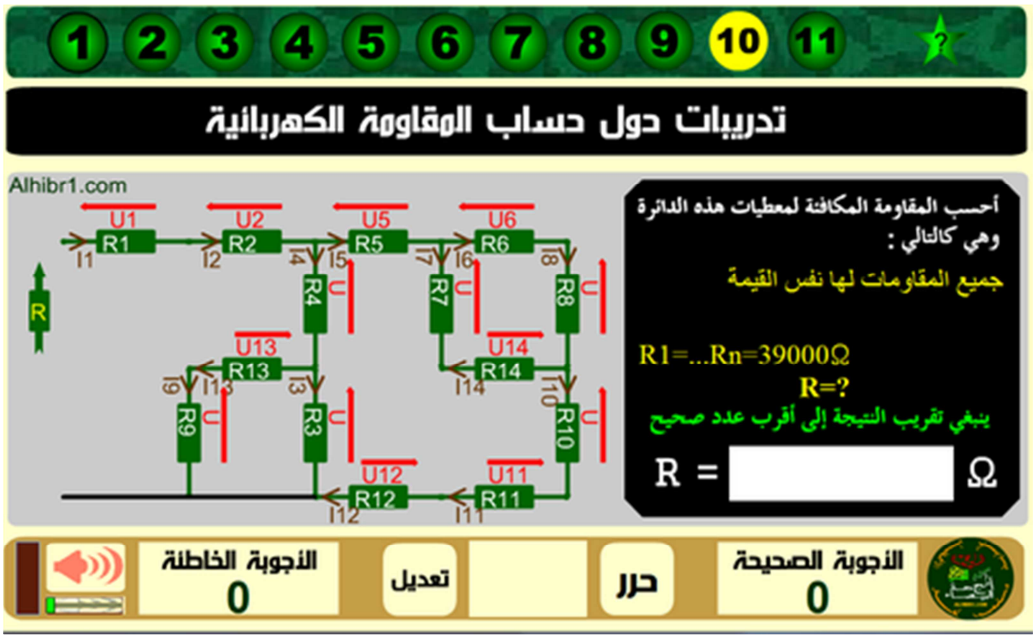
برنامج تدريبات حول حساب المقاومة الكهربائية ـ الأجوبة ـ

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:

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

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

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

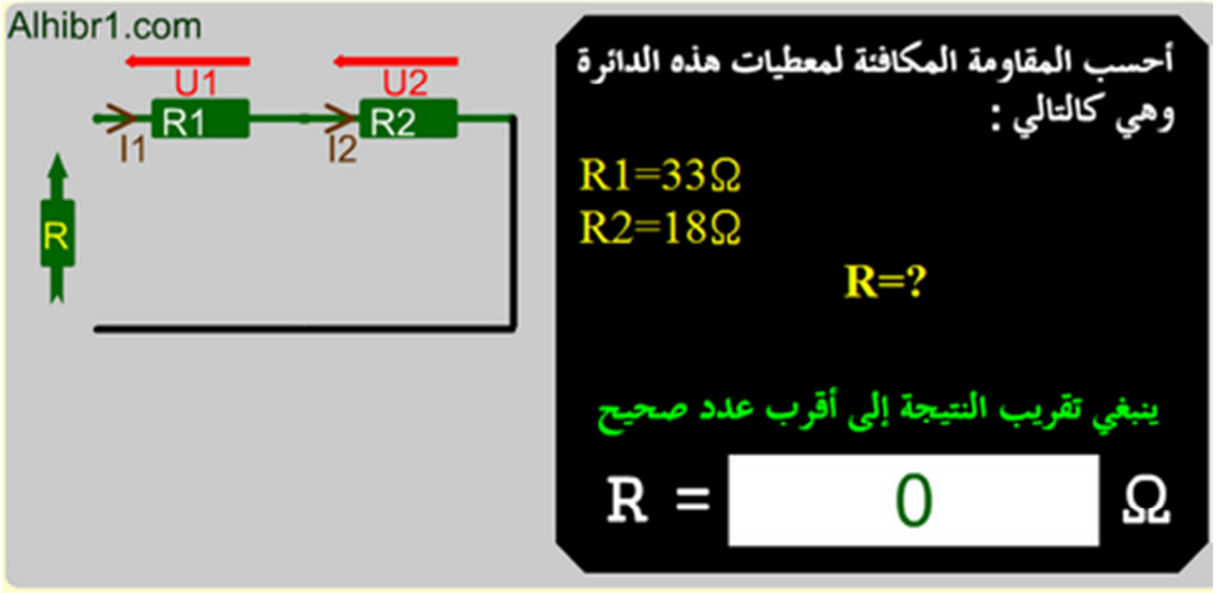
هذا الرمز يعني أن العبارة الموجودة عن يمينه مكافئة للعبارة الموجودة عن يساره ← →

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

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

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 المقاومتين كما هو ملاحظ:

R1= 33 Ω

R2=18 Ω

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

نحن نعلم أن المقاومة المكافئة في دائرة تسلسلية تساوي مجموع المقاومات التي تكون الدائرة، إذن:

R=R1+R2

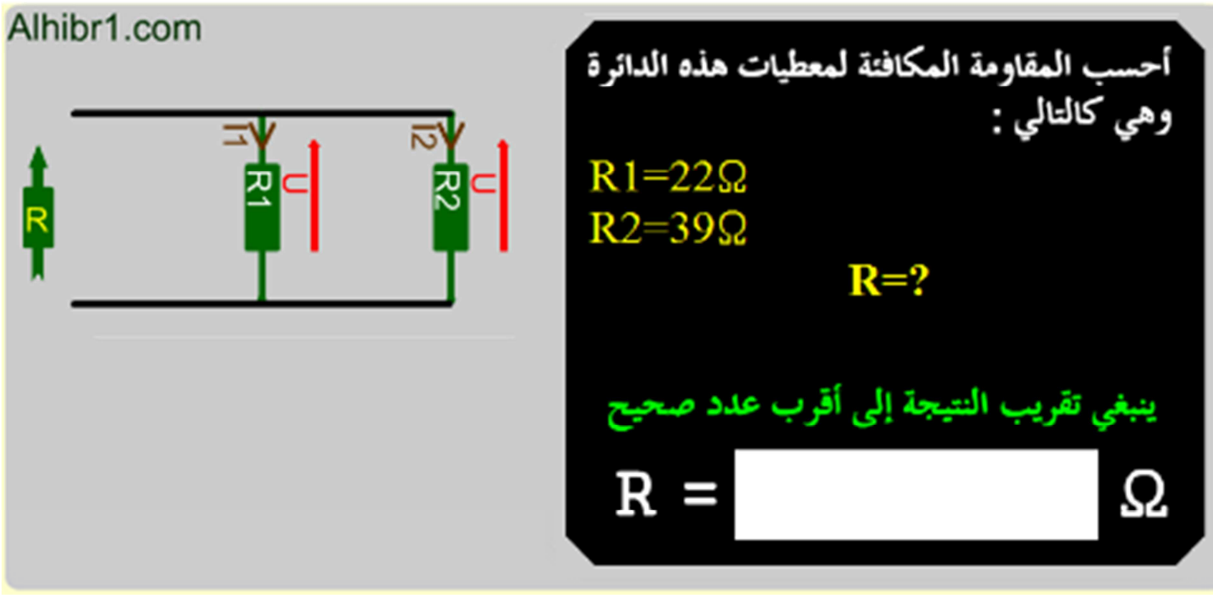
التطبيق الرقمي للمعادلة يساوي:

R=33+18

R=51Ω

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 ?

المستوى الأول: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين مربوطتين بشكل متوازي.

نحن نعلم أن قاعدة حساب المقاومة المكافئة لدائرة متوازية تساوي:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2} \qquad \text{أو} \qquad R=(R_1^{-1}+R_2^{-1})^{-1}$$

التطبيق الرقمي للمعادلة:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{22}+\frac{1}{39}=\frac{39+22}{22\ x\ 39}$$

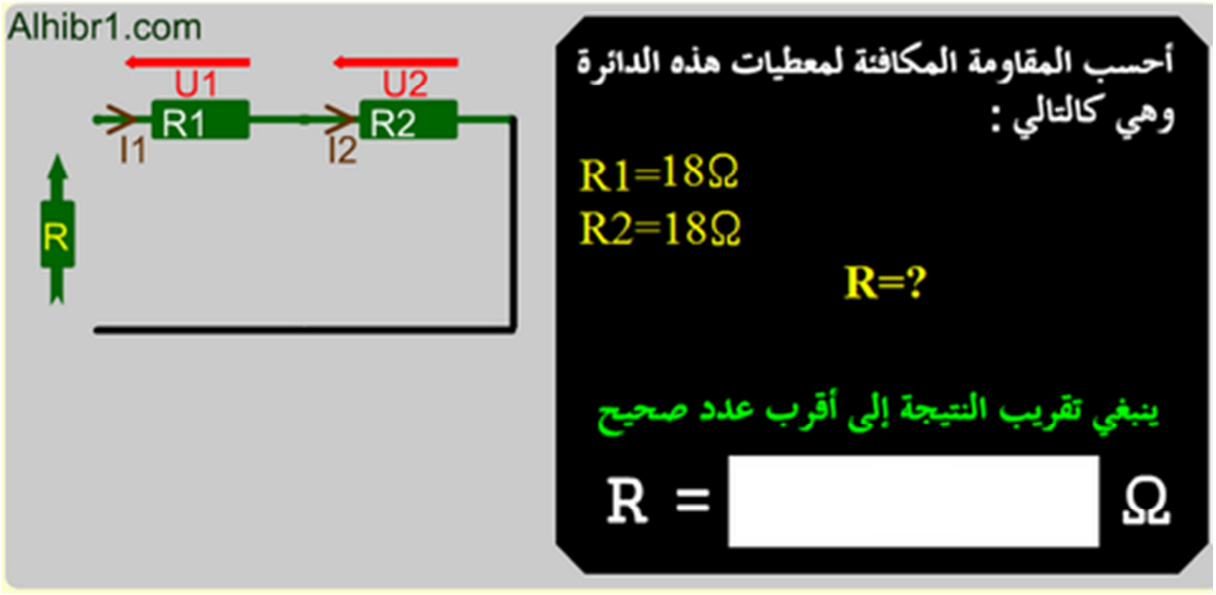
$$\frac{1}{R}=\frac{61}{858} \quad \leftrightarrow \quad \textbf{858 x 1= 61 x R}$$

$$R=\frac{858}{61} \qquad \textbf{R=14.065 Ω}$$

أقرب عدد صحيح للعدد 14.065 هو 14

R=14 Ω

المستوى الثاني: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 5:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين مربوطتين بشكل تسلسلي.

قيمة المقاومتان متساويتان:

R1= R2=18 Ω

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

نحن نعلم أن المقاومة المكافئة في دائرة تسلسلية تساوي مجموع المقاومات التي تكون الدائرة، إذن:

R=R1+ R2

نستطيع تلخيص المعادلة كذلك بما يلي :

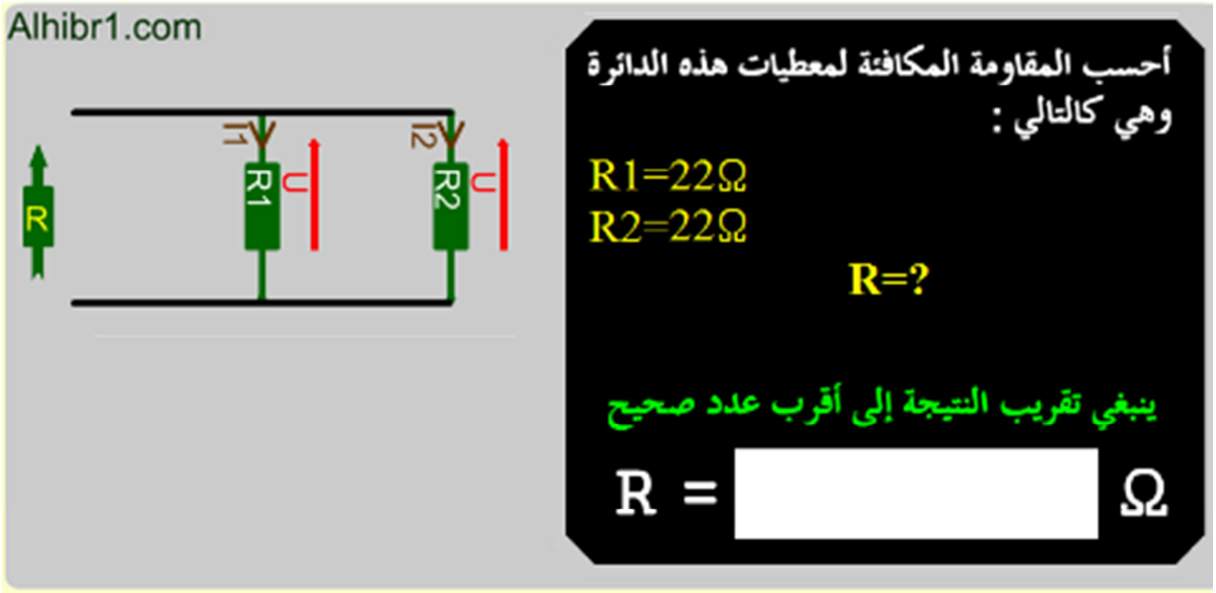
R=R1 x 2 ⟷ R= 2 x R1

التطبيق الرقمي:

R = 2 x 18

R=36Ω

المستوى الثاني: **مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:**



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من مقاومتين مربوطتين بشكل متوازي.

