

Electrocinétique

PLAN DU COURS

- ❑ **Chapitre 1 : circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.**
- ❑ **Chapitre 2 : Modélisation des dipôles linéaires passifs et actifs dans les régimes continus permanents**
- ❑ **Chapitre 3 : les régimes transitoires.**
- ❑ **Chapitre 4 : le régime alternatif sinusoïdal.**

CHAPITRE 1:

circuits électriques dans le régime
quasi-stationnaire.

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant électrique

Le sens

L'intensité

La loi des nœuds

Tension électrique

Tension et potentiel

Loi des mailles

Puissance et énergie Electriques

Définitions

Fonction en générateur ou récepteur d'un dipôle

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

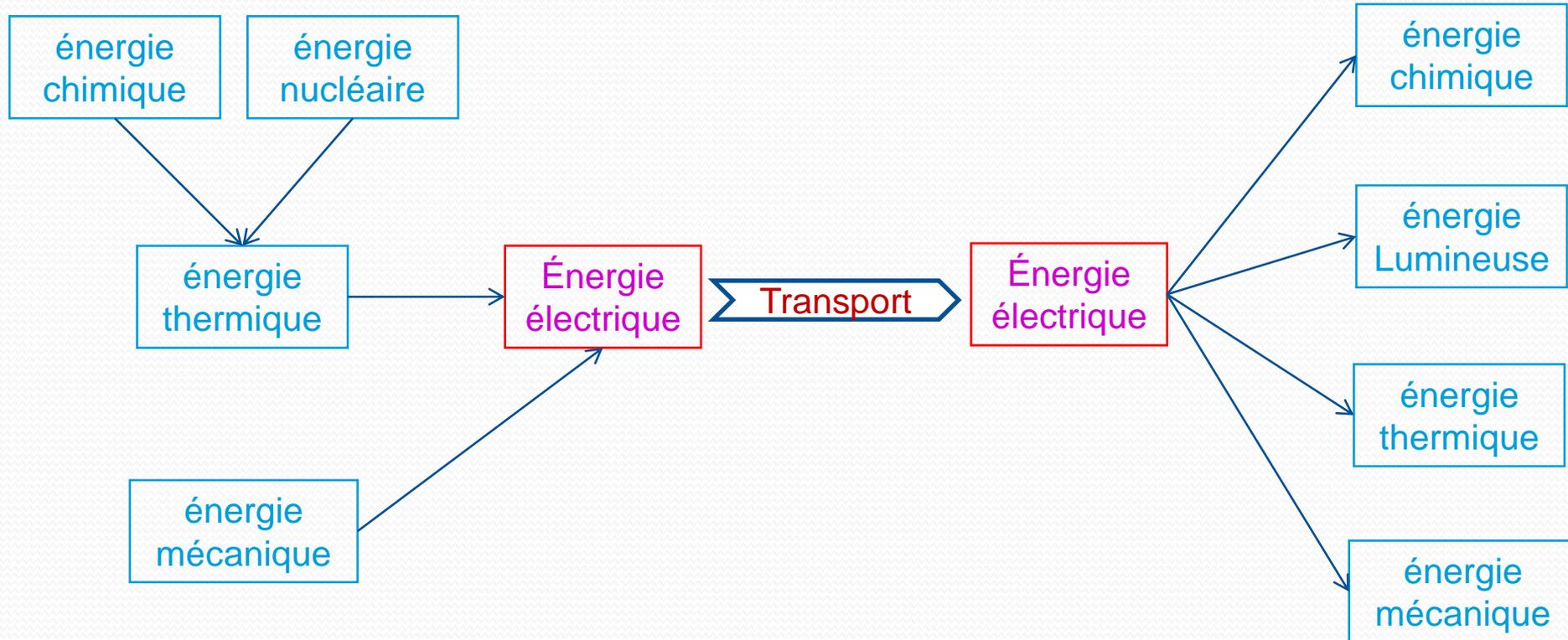
Introduction

Définitions

Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie Electriques



C/C : L'énergie électrique est une forme d'énergie de transfert.

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Electrocinétique

Electrotechnique

transport de l'énergie

Electronique

transport d'une information

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Régimes permanents

- Régime **continu** : Tension U et intensité I sont constants au cours du temps
La puissance est aussi constante : $P = U \cdot I$
- Régime **variable** : tension et intensité sont des fonctions du temps : $u(t)$ et $i(t)$.
La puissance est aussi une fonction du temps : $p(t) = u(t) \cdot i(t)$
- Régime variable **périodique** : tension et intensité sont des fonctions du temps de période T (en s) et de fréquence f (en Hz)

Régimes transitoires:

Régimes variables d'établissement ou de disparition, ou plus généralement de variation des grandeurs i et u .

