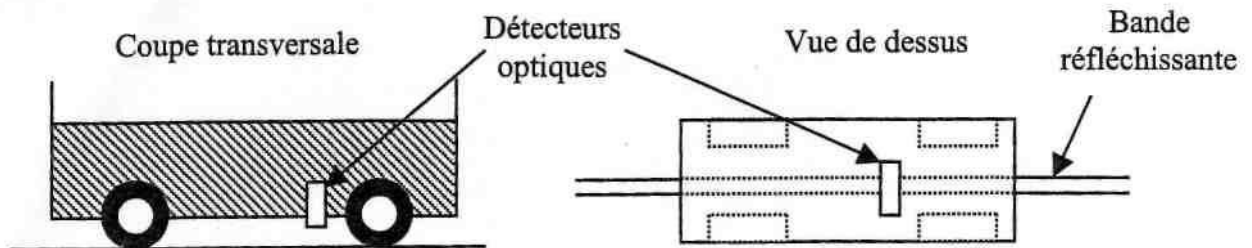


## Contrôle N°1 – 2<sup>ème</sup> trimestre – TSTI3 (3 H)

Le sujet porte sur l'étude de quelques parties constitutives d'un chariot auto-guidé à propulsion électrique. La vitesse de déplacement du chariot est réglable. Le guidage est réalisé par plusieurs détecteurs optiques embarqués et une bande réfléchissante disposée sur le sol. Enfin, l'alimentation en énergie électrique est réalisée par une batterie d'accumulateurs.



### 1<sup>ère</sup> partie : étude de la propulsion (12 points)

La propulsion est assurée par un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante. La plaque signalétique de ce moteur porte les indications suivantes :

Induit :  $U_N = 48 \text{ V}$  ;  $I_N = 2,5 \text{ A}$  ;  $R = 0,2 \Omega$   
Fréquence de rotation :  $n_N = 1000 \text{ tr.mn}^{-1}$

Inducteur :  $U_{eN} = 48 \text{ V}$  ;  $I_{eN} = 0,25 \text{ A}$   
Puissance utile :  $P_{uN} = 110 \text{ W}$

- 1°) - Rappeler le schéma équivalent de l'induit du moteur à courant continu.
- 2°) - Pour le **fonctionnement nominal**, calculer :
  - a) la force électromotrice (f.e.m.)  $E_N$ ,
  - b) la puissance électromagnétique  $P_{emN}$ ,
  - c) le moment du couple électromagnétique  $T_{emN}$ ,
  - d) la puissance  $P_a$  absorbée par l'induit du moteur,
  - e) la puissance  $P_e$  absorbée par l'inducteur,
  - f) les pertes joule  $P_j$  dans l'induit du moteur,
  - g) les pertes collectives  $P_c$ .
- 3°) - Dessiner le diagramme des puissances en plaçant les chiffres calculés et déterminer le rendement du moteur.
- 4°) - **Fonctionnement à couple constant et tension d'induit variable.**

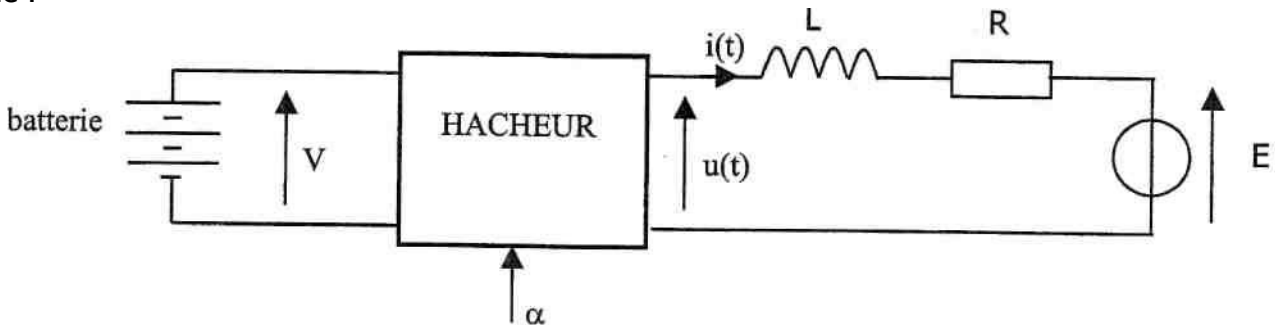
Le courant d'inducteur  $I_e$  est maintenu constant et égal à sa valeur nominale.  
On suppose que le moment du couple électromagnétique  $T_{em}$  du moteur reste constant et égal à sa valeur nominale :  $T_{em} = T_{emN} = \text{constante}$ .

