

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	Ω
G	conductance	siemens	S
X	réactance	ohm	Ω
B	susceptance	siemens	S
Z	impédance	ohm	Ω
Y	admittance	siemens	S
t	temps	seconde	s
T	période	seconde	s
f	fréquence	hertz	Hz
ω	pulsation	radian par seconde	rd.s⁻¹
φ	phase à l'origine	radian	rd
$\varphi_{u/i}$	déphasage	radian	rd
l	longueur	mètre	m
S	section	mètre carré	m²
ρ	résistivité	ohm mètre	$\Omega.m$
γ	conductivité	siemens par mètre	$S.m^{-1}$
C	capacité	farad	F
L	inductance	henry	H
Q	quantité d'électricité	coulomb	C
ϕ	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	μ
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 » **ρ** [en ohm mètre]

Dans ces conditions, la résistance **R** du conducteur est : $R = \rho \frac{l}{S}$

La conductivité « gamma » **γ** 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 » **ρ** d'un conducteur peut s'écrire : $\rho = \frac{1}{\gamma} = R \frac{S}{l}$

La conductivité « gamma » **γ** 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 mm² et possédant une résistivité de 1 μΩ.m a une résistance de 5 Ω : 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 :
$\mathbf{Q} = \mathbf{C} \cdot \mathbf{u}[\mathbf{t}]$ <p>et $\mathbf{Q} = \int \mathbf{i} \mathbf{d}t$</p> <p>donc $\mathbf{C} \cdot \mathbf{u} = \int \mathbf{i} \mathbf{d}t$</p> <p>soit $\frac{d[\mathbf{C} \cdot \mathbf{u}]}{dt} = \mathbf{i}$</p> <p>on en déduit que $\mathbf{i} = \mathbf{C} \cdot \frac{d\mathbf{u}}{dt}$</p>	$\varphi = \mathbf{L} \cdot \mathbf{i}[\mathbf{t}]$ <p>et $\varphi = \int \mathbf{u} \mathbf{d}t$</p> <p>donc $\mathbf{L} \cdot \mathbf{i} = \int \mathbf{u} \mathbf{d}t$</p> <p>soit $\frac{d[\mathbf{L} \cdot \mathbf{i}]}{dt} = \mathbf{u}$</p> <p>on en déduit que $\mathbf{u} = \mathbf{L} \cdot \frac{d\mathbf{i}}{dt}$</p>

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] :

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

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 2π 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 40π 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 ω et elle s'exprime en radians par seconde.

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