Université Akli Mohand Oulhadj de Bouira

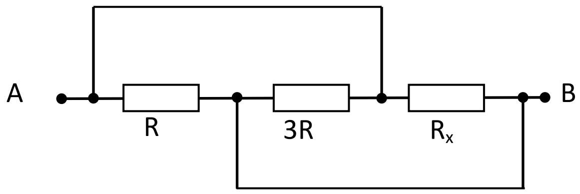
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

Département de Génie Electrique

Série de TD N°01 en Electronique Fondamentale 1

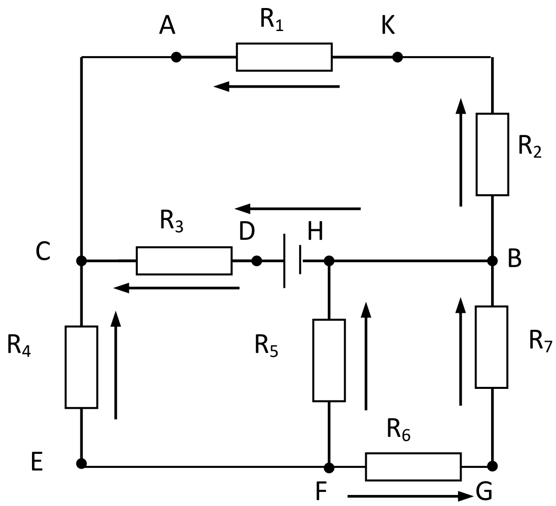
Exercice 1 :

1)- Soit le schéma suivant :



Trouver l'expression de R_x en fonction de R pour que la résistance équivalente $R_{AB} = \frac{6R}{17}$?

2)- Soit le montage suivant :



a)- Citer les différents nœuds ?

b)- Citer les différentes mailles de ce montage ?

c)- On donne :

U_{DH} = 30v, U_{CD} = -5v, U_{Ak} = 15v, U_{CE} = 4v, U_{GF} = -2v, R_1=100 Ω, R_4=150 Ω et R_5=50 Ω.

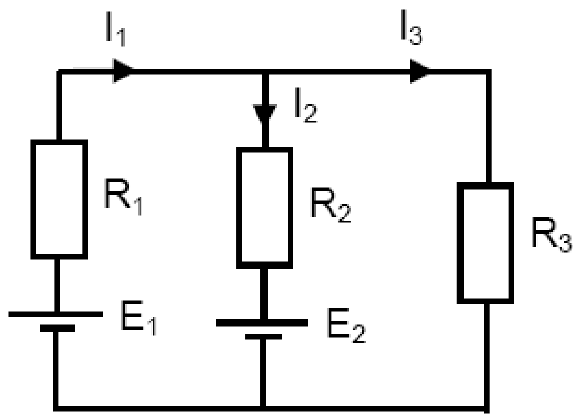
- Calculer les valeurs des tensions restantes ?
- Calculer les courants qui circulent dans chaque branche ?

Exercice 2:

Soit le circuit suivant :

Déterminer les intensités des courants dans les trois branches en appliquant :

- Le théorème de superposition ;
- Le théorème de Millmann.



Avec :
$\mathbf{R_1 = 2\ \Omega}$; $\mathbf{R_2 = 5\ \Omega}$; $\mathbf{R_3 = 10\ \Omega}$
$\mathbf{E_1 = 20\ V}$; $\mathbf{E_2 = 70\ V}$

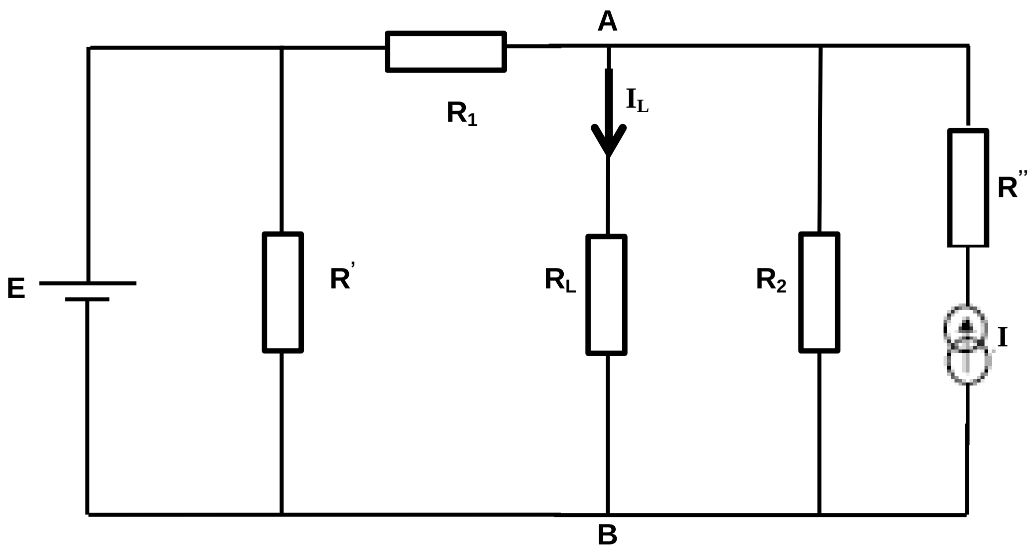
Exercice 3 :

