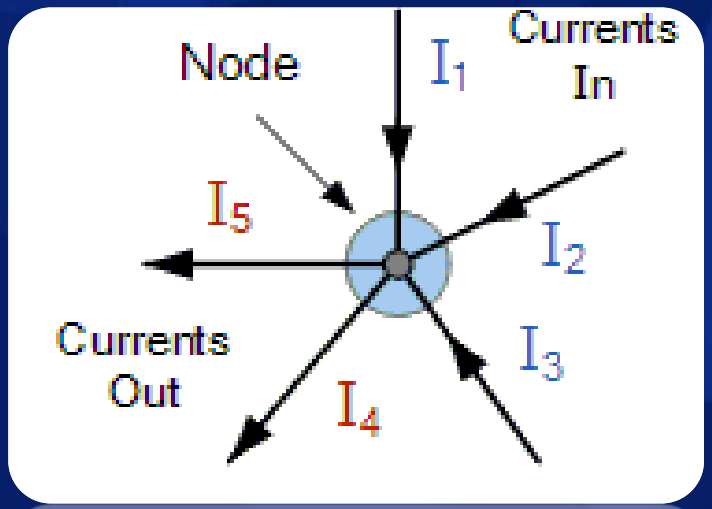
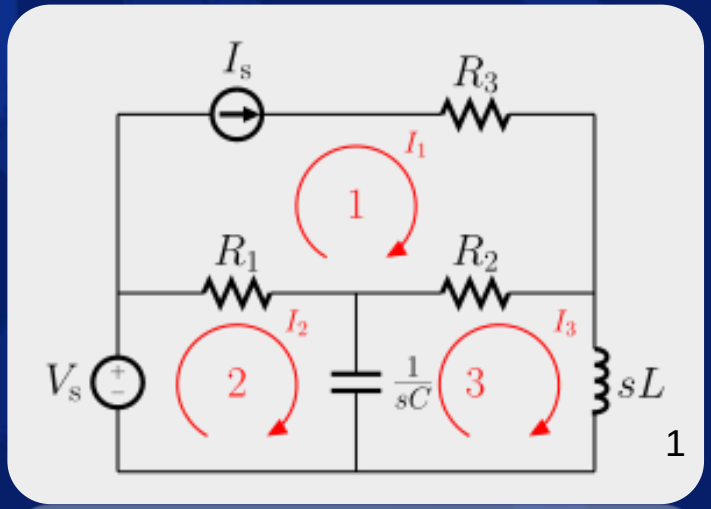
Laws of Electricity الفصل الثاني: قوانين الكهرباء

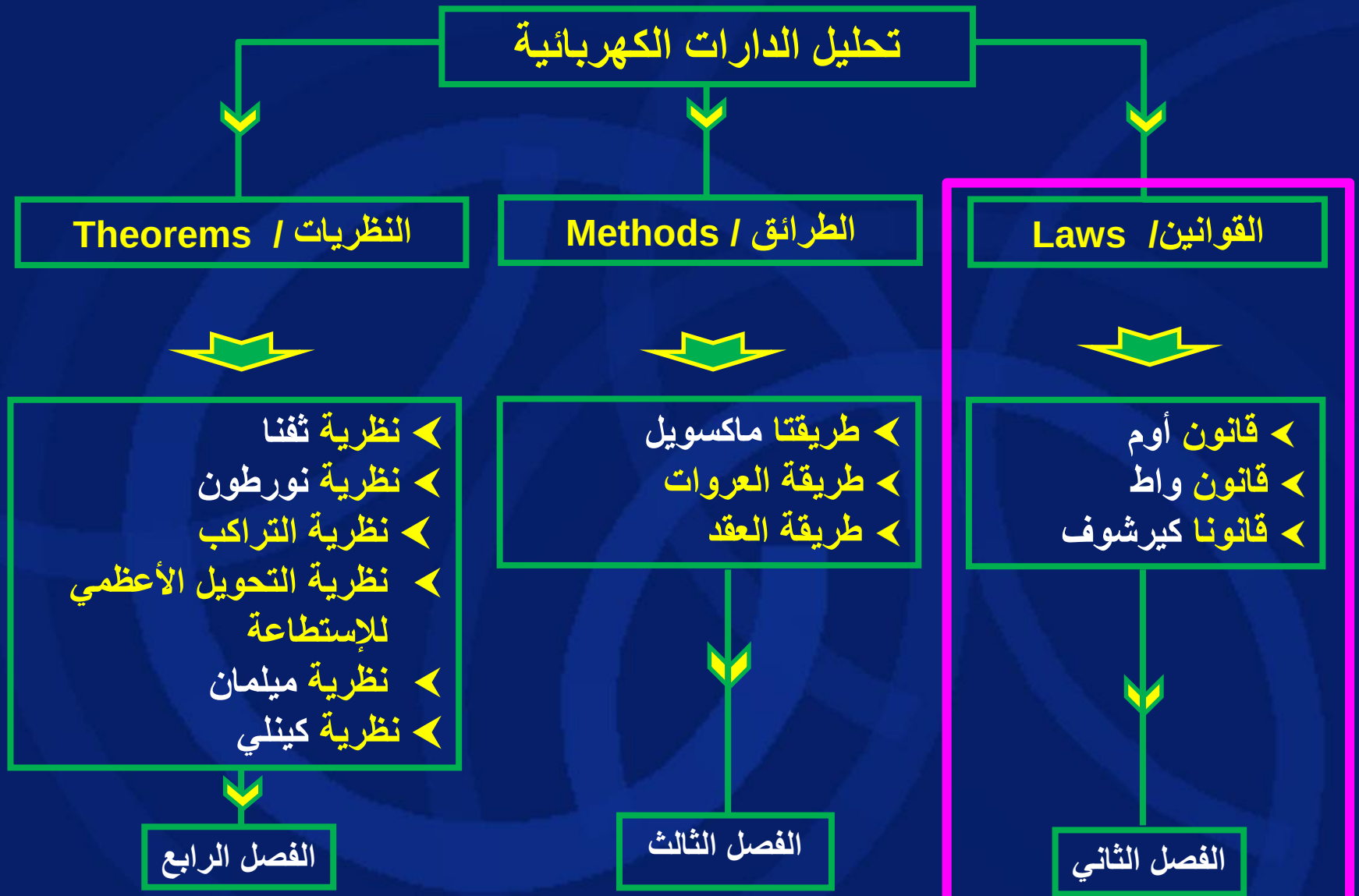
Pr. Ismail BOUDJAADAR
Department of Physics
University Frères MENTOURI-Constantine 1

e. mail: Sboudjadar@yahoo.fr
Mobile: **05 51 24 17 35**





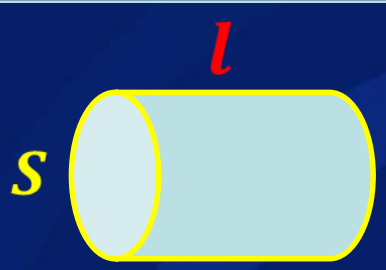
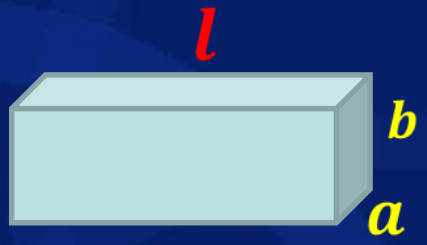
- **تحليل الدارات الكهربائية:** لتحليل الدارات الكهربائية هناك ثلاثة خيارات، لكل خيار إيجابياته و سلبياته



www.free-power-point-templates.com

1. قانون أوم / Ohm's Law

جورج أوم- ألماني
1854 - 1789

	
$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ ①	$R = \rho \cdot \frac{l}{a \times b}$ ②

❑ تغير مقاومة معدن بدلالة درجة الحرارة: $R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$

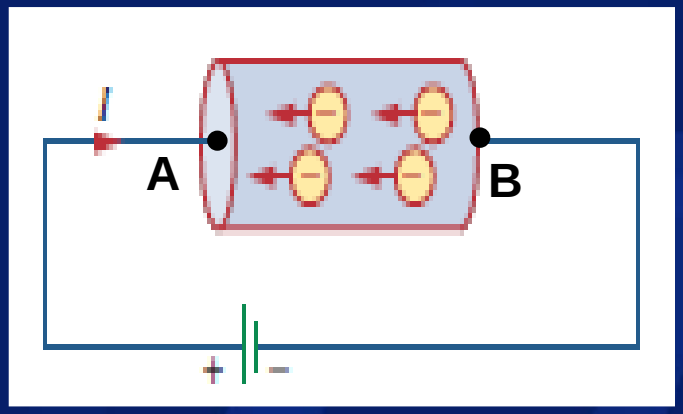
R_0: مقاومة المعدن عند درجة الحرارة T_0 (الغرفة عادة)

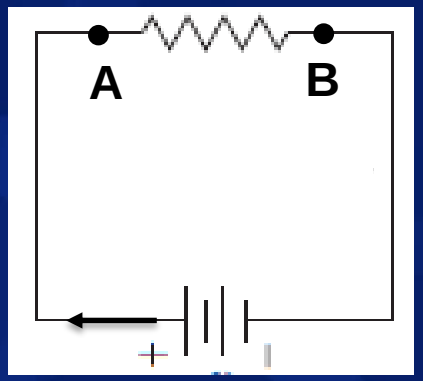
α: معامل درجة الحرارة (يعبر عن النسبة المئوية لتغير المقاومية مع درجة الحرارة.

