UNL - FICH - Departamento de Informática - Ingeniería Informática

Procesamiento digital de señales

Guía de trabajos prácticos: Unidad II

Sistemas y Convolución

1. Objetivos

- Comprender el concepto de sistema.
- Interpretar correctamente las propiedades de un sistema.
- Comprender la importancia de los sistemas LTI.
- Manejar el concepto de ecuaciones en diferencias.
- Entender el concepto de convolución lineal en tiempo discreto.
- Entender el concepto de convolucion circular.

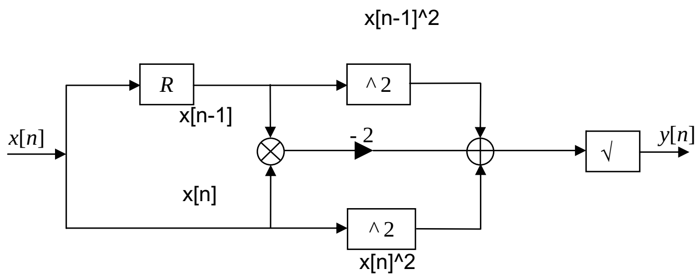
2. Trabajos prácticos

2.1. Sistemas

Ejercicio 1: Para cada uno de los siguientes sistemas determine si son causales, lineales, invariantes en el tiempo y si poseen memoria. En cada caso grafique la salida del sistema $y[n]$ para una entrada dada.

1. $y[n] = g[n]x[n]$, donde $g[n] = A\sin(\omega nT)$ siendo A constante, $\omega = 2\pi f$ y T el período de muestreo.
2. $y[n] = \sum_{k=n-no}^{n+no} x[k]$
3. $y[n] = x[n] + 2$
4. $y[n] = nx[n]$

Ejercicio 2: Considere el diagrama en bloques de la Figura 1 y encuentre la ecuación en diferencias para la señal de salida $y[n]$ en función de la señal de entrada $x[n]$.



y[n] = sqrt(x[n]x[n-1](-2) + x[n]^2 + x[n-1]^2)

Figura 1: Diagrama en bloques para el Ejercicio 5.

Ejercicio 3: Considere el sistema LTI dado por la ecuación en diferencias $y[n] - 0{,}5y[n-1] + 0,25y[n-2] = x[n]$ inicialmente en reposo. Encuentre el diagrama en bloques que lo representa.

Ejercicio 4: $^{(*)}$ Encuentre la respuesta al impulso de los sistemas LTI causales descriptos por las siguientes ecuaciones en diferencias y clasifíquelos en función de ésta. Utilice condiciones iniciales nulas.

1. $y[n] - y[n-2] = x[n]$
2. $y[n] = x[n] + 0{,}5x[n-1]$
3. $y[n] - 0{,}5y[n-1] + 0{,}25y[n-2] = x[n]$

2.2. Convolución

Ejercicio 1: Implemente la convolución lineal mediante una sumatoria de convolución. Pruébela para convolucionar dos señales cualesquiera de longitud N muestras. Compare los resultados con los obtenidos mediante la función `conv(x,y)` y con la función filter.

La función `Y = filter(B,A,X)` implementa la ecuación en diferencias, para los coeficientes dados en los vectores `A` y `B` y la señal de entrada `X`, según:

```
a(1)*y(n) = b(1)*x(n) + b(2)*x(n-1) + ... - a(2)*y(n-1) - ...
```

A partir de esto, determine los valores a ingresar en los vectores `A` y `B` para obtener la salida esperada.

Ejercicio 2: Escriba una función que realice la convolución circular discreta (tambien llamada convolución periódica) entre dos señales $x[n]$ y $h[n]$, ambas de longitud longitud N muestras, utilizando ciclos `for`. En ésta se debe considerar a $x[n]$ periódica, pero $h[n]$ debe ser nula fuera de su rango de definición. La convolución circular se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$y[k] = \sum_{l=1}^{N} h[l]x[((N + k - l)\mathrm{mod}N) + 1],$$

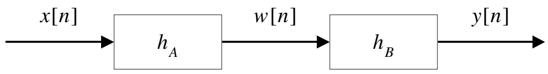


Figura 2: Sistemas en cascada.

para $1 \leq k \leq N$, donde mod es la operación módulo entero (resto de la división entera).

Ejercicio 3: Considere dos sistemas LTI conectados en cascada (Figura 2), con respuestas al impulso dadas por $h_A[n] = \sin(8n)$ y $h_B[n] = a^n$, donde $a \in \mathbb{R}$, $|a| < 1$ y $0 \leq n \leq N-1$, con N el número de muestras distintas de cero. Obtenga N muestras de las respuestas al impulso, h_A y h_B, según las definiciones dadas, y determine la salida $y[n]$ para una entrada $x[n] = \delta[n] - a\delta[n-1]$, siendo $\delta[n]$ es la función de impulso unitario. Luego invierta el orden de conexión de los sistemas y vuelva a calcular la salida. Compare con la salida obtenida originalmente.