

Théorèmes généraux de l'électrocinétique

I-Éléments d'un circuit électrique

I.1- Circuit électrique

I.2- Dipôle électrique

I.3-Générateur et récepteur

II- Etude des circuits électriques

II.1- Définition

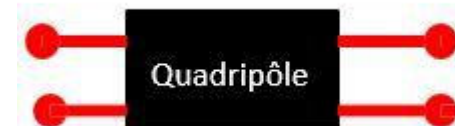
II.2- Lois de Kirchhoff

I.1-Circuit électrique

- **Circuit électrique**: ensemble de composants électriques interconnectés d'une manière quelconque par des conducteurs.
- **Composant** électrique=élément à 2 bornes (dipole), représenté par :



- Dans cette catégorie on trouve par exemple : R, C, bobines, piles, etc.
- Dans certains cas le composant à plus de 2 bornes. Par exemple:
 - Un transistor (3 bornes),
 - Un transformateur peut en avoir 4 ou plus.
 - Un composant à quatre bornes est appelé quadripôle.
 - Amplificateur opérationnel (8 bornes)

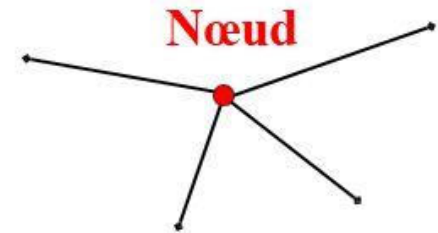


I.1-Circuit électrique

➤ Nœud- Branche- Maille

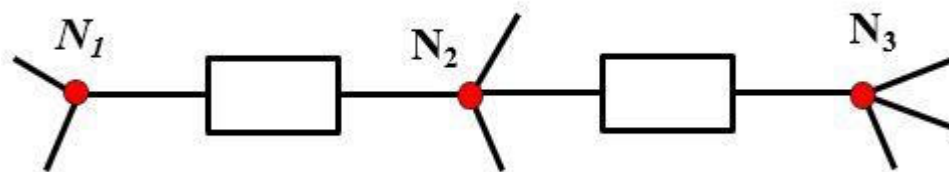
❖ Nœud :

un point du réseau relié à 3 branches au moins.



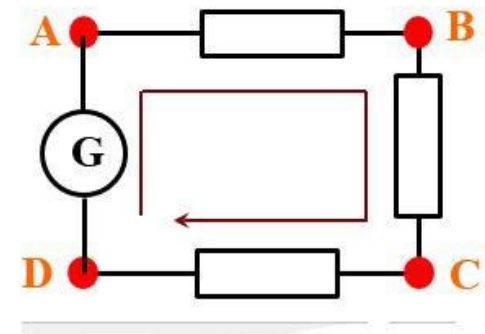
❖ Branche:

plusieurs dipôles reliés en série constituent une branche.



❖ Maille:

une maille est un parcours fermé, constitué de branches et ne passant qu'une seule fois par un nœud donné.



I.2-Dipôle électrique

➤ Définition

- ❑ On appelle **dipôle électrique** un dispositif électrique qui présente deux bornes A et B permettant de le relier à un circuit extérieur.
- ❑ On distingue les dipôles générateurs qui fournissent de l'énergie au circuit extérieur et les **dipôles récepteurs** qui **absorbent** de l'énergie.
- ❑ Certains dipôles ne peuvent être que récepteurs, c'est le cas d'une **résistance** ou d'une **diode** par exemple, d'autres peuvent être **récepteur** ou **générateur** suivant les cas. Ainsi, une **inductance** peut absorber de **l'énergie électrique** à un instant donné et la restituer à un instant ultérieur;
- ❑ une **batterie** peut alimenter un circuit et donc se comporter en **générateur**, mais aussi être rechargée et devenir **récepteur**.

I.2-Dipôle électrique

Pour un **dipôle passif**, on a $I=0$ si $U=0$. Les trois circuits passifs principaux sont la **résistance**, la **bobine** d'induction et la **capacité**.
Pour un **dipôle actif** la **tension à vide** n'est pas nulle.

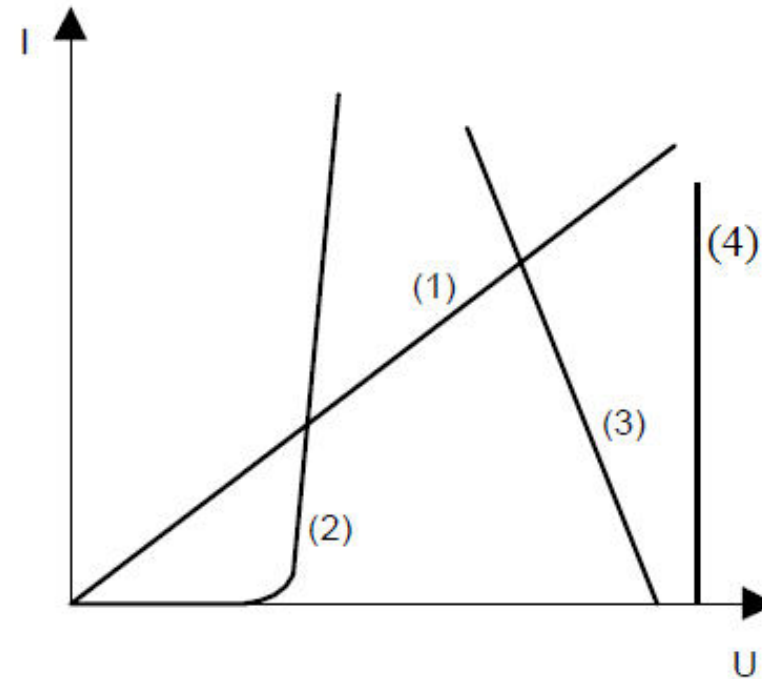
Exemple:

Le dipôle 1 est linéaire et passif (il s'agit d'une **résistance**)

Le dipôle 2 est non linéaire et passif (**diode**)

Le dipôle 3 est linéaire et actif (**générateur de tension non idéal**)

Le dipôle 4 est linéaire et actif (**générateur de tension idéal**)

