Correction TD . MCC

Ex 2.1

1°. F.é.m de la machine :

La F.é.m de la génératrice est donnée par la relation.

$$E = \frac{p}{a} N n \Phi$$

2a = nbre de ~~paires~~ voies en //

a = nbre de paires de voies

$$E = \left[\frac{4}{1} \times (60 \times 40) \cdot \frac{1500}{60} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \right] V$$

$$\boxed{E = 1440 V}$$

2° Fonctionnement en génératrice :

2.1. Résistance de l'induit :

$$R' = \rho \frac{l}{S} = \rho_0 (1 + a\theta) \cdot \frac{l}{S}$$

$$R' = \left[1{,}6 \cdot 10^{-8} (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 50) \frac{0{,}75 \cdot 60 \cdot 40}{\pi \left(\frac{3{,}5 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2} \right] \Omega$$

$$R' = 3{,}59 \, \Omega$$

$$R = \frac{R'}{2} = \frac{3{,}59}{2} = \boxed{1{,}80 \, \Omega}$$ (la résistance de l'induit entre ses deux bornes)

2.2. Intensité du courant induit : Si J

La machine comporte deux voies d'enroulement, l'induit débite un courant

désigne la densité de courant,

d'intensité I :

$$I = 2 \cdot J \cdot S.$$

$$S = \pi \left(\frac{3{,}5}{2} \right)^2 = 9{,}62 \text{ mm}^2.$$

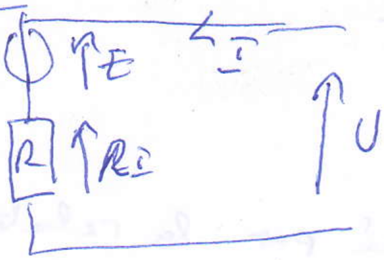
$$I = (2 \cdot 2{,}08 \cdot 9{,}62) \text{ A} \Rightarrow \boxed{I = 40 A}$$

2.3 : $U = E - RI = [1440 - 1{,}8 \cdot 40] V = 1368 V$

2.4 : $$C_{em} = \frac{EI}{\Omega} = \frac{1440 \cdot 40}{2\pi \cdot \frac{1500}{60}} \text{ N.m}$$

$$\boxed{C_{em} = 367 \text{ N.m}}$$

Ex.2.2



1.1. Puissance électromagnétique P_e

$P_e = E\,I$

$E = U - RI \Rightarrow P_e = (U - RI)\,I$

$P_e = [(220 - 0{,}5 \cdot 18) \cdot 18]\ W$ $\boxed{P_e = 3798\ W}$

1.2. Pertes par effet Joule dans l'inducteur :

$P_{je} = \dfrac{U_e^2}{r} = \dfrac{(220)^2}{150}\ W \Rightarrow \boxed{P_{je} = 96\ W}$

Pertes ~~joule~~ Joule rotorique

$P_{jrotor} = RI^2 = (0{,}5 \cdot 18^2)\ W = \boxed{162\ W}$

1.3. Pertes constantes

$p_c = P_v - R I_v^2 = (320 - 0{,}5 \cdot 1{,}2^2)\ W = 319\ W$

1.4. Pu du moteur

$P_u = P_{em} - p_c = 3798 - 319{,}3 = 3478\ W$

1.5 $C_u = \dfrac{P_u}{2\pi N} = \dfrac{3478{,}7}{2\pi \cdot (1450/60)} = 22{,}9\ N.m$

1.6. Rendement du moteur

$\eta = \dfrac{P_u}{P_a} = \dfrac{P_u}{UI + P_{je}} = \dfrac{3478{,}7}{(220 \cdot 18) + 96} = 85{,}8\ \%$

