



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 2010

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
« INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES »

EPREUVE : U.32 SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

SESSION 2010

DUREE : 2 HEURES
COEFFICIENT : 2

Matériel autorisé :

La calculatrice conforme à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Documents à rendre avec la copie :

Document réponse N° 1 :

page 7/8

Document réponse N° 2 :

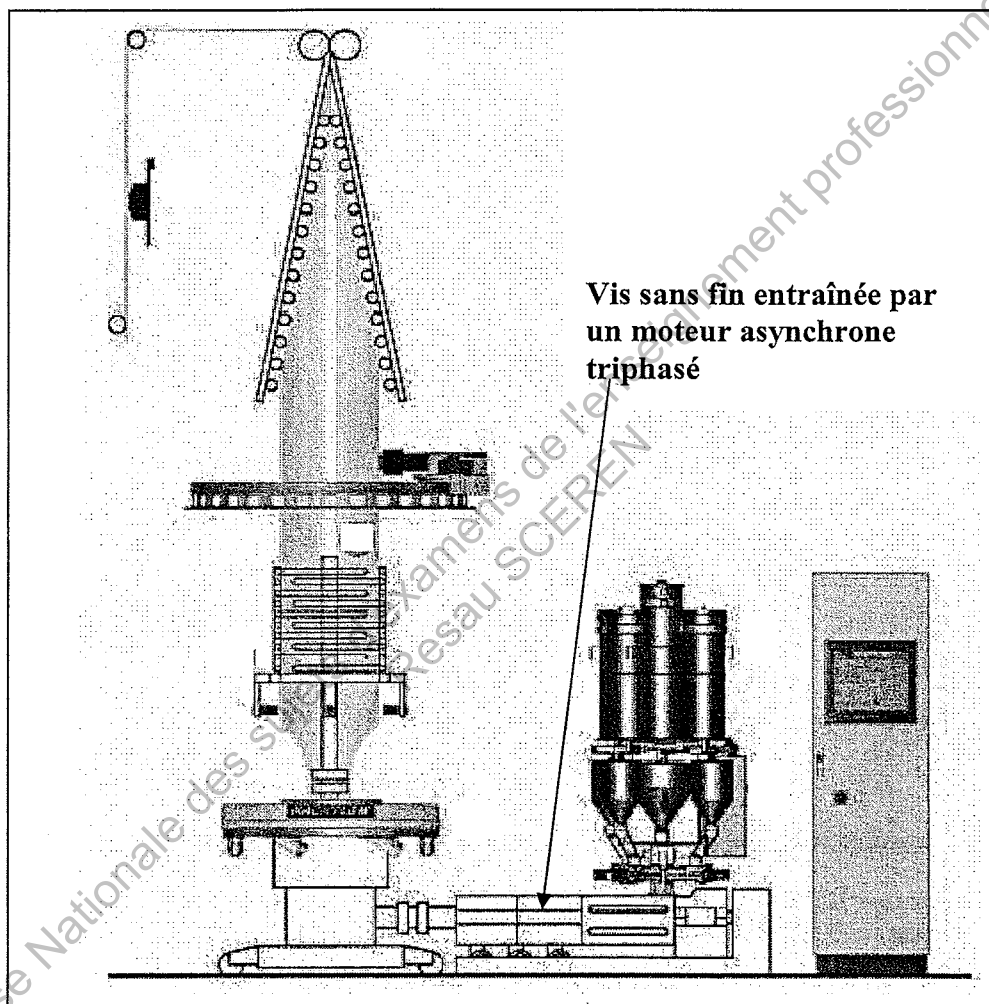
page 8/8

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.**

Présentation du sujet :

L'extrudeuse est une machine très répandue dans la transformation des matières thermoplastiques. La matière, sous forme de granulés, est introduite à l'extrémité d'une vis d'Archimède (vis sans fin) qui tourne dans un cylindre régulé en température. La matière entraînée sort fondue et malaxée à l'autre extrémité, pour alimenter une filière et un profilé (figure ci-dessous).

Des films peuvent être obtenus par soufflage : l'air insufflé dans la matière fondue fabrique une bulle verticale qui est ensuite travaillée.



Ce sujet propose d'étudier de façon simple le dispositif d'entraînement à vitesse réglable de la vis sans fin. Il comporte **trois parties indépendantes** :

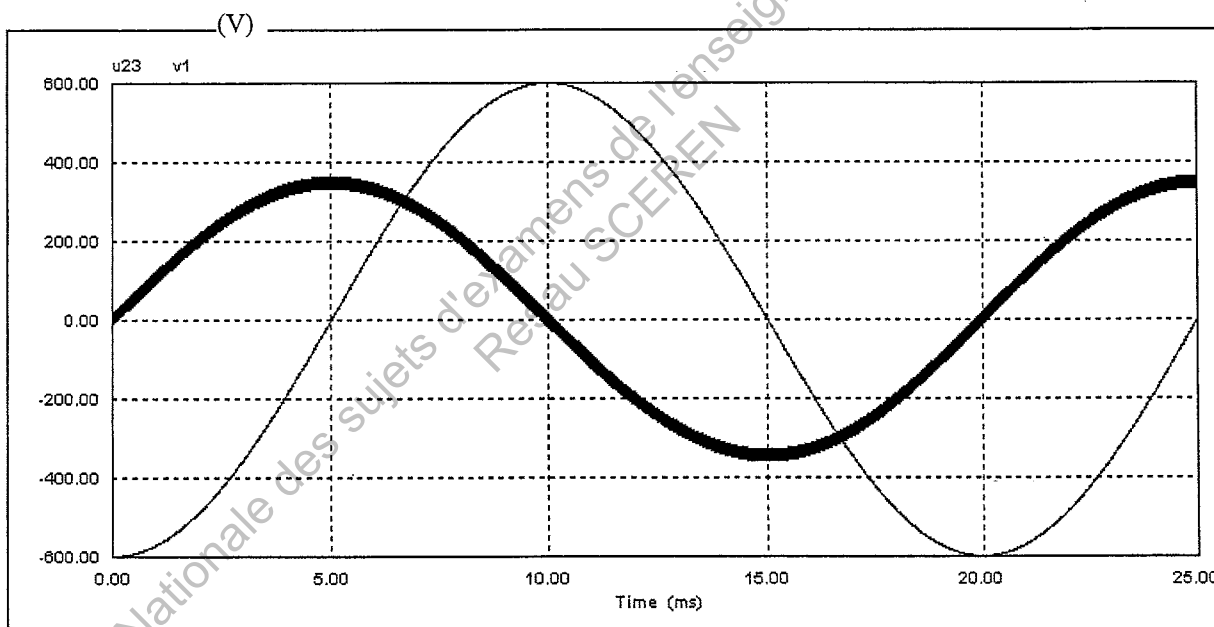
- A Étude du réseau triphasé
- B Le moteur asynchrone triphasé MAS
- C La régulation de vitesse

Partie A : Étude du réseau triphasé (6,5 points)

L'ensemble de la machine d'extrusion est raccordé à un réseau triphase.

Le réseau triphasé est représenté en figure 1 document réponse n° 1 page 7.

- 1) Représenter par une flèche sur la **figure 1** précitée :
 - la tension simple v_1 entre phase 1 et neutre,
 - la tension composée u_{23} entre les phases 2 et 3.
- 2) Schématiser, sur la **figure 1**, l'appareil permettant de mesurer la valeur efficace V de la tension simple v_1 . Préciser la position du commutateur de l'appareil : AC, DC ou AC+DC.
- 3) Quel appareil peut-on utiliser pour observer l'évolution au cours du temps de la tension composée u_{23} ? Représenter sur la **figure 1**, le branchement de cet appareil pour visualiser u_{23} sur une voie de cet appareil.
- 4) Un dispositif adapté permet de relever en fonction du temps les tensions v_1 (en trait épais) et u_{23} (en trait fin) :



- 4-1) Déterminer la période T commune à ces deux tensions et en déduire leur fréquence f .
- 4-2) Déterminer la valeur maximale \hat{U} de la tension composée observée et en déduire sa valeur efficace U .
- 4-3) Donner la relation liant les valeurs efficaces des tensions simple V et composée U ; en déduire la valeur efficace V de la tension simple. Cette valeur est-elle en accord avec le relevé ci-dessus ? Justifier votre réponse.
- 4-4) Quelle est la tension qui est en avance sur l'autre ? Justifier. Calculer la valeur du déphasage de la tension v_1 par rapport à la tension u_{23} .