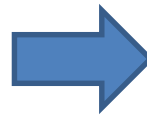
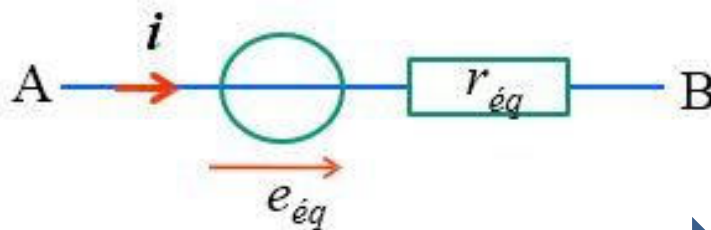
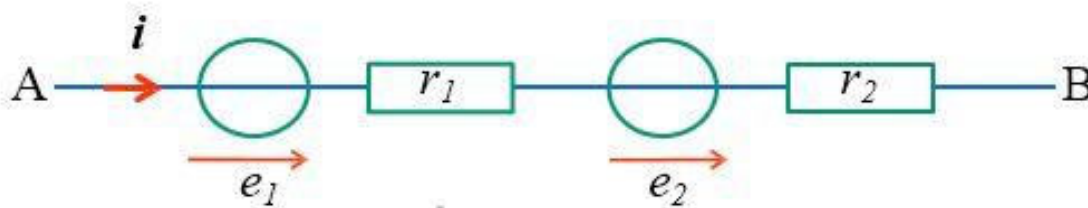


I.2-Dipôle électrique

➤ Associations de dipôles actifs linéaires:

❖ En série (choix du modèle de Thévenin) :

Les **f.é.m** s'ajoutent (algébriquement) et les **résistances internes** s'additionnent.



$$e_{eq} = e_1 + e_2$$

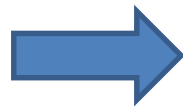
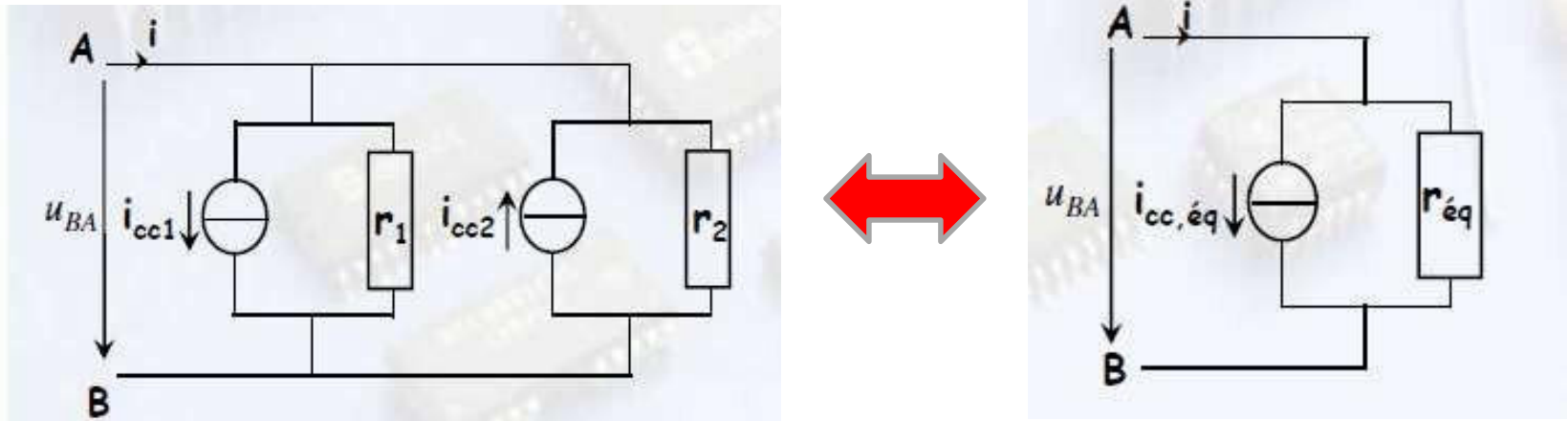
$$r_{eq} = r_1 + r_2$$

I.2-Dipôle électrique

➤ Associations de dipôles actifs linéaires:

❖ En parallèle (choix du modèle de Norton) :

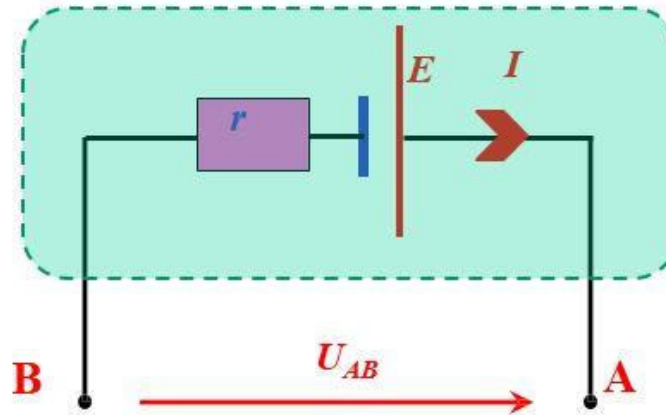
Les courants électromoteurs s'ajoutent (algébriquement) et les conductances s'additionnent.



$$\begin{aligned} i_{cc,eq} &= i_{cc,1} - i_{cc,2} \\ \frac{1}{r_{eq}} &= \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \end{aligned}$$

I.3-Générateur et récepteur

➤ Générateur de tension:



U_{AB} : est dirigée vers le potentiel croissant (ici V_A)

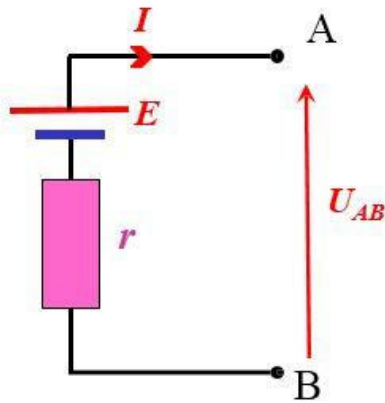
$$E > 0$$

$$U_{AB} = E - rI$$

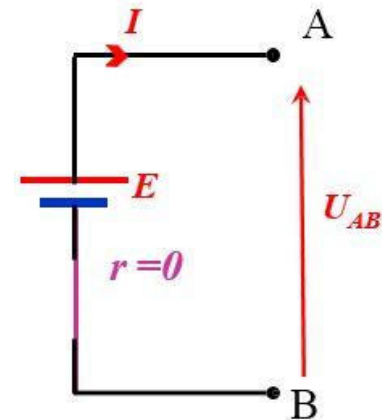
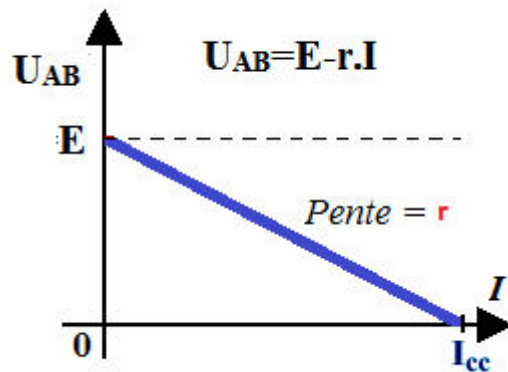
La borne (-) du générateur = réservoir d'électrons libres qui ne peuvent pas rejoindre la borne (+) par l'intérieur du Générateur.

I.3-Générateur et récepteur

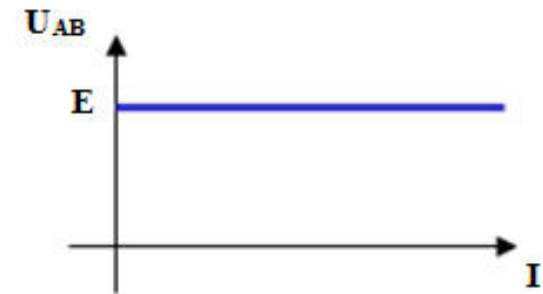
➤ Générateur de tension:



Réel

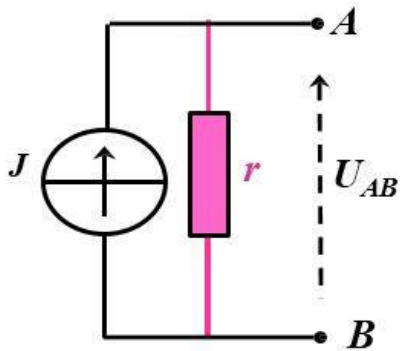


Idéal



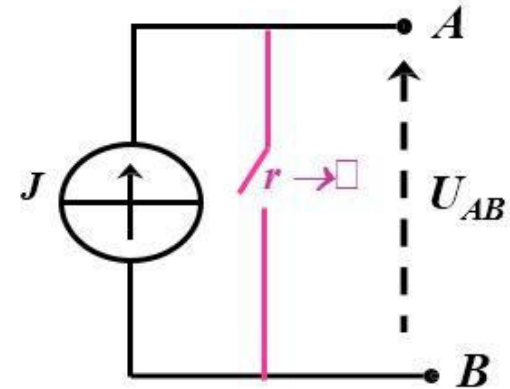
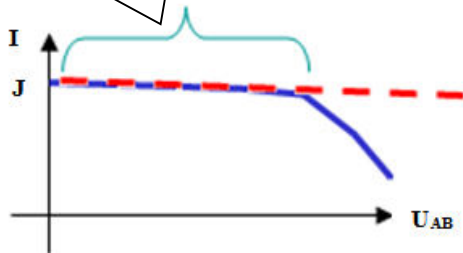
I.3-Générateur et récepteur

➤ Générateur de courant:

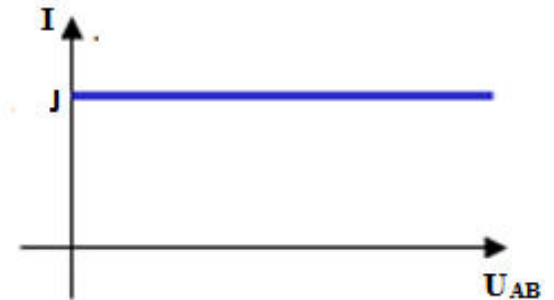


Réel

domaine de fonctionnement
linéaire ou “domaine de
linéarité”



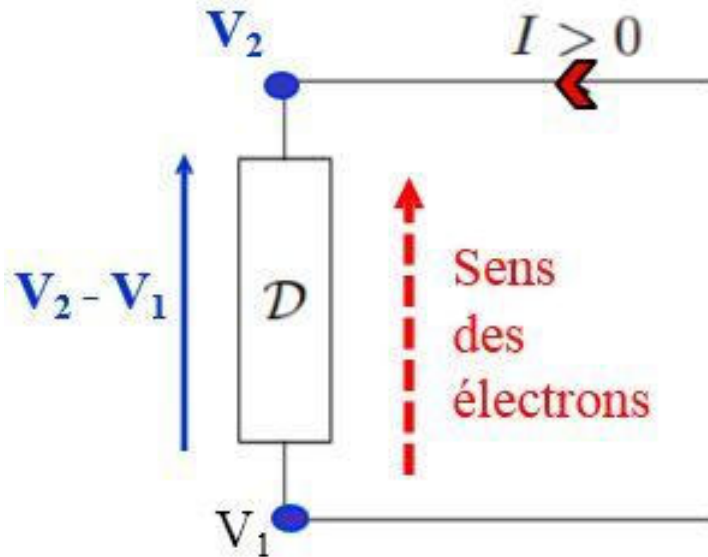
Idéal



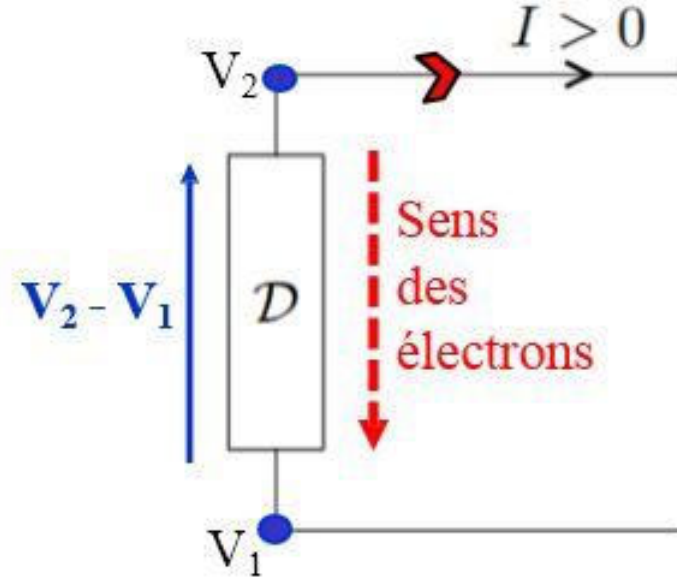
I.3-Générateur et récepteur

➤ Convention de sens:

Conventions récepteur



Conventions générateur



I.3-Générateur et récepteur

➤ Composants linéaires:

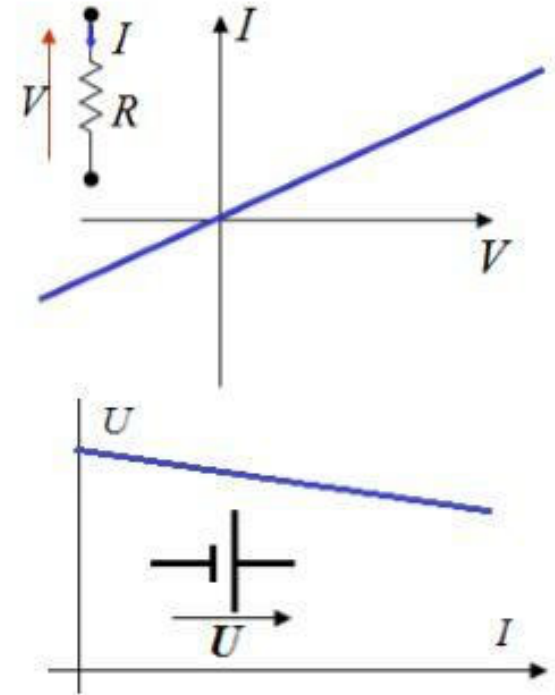
La tension aux bornes d'un composant **LINEAIRE** est par définition proportionnelle au courant qui le traverse.

La caractéristique $I = f(U)$ d'un dipôle *linéaire* est de la forme: $I = aU + b$

Exemple:

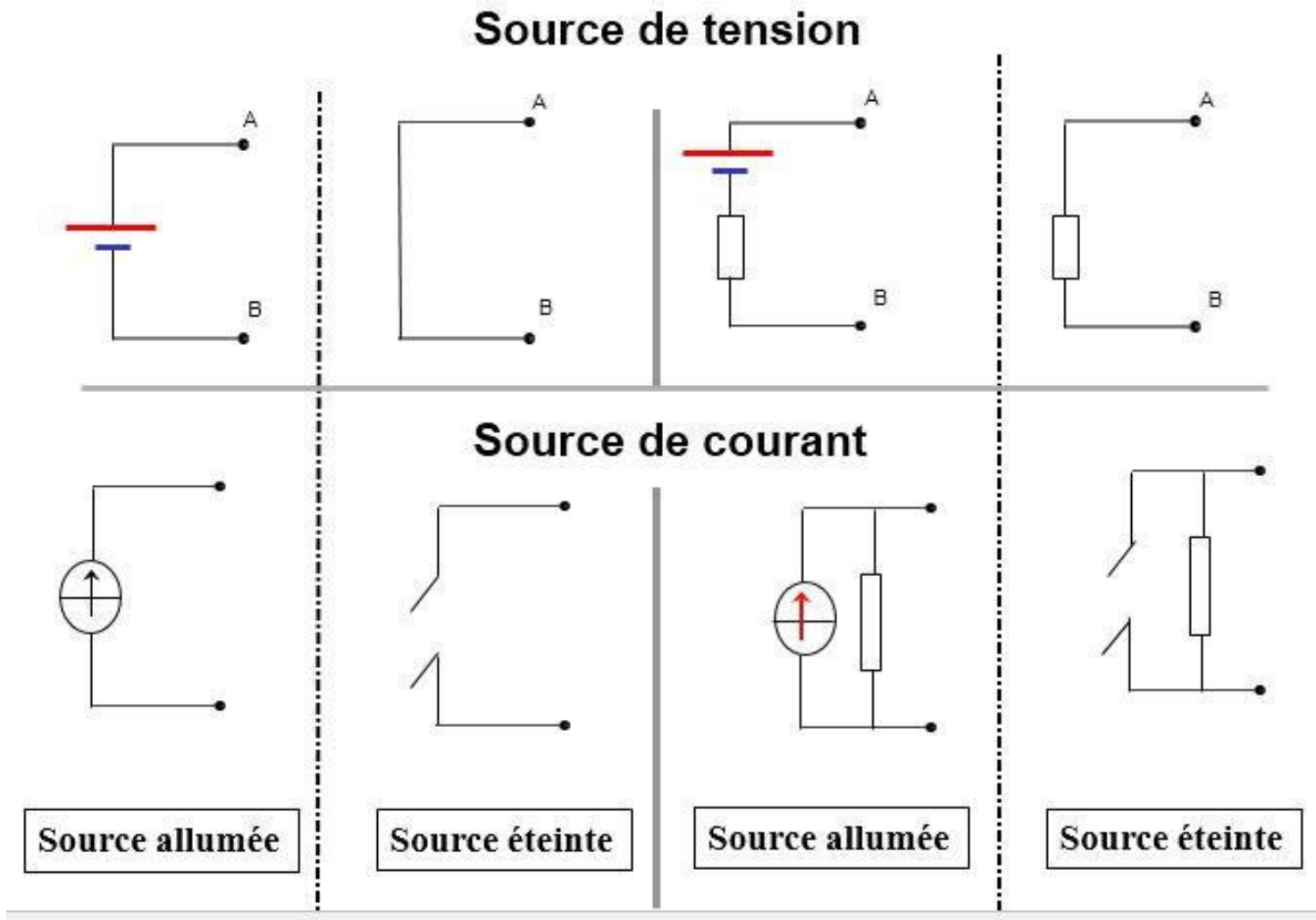
Resistance : $I = GU$ où G est la conductance

Source de tension réelle: $I = -\frac{1}{r}U + \frac{U_0}{r}$ où r est sa résistance interne



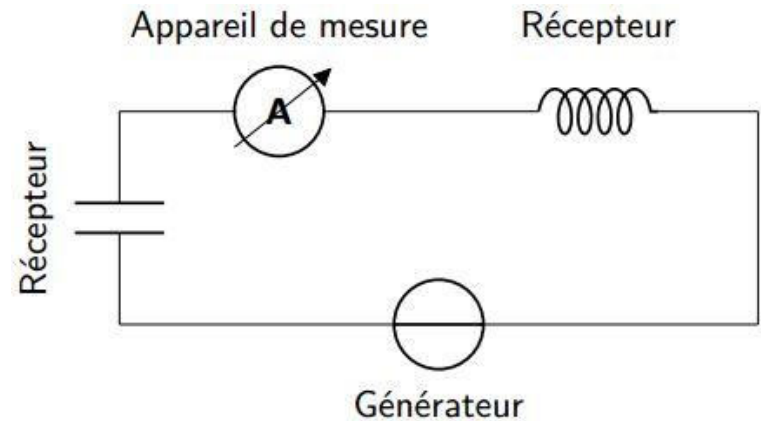
I.3-Générateur et récepteur

➤ Impédance vue entre 2 points d'un circuit actif:



II- Etude des circuits électriques

- Le circuit électrique peut contenir un certain nombre d'appareils aux propriétés différentes :



