



**CONCOURS NATIONAL D'ACCES EN DOCTORAT TROISIEME CYCLE**  
**Année 2016--2017**

Date : 20/10/2016

Intitulé du Doctorat : Systèmes Électrotechniques Alimentation, Conception, et Commande des Machines Électriques

Épreuve : Machines Électriques

Durée : 1h 30mn

**Exercice 1 (6pts) :**

Compte tenu des fréquences industrielles en électrotechniques, on néglige les courants de déplacement  $\partial \vec{D} / \partial t$ . Écrire les équations de Maxwell. En admettant que la perméabilité  $\mu$  est constante, en déduire l'équation de diffusion.

**Exercice 2 (6pts):**

On réalise un court-circuit triphasé brusque sur un alternateur fonctionnant à vide. Ecrire les expressions des courants de court-circuit dans le référentiel de Park,  $i_d(t)$  et  $i_q(t)$ . Cet alternateur présente deux amortisseurs par axe, tracer l'allure du courant de court-circuit d'axe direct et représenter les constantes de temps transitoire, subtransitoire, etc., de court-circuit. Qu'en est-il des paramètres d'axe quadrature ?

**Exercice 3 (8pts) :**

Soit le schéma équivalent d'une machine asynchrone représenté à la Fig1. Déterminer les expressions de l'impédance  $Z=R+jX$  en mettant  $R$  et  $X$  respectivement sous la forme

$R = a + a' \frac{r_2'}{g}$  et  $X = b + b' \frac{r_2'}{g}$ . En déduire les coefficients  $a, a', b$  et  $b'$  pour  $\gamma = 0$ .

(On donnera le facteur de correction  $C_1 = |C_1| e^{j\gamma}$  avec  $\gamma$  : angle d'inclinaison de la droite du diagramme du cercle) et  $g$  : le glissement.

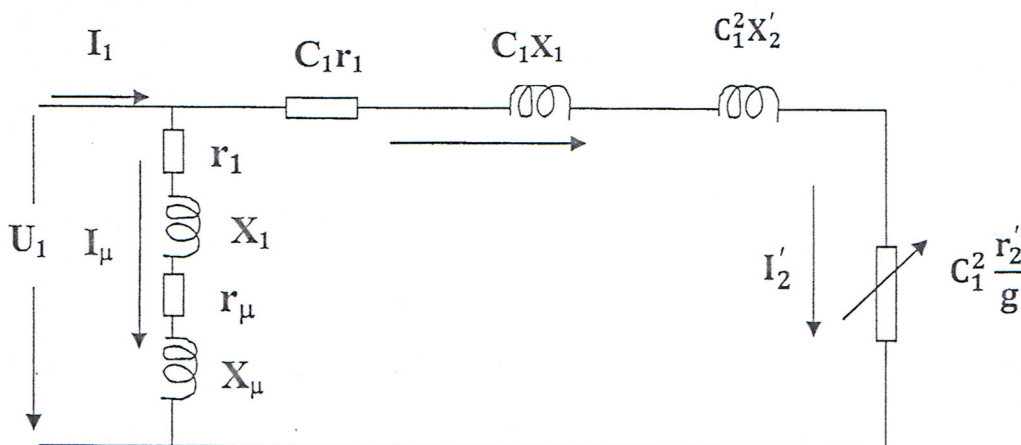


Fig.1: Schéma équivalent d'une machine asynchrone

Intitulé du Doctorat : Doctorat en Electrotechnique, Option : Systèmes Electrotechniques

Epreuve : Electronique de puissance, Commande des machines et Réseaux

Durée : 1h30

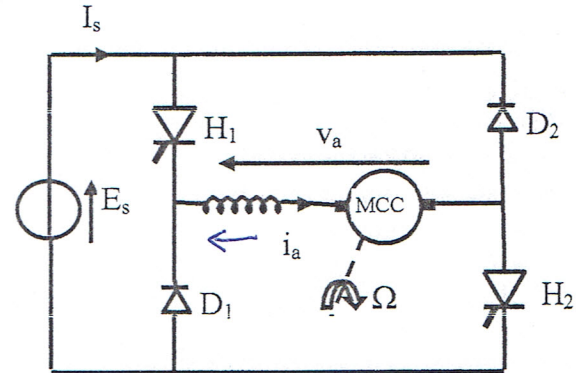
Partie A : Electronique de puissance et Commande

### Exercice 1: 7 pts

Le montage de la figure ci-contre est un hacheur réversible alimentant une machine à courant continu à aimants permanents. L'induit de la machine est modélisé par une fem  $E_m = h \Omega$  en série avec une inductance  $L_a$ . Le couple résistant sur l'arbre de la machine est donné par  $C_r = K \Omega$ .

( $h, K$  des constantes,  $\Omega$  la vitesse de la machine).

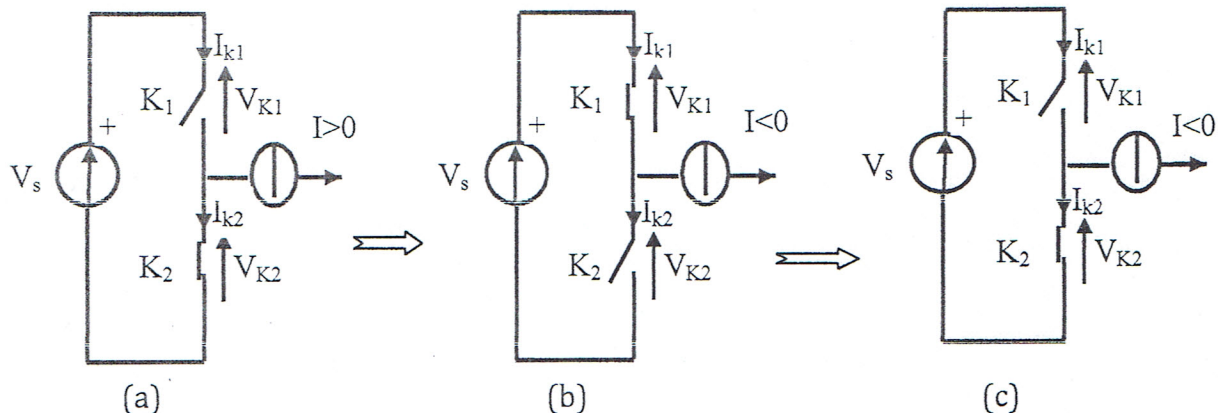
Les interrupteurs  $H_1$  et  $H_2$  sont fermés dans  $[0, \alpha T]$ , ouverts dans  $[\alpha T, T]$  où  $\alpha$  est le rapport cyclique variable de 0 à 1 et  $T$  est la période de hachage.



- 1) Le montage est-il réversible? Si oui dans combien de quadrants?
- 2) Pour  $\alpha = 3/4$ , le mode de conduction est continu. Tracer sur une période  $T$ , la tension  $V_a$ , le courant de charge  $i_a$  ainsi que le courant de source  $I_s$ . Préciser les séquences de conduction des composants.
- 3) Exprimer les valeurs moyennes de la tension de sortie  $V_a$  et du courant de charge  $i_a$  en fonction de la variable  $\alpha$ .
- 4) Exprimer la vitesse du moteur ainsi que la valeur moyenne du courant de source  $i_s$  en fonction de la variable  $\alpha$ .

### Exercice 2 : 3 pts

Soit la cellule de commutation d'un convertisseur statique. On veut provoquer une commutation de l'état (a) à l'état (b) puis à l'état (c) avec changement de signe du courant de charge  $I$  durant la commutation (voir figures (a), (b), (c))



- 1) Donner les cycles dynamiques des interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  durant la commutation (de (a) à (b) puis à (c)) sur le plan  $I_{kj} - V_{kj}$  ( $j=1,2$ )
- 2) Indiquer les types d'interrupteurs  $K_1, K_2$  capables d'assurer cette commutation et préciser le nombre de segments des interrupteurs.





CONCOURS NATIONAL D'ACCES EN DOCTORAT TROISIEME CYCLE

Année 2016--2017

Date : 20/10/2016

**Intitulé du Doctorat :** Systèmes Electrotechniques - Conception, Alimentation et Commande

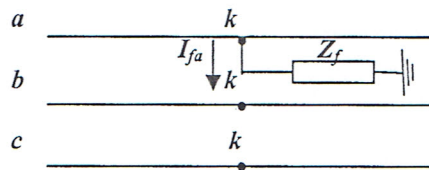
**Epreuve :** Electronique de Puissance et Commande des Machines Electriques et Réseaux Electriques

**Durée :** 1h30 (pour toute l'épreuve)

Partie Réseaux Electriques : (10 points/20)

Problème :

Soit un défaut affectant la phase  $a$  au nœud  $k$  de la phase  $a$  d'un réseau électrique. La portion en défaut est représentée par la figure suivante où la phase  $a$  est supposée être en contact avec la terre via une impédance  $Z_f$ .



Représentation d'un court-circuit phase-terre

Comme le système est non chargé avant l'apparition du défaut, nous avons :  $I_{fb} = I_{fc} = 0$ .

La tension de la phase  $a$  au point de défaut est donnée par:  $Z_{ka} = Z_f I_{fa}$ . (V)

En utilisant les composantes symétriques, et le circuit équivalent de Thévenin du réseau, déterminer l'expression du courant de défaut  $I_{fa}$ .