Partie B : Le Moteur Asynchrone triphasé MAS (6 points)

La vis sans fin de l'extrudeuse est entraînée par un moteur asynchrone triphasé associé à un réducteur.

1) MAS fonctionnant à fréquence constante ($f = 50$ Hz).

La caractéristique mécanique du moteur est représentée en **figure 2 du document réponse n°1 page 7**. On fera l'hypothèse que la charge impose un couple résistant constant de moment $T_r = 400$ N.m, indépendant de la fréquence de rotation.

- 1-1) En utilisant cette caractéristique, déterminer la fréquence de rotation du moteur à vide. Placer le point correspondant sur la caractéristique.
- 1-2) Tracer la caractéristique mécanique de la charge $T_r = f(n)$ sur la **figure 2 du document réponse n°1 page 7** (n étant la fréquence de rotation du moteur).
- 1-3) Déterminer le point de fonctionnement (fréquence de rotation et moment du couple) de l'ensemble moteur-charge.
- 1-4) Calculer la puissance mécanique utile du moteur asynchrone associé à la charge.

2) MAS fonctionnant à fréquence variable.

Le moteur est maintenant alimenté par un variateur qui permet de régler la fréquence d'alimentation en maintenant le rapport $\frac{U}{f}$ constant.

Pour une valeur de fréquence $f = 50$ Hz, la tension efficace entre phases est $U = 425$ V.

On admet que la partie utile de la caractéristique $T_u = f(n)$ est assimilable à un segment de droite qui, dans un fonctionnement à $\frac{U}{f}$ constant, se déplace **parallèlement à lui-même** lorsque la fréquence de la tension d'alimentation change.

- 2-1) Quel est l'intérêt d'alimenter le moteur avec une tension de fréquence variable ?
- 2-2) Montrer, par le calcul, que pour une nouvelle valeur de fréquence $f = 40$ Hz, la fréquence à vide (fréquence de rotation au synchronisme) prend la valeur $n'_s = 800$ tr.min⁻¹.
- 2-3) Tracer, sur la **figure 2 page 7**, la caractéristique mécanique $T'_u(n)$ du moteur pour cette fréquence de 40 Hz.
- 2-4) Déterminer la fréquence de rotation n' de l'ensemble moteur-charge pour cette nouvelle fréquence.
- 2-5) En déduire la valeur efficace U' de la nouvelle tension entre phases.

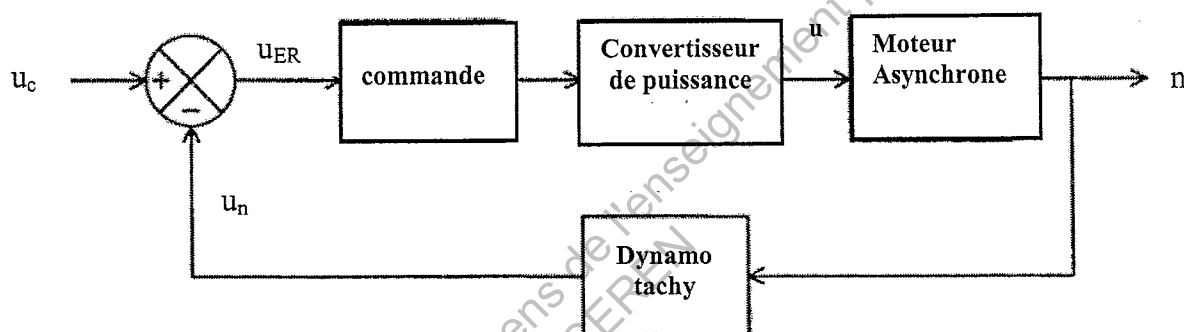
Partie C : La régulation de vitesse (7,5 points)

1) Le moteur entraîne une dynamo tachymétrique. Sa documentation précise que pour une fréquence de rotation n égale à 1000 tr.min^{-1} , la tension u_n donnée par la dynamo vaut $6,00 \text{ V}$.

1-1) Indiquer quel est le rôle de la dynamo tachymétrique.

1-2) En déduire l'expression de la tension u_n en fonction de n .

2) La figure suivante montre la structure du système qui assure la régulation de la vitesse du moteur.



Dans la chaîne d'action, le convertisseur de puissance fournit une tension u , de valeur efficace U et de fréquence f telles que : $U = k \cdot u_{ER}$ et $\frac{U}{f} = \text{constante}$.

