

# BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

## PHYSIQUE APPLIQUEE - GENIE ELECTROTECHNIQUE

Durée de l'épreuve : 4 heures

Coefficient : 7

Le sujet est composé de quatre parties ( I ; II ; III et IV ) pouvant être traitées de façon indépendante .

Barème approximatif : partie I sur 4  
partie II sur 6  
partie III sur 4  
partie IV sur 6 .

Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1 à 6 .  
Les pages 5 et 6 sont à rendre avec la copie .

### I – MOTEUR À COURANT CONTINU

Un moteur à courant continu et à excitation indépendante est alimenté sous tension induit constante 220 V .  
Il fonctionne à flux constant.

La résistance de l'induit est de  $1,0 \Omega$  .

Le moteur absorbe un courant induit de 8,0 A .

Il tourne à une fréquence de rotation de  $1\ 350 \text{ tr.min}^{-1}$  .

- 1) Donner un schéma électrique équivalent de ce moteur et identifier sur le schéma la tension d'induit  $U$ , le courant induit  $I$ , la f.c.é.m  $E$ , la résistance d'induit  $R$  et le courant d'excitation  $I_{\text{ex}}$  .
- 2) Calculer pour les conditions de fonctionnement indiquées la f.c.é.m  $E$  .
- 3) Montrer que l'on peut écrire  $E = k \cdot \Omega$  ( $\Omega$  : vitesse angulaire en radians par seconde ) .  
Calculer la valeur numérique de  $k$  .  
Dans la suite du problème on prendra  $E = 1,5 \cdot \Omega$  .
- 4) Montrer que l'on peut écrire  $T = k \cdot I$  ( $T$  : moment du couple électromagnétique ) .  
Calculer la valeur de  $T$ .

### II – HACHEUR SERIE

La structure générale d'un hacheur série est donné par la figure II – 1 ( page 5/6 )

Ce hacheur est alimenté par une tension  $U_1$  . La tension instantanée aux bornes de la charge est  $u$  .

La charge du hacheur est l'induit d'un moteur à courant continu ( moteur à excitation indépendante et à flux constant ) associé en parallèle avec une diode parfaite : DRL.

L'induit du moteur peut être modélisé par une résistance  $R = 1,0 \Omega$  et par une f.c.é.m  $E = 1,5 \cdot \Omega$  ( $\Omega$  : vitesse angulaire en radians par seconde).

Le moment du couple électromagnétique moyen  $T_{\text{moy}} = 1,5 \cdot I_{\text{moy}}$  ( $I_{\text{moy}}$  : Intensité moyenne du courant induit).

1) Les appareils de mesure sont de type : RMS – AC + DC.

Le voltmètre  $V_1$  en position DC indique : 220 V.

Le voltmètre  $V_2$  en position DC indique : 132 V.

1.1) Calculer le rapport cyclique  $\alpha$ , à partir des indications précédentes et en justifiant votre réponse.

1.2) On désire visualiser simultanément la tension  $u$  et l'intensité du courant induit du moteur  $i$  en fonction du temps. On dispose d'une résistance appropriée.  
Représenter le schéma de câblage à réaliser pour obtenir ces deux courbes.

1.3) Le courant induit  $i$  est donné par la figure II – 2 ( page 5 / 6 ). Calculer :

1.3.a) la fréquence de hachage  $f$  ;

1.3.b) le rapport cyclique  $\alpha$  ;

1.3.c) la valeur moyenne du courant induit que l'on notera  $I_{\text{moy}}$ .

1.4) Tracer la tension  $u$  en fonction du temps. Feuille réponse figure : II – 3 ( page 5 / 6 ).  
Déterminer  $U_{\text{moy}}$ , valeur moyenne de  $u$ , tension moyenne aux bornes de l'induit.

1.5) Pour  $\alpha = 0,60$  et  $I_{\text{moy}} = 8,0 \text{ A}$  calculer  $T_{\text{moy}}$  et la fréquence de rotation  $n$  en tours par minute.

2) Le moteur travaille à flux constant et à couple électromagnétique moyen constant  $T_{\text{moy}} = 12 \text{ N.m}$

2.1) Déterminer la relation liant la fréquence de rotation du moteur  $n$  (en  $\text{tr.min}^{-1}$ ) au rapport cyclique  $\alpha$ .

Dans la suite on prendra  $n = 1\,400 \cdot \alpha - 51$  avec  $n$  en tours par minute.

2.2) Tracer la courbe  $n$  en fonction de  $\alpha$ . Feuille réponse figure : II – 4 ( page 5 / 6 ).

2.3) En déduire la fréquence de rotation maximale du moteur et la valeur du rapport cyclique au démarrage.

### III – AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

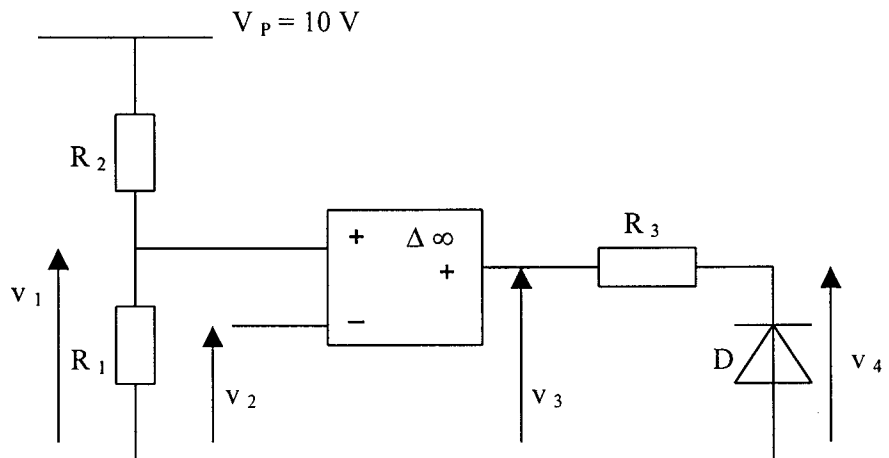
Le montage de la figure ci-dessous représente un comparateur de tension à un seuil.

Les courant d'entrée de l'amplificateur opérationnel sont négligeables .

Les tensions de saturation de l'amplificateur opérationnel sont : + 10 V et - 10 V .

La diode D est supposée parfaite .

- 1) La tension de référence est fixée à  $v_1 = 6 \text{ V}$  . On donne :  $V_p = 10 \text{ V}$  et  $R = R_1 + R_2 = 15 \text{ k}\Omega$   
Calculer la valeur de  $R_1$  .
- 2) Pour  $v_1 = 6 \text{ V}$  ; la tension d'entrée  $v_2$  est donnée par la figure III - 1 ( page 6 /6 )
  - 2.1) tracer sur la figure III - 2 ( page 6 / 6 ) la tension de sortie de l'amplificateur  $v_3$  ;
  - 2.2) tracer sur la figure III - 3 ( page 6/6 ) la tension  $v_4$  ;
  - 2.3) déterminer la durée  $T_1$  du niveau haut de la tension  $v_4$  ;
  - 2.4) déterminer le rapport cyclique  $\alpha = T_1 / T$  ( T période de  $v_4$  ) .
- 3) La résistance  $R_1$  peut varier entre 0 et  $R = R_1 + R_2 = 15 \text{ k}\Omega$  .  
Compléter le tableau de valeurs de la figure III - 4 ( page 6 /6 ) .



## IV – TRANSFORMATEUR MONOPHASÉ

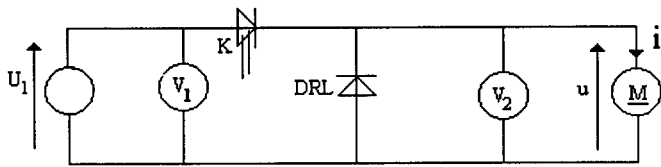
Un transformateur monophasé porte les indications suivantes sur sa plaque signalétique

5 000 V / 230 V ; 23 k VA ; 50 Hz

Le transformateur est supposé parfait pour les courants.

- 1) Déterminer le rapport de transformation.
- 2) Calculer la valeur efficace de l'intensité des courants nominaux ( primaire et secondaire ).
- 3) Un essai à vide sous tension primaire nominale a donné les résultats suivants :  
tension secondaire à vide : 230 V ; puissance absorbée à vide : 0,20 kW .
  - 3.1) Faire un schéma électrique du montage en y plaçant les appareils de mesure nécessaires .  
Préciser la nature de ces appareils ( voltmètre ; ampèremètre ; wattmètre ) et le mode de fonctionnement ( DC ; AC ; AC + DC ) .
  - 3.2) Expliquer pourquoi la puissance absorbée à vide est pratiquement égale aux pertes dans le fer du transformateur .
- 4) Un essai en court-circuit pour un courant secondaire égal au courant secondaire nominal a donné les résultats suivants : tension primaire : 220 V ; puissance absorbée : 0,25 kW .
  - 4.1) Faire un schéma électrique du montage en y plaçant les appareils de mesure nécessaires.  
Préciser la nature de ces appareils ( voltmètre ; ampèremètre ; wattmètre ) et le mode de fonctionnement ( DC ; AC ) .
  - 4.2) Expliquer pourquoi la puissance absorbée en court-circuit est pratiquement égale aux pertes par effet Joule du transformateur .
  - 4.3) Calculer la résistance ramenée au secondaire du transformateur.
  - 4.4) Calculer le module de l'impédance ramenée au secondaire du transformateur.
  - 4.5) Calculer la réactance ramenée au secondaire du transformateur.
- 5) On donne la chute de tension au secondaire du transformateur  $\Delta U_2 = R_s \cdot I_2 \cdot \cos \varphi + X_s \cdot I_2 \cdot \sin \varphi$ ,  
 $\varphi$  étant l'angle de retard de  $i_2(t)$  par rapport à  $u_2(t)$ .  
  
