Corrigé 2024

1. Inductance propres et mutuelles, calcul de force

a)

La tension induite de transformation vaut :

$$U_2 = \omega N_1 N_2 \Lambda_{12} I_{1AC}$$

$$U_2 = 2\pi f N_1 N_2 (a - bx) I_{1AC}$$

$$(a - bx) = \frac{U_2}{2\pi f N_1 N_2 I_{1AC}}$$

$$a = \frac{U_2}{2\pi f N_1 N_2 I_{1AC}} = 3.18 \cdot 10^{-5}$$

$$b = \left(a - \frac{U_2}{2\pi f N_1 N_2 I_{1AC}}\right)/x = 4.77 \cdot 10^{-4}$$

b)

La force est uniquement mutuelle

$$F = \frac{d\Lambda_{12}}{dx} \Theta_1 \Theta_2$$

Avec :

$$\frac{d\Lambda_{12}}{dx} = -b$$

$$\Theta_1 = N_1 I_1$$

$$\Theta_2 = N_2 I_2$$

$$F = -b N_1 N_2 I_1 I_2$$

c)

$$F = -9.55\ [N]$$

2. Caractéristique couple-vitesse

a)

Le couple que doit délivrer le moteur est égal à M = P_{pompe} / Ω = k Ω^2

2 possibilités :

La vitesse du point de fonctionnement est inférieure ou supérieure à Ω_L. On teste le cas inférieur :

M = Mn= k Ω^2

$\Omega = \sqrt{\frac{M_n}{k}}$ =223.6 = 2135 t/min

Plus grand que la vitesse limite => On doit calculer avec la droite intrinsèque :

$$M = M_n\left(1 - \frac{\Omega - \Omega_l}{\Omega_0 - \Omega_l}\right) = k\Omega^2$$

$$k\Omega^2 + \Omega\frac{M_n}{\Omega_0 - \Omega_l} - M_n\left(1 + \frac{\Omega_l}{\Omega_0 - \Omega_l}\right) = 0$$

$$10^{-5}\,\Omega^2 + 0.005\,\Omega - 1.25 = 0$$

Ω = 183 [rad/s] = 1747 t/min

b)

Dans ce cas, on double la vitesse à vide et on garde la pente de la droite => la vitesse limite va être de 400 t/min

La vitesse est donc limitée par le courant :

Ω = 223.6 = 2135 t/min

3. Moteur à courant continu

a)

$M = k_u' I^2$

$U = (R_e + R)I + k_u' I\Omega$

$R_{tot} = R_e + R \ = \ 15\Omega$

$M = 0.1I^2$

$\mathrm{U} = 15I + 0.1I\Omega$

$I(2M) = \sqrt{2}\, I(M)$

$U(2M) = \sqrt{2}\, U(M)$

$k_1 = \sqrt{2}$

b)

$U(2\Omega) = 15I + 0.2I\Omega$

$k_2 = \frac{U(2\Omega)}{\mathrm{U}(\Omega)} = \frac{15I+0.2I\Omega}{15I+0.1I\Omega} = \frac{15+0.2\Omega}{15+0.1\Omega}$

c) La vitesse à vide théorique est infinie.

4. Machine asynchrone

a)

Glissement du moteur

p=2 => n_s=1500t/min

$s = \frac{n_s - n}{n_s} = 0.033 = 3.3\%$

b)

Puissance active consommée par le moteur :

$P_{el} = 3U_s I_s \cos\phi = 11040\ W$

Puissance mécanique produite :

$P_{mec} = M\Omega = 62\ \cdot 152 = 9414\ \mathrm{W}$

Rendement :

$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{el}} = 0.85$

c)

Les pertes Joule statoriques :

$P_{Js} = 3R_s I_s^2 = 1200$

d)

La puissance mécanique peut être obtenue à partir des pertes Joule rotoriques :

$P_{mec} = P_{Jr} \frac{1-s}{s}$

Donc :

$P_{Jr} = P_{mec} \frac{s}{1-s} = 325$

e)

Les pertes restantes valent

$P_{fer+fv} = P_{el} - P_{mec} - P_{Js} - P_{Jr} = 101W$

f) Le glissement est

$s = \frac{n_s - n}{n_s} = -0.033 = -3.3\%$

Si on tient compte de la formule pour les petits glissements : le couple est directement proportionnel à s

M = -62 Nm

g) La machine fonctionne en génératrice

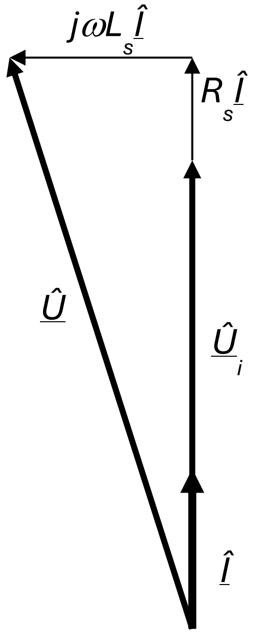
5. Moteur synchrone

a) $\Psi = 0$

b) $M = \frac{3}{2} k_e \hat{I}$

$\hat{I}_n = \frac{2}{3k_e} M_n$ =1.33 A

c)



d)

Le courant est aligné sur la tension induite et il est purement réel : $\underline{\hat{I}} = \hat{I}$
La pulsation de l'alimentation est égale à : $\omega = p\ \Omega$
$\underline{\hat{U}} = R_s \hat{I} + jp\Omega L_s \hat{I} + k_e \Omega$

e)

La vitesse est la plus grande lorsque Û=Ûn pour Î=În

$\hat{U}_n = \sqrt{\left(R_s \hat{I}_n + k_e \Omega\right)^2 + p^2 \Omega^2 L_s^2 \hat{I}_n^2}$

$\hat{U}_n^2 = R_s^2 \hat{I}_n^2 + 2R_s \hat{I}_n k_e \Omega + k_e^2 \Omega^2 + p^2 \Omega^2 L_s^2 \hat{I}_n^2$

$\left(k_e^2 + p^2 L_s^2 \hat{I}_n^2\right)\Omega^2 + 2R_s \hat{I}_n k_e \Omega + R_s^2 \hat{I}_n^2 - \hat{U}_n^2 = 0$

$0.0032\ \Omega^2 + 0.133\ \Omega - 574 = 0$

Ω = 402.6 rad/s = 3844.8 t/min

La valeur négative correspond au fonctionnement en génératrice