

Trabajo de Aplicación

Tomás Vidal, Lautaro Frangi, Thomas Sille

Grupo 10

Control Automático III

Facultad de Ingeniería, UNLP, La Plata, Argentina.

25 de Noviembre, 2024.

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe describe la realización del trabajo de aplicación asignado a los alumnos de control automático III, el mismo está dividido en dos secciones la primera que tiene que ver con la identificación de sistemas para una planta dada y una segunda en donde se realizara un paso a paso de la construcción de un controlador PID para la misma.

II. IDENTIFICACIÓN DE SISTEMA

II-A. Simulación del sistema

En esta instancia, se simuló la planta con el objetivo de poder efectuar un análisis de su comportamiento. Esto se realizó en el programa de diseño de circuitos electrónicos y digitales Proteus Design Suite, el mismo nos permitió diseñar y corroborar el correcto funcionamiento de los algoritmos implementados para la síntesis de las diferentes señales de entrada a la planta. Debido a que la planta cuenta con seis componentes capaces de almacenar energía (capacitores), la misma puede modelarse como un sistema lineal de sexto orden. Cada etapa está separada por un amplificador operacional realimentado negativamente y alimentado con cinco voltios.

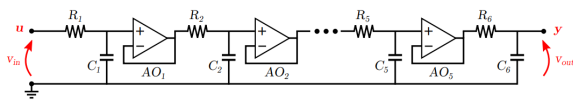


Fig. 1. Esquémico de la placa

II-B. Respuesta al escalón

Se empleó una señal PWM con ciclo de trabajo del 20 %, para hacer que la entrada vaya de 0V a 1V (en el segundo 0), luego de que se estableciera la salida (a los 3 segundos), se cambió el PWM al 80 % de manera que actuará como escalón, y luego de pasados 3 segundos, se volvió a llevar el ciclo de trabajo al 20 %. Esto se realizó tanto en simulación (en Proteus), como en la placa física, como los datos son idénticos para ambos casos, de ahora en adelante se referirá solamente a los datos.

II-C. Modelos de la planta

Una vez hecho el relevamiento de los datos, se emplearon para obtener un modelo de la planta original de alto orden,

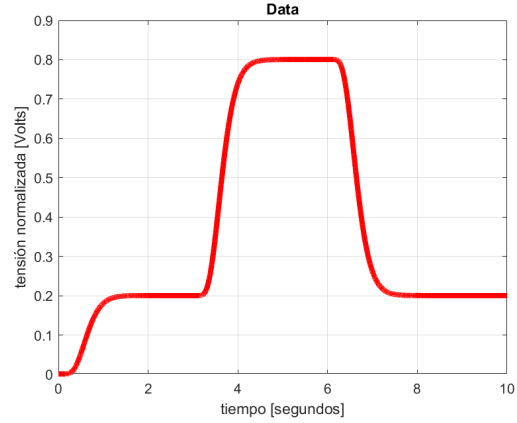


Fig. 2. Respuesta al escalón del sistema (normalizada a 5V)

uno del tipo FOPDT¹ y otro SOPDT², para esto utilizamos la aplicación de Matlab System Identification³ habiendo previamente procesados los datos (se tuvo que linealizar el tiempo).

II-C.1. Modelo FOPDT:

$$\frac{e^{-0,33791s}}{0,28802s + 1} \quad (1)$$

II-C.2. Modelo SOPDT:

$$\frac{e^{-0,24087}}{(0,18561 + 1)(0,18561 + 1)} \quad (2)$$

II-C.3. Modelo de orden 6:

$$\frac{1,261 \times 10^6}{s^6 + 75,11s^5 + 1869s^4 + 2,523104s^3 + 1,888105s^2 + 7,568105s + 1,26106} \quad (3)$$

Tipo	EFP	EMC	fit porcentual
FOPDT	0.001008	0.01007	91.97 %
SOPDT	0.0002428	0.0002421	96.06 %
Orden 6	$3,963 \times 10^{-9}$	$3,912 \times 10^{-9}$	99,98 %

TABLA I. Precisión de los modelos

II-C.4. Precisión de los modelos: Es importante tener en cuenta que estos modelos están **normalizados** con

¹First order plus dead time: primer orden más tiempo muerto

²Second order plus dead time: segundo orden más tiempo muerto

³Herramienta de MATLAB Toolbox que permite hacer identificación de sistemas

respecto a 5V.

Para corroborar la precisión de los modelos, se obtuvieron más datos con otro escalón, con los que se hicieron las verificaciones y cálculos. Los resultados de estos modelos se presentan en la figura 3, para hacer una mejor interpretación de los datos y los modelos, se centró la respuesta al escalón de los datos entre 1V y 4V, y entre 3 y 6 segundos.

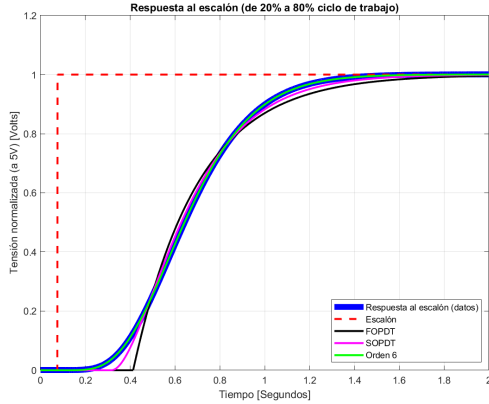


Fig. 3. Respuesta al escalón de los modelos

II-C.5. Análisis de robustez: Considerando una tolerancia de los elementos del circuito de un 10 % (al ser el producto de estos, termina siendo la suma, es decir una tolerancia del 20 %) y partiendo del modelo de orden 6, es posible establecer una familia de modelos a partir de un peso de incertidumbre dinámica global. Se consideró un peso de **incertidumbre aditiva**, ya que el mismo es el más adecuado a la hora de aproximar un modelo de orden elevado con otro de orden reducido. La condición a evaluar para el diseño del peso es la siguiente:

$$|G(jw) - G_0(jw)| < |W\delta(jw)|$$

Donde G es la familia de plantas y G_0 se obtiene a partir del modelo FOPDT obtenido. Entonces graficando esta condición para distintos valores para la constante de tiempo de G se obtuvo la siguiente función peso: