

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

PRODUCTIQUE MÉCANIQUE

SCIENCES PHYSIQUES

Durée 2 heures

Coefficient 2

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte : 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.*

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront de façon appréciable dans l'évaluation des copies.

CALCULATRICE AUTORISÉE

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

Les parties A, B, C et D sont indépendantes

Un système de refroidissement par ventilation d'ateliers de fabrication utilise des moteurs à courant continu. Plus la température extérieure est élevée, plus les moteurs ont une fréquence de rotation importante. L'alimentation de ces moteurs s'effectue à partir du réseau E.D.F. ou à partir de batteries dans le cas de coupure d'alimentation réseau. La variation de vitesse du moteur est pilotée à partir d'une chaîne de mesure de température associée à un automate (*figure 1*).

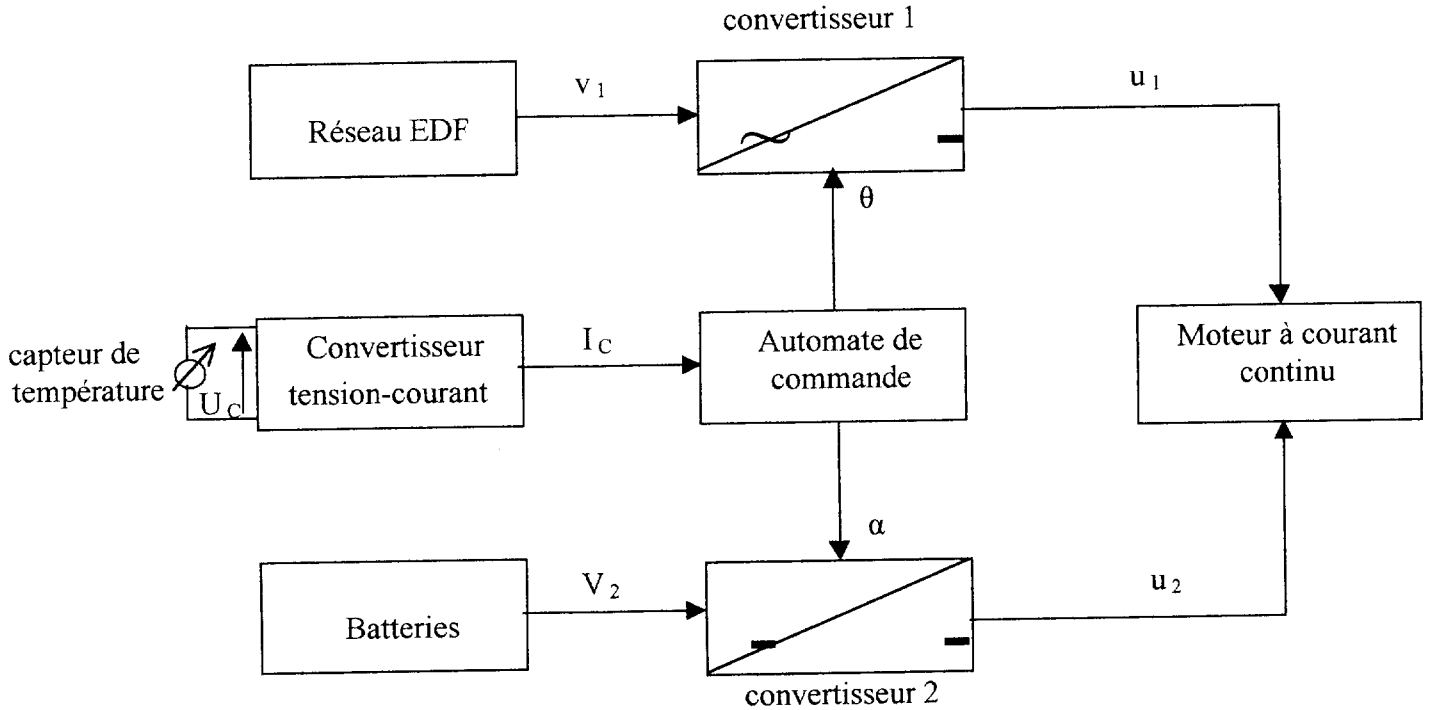


figure 1 : système étudié

Les principales caractéristiques des éléments utilisés sont les suivantes :

- ◆ Convertisseur 1 : la grandeur de commande de ce convertisseur est un angle θ_0 (angle d'amorçage).
La valeur moyenne de la tension à la sortie du pont a pour expression : $\langle u_1 \rangle = \left(\frac{V_{1MAX}}{\pi} \right) \cdot (1 + \cos \theta_0)$.
- ◆ Moteur à courant continu à excitation indépendante constante (aimants permanents).
On donne $E = k \cdot n$ où E est la f.e.m. du moteur, n la fréquence de rotation en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$,
 $k = 66 \cdot 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$. On néglige la résistance R de l'induit.
- ◆ Capteur : à 20°C la tension de sortie U_c est $2,93 \text{ V}$; la variation de la tension U_c en fonction de la température T est de $10 \text{ mV} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.
- ◆ Convertisseur 2 : la grandeur de commande est un rapport cyclique α .

A Étude de la chaîne de mesures

A1) Compléter les valeurs de U_c dans le tableau R1 du document réponse à rendre avec la copie.

A2) Compte tenu de l'éloignement du capteur par rapport à l'automate de commande, l'information est transmise sous la forme d'un courant I_c .

Les variations de I_c sont proportionnelles à celles de U_c .

I_c varie de 4 mA à 20 mA lorsque T varie de 0°C à 40°C .

Compléter les valeurs de I_c dans le tableau R1 du document réponse.

A3) Justifier le choix d'une valeur minimale de I_c différente de 0 mA .

B Étude du système principal

B1) La tension v_1 fournie par le réseau E.D.F. est représentée *figure 2*.
Déterminer en justifiant votre réponse :

- B1.1)** La valeur maximale $V_{1\text{MAX}}$ de v_1 .
- B1.2)** La valeur efficace V_1 de v_1 .
- B1.3)** La période T_1 .
- B1.4)** La fréquence f_1 .
- B1.5)** La valeur moyenne $\langle v_1 \rangle$.

B2) Donner le nom et expliquer le rôle du convertisseur 1 (*figure 3*).

B3) Donner le nom des composants utilisés dans ce convertisseur (*figure 3*).

B4) Écrire la relation liant E , u_1 , u_L (*figure 3*).

B5) En déduire la relation $\langle u_1 \rangle = E$.

B6) On donne dans le tableau R2 les fréquences de rotation du moteur en fonction de la température. En utilisant la courbe $\langle u_1 \rangle = f(\theta_0)$ donnée *figure 4*, calculer les valeurs moyennes de $\langle u_1 \rangle$ et les angles d'amorçages donnés dans le tableau R2 du document réponse pour les 4 températures. Utiliser la courbe $\langle u_1 \rangle = f(\theta_0)$ donnée *figure 4*. Développer les calculs sur votre copie.

B7) Pour une température extérieure de $30\text{ }^\circ\text{C}$, tracer la tension u_1 sur le document réponse (*figure R1*).

C Étude du système de secours

Le schéma du variateur est donné *figure 5*.

L'interrupteur K est fermé de 0 à αT_2 et ouvert de αT_2 à T_2 (avec T_2 période de la tension u_2).

C1) Donner le nom et expliquer le rôle du convertisseur 2.

C2) A partir de la *figure 6* donnant la tension u_2 à la sortie du convertisseur, déterminer :

- C2.1)** La valeur de la tension V_2 (tension fournie par les batteries).
- C2.2)** La période du signal T_2 .
- C2.3)** La fréquence du signal f_2 .
- C2.4)** La valeur du rapport cyclique α .
- C2.5)** La valeur moyenne $\langle u_2 \rangle$ de la tension.

C3.1) Justifier que pour une même fréquence de rotation, $\langle u_1 \rangle$ doit être égale à $\langle u_2 \rangle$.

C3.2) Compléter le tableau R2 en calculant les rapports cycliques α . Développer les calculs sur votre copie.

D Étude du moteur à courant continu

Pour un fonctionnement particulier on a : $E = 100 \text{ V}$, $I = 5,0 \text{ A}$, $n = 1515 \text{ tr.min}^{-1}$ (les caractéristiques de moteur sont données page 2).

- D1)** Calculer la puissance électromagnétique P_E .
- D2)** Calculer le moment du couple électromagnétique T_E .
- D3)** Sachant que l'ensemble des pertes vaut 50 W , déterminer le rendement η du moteur.

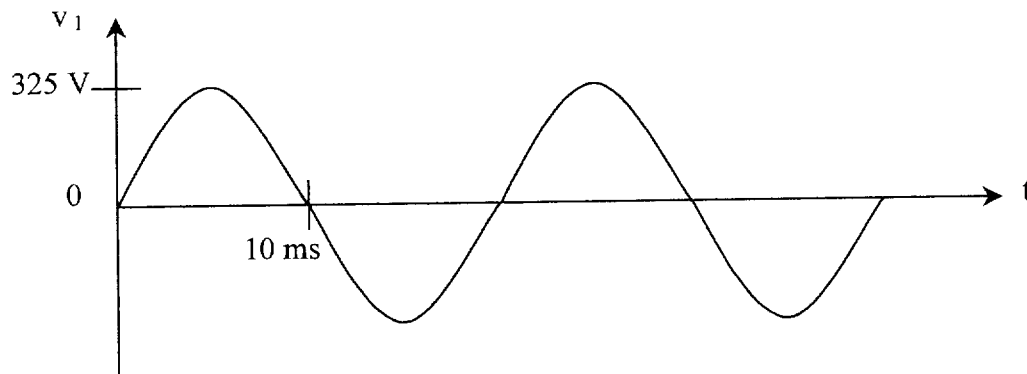


figure 2 : tension réseau

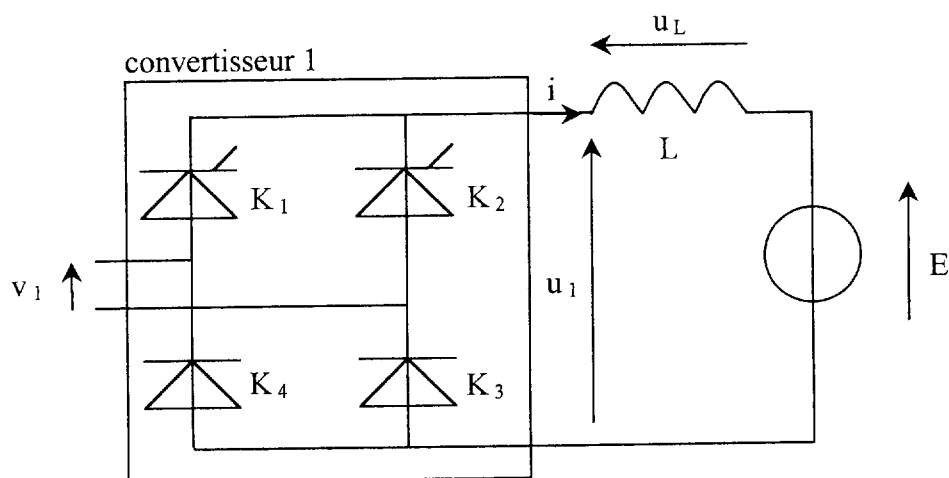


figure 3 : convertisseur 1 et schéma équivalent du moteur

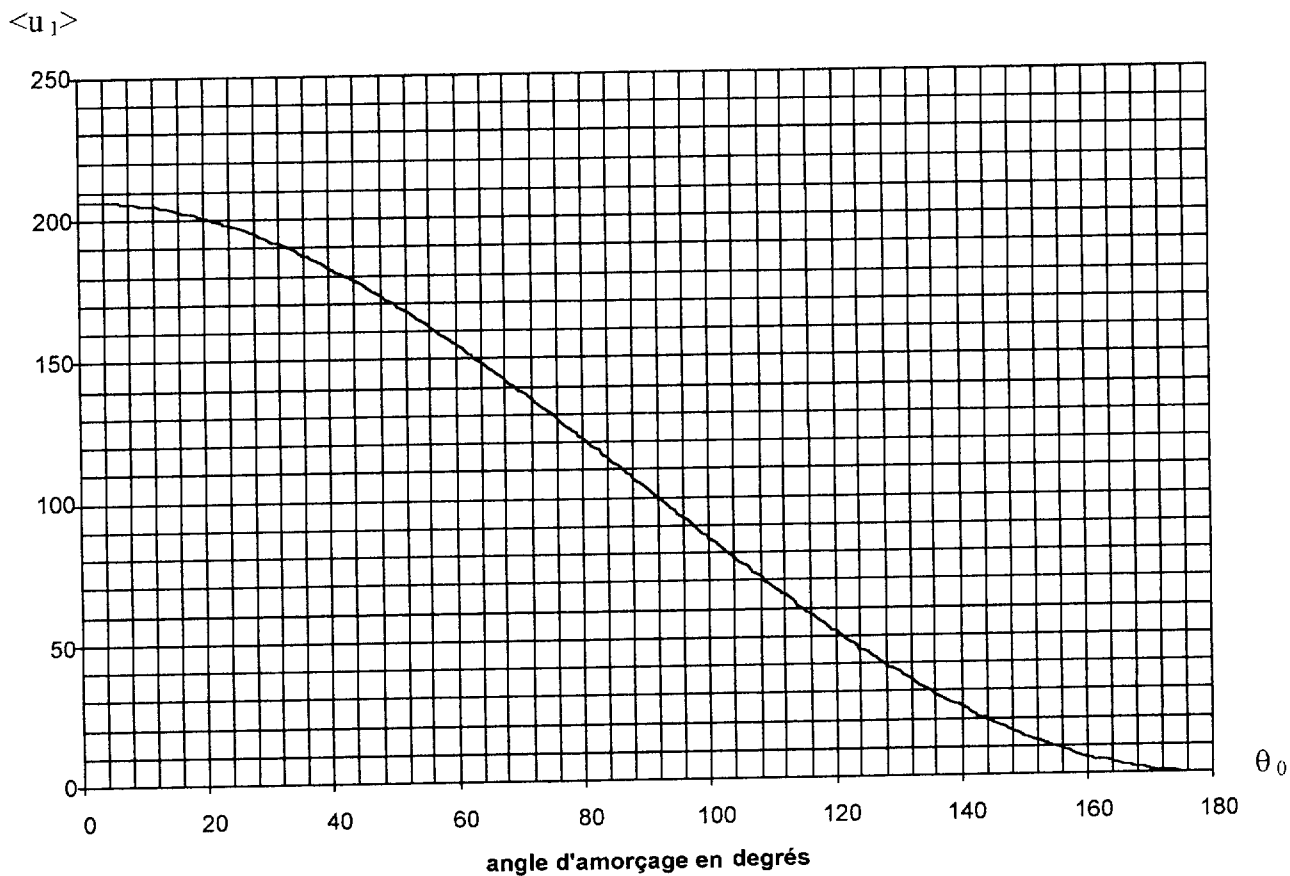


figure 4

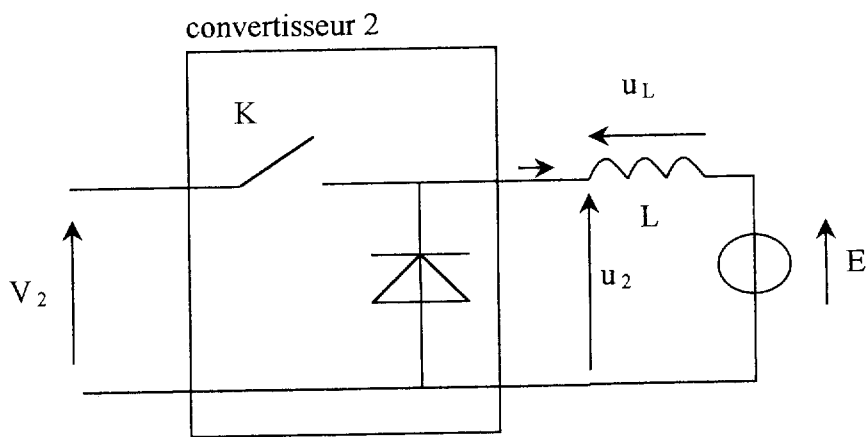


figure 5

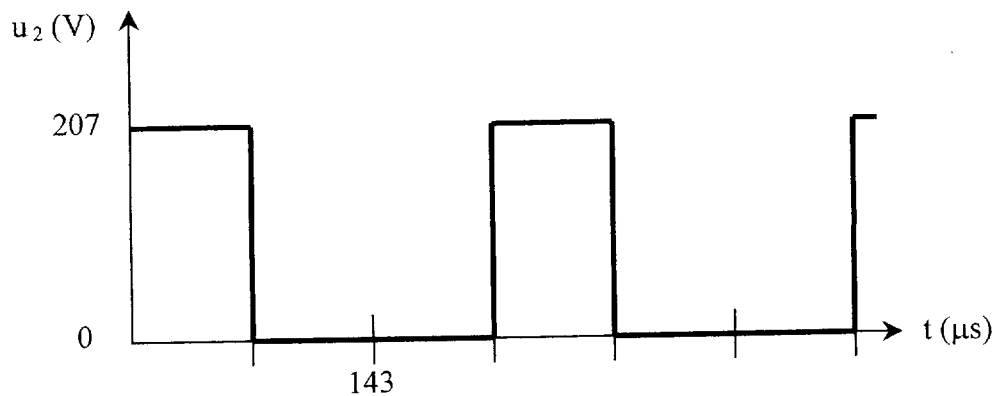


figure 6

DOCUMENT RÉPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

T (°C)	0	20	30	40
U_C (V)				
I_C (mA)	4			20

tableau R1

T (°C)	0	20	30	40
n (tr.mn⁻¹)	0	212	1560	3045
<u₁>				
θ₀ (°) <i>convertisseur 1</i> <i>(question B6)</i>				
α <i>convertisseur 2</i> <i>(question C3.2)</i>				

tableau R2

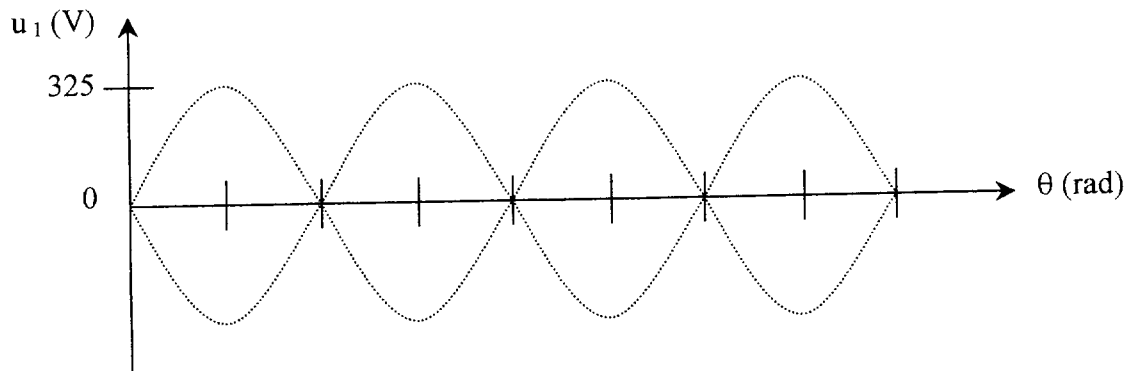


figure R1