

**BREVET DE TECHNICIEN**  
**SUPÉRIEUR**  
**MÉCANIQUE ET AUTOMATISMES**  
**INDUSTRIELS**

**ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES**

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies

**IMPORTANT**

Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5 + la page de présentation.

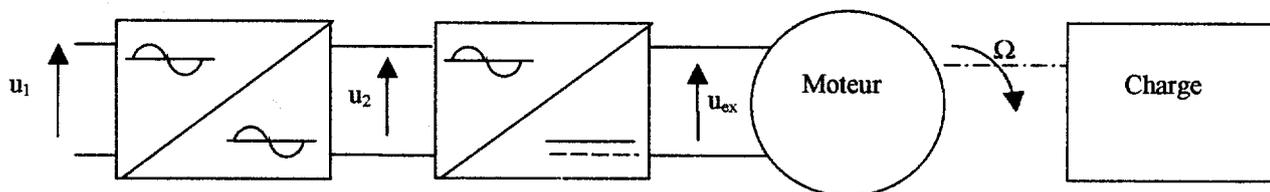
Deux DOCUMENTS - REPONSE à remettre avec la copie

Assurez-vous qu'il est complet.

S'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

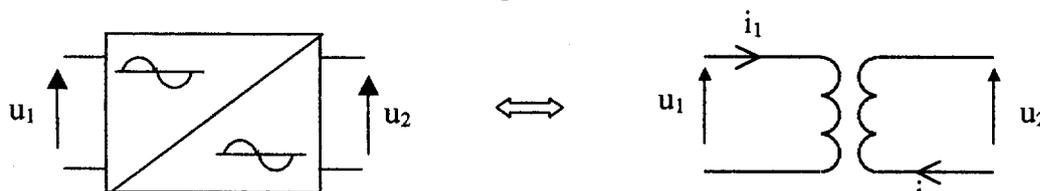
## ETUDE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU ET DE L'ALIMENTATION DE SON INDUCTEUR

On se propose d'étudier l'ensemble du montage ci-dessous comprenant un transformateur, un pont redresseur, un moteur à courant continu en charge.



Les trois parties du sujet sont indépendantes.

### I – ETUDE DU TRANSFORMATEUR (4 points)



Convertisseur alternatif / alternatif

Transformateur

Le transformateur est alimenté par la tension sinusoïdale du réseau 230 V ; 50 Hz. (il sera considéré comme parfait)

L'aire  $S$  de la section droite de son circuit magnétique vaut  $20 \text{ cm}^2$ , le champ magnétique maximal est  $B_{\text{max}} = 1,04 \text{ T}$ , l'enroulement au secondaire comporte  $N_2 = 130$  spires.

On rappelle que la formule de Boucherot s'écrit :  $U = 4,44 N B_{\text{max}} S f$ .

**I-1** Montrer que la valeur efficace de la tension aux bornes de l'enroulement du secondaire à vide vaut  $U_2 = 60 \text{ V}$ .

**I-2** Calculer le rapport de transformation.

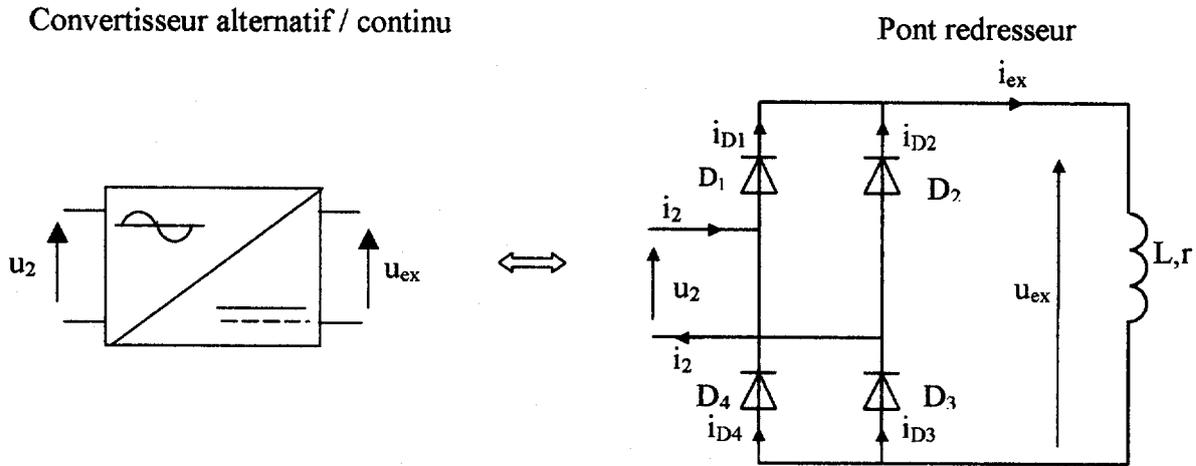
**I-3** Calculer le nombre de spires au primaire.

