

**Exercice 1 :**

Un moteur à courant continu à excitation indépendante fonctionne à courant d'excitation constant et sous tension d'induit nominale  $U = 200 \text{ V}$ . Sa résistance d'induit est  $R = 3\Omega$ .

1°) Le moteur fonctionne en charge. Il absorbe un courant d'induit  $I = 8 \text{ A}$  et tourne à une vitesse  $n = 1200 \text{ tr/min}$ .

- Calculer la f.c.e.m.  $E'$ .
- Montrer que  $E' = K.n$  et calculer  $K$ ,  $E'$  étant exprimée en volts et  $n$  en tours par seconde.
- Calculer le moment du couple électromagnétique  $T$ .
- Les pertes constantes sont  $P_c = 48 \text{ W}$  et les pertes joule inducteur  $P_{j_{\text{inducteur}}} = 60 \text{ W}$ . Calculer la puissance utile et le rendement du moteur.

2°) Le moteur fonctionne à vide. En négligeant l'intensité du courant dans l'induit, déterminer la f.c.e.m.  $E'_0$  et la fréquence de rotation  $n_0$ .

**Exercice 2 :**

Un moteur à courant continu à **aimant permanent** ayant les caractéristiques nominales suivantes :

$U = 48 \text{ V}$  ,  $I = 3 \text{ A}$  ,  $n = 200 \text{ tr/min}$  ,  $R = 2\Omega$  ,  $\eta = 75 \%$

1°) Représenter le schéma équivalent de l'induit et indiquer le sens du courant et de la tension.

2°) Calculer la puissance électrique utile nominale.

3°) Calculer la puissance utile nominale.

4°) Calculer les pertes constantes.

5°) Calculer le courant absorbé à vide par l'induit sachant qu'il est alimenté sous sa tension nominale.

**Exercice 3 :**

La plaque signalétique d'un moteur à courant continu à excitation indépendante porte les indications suivantes :  $500 \text{ W} - 1365 \text{ tr/min}$ .

Dans la totalité du problème, l'inducteur et l'induit sont alimentés sous la tension constante  $U = 220 \text{ V}$ .

1°) Déterminer le moment du couple utile nominal :  $T_{uN}$ .

2°) On donne ci-contre la courbe  $T_u = f(I)$ .

a) Que représente cette courbe ?

b) En utilisant la courbe  $T_u = f(I)$  déterminer la valeur nominale de l'intensité du courant d'induit  $I_N$ .

3°) On admet que :

- le flux  $\Phi$  sous un pôle est constant,
- les pertes mécaniques et ferromagnétiques correspondent à un couple de perte  $T_p$  constant.

a) Montrer que le moment  $T_{em}$  du couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit :  $T_{em} = aI$ .

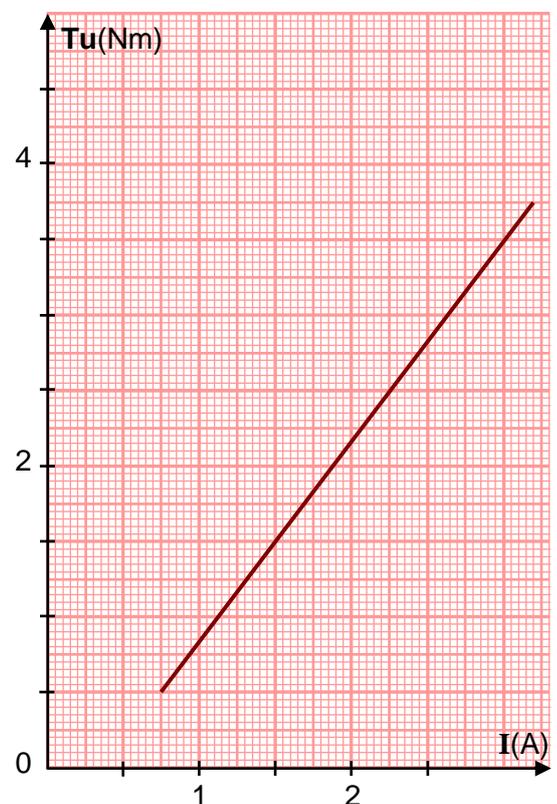
b) Ecrire la relation qui lie  $T_{em}$ ,  $T_u$  et  $T_p$ . Utiliser cette relation pour tracer la courbe  $T_{em} = f(I)$ .

c) A l'aide des représentations graphiques déterminer numériquement le moment  $T_p$  du couple de pertes constantes et le coefficient  $a$ .

d) Calculer les pertes constantes.

