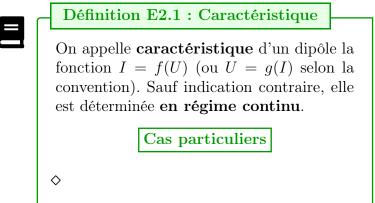
# Électrocinétique – chapitre 2 Dipôles et associations

Sor.	nmaire
I Généralité sur les dipôles	
${\rm I/A}$ Caractéristique d'un dipôle	
I/B Classification de dipôles	
II Résistance	
$\mathrm{II/A}$ Définition et schéma	
${ m II/B}$ Interrupteurs ouverts et fermés	
II/C Associations de résistances	
II/D Les ponts diviseurs	
III Sources	
$\mathrm{III/A}$ Sources de tension	
${ m III/B}$ Sources de courant	
$_{ m III/C}$ Entraı̂nements	
IV Condensateur et bobine	
IV/A Présentation du condensateur	
IV/B Présentation de la bobine	
Capacités exigibles	
74 Capacites exiginies	
○ Connaître les relations entre l'intensité et la tension.	Remplacer une association série ou paral-
Citer des ordres de grandeurs des composants R, L, C.	lèle de deux résistances par une résistance équivalente.
Exprimer la puissance dissipée par effet JOULE dans une résistance.	☐ Établir et exploiter les relations des diviseurs de tension ou de courant.
○ Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine.	○ Modéliser une source en utilisant la repré- sentation de Thévenin.

 $\Diamond$ 

### I | Généralité sur les dipôles

# I/A Caractéristique d'un dipôle

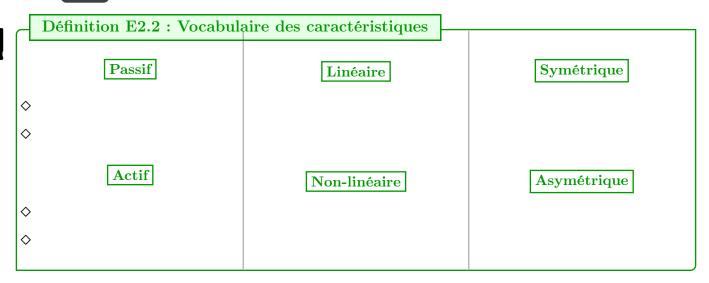


Exemple E2.1 : Caractéristique qlcq.



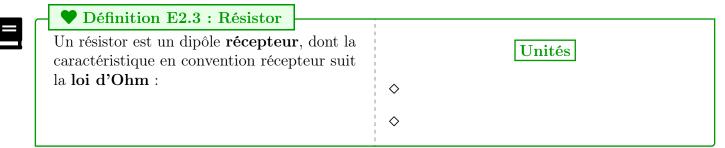
FIGURE 2.1

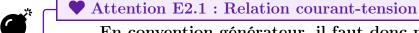
# I/B Classification de dipôles



### II | Résistance

### II/A Définition et schéma





En convention générateur, il faut donc prendre l'opposé de la relation!



### $\P$ Implication E2.1 : Puissance de R

En utilisant la caractéristique de la résistance et l'expression de la puissance d'un dipôle, on a

qui est positive. Dans le cas de la résistance, cette puissance est entièrement **dissipée** par effet JOULE. Exemple E2.2 : Caractéristique de  $\mathbb{R}$ 

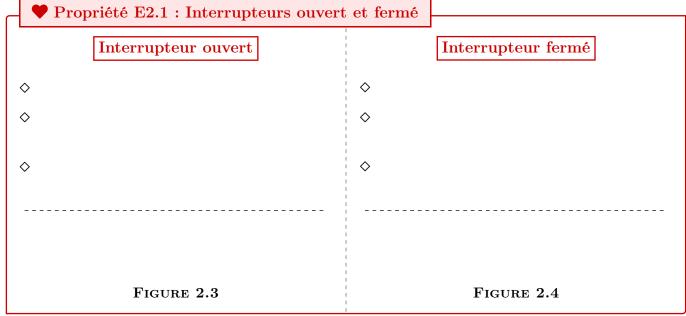


FIGURE 2.2 – Caractéristique d'une résistance.

### II/B Interrupteurs ouverts et fermés

La valeur de la résistance permet de quantifier à quel poin le courant circule ou non. Il y a alors deux situations extrêmes, celle pour R = 0 et celle pour  $R = +\infty$ , qui correspondent à deux dipôles.





# II/C Associations de résistances

II/C) 1 Association de résistances en série



### Propriété E2.2 : Association en série

Des résistances  $R_k$  en série forment un dipôle équivalent de résistance

On dit qu'en série, les résistances s'ajoutent.

FIGURE 2.5

II. Résistance 5



### Démonstration E2.1 : Association en série

À partir du schéma précédent, on écrit la loi d'additivité des tensions, puis on applique la loi d'OHM et on factorise.

La démonstration s'étend naturellement avec la somme.

> II/C)2Association de résistances en parallèle



### Propriété E2.3 : Association en parallèle

Des résistances  $R_k$  en dérivation forment un dipôle équivalent de résistance

On dit qu'en parallèle, l'inverse des résistances s'ajoutent.

FIGURE 2.6

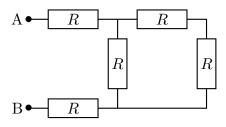


### **V** Démonstration E2.2 : Association en parallèle



#### Application E2.1 : Résistance équivalente

Exprimer en fonction de R la résistance équivalente entre A et B pour l'association cidessous.





#### FIGURE 2.7

# II/D Les ponts diviseurs

II/D) 1 Pont diviseur de tension



### Propriété E2.4 : Pont diviseur de tension

Soit une branche de tension totale  $U_{\text{brch}}$  connue, composée de résistances  $R_k$ . On cherche la tension  $U_k$  d'une des résistances  $R_k$  de la branche. Avec  $R_{\text{brch}}$  la résistance équivalente de la branche, on a alors :

FIGURE 2.8



### 💙 Démonstration E2.3 : Pont diviseur de tension

On part de ce qui est partagé dans le circuit, ici l'intensité :

II/D) 2 Pont diviseur de courant



#### Propriété E2.5 : Pont diviseur de courant

Soit une maille parallèle d'intensité totale  $I_{\rm para}$  connue, de tension  $U_{\rm para}$ . Les branches parallèles sont composées de résistances  $R_k$ . On cherche l'intensité  $I_k$  d'une des résistances  $R_k$  de la maille. Avec  $R_{\rm para}$  la résistance équivalente de la branche, on a alors :

FIGURE 2.9



### ♥ Démonstration E2.4 : Pont diviseur de courant

On part de ce qui est partagé dans le circuit, ici la tension :

III. Sources 7 III Sources Sources de tension III/ADéfinition E2.4 : Générateur idéal de tension Il impose une tension, le courant débité est lui imposé par le reste du circuit électrique. Il est dit idéal si la tension imposée est constante, quel que soit le courant débité. FIGURE 2.10 Définition E2.5 : Générateur réel de tension À cause des effets résistifs, la tension imposée et le courant débité sont liés: On parle de **générateur de Thévenin**, et  $E_0$  est la **force** FIGURE 2.11 électromotrice. Exemple E2.3 : Caractéristique de générateurs de tension FIGURE 2.12 – Caractéristique idéale. FIGURE 2.13 – Caractéristique réelle. Propriété E2.6 : Résistance de sortie Un générateur réel de f.e.m.  $E_0$  branché sur une résistance Rest un générateur idéal si la tension reçue par R est très proche de  $E_0$ . Pour ce faire, FIGURE 2.14 Démonstration E2.5 : Résistance de sortie



### III/B Sources de courant



#### Définition E2.6 : Générateur idéal de courant

Il impose un courant, la tension à ses bornes est lui imposé par le reste du circuit électrique. Il est dit **idéal** si le courant débité est constant quelle que soit la tension à ses bornes.

FIGURE 2.15



### Définition E2.7 : Générateur réel de courant

À cause des effets résistifs, le courant imposé et la tension induite sont liés :

On parle de **générateur de Norton**.

**FIGURE 2.16** 



### Exemple E2.4 : Caractéristique de générateurs de courant

FIGURE 2.17 — Caractéristique idéale.

FIGURE 2.18 – Caractéristique réelle.



### Propriété E2.7 : Résistance de sortie

Un générateur réel de courant  $I_0$  branché sur une résistance R est un générateur idéal si le courant reçu par R est très proche de  $I_0$ . Pour ce faire,

**FIGURE 2.19** 



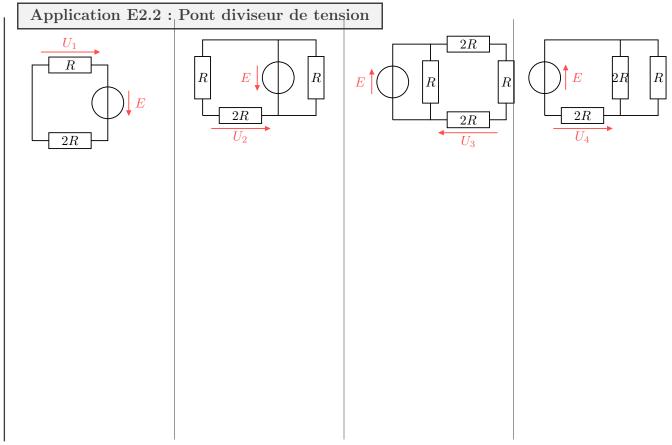
### ♥ Démonstration E2.6 : Résistance de sortie



### Entraînements

Donner les expressions de  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  et  $U_4$  en fonction de E pour les schémas suivants.

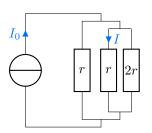






### Application E2.3 : Pont diviseur de courant

Exprimer I selon  $I_0$ .





### Attention E2.2: Utilisation des ponts

Attention aux conditions d'application de ces formules : résistances en série pour le pont diviseur de tension, et en parallèle pour le pont diviseur de courant.

Si non, simplifier le circuit pour se ramener à cette forme. Vérifier également le sens d'orientation des tensions et intensités.

### IV

### Condensateur et bobine

### [IV/A]

### Présentation du condensateur

[IV/A)1] Composition

Après les résistances, les condensateurs sont les composants les plus répandus en électronique. Le condensateur est un composant électronique couramment utilisé dans les circuits les plus divers : microprocesseurs, mémoires, horloges électroniques, émetteurs et récepteurs radio, amplificateurs, etc.



#### Définition E2.8 : Condensateur

Un condensateur est un composant constitué de deux surfaces conductrices appelées armatures et séparées par un matériau isolant. Son symbole est représenté ci-contre.

FIGURE 2.20

[IV/A]2 Relations fondamentales

Quand un courant traverse le condensateur, des charges s'accumulent sur les plaques : si l'une est chargée q, l'autre est chargée -q.



### Propriété E2.8 : Charge et capacité

La tension à ses bornes est proportionnelle à q, et on appelle ce coefficient de proportionnalité sa capacité notée C. On a donc

Unité:

**FIGURE 2.21** 



### Ordre de grandeur E2.1 : Valeurs de capacités

Le Farad est une « grande » unité : on trouvera des valeurs entre le mF  $(10^{-3} \, \text{F})$  et le pF  $(10^{-12} \, \text{F})$  :

- $\diamond$  En électronique, on est entre le nF et le  $\mu$ F;
- ♦ En électrotechnique, on est plutôt de l'ordre de 10 mF;
- ♦ Une capacité parasite est autour du pF.

Pour caractériser le fonctionnement d'une capacité, on s'intéresse au lien entre son courant et sa tension, comme on le fait pour une résistance (U = RI). On remarque que :

- $\diamond$  si i > 0,
- $\diamond$  si i < 0,
- $\diamond$  si i = 0,



### lacktriangle Propriété E2.9 : Relation courant-tension de C

Pour un condensateur en convention récepteur, l'intensité que le traverse s'exprime par



### igoplus Démonstration E2.7 : Relation courant-tension de C

Par définition de i et de la charge,

### IV/A) 3 Conditions limites



### igoplus Propriété E2.10 : Conditions limites pour C

- 1) La tension aux bornes d'un condensateur est continue;
- 2) En régime **permanent**, le condensateur **bloque le courant**.



 $\heartsuit$  Démonstration E2.8 : Conditions limites pour C

1)

2)

IV/A) 4 Associations



### igoplus Propriété E2.11 : Association <math>C en série

Deux condensateurs  $C_1$  et  $C_2$  en série forment un dipôle équivalent de capacité

On dit qu'en série, l'inverse des capacités s'ajoutent.

**FIGURE 2.22** 



### $\heartsuit$ Démonstration E2.9 : Association C en série

On part ici de l'additivité des tensions :



### lacktriangle Propriété E2.12 : Association C en parallèle

Deux condensateurs  $C_1$  et  $C_2$  en dérivation forment un dipôle équivalent de capacité

On dit qu'en parallèle, les capacités s'ajoutent.

FIGURE 2.23



### $m{m{\mathcal{I}}}$ Démonstration E2.10 : Association C en parallèle

On part ici de l'additivité des courants :

### IV/A)5

Condensateur réel

#### Définition E2.9 : Condensateur réel

Dans la réalité, un condensateur possède des effets résistifs. Les deux armatures d'un condensateur réel sont séparés par un matériau qui conduit très légèrement le courant. Ainsi, un condensateur réel se modélise par un condensateur idéal en parallèle avec une résistance  $R_f$ , nommée résistance de fuite, avec

**FIGURE 2.24** 

IV/A)6

Énergie stockée dans un condensateur







### igvee Démonstration E2.11 : Énergie stockée dans C

En convention récepteur, la puissance reçue est

Or,  $\forall f$  fonction dérivable,

Ainsi,



### Remarque E2.1 : Condensateur récepteur ou générateur

Par l'étude de la relation précédente,

À l'inverse, on lit que

ainsi, le condensateur reçoit bien de l'énergie au reste du circuit, et il se comporte comme récepteur.

ainsi, le condensateur cède en réalité de l'énergie au reste du circuit, autrement dit il peut se comporter comme générateur!