لاحظ أن المقاومة تتغير خطيا مع درجة الحرارة

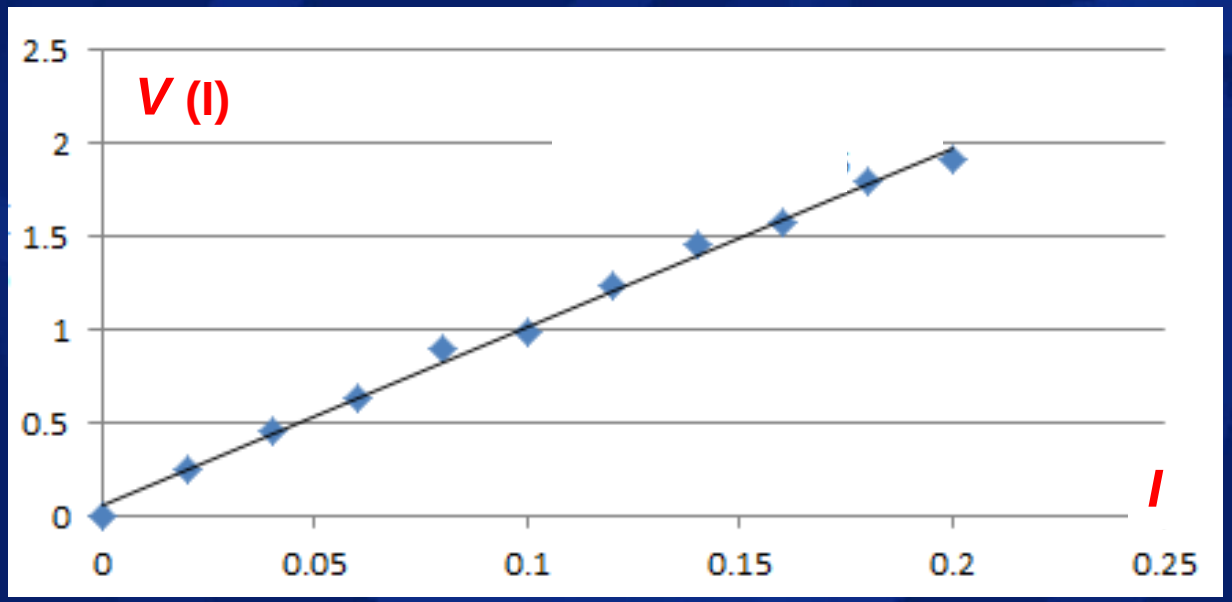
-power-point-templates.com

❖ قانون أوم قانون تجريبي يربط بين التيار I و الكمون V و المقاومة R





I (A)	V_{AB} (V)
0	0
0,05	0,5
0,1	1
0,15	1,5
0,2	2



$$[R] = \frac{[V]}{[I]} = \frac{V}{A} = \Omega$$

$V_{AB} \propto I \Rightarrow V_{AB} = RI$

③

$$R = tan\alpha = \Delta V / \Delta I$$

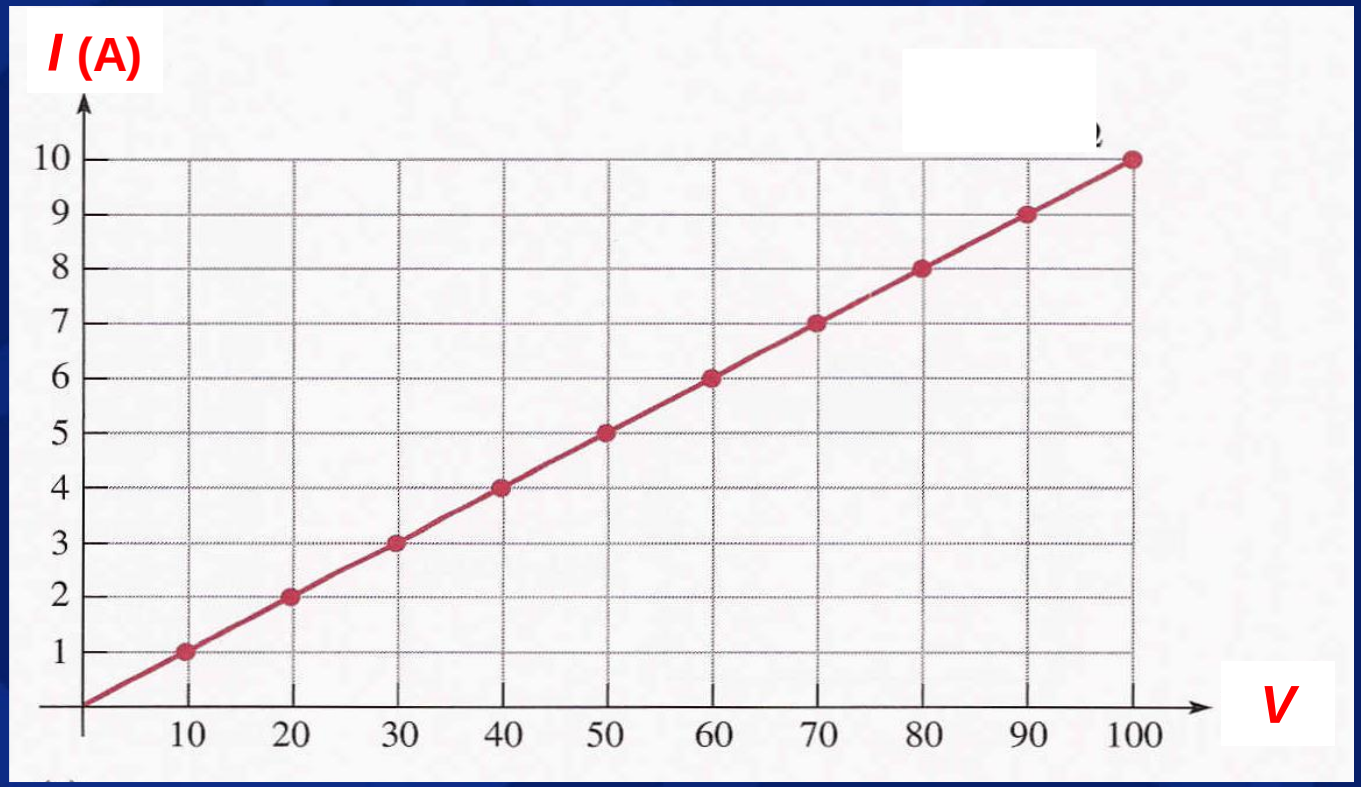
2.الناقلية أو السماح The conductance : من العلاقة ③

$$V = RI \Rightarrow I = \frac{1}{R}V = GV$$

④

- تقاس الناقلية بالسيمنس $S=\Omega^{-1} = \mho$

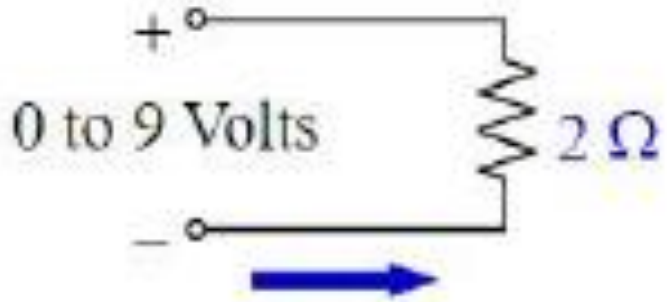
V	I
10 V	1 A
20 V	2 A
30 V	3 A
40 V	4 A
50 V	5 A
60 V	6 A
70 V	7 A
80 V	8 A
90 V	9 A
100 V	10 A

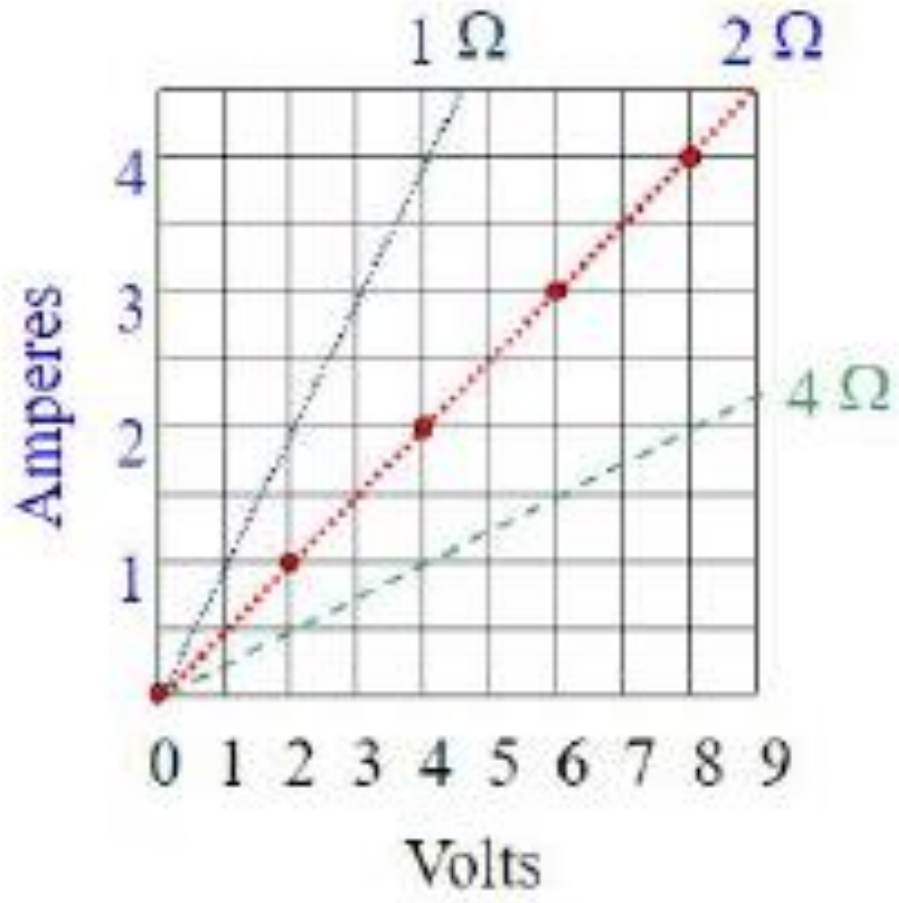


$$G = tan\alpha = \frac{\Delta I}{\Delta V}$$

www.free-power-point-templates.com

❖ تطبيق





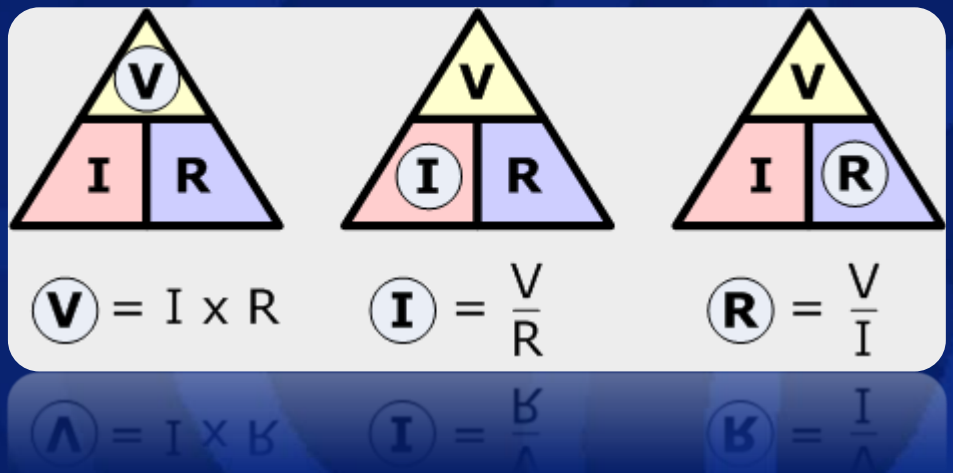
www.free-power-point-templates.com

❖ الإستطاعة

2. قانون واط / Watt's Law

$$P = V \times I$$

من قانون أوم:



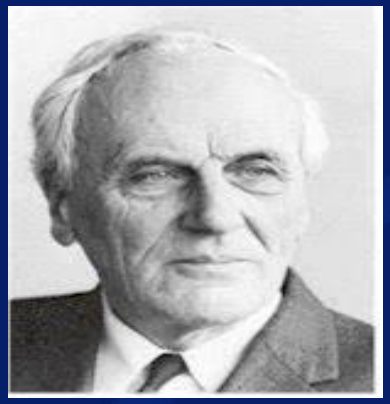
$$P = V \times I = R \times I^2 = \frac{V^2}{R}$$

جيمس واط -أسكوتلندي

1819 - 1736

www.free-power-point-templates.com

نظرية تلجن *Tellegen's Theorem*



- **إنحفاظ الطاقة:** كل الدارات الكهربائية تخضع لمبدأ إنحفاظ الطاقة

Bernard D.H. Tellegen
(1900 –1990)

نص النظرية: مجموع الإستطاعات الممتصة و المقدمة من قبل عناصر دارة كهربائية تساوي الصفر،

$$\sum_i P_i = \sum_i V_i \times I_i = 0$$

الاستطاعة المقدمة من قبل العناصر الفعالة (المولدات)
=
الاستطاعة المستقبلة (الممتصة) من قبل العناصر الخاملة

$$\sum_i (P_i)_{\text{الممتصة}} = -\sum_i (P_i)_{\text{المقدمة}}$$

www.free-power-point-templates.com

2. 2. تصنيف العناصر من الناحية الطاقوية

الاستطاعة

The power

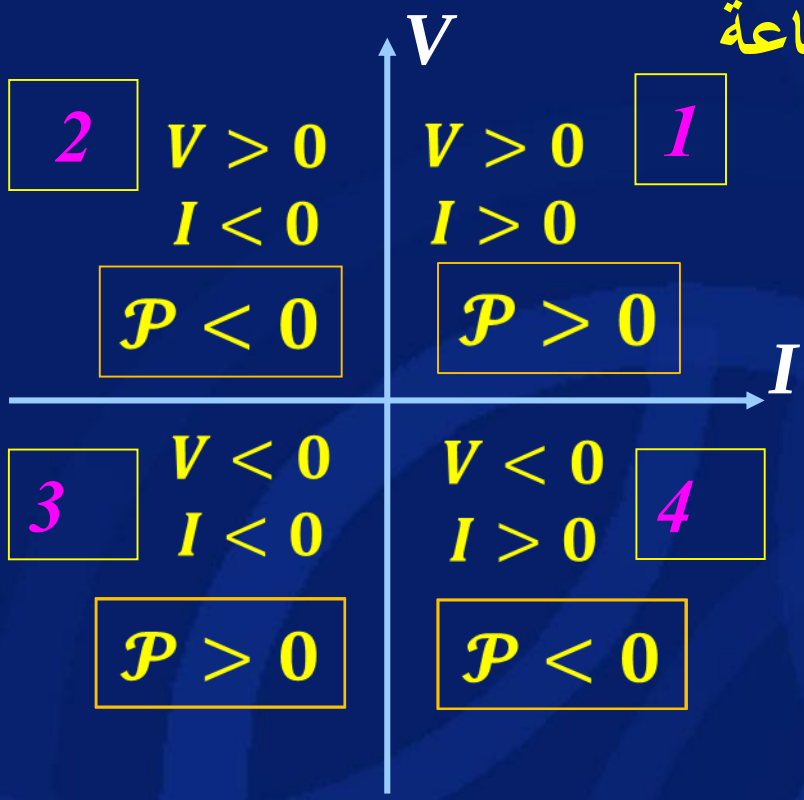
$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq}\frac{dq}{dt}$$

$$P = Vi$$

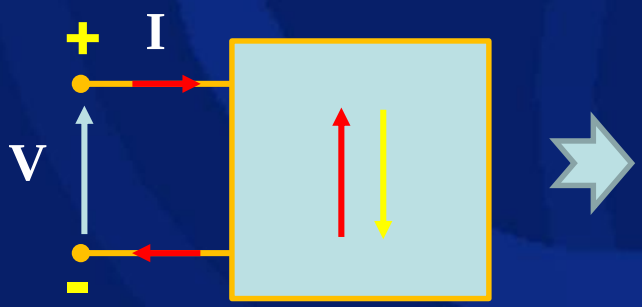
$P = Vi > 0$	$P = Vi = 0$	$P = Vi < 0$
عنصر مستقبل (العناصر الخاملة)	عنصر لا طاقوي (القصر و الفتح)	عنصر مولد "مقدم" (العناصر الفعالة)

