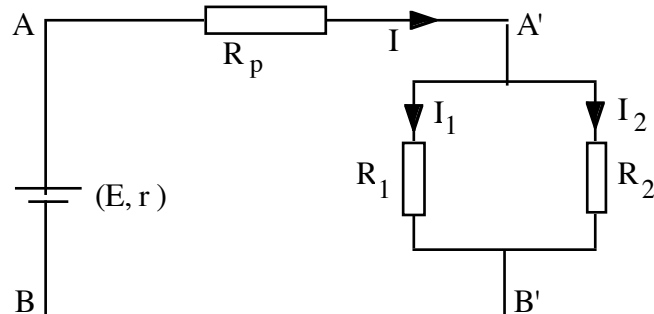


COURANT CONTINU, MULTIMETRES, THEOREME DE THEVENIN

Exercice 1

a) On considère le montage ci-dessous. Déterminer les intensités des courants I , I_1 et I_2 .

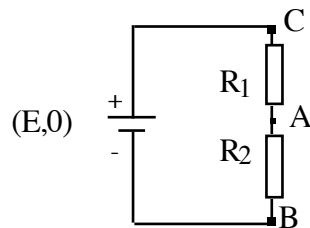


b) Si pour une raison quelconque, la résistance entre A' et B' est en court-circuit, quel est le courant débité par la source ? Quel est le rôle de la résistance R_p ?

A.N. $E = 4 \text{ V}$, $r = 1 \ \Omega$, $R_p = 15 \ \Omega$, $R_1 = 40 \ \Omega$, $R_2 = 60 \ \Omega$.

Exercice 2

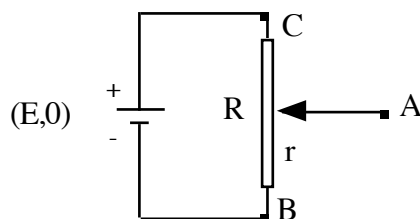
A) a) Dans le montage suivant, calculer le rapport $\frac{U_{AB}}{E}$.



b) Quelle relation doit on avoir entre R_1 et R_2 pour que ce rapport soit égal à $1/3$?

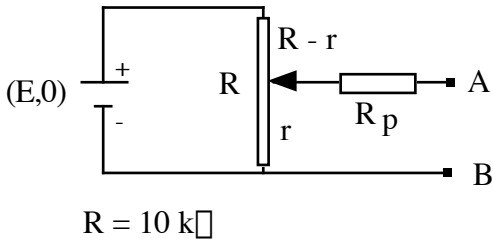
c) On branche entre A et B une résistance R_u . Elle est parcourue par un courant d'intensité I . Montrer que U_{AB} et I sont liés par la relation: $U_{AB} = E_{AB} - r_{AB} I$ dans laquelle E_{AB} et r_{AB} sont des fonctions de E , R_1 et R_2 que l'on exprimera.

B) Dans le montage suivant, les résistances R_1 et R_2 sont remplacées par un potentiomètre de résistance totale R . La position du curseur A permet de faire varier la résistance r entre A et B . Reprendre les questions Aa et Ac.



Exercice 3

Soit le montage potentiométrique qu'on se propose d'utiliser comme source de tension entre A et B.



Donner le générateur de Thévenin équivalent à ce montage entre A et B.

A.N. On veut obtenir une source de tension de 2 volts avec un potentiomètre $R = 10\text{ k}\Omega$ protégé par $R_p = 2\text{ k}\Omega$. On utilise une source $(E,0)$ de 15 volts. Calculer la résistance interne R_i de la source de 2 volts entre A et B.

