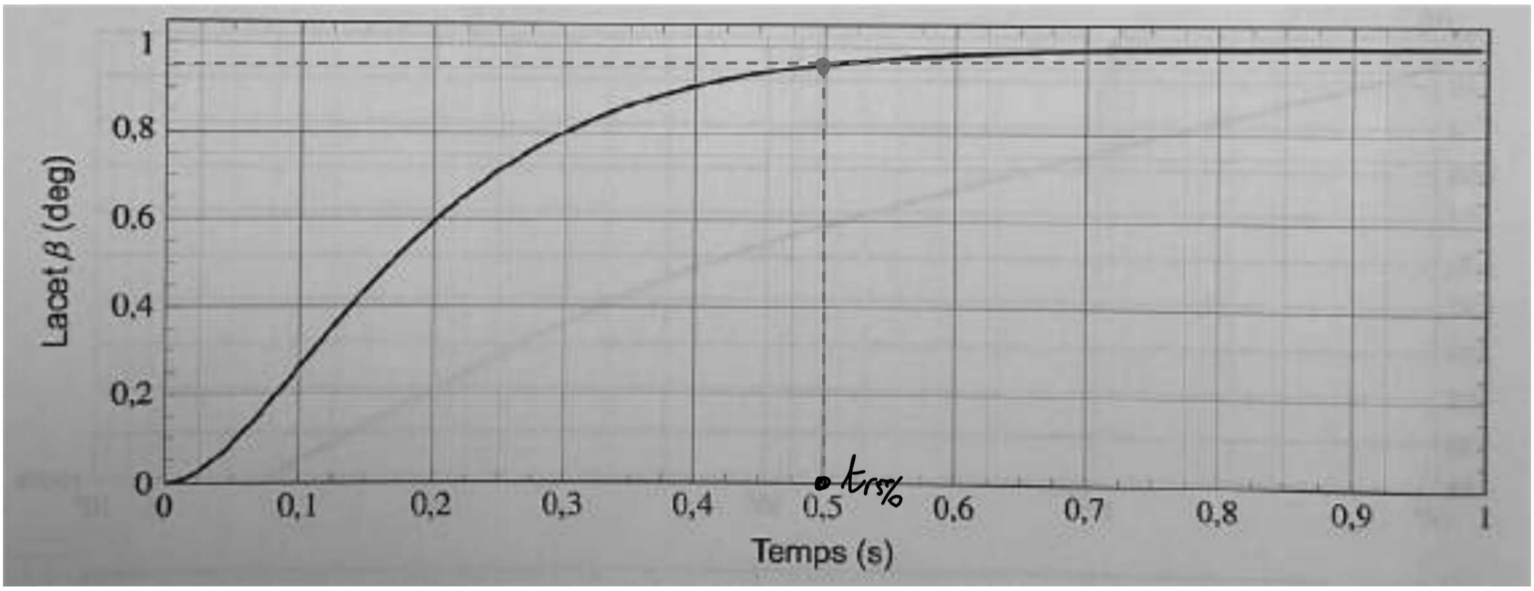
Q20 : D'où $H_{Bo}(p) = H_1(p) \times K_a \times C(p)$

$$\boxed{H_{Bo}(p) = C(p) \times \frac{2r K_m K_a}{bp(1+\tau_m p)}}$$

Q21 :



