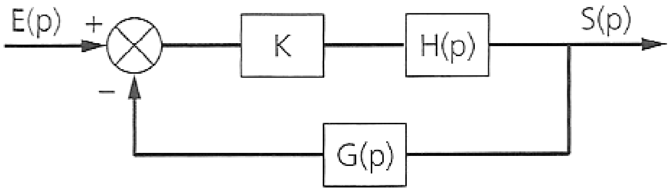
Asservissement : Performances des systèmes asservis

Exercice 1



$H(p) = \dfrac{1}{1+0{,}1.p}$ et $G(p) = 1$.

Précision : Aucune intégration dans le FTBO

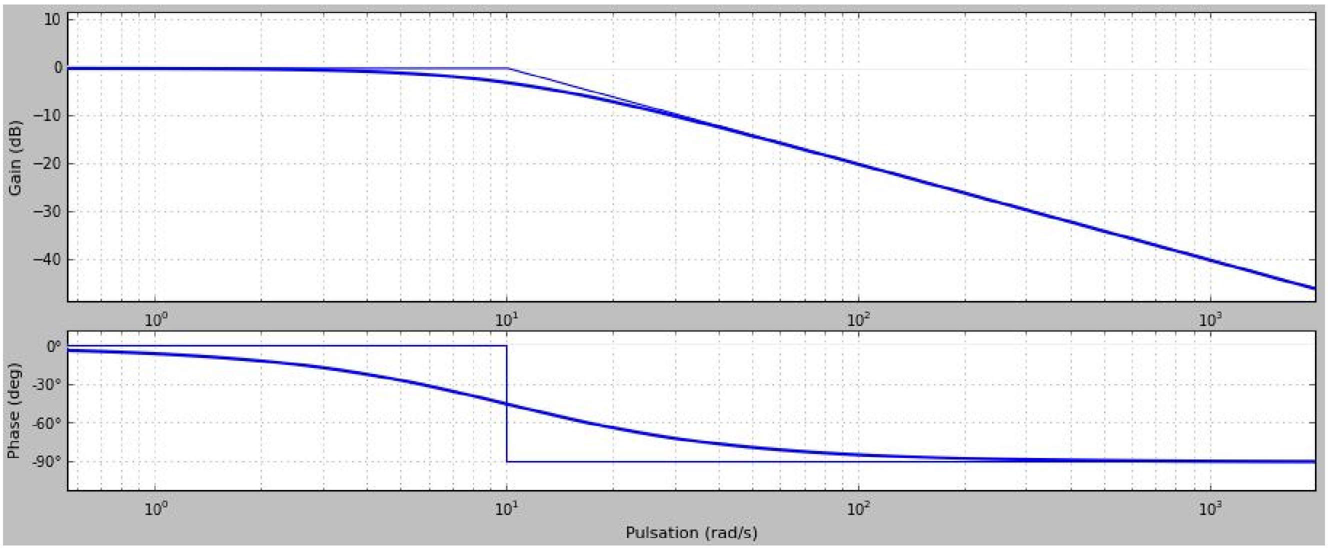
Erreur statique (entrée échelon unitaire) constante : $\varepsilon\% = \dfrac{100}{1+K_{BO}} = \dfrac{100}{1+K}$

On veut $\varepsilon\% < 1\%$ ⇨ $\dfrac{100}{1+K} < 1$ ⇨ $K_{BO} > 99$

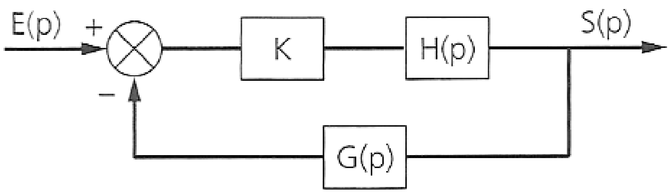
Erreur de trainage (entrée rampe) infinie : $\varepsilon(\infty) = \infty$

Stabilité : la FTBO est du premier ordre ⇨ $M\varphi > 90°$ et $M_G = \infty$

Diagramme de Bode de la FTBO $H(p) = \dfrac{1}{1+0{,}1.p}$



Exercice 2



$H(p) = \dfrac{1}{p.(1+0{,}1.p)}$ et $G(p) = 1$.

