Formulaire BTS

Mécanique

Puissance Énergie $P=\frac{dW}{dt}$	Énergie mécanique $E_M=E_C+E_P$
$P = T\,\Omega$	Poids = mg g = 9,81 m.s^{-2}

F représente la force (en N) v : la vitesse (m/s) a : l'accélération (en m.s^{-2})

Translation

$\boxed{a=\frac{dv}{dt}}$ $\boxed{v=\frac{dx}{dt}}$ Pour une accélération constante $x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0$ $v=v_0t+x_0$

Principe fondamental de la dynamique de translation (PFDT), ou relation fondamentale de la dynamique (RFD) ou deuxième loi de Newton

$$\boxed{\Sigma\vec{F}=m\vec{a}}$$

Dans le cas où a=0, le solide est soit immobile soit est en mouvement rectiligne uniforme (première loi de Newton).

Travail $\boxed{W=\vec{F}.\vec{l}=F.l.cos\,\alpha}$ ou $\boxed{W_{AB}=\int_A^B\vec{F}.\vec{dl}}$ Énergie cinétique $\boxed{E_C=\frac{1}{2}mv^2}$

avec α angle entre F (force) et l (déplacement) W>0 moteur W<0 résistant

Énergie potentiel pour le champ gravitationnel $\boxed{E_P=mgz}$

Puissance $\boxed{P=F\,v}$

Troisième loi de Newton

Tout corps A exerçant une force sur un corps B subit une force d'intensité égale, de même direction mais de sens opposé, exercée par le corps B.

Théorème de l'énergie cinétique $\boxed{\Delta E_C=\Sigma W}$

La variation de l'énergie cinétique est égale à la somme des travaux des forces appliquées au système.

Rotation

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

$\boxed{v=\Omega R}$ v : vitesse linéaire (m/s) R rayon (m)

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

Principe fondamental de la dynamique $\boxed{\Sigma T_{ext}=J\frac{d\Omega}{dt}}$

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

Moment d'inertie de quelques solides :

Cylindre : plein ½ MR² Barre : 1/12 ML² Sphère : 2/5 MR²

Cas d'un réducteur $J_1N_1^2=J_2N_2^2$ Rapport de réduction : $\boxed{r=\frac{N_2}{N_1}=\frac{T_1}{T_2}}$

N_1 et N_2 vitesses de rotation

Mécanique des fluides

Le débit volumique en $m^3.s^{-1}$	Le débit massique q_m en $kg.s^{-1}$	Masse volumique : $kg.m^{-3}$
$\boxed{q_V = \frac{V}{t}}$	$\boxed{q_m = \frac{m}{t}}$	$\boxed{\rho = \frac{m}{v}}$
$\boxed{q_v = v.S}$	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*

Théorème de Bernoulli avec les pertes (ΔJ)

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

Nombre de Reynolds

$$\Re = \frac{v\,d}{\nu_{cinematique}}$$

Re<2000 laminaire Re>3000 turbulent

$\nu_{cinématique}$: viscosité cinématique
d : diamètre de la canalisation (m)
v : vitesse du fluide (m/s)

Pertes de Charges régulière (Dues à la longueur des canalisations)

$$\Delta J = \lambda \frac{v^2 l}{2\mathrm{d}}$$

$\lambda = \frac{1}{(100\,Re)^{0,25}}$ avec Turbulent

$\lambda = \frac{64}{Re}$ en laminaire

Pertes accidentelles : dues aux coudes, vannes, Té...

Électrothermie

Température

$\boxed{T = t + 273{,}5}$ 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 Δθ

$$\boxed{E_{TH} = C_{TH} \Delta\theta \, avec \, C_{TH} = mc}$$

m est la masse en kg c : chaleur massique du matériaux

C_{TH} : J/°C capacité thermique

Capacité thermique

$$\boxed{P = C_{Th} \frac{dT}{dt}}$$

Chaleur massique

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

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

Échange de chaleur au travers d'un matériau

$$\boxed{P\,R_{TH} = \Delta\theta}$$

R_{TH} : résistance thermique (°C/W) P : puissance fournie (W)

Δθ : écart de température entre l'intérieur et l'extérieur

Résistance thermique d'une cloison

$$\boxed{R_{TH} = \frac{e}{\lambda S}}$$

e : épaisseur (m) λ conductivité thermique ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) R_{TH} en K/W

h coefficient d'échange et S surface d'échange $\boxed{R_{THT} = \frac{1}{S_1 h_1} + R_{TH} + \frac{1}{S_2 h_2}}$

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)

$\boxed{u = R\,i}$ 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 : $\boxed{Z = [\frac{1}{C\omega}; -90°]}$

Valeur moyenne

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

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

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 : $P=<u(t)>\cdot<i(t)>$

En régime sinusoïdal monophasé:

P= UI cos ϕ

Q= UI sin ϕ

S =UI

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

P= $\sqrt{3}$ UI cos ϕ

Q= $\sqrt{3}$ UI sin ϕ

S = $\sqrt{3}$ UI

Si une des deux grandeurs est sinusoïdale (l'indice 1 représente le fondamental)

P =UI_1 cos ϕ_1

Q = UI_1 sin ϕ_1

S =UI

Puissance dans les composants élémentaires

Composants	P	Q
Résistance	P = R I² = U²/R >0	0
Inductance	0	Q = X I² = U² / X >0
Condensateur	0	Q = - X I² = - U² / 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 ϕ_1 + U_2I_2 cos ϕ_2 + U_3I_3 cos ϕ_3 + … ϕ_1 déphasage entre U_1 et I_1

S = U I

Système du premier Ordre

Système régie par des équations différentielles de la forme :

$\tau \frac{dg}{dt} + g = G \rightarrow g = G(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ Transformée de Laplace $G(p) = \frac{G}{1 + \tau p}$

Constante de temps : τ en seconde

Démonstration

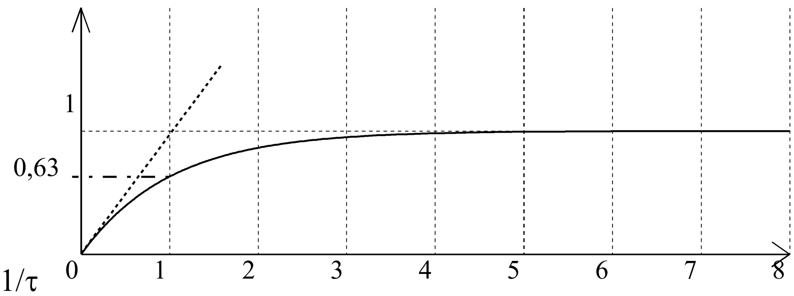
Sans second membre : $\tau \frac{dg}{dt} + g = 0 \rightarrow g = K e^{-\frac{t}{\tau}}$ $ax' + bx = 0 \rightarrow x = K e^{-\frac{b}{a}t}$

Solution particulière avec second membre : $\tau \frac{dg}{dt} + g = G \; pour \frac{dg}{dt} = 0 \rightarrow g = G$

Solution générale avec second membre : $g = G - K e^{-\frac{t}{\tau}}$

Si le condition initiale sont tel que g(0)=0 alors $g = G(1 - e^{-t/\tau})$

Courbe



pour t=τ g = 0,63 G
pour t=3τ g = 0,95 G
pour t=5τ g = 0,999 G
coefficient de la tangente en zéro : $1/\tau$
axe horizontal : le temps en τ axe vertical : g

Calcul d'un temps

$$t = -\tau \ln(1 - \frac{g}{G})$$

Utilisation

Mécanique : $J \frac{d\omega}{dt} = \sum T \; avec \, T = k\omega$

Electrothermie : $P = C \frac{dT}{dt} + \frac{\Delta T}{R_{TH}}$

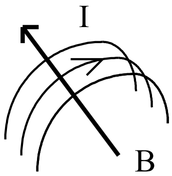
Electricité

Circuit RL série $U = L \frac{di}{dt} + Ri$

Magnétisme

B champ magnétique en Tesla (T) Φ flux magnétique en Weber (Wb) S surface en m²

Champ magnétique crée par un courant



Le passage d'un courant dans un circuit crée un champ magnétique proportionnel à la valeur de l'intensité de ce courant.

Flux magnétique

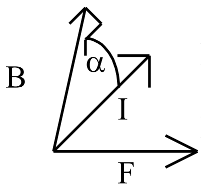
$$\boxed{\phi = B\,S\cos\alpha = \vec{B}.\vec{S}}$$ α angle entre B et la normale à S

Force électromotrice induite (e)

$$\boxed{e = -\frac{d\Phi}{dt}}$$ E en Volt (V)

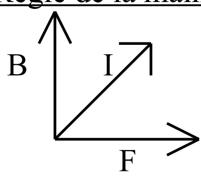
Loi de Laplace

$$\boxed{F = B\,I\,l\,\sin\alpha}$$



F force en Newton (N)
I intensité en Ampère (A)
B champ magnétique en Tesla (T)
α angle entre le champ et le conducteur traversé par le courant

<u>Règle de la main droite :</u>



F	pousse	->	Pouce
I	intensité	->	Index
B	Magnétique	->	Majeur.