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

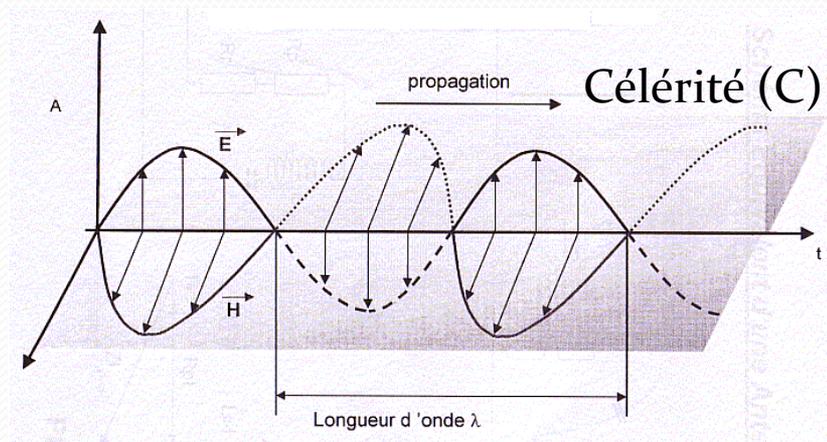
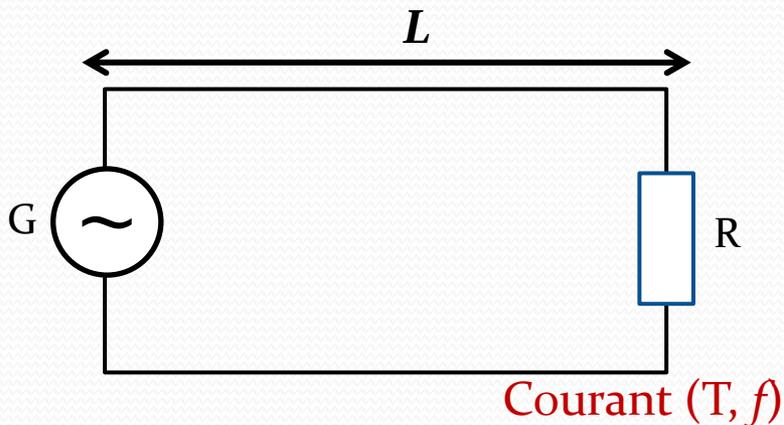
Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie Electriques

l'approximation des régimes quasi-stationnaires (ARQS)

Quel que soit le régime (continue, variable..) l'intensité du courant est la même en tout point d'une branche de circuit



$$\tau = \frac{L}{c}$$

$$\tau \ll T$$

$$L \ll \lambda$$



ARQS

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

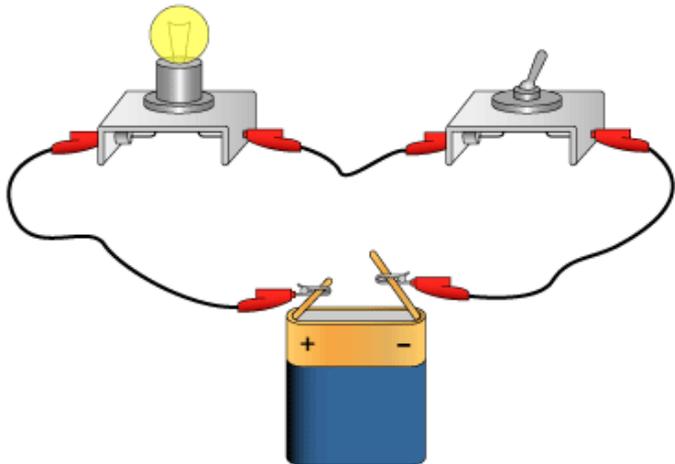
Courant
électrique

Tension
électrique

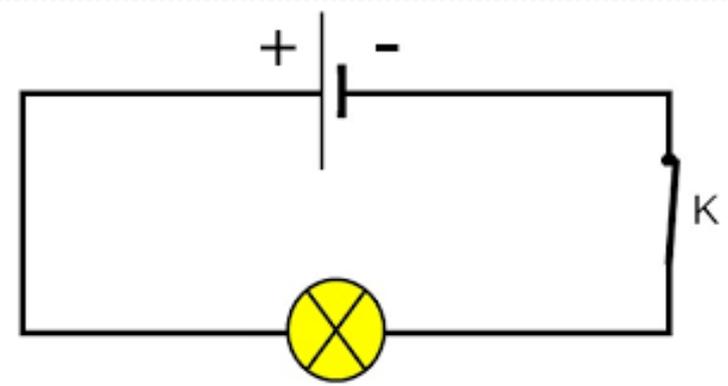
Puissance et énergie
Electriques

Circuit électrique

- contour fermé constitué d'un ensemble de conducteurs dans lequel circule un courant électrique
- Il est constitué de :
 - composants électriques (dipôles)
 - fils de jonction (conducteurs)



