

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'INSERTION PROFESSIONNELLE (DGESIP)

DIRECTION DES EXAMENS, DES CONCOURS ET DE L'ORIENTATION (DEXCO)

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2018

FILIÈRE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUÉE**

Durée de l'épreuve : 5 Heures

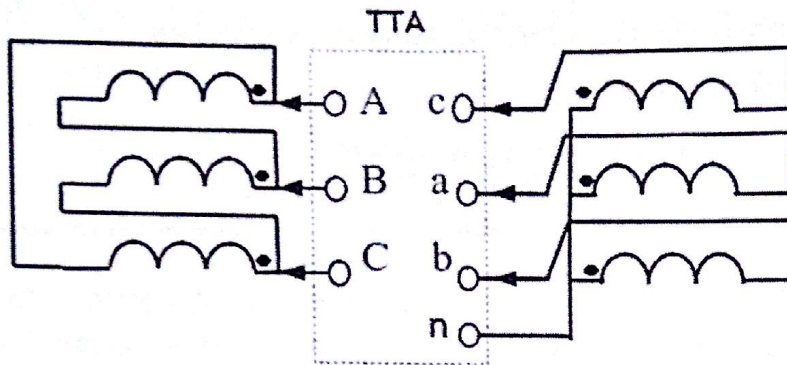
Coefficient de l'épreuve : 4

**ATTENTION :**

CETTE ÉPREUVE PORTE SUR QUATRE PROBLÈMES DONT UN PROBLÈME PAR DISCIPLINE ;  
LE CANDIDAT DOIT FAIRE LES RÉSOLUTIONS SUR DES FEUILLES DE COPIES INDÉPENDANTES

## PROBLEME 1 : ELECTROTECHNIQUE(60 POINTS)

Un transformateur triphasé TTA est couplé en triangle – étoile comme l'indique le schéma ci-dessous :



Les essais du transformateur triphasé (TTA) ont donnés :

Essai à vide :  $U_{1n}=15$  KV ;  $U_{20}=395$  V ;  $P_{10}=1800$  W ;  $I_{10}=10,9$  A.

Essai en court-circuit :  $U_{1cc}=485$  V ;  $I_{2cc}=520$  A ;  $P_{1cc}=9300$  W

1. Déterminer l'indice horaire du transformateur TTA
2. Donner la dénomination complète du transformateur TTA
3. Déterminer les paramètres suivants du transformateur triphasé TTA par colonne :  
 $m_c$  ;  $R_{cfer}$  ;  $X_{c\mu}$  ;  $R_{Sc}$  ;  $X_{Sc}$  et  $Z_{Sc}$
4. Déterminer les paramètres suivants du transformateur triphasé TTA par phase :  $m$  ;  
 $R_{fer}$  ;  $X_{\mu}R_S$  ;  $X_S$  et  $Z_S$
5. Alimenté sous tension primaire nominale, ce transformateur débite dans une installation comprenant ;
  - 20 moteurs triphasés identiques, ayant chacun une puissance utile de 7,5kW de rendement 0,8 et de facteur de puissance 0,82
  - 120 lampes de 60W régulièrement réparties sur 3 phases.

5.1. Calculer la tension aux bornes de l'installation

5.2. Calculer le courant débité par le transformateur

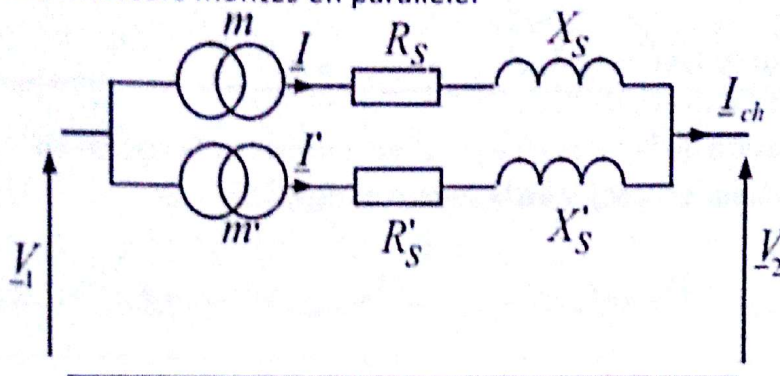
5.3. Calculer le rendement du transformateur.

6. On dispose de deux transformateur TTB et TTC ayant même rapport de transformation que TTA. On lit sur la plaque signalétique de TTB : Dy11 et sur celle de TTC : Dy5.

6.1. Lequel des deux transformateurs doit-on monter en parallèle avec TTA ? Justifier votre réponse.

6.2. Réaliser le schéma de connexion des deux transformateurs.

7. La figure ci-dessous représente le schéma équivalent par phase des deux transformateurs montés en parallèle.



On suppose que  $m = m'$  ;  $Z'_S = 2.R_S + jX'_S$  et  $Z_S = R_S + jX_S$

7.1. Déterminer la relation liant  $X'_S$  et  $X_S$  pour que les courants  $I$  et  $I'$  soient en phase.

7.2. Les courants  $I$  et  $I'$  étant en phase :

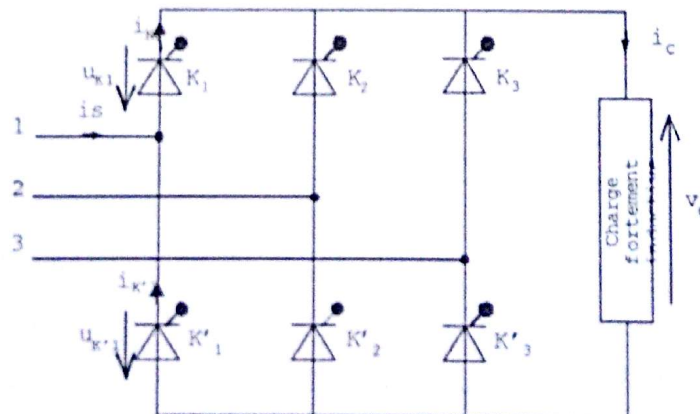
- Exprimer la valeur efficace de  $I'$  en fonction de la valeur efficace de  $I$
- Exprimer la valeur efficace  $I_{ch}$  en fonction de la valeur efficace de  $I$
- Donner l'expression complexe de l'impédance qu'il faut ajouter au transformateur TTA afin que les courants débités soient parfaitement identiques.

### PROBLEME 2: ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 POINTS)

Le pont redresseur ci-dessous est l'une des parties d'un variateur de vitesse à courant continu. Les thyristors sont considérés comme parfaits.

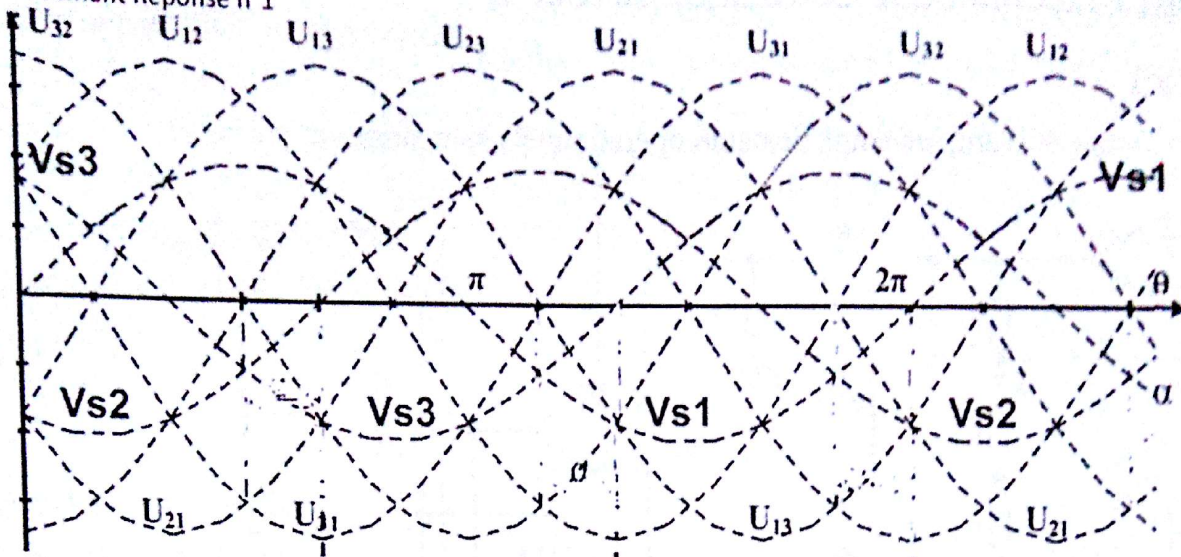
Pour tout l'exercice le courant dans la charge est considéré comme constant égal à  $I_c = 10$  A.

L'angle de retard à l'amorçage est  $\alpha = 30^\circ$

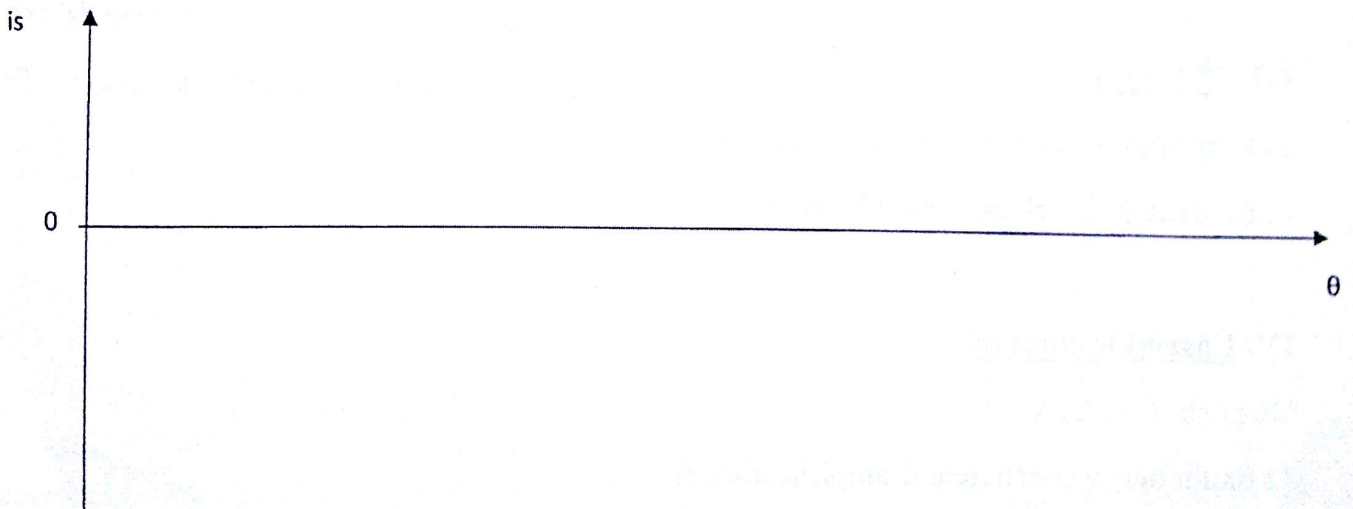


1- Par rapport à quel instant de départ est pris cet angle de retard

- 2- Remplissez le tableau du document réponse n° 1
- 3- Tracez les chronogrammes de  $v_c$ ,  $U_k$ , et  $i_s$  sur le document réponse n° 1
- 4- Donnez l'expression de la valeur moyenne  $v_c$  en fonction de la valeur efficace de  $V$  de la source d'alimentation.
- 5- Etudiez le signe de la valeur moyenne de  $v_c$  et dites dans quel sens transite l'énergie.
- 6- Calculez la valeur moyenne de  $i_{k1}$ .
- 7- Calculez la valeur efficace de  $i_s$ .
- 8- Donnez l'expression de la puissance réactive fournie par la source en fonction de la valeur efficace  $v$  de la source et de  $\alpha$ .



