

## Le banc balafre ★

Pas de corrigé pour cet exercice.

### Objectif

L'objectif est de valider les exigences suivantes.

- ▶ 1.01 – Couple résistant : le couple résistant exercé par le film d'eau sur le joint (rotor) à  $6000 \text{ tr min}^{-1}$  est estimé à  $C_{\text{res}} = 300 \text{ Nm}$ .
- ▶ 1.02 – Vitesse de rotation : la vitesse cible NC (vitesse de rotation du rotor de joint) doit pouvoir être réglée à une valeur choisie entre  $5000 \text{ tr min}^{-1}$  et  $7000 \text{ tr min}^{-1}$ .
- ▶ 1.03 – Loi de commande : la mise en rotation doit se faire à accélération constante pendant une durée n'excédant par  $T_{\text{acc}} = 5 \text{ s}$ .

Nous allons modéliser le moteur asynchrone Leroy Somer PLS-280-MP. Ceci va nous permettre de déterminer sa caractéristique de couple. Cette caractéristique sera utilisée dans les parties suivantes et nous permettra dans cette partie de déterminer la fréquence de commande du moteur pour la phase de mesure en régime stationnaire.

Données et hypothèses :

- ▶ le réseau d'alimentation électrique fournit une tension 230/400 V en 50 Hz;
- ▶ la plaque signalétique du moteur est donnée en figure 1;
- ▶ on négligera les pertes fer et les pertes mécaniques dans le moteur;
- ▶ les pertes Joule statoriques sont également négligées.

<b>LEROY SOMER</b>		<b>MOT. 3 ~ PLS 280 MP2 B3</b>				
		<b>N° 905027 00LC01 kg: 930</b>				
MOTEURS LEROY SOMER	<b>IP 23S IK 08</b>	<b>I cl. F</b>	<b>40</b>	<b>°C S 1</b>	<b>%</b>	<b>d/h</b>
	<b>V</b>	<b>Hz</b>	<b>min<sup>-1</sup></b>	<b>kW</b>	<b>cosφ</b>	<b>A</b>
	400 Δ	100	5916	132	0.87	232
	TP111B					
<b>DE</b>	6014HC5C3	<b>cm<sup>3</sup></b>				
<b>NDE</b>	6014HC5C3	<b>cm<sup>3</sup></b>				

FIGURE 1 – Plaque signalétique du moteur PLS-280-MP

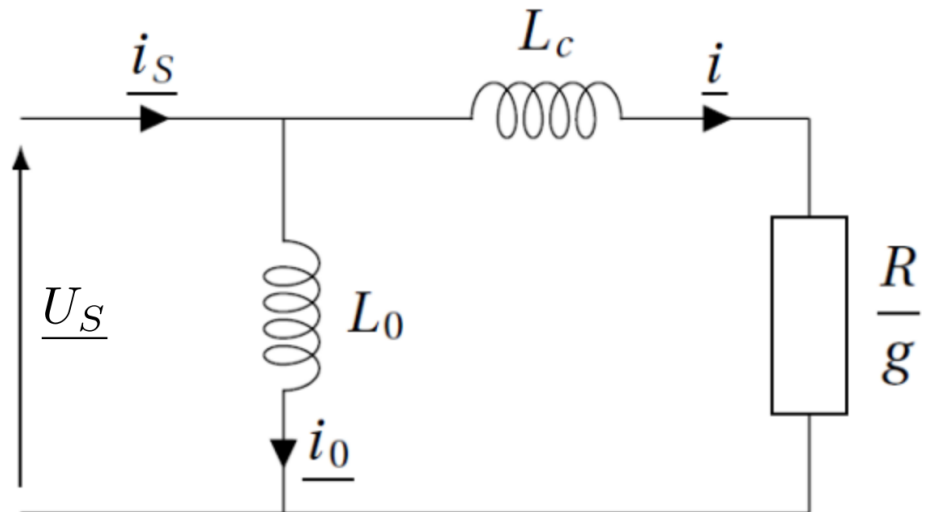
**Question 1** En utilisant les informations de la plaque signalétique, montrer que le moteur possède  $p = 1$  paire de pôles.

**Question 2** À partir de la plaque signalétique, en détaillant les calculs, déterminer le glissement en fonctionnement nominal  $g_N$  ainsi que le couple utile nominal  $C_{uN}$ .

On donne sur la figure [figure 2](#) le modèle équivalent ramené au stator d'une phase du moteur.  $L_0$  représente l'inductance de magnétisation et  $L_c$  l'inductance des fuites totales d'une phase (rotorique ramenée au stator et stator). On note  $g$  le glissement. On rappelle que la puissance dissipée dans la résistance  $R/g$  correspond à la puissance transmise du stator au rotor. Cette puissance peut être décomposée en une résistance  $R$  correspondant aux pertes Joule dans le rotor en série avec une résistance  $R(1 - g)/g$  correspondant à la puissance électromécanique fournie au rotor.