Un dessin



Un schéma

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

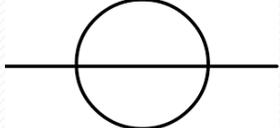
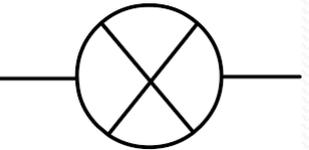
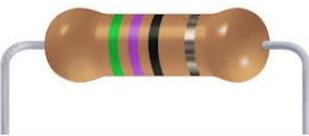
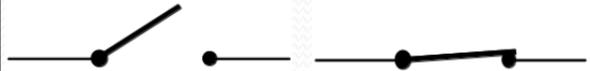
Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie Electriques

Dipôles

Composant électrique limité par deux bornes

| Composant | Exemple | Symbole |
|-----------------------|--|--|
| Générateur de tension |  |  |
| Lampe |  |  |
| Résistance |  |  |
| Intérupteur |  |  Ouvert Fermé |

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie Electriques

Nœud : Point d'un circuit commun à plus de deux dipôles où concordent trois conducteurs ou plus.

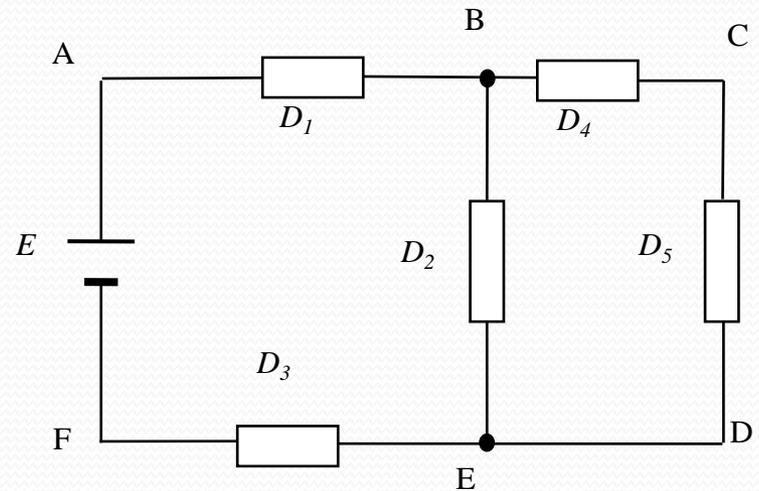
Exemple: Les points B et E sont des nœuds.

Branche : Ensemble des dipôles compris entre deux nœuds consécutifs.

Exemple: BCDE est une branche constituée des dipôles D4 et D5.

Maille : Ensemble de branches formant un contour fermé.

Exemple : ABEFA est une maille.



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Définition :

Mouvement ordonné des particules porteuses de charges électriques dans un conducteur

Exemples :

- Mouvement des électrons dans les métaux.
- Déplacement des électrons et des trous dans les semi-conducteurs.
- Mouvement des cations et anions dans les électrolytes.
- Déplacement des électrons et ions positifs dans les plasmas.

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Le sens conventionnel du courant :

= sens des porteurs de charges positives

≠ sens de déplacement des porteurs de charge négative (électrons).

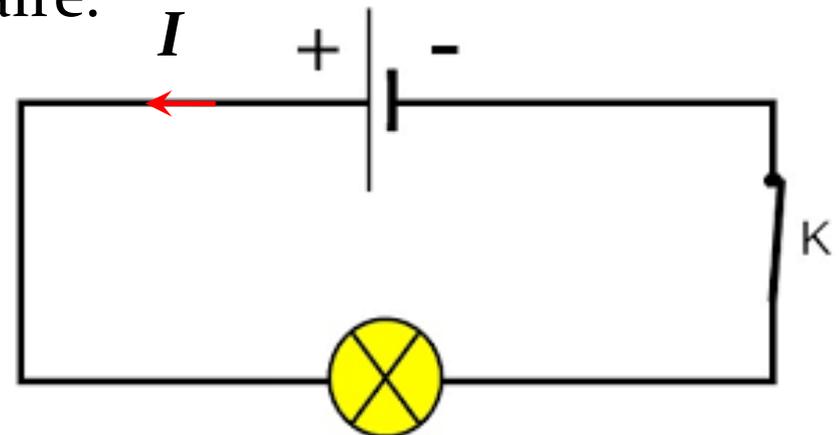
Représentation :

Flèche sur un fil de jonction surmontée par la lettre I :

- $I > 0$ le sens du courant = sens arbitraire;
- $I < 0$ le sens du courant ≠ sens arbitraire.



L'intensité du courant électrique
 I est une grandeur algébrique.



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

L'intensité

Définition :

Le rapport de la charge électrique dQ qui traverse une section droite du conducteur par unité de temps dt .

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Unité du S.I :

dQ en coulomb (C)

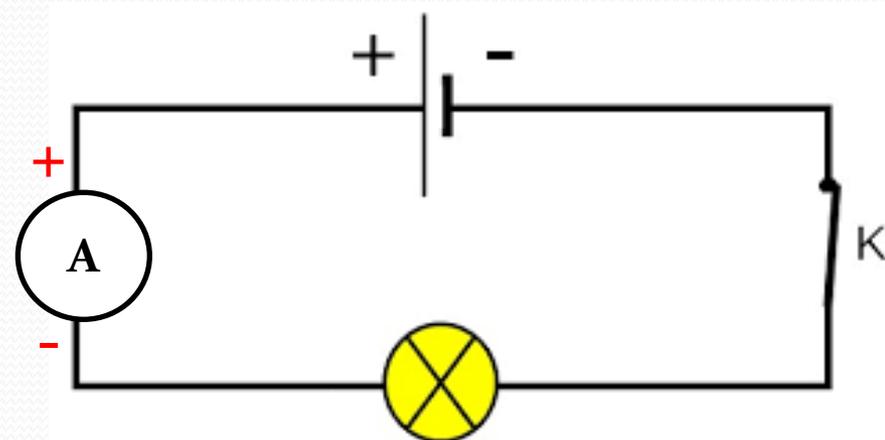
dt en seconde (s)



I en ampère (A)

Mesure:

Effectuée à l'aide d'un ampèremètre qui est monté en série



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Ordre de grandeur de l'intensité

Fusibles pour les prises électriques : **16 A**

Fusibles pour un four, un chauffage: **32 A**



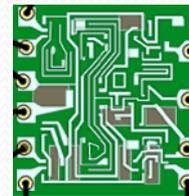
T.G.V. : **500 A** à 300 Km/h, **1000 A** au démarrage



Foudre: **1 kA** à **100 kA**



Electronique : **mA**, **μ A**, **nA**, **pA**



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie Electriques

Loi des nœuds

Conservation de charge



Le débit des charges entrant dans un volume du conducteur est égal au débit des charges sortant

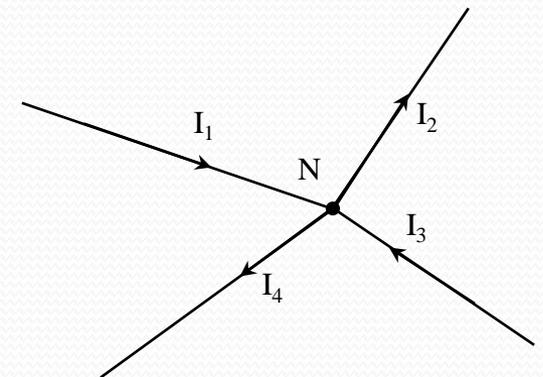
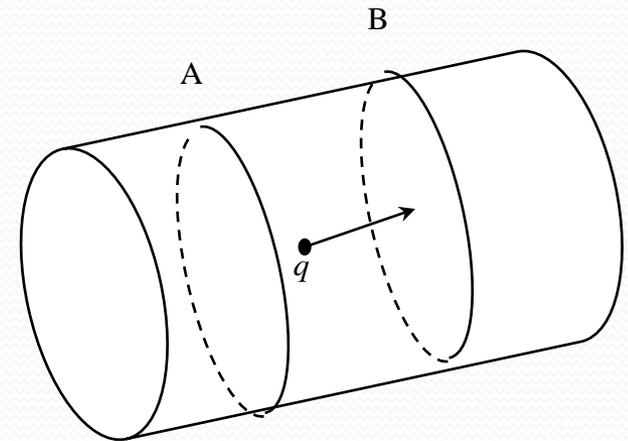
$$\sum_{\text{Entrants}} Q_i = \sum_{\text{Sortants}} Q_j$$



•l'intensité I du courant a la même valeur en tout point d'une branche du circuit. $I_A = I_B$

•la loi des nœuds ou la première loi de Kirchhoff :

$$\sum_{\text{Entrants}} I_i = \sum_{\text{Sortants}} I_j \quad \text{ou} \quad \sum_{\text{nœud}} I_i = 0$$



$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$$

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Définition :

tension électrique = différence de potentiel (d.d.p) entre deux points.

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

Unité :

V_A en Volt (V)



U_{AB} en Volt (V)

V_B en Volt (V)

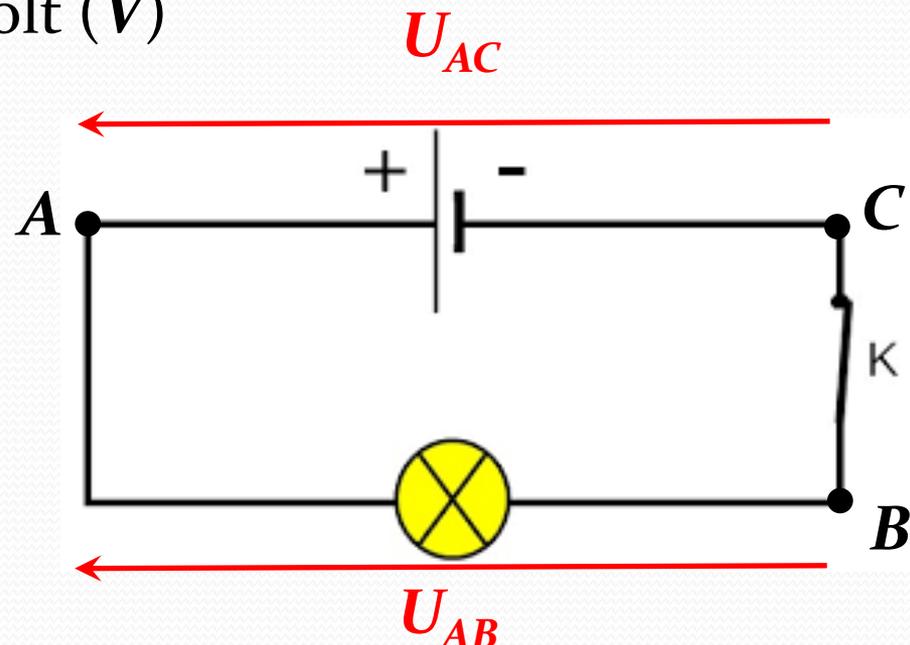
Représentation :

• Flèche à côté d'un dipôle dirigée du point B vers le point A :

• $U_{AB} = -U_{BA}$



U_{AB} est une grandeur algébrique.



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

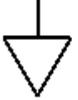
Puissance et énergie
Electriques

Mesure:

Effectuée à l'aide d'un voltmètre qui est monté en parallèle avec le dipôle.

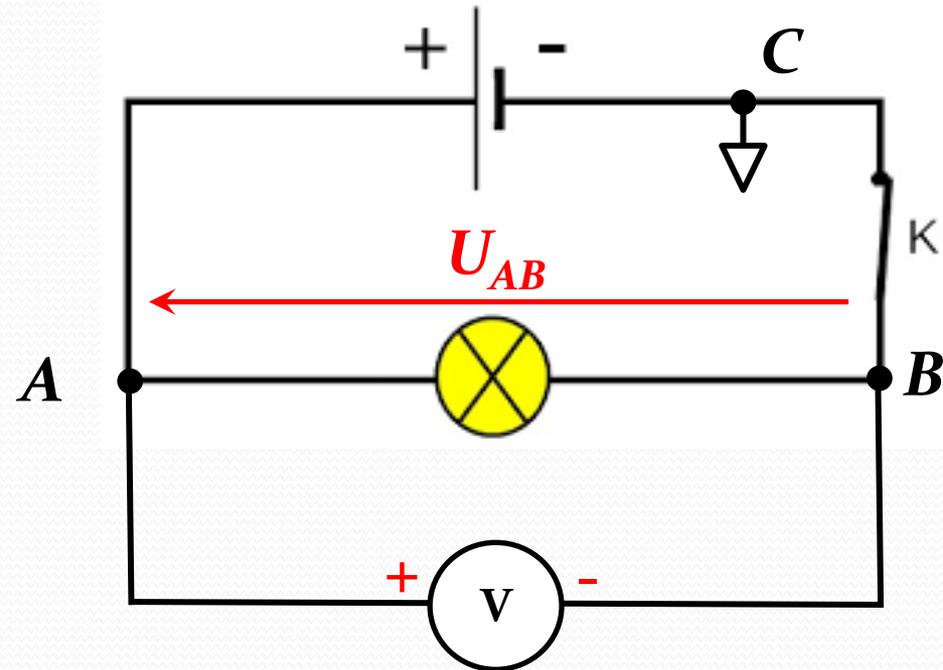
Référence des potentiels :

- Sens physique  choix d'une origine des potentiels.
- Symbolisée de trois façons:

 la masse = le pôle négatif de la source de tension ($V_C = 0$)

 la masse = la carcasse métallique externe d'un appareil

 la masse = la terre de l'installation électrique domestique



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Ordre de grandeur de la tension

Pile cylindrique : $1,5\text{ V}$



Pile plate : $4,5\text{ V}$



Batterie de voiture : 12 V



Prise de courant domestique : 230 V



Ligne de transport haute tension : 400 kV



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie Electriques

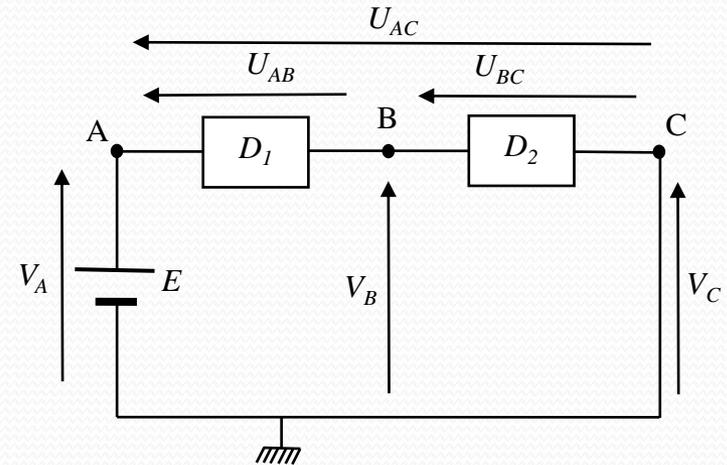
Loi des mailles

$$U_{AB} = V_A - V_B, U_{BC} = V_B - V_C \text{ et } U_{AC} = V_A - V_C$$



$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$$

C'est la loi de l'additivité des tensions

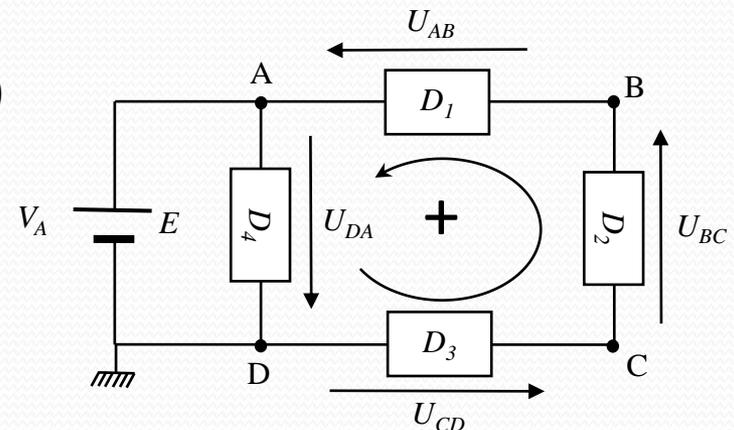


Cas particulier :

$$U_{AA} = V_A - V_A = 0 \quad \longrightarrow \quad U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DA} = 0$$



