

**3 Moteur universel.** On considère une machine à courant continu à stator (inducteur) bobiné. On note  $I_e$  le courant dans l'inducteur. La fém de la machine est donc à la fois proportionnelle à  $I_e$  et à la vitesse angulaire  $\omega$  :  $e = KI_e\omega$ . On modélise l'induit par l'association en série de la fém  $e$  et d'une résistance  $R$ . On nomme  $A$  et  $B$  les deux bornes de l'induit. La grandeur appelée  $e$  est la fém orientée de  $B$  vers  $A$ . On note  $R_e$  la résistance de l'inducteur.

1°) On a  $\boxed{K > 0}$ . En effet, en mode moteur, l'effet de l'induction est une force contre-électromotrice, donc qui s'oppose à l'action de la source de tension  $V_A - V_B$ .

2°) Pour une même tension  $V_A - V_B > 0$ , mais avec  $I_e < 0$ , le moteur tourne dans le sens inverse, c'est-à-dire en marche arrière. En effet, en mode moteur, l'effet de l'induction est une force contre-électromotrice, donc qui s'oppose à l'action de la source de tension  $V_A - V_B$ .

3°) Pour une tension  $V_A - V_B < 0$ , avec  $I_e < 0$ , le moteur tourne à nouveau en marche avant, toujours pour les mêmes raisons.

4°) On branche l'inducteur en série avec l'induit, le tout alimenté avec une tension alternative. Le moteur fonctionne, et en marche avant, car on a une succession de régimes correspondant aux questions 1 et 3.

$$5^\circ) \omega_1 = \frac{R_e U_i}{K U_{e1}} + \frac{R \Gamma_c R_e^2}{K^2 U_{e1}^2} \quad (\text{équation A}), \text{ avec } \Gamma_c < 0.$$

$$\text{On pose } A_1 = \frac{R_e U_i}{K U_{e1}} \quad \text{et} \quad B_1 = -\frac{R \Gamma_c R_e^2}{K^2 U_{e1}^2}$$

Mais pour  $U_{e1}$ , on avait  $Ri_1^2 = x U_{e1} i_1$ , avec  $x = 0,05$ , donc  $Ri_1 = x U_{e1}$ , et aussi  $B_1 = x A_1$ .

Si on remplace  $U_{e1}$  par  $U_{e2}$ , avec  $U_{e2} = \frac{U_{e1}}{2}$ , le premier terme est multiplié par 2, et le second par 4.

Donc  $A_2 = 2A_1$  et  $B_2 = 4B_1$ . Par conséquent,  $B_2 = 2x A_2$ .

Ainsi,  $\omega_1 = A_1(1 - x)$  ;  $\omega_2 = A_2(1 - 2x) = 2A_1(1 - 2x)$ . Il vient  $\omega_2 = \omega_1 \frac{2(1-2x)}{1-x} = 1,9 > 1$ .