



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 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.

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,

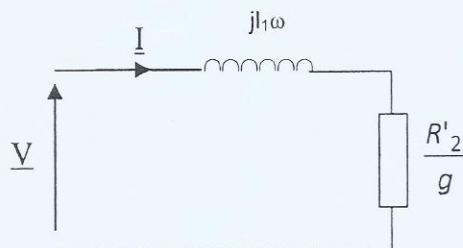
1. Détermination des paramètres du point de fonctionnement nominal (20 pts)

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,

- 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)

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)

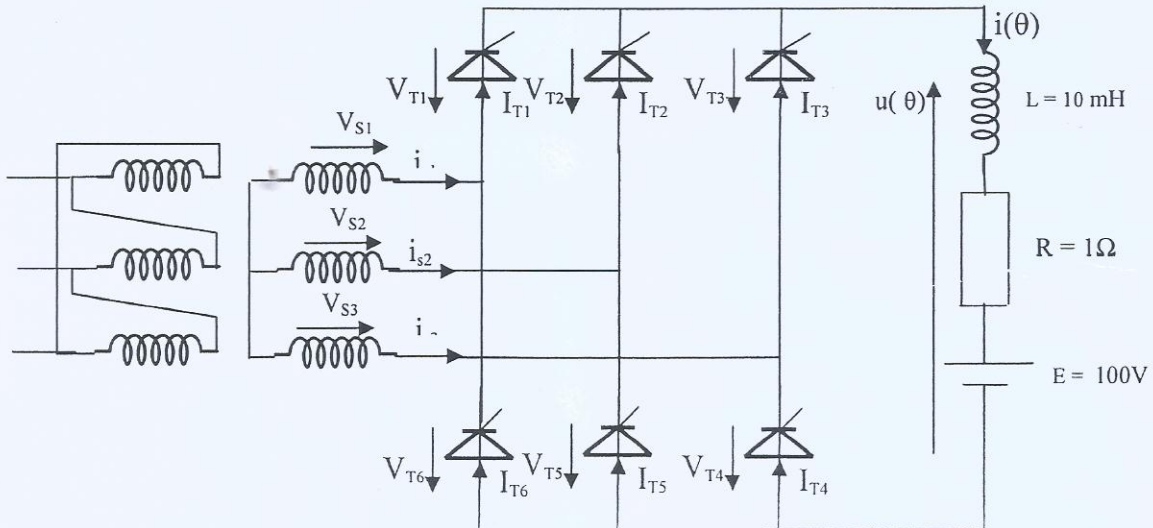
Glissement	$g(\%)$	0+	g'	100	∞
Résistance ramenée au stator	$R'_2/g (\Omega)$				
Courant de ligne	$I (A)$				
Puissance électromagnétique	$P_{em} (W)$	x			x
Couple	$C (Nm)$	x			x
Pertes joules rotoriques	$p_{JR} (W)$	x			x

- 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)

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

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

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

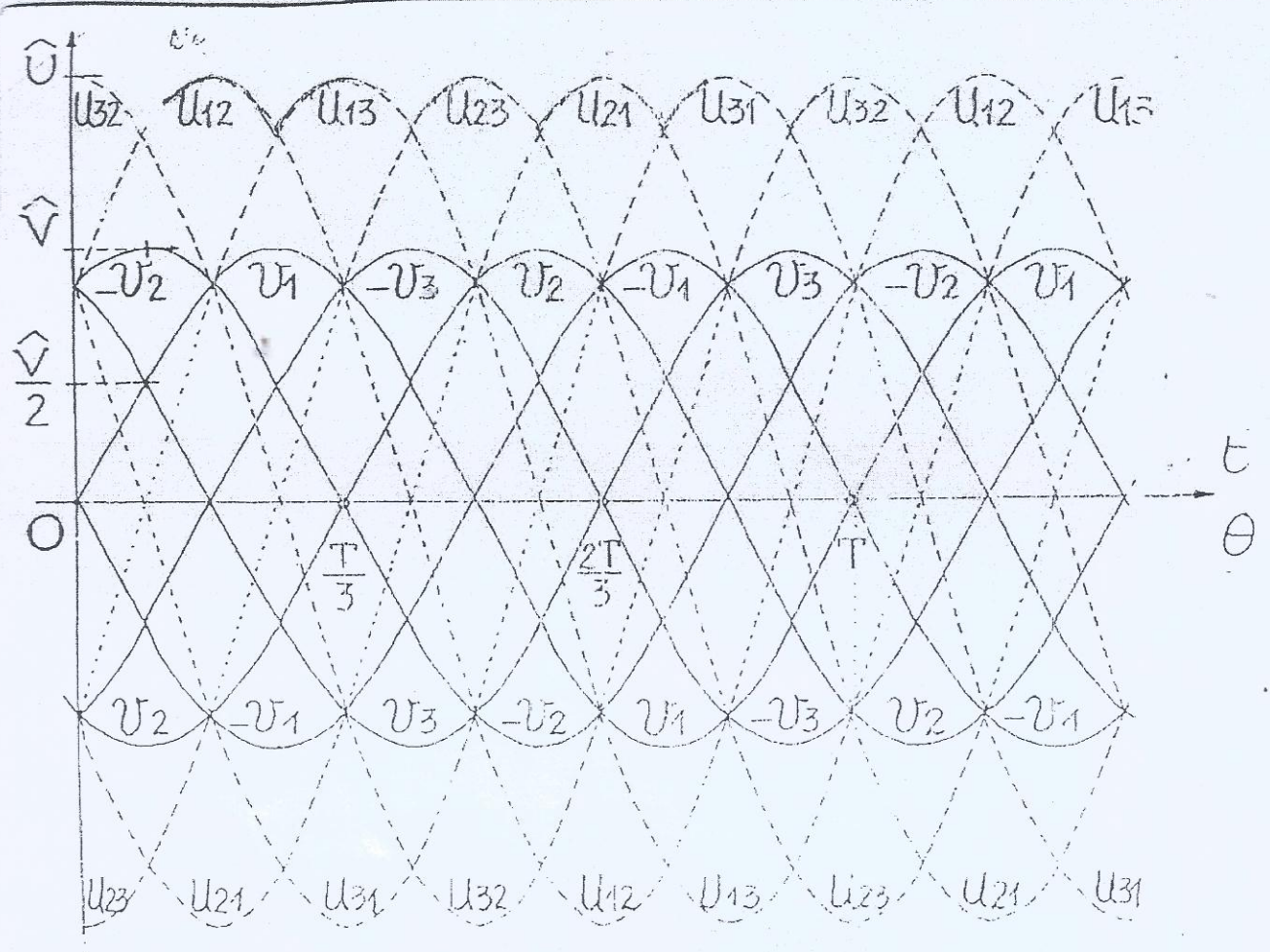
$$v_{s3} = 220\sqrt{2}\sin(\omega t - 4\pi/3)$$

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- Calculez;

- 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)

CONSTRUCTION DES COURBES POUR LES MONTAGES REDRESSEURS



T1	
T2	
T3	
T4	
T5	
T6	
$u(\theta)$	

On rappelle que $\alpha = 60^\circ = \frac{T}{6}$

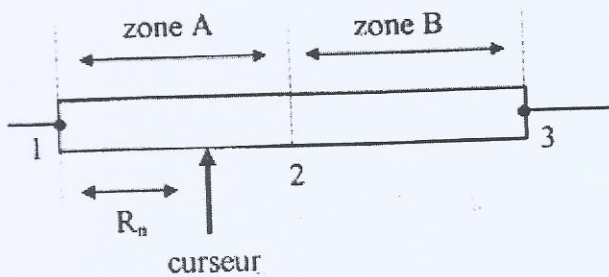
PARTIE 3 : Electronique analogique (20 points)

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 $+15\text{ V}$, -15 V ; leurs tensions de saturation sont : $+V_{\text{sat}} = +14\text{ V}$, $-V_{\text{sat}} = -14\text{ V}$.

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.

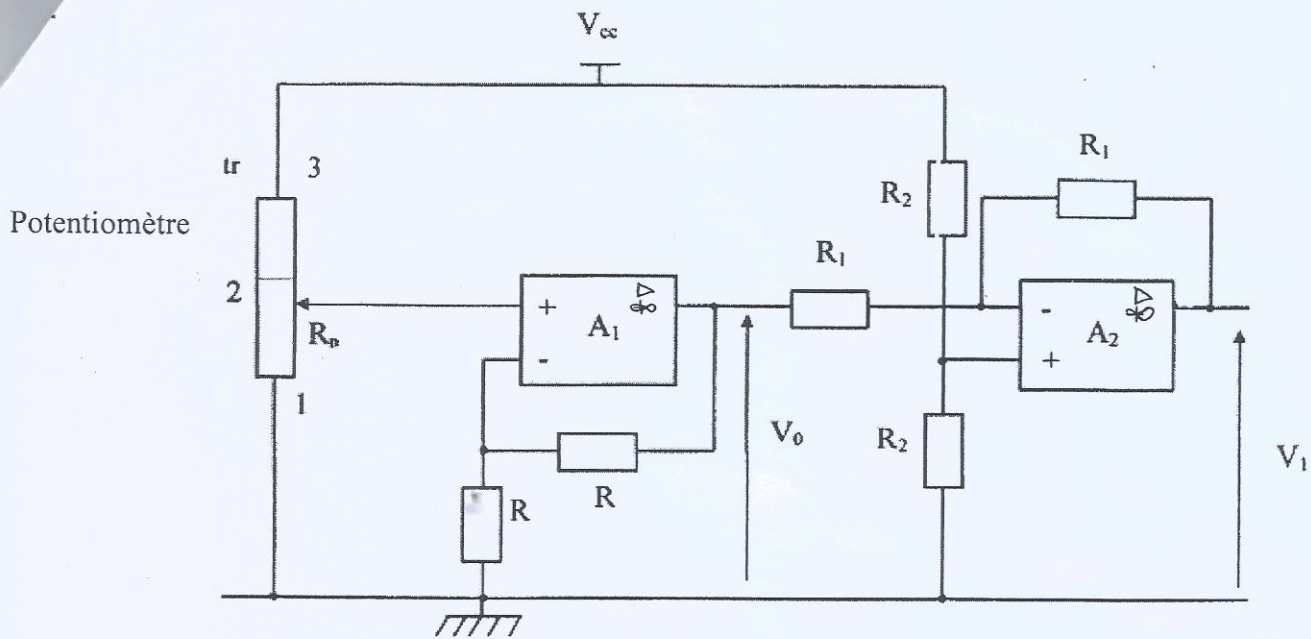


figure 1

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)

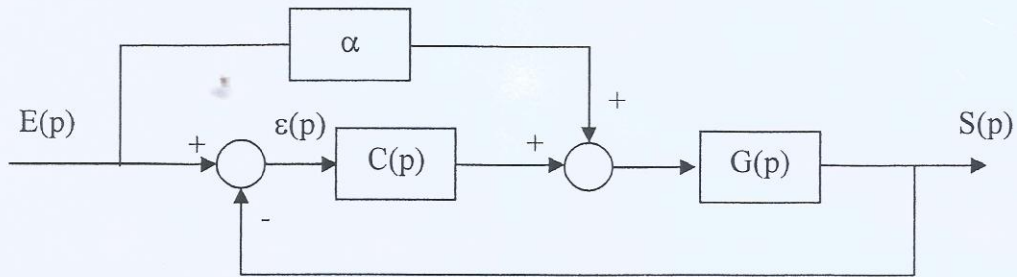
- 3.1 Exprimer V_1 en fonction de R_n , P et V_{cc} .
- 3.2 Donner l'expression de V_1 , en fonction de V_{cc} et de α , lorsque le niveau du liquide monte au dessus du niveau moyen. Quel est alors le signe de V_1 ?
- 3.3 Donner l'expression de V_1 , en fonction de V_{cc} et de α , lorsque le niveau 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 $V_1 = -10 \text{ V}$?

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
