الفصل الرابع: نظريات التحليل الشبكي
Network Theorems

Pr. Ismail BOUDJAADAR
Department of Physics
University Constantine1 (Algérie)

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

ستيفان هاوكينغ
(8 جانفي 1942 – 14 مارس 2018)

من إنجازاته:

1. إثبات صحة نظرية إينشتاين (الإنفجار العظيم).
2. ميكانيك الثقوب السوداء (ميكانيك هوكينغ – 4 قوانين).
3. تلاشي الثقوب السوداء (تبخر الثقوب السوداء – إشعاع هاوكينغ).
4. المساهمة في نظرية التضخم (التمدد) الكوني.
5. تقديم نموذج للحالة الإبتدائية للكون.

....no Nobel Prize ?

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

تحليل الدارات الكهربائية

القوانين / Les lois / Laws

- قانون أوم
- قانون واط
- قانوني كيرشوف

✓ الفصل الثاني CH 2

الطرائق Les méthodes / Methods

- طريقتي ماكسويل
- طريقة العروات
- طريقة العقد

✓ الفصل الثالث CH3

النظريات Les théorèmes / Theorms

- نظرية ثفنا
- نظرية نورطون
- نظرية التحويل الأعظمي للإستطاعة
- نظرية التراكب
- نظرية ميلمان
- نظرية كينلي

الفصل الرابع CH4

The spring / الربيع

The sun is shining

The flowers are opening

The birds are singing

The peoples are happening

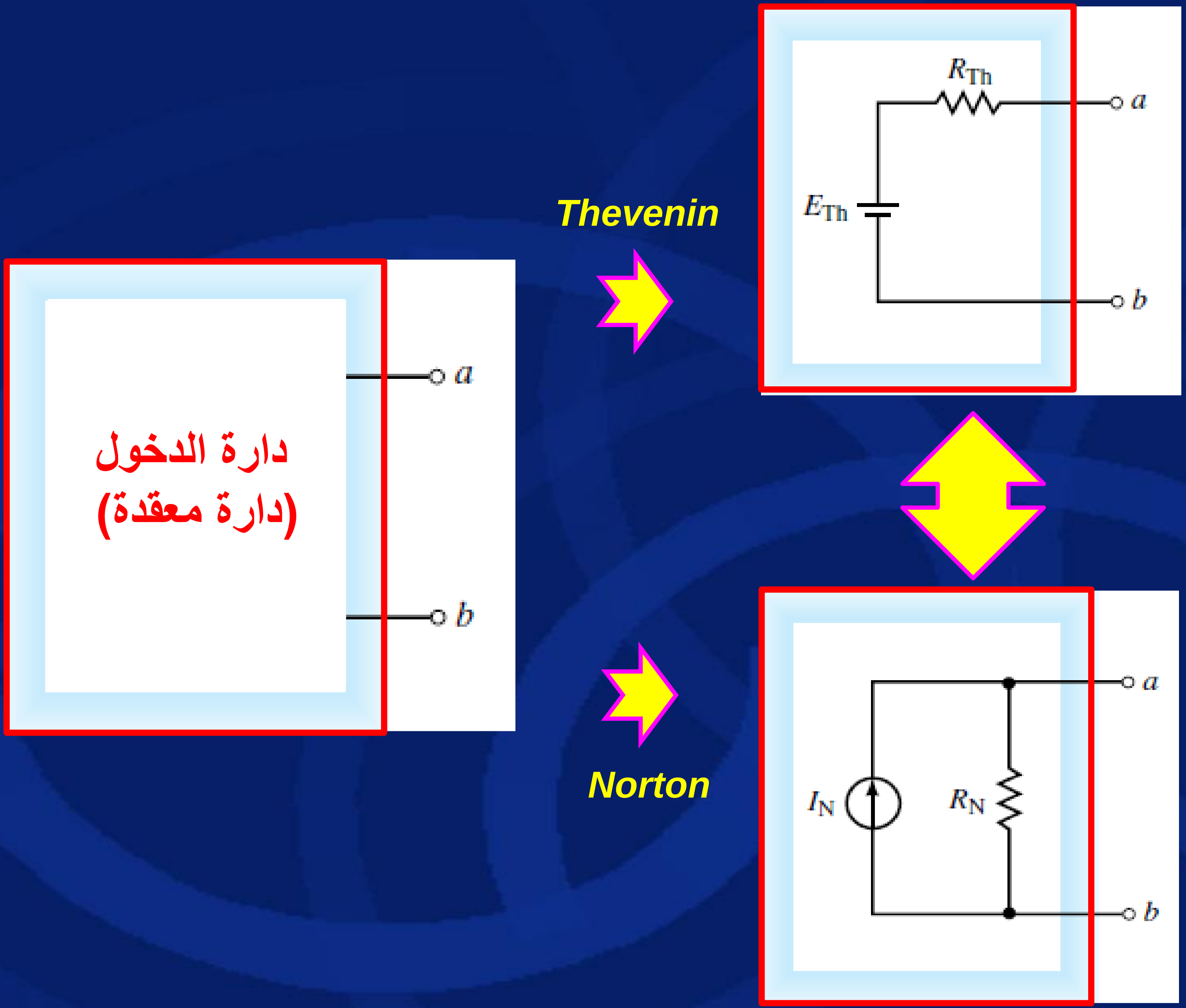
The spring is coming

أتاك الربيع الطلق يختال ضاحكا   من الحسن حتـى كـاد أن يتكلمـا

النظرية الأولى:

نظرية تفنا
Thévenin’s Theorem

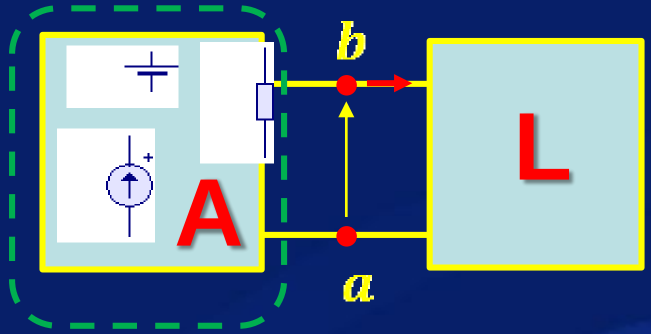
Léon Charles Thévenin (1857–1926)



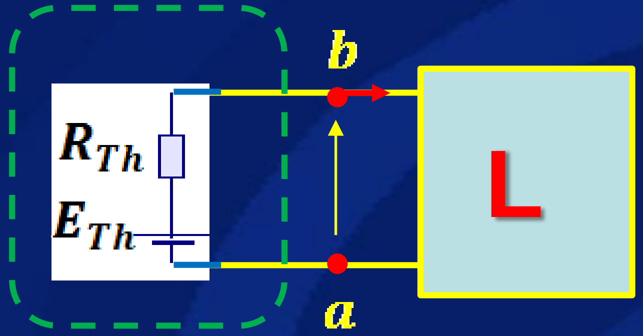
دارة الدخول
(دارة معقدة)
a
b
Thevenin
Norton
R_{Th}
E_{Th}
a
b
I_N
R_N
a
b

A: دارة الدخول

L: الحمولة أو دارة الخروج The load



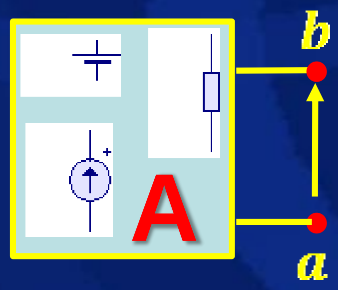
- تسمح لنا نظرية تفنا باستبدال دارة الدخول A بمولد تفنا المكافئ (أي مولد كمون حقيقي)



مولد تفنا المكافئ يفرض نفس الخصائص التي تفرضها دارة الدخول A

- تعريف خصائص مولد تفنا $(E_{Th},, R_{Th})$

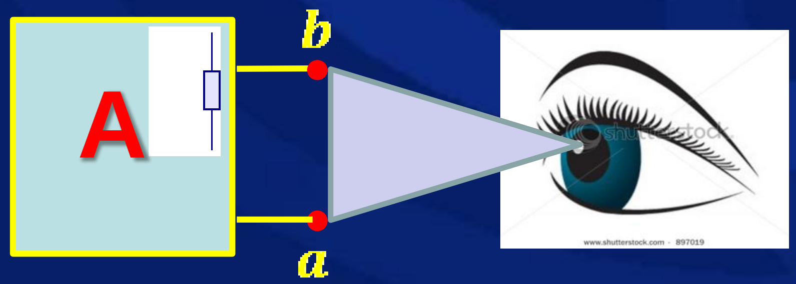
◆ كمون تفنا E_{Th}: هو كمون الفتح $E_{Th} = V_{ab} = V_{CO}$



$$E_{Th} = V_{ab} = V_{CO}$$

◆ مقاومة مولد تفنا R_{Th} :

هي المقاومة المنظورة أو المشاهدة بين القطبين a و b لدارة الدخول الخاملة.

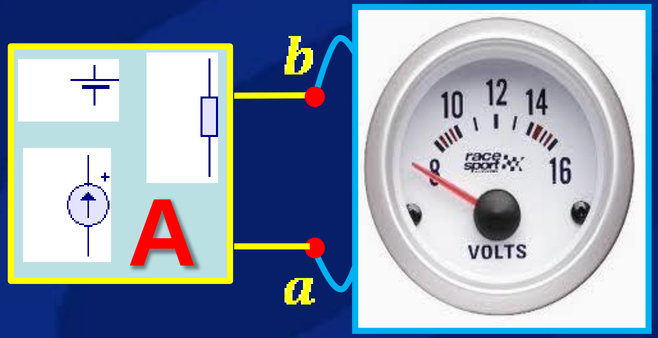


$$R_{Th} = R_{ab}$$

أولا: عمليا

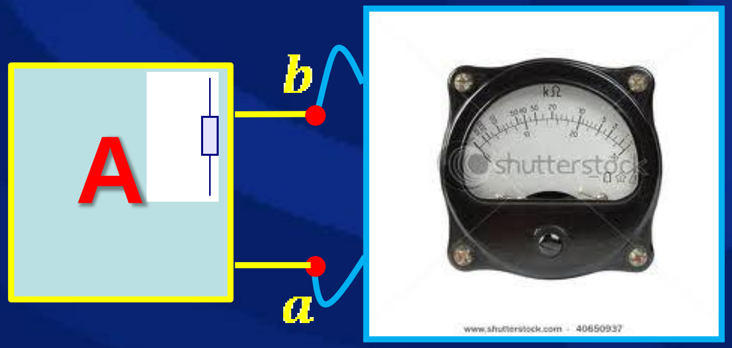
أ. قياس E_{Th}

كمون مولد تفنا المكافئ هو كمون الفتح، لذلك تنزع الحمولة L، ثم يربط بعدها فولطمتر بين القطبين a و b، قراءة الجهاز تعطينا كمون مولد تفنا E_{Th}



ب. قياس R_{Th}

تنزع الحمولة L، و نخمد كل مصادر الطاقة في دارة الدخول المتبقية (A) ، ثم يربط بعدها أومتر بين القطبين a و b، قراءة الجهاز تعطينا مقاومة مولد تفنا R_{Th}

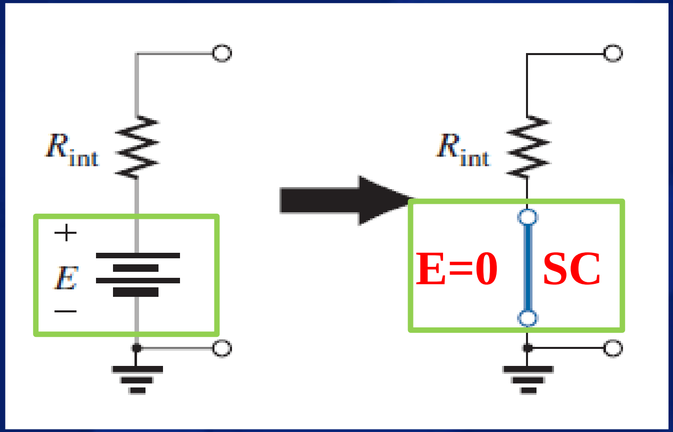


ثانيا: حسابيا

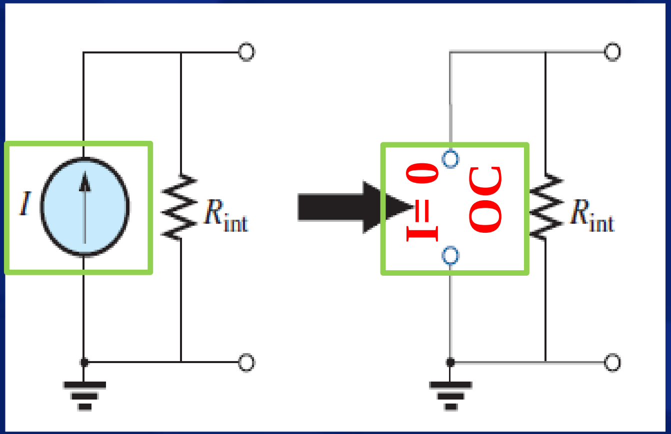
أ. حساب E_{Th}

كمون مولد تفنا المكافئ هو كمون الفتح، لذلك تنزع الحمولة L من الشبكة، ثم نحسب كمون الفتح $V_{CO}=V_{ab}$ الذي يمثل كمون تفنا E_{Th} و ذلك باستعمال القوانين و الطرائق التي درسناها سابقا.

ب. حساب R_{Th} (تخمد مصادر الطاقة)



- تخيمد مولدات الكمون (E=0 :كمون القصر)



- تخيمد مولدات التيار (I=0 :تيار الفتح)

- R_{Th} هي المقاومة المنظورة أو المشاهدة بين القطبين a و b لدارة الدخول الخاملة.

ملاحظات:

1. حساب مقاومة مولد تفنا (دارة بمولد مراقب)

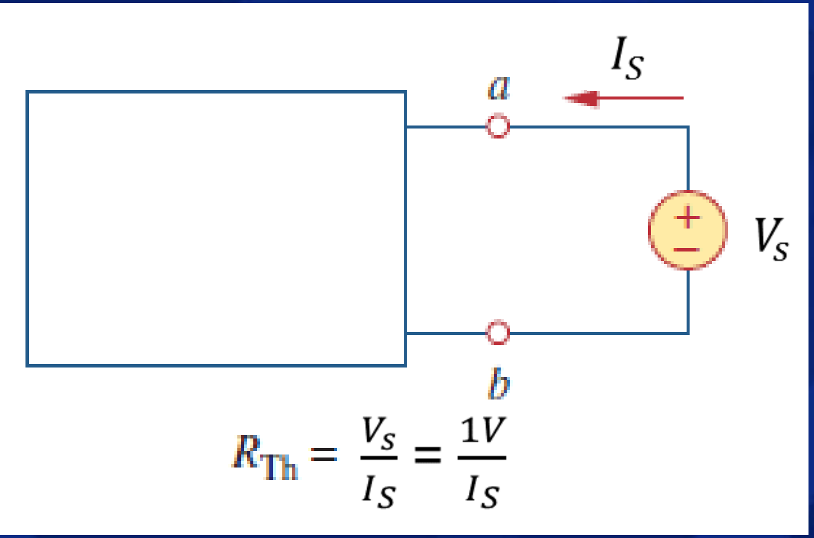
تخمد المولدات المستقلة و نستعمل طريقة المولد المساعد(مولد كمون أو مولد تيار).

