Correction DS de SI, MPSI/PCSI mar 26

PC-1 Hublex (Q1) cf (Q2) Schema bloc (Q3) Idem

(Q4) $$H_m(p) = \frac{\frac{f}{Re^2 + Rf}\left(1 + \frac{J}{f}p\right)}{\frac{LJ}{Re^2 + Rf}p^2 + \frac{RJ + Lf}{Re^2 + Rf}p + 1}$$

(Q5) $K_{capt} = K_{IU}$

(Q6) $$H_2(p) = \frac{K_1}{1 + \tau_1 p + K_1} = \frac{\frac{K_1}{1+K_1}}{1 + \frac{\tau_1}{1+K_1}p} = \frac{K_2}{1 + \tau_2 p}$$

Performances : $t_{5\%} = 3\tau_2$; $\varepsilon\% = 100(1 - K_2) \neq 0$; $D\% = 0$

Lorsque $K_1 \nearrow$; $t_{5\%} \searrow$ et $\varepsilon\% \searrow$

(Q7) $$H_4(p) = \frac{K_3}{p(1+\tau_3 p) + K_3} = \frac{1}{\frac{\tau_3}{K_3}p^2 + \frac{1}{K_3}p + 1}$$

$K_4 = 1 \Rightarrow \varepsilon(\infty) = 0$ (précis) ; $\omega_0 = \sqrt{\frac{K_3}{\tau_3}}$

$$\frac{2\xi}{\omega_0} = \frac{1}{K_3} \Rightarrow \xi = \frac{1}{2\sqrt{K_3 \tau_3}}$$

Rem : $\tau_3 = 0{,}02$ s

$\xi = 0{,}7 \Rightarrow K_3 = 25{,}5$; $\omega_0 = 35{,}2$ rad s^{-1} ; $t_{5\%} = 0{,}08$ s

Performances : Précis ($\varepsilon(\infty) = 0$) ; $D\% = 5\%$; $t_{5\%} = 0{,}08$ s $< 0{,}09$

OK avec les exigences.

(Q8) Figures 1 & 2 : sans et avec saturation de tension (60 V)

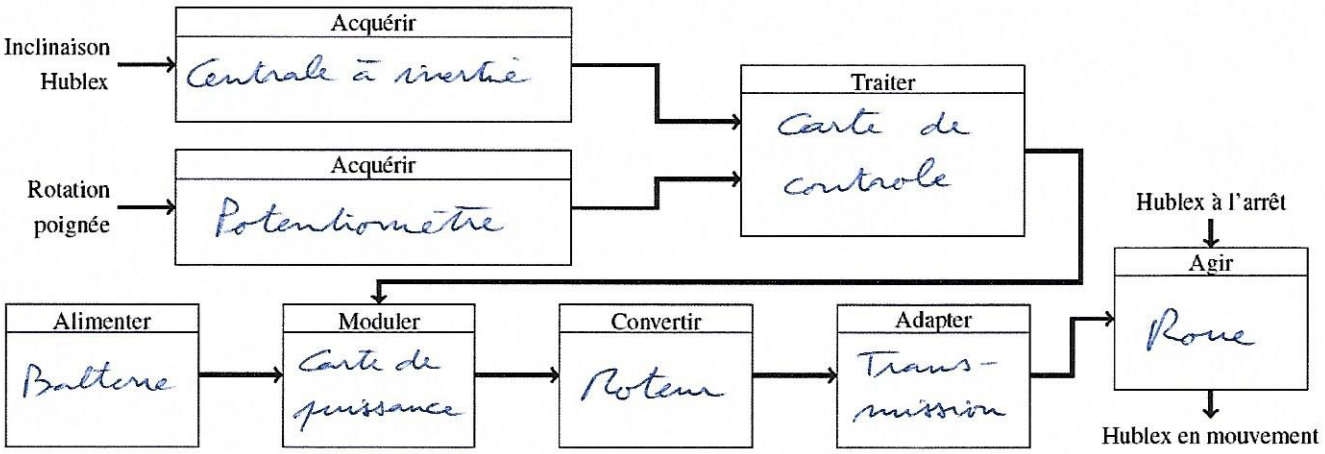
Dans les 2 cas : Précis ; $t_{5\%} = 0{,}02$ s $< 0{,}09$ s ; $D\% < 5\%$