Loi d'Hopkinson

$$\boxed{R\,\Phi = NI}$$

avec $R = \frac{l}{\mu S}$ $\mu = \mu_R \mu_0$

Théorème d'ampère

$$\int \vec{H}.\vec{dl} = \sum I_i$$

H induction magnétique en A/m B champ magnétique (T)
μ perméabilité magnétique (H/m)

$B = \mu H$ $\mu_0 = 4\pi\, 10^{-7}$ H/m

Machine synchrone

$\boxed{n_S = \frac{F}{p}}$ F fréquence (Hz) p nombre de paire de pôle n_S vitesse de synchronisme

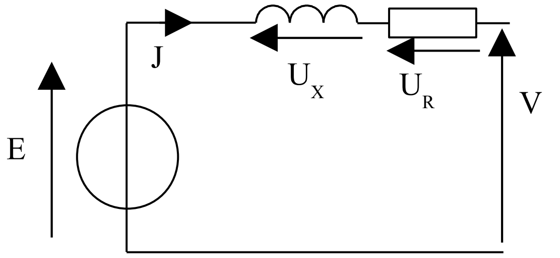
$E = KN\,\Phi\,\Omega$ N nombre de conducteur actif par phase. ϕ flux (Wb)

Ω vitesse (rad/s) K coefficient de Kapp (entre 2,2 et 2,6)

Modèle pour une phase couplage étoile (Y)

r est souvent petit devant X_S $X_S = L_S\omega$

Alternateur ou Génératrice Synchrone (GS)



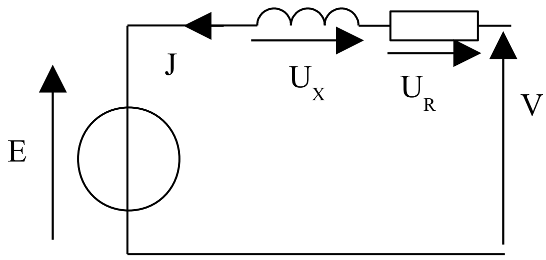
d'où $\underline{V} = \underline{E}_S - (r + jX_S)\,\underline{I}$

$$\vec{V} = \vec{E}_s - \left(\vec{U}_R + \vec{U}_X\right)$$

$P_{ABSORBEE} = 2\,\pi\,n\,T_M + u_{EX}\,i_{EX}$

$P_{UTILE} = \sqrt{3}\,UI\cos\phi$

Moteur Synchrone (MS)



$\underline{V} = \underline{E}_S + (r + jX_S)\,\underline{I}$

$$\vec{V} = \vec{E}_s + \left(\vec{U}_R + \vec{U}_X\right)$$

$P_{ABSORBEE} = \sqrt{3}\,UI\cos\phi + u_{EX}\,i_{EX}$

$P_{UTILE} = 2\,\pi\,n\,T_M$

Décalage interne : déphasage entre E et V

Essais

Alternateur non saturé

Détermination de r

La méthode Volt-ampéremétrique en continu sera utilisée : $r = \frac{U_C}{I_C}$

Détermination de X_S

L'inducteur de l'alternateur sera court-circuité d'où : $Z_S = \frac{E_S}{I_{cc}} \Rightarrow X_S = \sqrt{Z_S^2 - r^2}$

de plus $I_{cc} = k\,I_e$

E_S aura été déterminée par l'essai à vide.

Alternateur saturé X_S devra être calculé pour chaque point de fonctionnement.

Pertes

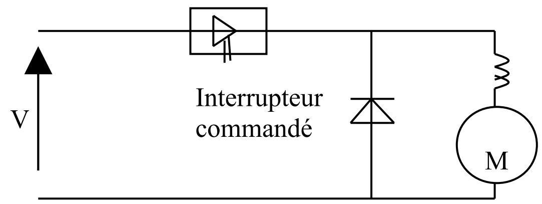
Pertes Joule dans l'inducteur $P_{JR} = u_{EX}\,i_{EX} = r_{EX}\,i_{EX}^2$

Pertes Joule dans l'induit $P_{JS} = \frac{3}{2} R_a I^2$ où R_a est la résistance mesurée entre deux bornes de l'induit celui-ci couplé.

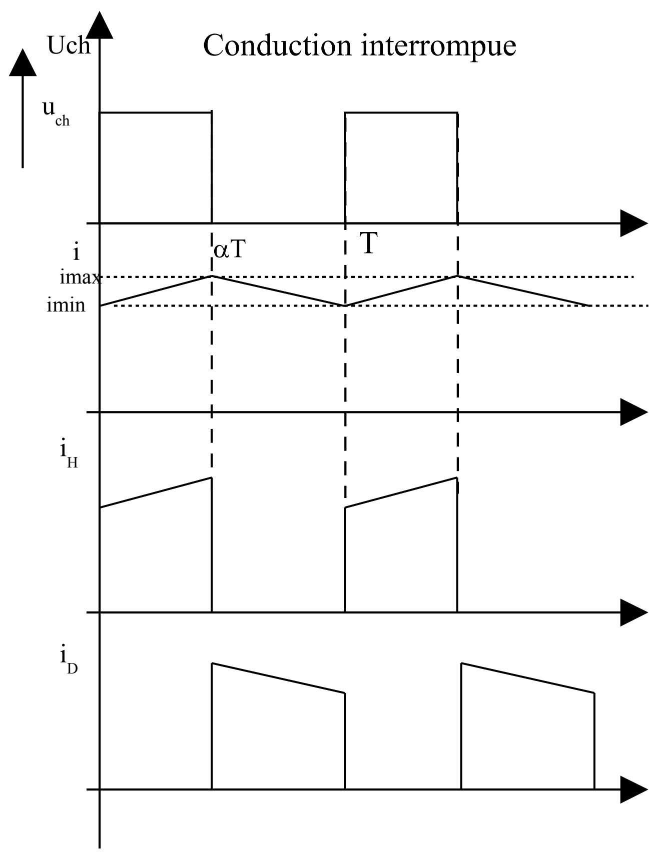
Pertes constantes Pc Les pertes constantes sont les pertes magnétiques et mécaniques.

