

# **Baccalauréat blanc série Technologique 2011**

**Lycée : Voillaume**

**Discipline : Physique-appliquée**

**Série : Sciences et Technologies Industrielles**

**Spécialité : Génie Electrotechnique**

Durée de l'épreuve : 4 heures

coefficient : 3

***L'usage de la calculatrice est autorisé, son usage est strictement personnel***

*Le sujet comporte 8 pages ; les documents-réponses n°1 et n° 2 sont à rendre avec la copie.*

*Le sujet est composé de plusieurs parties pouvant être traitées de façon indépendante.*

## **Problème 1 : Étude du moteur à courant continu et de son alimentation**

Le système est constitué d'un moteur à courant continu alimenté par un hacheur série ; une dynamo tachymétrique, placée en bout d'arbre, contrôle la vitesse du moteur .

### **Partie A : Étude de la motorisation (15 points)**

Le moteur utilisé (*figure 2, page 6*) est à excitation indépendante : un rhéostat  $R_{ch}$  placé en série avec l'inducteur, permet de régler la valeur du courant d'excitation, noté  $I_e$  .

**La résistance du bobinage inducteur est  $r = 465 \Omega$  ; la source qui l'alimente délivre une tension fixe  $U_e = 190 \text{ V}$ . La résistance de l'induit est  $R = 4,0 \Omega$  et sa tension d'alimentation est notée  $U$ .**

**Un essai à vide, effectué en génératrice**, à la fréquence de rotation  $n = 1000 \text{ tr/min}$  a donné les résultats présentés dans le tableau de *la figure 3, page 6*. On admet que la machine est parfaitement compensée : **le flux par pôle  $\phi$  ne dépend que de  $I_e$ .**

#### **1°) Essai à vide**

Dans cet essai **effectué en génératrice**, l'induit est alimenté sous une tension  $U = 180 \text{ V}$  et absorbe un courant d'intensité  $I_0 = 0,25 \text{ A}$ . L'intensité du courant inducteur est réglée à  $0,35 \text{ A}$ .

- a) Calculer la force électromotrice  $E_0$ .
- b) En utilisant l'**essai à vide effectué en génératrice**, en déduire la fréquence de rotation  $n_0$  exprimée en tr/min.
- c) Calculer la somme des pertes dans le fer et mécaniques, appelées pertes collectives et notées  $p_c$ .
- d) On admettra par la suite que ces pertes sont proportionnelles à la fréquence de rotation et qu'elles correspondent à un couple de pertes de moment  $T_p$  constant. Calculer  $T_p$ .
- e) Calculer la valeur du rhéostat  $R_{ch}$

#### **2°) Régime nominal**

En fonctionnement nominal, l'induit du moteur, alimenté sous une tension  $U = 180 \text{ V}$ , tourne à la fréquence de rotation  $n = 1000 \text{ tr/min}$  lorsque l'intensité du courant d'excitation est réglée à la valeur  $I_e = 0,30 \text{ A}$ .

- a) Quelle est la valeur de la f. é.m.  $E$  du moteur dans ces conditions'?
- b) Montrer que l'intensité du courant absorbé par l'induit est  $I = 3,0 \text{ A}$ .
- c) Calculer la puissance totale  $P_a$  absorbée par l'induit et le circuit de l'inducteur du moteur.
- d) Calculer la valeur des pertes par effet Joule dans l'induit, notées  $p_j$ .
- e) Calculer la puissance utile  $P_u$  développée par le moteur.
- f) Calculer le rendement du moteur.
- g) Calculer le moment du couple utile, noté  $T_u$ .

#### **3°) Fonctionnement à vitesse réglable**

Pour les questions suivantes, le moteur fonctionne sous tension d'induit réglable entre  $0$  et  $240 \text{ V}$  et entraîne un dispositif de levage qui impose un couple résistant de moment  $T_r$  constant.