Exercice 4

Déterminer les générateurs de Thévenin équivalents des montages suivants utilisés entre A et B (la "charge" n'est pas figurée):

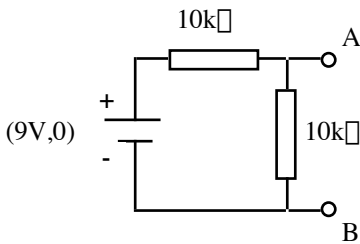


Figure a

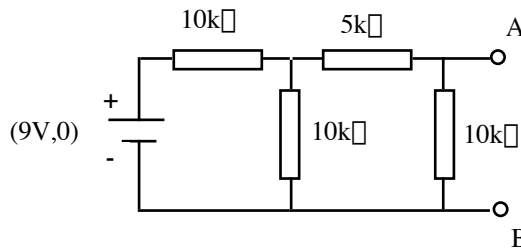


Figure b

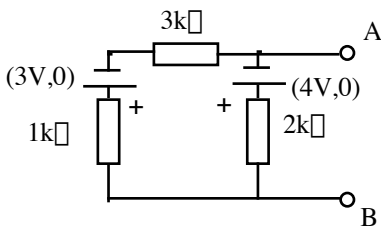


Figure c

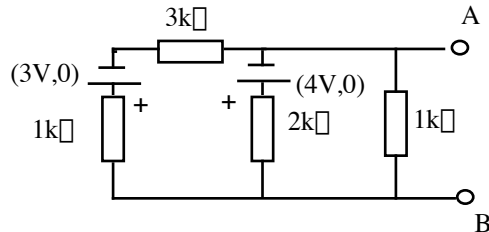


Figure d

ANALYSE DE CIRCUITS

I-DEFINITIONS

Un **réseau** est un ensemble de dipôles associés entre eux de façon quelconque.

Un **nœud** est un point de jonction entre plusieurs dipôles (au moins trois).

Une **branche** est une portion de circuit comprise entre deux nœuds consécutifs.

Une **maille** ou boucle est une succession de branches formant un circuit fermé.

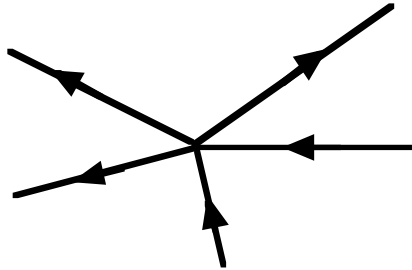
II-LOIS DE KIRCHHOFF

Dans un circuit, on peut être amené à chercher le courant traversant un élément ou la d.d.p. à ses bornes. La solution du problème est fournie par les lois de Kirchhoff. On suppose que le réseau est constitué d'éléments linéaires.

II.1 Loi des nœuds ou loi des courants.

On choisit dans chaque branche un sens arbitraire de parcours du courant dont l'intensité est par conséquent une grandeur algébrique.

La somme des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des courants qui en partent.



En affectant le signe + aux courants qui arrivent et le signe - à ceux qui partent: $\sum I = 0$

II.2 Loi des mailles ou loi des tensions.

Dans une maille la somme algébrique des f.é.m. est égale à la somme des chutes de potentiel.

$$\sum RI - \sum E = 0$$

avec les conventions de signe suivantes:

-Après avoir adopté un sens de parcours sur la maille, les intensités sont comptées positives pour les courants circulant dans le sens adopté, négatives dans le sens opposé.

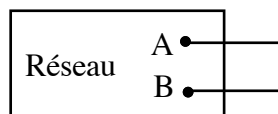
-Les f.é.m. des générateurs sont prises avec le signe du 2^{ème} pôle rencontré quand on parcourt la maille dans le sens adopté.

Ces lois sont une généralisation de la loi d'Ohm. Elles conduisent à un système d'équations linéaires dont la résolution permet de connaître les intensités dans chaque branche.

III - THEOREME DE THEVENIN

Les lois de Kirchhoff conduisent à des calculs souvent longs et il est plus simple d'utiliser des théorèmes sur les réseaux comme celui de Thévenin.

On considère un réseau constitué d'éléments linéaires. On le regarde de ses bornes de sortie A et B.