نحن نعلم أن قاعدة حساب المقاومة المكافئة لدائرة متوازية تساوي:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}$$ **أو** $$R=(R_1^{-1}+R_2^{-1})^{-1}$$

نعلم كذلك أن المقاومة الأولى تساوي المقاومة الثانية:

R1=R2

نستطيع تلخيص المعادلة بما يلي:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R1}=\frac{1+1}{R1}=\frac{2}{R1}$$

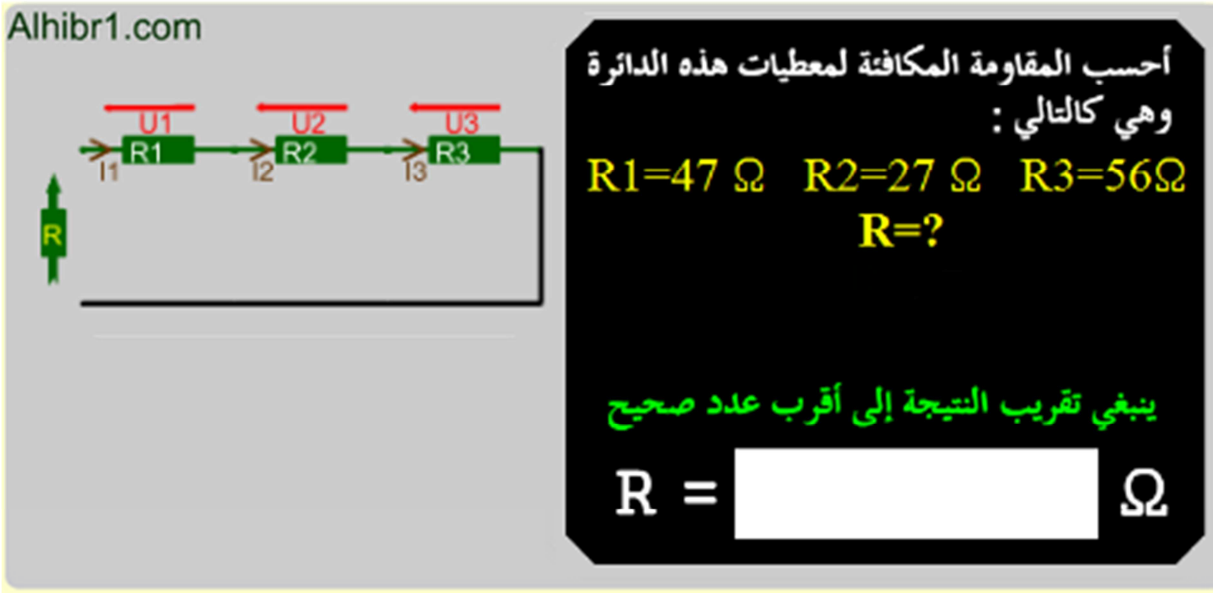
$$\frac{1}{R}=\frac{2}{R1} \quad \leftrightarrow \quad R1 = 2 \times R$$

$$\boldsymbol{R=\frac{R1}{2}}$$

التطبيق الرقمي:

$$\boldsymbol{R=\frac{22}{2}}$$ **R=11 Ω**

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 للمقاومة الكهربائية لهذه الدائرة؟

نحن نعلم أن المقاومة المكافئة في دائرة تسلسلية تساوي مجموع المقاومات التي تكون الدائرة، إذن:

$$R=R1+ R2+R3$$

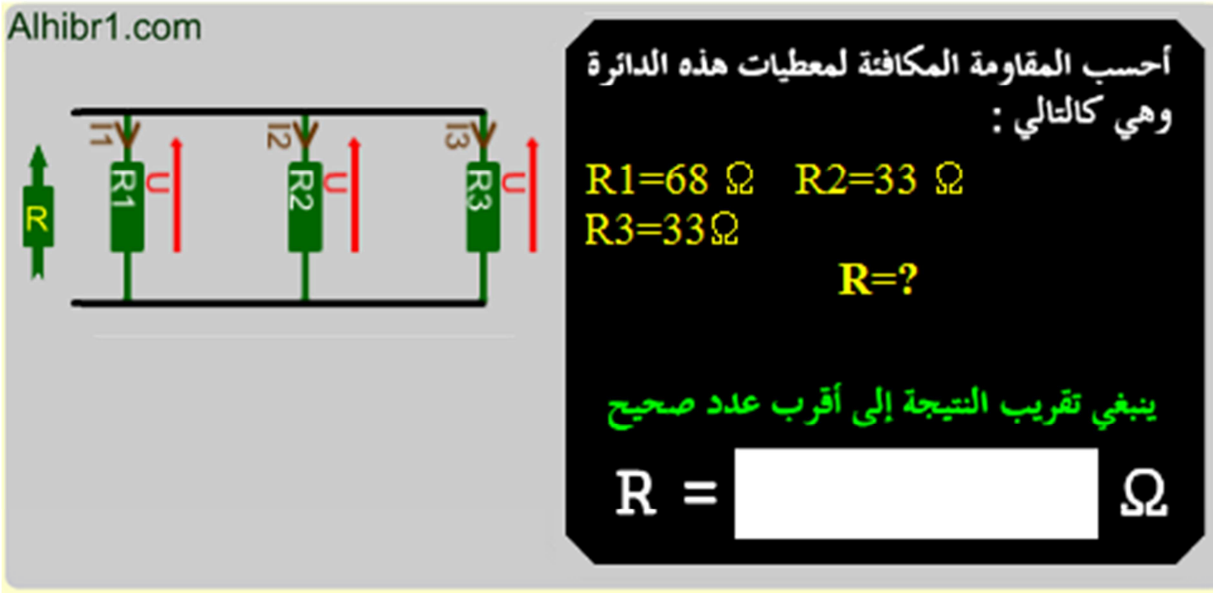
التطبيق الرقمي:

$$R = 47 + 27 + 56$$

$$R=130\Omega$$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى الثالث: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من ثلاث مقاومات مربوطة بشكل متوازي.

نحن نعلم أن قاعدة حساب المقاومة المكافئة لدائرة متوازية تساوي:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3} \qquad \text{أو} \qquad R=(R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1})^{-1}$$

التطبيق الرقمي:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{68}+\frac{1}{33}+\frac{1}{33}=\frac{1}{68}+\frac{1+1}{33}=\frac{1}{68}+\frac{2}{33}$$

$$\frac{1}{R}=\frac{33+(2\ x\ 68)}{68\ x\ 33}=\frac{33+136}{2244}=\frac{169}{2244}$$

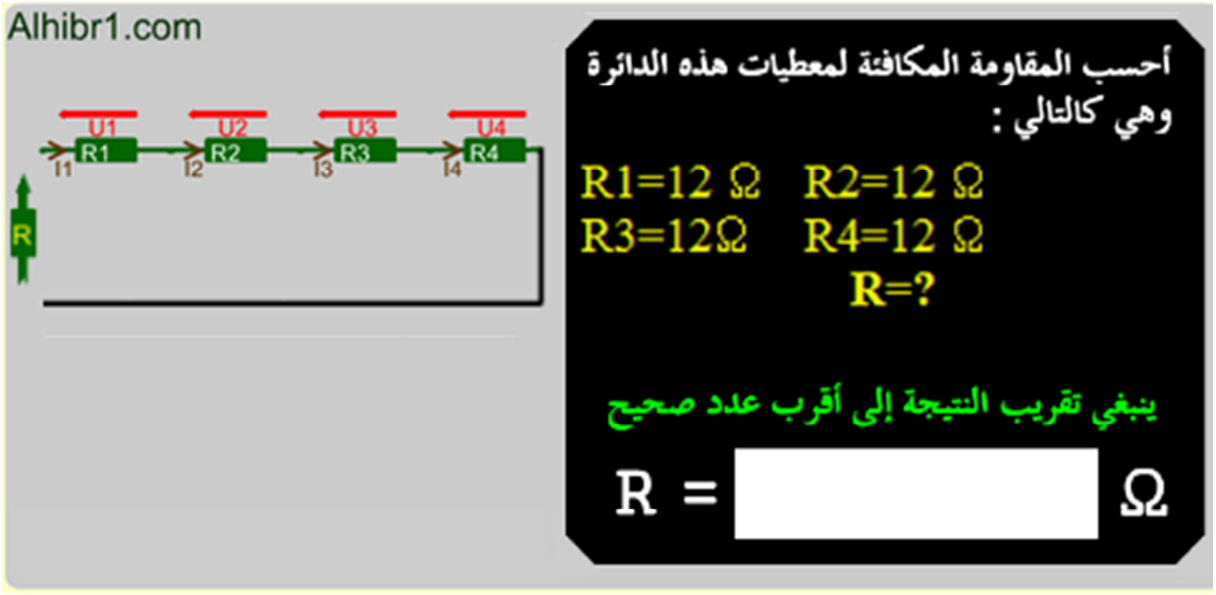
$$\frac{1}{R}=\frac{\mathbf{169}}{\mathbf{2244}} \quad \leftrightarrow \quad \mathbf{2244 = 169\ x\ R}$$

$$R=\frac{\mathbf{2244}}{\mathbf{169}} \qquad \mathbf{R=13.278\ \Omega}$$

أقرب عدد صحيح للعدد 13.278 هو 13

R=13Ω

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 للمقاومة الكهربائية لهذه الدائرة؟

نحن نعلم أن المقاومة المكافئة في دائرة تسلسلية تساوي مجموع المقاومات التي تكون الدائرة، إذن:

R=R1+ R2+R3+R4

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

R1=R2=R3=R4 =12 Ω

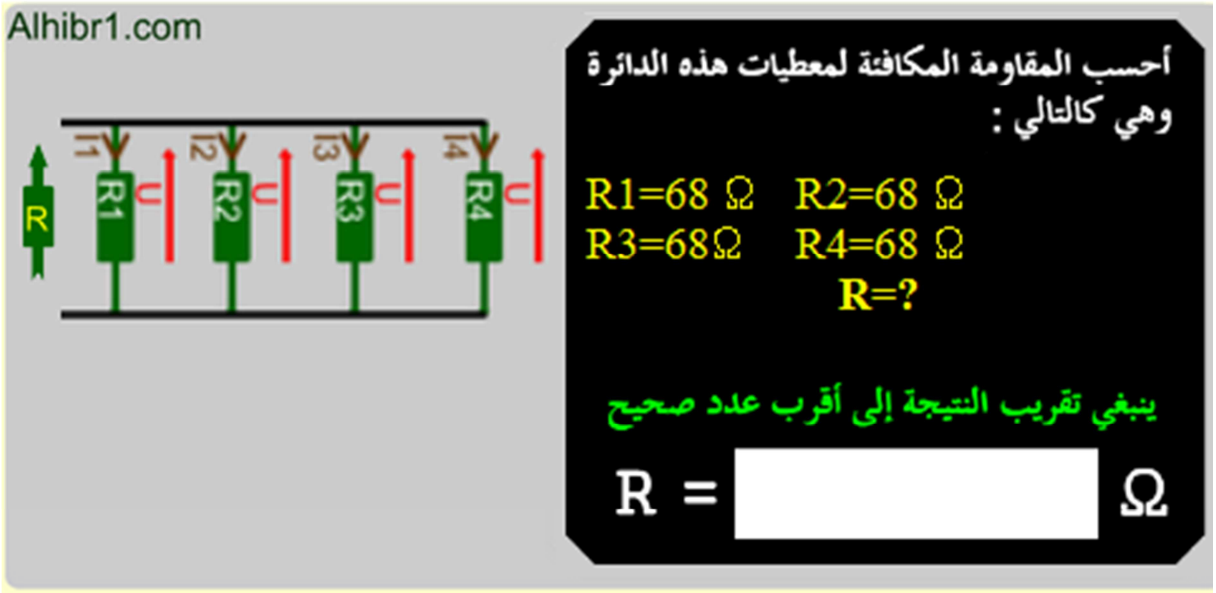
R=4 x R1

التطبيق الرقمي:

R = 4 x 12 =48 Ω

R=48Ω

المستوى الرابع: **مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:**



نلاحظ دائرة كهربائية مكونة من أربع مقاومات مربوطة بشكل متوازي.

نحن نعلم أن قاعدة حساب المقاومة المكافئة لدائرة متوازية تساوي:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}+\frac{1}{R4} \quad \text{أو} \quad R=(R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1}+R_4^{-1})^{-1}$$

نلاحظ أيضا أن قيمة كل واحدة منهن تساوي الأخريات :

R1=R2=R3=R4

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R1}+\frac{1}{R1}+\frac{1}{R1} \quad =\frac{1+1+1+1}{R1}=\frac{4}{R1}$$

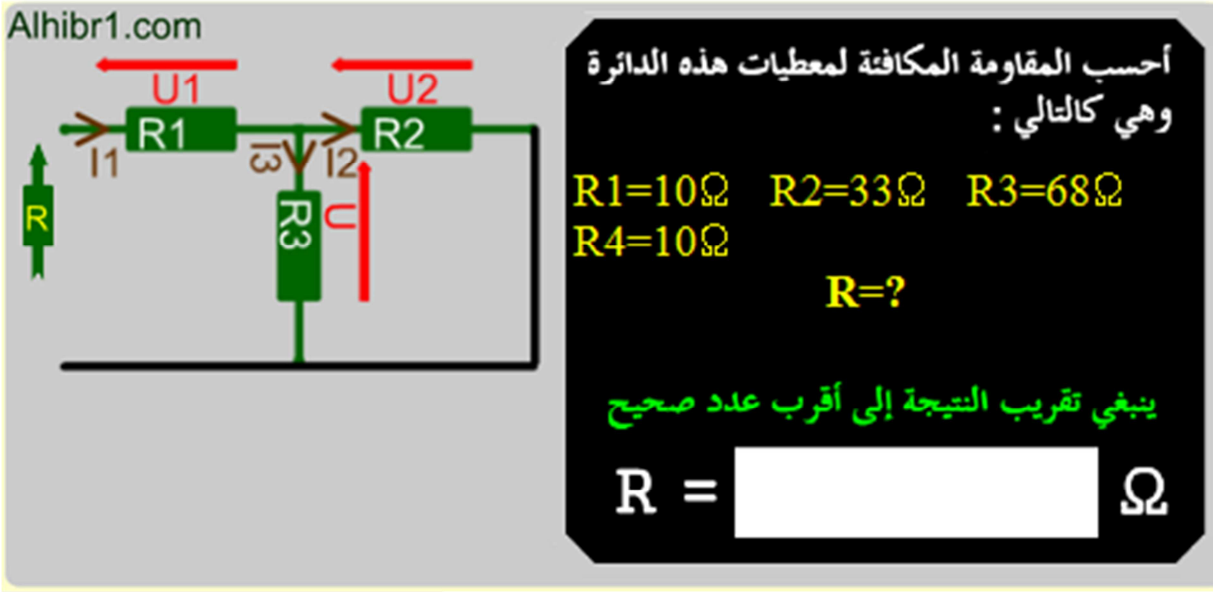
$$\frac{1}{R}=\frac{4}{R1} \quad \leftrightarrow \quad R=\frac{R1}{4}$$

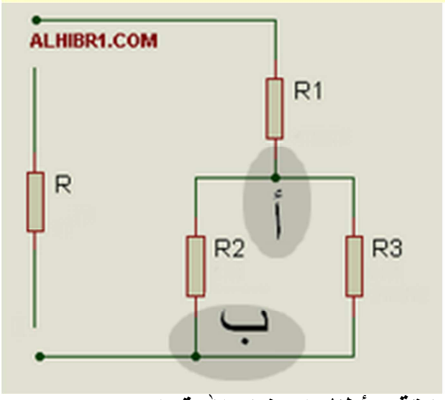
التطبيق الرقمي:

$$R=\frac{68}{4}$$

R=17Ω

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 للمقاومة الكهربائية لهذه الدائرة؟

سأختصر الحساب و التعليق عليه لأني قمت بتفصيل الشرح في التدريبات السابقة و أظنك إن شاء الله قد استوعبت مضمون ما سبق .

