



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 2012

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
« INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES »

U.32 - Sciences Physiques Appliquées

SESSION 2012

Durée de l'épreuve : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

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

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

Documents à rendre avec la copie :

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Document réponse n°1 : | page 6/8 |
| Document réponse n°2 : | page 7/8 |
| Document réponse n°3 : | page 8/8 |

L'objet de ce sujet est l'étude simplifiée d'un moteur et de son variateur qui équipent une fraiseuse :

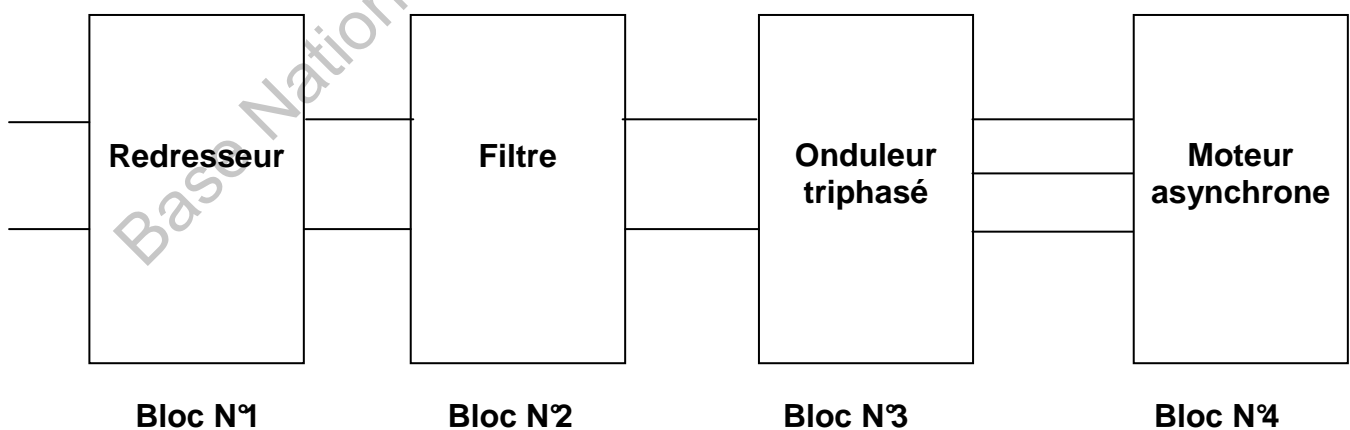
Variateur de vitesse



Moteur asynchrone



Le schéma de principe de ce variateur de vitesse pour moteur asynchrone est le suivant :

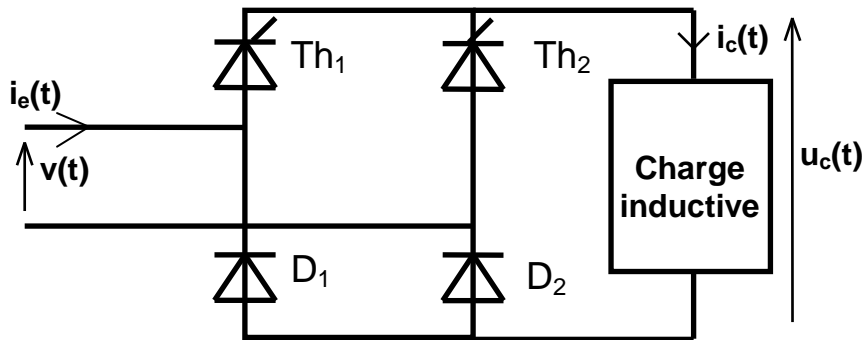


Le problème comporte **3 parties indépendantes** correspondant au schéma de principe ci-dessus.

Trois Documents réponses situés en annexe seront à joindre à la copie.

PARTIE A : Le redresseur (7 points)

Le Bloc N°1 est un pont mixte alimenté par la tension $v(t)$.



