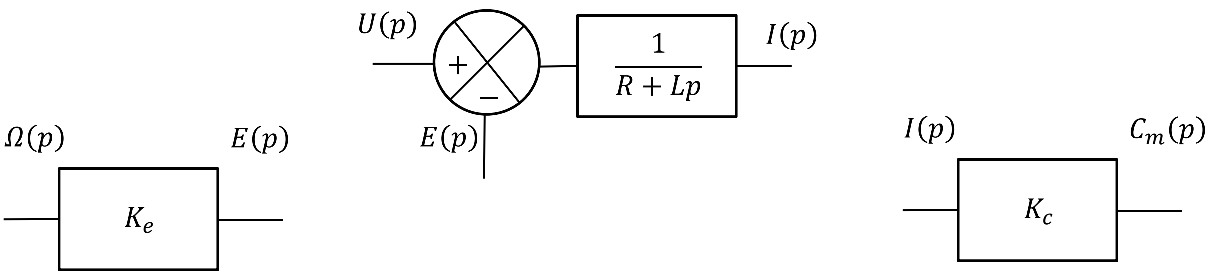
Exercice 1: Moteur à courant continu – MCC

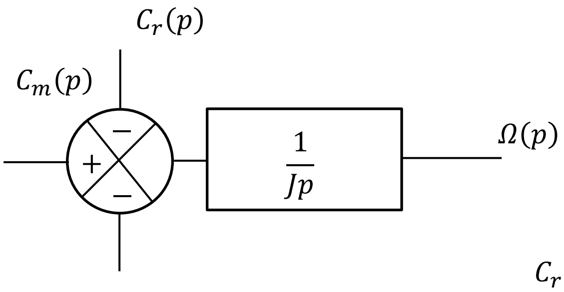
Question 1: Traduire ces équations dans le domaine de Laplace.

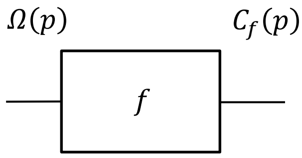
(1)	$U(p) = E(p) + RI(p) + LpI(p)$
(2)	$E(p) = K_e\Omega(p)$
(3)	$C_m(p) = K_cI(p)$
(4)	$Cf(p) = f\Omega(p)$
(5)	$C_m(p) - C_f(p) - C_r(p) = Jp\Omega(p)$

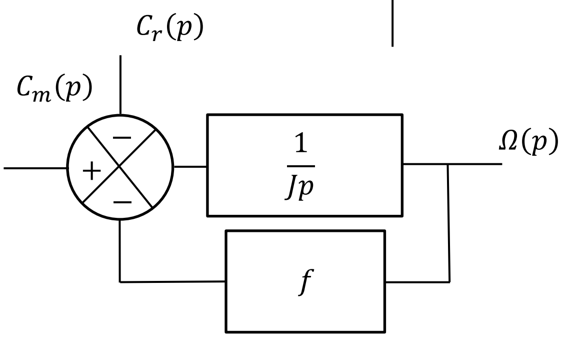
Question 2: Représenter les équations (1) (2) (3) $(4+5)$ par 4 schémas bloc.

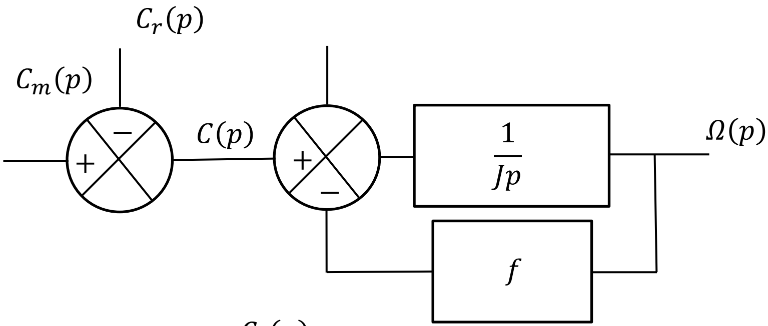


Equations (4+5) - Méthode 1 : Association de blocs et FTBF

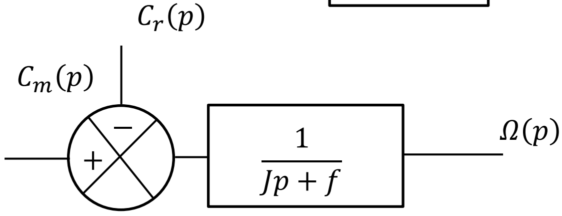








$$\frac{C(p)}{\Omega(p)} = \frac{\frac{1}{Jp}}{1+\frac{f}{Jp}} = \frac{1}{Jp+f}$$



