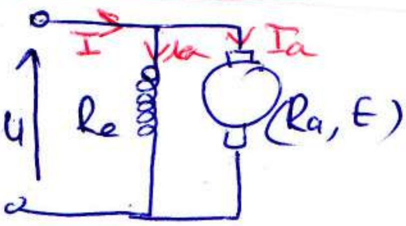
Solution fiche TD no 3
L3. ELM

exercice no 1



$R_e = 100\,\Omega$, $R_a = 0{,}5\,\Omega$, $U = 200\,V$, $I = 22A$

1) $i_{ex} = \frac{U}{R_e} = \frac{200}{100} = 2A.$

$I_A = I - i_{ex} = 22 - 2 = 20A$

2) $E = ?$

$U = E + R_a I_a \Rightarrow E = U - R_a I_a = 200 - 0{,}5 \times 20 = 190V$

3) Pertes Joules Inducteur.

$P_{jind} = R_e \cdot i_{ex}^2 = 100 \times (2)^2 = 400\,W$

Pertes Joules Induit

$P_{ja} = R_a \cdot I_a^2 = 0{,}5 \times (20)^2 = 200\,W$

4) Puissance Absorbeé

$P_a = U.I = 22 \times 200 = 4400.W$

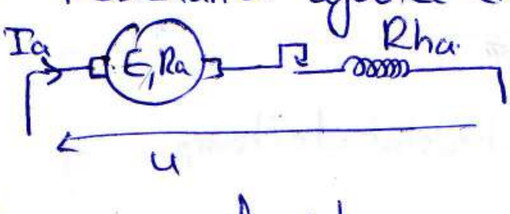
Puissance Utile.

$P_u = P_a - \sum Pertes = P_a - (P_{jind} + P_{ja} + P_c)$

$= 4400 - (400 + 200 + 200)$

$P_u = 3600\,W$

5) Resistance ajoutée en serie avec l'induit



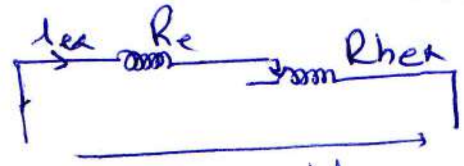
$U = E + (R_a + R_{ha}) I_{ad}$

avec $E = K n \phi$ sachant qu'au demarrage la vitesse $n = 0$ donc $E = k \times 0 \times \phi = 0\,V$.

$\Rightarrow$ on remplace E dans $U = 0 + (R_a + R_{ha}) \cdot I_{ad} \Rightarrow$

$\frac{U}{I_{ad}} - R_a = R_{hd} \Rightarrow R_{ha} = \frac{200}{30} - 0{,}5 = 6{,}16\,\Omega$

6) Rôle du Rheostat du champs



$\Rightarrow U = (R_e + Rh_{ex}) \cdot i_{ex}$

$$\Rightarrow i_{ex} = \frac{U}{R_e + Rh_{ex}} \quad (1)$$

on sait aussi que :

$$\begin{cases} U = E + R_a I_a \\ E = K n \cdot \phi \\ \phi = f(i_{ex}) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = U - R_a I_a \\ E = K \cdot n \, i_{ex} \end{cases}$$

par identification $U - R_a \cdot I_a = K \cdot n \cdot i_{ex}$

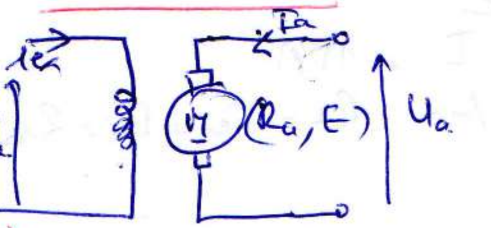
$$\frac{U - R_a \cdot I_a}{K \cdot i_{ex}} = n \quad (2)$$

- On remarque que d'aprés la relation (2) pour diminuer la vitesse "n" on doit augmenter "i_{ex}"
- et d'apres la relation (1) pour augmenter le courant i_{ex} il faut diminuer la valeur du Rheostat d'exitation Rh_{ex}
- et l'inverse aussi c.a.d pour augmenter la vitesse "n" on doit diminuer "i_{ex}" c.a.d augmenter la valeur du Rheostat d'excitation ou Rheostat de champ.

