

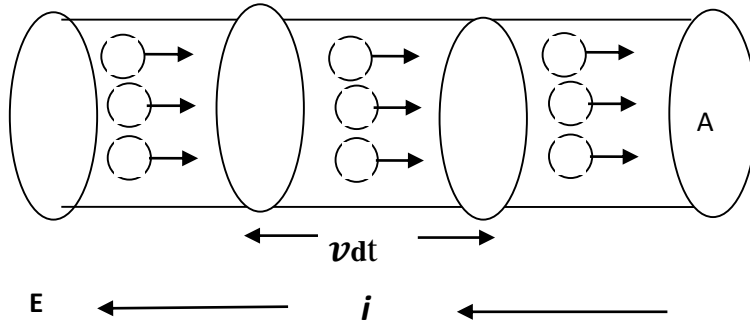
## التيار الكهربى

يعتمد التيار الكهربى  $I$  المار فى موصل ما تحت تأثير جهد بين طرفيه على قيمة فرق الجهد المؤثر ونوع مادة الموصل وكذلك على سرعة حركة الشحنات خلال هذا الموصل .

نتصور موصل منتظم المقطع مساحته  $A$  تتحرك فيه الكترونات تحت تأثير مجال كهربى شدته  $E$  يعمل هذا المجال على إكساب جميع الإلكترونات الحرة سرعة قدرها  $v$  تتجه الى اليمين سوف تقطع الالكترونات مسافة قدرها  $v dt$  فى زمن قدره  $dt$  ، بفرض مرور عدد  $N$  من الالكترونات خلال مقطع حجمه  $V$  من الموصل فان

$$N = nV$$

حيث  $n$  عدد الالكترونات فى وحدة الحجم



$$\therefore N = n A v dt$$

إذا كانت شحنة الكترون  $e$  ، فان الشحنة الكليه التى تعبر المقطع خلال زمن قدرة  $dt$

$$dq = n A e v dt$$

وبالتالى فان شدة التيار الكهربى

$$I = \frac{dq}{dt} = n A e v$$

وتسمى  $v$  بسرعة الانقياد *drift velocity* وهى السرعة التى تتحرك بها الكترونات تحت تأثير المجال الكهربى.

مثال احسب سرعه الانسياب  $v$  لالكترونات التوصيل فى سلك من النحاس مساحة مقطعه  $10^{-6} m^2$  عندما

يمر تيار شدته  $10 A$  علماً بان كثافة الالكترونات  $n$  تساوى  $8.4 \times 10^{28}$  الكترون فى المتر المكعب.

$$I = nevA \Rightarrow N = \frac{10}{(8.4 \times 10^{28})(1.6 \times 10^{-19}) \times 10^{-6}}$$

$$\therefore v = 0.744 \text{ m/s}$$

ملاحظة مساحة مقطع السلك  $\pi r^2$  حيث  $r$  نصف قطر السلك.

كثافة التيار من المناسب التعبير بكثافة التيار  $J$  بدلاً من التيار الكهربى نظراً لاختلاف مساحة مقطع السلك من نقطه إلى أخرى

$$J = \frac{I}{A} \Rightarrow J = n e v$$

ولكى يمر التيار الكهربى بداخل موصل يجب تطبيق مجال كهربى خارجى كهربى يجبر الالكترونات على الحركة وقد وجد ان كثافة التيار الكهربى تتناسب طردياً مع المجال الكهربى المطبق

$$J \propto E$$

$$J = \sigma E$$

حيث  $\sigma$  معامل التوصيل الكهربى وتبلغ قيمة  $\sigma$   $10^8$  للمواد الموصلة وتبلغ  $10^{-12}$  للمواد العازلة ومقلوب  $\sigma$  يعرف بالممانعة  $\rho$  أو المقاومة النوعية وتقاس بوحدات  $\Omega \cdot m$

$$J = \frac{I}{A} = \sigma E = \frac{1}{\rho} E$$

قانون اوم يمر التيار الكهربى بداخل او موصل فى حالة تطبيق مجال كهربى حيث يؤثر على الشحنات فتتحرك بقوة مقدارها  $F$  فى اتجاه المجال اذا كانت الشحنات موجبه وعكس اتجاه المجال اذا كانت الشحنات سالبه . وبفرض ان طول السلك او الموصل  $L$  وان فرق الجهد بين طرفيه

$$E = \frac{V_{ab}}{l}$$

$$J = \sigma E = \frac{1}{\rho} E \Rightarrow \frac{I}{A} = \frac{1}{\rho} \frac{V_{ab}}{l}$$

