

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

S e s s i o n 2 0 0 8

PHYSIQUE APPLIQUÉE

Série: Sciences et Technologies Industrielles

Spécialité: Génie Électrotechnique

Durée de l'épreuve: 4 heures - coefficient: 7

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction et la clarté des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Le sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9. Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

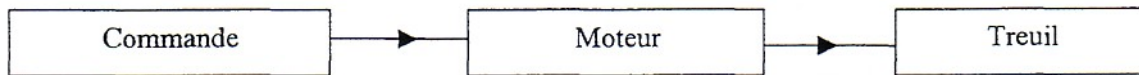
Les documents réponses pages 6, 7, 8 et 9 sont à rendre avec la copie

Les parties A et B sont indépendantes.

Calculatrice autorisée, conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999

PROBLÈME : ENTRAÎNEMENT D'UN TREUIL

Nous souhaitons entraîner un treuil qui impose un couple de moment constant $T_r = 20\text{N.m}$. Pour cela, nous disposons de deux systèmes d'entraînement que nous comparerons. Le principe, dans chaque cas, est le même :



A. Entraînement par un moteur à courant continu à excitation indépendante maintenue constante

La partie 3 peut être traitée séparément.

1. Étude du moteur

Sur la plaque signalétique, on peut lire :

220V	20A	1440 tr.min ⁻¹
220V	1A	4kW

La mesure à chaud de la résistance d'induit est $R = 0,51\Omega$

Dans la suite du problème, l'intensité du courant d'excitation est maintenue constante et égale à 1A.

1.1 Que représentent les indications notées sur la plaque ?

1.2 Montrer que $E = k n$. Calculer k et écrire la relation numérique liant E et n (E en V et n en tr.min⁻¹).

1.3 Calculer la fréquence de rotation n_v du moteur, sachant que lors d'un essai à vide sous tension d'induit nominale, le courant d'induit est de 2A.

1.4 Calculer le moment du couple utile T_{UN} en régime nominal.

1.5 Pour le régime nominal, tracer la caractéristique mécanique $T_u = f(n)$ de ce moteur sur le document réponse 1 en expliquant votre démarche.

1.6 Montrer que $T_e = k'I$. Calculer k' et écrire la relation numérique entre T_e et I . (T_e en N.m. et I en A)

1.7 Après avoir écrit la relation entre T_e , T_u et T_p (moment du couple de pertes), calculer T_{pN} en régime nominal. Dans la suite du problème, on négligera le couple de pertes.

2. Étude du groupe Moteur – Treuil

2.1 Le moteur fonctionne sous tension d'induit constante égale à 220V.

Déterminer les coordonnées du point de fonctionnement F du groupe en justifiant votre réponse.

2.2 Le moteur entraîne le treuil sous tension d'induit variable.

2.2.1 Préciser en le justifiant la valeur T'_e du moment du couple électromagnétique développé par le moteur en régime établi.

En déduire l'intensité I' du courant d'induit.

2.2.2 Montrer que, dans ce cas, la variation de la tension d'induit entraîne obligatoirement une variation de la fréquence de rotation.

2.2.3 Établir la relation numérique entre U et n (U en V, n en tr.min^{-1}).

2.2.4 En déduire les différentes valeurs de la tension aux bornes de l'induit correspondantes aux fréquences de rotation du groupe de 1040 tr.min^{-1} , 1180 tr.min^{-1} , 1315 tr.min^{-1} .

2.2.5 Tracer les trois nouvelles caractéristiques mécaniques $T_U = f(n)$ sur le document réponse 1, page 6, en expliquant votre démarche et en indiquant sur chacune d'elles la tension d'induit utilisée.

3. Étude du dispositif de commande

Un hacheur série (Annexe, fig 1, page 5) alimente l'induit du moteur placé en série avec une bobine de lissage et assure la variation de vitesse. La tension d'alimentation du hacheur est $V = 300\text{V}$.

3.1 Expliquer l'utilité de la diode dans le bon fonctionnement du montage.

3.2 Pour chaque intervalle de temps ($0 < t < \alpha T$ et $\alpha T < t < T$), dessiner le schéma équivalent du montage et en déduire dans chaque cas la valeur de la tension $u_C(t)$ aux bornes de la charge.

3.3 On a relevé le graphe de $i(t)$ sur 2 périodes. (document réponse 2, page 7) Indiquer les éléments passants et représenter les graphes de $u_C(t)$, $i_D(t)$ et $i_H(t)$ sur le document réponse 2.

3.4 Calculer la valeur moyenne $\langle i \rangle$ de $i(t)$.

3.5 Établir la relation entre α , $\langle u_C \rangle$ et V .

3.6 Établir la relation entre $\langle u_C \rangle$ et $\langle u_M \rangle$ en justifiant le résultat.

3.7 Remplir le tableau document réponse 3, page 8.

3.8 La tension v_S de commande de l'interrupteur H est délivrée par le montage de l'annexe,

fig2, page 5. L'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait et est alimenté en 0, +15V.

- 3.8.1 Quel est son régime de fonctionnement ? Justifier votre réponse.
- 3.8.2 Quelle est la valeur de v_s lorsque v_1 est inférieur à v_2 ? Justifier votre réponse.
- 3.8.3 Quelle est la valeur de v_s lorsque v_1 est supérieur à v_2 ? Justifier votre réponse.
- 3.8.4 Tracer sur le document réponse 3, page 8 le graphe de $v_s(t)$. (v_1 est une tension triangulaire et v_2 une tension continue)
En déduire la fréquence du hacheur et la valeur du rapport cyclique α .

B. Entraînement du treuil par un moteur asynchrone triphasé.

1. Étude du moteur

On peut lire sur la plaque signalétique les indications
suivantes : 4kW 5,8A / 10A 230V / 400V
50Hz 1440tr.min⁻¹

- 1.1 On dispose d'un réseau (230V / 400V ; 50Hz) Quel sera le couplage utilisé et la valeur de l'intensité en ligne ? Justifier vos réponses.
- 1.2 Déterminer le nombre de pôles du moteur.
- 1.3 Calculer le moment du couple utile nominal T_{uN} .
- 1.4 Tracer sur le document réponse 4, page 9 la partie utile de la caractéristique mécanique $T_U = f(n)$ que vous assimilerez à une portion de droite. Justifier votre démarche.

2. Étude du groupe moteur asynchrone — treuil

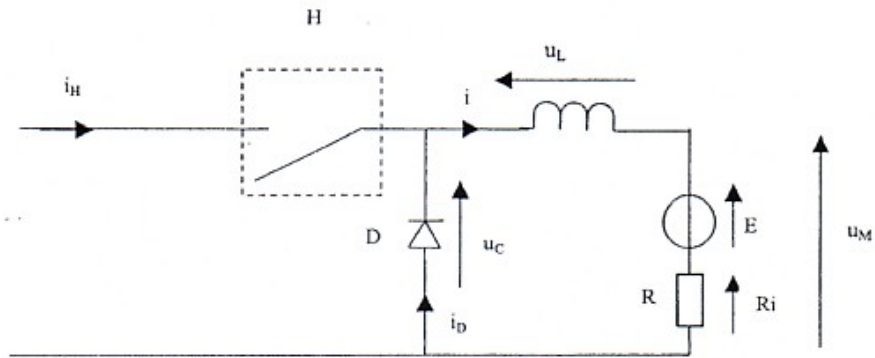
Dans cette partie, le moteur entraîne le treuil étudié dans la partie A.

- 2.1 Déterminer les coordonnées du point de fonctionnement F'.
- 2.2 Pour obtenir un réglage de la fréquence de rotation, le moteur est alimenté par un onduleur triphasé autonome qui maintient le rapport U/f constant.
En vous aidant d'une résolution graphique que vous justifierez (document réponse 4, page 9), compléter le tableau du document réponse 3, page 8.

