

الباب الثالث

نظريات الدوائر الكهربائية

3-1 قانونا كيرشوف – أمثلة وتطبيقات على قانونى كيرشوف

3-2 نظرية ثفنن – أمثلة وتطبيقات على نظرية ثفنن

الباب الثالث : نظريات الدوائر الكهربائية

عناصر الدائرة الكهربائية :

تتكون الدائرة الكهربائية في أبسط صورها من العناصر الآتية :

أ- مصدر القدرة الكهربائية .

ب- الموصلات الكهربائية .

ج- الأحمال الكهربائية .

وسنتناول - فيما يلي - شرح كل عنصر من العناصر السابقة بشيء من التفصيل.

* مصدر القدرة الكهربائية :

هذا العنصر يسمى بالعنصر الفعال (Active Element) في الدائرة الكهربائية ، وهو مصدر انتاج (أو إمداد الدائرة الكهربائية) بالطاقة الكهربائية . وهذه الطاقة تظهر عادة على شكل فرق جهد يبين طرفي خرج المصدر وهذا الفرق في الجهد يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية والتي تقاس بالفولت . ويسمى المصدر في هذه الحالة بمصدر الجهد الكهربائي (Voltage Source) وتحدد قطبية طرفي المصدر عن طريق اتجاه التيار في الدائرة .

ولإمرار التيار في الدائرة الكهربائية يجب أن يكتمل المسار من الطرف السالب إلى الطرف الموجب لمصدر القدرة الكهربائية . وإذا لم يكتمل هذا المسار فلا يمر تيار في الدائرة وتسمى في هذه الحالة بالدائرة المفتوحة Open Circuit ومن هنا يمكن تعريف الدائرة المفتوحة بأنها الدائرة الكهربائية التي لا يمر بها تيار . وبالتالي تكون الدائرة المغلقة

(Closed Circuit) هي الدائرة التي يمر بها تيار كهربائي .

* الموصلات الكهربائية :

الموصلات الكهربائية (Electric Conductors) هي التي تربط بين مصدر القدرة الكهربائية والأحمال ، و هي بذلك يجب ان تكون مصنوعة من مادة جيدة التوصيل للكهرباء مثل النحاس او الالمونيوم . و هما اكثر استعمالاً من اى مادة أخرى بالرغم من أنهما ليسا أحسن الموصلات الكهربائية . تعتبر الفضة هي أفضل المواد الموصلة للكهربائية حيث أن مقاومتها النوعية هي الأقل .

ويتم تصنيع المواد الموصلة - في معظم الأحيان - على هيئة أسلاك (Wires) أو قضبان (Bars) أو أنابيب (Tubes) .

والأسلاك يمكن إستخدامها إما سلكاً واحداً (مفرداً) أو مجموعة من الأسلاك الملفوفة حول بعضها لزيادة المرونة والقوة الميكانيكية ويمكن أن تكون عارية (كما في خطوط نقل القدرة الكهربائية) أو تكون معزولة بواسطة طبقة مصنوعة من مادة عازلة (كما في الكابلات) الموصلات التي تكون على هيئة أنابيب عبارة عن اسطوانات مفرغة ومصنوعة من مادة جيدة التوصيل للكهرباء ، وهي التي تستخدم في أجهزة الإرسال لدوائر الترددات العالية. القضبان عادة ما تكون موصلات ذات سمك كبير وتستخدم لحمل تيارات كبيرة تصل الى مئات الأمبيرات في محطات توليد الطاقة الكهربائية . أما القضبان ذات السمك الصغير (على شكل مربع طول ضلعه 2 ميلليمتر) فتستخدم في الدوائر الإلكترونية .

* الأحمال الكهربائية :

الأحمال الكهربائية (Electric Loads) هي المعدات والأجهزة التي تستهلك الطاقة الكهربائية .

يمكن تمثيل الحمل الكهربائي إما بالمقاومة أو بالحث الذاتي أو بالسعة الكهربائية . تعتبر الأحمال الكهربائية هي العناصر الغير فعالة (Passive Elements) في الدوائر الكهربائية . يجب أن نلاحظ أن تعريف الحمل الكهربائي المذكور سابقاً هو في أبسط صورة .

إذ أن مفهوم الأحمال الكهربائية في حالة الدوائر الكهربائية الكبيرة (أى الشبكات الكهربائية مثلاً) يكون أوسع من ذلك حيث يشتمل على الأحمال الصناعية (مثل المصانع والورش الكبيرة) . وأحمال النقل (مثل وسائل النقل التي تسير بالطاقة الكهربائية) والأحمال المنزلية.

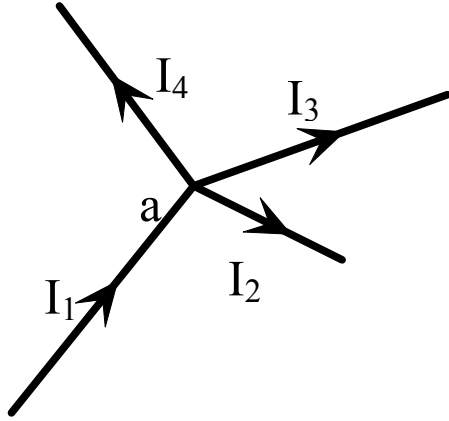
1-3 قانون كيرشوف :

تمكن عالم الطبيعة الالماني جوستاف كيرشوف من وضع قانونين يعرفان بقانوني كيرشوف . ويعتبر هذان القانونان الأساس لتحليل ودراسة الدوائر الكهربائية.

قانون كيرشوف الأول :

يعرف هذا القانون - أيضاً - بقانون كيرشوف للتيار - وينص على الآتي :

" عند أى لحظة يكون مجموع التيارات الداخلة إلى أى نقطة إتصال في دائرة كهربية تساوى مجموع التيارات الخارجة منها " .



فمثلاً في جزء الدائرة الكهربائية المرسوم في شكل

(1-3) نجد أنه بتطبيق قانون كيرشوف الأول

للتيار عند نقطة الإتصال a نحصل على :

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4$$

شكل (1-3) قانون كيرشوف للتيار

يجب أن نلاحظ أن قانون كيرشوف الأول هو أحد تطبيقات قاعدة بقاء الطاقة فمن المعروف أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولا تأتي من العدم . وتفسير ذلك هو أنه لا يمكن حدوث تجمع للشحنات الكهربائية عند أى نقطة إتصال في الدوائر الكهربائية ، فأى شحنة داخلية لهذه النقطة يجب أن يقابلها شحنة أخرى تخرج من نفس النقطة .

قانون كيرشوف الثاني :

يعرف قانون كيرشوف الثاني - أيضاً - بقانون كيرشوف للجهد الكهربى وهو ينص

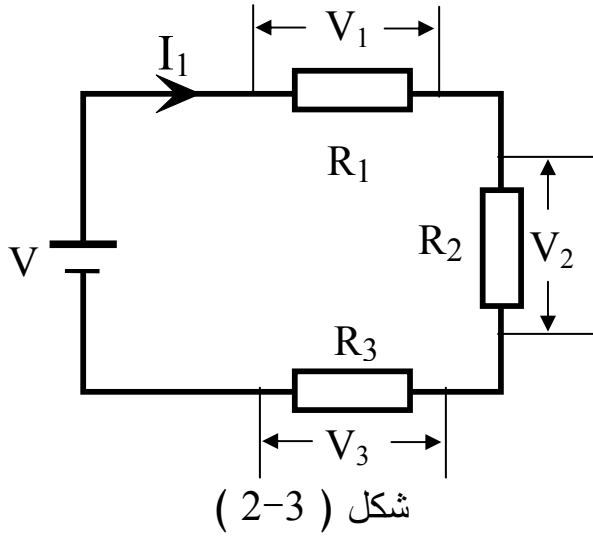
على الآتي :

" عند أى لحظة يكون المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربائية في أى دائرة كهربية مغلقة مساوياً للمجموع الجبرى لفروق الجهد بين أطراف المقاومات في هذه الدائرة المغلقة " .

فمثلاً في الدائرة الكهربائية المغلقة الموجودة في شكل (2-3) نجد أنه بتطبيق قانون

كيرشوف الثاني نحصل على:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$



حيث: V هي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية

$$V_1 = I.R_1 \quad , \quad V_2 = I.R_2 \quad , \quad V_3 = I.R_3$$

I هو التيار المار في الدائرة المغلقة

يجب أن نلاحظ أيضاً أن قانون كيرشوف الثاني هو أحد تطبيقات قاعدة بقاء الطاقة. ويمكن تفسير ذلك كما يلي :

إذا كانت W تمثل الطاقة الكهربائية التي تعطيها البطارية ، W_1 هي الطاقة التي تستهلكها المقاومة R_1 ، W_2 هي الطاقة الكهربائية التي تستهلكها المقاومة R_2 ، W_3 هي الطاقة التي تستهلكها المقاومة R_3 في نفس الفترة الزمنية فيمكن أن نقول

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

وإذا كانت الشحنة الكهربائية التي تتساب في الدائرة المغلقة الموضحة بشكل (2-3) في

نفس الفترة الزمنية هي Q فإننا نحصل على

$$\frac{W}{Q} = \frac{W_1}{Q_1} + \frac{W_2}{Q_2} + \frac{W_3}{Q_3}$$

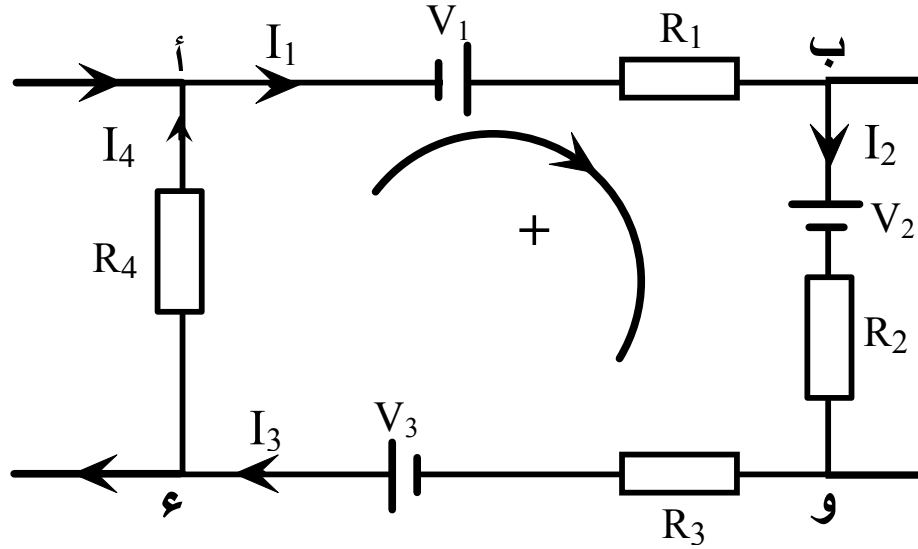
بما أن الشغل المبذول (الطاقة) لكل وحدة شحنة كهربائية تمثل الجهد الكهربائي تصبح

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

المعادلة السابقة كما يلي :

وهي نفس قانون كيرشوف للجهد الكهربائي ويطبق هذا القانون على أى جزء من الدائرة الكهربائية المغلقة .

ففي بعض الدوائر الكبيرة المعقدة والتي لها أكثر من منبع واحد للقوة الدافعة الكهربائية للتغذية كما هو واضح في شكل (3-3)



شكل (3-3)

فإننا نتبع الآتي :

نفرض أن الاتجاه الموجب للتيارات هو اتجاه عقارب الساعة مثلاً وهذا أمراً اختيارياً يجب تحديده - نحدد اتجاه التيارات في الأفرع للدائرة تبعاً للفرض السابق.

ويتضح لنا من الشكل (3-3) أن التيار يسري من النقطة أ إلى النقطة ب في الفرع (أب) أى من النقطة الأعلى جهداً إلى النقطة الأقل جهداً ويحدث هبوطاً في الجهد خلال النقطتين لذلك نجد أن في الجزء (أ ب)

$$(1) \quad \text{جهد أ} + I_1 R_1 - V_1 = \text{جهد ب}$$

ونجد في الجزء (ب و)

$$(2) \quad \text{جهد ب} - V_2 - I_2 R_2 = \text{جهد و}$$

ونجد في جزء (و ء)

$$(3) \quad \text{جهد و} - I_3 R_3 + V_3 = \text{جهد ء}$$

ونجد في جزء (ء أ)

$$\text{جهد ء} = I_4 R_4 - \text{جهد أ} \quad (4)$$

وبجمع المعادلات 1، 2، 3، 4 نجد أن:

$$I_4 R_4 + I_3 R_3 + I_2 R_2 + I_1 R_1 = V_3 + V_2 + V_1$$

وهذا يدل على أن مجموع (ق . د . ك) الجبرى = مجموع (I . R)

∴ المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربائية في أى دائرة كهربائية مغلقة يساوى المجموع الجبرى لهبوط الجهد في نفس الدائرة مأخوذة في اتجاه دورى واحد أى أن في أى دائرة مغلقة يكون المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربائية ومجموع الجهود المفقودة بالدائرة يساوى صفر .

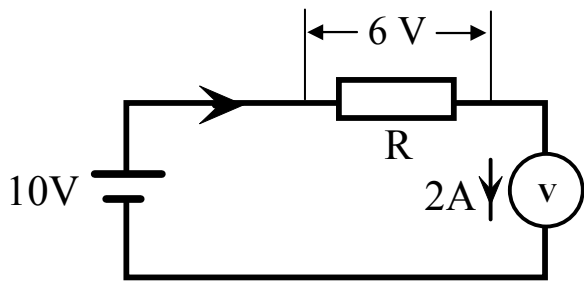
وعند تطبيق قانون كيرشوف الثاني يؤخذ في الاعتبار القواعد التالية :

1- تكتب إشارة القوة الدافعة الكهربائية (+) موجبه اذا كان التيار يمر في اتجاه عقارب الساعة (وهو اتجاه التيار المفروض) .