- Que peut-on dire de l'intensité  $I$  du courant absorbé par l'induit du moteur si on change la fréquence de rotation en régime permanent pour une valeur de  $I_e$ , fixée ?
- La charge impose un courant d'induit d'intensité  $I = 3,0$  A. Sachant que la source qui alimente l'induit peut délivrer une tension maximale  $U_a = 240$  V, quelle fréquence de rotation  $n_{\max}$  permet-elle d'atteindre si on maintient l'intensité du courant inducteur à la valeur  $I_e = 0,30$  A ?
- Que faut-il faire pour dépasser cette fréquence de rotation ? L'intensité du courant absorbé par l'induit du moteur gardera-t-elle alors la même valeur ?

### **Partie B : Étude du hacheur ( 14 pts)**

L'induit du moteur est alimenté par l'intermédiaire d'un hacheur série dont le schéma est représenté sur la *figure 4, page 6*. L'interrupteur électronique K est supposé parfait et fonctionne à la fréquence  $f = 500$  Hz.

K fermé de 0 à  $\alpha T$ .

K ouvert de  $\alpha T$  à  $T$ .

D est une diode parfaite et B une bobine de lissage de résistance négligeable ;  $U_a$  est une tension continue fixe ;  $U_a = 240$  V. L'induit du moteur a une résistance  $R = 4,0 \Omega$

#### 1. Étude de la tension $u$ aux bornes de la charge

- Quelle est la valeur de  $u$  pour K fermé ?
- Même question pour K ouvert.
- Calculer la période de fonctionnement du hacheur.
- Tracer les variations de  $u(t)$  sur le *document-réponse 1, page 7*, pour  $\alpha = 0,75$ .
- Calculer la valeur moyenne  $\langle u \rangle$  de  $u$  dans ces conditions.

#### 2. Étude du courant $i$ absorbé par l'induit du moteur

On admettra que l'intensité  $i$  du courant a des variations linéaires entre deux valeurs extrêmes notées  $I_{\min}$  et  $I_{\max}$ .

- Montrer, en utilisant la méthode de votre choix, que la valeur moyenne  $\langle i \rangle$  de l'intensité  $i$  du courant peut s'exprimer sous la forme :

$$\langle i \rangle = \frac{I_{\min} + I_{\max}}{2}$$

- Sachant que l'ondulation de  $i$  est  $\Delta i = I_{\max} - I_{\min} = 1,0$  A et que sa valeur moyenne est  $\langle i \rangle = 1 = 3,0$  A, calculer  $I_{\min}$  et  $I_{\max}$ .

- Représenter sur le *document-réponse 1, page 7* les variations de  $i$ ,  $i_K$  et  $i_D$  pour  $\alpha = 0,75$ .

#### 3. Utilisation d'un oscilloscope

On dispose d'un oscilloscope bicourbe dont la voie  $Y_2$  peut être inversée, de résistances de visualisation, et d'une sonde réductrice. La masse de l'oscilloscope sera obligatoirement reliée au point M. Compléter les schémas du *document-réponse 2, page 8* en indiquant le branchement des voies  $Y_1$  et  $Y_2$  permettant de visualiser simultanément :

- $u$  et  $i$  ;  $u$  est la tension aux bornes de l'ensemble (moteur + bobine de lissage).
- $u$  et  $i_D$
- $u$  et  $i_K$ .

On indiquera brièvement si de petites approximations sont nécessaires.

#### 4. Fonctionnement du moteur alimenté par le hacheur

En charge nominale, le moteur absorbe un courant dont l'intensité a pour valeur moyenne  $\langle i \rangle = I = 3,0 \text{ A}$ ; la force électromotrice de l'induit peut s'exprimer sous la forme  $E = 0,168 n$  si la fréquence de rotation  $n$  est exprimée en tr/min.

