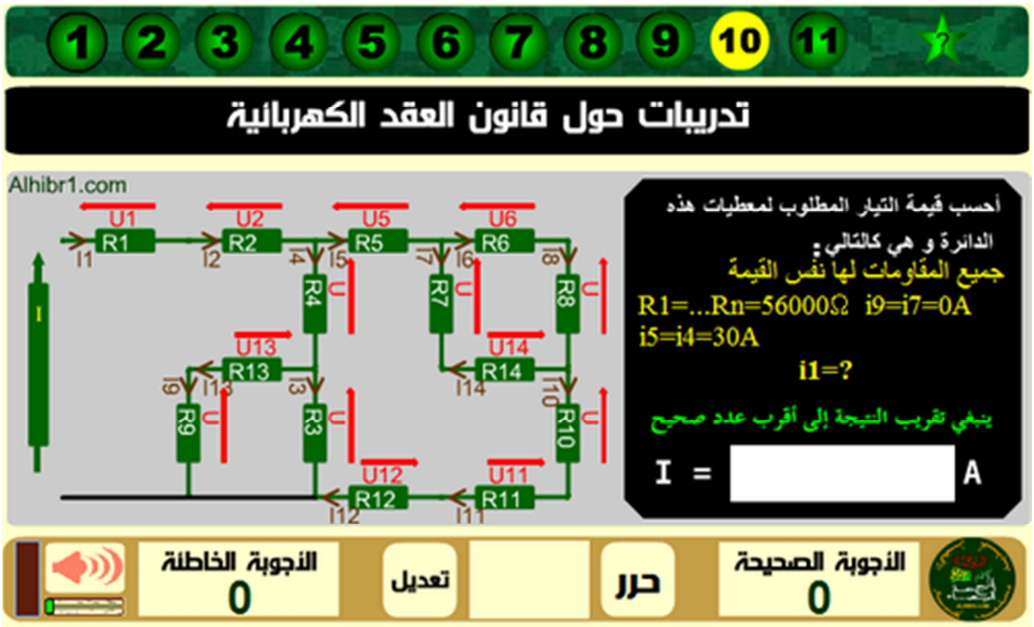
برنامج تدريبات حول قانون العقد الكهربائية ـ الأجوبة ـ

2011



جميع الحقوق محفوظة لكل مسلم

المحجة البيضاء
Alhibr1.com
06/11/2011

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي علم بالقلم، علم الإنسان ما لم يعلم، و صلى الله و سلم على خير الأنام محمد بن عبد الله و آله و صحبه أجمعين أما بعد:

حتى يكتمل البرنامج و حتى تتم الفائدة التي من أجلها وضع كان لابد من تقديم شروحات عن حلول التدريبات التي جاءت فيه و لذا جمعت لكم ما ينبغي من توضيحات في هذا الملف .

تنبيه :

هذه أصول ثابتة في علم الرياضيات و جب التأكيد عليها حتى لا يحصل أي إشكال:

$$R^{-1} = \frac{1}{R} \qquad \frac{1}{R} = R^{-1}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{R}} = \frac{1}{1} x \frac{R}{1} = R \qquad 10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

$$1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$$

هذا الرمز يعني أن العبارة الموجودة عن يمينه مكافئة للعبارة الموجودة عن يساره ← →

$$\frac{1}{10^2} = 10^{-2} = 0.01 \qquad 10^2 x 10^2 = 10^{(2+2)} = 10^4 = 10000$$

$$\frac{60}{40} = \frac{12}{8} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \qquad \frac{60}{40} = \frac{30}{20} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2}$$

لقد حاولت تبسيط عملية الحساب ما أمكن حتى يكون الشرح و التحليل في متناول الجميع، ربما قد تكون هناك مصطلحات علمية غير مناسبة أرجو منكم التنبيه حتى يتم تصحيحها و جزاكم الله خيرا

المستوى الأول: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:

نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين مربوطتين بشكل تسلسلي.

يقدم لنا البرنامج قيمة التيار الكهربائي كما هو ملاحظ:

i1= 80A

i2=80A

علينا أن نبحث عن القيمة الإجمالية أو بمعنى آخر القيمة المكافئة للتيار الكهربائي لهذه الدائرة؟

نحن نعلم أن التيار الكهربائي يتدفق بشكل متساو في دائرة تسلسلية ، إذن:

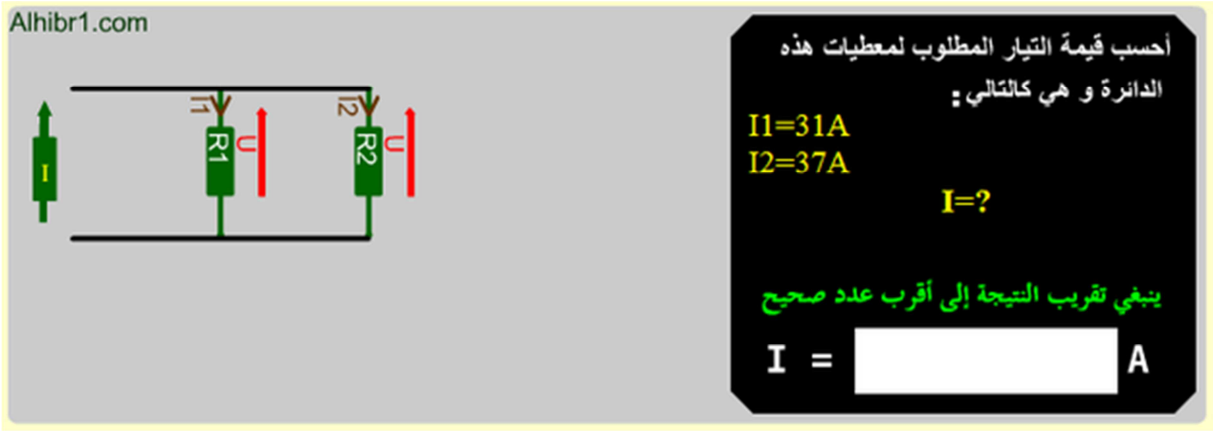
I=i1=i2=i3=i4……In

التطبيق الرقمي للمعادلة يساوي:

I=80A

I=80A

المستوى الأول: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين مربوطتين بشكل متوازي.

نحن نعلم أن قاعدة حساب التيار المكافئ لدائرة متوازية تساوي حساب مجموع التيار ات المتوازية التي تكون الدائرة الكهربائية :

I=i1+i2+i3+i4+i5+……In

التطبيق الرقمي للمعادلة:

I=i1+i2

I=37+31=68A

I=68A

المستوى الثاني: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 5:

نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين مربوطتين بشكل تسلسلي.

لدينا معطيات تخص الجهد و المقاومة الكهربائية نستطيع أن نتوصل بها إلى النتيجة لكن الهدف من هذه التمارين هو التمكن من حساب التيار الكهربائي باستعمال قواعد قانون العقد المتعلق بدوائر التسلسل أو بدوائر التوازي.

و لذا فنحن لن نقوم بحساب التيار عبر قاعدة أوم بشكل تطبيقي بل قد نحتاج إليها بشكل نظري في المستويات المتقدمة لما في ذلك من الفائدة العامة التي يرجى من خلالها التمكن من التحويلات الرياضية المطلوبة.

المطلوب عند كل تمرين هو فهم الدائرة الكهربائية ثم بعدها إمعان النظر في المعطيات ثم استعمال المناسب منها فقط للإجابة على السؤال.

فلماذا إذن سنضيع وقتنا في الحسابات و بإمكاننا الإجابة على السؤال بكل سهولة.

ينص قانون العقد الكهربائي إلى أن نفس التيار الكهربائي هو الذي يسري في جميع مكونات دائرة كهربائية مركبة على التسلسل.

توفر لنا المعطيات قياس التيار الذي يسري في المقاومة رقم 2 و حسب قانون العقد فإن قياسه متساوي مع قياس التيار المتدفق عبر المقاومة الأولى و بهذا يكون نفس التيار هو الذي يسري في هذه الدائرة التسلسلية:

I=i1= i2=3A

و هذا يؤكد أن عملية التحليل أهم من القيام بعمليات حسابية لا مبرر لها.

I=3A

المستوى الثاني: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:

نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين مربوطتين بشكل متوازي.

نحن نعلم أن قاعدة حساب التيار المكافئة لدائرة متوازية تساوي مجموع قياسات التيار المتفرعة من العقدة:

I=i1+i2+i3+……+In

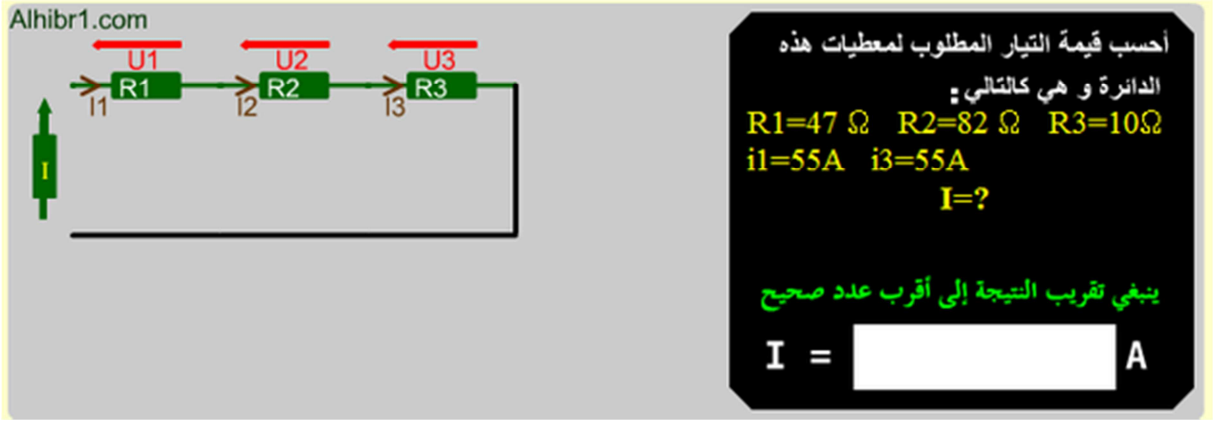
التطبيق الرقمي:

I=i1+i2

I=69+51=120A

I=120A

المستوى الثالث: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من ثلاث مقاومات كهربائية مربوطة بشكل تسلسلي.

علينا أن نبحث عن القيمة الإجمالية أو بمعنى آخر القيمة المكافئة للتيار الكهربائي لهذه الدائرة؟

نحن نعلم أن التيار المكافئ في دائرة تسلسلية يساوي نفس القياس في كل أجزاء هذه الدائرة، إذن:

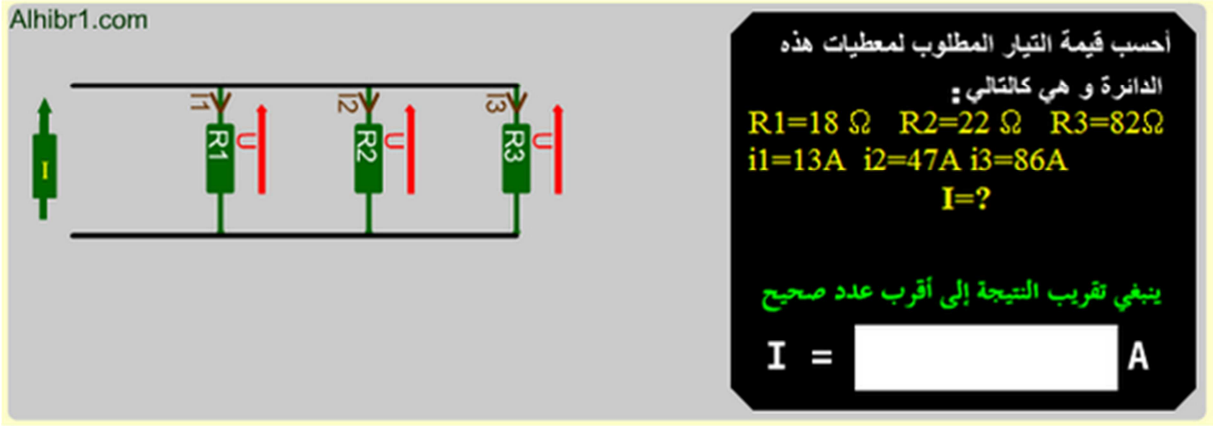
I=i1=i2=i3=i4=i5….=i1000=i100000=……=In

التطبيق الرقمي:

I=i1=i2=i3

I=55A

المستوى الثالث: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من ثلاث مقاومات مربوطة بشكل متوازي.

نحن نعلم أن التيار المكافئ في دائرة متوازية يساوي مجموع قياسات التيارات المتفرعة من العقدة و التي تكون الدائرة، إذن:

I=i1+i2+i3+i4+i5…..

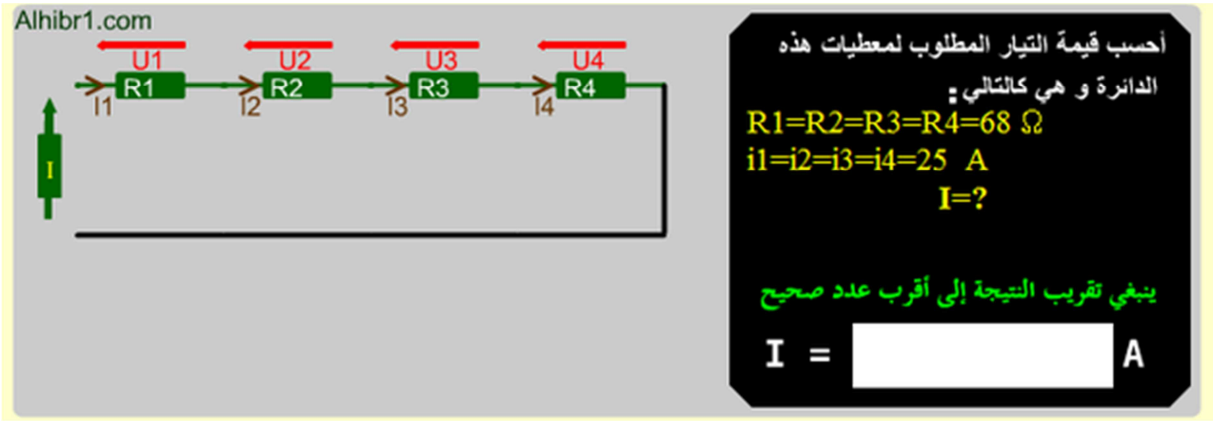
التطبيق الرقمي:

I=i1+i2+i3

I=13+47+86

I=146A

المستوى الرابع: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من أربع مقاومات كهربائية مربوطة بشكل تسلسلي.

