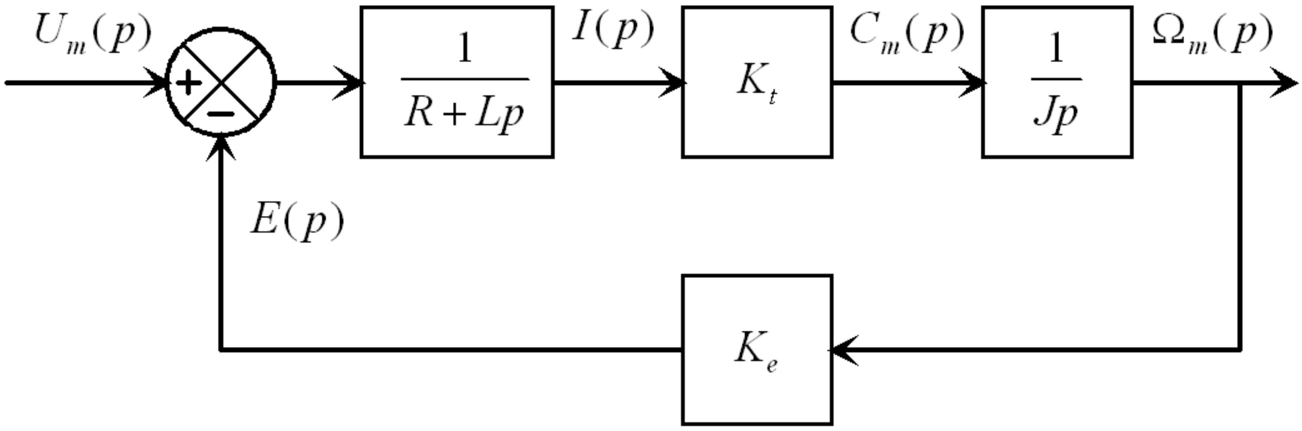
# Corrigé asservissement : Révisions de sup

## Exercice 2 Laveuse autoportée

**Q1:**




**Q2**

$$\boxed{H_m(p)=\frac{1/K_e}{1+\frac{RJ}{K_eK_t}p+\frac{LJ}{K_eK_t}p^2}}$$

**Q3**

$$H_m(p)=\frac{1/K_e}{1+\tau_{em}p+\tau_e\tau_{em}p^2}$$

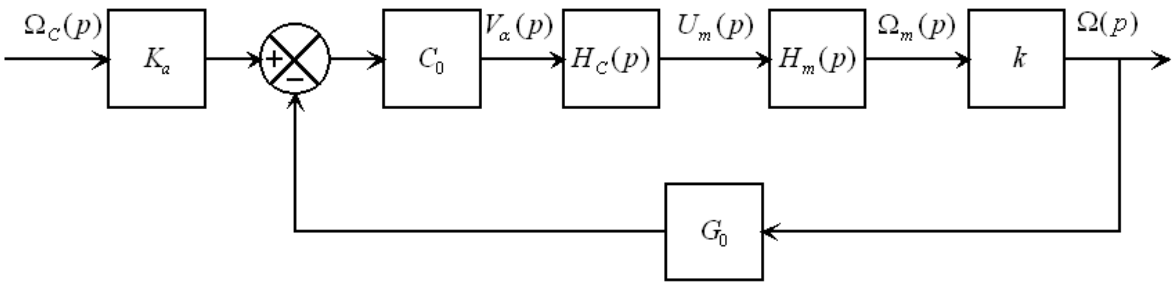
On développe $$\frac{B_0}{(1+\tau_e p)(1+\tau_{em}p)}=\frac{B_0}{\left[1+(\tau_e+\tau_{em})p+\tau_e\tau_{em}p^2\right]}$$

Il faut que $\tau_e+\tau_{em} \simeq \tau_{em}$, autrement dit $\boxed{\tau_e \ll \tau_{em}}$.

$$\tau_e=\frac{L}{R}=\frac{1,6}{0,55}=2,91\,ms,\quad \tau_{em}=\frac{JR}{K_eK_t}=\frac{0,015\times 0,55}{0,06^2}=2,29\ s \quad\Rightarrow\quad \frac{\tau_{em}}{\tau_e}\approx 788$$

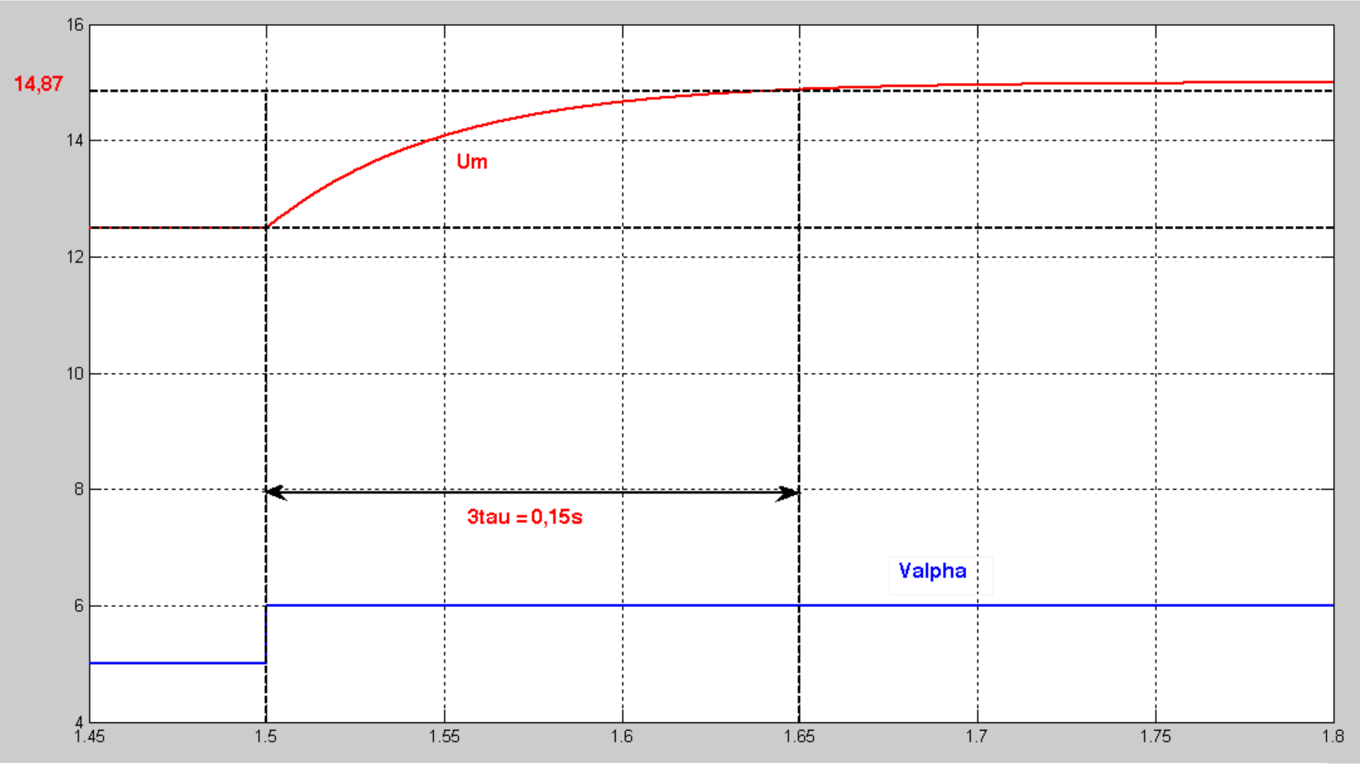
On a bien $\boxed{\tau_e \ll \tau_{em}}$, on peut donc mettre $H_m(p)$ sous la forme $H_m(p)=\frac{1/K_e}{(1+\tau_e p)(1+\tau_{em}p)}$.

**Q4**




**Q5** Il faut choisir $K_a=G_0$ de manière à obtenir $\omega=\omega_C$ quand l'erreur est nulle.

**Q6 :**




On obtient une variation de $2,5V$ pour la tension $U_m$.

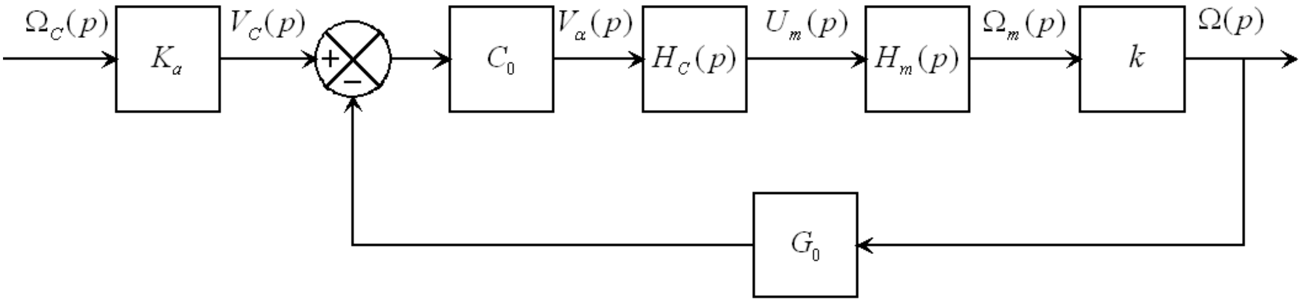
Le gain statique vaut donc $A_0 = \frac{2,5}{1} = 2,5$.

Pour le temps de réponse, on se place à $12,5 + 0,95 \times 2,5 = 14,875\,V$

On trouve un temps de $1,65\,s$.

On a donc $t_{R5\%} = 1,65 - 1,5 = 0,15\,s = 3\tau \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{\tau = 0,05\,s}$.

**Q7**




$$FTBF(p) = \frac{\Omega_m(p)}{\Omega_C(p)} = \frac{\Omega_m(p)}{V_C(p)} \times \frac{V_C(p)}{\Omega_C(p)} = \frac{C_0 H_C(p) H_m(p) k}{1 + C_0 H_C(p) H_m(p) k G_0} K_a = \frac{C_0 k K_a H_C(p) H_m(p)}{1 + C_0 G_0 k H_C(p) H_m(p)}.$$

On doit obtenir une fonction de transfert du 2nd ordre or $H_C(p)$ est une fonction du 1er ordre et $H_m(p)$ est une fonction du 2nd ordre. Pour obtenir une fonction du 2nd ordre, il faut simplifier la fonction de transfert $H_m(p)$.

$H_m(p) = \dfrac{B_0}{(1+\tau_e p)(1+\tau_{em} p)}$ avec $\tau_e \ll \tau_{em}$, on peut donc approximer $H_m(p)$ par une fonction du 1^er ordre.

$H_m(p) = \dfrac{B_0}{(1+\tau_e p)(1+\tau_{em} p)} \approx \dfrac{B_0}{(1+\tau_{em} p)}$ (on garde la constante de temps la plus grande).

$$FTBF(p) = \frac{C_0 k K_a \dfrac{A_0}{(1+\tau p)} \dfrac{B_0}{(1+\tau_{em} p)}}{1 + C_0 G_0 k \dfrac{A_0}{(1+\tau p)} \dfrac{B_0}{(1+\tau_{em} p)}} = \frac{A_0 B_0 C_0 k K_a}{A_0 B_0 C_0 G_0 k + (1+\tau p)(1+\tau_{em} p)} = \frac{A_0 B_0 C_0 k K_a}{\left[A_0 B_0 C_0 G_0 k + 1 + (\tau + \tau_{em}) p + \tau \tau_{em} p^2\right]}$$

$$FTBF(p) = \frac{\left(\dfrac{A_0 B_0 C_0 k K_a}{1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k}\right)}{\left[1 + \left(\dfrac{\tau + \tau_{em}}{1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k}\right) p + \dfrac{\tau \tau_{em}}{(1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k)} p^2\right]} = \frac{\alpha}{\left[1 + \dfrac{2\xi}{\omega_0} p + \left(\dfrac{p}{\omega_0}\right)^2\right]}$$

Par identification $\alpha = \left(\dfrac{A_0 B_0 C_0 k K_a}{1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k}\right)$, $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k}{\tau \tau_{em}}}$

$$\frac{2\xi}{\omega_0} = \left(\frac{\tau + \tau_{em}}{1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k}\right) \Leftrightarrow \xi = \frac{1}{2} \frac{(\tau + \tau_{em})}{\sqrt{(1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k) \tau \tau_{em}}}$$

**Q8**

$$1 = \frac{1}{2} \frac{(\tau + \tau_{em})}{\sqrt{(1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k) \tau \tau_{em}}} \Leftrightarrow \frac{4(1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k) \tau \tau_{em}}{(\tau + \tau_{em})^2} = 1 \Leftrightarrow C_0 = \frac{1}{A_0 B_0 G_0 k} \left[\frac{(\tau + \tau_{em})^2}{4 \tau \tau_{em}} - 1\right]$$

$$\boxed{C_0 = \frac{1}{A_0 B_0 G_0 k} \left[\frac{(\tau - \tau_{em})^2}{4 \tau \tau_{em}}\right]}$$

AN. $C_0 = \dfrac{1}{2,5 \times 16,7 \times 1 \times \dfrac{1}{55}} \left[\dfrac{(0,05 - 2,3)^2}{4 \times 0,05 \times 2,3}\right] = 14,5$

**Q9** $t_{R5\%} . \omega_0 = 5$.

$$\boxed{t_{5R\%} = 5 \sqrt{\frac{\tau \tau_{em}}{1 + A_0 B_0 C_0 G_0 k}}}$$

AN. $t_{5R\%} = 5 \sqrt{\dfrac{0,05 \times 2,3}{1 + 2,5 \times 16,7 \times 14.4982 \times \dfrac{1}{55}}} = 0,49\ s \leq 0,5\ s$.

Le cahier des charges est bien respecté concernant le temps de réponse.