Correction du bac blanc N° 2: STI Electrotechnique	Physique-appliquée

Correction du Bac Blanc N° 2

Pb1: (Transformateur réel).

1°/ $U_1 = 4{,}44\,\hat{B}\,N_1\,S.\,f$

$$\Rightarrow N_1 = \frac{U_1}{4{,}44 \times \hat{B} \times S \times f} = \frac{8600}{4{,}44 \times 1{,}2 \times 380.10^{-4} \times 50}$$

$$\boxed{N_1 \simeq 850 \text{ spires}}$$

2°/ $m = \frac{U_{2o}}{U_{1N}} = \frac{132}{8600} = 0{,}01535$

3°/ a) $P_{fer_{cc}} = \alpha \times U_{1cc}^2$
à vide $P_{Fer} = \alpha \times U_{1N}^2$ $\Rightarrow \frac{P_{fer_{cc}}}{P_{Fer}} = \frac{\alpha U_{1cc}^2}{\alpha U_{1N}^2}$

$$\Rightarrow P_{Fer_{cc}} = P_{Fer} \times \frac{U_{1cc}^2}{U_{1N}^2} = P_{10} \times \left(\frac{U_{1cc}}{U_{1N}}\right)^2$$

Sous tension nominale primaire et à vide le transformateur absorbe une puissance qui correspond aux pertes Fer.

AN: $P_{Fer_{cc}} = P_{10} \times \left(\frac{U_{1cc}}{U_{1N}}\right)^2 = 133 \times \left(\frac{289}{8600}\right)^2 = 0{,}150\,W$

$P_{Fer_{cc}} = 0{,}150\,W$: les pertes Fer en court-circuit sont bien négligeables.

b) $R_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{485}{210^2} = 11\,m\Omega$

$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2}$ avec $Z_s = \frac{m U_{1cc}}{I_{2cc}}$

$Z_s = 0{,}01535 \times \frac{289}{210} = 21{,}1\,m\Omega$

$X_s = \sqrt{21{,}1^2 - 11^2} = 18\,m\Omega$

4°/ ΔU_2 = la chute de tension au secondaire du transformateur :

$\Delta U_2 = R_s I_2 \cos\phi + X_s I_2 \sin\phi$

$\cos\phi = 0{,}75 \Rightarrow \phi = \cos^{-1}(0{,}75) = 41{,}41°$

$$\Delta U_2 = 11.10^{-3} \times 210 \times \cos(41{,}41) + 18.10^{-3} \times 210 \times \sin 41{,}41$$

$$\Delta U_2 = 4{,}23\ V$$

$$\Delta U_2 = U_{20} - U_2 \Longrightarrow U_2 = U_{20} - \Delta U_2 = 132 - 4{,}23$$

$$\boxed{U_2 = 127{,}77 V}$$

5°/ Pour la charge de la question 4

$P_{Fer} = P_{10} = 133W$ (car on a toujours la même tension primaire)

et $P_{joule} = P_{1cc} = 485W$ (car $I_{2cc} = I_{2N} = 210A$)

$$I_{2N} = \frac{S}{U_{2V}} = \frac{27{,}6\,10^3}{132} \simeq \underline{\underline{210A}}$$

Rendement $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + p_{fer} + p_J}$

$$P_2 = U_2 \times I_2 \cos\varphi_2 = 127{,}8 \times 210 \times 0{,}75$$

$$P_2 = 20\,123{,}8\,W$$

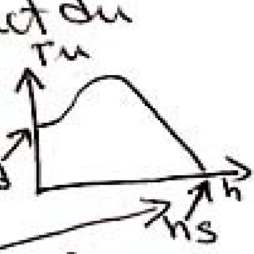
$$\eta = \frac{20123{,}8}{20123{,}8 + 133 + 485} = 97\%$$

<u>Pb2 (Moteur asynchrone)</u>

<u>Partie A:</u>

1°/ <u>1.1</u> On peut réaliser le démarrage direct du moteur en charge car $T_{ud} > T_{rd}$

$T_{ud} \simeq 45\,N.m$ et $T_{rd} = 40\,N.m$ (voir fig 3-1)