علينا أن نبحث عن القيمة الإجمالية أو بمعنى آخر القيمة المكافئة للتيار الكهربائية لهذه الدائرة؟

نحن نعلم أن التيار المكافئ في دائرة تسلسلية يتساوى في جميع أجزائها الدائرة، إذن:

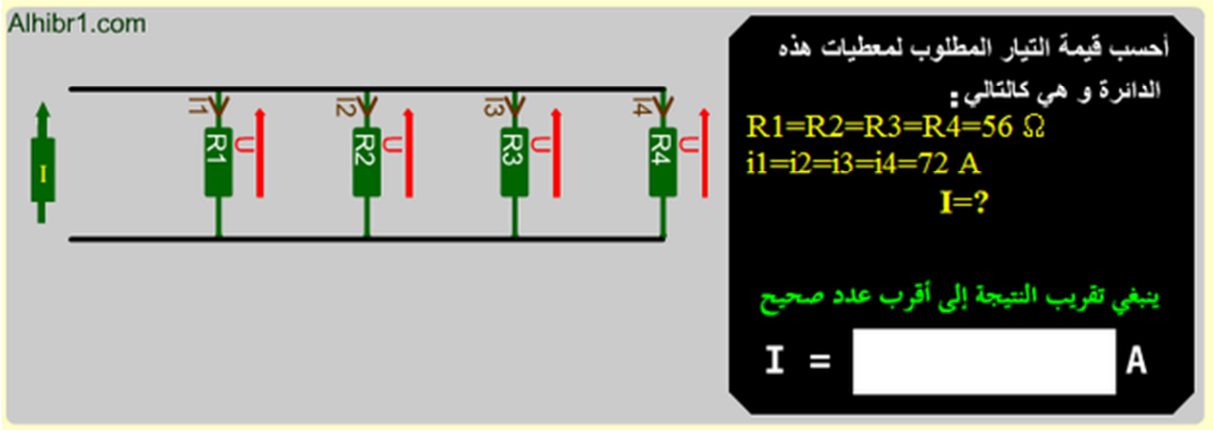
I=i1=i2=i3=i4

المعطيات تدلنا على أن كل المقاومات متساويات و عليه فإننا نستطيع أن نلخص القاعدة كما يلي:

التطبيق الرقمي:

I=25A

المستوى الرابع: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من أربع مقاومات مربوطة بشكل متوازي.

نحن نعلم أن قاعدة حساب التيار المكافئ لدائرة متوازية يساوي مجموع التيارات المتشعبة من العقدة المركزية، إذن:

I=i1+i2+i3+i4+i5+i6……+In

التطبيق الرقمي:

I=i1+i2+i3+i4

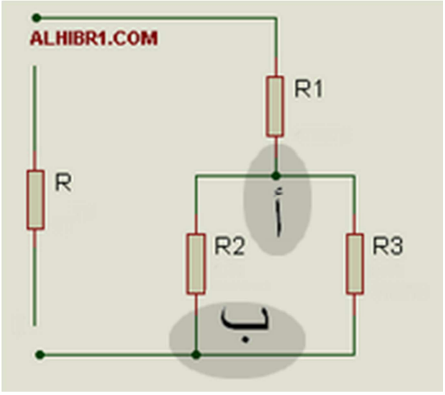
بما أن التيارات المتفرعة متساوية القياس، يمكننا أن نكتب المعادلة كما يلي:

I=i1x4

I=72x4

I=288A

المستوى الخامس: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من ثلاث مقاومات كهربائية مربوطة بشكل تسلسلي و متوازي.
ربما قد يسهل عليك ملاحظة أن المقاومتان الثانية و الثالثة متوازيتان و أنهما مربوطتان بشكل تسلسلي مع المقاومة الأولى و حتى نتأكد من ذلك سوف نعيد رسم الدائرة الكهربائية.
لاحظ أني قمت بتسمية العقدتين أ و ب.
علينا أن نبحث عن القيمة الإجمالية أو بمعنى آخر القيمة المكافئة للتيار الكهربائي لهذه الدائرة؟

نلاحظ أن مصدر التيار الأصلي يوفر تيارا كهربائيا يمر من خلال المقاومة الأولى ثم يتفرع في المقاومتين رقم 2 و رقم 3، إذن:

I=i1

I1=i2+i3

نحن نبحث عن التيار رقم3 ما يفرض علينا تحويل المعادلة كما يلي:

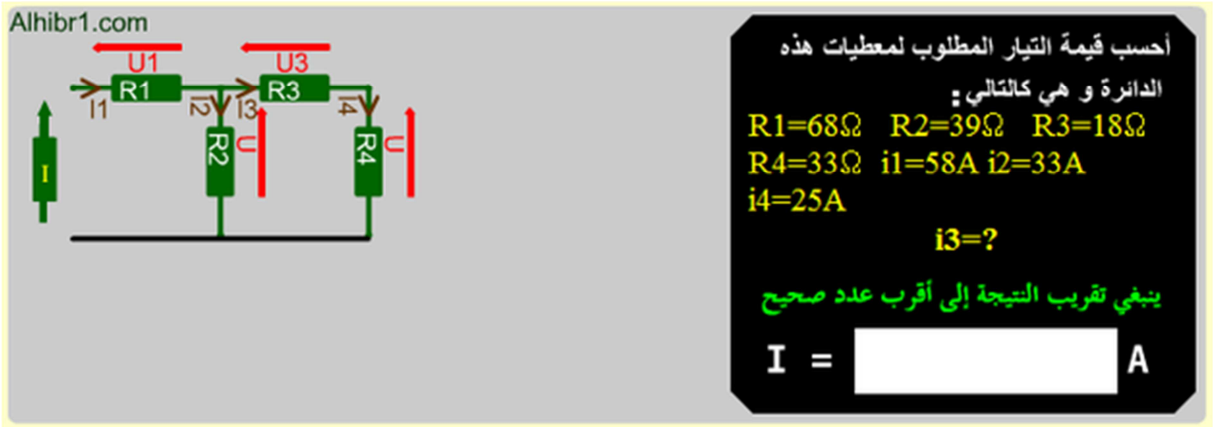
I1-i2=i3

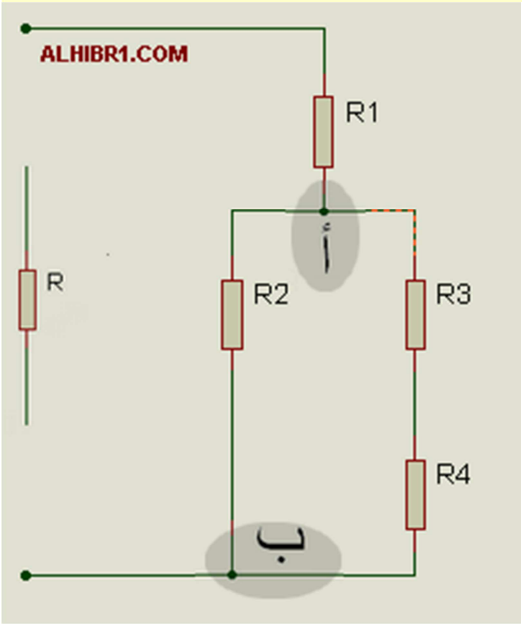
I3=i1-i2

التطبيق الرقمي:

I3=50-19 **I3=31A**

المستوى الخامس: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





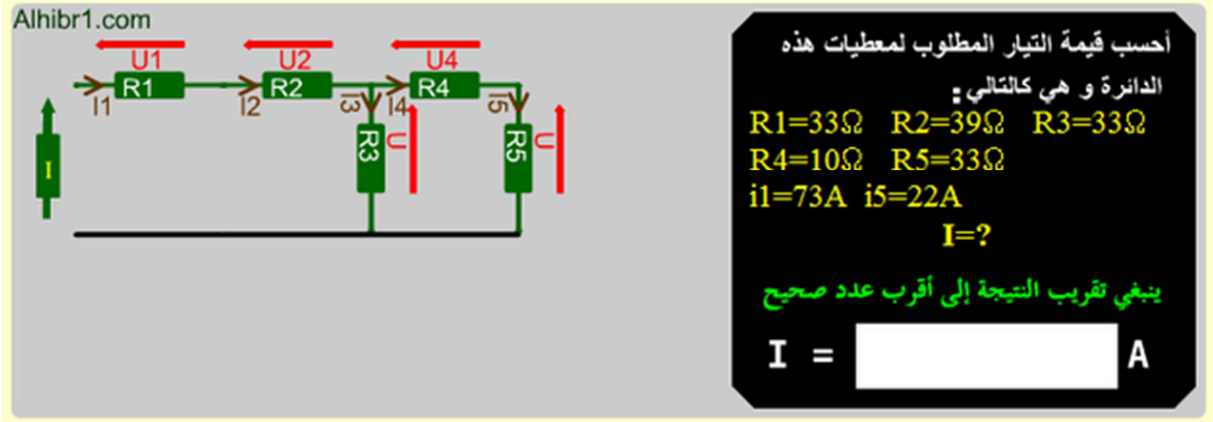
أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .

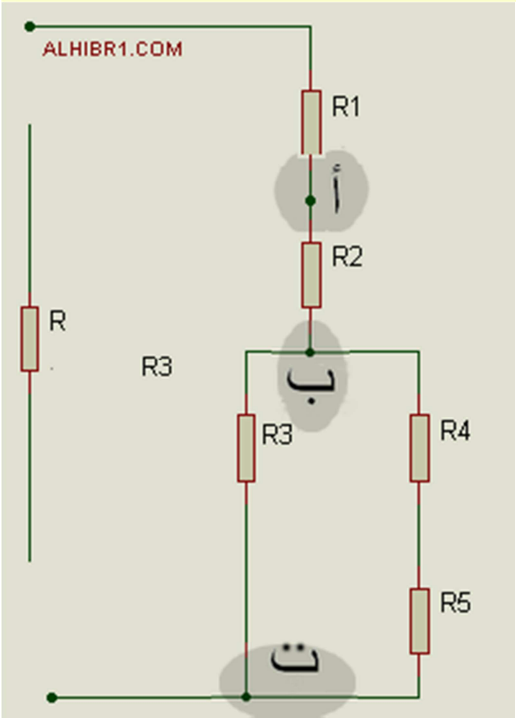
ثانيا حساب التيار المكافئ للمقاومة الثالثة و الرابعة:
هتان المقاومتين مربوطتان بشكل تسلسلي .
نحن نعلم أن التيار الكهربائي متساو في جميع أجزاء الدائرة التسلسلية، إذن:

I3=i4=25A

I3=25A

المستوى السادس: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .

ثانيا حساب التيار المكافئ لتيار المقاومتين الرابعة و الخامسة:
كما أسلفت ذكره سابقا قيمة التيار رقم 4 مساو لقيمة التيار رقم 5 لأن المقاومتين 4 و 5 مربوطتان بشكل تسلسلي.

ثالثا حساب التيار المكافئ للدائرة المتوازية و المتفرعة من العقدة ذات التسمية ب:

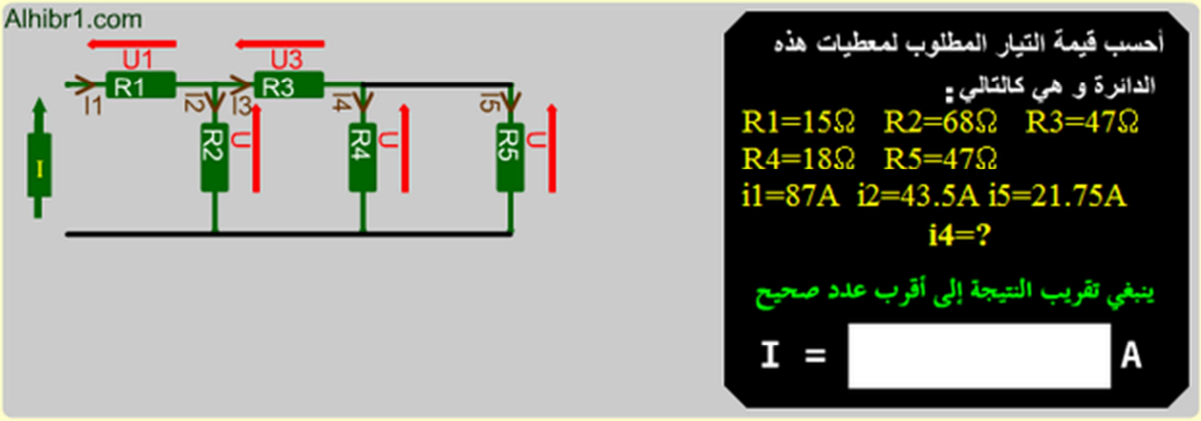
هي كما ذكرت دائرة متوازية ما يستلزم أن يكون مجموع التيارات المتفرعة و الخارجة من العقدة مساوية للتيار الداخل إلى العقدة التيار الداخل هو التيار رقم 2 و التيارات الخارجة هي التيار رقم 3 مع التيار رقم 4
بالطريقة الحسابية يمكننا تلخيص العبارة السابقة كما يلي:
I2=i3+i4
كما أن المقاومة رقم 4 متصلة بالمقاومة رقم 5 بشكل تسلسلي فإن المقاومة رقم 1 تتصل بالمقاومة رقم 2 بشكل تسلسلي أيضا و عليه فالتيار الذي يسري في المقاومة رقم 1 مساو للتيار الذي يسري في المقاومة رقم 2 .
لكن سوف نحاول أن نفهم هذه الدائرة بكل بساطة لدينا مصدر طاقة كهربائية يزود دائرتنا الكهربائية بالتيار الأصلي و الأساسي الذي سميناه بالتيار المكافئ فينطلق إذن من مصدره كالبطارية مثلا ليمر عبر الأسلاك ليصل إلى المقاومة الأولى ثم الثانية و من هذه الأخيرة إلى العقدة ب ثم ينقسم التيار إلى قسمين أحدهما يأخذ ذات اليمين عبر المقاومتين رقم 4 و رقم 5 أما الأخر فإنه يأخذ ذات اليسار فيمر عبر المقاومة رقم 3 لكن التيار المنقسم يجتمع بكامله في العقدة ت

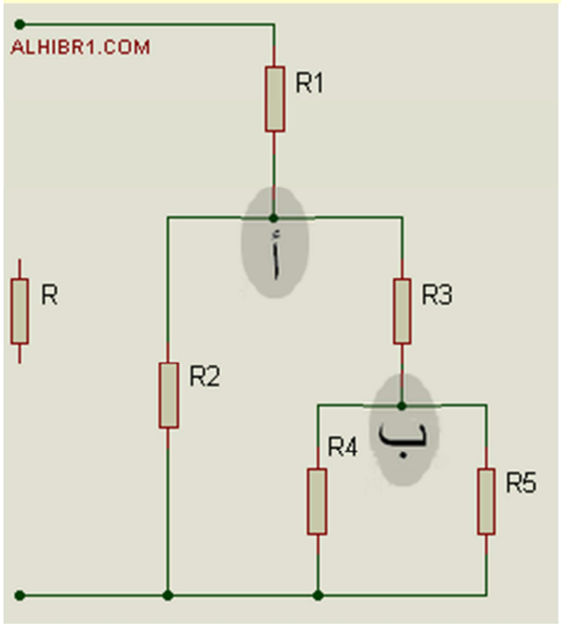
بمعنى أن:

i1=i2

I=i1=73A

المستوى السادس: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .

ثانيا حساب التيار رقم 3:
المعلومات السابقة تؤهلك للجواب عن هذا الطرح دون عناء قلنا سابقا أن التيار ينطلق من المقاومة رقم 1 ثم ينقسم إلى قسمين طرف يمر في المقاومة رقم 2 و الأخر في المقاومة رقم 3 كما توضحه المعادلة الحسابية التالية:

$$i1=i2+i3$$

و هذا يعني أن:

$$I3=i1-i2$$
$$I3=87-43.5=43.5A$$

هذه النتيجة تبين لنا أن التيار رقم 1 ينقسم في العقدة أ إلى قسمين متعادلين

$$I2=i3$$

:

و بعبارة أخرى:

$$i2=\frac{i1}{2}$$

و هذه النتيجة تدلنا على أن القيمة الحسابية للمقاومتين الكهربائيتين رقم 2 و رقم 3 متساوية و من المفروض أن تكون متساوية لأنه لو كانت قيمتهما مختلفتين لكانت قيمة التيار الذي يمر بإحداهما غير مساو للتيار المار بالأخرى و هذا بديهي تستطيع أن تضرب لك مثالا باستعمال الماء في الأنابيب لكن سوف نضرب لك مثالا بالميزان الذي جعله الله ليقوم الناس بالقسط و العدل ، لو سعرت عند الجزار قطعتي لحم من نفس النوع و الجودة فأخبرك أن كليهما تساويان نفس الثمن لكان ذلك دليلا على أن لهما نفس الوزن ، النوع و الجودة يدل على قيمة المقاومة لأن لحم الدجاج لا يساوي لحم البقر ، و الوزن يدل على قيمة التيار الكهربائي ، و المال يدل على الجهد الكهربائي ، و بما أني لست جزارا فلن أخوض في تفصيل اللحم أكثر مما ذكر.

إذن يفترض أن تكون المقاومة المكافئة للطرف الأيمن من العقدة أ و الذي تكونه المقاومة رقم 3 مع المقاومتين المتوازيتين رقم 4 مع رقم 5 مساوية لمقاومة الطرف الأيسر و هي المقاومة رقم 2 و بمعنى آخر:

$$R2 = R3 + \frac{R4xR5}{R4 + R5}$$

هذا اختصار للمعادلة الحسابية يمكن الرجوع إلى تفاصيل و طريقة الحساب في برنامج حساب المقاومة الكهربائية مع الملف الإلكتروني المماثل لهذا و الذي جمعت فيه أمثلة لأجوبة التمارين و التطبيقات التي وردت في البرنامج.

لو قمت بالعملية الحسابية لو جدت أن قيمة المقاومة رقم 2 غير مساوية للمقاومة المكافئة للطرف الأخر و قد تعمدت هذا الخطأ للتنبيه عن هذه الفائدة و كذلك لأن من شروط الإجابة على تمارين البرنامج ألا يستعمل المجيب قاعدة أوم الشهيرة بل كان الشرط استعمال قواعد قانون العقد الكهربائية و الشرط أملك لك أو عليك.

وجدنا إذن قيمة تيار المقاومة رقم 3 و هو:

I3=87-43.5=43.5A

معطيات الدائرة تطرح لنا قيمة التيار رقم 4 كسؤال، و نحن نعلم أن التيار رقم 3 يتفرع في العقدة إلى قسمين أحدهما في المقاومة رقم 4 و الأخر في المقاومة رقم 5، المعادلة الحسابية هي:

I3=i4+i5

I4=i3-i5

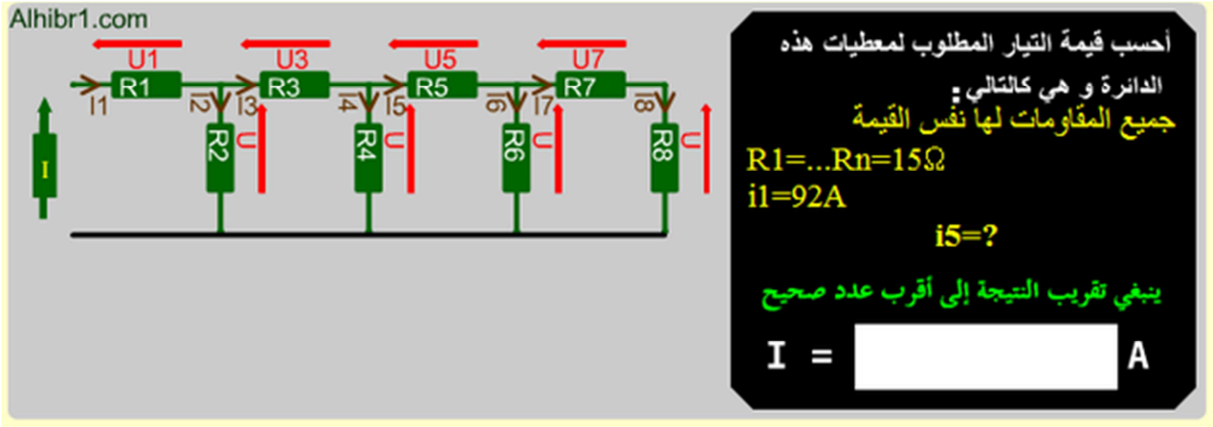
I4=43.5-21.75=21.75A

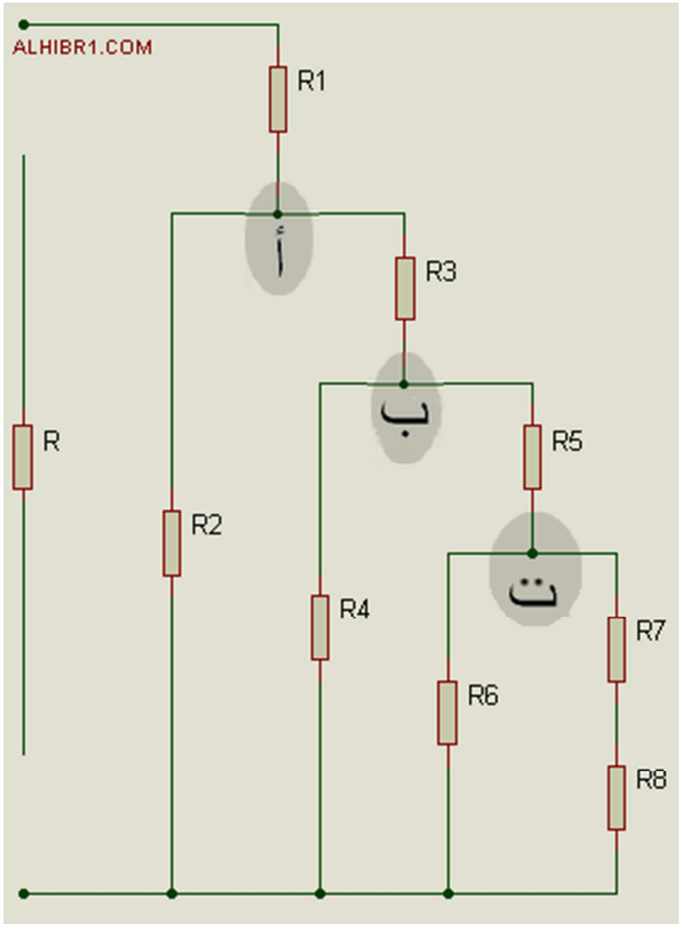
هذه النتيجة أيضا تعلمنا بأن قياس المقاومة رقم 4 معادل لقياس المقاومة رقم 5، و أتمنى أنك استوعبت التوضيحات السابقة.

النتيجة النهائية لأقرب عدد صحيح هي:

I4=22A

المستوى السابع: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

معطيات قيمة المقاومة ستساعدنا في طريقة التحليل كما سيأتي:
بالنسبة للتيار الكهربائي فنعرف قيمة التيار المكافئ و بمعنى آخر تيار المقاومة الأولى

i1=92A

نعلم الآن أن:

$I1=i2+i3$

و بما أن قيمة المقاومتين متساويتين فإن قيمة التيار الكهربائي ستنقسم إلى نصفين متساويين كما بيناه سابقا.
إذن يمكننا أن نكتب:

$$\begin{cases} i2 = \dfrac{U2}{R2} \\ i3 = \dfrac{U2}{R345678} \end{cases}$$

لنحسب المقاومة المكافئة للطرف الأيمن من العقدة أ:

$$R345678 = \frac{13\ R}{8}$$

لنختصر الكلام عن قاعدة أوم الشهيرة و التي تقول بأن قيمة الجهد الكهربائي يعادل قيمة المقاومة الكهربائية مضروبة في قيمة التيار الكهربائي ، ونكتبها كما يلي :

$$U=R\ x\ I$$

تحويلات هذه القاعدة تعطينا :

$$\mathrm{I} = \frac{U}{R} \qquad \mathrm{R} = \frac{U}{I}$$

نحتاج لهذه القاعدة حتى نتمكن من الإجابة على هذا السؤال و طريقة الجواب تتلخص في التمكن من الإجابة على ما سبق من التمارين و سنستعمل قواعد المعادلات الرياضية في ما يأتي:

نلاحظ أن لكل طرفي العقدة أ نفس الجهد الكهربائي و أن جميع المقاومات الكهربائية لها نفس القياس.

$$\begin{cases} i2 = \dfrac{U2}{R2} \\ i3 = \dfrac{1}{\frac{13}{8}} x \dfrac{U2}{R} \end{cases}$$

قد حصلنا على نتيجة التيار للطرف الأيمن من العقدة أ و نحن نعلم أن:

$$I1=i2+i3$$

إذن:

$$\begin{cases} i2 = \dfrac{U2}{R2} \\ i3 = \dfrac{8}{13}\ i2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} i1 = i2 + i3 \\ i1 = i2 + \dfrac{8}{13}\ i2 \end{cases} \qquad \begin{cases} i1 = i2 + i3 \\ i1 = \dfrac{13+8}{13}\ i2 \end{cases} \qquad \begin{cases} i1 = i2 + i3 \\ i1 = \dfrac{21}{13}\ i2 \end{cases}$$

بهذا نحصل على النتيجة التالية :

$$i2 = \frac{13\ x\ i1}{21} = \frac{13\ x\ 92}{21} = \frac{1196}{21} A$$

$$i3 = \mathrm{i1} - \mathrm{i2} = 92 - \frac{1196}{21} = \frac{1932 - 1196}{21} = \frac{736}{21} A$$

إذا نظرنا إلى العقدة ب وجدنا أن طرفي العقدة ب يستقبلان نفس الجهد الكهربائي و بما أني لا أريد الدخول في تفاصيل الجهد الكهربائي فأكتفي بما ورد و أقول بأن معنى كلامي هو:

U4=U5

و حتى نسهل علينا عملية الحساب سنختصر هذا الجهد الكهربائي كما يلي:

U=U4=U5

$$\begin{cases} i4 = \dfrac{U4}{R4} \\ i5 = \dfrac{U5}{R5678} \end{cases}$$

$$\begin{cases} i4 = \dfrac{U}{R4} \\ i5 = \dfrac{U}{R5678} \end{cases}$$

الحمد لله الذي ألهمنا الصواب فتوصلنا إلى كتابة هذه المعادلة بقي لنا أن ننظر في شكل المقاومة الكهربائية في كلا طرفي العقدة ب فنجد الطرف الأيسر يحتوي على مجموعة من المقاومات الكهربائية مركبة على التسلسل ثم التوازي و لن أخوض في تفاصيل حسابها إذ يمكنكم الرجوع مرة أخرى لبرنامج تدريبات حساب المقاومة الكهربائية مع الملف الإلكتروني للأجوبة

و هذا تلخيص المقاومة المكافئة :

$$R5678 = \quad \mathrm{R5} + \frac{R6\ x\ (R7 + R8)}{R6 + (R7 + R8)}$$

و بما أن جميع المقاومات متكافئة فنستطيع اختصار الحساب كما يلي:

$$R5678 = \quad \mathrm{R} + \frac{R\ x\ (2\ x\ R)}{3\ x\ R} = \frac{3x\ R^2 + \ 2\ x\ R^2}{3\ x\ R} = \frac{(\ 3 + \ 2\ )x\ R^2}{3\ x\ R}$$

$$R5678 = \quad \frac{5\ x\ R}{3}$$

سنقوم بإدراج النتيجة السابقة في المعادلة كما يلي :

$$\begin{cases} i4 = \dfrac{U}{R4} \\ i5 = \dfrac{U}{R5678} \end{cases} \qquad \begin{cases} i4 = \dfrac{U}{R4} \\ i5 = \dfrac{U}{\frac{5\ x\ R}{3}} \end{cases} \qquad \begin{cases} i4 = \dfrac{U}{R4} \\ i5 = \dfrac{3\ x\ U}{5\ \ x\ \mathrm{R}} \end{cases}$$

