FILTROS FIR

Método óptimo

MÉTODO ÓPTIMO

- Se basa en el concepto de igual rizo en las bandas de paso y de rechazo.
- En la banda de paso la respuesta práctica oscila entre $1 \pm \delta_p$.
- En la banda de rechazo la respuesta está entre 0 y δ_s.

MÉTODO ÓPTIMO

- La diferencia entre el ideal y el real puede verse como una función de error

$$E(\omega) = W(\omega)[H_D(\omega) - H(\omega)]$$

$W(\omega)$ $\quad$ *Función ponderada para definir el error relativo.*

Objetivo

- Determinar los coeficientes del filtro h(n) tales que el error máximo ponderado $|E(\omega)|$ se minimiza en las bandas de paso y de rechazo.

$$\min[\max|E(\omega)|]$$

MÉTODO ÓPTIMO

- Los mínimos y máximos se denominan extremos.
- Para filtros pasabajas lineales en fase hay *r+1* o *r+2* extremos.
  - Filtros tipos 1 y II respectivamente.

$$r = (N + 1)/2$$

$$r = N/2$$

MÉTODO ÓPTIMO

- Las frecuencias extremas no se conocen.

- Método:
  - Se calculan con el algoritmo Remez de intercambio.
  - Se determina la respuesta en frecuencia usando las frecuencias extremas.
  - Se obtienen los coeficientes de respuesta al impulso.

MÉTODO ÓPTIMO

- Relaciones para estimar la longitud del filtro.
  - Pasabajas.

$$N \approx \frac{D_\infty(\delta_p, \delta_s)}{\Delta F} - f(\delta_p, \delta_s)\Delta F + 1$$

ΔF = Ancho normalizado de la banda de transición

$$D_\infty(\delta_p, \delta_s) = \log_{10}\delta_s\left[a_1(\log_{10}\delta_p)^2 + a_2(\log_{10}\delta_p) + a_3\right] + \left[a_4(\log_{10}\delta_p)^2 + a_5(\log_{10}\delta_p) + a_6\right]$$

MÉTODO ÓPTIMO

- Relaciones para estimar la longitud del filtro.
  - Pasabajas.

$$f\left(\delta_p, \delta_s\right) = 11.012317 + 0.51244\left[\left(\log_{10} \delta_p\right) - \left(\log_{10} \delta_s\right)\right]$$

$$a_1 = 5.309x10^{-3} \qquad a_2 = 7.114x10^{-2}$$
$$a_3 = -4.761x10^{-1} \qquad a_4 = -2.66x10^{-3}$$
$$a_5 = -5.941x10^{-1} \qquad a_6 = -4.278x10^{-1}$$

MÉTODO ÓPTIMO

- Relaciones para estimar la longitud del filtro.
  - Pasabanda.

$$N \approx \frac{C_\infty(\delta_p, \delta_s)}{\Delta F} - g(\delta_p, \delta_s)\Delta F + 1$$

ΔF = Ancho normalizado de la banda de transición

$$C_\infty(\delta_p, \delta_s) = \log_{10}\delta_s \left[b_1(\log_{10}\delta_p)^2 + b_2(\log_{10}\delta_p) + b_3\right] + \left[b_4(\log_{10}\delta_p)^2 + b_5(\log_{10}\delta_p) + b_6\right]$$

MÉTODO ÓPTIMO

- Relaciones para estimar la longitud del filtro.
  - Pasabanda.

$$g(\delta_p, \delta_s) = -14.6 \log_{10}\left(\frac{\delta_p}{\delta_s}\right) - 16.9$$

$$\begin{array}{ll} b_1 = 0.01201 & b_2 = 0.09664 \\ b_3 = -0.51325 & b_4 = 0.00203 \\ b_5 = -0.5705 & b_6 = -0.44314 \end{array}$$

MÉTODO ÓPTIMO

- Especificar frecuencias límites, rizo de la banda de paso, atenuación de la banda de rechazo y frecuencia de muestreo.
- Normalizar las frecuencias límites (dividir entre la frecuencia de muestro) y determinar en ancho de transición normalizado.
- Estimar la longitud del filtro.
  - Tomar un valor ligeramente mayor al obtenido con las ecuaciones.

MÉTODO ÓPTIMO

- Obtener la ponderación de cada banda.
- Obtener los coeficientes con base en: N, frecuencias límites y pesos de cada banda.
- Verificar el rizo de la banda de paso y la atenuación de la banda de rechazo que se producen.
- En caso de ser necesario incrementar el valor de N.