
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

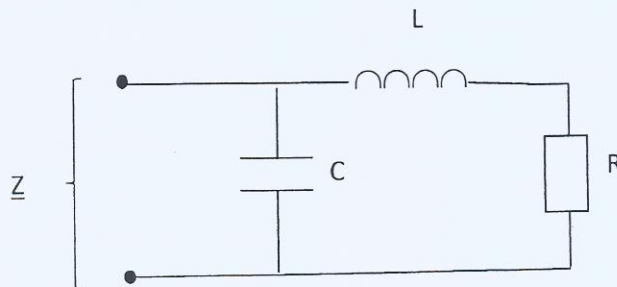
Cette épreuve comporte quatre parties indépendantes que le candidat devra résoudre sur des feuilles de copies indépendantes.

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 $R=10\Omega$, $L\omega=10\Omega$



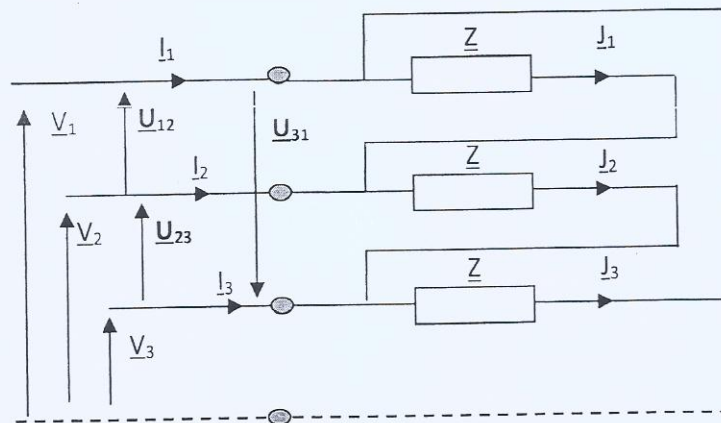
1.1 On choisit la capacité C telle que $C\omega=1/5\Omega$

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 $\underline{Z} = 12,8 + j9,6 (\Omega)$. On forme à partir des 3 circuits, une charge triphasée que l'on couple en triangle selon le schéma ci-dessous.



Alimentée sous un système de tensions triphasées équilibrées ($\underline{V}_1, \underline{V}_2, \underline{V}_3$), la charge triphasée absorbe une puissance active de 6000 W.

- 2.1 Déterminer la valeur J 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 \underline{U}_{12} si le système d'alimentation est direct.

3. Troisième partie : Etude du transformateur triphasé

La charge triphasée précédente d'impédance $\underline{Z} = 12,8 + j9,6$ (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%.

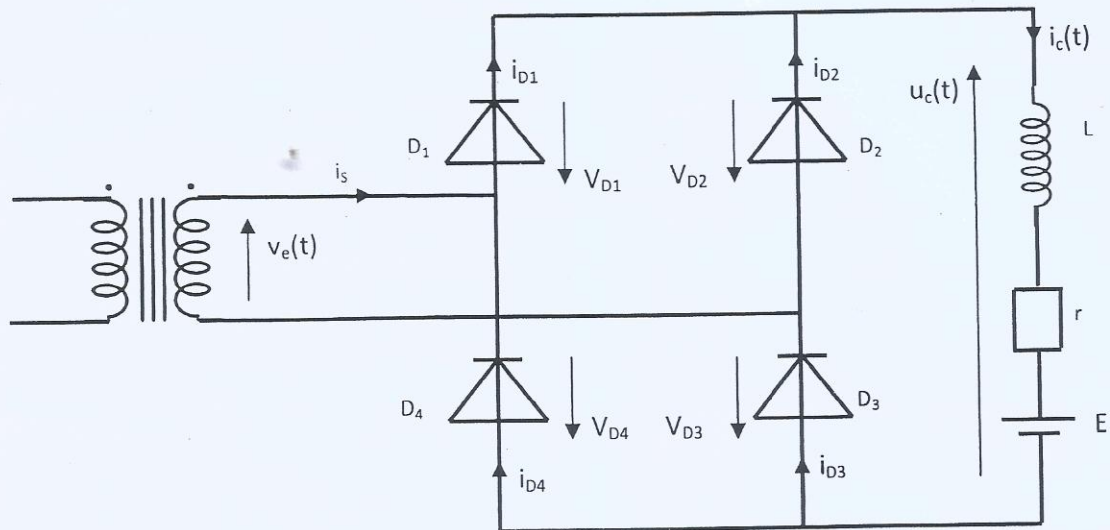
Le rapport de transformation colonne du transformateur est $m_c = 0.305$ et son rapport colonne X_{sc}/R_{sc} , (réactance sur résistance totales ramenées au secondaire), est égal à 1,5. Le transformateur débite dans la charge un courant secondaire de ligne de 21,65 A pour une chute de tension simple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

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

N en tr/min). A vide $E = \frac{\sqrt{3}}{2} V_m$ 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 $r = 1,5\Omega$.



1-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° .

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

1-2-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)

2-3-La fréquence de rotation N du moteur en tr/min. (2points)

PARTIE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)

Etude des circuits 1 et 2

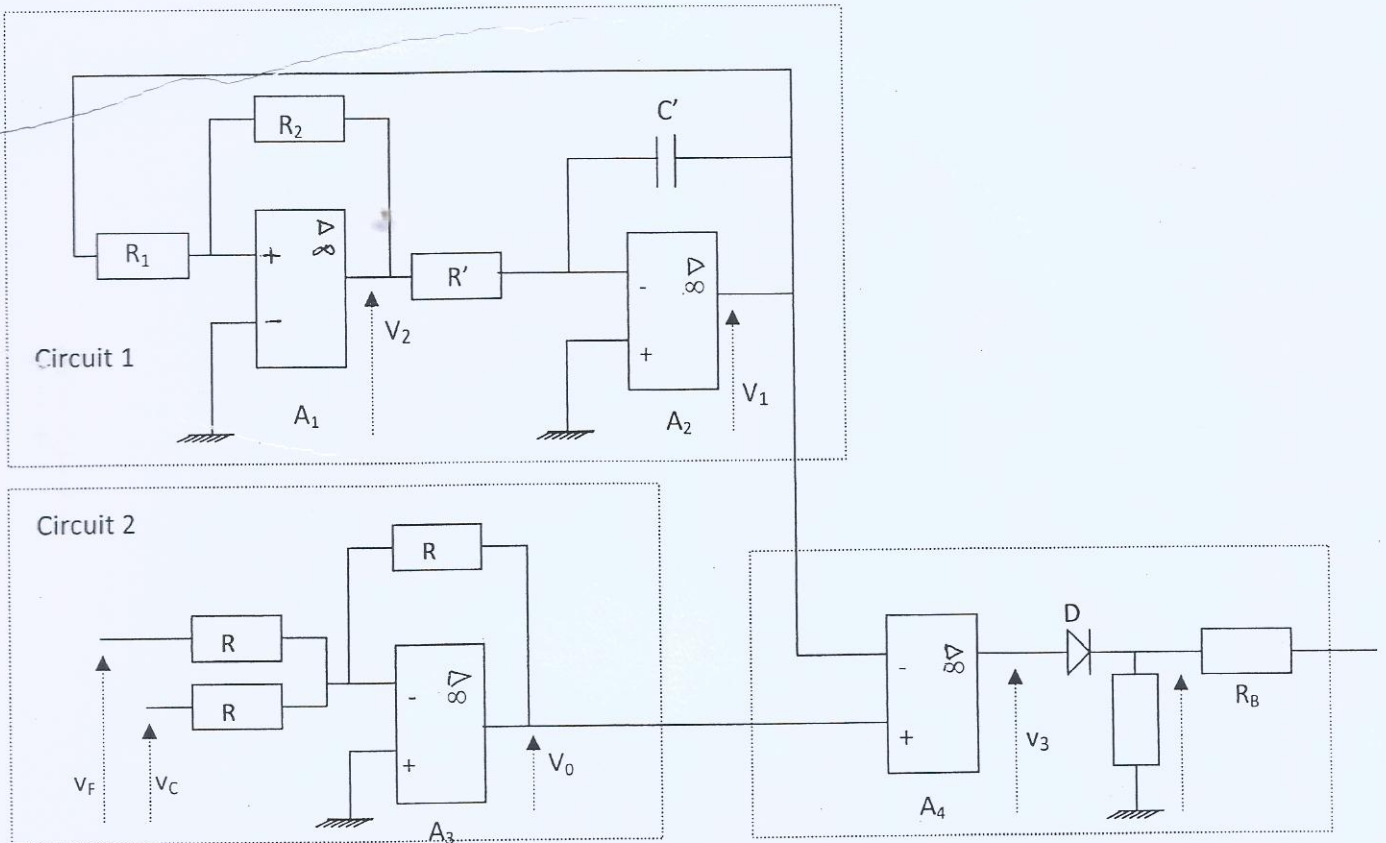
1 Circuit 1: Les amplificateurs sont supposés idéaux et alimentés en $\pm 15 \text{ V}$: leurs tensions de saturation valent donc $V_{\text{sat}} = 15 \text{ V}$ ou $-V_{\text{sat}} = -15 \text{ V}$

- 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.

