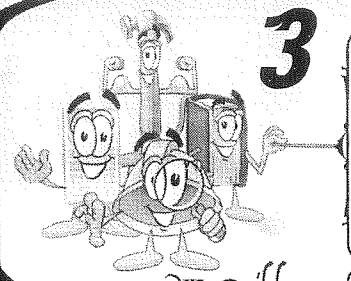


التجهيزات الفنية للمباني
«علي» (4)

الدكتور: سهى ديوب
عدد الصفحات: 11
التاريخ: 29/10/2013

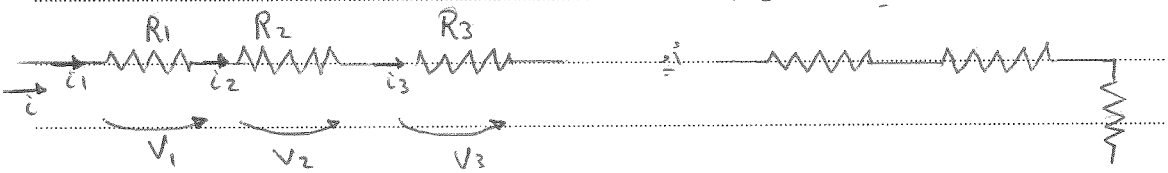
«التيار المستمر ودارات الكهربائية»

في بداية المحاضرة ذكرت المهندسة سهى أنّ عالية ماتقدش عنه في التيار المستمر (المتواصل) ينطبق على التيار المتناوب

في حال كان التيار مستمر أو متناوب يوجد طريقتان لربط المقاومات: ربط تسلسلي وربط تفرعي.

الربط على التسلسل:

وفيه يكون مخرج المقاومة الأولى هو مدخل الثانية ومخرج الثانية هو مدخل الثالثة وهكذا... كما في الشكل:



a). شدة التيار هي نفسها في المقاومات جميعاً مساوية لشدة التيار الكلية

أي I = constant ⟸ $i = i_1 = i_2 = i_3$

b). توتر الكمون الكلي هو مجموع توترات الكمون الجزئية:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

c). المقاومة الكلية (المكافئة) هي مجموع المقاومات:

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

قاعدة مجزئ التوتر: «هامة»

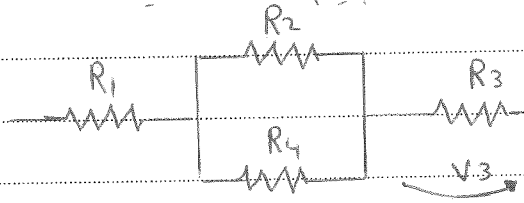
لذلك: التوتر الهابط على المقاوم الثالث:

$$V_3 = \frac{V * R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

أي : التوتر الهابط على المقاومة = التوتر الكلي * المقاومة الهابط عليها التوتر / مجموع المقاومات

ملاحظة : في الفاتحة السابقة عندما كنا نجمع المقاومات المتوازية المقاومة الهابط عليها الجهد + المقاومة المكافئة لبقية المقاومات في الدارة

مثال :



$$V_3 = \frac{V * R_3}{R_3 + R'}$$

$$R' = (R_2 // R_4) + R_1$$

حيث كفل R_2 و R_4 موصولتان على التفرع بإحدى الطريقتين :

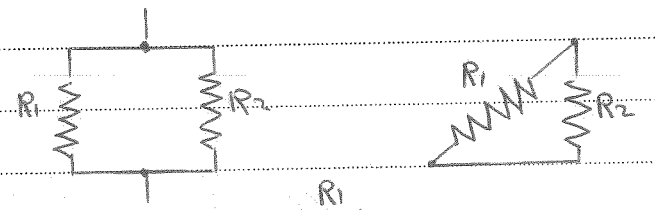
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}$$

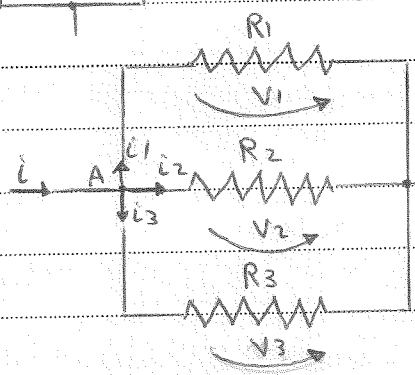
وبما أنه لدينا مرعين فقط يمكن أن نجد من العلاقة :

$$R_{eq} = \frac{R_2 * R_4}{R_2 + R_4}$$

الربط على التفرع :

هنا يكون مداخل المقاومات كلها موصولة لنقطة واحدة ومخارج كلها موصولة لنقطة واحدة





في حالة تفرع الكمون مقابر بين النقطتين A و B تتوازى كل المقاومات ← فرق الكمون ثابت وهو يساوي الكمون الكلي في الدارة $V = const$

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

b). التيار الكلي هو مجموع التيارات الجزئية.