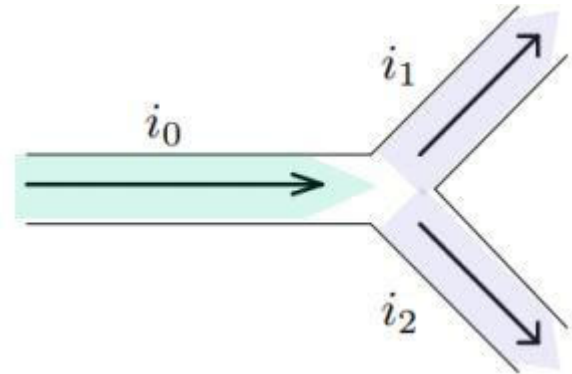
- **Générateurs** : batteries, générateurs de tension, piles. . .
- **Récepteurs** : résistances, bobines, condensateurs. . .
- **Appareils de mesure** : voltmètres, ampèremètres, oscilloscopes. . .
- **Appareils de sécurité** : disjoncteurs, fusibles. . .
- **Appareils de manœuvre** : inverseurs. . .

II.2- Lois de Kirchhoff

➤ Loi des nœuds:

La **somme** des intensités des courants **arrivant** à un nœud est **égale** à la somme des intensités des courants **sortant** du nœud.

$$i_1 + i_2 = i_0$$



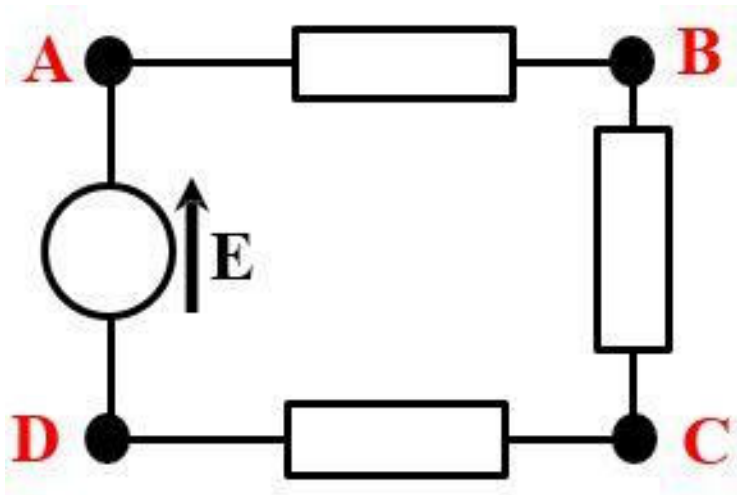
$$\sum I_{\text{entrant}} = \sum I_{\text{sortant}}$$

$$\sum I_{\text{entrant}} - \sum I_{\text{sortant}} = 0$$

II.2- Lois de Kirchhoff

➤ Loi des mailles:

La somme **algébrique** des tensions rencontrées dans une **maille** est nulle.



Exemple

ABCDA est une maille

$$\sum_{\text{Maille}} (d. d. p) = 0$$

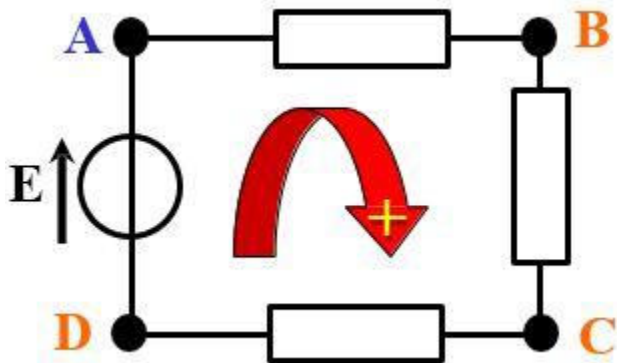
II.2- Lois de Kirchhoff

➤ Loi des mailles:

Comment appliquer la loi des mailles ?

Règle:

- ✓ On choisit un **point de départ** et un **sens de parcours** arbitraire de la maille.
- ✓ Affecter à chaque composant polarisé des pôles (+) et (-)
- ✓ $(+E_K)$ si le pôle + est rencontré en premier; sinon $(-E_K)$
- ✓ $(+R_K I_K)$ (même sens que le parcours); sinon $(-R_K I_K)$

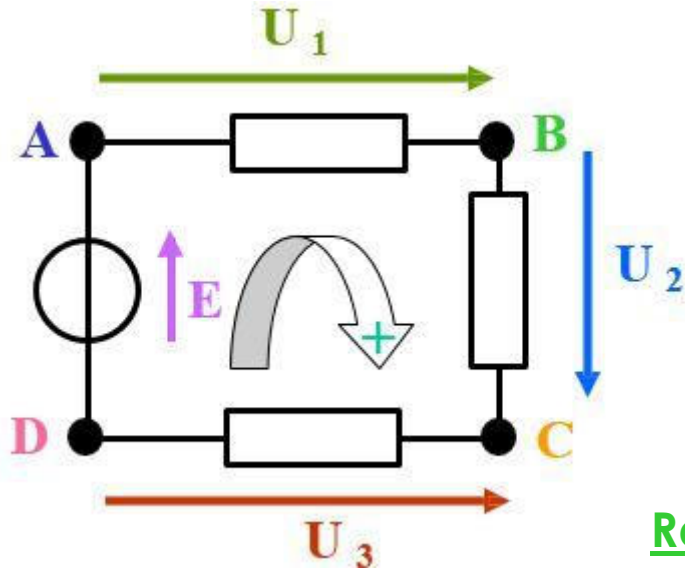


Exemple

Maille **ABCD**A
→
+

II.2- Lois de Kirchhoff

➤ Loi des mailles:



Exemple

Maille **ABCD**

+

$$-U_1 - U_2 + U_3 - E = 0$$

Rq: On peut écrire la relation d'une autre manière :

$$U_2 + U_1 + E = U_3$$



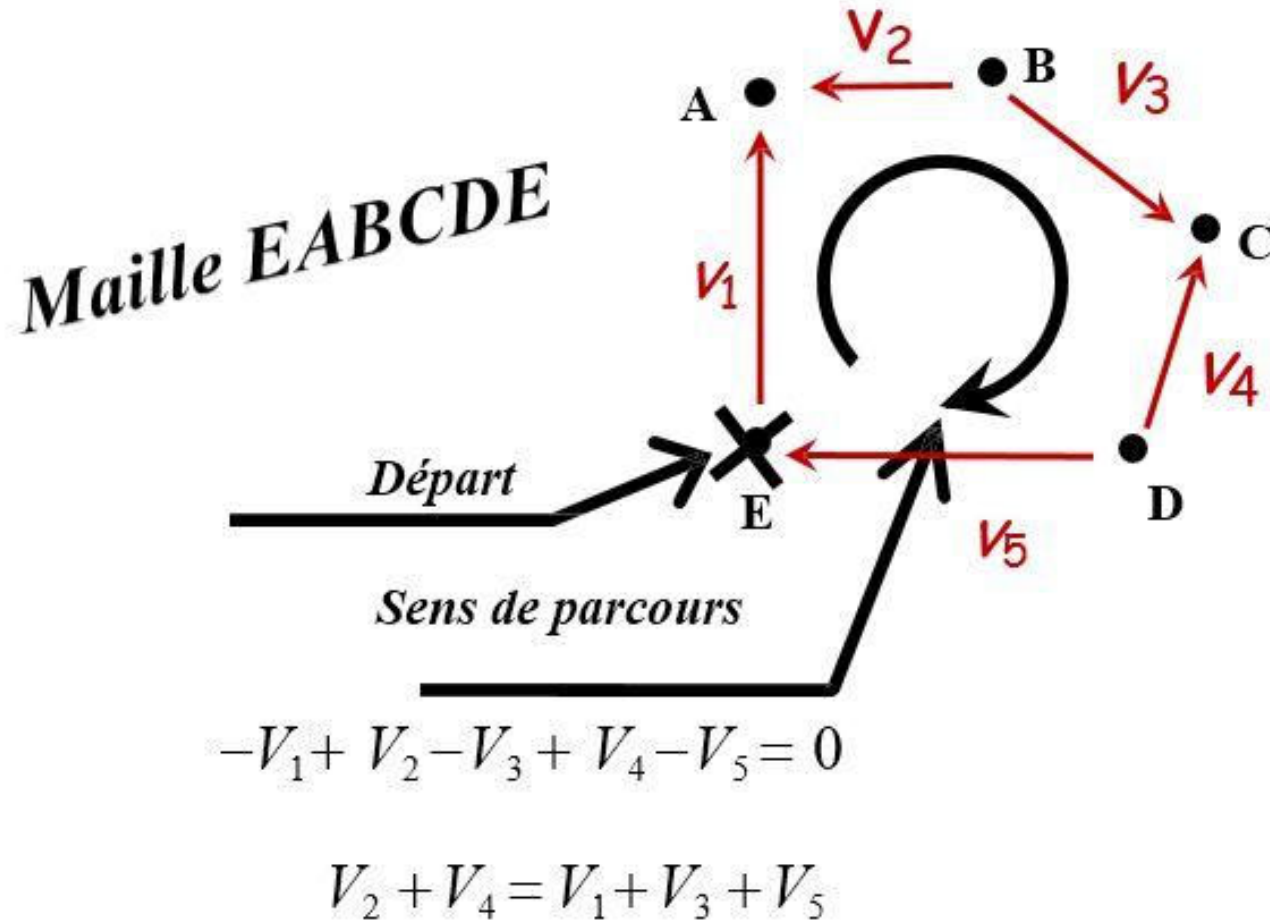
$$U_{CB} + U_{BA} + U_{AD} = U_{CD}$$

Attention ! L'écriture ci-dessus nécessite un ordre strict des lettres !

La loi des mailles traduit l'additivité des tensions: $\sum_{\text{Maille}} (d. d. p) = 0$

II.2- Lois de Kirchhoff

➤ Loi des mailles:



➤ Exercices d'application:

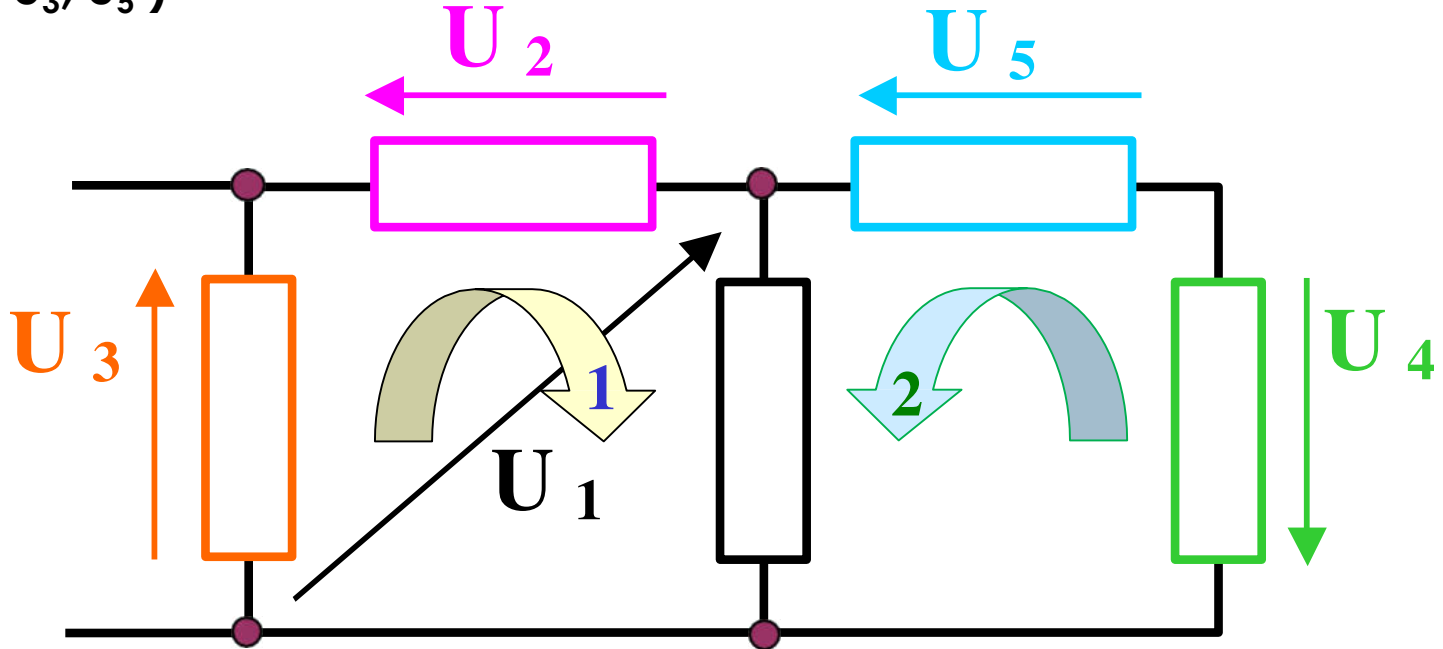
Exo 1: Déterminer les tensions inconnues, en utilisant la loi des mailles: (U_3 ; U_5)

