

COURS DE RENFORCEMENT BTS 2017

EPREUVE : PHYSIQUE APPLIQUEE

ELT/MSP

DE 2001 A 2016

Collection réalisée par YEO PEMIEN

PROFESSEUR D'ELECTROTECHNIQUE.

2A BTS EITA
GROUPE LOKO

01

AFOLABI KOFFI
EMMANUEL

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE L'EMPLOYABILITÉ (DGESE)

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2016

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve comporte 4 parties indépendantes. Le candidat devra les traiter sur des copies différentes.

02

PARTIE 1 : Electrotechnique (60 points)

Les 2 exercices de cette partie sont indépendants.

A) Etude du fonctionnement équilibré de l'installation

Une installation électrique triphasée équilibrée est alimentée par un réseau triphasé équilibré de 220/380V, 50Hz. L'installation comporte :

1. un ensemble de lampes à incandescence : 220V ; 1KW.
2. 2 résistances chauffantes monophasées : 220V ; 500W l'unité.
3. 1 four à résistances monophasé : 220V ; 1KW
4. 3 moteurs asynchrones monophasés, chacun de caractéristiques nominales : 220V ; $P_u = 0,55KW$; $\eta = 0,8$; $\cos\varphi = 0,7AR$.
5. 15 lampes fluorescentes : 220V ; 100W ; $\cos\varphi = 0,707AR$ l'unité.
6. 1 four à induction triphasé de caractéristiques : 380V ; $S = 3,5KVA$; $\cos\varphi = 0,5$
7. 1 moteur asynchrone triphasé de caractéristiques nominales : $P_u = 1,5KW$; $\eta = 0,8$; $\cos\varphi = 0,65AR$.
8. une charge triphasée équilibrée A. La puissance absorbée par cette charge est de 1425W. Le courant traversant un élément de la charge est de 1,768A. Le déphasage entre courant et tension est de (-45°) .

- 1) Etablir un schéma de l'installation pour que son fonctionnement soit équilibré
- 2) Déterminer le couplage de la charge triphasée A.
- 3) Calculer les puissances active et réactive consommées par l'installation
- 4) En déduire le courant de ligne ainsi que le facteur de puissance de l'installation
- 5) Pour relever le facteur de puissance de l'installation, on place à l'entrée de l'installation une batterie de 9 condensateurs associés par 3 en parallèle puis montés en étoile. Capacité unitaire : $C = 15\mu F$.
 - 5.1) Calculer le facteur de puissance de l'installation
 - 5.2) Calculer le nouveau courant de ligne.

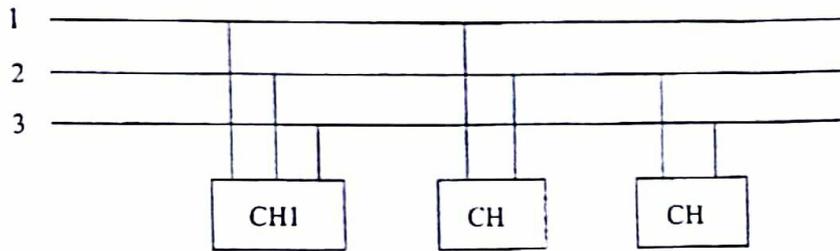
B) Etude du fonctionnement déséquilibré de l'installation

Une installation triphasée annexe à la précédente est alimentée par un réseau triphasé équilibré 127/220V. Cette installation comporte les charges suivantes :

- CH1 : un moteur asynchrone triphasé de caractéristiques nominales : $P_u = 1,5KW$; $\eta = 0,8$; $\cos\varphi = 0,8AR$
- CH2 : un moteur asynchrone monophasé de caractéristiques : $U = 220V$; $S = 1,25KVA$; $\cos\varphi = 0,82AR$
- CH3 : un four à induction monophasé de caractéristiques : $U = 220V$; $P = 1000W$; $\cos\varphi = 0,5AR$

On donne le schéma de montage de l'installation :





- 1) Calculer les courants $\underline{I}_1, \underline{I}_2, \underline{I}_3$ (module et argument),
 - 2) Calculer les composantes directe, inverse et homopolaire du système de courants $\underline{I}_d, \underline{I}_i, \underline{I}_h$.
 - 3) En déduire les puissances active et réactive consommées par l'installation
- NB : La tension \underline{V}_1 sera prise comme tension de référence

03

PARTIE 2 : Electronique de puissance (20 points)

REDRESSEMENT COMMANDE

Un pont redresseur à quatre thyristors, alimentant un moteur à courant continu, délivre une tension redressée $u(\theta)$ dont la valeur moyenne notée U_{moyen} est de 120V, lorsque l'angle de retard à la conduction α vaut 30° .

1- Ce pont redresseur est alimenté par une tension sinusoïdale de la forme $v(t) = V_M \sin \theta$ et le moteur est constitué d'une force contre - électromotrice E et d'une résistance d'induit R .

1.1) Calculer l'amplitude de la tension $v(t)$. (3 pts)

1.2) En déduire le rapport de transformation (m) du transformateur alimentant le pont si le primaire est relié au réseau CIE 230V-50HZ. (3 pts)

1.3) Construire $u(\theta)$. (4 pts)

2- Le courant dans le moteur est supposé constant. La chute de tension résistive d'induit vaut 10% de U_{moyen} et la résistance d'induit est égale à $0,5\Omega$.

2.1) Construire le graphe du courant i' débité par le secondaire du transformateur. (3 pts)

2.2) Calculer la valeur efficace du courant i' débité par le secondaire du transformateur. (3 pts)

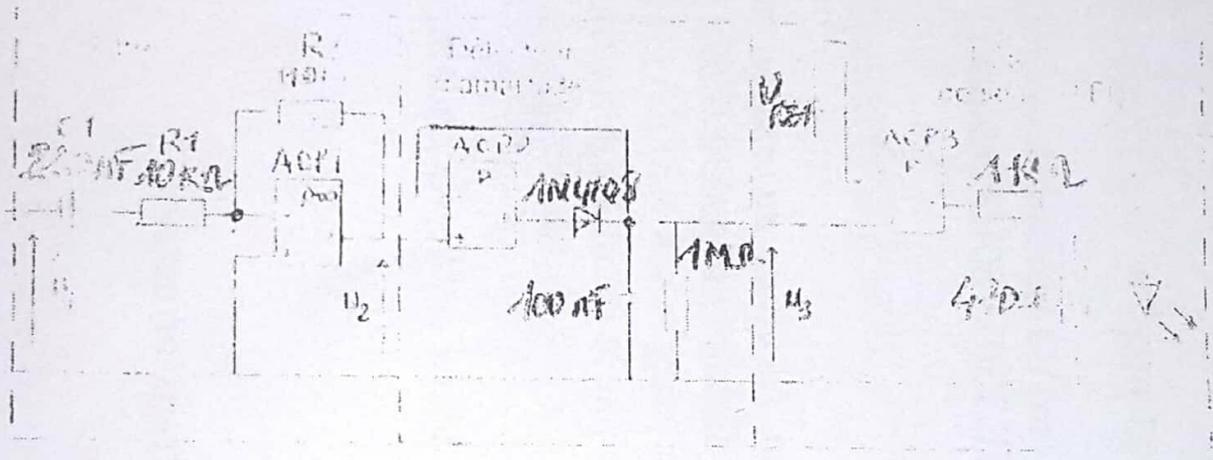
2.3) Calculer : (4 pts)

- La puissance apparente au secondaire du transformateur.
- Le facteur de puissance du redresseur.

03

Enfin déduire son régime de fonctionnement (3 points)

3.2 A quelle condition sur U_3 la led s'allume-t-elle ? (1 point)



PARTIE 2 : Electronique de puissance (20 points)

REDRESSEMENT COMMANDE

Un pont redresseur à quatre thyristors, alimentant un moteur à courant continu, délivre une tension redressée $u(\theta)$ dont la valeur moyenne notée U_{moyen} est de 120V, lorsque l'angle de retard à la conduction α vaut 30° .

1- Ce pont redresseur est alimenté par une tension sinusoïdale de la forme $v(t) = V_M \sin \theta$ et le moteur est constitué d'une force contre-électromotrice E et d'une résistance d'induit R .

1.1) Calculer l'amplitude de la tension $v(t)$. (3 pts)

1.2) En déduire le rapport de transformation (m) du transformateur alimentant le pont si le primaire est relié au réseau CIE 230V-50HZ. (3 pts)

1.3) Construire $u(\theta)$. (4 pts)

2- Le courant dans le moteur est supposé constant. La chute de tension résistive d'induit vaut 10% de U_{moyen} et la résistance d'induit est égale à $0,5\Omega$.

2.1) Construire le graphe du courant i' débité par le secondaire du transformateur. (3 pts)

2.2) Calculer la valeur efficace du courant i' débité par le secondaire du transformateur. (3 pts)

2.3) Calculer : (4 pts)

- La puissance apparente au secondaire du transformateur.
- Le facteur de puissance du redresseur.

10

PARTIE 3 : Electronique Analogique (20 points)

Le montage étudié est constitué d'un filtre, d'un détecteur d'enveloppe et d'un détecteur de seuil. Toutes les fonctions ne seront pas étudiées.

1) Etude du filtre :

1.1)

a) Exprimer la fonction de transfert $T(\omega) = \frac{U_2}{U_1}$ (2 points)

b) En déduire l'expression de T_{\max} (amplification maximale), G_{\max} (gain maximal) et le type du filtre. (3 points)

1.2)

a) Montrer que la fréquence de coupure à -3dB est $f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$ (2 points)

b) Calculer f_c , T_{\max} et G_{\max} si $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 110 \text{ k}\Omega$ et $C_1 = 220 \text{ n F}$. (3 points)

2) Etude du détecteur à seuil

2.1

a) Quel est le montage réalisé par l'AOP3 ? (4 points)

b) En déduire son régime de fonctionnement. (3 points)

2.2 A quelle condition sur U_3 la led s'allume-t-elle ? (3 points)

05

PARTIE 4 : Automatique (20 points)

On étudie le système dont le diagramme fonctionnel est représenté ci-dessous.

- $A(p) = 1 / (2p + 1)^2$ est la fonction de transfert du processus à réguler.
- $C(p)$ est la fonction de transfert du correcteur.
- 1) Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte $T(p)$. **(3 points)**
- 2) Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $F(p)$. **(3 points)**
- 3) Déterminer l'expression de l'erreur $\varepsilon(p)$ en fonction de $T(p)$ et $E(p)$. **(3 points)**
- 4) On choisit $C(p) = K$ (avec K réel > 0), en déduire $F(p)$. Déterminer la valeur de K pour que le système soit du second ordre oscillant d'amortissement $z = 0,7$.
(3 points)
- 5) En déduire la valeur de la pulsation propre du système ω_0 . **(2 points)**
- 6) On choisit $K = 1$, déterminer l'erreur de position ε_0 à la réponse indicielle à partir de l'expression de $\varepsilon(p)$. **(2 points)**
- 7) On choisit maintenant $C(p) = (2p + 1) / p$. Déterminer $T(p)$, $\varepsilon(p)$ et en déduire la nouvelle valeur de l'erreur ε_0 de position à la réponse indicielle. **(2 points)**
- 8) Donner l'expression de $u(t)$ en fonction de $\varepsilon(t)$ et en déduire le type de commande.
(2 points)

20

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^{ère} 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 ΔU_2 .
- 3.5) la tension qu'il faut appliquer au primaire du transformateur U_1
- 3.6) le rendement du transformateur à ce régime η .

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 η_{max} .

06

2^{ème} PARTIE : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Un gradateur monophasé débite sur une charge résistive R de valeur 80Ω . On désigne par α 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.

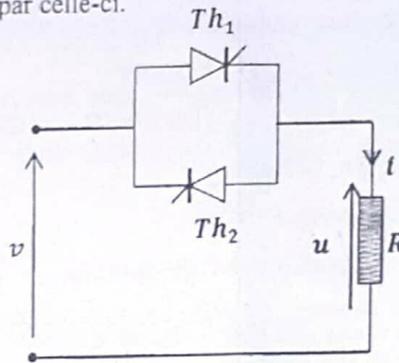
1.2. Calculer les valeurs moyenne et efficace de la tension aux bornes de la charge.

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 .

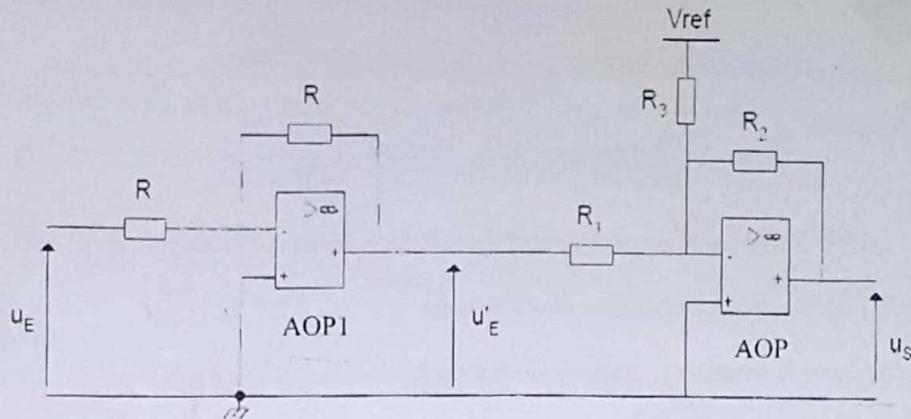
2.1. Tracer les chronogrammes de la tension aux bornes de la charge et du courant qui la traverse.

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.



20

3^{ème} 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 : $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$; $V_{REF} = -5 \text{ V}$.

07

4^{ème} 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.

FO

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLICQUE DE COTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE L'EMPLOYABILITÉ (DGESE)

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2015

FILIÈRE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUÉE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

COLLECTION RÉALISÉE PAR : YEO PEMIEN

Cette épreuve comporte quatre exercices indépendants à ne pas traiter sur la même copie de composition.

08

PAGE 0/6

EXERCICE 1 : ELECTROTECHNIQUE (60 points)

A/ La caractéristique couple-vitesse d'un moteur asynchrone triphasé à cage sous tension nominale de 400V 50Hz entre phases, est donnée à la page 2/6 par le graphe $C_u=f(N)$ avec C_u en Nm et N en tr/mn. En vous servant de cette caractéristique,

- 1- Déterminer le couple développé par la machine au démarrage. (2 points)
- 2- Quel est le couple utile maximal que peut développer la machine ? (4 points)
- 3- Quelle est la vitesse de synchronisme de la machine ? (2 points)
- 4- Quel est le nombre de pôles de la machine ? (4 points)
- 5- Le point nominal de fonctionnement de la machine correspond à un glissement $g=3,3333\%$. Calculer la puissance utile de la machine à ce point. (8 points)

B/ On considère désormais que les caractéristiques nominales du moteur sont :

$U=400V$

$g=3,3333\%$

$P_u=9kW$

$\cos\varphi=0,81$

$\eta=86\%$

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

On négligera la résistance statorique de la machine ainsi que les pertes fer rotoriques. On admettra que pour le point nominal, les pertes mécaniques sont égales aux pertes fer statoriques.

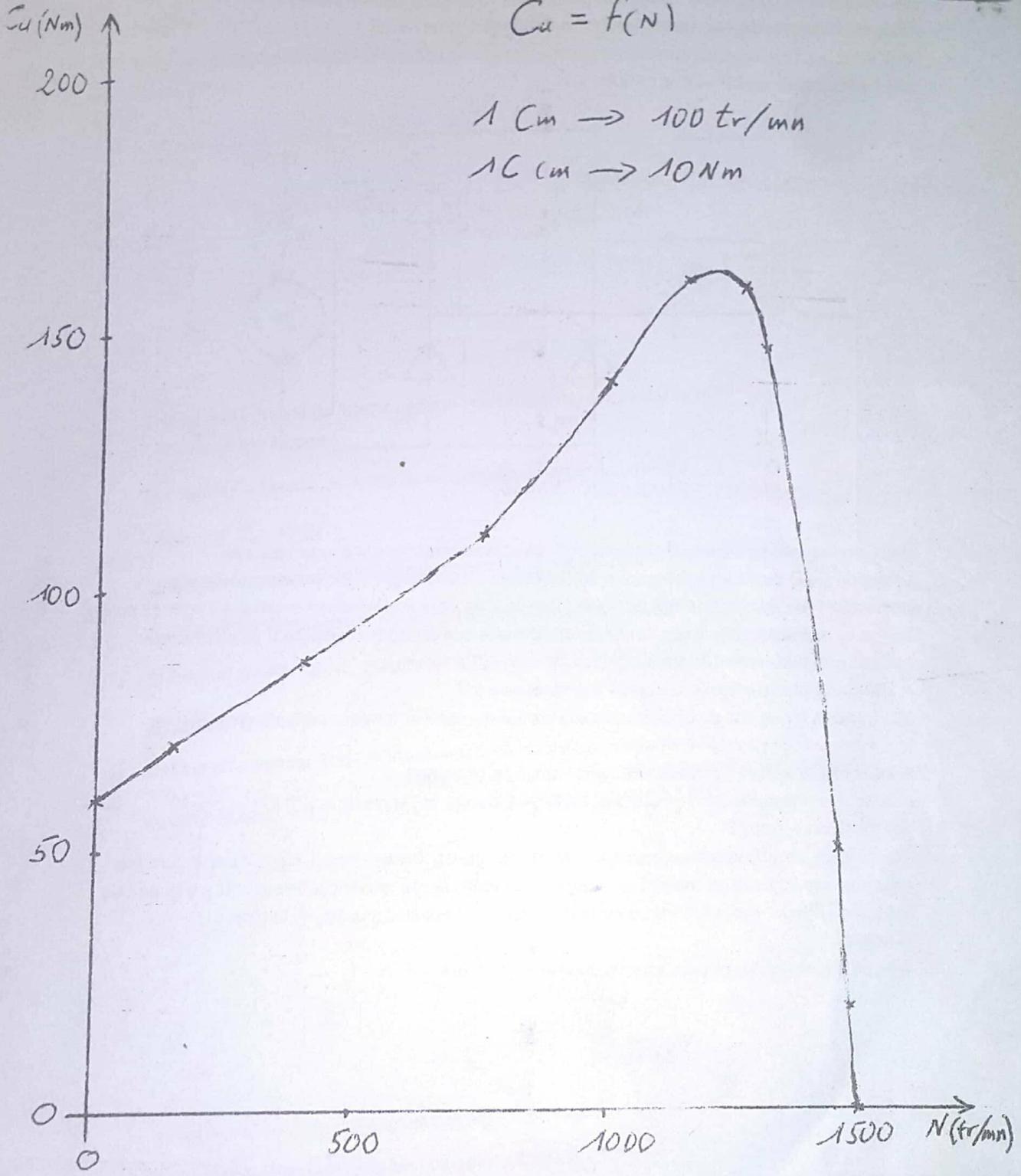
- 6- Quel est le couplage du moteur ? (4 points)
- 7- Calculer pour le point de fonctionnement nominal :
 - 7-1- Le courant de ligne absorbé (6 points)
 - 7-2- Les pertes fer statoriques (6 points)
 - 7-3- Le couple électromagnétique développé (6 points)
 - 7-4- Les pertes Joule rotoriques (6 points)
 - 7-5- La puissance mécanique développée (6 points)
 - 7-6- Le couple de pertes mécaniques. (6 points)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

$$C_u = f(N)$$

1 Cm \rightarrow 100 tr/mn

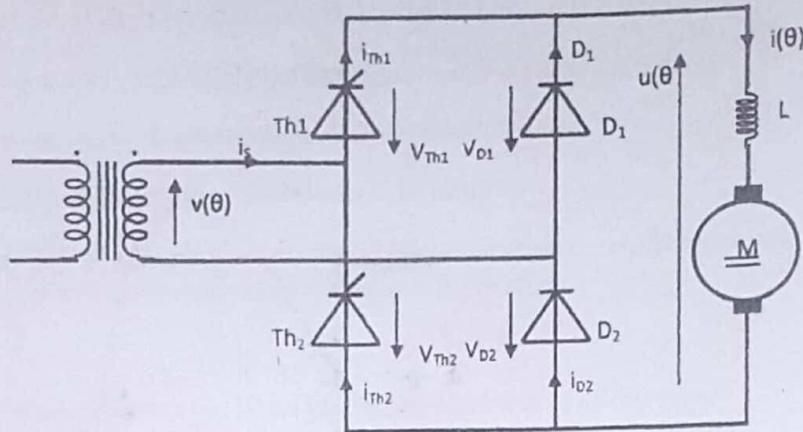
10 Cm \rightarrow 10 Nm



09

EXERCICE 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante est alimenté par un pont redresseur monophasé semi-commandé. Ce moteur est représenté par une tension induite de 100V à 1500 tr/min proportionnelle à la vitesse (excitation constante) et un circuit R-L. La résistance de l'induit vaut $R = 1,5\Omega$. Ce redresseur semi-commandé est alimenté par une tension sinusoïdale de la forme $V(\theta) = 230\sqrt{2} \sin \theta$ avec $\theta = \omega t$ et $f = 50\text{Hz}$.



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

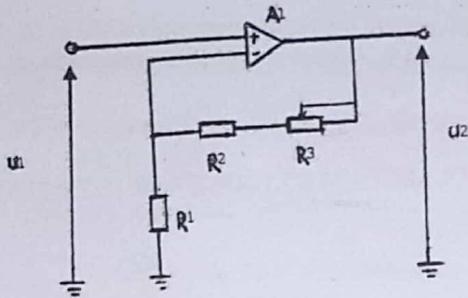
- Nous sommes en régime de conduction continue et le courant dans la charge vaut 10A.
- 1-Pour un angle de retard à l'amorçage des thyristors α quelconque, indiquez les intervalles de conceptions des thyristors et des diodes sur une période de la tension d'alimentation du pont. (2 points)
 - 2-Dans ce régime de conduction continue, on constate que les diodes conduisent pendant 15ms. Calculez l'angle de retard à l'amorçage des thyristors.(3 points)
 - 3- L'angle de retard à la conduction de thyristors vaut 90° .
 - 3-1-Tracez la forme d'onde de la tension aux bornes du moteur sur deux périodes de la tension d'alimentation. (2 points)
 - 3-2-Calculez la vitesse du moteur en charge et à vide. (4 points)
 - 4-On monte une diode de roue libre aux bornes du moteur et l'angle de retard à l'amorçage des thyristors est de 45°
 - 4-1-Indiquez les intervalles de conduction des thyristors, des diodes et de la diode de roue libre puis tracez la forme d'onde du courant dans la diode de roue libre et calculez sa valeur efficace. (5 points)
 - 4-2-Calculez la puissance fournie au moteur, la puissance réactive fournie par le réseau. (3 points).
 - 4-3-Calculez le facteur de puissance vu du réseau (1 point).

20

EXERCICE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)

Première partie :

Dans le montage ci-dessous, on donne : $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$; R_3 est une résistance ajustable de 0 à 470 k Ω .

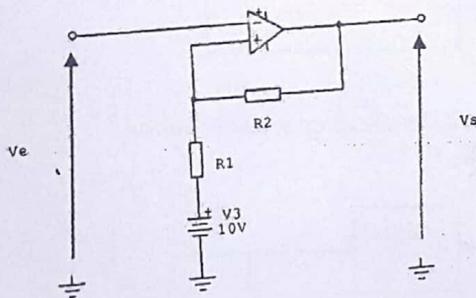


COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

- 1) Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ? Justifiez votre réponse.
- 2) Exprimez la tension de sortie U_2 en fonction de la tension d'entrée U_1 telle que $U_2 = Av \cdot U_1$.
- 3) Donnez l'expression de Av en fonction de R_1 , R_2 et R_3 .
- 4) Calculez les valeurs extrêmes de Av notées Av_{MIN} et Av_{MAX} .
- 5) Calculez la valeur de R_3 qui permet d'avoir la valeur de $Av = 10$.

Deuxième partie :

Dans le montage suivant, l'AOP est considéré idéal et est alimenté par $+V_{CC} = +15 \text{ V}$ et $-V_{CC} = -15 \text{ V}$. Les valeurs maximale et minimale de la tension de sortie sont respectivement $+15 \text{ V}$ et -15 V . On donne $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$



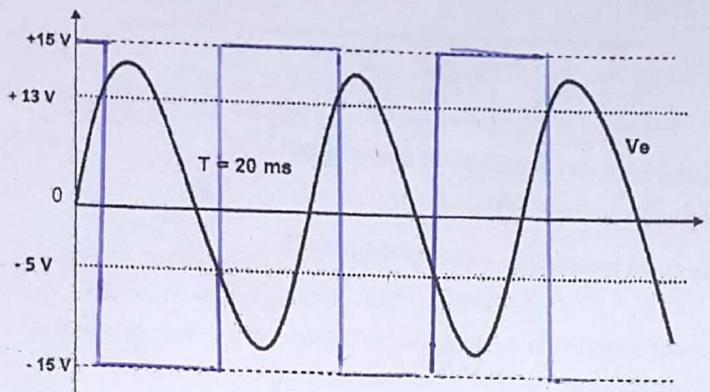
- 1) Donnez le nom du montage et son régime de fonctionnement.
- 2) Donnez l'expression de la tension différentielle V_d .

10

- 3) Exprimez la tension V^* .
- 4) Déduisez les deux seuils de basculement : V_{B1} et V_{H1} ($V_{B1} < V_{H1}$).
- 5) Tracez la caractéristique de transfert $V_s = f(V_e)$ en plaçant V_{B1} et V_{H1} .
- 6) Calculez la largeur et le centre du cycle d'hystérésis.
- 7) En se référant à la figure sur le document réponse 1, page 4/6, représentez la courbe de sortie en prenant le soin de mentionner les tensions seuils.

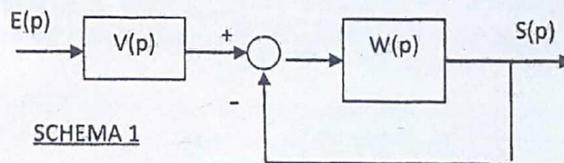
document réponse 1

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

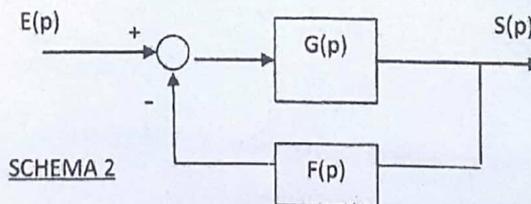


EXERCICE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

1. Soit le schéma fonctionnel 1 ci-dessous d'un système asservi. Donner l'expression de $H_1(p) = S(p)/E(p)$



2. On considère à présent le schéma fonctionnel 2 ci-dessous d'un système asservi.
- 2.1. Déterminer l'expression de $H_2(p) = S(p)/E(p)$



01

2.2. Déterminer les expressions $V(p)$ et de $W(p)$ de $H_1(p) = H_2(p)$

3. On considère toujours le schéma fonctionnel 2 et on pose :

$$G(p) = \frac{N_G(p)}{D_G(p)} \text{ et } F(p) = \frac{N_F(p)}{D_F(p)}$$

$N_G(p)$ et $D_G(p)$ sont respectivement le numérateur et le dénominateur de $G(p)$. $N_F(p)$ et $D_F(p)$ sont respectivement le numérateur et le dénominateur de $F(p)$.

3.1. Exprimer la fonction de transfert $H(p) = H_2(p) = S(p)/E(p)$ en fonction de $N_G(p)$, $D_G(p)$, $N_F(p)$, $D_F(p)$.

3.2. $H(p)$ a pour expression : $H(p) = \frac{p+2}{p^2 + 2,5p + 1,5}$

- $G(p)$ et $F(p)$ sont du premier ordre ;
- $F(p)$ a pour pôle $p = -2$;
- $D_G(p) \times D_F(p) = p^2 + 2,5p + 1$.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

3.2.1. Déterminer alors les expressions de $N_G(p)$, $D_G(p)$, $N_F(p)$, $D_F(p)$.

3.2.2. En déduire celles de $G(p)$ et de $F(p)$

3.2.3. Déterminer le gain statique de $F(p)$

3.2.4. Donner l'expression $w(t)$, la réponse du système de fonction de transfert $G(p)$ à une entrée rampe unitaire.

11

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE L'EMPLOYABILITÉ (DGESI)

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2015

FILIERE INDUSTRIELLE : MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

ÉPREUVE :

GÉNIE ÉLECTRIQUE

Durée de l'épreuve : 4 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

COLLECTION RÉALISÉE PAR : YEO PÉMIEN

Cette épreuve comporte quatre exercices distincts à ne pas traiter sur la même copie de composition.

PAGE

0/5

AN

EXERCICE 1 : ELECTROTECHNIQUE (40 points)

Système triphasé

Dans tout l'exercice, les expressions complexes seront fournies sous la forme module – argument.

Une ligne triphasée 3 fils, connectée à un réseau triphasé (V_1, V_2, V_3) équilibré direct, 400V, 50 Hz, alimente 3 récepteurs triphasés équilibrés de caractéristiques :

- RE1 : $P=6000W$; $Q=0 VAR$; couplage triangle
- RE2 : $Z = 50-j86,603 \Omega$ par branche ; couplage étoile
- RE3 : Moteur asynchrone triphasé dont la plaque signalétique est donnée ci-dessous :

* LEROY SOMER		Mot. 3~ LS 132S T		CE	
		N° 034729GL002			
IP55	IK08	cl.F	40°C	S.S1	kg 39
V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A
Y 380	50	1420	5.50	0.85	12.00
Δ 230	-	1430	-	0.82	20.70
Y 400	-	1430	-	0.82	11.90
Y 415	-	1435	-	0.80	11.70
Y 440	60	1710	6.60	0.86	12.30
Y 460	-	1730	-	0.84	11.90

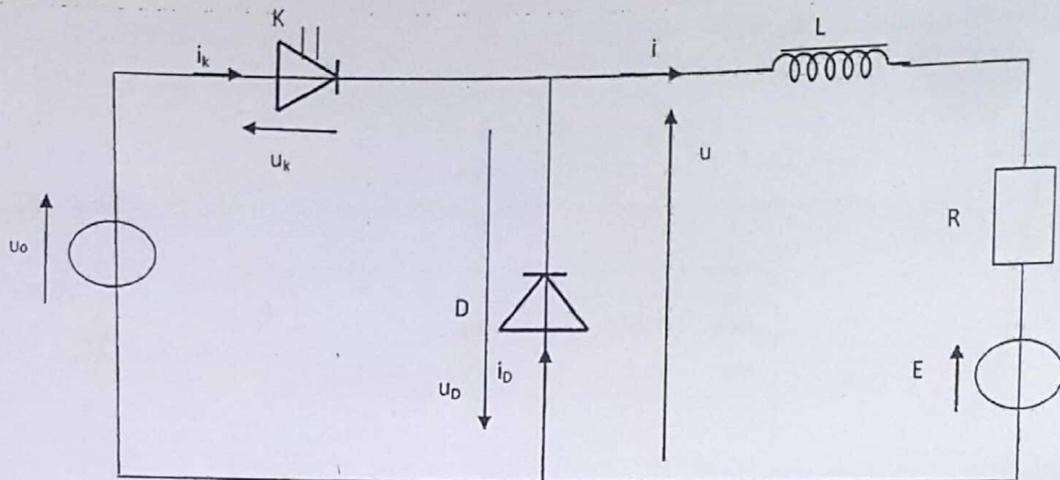
COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

1. Quelle est la nature (résistive, inductive, capacitive)
 - a. de RE1 ?
 - b. de RE2 ?
2. Calculer la valeur du courant de ligne du récepteur RE1
3. En prenant la tension $U_{12}=V_1-V_2$ comme référence, déterminer les expressions numériques complexes des courants de branche de RE1. Fournir un schéma électrique qui précisera clairement les grandeurs électriques.
4. Déterminer la puissance active absorbée par RE2
5. Déterminer la puissance réactive absorbée par RE2
6. Quel est le couplage de RE3 ?
7. Indiquer quelle est la valeur de la puissance mécanique utile de RE3
8. Calculer la puissance absorbée par RE3 en fonctionnement nominal
9. En déduire la valeur du rendement de RE3
10. Calculer les puissances active et réactive consommées par les 3 récepteurs lorsque ceux-ci fonctionnent normalement.
11. En déduire le facteur de puissance de l'ensemble des récepteurs
12. Déterminer les indications P_{13} et P_{23} des wattmètres par la méthode des deux wattmètres qui permet de mesurer la puissance fournie par le réseau aux récepteurs.

12

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

Un moteur à courant continu (E R L) travaillant à couple constant est alimenté par un hacheur série comme l'indique le schéma du montage de la figure ci-dessous.



Le hacheur fonctionne à une fréquence $f = 600\text{Hz}$.

L'interrupteur K est fermé lorsque $0 < t < \alpha T$ et est ouvert entre αT et T . La diode est supposée parfaite.

L'inductance de la bobine de lissage L est de valeur suffisante pour que le courant dans le moteur soit considéré comme constant: $i = I = \text{cte}$. La résistance de l'induit du moteur est $R = 0,8\Omega$.

1- Après avoir fait l'analyse, représenter les allures des tensions u , u_D et des courants i_k et i_D sur une période de hachage. (5 points).

2- Exprimer U_{moy} , la valeur moyenne de la tension u en fonction de U_0 et α (2 points)..

3- Exprimer $I_{k\text{moy}}$, $I_{D\text{moy}}$ respectivement les valeurs moyennes des courants i_k et i_D en fonction de I et α (4 points).

4- Déterminer l'expression de l'intensité I du courant dans le moteur en fonction de U_0 , E , R et α (2 points).

5- Application numérique:

Calculer U_{moy} , I et $I_{D\text{moy}}$ pour $U_0 = 220\text{V}$, $E = 150\text{V}$ et $\alpha = 0,8$ (5 points).

6- Etablir la relation liant la vitesse N du moteur (en tr / min) à α sachant que $E = 0,16N$.

On donne: $R = 0,5\Omega$, $U_0 = 230\text{V}$ et $I = 10\text{A}$. (2 points).

EXERCICE 3 : ELECTRONIQUE DE COMMANDE (20 points)

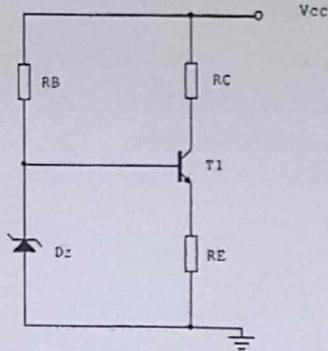
Première partie

Dans le montage suivant, la diode Zéner est supposée idéale ($V_Z = 5,6\text{V}$). Le transistor a les caractéristiques suivantes : $\beta = 100$, $V_{BE} = 0,6\text{V}$, $R_C = 50\Omega$, $R_B = 680\Omega$, $R_E = 100\Omega$, $V_{CC} = 12\text{V}$.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

PAGE 2/5

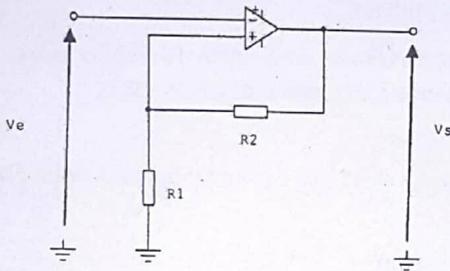
SA



- 1) Calculez la tension V_{RE} et le courant I_E .
- 2) Calculez les courants I_B et I_C .
- 3) Calculez le courant I_Z et la puissance P_Z dissipée par la diode Zéner.
- 4) Calculez la tension V_{CE} et P_T la puissance dissipée par le transistor.

Deuxième partie

Dans le montage suivant, l'AOP est considéré idéal et est alimenté par $+V_{CC} = +V_{sat} = +15\text{ V}$ et $-V_{CC} = -V_{sat} = -15\text{ V}$. On donne $R_1 = 3.3\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 2.2\text{ k}\Omega$.

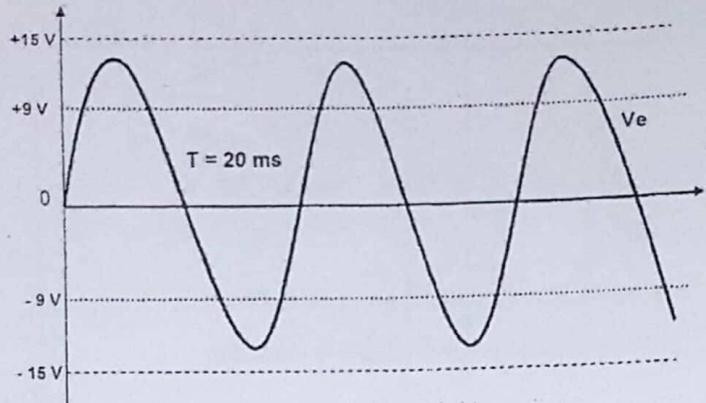


COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

- 1) Donnez le nom du montage et son régime de fonctionnement.
- 2) Donnez l'expression de la tension différentielle V_d .
- 3) Exprimez la tension V^* .
- 4) Déduire les deux seuils de basculement : V_{B1} et V_{H1} ($V_{B1} < V_{H1}$).
- 5) Tracez la caractéristique de transfert $V_s = f(V_e)$ en plaçant V_{B1} et V_{H1} .
- 6) Calculez la largeur et le centre du cycle d'hystérésis.
- 7) En se référant à la figure sur le document réponse 1, page 4/5, représentez la courbe de sortie en prenant soins de mentionner les tensions seuils.

