# mcc. Exercice 5 Corrigé Problèmes Thermiques d'une m.c.c. en régime variable.

Le flux est constant, tel que : $k\varphi = \frac{E}{\Omega} = \frac{47,4}{\frac{1000}{60}.2\pi} = 0,4526 = \frac{C_{em}}{I_a}$

**a)** $C_{em} = C_r + C_p + J.\frac{d\Omega}{dt} = 14 + 5,5.10^{-3}.\Omega + \left(74000.10^{-7} + 50000.10^{-7}\right)\frac{d\Omega}{dt}$

- Pour $0 < t < to$ : $\frac{d\Omega}{dt} = \frac{2.\pi.\frac{3000}{60}}{0,33} = 952\ rad/s^2$

$\Rightarrow C_{em} = 14 + 5,5.10^{-3}.\Omega + 11,42 = k\varphi.I_a = 0,4526\,.\,I_a$

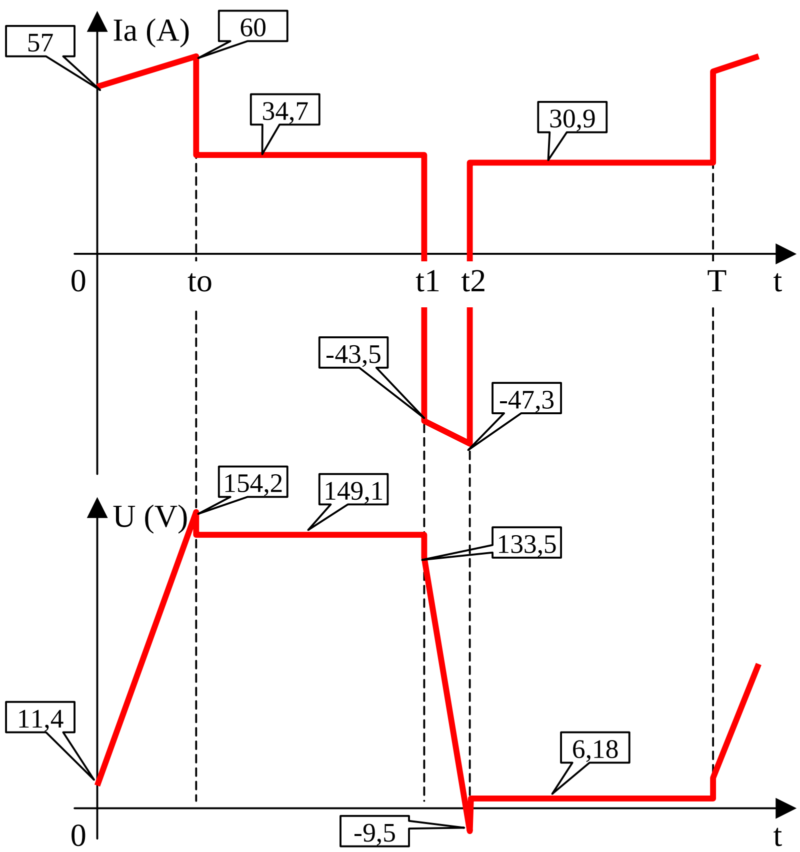
  - Pour $t = 0^+ : I_a = 57\ A$ ; $t = 0,33^- : I_a = 60\ A$

- Pour $to < t < t_1$ : $C_{em} = 14 + 5,5.10^{-3}.2\pi.\frac{3000}{60} = 0,4526\,.\,I_a \Leftrightarrow I_a = 34,7\ A$

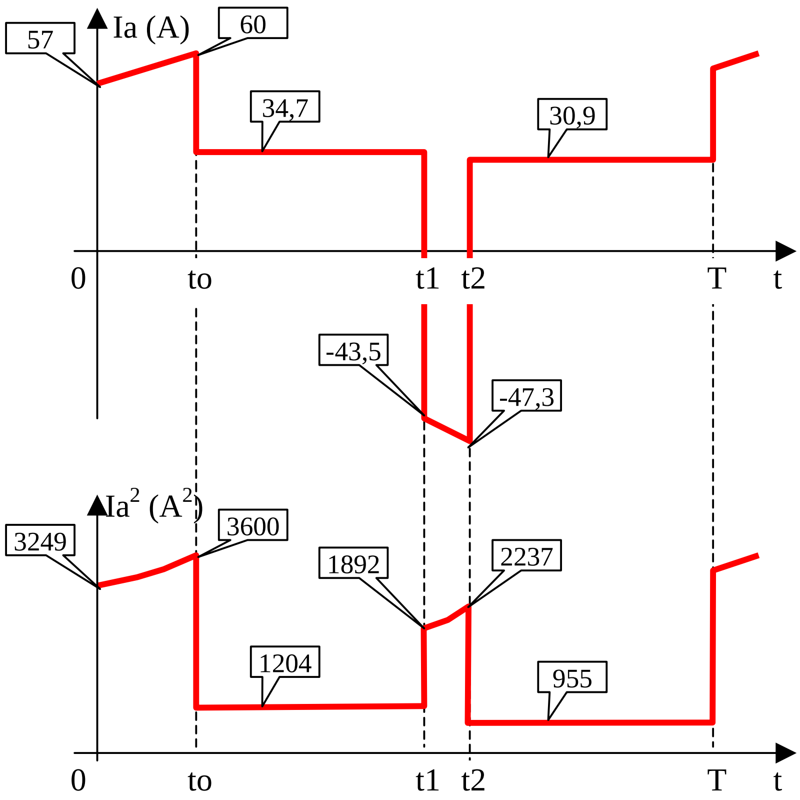
- Pour $t_1 < t < t_2$ : $C_{em} = 14 + 5,5.10^{-3}.\Omega - 124\,.10^{-4}\,.\,\frac{\frac{3000}{60}.2\pi}{0,11} = 0,4526\,.\,I_a$