أولا سنحسب المقاومة المكافئة للعقدة ـ أ . ب ـ المركبة من المقاومتين المتوازيتين:

$$\frac{1}{R23}=\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}=\frac{1}{33}+\frac{1}{68}=\frac{33+68}{33x68}=\frac{101}{2244} \qquad R23=\frac{2244}{101}$$

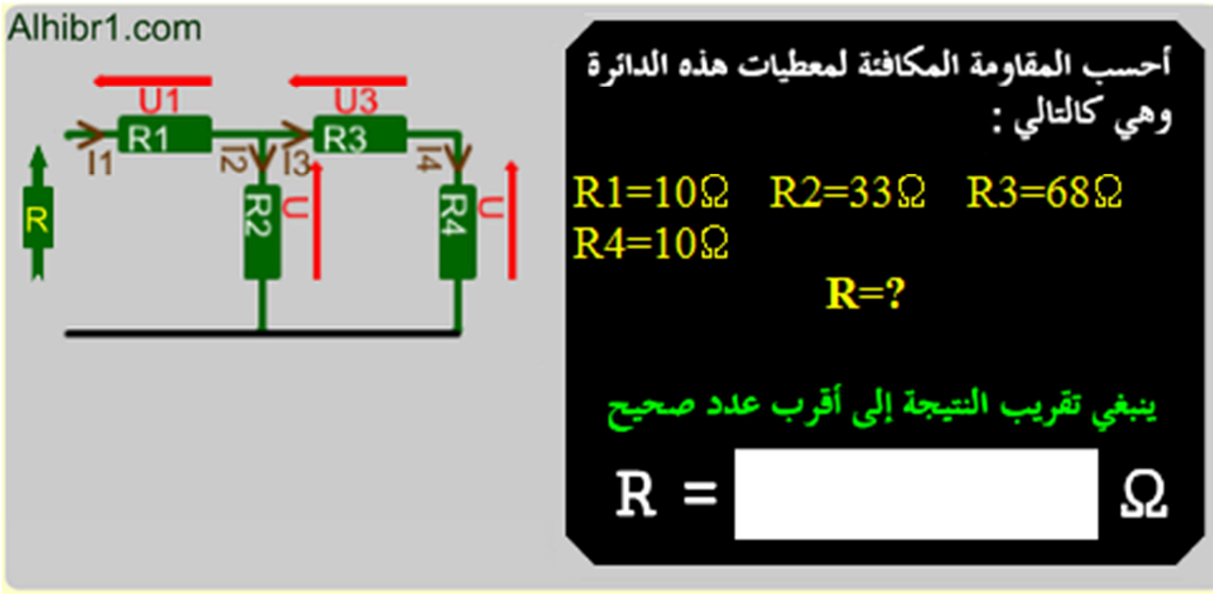
الأن سنجمع بين المقاومة المكافئة للتوازي مع المقاومة التسلسلية:

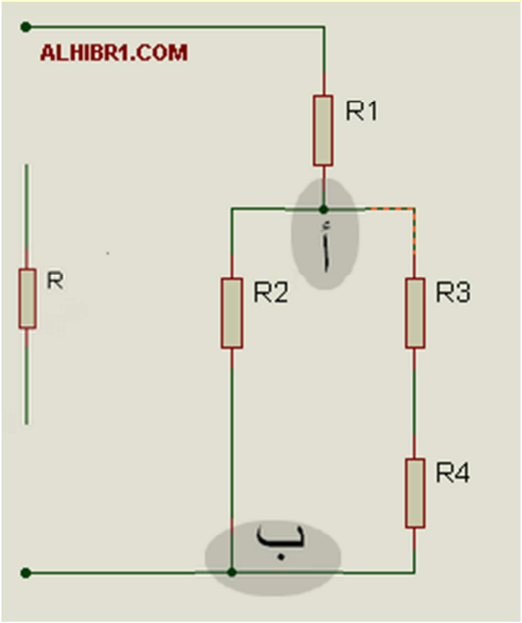
$$R=R1+R23=10+\frac{2244}{101}=\frac{10x101}{101}+\frac{2244}{101}=\frac{1010+2244}{101}=\frac{3254}{101}$$

R=32Ω

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى الخامس: **مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:**





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة الثالثة و الرابعة:

R34=R3+R4=68+10=78 Ω

R34=78 Ω

ثالثا حساب المقاومة المتوازية للمقاومة 2 ،3 و 4

$$\frac{1}{R234}=\frac{1}{R2}+\frac{1}{R34}=\frac{1}{33}+\frac{1}{78}$$

$$\frac{1}{R234}=\frac{78+33}{2574}=\frac{111}{2574}$$

$$R234=\frac{2574}{111}\ \ \Omega$$

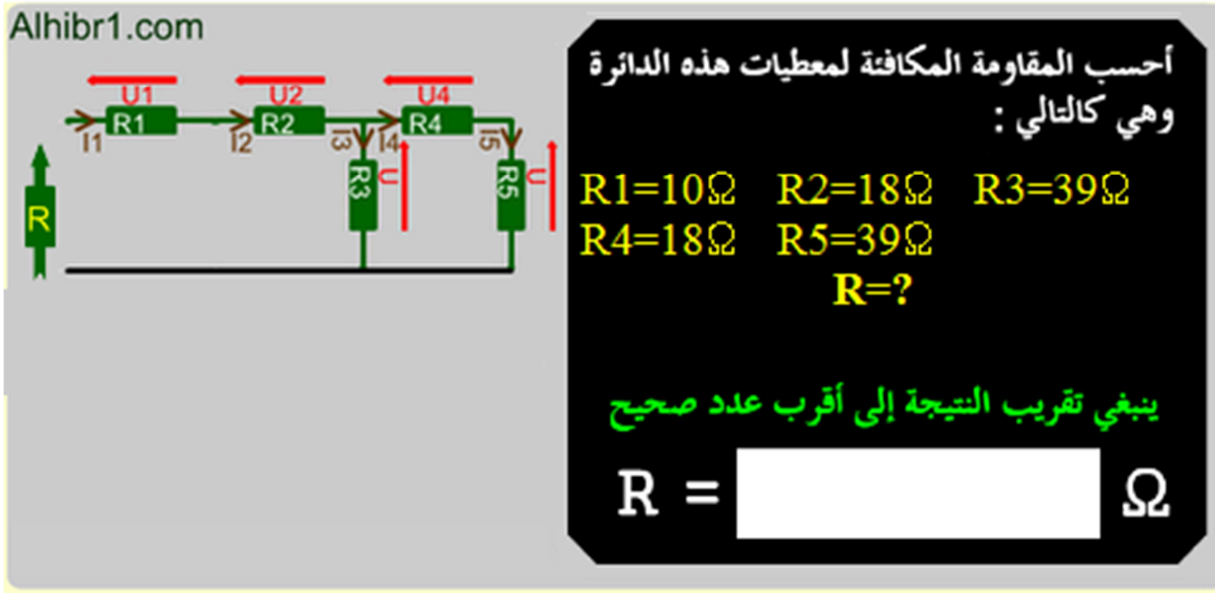
أخيرا نجمع بين المقاومة الأولى و المقاومة الإجمالية لباقي المقاومات:

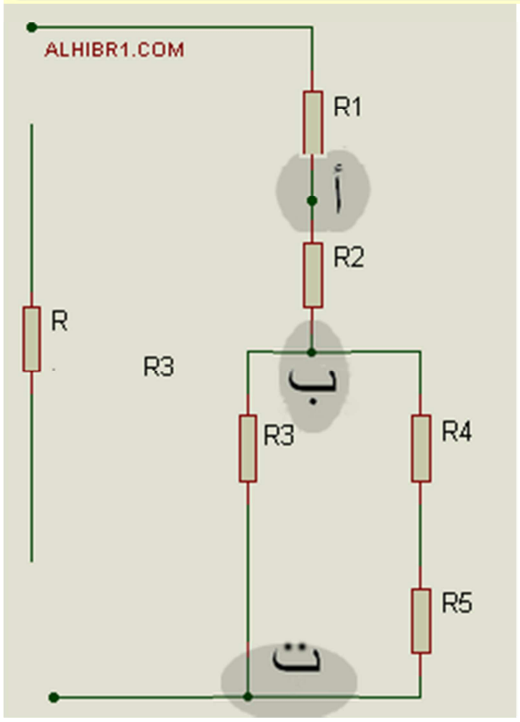
$$R=R1+R234=10+\frac{2574}{111}=\frac{1110+2574}{111}=\frac{25851}{2574}$$

R=33Ω

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 ?

المستوى السادس: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة الرابعة و الخامسة:

R45=R4+R5=18+39=57 Ω

R45=57 Ω

ثالثا حساب المقاومة المتوازية للمقاومة 3 ،4 و 5

$$\frac{1}{R345}=\frac{1}{R3}+\frac{1}{R45}=\frac{1}{39}+\frac{1}{57}$$

$$\frac{1}{R345}=\frac{57+39}{2223}=\frac{96}{2223}$$

$$R345=\frac{2223}{96}=\frac{741}{32}\ \ \Omega$$

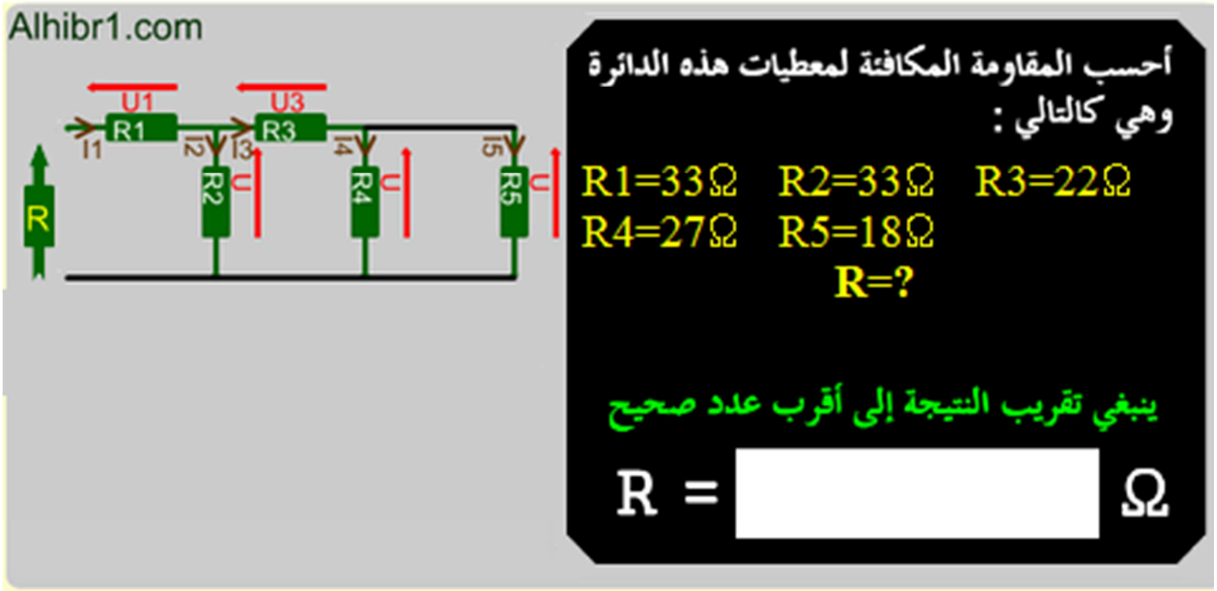
أخيرا نجمع بين المقاومة التسلسلية و المتوازية :

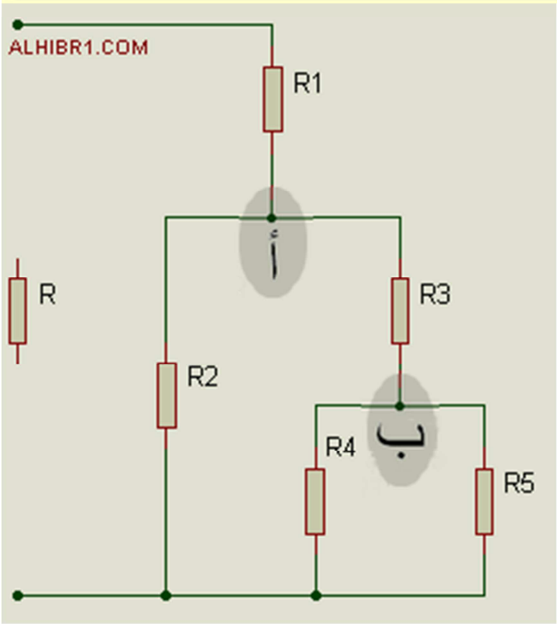
$$R=(R1+R2)+R345=28+\frac{741}{32}=\frac{1637}{32}=51.156$$

R=51Ω

1 2 3 4 5 **6** 7 8 9 10 11 ?

المستوى السادس: **مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:**





أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية .

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة الرابعة و الخامسة:

$$\frac{1}{R45}=\frac{1}{R4}+\frac{1}{R5}=\frac{1}{18}+\frac{1}{27}$$

$$R45=\frac{54}{5}\ \Omega$$

ثالثا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة 3 ،4 و 5

$$R345=22+\frac{54}{5}=\frac{164}{5}\ \Omega$$

رابعا نحسب المقاومة الإجمالية للعقدتين أ و ب:

$$\frac{1}{R2345}=\frac{1}{33}+\frac{1}{\frac{164}{5}}=\frac{1}{33}+\frac{5}{164}=\frac{329}{5412}$$

$$R2345=\frac{5412}{329}$$

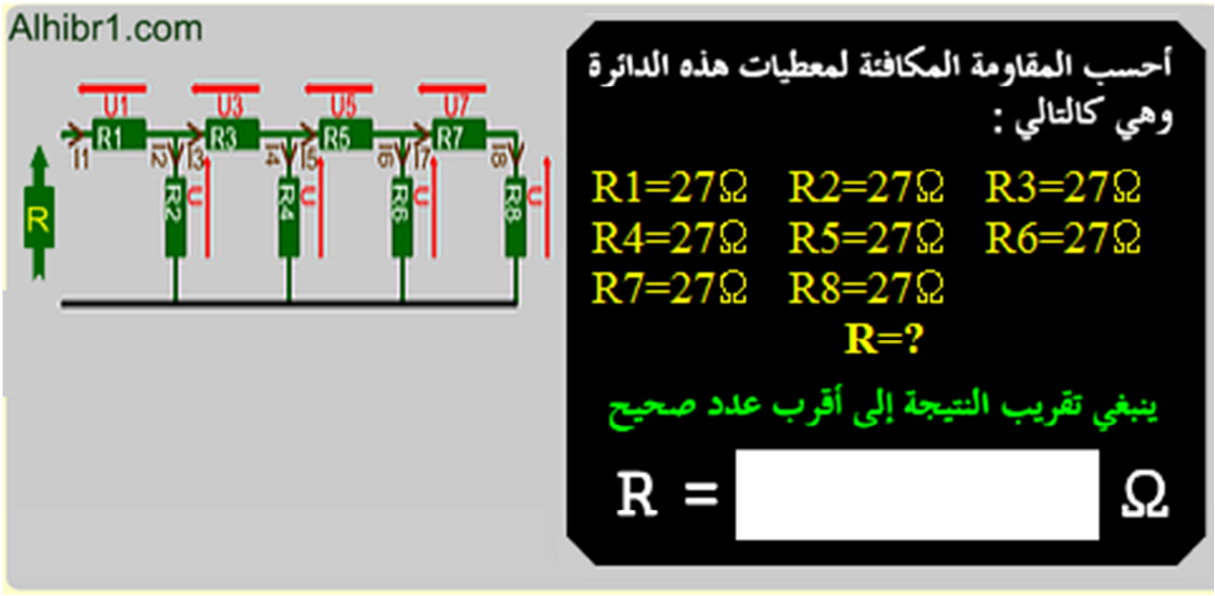
أخيرا حساب المقاومة المكافئة:

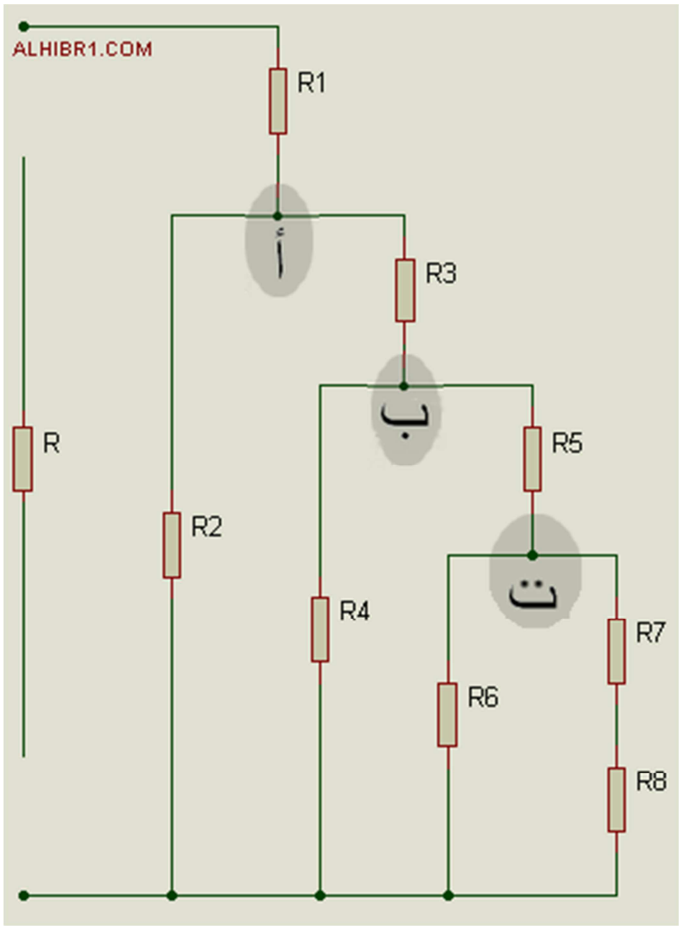
$$R=R1+R2345=33+\frac{5412}{329}=\frac{16269}{329}$$

R=49Ω

1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11 ?