Hacheur

Hacheur série



$$\alpha = \frac{temps\ \ où\ l'\mathrm{int}errupteur\ est\ passant}{la\ période}$$



Le **rapport cyclique** est

Pour une conduction ininterrompue

$< u > = \alpha V\ et\ U = \sqrt{\alpha} V$

Dans la charge $< i_{ch} > = \dfrac{\hat{i} + i}{2}$

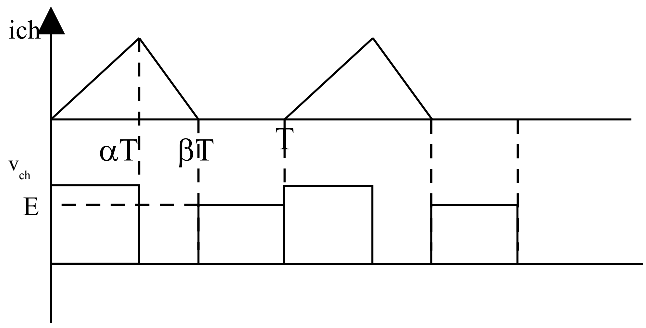
Dans la diode $< i_D > = \alpha < i_{CH} >$

Dans l'interrupteur $< i_H > = (1-\alpha) < i_{CH} >$

Ondulation en courant $\Delta i = \dfrac{\hat{i} - \breve{i}}{2}$

$\Delta i = \dfrac{V(1-\alpha)}{2Lf}\alpha$ et

$\Delta i_{MAX} = \dfrac{V}{8Lf}\ pour\ \alpha = \dfrac{1}{2}$



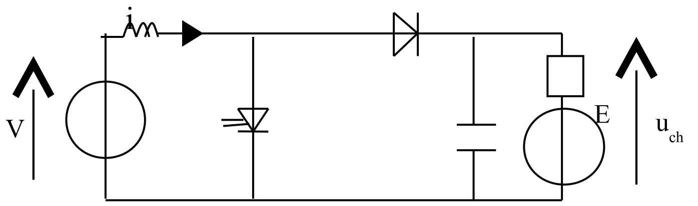
Pour un conduction interrompue

α fixé par la commande et β-α par la charge.

$< u_{CH} > = (VT\alpha+(T-T\beta)E)/T = V\alpha+(1-\beta)E$

$\bar{i}_{ch} = \dfrac{\alpha(\beta-\alpha)V}{2Lf}$

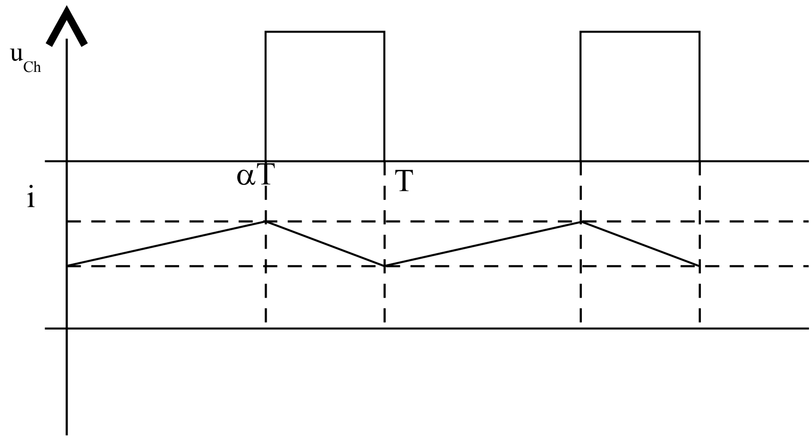
Hacheur parallèle



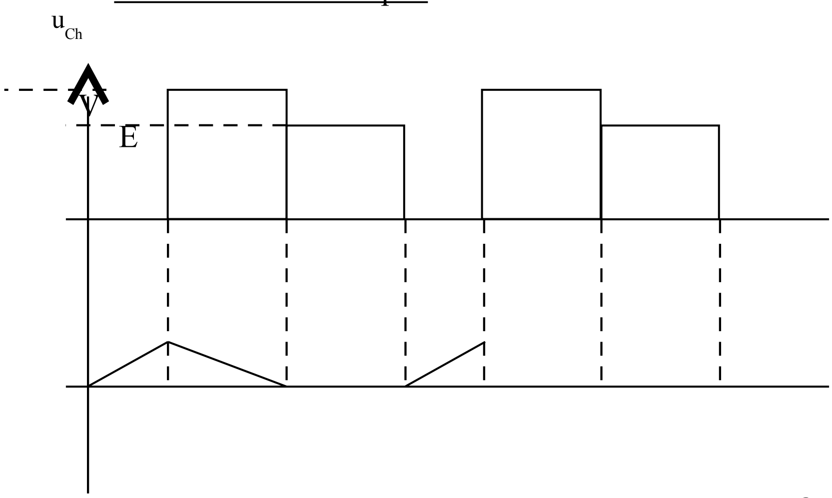
<u>Conduction ininterrompue</u>

$\overline{u}_H = V = (1-\alpha)U_C$

$U_C = \dfrac{V}{1-\alpha}$



<u>Conduction interrompue</u>



$\overline{u}_H = V = (\beta-\alpha)U_C + (1-\beta)V$ $\qquad U_C = \dfrac{\beta}{\beta-\alpha}V$

Machine Asynchrone

<u>Vitesse de synchronisme</u> (tr/s) $\boxed{n_S = \frac{f}{p}}$ f : fréquence en Hz et p : nombre de paire de pôle

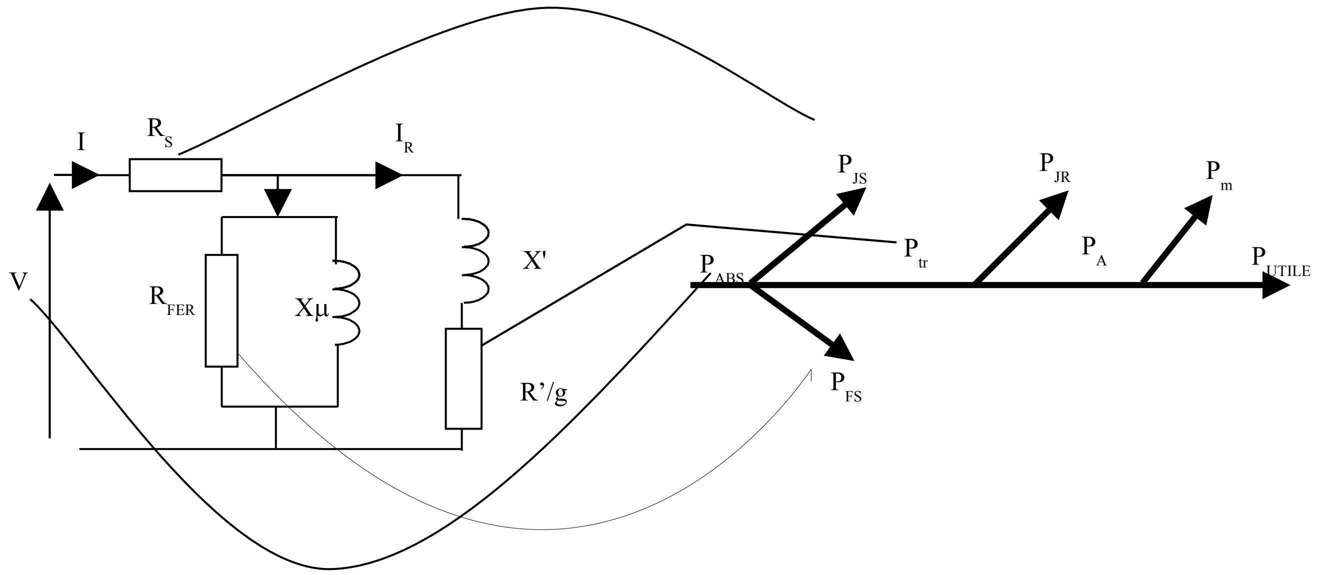
<u>Glissement</u> (sans unité): $\boxed{g = \frac{n_S - n}{n_S}}$ n vitesse de rotation (même unité que n_S)

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

Schéma équivalent et arbre des puissances



Différentes pertes

P_{FS} : Pertes fer au Stator (Déduites de la mesure à vide)

P_{JS} : Pertes Joule au Stator

$$\boxed{P_{JS} = \frac{3}{2} R_A I^2 = 3 R J^2}$$

R_A : résistance entre deux bornes du moteur couplé et R résistance d'un enroulement

P_{JR} : Pertes Joule au rotor

$$\boxed{P_{JR} = g\ P_{tr} = 3R'\ J^2}$$

P_M : Pertes mécaniques (Dues aux frottements)

P_C : Pertes constantes

$$\boxed{P_C = P_m + P_{FS}}$$

Différentes puissances

P_{tr} : Puissance transmise au rotor

$$P_{tr} = P_{abs} - (P_{FS} + P_{JS})$$
$$P_{tr} = Tem\ \Omega_S$$

P_{ta} : Puissance transmise à l'arbre

$$P_{ta} = P_{tr} - P_{JR} = (3R'/g-3R')J^2 = 3(1-g)/g\ R'J^2$$

$$P_{ta} = Tem\ \Omega$$

P_0 : Puissance à vide

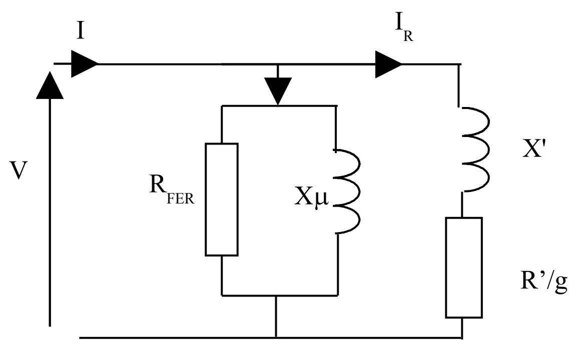
La puissance à vide est la puissance qu'absorbe le moteur quand il n'entraîne aucune charge.

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

P_U : Puissance utile

$$P_U = T_U\ \Omega$$

Schéma équivalent simplifié



Courant dans la branche représentant le rotor $I_R = \dfrac{V}{\sqrt{(\frac{R'}{g})^2 + X^2}}$

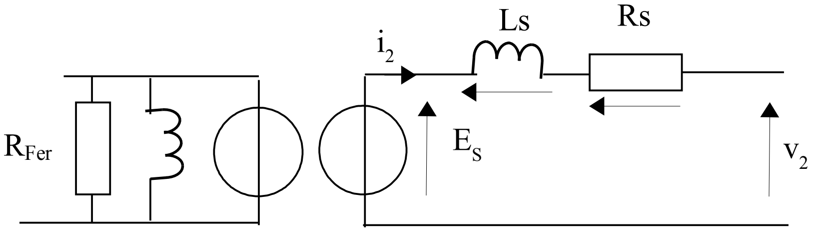
Puissance transmise au rotor $P_{EM} = P_{TR} = 3\dfrac{R}{g} I_R^2 = 3\dfrac{R}{g}\dfrac{V^2}{(\frac{R'}{g})^2 + X^2}$

Pertes Fer $P_{Fer} = 3\dfrac{(U\ ou\ V)^2}{R_{Fer}}$

Transformateur monophasé

Rapport de transformation $m=\frac{-u_{20}}{u_1}=\frac{U_{20}}{U_1}=\frac{-i_1}{i_2}=\frac{I_1}{I_2}=\frac{N_2}{N_2}$

Schéma équivalent



$R_S = r_2 + r_1 m^2 \quad et \quad L_S = m^2 l_1 + l_2$

Détermination de Rs et Ls à partir de essai en court-circuit

Détermination de Rs

$$R_S = \frac{P_{1CC}}{I_2^2}$$

Détermination de Xs

$$Z_S = \frac{mU_{1CC}}{I_2}$$

A partir de Zs nous obtenons Xs :

$$X_S = \sqrt{Z_S - R_S}$$

Détermination de R_{fer} et Lµ à partir de essai à vide

Ils sont déterminés à partir de l'essai à vide mesure de P_{10}, I_{10} et U_1.

$R_{FER}=\frac{U_1^2}{P_{10}} \qquad X_\mu=\frac{U_{10}^2}{Q_{10}}$

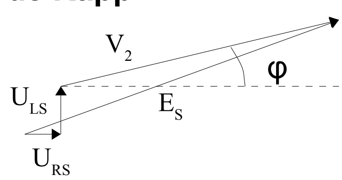
Formule approchée de Kapp

$\Delta U_2 = (R_S \cos \varphi + X_S \sin \varphi)\, I_2$

$U_2 = U_{20} - \Delta U_2$

φ déphasage de la charge

Diagramme de Kapp



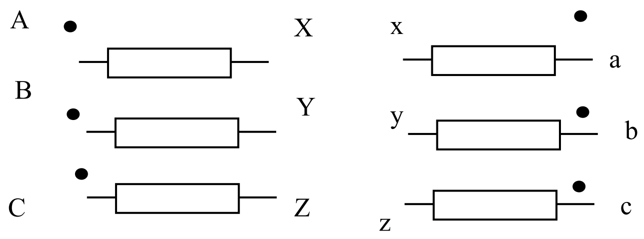
Formule de Boucherot

$$U_1 = 4{,}44\, N_1 S\, f\, B_{max}$$

B_{max} valeur maximum du champ magnétique en Tesla (T)

s : section du cadre magnétique en m² f : la fréquence en (Hz)

Transformateur triphasé



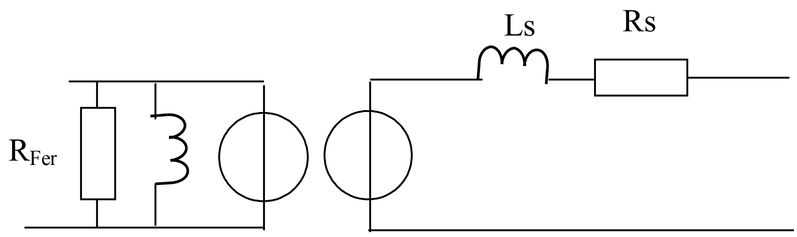
Chaque ligne horizontale représente une colonne
Chaque colonne peut être considérée comme un transformateur monophasé

Rapport

Rapport de colonne : $m_C = \dfrac{N_2}{N_1} = \dfrac{\text{tension aux bornes d'un enroulement du secondaire à vide}}{\text{tension aux bornes d'un enroulement du primaire}}$

Rapport du transformateur : $m = \dfrac{U_{abV}}{U_{AB}}$

Schéma équivalent d'un enroulement



Attention : Il faut utiliser pour les courants (I ou J) et les tensions (U ou V) suivants les couplages.

