Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2005, filière TSI

Génie électrique

Ce que traite le sujet

- Partie 1 : charge et machine asynchrone
- Partie 2 : redresseur PD2 tout thyristor
- Partie 3 : onduleur
- Partie 4 : asservissement de vitesse

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/ccinp/tsi/2005/genie-electrique

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

PARTIE 2 – PROJET ELECTRICITE

Répondre sur des copies différentes de celles utilisées pour la partie Projet Mécanique

AVERTISSEMENT

Il est rappelé aux candidats qu'ils doivent impérativement utiliser les notations indiquées dans le texte ou sur les figures. **Il est demandé aux candidats de rédiger dans l'ordre proposé par le sujet.**

Il est rappelé aux candidats qu'ils doivent présenter les calculs clairement, dégager et encadrer les résultats relatifs à chaque question référencée dans le sujet. Tout résultat incorrectement exprimé ne sera pas pris en compte. En outre, les correcteurs recommandent d'écrire lisiblement, de numéroter chaque copie en y faisant apparaître clairement la partie traitée.

SUJET DE L'EPREUVE

ETUDE DE L'ENTRAÎNEMENT DU CONVOYEUR 2
1. Etude de la charge et de la machine asynchrone 2
2. Etude du redresseur 3
3. Etude de l'onduleur 4
4. Asservissement de vitesse 6

Étude de l'entraînement du convoyeur

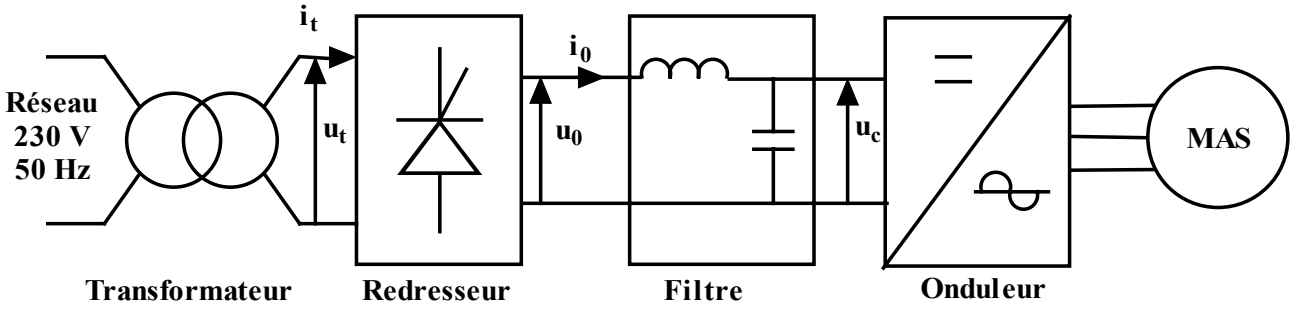


figure 1 : Schéma structurel

1. Étude de la charge et de la machine asynchrone

Afin de pouvoir modifier la cadence de production du système, le constructeur a choisi d'entraîner le convoyeur grâce à une machine asynchrone alimentée par un variateur de vitesse dont le schéma structurel est donné (figure 1).

L'objectif de cette partie est d'évaluer les performances de cet entraînement.

Le choix du constructeur s'est porté sur une machine dont le lieu de fonctionnement est formé d'une zone à couple constant $C_n = 7.1Nm$ *jusqu'à une vitesse de 1500tr/min suivie d'une zone à puissance constante* $P_n = 1.1kW$ *. Les autres caractéristiques lues sur la plaque signalétique de la machine sont :*

- *Vitesse nominale :* $N_n = 1445tr/\min$
- *Couple maximal :* $C_{\max} = 17Nm$
- *Courant à vide :* $I_0 = 1.3A$
- *Intensité nominale :* $I_n = 2.5A$
- *Facteur de puissance :* $\cos\varphi = 0.82$
- *Rendement :* $\eta = 79\%$
- $C_d / C_n = 2.3$

La charge présente un couple constant $C_r = 5Nm$ *ramené sur l'arbre moteur quelle que soit la vitesse du convoyeur.*

1.1. Tracer dans le plan couple / vitesse $C(\Omega)$, le lieu de fonctionnement autorisé par le moteur et les caractéristiques de la charge.

1.2. Quel point de fonctionnement extrême peut-on atteindre ?

1.3. Déduire de la plaque signalétique le nombre de paires de pôles de la machine ainsi que sa vitesse de synchronisme *Ns* (tr/mn)

1.4. Déterminer la loi liant *Ns* à la fréquence d'alimentation f (Hz).

1.5. Donner une allure dans le plan couple / glissement de la caractéristique *C(N)* de la machine asynchrone pour f =50Hz, en reportant les éléments principaux de la plaque signalétique et en indiquant quelle est la partie utile de cette caractéristique.

1.6. Dans l'hypothèse où la caractéristique précédente est assimilée à une droite dans sa partie utile, donner la valeur du coefficient directeur k de cette droite.

1.7. Tracer sur le même graphe l'allure des droites *C(N)* pour deux autres valeurs de la fréquence d'alimentation : f= 25Hz et 75 Hz, ainsi que les caractéristiques de la charge.

1.8. Déterminer la valeur f_{max} de la fréquence d'alimentation qui permet d'atteindre le point de fonctionnement du 1.2.

2. Étude du redresseur

Afin de dimensionner le transformateur placé en tête d'installation, on doit étudier le fonctionnement du redresseur.

Le redresseur utilisé est de type PD2 tout thyristor (figure 2). La commutation des interrupteurs redresseurs est supposée instantanée. Le courant de sortie est supposé constant et les thyristors parfaits. Les impulsions de déblocage sont envoyées sur les gâchettes des thyristors respectivement aux angles :

- *pour th1 et th'2 :* $\omega t = \alpha + 2k\pi$
- *pour th2 et th'1 :* $\omega t = (\alpha + \pi) + 2k\pi$

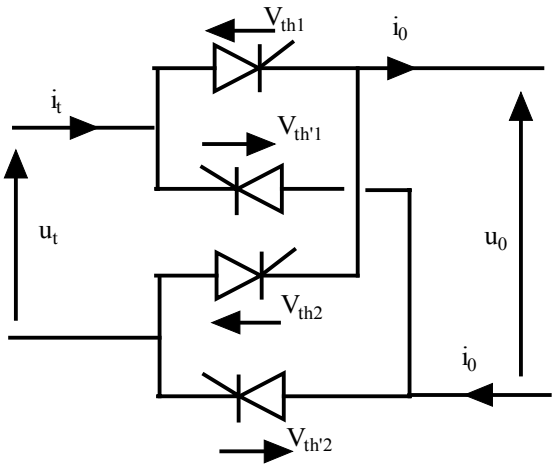


figure 2 : montage redresseur PD2 tout thyristor

2.1 Recopier et compléter le tableau suivant :

Intervalles	Thyristors passants	Vth1	Uo
$\alpha \le \omega t \le \pi + \alpha$			
$\pi + \alpha \le \omega t \le 2\pi + \alpha$			

Tournez la page S. V. P.

2.2 Donner l'allure de la forme d'onde de la tension redressée $u_0(t)$ et du courant $i_t(t)$ dans les deux cas suivants :

- $\alpha \leq \pi/2$
- $\alpha > \pi/2$

2.3 Déterminer l'expression de la valeur moyenne U_{0moy} de la tension redressée $u_0(t)$, en fonction de la valeur efficace U_{Teff} de la tension au secondaire du transformateur et de α.

2.4 On souhaite pouvoir faire varier U_{0moy} de 150 à 300V. Déterminer le rapport de transformation *m* du transformateur à utiliser.

2.5 Donner la condition sur α pour obtenir un fonctionnement en redresseur.

2.6 Le facteur d'ondulation étant défini par : $K = \frac{U_{0max} - U_{0min}}{2U_{0moy}}$, donner sa valeur maximale.

2.7 Quel est le rôle du filtre placé en sortie du redresseur ?

2.8 Dans le cas $\alpha \leq \omega t < \pi + \alpha$, donner les valeurs des tensions maximales aux bornes des thyristors.

2.9 Donner l'expression du facteur de puissance au secondaire du transformateur.

2.10 La puissance fournie par le redresseur peut atteindre 1,1Kw lorsque U_{0moy} est maximale. Les pertes sont négligées. Déterminer la puissance apparente S du transformateur à utiliser.