  - a) Exprimer le couple électromagnétique  $T_{em}$  en fonction du flux  $\Phi$  et du courant  $I$ . En déduire que le couple  $T_{em}$  peut s'exprimer ici directement en fonction de  $I$  sous la forme  $T_{em} = k.I$ .
  - b) Montrer alors que, dans les conditions de fonctionnement ci-dessus, l'intensité du courant d'induit  $I$  reste égale à sa valeur nominale.
  - c) Dans ces conditions, montrer qu'on a aussi :  $E = k.\Omega$ . Dans cette formule,  $E$  est en  $\text{V}$  et  $\Omega$  en  $\text{rad.s}^{-1}$ . Déterminer alors la valeur numérique de la constante  $k$  et préciser son unité.

- d) Au démarrage, le moteur est traversé par le courant d'intensité nominale et sa fréquence de rotation est nulle. En déduire la valeur de la f.e.m.  $E_d$  puis calculer la tension  $U_d$  nécessaire à la mise en rotation de l'induit.
- e) Quelle serait la valeur de la tension d'induit  $U$  permettant d'obtenir la fréquence de rotation  $n = 550 \text{ tr.mn}^{-1}$

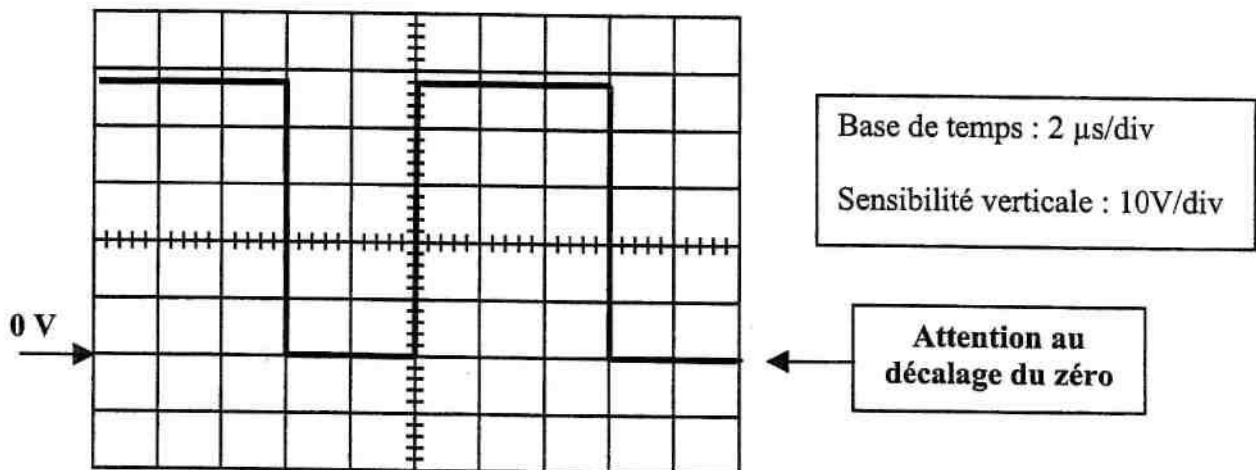
## 2<sup>ème</sup> partie : commande du moteur de propulsion (8 points)

L'alimentation de l'induit du moteur de propulsion est réalisée à partir de la batterie d'accumulateurs et d'un hacheur série :



On désigne par  $\alpha$  le rapport cyclique du hacheur.