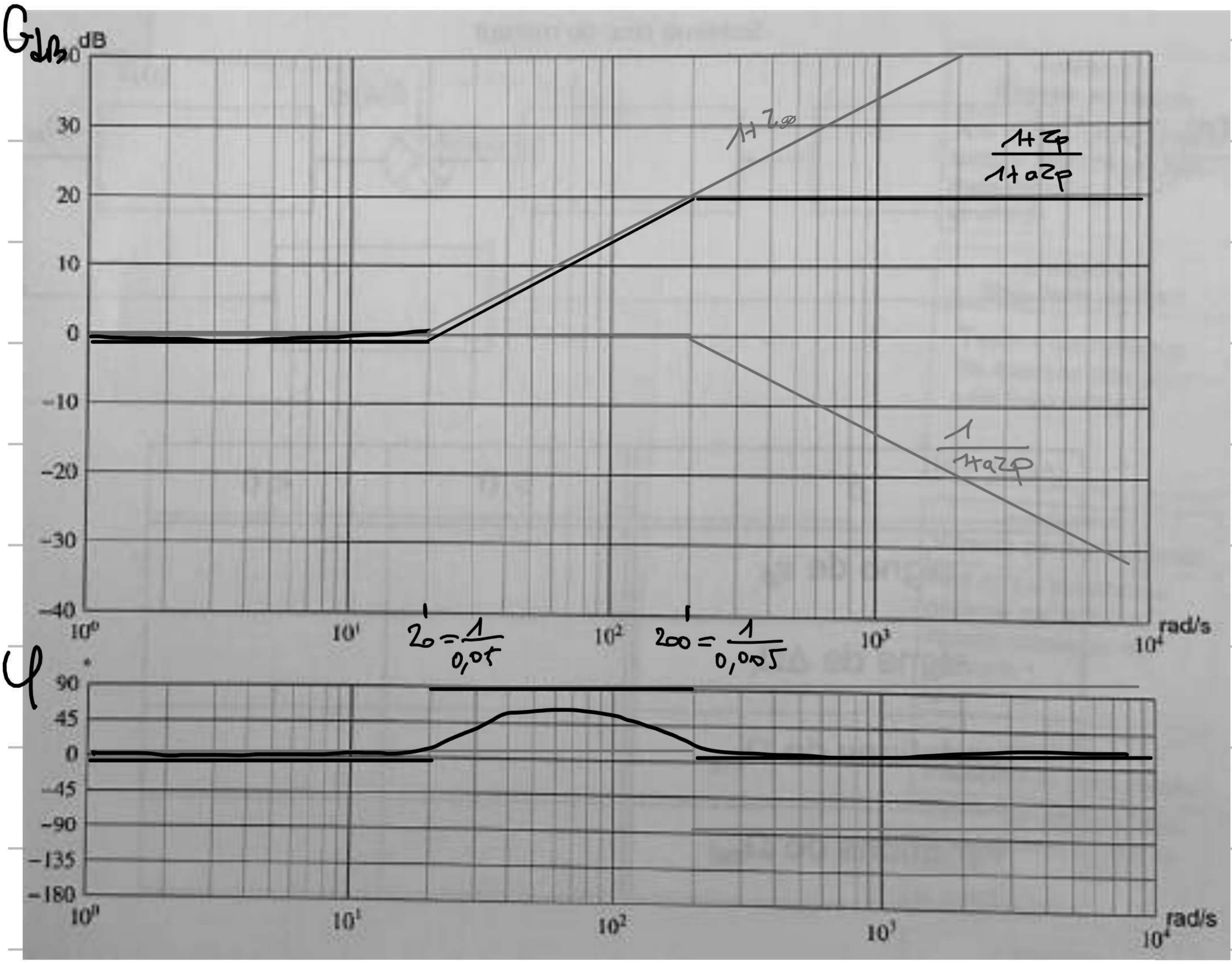
On a un $t_{5\%} = 0{,}5 = 500\,ms >> 0{,}01\,s$, le système est très lent, en revanche il est précis sans dépassement

☹ Id 1.1.3.2.2

☺ Id 1.1.3.2.1.

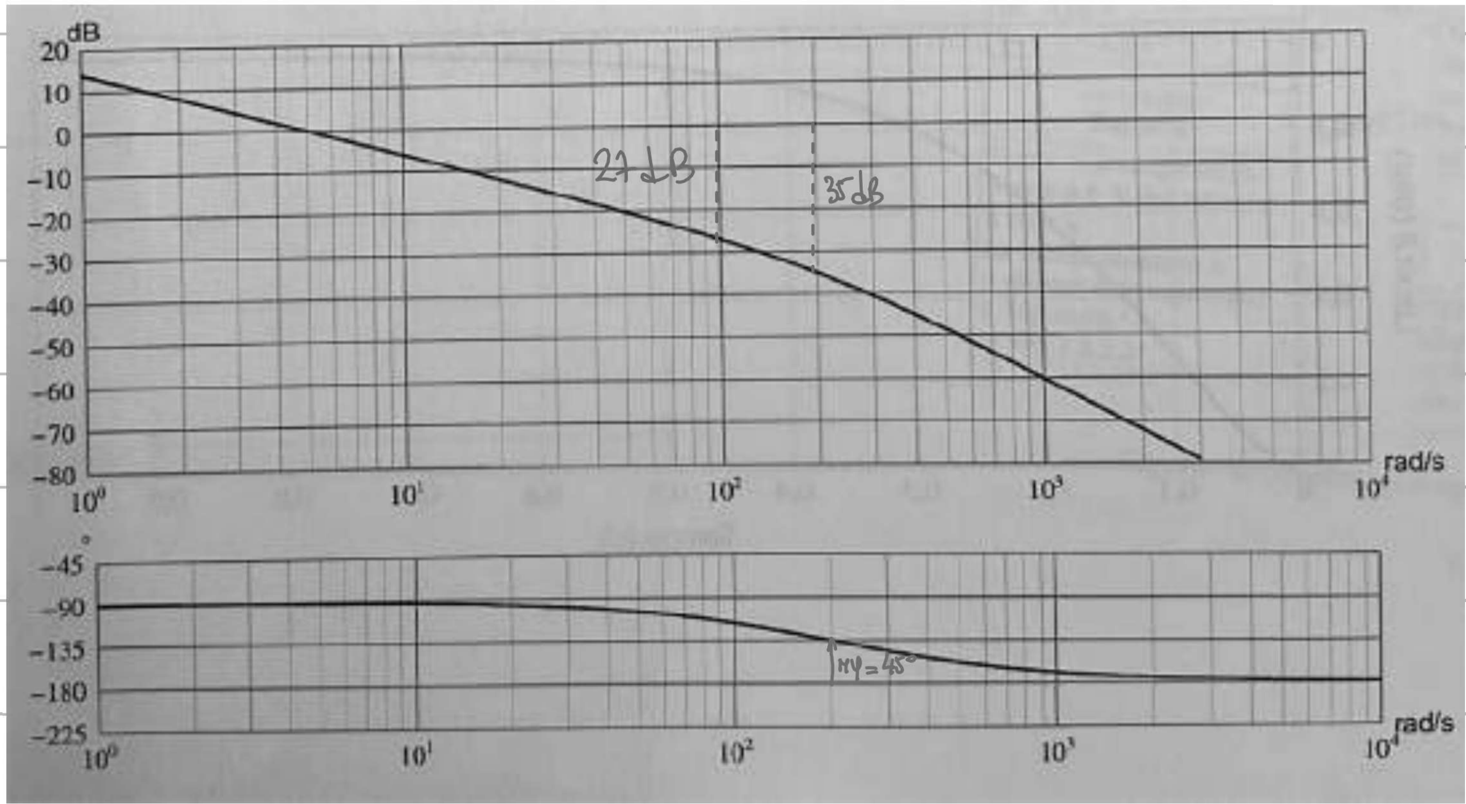
☺ Id 1.1.3.2.4

Q22:



G_{dB}
dB
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
10^0
10^1
10^2
10^3
10^4
rad/s
$1+\tau p$
$\frac{1+\tau p}{1+a\tau p}$
$\frac{1}{1+a\tau p}$
$20=\frac{1}{0,05}$
$200=\frac{1}{0,005}$
φ
90
45
0
-45
-90
-135
-180

Q23:



dB
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
10^0
10^1
10^2
10^3
10^4
rad/s
27 dB
35 dB
-45
-90
-135
-180
-225
$M\varphi = 45°$

On cherche une bande passante à 0dB de 100 rad/s mini

avec $M\varphi \geq 45°$ $M_G > 10dB$

Pour obtenir une marge de phase de 45° il faut que:

$$20 \log K_p = 35\,dB \Rightarrow K_{p_1} = 10 \log^{35/20}$$

pour $K_p < K_{p_1}$ $M\varphi > 45°$

$MG \to +\infty$ quelque soit la valeur de K_p

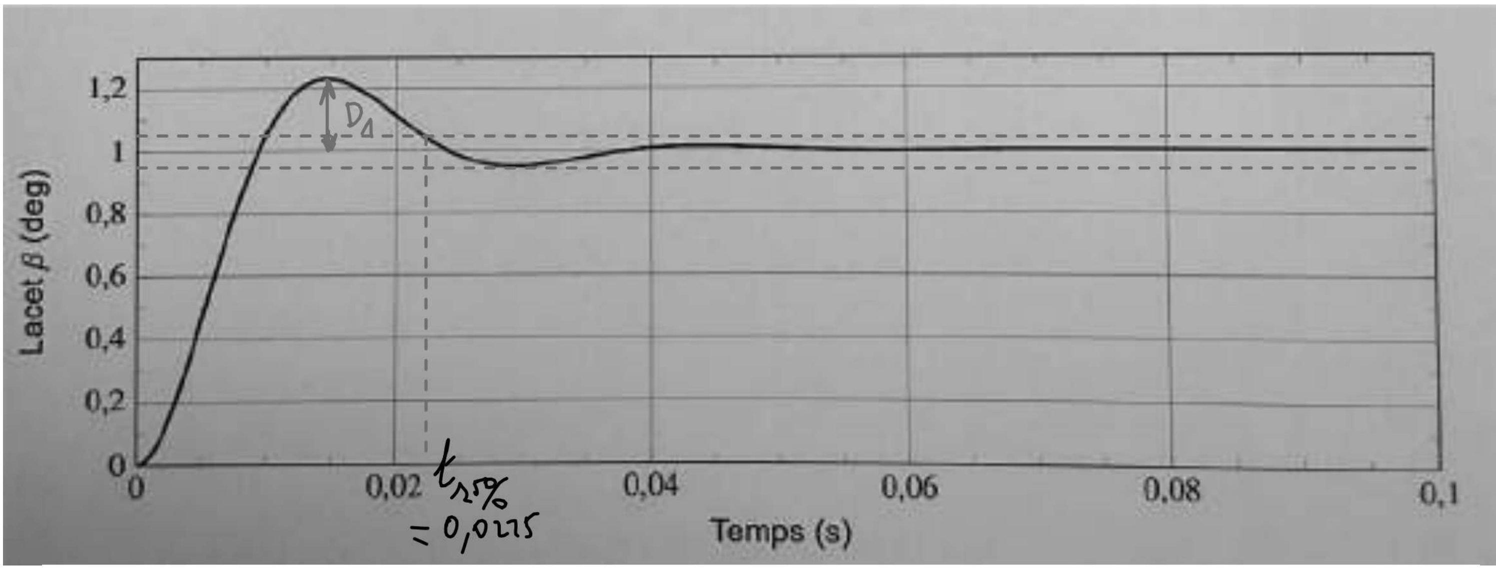
Pour que la bande passante à 0dB soit au moins