المستوى السابع: **مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:**





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة 7 و 8:
R78= R7+R8 =27 x 2 =54 Ω
R78=54 Ω

ثالثا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ت:

$$\frac{1}{R678}=\frac{1}{R6}+\frac{1}{R78}=\frac{1}{27}+\frac{1}{54}$$

$$\frac{1}{R678}=\frac{2+1}{54}=\frac{3}{54}=\frac{1}{18}$$

انتبه جيدا لعملية الاختزال في العملية السابقة و سوف نعتمد على هذه العملية كلما أمكن.

R678=18 Ω
ثم نجمع بين النتيجة السابقة و المقاومة رقم 5:
R5678= R5 + R678 = 27+18= 45
R5678=45 Ω

خامسا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب:

$$\frac{1}{R45678} = \frac{1}{R4} + \frac{1}{R5678} = \frac{1}{27} + \frac{1}{45} = \frac{45+27}{1215} = \frac{72}{1215} = \frac{8}{135}$$

$$\mathrm{R45678} = \frac{135}{8}\ \Omega$$

سادسا نجمع بين المقاومة الإجمالية للعقدة ب مع المقاومة رقم 3

$$\mathrm{R345678} = 27 + \frac{135}{8} = \frac{351}{8}\ \Omega$$

سابعا حساب المقاومة المتوازية في العقدة أ:

$$\frac{1}{R2345678} = \frac{1}{R2} + \frac{1}{R345678} = \frac{1}{27} + \frac{1}{\frac{351}{8}} = \frac{1}{27} + \frac{8}{351} = \frac{13+8}{351} = \frac{21}{351}$$

$$R2345678 = \frac{351}{21} = \frac{117}{7}\ \Omega$$

أخيرا المقاومة المكافئة :

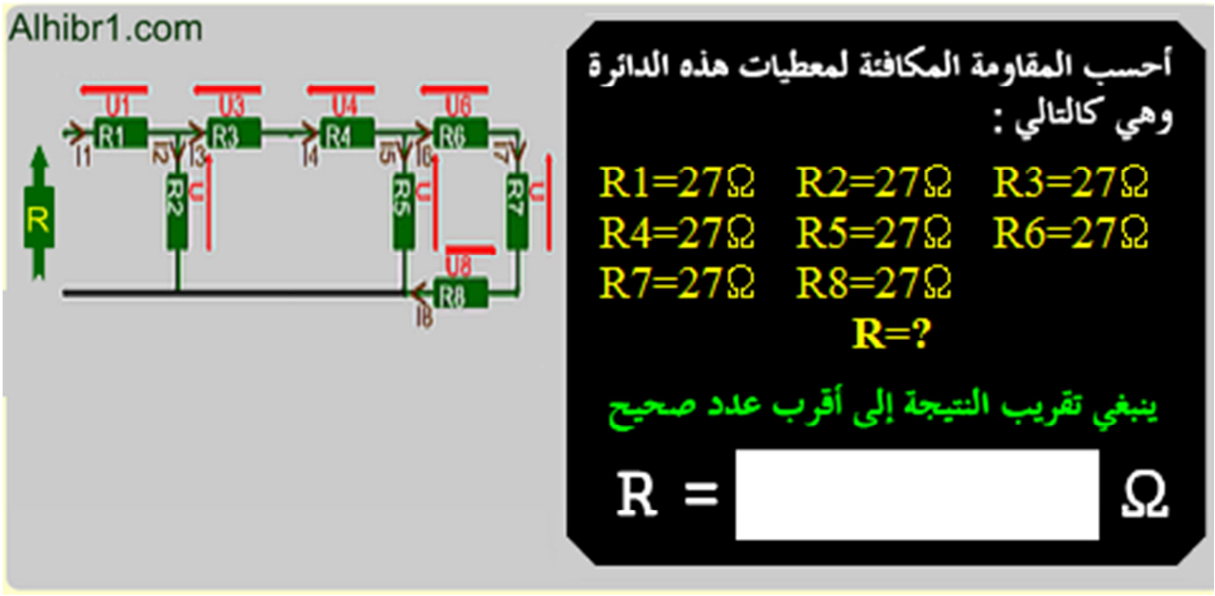
$$R = \mathrm{R1} + R2345678 = 27 + \frac{117}{7} = \frac{306}{7} = \mathbf{43.71\Omega}$$

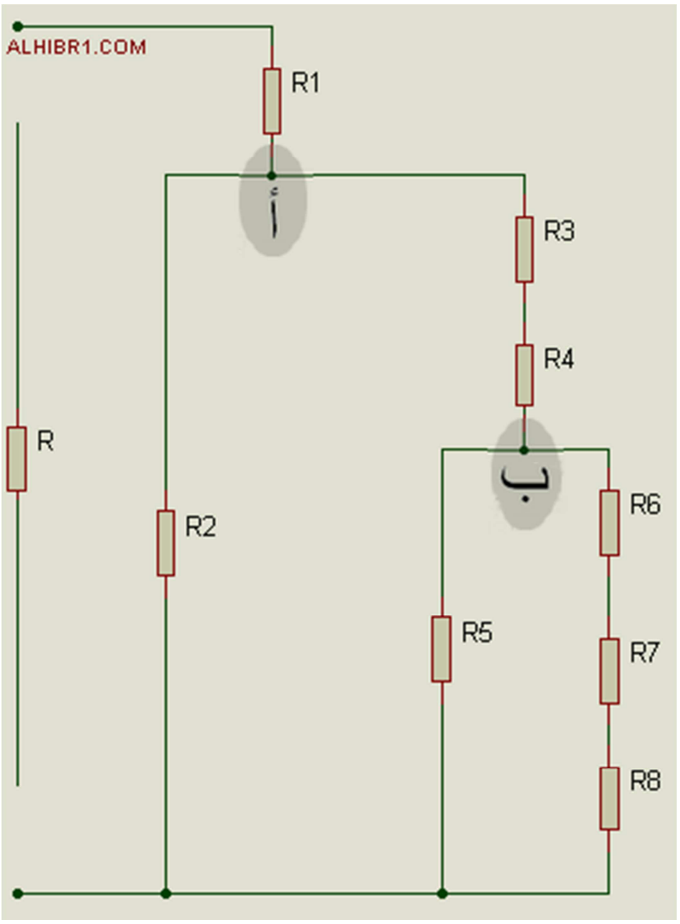
R=44Ω

ينبغي الاختزال كل ما أمكن و ذلك لتبسيط عملية الحساب و حتى لا تتيه في أرقام كثيرة تضلك عن الإجابة الصحيحة

1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11

المستوى السابع: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة6 ،7 و 8:

R678= R6+R7+R8 =27 x **3** =81 **Ω**
R678=81 Ω

ثالثا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب:

$$\frac{1}{R5678}=\frac{1}{R5}+\frac{1}{R678}$$

$$\frac{1}{R5678}=\frac{1}{27}+\frac{1}{81}=\frac{4}{81}$$

$$R5678=\frac{81}{4}\,\Omega$$

ثم نجمع بين النتيجة السابقة و المقاومتين المتسلسلتين رقم 3 و 4:

R345678= (R3+R4) +R5 678

$$R345678 = (2x27) + \frac{81}{4} = \frac{(54x4) + 81}{4} = \frac{297}{4}\,\Omega$$

خامسا حساب المقاومة المتوازية في العقدة أ:

$$\frac{1}{R2345678} = \frac{1}{R2} + \frac{1}{R345678} = \frac{1}{27} + \frac{1}{\frac{297}{4}} = \frac{1}{27} + \frac{4}{297} = \frac{11+4}{297} = \frac{15}{297}$$

$$\mathrm{R2345678} = \frac{297}{15} = \frac{99}{5}\,\Omega$$

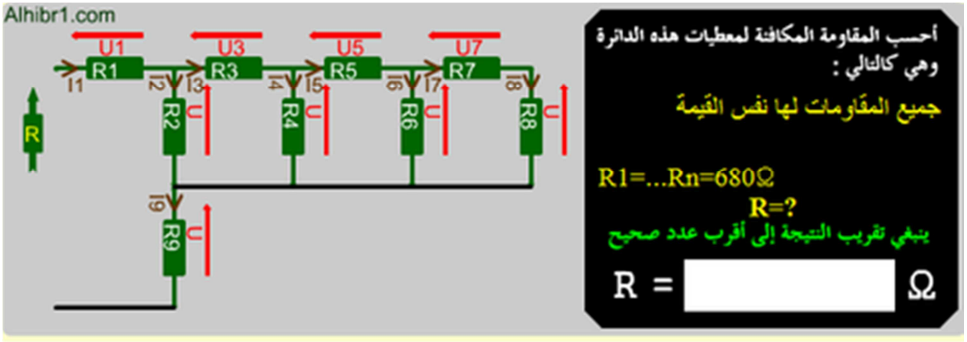
أخيرا المقاومة المكافئة:

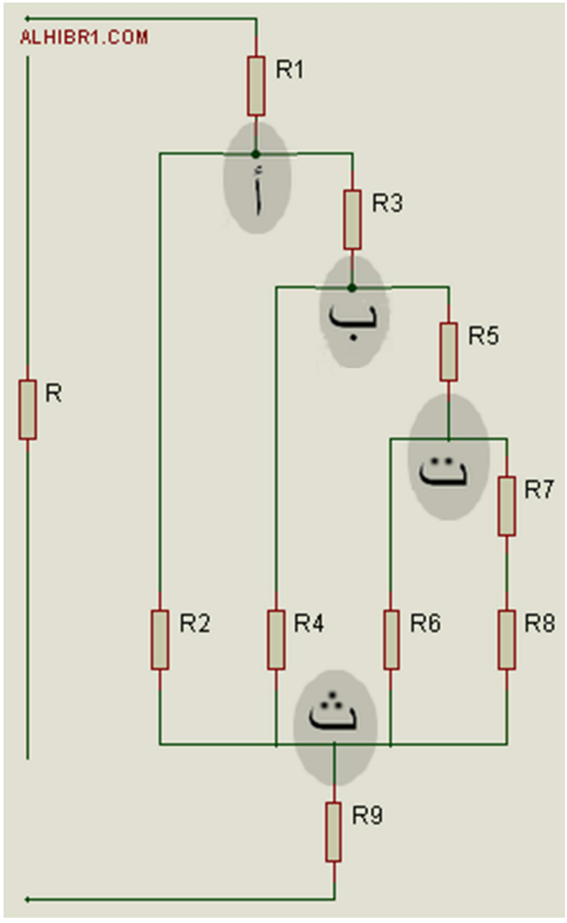
$$R = \quad \mathrm{R1} + R2345678 = 27 + \frac{99}{5} = \frac{234}{5} = \mathbf{46.8\Omega}$$

R=47Ω

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى الثامن: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة 7 و 8:
R78= R7+R8 =680 x 2 =1360 **Ω**
R78=1360Ω

ثالثا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ت:

$$\frac{1}{R678}=\frac{1}{R6}+\frac{1}{R78}$$

$$\frac{1}{R678}=\frac{1}{680}+\frac{1}{1360}=\frac{3}{1360}$$

$$R678=\frac{1360}{3}\,\Omega$$

ثم نجمع بين النتيجة السابقة و المقاومة رقم 5:
R5678= R5+R678

$$R5678=680+\frac{1360}{3}=\frac{3400}{3}$$

$$R5678=\frac{3400}{3}\,\Omega$$

خامسا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب:

$$\frac{1}{R45678} = \frac{1}{R4} + \frac{1}{R5678} = \frac{1}{680} + \frac{1}{\frac{3400}{3}} = \frac{1}{680} + \frac{3}{3400} = \frac{5+3}{3400} = \frac{8}{3400}$$

$$\mathrm{R45678} = \frac{3400}{8} = 425\ \Omega$$

سادسا نضيف المقاومة رقم 5 للنتيجة السابقة لحساب المقاومة التسلسلية للشدة:

R345678= R3+R45678 =680+425=1105

R345678=1105 Ω

سابعا نحسب المقاومة المتوازية في العقدة أ:

$$\frac{1}{R2345678} = \frac{1}{R2} + \frac{1}{R345678} = \frac{1}{680} + \frac{1}{1105} = \frac{680+1105}{751400} = \frac{1785}{751400}$$

نختزل النتيجة فنحصل على:

$$\frac{1}{R2345678} = \frac{21}{8840} \qquad R2345678 = \frac{8840}{21}\ \Omega$$

أخيرا المقاومة المكافئة:

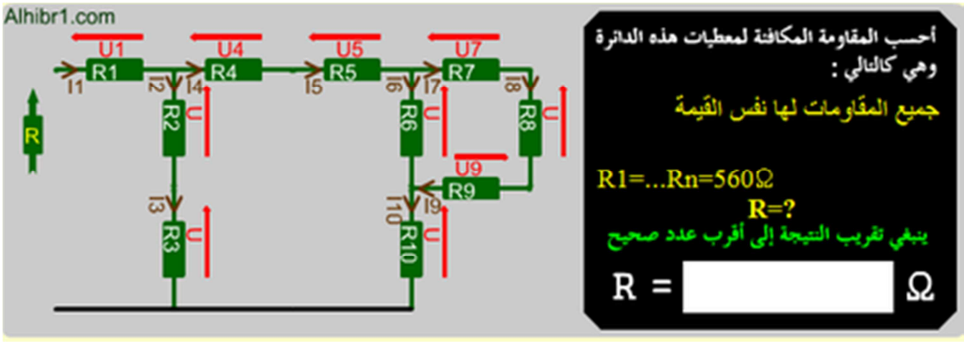
$$R = \mathrm{R1} + R2345678 + R9 = 680 + \frac{8840}{21} + 680 = \frac{(1360 \times 21) + 8840}{21}$$

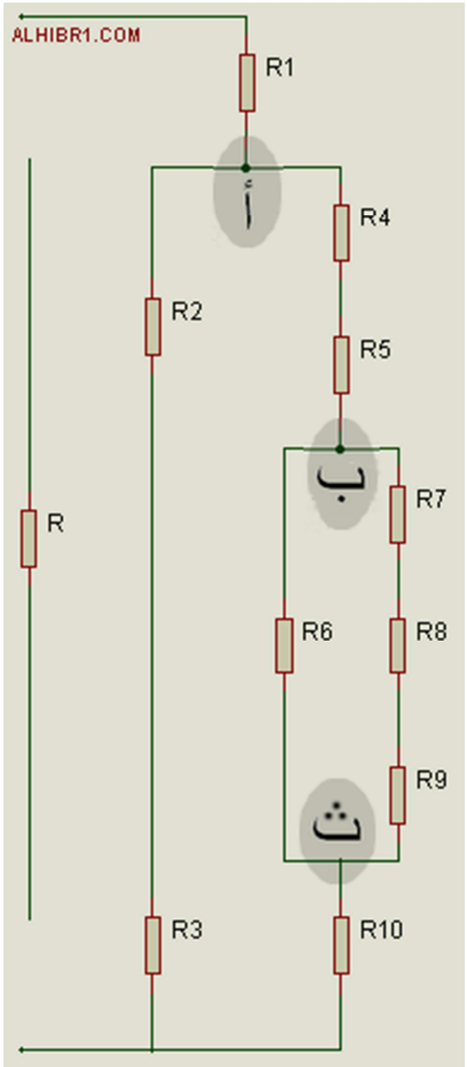
$$R = \frac{(28560) + 8840}{21} = \frac{37400}{21} = 1780.95$$

R=1781Ω

1 2 3 4 5 6 7 **8** 9 10 11

المستوى الثامن: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة 7 ،8 و 9:

R789= R7+R8+R9 =560 x 3 =1680 **Ω**

R78=1680Ω

ثالثا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب:

$$\frac{1}{R6789}=\frac{1}{R6}+\frac{1}{R789}=\frac{1}{560}+\frac{1}{1680}$$

$$\frac{1}{R6789}=\frac{3+1}{1680}=\frac{4}{1680}=\frac{1}{420}$$

$$\boldsymbol{R6789=420\Omega}$$

ثم نجمع بين النتيجة السابقة و المقاومة رقم 4، 5 و 10:

R_ب= (R4+R5+R10) +R6789

R_ب = (560 x 3) +420=1680+420=2100

R_ب =2100 Ω

خامسا نحسب المقاومة المكافئة في العقدة أ:

$$\frac{1}{R_أ}=\frac{1}{(R2+R3)}+\frac{1}{R_ب}=\frac{1}{1120}+\frac{1}{2100}$$

$$\frac{1}{R_أ}=\frac{2100+1120}{2352x10^3}=\frac{32.2x10^2}{2352x10^3}=\frac{2.3x10^2}{168x10^3}$$

$$R_أ = \frac{168x10^3}{2.3x10^2} = \frac{168x10^{(3-2)}}{2.3} = \frac{168x10^1}{2.3}\ \Omega$$

أخيرا المقاومة المكافئة:

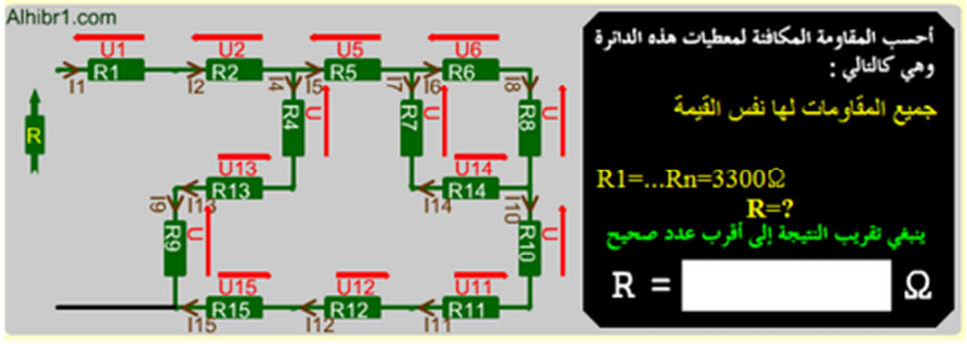
$$R = \quad R1 + R_أ = 560 + \frac{168x10^1}{2.3} = \frac{(128.8 + 168)x10^1}{2.3} = \frac{2968}{2.3}$$

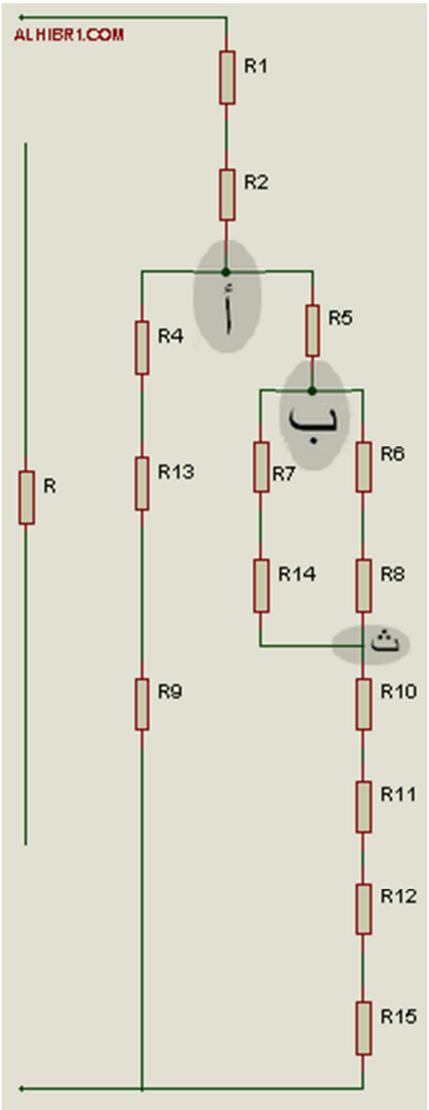
$$R = \quad 1290.43$$

R=1290Ω

لقد اعتمدت في تحليل هذا التمرين على قواعد القوى في الحساب للمراجعة

المستوى التاسع: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة التسلسلية 5 و 12،11،10و15:

Rث= R5+R10+R11+R12+R15 =3300 x 5

Rث =16500Ω

ثالثا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب:

$$\frac{1}{R_{ب}} = \frac{1}{(R7+R14)} + \frac{1}{(R6+R8)}$$

نعلم أن جميع المقاومات متكافئة:

R7=R14=R6=R8=3300 Ω

و هذا يعني أن المقاومة المكافئة في العقدة ب تعادل

$$R_{ب} = 3300\Omega$$

لكننا سنتأكد من ذلك بحسابها:

$$\frac{1}{R_{ب}} = \frac{1}{(R7+R14)} + \frac{1}{(R6+R8)}$$

$$\frac{1}{R_{ب}} = \frac{1}{(2x3300)} + \frac{1}{(2x3300)} = \frac{2}{(2x3300)}$$

$$R_{ب} = \mathbf{3300\Omega}$$

ثم نجمع بين المقاومتين :

R_**يمين**= R_**ب** + R_**ث**

R_**يمين**= 3300+16500

$$\mathbf{R_يمين} = \mathbf{198x10^2\Omega}$$

بعدما قمنا بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يمين العقدة سنقوم بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يسار العقدة أ:

R_**يسار**=R4+R9+R13=3300x3=9900

$$\mathbf{R_يسار} = \mathbf{99x10^2\Omega}$$

الآن نستطيع أن نحسب المقاومة المكافئة في العقدة أ:

$$\frac{1}{R_أ} = \frac{1}{(R_يمين + R_يسار)} = \frac{1}{19800} + \frac{1}{9900} = \frac{1+2}{19800} = \frac{3}{19800} = \frac{1}{6600}$$

R_أ = 6600**Ω**

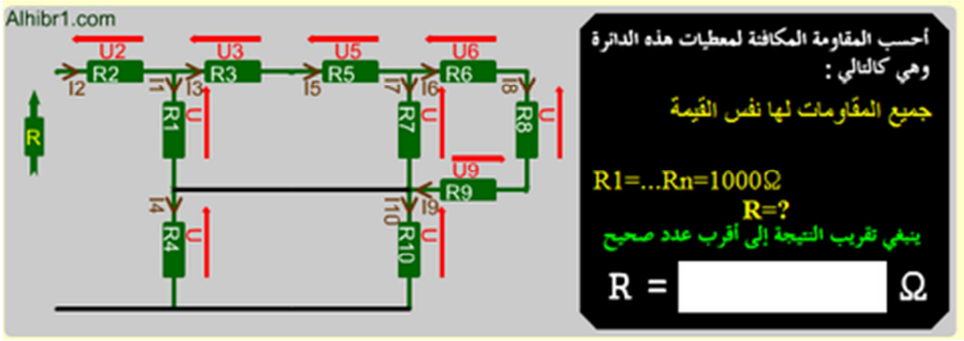
أخيرا المقاومة المكافئة:

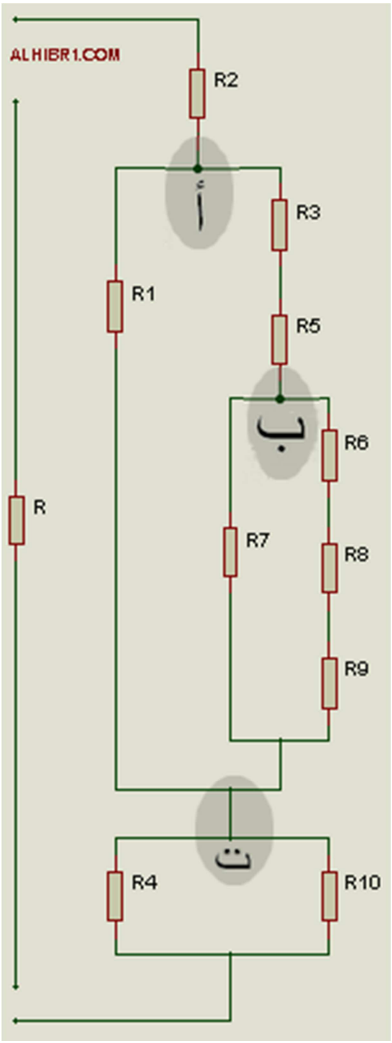
R= (R1+R2) + R_أ

R= (3300x2) +6600

R=13200Ω

المستوى التاسع: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة المتوازية في العقدة ت:
لقد اكتسبنا من التجارب السابقة أن المقاومة المكافئة لمقاومتين مربوطتين بشكل متوازي تساوي نصف الواحدة منهما لكن سنتأكد من هذه القاعدة مرة أخرى باستعمال الحساب:

$$\frac{1}{R_ت} = \frac{1}{R4} + \frac{1}{R10} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000} = \frac{1+1}{1000}$$

$$\frac{1}{R_ت} = \frac{2}{1000}$$

$$\mathbf{R_ت = \frac{1000}{2} = 500\Omega}$$

ثالثا حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب:

$$\frac{1}{Rب} = \frac{1}{(R6 + R8 + R9)} + \frac{1}{R7} = \frac{1}{1000x3} + \frac{1}{1000}$$

$$\frac{1}{Rب} = \frac{1+3}{3000} = \frac{4}{3000}$$

$$R_ب = \frac{3000}{4} = \mathbf{750\Omega}$$

سنحسب المقاومة المكافئة عن يمين العقدة أ:

R_**يمين**= (R3+R5) +R_**ب** = (2x1000) +750

R_يمين = 2750Ω

بعدما قمنا بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يمين العقدة سنقوم بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يسار العقدة أ:

R_**يسار**=R1=1000

R_يسار = 1000Ω

الآن نستطيع أن نحسب المقاومة المكافئة في العقدة أ:

$$\frac{1}{R_أ} = \frac{1}{(R_يمين + R_يسار)} = \frac{1}{2750} + \frac{1}{1000} = \frac{1000 + 2750}{275x10^4} = \frac{375x10^1}{275x10^4}$$

$$R_أ = \frac{275x10^{(4-1)}}{375} = \frac{275x10^3}{375} = \frac{11x10^3}{15}\ \Omega$$

أخيرا المقاومة المكافئة:

R= *R2*+ R_أ+ **R**_ت

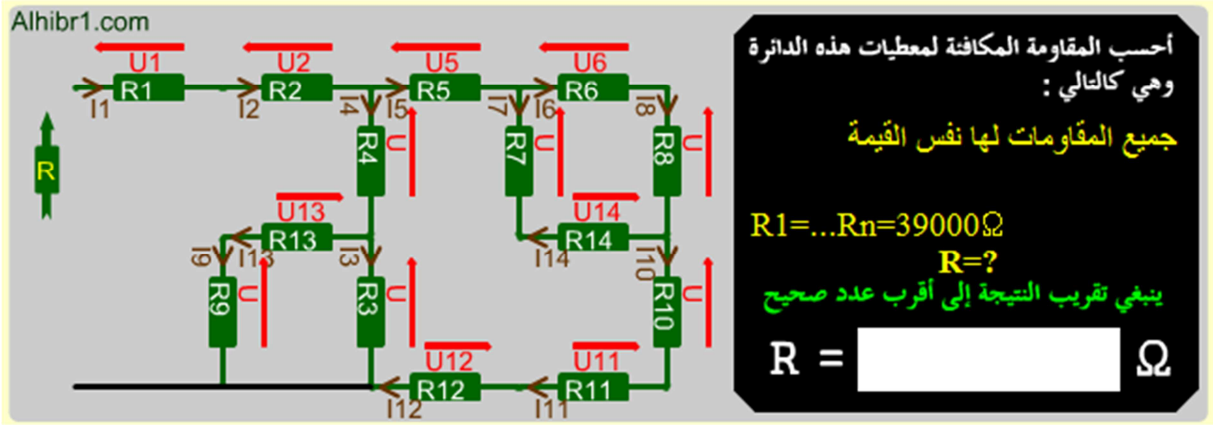
$$R = 1000 + \frac{11x10^3}{15} + 500 = \frac{(15 + 11 + 7.5)x10^3}{15} = \frac{33.5x10^3}{15}$$

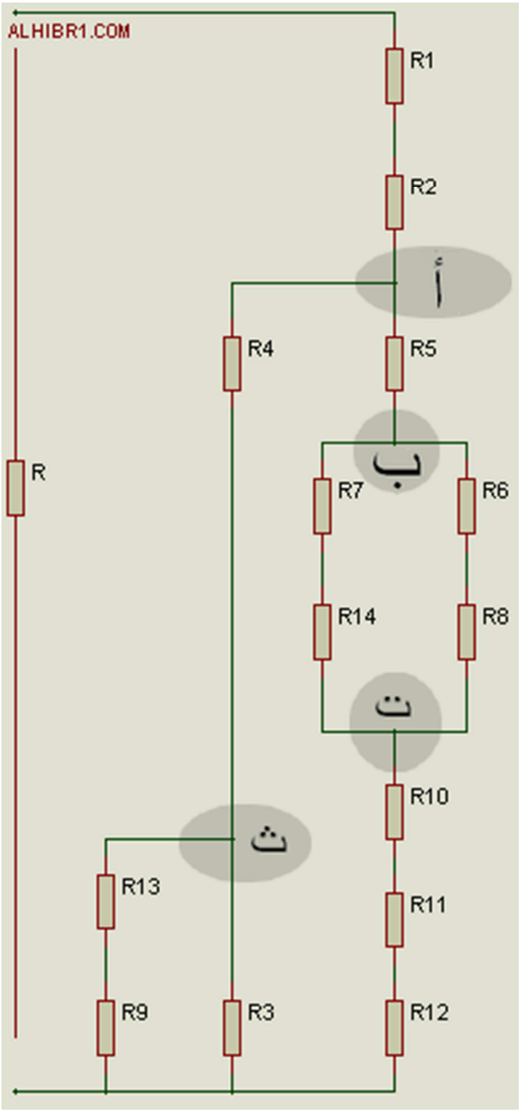
R= 2233.33

R=2233Ω

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى العاشر: مثال لأجوبة التدريبات من 1 إلى 6:





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة المتوازية في العقدة ب:
لقد اكتسبنا من التجارب السابقة أن المقاومة المكافئة لمقاومتين مربوطتين بشكل متوازي تساوي نصف الواحدة و لقد سبق أن قمنا بهذا التمرين الذي يعطينا مقاومة مكافئة لقيمة مقاومة واحدة لكننا سنبرهن هذا الادعاء بدليل الحساب :

$$\frac{1}{R_ب} = \frac{1}{(R7+R14)} + \frac{1}{(R6+R8)}$$

R6=R7=R8=R14=39k Ω

$$\frac{1}{R_ب} = \frac{1}{(2xR6)} + \frac{1}{(2xR6)} = \frac{2}{(2xR6)}$$

$$\mathbf{R_ب} = \frac{\boldsymbol{2xR6}}{\mathbf{2}} = \boldsymbol{R6} = \mathbf{39k\Omega}$$

ثالثا حساب المقاومة التسلسلية لهذه الشدة من غير المقاومة المتوازية في العقدة ب:

R_**تسلسل ب**= (R10+R11+R12) +R5

$R_\text{تسلسل ب} = 39x4x10^3 \ \ \Omega$

R_**تسلسل ب**=156k Ω

سنحسب المقاومة المكافئة عن يمين العقدة أ:

$$R_\text{يمين} = R_\text{ب تسلسل} + R_\text{ب} = (156 + 39)\ 10^3 \quad \Omega$$

$$\mathbf{R_\text{يمين} = 195k\Omega}$$

بعدما قمنا بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يمين العقدة سنقوم بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يسار العقدة أ:

أـ حساب المقاومة المتوازية في العقدة ث مع العلم أن جميع المقاومات متساويات:

$$\frac{1}{R_\text{ث}} = \frac{1}{(R3)} + \frac{1}{(R13 + R19)} = \frac{1}{(R3)} + \frac{1}{(2xR3)} = \frac{3}{(2xR3)}$$

$$\mathbf{R_\text{ث} = \frac{2xR3}{3} = \frac{2x39x\ 10^3}{3} = 2x13x\ 10^3 = 26k\Omega}$$

ب ـ حساب المقاومة التسلسلية الموجودة على يسار العقدة أ:

$$R_\text{يسار} = R_\text{ث} + R4 = (26 + 39)\ 10^3 \quad \Omega$$

$$\mathbf{R_\text{يسار} = 65k\Omega}$$

الآن نستطيع أن نحسب المقاومة المكافئة في العقدة أ:

$$\frac{1}{R_\text{أ}} = \frac{1}{(R_\text{يمين} + R_\text{يسار})} = \frac{1}{195000} + \frac{1}{65000} = \frac{1+3}{195x10^3} = \frac{4}{195x10^3}$$

$$R_\text{أ} = \frac{195x10^3}{4}\ \Omega$$

أخيرا المقاومة المكافئة:

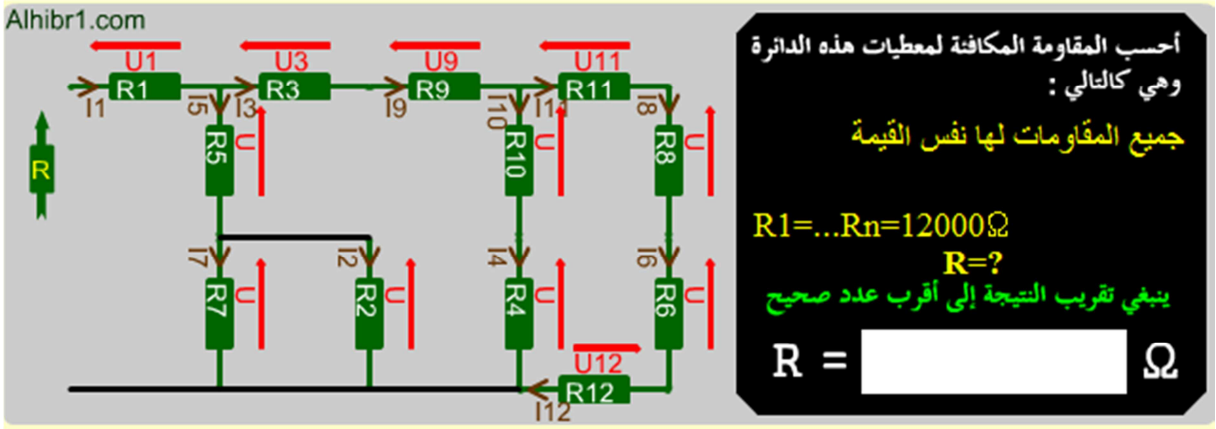
$$\mathbf{R = R1 + R2 + R_\text{أ} = \left(2x39 + \frac{195}{4}\right)10^3 = \frac{((78x4) + 195)10^3}{4}}$$

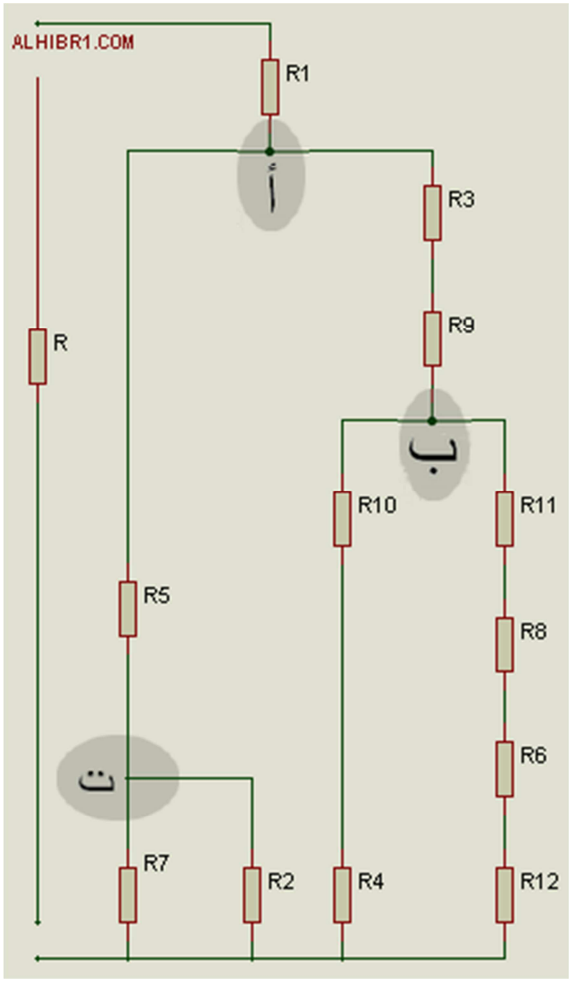
$$\mathbf{R = \frac{((78x4) + 195)10^3}{4} = \frac{((312) + 195)10^3}{4} = \frac{(507)10^3}{4} = 126.75k\Omega}$$

R=12750Ω

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

المستوى العاشر: مثال لأجوبة التدريبات من 6 إلى 10:





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

ثانيا حساب المقاومة المكافئة للمقاومة المتوازية في العقدة ب:

$$R4=R6=R8=R10=R11=R12=12k\ \Omega$$

$$\frac{1}{R_ب}=\frac{1}{(2xR4)}+\frac{1}{(4xR4)}=\frac{2+1}{(4xR4)}$$

$$\frac{1}{R_ب}=\frac{3}{(4xR4)}$$

$$\mathbf{R_ب}=\frac{\mathbf{4xR6}}{\mathbf{3}}=\frac{\mathbf{4x12x10^3}}{\mathbf{3}}=\mathbf{16k\Omega}$$

ثالثا حساب المقاومة المكافئة عن يمين العقدة أ:

$$R_\text{يمين}=(R3+R9)+R_ب$$

$$R_\text{يمين}=(12x2+16)x10^3\ \ \Omega$$

$$R_\text{يمين}=40k\ \Omega$$

بعدما قمنا بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يمين العقدة سنقوم بحساب المقاومة المكافئة الموجودة على يسار العقدة أ:

أ ـ حساب المقاومة المتوازية في العقدة ت التي نستطيع أن نقول أنها تساوي نصف قيمة المقاومة الواحدة لأن قيمتهما متساوية لكن مرة أخرى سنبرهن ذلك من خلال تطبيق الحساب:

$$\frac{1}{R_ت} = \frac{1}{R2} + \frac{1}{R7} = \frac{2}{R2}$$

$$\mathbf{R_ت} = \frac{\boldsymbol{R2}}{\mathbf{2}} = \frac{\mathbf{12x\ 10^3}}{\mathbf{2}} = \mathbf{6x\ 10^3 = 6k\Omega}$$

ب ـ حساب المقاومة التسلسلية الموجودة على يسار العقدة أ:

$$R_يسار = R_ت + R5 = (6 + 12)\ 10^3\ \ \Omega$$

$$\mathbf{R_يسار = 18k\Omega}$$

الآن نستطيع أن نحسب المقاومة المكافئة في العقدة أ:

$$\frac{1}{R_أ} = \frac{1}{(R_يمين + R_يسار)} = \frac{1}{40000} + \frac{1}{18000} = \frac{58x10^3}{72x10^7}$$

$$R_أ = \frac{72x10^7}{58x10^3} = \frac{72x10^{(7-3)}}{58} = \frac{72x10^4}{58} = \frac{36x10^4}{29}$$

أخيرا المقاومة المكافئة:

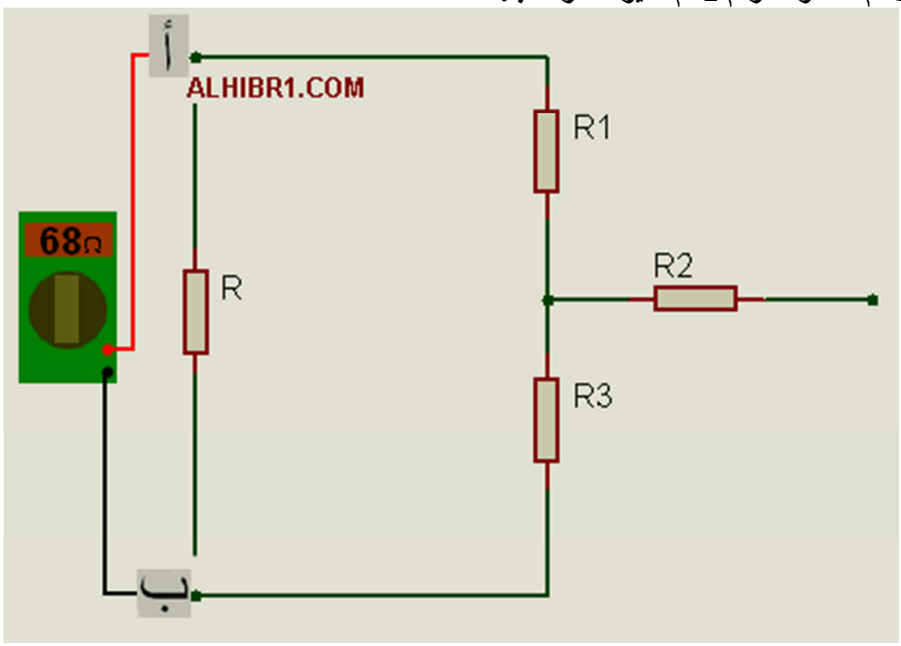
$$\mathbf{R = R1 + R_أ = \left(12 + \frac{360}{29}\right)10^3 = \frac{((12x29) + 360)10^3}{29}}$$

$$\mathbf{R = \frac{(348 + 360)10^3}{29} = \frac{708x10^3}{29} = 24.4139k\Omega}$$

R=24414Ω

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الأول:

لقياس مقاومة كهربائية لابد من ربط جهاز القياس بطرفيها و نحن في هذا التمرين إذا ربطنا جهاز القياس ـ الملتمتر ـ على الطرفين أ و ب يمكننا فقط حساب المقاومة المكافئة للدائرة الكهربائية المعلقة التي تنطلق من الطرف أ و تمر بالمقاومة رقم 1 ثم المقاومة رقم 2 ثم أخيرا الطرف ب.

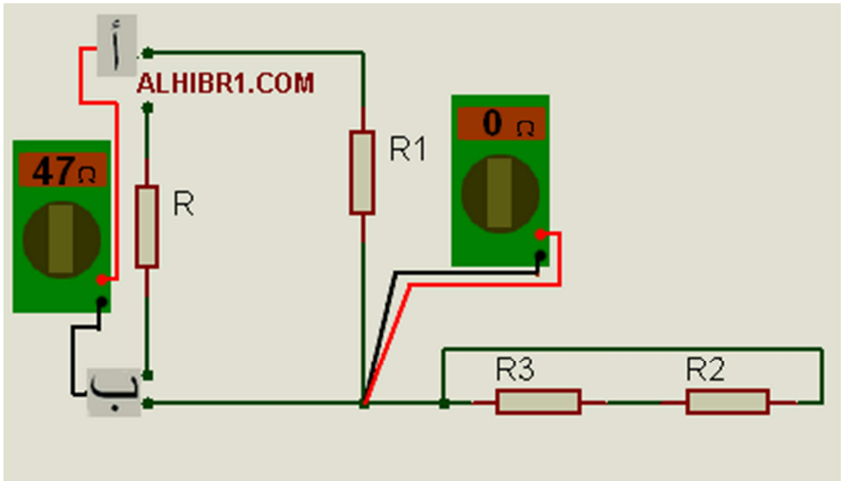


أما المقاومة رقم 2 فأحد طرفيها معلق في الهواء أو بمعنى آخر: لا يتصل بأي قطعة كهربائية للدائرة المغلقة و هذا ما نسميه بدائرة كهربائية مفتوحة.
لو قمنا بتزويد الدائرة بالطاقة فإن التيار الكهربائي سينطلق من المِربَط الموجب + بحثا منه عن أسهل طريق يعود منه إلى المربط السالب ـ و بما أنه يتعذر عليه الوصول إلى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

R=R1+R3=12+56
R=68Ω

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الثاني:

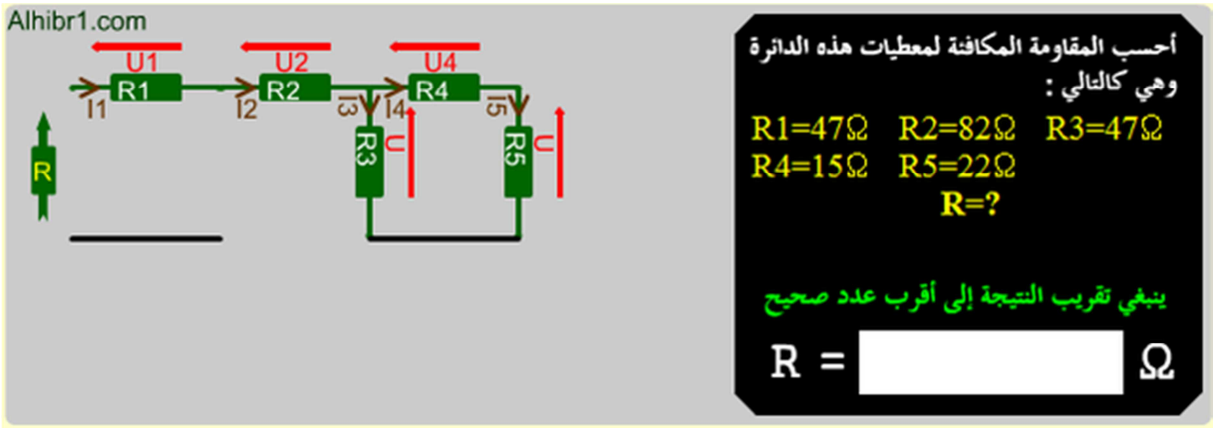
لقد حصلنا على دارة قصيرة بالرابط الذي يصل الطرف الأخير للمقاومة رقم 3 بالطرف الأول للمقاومة رقم 2.
و عليه فإن المقاومة الكهربائية لنقطة معينة تساوي صفر و بهذا تكون المقاومة المكافئة للدائرة الكهربائية معادلة للمقاومة رقم 1.



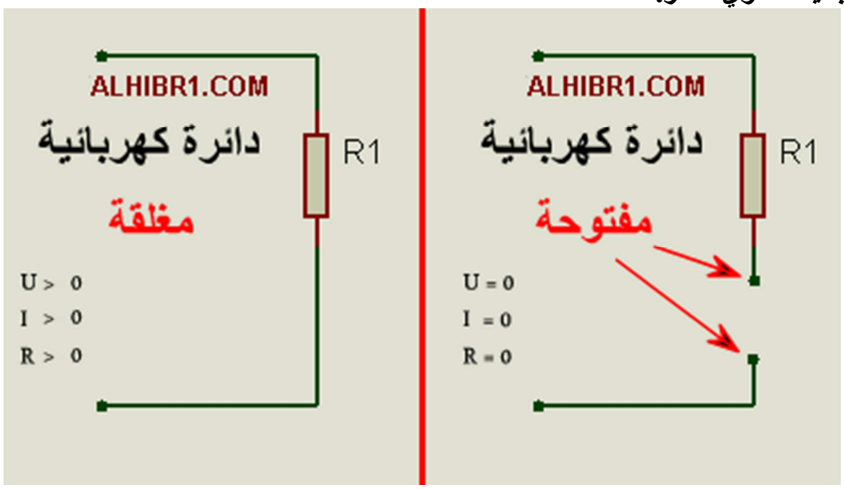
إذا زودنا الدائرة بالطاقة الكهربائية فلا شيء يحدث للمقاومتين رقم 2 و 3 إذ الجهد و التيار الكهربائي فيهما يساوي صفر.