Précision : Une intégration dans le FTBO
Erreur statique (entrée échelon unitaire) nulle

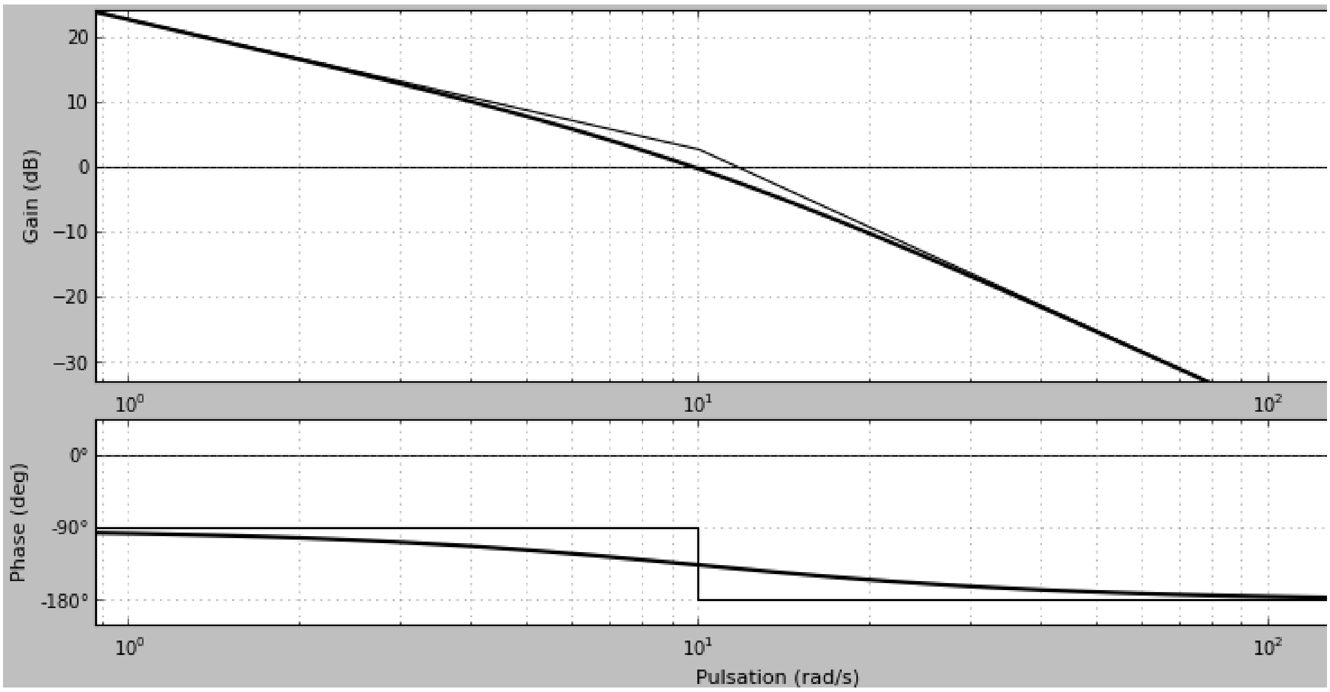
Erreur de trainage (entrée rampe) constante : $\varepsilon = \dfrac{1}{K_{BO}} = \dfrac{1}{K}$

Stabilité : FTBO premier ordre avec intégration ⇨ $M\varphi > 0°$ et $M_G = \infty$

