

الجلسة الخامسة

نظريات حل الدارات الكهربائية

تيارات الحلقات (ماكسويل)

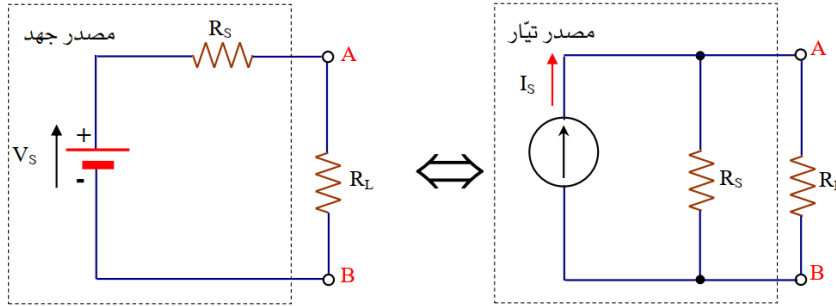
الغاية من الجلسة:

التعرف على حل الدارات الكهربائية بطرق مختلفة حسب كل نظرية حل والطريقة الأولى هي طريقة تيارات الحلقات بحيث يتم فهمها فهماً جيداً سواء تطبيقياً من خلال الدارات التي تنفذ بالمخبر أو تحليلياً من خلال حل مجموعة من التمارين حولها.

مقدمة:

حتى نفهم إجراءات هذه الطريقة لا بد من معرفة التحويلات بين مصادر الجهد ومصادر التيار أو العكس قبل الدخول في فهم طريقة حل الدارات بطريقة ماكسويل من خلال الاختبارات على دارة معينة بعد تنفيذها بالمخبر ثم مقارنة نتائج القياس مع نتائج الحل حسابياً.

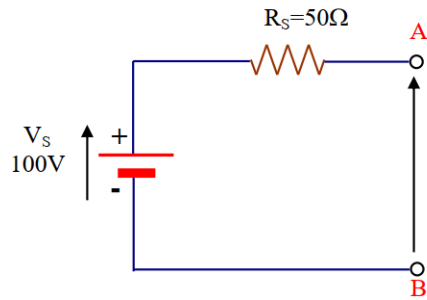
يفضل في بعض الأحيان ولتسهيل الحل تحويل مصادر الجهد إلى مصادر تيارات أو العكس كما هو مبين أدناه



حيث يكون I_s (تيار القصر بالنسبة لمنبع الجهد):

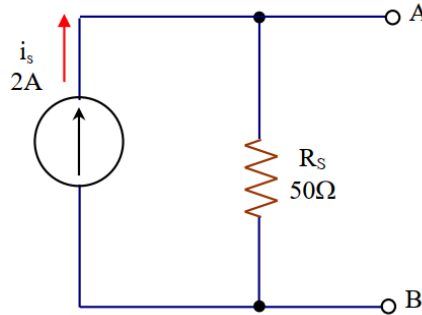
$$I_s = \frac{V_s}{R_s}$$

مثال: حول دارة مصدر الجهد إلى دارة مصدر للتيار للدائرة أدناها



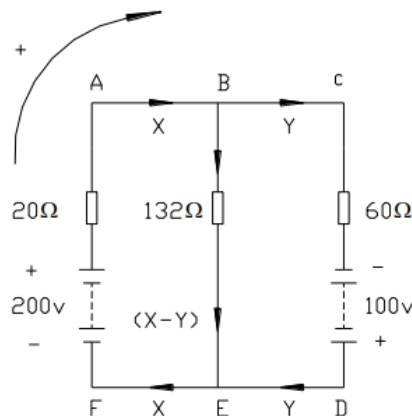
$$I_S = \frac{V_S}{R_S} = \frac{100}{50} = 2A$$

تصبح الدارة على الشكل: مصدر تيار على التفرع مع المقاومة



1- طريقة الحل باستخدام طريقة تيارات الحلقات :

تستخدم هذه الطريقة بشكل كبير في حل الدارات الكهربائية وهي تعتمد بشكل كلي على قانوني كيرشوف الأول والثاني وبالاعتماد على الدارة المبينة أدناه يقوم الطالب بتنفيذها وأخذ القراءات اللازمة لتيارات الأفرع قياسياً ثم مقارنتها بطريقة الحسابات وفق ما هو مبين أدناه:



حيث نقوم أولاً بفرض تيارات حلقتنا بكل حلقة مغلقة أي X: تيار الحلقة الأولى اليسارية ، Y: تيار الحلقة الثانية اليمينية ثم نضع المعادلات المطلوبة استناداً لقانون كيرشوف الثاني لكل حلقة فينتج لدينا معادلتين بمجهولين X.Y بحلها يكون لدينا قيم تيارات الحلقات لكل حلقة من نحسب قيمة كل تيار بكل فرع كما هو موضح بالحل أدناه:

1- نأخذ الحلقة المغلقة ABEFA اعتباراً من النقطة F فنحصل على:

$$+200=20X+132(X-Y)$$

$$200=20X+132X-132Y$$

$$200=152X-132Y$$

$$50=38X-33Y$$

2- نأخذ الحلقة المغلقة CDEBC اعتباراً من النقطة C فنحصل على:

$$100=60Y-132(X-Y)$$

$$100=60Y-132X+132Y$$

$$100=192Y-132X$$

$$25=48Y-33X \Rightarrow -25=33X-48Y$$

بحل المعادلتين نحصل على :

