

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2016**

**FILIERE INDUSTRIELLE : MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION**

**EPREUVE :**

**GENIE ELECTRIQUE**

Durée de l'épreuve : 4 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

**Cette épreuve comporte quatre parties indépendantes que le candidat devra résoudre sur des feuilles de copies indépendantes.**

**1<sup>ère</sup> PARTIE : ELECTROTECHNIQUE**

On a réalisé un transformateur monophasé dont les caractéristiques nominales sont ainsi spécifiées :  $U_{1n} = 1,5KV$  ;  $f = 50Hz$

Les essais effectués sur le transformateur ont donné les résultats suivants :

- Essai à vide :  $U_{10} = 1,5KV$  ;  $I_{10} = 2A$  ;  $P_{10} = 300W$
- Essai en court-circuit :  $U_{1cc} = 22,5V$  ;  $I_{1cc} = 22,2A$  ;  $P_{1cc} = 225W$

1) Dans le fonctionnement à vide, calculer :

- 1.1) Le facteur de puissance  $\cos\phi_{10}$ .
- 1.2) La composante active  $I_a$  et réactive  $I_r$  du courant.
- 1.3) La résistance  $R_m$  et la réactance  $X_m$  du modèle du circuit équivalent.
- 1.4) Le nombre de spires au primaire  $N_1$ .
- 1.5) La tension secondaire à vide  $U_{20}$ , si le nombre de spires secondaire vaut 78.

2) Déterminer les éléments ramenés au secondaire du transformateur  $R_s$  et  $X_s$ .

3) On charge le transformateur par une charge inductive qui absorbe une puissance 35,2KW sous une tension de 220V avec un facteur de puissance 0,8. On demande de calculer :

- 3.1) L'impédance de la charge  $Z_2$ .
- 3.2) Les éléments de la charge  $R_2$  et  $L_2$ .
- 3.3) Le courant de ligne absorbé par la charge  $I_2$ .
- 3.4) La chute de tension  $\Delta U_2$ .
- 3.5) la tension qu'il faut appliquer au primaire du transformateur  $U_1$
- 3.6) le rendement du transformateur à ce régime  $\eta$ .

4) La tension d'alimentation du transformateur étant égale  $U_{1n}$ . La charge étant purement résistive. On demande de calculer :

- 4.1) Le courant secondaire qui permet d'avoir le rendement maximal  $I_{2max}$ .
- 4.2) Ce rendement maximal  $\eta_{max}$ .

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Un gradateur monophasé débite sur une charge résistive  $R$  de valeur  $80 \Omega$ . On désigne par  $\alpha$  l'angle d'amorçage des thyristors.

On donne :  $v(\theta) = \sqrt{2} \cdot V \cdot \sin(\theta)$  avec  $V = 110V$  (voir schéma ci-dessous)

1. pour  $\alpha = \frac{\pi}{6}$

1.1. Tracer les chronogrammes des tensions aux bornes du thyristor  $Th_1$ , de la charge et de la puissance consommée par celle-ci.

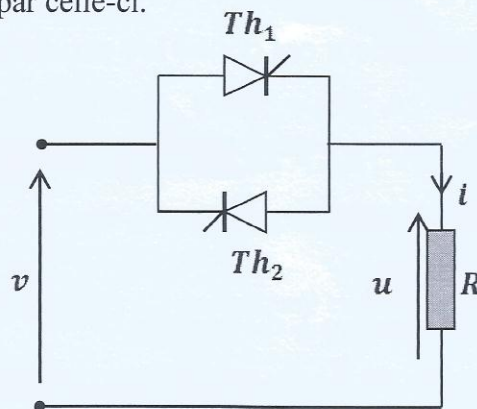
1.2. Calculer les valeurs moyenne et efficace de la tension aux bornes de la charge.

1.3. Calculer la valeur moyenne de la puissance consommée par la charge.

2. A la suite d'un incident dans le fonctionnement du montage, le thyristor  $Th_2$  se comporte comme un interrupteur ouvert sur toute la période  $T$ .

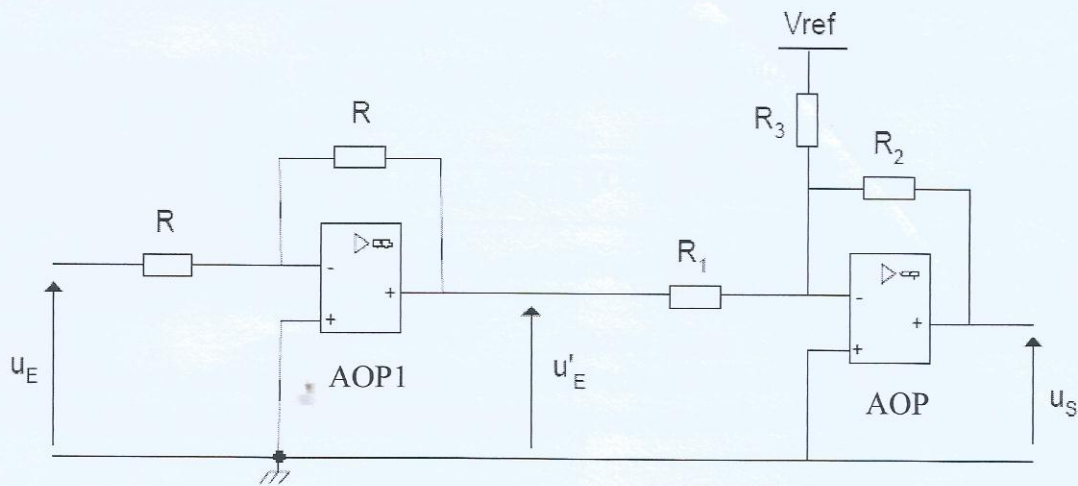
2.1. Tracer les chronogrammes de la tension aux bornes de la charge et du courant qui la traverse.

2.2. Calculer pour  $\alpha = \frac{\pi}{6}$  la valeur efficace de la tension aux bornes de la charge et la puissance moyenne consommée par celle-ci.



### 3<sup>ème</sup> PARTIE : ELECTRONIQUE DE COMMANDE

#### Conversion de plage de tension



1- Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels ?

2- Etude de l'AOP1

2.1- Déterminer la relation entre  $u'_E$  et  $u_E$ .

2.2- Donner le nom du montage réalisé par l'AOP1.

3- Etude de l'AOP2

3.1- Déterminer la relation entre  $u_S$  et  $u'_E$

3.2- - Donner le nom du montage réalisé par l'AOP2

4- Vérifier que

$$u_S = R_2 \left( \frac{u_E}{R_1} - \frac{V_{ref}}{R_3} \right)$$

5- Application

On désire convertir la plage de tension  $[-1 \text{ V}, +1 \text{ V}]$  en  $[0, +1 \text{ V}]$  (par exemple :  $-0,5 \text{ V}$  en entrée donne  $+0,25 \text{ V}$  en sortie). Calculer les résistances  $R_2$  et  $R_3$ .

On donne :  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$  ;  $V_{REF} = -5 \text{ V}$ .

#### 4<sup>ème</sup> PARTIE : AUTOMATIQUE

Un arbre de transmission est entraîné par un moteur à combustion interne. On désire contrôler la vitesse de rotation de l'arbre par l'ouverture de la valve du moteur à combustion interne. On note  $n(t)$  la vitesse de rotation de l'arbre et par  $\theta(t)$  l'ouverture de la valve. Les essais ont permis de déterminer la relation

$$T(p) = \frac{\theta(p)}{N(p)} = \frac{1}{0,01p^2 + 0,11p + 0,1}$$

$N(p)$  et  $\theta(p)$  sont respectivement les transformées de LAPLACE de  $n(t)$  et  $\theta(t)$ .

On insère le système dans une boucle à retour unitaire

1. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée du système  $F(p)$ .

2. Étudier :

2.1 la stabilité du système en boucle fermée ;

2.2 la précision du système quand le signal à l'entrée est un échelon ;

2.3 le temps de réponse ( $t_{r5\%}$ ) du système en boucle fermée.

3. On corrige de système en insérant dans la boucle une commande PID de fonction de transfert

$$C(p) = 5 + 0,3p + \frac{33,33}{p}$$

3.1 Représenter le diagramme fonctionnel du système ainsi obtenu.

3.2 Déterminer :

a) la fonction de transfert en boucle ouverte du système ;

b) la fonction de transfert en boucle fermée du système.

3.3 Étudier la stabilité du système corrigé.

\*\*\*\*\*