

BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

L'usage de la calculatrice est autorisé.

IMPORTANT : Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1 à 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.

Problème I : ETUDE SIMPLIFIEE D'UN VARIATEUR DE VITESSE

POUR MOTEUR ASYNCHRONE

Les trois parties de ce problème sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

I) ETUDE DU MOTEUR ASYNCHRONE (9 pts)

Les essais du moteur asynchrone sur le réseau E.D.F 230/400 V , 50 Hz ont donné les résultats suivants:

A vide : On a mesuré :

- pertes dans le fer du stator : $P_{fs} = 0,30 \text{ kW}$
- pertes mécaniques : $P_m = 0,30 \text{ kW}$
- $N_v \approx N_s = 1000 \text{ tr/min}$, N_s : vitesse de synchronisme.

En charge : On a mesuré :

- $P_1 = + 4,50 \text{ kW}$; $P_2 = + 2,00 \text{ kW}$ par la méthode des 2 wattmètres.
- $N = 960 \text{ tr/min}$.

On rappelle que la méthode des 2 wattmètres permet de mesurer à la fois la puissance active et la puissance réactive :

- a) Puissance active $P = P_1 + P_2$;
- b) Puissance réactive $Q = \sqrt{3} [P_1 - P_2]$.

Mesure de la résistance statorique:

La résistance mesurée entre **deux phases** du moteur est $R = 0,80 \Omega$.

I.1. Calculer le nombre p de paires de pôles.

I.2. Pour le fonctionnement en charge, calculer :

- 1.2.1. le glissement g ;
- 1.2.2. les puissances active P et réactive Q absorbées par le moteur ;
- 1.2.3. l'intensité du courant en ligne ;
- 1.2.4. les pertes par effet Joule au stator, P_{js} ;
- 1.2.5. les pertes par effet Joule au rotor, P_{jr} ;
- 1.2.6. la puissance utile P_u .
- 1.2.7. En déduire le moment du couple utile C_u .
- 1.2.8. Calculer le rendement η .

II) ETUDE SIMPLIFIEE DE L'ONDULEUR: VARIATEUR. (1,5 pts)

Pour réaliser l'alimentation à fréquence et tension variables du moteur asynchrone, on utilise un onduleur autonome triphasé.

L'étude porte uniquement sur une phase du réseau.

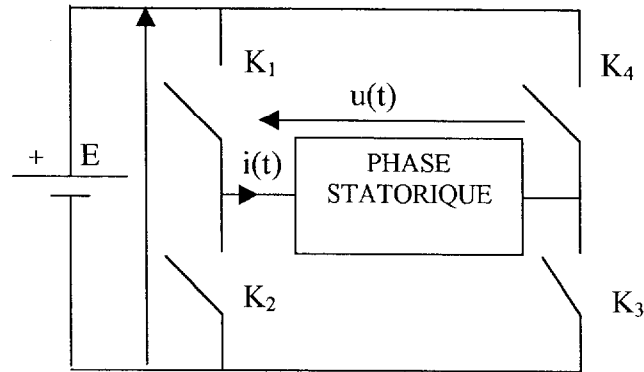


Figure 1

L'onduleur, dont le schéma de principe est donné figure 1, est donc monophasé et alimente une phase statorique du moteur.

Représenter la tension $u(t)$ sur le document réponse n°1 en respectant la séquence des fermetures et des ouvertures des interrupteurs « K ».

III) FONCTIONNEMENT DE L'ENSEMBLE ONDULEUR-MOTEUR (4,5 pts)

Le moteur est alimenté par l'onduleur et entraîne une charge mécanique dont le moment du couple résistant, T_r , est constant et égal à **50 N.m**.

L'onduleur délivre un système triphasé de tensions dont la valeur efficace U et la fréquence f sont réglables tandis que le rapport U/f est maintenu constant ($U/f = \text{constante}$).

III.1. Représenter graphiquement la relation $T_r = f(N)$ sur le même graphe que la caractéristique $T_u = f(N)$ obtenue pour $U = 400 \text{ V}$ et $f = 50 \text{ Hz}$. On utilisera pour cela le document réponse n°2.

III.2. En déduire la vitesse de rotation N du groupe Moteur-Charge pour $f = 50 \text{ Hz}$.

III.3. On règle maintenant la fréquence à **$f' = 40 \text{ Hz}$** :

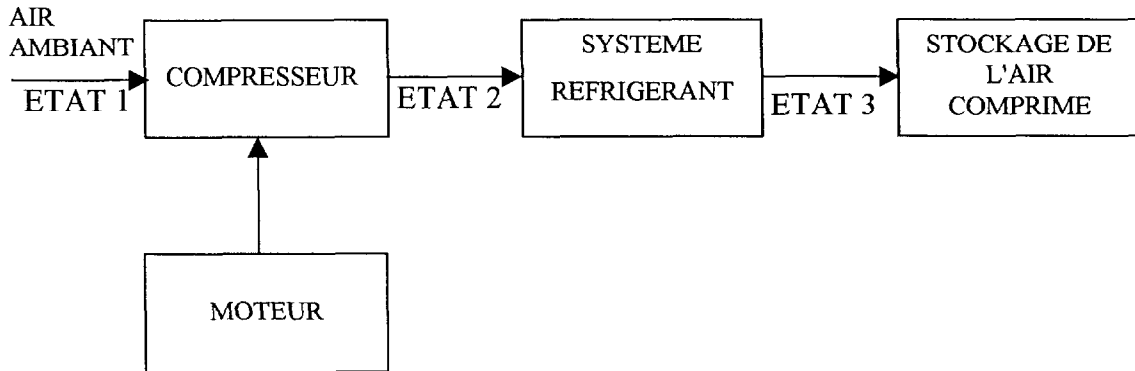
III.3.1. Calculer la nouvelle vitesse de synchronisme N_s' (on prendra $p = 3$).

III.3.2. Tracer la nouvelle caractéristique mécanique $T_u' = f(N)$ sur le document réponse n°2.

III.3.3. Déterminer la nouvelle vitesse de rotation N' du groupe Moteur-Charge.

Problème II : **THERMODYNAMIQUE (5 pts)**

L'étude porte sur une installation industrielle fournissant de l'air comprimé. L'air peut être assimilé à un gaz parfait. On s'intéresse aux transformations subies par un volume de 30 L d'air ambiant.



ETAT 1

$P_1 = 1,0 \text{ bar}$
 $V_1 = 30 \text{ L}$
 $T_1 = 300 \text{ K}$

ETAT 2

$P_2 = 10 \text{ bar}$
 $V_2 = \dots$
 $T_2 = \dots$

ETAT 3

$P_3 = \dots$
 $V_3 = \dots$
 $T_3 = 303 \text{ K}$

Le compresseur réalise une transformation adiabatique réversible. Le refroidissement, réalisé par le système réfrigérant, est isobare.

DONNEES : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ $C_p = 29 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ $\gamma = C_p/C_v = 1,4$
 $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ $R = 8,32 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

