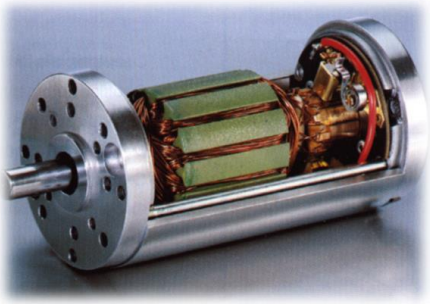
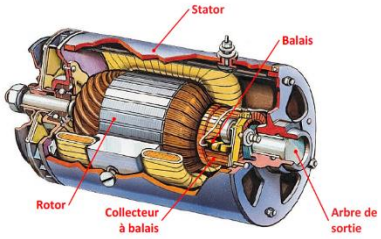
Exercice 7 des exos modélisation SLCI



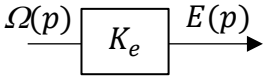
Constitution d'une MCC

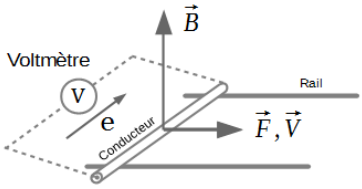
La machine à courant continu comporte les parties principales suivantes.

- **Stator** : partie fixe qui aura le rôle d'inducteur.
- **Rotor** : partie mobile qui aura le rôle d'induit.
- **Collecteur** : liaison rotor - éléments extérieurs à la machine.
- **Entrefer** : nom donné à la zone située entre le rotor et le stator.

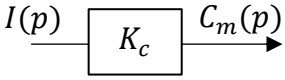


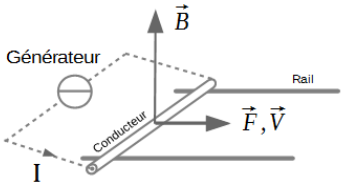
Q1 : $e(t) = K_e\ \omega(t) \rightarrow \quad E(p) = K_e\ \Omega(p)$



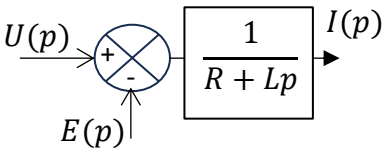


$C_m(t) = K_c\ i(t) \quad \rightarrow \quad C_m(p) = K_c\ I(p)$

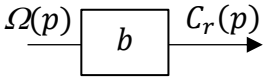




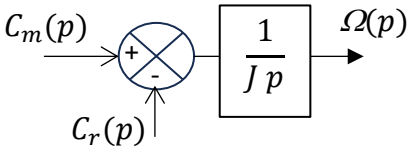
$u(t) - e(t) = R\ i(t) + L\frac{di(t)}{dt} \rightarrow U(p) - E(p) = R\ I(p) + L\ p\ I(p)$



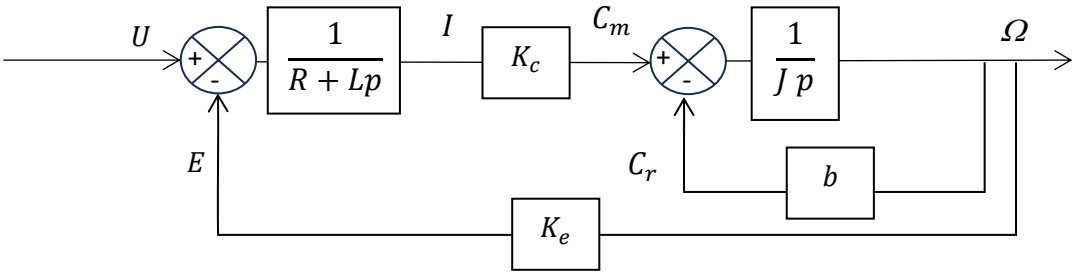
$C_r(t) = b\ \omega(t) \quad \rightarrow \quad C_r(p) = b\ \Omega(p)$



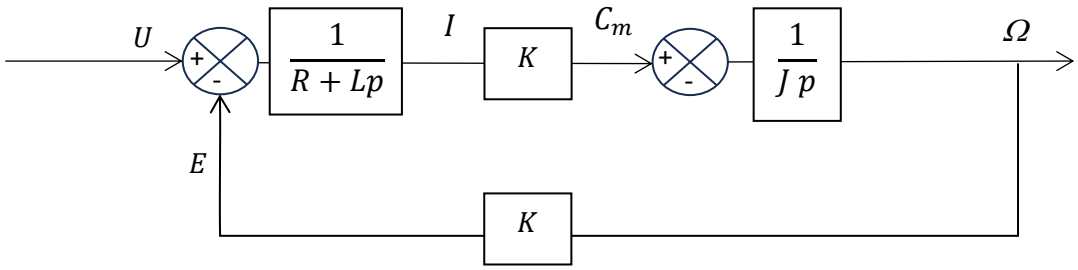
$C_m(t) - C_r(t) = J\frac{d\omega(t)}{dt} \quad \rightarrow \quad C_m(p) - C_r(p) = J\ p\ \Omega(p)$



Q2 :



Simplification : $b = 0$ et $K_c = K_e = K$: le schéma bloc devient



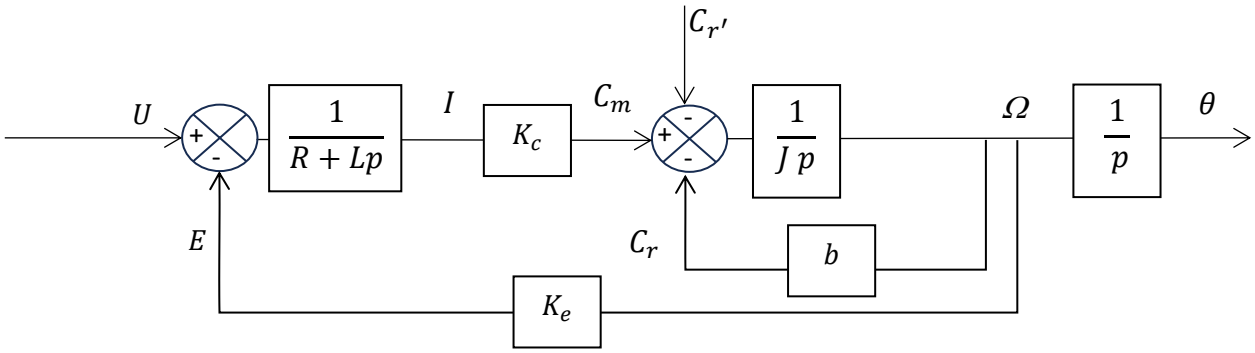
Q3 : $H_1(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)} = \frac{\frac{1}{R+Lp}\frac{K}{Jp}}{1+\frac{1}{R+Lp}\frac{K^2}{Jp}} = \frac{K}{RJp+LJp^2+K^2} = \frac{1/K}{\frac{RJ}{K^2}p+\frac{LJ}{K^2}p^2+1}$ ordre 2 classe 0

$(1 + T_m p)(1 + T_e p) = 1 + (T_m + T_e)p + T_m T_e p^2 \approx 1 + T_m p + T_m T_e p^2$ si $T_m \gg T_e$

or : $1 + T_m p + T_m T_e p^2 = \frac{RJ}{K^2}p + \frac{LJ}{K^2}p^2 + 1$

donc $H_1(p) \approx \frac{1/K}{\left(1+\frac{RJ}{K^2}p\right)\left(1+\frac{L}{R}p\right)}$ modèle simplifié souvent utilisé. On ira même assez souvent jusqu'à écrire : $H_1(p) \approx \frac{1/K}{\left(1+\frac{RJ}{K^2}p\right)}$ pour des applications demandant assez peu de précision dans le modèle.

Q4 : Les perturbations, couple résistant vu par le moteur, interviennent dans l'équation du PFD. Elle devient : $C_m(t) - C_r(t) - C_{r'}(t) = J\frac{d\omega(t)}{dt}$. Le schéma bloc devient donc en s'intéressant à l'angle du moteur en sortie et en oubliant la simplification précédente.



$$\theta(p) = H_u(p)U(p) + H_{r'}(p)\, C_{r'}(p)$$

- $H_u(p) = \left.\frac{\theta(p)}{U(p)}\right|_{C_{r'}(p)=0} = ?$

Boucle interne : $\frac{\Omega(p)}{C_m(p)} = \frac{\frac{1}{Jp}}{1+\frac{b}{Jp}} = \frac{1}{Jp+b}$

D'où $H_u(p) = \frac{1}{p}\frac{\frac{K_c}{R+Lp}\frac{1}{Jp+b}}{1+\frac{K_c}{R+Lp}\frac{K_e}{Jp+b}} = \frac{1}{p}\frac{K_c}{Rb+K_cK_e+(Lb+RJ)p+LJp^2}$

$$H_u(p) = \frac{K_c}{Rb + K_c K_e} \frac{1}{p\left(1 + \frac{Lb + RJ}{Rb + K_c K_e} p + \frac{LJ}{Rb + K_c K_e} p^2\right)}$$

Ordre 2 classe 1

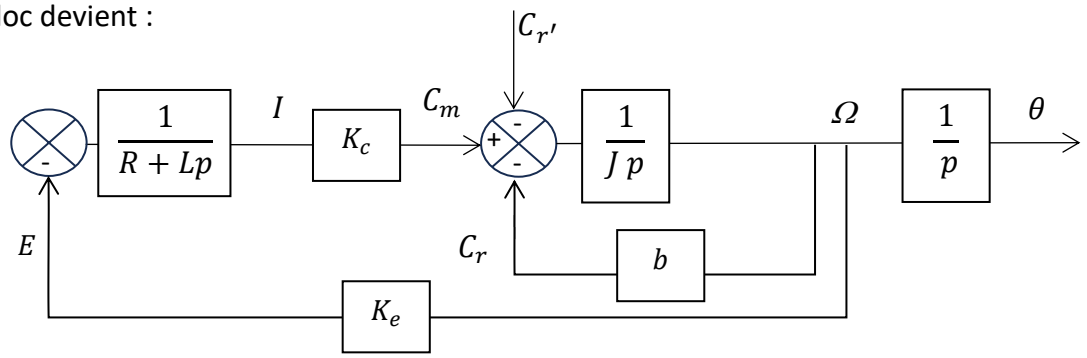
Gain $\frac{K_c}{Rb+K_c K_e}$

pulsation propre $\omega_0 = \sqrt{\frac{Rb+K_c K_e}{LJ}}$

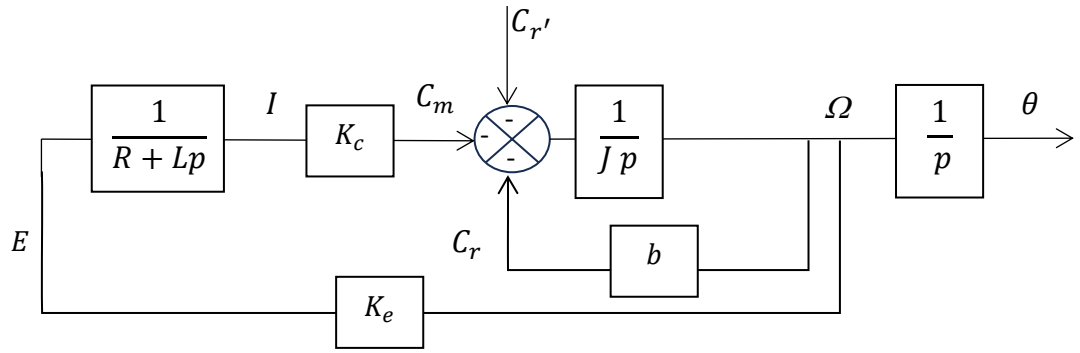
coeff amort $\xi = \frac{1}{2}\frac{Lb+RJ}{\sqrt{(Rb+K_c K_e)LJ}}$

- $H_{r'}(p) = \left.\frac{\theta(p)}{C_{r'}(p)}\right|_{U(p)=0} = ?$

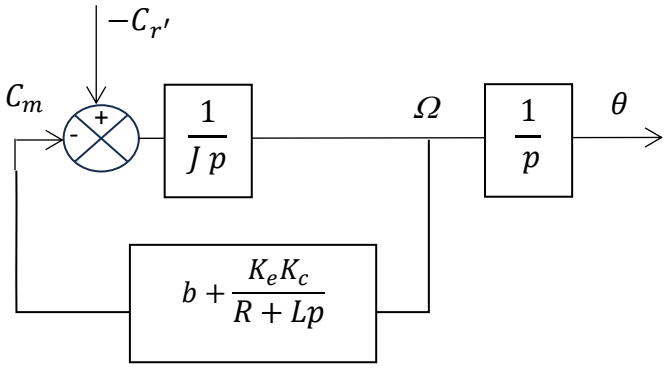
Le schéma bloc devient :



Soit :



Donc :



$$H_{r'}(p) = \left.\frac{\theta(p)}{C_{r'}(p)}\right|_{U(p)=0} = -\frac{1}{p}\frac{\frac{1}{Jp}}{1 + \frac{1}{Jp}\left(b + \frac{K_e K_c}{R+Lp}\right)} = -\frac{1}{p}\frac{R+Lp}{(RJ+Lb)p + LJp^2 + Rb + K_e K_c}$$

$$H_{r'}(p) = -\frac{R}{Rb + K_e K_c} \frac{1 + \frac{L}{R}p}{p\left(1 + \frac{Lb + RJ}{Rb + K_c K_e} p + \frac{LJ}{Rb + K_c K_e} p^2\right)}$$

Ordre 2 classe 1

gain $-\frac{R}{Rb+K_e K_c}$

ω_0 et ξ identiques