Version: 1.0b

Avertissement: Ce formulaire est en construction , il sera mis à jour au fur et à mesure, il n'est pas exhaustif.

Les formules surlignées sont réelement indispensables !

Unités : fractions, multiples et conversion

milli	**m**	**10^{-3}**	**micro**	**µ**	**10^{-6}**	fractions d'unités
nano	**n**	**10^{-9}**	**pico**	**p**	**10^{-12}**	
kilo	**k**	**10^{3}**	**mega**	**M**	**10^{6}**	multiples d'unités

1 tonne = 1000 kg

1 $m.s^{-1}$ = 3,6 $km.h^{-1}$

1 $trs.min^{-1}$ = 2π $rad.min^{-1}$= $2\pi/60$ $rad.s^{-1}$

Chimie:

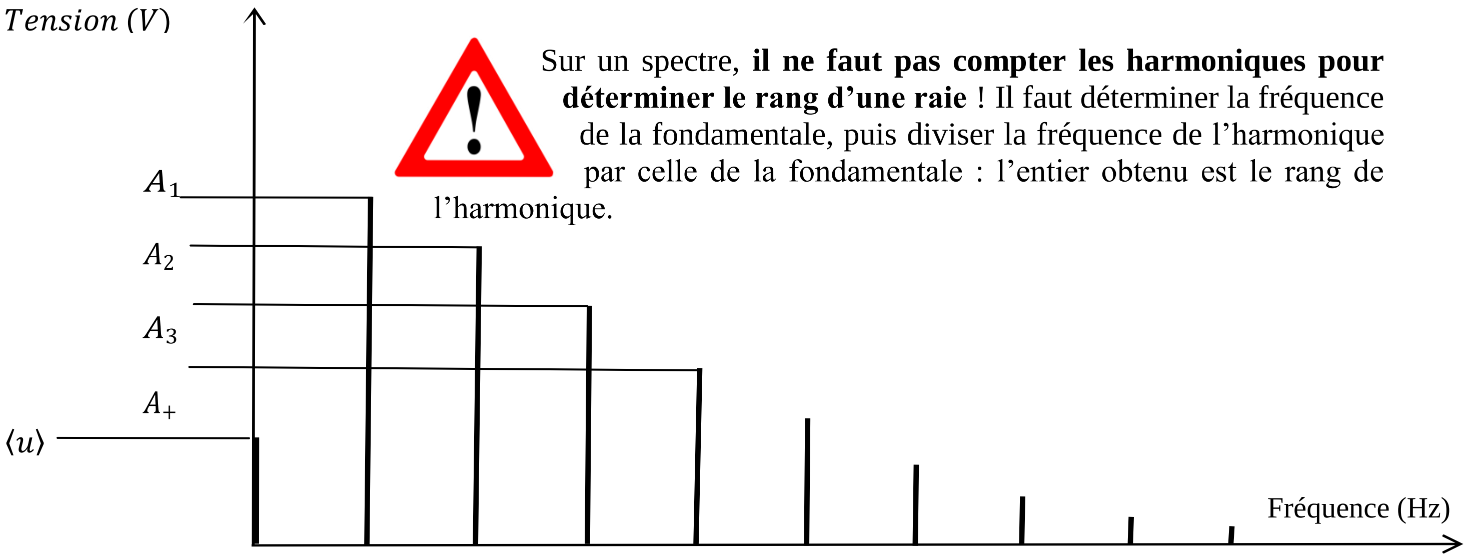
Nombre d'Avogadro $N_A = 6,022\times10^{23}$ nombre de particules dans une mole	**Quantité de matière :** $n = \frac{N}{N_A}$ avec n en mol N : nombre de particules N_A : nombre d'Avogadro
Masse molaire *M* (g) masse de N_A particules ou d'une mole de substance	$n = \frac{m}{M}$ Avec n en mol, m en g, M en $g.mol^{-1}$
Pour un gaz: $n = \frac{V}{V_m}$ Avec n en mol, V en litres L, V_m en $L.mol^{-1}$ Pour P = 1 atm, 1 mole occupe un volume de 22,4 litres à T = 273 K et 24,4 litres à 298 K	**Loi des gaz parfaits** ***PV = nRT*** P : pression en Pa V volume en m^3 n = nombre de moles R = constante des gaz parfaits T : Température en Kelvin
La masse volumique µ (ou ρ) d'un corps est égale au rapport de la masse m de l'échantillon sur le volume V qu'il occupe : $\rho = \frac{m}{V}$ µ s'exprime généralement en $kg.m^{-3}$ (ou g.mL-1)	La densité d d'un liquide ou d'un solide est le rapport de la masse volumique du corps sur la masse volumique de l'eau : d = ρ / ρeau avec ρeau = 1000 $kg.m^{-3}$
Q = I · Δt Q = charge en coulomb (C) I = courant en Ampère (A) Δt= durée en seconde	Q = n · z · F n = nombre de moles z = nombre d'électrons échangés dans la réaction F est la constante de Faraday = 96485 C/mol