On donne :

$E = 5V,\ I = 5mA,\ R' = R'' = R_1 = R_2 = 1K\Omega,\ R_3 = 3K\Omega$

A et B étant les bornes de sortie du circuit,

1. Déterminer le générateur de Thevenin équivalent (E_{th} et R_{th}) du dipôle vu entre les points A et B. (la résistance R_L débranchée)
2. Trouver le générateur de Norton de la même partie. **(Sans utiliser l'équivalence Thevenin/Norton)**

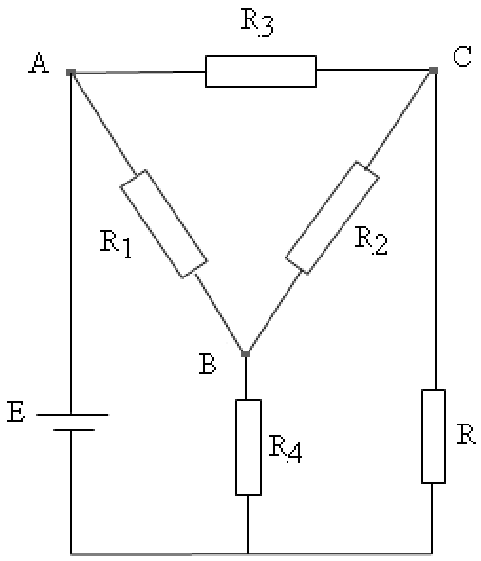


Exercice 4 :

Soit le montage ci- contre :

Calculer le courant qui parcourt la résistance R, en utilisant l théorème de Kennelly.

On donne : $\mathbf{R_1=1\ \Omega}$, $\mathbf{R_2=2\ \Omega}$, $\mathbf{R_3=4\ \Omega}$, $\mathbf{R_4=4\ \Omega}$, **R=5 Ω et E=10V**

