MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
****

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN
PAIX- TRAVAIL- PATRIE
****

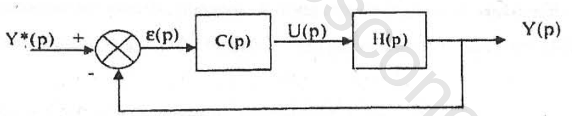
UNIVERSITE DE DOUALA
****
ECOLE NORMALE SUPERIEURE D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
****

B.P. 1872 Douala - Cameroun
Tél. (Fax) : (237) 340-42-91 / 995-98-53 - E-mail : cabenset@yahoo.fr

CONCOURS D'ENTREE EN TROISIEME ANNEE DU SECOND CYCLE 2014
Epreuve de systèmes asservis linéaires (Licence E.E.A)
Durée : 4h00

INSTRUCTION. Seuls documents autorisés : Table de transformées de Laplace et règles de construction du lieu des racines.

On considère le système linéaire bouclé par retour unitaire et avec un correcteur de fonction de transfert C(p) qui est représenté par la figure suivante :



U(p) et Y(p) représentent respectivement le signal d'entrée et le signal de sortie du système à commander, $\varepsilon(p)$ est le signal d'écart et Y*(p) la consigne.

Le système est décrit par la fonction de transfert suivante : $H(p) = \frac{1}{(p+1)(p+5)} = \frac{Y(p)}{U(p)}$.

Exercice 1. Caractérisation du système (4pts)

1.1. Déterminer les pôles et zéros ainsi que le gain statique du système à commander. Que peut-on conclure sur la stabilité du système h(p) ?

1.2. Donner l'expression du module et de l'argument de $H(j\omega)$.

1.3. Sans calcul, pour le système considéré, donner l'allure des lieux de Nyquist et de Black en y indiquant les points de départ et d'arrivée nécessaires pour réaliser ces tracés.

Exercice 2. Correction proportionnelle (10pts)

On étudie le cas d'une loi de commande proportionnelle : C(p) = K, où K est un gain réel positif.

2.1. En raisonnant dans le domaine fréquentiel, déterminer l'ensemble des v, les valeurs de K pour lesquelles le système bouclé est stable. Justifier votre réponse.

2.2. Rappeler, d'une manière claire et concise (3lignes max), en quoi consiste le lieu des racines (ou lieu d'Evans).

2.3. Tracer l'allure de ce lieu pour le système considéré en y figurant les points importants. Retrouver le résultat de la question 1).

2.4. Soit le tableau suivant donnant les valeurs du module et de la phase du système en fonction de la pulsation correspondant au diagramme de Bode présenté en annexe.

ω (rd/s)	0.1	1	2	5	5.25	5.5	5.75	6	6.5	6.75	7	10	100
$\lvert H(j\omega)\rvert_{dB}$	-14	-17	-21.6	-31.1	-31.7	-32.4	-32.9	-33.5	-34.6	-35	-5.7	-41	-80
$Arg(H(j\omega))°$	-6.85	-56.3	-85.2	-123	-125	-127	-129	-131	-133	-135	-136	-147	-176

Déterminer le gain K pour que la marge de phase du système soit de 45°. On note cette valeur K_0.

2.5. Utiliser l'annexe pour tracer le Bode du système en boucle ouverte avec la valeur de K_0.

2.6. Pour K = 57.3, le système en boucle fermée est un système du 2nd ordre avec un coefficient ξ et une pulsation propre ω_n à déterminer. En utilisant la courbe donnée en annexe, en déduire le temps de réponse à 5% et calculer la valeur du 1er dépassement (noté D) du système bouclé (exprimé en %).

2.7. Calculer l'erreur de position du système bouclé pour une consigne en échelon unitaire. Conclure sur la qualité de la poursuite.

Exercice 3. Correction proportionnelle et intégrale (6pts)

Le correcteur utilisé a pour fonction de transfert :

$$C(p) = K\left(1 + \frac{1}{T_i p}\right) = K\left(\frac{p+\alpha}{p}\right), \text{ avec } \alpha = \frac{1}{T_i}.$$

3.1. Pourquoi, a priori, ce correcteur sera plus adapté pour résoudre le problème de poursuite précédent ? Justifier la réponse.

3.2. Est-ce que le système bouclé avec ce type de correcteur est adapté pour rejeter une perturbation de type échelon en sortie et en entrée ? pour chaque cas, justifier la réponse.

