

3. Circuits électriques en régime continu

Classification des dipôles

Associations de dipôles passifs linéaires et les circuits diviseurs

Dipôles actifs et leurs modèles de Thévenin et de Norton

Principe de superposition

Régime continu

- En **régime continu**, toutes les tensions et tous les courants sont **constants dans le temps**
- Les grandeurs électriques correspondant au régime continu sont désignées avec les **lettres majuscules** : U , I , P
- Le régime continu peut être appliqué pour décrire seulement une partie du comportement d'un circuit
 - ♦ Ce sera le comportement lié aux forces constantes dans le temps même si elles ne sont pas les uniques forces à apparaître
 - ♦ Le théorème de superposition précise quand et comment on peut se servir des résultats d'une telle analyse partielle

Dipôles passifs

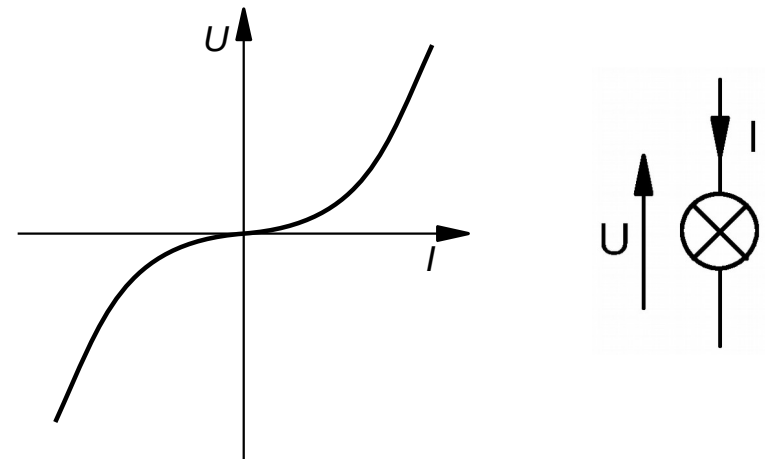
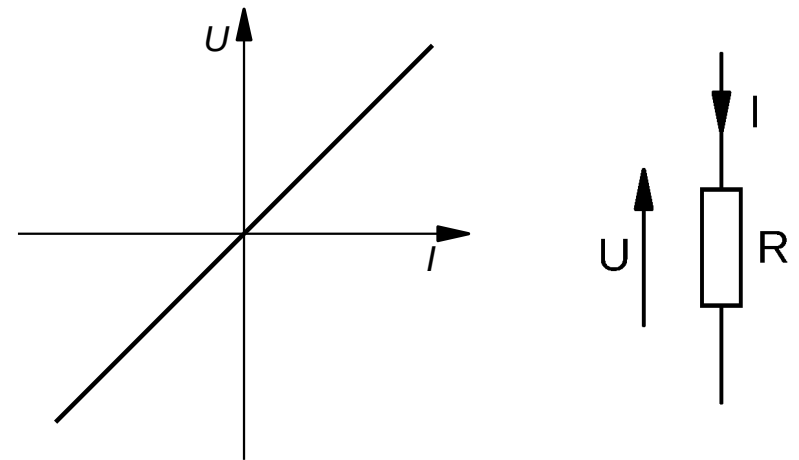
- Un **dipôle passif** est un dipôle qui **ne peut que consommer ou accumuler l'énergie électrique**
 - ♦ L'**énergie nette** délivrée à un dipôle passif n'est **jamais négative**
 - ▶ Indépendant du caractère du courant et de la tension à ses bornes
 - ▶ Énergie nette \equiv énergie délivrée au dipôle en jeu moins énergie fournie par ce dipôle au circuit
 - ♦ Sa **caractéristique** courant-tension passe par **l'origine** ($I = 0 \iff U = 0$)
 - ▶ Il ne peut pas y exister une tension sans un courant et vice versa
- Un dipôle passif qui ne fait que **consommer** de l'énergie électrique est appelé **dipôle dissipatif**
 - ♦ Toute l'énergie électrique délivrée à un dipôle dissipatif y est transformée en autre forme d'énergie
 - ♦ Premièrement **dissipée comme chaleur** (énergie thermique) par l'effet Joule
- Exemple : ampoule
 - ♦ Dipôle passif dissipatif où toute l'énergie électrique est transformée en énergie thermique ou lumineuse

Dipôles actifs

- Un **dipôle actif (générateur)** est un dipôle **capable de produire l'énergie électrique**
 - ♦ L'énergie nette délivrée à un dipôle actif peut être **négative**
 - ▶ L'énergie fournie au circuit est supérieure à l'énergie reçue de ce circuit
 - ♦ La caractéristique courant-tension **ne passe pas par l'origine** ($I \neq 0$ pour $U = 0$, $U \neq 0$ pour $I = 0$)
 - ♦ Il suffit que juste une de ces conditions est remplie, pourtant normalement les deux seront remplies
- Une partie de l'énergie électrique mise en jeu dans un dipôle actif n'est pas transformée en autre forme d'énergie
 - ♦ Normalement, ce sera la plupart de cette énergie
- Exemple : pile
 - ♦ La plupart de l'énergie électrique mise en jeu est fournie au circuit
 - ♦ Pourtant une petite partie est dissipée par l'effet Joule à cause de l'existence d'une résistance parasite de la pile