**I-4** La valeur efficace de l'intensité du courant débité par le secondaire est  $I_2 = 3,0 \text{ A}$ . Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant au primaire  $I_1$ .

Pour la suite de l'étude, la chute de tension au secondaire du transformateur sera négligée.

|   |                  |                 |
|---|------------------|-----------------|
| BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS | SUJET            | Session 2007    |
| Epreuve U32 Sciences Physiques            | Durée : 2 heures | Coefficient : 2 |
| CODE : MSE3SC7                            |                  | Page 1/5        |

## II – ETUDE DU PONT REDRESSEUR (7 points)



L'inducteur du moteur est alimenté par un pont de Graëtz (les diodes seront considérées comme parfaites) soumis à une tension  $u_2 = 60\sqrt{2} \cos(314.t)$  fournie par le secondaire du transformateur.

L'inductance de l'inducteur est suffisamment grande pour que l'on puisse considérer comme constante l'intensité du courant d'excitation  $i_{ex} = I_{ex} = 3,0 \text{ A}$ .

II-1 Représenter les formes d'ondes de  $u_{ex}$  et  $i_{ex}$  sur la **Figure 2** du **DOCUMENT – REPONSE N°1** (page 4/5).

II-2 Expliquer le fonctionnement du pont puis compléter le tableau de la **Figure 2** du **DOCUMENT – REPONSE N°1** (page 4/5) en indiquant les éléments passants.

II-3 Quelles sont les périodes des tensions  $u_2$  et  $u_{ex}$  ?

II-4 Quelles sont les valeurs maximales de ces tensions ? Reporter ces valeurs sur les **Figures 1 et 2** du **DOCUMENT – REPONSE N°1** (page 4/5).

II-5 L'intensité  $i_{ex} = I_{ex} = 3,0 \text{ A}$  :

II-5.1 Quelle est la valeur moyenne de la tension  $u_{ex}$  notée  $\langle u_{ex} \rangle$  ? Quel appareil peut on utiliser pour la mesure de  $\langle u_{ex} \rangle$  ? Justifier.

II-5.2 Exprimer  $u_{ex}$  en fonction de  $L$ ,  $r$  et  $i_{ex}$ . Vérifier que la valeur de la résistance  $r$  de l'inducteur est égale à  $18\Omega$ .

II-5.3 Déterminer la valeur des pertes Joule  $P_{J_{ex}}$  dissipées dans l'inducteur.

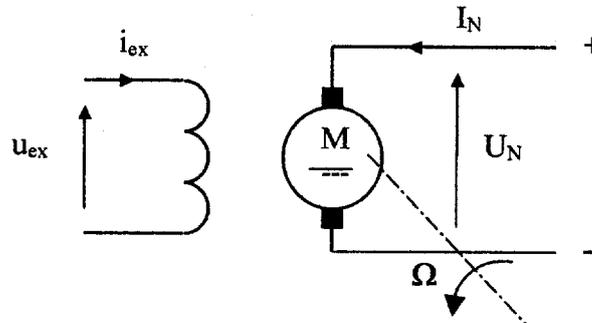
|   |                  |                 |
|---|------------------|-----------------|
| BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS | SUJET            | Session 2007    |
| Epreuve U32 Sciences Physiques            | Durée : 2 heures | Coefficient : 2 |
| CODE : MSE3SC7                            |                  | Page 2/5        |

**II-5.4** Représenter la forme d'onde de  $i_{D1}$  sur la **Figure 3** du **DOCUMENT – REPONSE N°1** (page 4/5).

**II-5.5** Représenter la forme d'onde de  $i_2$  sur la **Figure 1** du **DOCUMENT – REPONSE N°1** (page 4/5).

**II-5.6** Déterminer les valeurs moyennes  $\langle i_{D1} \rangle$  et  $\langle i_2 \rangle$  des courants  $i_{D1}$  et  $i_2$ .