Ondes:

$\lambda = c \times T$ Où λ est la longueur d'onde en mètre (m) c la vitesse de propagation de l'onde en m.s^{-1} T la période en seconde (s)	$f = \frac{1}{T}$ Où f est la fréquence en ùhertz (Hz) T est la période en seconde (s)
$\omega = 2 \pi f$ Où ω est la pulsation en rad.s^{-1} f la fréquence en Hz	

$$u_{\text{alt}}(t) = \langle u \rangle + \underbrace{A_1 \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1)} + \underbrace{A_2 \cos(2\pi f_2 t + \varphi_2)} + \underbrace{A_3 \cos(2\pi f_3 t + \varphi_3)} + \cdots$$

$\langle u \rangle$: Valeur moyenne ou composante continue du signal	Signal sinusoïdal alternatif, de plus faible fréquence f_1, appelé harmonique de rang 1 ou fondamentale du signal	Signal sinusoïdal alternatif de fréquence $f_2 = 2f_1$, appelée harmonique de rang 2	Signal sinusoïdal alternatif de fréquence $f_3 = 3f_1$, appelée harmonique de rang 3



Sur un spectre, **il ne faut pas compter les harmoniques pour déterminer le rang d'une raie** ! Il faut déterminer la fréquence de la fondamentale, puis diviser la fréquence de l'harmonique par celle de la fondamentale : l'entier obtenu est le rang de l'harmonique.

Mécanique:

Travail $\boldsymbol{W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos(\alpha)}$ Avec W en (J), F en (N), AB en (m)	
Puissance $\boldsymbol{P = \frac{W_{AB}}{\Delta t}}$ Avec P en watts (W) , W_{AB} en Joules (J) , et Δt en (s)	Puissance ***P=F v*** Avec P en watts (W) , F en (N), v en m.s^{-1}
Energie cinétique $\boldsymbol{E_c = \frac{1}{2} m V^2}$ Avec Ec en Joules (J), m en (kg), V en (m.s^{-1})	Energie potentielle de pesanteur **Epp = mgh** Epp en Joules (J), m en (kg), h en (m)

Energie mécanique **Em = Ec + Epp** Em ,Ec, Epp en Joules (J)	
	Théorème de l'énergie cinétique: La variation de l'énergie cinétique est égale à la somme des travaux des forces appliquées au système. $\boxed{\Delta E_C = \Sigma W}$
P = mg Avec P en N, g = 9,81 m.s^{-2}	2° loi de Newton: $\sum \vec{F} = m \times \vec{a_G}$

Rotation

J : Moment d'inertie (kg.m²) T : Moment du couple de force (N.m) Ω : vitesse de rotation (rad/s) v : vitesse linéaire (m/s) R rayon (m)

$\boxed{v = \Omega R}$

$\boxed{a = \frac{d\Omega}{dt} R}$ a : accélération linéaire (m.s^{-2})

Principe fondamental de la dynamique

$$\boxed{\Sigma T_{ext} = J \frac{d\Omega}{dt}}$$

Énergie cinétique $\boxed{E_C = \frac{1}{2} J \Omega^2}$

Mécanique des fluides:

Le débit volumique en m^3.s^{-1} $\boxed{q_V = \frac{V}{t}}$	Le débit massique q_m en kg.s^{-1} $\boxed{q_m = \frac{m}{t}}$	Masse volumique :kg.m^{-3} $\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$
$\boxed{q_v = v.S}$	S section en m^2 v vitesse m.s^{-1}	$q_m = \rho\ q_v$
Pression $\boxed{p = \frac{F}{S}}$	1 bar =10^5 Pa	1 atm= 101 325 Pa

