

## Les 24 grandeurs physiques utilisées en électronique

Symbole de la grandeur	Nom de la grandeur	Nom de l'unité de mesure	Symbole de l'unité de mesure
U	tension	volt	V
I	courant	ampère	A
P	puissance	watt	W
W	énergie	joule	J
R	résistance	ohm	$\Omega$
G	conductance	siemens	S
X	réactance	ohm	$\Omega$
B	susceptance	siemens	S
Z	impédance	ohm	$\Omega$
Y	admittance	siemens	S
t	temps	seconde	s
T	période	seconde	s
f	fréquence	hertz	Hz
$\omega$	pulsation	radian par seconde	rd.s <sup>-1</sup>
$\varphi$	phase à l'origine	radian	rd
$\varphi_{u/i}$	déphasage	radian	rd
l	longueur	mètre	m
S	section	mètre carré	m <sup>2</sup>
$\rho$	résistivité	ohm mètre	$\Omega.m$
$\gamma$	conductivité	siemens par mètre	S.m <sup>-1</sup>
C	capacité	farad	F
L	inductance	henry	H
Q	quantité d'électricité	coulomb	C
$\phi$	flux magnétique	weber	Wb

## Les multiples et sous-multiples des unités

Multiples			Sous-multiples		
Facteur	Préfixe	Symbole	Facteur	Préfixe	Symbole
$10^{18}$	exa	E	$10^{-1}$	déci	d
$10^{15}$	peta	P	$10^{-2}$	centi	c
$10^{12}$	téra	T	$10^{-3}$	milli	m
$10^9$	giga	G	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^6$	méga	M	$10^{-9}$	nano	n
$10^3$	kilo	k	$10^{-12}$	pico	p
$10^2$	hecto	h	$10^{-15}$	femto	f
$10^1$	déca	da	$10^{-18}$	atto	a

*Exemple* : nF signifie un nano farad et GHz signifie un giga hertz

### Définition et décomposition d'une impédance

En physique, une impédance  $Z$  est représentée par un nombre complexe  $\underline{Z}$ . L'impédance complexe  $\underline{Z}$  possède une partie réelle et une partie imaginaire, et peut toujours s'écrire sous la forme suivante :

$$\underline{Z} = R + j.X$$

- la partie réelle de l'impédance complexe  $\underline{Z}$  est **la résistance** ; on la note  $R$
- la partie imaginaire de l'impédance complexe  $\underline{Z}$  est **la réactance** ; on la note  $X$

L'inverse de l'impédance  $\underline{Z}$  est appelée **l'admittance** ; on la note  $\underline{Y}$  : 
$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}}$$

L'inverse de la résistance  $R$  est appelée **la conductance** ; on la note  $G$  : 
$$G = \frac{1}{R}$$

L'inverse de la réactance  $X$  est appelée **la susceptance** ; on la note  $B$  : 
$$B = \frac{1}{X}$$

*Remarque* :  $\underline{Z}$  et  $\underline{Y}$  sont des nombres complexes, et  $R$ ,  $G$ ,  $X$  et  $B$  sont des nombres réels.

## Puissance et énergie

La puissance  $P$  est le produit de la tension par le courant :

$$P = U \cdot I = Z \cdot I^2 = \frac{U^2}{Z}$$

L'énergie  $W$  est le produit de la puissance par le temps :

$$W = \int P dt$$

*Exemples :*

- une résistance avec 5 volts à ses bornes et traversée par un courant de 2 ampères consomme une puissance de 10 watts.
- Une ampoule de 20 watts qui reste allumée pendant 10 secondes aura dépensé une énergie de 200 joules : 1 joule = 1 watt.seconde

## Tension et courant

Relations donnant la tension  $U$  aux bornes d'un dipôle d'impédance  $Z$  et traversé par un courant  $I$  :

$$U = R \cdot I = \frac{I}{G} = Z \cdot I = \frac{I}{Y} = \frac{P}{I}$$

Relations donnant le courant  $I$  traversant un dipôle d'admittance  $Y$  et ayant une tension  $U$  à ses bornes :

$$I = G \cdot U = \frac{U}{R} = Y \cdot U = \frac{U}{Z} = \frac{P}{U}$$

## Résistivité et conductivité

Un conducteur électrique est caractérisé par 3 grandeurs physiques :

- sa longueur  $l$  (en mètre)
- sa section  $S$  (en mètre carré)
- sa résistivité « rô »  $\rho$  (en ohm mètre)

Dans ces conditions, la résistance  $R$  du conducteur est :

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

La conductivité « gamma »  $\gamma$  d'un conducteur est l'inverse de sa résistivité:

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

On déduit des deux définitions précédentes les relations suivantes donnant la résistivité et la conductivité :

La résistivité « rô »  $\rho$  d'un conducteur peut s'écrire :

$$\rho = \frac{1}{\gamma} = R \frac{S}{l}$$

La conductivité « gamma »  $\gamma$  d'un conducteur peut s'écrire :

$$\gamma = \frac{1}{\rho} = G \frac{l}{S}$$

*Exemple :* un fil électrique réel d'une longueur de 10 m, d'une section de 2 mm<sup>2</sup> et possédant une résistivité de 1  $\mu\Omega$ .m a une résistance de 5  $\Omega$  : sa résistance n'est donc pas nulle. Un fil électrique idéal (de résistance nulle) a une résistivité nulle.

## Quantité d'électricité et flux magnétique

Quantité d'électricité dans un condensateur :	Flux magnétique dans une bobine :
$Q = C.u(t)$ et $Q = \int i dt$ donc $C.u = \int i dt$ soit $\frac{d(C.u)}{dt} = i$ on en déduit que $i = C \cdot \frac{du}{dt}$	$\phi = L.i(t)$ et $\phi = \int u dt$ donc $L.i = \int u dt$ soit $\frac{d(L.i)}{dt} = u$ on en déduit que $u = L \cdot \frac{di}{dt}$

Relations entre les différentes unités des expressions précédentes :	
1 coulomb = 1 ampère.seconde 1 farad = 1 siemens.seconde 1 volt = 1 joule par coulomb	1 weber = 1 volt.seconde 1 henry = 1 ohm.seconde 1 ampère = 1 joule par weber

## Temps et fréquence

### Lien entre période et fréquence :

La période d'un signal, noté T et exprimée en secondes, est le temps que met le signal pour se reproduire identique à lui-même.

La fréquence d'un signal, notée f et exprimée en hertz, est **le nombre de périodes par seconde**. On en déduit que (le 1 au numérateur représente 1 seconde) :

$$f = \frac{1}{T}$$

### Lien entre fréquence et pulsation :

Pour un signal sinusoïdal, une période du signal peut être représentée par un tour du cercle trigonométrique. Un signal de 1 hertz possède 1 période par seconde, soit 1 tour du cercle trigonométrique par seconde. En 1 seconde le parcours effectué sur le cercle est donc de  $2\pi$  radians.

Un signal de 20 hertz possède 20 périodes par seconde. Sur le cercle trigonométrique, « *le point image du signal* » parcourt donc 20 tours en une seconde, ce qui correspond à un angle de  $40\pi$  radians. On voit à travers ces deux exemples que l'angle parcouru sur le cercle trigonométrique en 1 seconde varie en fonction de la fréquence du signal.

Le nombre de radians parcourus sur le cercle trigonométrique en une seconde est appelé la pulsation du signal. On la note  $\omega$  et elle s'exprime en radians par seconde.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$