Partie A

1°/ a) D'après le relevé (fig 2) $T = 4{,}33\,ms$

$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = 230\,Hz$

et $p = \frac{f}{n} = \frac{230}{\frac{2300}{60}} = \frac{230 \times 60}{2300} = 6$

il y a 6 paires de pôles

b) les 3 résistances identiques forment une charge équilibrée : le potentiel du point commun de cette charge est donc 0V $\Rightarrow$ le point M représente un neutre artificiel.

2°/

a)

$\vec{Es} = \vec{V} + R\vec{I} + X\vec{I}$ $\quad (\underline{Es} = \underline{V} + jX\underline{I} + R\underline{I})$

b) $Es = 18{,}7\,V$ $\quad RI = 0{,}1 \times 30 = 3\,V$

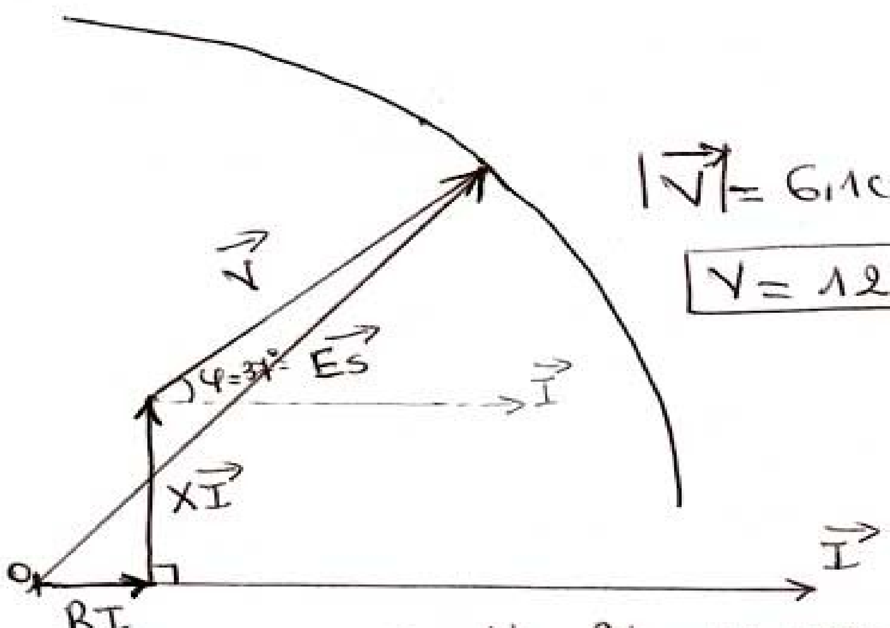
$XI = 0{,}22 \times 30 = 6{,}6\,V$

$\cos\varphi = 0{,}8 \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}(0{,}8) = 36{,}86° = (\vec{I}, \vec{V})$ (37°)

$\varphi > 0$ car charge inductive

on commence à placer les vecteurs $R\vec{I}$ et $X\vec{I}$ puis on trace un axe à 37° par rapport à $\vec{I}$ puis un arc de cercle de centre O et rayon $Es = 18{,}7\,V$ termine la construction

Echelle $2V \longrightarrow 1cm$



$|\vec{V}| = 6{,}1 cm \times 2V/cm$

$\boxed{V = 12{,}2V}$

3°/ a) $U = 21V \Longrightarrow V = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{21}{\sqrt{3}} \simeq 12{,}12V$

Puissance électrique utile fournie à la charge:

$P = UI\sqrt{3}\cos\varphi = 21 \times 30 \times \sqrt{3} \times 0{,}8 = 873 W$

b) Puissance mécanique absorbée par le rotor

$P_M = P_u + \sum \text{pertes} = P_u + pJS + \underbrace{pméc + pfs}_{80W}$

$pJS = 3RI^2$ (car la machine est couplée en étoile)

$pJS = 3 \times 0{,}1 \times 30^2 = 270W$

$P_M = 873 + 270 + 80 = 1223W$

$T = \frac{P_M}{\Omega}$ $\quad \Omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi\, 2300}{60} = 241{,}5 \, rd\,s^{-1}$

$T = 1223/241{,}5 \simeq 5{,}1 N.m$

c) $\eta = \frac{P_u}{P_a}$ $\quad P_a = P_M + P_{exc}$; $P_{exc} = V_{ex} \times I_{ex}$

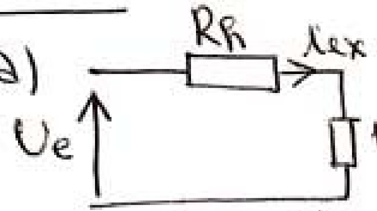
$P_{exc} = 12 \times 1{,}5 = 18W$

$P_a = 1223 + 18 = 1241W$

$\eta = \frac{873}{1241} = 70{,}34\%$

Partie B

1°/ a)



$U_e = (R_h + r) \cdot i_{ex}$

$\Longrightarrow \dfrac{U_e}{i_{ex}} = R_h + r$

donc $R_h = \dfrac{U_e}{i_{ex}} - r = \dfrac{220}{0{,}15} - 536 = 931\,\Omega$

b) $E = U - RI = 220 - 3{,}75 \times 5 = 201\,V$

c) à <u>excitation constante</u>, la f.e.m est proportionnelle à la fréquence de rotation $E = k' \times n$

Pour $i_{ex} = 0{,}15\,A \Longrightarrow E_v = 180\,V$ pour $n_v = 3000\,tr/min$

Pour cette même excitation et en charge $E_v = 201\,V$

$$\Longrightarrow \begin{cases} E_v = k' \times n_v \\ E = k' \times n \end{cases} \Longrightarrow \frac{E}{E_v} = \frac{k' \times n}{k' \times n_v} = \frac{n_v}{n}$$

$$\Longrightarrow n = n_v \times \frac{E}{E_v} = 3000 \times \frac{201}{180} = \underline{\underline{3350\,tr/min}}$$

d)

$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{E \times I}{\Omega} = \frac{E \times I}{2\pi \frac{n}{60}} = \frac{201 \times 5}{2\pi \times \frac{3350}{60}} = 2{,}86\,N{\cdot}m$$

2°/ Lorsque le circuit magnétique n'est pas saturé le flux magnétique dépend du courant d'excitation

$$\Phi = K_0 \times i_{ex}$$

on a aussi $T_{em} = K\Phi \cdot I = \underbrace{K \times K_0}_{k} \times i_{ex} \cdot I$

$\boxed{T_{em} = k \times i_{ex} \times I}$ avec $k = K \times K_0$

3°/ $R'_h = 564\,\Omega$ on a toujours $\Phi = K_0 \times i_{ex}$

et $T_{em} = 2{,}86\,N{\cdot}m$

a) $$i_{ex} = \frac{U_e}{R'_h + r} = \frac{220}{564+536} = \underline{0{,}2A}$$

b) $$T_{em} = k \cdot i_{ex} \cdot I = k \cdot i'_{ex} \cdot I'$$

$$\Longrightarrow i_{ex} \cdot I = i'_{ex} \cdot I' \Longrightarrow \boxed{I' = \frac{i_{ex}}{i'_{ex}} \cdot I}$$

$$I' = \frac{0{,}15}{0{,}2} \times 5 = \underline{3{,}75\,A}$$

c) $$E' = U - RI' = 220 - 3{,}75 \times 3{,}75 \simeq 206\,V$$

d) $$\Omega' = \frac{P_{em}}{T_{em}} = \frac{E' \times I'}{T_{em}} = \frac{206 \times 3{,}75}{2{,}86} = 270\,rd\,s^{-1}$$

$$\Longrightarrow n' = \frac{60}{2\pi} \times \Omega' = \frac{60}{2\pi} \times 270 = 2578\ tr/min$$

la vitesse du moteur a diminué : puisque le courant d'excitation a augmenté.

e) $$p_c = p_{fer} + p_{mec}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$, on calcule P_a

$$P_a = U I' + U_{ex} I_{ex} = 220 \times 3{,}75 + 220 \times 0{,}2$$

$$P_a = 869\,W$$

$$\Longrightarrow P_u = P_a \times \eta = 869 \times 0{,}86 = 747{,}5\,W$$

$$P_J = P_{J\,induit} + P_{J\,induct} = RI'^2 + (R_h + r) i_{ex}^2$$

$$= 3{,}75 \times 3{,}75^2 + (564 + 536) \times 0{,}2^2 = 96{,}7\,W$$

$$p_c = P_a - P_u - p_J = 869 - 747{,}5 - 96{,}7$$

$$p_c \simeq 25\,W$$

f) $$T_u = \frac{P_u}{\Omega'} = \frac{P_u}{\frac{2\pi n'}{60}} = \frac{747{,}5}{270} = \underline{2{,}77\,N.m}$$

