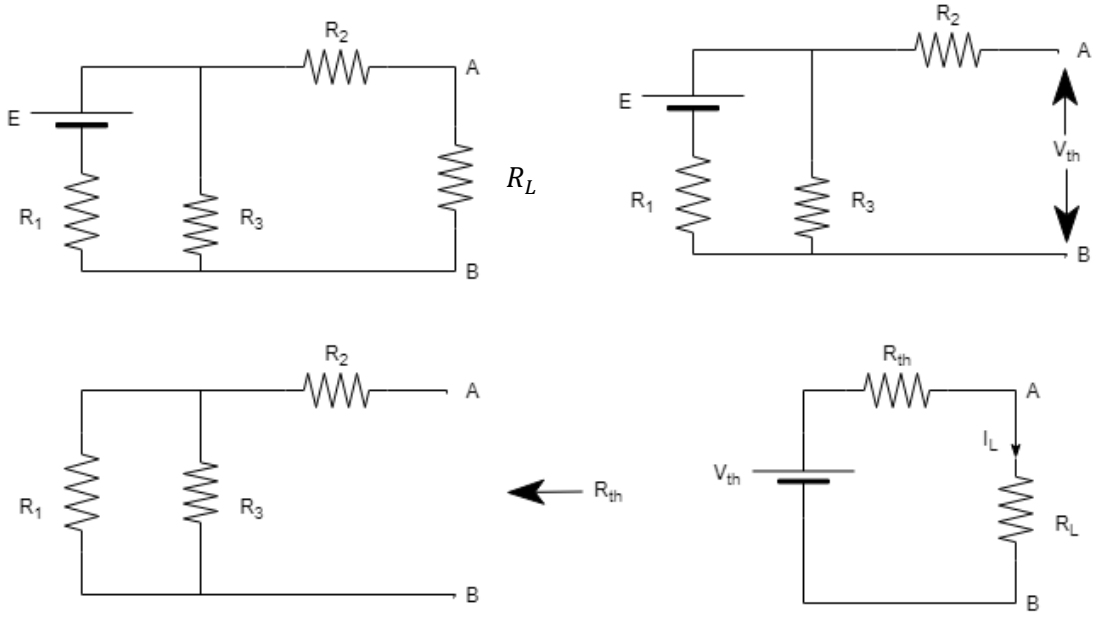
المحاضرة الخامسة

20: Thevenens Theorem

The current flowing through a load resistance (R_L) connected across any two terminals (A) and (B) of network is given by $[V_{th}/(R_{th}+R_L)]$, where V_{th} is the open-circuit voltage between points (A) and (B), and R_{th} is the internal resistance of the network as viewed back into the network from terminals (A) and (B) with all voltage sources replaced by their internal resistance if any.

التيار المار خلال مقاومة الحمل (R_L) المربوط عبر اي طرفيه (A) و(B) لشبكة كهربائية يمكن ايجاده من العلاقة $[V_{th}/(R_{th}+R_L)]$ حيث تمثل V_{th} فولطية الدائرة المفتوحة بين النقطتين (A) و(B) بينما تمثل R_{th} المقاومة الداخلية للشبكة منظورا اليها عكسياً من (A) و(B) مع استبدال جميع مصادر الطاقة بمقاومتها الداخلية ان وجدت.



$$I_L = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L}$$

خطوات تطبيق نظرية ثيفنين

١- ترفع المقاومة المراد حساب التيار فيها او الفولطية عليها وتترك مكانها مفتوح (*open circuit*)

٢- تحسب فولطية الدائرة المفتوحة (o/c) بالطرق الاعتيادية وتسمى هذه الفولطية بفولطية ثيفنين ويرمز لها (Vth).

٣- نحسب قيمة المقاومة الداخلية للشبكة منظوراً اليها عكسياً من طرف الدائرة المفتوحة مع استبدال جميع مصادر الطاقة بمقاوماتها الداخلية ان وجدت وتسمى المقاومة المحسوبة بهذه الطريقة مقاومة ثيفنين (Rth).

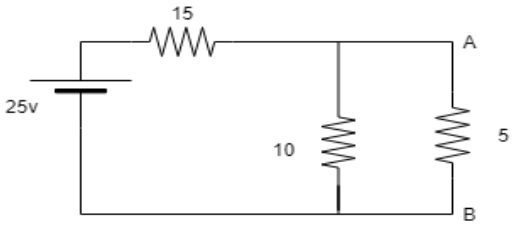
٤- نرسم دائرة ثيفنين المكافئة وتتكون من مصدر فولتية قيمته تساوي قيمة (Vth) ومقاومة على التوالي قيمتها تساوي قيمة Rth

٥- نعيد مقاومة الحمل التي رفعت في الخطوة (١) اعلاه ونربطها بالتوالي في دائرة ثيفنين المكافئة ثم نحسب تيار الدائرة من القانون التالي:

$$I_L = \frac{V_{th}}{R_{th}+R_L}$$

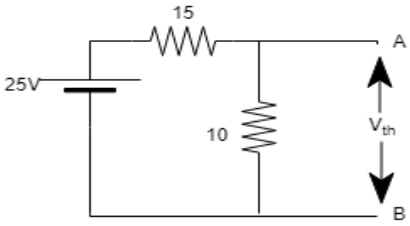
ملاحظة: عند حساب قيمة المقاومة في الخطوة رقم (٣) أعلاه، اذا كان في الدائرة مصدر فولتية نضع بدلاً منه (short) ونترك مقاومته الداخلية مكانها أما اذا كان في الدائرة مصدر تيار نرفع المصدر ونترك مكانه دائرة مفتوحة (open) ونبقى مقاومته الداخلية مكانها أيظاً.

EX: For the circuit shown below, find the current flowing in the (5Ω) resistance using Thevenins theorem.

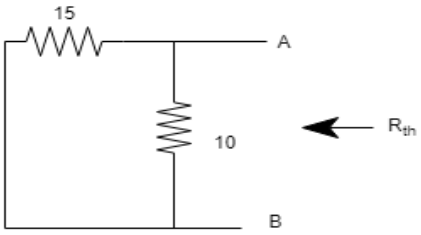


solution

$$V_{th} = 25 \cdot \frac{10}{10+15} = 10V$$



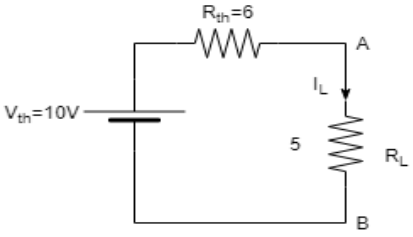
$$R_{th} = \frac{10 \times 15}{10+15} = 6\Omega$$



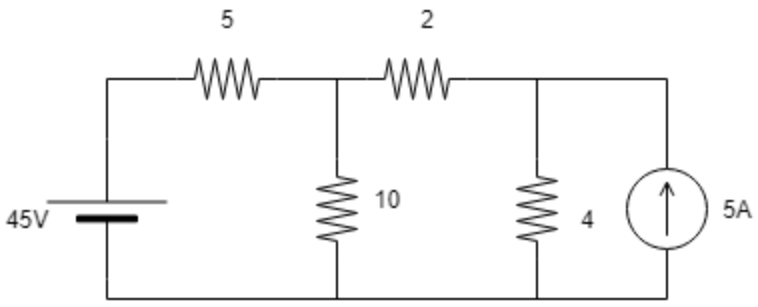
$$I_L = \frac{V_{th}}{R_{th}+R_L}$$

$$= \frac{10}{6+5}$$

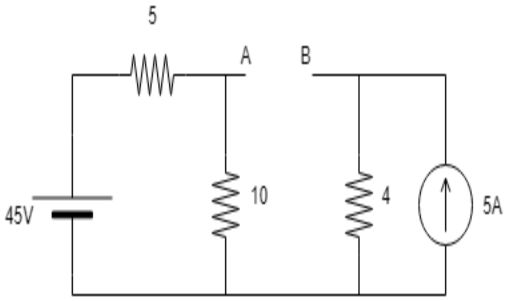
$$= 0.909\ A$$



EX: calculate the power dissipated in the (2Ω) resistor using Thevenin's theorem.



Solution:

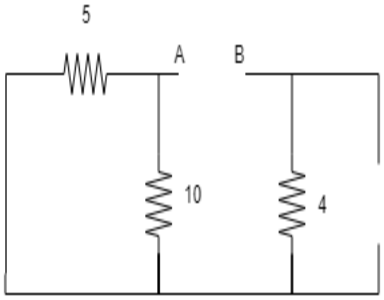


$$V_a = 45 \cdot \frac{10}{15} = 30V$$

$$V_b = 5 \times 4 = 20V$$

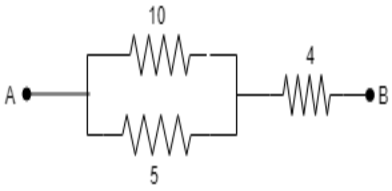
$$V_{th} = V_a - V_b$$

$$= 30 - 20 = 10V$$



$$R_{th} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} + 4$$

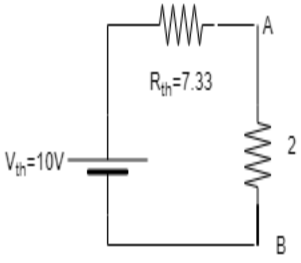
=7.33Ω



$$I_L = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L}$$

$$= \frac{10}{7.33 + 2}$$

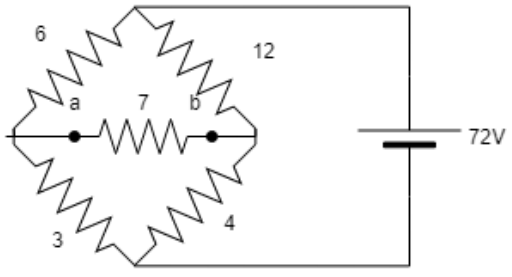
=1.07 A



$$P = I_L^2 \cdot R = (1.07)^2 \cdot 2$$

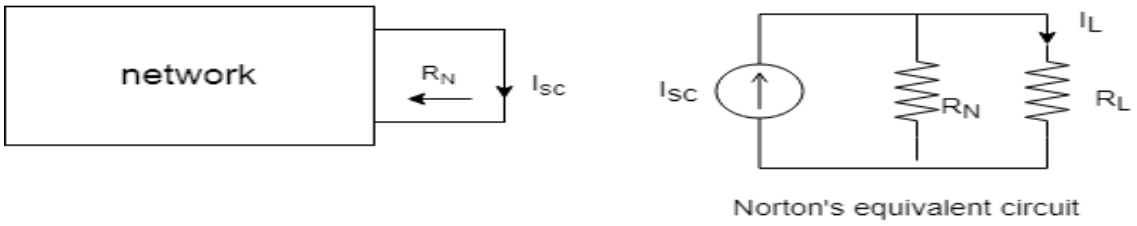
$$= 2.28\ W$$

H.W for the circuit shown calculate the current in the 7Ω resistor using Thevenin's Theorem. **(Ans: 0.5A)**



21:Norton's Theorem

Any two-terminal network containing resistances and voltage sources and/or current sources may be replaced by a single current source in parallel with a single resistance. The output from the current source is the short circuit current at the network terminals, and the parallel resistance is the resistance between the network terminal when all sources are replaced by their internal resistance.



Norton's equivalent circuit

$$I_L = I_{sc} \cdot \frac{R_N}{R_N + R_L}$$

نظرية نورتن:- أي شبكة ذات طرفين وتحتوي على مقاومات ومصادر فولتية أو مصدر تيار (أو كلاهما) يمكن إن تستبدل بمصدر تيار واحد بالتوازي مع مقاومة. التيار الخارج من مصدر التيار يمثل تيار الدائرة القصيرة (Isc) بين طرفي الشبكة، ومقاومة التوازي تمثل مقاومة الشبكة التي تظهر بين طرفيها عندما تستبدل جميع المصادر بمقاوماتها الداخلية.

خطوات تطبيق النظرية:

١- ترفع المقاومة المراد حساب التيار فيها ونضع بدلا منها دائرة قصر(short circuit).

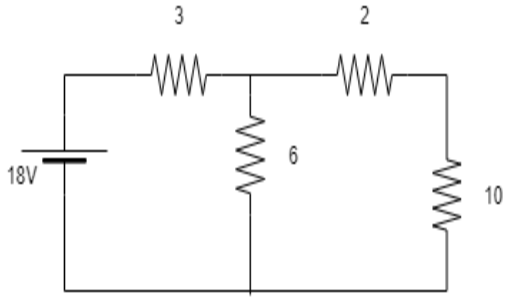
٢- نحسب التيار المار في دائرة القصر ويسمى (Isc).

٣- نحسب المقاومة الداخلية للشبكة منظوراً اليها من مكان المقاومة المرفوعة بعد رفع القصر وتسمى المقاومة المحسوبة بهذه الطريقة مقاومة نورتن R_N ويتم حسابها بعد رفع مصادر الطاقة واستبدالها بمقاوماتها الداخلية.

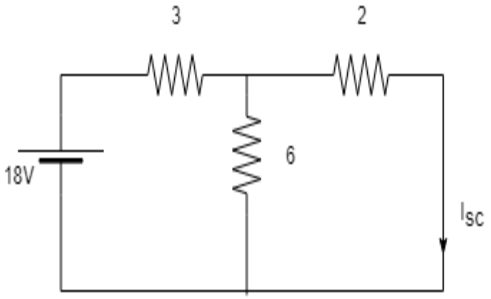
٤- نرسم دائرة نورتن المكافئة والتي تتكون من مصدر تيار قيمته تساوي(Isc) ومقاومة على التوازي قيمتها تساوي(RN).

