و B هو 30V

عندما يكون المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مغلقان - يكون الجهد بين النقطتين A و B هو 24V

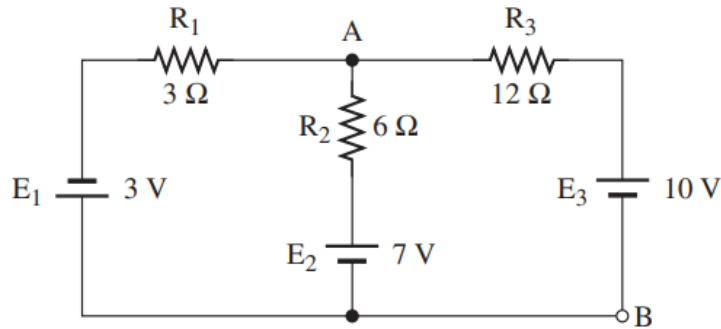
أ. نحسب قيمة المقاومة  $R_1$

ب. نحسب القدرة التي يزودها مصدر الطاقة عندما تكون المفاتيح مغلقة

ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_3$  عندما يكون المفتاح  $S_1$  مغلق والمفتاح  $S_2$  مفتوح

الإجابات: أ.  $R_1 = 1.5 \Omega$ ، ب.  $P_E = 72W$ ، ج.  $P_{R3} = 3.9W$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



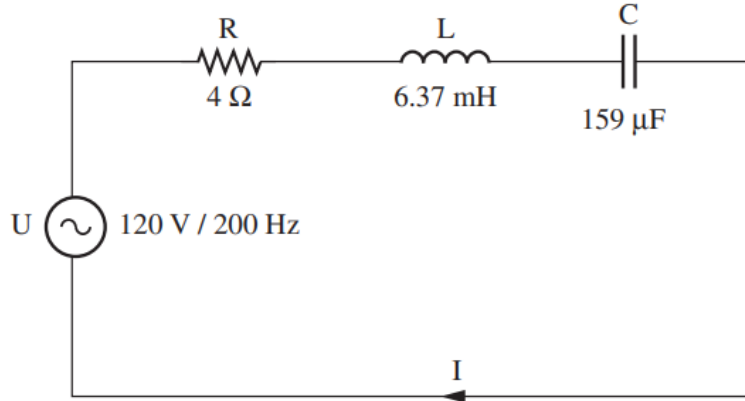
أ. نحسب التيار في كل واحدة من المقاومات في الدائرة

ب. نحسب القدرة في المقاومة  $R_2$

ج. نحسب الجهد بين النقطتين A و B في الدائرة

الإجابات: أ.  $I_{R1} = 0.714A$ ،  $I_{R2} = 0.31A$ ،  $I_{R3} = 0.405A$ ، ب.  $P_{R2} = 0.58W$ ، ج.  $V_{AB} = 5.14V$

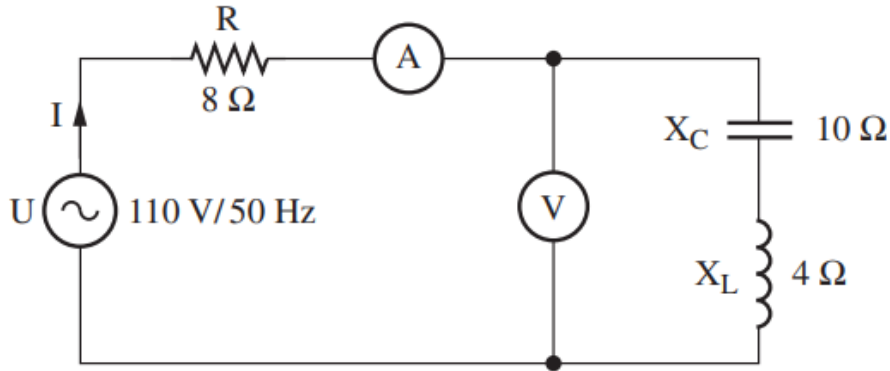
سؤال 4: في الرسم التالفة مُعطى دائرة RLC، التي تتغذى على يد مصدر جهد متناوب.



أ. نحسب التيار I في الدائرة والجهود  $U_R$ ،  $U_L$  و  $U_C$

الإجابات:  $I=24A$ ,  $U_R=96V$ ,  $U_L=192V$ ,  $U_C=120V$

سؤال 5: في الرسم التالفة مُعطى دائرة تيار متناوب، التي تحتوي على أجهزة قياس مثالية.