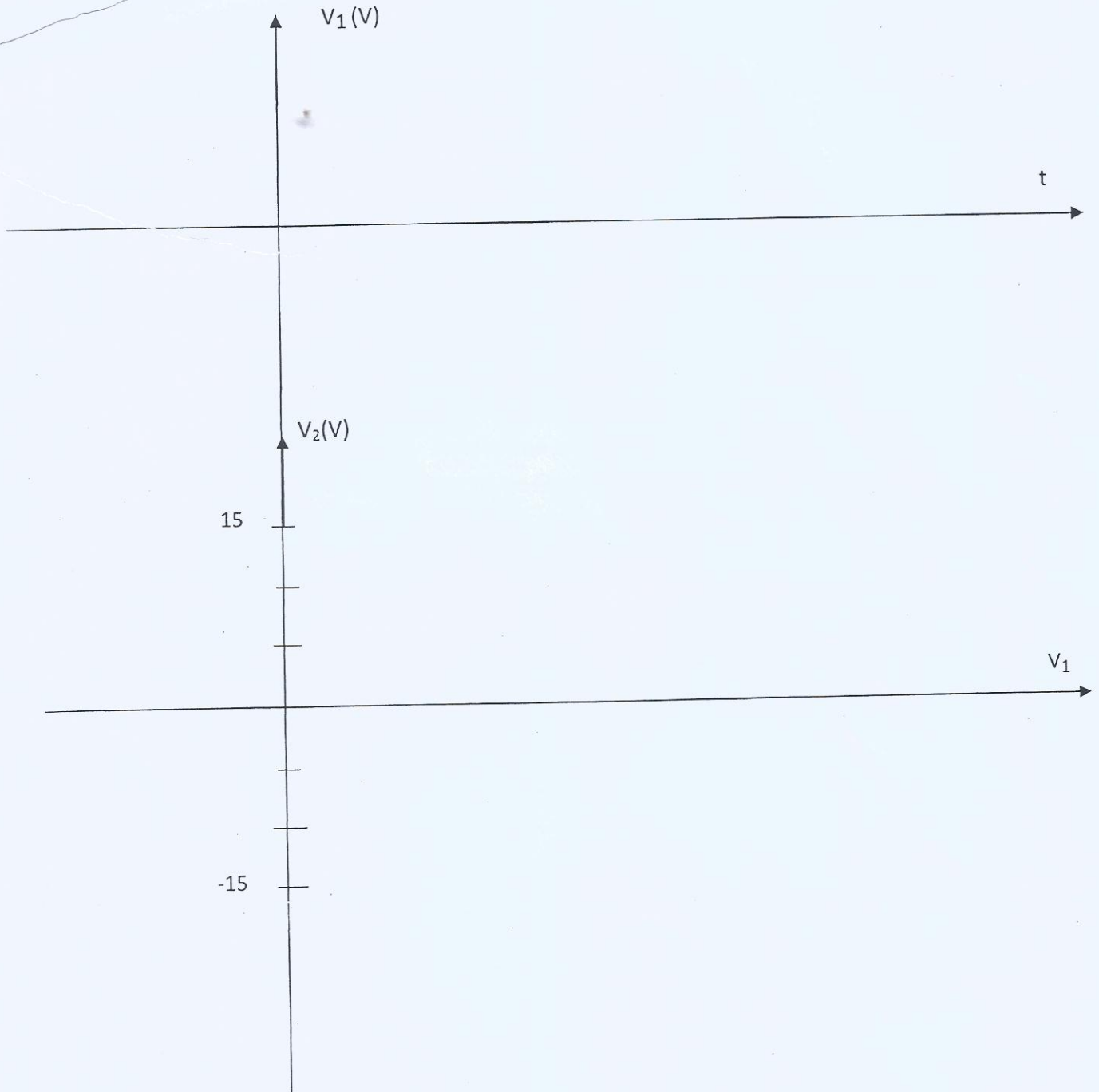
2 Circuit 2 :

v_c est une grandeur de consigne.

Exprimer V_0 en fonction v_c , et v_f



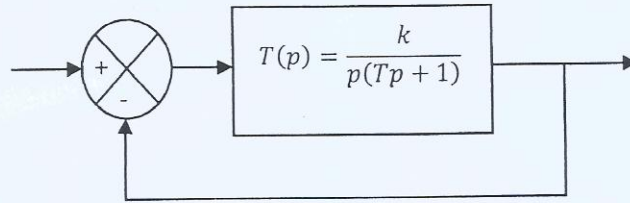
A RENDRE AVEC LA COPIE



6/8

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.

DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE.