3. Étude de l'onduleur

Les éléments du circuit de puissance qui composent cet onduleur triphasé sont considérés comme parfaits. Le schéma général est donné figure 3. Les transistors travaillent en commutation ; ils sont passants ou bloqués. On considère que la charge est assimilable à une association série RL et on étudie uniquement le fonctionnement de 2 bras comme l'indique la figure 4.

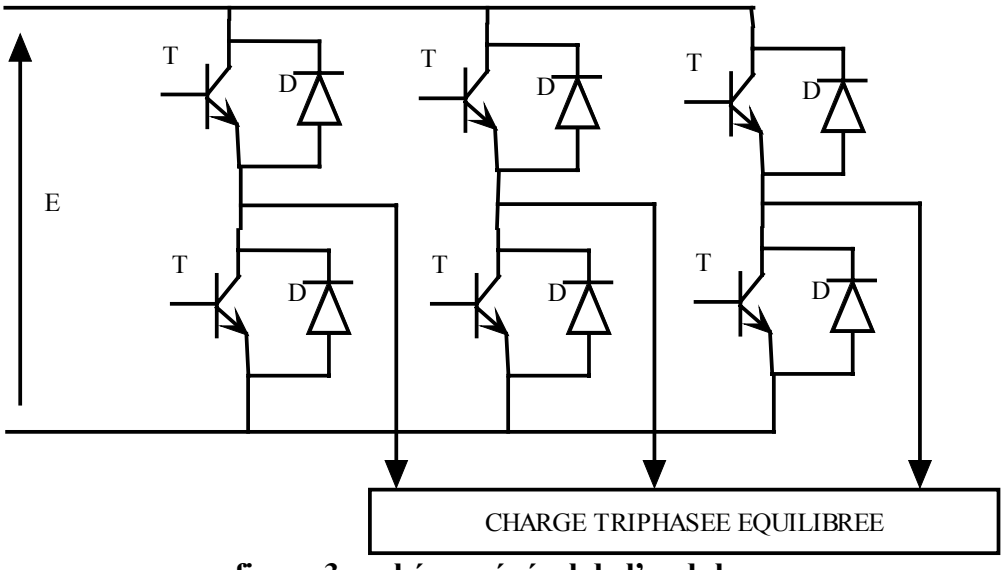


figure 3 : schéma général de l'onduleur

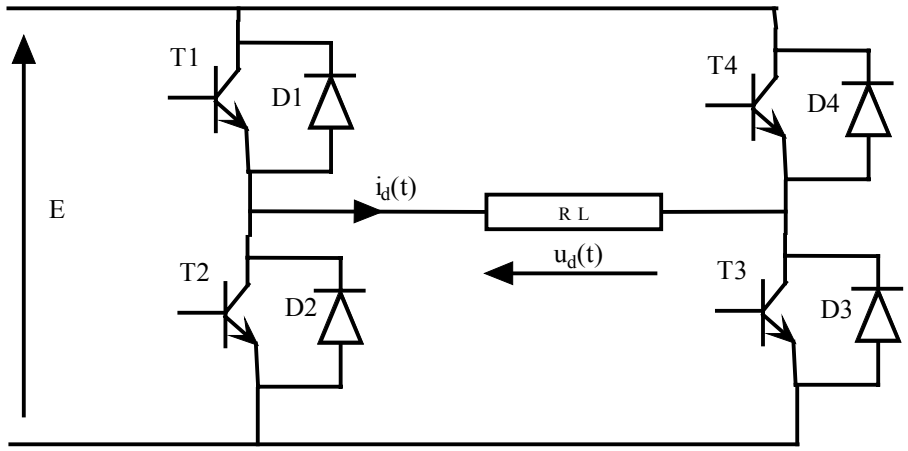


figure 4 : Montage onduleur en pont

- T1 et T3 sont commandés entre 0 et T/2
- T2 et T4 sont commandés entre T/2 et T

Où *T* est la période de commande de l'onduleur.

3.1. Donner l'allure des chronogrammes de la tension $u_d(t)$ de sortie de l'onduleur.

3.2. Donner l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle du courant $i_d(t)$.

3.3. Montrer que la valeur moyenne de $i_d(t)$ est nulle en régime permanent

3.4. Donner alors l'allure de l'évolution temporelle de $i_d(t)$.

3.5. Indiquer, pour les quatre phases d'une période *T* de fonctionnement, les composants qui conduisent.

On note I_{dM} *la valeur maximale que peut atteindre le courant.*

3.6. Donner les expressions temporelles du courant pour chacune des phases.

3.7. Établir l'expression de I_{dM} en fonction de la tension d'entrée E, de la période *T*, de R et de L.

3.8. Donner l'expression de la décomposition en série de Fourier de la tension $u_c(t)$.

3.9. Calculer les fréquences et les amplitudes du fondamental et des harmoniques de rang 3 et 5.

3.10. Après avoir exprimé l'impédance complexe de la charge, donner l'allure des diagrammes asymptotiques de Bode de $H(j\omega) = \dfrac{I_c(j\omega)}{U_c(j\omega)}$. Nommer le type de filtre ainsi réalisé.

3.11. Exprimer ω_c, pulsation de coupure de ce filtre en fonction de R et L

3.12. A quelles conditions sur *T* et ω_c peut-on assimiler i_d à un courant sinusoïdal ? Quel intérêt cela présente-t-il pour le fonctionnement du moteur ?

3.13. Citer une technique permettant d'obtenir un courant i_d quasi-sinusoïdal.

Tournez la page S. V. P.

4. Asservissement de vitesse

Les caractéristiques Couple / Vitesse, pour de petites variations autour d'un point de fonctionnement, sont idéalisées par des segments de droites de pente –0,13Nm.min *paramétrés par la fréquence d'alimentation f et ce jusqu'à la vitesse moteur de 2100tr/min.*

Le couple résistant maximal est supposé constant et égal à 5Nm et le moment d'inertie maximale ramené à l'arbre moteur est de $J = 0.03 kg.m^2$.

4.1. Donner l'équation des droites de linéarisation utilisées pour la caractéristique *C(N)*.

4.2. Déterminer pour une fréquence de 50Hz le point de fonctionnement atteint.

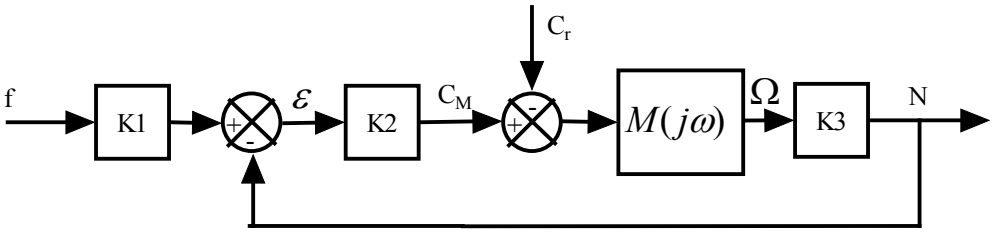


figure 5 : schéma block de l'asservissement

4.3. Exprimer analytiquement et numériquement les différents éléments du schéma block décrit figure 5.

4.4. On note $\underline{H_f}$ la fonction de transfert en BO : $\underline{H_f} = N/f$ lorsque Cr=0. Établir l'expression de cette fonction de transfert sous forme canonique.

4.5. Calculer les valeurs numériques des paramètres canoniques de cette fonction de transfert.

L'inertie ramenée sur l'arbre moteur varie dans un rapport 2 en fonction du nombre de bassines transportées.

4.6. Tracer l'allure des diagrammes de Bode pour les deux valeurs extrêmes de l'inertie ramenée sur l'arbre moteur.

La mesure de la vitesse étant réalisée avec un facteur d'adaptation K4=1/30, on réalise alors un asservissement de la vitesse à l'aide d'un correcteur proportionnel $C(j\omega) = K$.

4.7. Tracer le schéma block correspondant à cet asservissement.

4.8. Calculer la valeur minimale à donner à K pour que l'erreur statique ne dépasse pas 4%.

Fin de l'énoncé

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Régime sinusoïdal forcé
- Circuits électriques dans l'ARQS
- Trigonométrie et signaux sinusoïdaux
- Équations différentielles linéaires du premier ordre
- Filtrage linéaire
- Séries de Fourier
- Modélisation des systèmes asservis : structure, SLCI, transformée de Laplace, schéma-blocs
- Réponse fréquentielle et diagrammes de Bode

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi