

## TD N° 3

### Commande par Feedback Linearization

#### Exercice 1 :

Soit le système non linéaire:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1 x_1 + a_2 x_1 x_2 \\ \dot{x}_2 = a_3 x_2 + a_4 x_1 x_2 + u \end{cases}$$

Par deux méthodes calculer le degré relatif dans les deux cas à savoir:

$$y = h(x) = x_1 \text{ et } y = h(x) = x_2$$

#### Exercice 2 :

Soit le système NL analytique SISO:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1 x_1 - e^{x_2} u \\ \dot{x}_2 = a_2 x_3 + a_3 x_1 x_2 \\ \dot{x}_3 = a_4 x_2 \end{cases}$$

1<sup>er</sup> cas :  $y = h(x) = x_3$ , 2<sup>ème</sup> cas  $y = h(x) = x_2$

- 1- Ecrire les champs de vecteurs correspondant.
- 2- Calculer le crochet de Lie  $[f \quad g]$ .
- 3- Calculer le degré relatif.
- 4- Déterminer le difféomorphisme
- 5- Déterminer le système en  $Z$  (forme canonique)

#### Exercice 3 :

Soit le système non linéaire:

$$\dot{x} = \underbrace{\begin{pmatrix} -x_2 + x_4 \\ x_1 x_3 \\ x_1 \\ x_3 \end{pmatrix}}_f + \underbrace{\begin{pmatrix} 1 \\ e^{x_2} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}}_{g_1} u$$

$$y = h(x) = x_4$$

- 1- Calculer le degré relatif.
- 2- Déterminer le difféomorphisme
- 3- Déterminer le système en  $Z$  par la méthode de Jacobienne

#### **Exercice 4 :**

Soit le système non linéaire MIMO :

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = a_2 x_1 + a_3 x_1 x_2 + a_5 x_1 u_1 + a_6 u_2 \\ \dot{x}_3 = x_4 \\ \dot{x}_4 = a_7 x_4 + a_8 x_2 x_3 + a_9 u_1 + a_{10} x_3 u_2 \end{cases}$$

Avec :  $y = h(x) = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_3 \end{pmatrix}$

- 1- Calculer le degré relatif vectoriel.
- 2- Déterminer le difféomorphisme
- 3- Déterminer le système en  $Z$
- 4- Synthétiser une loi de commande par Feedback Linearisation.