### III – ETUDE DU MOTEUR A COURANT CONTINU (9 points)



Le moteur à courant continu à excitation indépendante fonctionne à courant d'excitation constant  $i_{ex} = I_{ex} = 3,0$  A et sous tension d'induit nominale  $U_N = 230$  V. Sa résistance d'induit est  $R = 2,0 \Omega$ .

En charge nominale :

L'intensité du courant d'induit est  $I_N = 10$  A, la fréquence de rotation  $n_N = 1200$  tr.min<sup>-1</sup>.

**III-1** Calculer la force électromotrice  $E$  de ce moteur.

**III-2** Calculer sa puissance électromagnétique  $P_{em}$ .

**III-3** Calculer son couple électromagnétique  $T_{em}$ .

**III-4** Les pertes  $P_c$  collectives de ce moteur (pertes dans le fer + pertes mécaniques) ont été mesurées :  $P_c = 60$  W ainsi que les pertes d'excitations  $P_{Jex} = 162$  W.

Calculer la puissance utile  $P_u$ , le moment  $T_u$  du couple utile et le rendement  $\eta$  de ce moteur.

L'essai à vide se fait sous tension nominale.

L'intensité du courant dans l'induit sera négligé  $I_N = 0$

**III-5** Déterminer la force électromotrice à vide  $E_0$  et en déduire la fréquence de rotation à vide  $n_0$ .

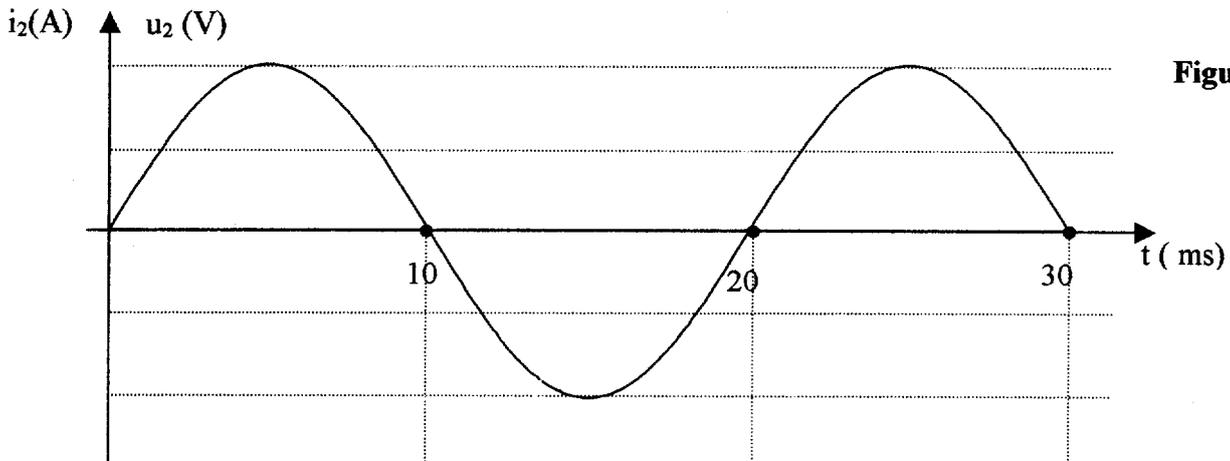
**III-6** L'équation de la caractéristique mécanique du moteur est supposée linéaire.

**III-6.1** En prenant pour résultats à vide  $T_u = 0$ ,  $n_0 = 22$  tr.s<sup>-1</sup> et en charge  $T_u = 16,23$  Nm,  $n = 20$  tr.s<sup>-1</sup>, tracer la caractéristique  $T_u(n)$  sur le **DOCUMENT – REPONSE N°2** (page 5/5).