- 1) Citer un autre type de convertisseur alternatif-continu.
- 2) Le pont est alimenté avec la tension $v(t)$ du réseau EDF 230V, 50Hz :
 - 2-1) Que valent la période T et la pulsation ω de la tension $v(t)$.
 - 2-2) Donner la valeur maximale \hat{V} de la tension $v(t)$.
- 3) On souhaite réaliser des mesures sur ce pont redresseur.
Compléter la **Figure 1** du **Document réponse N°1 (page 6/8)** en plaçant :
 - 3-1) l'appareil permettant de mesurer la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension à la sortie du pont. Préciser les bornes et la position du commutateur AC, DC ou AC+DC ;
 - 3-2) l'appareil permettant de mesurer la valeur efficace I_e de l'intensité du courant $i_e(t)$ à l'entrée du pont. Préciser la position du commutateur AC, DC ou AC+DC ;
 - 3-3) les deux voies de l'oscilloscope permettant de relever successivement les tensions $v(t)$ et $u_c(t)$.
- 4) L'oscillogramme obtenu est représenté sur la **Figure 2** du **Document réponse N°1**.
 - 4-1) Déterminer la valeur de la base de temps de l'oscilloscope.
 - 4-2) Déterminer la valeur de la sensibilité verticale commune aux deux voies de l'oscilloscope.
 - 4-3) Déterminer la valeur, exprimée en degrés, de l'angle θ_0 de retard, à l'amorçage des thyristors.
 - 4-4) Indiquer sur la **Figure 2** du **Document réponse N°1**, pour les deux axes tracés, où se situent les phases d'alimentation et de roue libre.
- 5) On modifie maintenant la valeur de l'angle θ_0 de retard à l'amorçage :
 - 5-1) Pour quelle valeur de θ_0 la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension de sortie du pont est-elle maximale ?
 - 5-2) Quelle est la valeur minimale de la grandeur $\langle u_c \rangle$? Pour quelle valeur de l'angle θ_0 est-elle obtenue ?

PARTIE B : Moteur Asynchrone (6,5 points)

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone porte les indications suivantes :

4 pôles ; 2,64 kW ; 230 V / 400 V ; 8,57 A / 4,95 A ;
50 Hz ; 1400 tr.min⁻¹ ; cos φ = 0,85.

Grandeurs nominales

- 1) Quelle est la nature de la puissance dont la valeur est indiquée sur la plaque ?
- 2) Calculer la fréquence de rotation n_s au synchronisme.
En déduire le glissement nominal g_N .
- 3) Couplage du moteur.
 - 3-1) Quelle est la valeur de la tension que peut supporter un enroulement du stator ?
 - 3-2) L'onduleur qui alimente le moteur fournit des tensions entre phases de valeur efficace $U = 400V$.
Comment faut-il coupler les enroulements du moteur asynchrone ?
 - 3-3) Réaliser le couplage sur la **Figure 4** du **Document réponse N2 (page 7/8)** et flécher l'une des tensions entre phases, U , ainsi que l'une des tensions simples (notée V) et l'un des courants en ligne (noté I) en y indiquant les valeurs nominales.
- 4) Calculer la puissance nominale P_A absorbée par ce moteur.
En déduire le rendement correspondant.
- 5) Calculer la valeur du moment T_{uN} du couple utile nominal.
Pour la suite on prendra $T_{uN} = 18,0 \text{ N.m}$.

Essai en charge

Le moteur asynchrone entraîne la fraise de la machine outil. Lors du fraisage, le moment du couple résistant T_r évolue en fonction de la fréquence de rotation n , comme indiqué sur la **Figure 3** du **Document réponse N2 (page 7/8)**.

On rappelle que dans sa zone utile, la caractéristique mécanique d'un moteur asynchrone est linéaire.

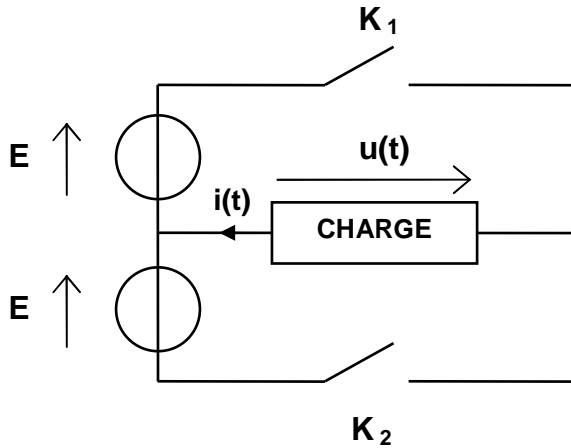
- 6) Tracer sur la **Figure 3** du **Document réponse N2**, la zone utile de la caractéristique mécanique du moteur asynchrone à la fréquence d'alimentation $f = 50 \text{ Hz}$.
- 7) Déterminer le couple utile T_{u1} pour ce fonctionnement.