2-1) Dans la chaîne directe, le convertisseur de puissance est alimenté par une source de tension continue et doit permettre de régler la vitesse du moteur asynchrone. Parmi les convertisseurs suivants : hacheur, onduleur, redresseur, lequel convient ? Justifier.

2-2) Donner l'expression de la tension u_{ER} en fonction de la tension de consigne u_c et de la tension u_n .

2-3) En déduire l'expression de u_{ER} en fonction de la tension de consigne u_c et de la fréquence de rotation n .

2-4) A la suite d'une augmentation de la charge du moteur, la fréquence de rotation du moteur diminue légèrement. Dire comment réagit ce système bouclé en donnant les évolutions des grandeurs u_{ER} , U , f puis n .

3) On veut étudier le comportement dynamique de cet asservissement.

Pour cela, on effectue deux commandes différentes et on relève les évolutions de la fréquence de rotation et de l'intensité du courant dans le moteur (**voir le document réponse n° 2 page 8**).

On note n_i la fréquence initiale de rotation du système et n_f sa valeur finale.

On peut évaluer la rapidité du système au moyen de la durée Δt entre l'instant t_1 de début du régime transitoire et l'instant t_2 où on atteint 80 % de l'écart $n_f - n_i$.

3-1) Déterminer les fréquences initiale n_i et finale n_f du système.

3-2) Déterminer l'instant t_1 correspondant au début du régime transitoire.

3-3) Montrer qu'à l'instant t_2 la fréquence vaut 780 tr.min^{-1} .

3-4) Déterminer graphiquement la durée Δt pour les deux commandes.

3-5) Quelle est la commande la plus rapide ? Quel inconvénient y est associé ?

