

BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR
CONCEPTION de PRODUITS
INDUSTRIELS

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

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 6 pages numérotées de 1/5 à 5/5 + la page de présentation.
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.

La machine étudiée est une fardeleuse ; elle permet le conditionnement sous film thermo-rétractable (plastique) de différents produits : colis postal, pack de boisson....

On s'intéressera au moteur asynchrone, alimenté par un variateur de vitesse, qui commande la vitesse du tapis par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse.

Les trois parties sont indépendantes.

I – Etude du moteur asynchrone en charge (9 points)

Dans cette partie, la question I-2.2 peut être traitée indépendamment.

I-1 Etude du moteur asynchrone au point de fonctionnement nominal.

La plaque signalétique du moteur asynchrone porte les indications suivantes :

90 W	230 V / 400 V	50 Hz
0,30 A / 0,5 A	$\cos\varphi = 0,63$	$n = 1360 \text{ tr.min}^{-1}$

I-1.1 Donner la signification des grandeurs indiquées sur la plaque signalétique.

I-1.2 Déterminer la valeur de la vitesse de synchronisme n_s en justifiant la réponse. Préciser le nombre p de paires de pôles.

I-1.3 Le réseau d'alimentation disponible est de 230 V / 400 V ; indiquer le couplage des enroulements du stator sur ce réseau en justifiant le choix à l'aide d'un schéma annoté.

I-1.4 Pour le régime nominal, calculer :

I-1.4.1 Le glissement g .

I-1.4.2 La puissance absorbée P_{abs} par le moteur asynchrone et son rendement η .

I-1.4.3 Le couple mécanique utile T_U développé à ce régime nominal.

I-1.5 Tracer, sur le **document réponse 1**, page 4/5, la partie utile de la caractéristique mécanique du moteur asynchrone $T_U(n)$ sachant que celle-ci est une portion de droite et que le moteur tourne à la vitesse de synchronisme lorsqu'il fonctionne à vide.

I-2 Etude de l'association moteur asynchrone – réducteur de vitesse – tapis.

Le tapis et le réducteur de vitesse constituent la charge mécanique du moteur asynchrone, cette charge ainsi définie exerce un couple résistant de moment considéré constant $|T_r| = 0,50 \text{ N.m}$.

I-2.1 En utilisant la caractéristique mécanique tracée précédemment sur le **document réponse 1**, page 4/5, déterminer les coordonnées du point de fonctionnement du groupe moteur-charge en régime permanent.

I-2.2 Le réducteur de vitesse à la sortie du moteur est directement fixé sur le rouleau qui entraîne le tapis à la vitesse $v = 7,0 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$. La vitesse de rotation du moteur est alors égale à

BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2005
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 1/5

1390 tr.min⁻¹. Calculer le diamètre D du rouleau sachant que le rapport de réduction du réducteur de vitesse est $r = \frac{1}{100}$.

II – Etude du moteur asynchrone alimenté par le variateur de vitesse (3,5 points)

Le variateur de vitesse, alimentant le moteur asynchrone, délivre des tensions triphasées de fréquence f réglable tout en conservant le rapport $\frac{U}{f}$ constant (U : valeur efficace des tensions composées).

La charge est inchangée, le tapis et le réducteur de vitesse, constituant la charge mécanique du moteur asynchrone, exercent un couple résistant de moment indépendant de la vitesse et considéré constant $|T_r| = 0,50$ N.m, la vitesse de rotation du groupe moteur-charge est alors de 1390 tr.min⁻¹.

II-1 pour les fréquences $f_1 = 10$ Hz et $f_2 = 30$ Hz :

II-1.1 Calculer les fréquences de synchronisme n_{S1} et n_{S2} .

II-1.2 Les valeurs efficaces des tensions composées U_1 et U_2 délivrées par l'onduleur.

II-1.3 Sur le **document réponse 1**, page 4/5, tracer pour les fréquences f_1 et f_2 les parties utiles des caractéristiques mécaniques $T_U(n)$ du moteur asynchrone. On rappelle que la partie utile de la caractéristique mécanique est translatée parallèlement pour ce mode de commande.

II-2 Déterminer la fréquence minimale f_{\min} permettant au moteur asynchrone de démarrer avec la charge précédemment décrite ; justifier la réponse.

