كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثالثة

المادة : الكترونيات١

المحاضرة:الاولى/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

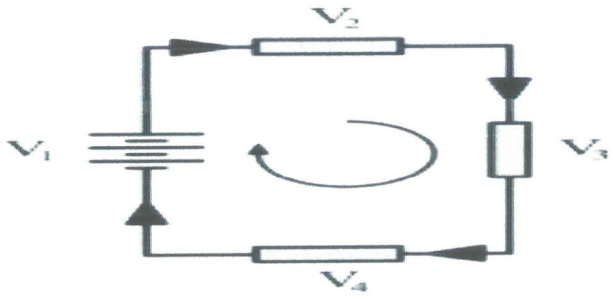
يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

مبادئ الدارات الكهربائية

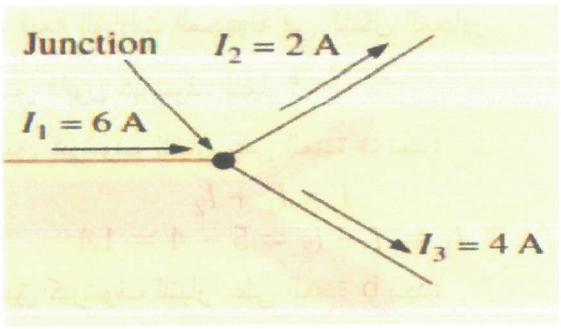
الدارة الكهربائية عبارة عن صلة وصل بيني تربط بين عدة عناصر كهربائية (مقاومة، ملف، مكثفة، .....).

العقدة: نقطة وصل بين عنصرين كهربائياً أو أكثر. وعند الانطلاق من عقدة والعودة إليها من دون أن نمر على العقدة إلا مرة واحدة نحصل على حلقة مغلقة.

يمثل الشكل (1) الدارة الكهربائية والعقدة.



الشكل (1)



الشكل (2)

قانون أوم ينص على أن التيار يتناسب طرداً مع الجهد وعكساً مع التيار ويعبر عنه رياضياً وفق المعادلة (1−1):

$$I = \frac{E}{\mathrm{R}}\ A \qquad (1-1)$$

قوانين كيرشوف:

قانون التيار ل كيرشوف IKL Kirchhoff's Current Law:

ينص على أن المجموع الجبري للتيار في العقدة يساوي الصفر في أي لحظة زمنية أو مجموع التيارات الداخلة إلى عقدة تساوي مجموع التيارات الخارجة منها.

ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة (2−1):

$$\sum i = 0$$
$$i_1 + i_2 + i_3 + \cdots + i_n = 0 \qquad (1-2)$$
$$\sum I_i = \sum I_o$$

تطبيق: إذا كان لدينا الشكل المجاور وعلمت أن $i_1 = 5A$ و $i_2 = -3A$ و $i_4 = 2A$ والمطلوب احسب قيمة i_3؟ بتطبيق قانون كيرشوف للجهد وفق العلاقة (2−1) نجد:

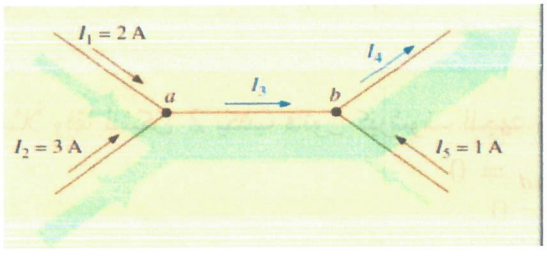
$$i_1 + i_2 - i_3 + i_4 = 0$$

ومنه بعد التعويض نجد $i_3 = 4A$

تطبيق:

أوجد قيمة التيارات المجهولة في الشكل المجاور؟

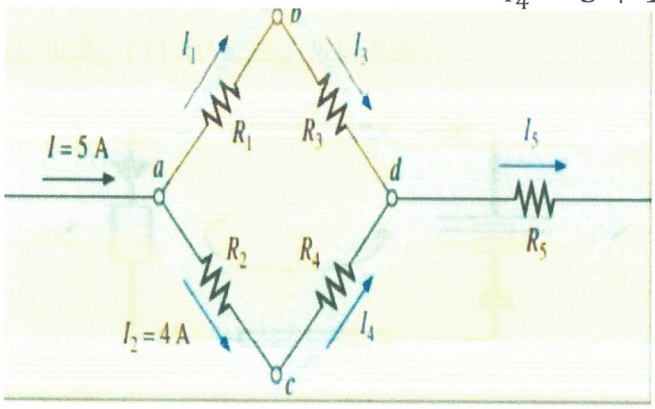
الحل: بتطبيق كيرشوف للتيار على العقدة a نجد:



$$I_1 + I_2 = I_3$$
$$2 + 3 = 5A$$

لإيجاد I_4 نطبق كيرشوف للتيار على العقدة b فنجد:

$$I_3 + I_5 = I_4$$
$$I_4 = 5 + 1 = 6A$$



تطبيق:

أوجد قيمة التيارات المجهولة في الشكل المجاور

بتطبيق قانون كيرشوف للتيار؟

بتطبيق كيرشوف للتيار على العقدة a نجد:

$$I = I_1 + I_2$$
$$I_1 = I - I_2 = 5 - 4 = 1A$$

بتطبيق كيرشوف للتيار على العقدة b نجد:

$$I_1 = I_3 = 1A$$

بتطبيق كيرشوف للتيار على العقدة c نجد:

$$I_2 = I_4 = 4A$$

بتطبيق كيرشوف للتيار على العقدة d نجد:

$$I_5 = I_3 + I_4 = 1 + 4 = 5A$$

لتكن لدينا الدارة الموضحة في الشكل (2)

نفسر الدارة بأنه إذا امتلك جهد المنبع v_s القيمة $12V$ فإن جهد العقدة b بالنسبة للعقدة a موجب والجهد بالتعريف هو الطاقة في واحدة الشحنة فإن شحنة موجبة مقدارها $1C$ بانتقالها من a إلى b تكتسب طاقة مقدارها $12J$ من منبع الجهد. و v_R تساوي القيمة $5V$ فإن شحنة موجبة مقدارها كولون واحد تخسر عند انتقالها من b إلى c طاقة مقدارها $5J$ تنتزع هذه الطاقة من الدارة وتستهلك في المقاومة R.

إذا كانت قيمة v_L مساوية القيمة $7V$- فإن العقدة d تقع عند جهد أعلى من الجهد عند c والشحنة الموجبة التي مقدارها $1C$ تكتسب عند انتقالها من c إلى d طاقة مقدارها $7J$ فالتيار المتدفق من c إلى d أمكنه تقبل الطاقة التي كانت مختزنة سابقاً في الحقل المغناطيسي للملف L.

قانون كيرشوف للجهد VKL:

ينص على أن المجموع الجبري للجهود في حلقة يساوي الصفر في أي لحظة زمنية، أو المجموع الجبري للجهود الكهربائية (جهود منابع التغذية- هبوط الجهود على أطراف العناصر الكهربائية) ضمن حلقة مغلقة يساوي الصفر.

ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة (1-3)

$$\sum v = 0$$

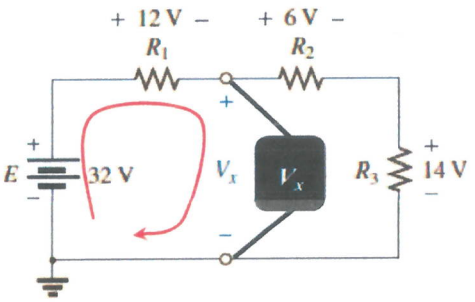
فمثلاً وفقاً للشكل 2 يكتب قانون كيرشوف للجهد وفق العلاقة:

$$v_{ba} + v_{cb} + v_{dc} + v_{ad} = 0$$
$$v_s - v_R - v_L + 0 = 0$$

عند تطبيق كيرشوف للجهد يجب الانتباه إلى قطبية جهود منابع التغذية الكهربائية والجهود على أطراف المقاومات أو فرق الجهد بين أي نقطتين في الدارة الكهربائية.

