

3.1 Formes d'ondes et signaux électriques

D'une manière générale, un circuit électrique linéaire peut être décrit par les éléments passifs (résistances, condensateurs et inductances) qui le constituent, et par les générateurs de de tension et de courant qui l'alimentent.

Pour ces générateurs, nous pouvons distinguer les sources continues et les sources alternatives, sinusoïdales ou non.

a) Le régime statique ou régime continu

Les grandeurs électriques sont invariantes dans le temps. Nous disons que les tensions et les courants sont continus.

b) Le régime dynamique ou régime variable

Les grandeurs électriques évoluent dans le temps selon une loi de variation temporelle bien déterminée.

3.2 Tensions et courants continus

Dans un circuit, nous souhaitons souvent déterminer la tension entre deux points appelés dipôle électrique. Nous pouvons choisir d'avance soit la convention récepteur, soit la convention générateur :

- Convention récepteur : les flèches du courant et de la tension sont en sens inverse ;
- Convention générateur : les flèches du courant et de la tension sont dans le même sens.



Figure1 : Convention générateur (a), et convention récepteur (b)

a) Source idéale de tension

Un générateur (source) de tension continue supposer idéal est un générateur qui fournit, entre ses bornes, une différence de potentiel constante, quelle que soit l'intensité du courant qui le traverse, ou en d'autres termes quelle que soit la charge à ses bornes, à condition que cette charge ne soit pas nulle

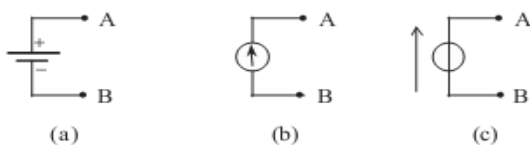


Figure 2 : Différents symboles pour une source de tension.

b) Source idéale de courant

Un générateur (source) de courant continu supposé idéal est un générateur fixant l'intensité du courant électrique I_g qui le traverse quelle que soit la différence de potentiel U à ses bornes, autrement dit quelle que soit la charge à ses bornes, à condition que cette charge ne soit pas infinie. Le courant ainsi débité est aussi appelé courant de court-circuit.

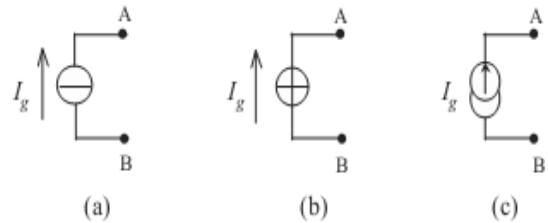


Figure 3 : Nouveaux symboles (a) et (b) et ancien symbole (c) d'une source de courant

3.3 Tensions et courants périodiques

Un signal $u(t)$ ou $i(t)$ est périodique, de période «T» si, quel que soit l'instant t , nous avons :

$$u(t) = u(t+T) \text{ ou } i(t) = i(t+T)$$

La connaissance du signal sur une durée égale à T , c'est-à-dire la connaissance de l'évolution de la fonction qui représente le signal est suffisante pour le déterminer complètement.

- T est la période du signal exprimée en seconde (s) ; nous utilisons les multiples et sous-multiples de cette unité. Cette période représente le temps qui sépare deux passages successifs par la même valeur avec le même sens de variation.
- La fréquence « f » qui est exprimée en hertz (Hz) donne le nombre de périodes par seconde. Nous pouvons aussi utiliser surtout les multiples de cette unité : kHz, MHz et même des GHz dans le cas de l'hyperfréquence.

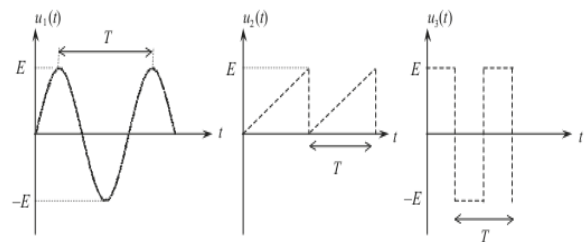


Figure 4 : Exemples de fonctions périodiques de période T

La figure 4 représente trois cas particuliers de fonctions périodiques, à savoir :

- La fonction : tension sinusoïdale $u_1(t)$;
- La fonction : tension dents de scie $u_2(t)$;

• La fonction : tension carrée sans offset (tension de décalage) $u_3(t)$.

a) Fonction sinusoïdale

Le signal sinusoïdal est un signal périodique particulier. Sa loi d'évolution s'exprime à l'aide des fonctions sinus et cosinus. On dit qu'un réseau linéaire fonctionne en régime sinusoïdal ou régime harmonique si ses tensions et courants ont pour expressions algébriques :

$$s(t) = S_{Max} \cos(\omega t + \varphi) \text{ ou } s(t) = S_{Max} \sin(\omega t + \varphi)$$

Pour des raisons de commodité, en vue de ce qui va suivre (représentation de Fresnel et représentation complexe), nous préférons définir le signal sinusoïdal par la première expression qui correspond à une cosinusoïde. Nous avons présenté à la figure 5 le signal cosinusoïdal

$$s_1(t) = S_{Max} \cos(\omega t) \text{ et } s_2(t) = S_{Max} \sin(\omega t)$$

La variable temps « t » est supposée varier de « -∞ » à « +∞ », s(t) est la valeur (ou amplitude) instantanée exprimée en volt ou en ampère.

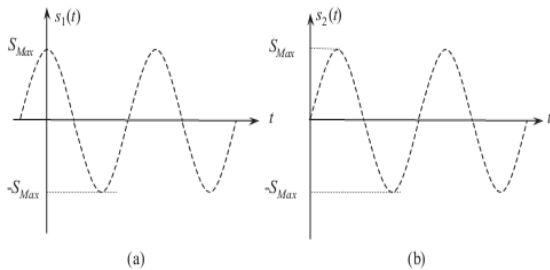


Figure 5 : Représentation temporelle (cartésienne) d'un signal cosinusoidal (a) et d'un signal sinusoidal (b)

$2S_{Max}$ représente la valeur crête à crête de $s(t)$;

- S_{Max} est la valeur maximale ou crête du signal $s(t)$;
- ω est la pulsation (appelée parfois vitesse angulaire) du signal. La pulsation est reliée à la fréquence et à la période T par : $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ exprimée en radian par seconde ($rad.s^{-1}$)
- ωt représente l'angle de phase instantanée appelé souvent phase instantanée, qui est exprimée généralement en radian et parfois en degré ;
- φ est l'angle de phase appelé souvent phase à l'origine exprimée en radian ou en degré.

b) Décalage et déphasage

Considérons par exemple un courant (ou une tension) sinusoïdal :

$$s(t) = S_{Max} \cos(\omega t + \varphi)$$

Ce courant passe dans un circuit électrique. La sortie obtenue est notée : $s'(t) = S'_{Max} \cos(\omega t + \varphi')$. Nous notons les phases instantanées : ϑ et ϑ' avec :

$$\vartheta = \omega t + \varphi \text{ et } \vartheta' = \omega t + \varphi'$$

Nous appelons différence de phase (ou déphasage) instantanée entre $s(t)$ et $s'(t)$ la quantité :

$$\vartheta' - \vartheta = (\omega t + \varphi') - (\omega t + \varphi) = \varphi' - \varphi$$

Cette différence de phase $\Delta\varphi = \varphi' - \varphi$ est une constante. Nous pouvons alors écrire :

$$s'(t) = S'_{Max} \cos(\omega t + \varphi' + \varphi - \varphi) \text{ donc}$$

$$s'(t) = S'_{Max} \cos\left(\omega \left(t - \frac{\varphi - \varphi'}{\omega}\right) + \varphi\right)$$

L'expression précédente montre que $s'(t)$ à l'instant t_1 se trouve dans la même situation que $s(t)$ à l'instant $t_2 = t_1 - (\varphi - \varphi')/\omega$. Deux cas se présentent :

- si $\varphi > \varphi'$, t_2 est antérieur à t_1 , le signal $s'(t)$ est en retard de phase sur $s(t)$. C'est le cas représenté à la figure 6 (a) ;
- si $\varphi < \varphi'$, t_2 est antérieur à t_1 , le signal $s'(t)$ est en avance de phase sur $s(t)$. C'est le cas représenté à la figure 6 (b) ;

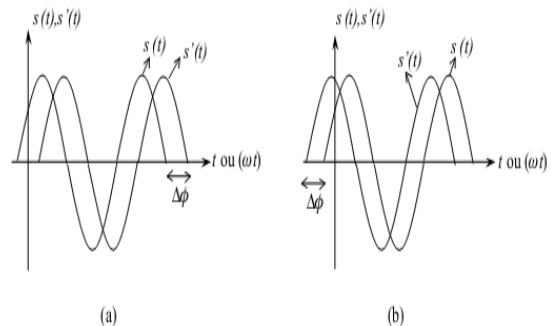


Figure 6 : Représentation du déphasage entre $s(t)$ et $s'(t)$: $s'(t)$ est en retard de phase (a) ou en avance de phase (b) par rapport à $s(t)$.

3.4 Relation tension-courant

En pratique, une source de tension excite un ensemble d'éléments pour réaliser une fonction particulière. Nous trouvons, dans les circuits et réseaux électriques, des éléments passifs (les résistances, les condensateurs et les inductances) et des éléments actifs. Les éléments actifs peuvent être étudiés en utilisant un modèle équivalent constitué d'éléments passifs, en plus des sources contrôlées de tensions ou de courants.

a) Cas d'une résistance

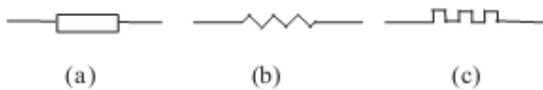


Figure 7 : Symboles d'une résistance.

Les résistances sont des composants fabriqués en utilisant du carbone graphité, mélangé avec l'argile soit à l'aide d'un alliage possédant un fort coefficient de résistivité (constantan, manganin...) ou par dépôt sur un film métallique de couche d'oxydes.

Dans tous les cas, trois critères sont à considérer dans le choix d'une résistance :

- sa valeur ohmique exprimée en ohm et noté «Ω»;
- sa puissance à dissiper de l'énergie.
- sa précision ou tolérance.

La résistance est définie par la relation qui s'établit entre la tension à ses bornes et le courant qui la traverse, appelée loi d'Ohm.

$$u(t) = R.i(t)$$

$u(t)$ est exprimée en volt, R en ohm et $i(t)$ en ampère.

Tout dispositif électrique qui consomme de l'énergie comporte au moins une résistance dans son circuit modélisé. La puissance instantanée dissipée par une résistance est :

$$p(t) = u(t) . i(t) \text{ en watt (W)}$$

b) Cas d'un condensateur

Un condensateur est un composant passif constitué de deux conducteurs appelés souvent armatures, séparés par un diélectrique ou isolant (papier, mica ou air). Il s'agit d'un réservoir d'énergie électrostatique capable d'emmagasiner l'énergie dans un champ électrique. Lorsque la tension est variable sur un cycle, l'énergie sera stockée durant une partie du cycle puis restituée durant l'autre partie du cycle.

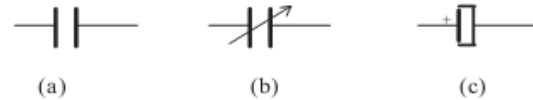


Figure 8 : Symboles d'un condensateur

Symbole d'un condensateur normal (a), d'un condensateur variable (b) et d'un condensateur chimique (c).

Les relations suivantes relient les différentes grandeurs :

$$i(u) = C \frac{du(t)}{dt}$$

$$p(t) = u(t) . i(t) = C . u(t) \frac{du(t)}{dt}$$

c) Cas d'une inductance

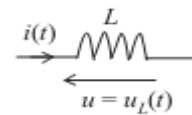


Figure 9 : Symboles d'une inductance

$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

$$p(t) = u(t) . i(t) = L \frac{di(t)}{dt} i(t)$$

3.5 Grandeurs, symboles et unités de mesures

Kilo = 1000 = 10^3 , méga = 1000 000 = 10^6 , giga = 10^9

Milli = $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$, micro = 0.000 0001 = 10^{-6} , nano = 10^{-9}

Le joule (J)

Le joule est l'unité de mesure du travail, d'énergie ou de quantité de chaleur. 1 joule représente le travail produit par une force de valeur 1 newton (N) dont le point d'application se déplace dans le même sens et dans la même direction que la force.

Le watt (W)

Le watt représente le flux énergétique ou thermique exprimé en unité du système international. Il s'agit de la puissance d'un système électrique dans lequel il y a un transfert d'énergie de 1 joule par seconde. En électricité, cette unité très utilisée représente la puissance dissipée par un dipôle que parcourt un courant constant de 1 ampère, lorsque la différence de potentiel aux bornes du dipôle est égale à 1 volt.

Le volt (V)

Le volt est la différence de potentiel qui existe entre deux points du circuits. Lorsqu'une quantité de courant égale à 1 coulomb perd entre ces deux points une énergie de 1 joule, ce qui revient à dire une puissance dissipée de 1 watt.

L'Ampère (A)

L'ampère, unité du courant électrique qui doit son nom au célèbre physicien français André Marie Ampère, fut d'abord défini comme étant égal à un débit de charge électrique de 1 coulomb par seconde.

La définition actuelle de l'ampère est l'intensité du courant qui, traversant deux conducteurs rectilignes et parallèles de longueurs infinies, de section négligeable et placés à 1 mètre l'un de l'autre dans un vide, produirait entre ces deux conducteurs une force de 2 newtons par mètre de longueur.

Grandeurs électriques et ses unités

Grandeur électrique	Symbole	Unité
Courant	I ou i	A (ampère)
Potentiel ou Voltage	V ou v	V (voltes)
Résistance	R	Ω (Ohm)
Inductance	L	H (Henry)
Capacité	C	F (Farad)
Réactance	X	Ω (Ohm)
Impédance	Z	Ω (Ohm)
Fréquence	F	Hz (hertz)
Puissance active	P	W (watt)
Puissance réactive	Q	Var (Voltampère réactif)
Puissance apparente	S	VA (Voltampère)
Facteur de puissance	FP ou $\cos(\phi)$	Pas d'unité