4°) Pour le fonctionnement nominal calculer :

- Le moment du couple électromagnétique.
- L'intensité du courant absorbé par l'induit.
- La résistance de l'induit.



**Exercice 4 :**

La résistance de l'induit d'un moteur à courant continu à excitation indépendante est  $R = 1 \Omega$

- Essai à vide :
  - Tension d'alimentation de l'induit  $U_0 = 200V$
  - Intensité du courant dans l'induit  $I_0 = 2A$
  - Intensité du courant dans l'inducteur  $i = 0,5A$
- Essai en charge nominale :
  - Tension d'alimentation de l'induit  $U = 200V$ , de l'inducteur  $u = 180V$
  - Intensité du courant dans l'induit  $I = 14A$
  - Intensité du courant dans l'inducteur  $i = 0,5A$
  - Vitesse nominale  $n = 1200tr/min$

1°) Calculer les f.c.é.m  $E'_0$  à vide et  $E'$  nominale de ce moteur.

2°) Calculer les pertes par effet joule dans l'induit et dans l'inducteur dans les conditions nominales.

3°) Déterminer les pertes collectives  $P_c$ .

4°) Calculer le moment de couple des pertes  $T_p$ .

5°) Calculer la puissance absorbée par le moteur.

6°) Calculer la puissance utile du moteur.

7°) Calculer le moment du couple utile  $T_u$

8°) Montrer que  $E' = K_1 \cdot n$  ( $n$  en tr/s) et calculer  $K_1$ .

9°) Montrer que le couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit  $T = K_2 \cdot I$ . Calculer  $K_2$

10°) Tracer la caractéristique  $T = K_2 \cdot I$

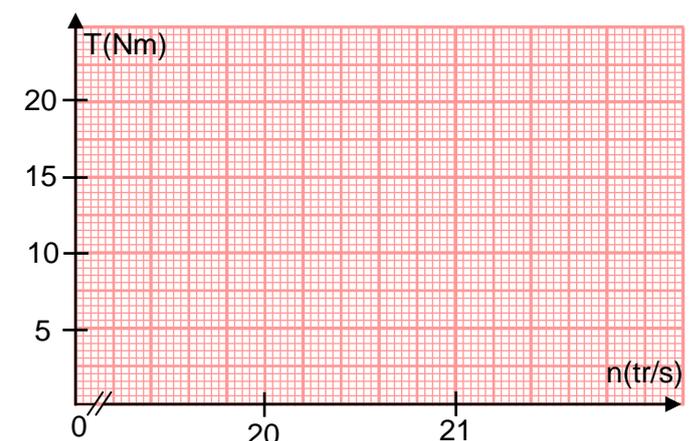
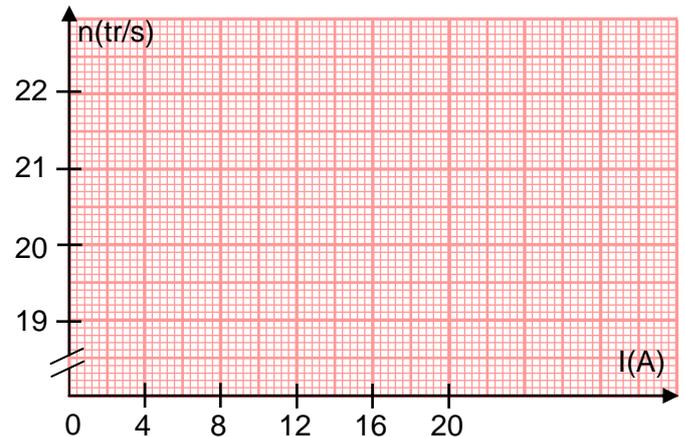
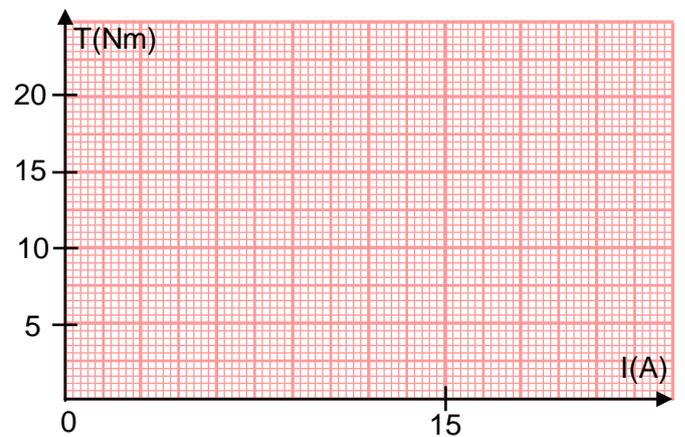
11°) Montrer que  $n = a \cdot I + b$  avec  $n$  en tr/s. Calculer  $a$  et  $b$

12°) Tracer la caractéristique de vitesse  $n = f(I)$

13°) Dédire l'expression numérique de la caractéristique  $T = f(n)$ . Tracer cette caractéristique

14°) Sachant que la charge entraînée par le moteur a un couple résistant d'équation  $T_r = 5n - 95$

( $n$  en tr/s) et que le couple des pertes est supposé constant  $T_p = 3Nm$ , déterminer graphiquement la vitesse et le couple utile.



**Exercice 5 :**

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante a les caractéristiques nominales suivantes :

**Induit:**

Tension :  $U = 220 \text{ V}$   
 Courant :  $I = 20 \text{ A}$   
 Résistance :  $R = 1 \Omega$

**Inducteur:**

Tension :  $u_{ex} = 200 \text{ V}$   
 Courant :  $i_{ex} = 1 \text{ A}$

**A/ Essai à vide :**

A vide, l'induit du moteur appelle un courant d'intensité  $I_0 = 2 \text{ A}$  lorsqu'il est soumis à une tension  $U_0 = 220 \text{ V}$ . Le moteur tourne alors à  $n_0 = 1000 \text{ tr/min}$ .

- 1°) Déterminer la valeur de la f.c.é.m.  $E'_0$  pour ce fonctionnement à vide.
- 2°) Déterminer les pertes collectives  $P_c$ .
- 3°) Quelle est la valeur du moment  $T_{u0}$  du couple utile pour le fonctionnement à vide?  
Placer le point A de coordonnées  $(n_0, T_{u0})$  sur la **figure n° 1**.

**B/ Essai en charge :**

Le moteur, entraîne une pompe et fonctionne en régime nominal.

- 1°) Déterminer la valeur de la f.c.é.m.  $E'$ .
- 2°) Déterminer la valeur de la fréquence de rotation  $n_N$  nominale.
- 3°) Calculer :
  - a) La puissance totale  $P_a$  absorbée par le moteur.
  - b) Les pertes par effet Joule  $P_j$  dissipées dans l'induit.
  - c) La puissance utile  $P_{uN}$  nominale du moteur.
  - d) Le moment  $T_{uN}$  du couple utile nominal.
- 4°) Placer sur la **figure n°1** le point B de coordonnées  $(n_N, T_{uN})$ . Tracer alors la caractéristique mécanique  $T_u = f(n)$  pour ce moteur.

**C/ Utilisation de la caractéristique mécanique :**

Le moteur entraîne maintenant une nouvelle charge dont le moment du couple résistant est constant et égal à  $T_R = 30 \text{ N.m}$ . La tension d'alimentation de l'induit reste inchangée  $U = 220 \text{ V}$ .

- 1°) Tracer sur la **figure n°1** la caractéristique de la charge.
- 2°) En déduire la fréquence de rotation de l'ensemble moteur-pompe.



**Exercice 6 :**

L'induit d'un moteur à courant continu est alimenté par le dispositif représenté par le schéma de la figure 1.