تطبيق:

احسب قيمة الجهود المجهولة في الدارة المجاورة؟



نطبق قانون كيرشوف للجهد على الدارة المدروسة فنجد:

$$\sum v = 0$$

$$E - V_{R_1} - V_x = 0$$

ومنه $V_x = E - V_{R_1} = 32 - 12 = 20V$

ومنه $V_x = V_{R_2} + V_{R_3}$

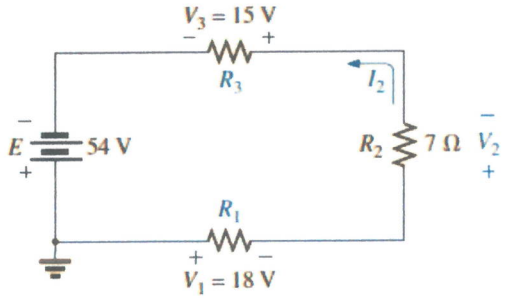
$$V_x = 6 + 14 = 20V$$

تطبيق:

لتكن الدارة الموضحة في الشكل المجاور والمطلوب:

1-احسب قيمة كل من V_2 و I_2 .

2-احسب قيمة المقاومات R_1 و R_3



الحل: 1- نطبق قانون كيرشوف للجهد للدارة المدروسة فنجد:

$$-E + V_3 + V_2 + V_1 = 0$$

ومنه $V_2 = E - V_1 - V_3 = 54 - 18 - 15 = 21V$

الدارة تسلسلية قيمة التيار واحدة وتساوي وفق قانون أوم إلى:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{21}{7} = 3\ A$$

2- نحسب المقاومات اعتماداً على قانون أوم

$$R_1 = \frac{V_1}{I_2} = \frac{18}{3} = 6\ \Omega$$

و

$$R_3 = \frac{V_3}{I_2} = \frac{15}{3} = 5\Omega$$

تطبيقات قوانين كيرشوف:

يمكن إيجاد قيم المجاهيل اعتماداً على قوانين كيرشوف بتطبيق إحدى الطرائق سواء طريقة المحددات أو التعويض أو التيار الحلقي.

طريقة التعويض:

لتكن الدارة الموضحة في الشكل 3 والمطلوب إيجاد قيم التيارات المجهولة.

نطبق كيرشوف للتيار على العقدة a فنجد

$$i_4 - i_1 = 0 \qquad (1-4)$$

ومنه $i_4 = i_1$

وبتطبيق كيرشوف للتيار على العقدة b نجد:

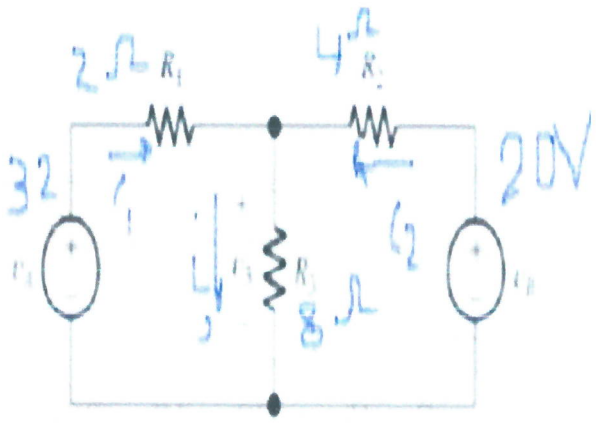
$$\sum i_b = 0$$

$$i_1 + i_2 - i_3 = 0 \qquad (1-5)$$

وبتطبيق كيرشوف للتيار على العقدة d نجد:

$$\sum i_d = 0$$

$$-i_1 - i_2 + i_3 = 0 \qquad (1-6)$$



الشكل (3)

المعادلتين (1−5) و(1−6) متساويتان ولكن متعاكستين بالإشارة.

وبتطبيق كيرشوف للجهد على الدارة سنتبع مايلي: نفترض لدينا حلقتين الحلقة $abda$ و الحلقة $bcdb$

الحلقة $abda$ نجد:

$$\sum v = 0$$

$$v_{ba} + v_{db} + v_{ad} = 0$$

$$-2i_1 - 8i_3 + 32 = 0 \qquad (1-7)$$

الحلقة $bcdb$ نجد:

$$v_{cb} + v_{dc} + v_{bd} = 0$$

$$4i_2 - 20 + 8i_3 = 0 \qquad (1-8)$$

من العلاقة $(1-5)$ نجد:

$$i_3 = i_1 + i_2 \qquad @$$

نعوض @ في العلاقتين (1−7) و (1−8) بعد ترتيبهما فنجد:

$$2i_1 + 8(i_1 + i_2) = 32$$

$$4i_2 + 8(i_1 + i_2) = 20$$

ومنه

$$10i_1 + 8i_2 = 32 \qquad I$$

$$8i_1 + 12i_2 = 20 \qquad II$$

من جملة المعادلتين الأخيرتين نجد من أحدهما i_1 (المعادلة I) ونعوضها في الثانية II فنجد:

$$i_1 = \frac{32 - 8i_2}{10} \qquad III$$

$$8\left(\frac{32 - 8i_2}{10}\right) + 12i_2 = 20$$

ومنه

$$256 - 64i_2 + 120i_2 = 200$$

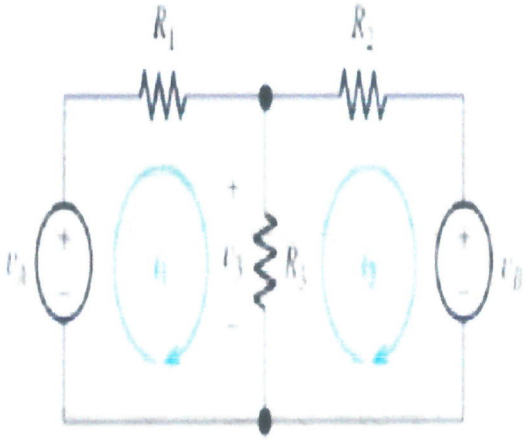
$$i_2 = -1A$$

نعوض في III فنجد $i_1 = 4A$

وبالتعويض في العلاقة @ نجد $i_3 = 3A$

طريقة التيار الحلقي:

نفس التطبيق السابق والشكل (3) أوجد قيمة التيارات المجهولة للدارة.



من الشكل المجاور الذي يوضح الدارة المستخدمة في توضيح تحليل الدارات الكهربائية باستخدام طريقة التيار الحقلي، نفرض أن التيار الحلقي I_1 يطوف الحلقة $abda$ والتيار الحلقي I_2 يطوف الحلقة $cbdc$ بإمعان النظر إلى الدارة الكهربائية المدروسة نلاحظ أن التيار الفرعي i_1 يساوي التيار الحلقي I_1 و i_2 يساوي I_2 في حين أن التيار الفرعي i_3 فيساوي إلى مجموع التيارين الحلقيين I_1 و I_2

$$i_3 = I_1 + I_2$$

لنطبق الأن كيرشوف من أجل الجهد KVL على الحلقتين المشار إليهما أعلاه فنحصل على جملة المعادلتين الآتيتين:

$$\sum v_{abda} = 0$$

$$v_{ba} + v_{db} + v_{ad} = 0$$

$$-2i_1 - 8i_3 + 32 = 0 \qquad (1-9)$$

$$\sum v_{cbdc} = 0$$

$$v_{bc} + v_{db} + v_{cd} = 0$$

$$-4i_2 - 8i_3 + 20 = 0 \qquad (1-10)$$

بالتعويض بدلالة I_1 و I_2 نحصل على جملة المعادلتين (1-11):

$$-2I_1 - 8(I_1 + I_2) + 32 = 0 \qquad (1-11)$$

$$-2I_2 - 8(I_1 + I_2) + 20 = 0 \qquad (1-11)$$

بالترتيب نجد:

$$10I_1 - 8I_2 + 32 = 0 \qquad (1-12)$$

$$8I_2 - 12I_2 + 20 = 0 \qquad (1-13)$$

ومنه نضرب (1-12) ب 3 و (1-13) ب -2 للحصول على حد مشترك ومن ثم نجمع جملة المعادلتين

$$30I_1 + 24I_2 = 96 \qquad (1-14)$$

$$-16I_1 - 24I_2 = -40 \qquad (1-15)$$

بالجمع نجد:

$$14I_1 = 56$$

ومنه $I_1 = 4A = i_1$

وبالتعويض بإحدى المعادلتين (1−14) أو (1−15) نجد

$$I_2 = -1A = i_2$$
$$i_3 = I_1 + I_2 = 3A$$

ومنه نستنتج أن كلتا الطريقتين أعطت نفس القيم للتيارات المجهولة.