  - Pour $t = t_1^+ : I_a = -\,43,5\ A$ et pour $t = t_2^- : I_a = -\,47,3\ A$

- Pour $t_2 < t < t_3$ : $C_{em} = 14 = 0,4526\,.\,I_a \Leftrightarrow I_a = 30,9\ A$




$U = E + Ra.Ia = \lambda.\Omega + Ra.Ia$
$\Rightarrow U = 0,4526.\Omega + 0,2.Ia$
D'où le graphe de U(t) ci-contre.




**b.1)** Sur un cycle de fonctionnement, l'énergie transformée en chaleur par les pertes mécaniques et fer s'exprime par l'intégrale de la puissance instantanée

$$p_{mf}(t) = C_p.\Omega(t) = f.\Omega(t)^2$$

$$W_{mf[0\,;\,T]} = \int_0^T f.\Omega(t)^2\,.\,dt$$

*Calcul non demandé :*

$$W_{mf[0\,;\,T]} = \int_0^{0.33} f.[952.t]^2.\,dt + \int_{0,33}^{1.33} f.314^2.\,dt + \int_{1,33}^{1.44} f\,[4113 - 2856.t]^2.\,dt$$

$$W_{mf[0\,;\,T]} = f.\left[952^2.\frac{t^3}{3}\right]_0^{0.33} + f.\left[314^2.t\right]_{0.33}^{1.33} + f.\left[4113^2.t + 2856^2.\frac{t^3}{3} - 2.4113.2856.\frac{t^2}{2}\right]_{1.33}^{1.44}$$

Wmf=5.5e-3*(952^2*0.33^3/3+314^2+4113^2*0.11+2856^2*(1.44^3-1.33^3)/3-2*4113*2856*(1.44^2-1.33^2)/2) = 621,96 J

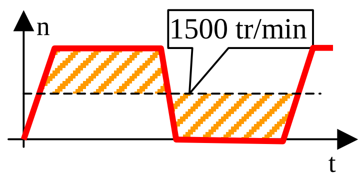
Suite de l'exercice :

**b.2** L'énergie transformée en chaleur dans la résistance interne Ra de l'induit pendant une période « T » s'exprime par la relation :

$$W_{Joule} = \int_0^T Ra.Ia^2(t).dt$$

Pour calculer l'aire sous la courbe $i_a{}^2(t)$, on peut approximer $i_a{}^2(t)$ à une somme de rectangles :

$$\Rightarrow W_{Joule} \approx 0{,}2.\begin{pmatrix} 3424 * 0{,}33 + 1204 * 1 \\ + 2064 * 0{,}11 + 955 * 1 \end{pmatrix} = 703\ J$$




**b.3** La vitesse moyenne est de 1500 tr/min. soit $<\Omega> = 157\ rad/s$

$$P_{max_{pertes}} = P_{mf} + P_{joule} = f.\Omega^2 + Ra.Ia^2$$

$$P_{max_{autoventilé}} = 5{,}5.10^{-3}.157^2 + 0{,}2.25^2 = 261\,W$$

$$P_{max_{motoventilé}} = 5{,}5.10^{-3}.157^2 + 0{,}2.50^2 = 636\ W$$

Puissance moyenne de l'ensemble des pertes lors du fonctionnement périodique:

$$P_{pertes} = \frac{W_{mf} + W_{Joule}}{T} = \frac{622 + 703}{2{,}44} = 543\ W$$

La machine nécessite donc une ventilation forcée (moto ventilateur auxiliaire soufflant de l'air de refroidissement à l'intérieur du moteur principal).