



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

**BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR**

**MÉCANIQUE
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 8 pages .

Les documents réponses, pages 7 et 8 sont à remettre avec la copie.

Mélangeuse de grains pour l'alimentation des animaux.

La composition des aliments pour animaux dépend de leur destination : porcins, ovins, bovins, volailles... Ces aliments sont composés principalement de céréales (blé, soja, maïs, orge...) auxquels on peut ajouter des éléments en faible quantité (protéines, minéraux..).

On se propose d'étudier un dispositif permettant de mélanger deux types de grains.
Le dispositif est représenté sur la figure 1.

L'ensemble est prévu pour fonctionner avec divers types de céréales (blé, soja, maïs, seigle, lentille..) et permet d'obtenir des dosages variés.

L'installation étudiée comporte 2 trémies stockant l'une du maïs, l'autre du blé.
Chacune possède un système de dosage qui lui est propre :

- l'écoulement de la trémie A s'effectue dans une vis sans fin horizontale entraînée à travers un réducteur de vitesse par un moteur asynchrone.
- l'écoulement de la trémie B s'effectue à l'aide d'un extracteur alvéolaire entraîné à travers un réducteur de vitesse par un moteur à courant continu.

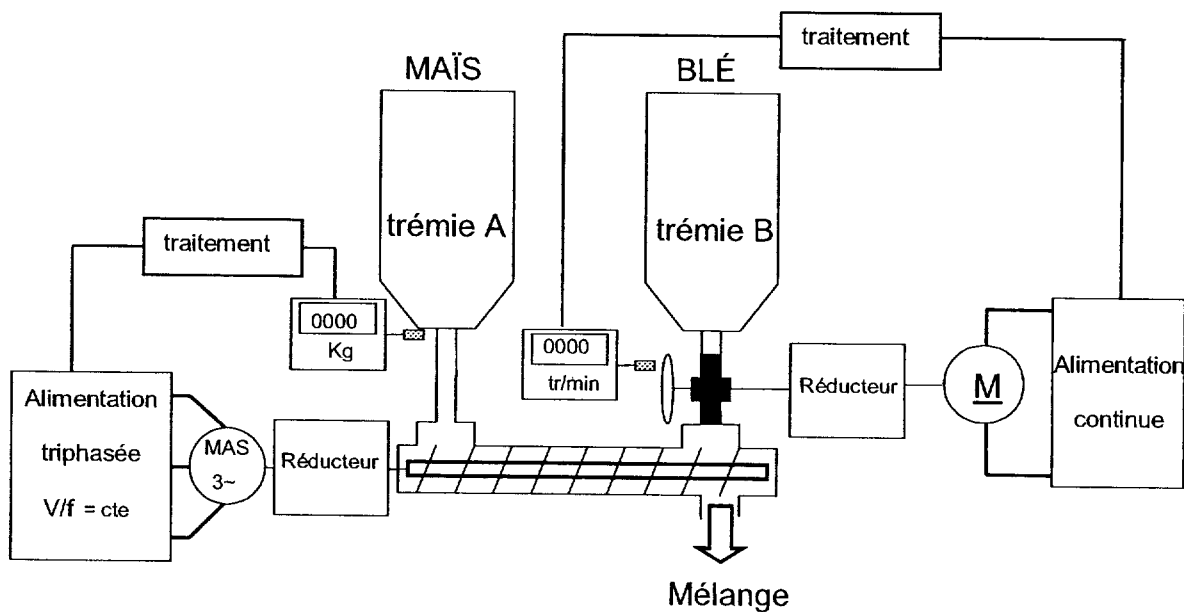


figure 1

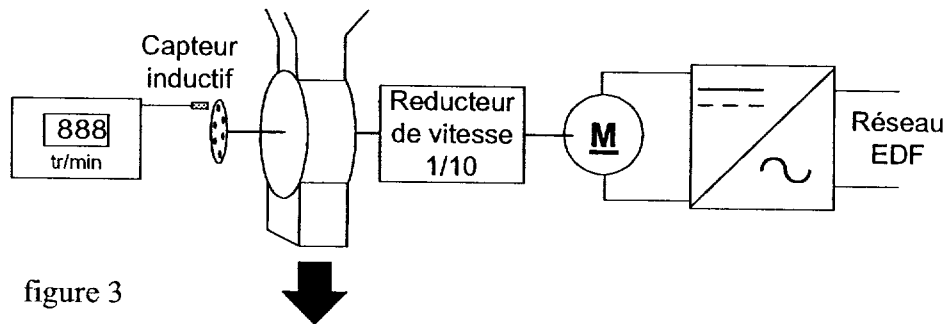
BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 1/8

A. Réglage du débit de blé.

L'extracteur alvéolaire est entraîné par un moteur à courant continu M à travers un réducteur de vitesse de rapport $r_a = 1/10$.

