Commande Prédictive
TP n°1

Prédiction Optimale

Considérons un système décrit par l'équation aux différences suivantes :

$$A(q^{-1})y(t) = B(q^{-1})u(t-d-1) + v(t)$$

où d+1 représente le retard global du système (retard physique + retard du bloqueur) et v(t) est une perturbation qui affecte le système. Cette perturbation est modélisée par l'équation aux différences suivante

$$D(q^{-1})v(t) = C(q^{-1})\gamma(t)$$

Travail à réaliser

1 –Prédicteur à d+1 pas sans perturbation

Donner l'expression analytique du prédicteur optimal à d+1 pas lorsque $v(t) = \gamma(t)$

$$\hat{y}(t/t-d-1)$$

Soit le système de fonction de transfert échantillonnée (Te = 0.1s)

$$\mathrm{G(z)} = z^{-1}\frac{0.0644}{1-0.9556z^{-1}}$$

- Compléter le programme **calcul_predicteur.m** de manière à déterminer les paramètres du prédicteur à d+1 pas.

  Remarque : la fonction ***bezou_z.m*** *disponible sous Moodle pourra être utilisée pour réaliser la division polynomiale*

- Vérifier le bon fonctionnement du prédicteur sous simulink lorsque le système **n'est soumis à aucune perturbation. L'entrée u(t) du système sera un bruit blanc. On complètera le fichier prediction_tp.slx qui contient déjà le système sous sa forme échantillonnée.**

- Comparez sur un oscilloscope la sortie y(t) et la sortie prédite $\hat{y}(t/t-d-1)$
- Comparez sur un oscilloscope la sortie y(t-d-1) et la sortie prédite $\hat{y}(t/t-d-1)$

2 – Prédicteur à j pas sans perturbation

Rappeler l'expression analytique du prédicteur optimal à j pas lorsque pas lorsque $v(t) = \gamma(t)$

$$\hat{y}(t/t-j)$$

- Complétez le programme **calcul_predicteur.m** de manière à déterminer les paramètres du nouveau prédicteur.
- vérifier son fonctionnement sous simulink (fichier prediction_tp.slx). **L'entrée du système sera un bruit blanc.**
- Comparez sur un oscilloscope la sortie y(t) et la sortie prédite $\hat{y}(t/t-j)$
- Comparez sur un oscilloscope la sortie y(t-j) et la sortie prédite $\hat{y}(t/t-j)$

3– Système soumis à une perturbation échelon

Le système est maintenant soumis à une perturbation v(t) de type échelon à l'instant t = 50s.

- Compléter le schéma Simulink de manière à faire apparaître une perturbation v(t) échelon à t = 50s. Exécuter et Conclure.

- Rappeler l'expression du prédicteur optimal à j pas lorsque <u>le système est soumis à une perturbation dont le modèle est connu</u> soit

$$\hat{y}(t/t-j)$$

- Compléter le programme **calcul_predicteur.m** de manière à déterminer les paramètres de ce nouveau prédicteur. Le polynôme $C(q^{-1})$ est un paramètre de synthèse qu'il faut choisir. **On choisira toutes ses racines réelles, stables et bien amorties.**

- Modifiez si besoin le schéma **prediction_tp.slx** et vérifier que la prédiction à j pas est améliorée.

- Le polynôme $C(q^{-1})$ a une grande influence sur les performances du prédicteur lorsque la perturbation apparaît. Modifier $C(q^{-1})$ en « ralentissant » ses racines et observer les conséquences sur la qualité de la prédiction.

4– Système soumis à une perturbation sinusoïdale

Le système est maintenant soumis à une perturbation v(t) sinusoïdale de pulsation 2 rad/s à partir de l'instant t = 20s.

- Modifiez le schéma Simulink de manière à faire apparaître une sinusoïdale v(t) à t = 20s. Etudier à nouveau les performances du prédicteur du cas n°3 dans ce cas.

- Calculer les paramètres d'un nouveau prédicteur dans le fichier **calcul_predicteur.m** de manière à prendre en compte une perturbation sinusoïdale**.** Vérifier que la prédiction à j pas est améliorée.

5– Système soumis à une perturbation sinusoïdale et une perturbation échelon

Réaliser un predicteur à j pas lorsque le système est soumis à une perturbation sinusoïdale de pulsation 2 rad/s et une perturbation échelon. Réalisez l’essai sous Simulink en appliquant la perturbation sinusoïdale à t = 20s et la perturbation échelon à t = 50s.