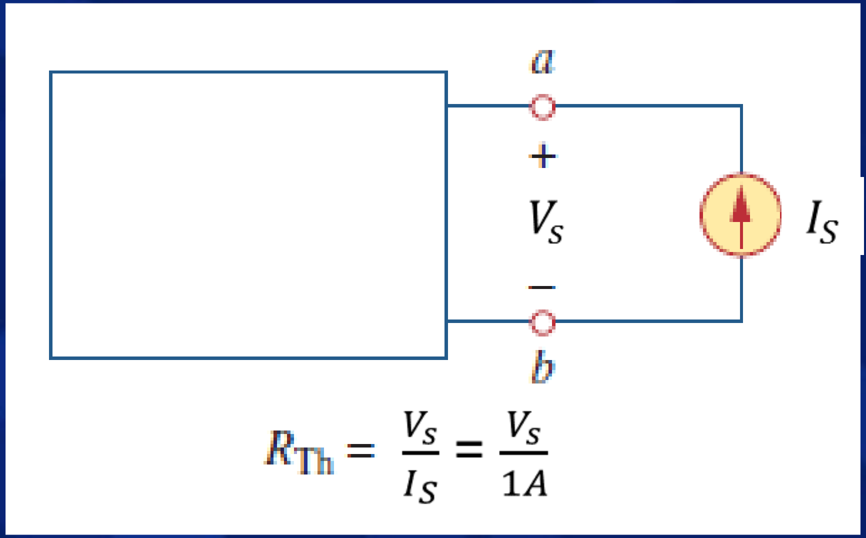
$$R_{Th} = \frac{V_S}{I_S}$$

2. ضرورة رسم ثلاث دارات !

أ. دارة حساب R_{Th} ب. دارة حساب E_{Th} ج. دارة (مولد) تفنا.

3. في طريقة المولد المساعد ، يمكن أن نلحق بالمولد مقدار ما (مثلا في مولد الكمون نختار $(V_s = 1V)$ و في مولد التيار نختار $(I_s = 1A)$).





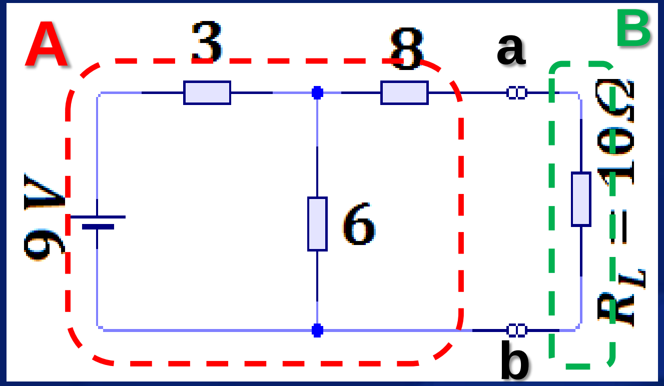
$$R_{Th} = 1V/I_S$$

$$R_{Th} = V_S/1A$$

4. طريقة المولد المساعد صالحة مهما تكن طبيعة الشبكة.

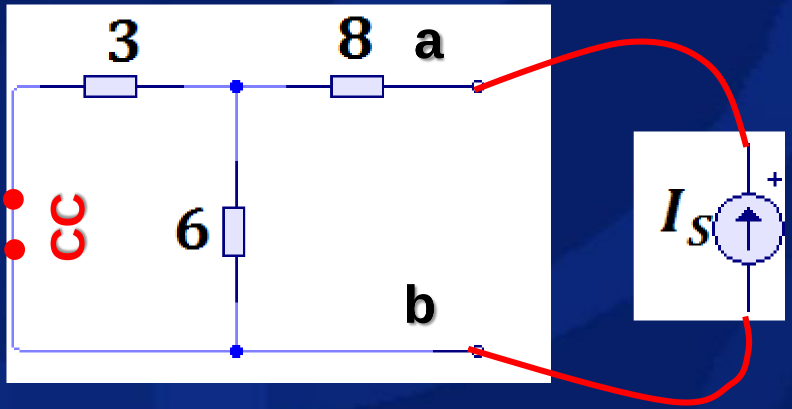
تطبيق 1:

جد مولد تفنا المنظور بين القطبين a و b في الدارة الآتية



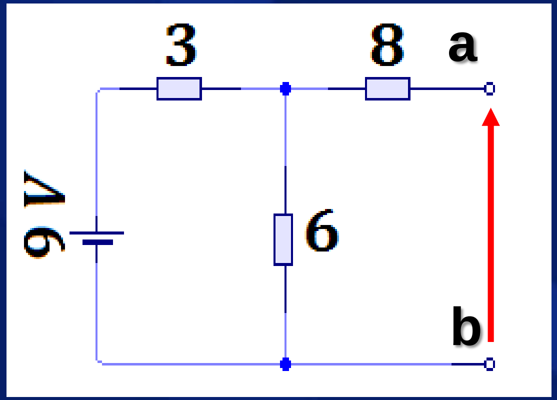
أ. الدارة المكافئة لحساب R_{Th}

بالاعتماد على مبدأ المولد المساعد



$$R_{Th} = 8 = (6//3) = 8 + \frac{6.3}{6+3} = 10\Omega$$

ب. الدارة المكافئة لحساب E_{Th}

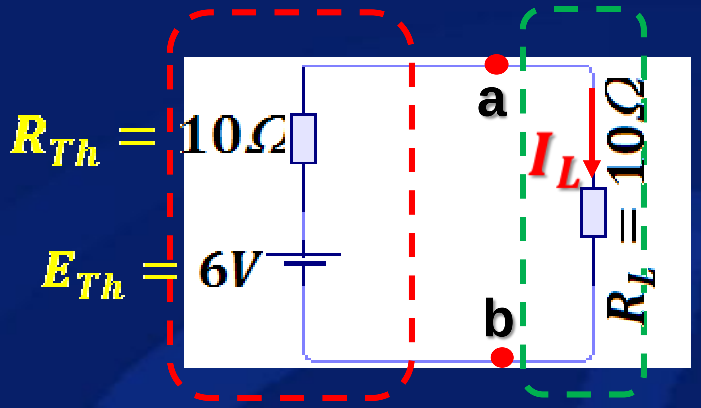


$$E_{Th} = V_{ab} = V_{CO}$$

بتطبيق قاعدة قاسم الكمون

$$E_{Th} = \frac{6}{3+6} 9 = 6V$$

ج. دارة تفنا المكافئة



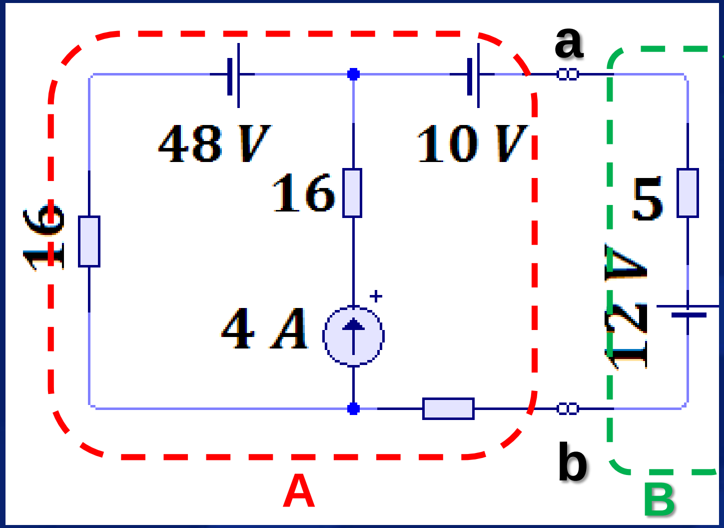
إذا طلب حساب تيار الحمولة:

$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th}+R_L} = \frac{6}{10+10} = 0.3\ A$$

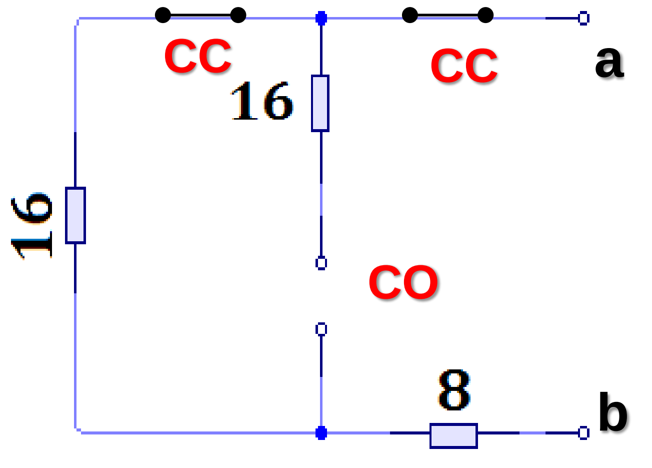
لاحظ أن: $R_{Th} = R_L$ (أنظر النظرية الثالثة)

تطبيق 2:

جد مولد تفنا المنظور بين القطبين a و b في الدارة الآتية

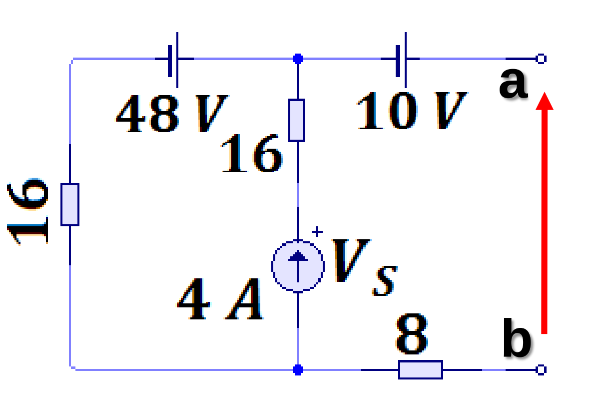


أ. الدارة المكافئة لحساب R_{Th}



$$R_{Th} = 16 + 8 = 24\ \Omega$$

ب. الدارة المكافئة لحساب E_{Th}



$$E_{Th} = V_{ab} = V_{CO}$$

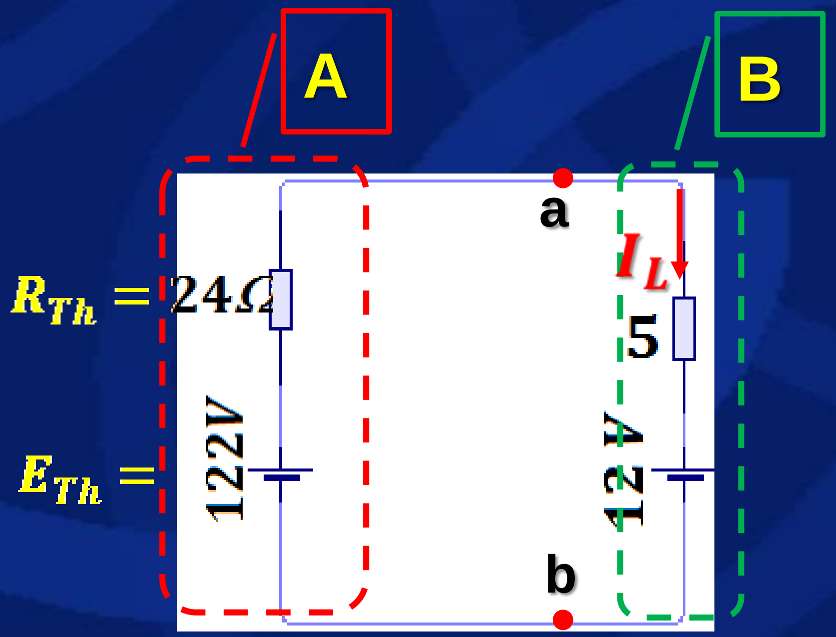
$$E_{Th} - 10 + 16.4 - V_S = 0$$

$$V_S - 16.4 - 48 - 16.4 = 0$$

$$\Rightarrow \quad V_S = 176\ V$$

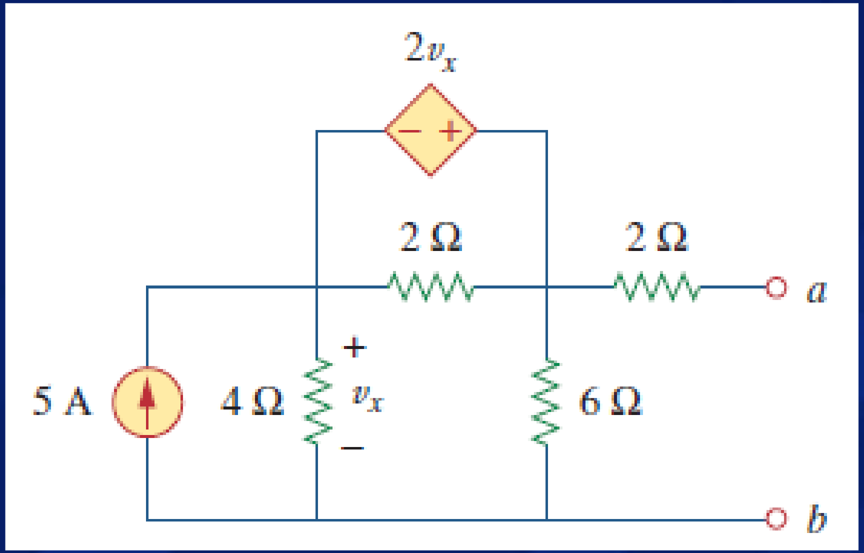
$$\Rightarrow \quad E_{Th} = 122\ V$$

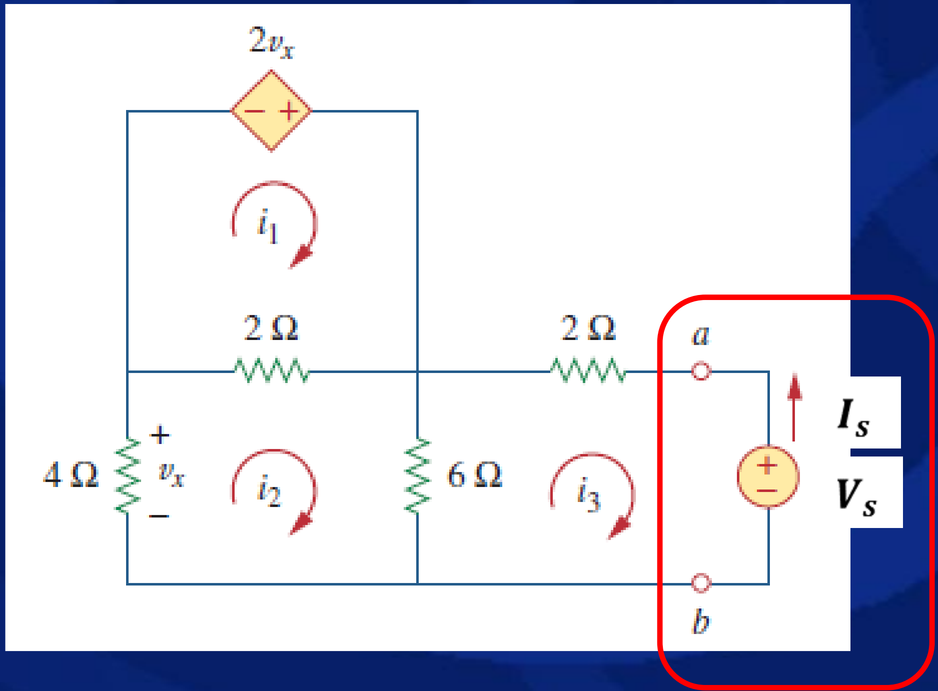
ج. دارة تفنا المكافئة



$I_L = ?$

تطبيق 3: دارة بمولد مراقب





1. حساب R_{Th}

- الدارة المكافئة

①: $2I_1 - 2I_2 = 2V_x$

②: $-2I_1 + 12I_2 - 6I_3 = 0$

$V_x = -4I_2$

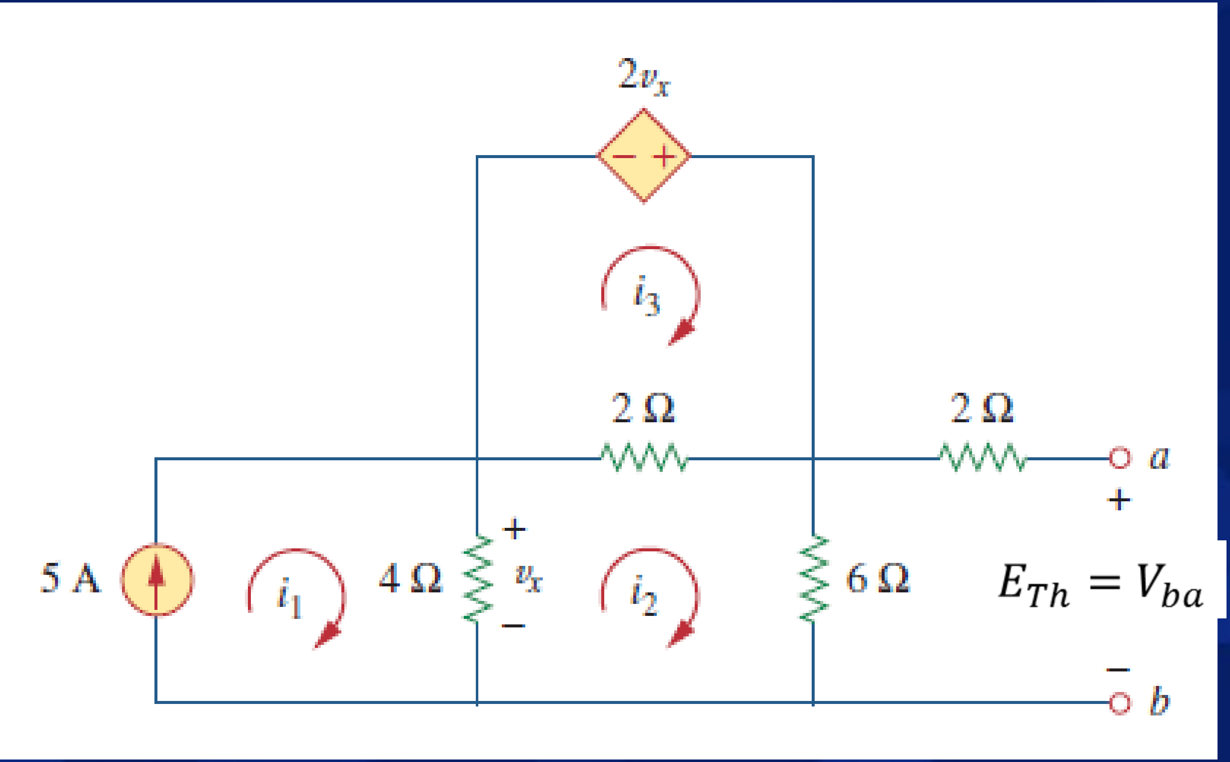
③: $-6I_2 + 8I_3 = -V_s$

$I_3 = -I_s$

$$\boxed{R_{Th} = \frac{V_s}{I_s} = 6\ \Omega}$$

2. حساب E_{Th}

- الدارة المكافئة



لاحظ أن:

$$E_{Th} = V_{ba} = V_{6\Omega}$$

$$V_{6\Omega} = 6I_2$$

$$V_x = 4(I_1 - I_2)$$

①: $I_1 = 5A$

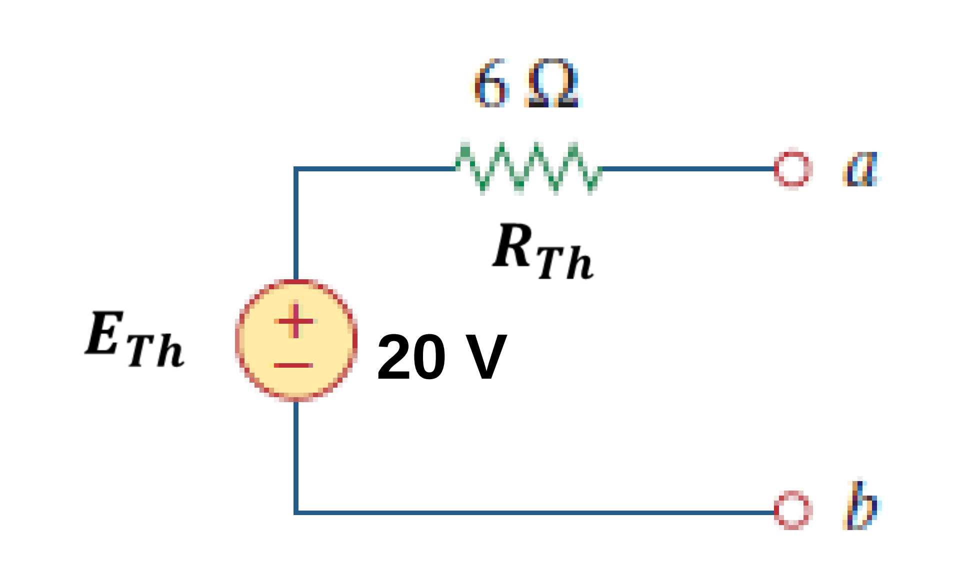
②: $12I_2 - 4I_1 - 2I_3 = 0$

③: $2I_3 - 2I_2 = 2V_x$

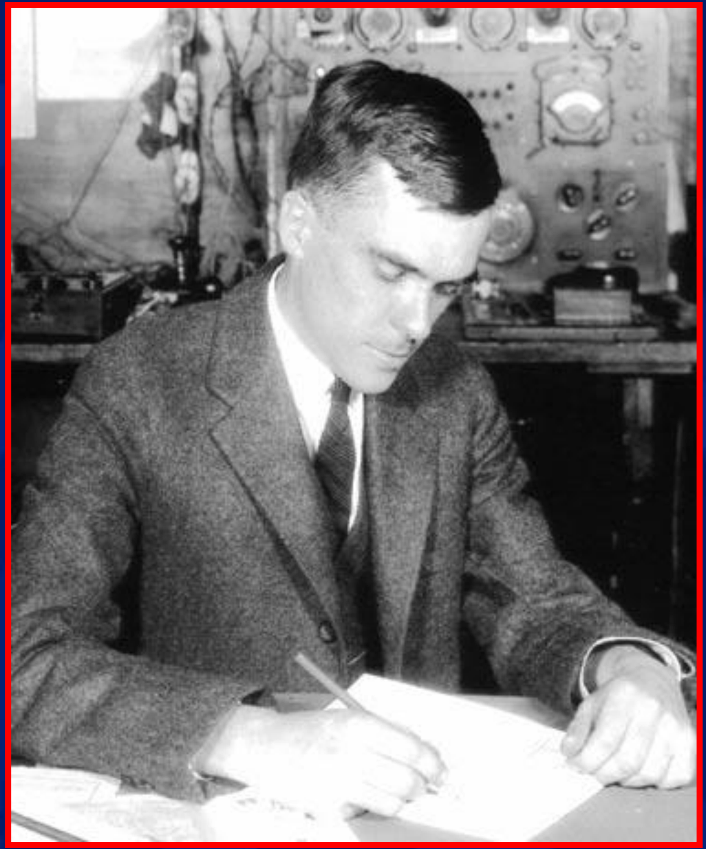
$$I_2 = \frac{60}{18} = \frac{10}{3}\ A$$

$$E_{Th} = 6\ I_2 = 6\left(\frac{10}{3}\right) = 20\ V$$

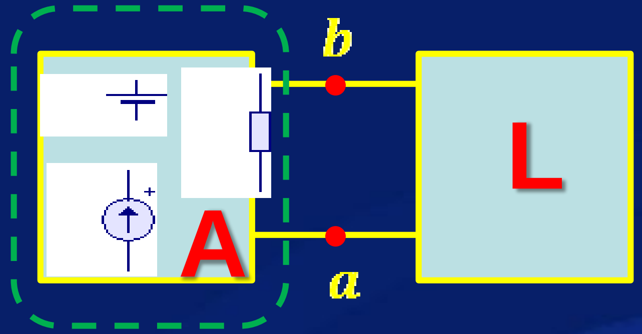
3. مولد تفنا المكافئ



النظرية الثانية: نظرية نورطون Norton's theorem

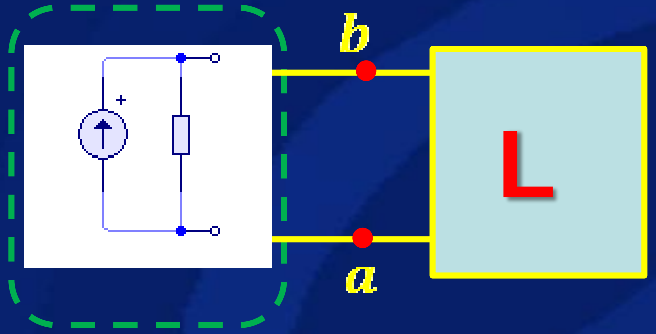


Edward Lawry Norton (1898–1983)



A: دارة الدخول

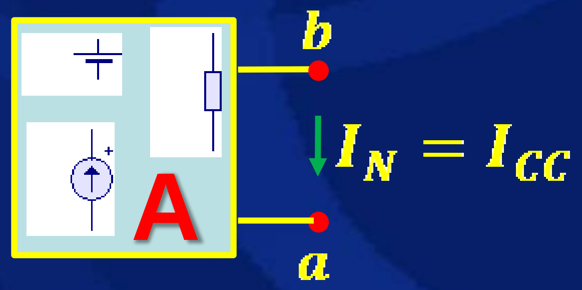
L: الحمولة أو دارة الخروج



➢ تسمح لنا نظرية نورطون باستبدال دارة الدخول بمولد نورطون المكافئ (أي مولد تيار حقيقي)

مولد نورطون المكافئ يفرض نفس الخصائص التي تفرضها دارة الدخول A

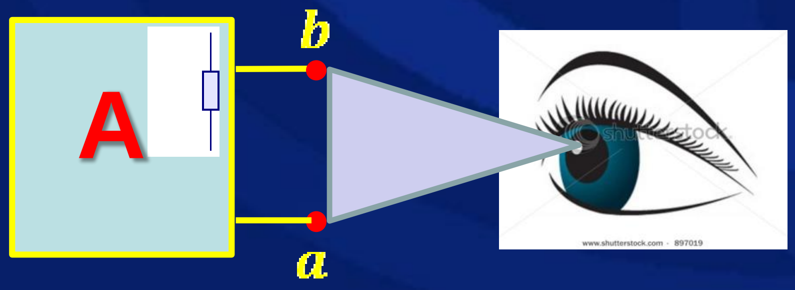
➢ تعريف خصائص مولد نورطون $(I_N,, R_N)$:



- تيار نورطون I_N : هو تيار القصر $I_N = I_{CC}$

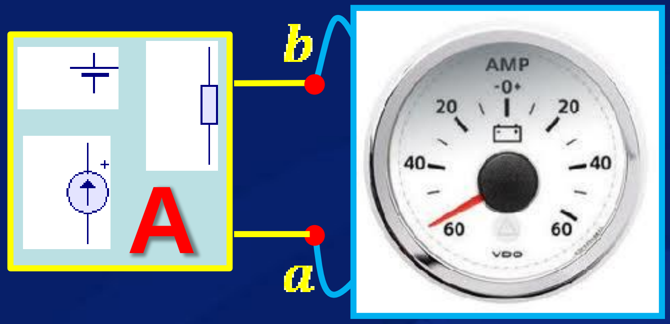
- مقاومة مولد نورطون R_N:

هي نفسها مقاومة مولد تفنا، أي هي المقاومة المنظورة أو المشاهدة بين القطبين a و b لدارة الدخول الخاملة.



$$R_N = R_{ab} = R_{Th}$$

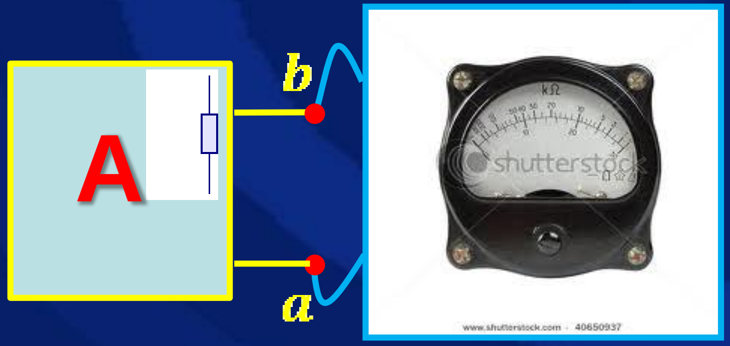
أولا: عمليا



أ. قياس I_N

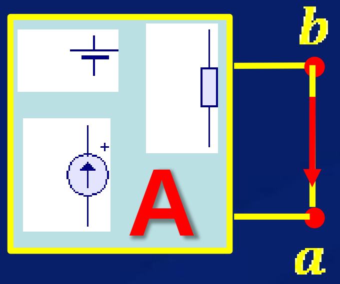
تيار مولد نورطون المكافئ هو تيار القصر، لذلك تنزع الحمولة L، ثم يربط بعدها آمبيرمتر بين القطبين a و b، قراءة الجهاز تعطينا تيار مولد نورطون I_N

ب. قياس R_N



تنزع الحمولة L و نخمد كل مصادر الطاقة في دارة الدخول المتبقية (A) ، ثم يربط بعدها أومتر بين القطبين a و b، قراءة الجهاز تعطينا مقاومة مولد نورطون R_N

ثانيا: حسابيا



$$I_N = I_{CC}$$

أ. حساب I_N

ننزع الحمولة ، ثم نقصر القطبين a و b ، بعدها نحسب تيار القصر I_{CC} الذي يمثل تيار نورطون I_N و ذلك باستعمال القوانين و الطرائق التي درسناها سابقا.

ب. حساب R_N

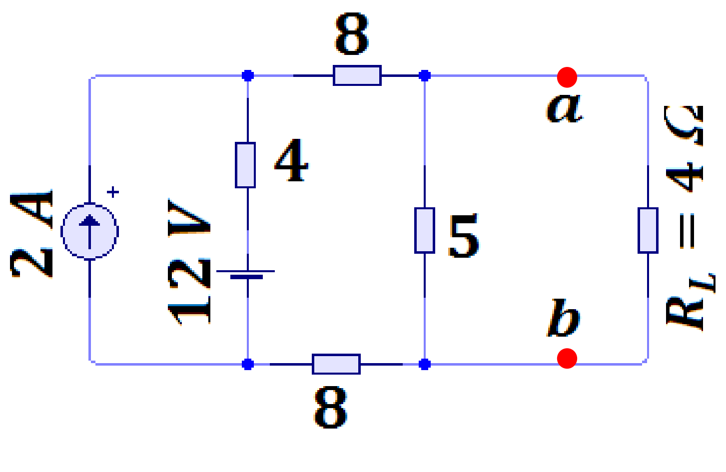
R_N هي المقاومة المنظورة أو المشاهدة بين القطبين a و b لدارة الدخول الخاملة (هي نفسها مقاومة مولد تفنا).

ملاحظة: ضرورة رسم ثلاث دارات !

1. الدارة المكافئة لحساب R_N
2. الدارة المكافئة لحساب I_N
3. دارة مولد نورطون

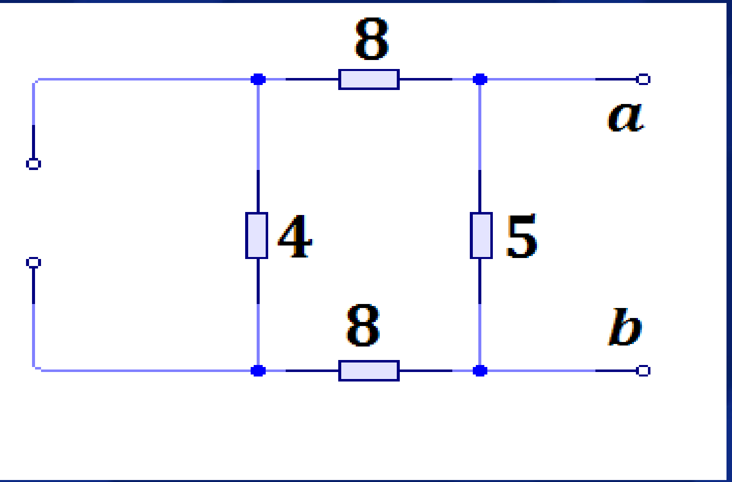
تطبيق 1:

جد مولد نورطون المنظور بين القطبين a وb في الدارة الآتية.



