# FORMULAIRE D'ELECTRONIQUE

## E16 — CONDUCTANCE, SUSCEPTANCE ET ADMITTANCE

CONDUCTANCE : **la conductance G est l'inverse de la résistance.**

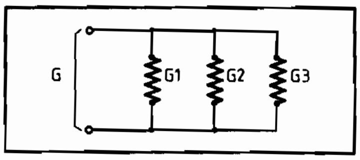
$$G = \frac{1}{R}$$

G = conductance en siemens (S)
R = résistance en ohms (Ω)

**Remarques :**
- L'unité de conductance a longtemps été le mho (℧).
- La notion de conductance est utilisée dans le but de simplifier le calcul des résistances en parallèle.

$$G = G_1 + G_2 + G_3$$

(cas de 3 conductances)




**Applications numériques :**

1° Un composant résistif de 1 000 Ω a une conductance de $10^{-3}$ ou 0,001 siemens.

2° Nous avons trois résistances en parallèle :
$R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 50\ \Omega$ et $R_3 = 100\ \Omega$

Pour calculer la résistance résultante, il suffit de :

a) Calculer la conductance de chacune des résistances :

$G_1 = \frac{1}{20} = 0{,}05$ S $\quad G_2 = \frac{1}{50} = 0{,}02$ S $\quad G_3 = \frac{1}{100} = 0{,}01$ S

b) Additionner les conductances :

$G = 0{,}05 + 0{,}02 + 0{,}01 = 0{,}08$ S

c) Prendre l'inverse de G pour trouver la valeur de la résistance équivalente :

$R = \frac{1}{0{,}08} = 12{,}5\ \Omega$

SUSCEPTANCE : **la susceptance B est l'inverse de la réactance.**

$$B = \frac{1}{X}$$

B = susceptance en siemens (S) $\qquad$ X = réactance en ohms (Ω)

$B = \frac{1}{L\omega}$ (cas d'une inductance)

$B = C\omega$ (cas d'une capacité)

$B = C\omega - \frac{1}{L\omega}$ (inductance et capacité en parallèle)

## E15 — REACTANCE ET IMPEDANCE

REACTANCE : **la réactance est l'opposition au passage du courant alternatif dans un circuit inductif ou capacitif.**

$|X| = L\omega$ (cas d'une inductance)

$|X| = \frac{1}{C\omega}$ (cas d'une capacité)

$|X| = L\omega - \frac{1}{C\omega}$ (inductance et capacité en série)

|X| = module de la réactance en ohms (Ω)
L = inductance en henrys (H)
C = capacité en farads (F)
$\omega = 2\pi F$ = pulsation en radians par seconde (rd/s)
F = fréquence en hertz (Hz)

**Applications numériques :**

1° Quelle est la réactance d'une inductance de 1 H à la fréquence 1 000 Hz ?

La réactance est égale à : 1 × 2 × 3,14 × 1 000, soit 6 280 Ω.

2° Quelle est la réactance à 1 000 Hz de l'inductance de l'exemple ci-dessus, en série avec une capacité de 0,01 μF ?

La réactance de la capacité est égale à :

$$\frac{1}{0{,}01 \times 10^{-6} \times 2 \times 3{,}14 \times 10^3} = 15\,923\ \Omega$$

L'application de la formule nous donne pour l'inductance et la capacité en série : 6 280 – 15 923 = –9 643. La réactance est égale à 9 643 Ω. Le signe moins indique que le courant est déphasé **en avance** sur la tension.

IMPEDANCE : **l'impédance Z est l'opposition au passage du courant alternatif dans un circuit électrique.**

$Z = \frac{V_{eff}}{I_{eff}}$ (loi d'Ohm en alternatif)

Z = impédance en ohms (Ω)
$V_{eff}$ = valeur efficace de la tension aux bornes de l'impédance en volts (V)
$I_{eff}$ = valeur efficace du courant dans l'impédance en ampères (A)

La formule de l'impédance se présente aussi sous la forme :

$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ (cas d'une résistance et d'une réactance en série)

R = résistance en ohms (Ω)
X = réactance en ohms (Ω)

# FORMULAIRE D'ELECTRONIQUE

C = capacité en farads (F)
L = inductance en henrys (H)
$\omega = 2\,\pi\,F$ = pulsation en radians par seconde (rd/s)
F = fréquence en hertz (Hz)