- 1) Quel est l'intérêt d'alimenter l'induit du moteur par l'intermédiaire d'un hacheur ?
- 2) Quel est l'effet de l'inductance  $L$  sur le courant  $i(t)$  ?
- 3) La figure ci-dessous représente l'oscillogramme de la tension  $u(t)$  :

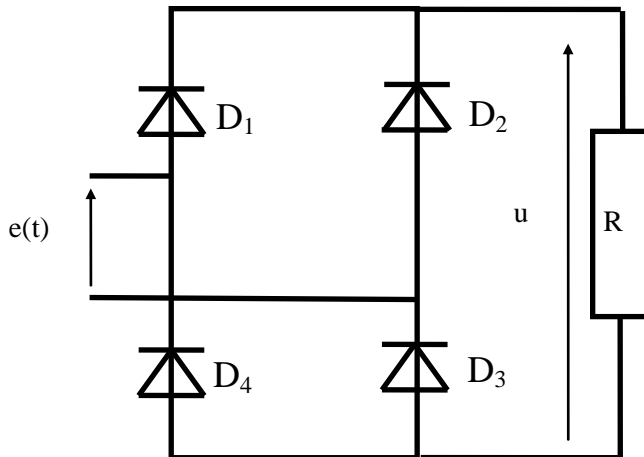


- a) Expliquer rapidement les deux phases de fonctionnement du hacheur.
- b) Déterminer la valeur de la tension  $V$  fournie par la batterie.
- c) Déterminer la période  $T$  de fonctionnement du hacheur. En déduire la fréquence  $f$  de fonctionnement.
- d) Déterminer la valeur du rapport cyclique  $\alpha$ .
- e) Donner l'expression de la valeur moyenne  $\langle u \rangle$  de la tension  $u(t)$  en fonction de  $V$  et  $\alpha$ . Calculer la valeur numérique de  $\langle u \rangle$ .

4) On se propose de mesurer la valeur moyenne de la tension  $u(t)$ . Indiquer l'appareil de mesure et la position à utiliser (DC, AC ou AC+DC).

## pont de Graëtz : exo A.

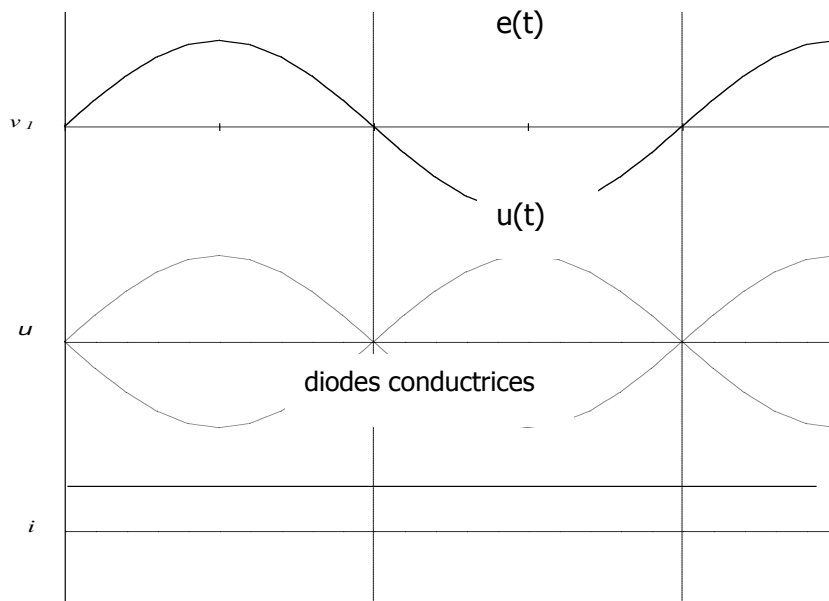
On branche entre phase et neutre le montage redresseur suivant :



$$e(t) = 230\sqrt{2} \cdot \cos(100\pi t)$$

1. Déterminer la valeur efficace, la valeur moyenne, la valeur maximale, la fréquence et la période de cette tension  $e(t)$ .
2. De quel type de redresseur s'agit-il ? (mono alternance ou double alternance ; commandé ou non commandé ?)
3. Indiquer sur un schéma le sens réel du courant  $i(t)$  circulant dans la charge. La valeur moyenne de l'intensité de ce courant est de 5 ampères.
4. Calculer la valeur moyenne  $\langle u \rangle$  de la tension aux bornes de la charge sachant que  $\langle u \rangle = 2 \cdot \frac{\hat{u}}{\pi}$ .
5. Calculer la valeur de la résistance  $R$ .
6. Dessiner l'allure de  $e(t)$  et  $u(t)$ .

### **A COLLER SUR SUR VOTRE COPIE**



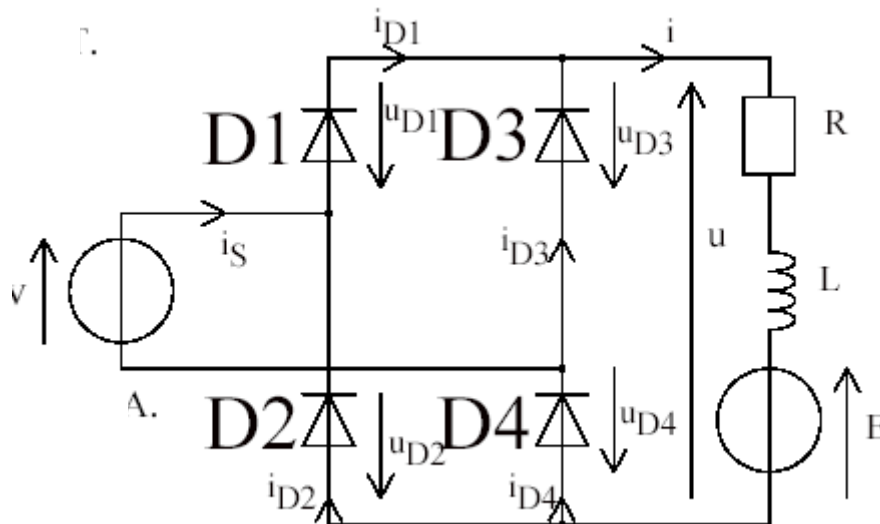
## pont de Graëtz : exo B.

### I - Etude d'un pont de diodes

On considère le montage redresseur en pont de diodes ci- contre.

Il est alimenté par la tension  $v(t) = V_{\max} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$

Il débite dans une charge  $R+L+E$  telle que l'on puisse considérer le courant  $i$  pratiquement constant, égal à  $I = 2 \text{ A}$ . Les quatre diodes sont supposées parfaites.



I -1 **Quel élément** de la charge permet de réaliser la condition  $i = I = \text{constante}$  ? Comment doit-il être (grande ou petite valeur) ? Quel nom lui donne-t-on ?

I -2 **Complétez** la figure 1 en annexe, en précisant bien le diagramme de conduction (« éléments conducteurs »). Aucune autre justification n'est demandée.

I -3 **Expliquez** pourquoi la valeur efficace de la tension  $u$  est la même que celle de  $v$ .

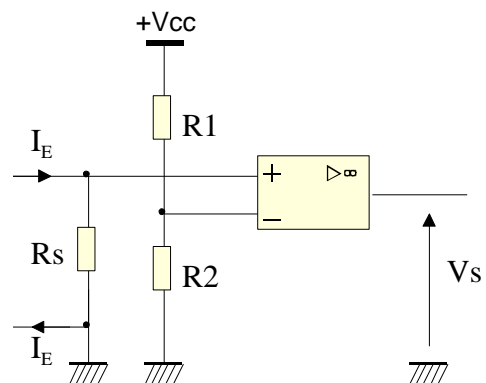
I -4 **Calculez** la valeur moyenne du courant dans la diode  $D_3$  ? Avec quel appareil peut-on la mesurer ?

I -5 **Calculez**, en le justifiant, la valeur efficace du courant  $i_s$  ? Avec quel appareil peut-on la mesurer ?

## pont de Graëtz : exo C.

Afin d'assurer la sécurité d'un moteur à courant continu, un détecteur mesure l'intensité du courant inducteur, dont le schéma est donné à la figure ci contre.

$$\begin{aligned}V_{cc} &= 15 \text{ V} \quad (V_{sat} = V_{cc}) \\ R_s &= 1 \Omega \\ R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 29 \text{ k}\Omega\end{aligned}$$



1. Calculer le potentiel  $V^-$  sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel
2. Exprimer le potentiel  $V^+$  sur l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel en fonction de  $R_s$  et  $I_E$
3. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ?
4. Quelle est la condition sur  $I_E$  pour que la sortie de l'amplificateur opérationnel soit  $+V_{sat}$
5. Pour quelle raison Le courant inducteur du moteur ne doit-il pas descendre en dessous d'une certaine valeur ?

## Moteur asynchrine : Problème

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone porte les indications suivantes:

$$\begin{aligned}5,0 \text{ kW}; 230 \text{ V}/400 \text{ V}; 50 \text{ Hz}; \\ 18,7 \text{ A}/10,8 \text{ A}; 1460 \text{ tr}/\text{min}; \cos \phi = 0,80.\end{aligned}$$

### I. Etude préliminaire

1. On dispose d'un réseau triphasé 230 V /400V, quel couplage faudra-t-il réaliser?  
Les bornes des enroulements sont représentées sur le document-réponse **figure1**. Sur cette figure indiquer la position des lames de connexion qui réaliseront ce couplage et placer les conducteurs qui permettront le raccordement du moteur au réseau.
2. Indiquer la valeur efficace de l'intensité du courant nominal qui traverse un enroulement.
3. Indiquer la fréquence de synchronisme et le nombre de paires de pôles.
4. Calculer le moment du couple utile nominal  $T_{UN}$  et le glissement nominal  $g_N$ .
5. Calculer le rendement du moteur pour le fonctionnement nominal.

### II. Étude expérimentale.

On dispose seulement des appareils de mesures suivants:

Wattmètres monophasés:

calibres intensité: 1 A; 5 A;

calibres tension : 48 V; 120 V ; 240 V ; 420 V.

Voltmètres:      calibres : 20 V ; 200 V ; 750 V;  
                         positions AC et DC.

---

---

Ampèremètres: calibres: 1A;2A;5A; 15A; positions AC et DC.

**1. Mesure de la résistance d'un enroulement à la température de fonctionnement nominal**

Résultats obtenus : résistance R d'un enroulement du moteur :  $R=0,94 \Omega$ .

Pour mesurer la résistance d'un enroulement on dispose de deux alimentations réglables de 0 à 120 V ;15 A; l'une continue, l'autre alternative.

- a. Compléter le document-réponse **figure 2** en utilisant le matériel disponible convenable.
- b. Indiquer pour chaque appareil, le calibre choisi, la position du commutateur AC ou DC et la valeur lue.

**2. Essai à vide**

Résultats obtenus:

- tension entre deux phases:  $U=397 \text{ V}$  ;
- intensité du courant en ligne:  $I_0=3,90 \text{ A}$ ;
- puissances affichées par les wattmètres:
- $P_1=1,04 \text{ kW}$  ;  $P_2= - 0,48 \text{ kW}$ .

A vide le moteur tourne pratiquement à la fréquence de synchronisme. On mesure la puissance reçue par le moteur en utilisant deux wattmètres.

- a. Faire le schéma du montage de principe complet sur le document-réponse figure 3.
- b. Indiquer les calibres choisis et la position des commutateurs AC ou DC.
- c. Déterminer la puissance  $P_{ao}$  appelée par le moteur à vide et le facteur de puissance  $\cos \phi_0$  à vide.

**III. Essai en charge.**

Le moment du couple utile nominal est égal à  $T_{UN} = 32,7 \text{ N.m}$ . On admet que la partie utile de la Caractéristique mécanique de couple  $T = f(n)$  est une droite ( $n$  est la fréquence de rotation).

1. Tracer la partie utile de cette caractéristique sur le document-réponse **figure 4**.
2. Déterminer la fréquence de rotation si le moment du couple utile prend la valeur 20 N.m.

Figures pour le pont de diodes :

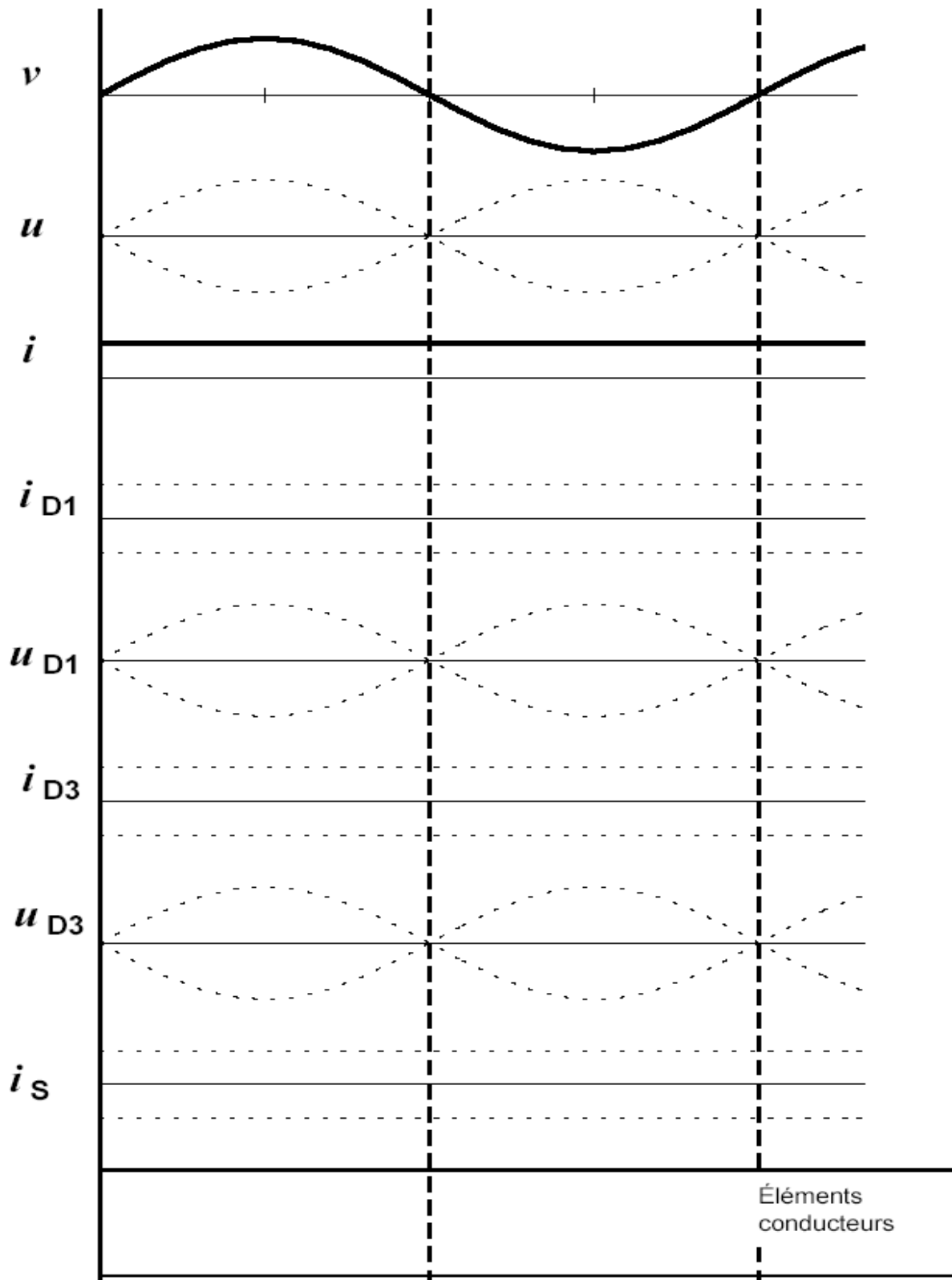
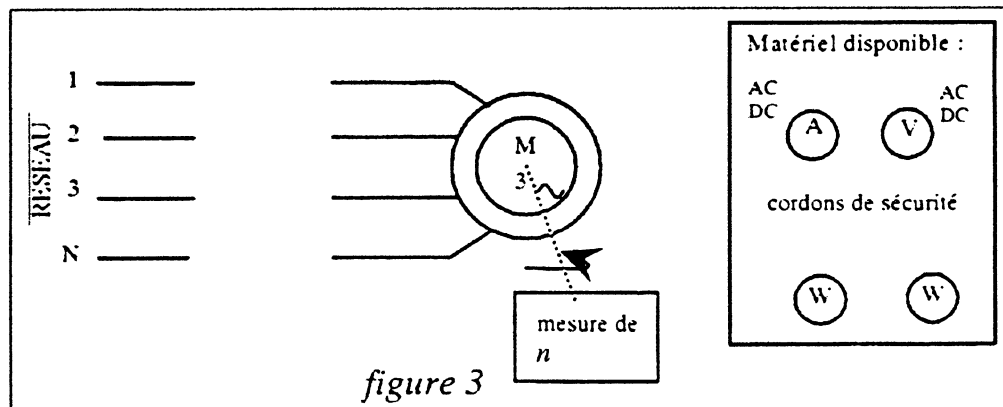
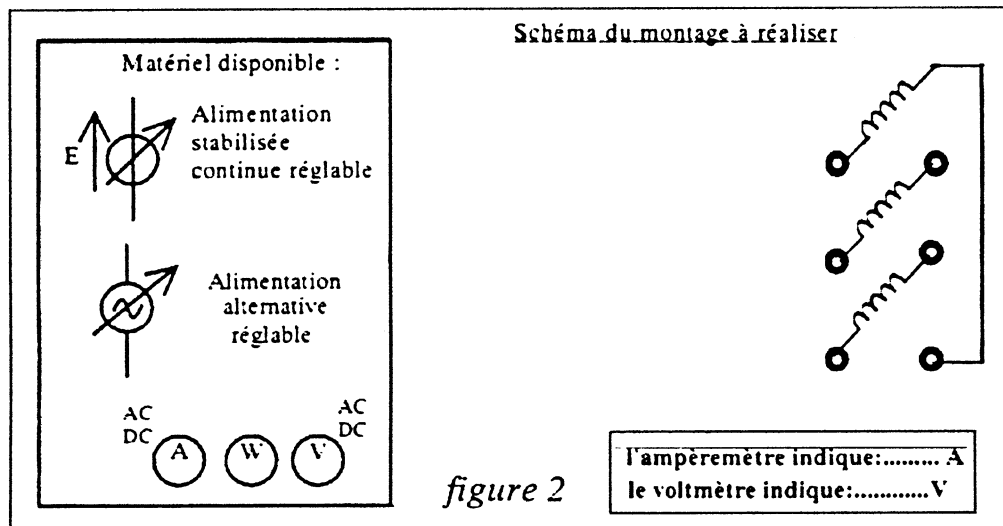
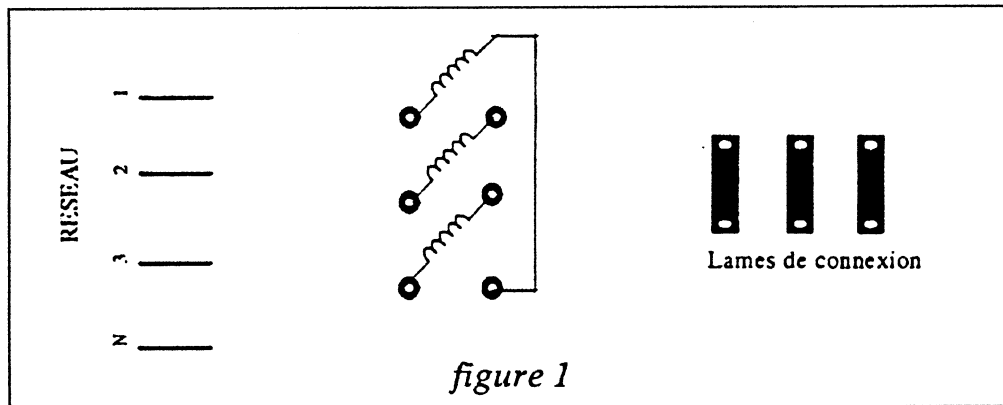


figure 1

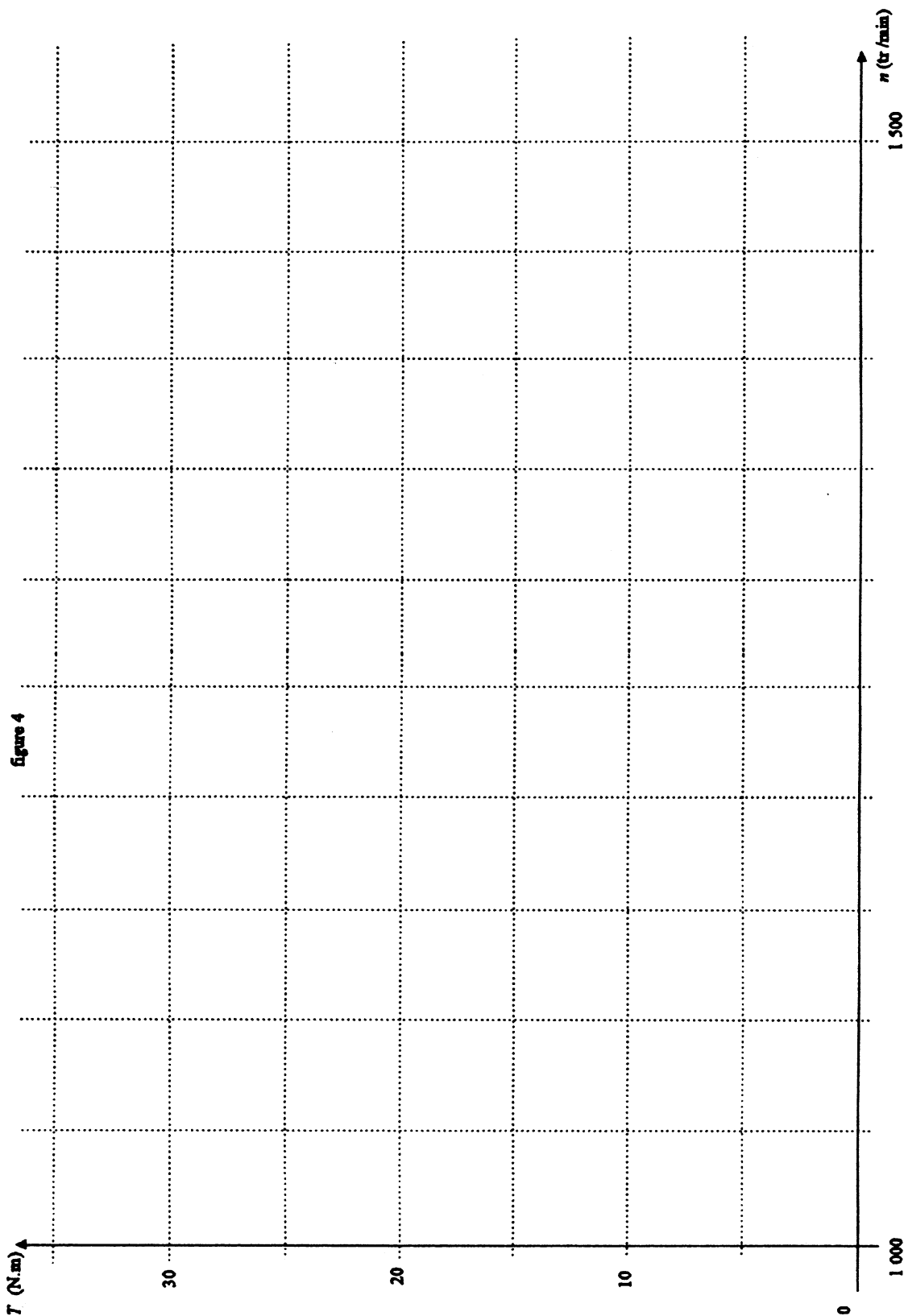
Document-réponse à rendre avec la copie





Nom : .....

**Document-réponse à rendre avec la copie**



---