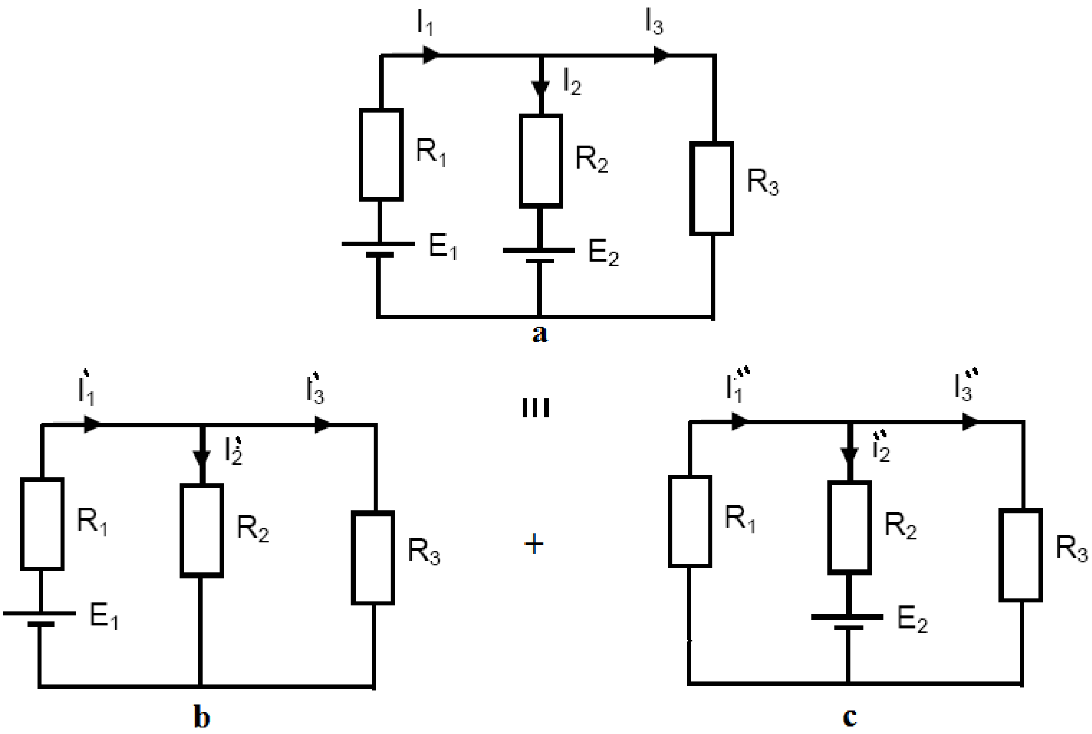


Solution de le Série de TD N° 1 en Electronique Fondamentale 1

Exercice 02 :

Calcul des intensités des courants dans les trois branches :

- En appliquant le théorème de superposition



Le théorème de la superposition veut que : $\begin{cases} \boldsymbol{I_1} = \boldsymbol{I'_1 + I''_1} \\ \boldsymbol{I_2} = \boldsymbol{I'_2 + I''_2} \\ \boldsymbol{I_3} = \boldsymbol{I'_3 + I''_3} \end{cases}$

Cherchons $\boldsymbol{I'_1}$, $\boldsymbol{I'_2}$, $\boldsymbol{I'_3}$(montage b)

$$\boldsymbol{I'_1} = \frac{\boldsymbol{E_1}}{\boldsymbol{R_{eq}}} \text{ avec } \boldsymbol{R_{eq}} = \left(R_1 + \frac{R_{2*}R_3}{R_{2+}R_3}\right) = 5.33\Omega$$

$$\boldsymbol{I'_1 = 3.75\ A}$$

$$\boldsymbol{I'_2} = \frac{\boldsymbol{I'_1} * R_3}{R_2+R_3} = \boldsymbol{2.5\ A} \quad (\boldsymbol{Diviseur\ de\ courant})$$

$$\boldsymbol{I'_3} = \frac{\boldsymbol{I'_1} * R_2}{R_2+R_3} = \boldsymbol{1.25\ A} \quad (\boldsymbol{Diviseur\ de\ courant})$$

Cherchons I_1'' , I_2'' , I_3'' (montage C)

$$I_2'' = \frac{-E_2}{R_{eq1}} \text{ avec } R_{eq1} = \left(R_2 + \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_3}\right) = 6.66\Omega$$

$$I_2'' = -10.5\ A$$

$$I_1'' = \frac{I_2'' * R_3}{R_1 + R_3} = -8.75\ A \quad (\text{Diviseur de courant})$$

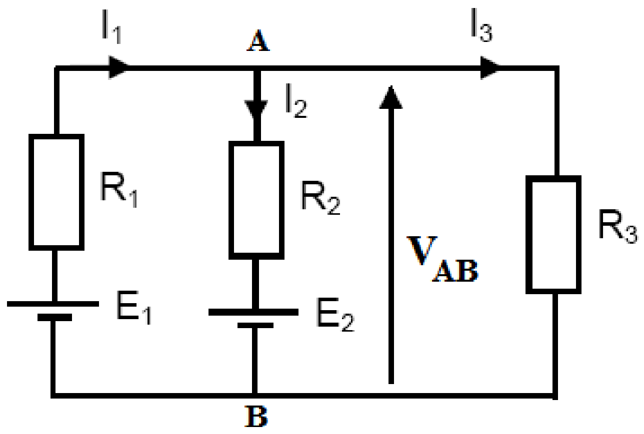
$$I_3'' = \frac{-I_2'' * R_1}{R_1 + R_3} = 1.75\ A \quad (\text{Diviseur de courant})$$

$$\text{Finalement} \begin{cases} I_1 &= I_1' + I_1'' = -5A \\ I_2 &= I_2' + I_2'' = -8A \\ I_3 &= I_3' + I_3'' = +3A \end{cases}$$

Calcul des intensités des courants dans les trois branches :

- En appliquant le théorème de Millmann :