1. حساب R_N

الدارة المكافئة



$$R_N = (8+4+8)//5$$

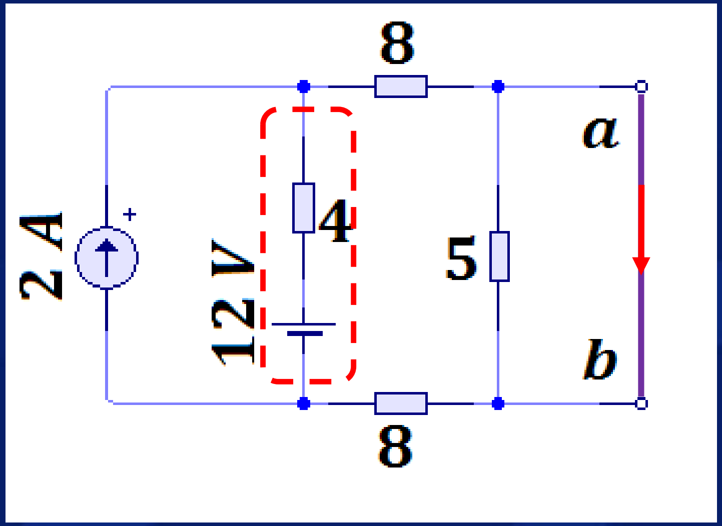
$$R_N = 4\Omega$$

لاحظ أن:

$$R_N = R_L = 4\Omega$$

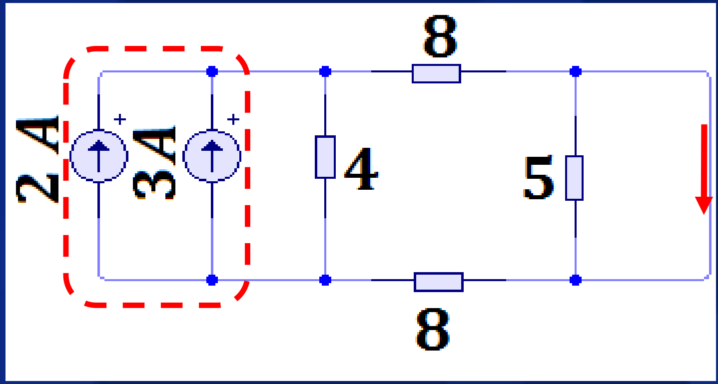
2. حساب I_N

الدارة المكافئة

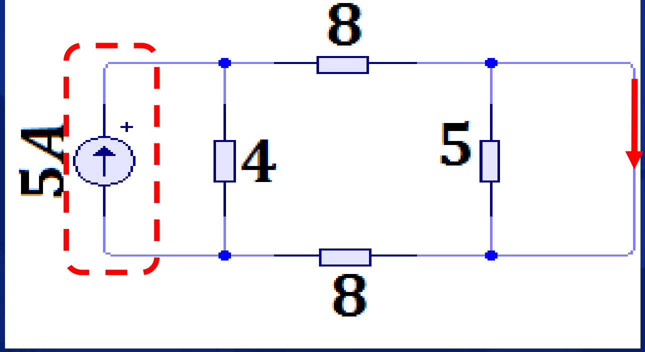


$$I_N = I_{cc}$$

لاحظ أن المقاومة Ω 5 مقصورة



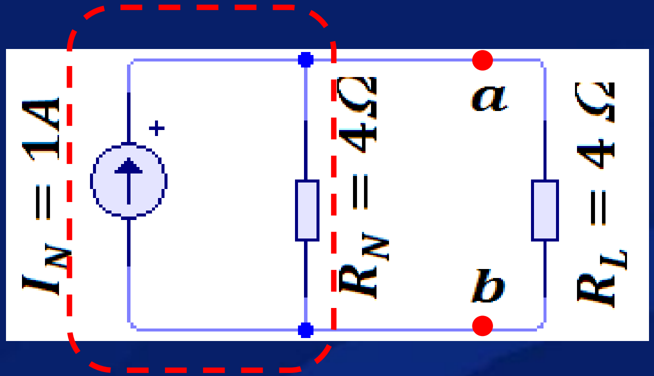
$$I_N = I_{cc}$$



$$I_N = I_{cc}$$

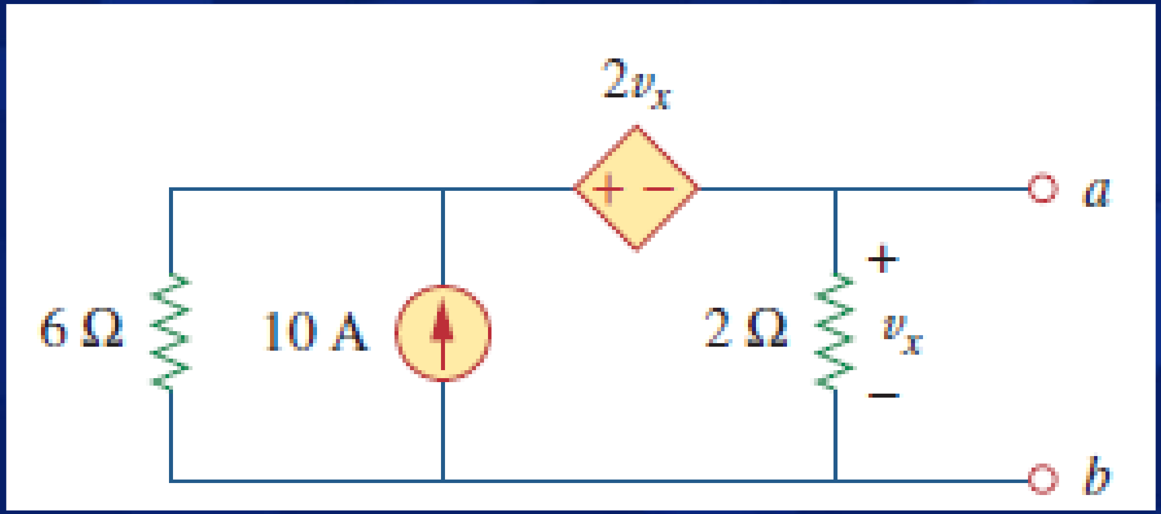
$$I_N = I_{cc} = \frac{4}{4+8+8} . 5 = 1A$$

3. دارة نورطون المكافئة



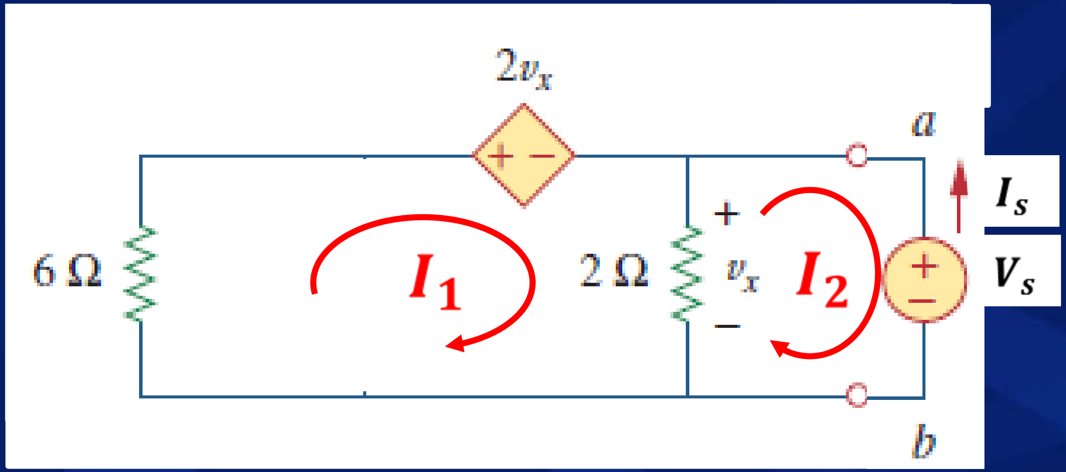
تطبيق 2:

جد مولد نورطون المنظور بين القطبين a وb في الدارة الآتية (دارة بمولد مراقب)



1. حساب RN

- الدارة المكافئة



$$I_2 = -I_S$$

$$V_x = 2\,(I_1 - I_2)$$

$$V_x = V_S$$

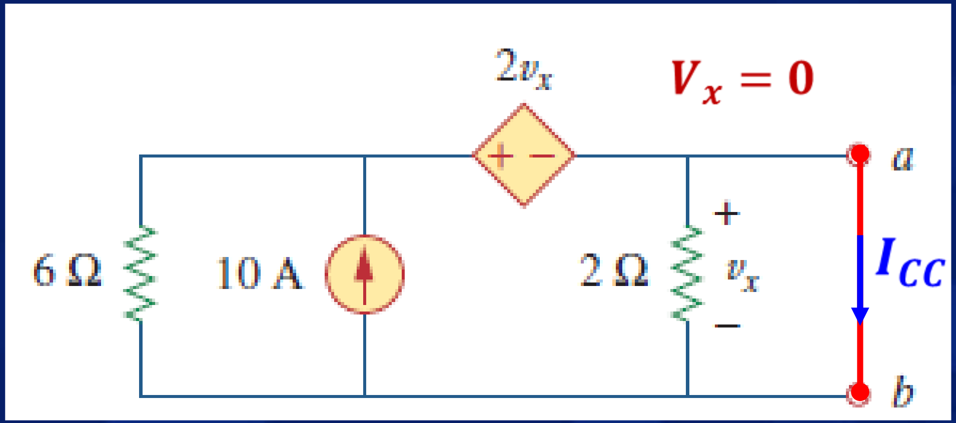
$$8I_1 - 2I_2 = -2V_x = -2V_S$$

$$-2I_1 + 2I_2 = -V_S$$

$$R_N = \frac{V_S}{I_S} = 1\Omega$$

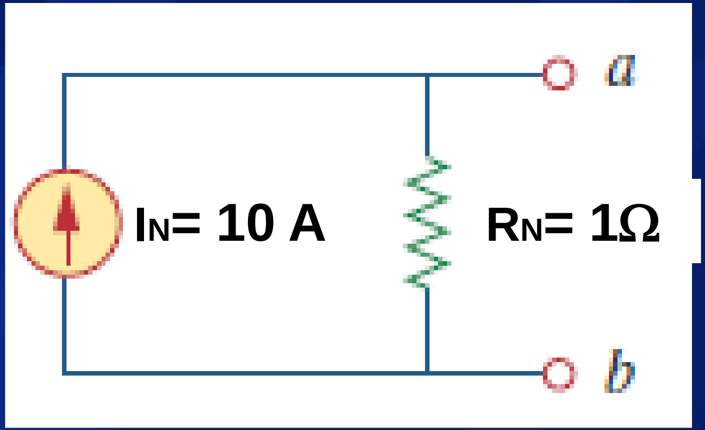
2. حساب I_N

- الدارة المكافئة

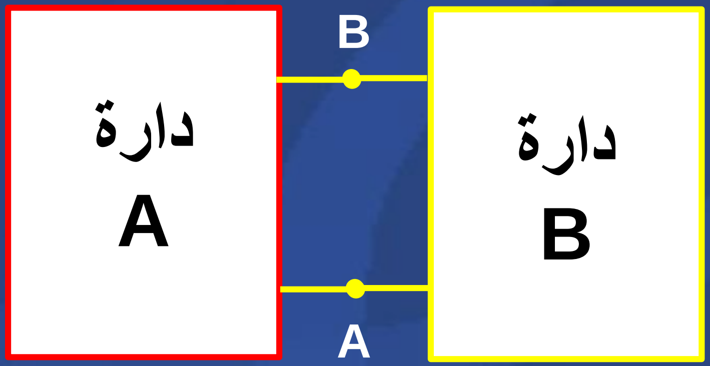
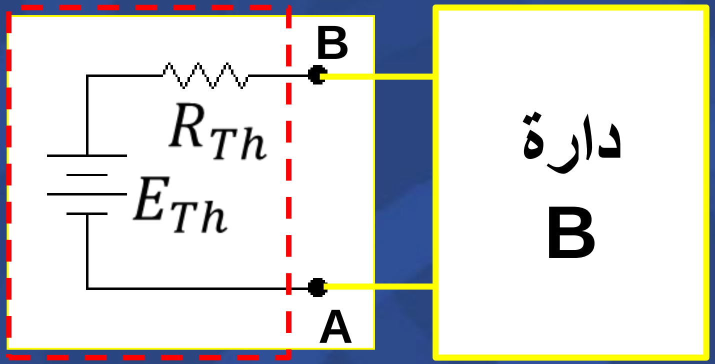
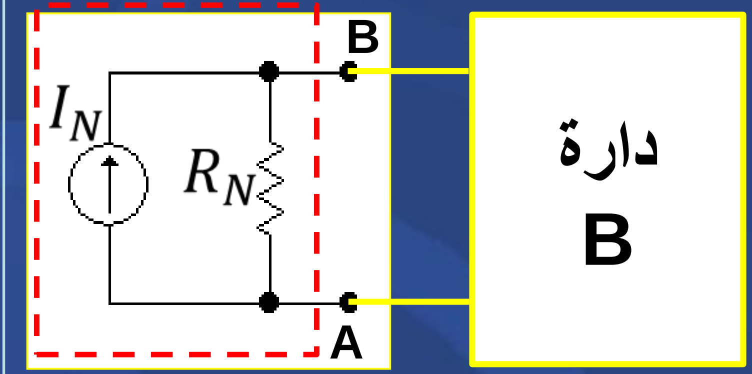


$$I_{CC} = 10\ A$$

3. مولد نورطون المكافئ



ملاحظة: العلاقة بين مولدي تفنا و نورطون

الدارة الأصلية	دارة تفنا المكافئة	دارة نورطون المكافئة
		

$$R_{Th} = R_N \qquad G_{Th} = G_N$$

$$E_{Th} = V_{OC} = R_{Th} I_N = R_N I_{SC}$$

$$I_N = I_{SC} = G_{Th} E_{Th} = G_N E_{Th}$$

النظرية الثالثة:

نظرية التحويل الأعظمي للإستطاعة
Maximum Power Transfer

نص النظرية

تستقبل حمولة مقاومية R_L في حالة التيار المستمر إستطاعة عظمى، إذا كانت هذه الحمولة تساوي مقاومة مولد تفنا المنظور بين قطبي هذه الحمولة

لاحظ الارتباط العضوي مع نظرية تفنا أو نورطون

$$P_L = P_{LMax} \Leftrightarrow R_L = R_{Th} = R_N$$

نحسب الإستطاعة المصروفة في الحمولة R_L

$$P_L = V_L I_L = R_L {I_L}^2$$

➢من قانون العروات لكيرشوف::::

$$E_{Th} = (R_L + R_{Th}) I_L \Rightarrow I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

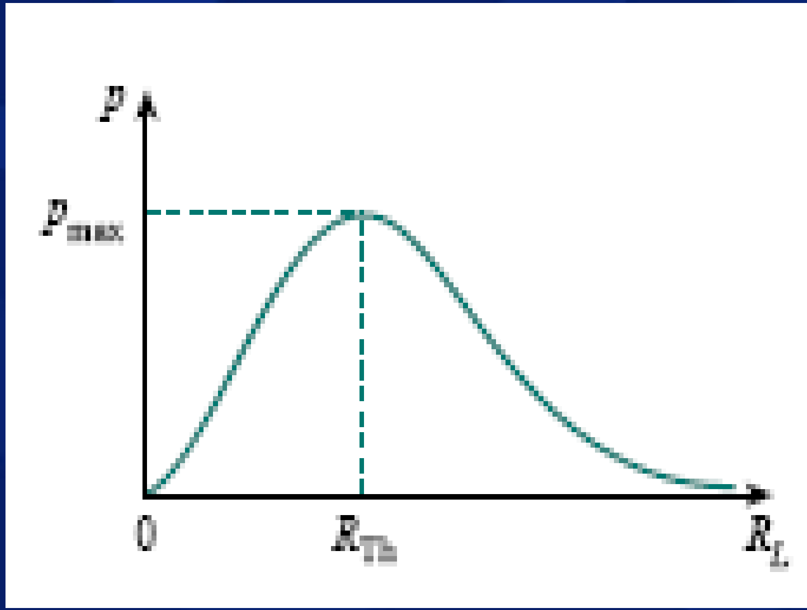
➢و بالتالي الإستطاعة المصروفة في الحمولة R_L:

$$P_L = R_L \left(\frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \right)^2$$