3.3. Déterminer le nombre d'asymptotes pour le nouveau lieu des racines, les directions asymptotiques ainsi que leur point d'intersection en fonction de α.

3.4. Tracer le lieu des racines pour α = 0.5 α = 2 et α = 6. Y faire figurer les points importants.

3.5. A partir de ces tracés, comment faut-il choisir α et donc T_i pour obtenir le système en boucle fermée le plus rapide.

3.6. On désire compenser le mode dominant du système par le zéro introduit par le correcteur. Quelle est la valeur de T_i? Régler alors le gain K pour avoir une marge de phase de 45°. On note cette valeur K_1.

3.7. Pour K = 35.4, déduire le temps de réponse à 5% et calculer la valeur du 1[er] dépassement (noté D) du système bouclé (exprimé en %). Comparer ces résultats avec ceux obtenus avec la correction proportionnelle.

Annexe à joindre avec la copie

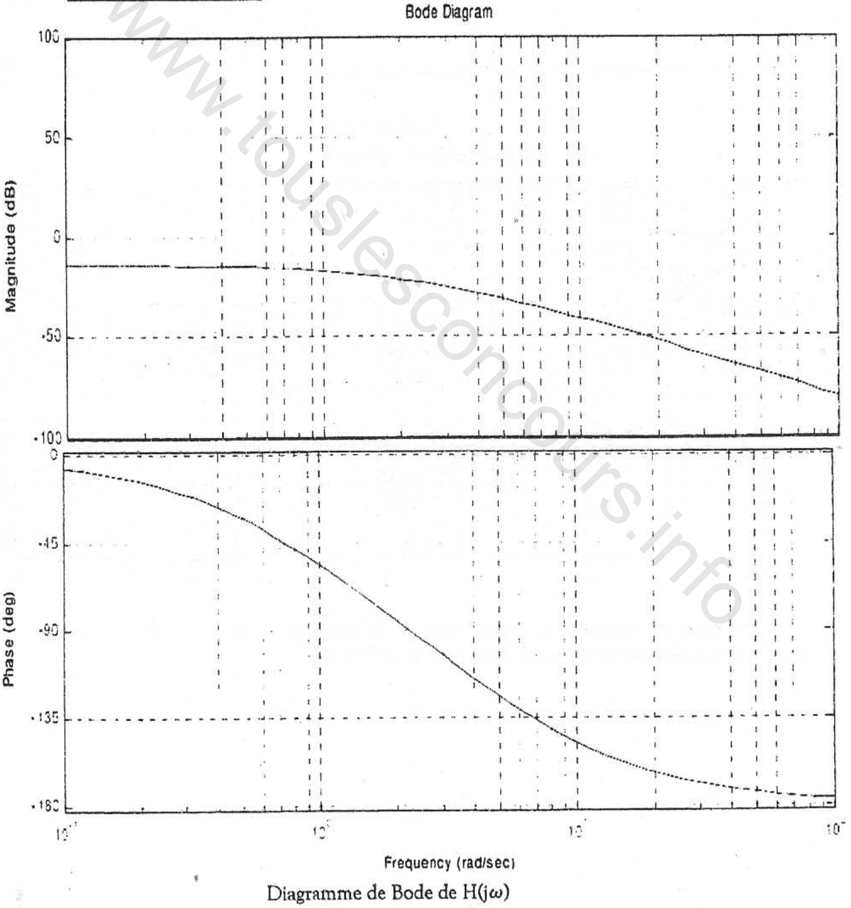
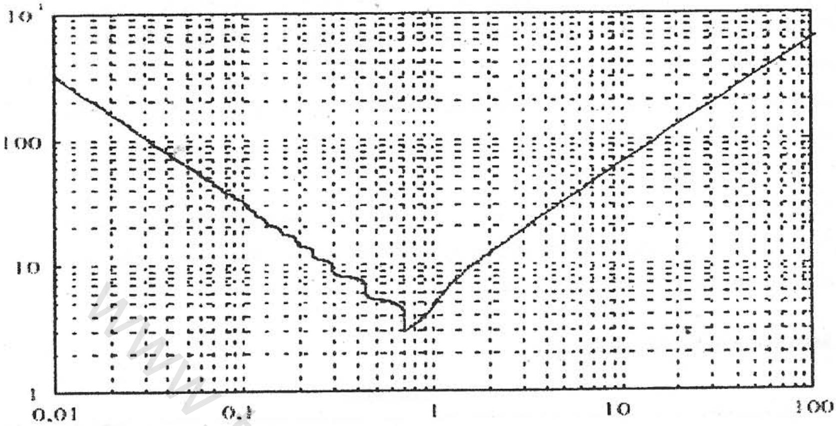


Diagramme de Bode de $H(j\omega)$



La courbe représentant le temps de réponse à 5% normalisé d'un 2ème ordre $T_r\,\omega_n$ (ω_n étant la pulsation propre) en fonction du coefficient d'amortissement ξ.