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Resau SCEREN

Document réponse N°1

Phase 1 _____
Phase 2 _____
Phase 3 _____
Neutre _____

Figure 1

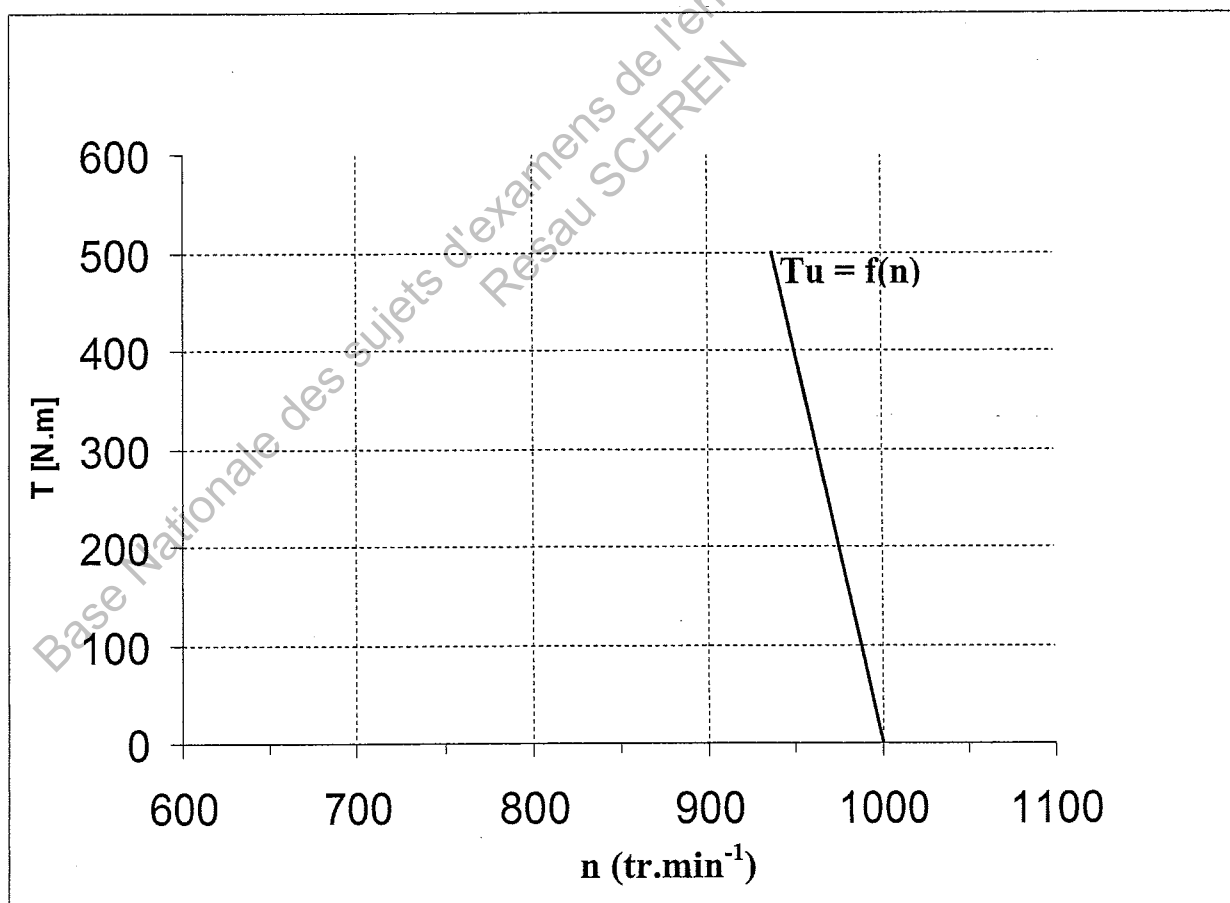
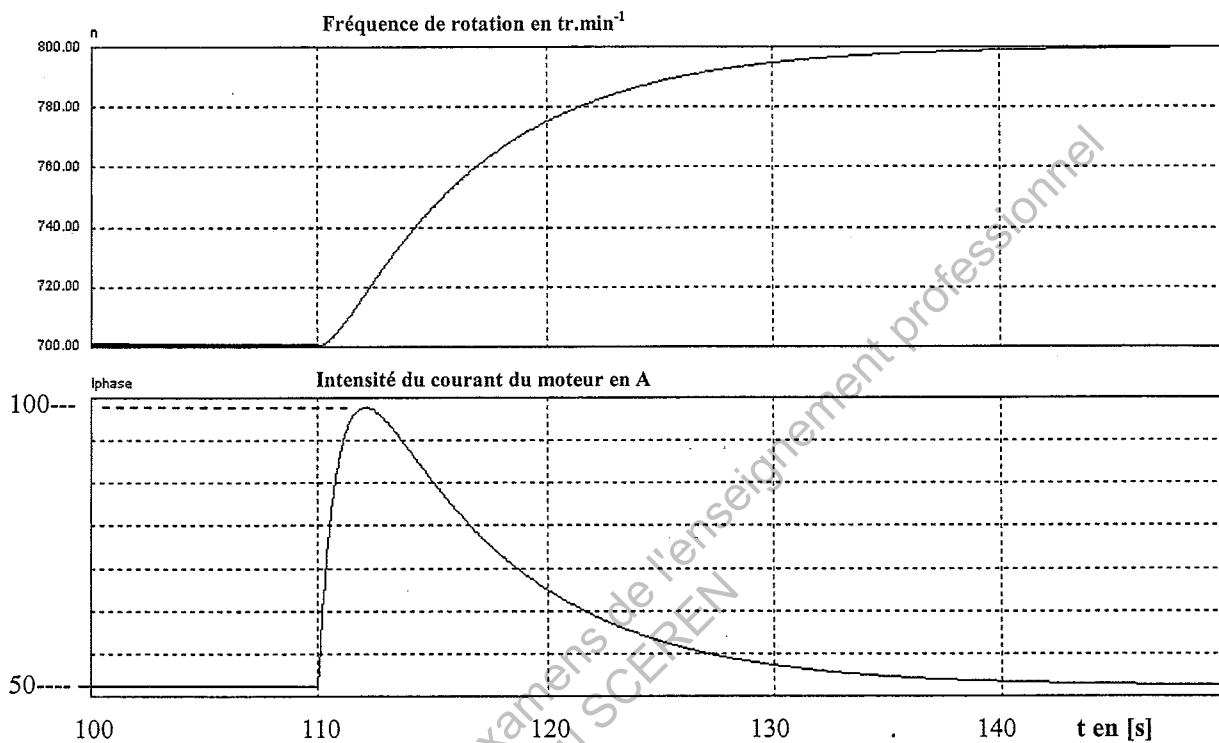


Figure 2

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Resau SCEREN

Document réponse N°2

Commande N°1



Commande N°2