La fréquence de rotation n_a de l'extracteur est mesurée à l'aide d'un capteur inductif.

Le sous-système est représenté sur la figure 3 ci-dessous.



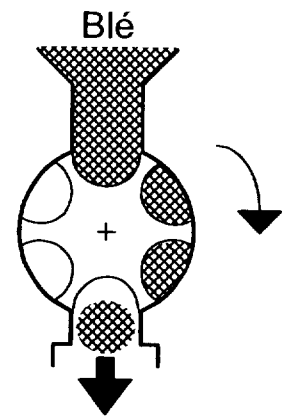
Un dispositif représenté sur la figure 1 permet d'asservir la vitesse de rotation du moteur à la fréquence de rotation n_a de l'extracteur.

A.1. Extracteur alvéolaire.

Le schéma du doseur alvéolaire à axe horizontal à rotation continue est représenté sur la figure 2. Cette solution consiste à présenter sous une bouche d'alimentation, une série de chambres qui se remplissent tout en avançant dans un mouvement continu.

L'extracteur alvéolaire comporte 6 alvéoles. Chaque alvéole contient la masse m_B de blé.

La fréquence de rotation de l'extracteur est notée n_a .



1.1. Exprimer en fonction de m_B , la masse M_i extraite pour un tour.

1.2. Exprimer Q_B , le débit massique de blé en fonction de n_a et m_B .

1.3. Calculer Q_{BMax} , la valeur maximale du débit lorsque la fréquence de rotation est égale à sa valeur maximale, $n_{aMax} = 100 \text{ tr.min}^{-1}$ sachant que m_B est égale à 7g. On exprimera Q_{BMax} en kg.min^{-1} .

A.2. Capteur de vitesse .

Un schéma simplifié du capteur est donné figure 4.

Principe de fonctionnement :

Un disque ferromagnétique solidaire de l'axe de l'extracteur comporte N trous régulièrement répartis sur sa circonférence, à la hauteur du capteur.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 2/8

Lors d'une rotation, après conditionnement et mise en forme du signal fourni par le circuit oscillant, le capteur délivre un signal binaire u_C . Ce signal est à l'état haut et prend la valeur U_{\max} lors du passage d'un trou devant le capteur. Sa fréquence est donc proportionnelle à celle du passage des trous devant le capteur.

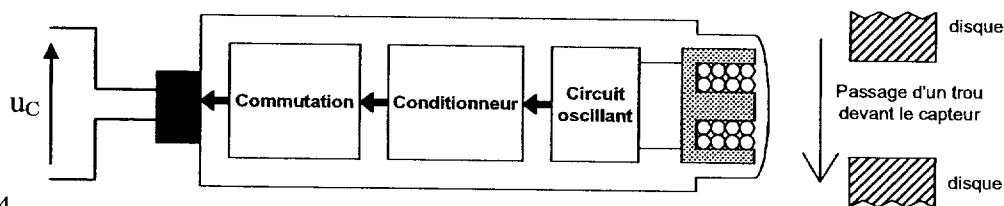


figure 4

2.1. On visualise à l'aide d'un oscilloscope la tension u_C fournie par le capteur. L'oscillogramme est représenté ci-dessous figure 5.