C. Comparaison des 2 modes d'entraînement

En étudiant les 2 réseaux de caractéristiques obtenus sur les documents réponses 1 et 4, que peut-on en conclure ? Justifier votre réponse

ANNEXE



α : rapport cyclique
 T : période du phénomène

$0 < t < \alpha T$
 $\alpha T < t < T$

H fermé
H ouvert

Fig 1

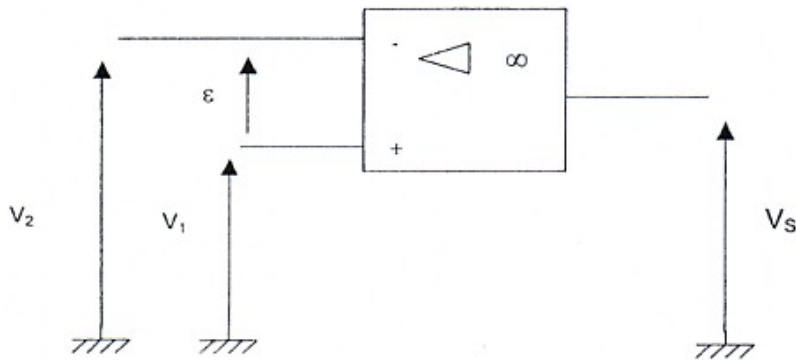
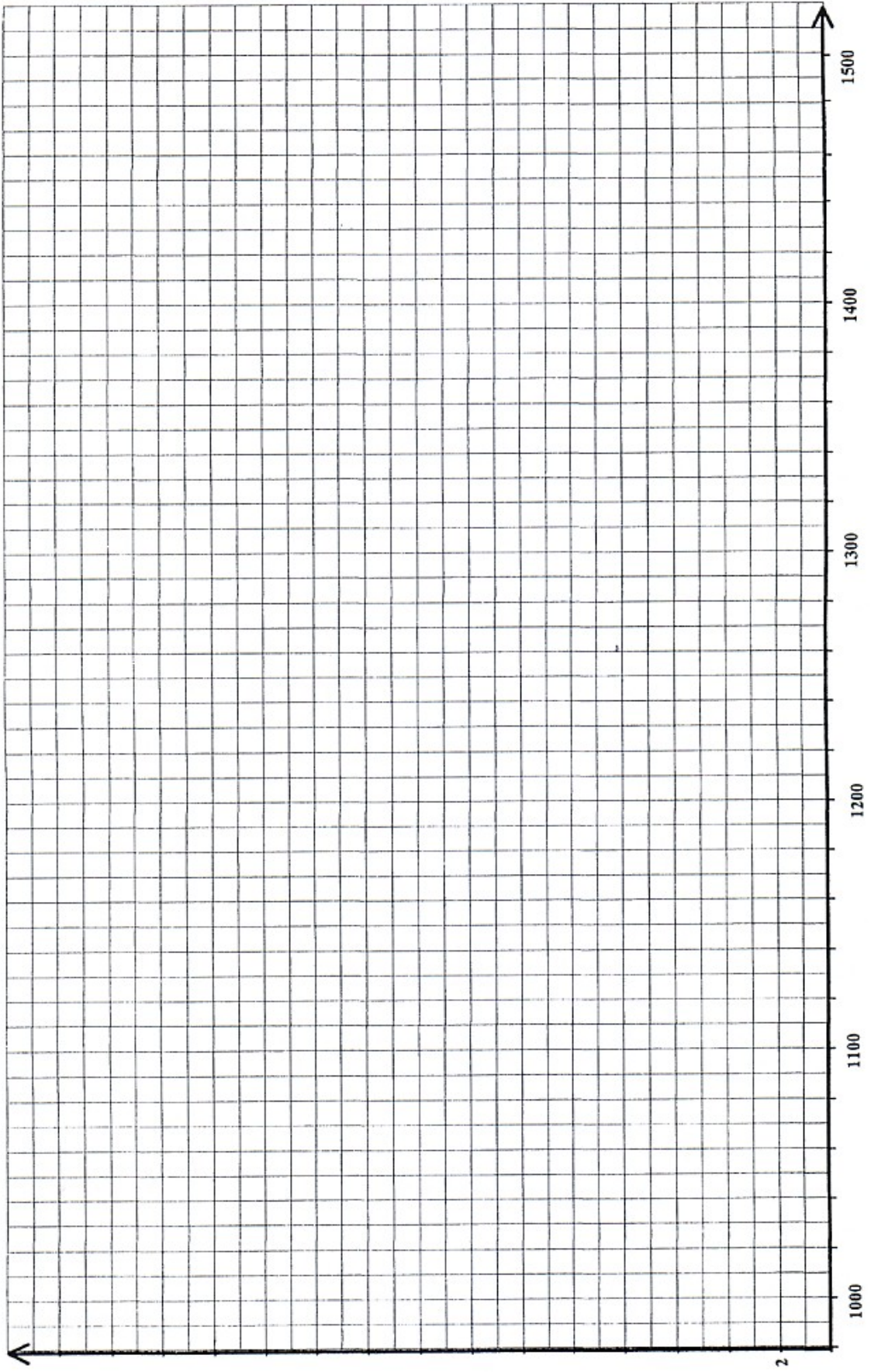


