



Sujets Magister Electrotechnique

Université Hadj Lakhdar de Batna

Année 2006

Épreuve: Machines Electriques (Option: Electrotechnique-
Electricité)

Epreuve: Systèmes Asservis (Option: Electrotechnique-
Electricité)

Epreuve d'Asservissement Linéaire

Concours d'entrée au Magistère
Promotion - 2006/2007
Option : Electrotechnique - Electricité Industrielle
Epreuve (I) : Machines Electriques
Matière / 10 points

Exercice N°1 (Barème=1.5+1+1.5=4Pts)

Une génératrice shunt alimente une charge R_c sous tension nominale $U_n = 200V$. Le courant d'excitation est réglé par un rhéostat R_e . La résistance de l'inducteur est $R_m = 200\Omega$ et la résistance de l'induit est $R_a = 0.5\Omega$. La réaction magnétique d'induit est donnée par la relation $h_a(I_a) = 0.25I_a^2$, où I_a est le courant induit.

1. Ecrire les équations de la machine pour un point de fonctionnement donné
2. Sachant qu'à vide la tension vaut $250V$, déterminer le courant absorbé par la résistance de charge sous tension nominale.
3. Sachant que la puissance débitée sur la résistance de charge est de $2.5kW$, déterminer l'excitation nécessaire en terme de courant d'excitation et de valeur du rhéostat d'excitation ainsi inséré.

Exercice N°2 (Barème=2.5+2.5+1=6Pts)

Soit un moteur asynchrone, stator monté en étoile, $220/380V$, $50Hz$, $2p = 4$. On considère négligeables : les pertes joules au stator, les pertes fer et les pertes mécaniques. Les essais à puissances réduites ont révélé les résultats suivants :

A vide, sous tension nominale, la puissance réactive absorbée par la machine est de $960VAR$ avec un courant absorbé de $2A$.

En court circuit, sous tension réduite de $20V$, la puissance active absorbée vaut $42W$ avec un courant absorbé de $2.7A$.

1. Déterminer l'ensemble des paramètres du schéma équivalent
2. Sachant que la vitesse nominale est de $1420tr/min$. Calculer :
 - Le courant absorbé
 - Le couple électromagnétique développé
 - Le facteur de puissance
 - La puissance absorbée et le rendement.
3. Si la vitesse demeure égale à sa valeur nominale, déterminer les variations sur le rendement de la machine lorsque la fréquence réseau varie de $\pm 5\%$

Exercice 3 : (5pt)**Moteur synchrone**

Un alternateur triphasé est caractérisé par : stator en étoile, 15 kVA, 220/380 V, 50Hz, $\cos\varphi=0.8$, $N=50$ tr/s. La machine a subi les essais suivants :

Essai à vide :

$E(V)$ composée	0	70	140	210	270	335	370	380
$I(A)$	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

Essai de court-circuit : Les relevés de I_{cc} et I_{ec} donnent une relation : $I_{cc}=20 \cdot I_{ec}$.

Mesure en courant continu : Entre deux bornes du stator, on mesure une résistance de 1.6Ω .

Remarque : aucun tracer graphique n'est nécessaire.

- 1- Pour l'alternateur, que signifie : 220/380V ?
- 2- Pourquoi pour les transformateurs et les machines synchrones on donne la puissance apparente S ?
- 3- Calculer le nombre de paires de pôles.
- 4- Déterminer le courant nominal de la machine.
- 5- Déterminer la pente de la caractéristique à vide K_v . Déterminer R_x pour un phase.
- 6- Déterminer la réactance de Behn-Eschenburg X_s .
- 7- Quelle serait l'excitation à donner à la machine pour satisfaire au régime $I=I_n$, $V=V_n$, $\varphi=\varphi_n$?

Remarque : Traiter cette dernière question sans tracer le diagramme.