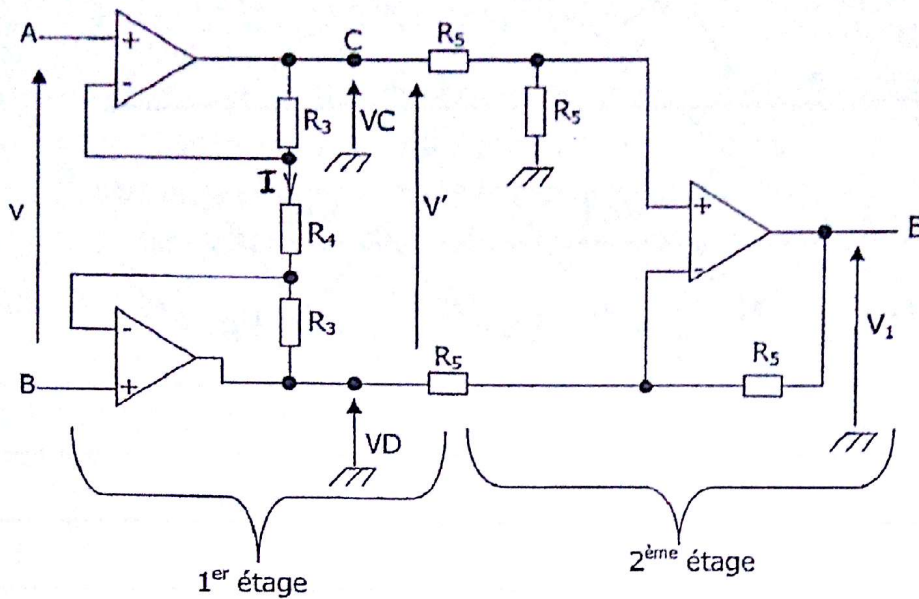
K1	
K2	
K3	
K'1	
K'2	
K'3	
Vc	
Uk1	
ik1	
ik'1	
ic	



### PROBLEME 3: ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 POINTS)

#### Exercice n°1

Dans le montage suivant, les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits :



I- Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels ?  
Justifiez votre réponse.

#### II- 1<sup>er</sup> étage

- 1) Exprimez l'intensité du courant  $I$  traversant  $R_4$  en fonction de  $V$  et  $R_4$ , puis en fonction de  $V'$ ,  $R_3$  et  $R_4$ .
- 2) En déduire la relation entre  $V'$  et  $V$ .

#### III- 2<sup>ème</sup> étage

- 1) Exprimez  $V_1$  en fonction de  $V_C$  et  $V_D$ .
- 2) En déduire la relation entre  $V_1$  et  $V'$ .

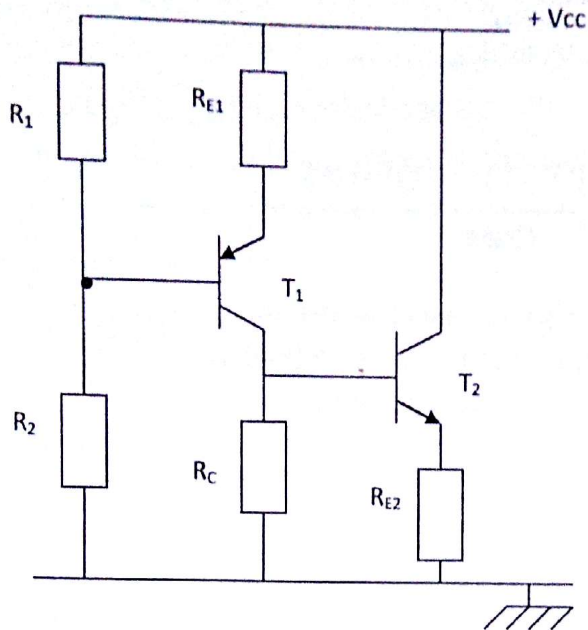
#### IV- Ensemble complet

On pose  $V_1 = A_V \cdot V$

- 1) Explicitez le coefficient d'amplification  $A_V$ .
- 2) On donne  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ , calculez  $R_4$  pour obtenir  $A_V = 5$ .

## Exercice n°2

On considère le montage suivant :



On donne les grandeurs suivantes :  $V_{CC} = 12 \text{ V}$  ;  $R_1 = 22 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$  ;  
 $R_C = 3,3 \text{ k}\Omega$  ;  $R_{E2} = 1,6 \text{ k}\Omega$ .

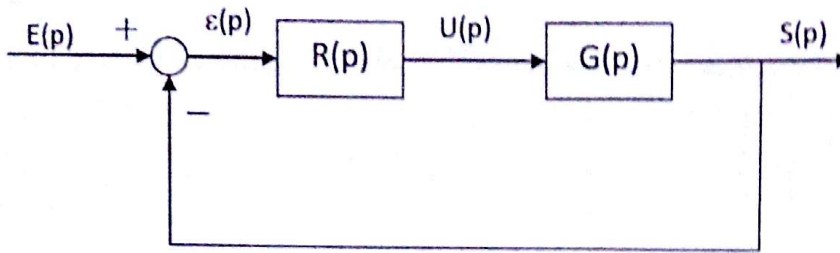
On donne également les grandeurs des transistors.

$T_1$  :  $I_{C1} = 2 \text{ mA}$  ;  $\beta_1 = 100$  ;  $V_{BE1} = -0,112 \text{ V}$  ;  $T_2$  :  $I_{C2} = 3 \text{ mA}$  ;  $\beta_2 = 60$

- 1) Justifiez le type de transistor de  $T_1$  et  $T_2$ .
- 2) Calculer la valeur de la résistance  $R_{E1}$  ;
- 3) Calculer la valeur de la tension continue  $V_{CE1}$  de  $T_1$  ;
- 4) Calculer la valeur de la tension continue  $V_{BE2}$  de  $T_2$  ;
- 5) Calculer la valeur de la tension continue  $V_{CE2}$  de  $T_2$  .

#### PROBLEME 4: AUTOMATIQUE (20 POINTS)

Le schéma fonctionnel d'un système régulé est donné à la figure ci-dessous :



Figure

1. Donner en fonction de  $R(p)$  et de  $G(p)$ , les expressions de :
  - a. La fonction de transfert  $F(p)$  en boucle ouverte (FTBO)
  - b. La fonction de transfert  $H(p)$  en boucle fermée

Dans la suite,  $G(p)$  est de la forme :

$$G(p) = \frac{400}{p(p+4)}$$

2. Pour le système de fonction de transfert  $G(p)$  :
  - a. Déterminer l'erreur statique de position
  - b. Déterminer l'erreur de vitesse
  - c. Indiquer en le justifiant si le système est stable ou non
3. Pour  $R(p) = K$  et en considérant le système régulé :
  - a. Quel est le type de régulation réalisée par  $R(p)$  ?
  - b. Déterminer l'erreur statique de position
  - c. Déterminer l'erreur de vitesse
  - d. Indiquer pour quelle(s) valeur(s) de  $K$  le système est-il stable
4. A présent, la sortie et l'entrée du régulateur  $R(p)$  sont régies par la relation :

$$u(t) = 8\varepsilon(t) + \frac{d\varepsilon(t)}{dt} + 16 \int \varepsilon(t) dt$$

- a. Quel est le type de régulation réalisée par  $R(p)$  ?
- b. Donner l'expression de  $R(p)$
- c. Déterminer l'erreur statique de position du système régulé
- d. Déterminer l'erreur de vitesse du système régulé
- e. Ce système est-il stable ?

\*\*\*\*\*