Corrigé Exercice 1 : RÉGULATION DE NIVEAU D'EAU.

Question 1 : *Appliquer, pour chacun des modèles de connaissance des constituants du système, la transformation de Laplace. Puis indiquer sa fonction de transfert, et enfin en déduire son schéma-bloc.*

Composant	Relation temporelle	Relation dans le domaine de Laplace + fonction de transfert	Schéma-bloc
Moteur	$\tau.\frac{d\omega_m(t)}{dt}+\omega_m(t)=K_m.u_m(t)$	$\tau.p.\Omega_m(p)+\Omega_m(p)=K_m.U_m(p)$ $\Omega_m(p).(1+\tau.p)=K_m.U_m(p)$ $\frac{\Omega_m(p)}{U_m(p)}=\frac{K_m}{1+\tau.p}$	$U_m(p) \rightarrow \boxed{\frac{K_m}{1+\tau.p}} \rightarrow \Omega_m(p)$
Réducteur	$\theta_v(t)=r.\theta_m(t)$	$\Theta_v(p)=r.\Theta_m(p)$ $\frac{\Theta_v(p)}{\Theta_m(p)}=r$	$\Theta_m(p) \rightarrow \boxed{r} \rightarrow \Theta_v(p)$
Vanne	$q_e(t)=K_v.\theta_v(t)$	$Q_e(p)=K_v.\Theta_v(p)$ $\frac{Q_e(p)}{\Theta_v(p)}=K_v$	$\Theta_v(p) \rightarrow \boxed{K_v} \rightarrow Q_e(p)$
Réservoir	$q_e(t)-q_s(t)=S.\frac{dh(t)}{dt}$	$Q_e(p)-Q_s(p)=S.p.H(p)$ $\frac{H(p)}{Q_e(p)-Q_s(p)}=\frac{1}{S.p}$	$Q_e(p) \xrightarrow{+} \otimes \xleftarrow{-} Q_s(p)$, $\otimes \rightarrow \boxed{\frac{1}{S.p}} \rightarrow H(p)$
Limnimètre (capteur)	$u_{mes}(t)=a.h(t)$	$U_{mes}(p)=a.H(p)$ $\frac{U_{mes}(p)}{H(p)}=a$	$H(p) \rightarrow \boxed{a} \rightarrow U_{mes}(p)$
Régulateur (comparateur + correcteur)	$\varepsilon(t)=u_c(t)-u_{mes}(t)$ $u_m(t)=A.\varepsilon(t)$	$\frac{U_m(p)}{A}=U_c(p)-U_{mes}(p)$ $\frac{U_m(p)}{U_c(p)-U_{mes}(p)}=A$	$U_c(p) \xrightarrow{+} \otimes \xleftarrow{-} U_{mes}(p)$, $\otimes \xrightarrow{\varepsilon(p)} \boxed{A} \rightarrow U_m(p)$

Le modèle de connaissance du potentiomètre (interface H/M) n'est jamais donné dans les sujets de concours, il faut donc être capable de le retrouver !

Question 2 : *Donner cette relation entre $h_c(t)$ et $u_c(t)$ qui assure que $\varepsilon(t)$ soit bien une image de l'erreur du niveau d'eau. En déduire le schéma-bloc correspondant au potentiomètre.*

Pour que $\varepsilon(p)$ soit l'image de l'erreur, il faut que $\varepsilon(p)$ soit proportionnelle à l'erreur : $\boxed{\varepsilon(p)=K.Er(p)=K.[H_c(p)-H(p)]}$

Or ici, $\varepsilon(p)=U_c(p)-U_{mes}(p)$

$\varepsilon(p)=F_{interface\ H/M}(p).H_c(p)-F_{capteur}(p).H(p)$

Donc la seule possibilité de vérifier que $\varepsilon(p)$ soit l'image de l'erreur, est que $\boxed{F_{interface\ H/M}(p)=F_{capteur}(p)=K=C^{te}}$.

Le capteur qui mesure la grandeur physique en sortie, et l'interface H/M qui traduit la consigne en entrée doivent impérativement :

- produire une image de même nature (en général une tension électrique) ;
- et aussi utiliser le même coefficient de proportionnalité…

Ainsi $\boxed{\varepsilon(p)=K.[H_c(p)-H(p)]=K.Er(p)}$ Dans cet exercice, K vaut a.

Composant	Relation temporelle	Relation dans le domaine de Laplace + fonction de transfert	Schéma-bloc
Potentiomètre (interface H/M)	$u_c(t) = a.h_c(t)$	$U_c(p) = a.H_c(p)$ $\dfrac{U_c(p)}{H_c(p)} = a$	$H_c(p) \rightarrow \boxed{a} \rightarrow U_c(p)$

La relation entre vitesse angulaire $\omega_m(t)$ et position angulaire $\theta_m(t)$ du moteur, n'est aussi jamais donnée dans les sujets de concours, il faut donc la connaître.

Question 1 : *Donner donc en précisant les unités, cette relation temporelle générale qui lie vitesse et position. En déduire le schéma-bloc qui passe de $\Omega_m(p)$ à $\Theta_m(p)$*

La vitesse instantanée linéaire est la dérivée de la position linéaire : $v(t) = \dfrac{dx(t)}{dt}$.

De même, la vitesse instantanée angulaire est la dérivée de la position angulaire : $\omega_m(t) = \dfrac{d\theta_m(t)}{dt}$.

Avec $\theta_m(t)$ en rad, et $\omega_m(t)$ en rad/s.

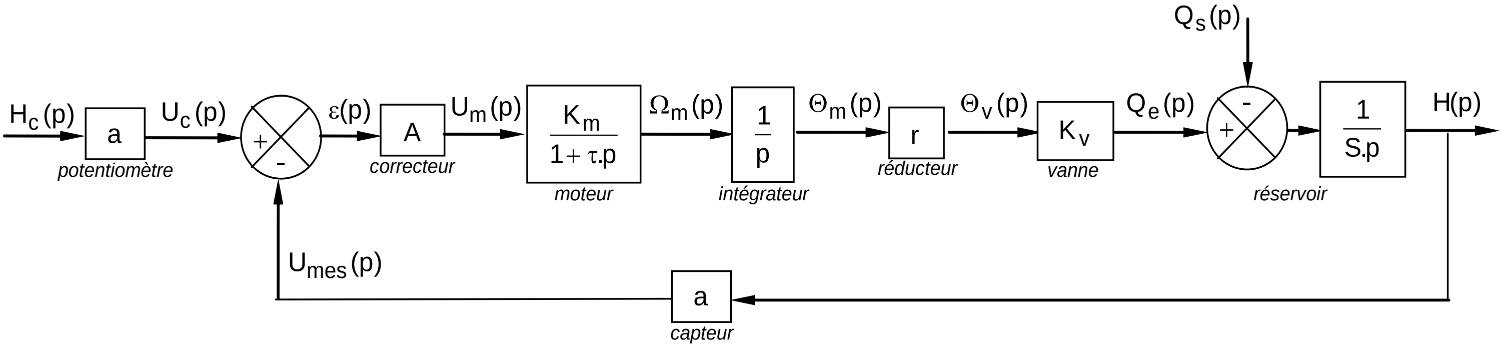
Composant	Relation temporelle	Relation dans le domaine de Laplace + fonction de transfert	Schéma-bloc
Intégrateur (composant "virtuel")	$\omega_m(t) = \dfrac{d\theta_m(t)}{dt}$	$\Omega_m(p) = p.\Theta_m(p)$ $\dfrac{\Theta_m(p)}{\Omega_m(p)} = \dfrac{1}{p}$	$\Omega_m(p) \rightarrow \boxed{\dfrac{1}{p}} \rightarrow \Theta_m(p)$

Ce bloc est appelé intégrateur car la vitesse angulaire est intégrée en position angulaire…

Question 2 : *Donner la variable d'entrée et la variable de sortie du système. Puis, représenter le schéma-bloc du système entier en précisant le nom des constituants sous les blocs, ainsi que les flux d'énergie ou d'information entre les blocs.*

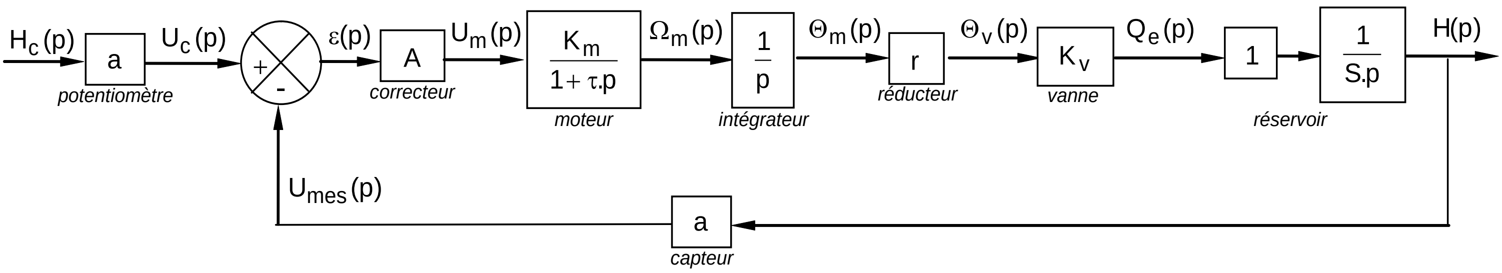
Variable d'entrée (consigne) : $h_c(t)$

Variable de sortie à asservir : $h(t)$



Question 3 : *Déterminer les fonctions de transfert* $F_1(p)=\left.\dfrac{H(p)}{H_c(p)}\right|_{Q_s(p)=0}$ *et* $F_2(p)=\left.\dfrac{H(p)}{Q_s(p)}\right|_{H_c(p)=0}$.

Si $Q_s(p)=0$ alors le schéma est similaire à :



Donc $F_1(p)=\left.\dfrac{H(p)}{H_c(p)}\right|_{Q_s(p)=0}=a.\dfrac{A.\dfrac{K_m}{1+\tau.p}.\dfrac{1}{p}.r.K_v.1.\dfrac{1}{S.p}}{1+a.A.\dfrac{K_m}{1+\tau.p}.\dfrac{1}{p}.r.K_v.1.\dfrac{1}{S.p}}$

On multiplie le numérateur et le dénominateur, par le dénominateur du dénominateur…

$$F_1(p)=\left.\frac{H(p)}{H_c(p)}\right|_{Q_s(p)=0}=a.\frac{A.K_m.r.K_v}{(1+\tau.p).p.S.p+a.A.K_m.r.K_v}$$

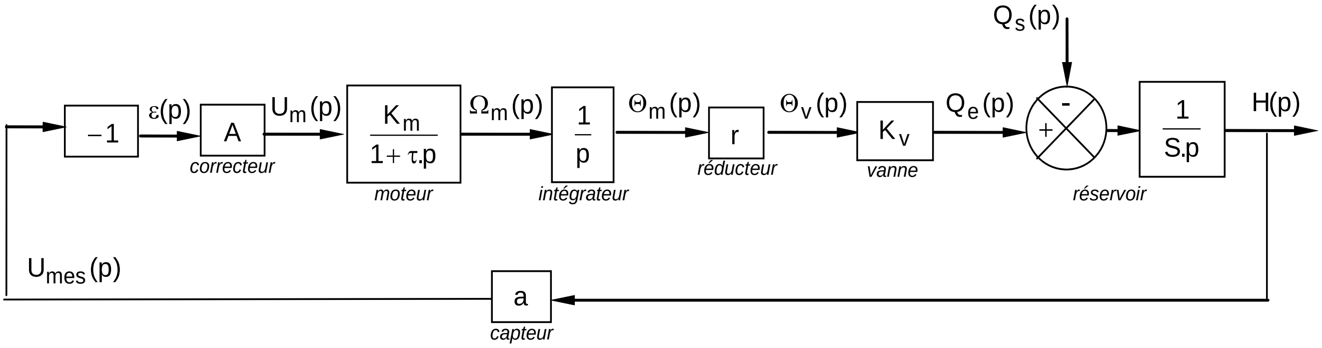
$$F_1(p)=\left.\frac{H(p)}{H_c(p)}\right|_{Q_s(p)=0}=\frac{a.A.K_m.r.K_v}{S.p^2+\tau.S.p^3+a.A.K_m.r.K_v}$$

$$F_1(p)=\left.\frac{H(p)}{H_c(p)}\right|_{Q_s(p)=0}=\frac{a.A.K_m.r.K_v}{a.A.K_m.r.K_v}\frac{1}{1+\dfrac{S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^2+\dfrac{\tau.S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^3}$$

$$F_1(p)=\left.\frac{H(p)}{H_c(p)}\right|_{Q_s(p)=0}=\frac{1}{1+\dfrac{S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^2+\dfrac{\tau.S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^3}$$

$\boxed{\text{Ainsi si } Q_s(p)=0 \text{ alors } H(p)=F_1(p).H_c(p)}$

Si $H_c(p) = 0$ alors le schéma est similaire à :



Donc $F_2(p) = \left.\dfrac{H(p)}{Q_S(p)}\right|_{H_c(p)=0} = \dfrac{-\dfrac{1}{S.p}}{1 - a.(-1).A.\dfrac{K_m}{1+\tau.p}.\dfrac{1}{p}.r.K_v.\dfrac{1}{S.p}}$

On multiplie le numérateur et le dénominateur, par le dénominateur du dénominateur…

$$F_2(p) = \left.\frac{H(p)}{Q_S(p)}\right|_{H_c(p)=0} = \frac{-(1+\tau.p).p}{(1+\tau.p).p.S.p + a.A.K_m.r.K_v}$$

$$F_2(p) = \left.\frac{H(p)}{Q_S(p)}\right|_{H_c(p)=0} = \frac{-p-\tau.p^2}{S.p^2 + \tau.S.p^3 + a.A.K_m.r.K_v}$$

$$F_2(p) = \left.\frac{H(p)}{Q_S(p)}\right|_{H_c(p)=0} = \frac{-p}{a.A.K_m.r.K_v}.\frac{1+\dfrac{-\tau.p^2}{-p}}{1+\dfrac{S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^2+\dfrac{\tau.S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^3}$$

$$F_2(p) = \left.\frac{H(p)}{Q_S(p)}\right|_{H_c(p)=0} = \frac{-p}{a.A.K_m.r.K_v}.\frac{1+\tau.p}{1+\dfrac{S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^2+\dfrac{\tau.S}{a.A.K_m.r.K_v}.p^3}$$

$\boxed{\text{Ainsi si } H_c(p) = 0 \text{ alors } H(p) = F_2(p).Q_S(p)}$

Question 4 : *En déduire, à l'aide du théorème de superposition, l'expression de* $H(p) = f\left[H_c(p) + Q_S(p)\right]$.

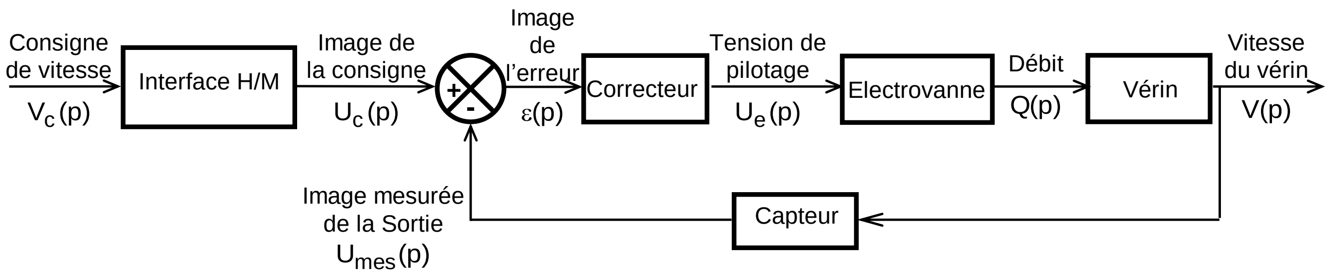
Si les 2 entrées sont présentes en même temps, le théorème de superposition nous donne :

$$\boxed{H(p) = F_1(p).H_c(p) + F_2(p).Q_S(p)}$$

En connaissant la nature (échelon, rampe…) et les caractéristiques (amplitude, pente…) des deux entrées du système (consigne de niveau d'eau $h_C(t)$ et débit d'évacuation $q_S(t)$), on pourrait repasser dans le domaine temporel et connaître ainsi l'évolution du niveau d'eau h(t) dans le bassin en fonction du temps…

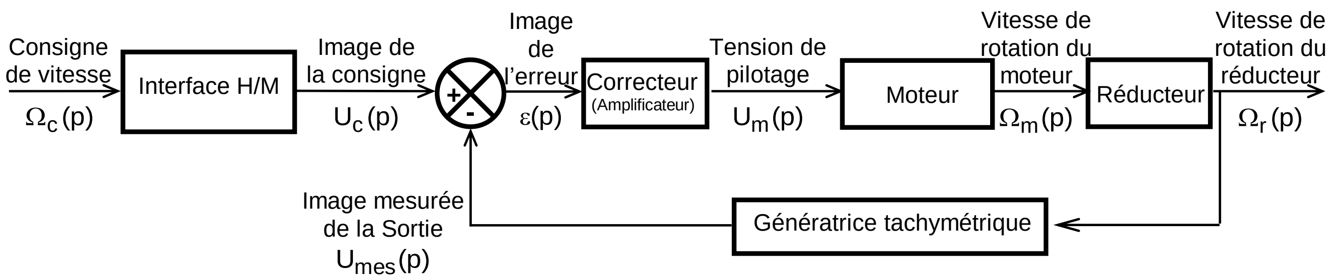
Corrigé Exercice 2 : PELLE HYDRAULIQUE.

Question 1 : *Représenter le système asservi par un schéma-bloc. (Vous indiquerez le nom des constituants dans les blocs, ainsi que les flux d'énergie ou d'information entre les blocs).*



Corrigé Exercice 3 : BANDEROLEUSE À PLATEAU TOURNANT.

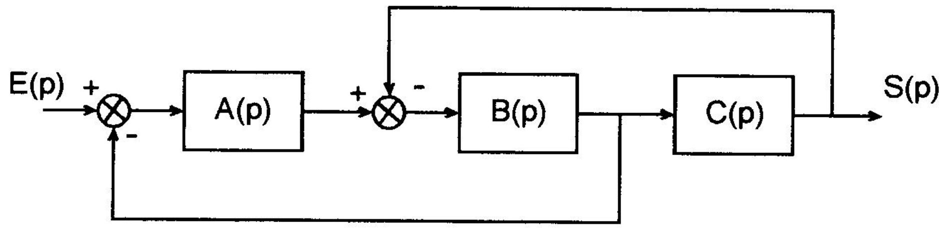
Question 1 : *Représenter le système asservi par un schéma-bloc. (Vous indiquerez le nom des éléments constituants les blocs ainsi que les informations entre les blocs).*

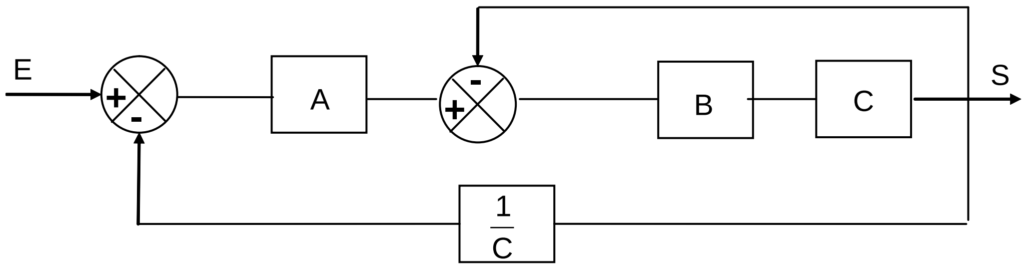


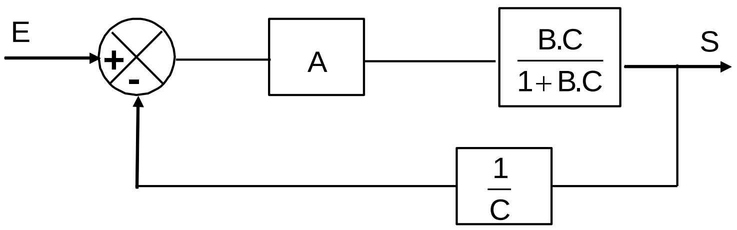
Exercice 2 : SIMPLIFICATION DE SCHÉMAS-BLOCS A BOUCLES IMBRIQUÉES.

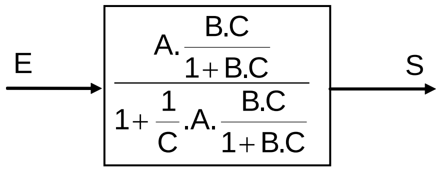
Système à boucles imbriquées A.

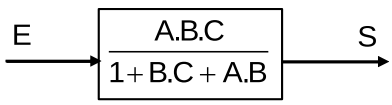
Question 1 : *Donner l'expression de la transmittance* $H(p)=\dfrac{S(p)}{E(p)}$ *par réduction du schéma-bloc.*











NB : Il est plus long de retrouver ce résultat par le calcul...

2) Par le calcul, en notant ε_1 et ε_2 les sorties respectives des 1er et 2ème sommateurs :

$\varepsilon_1(p)=E(p)-B(p).\varepsilon_2(p)$ $\quad\varepsilon_2(p)=A(p).\varepsilon_1(p)-S(p)$ $\quad$ et $S(p)=B(p).C(p).\varepsilon_2(p)$

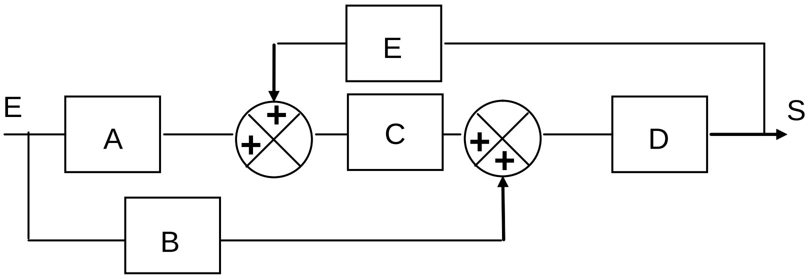
La 2ème expression s'écrit encore $\varepsilon_2(p)=A(p).(E(p)-B(p).\varepsilon_2(p))-S(p)$

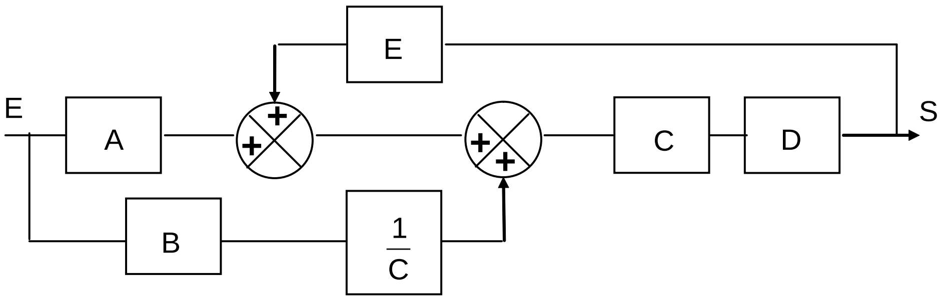
Soit $\varepsilon_2(p)=\dfrac{A(p).E(p)-S(p)}{1+A(p).B(p)}$ $\quad$ et $\quad S(p)=B(p).C(p).\dfrac{A(p).E(p)-S(p)}{1+A(p).B(p)}$

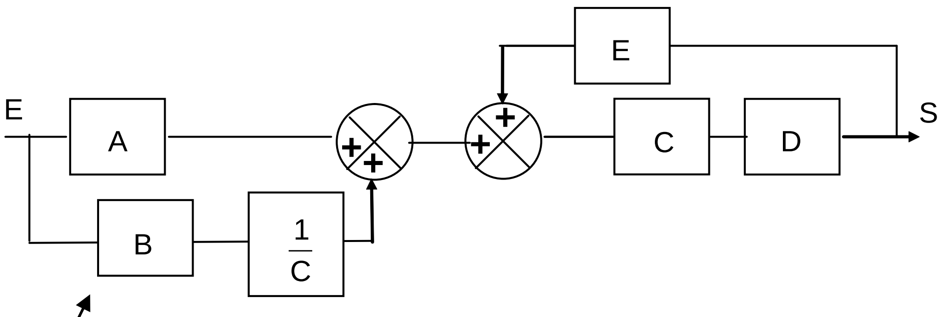
On retrouve bien $\dfrac{S(p)}{E(p)}=\dfrac{A(p).B(p).C(p)}{1+A(p).B(p)+B(p).C(p)}$

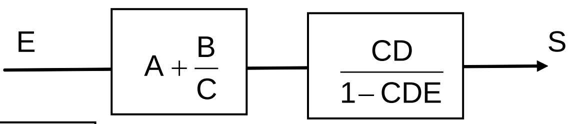
Système à boucles imbriquées B.

Question 2 : *Donner l'expression de la transmittance* $H(p) = \dfrac{S(p)}{E(p)}$ *par réduction du schéma-bloc.*

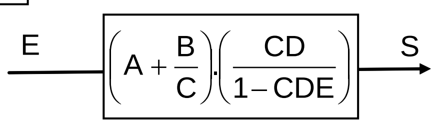








Attention, ce sont des blocs en parallèle, et non pas une boucle de retour, donc il ne faut pas utiliser la FTBF !



Système à boucles imbriquées C.

Question 3 : *Donner l'expression de la transmittance* $H(p) = \dfrac{S(p)}{E(p)}$ *par réduction du schéma-bloc.*