Avec le théorème de Millmann on peut calculer la tension V_{AB} (montage ci- dessous)



$$V_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{0}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = 30\ V$$

$$V_{AB} = E_1 - R_1 * I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{E_1 - V_{AB}}{R_1} = -5A$$

$$V_{AB} = E_2 + R_2 * I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{V_{AB} - E_2}{R_2} = -8A$$

$$V_{AB} = R_3 * I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{V_{AB}}{R_3} = +3A$$

(On peut discuter les sens réels des 3 courants)

Exercice 1 :

1)-

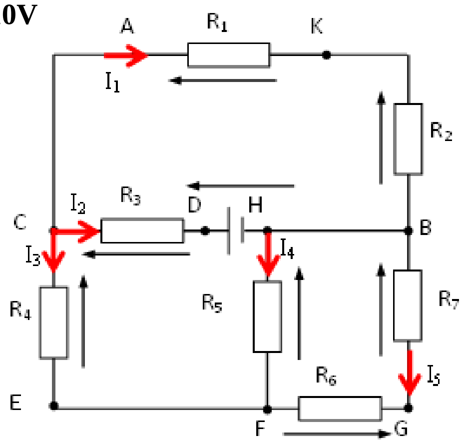
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} + \frac{1}{R_x} = \frac{17}{6R} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{R_x} = \frac{9}{6R} \quad \Rightarrow \quad R_x = \frac{6R}{9}$$

2)-

a)- les différents nœuds : Il y a 4 nœuds C, H, B, F

b)- les différentes mailles : Il y a 7 mailles AKBGFECA, CAKBHDC, CDHFEC, HBGFH, CDBGFEC, CDHFGBKAC, BHFECAKB. **(0.25 x 7)**

c)- les valeurs des tensions restantes: $\mathbf{U_{KB}, U_{HF}, U_{BG}}$

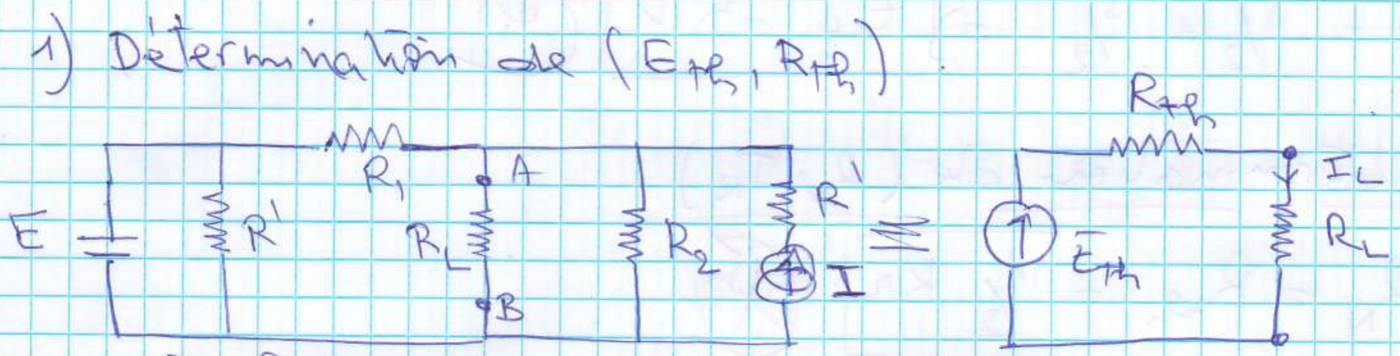


- La maille CAKBHDC : $\mathbf{U_{DH} + U_{CD} - U_{AK} - U_{KB} = 0 \Rightarrow U_{KB} = 10V}$
- La maille CDHFEC : $\mathbf{U_{DH} + U_{CD} - U_{CE} + U_{HF} = 0 \Rightarrow U_{HF} = -21V}$
- La maille HBGFH : $\mathbf{U_{GF} + U_{BG} - U_{HF} = 0 \Rightarrow U_{BG} = -19V}$
- \- les courants qui circulent dans chaque branche
- Le courant I_1 : $\mathbf{U_{AK} = R_1 * I_1 \Rightarrow I_1 = U_{AK} / R_1 = 0.15A}$
- Le courant I_3: $\mathbf{U_{CE} = R_4 * I_3 \Rightarrow I_3 = U_{CE} / R_4 = 0.026A}$
- Le courant I_2 nœud C: $\mathbf{I_1 + I_2 + I_3 = 0 \Rightarrow I_2 = 0.1766A}$
- Le courant I_4: $\mathbf{U_{HF} = R_5 * I_4 \Rightarrow I_4 = U_{HF} / R_5 = -0.42A}$
- Le courant I_5 nœud B: $\mathbf{I_1 + I_2 = I_4 + I_5 \Rightarrow I_5 = I_1 + I_2 - I_4 = 0.746A}$

