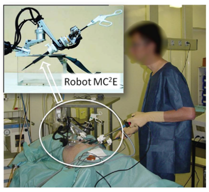
TD 01



Micromanipulateur compact pour la chirurgie endoscopique (MC²E)

Concours Commun Mines Ponts 2016

Savoirs et compétences :

Mise en situation

Modèle de connaissance de l'asservissement

Question 1 *Déterminer les expressions des fonctions de transfert $H_1(p)$, $H_2(p)$ et $H_3(p)$.*

Correction On a $p\theta_m(p)=\Omega_m(p)$ et donc $H_2(p)=\dfrac{\theta_m(p)}{\Omega_m(p)}=\dfrac{1}{p}$.

De plus $Jp^2\theta_m(p)=C_m(p)-C_e(p)\Leftrightarrow Jp\Omega_m(p)=\Omega_m(p)$ et donc $H_1(p)=\dfrac{\Omega_m(p)}{C_m(p)-C_e(p)}=\dfrac{1}{Jp}$.

Enfin, $H_3(p)=\dfrac{C_e(p)}{\theta_m(p)}=K_{C\theta}$.

Question 2 *Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée $H_{BF}(p)$ de l'asservissement d'effort.*

Correction D'une part, $F(p)=\dfrac{H_1(p)H_2(p)H_3(p)}{1+H_1(p)H_2(p)H_3(p)}=\dfrac{\frac{1}{Jp}\frac{1}{p}K_{C\theta}}{1+\frac{1}{Jp}\frac{1}{p}K_{C\theta}}=\dfrac{K_{C\theta}}{Jp^2+K_{C\theta}}$.

D'autre part, $H_{BF}(p)=\dfrac{\frac{K_{C\theta}}{Jp^2+K_{C\theta}}}{1+\frac{K_{C\theta}}{Jp^2+K_{C\theta}}}=\dfrac{K_{C\theta}}{Jp^2+2K_{C\theta}}$.

Question 3 *Quel sera le comportement de cet asservissement en réponse à un échelon d'amplitude C_0 ? Conclure.*

Correction Il s'agit d'un système du second ordre avec un coefficient d'amortissement nul. Le gain est de $\dfrac{1}{2}$ et la pulsation est de $\dfrac{1}{\omega_0^2}=\dfrac{J}{2K_{C\theta}}\Rightarrow\omega_0=\sqrt{\dfrac{2K_{C\theta}}{J}}$.

Question 4 *Donner l'expression analytique du gain B, en fonction de J et $K_{C\theta}$, permettant d'obtenir cette forme de fonction de transfert. En déduire l'expression analytique de la constante de temps τ.*

Correction

D'une part, $F_1(p)=\dfrac{H_1(p)}{1+H_1(p)B}$.

D'autre part, $H_{BO}(p)=\dfrac{\frac{H_1(p)}{1+H_1(p)B}H_2(p)H_3(p)}{1+\frac{H_1(p)}{1+H_1(p)B}H_2(p)H_3(p)}$

$=\dfrac{H_1(p)H_2(p)H_3(p)}{1+H_1(p)B+H_1(p)H_2(p)H_3(p)}=\dfrac{\frac{K_{C\theta}}{Jp^2}}{1+\frac{B}{Jp}+\frac{K_{C\theta}}{Jp^2}}=\dfrac{K_{C\theta}}{Jp^2+Bp+K_{C\theta}}=\dfrac{1}{\frac{J}{K_{C\theta}}p^2+\frac{B}{K_{C\theta}}p+1}$.

Enfin, $(1+\tau p)^2=1+2\tau p+\tau^2p^2$. Donc nécessairement $\tau^2=\dfrac{J}{K_{C\theta}}\Rightarrow\tau=\sqrt{\dfrac{J}{K_{C\theta}}}$ et $2\tau=\dfrac{B}{K_{C\theta}}\Leftrightarrow B=2\tau K_{C\theta}=2\sqrt{\dfrac{J}{K_{C\theta}}}K_{C\theta}=2\sqrt{JK_{C\theta}}$.

Question 5 *Donner l'expression de l'erreur statique en réponse à un échelon d'amplitude C_0. Conclure vis-à-vis du cahier des charges.*

Correction La boucle ouverte est de classe 1. L'erreur statique (entrée échelon) est donc nulle ce qui est conforme à l'exigence 1.2.2.1 du cahier des charges.

Question 6 *Proposer une expression simple pour la constante de temps T_i.*

Correction

Pour $\tau=T_i$, on a $\dfrac{C_e(p)}{C_C(p)}=\dfrac{\frac{K_i}{\tau p(1+\tau p)}}{1+\frac{K_i}{\tau p(1+\tau p)}}=\dfrac{K_i}{\tau p(1+\tau p)+K_i}=\dfrac{K_i}{\tau^2p^2+\tau p+K_i}=\dfrac{1}{\frac{\tau^2}{K_i}p^2+\frac{\tau}{K_i}p+1}$.

Question 7 *En s'appuyant sur les diagrammes ci-dessous, proposer un choix de réglage pour K_i permettant* *de vérifier toutes les performances.*

Correction

Retour sur le cahier des charges

Question 8 *Remplir le tableau et conclure sur la validation des critères de performance. Tracer l'allure de la réponse temporelle à un échelon C_{c0} en indiquant toutes les valeurs caractéristiques nécessaires.*

Critère	Valeur
Marges de gain	
Marges de phase	
Dépassement	
T5 %	
Erreur statique	

Correction