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

c). المقاومة الكلية (المكافئة) تعطى بالعلاقة:

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$Req = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{«لفرعين فقط»}$$

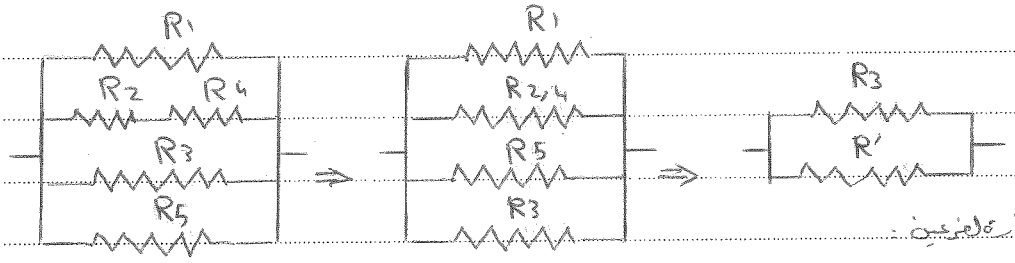
قاعدة مجزئ التيار: «هامة».

مثلاً: التيار المار في المقاومة الثالثة:

$$i_3 = \frac{i * R'}{R_3 + R'}$$

أي: التيار في الفرع = التيار الكلي * المقاومة المكافئة لجميع المقاومات في الدارة «ما عدا R_3»
مجموع مقاومات كل الفروع

مثال:



نرد الدارة لفرعين:

$$R_{2,4} = R_2 + R_4 \quad \text{«على التسلسل»}$$

«R' المقاومة المكافئة للمقاومات في الفرع الأعلى أي بلا المقاومة R_3 التي خارج التيار»

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{2,4}} + \frac{1}{R_5}$$

$$\Rightarrow i_3 = \frac{i * R'}{R_3 + R'}$$

* في بعض الأحيان يشكل الدارة لا يسمح لنا بمعرفة مباشرة كيف وصل المقاومات على الفرع أو على التسلسل لذلك بعد اختصار أكبر عدد ممكن من المقاومات نحاول تبسيط الدارة وتجميع إلى شكل أسهل.

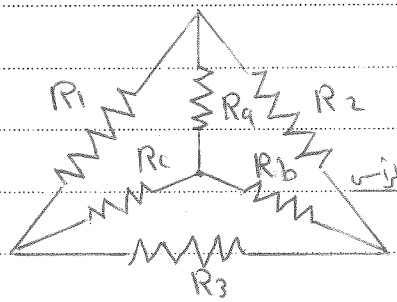
حيث يمكن اعتبارها مجرد ((مجموع المقاومات على التسلسل والفرع مجدداً))

وتتم عملية التبسيط هذه باستخدام التحويل من نجمي إلى مثلثي ومن مثلثي إلى نجمي

• الشكل المثلثي : كل ((3)) مقاومات ليست على استقامة واحدة

((تشكل مثلث مقاومات)) ، حيث من شرط يكون لكل مثلث ((لهم ثلاث مقاومات))

• الشكل النجمي : كل ((3)) مقاومات ملتقية في نقطة واحدة تشكل نجمة



* للتحويل من الشكل المثلثي إلى النجمي :

يتم باستخدام القانون

المقاومة النجمية = حاصل المقاومتين المشتركتين مع النجمة على المجموع المقاومات المثلثية

$\Delta \rightarrow Y$

$$R_a = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_b = \frac{R_2 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_c = \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

* للتحويل من الشكل النجمي إلى المثلثي : نستخدم القانون

المقاومة المثلثية = مجموع مقاومتين النجمتين المجاورتين لها + حاصل ضربهما / المقاومة النجمية التي لم تذكر