أ. نحسب:

1. التيار الذي يقيسه عداد التيار (A)

2. الجهد الذي يقيسه عداد الجهد (V)

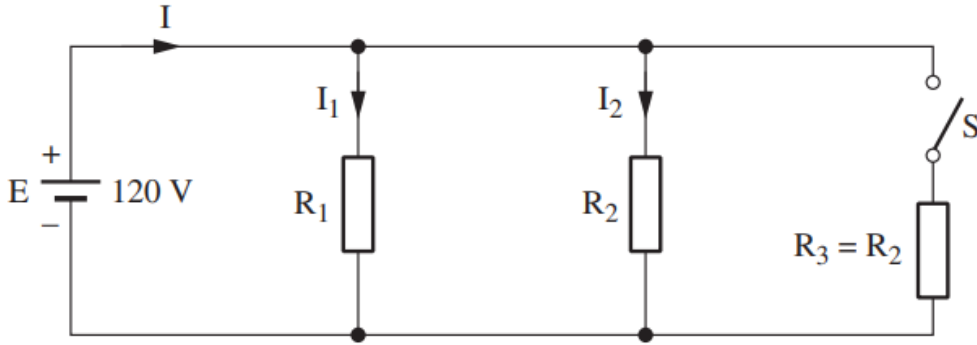
ب. نحسب حث الملف وسعة المكثف

ج. نحسب قيم القدرة

د. نرسم مثلث القدرة للدائرة

الإجابات: أ.  $U_V=66V$ ،  $I=11A$ ، ب.  $C=318\mu F$ ،  $L=12.7mH$ ، ج.  $S=1,210VA$ ،  $Q=-726VAR$ ،  $P=968W$

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية تشمل ثلاثة أجهزة تدفئة.



قدرة الجهاز  $R_1$  هي 600W، والتيار عبر الجهاز  $R_2$  هو 15A.

أ. نحسب:

1. التيار المار في جهاز التدفئة  $R_1$

2. قدرة جهاز التدفئة  $R_2$

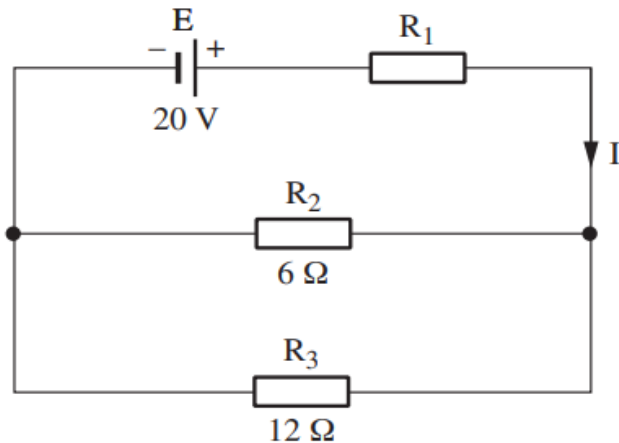
3. مقاومة كل واحد من أجهزة التدفئة  $R_1$  و  $R_2$

ب. نغلق المفتاح S. هل يزداد التيار الكلي في الدائرة (I)، يقل أو يبقى دون تغيير.

فسر اجابتك (بشكل كلامي أو حسابي ملائم)

الإجابات: أ.  $I_{old}=20A$ ,  $I_{new}=3A$  ب.  $I_{R1}=5A$ ,  $P_{R2}=1,800W$ ,  $R_1=24\Omega$ ,  $R_2=8\Omega$

سؤال 2: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. التيار الكلي في الدائرة هو  $I=2A$ .



نحسب:

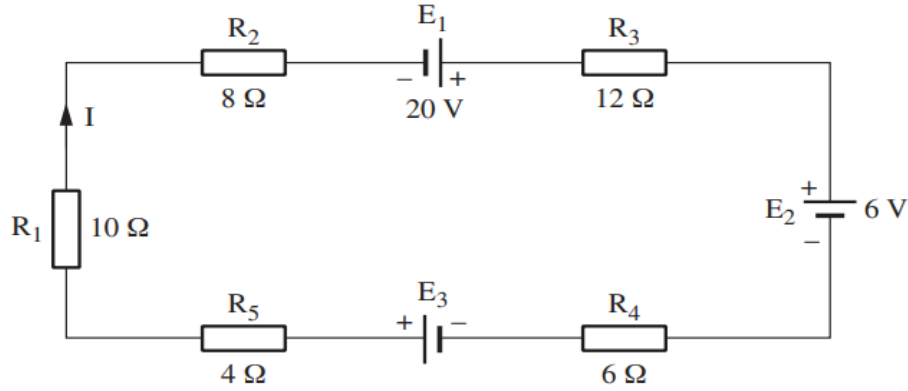
أ. مقاومة المقاوم  $R_1$

ب. التيار عبر المقاومة  $R_2$

ج. قدرة المقاومة  $R_3$

الإجابات: أ.  $R_1=6\Omega$  ب.  $I_{R2}=1.33A$  ج.  $P_{R3}=5.33W$

سؤال 3: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية. الجهد على المقاومة  $R_1$  هو 6V



نحسب:

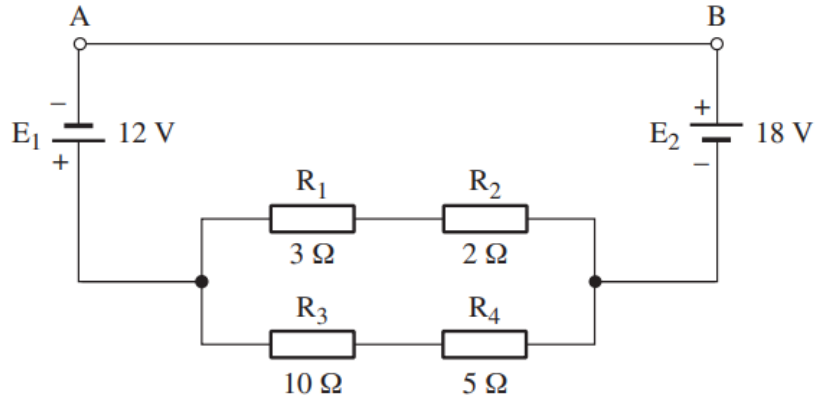
أ. التيار  $I$  في الدائرة

ب. جهد المصدر  $E$

ج. القدرة الكلية للمقاومات في الدائرة

الإجابات: أ.  $I=0.6A$ ، ب.  $E=10V$ ، ج.  $P=14.4W$

سؤال 4: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



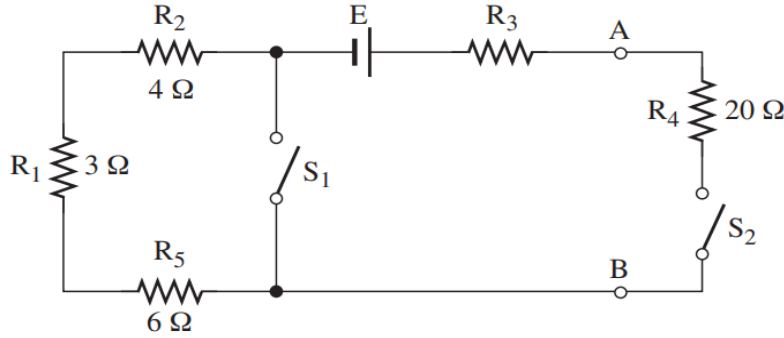
أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

ب. نحسب التيار الكلي للدائرة ونحدد اتجاهه (من A إلى B أو من B إلى A)

ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_3$

الإجابات: أ.  $R_T=3.75\Omega$ ، ب.  $I=8A$ ، ج.  $P_{R3}=40W$

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



عندما يكون المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مفتوحان - يكون الجهد بين النقطتين A و B هو 50V  
عندما يكون المفتاح  $S_1$  مفتوح والمفتاح  $S_2$  مغلق - يكون الجهد بين النقطتين A و B هو 25V  
نحسب:

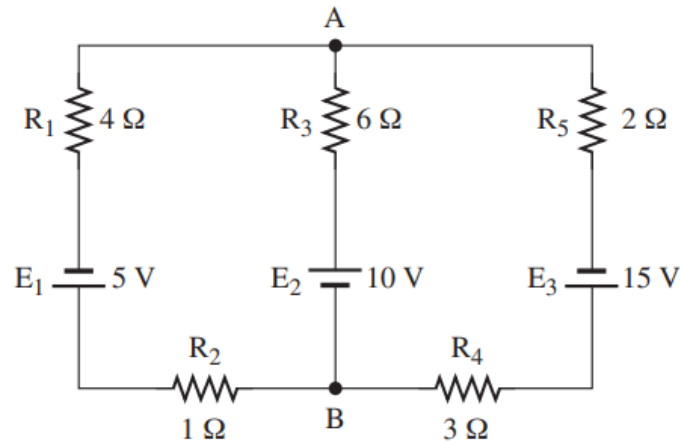
أ. قيمة المقاومة  $R_3$

ب. قدرة المقاومة  $R_4$  عندما يكون المفتاح  $S_1$  مفتوح والمفتاح  $S_2$  مغلق

ج. القدرة التي يزودها مصدر الطاقة عندما تكون المفاتيح مغلقة

الإجابات: أ.  $R_3=7\Omega$ ، ب.  $P_4=31.25W$ ، ج.  $P_E=92.5W$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



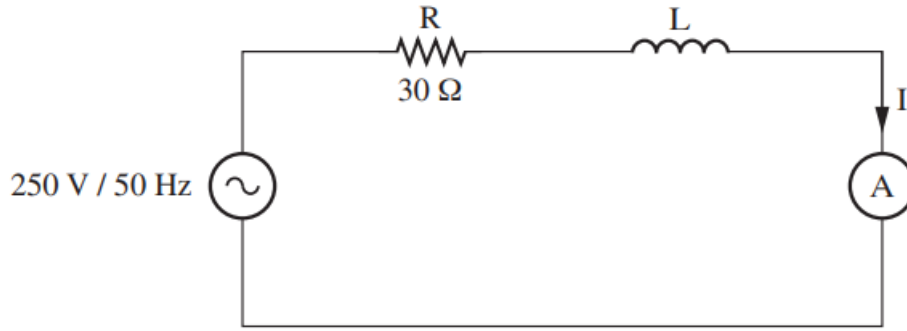
أ. نحسب التيار في كل واحدة من المقاومات في الدائرة

ب. نحسب القدرة في المقاومة  $R_2$

ج. نحسب الجهد بين النقاط A و B في الدائرة

الإجابات: أ.  $I_1=1A, I_3=0A, I_5=1A$ ، ب.  $P_{R2}=1W$ ، ج.  $V_{AB}=10V$

سؤال 5: في الرسم التالية مُعطى دائرة تيار متناوب، التي تحتوي على أجهزة قياس مثالية.



التيار الذي يقيسه العداد في الدائرة هو  $I=7.07A$

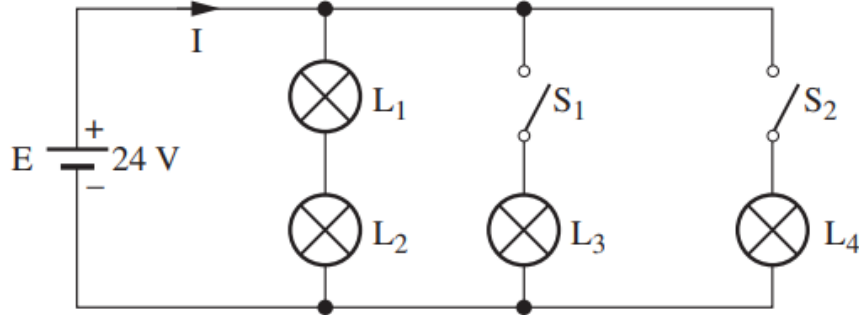
أ. نحسب:

1. حث الملف  $L$

2. نحسب قيم القدرة ونرسم مثلث القدرة للدائرة

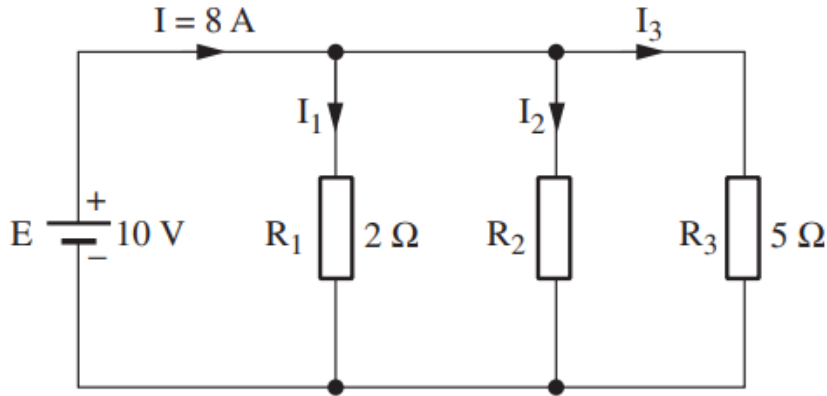
الإجابات: أ.  $P=1,500W$ ,  $Q=935VAR$ ,  $S=1767.5VA$ ,  $L=59.5mH$

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى نظام لإضاءة مصابيح. قدرة كل مصباح يعمل على جهد 24V هي 12W. ومقاومة كل مصباح هي ثابتة.



