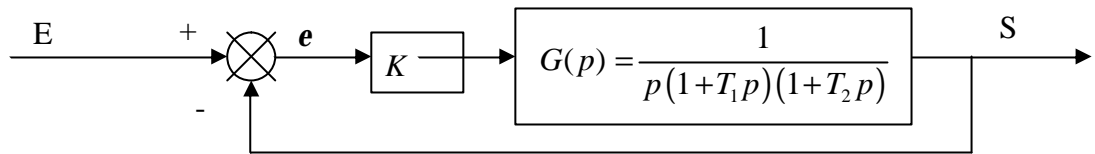


**TD N°2 : Stabilité, Marges**

On considère le système représenté par le schéma bloc suivant : On prendre  $T_2 > T_1$

Question 1

Déterminer les fonctions de transfert en boucle fermée et en boucle ouverte de ce système.

Question 2

Déterminer les erreurs statique, dynamique de ce système.

Déterminer l'erreur en accélération (entrée de type parabolique :  $e(t) = \frac{1}{2}g^2$  soit  $E(p) = \frac{g}{p^3}$ )

Question 3

Déterminer les marges de gain et de phase de ce système en fonction de ses caractéristiques. Pour simplifier les calculs, on déterminera la pulsation de coupure à 0dB sur le diagramme asymptotique de Bode en gain.

Question 4

Régler le gain  $K$  du système en fonction de constantes de temps  $T_1$  et  $T_2$  pour avoir une marge de gain juste suffisante (prendre la valeur courante de marge de gain du cours)



## TD N°2 : Correction Stabilité , Marges

### Question 1 :

La FTBO (Fonction de Transfert en Boucle Ouverte) de ce système vaut le produit des deux blocs, soit :  $FTBO = \frac{K}{p(1+T_1p)(1+T_2p)}$

Le système étant à retour unitaire (pas de bloc ou bloc=1 dans la boucle de retour), la FTBF de ce système vaut :  $FTBF = \frac{FTBO}{1+FTBO}$ , soit le résultat suivant :

$FTBF = \frac{\frac{K}{p(1+T_1p)(1+T_2p)}}{1 + \frac{K}{p(1+T_1p)(1+T_2p)}} = \frac{K}{p(1+T_1p)(1+T_2p) + K}$ , c'est à dire un système de gain statique = 1.

### Question 2 :

Calculons la fonction erreur  $e(t) = e(t) - s(t)$ . Dans le domaine de Laplace :

$$e(p) = E(p) - S(p) = E(p) \left[ 1 - \frac{S(p)}{E(p)} \right] = E(p) [1 - FTBF]$$

$$\text{Soit : } e(p) = E(p) \left[ 1 - \frac{K}{K + p(1+T_1p)(1+T_2p)} \right] = E(p) \frac{p(1+T_1p)(1+T_2p)}{K + p(1+T_1p)(1+T_2p)}$$

Calculons l'erreur statique :

Elle est obtenue pour une entrée échelon, c'est à dire avec  $E(p) = \frac{A}{p}$

$$e_s = \lim_{p \rightarrow 0} p e(p) \text{ avec } E(p) = \frac{A}{p}$$

$e_s = \lim_{p \rightarrow 0} p e(p) = \lim_{p \rightarrow 0} A \frac{p(1+T_1p)(1+T_2p)}{K + p(1+T_1p)(1+T_2p)}$ . D'où  $e_s = 0$ , ce qui est conforme avec un système de gain statique 1.

Calculons l'erreur dynamique :

Elle est obtenue pour une entrée rampe, c'est à dire avec  $E(p) = \frac{V}{p^2}$

$$e_t = \lim_{p \rightarrow 0} p e(p) \text{ avec } E(p) = \frac{V}{p^2}$$

$e_t = \lim_{p \rightarrow 0} p e(p) = \lim_{p \rightarrow 0} V \frac{(1+T_1p)(1+T_2p)}{K + p(1+T_1p)(1+T_2p)}$ . D'où  $e_t = \frac{V}{K}$