13

Document réponse 1



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

EXERCICE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

On étudie la régulation de température d'un appareil de chauffage.

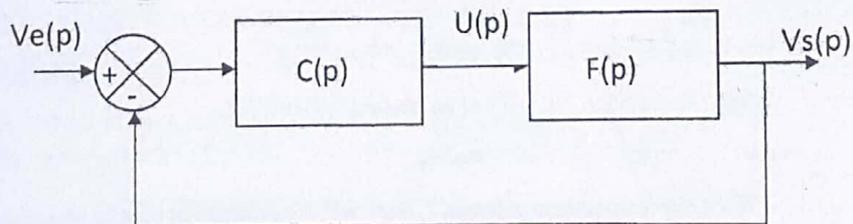
Des mesures ont permis d'estimer que l'appareil se comporte comme un système du premier ordre, ayant à son entrée $U(p)$ et sa sortie $V_s(p)$, dont les paramètres sont : gain statique $G = 0,8$ et constante de temps $T = 4s$.

$U(P)$ est la tension qui alimente l'appareil et $V_s(P)$ est la tension délivrée par un capteur qui mesure la température à l'intérieur de l'appareil.

1) Ecrire la fonction de transfert de l'appareil $F(p) = \frac{V_s(p)}{U(p)}$

On insère l'appareil dans la boucle de régulation ci-dessous où $C(p)$ est un correcteur.

On fait les choix de performance suivant : l'erreur indicielle $\epsilon_0 < 0,2$, $t_{r5\%} < 2s$.



2) Dans un premier temps il n'ya pas de correcteur ($C(p) = 1$). calculer :

- 2-1 La fonction de transfert en boucle ouverte du système $T(p)$.
- 2-2 La fonction de transfert en boucle fermée du système $G(p)$.
- 2-3 Le temps de réponse $t_{r5\%}$.
- 2-4 L'erreur statique ϵ_0 de la réponse indicielle.

21

- 2-5 Conclure par rapport aux choix de performance exprimés.
- 3) On choisit maintenant le correcteur $C(p) = \frac{A(1+4p)}{1+p}$.
- 3-1 Identifier ce correcteur.
 - 3-2 calculer les nouvelles expressions de $T(p)$ et $G(p)$ qu'on notera $T'(p)$ et $G'(p)$.
 - 3-3 calculer la valeur de A pour satisfaire les choix de performance.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

PAGE 5/5

14

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2014

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

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

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

15

PAGE 0/8

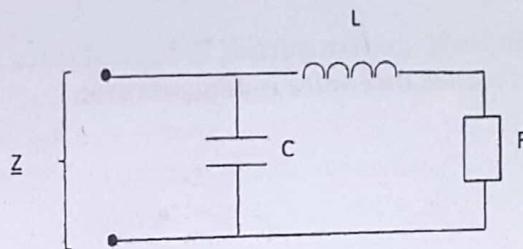
PARTIE 1 : ELECTROTECHNIQUE (80 points)

Circuits monophasé et triphasé, transformateur triphasé

1. Première partie : Etude d'un circuit monophasé

Soit le circuit monophasé ci-dessous en régime sinusoïdal de pulsation ω . On donne $R=10\Omega$,

$L\omega = 10\Omega$



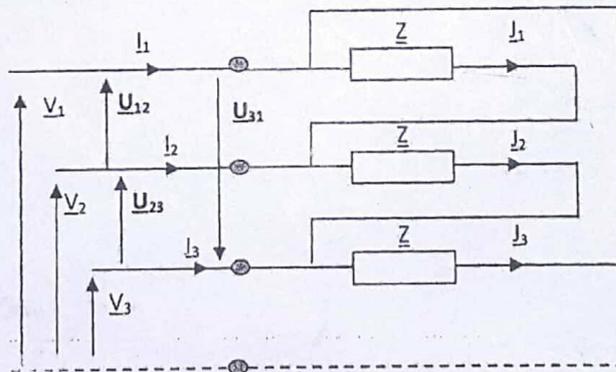
1.1 On choisit la capacité C telle que $C\omega = 1/5\Omega$

1.1.1 Déterminer l'expression numérique de l'impédance équivalente \underline{Z} sous la forme module, argument.

1.1.2 Quelle est la nature (résistif, inductif, capacitif) du circuit équivalent?

2. Deuxième partie : Etude d'une charge triphasée

Dans la suite, on suppose que l'on dispose de 2 autres circuits monophasés identiques à celui étudié dans la première partie. La capacité C est choisie de telle sorte que l'impédance équivalente \underline{Z} d'un circuit monophasé est égale à $\underline{Z} = 12,8 + j \times 9,6 (\Omega)$. On forme à partir des 3 circuits, une charge triphasée que l'on couple en triangle selon le schéma ci-dessous.



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

Handwritten mark: a circle containing the number 11/8.

Handwritten mark: 11/8

Alimentée sous un système de tensions triphasées équilibrées (V_1, V_2, V_3), la charge triphasée absorbe une puissance active de 6000 W.

- 2.1 Déterminer la valeur I du courant dans une branche de la charge
- 2.2 Quelle est la valeur de la tension simple V d'alimentation de la charge ?
- 2.3 Quelle est la puissance réactive consommée par la charge ?
- 2.4 Déterminer le déphasage θ du courant de ligne I_1 par rapport à la tension U_{12} si le système d'alimentation est direct.

3. Troisième partie : Etude du transformateur triphasé.

La charge triphasée précédente d'impédance $Z = 12,8 + j \times 9,6$ (Ω) par branche toujours couplée en triangle, est alimentée par un transformateur triphasé Dy dont les pertes joule à vide sont supposées négligeables. Le rendement du transformateur est égal à 92%.

Le rapport de transformation colonne du transformateur est $m_c = 0.305$ et son rapport colonne X_{sc}/R_{sc} , (réactance sur résistance totales ramenées au secondaire), est égal à 1,5. Le transformateur débite dans la charge un courant secondaire de ligne de 21,65 A pour une chute de tension simple totale ramenée au secondaire égale à 6,53V.

- 3.1 Déterminer la tension composée aux bornes d'une branche de la charge
- 3.2 Calculer la puissance utile par colonne du transformateur
- 3.3 Déterminer les valeurs de R_{sc} , X_{sc} et Z_{sc} du triangle de Kapp du transformateur
- 3.4 Calculer les pertes Joule dissipées au niveau d'une colonne
- 3.5 Calculer les pertes fer par colonne du transformateur
- 3.6 Pour l'essai en court-circuit du transformateur, réalisé à $I_{2cc} = 21,65$ A, déterminer les valeurs des grandeurs suivantes :
 - 3.6.1 La tension entre phases U_{1cc}
 - 3.6.2 Le courant de ligne primaire I_{1cc}
 - 3.6.3 La puissance totale P_{1cc} consommée par le transformateur
- 3.7 Pour l'essai à vide réalisé à la même tension d'alimentation que le fonctionnement en charge, déterminer les valeurs des grandeurs suivantes si le facteur de puissance à vide est égal à 0,1 :
 - 3.7.1 La tension simple V_{10}
 - 3.7.2 La puissance totale P_{10} consommée par le transformateur.
 - 3.7.3 Le courant de ligne primaire I_{10}

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

PARTIE 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

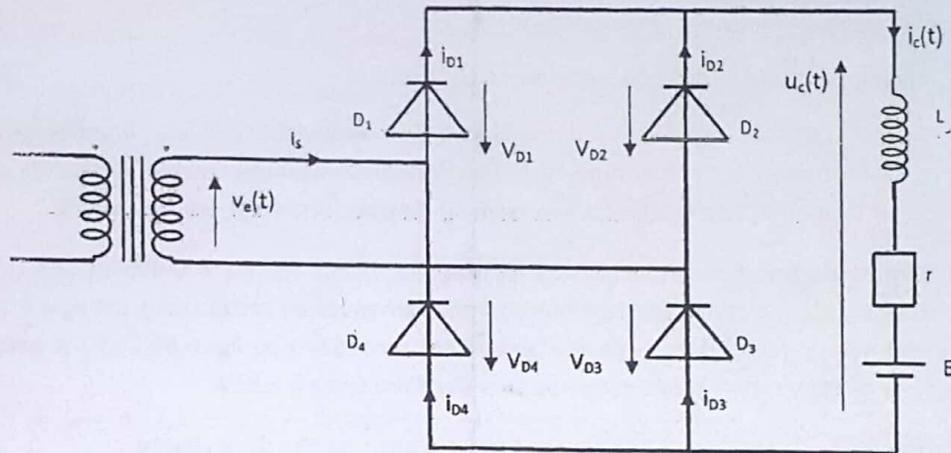
Le pont de graëtz de la figure ci-dessous est alimenté en monophasé par une tension sinusoïdale $v(t) = V_m \sin \omega t$ de valeur efficace $V = 230V$ et de fréquence $f = 50Hz$. La charge est un moteur à courant continu dont la f.c.é.m E est liée à la fréquence de rotation ($E = kN$ avec

16

2/8

N en tr/min). La v.t. $E = \frac{\sqrt{2}}{2} V_m$ pour une vitesse de 1600 tr/min. Le courant est lissé par une bobine B que l'on suppose parfaite. Le moteur présente une résistance interne $r = 1,5\Omega$.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN



2- L'inductance n'est pas suffisamment grande pour que la conduction soit continue dans le moteur. Dans ce cas l'angle de conduction d'une diode vaut 120° .

2-1- Calculez l'angle d'ouverture du pont. (2points)

2-2- Après avoir déterminé les intervalles de conduction des redresseurs sur une période, représentez les courbes de $u_c(t)$, et $i_c(t)$ (6points).

2- On suppose que l'inductance est suffisamment grande pour que l'intensité i_c du courant dans le moteur puisse être considérée comme constante et égale à sa valeur moyenne. La chute de tension résistive vaut 10% de la valeur moyenne de la tension $u_c(t)$.

Calculez:

2-1- La valeur de l'intensité du courant traversant le moteur. (2points)

2-2- L'intensité efficace du courant I_s au secondaire du transformateur. (2points)

2-3- L'intensité moyenne $I_{D1\text{moy}}$ et efficace I_{D1} du courant de la diode D_1 . (4points)

2-4- La fréquence de rotation N du moteur en tr/min. (2points)

21

3/8

PARTIE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)

Etude des circuits 1 et 2

1 Circuit 1: Les amplificateurs sont supposés idéaux et alimentés en $\pm 15\text{ V}$: leurs tensions de saturation valent donc $V_{\text{sat}} = 15\text{ V}$ ou $-V_{\text{sat}} = -15\text{ V}$

- 1) Précisez la fonction du premier montage (A_1) et déterminez le potentiel de l'entrée positive V_{E+}
- 2) Déterminez les seuils de basculement et tracez le graphe de la relation entre v_2 et v_1 . (v_1 en abscisses).
- 3)
 - 3-1) Précisez la fonction du montage A_2 ;
A $t = 0$, on suppose $v_2 = -V_{\text{sat}}$, $v_1 = 0$. Exprimez v_1 en fonction de V_{sat} , R' , C' et t .
 - 3-2) Pour quelles valeurs de V_{E+} et v_1 , la sortie du montage A_1 passe à $+V_{\text{sat}}$?
 - 3-3) Quelle est alors la date t_1 ?
- 4)
 - 4-1) Pour $t \geq t_1$ exprimez de nouveau $v_1(t)$
 - 4-2) Pour quelle valeur de v_1 la tension v_2 change-t-elle de valeur ? En déduire la nouvelle date t_2 .
- 5) Représentez l'allure des signaux v_1 et v_2 en fonction du temps sur une période dans le même repère.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

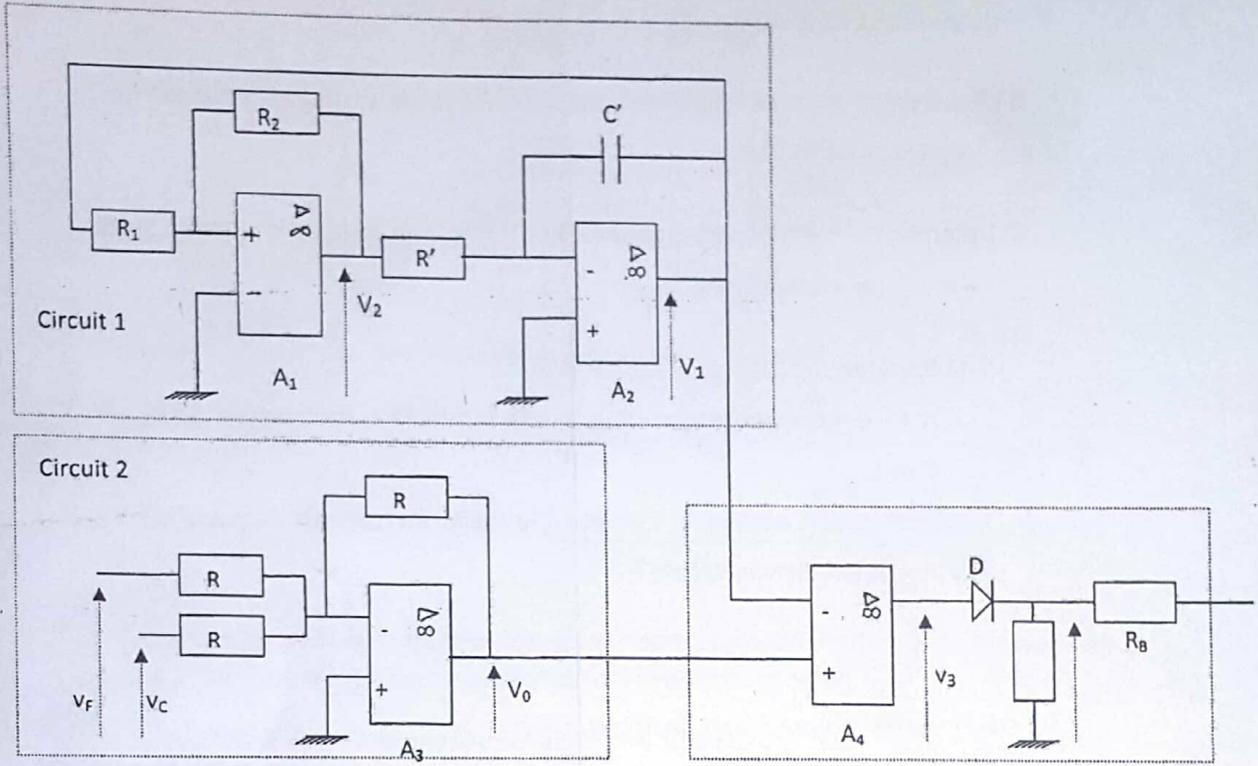
17

4/8

2 Circuit 2 :

V_c est une grandeur de consigne.

Exprimer V_0 en fonction v_c , et v_f

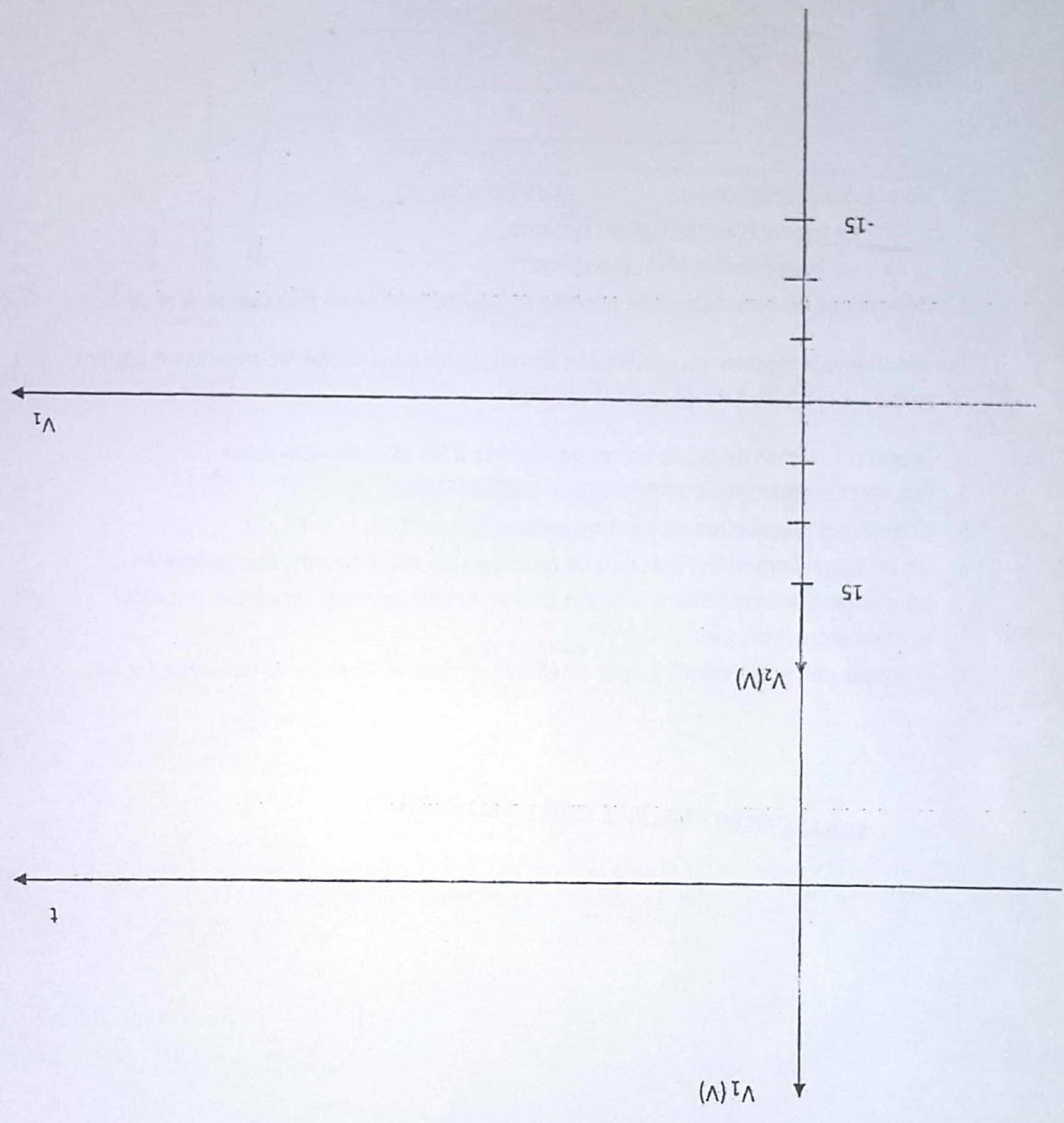


COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

FA

5/8

8/9

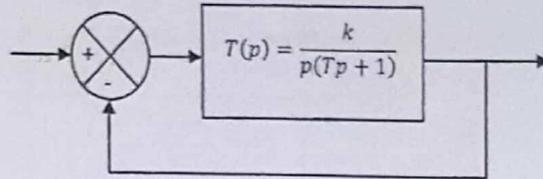


À RENDRE AVEC LA COPIE

18

PARTIE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

On donne le schéma fonctionnel d'un système ci-dessous.



1. Donnez les expressions de la fonction de transfert :
 - a. en boucle ouverte $T(p)$ du système ;
 - b. en boucle fermée $F(p)$ du système.
2. Déterminez les paramètres du système en boucle fermée en fonction de k et de T .

On détermine la réponse du système en boucle fermée à un échelon unité et on obtient la courbe de la figure 1 du document réponse.

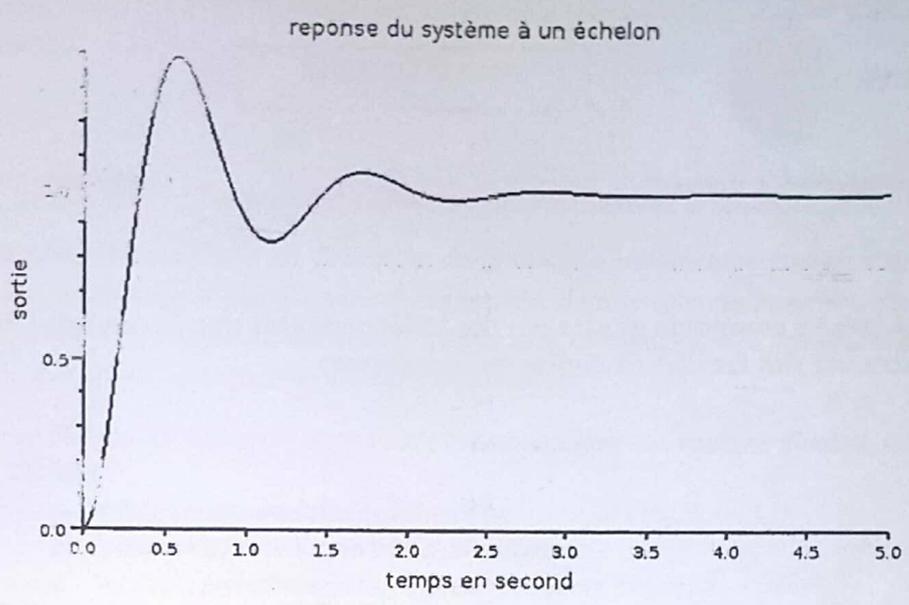
3. Mesurez le temps de pic, le temps de réponse à 5% et le dépassement
4. Calculez les paramètres du système en boucle fermée.
5. Calculez les paramètres du système en boucle ouverte.
6. On envisage de modifier le temps de réponse et le dépassement du système en boucle fermée en modifiant la valeur de k en boucle ouverte. cela est-il possible? Justifier votre réponse.
7. Proposez une autre solution pour améliorer la rapidité du système en boucle fermée.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

81

7/8

DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE.



19

8/8

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2014

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.

01

PAGE 01

PARTIE 1 : ELECTROTECHNIQUE (60 points)

Moteur à courant continu à excitation série

La caractéristique à vide à 1200 tr/mn d'une machine à courant continu peut être modélisée par les équations suivantes (E_0 : force électromotrice à vide en volt, i : courant d'excitation en ampère) :

$$\begin{cases} E_0 = 27i & \text{si } 0 \leq i \leq 4 \\ E_0 = 11i + 64 & \text{si } 4 \leq i \leq 15 \end{cases}$$

1. Quelles sont à 1500 tr/mn les expressions des équations de la caractéristique à vide.

Les résistances de l'induit et de l'inducteur de la machine valent respectivement $0,3\Omega$ et $0,5\Omega$. La réaction magnétique d'induit est négligeable. Dans la suite de l'exercice, seule ne sera considérée que la deuxième équation de la caractéristique à vide (correspondant à $4 \leq i \leq 15$). La machine fonctionne en moteur à excitation série.

2. Le moteur est alimenté sous 230V. Il absorbe alors un courant d'induit de 12A. Calculer :

- a. la force électromotrice de la machine
- b. la vitesse de rotation en tr/mn du moteur
- c. le couple électromagnétique développé par le moteur

3. Le courant d'induit de 12A est maintenu constant.

- a. Quelle est la tension d'alimentation qui permet au moteur de tourner à 1500 tr/mn ?
- b. Calculer alors le rendement du moteur si le couple de pertes mécaniques est de 1,5 Nm.

4. Le moteur est à présent alimenté sous 225V et développe un couple électromagnétique égal à 17,5 Nm. On monte aux bornes de son inducteur une résistance de $0,15\Omega$ traversée par un courant de 20A.

- a. Déterminer la valeur du courant d'excitation
- b. Déterminer la valeur du courant qui traverse l'induit du moteur
- c. Calculer la force électromotrice induite
- d. Quelle est la vitesse de rotation du moteur ?

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

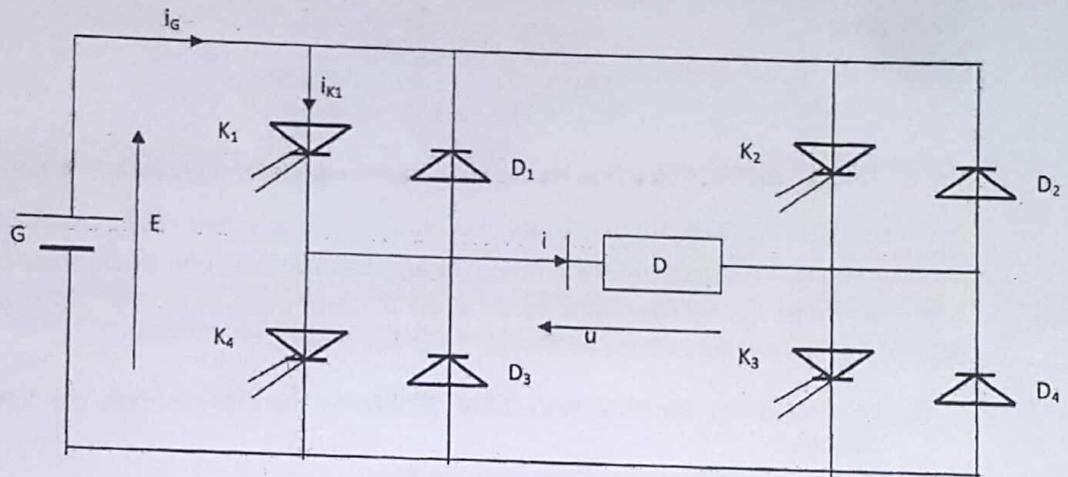
PARTIE 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

Alimentation de secours d'un établissement.

L'onduleur monophasé en pont de la figure ci-dessous est un générateur de secours d'un établissement équivalent à un dipôle D. Il est alimenté par une batterie d'accumulateurs G de force électromotrice $E = 230V$. Le courant absorbé par l'établissement (i) est sinusoïdal de valeur efficace $I = 24A$ et le facteur de puissance de l'installation est de 0,90. Le rendement η

20

de l'onduleur est de 0,80. La commande de l'onduleur est symétrique. Ainsi de 0 à $\frac{T}{2}$ on commande K1 et K3 et de $\frac{T}{2}$ à T on commande K2 et K4. (Les interrupteurs K1, K2, K3 et K4 sont parfaits).



- 1- Sachant que le dipôle D est inductif dessinez les allures du courant i et de la tension u sur deux périodes et sur le même graphe puis indiquez-y les interrupteurs qui sont passants. (6points)
- 2- Calculez la valeur efficace U de u . (4points)
- 3- Quelle est la valeur de la puissance moyenne fournie par la batterie? (3points)
- 4- Calculez la valeur moyenne $i_{G\text{moy}}$ du courant i_G débité par la batterie. (4points)
- 5- L'installation de secours fonctionne pendant cinq heures. Quelle doit être la capacité de la batterie d'accumulateurs pour que l'installation de secours fonctionne sans interruption ? (3points)

PARTIE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)

Capteur de température

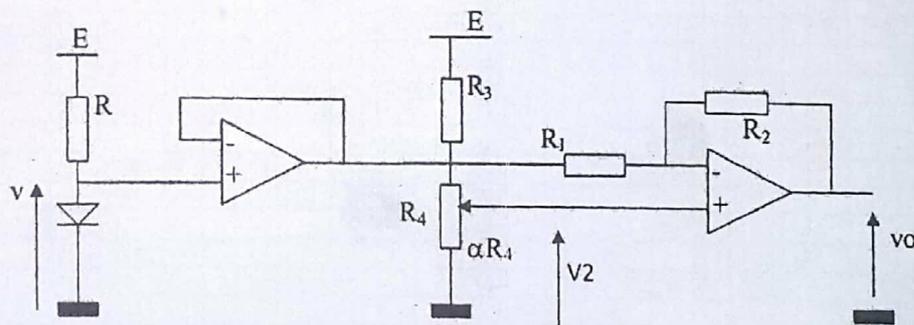
La tension v_2 est obtenue par un diviseur de tension conformément au montage de la figure ci-dessous, où E est une tension stabilisée et αR_4 est la fraction de R_4 donnant v_2 ; α étant un réel positif inférieur à 1.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

22

2/15

- 1- Exprimez v_2 en fonction de E , R_3 , R_4 et α . Soit v la tension aux bornes d'une diode au silicium polarisée en direct conformément au montage de la figure ci-dessous ; on admet que la sensibilité thermique $S = dv/dT$ de la diode est constante sur la plage de température $T \in [T_m, T_M]$.
- 2- Sachant que $v = V_1$ à $T = T_0$ telle que $T_m \leq T_0 \leq T_M$, montrez que $v = aT + b$, où a et b sont des constantes. Exprimez les constantes a et b .
- 3- Etude du montage entier.
 - 3-1- De l'étude précédente, établissez l'expression de v_0 en fonction de v , E , α et des diverses résistances.
 - 3-2- En déduisez l'expression de v_0 en fonction de la température T
 - 3-3- Déterminez α pour que v_0 soit nulle à $T = 0^\circ\text{C}$.
 - 3-4- En déduisez la condition que doivent satisfaire V_1 , S et T_0 pour répondre à l'exigence de la question 3-3.
- 4- Sachant que $S = -2,5 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ et $V_1 = 0,65\text{V}$ à $T_0 = 25^\circ\text{C}$, d'une part, et en se plaçant sous l'hypothèse de variation linéaire en fonction de la température (question 3-3), d'autre part,
 - 4-1- Vérifiez la satisfaction de la condition 3-4
 - 4-2- Déterminez le rapport R_2/R_1 pour que 1°C corresponde à 10mV .
 - 4-3- En déduisez alors la condition que doivent vérifier R_3 et R_4 pour la réalisation de ce montage.



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

21

PARTIE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

On réalise le bouclage à retour unitaire d'un système dont la fonction de transfert en boucle ouverte est

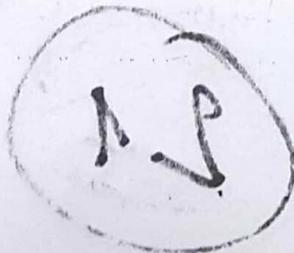
$$T(p) = \frac{k}{p(0,3p+1)}$$

1. Représenter le diagramme fonctionnel du système en boucle fermée obtenu.
2. Déterminer sa fonction de transfert et ses paramètres en fonction de k .
3. Déterminez la condition sur k pour que le système en boucle fermée soit oscillant.
4. Peut-on modifier le temps de réponse du système en boucle fermée en modifiant la valeur de k ?
5. Pour rendre le système en boucle fermée plus rapide, on lui associe un correcteur dont la fonction de transfert est ci-dessous :

$$c(p) = \frac{10p + 1}{0,01p + 1}$$

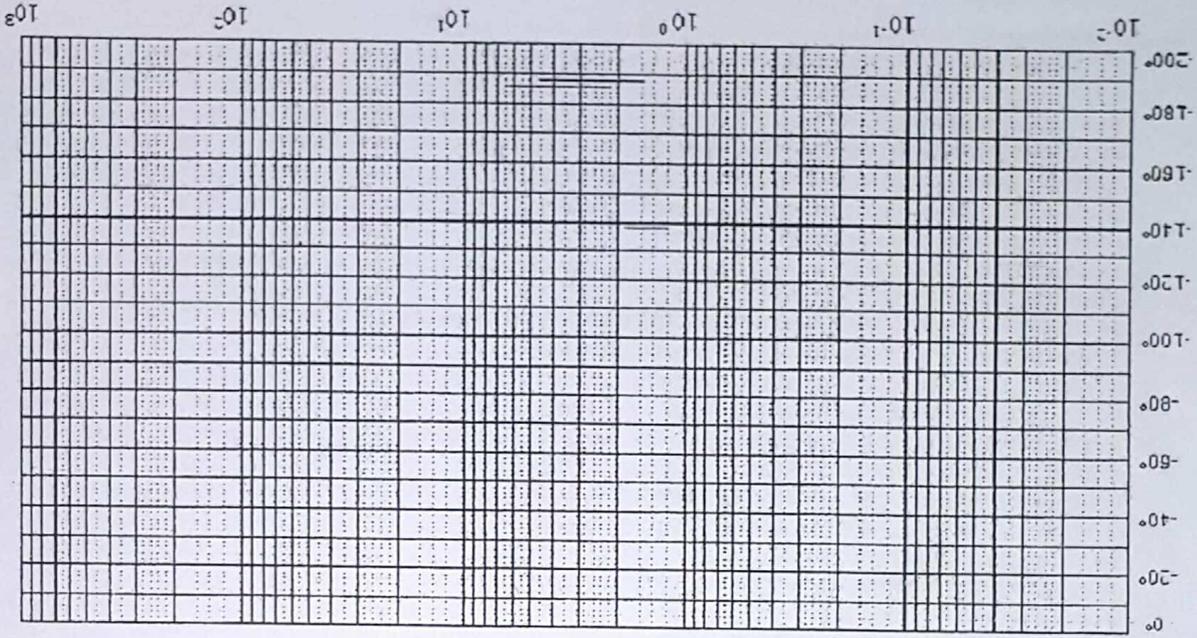
6. Identifier le type de correcteur
7. Tracez le diagramme de BODE du correcteur pour $k=1$ sur la feuille en annexe.
8. On estime que la réponse du système en boucle fermée est convenable si la marge de phase est égale à 40° quelle doit être la valeur de k ?

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

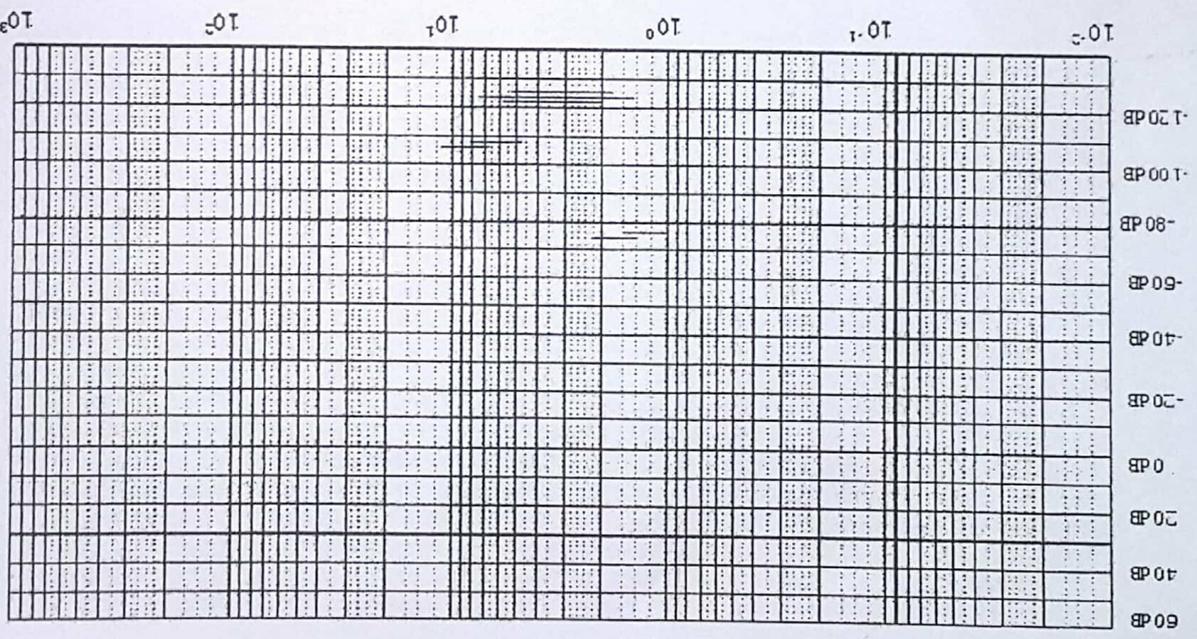


4/15

5/5



Courbe des phases



Courbe des gains

DOCUMENT REPONSE D'AUTOMATIQUE.

22

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2013

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

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

23

PAGE 0/7

PARTIE 1 : Electrotechnique (60 points)

MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

On néglige le courant magnétisant, les pertes fer, les pertes joules statoriques et les pertes mécaniques.

Soit un moteur asynchrone triphasé 231/400 V, 50Hz alimenté par un réseau triphasé 4 fils 231/400 V, 50Hz.

On désigne par :

- $l_1\omega$: la réactance totale de fuite ramenée au stator,
- R'_2 : la résistance rotorique ramenée au stator,
- g : le glissement du moteur,

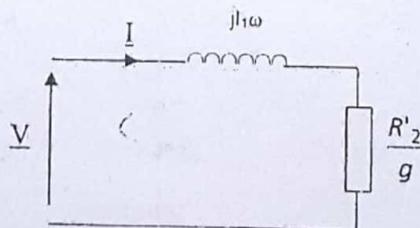
1. Détermination des paramètres du point de fonctionnement nominal (20 pts)

Sous les hypothèses précédentes, lorsque le moteur fournit sa puissance nominale sous sa tension d'alimentation, on relève : Courant de ligne: 66,32A; Facteur de puissance : 0,994; Vitesse de rotation : 2955 tr/mn.

- 1-1 Quel est le couplage des enroulements statoriques du moteur ? (2 pts)
- 1-2 Déterminer le nombre de pôles du moteur (3 pts)
- 1-3 Calculer la valeur du glissement nominal (3 pts)
- 1-4 Déterminer les pertes joules rotoriques (3 pts)
- 1-5 Calculer le couple développé par le moteur à son point de fonctionnement nominal (3 pts)
- 1-6 Déterminer le rendement nominal du moteur (3 pts)
- 1-7 Quelle est parmi les valeurs normalisées suivantes la puissance nominale du moteur : 15 kW ; 22 kW ; 37 kW ; 45 kW ; 55 kW et 75 kW ? (3 pts)

2. Etude analytique de la machine (20 pts)

Le schéma électrique monophasé équivalent ci-dessous, est celui du moteur ramené au stator sous les hypothèses d'étude :



En fonction des éléments du schéma,

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

- 2-1 Donner l'expression complexe du courant \underline{I} absorbé par le moteur. (4 pts)
- 2-2 En déduire l'expression de I^2 , le carré du module de \underline{I} . (4 pts)
- 2-3 Donner l'expression de la puissance électromagnétique totale P_{em} transmise au rotor du moteur triphasé. (4 pts)
- 2-4 Quelle est l'expression des pertes joules rotoriques du moteur ? (4 pts)
- 2-5 Donner l'expression du couple C développé par le moteur. (4 pts)

3. Détermination des paramètres de quelques points particuliers de fonctionnement (20 pts)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

On donne : $R'_2=51,935 \text{ m}\Omega$ et $l_1\omega=380 \text{ m}\Omega$.

- 3-1 A quels points (phase de fonctionnement) correspondent les glissements $g=0+$ et $g=1$? (2 pts)
- 3-2 A quel couple correspond le glissement $g=g'=R'_2/l_1\omega$? Calculer la valeur de g' . (2 pts)
- 3-3 Pour les différentes valeurs du glissement du tableau ci-dessous, déterminer les valeurs des autres paramètres. (Les valeurs des cases portant le signe « x » ne seront pas déterminées). (4 pts)

Glissement	$g(\%)$	$0+$	g'	100	∞
Résistance ramenée au stator	$R'_2/g (\Omega)$				
Courant de ligne	$I (A)$				
Puissance électromagnétique	$P_{em} (W)$	x			x
Couple	$C (Nm)$	x			x
Pertes joules rotoriques	$p_{JR} (W)$	x			x

- 3-4 Calculer les rapports :
 - 3-4.1 Courant démarrage/courant nominal (2 pts)
 - 3-4.2 Couple démarrage/couple nominal (2 pts)
 - 3-4.3 Couple maximal/couple nominal (2 pts)
- 3-5 Dans la perspective d'un tracé du diagramme du cercle, indiquer :
 - 3-5.1 La position du point de fonctionnement à vide (2 pts)
 - 3-5.2 La position du centre du cercle (2 pts)
 - 3-5.3 En ampère, le module du rayon du cercle (2 pts)

24

- 2-1 Donner l'expression complexe du courant I absorbé par le moteur. (4 pts)
- 2-2 En déduire l'expression de I^2 , le carré du module de I . (4 pts)
- 2-3 Donner l'expression de la puissance électromagnétique totale P_{em} transmise au rotor du moteur triphasé. (4 pts)
- 2-4 Quelle est l'expression des pertes joules rotoriques du moteur ? (4 pts)
- 2-5 Donner l'expression du couple C développé par le moteur. (4 pts)

3. Détermination des paramètres de quelques points particuliers de fonctionnement (20 pts)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

On donne : $R'_2=51,935 \text{ m}\Omega$ et $l_1\omega=380 \text{ m}\Omega$.

- 3-1 A quels points (phase de fonctionnement) correspondent les glissements $g=0+$ et $g=1$? (2 pts)
- 3-2 A quel couple correspond le glissement $g=g'=R'_2/l_1\omega$? Calculer la valeur de g' . (2 pts)
- 3-3 Pour les différentes valeurs du glissement du tableau ci-dessous, déterminer les valeurs des autres paramètres. (Les valeurs des cases portant le signe « x » ne seront pas déterminées). (4 pts)

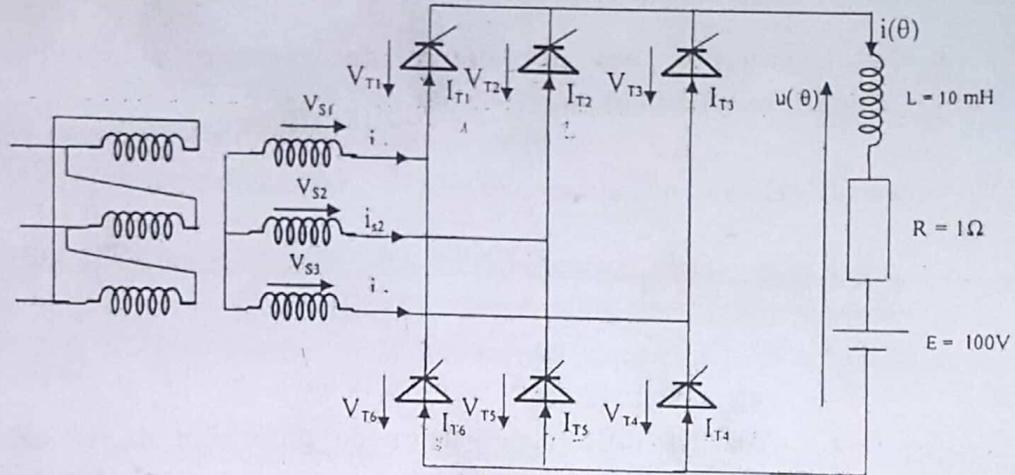
Glissement	$g(\%)$	$0+$	g'	100	∞
Résistance ramenée au stator	$R'_2/g (\Omega)$				
Courant de ligne	$I (A)$				
Puissance électromagnétique	$P_{em} (W)$	x			x
Couple	$C (Nm)$	x			x
Pertes joules rotoriques	$p_{JR} (W)$	x			x

- 3-4 Calculer les rapports :
 - 3-4.1 Courant démarrage/courant nominal (2 pts)
 - 3-4.2 Couple démarrage/couple nominal (2 pts)
 - 3-4.3 Couple maximal/couple nominal (2 pts)
- 3-5 Dans la perspective d'un tracé du diagramme du cercle, indiquer :
 - 3-5.1 La position du point de fonctionnement à vide (2 pts)
 - 3-5.2 La position du centre du cercle (2 pts)
 - 3-5.3 En ampère, le module du rayon du cercle (2 pts)

24

PARTIE 2 : Electronique de puissance (20 points)

Un pont PD3 entièrement commandé, (figure ci-dessous) est relié au réseau triphasé 220V/380V-50Hz par l'intermédiaire d'un transformateur Dy de rapport de transformation global égal à l'unité. Le courant dans la charge est parfaitement lissé et égal à sa valeur moyenne.
 L'angle de retard à l'amorçage par rapport à la commutation naturelle est noté α . et vaut 60° .



- 1-Déterminez le rapport de transformation colonne du transformateur triphasé puis calculez la valeur efficace des tensions simples au secondaire du transformateur triphasé. (4 pts)
- 2-On suppose que les tensions simples au secondaire du transformateur triphasé forment un système triphasé équilibré direct tel que

$$v_{s1} = 220\sqrt{2}\sin(\omega t)$$

$$v_{s2} = 220\sqrt{2}\sin(\omega t - 2\pi/3)$$

$$v_{s3} = 220\sqrt{2}\sin(\omega t - 4\pi/3)$$

Dessinez la forme d'onde de la tension redressée $u(\theta)$, après avoir rempli le tableau de conduction du document annexe page 4/7. (6 pts)

- 3-Calculer;
 - 3-1-La valeur moyenne de la tension redressée et sa fréquence. (2 pts)
 - 3-2-La valeur moyenne (I_{moy}) du courant $i(\theta)$ dans la charge. (2 pts)
 - 3-3-Les valeurs moyenne et efficace du courant traversant chaque thyristor. (2 pts)
 - 3-4-La puissance reçue par la charge. (1 pts)
 - 3-5-La puissance apparente au secondaire du transformateur puis en déduire le facteur de puissance. (3 pts)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

PAGE 3/7

$\omega t \rightarrow \theta$
 $t = \frac{\theta}{\omega}$

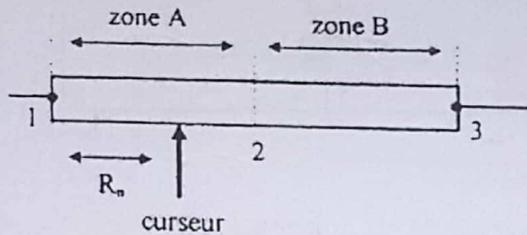
PARTIE 3 : Electronique analogique (20 points)

SYSTEME DE CONTROLE DU NIVEAU D'UN LIQUIDE DANS UNE CUVE.

On désire connaître à tout instant la hauteur d'un liquide dans une cuve. Pour cela un flotteur maintenu à la surface du liquide est rendu solidaire par câble et poulies d'un potentiomètre résistif circulaire qui délivre un signal électrique correspondant au niveau.

Description du potentiomètre résistif circulaire.

Il peut être modélisé par le schéma suivant :



P représente la résistance totale du potentiomètre résistif circulaire.

R_n correspond à la résistance comprise entre la position du curseur et le point 1 donc $0 \leq R_n \leq P$.

La position 2 correspond au niveau moyen, on a alors $R_n = R_0 = P / 2$.

Dans la zone A, le flotteur se trouve au dessus du niveau moyen.

Alors : $R_n = R_0 - \alpha R_0$ où $0 \leq \alpha \leq 1$

Dans la zone B, le flotteur se trouve au dessous du niveau moyen.

Alors : $R_n = R_0 + \alpha R_0$ où $0 \leq \alpha \leq 1$

Dans ce problème les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits. Ils sont alimentés par une source symétrique + 15 V, - 15 V ; leurs tensions de saturation sont : $+V_{sat} = +14V$, $-V_{sat} = -14V$.

Toutes les diodes utilisées sont considérées comme parfaites : tension nulle lorsque la diode est passante et courant nul lorsque la diode est bloquée.

Notre étude portera sur le montage différentiel ci-dessous faisant partie du système.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

25

PAGE 5/7

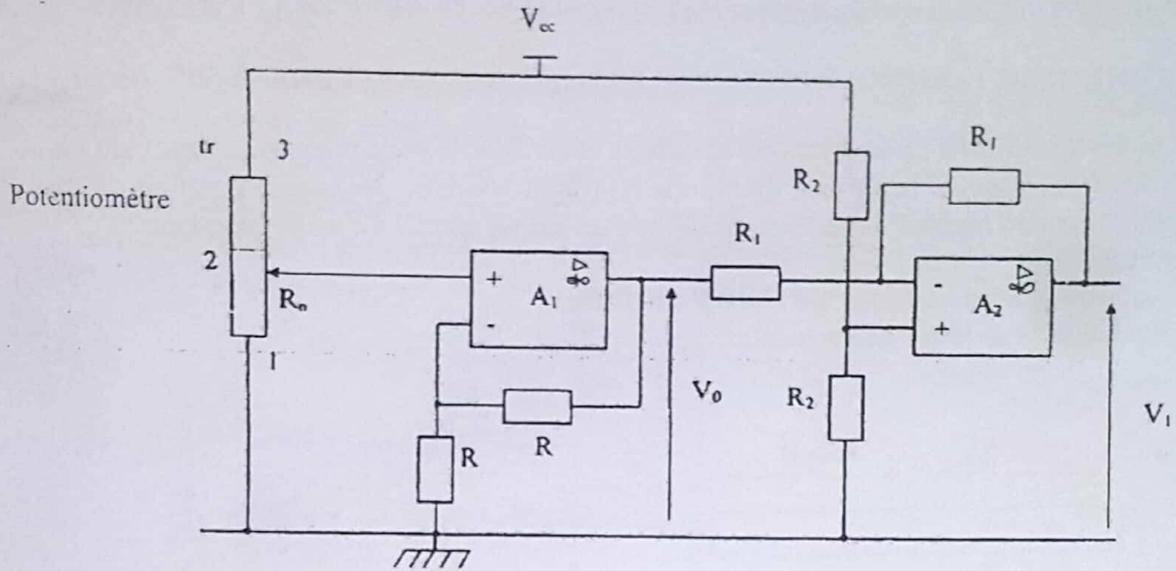


figure 1

On donne $V_{cc} = 15 \text{ V}$ et $P = 2R_0$.

1 Etude de l'amplificateur A1. (5pts)

- 1.1 Quelle relation existe-t-il entre V_+ et V_- ? Pourquoi ?
- 1.2 Exprimer alors V_0 en fonction de R_n , P et V_{cc} .

2 Etude de l'amplificateur A2. (5pts)

- 2.1 Exprimer le potentiel de l'entrée inverseuse V_- en fonction de V_0 et de V_1
- 2.2 En déduire V_1 en fonction de V_{cc} et V_0 .

3 Montage total. (10pts)

- 3.1 Exprimer V_1 en fonction de R_n , P et V_{cc} .
- 3.2 Donner l'expression de V_1 , en fonction de V_{cc} et de α , lorsque le niveau du liquide monte au dessus du niveau moyen. Quel est alors le signe de V_1 ?
- 3.3 Donner l'expression de V_1 , en fonction de V_{cc} et de α , lorsque le niveau du liquide baisse par rapport au niveau moyen. Quel est alors le signe de V_1 ?
- 3.4 Sachant que $R_0 = 20 \text{ k}\Omega$, calculer α pour que $V_1 = 10 \text{ V}$. En déduire R_n dans ce cas. Quelle est la valeur de R_n pour $V_1 = -10 \text{ V}$?

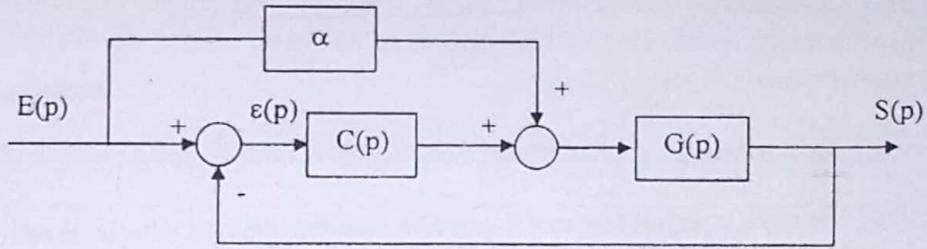
COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN



PARTIE 4 : Automatique (20 points)

Soit un système de fonction de transfert : $G(p) = \frac{4}{8p^3 + 4p^2 + 2p + 2}$

1. En utilisant le critère de Routh, étudier la stabilité du système.
 Pour améliorer les performances du système étudié, on l'asservit comme ci-dessous représenté (avec $\alpha > 0$) :



2. Donner l'expression de $H(p) = S(p)/E(p)$ en fonction de α , $C(p)$ et $G(p)$
3. Donner l'expression de $V(p) = \epsilon(p)/E(p)$ en fonction de α , $C(p)$ et $G(p)$
4. On donne : $C(p) = K(1 + 4p)$ avec $K > 0$.
 - a. Quel est le type de correction réalisé par $C(p)$?
 - b. En utilisant le critère de Routh, déterminer les valeurs de K pour lesquelles le système asservi est stable
 - c. Quelle relation doit exister entre α et K pour que l'erreur statique de position du système asservi soit nulle

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

26

PAGE 7/7

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2013

FILIÈRE INDUSTRIELLE : MAINTENANCE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION

ÉPREUVE :

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.

25

PAGE 0/6

PARTIE 1 : Electrotechnique (40 points) BTS 2013/MSP

ALTERNATEUR TRIPHASE

Nota Bene : Le tracé de la caractéristique à vide n'est pas nécessaire pour la résolution de l'exercice.

Pour son alimentation électrique, une unité de production non desservie par le réseau électrique national, dispose d'un générateur synchrone (alternateur) triphasé, couplé en étoile, dont les caractéristiques relevées à vitesse nominale ont donné :

- Essai à vide : (E_0 : Force électromotrice par phase ; J_e : courant d'excitation)

E_0 (V)	0	67,5	101	143	159	182	205	240	255
J_e (A)	0	9	14	22	26	34	46	70	85

- Essai en court-circuit : $J_e = 5$ A ; $I_{cc} = 145$ A

On admet que l'unité de production absorbe une puissance active de 80 kW et une puissance réactive de 60 kVAR. L'alternateur est entraîné à sa vitesse nominale et délivre constamment une tension de 400V entre phases, 50Hz. La résistance d'induit ainsi que les chutes de tension dans les câbles reliant l'alternateur à l'unité de production sont négligeables.

On admet les hypothèses de Behn-Eschenburg.

1. Déterminer la réactance synchrone de l'alternateur (6 pts)
2. Quel est le courant débité par l'alternateur ? (6 pts)
3. Quelle est la force électromotrice induite aux bornes d'un enroulement de l'alternateur ? (6 pts)
4. Quel est le courant d'excitation de l'alternateur ? (6 pts)
5. Afin d'améliorer le facteur de puissance et réduire par conséquent le courant consommé par l'unité de production, l'électricien installe à ses bornes d'entrée, 3 condensateurs montés en étoile de 820 μ F chacun. Calculer les nouvelles valeurs :
 - a. Du courant débité par l'alternateur (6 pts)
 - b. De la force électromotrice induite (5 pts)
 - c. Du courant d'excitation. (5 pts)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

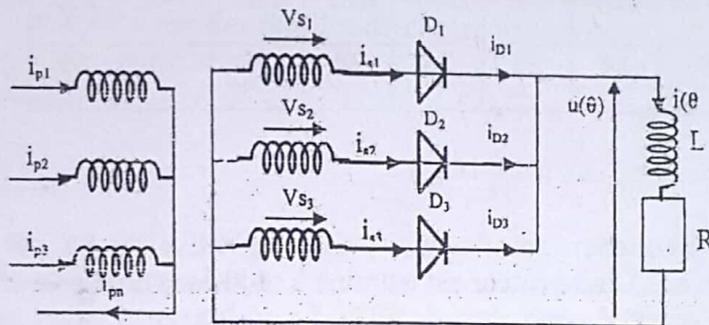
27

PAGE 1/6

* **PARTIE 2 : Electronique de puissance (20 points)** *BTS 2013/MSP*

On utilise le transformateur triphasé du montage de la figure ci-dessous pour isoler un montage redresseur et sa charge du réseau triphasé d'alimentation. On suppose égaux les nombres n_1 et n_2 de spires des enroulements primaires et secondaires. Le transformateur et les redresseurs sont considérés comme parfaits. Le transformateur est alimenté par un réseau triphasé équilibré 220V/380V – 50Hz

Le récepteur alimenté par la tension redressée $u(\theta)$ est supposé suffisamment inductif pour qu'on puisse confondre la valeur instantanée de $i(\theta)$ de l'intensité du courant qui la traverse avec sa valeur moyenne I .



$$\begin{aligned} V_{s1} &= V_m \sin(\omega t) \\ V_{s2} &= V_m \sin(\omega t - 2\pi/3) \\ V_{s3} &= V_m \sin(\omega t - 4\pi/3) \\ R &= 10\Omega \end{aligned}$$

1- Après avoir indiqué les intervalles de conduction des diodes et les expressions de $u(\theta)$ (la tension aux bornes de la charge) et de V_{D3} (la tension aux bornes de la diode D_3), tracez sur la feuille du document annexe leurs formes d'ondes. (6 pts)

2- Calculez :

- 2-1- Les valeurs moyenne et efficace de la tension aux bornes de la charge $u(\theta)$ (4 pts)
- 2-2- La valeur efficace du courant au secondaire du transformateur. (3 pts)
- 2-3- La puissance reçue par la charge et la puissance apparente au secondaire du transformateur. (4 pts)
- 2-4- Le facteur de puissance au secondaire du transformateur. (3 pts)

NB: Le document annexe est à rendre avec la copie.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

fs

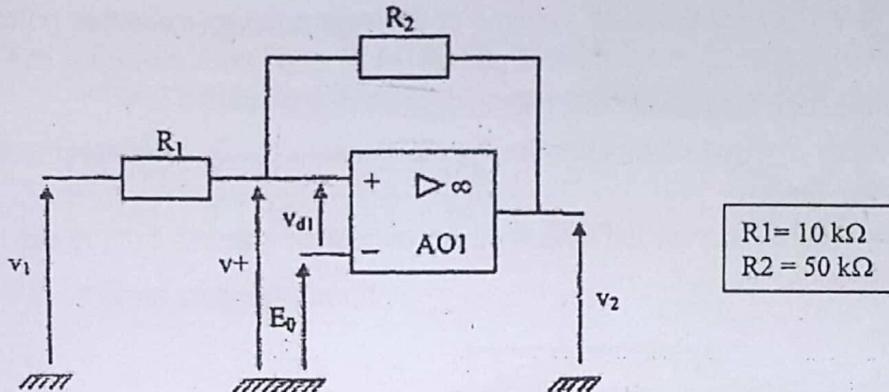
PARTIE 3 : Electronique analogique (20 points)

COMPARATEUR A DEUX SEUILS

Dans ce problème l'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait. Il est alimenté par une source symétrique + 15 V, - 15 V ; ses tensions de saturation sont :

$$+V_{sat} = +14V, \quad -V_{sat} = -14V.$$

V_1 est une tension variable en fonction du temps. E_0 est une tension continue de valeur 2,5 V.



1. Ce comparateur est-il inverseur ou non inverseur? Justifier la réponse. (3pts)
2. Pourquoi la tension de sortie V_2 ne peut prendre que les deux valeurs -14 V et $+14 \text{ V}$? (2pts)
3. Quelle est la valeur de la tension V_{dl} qui produit le basculement de la tension V_2 ? (2pts)
4. Exprimer la tension v^+ en fonction des tensions V_1 , V_2 et des résistances R_1 , R_2 . (2pts)
5. En déduire l'expression de la tension V_{dl} en fonction des tensions V_1 , V_2 , E_0 et des résistances R_1 , R_2 . (2pts)
6. Au moment du basculement de la tension V_2 , exprimer la tension V_1 en fonction des tensions E_0 , V_2 et des résistances R_1 , R_2 . (2pts)
7. Compte tenu des deux valeurs possibles de la tension V_2 , calculer les deux tensions de seuil du montage, notées V_{IB} et V_{IH} avec $V_{IB} < V_{IH}$. Donner leur valeur numérique. (4pts)
8. On fixe : $V_{IB} = 0 \text{ V}$ et $V_{IH} = 6 \text{ V}$. Tracer la caractéristique de transfert $V_2 = f(V_1)$ du comparateur sur le document réponse lorsque la tension V_1 est comprise entre -10 V et $+10 \text{ V}$. Indiquer le sens du basculement de V_2 lorsque V_1 passe par chacun des seuils V_{IB} ou V_{IH} . (3pts)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

28

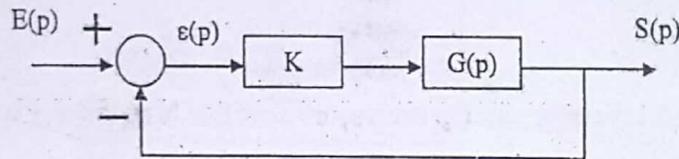
PAGE 4/6

PARTIE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

L'entrée $e(t)$ et la sortie $s(t)$ d'un système sont régies par l'équation différentielle :

$$\frac{d^3 s(t)}{dt^3} + 7 \frac{d^2 s(t)}{dt^2} + 15 \frac{ds(t)}{dt} + 9s(t) = 3e(t)$$

1. Déterminer la fonction de transfert $G(p)$ du système (les conditions initiales étant supposées nulles). (2pts)
2. Montrer que -1 est un des pôles du système et déterminer le ou les autres pôles. (3pts)
3. Ce système de fonction de transfert $G(p)$ est-il stable ? (3pts)
4. Déterminer l'erreur statique de position lorsque le système étudié est asservi avec un retour unitaire. (2pts)
5. Pour améliorer cette erreur, on fait intervenir un correcteur comme indiqué sur le schéma ci-dessous ($K > 0$).



- a. Quel type de correction a-t-on réalisé ? (2pts)
- b. Déterminer K pour que l'erreur statique de position du système asservi soit égale à 5%. (2pts)
- c. Déterminer les valeurs de K pour lesquelles le système asservi reste stable. (2pts)
- d. Quel est l'effet de la correction sur la précision et la stabilité du système ? (3pts)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

PTS 2012 / ELT

PARTIE I : ELECTROTECHNIQUE (60 points)

Nota bene : Dans tout le problème, les expressions complexes des grandeurs électriques lorsqu'elles sont demandées, seront données sous la forme module, argument. La tension simple \underline{V}_1 de la phase 1 de l'alternateur sera prise comme référence dans tout le problème. Le tracé de la caractéristique n'est pas nécessaire.

Le relevé des caractéristiques à vitesse nominale d'un alternateur triphasé a donné les résultats suivants :

• Plaque signalétique :

$S = 160 \text{ KVA}$, $U = 1800 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $N = 1500 \text{ tr/mn}$, couplage étoile.

• Essai à vide dont la caractéristique est rectiligne entre 0 et 580V :

$E_0 \text{ (V)}$	0	580	892	1004	1115	1254	1483	Fem phase-neutre à vide
$J_e \text{ (A)}$	0	10	15,5	19,5	25	34,5	52,5	Courant d'excitation

• Essai en court-circuit :

$I_{cc} \text{ (A)}$	16	48
$J_e \text{ (A)}$	3	9

La résistance d'induit est négligée. On adopte le modèle de Behn Eschenburg.

A . Etude de l'alternateur (13 points)

- 1 . Quel est le nombre de pôles de l'alternateur ? (2 points)
- 2 . Quel est son courant nominal ? (2 points)
- 3 . La partie linéaire de la caractéristique à vide est de la forme $E_0 = KxJ_e$. Calculer la valeur du coefficient K. (3 points)
- 4 . Calculer la réactance synchrone X de Behn Eschenburg. (6 points)

B . Fonctionnement en charge de l'alternateur (21 points)

L'alternateur entraîné à 1500 tr/mn, délivre un système triphasé équilibré direct de tensions simples (V_1, V_2, V_3) dont la valeur efficace est la tension simple nominale. Il débite un courant triphasé dans une charge triphasée équilibrée couplée en étoile, d'impédance $\underline{Z} = 20 + 15j \Omega$.

- 5 . Quel est le facteur de puissance de la charge ? (2 points)
- 6 . Donner l'expression complexe des courants que l'alternateur débite dans la charge. (7 points)
- 7 . Calculer la valeur de la force électromotrice de l'alternateur (8 points)
- 8 . Quel est le réglage de son courant d'excitation ? (4 points)

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

29

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2012

FILIERES INDUSTRIELLES : - MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION
- MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION (filiale réformée)

EPREUVE :

GENIE ELECTRIQUE

Durée de l'épreuve : 4 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve porte sur quatre parties indépendantes.

Le candidat devra résoudre les parties sur des copies différentes.

30

PAGE 0/6

BTS 2012 → MSP

Partie 1 : ELECTROTECHNIQUE (40 points)

Moteur Asynchrone Triphasé

Un moteur asynchrone triphasé dont le stator est couplé en triangle, est alimenté par un réseau triphasé équilibré de fréquence 50 Hz et de tension composée 400V. Sous la tension nominale, l'expression de la partie linéaire du couple utile est :

$$C_{\text{mot}} = 5820 \times \left(1 - \frac{N_{\text{mot}}}{1500}\right) \quad (C_{\text{mot}} \text{ en Nm et } N_{\text{mot}} \text{ en tr/mn})$$

Ce moteur entraîne une charge. A l'équilibre, le couple moteur est égal au couple résistant de la charge dont la caractéristique couple - vitesse a pour expression :

$$C_{\text{ch}} = 100,316 \times \left(\frac{N_{\text{ch}}}{1500}\right)^2 \quad (C_{\text{ch}} \text{ en Nm et } N_{\text{ch}} \text{ en tr/mn})$$

La résistance statorique est négligée.

A. Marche sous tension nominale (20 points)

1. Calculer la vitesse de l'ensemble moteur-charge en régime établi. (4 points)
2. En déduire le couple utile développé par le moteur (4 points)
3. calculer la valeur du glissement. (4 points)
4. Les pertes mécaniques représentent 2,75% de la puissance mécanique. Calculer la puissance mécanique. (4 points)
5. Déterminer les pertes joule rotoriques (4 points).

B. Variation de la vitesse par action sur la tension (20 points)

On admet que le couple utile du moteur est proportionnel au carré de la tension d'alimentation.

6. Donner l'expression du couple utile du moteur correspondant à une tension d'alimentation de 360 V entre phases sous la forme :

$$C_{\text{mot}} = A \times \left(1 - \frac{N_{\text{mot}}}{1500}\right) \text{ avec } A : \text{ nombre réel}$$

La valeur de A sera précisée. (4 points)

7. Calculer la nouvelle vitesse du moteur lorsqu'il entraîne la même charge. (4 points)
8. Déterminer alors la puissance utile qu'il développe. (4 points)
9. Pour ce fonctionnement, le rendement du moteur est estimé à 92,7%. Calculer la puissance absorbée par le moteur. (4 points)
10. Déterminer le courant qui traverse un enroulement du moteur si le facteur de puissance est 0,82. (4 points).

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

08

BTS 2012 / MSP.

Partie 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

Un redresseur « tout thyristors » alimente une charge résistive et inductive. La résistance de la charge a une valeur $R = 5\Omega$ et la bobine a une inductance $L = 500 \text{ mH}$.

La tension aux bornes d'un demi-enroulement a pour expression :

$$v_{s1}(\theta) = 240\sqrt{2} \sin(\theta) \text{ et } v_{s2}(\theta) = -v_{s1}(\theta)$$

Le transformateur et les thyristors seront supposés parfaits pour un angle d'amorçage $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

Faire le schéma annoté du montage.

- 1.1 - Tracer le chronogramme de la tension redressée, puis celui du courant dans un thyristor sur une période de fonctionnement (4 points)
- 1.2 - Calculer la valeur moyenne de la tension redressée (2 points)
- 1.3 - Calculer la puissance active puis le facteur de puissance au secondaire (4 points)
- 1.4 - Tracer le chronogramme du courant au primaire du transformateur, la tension au primaire du transformateur étant sinusoïdale et de la forme (2 points).

$$v_p(\theta) = 120\sqrt{2} \sin(\theta)$$

- 1.5 Calculer les valeurs moyenne et efficace du courant dans l'enroulement primaire du transformateur (2 points)
- 1.6 Calculer la puissance réactive puis le facteur de puissance au primaire du transformateur. (2 points)
- 1.7 Tracer la caractéristique valeur moyenne de la tension redressée en fonction de l'angle d'amorçage α .
- 1.8 Donner l'expression de la tension redressée lorsque $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ (2 points)

Partie 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)

Etude d'un montage à amplificateurs opérationnels

Le schéma du montage est donné figure 1.

Les amplificateurs opérationnels A et B sont parfaits ; ils sont alimentés entre 15V et 0V.

La tension de consigne $V_{\text{réf}}$ réglable est élaborée à l'aide d'un montage potentiométrique.

La forme de la tension $v(t)$ est donnée sur le document-réponse n° 1.

- 1/ Déterminer la fréquence du signal $v(t)$. (2 points)

31

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

- 2/ Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels A et B ? Justifier votre réponse (4 points).
- 3/ On donne $V_{ref} = 4V$
- 3.1 - $v(t) < 4V$: quelle est la valeur de v_{sA} ? de v_{sB} ? (2 points).
- 3.2 - $v(t) > 4V$: Quelle est la valeur de v_{sA} ? de v_{sB} ? (2 points).
- 3.3 - Représenter les oscillogrammes de $v_{sA}(t)$ et de $v_{sB}(t)$ sur le document-réponse n° 1. (2 points)
- 3.4 - Déterminer graphiquement le rapport cyclique de $v_{sA}(t)$. (2 points)
- 4/ Le curseur du potentiomètre P étant au point N, exprimer v_{ref} en fonction de R et de R_{MN} (résistance totale du potentiomètre P) (2 points).
- 5/ On désire que le rapport cyclique soit réglable de 0 à 1 :
- 5.1 - Quelle plage de variation doit présenter la tension v_{ref} ? (2 points)
- 5.2 - Calculer la valeur de la résistance R, sachant que $R_{MN} = 10\text{ k}\Omega$. (2 points)

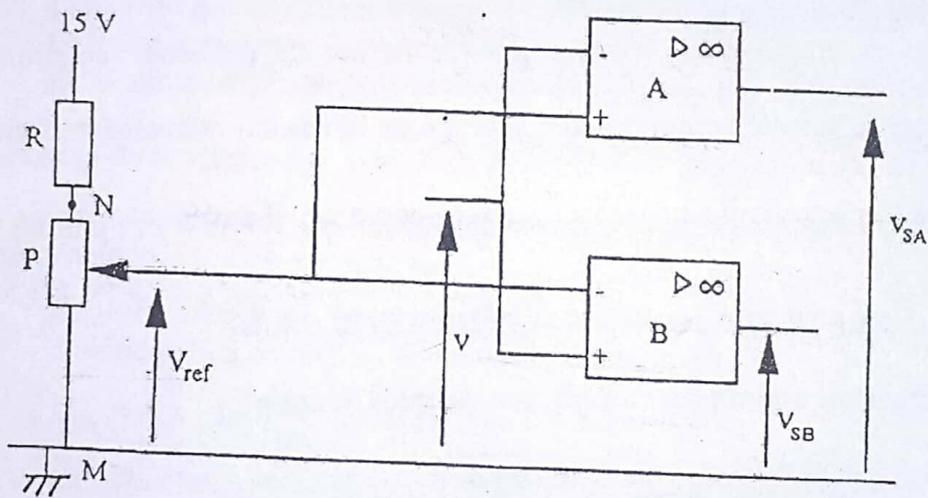


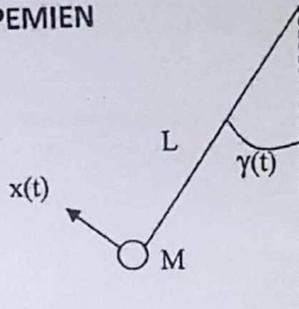
FIGURE N° 1

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

Partie 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

Soit un pendule simple de longueur L , de masse M et d'inertie J soumis à une force $x(t)$ et faisant un angle $\gamma(t)$ avec la verticale (voir figure). On note respectivement $X(p)$ et $\Gamma(p)$ les transformées de Laplace de $x(t)$ et $\gamma(t)$.

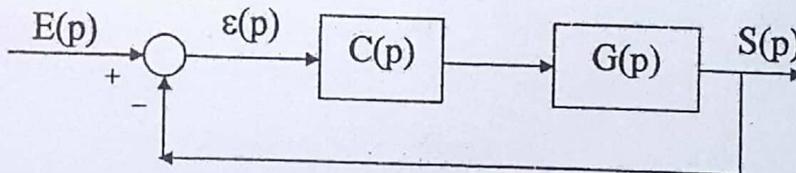
COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN



Les relations fondamentales de la mécanique permettent d'obtenir pour de faibles variations de l'angle $\gamma(t)$, l'équation différentielle ci-dessous qui régit ce système :

$$J \frac{d^2\gamma(t)}{dt^2} + MgL\gamma(t) = Lx(t)$$

- 1 - Déterminer la fonction de transfert $G(p) = \Gamma(p)/X(p)$. (3 points)
- 2 - Quel est l'ordre du système ? (2 points)
 Dans la suite, on donne : $J = 1Nm^2$, $L = 1 m$, $Mg = 9N$.
- 3 - Déterminer les pôles du système. (2 points)
- 4 - Ce système est-il stable ? Justifier votre réponse (2 points).
- 5 - On envisage corriger le système par un correcteur $C(p)$ monté tel que représenté sur la figure ci-dessous.



L'expression de $C(p)$ est : $C(p) = K \left(1 + \frac{9}{p} \right) (1 + 0,2p)$ avec $K > 0$.

32

- 5.1 Quel est le type du correcteur $C(p)$. (2 points)
- 5.2 Donner la fonction de transfert du système en boucle fermée. (3 points)
- 5.3 Pour quelles valeurs de K le système en boucle fermée est-il stable ? (3 points)
- 5.4 Déterminer l'erreur statique de position (3 points).

55

PAGE 6/6

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
DIRECTION DES EXAMENS ET CONCOURS
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR (DECOES)

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / 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.

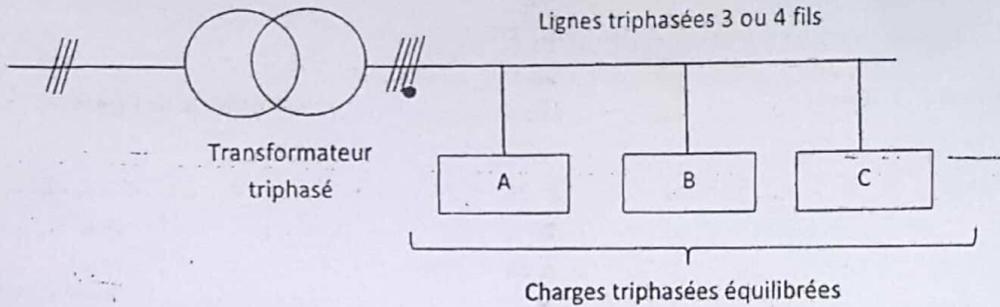
La résolution doit être faite séparément.

33

PAGE 116

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 : $\underline{Z} = 50 + j86,63\Omega$; 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 ?

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

PAGE

2/6

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 $V = 230v$ 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 $f_p = P/3VI$ 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 $K = 7,5 \cdot 10^{-3} V/(tr/min)$. 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.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

$u_{sp} = \omega n$

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 $n = 1000 \text{ tr/min}$.

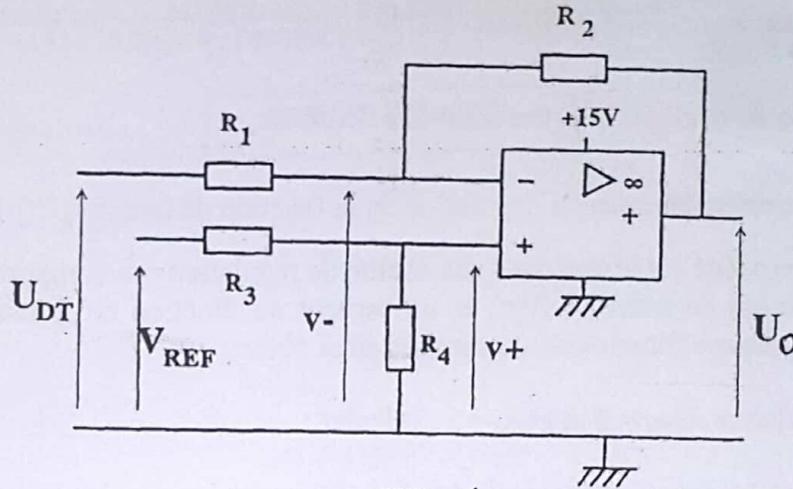


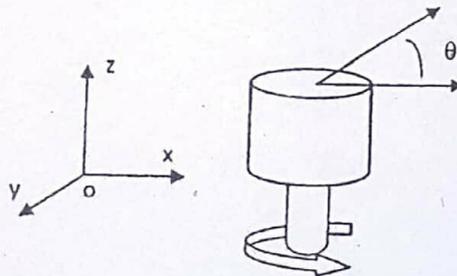
FIG. 1

PROBLEME 4 : AUTOMATIQUE

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

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 $c(t)$. R est la résistance du circuit et L son inductance.
- 3- En déduire la relation qui lie $u(t)$ et $c(t)$.

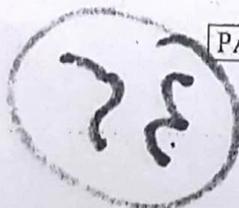
35

Partie B

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

On décide de négliger la petite constante de temps

- 4- Compléter la nouvelle expression de la fonction de transfert $T(p) = \frac{\theta(f)}{U(p)} = \frac{2}{\dots}$.
- 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.



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

FILIERES INDUSTRIELLES : - MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION
- MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION (filiale réformée)

EPREUVE COMMUNE :

GENIE ELECTRIQUE

Durée de l'épreuve : 4 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve porte sur quatre matières dont un problème par matière. La résolution doit être faite par matière sur des copies indépendantes.

36

PAGE 1/6

PROBLEME 1 : ELECTROTECHNIQUE

Le tableau ci-dessous donne quelques caractéristiques nominales de deux moteurs asynchrones triphasés à cage M1 et M2 alimentés **normalement** par un réseau triphasé 230/400 V, 50Hz :

	MOTEUR M1	MOTEUR M2	
Puissance nominale	11 kw	11 kw	
Couplage		Triangle	Etoile
Tension nominale	400 V	230 V	400 V
Courant nominal	23,3 A	39 A	22 A
Vitesse	2900 tr/mn	1440 tr/mn	
Facteur de puissance	0,83	0,87	

Les pertes mécaniques des deux moteurs seront négligées. Pour chacun de ces moteurs fonctionnant au point nominal, déterminer :

1. Etude du moteur M1

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

Déterminer :

- 1.1 le couplage des enroulements statoriques
- 1.2 le nombre de paire de pôles
- 1.3 la puissance absorbée
- 1.4 le couple développé par le moteur

2. Etude du moteur M2

Déterminer :

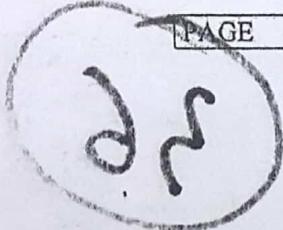
- 2.1 le couplage des enroulements statoriques
- 2.2 le courant de ligne
- 2.3 le glissement (en %)
- 2.4 le rendement du moteur
- 2.5 les pertes joule rotoriques
- 2.6 les pertes joule statoriques représentant 1,2 fois les pertes fer
- 2.7 la résistance mesurée entre deux bornes du stator.

PROBLEME 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

BTS 2011/015p.

Etude d'un Pont Mixte monophasé sur Moteur à Courant continu à excitation indépendante et constante.

Le pont délivre une tension U_c de valeur moyenne $U_{cmoy} = 169$ v, l'angle α de retard à l'amorçage des thyristors étant réglé à 45° . Le courant dans le moteur est parfaitement lissé par une bobine que l'on suppose parfaite ; son intensité I_c est égale à 25 A. On néglige la réaction d'induit du moteur.



- 1 - Le pont étant alimenté par une tension sinusoïdale v de fréquence 50Hz, Calculer la valeur efficace V de v .
- 2 - Les thyristors sont à cathode commune. Préciser les intervalles de conduction de chaque thyristor et de chaque diode sur une période de la tension d'alimentation.
- 3 - La résistance interne du moteur est $r = 1,2 \Omega$.
Quelle est la puissance électromagnétique P_{em} du moteur ?
- 4 - La charge du moteur variant, le moment T_{em} de son couple électromagnétique double.
 - Que devient la f.é.m. du moteur ?
 - Que peut-on dire de sa fréquence de rotation ?

PROBLEME 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

CONTROLE DE DEBIT D'AIR COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

Pour contrôler le débit d'air dans un appareillage médical, on utilise un capteur dont la caractéristique est représentée sur la figure 1, cette courbe représente les variations de la tension de sortie V_F du capteur en fonction du débit d'air F exprimé en cm^3/min . Le fonctionnement normal de l'installation nécessite un débit d'air compris entre 250 et 550 cm^3/min . Pour détecter une insuffisance ou un excès d'air, on utilise le montage de la figure 2. Les amplificateurs opérationnels utilisés sont supposés parfaits et les tensions de saturation sont égales à +15 V et -15 V. On donne $V = 15$ volts ; R_2 et R_3 représentent deux résistances réglables ; D_1 , D_2 , D'_1 et D'_2 sont des diodes électroluminescentes.

- 1 - Précisez le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels du schéma ci-dessous.
- 2 - Quelle est la valeur de la tension de Sortie V_F du capteur quand le débit d'air est $F = 550 \text{ cm}^3/\text{min}$?
- 3 - Etablissez la relation liant $V1^-$ à R_1 , R_2 et V .
- 4 - On règle R_2 à 10 k Ω ; la sortie de AO_1 change d'état quand le débit d'air devient supérieur à 550 cm^3/min . Calculez la valeur de R_1 .
- 5 - Etablissez la relation liant $V2^+$ à R_1 , R_3 et V .
- 6 - La sortie de AO_2 change d'état si F devient inférieur à 250 cm^3/min . Pour la valeur de R_1 trouvée dans la question 4. Calculez la valeur de R_3 .
- 7 - Complétez le tableau ci-dessous (sur la copie à rendre) en plaçant un 0 dans la case d'une diode bloquée et un 1 dans celle d'une diode conductrice. On justifiera seulement le raisonnement utilisé pour déterminer l'état de la diode D_2 .

37

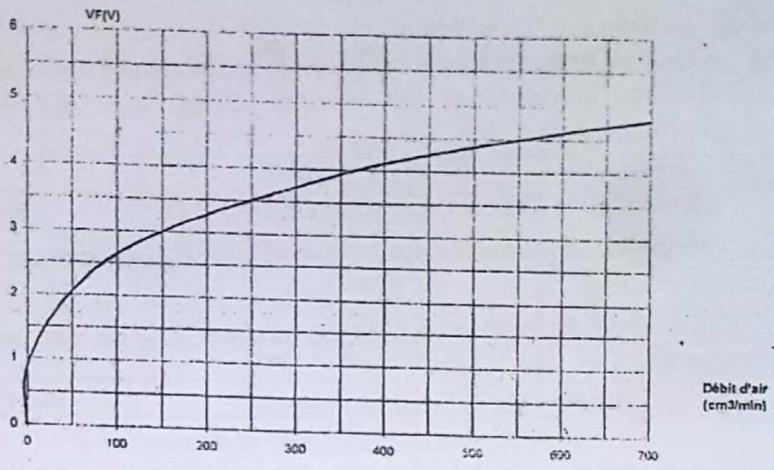


Figure 1

Valeur de F	Etat de D ₁	Etat de D' ₁	Etat de D ₂	Etat de D' ₂
F < 250				
250 < F < 550				
F > 550				

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

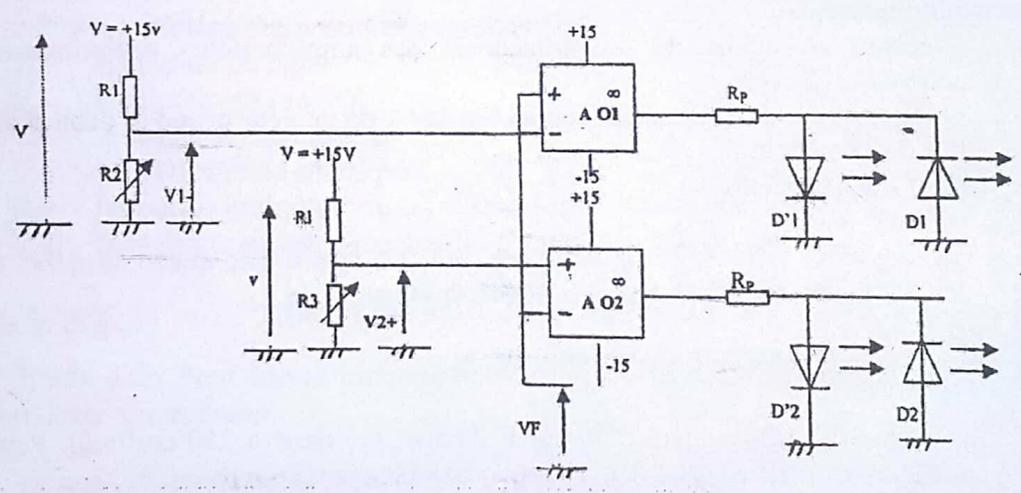


Figure 2

ff

PROBLEME 4 : AUTOMATIQUE

Régulation de la vitesse d'un tapis roulant.

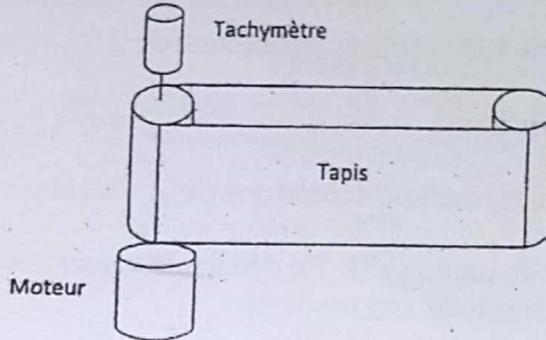


Figure 1

On désire réguler la vitesse de translation d'un tapis roulant entraîné par un moteur à courant continu. Un tachymètre délivre une tension $v(t)$ proportionnelle à la vitesse du moteur. La fonction de transfert du procédé est :

$$T(p) = \frac{V(p)}{U(p)} = \frac{k}{Tp+1}$$

$$k = 45 \cdot 10^{-4} \text{ m/s/v. } T = 2 \text{ s.}$$

$U(p)$ est la tension aux bornes du moteur à courant continu et $V(p)$ est la mesure de la vitesse linéaire du tapis roulant donnée par un tachymètre.

Le procédé est inséré dans une boucle de régulation comme le montre la figure 2. $C(p)$ est la fonction de transfert de la commande qui inclut aussi un amplificateur.

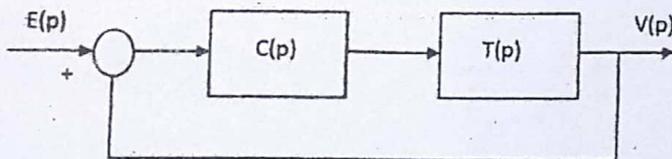


Figure 2.

- 1 - On fait le choix d'un correcteur à action intégral. Justifier ce choix par rapport à la précision.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

38

- 2 - On note $C(p) = \frac{c}{p}$. Etablir l'expression de la fonction de transfert du système. On la notera $F(p)$.
- 3 - En déduire l'ordre du système et ses paramètres.
- 4 - Calculer la valeur de c pour avoir un amortissement de 0,65.
- 5 - Calculer alors le dépassement.
- 6 - Montrer que le temps de réponse ne dépend que de T . Calculer $tr_{5\%}$.
- 7 - Exprimer z en fonction du produit cTk . En déduire la valeur minimale du produit cTk pour que le système soit oscillant.



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 2010

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve comporte quatre matières dont un problème par matière. Le candidat devra les résoudre séparément sur des feuilles indépendantes.

39

PAGE 1/6

PROBLEME 1 : ELECTROTECHNIQUE

Ce problème porte sur l'étude d'un transformateur triphasé alimentant une charge triphasée équilibrée. On étudie la charge dans la première partie, puis le transformateur dans la seconde, avant de s'intéresser dans la troisième partie, au fonctionnement de l'ensemble. Bien que ces trois parties ne soient pas totalement indépendantes, plusieurs de leurs questions le sont.

I. Etude d'une charge triphasée équilibrée

Une charge triphasée équilibrée est constituée de trois éléments couplés en triangle. Chaque élément est constitué d'une résistance R en série avec une inductance L . Lorsqu'on alimente la charge sous une tension de 220V entre phases, 50Hz, elle absorbe une puissance active de 960W et une puissance réactive de 1280 Var.

- I.1 - Quel est le facteur de puissance de la charge.
- I.2 - Déterminer le courant de ligne appelé par la charge.
- I.3 - Quelles seraient les puissances relevées sur chacun des wattmètres de la méthode des deux wattmètres ?
- I.4 - Déterminer les valeurs de la résistance R et de la réactance $L\omega$ d'un élément de la charge.

II. Etude du transformateur triphasé

Les enroulements d'un transformateur triphasé de 1,6 KVA – 50 Hz, sont couplés en Yd. Un enroulement primaire et un secondaire comporte respectivement $N_1 = 3000$ spires et $N_2 = 780$ spires. Des essais réalisés sur ce transformateur ont permis d'obtenir les résultats suivants :

- Essai à vide : $U_{10} = U_{1n} = 1500$ V ; $I_{10} = 0,06$ A ; $\cos\varphi_{10} = 0,2$
- Essai en court-circuit $U_{1cc} = 80$ V ; $I_{1cc} = I_{1n}$
- Essai en courant continu (Mesure entre deux bornes) : $R_{AB} = 20$ Ω ; $R_{ab} = 1,5$ Ω .

On néglige les pertes joule à vide.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

Déterminer :

- II.1 - Le rapport de transformation colonne du transformateur.
- II.2 - Les pertes fer totales du transformateur.
- II.3 - Pour l'essai en court-circuit ci-dessus, le courant de court-circuit dans un enroulement du secondaire du transformateur.
- II.4 - La valeur de la résistance d'un enroulement primaire.
- II.5 - La valeur de la résistance d'un enroulement secondaire.
- II.6 - Les valeurs ramenées au secondaire de l'impédance Z_{sc} de la résistance R_{sc} et la réactance X_{sc} relatives à une colonne.

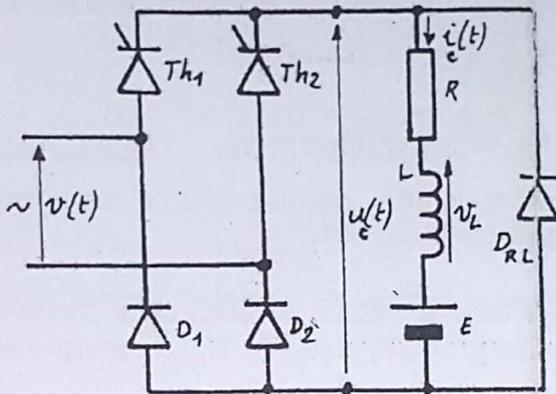
III. Etude de l'ensemble transformateur charge

Alimenté sous 1500 V, le transformateur débite dans la charge triphasée étudiée précédemment. On admet dans la suite, que celle-ci est constituée par branche, d'une résistance $R = 54$ Ω en série avec une réactance inductive $L\omega = 72$ Ω .

- III.1 - Déterminer par la méthode de la chute de tension de Kapp, le courant de ligne absorbé par la charge.
- III.2 - En déduire la tension entre phases aux bornes de la charge.
- III.3 - Calculer la chute de tension relative du transformateur.
- III.4 - Calculer le rendement du transformateur.

PROBLEME 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Pont Redresseur Mixte Monophasé.



$V(t) = V_M \cdot \sin(\omega t)$, $V = 230\text{v} - 50\text{Hz}$.

On note ψ l'angle de retard à l'amorçage des Thyristors.
 La commande des thyristors n'est pas représentée.

La charge est constituée de la f.e.m. $E = 100\text{v}$, de la résistance $R = 1 \Omega$ et d'une inductance L en série.

On place aux bornes de la charge, une diode de roue libre.

- 1 - a/ Quel est le rôle de l'inductance et quel est le rôle de la diode de roue libre ?
 b/ Montrer que la tension moyenne aux bornes de l'inductance est nulle sur une période.
- 2 - Etude en conduction ininterrompue ($i_c(t)$ ne s'annule jamais).
 a/ Représenter le chronogramme de la tension $u_c(t)$ pour $\psi = (\pi/3)$ rad.
 b/ Déterminer l'expression de la valeur moyenne de la tension $u_c(t)$ en fonction de ψ et v . En déduire l'expression de la valeur moyenne I_{cmoy} de l'intensité du courant dans la charge en fonction de V , ψ , E et R .
 c/ Calculer l'angle d'amorçage ψ permettant d'obtenir un courant d'intensité moyenne égale à 20 A .

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

N. B. : Prévoir une feuille de papier millimétrée.

40

PROBLEME 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

ETUDE DU CONTRÔLE DU COURANT DANS UN HACHEUR.

Le dispositif électronique du contrôle du courant délivre une tension u_α comprise entre 0 et 11 V. Cette tension est l'image de l'intensité moyenne du courant que l'on souhaite avoir dans le moteur, avec la correspondance : $1 \text{ V} \Leftrightarrow 10 \text{ A}$.

Le schéma de principe de la commande du hacheur est donné sur la figure 2. Le trigger est un comparateur à deux seuils.

L'évolution de l'intensité du courant en Ampères dans le moteur est la suivante :

$$\text{Dans l'intervalle } [0 ; 0,5T] : i = 20 \cdot \frac{t}{T} + 75$$

$$\text{Dans l'intervalle } [0,5T ; T] : i = -20 \cdot \frac{(t-0,5T)}{T} + 85$$

- 1/ La consigne du courant moyen étant de 80A, calculez dans ce cas la tension u_a délivrée par le dispositif électronique.
- 2/ u_r est l'image de l'intensité réelle dans le moteur. Précisez entre quelles valeurs évolue la tension u_r sur les intervalles $[0 ; 0,5T]$ et $[0,5T ; T]$. La correspondance est toujours $1 \text{ V} \Leftrightarrow 10 \text{ A}$.
- 3/ Le montage électronique réalisant cette fonction est représenté sur la figure 3, dans lequel l'amplificateur opérationnel est supposé parfait et alimenté entre -15V et +15V.
 - 3.1 - Etablissez la relation donnant i_1 en fonction de x_{er} , R_1 et ε .
 - 3.2 - Etablissez la relation donnant i_2 en fonction de v_s , R_2 et ε .
 - 3.3 - Ecrivez la relation liant i_1 et i_2 . En déduire l'expression de ε en fonction de x_{er} , R_1 et R_2 .
 - 3.4 - Sachant que lorsque ε passe par 0 pour $x_{er} = 0,5 \text{ V}$ la sortie passe à -15V, calculez la valeur à donner à R_2 sachant que $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$.
 - 3.5 - La sortie étant à -15 V. Calculez la valeur de x_{er} pour laquelle la sortie passe à +15 V lorsque ε passe par 0. En déduire la caractéristique de transfert $V_s = f(x_{er})$.

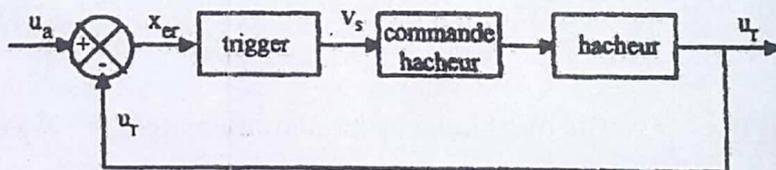
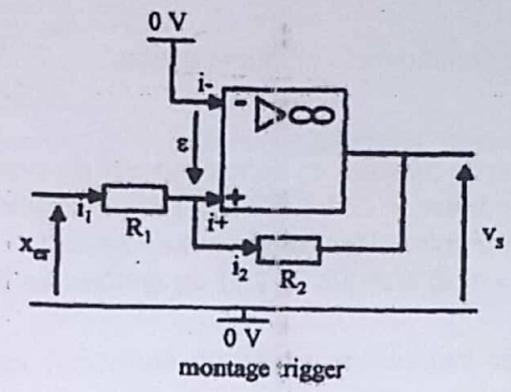


schéma de principe de la commande du hacheur

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

PAGE

4/6



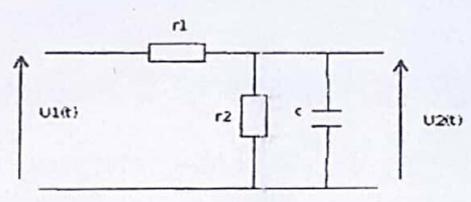
montage trigger

Figure 3

PROBLEME 4 : AUTOMATIQUE

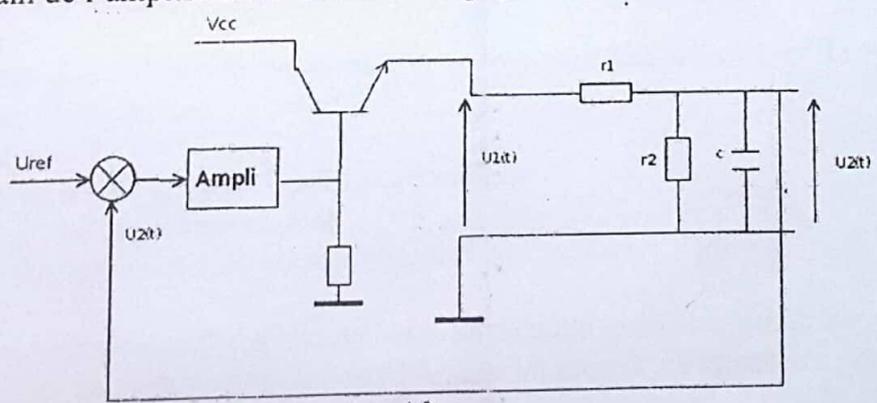
REGULATEUR DE TENSION

Le schéma ci-dessous est un filtre passe bas.



- 1 - Etablir la relation entre la tension à l'entrée $u_1(t)$ et la tension à la sortie $u_2(t)$.
- 2 - En déduire la fonction de transfert du filtre $F(p) = \frac{U_1(p)}{U_2(p)}$

Le filtre est utilisé dans une alimentation stabilisée dont le schéma est ci-dessous. Le gain de l'amplificateur est A . On néglige la tension U_{BE} du transistor.



Le gain de l'amplificateur est $A = 10$

41

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PENMIEN

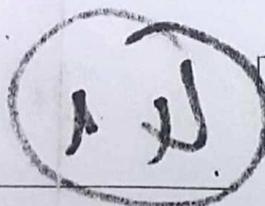
- 3 - Etablir le diagramme fonctionnel de l'alimentation.
- 4 - Calculer :
 - 4.1 - La fonction de transfert en boucle ouverte du système : $T(p)$.
 - 4.2 - Calculer la fonction de transfert en boucle fermée du système : $F(p)$
 - 4.3 - En déduire l'ordre et les paramètres du système.
 - 4.4 - Quel est l'erreur statique $\epsilon_o(\infty)$ du système en boucle fermée ?

Pour annuler l'erreur statique on ajoute un correcteur proportionnel intégral de fonction de transfert.

$$C(p) = k_1 \frac{(1+0,02p)}{p} \text{ juste avant l'amplificateur.}$$

- 5 - Faire le nouveau diagramme fonctionnel du système corrigé.
- 6 - Calculer :
 - 6.1 - La fonction de transfert en boucle ouverte corrigé.
 - 6.2 - La fonction de transfert en boucle fermée corrigée.
 - 6.3 - Quel est la nouvelle valeur du gain statique ?
 - 6.4 - La valeur de k_1 pour limiter le dépassement à 10%.

On donne $r_1 = 1 \text{ k}\Omega$; $r_2 = 10 \text{ k}\Omega$; $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$; $T_2 = 10^{-3} \text{ s}$.



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2010

FILIERE INDUSTRIELLE : MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

EPREUVE :

GENIE ELECTRIQUE

Durée de l'épreuve : 4 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

Cette épreuve porte sur quatre matières dont un problème par matière. Le candidat devra les résoudre séparément sur des feuilles indépendantes.

Problème 1 : ELECTROTECHNIQUE

Transformateur monophasé

Un transformateur monophasé T_1 porte sur sa plaque signalétique les indications suivantes :

- Puissance apparente nominale : $S_n = 11,5\text{KVA}$
- Tension primaire nominale : $U_{1n} = 5000\text{V}$
- Fréquence $f = 50\text{Hz}$

Son circuit magnétique a un noyau de section 125 cm^2 en tôle de qualité $1,6\text{W/kg}$ pour une induction maximale $B_{\max} = 1\text{T}$.

La longueur moyenne du circuit magnétique est $\ell = 1,28\text{ m}$.

La masse volumique des tôles est $\rho = 7500\text{ Kg/m}^3$

Les essais réalisés sur le transformateur T_1 ont donné :

- Essai à vide : $U_{10} = 5000\text{V}$; $U_{20} = 230\text{V}$; $I_{10} = 0,2\text{A}$
- Essai en court-circuit : $U_{1cc} = 100\text{V}$; $I_{1cc} = 2,3\text{A}$; $P_{1cc} = 160\text{W}$.

1) On veut que l'induction maximale dans le circuit magnétique de T_1 soit $B_{\max} = 1,25\text{T}$ dans tout le problème.

Calculer pour T_1 :

- 1.1) Le nombre de spires primaire et secondaire
- 1.2) Les pertes ferromagnétiques
- 1.3) Les éléments ramenés au secondaire (R_{s1} , Z_{s1} , X_{s1})

2) Le transformateur T_1 , alimenté sous sa tension primaire nominale, débite dans une charge qui absorbe un courant de 45A avec un facteur de puissance $\cos\phi = 0,8\text{AR}$.

Calculer pour T_1 à ce régime :

42

PAGE

1/5

- 2.1) La tension secondaire
- 2.2) Le courant primaire ainsi que le facteur de puissance.
- 2.3) Le rendement.

3) On couple ce transformateur monophasé T_1 en parallèle avec un transformateur monophasé T_2 de caractéristiques : $S_n = 23\text{KVA}$, $U_{1n} = 5000\text{V}$, $f = 50\text{Hz}$

Les différents essais ont permis de déterminer les éléments du transformateur T_2 ramenés au secondaire : $R_{s2} = 128\text{m}\Omega$; $Z_{s2} = 184\text{m}\Omega$; $X_{s2} = 132,182\text{ m}\Omega$.

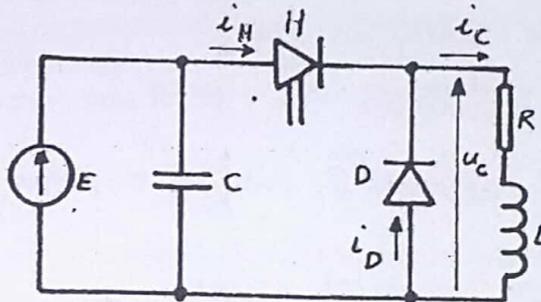
L'ensemble débite dans une charge qui absorbe un courant de 150A avec un facteur de puissance $\cos\phi = 0,8\text{AR}$.

On demande de calculer :

- 3.1) Le courant débité par chaque transformateur.

Problème 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Hacheur Série



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

L'interrupteur H est fermé de 0 à αT et ouvert de αT à T ; la charge est un dipôle passif L-R avec $L/R \gg T$.

- 1- Expliquer les rôles du condensateur C et de la diode D.
- 2- En supposant atteint un régime permanent de conduction ininterrompue dans la charge, établir en les justifiant les diagrammes de conduction de H et D et les chronogrammes de $i_c(t)$, $i_D(t)$, $i_H(t)$ et $U_c(t)$ pour un rapport cyclique $\alpha = 1/2$.
- 3- Démontrer que $U_{c\text{moy}} = \alpha E$ et $I_{c\text{moy}} = \alpha E/R$.

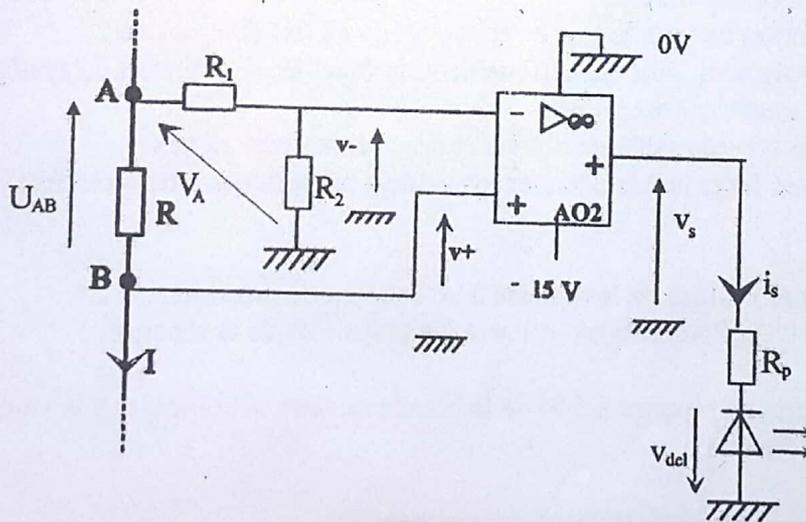
52

Problème 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

Pour détecter les surintensités à la sortie d'une alimentation continue, on utilise le montage représenté ci-dessous dans lequel l'amplificateur opérationnel AO2 est considéré comme parfait; ses tensions de saturation sont -15 V et 0 V ; une diode électroluminescente placée à la sortie de l'amplificateur opérationnel s'allume lorsque le courant I délivré par l'alimentation dépasse une certaine valeur.

On donne : $R = 10\text{m}\Omega$; $R_1 = 2,2\text{k}\Omega$ et $R_2 = 100\text{k}\Omega$. Le potentiel du point A par rapport à la masse du montage est fixé : $V_A = 5\text{V}$.

- 1) Quel est le nom du montage réalisé par l'amplificateur opérationnel ? En déduire le régime de fonctionnement.
- 2) Calculez la valeur de la tension v^- .
- 3) Calculez la valeur de la tension U_{AB} quand le courant débité par l'alimentation a une intensité $I = 5,0\text{A}$. En déduire la valeur du potentiel v^+ .
- 4) Quelle est dans ces conditions la valeur de v_s et l'état de la diode électroluminescente ?
- 5) En cas de surintensité dans la résistance R , la tension v_s change d'état ; calculez la valeur minimale de l'intensité du courant I qui provoque le changement d'état de la diode.
- 6) On se place dans le cas où $v_s = -15\text{ V}$; calculez la valeur à donner à la résistance R_p pour que l'intensité du courant qui traverse la diode soit $i_s = -6,0\text{mA}$ sachant que la chute de tension à ses bornes est $v_{del} = 1,6\text{V}$.



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

43

Problème 4 : AUTOMATIQUE

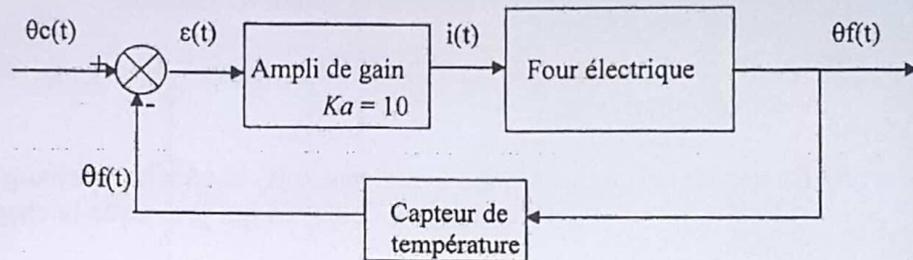
ASSERVISSEMENT D'UN FOUR

On étudie la régulation de la température d'un four électrique. L'équation différentielle modélisant assez bien le comportement de ce four est la suivante :

$$T \frac{d\theta(t)}{dt} + \theta(t) = K \cdot i(t) \text{ avec } T = 900\text{s et } K = 10^\circ$$

$\theta(t)$ est la température à l'intérieur du four $i(t)$ est le courant qui alimente le four.

- 1 – Calculer littéralement, puis numériquement, la fonction de transfert de ce four.
 Reconnaître le type de système et préciser ses paramètres caractéristiques.
- 2 – On réalise maintenant un asservissement de température à l'aide du schéma fonctionnel ci-dessous :



Un préactionneur, à gain pur Ka est placé en amont du four.

On suppose que le capteur de température est parfait et que sa fonction de transfert est 1. Le système est donc à retour unitaire.

- 2-1- Etablir la fonction de transfert en boucle ouverte FTBO du système.
- 2-2- Calculer littéralement, puis numériquement, la fonction de transfert du système en boucle fermée du système noté FTBF.
- 2-3- Reconnaître le type de système obtenu et préciser ses paramètres caractéristiques avec leurs unités. Donner les valeurs numériques à trois chiffres après la virgule.

3 – Calculer et tracer l'allure de la réponse à un échelon de position :
 $\theta_c(t) = A = 1000^\circ\text{C}$. Pour cela on utilisera les propriétés de la réponse.

4 – Calculer le temps de réponse à 5 % de la boucle ouverte et comparer à la valeur obtenue en boucle fermée.

Conclure quant à la rapidité des deux montages.

EP

5 – Déterminer l'écart statique ε_s , obtenu en réponse à un échelon de 1000°C , du système en boucle fermée.

6 – On remplace l'amplification en courant K_a par un intégrateur de fonction de transfert B/p .

6-1 – Calculer la nouvelle FTBF, notée $G(p)$ et préciser littéralement ses paramètres caractéristiques.

6-2 – Déterminer la valeur de B pour avoir un amortissement $z = 0,7$.

6-3 – Calculer le nouvel écart statique obtenu en réponse à un échelon de 1000°C . Conclure quant à l'intérêt d'avoir mis un intégrateur dans la boucle ouverte.

44

PAGE 5/5

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2009

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve comporte 4 parties indépendantes. Le candidat devra les traiter sur des copies différentes.

PARTIE 1 : ELECTROTECHNIQUE

A/ Un transformateur triphasé, Yd_7 , $U_1 = 1732V$, $50Hz$ a été soumis aux essais suivants :

- Essai à vide : $U_{10} = 1732V$; $U_{20} = 240V$; $I_{10} = 0,4A$; $P_{10} = 240W$
- Essai en court-circuit : $U_{1cc} = 60,6V$; $I_{1cc} = 3,36A$; $P_{1cc} = 211,6W$

- 1) Réaliser le bobinage des enroulements primaire et secondaire.
- 2) Donner le schéma équivalent du transformateur - colonne et déterminer les éléments : R_s , Z_s , X_s .
- 3) Le transformateur débite sous $220V$ entre phases dans une charge triphasée d'impédance $\underline{Z} = 4,112 + j 3,084$, couplée en étoile.
 - 3.1) Quelle est la tension primaire d'alimentation du transformateur ?
 - 3.2) Calculer le rendement du transformateur à ce régime.
- 4) Le transformateur alimenté sous sa tension primaire nominale, débite dans une charge triphasée qui absorbe un courant de $25A$, avec un facteur de puissance $\cos\phi = 0,6AV$. On demande de calculer :
 - 4.1) La tension aux bornes de la charge.
 - 4.2) Le courant primaire en ligne, ainsi que le facteur de puissance.
 - 4.3) Le rendement du transformateur à ce régime.
- 5) Le transformateur alimenté sous sa tension primaire nominale débite maintenant dans une charge purement résistive. On demande :
 - 5.1) Quel est le courant secondaire qui rend le rendement maximal ?
 - 5.2) Quel est ce rendement maximal ?

45

1/4

1,089

B/On veut prédéterminer les caractéristiques d'un moteur asynchrone triphasé d'une scierie.

On décide de ce fait, d'exploiter le diagramme circulaire.

Les différents essais ont donné les résultats suivants :

- Essai à vide : $U_1 = 220V$; $I_{10} = 25A$; $P_{10} = 1357W$
- Essai en court-circuit : $U_{1cc} = 36,5V$. La puissance de court-circuit mesurée par la méthode des deux wattmètres a donné : $P_{13} = 1200W$; $P_{23} = -120W$.

Le moteur asynchrone utilisé est un moteur triphasé : 220V, 50Hz, 8 pôles, stator couplé en étoile. On néglige les pertes mécaniques.

La résistance mesurée entre deux bornes du stator est de $0,12\Omega$.

1) Construire le diagramme du cercle de ce moteur. Echelle : $1cm \rightarrow 12,5A$

2) Le moteur consomme une puissance réactive de 19,053Kvar.

2.1) Placer sur le cercle le point M correspondant à ce fonctionnement.

2.2) Déterminer pour ce point de fonctionnement :

- a) Le courant absorbé
- b) Le glissement
- c) Le couple utile
- d) Le rendement

* PARTIE 2 : ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

Une source de tension continue $E = 120V$ alimente par l'intermédiaire d'un hacheur série l'induit du moteur à excitation indépendante.

Les pertes du moteur sont négligées et le courant d'excitation est maintenu constant.

La relation entre la f.c.é. m. E' du moteur et sa vitesse de rotation est : $E' = \frac{N}{10}$ avec E' en volt et N en tours/min.

L'inductance totale du circuit de l'induit est $L = 5 mH$.

La fréquence de hachage $F = \frac{1}{T} = 500 Hz$.

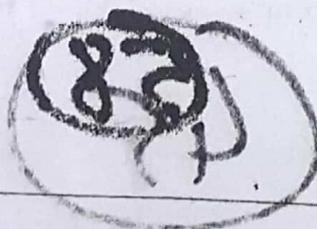
1) Le moteur fournit un couple de 100 N.m, indépendant de la vitesse.

- Calculer la vitesse correspondant à un rapport cyclique $\alpha = 0,75$.
- Calculer le facteur d'ondulation du courant dans le moteur.

2) α gardant la valeur 0,75, le couple devient égal à 5 N.m.

PAGE

2/4



PARTIE 4 : AUTOMATIQUE

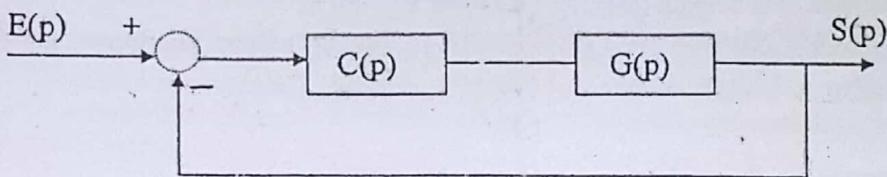
EXERCICE N° 1 : Stabilité

Etudier la stabilité du système dont la fonction de transfert est $F(p)$ par la méthode ROUTH :

$$F(p) = \frac{5(10p^2 + 7p + 1)}{4p^4 + 15p^3 + 8p^2 + 10p + 1}$$

EXERCICE N° 2 : Fonction de transfert.

Un système asservi a le schéma fonctionnel suivant



$G(p) = \frac{1}{(2p+1)^2}$ est la fonction de transfert du processus à réguler

$C(p)$ la fonction de transfert du correcteur.

1. Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte $T(p)$ du système.
2. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $H(p)$ du système.
3. Déterminer l'expression de l'erreur $\epsilon(p)$ en fonction de $T(p)$ et de $E(p)$
4. On choisit $C(p) = k$. Calculer k pour que $H(p)$ soit du second ordre avec $z = 0,7$ et donner ω_0 .
5. On choisit $k = 1$ déterminer la valeur finale de l'erreur $\epsilon_0(\infty)$
6. Maintenant $C(p) = \left(2 + \frac{1}{p}\right)$. Déterminer $H(p)$ et $\epsilon(p)$ en déduire la nouvelle valeur de l'erreur statique $\epsilon_0(\infty)$ de la réponse indicielle.

46

- Calculer la vitesse du moteur
- Déterminer le mode de conduction.

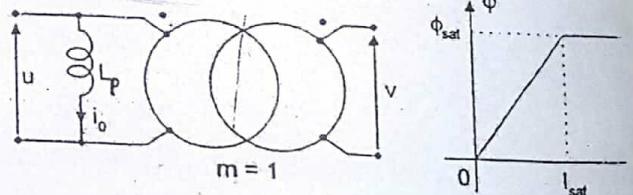
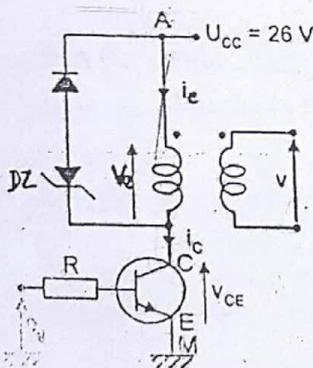
3) Le couple conservant la valeur 5 N.m, calculer la vitesse correspondant à $\alpha = 0,5$ après avoir déterminé le mode de conduction.

PARTIE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE : Etude d'une interface

L'interface ci-dessous, tout en assurant l'isolement galvanique de l'électronique de commande et le secteur alimente la gâchette des thyristors d'un convertisseur statique. Le transistor est commandé périodiquement (T_o) pendant un temps t_c . On supposera que le transformateur d'impulsions fonctionne à vide (gâchette non reliée). Les diodes sont parfaites et la tension de zener de D_Z est $V_Z = 36$ v.

On négligera la résistance de l'enroulement du transformateur. On donne $L_p = 6,5$ mH et $i_{sat} = 62$ m A. L'étude se fera sur $\left[0, \frac{T_o}{2}\right]$. $T_o = 28$ us, $t_c = \frac{T_o}{2}$

- 1°) Donner le schéma équivalent de la maille ACEM.
- 2°) Résoudre l'équation différentielle qui satisfait i_c (on supposera $i_c(0) = 0$)
- 3°) Calculer $i_c\left(\frac{T_o}{2}\right)$.
- 4°) Que se passe-t-il si l'impulsion est trop longue ?
- 5°) Exprimer en fonction du temps le flux $\phi(t)$.
- 6°) Donner l'allure de $v_c(t)$, $\phi(t)$ et $i_c(t)$.



24

P/3

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2007

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve comporte 3 problèmes indépendants.
 Le candidat devra les traiter sur des copies différentes.

PROBLEME N° 1 : ELECTROTECHNIQUE

Un alternateur triphasé porte sur sa plaque signalétique les indications suivantes :

- Alternateur triphasé : 220 / 380 V ; 50 Hz ; 1500 tr / min ; couplage étoile.
- On entraîne l'alternateur à la vitesse nominale et l'on relève la caractéristique à vide relative à une phase.

Ie(A)	0	0,25	0,50	0,75	1	1,25	1,50	1,75	2	2,25	2,50	2,75
Eo(V)	0	75	150	190	211,67	227,50	240	248,83	255,83	262,50	266,67	271,67

- L'essai en court-circuit a donné : $I_e = 0,50 \text{ A}$; $I_{cc} = 25 \text{ A}$
- L'essai sur charge purement inductive a donné : $I_d = 40 \text{ A}$; $I_e = 2 \text{ A}$; $U = 363,731 \text{ V}$.
- La résistance mesurée à chaud entre deux bornes du stator : $R = 1,3 \Omega$.

1/ On demande de déterminer :

- 1.1 - Les éléments $\lambda\omega$ et α de l'alternateur dans l'hypothèse de potier.
- 1.2 - La réactance synchrone $L\omega$ pour $I_e = 1 \text{ A}$, dans l'hypothèse de Behn - Eschenbourg.

N.B. : Dans la suite du problème on adoptera pour les éléments les valeurs suivantes :
 $\lambda\omega = 0,5 \Omega$; $\alpha = 0,02$.

2/ On envisage d'utiliser cet alternateur pour alimenter sous sa tension nominale une charge qui absorbe un courant de 30 A avec un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8 \text{ AR}$.

2.1 - On demande de déterminer dans l'hypothèse de potier le courant d'excitation I_e . $I_e = I_{e0} + \Delta I_e$

2.2 - Sachant que la tension d'excitation est $U_{ie} = 25 \text{ V}$ et que les pertes constantes valent 360 w, on demande de déterminer le rendement de l'alternateur à ce régime.

47

BTs 2007/ELT

PROBLEME N°2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE : HACHEUR A TRANSISTOR

La période de hachage des transistors est fixée à $T = 2 \text{ ms}$.
 $T2$ et $T3$ restent bloqués.

$T1$ et $T4$ sont :

- passants entre 0 et αT
- bloqués entre αT et T .

On suppose le régime établi et la conduction continue.

1 - Etude de la tension U_c

1.1 - Dans l'intervalle $[0, \alpha T]$, que vaut U_c et quels sont les éléments passants ?

En déduire pour $\alpha = \frac{2}{3}$, le graphe de $U_c(t)$

1.2 - Déterminer l'expression générale de la tension moyenne U_{cmoy} en fonction de α et E .
 Dans quel cas est-elle positive ?

Application numérique $\alpha = \frac{2}{3}$

2 - L'intensité i_c varie entre I_M (valeur maximale) et I_m (valeur minimale)

2.1 - Etude dans l'intervalle $[0 ; \alpha T]$

a/ Ecrire l'équation différentielle à laquelle satisfait $i_c(t)$

b/ Déterminer l'expression de $i_c(t)$

b/ En déduire l'expression de l'ondulation

$\Delta i_c = I_M - I_m$ en fonction de α , E , I et T

Application numérique $\alpha = \frac{2}{3}$.

2.2 - Etude sur $[\alpha T ; T]$

a/ Ecrire l'équation différentielle vérifiée par $i_c(t)$.

b/ Déterminer l'expression $i_c(t)$.

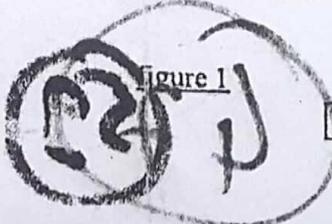
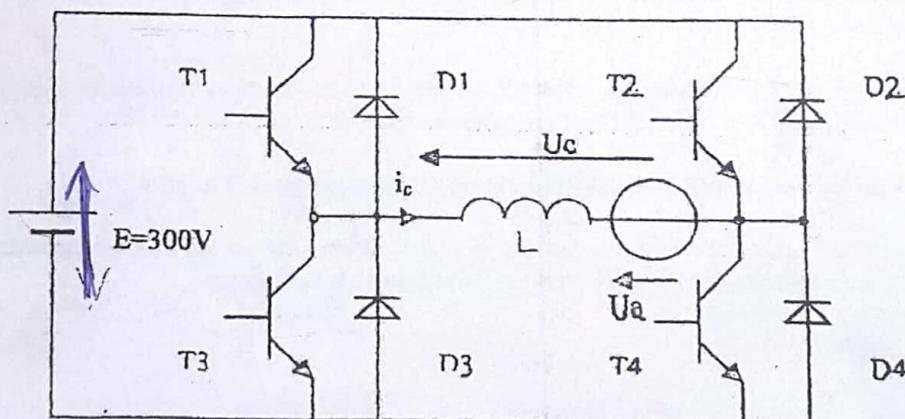


Figure 1

PROBLEME N° 3 : AUTOMATIQUE

Le schéma fonctionnel d'un système asservi est celui de la figure 2 ci-dessous. Sa fonction de transfert est $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$. On donne $B(p) = \frac{\beta}{p+1}$. Les variables α et β sont réglables, réelles et positives.

- 1 - Déterminer la fonction de transfert $G(p)$, de la partie encadrée (en tirets) du système, en fonction de α , $A(p)$ et $B(p)$.
- 2 - En déduire l'expression de $H(p)$.
- 3 - On suppose que $A(p) = 1$. Déterminer les valeurs de α et de β pour que le système soit du premier ordre avec un temps de réponse à 5 % égal à 1,5 s et un gain statique égal à 0,5.
- 4 - $A(p)$ est à présent égal à : $A(p) = \frac{1}{p}$. On règle α à 3 et β à 22. Donner :
 - 4.1 - L'expression de la fonction de transfert $H(p)$.
 - 4.2 - La valeur du facteur d'amortissement m .
 - 4.3 - La valeur du premier dépassement D_1 .
 - 4.4 - La valeur du temps de réponse à 5 % ($tr_{5\%}$)
 - 4.5 - Pour un essai en fréquence,
 - 4.5.1 - La valeur de la pulsation de résonance.
 - 4.5.2 - La valeur du facteur de surtension.

m	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
$\omega_0 \times tr_{5\%}(\text{rad})$	7,68	7,60	7,50	7,36	7,04	5,23

ω_0 : pulsation propre non amortie du système.

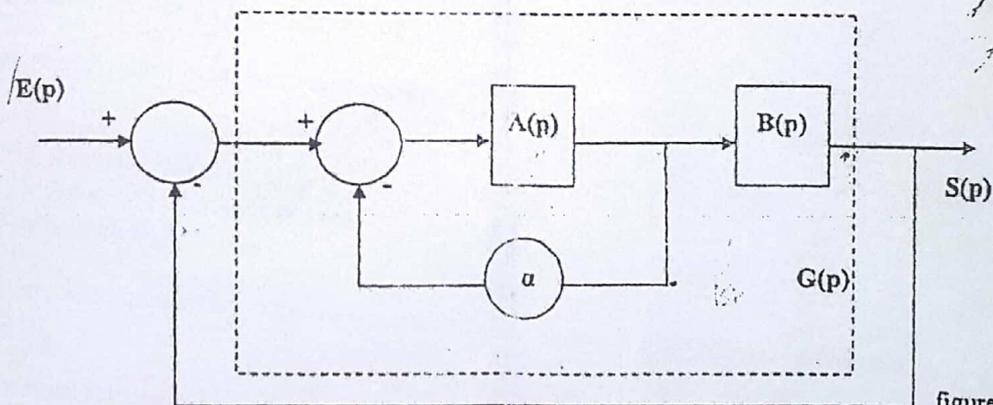


figure 2

48

SESSION 2006
B.T.S. ELECTROTECHNIQUE

Durée de l'épreuve : 5 H
Coefficient : 4

PHYSIQUE APPLIQUEE

Ce sujet comporte un problème et deux exercices totalement indépendants.
Chaque partie doit être traitée séparément.

PROBLEME : Electrotechnique.

Le diagramme du cercle sera représenté sur un papier millimétré.

Les essais effectués sur un moteur asynchrone triphasé d'une unité de sucrerie ont donné les résultats suivants :

- Essai à vide :
 - tension entre bornes du stator : 220 V
 - courant en ligne : 25,5 A
 - puissance absorbée : 1687 W
- Essai en court-circuit :
 - tension entre bornes du stator : 29 V
 - puissance de court-circuit mesurée par la méthode des deux wattmètres :
 $P^1_{13} = 689 \text{ W} ; P^2_{23} = -73,3 \text{ W}$
 - Résistance mesurée entre deux bornes du stator : $0,16 \Omega$

Le moteur asynchrone utilisé est un moteur triphasé 220 V, 50 Hz, tétrapolaire, stator couplé en étoile.

On néglige les pertes mécaniques :

- 1/ Calculer le facteur de puissance à vide
- 2/ Déterminer pour l'essai en court-circuit :
 - 2.1 la puissance active P_{lcc}
 - 2.2 la puissance réactive Q_{lcc}
 - 2.3 le facteur de puissance $\cos \varphi_{lcc}$
 - 2.4 le courant en ligne I_{lcc}
- 3/ Calculer le courant en ligne de court-circuit I_{lccn} qui correspond à la tension nominale du moteur.
- 4/ Déterminer les pertes Joule statorique sous tension nominale.
- 5/ Construire le diagramme du cercle : Echelle : 10A \rightarrow 1 cm
 - 5.1. Placer le point A (pour $g = 0$)
 - 5.2. Placer le point C (pour $g = 1$)
 - 5.3. Placer le point D (pour $g = \infty$)

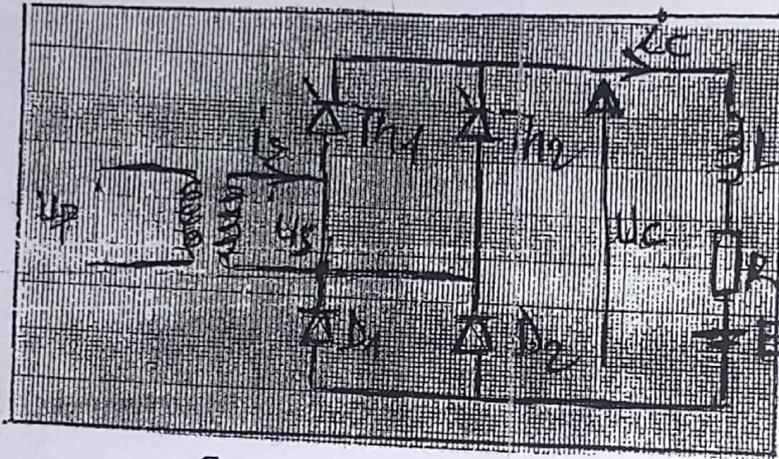
49

PAGE

- 6/ Pour un fonctionnement correspondant à un couple utile égal à 126,2 N.m. On demande de :
- 6.1. Placer sur le cercle le point M correspondant
 - 6.2. Déterminer le glissement, la puissance utile, la puissance absorbée et le rendement.
- 7/ Pour un fonctionnement tel que les pertes joules statoriques soient égales aux pertes fer statoriques, on demande de :
- 7.1. Placer sur le cercle le point M' correspondant
 - 7.2. Déterminer le couple électromagnétique
 - 7.3. Déterminer les pertes joule rotoriques.

EXERCICE 1 : Electronique de puissance.

Un transformateur monophasé alimente une charge R - L - E par l'intermédiaire d'un pont PD2 mixte. Le transformateur et les composants sont considérés comme parfaits. La commande des thyristors T_1 et T_2 est retardé d'un angle φ . On admet que le courant i_c fourni par le pont est parfaitement lissé grâce à l'inductance L.



On donne : $U_p = 380 \text{ V}$
 $U_s = 220 \text{ V}$
 $R = 5 \Omega$
 $E = 60 \text{ V}$

- 1/ Pour $\varphi = \frac{\pi}{6}$ représenter sur la courbe ci-jointe :
 - a) la tension U_c à la sortie du pont en indiquant les composants passants
 - b) le courant fourni $i(t)$ au secondaire du transformateur.
- 2/ Calculer :
 - a) les valeurs moyenne et efficace du courant dans le thyristor T_1
 - b) la tension inverse maximale V_{RWM} pour T_1 et D_1
- 3/ Calculer :
 - a) la puissance P absorbée par la charge
 - b) la valeur efficace I du courant $i(t)$ débité par le transformateur si pour φ quelconque

$$I = I_c \sqrt{\frac{\pi - \varphi}{\pi}}$$
 - c) la puissance apparente S mise en jeu par le transformateur.

PARTIE 4 : AUTOMATIQUE

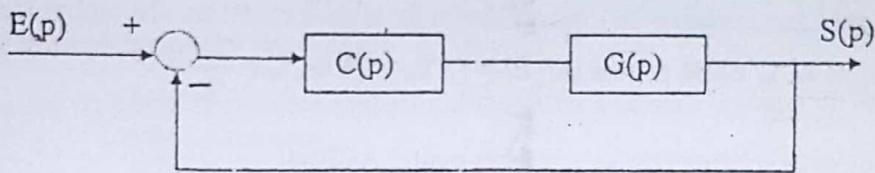
EXERCICE N° 1 : Stabilité

Etudier la stabilité du système dont la fonction de transfert est $F(p)$ par la méthode ROUTH :

$$F(p) = \frac{5(10p^2 + 7p + 1)}{4p^4 + 15p^3 + 8p^2 + 10p + 1}$$

EXERCICE N° 2 : Fonction de transfert.

Un système asservi a le schéma fonctionnel suivant



$G(p) = \frac{1}{(2p+1)^2}$ est la fonction de transfert du processus à réguler

$C(p)$ la fonction de transfert du correcteur.

1. Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte $T(p)$ du système.
2. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $H(p)$ du système.
3. Déterminer l'expression de l'erreur $\epsilon(p)$ en fonction de $T(p)$ et de $E(p)$
4. On choisit $C(p) = k$. Calculer k pour que $H(p)$ soit du second ordre avec $\zeta = 0,7$ et donner ω_0 .
5. On choisit $k = 1$ déterminer la valeur finale de l'erreur $\epsilon_0(\infty)$
6. Maintenant $C(p) = \left(2 + \frac{1}{p}\right)$. Déterminer $H(p)$ et $\epsilon(p)$ en déduire la nouvelle valeur de l'erreur statique $\epsilon_0(\infty)$ de la réponse indicielle.

50

- Calculer la vitesse du moteur
- Déterminer le mode de conduction.

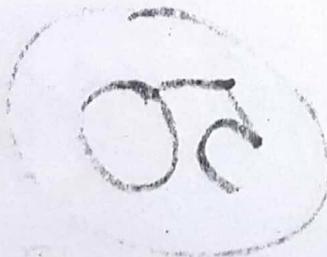
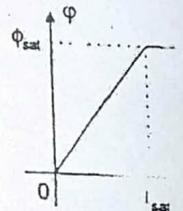
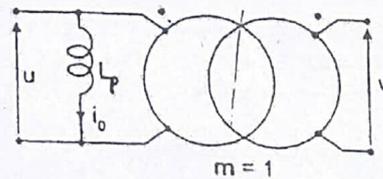
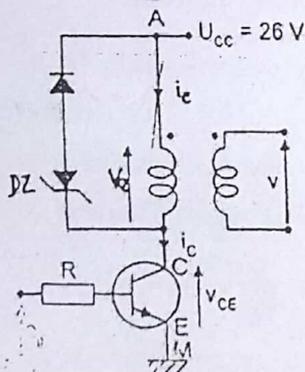
3) Le couple conservant la valeur 5 N.m, calculer la vitesse correspondant à $\alpha = 0,5$ après avoir déterminé le mode de conduction.

PARTIE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE : Etude d'une interface

L'interface ci-dessous, tout en assurant l'isolement galvanique de l'électronique de commande et le secteur alimente la gâchette des thyristors d'un convertisseur statique. Le transistor est commandé périodiquement (T_0) pendant un temps t_c . On supposera que le transformateur d'impulsions fonctionne à vide (gâchette non reliée). Les diodes sont parfaites et la tension de zener de D_Z est $V_Z = 36$ v.

On négligera la résistance de l'enroulement du transformateur. On donne $L_p = 6,5$ mH et $i_{sat} = 62$ mA. L'étude se fera sur $\left[0, \frac{T_0}{2}\right]$. $T_0 = 28$ us, $t_c = \frac{T_0}{2}$

- 1°) Donner le schéma équivalent de la maille ACEM.
- 2°) Résoudre l'équation différentielle qui satisfait i_c (on supposera $i_c(0) = 0$)
- 3°) Calculer $i_c\left(\frac{T_0}{2}\right)$.
- 4°) Que se passe-t-il si l'impulsion est trop longue ?
- 5°) Exprimer en fonction du temps le flux $\phi(t)$.
- 6°) Donner l'allure de $v_c(t)$, $\phi(t)$ et $i_c(t)$.



PAGE

*** DIRECTION DES EXAMENS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR PRIVE ***

Ministère de l'Enseignement Supérieur

SESSION 2005
B.T.S. ELECTROTECHNIQUE

Durée de l'épreuve : 5 H
Coefficient : 4

PHYSIQUE APPLIQUEE

Ce sujet comporte 4 parties totalement indépendantes. Chacune d'elles doit être traitée séparément. Une courbe réponse est fournie pour la 3^{ème} partie.

PREMIERE PARTIE : TRANSFORMATEURS

Les 3 exercices de cette partie sont indépendants.

Etude d'un transformateur monophasé

On considère un transformateur monophasé sur lequel on a effectué un essai en charge au point de fonctionnement nominal. On a obtenu :

$V_{1n} = 3300 \text{ V}$; $\varepsilon = 4,762 \%$ (chute de tension relative) ; $V_{2n} = 220 \text{ V}$; $I_{2n} = 272,727 \text{ A}$

1. Calculer la tension à vide V_{20n} et la chute de tension absolue ΔV_2 de Kapp.
2. Calculer le rapport de transformation du transformateur
3. Déterminer la puissance apparente nominale du transformateur
4. On sait que $Z_s I_{2n} = 0,06 V_{20n}$ et que le rapport $\frac{X_s}{R_s} = \sqrt{3}$. Déterminer Z_s , R_s et X_s .
5. Déterminer le facteur de puissance de l'essai en charge
6. Calculer le rendement du transformateur si les pertes fer sont estimées à 1250W.

Etude d'un transformateur triphasé

A partir de 3 transformateurs monophasés identiques à celui étudié ci-dessus, on réalise un transformateur triphasé. Un essai à vide réalisé sur ce transformateur triphasé couplé Δy_{11} a donné : $U_{10n} = 3300 \text{ V}$ et $U_{20} = 400,1 \text{ V}$.

On admet que la résistance et la réactance d'une colonne ramenée au secondaire du transformateur triphasé valent respectivement : $R_{sc} = 25,4 \text{ m}\Omega$ et $X_{sc} = 44 \text{ m}\Omega$.

7. Déterminer le rapport de transformation colonne du transformateur.
8. Alimenté sous $U_{10n} = 3300 \text{ V}$, le transformateur débite un courant de ligne de 260 A dans une charge triphasée équilibrée capacitive de facteur de puissance 0,8.
 - 8.1. Quelle est la valeur de la tension composée U_2 aux bornes de la charge ?
 - 8.2. Quelles sont les puissances actives, réactive et apparente de la charge ?

51

PAGE 1/5

II On suppose désormais que le pont est à six thyristors.

2 - a) Calculer l'angle de retard à l'amorçage α pour que $\bar{U}_c = 300 \text{ V}$

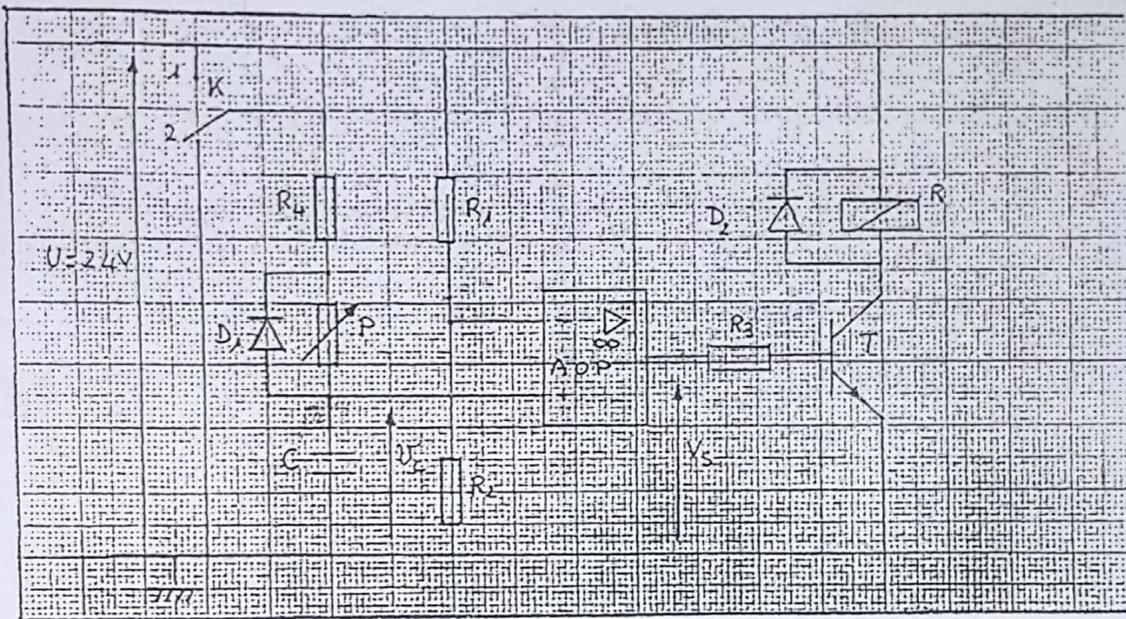
b) Tracer les courbes de $U_c(\theta)$ et de $V_{\text{th1}}(\theta)$, tension aux bornes du thyristor TH_1 qui remplace D_1 .

2.2. La puissance fournie à la charge (côté continu) vaut $82\,500 \text{ W}$ lorsque le transformateur débite son courant nominal. Calculer la tension moyenne \bar{U}_c aux bornes de la charge et en déduire l'angle de retard à l'amorçage α .

2.3. Quel est le facteur de puissance de l'ensemble « pont redresseur + charge » dans ce cas.

3^{ème} PARTIE : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

L'amplificateur opérationnel (AOP) du montage ci-dessous est parfait.



Le contact K commande le temporisateur lorsqu'il est dans sa position de travail (1). Il est au repos en position (2).

1/ Dans quel état se trouve le transistor T lorsque la sortie V_s de l'AOP est égal à 24 V ?

2/ On donne :

$$* 0 \leq V_s \leq 24 \text{ V}$$

$$* \beta = \frac{I_c}{I_b} = 100 ; I_{B \text{ sat}} = 2 I_B \text{ et } V_{CE \text{ sat}} = 1 \text{ V.}$$

On néglige V_{DE} $I_{B \text{ sat}}$ assure la saturation du transistor.

Calculer R_3 si la résistance R du relais est égale à 640Ω .

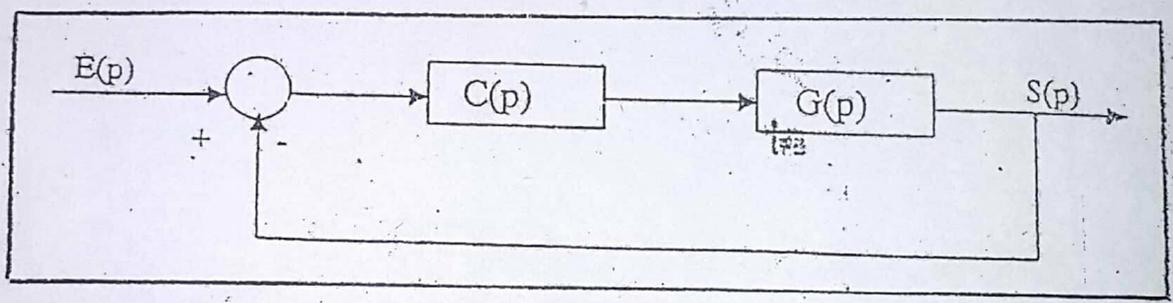
52

- 3/ La puissance dissipée dans chacune des résistances R_1 et R_2 est $\frac{P_n}{10}$ (avec $P_n = 0,25$ W). On veut que le seuil de basculement de l'AOP corresponde à $v_c = 12$ V. Calculer les résistances R_1 et R_2 .
- 4/ L'équation de charge du condensateur est de la forme : $V_c = E(1 - e^{-t/RC})$ avec $R = R_1 + P$. On veut régler la temporisation entre 5 s et 20 s.
- Calculer la valeur du condensateur C et celle de la résistance maximum P du potentiomètre si $R_1 = 15$ k Ω .
- 5/ En position (2), quel est le rôle de la diode D_1 ?
- 6/ Etablir l'équation de décharge du condensateur.

4^{ème} PARTIE : AUTOMATIQUE

On considère un système de fonction de transfert $G(p) = \frac{K}{p}$ avec $K > 0$.

1. Expliquer pourquoi ce système est-il instable.
2. Tracer le diagramme asymptotique (module et phase) de Bode de $G(p)$.
3. Pour améliorer les performances du système, on insère un correcteur $C(p)$ tel que représenté ci-dessous.



$C(p)$ a pour expression $C(p) = \frac{z}{p+a}$ (z et a, réels positifs).

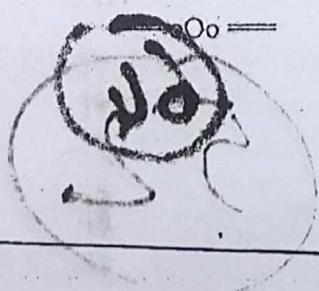
3.1 Déterminer $H(p)$ la fonction de transfert en boucle fermée du système.

Dans ce qui suit, ω_0 et ω_p désignent respectivement la pulsation propre non amortie du système et sa pseudo-pulsation, tandis que $t_{r5\%}$ est la notation du temps de réponse à 5 % du système.

On donne $\omega_0 t_{r5\%} = 5,2$ rad et $\frac{\omega_0}{\omega_p} = 1,249$.

On souhaite que le temps de réponse $t_{r5\%}$ du système soit égal à 2,6 s.

- 3.2 Déterminer les valeurs de ω_0 et du facteur d'amortissement du système en boucle fermée.
- 3.3 En déduire la valeur du premier dépassement D_1 (exprimée en pourcentage) et celle du paramètre a du correcteur.
- 3.4 En sachant que le gain statique du correcteur $C(p)$ est égal à 1/3, déterminer les valeurs de z et a.



1. Axi Session VEST

*** DIRECTION DES EXAMENS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR PRIVE ***

Ministère de l'Enseignement Supérieur

SESSION 2005
B.T.S. - MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

Durée de l'épreuve : 4 H
Coefficient : 4

GENIE ELECTRIQUE

Ce sujet comporte 3 parties indépendantes à traiter séparément.
Une courbe réponse est fournie pour la résolution de la 2^{ème} partie.

1^{ère} PARTIE : ELECTROTECHNIQUE

Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire 380 V, 50Hz possède un rotor bobiné et un stator couplés en étoile.

On néglige les résistances et réactances de fuites statoriques, les pertes fer et les pertes mécaniques.
Des essais réalisés sur le moteur ont donné les résultats suivants :

- Essai à vide sous tension nominale :

- . Courant en ligne : 15 A
- . Puissance absorbée : $P = 0W$

- Essai en court-circuit :

- . Tension entre bornes du stator : 76 V
- . Courant en ligne : 30 A
- . Puissance absorbée : 1022 W

1/ Calculer le facteur de puissance à vide.

2/ Déterminer pour l'essai en court-circuit.

- 2.1/ Le courant en ligne de court-circuit I_{1cc} qui correspond à la tension nominale du moteur.
- 2.2/ Le facteur de puissance $\cos \phi_{1cc}$.

3/ Construire le diagramme du cercle. Echelle : 15 A \rightarrow 2 cm

- 3.1/ Placer le point A (pour $g = 0$)
- 3.2/ Placer le point C (pour $g = 1$)
- 3.3/ Placer le point D (pour $g = \infty$).

4/ Pour un fonctionnement correspondant à une puissance absorbée $P_a = 24,682$ kW, on demande de :

- 4.1/ Placer sur le cercle le point M correspondant
- 4.2/ Déterminer le courant absorbé.
- 4.3/ Déterminer les pertes joule rotorique.
- 4.4/ Déterminer le glissement g et en déduire la vitesse de rotation du moteur.
- 4.5/ Déterminer le rendement.

N.B. : Le diagramme du cercle sera représenté sur du papier millimétré.

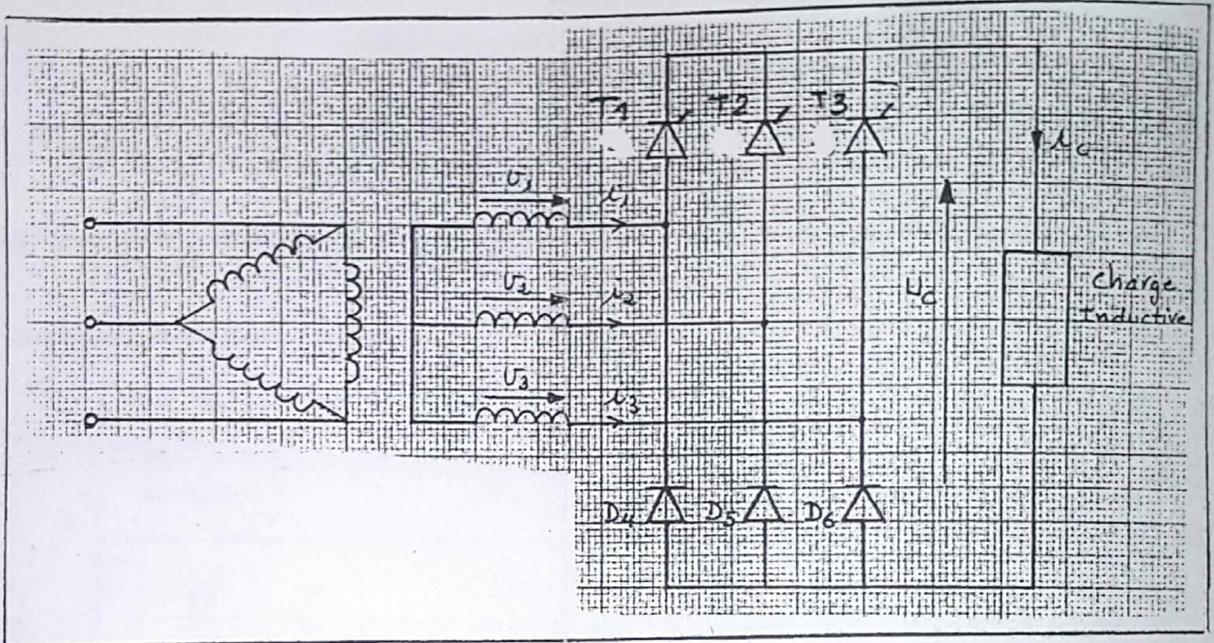
53

BTS 2005 / MSP

2^{ème} PARTIE : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Un transformateur triphasé Dy, 87 KVA, a pour tensions nominales : 5000 V au primaire – 250 V au secondaire. Son primaire est soumis à 5000 V. Son secondaire alimente un réseau continu par l'intermédiaire d'un pont mixte.

On suppose que le courant redressé i_c dans la charge, est parfaitement lissé



- 1 - Donner en fonction de l'angle de retard à l'amorçage α , l'expression de la valeur moyenne de la tension redressée \bar{U}_c
- 2 - Calculer l'angle α en degrés si $\bar{U}_c = 300$ V.
 Pour la suite, on pose $\alpha = \frac{\pi}{6}$
- 3 - Construire le graphe de la tension redressée U_c pour un angle de retard à l'amorçage $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Préciser en radians, la période de U_c .
- 4 - Représenter le graphe de i_c , courant absorbé par la première phase du pont.
- 5 - Sachant que la puissance apparente du pont est de 10 KVA, calculer :
 - 5.1 La valeur efficace I des courants au secondaire du transformateur.
 - 5.2 La valeur du courant continu I_c
 - 5.3 La puissance fournie à la charge.

87

3^{ème} PARTIE : AUTOMATIQUE

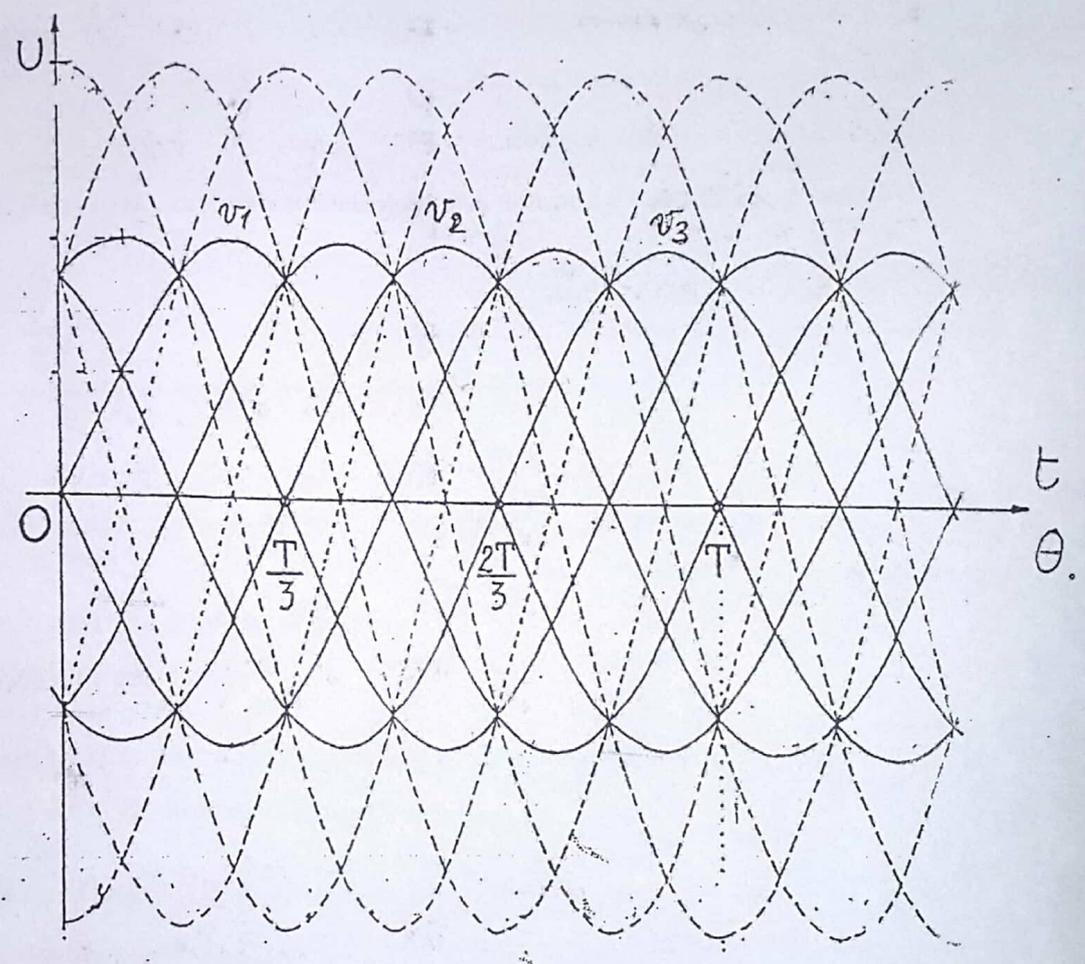
La fonction de transfert en boucle ouverte d'un système à retour unitaire de contrôle de température, a pour expression ($K > 0$) :

$$G(p) = \frac{K}{p^2 + \frac{5}{2}p + 1}$$

- 1°/ Déterminer les pôles de $G(p)$
- 2°/ Donner l'expression de la réponse de $G(p)$ à une impulsion unitaire.
- 3°/ On désire régler K pour que le système en boucle fermée ait un facteur d'amortissement égal à 0,442. Déterminer alors :
 - 3.1. La valeur de $K = K_1$
 - 3.2. La pseudo période
 - 3.3. L'erreur statique de position
- 4°/ Pour $K = 7$ et un essai en fréquence en boucle fermée :
 - 4.1. Déterminer la pulsation de résonance
 - 4.2. Calculer le facteur de résonance en décibels (dB)
 - 4.3. Pour quelle fréquence le module de la fonction de transfert en boucle fermée est-il égal à -6 dB ?

54

COURBE REPONSE DE LA DEUXIEME PARTIE



Handwritten marks in a circle, including the number 4 and some scribbles.

SESSION 2004
B.T.S. ELECTROTECHNIQUE

Durée de l'épreuve : 5 H
Coefficient : 4

PHYSIQUE APPLIQUEE

Ce sujet comporte 4 parties totalement indépendantes. Chacune d'elles devra être traitée séparément.

1^{ère} PARTIE : ELECTROTECHNIQUE

Une usine est reliée électriquement à une source de tensions triphasées 420 V entre phases 50 Hz, par une ligne triphasée.

A/ Pour déterminer les caractéristiques de la ligne, le technicien la connecte à un récepteur triphasé équilibré d'impédances.

$z = 20 \angle 30^\circ$ couplés en triangle. Il relève alors aux bornes du récepteur une tension entre phases de 380 V, et à l'origine de la ligne un facteur de puissance de 0,8.

- 1/ Calculer le courant de ligne absorbé par le récepteur.
- 2/ Calculer les puissances active et réactive :

- 2.1. absorbées par le récepteur
- 2.2. fournies par la source d'alimentation triphasée.

3/ En déduire les caractéristiques r et $\ell\omega$ d'une phase de la ligne triphasée.

B/ Dans la suite, le récepteur précédent est débranché et on prendra pour caractéristiques de la ligne : $r = 0,12\Omega$; $\ell\omega = 1,1 \Omega$ (par phase).

L'usine possède 4 récepteurs principaux (RP₁, RP₂, RP₃, RP₄)

A l'entrée de l'usine nous avons une tension de 380 V.

On donne les caractéristiques des différentes unités :

- RP₁ : un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire, développant un couple utile de 9,284 N.m., avec un rendement 0,8, un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ et un glissement $g = 4 \%$.
- RP₂ : constitué de trois récepteurs monophasés (R₂L₂C₂ série) couplés en étoile :
(R₂ = 75Ω ; L₂ = 0,5 H ; C₂ = 19,341 μF)
- RP₃ : un récepteur triphasé consommant une puissance de 1800 w avec un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ AV.
- RP₄ : $P_{13}^1 = 1800 \text{ w}$; $P_{23}^2 = -800 \text{ w}$ (méthode des deux wattmètres)

1/

- 1.1. Calculer la puissance active absorbé par le moteur de RP₁
- 1.2. Calculer le courant de ligne absorbé par l'unité RP₂.
- 1.3. RP₄ est constitué de trois récepteurs monophasés (R₄ L₄ parallèle) couplés en triangle. Déterminer R₄ et L₄.

- 2/ Déterminer les puissances active et réactive absorbées par l'usine.
- 3/ Déterminer l'intensité du courant en ligne et le facteur de puissance.
- 4/ Déterminer les puissances active et réactive fournies par la source ainsi que son facteur de puissance.
- 5/ Quelle est la nouvelle tension du réseau (vue de la source) ?
- 6/ On place aux bornes de l'usine une batterie de 12 condensateurs. Chaque branche comporte 4 condensateurs en parallèle. Les branches sont montées en triangle.

La capacité unitaire d'un condensateur est : $C = 6,27 \mu\text{F}$.

- 6.1. Quel est le nouveau facteur de puissance de l'usine ?
- 6.2. Quelle est la nouvelle intensité du courant en ligne ?
- 6.3. Quelles sont les nouvelles puissances ainsi que le nouveau facteur de puissance juste à la sortie de la source d'alimentation ?

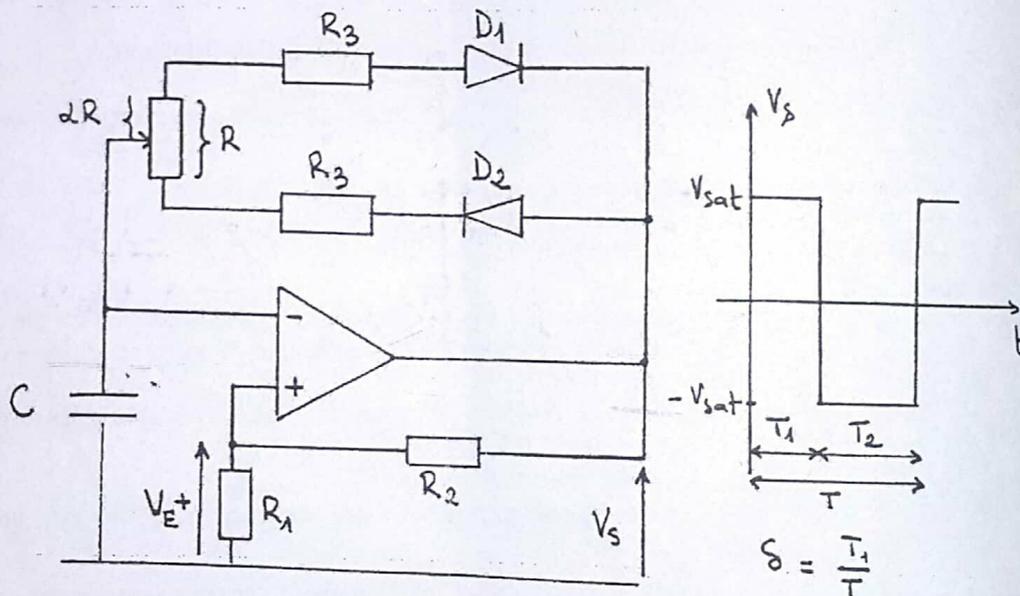
2^{ème} et 3^{ème} PARTIES : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE ET DE COMMANDE

On se propose d'étudier sur une rame de train à grande vitesse une partie de l'équipement de traction :

- le hacheur
- la commande de hacheur.

I/ ETUDE DE LA COMMANDE DU HACHEUR

Les impulsions de commande des thyristors d'un hacheur sont fabriquées à partir d'un multivibrateur. Pour faire varier le rapport cyclique, on utilise le montage suivant :



$R = 47 \text{ K}\Omega$; $R_1 = 6,8 \text{ K}\Omega$; $R_2 = 56 \text{ K}\Omega$; $R_3 = 10 \text{ K}\Omega$
 $V_{\text{sat}} = 12 \text{ V}$ $V_s = V_{\text{sat}}$ ou $V_s = -V_{\text{sat}}$

Les diodes D1 et D2 sont parfaites :

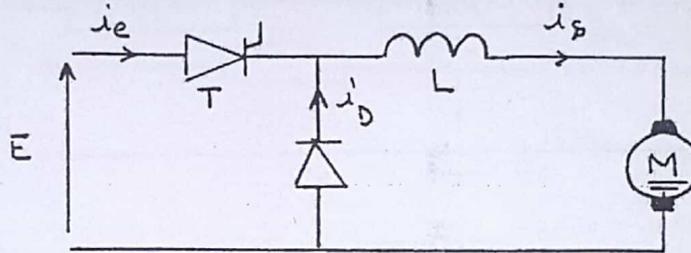
$v_d = 0$ quand la diode conduit ; $i_d = 0$ quand la diode est bloquée.

77

- 1/ Exprimer V_{E+} en fonction de V_s . Calculer V_{E+} pour les deux valeurs de V_s
- 2/ Pour $V_s = +V_{sat}$ puis pour $V_s = -V_{sat}$, préciser l'état de chaque diode.
- 3/
 - 3.1. Ecrire l'équation différentielle du circuit pour l'état haut de V_s et en déduire la durée T_1 de cet état.
 - 3.2. Ecrire l'équation différentielle du circuit pour l'état bas de V_s et en déduire la durée T_2 correspondante.
- 4/ On pose $T_1 = RC \ln(1 + R_1/R_2)$;
 $T_2 = RC \ln(1 + 2R_1/R_2)$
 En déduire les expressions de la période T et du rapport cyclique δ de V_s en fonction de C , R_3 , α et R . Calculer T .
- 5/ On veut une fréquence $f = 27$ KHz, calculer la valeur de C pour avoir cette fréquence.
- 6/ Comment pourrait-on régler la fréquence sans modifier le circuit (C , R_3) ?

II - ETUDE DU HACHEUR

La rame comporte six boggies motrices. Le moteur d'entraînement d'une motrice est alimenté à partir d'une source continue E par l'intermédiaire d'un hacheur série.



T est un thyristor entièrement commandé par le montage précédent. L'inductance globale de la charge est suffisante pour que i_s soit considéré comme constant et égal à I_s .
 Le hacheur est commandé à rapport cyclique variable α et à fréquence fixe f_0 .

- 1/ Représenter l'allure des courants i_s , i_D , i_e en fonction du temps.
- 2/ Pour $\alpha = 0,5$ exprimer en fonction de I_s , le terme constant et l'amplitude du fondamental de la décomposition en séries de Fourier du courant i_e .
- 3/ Les motrices ont une puissance de traction de 6 MW pour $E = 1500$ V. Le hacheur fonctionne à 300 Hz. Pour $\alpha = 0,5$, calculer l'amplitude du fondamental.

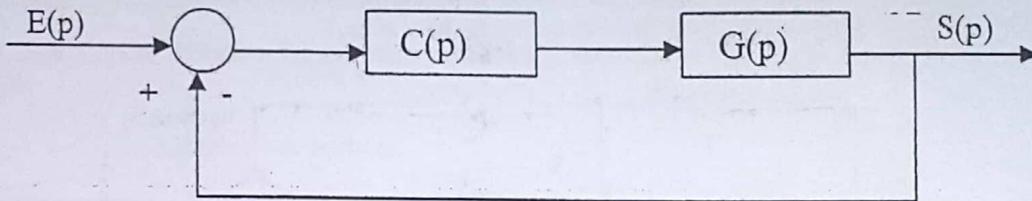
56

4^{ème} PARTIE : AUTOMATIQUE

La fonction de transfert en boucle ouverte d'un système à retour unitaire de contrôle de température a pour expression :

$$G(p) = \frac{40}{(2p + 1)(0,5p + 1)}$$

1. Déterminer l'erreur statique de position pour une entrée échelon unitaire.
2. Ce système est-il stable en boucle fermée ? Si oui, déterminer sa marge de phase.
3. Pour améliorer les performances du système, on introduit un correcteur série $C(p)$ dans la chaîne directe comme l'indique le schéma ci-dessous. La fonction de transfert de ce correcteur est : $C(p) = 8 \times (p + 0,5)$.
 - 3.1 Montrer que la fonction de transfert en boucle ouverte du système corrigé est du premier ordre. Déterminer sa constante de temps.
 - 3.2 Déterminer la nouvelle erreur statique de position.
 - 3.3 Le système corrigé est-il stable en boucle fermée ? Si oui, déterminer sa marge de phase.
 - 3.4 Quelles sont les améliorations apportées par ce correcteur ?



=== oOo ===

*** SERVICE AUTONOME DES EXAMENS ***
 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

SESSION 2003
 B.T.S. ELECTROTECHNIQUE

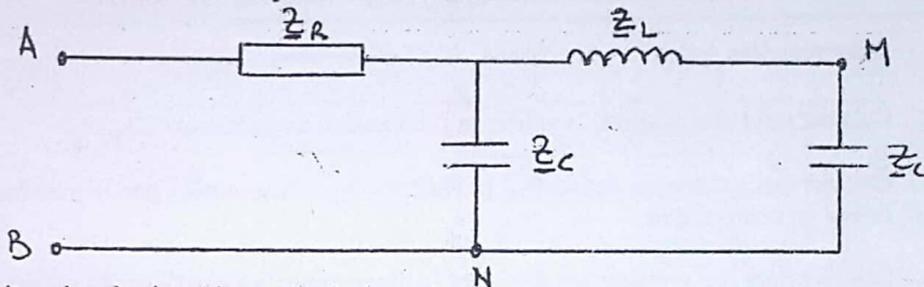
Durée de l'épreuve : 5 H
 Coefficient : 4

PHYSIQUE APPLIQUEE

Cette épreuve de physique appliquée comporte 4 parties totalement indépendantes.
 Le candidat pourra donc les traiter dans l'ordre de son choix à condition de bien préciser à chaque fois, la partie qu'il aborde.

1^{ère} PARTIE : ETUDE D'UN CIRCUIT ELECTRIQUE

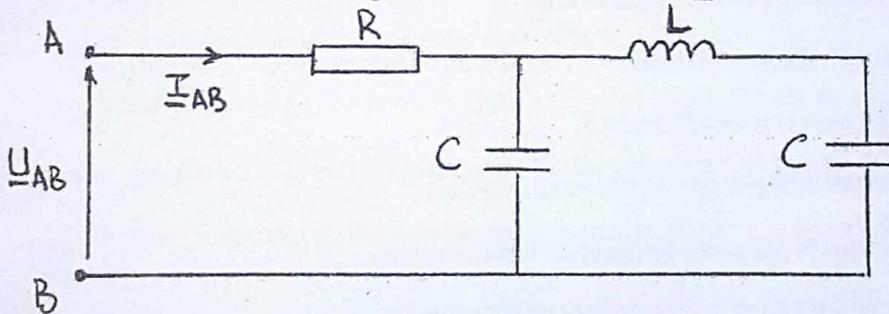
On considère l'association d'impédance ci-dessous :



1.1 Déterminer les impédances équivalentes :

- 1.1.1. Z_{AB} (Vue des points A et B)
- 1.1.2. Z_{MN} (Vue des points M et N)

1.2 On alimente le circuit entre les points A et B sous la tension \underline{U}_{AB} alternative sinusoïdale.



La fréquence de la tension d'alimentation est variable.

Elle est notée : $f = \frac{\omega}{2\pi}$

Déterminer l'impédance équivalente Z_{AB} sous la forme :

$Z_{AB} = R + jX$

57

1.2.1 Quelle est la condition sur ω pour que \underline{U}_{AB} et \underline{I}_{AB} soit en phase ?

1.2.2 Pour quelle valeur de ω , $\arg(\underline{Z}_{AB}) = \frac{\pi}{2}$?

2^{ème} PARTIE : ETUDE DU TRANSFORMATEUR TRIPHASE

On dispose d'un transformateur triphasé à 3 colonnes.

Sur chaque colonne, on réalise un bobinage primaire et un bobinage secondaire.

Les bobines primaires sont couplées en étoile et les bobines secondaires en triangle.

Chaque enroulement primaire comporte $N_1 = 2\,500$ spires et chaque enroulement secondaire $N_2 = 600$ spires.

Des essais réalisés sur le transformateur ont permis d'obtenir les résultats suivants :

Essai à vide : $U_{10} = U_{1n} = 1000$ V (tension entre phases) ;

$I_{10} = 0,4$ A (courant de ligne) ; $\cos\phi_{10} = 0,2$ AR.

Essai en court-circuit : secondaire en court-circuit (Méthode des deux wattmètres).

$W_1 = 187,3$ W ; $W_2 = 24,3$ W.

Essai en courant continu : (Mesure entre bornes) $R_{AB} = 4,167$ Ω ; $R_{ab} = 0,16$ Ω

2.1 Déterminer les pertes fer par colonne.

2.2 Calculer pour une colonne, la valeur de l'inductance magnétisante X_{mc} .

2.3 Calculer les puissances active P_{1cc} et réactive Q_{1cc} consommées par le transformateur lors de l'essai en court-circuit.

2.4 Calculer pour une colonne, les éléments du diagramme de Kapp (R_{sc} , X_{sc} , Z_{sc}).

2.5 Alimenté sous $U_{1n} = 1000$ V, le transformateur débite dans un four à résistances triphasé. Ce four absorbe une puissance $P = 9600$ W. Calculer :

2.5.1 La tension entre deux bornes du four.

2.5.2 Le courant dans un fil de ligne secondaire du transformateur.

2.5.3 Le rendement du transformateur.

2.5.4 Le courant de ligne primaire du transformateur.

2.5.5 Le facteur de puissance primaire du transformateur.

3^{ème} PARTIE : ETUDE DU MONTAGE REDRESSEUR

Les trois phases secondaires du transformateur alimente à présent un montage redresseur PD sous une tension efficace entre phases U_{PD} . Ce montage redresseur présente les caractéristiques suivantes :

- une tension moyenne redressée V_c qui varie entre 85 et 170 V
- un angle d'amorçage ψ des thyristors variant de 0 à ψ_1
- un courant redressé parfaitement constant $I_0 = 40$ A.

f2

- 3.1 Quels sont les différents montages PD susceptibles de fournir une tension moyenne redressée variable ?
- 3.2 Des deux valeurs extrêmes de V_c , indiquer celle qui correspond à l'angle d'amorçage $\psi=0^\circ$.
- 3.3 Déterminer la valeur de la tension U_{PD} .
- 3.4 Pour chaque montage PD proposé, déterminer la valeur de ψ_1 .
- 3.5 Pour $\psi = \psi_1$, préciser pour quel(s) montage(s) le courant $i_2(t)$ d'une ligne du secondaire du transformateur est symétrique par rapport à l'origine. Calculer alors sa valeur efficace.

4^{ème} PARTIE : COMMANDE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU PAR L'INDUIT ET A FLUX CONSTANT

La tension moyenne redressée variable V_c sert de référence à un système de commande d'un moteur à courant continu par l'induit et à flux constant. Sous certaines hypothèses simplificatrices, le schéma bloc fonctionnel du moteur fonctionnant à vide est donné à la Figure 3.

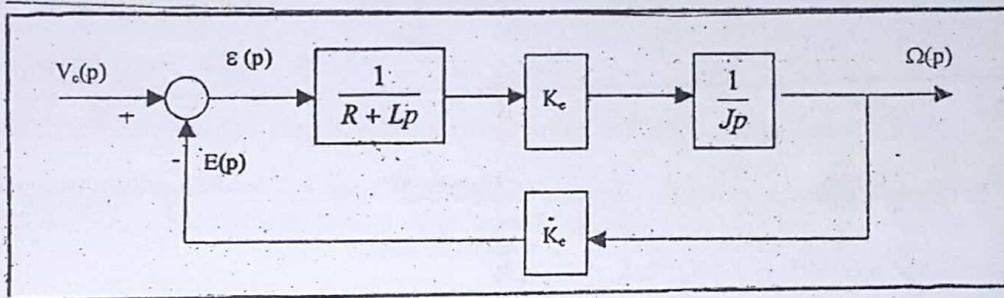


Figure 3

- 4.1 Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte $G(p)$ du système.
- 4.2 Déterminer l'erreur statique de position et de vitesse.
- 4.3 Donner l'expression de la fonction de transfert $H(p)$ en boucle fermée du système.

Dans la suite, on prendra : $K_e = 0,8 \text{ Vs/rad}$; $L = 1 \text{ H}$; $R = 5\Omega$; $J = 0,04 \text{ kg/m}^2$.

- 4.4 Calculer le gain statique K , la pulsation propre non amortie ω_0 et le facteur d'amortissement m du système.
- 4.5 En déduire la nature du régime du système en réponse à une entrée échelon unitaire.
- 4.6 Pour étudier le comportement du système en boucle fermée, on se propose de le modéliser par le circuit électronique de la figure 4.
- 4.6.1 Calculer la fonction de transfert $H(p) = \Omega(p)/V_c(p)$ du circuit de la figure 4.

58

4.6.2 Déterminer alors en fonction de R_A , R_B , R et C , les expressions du gain statique K , de la pulsation propre non amortie ω_0 et du facteur d'amortissement m du système.

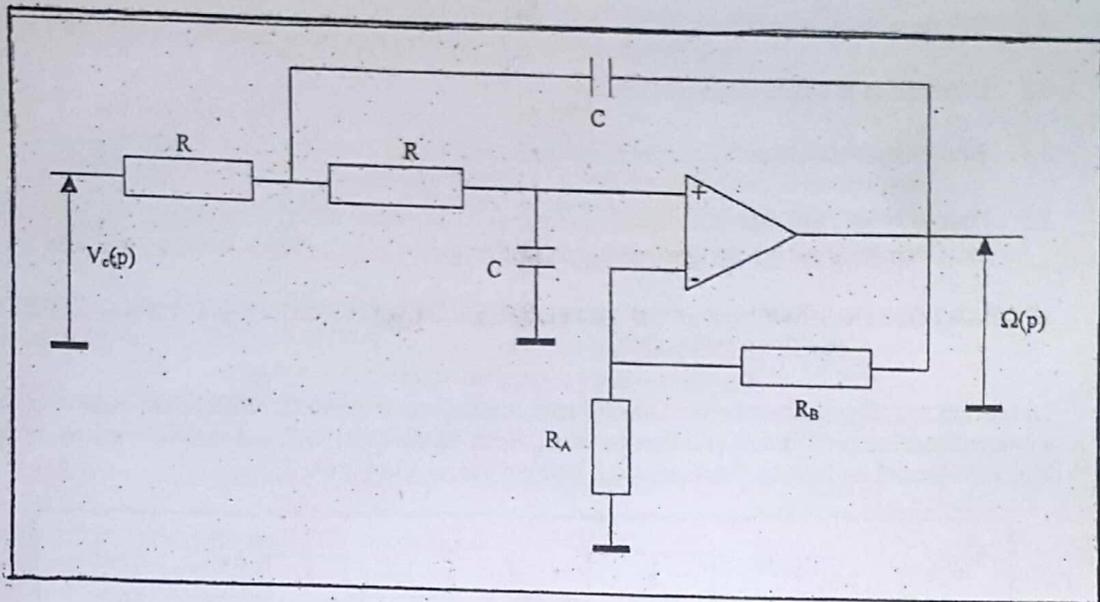


Figure 4

=== oOo ===

872

*** SERVICE AUTONOME DES EXAMENS ***

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

SESSION 2003

B.T.S. - MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

Durée de l'épreuve : 4 H

Coefficient : 4

GENIE ELECTRIQUE

PROBLEME 1 : Transformateurs monophasés en parallèle.

Un transformateur monophasé T_1 présente les caractéristiques suivantes :

$$S_n = 4 \text{ KVA}; \quad U_{1n} = 3,3 \text{ KV}; \quad f = 50 \text{ Hz}$$

Les essais effectués sur le transformateur ont donné :

$$\text{*Essai à vide : } U_{10} = 3,3 \text{ Kv}; \quad U_{20} = 231 \text{ V}; \quad P_{10} = 43 \text{ W.}$$

$$\text{* Essai en court-circuit : } U_{1cc} = 216 \text{ V}; \quad I_{2cc} = I_{2n}; \quad P_{1cc} = 125 \text{ W}$$

- 1 - Déterminer les éléments R_{s1} , X_{s1} , Z_{s1} du diagramme de Kapp du transformateur T_1 .
- 2 - Alimenté sous sa tension nominale U_{1n} , le transformateur T_1 débite un courant de 16 A dans une charge inductive de facteur de puissance 0,9.
 - 2.1 - Quelle est la tension aux bornes de la charge ?
 - 2.2 - Quel est le rendement du transformateur ?

On couple à présent en parallèle sur T_1 , un second transformateur T_2 de même rapport de transformation et de caractéristiques : $R_{s2} = 0,37\Omega$; $X_{s2} = 0,72\Omega$; $R_F = 272,25 \text{ K}\Omega$ (résistance fictive traduisant les pertes fer); $S_n = 2,5 \text{ KVA}$.

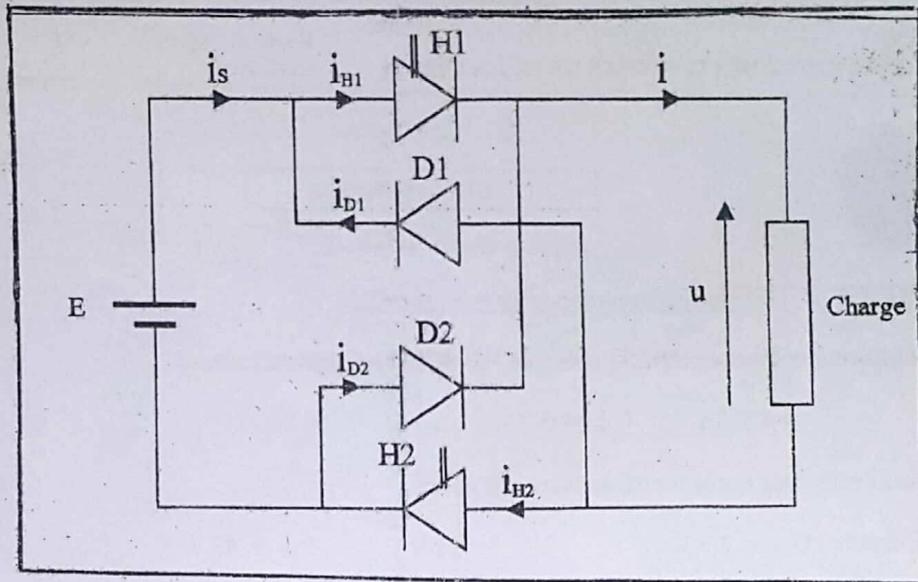
Les deux transformateurs débitent ensemble un courant de 28 A dans une charge inductive de facteur de puissance 0,8.

- 3 - Calculer les courants débités par chaque transformateur.
- 4 - En utilisant la relation de Kapp, déterminer la chute de tension équivalente des deux transformateurs.
- 5 - En déduire la tension aux bornes de la charge.
- 6 - Calculer le rendement global de l'ensemble des deux transformateurs.

59

PAGE 1/3

PROBLEME 2



On considère le circuit de la figure ci-dessus où E désigne un générateur et la charge est modélisée par une résistance R en série avec une f.c.é.m. E' et une inductance L. H₁ et H₂ désignent deux (2) interrupteurs commandés à l'ouverture et à la fermeture avec une période T. Les diodes D₁ et D₂ sont supposées parfaites. α₁ et α₂ désignent les rapports cycliques de H₁ et H₂.

1 - On suppose α₁ variable et α₂ = 1 (H₂ fermé en permanence). Le courant dans la charge ne s'annule pas. En régime permanent, i(t) évolue entre deux valeurs I₁ et I₂ (I₁ < I₂). Ainsi entre [0 ; α₁ T], H₁ est fermé et entre [α₁ T ; T] H₁ est ouvert.

1.1 - Tracer le chronogramme de u(t) la tension aux bornes de la charge.

1.2 - En supposant la chute de tension dans la résistance R négligeable devant E', déterminer les expressions de i(t) sur une phase de fonctionnement et tracer le chronogramme de i(t)

1.3 - On pose E = 200 V ; R = 2Ω ; L = 50 mH ; E' = 140 V, α₁ = 0.75. Calculer I₁ et I₂ sachant que le courant moyen dans la charge est égal à 5A pour une fréquence f = 100 Hz.

2 - On considère toujours que Ri est négligeable devant E'.

On fait fonctionner simultanément H₁ et H₂. Le courant i(t) dans la charge est supposé continu (i > 0). On fonctionne en régime permanent. α₁ = α₂ = α ; i(0) = I₁ et i(αT) = I₂

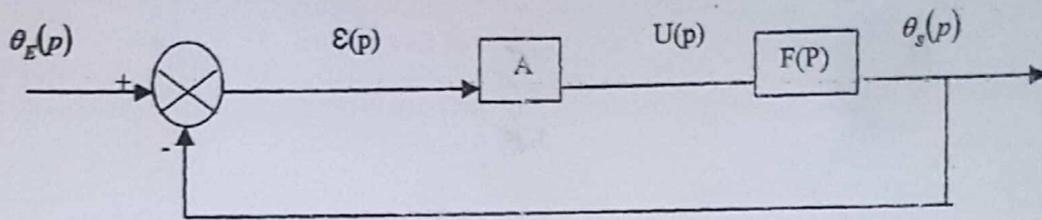
2.1 - Déterminer les expressions de i(t) au cours des deux phases de fonctionnement.

2.2 - Tracer sur deux (2) périodes l'allure de la tension u(t) aux bornes de la charge celle des courants i(t) ; i_{M1}(t) ; i_{D1}(t)

et

PROBLEME 3

Le schéma bloc de l'asservissement de position de l'antenne d'un radar utilisé pour suivre un mobile est représenté ci-dessous :



On donne la fonction de transfert $F(p)$ du moteur :

$$F(p) = \frac{\theta_s(p)}{U(p)} = \frac{K'}{T_1 p (1 + T_2 p)}$$

avec $T_1 = 0,04 \text{ s}$

$K' = 1,2 \text{ V/rad}$

$T_2 = 20 \text{ s}$

- 1 - Déterminer la réponse indicielle $\theta_s(t)$ du moteur.
- 2 - Montrer que la fonction de transfert du système en boucle fermée peut se mettre sous la forme :

$$H(p) = \frac{\theta_s(p)}{\theta_E(p)} = \frac{H_0}{1 + 2m \frac{p}{\omega_0} + \frac{p^2}{\omega_0^2}}$$

- 3 - En déduire les valeurs de H_0 , ω_0 et m en fonction de A .
- 4 - On note A_1 , la valeur de A permettant d'obtenir $m = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Calculer A_1
- 5 - Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte pour $A = 418 \text{ V/rad}$.
- 6 - En déduire la marge de phase du système. Conclure.

=== oOo ===

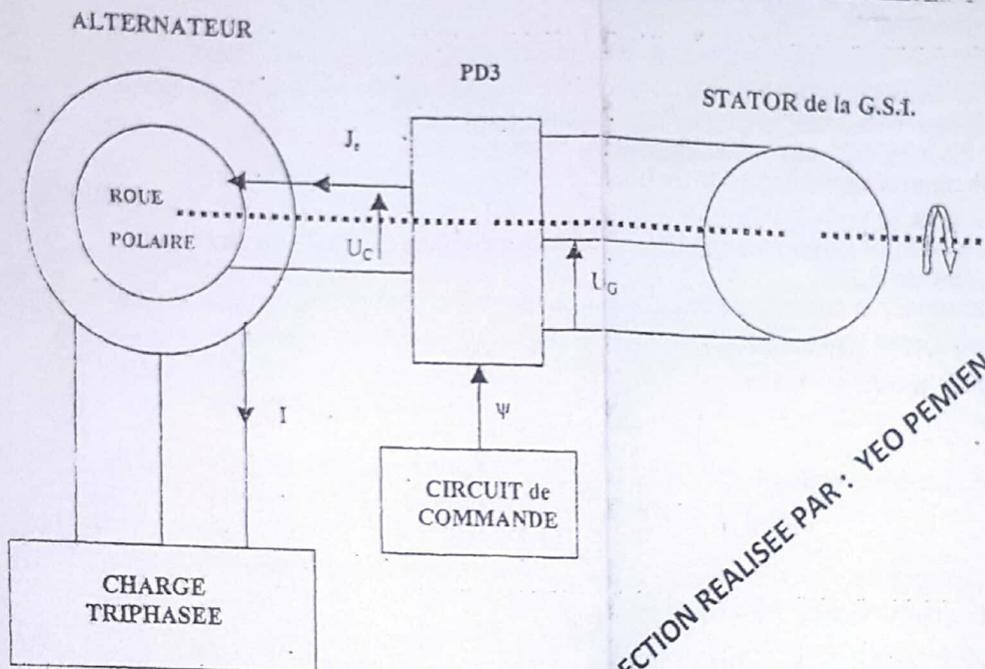
60

PHYSIQUE APPLIQUEE

Ce sujet comporte quatre parties totalement indépendantes qui couvrent les domaines de l'Electrotechnique, l'Electronique de Puissance, l'Electronique analogique et l'Automatique.