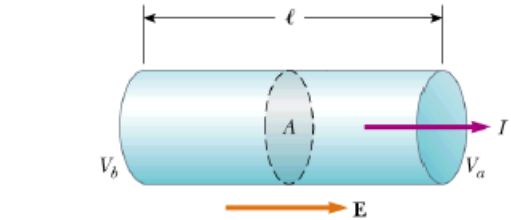
$$V_{ab} = \rho l / A I$$

وينص قانون اوم على ان فرق الجهد بين طرفى الموصل يتناسب طردياً مع شدة التيار وان ثابت التناسب هو مقاومة الموصل

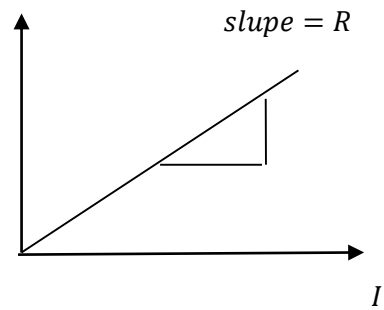
$$V_{ab} \propto I$$

$$V_{ab} = R I$$

$$\therefore R = \rho l / A$$

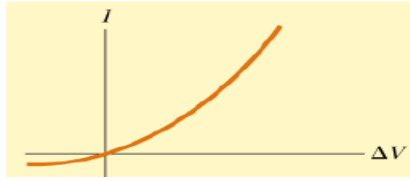


$V_{ab}$



اى ان مقاومة الموصل تتناسب طردياً مع طول الموصل وعكسياً مع مساحة مقطعة وان ثابت التناسب  $\rho$  هو مقدار ثابت يعتمد على نوع مادة الموصل ، وتسمى الموصلات التى تتبع "قانون اوم" اى المواد التى يتناسب خلالها فرق

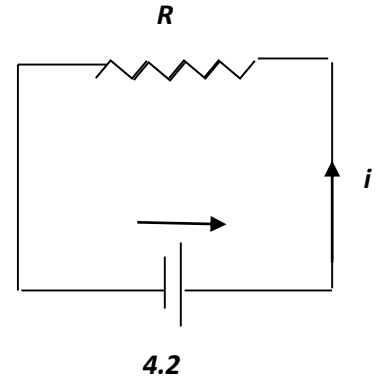
الجهد مع شدة التيار المار بالمواد الأومية اى مقاومتها ثابتة. وهناك مواد لا تكون فيها العلاقة بين  $V$ ,  $I$  خطية وتسمى بالمواد غير الأومية.



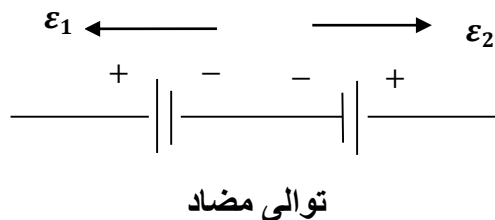
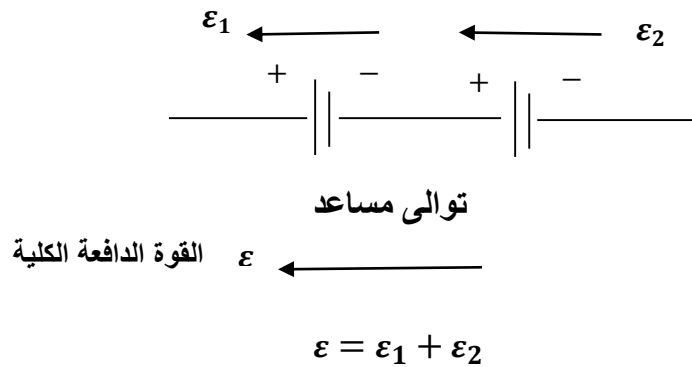
### دوائر التيار المتردد