PARTIE C : Variation de vitesse (6,5 points)

Étude de l'onduleur

L'onduleur alimentant le moteur délivre un système de tensions triphasées.

Pour étudier la conversion réalisée par l'onduleur, on se place dans le cas d'un onduleur monophasé dont le schéma de principe est le suivant :



$$E = 200 \text{ V.}$$

K_1 et K_2 sont des interrupteurs parfaits, de fréquence de fonctionnement $f = 25 \text{ Hz}$, de période de fonctionnement T .

Entre 0 et $T/2$: K_1 fermé et K_2 ouvert.
Entre $T/2$ et T : K_1 ouvert et K_2 fermé.

- 1) Quel type de conversion de l'énergie électrique effectue un onduleur ?
- 2) Étude pour t compris entre 0 et T .
 - 2-1) Quelle est la valeur de $u(t)$ pour $0 < t < T/2$?
 - 2-2) Quelle est la valeur de $u(t)$ pour $T/2 < t < T$?
 - 2-3) Pourquoi ne doit-on jamais fermer K_1 et K_2 simultanément ?
- 3) Représenter l'évolution de la tension $u(t)$ sur la **Figure 5** du **Document réponse N°3 (page 8/8)**. Graduer les deux axes.
- 4) L'allure de l'intensité i du courant est représentée sur la **Figure 5** du **Document réponse N°3**.
La charge est-elle de nature résistive, inductive ou capacitive ? Justifier.

Moteur asynchrone alimenté par l'onduleur

Le moteur asynchrone entraîne toujours la même charge.

Il est maintenant alimenté par un onduleur industriel fonctionnant avec un rapport U/f constant. Une des propriétés de l'onduleur est de pouvoir faire varier la fréquence des tensions d'alimentation de la machine tournante. La caractéristique mécanique de la charge et la caractéristique mécanique du moteur pour une fréquence d'alimentation f_2 sont représentées sur la **Figure 6** du **Document réponse N°3 (page 8/8)**.

- 5) Déterminer la nouvelle valeur de la fréquence de rotation au synchronisme (notée n_{s2}) et montrer que la fréquence d'alimentation f_2 doit être égale maintenant à 30 Hz.
- 6) Dédire du fonctionnement de l'onduleur, la nouvelle valeur efficace U_2 de la tension composée qui alimente le moteur.
- 7) Déterminer les valeurs de la fréquence de rotation et du moment au nouveau point de fonctionnement (n_2, T_{u2}).
- 8) Calculer la puissance utile P_{u2} fournie par le moteur à ce point de fonctionnement.

Document réponse N°1 (à rendre avec la copie)