Linéarité des dipôles

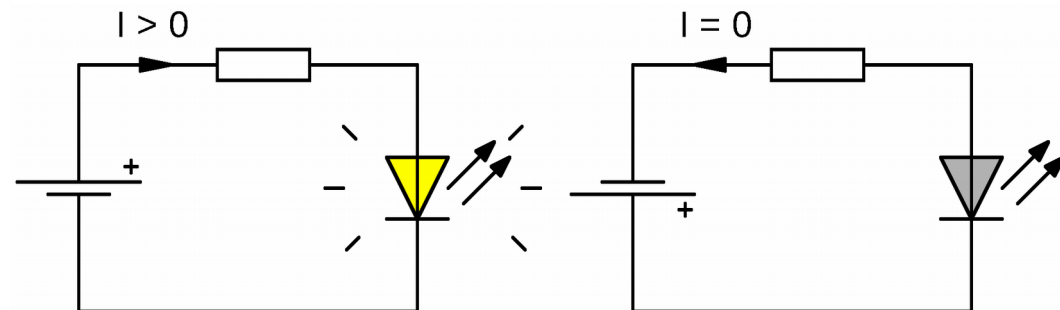
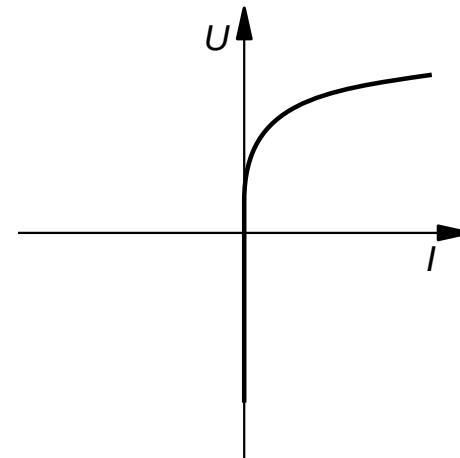
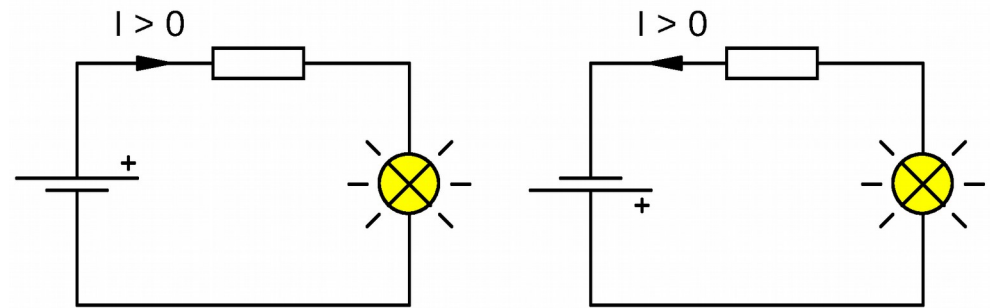
- La relation courant-tension d'un **dipôle linéaire** peut être exprimée par une **équation linéaire** (algébrique ou différentielle) à **coefficient constant**
 - ♦ Dans le cas d'une équation algébrique, la caractéristique courant-tension est une droite dont le coefficient est la **résistance** du dipôle en jeu
 - ♦ Exemple : résistor
- Tout autre dipôle est un **dipôle non linéaire**
 - ♦ Exemple : ampoule



Le filament étant un conducteur, sa résistance augmente avec la température qui résulte de la puissance dissipée, proportionnelle à I^2

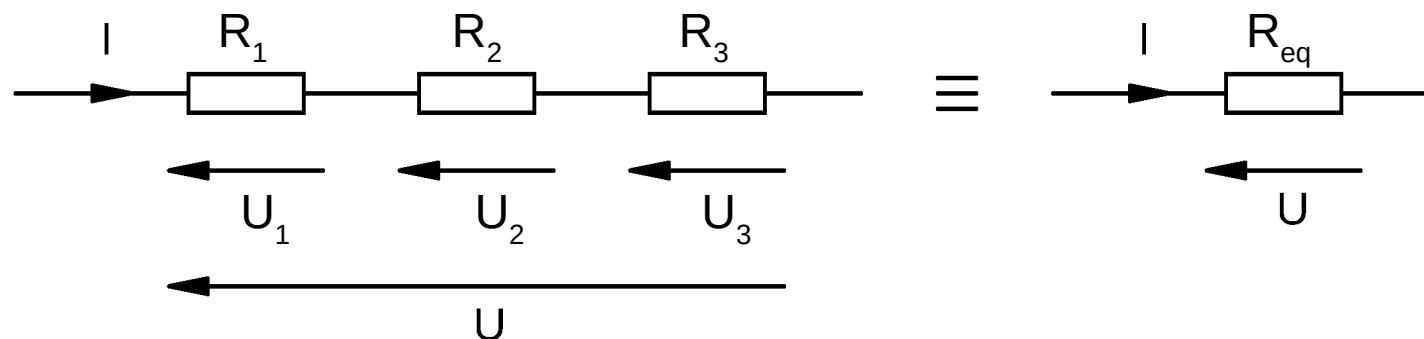
Caractéristique symétrique et non symétrique

- Si la caractéristique d'un dipôle est **symétrique** par rapport à l'origine, alors son **comportement dans un circuit électrique ne dépend pas du sens** de son branchement
 - ♦ Exemple : ampoule
- Si la caractéristique d'un dipôle est **non symétrique**, alors son **comportement dépend du sens** de branchement
 - ♦ Exemple : diode



Association de dipôles passifs linéaires en série

- Une association quelconque de dipôles passifs linéaires se comporte comme un dipôle passif linéaire dont le coefficient de la caractéristique courant-tension est appelé **résistance équivalente**



- Loi des mailles + loi d'Ohm

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = R_1 I + R_2 I + R_3 I = (R_1 + R_2 + R_3) I = R_{eq} I$$

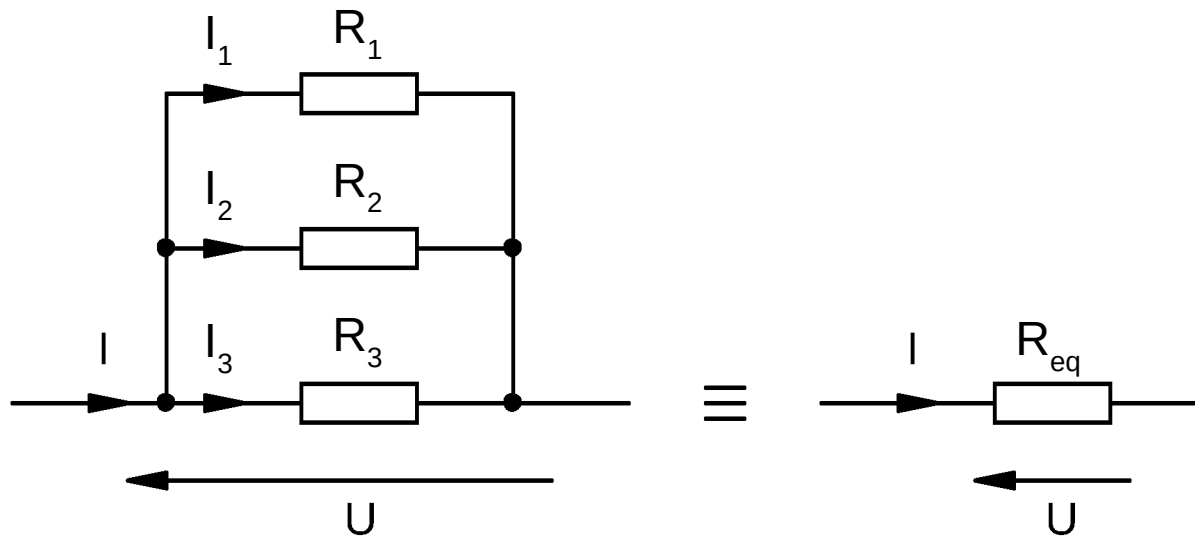
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

- Dans une association en série, les **résistances s'additionnent**

$$R_{eq} = \sum_{k=1}^N R_k$$

Association de dipôles passifs linéaires en parallèle (en dérivation)

- Loi des nœuds + loi d'Ohm :



$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = U \frac{1}{R_{eq}}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{k=1}^N \frac{1}{R_k} \quad \text{ou}$$

$$G_{eq} = \sum_{k=1}^N G_k$$

- Dans une **association en parallèle**, les **conductances s'additionnent**

- La **somme des inverses des résistances composantes** est égale l'inverse de la résistance équivalente
- Cas particulier : **deux dipôles**

$$R_{eq} = R_1 \parallel R_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{R_2}{R_1 R_2} + \frac{R_1}{R_1 R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Exercices

- 3.1.1. Calculer la résistance équivalente de trois résistors dont les résistances sont $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 470 \Omega$, s'ils sont associés :
 - en série ;
 - en parallèle.
- 3.1.2. Assumant le courant mortel égal 30 mA , calculer les valeurs mortelles des tensions :
 - de contact ;
 - de pas.