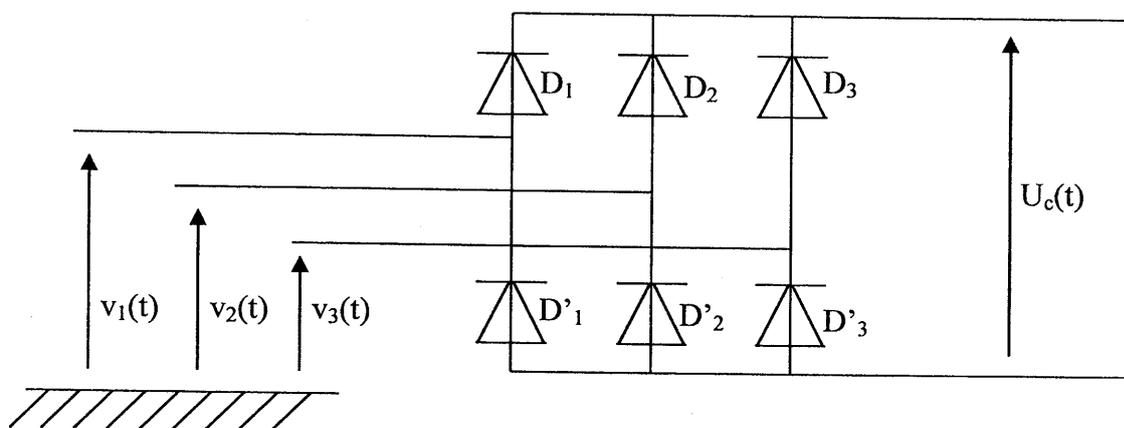
III – Etude de la structure du variateur de vitesse (7,5 points)

Le variateur est constitué, entre autres, de trois blocs : un redresseur non commandé, un filtre C et un ondulateur autonome.

III-1 Compléter les symboles des éléments n°1 et n°2 sur le **document-réponse 2**, page 5/5.

III-2 A quoi sert le bloc numéro 2 représenté sur le schéma du **document réponse 2**, page 5/5 ?

III-3 On désire tracer la tension $u_c(t)$ en sortie du redresseur (représenté ci-dessous)



BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2005
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 2/5

$v_1(t)$, $v_2(t)$ et $v_3(t)$ sont les tensions simples du réseau triphasé 230V / 400V. Les diodes sont supposées parfaites.

Répondre aux questions suivantes en utilisant les courbes du **document réponse 3**, page 5/5 et en raisonnant sur l'intervalle de temps $\left] \frac{T}{12}; \frac{3T}{12} \right[$.

III-3.1 Les diodes D_1 , D_2 et D_3 ont leur cathode commune. Quelle est, parmi ces trois diodes, celle qui est passante dans l'intervalle de temps considéré ? Justifier.

III-3.2 Parmi les diodes D'_1 , D'_2 et D'_3 , quelle est celle qui est passante dans l'intervalle de temps considéré ? Justifier.

III-3.3 Compléter le schéma équivalent à ce pont sur le **document réponse 4**, page 5/5, dans l'intervalle de temps considéré.

III-3.4 En déduire l'expression de $u_c(t)$ en fonction des tensions simples dans l'intervalle de temps considéré.