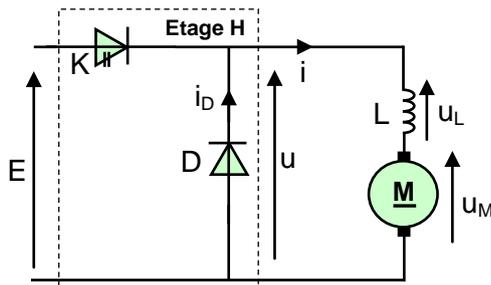


Figure 1

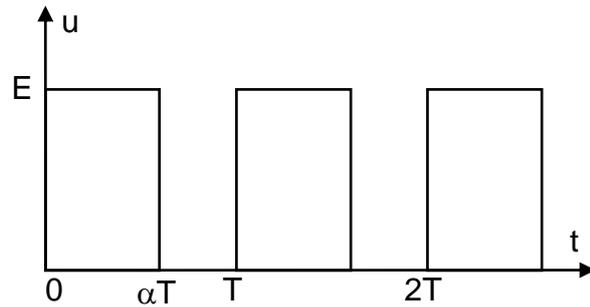


Figure 2

Ce dispositif comprend :

- une source de tension continue fournissant la tension constante :  $E=200\text{ V}$ .
- un interrupteur K commandé électroniquement.
- une diode D (supposée idéale) ;
- une inductance L.

L'interrupteur K est commandé électroniquement : il se ferme et s'ouvre périodiquement. A chaque période T, il est fermé de 0 à  $\alpha T$  et ouvert de  $\alpha T$  à T (avec  $0 < \alpha < 1$ ).

La tension u est représentée sur la figure 2.

1°) a- Comment appelle-t-on l'étage H qui alimente le moteur ?

- b- Avec quels composants électroniques peut-on réaliser l'interrupteur K ?
- c- Comment appelle-t-on le coefficient  $\alpha$  ?
- d- Quel est le rôle de l'inductance L ?
- e- Quel est le rôle de la diode de roue libre D ?

2°) a- Donner l'expression de la valeur moyenne  $\langle u \rangle$  de la tension u en fonction de  $\alpha$  et E.

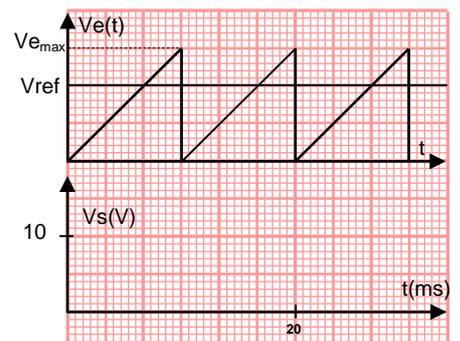
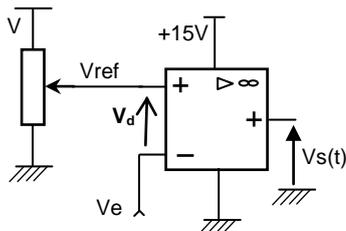
- b- Pour quelle valeur de  $\alpha$  aura-t-on  $\langle u \rangle = 150\text{ V}$  ?

3°) Le circuit de commande est un générateur de signaux rectangulaires à rapport cyclique variable. Ce circuit impose la mise en conduction et le blocage de l'interrupteur K à la fréquence de hachage f.

Le circuit de commande délivre un signal rectangulaire. Il utilise un amplificateur linéaire intégré supposé idéal

☞ Sur l'entrée (-) est appliqué un signal en dent de scie  $V_e(t)$ .

☞ Sur l'entrée (+) est appliqué un signal de référence  $V_{ref}$ .



- a- On donne les graphes de  $V_e$  et de  $V_{ref}$ , représenter  $V_s$ .
- b- Calculer la fréquence de hachage.
- c- Comment peut-on varier le rapport cyclique ?

**Exercice 7 :**

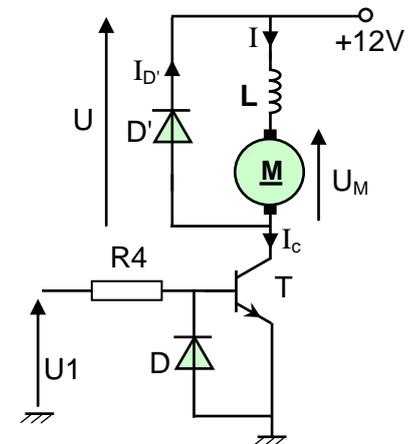
L'induit d'un moteur à courant continu M est alimenté par un hacheur série dont le schéma est représenté par le schéma de la **figure 1**.

