

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
CONCOURS COMMUN D'ENTRÉE EN 1^{ère} ANNÉE DES ENI
SESSION 2004
SÉRIE STI - ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Ne rien écrire dans ce cadre

NOM	PRÉNOM
DATE DE NAISSANCE	CODE

Note :

Durée de l'épreuve conseillée : 1 h 30
Les réponses doivent être portées directement
sur ce document

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, celle des différents tracés demandés ainsi que la clarté et la précision des explications seront appréciées lors de l'évaluation des copies.

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé et les annotations du sujet doivent être respectées.

Le sujet comporte 19 pages numérotées de 1 à 19 dont une annexe page 16 et les documents réponses pages 17, 18 et 19 qui accompagneront les réponses des candidats que ces derniers voudront bien indiquer aux emplacements prévus à la fin de l'énoncé de chacun des problèmes proposés.

Les différentes parties du sujet peuvent être traitées de façon indépendante.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

PROBLEME I : BOBINE REELLE EN REGIME SINUSOÏDAL PERMANENT

La bobine étudiée (B), équivalente à une inductance pure L associée en série à une résistance r , est mise en série avec la résistance R = 100 Ω comme l'indique la Figure 1 de l'Annexe. L'inductance , L , et la résistance , r , sont inconnues. L'association ainsi constituée est alimentée , à la fréquence $f = 50 / \pi$ Hz, par la tension sinusoïdale de valeur efficace $U_{AD} = 392$ V que mesure le voltmètre V₁ . Les voltmètres V₂ et V₃ indiquent respectivement les tensions efficaces aux bornes de la bobine (B) et de la résistance R :

$$U_{AC} = 224 \text{ V} \qquad U_{CD} = 200 \text{ V}$$

- 1) Les tensions efficaces , U_L et U_r , sont-elles accessibles à la mesure au moyen d'un voltmètre ?
- 2) Déterminer la valeur de l'intensité efficace , I , du courant qui traverse la bobine (B).
- 3) Déterminer , au moyen d'une construction graphique effectuée à la règle et au compas sur le Document-réponse 1 page 16 , les valeurs des tensions efficaces U_L et U_r . L'intensité , $i(t)$, étant choisie comme origine des phases , on indiquera , pour chacun des vecteurs de Fresnel représentés , les valeurs du module et de la phase.

Echelles proposées :

1 cm représente 40 V efficace

1 cm représente 1 A efficace

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

4) Déduire de la construction précédente les valeurs de l'inductance L et de la résistance r .

5) Déterminer graphiquement la différence de phases, φ , entre la tension aux bornes de la bobine (B) et l'intensité du courant qui la traverse. Comparer la valeur obtenue à celle prévue par le calcul. On rappelle que $\tan(45^\circ) = 1$

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

PROBLEME II : TRANSFORMATEUR-MOTEUR ALTERNATIF MONOPHASE

1) Déterminer, au moyen des indications portées sur la plaque signalétique du transformateur, Figure 2 de l'Annexe, les valeurs nominales de :

- 1.1) la tension d'alimentation, U_{1n} , de l'enroulement primaire,
- 1.2) la puissance apparente, S_{2n} , au secondaire,
- 1.3) la tension de pleine charge, U_{2n} , aux bornes de l'enroulement secondaire,
- 1.4) l'intensité, I_{2n} , du courant de pleine charge de l'enroulement secondaire.

2) L'essai à vide, réalisé sous tension primaire nominale, a conduit aux mesures suivantes :

- tension primaire $U_{1v} = 400$ V
- puissance absorbée au primaire $P_{1v} = 6$ W
- tension secondaire $U_{2v} = 40$ V

2.1) Compléter le schéma de principe, Figure 1 du Document-réponses 2 page 17, en représentant les grandeurs électriques considérées lors de cet essai, ainsi que les appareils nécessaires à leurs mesures.

2.2) Déterminer le rapport de transformation, m , du transformateur.

3) L'essai en court-circuit, réalisé sous tension primaire réduite, a conduit aux mesures suivantes :

- intensité du courant secondaire $I_{2cc} = 5$ A
- puissance absorbée au primaire $P_{1cc} = 14$ W
- tension primaire réduite $U_{1cc} = 36$ V

Compléter le schéma de principe, Figure 2 du Document-réponses 2 page 17, en représentant les grandeurs électriques considérées lors de cet essai, ainsi que les appareils nécessaires à leurs mesures.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

4) Sous tension primaire nominale, l'enroulement secondaire alimente un moteur alternatif monophasé qui fournit la puissance utile $P_u = 144 \text{ W}$ avec un rendement, η ,

4.1) Déterminer la puissance, P_2 , fournie par le secondaire du transformateur.

4.2) Sachant que le transformateur fonctionne au régime nominal, déterminer le facteur de puissance, $\cos(\varphi_2)$, du moteur.

4.3) Déterminer, par la méthode des pertes séparées, le rendement, η' , du transformateur.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARREE

PROBLEME III : MOTEUR ASYNCHRONE-ONDULEUR AUTONOME TRIPHASE

Dans tout le problème, le moteur asynchrone triphasé étudié entraîne une machine qui lui impose un couple résistant de moment constant $T_r = 24 \text{ N.m}$.

1) La plaque signalétique du moteur est représentée à la Figure 3 de l'Annexe. Préciser, pour le régime nominal, les valeurs de :

- 1.1) la tension d'alimentation, V_n , d'un enroulement du stator
- 1.2) l'intensité, I_n , du courant dans ce même enroulement
- 1.3) la puissance utile P_{un}
- 1.4) le moment du couple utile T_{un}
- 1.5) la fréquence de rotation n_n

2) Le moteur est alimenté par le système triphasé équilibré de tensions $230 \text{ V} / 400 \text{ V}$, 300 Hz . Préciser, en le justifiant, le couplage des trois enroulements du stator lors du fonctionnement normal du moteur.

3) La partie utile de la caractéristique représentant les variations du couple utile T_u (en N.m) en fonction de la fréquence de rotation n (en tr / min) est représentée Figure 1 du Document-réponses 3 page 18 pour $f = 300 \text{ Hz}$.

3.1) Déterminer la fréquence de synchronisme n_s

3.2) En déduire le nombre de paires de pôles du stator

4) Représenter, Figure 1 du Document-réponses 3 page 18, le point de fonctionnement, noté P_1 , associé au régime nominal du groupe.

5) Déterminer, pour les conditions nominales de fonctionnement, les valeurs de :

5.1) la puissance, P_n , reçue par le stator sachant que le rendement du moteur est $\eta = 96 \%$.

5.2) du facteur de puissance, $\cos(\varphi)$, du moteur

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

PROBLEME III : MOTEUR ASYNCHRONO-ONDULEUR AUTONOME TRIPHASÉ

6) La mesure de la puissance P_n est effectuée au moyen d'un wattmètre monophasé.

Compléter la Figure 2 du Document-réponses 3 page 18 en représentant les appareils nécessaires aux mesures de la puissance P_n , de la tension entre phases U et de l'intensité, I , du courant de ligne.

7) L'alimentation du moteur est fournie par un onduleur autonome qui permet de réaliser la condition $(U/f) = \text{constante}$. On rappelle que, dans ces conditions, la caractéristique mécanique du moteur se déplace parallèle à elle-même suivant l'axe des abscisses.

Déterminer, pour $f' = 150 \text{ Hz}$, les valeurs de :

7.1) la tension entre phases U'

7.2) la fréquence de synchronisme n_s'

8) Tracer, sur le graphe de la Figure 1 du Document-réponses 3 page 18, la nouvelle caractéristique mécanique du moteur et représenter le point de fonctionnement, noté P_2 , du groupe.