N.B $N \nearrow$ (Vitesse) $\Rightarrow i_{ex} \searrow$ (courant excitation) $\Rightarrow Rh_{ex} \nearrow$ (Rheostat de champ)

$N \searrow \Rightarrow i_{ex} \nearrow \Rightarrow Rh_{ex} \searrow$

exercice no2



$U_a = 38\,V$, $R_a = 0{,}2\,\Omega$
$I_a = I = 5\,A$, $n = 1000\,tr/mn$.
$i_{ex} = cte$. (donné la première phrase ds l'exercice).

I) 1) E de l'induit

$U_a = E + R_a I_a \Rightarrow E = U_a - R_a I_a = 38 - 0{,}2 \times 5 = 37\,V$.

2) Couple electromagnetique C_{em}.

$$\begin{cases} C_{em} = \dfrac{P_{em}}{\Omega} \\ P_{em} = E.I_a \\ \Omega = \dfrac{2\pi n}{60} \end{cases} \Rightarrow C_{em} = \frac{E.I_a \times 60}{2\pi n} = \frac{37 \times 5 \times 60}{2\pi\, 1000} = 1{,}76\,N.m$$

3) $E = K.n$?

on sait que $\left.\begin{array}{l} E = K.n\,\phi \\ \phi = f(i_{ex}) \end{array}\right\}$ $E = K.n.i_{ex}$.

$i_{ex} = cte \Rightarrow E = K.n.\,cte$.

$E = K'.n$

$K' = K.cte$.

donc la f.e.m E varie qu'avec la vitesse n.

II) a) C'_{em} = ?

on sait que $C_{em} = \dfrac{E.I_a.60}{2\pi n} = \dfrac{(K.n.)\,I_a.60}{2\pi n} = \dfrac{K.I_a \times 60}{2\pi}$

$C'_{em} = \dfrac{E'.I'_a.60}{2\pi n'} = \dfrac{(Kn')I'_a \times 60}{2\pi n'} = \dfrac{K.I'_a \times 60}{2\pi}$

divisons C_{em} sur C'_{em}

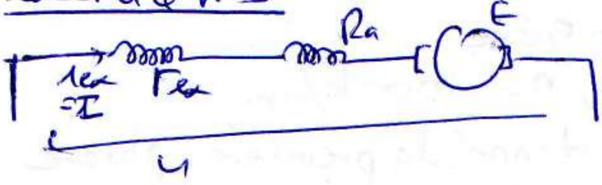
$$\frac{C_{em}}{C'_{em}} = \left(\frac{K.I_a \times 60}{2\pi}\right) \times \left(\frac{2\pi}{K I'_a \times 60}\right) = \frac{I_a}{I'_a} \Rightarrow \boxed{C'_{em} = \frac{C_{em} \times I'_a}{I_a}}$$

A.N. $C'_{em} = 1{,}76 \times \dfrac{3{,}8}{5} = 1{,}337\,N.m$

b) n' ? $\left.\begin{array}{l} E = Kn \\ E' = Kn' \end{array}\right\}$ $\dfrac{E}{E'} = \dfrac{n}{n'} \Rightarrow$ ~~$E \times \dfrac{E \times n'}{n}$~~ $n' = \dfrac{E' \times n}{E}$

avec $E' = U - R_a I'_a$
$= 38 - 0{,}2 \times 3{,}8 = 37{,}24\,V$ et $n' = \dfrac{37{,}24 \times 1000}{37} = \boxed{1006\,tr/m}$

exercice n°3



moteur serie

$I_a = I_{ex} = I = 15A.$

$n = 1500\ tr/mn$, $R_t = r_{ex} + R_a = 2\Omega$

1) $E = ?$

$U = E + R_t \cdot I \Rightarrow E = U - R_t I = 240 - 2 \times 15 = 210V$

2) $C_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega}$, $P_{em} = E.I.$, $\Omega = \frac{2\pi n}{60}$ $\Big\}$ $C_{em} = \frac{E.I}{2\pi n} \times 60 = \frac{210 \times 15 \times 60}{2\pi \times 1500} = 20,06\ N.m$