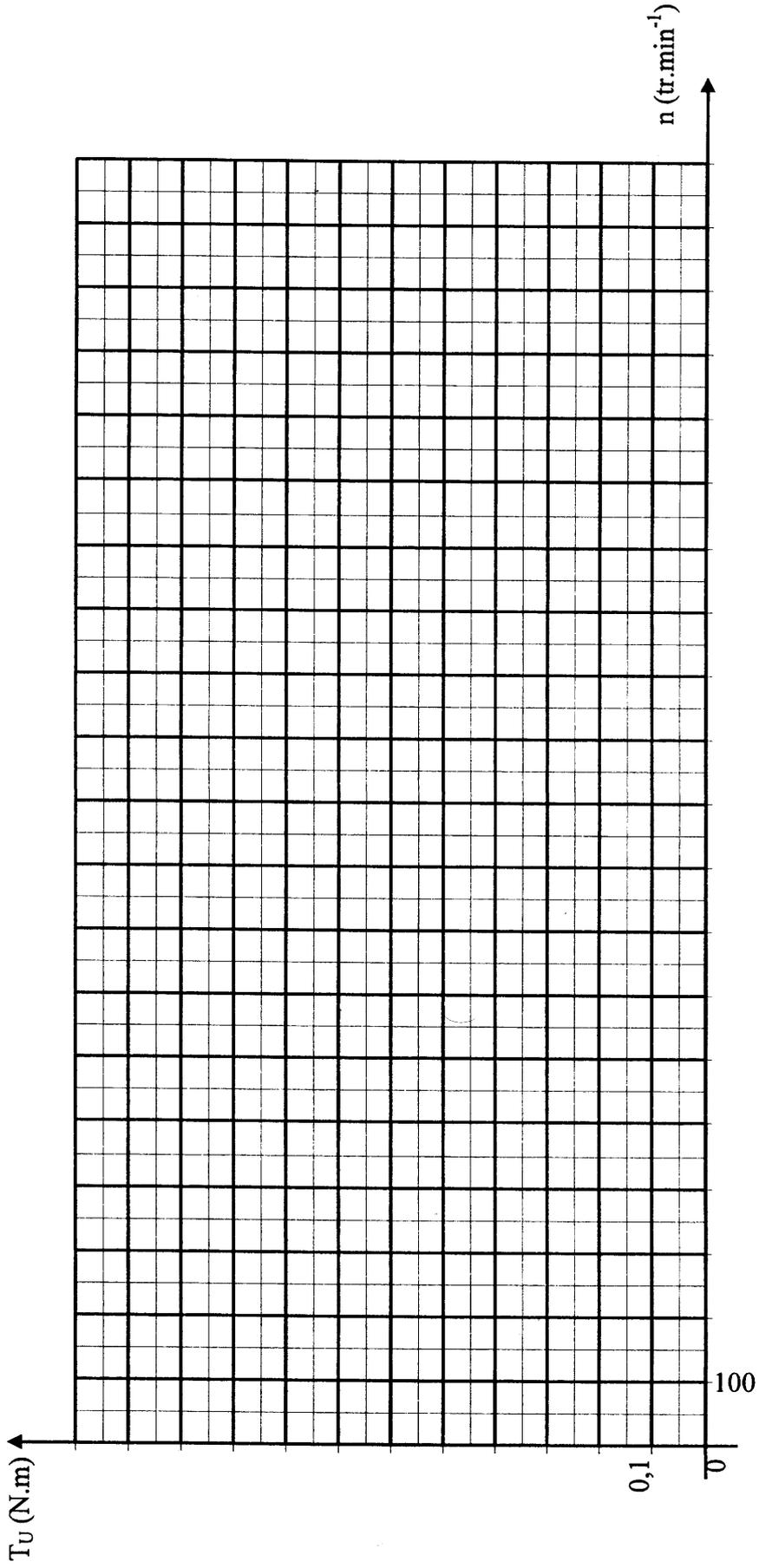
III-3.5 Tracer, sur le **document réponse 3**, page 5/5, la courbe de $u_c(t)$ sur l'intervalle de temps $\left] \frac{T}{12}; \frac{3T}{12} \right[$.

III-3.6 La période de la tension $u_c(t)$ étant égale à $\frac{T}{6}$, représenter la tension $u_c(t)$ dans l'intervalle de temps $[0; 2T]$ sur le **document réponse 3**, page 5/5.

III-4 La valeur moyenne de la tension $u_c(t)$ est $\langle u_c \rangle = \frac{3U\sqrt{2}}{\pi}$, calculer cette valeur moyenne.

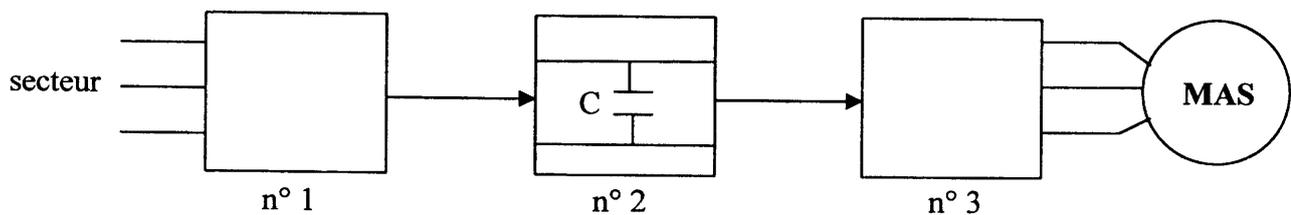
BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2005
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 3/5