Pour les puissances, elles correspondent aux trois enroulements donc :

$$P_{Fer} = 3\frac{(U\ ou\ V)^2}{R_{Fer}} \quad \text{et} \quad Q_{\mu} = 3\frac{(U\ ou\ V)^2}{X_{\mu}}$$

Indice Horaire

Représente le déphasage entre les tensions simples (ou composées) de la HT et les tensions simples (ou composées) du BT.

L'indice horaire est la valeur de cet angle divisé par 30°. Soit la HT tension pointant vers 12H et la BT donnant l'heure.

Marche en parallèle

Pour pouvoir coupler des transformateurs en parallèle ceux-ci doivent avoir le même rapport de transformation et le même indice horaire.

Il y a la possibilité par des permutations circulaires des phases du secondaire d'obtenir des indices horaire décalé de 4

Redressement monophasé

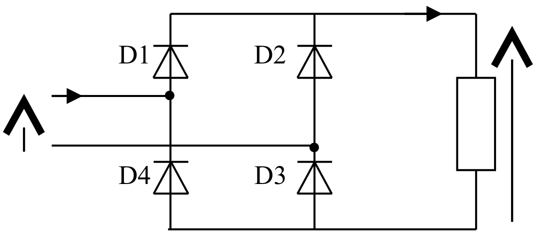
U tension efficace <u> tension moyenne

Facteur de forme : $F=\dfrac{U}{<u>}$ Facteur de puissance $\boxed{k=\dfrac{P}{S}}$

Taux d'ondulation : $\tau=\dfrac{\Delta U}{<u>}=\dfrac{U_{MAX}-U_{MIN}}{<u>}$ avec $\tau^2 = F^2 - 1$

Redressement non commandé

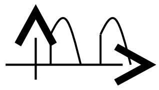
$\boxed{<u_{CH}>=\dfrac{2\,U_{MAX}}{\pi}}$ $\boxed{U=U_{CH}=\dfrac{U_{MAX}}{\sqrt{2}}}$

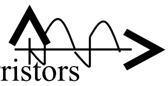


Pour un courant parfaitement lissé dans la charge

$I_{CH} = <i_{CH}> = I$ $<i>=0$ $k=\dfrac{P}{S}=0,9$

Redressement commandé

$$\boxed{\bar{u}=\frac{\hat{u}(\cos\alpha+1)}{\pi}}$$ pour pont mixte 

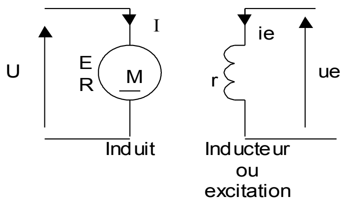
$$\boxed{\bar{u}=\frac{2\,\hat{u}\cos\alpha}{\pi}}$$ pour pont tout thyristors 

Pont tous thyristors toutes les diodes sont remplacées par des thyristors. Il peut fonctionner en onduleur assisté.

Pont mixte les diodes D1 et D2 sont remplacées par des thyristors.

Machine à courant continu

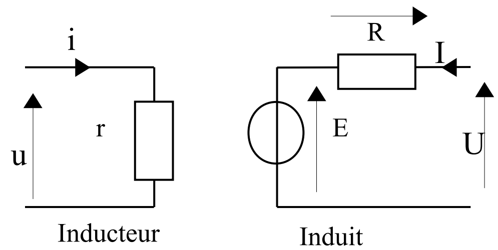
Schéma



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.

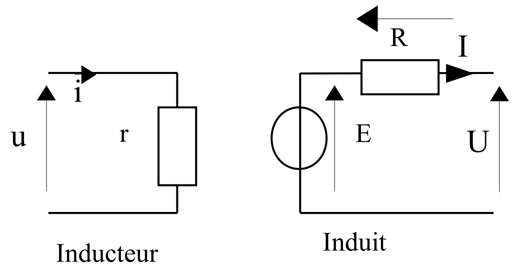
Schémas équivalents

Moteur



$U = E + RI$

Génératrice



$U = E - RI$

Couple électromagnétique et f.e.m :

$$\boxed{\begin{array}{c} T_{EM} = k\,\phi\,I \\ E = k\,\phi\,\Omega \end{array}}$$

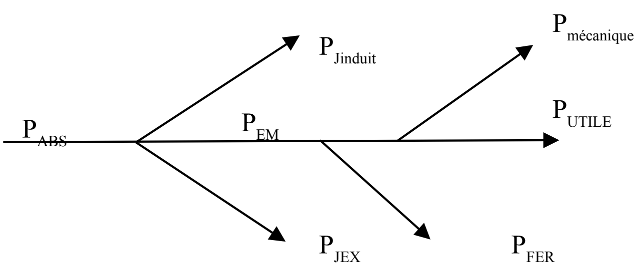
K : coefficient dépendant de la machine
ϕ : Flux magnétique sous un pôle en Weber (Wb)
Ω : vitesse de rotation en rad/s