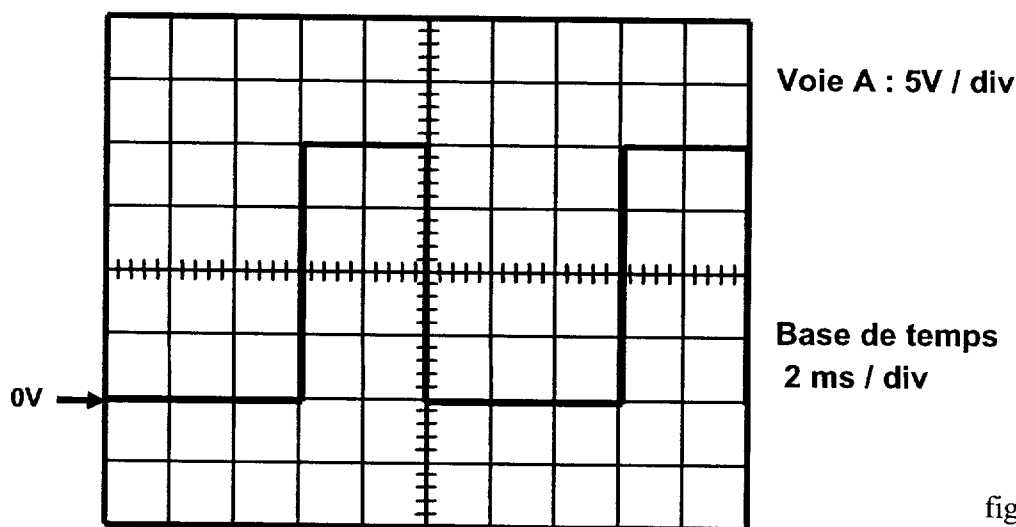


figure 5

2.1.1. A partir de cet oscillogramme, déterminer la fréquence f_u , le rapport cyclique α_u et les valeurs extrêmes U_{\max} et U_{\min} de la tension u_C .

2.1.2. Quelle est la position du commutateur AC-DC de l'oscilloscope? Justifier la réponse.

2.2. Lorsque la fréquence de rotation du moteur entraînant l'extracteur alvéolaire est égale à $n_N = 1000 \text{ tr.min}^{-1}$, la fréquence de la tension u_C est égale à $f_{u1000} = 100 \text{ Hz}$. Déterminer le nombre de trous N que comporte le disque ferromagnétique.

A.3. Alimentation du moteur.

Citer un montage réalisant une conversion alternatif-continu permettant de faire varier la vitesse d'un moteur à courant continu.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 3/8

A.4. Etude du moteur à courant continu à aimant permanent.

Le moteur à courant continu entraînant l'extracteur est un moteur à aimant permanent. Le flux sous un pôle Φ , peut donc être considéré constant.

La plaque signalétique du moteur fournit les indications suivantes :

$$U_N = 180 \text{ V} ; I_N = 2,0 \text{ A} ; n_N = 1000 \text{ tr.min}^{-1} ; P_{uN} = 300 \text{ W}$$

La résistance R du circuit d'induit est égale à $1,8 \Omega$

4.1. Le schéma équivalent du circuit de l'induit est représenté ci-dessous, figure 6.
Calculer la valeur de la f.é.m E_N en régime nominal.

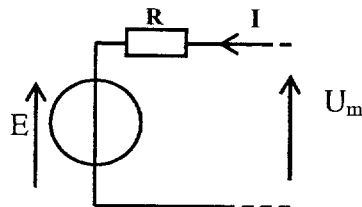


figure 6

4.2. Montrer que la f.é.m E exprimée en volts et la fréquence de rotation n exprimée en tr.min^{-1} sont liées par la relation : $E = k.n$ avec $k = \text{constante}$.

Vérifier que $k = 0,176 \text{ V.tr}^{-1}.\text{min}$.

4.3. Montrer que le moment du couple électromagnétique T_{em} et l'intensité du courant dans l'induit I exprimée en A sont liés par la relation $T_{em} = k'.I$. (La valeur de k' n'est pas demandée.)

A.5. Réglage de la vitesse du moteur à charge constante.

L'induit est alimenté sous une tension U réglable. La charge entraînée impose un couple électromagnétique de moment constant égal à sa valeur nominale T_{emN} .

5.1. Justifier que l'intensité du courant I est égale à 2 A.

5.2. Détermination de $n(U)$:

5.2.1. Montrer que pour le fonctionnement étudié, $U = 0,176.n + 3,6$ avec n exprimée en tr.min^{-1} .

5.2.2. En déduire la relation entre la fréquence de rotation du moteur n en tr.min^{-1} et U sous la forme : $n = a.U + b$. Déterminer les valeurs des constantes a et b .