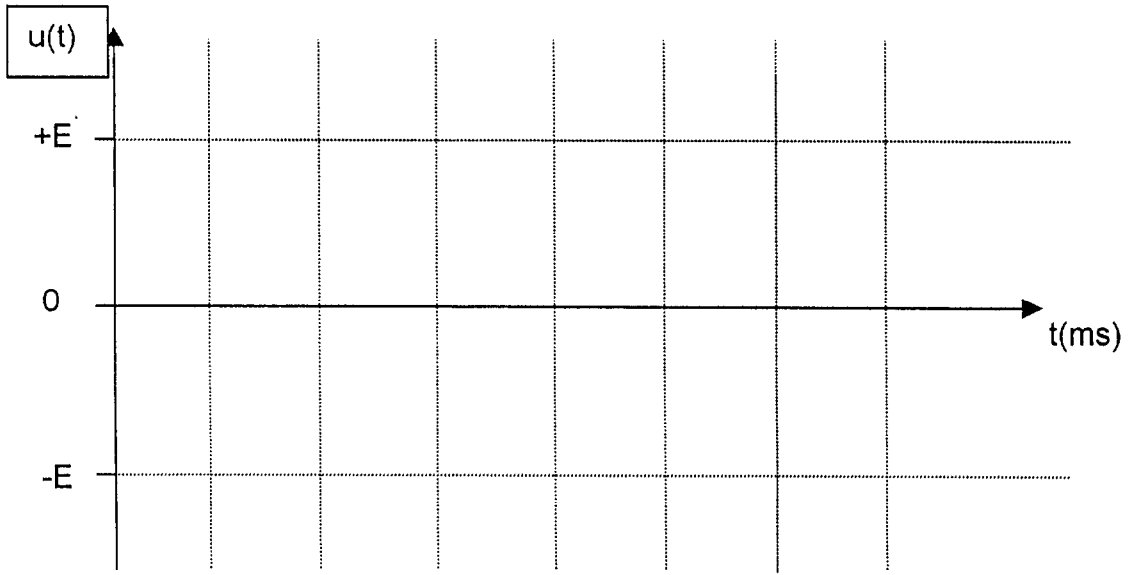
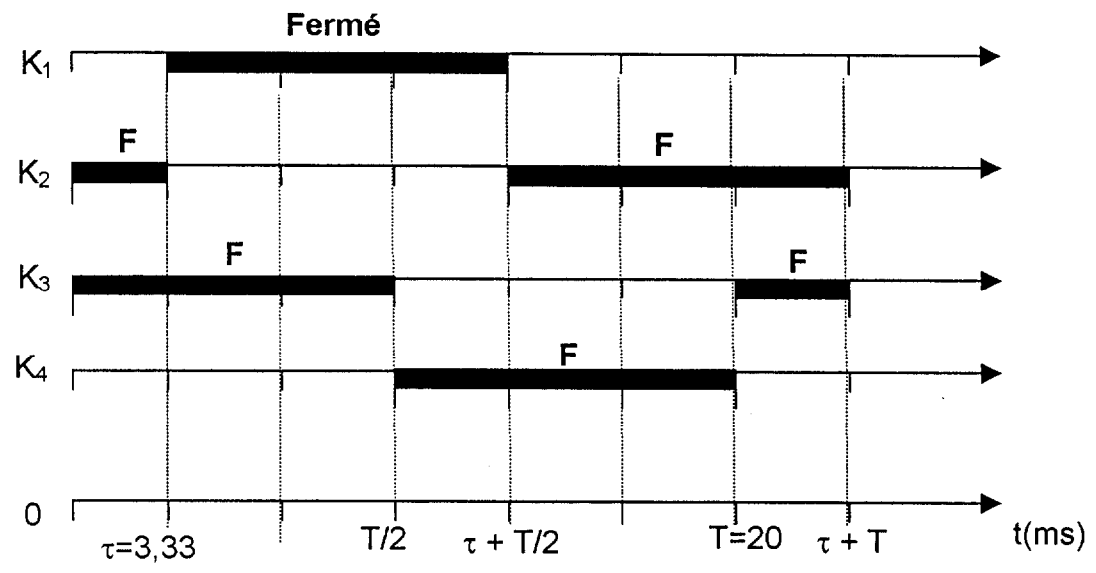
- 1) Calculer le nombre de moles prélevées à l'air ambiant par le compresseur.
- 2) Calculer V_2 et T_2 .
- 3) Calculer V_3 .
- 4) Tracer l'allure du diagramme $P = f(V)$ qui permet de suivre le comportement du gaz au cours des transformations qui le font passer de l'état 1 à l'état 2 puis de l'état 2 à l'état 3.
- 5) Calculer le travail mis en jeu lorsque l'air passe de l'état 1 à l'état 2.

Rappel : Pour une transformation adiabatique: $W_{1 \rightarrow 2} = \frac{1}{\gamma - 1} [P_2 V_2 - P_1 V_1]$

Examen ou concours : _____ Série* : _____
 Spécialité/option : _____
 Repère de l'épreuve : _____
 Épreuve/sous-épreuve : _____
 (Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT REPONSE N°1



Examen ou concours :

Série* :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

(Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT REPONSE N°2**Caractéristique mécanique**

Couple en N.m