égale à 100 rad/s il faut $K_{p_2} > 10^{27/20}$

pour satisfaire les 2 conditions on a donc

$$\boxed{10^{27/20} < K_p < 10^{35/20}}$$

Q24

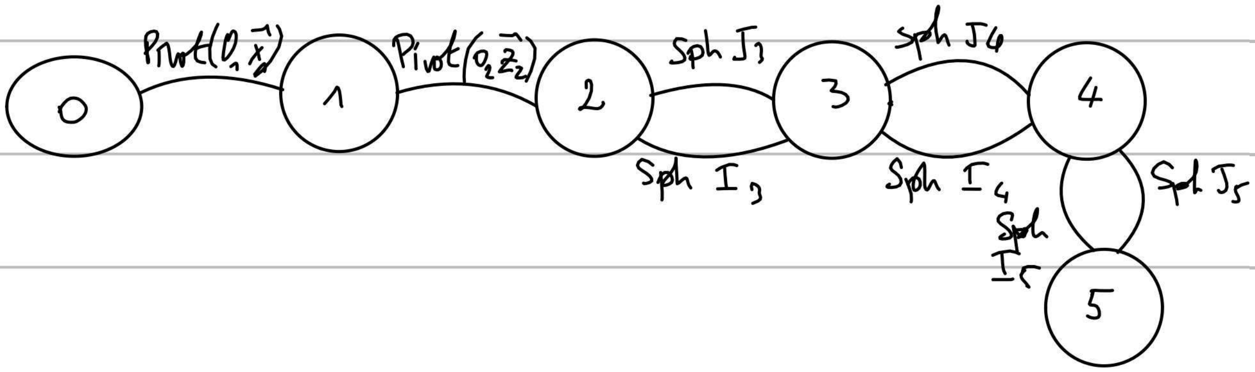


Le système est précis, le premier dépassement est égal à 0,22

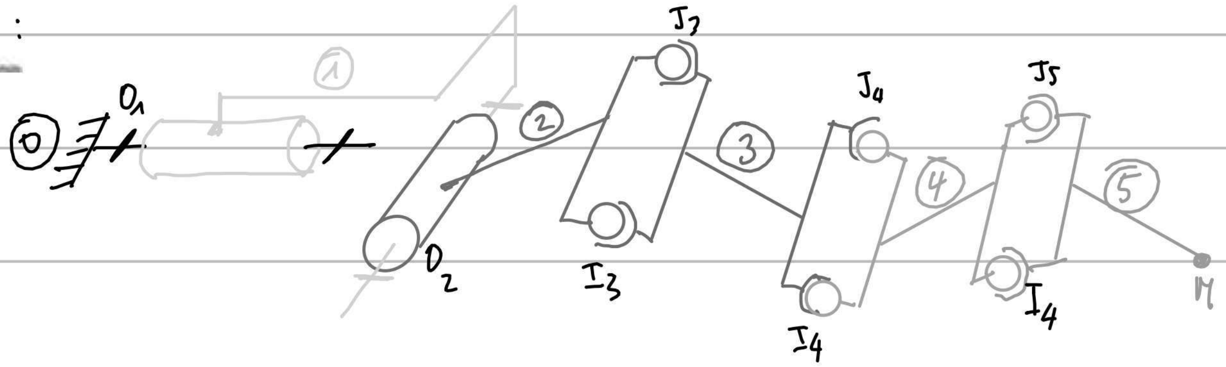
ce qui donne un dépassement relatif de 22% > 10% ☹ Id 1.1.3.2.4

Le $t_{r5\%} = 0{,}0225\,s > 0{,}01\,s$ ☹ Id 1.1.3.2.2

Q25 :



Q26 :



Q27 : $\left\{\mathcal{T}_{0\to 2}\right\}_{O_2} = \left\{\begin{matrix} X_{02}\vec{x}_2 + Y_{02}\vec{y}_2 + Z_{02}\vec{z}_2 \\ L_{02}\vec{x}_2 + M_{02}\vec{y}_2 - K_2\alpha_2\vec{z}_2 \end{matrix}\right\}_{O_2}$

$$\left\{\mathcal{T}_{2\to 3}\right\}_{O_3} = \left\{\begin{matrix} X_{23}\vec{x}_2 + Y_{23}\vec{y}_2 + Z_{23}\vec{z}_2 \\ L_{23}\vec{x}_2 + M_{23}\vec{y} - K_3\alpha_3\vec{z}_2 \end{matrix}\right\}_{O_3}$$

Q28 : $\vec{V}_{G_2\in 2/0} = \vec{V}_{O_2\in 2/0} + \vec{G_2O_2}\wedge\dot{\alpha}_2\vec{z}_2$

$$= -\frac{L}{4}\vec{x}_2\wedge\dot{\alpha}_2\vec{z}_2 = \boxed{\frac{L}{4}\dot{\alpha}_2\vec{y}_2 = \vec{V}_{G_2\in 2/0}}$$

$$\vec{V}_{G_3\in 3/0} = \vec{V}_{G_3\in 3/2} + \vec{V}_{G_3\in 2/0} = -\frac{L}{2}\vec{x}_3\wedge\dot{\alpha}_3\vec{z}_3$$

$$+\left(-\frac{L}{2}\vec{x}_3 - \frac{L}{2}\vec{x}_2\right)\wedge\dot{\alpha}_2\vec{z}_{23}$$

$$\vec{V}_{G_3\in 3/0} = \frac{L}{2}\dot{\alpha}_3 \vec{y}_3 + \frac{L}{2}\dot{\alpha}_2 \vec{y}_3 + \frac{L}{2}\dot{\alpha}_2 \vec{y}_2$$

$$\boxed{\vec{V}_{G_3\in 3/0} = \frac{L}{2}(\dot{\alpha}_3 + \dot{\alpha}_2)\vec{y}_3 + \frac{L}{2}\dot{\alpha}_2 \vec{y}_2}$$

$$\left.\frac{d\overrightarrow{O_2G_3}}{dt}\right|_0 = \left.\frac{d}{dt}\left(\frac{L}{2}\vec{x}_2 + \frac{L}{2}\vec{x}_3\right)\right|_0 = \frac{L}{2}\dot{\alpha}_2\vec{z}_2 \wedge \vec{x}_2 +$$

En dérivant le vecteur position.

$$\frac{L}{2}(\dot{\alpha}_2\vec{z}_3 + \dot{\alpha}_3\vec{z}_3)\wedge\vec{x}_3$$

$$= \underline{\frac{L}{2}\dot{\alpha}_2\vec{y}_2 + \frac{L}{2}(\dot{\alpha}_2 + \dot{\alpha}_3)\vec{y}_3}$$

Q29 : $\vec{a}_{G_2\in 2/0} = \left.\frac{d}{dt}\vec{V}_{G_2\in 2/0}\right|_0$

$$\boxed{\vec{a}_{G_2\in 2/0} = \frac{d}{dt}\left(\frac{L}{4}\dot{\alpha}_2\vec{y}_2\right) = \frac{L}{4}\left(\ddot{\alpha}_2\vec{y}_2 - \dot{\alpha}_2^2\vec{x}_2\right)}$$

$$\vec{a}_{G_3\in 3/0} = \left.\frac{d}{dt}\vec{V}_{G_3\in 3/0}\right|_0 = \left.\frac{L}{2}\frac{d}{dt}\dot{\alpha}_2\vec{y}_2\right|_0 + \left.\frac{L}{2}\frac{d}{dt}(\dot{\alpha}_2 + \dot{\alpha}_3)\vec{y}_3\right|_0$$

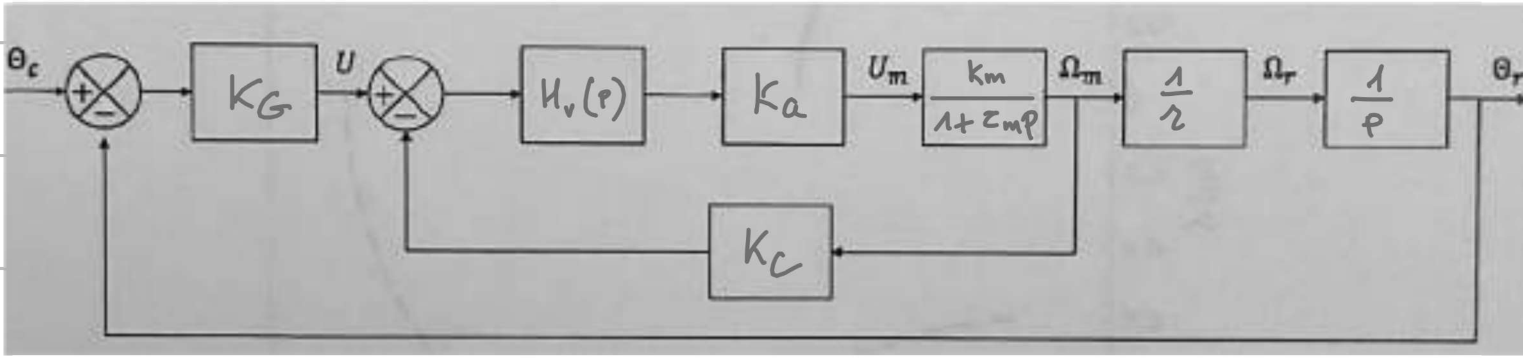
$$\boxed{\vec{a}_{G_3\in 3/0} = \frac{L}{2}\ddot{\alpha}_2\vec{y}_2 - \frac{L}{2}\dot{\alpha}_2^2\vec{x}_2 + \frac{L}{2}(\ddot{\alpha}_2 + \ddot{\alpha}_3)\vec{y}_3 - \frac{L}{2}(\dot{\alpha}_2 + \dot{\alpha}_3)^2\vec{x}_3}$$

Q30 : Le graphique 6 indique que l'ensemble est déployé en 7,75 s, ce qui est inférieur à 8 s.

De plus le graphique 7 indique que O_3 est au plus à 0,6 m de O_2 sur l'axe $\vec{y}_0$ et que M est au plus à 0,9 m de O_2 sur l'axe $\vec{y}_0$. Le CdC est bien respecté.

Q31 : A $t = 6{,}75\,s$ l'élément 2 se verrouille ($\alpha_2 = 0$) ce qui crée un choc qui fait augmenter le déplacement du M. Il faudrait ajouter des amortisseurs sur les liaisons pivots.

Q32 : D'après la description du sujet (Bas page 13 et haut page 14)



Q33 : Si $H_v(p) = K_v$

$$H_1(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{\dfrac{K_v K_a K_m}{1+\tau_m p}}{1 + \dfrac{K_v K_a K_c K_m}{1+\tau_m p}} \quad \text{(FORMULE de Black)}$$

$$\boxed{H_1(p) = \frac{K_v K_a K_m}{1 + \tau_m p + K_v K_a K_c K_m} = \frac{\dfrac{K_v K_a K_m}{1 + K_v K_a K_c K_m}}{1 + \dfrac{\tau_m}{1 + K_v K_a K_c K_m}\, p}}$$

on a donc $K_1 = \dfrac{K_v K_a K_m}{1 + K_v K_a K_c K_m}$

et $\boxed{\tau_1 = \dfrac{\tau_m}{1 + K_v K_a K_c K_m}}$

Q34 : Soit $\mu(p)$ l'erreur statique :

théorème de la valeur finale

$$\mu(t) = \lim_{t \to +\infty} \left(e_0(t) - s(t) \right) = \lim_{p \to 0} p\, \mu(p)$$

$$\lim_{p\to 0} p\mu(p) = \lim_{p\to 0} p\left(\frac{U_0}{p} - H_1(p)\frac{U_0}{p}\right) = U_0\left(1 - \frac{K_vK_aK_m}{1+K_vK_aK_mK_c}\right)$$

$$\lim_{p\to 0} p\mu(p) = U_0\left(\frac{1 + K_vK_aK_mK_c - K_vK_aK_m}{1+K_vK_aK_mK_c}\right)$$

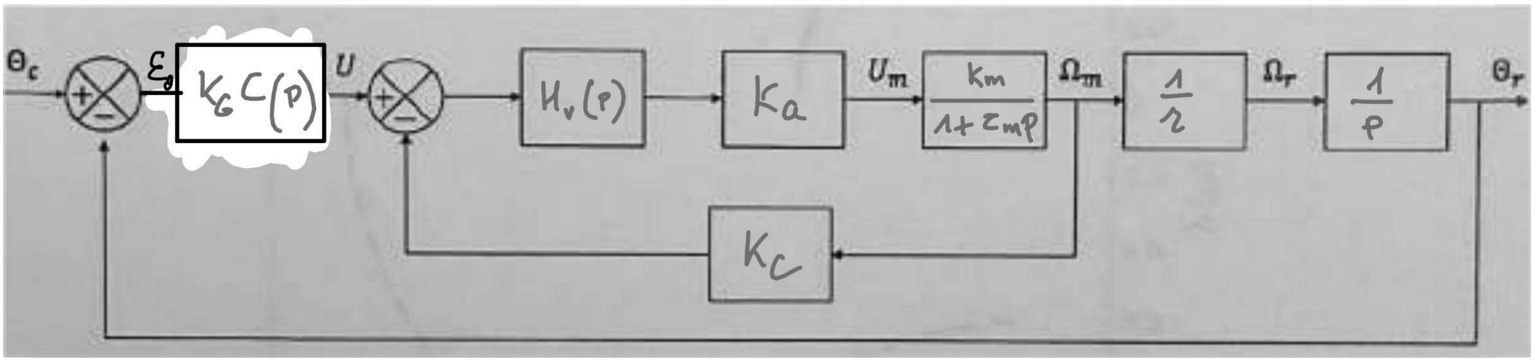
or $K_c = 1$ d'où $\boxed{\lim_{p\to 0} p\mu(p) = U_0\left(\frac{1}{1+K_vK_aK_m}\right)}$

on doit avoir $\dfrac{1}{1+K_vK_aK_m} \leq 0{,}05$

$$1 \leq (1+K_vK_aK_m)\times 0{,}05 = 0{,}05 + 0{,}05\,K_vK_aK_m$$

$$K_v \geq \frac{0{,}95}{0{,}05\,K_aK_m} = \frac{0{,}95}{0{,}05\times 1{,}3\times 1{,}8} = 8{,}12$$

Q35 :



Supposons $C(p) = K_p$

Q36 : $H_{Bo}(p) = \dfrac{\theta_r}{\varepsilon_\theta} = \dfrac{1}{rp} \times H_1(p) \times K_G K_p = \dfrac{K_1K_GK_p}{rp(1+\tau_1 p)}$

on a un ordre 2 de classe 1

Q37 : La fonction de transfert en Bo est de classe 1 donc l'erreur statique est nulle.

Q38 : Pour une entrée en rampe on a $E_0(p) = \frac{\Omega_0}{p^2}$

donc $\mu(p) = E_0(p) - S(p) = \frac{\Omega_0}{p^2}\left(1 - \frac{H_{B0}}{1+H_{B0}}\right) = \frac{\Omega_0}{p^2}\left(\frac{1}{1+H_{B0}}\right)$

$$\lim_{p \to 0} p\mu(p) = \lim_{p \to 0} \cancel{p} \times \frac{\Omega_0}{p^{\cancel{2}}}\left(\frac{1}{1+H_{B0}}\right) = \frac{\Omega_0}{p}\left(\frac{1}{1+\frac{K_1 K_G K_p}{rp(1+\tau_1 p)}}\right)$$

$$\boxed{\lim_{p \to 0} p\mu(p) = \frac{\Omega_0}{\cancel{p}} \times \left(\frac{r\cancel{p}(1+\tau_1 p)}{rp(1+\tau_1 p) + K_1 K_G K_p}\right) = \frac{r\Omega_0}{K_1 K_G K_p}}$$

l'erreur de traînage est donc non nulle

FIN