



Groupe Ipesup

# Optimal Sup-Spé

SUP

## FICHE DE COURS

### CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN RÉGIME CONTINU DANS L'ARQS

## 1. GRANDEURS ÉLECTRIQUES FONDAMENTALES

### 1.1. COURANT ÉLECTRIQUE

#### Courant et Charge

Le **courant électrique** est un déplacement ordonné de porteurs de charge (électrons, ions). L'intensité  $i(t)$  est le débit de charge  $q(t)$  à travers une surface.

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

L'unité est l'**Ampère** (A, avec  $1 \text{ A} = 1 \text{ C s}^{-1}$ ). C'est une grandeur *algébrique*.

Un courant est positif si son sens correspond au mouvement des charges positives.

*On le mesure avec un **ampèremètre** branché **en série**.*

*La charge élémentaire est  $e \approx 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .*

### 1.2. TENSION ÉLECTRIQUE

#### Tension électrique et Potentiel électrique

La **tension**  $u_{AB}$  entre deux points A et B est la différence de potentiel électrique  $V_A - V_B$  entre ces points. Physiquement, c'est une mesure de la différence d'énergie potentielle électrique par unité de charge.

$$u_{AB} = V_A - V_B$$

L'unité est le **Volt** (V). C'est une grandeur *algébrique*.

*On mesure une tension avec un **voltmètre** branché **en parallèle**.*

## 2. ANALYSE DES CIRCUITS

### 2.1. L'APPROXIMATION DES RÉGIMES QUASI-STATIONNAIRES (ARQS)

#### Définition de l'ARQS

Un signal électrique se propage à la vitesse de la lumière  $c$ .

Pour un circuit de taille  $L$ , le temps de propagation est  $\tau_p = L/c$ .

En ARQS, on considère ce temps  $\tau_p$  négligeable devant le temps caractéristique de variation du signal  $T$  du signal :  $\tau_p \ll T \Leftrightarrow L \ll \lambda$ , avec  $\lambda$  la longueur d'onde du signal.

Conséquence : **L'intensité est la même en tout point d'une branche.**

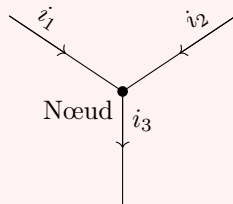
## 2.2. VOCABULAIRE DE LA TOPOLOGIE D'UN CIRCUIT

- **Circuit électrique** : Ensemble de dipôles reliés par des fils conducteurs.
- **Nœud** : Point de connexion d'au moins trois dipôles.
- **Branche** : Portion de circuit entre deux nœuds.
- **Maille** : Chemin fermé dans un circuit.

## 2.3. LOIS DE KIRCHHOFF (DANS L'ARQS)

### Loi des Nœuds (ou loi de la conservation de la charge)

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



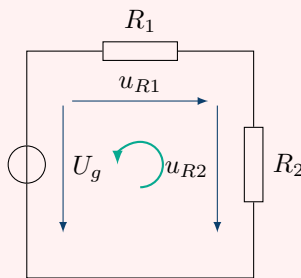
$$\sum_{\text{nœud}} \varepsilon_k i_k = 0$$

(avec  $\varepsilon_k = +1$  si entrant,  $-1$  si sortant)

Pour le schéma :  $i_1 + i_2 - i_3 = 0$

### Loi des Mailles (additivité des tensions)

La somme algébrique des tensions le long d'une maille (boucle fermée) est nulle. On choisit un sens de parcours arbitraire. Si la flèche tension est dans le même sens, on la compte positivement, sinon négativement.



$$\sum_{\text{maille}} u_k = 0$$

Pour le schéma :  $-U_g + u_{R1} + u_{R2} = 0$

## 3. DIPÔLES ÉLECTRIQUES

### Puissance Électrocinétique

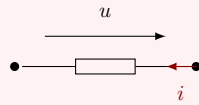
La **puissance électrocinétique**  $P(t)$  correspond au débit d'énergie électrique échangée avec le circuit par un dipôle. C'est le rapport entre l'énergie  $\delta E$  (reçue ou fournie) et la durée infinitésimale  $dt$  du transfert.

$$P(t) = \frac{\delta E}{dt}$$

L'unité est le Watt (W). On a  $1 \text{ W} = 1 \text{ V} \times \text{A} = 1 \text{ J s}^{-1}$ . L'énergie est en Joules : J.

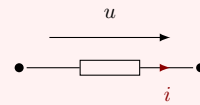
## Conventions d'orientation pour un dipôle

### Convention Récepteur ( $u$ et $i$ en sens opposés)



Puissance reçue par le dipôle :  $P_{recue} = u \cdot i$   
 Puissance fournie par le dipôle :  $P_{fournie} = -u \cdot i$

### Convention Générateur ( $u$ et $i$ dans le même sens)



Puissance fournie par le dipôle :  $P_{fournie} = u \cdot i$   
 Puissance reçue par le dipôle :  $P_{recue} = -u \cdot i$

Un dipôle est **passif** s'il reçoit *effectivement* de l'énergie. En convention récepteur  $P_{recue} = u \cdot i \geq 0$

Un dipôle est **actif** s'il fournit *effectivement* de l'énergie. En convention générateur  $P_{fournie} = u \cdot i \geq 0$

## 3.1. DIPÔLES PASSIFS

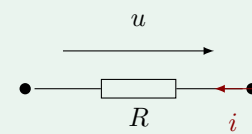
### Résistance $R$

Un **conducteur ohmique** (ou résistor) est un dipôle caractérisé par la **loi d'Ohm**.

- **Loi d'Ohm** :  $u(t) = R i(t)$  (en convention récepteur !)
- **Résistance**  $R$  en Ohm ( $\Omega$ ).
- **Conductance**  $G$  :  $G = 1/R$ , en Siemens (S)  $1\text{ S} = 1\Omega^{-1}$ .

Il transforme l'énergie électrique reçue en **énergie thermique** (effet Joule).

En convention récepteur :  $P_{recue} = u \cdot i = R i^2(t) = \frac{u^2(t)}{R} \geq 0$



### Condensateur $C$

Un **condensateur** est un dipôle capable de stocker des charges électriques opposées sur ses armatures.

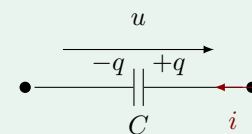
- **Relation** :  $i(t) = C \frac{du(t)}{dt}$  et  $q(t) = Cu(t)$ . (en convention récepteur !)
- **Capacité**  $C$  en Farad (F),  $1\text{ F} = 1\text{ C V}^{-1} = 1\text{ S s}$

Il emmagasine l'énergie électrique reçue sous forme d'énergie **électrostatique**.

En convention récepteur, la puissance reçue est :

$$P_{recue}(t) = u(t) \cdot i(t) = Cu(t) \frac{du(t)}{dt}$$

L'énergie stockée dans le condensateur est :  $E_C(t) = \frac{1}{2} Cu^2(t)$



### Bobine d'Inductance $L$

Une **bobine** (ou inductance) est un dipôle qui s'oppose aux variations du courant qui le traverse (phénomène d'auto-induction).

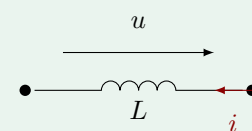
- **Relation** :  $u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ . (en convention récepteur !)
- **Inductance**  $L$  en Henry (H),  $1\text{ H} = 1\text{ V s A}^{-1} = 1\Omega\text{ s}$

Elle emmagasine l'énergie électrique reçue sous forme d'énergie **magnétique**.

En convention récepteur, la puissance reçue est :

$$P_{recue}(t) = u(t) \cdot i(t) = Li(t) \frac{di(t)}{dt}$$

L'énergie stockée dans la bobine est :  $E_L(t) = \frac{1}{2} Li^2(t)$



### 3.2. DIPÔLES ACTIFS : GÉNÉRATEUR DE THÉVENIN

#### Modèle de Thévenin

Tout dipôle actif est équivalent à un **générateur de tension parfait**  $E_{th}$  en série avec une **résistance interne**  $R_{th}$ .

- **Loi (convention générateur)** :  $u = E_{th} - R_{th} i$ .
- $E_{th}$  est la tension à vide (ou force électromotrice) (mesurée quand  $i = 0$ ).
- $R_{th}$  est la résistance vue des bornes A et B lorsque les sources indépendantes sont éteintes.

