

REPUBLIQUE ALGERINNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université de Relizane

Faculté des sciences et de la technologie
Département d'électrotechnique & automatique
Master 2 : Automatique et systèmes
Module : Diagnostic des systèmes



TD N° :02

Exercice 01 :

On considère le système suivant, pour lequel les deux capteurs peuvent être soumis à des défauts.

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} d(t) \end{cases}$$

Dans lequel le gain a été ajusté pour placer les pôles aux valeurs (-2.5, -2).

1- Déterminer le gain L de l'observateur et la matrice F :

Exercice 2 :

Soit le système numérique dont seule la sortie est mesuré :

$$\begin{cases} x(k+1) = Ax(k) + Bu(k) \\ y(k) = Cx(k) \end{cases}$$

Avec : $A = \begin{bmatrix} 0.1 & 0 \\ 2 & 0.5 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ $C = I$ et $y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$

1- Calculer les résidus en z pour une réponse pile.

On donne maintenant $A_0 = A - KC = \begin{bmatrix} 0.05 & 0 \\ 0 & 0.1 \end{bmatrix}$

2- Même question si on impose une dynamique au système bouclé

Exercice 3 :

Soit un système quelconque, on anticipe 4 fautes f_1, f_2, f_3 et f_4 . On dispose de 5 résidus ρ_1, \dots, ρ_5 .

- ρ_1 n'est affecté que par f_2 .
- ρ_2 n'est affecté que par f_2 et f_4 .
- ρ_3 est affecté par f_1 et f_3 .
- ρ_4 est robuste à toutes les fautes.
- ρ_5 est affecté par toutes les fautes

a- Ecrire les structures de chaque résidu. En déduire la matrice de signature.

Exercice 04 :

On veut mettre en œuvre d'un diagnostic à base d'observateur d'état (défaut capteur).

Considérons le système suivant, affecté par un défaut de capteur $w(t)$ et par des bruits de mesure $m(t)$:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -3 & 2.5 & 3 \\ 0 & -4 & -2 \\ 0.1 & -5 & -6 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} w(t) + m(t) \\ x(0) = [4 \quad 4 \quad 4]^T \end{cases}$$

Afin de détecter et d'estimer ce défaut de capteur, on construit un observateur d'état, pour ensuite filtrer l'erreur d'estimation des sorties

Exercice 5 :

Soit le système décrit par la représentation d'état suivante :

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -20 & -1 \\ 2 & -1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} d(t) \end{cases}$$

Le système étant du second degré, deux paramètres de réglage suffisent pour réaliser le placement de pôles de l'observateur ; on choisit alors un pôle double a -20.

Calculer et structurer les résidus pour une bonne localisation des défauts capteurs présents aux sorties.

Exercice 06 :

Objectif : concevoir un observateur a entrées inconnues pour le système à équation suivant, Il est affecté de défauts actionneurs, capteurs et d'une perturbation. Calculer et structurer les résidus pour une bonne localisation.

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + F_x v(t) + D_x w(t) \\ y(t) = Cx(t) + F_y v(t) \\ x(0) = x_0 \end{cases}$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 100 & -10 & -1 \\ 0 & 2 & -1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad F_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad D_x = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad F_y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1- Vérifier l'Algorithme de synthèse de l'observateur

a. Vérifier que le $\text{rang}(CD_x) = N_{ed} < N_s$ puis calculer L à partir de l'équation

$$L = -D_x[(CD_x)^T CD_x]^{-1}(CD_x)^T$$

b. Calculer $M = I + LC$ à partir de L

c. Calculer $G = MB$ à partir de M

d. Imposer N une matrice Hurwitz, on choisit les valeurs propres désirées pour l'observateur par $N = \text{diag}(-5 \ -6 \ -7)$ comme une matrice diagonale.

e. Calculer la matrice P , telle que $PC = MA - NM$

2- Donner la représentation d'état de l'observateur résultant

$$\begin{cases} \dot{z}(t) = Nz(t) + Gu(t) + Py(t) \\ \hat{x}(t) = z(t) - Ly(t) \end{cases}$$

3- On veut structurer les résidus, calcul maintenant la matrice de transfert $H(p)$ reliant les défauts $v(t)$ à l'erreur d'estimation en sortie $\varepsilon_y(t)$

4- Dédire l'expression du vecteur de résidu $R(p)$ en fonction du vecteur de défauts $V(p)$

$$H(p) = C(pI - N)^{-1}(F_1 + pF_2) - F_y, \text{ avec } F_1 = PF_y + NLF_y - MF_x \text{ et } F_2 = -LF_y$$
$$\text{et } R(p) = Q(p)E_y(p) = Q(p)H(p)V(p)$$

5- Choisir une matrice de paramétrisation $Q(p)$ permettant d'obtenir une structure localisante.

6- Dédire l'expression du générateur de résidus résultant avec la table de signatures associée.