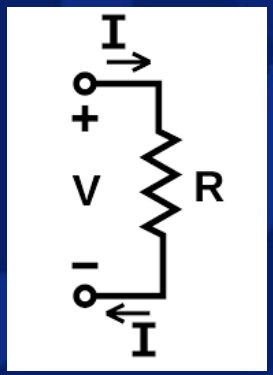
www.free-power-point-templates.com

إصطلاحات: عنصر ماص أومقدم للإستطاعة



ب. عنصر ماص (عنصر خامل)

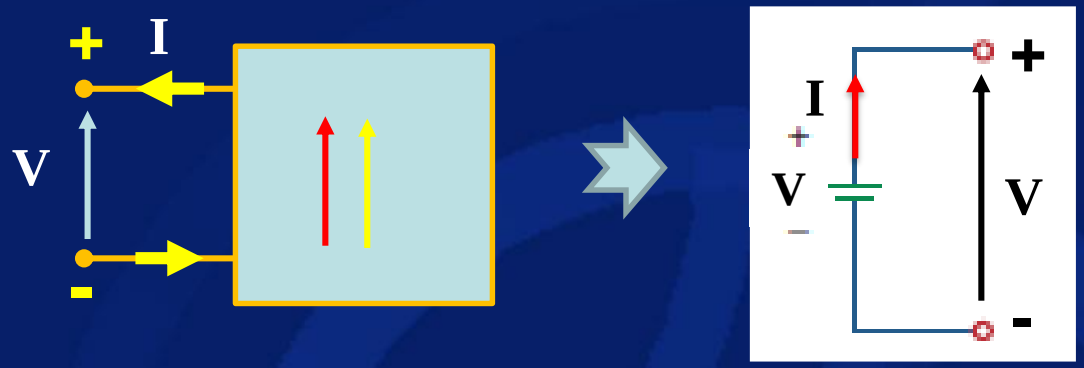




$$\mathcal{P} = +VI > 0$$

www.free-power-point-templates.com

ب. عنصر مقدم أو مولد (عنصر فعال)



$$\mathcal{P} = -VI < 0$$

2. 3. الطاقة الكهربائية:

$$\mathcal{P} = \frac{dW}{dt} \Rightarrow dW = \mathcal{P}dt \Rightarrow W = \int_0^t \mathcal{P}dt$$

حالة خاصة:

في شبكات التيار المستمر ، تكون الإستطاعة ثابتة

$$\mathcal{P} = \mathrm{V} \times I = cte$$

و منه الطاقة:

$$W = \mathcal{P}\mathrm{t} = \mathrm{VIt}$$

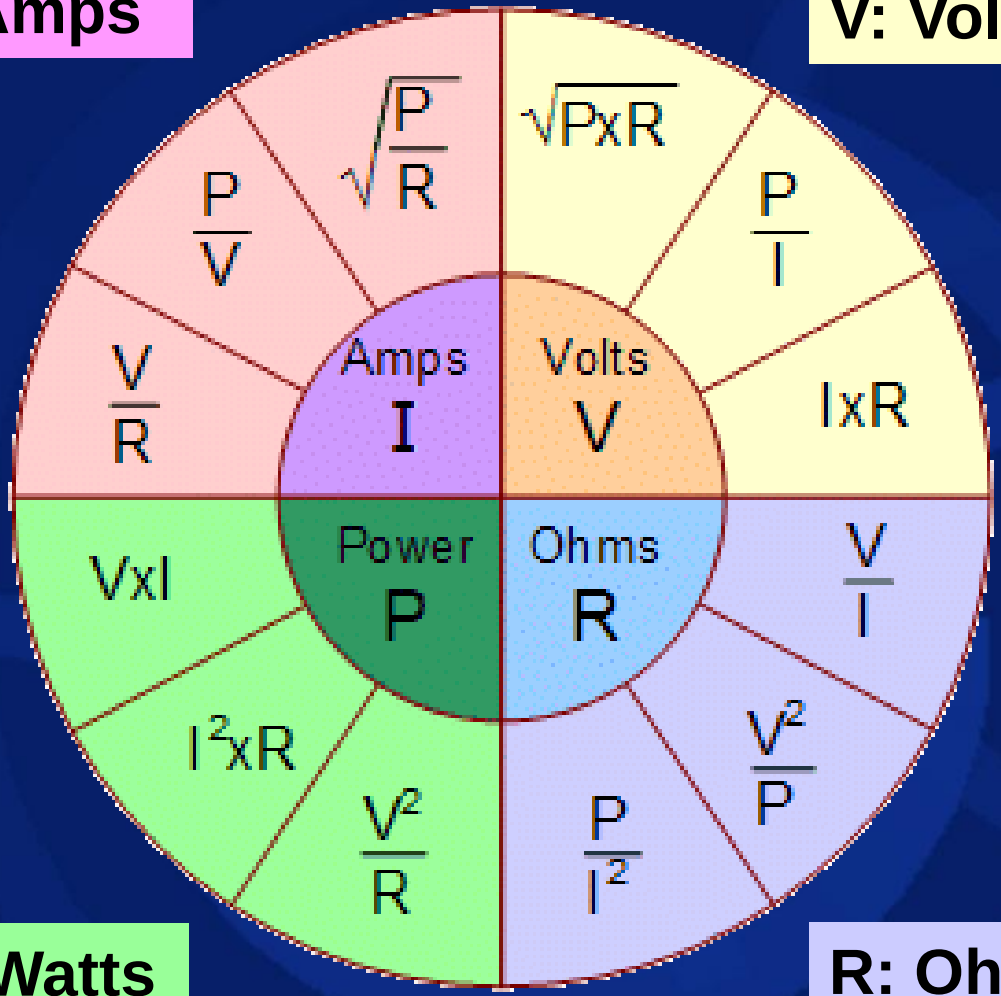
تقاس الطاقة حينها: بالكيلوواط ساعي

wer-point-templates.com

ملخص: P, I, R, V

I: Amps

V: Volts



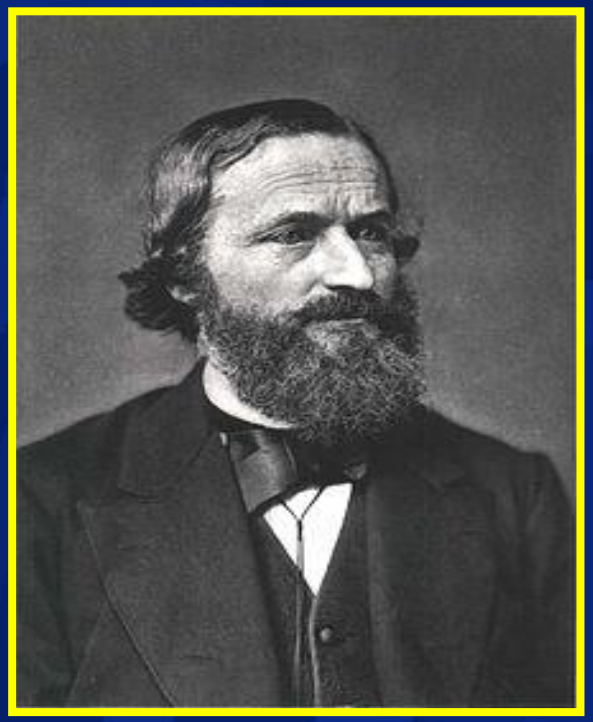
بدلالة السماح G
$V = \frac{1}{G} I$
$I = GV$
$P = VI = GV^2 = \frac{I^2}{G}$

P: Watts

R: Ohms

www.free-power-point-templates.com

3. قانونا كيرشوف
Kirchhoff’s Laws

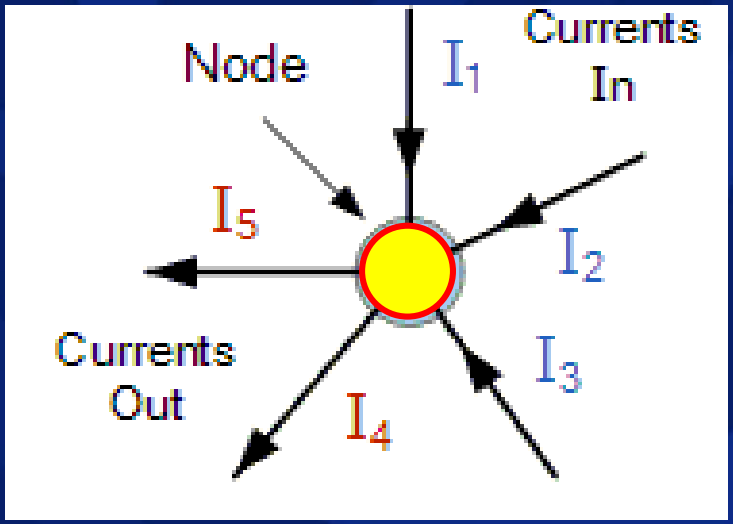


Gustav Robert Kirchhoff (né en1824 en Prusse et décédé en1887)

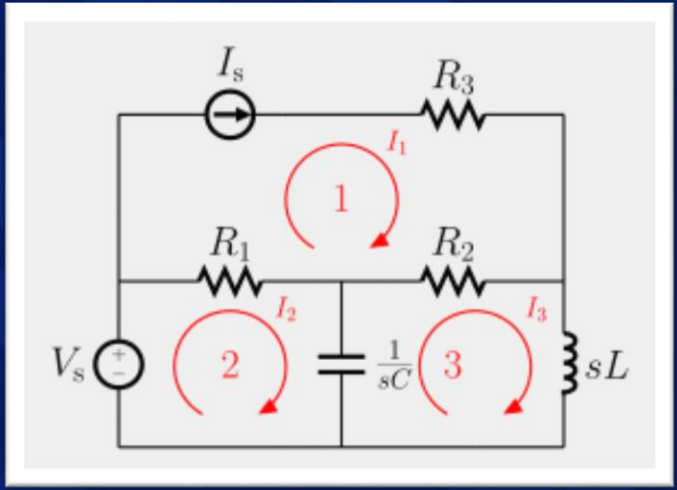
www.free-power-point-templates.com

3. قانونا كيرشوف

قانون العقد (التيارات)
Kirchhoff's current Law (KCL)

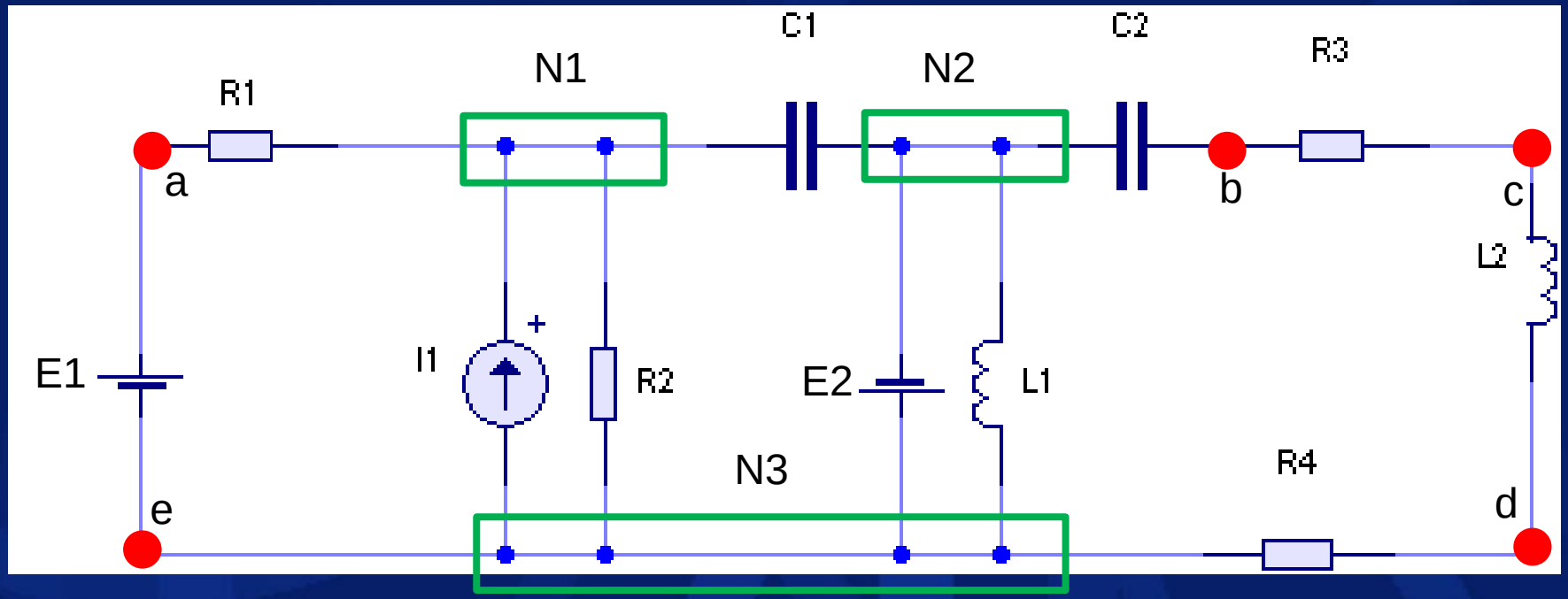


قانون العروات (الكمونات)
Kirchhoff's Voltage Law (KVL)



www.free-power-point-templates.com

طبوغرافيا " تضاريس" الدارة الكهربائية



العقدة / Node هي نقطة تفرق التيار أو نقطة إلتقاء أكثر من فرعين N_1, N_2, N_3

الفرع / Branch هو جزء الدارة الواقع بين عقدتين و قد يكون بسيطا أو مركبا

العروة / Loop / Mesh كل مسلك مغلق يتكون من مجموعة من العناصر

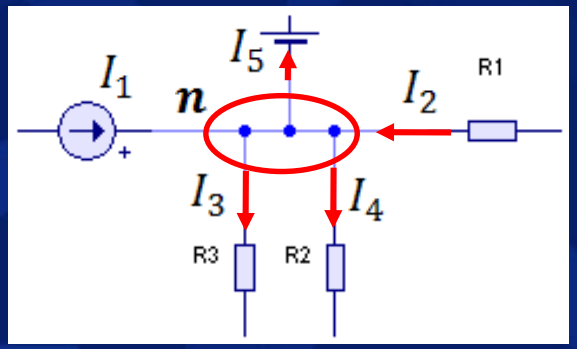
www.free-power-point-templates.com

Kirchhoff's Laws قانونا كيرشوف

Parallel Circuits دارات التوازي

- قانون التيارات أو العقد:
- النص 1 : المجموع الجبري للتيارات المتصلة بعقدة يساوي الصفر.

توضيح:



$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

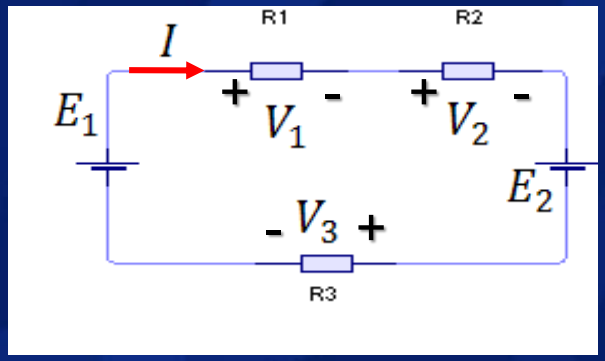
النص 2 : مجموع التيارات الواردة " الداخلة" للعقدة يساوي مجموع التيارات الصادرة " الخارجة"

Series Circuits دارات التسلسل

- قانون الكمونات أو العروات:

النص 1: المجموع الجبري للكمونات في دارة مغلقة يساوي الصفر.

توضيح:



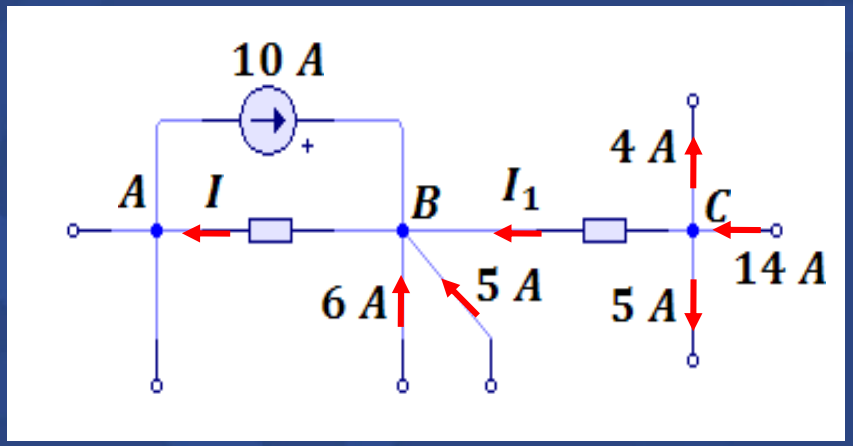
$$E_1 - V_1 - V_2 - E_2 - V_3 = 0$$

$$E_1 - E_2 = V_1 + V_2 + V_3$$

النص 2: المجموع الجبري لكمونات المولدات يساوي مجموع هبوطات الكمون في المقاومات.

www.free-power-point-templates.com

مثال1: جد التيار I في الدارة الآتية



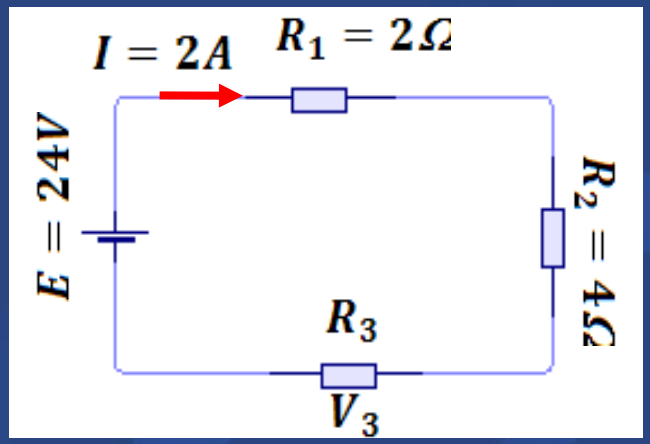
$$\sum_i I_{iE} = \sum_i I_{iS}$$

$$C: 14 = 4 + 5 + I_1 \Rightarrow I_1 = 5\ A$$

$$B: 10 + I_1 + 5 + 6 = I$$

$$\Rightarrow I = 26\ A$$

مثال 2: جد مجاهيل الدارة الآتية



$$\sum_i V_i = 0$$

$$E = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_1 = R_1 I = 4V$$

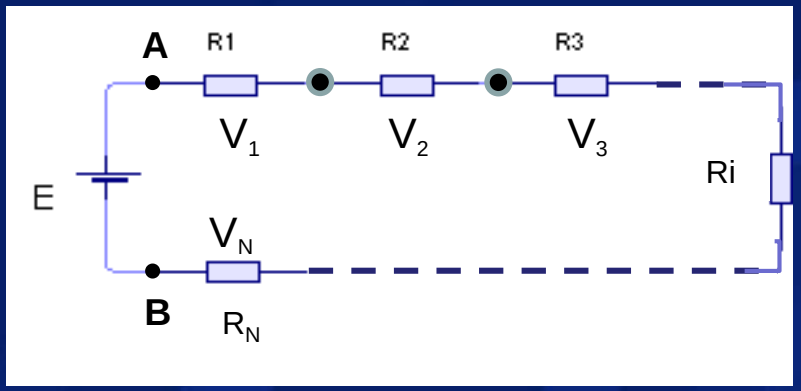
$$V_2 = R_2 I = 8V$$

$$V_3 = 12V = R_3 I \Rightarrow R_3 = 6\Omega$$

www.free-power-point-templates.com

Connections of Resistors ربط (ضم) المقاومات

Series Resistors على التسلسل

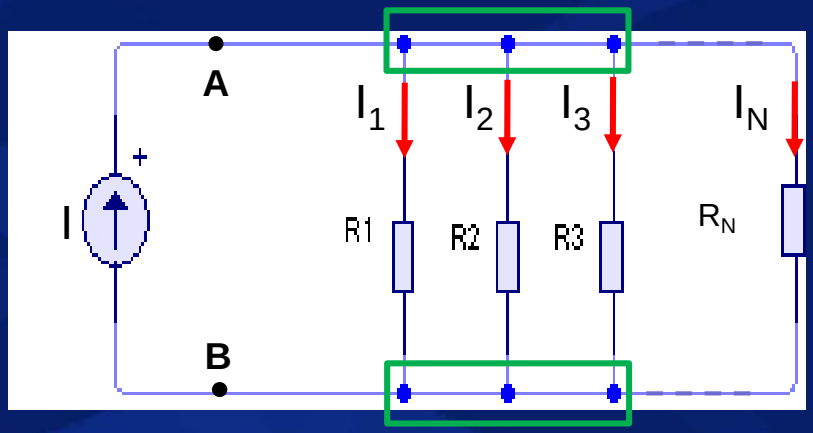


$$R_{eq} = \sum_i R_i = R_1 + R_2 + \cdots R_N$$

ملاحظة: إذا كانت المقاومات كلها متساوية ، فإن:

- $R_{eq} = nR$
- $V_1 = V_2 = \ldots\ldots = V_n$
- $E = V_{AB} = nV_i \ , i = 1,n$
- $V_i = E/n$

Parallel Resistors على التوازي (التفرع)



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots . + \frac{1}{R_N} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \cdots + G_N = \sum_i G_i$$

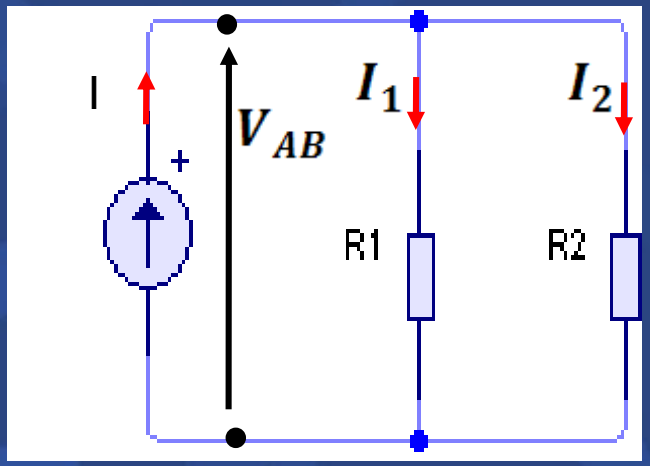
ملاحظة: إذا كانت المقاومات كلها متساوية ، فإن:

- $1/R_{eq} = \frac{n}{R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{n}$
- $I_1 = I_2 = \ldots\ldots = I_n$
- $I = nI_i \ , i = 1,n \qquad I_i = I/n$

www.free-power-point-templates.com

قاعدة قاسم التيار (CDR)
Current Divider Rule

- الحالة العامة: $I_i = \frac{R_{AB}}{R_i} . I$
- الحالة الخاصة: مقاومتين على التوازي



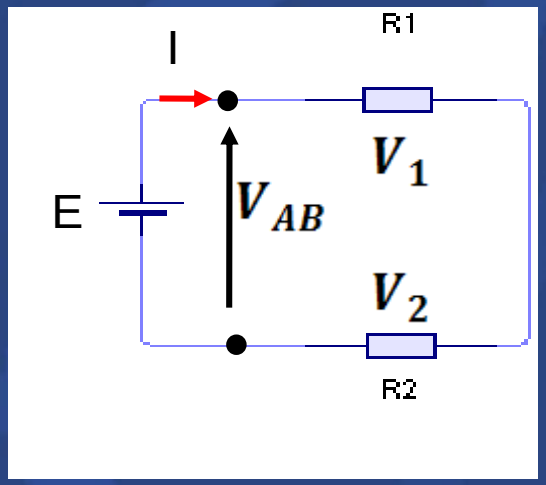
$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} . I \qquad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} . I$$

- بدلالة السماح G :

$$I_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} . I \qquad I_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} . I$$

قاعدة قاسم الكمون (VDR)
Voltage Divider Rule

- الحالة العامة: $V_i = \frac{R_i}{R_{eq}} . V_{AB}$
- الحالة الخاصة: مقاومتين على التسلسل



$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} . V_{AB}$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} . V_{AB}$$

www.free-power-point-templates.com

حالة خاصة

- قاسم التيار(CDR)
- إذا كانت المقاومتين المربوطتين على التوازي متساويتين، فإن:

$$I_! = I_2 = \frac{I}{2}$$

- قاسم الكمون (VDR)
- إذا كانت المقاومتين المربوطتين على التسلسل متساويتين، فإن:

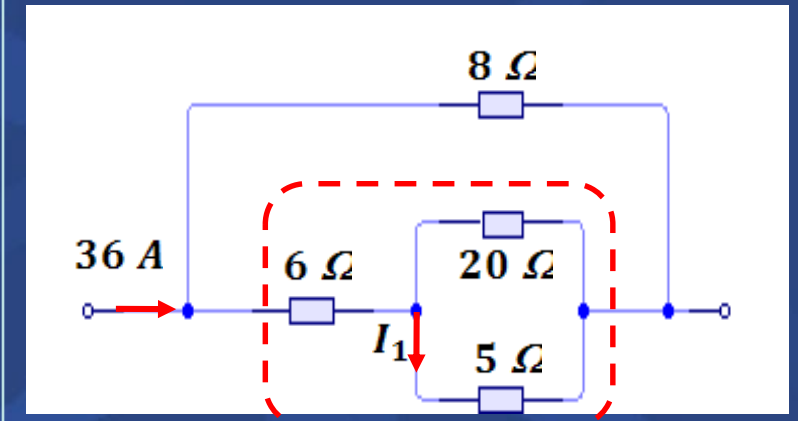
$$V_1 = V_2 = \frac{V}{2}$$

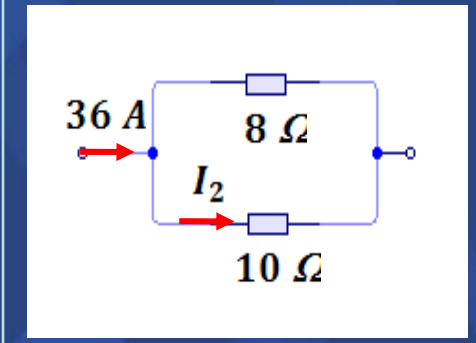
www.free-power-point-templates.com

تطبيقات

1. قاسم التيار(CDR)

جد التيار I_1





المقاومة المكافئة R_{eq1}

R_{eq1} =

(20 //5)+6= 10Ω

- قاسم التيار

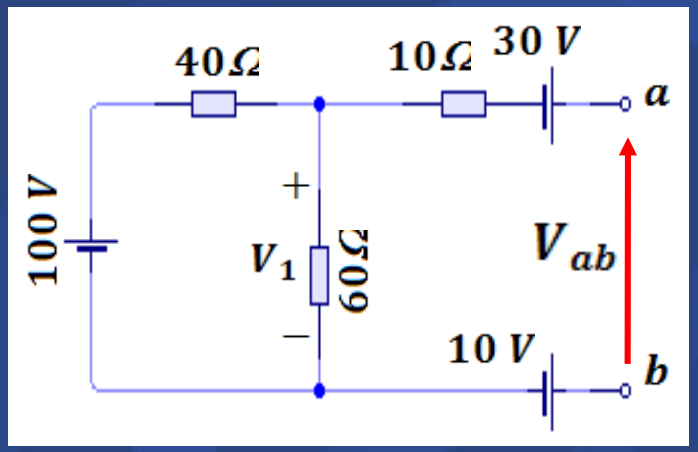
$$I_2 = \frac{8}{10+8}.36 = 16\ A$$

- قاسم التيار

$$I_1 = \frac{20}{20+5}.I_2 = 12.8\ A$$

2. قاسم الكمون (VDR)

جد الكمون V_{ab}



- قاسم الكمون:

$$V_1 = \frac{60}{60+40}.100 = 60\ V$$

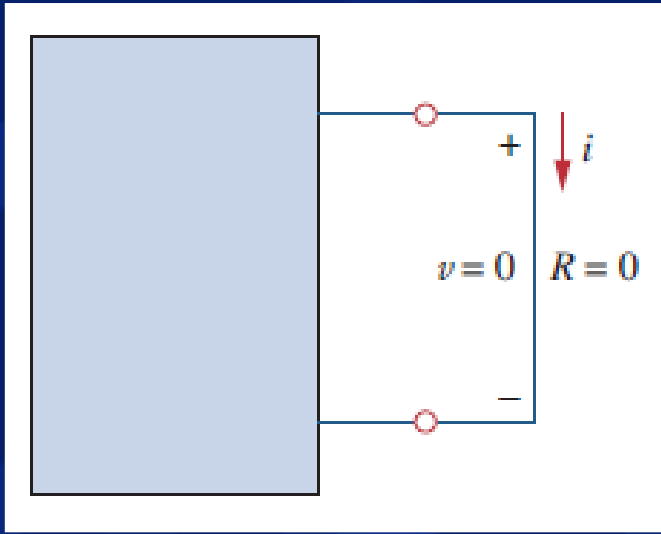
- من قانون العروات:

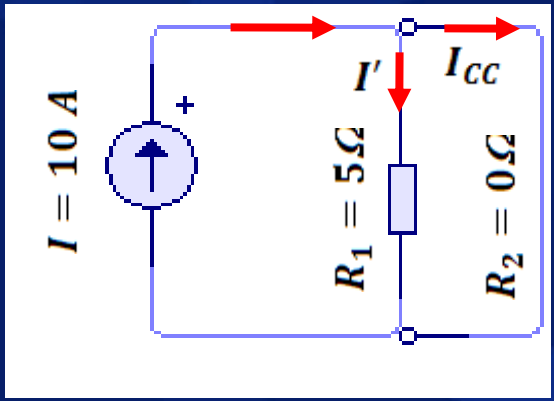
$$V_{ab} - 30 - V_1 + 10 = 0$$

$$\Rightarrow \quad V_{ab} = 80\ V$$

www.free-power-point-templates.com

Short circuit / مفهوم القصر





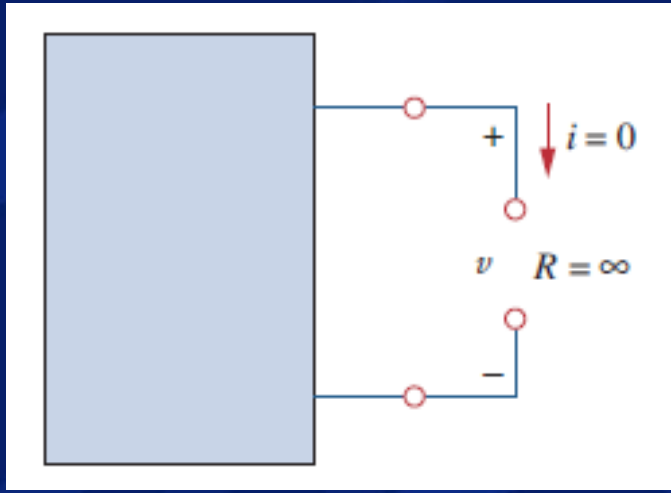
- من قاعدة قاسم التيار

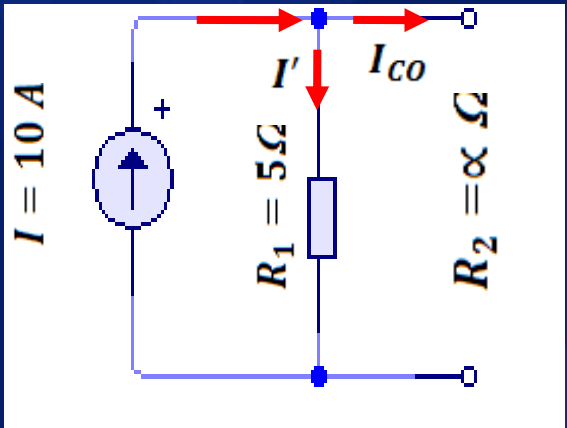
$$I_{cc} = \frac{R_1}{R_1 + 0} . I = \frac{5}{5 + 0} . 10 = 10A$$

$$I' = \frac{R_2}{R_1 + 0} . I = \frac{0}{5 + 0} . 10 = 0A$$

www.free-power-point-templates.com

مفهوم الفتح/ Open circuit





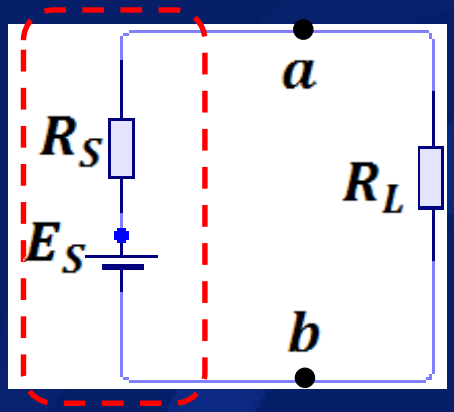
- من قاعدة قاسم التيار

$$I' = \frac{R_2}{R_2 + R_1} . I = I = 10A$$

$$I_{co} = \frac{R_1}{R_2 + R_1} . I = 0A$$

www.free-power-point-templates.com

تبديل (تحويل) المولدات: التكافؤ ثفنا – نورطون
SourcesTransformation



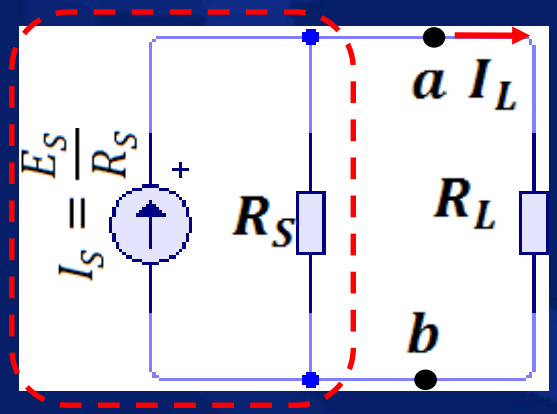
$$E_S - (R_S + R_L)I_L = 0$$

$$\Rightarrow I_L = \frac{E_S}{R_S + R_L} = \frac{E_S\left(\frac{R_S}{R_S}\right)}{R_S + R_L} = \frac{R_S\left(\frac{E_S}{R_S}\right)}{R_S + R_L}$$

نضع:

$$I_S = \left(\frac{E_S}{R_S}\right)$$

$$I_L = \frac{R_S}{R_S + R_L} I_S$$

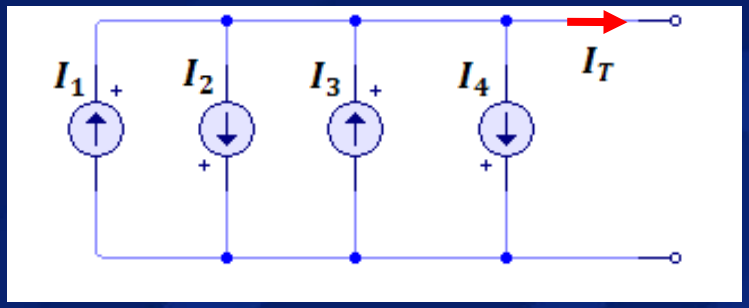


و هي قاعدة قاسم التيار للشكل المقابل

www.free-power-point-templates.com

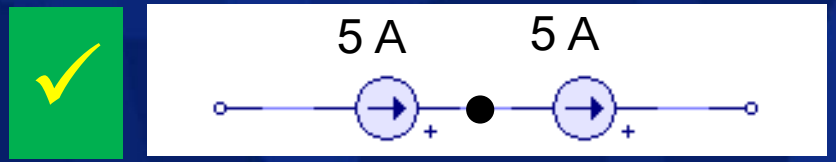
ربط مولدات التيار
Current Source Connections

