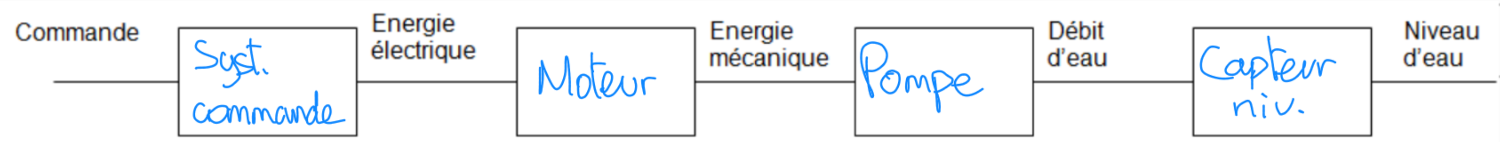
TD1 :

Ex 1 :



Ex 2 :

1) Donner perf, échelon 10°

échelon 10° = 100%
donc 1% = 10°

F

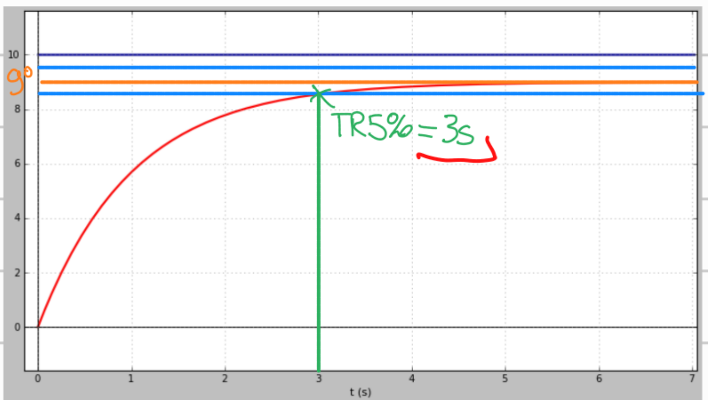
$\Rightarrow \varepsilon = 1\%$ soit 10° (« écart »)

→ Syst. stable : $t = \infty$
$S = 9°$

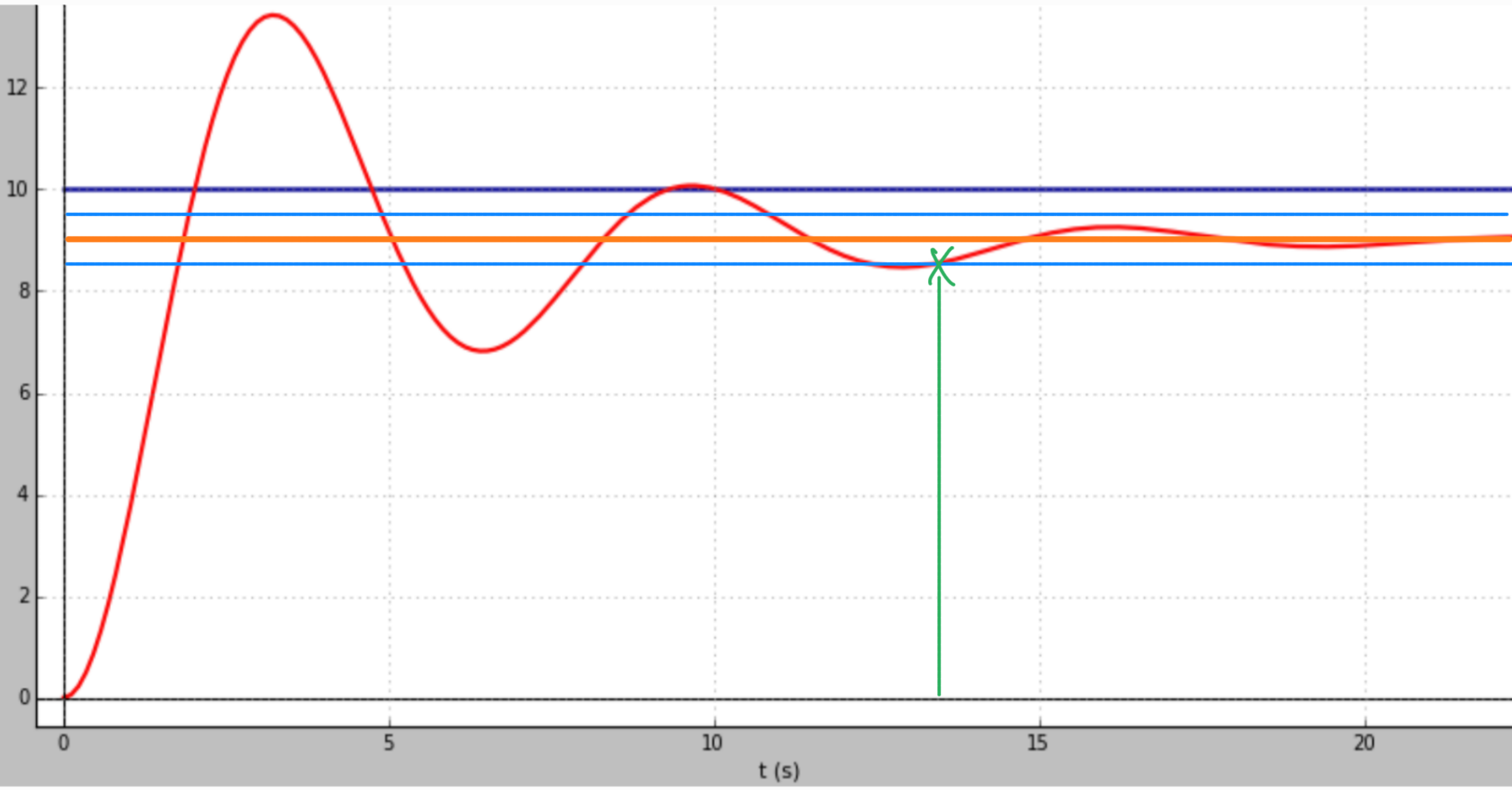
→ TR5% = temps réponse pour atteindre à moins de 5% (critère rapidité)

$S = 9°$ → +5% : $9 \times 1{,}05 = 9{,}45$
→ −5% $9 \times 0{,}95 = 8{,}55°$

↳ sur courbe tracer et déterminer TR5% :



2)