4°/

à vide $I \simeq 0A \Rightarrow U = E'v = 220V$

lors de l'essai à vide du début d'énoncé

on a $n_v = 3000$ tr/min pour $\left\{ \begin{array}{l} E_v = 240V \\ i_{ex} = 0,2A \end{array} \right.$

Pour notre essai $n'v = \frac{E'v}{E_v} \times n_v = \frac{220}{240} \times 3000$

$n'v = 2750$ tr/min

on a $T_u = 0$ N.m

b) le second point de la droite est donné par la réponse à la question 3°/

$\left(\begin{array}{l} T_u = 2,77 \text{ Nm} \\ n = 2578 \text{ tr/min} \end{array} \right)$

le point de fonctionnement est lu graphiquement

$T_u = T_r = 2,2$ Nm et $n = 2620$ tr/min

c) $P_u = T_u \times \Omega$ $\quad \Omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \times 2620}{60}$

$\Omega = 275,1$ rd/s

$P_u = 2,2 \times 275,1$

$\boxed{P_u = 605W}$

Partie C

Exo1 : 1°/ le rôle de l'inductance est de lisser le courant

2°/ voir document réponse

on a $\forall t$: $I_E = i_H + i_D$

pour $0 < t < \alpha T$ H : fermé $\Rightarrow$ la diode D bloquée

et $i_D = 0 \Rightarrow \boxed{i_H = I_E} = 0{,}8\,A$

$V + \underbrace{u_H}_{0} - u = 0 \Rightarrow V - u = 0 \Rightarrow \boxed{u = V}$

0 car le thyristor conduit $\quad u = 400\,V$

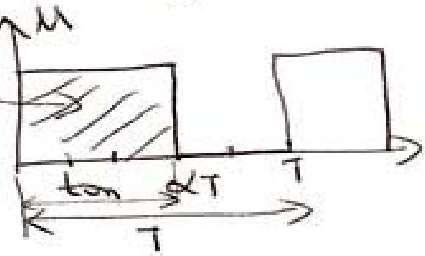
pour $\alpha T < t < T$: H ouvert $\Rightarrow i_H = 0$

$\Rightarrow \boxed{i_D = I_E} = 0{,}8\,A$ la diode conduit $\Rightarrow$

$u = 0\,V \Rightarrow u_H = V = 400\,V$

car $V = u_H + \underbrace{u}_{0} = u_H$

5°/ $\langle u \rangle = \dfrac{V \alpha T}{T}$



$\langle u \rangle = \dfrac{\alpha T \times V}{T} = \alpha V \qquad \alpha = \dfrac{t_{on}}{T}$

$\alpha = \dfrac{3\,div}{5\,div} = 0{,}6$

$\langle u \rangle = 0{,}6 \times 400 = 240\,V$

6°/ $u_L = L \dfrac{di_E}{dt}$ et $\boxed{\langle u_L \rangle = 0\,V}$

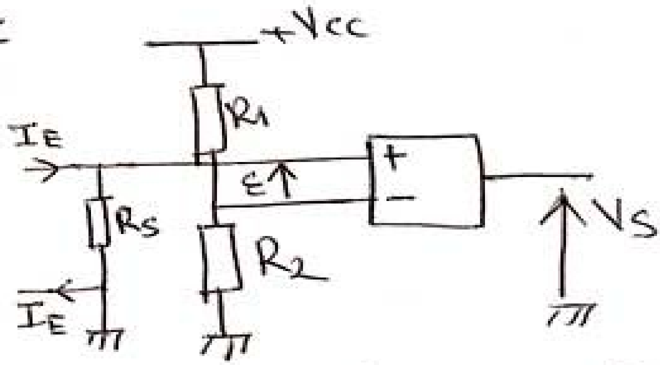
7°/ $u = u_L + r I_E$

$\langle u \rangle = \underbrace{\langle u_L \rangle}_{0} + r \langle I_E \rangle$

$\Rightarrow \langle u \rangle = r I_E$

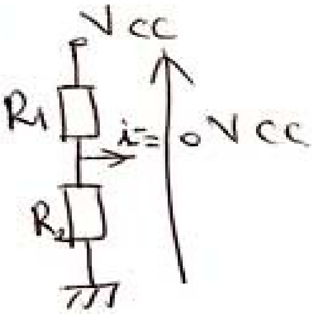
$I_E = \dfrac{\langle u \rangle}{r} = \dfrac{240}{300} = \underline{0{,}8\,A}$

exo 2



1°/ $V^- = \frac{V_{cc} \times R_2}{R_1 + R_2}$

(le principe de division de tension)



2°/ $V^+ = R_S I_E$

3°/ Il y'a pas de contre-réaction négative (liaison électrique entre la sortie et l'entrée(-) de l'AOP)

donc l'AOP fonctionne en régime de saturation

$V_S = \pm V_{sat}$.

4°/ $V_S = +V_{sat} \Longrightarrow \varepsilon > 0 \qquad \varepsilon = V^+ - V^-$

donc $V^+ - V^- > 0 \Longrightarrow V^+ > V^- \Longrightarrow R_S I_E > V^-$

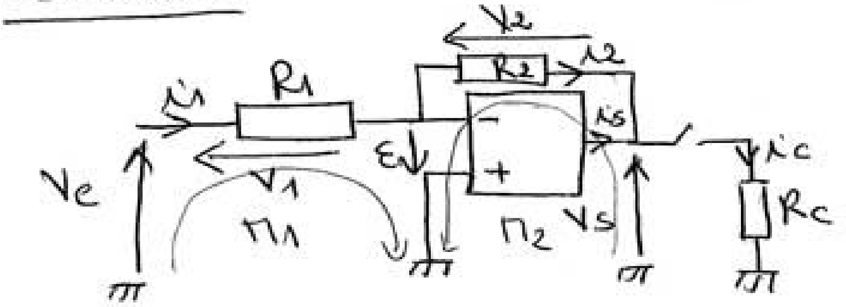
$\Longrightarrow R_S I_E > \frac{V_{cc} R_2}{R_1 + R_2} \Longrightarrow \boxed{I_E > \frac{V_{cc} \times}{(R_1 + R_2)} \times \frac{R_2}{R_S}}$

AN: $I_E > \frac{15 \times}{1 + 29} \frac{29}{1} \Longrightarrow I_E > \frac{15}{30} \times 29$

$I_E > 14{,}5\,mA$

5°/ si le courant inducteur baisse, le flux magnétique baisse et la vitesse du moteur croît et le moteur s'emballe. (si $I_E \searrow \Rightarrow \Phi \searrow \Rightarrow \Omega = \frac{E}{(K\Phi)\searrow} \nearrow$)

exercice 3



1°/ K ouvert: Maille ① : $V_e - V_1 + \varepsilon = 0$

$\varepsilon = 0V$ car l'AOP fonctionne en régime linéaire (car il y a présence d'une contre-réaction négative)

donc $V_e - V_1 = 0 \Longrightarrow V_e = V_1 = R_1 i_1$

Maille ② $V_s + V_2 + \underbrace{\varepsilon}_{0} = 0 \Longrightarrow V_s = -V_2 = -R_2 i_2$

$\dfrac{V_s}{V_e} = -\dfrac{R_2 i_2}{R_1 i_1}$ $\quad i_1 = i_2$ car $i^- = 0$ (AOP idéal)

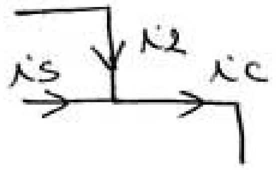
$\Longrightarrow \dfrac{V_s}{V_e} = -\dfrac{R_2}{R_1} \Longrightarrow \boxed{V_s = -\dfrac{R_2}{R_1} V_1}$

AN: $V_s = -\dfrac{16}{2} \times 1 = -8V$

2°/ K fermé $\quad i_c = \dfrac{V_s}{R_c}$ avec $V_s = -\dfrac{R_2}{R_1} V_1$

$V_s = -\dfrac{24}{2} \times 1 = -12V \Longrightarrow i_c = -\dfrac{12}{1} = -12\,mA$

2°/



$i_c = i_s + i_2$

$i_2 = -\dfrac{V_s}{R_2} = -\dfrac{(-12)}{24} = 0{,}5\,mA$

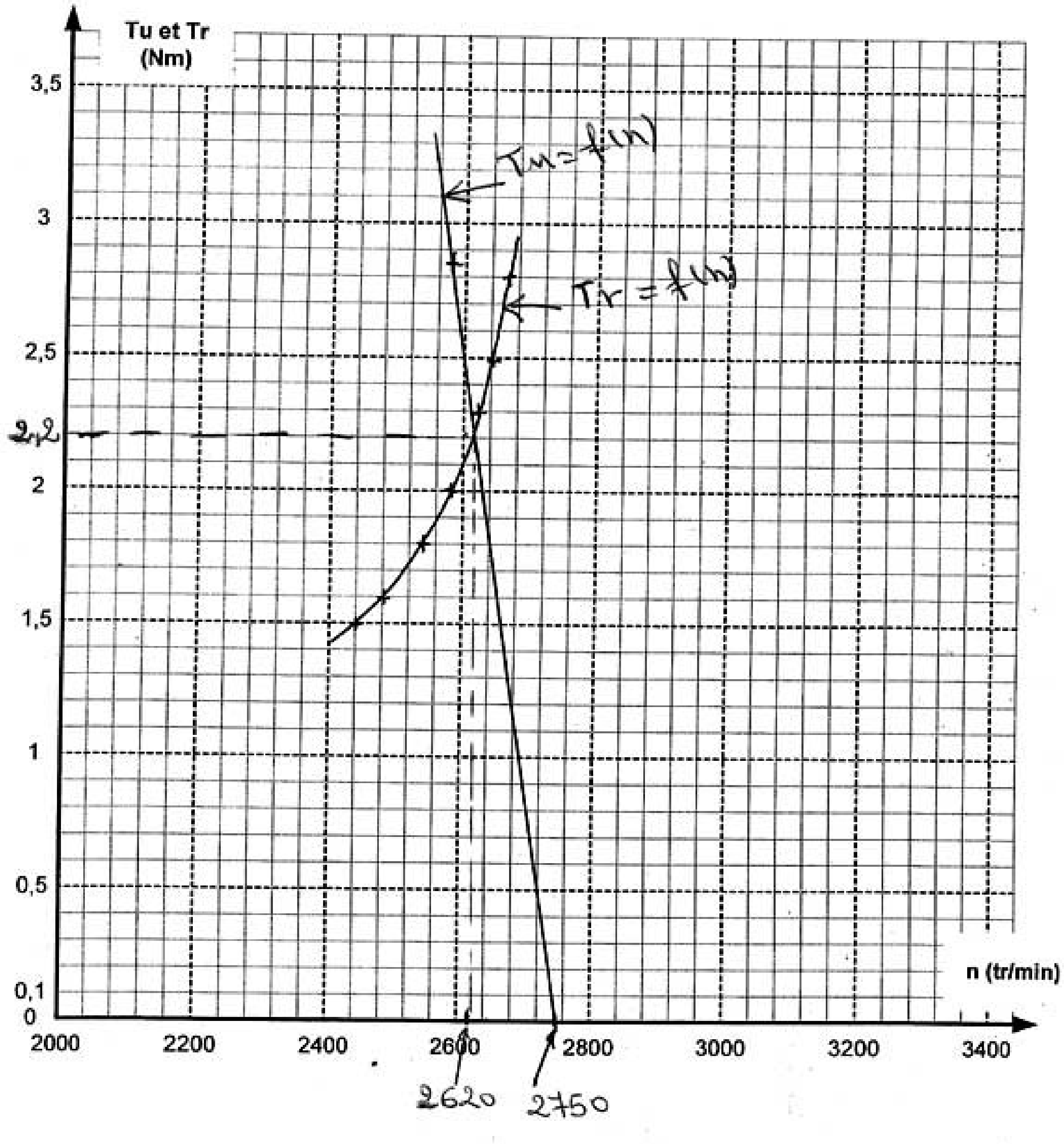
$\Longrightarrow i_s = i_c - i_2 = -12 - 0{,}5 = -12{,}5\,mA$

Remarque : calcul de la tension Vs avec le théorème de Millmann.

$$V^- = \frac{\frac{V_e}{R_1} + \frac{V_s}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_2 V_e + V_s R_1}{R_1 + R_2} = V^+ = 0V$$

$\Longrightarrow R_2 V_e + V_s R_1 = 0 \Longrightarrow V_s R_1 = -V_e R_2 \Longrightarrow V_s = -\dfrac{R_2 V_e}{R_1}$

Document-réponse



Annexe 1 : Hacheur