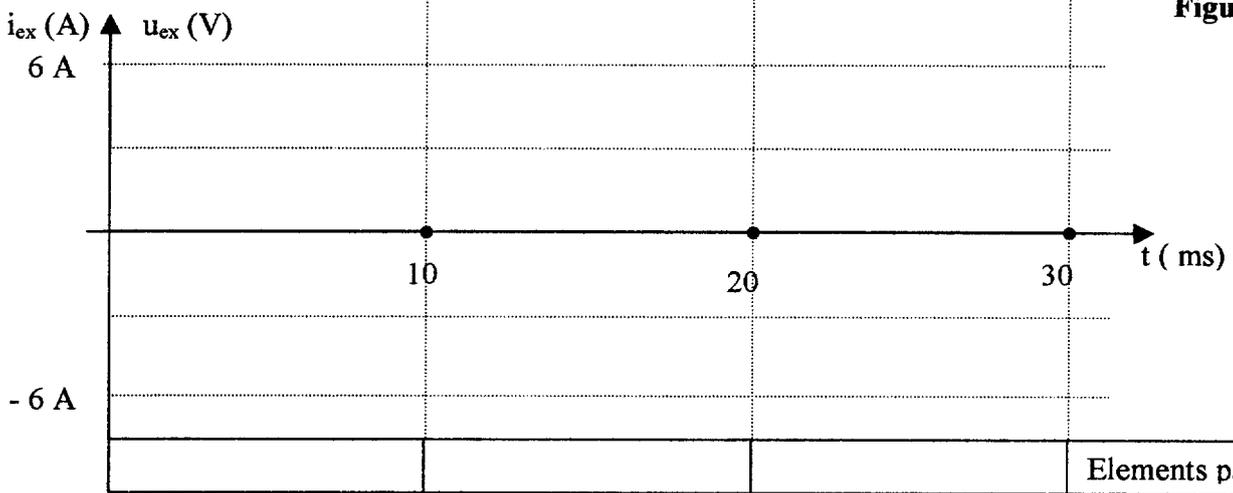
**III-6.2** Indiquer et déterminer les coordonnées du point de fonctionnement.

|   |                  |                 |
|---|------------------|-----------------|
| BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS | SUJET            | Session 2007    |
| Epreuve U32 Sciences Physiques            | Durée : 2 heures | Coefficient : 2 |
| CODE : MSE3SC7                            |                  | Page 3/5        |

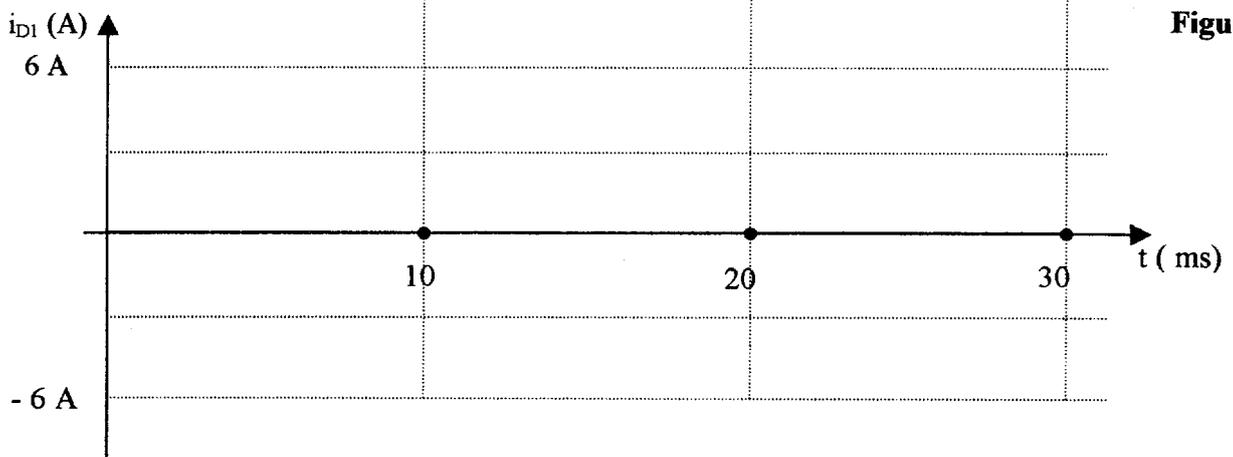
**DOCUMENT REPOSE N°1**  
à remettre avec la copie



