

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.

Pour les questions à choix multiples, le candidat cochera de façon claire la bonne réponse.
 Si plusieurs cases sont cochées pour la même question, la réponse sera considérée comme nulle.
 Pour les autres questions, le candidat complétera les graphes demandés sur le texte même du sujet.
 Le candidat placera ensuite le sujet complet dans une copie double.

Exercice I : (8,5 points)

La figure 1 représente un convertisseur statique d'énergie. La charge de ce convertisseur est placée entre les points A et B.

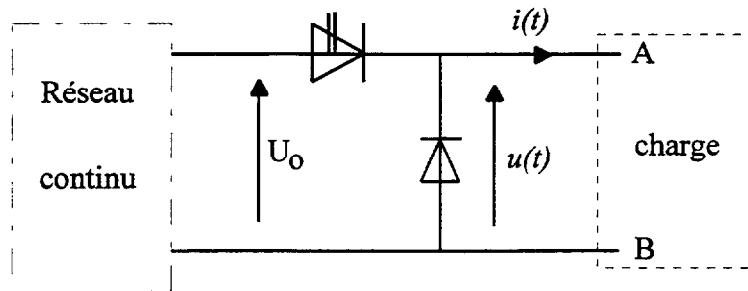


Figure 1

La tension $u(t)$ relevée à la sortie du convertisseur est de la forme (voir figure 2) :

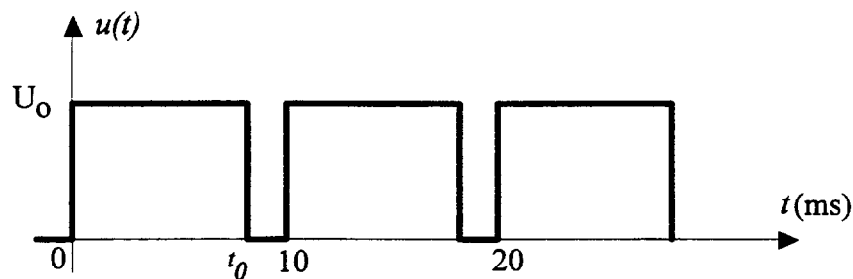


Figure 2

I.1. Le convertisseur considéré est :

- | | | | |
|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| un transformateur | <input type="checkbox"/> | un hacheur | <input type="checkbox"/> |
| un onduleur | <input type="checkbox"/> | un redresseur | <input type="checkbox"/> |

I.2. La fréquence de la tension $u(t)$ est de :

- 10 ms ; 100 ; 100 rad/s ; 100 Hz

I.3. On donne $U_0 = 160$ V. La valeur moyenne de la tension $u(t)$, notée $\langle u(t) \rangle$, est réglée à 120 V.
 La valeur t_0 vaut alors :

- 0,75 ; 7,5 ; 7,5 ms ; 13,3 ms

I.4. Le schéma équivalent de la charge alimentée par le convertisseur est représenté partiellement sur la figure 3 où le "?" représente une bobine d'inductance L dont on néglige la résistance :

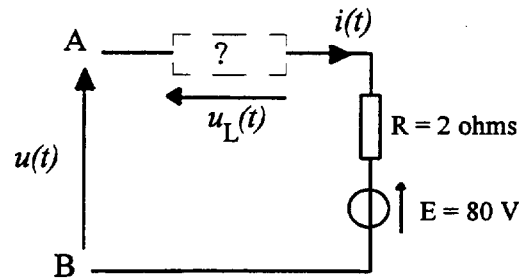


Figure 3

I.4.1. Suivant la norme, la bobine définie ci-dessus se représente sur le schéma équivalent par :



I.4.2. Avec les conventions d'orientation utilisées sur le schéma équivalent de la charge, on peut écrire :

$$u(t) = E + Ri(t) \quad \square \quad ; \quad u(t) = -E + Ri(t) + u_L(t) \quad \square$$

$$u(t) - E - Ri(t) - u_L(t) = 0 \quad \square \quad ; \quad u(t) + E + Ri(t) + u_L(t) = 0 \quad \square$$

I.5. L'inductance L de la bobine est de valeur suffisante pour que le courant $i(t)$ puisse être considéré comme pratiquement constant et égal à sa valeur moyenne, notée $\langle i(t) \rangle$. On rappelle que, pour le fonctionnement périodique décrit figure 2, la valeur moyenne de la tension aux bornes de l'inductance est nulle.

Sachant que $\langle u(t) \rangle = 120 \text{ V}$, la valeur moyenne $\langle i(t) \rangle$ de l'intensité du courant $i(t)$ vaut :

$$80 \text{ A} \quad \square \quad ; \quad -80 \text{ A} \quad \square \quad ; \quad -20 \text{ A} \quad \square \quad ; \quad 20 \text{ A} \quad \square$$

I.6. Le courant $i(t)$ étant pratiquement constant, la quantité $E + Ri(t)$ est aussi constante et est représentée sur le graphe de la figure 4. Sa valeur est :

$$-120 \text{ V} \quad \square \quad ; \quad 80 \text{ V} \quad \square \quad ; \quad 120 \text{ V} \quad \square \quad ; \quad -80 \text{ V} \quad \square$$

Sur la figure 4, tracer les variations de la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine, en précisant les valeurs extrêmes de cette tension.