2.1 : F.é.m à vide

$E_v = U - RI_v = (220 - 0{,}5 \cdot 1{,}2) = 219{,}4\ V$

2.2 . Fréquence de rotation

$U = 220\,V$; $E = 211\,V$; $i_e = 0{,}8\,A$ $n' = 1450$

$U = 220\,V$; $E_v = 219{,}4\,V$; $i_e = 0{,}8\,A$

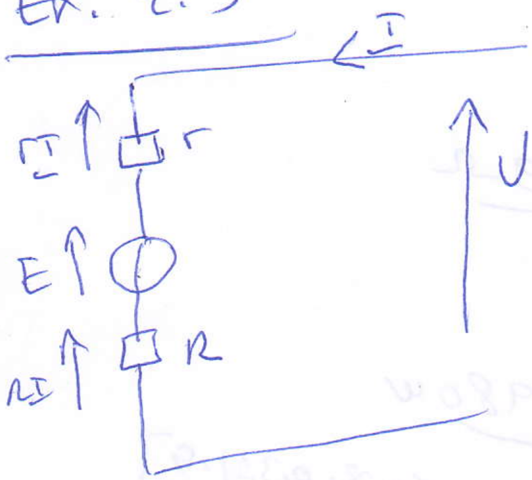
$\Phi = cst$

$\Rightarrow \quad \frac{E_v}{E} = \frac{n'_v}{n'} \Rightarrow n'_v = \frac{E_v \cdot n'}{E}$

$n'_v = \left(1450 \cdot \frac{219{,}4}{211}\right)$ $\boxed{n'_v = 1508\ tr/mn}$

~~Une~~ Une variation importante de la charge n'entraîne qu'une faible variation de vitesse.

Ex. 2.3



1.1 Rendement :

$P_{a1} = U \cdot I_1$

$\eta = \frac{P_{u1}}{P_{a1}} = \frac{P_{u1}}{U \cdot I_1} = \frac{3200}{220 \cdot 18} = 80{,}8\%$

1.2 . F.é.m :

$E = U - (R+r)I_1$

$E = [220 - (0{,}31 + 0{,}8) \cdot 18] = \underline{200\,V}$

1.3 : $P_{j1} = (R + r) I_1^2 = [0{,}3 + 0{,}8] \cdot 18^2 = \underline{360\,W}$

Autres pertes : Il faut déterminer les pertes « constantes »

$P_{c1} = P_{em1} - P_{u1} = E I_1 - P_{u1}$

$P_{c1} = (220 \cdot 18 - 3200) = \underline{400\,W}$

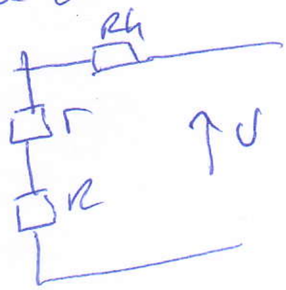
1.4 : Flux sous un pôle

$\Phi_1 = \dfrac{E_1}{\frac{p}{a} N n_1}$ avec $n_1 = \dfrac{n_1'}{60}$

$\Phi_1 = \dfrac{200}{\frac{2}{1} \cdot 500 \cdot \frac{1070}{60}} = 10\,m\,Wb.$

1.5 : Résistance du rhéostat de démarrage

au démarrage : la vitesse est nulle $\Rightarrow E = 0$.



$U = (r + R + Rh)\, I_d$

$Rh = \dfrac{U}{I_d} - (R + r)$

$Rh = \left[\dfrac{220}{40} - (0{,}31 + 0{,}8)\right] = \underline{4{,}39\,\Omega}$

2.1 : Puissance absorbée

$P_{a2} = U \cdot I_2 = (220 \cdot 9) = 1\underline{980\,W}$

2.2 : $E_2 = U - (R + r) I_2 = [220 - (0{,}8 + 0{,}31) \cdot 9]$

$E_2 = 210\,V.$

2.3 Fréquence de rotation (n : vitesse.)

$E = k\, N \cdot I$

$\dfrac{n_2'}{n_1'} \cdot \dfrac{I_2}{I_1} = \dfrac{E_2}{E_1} \Rightarrow n_2' = n_1' \dfrac{I_1 E_2}{I_2 E_1}$

$n_2' \left(1070 \cdot \dfrac{18}{9} \cdot \dfrac{210}{200}\right) = 2247\ tr/mn$

Remarquons que la vitesse d'un moteur à excitation en série varie beaucoup lorsque la charge (et donc l'intensité du courant appelé) change. (5)

2.4 Pertes par effet Joule :

$$P_{J2} = (R + r)\,I_2^2 = [(0{,}38 + 0{,}81) \cdot 9^2] = \underline{89{,}9\ W}$$