بفرض دائرة كهربائية قوتها الدافعة 4 هو اتجاهها من الموجب للسالب فى الدائرة الخارجية ومن السالب للموجب داخل المصدر. اذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية  $r$  فان تيار الدائرة

$$I = \frac{E}{R + r}$$

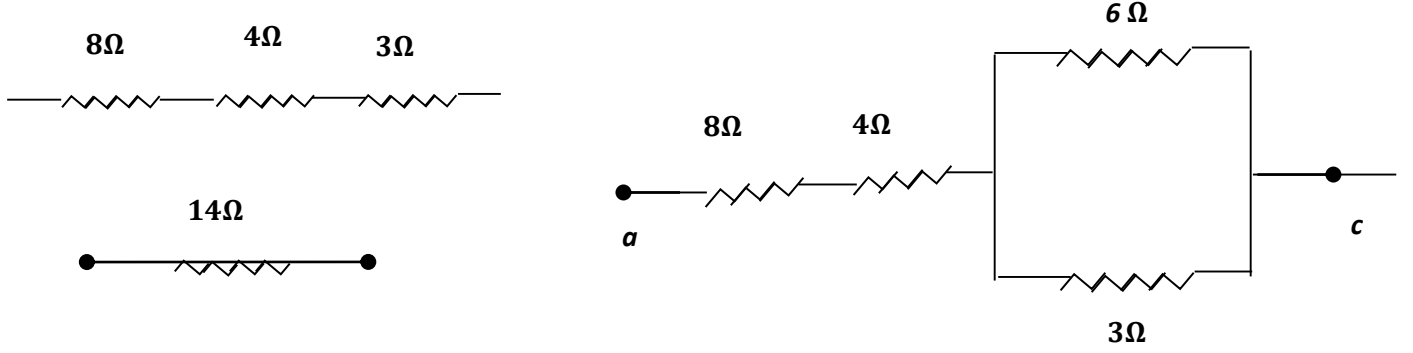


### توصيل البطاريات



القوة الدافعة الكلية تكون فى اتجاه القوة الدافعة الأعلى فإذا كانت  $\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$  فإن  $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$

مثال: اختزل المقاومة بين النقطتين a , c كما بالرسم



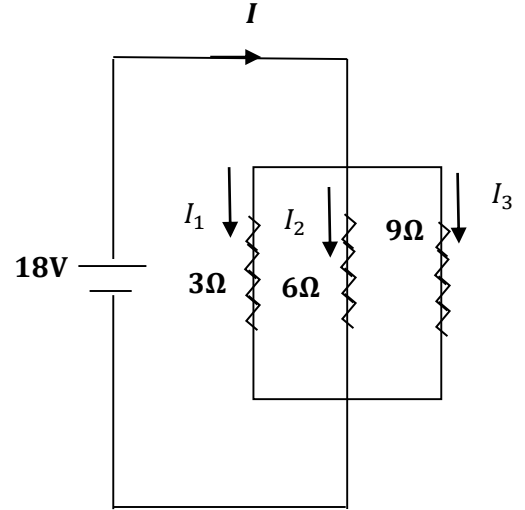
مثال

المقاومات  $3\Omega$  ,  $6\Omega$  ,  $9\Omega$  متصلة على التوازي مع البطارية ذات الجهد  $18V$  وبالتالي فإن الجهد عبر المقاومات الثلاث يساوى  $18V$