➢ندرس عبارة الإستطاعة كدالة للمتغير R_L :

$$\boxed{\frac{dP_L}{dR_L} = 0 \Leftrightarrow R_L = R_{Th}}$$

و هو شرط التحويل الأعظمي للإستطاعة



➢الإستطاعة العظمى المحولة:

$$P_{LMax} = P_L(R_L = R_{Th}) = R_{Th}\left(\frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_{Th}}\right)^2 = \frac{E_{Th}{}^2}{4R_{Th}}$$

➢ تيار الحمولة في حالة التحويل الأعظمي للإستطاعة:

$$I_L = \left(\frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_{Th}}\right) \quad \Leftrightarrow \quad I_L = \frac{E_{Th}}{2R_{Th}}$$

➢الكمون بين طرفي الحمولة في حالة التحويل الأعظمي للاستطاعة:

$$V_L = R_L I_L = R_{Th}\frac{E_{Th}}{2R_{Th}} = \frac{E_{Th}}{2}$$

(أو من قاعدة قاسم الكمون)

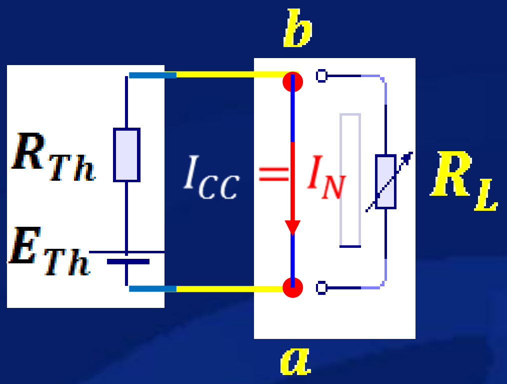
➢العلاقة بين تيار الحمولة و تيار نورطون في حالة التحويل الأعظمي للإستطاعة:

$$I_L = \frac{E_{Th}}{2R_{Th}} \qquad I_N = \frac{E_{Th}}{R_{Th}} \qquad I_L = \frac{I_N}{2}$$

(أو من قاعدة قاسم التيار)

ملاحظات:

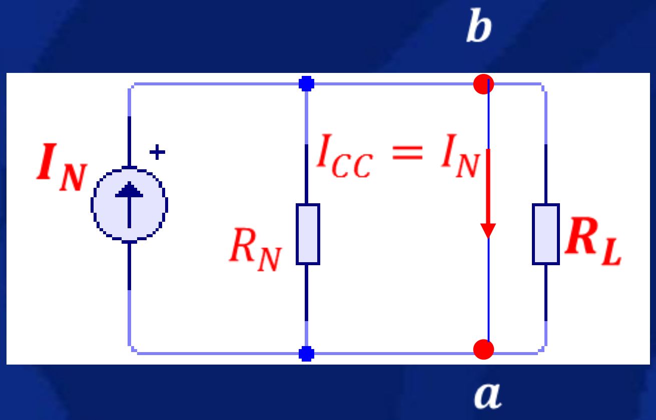
.1



$$E_{Th} = V_{CO} = R_{Th} I_{CC} = R_{Th} I_N$$

$$\boxed{R_{Th} = \frac{V_{CO}}{I_{CC}} = \frac{E_{Th}}{I_N}}$$

.2



$$I_{CC} = I_N$$

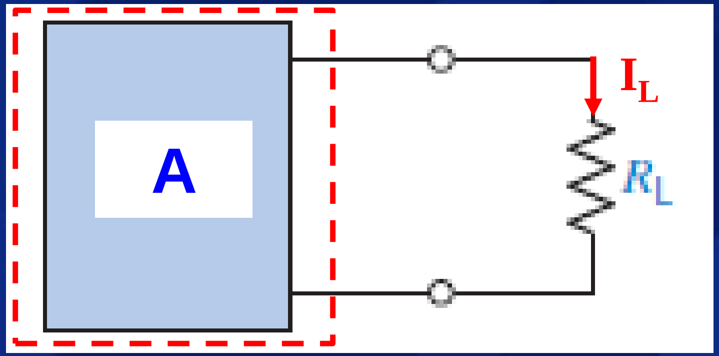
.3

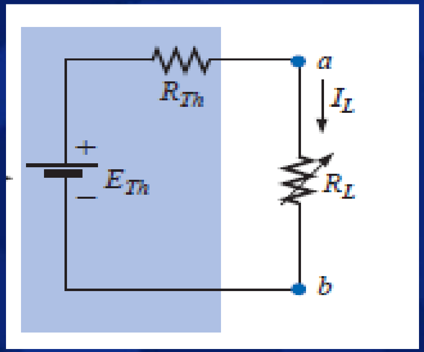
$$\boxed{P_{MAX} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}} = \frac{V_{CO}^2}{4\frac{V_{CO}}{I_{CO}}} = \frac{V_{CO} I_{CC}}{4} = \frac{E_{Th} I_N}{4}}$$

❖ فعالية (مردود) تحويل الإستطاعة إلى حمولة مقاومية

- *Power Transfer Efficiency*
- *Efficacité de transfert de la puissance*

- إذا كانت P_T هي الإستطاعة الكلية المقدمة من قبل مولد الكمون (الإستطاعة عند الدخول P_E) و P_L هي الإستطاعة المصروفة في الحمولة المقاومية R_L (الإستطاعة عند الخروج P_S) ، فإن فعالية (مردود) التحويل تعرف كمايلي:





$$\eta = \frac{P_S}{P_E} = \frac{P_L}{P_T}$$

$$P_S = P_L = R_L I_L^2$$

$$P_E = P_T = (R_{Th} + R_L) I_L^2$$

$$\boxed{\eta = \frac{P_L}{P_T} = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L}}$$

المردود بالنسبة العشرية

- التعبير عن المردود بالنسبة المئوية:

$$\eta\% = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L} \times 100 \ \%$$

ملاحظات:

1. في حالة التحويل الأعظمي للإستطاعة للحمولة.

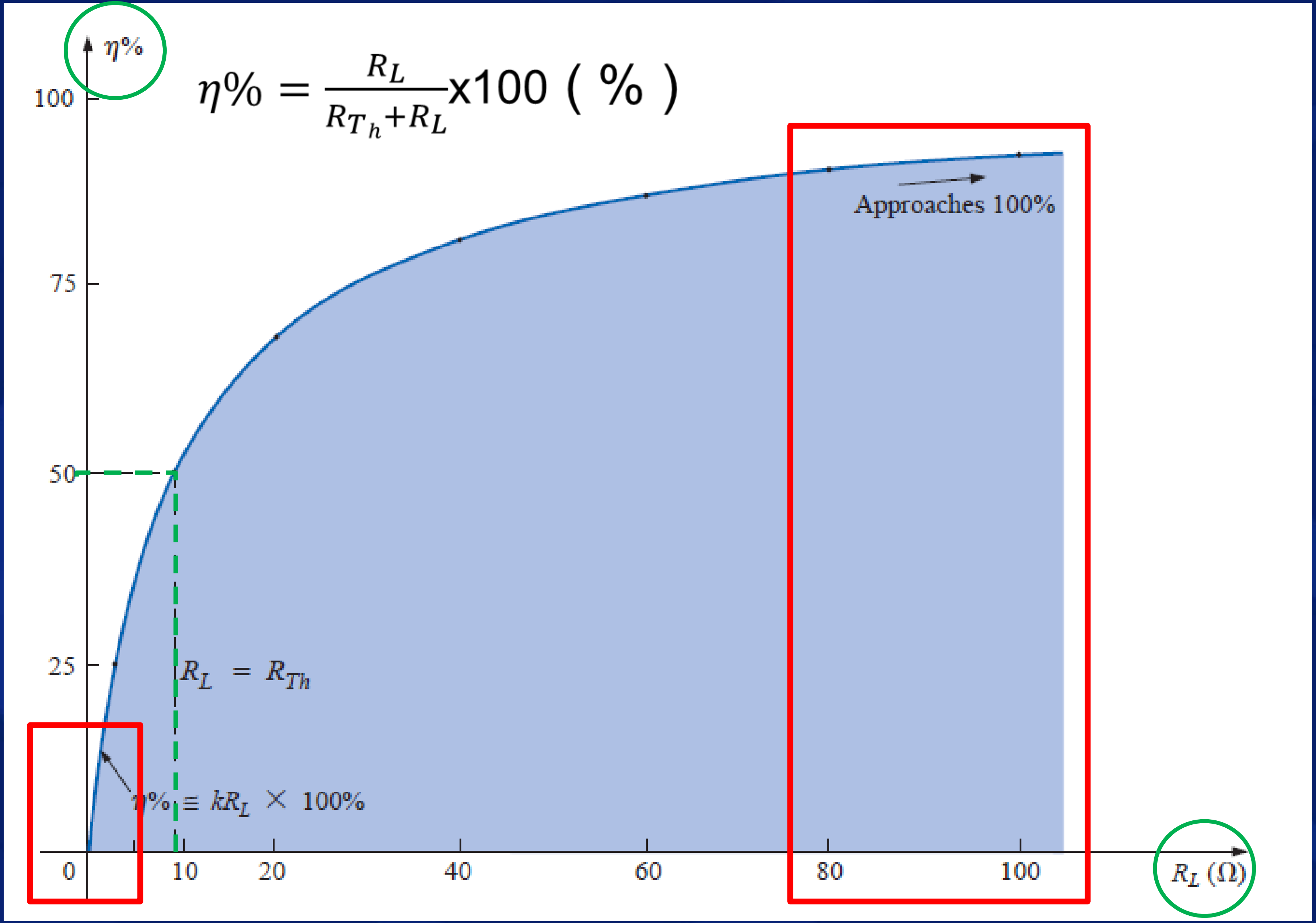
$R_L = R_{Th}$ ➡ $\eta\% = \frac{R_L}{R_L + R_L} \times 100 = 50\ \%$

2. في حالة كون مقاومة الحمولة أكبر بكثير من R_{Th}.

$R_L \gg R_{Th}$ ➡ $\eta\% \approx \frac{R_L}{R_L} \times 100 = 100\ \%$

3. في حالة كون مقاومة الحمولة أصغر بكثير من R_{Th}.

$R_L \ll R_{Th}$ ➡ $\eta\% \approx \frac{R_L}{R_{Th}} \times 100 = 0\ \%$



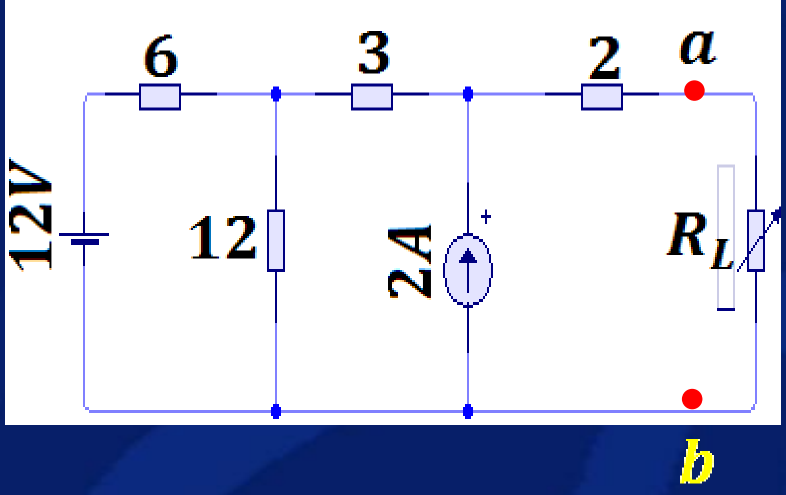
η%
$\eta\% = \frac{R_L}{R_{Th}+R_L} x100 ~ (\%)$
100
75
50
25
0
10
20
40
60
80
100
Approaches 100%
$R_L = R_{Th}$
$\eta\% \equiv kR_L \times 100\%$
R_L (Ω)

تطبيق 1:

1. جد قيمة الحمولة R_L حتى تكون الدارة في حالة تحويل أعظمي للإستطاعة.

2. جد قيمة الإستطاعة العظمى المحولة

3. جد قيمة االحمولة R_L حتى يكون مردود تحويل الإستطاعة 75%



.1

$$R_L = R_{Th} = 9\Omega$$

.2

$$E_{Th} = 22\ V$$

$$P_{LMax} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}} = 13{,}44\ W$$

.3 $\eta = 0.75$

$$\eta = \frac{P_L}{P_T} = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L} \Rightarrow R_L = \frac{\eta R_{Th}}{(1-\eta)}$$

ت. ع:

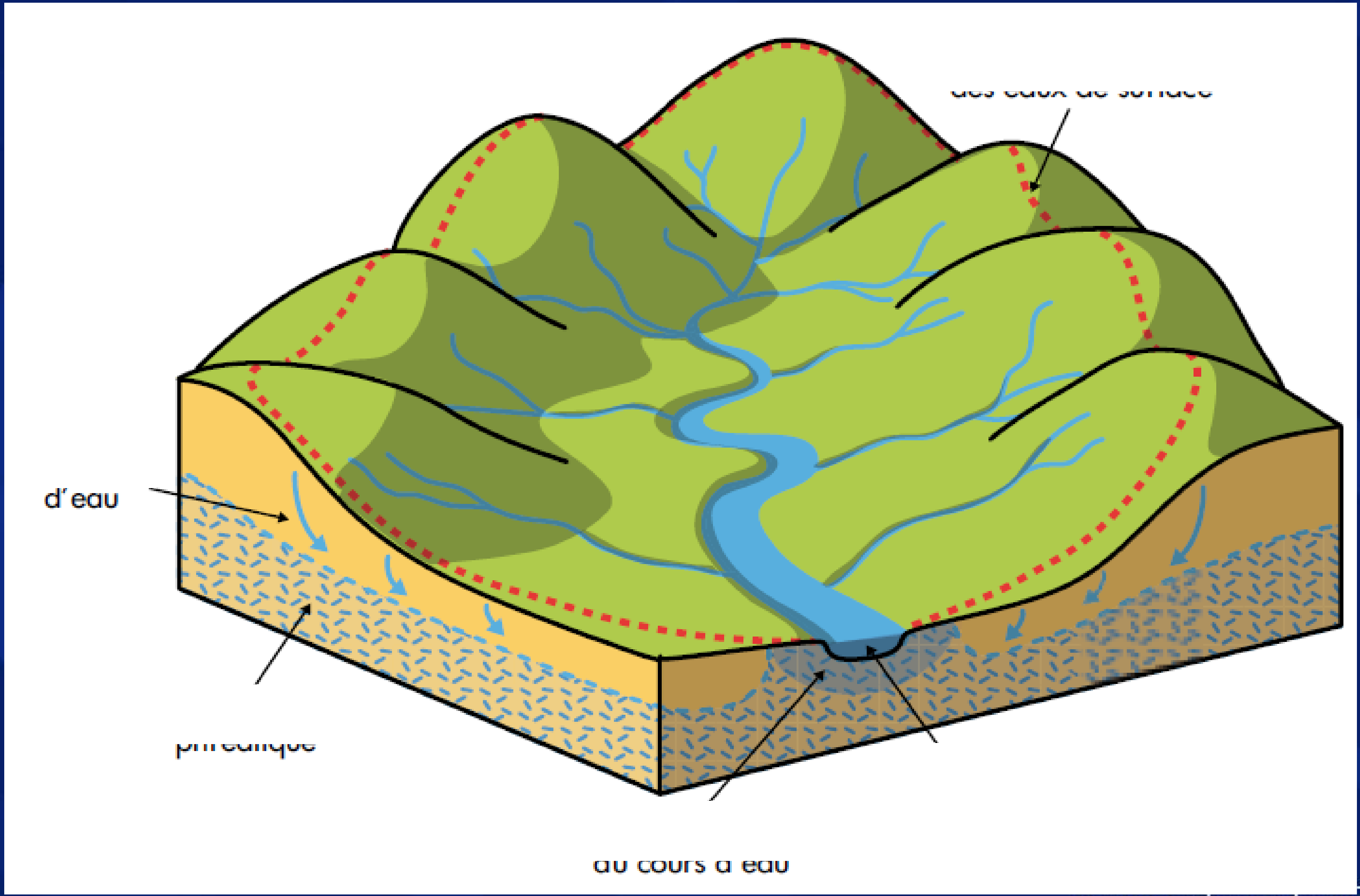
$$R_L = 27\Omega$$

النظرية الرابعة:

نظرية التراكب/ من الطبيعة
Superposition theorem

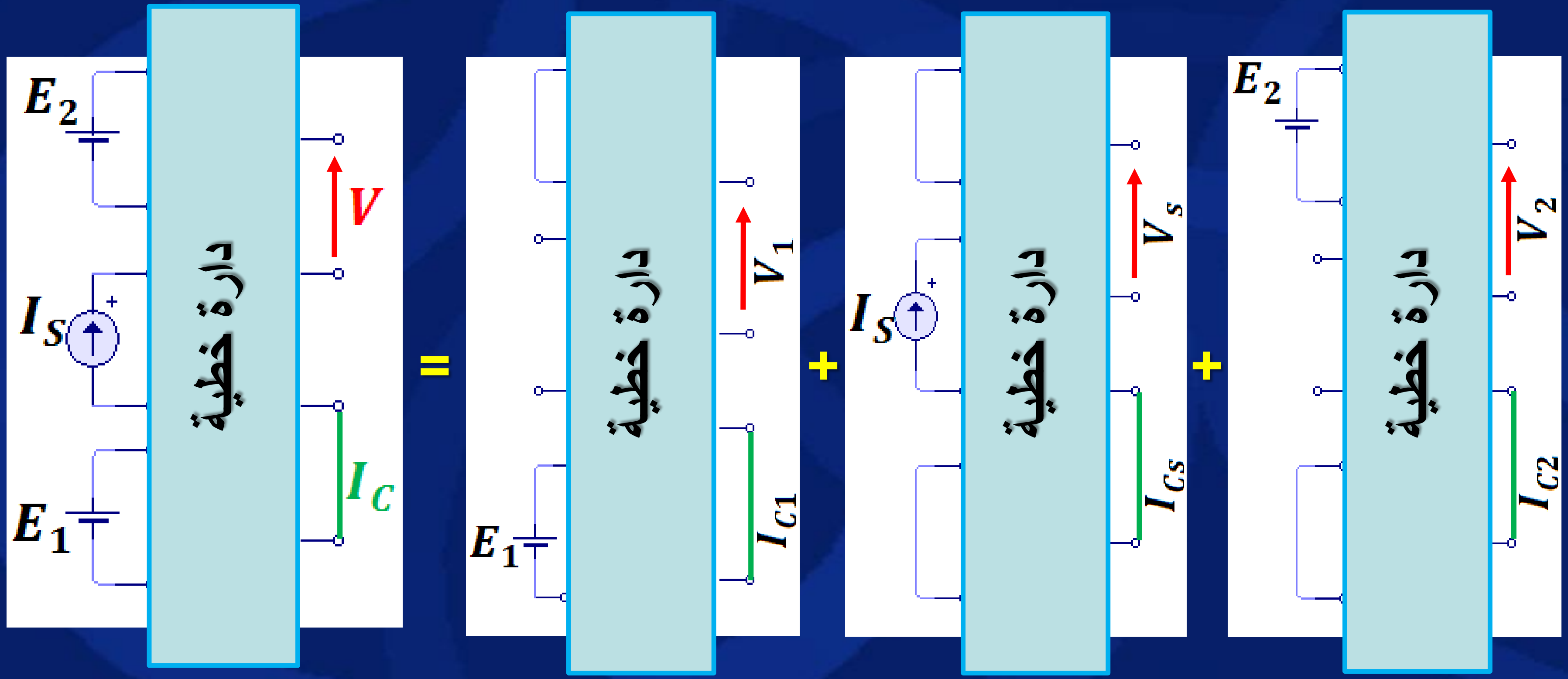
Superposition Theorem نظرية التراكب

النظرية الرابعة:



النظرية الرابعة: نظرية التراكب Superposition Theorem

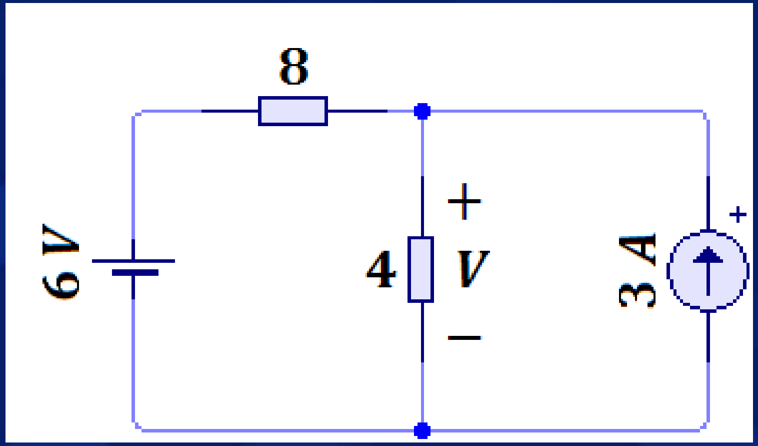
نص النظرية: التيار المار في فرع من فروع دارة خطية (I_C مثلا) أو الكمون بين قطبي عنصر (V_C مثلا) يساوي المجموع الجبري للتيارات (الكمونات) الناشئة عن كل مولد مستقل على حدة.

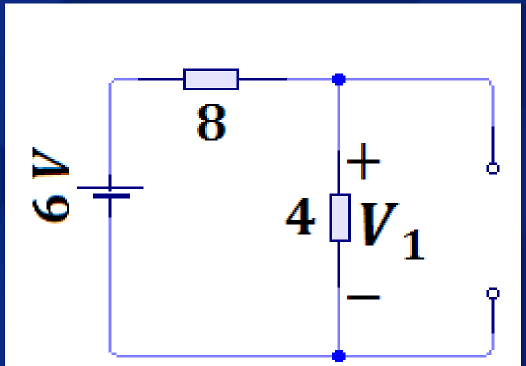


$$I_C = I_{C1} + I_{Cs} + I_{C2}$$

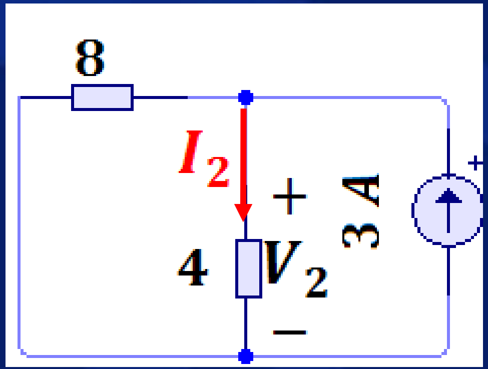
$$V = V_1 + V_s + V_2$$

تطبيق 1:   باستعمال نظرية التراكب جد الكمون V   في الدارة الآتية.





+



$$V = V_1 + V_2$$

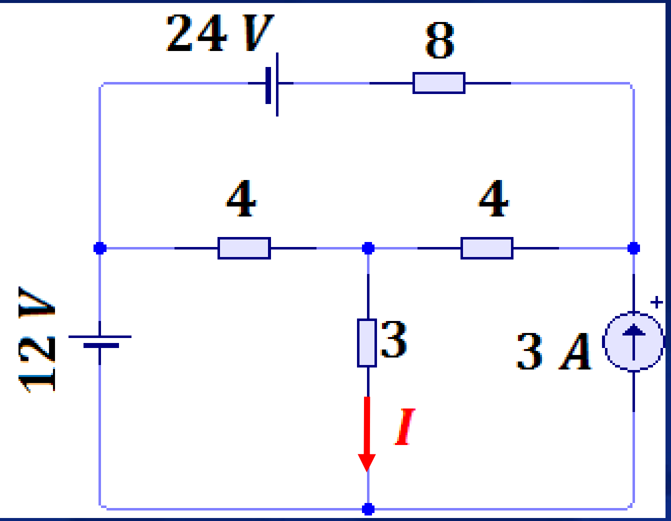
$$V_1 = \frac{4}{8+4} . 6 = 2V$$

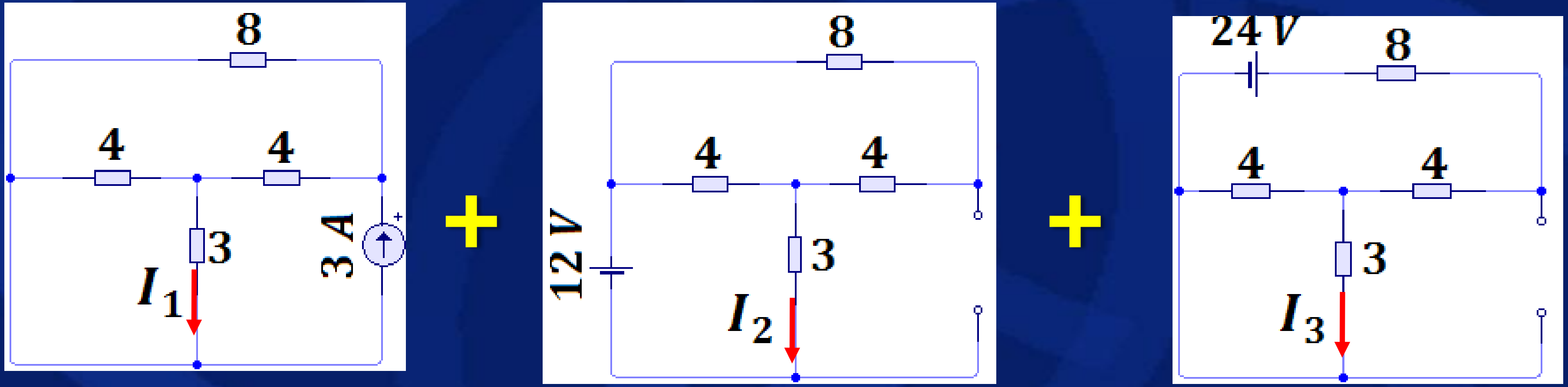
$$I_2 = \frac{8}{8+4} . 3 = 2A$$

$$V_2 = 4X2 = 8V$$

$$V = V_1 + V_2 = 2 + 8 = 10V$$

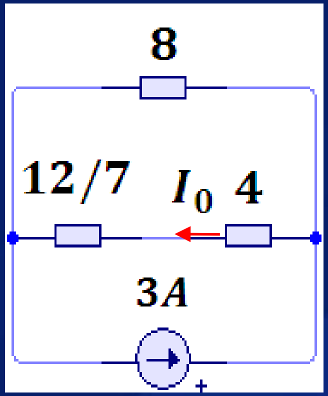
تطبيق 2: باستعمال نظرية التراكب جد التيار I في الدارة الآتية.





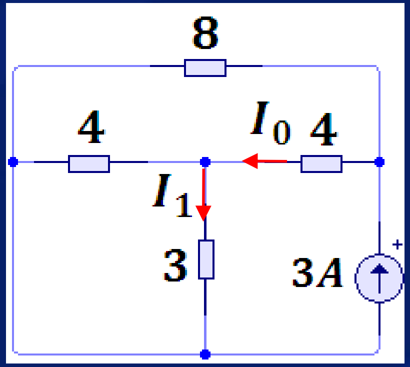
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

①

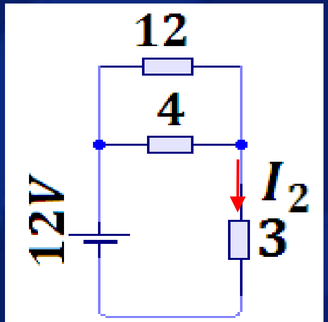


$$I_0 = \frac{8}{4 + \frac{12}{7} + 8} . 3 = \frac{21}{4} A$$

$$I_1 = \frac{4}{4+3} . \frac{21}{4} = 3A$$



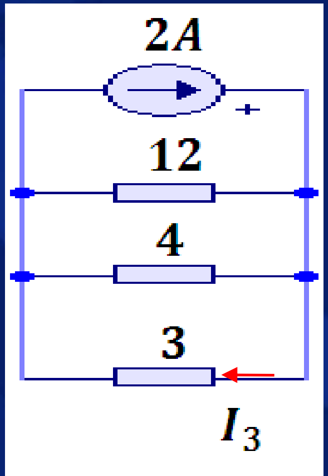
②



$$\frac{12 . 4}{12 + 4} = 3\Omega$$

$$I_2 = \frac{12}{6} = 2A$$

③



$$I_i = \frac{R_{eq}}{R_i} I \Rightarrow I_3 = \frac{3/2}{3} . 2 = 1A$$

$$I = 3 + 2 + 1 = 3A$$

النظرية الخامسة:

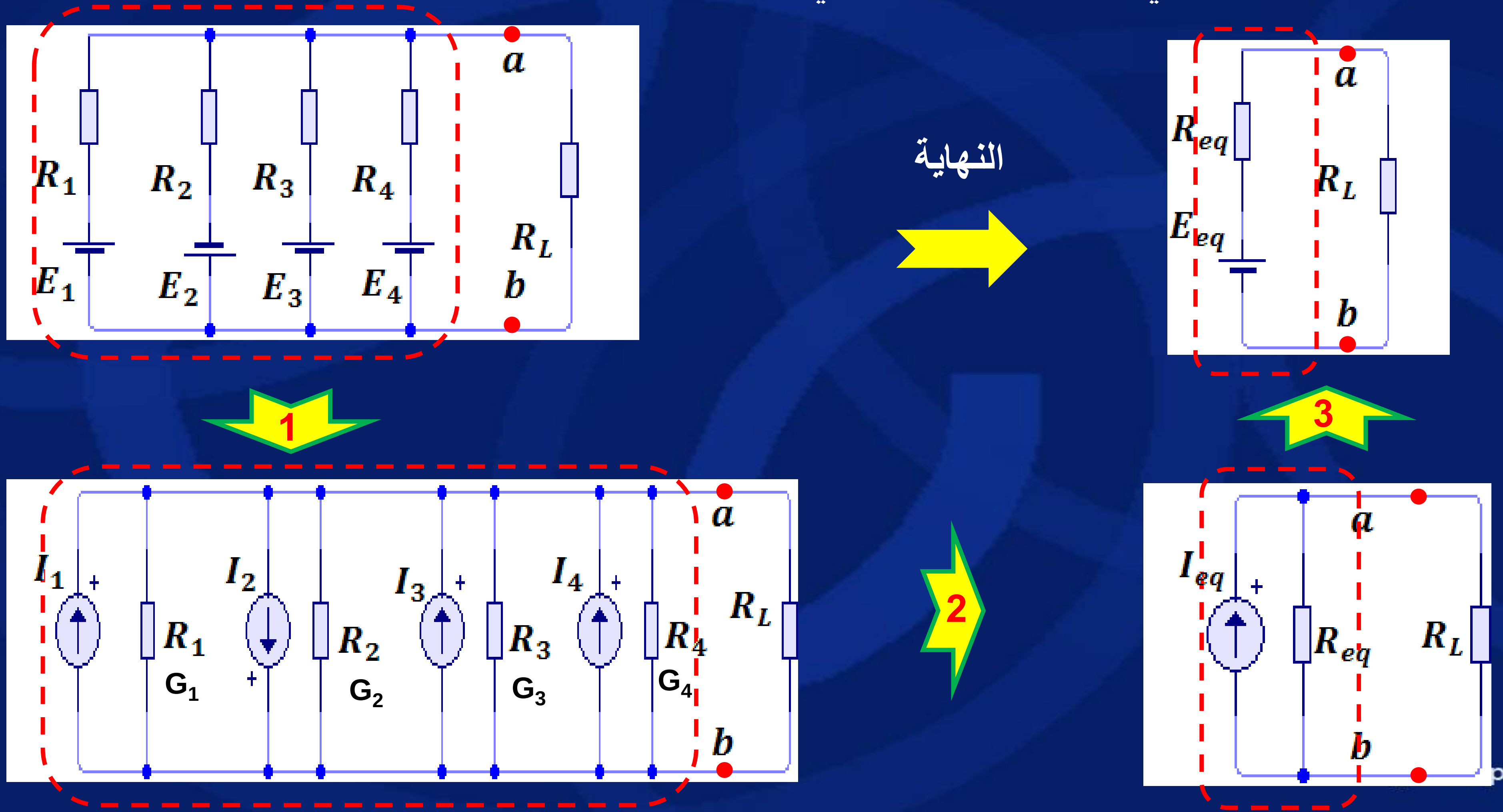
نظرية ميلمان -دارات السلم
Millman’s Theorem / Ladder circuits)

Échelle = Ladder

Jacob Millman est un électronicien américain né en Russie 1911, décédé le 22 mai 1991.

