



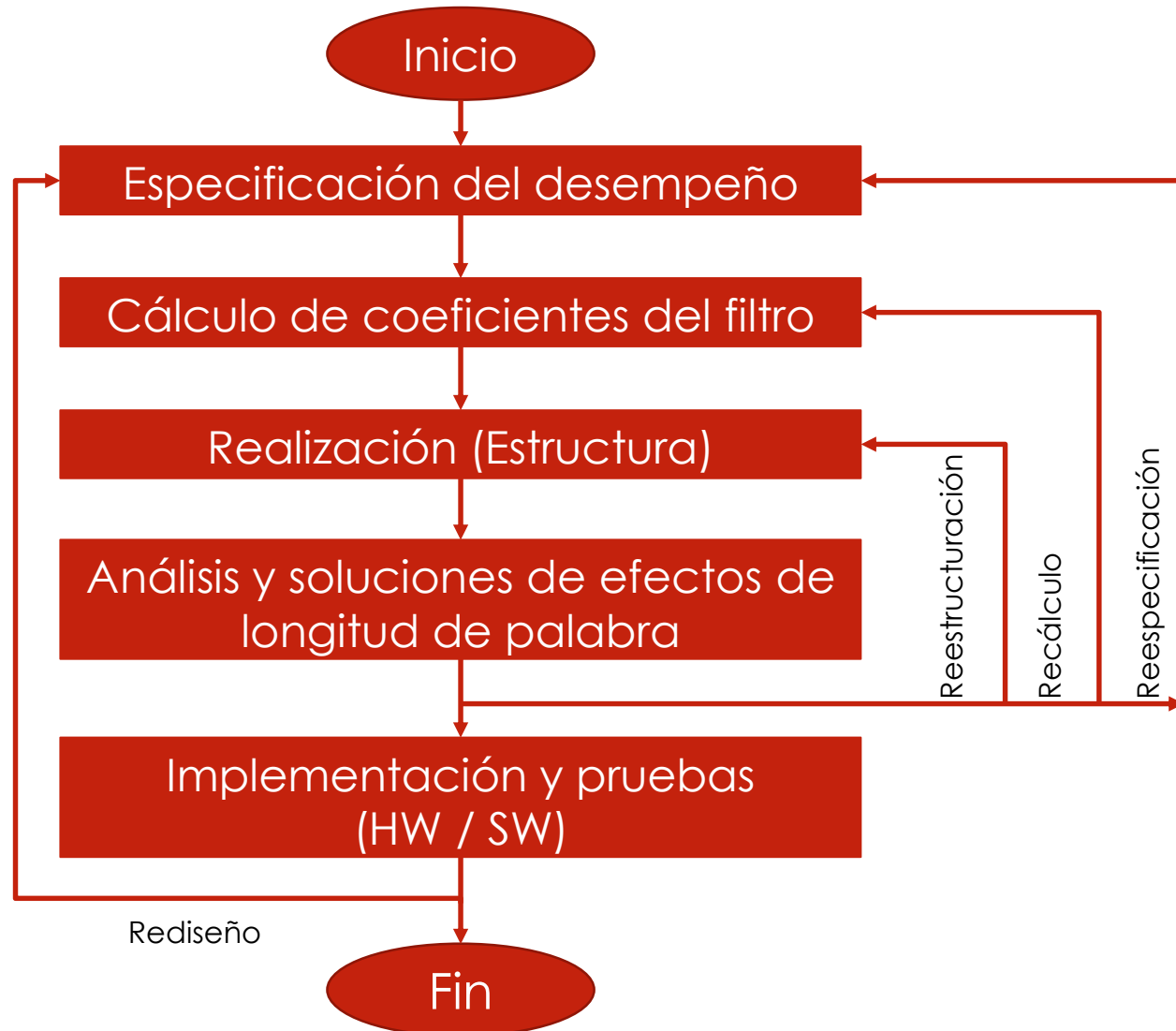
UNIDAD II

Filtros FIR

Método de ventana

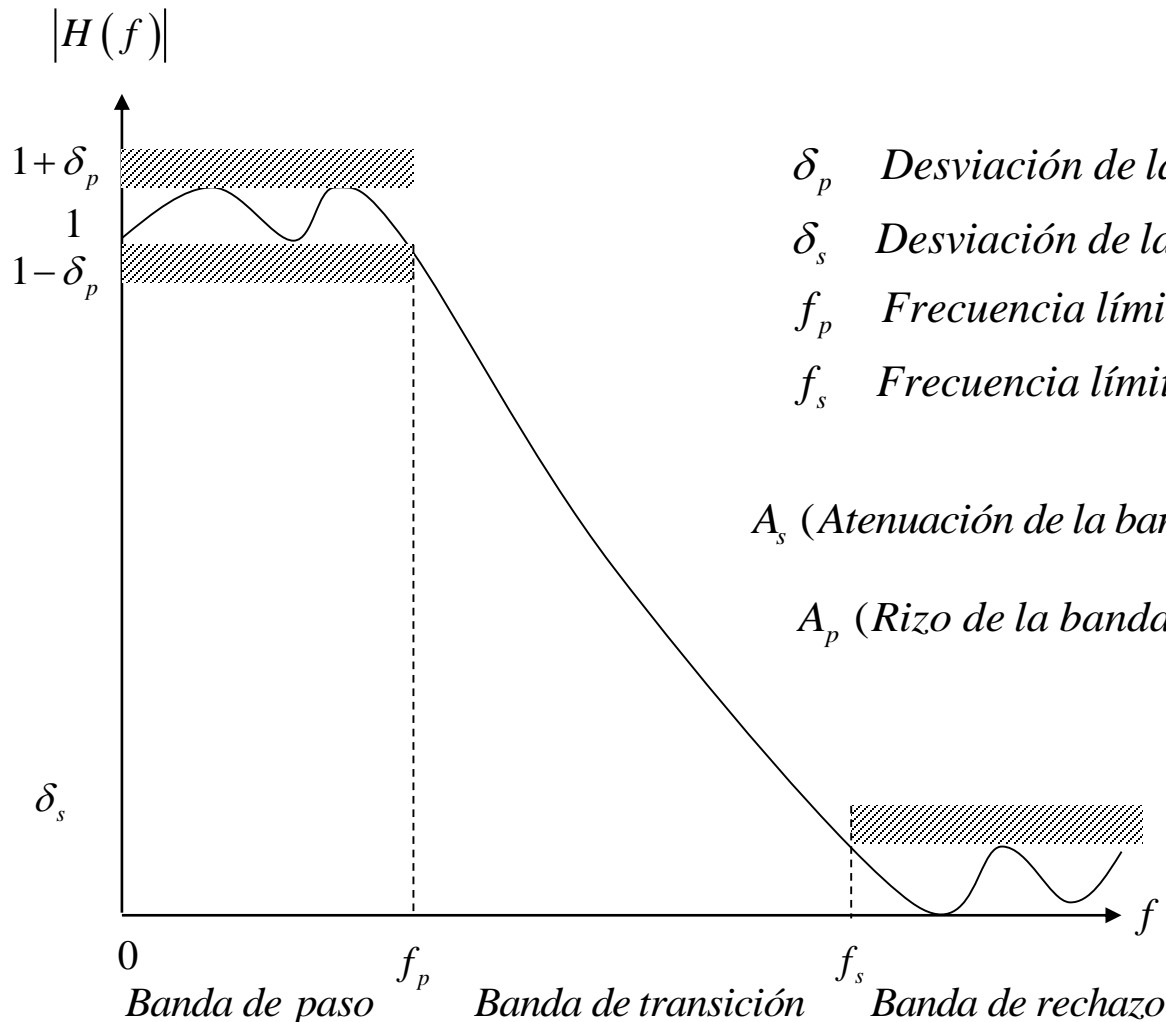


PASOS DE DISEÑO





ESPECIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO



δ_p Desviación de la banda de paso

δ_s Desviación de la banda de rechazo

f_p Frecuencia límite de la banda de paso

f_s Frecuencia límite de la banda de rechazo

$$A_s \text{ (Atenuación de la banda de rechazo)} = -20 \log_{10} \delta_s$$

$$A_p \text{ (Rizo de la banda de paso)} = 20 \log_{10} (1 + \delta_p)$$



CÁLCULO DE COEFICIENTES

- Ecuaciones características – **FIR**

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)x(n-k)$$

$$H(z) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)z^{-k}$$



MÉTODO DE VENTANA

- La respuesta en frecuencia de un filtro $H_D(\omega)$ y la respuesta al impulso correspondiente $h_D(n)$, se relacionan por la transformada inversa de Fourier.

$$h_D(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H_D(\omega) e^{j\omega n} d\omega$$

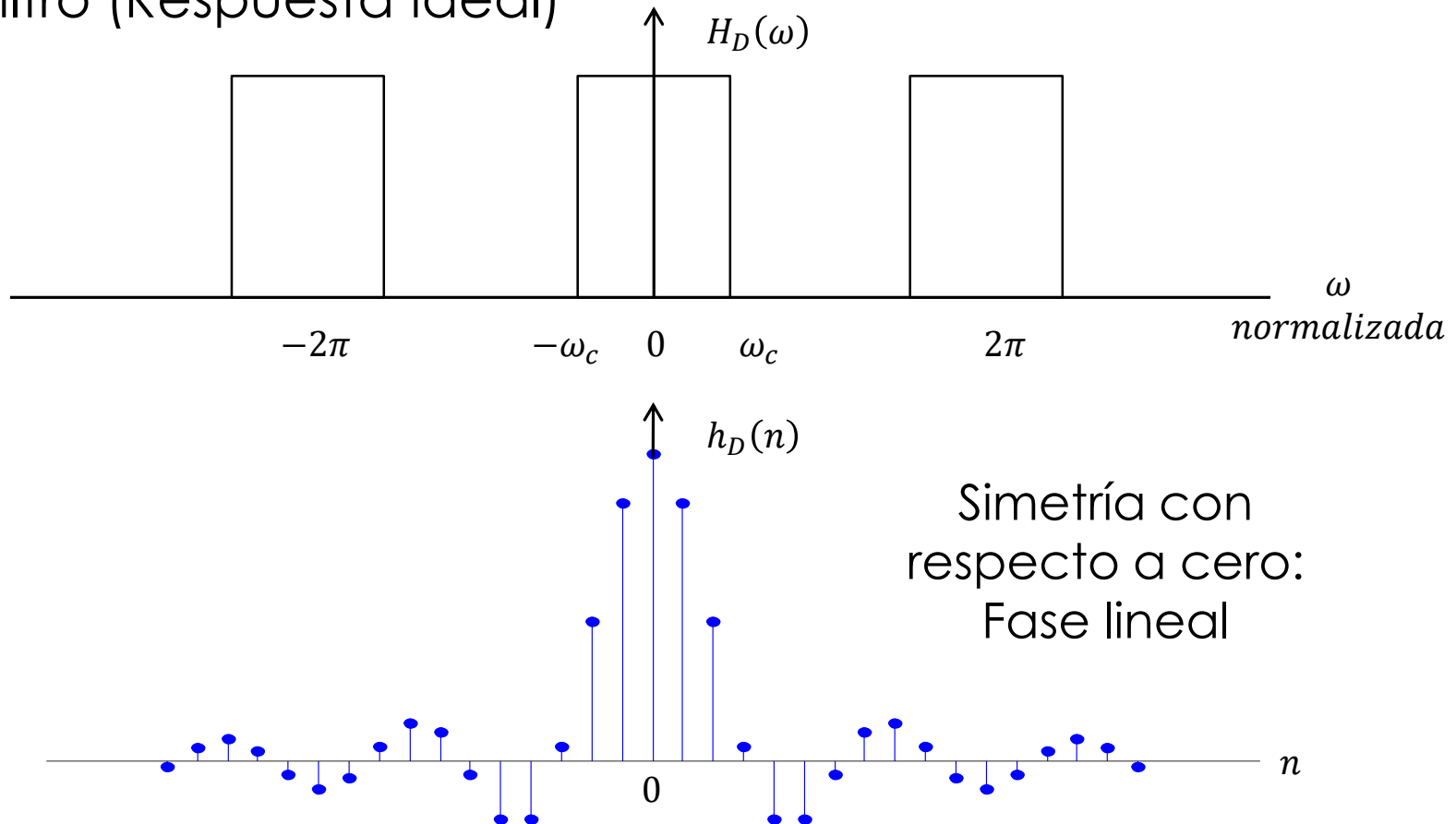
D = Respuesta ideal

Al conocer $H_D(\omega)$ es posible conocer $h_D(n)$



MÉTODO DE VENTANA

- Filtro (Respuesta ideal)