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
****

REPUBLIC OF CAMEROON
PEACE–WORK–FATHERLAND
****

UNIVERSITY OF DOUALA
* ***

ADVANCED TEACHERS' TRAINING COLLEGE FOR TECHNICAL EDUCATION

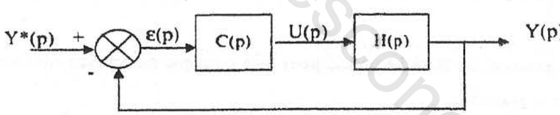
****

B.P. 1872 Douala - Cameroon
Ph. (Fax) : (237) 340-42-91 / 995-98-53 - E-mail : cabenset@yahoo.fr

ENTRANCE EXAMINATION IN THIRD YEAR OF THE SECOND CYCLE - SESSION of 2014
Subject: test of linear linked systems (Bachelor in E.E.A)
Time: 3h00

INSTRUCTION. Authorized documents: Table of transforms of Laplace and rules of the construction of the roots place.

We consider the linear system buckled by unit return and with a corrector of the transfer function C(p) which is represented by the following figure :



U(p) and Y(p) represent respectively the input signal and the output signal of the system to be ordered, $\varepsilon(p)$ is the signal of the variation and Y*(p) the instruction.

The system is described by the following function of transfer: $H(p) = \frac{1}{(p+1)(p+5)} = \frac{Y(p)}{U(p)}$.

Exercise 1. Characterization of the system (4pts)

1.1. Determine the poles and zeros as well as the static gain of the system to be ordered. What can we conclude on the stability of the system h(p) ?
1.2. Give the expression of the module and the argument of $H(j\omega)$.
1.3. Without calculation, for the system considered, give the pace of the places of Nyquist and the Black by indicating arrival and the starting points it necessary to carry out these layouts.

Exercise 2. Correction proportional (10pts)

One studies the case of a law of order proportional: C(p) = K, where K is a positive real gain.

2.1. While reasoning in the frequential field, determine the whole of the v, the values K for which the buckled system is stable. Justify your answer.

2.2. Recall, in a clear and concise way (3 lines max), in what consists the place of the roots (or place of Evans).

2.3. Plot the pace of this place for the system considered by appearing the significant points there. Find the result of the question 1).

2.4. Let the following table giving the values of the module and the phase of the system according to the pulsation corresponding to the diagram of Bode presented in appendix.

ω (rd/s)	0.1	1	2	5	5.25	5.5	5.75	6	6.5	6.75	7	10	100
$\lvert H(j\omega)\rvert_{dB}$	-14	-17	-21.6	-31.1	-31.7	-32.4	-32.9	-33.5	-34.6	-35	-5.7	-41	-80
$Arg(H(j\omega))°$	-6.85	-56.3	-85.2	-123	-125	-127	-129	-131	-133	-135	-136	-147	-176

Determine the gain K so that the margin of phase of the system is 45°. We note this value K_0.

2.5. Use the appendix to plot the Bode of the loop system open with the value of K_0.

2.6. For K = 57.3, the loop system closed is a system of the 2^nd^ order with a coefficient ξ and a pulsation suitable ω_n to determine. By using the curve given in appendix, deduce the response time to 5% et and calculate the value of the 1st going beyond (noted D) of the buckled system (expressed in %).

2.7. Calculate the error of position of the system buckled for an instruction in unit level. Conclude on the quality of the continuation.

Exercise 3. Correction proportional and integral (6pts)

The corrector used has a function transfer:

$$C(p) = K\left(1 + \frac{1}{T_i p}\right) = K\left(\frac{p+\alpha}{p}\right) \text{ with } \alpha = \frac{1}{T_i}$$

3.1. Why, at priori, this corrector will be adapted more to solve the preceding problem of continuation? Justify the answer.

3.2. Is the system buckled with this type of corrector is adapted to reject a disturbance of the level type at exit and entry? For each case, justify the answer.

3.3. Determine the number of asymptotes for the new place of the roots, the asymptotic directions like their point of intersection according to α.

