



Profesor: Santana José de Jesús

Filtros FIR

Son sistemas que tienen una respuesta al impulso de duración finita. Pueden producir cambios en la magnitud sin girar la fase, es decir que la magnitud y fase son independientes y por esto se les caracteriza como filtros de fase lineal.

Lo que supone una ventaja en un filtro FIR es una desventaja para uno de tipo IIR, mientras que una desventaja en el FIR representa una ventaja en el IIR.

Ventajas

Pueden ser diseñados con fase lineal exacta. Los filtros pueden modificar la fase de una señal, y en un filtro de fase no lineal daría origen a una distorsión que alteraría la forma original debido a que cada componente al ser procesada tendría un retraso, mientras que en un filtro lineal no existe tal distorsión de fase.

La estructura del filtro siempre será estable con coeficientes cuantizados. La cuantificación (truncar polos y ceros) de los coeficientes da lugar a una nueva función de transferencia.

Desventaja

Los filtros FIR requieren un orden mayor que los IIR para que cumplan las mismas características. Esto hace que el proceso computacional sea mucho más complejo.

Características

Los polos siempre se presentan en el origen, por lo que estos filtros siempre son estables.

La función de transferencia $H(z)$ en un filtro FIR es un polinomio z^{-1} con coeficientes reales

$$H(z) = \sum_{n=0}^N b[n]z^{-n} = \sum_{n=0}^N h[n]z^{-n}$$

Diseño

Se diseña la función de transferencia en respuesta de la frecuencia $H(\omega)$.

Con la transformada discreta de Fourier (DTFT) se obtiene la inversa de $H(\omega)$ para obtener la respuesta al impulso $h(n)$.

En los filtros ideales, $h(n)$ tiene una longitud infinita o muy larga por lo que se tiene que limitar a cierto número de muestras y hacer un filtro finito (orden M), por lo cual $h(n)$ debe de ser truncada usando el método del ventaneo y con esto el orden del filtro queda como $M+1$.

Además se necesita que $h(n)$ sea causal por lo que se le agrega un retardo desplazándolo a la derecha en $M/2$.

Una vez que es causal y estable, se tendría una respuesta en magnitud y fase similar a la del filtro original.

Fenómeno de Gibbs

Cuando se usa el ventaneo, $h(n)$ se trunca multiplicándolo por una función de ventana rectangular

$$h_t[n] = h_d[n]w[n]$$

Donde $h_t[n]$ es la respuesta deseada y $h_d[n]$ es la respuesta que tenemos originalmente, la ideal.

Se necesita que el filtro generado sea pequeño, pero también se debe parecer al ideal que tiene una respuesta al impulso infinitamente larga y esto produce oscilaciones en el dominio de la frecuencia. Dichas oscilaciones son el fenómeno de Gibbs.

Con el incremento del orden del filtro, en el truncamiento, se tienen diferentes resultados:

- El número de oscilaciones también aumenta, pero en su anchura disminuye, mientras que las alturas de las oscilaciones más grandes no varían.
- La caída es más aguda, reduciendo el lóbulo principal.
- Los puntos anteriores se pueden observar en cualquier filtro que sea truncado.

Para el fenómeno de Gibbs, la serie de Fourier se trunca para una función para que se aproxime la suma finita de senos y cosenos, mientras más armónicos se sumen más será la aproximación a la función, ésta se va aproximando a la onda cuadrada dado que las oscilaciones se vuelven más rápidas y más pequeñas, pero los picos no disminuyen.



Figura 1. Ejemplo del truncamiento de la señal ideal



Figura 2. Ejemplo del truncamiento de la señal ideal



Figura 3. Ejemplo del truncamiento de la señal ideal

Desde la figura 1 a la 3 se puede observar que la respuesta del truncamiento se va pareciendo cada vez más a la señal ideal.

Uso de ventanas

Las ondulaciones de la señal del fenómeno de Gibbs se pueden reducir con ventanas, las cuales van a reducir el ancho del lóbulo y la banda de rechazo.

Se tiene que ser cuidadoso con la ventana que se elige porque cada uno provocaría un cambio diferente:

- Una rectangular tiene el ancho más angosto del lóbulo principal, pero una pobre atenuación en lóbulo lateral.
- Las afiladas causan que la altura de los lóbulos laterales disminuyan, pero con un correspondiente incremento en el ancho del lóbulo principal, lo que causa una transición más amplia en la frecuencia de corte.

Para conocer cómo va a funcionar una ventana en un filtro se tiene que tener en cuenta el ancho del lóbulo principal (distancia entre los cruces por cero en ambos lados del lóbulo principal) y el nivel relativo del lóbulo principal (diferencia en dB, entre las amplitudes del lóbulo lateras más grande y el lóbulo principal).

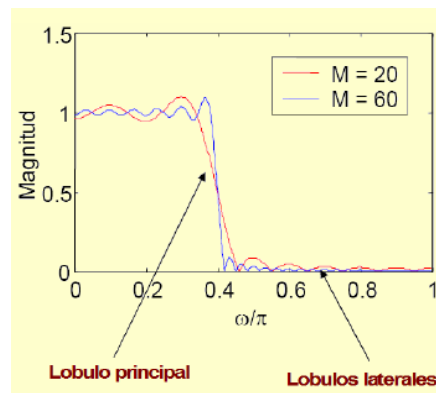


Figura 4. Representación de los lóbulos

Uso de la frecuencia de muestreo

También se puede utilizar la frecuencia de muestreo como método para el diseño de los filtros FIR utilizando la transformada de Fourier discreta (IDFT) y a partir de $h_d[n]$ se toman N muestras entre 0 y 2π , con estas muestras podemos especificar la respuesta al impulso del filtro