Données:

$$U_1 = 20 \text{ V}$$

$$U_2 = 5 \text{ V}$$

$$U_4 = -8 \text{ V}$$



Solution:

Maille 1:

$$-U_3 + U_2 + U_1 = 0$$



$$U_3 = 25 \text{ V}$$

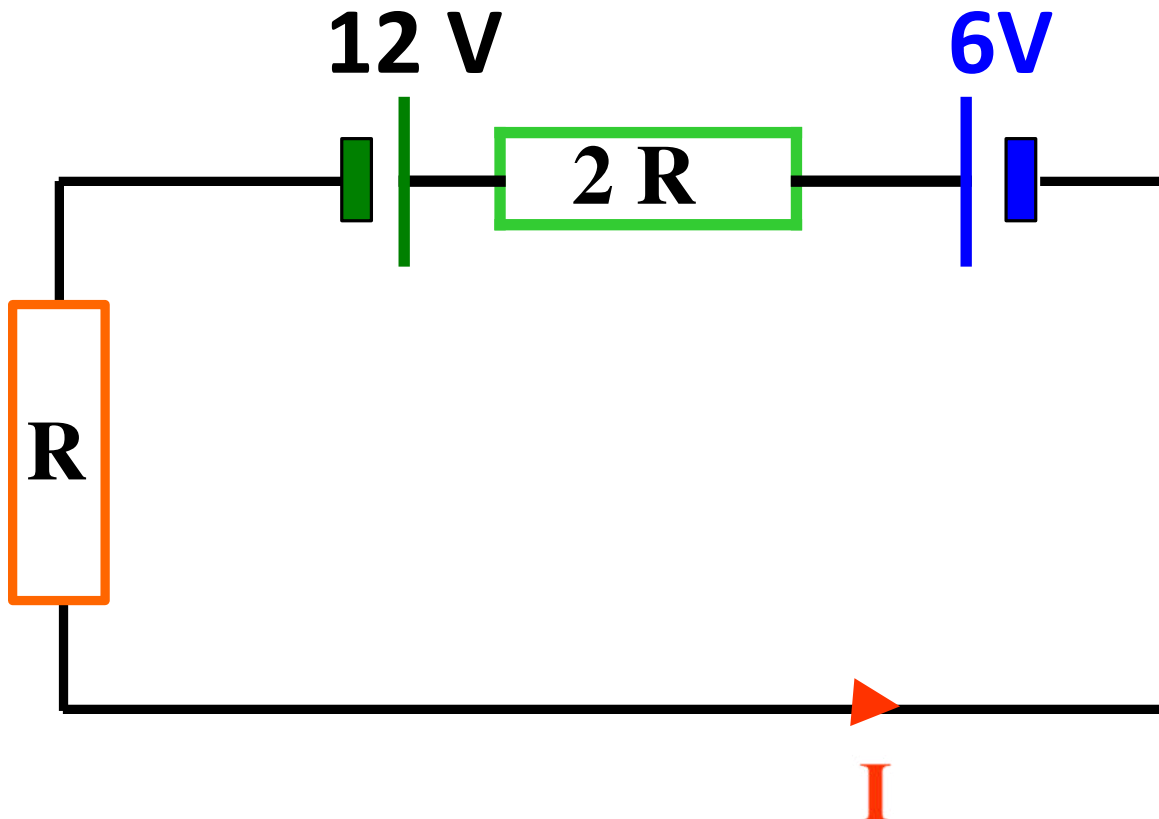
Maille 2:

$$-U_5 + U_1 + U_4 = 0$$



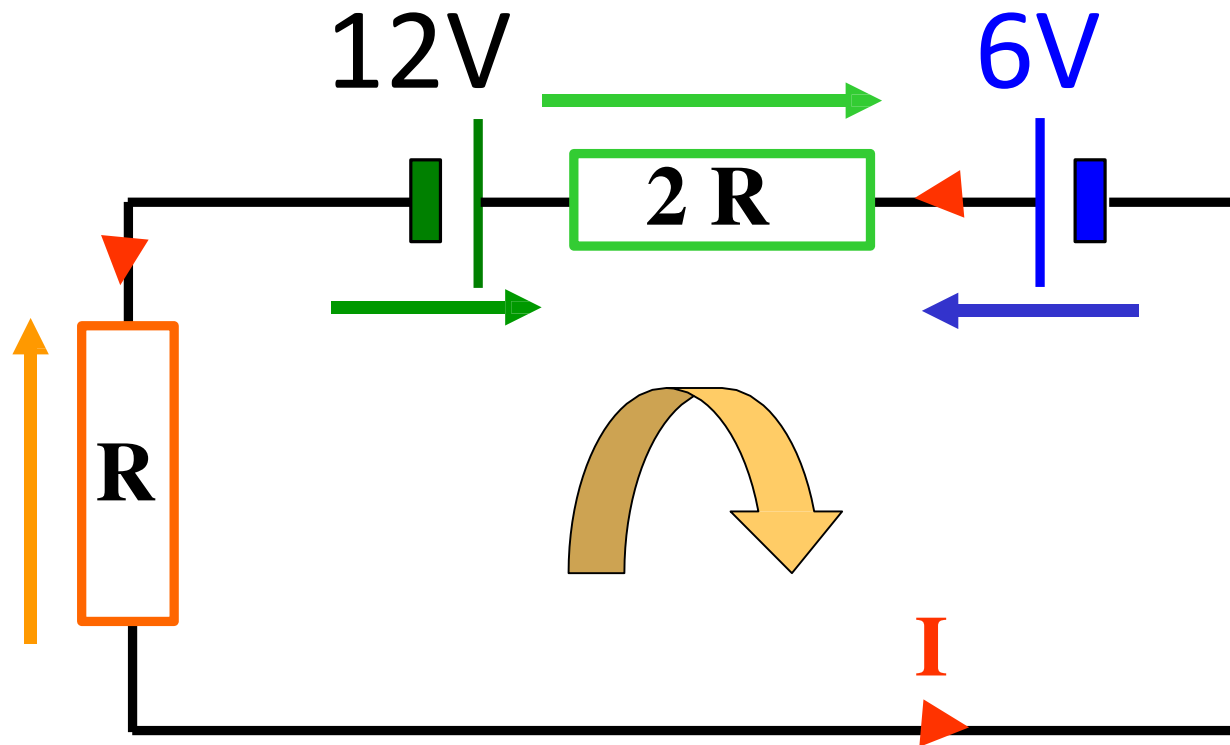
$$U_5 = 12 \text{ V}$$

Exo 2: Calculer l'intensité I du courant qui traverse le circuit. Préciser le sens conventionnel du courant.