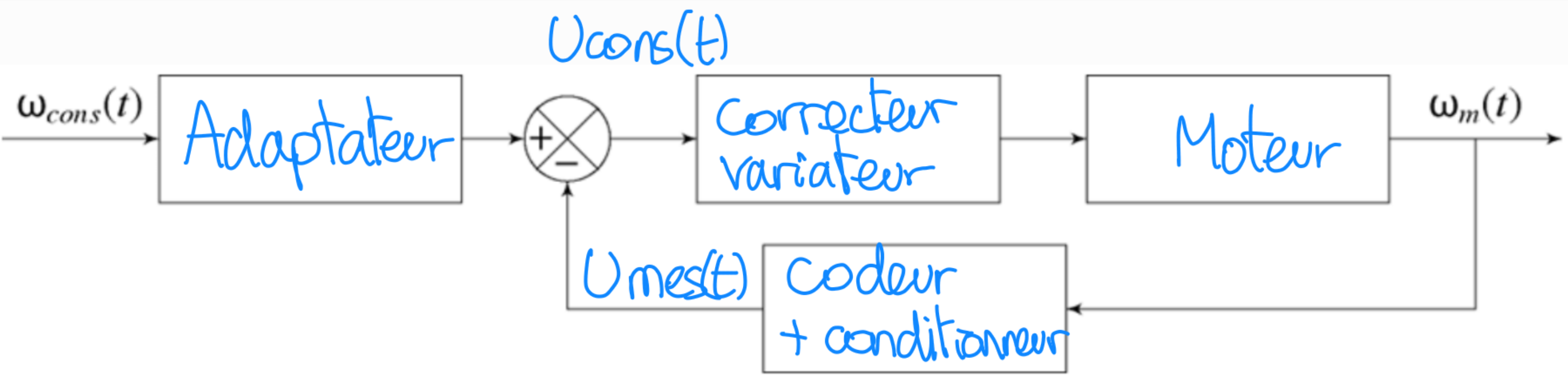


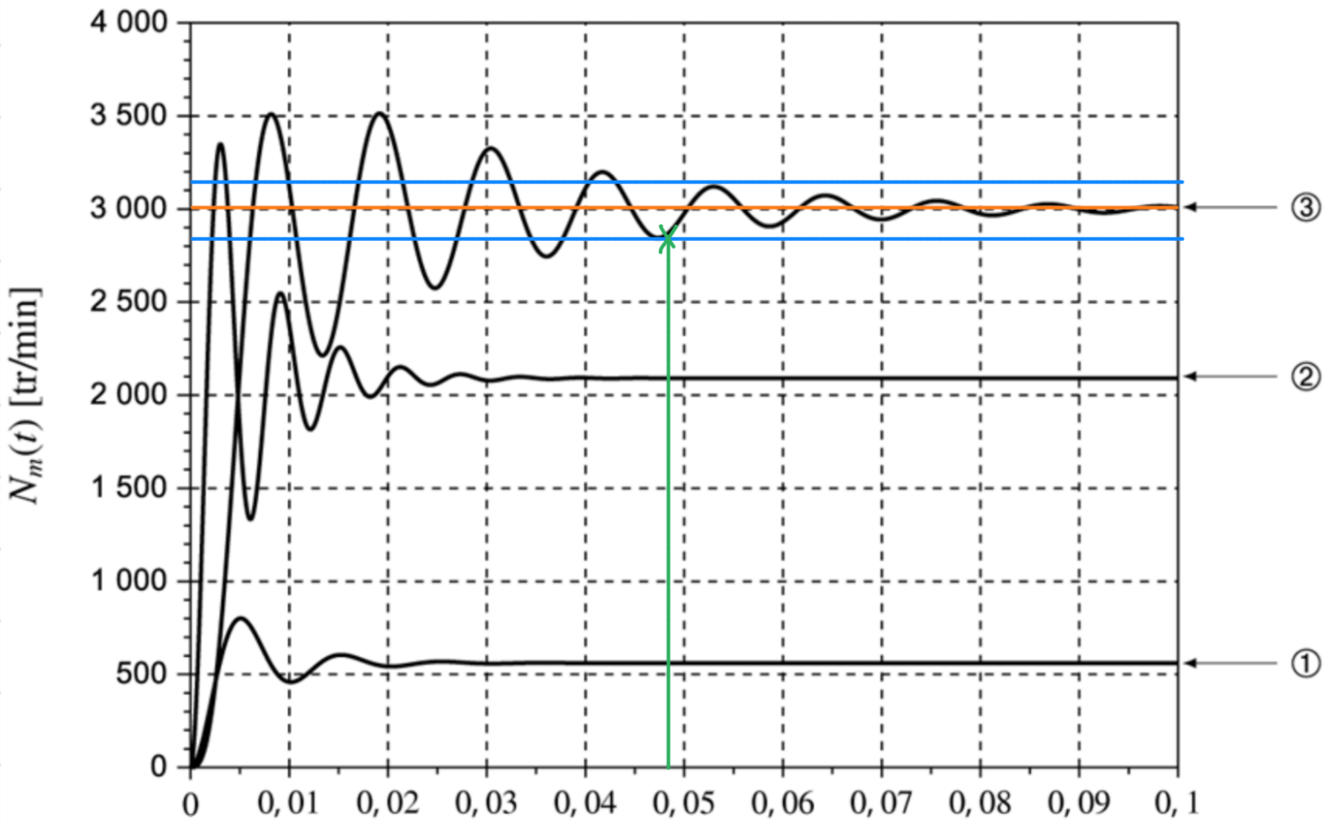
↳ TRS% = 14s

↳ Cette courbe a des dépassements => D%. F

$$\boxed{D\% = \frac{y_{max} - y_{\infty}}{y_{\infty}} \times 100} = \frac{13-9}{9} \times 100 \simeq 44{,}44\%$$

Ex 3 : Pas 0,5s mais 0,05s





Consignes 1.2.2.1 :

→ $TR5\% \leq 0,05s$

→ $N_0 = 3000$ tr/min

↳ Syst stable : $S = 3000$ tr/min

↗ $+5\% = 3150$ tr/min

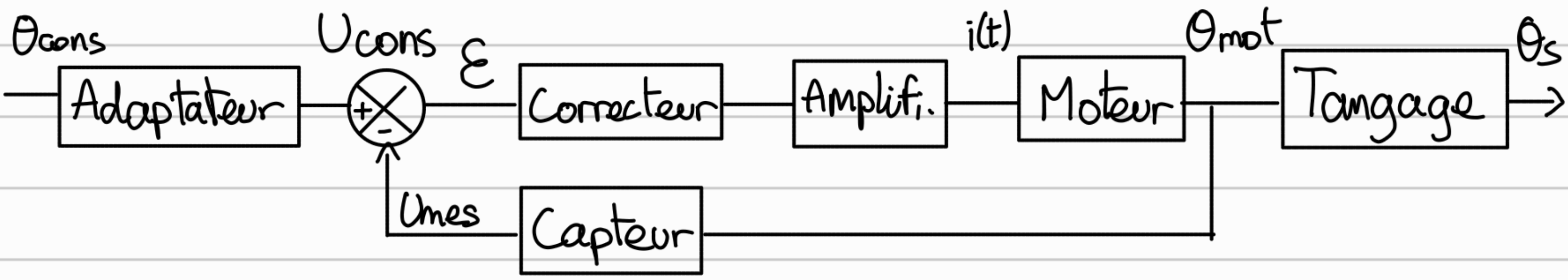
↘ $-5\% = 2850$ tr/min

Syst. ok car $TR5\% < 0,05s$

$0,047s < 0,05s$

Ex 4 :