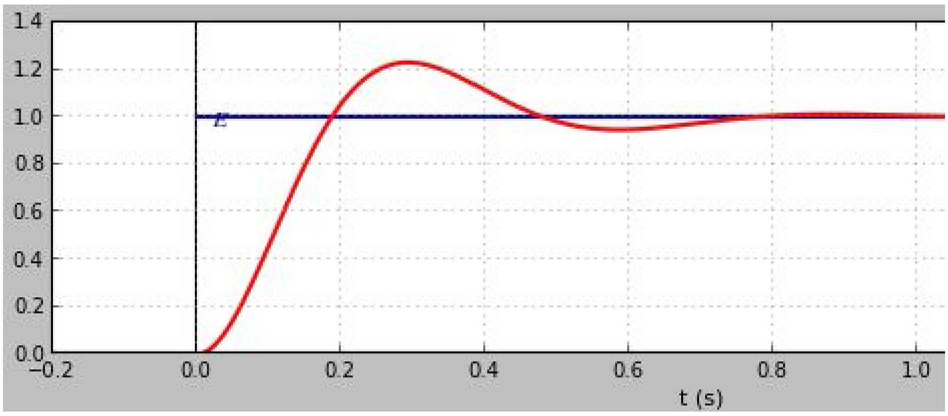
Réglage de K : Pour avoir $M\varphi = 45°$, il faut que G_{db}=0 db au niveau de la cassure (ω=10), c'est-à-dire G_{db}=3 db pour ω=10 sur l'asymptote $H(p) = \frac{K}{p}$.

$$G_{db} = 20.\log\frac{K}{10} = 3 \quad ⇨ \quad K = 10.10^{\frac{3}{20}} = 14$$

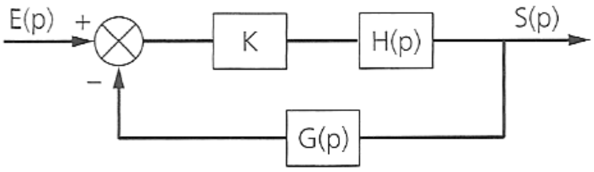
Diagramme de Bode de la FTBO corrigé $K.H(p) = \frac{14}{p.(1+0,1.p)}$



Réponse temporelle du système corrigé



Exercice 3



$$H(p) = \frac{1}{p.(1+2.p+3.p^2)}$$ et $G(p) = 1$

Précision : Une intégration dans le FTBO
Erreur statique (entrée échelon unitaire) nulle
Erreur de trainage (entrée rampe) constante : $\varepsilon = \dfrac{1}{K_{BO}} = \dfrac{1}{K}$

Stabilité : FTBO deuxième ordre avec intégration

$$H(p) = \frac{1}{p.(1+2.p+3.p^2)} = \frac{1}{p.\left(\dfrac{p^2}{\omega_n^2} + \dfrac{2.z}{\omega_n}.p + 1\right)}$$

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0{,}58 \qquad z = 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \text{Résonance} \quad \omega_r = \omega_n.\sqrt{1-2.z^2} = 0{,}335$$

$$G_{db} = 20.\log\left(\frac{K}{2.z\sqrt{1-z^2}}\right) + 20.\log\left(\frac{1}{\omega_r}\right) = 0{,}49 + 9{,}5 = 10$$