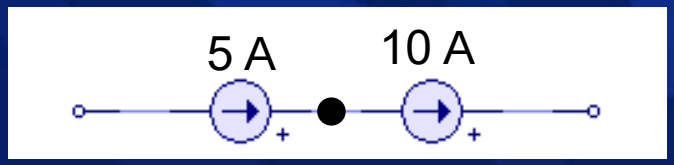
الربط على التوازي



$$I_T = I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = (I_1 + I_3) - (I_2 + I_4)$$

الربط على التسلسل

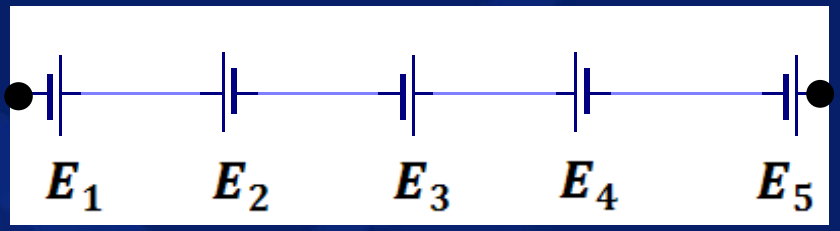




No

ربط مولدات الكمون
Voltage Source Connections

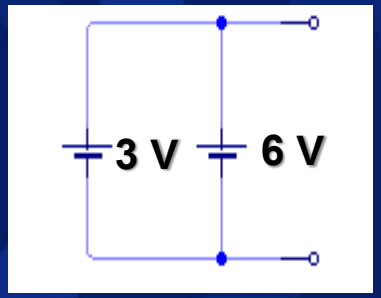
الربط على التسلسل



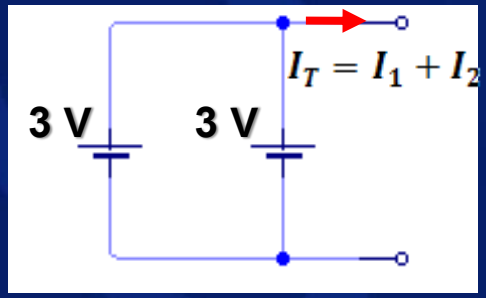
$$E_T = E_1 - E_2 + E_3 - E_4 + E_5$$

$$E_T = (E_1 + E_3 + E_5) - (E_2 + E_4)$$

الربط على التوازي



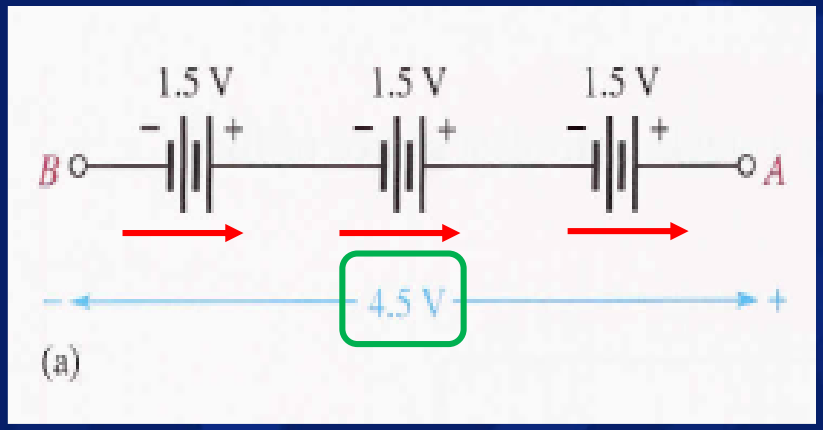
No

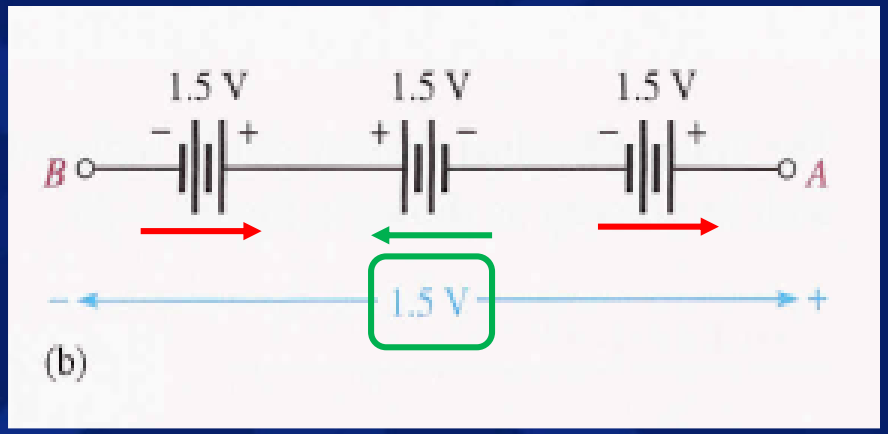


www.free-power-point-templates.com

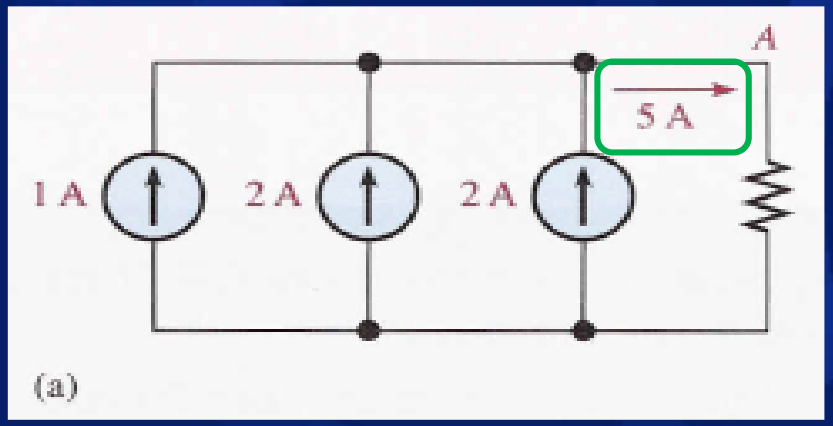
Examples /أمثلة

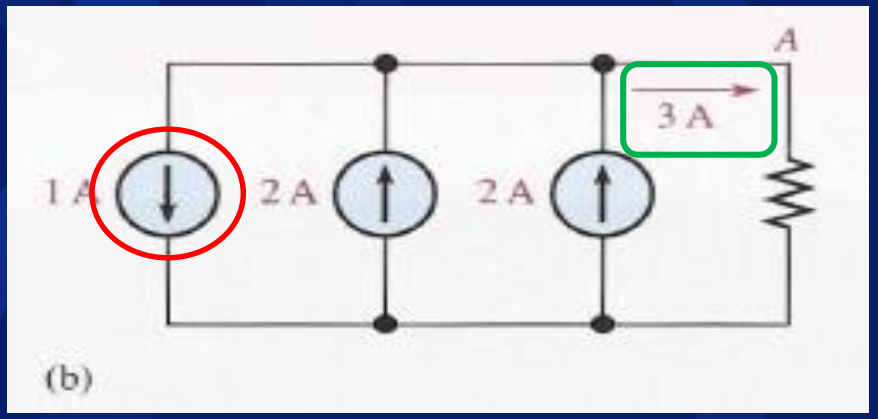
.1





.2

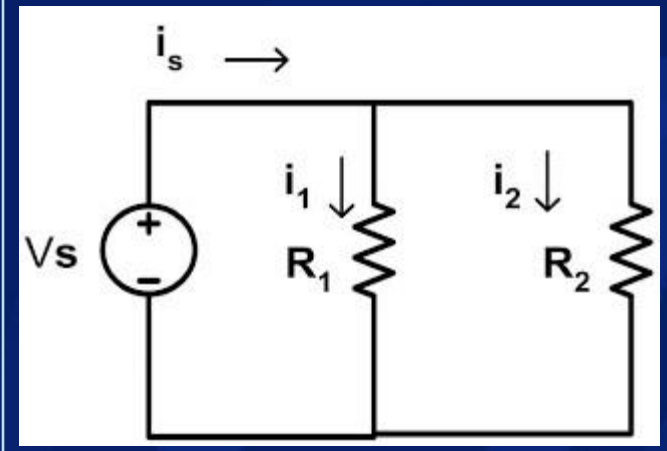




www.free-power-point-templates.com

❖ Summary / ملخص

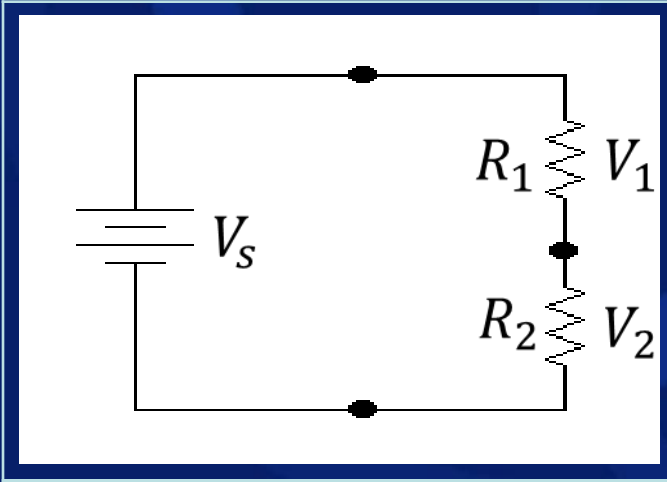
1. قاسم التيار



$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i_s \qquad i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i_s$$

$$i_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} i_s \qquad i_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} i_s$$

2. قاسم الكمون (التوتر)

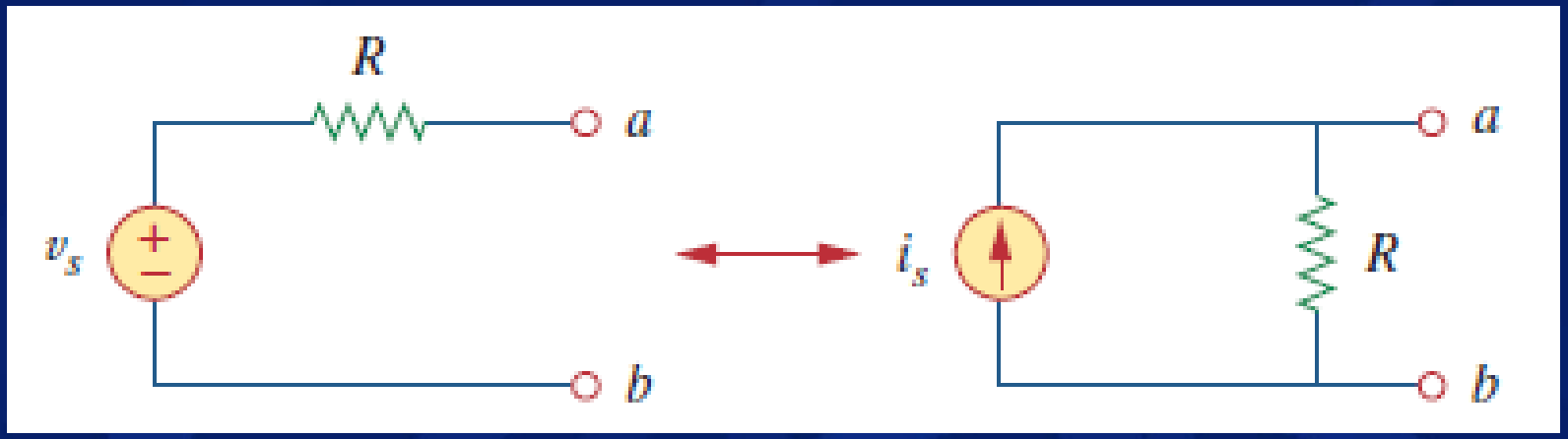


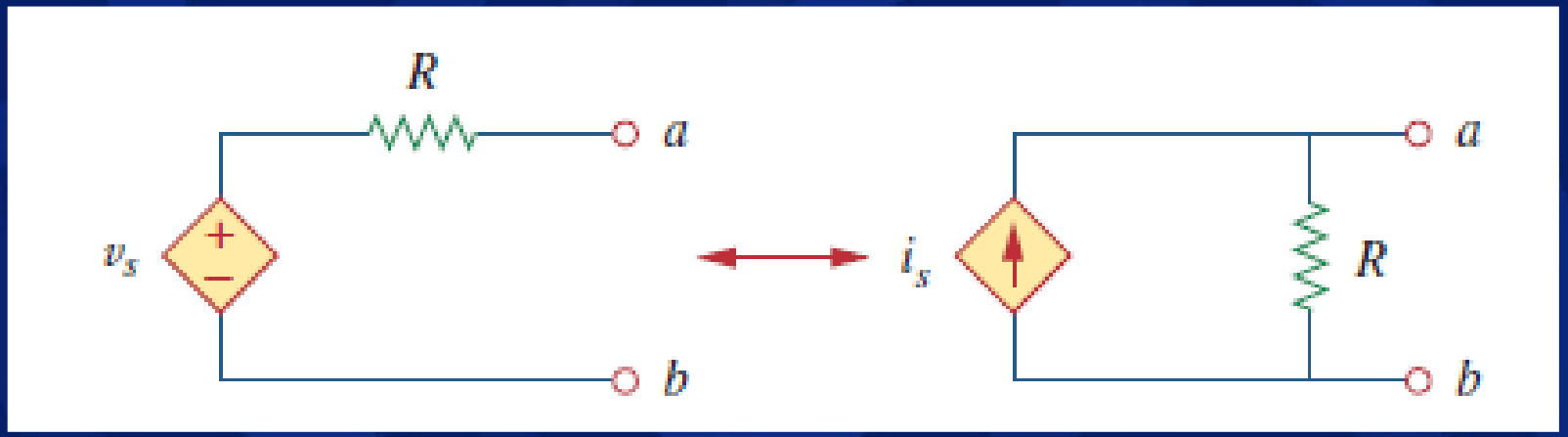
$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s \qquad V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s$$

www.free-power-point-templates.com

❖ Summary / ملخص

3. تحويل (تبديل) المصادر



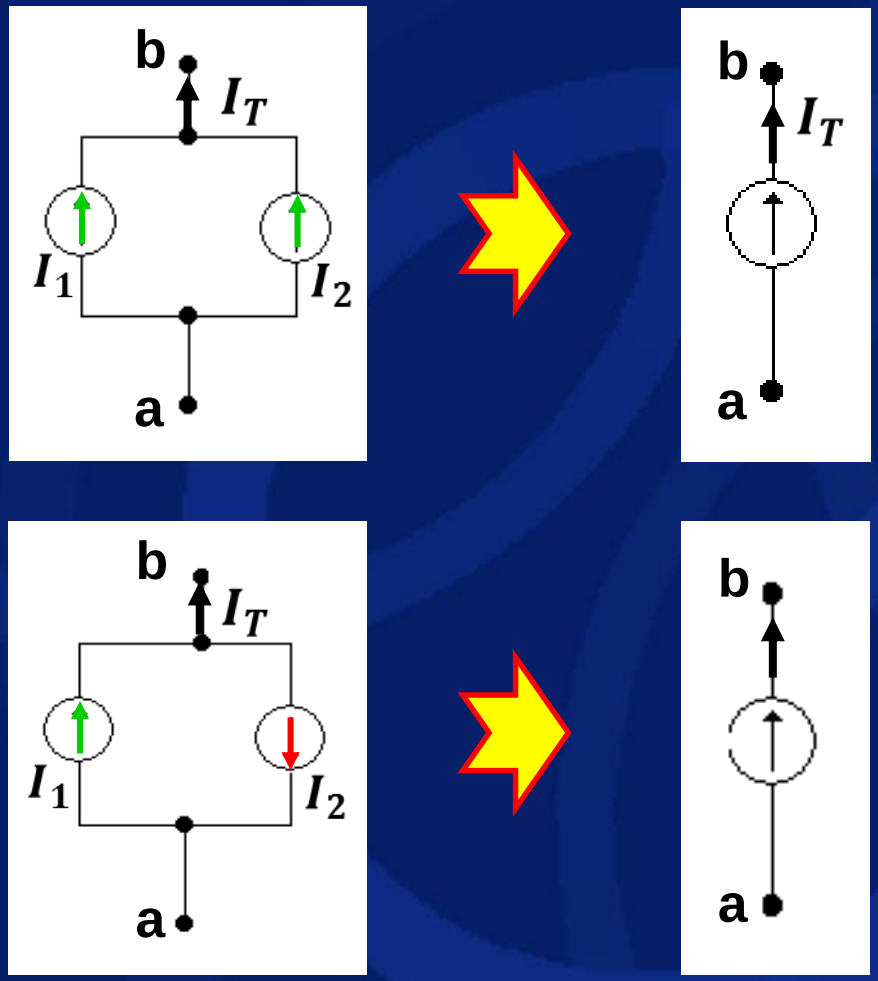


$$v_s = Ri_s \Leftrightarrow i_s = \frac{v_s}{i_s}$$

www.free-power-point-templates.com

❖ Summary / ملخص

4. ربط المولدات (المصادر) على التوازي(مولدات التيار)



$$I_T = I_1 + I_2$$

$$I_T = I_1 - I_2$$

$$I_T = 0$$

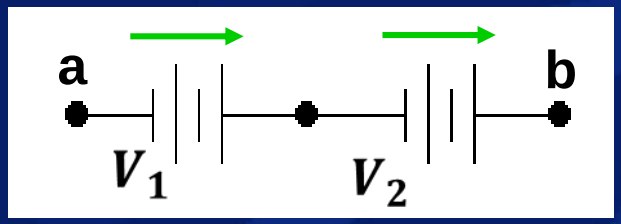
$$If \;\; I_1 = I_2$$

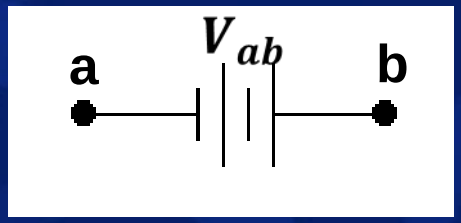
ملاحظة: يمكن تعميم القاعدة على **n** مولد تيار مربوط على التوازي.

www.free-power-point-templates.com

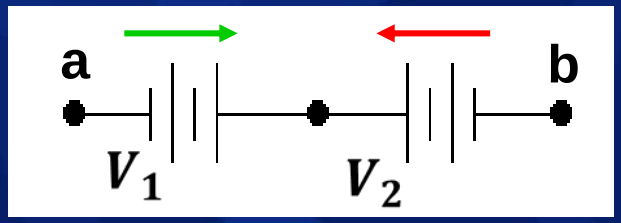
❖ Summary / ملخص

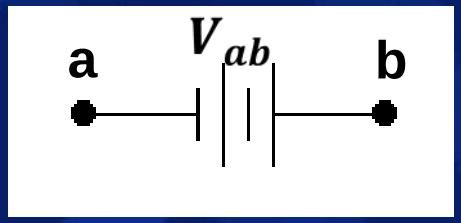
5. ربط المولدات (المصادر) على التسلسل(مولدات الكمون)





$$V_{ab} = V_1 + V_2$$





$$V_{ab} = V_1 - V_2$$

$$V_{ab} = 0$$

$$If\ V_1 = V_2$$

ملاحظة: يمكن تعميم القاعدة على **n** مولد كمون مربوط على التسلسل

www.free-power-point-templates.com

أجهزة القياس و استعمالاتها

Uses of Measuring Instruments

www.free-power-point-templates.com

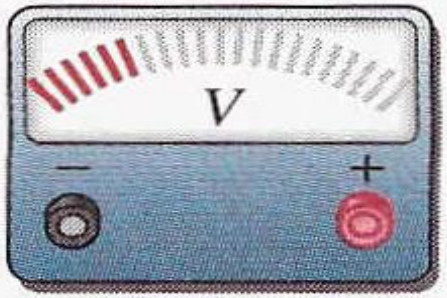
❖ ملاحظات

- المقاومة الداخلية للأمبير متر مهملة
- يربط على التسلسل في الدارات الكهربائية.

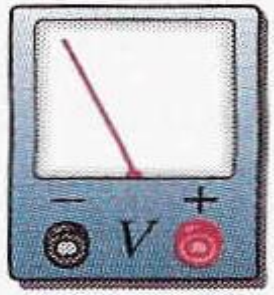
- المقاومة الداخلية للفولط متر لا نهائية
- يربط على التوازي مع العنصر أو العناصر.