# IV/B Présentation de la bobine

IV/B) 1 Composition

Les bobines sont fréquemment utilisées dans les applications électrotechniques (moteurs électriques, transformateurs). Comme elles sont lourdes et encombrantes, elles sont plus rares en électronique.



### Définition E2.10 : Bobine

Une bobine est constituée de l'enroulement régulier d'une grande longueur d'un fil métallique, recouvert d'une gaine ou d'un vernis isolant. Son symbole est représenté ci-contre.

FIGURE 2.25

IV/B) 2 Relation courant-tension



### Propriété E2.14 : Relation courant-tension

Quand un courant traverse la bobine, une **tension apparaît** à ses bornes. **En convention récepteur**, celle-ci s'exprime, avec L l'inductance :

Unité:

FIGURE 2.26



#### Ordre de grandeur E2.2 : Valeurs d'inductances

Le Henry est également une grande unité : on trouvera des valeurs entre le H et le  $\mu H$  ( $10^{-6}$  H).

IV/B) 3 Conditions limites



### igoplus Propriété E2.15 : Conditions limites pour <math>L

- 1) L'intensité traversant une bobine est continue;
- 2) En régime permanent, la bobine laisse passer le courant.



### lacktriangle Démonstration E2.12 : Conditions limites pour L

1)

2)

IV/B) 4 Associations

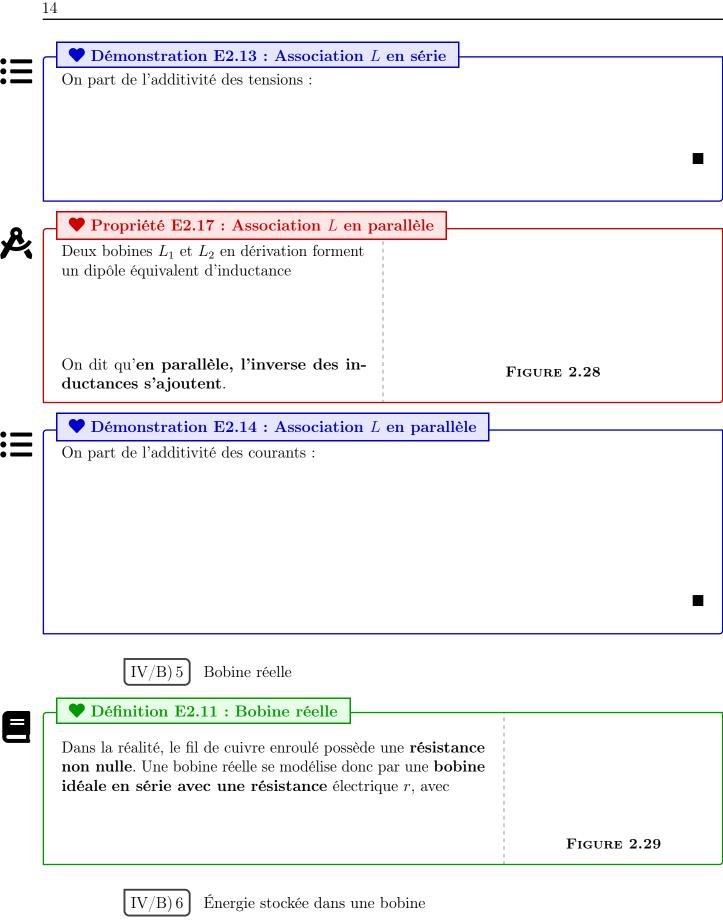


### igoplus Propriété E2.16 : Association <math>L en série

Deux bobines  $L_1$  et  $L_2$  en série forment un dipôle équivalent d'inductance

On dit qu'en série, les inductances s'ajoutent.

FIGURE 2.27





Propriété E2.18 : Énergie stockée dans une bobine



### ♥ Démonstration E2.15 : Énergie stockée dans une bobine

En convention récepteur, la puissance reçue est

Or,  $\forall f$  fonction dérivable,

Ainsi,



#### Remarque E2.2 : Bobine réceptrice ou génératrice

Par l'étude de la relation précédente,

À l'inverse, on lit que

ainsi, la bobine reçoit bien de l'énergie au reste du circuit, et elle se comporte comme un récepteur.

ainsi, la bobine cède en réalité de l'énergie au reste du circuit, autrement dit **elle peut se comporter comme un générateur!**