$$\therefore I_1 = \frac{18}{3} = 6 A$$

$$\therefore I_2 = \frac{18}{6} = 3 A$$

$$\therefore I_3 = \frac{18}{9} = 2 A$$



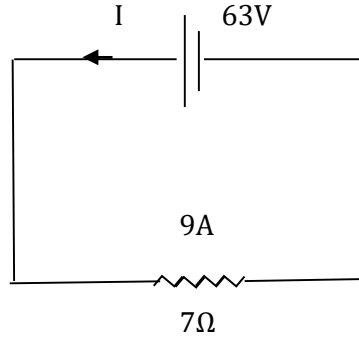
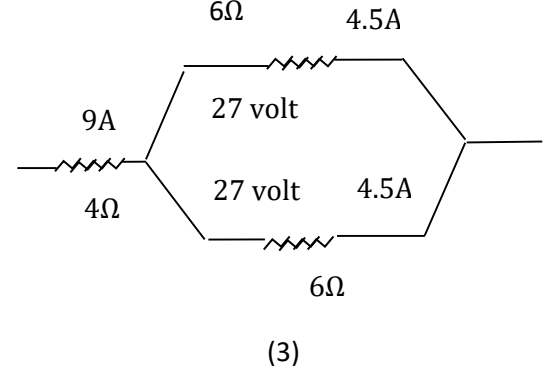
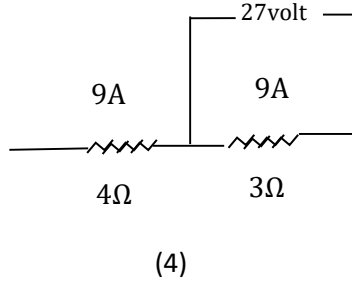
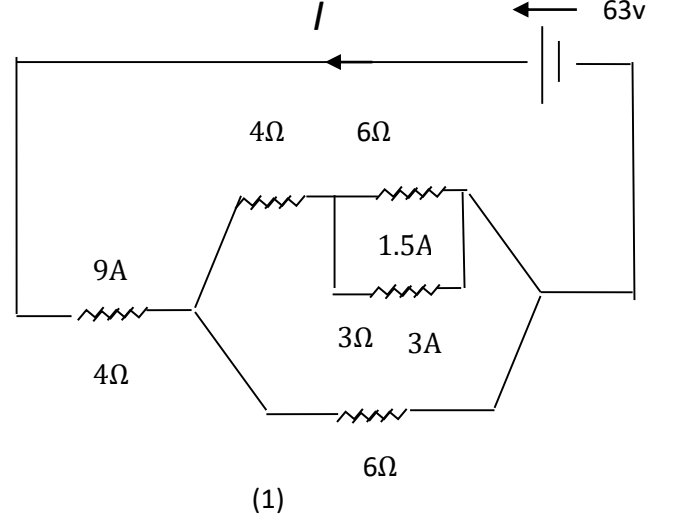
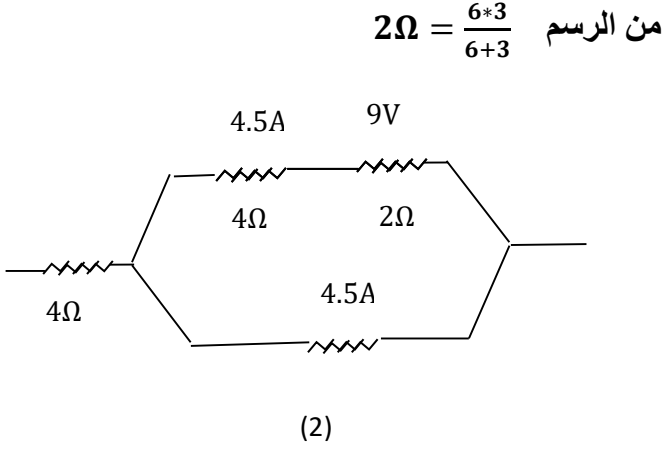
القدرة عبر المقاومات

$$R_1 = I_1^2 R_1 = I_1 V = 108 W$$

$$R_2 = I_2^2 R_2 = I_2 V = 54 W$$

$$R_3 = I_3^2 R_2 = I_3 V = 36 W$$

احسب المقاومة المكافئة للشبكة المبينة ثم احسب تيار الدائرة وكذلك التيار المار في كل مقاومة



$$\therefore I = \frac{63}{7} = 9 \text{ A تيار الدائرة الكلى}$$

في الشكل (4) التيار المار في  $4\Omega$  هو  $9A$  وكذلك التيار المار في  $3\Omega$  هو  $9A$

في الشكل (4) فوق الجهد عبر المقاومة  $3\Omega$  هو  $27 \text{ Volts}$

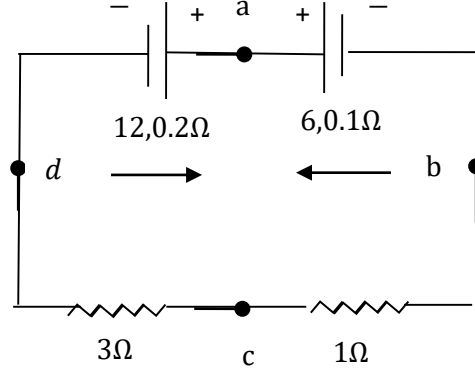
في الشكل (3) الجهد  $27 \text{ Volts}$  واقع بين المقاومتين  $6\Omega$  وكذلك  $6\Omega$  في الفرع السفلى وبالتالي التيار في

$$I = \frac{27}{6} = 4.5 \text{ A الفرعين}$$

التيار فى الفرع العلوى فى المقاومة  $4\Omega$  هو  $4.5 A$

فى الشكل (2) الجهد عبر المقاومة  $4\Omega$  هو  $9V$

والتيار عبر المقاومة  $6\Omega$  هو  $1.5 A$  والتيار فى المقاومة  $3\Omega$  هو  $3 A$