V : volume de fluide (m^3) t : temps (s) m : masse de fluide (kg)
p : pression en (Pa) F : la force en N S la section en m²

Théorème de Bernoulli

$$\boxed{\frac{1}{2}\rho\,(v_2^2 - v_1^2) + \rho g\,(z_2 - z_1) + p_2 - p_1 = \frac{P}{q_V}}$$

Les indices 1 et 2 correspondent à deux lieux choisis. Le fluide s'écoule de 1 vers 2.

v : vitesse du fluide (m/s) z : altitude (m)

p : pression du fluide (Pa) P : puissance échangée q_V : débit volumique (m^3.s^{-1}) P> Pompe P<0 Turbine P=0 pas de machine

$\frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$ *énergie volumique cinétique* $\rho g(z_2 - z_1)$ *énergie volumique potentielle*

$p_2 - p_1$ *énergie volumique de pression*

Thermodynamique:

Température

$\boxed{T = t + 273{,}15}$ T en K (Kelvin), t en °C (degré Celsius)

0 K est la température la plus basse, correspond à aucune agitation électronique

Différents mode de transfert de la chaleur

Convection : transport de l'énergie par déplacement d'un fluide, **déplacement de matière**.

Conduction : transport de l'énergie **sans déplacement de matière**, seulement l'agitation de particules.

Rayonnement : transport d'énergie par les ondes électromagnétiques. C'est le seul transfert possible dans le vide.

Énergie thermique pour une variation de température $\Delta\theta$

$$\boxed{Q = \ = m\, c\, (\theta f - \theta i)}$$

m est la masse en kg c : chaleur massique du matériaux en $J.kg^{-1}.K^{-1}$

Chaleur latente

$$\boxed{Q = m\, L}$$

Q en joule (J) L est la chaleur latente massique de changement d'état en $J.kg^{-1}$

Loi de l'électricité

Loi des nœuds

La somme des courants entrants dans un nœud est égale à la somme des courants sortants de ce nœud.

Loi des mailles

La somme algébrique des tensions dans une maille est égale zéro.

La loi des mailles et des nœuds sont valables avec les valeurs instantanées. En régime alternatif sinusoïdal
Nous devons utiliser les nombres complexes ou les vecteurs de Fresnel.

Composants élémentaires (dans tous les régimes)

$\boxed{u = L\frac{di}{dt}}$ Pour une inductance L en Henri (H)

$\boxed{u = Ri}$ Pour une résistance R en Ohm (Ω)

$\boxed{i = C\frac{du}{dt}}$ Pour un condensateur C en Farad (F)

La valeur moyenne de la dérivée d'une grandeur périodique est nulle (u_L et i_C)

En sinusoïdal

- dipôle purement résistif : $\boxed{Z = [R; 0] = R}$

- dipôle purement inductif : $\boxed{Z = [L\omega; 90°] = j\, L\omega}$

- dipôle purement capacitif : $\boxed{Z = [\frac{1}{C\omega}; -90°]}$

Puissance

P puissance active en W	Q puissance réactive en VAR	S puissance apparente en VA

u(t) et i(t) valeurs instantanées et U et I valeurs efficaces

Dans tout les cas

Puissance instantanée $p(t)=u(t)\cdot i(t)$

Puissance active $P=<p(t)>=<u(t)\cdot i(t)>$

Puissance apparente $\boxed{S=UI}$

Cas particuliers

Si une des deux grandeurs est constante : En régime sinusoïdal monophasé: $P=<u(t)>\cdot<i(t)>$

P= UI cos ϕ

Q= UI sin ϕ

S =UI

En régime sinusoïdal triphasé équilibrée : (U tension composée I courant de phase)

P= √3 UI cos ϕ
Q= √3 UI sin ϕ S = √3 UI

Puissance dans les composants élémentaires

Composants	P	Q
Résistance	$P = R I^2 = U^2/R > 0$	0
Inductance	0	$Q = X I^2 = U^2 / X > 0$
Condensateur	0	$Q = - X I^2 = - U^2 / X < 0$