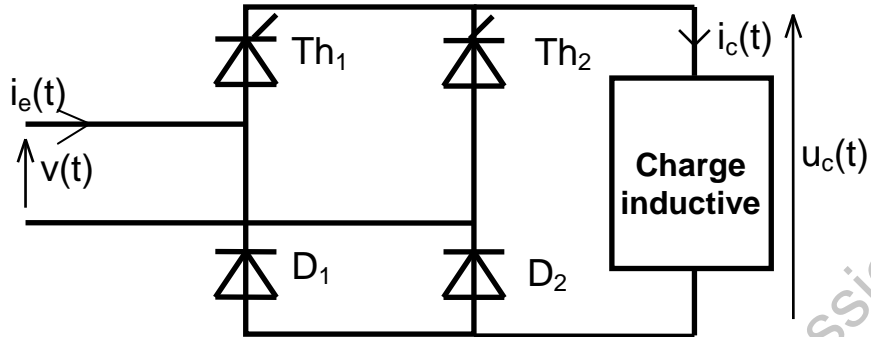


Figure 1 : Pont Mixte

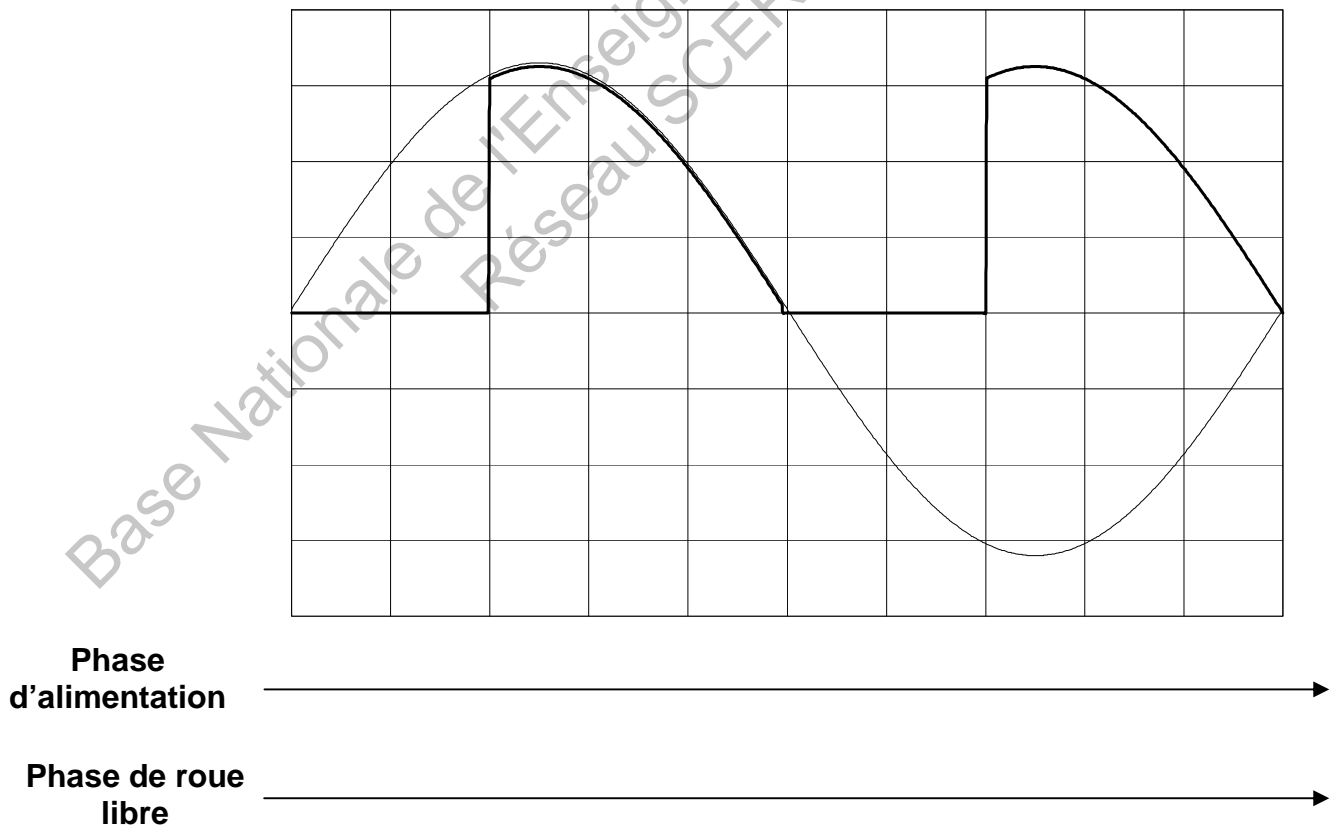


Figure 2 : Oscillogramme

Document réponse N°2 (à rendre avec la copie)