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



C'est la loi de maille = la deuxième loi de Kirchhoff

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

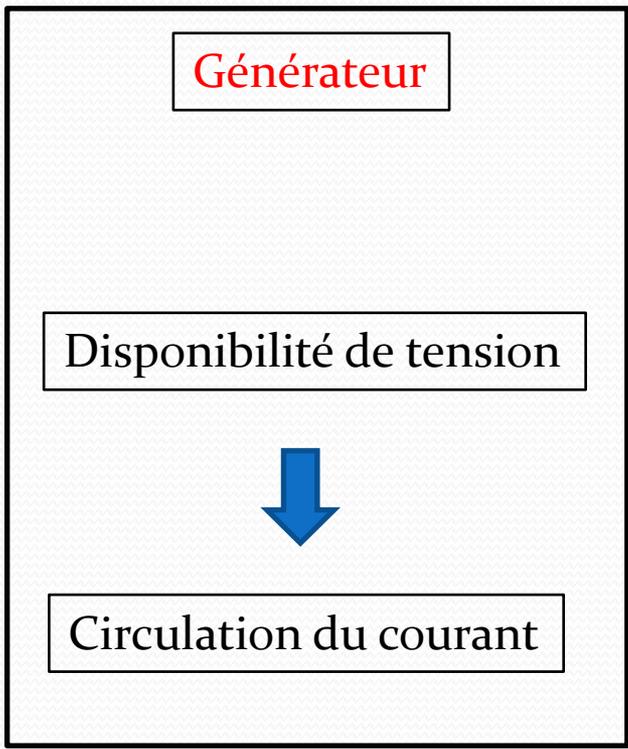
Définitions

Courant électrique

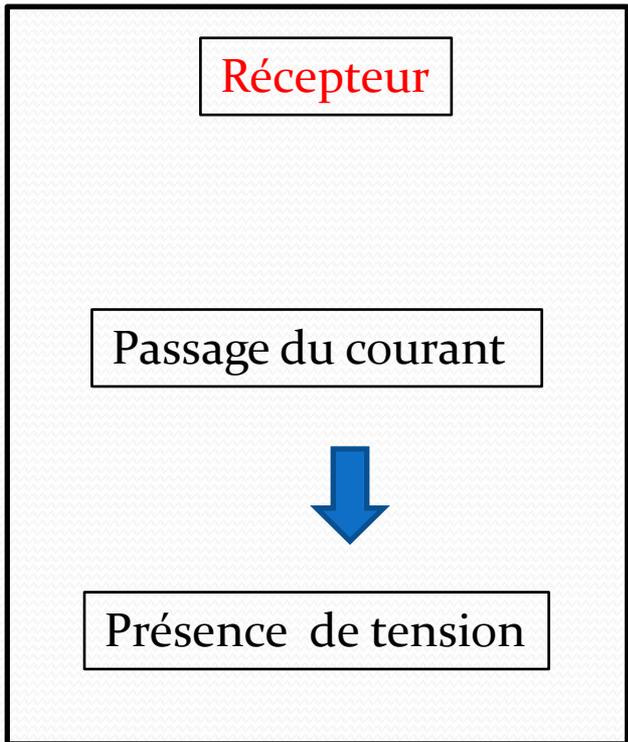
Tension électrique

Puissance et énergie Electriques

Cause et conséquence



≠



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Energie électrique

dipôle D parcouru par un courant
 I et soumis à une tension U



D est le siège d'une énergie
électrique W .

Définition :

W est l'énergie totale échangée avec toutes les charges Q transitant dans un dipôle D pendant un temps dt :

$$W = QU$$

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Puissance électrique

Définition :

La puissance électrique P échangée entre le dipôle et les charges électriques est la variation d'énergie totale dW des charges traversant le dipôle pendant une unité de temps dt .

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(Q)}{dt} U \quad \longrightarrow \quad P = UI$$

Unités de puissance :

U en Volt (V)

I en Ampère (A)



P en Watt (W)

Retour à l'énergie :

$$W = \int P dt$$



$$W = P t \quad \text{ou} \quad W = P t$$

Unités de l'énergie :

P en Watt (W)

t en seconde (s)



W en Joule (J)

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie
Electriques

Générateur ou récepteur?

U et I algébriques

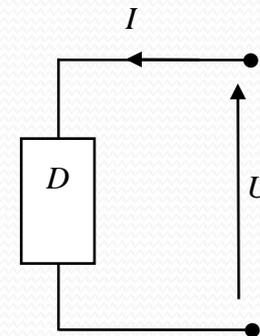
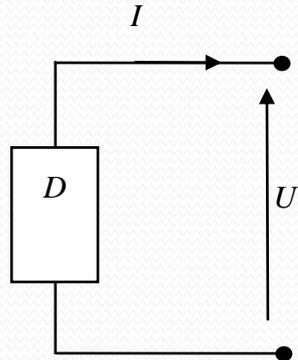


W et P algébriques



Convention générateur
du dipôle

Convention récepteur du
dipôle



• **Convention générateur:** le courant et la tension réels ont le même sens, la puissance qu'il fournit est donc positive pour montrer que le dipôle génère de l'énergie.
• **Convention récepteur:** le courant et la tension réels ont des sens opposés, la puissance qu'il reçoit est négative pour montrer que le dipôle consomme de l'énergie.

Circuits électriques dans le régime quasi stationnaire.



Générateur ou récepteur?

Fonction ou caractère générateur d'un dipôle



la puissance qu'il fournit est positive
la puissance qu'il reçoit est négative



transforme une autre forme d'énergie en énergie électrique

Fonction ou caractère récepteur d'un dipôle



la puissance qu'il reçoit est positive
la puissance qu'il fournit est négative



transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie

≠

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

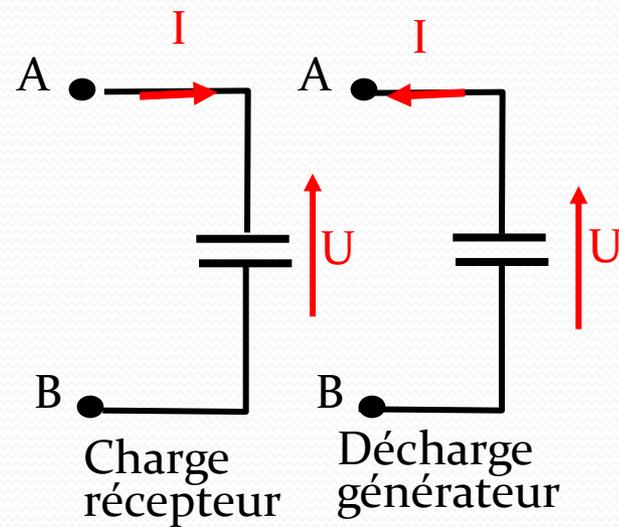
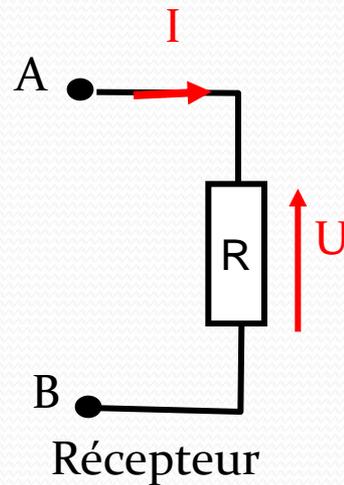
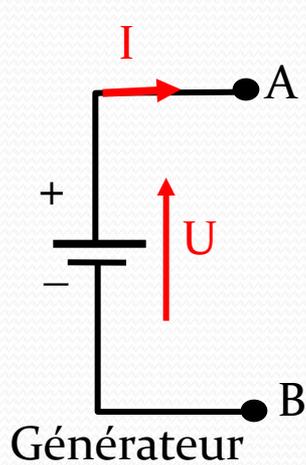
Définitions

Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie
Électriques

Exemples



circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

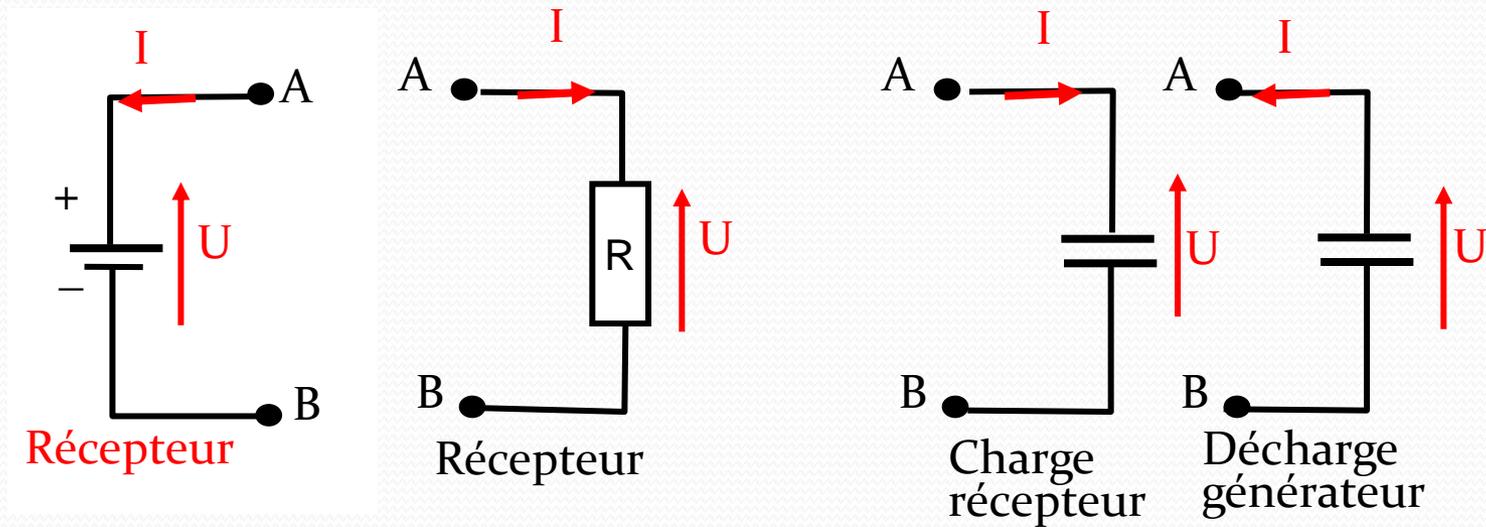
Définitions

Courant électrique

Tension électrique

Puissance et énergie
Electriques

Exemples



Certains composants sont parfois récepteur et parfois générateurs

circuits électriques dans le régime quasi-stationnaire.

Introduction

Définitions

Courant
électrique

Tension
électrique

Puissance et énergie
Electriques

Conservation

La conservation de W et P



La somme des puissances fournies par les dipôles générateurs d'un circuit est égale à la somme des puissances reçues par ses dipôles récepteurs



la somme des puissances reçues par tous les dipôles d'un circuit est nulle

$$\sum_{\text{Circuit}} P = 0$$



Fin du chapitre 1