هنا وجب الانتباه إلى لطيفة الحساب و التي تكمن في استحضار المعطيات الحسابية التي تدل على أن جميع المقاومات متساوية و بذلك يمكننا أن نكتب ما يلي:

R=15 Ω

$$\begin{cases} i4 = \dfrac{U}{R} \\ i5 = \dfrac{3\ x\ U}{5\ x\ R} \end{cases}$$

بعد ذلك وجب علينا أن نركز جيدا في المعادلة السابقة لنجد القاسم المشترك بين معادلة التيار رقم 4 و معادلة التيار رقم 5، و القاسم المشترك هو:

$$\frac{U}{R}$$

هذا القاسم المشترك يمكننا استبداله في المعادلة الثانية كما يلي:

$$\begin{cases} i4 = \dfrac{U}{R} \\ i5 = \dfrac{3}{5}\ x\ i4 \end{cases}$$

و بهذا نكون قد توصلنا إلى المعادلة النهائية بحيث نجد:

I3=i4+i5

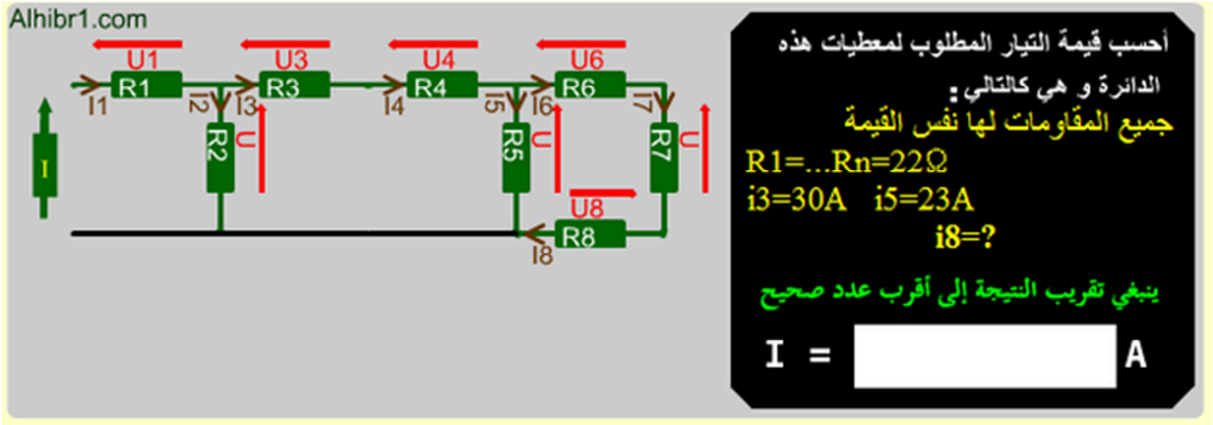
$$\begin{cases} i4 = \dfrac{U}{R} \\ i5 = \dfrac{3}{5}\ x\ i4 \end{cases}$$

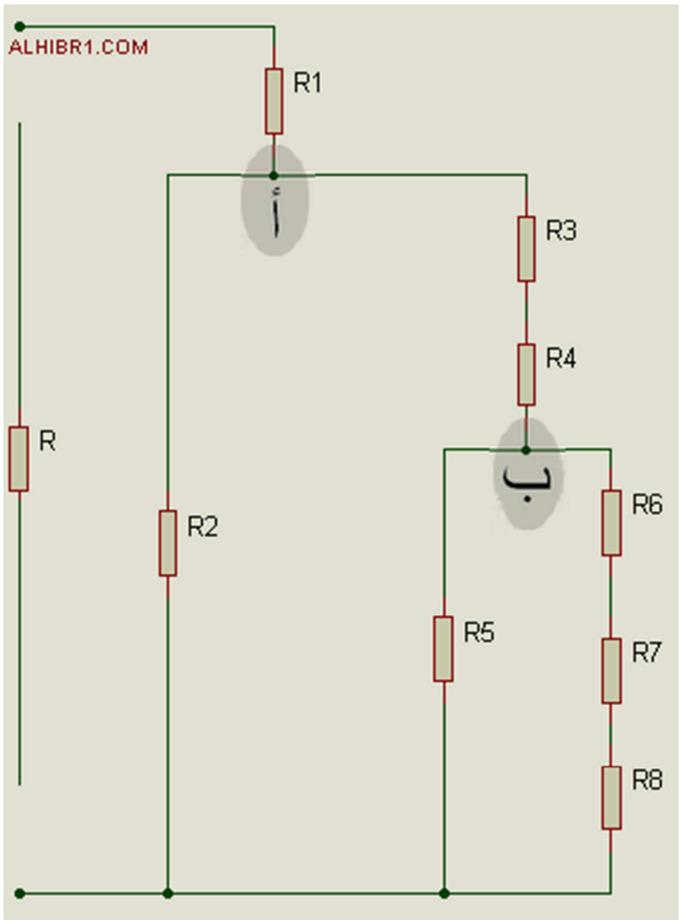
$$i3 = \frac{3}{5}\mathrm{i4} + \mathrm{i4} = \frac{(3+5)}{5}\mathrm{i4}$$

$$i4 = \frac{5\ x\ i3}{8} = \frac{5\ x\ \frac{736}{21}}{8} = \frac{460}{21}A$$

$$i5 = \frac{3}{5}\ x\ i4 = \frac{3}{5}\ x\ \frac{460}{21} = \frac{92}{7} = 13.14\ A$$

المستوى السابع: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

ثانيا حساب التيار رقم 6:
نعلم أن:

I3=I4
I6=i7=i8
I3=i5+i6

إذن:

I6=i3-i5

I6=30-23
I6=7A

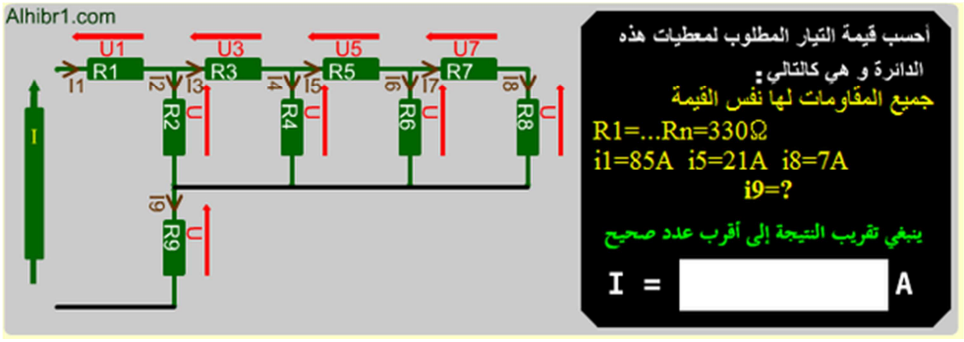
بما أن:

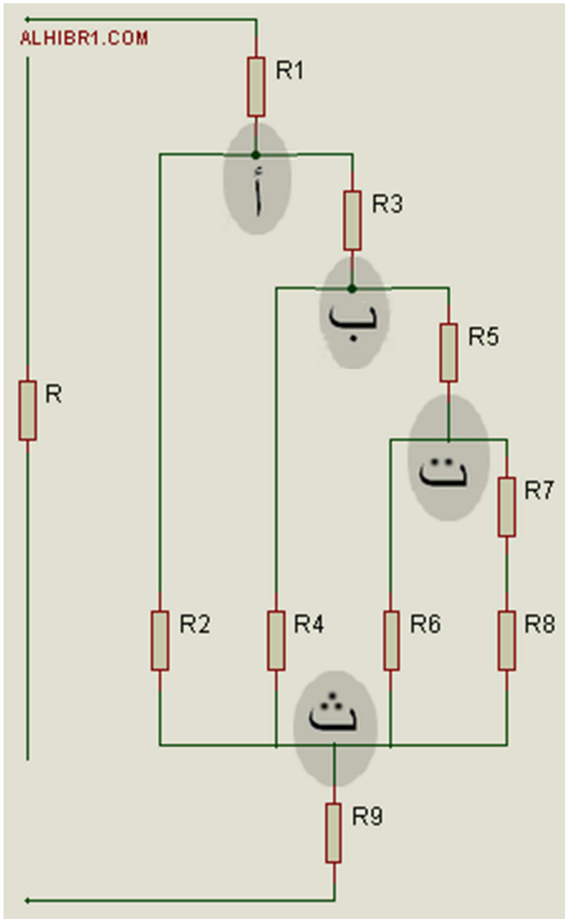
I6=I8

I8=7A

المستوى الثامن:

مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

ثانيا إعادة رسم الدائرة الكهربائية

ثالثا ينبغي أن نتوقف قليلا ثم نمعن النظر في شكل هذه الدائرة.

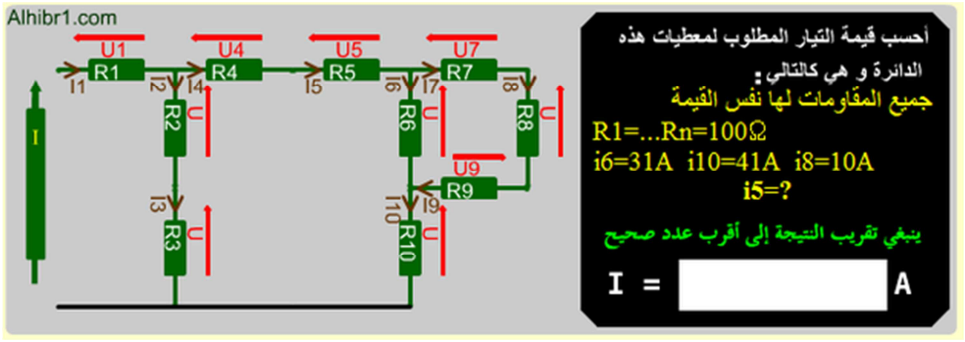
لاحظ أن التيار الكهربائي يدخل عبر المقاومة رقم 1 ثم يتفرق في الدوائر المتوازية التي تشكلها العقد أ، ب، ت ثم يجتمع من جديد في العقدة ث.

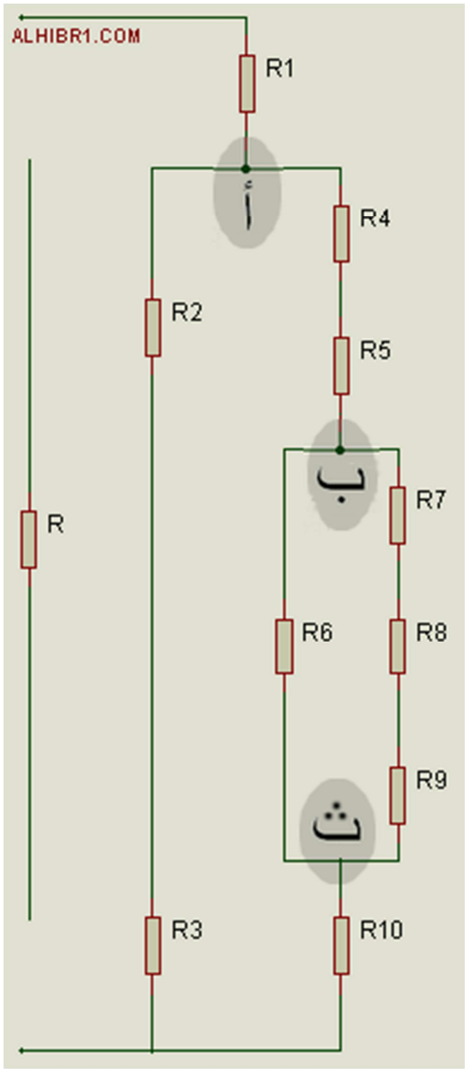
يراد منا في هذا التمرين إيجاد نتيجة التيار رقم 9 و لهذا فالنتيجة لا تحتاج إلى القيام بأي عملية حسابية لأن قيمة التيار الداخل في العقدة أ يساوي قيمة التيار الخارج من العقدة ث.

I9=i1

I9=85A

المستوى الثامن: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

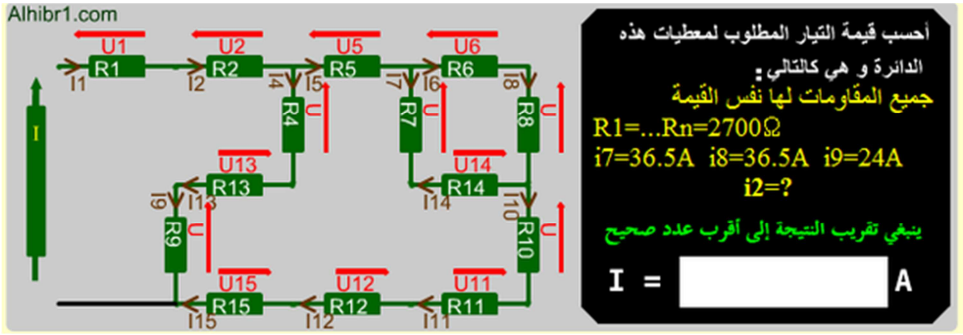
نلاحظ مرة أخرى أن التيار الكهربائي يدخل إلى العقدة ب من خلال المقاومة رقم 5 فيتفرق في الدائرة المتوازية التي تكونها المقاومات الكهربائية 6،7،8 و 9 ثم يجتمع من جديد في العقدة ث.

