1 FTBF et FTBO

Soit le schéma-bloc à retour unitaire de la figure 1, avec $G_1(p) = \frac{k_c}{R} \cdot \frac{1}{1+\tau_e \cdot p}$, $G_2(p) = \frac{R}{k_c} \cdot \frac{1}{1+\tau_{em} \cdot p}$, $C_V(p) = cv$ (constante) et $K = K_{vit} \cdot K_A \cdot K_m$.

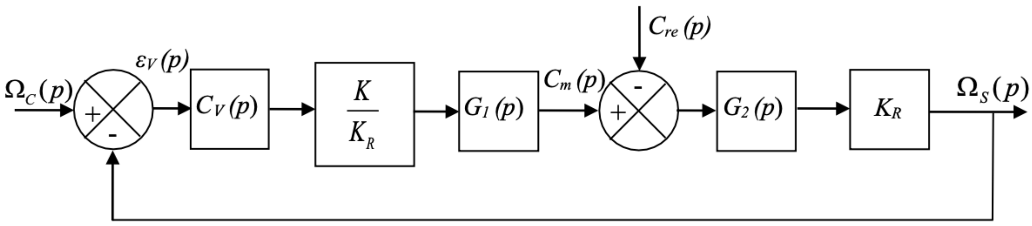

Figure 1 – Schéma-bloc équivalent pour la boucle de vitesse

Question 1 : A partir du schéma-bloc à retour unitaire de la figure 1, déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte $H_{BO}(p) = \left.\frac{\Omega_S(p)}{\varepsilon_V(p)}\right|_{C_{re}(p)=0}$, sous la forme canonique, en fonction de cv, τ_e, τ_{em}, K et les paramètres du moteur. Indiquer la classe et l'ordre de ces 2 fonctions de transfert.

Question 2 : A partir du schéma-bloc à retour unitaire de la figure 1, déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée $H_{BF}(p) = \left.\frac{\Omega_S(p)}{\Omega_C(p)}\right|_{C_{re}(p)=0}$, sous la forme canonique, en fonction de cv, τ_e, τ_{em}, K et les paramètres du moteur. Indiquer la classe et l'ordre de ces 2 fonctions de transfert.

Question 3 : (Facultative) A partir du schéma-bloc à retour unitaire de la figure 1, déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte $H_2(p) = \left.\frac{\Omega_S(p)}{C_{re}(p)}\right|_{\Omega_C(p)=0}$, sous la forme canonique, en fonction de cv, τ_e, τ_{em}, K et les paramètres du moteur. Indiquer la classe et l'ordre de ces 2 fonctions de transfert.

FIN

Question 1 :

$$H_{BO}(p) = cv \cdot \frac{K}{K_R} \cdot G_1(p) \cdot G_2(p) \cdot K_R = cv \cdot \frac{K}{K_R} \cdot \frac{k_c}{R} \cdot \frac{1}{1+\tau_e \cdot p} \cdot \frac{R}{k_c} \cdot \frac{1}{1+\tau_{em} \cdot p} \cdot K_R$$

$$H_{BO}(p) = \frac{cv \cdot K}{(1+\tau_e \cdot p)\cdot(1+\tau_{em} \cdot p)}$$

Fonction d'ordre 2 et de classe 0.

Question 2 :

$$H_{BF}(p) = \frac{cv \cdot \frac{K}{K_R} \cdot G_1(p) \cdot G_2(p) \cdot K_R}{1 + cv \cdot \frac{K}{K_R} \cdot G_1(p) \cdot G_2(p) \cdot K_R}$$

$$H_{BF}(p) = \frac{cv \cdot \frac{K}{K_R} \cdot \frac{k_c}{R} \cdot \frac{1}{1+\tau_e \cdot p} \cdot \frac{R}{k_c} \cdot \frac{1}{1+\tau_{em} \cdot p} \cdot K_R}{1 + cv \cdot \frac{K}{K_R} \cdot \frac{k_c}{R} \cdot \frac{1}{1+\tau_e \cdot p} \cdot \frac{R}{k_c} \cdot \frac{1}{1+\tau_{em} \cdot p} \cdot K_R}$$

$$H_{BF}(p) = \frac{cv \cdot K \cdot \frac{1}{1+\tau_e \cdot p} \cdot \frac{1}{1+\tau_{em} \cdot p}}{1 + cv \cdot K \cdot \frac{1}{1+\tau_e \cdot p} \cdot \frac{1}{1+\tau_{em} \cdot p}}$$

$$H_{BF}(p) = \frac{cv \cdot K}{(1+\tau_e \cdot p)\cdot(1+\tau_{em} \cdot p) + cv \cdot K}$$

$$H_{BF}(p) = \frac{\frac{cv \cdot K}{1+cv \cdot K}}{1 + \frac{\tau_e + \tau_{em}}{1+cv \cdot K} \cdot p + \frac{\tau_e \cdot \tau_{em}}{1+cv \cdot K} \cdot p^2}$$

Fonction d'ordre 2 et de classe 0.

Question 3 :

$\epsilon_V(p) = -\Omega_S(p)$

$C_m(p) = C_V(p) \cdot \dfrac{K}{K_R} \cdot G_1(p) \cdot \epsilon_V(p)$

$\Omega_S(p) = G_2(p) \cdot K_R \cdot (C_m(p) - C_{re}(p))$

$\Omega_S(p) = G_2(p) \cdot K_R \cdot \left(-C_V(p) \cdot \dfrac{K}{K_R} \cdot G_1(p) \cdot \Omega_S(p) - C_{re}(p)\right)$

$\Omega_S(p) \cdot \left(1 + G_2(p) \cdot K_R \cdot C_V(p) \cdot \dfrac{K}{K_R} \cdot G_1(p)\right) = -G_2(p) \cdot K_R \cdot C_{re}(p)$

$$\frac{\Omega_S(p)}{C_{re}(p)} = \frac{-G_2(p) \cdot K_R}{1 + G_2(p) \cdot K_R \cdot C_V(p) \cdot \dfrac{K}{K_R} \cdot G_1(p)}$$

$$\frac{\Omega_S(p)}{C_{re}(p)} = \frac{-\dfrac{R}{k_c} \cdot \dfrac{1}{1+\tau_{em} \cdot p} \cdot K_R}{1 + \dfrac{R}{k_c} \cdot \dfrac{1}{1+\tau_{em} \cdot p} \cdot K_R \cdot cv \cdot \dfrac{K}{K_R} \cdot \dfrac{k_c}{R} \cdot \dfrac{1}{1+\tau_e \cdot p}}$$

$$\frac{\Omega_S(p)}{C_{re}(p)} = \frac{-\dfrac{R}{k_c} \cdot (1+\tau_e \cdot p) \cdot K_R}{(1+\tau_e \cdot p) \cdot (1+\tau_{em} \cdot p) + \dfrac{R}{k_c} \cdot K_R \cdot cv \cdot \dfrac{K}{K_R} \cdot \dfrac{k_c}{R}}$$

$$\frac{\Omega_S(p)}{C_{re}(p)} = \frac{-\dfrac{R}{k_c} \cdot (1+\tau_e \cdot p) \cdot K_R}{(1+\tau_e \cdot p) \cdot (1+\tau_{em} \cdot p) + K \cdot cv} = \frac{-\dfrac{R \cdot (1+\tau_e \cdot p) \cdot K_R}{k_c \cdot (1+K \cdot cv)}}{1 + \dfrac{\tau_e + \tau_{em}}{1+K \cdot cv} \cdot p + \dfrac{\tau_e \cdot \tau_{em}}{1+K \cdot cv} \cdot p^2}$$