Document réponse 1

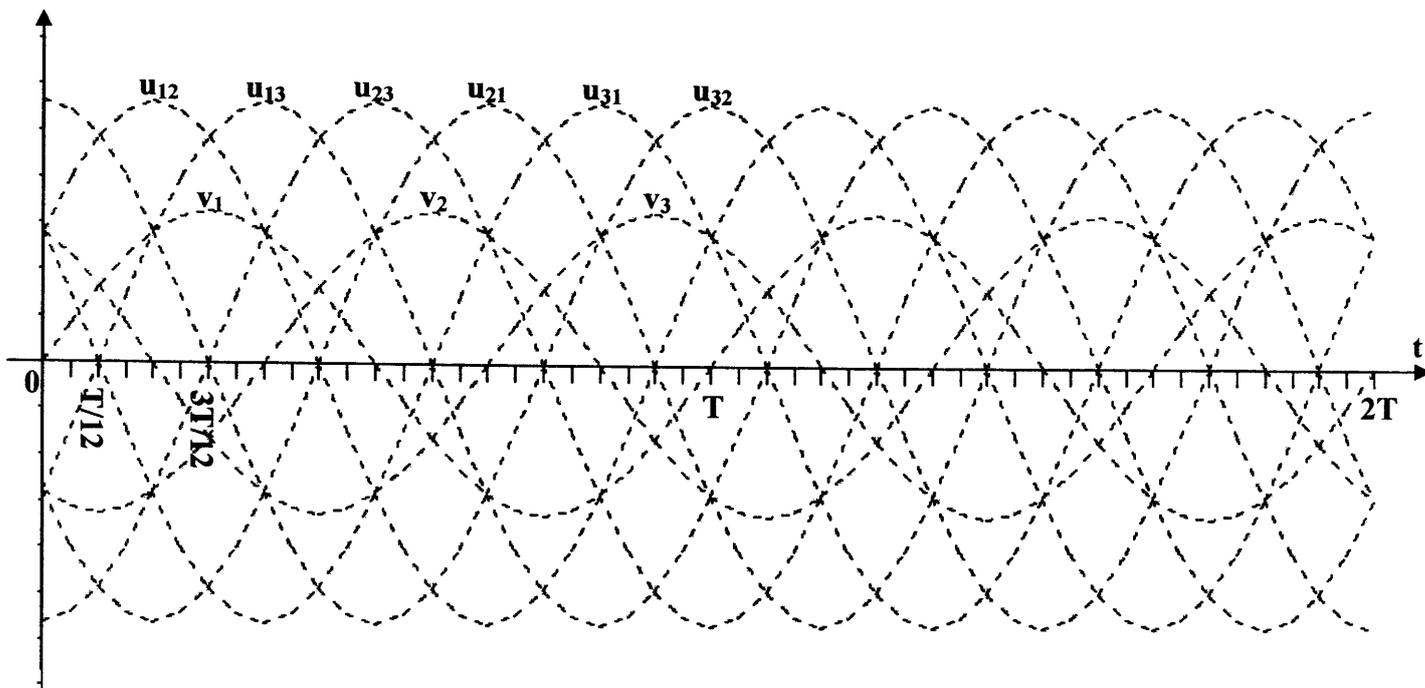


BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2005
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPESPHA		Page 4/5

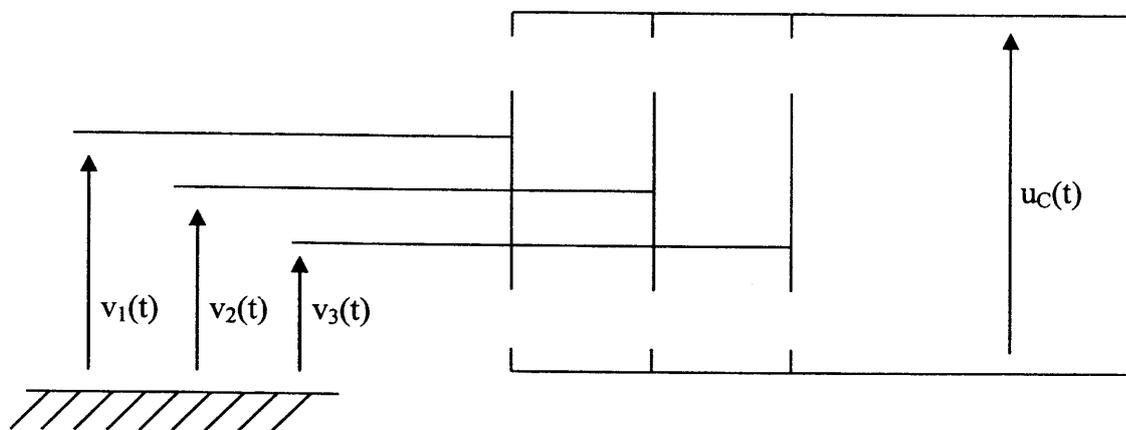
Document réponse 2



Document réponse 3



Document réponse 4



BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2005
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 5/5