#### Remarque

Ce modèle est celui du bobinage couplé en triangle. La tension  $U_S$  représente la tension entre phases, c'est-à-dire, vue de l'extérieur, la tension composée de valeur nominale 400 V. Le courant  $i_S$  représente le courant dans chaque phase statorique. La notation conventionnelle  $\underline{j}_S$  pour ce courant n'est pas utilisée ici pour éviter toute confusion avec les notations des nombres complexes.



**FIGURE 2** – Modèle équivalent ramené au stator d'une phase du moteur

**Question 3** Exprimer la puissance électromécanique  $P_{EM}$  fournie au rotor en fonction de  $U_S$  (valeur efficace de la tension  $\underline{U}_S$ ), de la résistance  $R$ , du glissement  $g$  de l'inductance  $L_c$  et de la pulsation d'alimentation  $\omega$  du moteur.

**Question 4** Exprimer la puissance électromécanique  $P_{EM}$  en fonction du couple électromagnétique  $C_{EM}$  et de la vitesse de rotation  $\Omega$  de l'arbre moteur.

**Question 5** Exprimer la vitesse de rotation  $\Omega$  de l'arbre en fonction du glissement  $g$  et de la vitesse de synchronisme  $\Omega_S$ . En déduire l'expression du couple électromagnétique  $C_{EM}$  en fonction de  $U_S^2$ ,  $\omega$ ,  $g$ ,  $R$ ,  $L_c$ , et  $p$  (le nombre de paires de pôles par phase).

**Question 6** En précisant bien vos hypothèses, justifier que l'expression du couple utile

$$\text{disponible sur l'arbre moteur est } C_u = \frac{3pU_S^2}{\omega} \cdot \frac{\frac{R}{g}}{\left(\frac{R}{g}\right)^2 + (L_c\omega)^2}.$$

À l'aide de cette équation, on obtient la figure [figure 3](#) qui représente l'allure de la courbe de couple en fonction de la vitesse de rotation  $N$  de l'arbre moteur.

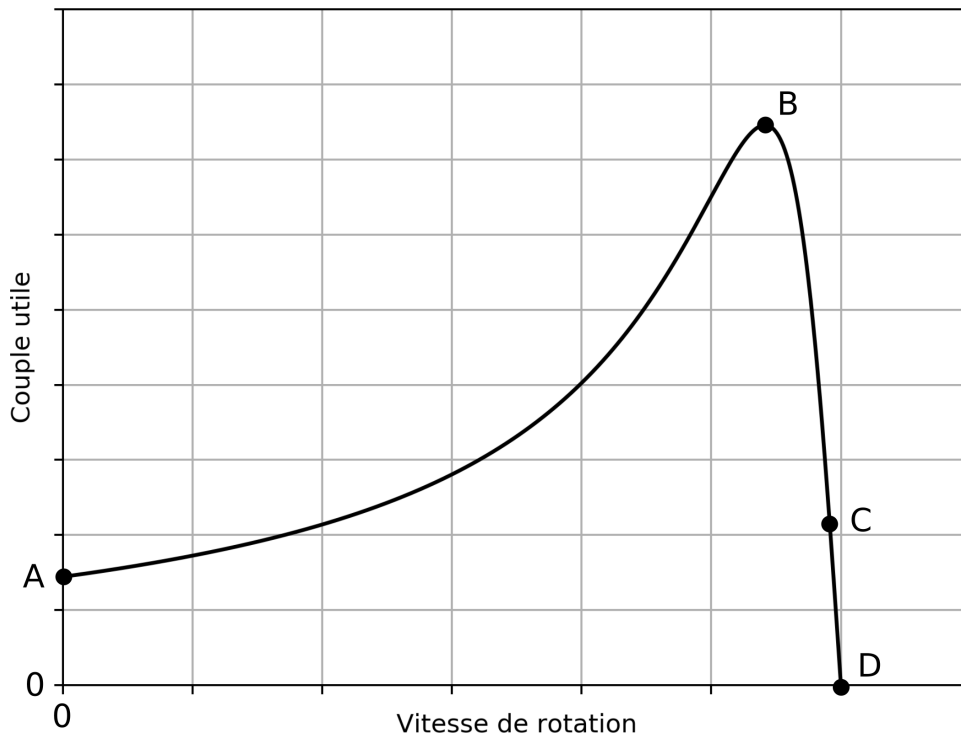


FIGURE 3 – Allure de la courbe de couple utile du moteur en fonction de la vitesse de rotation de l'arbre

**Question 7** À l'aide des points A, B, C et D, identifier sur cette courbe le point de fonctionnement nominal, le démarrage du moteur, le point de synchronisme, la zone de fonctionnement instable du moteur.

Le constructeur précise le rapport du couple maximal sur couple nominal :  $C_M/C_N = 3,5$ . On rappelle que le couple utile est maximal pour une valeur du glissement telle que  $R/g = L_c \omega$ .

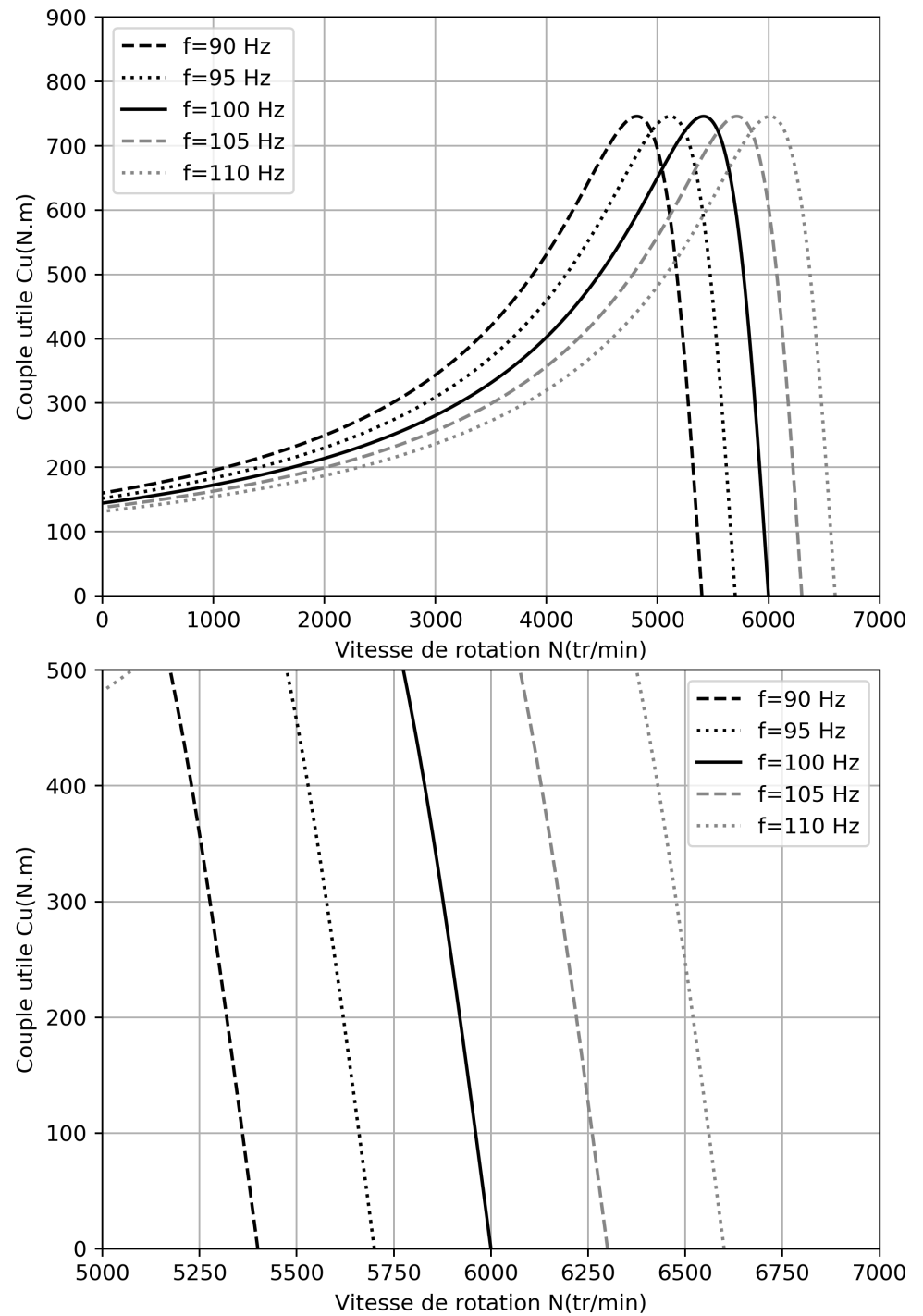
**Question 8** En déduire l'expression de  $L_c$  en fonction de  $p$ ,  $U_S$ ,  $C_M$  et  $\omega$  et faire l'application numérique.

**Question 9** Que peut-on dire de  $R/g$  par rapport à  $L_c \omega$  au voisinage du point de fonctionnement nominal? En déduire l'expression de  $R$  en fonction du couple nominal  $C_N$ , du glissement nominal  $g_N$ , de  $p$ ,  $U_S$  et de  $\omega$ .

#### Remarque

On fera l'application numérique en prenant  $g_N = 1,4 \times 10^{-2}$  et  $C_N = 213 \text{ Nm}$ .

Le variateur utilisé pour la commande du moteur fonctionne en  $U_S/f$  constant. À l'aide des valeurs calculées précédemment, on a tracé sur la figure figure 4 les courbes de couple utile en fonction de la vitesse de rotation pour différentes valeurs de fréquence de commande.



**FIGURE 4** – Évolution du couple utile en fonction de la vitesse de rotation pour des fréquences de commande de 90 Hz à 110 Hz.

**Question 10** Déterminer quelle fréquence doit être imposée par le variateur pour maintenir une vitesse de  $6000 \text{ tr min}^{-1}$  en présence d'un couple résistant correspondant au couple  $C_{\text{res}} = 300 \text{ Nm}$  défini par l'exigence 1.01 du cahier des charges.

Corrigé voir .