Puissance déformante (D) en VA

$$\boxed{S=\sqrt{P^2+Q^2+D^2}}$$

Cas où les deux grandeurs possèdent des harmoniques

$P = U_1I_1 \cos\phi_1 + U_2I_2 \cos\phi_2 + U_3I_3 \cos\phi_3 + \dots$ ϕ_1 déphasage entre U_1 et I_1 $S = U I$

Valeur moyenne Mesurée en position DC

$\boxed{<u>=\frac{1}{T}\int_0^T u(t)\,dt}$ ou $\boxed{<u>=\frac{surface}{T}}$

Valeur efficace (RMS Root Mean Square)

$\boxed{U=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\,dt}=\sqrt{<u^2>}}$ Ou $\boxed{U=\sqrt{\frac{surface\,de\,u^2}{T}}}$

Mesurée en position AC+DC (multimètre RMS)

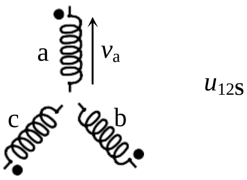
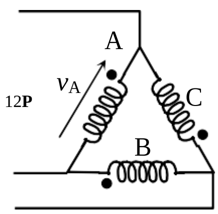
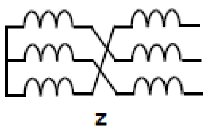
$\boxed{U=\sqrt{<u>^2+U_1^2+U_2^2+U_3^2+....}}$ U_n valeur efficace de l'harmonique de rang n

Transformateur monophasé

$m=\frac{N_2}{N_1}$ m est le Rapport de transformation Où N_1 est le nombre de spires du primaire N_2 le nombre de spires du secondaire	$m=\frac{U_2}{U_1}$ U2 tension efficace du secondaire U1 tension efficace du primaire
$\frac{1}{m}=\frac{I_2}{I_1}$ I_1 intansité efficace dans le primaire I_2 intansité efficace dans le secondaire	Transformateur parfait (pas de pertes) $P_1 = P_2$ $Q_1 = Q_2$ $S_1 = S_2$
m > 1 Eleveur de tension m > 1 Abaisseur de tension	

Transformateur triphasé

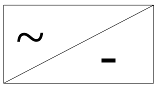
Il y a donc, en principe, deux possibilités au primaire et trois au secondaire (le Zigzag primaire n'est pas fréquent).

- Aux très hautes tensions, il vaut mieux utiliser un couplage étoile afin de réduire la tension supportée par chaque bobine.	- Pour les très forts courants, le montage triangle est préférable afin de réduire le courant par bobine.	- Le secondaire, quant à lui, peut être couplé en étoile (y) ou en triangle (d), mais également en Zigzag (z).
		

Rapports de transformation :

secondaire / primaire	Étoile	Triangle
Étoile	n_S / n_P	$\sqrt{3}\, n_S / n_P$
Triangle	$n_S / (\sqrt{3}\ n_P)$	n_S / n_P
Zigzag	$\sqrt{3}\, n_S / n_P$	$3\, n_S / n_P$

Redressement monophasé

On représente ces convertisseurs par le symbole 

Pour caractériser la qualité d'un redressement, on définit un paramètre appelé taux d'ondulation τ.
Il représente le rapport entre la valeur efficace de la composante alternative et la valeur moyenne de la grandeur étudiée.

$$\tau = \frac{\Delta U}{\langle u \rangle} = \frac{U_{max} - U_{min}}{\langle u \rangle}$$

On utilise parfois un autre grandeur appelé facteur de forme *F* qui est le rapport entre les valeurs efficace et moyenne de la grandeur étudiée.

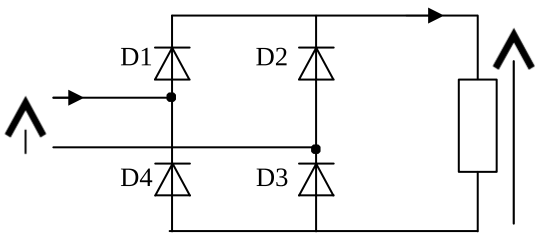
$$F = \frac{U}{\langle u \rangle}$$

avec $\tau^2 = F^2 - 1$

Redressement non commandé

$$< u_{CH} > = \frac{2\ U_{MAX}}{\pi}$$

$$U = U_{CH} = \frac{U_{MAX}}{\sqrt{2}}$$



Pour un courant parfaitement lissé dans la charge

$$k = \frac{P}{S} = 0,9$$

Machine à courant continu

L'induit ne doit pas être alimenté sans que l'inducteur le soit,
Pour inverser le sens de rotation du moteur, il faut inverser la polarité de l'induit ou de l'inducteur mais pas des deux.