2- تكتب إشارة القوة الدافعة الكهربائية سالبة (-) اذا كان اتجاه مرور التيار فى اتجاه عكس عقارب الساعة (وهو عكس اتجاه التيار المفروض) .

3 - تكتب إشارة الجهد المفقود فى المقاومات (-) سالبة إذا كان التيار المار بها هو نفس اتجاه التيار المفروض للدائرة المغلقة ، وإشارة (+) إذا كان التيار المار بها عكس اتجاه التيار المفروض .

مثال (1) : في الدائرة الموضحة بالشكل (4-3)



المطلوب إيجاد :

1- شدة التيار 2- قراءة الجهد V

3- قيمة المقاومة R

شكل (4-3)

الحل :

من قانون كيرشوف الأول التيار لم يتفرع وبالتالي التيار ثابت = 2A

$$I = 2 \text{ A}$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني:

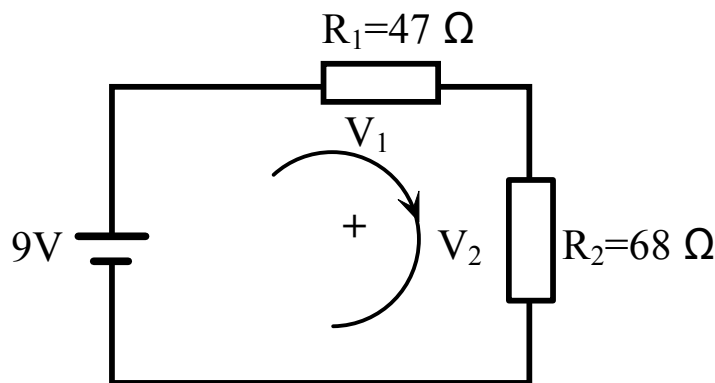
$$- e m f + I R + V = 0$$

$$-10 + 6 + v = 0.$$

$$V = 4 \text{ Volts.}$$

حيث أن التيار ثابت = 2A وفرق الجهد عند طرفي المقاومة (R) يساوي 6 volt

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6}{2} = 3 \Omega$$



شكل (5-3)

مثال (2) في الدائرة بشكل (5-3)

أوجد : أ - شدة التيار

ب - فرق الجهد V_1

ج - فرق الجهد V_2

الحل :

الدائرة لم تتفرع .∴ التيار I ثابت

من قانون كيرشوف الثاني

$$- e m f + I R_1 + I R_2 = 0$$

$$- 9 + I (R_1 + R_2) = 0$$

$$- 9 + I (47 + 68) = 0$$

$$\therefore I = 0.783 \text{ A}$$

$$V_1 = I R_1 = 0.783 \times 47 = 3.68 \text{ volts.}$$

$$V_2 = I R_2 = 0.783 \times 68 = 5.32 \text{ volts.}$$

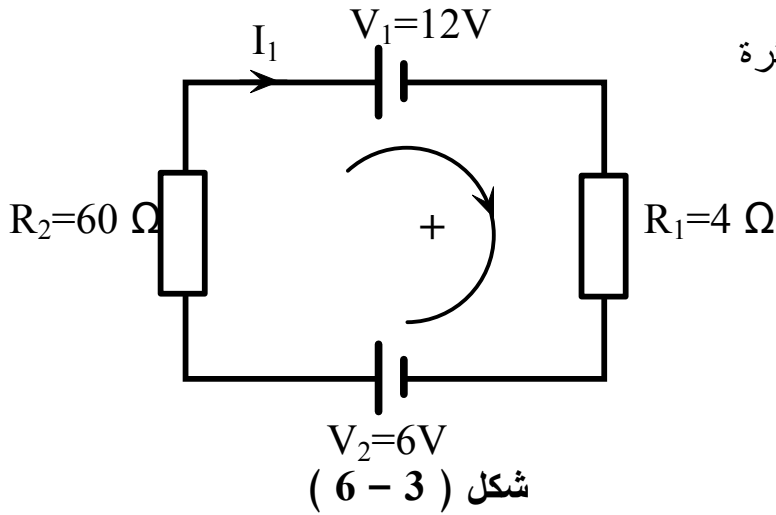
$$V_1 + V_2 = 3.68 + 5.32 = 9$$

تحقيق: $V = e \cdot m \cdot f$

وهذا يتوافق عددياً مع قانون كيرشوف الثاني.

مثال (3) : أوجد التيار المار في الدائرة

الموضحة بشكل (3-6)



الحل :

1- نبدأ بإختيار الاتجاه الموجب للتيار وليكن في اتجاه عقارب الساعة .

2- نوزع التيار في أى دائرة مغلقة في الشبكة الكهربائية ومن قانون كيرشوف الثاني .

$$-V_1 + V_2 = IR_1 + IR_2.$$

ويلاحظ أن V_1 وضعت بالسالب لأنها عكس الفرض الموجب

$$- 12 + 6 = I (4) + I (60)$$

$$- 6 = I (64)$$

$$\therefore I = \frac{-6}{64} = -0.094$$

وتدل اشارة (-) أن الاتجاه الفعلي للتيار مضاد للاتجاه الذى اخترناه .

مثال 4 :

فى الدائرة الكهربائية الموضحة بشكل (3-7) احسب التيارات في الأفرع المختلفة اذا علمت الآتي:

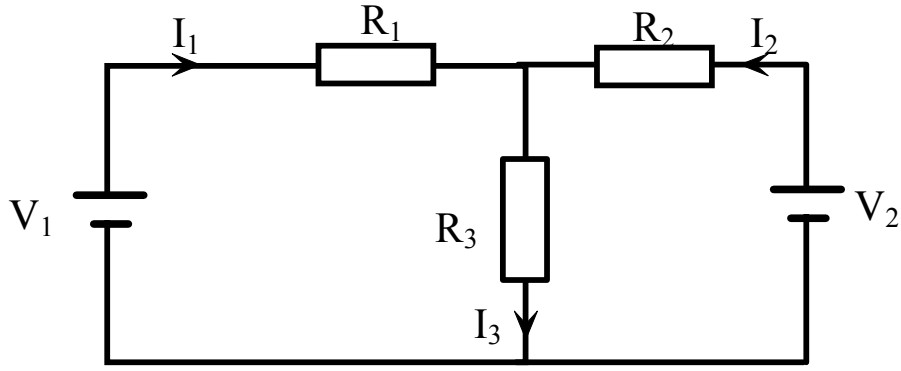
$$V_2 = 6 \text{ volts.} , V_1 = 12 \text{ volts}$$

قيم المقاومات الثلاثة هي:

$$R_1 = 2\Omega$$

$$R_2 = 1\Omega$$

$$R_3 = 1\Omega$$



شكل (7-3)

الحل :

نفرض التيارات الثلاثة I_1, I_2, I_3 في الأفرع الثلاثة في الاتجاهات الموضحة بالشكل.