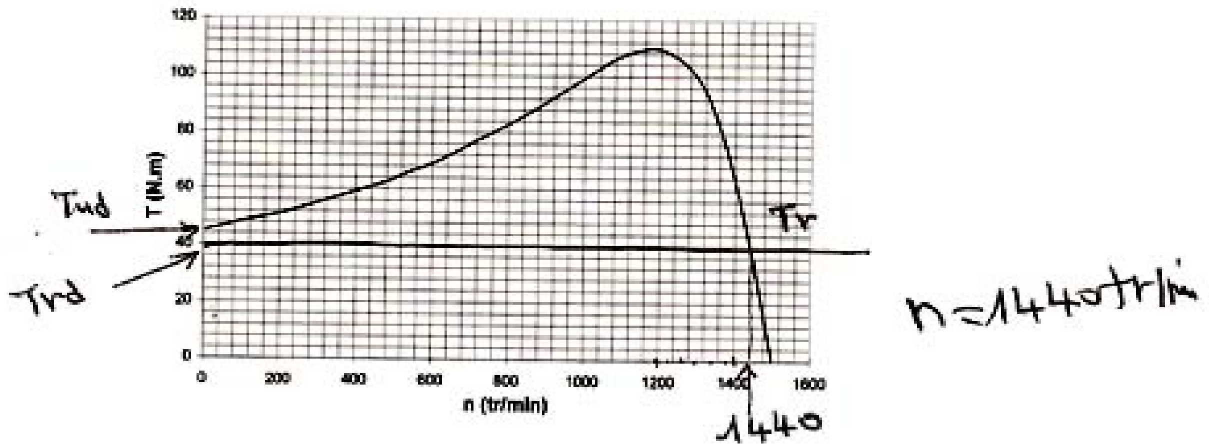


<u>1.2</u> à vide $n \simeq n_s = 1500\ tr/min$ (voir fig 3-1)

par le calcul: $n_s = \frac{f}{p} = \frac{50}{2}$

$n_s = 25\,tr/s = 1500\,tr/min$

figure 3.1



n = 1440 tr/min

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1500 - 1440}{1500} = 4\ \%$$

<u>1.4</u> $P_u = T_u \times \Omega$ $\qquad T_u = T_r = 40\ Nm$

$$\Omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \times 1440}{60} = 150{,}78\ rd/s$$

$$P_u = 40 \times 150{,}78 = 6031{,}4\ W$$

<u>1-5</u> $\eta_{rotor} = 1 - g = 96\%$ $\qquad T_{em} = T_u = 40\ Nm$

$pJr = g \times P_{tr}$

$P_{tr} = T_{em} \times \Omega_s = 40 \times 157 = \underline{6280\ W}$

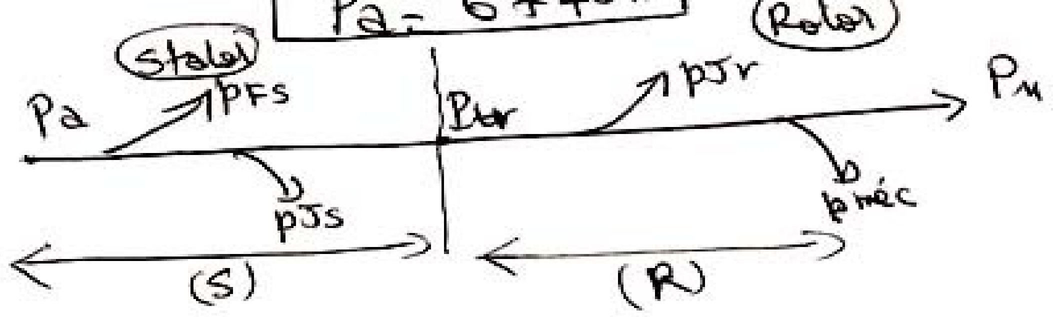
$(\Omega_s = \frac{2\pi n_s}{60} = \frac{2\pi \times 1500}{60} = 157\ rd/s)$