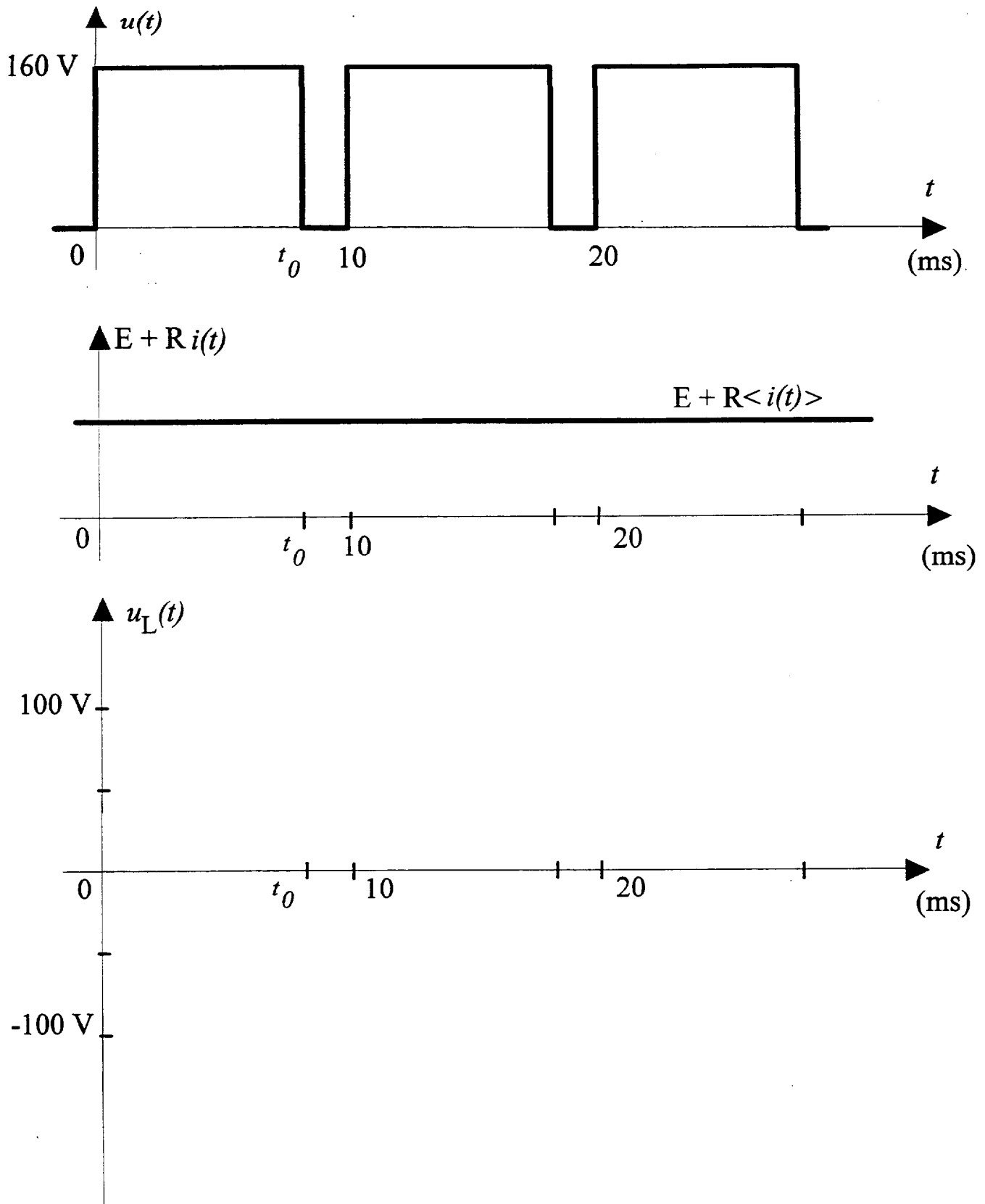


Figure 4

Exercice II : (11,5 points)

