

**TOUT EN
FICHES**

Yves Granjon

L'ESSENTIEL D'

ÉLECTRICITÉ

LICENCE, IUT

DUNOD

Direction artistique : Nicolas Wiel
Conception graphique de la couverture : Pierre André Gualino
Illustration de couverture : EpicStockMedia/shutterstock.com

Cet ouvrage existe en deux versions : L'Essentiel BTS
et l'Essentiel Licence / IUT

© Dunod, 2021
11, rue Paul Bert 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-083114-2

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Fiche 1	Sources d'alimentation en régime sinusoïdal	1
Fiche 2	Modélisation complexe des grandeurs électriques	7
Fiche 3	Impédance réelle et impédance complexe	10
Fiche 4	Dipôles passifs linéaires usuels	16
Fiche 5	Calcul de l'impédance d'un dipôle passif linéaire	22
Fiche 6	Diagramme de Fresnel	27
Fiche 7	Équivalence triangle-étoile	31
Fiche 8	Retour sur les nombres complexes	36
Fiche 9	Circuits possédant plusieurs générateurs	46
Fiche 10	Calcul du courant débité par un générateur	51
Fiche 11	Lois de Kirchhoff	57
Fiche 12	Théorème de Millman	61
Fiche 13	Montage diviseur de tension	66
Fiche 14	Pont d'impédances	70
Fiche 15	Théorème de Thévenin	74
Fiche 16	Théorème de Norton	81
Fiche 17	Puissances et énergie électriques	86
Fiche 18	Puissance en régime sinusoïdal	91
Fiche 19	Adaptation du facteur de puissance	97
Fiche 20	Quadripôles électriques	103
Fiche 21	Caractéristiques électriques des quadripôles	108
Fiche 22	Schémas équivalents des quadripôles	113

Fiche 23	Notion de spectre	121
Fiche 24	Spectre des signaux périodiques	125
Fiche 25	Circuits à diodes	129
Fiche 26	Caractéristiques électriques de la diode	135
Fiche 27	Applications des diodes	142
Fiche 28	Redressement double alternance	148
Fiche 29	Transformateur monophasé parfait	152
Fiche 30	Transformateur monophasé réel	159
Index		169

Tout circuit électrique nécessite, pour fonctionner, une source d'alimentation. D'une manière générale, tout montage peut être représenté sous la forme d'un générateur d'énergie alimentant un récepteur chargé de transformer cette énergie électrique en une autre forme exploitable (mécanique, thermique, par exemple). Générateur et récepteur sont en général des dipôles (deux bornes) et sont reliés par des conducteurs (figure 1.1). Les dipôles générateurs sont qualifiés d'actifs et les dipôles récepteurs sont dits passifs.

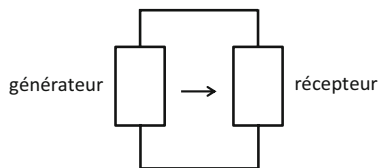


Figure 1.1

1. Générateur de tension parfait

Un générateur de tension sinusoïdale monophasé parfait est un dipôle délivrant à ses bornes, une tension $e(t) = E_0 \cos \omega t$ indépendante du dipôle auquel il est relié (figure 1.2). C'est cette indépendance qui permet de le qualifier de parfait.

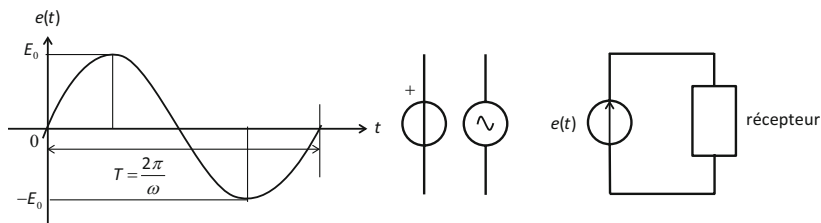


Figure 1.2

E_0 est l'amplitude de la tension et est naturellement exprimée en volts (V), tout comme $e(t)$. ω est la pulsation de la tension et s'exprime en radians par seconde (rad/s). $f = \omega/2\pi$ est la fréquence du générateur en hertz (Hz) et $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$ en est la période. Sur la figure 1.2, on

trouvera également les différents symboles utilisés classiquement pour représenter un générateur de tension sinusoïdal parfait. Nous privilégierons celui de droite dans cet ouvrage.

Lorsque l'on relie un tel générateur à un dipôle passif, ou encore à un circuit dipolaire, la tension délivrée par le générateur est imposée aux bornes du dipôle et un courant s'établit dans le circuit comme indiqué sur la figure 1.3. Le sens du courant, conventionnellement, est dirigé comme sortant de la borne supérieure du générateur. Sa deuxième borne est en général considérée comme la référence des potentiels et appelée la masse (i.e. 0 V).

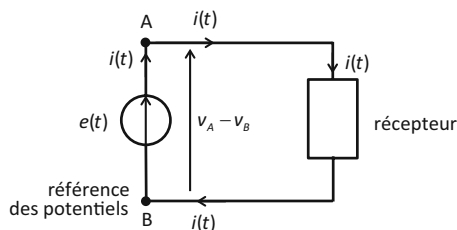


Figure 1.3

La tension $e(t)$ correspond à la différence de potentiels entre le point A et le point B (attention au sens) : $e(t) = v_A - v_B$ et est représentée par une flèche allant dans le sens des potentiels croissants. Si on postule que le point B sert de référence aux potentiels (rappelons qu'en électricité, ce sont les différences de potentiels qui sont importantes), on a alors $v_B = 0 \text{ V}$ et $v_A(t) = e(t)$.

2. Générateur de courant parfait

À la différence d'un générateur de tension, un générateur de courant sinusoïdal parfait impose un courant $i(t) = I_0 \cos \omega t$ indépendant du dipôle auquel il est relié (figure 1.4). C'est cette indépendance qui permet de le qualifier de parfait. I_0 est l'amplitude du courant et est naturellement exprimé en ampères (A), tout comme $i(t)$.

Lorsque l'on relie un tel générateur à un dipôle passif, ou encore à un circuit dipolaire, le courant délivré par le générateur est imposé au travers du dipôle et une tension apparaît dans le circuit comme indiqué sur la figure 1.4.

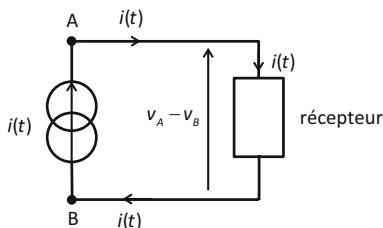


Figure 1.4

On notera sur la figure 1.4 le symbole utilisé pour représenter un générateur de courant parfait. Il existe d'autres symboles parfois utilisés.

3. Conventions

Un rapide coup d'œil au schéma de la figure 1.3 nous montre que les flèches représentant les tensions et les courants sont dirigées dans le même sens au niveau du générateur tandis qu'elles sont dirigées en sens contraire pour le dipôle récepteur. Nous retiendrons cela comme étant deux conventions fondamentales en électricité. Il est important de toujours respecter ces conventions, car toutes les équations que nous étudierons sont censées être exprimées en accord avec ces conventions.

La convention générateur consiste, pour un générateur de tension, à orienter la différence de potentiels et le courant débité dans le même sens.

La convention récepteur consiste, pour tout dipôle passif, à orienter la tension à ses bornes et le courant qui le traverse, dans des directions opposées.

REMARQUE

Le non-respect de ces conventions fait courir le risque de commettre des erreurs de signes dans les calculs.

EXEMPLE

Le schéma de la figure 1.5 représente un générateur de tension sinusoïdale alimentant un dipôle formé de trois résistances et au sein duquel on notera que la convention générateur est respectée pour le générateur tandis que pour chacune des résistances, nous avons respecté la convention récepteur.

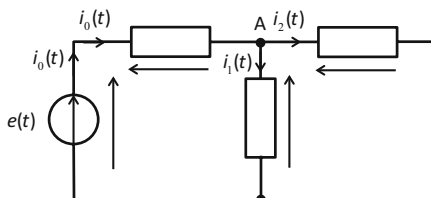


Figure 1.5

REMARQUE

Nous justifierons plus tard (fiche 11) le fait que le courant $i_0(t)$ se « sépare » au point A dans les deux branches du circuit.

4. Générateurs réels

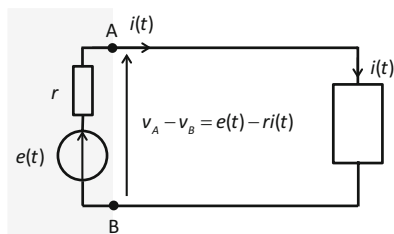


Figure 1.6

Qu'il s'agisse de générateur de tension ou de courant, le caractère parfait n'est que théorique. Ainsi, par exemple, lorsque l'on relie un générateur de tension à un dipôle, on remarque que la tension à ses bornes diminue en fonction du courant qu'il débite. Autrement dit, l'amplitude de la tension délivrée chute d'autant plus que le courant soutiré est important.

On représente ce caractère imparfait (ou réel) par une résistance r placée en série avec un générateur parfait $e(t)$. La figure 1.6 montre qu'aux bornes AB d'un générateur réel, la tension $v_A - v_B$ dépend du courant $i(t)$ car une chute de tension apparaît aux bornes de la résistance.

Dans un générateur de tension réel en fonctionnement, de bornes AB, dans lequel le caractère imparfait est modélisé par une résistance série r , la différence de potentiel délivrée à ses bornes est égale à :

$$v_A - v_B = e(t) - ri(t)$$

Dans le cas d'un générateur de courant, le caractère réel est représenté par une résistance placée en parallèle avec un générateur de courant parfait (figure 1.7).

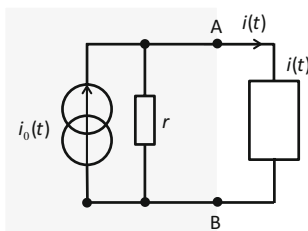


Figure 1.7

Dans les deux cas, la résistance r est appelée résistance interne du générateur et permet de tenir compte du caractère imparfait du générateur, qu'il soit de tension ou de courant. Elle permet de tenir compte d'un phénomène selon lequel le générateur consomme une petite partie de l'énergie qu'il est censé produire. Plus r est faible, meilleur est le générateur.

EXERCICE 1 Conventions générateur et récepteur

Dans le schéma de la figure 1.8, placer les flèches des tensions aux bornes de tous les dipôles ainsi que les courants qui circulent dans chacun d'entre eux.

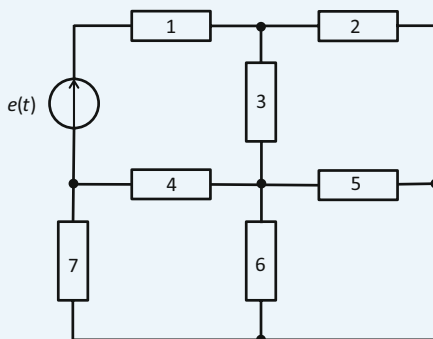


Figure 1.8

Solution

En ce qui concerne le générateur de tension, le sens de la tension est sans ambiguïté indiqué sur le générateur et le sens du courant est dicté par la convention générateur. Le courant $i_1(t)$ se sépare ensuite en un courant $i_2(t)$ et $i_3(t)$. L'idée consiste ensuite à placer le reste des courants, relativement intuitivement.

Connaissant les courants qui traversent chacune des résistances, il suffit de placer les tensions aux bornes de chacune d'entre elles en respectant la convention récepteur (figure 1.9).

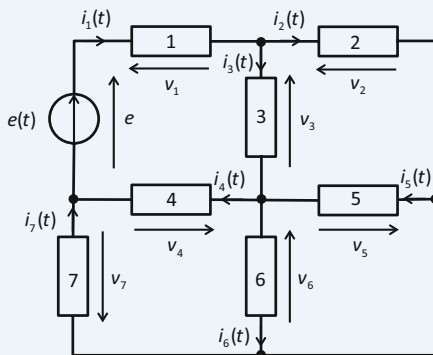


Figure 1.9