3) $P_a = ?$

$P_a = U.I = 240 \times 15 = 3600W$

$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{3}{3,6} = 0,83$

4) $P_j = R_t \times I^2 = 2 \times (15)^2 = 450W.$

$P_c = P_a - P_u - P_{jT}$

$P_{jT} = R_t \cdot I^2 = 2 \times (15)^2 = 450W$

$P_c = 3600 - 3000 - 450 = 150W$

$P_c = 150W$

II $E = K.n.I.$

on sait que $E = K.n\phi$ ...(1)

$\phi = f(i_{ex}) = a.i_{ex}$ (il n'est pas saturé)

et moteur serie donc $i_{ex} = I = I_a$.

donc $\phi = a.I$ on remplace dans (1) : $E = Kn.x(aI_a)$

donc $E = \underbrace{K.a}_{K'} \times n.I = K'.n\,I. \Rightarrow \boxed{E = K'nI}$

$K' = ? \Rightarrow K' = \frac{E}{nI} = \frac{210}{1500 \times 15} \times 60$ car n est demandé en tr/s

$K' = 0,56$

b) On neglige les pertes

$$\begin{cases} P_{em} = C_{em} \cdot \Omega \\ P_{em} = E \cdot I \end{cases} \Rightarrow C_{em} \cdot \Omega = E \cdot I$$

$$\frac{C_{em} \cdot 2\pi n}{\cancel{60}} = (K'_t \cdot n \cdot I) \cdot I$$

$$\frac{C_{em} \cdot 2\pi n}{K'_t \cdot n} = I^2 \Rightarrow \boxed{I = \sqrt{\frac{2\pi \times C_{em}}{0,56}}}$$

c) $n = f(U) = ?$ à $I = cte$.

$U = E + R_t \cdot I$ .... (1)

$E = K' \times n\, I$ et puisque $I = cte$ donc on peut ecrire $E = K' \cdot n$. on remplace dans (1)

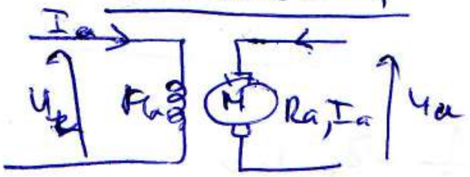
$U = E + R_t \cdot I$

$$U = K'n + R_t \cdot I \Rightarrow n = \frac{U}{K'} - \frac{R_t \cdot I}{K'} = \frac{U}{0,56} - \frac{2 \times 15}{0,56}$$

$$n = 1,78 \times U - 53,57$$

---

exercice no 4



$R_a = 0,3\,\Omega$, $P_c = 0$, $n = 1200$ tr/mn.
$U_a = U_{rotor} = 400\,V$.
$I_{ex} = 1,5\,A$

Determination de $K\phi$ pour un $I_{ex} = 1,5\,A$.

$I_{ex} = 1,5\,A \longrightarrow E_{ex} = 308\,V$ (du tableau)

$E_{ex} = K n \phi \Rightarrow K\phi = \frac{E_{ex}}{n} = \frac{308}{1200} = 0,256$ — E de l'inducteur

a vide le rotor a un courant $I_a = 0\,A$ donc

$U = E_{ind} + R_a \cancel{I_a} = E_{ind} = 400\,V$ et $E_{ind} = K \cdot n_{rotor} \phi \Rightarrow n = \frac{E_{ind}}{K\phi}$ — de l'induit

$$\frac{400}{0,256} = n_{rotor}$$

$$\Rightarrow \boxed{n_{rotor} = 1563 \text{ tr/mn}}$$

2) $I_{a_2} = 40A$, $U_2 = 300V$

$i_{ex_2} = 2,5A$, $E_2 = 338V$

on calcule le nouveau $(K\phi)_2$

$(K\phi)_2 = \frac{E_{2ex}}{n} = \frac{338}{1200} = 0,281$

on calcul E_{2ind} de l'induit.

