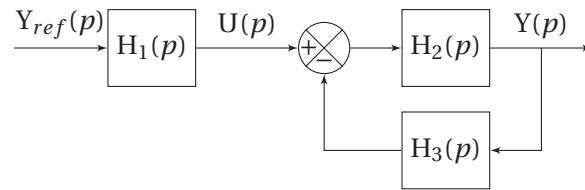


### 3.4. Feuille n°6 : stabilité, précision, rapidité

#### Exercice 22- Précision et stabilité

Corrigé page 69

Soit le système décrit par le schéma bloc :



$$H_1(p) = \frac{5}{(1 + 16 \cdot p) \cdot (1 + 33 \cdot p)} \quad H_2(p) = \frac{15 \cdot k}{p(1 + p)} \quad H_3(p) = \frac{1}{1 + 0.1 \cdot p} \quad (3.1)$$

$y_{ref}(t) = Y_o$  est une consigne constante (échelon).

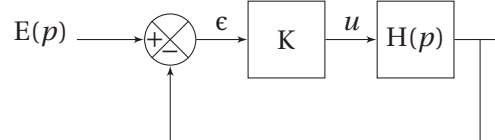
**Q1.** Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée.

**Q2.** Déterminer la valeur finale de  $Y(t)$  pour  $k = 0,5$  et  $k = 5$ .

#### Exercice 23- Utilisation de l'abaque de Black

Corrigé page 70

Soit le système en figure ci-contre où  $K$  est un gain variable avec  $H(p) = \frac{1}{p \cdot (1 + 2 \cdot p + p^2)}$ .



**Q1.** Calculer la fonction de transfert de ce système en boucle fermée. Quels sont l'ordre et le gain statique  $K_0$  correspondants ?

**Q2.** En posant  $K = 1$ , tracer le lieu du transfert en boucle ouverte du système dans l'abaque de Black ci-joint.

**Q3.** Déterminer graphiquement les valeurs particulières suivantes de  $K$  :

**Q3a.**  $K_1$  telle que le système soit en limite de stabilité,

**Q3b.**  $K_2$  telle que la marge de phase soit de  $40^\circ$ ,

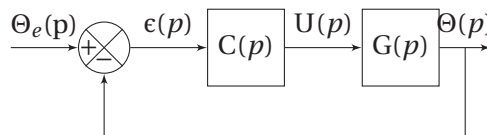
**Q3c.**  $K_3$  telle que la marge de gain soit de 10 dB,

**Q3d.**  $K_4$  telle que le gain maximal en boucle fermée soit de 2,3 dB déduire alors la marge de phase et la marge de gain.

#### Exercice 24- Précision et paramètres

Corrigé page 70

Le système étudié est un réacteur, dont on se propose de réguler la température.



L'équation différentielle reliant la température  $\theta(t)$  à la tension de commande  $u(t)$  s'écrit :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + (4 + \alpha) \cdot \frac{d\theta}{dt} + 4 \cdot \alpha \cdot \theta(t) = 4 \cdot u(t)$$

Le paramètre  $\alpha$  a été identifié par plusieurs essais mais sa valeur, dépendante aux produits introduits dans le réacteur, n'est connue que par un encadrement :  $16 \leq \alpha \leq 20$ .

La régulation complète est représentée par le schéma bloc ci contre.

- $\Theta_e(p)$  : la transformée de Laplace de la température de consigne  $\theta_e(t)$  ;
- $\Theta(p)$  et  $U(p)$  les transformées de Laplace de  $\theta(t)$  et  $u(t)$  ;
- $C(p)$  : le régulateur.

Dans un premier temps, on choisit un régulateur proportionnel :  $C(p) = K_p$  .

**Q1.** Déterminer la fonction de transfert  $G(p)$ .

**Q2.** Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée  $G_F(p) = \frac{\Theta(p)}{\Theta_e(p)}$ . Mettre sous forme canonique.

**Q3.** Le système est-il stable ?

**Q4.** Déterminer  $K_p$  pour obtenir un coefficient d'amortissement  $z_F > 0,5$ .

**Q5.** Déterminer l'erreur indicielle pour un échelon de température de  $\Theta_0 = 20^\circ\text{C}$  en fonction du paramètre  $\alpha$ . Conclure sur la précision.

On choisit maintenant un régulateur proportionnel intégral :  $C(p) = K_p \frac{1 + T_i \cdot p}{T_i \cdot p}$ .

**Q6.** Déterminer la FTBO pour les valeurs suivantes de  $T_i$  et  $\alpha$  ;

- $T_i = 1/20, T_i = 1/16$
- $\alpha = 20, \alpha = 16$

**Q7.** À partir du tracé des diagrammes de Bode ou de Black de la FTBO pour chacun des cas (on prend  $K_p = 1$ ), déterminer le couple  $(T_i, K_p)$  tel que la marge de phase ( $M_p$ ) soit supérieure à  $45^\circ$  pour toutes les valeurs de  $\alpha$ .

**Q8.** Déterminer l'erreur indicielle pour un échelon de température de  $\Theta_0 = 20^\circ\text{C}$ .