Les trois premières parties concernent un alternateur dont l'excitation est obtenue par l'intermédiaire d'un dispositif redresseur mixte tournant avec le rotor et qui est alimenté par un alternateur auxiliaire inversé (G.S.I.) que l'on n'étudiera pas. Le schéma synoptique de l'ensemble est donné ci-dessous.

Un système de tensions triphasées est fourni pour la résolution de la deuxième partie.



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

61

ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE L'ALTERNATEUR

Les caractéristiques nominales de l'alternateur étudié sont :

- Vitesse de rotation : 1500 tr/mn
- Courant d'excitation nominal : 10 A
- Résistance de la roue polaire : 1,3 Ω
- Résistance d'un enroulement du stator : 0,2 Ω
- Fréquence : 50 Hz
- Stator couplé en étoile

- La caractéristique à vide de l'alternateur relevée à la vitesse nominale donne : (E_{A0} : force électromotrice à vide d'une phase de l'alternateur, J_e : courant d'excitation de l'alternateur)

E_{A0} (V)	0	180	347	470	577	634	677	707	733
J_e (A)	0	2	4	6	8	10	12	14	16

- L'essai en court-circuit a donné :

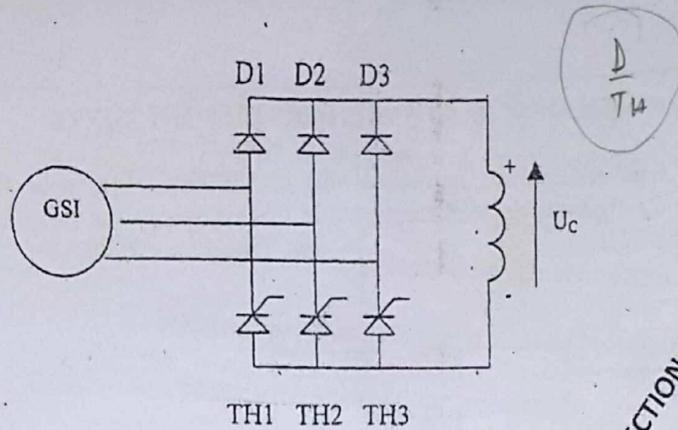
$$I_{cc} = 45 \text{ A} ; J_e = 5 \text{ A}$$

- 1.1) Déterminer la réactance synchrone de Behn - Eschenburg.
- 1.2) L'alternateur débite dans une charge qui absorbe une puissance qui a été relevée par la méthode des deux wattmètres :
 - $P_{13} = 59400 \text{ w} ; P_{23} = 59400 \text{ w}$.
 - 1.2.1) Déterminer les puissances active et réactive consommées par la charge.
 - 1.2.2) Pour le fonctionnement étudié, le courant d'excitation a été réglé à 10 A.
 - a) Déterminer les courants possibles débités par l'alternateur
 - b) En déduire les tensions composées aux bornes de la charge.
 - c) Les paramètres du modèle de potier d'une phase de l'alternateur sont :
 - $\alpha = 0,04$ et $\lambda\omega = 2,4 \Omega$.
 - L'alternateur alimente une charge capacitive couplée en étoile de facteur de puissance 0,707.
 - Déterminer le courant d'excitation J_e qui permet d'obtenir une tension simple $v = 660 \text{ v}$ et un courant de ligne $I = 60 \text{ A}$

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

10

II. ETUDE DU PONT REDRESSEUR PD3 MIXTE



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

Dans cette étude on suppose que :

- les thyristors et les diodes sont parfaits,
- le courant d'excitation J_e absorbé par la bobine de la roue polaire est parfaitement lissé,
- les tensions de sortie du générateur synchrone inversé (G.S.I.) sont sinusoïdales ; elles sont de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$, d'amplitude V_M et déphasées entre elles de 120° .
- Les thyristors sont commandés successivement par des impulsions séparées de 120° .

On désigne par ψ l'angle de retard à l'amorçage.

II. 1 On amorce les thyristors avec un angle ψ .

II. 1.1 – Indiquer l'intervalle de conduction des différents redresseurs (TH1, TH2, TH3, D1, D2 et D3) en fonction de l'angle d'amorçage ψ . On s'aidera de la courbe de système de tensions triphasées équilibrées ci-jointes.

II. 1.2 – Montrer alors que pour $\psi > 60^\circ$, une diode et un thyristor en série (TH3 et D3 par exemple) conduisent simultanément par moment.

II. 1.3 – Donner l'expression de la tension redressée moyenne U_C en fonction de ψ et de U_G (où U_G est la tension efficace entre deux phases de sorties du G.S.I.).

II. 2 La bobine d'excitation de la roue polaire a une résistance $R_e = 1,3 \Omega$ et un courant maximal $J_{e\max} = 16 \text{ A}$.

II. 2.1 – On désire que la bobine soit traversée par le courant maximal lorsque l'angle d'amorçage des thyristors est nul. Calculer la tension efficace entre phases U_G du G.S.I.

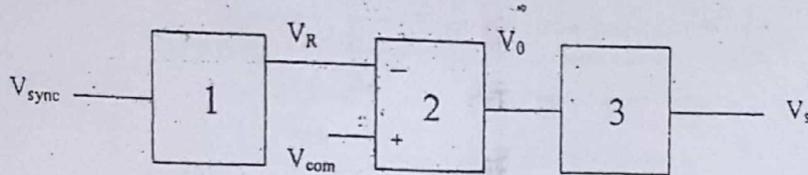
II. 2.2 – On fixe J_e à sa valeur nominale qui est de 10 A . Calculer l'angle d'amorçage ψ correspondant (en degré).

II. 2.3 – Pour $\psi = 60^\circ$, tracer la forme d'onde du courant i_{s3} de la phase 3 du G.S.I. en fonction de θ .

62

III. ETUDE DE LA COMMANDE DES THYRISTORS DU PONT MIXTE

La commande est du type arccosinus. On réalise trois circuits identiques dont chacun commande un thyristor. La figure ci-dessous représente le schéma synoptique du circuit de commande de gâchette de TH1.



Bloc 1 : Circuit déphaseur de $+90^\circ$ et de gain égal à 1.

Bloc 2 : Comparateur de tension dont la tension d'alimentation est $\pm V_{cc}$.

Bloc 3 : Circuit dérivateur R-C produisant un pic positif pendant un temps τ , à chaque front montant de V_0 .

III.1 – Indiquer quelle est la tension qui sert de tension de synchronisation au circuit de commande du thyristor TH1.

Dans la suite pour simplifier l'étude du circuit de commande on prendra $V_{sync} = A_{max} \sin \omega t$; Sa période sera notée T.

III.2 – Donner l'expression de la tension V_R à la sortie du circuit déphaseur.

III.3 – Pour $V_{com} = 0$, tracer l'allure des tensions : V_{sync} , V_R , V_0 et V_s si $\tau = T/6$.

III.4 – Entre quel intervalle doit-on faire varier V_{com} pour que l'angle d'amorçage soit réglable de 0 à π ?

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

sd

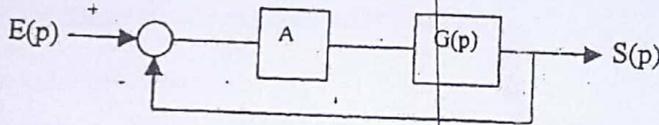
Faire

IV. AUTOMATIQUE

La fonction de transfert $G(p)$ d'un processus physique est :

$$G(p) = \frac{20}{p^2 + 10p + 16}$$

- IV.1 - Déterminer le gain statique G_0 , la pulsation naturelle ω_n et le coefficient d'amortissement ξ .
- IV.2 - On applique à l'entrée $x(t)$ du processus un signal en forme d'échelon unitaire.
- IV.2.1 - Déterminer les pôles de la sortie $Y(p)$ du processus,
- IV.2.2 - En déduire la réponse $y(t)$ du processus.
- IV.2.3 - Calculer les constantes de temps dues aux termes exponentiels.
- IV.2.4 - En négligeant le terme de la plus petite constante de temps, donner l'expression approchée de la réponse $y(t)$.
- IV.2.5 - En déduire le temps de réponse T_R à 5% (le temps que met la sortie $y(t)$ pour atteindre 95% de sa valeur finale).
- IV.3 On insère le processus de fonction de transfert $G(p)$ dans une boucle d'asservissement selon la figure ci-dessous :



- $E(p)$ est la fonction de transfert de l'entrée de consigne
- A est un amplificateur de gain K

IV.3.1 - Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée

$$F(p) = \frac{Y(p)}{E(p)}$$

IV.4 On fixe $K=35$.

- IV.4.1 - Calculer le gain statique F_0 , la pulsation naturelle ω_n et le coefficient d'amortissement ξ .
- IV.4.2 - Calculer le temps de réponse T_R à 5% lorsqu'on applique à l'entrée du système un échelon unitaire de consigne ; on donne $T_R = 3/\omega_n$.
- IV.4.3 - Comparer les valeurs de T_R en boucle ouverte et en boucle fermée.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

63

TEM

*** DIRECTION DES EXAMENS ET CONCOURS, DE L'ORIENTATION ET DES BOURSES ***

Ministère de la Jeunesse, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle

SESSION 2001
 B.T.S. ELECTROMECHANIQUE

Durée : 4 H
 Coef. : 4

GENIE ELECTRIQUE

1

EXERCICE N°1 :

Un réseau triphasé équilibré 220 / 350 v , 50 Hz alimente des équipements représentés par le schéma de la figure 1.

Etude de l'équipement 1

L'équipement 1 est constitué de trois récepteurs d'impédance Z_1, Z_2, Z_3 couplés en étoile :

- Z_1 : $P_1 = 1056 \text{ w}$; $\cos \varphi_1 = 0,8$ inductif
- Z_2 : $P_2 = 1584 \text{ w}$; $\cos \varphi_2 = 0,9$ inductif
- Z_3 : $P_3 = 1782 \text{ w}$; $\cos \varphi_3 = 0,9$ capacitif

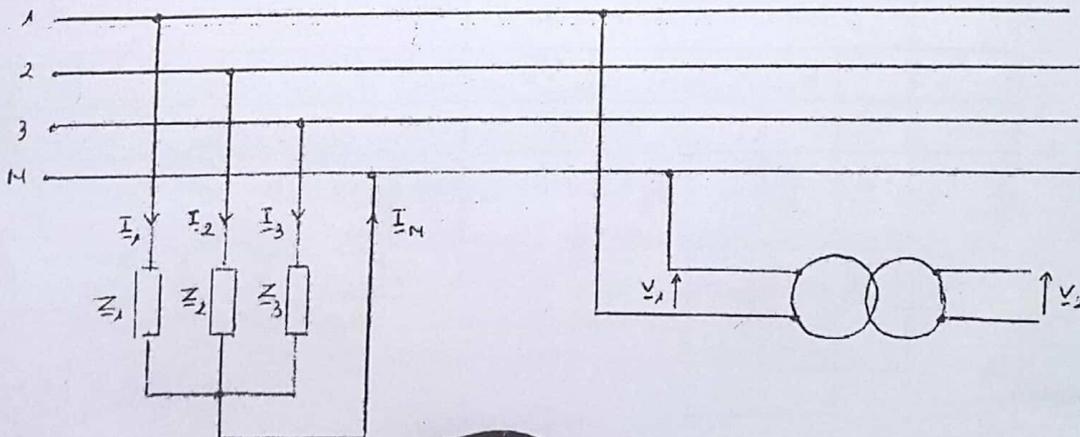
- 1°) Déterminer, les valeurs des intensités des courants I_1, I_2, I_3, I_N .
- 2°) Pour montrer la puissance active totale, on utilise la méthode des deux wattmètres. Donner le schéma et préciser les lectures des deux wattmètres P_{13} et P_{23} .

Etude du transformateur

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

- Essai à vide : $U_{10} = 220 \text{ v}$; $U_{20} = 439,6 \text{ v}$; $I_{10} = 2 \text{ A}$; $P_{10} = 110 \text{ w}$.
- Essai en court-circuit : $U_{1cc} = 7,5 \text{ v}$; $I_{1cc} = 40 \text{ A}$; $P_{1cc} = 180 \text{ w}$.
- Résistance au primaire : $r_1 = 0,05 \Omega$.

- 1°) Déterminer, l'inductance de fuite au primaire L_1 .
- 2°) Peut-on assimiler $\varphi_{10} \approx \frac{\pi}{2}$?
- 3°) Déterminer la puissance réactive Q_{10} . En déduire la valeur de l'inductance propre L_m , la résistance équivalente aux pertes par RF.
- 4°) Déterminer la réactance r_2 et l'inductance L_2 de fuite du secondaire.
- 5°) Le transformateur alimente une charge inductive qui consomme un courant de 20 A avec un facteur de puissance de 0,8. Déterminer le rendement de ce transformateur.



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

64

MEM

GENIE ELECTRIQUE

1

EXERCICE N°1 :

Un réseau triphasé équilibré 220 / 350 v , 50 Hz alimente des équipements représentés par le schéma de la figure 1.

Etude de l'équipement 1

L'équipement 1 est constitué de trois récepteurs d'impédance .

Z_1, Z_2, Z_3 couplés en étoile :

- Z_1 : $P_1 = 1056 \text{ w}$; $\cos \varphi_1 = 0,8$ inductif
- Z_2 : $P_2 = 1584 \text{ w}$; $\cos \varphi_2 = 0,9$ inductif
- Z_3 : $P_3 = 1782 \text{ w}$; $\cos \varphi_3 = 0,9$ capacitif

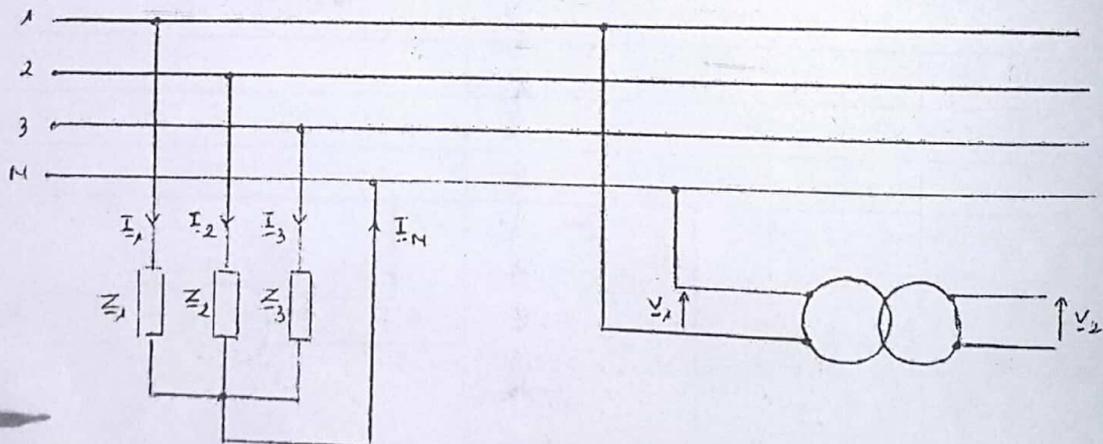
- 1°) Déterminer, les valeurs des intensités des courants I_1, I_2, I_3, I_N .
- 2°) Pour montrer la puissance active totale, on utilise la méthode des deux wattmètres. Donner le schéma et préciser les lectures des deux wattmètres P_{13} et P_{23} .

Etude du transformateur

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

- Essai à vide : $U_{10} = 220 \text{ v}$; $U_{20} = 439,6 \text{ v}$; $I_{10} = 2 \text{ A}$; $P_{10} = 110 \text{ w}$.
- Essai en court-circuit : $U_{1cc} = 7,5 \text{ v}$; $I_{1cc} = 40 \text{ A}$; $P_{1cc} = 180 \text{ w}$.
- Résistance au primaire : $r_1 = 0,05 \Omega$.

- 1°) Déterminer, l'inductance de fuite au primaire L_1 .
- 2°) Peut-on assimiler $\varphi_{10} = \frac{\pi}{2}$?
- 3°) Déterminer la puissance réactive Q_{10} . En déduire la valeur de l'inductance propre L_m , la résistance équivalente aux pertes par RF.
- 4°) Déterminer la réactance r_2 et l'inductance L_2 de fuite du secondaire.
- 5°) Le transformateur alimente une charge inductive qui consomme un courant de 20 A avec un facteur de puissance de 0,8. Déterminer le rendement de ce transformateur.



COLLECTION REALISEE PAR : YEO PENMIEN

Handwritten signature or initials in a circle.

TIEM

EXERCICE N°2

Moteur asynchrone

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

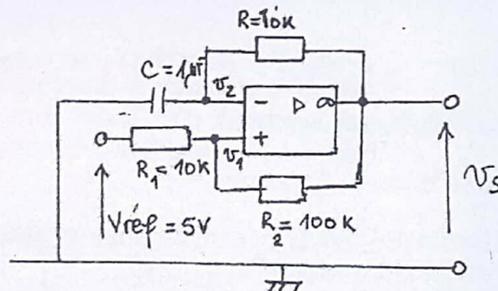
- 220 / 380 v , 50 Hz ; 1380 tr/min.
- On néglige les résistances et réactances de fuites statoriques, les pertes fer, les pertes mécaniques. Le moteur est alimenté par un réseau 220 / 380 v.
- Des essais réalisés sur le moteur ont donné :
- Essai à vide : $N = 1\ 500$ tr / min ; $I_0 = 15$ A ; $P_{abo} = 0$
- Essai à rotor calé sous $U_n / 5$; $I = 30$ A ; $P_{abo} = 1056$ w.

- 1°) Donner le couplage utilisé, le glissement nominal.
- 2°) Déterminer le courant que le moteur absorberait s'il était alimenté à l'arrêt et avec un rotor en court-circuit sous sa tension nominale.
- 3°) Tracer le diagramme du cercle du moteur à l'échelle : 1 cm \rightarrow 7,5 A.
Placer les points de synchronisme et à glissement infini.
- 4°) Placer le point de fonctionnement correspondant au glissement nominal.
 - 4.1) Déterminer les pertes joules rotoriques
 - 4.c) Déterminer le rendement.

EXERCICE N° 3

Les impulsions de commande des thyristors d'un hacheur sont fabriquées à partir d'un montage réalisé autour d'un amplificateur opérationnel A.O.

On donne, ci-dessous, le schéma de principe du montage. L'amplificateur opérationnel est supposé parfait.



- 1°) Donner le nom du montage et en déduire le régime de fonctionnement de l'A.O.
- 2°) A l'instant $t = 0$, le système bascule et v_3 prend la valeur de 14 volts.
 - 2.1.1) Quelle est alors la tension aux bornes de C ?
 - 2.2.2) Comment évolue ensuite la tension v_2 ? Jusqu'à quelle limite ?
 - 2.3.3) Montrer que v_2 est solution de l'équation $RC \frac{dv_2}{dt} + v_2 = 14$;
en déduire l'expression de v_2 en fonction du temps
 - 2.4.4) Au bout de combien de temps le système va-t-il basculer à nouveau ?
- 3°)
 - 3.1) Quelle est la nouvelle expression de v_2 après le basculement.
 - 3.2) Calculer en millisecondes, la période complète du phénomène.
 - 3.3) Esquisser les graphes de v_2 et v_3 correspondant à une période.

COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

=== oOo ===

65

ELT

DIRECTION DES EXAMENS ET CONCOURS, DE L'ORIENTATION ET DES BOURSES
 Ministère de la Jeunesse, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle

SESSION 2001
 B.T.S. ELECTROTECHNIQUE

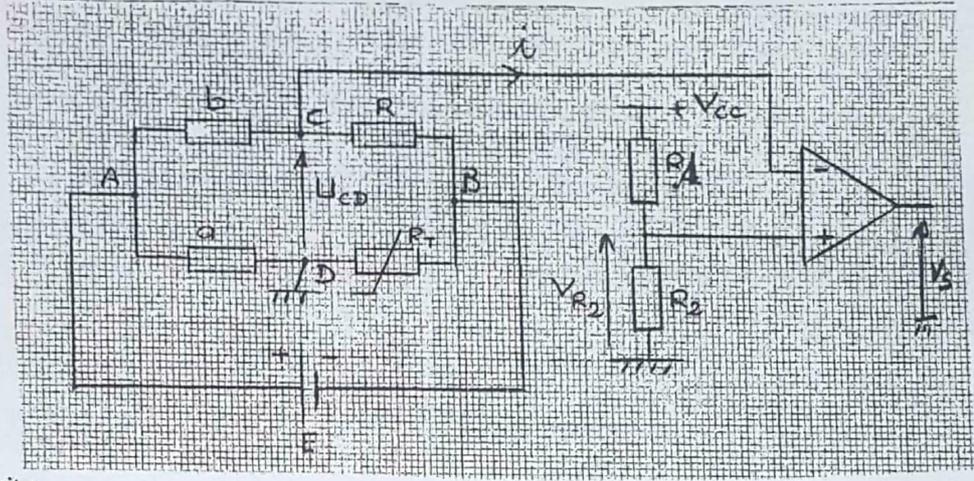
Durée : 5 H
 Coef. : 4

PHYSIQUE APPLIQUEE

2

I - REGULATION DE TEMPERATURE DANS UN FOUR *20 pts*

Le schéma de principe d'un circuit électrique de régulation de température dans un four est le suivant :



On connaît :

$V_{CC} = 12\text{ V}$; $E = 12\text{ V}$; $a = 50\ \Omega$; $b = 100\ \Omega$; $R = 470\ \Omega$; $R_1 = R_2 = 22\text{ k}\Omega$;

R_T (thermistance à coefficient de température négative).

Dans tout le problème on négligera la valeur du courant i

- 6 pts* 1°) Calculer les éléments de thévenin (E_{Th} , R_{Th}) du pont de wheastone du circuit électrique vu des bornes C et D en fonction de R_T . *4 pts*
- 2°) La tension de référence $V_{R2} = 6\text{ V}$:
 - 2 pts* 2.1) Calculer la valeur limite de R_T pour laquelle le comparateur bascule. *3 pts*
 - 2.2) La loi d'évolution de la thermistance (CTN) est donnée par : $R_T = 20(1 + e^{-\alpha t})$ *3 pts*
 avec : • $\alpha = 0,012\ \text{°C}^{-1}$ (coefficient de température)
 • t = température en °C.
 Calculer la valeur de la température qui permet d'obtenir le basculement.
- 3°) Lorsque le four est à l'arrêt, la température à l'intérieur de celui-ci est de 35°C. Si on néglige toujours le courant i :
 - 3.1) Calculer U_{cd} *3 pts*
 - 3.2) Donner les limites des variations de U_{cd} et de la température dans le four. *3 pts*

20

BTS 2001 / ELT

II - ETUDE DU MOTEUR A COURANT CONTINU

Une machine à courant continu sert au convoyage de la matière de l'unité UP2 vers l'unité UP3. On ignore le mode d'excitation de la machine. On sait cependant que lorsque la machine fonctionne en moteur et qu'elle n'entraîne aucune charge, sa vitesse tend vers l'infini. D'autre part, en fonctionnement en génératrice, une tension n'apparaît aux bornes de l'induit que si la machine est connectée à une charge.

1 Quel est le mode d'excitation de la machine ?

La machine à courant continu fonctionne en moteur avec le mode d'excitation précédent. La réaction magnétique d'induit est parfaitement compensée. Le moteur est alimenté par un pont redresseur (que l'on n'étudiera pas) qui délivre une tension continue constante de 320V. Les valeurs des résistances de l'induit (R_a) et de l'inducteur (R_i) valent respectivement :

$R_a = 0,25 \Omega$ et $R_i = 0,15 \Omega$.

La caractéristique à vide idéalisée relevée en excitation séparée à 1500 tr/mn, est donnée ci-dessous :

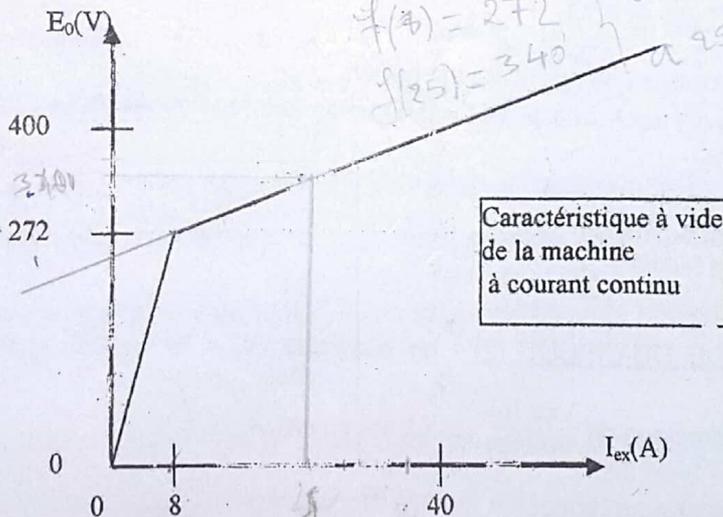
2 Le courant d'excitation I_{ex} est égal à 25A. Le couple dû aux pertes constantes est indépendant de la vitesse et égal à 8,11 Nm. Déterminer :

- 2.1 La vitesse de rotation du moteur
- 2.2 La valeur du couple électromagnétique développé
- 2.3 Le rendement du moteur

3 Pour quelle valeur du courant d'excitation I_{ex} le moteur tourne-t-il à la vitesse de 1800 tr/mn ?

4 Le moteur tourne à présent à 1200 tr/mn. La valeur de la force électromotrice aux bornes de l'induit est de 300V.

- 4.1 Quel est le courant d'excitation du moteur ?
- 4.2 Quelle est la valeur de la résistance R qu'il a fallu monter en série avec l'inducteur pour obtenir ce point de fonctionnement ?

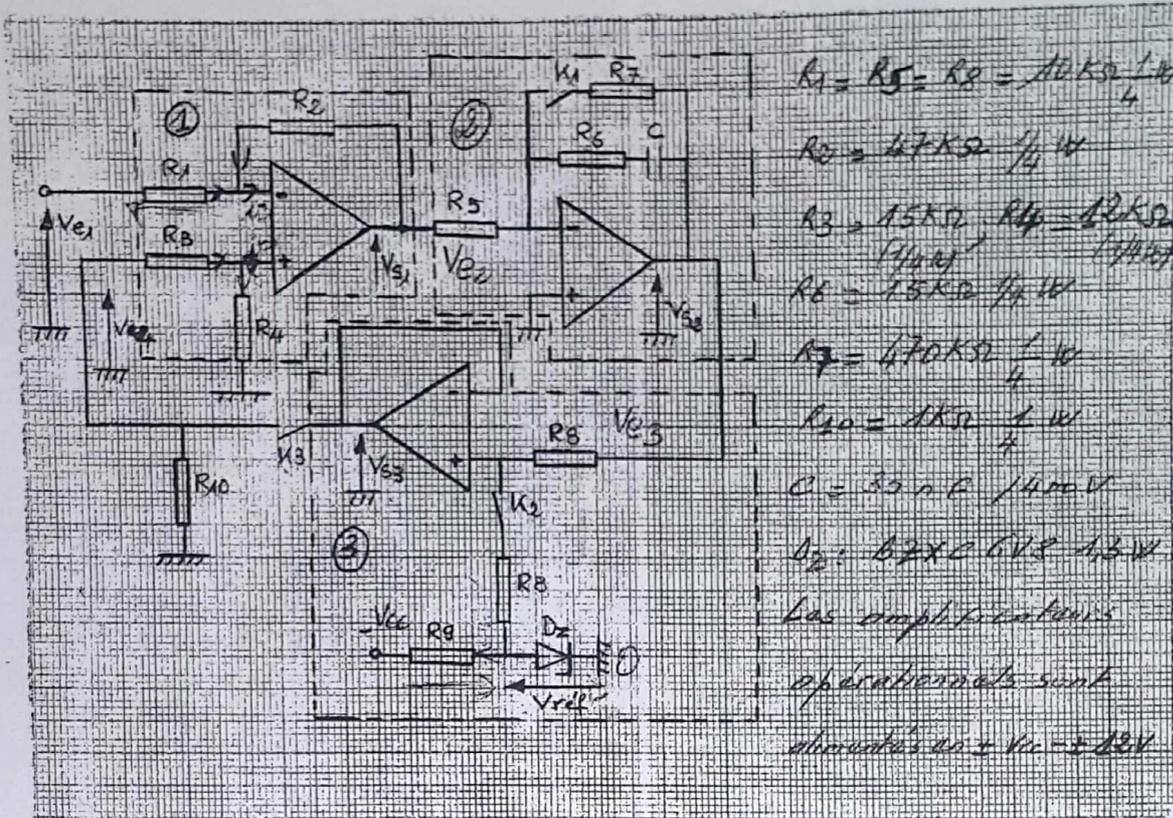


COLLECTION REALISEE PAR : YEO PEMIEN

66

ELT

III ETUDE EN FREQUENCE D'UN SYSTEME EN BOUCLE FERMEE 30pts



1 ETUDE DU CIRCUIT 1 5pts

- 1-1 Donner l'expression de $\frac{Vs1}{Ve1}$ si K3 est ouvert. 2pt
- 1-2 L'interrupteur K3 est fermé et $Ve4 \neq 0$. Donner l'expression de $Vs1 = f(Ve1, Ve4)$. 2pts
- 1-3 Donner le nom du montage [1] dans chacun des cas suivants :
- 1-31 k3 est ouvert 1
- 1-32 k3 est fermé ? 1

2 ETUDE DU CIRCUIT (2) on pose que $Ve2 = Vs1$ 10pts

- 2-1 Donner l'expression de $\frac{Vs2(p)}{Ve2(p)}$ si K1 est ouvert. 2pts
- 2-2 Vers quelles valeurs tendent le module et l'argument de $\frac{Vs2(p)}{Ve2(p)}$ quand $p \rightarrow 0$ et quand $p \rightarrow \infty$ 2pts 1pt

22

ELT

- 2-3 Quelle est la nature du filtre réalisé ? 1 pt.
- 2-4 On ferme l'interrupteur K1
- 2-41 Donner la nouvelle expression de $\frac{Vs2(p)}{Ve2(p)}$ 2 pts
- 2-42 Vers quelles valeurs tendent le module et l'argument de $\frac{Vs2(p)}{Ve2(p)}$ quand $p \rightarrow 0$ et $p \rightarrow \infty$ 2 pts

Quelle est l'influence de R7 sur le montage (2) 1 pt.

3 ETUDE DU MONTAGE (3)

Les caractéristiques de la diode Zener Dz sont les suivantes
BZ x C 6V8 IZ = 20 mA ; la tension -vcc = -12 V

- 3-1 Calculer la valeur de la résistance R9 4 pts
- 3-2 On pose que $Ve3 = Vs2$
- 3-21 Donner l'expression de $Vs3 = f(Vref, Ve3)$ si k2 est fermé 2 pts
- 3-22 Donner l'expression de $Vs3 = f(Ve3)$ si K2 est ouvert. 1 pt.
Donner dans ce dernier cas la fonction du montage (3) 1 pt.

Dans la suite du problème on se place dans le cas de k1 et de k2 ouverts.

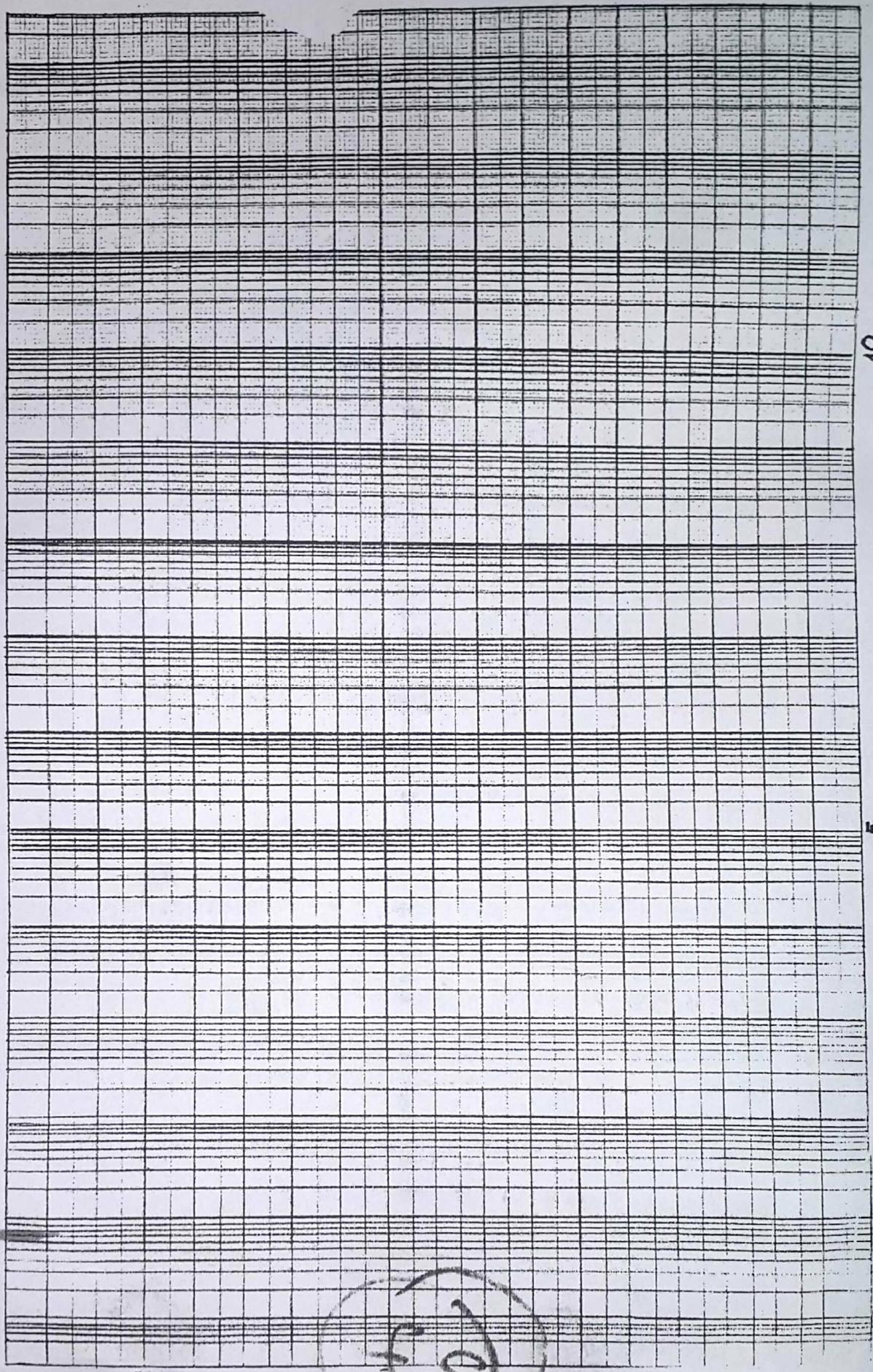
- 4-1 Donner l'expression $\frac{Vs2(p)}{Ve1(p)}$ si k3 est ouvert. Tracer le diagramme de Bod_e (gain et phase) de cette expression on posera $P = j\omega$ 2 pts 1 pt 1 pt
- 4-2 On ferme k3.
- 4-21 Donner l'expression de $\frac{Vs(p)}{Ve1(p)}$ 3 pts
- 4-22 Comparativement à l'expression de la fonction de transfert obtenue à la question 4-1, que peut-t-on dire de cette nouvelle expression de $\frac{Vs2(p)}{Ve1(p)}$?
- 4-23 Tracer le diagramme de BODE (Gain et phase) de cette nouvelle expression avec $p = j\omega$.

Note : Les tracés des diagrammes se feront dans les mêmes plans :

- Diagrammes de phase 4-1 ; 4-23
- Diagramme de Gain 4-1 ; 4-23

67

5/5



5/10

Boyer-Sami-Log

10

5

0

FD

MSP

*** DIRECTION DES EXAMENS ET CONCOURS, DE L'ORIENTATION ET DES BOURSES ***

Ministère de la Jeunesse, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle

SESSION 2001
 B.T.S. MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

Durée : 4 H
 Coef. : 4

GENIE ELECTRIQUE

1

EXERCICE N° 1 *25 pts.*

Moteur asynchrone

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

- 220 / 380 V ; 50 Hz ; 1380 tr/min.

On néglige les résistances et réactances de fuites statoriques, les pertes fer, les pertes mécaniques. Le moteur est alimenté par un réseau 220 / 380 V. Des essais réalisés sur le moteur ont donné :

- Essai à vide : $N = 1500$ tr/min ; $I_0 = 15$ A ; $P_{abs} = 0$
- Essai à rotor calé sous $U_n/5$; $I = 30$ A ; $P_{abs} = 1056$ W

- 1) Donner le couplage utilisé, le glissement nominal.
- 2) Déterminer le courant que le moteur absorberait s'il était alimenté à l'arrêt et avec un rotor au court-circuit sous sa tension nominale.
- 3) Tracer le diagramme du cercle du moteur à l'échelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 7,5 \text{ A}$.

Placer les points de synchronisme et à glissement infini.

- 4) Placer le point de fonctionnement correspondant au glissement nominal.

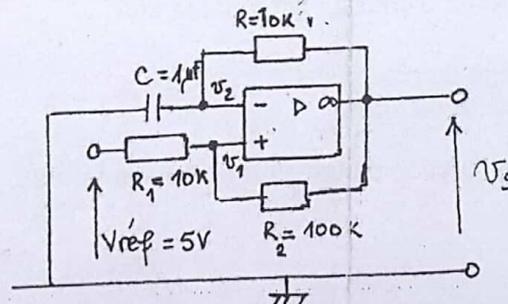
4-1) Déterminer les pertes joules rotoriques.

4-2) Déterminer le rendement.

EXERCICE N° 2 *20 points*

Les impulsions de commande des thyristors d'un hacheur sont fabriquées à partir d'un montage réalisé autour d'un amplificateur opérationnel A.O.

On donne, ci-dessous, le schéma de principe du montage. L'amplificateur opérationnel est supposé parfait.



68

M.E.P

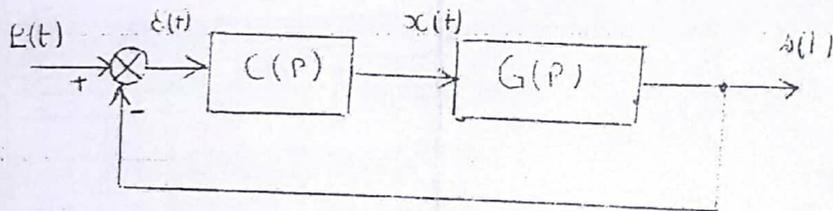
- 1) Donner le nom du montage et en déduire le régime de fonctionnement de l'A.O.
- 2) A l'instant $t = 0$, le système bascule et ϑ_s prend la valeur de 14 volts.
 - 2-1-1) Quelle est alors la tension aux bornes de C ?
 - 2-2-2) Comment évolue ensuite la tension ϑ_2 ? Jusqu'à quelle limite ?
 - 2-3-3) Montrer que ϑ_2 est solution de l'équation $RC \frac{d\vartheta_2}{dt} + \vartheta_2 = 14$; en déduire l'expression de ϑ_2 en fonction du temps .
 - 2-4-4) Au bout de combien de temps le système va - t-il basculer à nouveau
- 3)
 - 3-1) Quelle est la nouvelle expression de ϑ_2 après le basculement ?
 - 3-2) Calculer en millisecondes, la période complète du phénomène ?
 - 3-3) Esquisser les graphes de ϑ_2 et ϑ_3 correspondant à une période.

EXERCICE N° 3 3 points

Un processus physique est modélisé par une fonction de transfert du second ordre :

$$G(P) = \frac{K_s}{(1+10p)(1+2p)} \text{ avec } K_s = 1 \text{ et les constantes de temps sont exprimées en seconde.}$$

On insère ce processus dans une boucle d'asservissement contenant un régulateur à commande proportionnelle de transmittance $C(p) = K_c$. Le schéma fonctionnel est représenté par la figure ci-dessous :



On désigne par :

- $e(t)$: " image " de la grandeur d'entrée, non représentée
- $\hat{E}(t)$: le signal d'erreur
- $x(t)$: la grandeur de réglage du processus
- $s(t)$: " image " de la grandeur de sortie

- 1) a) Montrer que la fonction de transfert en boucle fermée.

82

MSP

$F(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$ peut se mettre sous la forme :

$$F(p) = \frac{F_0}{1 + 2z \frac{p}{\omega_0} + \left(\frac{p}{\omega_0}\right)^2}$$

Avec F_0 : gain d'amplification statique
 ω_0 : pulsation propre
 z : coefficient d'amortissement.

1. b) Calculer la valeur de réglage de K_0 qui permet d'avoir un coefficient d'amortissement $z = 0,7$
- 2) On considère le réglage effectué à la question 1b) et on a une entrée échelon unité de 1V.
 - a) Calculer la valeur de la sortie $s(t)$ à l'instant $t = +\infty$.
 - b) Calculer la valeur de réglage du processus $x(t)$ aux instants $t = 0^+$ et $t = +\infty$
 - c) Calculer l'erreur de position.
- 3) On souhaite diminuer l'erreur en position.

Calculer la nouvelle valeur de K_c permettant d'avoir $\xi(+\infty) = 0,005$ V

=== oOo ===

69



GROUPE LOKO	EXAMEN BLANC 2011	Durée : 05 H
Filière : ELT	Epreuve de PHYSIQUE APPLIQUEE	Coeff.....

Cette épreuve comporte 4 sujets indépendants à traiter sur des feuilles séparées

SUJET D'AUTOMATIQUE (1Heure)

Ce sujet comprend deux (2) exercices indépendants.

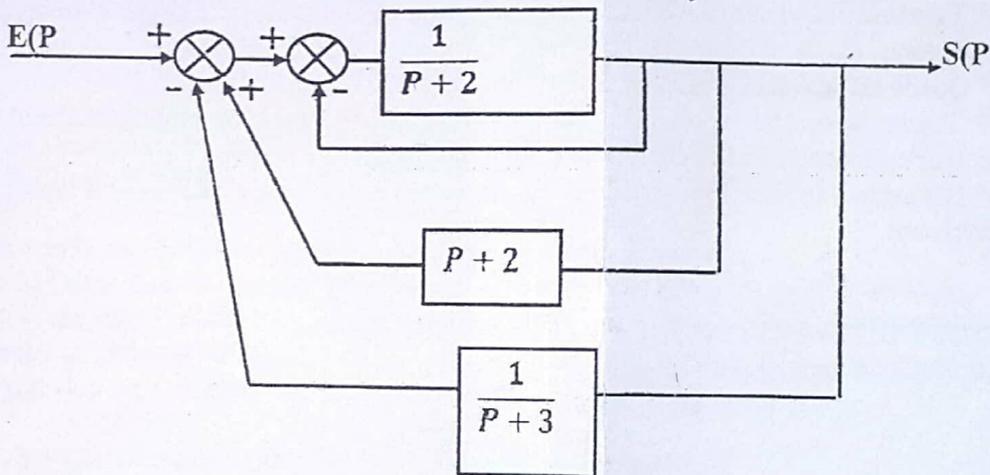
EXERCICE 1 :

Un système est défini par la fonction de transfert suivante $H(p) = 3/(p+20)$

- 1) Déterminer les paramètres caractéristiques K et T de la fonction de transfert de ce système
- 2) Déterminer la réponse indicielle du système et calculer le temps de réponse à 5%.
- 3) Déterminer la réponse de ce système lorsqu'on met à son entrée une rampe unitaire.

EXERCICE 2 :

Soit un système représenté par le schéma bloc suivant :



- 1) Mettre le schéma sous forme canonique.
- 2) En déduire la fonction de transfert en boucle ouverte $F(P)$ et la fonction de transfert en boucle fermée $H(P)$.
- 3) Donner les pôles, les zéros, l'ordre, la classe et le gain du système de fonction de transfert $H(P)$.

70

SUJET D'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (3Heure)

Un pont de Graetz « tout thyristor » est alimenté sous une tension sinusoïdale 220 V- 50Hz. Les thyristors sont parfaits. Il alimente un moteur à courant continu où E est réglable, r négligeable et une inductance L suffisante pour admettre que l'intensité i est constante et égale à $I_c = 10$ A. L'angle de retard à l'amorçage des thyristors est noté α . On donne : $r = 0.50 \Omega$.

1- Après avoir réalisé le schéma de principe tel que les thyristors T_1 et T_3 aient la même cathode. T_2 et T_4 la même anode ; T_1 et T_4 sont sur la même branche ainsi que T_3 et T_2 . dessiner :

1-1 Pour $\alpha = 45^\circ$, sur deux périodes, les courbes représentant $u_{c(t)}$ tension aux bornes du moteur, $i_L(t)$ courant à l'entrée du pont, $i_1(t)$ et $i_3(t)$ courant traversant respectivement les thyristors T_1 et T_3

1-2 Pour $\alpha = 135^\circ$ sur deux périodes, les courbes représentant $u_{c(t)}$ tension aux bornes du moteur, $i_L(t)$ courant à l'entrée du pont, $i_1(t)$ et $i_3(t)$ courant traversant respectivement les thyristors T_1 et T_3

2° Calculer la valeur moyenne I_L de l'intensité du courant dans la ligne.

3° Calculer la valeur moyenne I_{T4moy} du courant i_4 de T_4

4° Calculer la valeur efficace I_L de l'intensité du courant dans la ligne.

5° Déterminer la valeur efficace I_2 de i_2 courant traversant T_2

6° Exprimer la valeur moyenne U_{cmoy} de $u_{c(t)}$ en fonction de l'angle d'amorçage α des thyristors.

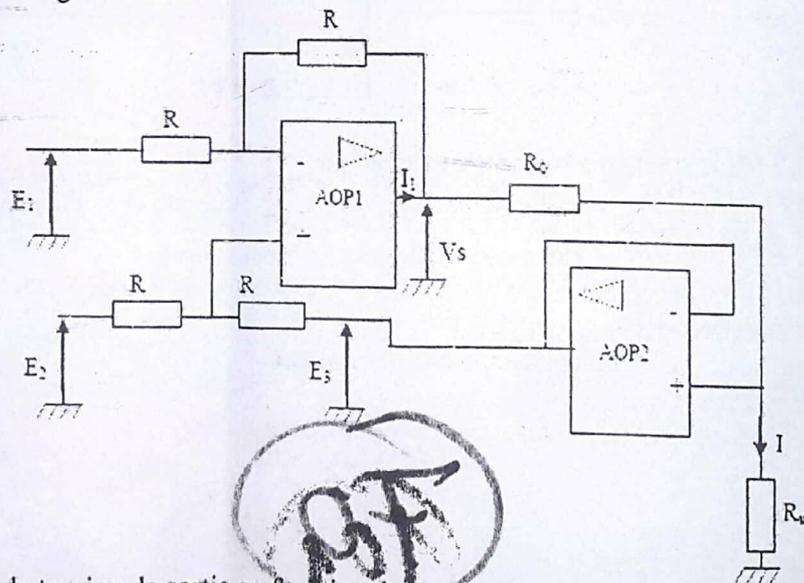
7° Quelle est la valeur de E pour $\alpha = 45^\circ$ puis $\alpha = 135^\circ$?

8° Tracer la courbe représentant les variations de la puissance moyenne absorbée par le moteur en fonction de l'angle d'amorçage α des thyristors.

9° Déterminer le facteur de puissance k_0 du montage en fonction de l'angle d'amorçage α des thyristors.

SUJET D'ELECTRONIQUE DE COMMANDE (1 heure)

On étudie le montage suivant :



1.1) Exprimer, la tension de sortie en fonction de E_1 , E_2 et E_3 .

Donner le nom du montage de l'AOP₁ et préciser son régime de fonctionnement.

1.2) Exprimer E_3 en fonction de R_u et I , en précisant le mode dans lequel doit fonctionner l'AOP₂.

Quel est le nom du montage de l'AOP₂ ?

1.3) Exprimer I en fonction de V_s , R_0 et R_u .

1.4) A partir des résultats précédents, exprimer le courant I en fonction de E_1 , E_2 et R_0 .
 Montrer ainsi que ce courant ne dépend pas de la résistance de charge R_u .

1.5) A partir de la question précédente, préciser quelle fonction réalise l'ensemble du montage.

SUJET D'ELECTROTECHNIQUE (2 heures)

Un moteur asynchrone à cage entraîne un ventilateur. Le réseau d'alimentation est triphasé 380V-50Hz.

La plaque signalétique ;

380/660V ; 14A/8,1A ; $\cos\phi = 0,82$; résistance entre bornes du stator $R_{ph} = 1\Omega$; vitesse nominale 960tr/mn

1) Prédétermination du rendement

On relève à vide et sous tension variable (U entre phases) mais à fréquence constante $f=50\text{Hz}$ le tableau ci-dessous.

U (V)	380	300	200
I_{10} (A)	6	4,7	3,1
P_{10} (W)	490	386	292

1.1) Déterminer le couplage normal et le nombre de pôles

1.2) Tracer la courbe $x = f(U^2)$ avec $x =$ pertes fer + pertes mécaniques

Echelle : 1cm pour $10000V^2$, 1cm pour 50W

Déduire de la courbe la valeur des pertes mécaniques

1.3) Déterminer les pertes fer nominales p_{fn} et les pertes mécaniques nominales p_{mn}

1.4) On suppose les pertes fer égales aux pertes nominales. Calculer les pertes joules nominales p_{jns} au stator et p_{jnr} , au rotor

1.5) En déduire le rendement η

2) Vérification du rendement par un essai en charge

Sous tension nominale, le groupe tourne à la vitesse nominale.

Le ventilateur entraîné à un couple résistant $C_r = 65 \text{ Nm}$. On mesure par la méthode des deux wattmètres la puissance absorbée par le groupe : $P_A = +5300 \text{ W}$; $P_B = +2250 \text{ W}$

2.1) Faire le schéma expérimental complet de cette mesure

Déduire des mesures effectuées :

2.2) Le facteur de puissance

2.3) L'intensité I du courant absorbé par phase

2.4) Le rendement η

3) Comparer le rendement obtenu avec celui de la question 1.5)

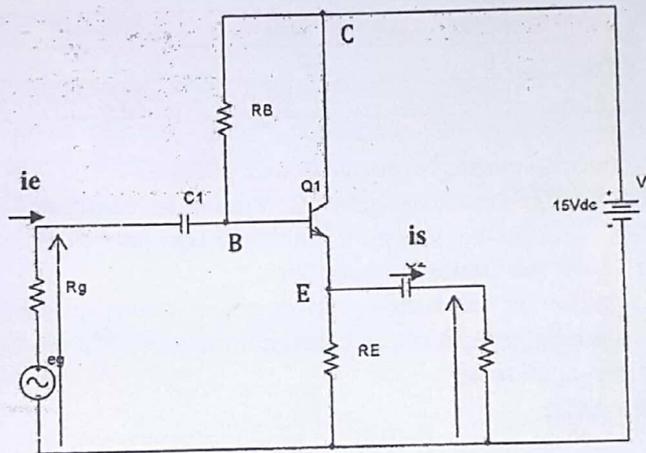
71

SUJET D'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (1 heure)

Un pont de Graetz en monophasé, composé de quatre diodes parfaites, est alimenté par une tension sinusoïdale v de valeur efficace $V=220V$ et de fréquence $f= 50Hz$. La charge est un moteur à courant continu dont la f.e.m. E est liée à la fréquence de rotation n' par la relation : $E=kn'$ avec $k= 0,20 V/tr\ min^{-1}$. Le courant est « lissé » au moyen d'une bobine B que l'on suppose parfaite et dont l'inductance est suffisamment grande pour que l'intensité I_c du courant dans le moteur puisse être considérée comme constante et égale à $10 A$. Le moteur présente une résistance interne R de $2,5\Omega$. Déterminer :

- 1) L'intensité efficace I_1 du courant dans la ligne ;
- 2) L'intensité moyenne I_{Dc} du courant dans une diode
- 3) L'intensité efficace I_D du courant dans une diode ;
- 4) La tension inverse maximale \hat{U}_{Di} aux bornes d'une diode ;
- 5) La fréquence de rotation n' du moteur ;
- 6) La puissance moyenne P fournie par le réseau ;
- 7) Le facteur de puissance k_1 du montage

SUJET D'ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (1 heure)



Le schéma d'un étage amplificateur à transistor NPN au silicium comme le montre la figure ci-dessus, alimenté sous une tension V_{CC} de $15v$ fonctionnant sous une température de $25^\circ C$ dispose des paramètres suivants : $h_{21}=\beta=300$, $V_{BE}=0.6v$, tension de Early $V_A=-200v$, $k=1.38 \cdot 10^{-23} J/K$, $q=1.6 \cdot 10^{-19} C$. Les autres paramètres caractéristiques du transistor tels $r_{be} = h_{11}$, g_m (transconductance), et $r_{ce}=1/h_{22}$ sont définis par les relations suivantes : $h_{11} = \beta \frac{U_T}{i_{CQ}}$,

$$g_m = \frac{i_{CQ}}{U_T}, \quad r_{ce} = \frac{|V_A| + V_{CEQ}}{i_{CQ}}$$

1°) On choisit le point de repos du transistor tel que : $I_{CQ}=3mA$ et $V_{CEQ}=6v$. Calculer la valeur de la résistance d'émetteur R_E et de polarisation R_B . Sous quelle tension continue sont chargées les capacités C_1 et C_2 ?

2°) Donner l'expression du courant traversant la diode de la jonction base émetteur en fonction de I_S , courant de saturation, V_{BE} , tension de la jonction base émetteur, k , la constante de Boltzmann, q , la charge électronique et T , la température en kelvin d'où on extraira

E.S.T

- l'expression de la tension U_1 en fonction de k , T et q . Calculer ensuite la valeur des paramètres h_{11} , g_m et $1/h_{22}$.
- 3° Dessiner le schéma équivalent du montage pour les petites variations imposées par le générateur d'attaque sinusoïdal non parfait (e_g , R_g).
 - 4° Calculer la résistance d'entrée $R_e = V_e / i_g$, le gain en tension V_s / V_e , le gain en puissance Λ_p de l'étage en décibel d'où on déduira le gain en courant Λ_i .
 - 5° Chercher l'expression et calculer la résistance de sortie R_s du montage vu par R_u .



GROUPE LOKO	EXAMEN BLANC BTS 2013	Durée : 05H00min
Filière : ELT	Epreuve de PHYSIQUE APPLIQUEE	Coeff:..

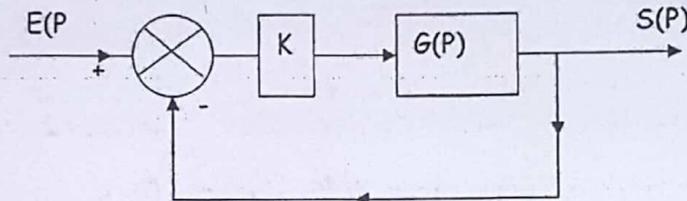
Cette épreuve comporte 04 sujets indépendants à traiter sur des copies différentes.

AUTOMATIQUE (1H)

Un processus physique est modélisé par la fonction de transfert

$$G(P) = \frac{G_0}{P(1+TP)} \quad \text{avec} \quad T = 1s$$

- I.1. Déterminez le type (la classe) et l'ordre du système. Justifiez votre réponse.
 - I.2. L'entrée est une tension. Calculez G_0 pour avoir un gain en vitesse de 1V/s. Pour la suite on conserve cette valeur pour G_0 .
- Ce processus est inséré dans une boucle d'asservissement.



- I.3. Déterminez l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée et la mettre sous la forme :

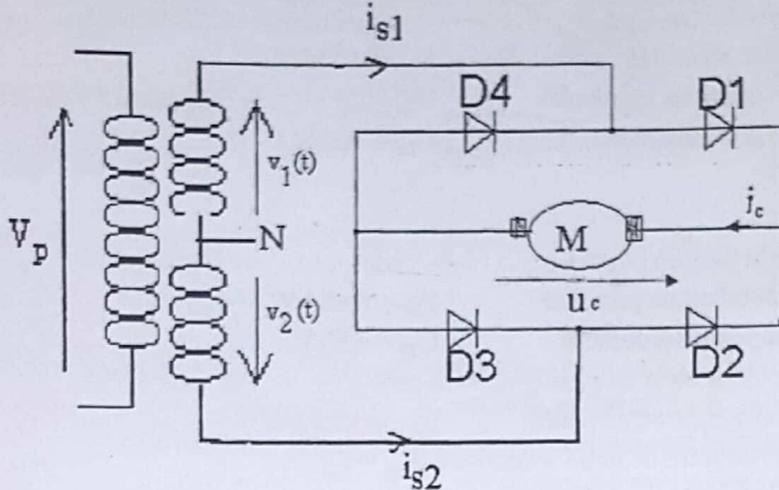
$$H(P) = \frac{\omega_0^2 T_0}{P^2 + 2m\omega_0 P + \omega_0^2}$$

- I.4. Déterminez la réponse impulsionnelle du système.
- I.5. Pour quelle valeur de K, le rebondissement (dépassement) est-il égal à 30% ?
- I.6. Pour la valeur précédente de K, calculez le temps de réponse à 5% du système..

127

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (1H)

Un pont de Graetz, composé de quatre diodes parfaites, est alimenté sous une tension sinusoïdale selon le schéma ci-dessous tel que $V_1=V_2=220V$.



La charge est un moteur à courant continu, le courant est filtré par une bobine. L'ensemble peut être modélisé par une source de tension de f.é.m. E , en série avec une inductance L et une résistance R .

La tension u_c aux bornes du moteur peut être assimilée à la somme de sa valeur moyenne U_{Cmoy} et de son harmonique fondamental $u_1 = \frac{8vm}{3\pi} \cos 2\omega t$. Donc $u_c = U_{Cmoy} + u_1$.

L'inductance L a une valeur suffisante pour qu'il y ait conduction continue ; l'intensité i peut alors être considérée comme la somme des intensités des courants dus séparément à U_C et à u_1 .

1° a) Définir la source polyphasée ($V_s, f, \text{ et } q$) ; V_s = valeur efficace, f = fréquence et q = nombre de phases.

b) Donner les expressions horaires de $v_1(t)$ et de $v_2(t)$ et le type de redresseur.

2° a) Donner l'expression de la valeur moyenne I_C de i en fonction de V, E et R .

b) Sachant que $V_s=220V, E=360V$ et $R=0,5\Omega$; calculer I_C .

3° Donner l'expression de la valeur efficace de l'ondulation I_{IF} de l'intensité i_c en fonction de V, R, L et ω .

4° La fréquence du réseau est 50 Hz et $L=0,10$ H.

4.1. Calculer le rapport $R/2L\omega$.

4.2. Montrer que l'expression simplifiée de la valeur efficace de l'ondulation de i est :

$$I_{IF} = \frac{2vm}{L\omega} \cdot \frac{\sqrt{2}}{3\pi}$$

4.3. Calculer I_{IF} .

5° On définit le taux d'ondulation τ_i du courant comme le rapport de la valeur efficace I_{IF} de l'ondulation de i à la valeur moyenne I_C .

5.1. Calculer τ_i .

5.2. Comment peut-on le diminuer ?

6° Tracer les formes des grandeurs suivantes : $v_1(t), v_2(t), u_c(t)$ en indiquant les diodes qui conduisent, $i_{d1}(t), i_s(t), v_{d3}(t)$.

7° Calculer la valeur moyenne et efficace de i_{d1}

8° Quelle est la valeur de la tension inverse maximale aux bornes d'une diode ?

73/100



ELECTROTECHNIQUE (2H)

Les caractéristiques d'un transformateur triphasé servant à l'alimentation de l'usine YAMM sont :

- puissance apparente secondaire nominale $S_{2n} = 250 \text{ kVA}$
- tension composée primaire nominale $U_{1n} = 20 \text{ kV}$ à la fréquence $f = 50 \text{ Hz}$
- tension composée secondaire nominale $U_{2n} = 400 \text{ V}$
- couplage: Dy_5

Des essais ont été réalisés :

- essai à vide, sous la tension $U_{10} = U_{1n}$
 - Puissance absorbée au primaire $P_{10} = 0,65 \text{ kW}$
 - Tension composée secondaire : $U_{20} = 410 \text{ V}$
- essai en court-circuit, sous la tension $U_{1cc} = 4\%$ de U_{1n}
 - Puissance absorbée au primaire: $P_{1cc} = 3,25 \text{ kW}$
 - Intensité du courant de ligne secondaire : $I_{2cc} = I_{2n}$

- 1°) Que veut dire Dy_5 ? Dessiner le couplage
- 2°) Déterminer la valeur efficace nominale I_{2n} de l'intensité du courant de ligne secondaire.
- 3°) Déterminer m_c le rapport de transformation colonne.
- 4°) On souhaite déterminer le schéma équivalent d'une colonne ramené au secondaire.
 - 4.1. A l'aide de l'essai en court-circuit réalisé sous tension primaire réduite, déterminer Z_{sc}
 - 4.2. Que représente la puissance P_{1cc} absorbée dans l'essai en court-circuit ?
 - 4.3. En déduire R_{sc} puis X_{sc} . Donner le schéma équivalent.

Dans la suite, on prendra $R_{sc} = 8,3 \text{ m}\Omega$ et $X_{sc} = 25 \text{ m}\Omega$

- 5°) On imagine pour l'instant un fonctionnement du transformateur, alimenté sous sa tension primaire nominale, qui débite une intensité $I_2 = I_{2n}$ en alimentant directement une charge triphasée équilibrée de nature capacitive, caractérisée par un facteur de puissance de 0,80.
 - 5.1. Quelle est la tension disponible entre phases aux bornes de la charge ?
 - 5.2. Quel est alors le rendement du transformateur ?





ELECTRONIQUE DE COMMANDE (1H)

1)
 Soit le montage figure 1

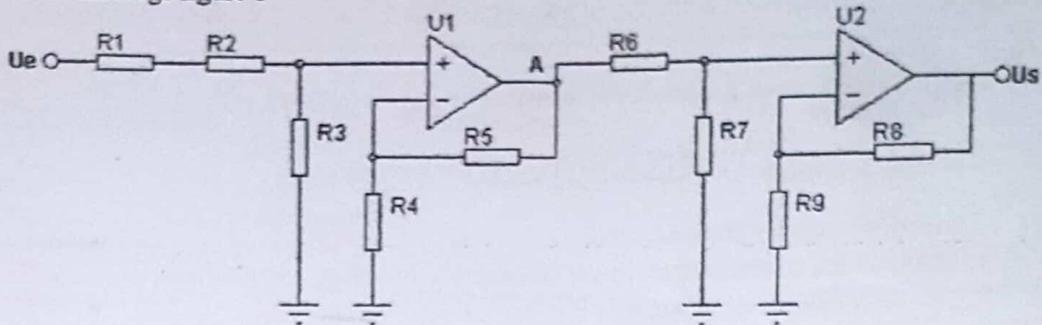


fig.1

Données : $R_1 = 2,7 \text{ K}\Omega$; $R_2 = 3,3 \text{ K}\Omega$; $R_3 = 18 \text{ K}\Omega$; $R_4 = 5 \text{ K}\Omega$;
 $R_5 = 20 \text{ K}\Omega$; $R_6 = R_7 = R_8 = 100 \text{ K}\Omega$; $R_9 = 50 \text{ K}\Omega$

- 1.1) Donner le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels
- 1.2) Donner en fonction des résistances les expressions de : U_A/U_e ; U_S/U_A ; U_S/U_e
- 1.3) Calculer le gain du circuit suivant : U_S/U_e

2)
 Soit le montage figure 2

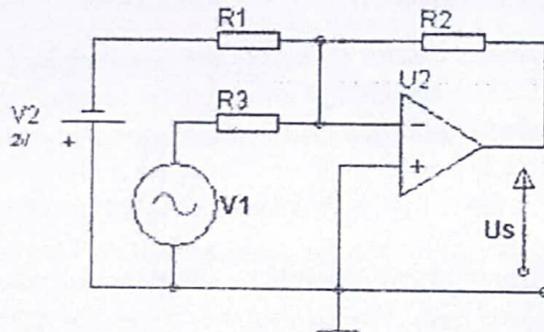


fig.2

Données : $R_1 = 5 \text{ K}\Omega$; $R_2 = R_3 = 10 \text{ K}\Omega$; $\omega = 2\pi f$ et $f = 50 \text{ Hz}$

- 2.1) Donner l'expression de U_S , si $V_1 = \sin \omega t$ et V_2 est une tension continue telle que représentée sur la figure 2.
- 2.2) Donner le nom du montage

2011

74

GROUPE LORO	BTS BLANC 2009	Durée : 04H 30min
Filière : MSP	GENIE ELECTRIQUE	

NB: Cette épreuve comporte 4 sujets indépendants à traiter sur des copies séparées.

SUJET D'ELECTROTECHNIQUE (1Heure)

Transformateur monophasé

L'étude d'un transformateur monophasé T a donné les résultats suivants :

- Mesure en continu de résistances des enroulements primaire et secondaire : $r_1 = 0,2\Omega$ et $r_2 = 0,007\Omega$
- Essai à vide $U_1 = U_{1n} = 2300V$; $U_{2v} = 240V$; $I_1 = 1,0A$; $P_1 = 275W$
- Essai en court-circuit $U_{1cc} = 40V$; $I_{2cc} = 200A$

La section du circuit magnétique est $s = 25cm^2$. La fréquence du réseau est $50Hz$. Le nombre de spires au secondaire $n_2 = 480$.

- 1) Déterminer l'induction B
- 2) Calculer le rapport de transformation m
- 3) Montrer que les pertes Joule sont négligeables devant P_1 dans l'essai à vide.
- 4) Déterminer la résistance ramenée au secondaire R_s
- 5) Calculer la valeur de P_{1cc}
- 6) Déterminer X_s
- 7) Déterminer la tension aux bornes du secondaire lorsque le transformateur débite un courant $I_2 = 180A$ dans une charge inductive de facteur de puissance 0,9
- 8) Quel est alors le rendement du transformateur ?
- 9) On couple en parallèle le transformateur T avec un autre transformateur T' Pour T' : $R_s' = 10m\Omega$; $X_s' = 15m\Omega$ résistance et inductance de fuite ramenées au secondaire.

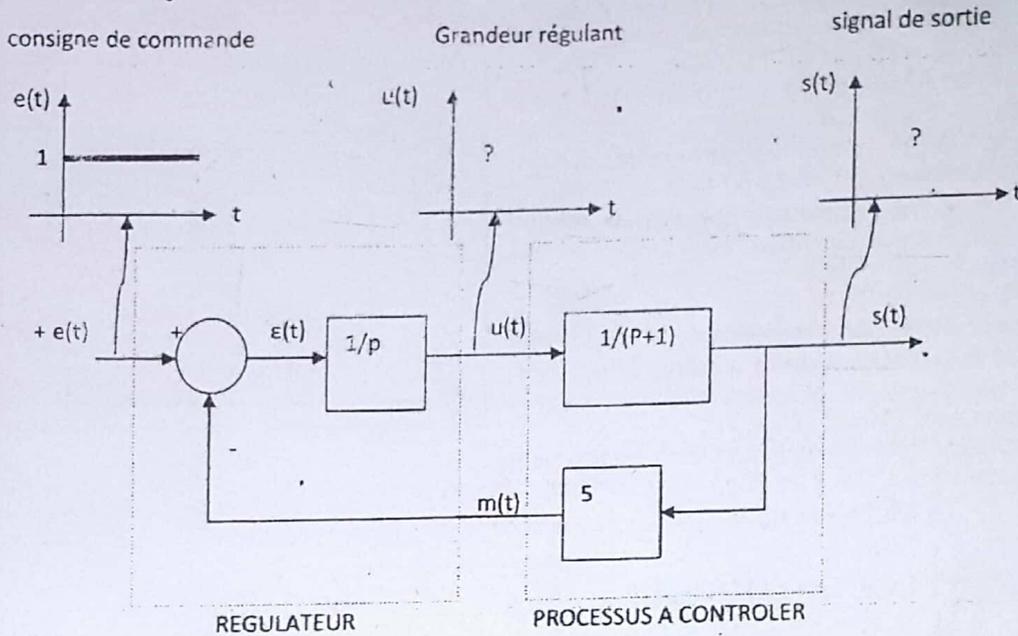
Les deux transformateurs débitent ensemble dans une charge résistive un courant total d'intensité $I_1 = 380A$

- 91) Déterminer le courant I_2 débité par le transformateur T
- 92) Déterminer le courant I_2' débité par le transformateur T'.

UF

SUJET d'AUTOMATIQUE (1Heure)

Une régulation industrielle est modélisée par le schéma fonctionnel de la figure ci-dessous.



1- ANALYSE TEMPORELLE

La consigne de commande est un échelon unité.

a/ Déterminez les expressions de la grandeur régulant $u(t)$ et de la sortie $s(t)$ pour un fonctionnement en boucle fermée.

b/ Calculez le temps de réponse à 5% près respectivement pour un fonctionnement en boucle ouverte et en boucle fermée. Conclure en comparant les résultats obtenus

2- ANALYSE FREQUENTIELLE

Représentez le diagramme de BODE, respectivement pour un fonctionnement en boucle ouverte et en boucle fermée et en déduire les bandes passantes correspondantes. Conclure en comparant les résultats obtenus.

100

FS

SUJET d'ELECTRONIQUE de PUISSANCE (1 Heure)

Soit le montage de la figure 1 où (H) désigne un interrupteur commandable à l'ouverture et à la fermeture. On se place en régime permanent de fonctionnement :

- de $t_0 = 0$ à $t_1 = (2T/3)$: (H) est fermé,
- de $t_1 = (2T/3)$ à $t_2 = T$: (H) est ouvert.

On précise les valeurs des composants et de la période :
 $E = 48 \text{ V}$; $L = 25 \text{ mH}$; $T = 0,5 \text{ ms}$.

1. Quel est l'état de (D) lorsque (H) est fermé ? Comment évolue le courant i_s durant cette période ? On supposera connue la valeur du courant i_s à $t = 0$: $i_s(0) = I_m = 12 \text{ A}$.
2. Lorsque (H) est ouvert, que vaut la tension u_H ? Représenter les allures de u_H et i_s sur une période. Préciser l'expression littérale de $i_s(t)$ pour l'intervalle $[2T/3, T]$.
3. Exprimer la valeur moyenne de la tension aux bornes de (H) et en déduire la valeur de E_c .
4. Donner une ou plusieurs solutions technologiques pour réaliser (H).
5. Calculer l'ondulation de i_s . Quelle est sa valeur maximum ?

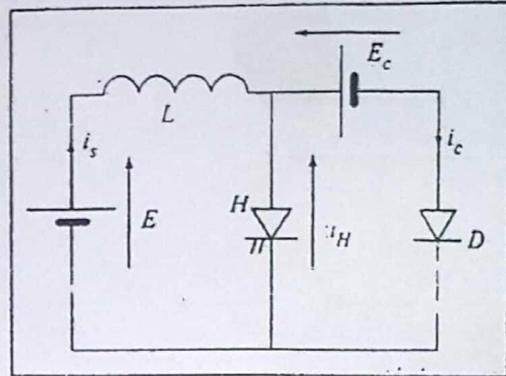


Fig. 1

SUJET d'ELECTRONIQUE DE COMMANDE (1 Heure)

On considère le montage à hystérésis de la figure 2.

1. Tracer la caractéristique de transfert $V_2 = f(V_1)$, tout en précisant les valeurs de V_1 pour lesquelles le dispositif bascule.

On donne $R_2 = R_3 = 2R_1$, $V_{sat} = 15 \text{ Volts}$

2. $V_1(t)$ est représentée par la figure 1

- 2-1 Tracer en concordance de temps V_1 et V_2
- 2-2 Calculer le rapport cyclique α de V_2

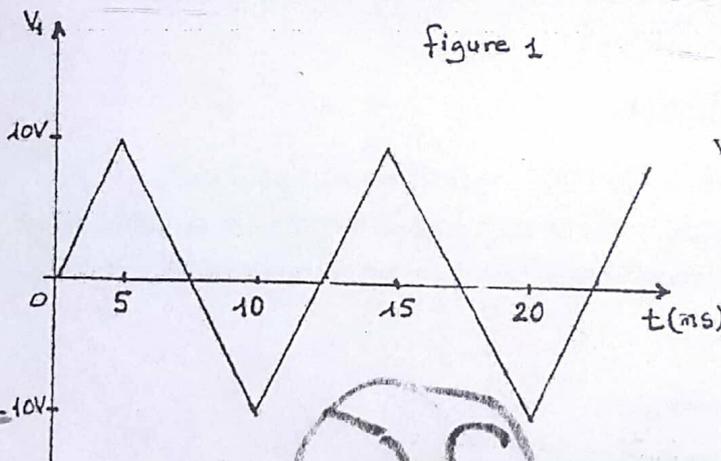


figure 1

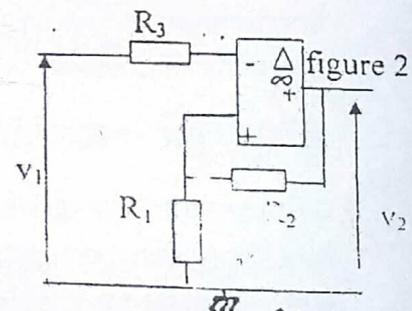


figure 2

2f