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

Montage série

$T_{EM} = KI^2$ S'emballe à vide

Bilan des puissances Moteur



$P_{ABS} = UI + ui$

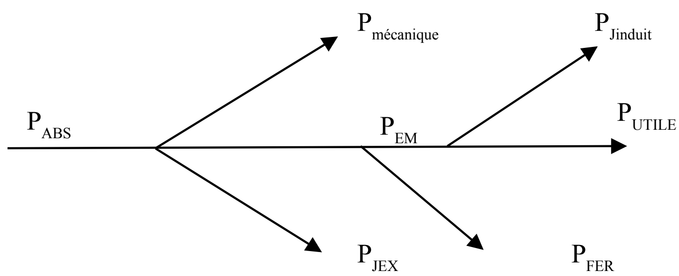
$P_{EM} = E\,I = T_{EM}\,\Omega$

$P_{Jinduit} = RI^2$ $P_{Jex} = ri^2$

Pertes collectives: $P_C = P_{mécanique} + P_{FER}$

$P_{UTILE} = T\,\Omega$

Bilan des puissances Génératrice



$P_{ABS} = T\,\Omega + ui$

$P_{EM} = E\,I = T_{EM}\,\Omega$

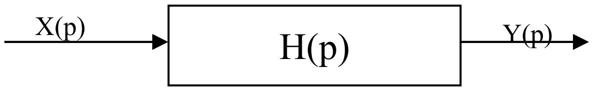
$P_{Jinduit} = RI^2$ $P_{Jex} = ri^2$

Pertes collectives: $P_C = P_{mécanique} + P_{FER}$

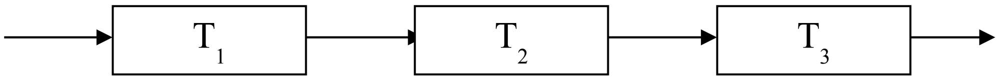
$P_{UTILE} = U\,I$

Asservissement

Fonction de transfert

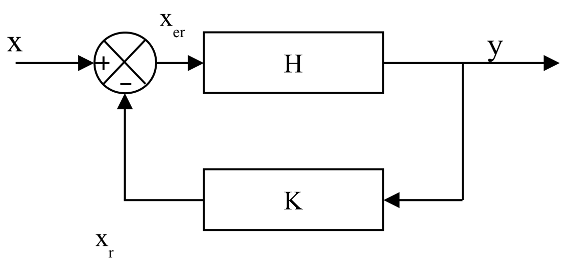


$$H(p)=\frac{Y(p)}{X(p)}$$



$T = T_1\ T_2\ T_3$

Système en boucle fermée



x grandeur de consigne ou d'entrée
x_{er} grandeur d'erreur
x_r grandeur de retour
y grandeur de sortie
H fonction de transfert de la chaîne directe
K fonction de transfert de la chaîne de retour
H K fonction de transfert en boucle ouverte

fonction de transfert en boucle fermée $\boxed{T(p)=\frac{H(p)}{1+K(p)H(p)}}$

Stabilité

Un système est stable si pour variation de l'entrée ou d'une perturbation, il retrouve un état stable (sortie constante) au bout d'un certain temps.
D'après la fonction de transfert en boucle fermée T(p), il y a instabilité pour KH = -1 (en polaire [1;180] ou 0 db et 180°), car T tend alors vers l'infini.

Théorème de la valeur finale

$$\lim_{t\to\infty} f(t)=\lim_{t\to 0} pF(p)$$

Réponse indicielle (à un échelon)

Temps de réponse t_R : temps pour que la sortie y(t) reste dans un intervalle $y_0 \pm 5$ %.

Dépassement $D = y_{MAX} - y_O$

y_O valeur de y(t) pour l'état stable.

Correcteur

1. <u>Proportionnel</u>

C(p) = A améliore la précision et la rapidité, déstabilise

2. <u>Proportionnel intégral</u>

$C(p) = A\,(1+ 1/(\tau_i p))$ τ_i petit -> action grande : erreur statique nulle, déstabilise
$u(t)= A(\varepsilon+1/\tau_I \int \varepsilon dt)$
La commande intégrale peut être considérée comme progressive mais persévérante. Un automobiliste qui appuie sur l'accélérateur jusqu'à atteindre la vitesse désirée et maintenant l'accélérateur afin de conserver une
vitesse constante réalise une action proportionnelle intégrale.

3. <u>Proportionnel dérivé</u>

$C(p) = A\,(1+ \tau_d p)$ τ_d grand -> action grande :améliore la stabilité et la rapidité,
$u(t)= A(\varepsilon+\tau_d d\varepsilon/dt)$