

DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2013**

**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.**

**PARTIE 1 : Electrotechnique (40 points)**

**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.

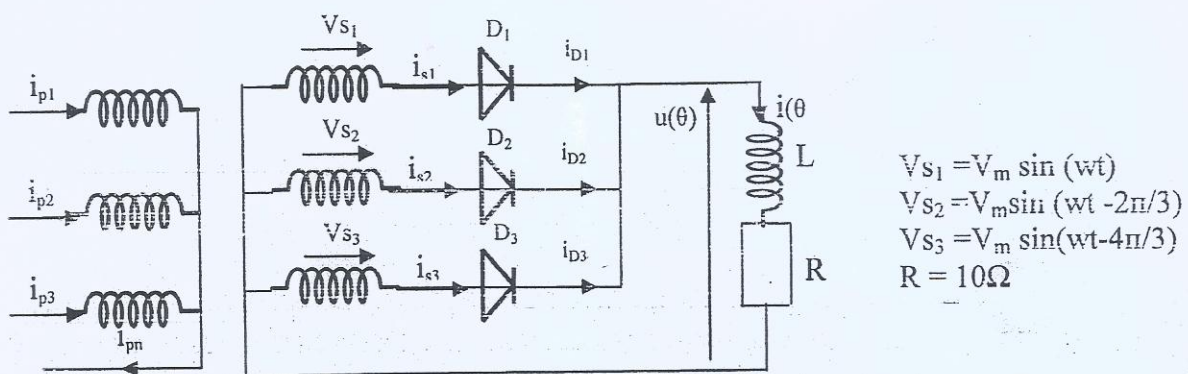
On admet les hypothèses de Behn-Eschenburg.

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  $\mu$ 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)

**PARTIE 2 : Electronique de puissance (20 points)**

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  $I$ .



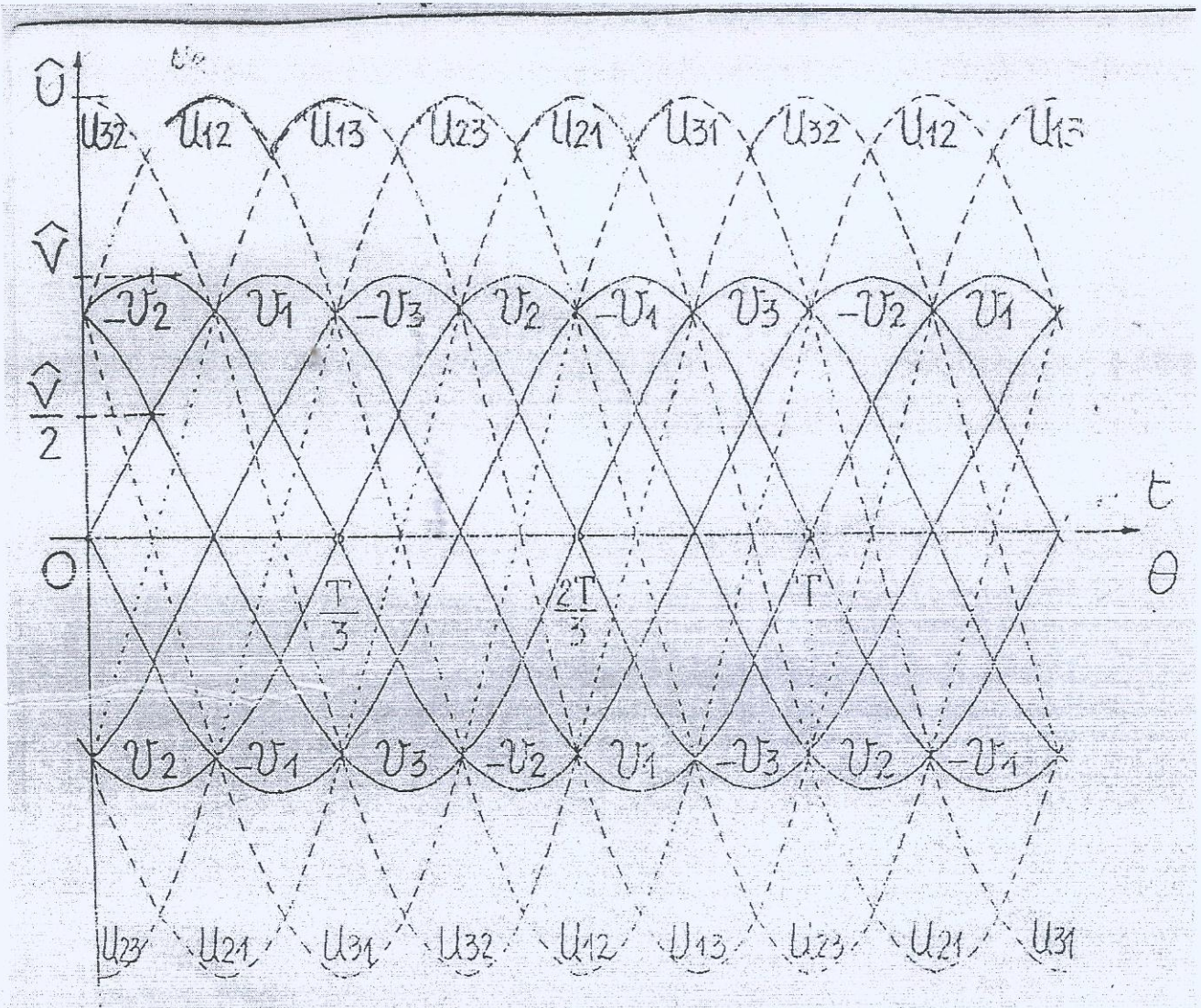
1- Après avoir indiqué les intervalles de conduction des diodes et les expressions de  $u(\theta)$  (la tension aux bornes de la charge) et de  $V_{D3}$  (la tension aux bornes de la diode  $D_3$ ), tracez sur la feuille du document annexe leurs formes d'ondes. (6 pts)

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.

CONSTRUCTION DES COURBES POUR LES MONTAGES REDRESSEURS



D1	
D2	
D3	
$u(\theta)$	
$V_{D3}$	

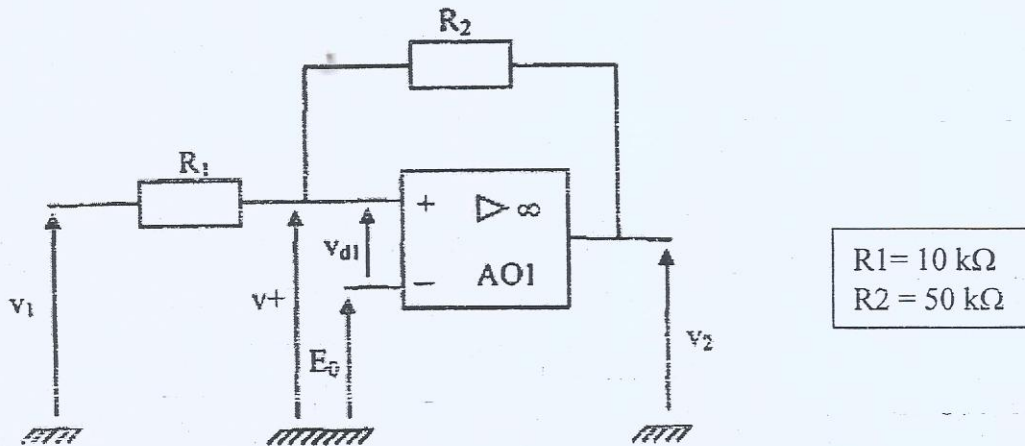
**PARTIE 3 : Electronique analogique (20 points)**

**COMPAREUR 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 :

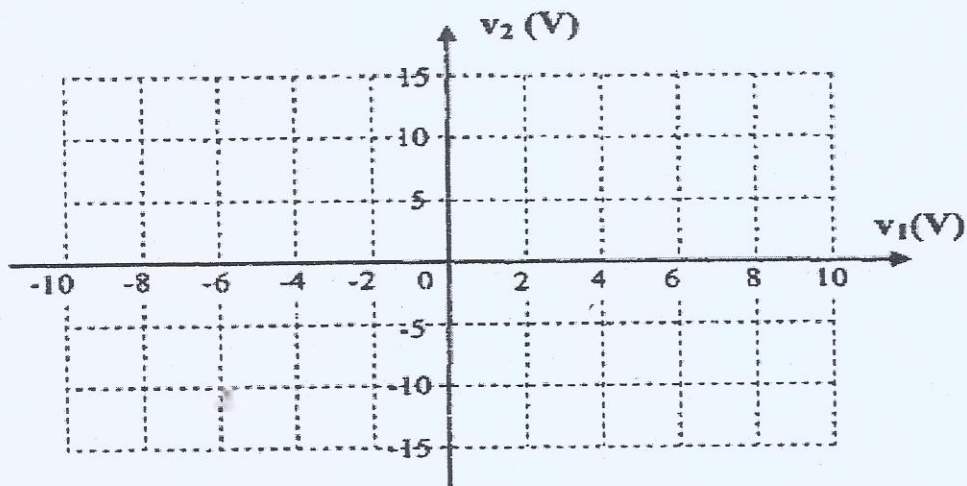
$$+V_{sat} = +14V, \quad -V_{sat} = -14V.$$

$V_1$  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  $-14 \text{ V}$  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  $-10 \text{ V}$  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)

Feuille réponse à rendre avec les copies

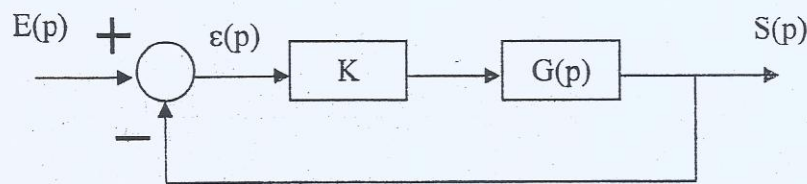


**PARTIE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)**

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)

\*\*\*\*\*