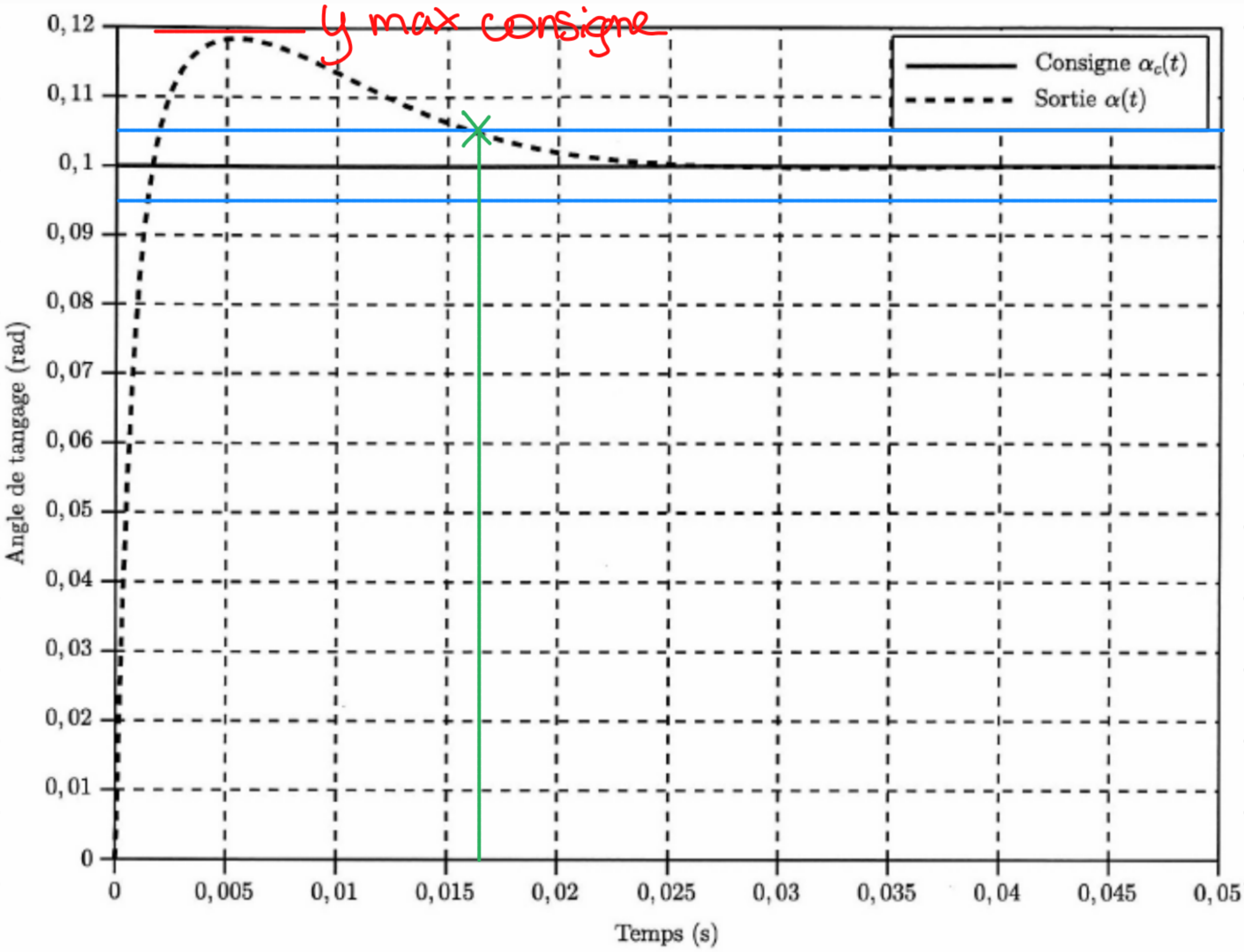
1)



2)

Extrait du cahier des charges :

- ✓ Stabilité absolue, dépassement $< 20\%$
- ✓ Rapidité : $t_{5\%} < 0{,}1s$ pour une entrée en échelon
- ✓ Précision : Erreur nulle en réponse à une consigne en échelon
  Erreur constante en réponse à une consigne en rampe