Equations (4+5) - Méthode 2 : Travail sur les équations

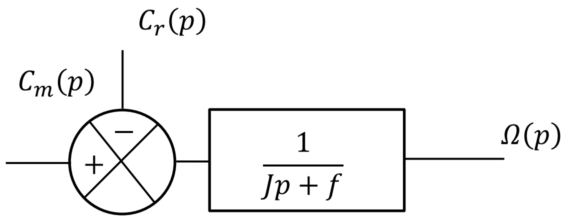
$$Cf(p) = f\Omega(p)$$

$$C_m(p) - C_f(p) - C_r(p) = Jp\Omega(p)$$

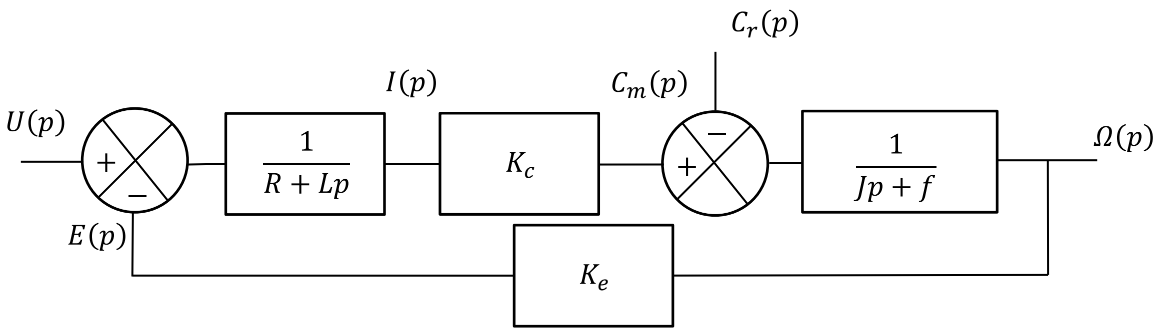
$$C_m(p) - f\Omega(p) - C_r(p) = Jp\Omega(p)$$

$$C_m(p) - C_r(p) = (Jp + f)\Omega(p)$$

$$\Omega(p) = \frac{1}{Jp + f}[C_m(p) - C_r(p)]$$



Question 3: Déterminer le schéma bloc du système en réfléchissant à ce que sont les variables d'entrée et de sortie du moteur, à placer en premier.



Question 4: Dans le cas où Cr est nul, déterminer la fonction de transfert $H(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)}$ du système.

$$H(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)}$$

$$H(p) = \frac{Chaine\ Directe}{1 + FTBO} = \frac{\frac{k_c}{(R + Lp)(f + Jp)}}{1 + \frac{k_e k_c}{(R + Lp)(f + Jp)}} = \frac{\frac{1}{k_e}}{1 + \frac{Rf}{k_e k_c} + \frac{RJ + Lf}{k_e k_c}p + \frac{LJ}{k_e k_c}p^2}$$

$$H(p) = \frac{\frac{k_c}{k_e k_c + Rf}}{1 + \frac{RJ + Lf}{k_e k_c + Rf} p + \frac{LJ}{k_e k_c + Rf} p^2}$$

Question 5: Préciser l'ordre du moteur à courant continu étudié.

Ordre 2

Question 6: Préciser l'influence qu'ont ces hypothèses sur l'ordre du moteur.

Négliger L :

$$H(p) = \frac{\frac{k_c}{k_e k_c + Rf}}{1 + \frac{RJ}{k_e k_c + Rf} p}$$

1° ordre

Négliger f :

$$H(p) = \frac{\frac{1}{k_e}}{1 + \frac{RJ}{k_e k_c} p + \frac{LJ}{k_e k_c} p^2}$$

2° ordre plus simple.

Question 7: Peut-on encore exprimer le rapport $\frac{\Omega(p)}{U(p)}$ sous la forme d'une fonction de transfert ?

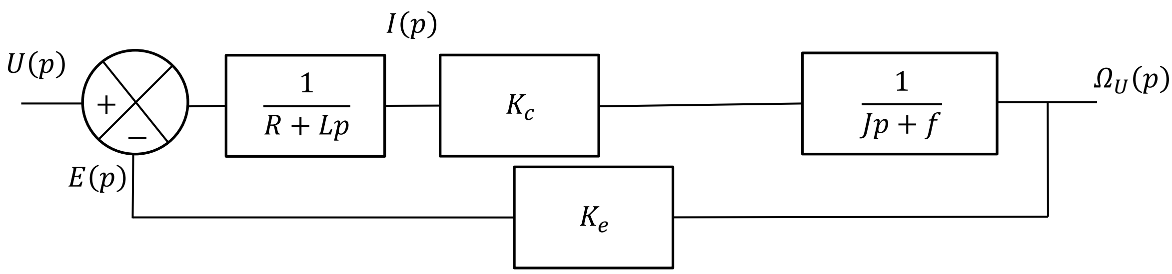
Non, ce n'est pas possible. Par contre, on peut exprimer $S(p)$ en fonction de l'entrée.

Question 8: Donner l'expression de $\Omega(p)$ en fonction de $U(p)$ et $Cr(p)$.

Utilisons le théorème de superposition :

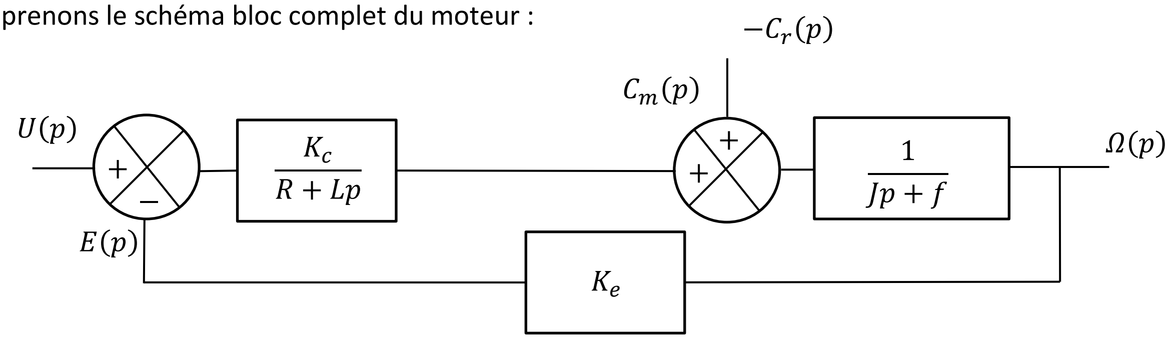
$$\Omega(p) = \Omega_U(p) + \Omega_{Cr}(p) = H(p)U(p) + H_c(p)C_r(p)$$

Supposons $C_r = 0$



$$\Omega_U(p) = H(p)U(p)$$

Reprenons le schéma bloc complet du moteur :



Pour calculer $H_c(p)$

$$\Omega_{Cr}(p) = H_c(p) C_r(p)$$

Soit on reprend la formule du cours par cœur

$$H_c(p) = \frac{\Omega_{Cr}(p)}{-C_r(p)} = -\frac{\Omega_{Cr}(p)}{C_r(p)} = -\frac{\frac{1}{Jp+f}}{1+\frac{K_e K_c}{(R+Lp)(Jp+f)}}$$

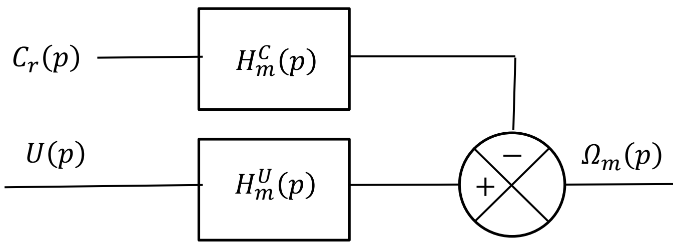
$$H_c(p) = -\frac{1}{Jp+f+\frac{K_e K_c}{R+Lp}}$$

$$H_c(p) = -\frac{R+Lp}{(R+Lp)(Jp+f)+K_e K_c}$$

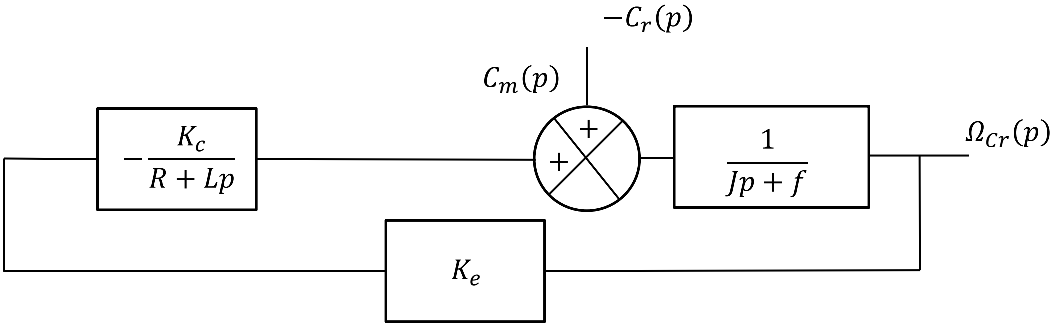
$$H_c(p) = -\frac{R+Lp}{(R+Lp)(Jp+f)+K_e K_c}$$

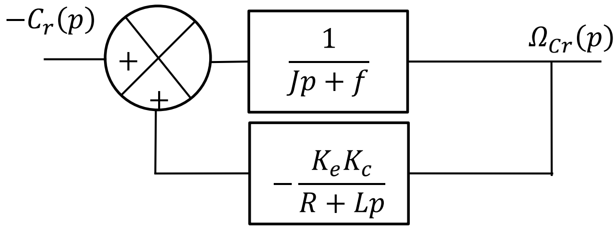
$$H_c(p) = -\frac{\frac{R+Lp}{k_e k_c + Rf}}{1+\frac{RJ+Lf}{k_e k_c + Rf}p+\frac{LJ}{k_e k_c + Rf}p^2}$$

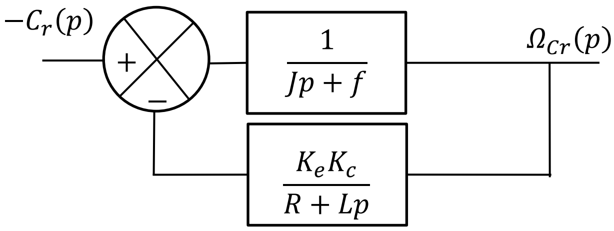
Question 9: Compléter le schéma bloc suivant, équivalent au schéma bloc du moteur



Soit on effectue le calcule en supposant $U = 0$ et en utilisant le schéma bloc :







$$H_c(p) = \frac{\Omega_{Cr}(p)}{-C_r(p)} = -\frac{\Omega_{Cr}(p)}{C_r(p)} = -\frac{\frac{1}{Jp+f}}{1 + \frac{K_eK_c}{R+Lp}\frac{1}{Jp+f}}$$

$$H_c(p) = -\frac{1}{Jp + f + \frac{K_eK_c}{R+Lp}}$$

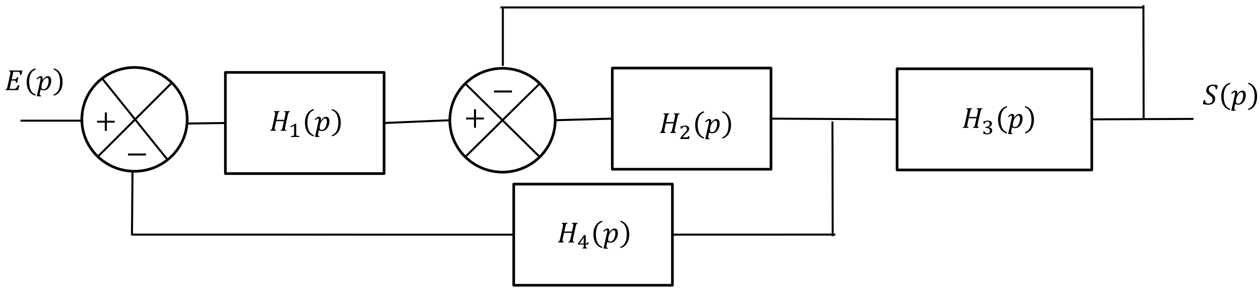
$$H_c(p) = -\frac{R+Lp}{(R+Lp)(Jp+f) + K_eK_c}$$

$$H_c(p) = -\frac{R+Lp}{(R+Lp)(Jp+f) + K_eK_c}$$

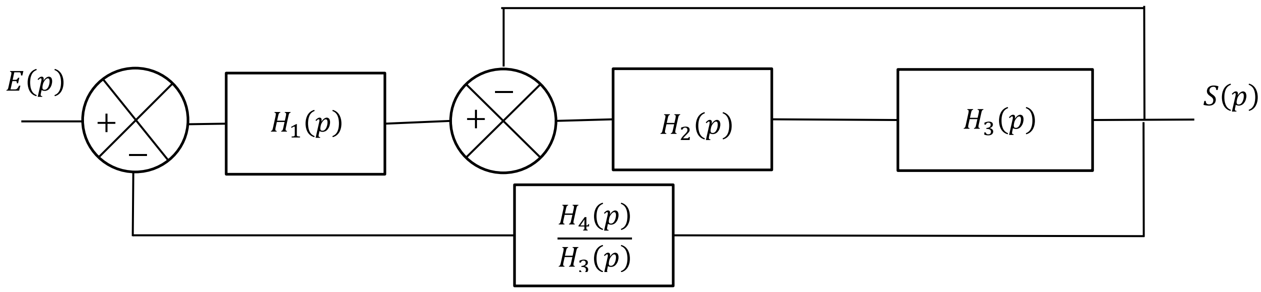
$$H_c(p) = -\frac{\frac{R+Lp}{k_ek_c+Rf}}{1 + \frac{RJ+Lf}{k_ek_c+Rf}p + \frac{LJ}{k_ek_c+Rf}p^2}$$

$$\Omega(p) = H(p)U(p) + H_c(p)C_r(p)$$

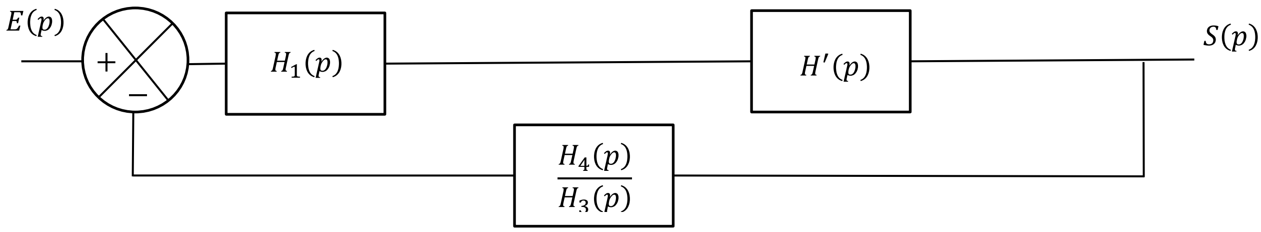
Exercice 2: Manipulation de schémas blocs



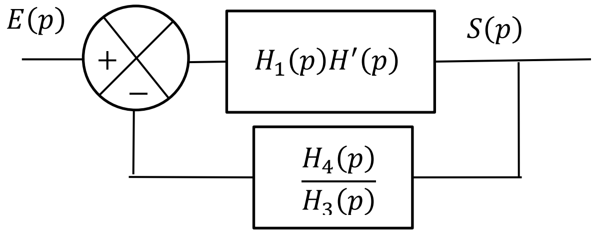
Question 1: Proposer une manipulation du schéma bloc dans le but de faire apparaître des boucles fermées « classiques »



Question 2: Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$ du système complet



$$H'(p) = \frac{H_2(p)H_3(p)}{1 + H_2(p)H_3(p)}$$



$$H(p) = \frac{H_1(p)H'(p)}{1 + \frac{H_1(p)H'(p)H_4(p)}{H_3(p)}} = \frac{H_1(p)H_3(p)H'(p)}{H_3(p) + H_1(p)H'(p)H_4(p)}$$

$$H(p) = \frac{H_1(p)H_3(p)\dfrac{H_2(p)H_3(p)}{1 + H_2(p)H_3(p)}}{H_3(p) + H_1(p)\dfrac{H_2(p)H_3(p)}{1 + H_2(p)H_3(p)}H_4(p)}$$

$$H(p) = \frac{H_1(p)H_3(p)H_2(p)H_3(p)}{H_3(p)\big(1 + H_2(p)H_3(p)\big) + H_1(p)H_2(p)H_3(p)H_4(p)}$$

$$H(p) = \frac{H_1(p)H_3(p)H_2(p)H_3(p)}{H_3(p) + H_2(p)H_3(p)H_3(p) + H_1(p)H_2(p)H_3(p)H_4(p)}$$

$$H(p) = \frac{H_1(p)H_2(p)H_3(p)}{1 + H_2(p)H_3(p) + H_1(p)H_2(p)H_4(p)}$$