بتطبيق قانون كيرشوف للجهد الكهربائي على الدائرتين المغلقتين الموضحتين بالشكل

نحصل على:

$$V_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3 \quad \dots (1)$$

$$V_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3 \quad \dots (2)$$

وبتطبيق قانون كيرشوف للتيار .

$$I_1 + I_2 = I_3$$

بمعلومية أن:

$$R_3 = 1\Omega, \quad R_2 = 1\Omega, \quad R_1 = 2\Omega, \quad V_2 = 6V \quad V_1 = 12V$$

بالتعويض في معادلة (1)

$$12 = 2 I_1 + I_1 + I_2$$

$$12 = 3 I_1 + I_2 \quad \dots (3)$$

بالتعويض في المعادلة (2)

$$6 = 1 I_2 + 1 I_3$$

$$6 = I_2 + I_1 + I_2$$

$$6 = 2I_2 + I_1$$

$$I_1 = 6 - 2I_2 \quad (4)$$

بالتعويض في المعادلة (1) من المعادلة (4) بقيمة I_1

$$12 = 3(6 - 2I_2) + I_2$$

$$\therefore I_2 = 1.2 \text{ A}$$

بالتعويض في المعادلة (2)

$$I_1 = 6 - 2I_2$$

$$= 6 - 2(1.2)$$

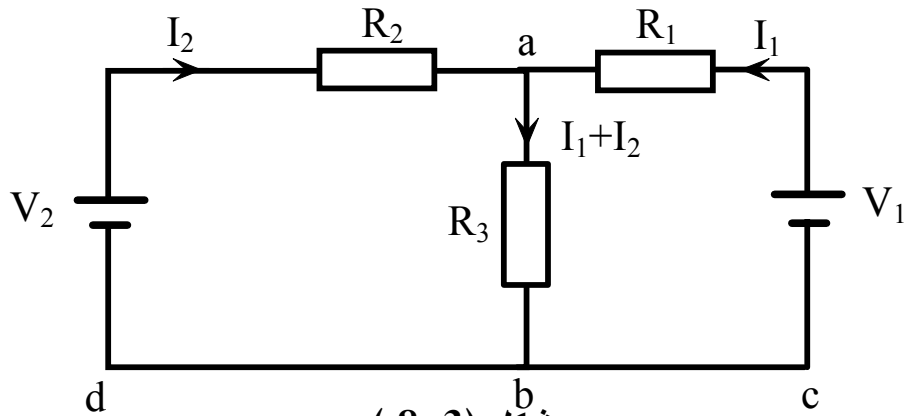
$$= 3.6 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$= 3.6 + 1.2 = 4.8 \text{ A}$$

والمثال التالي يختصر هذا العدد الكبير من المعادلات والتعويض فيهما بأسلوب أكثر اختصاراً

مثال 5 :



شكل (8-3)

في الدائرة الموضحة شكل (8-3) احسب شدة التيارات الكهربائية المارة في المقاومات الثلاث الموجود في الدائرة الكهربائية الموضحة إذا علم أن:

$$V_1 = 15 \text{ volts.}$$

$$V_2 = 30 \text{ volts.}$$

$$R_1 = 3\Omega$$

$$R_2 = 3\Omega$$

$$R_3 = 6\Omega$$

الحل :

نفرض أن I_1 , I_2 كما هو موضح بالشكل بحيث يكون كل منهما خارجاً من القطب الموجب للبطارية التي تتبعه .

بتطبيق قانون كيرشوف للتيار عن نقطة الاتصال a نجد أن التيار المار في المقاومة

R_3 يجب أن يكون خارجاً من نقطة الاتصال وقيمه تساوى $I_1 + I_2$ كما هو موضح بالشكل .

نطبق قانون كيرشوف للجهد على الدائرة المغلقة abca فنجد أن:

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_3 = V_1$$

$$3 I_1 + 6(I_1 + I_2) = 15$$

$$9 I_1 + 6 I_2 = 15 \quad (1)$$

نطبق كذلك قانون كيرشوف الثاني على الدائرة الكهربية المغلقة (abda) فنحصل على:

$$I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_3 = V_2$$

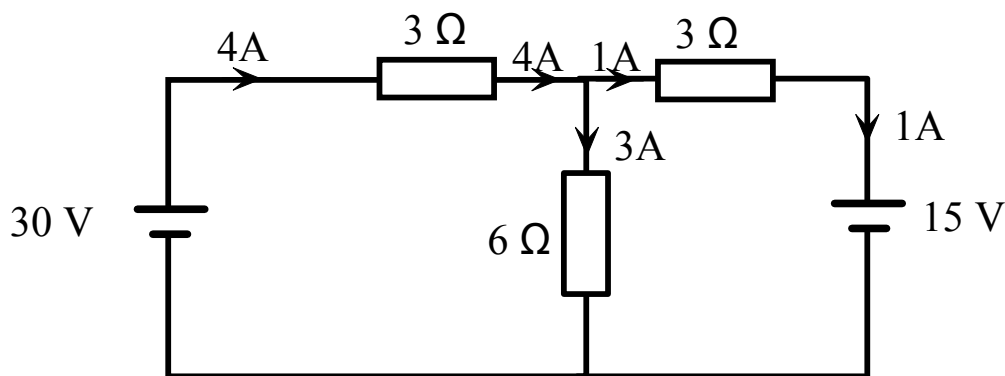
$$3 I_2 + 6(I_1 + I_2) = 30 \quad (2)$$

نحل المعادلتين (1) ، (2) فنحصل على :

$$I_1 = -1 \text{ A}$$

$$I_2 = 4 \text{ A}$$

وبذلك يكون إتجاه التيار المار في المقاومة R_1 هو عكس الاتجاه المبين بشكل (8-3) وقيمته واحد أمبير ، والتيار المار في المقاومة R_2 هو نفس الاتجاه المبين بالشكل وقيمته 4 أمبير ويكون اتجاه التيار المار في المقاومة R_3 هو نفس الاتجاه المبين بالشكل وقيمته 3 أمبير ويوضح شكل (9-3) حل هذه الدائرة وعليها القيم الصحيحة .



شكل (9-3)

ونلاحظ من الشكل (3-9) :

أ- تحقيق قانون كيرشوف للتيار عند النقطة a وهو أن

المجموع الجبرى للتيارات الداخلة = المجموع الجبرى للتيارات الخارجة .