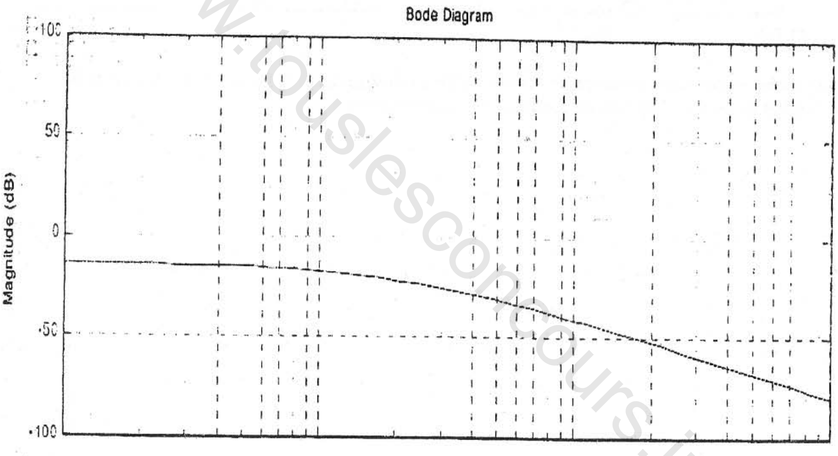
3.4. Plot the place of the roots for α = 0.5, α = 2 and α = 6. Make appear the significant points.

3.5. From these layouts, how is it necessary to choose α and thus T_i to obtain the fastest loop system closed.

3.6. We wish to compensate for the dominating mode of the system by the zero introduced by the corrector. Which is the value of T_i? Regulate then the gain K to have a margin phase of 45°. We note this value K_1.

3.7. For K = 35.4, deduce the response time to 5% and to calculate the value of the 1st going beyond (noted D) of the system buckled (expressed in %). compare these results with those obtained with the correction proportional

Appendix to be joined with the copy



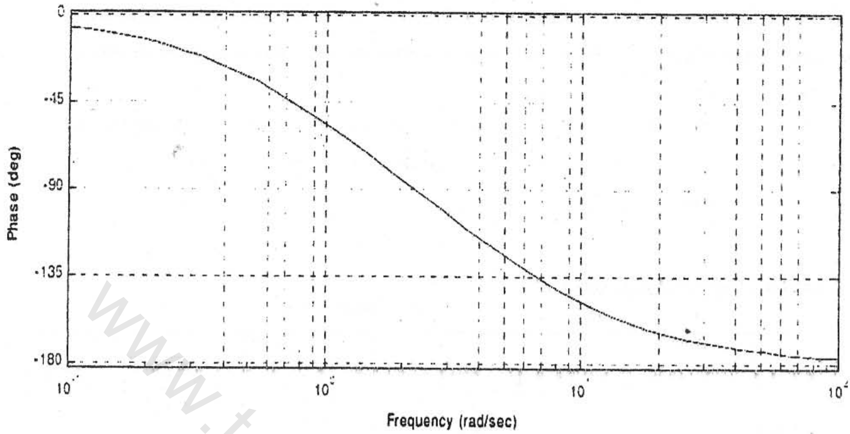
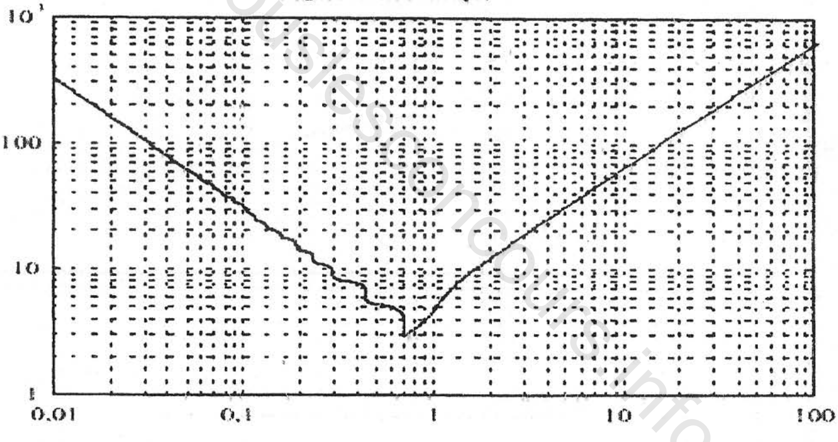


Diagram of Bode of H(jω)



The curve representing the response time to 5% normalised to the $2^{ème}$ order $T_r\,\omega_n$ (ω_n being the own pulsation) according to the damping coefficient ξ.