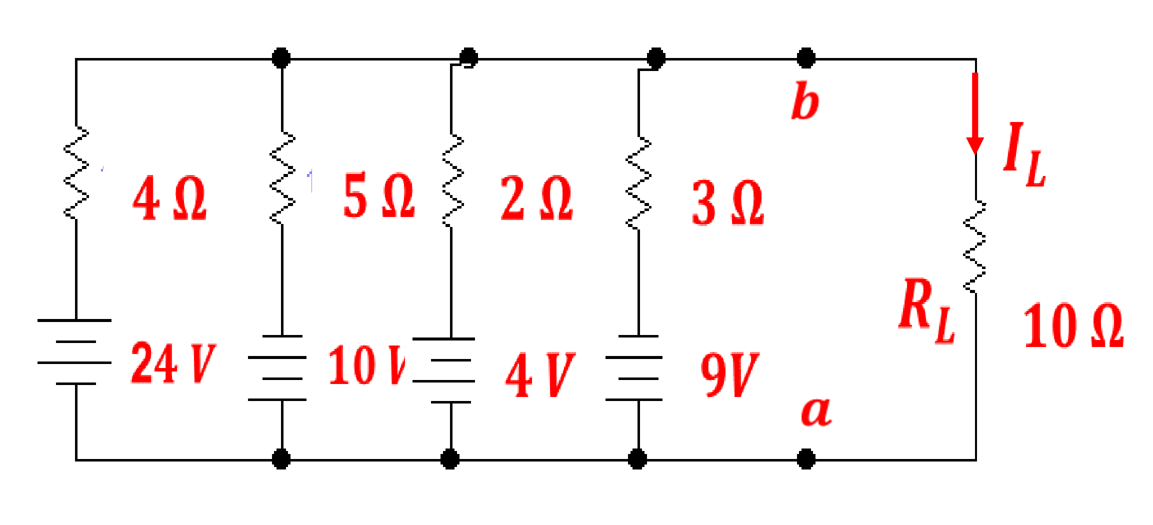
- نص النظرية: يمكن استبدال مجموعة من المولدات الحقيقية مربوطة على التوازي بمولد واحد مكافئ .
- خطوات:

1. تحويل مولدات الكمون الحقيقية مولدات تفنا إلى مولدات تيار حقيقية مولدات نورطون.
2. إيجاد مولد التيار المكافئ و المقاومة أو السماح المكافئ.
3. تحويل مولد التيار الحقيقي إلى مولد كمون حقيقي.

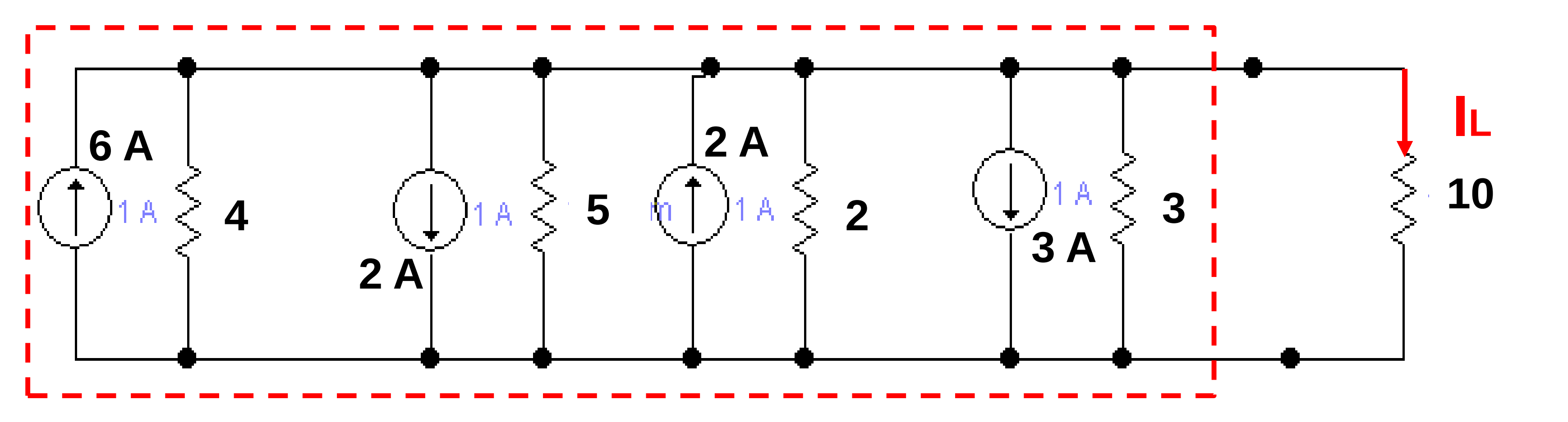


$\boldsymbol{I_{eq}}$	$\boldsymbol{I_1 - I_2 + I_3 + I_4}$	$\pm \sum_i \boldsymbol{I_i}$
	$\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} + \frac{E_4}{R_4}$	$\pm \sum_i \frac{E_i}{R_i}$
	$G_1E_1 - G_2E_2 + G_3E_3 + G_4E_4$	$\pm \sum_i G_iE_i$
Req	$\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$	$\frac{1}{\sum_i \frac{1}{R_i}}$
$\boldsymbol{G_{eq}}$	$G_1+G_2+G_3+G_4$	$\sum_i G_i$
Eeq	$R_{eq}I_{eq} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} + \frac{E_4}{R_4}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$	$\pm \frac{\sum_i \frac{E_i}{R_i}}{\sum_i \frac{1}{R_i}}$
	$\frac{I_{eq}}{G_{eq}} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} + \frac{E_4}{R_4}}{G_1+G_2+G_3+G_4}$	$\pm \frac{\sum_i \frac{E_i}{R_i}}{\sum_i G_i}$

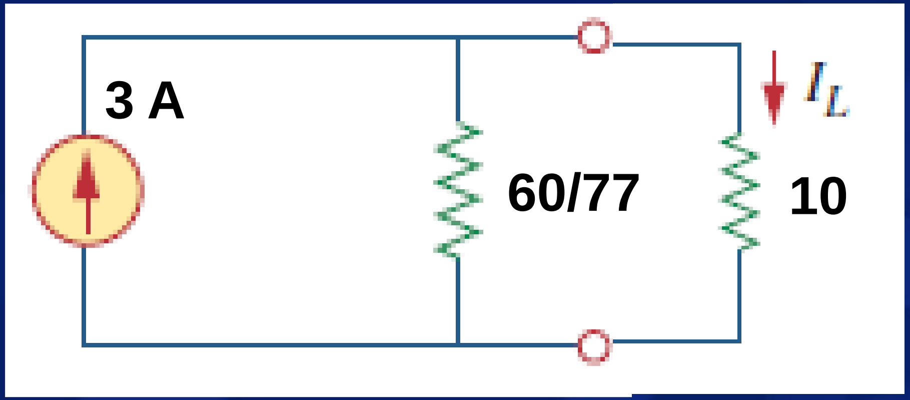
تطبيق 1: جد تيار الحمولة I_L في الدارة الآتية:



1. نحول مولدات الكمون الحقيقية إلى مولدات تيار حقيقية



2. مولد التيار الحقيقي المكافئ



3. حساب تيار الحمولة

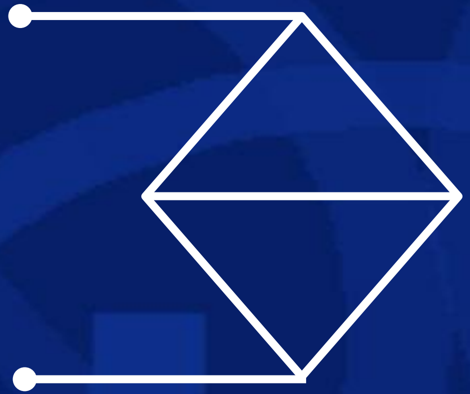
من قاعدة قاسم التيار:

$$I_L = \frac{66/77}{\frac{66}{77} + 10} \times 3 = 0,21\ A$$

النظرية السادسة:

نظرية كينلي (دارات الجسر)
Kennelly’s Theorem / Bridge Circuits)

Delta _ Star(Whye)Transformations



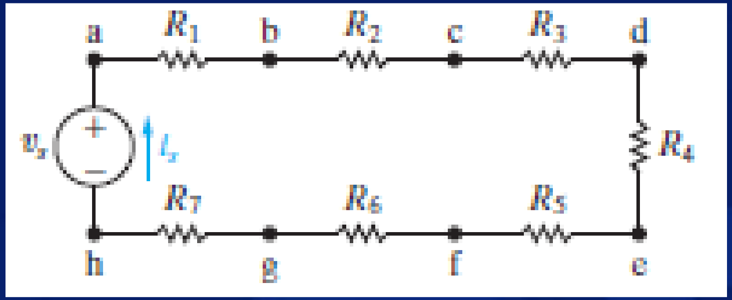
Bridge Circuits

Arthur Edwin Kennelly (1861 -1939)
ingénieur en électricité - Américan

قواعد ربط المقاومات::

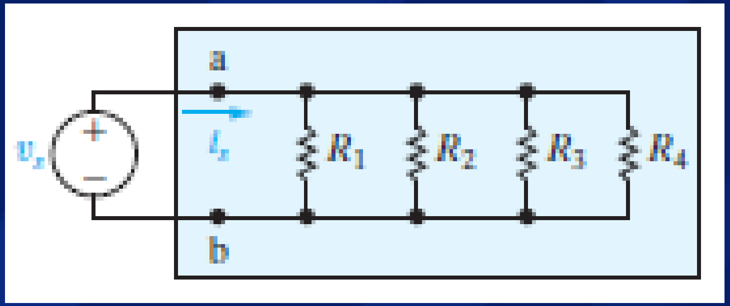
1. على التسلسل:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \cdots + R_N = \sum_{n=1}^{N} R_n$$

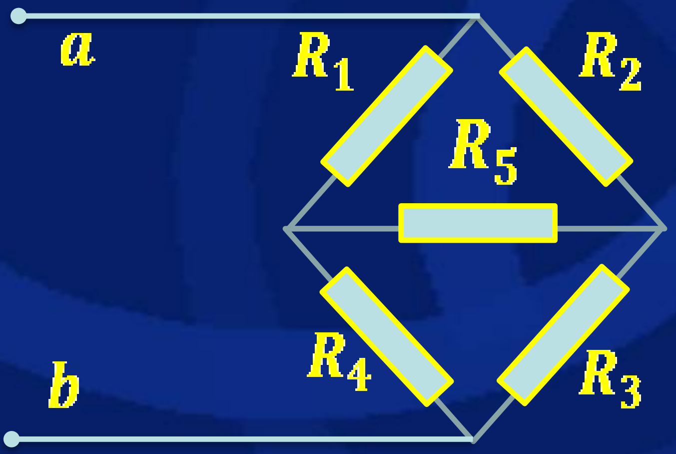


2. على التوازي

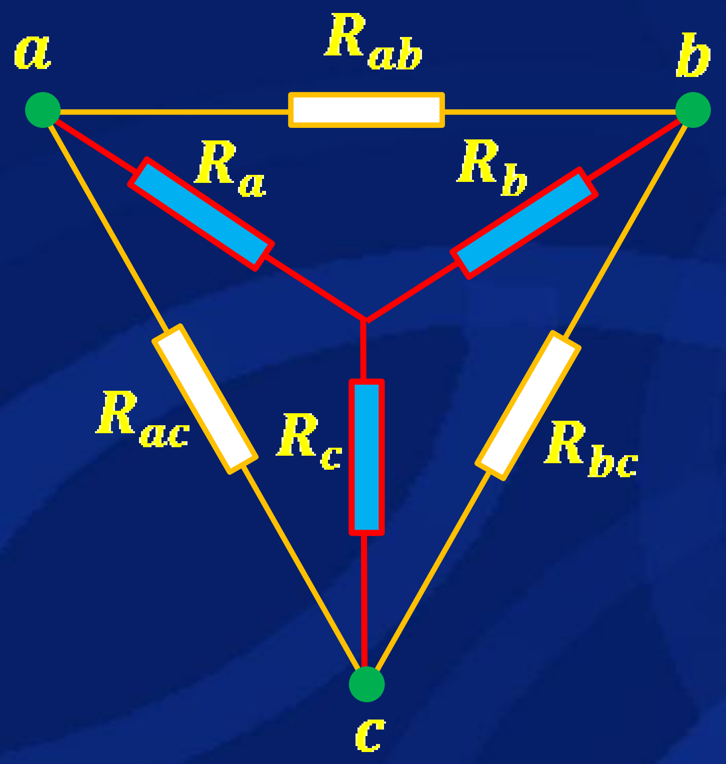
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_N}$$



لا تسمح بإيجاد المقاومة المكافئة في دارة الجسر الآتية:



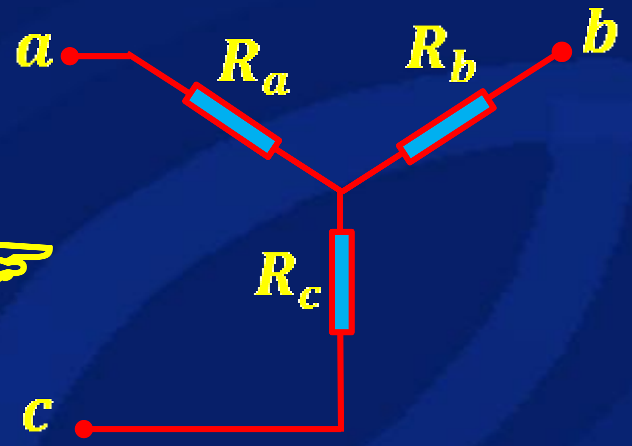
ليكن الشكل الآتي:



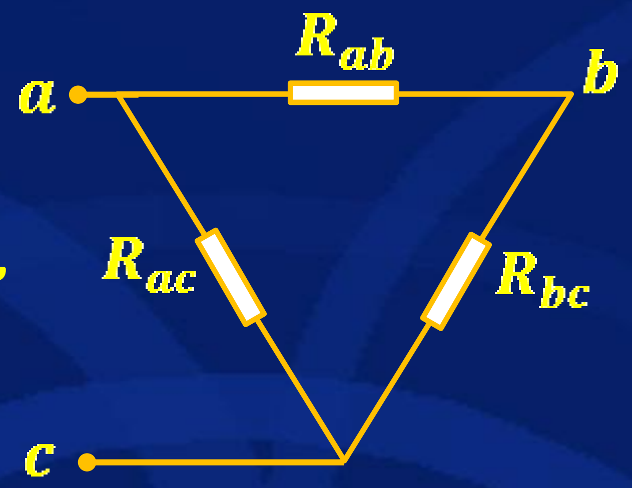
∇ + **Y**

تعرف نظرية كينلي تكافئا بين الربطين ∇ و **Y**

1. نأخذ القطبين a و c ;



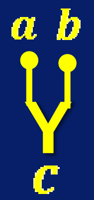
⇔



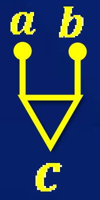
$$[R_{ac}]_Y = [R_{ac}]_\Delta$$

$$R_a + R_c = \frac{R_{ac}[R_{ab} + R_{bc}]}{R_{ac} + R_{ab} + R_{bc}} \quad ①$$

2. نأخذ القطبين a و b

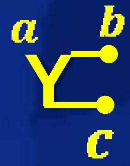


$$[R_{ab}]_Y = [R_{ab}]_\Delta$$

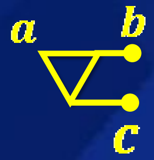


$$R_a + R_b = \frac{R_{ab}[R_{ac} + R_{bc}]}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}} \quad ②$$

3. نأخذ القطبين b و c



$$[R_{bc}]_Y = [R_{bc}]_\Delta$$



$$R_b + R_c = \frac{R_{bc}[R_{ac} + R_{ab}]}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}} \quad ③$$

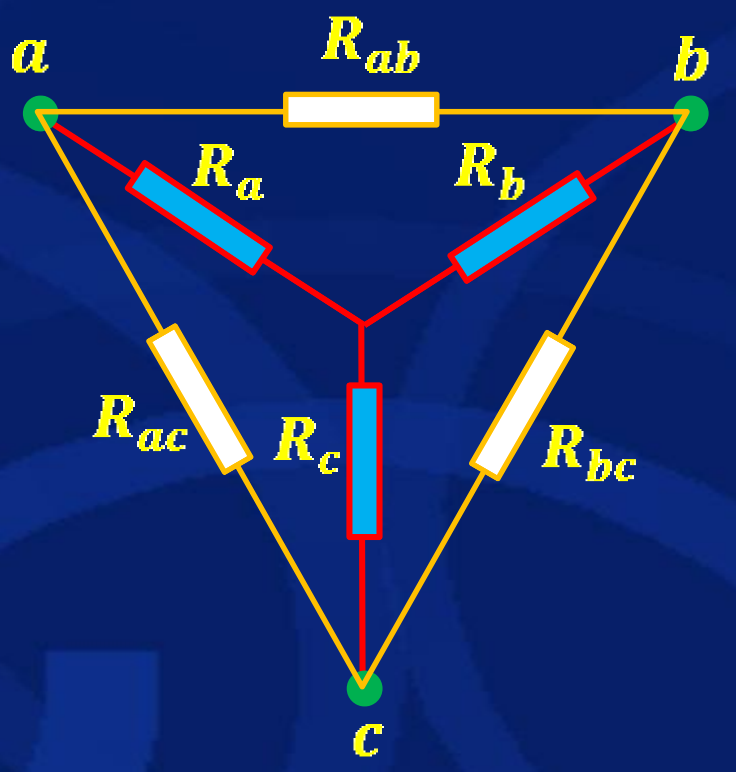
باستغلال العلاقات الثلاث: ①،②، ③ يمكن تحويل الربط △ إلى الربط Y أو العكس.