$pJr = 0{,}04 \times 6280 = 251{,}2\ W$

<u>1-6</u> $pJS = 3\, r\, I^2 = 3 \times 0{,}5 \times 14{,}5^2 = 315{,}4\ W$

<u>1-7</u> $P_a = pJS + pFS + P_{tr} = 315 + 150 + 6280$

$$\boxed{P_a = 6745\ W}$$



$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{6073}{6745} = 90\%$$

facteur de puissance: $\cos\varphi = \frac{P_a}{U I \sqrt{3}}$

$$\cos\varphi = \frac{6745}{380 \times 14{,}5 \times 1{,}732} = 0{,}706$$

2°/ $T = 40 N.m$ et $n = 1140 tr/min$

$V/f = $ Constante

2.1 lorsque le couple résistant est constant

$\Delta n = (n_s - n)$ reste constant

$\Delta n = 1500 - 1440 = 60 tr/min$

pour $n' = 1140 tr/min$ $n'_s = \Delta n + n'$

$n'_s = 60 + 1140 = 1200 tr/min$

$\Rightarrow f = n'_s \times p = \frac{1200}{60} \times 2 = 40 Hz$

2.2 $g = \frac{n'_s - n'}{n'_s} = \frac{1200 - 1140}{1200} = \frac{60}{1200}$

$$\boxed{g = 5\%}$$

2.3 $\frac{V}{f} = \frac{220}{50} = 4{,}4 V.Hz^{-1}$

$\frac{V'}{f} = 4{,}4 \Rightarrow V' = 4{,}4 \times 40 = 176V$

il faut un réseau de tension composée égale à $U' \simeq 305V$

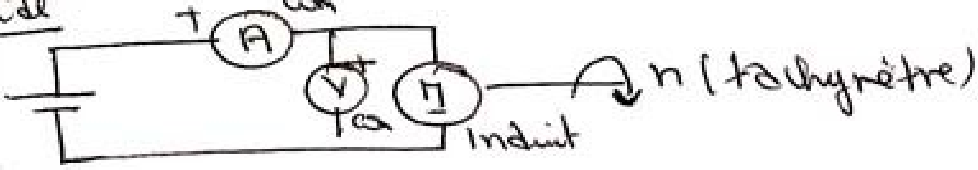
L'onduleur délivre une tension composée de valeur efficace 305V et de fréquence égale à 40Hz.

Ex3 (moteur à courant - continu)

étude du moteur

1°/ à vide

1-1



1-2 $n_v = 1000\ tr/min$

en fonctionnement nominale : $E_n = U_n - RI_n$

$E_n = 250 - 1{,}5 \times 20 = 220V$

le courant d'excitation est constant $\Rightarrow E = K\Phi\Omega$

$\Rightarrow E_n = \underbrace{K \times \Phi \times \frac{2\pi}{60}}_{k_0} \times n_n$

I_E : constant $\Rightarrow$ le flux Φ reste constant

$\Rightarrow E_n = k_0 \times n_n \Rightarrow k_0 = \frac{E_n}{n_n} = \frac{220}{1000} = 0{,}22\,V\,tr^{-1}min$

à vide $E_V = U_V - RI_V = 222{,}5 - 1{,}5 \times 1{,}82$

$E_V = 219{,}8V \Rightarrow n_V = \frac{E_V}{k_0} = \frac{219{,}8}{0{,}22}$

$n_V = 998{,}96\ tr/min \simeq 1000\ tr/min$

1-3 $P_{AV} = U_V I_V = 222{,}5 \times 1{,}82 \simeq 405W$

1-4 $p_{JV} = RI_V^2 = 1{,}5 \times 1{,}82^2 \simeq 5W$

1-5 $p_c = P_{AV} - p_{JV} = 405 - 5 \simeq 400W$

2°/ fonctionnement nominal

2-1 $p_{JI} = RI_n^2 = 1{,}5 \times 20^2 = 600W$

2-2 $p_{Jc} = rI_e^2 = 250 \times 0{,}8^2 = 160W$

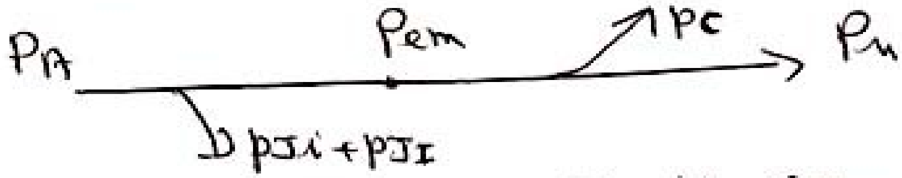
2-3 $p_c = 400W$.

2-4 $\eta = \frac{P_u}{P_a}$ $\quad P_u = T_u \times \Omega$

$P_u = T_u \times \Omega$ (mais T_u inconnu) $\quad \Omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \times 1000}{60}$

$\Omega = 104{,}7\ rad\,s^{-1}$

Donc $P_u = P_{emn} + p_c$



$P_{emn} = E_n \times I_n$ $\quad E_n = U_n - R I_n = 220V$

$= 220 \times 20 = 4400W$

$P_u = 4400 + 400 = 4800W$

$P_a = P_{em} + p_{Ji} + p_{JI} = 4400 + 160 + 600$

$P_a = 5160W$

$\eta = \frac{4800}{5160} = 93\%$

2.5

$n_n = 1000 tr/mn$; $P_u = 4800W$

$U_n = 250V$; $I_N = 20A$

3°/ $I_E = 0{,}8A$

$T_E = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{E \times I}{\Omega} = \frac{K\Phi\Omega \times I}{\Omega}$

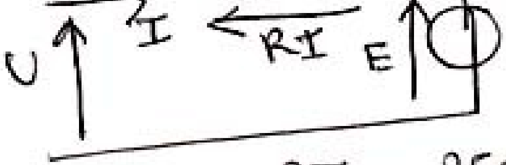
$E = K\Phi \times \Omega$ (si I_E reste constant ⟹ le flux Φ reste aussi constant)

$\boxed{T_E = k.I}$

$T_E = \underbrace{K\Phi}_{k} \times I = k \times I$

4°/

4.1



modèle équivalent de l'induit

4.2 $E_N = U_N - R I_N = 250 - 1{,}5 \times 20 = 220V$

$k = \frac{E_N}{\Omega_N} = \frac{220}{104{,}7} = 2{,}10 Vs$

4.3 $T_{EN} = k I_N$

$T_{EN} = 2{,}10 \times 20 = 42 N.m$

4.4 $T_p = T_{eN} - T_u = k \times I = P_c / \Omega_N$

$T_p = 2{,}1 \times 1{,}82 = 3{,}82\ Nm$

4.5. $T_{uN} = T_{eN} - T_p = 42 - 3{,}82 = 38{,}2\ Nm$

Reglage de vitesse de la MCC

$T_R = T_u$ $k = 2{,}10\ NmA^{-1}$ et $T_p = 4{,}2\ Nm$

$n = 4{,}547\,U - 3{,}248\,T_u - 13$

$n\ (tr.min^{-1})$

1°/ voir tableaux (1) et (2)

2°/ voir annexe (2)

3°/ $n = 4{,}547\,U - 3{,}248\,T_u - 13$

le point A a pour coordonnées : $\left(\begin{array}{l} T_u = 20{,}8\ Nm \\ n = 0 \end{array} \right)$

$0 = 4{,}547\,U - 3{,}248 \times 20{,}8 - 13$

$\Longrightarrow 4{,}547\,U = 3{,}248 \times 20{,}8 + 13$

$U_{min} = \dfrac{3{,}248 \times 20{,}8 + 13}{4{,}547} = 17{,}7\,V$

4°/ pour U = 200V le point de fonctionnement est :

$\underline{n = 800\,tr/min}$ $T = \underline{26\,Nm}$ (voir annexe 2)

étude d'un point de fonctionnement

$U = 106{,}5\,V$

5°/ $n = 400\,tr/min$ et $T = 24\,Nm$

6°/ $T_E = T_u + T_p = 24 + 4{,}2 = 28{,}2\ Nm$

7°/ $I = \dfrac{T_E}{k} = \dfrac{28{,}2}{2{,}1} = 13{,}42\,A$

8°/ $P_a = U \times I + p_{exc} = 106{,}5 \times 13{,}42 + r I_E^2$

$P_a = 1429 + 250 \times 0{,}8^2 = 1589\,W$

9°/ $P_u = T_u \times \Omega$ $\Omega = \dfrac{2\pi n}{60} = \dfrac{2\pi \times 400}{60} = 41{,}88\ rd\,s^{-1}$

$P_u = 24 \times 41{,}88 = 1005\,W$

NOM : .... Prénom :.................................. : N°:.................................

Annexe 1 : tableaux de calcul (à rendre avec votre copie)

Tableau 1 $k = 2{,}1$ V.s

Calcul de I avec $T_P = 4{,}2$ Nm

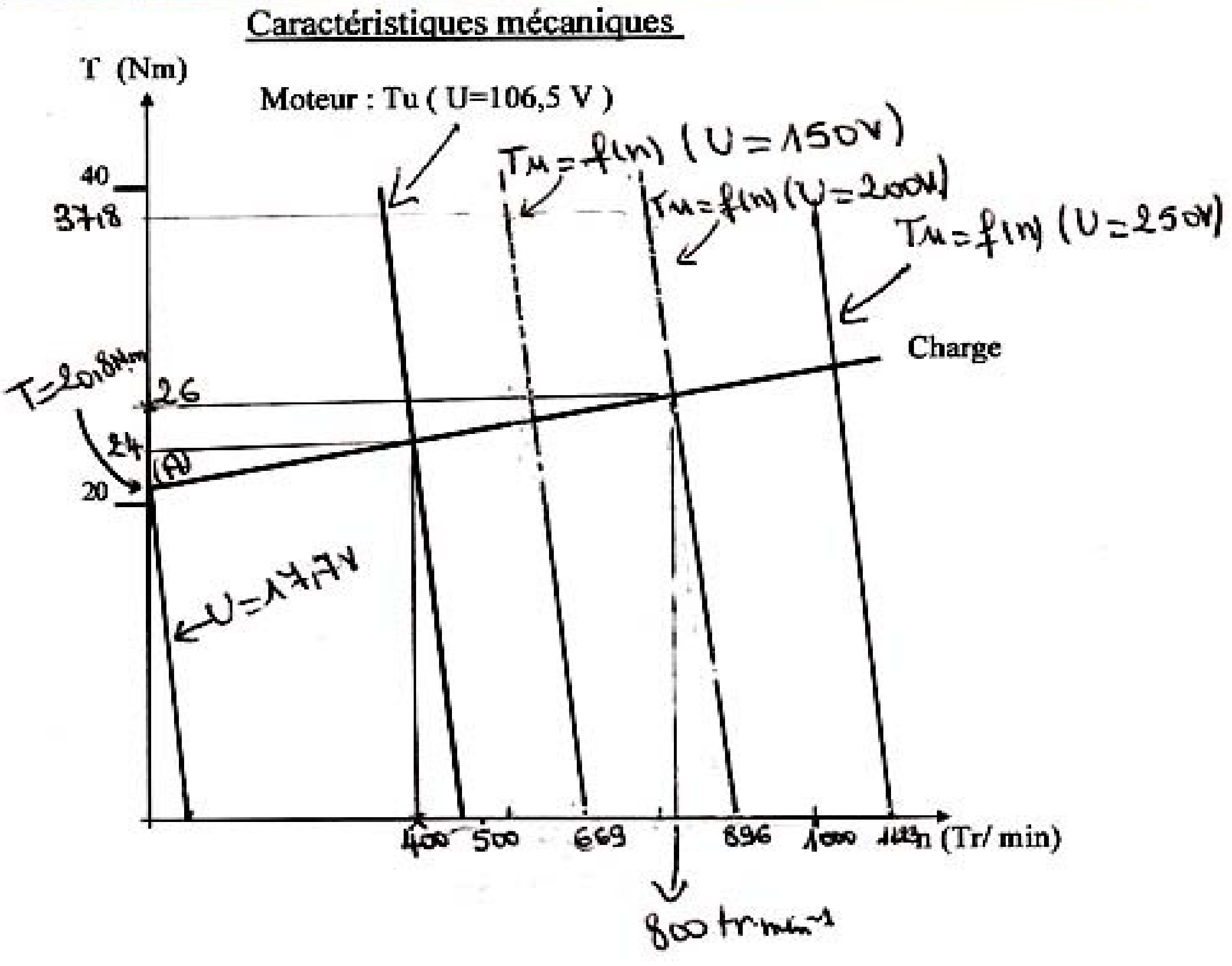
	T_E (Nm)	I (A)
formule utilisée	$T_P + T_u$	$I = T_E / k$
Tu = 0 Nm	4,2	2
Tu = 37,8 Nm	42	20

Tableau 2 $n = 4{,}547U - 3{,}248T_u - 13$

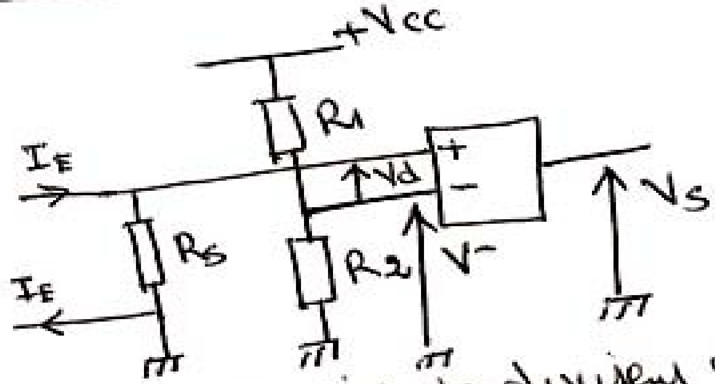
calcul de n (tr/min)

Tu (Nm)	0	37, 8
U =250V	1123,75	1000,98
U=200V	896,4	773,6
U=150V	669	546,3

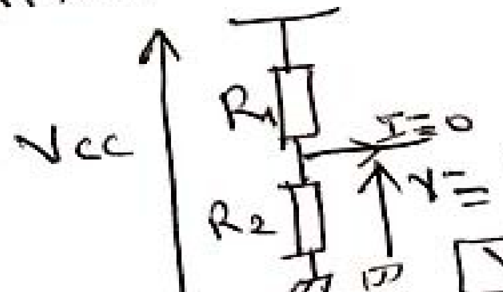
Annexe 2 : caractéristiques mécaniques



Sécurité inducteur



1°/ on utilise le principe de diviseur de tension



$$V^- = \frac{V_{cc} \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{15 \times 29}{1 + 29} = 14{,}5\,V$$

$$\boxed{V^- = 14{,}5\,V}$$

2°/

$V^+ = R_S I_E$

3°/ le régime de fonctionnement est celui de saturation (car il y a absence de contre-réaction négative - liaison électrique entre la sortie de l'AOP et son entrée inverseuse)

4°/ $V_S = +V_{sat}$ si $V_d > 0$, $V_d = V^+ - V^- > 0$

$V^- = 14{,}5\,V \Rightarrow$

$V^+ = R_S I_E$ et $V^- = 14{,}5\,V \Rightarrow R_S I_E > V^- \Rightarrow R_S I_E > 14{,}5$

$V^+ - V^- > 0 \Rightarrow V^+ > V^- \Rightarrow R_S I_E > V^- \Rightarrow I_E > \frac{14{,}5}{1}$ $(I_E > 14{,}5\,A)$

$\Rightarrow I_E > \frac{14{,}5}{R_S} \Rightarrow$

5°/ Si $I_E \searrow \Rightarrow$ le flux $\Phi \searrow$

$E = K\Phi \times \Omega \Rightarrow \Omega = \frac{E}{K\Phi}$

Si le flux Φ tend vers 0 alors $\Omega \to +\infty$

Si le courant d'excitation est faible le flux le sera aussi et le moteur s'emballe $(\Omega \to +\infty)$.