www.free-power-point-templates.com

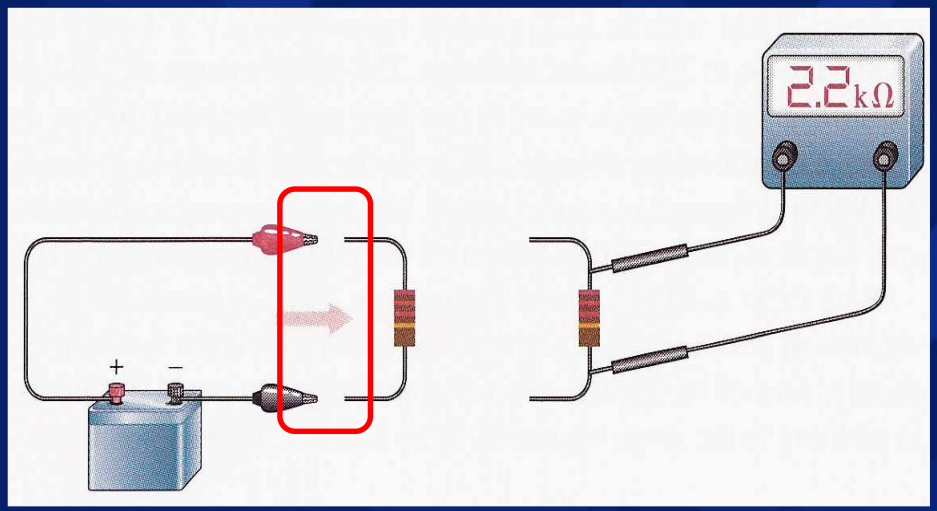
(a) Digital

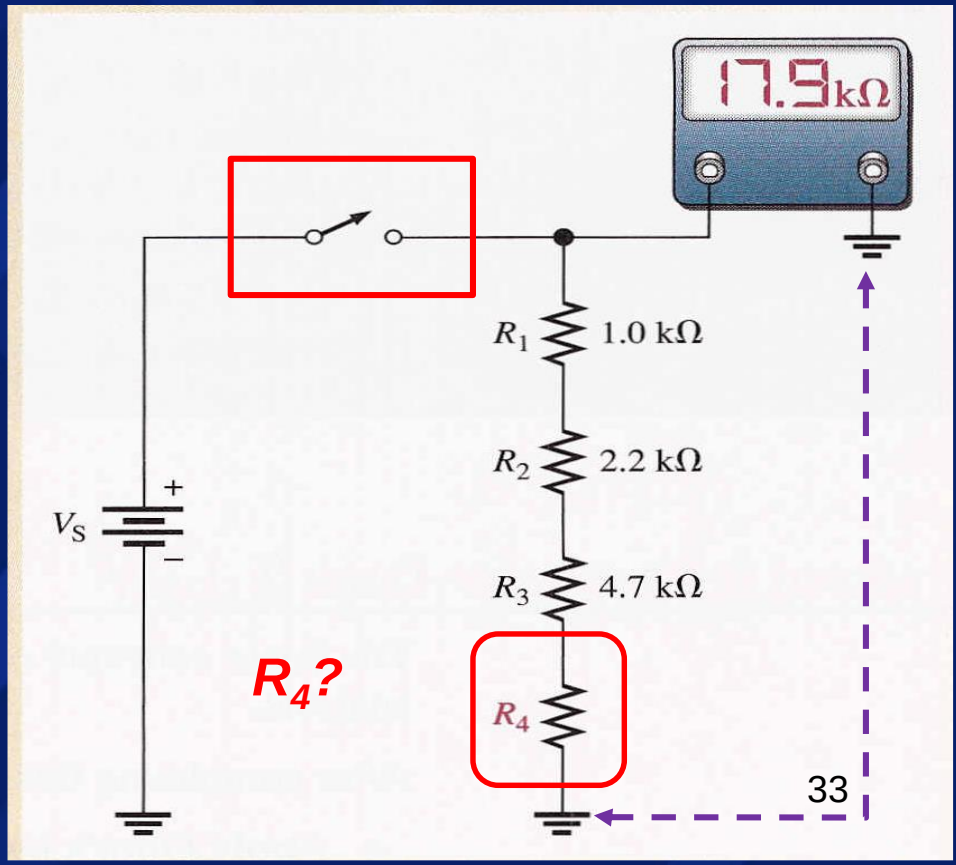


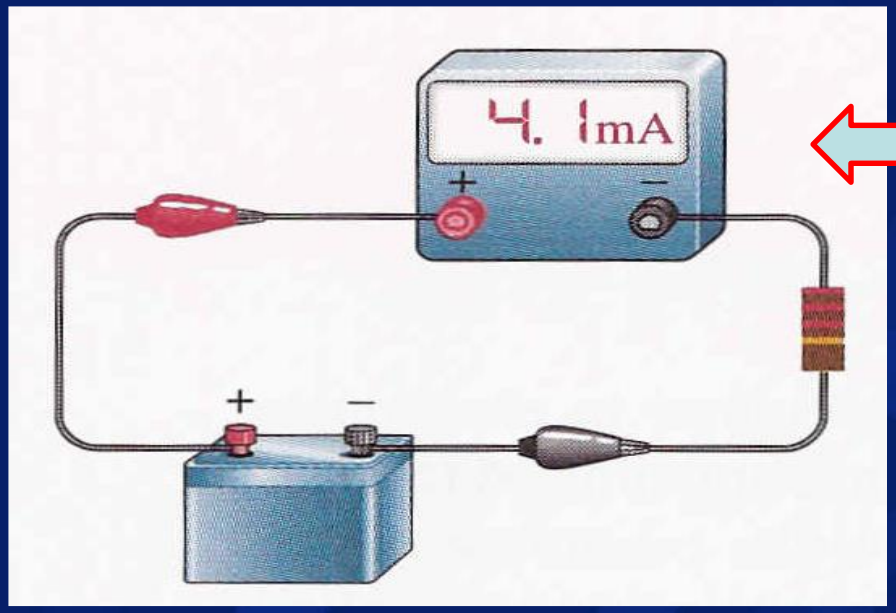
(b) Bar graph

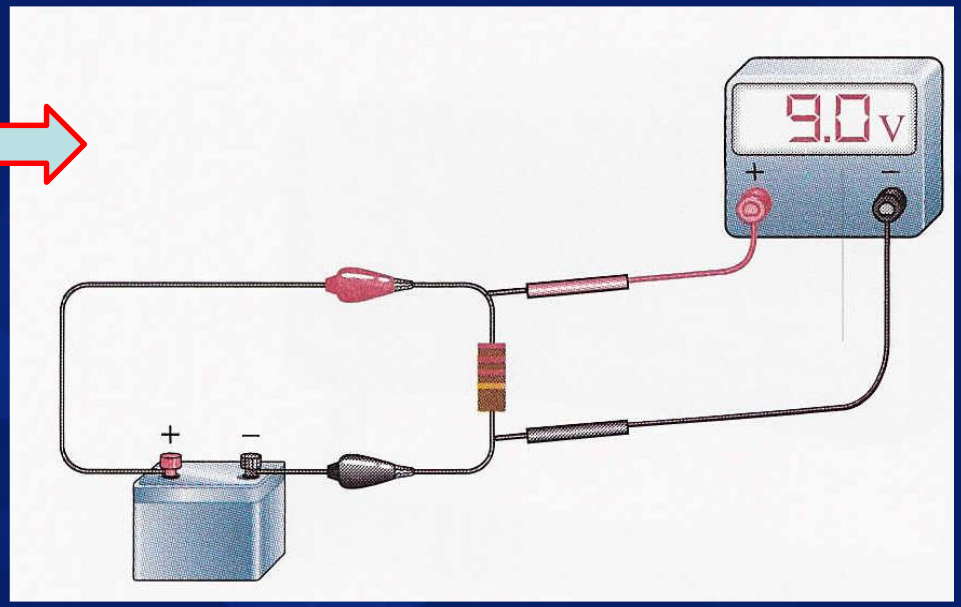


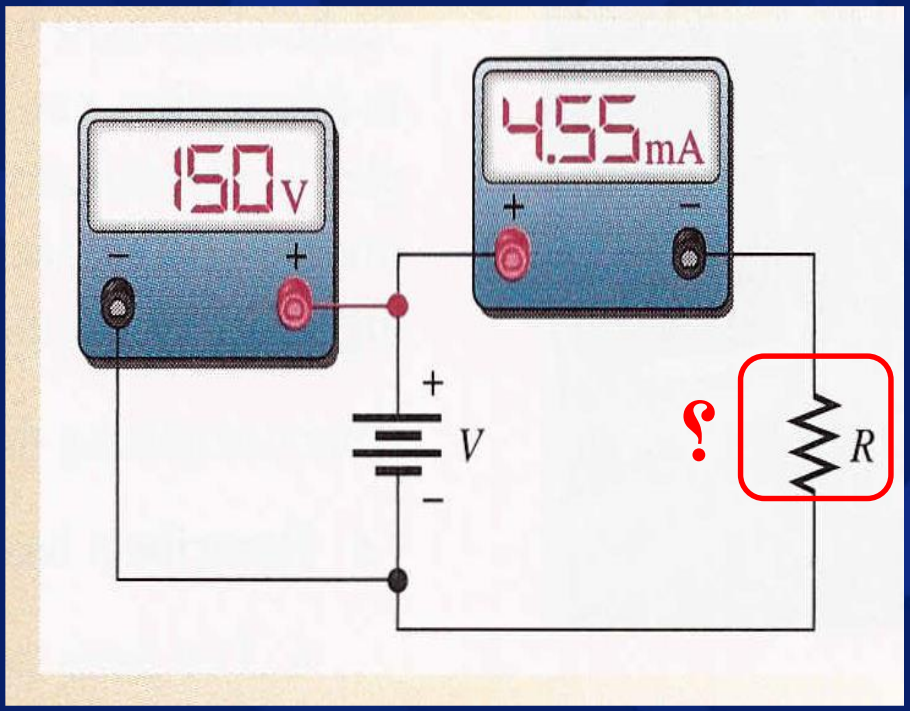
(c) Analog

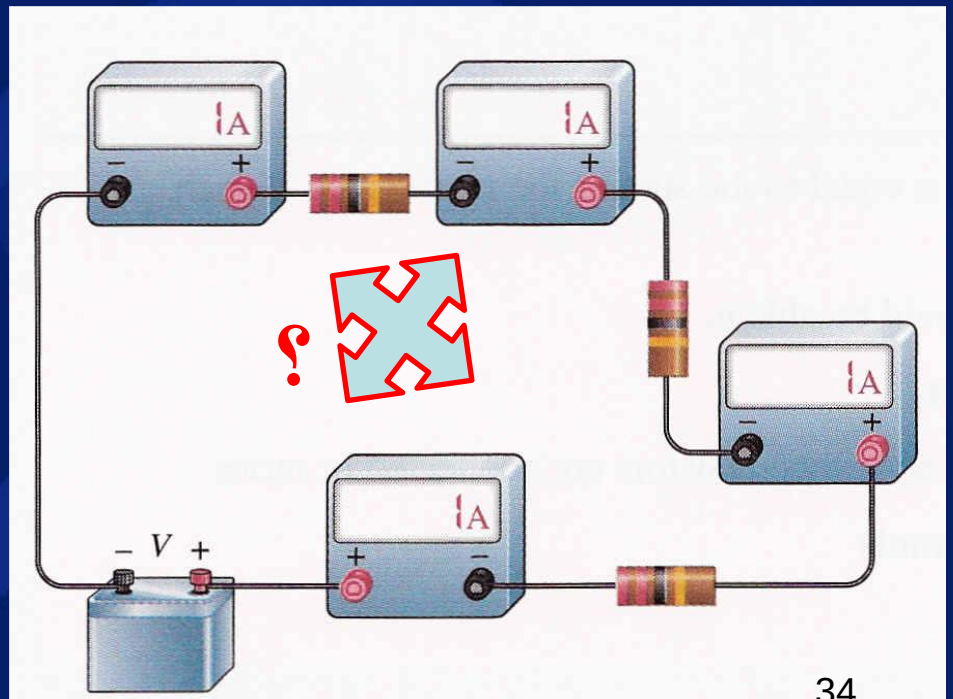






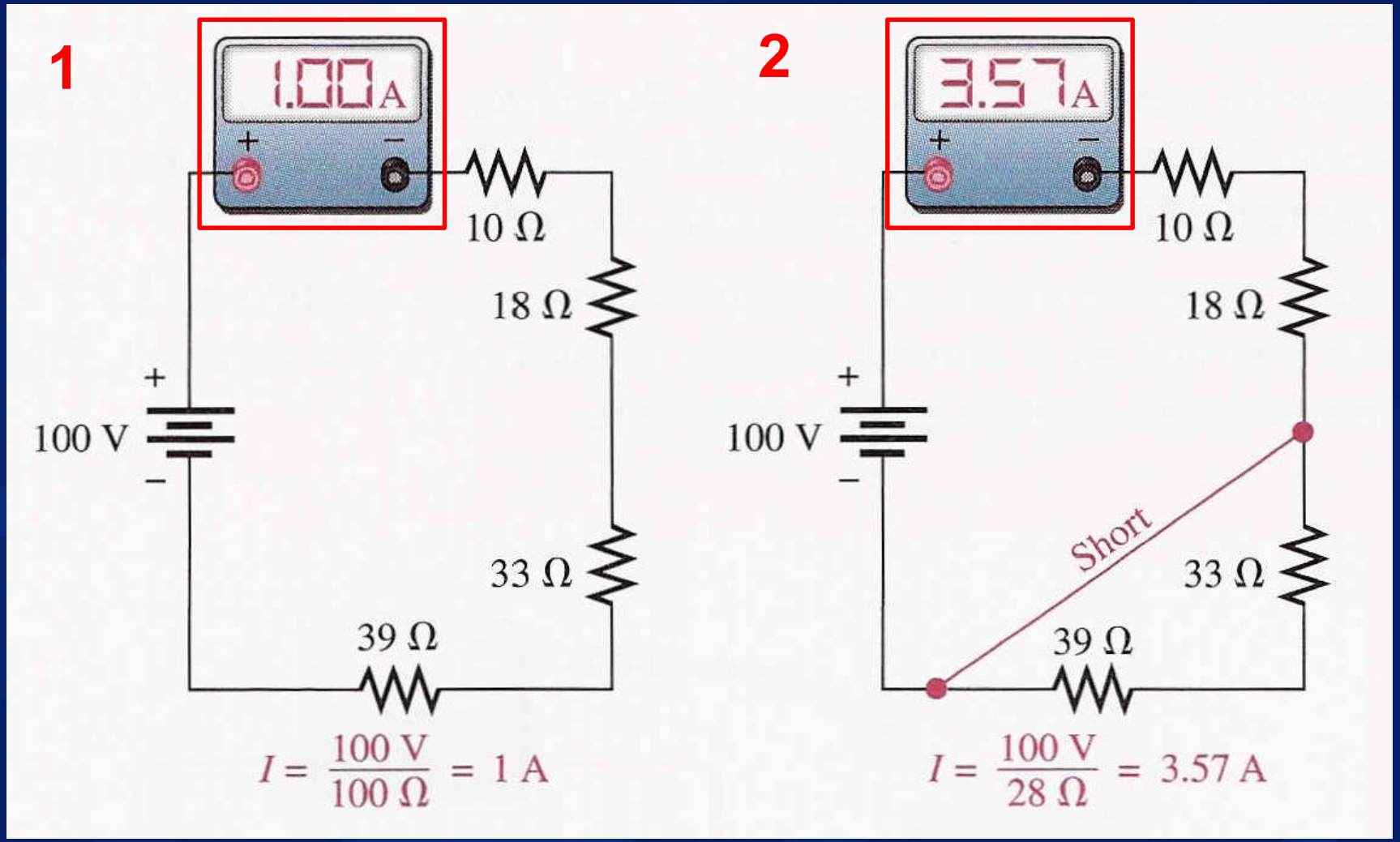






www.free-power-point-templates.com

Example / مثال



www.free-power-point-templates.com

توصية

- في أغلب الأحيان إذا طلب حساب :

1. تيار: يجب تطبيق قانون التيارات ” العقد“
2. كمون: يجب تطبيق قانون الكمونات” العروات “
3. مقاومة: يجب تطبيق قانون أوم

- الربط الطبيعي للمولدات:

1. مولدات الكمون تربط على التسلسل.
2. مولدات التيار تربط على التوازي.

www.free-power-point-templates.com

د. أحمد بن نعمان

الطالب النجيب:

لا يستهين و لا يغيب

www.free-power-point-templates.com

النـهايـة

THE END

www.free-power-point-templates.com