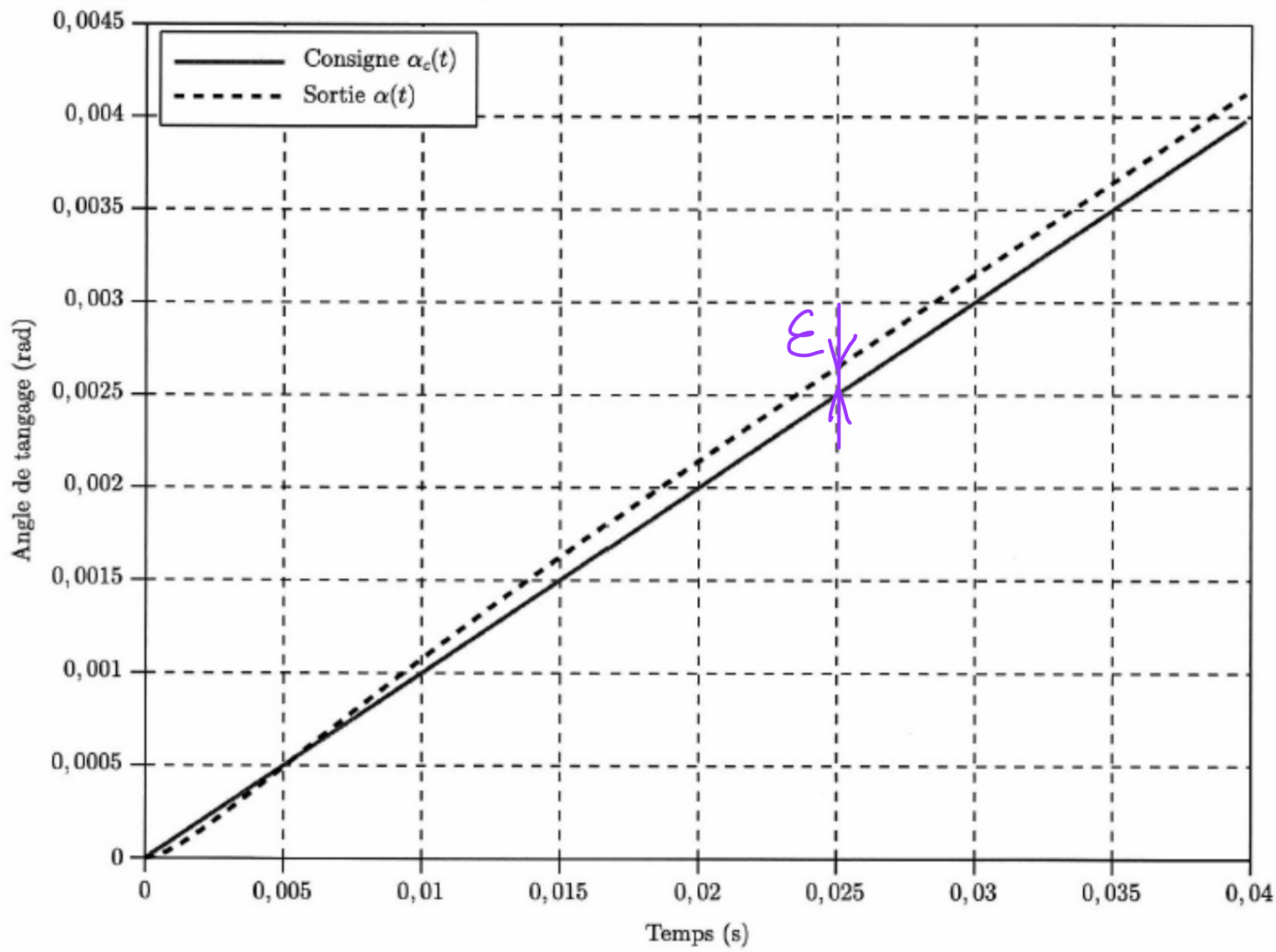
→ Erreur ε : $\alpha(t)_{cons} - \alpha(t)_{sortie} = 0{,}1 - 0{,}1 = 0$ rad
Validé car erreur nulle

→ 0,1 rad → 100%
1% = 0,001 rad → 20% ⇒ 0,02 rad
ymax consigne > ymax donc ok

→ S = 0,1 → +5% : 0,105
→ −5% : 0,095
TR5% = 0,0175 s → OK

→ Dépassement : $D\% = \dfrac{0,118 - 0,1}{0,1} \times 100 = 0,18\%$

→ validé $D\% < 20\%$



E − S

→ Erreur : $\varepsilon = \alpha_c(t) - \alpha(t) = 0,0025 - 0,0027$

$= -0,0002$

↳ critère <u>pas ok</u>.

↳ ε% : 0,0025 → 100%
0,0027 → ?%

→ $\dfrac{100\%}{0,0025} \times 0,0027 = 108\%$

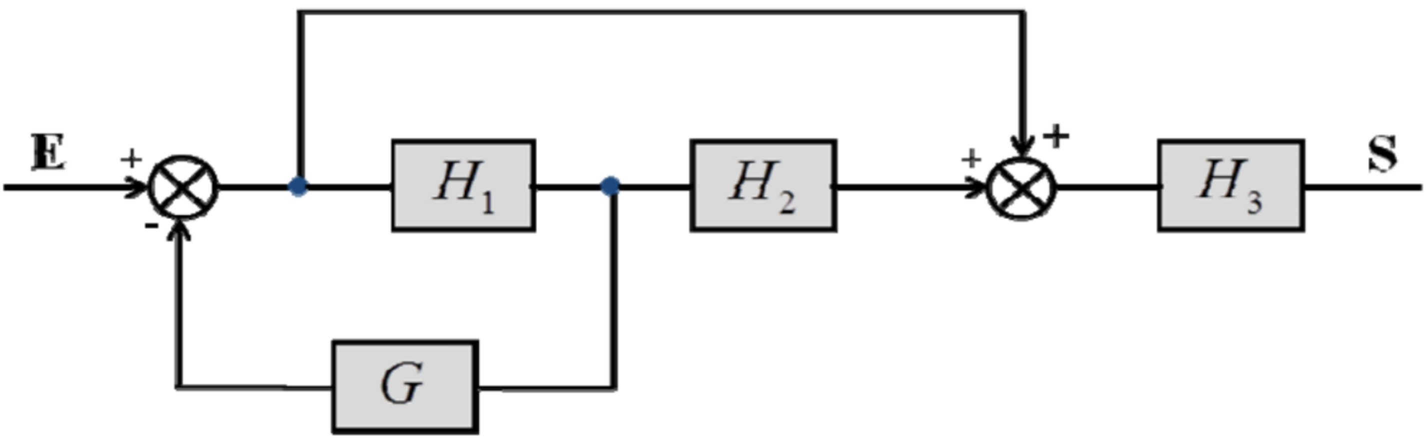
F

Pas de TR5% et D%...?

TD 2, schémas blocs :

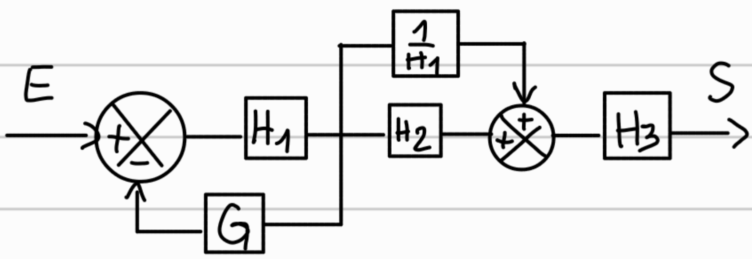
MANIPULATION GRAPHIQUE DE SCHEMA BLOCS

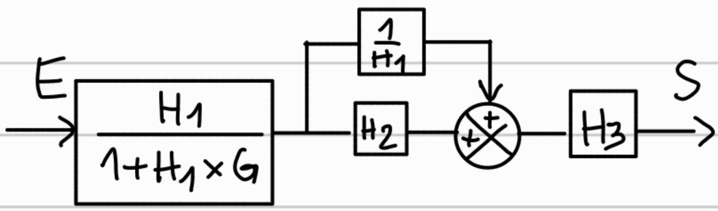
Objectif : déterminer la fonction de transfert équivalente $H(p)=\dfrac{S(p)}{E(p)}$ du système asservi représenté par le schéma blocs ci-dessous :



Pour cela, déplacer graphiquement la jonction de gauche pour l'amener à hauteur de celle de droite. On aura ainsi deux structures d'asservissement accolées l'une à l'autre et on pourra alors aisément en déduire la fonction de transfert ***H(p)***.

