mcc. Exercice 4 Corrigé Moteur à aimant permanent.

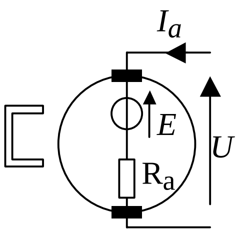
Inducteur à aimant permanent $\Rightarrow$ le flux φ sous un pôle est constant.

Donc dans les formules de la f.e.m. et du couple électromagnétique de la machine, le produit $k.\varphi$ est constant.
On écrira= $k.\varphi = \lambda = cte$

$\Rightarrow E = k.\varphi.\Omega = \lambda.\Omega$ et $C_{em} = k.\varphi.I_a = \lambda.I_a$

Le constructeur indique une f.e.m. de 44 V pour une vitesse de 1000 tr/min, soit $\Omega = 2.\pi.\dfrac{1000}{60}\ rad/s$. On en déduit : $k.\varphi = \lambda = \dfrac{44}{2.\pi.\dfrac{1000}{60}} = 0{,}42\ SI$

a) A vitesse nominale (3000 tr/min), La f.e.m. est trois fois plus élevée qu'à 1000 tr/min.
Donc $E_n = 44\,.\,3 = 132\ V$.



D'après la loi des mailles : $I_{a_n} = \dfrac{U-E}{R_a} = \dfrac{140-132}{0{,}32} = 25\ A$

On en déduit : $C_{em_n} = \lambda.I_a = 0{,}42\,.\,25 = 10{,}5\ Nm$.

On peut également utiliser la relation : $C_{em_n} = \dfrac{E.I_a}{\Omega} = \dfrac{132\,.\,25}{2.\pi.\dfrac{3000}{60}} = 10{,}5\ Nm$

b) Juste **au début du démarrage, la vitesse est nulle** (mais pas l'accélération).
Donc $E = \lambda.\Omega = 0$ et donc $U = R_a\,.\,I_a$.
Si I_a ne doit pas dépasser 200 A, alors $U_{\max\,\text{démarrage}} = 0{,}32\,.\,200 = 64\ V$ et
$C_{em\,\text{démarrage}} = \lambda.I_a = 0{,}42\,.\,200 = 84\ Nm$

c.1) A « l'équilibre », la vitesse est constante donc $C_{em} - C_p - C_r = 0$.
Ce moteur ne présente pas de pertes fer, et on néglige ses pertes mécaniques, donc $C_p = 0$ *(Voir §2.6 du cours)*
Donc : $C_{em} = k.\varphi.I_a = \lambda.I_a = 0{,}42.I_a = C_r = 10{,}5\ Nm \Leftrightarrow I_a = \dfrac{10{,}5}{0{,}42} = 25\ A$. *(Ce résultat était prévisible car le couple électromagnétique est égal au couple électromagnétique nominal, et donc le courant I_a est égal à $I_{a_n} = 25\ A$)*

c.2)

U	140 V	105 V	70 V	35 V
$E = U - R_a . I_a = U - 0{,}32 . 25 = U - 8$	132 V	97 V	62 V	27 V
$\Omega = E / \lambda = E / 0{,}42$	314 rad/s	231 rad/s	147,6 rad/s	64,3 rad/s
$n_{(tr/\mathrm{min})} = \dfrac{\Omega}{2\pi} . 60$	3000 tr/min	2205 tr/min	1409 tr/min	614 tr/min

Remarque : la première colonne du tableau correspond au fonctionnement nominal. Pour les autres cases, on peut appliquer la proportionnalité entre la f.e.m. et la vitesse : $n_{tr/\mathrm{min}} = \dfrac{1000 . E}{44}$ *; ce qui permet de calculer cette dernière directement en tr/min.*

d) Dans l'essai « à vide » : $E = U - R_a . I_a = 133 - 0{,}32 . 2{,}15 = 132{,}3\,V = E_n$.
La vitesse étant proportionnelle à la f.e.m., la machine tourne donc à sa vitesse nominale durant cet essai à vide.

« A vide », la puissance électrique absorbée par l'induit de cette machine est égale à la somme de ses pertes Joule, de ses pertes mécaniques et de ses pertes fer (car la puissance utile est nulle).
(On rappelle que pour ce type de machine, les pertes fer sont supposées nulles).

Donc : $U . I_a = R_a . I_a^2 + P_{\text{mécanique}} \Leftrightarrow 132{,}3 . 2{,}15 = 0{,}32 . 2{,}15^2 + P_{\text{mécaniques}} \Leftrightarrow P_{\text{mécaniques}} = 283\,W$.
Les pertes mécaniques ne dépendent que de la vitesse, ces pertes mécaniques sont donc celles de la machine lorsqu'elle tourne à la vitesse nominale.

e) On en déduit le « couple de pertes nominal : $C_{p_n} = \dfrac{P_{\text{mécaniques}_n}}{\Omega_n} = \dfrac{283}{2.\pi.\dfrac{3000}{60}} = 0{,}9\ Nm$

$\Rightarrow C_{u_n} = C_{em_n} - C_{p_n} = 10{,}5 - 0{,}9 = 9{,}6\ Nm$