تطبيق:

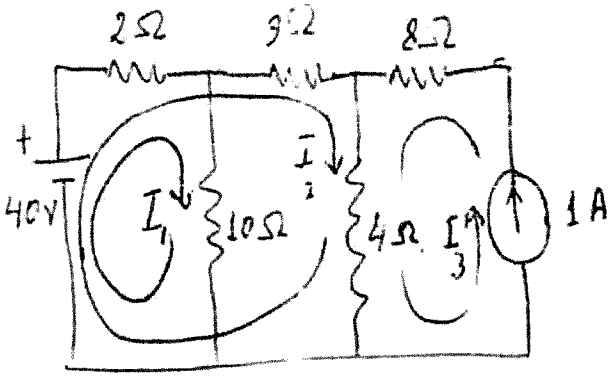
لتكن الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل المجاور

المطلوب: إيجاد قيمة التيار في المقاومة 10Ω

باستخدام

طريقة التيار الحلقي.

وبافتراض $I_3 = 1A$ ونطبق كيرشوف على الحلقتين 1و2.

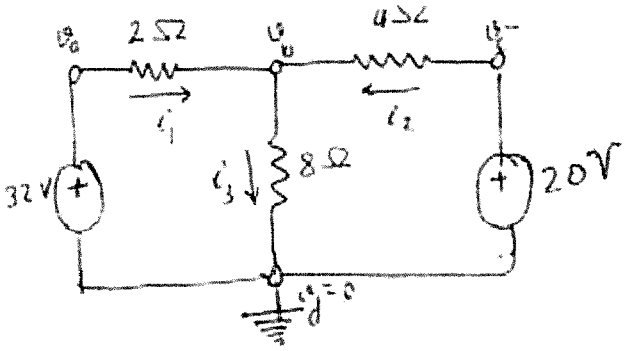


طريقة العقدة–جهد لتحليل الدارة الكهربائية:

معظم الأجهزة العملية تربط العديد من العناصر الكهربائية المكونة لها بهيكل معدني الذي بدوره يؤرض ويعد مثل هذا الأرضي الذي يظهر مخطط الدارة كسلك توصيل مشترك يوصل في أسفل الدارة مرجعاً اصطلاحياً.

وفي هذه المسألة نحصل على أبط نتيجة إذا اخترنا العقدة d كمرجع اصطلاحي فجهد أي عقدة يؤخذ بالنسبة للعقدة d وهذا يعني أن $v_d = 0$

بعد ذلك نطبق كيرشوف من أجل التيارات على كل عقدة مستقلة وحيدة لأن جهد العقدة a وc مثبتة بمنابع الجهد $32V$ و$20V$ وعليه مجموع التيارات في العقدة b يساوي إلى:



$$\sum i_b = 0$$
$$i_1 + i_2 - i_3 = 0 \quad (1-16)$$

يساوي التيار i_1 الجاري من العقدة a إلى b فرق الكمون بين العقدتين a و b مقسوماً على المقاومة بينهما ويعبر رياضياً بالعلاقة (1−17):

$$i_1 = \frac{v_a - v_b}{R_{ab}} \qquad (1-17)$$

وبشكل مشابه يمكن كتابة i_2 و i_3 وفق العلاقتين (1−18) و (1−19)

$$i_2 = \frac{v_c - v_b}{R_{cb}} \qquad (1-18)$$

$$i_3 = \frac{v_b - v_d}{R_{bd}} \qquad (1-19)$$

حيث تؤخذ جميع الجهود بالنسبة للعقدة المرجعية d وأيضاً تؤخذ $v_a = 32V$ و $v_c = 20V$

بالتعويض في العلاقة (1-16) نجد:

$$\sum i_b = 0 = \frac{v_a - v_b}{R_{ab}} + \frac{v_c - v_b}{R_{cb}} - \frac{v_b - v_d}{R_{bd}}$$

$$\frac{32 - v_b}{2} + \frac{20 - v_b}{4} - \frac{v_b - 0}{8} = 0 \quad (1-20)$$

4*(1-20) نجد:

$$128 - 4v_b + 40 - 2v_b - v_b = 0$$
$$-7v_b = -168$$

ومنه $v_b = 24V$

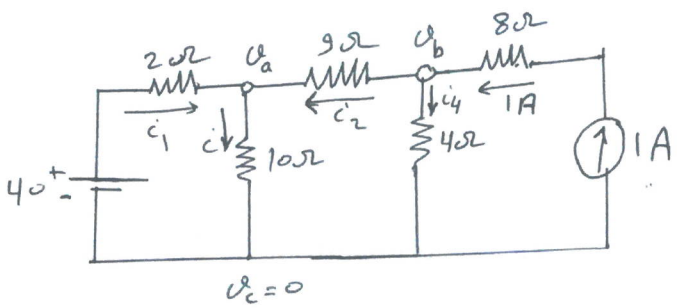
نعوض قيمة v_b لحساب i_1 و i_2 و i_3 وفق معادلاتهم فنجد:

و $i_1 = 4A$ و $i_2 = -1A$ و $i_3 = 3A$

تطبيق:

احسب قيمة التيار المار في المقاومة 10Ω باستخدام طريقة العقدة-جهد في الدارة الموضحة جانباً.