· Puissance utile

$$P_{U2} = P_{a2} - P_{J2} - p_{c2} = (220 \cdot 9 - 89{,}9 - 430)$$

$$P_{U2} = 1460\ W.$$

· Couple utile $\quad C_{U2} = \dfrac{P_{U2}}{2\pi \cdot n_2} = \dfrac{1460}{(2\pi) \cdot (2247/60)}$

$$\boxed{C_{U2} = 6{,}2\ N.m}$$

EX. 2.4

1°. Equations des caractéristiques du moteur

1.1. Caractéristique de vitesse : $n'(I)$

$U = E + RI \qquad$ (flux constant)

$$\Rightarrow \frac{E}{E_N} = \frac{n'}{n'_N} \Rightarrow E = \frac{E_N}{n'_N} \cdot n'$$

$$U = \frac{E_N}{n'_N} n' + RI.$$

$$n' = \frac{U - RI}{\frac{E_N}{n'_N}} = \left(\frac{120 - 0{,}1I}{\frac{115}{958}}\right) \text{ tr/mn}$$

$$\boxed{n' = 1000 - 0{,}833\,I} \quad \begin{cases} n' : \text{tr/mn} \\ I : (A) \end{cases}$$

1.2. Caractéristique électromécanique du Couple :

$C_e = k \Phi I$. Comme $\Phi = cte$

$\Rightarrow \frac{C_e}{C_{eN}} = \frac{I}{I_N} \Rightarrow C_e = C_{eN} \cdot \frac{I}{I_N}$

$C_e = \frac{57{,}3}{50} I = 1{,}15\, I$ $\begin{cases} C_e : (N.m) \\ I : (A) \end{cases}$

1.3 Caractéristique mécanique

$n' = 1000 - 0{,}833\, I \Rightarrow I = \frac{1000 - n'}{0{,}833}$

$C_e = 1{,}15 I = 1{,}15 \left(\frac{1000 - n'}{0{,}833} \right)$

$\boxed{C_e = 1{,}38\,(1000 - n')}$ $\begin{cases} C_e : N.m \\ n' = tr/mn. \end{cases}$

$C_e = 1{,}38\,(1000 - 60n)$ n en tr/S.

2° Etude du groupe moteur - ventilateur

2.1. Fréquence de rotation n de l'ensemble

On néglige les pertes mécaniques et magnétiques.

$\Rightarrow C_u = C_e$ (C_r : résistant)

$\Rightarrow C_r = C_e$

Soit : $1{,}38\,(1000 - 60n) = 0{,}22\, n^2$

$\Rightarrow \boxed{0{,}16 n^2 + 60n - 1000 = 0}$

$n_1 = \frac{-30 + 32{,}57}{0{,}16}$, $n_2 = \frac{-30 - 32{,}57}{0{,}16} < 0$

donc $\Rightarrow \boxed{n = n_1 = 16\, tr/S}$

2.2 $C_e = ?$

$C_e = 1{,}38\,(1000 - 60n)$

$C_e = 1{,}38\,(1000 - 60 \cdot 16) = 55\, N.m$

2.3

2.3 . Intensité I du courant dans l'induit

$$I = \frac{C_e}{1,15} = \frac{55}{1,15}\ A \quad \boxed{I = 48 A}$$

2.4 . F.é.m E

$$E = U - RI = (120 - 0,1 . 48)\ V$$

$$E = 115\ V$$

EX, 2.5

1) $\Phi_U = \int_{S_c} d\varphi = \int_{S_c} \vec{B}\,\vec{dS}$ vecteurs colinéaires $\Rightarrow$

$\Phi_U = \int_{S_c} B\,dS$ avec $B = B_m \cos\alpha$ et $dS = LR\,d\alpha$

En faisant l'approximation pour des angles petits

$tg\alpha \simeq d\alpha = \frac{dl}{R}$ on a alors:

$$\Phi_U = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} B_m \cos\alpha\, LR\, d\alpha = B_m L R \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos\alpha\, d\alpha$$

$$= 2RLB_m = DLB_m = SB_m = \Phi_m.$$

2) $B_{moyen} = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} B_m \cos\alpha\, d\alpha = \frac{B_m}{\pi}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos\alpha\, d\alpha = \frac{2}{\pi} . B_m.$

D'autre part la surface coupée est telle que:

$$S_c = \frac{2\pi R}{2} L = \frac{\pi}{2} DL = \frac{\pi}{2} S$$

D'où le résultat attendu:

$$\Phi_U = \Phi_m = S . B_m = S\left(\frac{\pi}{2} . B_{moyen}\right)$$

$$= \left(S \frac{\pi}{2}\right) B_{moyen} = S_c . B_{moyen}.$$

3) Magnétisation de la machine : $F_{m.m} = ni \simeq R_e . \Phi_U$

$R = \frac{1}{\mu_0} . \frac{2e}{SP}$ car il y a deux entrefers et $\Phi_U = S . B_m = S_c . B_{moyen}$

$= S_c . (2/\pi) . B_m.$

d'où : $F_{m.m} = ni \simeq R_e . \Phi_U = \frac{2e}{\mu_0 SP} . S_c . \frac{2}{\pi} B_m = \frac{2e}{\mu_0 P} . \frac{2}{\pi} . B_m$

AN: $F_{m.m} = 804$ Ampères-tours

Ex 2.6

1) $E = \frac{p}{a} n N \Phi = k N$ d'où

$k = \frac{U - rI}{N} = \frac{(220 - \cancel{20}) \cdot 60}{1500} = 8 \ V.s/tr.$

$C = \frac{EI}{N \cdot 2\pi} = \frac{kI}{2\pi} = \frac{k}{2\pi} \frac{U - kN}{R} = \frac{8}{2\pi} \frac{U - 8N}{I} = \frac{4(U-8N)}{\pi}$

2) Démarrage

$N = 0$, d'où $E = 0$ et donc $C = C_r = 12 \ N.m$

$I_d = \frac{C}{k} \frac{2\pi}{60} = \frac{12 \cdot 2\pi}{9133 \cdot 60} = 9{,}42A.$ $\quad U_d = rI_d = 9{,}42V$

- Caractéristique mécanique :

$C_r = aN + b$ avec $a = 0{,}54 \ tr/s/Nm$ et $b = 12 \ N.m$

Au point de fonctionnement $C = C_r$ d'où

$\frac{4(U - 8N)}{\pi} = 0{,}54N + 12$

Soit $N = 0{,}12U - 1{,}12$

- A.N. : Pour $U = 110V$: $N = 12 \ tr/s$ et $I = 14A$.

Pour $U = 220V$: $N = 25 \ tr/s$ et $I = 20A$.

9

Ex. 2.7

1) D'après les caractéristiques à vide, pour $I = 22,6A$

$E = 335\ V$, d'où : $N = \cancel{1?0}\ 1086\ tr/mn$.

$$C_{em} = \frac{P_{em}}{N.\frac{2\pi}{60}} = \frac{EI}{N.\frac{2\pi}{60}} = 72,3\ N.m$$

À l'instant du démarrage :

$N = 0 \Rightarrow V = (r + r_s + R_d) I_d$, d'où :

$$R_d = \frac{V}{I_d} - r - r_s = \frac{400}{45} - 1,6 = 7,29\ \Omega.$$

Tant que R_d reste connecté, la vitesse est limitée à

$N = 448\ tr/mn$.

Ex 2.8

1) Le flux dans la machine est proportionnel, hors saturation bien sûr, au courant circulant dans le bobinage inducteur, I_e, ce courant est également le courant d'induit I et le flux dans la machine peut alors s'écrire : $\phi = k.I$, k est une constante

2) La relation couple courant s'écrit de la façon classique :

$C = k'\phi.I$, k' étant une constante.

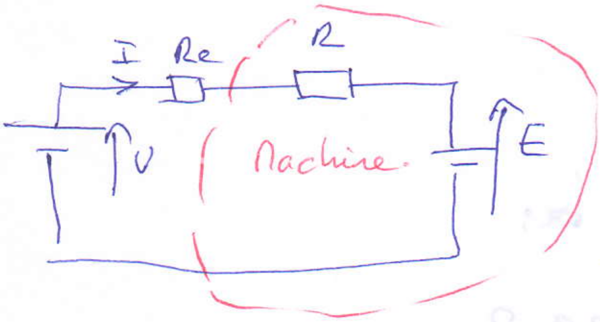
En utilisant le résultat de la question 1 : $C = k'.k.I.I = k.I^2$

k étant une constante.

Étant proportionnel au courant au carré, le ~~pa~~ couple produit par la machine est très important lors des phases d'accélération et les démarrages. C'est cette relation qui justifie l'utilisation principale de ce type de moteurs en traction électrique.

3) La relation classique qui relie la vitesse de rotation de la machine à la force électromotrice s'écrit :

$$E = k'.\Phi.\Omega = k'.k.I.\Omega = k.I.\Omega.$$



4) On représente ~~le~~ schéma de la machine sur la figure.

5) L'équation de ~~la~~ maille de l'induit de la machine s'écrit :

$V = (R+Re).I + E$, c'est à dire :

$$E = V - (R+Re).I$$

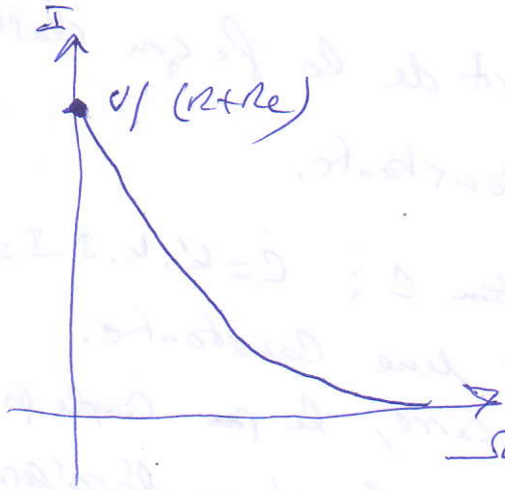
D'où $k.I.\Omega = V - (R+Re)I$ c'est à dire

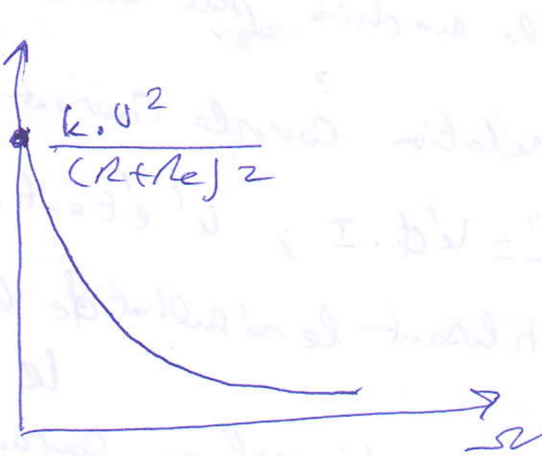
$$kI\Omega = V - (R+Re)I$$

On retiendra : $I = \dfrac{V}{k\Omega + R + Re}$

La relation couple vitesse, elle, s'écrira : $C = k.I^2 = k\left(\dfrac{V}{k\Omega+R+Re}\right)^2$

6) On représente sur la figure les courbes $I(\Omega)$ et $C(\Omega)$





Ex 2.9 : Machine Saturée

1) Le courant justifie la présence des pertes à vide de la machine. Pour entraîner le rotor, même à vide, il faut fournir un couple qu'on appelle le couple de pertes. La F.é.m se calcule par ailleurs facilement en écrivant la loi de maille en convention récepteur de la machine :

$$U = E + RI \text{ soit } E = U - RI = 110 - 0{,}1 . 16{,}3 = 108{,}4 V.$$

2) La machine étant saturée (il suffit de tracer $E(I_e)$ pour le voir), il n'y a plus de proportionnalité stricte entre la F.é.m et la vitesse de rotation. Par contre, à courant inducteur fixé, le facteur reliant E et N (tr/mn) est connu, il suffit de lire dans le tableau :

$$- I_e = 1{,}2 A \Rightarrow \frac{E}{N} = \frac{114}{1500} = 0{,}076$$

$$Ici : E = 108{,}4 V \Rightarrow N = \frac{108{,}4}{0{,}076} = 1426 \text{ tr/mn}$$

3) La puissance des pertes mécaniques correspond à la puissance fournie par l'alimentation à vide ôtée de la puissance perdue par effet Joule dans la résistance :

$$P_p = UI - RI^2 = 1766 W.$$

4) On obtient facilement la puissance totale consommée par la machine à partir de la valeur du rendement.

$$\eta = \frac{P_U}{P_{totale}} \Rightarrow P_{totale} = \frac{P_m}{\eta} = \frac{16 . 10^3}{0{,}8} = 20 kW$$

5) $P_{totale} = P_m + P_p + P_R$ donc $P_R = P_{totale} - P_m - P_p = 2234 W$

$$= RI_n^2 \text{ soit : } I_n = 149{,}4 A$$

6) On calcule ensuite la valeur de la F.é.m à partir de l'équation de maille :

$E = U - R I_n$

A.N : $E = 95$ V.

7) On déduit la vitesse de rotation du moteur en écrivant :

$E = 95 V \Rightarrow n = \frac{95}{0{,}076} = 1250$ tr/mn

8) Pour fournir la même puissance à la charge, on consomme toujours la même puissance totale :

$P_{totale} = \frac{P_m}{3} = 20$ kW. A tension d'induit constante on consomme donc forcément le même courant $I_n = 149{,}4$ A. la F.é.m E est donc toujours égale à la valeur déterminée : $E = 95$ V.

Il suffit donc de chercher dans le tableau à 1500 tr/mn quelle valeur de courant d'excitation correspond à $E = 95$ V, On trouve, par interpolation linéaire, $I_e = 0{,}9$ A.

Ex. 2.10

1. 1.1. $I_a = \frac{P}{U} = \frac{9600}{240} = 40$ A

1.2 $E = U - R_a I_a = 240 - 0{,}5 \cdot 40 = 220$ V

1.3 . $P_U = F \cdot v = mg \cdot v = \frac{4800}{\pi} \cdot 10 \cdot \frac{11 \cdot \pi}{60} = 8800$ W.

1.4 . Afin de déterminer la vitesse de rotation du moteur déterminons d'abord la vitesse de rotation du tambour du treuil. En 1 seconde, le tambour lorsque la charge monte de V mètre en 1 seconde, le tambour du treuil tourne à une vitesse en radian par seconde égale à V divisé par le rayon du tambour $\Omega = \frac{v}{R} = \frac{\frac{11 \cdot \pi}{60}}{0{,}1} \simeq 5{,}76$ r le moteur tourne 20 fois plus vite (le treuil est un réducteur de vitesse qui permet d'augmenter le couple, c'est l'analogue d'un transformateur abaisseur de tension avec la tension grandeur analogue de la vitesse et l'intensité grandeur analogue du couple). Donc le moteur tourne à

$\Omega_{moteur} = 20 \cdot 5{,}76 \simeq 115{,}2$ rad/s (ou 1100 tr/min).

Soit $C_U = \frac{P_U}{\Omega} = \frac{8800}{115{,}2} \simeq 76{,}4$ N.m.

On aurait également pu calculer le couple résistant au niveau du tambour du treuil : $C_t = M g . R = \frac{4800}{\pi} . 10 . 0{,}1$
$\simeq 1528$ N.m.
le couple utile sur l'arbre moteur est 20 fois plus petit,
Soit 76,4 N.m.

1.5. Calcul fait à la question précédente : 1100 tr/min.

2. La charge M et le courant d'excitation gardent leurs valeurs définies précédemment.

2.1 : Afin de maintenir la même charge que précédemment immobile et décollée, il faut que le moteur fournisse le même couple (la masse est la même), la gravité n'a pas changé, le rayon du tambour du treuil non plus).
le moteur appelle donc la m. intensité de 40 A. On peut néanmoins effectuer le calcul du couple à l'aide de la formule: $C_e = \frac{k\Phi}{2\pi} . I_a$.

Déterminons $k\phi$: $E = k\phi N \Rightarrow k\phi = \frac{E}{N} = \frac{220}{(1100/60)} =$

$k\phi = 12$ SI.

Ainsi $C_e = \frac{k\phi}{2\pi} I_a = \frac{12}{12\pi} \cdot I_a$

$$\Rightarrow I_a = \frac{2\pi C_e}{12} = \frac{2\pi}{12}\left(\frac{\frac{4800 \cdot 10 \cdot 0,1}{\pi}}{20}\right) = 40A.$$

2.2 . le moteur ne tourne pas, donc $E = 0V$. Donc

$U = R_a \cdot I_a = 0,5 \cdot 40 = 20\ V.$

2.3 On limite l'intensité de démarrage à 60A.

Il faut donc que la f.é.m U devienne égale à :

$U = R_a I_a = 0,5 \cdot 60 = 30\ V.$

2.4 . le couple moteur va augmenter, devenir supérieur au couple résistant. Ainsi, d'après la relation fondamentale de la dynamique pour les systèmes en rotation :

$C_{mot} - C_{résistant} = J \cdot \frac{d\Omega}{dt}$. L'accélération angulaire passe de 0 à une valeur positive, le moteur se met à tourner, ce faisant la f.é.m. E croît ce qui entraîne une diminution de l'intensité dans l'induit. Lorsque l'intensité a baissé de 60 à 40A, la vitesse du moteur est à nouveau constante. Cette nouvelle vitesse dépend de la f.é.m U appliquée aux bornes de l'induit, On a :

$$\frac{E_1}{N_1} = k\phi = \frac{E_2}{N_2} \Rightarrow N_2 = N_1 \cdot \frac{E_2}{E_1} = \frac{1100(30 - 40 \cdot 0,5)}{220} = 50\ tr/min$$

2.5 : $(R_h + R_a) = \frac{U}{I_a} \Rightarrow R_h = \frac{240}{60} - 0,5 = 3,5\ \Omega$

La puissance dissipée par effet Joule, au moment du démarrage, dans le rhéostat est de $7,5.10^2 = \cancel{...}$ 12,6 kW le rhéostat doit donc être d'une taille certaine pour ne pas être volatilisé par le dégagement d'énergie.

3. Afin d'obtenir une vitesse maximum, il faut que la tension d'alimentation de l'induit soit maximum

$N = \frac{U - Ra\,Ia}{k\phi}$ On choisira donc $U = 240\,V$.

La masse étant réduite de 4/5, le couple que doit fournir le moteur en régime permanent (vitesse constante) est lui aussi réduit de 4/5. Si l'on désire imposer $Ia = 40A$, il faut que ϕ soit réduit de 4/5 afin que le couple soit lui-même réduit de 4/5.

On supposera que l'inducteur fonctionne dans la zone linéaire (le flux est proportionnel au courant inducteur).

Donc : $\phi = K \cdot Ie$, pour réduire le flux de 4/5 par rapport au flux créé précédemment, il faut un nouveau courant inducteur dont la valeur sera de :

$Ie' = \frac{4}{5} \cdot 5 = 4A$.

La nouvelle constante $k\phi$ de la machine devient donc $k'\phi = \frac{4}{5} k\phi = \frac{4}{5} \cdot 12 = 9,6$ SI

La nouvelle vitesse de rotation est donc : $N' = \frac{E}{k'\phi}$

$= \frac{240 - 0,5 \cdot 40}{9,6} = 22,9167$ tr/s $= 1375$ tr/min

EX 2.11

1. $I_e = 1,5\,A \Rightarrow E = 308\,V$ à 1200 tr/mn $\Rightarrow k\phi = \frac{308}{1200}$

A vide, $I_a = 0\,A \Rightarrow U = E \Rightarrow N = \frac{U}{k.\phi} = \frac{400}{\frac{308}{1200}} \simeq 1560$ tr/mn

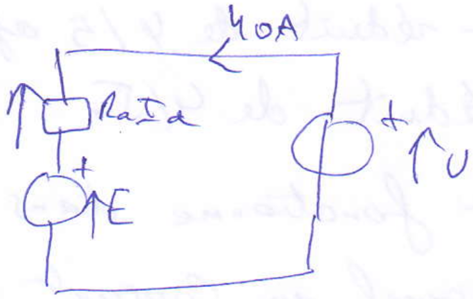
2. $I_e = 2,5\,A \Rightarrow E = 338\,V$ à 1200 tr/mn $\Rightarrow k.\phi = \frac{338}{1200}$.

$E = U - R_a I_a = 300 - 0,3.40 = 288\,V \Rightarrow N = \frac{E}{k\phi} \simeq \frac{288}{\frac{338}{1200}} \simeq 1022$ tr/mn

3. $I_e = 2A \Rightarrow E = 328\,V$ à 1200 tr/mn $\Rightarrow k\phi = \frac{328}{1200}$.

Comme le courant d'induit est nul, la f.é.m à vide est :

$$U = E = k\phi N = \frac{328}{1200}.1000 \simeq 273\,V$$



4. 4.1 La seconde machine est à vide, comme les pertes constantes supposées nulles, la puissance électromagnétique est nulle elle aussi. Donc aucun courant ne circule entre les deux machines : $I_{a1} = I_{a2} = 0$.

4.2. Pour la machine n° 2, on a donc

$$N_2 = \frac{E_2}{k\phi} = \frac{U_1}{k\phi} = \frac{E_1}{k\phi} = 1000 \text{ tr/mn}$$

5. L'excitation de la machine n°2 étant réduite à 1 Ampère, on a pour cette machine : $k\phi = \frac{258}{1200}$.
La f.é.m aux bornes n'a pas changé et est toujours imposée par la machine n°1, soit 273 V. La vitesse de la machine n°2 sera donc :

$$N_2 = \frac{E_2 = E_1}{k\phi} = \frac{273}{\frac{258}{1200}} \simeq 1060 \text{ tr/mn}$$

6. 6.1 . $\eta = 1 \Rightarrow$ machine n°1 doit fournir 2kW à la machine n°2. Le couple résistant qu'oppose la machine 1 au moteur thermique est donc

$$C_e = \frac{P}{\Omega} = \frac{2000}{(2\pi \cdot 1000/60)} = 19 \text{ N.m}$$

6.2 $C_e = \frac{k\phi}{2\pi} \cdot I_a \Rightarrow I_a = \frac{2\pi \cdot C_e}{k \cdot \phi} = \frac{2\pi \cdot 19}{16,4} \simeq 7,28 \text{A}.$

Ce courant est débité par la machine 1 (génératrice) et reçu la machine 2 qui est réceptrice (voir figure)

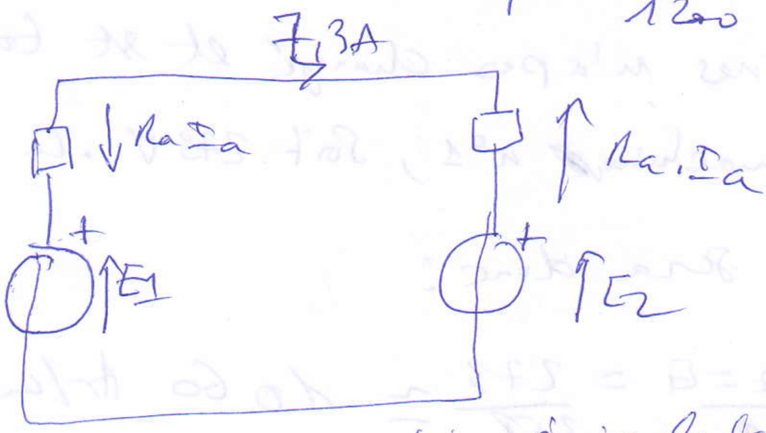
6.3 : Calculons E_1 : $I_e = 2A \Rightarrow E = 328 \text{ V}$ à 1200 tr/mn

$$\Rightarrow k \cdot \phi = \frac{328}{1200} \text{ SI} \Rightarrow E_1 = \frac{328}{1200} \cdot 1000 \simeq 273,3 \text{ V}.$$

Une équation de maille nous donne :

$$E_2 = E_1 - 2 R_a I_a = 273,3 - (2 \cdot 0,3 \cdot 7,28)$$
$$= 269 \text{ V}$$

On aura donc : $N_2 = \frac{E_2}{k\phi} = \frac{269}{\frac{328}{1200}} = 984$ tr/mn.



(schéma équivalent pour la question 4.1)