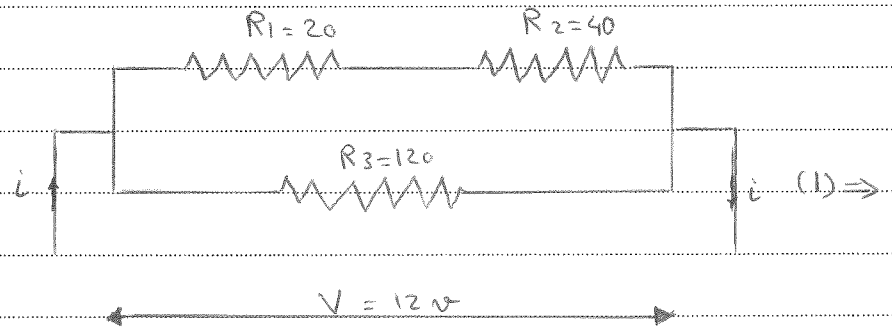
$Y \rightarrow \Delta$

$$R_1 = (R_a + R_c) + \frac{R_a * R_c}{R_b}$$

$$R_2 = (R_a + R_b) + \frac{R_a * R_b}{R_c}$$

$$R_3 = (R_c + R_b) + \frac{R_c * R_b}{R_a}$$

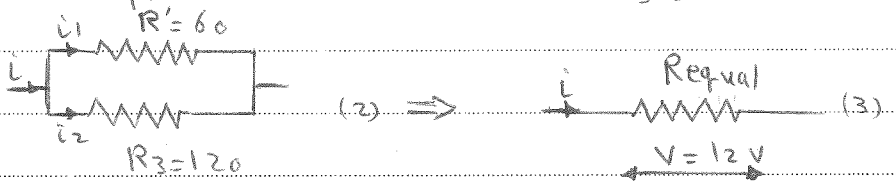
مسألة:



لدينا دارة مؤلفة من حرفين : في الفرع الأول لدينا مقاومتين موصولتين على التسلسل

وفي الفرع الثالث مقاومة واحدة مطلوب حساب i_2 ، i_1 ، i

الحل: نبسط الدارة لنحولها إلى دارة مؤلفة من مقاومة واحدة Requal



نجد المقاومة المكافئة للمقاومتين (R_1) و (R_2) الموصولتين على التسلسل من (1):

$$R' = R_1 + R_2 = 20 + 40 = 60 \ \Omega$$ «أوم»

$$\text{من (2)} \Rightarrow Requal = R_3 \ // \ R' = 120 \ // \ 60 = \frac{120 * 60}{120 + 60} = 40 \ \Omega$$

(على التوازي)

$$\text{من (3)} \quad i = \frac{V}{Requal} = \frac{12}{40} = 0.3 \ A$$ «أمبير»

من الدارة الثانية (2) نجد من قانون مجزئ التيار:

$$i_1 = \frac{i * R_3}{R' + R_3} = \frac{0.3 * 120}{60 + 120} = 0.2 \ A$$

$$i_2 = \frac{i * R'}{R' + R_3} = \frac{0.3 * 60}{60 + 120} = 0.1 \ A$$

حقاً يجب أن يكون $i = i_1 + i_2$

نطبق قانون تجزئ التوتر على الفرع الأول:

$i_p=0.2$ → $R_1=20$ — $R_2=40$ — النقطة تضع i_1

$$V_{R1} = \frac{V * R_1}{R_1+R_2} = \frac{12 * 20}{60} = 4\ V$$ (فولط) أي الجملة للفرع الأول

ليست الكلية

$$V_{R2} = \frac{V * R_2}{R_1+R_2} = \frac{12 * 40}{60} = 8\ V$$

النقطة هما بسيطة يجب أن تحقق: $V = V_{R1} + V_{R2}$

طرق حل دارات التيار المستمر: «لا تطبق على التيار المتناوب»

1) طريقة كيرشوف 2) طريقة ملكويل 3) طريقة التعفير

سنتعرف على هذه الطرق من خلال حل المسألة التالية بالطرق الثلاث:

مسألة: لدينا دارة تحوي ثلاث فروع: الفرع الأول: مقاومة + مولدة

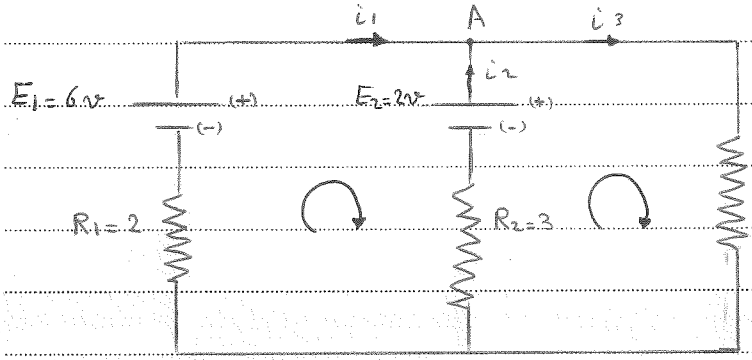
الفرع الثاني: مقاومة + مولدة

الفرع الثالث: مقاومة فقط

المطلوب: إيجاد قيمة التيار المار في أحد الفروع.

الحل:

أولاً باستخدام طريقة كيرشوف



النقطة: في الامتحان يجب الالتزام بالطريقة التي تطلب بنص السؤال المكلف أخذ الحذر أنه في بعض المسائل تعرض طريقة الحل بشرح جيد ولكن تذكر وذلك من خلال تصحيحها أو معاينة

أولاً: الحل باستخدام طريقة كيرشوف.

في هذه الطريقة يجب أن يكون عدد المعادلات = عدد المجاهيل (i1, i2, i3, ...)

ويستخدم في قانونين:

1- قانون كيرشوف الأول (قانون العقد): ينص على أن مجموع التيارات الداخلة إلى عقدة يساوي مجموع التيارات الخارجة منها.

وفيه يكون: عدد المعادلات = عدد العقد - 1 = 2 - 1 = 1

ملاحظة: العقدة: هي كل نقطة يدخل إليها التيار بقيمة ويخرج منها بقيمة أخرى.

ولا تنسى الإشارة السالبة في الداخل عند.

في مثالنا: بتطبيق قانون العقد على العقدة A نحصل على المعادلة:

$$i_1 + i_2 = i_3 \quad \ldots\ldots (1)$$

2- قانون كيرشوف الثاني (قانون الحلقات أو المسارات):

ينص على أن مجموع القوى الدافعة = مجموع هبوطات الجهد في نفس الحلقة

حيث هبوط الجهد الناتج عن مرور التيار بالمقاومة هو:

في مثالنا: نعتبر اتجاه التيار في الحلقة الأولى ↻ نحصل على المعادلة:

$$E_1 - E_2 = i_1 * R_1 - i_2 * R_2$$

انتبه! الاتجاه ضد اتجاه E يكون من السالب إلى الموجب

حتى لو تغلبت على الاتجاه المفروض للتيار ضد الحلقة

ونطبق القانون في الحلقة الثانية نجد:

$$E_2 = i_2 * R_2 + i_3 * R_3$$

نلاحظ أن طريقة كيرشوف تعطينا قيم التيارات عبر كل فرع.

نعوض القيم المعروفة في المسألة نحصل على المعادلات:

$$4 = 2 i_1 - 3 i_2 \quad \ldots\ldots (2)$$

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

نحل جملة المعادلات (1), (2), (3) نجد:

وذلك باستخدام الآلة الحاسبة كالتالي: mode ← 5: EQN

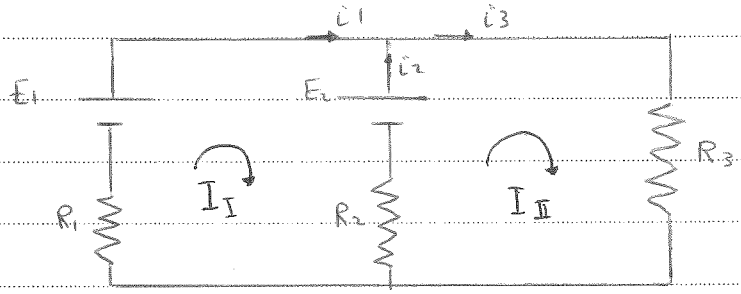
2: anX + bnY + cnZ = dn ← ندخل ليتم (=)

$i_1 = 1.308\ A$ ، $i_2 = -0.462\ A$ ، $i_3 = 0.846\ A$

$i_2 = -0.462\ A$ ← الاتجاه المفروض معاكس للاتجاه الحقيقي

ثانياً: الحل باستخدام طريقة ماكسويل:

أ- أرسم اتجاه تيارات الفروع «هام جداً جداً»



ب- نفرض في كل حلقة تيار سنبه (تيار الحلقة)

في الحلقة الأولى: نفرضنا I_I

في الحلقة الثانية: نفرضنا I_{II}

ج- نطبق قانون كيرشوف الثاني على الحلقتين المغلقتين وكل واحدة على حدا.

$$E_1 - E_2 = I_I (R_1 + R_2) \ominus I_{II} * R_2$$

بداية تيار الحلقة الأولى بثة لي تيار الحلقة الثانية بالمقاومة R_2

فنضيف حداً من نوع جداء تيار الحلقة الثانية * المقاومة R_2

ونحدد إشارته من خلال اتجاه التيار في R_2 بالنسبة لاتجاه تيار في الحلقة الثانية

حيث: تيار الحلقة الأولى مار في R_2 من الأعلى للأسفل ↓

تيار الحلقة الثانية مار في R_2 من الأسفل للأعلى ↑

← اختلف في الاتجاه ← الإشارة سالبة

كتابة المعادلة في الحلقة الثانية II :

$$E_2 = I_{II}(R_2+R_3) - I_I * R_2$$

التيار في الحلقة التي نعمل عليها * المقاومات التي مر بها

بتعويض قيم E و R في المعادلتين (1) و (2) :

$$4 = 5 I_I - 3 I_{II}$$

$$2 = -3 I_I + 7 I_{II}$$

بحل المعادلتين باستخدام الآلة الحاسبة نجد :

I_I هو التيار الذي يمر بالمقاومة R_1 $\Leftarrow$ $i_1 = 1.307\ A$

I_{II} هو التيار الذي يمر بالمقاومة R_3 $\Leftarrow$ $i_3 = 0.846\ A$

$$\Rightarrow i_2 = i_3 - i_1 = -0.462\ A$$

الإشارة السالبة تدل على أن اتجاه I_I مع i_1 الذي فرضت له سابقاً

مع العلم أن : I_I : تيار الحلقة الأولى

i_1 : تيار الفرع الأول في الدارة الذي يحوي على المقاومة R_1

ثالثاً : الحل باستخدام طريقة التطابق "الآلة" :

تنص على أن المجموع الجبري للتيارات المارة بأضلاع الدارة التي تحوي أكثر من مصدر يساوي المجموع الجبري للتيارات الناتجة عن عمل كل مصدر على حدا وذلك إذا أخذنا بعين الاعتبار اتجاه التيار المعاكس.

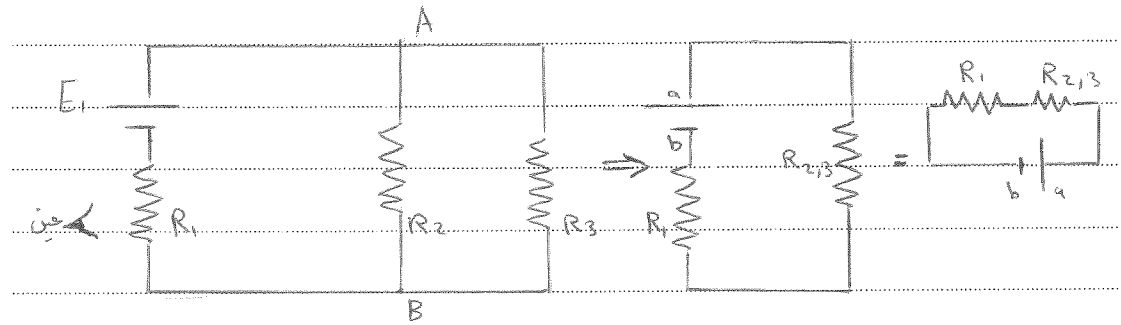
مثلاً حسب أمثلتنا : هنا نبدأ بالفرع الأول فنبقي على E_1 ونفصل E_2 معتمداً على المرحلة الأولى في طريقة الحل

المرحلة الأولى : أقصر جميع القوى المحركة الكهربائية في الدارة عدا الفرع الذي أقف عليه

المرحلة الثانية : أعبر المقاومة المكافئة R_{equ} من مكان وجودي (من الفرع الذي أقف عليه)

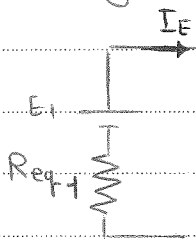
$$R_{eq,1} = R_2 // R_3 + R_1$$

نلاحظ أن المقاومتين R_2 و R_3 موصولتين لنفس المقطعين A و B ⇐ فالوصل حتماً تفرعي أما بين $R_{2,3}$ مع R_1 بالتالي نبرهن المقدار B فقط ⇐ الوصل تسلسلي.