$U_2 = E_{2ind} + R_a I_{a2} \Rightarrow E_{ind2} = U_2 - R_a I_{a2} = 300 - 0,3 \times 40$

$E_{ind_2} = 288V$

$n_2 = \frac{E_{2induit}}{(K\phi)_2} = \frac{288}{0,281} = 1025\ tr/mn$

3) $n_3 = 1000\ tr/mn$

$i_{ex_3} = 2A \longrightarrow E_{3\,inducteur} = 328V$

$(K\phi)_3 = \frac{E_{3\,inducteur}}{n} = \frac{328}{1200} = 0,273$

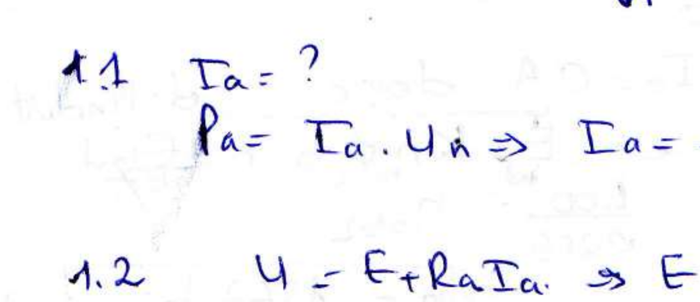
à vide $I_{a_3} = 0$ et $E_{3\,rotor} = (K\phi) n_3$

$= 0,273 \times 1000 = 273V$

$E_{3\,rotor} = 273\,V$

---

exercice no 5



$\Omega_{tambour} = \frac{1}{20} \Omega_{moteur}$

$R_a = 0,5\,\Omega$, $I_{ex} = 5A$

$U_n = 240V$, $M = 4800/\pi$

$g = 10m/s^2$, $v = 11\pi/60\ m/s$

$P_a = 9,6kW$, $U = U_n$.

1.1 $I_a = ?$

$P_a = I_a \cdot U_n \Rightarrow I_a = \frac{P_a}{U} = \frac{9,6}{240} = 40A$

1.2 $U = E + R_a I_a \Rightarrow E = U - R_a I_a \Rightarrow$

$= 240 - 0,5 \times 40$

$E = 220V$

1.3) $P_{u\,treuil} = F.v$

$= M.g.v$

$= \frac{4800}{\pi} \times 10 \times \frac{11\pi}{60}$

$P_{u\,treuil} = 8800\ W$

1.4) $C_{u\,moteur} = ? \Rightarrow C_u = \frac{P_{u\,moteur}}{\Omega_{moteur}}$ ($P_{u\,treuil} = P_{u\,moteur}$)

$\Omega_{moteur} = 20\,\Omega_{tambour}$

Determinons $\Omega_{tambour}$:

$$\begin{cases} v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{t} \\ \Omega = \frac{2\pi}{t} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_{tambour}}{\Omega_{tambour}} = \frac{2\pi R}{t} \times \frac{t}{2\pi} = R$$

$\Omega_{tambour} = v_{tambour} / R$

$\Omega_{tambour} = \frac{11\pi}{60} \cdot \frac{1}{0,1} = \frac{11\pi}{6} = 115,2\ rd/s$

donc $C_u = \frac{P_u}{\Omega_{moteur}} = \frac{8800}{\frac{11\pi}{6}} = 76,38\ N.m$

1.5) $n_{moteur} = ?$

$\Omega_{moteur} = 2\pi \frac{n_{moteur}}{60} \rightarrow n_{moteur} = \frac{60\,\Omega_{moteur}}{2\pi}$

$= \frac{60 \times 115,2}{2\pi}$

$n_{moteur} = 1100\ tr/mn$