ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2018

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l’examen : 3 heures

16-EL-B3 Électronique de puissance et entraînements

<u>QUESTION 1</u> (30 points)

a) En utilisant le principe de la balance des volts-seconde, le principe de la charge des condensateurs ainsi que l'approximation de faible ondulation sur la tension du condensateur, déterminez le rapport de conversion CC du convertisseur Watkins-Johnson illustré à la figure 1.1. Pour effectuer votre démonstration, utiliser les polarités illustrées sur la figure 1.1. (*15 pts*)

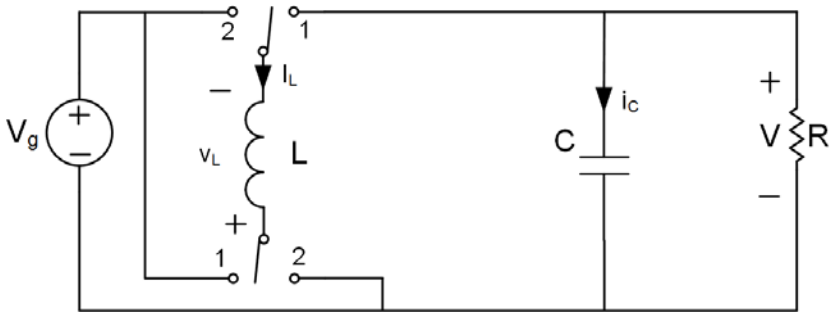

Figure 1.1 – Convertisseur Watkins-Johnson

b) La force magnétisante générée par la circulation d'un courant élevé dans le conducteur d'une inductance peut atteindre une valeur excessive qui entraîne la saturation magnétique du noyau de l'inductance. Afin de ne pas endommager le convertisseur, il faut éviter d'opérer dans cette condition. L'inductance utilisée dans le convertisseur de la figure 1.1 peut supporter un courant maximal de de 25A. (*15 pts*)

En utilisant les paramètres suivants, déterminez la résistance de charge maximale permise pour éviter d'entraîner le noyau en saturation. Notez que l'étude de la saturation du noyau s'effectue sur la valeur instantanée du courant et non sur sa valeur moyenne.

$$V_g = 48V$$
$$D = 0.75$$
$$C = 100\mu F$$
$$L = 150\mu\text{H}$$

Utiliser une fréquence de commutation de 70kHz pour effectuer votre calcul.

<u>QUESTION 2</u> (30 points)

Une ligne de transport de 25kV (ligne à ligne) est alimentée par une génératrice synchrone. Le système est illustré à la figure 2.1.

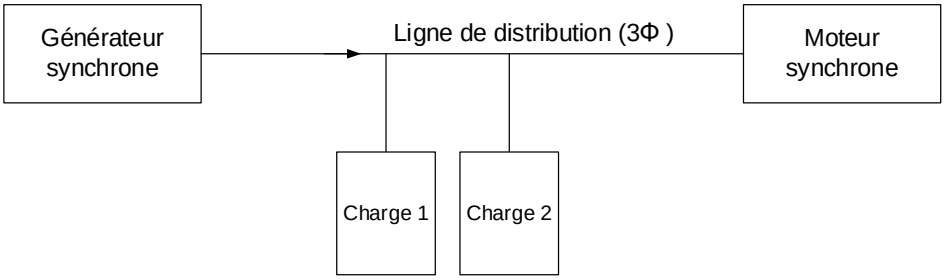

Figure 2.1

La fréquence de la tension sur la ligne est de 60Hz. Deux charges sont branchées sur la ligne. La <u>charge 1</u> est constituée de trois résistances de 80Ω branchées en triangle (ou Δ). La <u>charge 2</u> est constituée de trois condensateurs de 12μF branchés en étoile (ou Y). Un moteur synchrone est également branché sur la ligne. Les paramètres des deux machines sont groupés dans le tableau 2.1:

Paramètres	**Générateur synchrone**	**Moteur synchrone**
Réactance synchrone (X_S)	1.1Ω	0.5Ω
Résistance d'armature (R_A)	Négligeable	Négligeable
Constante liée à la construction de la machine (K)	40	42
Nombre de pôles (P)	10	8
Flux (ϕ)	Non spécifié	Voir question b)
Type de connexion	Y	Y

Tableau 2.1

À partir des paramètres du problème, répondez aux questions suivantes :

a) Déterminez les puissances actives et réactives consommées par les charges 1 et 2. *(10 pts)*

b) Si le flux de la machine synchrone qui opère en mode moteur est de 3.3Wb et que la puissance active délivrée par la machine synchrone en mode moteur est de 50MW, déterminez le facteur de puissance de la génératrice synchrone. *(15 pts)*

c) En conservant les mêmes conditions qu'en b), déterminez l'angle de couple de la génératrice synchrone. *(5 pts)*

QUESTION 3 (15 points)

a) Décrivez l'avantage principal de la machine asynchrone à rotor bobiné par rapport à la machine asynchrone à cage d'écureuil en termes de contrôle de vitesse? Décrivez l'impact au niveau du rendement de la machine lorsque celle-ci est opérée à glissement élevé. *(6 points*)

b) Expliquez dans vos mots pourquoi il est possible de modifier le facteur de puissance de la machine synchrone à rotor bobiné (c'est à dire avec enroulement d'excitation sur le rotor) en mode moteur lorsque celle-ci fonctionne à puissance active, tension d'alimentation et à vitesse fixes? (*9 points*)

QUESTION 4 (25 points)

Soit le redresseur triphasé à thyristor suivant :

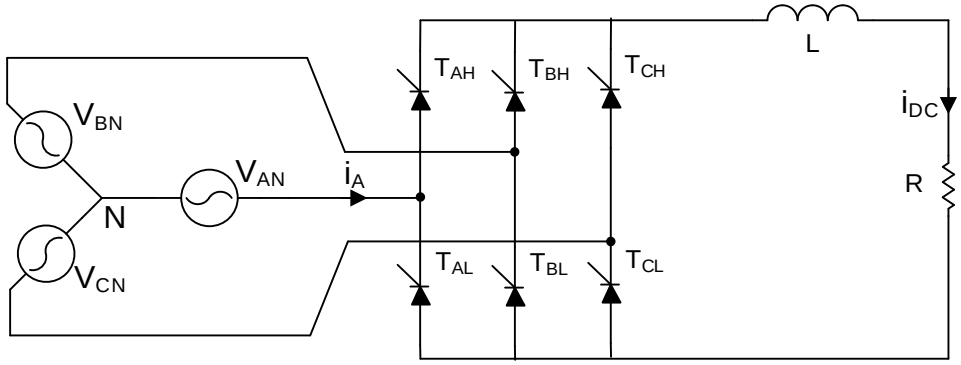

Figure 4.1

a) En prenant comme hypothèse que la charge est suffisamment inductive pour être considérée comme une source de courant quasi parfaite, dessinez la forme d'onde du courant i_A pour un cycle de la source triphasé en utilisant une valeur d'amorçage (α – illustré à la figure 4.2) arbitraire mais inférieur à 60 degrés. Indiquez la largeur des zones de conduction (en degrés) ainsi que les zones de blocage (en degrés) pour un cycle complet. Vous pouvez tracer la forme d'onde directement sur la figure 4.2. *(10 pts)*

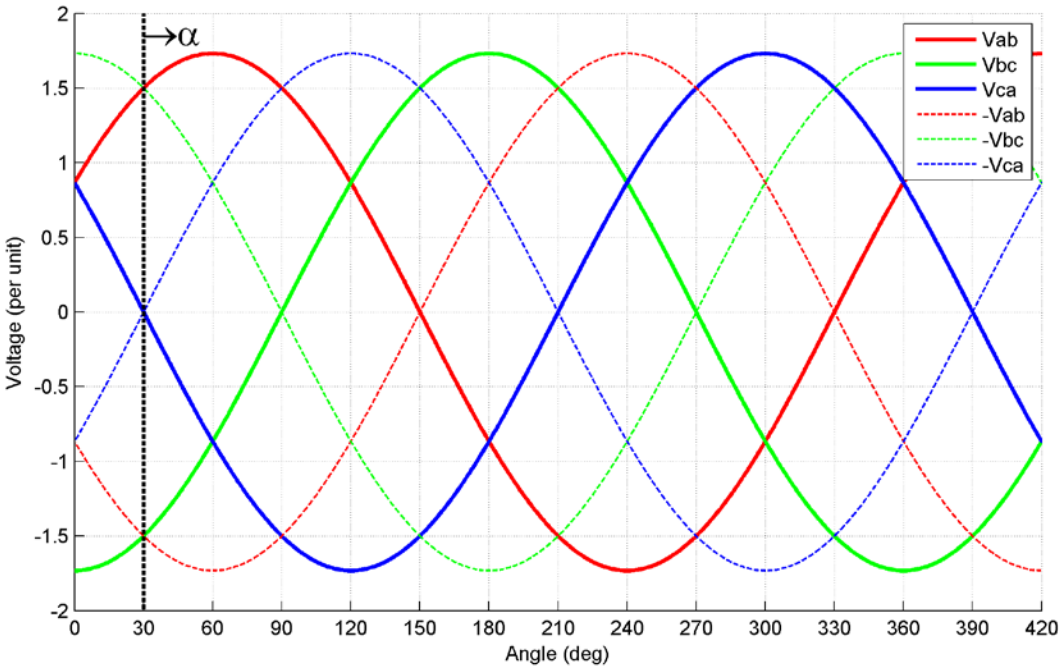

Figure 4.2

b) Toujours en considérant un courant fortement inductif, déterminez la tension appliquée sur la charge pour un angle d'amorçage de 40 degrés. Considérez une tension ligne à ligne efficace de 480V en entrée ainsi qu'une fréquence de 60Hz. *(10 pts)*

c) En considérant la source de courant représentée sur la figure 4.3, décrivez ce qui se passe au niveau de la puissance délivrée par la source triphasée si l'angle d'amorçage du pont excède 90 degrés? *(5 pts)*

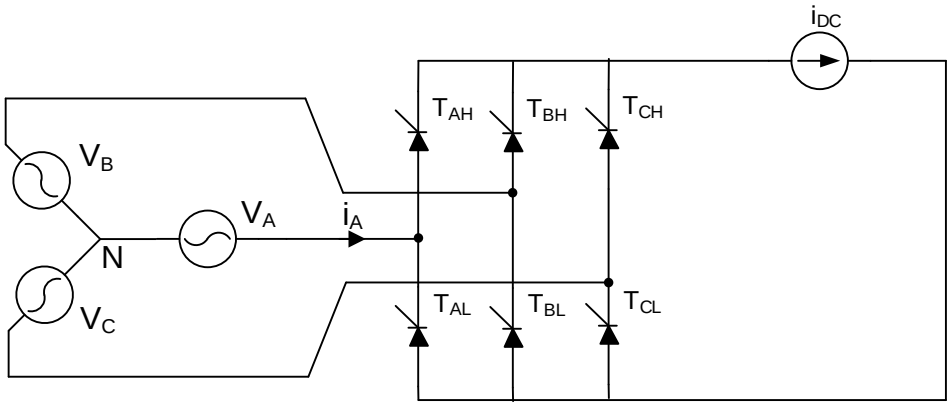

Figure 4.3