٥- نعيد المقاومة المرفوعة في الخطوة (١) اعلاه ونربطها بالتوازي مع (RN) ثم يحسب التيار من العلاقة : $I_L = I_{sc} \cdot \frac{R_N}{R_N + R_L}$

EX:- find the current flowing in the (10Ω) resistance shown in the circuit below.

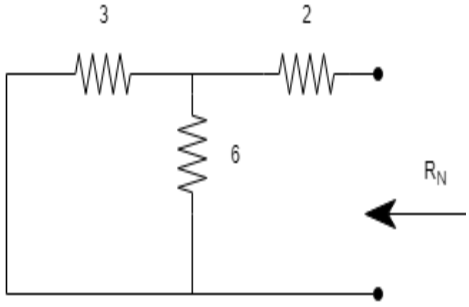


$$R_T = \frac{2 \times 6}{2+6} + 3 = 4.5\Omega$$



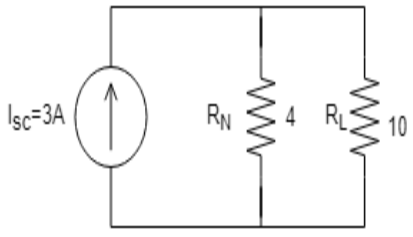
$$I_T = \frac{18}{4.5} = 4\ A$$

$$I_{sc} = 4 \times \frac{6}{6+2} = 3A$$



$$R_N = \frac{3 \times 6}{3+6} + 2 = 4\Omega$$

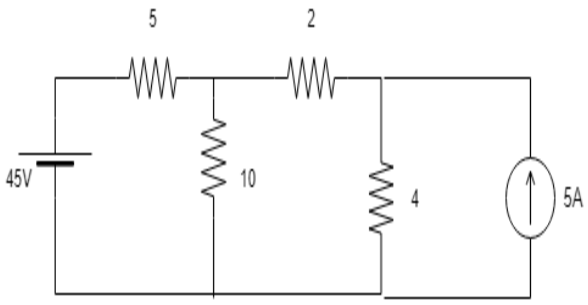
$$I_L = I_{sc} \cdot \frac{R_N}{R_N + R_L}$$



$$= 3 \cdot \frac{4}{4+10} = \frac{12}{14}$$

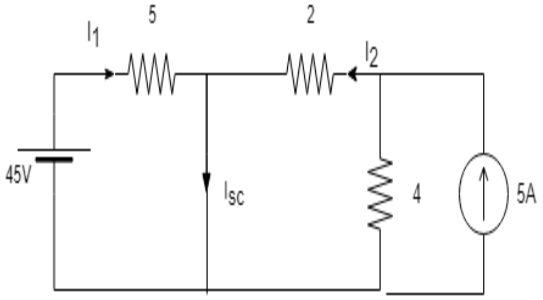
$$= 0.857\ A$$

Ex:- For the circuit shown below, calculate the current passing in the (10Ω) resistance using Norton's theorem.



Solution:-

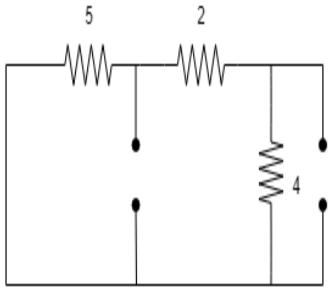
$$I_1 = \frac{45}{5} = 9A$$



$$I_2 = 5 \cdot \frac{4}{4+2} = 3.333A$$

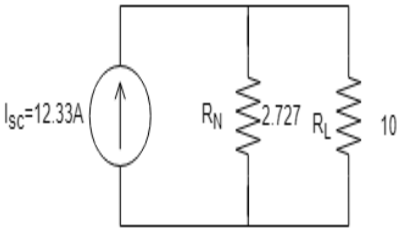
$$I_{sc} = I_1 + I_2$$

$$= 9 + 3.333 = 12.33A$$



$$R_N = \frac{(2+4)\cdot 5}{(2+4)+5} = 2.727\Omega$$

$$I_L = I_{sc} \cdot \frac{R_N}{R_N + R_L}$$



$$= 12.33 \cdot \frac{2.7272}{2.727 + 10}$$

$$= 2.64\ A$$

H.W:

Apply Norton's Theorem find the current passing in the (15Ω) resistance. **(ANS: 0.545 A)**