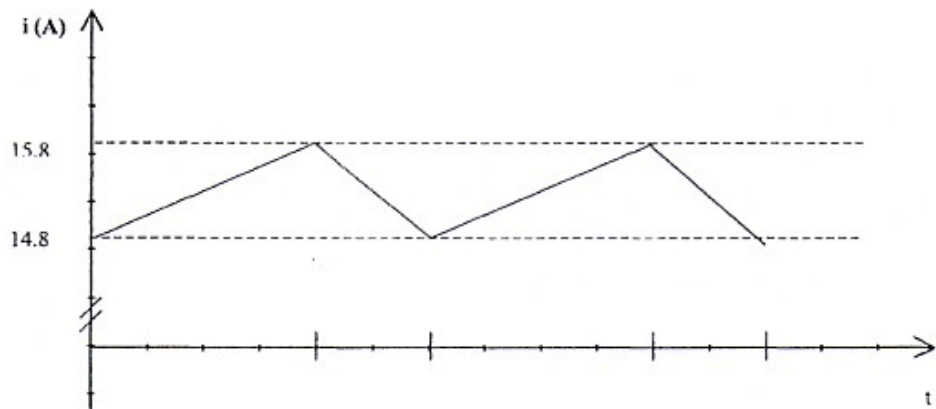
Fig 2

DOCUMENT RÉPONSE 1

T_u (N.m)

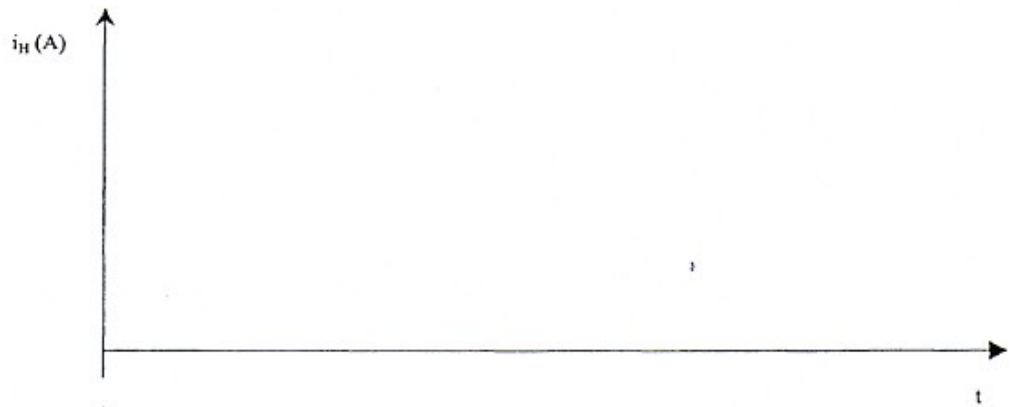


DOCUMENT RÉPONSE 2



élément(s) passant(s):