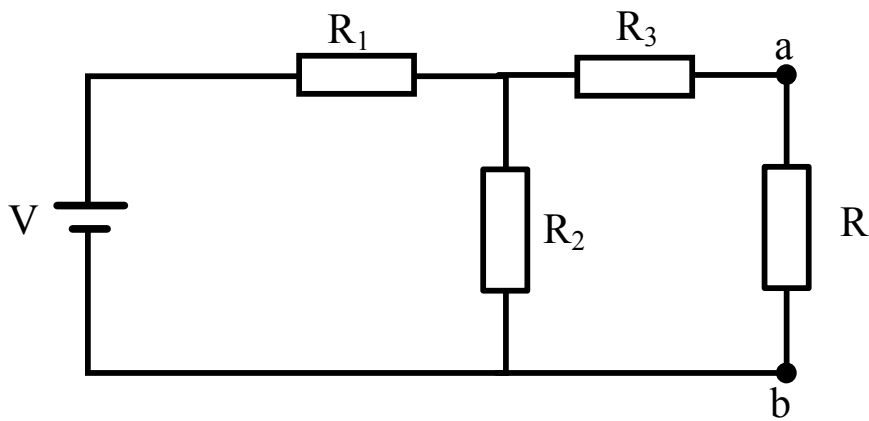
ب- تحقيق قانون كيرشوف للجهد الكهربى للدائرتين المغلقتين abca , abda

3-2 نظرية ثفنن :

وضع عالم الفيزياء الفرنسى ليون ثفنن نظريته المعروفة بإسمه . هذه النظرية تستخدم لحساب قيمة التيار المار في أى فرع في الدائرة الكهربائية. كما أن هذه النظرية يمكنها دراسة التغير في التيار في أى فرع في الدائرة الكهربائية عندما تتغير قيمة مقاومة هذا الفرع مع بقاء بقية أجزاء ومكونات الدائرة الأخرى ثابتة كما هي . تنص نظرية ثفنن على الآتي :

" أى طرفين في دائرة كهربية تحتوى على مصدر للجهد الكهربى (أو مصدر للتيار) يمكن استبدالها بدائرة أخرى تحتوى على بطارية ذات قوة دافعة كهربية مقدارها V_{TH} تتصل على التوالي بمقاومة قيمتها R_{TH} حيث V_{TH} هى فرق الجهد بين هذين الطرفين في حالة فتحها ، R_{TH} هى المقاومة المحسوبة بين هذين الطرفين عند استبدال جميع مصادر الجهد الكهربى في الدائرة الأصلية بمقاوماتها الداخلية " .

ولتوضيح كيفية تطبيق هذه النظرية نفترض الدائرة الموضحة بشكل (3-10)



شكل (3-10) دائرة كهربية لتوضيح نظرية ثفنن

نفترض كذلك أنه مطلوب إيجاد قيمة التيار في المقاومة R

خطوات الحل كما يلي :

- الخطوة الاولى : إزالة المقاومة R من الدائرة وبالتالي تصبح الدائرة الأصلية مفتوحة من الطرفين a, b .

- الخطوة الثانية : حساب فرق الجهد بين الطرفين المفتوحين a, b هذا الجهد هو جهد ثفنن V_{TH} وفي الدائرة الموضحة بشكل (10-3) نجد أن:

$$IR_2 = V_{R_2} = V_{TH} \dots\dots (1)$$

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots (2)$$

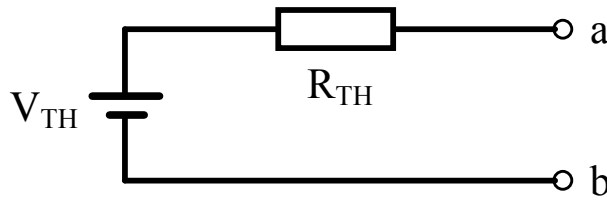
$$\therefore V_{TH} = \frac{V \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{من (1) ، (2)}$$

- الخطوة الثالثة : عمل دائرة قصر (short circuit) على البطارية ثم حساب قيمة المقاومة كما نراها من خلال الطرفين المفتوحين a, b .

هذه المقاومة هي مقاومة ثفنن المكافئة R_{TH} وللدائرة بشكل (10-3) نجد أن

$$R_{TH} = R_3 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- الخطوة الرابعة : دائرة ثفنن تصبح كالموضحة بشكل (11-3)



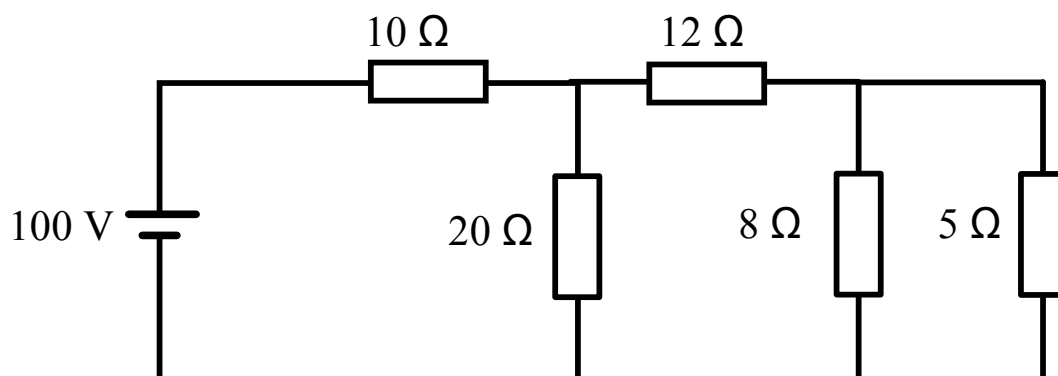
شكل (11-3)

- الخطوة الخامسة : حساب قيمة التيار المار في المقاومة R من نظرية ثفنن كالآتي

$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R}$$

مثال (1) :

احسب قيمة التيار المار في المقاومة 5 أوم في الدائرة الموضحة بشكل (3-12) باستخدام نظرية ثفنن .

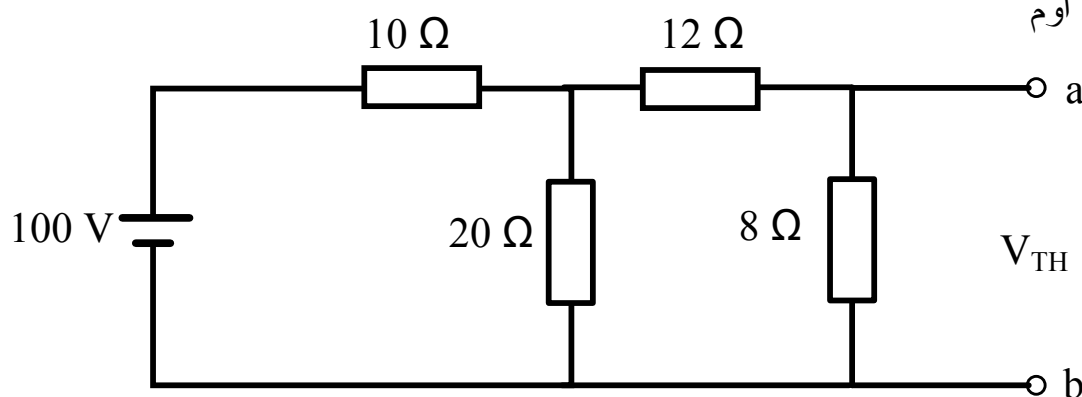


شكل (3-12)

الحل :

الخطوة الاولى : نزيل المقاومة 5 أوم من الدائرة ، وبالتالي نحصل على الدائرة الموجودة بشكل (3-13) .