- أ. نحسب التيار  $I$  في الدائرة عندما يكون المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مفتوحان  
 ب. نغلق المفتاحان. نحسب القدرة الكلية للدائرة  
 ج. عند اغلاق المفتاحان، أية مصابيح تزداد إضاءتها وأية مصابيح تقل إضاءتها؟ فسر اجابتك.  
 الإجابات: أ.  $I=0.25A$ ، ب.  $P=30W$

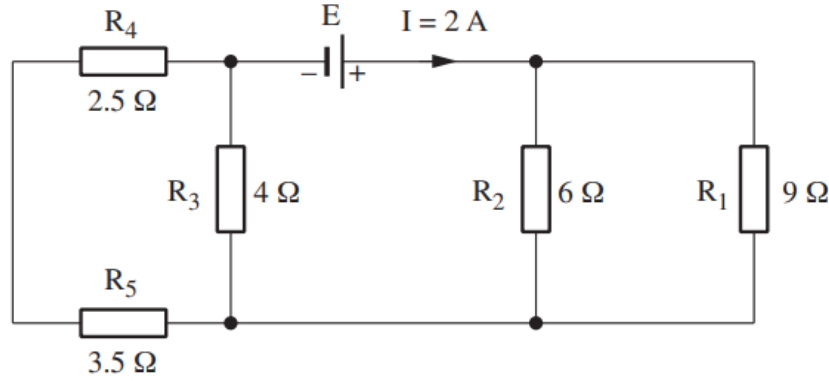
سؤال 2: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. التيار الكلي في الدائرة هو  $I=8A$ .



نحسب:

- أ. التيار  $I_1$  والتيار  $I_3$   
 ب. مقاومة المقاوم  $R_2$   
 ج. المقاومة الكلية للدائرة  
 الإجابات: أ.  $I_1=5A$ ,  $I_3=2A$ ، ب.  $R_2=10\Omega$ ، ج.  $R_T=1.25\Omega$

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



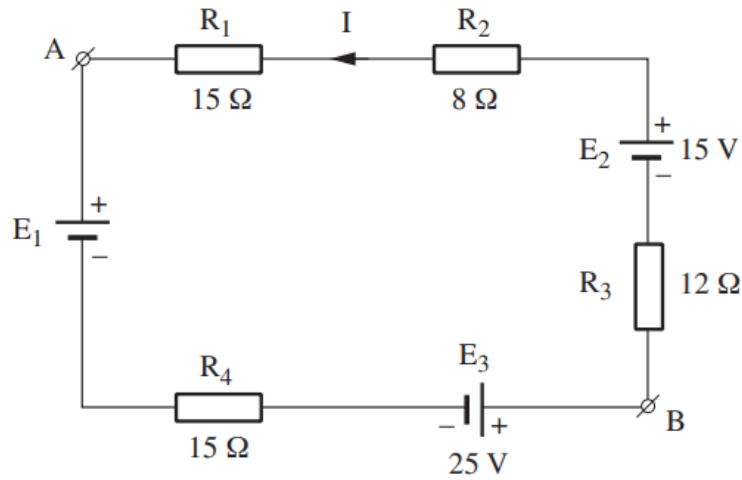
أ. نحسب جهد المصدر E

ب. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_1$

ج. نحسب قدرة المقاومة  $R_2$

الإجابات: أ.  $E=12V$ ، ب.  $I_{R1}=0.8A$ ، ج.  $P_{R2}=8.64W$

سؤال 4: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية. التيار المار بها  $0.2A$



أ. نحسب جهد المصدر  $E_1$

ب. نحسب فرق الجهد بين النقاط A و B

ج. نربط المصدر  $E_3$  في الدائرة بأقطاب معكوسة. نحسب التيار المار في الدائرة بعد التغيير،

ونحدد اتجاهه (مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة)