R=R1
R=47Ω

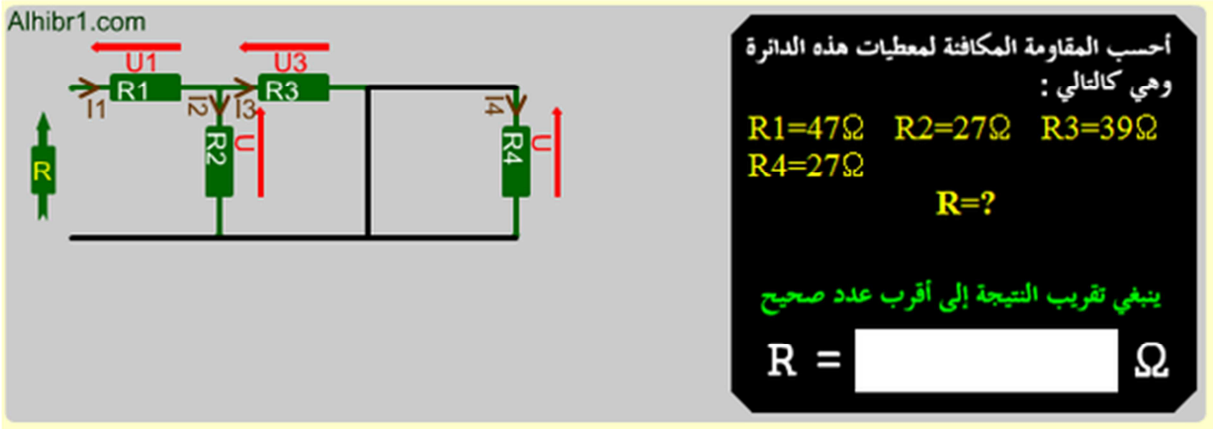
المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين الثالث:



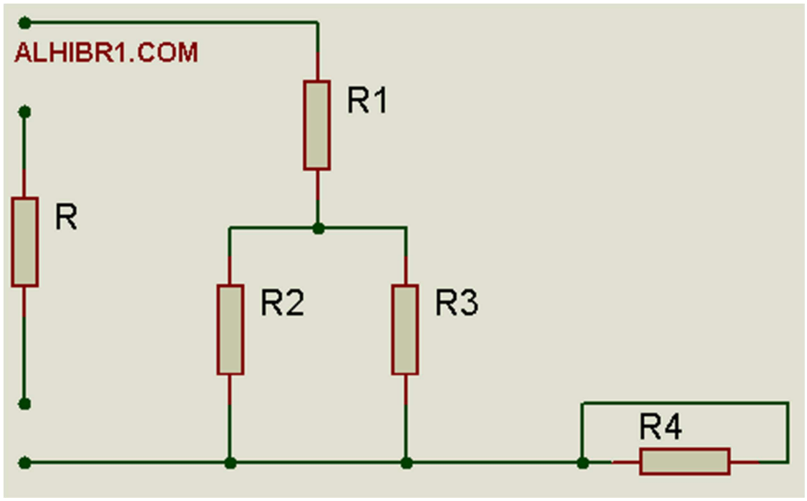
قلنا سابقا أن قياس دائرة كهربائية يتطلب أن تكون هذه الأخيرة مغلقة لكن ما نلاحظه في هذا التمرين هو أن الدائرة الكهربائية مقطوعة بين عقدة المقاومة رقم 3 مع المقاومة رقم 5 و بين المِرْبط السالب للدائرة الكهربائية ما يدل على أن المقاومة الكهربائية تساوي صفر.



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 بالمقاومة رقم 1.



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

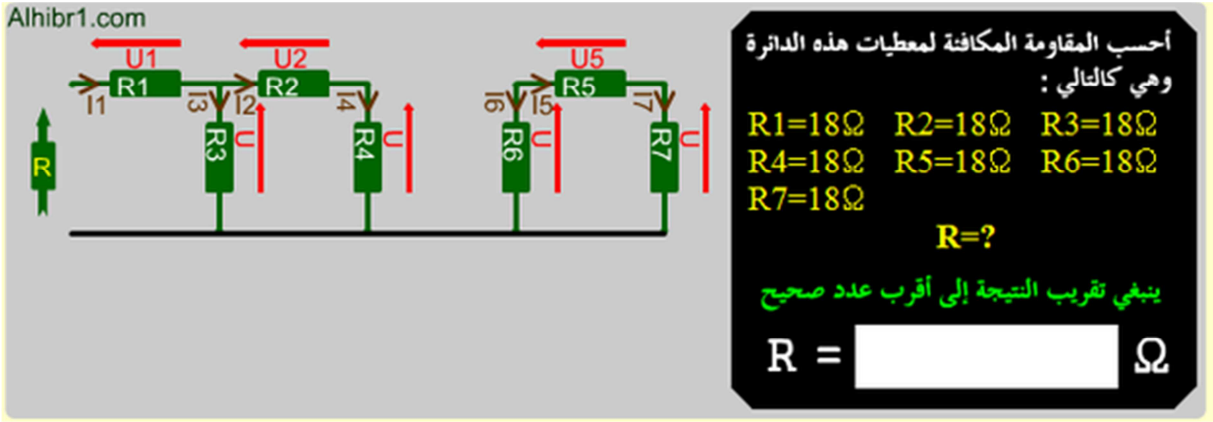
أ ـ حساب المقاومة المتوازية:

$$\frac{1}{R23}=\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}=\frac{1}{27}+\frac{1}{39}=\frac{66}{1053} \qquad R23=\frac{1053}{66}=\frac{351}{22}\,\Omega$$

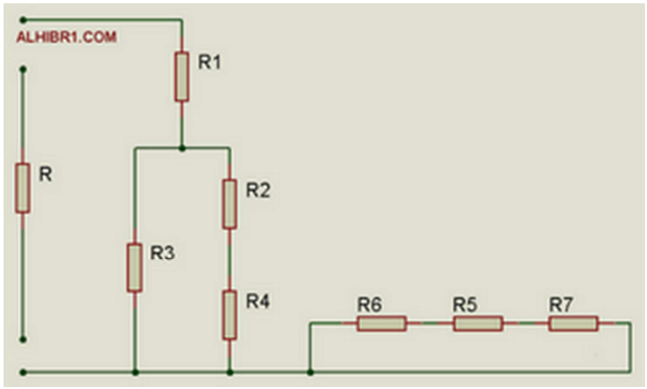
ب ـ حساب المقاومة المكافئة:

$$R=R1+R23=47+\frac{351}{22}=\frac{1385}{22} \qquad R=63\ \Omega$$

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.

أ ـ حساب المقاومة المتوازية:

$$\frac{1}{R234}=\frac{1}{R3}+\frac{1}{R24}=\frac{1}{R3}+\frac{1}{(R2+R4)}=\frac{1}{18}+\frac{1}{(2x18)}=\frac{3}{36}$$

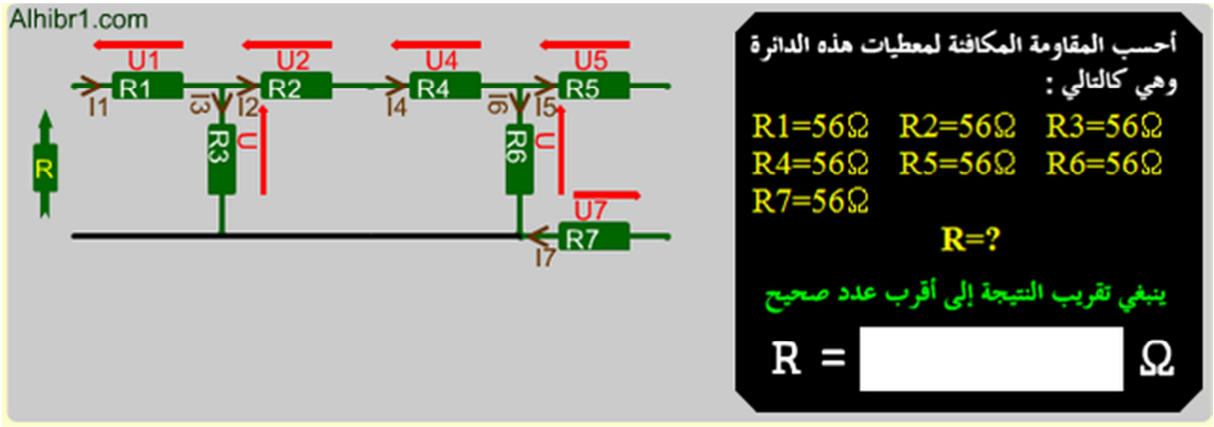
$$R234=\frac{36}{3}=12\Omega$$

ب ـ حساب المقاومة المكافئة:

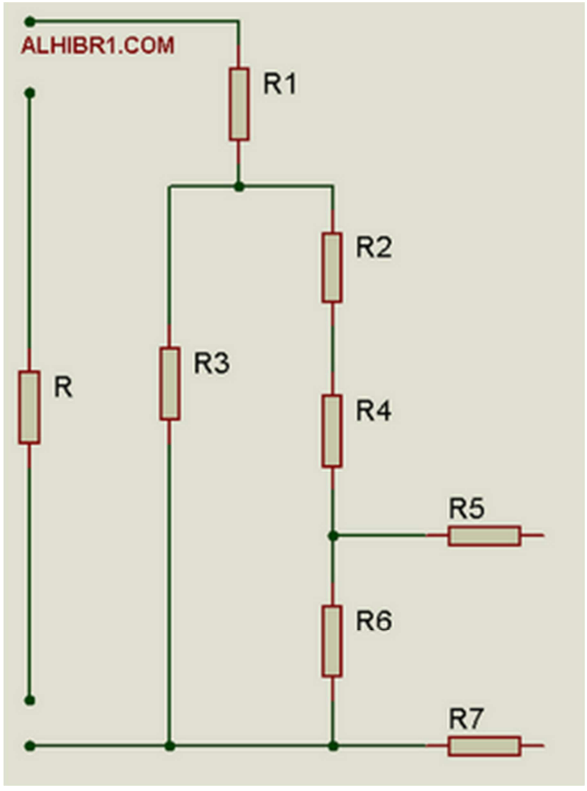
$$R=R1+R234=18+12=30\Omega \qquad R=30\ \Omega$$

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.

أ ـ حساب المقاومة المتوازية:

$$\frac{1}{R2346}=\frac{1}{R3}+\frac{1}{(R2+R4+R6)}$$

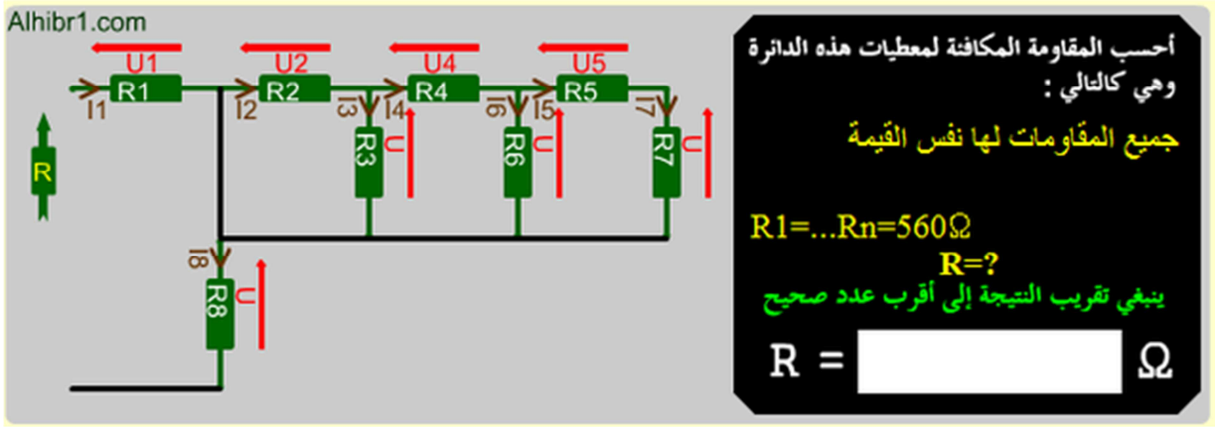
$$\frac{1}{R2346}=\frac{1}{56}+\frac{1}{(3X56)}=\frac{4}{168}$$

$$R2346=42\ \Omega$$

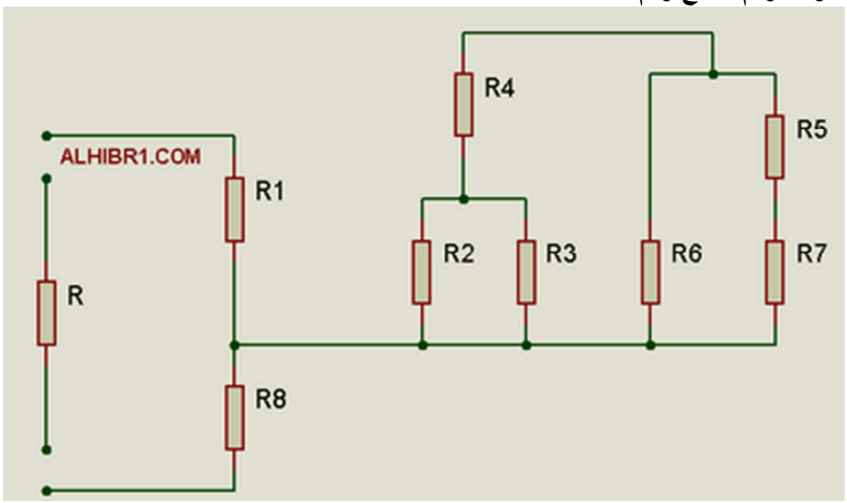
ب ـ حساب المقاومة المكافئة:

$$R=R1+R2346=56+42=30\Omega \qquad R=98\ \Omega$$

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 المقاومة رقم 1 مع رقم 8.

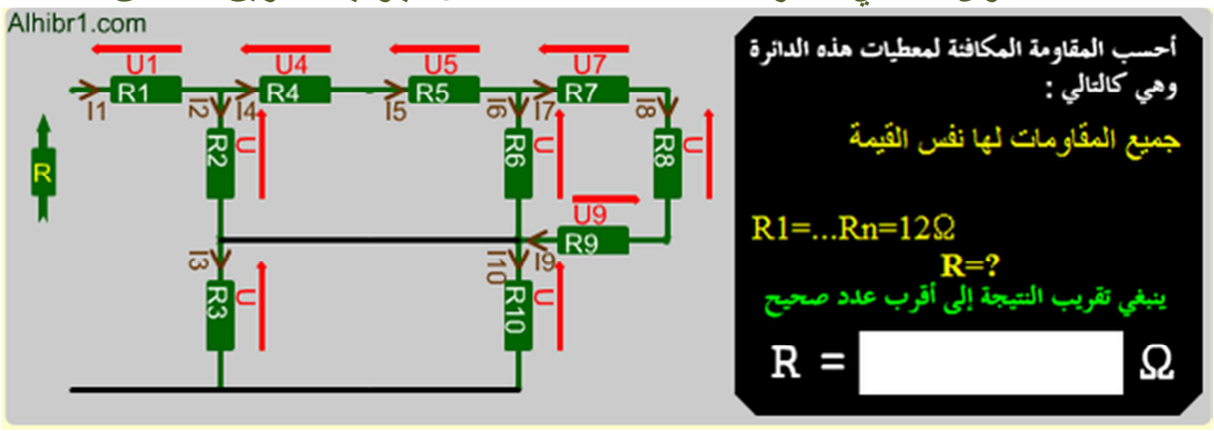


حساب المقاومة المكافئة:

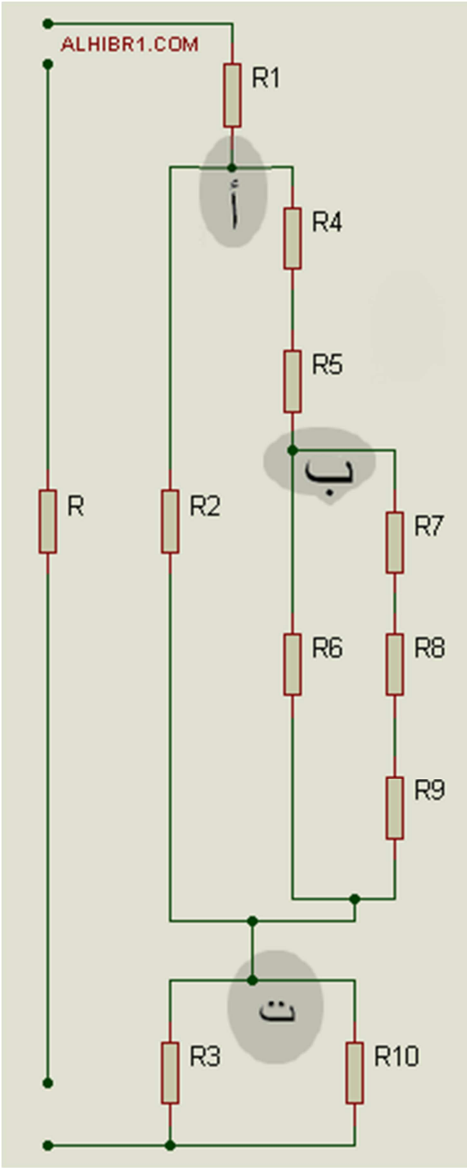
$$\mathbf{R = R1 + R8 = 560x2 = 1120\Omega} \qquad \boldsymbol{R = 1120\Omega}$$

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.