الخطوة الثانية : حساب قيمة فرق الجهد بين الطرفين a , b يتطلب معرفة التيار المار في المقاومة 8 أوم



شكل (3-13)

يمكن حساب قيم التيارات المارة في جميع أفرع الدائرة كما هو موضح في شكل (3-13)

التيار المار في المقاومة 8 أوم = 2.5 أمبير

$$V_{TH} = (2.5)(8) = 20V$$

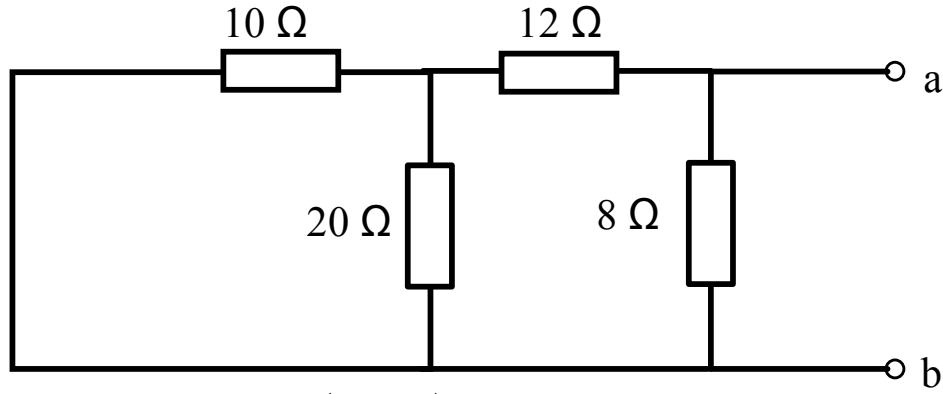
الخطوة الثالثة : لحساب قيمة مقاومة ثفنن المكافئة يتم عمل قصر على البطارية وبالتالي نحصل على الدائرة المرسومة في شكل (3-14) .

مقاومة ثفنن المكافئة هي المقاومة التي يمكن قياسها بين الطرفين a , b للدائرة الموضحة بشكل (14-3) وباستخدام قوانين المقاومات المتصلة على التوالي والتوازي ، حيث علامة // تمثل حالة توازي بين المقاومات

$$R_{ab} = ((10\Omega // 20\Omega) + 12\Omega) // 8\Omega$$

$$R_{TH} = 5.6\Omega$$

نجد أن مقاومة ثفنن



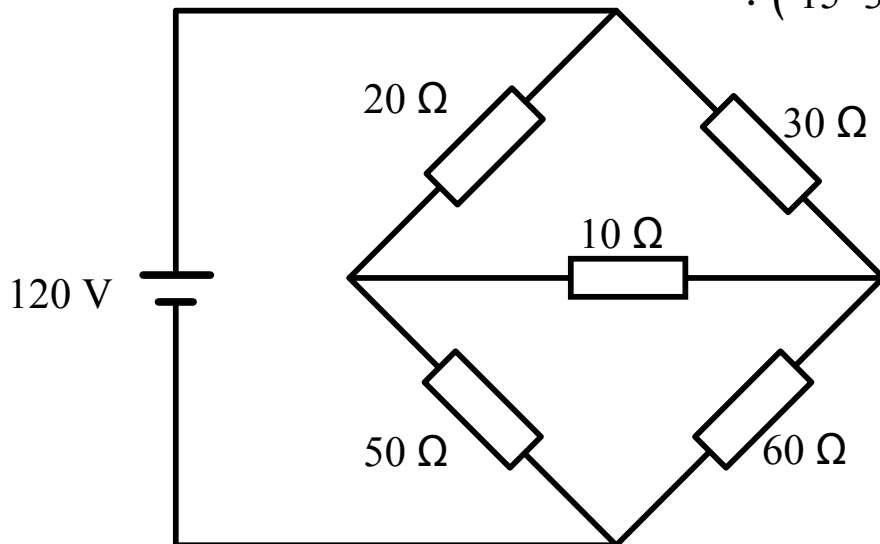
شكل (14-3)

الخطوة الرابعة : للحصول على التيار المار في المقاومة 5 أوم

$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R}$$

$$I = \frac{20}{5.6 + 5} = 1.887 \text{ A}$$

مثال (2) : باستخدام نظرية ثفنن إحسب التيار المار في المقاومة 10 أوم للدائرة الكهربائية الموجودة في شكل (15-3) .

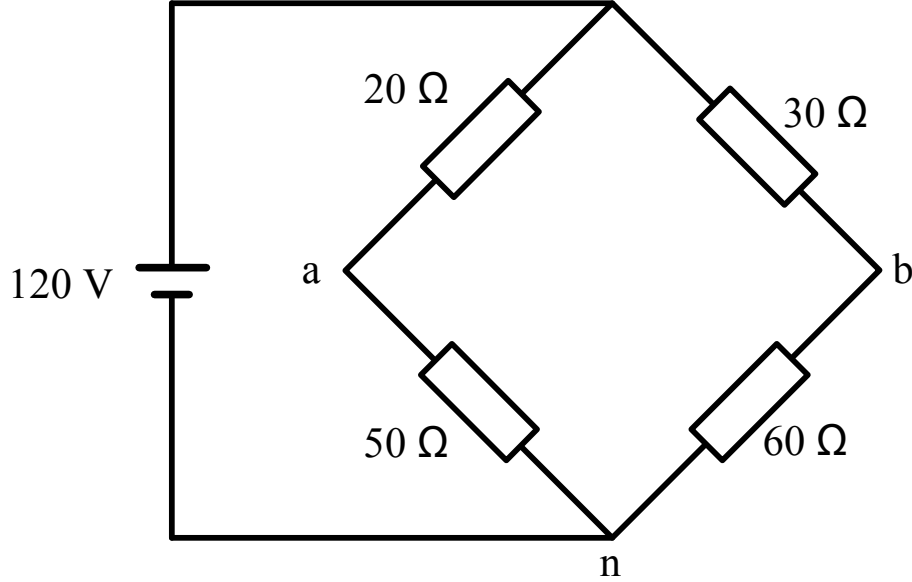


شكل (15-3)

الحل :

الخطوة الأولى :

نزيل المقاومة 10 أوم فنحصل على الدائرة الموضحة بشكل (16-3)



شكل (16-3)

الخطوة الثانية :