Couple électromagnétique et f.e.m :

$T_{EM} = k\ \phi\ I$
$E = k\ \phi\ \Omega$

k : coefficient dépendant de la machine
ϕ : Flux magnétique sous un pôle en Weber (Wb)
Ω : vitesse de rotation en rad/s

E : Force électromotrice (V)
I : intensité dans l'induit (A)
T_{EM} : Couple électromagnétique (N.m)

Machine synchrone

$$n_S = \frac{F}{p}$$

F fréquence (Hz) p nombre de paire de pôle n_S vitesse de synchronisme

$$E = KN\ \Phi\Omega$$

N nombre de conducteur actif par phase. ϕ flux (Wb)
Ω vitesse (rad/s) K coefficient de Kapp (entre 2,2 et 2,6)

Machine Asynchrone

f : fréquence en Hz et p : nombre de paire de pôle n vitesse de rotation (même unité que n_S)

Vitesse de synchronisme (tr/s) Glissement (sans unité):

$$n_S = \frac{f}{p}$$

$$g = \frac{n_S - n}{n_S}$$

g = 0 moteur à la vitesse de synchronisme li n'y a pas de couple. g = 1 ou 100% moteur à l'arrêt ou en début de démarrage

Fonctionnement	freinage	arrêt	moteur asynchrone	synchronisme	génératrice asynchrone
n	n<0	0		n_S	
g	g>1	1	g>0	0	g<0

P_0 : Puissance à vide

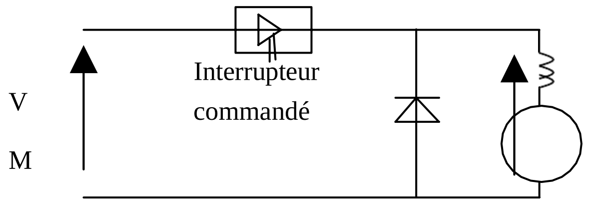
La puissance à vide est la puissance qu'absorbe le moteur quand il n'entraîne aucune charge.

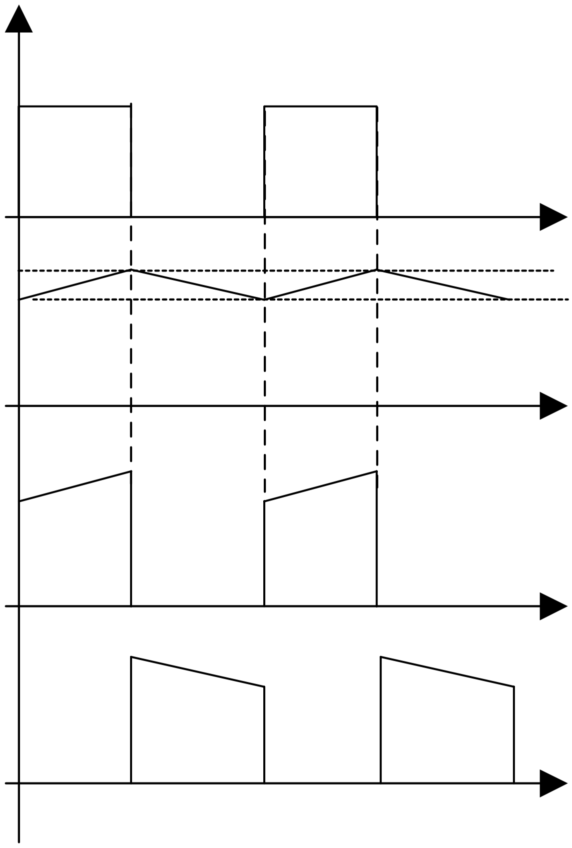
$P_0 = P_{JS} + P_{FS} + P_M$

$$\boxed{P_U = T_U \Omega}$$

P_U : Puissance utile

Hacheur série





Le **rapport cyclique** est

$$\alpha = \frac{\text{temps où l'interrupteur est passant la période}}{T}$$

$$<u> = \alpha V$$

$$et\ U = \sqrt{\alpha}\, V$$