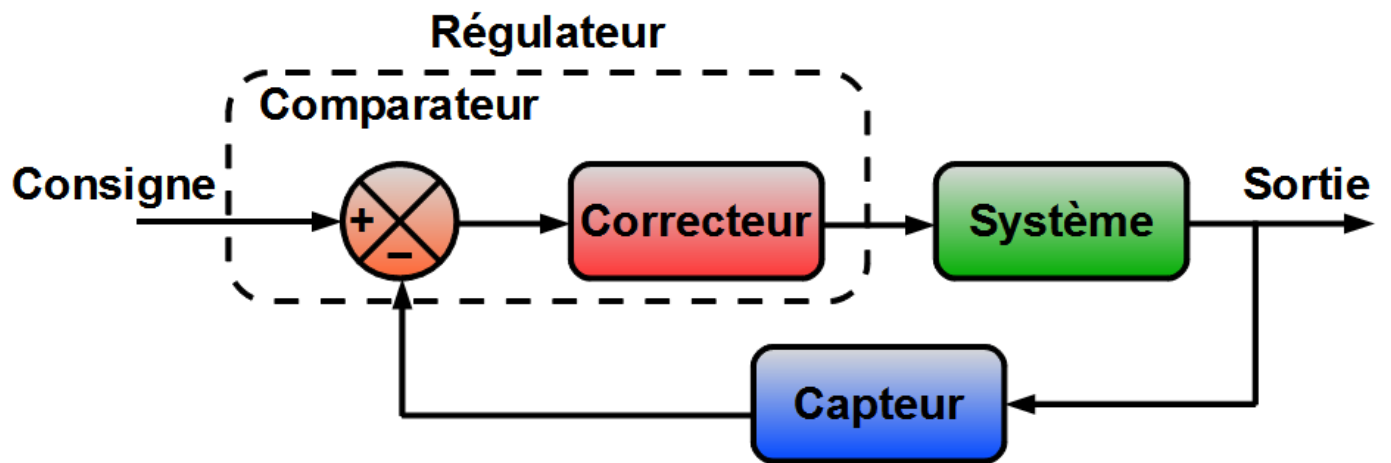


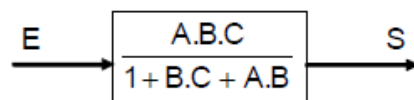
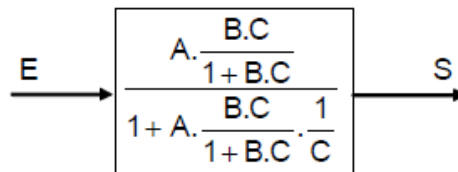
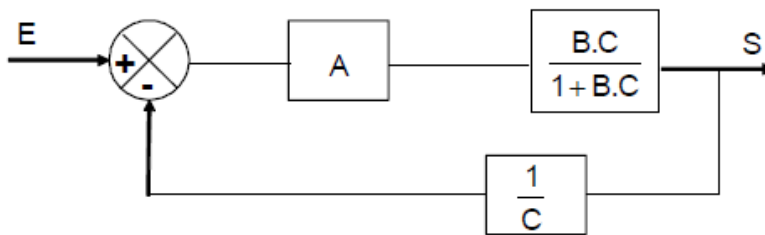
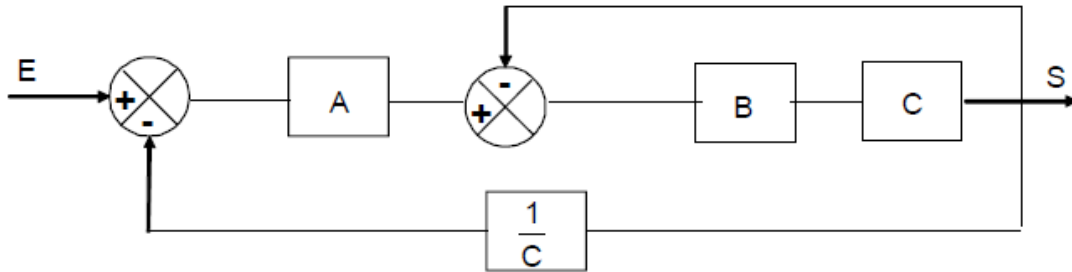
COLLE PERIODE 1 : SLCI

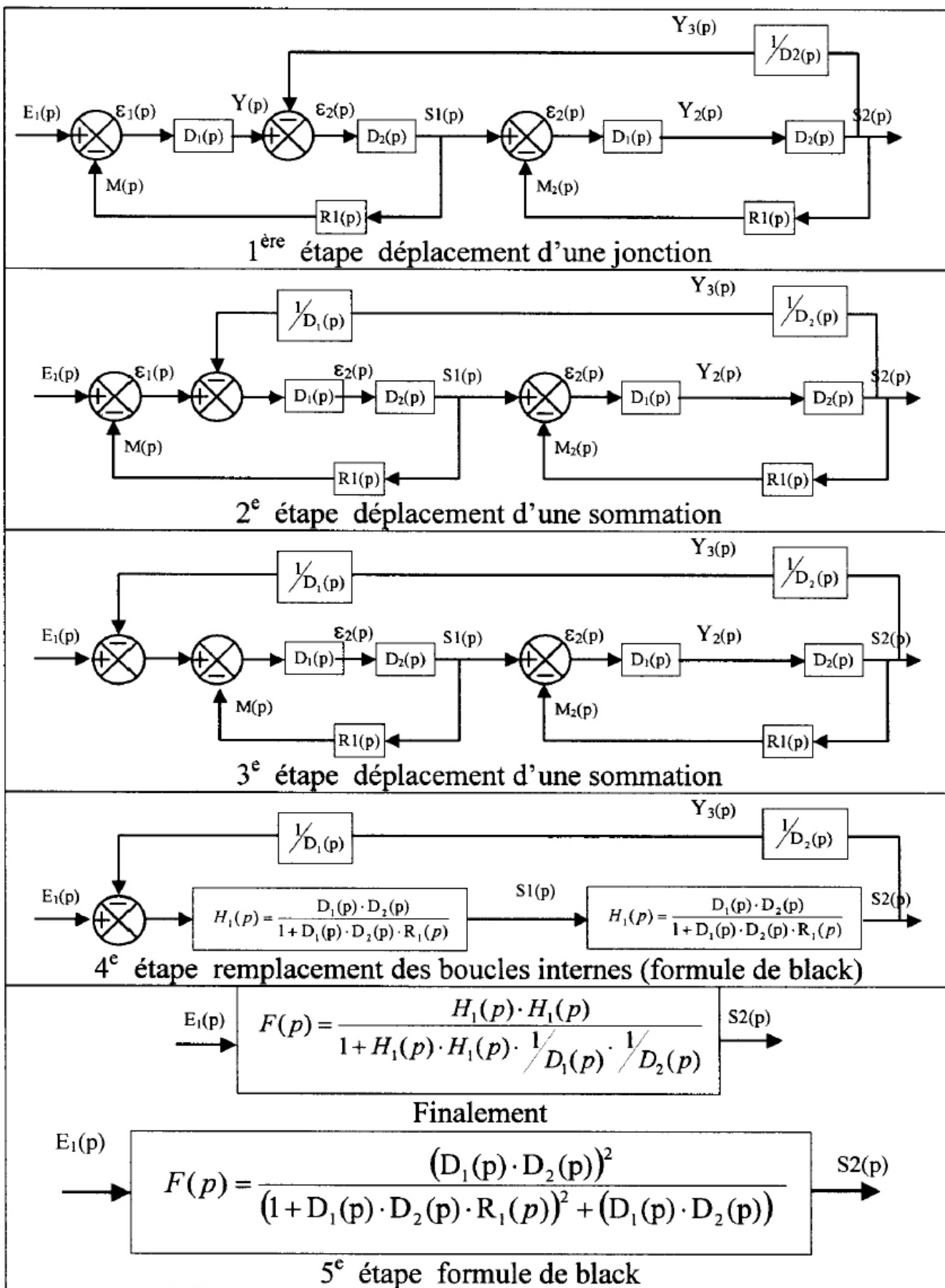


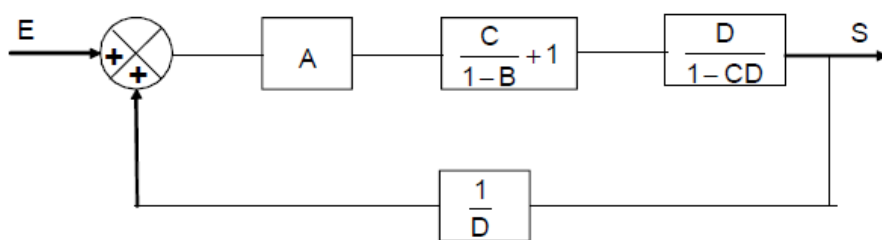
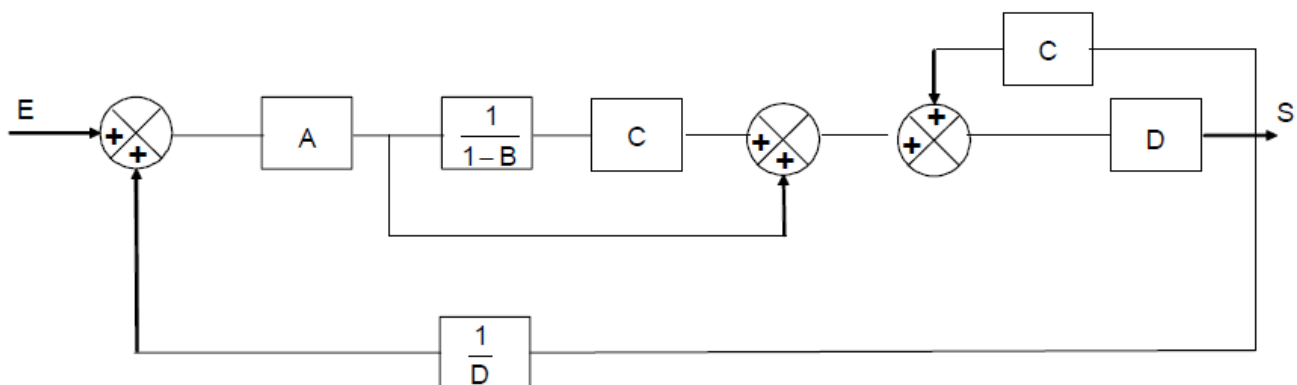
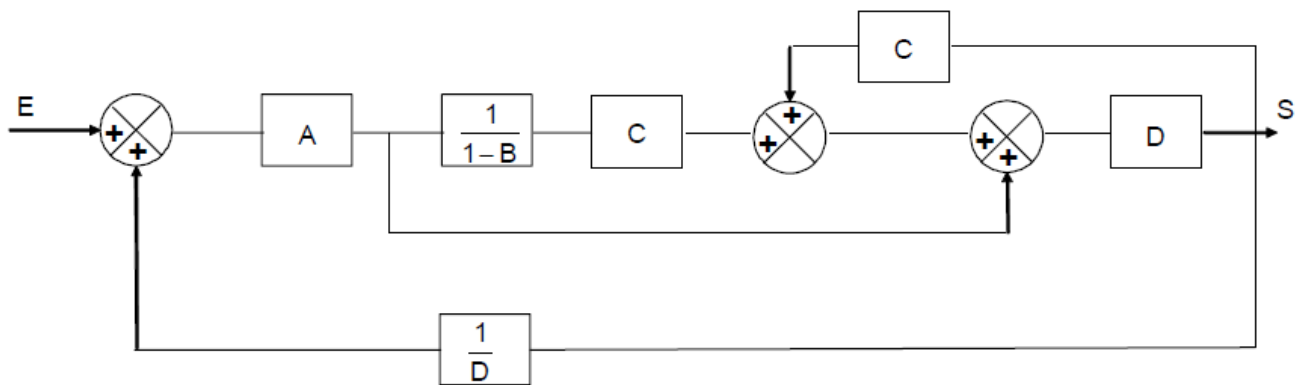
CORRIGE

Activité 2 : Manipulation de schéma blocs

Exercice1 :

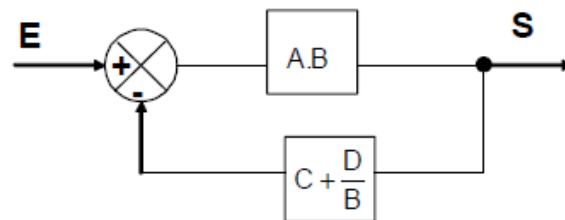
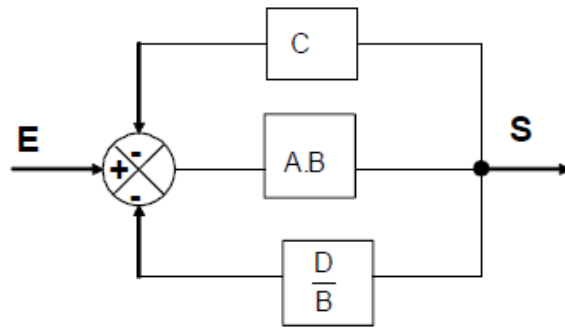






$$E \rightarrow \frac{\frac{A(C+1-B)D}{(1-B)(1-CD)}}{1 - \frac{A(C+1-B)D}{(1-B)(1-CD)} \cdot \frac{1}{D}} \rightarrow S$$

$$E \rightarrow \frac{A(C+1-B)D}{(1-B)(1-CD) - A(C+1-B)} \rightarrow S$$

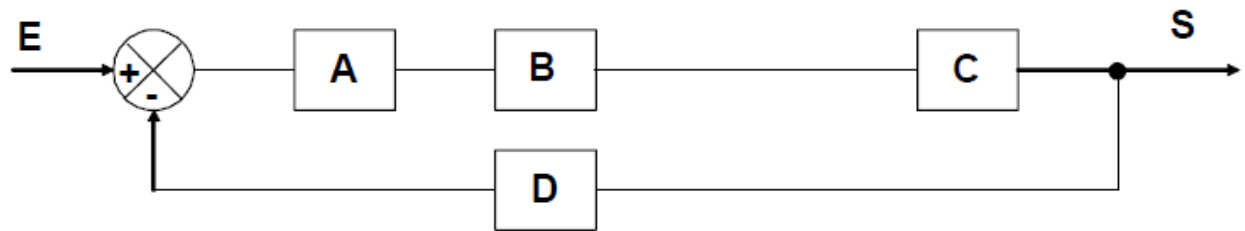


$$\text{Donc } H_1 = \frac{S}{E} = \frac{A.B}{1 + A.B.(C + \frac{D}{B})} = \frac{A.B}{1 + A.B.C + A.D}$$

Pour $H_2(p)$, il suffit de regarder le schéma donné dans le sujet et s'apercevoir que $S = B.\Omega$

$$\text{et donc } H_2 = \frac{\Omega}{E} = \frac{\frac{S}{B}}{E} = \frac{1}{B} \cdot \frac{S}{E} = \frac{1}{B} \cdot H_1 = \frac{A}{1 + A.B.C + A.D}$$

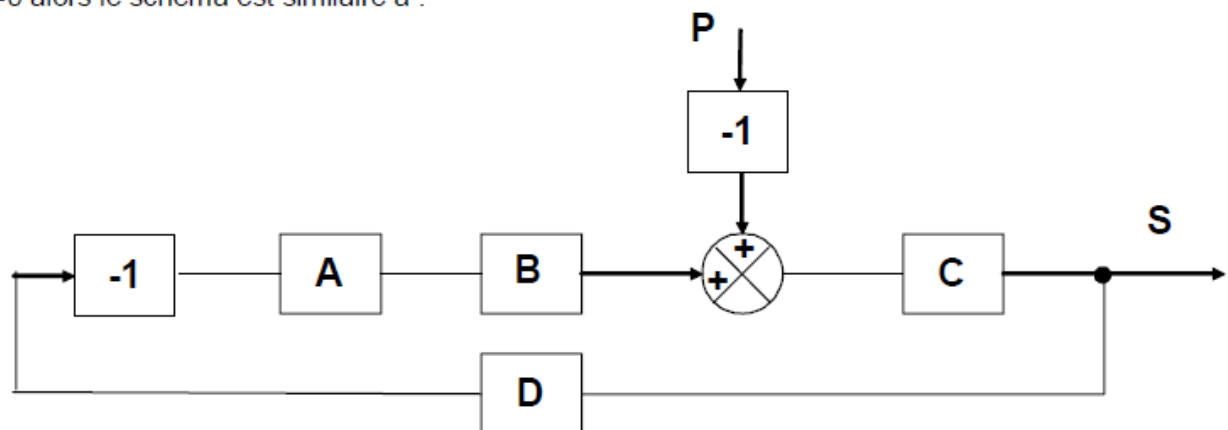
Si $P=0$ alors le schéma est similaire à :



$$\text{Donc } H_1(p) = \left. \frac{S(p)}{E(p)} \right|_{P=0} = \frac{A.B.C}{1 + A.B.C.D}$$

Ainsi si $P=0$ alors $S(p) = H_1(p).E(p)$

Si $E=0$ alors le schéma est similaire à :



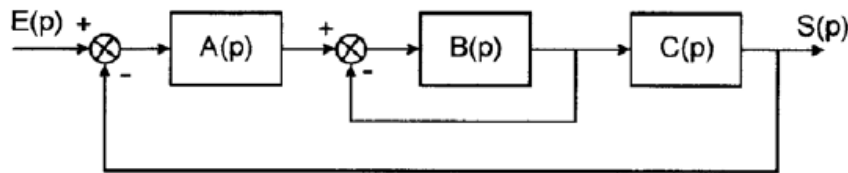
$$\text{Donc } H_2(p) = \left. \frac{S(p)}{P(p)} \right|_{E=0} = (-1) \cdot \frac{C}{1 - C.D.(-1).A.B} = \frac{-C}{1 + A.B.C.D.}$$

Ainsi si $E=0$ alors $S(p) = H_2(p).P(p)$

Si les 2 entrées sont présentes, le théorème de superposition nous donne :

$$S(p) = H_1(p).E(p) + H_2(p).P(p)$$

1) En supposant $P(p) = 0$,

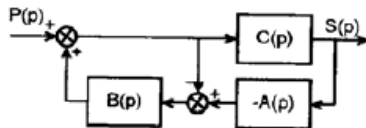


$$\frac{S(p)}{E(p)} = \frac{A(p) \cdot \frac{B(p)}{1+B(p)} \cdot C(p)}{1 + A(p) \cdot \frac{B(p)}{1+B(p)} \cdot C(p)}$$

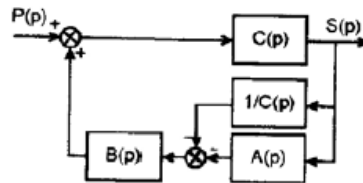
$$= \frac{A(p) \cdot B(p) \cdot C(p)}{1 + B(p) + A(p) \cdot B(p) \cdot C(p)}$$

En supposant $E(p) = 0$,

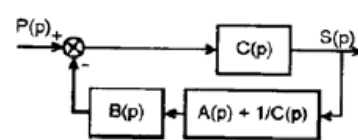
On peut « redresser » le schéma-bloc



Puis, déplacer un point de prélèvement



Et grouper les deux blocs disposés en parallèle



$$\frac{S(p)}{P(p)} = \frac{C(p)}{1 + \left(A(p) + \frac{1}{C(p)} \right) \cdot B(p) \cdot C(p)} = \frac{C(p)}{1 + B(p) + A(p) \cdot B(p) \cdot C(p)}$$

Par le principe de superposition : $S(p) = \frac{A(p) \cdot B(p) \cdot C(p) \cdot E(p) + C(p) \cdot P(p)}{1 + B(p) + A(p) \cdot B(p) \cdot C(p)}$

Exercice4 :

Modélisation.

Question 1 : Quelle doit être la fonction de transfert $T(p)$ du transducteur qui traduira l'accélération de consigne $\gamma_c(t)$ en tension de consigne $e(t)$.

$$\varepsilon(p) = E(p) - E_{mes}(p) = T(p)\Gamma_c(p) - S\Gamma(p)$$

Pour que $\varepsilon(p)$ soit l'image de l'erreur $Er(p) = \Gamma_c(p) - \Gamma(p)$ à un coefficient près, il faut que $T(p) = S$

$$\text{Ainsi } \varepsilon(p) = S(\Gamma_c(p) - \Gamma(p))$$

Première étude : Système asservi sans correction $C(p) = 1$.

Question 2 : Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée de ce système. Identifier les différents paramètres de cette fonction. Faire l'application numérique.

$$H(p) = S \cdot \frac{\frac{A}{1+\tau p}}{1 + S \cdot \frac{A}{1+\tau p}} = \frac{S.A}{1+\tau p + S.A} = \frac{S.A}{1 + S.A + \tau p} = \frac{S.A}{1 + S.A} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\tau}{1+S.A} p} \Rightarrow \begin{cases} K1 = \frac{S.A}{1+S.A} \\ \tau1 = \frac{\tau}{1+S.A} \end{cases} \Rightarrow \text{AN : } \begin{cases} K1 = 0,5 \\ \tau1 = 0,1 \text{ s} \end{cases}$$

Question 3 : Calculer le temps de réponse à 5 % de ce système à une entrée en échelon. Conclure par rapport au système initial (= sans être asservi).

$$tr_{5\% \text{ syst. asservi}} \approx 3.\tau1 = 0,3 \text{ s} < 0,6 \text{ s} = 3.\tau \approx tr_{5\% \text{ syst. initial}}$$

Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, le système bouclé est plus rapide que le système non bouclé.

Question 4 : Donner la valeur de l'accélération en régime permanent.

Ce système est-il précis ? Sinon, donner l'erreur statique. Conclure.

$$\gamma(+\infty) = K1.\gamma_c = 0,5.20g = 10g$$

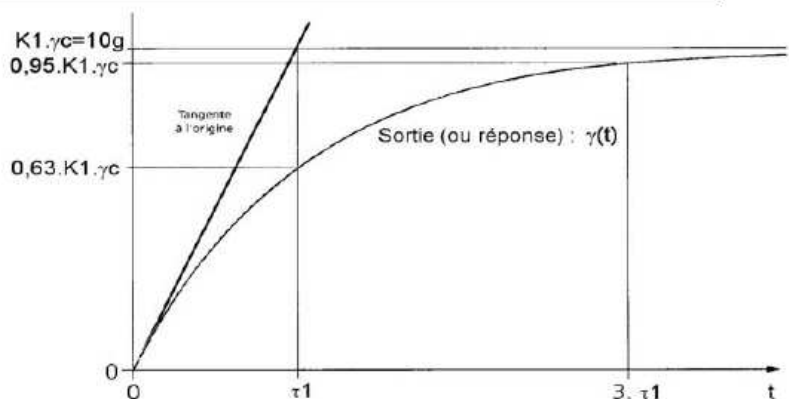
Le système n'est pas précis. On désirait 20g et on a 10g. On le savait car $K1 \neq 1$

L'erreur vaut $Er(t) = \gamma_c(t) - \gamma(t)$.

L'erreur statique qui est la valeur de l'erreur en régime permanent vaut $Er(+\infty) = \gamma_c(+\infty) - \gamma(+\infty) = 10g$.

Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, le système bouclé n'est pas précis tant que l'on ne met pas un correcteur adéquat...

Question 5 : Donner l'allure de la réponse $s(t)$ de ce système en précisant les points caractéristiques.



Deuxième étude : Système asservi avec un correcteur intégral $C(p) = 1/p$.

Question 6 : Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée de ce système. Identifier les différents paramètres de cette fonction. Faire l'application numérique.

$$H(p) = S \cdot \frac{\frac{1}{p} \cdot \frac{A}{1+\tau p}}{1 + S \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{A}{1+\tau p}} = \frac{S \cdot A}{p \cdot (1+\tau p) + S \cdot A} = \frac{1}{1 + \frac{1}{S \cdot A} \cdot p + \frac{\tau}{S \cdot A} \cdot p^2} \Rightarrow \begin{cases} K_2 = 1 \\ \omega_0 = \sqrt{\frac{S \cdot A}{\tau}} \\ z = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{S \cdot A}{\tau}} \cdot \frac{1}{S \cdot A} = \frac{1}{2\sqrt{\tau S \cdot A}} \end{cases} \Rightarrow \text{AN : } \begin{cases} K_2 = 1 \\ \omega_0 = 2,24 \text{ rd/s} \\ z = 1,12 \end{cases}$$

Question 7 : Calculer le temps de réponse à 5 % de ce système à une entrée en échelon. Conclure par rapport au système asservi précédent (système en boucle fermée).

Selon l'abaque du cours $z = 1,12 \Rightarrow \text{tr}5\% \cdot \omega_0 \cong 6 \Rightarrow \text{tr}5\% \cong \frac{6}{\omega_0} = 2,68 \text{ s}$

Rajouter dans la chaîne directe un intégrateur $\frac{1}{p}$ a diminué la rapidité du système.

Question 8 : Donner la valeur de l'accélération en régime permanent. Ce système est-il précis ? Sinon, donner l'erreur statique. Conclure.

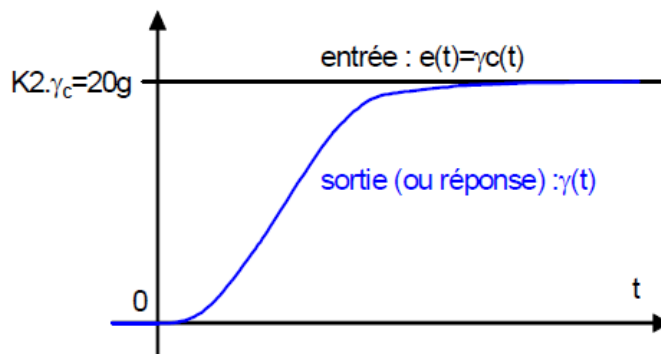
$$\gamma(+\infty) = K_2 \cdot \gamma_c = 1 \cdot 20g = 20g$$

Le système est précis. On désirait 20g et on a 20g. On le savait car $K_2 = 1$

L'erreur statique qui est la valeur de l'erreur en régime permanent vaut $Er(+\infty) = \gamma_c(+\infty) - \gamma(+\infty) = 0$.

Rajouter dans la chaîne directe un intégrateur $\frac{1}{p}$ a rendu le système précis.

Question 9 : Donner l'allure de la réponse $s(t)$ de ce système en précisant les points caractéristiques.



Bilan.

Question 10 : Conclure sur les 3 cas (systèmes initial, asservi sans correction, asservi avec correction).

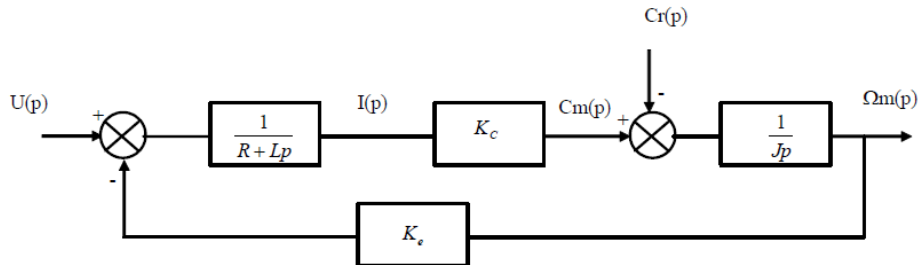
Un système asservi n'est pas nécessairement mieux qu'un système non asservi. En effet tout dépend du correcteur choisi.

Dans notre cas, celui-ci a amélioré la précision mais diminué la rapidité. En choisissant un autre type de correcteur, nous aurions pu obtenir l'effet inverse. C'est l'éternel problème en asservissement entre précision-rapidité mais aussi stabilité que nous n'avons pas étudié encore...

Exercice5:

Question 1 :

Compléter le schéma bloc suivant :



Question 2 :

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $F_1(p)$ et $F_2(p)$ tels que :
 $\Omega_m(p) = F_1(p)U(p) - F_2(p)C_r(p)$.

$$F_1(p) = \frac{1/K_e}{1 + \frac{RJ}{K_e K_c} p + \frac{LJ}{K_e K_c} p^2} ; F_2(p) = \frac{R}{K_e K_c} \frac{1 + \frac{L}{R} p}{1 + \frac{RJ}{K_e K_c} p + \frac{LJ}{K_e K_c} p^2}.$$

Question 3 :

Montrer que $1 + T_m p + T_e T_m p^2 \approx 1 + (T_m + T_e)p + T_e T_m p^2$.

Montrer alors que l'on peut admettre un modèle du 1^{er} ordre pour $F_1(p)$ et $F_2(p)$, de la forme :

$$F_1^*(p) = \frac{K_1}{1 + T_m p} \text{ et } F_2^*(p) = \frac{K_2}{1 + T_m p}.$$

$$T_m = 0,49 \text{ s} ; T_e = 8,93 \cdot 10^{-4} \text{ s} ; T_m + T_e \approx T_m.$$

$$K_1 = \frac{1}{K_e} = 0,873 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1} ; K_2 = \frac{R}{K_e K_c} = 0,213 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}.$$

Question 4 :

Donner l'expression littérale de la vitesse de la broche pour une tension de commande U_0 constante et un couple résistant C_{r0} constant.

$$\omega_m(\infty) = U_0 K_1 - C_{r0} K_2.$$

Question 5 :

Calculer la valeur de la chute de vitesse consécutive à une opération d'usinage avec un couple résistant de 100 Nm.

Conclure alors sur la nécessité d'une régulation de vitesse.

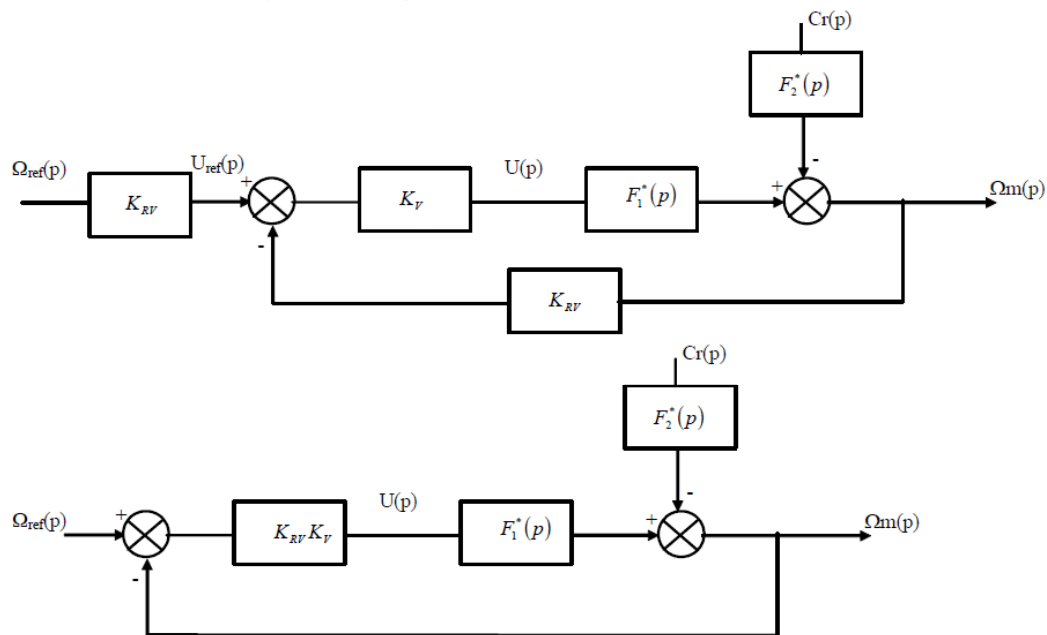
$$\Delta\omega_m(\infty) = -C_{r0}K_2 = -21 \text{ rad/s.}$$

Un usinage correct nécessite le respect de la vitesse de rotation de la broche, il faut donc réguler celle-ci afin qu'elle soit moins soumise aux perturbations.

Question 6 :

Construire le schéma bloc de l'asservissement.

Tracer le schéma équivalent ayant un retour unitaire.



Question 7 :

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $G_1(p)$ et $G_2(p)$ tels que :

$$\Omega_m(p) = G_1(p)\Omega_{ref}(p) - G_2(p)C_r(p).$$

$$G_1(p) = \frac{K_{RV}K_VK_1 / (1 + K_{RV}K_VK_1)}{1 + \frac{T_m}{1 + K_{RV}K_VK_1}p} \quad \text{et} \quad G_2(p) = \frac{K_2 / (1 + K_{RV}K_VK_1)}{1 + \frac{T_m}{1 + K_{RV}K_VK_1}p}$$

Question 8 :

Exprimer littéralement la fonction écart $\varepsilon(p)$.

Déterminer l'erreur statique pour une consigne en échelon d'amplitude $\omega_0 = 300 \text{ rad/s}$ et un couple résistant constant $c_{r0} = 100 \text{ N.m}$.

$$\varepsilon(p) = \Omega_{ref}(p)(1 - G_1(p)) + G_2(p)C_r(p)$$

$$\varepsilon_s = \omega_0 \left(1 - \frac{K_{RV} K_V K_1}{1 + K_{RV} K_V K_1} \right) + C_{r0} \frac{K_2}{1 + K_{RV} K_V K_1} = 15,2 \text{ rad/s.}$$

Question 9 :

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $H_1(p)$ et $H_2(p)$ tels que :

$$\Theta_m(p) = H_1(p) \Theta_{réf}(p) - H_2(p) C_r(p).$$

$$H_1(p) = \frac{1}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_p K_1} + \frac{T_m}{K_{cp} K_p K_1} p^2} \quad \text{et} \quad H_2(p) = \frac{K_2 / K_{cp} K_p K_1}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_p K_1} + \frac{T_m}{K_{cp} K_p K_1} p^2}$$

Question 10 :

Déterminer la relation entre K_{CP} et K_P pour satisfaire aux conditions précédentes.

$$\xi = \frac{1}{2\sqrt{K_{cp} K_p K_1 T_m}} \geq 1 ; \quad K_{cp} K_p \leq 0,575 \text{ V/rad.}$$

Question 11 :

Déterminer en régime permanent (position angulaire atteinte), l'expression de la raideur $r_{a\theta}$.

En déduire la valeur minimale du produit $K_{CP} \cdot K_P$ pour limiter la valeur maximale d'un défaut d'usinage de $6 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$ pour $\Delta c_r = 20 \text{ N.m}$.

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_p K_1}{K_2} = 3333 \text{ N.m / rad} ; \quad K_{cp} K_p = 805 \text{ V/rad.}$$

Question 12 :

Déduire de la question 10, la limite admissible pour la raideur.

Conclure.

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_p K_1}{K_2} = 2,38 \text{ N.m / rad} \text{ incompatibilité avec la Q11.}$$

Question 13 :

Appliquer le théorème de superposition et déterminer $W_1(p)$ et $W_2(p)$ tels que :

$$\Theta_m(p) = W_1(p) \Theta_{réf}(p) - W_2(p) C_r(p).$$

$$G_1(p) = \frac{1}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_{G1}} + \frac{T_1}{K_{cp} K_{G1}} p^2} \quad \text{et} \quad G_2(p) = \frac{K_{G2} / K_{cp} K_{G1}}{1 + \frac{p}{K_{cp} K_{G1}} + \frac{T_1}{K_{cp} K_{G1}} p^2}$$

Question 14 :

Déterminer la nouvelle expression de la raideur.

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_{G1}}{K_{G2}}$$

Question 15 :

Quelle est la condition sur K_{CP} pour un temps de réponse minimal et pas de dépassements ?

Déterminer la nouvelle limite pour la raideur.

Conclure.

$$\xi = \frac{1}{2\sqrt{K_{cp} K_{G1} T_1}} \geq 1 ; K_{cp} \leq 11,4 \text{ V/rad.}$$

$$r_{a\theta} = \frac{K_{cp} K_{G1}}{K_{G2}} = 1083 \text{ N.m / rad , c'est mieux mais ce n'est pas encore suffisant.}$$