

## Procesamiento digital de señales

Guía de trabajos prácticos: Unidad 7 y 8

# Transformada $Z$ - Filtros

## 1. Objetivos

- Utilizar la Transformada  $Z$  como herramienta para obtener la expresión de tiempo discreto de un sistema, a partir de la ecuación diferencial que rige su dinámica.
- Obtener la respuesta en frecuencia de sistemas discretos.
- Analizar las condiciones de estabilidad para sistemas discretos.
- Analizar las limitaciones de las transformaciones conformes.
- Diseñar e implementar filtros de respuesta finita al impulso (FIR).

## 2. Trabajos prácticos - TZ

**Ejercicio 1:** Aplicando la Transformada  $Z$ , y utilizando la propiedad de desplazamiento en el tiempo, determine la función de transferencia  $H(z)$  de los siguientes sistemas LTI causales:

1.  $y[n] - \frac{1}{2}y[n-1] + \frac{1}{4}y[n-2] = x[n]$
2.  $y[n] = y[n-1] + y[n-2] + x[n-1]$
3.  $y[n] = 7x[n] + 2y[n-1] - 6y[n-2]$
4.  $y[n] = \sum_{k=0}^7 2^{-k}x[n-k]$

**Ejercicio 2:** Encuentre la respuesta en frecuencia de los sistemas anteriores suponiendo una frecuencia de muestreo de 10kHz. Tenga en cuenta la relación entre la Transformada  $Z$  y la Transformada de Fourier.

**Ejercicio 3:** Considere el sistema

$$H(z) = \frac{1 - 2z^{-1} + 2z^{-2} - z^{-3}}{(1 - z^{-1})(1 - 0,5z^{-1})(1 - 0,2z^{-1})}$$

1. Dibuje el diagrama de polos y ceros. ¿Es estable el sistema?
2. Determine la respuesta al impulso del sistema.

Para ello, examine las opciones de los comandos `zplane` y `roots`.

**Ejercicio 4:** Considere el sistema continuo

$$H(s) = \frac{12500s}{44s^2 + 60625s + 625 \cdot 10^4}$$

y obtenga la función de transferencia  $H(z)$  del sistema discreto correspondiente, mediante la utilización de las transformaciones conformes de Euler y Bilineal. Para ello:

1. Determine la frecuencia de corte del sistema continuo (frecuencia donde la respuesta cae 3 dB respecto al valor máximo) y utilice, para aplicar las transformaciones conformes, una frecuencia de muestreo cuatro veces superior a ésta.
2. Analice la respuesta en frecuencia de los dos sistemas discretos obtenidos y compárelas con la del sistema continuo. Determine si la frecuencia de muestreo empleada permite obtener la respuesta esperada mediante ambas transformaciones conformes.

### 3. Trabajos prácticos - Filtros

Los ejercicios de Filtros son optativos para los alumnos de Ingeniería en Inteligencia Artificial.

**Ejercicio 1:** Diseñe un filtro FIR mediante el método de ventanas (implementado por usted mismo), que permita eliminar el ruido de línea en una señal que fue muestreada a 300 Hz. Compare los resultados obtenidos con diferentes ventanas de truncado y diferentes cantidades de muestras en la respuesta al impulso.

**Ejercicio 2:** Diseñe un filtro FIR cuyas bandas de paso están en los intervalos de [100, 200], [1640, 3028] y [5000, 6000] Hz. En la última banda de paso se requiere que el filtro tenga una respuesta en frecuencia cuya magnitud sea proporcional a la frecuencia, partiendo desde 0 y terminando en 1.