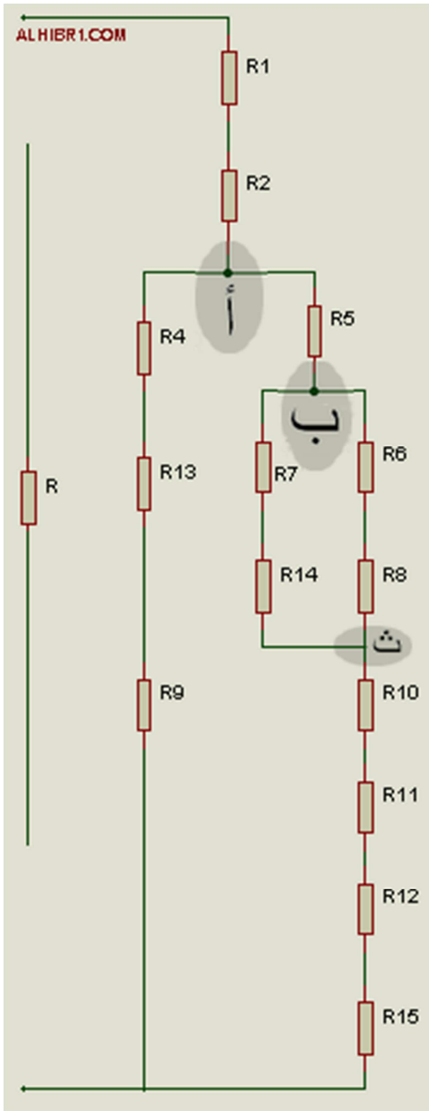
نستطيع القيام بالعملية الحسابية لكننا نستغني عنها إذ توصلنا على النتيجة من خلال الاستنتاج بأن قيمة التيار الداخل إلى العقدة ب يساوي نفس التيار الخارج من العقدة ث.

$$I5=i10$$

I5=41A

المستوى التاسع: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

من الواضح جدا أن التيار رقم 5 يساوي مجموع التيارات المتفرعة في العقدة ب كما أنه يساوي التيار المتدفق في المقاومات 10، 11، 12 و 15، نستطيع أن نكتب المعادلة الحسابية كما يلي:

I5=i6+i7

I5=i10=i11=i12=i15

كما أن:

I6=i8
I7=i14

إذن:

I5=i6+i7
I5=36.5 x 2

I5=73A

إذا نظرنا إلى شدة التيار من الطرف الآخر وجدنا أنها تتكون من دوائر التسلسل التي تكونها كل من المقاومات رقم 4، 9 و13 و نعلم من خلال قانون العقد أن التيار المكافئ لدائرة تسلسلية لا يتغير و أنه يتساوى في جميع أجزائها، إذن:

I4=i9=i13
I4=24A

حصلنا في العمليات السابقة على قيمة التيارات المتفرعة من العقدة أ و التي تشكل دائرة متوازية و نحن نعلم من خلال

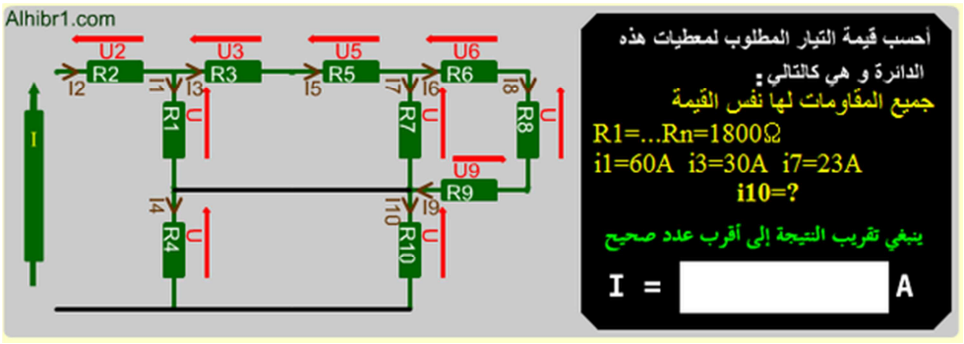
قانون العقد الكهربائية أن مجموع قياسات التيارات الداخلة إلى العقدة في الدائرة المتوازية تساوي مجموع قياسات التيارات الخارجة منها ما يمكننا من كتابة العملية الحسابية التالية:

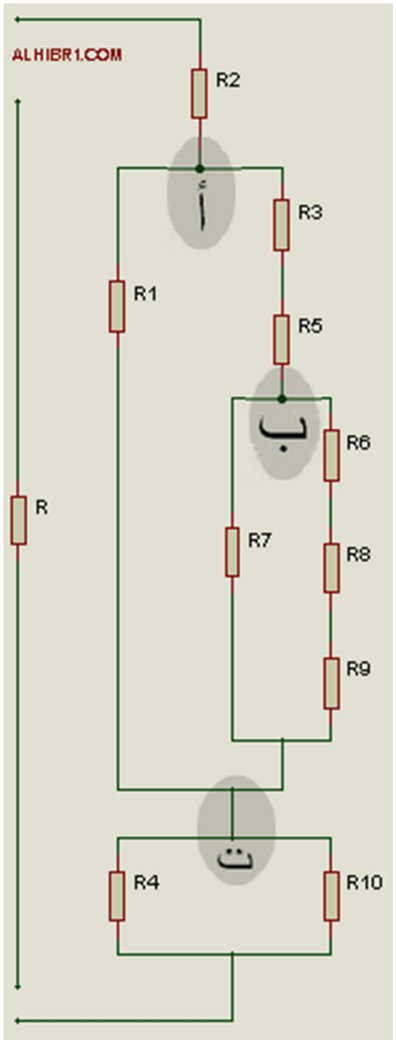
I2=i4+i5

I2=24+73

I2=97A

المستوى التاسع: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

المعطيات التي بين أيدينا تمكننا من حساب تيار الشدة رقم 10 دون عناء.

لنلاحظ جيدا شكل الطرف الأيمن من العقدة أ فالتيار الكهربائي يتسرب من خلال المقاومة رقم 3 إلى المقاومة رقم 5 ثم يتفرق في العقدة ب إلى جزئيين أحدهما يأخذ ذات اليمين عبر المقاومات 6،8 و9 و الأخر يأخذ ذات الشمال عبر المقاومة رقم 7 ثم يجتمع الكل في العقدة ث ، نستخلص ما يلي:

I3=i5
I6=i8=i9
I5=i7+i6

لا فائدة إذن من القيام بالعمليات الحسابية فالمعطيات التي بين أيدينا تفيدنا أن:

I3=i5=30A

نعلم من خلال قانون العقد أن مجموع قياسات التيارات الداخلة في عقدة الدائرة المتوازية تساوي مجموع قياسات التيارات الخارجة منها ،إذن:

I2=i1+i3

I2=60+30

I2=90A

كما بينا سابقا ، يتضح لنا أن التيار الداخل إلى العقدة أ عبر المقاومة رقم 2 و الذي يتفرق في الدوائر و المقاومات الكهربائية المختلفة يساوي التيار الكهربائي الذي يجتمع في العقدة ت ،و بعبارة أخرى فإن قيمة التيار الكهربائي الأصلية

و التي تمر عبر المقاومة رقم 2 هي نفسها التي نحصل عليها في العقدة ت.

في العقدة ت لدينا دائرة متوازية تتكون من مقاومتين كهربائيتين متكافئتين، ما يدل على أن التيار المكافئ الداخل إلى العقدة ت يساوي مجموع قياسات التيارات الخارجة من العقدة ت و المعادلة الحسابية هي:

I2=i4+i10

لا يمكننا حساب هذه المعادلة بالمعطيات الرقمية المتوفرة لدينا فنحن لا نعلم قيمة التيار رقم 4 كما أننا لا نعلم قيمة التيار رقم 10 لكننا نعم قيمة التيار رقم 2 التي حصلنا عليها سابقا.

المعطيات تدلنا على أن جميع المقاومات متساويات إذن:

$$\mathrm{Rt} = \frac{R4\ x\ R10}{R4\ x\ R10} = \frac{R\ x\ R}{R+R} = \frac{R^2}{2\ xR} = \frac{R}{2}$$

لا أريد هنا الدخول في تفاصيل قاعدة أوم و لهذا سأختصر الكلام :

U=R x I

U10=R10 x i10

U4=R4 x i4

U10=U4

R10 x i10 = R4 x i4

R10 =R4

إذن :

I10=i4

I2=i10+i4

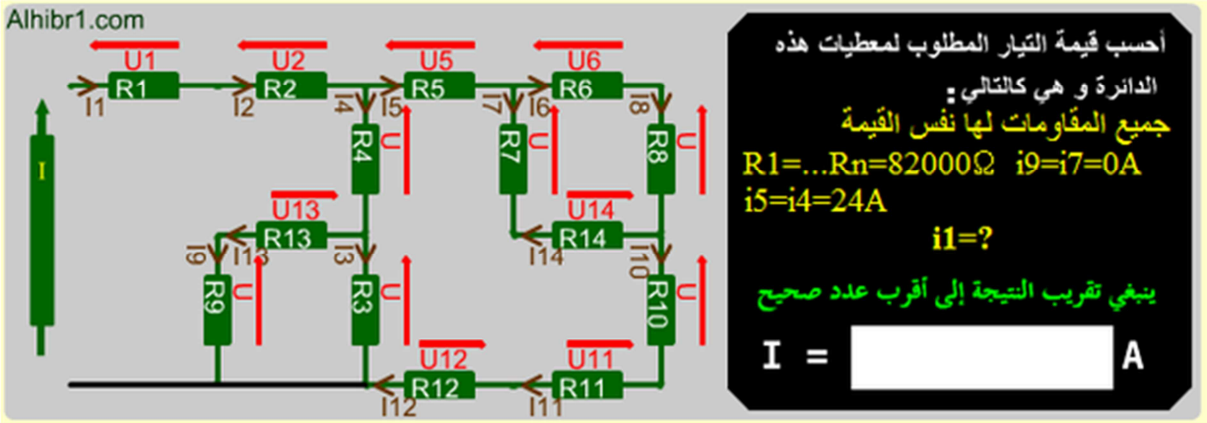
I2=i10 x 2

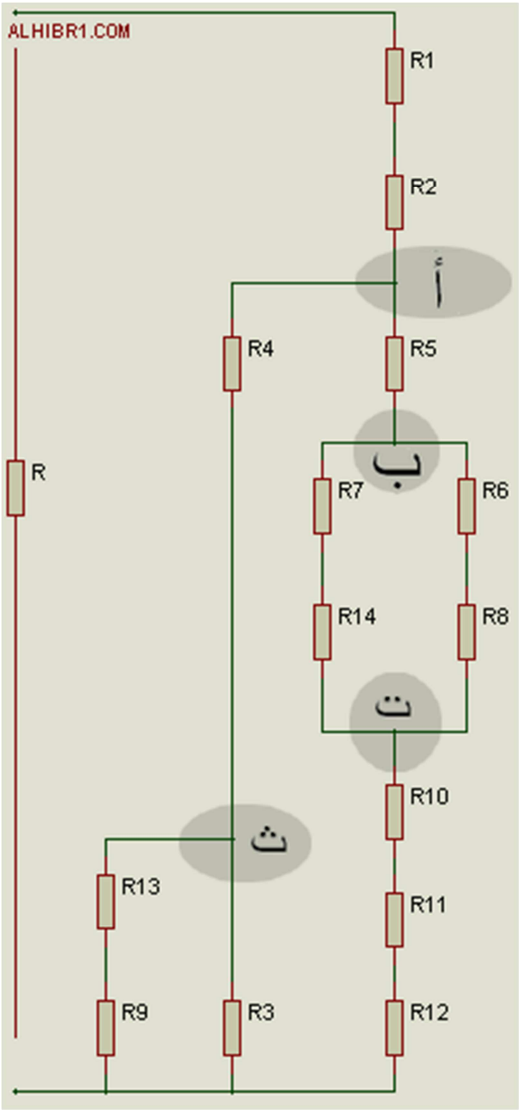
$$i10 = \frac{i2}{2}$$

$$i10 = \frac{90}{2}$$

I10=45A

المستوى العاشر: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

التوضيحات السابقة تغني عن إعادة الشرح ، يرجى الرجوع إليها إذا أشكل عليك ما يلي :

I1=i2

I2=i4+i5

I1=i4+i5

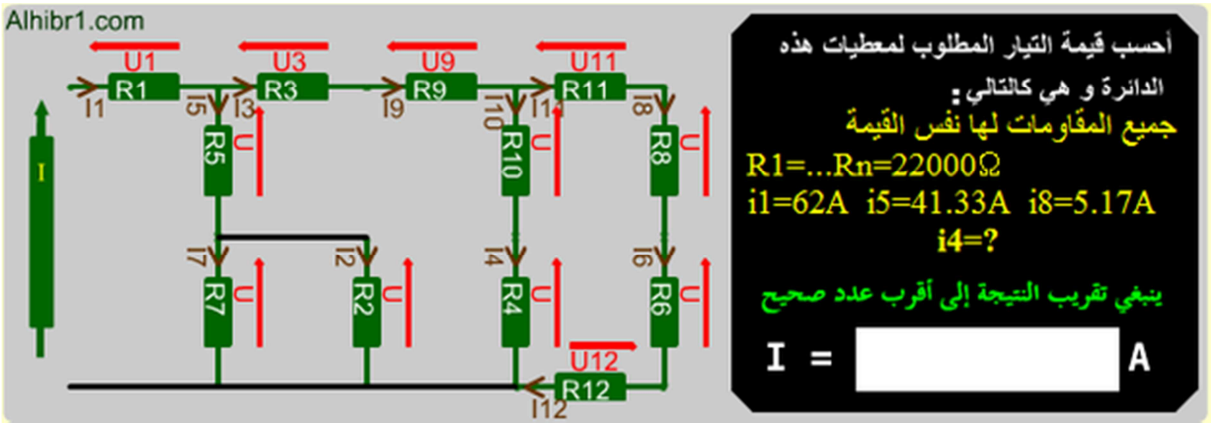
I4=i5=24A

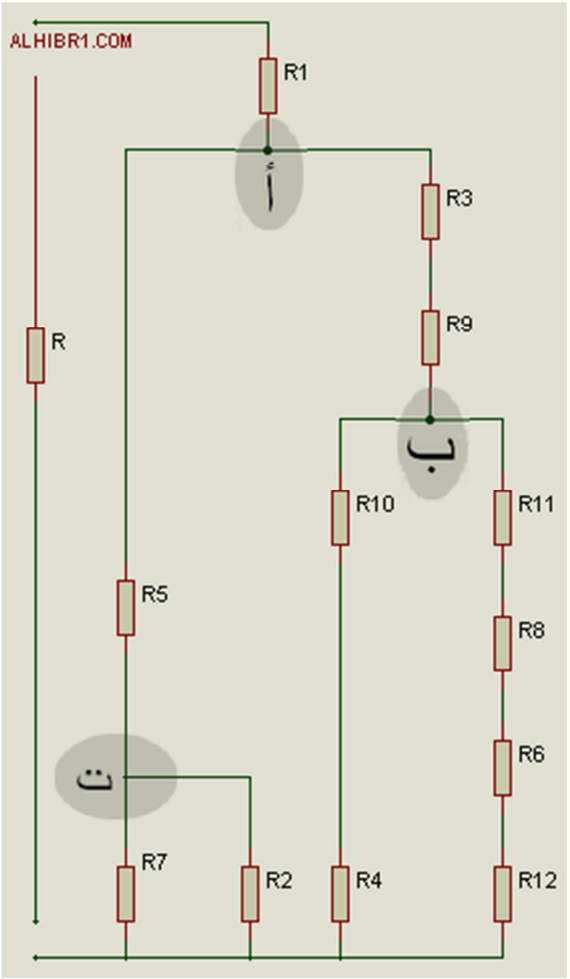
I1=i4 x 2

I1=24 x 2

I1=48A

المستوى العاشر: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .
جميع المقاومات متساويات ما يسهل عملية الحساب.