حساب المقاومة المتوازية في العقدة ت :

$$R_{ت} = \frac{R3}{2} = \frac{12}{2} = 6\Omega$$

$$R_ت = 6\ \Omega$$

حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب :

$$R_{ب} = \frac{1}{R6} + \frac{1}{(R7 + R8 + R9)}$$

$$R_{ب} = \frac{1}{12} + \frac{1}{(3x12)} = \frac{4}{36}$$

$$R_ب = 9\ \Omega$$

حساب المقاومة المتوازية في العقدة أ :

$$\frac{1}{R_أ} = \frac{1}{R2} + \frac{1}{(R_{ب} + R4 + R5)}$$

$$\frac{1}{R_أ} = \frac{1}{12} + \frac{1}{(9 + 24)} = \frac{45}{396} = \frac{5}{44}$$

$$R_أ = \frac{44}{5}\Omega$$

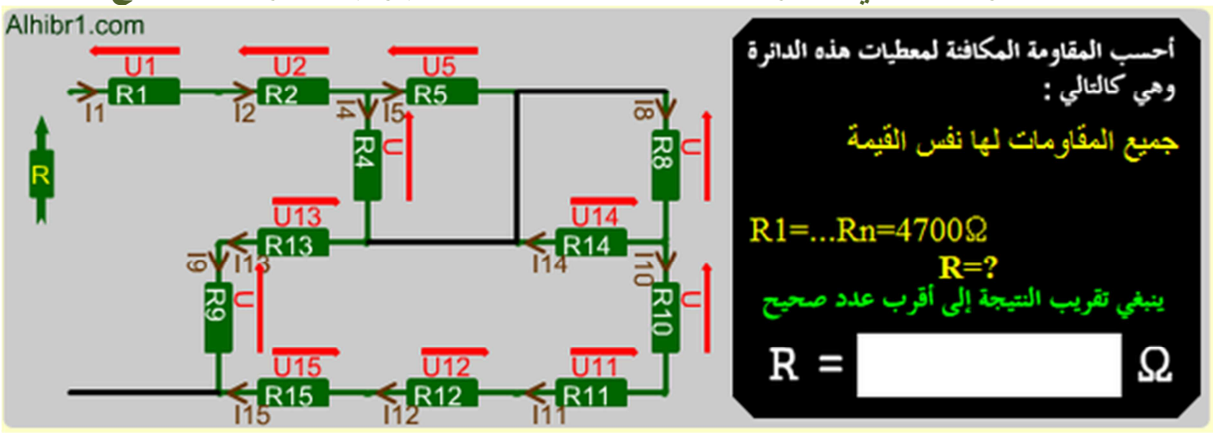
حساب المقاومة المكافئة:

$$\mathbf{R = R1 + R_{أ} + R_{ت} = 12 + \frac{44}{5} + 6 = \frac{60 + 44 + 30}{5} = \frac{134}{5}\Omega}$$

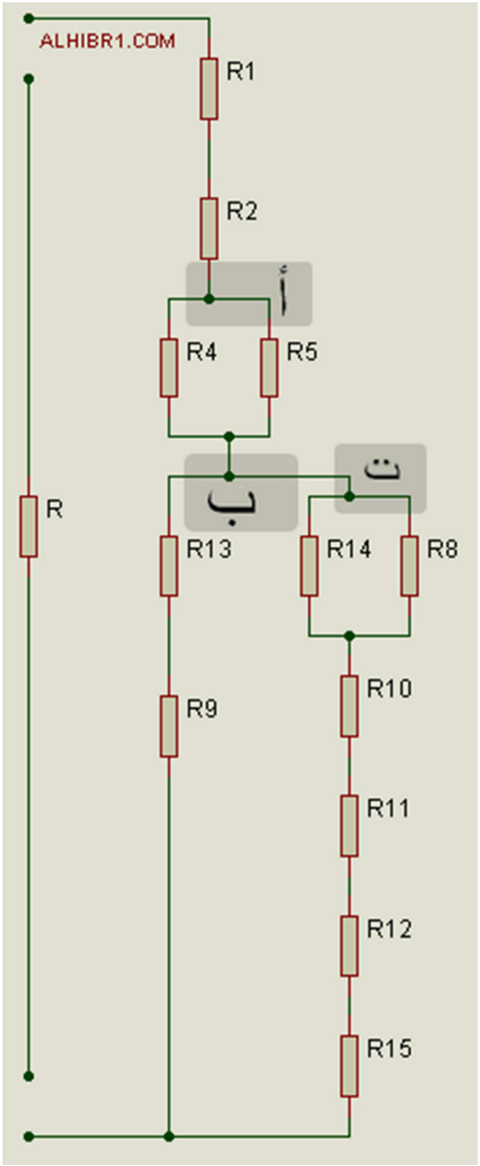
$$\boldsymbol{R = 27\Omega}$$

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.



حساب المقاومة المتوازية في العقدة ت :

$$R_{ت} = \frac{R4}{2} = \frac{4700}{2} = 2350\Omega$$

$$R_ت = 2350\Omega$$

حساب المقاومة المتوازية في العقدة ب :

$$R_{ب} = \frac{1}{(R9 + R13)} + \frac{1}{(R_ت + 4xR10)}$$

$$R_{ب} = \frac{1}{9400} + \frac{1}{(21150)} = \frac{30550}{19881x10^4}$$

$$R_{ب} = \frac{39762x10^2}{611}\Omega$$

حساب المقاومة المتوازية في العقدة أ :

$$R_{أ} = \frac{R4}{2} = \frac{4700}{2} = 2350\Omega$$

$$R_أ = 2350\Omega$$

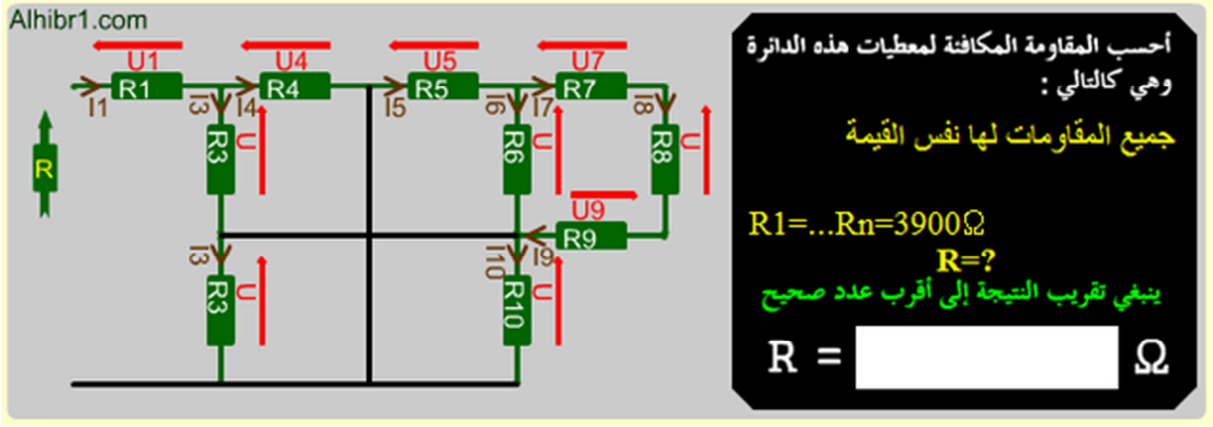
حساب المقاومة المكافئة:

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R1} + \boldsymbol{R2} + \boldsymbol{R}_{\text{أ}} + \mathbf{R}_{\text{ب}} = (\mathbf{9400}) + \mathbf{2350} + \frac{\mathbf{39762}\boldsymbol{x}\mathbf{10^2}}{\mathbf{611}}$$

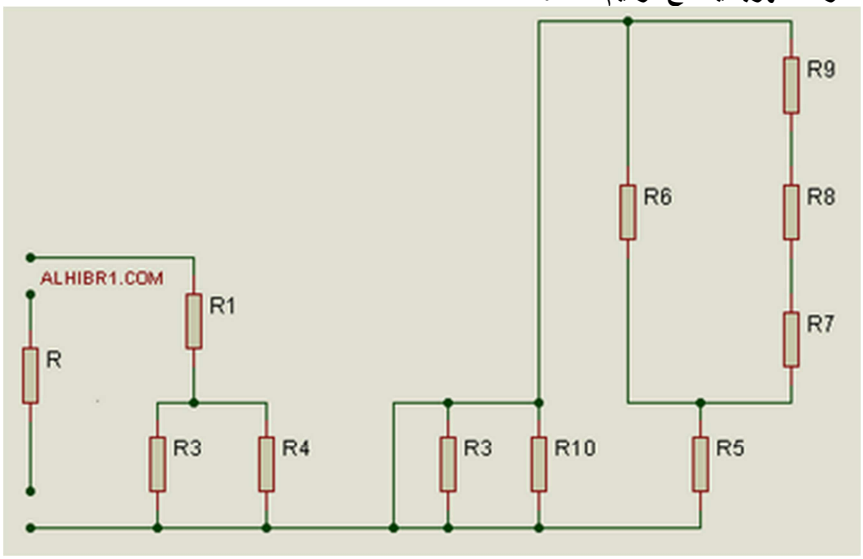
$$\mathbf{R} = \frac{(\mathbf{57434} + \mathbf{14358.5} + \mathbf{39762})\boldsymbol{x}\mathbf{10^2}}{\mathbf{611}} = \frac{\mathbf{1115540}}{\mathbf{611}}$$

$$\boldsymbol{R} = \mathbf{18258\Omega}$$

المستوى الحادي عشر: مثال لجواب التمرين العاشر:



أولا إعادة رسم الدائرة الكهربائية مع ترقيم العقد.



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

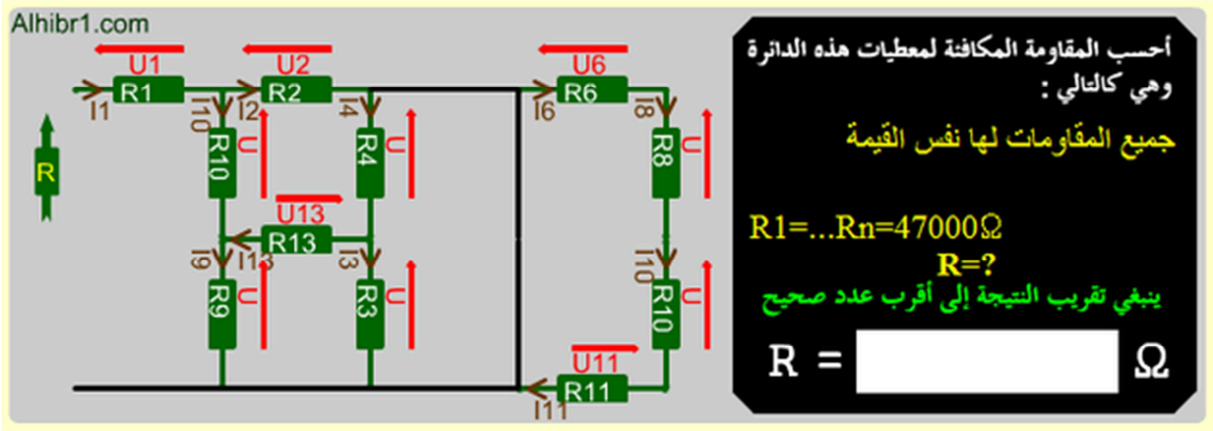
حساب المقاومة المكافئة:

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R1} + \frac{\boldsymbol{R1}}{\mathbf{2}} = \frac{\mathbf{3}\boldsymbol{xR1}}{\mathbf{2}} = \frac{\mathbf{3}\boldsymbol{x}\mathbf{3900}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{\Omega}$$

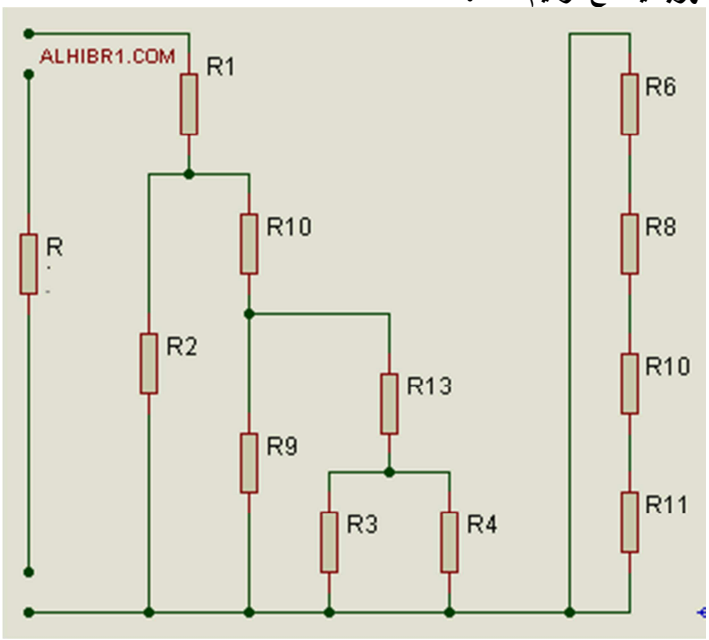
$$\boldsymbol{R} = \mathbf{5850}\boldsymbol{\Omega}$$

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.



حساب المقاومة المكافئة:

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R1} + \frac{\mathbf{1}}{(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R2}} + \frac{\mathbf{1}}{(\boldsymbol{R10} + \frac{\mathbf{3xR1}}{\mathbf{5}})}} = \boldsymbol{R1} + \frac{\mathbf{1}}{\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R1}} + \frac{\mathbf{5}}{\mathbf{8xR1}}} = \boldsymbol{R1} + \frac{\mathbf{1}}{\frac{\mathbf{13}}{\mathbf{8xR1}}}$$

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R1} + \frac{\boldsymbol{8xR1}}{\boldsymbol{13}} = \frac{\boldsymbol{21xR1}}{\boldsymbol{13}} = \frac{\boldsymbol{21x47000}}{\boldsymbol{13}} = \mathbf{75923.07\Omega} \qquad \boldsymbol{R = 75923\Omega}$$

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