

# MODELADO E IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS 5º INGENIERÍA INDUSTRIAL

## FILTRADO DE SEÑALES: PRÁCTICA 2

### Discretización de filtros analógicos

---

## OBJETIVOS

- Diseño de filtros digitales por discretización de los correspondientes analógicos mediante la aplicación de diversas técnicas, atendiendo a la problemática existente en cada uno de los casos.
  - Comparación de las características en el dominio frecuencial de los filtros analógicos y sus correspondientes discretos en virtud de diferentes parámetros.
- 

## 1.- Discretización de sistemas continuos con Matlab.

El paquete Matlab posee funciones que permiten discretizar un sistema continuo mediante distintos métodos de discretización. El comando que realiza dicha tarea es **c2dm**. Dicho comando tiene la siguiente sintaxis :

$$[\mathbf{numd}, \mathbf{dend}] = \mathbf{c2dm}(\mathbf{num}, \mathbf{den}, \mathbf{Ts}, \mathbf{'method'})$$

de esta forma se convierte la función de transferencia continua  $G(s)=\mathit{num}(s)/\mathit{den}(s)$  en la función de transferencia discreta  $G(z)=\mathit{numd}(z)/\mathit{dend}(z)$  a un periodo de muestreo **Ts** utilizando el método '**method**', donde **num**, **den**, **numd** y **dend** son los vectores cuyos elementos son los coeficientes en orden decreciente de los polinomios del numerador y denominador de las funciones de transferencia continua y discreta respectivamente.

Los distintos métodos de discretización que podemos utilizar son los siguientes :

- 'zoh' : discretiza asumiendo que existe un retenedor de orden cero a la entrada.
- 'foh' : discretiza asumiendo que existe un retenedor de orden uno a la entrada.
- 'tustin' : discretiza utilizando la transformación bilineal.
- 'prewarp' : discretiza utilizando la transformación bilineal con compensación de frecuencias (prewarping). En este caso es necesario especificar la frecuencia de corte y el comando quedaría  $[\mathbf{numd}, \mathbf{dend}] = \mathbf{c2dm}(\mathbf{num}, \mathbf{den}, \mathbf{Ts}, \mathbf{'prewarp'}, \mathbf{Wc})$ , donde **Wc** es la frecuencia de corte en rad./seg.
- 'matched' : discretiza utilizando el método de asignación de polos y ceros.

Por ejemplo, si queremos discretizar el filtro continuo  $G(s) = \frac{s+10}{s+2}$  con un periodo de muestreo de 0.1 seg. por el método de emparejamiento de polos y ceros, se haría :

```
» [numd,dend]=c2dm([1 10],[1 2],0.1,'matched')
numd =
    1.4338    -0.5275
dend =
    1.0000    -0.8187
```

## 2.- Realización de la práctica.

Supongamos que se dispone de un sistema de control que presenta una perturbación de unos 10 Hz. y un ruido superpuesto de la frecuencia de la red (50 Hz.). Se pide:

- 1) Diseñar dos filtros analógicos de Butterworth de cuarto orden que atenúen cada uno de los efectos indeseables antes expuestos. Considerar la atenuación del ruido de red para frecuencias mayores de 40 Hz. y un rechazo de banda entre 8 y 12 Hz.
- 2) Obtener el filtro digital correspondiente, considerando las siguientes técnicas de discretización:
  - Bilineal
  - Bilineal con precompensación de frecuencias
  - Emparejamiento de polos y ceros.
- 3) Analizar mediante diagramas de bode el efecto del periodo de muestreo seleccionado, repitiendo el apartado anterior para otro valor de dicho periodo (tomar un periodo correcto y otro incorrecto).
- 4) Comprobar el funcionamiento de los filtros diseñados con Simulink.