مثال فى الدائرة الموضحة بالرسم

- احسب التيار الكلى المار بالدائرة
  - احسب فرق الجهد بين النقطتين  $a, c$  ماراً بالنقطة  $d$  مرة ومرة اخرى عبر النقطة  $b$
- توصيل البطارتين توالى مضاد وبالتالى القوة الدافعة الكلية

$$\varepsilon = 12 - 6 = 6 \text{ Volts}$$

وبالتالى فى اتجاه عقارب الساعة

$$I = \frac{1}{3+1+0.2+0.1}$$

$$= \frac{6}{4.3} = 1.395 A$$

التيار الكلى

فرق الجهد بين النقطتين عبر  $b$

$$V_{ac} = I \sum_i R_i - \sum_i \varepsilon_i = (1.495)(1 + 0.1) - (-6)$$

$$= 1.5345 + 6 = 7.534 S \text{ Volts}$$

فرق الجهد بين النقطتين (a,c) عبر  $b$

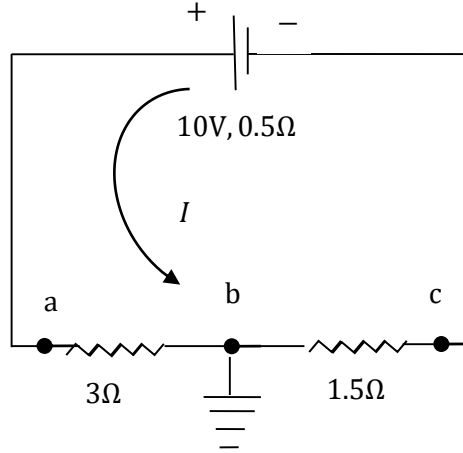
$$V_{ac} = I \sum_i R_i - \sum_i \varepsilon_i$$

$$= (-1.495)(1 + 0.2) - (-12)$$

$$= -4.464 + 12 = 7.536 \text{ Volts}$$

حصلنا على نفس الجواب مهما كان اختيارنا للمسار.

مثال فى الدائرة الموضحة اذا اتصلت النقطة b بالارض ( جهدا صفراً ) احسب بين النقطتين a . c علما بأن للبطارية قوة قدرها 10V ومقاومة داخلية  $0.5 \Omega$



$$\text{التيار الكلى} \quad I = \frac{10}{3+1.5+0.5} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

لحساب فرق الجهد بين النقطتين (a , c) نحسب اولاً فرق الجهد بين النقطتين (a , b) حيث جهد b صفراً لاتصالها بالارضى

$$\begin{aligned} V_{ab} &= V_a - V_b = V_a = I \sum_i R - \sum \varepsilon_i \\ &= 2(3) - 0 \\ &= 6 \text{ Volts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{bc} &= V_b - V_c = -V_c = I \sum_i R - \sum \varepsilon_i \\ &= 2(1.5) = 3 \text{ Volts} \end{aligned}$$

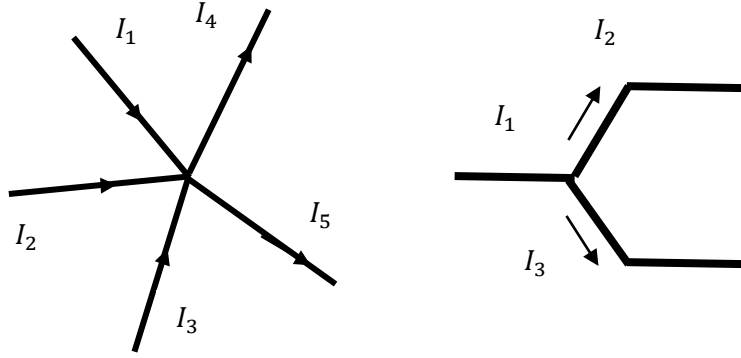
$$V_c = -3 \text{ Volts}$$

$$V_{ac} = V_a - V_c = (6) - (-3) = 9 \text{ Volts}$$

قاعدتا كيرشوف

القاعدة الاولى ( قاعدة نقطة التفرغ )

مجموع التيارات الداخلة لنقطة تفرغ يساوى مجموع التيارات الخارجة منها وهذا انه لا يحدث تجمع للشحنة الكهربائية عند نقاط التفرع .



$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

### القاعدة الثانية

المجموع الجبرى للقوة الدافعة الكهربائية فى اطار مغلق لشبكة كهربية يساوى المجموع الجبرى لحواصل ضرب  $RI$  داخل ذات الاطار.