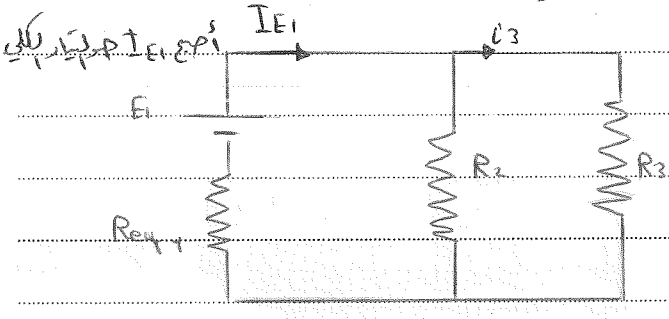
(1) (2)

المرحلة الثالثة: أوجد شدة التيار الناتج عن القوة المحركة عن المنبع (E_1).



$$I_{E1} = \frac{E_1}{R_{eq,1}}$$

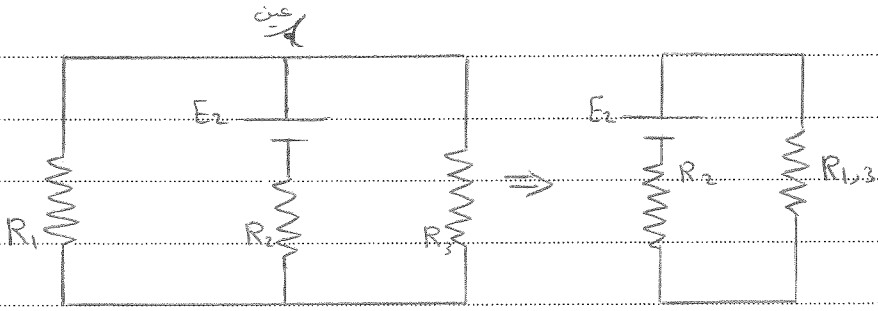
المرحلة الرابعة: نعيد الأجزاء المفصولة إلى الدارة



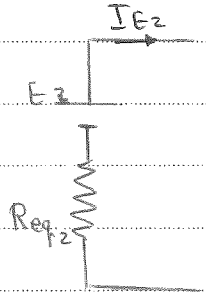
لنتقل لقانون تجزئ التيار لنحسب شدة التيار في الفرع عن التيار I_{E1} فقط:

$$\text{حيث } E_1 = \frac{I_{E1} * R_2}{R_2 + R_3}$$

والآن لننقل الفرع الآخر ونطبق الحل السابق نفسه ونكرره على E1 ونبقي على E2:



$$Req_2 = (R_1 // R_3) + R_2$$



$$I_{E2} = \frac{E_2}{Req_2}$$

$$i_{3,E2} = I_{E2} * \frac{R_1}{R_1+R_3}$$

بالتناوب الحلقة الثانية نأخذ التيار الناتج عن E2 ليس الناتج عن E1 أصلياً بكلي.

حسابياً: الحلقة الأولى:

$$R' = \frac{R_2*R_3}{R_2+R_3} = 1.714\ \Omega$$

$$Req_1 = R' + R_1 = 3.714\ \Omega$$

$$I_{E1} = \frac{E_1}{Req_1} = 1.616\ A$$

$$i_{3,E1} = \frac{1.616*3}{7} = 0.693\ A$$

الحلقة الثانية:

$$R' = \frac{R_1*R_3}{R_1+R_3} = 1.33\ \Omega$$

$$Req_2 = R' + R_2 = 4.33\ \Omega$$

$$I_{E2} = \frac{E_2}{Req_2} = 0.462\ A$$

$$i_{3,E2} = \frac{0.462*2}{6} = 0.154\ A$$

$$i_3 = i_{3,E1} + i_{3,E2}$$

$$i_3 = 0,847\ A$$

Sally Assaf ✍ انتهت بإذن الله تعالى