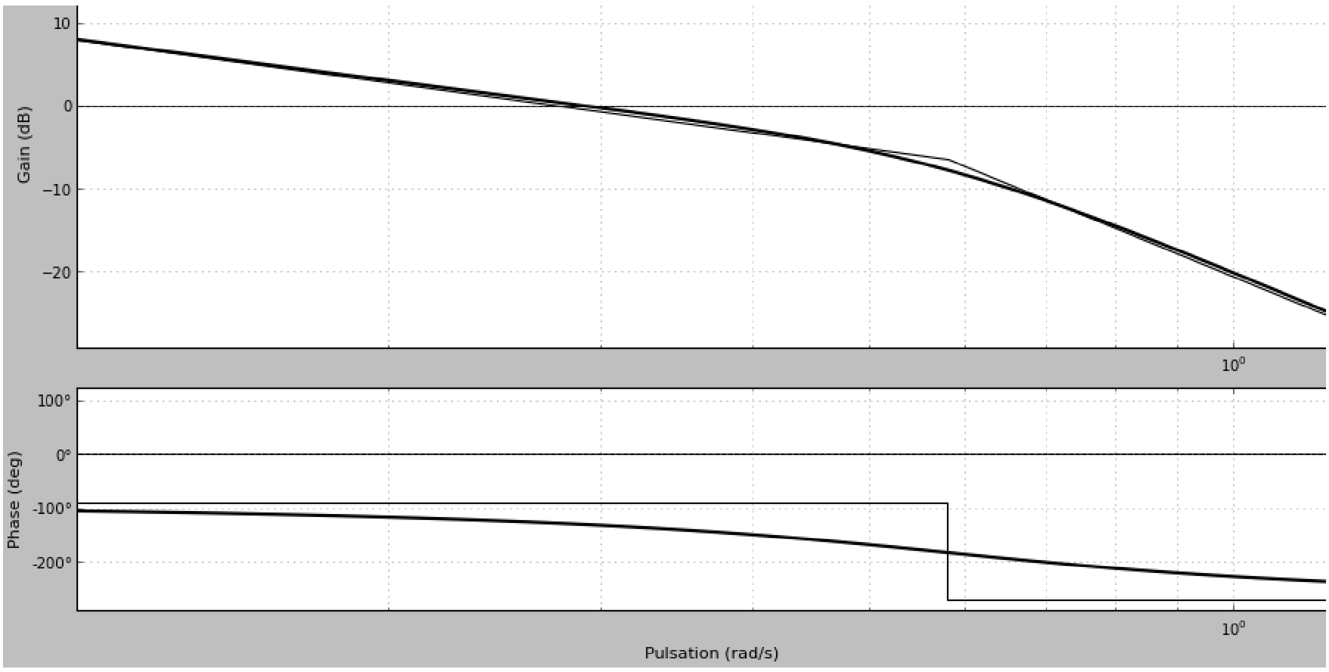
On peut résoudre ce problème numériquement avec une calculatrice en programmant le gain et la phase ou avec un logiciel (« scilab-Xcos » ou « pySyLic »)

Avec K=1 le système est instable.

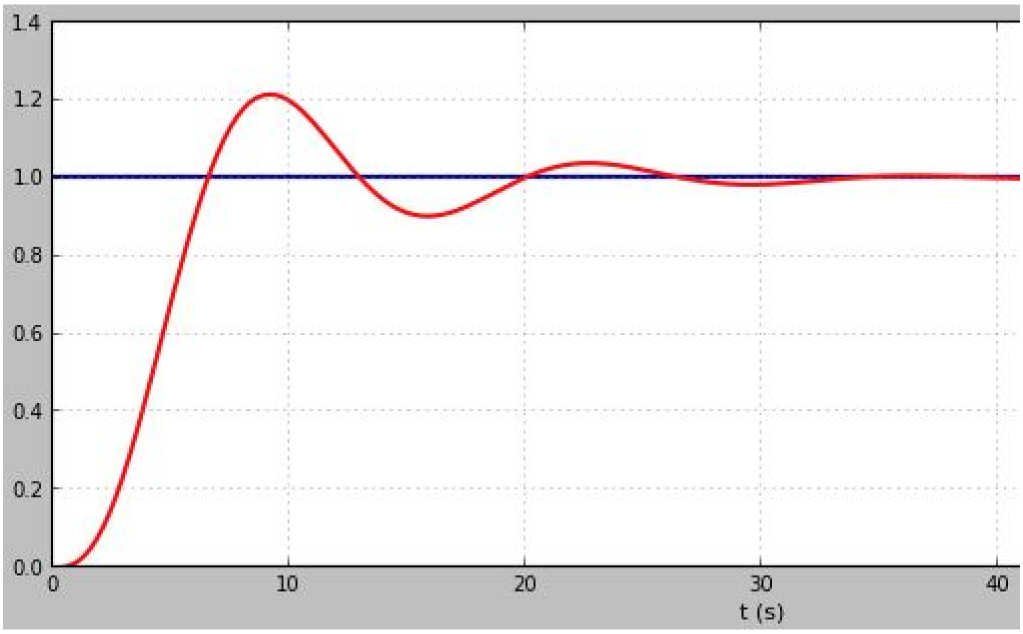
Avec K<0,675 le système est instable.

Avec K=0,28 le système est instable avec des marges suffisantes.

Diagramme de Bode de la FTBO avec K=0.28

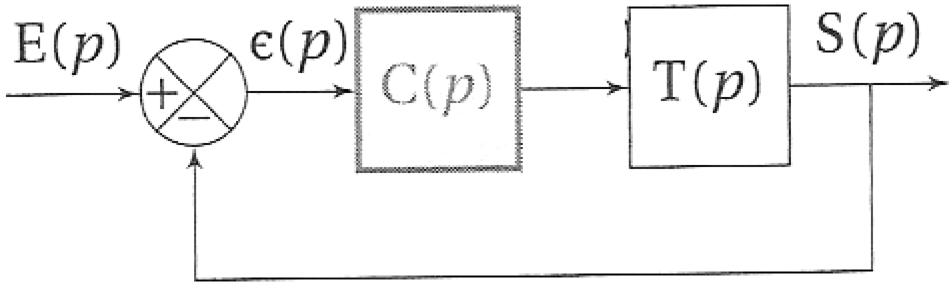


Réponse temporelle à un échelon unitaire avec K=0.28



Exercice 4

Soit le système asservi suivant avec $T(p) = \dfrac{5}{2+0{,}1.p}$



Questions

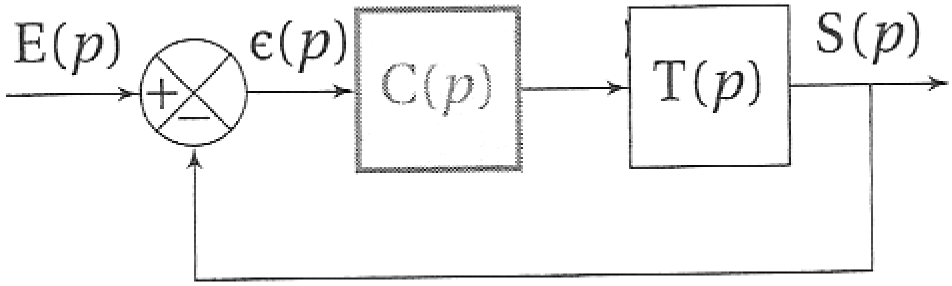
1. *Avec* $C(p) = 1$*, déterminer l'erreur statique et l'erreur de trainage. Tracer le diagramme de Bode de la FTBO et déterminer les marges de gain et de phase.*

2. *Avec* $C(p) = \dfrac{K}{p}$*, déterminer l'erreur statique et l'erreur de trainage. Tracer le diagramme de Bode de la FTBO et déterminer la valeur de K afin d'avoir une marges de gain supérieure à 5 db et une marge de phase supérieur à 45°.*

3. *Avec* $C(p) = K.\dfrac{1+p}{1+2.p}$*, déterminer l'erreur statique et l'erreur de trainage. Tracer le diagramme de Bode de la FTBO et déterminer les marges de gain et de phase. Conclure.*

Exercice 5

Soit le système asservi suivant avec $T(p) = \dfrac{8}{p.(1+0{,}5.p)}$



Questions

1. *Avec* $C(p) = 1$*, déterminer l'erreur statique et l'erreur de trainage. Tracer le diagramme de Bode de la FTBO et déterminer les marges de gain et de phase.*
2. *Avec* $C(p) = K$ *, quelles sont les conséquences d'une augmentation de K ? Déterminer la valeur de K afin d'avoir une marge de phase supérieur à 45°.*
3. *Avec* $C(p) = \dfrac{1+7.p}{1+70.p}$*, tracer le diagramme de Bode de la FTBO et déterminer les marges de gain et de phase. Conclure.*