9) Calculer la puissance utile, P_u' , que le moteur fournit dans ces conditions d'utilisation.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

ANNEXE

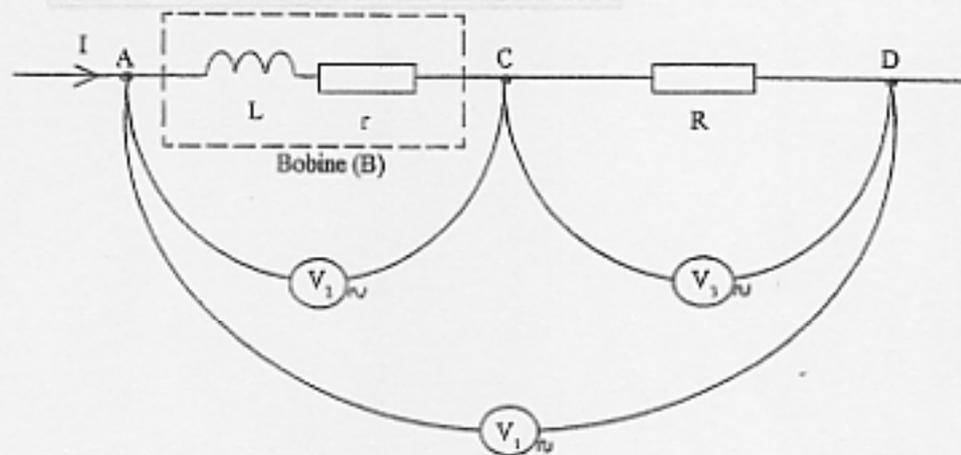


Figure 1

Primaire	400 V	50 Hz
Secondaire	40 V	200 VA

Figure 2

Moteur Asynchrone		
Phases	3	230 V : 400 V $62,5 / \sqrt{3}$ A : 62,5 A
Puissance utile	21,12 KW	
Moment	24 N.m	
Fréquence	8400 tr / min	

Figure 3

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Document réponse 1

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Document-réponses 2

Essai à vide :

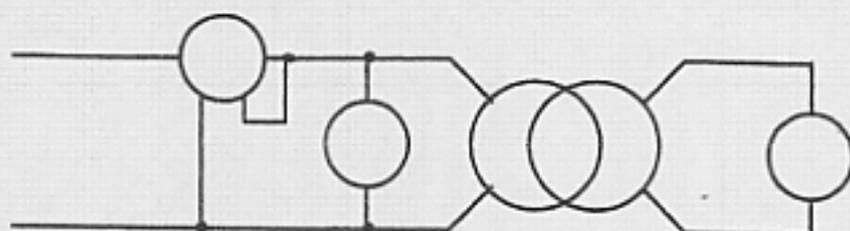


Figure 1

Essai en court-circuit :

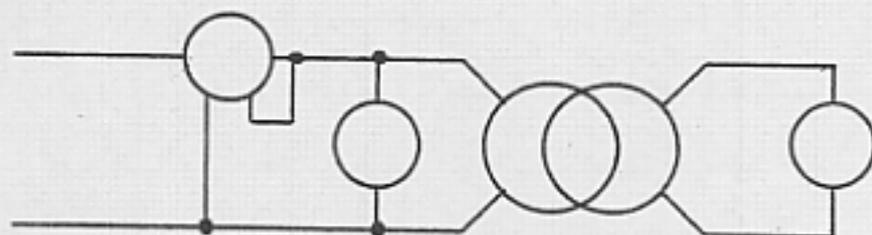


Figure 2

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Document-réponses 3

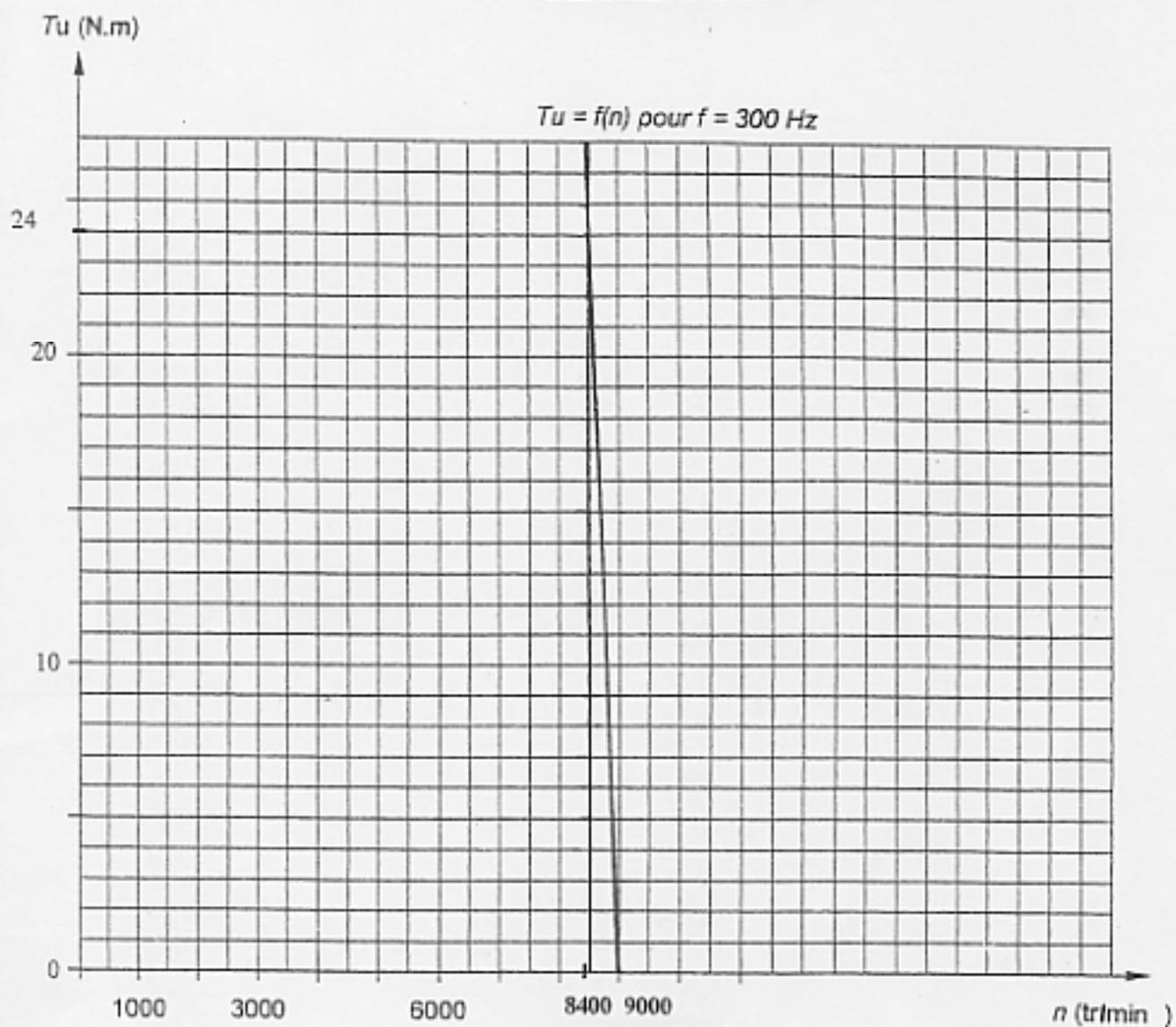


Figure 1

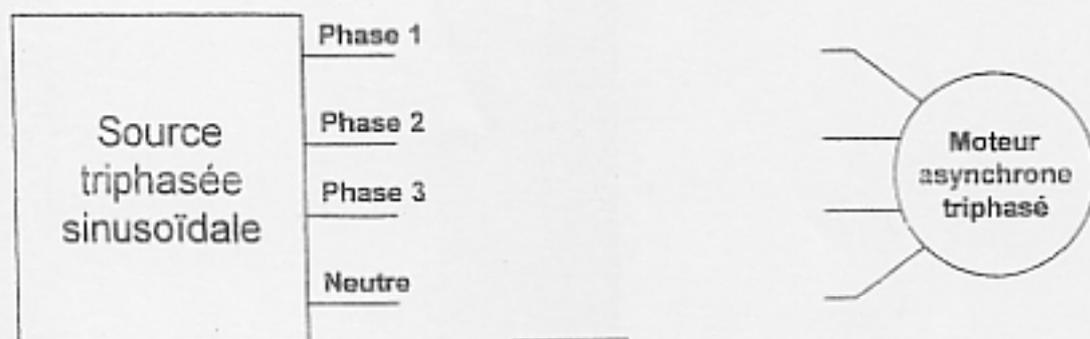


Figure 2