5.3. Détermination de $Q_B(U)$.

La capacité de l'extracteur est de $6.m_B = 42.10^{-3} \text{ kg.tr}^{-1}$.

Le réducteur de vitesse est d'un rapport $r_a = 1/10$.

Le débit de blé Q_B , vérifie alors la relation : $Q_B = 42.10^{-4}.n$ en kg.min^{-1} .

En déduire que l'expression du débit Q_B de l'extracteur en fonction de U est :

$$Q_B = 0,024.U - 0,086 \text{ en } \text{kg.min}^{-1}.$$

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 4/8

5.4. Calculer la valeur U_1 de la tension U permettant d'obtenir $Q_B = 4 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$.

5.5. On réalise un essai pour confirmer ce résultat.

5.5.1. Placer sur la figure 1 du document réponse 1 page 7 les appareils nécessaires pour mesurer la valeur de la tension U et l'intensité du courant I en précisant les positions AC ou DC choisies.

5.5.2. Quelle sera l'indication du voltmètre si on choisit l'autre position du commutateur ?

5.5.3. Quelle est la valeur de l'intensité indiquée par l'ampèremètre ? Justifier.

A.6. Asservissement

La vitesse du moteur est contrôlée par une boucle de régulation à l'aide d'un mode automatique dans lequel on peut régler les paramètres d'un correcteur PID.

Donner la signification de chacune de ces lettres : P, I et D.

B. Réglage du débit de maïs.

La trémie recevant du maïs est prolongée par un extracteur à vis entraîné par un moteur asynchrone. Le débit de maïs Q_M est proportionnel à la vitesse de rotation n_{MAS} du moteur asynchrone.

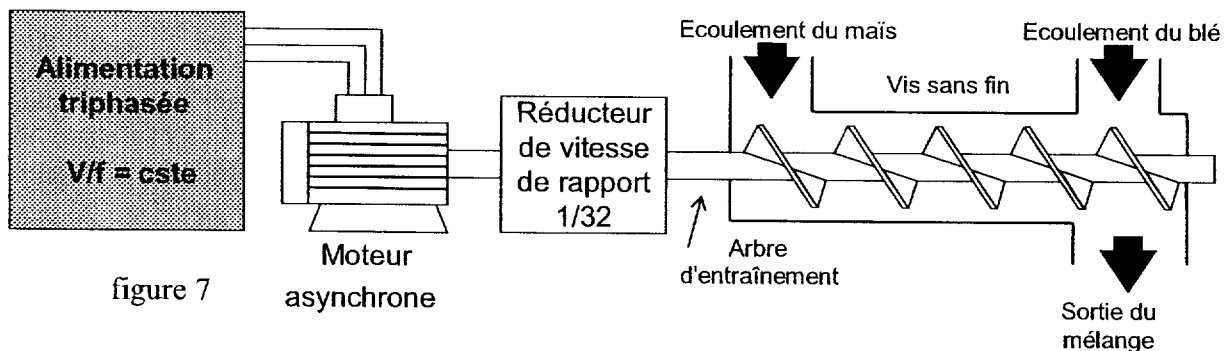


figure 7

La plaque signalétique du moteur asynchrone est représentée ci-dessous :

0,75 kW	$\cos\varphi = 0,8$	1380 tr/min
Δ 230 V	3,5 A / 2 A	50 Hz
Y 400V		

Les enroulements du moteur sont couplés en étoile.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 5/8

B.1. Alimentation du moteur asynchrone.

1.1. Préciser la valeur nominale V_n de la tension aux bornes d'un enroulement du stator. Représenter sur la figure 3 du document réponse 1 page 7, le branchement correspondant au couplage réalisé.

1.2. Déterminer la fréquence de synchronisme n_s (en tr.min^{-1}). En déduire le glissement g_N pour le fonctionnement nominal.

B.2. Bilan des puissances en régime nominal.

2.1. Compléter l'arbre des puissances représenté figure 2 du document réponse 1 page 7 en précisant la nature des différentes puissances.

2.2. Calculer la puissance absorbée P_{aN} . En déduire le rendement η_N du moteur.

B.3. Caractéristique mécanique du moteur pour une fréquence d'alimentation de 50 Hz.

