MCC modèle réduit

e3a PSI

(1)

A.1. * $E = \phi_0 \Omega$ et $C_{em} = \phi_0 i$

ϕ_0 est notamment fonction de i_e courant dans les bobines du stator (inducteur) si elles existent (pas ici ...) et des caractéristiques géométriques et magnétiques du stator

* $Ei = C_{em}\Omega$.

A.2. (1) $U = L\dfrac{di}{dt} + E + Ri$

A.3. $J\dfrac{d\Omega}{dt} = C_{em} - C_u - C_f$.

Avec l'énoncé et A1 :

(2) $J\dfrac{d\Omega}{dt} = \phi_0 i - C_u - \beta\Omega$.

A.4. * Il suffit de diminuer la tension d'alimentation de l'induit ; si on fait $U = 0$ dans (1),

$L\dfrac{di}{dt} + Ri = -\phi_0\Omega$, i tend vers $-\phi_0\Omega/R$ et C_{em} vers $-\phi_0^2\dfrac{\Omega}{R} < 0$, le moteur va ralentir.

(2)

* Si le moteur n'est pas alimenté, $i = 0$ donc $\phi_0 i = 0$

et $J\dfrac{d\Omega}{dt} + \beta\Omega = -C_u < 0$ et constant

donc le moteur va s'arrêter.

A.5. En régime nominal les grandeurs U, I et Ω sont constantes et les valeurs sont données dans le texte.

Soit $U_{Nom} = E_{Nom} + RI_{Nom}$ d'où avec $R = 0{,}24\ \Omega$, $E_{Nom} = 11{,}4\ \text{V}$ et comme

$E_{Nom} = \phi_0 \Omega_{Nom}$, $\phi_0 = 3{,}6\ 10^{-2}\ \text{V.s.rad}^{-1}$ ou Wb.

A.6. $J\dfrac{d\Omega}{dt} = \phi_0 i - C_u - \beta\Omega$

et $U = Ri + \phi_0\Omega$.

soit $J\dfrac{d\Omega}{dt} + \left(\beta + \dfrac{\phi_0^2}{R}\right)\Omega = \dfrac{\phi_0 U}{R} - C_u$

$\tau = \dfrac{J}{\beta + \phi_0^2/R}$; $\tau = 1{,}8\ \text{ms}$

On en déduit (3)

$$\Omega = \Omega_{lim}\left(1 - e^{-t/\tau}\right) \text{ avec}$$

$$\Omega_{lim} = \frac{\phi_0 U/R - C_u}{\phi_0^2/R + \beta}.$$

A 1% près, $\Omega = 0{,}99\,\Omega_{lim}$ donc le temps $t_{1\%}$ vaut $t_{1\%} = \tau \ln 100$

$$t_{1\%} = 8{,}3 \text{ ms}.$$

A.7. * En régime nominal, $\Omega_{lim} = N_{Nom}$ soit $\Omega_{lim} = 3000$ tours/min

$$\Omega_{lim} = 314 \text{ rad.s}^{-1}.$$

et $C_u = \phi_0 I_{Nom} - \beta\Omega_{lim} = 8{,}7\,10^{-2}$ Nm.

* Au démarrage, $\Omega = 0$;

avec $U = U_{Nom}$, et toujours en négligeant u_2 (sinon i serait continue et i_d serait nul...) $U_{Nom} = R i_d$ car

$E = 0$ ($\phi_0\Omega = 0$), d'où $i_d = 50$A. (4)

R_1: considérer u_2 nul revient en fait à dire que i passe de 0 à i_d en un temps t_{i_d} quasi-nul devant le temps de démarrage du moteur ($\tau_{élec} \ll \tau_{méca}$)

R_2: Cette valeur de i_d n'est pas acceptable car trop grande; il faudra démarrer le moteur avec $U \ll U_N$ puis ↗ progressivement jusqu'à U_N la valeur de U.

* $J\frac{d\Omega}{dt} = \frac{\phi_0 U}{R} - C_u$, il faut $\frac{d\Omega}{dt} > 0$

donc $U > U_{dmin} = \frac{RC_u}{\phi_0}$, soit

$$U_{dmin} = 0{,}58\text{V}.$$

(5)

B.1. * Interrupteur idéal : ouvert $i = 0$; fermé $u = 0$.

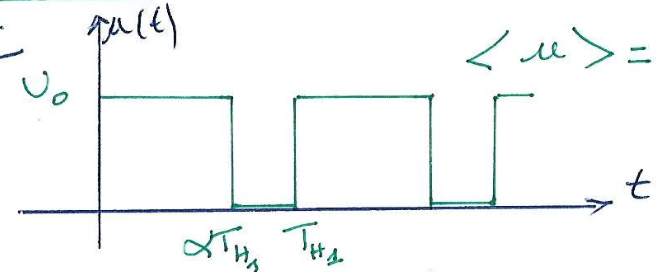
Dans les 2 cas $ui = 0$!