التوضيحات السابقة تغني عن إعادة الشرح ، يرجى الرجوع إليها إذا أشكل عليك ما يلي :

I3=i1-i5

I3=62 – 41.33

I3=20.67A

I4= i3 – i8

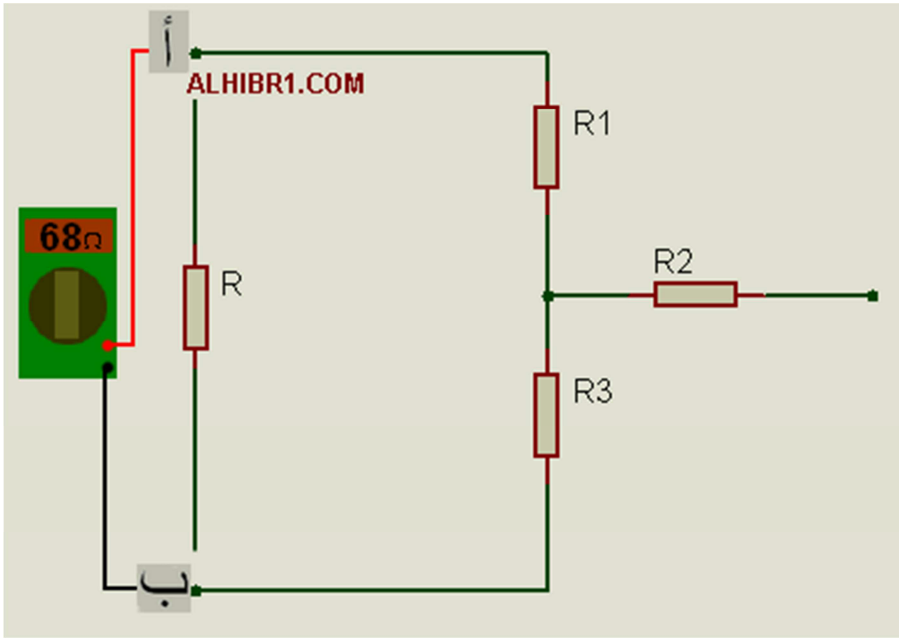
I4=20.67 – 5.17

I4= 15.5A

I4=16A

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الأول:

لقياس التيار الكهربائي لابد أن تتوفر لدينا دائرة كهربائية مغلقة ،يتعذر ذلك إذا ربطنا جهاز القياس ـ الملتمتر ـ على الدائرة المفتوحة التي تنطلق من المقاومة رقم 2

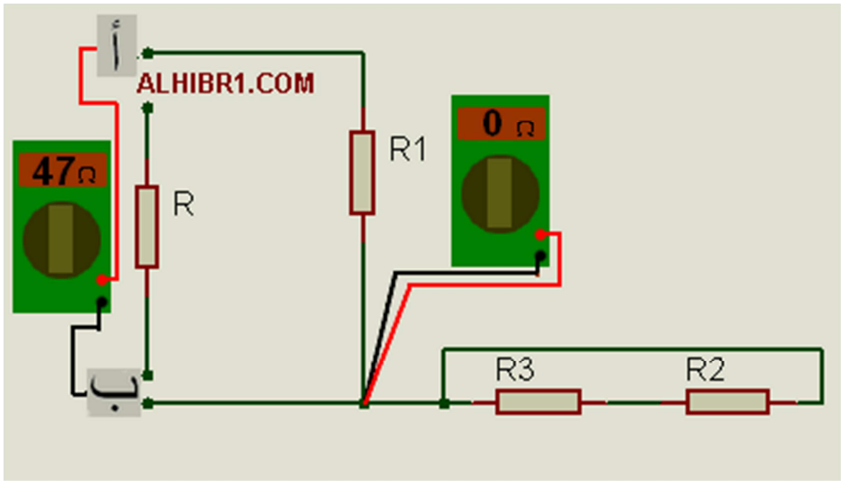


أحد طرفي المقاومة رقم 2 معلق في الهواء أو بمعنى آخر: لا يتصل بأي قطعة كهربائية للدائرة المغلقة و هذا ما نسميه بدائرة كهربائية مفتوحة.
لو قمنا بتزويد الدائرة بالطاقة فإن التيار الكهربائي سينطلق من المِربَط الموجب + بحثا منه عن أسهل طريق يعود منه إلى المربط السالب ـ و بما أنه يتعذر عليه الوصول إلى المربط السالب من خلال التيار رقم 2 فإنه سيسلك فقط شدة التيار رقم 3.
و بمعنى آخر فإن شدة التيار رقم 2 لا تؤثر في عمل هذه الدائرة و لا في حساب التيار المكافئ.
و عليه فحساب التيار المكافئ يتعلق بالمقاومتين رقم 1 و 3 فقط لا غير.

I2=0A

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الثاني:

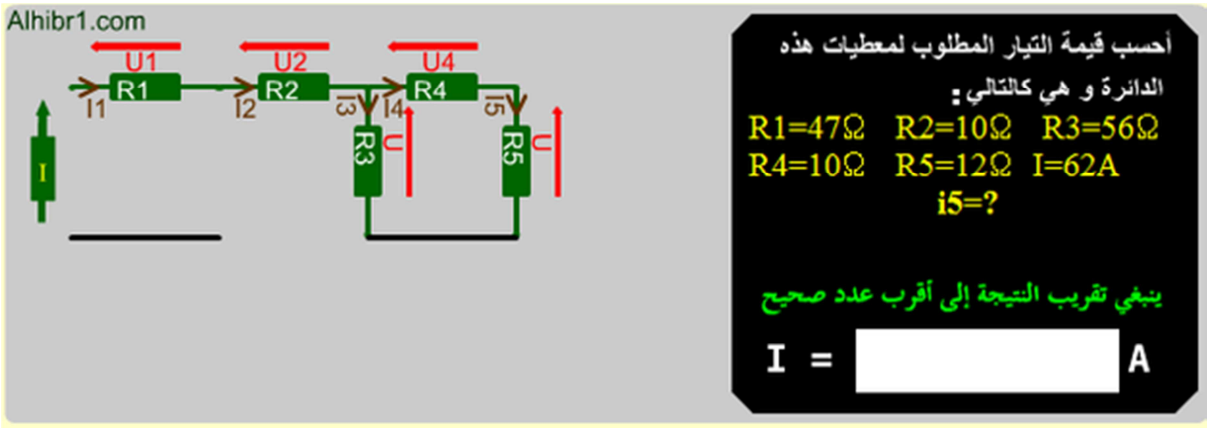
لقد حصلنا على دارة قصيرة بالرابط الذي يصل الطرف الأخير للمقاومة رقم 3 بالطرف الأول للمقاومة رقم 2.
و عليه فإن التيار الكهربائي لنقطة معينة يساوي صفر و بهذا يكون التيار المكافئ للدائرة الكهربائية معادلة للتيار رقم 1.



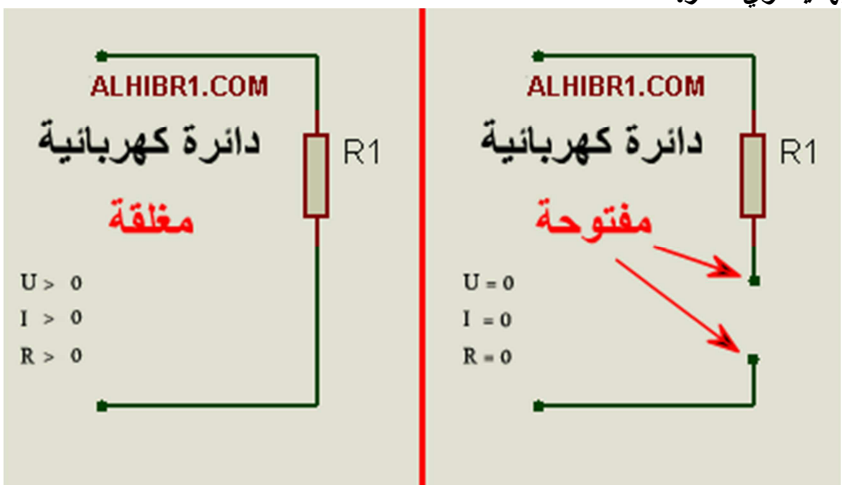
إذا زودنا الدائرة بالطاقة الكهربائية فلا شيء يحدث للمقاومتين رقم 2 و 3 إذ الجهد و التيار الكهربائي فيهما يساوي صفر.

I=i1
I=95A

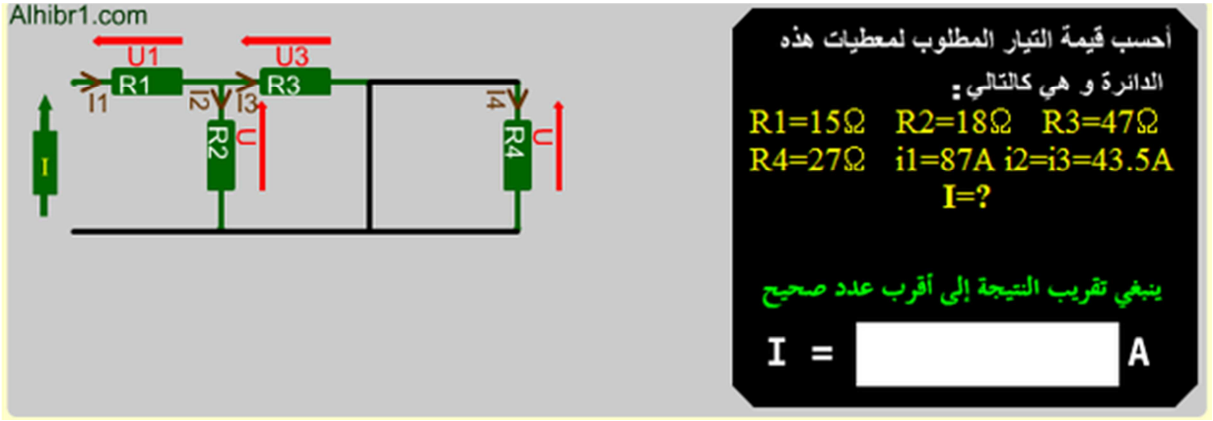
المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الثالث:



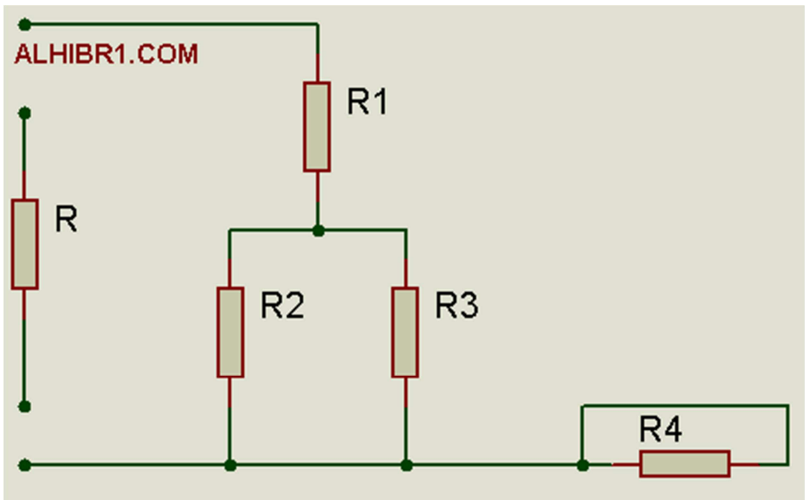
قلنا سابقا أن قياس دائرة كهربائية يتطلب أن تكون هذه الأخيرة مغلقة لكن ما نلاحظه في هذا التمرين هو أن الدائرة الكهربائية مقطوعة بين عقدة التيار رقم 3 مع التيار رقم 5 و بين المِرْبط السالب للدائرة الكهربائية ما يدل على أن التيار الكهربائي فيها يساوي صفر.



المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الرابع:



في الحقيقة المقاومة رقم 4 لا تؤثر في الدائرة الكهربائية ، أما باقي المكونات فهي واضحة : مقاومتان متوازيتان متصلتان بشكل تسلسلي بالتيار رقم 1.



بعد إعادة رسم الدائرة الكهربائية يتضح لدينا و بلا غموض أن الدائرة الكهربائية تتكون من مقاومتين كهربائيتين تتصلان بمقاومة على التسلسل

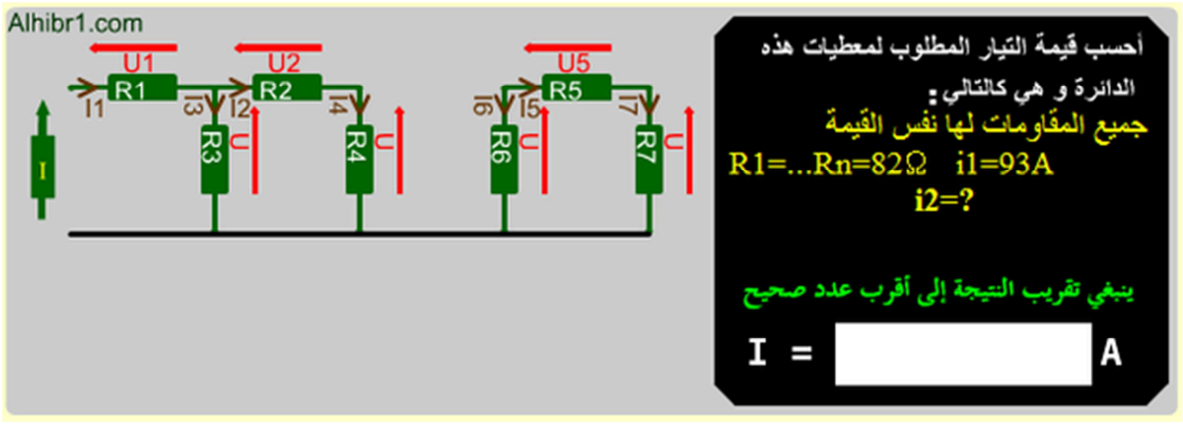
إذن:

I1=i2+i3

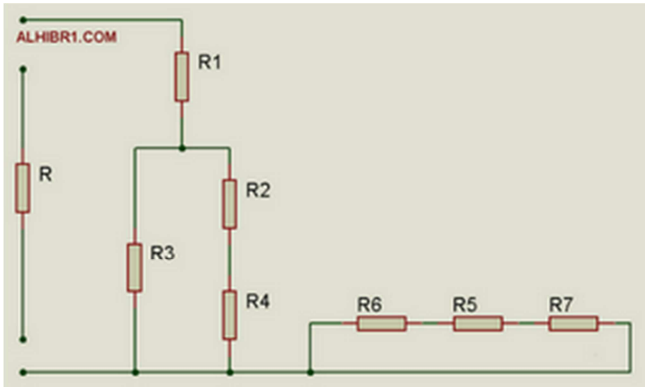
I=i1

I=87A

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الخامس:



سبق أن تكلمنا على مثل هذه الدائرة في التمرين السابق فهذا المخطط الكهربائي شبيه بمخطط التمرين السابق، الذي تغير فقط هو عدد المقاومات الكهربائية.