Exercice 4 : (5 pt)**Moteur asynchrone**

Un moteur asynchrone triphasé à bague 500 V, 90 kW, 725 tr/min, 50 Hz, 8 pôles a donné aux essais les résultats suivants :

- a) Essai à vide : $U_{10} = 500$ V, $I_{10} = 3$ A, $P_{10} = 255$ W ;
- b) Essai en court circuit : $U_{1cc} = 152$ V, $I_{1cc} = 144$ A, $P_{1cc} = 8,8$ kW ;
- c) $R_1 \approx 0 \Omega$, $\Delta P_{mec} \approx 0$.

Ce moteur est destiné à entraîner une charge qui lui oppose un couple $C_r = 0.5 C_n$.

1. Calculer l'impédance en court circuit.
2. Calculer le couple Max.
3. Calculer le couple de démarrage.
4. Déterminer à quelle vitesse s'effectue l'entraînement.

Remarque :

- Le courant magnétisant est invariant avec la charge à tension primaire constante ;
- Résoudre le problème sans passer par le diagramme circulaire.

Concours d'entrée au Magistère

Promotion - 2006/2007

Option : Electrotechnique - Electricité Industrielle

Epreuve (2) : Systèmes asservis Durée : 1 Heure

Matière obligatoire / 20 points

Partie théorique: (11 pts)

1. Expliquer le dilemme stabilité précision et comment remédier à ce phénomène ?
2. Donner la fonction de transfert d'un régulateur à trois termes (action-), PII , et spécifier les circonstances d'insertion de chacune de ces actions.
3. Quelle est la différence entre la stabilité relative et la stabilité absolue ? Que signifie une marge de phase négative ?
4. Qu'est-ce qu'une correction par retard de phase exploite-t-elle réellement ?

Exo 1 : (5pts)

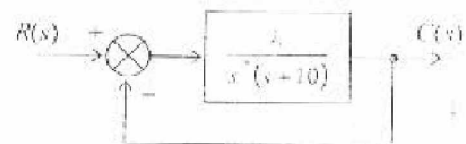
Soit le système donné par la fonction de transfert en boucle fermée de la forme

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K}{s^2 + 12s + 20}$$

1. Calculer le rapport d'amortissement ζ et la fréquence naturelle ω_n du système.
2. Justifier la nature d'amortissement du système.
3. Déterminer et tracer sa réponse indicielle en spécifiant ensuite la dominance des pôles.

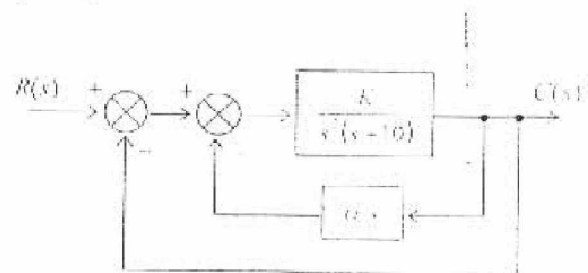
Exo 2 : (6pts)

La figure ci-contre représente un servo-système de position dont on demande de tracer sommairement le lieu géométrique des racines (Lieu d'Evans) pour $K > 0$.



1. Quel jugement peut-on porter sur la stabilité de ce système ?
2. Confirmer cette conclusion en se servant d'un critère algébrique de stabilité

Supposant qu'on a à compenser ce système en introduisant un retour tachymétrique d'après la figure ci-contre



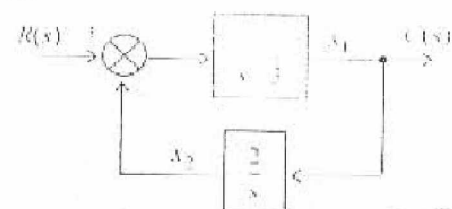
3. Déterminer α si la constante d'erreur de vitesse $K_v = 1.1$
4. Réexaminer la stabilité du système compensé à travers son lieu d'Evans
5. Spécifier les pôles du système en boucle fermée,

si le temps de stabilisation $t_s = \frac{4}{\zeta \omega_n} \leq 4$ sec. avec $\zeta = 0.6$ assurant un dépassement max $\leq 10\%$

Exo 3 : (5 pts)

Soit le processus monovariable décrit par le schéma fonctionnel ci-contre.