- Montrer que la fréquence de rotation du moteur peut s'exprimer sous la forme:  $n = a\alpha + b$
- Calculer la valeur numérique de  $a$  et  $b$  si  $n$  est exprimé en tr/min.
- Calculer la valeur à donner à  $a$  pour avoir  $n = 1000$  tr/min.

#### *Problème 2 : Etude d'un moteur asynchrone triphasé ( 14 points)*

Un moteur asynchrone triphasé, dont le stator est couplé en triangle, a les caractéristiques nominales suivantes :

Puissance utile : **40 kW** ; tension aux bornes d'un enroulement : **220 V , 50 Hz** ;

Intensité en ligne : **131 A.** ; vitesse : **1455 tr/min.**

La résistance mesurée à chaud entre 2 bornes du stator est de **0,038  $\Omega$**

Dans tout le problème, le moteur est alimenté par un réseau triphasé **220 V** entre phases , **50 Hz.**

Un essai à vide a donné : puissance absorbée :  **$P_V = 1850 \text{ W}$**  , intensité en ligne :  **$I_V = 31,2 \text{ A}$** .

Les pertes mécaniques, supposées constantes, sont égales à  **$p_m = 740 \text{ W}$** .

1°) Quel est le nombre de pôles du stator ?

2°) Calculer pour la charge nominale :

- 2.1. le glissement
- 2.2. la puissance transmise au rotor
- 2.3. les pertes du stator :
  - pertes dans le fer
  - pertes par effet Joule
- 2.4. la puissance absorbée
- 2.5. le rendement et le facteur de puissance
- 2.6. le moment du couple utile.

3°) La caractéristique mécanique  $T_u(n)$  du moteur est assimilable, dans sa partie utile, à une portion de droite passant par les points : ( **$n = 1500 \text{ tr/min}$  ;  $T_u = 0$** ) et ( **$n = 1425 \text{ tr/min}$  ;  $T_u = 430 \text{ N m}$** ).

3.1. Tracer sur votre feuille ,la portion de caractéristique pour :  **$1425 \text{ tr/min} < n < 1500 \text{ tr/min}$**  (échelle : 1 cm : 20 tr/min ; 1 cm : 25 Nm)

3.2. Le moteur fonctionne au-dessous de sa charge nominale : il entraîne une machine présentant un couple résistant indépendant de la vitesse et de moment  **$T_r = 130 \text{ Nm}$** . Quelle est la vitesse du moteur ?

4°) On a connecté par erreur l'enroulement du stator en étoile sur le réseau (**220 V, 50 Hz**).

4.1. Quelle est la tension aux bornes d'un enroulement du stator ?

4.2. Calculer le moment du couple utile  $T_u$  pour  **$n = 1425 \text{ tr/min}$** , et tracer sur votre feuille la nouvelle caractéristique mécanique  **$T_u(n)$**

(on rappelle que, pour un glissement  $g$  fixé, le moment du couple utile est proportionnel au carré de la tension aux bornes d'un enroulement du stator ).

4.3. Le moteur entraînant la même machine qu'à la question 3.2., quelle est la vitesse du moteur

**Exercice : ( 7 pts)**

Une installation triphasée équilibrée est alimentée par un réseau 230 / 400 V ; 50 Hz . Elle comprend les récepteurs suivants :

	nombre		Puissance absorbée unitaire	
moteurs triphasés	2	M1	4 KW	$\cos \varphi_1 = 0,78$
moteur triphasé	1	M2	5 KW	$\cos \varphi_2 = 0,85$
moteurs monophasés	3		3 KW / 400 V	$\cos \varphi_3 = 0,75$
bain chauffant (triphase)	1		5 KW/ 230V	
ampoules	90		100 W / 230V	

1. Donner un schéma de l'installation, en précisant le couplage de chaque récepteur.
2. Calculer les puissances actives et réactives absorbées par toute l'installation.
3. L'intensité efficace totale du courant en ligne.
4. le facteur de puissance de l'installation.
5. La capacité (pour un condensateur) des condensateurs montés en triangle, qui permettent de relever le facteur de puissance à 0,95.

FIG.1

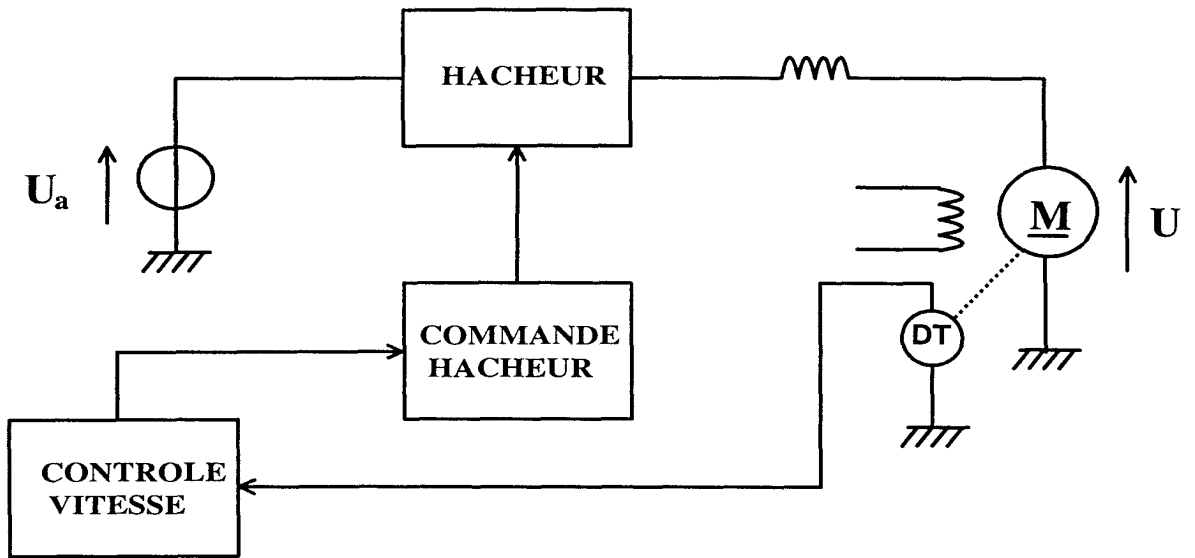


FIG.2

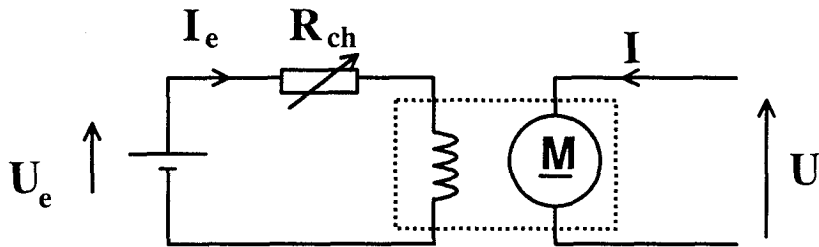
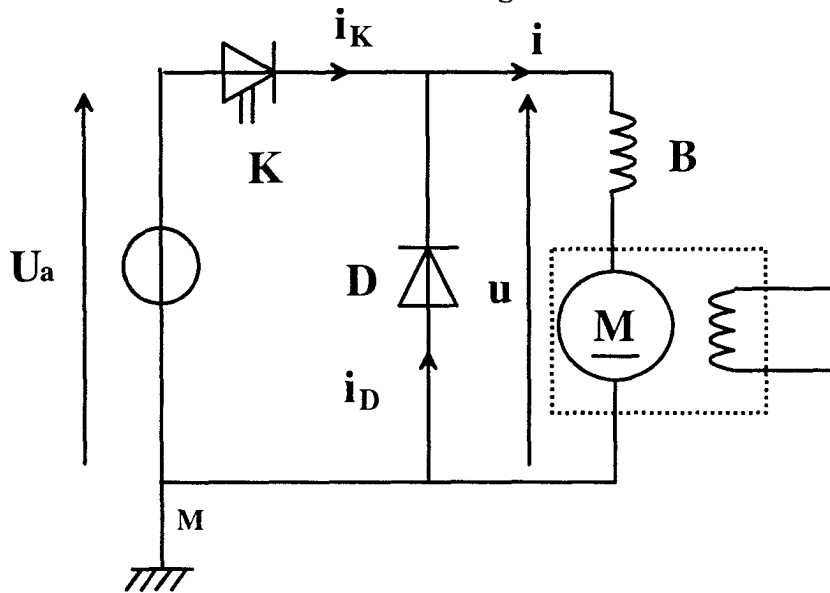


FIG.3

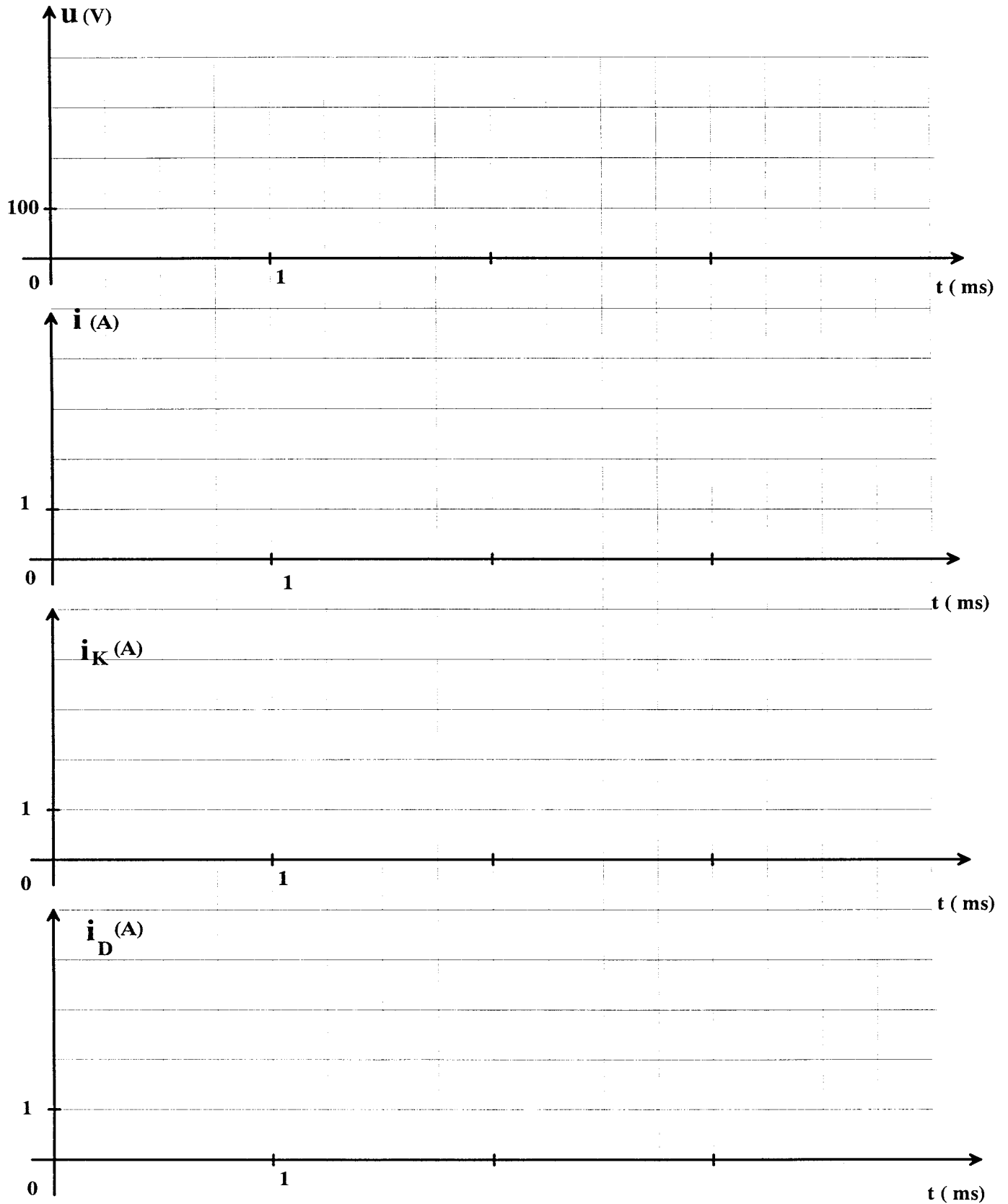
$I_e$ (A)	0	0,050	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
F.é.m. E(V)	5	57	81	110	133	153	168	179	188