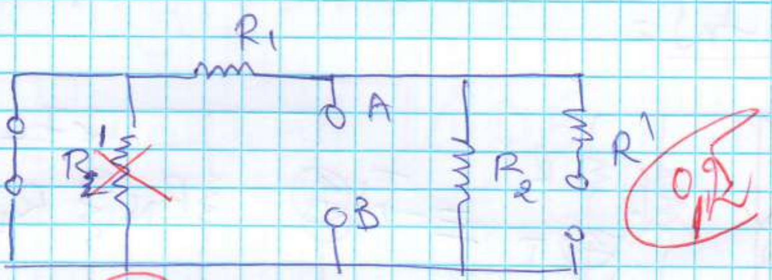
Exo 3 :

$E = 5V$, $I = 5\,mA$, $R' = R'' = R_1 = R_2 = 1\,k\Omega$, $R_3 = 3\,k\Omega$

1) Détermination de (E_{th}, R_{th})



* calcul de R_{th} :



0,25

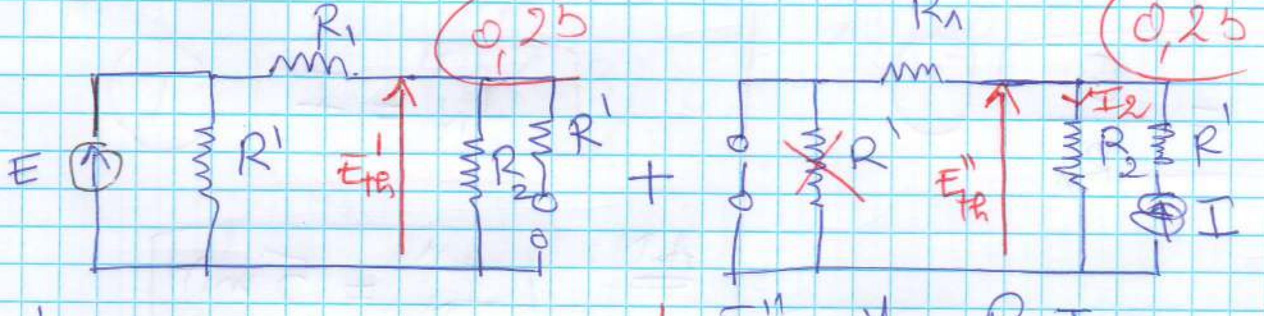
$$R_{th} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1 \cdot 1}{1+1} = \frac{1}{2}\,k\Omega .$$

1

$$\boxed{R_{th} = 1/2\ k\Omega}$$

0,5

* calcul de E_{th} :



0,25 0,25

$$E'_{th} = V_{R_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{R'}$$

1

$$V_{R'} = E \Rightarrow \boxed{E'_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E}$$

AN:

$$E'_{th} = \frac{1}{1+1} \cdot 5 = \boxed{\frac{5}{2}\,V}$$

0,5

$$E''_{th} = V_{R_2} = R_2 I_2 .$$

$$I_2 (R.D.C) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

1

$$\boxed{E''_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I}$$

AN;