1. Choisissons les états du système comme indiqué sur la figure, déterminer les équations d'états et de sortie (mesure)
2. Calculer la matrice de transition du système.
3. Pour des conditions initiales nulles, calculer la réponse $c(t)$ à une excitation en échelon unitaire.



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BATHA
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Asservissement



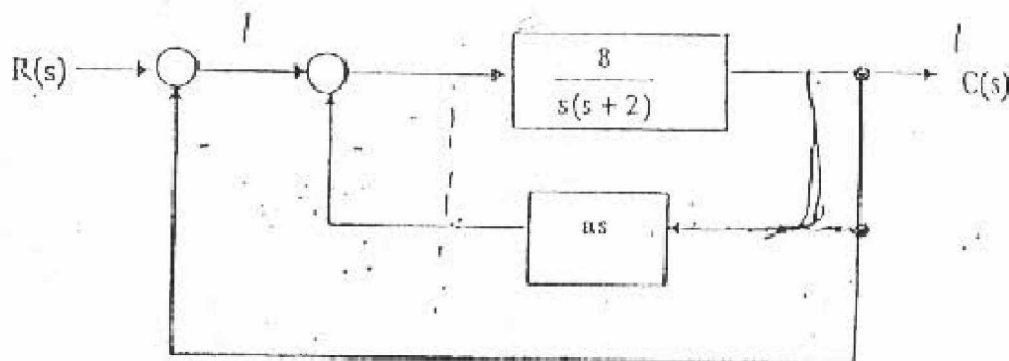
CONCOURS D'ENTREE EN PREMIERE ANNEE
POST-GRADUATION
Asservissement Linéaire

Questions Théoriques (05 points)

- 1- Pourquoi le régulateur PI est si populaire à utiliser ?
- 2- Justifier le fait de choisir le rapport d'amortissement ξ au sein de la plage $0.4 < \xi < 1$
- 3- Expliquer le dilemme stabilité-précision.
- 4- Définir le système à phase minimale et comment est-il identifiable à travers sa réponse fréquentielle (diagramme de Bode) ?
- 5- Définir la marge de phase en matière de stabilité d'un système et souligner, sommairement, l'approche à suivre lors du processus de compensation du système, si cette marge est une spécification à satisfaire.

EXO 1 : (10 points)

Un système de commande à retour unitaire et avec une boucle de retour secondaire (retour dérivatif) est donné par la figure suivante :



ou $a > 0$

Exercice N°2 : (10pts)

Un système monovarié (entrée u et sortie y) est décrit par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} - 2y = \frac{du}{dt} + \alpha u \quad \text{avec } \alpha \in \mathbb{R}$$

- 1°) Ce système est-il stable ?
- 2°) Établir la représentation d'état du système sous la forme de Jordan et discuter selon les valeurs de α la contrôlabilité du système.
- 3°) Pourvu que le système soit totalement contrôlable, ou selon des cas partiellement contrôlable, on admet l'existence d'un vecteur gain K défini par :

$$K = [k_1 \ k_2 \ \dots \ k_n]^T \quad \text{avec } n \text{ l'ordre du système}$$

telle que l'on a une nouvelle commande v (scalaire) définie par :

$$u = v - K^T X$$

où, X est le vecteur d'état.

C'est ce qu'on appelle communément *Commande par retour d'état*.

3.1- Montrer que la nouvelle matrice d'évolution du système est :

$$A_k = A - B K^T$$

3.2- Le vecteur gain K est choisi de manière à avoir un système ayant deux modes de réponse dont :

- l'un est parfaitement amorti de constante de temps $\tau = 0.5$ sec ;
- et l'autre oscillatoire amorti dominant défini par un second ordre fondamental réalisant les performances suivantes :
 - un facteur d'amortissement de 0.5 (dépassement de 16.3%) ;
 - un cycle d'oscillations complet de la réponse $y(t)$ en 7.25 sec.

En choisissant $\alpha = 2$, déterminer le vecteur K .

3.3- Conclusion