

PRÁCTICA 3: INTRODUCCIÓN A SIMULINK.

SISTEMAS ANALÓGICOS Y CONTROL

1. Introducción a Simulink. Sistemas Analógicos

Simulink es un recubrimiento de Matlab que permite la simulación gráfica de sistemas analógicos y digitales. Ejecutando el comando del mismo nombre en línea de comando de MatLab, se abrirá la librería de Simulink. Abriendo una ventana de simulación *New* y usando el ratón, podemos ir trasladando y conectando bloques de la librería de simulink en nuestra ventana, para construir el sistema a simular. Cada uno de estos bloques tiene una serie de parámetros ajustables que pueden modificarse pulsando dos veces el botón izquierdo del ratón sobre el bloque seleccionado.

En los siguientes subapartados se realizará un estudio del comportamiento de los sistemas analógicos de segundo orden, ante diversos tipos de excitación, usando Simulink.

1.1. Sistemas de Segundo Orden

Para comenzar se estudiará la respuesta de un sistema analógico de segundo orden a una entrada tipo escalón unitario, tal como se indica en la figura 1. La señal de entrada es generada por un bloque *Step input* (sublibrería Sources), para el que se fijará a 1 seg el instante en que tiene lugar el escalón. El sistema de segundo orden es un bloque *Transfer Fcn* (sublibrería Linear) en el que se tienen que fijar los coeficientes del polinomio numerador y los del denominador. Si, por ejemplo, pretendemos simular un sistema del tipo,

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}$$

con $\omega_n = 1$ y $\delta = 0,5$, tendremos que fijar el numerador a [1] y el denominador a [1 2*0.5*1 1]. Finalmente, para visualizar la señal de salida, usaremos el bloque *Scope* (sublibrería Sinks). Este visualizador permite ajustar los rangos vertical y horizontal, que fijaremos a 2 y 20 respectivamente.

Para realizar la simulación, debemos seleccionar la opción *Simulation*. Antes de pulsar en *start*, debemos ajustar los parámetros de la simulación: start time (0.0), stop time (20.0), max y min step size (0.01) y tolerance (0.001). Tras estos ajustes ya podemos realizar la simulación y visualizar en el scope la señal de salida, que debe ser oscilatoria y amortiguada, por tratarse de un sistema subamortiguado ($\delta < 1$). Simulink comparte el entorno de variables de Matlab. Así, podemos hacer uso de las variables que previamente se hayan definido en Matlab en los bloques de Simulink. Igualmente, la señal de salida $y(t)$ puede transferirse en forma muestreada ($y(nT)$, donde T es el periodo de muestreo) al entorno de MatLab usando el bloque *To Workspace*

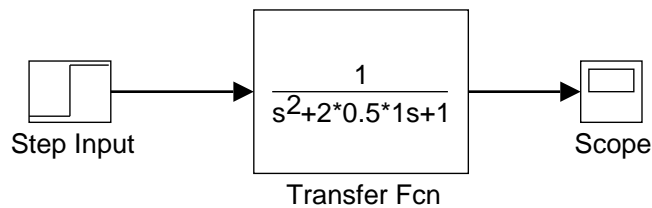


Figura 1: Sistema de segundo orden

(sublibrería Sinks), en el que debe fijarse el nombre de la variable MatLab de salida (*yout*) y el número máximo de muestras de salida que este caso, y dado que la simulación es de 20 seg, será $20/T$ (tomar $T=0.01$, es decir, 2001 muestras). Ya en línea de comando de MatLab, puede visualizarse la señal de salida mediante,

```
t=0:0.01:20;
plot(t,yout);
```

Determinar la sobreoscilación, el tiempo de pico y el tiempo de establecimiento al 2 %, y comparar con las predicciones teóricas. Para ello, debe construirse un programa en Matlab que devuelvan estos valores a partir de la señal simulada *yout*. Repetir lo anterior para $\delta = 1$ (sistema críticamente amortiguado) y $\delta = 1,5$ (sistema sobreamortiguado). Comentar los resultados superponiendo en una sola gráfica las respuestas escalón de los tres tipos de sistema.

1.2. Funciones de Transferencia con Ceros

A continuación se comprobará el efecto de la introducción de ceros en la función de transferencia. Si al sistema de segundo orden del apartado anterior ($\delta = 0,5$ y $\omega_n = 1$) le añadimos un cero en $z_0 = -1/a$, la función de transferencia será:

$$G(s) = \frac{as + 1}{s^2 + s + 1}$$

Comprobar el efecto de dicho cero para $a = 1, 0,5, 0,2, 0,1, 0,05$. ¿Para qué valores de a puede desprejarse el efecto del cero?

2. Sistemas Realimentados

Un amplio rango de sistemas, entre los que se encuentran diversos tipos de sistemas de control, presentan una topología con realimentación. Como ejemplo de sistema realimentado se trazará el sistema realimentado de la figura 2. Siguiendo las indicaciones del apartado anterior, se

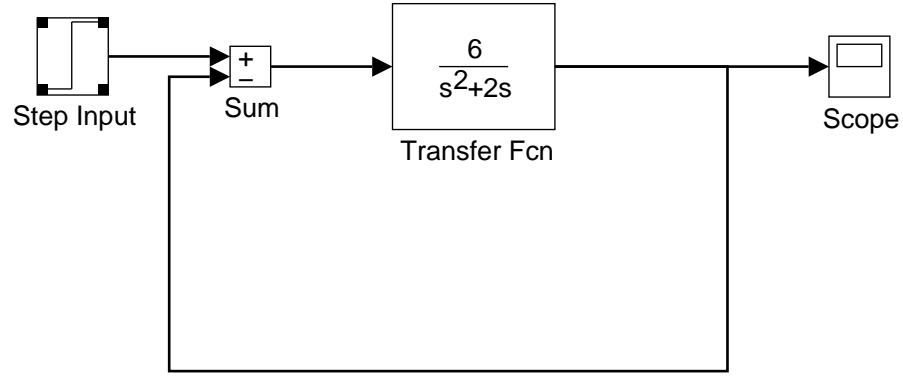


Figura 2: Sistema de segundo orden con realimentación.

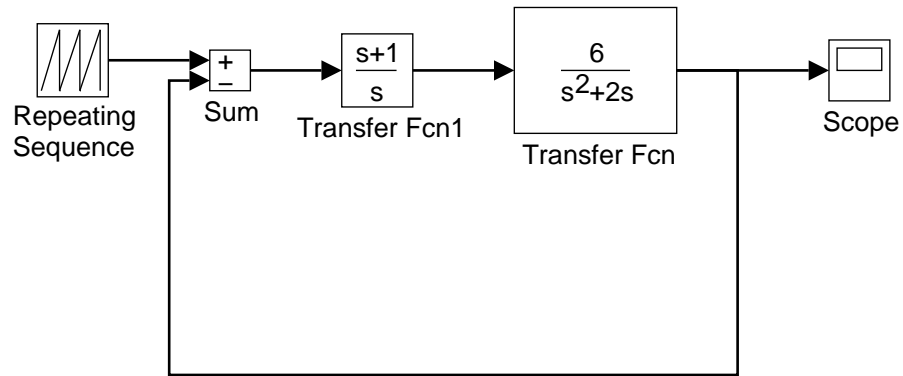


Figura 3: Sistema realimentado con controlador PI.

medirán la sobreoscilación y los errores de posición y velocidad. Comprobar con las predicciones teóricas.

Para medir el error de velocidad, es necesario generar una señal de entrada tipo rampa unitaria, que puede obtenerse mediante el generador *Repeating Sequence* con un periodo igual al tiempo de simulación (20 seg) y con un patrón de valores de salida $[0 \ 20 \ 0]$.

A continuación se comprobará el efecto que produce en el sistema anterior la introducción de un controlador PI (ver figura 3),

$$G_c(s) = k_p + \frac{k_i}{s} = \frac{k_p s + k_i}{s} = k_p \frac{s + k_i/k_p}{s}$$

con $k_p = k_i = 1$. Medir de nuevo la sobreoscilación y los errores de posición y velocidad (usando entradas tipo escalón unitario y rampa unitaria). Modificar los valores de los parámetros del controlador para reducir la sobreoscilación.