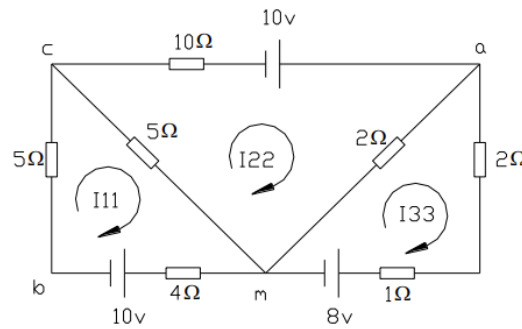
$$X=4,39A \quad Y=3,54A$$

$$X-Y=4.39-3.54=0,85A$$

تمارين محلولة:

تمرين (1):

أوجد قيم التيارات بأفرع هذه الدارة بطريقة ماكسويل:



الحل:

نفرض تيار الحلقة الأولى I_{11} وتيار الحلقة الثانية I_{22} وتيار الحلقة الثالثة I_{33} فتكون المعادلات لكل حلقة هي:

$$\begin{aligned} 14I_{11} - 5I_{22} + 0 &= -10 \\ -5I_{11} + 17I_{22} - 2I_{33} &= 10 \\ 0 - 2I_{22} + 5I_{33} &= -8 \end{aligned}$$

بحل هذه المعادلات بطريقة المصفوفات (كرامر) فنجد:

$$D = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 14 & -5 & 0 \\ -5 & 17 & -2 \\ 0 & -2 & 5 \end{vmatrix} = 1009$$

$$I_{11} = \frac{D_1}{D} = \frac{\begin{vmatrix} E_{11} & R_{12} & R_{13} \\ E_{22} & R_{22} & R_{23} \\ E_{33} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} -10 & -5 & 0 \\ 10 & 17 & -2 \\ -8 & -2 & 5 \end{vmatrix}}{1009} = -0,635A$$

$$I_{22} = \frac{D_2}{D} = \frac{\begin{vmatrix} R_{11} & E_{11} & R_{13} \\ R_{21} & E_{22} & R_{23} \\ R_{31} & E_{33} & R_{33} \end{vmatrix}}{D} = \frac{\begin{vmatrix} 14 & -10 & 0 \\ -5 & 10 & -2 \\ 0 & -8 & 5 \end{vmatrix}}{D} = 0,225A$$

وبنفس الطريقة نجد أن التيار $I_{33} = -1.52A$

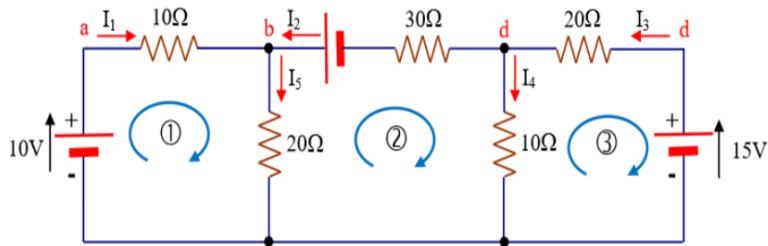
ومنه نجد بقية التيارات:

$$I_{cm} = I_{11} - I_{22} = -0,635 - 0,225 = -0,86A$$

$$I_{ma} = I_{22} - I_{33} = 0,225 - 1,52 = 1,745A$$

تمرين (2):

أحسب تيارات الحلقات في الدارة المبينة أدناه



الحل:

نضع المعادلات الثلاث للحلقات المستقلة المبينة على الدارة بالاعتماد على كيرشوف (2) فنجد:

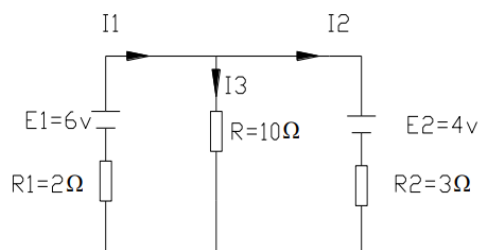
$$\begin{cases} 10I_1 + 20I_2 + (0)I_3 = 10 \\ 20I_1 + 60I_2 - 10I_3 = 20 \\ (0)I_1 - 10I_2 - 30I_3 = 15 \end{cases}$$

وبالاعتماد على كرامر نجد قيم تيارات الحلقات المطلوبة وفق الآتي:

$$\begin{bmatrix} 10 & 20 & 0 \\ 20 & 60 & -10 \\ 0 & -10 & 30 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 15 \end{bmatrix}$$

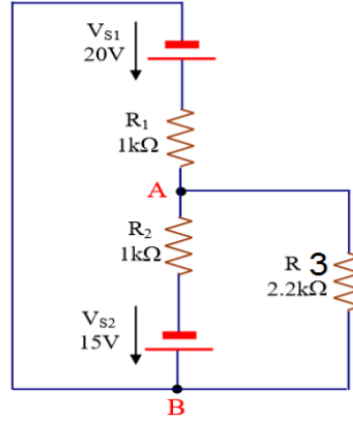
مثال غير محلول (1):

أوجد قيم التيارات في أفرع الدارة



مثال غير محلول (2):

أوجد قيمة التيار المار بالمقاومة R_3 للدارة المبينة أدناه:



-انتهت الجلسة الخامسة-