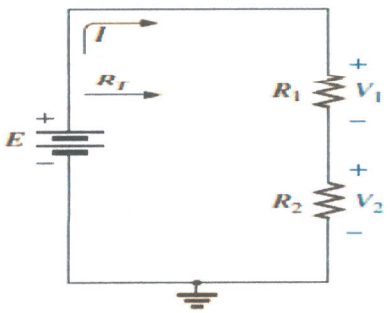
مساعدة للحل نختار العقدة c بمثابة عقدة مرجعية ونطبق كيرشوف للتيار على العقدتين المستقلتين a و b.



تقسيم الجهد والتيار:

يستخدم لحساب الجهد على أحد مقاومتين أو أكثر مربوطتين على التسلسل بدلالة الجهد الكلي عبر المقاومتين.

كما هو موضح في الشكل (5) ويعبر عنه رياضياً بالعلاقات (1-21) و (1-22)



الشكل (5)

$$v_1 = iR_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} R_1 = R_1 \frac{E}{R_1 + R_2} \quad (1-21)$$

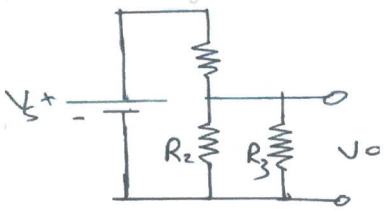
$$E = v_s$$

$$v_2 = iR_2 = \frac{E}{R_1 + R_2} R_2 = R_2 \frac{E}{R_1 + R_2} \quad (1-22)$$

v_s جهد المنبع

إذن الجهد المسلط على إحدى المقاومات التسلسلية يساوي إلى الجهد الكلي المسلط على تلك المقاومات مضروباً بنسبة تلك المقاومة إلى مجموع المقاومات.

وفي حال كانت الدارات أكثر تعقيداً كما في الشكل المجاور يمكننا استنتاج V_0 من خلال ضم المقاومتين R_2وR_3 على التوازي ثم ضم الناتج مع R_1 على التسلسل كما يلي:



$$R_{eq} = R_2 \parallel R_3$$

$$V_0 = R_{eq}\frac{v_s}{R_1 + R_{eq}}$$

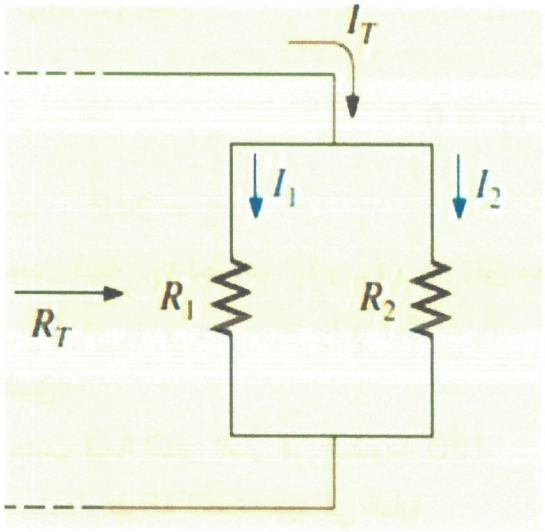
من جهة أخرى يستخدم قانون تقسيم التيار لحساب التيار المار في إحدى مقاومتين أو أكثر من المقاومات الموصولة على التوازي بدلالة التيار الكلي المار في الدارة.

كما في الشكل (6) ويعبر رياضياً وفق العلاقتين (22-1) و(23-1)

$$i_1 = R_2\frac{i}{R_1 + R_2} \quad (1-22)$$

$$i_2 = R_1\frac{i}{R_1 + R_2} \quad (1-23)$$

أي أن التيار الذي يمر في إحدى المقاومات المتوازية يساوي حصل ضرب نسبة المقاومة المقابلة إلى جميع المقاومات المتوازية مضروبة في التيار الكلي المار فيها.