3.1. Calculer le moment du couple utile en régime nominal T_{uN} .

3.2. La partie utile de la caractéristique mécanique $T_{u1}(n)$ pour $f_1 = 50 \text{ Hz}$ et $U_1 = 400 \text{ V}$ est représentée sur le graphique de la figure 4 du document réponse 2 page 8.

Justifier le tracé de cette caractéristique en indiquant deux points correspondant à des fonctionnements particuliers du moteur. On précisera les coordonnées de ces deux points.

B.4. Réglage de la vitesse du moteur asynchrone.

La composition du mélange blé-maïs est modifiée.

Le débit massique du maïs est maintenant $Q_{M2} = 1,71 \text{ kg.min}^{-1}$.

La fréquence de rotation du moteur réglée à la valeur $n_2 = 925 \text{ tr.min}^{-1}$.

La valeur efficace V et la fréquence f de la tension fournie par l'onduleur sont réglées en conséquence. Le rapport V/f est constant.

Pour ce fonctionnement, le moment du couple utile T_2 est égal à $2,6 \text{ N.m}$.

4.1. Tracer sur le graphique de la figure 4 du document réponse 2 page 8 la caractéristique mécanique du moteur $T_{u2}(n)$ pour ce réglage de l'onduleur.

4.2. Déterminer graphiquement la nouvelle valeur de la fréquence de synchronisme n_{s2} du moteur. En déduire la fréquence f_2 de la tension délivrée par l'onduleur.

4.3. Calculer la valeur efficace U_2 de la tension délivrée par l'onduleur.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 6/8

Document réponse 1
à rendre avec la copie

figure 1

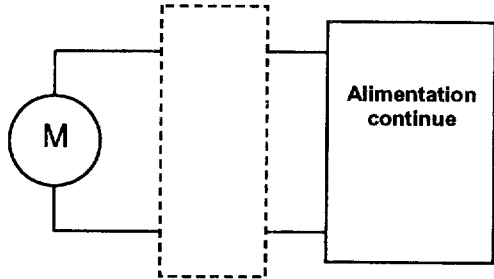


figure 2

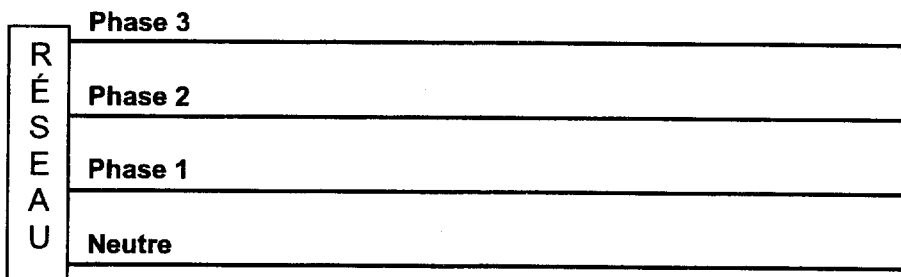
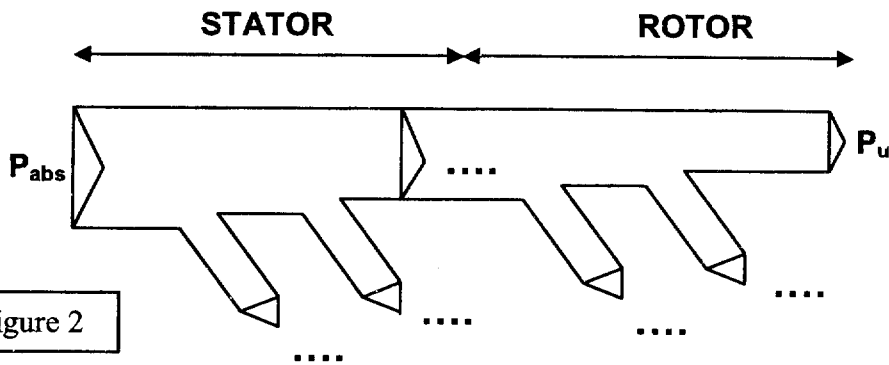
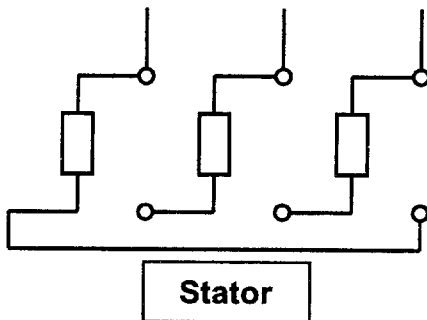


figure 3



BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 7/8

Document réponse 2
à rendre avec la copie

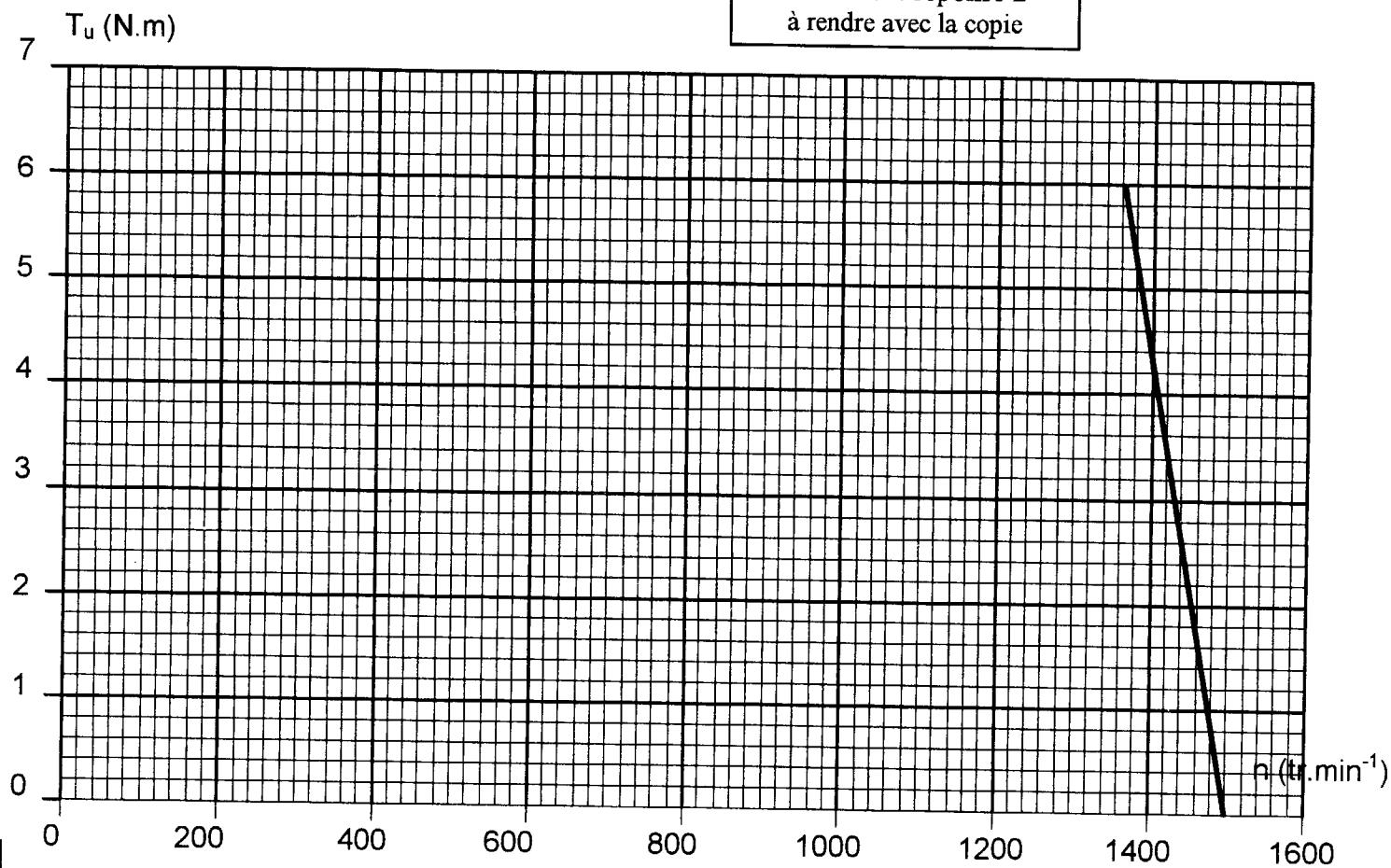


figure 4

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC9		Page 8/8