

# تحليل الدارات الكهربائية

## المقاومة المكافئة

في تركيب على التوازي  
وتركييب على التسلسل



## قاسم التوتر [مجزئ الجهد]

التعريف بلقنن + تمرين تطبيقي



## قاسم التيار

التعريف بلقنن + تمرين تطبيقي



## ربط المقاومات

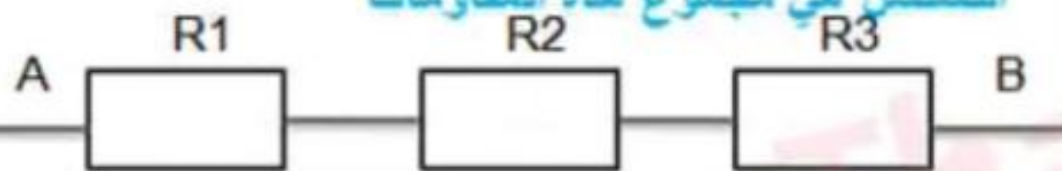
ربط المقاومات على التسلسل  
ربط المقاومات على التوازي



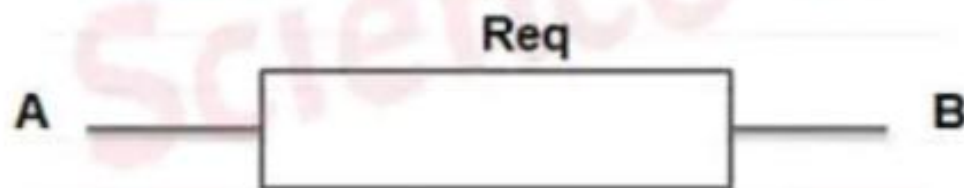
# المقاومة المكافئة

الربط على التسلسل

المقاومة المكافئة لعدة مقاومات مربوطة على التسلسل هي مجموع هذه المقاومات



$$Req = R1 + R2 + R3$$



$$Req = R1 + R2 + R3 \dots Rn$$

الربط على التفرع التوازي  
عند الربط على التوازي فإن التوتورات متساوي

$$U1 = U2 = U3$$

$$Pq = P1 + P2 + P3$$



$$I = I1 + I2 + I3$$

في الربط على التفرع

$$I = I1 + I2 + I3$$

$$U = U1 = U2 = U3$$

$$PG = P1 + P2 + P3$$

$$PG = U1 \cdot I1 + U2 \cdot I2 + U3 \cdot I3$$

$$PG = U(I1 + I2 + I3)$$

حسب قانون أوم :

$$U = R \cdot I$$

$$P_G = U(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$U \cdot I_t = U(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$U \cdot U = U \cdot (U + U + U)$$

$$\frac{U^2}{R_{eq}} = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} + \frac{U^2}{R_3}$$

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

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

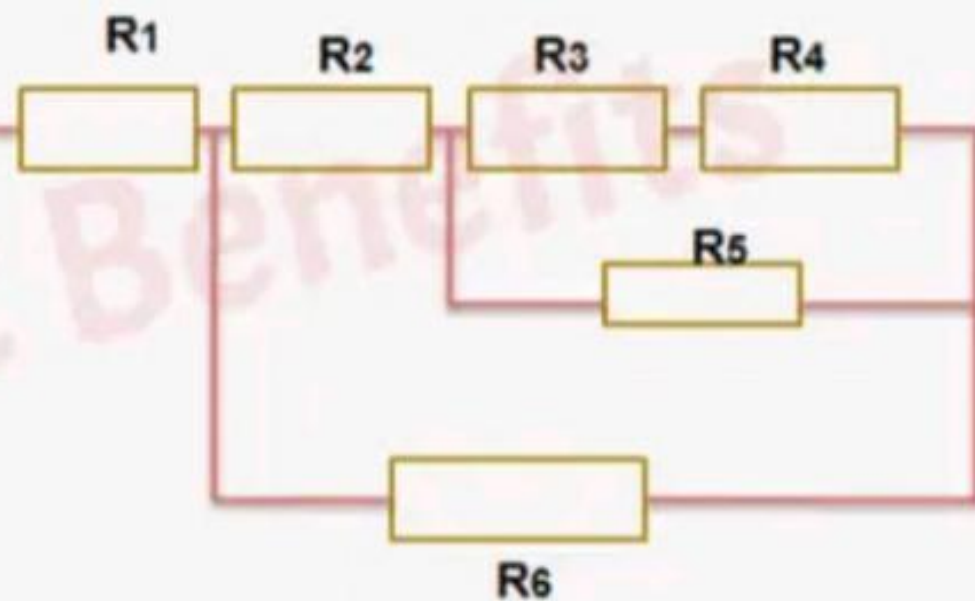
$$1 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

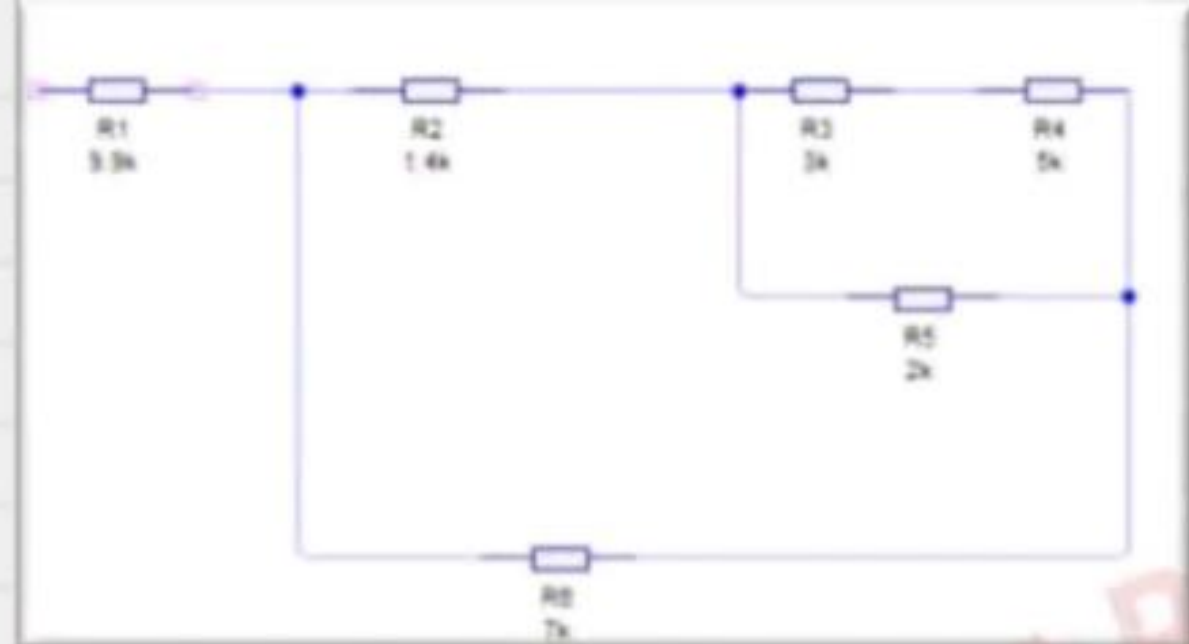
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

تمرين :

أوجد المقاومة المكافئة ؟



$R_1 = 9.9 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 1.4 \text{ k}\Omega$  ;  $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$  ;  $R_4 = 5 \text{ k}\Omega$  ;  $R_5 = 2 \text{ k}\Omega$  ;  $R_6 = 7 \text{ k}\Omega$

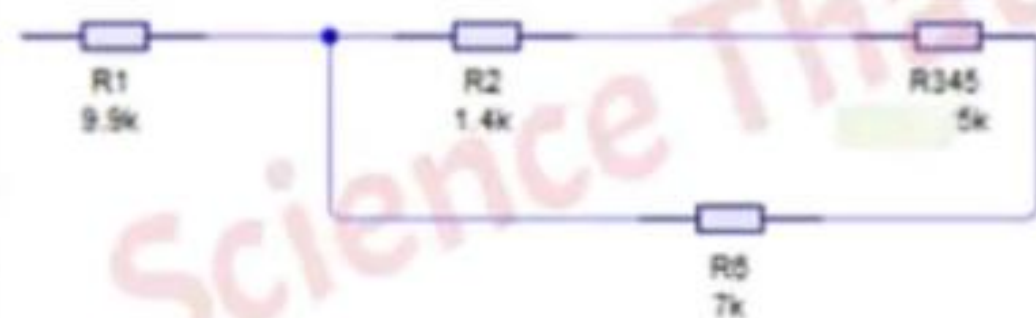


$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_3 + R_4} + \frac{1}{R_5}$$

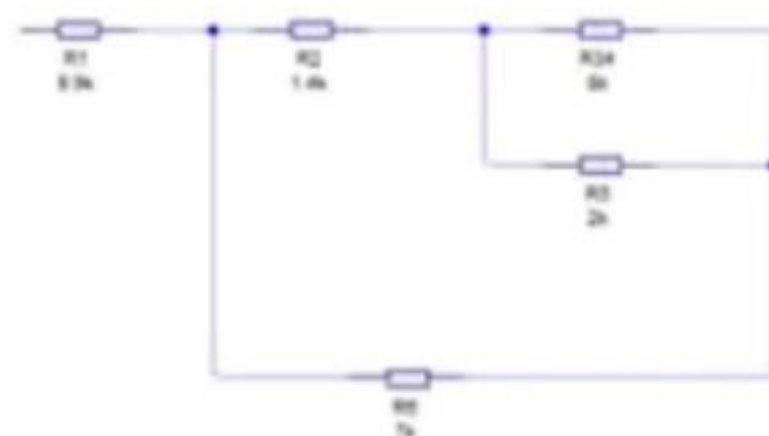
$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{3+5} + \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{5}{8} \Rightarrow R' = 8/5 \text{ k}\Omega$$

$$R'' = R' + R = \frac{8}{5} + 1.4 = 3 \text{ k}\Omega$$



$$\frac{1}{R'''} = \frac{1}{3} + \frac{1}{7} = 2.1 \text{ K}\Omega$$







**PS: في الربط على**  
**التسلسل المقاومة المكافئة**  
**تكون أكبر من أكبر**  
**مقاومة، أما في الربط على**  
**التفرع المقاومة المكافئة**  
**تكون أصغر من أصغر**

## VOLTAGE Divider قاسم التوتر

نستعمل هذه القاعدة في تركيب يحتوي على مقاومات مربوطة على التسلسل "أي يسري نفس التيار"

$$V_{OUT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

ملاحظة في حالة وجود مقاومة مربوطة على التوازي مع  $R_2$  نحسب أولاً المقاومة المكافئة لـ  $R$  و  $R_2$  ثم نطبق القاعدة

$$V_{OUT} = \frac{R_{eq}}{R_1 + R_{eq}} \cdot V_{in}$$

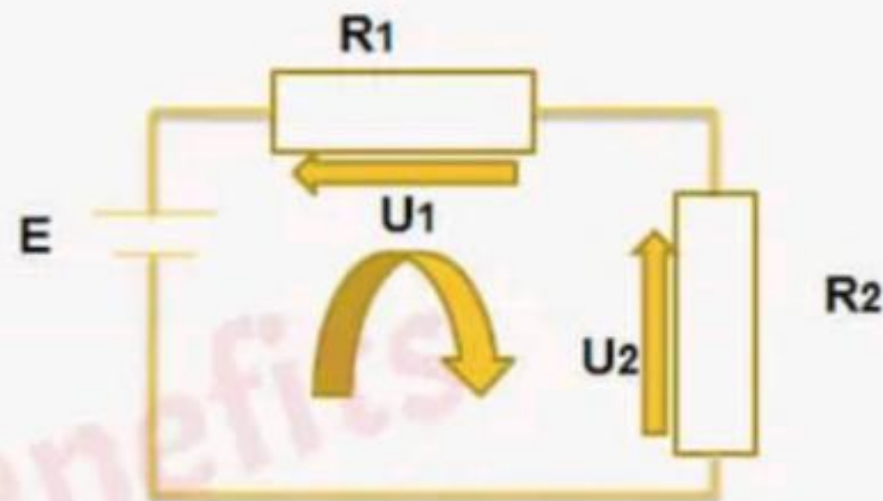
البرهان:

لتكن الدارة الموضحة بالشكل المقابل

أوجد عبارة التوتر  $U_2$  المطبق بين طرفي المقاومة  $R_2$  بدلالة التيار  $I$

أوجد عبارة  $E$  بدلالة  $R_1, R_2$  و  $I$  بتطبيق قانون العروات

أوجد العبارة  $U_2$  بدلالة  $E$



1. حسب قانون أوم  $U_2 = R_2 \times I$

$$E - U_1 - U_2 = 0$$

$$E - R_1 \cdot I - R_2 \cdot I$$

$$E = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I \dots\dots\dots (2)$$

$$E = I(R_1 + R_2)$$

$$U_2 = R_2 \cdot I \dots\dots\dots 1.$$

$$E = I(R_1 + R_2) \dots\dots\dots 2.$$

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

نعوض I في 1

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E$$

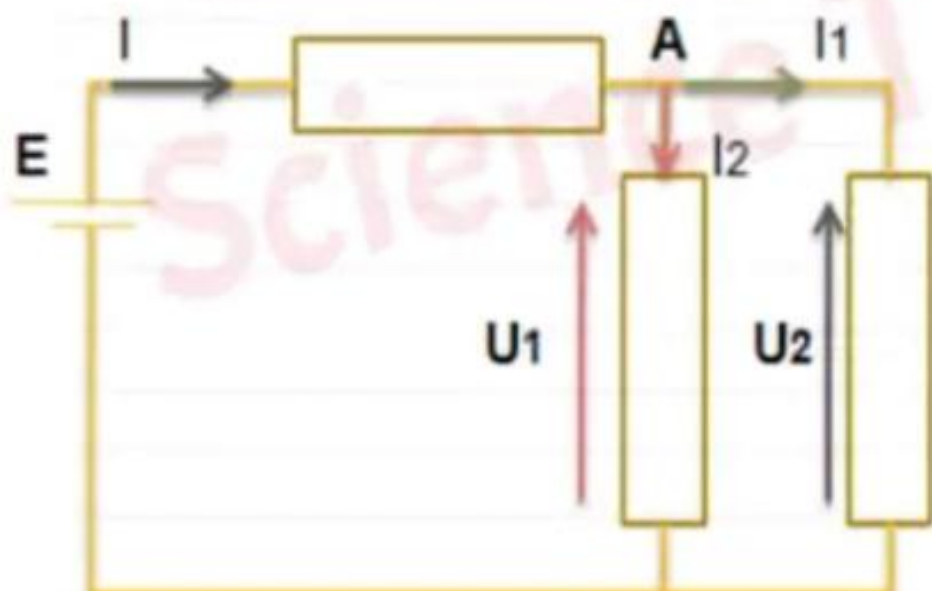
تسمى هذه العلاقة بقاسم التوتر والتي  
تستنتج من تطبيق قانون كيرشوف  
وتطبق في التمارين بدون برهان

## قاسم التيار

تستعمل هذه القاعدة في تركيب يحتوي على مقاومتين مربوطين على التوازي .

$$I_2 = R_1 \cdot I$$

$$R_1 + R_2$$



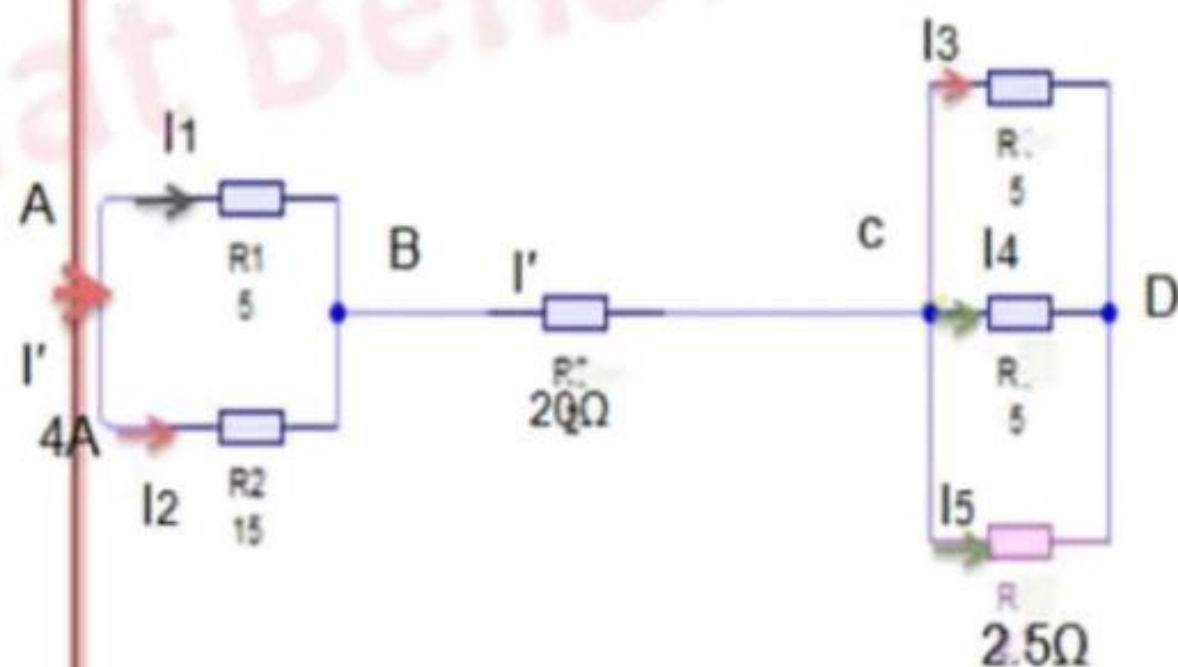
## تمرين شامل:

أحسب قيمة التيارات  $I_1, I_2, I_3, I_4$

التوتر  $V_{BD}$  بين النقطتين B و D

المقاومة المكافئة لتتالي القطب بين D و B

المقاومة المكافئة بين النقطتين D و A





بما أن المقاومتين R3 و R4 متساويتين فإن:

$$1 = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$1 = \frac{1}{R'} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5/2}$$

$$1 = \frac{1}{R'} + \frac{2}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5} + \frac{1}{R'}$$

$$1 = \frac{3}{5} + \frac{1}{R'}$$

$$R' = \frac{5}{3} \Omega$$

$$R' = \frac{5}{3} \Omega$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I'$$

$$I_1 = \frac{15}{5 + 15} \cdot 4 = 3 \text{ A}$$

$$I_1 = 3 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_2 + R_1} \cdot I'$$

$$I_2 = \frac{5}{15 + 5} \cdot 4 = 1 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{R'}{R_3 + R'} \cdot I' = \frac{5/3}{5 + 5/3} \cdot 4 = 1 \text{ A}$$

$$I_3 = I_4 = 1 \text{ A}$$

حساب I5

حسب قانون العقد

$$I' = I_3 + I_4 + I_5$$

$$4 = 1 + 1 + I_5$$

## $V_{BD}$ حساب التوتر

$U = R \cdot I$  حسب قانون أوم

حساب المقاومة المكافئة

$$\begin{aligned} R_{BD} &= R_{BC} + R_{CD} \\ &= 20 + \frac{5}{4} \\ &= 80 + 5 = 21.25 \, \Omega \end{aligned}$$

المقاومة المكافئة لثنائي القطب AB

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{5} + \frac{1}{15} = \frac{3}{15} + \frac{1}{15} = \frac{4}{15}$$

$$R_{AB} = 3.75 \, \Omega$$

$$\begin{aligned} R_{AD} &= R_{AB} + R_{BC} + R_{CD} \\ &= 3.75 + 20 + \frac{5}{4} = 25 \, \Omega \end{aligned}$$

$$= 3.75 + 20 + 1.25 = 25 \, \Omega$$

$$V_{BD} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD}$$

$$V_{AB} = 3.75 \, V$$

$$V_{BD} = V_{BC} + V_{CD}$$

$$\begin{aligned} V_{BC} &= R_{BC} \cdot I \\ &= 20 \times 4 = 80 \, V \end{aligned}$$

$$V_{CD} = R_{CD} \cdot I$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{CD}} &= \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \\ &= \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5/2} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{4}{5}$$

$$R_{CD} = \frac{5}{4}$$

$$V_{CD} = \frac{5}{4} \times 4$$

$$V_{CD} = 5 \, V \longrightarrow V_{BD} = 80 + 5 = 85 \, V$$