Résultats de l'essai à vide en génératrice à 1000 tr/min

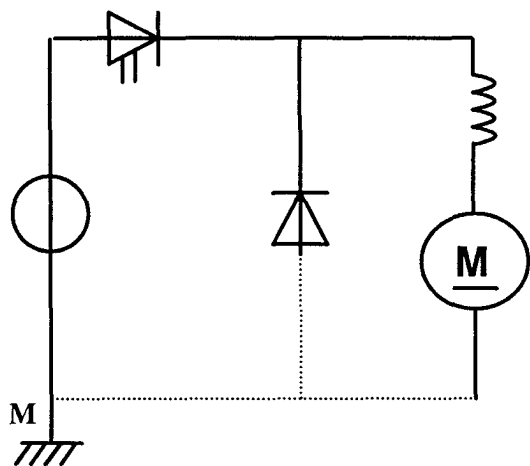
FIG.4



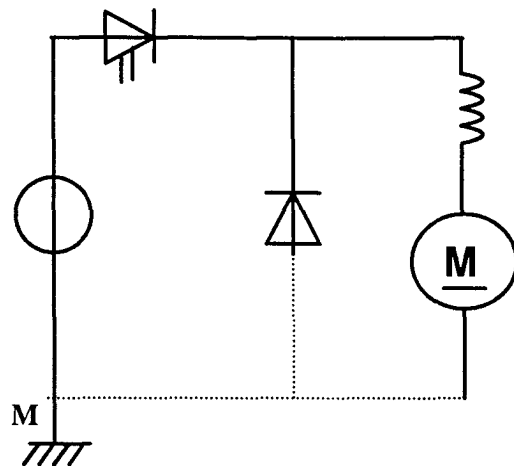
DOCUMENT-REPOSE 1 A RENDRE AVEC LA COPIE



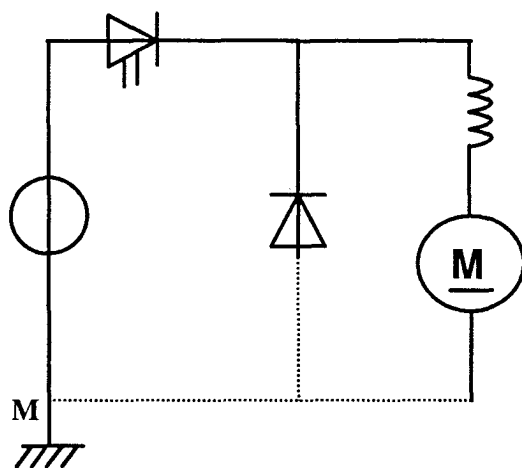
Nom : ..... Prénom : .....



a)  $u$  et  $i$



b)  $u$  et  $i_D$



c)  $u$  et  $i_K$

**DOCUMENT-REPOSE 2 A RENDRE AVEC LA COPIE**

Nom : ..... Prénom : .....