

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

DIRECTION DES EXAMENS ET CONCOURS
DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (DECOES)

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2011

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE :

PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée de l'épreuve : 5 Heures

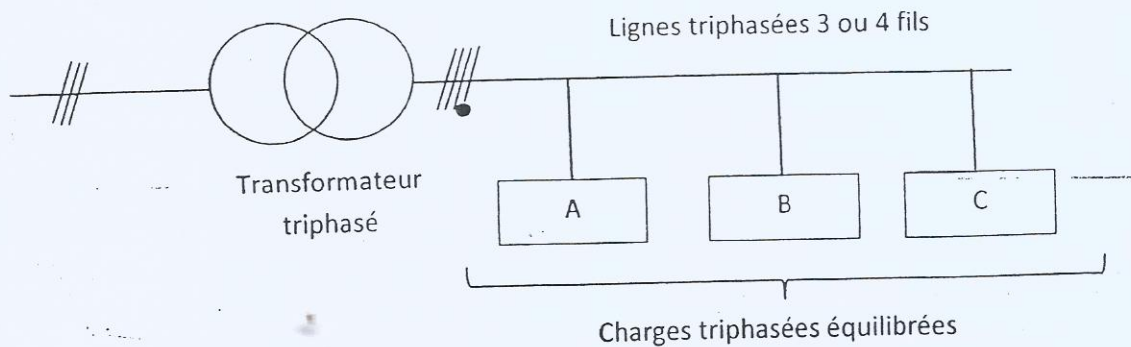
Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve porte sur quatre matières dont un problème par matière.

La résolution doit être faite séparément.

PROBLEME 1 : ELECTROTECHNIQUE

Dans ce problème, on se propose d'étudier les différents appareils du système triphasé équilibré ci-dessous :



1. Etude des charges triphasées A, B et C

La tension entre phases aux bornes des charges triphasées équilibrées A, B et C est de 400 V, 50 Hz. Les caractéristiques de ces dernières sont :

- A : $P = 6000\text{W}$; $Q = 0\text{VAR}$; couplage triangle
- B : $Z = 50 + j86,63\Omega$; couplage étoile
- C : Tension : 400 V ; (méthode des deux wattmètres) $P_{13} = 1039\text{W}$; $P_{23} = 2078\text{W}$

1.1 Calculer le courant dans une phase :

1.1.1 de la charge A

1.1.2 de la charge B

1.2 Quelle est la puissance active absorbée par la charge B ?

1.3 Quelle est la puissance réactive absorbée par la charge B ?

1.4 Quel est le couplage de la charge C ?

1.5 Quelle est la puissance active absorbée par la charge C ?

1.6 Quelle est la puissance réactive absorbée par la charge C ?

1.7 Quelle est la nature (résistive, inductive ou capacitive) de la charge C ?

1.8 Quelle est la puissance active totale consommée par l'ensemble des trois charges ?

1.9 Quelle est la puissance réactive totale consommée par l'ensemble des trois charges ?

1.10 En déduire :

1.10.1 Le courant débité par le transformateur

1.10.2 Le facteur de puissance équivalent des trois charges

1.11 Que devient le facteur de puissance équivalent si l'on débranche la charge B ?

2. Etude du transformateur triphasé

Dans la suite, on considère que :

- Les pertes dans les lignes triphasées sont négligeables
- Le transformateur débite un courant de ligne de 14A.
- La tension mesurée entre deux de ses bornes secondaire est de 400V.
- Le facteur de puissance de l'ensemble lignes-charges triphasées est égal à 1.

Le couplage du transformateur est Dy. Il comporte par colonne, un enroulement primaire de $N_1 = 1500$ spires et un enroulement secondaire de $N_2 = 714$ spires. On néglige le courant à vide du transformateur. La résistance et la réactance d'une colonne ramenées au secondaire du transformateur sont respectivement égales à : $R_{sc} = 0,505\Omega$ et $X_{sc} = 1,6\Omega$.

- 2.1 Déterminer le rapport de transformation m_c colonne du transformateur
- 2.2 Déterminer la tension secondaire à vide entre phase du transformateur
- 2.3 En déduire la tension à vide entre phases au primaire du transformateur
- 2.4 Calculer le courant de ligne au primaire du transformateur
- 2.5 Calculer le rendement du transformateur si les pertes fer sont estimées égales aux pertes joule.
- 2.6 Calculer la réactance de fuite équivalente X_{leq} vue entre deux bornes primaires du transformateur.

PROBLEME 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

On se propose d'étudier un montage redresseur P3 commandé sur différents circuits récepteurs. Les thyristors utilisés sont parfaits. Les montages sont alimentés par un système de tensions sinusoïdales triphasées équilibrées de valeur efficace entre phase et neutre $V = 230\text{v}$ et de fréquence 50Hz.

A/ Le récepteur étant une résistance pure $R = 200\Omega$, on amorce les thyristors avec un retard $\alpha = 60^\circ$. On demande :

- 1- Le graphe de la tension u_c aux bornes de la résistance R en régime établi.
- 2- La valeur moyenne U_c de la tension $u_c(t)$ puis la valeur moyenne P_c de la puissance consommée dans R .
- 3- La valeur efficace commune de i_1, i_2 ou i_3 puis le facteur de puissance $f_p = P_c / 3VI$ du montage.

B/ On remplace la résistance R du montage précédent par un élément très inductif. Le courant i_c peut alors être considéré comme constant de valeur $I_c = 2A$. La conduction est alors ininterrompue, un thyristor se bloquant quand l'autre s'amorce. Le retard à l'amorçage étant $0 \leq \alpha \leq 2\pi/3$.

1- Représenter pour $\alpha = \pi/3$ la différence de potentiel u_c aux bornes du récepteur et le courant dans la phase 1 en fonction du temps.

2- Calculer la valeur moyenne U'_c de $u_c(t)$.

3- Calculer la valeur efficace commune I' de i_1 , i_2 ou i_3 .

4- Calculer la puissance moyenne P'_c mise en jeu dans la charge et conclure sur le fonctionnement générateur ou récepteur de l'élément inductif.

5- Calculer le facteur de puissance $f_p = P'_c / 3VI'$ et donner sa valeur maximale.

PROBLEME 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

L'amplificateur opérationnel de la figure 1, génère une tension U_0 à partir de la tension U_{DT} fournie par une dynamo tachymétrique et d'une tension de référence V_{REF} ; La tension U_{DT} produite par la dynamo tachymétrique obéit à la relation $U_{DT} = K.n$ avec $K = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ V/(tr/min)}$. L'amplificateur opérationnel utilisé est considéré comme parfait et ses tensions de saturation sont égales aux tensions d'alimentation, 0 V et 15 V.

1) Précisez le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel.

2) Etablissez la relation liant V^- à R_1 , R_2 , U_0 , U_{DT}

3) Etablissez la relation liant V^+ à V_{REF} , R_3 et R_4

4) Montrez que
$$U_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \frac{\frac{R_4}{R_3}}{1 + \frac{R_4}{R_3}} \cdot V_{Ref} - \frac{R_2}{R_1} \cdot U_{DT}$$

5) A quelle condition a-t-on la relation $U_0 = A (V_{Ref} - U_{DT})$? On suppose cette condition réalisée par la suite.

- 6) On prend $R_2 = 5R_1$ et on choisit $V_{REF} = 9,0 \text{ V}$; calculez la valeur de U_0 lorsque la dynamo tachymétrique tourne à la fréquence de rotation $n = 1000 \text{ tr/min}$.