Enoncé

Pour l'utilisateur ce réseau, si compliqué soit-il, est équivalent à une source de tension

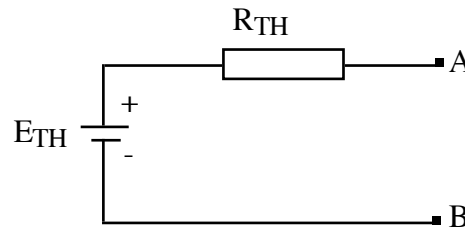
- de f.é.m. E_{TH}

- de résistance interne R_{TH}

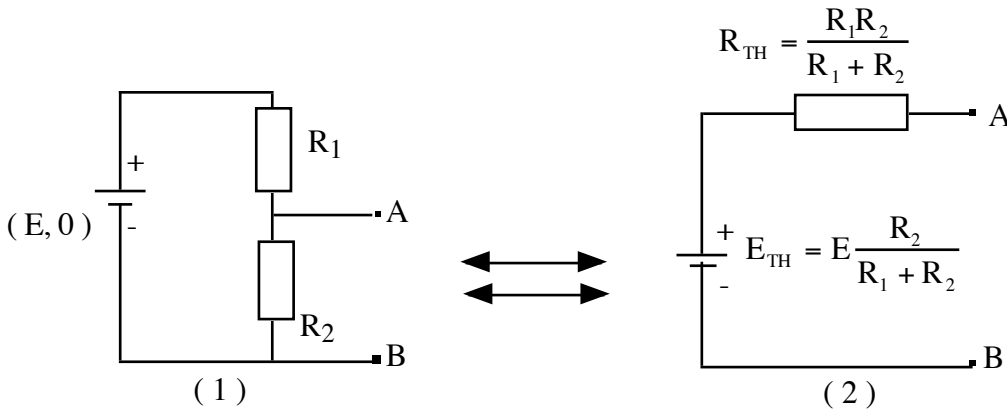
- de polarité correspondant au sens du courant dans l'utilisation.

E_{TH} est la d.d.p. mesurée entre A et B en circuit ouvert.

R_{TH} est la résistance équivalente entre A et B quand tous les générateurs sont remplacés par leurs résistances internes.



Exemple simple: le diviseur de tension.

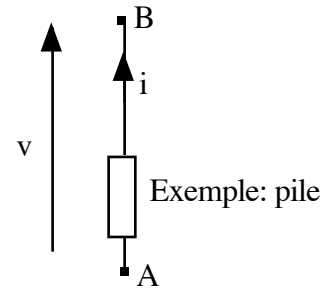
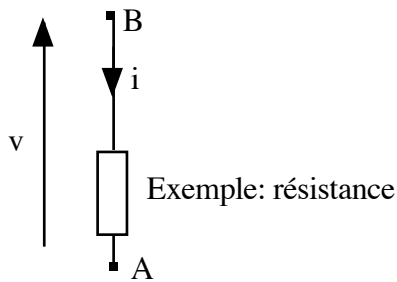


Pour une utilisation entre A et B, le circuit (1) est équivalent à la source (2).

IV - Rappel : orientation des courants et des tensions

Dipôle passif (récepteur d'énergie électrique)

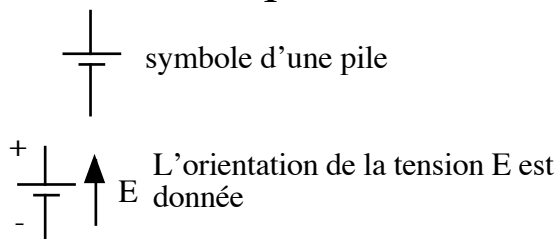
Dipôle actif (générateur d'électricité)



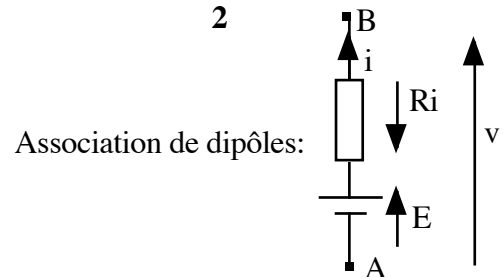
signifie sens positif de v. Il existe une différence de potentiel entre A et B, le pôle B est +, le pôle A est -.

Exemples:

1



2

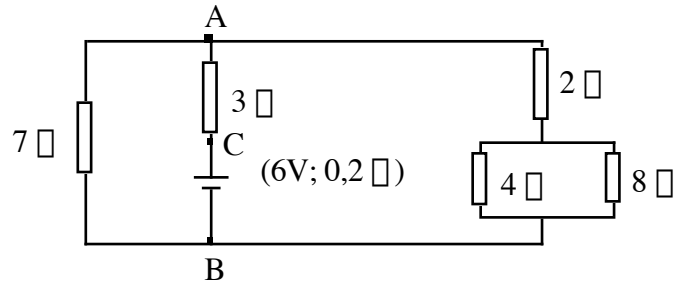


Exercices corrigés

COURANT CONTINU, MULTIMETRES, THEOREME DE THEVENIN

Exercice 1

Calculer U_{AB} et U_{CB} .



