

Les deux exercices sont indépendants

Exercice 1 (11 points)

On considère le circuit électrique ci-contre (figure 1). On veut déterminer l'intensité du courant

I qui circule dans la résistance de charge R_c entre les bornes A et B.

Pour obtenir cette intensité, on procède de la manière suivante : on commence par déconnecter la résistance R_c du circuit puis on détermine les caractéristiques du générateur de Thévenin (E_{Th}, R_{Th}) équivalent au circuit entre les bornes A et B de la figure 2.

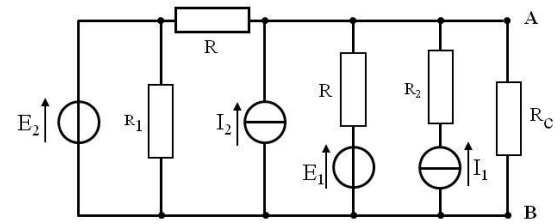


Figure 1.

1° Quel est le nombre de nœuds principaux n et de branches b dans le circuit de la figure 2 ?

Rép : $n=3$ $b=6$ 0,5pt+0,5pt

2° En examinant le circuit de la figure 2, indiquer sur un schéma, les branches et les nœuds pour lesquels les courants et les différences de potentiels sont déjà connus?

Rép : *branche avec E_2 ; branche avec I_2 , branche avec I_1 .* 1,5pt

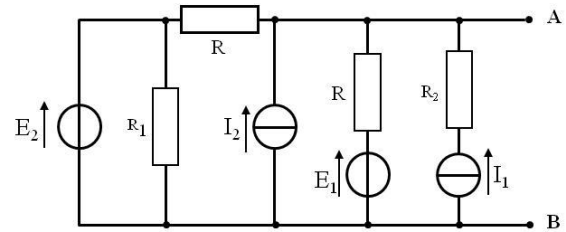


Figure 2.

3° Pour résoudre ce réseau électrique, vous avez le choix entre les deux méthodes suivantes: celle des nœuds et celle des mailles.

a) Quelle est celle qui vous donnera le minimum d'équations ? Justifier votre choix.

Rép : *méthode des nœuds : $n-1=2$ equations méthode des mailles : $b-n+1=4$* 0,5pt

Déterminer l'expression de la tension $U_{AB}=V_A-V_B$ en fonction de E_1, E_2, R, I_1 et I_2 . Calculer la valeur de la tension U_{AB} , est-elle positive ?

Rép : *au nœud A : $\frac{U_{CA}}{R} + I_2 + \frac{E_1 + U_{BA}}{R} + I_1 = 0$ et $U_{CB}=E_2$
 $\frac{U_{CB} + U_{BA}}{R} + I_2 + \frac{E_1 + U_{BA}}{R} + I_1 = \frac{E_2}{R} + \frac{E_1}{R} + 2 \frac{U_{BA}}{R} + I_2 + I_1 = 0$*

$U_{AB} = \frac{1}{2}((E_1 + E_2) + R(I_2 + I_1))$ 2pt

A.N. : $U_{AB}=13+15=28V$ U_{AB} est positive. 0,5pt+0,5pt

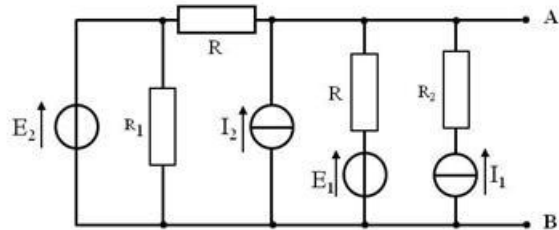
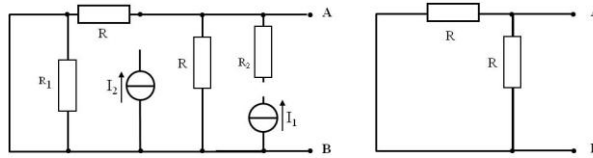


Figure 2.

- b) Quelle est l'expression de la résistance équivalente R_{AB} entre les bornes A et B du montage de la figure 2 ? *Rép : R_{AB} est tel que $(R//R)$ donc $R_{AB}=R/2=7,5\Omega$ 2pt*

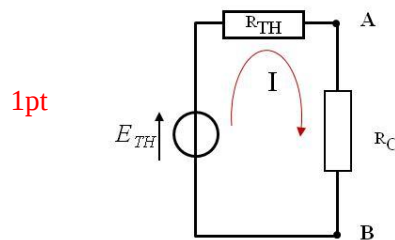
Circuit passif :



- c) En déduire les valeurs de E_{Th} et R_{Th} . *Rép : $E_{Th}=U_{AB}=88V$ et $R_{Th}=R_{AB}=7,5\Omega$ 1pt*

4° On branche maintenant la résistance R_c aux bornes A et B du générateur de Thévenin :

- a) Faire un schéma électrique de ce montage en précisant la polarité du générateur de Thévenin



- b) Calculer l'intensité du courant I qui traverse la résistance R_c . Quel est le sens de passage du courant I (de A vers B ou l'inverse) ?

Rép : $I = \frac{E_{TH}}{R_{TH}+R_C} = \frac{88}{1007,5} = 0,087A$. Le courant va de A vers B 1pt

On donne: $E_1=E_2=13V$, $R_1=15\Omega$, $R_2=10\Omega$, $R=15\Omega$, $I_1=I_2=5A$ et $R_c=1k\Omega$

Exercice 2 (9 points)

On considère le montage ci-contre alimenté par une tension continue $E = 6V$.