élément(s) bloqué(s):



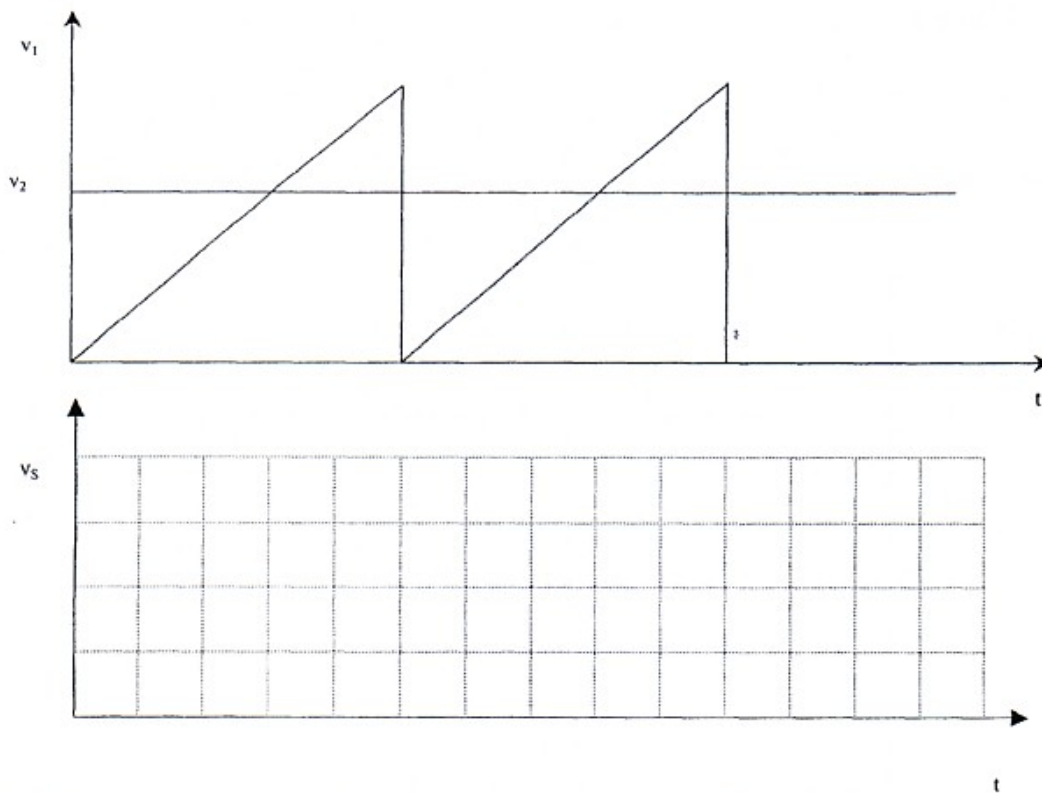
1cm → 75V

DOCUMENT RÉPONSE 3

Question A.3.7

$\langle u \rangle$	220V	200V	180V	160V
α				

Question A.3.8.4



Echelles $v_s : 1\text{cm} \rightarrow 5\text{V}$

$t : 1\text{cm} \rightarrow 0.5\text{ms}$

Question B.2.2

n (tr.min ⁻¹)	1040	1180	1315	1440
n_s (tr.min ⁻¹)				1500
f (Hz)				50
U (V)				

DOCUMENT RÉPONSE 4

Tu (N.m)

