

Exercice 1: Commande par anticipation par rapport à la consigne.

$$H(p) = \frac{1}{1+p}$$

1- Expression de  $F_1(p)$  et  $F_2(p)$

$$F_1(p) = \frac{y(p)}{y_d(p)}$$

$$y(p) = H(p) [A(p) y_d(p) + C(p) (y_d(p) - y(p))]$$

$$y(p) = A(p) H(p) y_d(p) + C(p) H(p) y_d(p) - C(p) y(p)$$

$$[1 + C(p) H(p)] y(p) = [A(p) H(p) + C(p) H(p)] y_d(p)$$

$$F_1(p) = \frac{y(p)}{y_d(p)} = \frac{A(p) H(p) + C(p) H(p)}{1 + C(p) H(p)} = \frac{A(p) + C(p)}{1+p+C(p)}$$

$$F_2(p) = \frac{Y(p)}{D(p)}$$

$$Y(p) = H(p) [-D(p) - C(p) Y(p)] \Rightarrow [1 + C(p) H(p)] Y(p) = -H(p) D(p)$$

$$F_2(p) = \frac{Y(p)}{D(p)} = \frac{-H(p)}{1 + C(p) H(p)} = \frac{-1}{1 + 2p + C(p)}$$

2. Détermination des erreurs  $E_{\text{stat}/\text{cons}}$  et  $E_{\text{stat}/\text{pert}}$

$$E_{\text{stat}/\text{cons}} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{Y_d(p) - Y(p)}{Y_d(p)} = 1 - F_1(0)$$

$$E_{\text{stat}/\text{cons}} = \frac{1 - A(0) H(0)}{1 + C(0) H(0)} = \frac{1 - A(0)}{1 + C(0)} \quad H(0) = 1$$

$$E_{\text{stat}/\text{pert}} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{Y(p)}{D(p)} = F_2(0)$$

$$E_{\text{stat}/\text{pert}} = \frac{-H(0)}{1 + C(0) H(0)} = \frac{-1}{1 + C(0)}$$

Etude de cas

a) Sans anticipation/consigne et  $C(p)$  sans intégrateur

$$A(p) = 0 \quad \text{et} \quad C(p) = K_c$$

$$E_{\text{stat/cons}} = \frac{1}{1+K_c} \neq 0$$

$$E_{\text{stat/pert}} = \frac{-1}{1+K_c} \neq 0$$

b) Sans anticipation/consigne et  $C(p)$  avec un intégrateur

$$A(p) = 0 \quad \text{et} \quad C(p) = \frac{K_c(1+2cp)}{p}$$

$$E_{\text{stat/cons}} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{1}{1 + \frac{K_c(1+2cp)}{p}} = 0$$

$$E_{\text{stat/pert}} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{-1}{1 + \frac{K_c(1+2cp)}{p}} = 0$$

La précision  
du suivi de  
consigne et  
de rejet de perturbation  
est assuré grâce  
à l'intégrateur  
de  $C(p)$  (i.e. pôle  
à zéro)

c) Avec anticipation/consigne et  $C(p)$  sans intégrateur.

$$A(p) = A_0 \quad \text{et} \quad C(p) = K_c$$

$$E_{\text{stat/cons}} = \frac{1 - A_0}{1 + K_c}$$

$$\Rightarrow E_{\text{stat/cons}} = 0 \quad \text{si} \quad A_0 = \frac{1}{H(0)} = 1$$

$$E_{\text{stat/pert}} = \frac{-1}{1+K_c} \neq 0$$

↳  $A(p)$  n'a aucun effet sur  $E_{\text{stat/pert}}$

d) Avec anticipation/consigne et  $C(p)$  avec un intégrateur  
 $A(p) = A_0$  et  $C(p) = \frac{K_c(1+d_c p)}{p}$

$$E_{\text{stat/cons}} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{1 - A_0}{1 + \frac{K_c(1+d_c p)}{p}} = 0 \quad \forall A_0$$

↳ L'anticipation/consigne  $A(p)$  n'a pas d'utilité sur la précision de suivi de consigne lorsque le correcteur  $C(p)$  possède un intégrateur (i.e. pôle à zéro)

$$E_{\text{stat/pert}} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{-1}{1 + \frac{K_c(1+d_c p)}{p}} = 0$$

↳ La précision du rejet de perturbation est assurée grâce à l'intégrateur de  $C(p)$

Dans tous les cas  $A(P)$  n'a aucune influence sur  $F_2(P)$

(3)  
AL1  
TD1

Exercice 2: commande d'un vérin hydraulique et rejet de perturbation

Cas d'étude: le système à commander possède un intégrateur

$$G_1(P) = \frac{F_a(P)}{I(P)} = \frac{A R_v}{1 + c_v P}$$

$$G_2(P) = \frac{X(P)}{F_a(P)} = \frac{1}{M P^2 + \mu P} = \frac{1}{(M P + \mu) P}$$

$$G(P) = \frac{X(P)}{I(P)} = G_1(P) \cdot G_2(P) = \frac{A R_v}{(1 + c_v P)(M P + \mu) P}$$

1- Expressions de  $F_1(P)$  et  $F_2(P)$

$$F_1(P) = \frac{X(P)}{X_d(P)} = \frac{K_p G_1(P) G_2(P)}{1 + K_p G_1(P) G_2(P)}$$

$F_1(P) = \frac{K_p G(P)}{1 + K_p G(P)} = \frac{K_p A R_v}{(1 + c_v P)(M P + \mu) P + K_p A R_v}$
---

$$F_2(P) = \frac{X(P)}{T(P)}$$

$$X(P) = G_2(P) [-T(P) + G_1(P) (K_T T(P) - K_P X(P))]$$

$$F_2(P) = \frac{X(P)}{T(P)} = \frac{K_T G_1(P) G_2(P) - G_2(P)}{1 + K_P G_1(P) G_2(P)}$$

$$F_2(P) = \frac{K_T G_1(P) - G_2(P)}{1 + K_P G_1(P)} = \frac{K_T \frac{A R_v}{(1+2_v P)(M P + \mu)} - \frac{1}{M P + \mu}}{P + K_P \frac{A R_v}{(1+2_v P)(M P + \mu)}}$$

2-

$$E_{\text{stat/cons}} = 1 - F_1(0)$$

$$= 1 - \frac{K_P A R_v}{K_P A R_v} \Rightarrow \boxed{E_{\text{stat/cons}} = 0}$$

$$E_{\text{stat/perf}} = F_2(0) = \frac{\frac{K_T A R_v}{\mu} - \frac{1}{\mu}}{\frac{K_P A R_v}{\mu}} = \frac{K_T A R_v - 1}{K_P A R_v}$$

$$\boxed{E_{\text{stat/perf}} = \frac{K_T A R_v - 1}{K_P A R_v}}$$

3 -

$$E_{\text{stat/pert}} = 0 \quad \text{pour} \quad K_T A R_V - 1 = 0$$

$$K_T = \frac{1}{A R_V} = \frac{1}{G_1(0)}$$

4 -

$E_{\text{stat/cons}}$  est toujours nulle car  $G_2(p)$  possède un intégrateur (i.e. pôle à zéro). JP n'est pas utile dans le cas d'ajouter une action d'anticipation/consigne pour assurer une précision de suivi de consigne en régime permanent.

(4)

AL

TD