MÉTODO DE VENTANA

- Filtro pasabajas (ideal)
 - ω_c = Frecuencia de corte
 - Escala de frecuencia normalizada: $T=1$

$$h_D(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} (1) e^{j\omega n} d\omega$$

$$h_D(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\omega_c}^{\omega_c} (1) e^{j\omega n} d\omega$$

$$= \frac{2f_c \sin(n\omega_c)}{n\omega_c}, \quad n \neq 0, \quad -\infty \leq n \leq \infty$$

$$= 2f_c, \quad n = 0$$



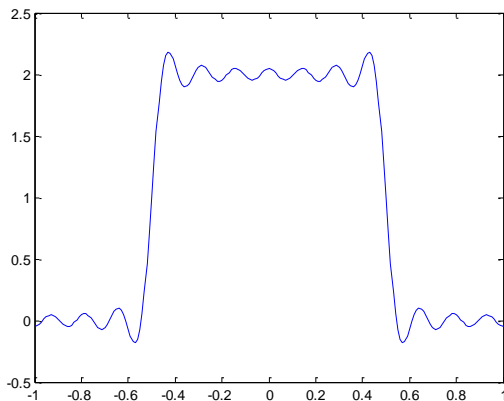
RESPUESTAS IDEALES FILTROS

Tipo de filtro	Respuesta ideal al impulso, $h_D(n)$	
	$h_D(n), n \neq 0$	$h_D(0)$
Pasabajas	$2f_c \frac{\sin(n\omega_c)}{n\omega_c}$	$2f_c$
Pasaaltas	$-2f_c \frac{\sin(n\omega_c)}{n\omega_c}$	$1 - 2f_c$
Pasabanda	$2f_2 \frac{\sin(n\omega_2)}{n\omega_2} - 2f_1 \frac{\sin(n\omega_1)}{n\omega_1}$	$2(f_2 - f_1)$
Rechazabanda	$2f_1 \frac{\sin(n\omega_1)}{n\omega_1} - 2f_2 \frac{\sin(n\omega_2)}{n\omega_2}$	$1 - 2(f_1 - f_2)$

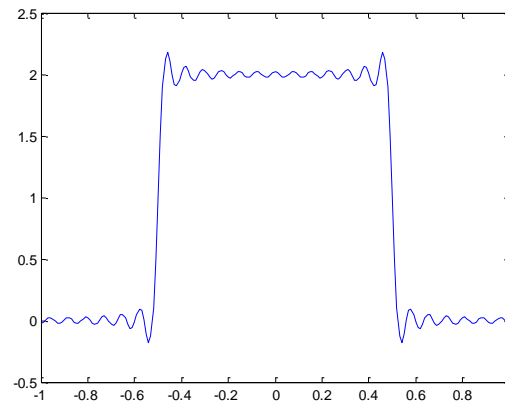


MÉTODO DE VENTANA

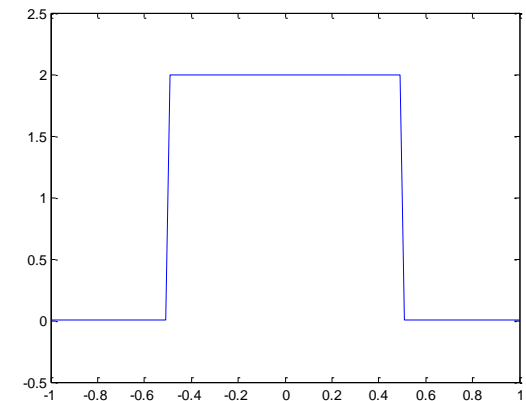
- Número de coeficientes vs. Respuesta del filtro



15 coeficientes



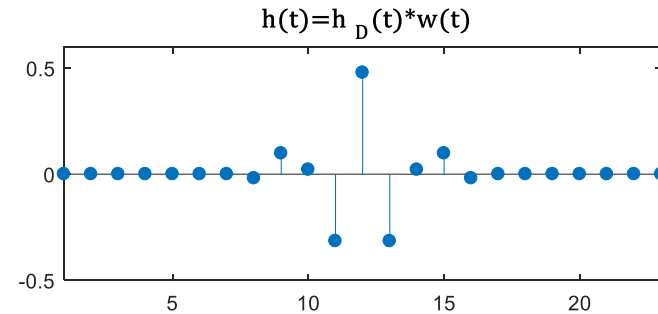
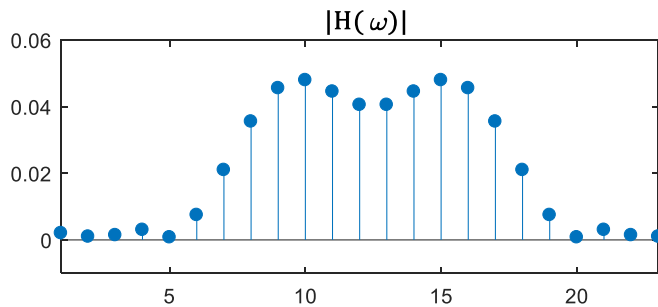
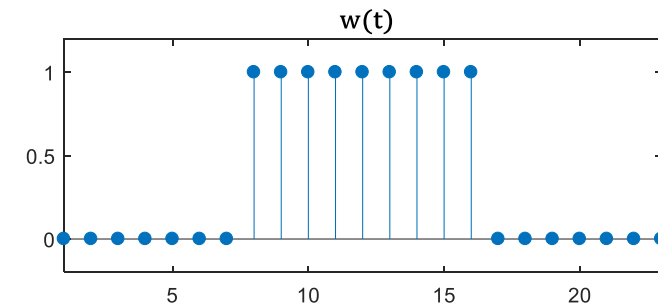
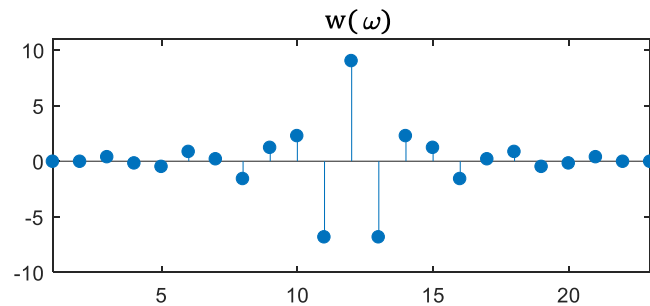
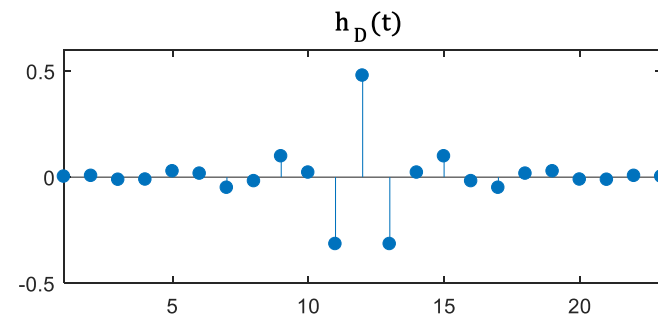
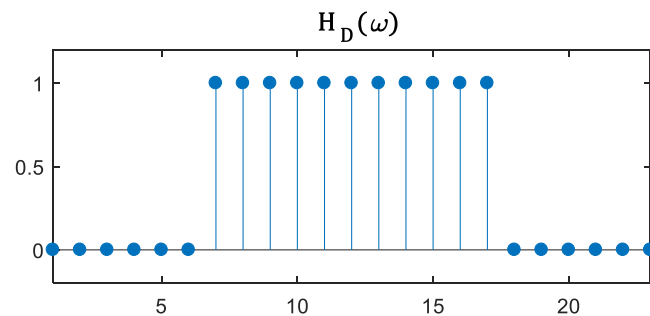
25 coeficientes



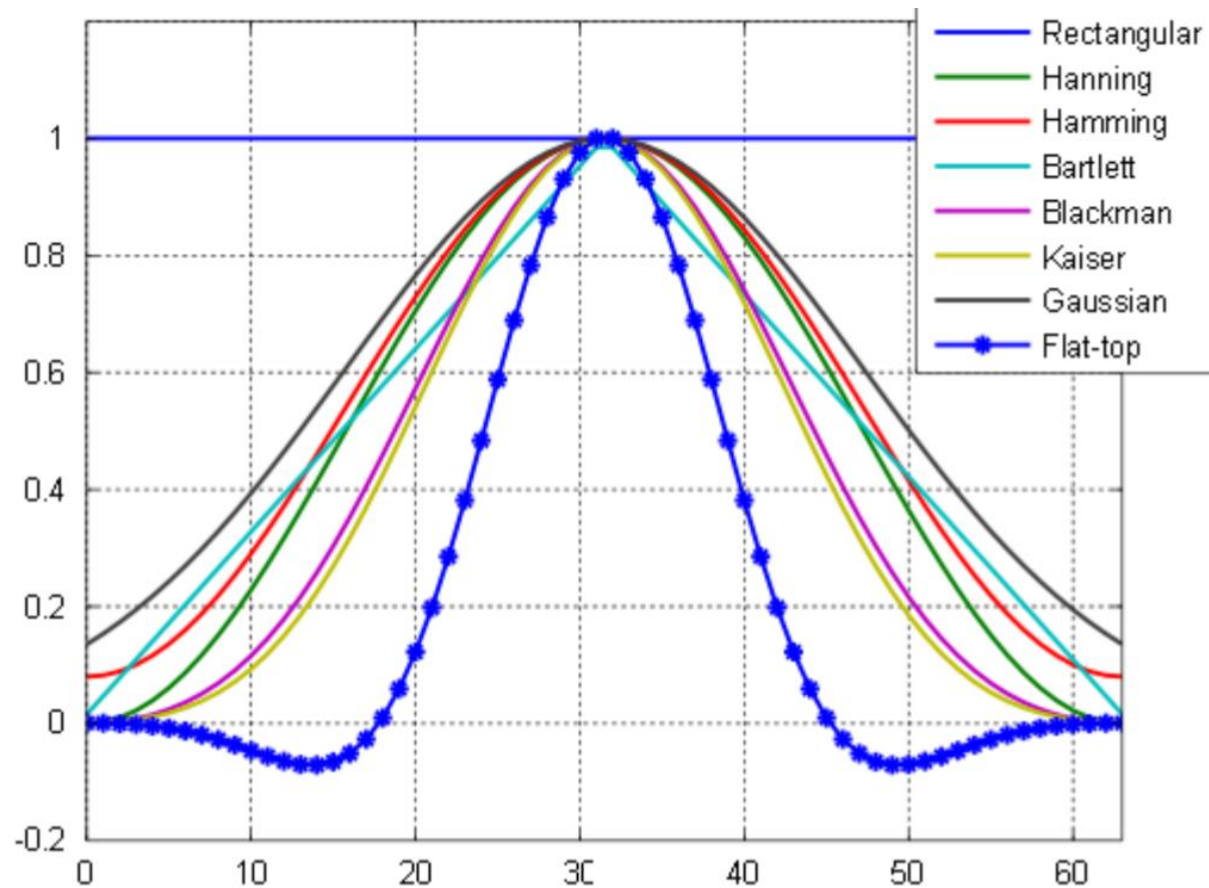
2000 coeficientes

Rizos y sobreimpulsos
Fenómeno Gibbs

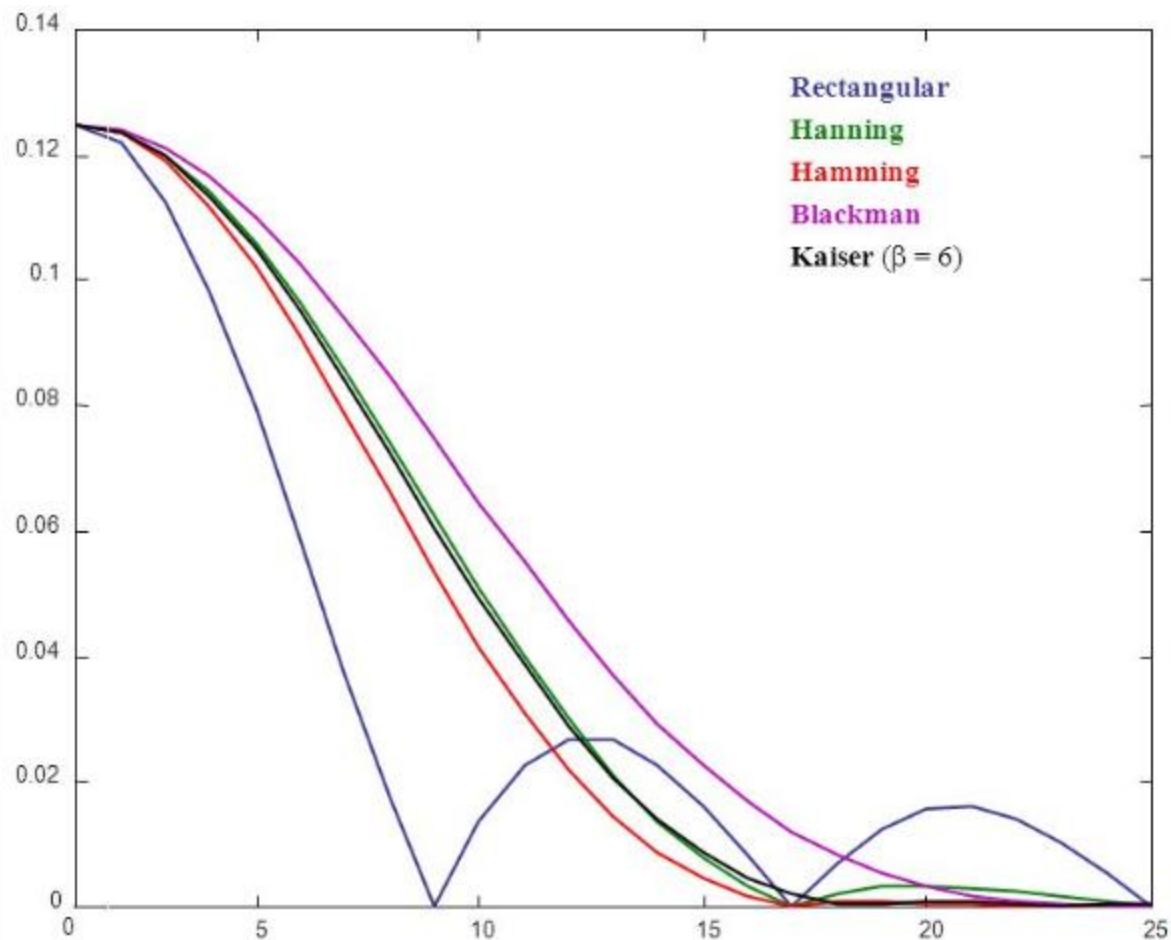
METODO DE VENTANA



VENTANAS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO



VENTANAS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA





FUNCIONES COMUNES DE VENTANAS

Nombre	Ancho de transición (Hz)	Rizo de la banda de paso (dB)	Relación lóbulos p/l (dB)	Aten. de la b. de rechazo (dB)	Función de ventana $w(n)$ $ n < (n-1)/2$
Rectangular	$0.9/N$	0.7416	13	21	1
Hanning	$3.1/N$	0.0546	31	44	$0.5 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Hamming	$3.3/N$	0.194	41	53	$0.54 + 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Blackman	$5.5/N$	0.0017	57	75	$0.42 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0.8 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$



FUNCIONES COMUNES DE VENTANAS

Nombre	Ancho de transición (Hz)	Rizo de la banda de paso (dB)	Relación lóbulos p/l (dB)	Aten. de la b. de rechazo (dB)	Función de ventana $w(n)$ $ n < (n-1)/2$
Kaiser ($\beta=4.54$)	$2.93/N$	0.0274		50	$\frac{I_0(\beta\{1 - [2n/(N - 1)]^2\}^{1/2})}{I_0(\beta)}$
Kaiser ($\beta=6.76$)	$4.32/N$	0.00275		70	$\frac{I_0(\beta\{1 - [2n/(N - 1)]^2\}^{1/2})}{I_0(\beta)}$
Kaiser ($\beta=8.96$)	$5.71/N$	0.000275		90	$\frac{I_0(\beta\{1 - [2n/(N - 1)]^2\}^{1/2})}{I_0(\beta)}$

$$I_0(x) = 1 + \sum_{k=1}^L \left[\frac{\left(\frac{x}{2}\right)^k}{k!} \right]^2$$



ESPECIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO

- Ejemplo
 - Frecuencia de corte de la banda de paso 10 Hz
 - Frecuencia límite de la banda de rechazo < 20 Hz
 - Atenuación de la banda de rechazo > 30 db
 - Rizo de la banda de paso < 0.026 dB
 - Frecuencia de muestreo 256 Hz
- El filtro debe introducir una mínima distorsión en la señales deseadas.
- La longitud del filtro debe ser lo más pequeña posible (máximo 37)