OK avec les exigences

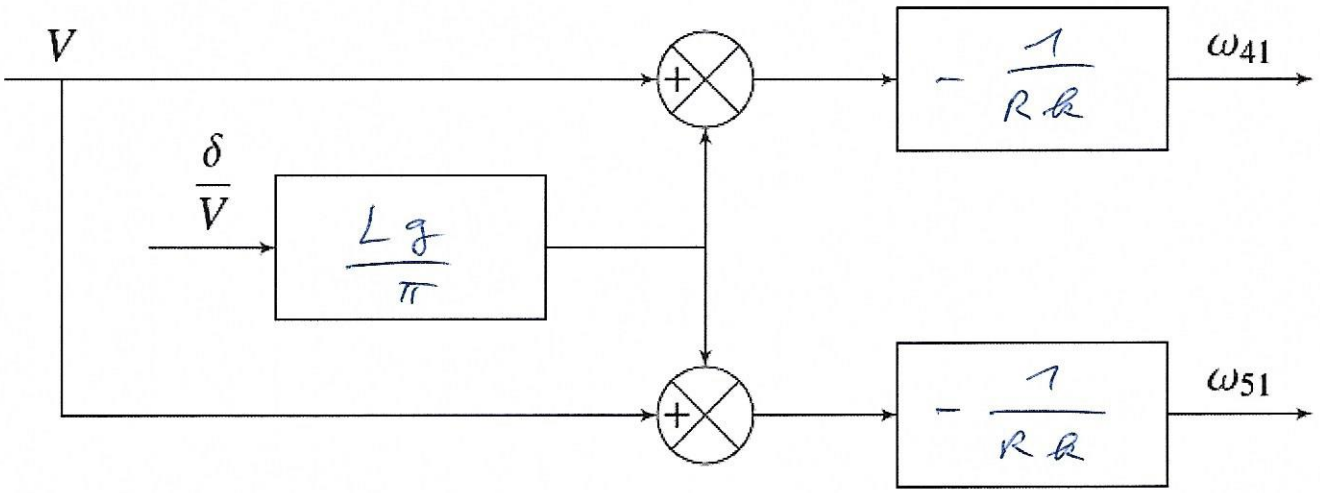
Document réponses

Problème 1 : Gyropode à usage professionnel « HUBLEX »

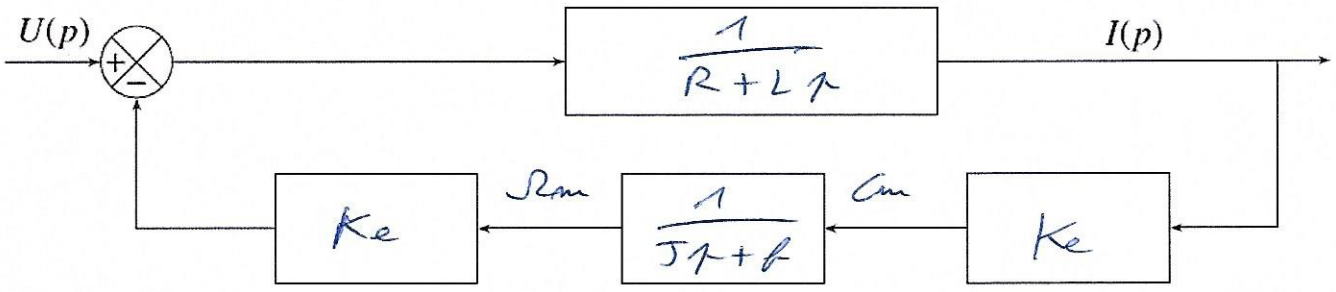
Question 1



Question 2



Question 3



(2)

Pb 2 : Voile solaire

(Q1) Schéma bloc → zone transmission.

(Q2) Schéma bloc → zone perturbations + "$\frac{1}{Js}$"

(Q3) Schéma bloc → zone moteur + asservissement en vitesse

(Q4) $K_a = K_{capt}$

(Q5) Moteur : $H_{BF}(s) = \dfrac{k_c}{(R+Ls)Js + k_c k_e} = \dfrac{1/k_e}{\frac{LJ}{k_c k_e}s^2 + \frac{RJ}{k_c k_e}s + 1}$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k_c k_e}{LJ}} = 225 \text{ rad/s}$$

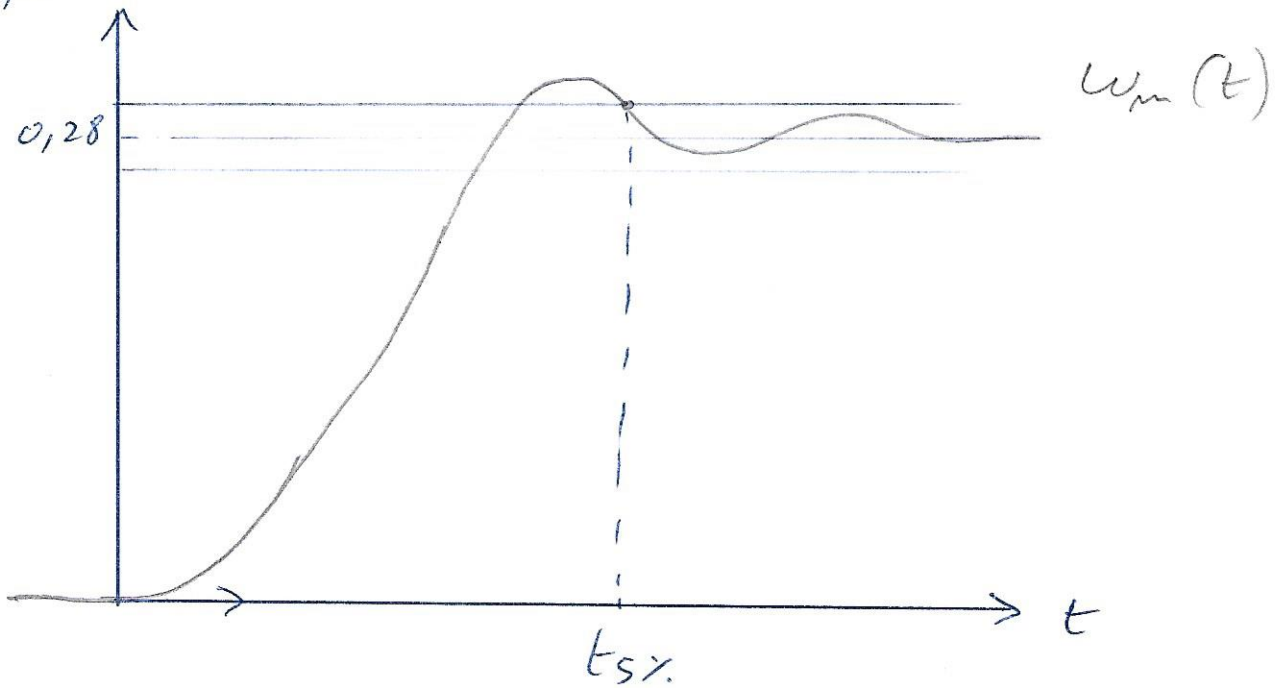
$$K_1 = \frac{1}{k_e} = 0{,}28 \text{ rad s}^{-1} \text{V}^{-1}$$

$$\frac{2\xi}{\omega_n} = \frac{RJ}{k_c k_e} \Rightarrow \xi = \frac{RJ}{2 k_c k_e}\sqrt{\frac{k_c k_e}{LJ}} = \frac{R\sqrt{J}}{2\sqrt{k_c k_e L}} = 0{,}63$$

$$t_{5\%} = \frac{5}{\omega_n} = 0{,}022 \text{ s}$$

$\xi = 0{,}63 \Rightarrow$ dépassements oscillatoires.
le 1er dépassement $> 5\%$

Réponse à un échelon unitaire :



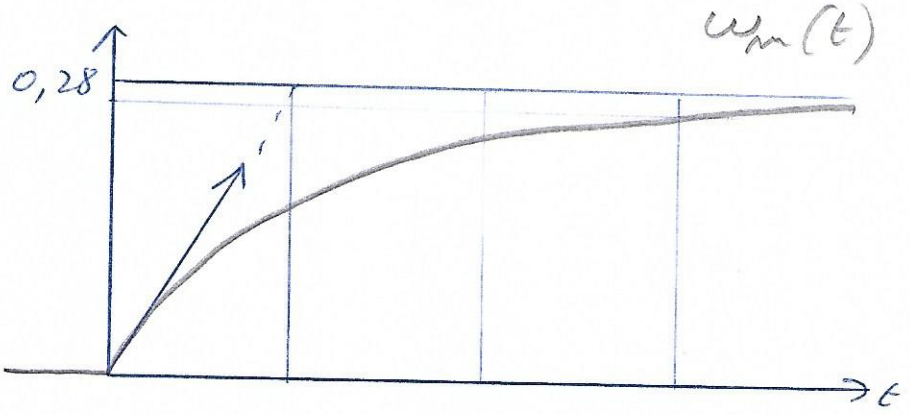
(3) (Q6) Retour simplifié

$$H_2(p) = \frac{1/k_e}{\frac{RJ}{k_e k_e} p + 1} = \frac{K_2}{1 + \tau_2 p}$$

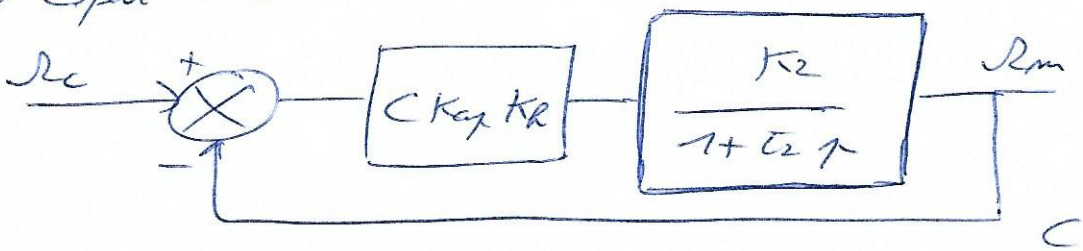
$$K_2 = \frac{1}{k_e} = 0{,}28 \text{ rad s}^{-1} \text{V}^{-1}$$

$$\tau_2 = \frac{RJ}{k_e k_e} = 0{,}0056 \text{ s} \quad ; \quad t_{5\%} = 3\tau_2 = 0{,}017 \text{ s}$$

Réponse à un échelon unitaire



(Q7) $C_{pert} = 0$

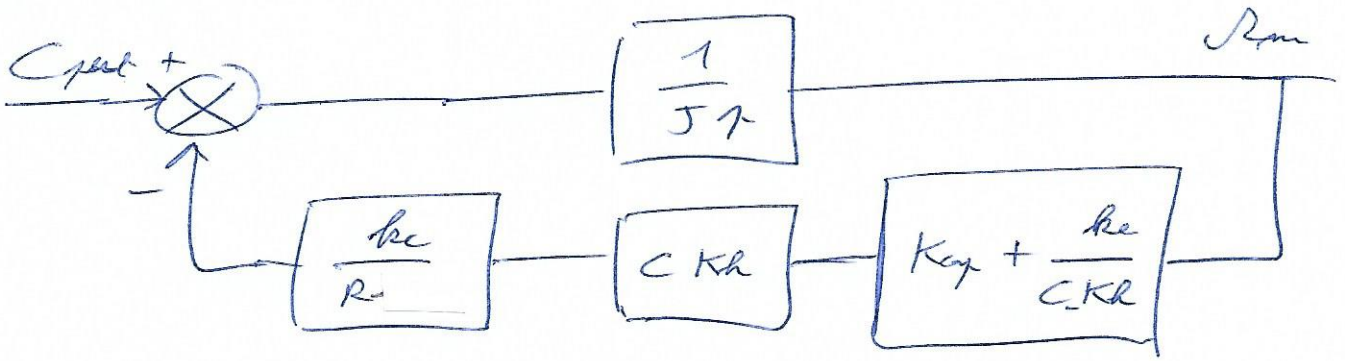


$$H_3(p) = \frac{C K_{op} K_R K_2}{1 + \tau_2 p + C K_{op} K_R K_2} = \frac{\frac{C K_{op} K_R K_2}{1 + C K_{op} K_R K_2}}{1 + \frac{\tau_2}{1 + C K_{op} K_R K_2} p}$$

(Q8) Erreur avec une entrée échelon unitaire :

$$\varepsilon(\infty) = 1 - K_3 = 1 - \frac{C K_{op} K_R K_2}{1 + C K_{op} K_R K_2} = \frac{1}{1 + C K_{op} K_R K_2}$$

(Q9) $\omega_c(t) = 0$



(4)

$$H_c(p) = \frac{1}{Jp + \frac{k_e}{R} C K_h \left(K_{ap} + \frac{k_e}{C K_h} \right)}$$

$$H_c(p) = \frac{R}{JRp + k_e C K_h K_{ap} + k_e k_e}$$

(Q10) Entrée : $C_{pert}(p) = \frac{1}{p}$; $S_m(p) = H_c(p) \times \frac{1}{p}$

$$\lim_{t \to \infty} \omega_m(t) = \lim_{p \to 0} p S_m(p) = \frac{R}{k_e (C K_h K_{ap} + k_e)} \neq 0$$

Rem : l'erreur diminue si C augmente.

(Q11) Courbe avec correcteur PI $\Rightarrow$

- Stable
- Précis en poursuite et en régulation.
- Rapidité : $t_{5\%} \simeq 0{,}03$ s

Problème 2 : Voile solaire (Centrale MP 2020)

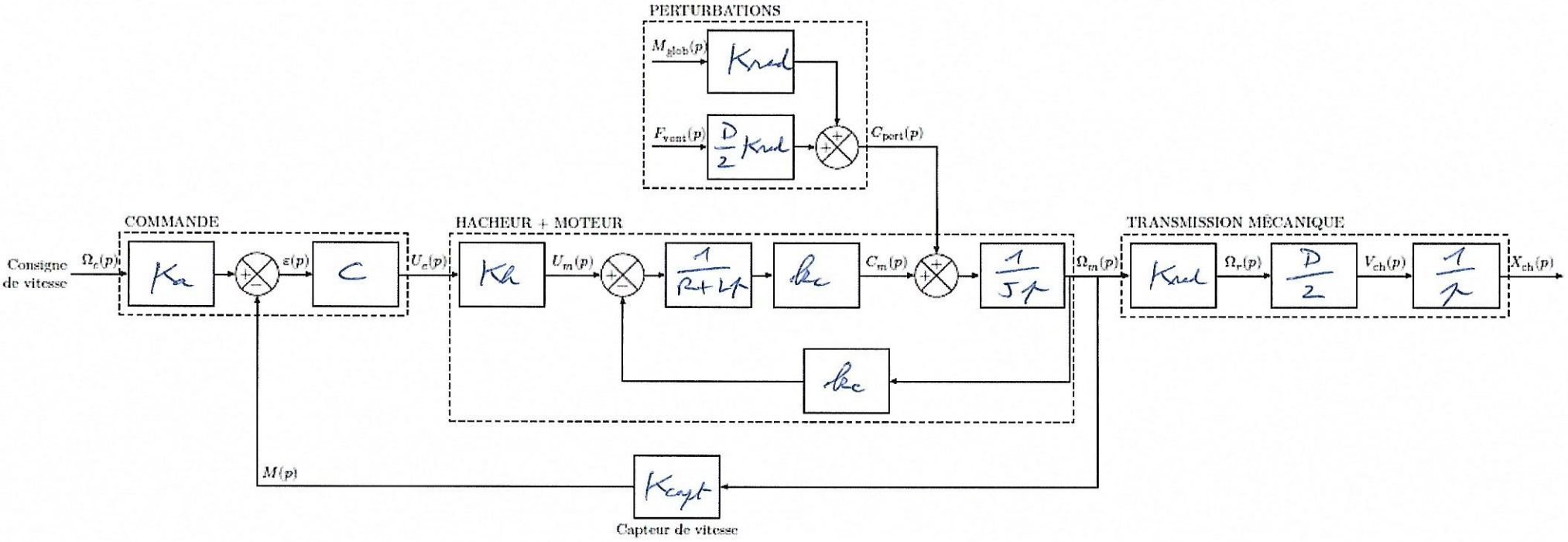


Figure B Schéma-bloc (questions 8, 21 et 22)