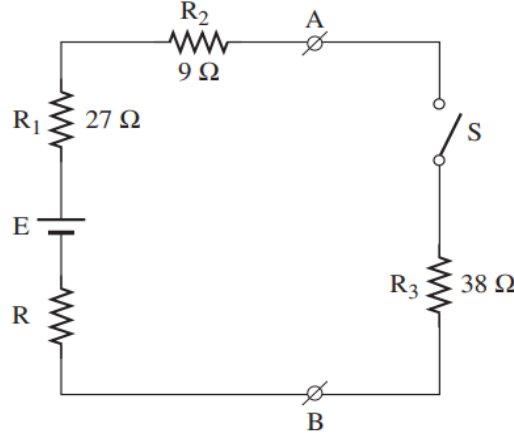
الإجابات: أ.  $E_1=30V$ ، ب.  $V_{AB}=8V$ ، ج.  $I=0.8A$

2011 (845201)

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.

عندما يكون المفتاح S مفتوح - يكون الجهد بين النقطتين A و B هو V28

عندما يكون المفتاح S مغلق - يكون الجهد بين النقطتين A و B هو V14



نحسب:

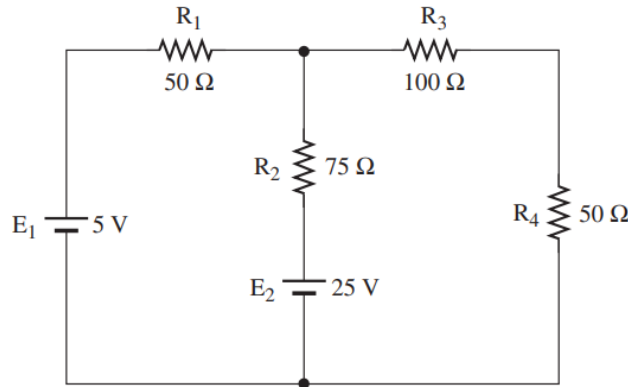
أ. قيمة المقاومة R

ب. قدرة المقاومة R<sub>3</sub>، عندما يكون المفتاح S مغلق

ج. القدرة التي يزودها مصدر الطاقة عندما تكون المفتاح مغلق

الإجابات: أ. R=2Ω، ب. P<sub>3</sub>=5.175W، ج. P<sub>E</sub>=10.13W

سؤال 3: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.

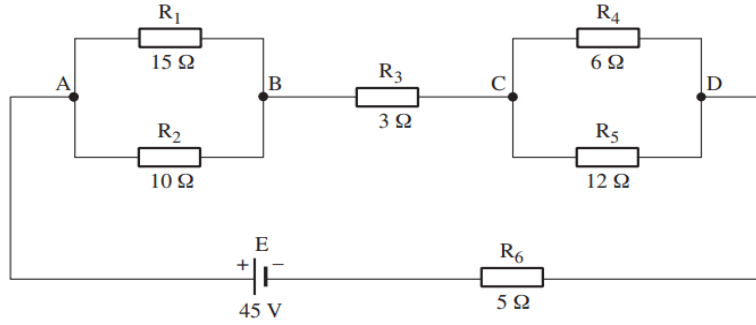


أ. نحسب التيار في كل واحدة من المقاومات في الدائرة

ب. نحسب القدرة في المقاومة R<sub>2</sub>

الإجابات: أ. I<sub>1</sub>=0.117A، I<sub>2</sub>=0.189A، I<sub>3</sub>=0.072A، ب. P<sub>R2</sub>=2.68W

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب المقاومة المكافئة للدائرة

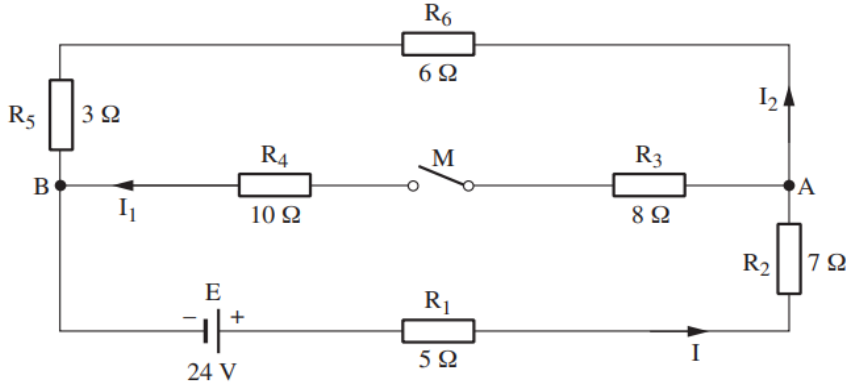
ب. نحسب التيار المار في المقاومة  $R_3$  والتيار المار في المقاومة  $R_2$

ج. نحسب فرق الجهد بين النقطتين C و D في الدائرة

د. نحسب قدرة المقاومة  $R_6$

الإجابات: أ.  $R_T = 18\Omega$ ، ب.  $I_{R2} = 1.5A, I_{R3} = 2.5A$ ، ج.  $V_{CD} = 10V$ ، د.  $P_{R6} = 31.25W$

سؤال 2: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب التيار  $I$  في الدائرة عندما يكون المفتاح M مفتوح

نغلق المفتاح M

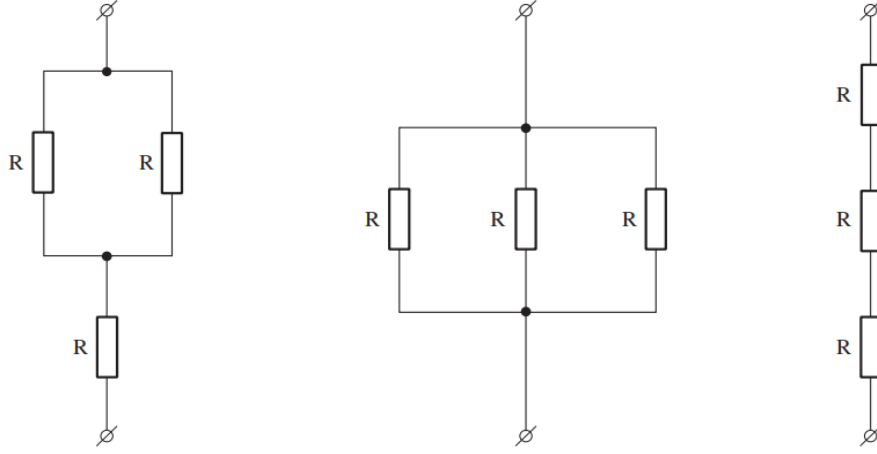
ب. نحسب التيار  $I$  في الدائرة

ج. نحسب التيار  $I_1$  في الدائرة

د. بين باستخدام حسابات ملائمة، أن قانون التيار لكيرتشف ينطبق عند التقاطع A

الإجابات: أ.  $I = 1.14A$ ، ب.  $I = 1.33A$ ، ج.  $I_1 = 0.44A$

سؤال 3: فرن طبخ مرتبط مع مصدر جهد  $230V$ . جسم التدفئة للفرن يحتوي على ثلاث مقاومات محددة، قيمة كل واحدة منهن  $30\Omega$ . هناك ثلاث طرق لربط المقاومات كما يظهر في الرسم التالى من أجل الوصول الى ثلاث درجات من الحرارة.



أ. نحسب المقاومة المكافئة لكل حالة

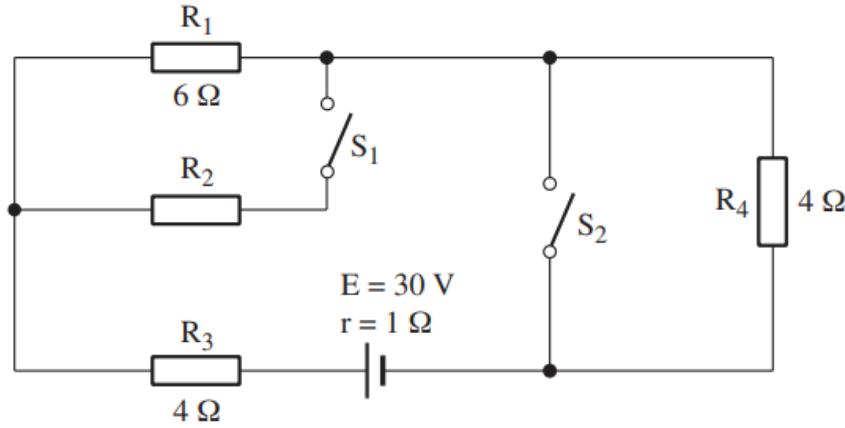
ب. نحسب التيار اللازم لكل حالة

ج. نرتب الحالات الثلاث بحسب مستوى الحرارة التي تولدها من الأعلى الى الأقل. فسر اجابتك.

الإجابات: أ.  $R_{T1}=45\Omega$ ,  $R_{T2}=10\Omega$ ,  $R_{T3}=90\Omega$ , ب.  $I_1=5.11A$ ,  $I_2=23A$ ,  $I_3=2.56A$ , ج. الوسط ثم

اليسار ثم اليمين

سؤال 1: في الرسم التالى مُعطى دائرة كهربائية.



التيار المار عبر المقاومة  $R_1$  عندما يكون المفتاحان  $S_1$  و  $S_2$  مفتوحان يساوي التيار المار عبرها عندما يكون المفتاحان مغلقان  
نحسب:

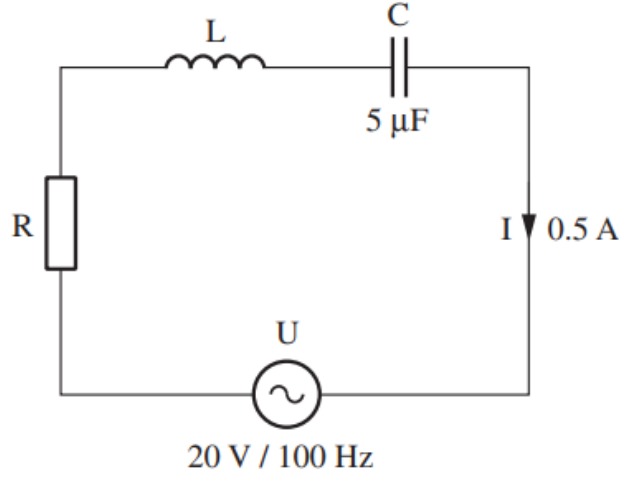
- أ. التيار المار عبر المقاومة  $R_1$  عندما يكون المفتاحان مفتوحان
- ب. قيمة المقاومة  $R_2$  (عندما يكون المفتاحان مغلقان)
- ج. القدرة الكلية للدائرة:

1. عندما يكون المفتاح  $S_1$  مغلق والمفتاح  $S_2$  مفتوح

2. عندما يكون المفتاح  $S_1$  مفتوح والمفتاح  $S_2$  مغلق

الإجابات: أ.  $I_{R1}=2A$ ، ب.  $R_2=7.5\Omega$ ، ج.  $P_1=72.9W$ ،  $P_2=81.8W$

سؤال 5: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية للتيار المتردد. قيمة التيار العُلَيَا في الدائرة هي  $I=0.5A$ .

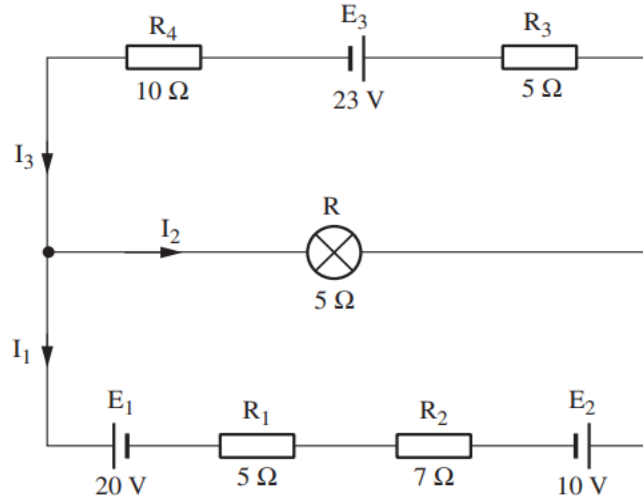


أ. نحسب الممانعة المكافئة للدائرة

ب. نفترض قيمة منطقية للمقاومة ونحسب قيمة الحث  $L$  للملف

الإجابات: أ.  $Z=56.6\Omega$ ، ب.  $R=40\Omega$ ،  $X_L=278\Omega$ ،  $L=0.443H$

سؤال 7: في الرسم التالية مُعطى دائرة كهربائية.



أ. نحسب التيارات  $I_1$ ،  $I_2$  و  $I_3$

ب. ننسخ الدائرة الى دفتر الإجابة، ونحدد الاتجاه الحقيقي لكل واحد من التيارات  $I_1$ ،  $I_2$  و  $I_3$

ج. نحسب جهد المصباح  $R$

د. نحسب قدرة المصباح  $R$

الإجابات: أ.  $I_1=2.27A$ ،  $I_2=0.55A$ ،  $I_3=1.72A$ ، ج.  $V_R=2.76V$ ، د.  $P_R=1.53W$

اكتمل الكتاب بفضله وكرمه

