

# Modélisation et commande des systèmes linéaires numériques

## TP 1 : Prédicteur de Smith ou correcteur proportionnel-Intégral à Retard (PIR)

L'objectif de ce TP est d'étudier, dans un premier temps en simulation, un régulateur à modèle interne : le prédicteur de Smith. Ce contrôleur est une des réponses que l'on peut apporter à la question *que faire ?* lorsque le tableau de réglage du PID basé sur la réglabilité indique *PID non recommandé*.

Dans ce premier TP, on se concentrera sur les systèmes en temps continu.

### 1 Le problème

On considère un système entrée-sortie donné par la fonction de transfert :

$$F(s) = \frac{5}{1 + 2s} e^{-5s}$$

**Q.1** Proposer un contrôleur de type PID en utilisant la méthode basée sur le coefficient de réglabilité afin de réguler le système  $F(s)$ .

**Q.2** Essayer les méthodes suivantes pour régler les coefficients du PID envers et contre tout !

- Faire *comme si* le coefficient de réglabilité valait 0.5 et utiliser la dernière ligne du tableau.  
Est-ce que cela fonctionne ? Est-ce satisfaisant ?
- Essayer l'option de réglage automatique (autotune) de Matlab/Simulink.
- Réaliser un asservissement proportionnel intégral du système  $F(s)$  en réglant les paramètres du contrôleur *par essais-erreurs*.

Ces approches fonctionnent-elles ? Les résultats sont-ils satisfaisants ?

### 2 Le prédicteur de Smith

Dans cette seconde partie, notre objectif est de mettre au point un régulateur dont les performances sont bien meilleures que celles des régulateurs précédents. Pour cela, il ne faut pas se contenter d'un simple PI.

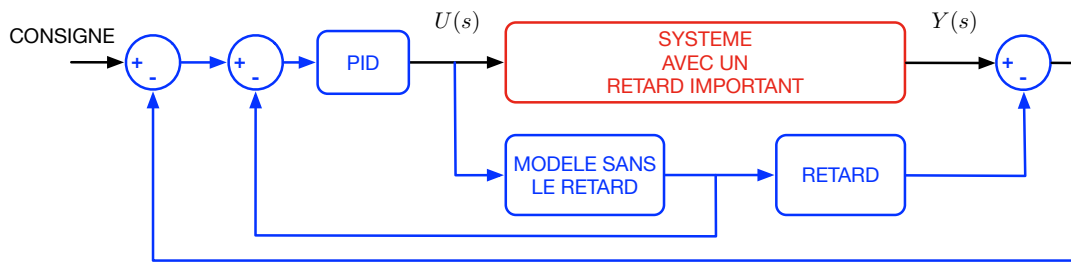


FIGURE 1 – Schéma fonctionnel du prédicteur de Smith.

Le correcteur que nous allons mettre en place s'appelle prédicteur de Smith (ou PIR pour proportionnel-Intégral à retard). Le schéma fonctionnel de ce correcteur est reproduit à la figure (1).

Pour réaliser ce correcteur, la fonction de transfert  $F(s)$  sera décomposée comme suit :

$$F(s) = G(s)e^{-5s}$$

- Q.1** Quelle est l'expression de  $G(s)$  ? Quelle est la valeur du coefficient de réglabilité de  $G(s)$  ?
- Q.2** Réaliser le diagramme SIMULINK d'un prédicteur de Smith dans le but de réguler le système  $F(s)$  :
- le bloc *procédé avec un retard important* sera la fonction de transfert complète  $F(s)$  ;
  - le bloc *modèle sans le retard* sera la fonction de transfert  $G(s)$  ;
  - le bloc *retard* sera la fonction de transfert  $\exp(-5s)$  (Utiliser un bloc *transport delay*) ;
  - le bloc *régulateur* sera le contrôleur PI donné par le coefficient de réglabilité de  $G(s)$ .
- Q.3** Sur un nouveau diagramme SIMULINK, comparez les performances du PI réglé par essais-erreurs, aux performances du prédicteur de Smith.
- Q.4** Plus compliqué, mais moins artificiel.  
On commence par télécharger le système (a priori inconnu) mis à disposition sur la page moodle du cours.  
Mettre en place un prédicteur de Smith pour ce système (il faudra donc commencer par une identification afin d'avoir un modèle).
- Q.5 [Facultatif]**  
Utiliser les approximants de Padé pour réaliser le retard du prédicteur de Smith (pour le retard du procédé, vous pourrez conserver un bloc *continuous time delay*).