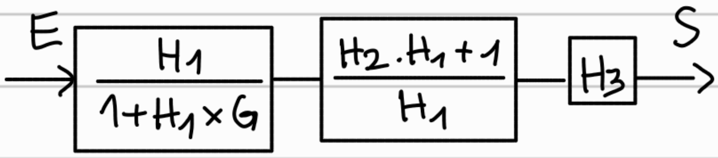
On pourra retrouver le même résultat en lisant directement le schéma bloc ci-dessus (en remontant les fils à « *contre-courant* »).





$$F_1(p) = \frac{\text{Chaine directe}}{1+\text{Chaine directe}\times\text{Retour}}$$

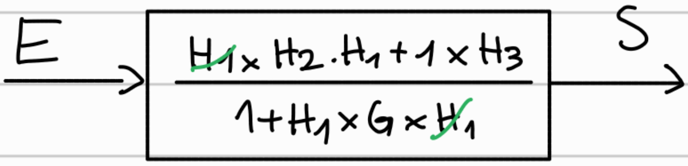
⚠ Les blocs en parrallèle avançant s'additionnent



$$F_2(p) = H_2 + \frac{1}{H_1} = \frac{H_2 . H_1 + 1}{H_1}$$

⚠ Les blocs en ligne se multiplient

↳ $H(p) = F_1(p) \times F_2(p) \times H_3$

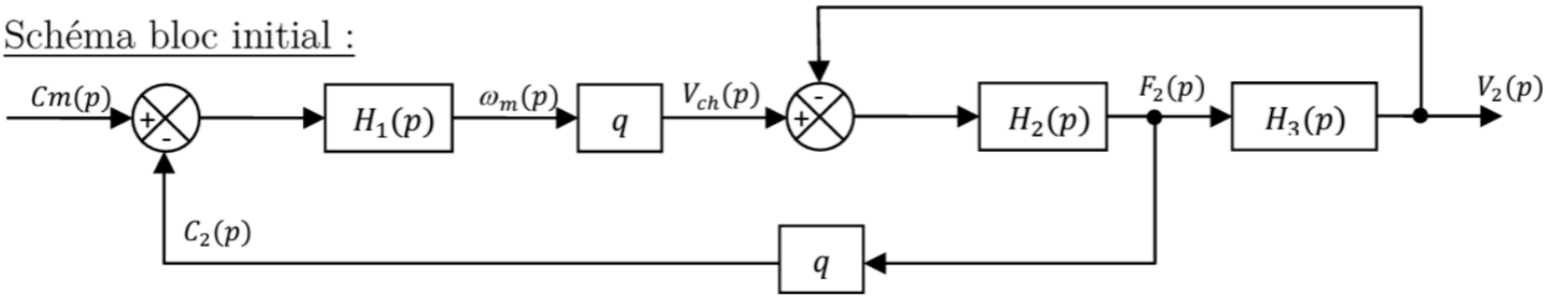


$$H(p) = \frac{H_2 . H_1 + 1 . H_3}{1 + H_1 . G}$$

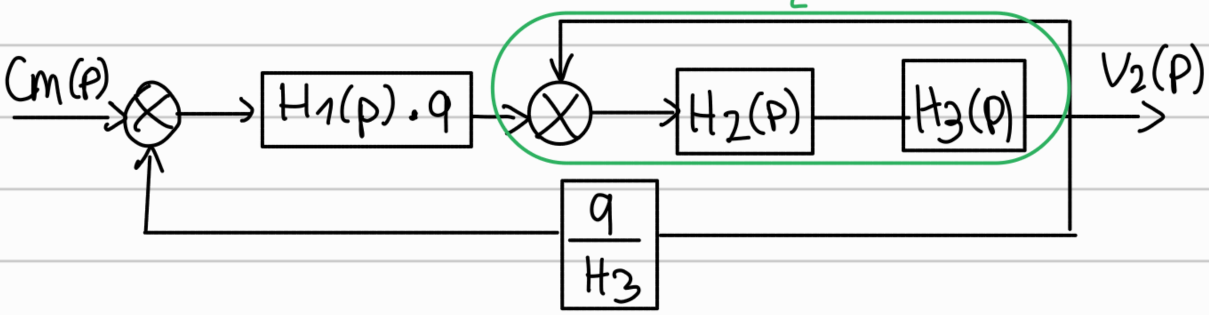
→ écrit en td : $\frac{S}{E} = \frac{(1 + H_1 . H_2)}{(1 + H_1 . G)} . H_3$

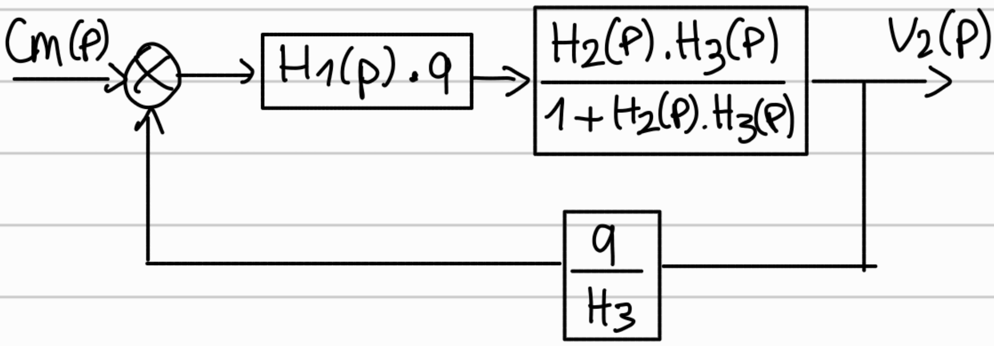
B - Exemple basé sur l'axe du robot, démarche :

Schéma bloc initial :



→ comme $F_1(p)$ exo précédent





$$\frac{V_2(p)}{C_m(p)} = \frac{\dfrac{H_1(p)\cdot q\cdot H_2(p)\cdot H_3(p)}{1+H_2(p)\cdot H_3(p)}}{1+\dfrac{H_1(p)\cdot q^2\cdot H_2(p)\cdot \cancel{H_3}(p)}{1+H_2(p)\cdot H_3(p)}\cdot\dfrac{\cancel{q}}{\cancel{H_3}}}$$

$$= \frac{\dfrac{H_1(p)\cdot q\cdot H_2(p)\cdot H_3(p)}{1+H_2(p)\cdot H_3(p)}}{\dfrac{1+H_1(p)\cdot q^2\cdot H_2(p)}{1+H_2(p)\cdot H_3(p)}}$$

