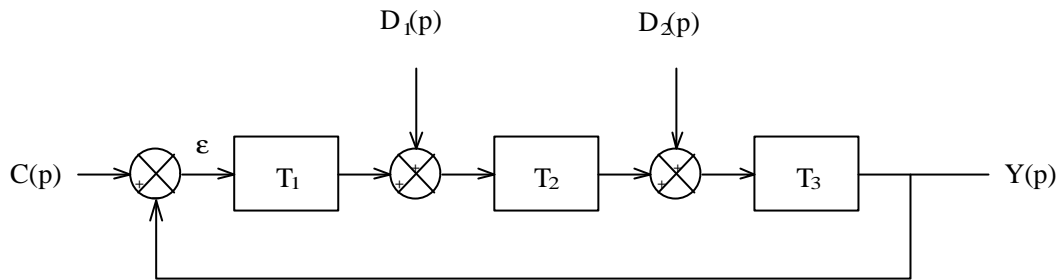

TD16. Etude d'un système soumis à deux perturbations.

1 Cas général.

On s'intéresse dans ce problème à un système linéaire modélisé par le diagramme fonctionnel suivant:



T_1 , T_2 et T_3 s'écrivent sous forme classique:

$T_i(p) = \text{Erreur !} \cdot G_i(p)$ avec $G_i(0) = 1$.

Dans tout le problème, on suppose n_1 , n_2 et n_3 positifs.

C est l'entrée principale du système, D_1 et D_2 sont des entrées secondaires agissant comme des perturbations et Y est la sortie.

1.1 Fonction de transfert en Boucle Ouverte.

Donner l'expression de la fonction de transfert en Boucle Ouverte $T(p)$ du système. Ecrire $T(p)$ sous forme classique $T(p) = \text{Erreur !} \cdot G(p)$ avec $G(0) = 1$, en identifiant K , n et $G(p)$. Quel est l'ordre du système?

1.2 Influence des perturbations.

Ecrire $y(p)$ sous la forme $y(p) = H(p).C(p) + H_1(p).D_1(p) + H_2(p).D_2(p)$. Donner les expressions de $H(p)$, $H_1(p)$ et $H_2(p)$ en fonction de T_1 , T_2 et T_3 , puis en fonction de K , n et G . Quelle est l'expression du gain statique de la fonction de transfert en Boucle Fermée suivant la valeur de n ?

1.3 Erreur.

Ecrire $\varepsilon(p)$ sous la forme $\varepsilon(p) = S(p).C(p) + S_1(p).D_1(p) + S_2(p).D_2(p)$. Donner les expressions de $S(p)$, $S_1(p)$ et $S_2(p)$.

Dans la suite du problème, on note $n = n_1 + n_2 + n_3$, avec toujours n_1 , n_2 et n_3 positifs. En particulier, $n=0$ implique $n_1=0$, $n_2=0$ et $n_3=0$.

Rappel 1: Quelle que soit la valeur de x , $x^0 = 1$. En particulier $0^0 = 1$.

Rappel 2: Le dépassement indiciel relatif X , d'un système du second ordre est en relation avec son amortissement par:

$$z = \text{Erreur !}$$

1.4 Erreur en mode asservissement ($D_1=0$, $D_2=0$).

Calculer $\varepsilon(p)$ du système en mode asservissement en fonction de $C(p)$. Donner la valeur de l'erreur permanente ε_0 (limite de $\varepsilon(t)$ lorsque t tend vers l'infini) lorsque $C(p)=\frac{1}{p}$ dans les deux cas suivants: ($n=0$) et ($n>0$).

1.5 Erreur en mode régulateur ($C=0$) avec $D_2=0$.

Calculer $\varepsilon(p)$ en fonction de $D_1(p)$. Donner la valeur de l'erreur permanente ε_0 lorsque $D_1(p)=\frac{1}{p}$ dans les trois cas suivants: ($n=0$), ($n=1$ et $n_1=0$) et ($n=1$ et $n_1=1$). Quelle est la valeur de ε_0 lorsque D_1 est une impulsion? Quelles sont les valeurs de n_2 et n_3 dans le dernier cas.

