

Dipôles et associations

📖 Sommaire

I Généralité sur les dipôles	3
I/A Caractéristique d'un dipôle	3
I/B Classification de dipôles	3
II Résistance	3
II/A Définition et schéma	3
II/B Interrupteurs ouverts et fermés	4
II/C Associations de résistances	4
II/D Les ponts diviseurs	6
III Sources	7
III/A Sources de tension	7
III/B Sources de courant	8
III/C Entraînements	8
IV Condensateur et bobine	9
IV/A Présentation du condensateur	9
IV/B Présentation de la bobine	13

⚡ Capacités exigibles

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Connaître les relations entre l'intensité et la tension. <input type="checkbox"/> Citer des ordres de grandeurs des composants R, L, C. <input type="checkbox"/> Exprimer la puissance dissipée par effet JOULE dans une résistance. <input type="checkbox"/> Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine. <input type="checkbox"/> Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente. <input type="checkbox"/> Établir et exploiter les relations des diviseurs de tension ou de courant. | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Modéliser une source en utilisant la représentation de THÉVENIN. <input type="checkbox"/> Évaluer une résistance d'entrée ou de sortie à l'aide d'une notice ou d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de leurs valeurs sur le fonctionnement d'un circuit. <input type="checkbox"/> Étudier l'influence des résistances d'entrée ou de sortie sur le signal délivré par un GBF, sur la mesure effectuée par un oscilloscope ou un multimètre. |
|--|--|

✓ L'essentiel

☰ Définitions

<input type="checkbox"/> E2.1 : Caractéristique	3
<input type="checkbox"/> E2.2 : Vocabulaire des caractéristiques	3
<input type="checkbox"/> E2.3 : Résistor	3
<input type="checkbox"/> E2.4 : Générateur idéal de tension	7
<input type="checkbox"/> E2.5 : Générateur réel de tension	7
<input type="checkbox"/> E2.6 : Générateur idéal de courant	8
<input type="checkbox"/> E2.7 : Générateur réel de courant	8
<input type="checkbox"/> E2.8 : Condensateur	10
<input type="checkbox"/> E2.9 : Condensateur réel	12
<input type="checkbox"/> E2.10 : Bobine	13
<input type="checkbox"/> E2.11 : Bobine réelle	15

⚡ Propriétés

<input type="checkbox"/> E2.1 : Interrupteurs ouvert et fermé	4
<input type="checkbox"/> E2.2 : Association en série	4
<input type="checkbox"/> E2.3 : Association en parallèle	5
<input type="checkbox"/> E2.4 : Pont diviseur de tension	6
<input type="checkbox"/> E2.5 : Pont diviseur de courant	6
<input type="checkbox"/> E2.6 : Résistance de sortie	7
<input type="checkbox"/> E2.7 : Résistance de sortie	8
<input type="checkbox"/> E2.8 : Charge et capacité	10
<input type="checkbox"/> E2.9 : Relation courant-tension de C	10
<input type="checkbox"/> E2.10 : Conditions limites pour C	11
<input type="checkbox"/> E2.11 : Association C en série	11
<input type="checkbox"/> E2.12 : Association C en parallèle	11
<input type="checkbox"/> E2.13 : Énergie stockée dans C	12
<input type="checkbox"/> E2.14 : Relation courant-tension	13
<input type="checkbox"/> E2.15 : Conditions limites pour L	13
<input type="checkbox"/> E2.16 : Association L en série	14
<input type="checkbox"/> E2.17 : Association L en parallèle	14
<input type="checkbox"/> E2.18 : Énergie stockée dans une bobine	15

☰ Démonstrations

<input type="checkbox"/> E2.1 : Association en série	5
<input type="checkbox"/> E2.2 : Association en parallèle	5
<input type="checkbox"/> E2.3 : Pont diviseur de tension	6
<input type="checkbox"/> E2.4 : Pont diviseur de courant	6
<input type="checkbox"/> E2.5 : Résistance de sortie	7
<input type="checkbox"/> E2.6 : Résistance de sortie	8
<input type="checkbox"/> E2.7 : Relation courant-tension de C	10
<input type="checkbox"/> E2.8 : Conditions limites pour C	11
<input type="checkbox"/> E2.9 : Association C en série	11
<input type="checkbox"/> E2.10 : Association C en parallèle	12
<input type="checkbox"/> E2.11 : Énergie stockée dans C	12
<input type="checkbox"/> E2.12 : Conditions limites pour L	13
<input type="checkbox"/> E2.13 : Association L en série	14
<input type="checkbox"/> E2.14 : Association L en parallèle	14
<input type="checkbox"/> E2.15 : Énergie stockée dans une bobine	15

» Implications

<input type="checkbox"/> E2.1 : Puissance de R	4
--	---

🔗 Applications

<input type="checkbox"/> E2.1 : Résistance équivalente	5
<input type="checkbox"/> E2.2 : Pont diviseur de tension	9
<input type="checkbox"/> E2.3 : Pont diviseur de courant	9

⚠ Erreurs communes

<input type="checkbox"/> E2.1 : Relation courant-tension	3
<input type="checkbox"/> E2.2 : Utilisation des ponts	9

I Généralité sur les dipôles

I/A Caractéristique d'un dipôle

♥ Définition E2.1 : Caractéristique

On appelle **caractéristique** d'un dipôle la fonction $I = f(U)$ (ou $U = g(I)$ selon la convention). Sauf indication contraire, elle est déterminée **en régime continu**.

Cas particuliers

- ◇
- ◇

Exemple E2.1 :

FIGURE 2.1

I/B Classification de dipôles

♥ Définition E2.2 : Vocabulaire des caractéristiques

Passif

Linéaire

Symétrique

Actif

Non-linéaire

Asymétrique

- ◇
- ◇
- ◇
- ◇

II Résistance

II/A Définition et schéma

♥ Définition E2.3 : Résistor

Un résistor est un dipôle **récepteur**, dont la caractéristique en convention récepteur suit la **loi d'Ohm** :

Unités

- ◇
- ◇

♥ Attention E2.1 : Relation courant-tension

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

♥ 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 R

FIGURE 2.2 – Caractéristique d'une résistance.

II/B Interrupteurs ouverts et fermés

La valeur de la résistance permet de quantifier à quel point 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.

♥ Propriété E2.1 : Interrupteurs ouverts et fermés

Interrupteur ouvert

- ◇
- ◇
- ◇

FIGURE 2.3

Interrupteur fermé

- ◇
- ◇
- ◇

FIGURE 2.4

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.

♥ 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) 2 Association 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 2.5

♥ 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 ci-dessous.

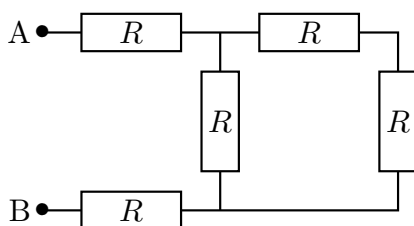


FIGURE 2.6

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

FIGURE 2.7

♥ 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_{para} connue, de tension U_{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_{para} la résistance équivalente de la branche, on a alors :

FIGURE 2.8

♥ Démonstration E2.4 : Pont diviseur de courant

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

III Sources

III/A Sources de tension

♥ Définition 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 2.9

♥ 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 électromotrice**.

FIGURE 2.10

♥ Exemple E2.3 : Caractéristique de générateurs de tension

FIGURE 2.11 – Caractéristique idéale.

FIGURE 2.12 – Caractéristique réelle.

♥ Propriété E2.6 : Résistance de sortie

Un générateur réel de f.e.m. E_0 branché sur une résistance R est un générateur idéal si la tension reçue par R est très proche de E_0 . Pour ce faire,

FIGURE 2.13

♥ 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 2.14

♥ 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 2.15

♥ Exemple E2.4 : Caractéristique de générateurs de courant

FIGURE 2.16 – Caractéristique idéale.

FIGURE 2.17 – 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,

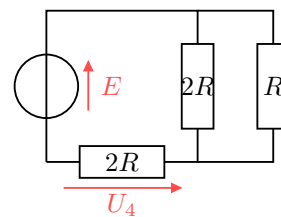
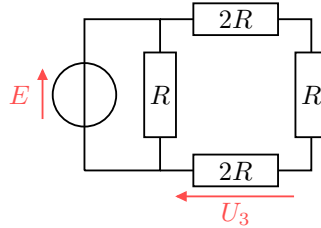
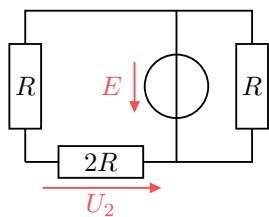
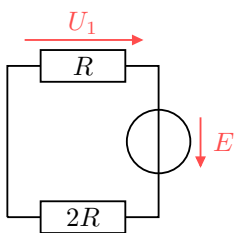
FIGURE 2.18

♥ Démonstration E2.6 : Résistance de sortie

III/C Entraînements

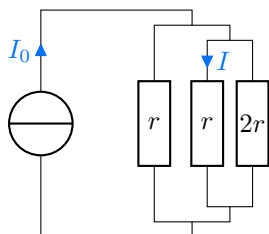
Donner les expressions de U_1 , U_2 , U_3 et U_4 en fonction de E pour les schémas suivants.

♥ Application E2.2 : Pont diviseur de tension



♥ 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 2.19

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 2.20

♥ Ordre de grandeur E2.1 : Valeurs de capacités

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

- ◇ En électronique, on est entre le nF et le μ 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 :

- ◇ si $i > 0$,
- ◇ si $i < 0$,
- ◇ si $i = 0$,

♥ Propriété E2.9 : Relation courant-tension de C

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

♥ Démonstration E2.7 : Relation courant-tension de C

Par définition de i et de la charge,

■

IV/A) 3 Conditions limites

♥ 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**.

♥ Démonstration E2.8 : Conditions limites pour C

- 1)
- 2)

IV/A) 4 Associations

♥ Propriété E2.11 : Association 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 2.21

♥ Démonstration E2.9 : Association C en série

On part ici de l'additivité des tensions :

♥ 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 2.22

♥ 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 2.23

IV/A) 6 Énergie stockée dans un condensateur

♥ Propriété E2.13 : Énergie stockée dans C

♥ 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,

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

À l'inverse, on lit que

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 2.24

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 2.25

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

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

IV/B) 3 Conditions limites

♥ Propriété E2.15 : Conditions limites pour L

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

♥ Démonstration E2.12 : Conditions limites pour L

- 1)
- 2)

IV/B) 4 Associations

♥ Propriété E2.16 : Association 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 2.26

♥ Démonstration E2.13 : Association L en série

On part de l'additivité des tensions :



♥ Propriété E2.17 : Association L en parallèle

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

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

FIGURE 2.27

♥ Démonstration E2.14 : Association L en parallèle

On part de l'additivité des courants :



IV/B) 5 Bobine réelle

♥ Définition E2.11 : Bobine réelle

Dans la réalité, le fil de cuivre enroulé possède une **résistance non nulle**. Une bobine réelle se modélise donc par une **bobine idéale en série avec une résistance** électrique r , avec

FIGURE 2.28

IV/B) 6 Énergie stockée dans une bobine

♥ 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,

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

À l'inverse, on lit que

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