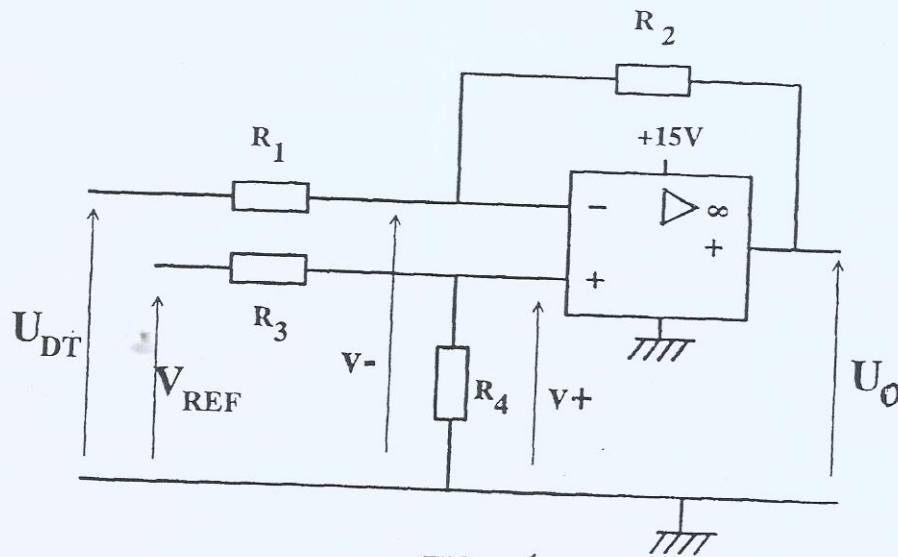
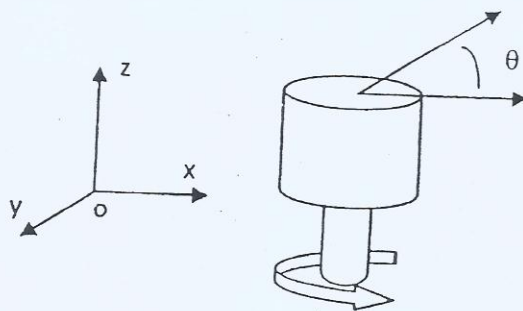


FIG. 1

PROBLEME 4 : AUTOMATIQUE

Commande de tête de robot.

Une tête de robot est assimilable à une masse d'inertie J qui tourne autour d'un axe OZ . Figure 1.



Partie A

- 1- On applique à la tête un couple $C(t)$. Etablir la relation dynamique entre la position angulaire de la tête $\theta(t)$ et le couple $c(t)$. On note f le coefficient de frottement visqueux du guidage en rotation de la tête autour de son axe et J son moment d'inertie.
- 2- Le moteur est assimilé à un circuit RL qui produit un couple $c(t)$ proportionnel au courant qui le parcourt. On note $u(t)$ la tension du moteur $i(t)$ son courant. Etablir la relation entre $u(t)$ et $i(t)$. R est la résistance du circuit et L son inductance.
- 3- En déduire la relation qui lie $u(t)$ et $C(t)$.

Partie B

Pour la suite on prend $T(p) = \frac{\theta(t)}{U(p)} = \frac{2}{p(0,01p+1)(2p+1)}$

On décide de négliger la petite constante de temps

- 4- Compléter la nouvelle expression de la fonction de transfert $T(p) = \frac{\theta(t)}{U(p)} = \frac{2}{.....}$.
- 5- Le procédé est inséré dans une chaîne de régulation qui comporte un correcteur de fonction de transfert $A(p)$ et un capteur de fonction de transfert $B(p)$. Faire le diagramme fonctionnel du système ainsi obtenu.
- 6- On donne $A(p) = 2$ et $B(p) = 3$. calculer :
 - a. La fonction de transfert en bouche ouverte du système $F(p)$
 - b. La fonction de transfert en bouche fermée du système à retour unitaire $H(p)$.
- 7- Calculer l'erreur statique du système ε_0 .
- 8- Calculer le temps de réponse à 5% et le dépassement.