حساب قيمة فرق جهد ثفنن المكافئ وهو يساوى فرق الجهد بين النقطتين a , b في شكل

$$V_{TH} = V_{ab} = V_{an} - V_{bn} \quad (16-3) \text{ من الشكل نجد}$$

وبحساب التيارات في الدائرة

الموضحة في شكل (16-3) نجد أن

التيار الكلي الخارج من البطارية 3.05 أمبير

التيار المار في الفرع a n 1.71 أمبير

التيار المار في الفرع b n 1.34 أمبير

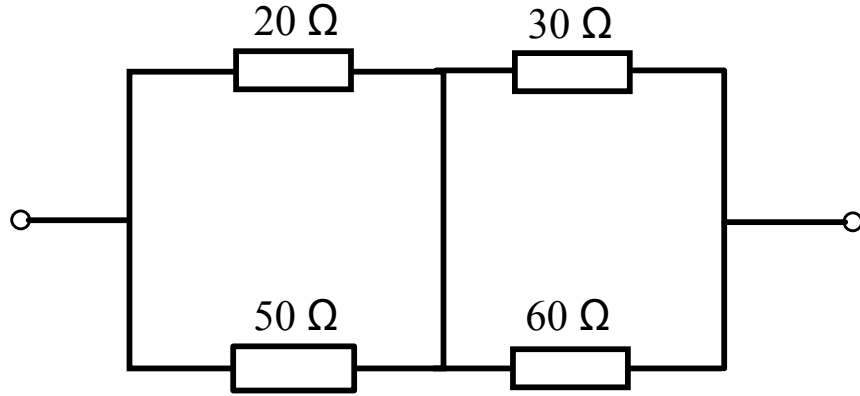
$$V_{an} = (1.71)(50) = 85.5 \text{ volts.}$$

$$V_{bn} = (1.34)(60) = 80.4 \text{ volts.}$$

$$V_{TH} = 85.5 - 80.4 = 5.1 \text{ volts.}$$

الخطوة الثالثة :

لحساب مقاومة ثفنن المكافئة نعمل قصر بين طرفي البطارية وبالتالي نحصل على الدائرة الكهربائية الموضحة في شكل (17-3)



شكل (17-3)

نحسب المقاومة المكافئة R_{TH}

$$R_{TH} = \frac{20 \times 50}{20 + 50} + \frac{30 \times 60}{30 + 60}$$

$$R_{TH} = 34.3 \Omega$$

الخطوة الرابعة:

$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R} \quad \text{بالتعويض في المعادلة}$$

لايجاد التيار المار في المقاومة 10 أوم

$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R}$$

$$I = \frac{5.1}{34.3 + 10}$$

$$= \frac{5.1}{44.3}$$

$$= 0.12 \text{ A}$$

تذكر (نظريات الدوائر الكهربائية)

• عناصر الدائرة في أبسط صورة : -

أ- مصدر القدرة الكهربائية ب- الموصلات الكهربائية ج- الأحمال الكهربائية

• قانون كيرشوف الأول : ويسمى بقانون كيرشوف للتيار وينص على الآتي :

"عند أى لحظة يكون مجموع التيارات الداخلة إلى أى نقطة إتصال في دائرة كهربية تساوى التيارات الخارجة منها " .

• قانون كيرشوف الثاني : ويسمى بقانون كيرشوف للجهد وينص على الآتي

" عند أى لحظة يكون المجموع الجبرى للقوة الدافعة الكهربائية في أى دائرة كهربية مغلقة مساوياً للمجموع الجبرى لفروق الجهد بين أطراف المقاومات في هذه الدائرة المغلقة " .

• عند تطبيق قانون كيرشوف الثاني : تكتب إشارة (ق . د . ك) موجبة (+) إذا

كان التيار يمر في اتجاه عقارب الساعة (هو اتجاه التيار المفروض) تكتب إشارة (ق . د . ك) سالبة (-) إذا كان التيار يمر عكس عقارب الساعة تكتب إشارة الجهد المفتوح في المقاومات (-) إذا كان التيار في اتجاه عقارب الساعة تكتب إشارة الجهد المفتوح في المقاومات(+) إذا كان التيار عكس اتجاه عقارب الساعة .

• نظرية ثفنن : وتنص على الآتي : أى طرفين في دائرة كهربية تحتوى على مصدر

للجهد الكهربى أو مصدر للتيار يمكن استبدالها بدائرة أخرى تحتوى على مصدر واحد للجهد مقداره جهد ثفنن (V_{TH}) تتصل على التوالى بمقاومة ثفنن (R_{TH}) حيث V_{TH} هو فرق الجهد بين هذين الطرفين فى حالة فتحها ، والمقاومة R_{TH} هى المقاومة المحسوبة بين هذه الطرفين عند استبدال جميع مصادر الجهد الكهربى في الدائرة الأصلية بمقاوماتها الداخلية وعمل قصر على القوة الدافعة الكهربائية لها .

• للحل بنظرية ثفنن اتبع الآتي :

1- ارفع المقاومة المراد إيجاد قيمتها لتصبح الدائرة مفتوحة عند طرفي المقاومة

وليكونا a, b .

2- حساب قيمة الجهد V_{TH} عند الطرفين a , b .

3- عمل قصر على البطارية ثم حساب مقاومة الدائرة R_{TH} كما نراها من خلال الطرفين a , b .

4- حساب قيمة التيار المار في المقاومة المطلوبة R باستخدام القانون.

$$I_{ab} = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R}$$

أسئلة على الباب الثالث

- 1- ما هي عناصر الدائرة الكهربائية ؟
- 2- ما الفرق بين الدائرة الكهربائية المفتوحة والدائرة الكهربائية المغلقة ؟
- 3- ما هي أنواع الأحمال ؟
- 4- لماذا يعتبر قانونا كيرشوف كتطبيق مباشر لقاعدة بقاء الطاقة ؟
- 5- اثبت قانون كيرشوف الثاني مستخدماً قاعدة بقاء الطاقة .
- 6- ما هي نظرية ثفنن ؟ أذكر الخطوات اللازمة لتطبيقها لإيجاد التيار المار في أحد فروع دائرة كهربية
- 7- لماذا تعتبر الموصلات الكهربائية من العناصر الضرورية في الدائرة الكهربائية .
ضع خطأ تحت الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :-
- 8- مصدر الجهد الكهربائي القياسي يجب أن يكون له
أ- مقاومة داخلية قيمتها تساوى صفراً .
ب- مقاومة داخلية قيمتها كبيرة جداً
ج- قيمة كبيرة للقوة الدافعة الكهربائية .
- 9- ينص قانون كيرشوف الثاني على ما يأتي :
أ- مجموع مفاقد الجهد في دائرة متصلة على التوالي له قيمة محددة .
ب- مجموع كل القوى الدافعة الكهربائية ومفاقد الجهد في دائرة مغلقة يساوى صفراً .
ج- مجموع القوى الدافعة الكهربائية في دائرة متصلة على التوالي يساوى صفراً .