1. تحويل الربط △ إلى الربط Y : أي إيجاد مقاومات Y بدلالة مقاومات △

$$R_a = \frac{R_{ab} . R_{ac}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$$

$$R_b = \frac{R_{ab} . R_{bc}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$$

$$R_c = \frac{R_{ac} . R_{bc}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$$



ملاحظة

❖ إذ كانت مقاومات △ كلها متساوية، أي: $R_{ab} = R_{ac} = R_{bc} = R_\Delta$

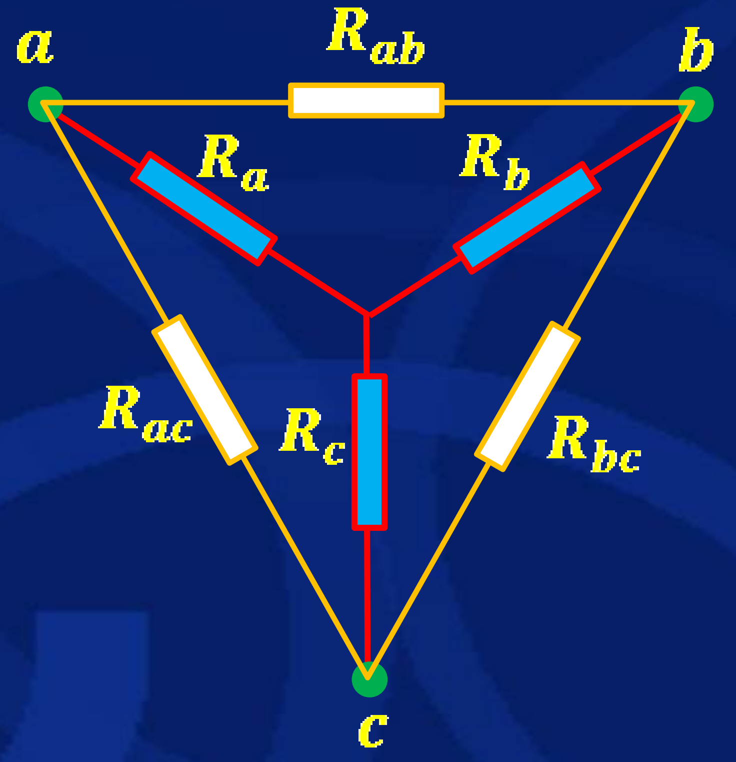
فإن مقاومات Y كلها متساوية إيضا: $R_a = R_b = R_c = \frac{R_\nabla}{3}$

2. تحويل الربط Y إلى الربط △ : أي إيجاد مقاومات △ بدلالة مقاومات Y

$$R_{ab} = \frac{R_aR_b + R_aR_c + R_bR_c}{R_c}$$

$$R_{ac} = \frac{R_aR_b + R_aR_c + R_bR_c}{R_b}$$

$$R_{bc} = \frac{R_aR_b + R_aR_c + R_bR_c}{R_a}$$



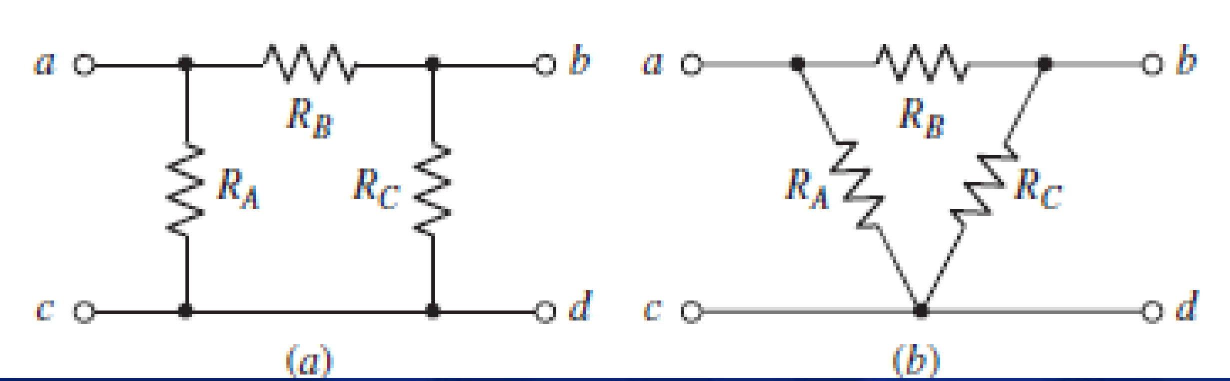
ملاحظة

- ❖ إذ كانت مقاومات Y كلها متساوية، أي: $R_a = R_b = R_c = R_Y$

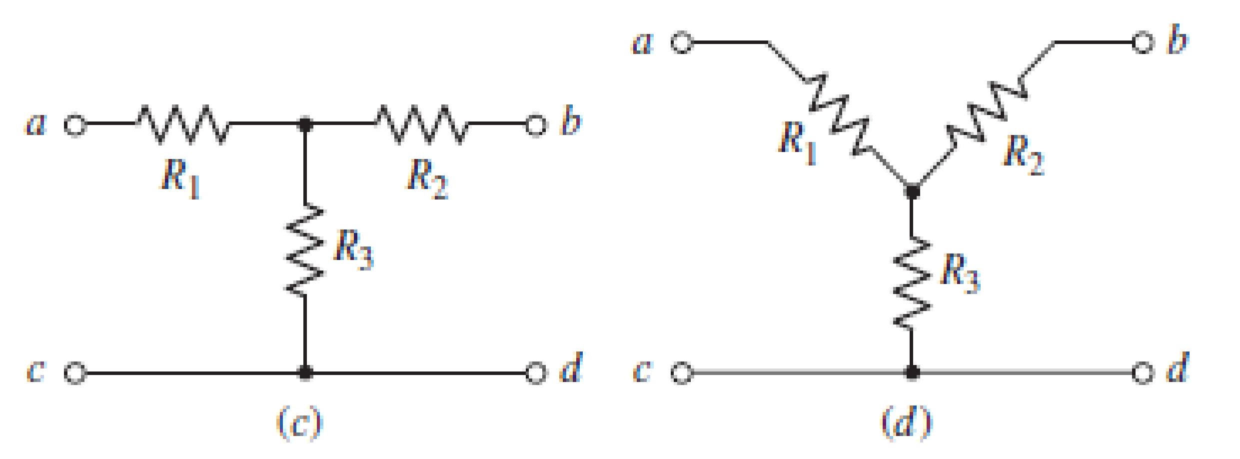
فإن مقاومات △ كلها متساوية إيضا: $R_{ab} = R_{bc} = R_{ac} = 3R_Y$

ملاحظة

❖ قد يظهر الربطين △ و Y على الشكلين π و T

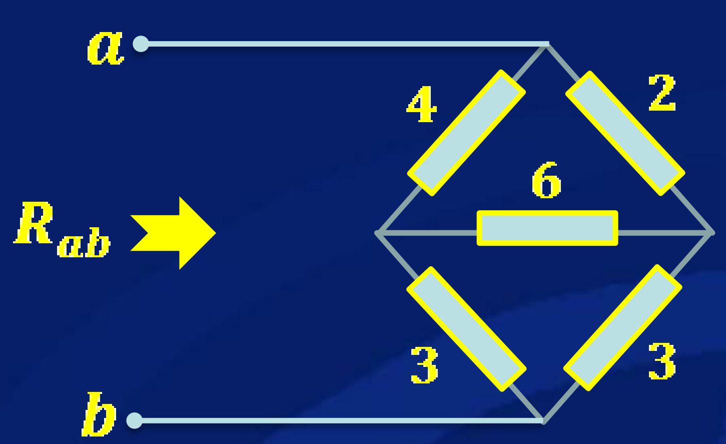


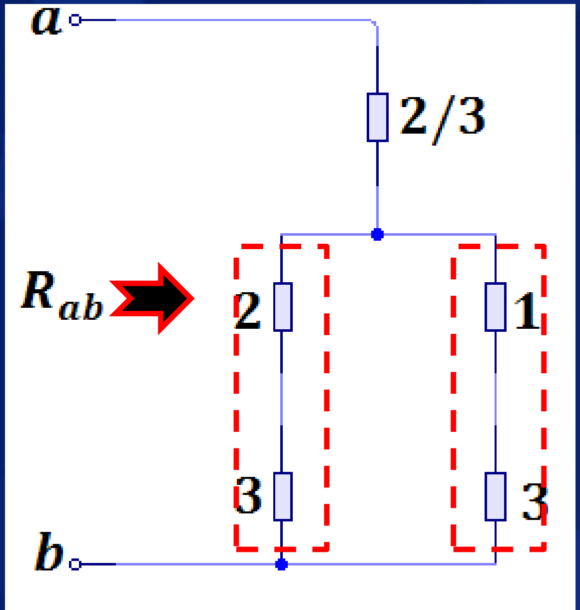
$\nabla \Leftrightarrow \pi$



$Y \Leftrightarrow T$

تطبيق 1: جد المقاومة المكافئة المنظورة بين القطبين a و b
في الدارة المقابلة.



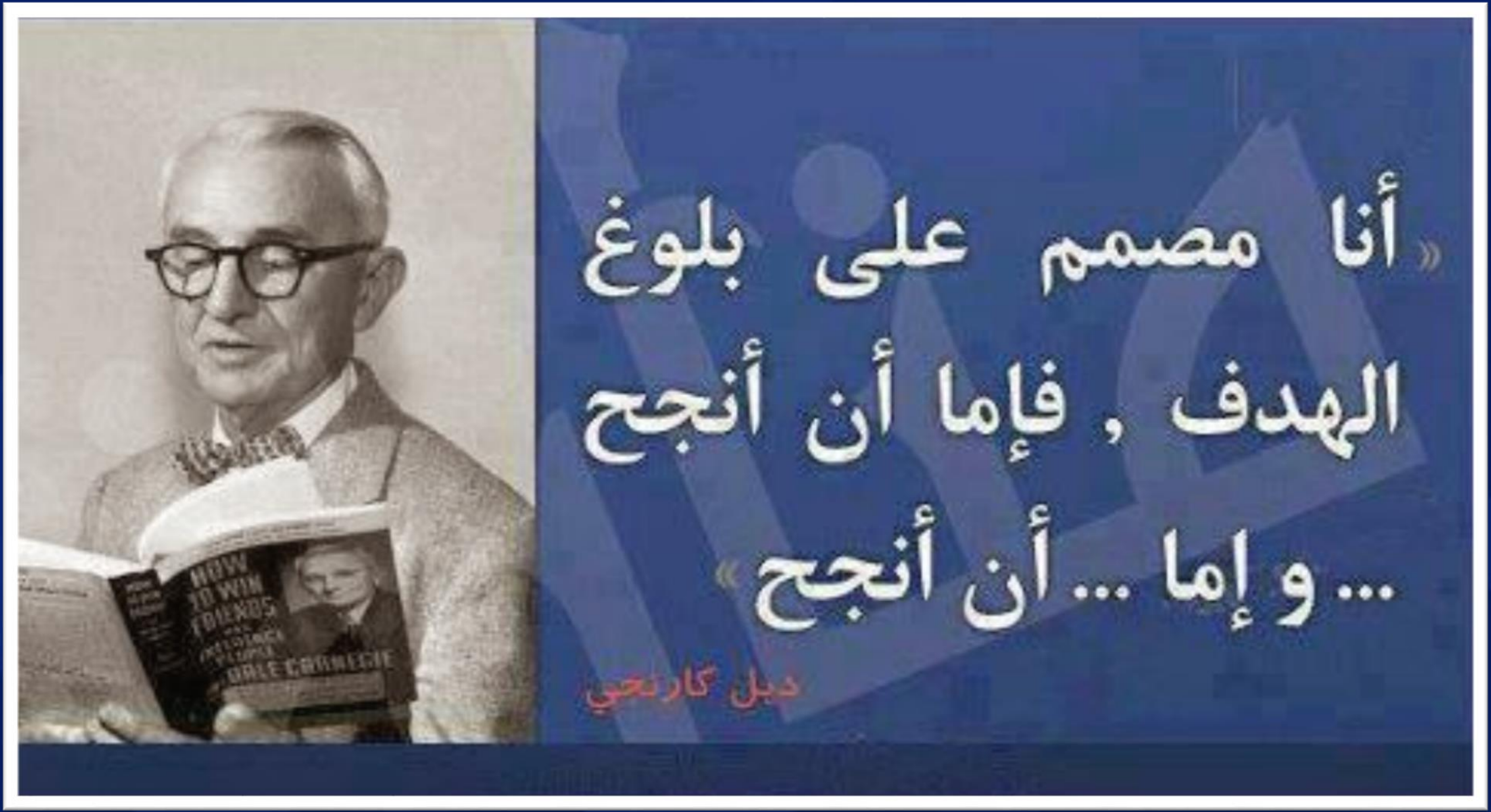


$$R_{ab} = \frac{2}{3} + (2+3)//(1+3)$$

$$R_{ab} = \frac{2}{3} + \frac{5X4}{5+4} = \frac{26}{9} \quad \Omega$$

❖ ملخص

تحويل Δ إلى Y	تحويل Y إلى Δ
$R_a = \dfrac{R_{ab} . R_{ac}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$	$R_{ab} = \dfrac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_c}$
$R_b = \dfrac{R_{ab} . R_{bc}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$	$R_{ac} = \dfrac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_b}$
$R_c = \dfrac{R_{ac} . R_{bc}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$	$R_{bc} = \dfrac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_a}$
ملاحظة: • إذا كانت مقاومات Δ كلها متساوية $R_{ab} = R_{ac} = R_{bc} = R_\Delta$ • فإن مقاومات Y تكون متساوية إيضا ، حيث: $R_a = R_b = R_c = {R_\Delta}/{3}$	ملاحظة: • إذا كانت مقاومات Y كلها متساوية $R_a = R_b = R_c = R_Y$ • فإن مقاومات Δ تكون متساوية إيضا ، حيث: $R_{ab} = R_{ac} = R_{bc} = 3R_Y$


«أنا مصمم على بلوغ
الهدف , فإما أن أنجح
و إما ... أن أنجح ...»
ديل كارنجي
HOW TO WIN FRIENDS

النهاية

The End