

# Análisis de sistemas dinámicos

## 1.1 Objetivo:

En este proyecto se busca que el estudiante realice la identificación (orden y valor de los coeficientes) de un sistema dinámico. También se debe usar los conceptos adquiridos en clase de linealización y respuesta en el tiempo.

## 1.2 Identificación de sistemas

Asumir que se tiene el sistema discreto en ecuaciones de diferencia

$$y_k = \theta_1 y_{k-1} + \theta_2 y_{k-2} + \theta_3 u_{k-1}$$

Podemos entonces expresar el valor de la salida para  $k = 3$  y  $4$  como

$$y_3 = \theta_1 y_2 + \theta_2 y_1 + \theta_3 u_2$$

$$y_4 = \theta_1 y_3 + \theta_2 y_2 + \theta_3 u_3$$

Entonces podemos re-escribir la ecuación de diferencia individual para cada salida en forma matricial así

$$\mathbf{y} = \mathbf{T}\boldsymbol{\theta},$$

donde

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_3 \\ y_4 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix}, \quad \mathbf{T} = \begin{bmatrix} y_2 & y_1 & u_2 \\ y_3 & y_2 & u_3 \\ \vdots & \vdots & \\ y_{N-1} & y_{N-2} & u_{N-1} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix}$$

Se puede estimar entonces los parámetros (identificación) usando mínimos cuadrados

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = (\mathbf{T}^\top \mathbf{T})^{-1} \mathbf{T}^\top \mathbf{y}.$$

## 1.3 Procedimiento:

### 1.3.1 Descripción del sistema dinámico

En esta sección se deben realizar los siguientes pasos:

1. Seleccionar un sistema no-lineal mínimo de segundo orden: Motor de Inducción o DC, dos tanques de líquido en serie, movimiento de un satélite, etc.
2. Linealizar sobre su punto de estabilidad o en un punto de operación específico.
3. Comparar las respuestas al escalón del sistema no-lineal y el linealizado.
4. Determinar los polos del sistema.
5. Discretizar el sistema lineal de tal forma que sus polos en  $z$  sean estables.

**1.3.2 Mínimos cuadrados para estimación de parámetros:**

1. Para el sistema discreto y linealizado encontrado en la sección anterior, generar datos de  $y_k$  y  $u_k$ . Se puede usar una entrada de tipo impulso, escalón o escalones de diferentes amplitudes.
2. Estimar para diferentes ordenes los parámetros del sistema. Comparar los valores obtenidos con el orden verdadero del sistema.