* Fermé/Fermé : U_0 en court-circuit
* Ouvert/ouvert : Mettre le moteur en circuit ouvert revient à violer la continuité de i_2 (si la source de courant est "parfaite" elle en c.o. ce qui est interdit).

B.2. * D_1 permet d'assurer la continuité de i_2 quand le moteur n'est plus alimenté par U_0.

* Dit autrement, elle évite les surtensions à l'ouverture de H_1.

B.3.



$\langle u \rangle = \alpha U_0$

B.4. avec $u(t) = L\dfrac{di}{dt} + Ri + E$ et en prenant la $\langle\ \rangle$:

$\alpha U_0 = E$; en effet on néglige Ri devant les autres termes (pour rappel $R = 0{,}24\,\Omega$) et de plus

$\left\langle \dfrac{di}{dt} \right\rangle = 0$.

Enfin, $E = \phi_0 \Omega$ donc $\Omega = \dfrac{\alpha U_0}{\phi_0}$

(6)

A.N. : $E = 7{,}2\,V$; $\Omega = 200$ rad/s. (~ 1900 tours min^{-1}).

B.5 * Justification de l'allure :

→ de 0 à αT_{H_1} (0,3 ms) le moteur est alimenté et on emmagasine $\frac{1}{2}Li^2$ dans la bobine $\dfrac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}Li^2\right) > 0$, $\dfrac{di}{dt} > 0$ $(i > 0)$ donc $i \nearrow$.

→ de αT_{H_1} à T_{H_1} (0,5 ms), l'énergie de la bobine alimente seule le moteur, $\dfrac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}Li^2\right) < 0$, $\dfrac{di}{dt} < 0$ $(i > 0)$ donc $i \searrow$.

* Expressions de $i(t)$

On néglige Ri comme dit en B.4. (sinon on ne peut pas avoir de portions de droites)

(7)

→ $0 < t < 0{,}3\,ms$

$U_0 = E + L\dfrac{di}{dt}$, soit

$i(t) = \dfrac{U_0 - E}{L}\left(t - \alpha T_{H_1}\right) + I_{max}$

$\left(\text{ou } \dfrac{U_0-E}{L}t + I_{min}\right)$

→ $0{,}3 < t < 0{,}5\ ms$.

$0 = E + L\dfrac{di}{dt}$, soit $i(t) = -\dfrac{E}{L}\left(t - \alpha T_{H_1}\right) + I_{max}$

$\left(\text{ou } i(t) = -\dfrac{E}{L}\left(t - T_{H_1}\right) + I_{min}\right)$.

On a bien les courbes de p5.

* $I_{max} - I_{min}$

en $t = \alpha T_{H_1}$, $\dfrac{U_0 - E}{L}\alpha T_{H_1} + I_{min} = I_{max}$ avec les expressions ci-dessus ; ainsi,

$$\Delta I = \frac{U_0(1-\alpha)\alpha}{L} T_{H_1} \quad (\text{avec } E = \alpha U_0)$$

* Diminution de l'ondulation.

→ $C_{em} = \phi_0 i$: si i ondule, le couple ondule aussi, ce qui a des répercussions sur la rotation du moteur surtout à basse vitesse.

(7)

→ des ondulations occasionnent des pertes supplémentaires :

soit $\mathcal{P} = \langle Ri^2 \rangle$ les pertes d'induit

Si $i = I + \delta i$. pas d'ondulation, $\delta i = 0$:

$\mathcal{P}_{\delta i} = RI^2$

. ondulation, $\mathcal{P} = R\langle (I + \delta i)^2 \rangle$

$\mathcal{P}_{\delta i} = RI^2 + R\langle (\delta i)^2 \rangle$ car $\langle \delta i \rangle = 0$

et $\mathcal{P}_{\delta i} > \mathcal{P}$.

* Bobine supplémentaire.

ΔI est % à $\dfrac{1}{L}$, si $L \nearrow$ $\Delta I \searrow$.

* Valeur de L : Tout est connu dans l'expression de ΔI, sauf L et $\Delta I = 1A$, d'où $L = 1{,}44\ mH$. (B : on peut aussi utiliser la pente $< 0 = -\dfrac{E}{L}$)

B.6. * $\langle i \rangle = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T i(t)\,dt = \dfrac{1}{T}$ trapèze

$\langle i \rangle = \dfrac{1}{T}\left(I_{min}T + \dfrac{1}{2}(I_{max} - I_{min})T\right)$

$\langle i \rangle = \dfrac{1}{2}(I_{max} + I_{min}) = 2{,}5A$.

* Calculons $R\langle i \rangle = 0{,}24 \times 2{,}5 = 0{,}6V$

à comparer à $U_0 = 12V$ ou $\alpha U_0 = 7{,}2V$ ...