ADMITTANCE : **l'admittance Y est l'inverse de l'impédance.**

$$\boxed{Y = \frac{1}{Z}}$$

Y = admittance en siemens (S)
Z = impédance en ohms (Ω)

La formule générale de l'admittance est :

$$\boxed{Y = \sqrt{G^2 + B^2}}$$ avec un déphasage : $$\boxed{\varphi = \text{arctg}\,\frac{B}{G}}$$

Pour plus de détails, se reporter à la fiche « Déphasage (circuits réactifs) ».
La formule de l'admittance est à utiliser pour des composants placés **en parallèle.** Dans le cas d'un ensemble parallèle RLC, la formule devient :

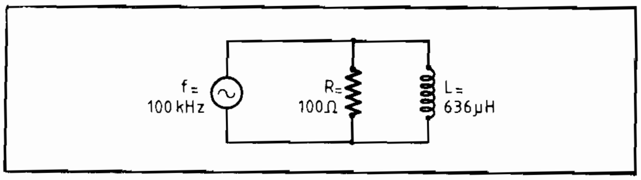
$$\boxed{Y = \sqrt{G^2 + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right)^2}}$$

En faisant intervenir la résistance R et la réactance X, l'admittance peut être calculée avec les formules suivantes :

$$\boxed{Y = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X}\right)^2}} \qquad \boxed{Y = \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{RX}}$$

**Application numérique :**

Quelle est la valeur de l'impédance du circuit ci-dessous ? (La composante résistive de l'inductance est négligeable.)




Nous utiliserons la dernière formule donnée, soit :

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{RX}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

avec $X = 636 \times 10^{-6} \times 2\,\pi \times 10^5 = 400\ \Omega$

$$Z = \frac{100 \times 400}{\sqrt{(100)^2 + (400)^2}} = 97\ \Omega$$

**Remarque :**
Dans un circuit présentant une réactance et étant parcouru par un courant alternatif, il y a déphasage entre la tension et le courant. Ce déphasage peut être positif ou négatif. Il peut éventuellement être nul : se reporter à la fiche « Déphasage (circuits réactifs) ».

**Application numérique :**

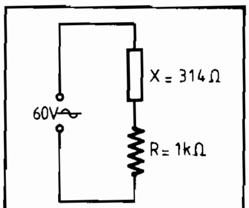
Le circuit représenté ci-contre est alimenté par 60 V efficaces. Quelle est la valeur du courant dans le circuit ?

Calculons d'abord l'impédance :

$Z = \sqrt{(1\,000)^2 + (314)^2} = 1\,048\ \Omega$

Le courant a pour valeur :

$I = \frac{60}{1\,048}$, soit 57,25 mA




**Remarques :**

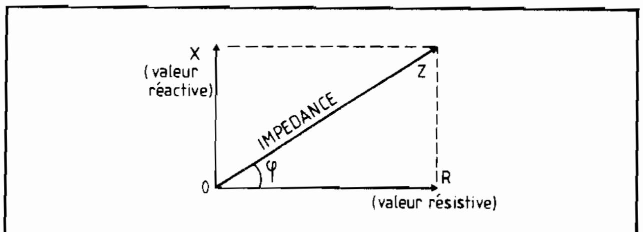
Une valeur d'impédance peut également être exprimée sous plusieurs autres formes :

$\boxed{Z < \varphi}$ (forme polaire)

$\boxed{Ze^{j\varphi}}$ (forme exponentielle)

$\boxed{R + j\,X}$ (forme complexe)

– La lettre « e » est la base des logarithmes népériens (e = 2,71828).
– Le diagramme représentatif est le suivant :




**Application numérique :**

Dans l'application précédente, où nous avions :

R = 1 000 Ω
X = 314 Ω
Z = 1 048 Ω

Le déphasage $\varphi$ a pour valeur : + 0,3 rd. L'impédance peut être réprésentée sous les diverses formes :

1 048 < 0,3

(on dit : « 1 048 ohms décalés de + 0,3 radians »).

$1\,048\ e^{+j0,3}$
$1\,000 + j\,314$

## E17 — DEPHASAGE (CIRCUITS REACTIFS)

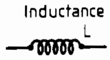
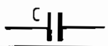
DEPHASAGE DANS LES CIRCUITS REACTIFS : **dans les circuits réactifs parcourus par un courant alternatif, le déphasage $\varphi$ entre le courant et la tension peut être positif, négatif ou nul.**

$\boxed{\varphi = \text{arctg}\,\frac{X}{R}}$ (formule générale pour un circuit série)

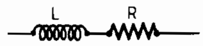
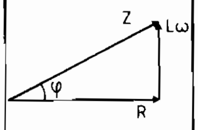
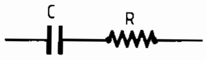
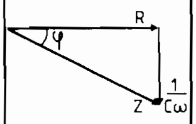
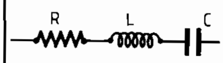
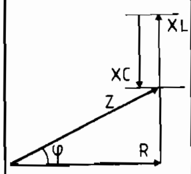
$\varphi$ = angle de déphasage en radians (rd)
X = réactance du circuit en ohms (Ω)
R = résistance du circuit en ohms (Ω)

**Remarque :**
L'angle de déphasage $\varphi$ devrait être exprimé normalement en radians. En pratique, on l'exprime souvent en degrés.

**Déphasage dans les trois composants de base :**

| | | |
|---|---|---|
| Résistance  | $\varphi = 0$ | Le courant dans le composant est en phase avec la tension à ses bornes. |
| Inductance  | $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ | Le courant est déphasé en retard de $\pi/2$ par rapport à la tension. |
| Capacité  | $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ | Le courant est déphasé en avance de $\pi/2$ par rapport à la tension. |

**Déphasage dans un circuit série**

| | | |
|---|---|---|
|   | $\varphi = \text{arctg}\,\frac{L\omega}{R}$ |   |
|   | $\varphi = -\,\text{arctg}\,\frac{1}{RC\omega}$ |   |
|   | $\varphi = \text{artcg}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$ (avec $X_L = L\omega$ et $X_C = \frac{1}{C\omega}$ |   |

## Cal 1 — MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES

**Les nombres manipulés étant souvent trop grands et trop petits pour être utilisés tels quels, on utilise les multiples et les sous-multiples sous forme de puissances de dix.**

Nombres au-dessus de l'unité :
$10 = 10^1$
$100 = 10^2$ (dix au carré)
$1\,000 = 10^3$ (dix au cube)
$10\,000 = 10^4$ (dix à la puissance 4)

Nombres en dessous de l'unité :
$0{,}1 = 10^{-1}$ (dix à la puissance moins 1)
$0{,}01 = 10^{-2}$
$0{,}001 = 10^{-3}$

*Exemples :*

780 000 peut s'écrire $7{,}8 \times 10^5$
0,000 15 peut s'écrire $1{,}5 \times 10^{-4}$

Dans la pratique, on s'arrange pour que les exposants soient des multiples de 3. Ces puissances ont des dénominations et des abréviations qui sont :

GIGA (G) = $10^9$
MEGA (M) = $10^6$
KILO (k) = $10^3$
MILLI (m) = $10^{-3}$
MICRO ($\mu$) = $10^{-6}$
NANO (n) = $10^{-9}$
PICO (p) = $10^{-12}$

*Exemples :*

1 500 000 000 Hz = $1{,}5 \times 10^9$ Hz ou 1,5 GHz
0,000 000 001 F = $1 \times 10^{-9}$ F ou 1 nF

En électronique et en électricité, les multiples et les sous-multiples les plus courants sont les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| COURANT | | |
| le milliampère | 1 mA = $10^{-3}$ A | 1 A = $10^3$ mA |
| le microampère | 1 $\mu$A = $10^{-6}$ A | 1 A = $10^6$ $\mu$A |
| TENSION | | |
| le kilovolt | 1 kV = $10^3$ V | 1 V = $10^{-3}$ kV |
| le millivolt | 1 mV = $10^{-3}$ V | 1 V = $10^3$ mV |
| le microvolt | 1 $\mu$V = $10^{-6}$ V | 1 V = $10^6$ $\mu$V |

# FORMULAIRE D'ELECTRONIQUE

**Déphasage dans un circuit parallèle :**

La formule générale est :

$\boxed{\varphi = \text{arctg}\ \frac{B}{G}}$ ou, en considérant R et X :

$\boxed{\varphi = \text{arctg}\ \frac{R}{X}}$

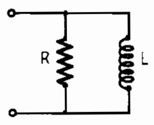
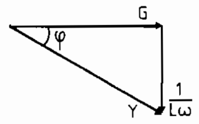
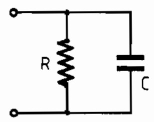
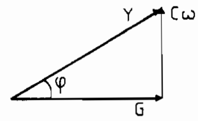
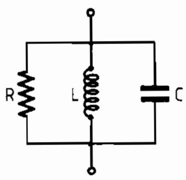
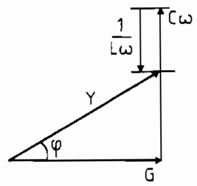
**Application numérique :**

Une réactance inductive $X_L$ de valeur 400 Ω est en parallèle sur une résistance de 100 Ω. Quel est le déphasage dans le circuit ?

Il a pour valeur :

$\varphi = -\ \text{arctg}\ \frac{100}{400} = -\ 0{,}245$ rd ou $-\ 14°$

Autrement dit, avec une calculatrice scientifique de poche, on fait le rapport 100/400. En appuyant sur la touche « $\tan^{-1}$ », on obtient le cas échéant 0,245 rd ou 14°.

| | | |
|---|---|---|
|  | $\varphi = -\ \text{arctg}\ \frac{R}{L\omega}$<br>ou $\varphi = -\ \text{arctg}\ \frac{B_L}{G}$<br>(avec $B_L = \frac{1}{L\omega}$ et $G = \frac{1}{R}$ |  |
|  | $\varphi = \text{arctg}\ RC\omega$<br>ou $\varphi = \text{arctg}\ \frac{B_C}{G}$<br>(avec $B_C = C\omega$ et $G = \frac{1}{R}$ |  |
|  | $\varphi = \text{arctg}\ \left(\frac{R}{X_C - X_L}\right)$<br>ou $\varphi = \text{arctg}\ \left(\frac{B_C - B_L}{G}\right)$<br>(avec $X_c = \frac{1}{C\omega}$ et $X_L = L\omega$ ou<br>avec $B_C = C\omega$, $B_L = \frac{1}{L\omega}$ et $G = \frac{1}{R}$ |  |

| | | |
|---|---|---|
| PUISSANCE | | |
| le mégawatt | 1 MW = $10^6$ W | 1 W = $10^{-6}$ MW |
| le kilowatt | 1 kW = $10^3$ W | 1 W = $10^{-3}$ kW |
| le milliwatt | 1 mW = $10^{-3}$W | 1 W = $10^3$ mW |
| le microwatt | 1 μW = $10^{-6}$ W | 1 W = $10^6$ μW |
| RESISTANCE | | |
| le mégohm | 1 MΩ = $10^6$ Ω | 1 Ω = $10^{-6}$ MΩ |
| le kilohm | 1 kΩ = $10^3$ Ω | 1 Ω = $10^{-3}$ kΩ |
| SELF-INDUCTION | | |
| le millihenry | 1 mH = $10^{-3}$ H | 1 H = $10^3$ mH |
| le microhenry | 1 μH = $10^{-6}$ H | 1 H = $10^6$ μH |
| FREQUENCE | | |
| le gigahertz | 1 GHz = $10^9$ Hz | 1 Hz = $10^{-9}$ GHz |
| le mégahertz | 1 MHz = $10^6$ Hz | 1 Hz = $10^{-6}$ MHz |
| le kilohertz | 1 kHz = $10^3$ Hz | 1 kHz = $10^{-3}$ kHz |

*Rappels mathématiques*

$\boxed{10^0 = 1}$ $\boxed{\frac{1}{10^p} = 10^{-p}}$

– Dans une multiplication, les exposants s'ajoutent.

$\boxed{10^n \times 10^p = 10^{n+p}}$

*Exemples :*

$(3{,}4 \times 10^5) \times (1{,}5 \times 10^2) = (3{,}4 \times 1{,}5) \times 10^7$

$(6{,}5 \times 10^6) \times (3 \times 10^{-4}) = (6{,}5 \times 3) \times 10^2$

– Dans une division, l'exposant du dénominateur est soustrait à l'exposant du numérateur :

$\boxed{\frac{10^n}{10^p} = 10^{n-p}}$

*Exemples :*

$\frac{3 \times 10^5}{4 \times 10^3} = \frac{3}{4} \times 10^2$

$\frac{6{,}8 \times 10^4}{1{,}5 \times 10^{-2}} = \frac{6{,}8}{1{,}5} \times 10^6$

– Dans une addition ou une soustraction, on s'arrange pour que les termes aient les mêmes puissances de dix.

*Exemple :*

$(5{,}3 \times 10^3) + (1{,}4 \times 10^5) = (5{,}3 \times 10^3) + (140 \times 10^3)$
$= 145{,}3 \times 10^3.$