1.6 Erreur en mode régulateur ($C=0$) avec $D_1=0$.

Calculer $\varepsilon(p)$ en fonction de $D_2(p)$. Donner la valeur de l'erreur permanente ε_0 lorsque $D_2(p)=\frac{1}{p}$ dans les quatre cas suivants: ($n=0$), ($n=1$ et $n_1=1$), ($n=1$ et $n_2=1$) et ($n=1$ et $n_3=1$). Quelle est la valeur de ε_0 lorsque D_2 est une impulsion?

1.7 Conclusion.

Que pensez-vous des résultats précédents? Comment doit être la structure du système pour diminuer l'influence des perturbations?

On s'intéresse maintenant à un système, dont la modélisation a conduit aux expressions suivantes:

$$T_1(p) = \text{Erreur ! avec } K_1 \text{ réglable,}$$

$$T_2(p) = \text{Erreur !}$$

$$T_3(p) = \text{Erreur !}$$

2 Etude du mode asservissement ($D_1=0$ et $D_2=0$).

2.1 Fonction de transfert en Boucle Ouverte.

Calculer K_2 , K_3 , n_1 , n_2 , n_3 , G_1 , G_2 , G_3 . Donner les éléments caractéristiques de la fonction de transfert en Boucle Ouverte (gain statique, pulsations propre, amortissements, constantes de temps...). Quelles sont les pulsations de coupure à -3 dB?

2.2 Tracé de $T(p)$.

En supposant le gain statique égal à 1, compléter le tableau suivant. Tracer $T(p)$ dans le plan de Black à l'échelle de l'abaque de Nichols.

ω (rad/s)	5.1	12.8	22.5	39.9	68.4	113	190	330	593
$ T(j\omega) $ (dB)	-1		-8		-18.5	-24.8	-32.4	-41.8	-52.4
$\text{Arg}(T(j\omega))$ °	-30		-80		-120	-140	-160	-180	-200

2.3 Stabilité.

Etudier les domaines de stabilité du système asservi en fonction du gain statique de $T(p)$. Quelle est la valeur du gain statique qui rend le système juste instable?

2.4 Réglage du gain statique.

On désire obtenir un système en Boucle Fermée, dont la réponse indicielle présente un dépassement maximum de 15%. Calculer l'amortissement ζ du second ordre équivalent correspondant et déterminer la surtension M_p à imposer au système pour obtenir ce résultat. Donner le réglage du gain statique nécessaire. Donner les caractéristiques du second ordre équivalent. Quelle valeur doit-on donner à K_1 ?

2.5 Erreurs permanentes.

Avec le gain statique précédent, donner les erreurs permanentes ε_{01} et ε_{02} du système. Conclusion?

3 Etude du mode régulateur ($C=0$).

3.1 Erreur permanente due aux perturbations.

On suppose $D_2=0$, quelle est la valeur de ε_0 lorsque D_1 est une perturbation de forme échelon?

On suppose $D_1=0$, quelle est la valeur de ε_0 lorsque D_2 est une perturbation de forme échelon?

3.2 Rejet des perturbations.

On désire obtenir un système asservi, dont l'erreur permanente, en mode régulateur, pour des perturbations de forme échelon en D_1 ou D_2 , est inférieure à 15%. Déterminer le gain statique nécessaire. Donner la nouvelle surtension du système asservi et les nouvelles caractéristiques du second ordre équivalent.

3.3 Conséquences en mode asservissement.

Que deviennent les erreurs permanentes ε_{01} et ε_{02} du système en mode asservissement? Que devient le dépassement de la réponse indicielle?

3.4 Correction.

Pour garder un dépassement indiciel de 15%, on ajoute dans la boucle de commande, un correcteur à avance de phase. Déterminer les caractéristiques de ce correcteur pour maintenir le rejet de perturbation (gain statique de la question 3.2) et un dépassement indiciel de 15%.