$$E''_{th} = \frac{1 \cdot 1\,10^6}{(1+1)\,10^3} \cdot 5\,10^{-3}$$

$E''_{th} = 5/...$

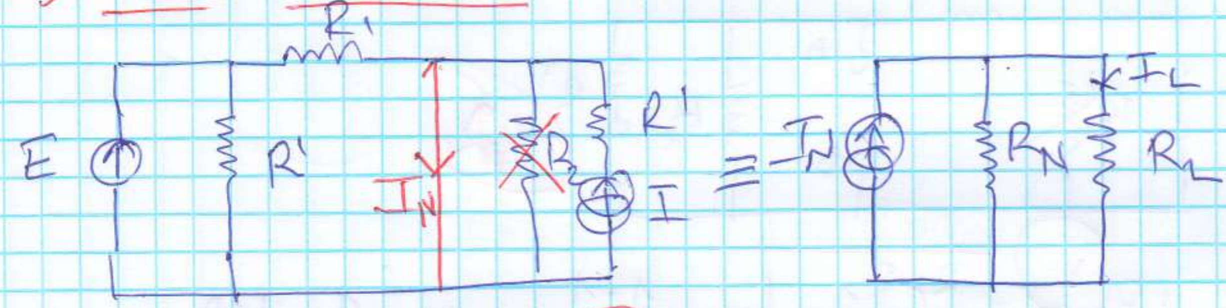
$E_{Th} = E'_{Th} + E''_{Th}$

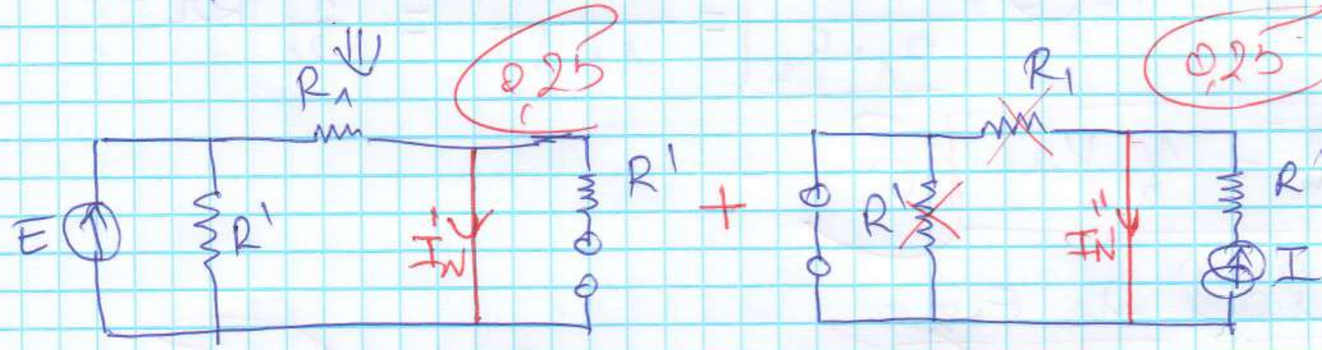
$E_{Th} = 5/2 + 5/2 \Rightarrow \boxed{E_{Th} = 5\,V}$ 0,1

2) **Détermination de (R_N, I_N)**

*) $R_N = R_{Th} = \boxed{1/2\ k\Omega}$ 0,75

*) calcul de I_N :





$\boxed{I'_N = \frac{E}{R_1}}$ 1

A.N : $I'_N = \frac{5}{1.10^3} = \boxed{5\,mA}$ 0,5

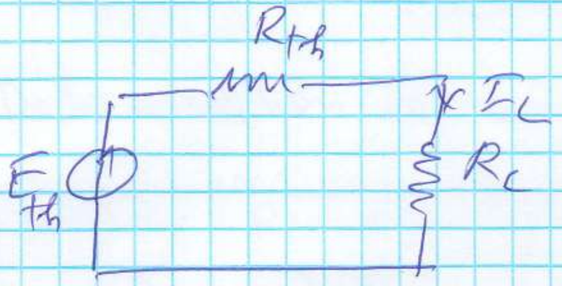
$\boxed{I''_N = I}$ 1

A.N : $\boxed{I''_N = 5\,mA}$ 0,5

$I_N = I'_N + I''_N = 5 + 5$

$\boxed{I_N = 10\,mA}$ 0,5

3) calcul du courant I_L traversant R_L.



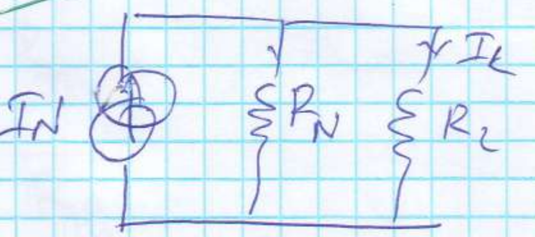
$$\Rightarrow \boxed{I_L = \frac{E_{th}}{R_{th} R_L}}$$ 1

A.N.:

$$I_L = \frac{5}{(0{,}5+3)10^3} = 1{,}428\,10^{-3}$$

$$\boxed{I_L = 1{,}428\,mA}$$ 0,5

Ou



$$\Rightarrow \boxed{I_L = \frac{R_N}{R_N+R_L} I_N}$$

A.N.:

$$I_L = \frac{0{,}5\,10^3}{(0{,}5+3)10^3}\,10.10^{-3}$$

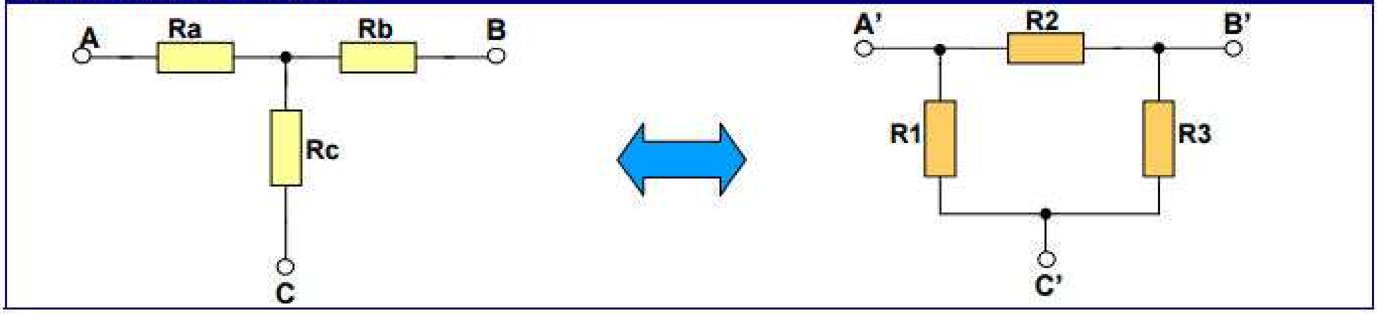
$$\boxed{I_L = 1{,}428\,10^{-3}}$$

- EXO:04

Pour chercher le courant qui traverse la résistance R on aura besoin de calculer la résistance équivalente vue du générateur E, chose qui n'est pas possible dans notre montage, d'où la nécessité d'une transformation de Kennelly (Triangle ←→ Etoile)

Rappel sur le théorème de Kennelly :

Convention de notation



Conversion étoile ⇒ triangle

Vue coté AC et coté A'C' ; Borne B et B' « en l'air » $R_{AC}=R_{A'C'} \Leftrightarrow Ra+Rc = \dfrac{R1.(R2+R3)}{R1+R2+R3}$ Eq(1)

Vue coté AB et coté A'B' ; Borne C et C' « en l'air » $R_{AB}=R_{A'B'} \Leftrightarrow Ra + Rb = \dfrac{R2.(R1+R3)}{R1+R2+R3}$ Eq(2)

Vue coté BC et coté B'C' ; Borne A et A' « en l'air » $R_{BC}=R_{B'C'} \Leftrightarrow Rb+Rc = \dfrac{R2.(R1+R3)}{R1+R2+R3}$ Eq(3)

A partir des équations (1) (2) et (3) on obtient donc les résultats suivants :

$$Ra=\frac{R1.R2}{R1+R2+R3} \qquad Rb=\frac{R2.R3}{R1+R2+R3} \qquad Rc=\frac{R1.R3}{R1+R2+R3}$$

Conversion triangle ⇒ étoile

On relie les bornes A=B et A'=B'

$$R_{BC}=R_{B'C'} \Leftrightarrow \frac{1}{R1}+\frac{1}{R3}=\frac{1}{Rc+\frac{RaRb}{Ra+Rb}} \Leftrightarrow \frac{1}{R1}+\frac{1}{R3}=\frac{Ra+Rb}{RaRc+RbRc+RaRb} \quad Eq(4)$$

On relie les bornes A=C et A'=C'

$$R_{AB}=R_{A'B'} \Leftrightarrow \frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}=\frac{1}{Rb+\frac{Ra.Rc}{Ra+Rc}} \Leftrightarrow \frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}=\frac{Ra+Rc}{RaRc+RbRc+RaRb} \quad Eq(5)$$