Déterminer la nature de la charge ( inductive ; résistive ; capacitive ) et son facteur de puissance afin que la chute de tension au secondaire du transformateur soit nulle.

Figure : II - 1



\*\*\*\*\*  
Figure : II - 2

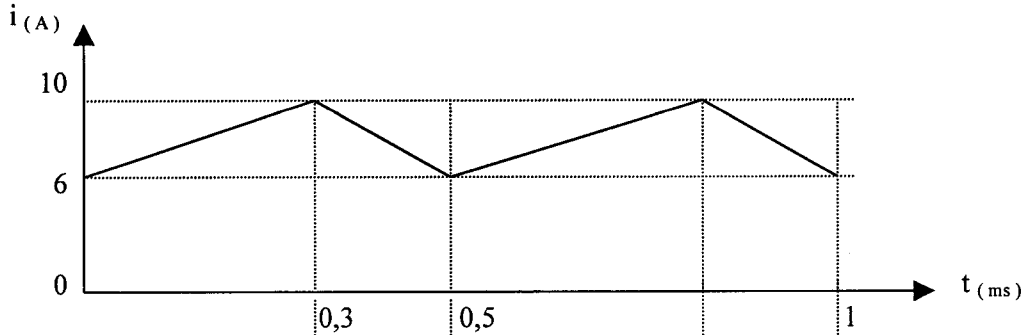
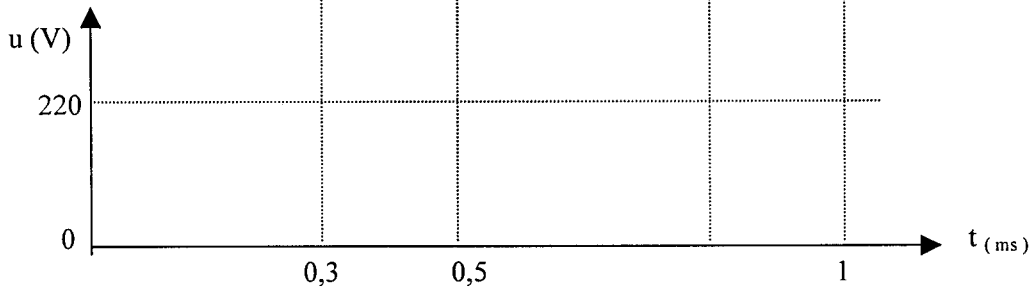
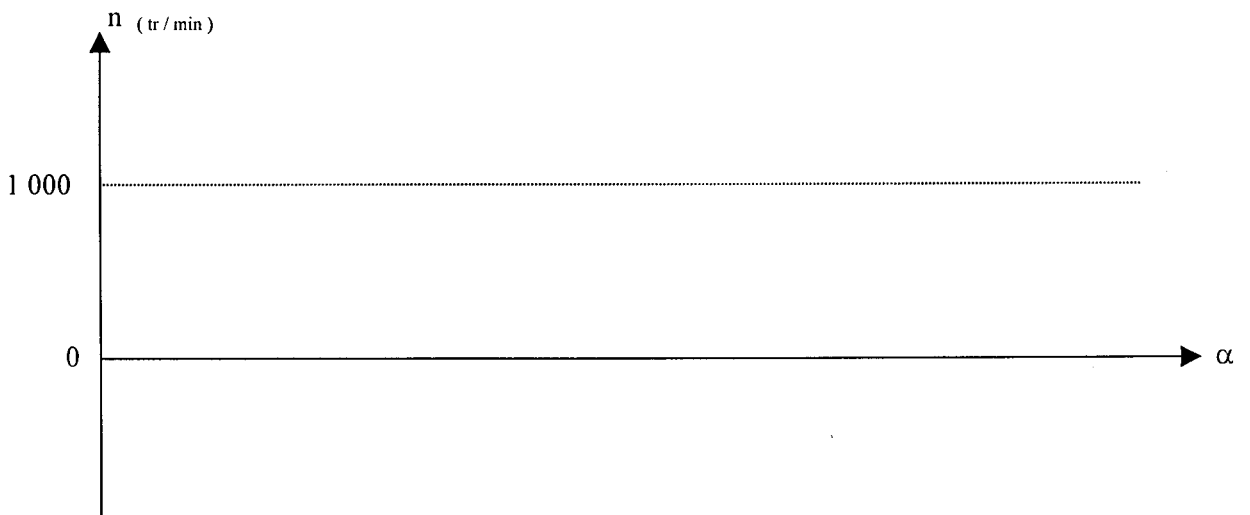