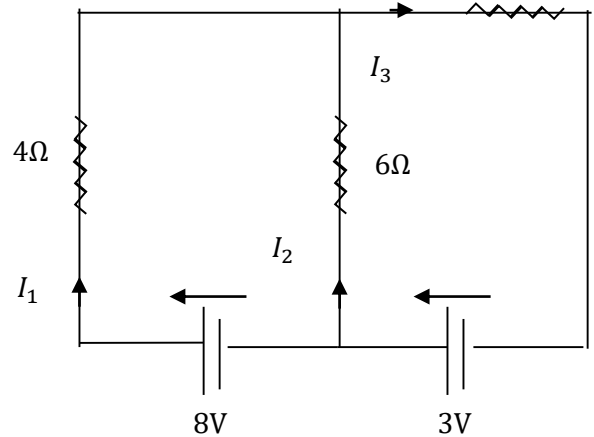
### مثال

• احسب التيارات  $i_1, i_2, i_3$  عند نقطة التفرع  $a$

$$i_3 = i_1 + i_2 \dots \dots \dots (1)$$

$$8 = 4 i_1 + 6 i_2 \dots \dots \dots (2)$$

$$3 = 6 i_2 + 8 i_3 \dots \dots \dots (3)$$



بحل المعادلات الثلاث

$$i_1 = 1.25 A, \quad i_2 = -0.5 A, \quad i_3 = 0.75 A$$



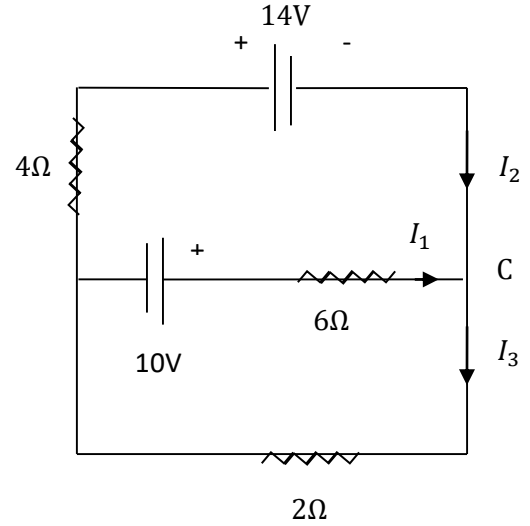
مثال

احسب التيارات المارة بالدائرة عند نقطة التفرع C

$$I_3 = I_1 + I_2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$14 = 6 i_1 - 4 i_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$10 = 6 i_1 - 2 i_3 \quad \dots \dots \dots (3)$$



بحل المعادلات الثلاث

$$i_1 = 2 A, \quad i_2 = -3 A, \quad i_3 = -1 A$$

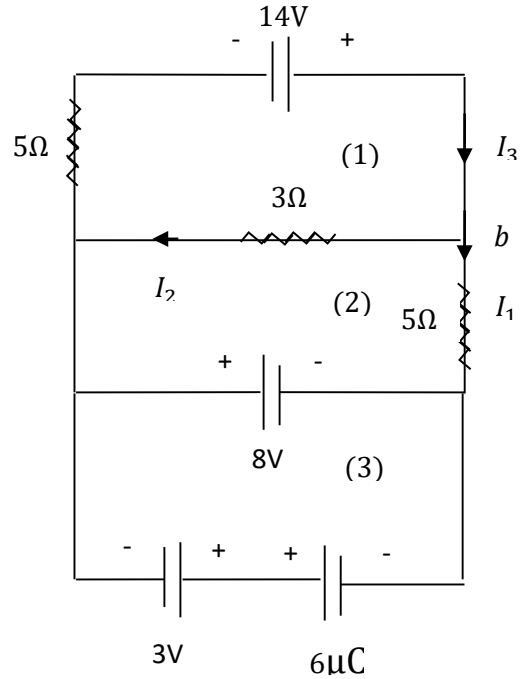
مثال

احسب التيارات  $i_1, i_2, i_3$  في الدائرة (1) عند نقطة التفرع b

$$i_1 - i_2 = i_3 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$4 = 3i_2 + 5i_3 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$8 = 5i_1 + 3i_2 \quad \dots \dots \dots (3)$$



بحل المعادلات

$$i_1 = 1.38 \text{ A}, \quad i_2 = -0.364 \text{ A}, \quad i_3 = 1.02 \text{ A}$$

في الدائرة (3)

$$\sum_i V_i = 0 \quad 8 + 3 - V_c = 0 \Rightarrow V_c = 11 = \frac{Q}{C} \quad Q = 11 * 6 = 66 \mu\text{C}$$