10- ينص قانون كيرشوف الأول على ما يأتي :

أ- مجموع التيارات الكهربائية في دائرة متصلة على التوالي يساوى صفراً

ب- مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة إتصال في الدائرة الكهربائية = مجموع التيارات الخارجة منها .

ج- مجموع التيارات الكهربائية في دائرة متصلة على التوازي يساوى صفراً .

11- لمعرفة قطبية فرق الجهد بين طرفي أى مقاومة يلزم معرفة :

(أ) قيمة المقاومة

(ب) قيمة التيار المار في المقاومة .

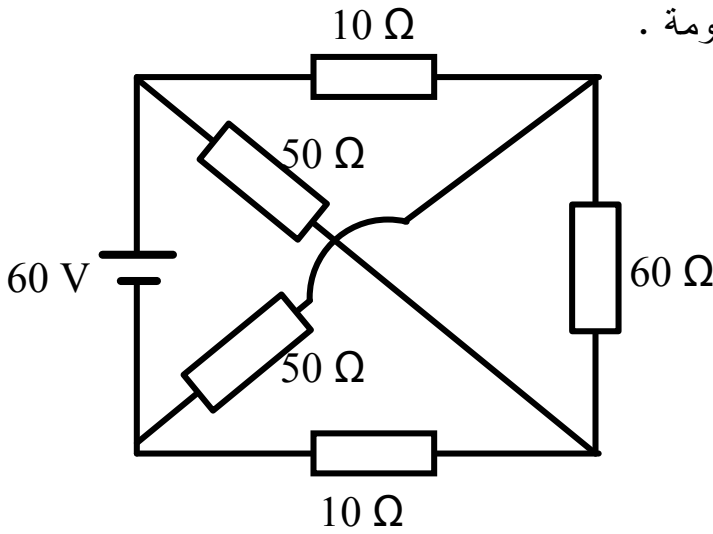
(ج- اتجاه التيار المار في المقاومة .

12- احسب التيار المار في

المقاومة 60 أوم في الدائرة

الكهربية الموضحة بشكل

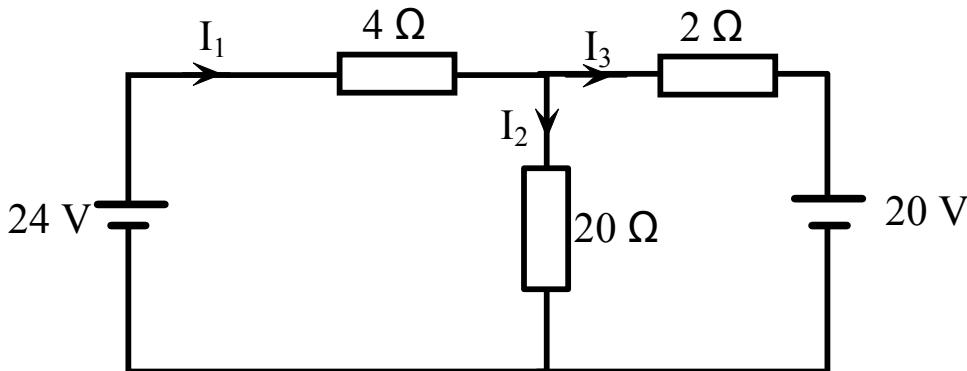
(3-18) بإستخدام قانون كيرشوف



شكل (3-18)

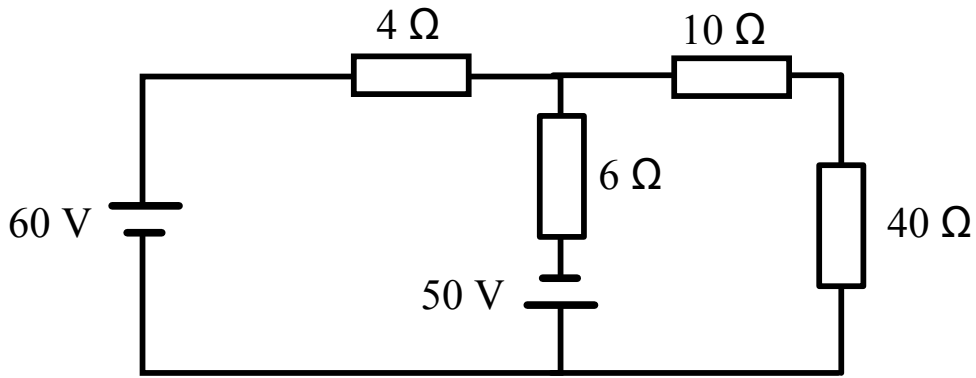
13- احسب التيار I_1 , I_2 , I_3 في الدائرة

الكهربية الموضحة بشكل (3-19)



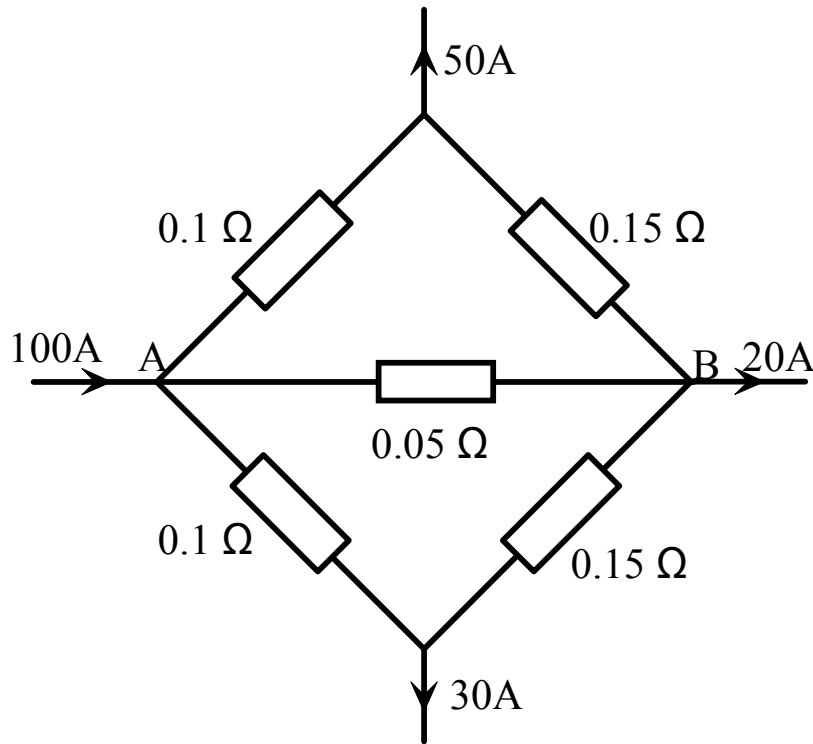
شكل (3-19)

14- احسب التيار المار في المقاومة 10 أوم بشكل (20-3) باستخدام نظرية ثفنن.



شكل (20-3)

15- استخدم نظرية ثفنن لإيجاد التيار في الفرع A . B للدائرة الكهربائية في شكل (21-3)



شكل (21-3)