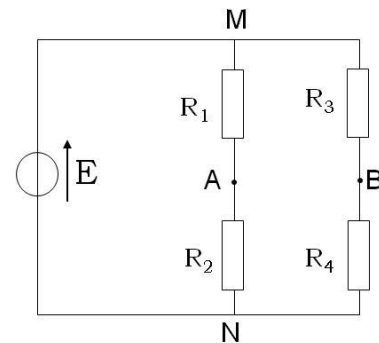
On donne $R_1=100\Omega$ et $R_2=50\Omega$, $R_3=90\Omega$ et $R_4=60\Omega$.

- 1° Pourquoi la tension $U_{MN} = 6V$? Justifier votre réponse

Rép : le générateur E_2 est connecté sans résistance interne aux nœuds M et N et fixe la tension à 6V. 1pt

- 2° Parmi les résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 lesquelles, à votre avis, sont, entre M et N, en série, en dérivation (ou parallèle) ? (pour cette question, A et B ne sont pas considérés comme des nœuds)

Rép : les résistances (R_1, R_2) d'un côté et (R_3, R_4) de l'autre sont en séries. Les sommes : (R_1+R_2) et (R_3+R_4) sont en parallèles 1pt



- 3° Etablir l'expression littérale des courants I_1 et I_2 circulant respectivement dans les branches MAN et MBN en fonction de la tension E et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 puis les calculer.

Rép : $U_{MN} = (R_1 + R_2)I_1$ et $U_{MN} = (R_3 + R_4)I_2$ donc $I_1 = \frac{E}{(R_1+R_2)}$ et $I_2 = \frac{E}{(R_3+R_4)}$ 2pts

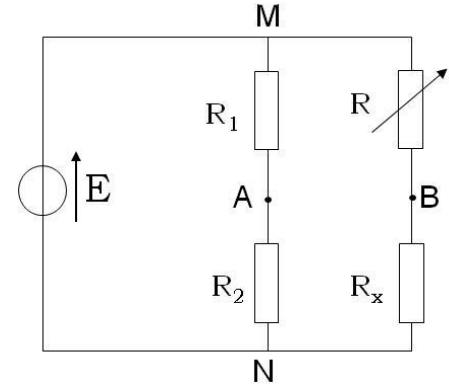
4° En réutilisant les résultats de la question précédente, établir l'expression littérale de la d.d.p U_{AB} en fonction de la tension E et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 puis la calculer. Est-elle positive ?

$$U_{AB} = U_{AM} + U_{MB} \quad \text{avec} \quad U_{MA} = R_1 I_1 \quad \text{et} \quad U_{MB} = R_3 I_2$$

$$U_{AB} = -R_1 I_1 + R_3 I_2 = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} E + \frac{R_3}{R_3 + R_4} E \quad \text{d'où} \quad U_{AB} = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) E \quad 1,5\text{pt}$$

Le montage précédent est maintenant reconfiguré pour fonctionner en pont de Weahtsone. C'est à dire, un montage électrique permettant de déterminer une résistance inconnue R_x .

On conserve les mêmes résistances R_1 et R_2 ainsi que la source de tension E . On remplace la résistance R_3 par une résistance variable R de valeur ajustable et la résistance R_4 par la résistance R_x dont on cherche à déterminer la valeur. Le pont est dit équilibré lorsque, pour une valeur donnée de R , la tension U_{AB} mesurée entre A et B avec un voltmètre est nulle.



5° En utilisant le résultat de la question 4°, déterminer l'expression littérale de la résistance R_x en fonction de R , R_1 et R_2 puis calculer sa valeur. Le pont s'équilibre pour $R=827\Omega$.

$$\text{Rép : } U_{AB} = \left(\frac{R}{R+R_x} - \frac{R_1}{R_1+R_2} \right) E = 0 \Rightarrow \frac{R}{R+R_x} = \frac{R_1}{R_1+R_2} \Rightarrow R_x = R \frac{R_1+R_2}{R_1} - R \Rightarrow R_x = R \frac{R_2}{R_1} \quad 1\text{pt}$$

$$\text{A.N : } R_x = R \frac{R_2}{R_1} = 827 \cdot \frac{50}{100} = 413,50 \Omega \quad 0,5\text{pt}$$

6° Expérimentalement il est difficile d'obtenir rigoureusement l'équilibre du pont avec la d.d.p $U_{AB} = 0$. Si on suppose que le voltmètre affichera 0 V si la ddp $|U_{AB}| < 1 \text{ mV}$, établir dans ces conditions l'expression littérale de la résistance R_x en fonction de R , R_1 , R_2 , U_{AB} et E puis la calculer. Quel est l'écart entre les deux mesures de la valeur de la résistance R_x . Peut-on raisonnablement ignorer ou négliger cette erreur d'affichage du voltmètre si on souhaite déterminer une valeur de R_x à 10^{-2} près ?

$$\text{Rép : } U_{AB} = \left(\frac{R}{R+R_x} - \frac{R_1}{R_1+R_2} \right) E \Rightarrow \frac{R}{R+R_x} = \frac{U_{AB}}{E} + \frac{R_1}{R_1+R_2} \Rightarrow R_x = \left[\frac{1}{\frac{U_{AB}}{E} + \frac{R_1}{R_1+R_2}} - 1 \right] R \quad 1\text{pt}$$

$$\text{A.N : } R_x = \left[\frac{1}{\frac{10^{-3}}{6} + \frac{100}{150}} - 1 \right] 827 = 413,19 \Omega \quad \text{écart} \quad \Delta R_x = 0,31 \Omega \text{ à } 10^{-2} \text{ l'erreur n'est pas négligeable}$$

0,5pt

7° Le pont étant supposé rigoureusement équilibré, on relie les bornes A et B par un fil conducteur de résistance nulle. Quelle est l'intensité du courant traversant ce fil ?

Rép: Le pont étant équilibré $V_A = V_B$ aucun courant ne peut circuler entre A et B . 0,5pt

- Fin -