## TD16 : AD1 :

⚠ Variation **ELEMENTAIRE**

$dS = \delta S_{crée} + \delta S_{éch}$.

grp 1

• adiabatique : $Q = 0$ $\quad \Delta S = S_{crée} + \underbrace{S_{échangé}}_{\frac{Q}{T_{front}}} = S_{crée}$

Merci de prendre une feuille par exercice...

• adiabatique réversible : $S_{crée} = 0$, $Q = 0 \Rightarrow \Delta S = 0$

• isochore : $\Delta S = S_{crée} + S_{échangé}$ $\quad \delta S_{éch} = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dU}{T} = \frac{C_v dT}{T}$

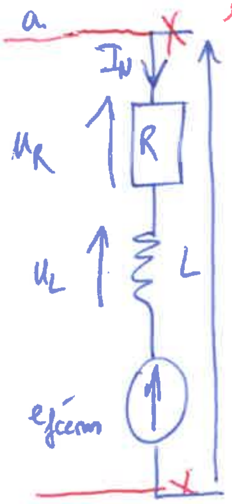
1er pp $dU = \delta W + \delta Q$ avec $\delta W = -P_{ext}\, dV = 0$ pour l'isochore et $dU = C_v\, dT$

• isobare réversible : $\Delta S = S_{échangé}$

$dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dH}{T} = \frac{C_p dT}{T}$

## TD17 : Exercice 1 :

un moteur est 1 récepteur ; il y a un générateur à gauche




$u_N = R I_N + L \frac{dI_N}{dt} + e_{fcem}$

$e_{fcem} = \Phi_0 \omega_N$

en régime nominal $\rightarrow I_N = cste$ $\quad U_N = R I_N + e_{fcem}$

$e_{fcem} = U_N - R I_N = 12 - 0,4 \times 2,5 = 11\,V$

$\Phi_0 = \frac{e_{fcem}}{\omega_N} = \frac{11}{100 \times 2\pi} \simeq 0,017\ V.s$ ou Wb.

$C = \Phi_0 I_N = 0,017 \times 2,5 = 0,0425\ N.m$

$P_a = U_N \times I_N = 30\,W$ $\quad P_a = C \omega_N = 0,0425 \times 100 \times 2\pi = 26,7\,W$

$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{26,7}{30} = 0,89$

b. $\omega_N = 60\ tr \cdot s^{-1}$

$e_{fcem} = \Phi_0 \omega_N = 0{,}017 \times 60 \times 2\pi = 6{,}4\ V$

on veut le même couple que à la question a. $C = cste \Rightarrow I_N = 2{,}5A$

$U_N = e_{fcem} + RI_N = 6{,}4 + 0{,}4 \times 2{,}5 = 7{,}4V$

$P_u = C\omega_N = 0{,}0425 \times 60 \times 2\pi = 16\ W$

$P_a = U_N \times I_N = 7{,}4 \times 2{,}5 = 18{,}5\ W$

$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{16}{18{,}5} \simeq 0{,}86$ → le rendement est ⊖ bon.

N → nominal ($\neq$ ici)

c. $I_{\cancel{N}} = 3{,}75\ A$

$J_{rotor} \frac{d\omega_N}{dt} = C_{em} + C_{autres}$

$\omega_N = 0 \quad C_{em} = C_d = \Phi I_{\cancel{N}} = 0{,}063\ N \cdot m$

$e_{fcem} = 0$ car $\omega_N = 0$ au demarrage

$U_N = RI_N = 1{,}5V$

Groupe 4 : TD 17 : Exercice 2 :

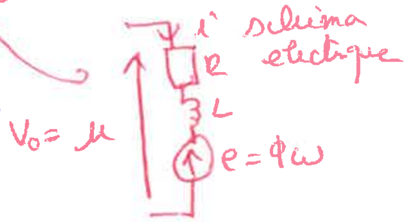
Q1) On nous donne $\begin{cases} R_A = 4{,}61\,\Omega & \text{et } L_A = 3{,}30\,mH\,; \\ R_B = 160\,\Omega & \text{et } L_B = 822\,mH. \end{cases}$

✓ On en déduit alors que le couple A est associé ~~au~~ à l'induit, car $L_A$ et $R_A$ sont des valeurs très faibles devant celles du couple B.
↳ donc I important → spires en //

On déduit finalement que le couple B et l'inducteur.
↳ spires en série → R forte

Q2) Le rotor est bloqué, ~~pour éviter que les champs rotorique et statorique soient orthogonaux~~, pour que le flux du champs magnétique de l'un à travers l'autre ne soit pas nul.
↳ ils le sont forcément dans une MCC

on veut déterminer R et L donc prendre $e = \Phi_0\omega = 0$
$\Rightarrow \omega = 0$




Voir figure 4 :

On voit sur le schéma : $\tau_e' = 7 \times 10^{-4}\,s$.
↳ préciser comment


On donne $V_0 = 10V$.

Or, $U = R \times I_{Amax}$ et $I_{Amax} \simeq 2{,}1A$ (sur le schéma).

d'où $R = \frac{10}{2{,}1} \simeq 4{,}76\,\Omega$. ✓

équa diff $i(t)$ à établir.
$u = Ri + L\frac{di}{dt}$
$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = \frac{V_0}{L}$.

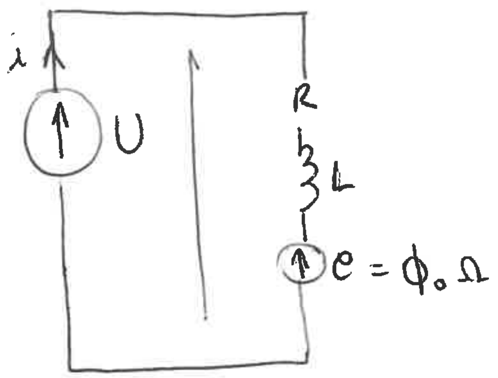
de plus, $\tau_e' = \frac{L}{R}$, pour un circuit LR.

Alors, on trouve $L = \tau_e' \times R$. A.N : $L = 7 \times 10^{-4} \times 4{,}76$
$= 3{,}33\,mH$. ✓

On remarque que les valeurs sont très proches de $L_A$ et $R_A$ (voir Q1), donc cela correspond bien à l'expérience numéro 1. B

TD 17 : Ex. 3 Groupe 3

attention aux calculs approximatifs qui entraînent des relations non homogènes...




a) On donne les équations du moteur :

(E) $U = Ri + L\frac{di}{dt} + \phi_0 \Omega$ → loi des mailles

(M) $J\frac{d\Omega}{dt} = C_m = \phi_0 i$ → th. du moment cinétique appliqué au rotor soumis uniquement au couple $C_m$

b) * De (M), on isole $i$ :

$$i = \frac{J}{\phi_0}\frac{d\Omega}{dt} \longrightarrow i = \frac{Jp\,\Omega(p)}{\phi_0}$$

On injecte dans (E) :

$$\underline{U} = i(R+Lp) + \phi_0 \underline{\Omega} = \frac{Jp\underline{\Omega}}{\phi_0}(R+Lp) + \phi_0 \underline{\Omega}$$

$$\Leftrightarrow \underline{U} = \underline{\Omega}\left(\frac{Jp}{\phi_0}(R+Lp) + \phi_0\right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{\underline{\Omega}}{\underline{U}} = \frac{1}{\frac{Jp}{\phi_0}(R+Lp)+\phi_0} = \frac{1/\phi_0}{1+\frac{JpR}{\phi_0^2}+\frac{JLp^2}{\phi_0^2}} = \underline{H}(p)$$

On reconnaît la fonction de transfert d'un filtre passe-bas d'ordre 2

* On suppose que L est très faible donc

$$\underline{H}(p) \simeq \frac{1/\phi_0}{1+\frac{JR}{\phi_0^2}p} = \frac{\underline{\Omega}}{\underline{U}} \Leftrightarrow \underline{\Omega} + \frac{JR}{\phi_0^2}\underline{\Omega}p = \frac{\underline{U}}{\phi_0}$$

$$\Rightarrow \frac{d\Omega}{dt} + \frac{\phi_0^2\Omega}{JR} = \frac{\phi_0 U}{JR}$$

On en déduit $\Omega(t)$ :

$$\Omega(t) = Ae^{-t/JR} + \cancel{\phi_0} U / \phi_0$$

ou en régime permanent
$\Omega(p) = 0$

vérifie l'homogénéité des expressions.

Ensuite, en régime permanent, $t \to +\infty$

Ainsi,

$$\Omega(t) = \Omega_0 = \frac{\phi_0 U_0}{\cancel{JR}\,\phi_0} = \cancel{0{,}5 \times 15} = \cancel{7{,}5 \text{ rad.s}^{-1}}$$

$30 \text{ rad.s}^{-1}$

2) On applique un couple résistant :

$$\frac{d\Omega(t)}{dt} + \frac{\phi_0^2 \Omega(t)}{JR} = \frac{\phi_0}{JR} U - \frac{C_R}{J}$$

relation non homogène
$J \frac{d\Omega}{dt} = C_0 - C_R$

Ainsi,

$$\Omega(t) = A'e^{-t/JR} + \phi_0 U - JRC_R$$

En régime permanent,

$$\Omega'_0 = \frac{\cancel{\phi_0} U_0}{J} - \frac{\cancel{J} R C_R}{\phi_0^2} = 0{,}5 \times \cancel{15} - 5\times10^{-2} \times 1 \times 20 \simeq 6{,}5 \text{ rad.s}^{-1}$$

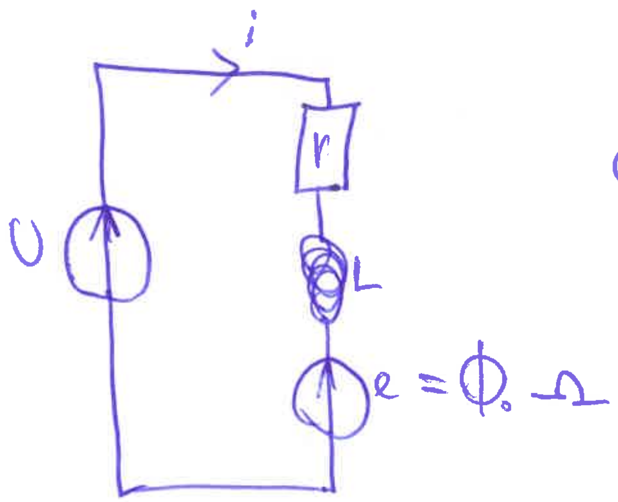
$\Omega'_0 = -50 \text{ rad.s}^{-1} < 0$ pas possible que le moteur tourne dans le sens opposé.

$C_r = 20 \text{ N.m} > C_0 = 0{,}5 \times 30 = 15 \text{ N.m}$

$\hookrightarrow$ le moteur va s'arrêter

TD 17 exc IV groupe 6 page 1

1) MCC :

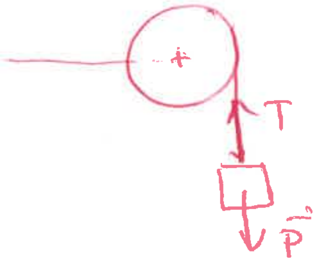



$C_{mot} = \Phi_0 \, i$

en régime permanent, $U = r\,i + e$

or, $i = \dfrac{C_{mot}}{\Phi_0}$ et $e = \Phi_0 \Omega$

donc $\boxed{U = \dfrac{r\,C_{mot}}{\Phi_0} + \Phi_0 \Omega}$




- la masse m est soumise à son poids : $P = mg$ et à la tension du fil.
  schéma ?
  en régime permanent $T = mg$
- la poulie est soumise au moment créé par la masse m.
  (couple)


$C_{poids} = a \,.\, P = a\,m\,g$
(force x bras de levier)

Pour que la masse soit soulevée, il faut $C_{mot} = C_{poids}$.

donc $U = \dfrac{r\,C_{poids}}{\Phi_0} + \Phi_0 \Omega$ or, $v = a\,\Omega$

donc $U = \dfrac{r\, a\, mg}{\Phi_0} + \dfrac{\Phi_0\, v}{a}$

$$\Leftrightarrow \boxed{v = \left(U - \frac{r\, a mg}{\Phi_0}\right)\frac{a}{\Phi_0}}$$

B

2) On applique le <u>TMC scalaire</u> au rotor de la MCC.

$$J\frac{d\Omega}{dt} = C_{mot} - C_{poids}$$

$$= \Phi_0 i - a mg$$

que représente J ici ? moment d'inertie de la MCC

donc $\boxed{i = \dfrac{J}{\Phi_0}\dfrac{d\Omega}{dt} + \dfrac{a mg}{\Phi_0}}$

<u>loi des mailles :</u> $U = r i + L\dfrac{di}{dt} + e$

$$\Leftrightarrow U = r i + L\frac{di}{dt} + \Phi_0\,\Omega$$

$$\Leftrightarrow U = r i + L\frac{di}{dt} + \frac{\Phi_0 v}{a}$$

On remplace i par son expression trouvée précédemment.

alors : $r\left(\dfrac{J}{\Phi_0}\dfrac{d\Omega}{dt} + \dfrac{a mg}{\Phi_0}\right) + L\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{J}{\Phi_0}\dfrac{d\Omega}{dt} + \dfrac{a mg}{\Phi_0}\right) + \dfrac{\Phi_0 v}{a} = U$

or, $\dfrac{d\Omega}{dt} = \dfrac{1}{a}\dfrac{dv}{dt}$

donc $r\left(\dfrac{J}{a\Phi_0}\dfrac{dv}{dt} + \dfrac{a mg}{\Phi_0}\right) + L\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{J}{a\Phi_0}\dfrac{dv}{dt} + \dfrac{a mg}{\Phi_0}\right) + \dfrac{\Phi_0 v}{a} = U$

$$\Leftrightarrow \frac{rJ}{a\Phi_0}\frac{dv}{dt} + \frac{ramg}{\Phi_0} + \frac{LJ}{a\Phi_0}\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{\Phi_0 v}{a} = U$$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2v}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{dv}{dt} + \frac{\Phi_0^2}{LJ} v = \frac{Ua\Phi_0}{LJ} - \frac{ra^2mg}{LJ}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{dv}{dt} + \frac{\Phi_0^2}{LJ} v = \frac{a}{LJ}\left(\Phi_0 U - ramg\right)}$$

C'est une equation différentielle d'ordre 2.

Les coefficients devant $v$ et ses dérivées sont de même signe, donc le système est stable.

3) En régime stationnaire, l'équation devient :

$$\frac{\Phi_0^2}{LJ} v = \frac{a}{LJ}\left(\Phi_0 U - ramg\right)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{v = \frac{a}{\Phi_0}\left(U - \frac{ramg}{\Phi_0}\right)}$$

on retrouve bien l'expression de 1)

2) TMC à la poulie de moment d'inertie nul $\begin{cases} \Phi_0 i - aT = 0 \\ \Phi_0 i - mga = 0 \end{cases}$

PFD à m $\quad m\frac{dv}{dt} = T - mg \quad$ et $v = a\Omega$.

Maille $\quad u = ri + L\frac{di}{dt} + \Phi_0\Omega$

↳ on trouve de même une équa. diff d'ordre 2 stable pour $v$ dans laquelle $J$ moment d'inertie du rotor n'apparaît pas.

# Exercice 5, Feuille 17, Groupe 2

1. • En Régime Permanent $i_R = cste$

→ Resistance électrique (r)

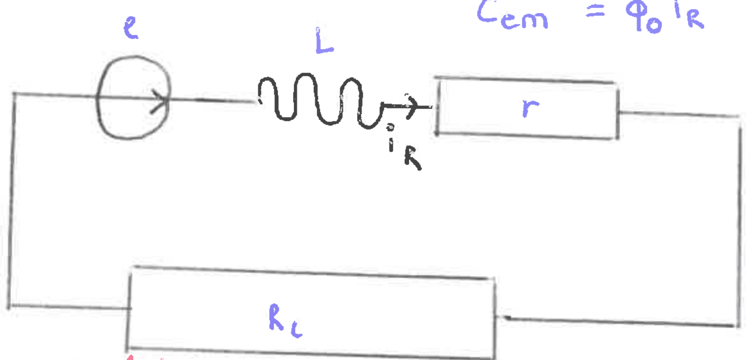
• Au démarage $i_R(t) \neq cste$

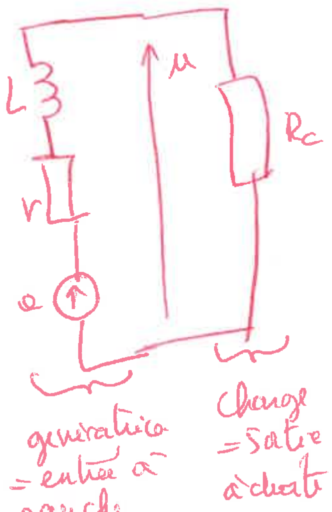
→ L (induit propre)

• Inductance mutuelle $\phi(B_s \to \text{rotor}) = \underbrace{\vec{B_R} \cdot \vec{S_s}}_{\neq 0} \cdot N_R$

Donc d'après la loi de Faraday il existe une fem induite.

$C_{em} = \phi_0 i_R$




2. Théorème scalaire du moment cinétique appliqué au rotor

$$J \frac{d\Omega}{dt} = C_{em} - C_r$$ <0 car s'oppose au mouvement

sachant que $\Omega = cste$.

$$0 = C_{em} - C_r \iff C_{em} = C_r$$

$$\iff \phi_0 i_R = C_r \iff i_R = \frac{C_r}{\phi_0}$$

En Regime permanent (LOI DES MAILLE).

(AN) $i_R = \frac{0{,}5}{0{,}12} = 4{,}17$ A.

$$\frac{(r+R_c) i_R}{\phi_0} = \Omega \qquad \text{(AN)} \ \Omega = 120 \text{ rad.s}^{-1}$$

3. $$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{attendue}} = \frac{U \times I_r}{\cancel{U \times I_n}} = \frac{R_{ch} \times I_R^2}{\cancel{U_n \times I_n}} = \frac{3 \times (4{,}17)^2}{\cancel{40 \times 6}} = \cancel{0{,}29}$$

0,88

$0{,}12 \times 4{,}2 \times 120$

↳ dépense $= C\Omega = \phi_0 I_R \Omega$

Donc on a un rendement de ~~29~~ %. La machine ne fonctionne pas selon les conditions nominales | $i = 4{,}2 < I_N = 6A$

$u = \phi_0 e - ri = 10V < U_N = 40V$