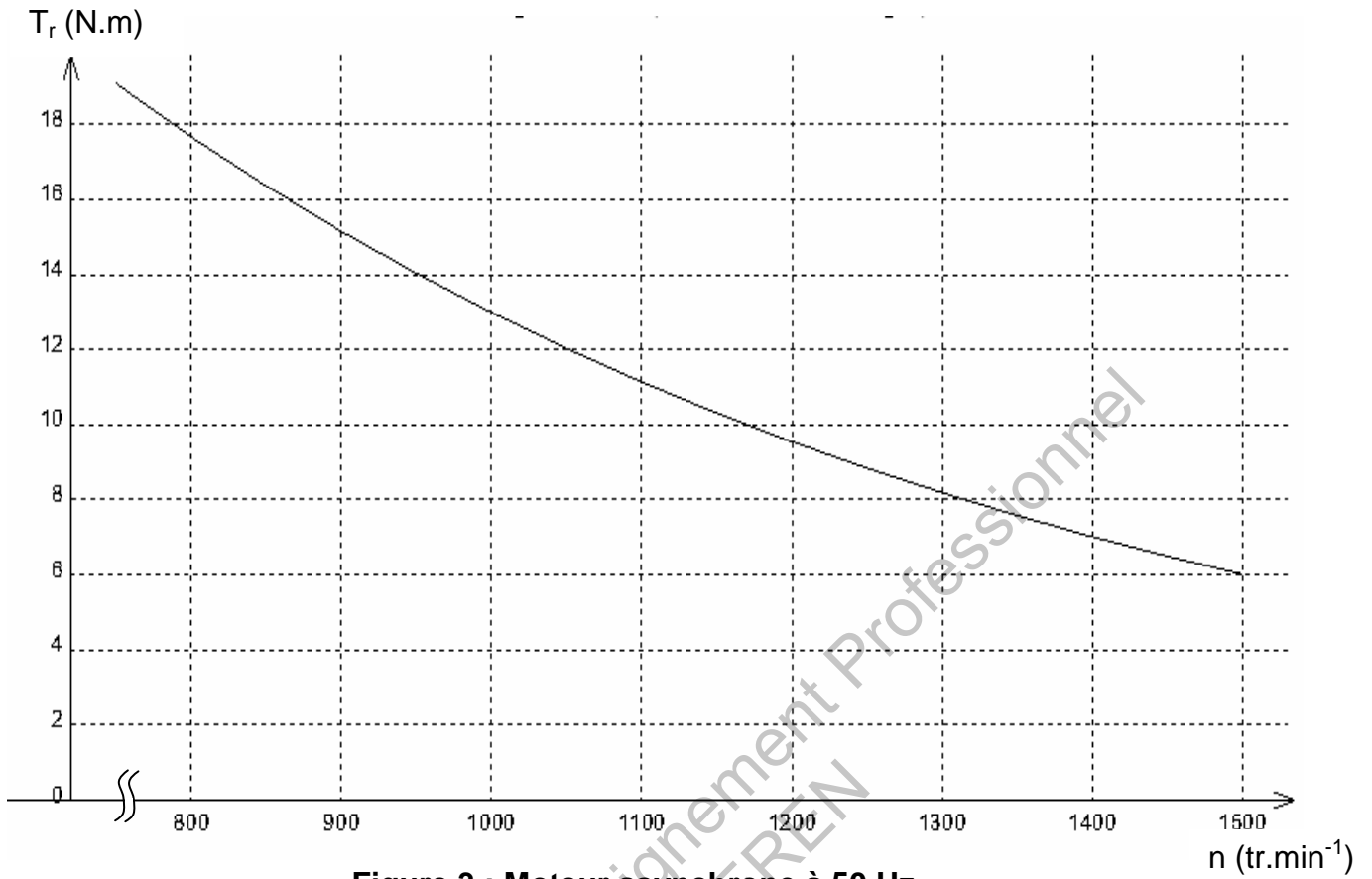


Figure 3 : Moteur asynchrone à 50 Hz



Figure 4 : Couplage Moteur asynchrone

Document réponse N°3 (à rendre avec la copie)

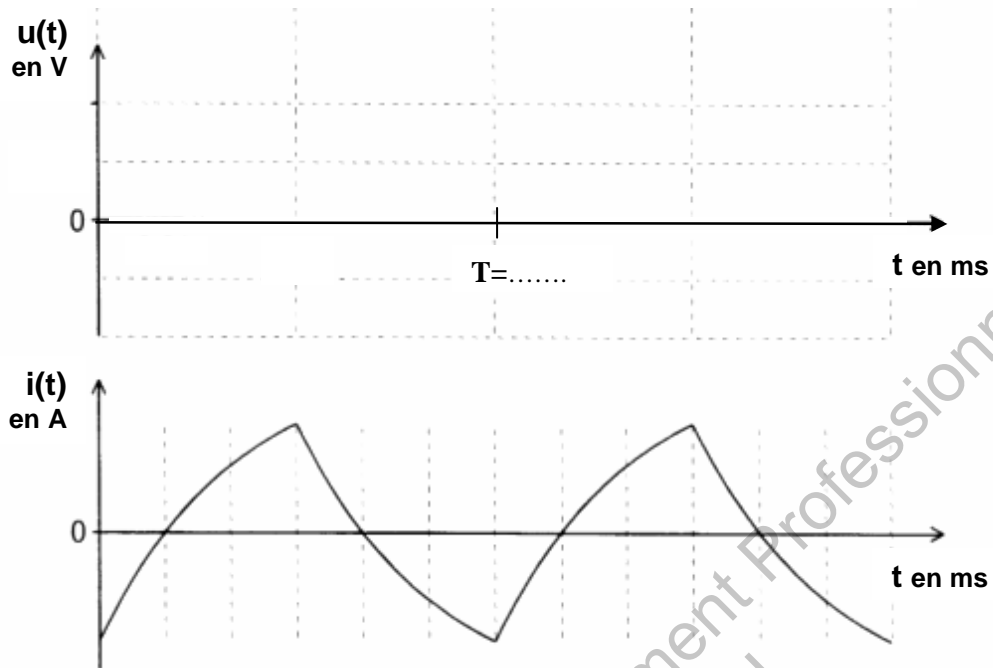


Figure 5 : Onduleur

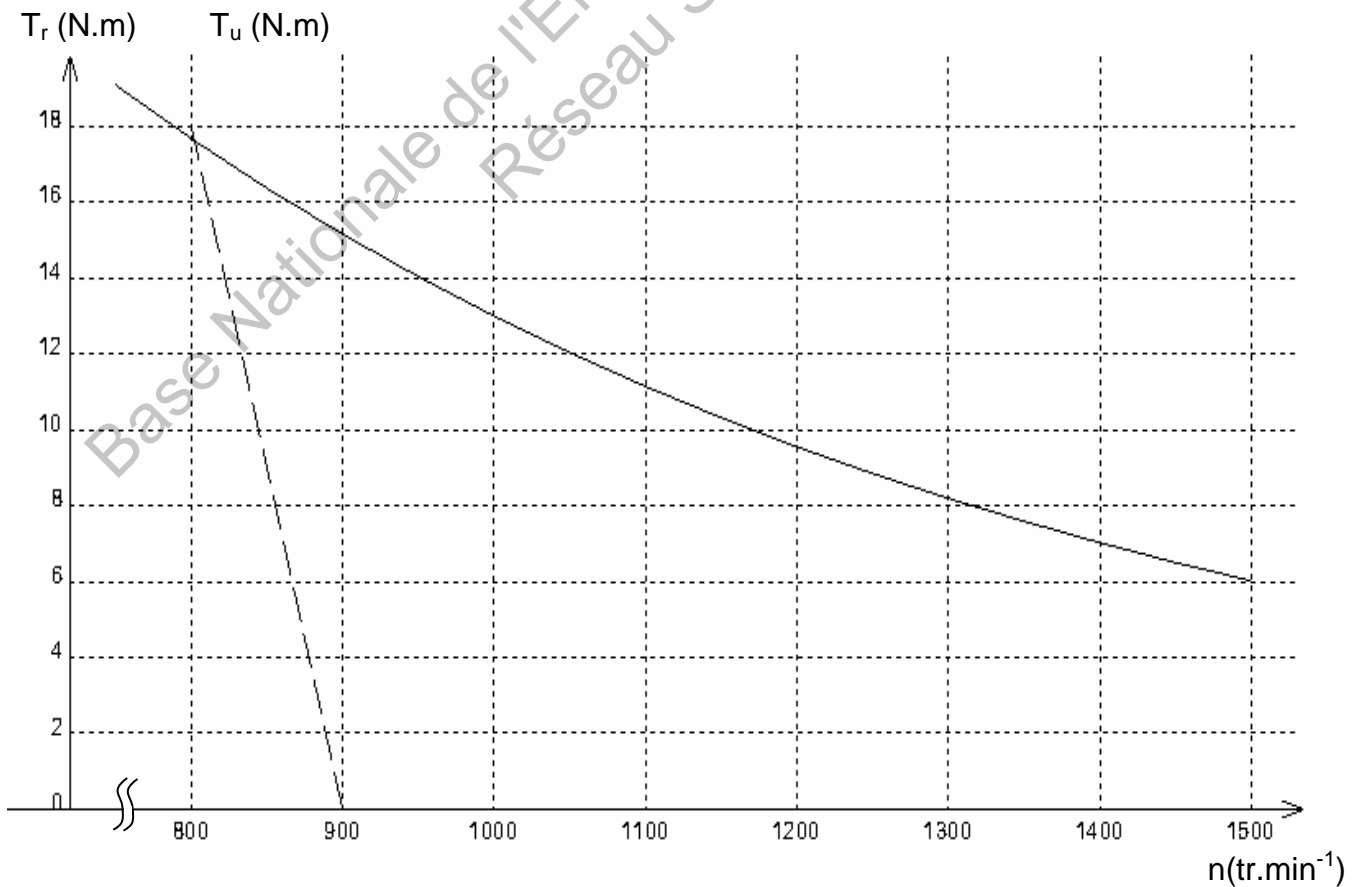


Figure 6 : Moteur asynchrone à fréquence réglable