

## SYS-810 TECHNIQUES DE SIMULATION

### Application des méthodes de substitution opérationnelle en boucle fermée

#### DEVOIR n° 2

#### Problème 1 :

Étant donné le modèle linéarisé d'un hélicoptère à 2 degrés de liberté donné par la fonction de transfert suivante :

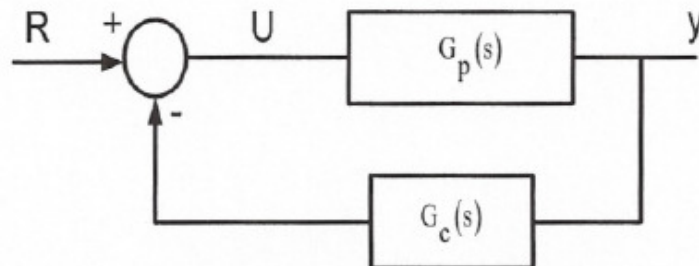
$$G_p(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{9.8 s^2 - 4.9 s + 61.4}{s(s^3 + 0.44 s^2 - 0.007 s + 0.11)}$$

où Y = position horizontale (en mètres)  
U = angle de poussée du rotor (en rad)

Le système étant instable en boucle ouverte, on le contrôle avec un compensateur qui a été calculé avec la méthode de placement des pôles, on obtient le compensateur suivant :

$$G_c(s) = \frac{1.93 s^3 + 1.72 s^2 + 0.43 s + 0.11}{s^4 + 9.76 s^3 + 40.9 s^2 + 76.6 s + 136}$$

Le système de contrôle devient :



- 1) Simulation avec une méthode implicite : TUSTIN
  - a) Calculer les fonctions de transfert  $G_p(z)$  et  $G_c(z)$  en utilisant Tustin (prendre  $T = 0.04$  s)
  - b) Montrer que si on veut obtenir le graphe de  $Y(nt)$  et  $U(nt)$  simultanément, on doit ajouter un retard  $z^{-1}$  dans la boucle de retour.
  - c) Pour une entrée échelon de référence  $R = 0.1$  radians tracer la réponse continue  $y(t)$  (en Matlab) et  $u(t)$ , puis la réponse discrète  $y(nT)$  et  $u(nT)$  (toujours avec  $T = 0.04$ ). Comparer.
  
- 2) Simulation avec une méthode explicite : HALIJAK
  - a) Refaire 1 - a)
  - b) Refaire 1 - c), comparer.

## Problème 2 :

Étant donné le système représenté par la fonction de transfert :

$$G(s) = \frac{100 s}{s^3 + 11 s^2 + 30 s + 200}$$

- a) Trouver la fonction de transfert discrétisée  $G(z)$  utilisant un bloqueur d'ordre zéro. ( $T = 0.1$  sec).
- b) Écrire l'équation récurrente et simuler la sortie  $y(k)$  lorsque l'entrée est un échelon.
- c) Refaire a) et b) en utilisant les méthodes :

- Tustin
- Boxer-Thaler
- Halijak