**Figure 1**



**Figure 2**

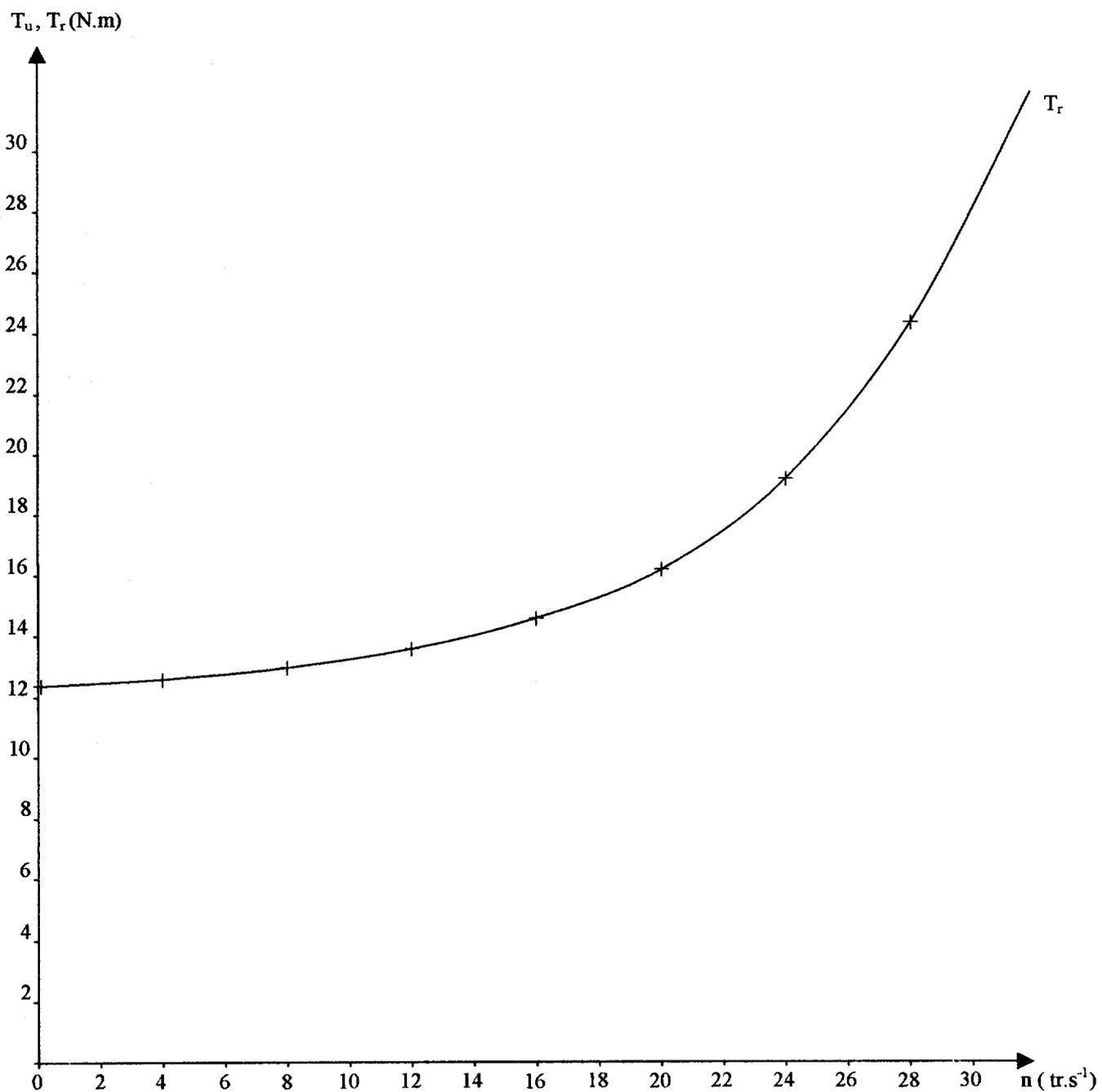


**Figure 3**

|   |                  |                 |
|---|------------------|-----------------|
| BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS | SUJET            | Session 2007    |
| Epreuve U32 Sciences Physiques            | Durée : 2 heures | Coefficient : 2 |
| CODE : MSE3SC7                            |                  | Page 4/5        |

## DOCUMENT REPOSE N°2

à remettre avec la copie



|   |                  |                 |
|---|------------------|-----------------|
| BTS MECANIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS | SUJET            | Session 2007    |
| Epreuve U32 Sciences Physiques            | Durée : 2 heures | Coefficient : 2 |
| CODE : MSE3SC7                            |                  | Page 5/5        |