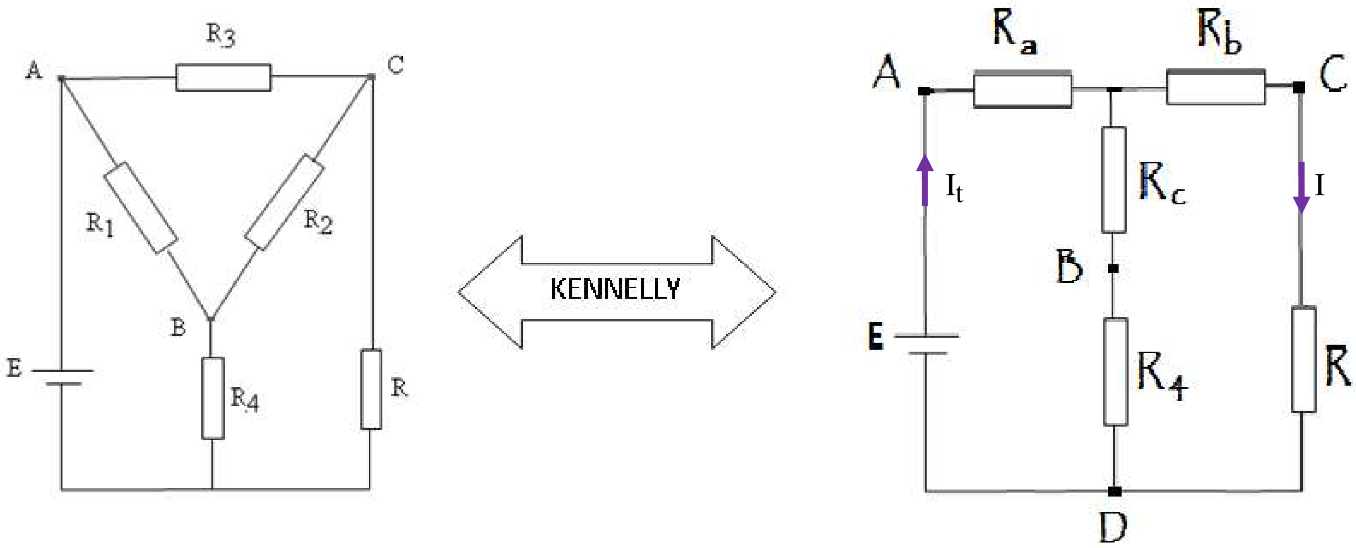
On relie les bornes B=C et B'=C'

$$R_{AC}=R_{A'C'} \Leftrightarrow \frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}=\frac{1}{Ra+\frac{RbRc}{Rb+Rc}} \Leftrightarrow \frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}=\frac{Rb+Rc}{RaRc+RbRc+RaRb} \quad Eq(6)$$

A partir des équations (4) (5) et (6) on obtient donc les résultats suivants :

$$R1=Ra+Rc+\frac{RaRc}{Rb} \qquad R2=Ra+Rb+\frac{RaRb}{Rc} \qquad R3=Rb+Rc+\frac{RbRc}{Ra}$$

Pour notre cas : Plusieurs solutions sont possibles ; la plus simple est la suivante :



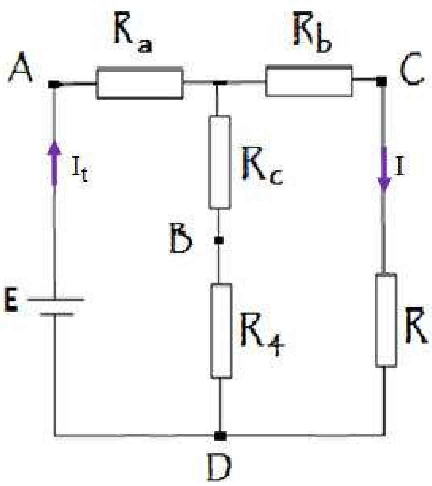
R_1=1 Ω, R_2=2 Ω, R_3=4 Ω, R_4=4 Ω, R=5 Ω et E=10V **(vous pouvez changer la valeur de R_3=3 Ω pour avoir de belles valeurs numériques)**

$$R_a = \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{4}{7}\Omega = 0.57\Omega$$

$$R_b = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{2}{7}\Omega = 0.28\Omega$$

$$R_c = \frac{R_2 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{8}{7}\Omega = 1.14\Omega$$

Calcul de I : Une des méthodes est de calculer le courant total est de faire un diviseur de courant, sinon utiliser les lois de Kirchhoff.



$$I_t = \frac{E}{R_{eq}}$$

$$R_{eq} = [(R_b + R)//(R_c + R_4)] + R_a = 3.17\Omega$$

$$I_t = \frac{E}{R_{eq}} = 3.15A$$

$$I \;\; = \frac{I_t * (R_c + R_4)}{(R_b + R) + (R_c + R_4)} = 1.55A \qquad \text{Diviseur de courant}$$