

Exercice 1 : Boucle à retour unitaire

$$\frac{S(p)}{E(p)} = \frac{\frac{K}{K+1}}{1 + \frac{\tau}{K+1}p}$$

Ordre 1

Classe 0

Gain statique $\frac{K}{K+1}$

Exercice 2 : Retour non unitaire et intégrateur

$$\frac{S(p)}{E(p)} = \frac{\frac{1}{K_r}}{1 + \frac{J}{K_1 \cdot K_2}p}$$

Gain statique : $\frac{1}{K_r}$

Exercice 3 : Deux boucles imbriquées

$$H_i(p) = \frac{\frac{1}{K_v + 1}}{1 + \frac{\tau}{K_v + 1}p}$$

$$\frac{S(p)}{E(p)} = \frac{1}{1 + \frac{K_v + 1}{C}p + \frac{\tau}{C} \cdot p^2}$$

Exercice 4 : Perturbation additive en cours de chaîne

$$H_E(p) = S(p)/E(p) |_{p=0} = \frac{\frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 \cdot K_2 + 1}}{1 + \frac{\tau}{K_1 \cdot K_2 + 1}p}$$

$$H_P(p) = S(p)/P(p) |_{E=0} = \frac{\frac{K_2}{K_1 \cdot K_2 + 1}}{1 + \frac{\tau}{K_1 \cdot K_2 + 1} p}$$

$$S(p) = \frac{\frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 \cdot K_2 + 1}}{1 + \frac{\tau}{K_1 \cdot K_2 + 1} p} \cdot E(p) + \frac{\frac{K_2}{K_1 \cdot K_2 + 1}}{1 + \frac{\tau}{K_1 \cdot K_2 + 1} p} \cdot P(p)$$

$$\text{Gain statique } H_E = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 \cdot K_2 + 1}$$

$$\text{Gain statique } H_P = \frac{K_2}{K_1 \cdot K_2 + 1}$$

Si $K_1 K_2 \gg 1$

$$\text{Gain statique } H_E \approx 1$$

$$\text{Gain statique } H_P \approx \frac{1}{K_1}$$

Si K_1 très grand, on néglige l'impact de la perturbation.

Exercice 5 : Perturbation et capteur dans la chaîne de retour

$$H_E(p) = S(p)/E(p) |_{P=0} = \frac{1/K_c \cdot (1 + \tau_c \cdot p)}{1 + \frac{J}{K_1 K_c} p + \frac{J \tau_c}{K_1 K_c} p^2}$$

$$H_P(p) = S(p)/P(p) |_{E=0} = \frac{K_p}{K_1} \cdot H_E(p) = \frac{\frac{K_p}{K_1 K_c} \cdot (1 + \tau_c p)}{1 + \frac{J}{K_1 \cdot K_c} p + \frac{J \tau_c}{K_1 \cdot K_c} p^2}$$

Exercice 6 : Sommateur à trois entrées et retour intermédiaire

$$H(p) = S(p)/E(p) = \frac{\frac{1}{K_2}}{1 + \frac{1 + K_1 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2} \cdot p + \frac{\tau}{K_1 \cdot K_2} \cdot p^2}$$

Exercice 7 : Boucles à cheval

$$H(p) = S(p)/E(p) = \frac{\frac{K}{K_b}}{1 + \frac{1 + K \cdot K_a}{K_b} \cdot p + \frac{\tau}{K_b} \cdot p^2}$$

Exercice 8 : Commande avec anticipation

$$H(p) = S(p)/E(p) = \frac{\frac{K_2}{K_1 \cdot (K_2 \cdot K_1 + 1)} \cdot \left(1 + \frac{K_f}{K_1} p\right)}{1 + \frac{\tau}{K_2 \cdot K_1 + 1} p}$$

Exercice 9 : Asservissement avec boucle de vitesse et perturbation

$$H_E(p) = S(p)/E(p) |_{P=0} = \frac{1}{1 + \frac{K_t}{K_1} \cdot p + \frac{J}{K_1 \cdot K_m} \cdot p^2 + \frac{J \cdot \tau}{K_1 \cdot K_m} \cdot p^3}$$

$$H_P(p) = S(p)/P(p) |_{E=0} = \frac{-\frac{1}{K_1 \cdot K_m} \cdot (1 + \tau \cdot p)}{1 + \frac{K_t}{K_1} \cdot p + \frac{J}{K_1 \cdot K_m} \cdot p^2 + \frac{J \cdot \tau}{K_1 \cdot K_m} \cdot p^3}$$

Exercice 10 : Bruit de mesure sur le capteur

$$H_E(p) = S(p)/E(p) |_{P=0} = \frac{1 + \tau_c \cdot p}{1 + \frac{1}{K} \cdot p + \frac{\tau + \tau_c}{K} \cdot p^2 + \frac{\tau \cdot \tau_c}{K} \cdot p^3}$$

$$H_P(p) = S(p)/P(p) |_{E=0} = \frac{-(1 + \tau_c \cdot p)}{1 + \frac{1}{K} \cdot p + \frac{\tau + \tau_c}{K} \cdot p^2 + \frac{\tau \cdot \tau_c}{K} \cdot p^3}$$

Exercice 11 : Trois boucles non imbriquées et perturbation

$$H_E(p) = S(p)/E(p) |_{P=0} = \frac{\frac{K_4 \cdot K_1}{K_b + K_4 \cdot K_c + K_4 \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_a}}{1 + \frac{1 + K_1 \cdot K_a + K_4 \cdot K_c \cdot \tau}{K_b + K_4 \cdot K_c + K_4 \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_a} \cdot p + \frac{\tau}{K_b + K_4 \cdot K_c + K_4 \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_a} \cdot p^2}$$

$$H_P(p) = S(p)/P(p) |_{E=0} = \frac{\frac{K_4 \cdot (1 + K_1 \cdot K_a)}{K_b + K_4 \cdot K_c + K_4 \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_a} \left(1 + \frac{\tau}{1 + K_1 \cdot K_a} p\right)}{1 + \frac{1 + K_1 \cdot K_a + K_4 \cdot K_c \cdot \tau}{K_b + K_4 \cdot K_c + K_4 \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_a} \cdot p + \frac{\tau}{K_b + K_4 \cdot K_c + K_4 \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_a} \cdot p^2}$$