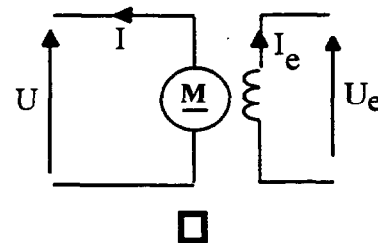
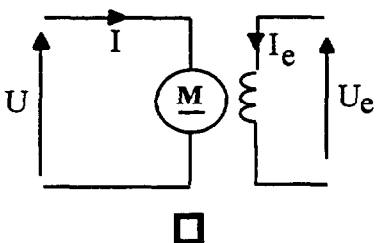
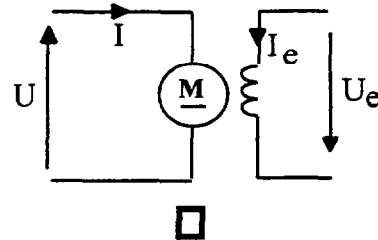
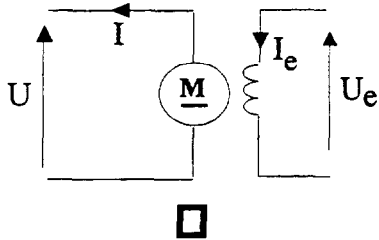
On considère un moteur à courant continu à excitation séparée. Le circuit inducteur est bobiné et on appelle U_e et I_e la tension et le courant d'excitation. L'induit est soumis à la tension $U > 0$, il est alors parcouru par le courant induit $I > 0$.

On appelle : • E la f.é.m. du moteur ;
 • R la résistance de l'induit ;
 • r la résistance de l'inducteur.

Sur la plaque signalétique de ce moteur, on peut lire :

- $U_n = 190 \text{ V}$ • $I_n = 20 \text{ A}$ • $n_n = 1800 \text{ tr/min}$ • $P_{un} = 3,3 \text{ kW}$
- $U_{en} = 190 \text{ V}$ • $I_{en} = 1 \text{ A}$ • $t_n = 70 \text{ °C}$

II.1. Avec quelle représentation pourra-t-on écrire pour ce moteur les relations : $U = E + RI$ et $U_e = rI_e$?



II.2. La puissance totale absorbée au fonctionnement nominal par le moteur est de :

- 3800 W ; 3990 J ; 3300 W ; 3990 W

II.3. Le moment du couple utile développé par l'arbre moteur s'évalue à :

- 1,83 N.m ; 110 N.m ; 17,5 N.m ; 20,2 N.m

II.4. La résistance de l'induit, mesurée à chaud, a pour valeur $R = 0,5 \Omega$. On appelle p_c les pertes dites "collectives" du moteur.

II.4.1. Les pertes par effet Joule dans l'induit s'élèvent à :

100 W ; 200 J ; 10 W ; 200 W ; 190 W

II.4.2. En effectuant un bilan de puissances au niveau de l'induit du moteur, on détermine les pertes "collectives" au fonctionnement nominal.

Elles ont pour valeur :

700 W ; 300 J ; 300 W ; 490 W

II.5. Afin de vérifier expérimentalement la valeur des pertes "collectives" (fer + mécanique), on réalise sur ce moteur un essai à vide.

II.5.1. Dans un essai à vide, on considère que :

- la puissance absorbée par l'induit est nulle
- l'induit est en court-circuit
- la puissance mécanique est nulle
- le moment du couple électromagnétique est nul
- la puissance absorbée est égale aux pertes par effet Joule induit

II.5.2. On maintient dans cet essai $I_e = I_{en}$ et $U = U_n$.

La valeur de la vitesse de rotation est alors :

- supérieure à n_n
- égale à n_n
- inférieure à n_n

II.5.3. Pour retrouver, dans cet essai, la valeur de la vitesse de rotation nominale, on doit donner à l'intensité du courant d'excitation :

- une valeur supérieure à I_{en}
- une valeur égale à I_{en}
- une valeur inférieure à I_{en}

II.6. Afin de pouvoir ajuster la valeur du courant d'excitation, on utilise le montage de la figure 5.

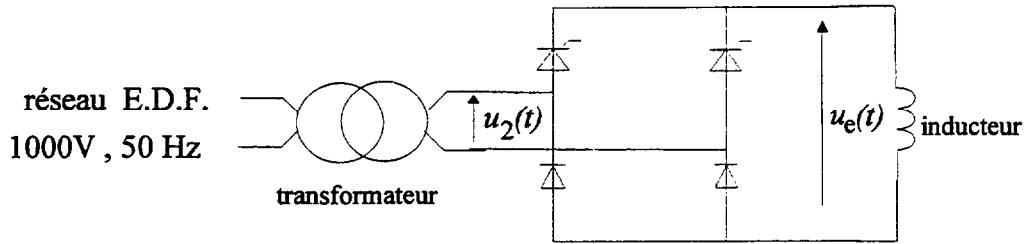


Figure 5

La tension secondaire du transformateur $u_2(t)$ a pour valeur efficace $U_2=240$ V égale à sa valeur nominale. Pour la tension primaire nominale de 1000V, la valeur efficace de la tension secondaire à vide du transformateur vaut 246 V.

La chute de tension relative de ce transformateur est de :

- 2,5 % ; 2,4 % ; 0,024 % ; 75,4 %

II.7. Le courant dans l'inducteur est supposé non interrompu. Tous les semi-conducteurs utilisés sont supposés idéaux. Le retard à l'amorçage des thyristors est réglé de façon que le courant d'excitation prenne sa valeur nominale 1 A.

La tension $u_e(t)$ présente l'allure suivante :