Le transistor T et les diodes D et D' sont supposés idéaux.

1°) Compléter le tableau suivant par :

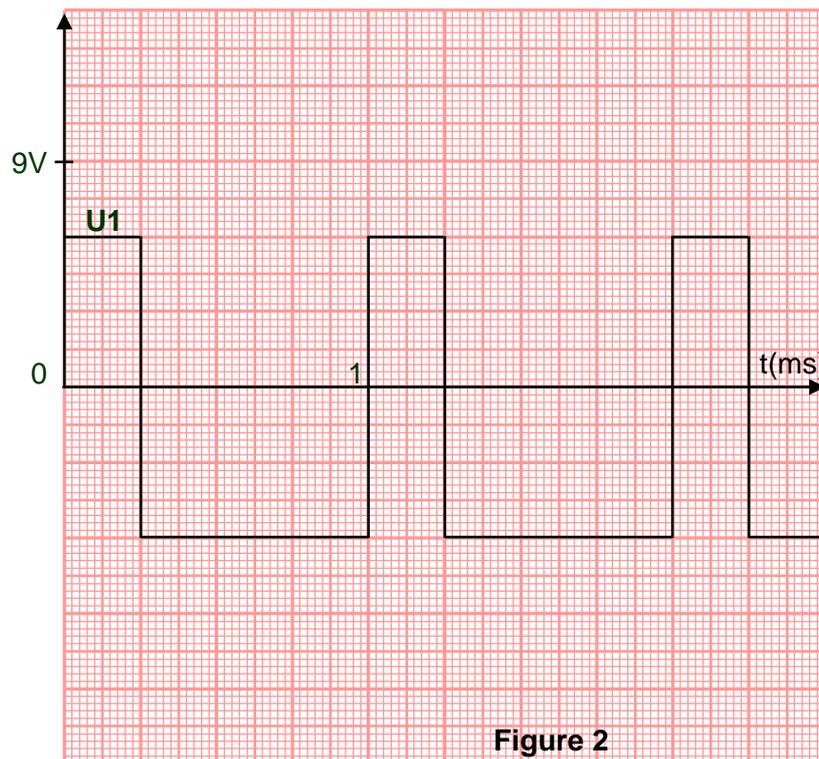
**Passante - Bloqué(e) - Saturé -  $I_{D'}$  -  $I_c$  - 0V - +12V**

	Diode D	T	Diode D'	I	U
$U_1 > 0$					
$U_1 < 0$					



**Figure 1**

2°) Représenter les chronogrammes de U pour un signal de commande  $U_1$  représenté sur la **figure 2**.



**Figure 2**

3°) Calculer le rapport cyclique de la tension U.

4°) Représenter la tension moyenne ( $U_{moy}$ ) de U sur la **figure 2**.

5°) Sachant que la valeur moyenne de la tension aux bornes de la bobine de lissage L est nulle, calculer la valeur moyenne ( $U_{Mmoy}$ ) aux bornes du moteur.

6°) Quel est le rôle de la bobine de lissage.

**Exercice 8 :**

L'induit d'un moteur à courant continu à excitation indépendante est alimenté par un hacheur série dont le schéma est représenté ci-dessous. Les interrupteurs électroniques utilisés sont supposés parfaits. Une bobine de lissage de résistance négligeable est placée en série avec l'induit. Le hacheur est commandé par un système périodique à la fréquence  $f = 500\text{Hz}$ . Une tension continue  $U_1 = 100\text{V}$  est appliquée à l'entrée du hacheur.

Les valeurs instantanées du courant qui traverse le moteur sont :

à l'instant 0 :  $i = 1,5\text{A}$ ; à l'instant  $\alpha T$  :  $i = 2,5\text{A}$ .

Les courbes des variations de  $i(t)$  sont assimilables à des segments de droites.

- 1°) Encadrer le hacheur.
- 2°) Pour la valeur  $\alpha = 3/4$  du rapport cyclique : Représenter en fonction du temps les tensions  $u(t)$  et  $v_{CE}(t)$  et l'intensité du courant dans le moteur.
- 3°) Comment rendre le courant de l'induit le plus lisse possible.
- 4°) Quel est le résultat attendu si on débranche la diode D ?