Corrigé

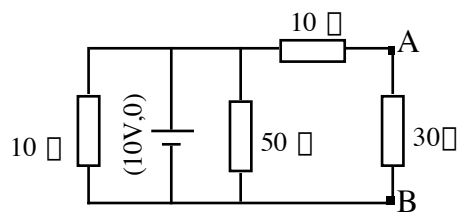
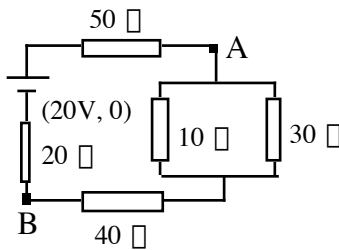
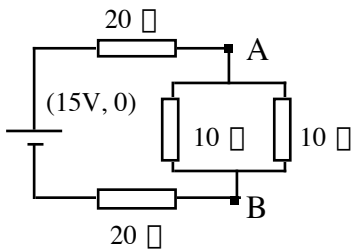
Courant circulant dans le générateur de B vers A:

$$I = \frac{E}{0,2 + 3 + [7 \parallel (2 + 4 \parallel 8)]} = \frac{E}{6} = 1A \quad U_{AC} = -3V$$

Relation de Chasles: $U_{AB} = U_{AC} + U_{CB} = -3 + (6 - 0,2) = 2,8V$

Exercice 2

En utilisant les propriétés du diviseur de tension, déterminer la tension entre A et B dans les cas suivants:



Corrigé

$$U_{AB} = E \frac{R_{AB}}{R}$$

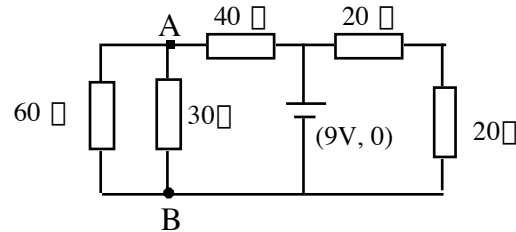
$$U_{AB} = 15 \frac{5}{20 + 20 + 5} = 1,67V$$

$$U_{AB} = 20 \frac{7,5 + 40}{50 + 20 + 40 + 7,5} = 8,08V$$

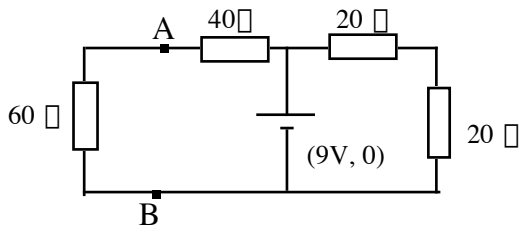
$$U_{AB} = 10 \frac{30}{10 + 30} = 7,5V$$

Exercice 3

On considère le circuit suivant; déterminer l'intensité du courant dans la résistance de 30Ω en appliquant le théorème de Thévenin entre A et B.



Corrigé



$$E_{AB} = 9 \frac{60}{40 + 60} = 5,4 \text{ V} \quad R_{AB} = \frac{40 \cdot 60}{40 + 60} = 24 \Omega \quad I = \frac{E_{AB}}{R_{AB} + 30} = \frac{5,4}{24 + 30} = 0,1 \text{ A}$$

Exercice 4

1) Dans le montage proposé figure 1, le potentiomètre de résistance totale R est alimenté par le générateur continu (E_0, R_0) . R_p est une résistance de protection; r est la résistance réglable entre le curseur C et la borne B .

Déterminer les caractéristiques E_{CB} , R_{CB} du générateur de Thévenin équivalent entre les bornes C et B en fonction de E_0 , R_0 , R_p , R et r .