الشكل (6)

مصدر التيار الثابت Constant Current Source:

يعرف مصدر الجهد الذي يمتلك ممانعة داخلية عالية جداً مقارنة مع مقاومة الحمل الموصولة معه خارجياً بمصدر تيار ثابت حيث يبقى التيار ثابتاً تقريباً في مقاومة الحمل على الرغم من تغيير قيمتها.

يعتبر الترانزستور مصدر تيار ثابت نموذجي عند تشغيله في المنطقة الفعالة حيث لا يعتمد تيار المجمع في هذه المنطقة على جهد المجمع.

مصدر الجهد الثابت Constant Voltage Source:

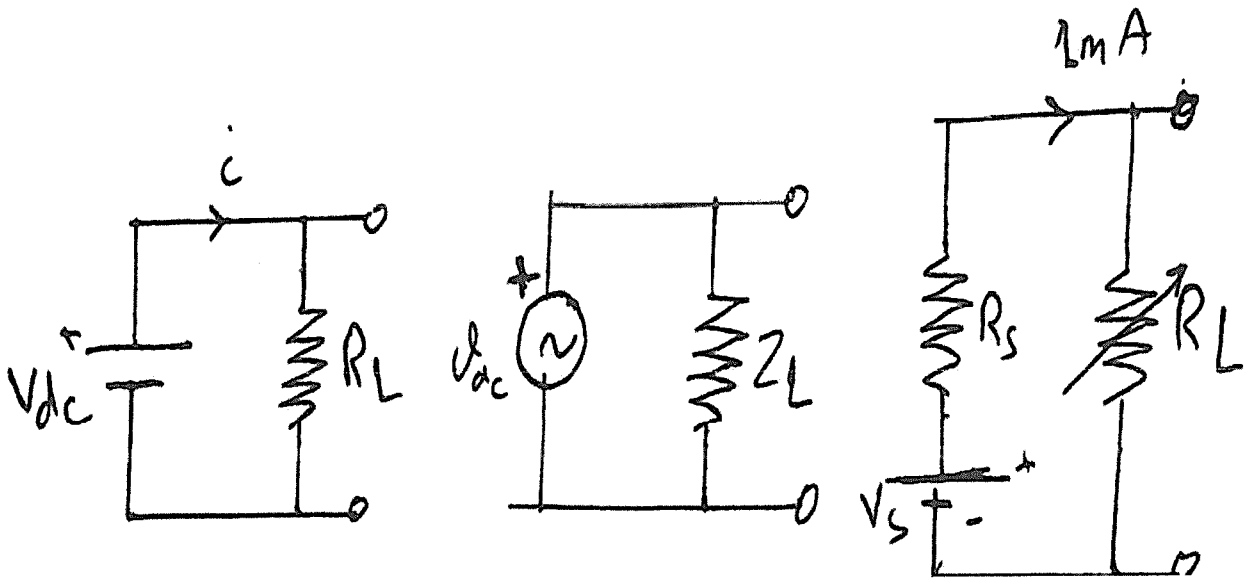
إن أي جهاز قادر على توليد جهد بصورة دائمة يمكن تسميته بمصدر جهد ويوجد نوعان من مصادر الجهد الأول الجهد المستمر والأخر مصدر جهد متناوب.

ومن أهم مميزات مصدر الجهد المستمر أنه يحافظ على قطبية الجهد الخارج ويكون بنفس قطبية المصدر فإذا ربطت مقاومة حمولة R_L على هذه المصدر فإن التيار سيجري باتجاه واحد أي من الطرف الموجب إلى الطرف السالب ويسمى هذا النوع من التيار التيار المستمر dc.

أما مصدر الجهد المتناوب فيعمل بشكل دوري على عكس قطبية الجهد الخارج وإذا ربطت ممانعة حمل Z_L مع هذا المصدر فإن التيار المار في الممانعة سوف يعكس اتجاهه دورياً ولهذا يدعى بالتيار المتناوب ac.

للحصول على مصدر جهد ثابت يجب ان يمتلك هذا المصدر ممانعة دجاخلية صغيرة جداً مقارنة مع مقاومة الحمل الخارجية المربوطة إليه بحيث يبقى جهد الخرج ثابت تقريباً حتى في حالة تغير تيار الحمل الناتج من تغير مقاومة الحمل.

يوضح الشكل (7) مصادر الجهد الثابت والتيار الثابت.



الشكل (7)