Figure : II - 3



\*\*\*\*\*  
Figure : II - 4



**FIGURES : III (Amplificateur opérationnel)**

Figure III - 1

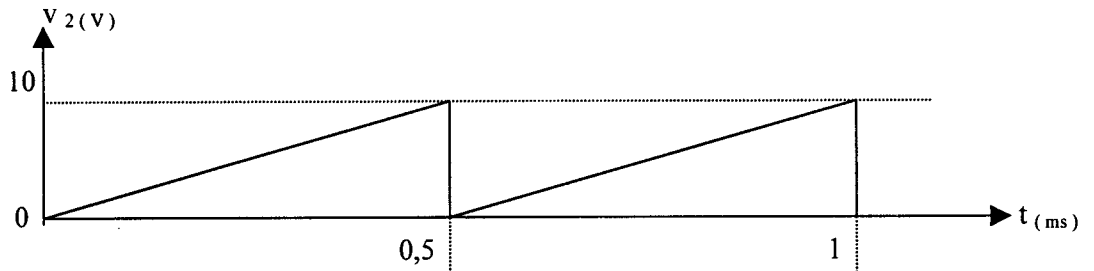


Figure III - 2

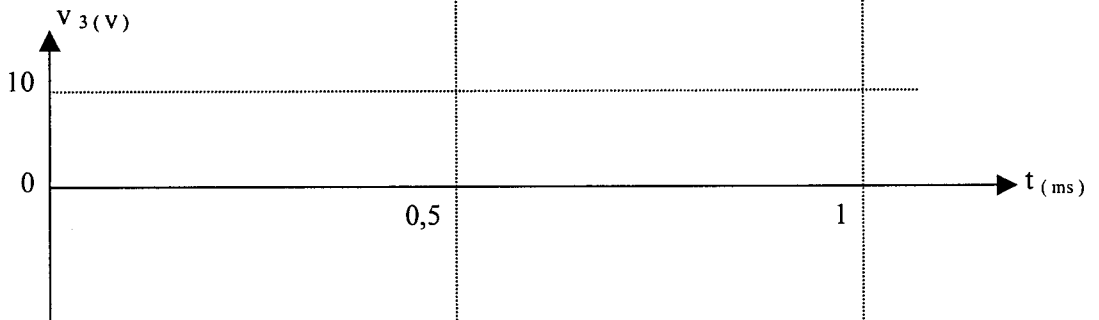
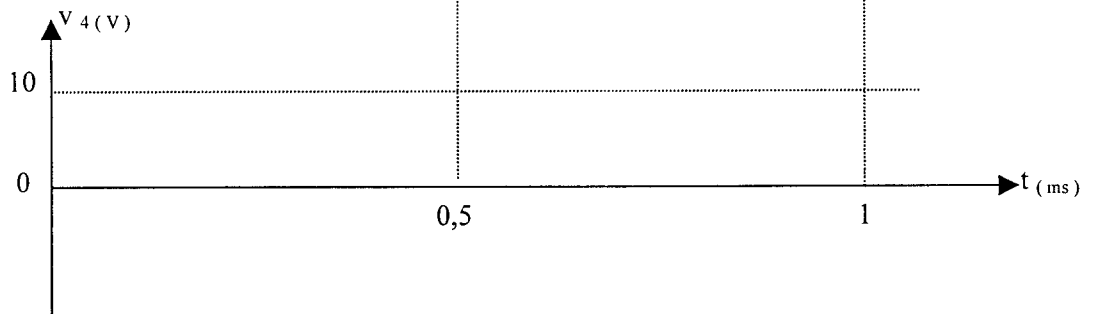


Figure III - 3



\*\*\*\*\*

Figure III - 4

|                     |   |   |     |    |
|---------------------|---|---|-----|----|
| $R_1$ (k $\Omega$ ) |   | 9 |     | 15 |
| $V_1$ (V)           |   |   | 0,8 |    |
| $\alpha$            | 0 |   |     |    |

\*\*\*\*\*