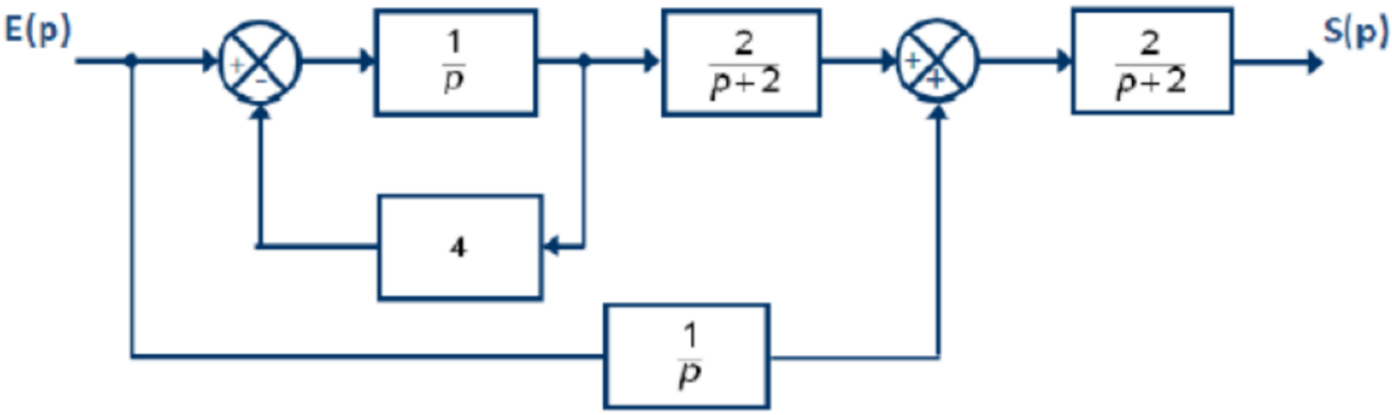
$$= \frac{H_1(p)\cdot q\cdot H_2(p)\cdot H_3(p)}{1+H_2(p)\cdot H_3(p)}\cdot\frac{1+H_2(p)\cdot H_3(p)}{1+H_1(p)\cdot q^2\cdot H_2(p)}$$

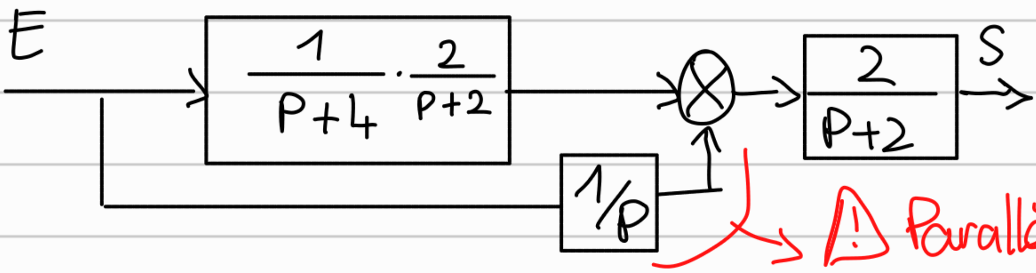
$$= \frac{H_1(p)\cdot q\cdot H_2(p)\cdot H_3^2(p)}{1+H_2(p)\cdot H_3(p)\cdot 1+H_1(p)\cdot q^2\cdot H_2(p)}$$

Revoir

→ faux ?

déterminer la FT du système représenté par le schéma bloc suivant :





$$\frac{\frac{1}{P}}{\frac{P+4}{P}} = \frac{1}{P} \times \frac{P}{P+4} = \frac{1}{P+4}$$

⚠ Parallèle avançant -> addit°

$$E \longrightarrow \left(\frac{2}{(P+4).(P+2)} + \frac{1}{P}\right) \times \frac{2}{P+2} \longrightarrow S$$

$P.(2+4) = P.6$

$P^2 + P.2 + P.4 + 8$

$$\frac{S}{E} = \left(\frac{P.2}{P.(P+4).(P+2)} + \frac{(P+4).(P+2)}{P.(P+4).(P+2)}\right) \times \frac{2}{P+2}$$

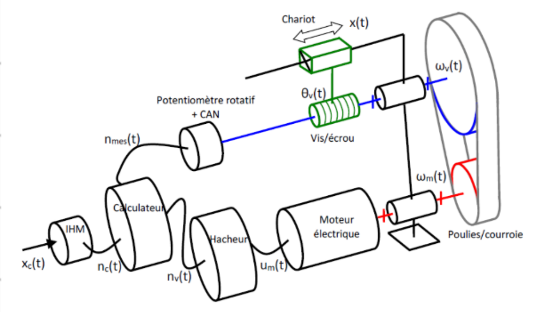
$\rightarrow P.8$

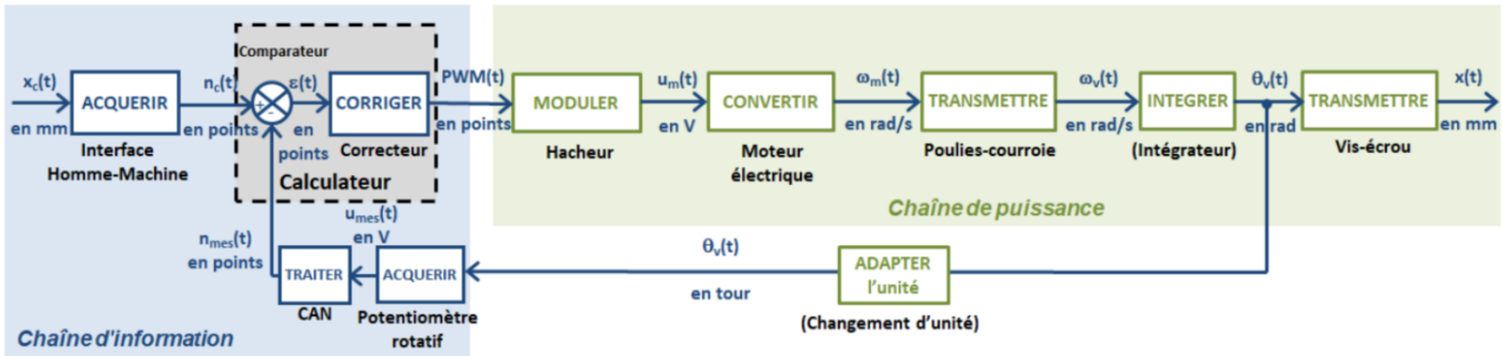
$$= \frac{P.2 + P^2 + P.6 + 8}{P.(P+4).(P+2)} \times \frac{2}{P+2}$$

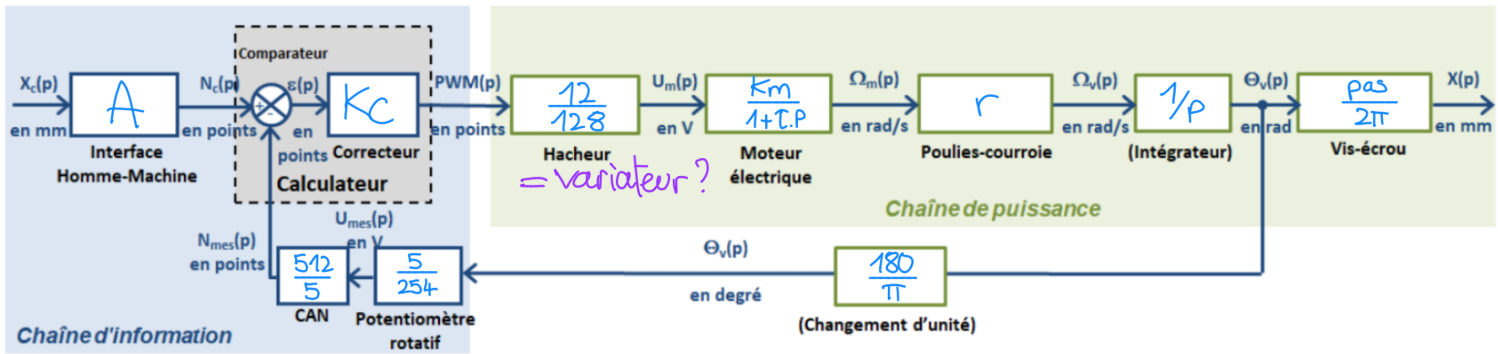
$$= \frac{P^2.2 + P.16 + 16}{P.(P+4).(P+2)^2}$$

c'est cool

2/ Axe de machine-outil







	Équation temporelle	Transformée de Laplace	Fonction de transfert $\frac{S}{E}$
Correcteur	$n_v(t)=K_c\varepsilon(t)$	$n_v(p)=K_c.\varepsilon(p)$	$K_c=\frac{\varepsilon(p)}{n_v(p)}$
Variateur	$u_m(t)=\frac{12}{2^7}n_v(t)$	$U_m(p)=\frac{12}{2^7}.n_v(p)$	$\frac{U_m(p)}{n_v(p)}=\frac{12}{2^7}=\frac{12}{128}$
Moteur électrique	$\tau_m\frac{d\omega_m(t)}{dt}+\omega_m(t)=K_m\,u_m(t)$	$\tau.p.\omega_m(p)+\omega_m(p)=K_m.U_m(p)$ $\omega_m(p).(1+\tau.p)=K_m.U_m(p)$	$\frac{\omega_m(p)}{U_m(p)}=\frac{K_m}{1+\tau.p}$
Poulie-courroie	$\omega_v(t)=r\,\omega_m(t)$	$\omega_v(p)=r.\omega_m(p)$	$r=\frac{\omega_v(p)}{\omega_m(p)}$
Vis-écrou	$x(t)=\frac{pas}{2\pi}\theta_v(t)_{rad}$	$x(p)=\frac{pas}{2\pi}.\theta_v(p)_{rad}$	$\frac{x(p)}{\theta_v(p)_{rad}}=\frac{pas}{2\pi}$
Potentiomètre rotatif	$u_{mes}(t)=\frac{5}{254}\theta_v(t)_{deg}$	$U_{mes}(p)=\frac{5}{254}.\theta_v(p)_{deg}$	$\frac{U_{mes}(p)}{\theta_v(p)_{deg}}=\frac{5}{254}$
CAN	$n_{mes}(t)=\frac{2^9}{5}u_{mes}(t)$	$n_{mes}(p)=\frac{2^9}{5}.U_{mes}(p)$	$\frac{n_{mes}(p)}{U_{mes}(p)}=\frac{2^9}{5}=\frac{512}{5}$
Blocs fictifs — Intégrateur	$\omega_v(t)=\frac{d\theta_v(t)}{dt}$	$\omega_v(p)=p.\theta_v(p)$	$\frac{\theta_v(p)}{\omega_v(p)}=\frac{1}{p}$!
Blocs fictifs — Changement d'unité	$\theta_v(t)_{deg}=\frac{360}{2\pi}\theta_v(t)_{rad}$	$\theta_v(p)_{deg}=\frac{360}{2\pi}.\theta_v(p)_{rad}$	$\frac{\theta_v(p)_{deg}}{\theta_v(p)_{rad}}=\frac{360}{2\pi}=\frac{180}{\pi}$

E

Temporel -> Laplace :

$$\boxed{\text{Fonction transfert} = \frac{\text{Sortie}(P)}{\text{Entrée}(P)}}$$

$$\boxed{\frac{dx}{dt} \rightarrow p.x}$$

$2\pi \, rad = 360°$ $*^2$

$rad = \frac{360°}{2\pi} = \frac{180}{\pi} \, deg$

$deg = \frac{\pi}{180} \, rad$

$$e(p) = \tau . P . i(p) + i(p)$$

Dérive $\Rightarrow \times P$

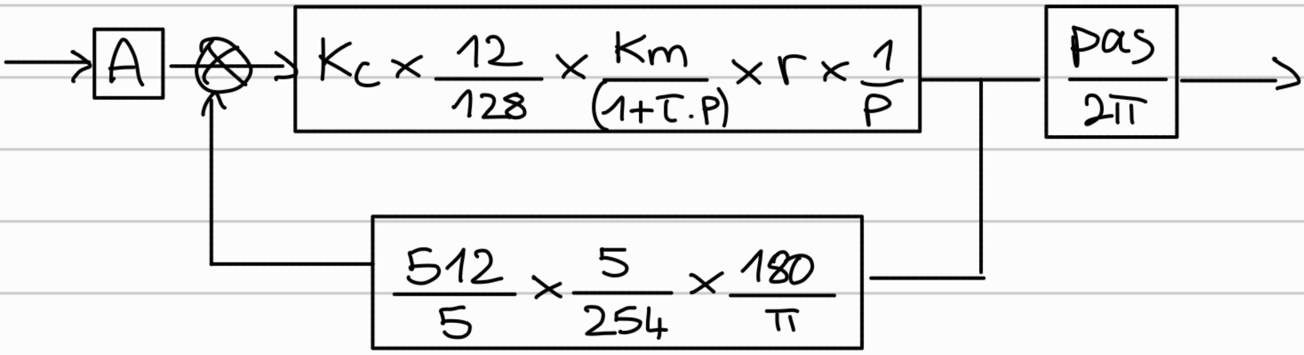
$\frac{d\theta}{dt} = \omega$ et $P.\theta = \omega$

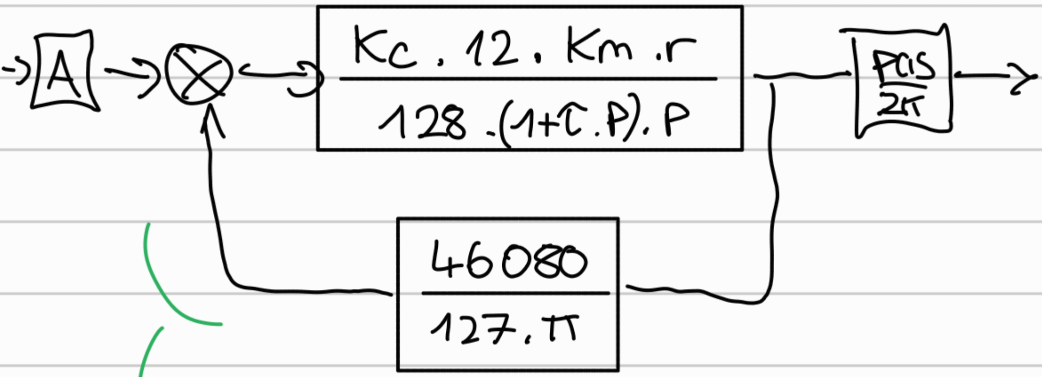
Intègre $\Rightarrow / P$

$\theta = \int \frac{d\omega(t)}{dt}$ $\theta = \frac{\omega(P)}{P} \rightarrow *$

Le syst. est-il asservi ?

3) Ft ?





$$\frac{\frac{Kc . 12 . Km . r}{128 . (1+\tau . P) . P}}{1 + \frac{Kc . 12 . Km . r}{128 . (1+\tau . P) . P} . \frac{46080}{127 . \pi}}$$

↳ Structure de l'équation → $\boxed{\dfrac{A}{1+A.B}}$

$$\Rightarrow \quad \frac{\frac{A}{A}}{\frac{1}{A}+\frac{A.B}{A}} = \frac{1}{\frac{1}{A}+B}$$

F

donc :

$$\frac{\dfrac{Kc\,.\,12\,.\,Km\,.r}{128\,.(1+\tau.P).P}}{1+\dfrac{Kc\,.\,12\,.\,Km\,.r}{128\,.(1+\tau.P).P}\cdot\dfrac{46080}{127\,.\,\pi}}$$

$$\to \boxed{A} \to \boxed{\dfrac{1}{\dfrac{1}{\dfrac{Kc\,.\,12\,.\,Km\,.r}{128\,.(1+\tau.P).P}}+\dfrac{46080}{127\,.\,\pi}}} \to \boxed{\dfrac{pas}{2\pi}} \to$$

TD - Précision d'un système asservi → Partiel truc similaire

1) $\boxed{\mathcal{E}(p) = E(p) - S(p)}$

$$\mathcal{E}(p) = E(p) - \mathcal{E}(p) \cdot C(p) \cdot T(p)$$

$$\Leftrightarrow E(p) = \mathcal{E}(p) \cdot (1 + C(p) \cdot T(p))$$

$$\Leftrightarrow \mathcal{E}(p) = \frac{E(p)}{1 + C(p) \cdot T(p)}$$

2) Echelon

Cours 2 p.7 → échelon unitaire $u(t) \rightarrow \frac{1}{p}$

$$E_0(t) \rightarrow \frac{E_0(p)}{p}$$

$$\mathcal{E}(p) = \frac{E_0(p)}{p} \cdot \frac{1}{1 + C(p) \cdot \frac{K}{p^\alpha} \cdot \frac{N(p)}{D(p)}}$$

3) Rampe

$$V(t) \rightarrow \frac{V(p)}{p^2}$$

$$\mathcal{E}(p) = \frac{V(p)}{p^2} \cdot \frac{1}{1 + C(p) \cdot \frac{K}{p^\alpha} \cdot \frac{N(p)}{D(p)}}$$

4) Correction proportionnelle

TH de la valeur finale (F)

- le théorème de la valeur initiale : $\lim_{t\to 0} f(t) = \lim_{p\to\infty} p.F(p)$
- le théorème de la valeur finale : $\lim_{t\to\infty} f(t) = \lim_{p\to 0} p.F(p)$

-> Syst 1er ordre $= \frac{N}{D^{n=1}}$

-> Syst 2eme ordre $= \frac{N}{D^{n=0}}$

Echelon : $t \to \infty = \varepsilon(t) = ?$

Pour $\alpha = 0$ et échelon:

$$\lim_{t\to\infty} \varepsilon(t) = \lim_{p\to 0} P.\,\varepsilon(t)$$

$$= \lim_{p\to 0} P.\left(\frac{E_0(P)}{P} \cdot \frac{1}{1 + C(P) \cdot \frac{K}{p^{\alpha}} \cdot \frac{N(P)}{D(P)}}\right)$$

$\frac{N(P)}{D(P)} = 1$ dit dans énoncé

$$= \lim_{p\to 0} P.\left(\frac{E_0}{P} \cdot \frac{1}{1 + \underbrace{K_c}_{\text{énoncé } C(P)=K_c} \cdot \frac{K}{p^0}}\right)$$

$$= \frac{E_0}{1 + K_c.K}$$

$\alpha = 1$ et échelon :

$$\lim_{p\to 0} P.\,\varepsilon(P) = \frac{E_0}{1 + \frac{K_c.K}{P}} = 0$$

$\underline{\alpha = 0 \text{ et rampe :}}$

$$\lim_{p \to 0} p.\varepsilon(p) = p.\left(\frac{V}{p^2} \cdot \frac{1}{1 + K_c \cdot \frac{K}{p^0}}\right)$$

$$= \frac{V}{p} \cdot \frac{1}{1 + K_c . K} = \infty$$

Chiant

$\underline{\alpha = 1 \text{ et rampe :}}$

ooo