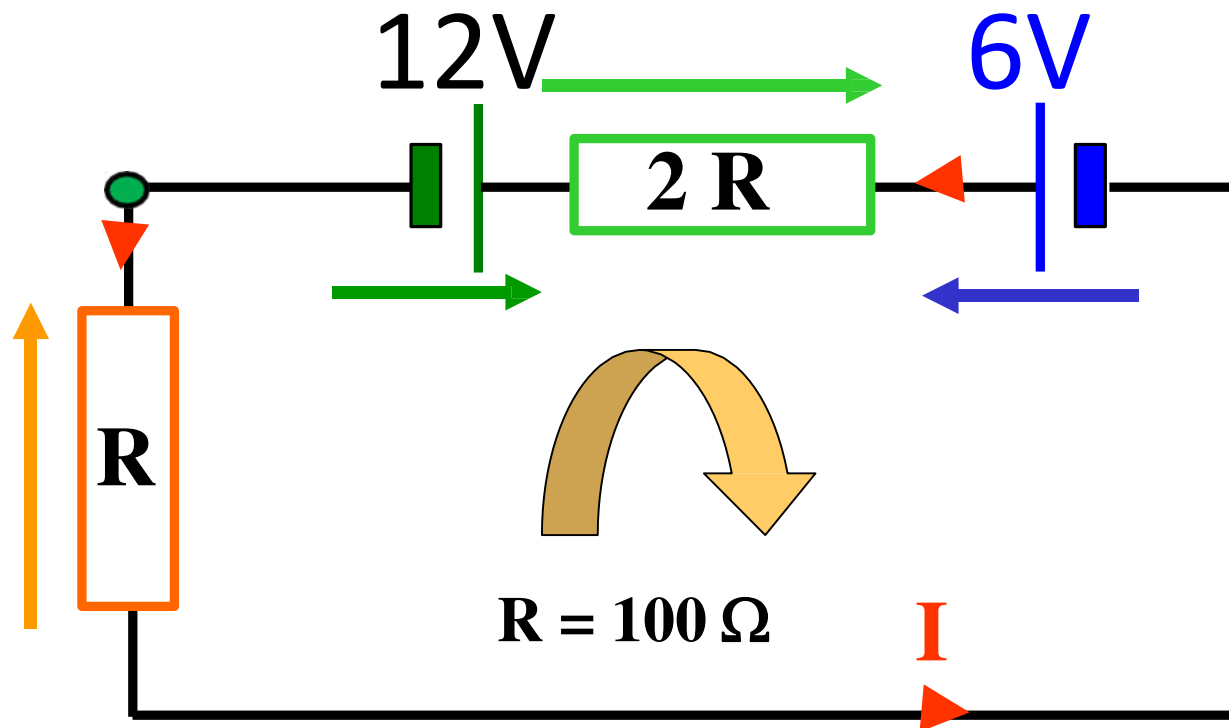


Solution:

On choisit un sens arbitraire pour le courant et on applique la loi des mailles.



- On choisit un sens arbitraire de parcours pour la maille.
- On flèche les tensions et on applique l'additivité des tensions.



$$(-RI) - 12 \, V - (2RI) + 6 \, V = 0$$

On en déduit :

$$I = -20 \, \text{mA}$$

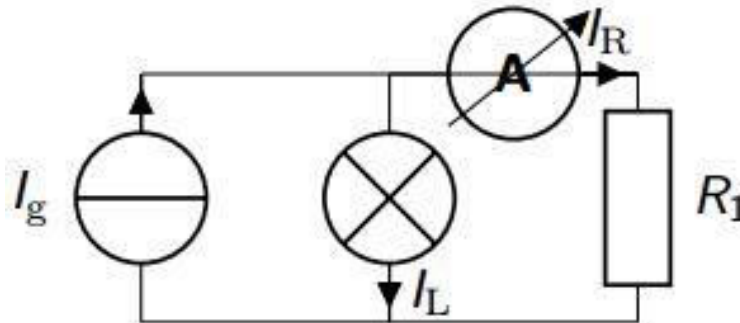
L'intensité a le sens
contraire du sens
indiqué!!!!

Exo 3:

Une lampe e et une résistance R_1 sont branchées en parallèle sur un générateur de courant, délivrant une intensité $I_g = 0,5$ A.

Un ampèremètre mesure le courant $I_R = 0,3$ A traversant la résistance.

Comment trouver I_L ?



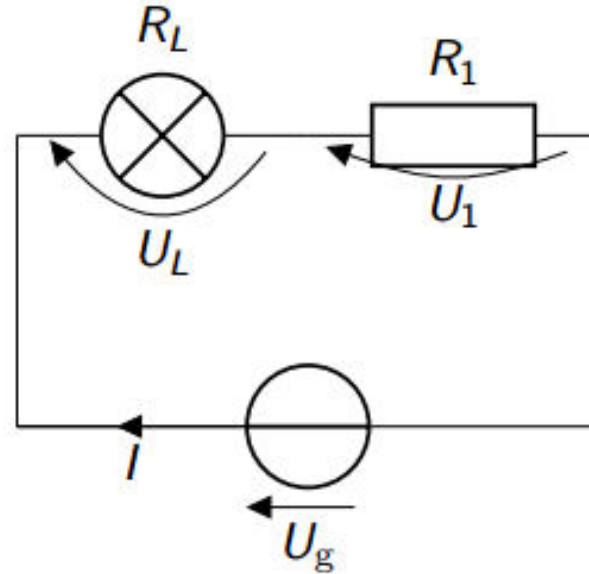
Solution:

En appliquant la loi des nœuds au point A :

on a $I_g = I_R + I_L \rightarrow I_L = I_g - I_R$ A.N: $I_L = 0,2$ A

Exo 4:

Une lampe de résistance R_L et une résistance R_1 sont branchées en série sur un générateur de tension, délivrant une tension $U_g = 12 \text{ V}$.
Comment calculer la chute de tension dans la lampe, U_L ?



Solution:

La loi d'Ohm nous permet d'écrire:

$$U_1 = R_1 \cdot I \text{ et } U_L = R_L \cdot I \rightarrow U_1 = R_1 \cdot U_L / R_L$$