2) Entre C et B , on branche une source continue inconnue (E, \square) en série avec un ampèremètre de résistance interne r_A (Figure 2)

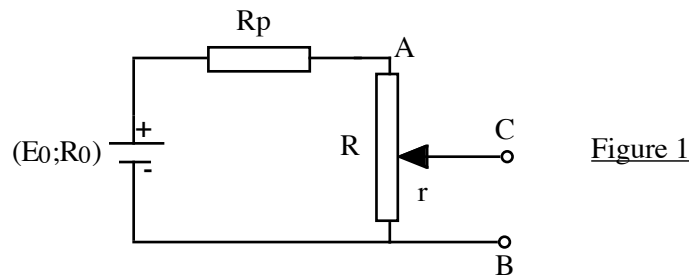


Figure 1

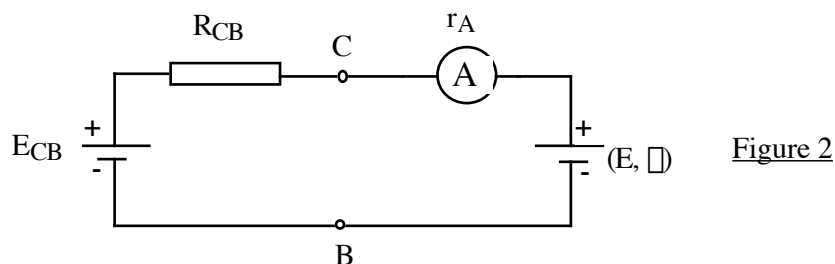


Figure 2

a) Donner l'expression littérale de l'intensité I traversant l'ampèremètre en fonction

des éléments de la figure 2.

b) On déplace le curseur du potentiomètre pour que l'intensité I soit nulle. La valeur de r est alors : $r = 33 \Omega$. En déduire la fém E .

AN: $E_0 = 2,0 \text{ V}$; $R_0 = 1 \Omega$; $R_p = 20 \Omega$; $R = 110 \Omega$ et $r_A = 10 \Omega$.

c) Maintenant, le curseur est déplacé à l'extrémité A. Calculer E_{AB} et R_{AB} . L'intensité lue sur l'ampèremètre est alors $I_0 = 41 \text{ mA}$. Déterminer le sens de I_0 et la valeur de \square .

Corrigé

1)

$$E_{CB} = E_0 \frac{r}{R_0 + R_p + R}$$

$$R_{CB} = r \frac{(R - r + R_p + R_0)}{R_0 + R_p + R}$$

2)

a)

$$I = \frac{E_{CB} - E}{R_{CB} + r_A + \square}$$

b) $I = 0 \quad \square \quad E = E_{CB}$

Application numérique: $E_{CB} = 0,5 \text{ V}$, $R_{CB} = 24,68 \Omega$, $E = 0,5 \text{ V}$.

c) Le curseur C est en A $\square \quad r = R$

$$E_{AB} = E_0 \frac{R}{R_0 + R_p + R}$$

$$R_{AB} = R \frac{(R_p + R_0)}{R_0 + R_p + R}$$

$E_{AB} = 1,68 \text{ V}$, $R_{AB} = 17,63 \Omega$. $E_{AB} > E$ impose le sens de I_0 . E fonctionne en récepteur.

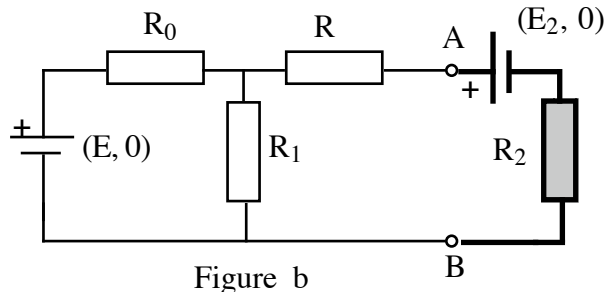
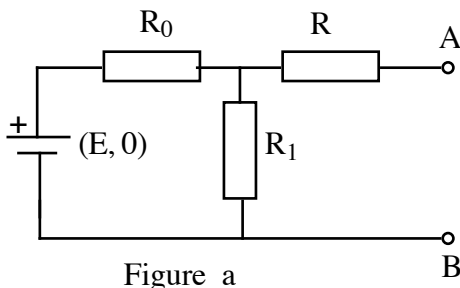
$$I_0 = \frac{E_{AB} - E}{R_{AB} + r_A + \square} \quad \square \quad \square = 1,03 \Omega$$

Exercice 5

1) Soit le montage représenté figure a. Dessiner son générateur de Thévenin équivalent (E_{AB} ; R_{AB}) entre A et B.

a) Donner les expressions littérales de E_{AB} et R_{AB} .

b) A.N: $E = 15 \text{ V}$, $R_0 = 80 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ et $R = 24 \text{ k}\Omega$.