لقد تكلمنا عن شأن المقاومات رقم 5،6و 7 و قلنا بأنها لا تؤثر في عمل الدائرة إذ تؤلف هذه المقاومات دائرة مغلقة على نفسها و قد بينا أنها ليست إلا مجرد نقطة كل المعطيات الكهربائية فيها تساوي صفر لأنها كما يوضحه المخطط موصولة بشكل مباشر بالمِربط السالب للدائرة الكهربائية في كلا طرفيها، راجع إجابة التمرين الثاني من المستوى الحادي عشر.

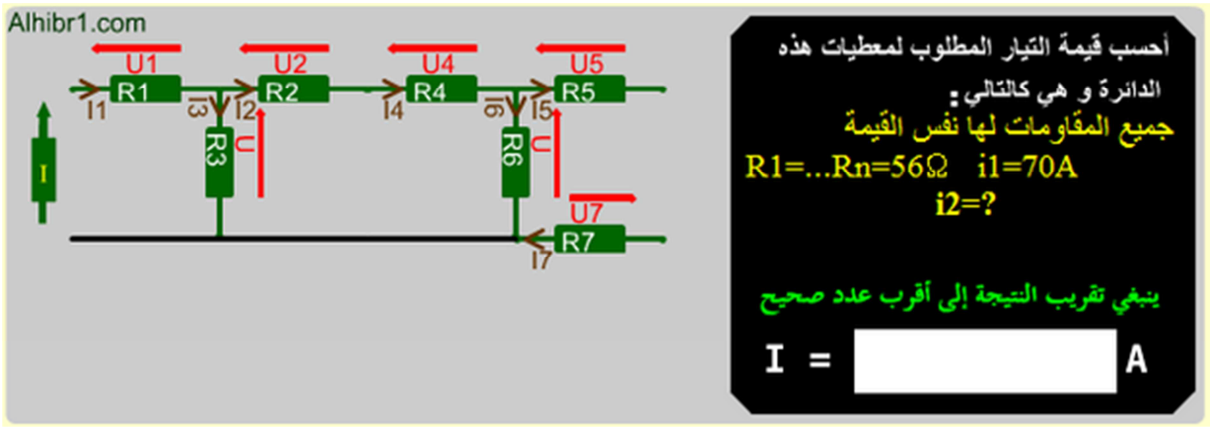
التعليق على شكل الدائرة تقدم ما يغني عن التكرار و عليه

$i1 = i2 + i3$	$i1 = i2 + i3$	$i1 = i2 + i3$
$i2 = \frac{U}{(2xR)}$	$i3 = \frac{U}{R}$	$i1 = \frac{i3}{2} + i3 = \frac{3\ x\ i3}{2}$
$i3 = \frac{U}{R}$	$i2 = \frac{i3}{2}$	$i3 = \frac{2\ x\ i1}{3} = \frac{2\ x\ 93}{3}\ A$

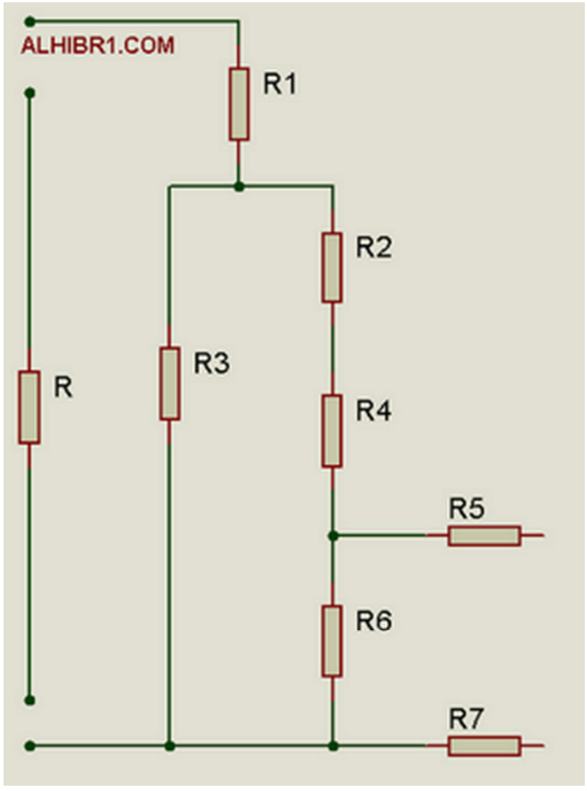
$$i2 = \frac{i3}{2} = \frac{2\ x\ 93}{2\ x\ 3} = \frac{93}{3} = 31A$$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين السادس:



نلاحظ في الدائرة أعلاه مقاومتين معلقتين في الهواء فلا شيء يصلهما بالمِربط السالب و قد سبق أن قلنا أنها لا تؤثر في عمل الدائرة الكهربائية .



عندنا إذن 3مقاومات رقم 2، 4 و 6 متوازية مع المقاومة رقم 3 ثم مربوطة بشكل تسلسلي مع المقاومة رقم 1.

سبق التعليق على شكل الدائرة في ماسبق

$$i1 = i2 + i3$$

$$i2 = \frac{\boldsymbol{U}}{\mathbf{3}\ \boldsymbol{x}\ \boldsymbol{R}}$$

$$i3 = \frac{\boldsymbol{U}}{\boldsymbol{R}}$$

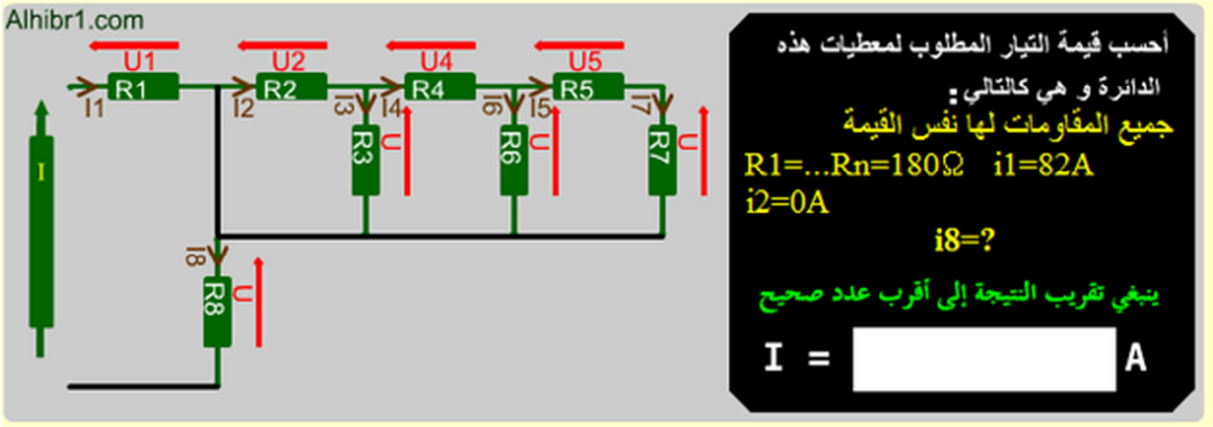
$$\mathbf{i1} = \frac{\boldsymbol{i3}}{\mathbf{3}} + \boldsymbol{i3} = \frac{\mathbf{4}\ \boldsymbol{x}\ \boldsymbol{i3}}{\mathbf{3}}$$

$$\mathbf{i3} = \frac{\mathbf{3}\ \boldsymbol{x}\ \boldsymbol{i1}}{\mathbf{4}} = \frac{\mathbf{3}\ \boldsymbol{x}\ \mathbf{70}}{\mathbf{4}} = \frac{\mathbf{105}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{A}$$

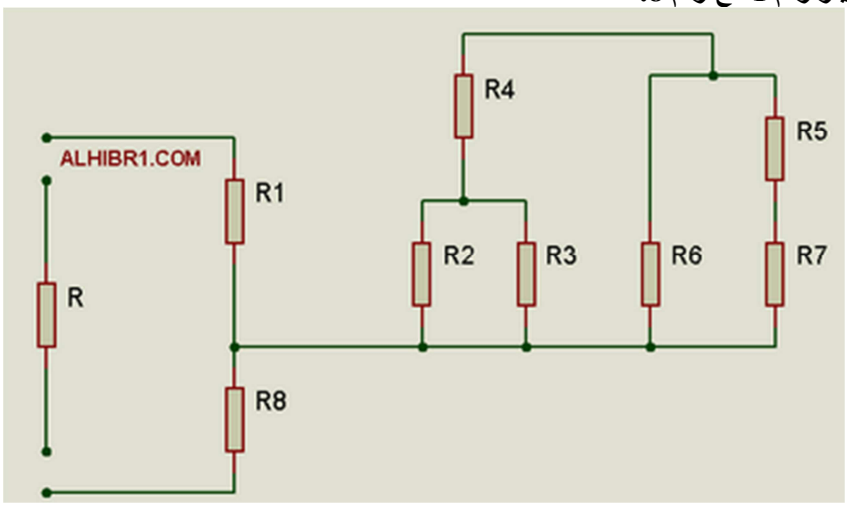
$$\mathrm{i2} = \mathrm{i1} - \mathrm{i3} = 70 - \frac{\mathbf{105}}{\mathbf{2}} = \frac{\mathbf{35}}{\mathbf{2}}\ \mathrm{A} \qquad \boldsymbol{i2} = \mathbf{17.5A}$$

I2=18A

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين السابع:



بعد إعادة رسم الدائرة الكهربائية يتضح أن الدائرة الكهربائية المغلقة تحتوي فقط على مقاومتين مربوطتين على التسلسل و هما التيار رقم 1 مع رقم 8.



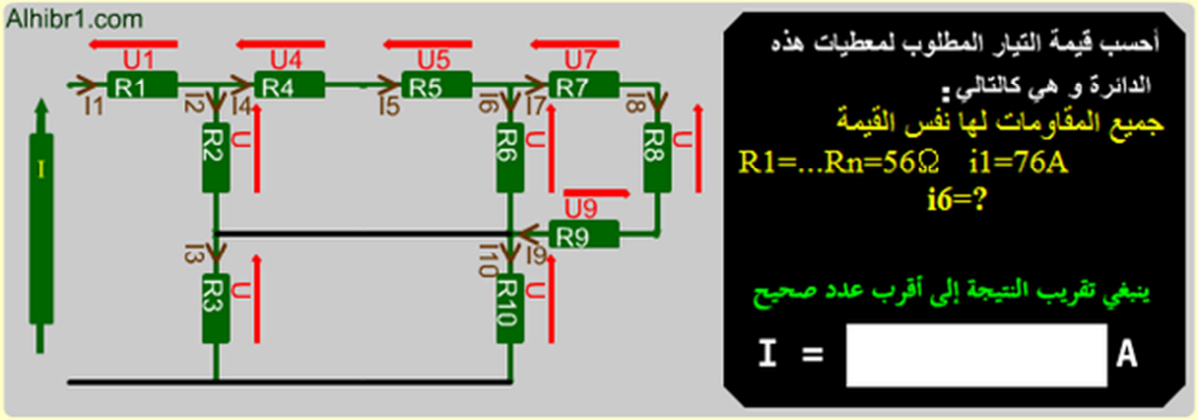
من الواضح جدا أن قيمة التيار الذي يعبر المقاومة رقم 1 يساوي قيمة التيار الذي يعبر المقاومة رقم 8 لأن المقاومتين مربوطتان بشكل تسلسلي إذن:

$$I8=i1$$

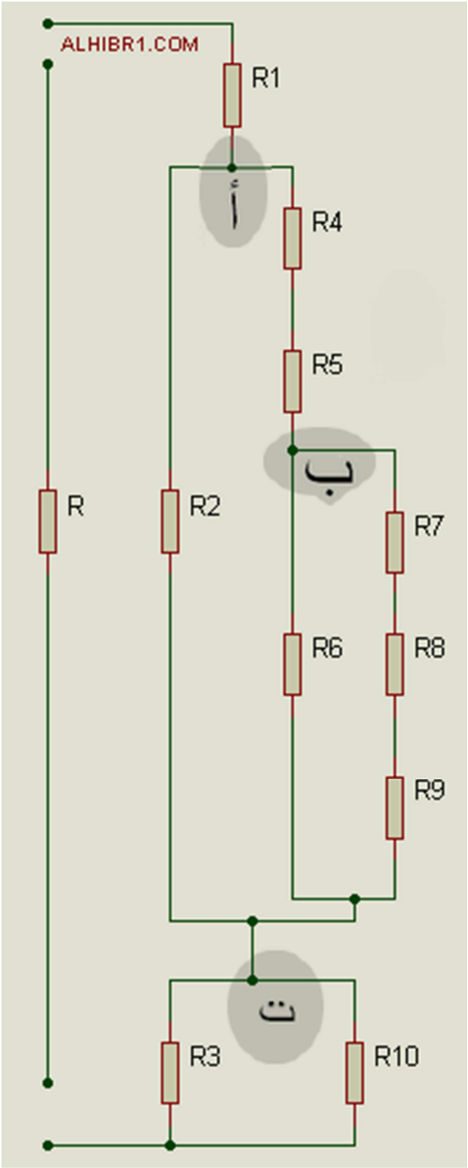
$$I8=82A$$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الثامن:



أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية مع ترقيم العقد.



ورد في ما سبق التعليق على الدوائر المتوازية و المتسلسلة و عليه:

$$i1 = i2 + i4$$

$$i2 = \frac{U}{R}$$

$$i4 = \frac{U}{2xR + \frac{R\ x\ 3R}{R + 3R}} = \frac{U}{2xR + \frac{3R^2}{4R}}$$

$$i4 = \frac{U}{2R + 3R} = \frac{U}{4R} = \frac{i2}{4}$$

$$i1 = i2 + \frac{i2}{4} = \frac{5xi2}{4}$$

$$i2 = \frac{4xi1}{5} = \frac{76\ x\ 4}{5} = \frac{304}{5}A$$

$$i4 = \frac{i2}{4} = \frac{\frac{304}{5}}{4} = \frac{304}{20} = \frac{76}{5}A$$

بعدما حصلنا على تيار الطرف الأيمن من العقدة أ يمكننا حساب التيار رقم 6 كما يلي:

$\mathbf{i4 = i5}$	$\mathbf{i4 = i6 + i7}$	$\mathbf{i4 = i6 + i7}$
$\boldsymbol{i6 = \frac{U}{R}}$	$\boldsymbol{i6 = \frac{U}{R}}$	$\boldsymbol{i4 = i6 + \frac{i6}{3} = \frac{4\,x\,i6}{3}}$
$\boldsymbol{i7 = \frac{U}{3R}}$	$\boldsymbol{i7 = \frac{i6}{3}}$	$\boldsymbol{i6 = \frac{3\,x\,i4}{4} = \frac{3\,x\frac{76}{5}}{4}}$

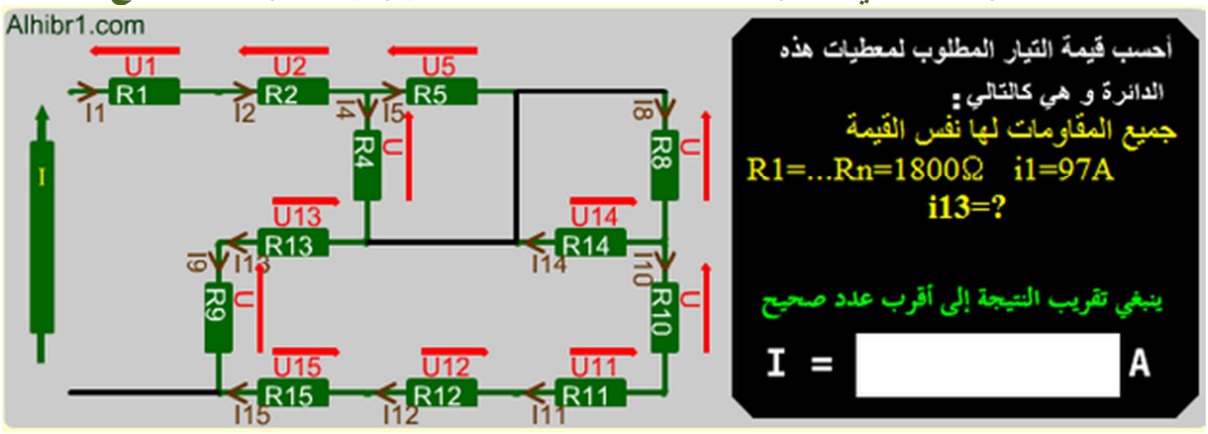
$$\boldsymbol{i6 = \frac{3\,x76}{20} = \frac{57}{5}}$$

I6=11.4A

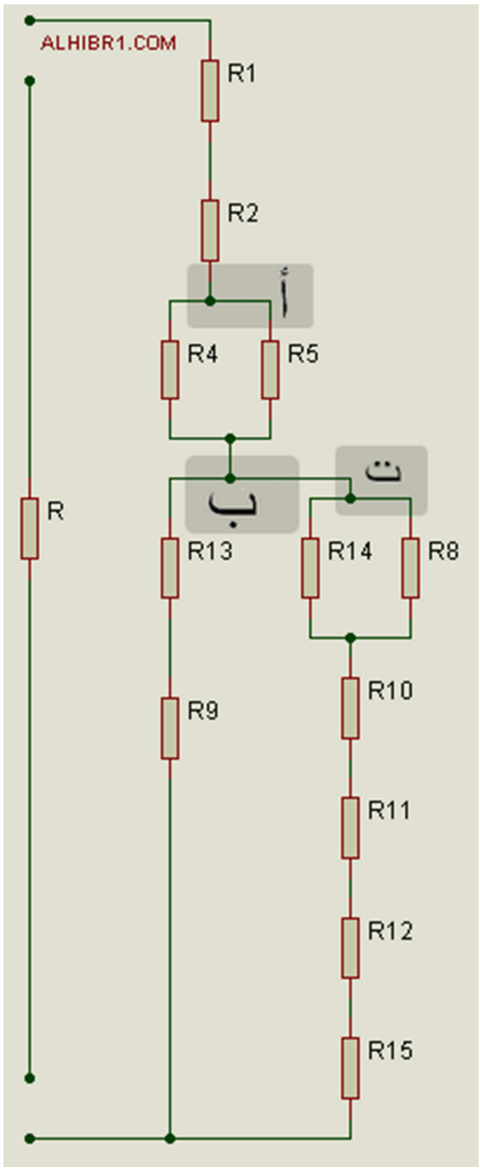
I6=11A

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين التاسع:



أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية مع ترقيم العقد.



لقد تقرر حسب التوضيحات السابقة على أن:

$$i1 = i10 + i13$$

$$i13 = \frac{U}{2R}$$

$$i10 = \frac{U}{\frac{9}{2}R} = \frac{U}{\frac{9}{4}x\ 2\ xR} = \frac{i13}{\frac{9}{4}} = \frac{4\ x\ i13}{9}$$

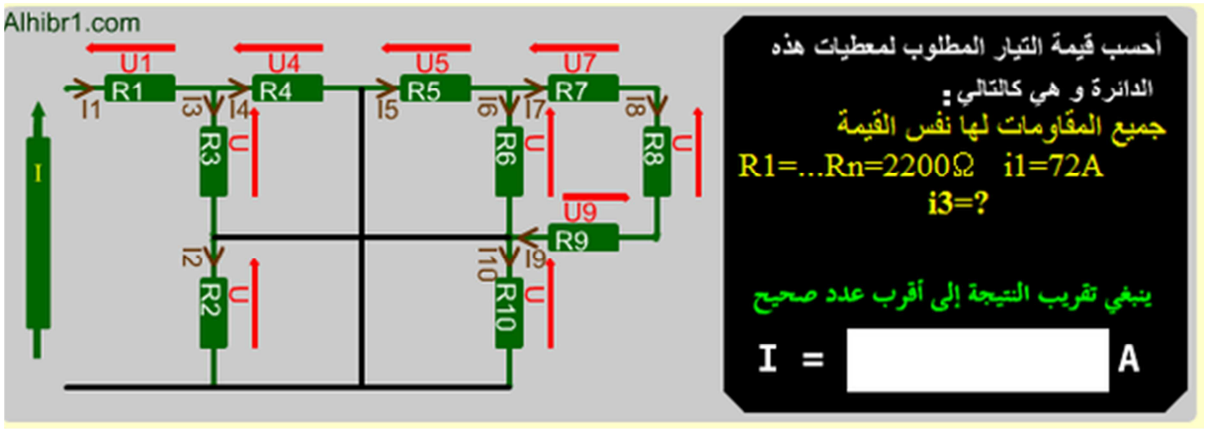
$$i1 = i13 + \frac{4\ x\ i13}{9} = \frac{(9+4)\ i13}{9}$$

$$i1 = \frac{13\ x\ i13}{9}$$

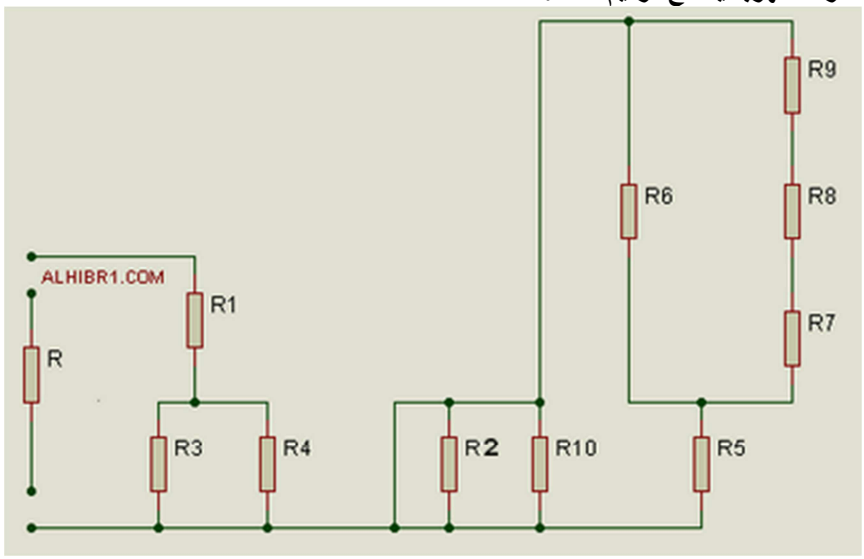
$$i13 = \frac{9x\ i1}{13} = \frac{9\ x\ 97}{13} = \frac{873}{13}$$

$$i13 = 67A$$

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين العاشر:



أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية مع ترقيم العقد.



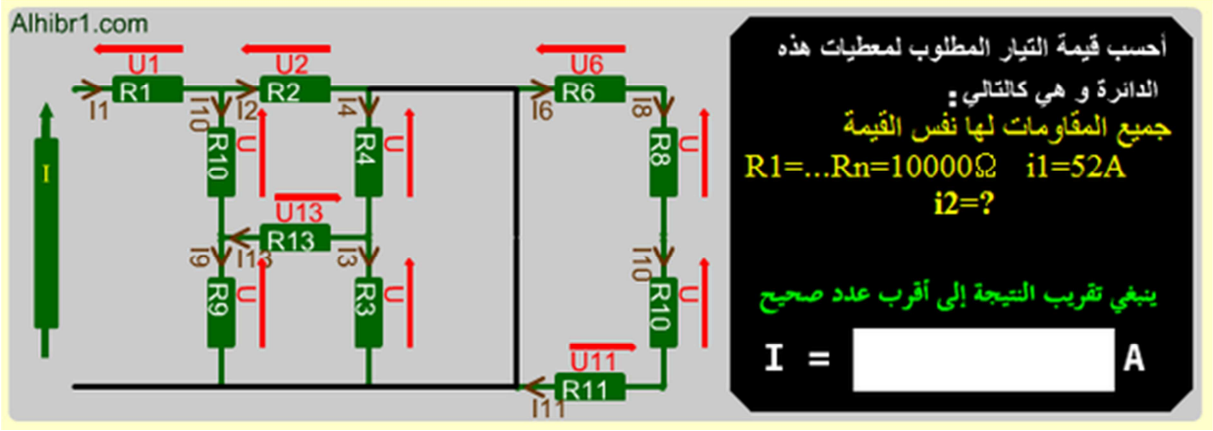
الدائرة الكهربائية المغلقة تتكون فقط من المقاومات الكهربائية 3،1و4 :

I1=i3+i4 I3=i1-i4 R3=R4 => i3=i4

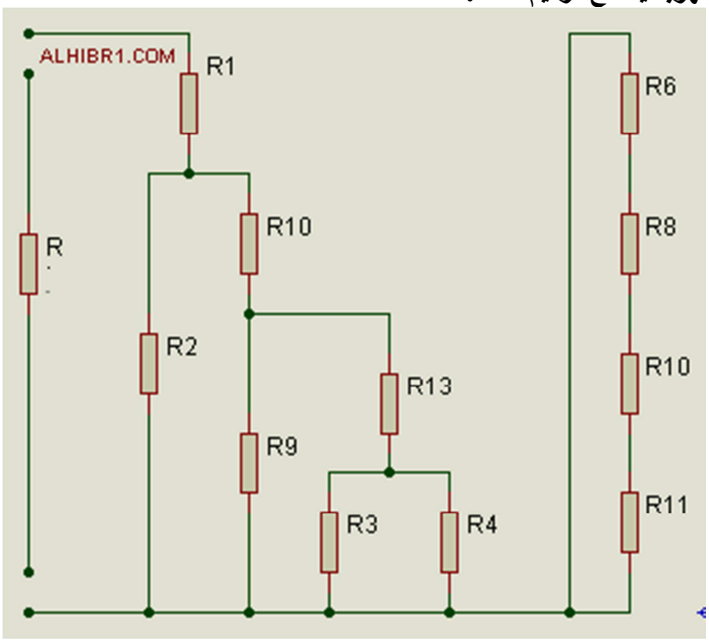
$$\mathbf{i3} = \frac{\boldsymbol{i1}}{\mathbf{2}} = \frac{\mathbf{72}}{\mathbf{2}}$$ I3=36A

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الأخير:



أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية مع ترقيم العقد.



$$i1 = i2 + i10$$

$$i2 = \frac{U}{R}$$

$$i10 = \frac{U}{\frac{8R}{5}} = \frac{i2}{\frac{8}{5}} = \frac{5\ x\ i2}{8}$$

$$i1 = \frac{5\ x\ i2}{8} + i2$$

$$i1 = \frac{13\ x\ i2}{8}$$

$$i2 = \frac{8\ x\ i1}{13} = \frac{8\ x 52}{13}$$

I2=32A

الخاتمة :

أرحب بجميع التعليقات المتعلقة بهذا البرنامج أو بغيره من البرنامج التي أقدمها لكم في موقعكم المحجة البيضاء موقع الحبر الترجمان عبد الله بن عباس رضي الله عنهما.

مراسل المحجة البيضاء

azhadiq@hotmail.fr

ربنا اغفر لنا و لإخواننا الذين سبقونا بالإيمان و لا تجعل في قلوبنا غلا للذين آمنوا ربنا إنك رؤوف رحيم

لا تنسانا من دعائك الصالح