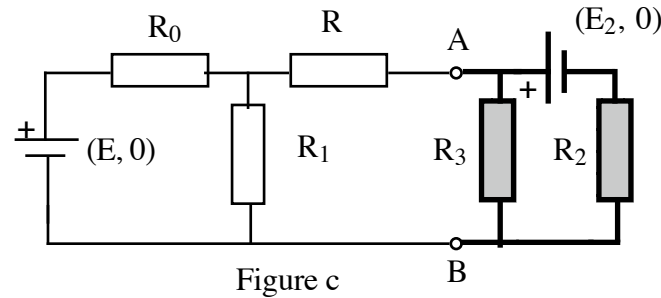
2) On branche, entre A et B, un voltmètre numérique 2000 points, parfaitement étalonné, de calibre 20 V et de résistance interne $\square_V = 10^7 \Omega$. Quelle est la tension affichée ?

3) On mesure maintenant la tension entre A et B à l'aide de 2 voltmètres branchés en parallèle: le voltmètre numérique précédent et un voltmètre à aiguille de résistance interne 200 k Ω . Quelle est alors la tension lue sur le voltmètre numérique ?

4) Soit le montage proposé figure b. Déterminer le sens et l'intensité du courant I_2 traversant la résistance R_2 puis la tension U_{AB} .

A.N: $E_2 = 12 \text{ V}$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$.

5) Soit le montage de la figure c avec $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$. Déterminer le sens et l'intensité du courant I'_2 dans la résistance R_2 puis la tension U_{AB} .



Corrigé

1)

$$R_{AB} = R + \frac{R_0 R_1}{R_0 + R_1} = 40 \text{ k}\Omega \quad E_{AB} = E \frac{R_1}{R_0 + R_1} = 3 \text{ V}$$

2)

$$V_{\text{luc}} = E_{AB} \frac{\square_V}{\square_V + R_{AB}} = 3 \frac{10^7}{10^7 + 4 \cdot 10^4} = 2,99 \text{ V}$$

3)

Résistance équivalente des 2 voltmètres en parallèle:

$$R_{\text{eq}} = \frac{10^7 \cdot 2 \cdot 10^5}{10^7 + 2 \cdot 10^5} = 1,96 \cdot 10^5 \Omega \quad V_{\text{luc}} = 3 \frac{1,96 \cdot 10^5}{1,96 \cdot 10^5 + 4 \cdot 10^4} = 2,49 \text{ V}$$

4)

On remplace la partie de gauche par le générateur de Thévenin déterminé en 1). On a donc une seule maille. $E_2 > E_{AB}$, d'où :

$$I_2 = \frac{E_2 - E_{AB}}{R_2 + R_{AB}} = 0,18 \text{ mA.} \quad I_2 \text{ circule de B vers A à travers } R_2.$$

$$U_{AB} = E_2 - R_2 I_2 = 12 - 0,18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^4 = 10,2 \text{ V}$$

5)

On considère un nouveau générateur de Thévenin entre A et B:

$$R'_{AB} = \frac{R_{AB} R_3}{R_{AB} + R_3} = 4,44 \text{ k}\Omega \quad E'_{AB} = E_{AB} \frac{R_3}{R_{AB} + R_3} = 0,333 \text{ V}$$

On a donc une seule maille. $E_2 > E'_{AB}$, d'où :

$$I'_2 = \frac{E_2 - E'_{AB}}{R_2 + R'_{AB}} = 0,807 \text{ mA.} \quad I'_2 \text{ circule de B vers A à travers } R_2.$$

$$U'_{AB} = E_2 - R_2 I'_2 = 12 - 0,807 \cdot 10^{-3} \cdot 10^4 = 3,92 \text{ V}$$