

# Laboratorio 3: Simulación de Filtrado - Simulink y Filter Designer

---

## Integrantes:

- José Arteaga
- Vicente López
- Diego Saavedra

Profesor: Diego Dujovne  
Ayudante: Rocío Venegas

# Resumen

En este laboratorio se utilizará la herramienta FilterDesigner de Matlab, para recrear el comportamiento detallado de filtros pasa bajos y pasa banda FIR e IIR, sus limitaciones, ventajas y desventajas.

Analizaremos visualmente el comportamiento de los filtros FIR e IIR, como pasa bajos y pasa banda, en base a su amplitud, fase, respuesta al impulso y a la función escalón, describiendo las diferencias y comportamientos entre estos.

Finalmente, podremos comprender cómo operan estos, dados sus diferencias antes descritas, lo cual nos dará una perspectiva más amplia sobre sus usos y aplicaciones

## Descripción de los experimentos

Con la librería de Matlab, FilterDesigner, se diseñará dos tipos de filtros, pasa baja y pasa banda, de estos dos tipos de filtros se diseñará de dos categorías para cada uno, que son FIR e IIR. Estos deben tener las características que se entregan en la guía de laboratorio.

Para el caso particular del filtro pasa banda, este será incorporado a un simulador de Matlab el cual es Simulink, para ver el comportamiento del filtro en tiempo real, generando un circuito entre una señal creada por Chirp, que contará con las características especificadas en la guía de laboratorio y el filtro exportado desde FilterDesigner.

Finalmente se analizarán las diferencias entre los filtros FIR e IIR para filtros pasa bajos y pasa banda, se comparan las respuestas de fase, magnitud e impulso.

# Resultados (numéricos y gráficos).

## Gráficos Filtro pasa bajo tipo IIR

Gráfico de fase y magnitud  
v/s frecuencia:

- Rojo: fase
- Azul: magnitud

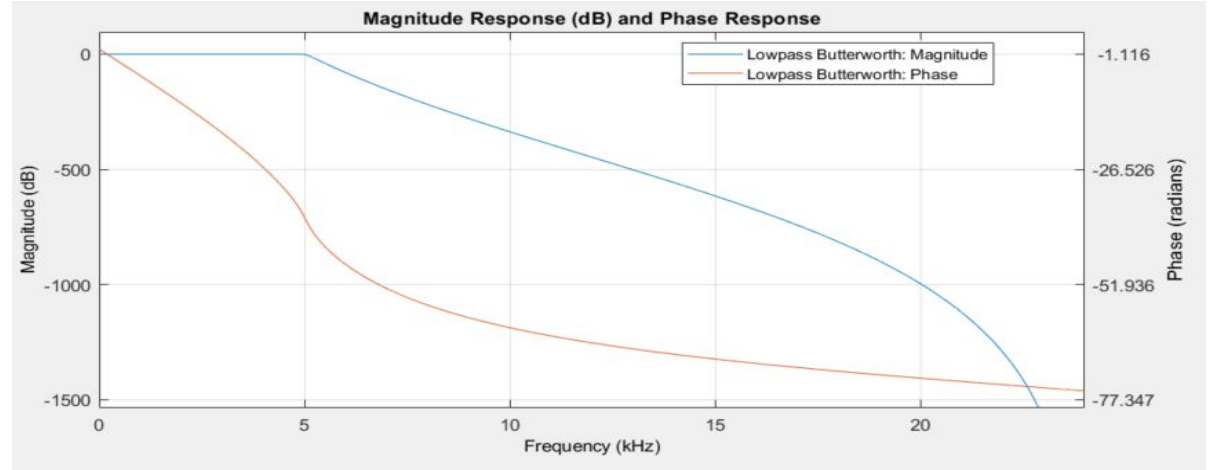


Gráfico de  
respuesta al  
impulso,  
amplitud v/s  
tiempo:

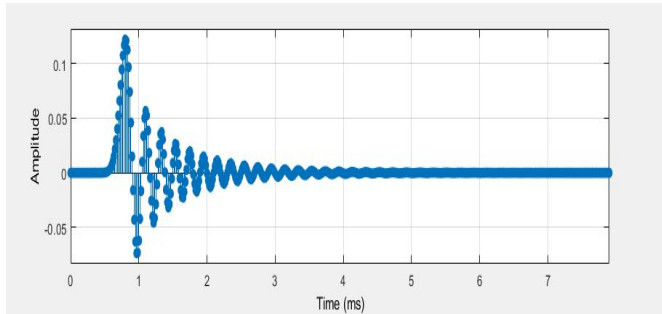
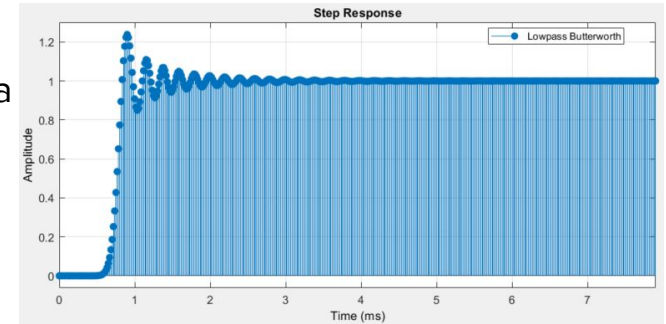


Gráfico de  
respuesta a la  
función  
escalón,  
amplitud v/s  
tiempo:



## Gráficos Filtro pasa baja tipo FIR

Gráfico de fase y magnitud v/s frecuencia:

- rojo = fase
- azul = magnitud

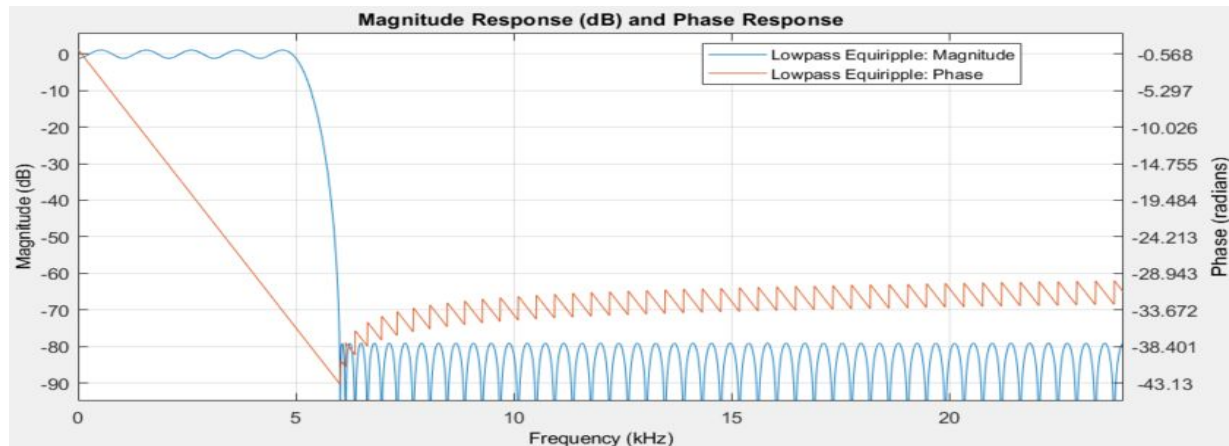


Gráfico respuesta al impulso, amplitud v/s tiempo:

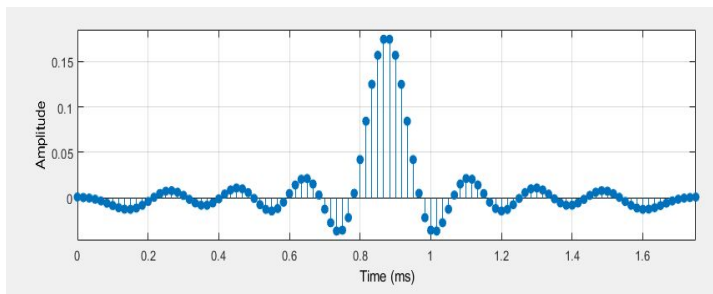
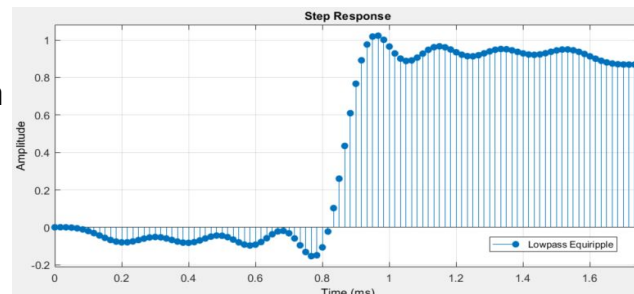


Gráfico de respuesta a la función escalón, amplitud v/s tiempo:



# Gráficos de los Filtros pasa banda

Gráfico magnitud y fase v/s  
frecuencia del filtro pasa banda  
tipo IIR Chebyshev tipo I:

Structure: Direct-Form II,  
Second-Order Sections  
Order: 16  
Sections: 8  
Stable: Yes  
Source: Designed

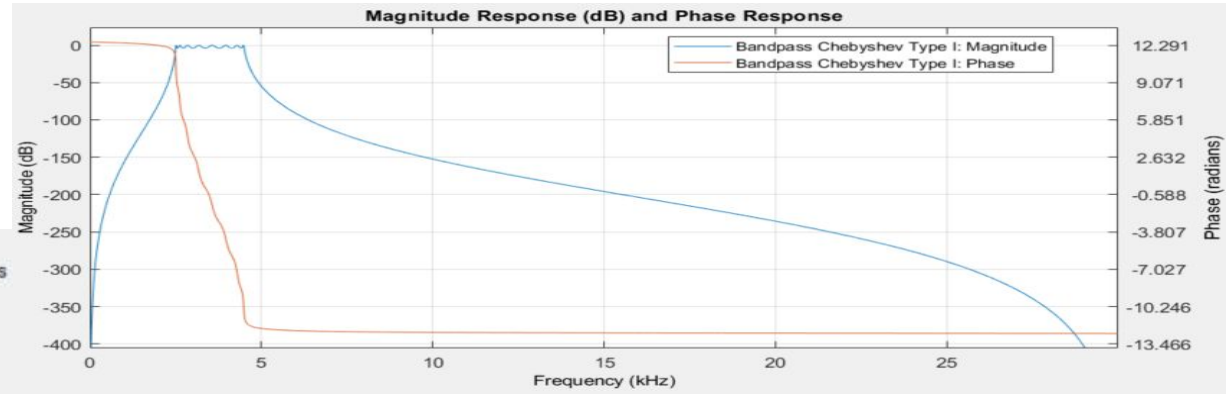


Gráfico filtro pasa banda FIR  
Equiripple  
magnitud y fase v/s  
frecuencia:

Structure: Direct-Form FIR  
Order: 120  
Stable: Yes  
Source: Designed

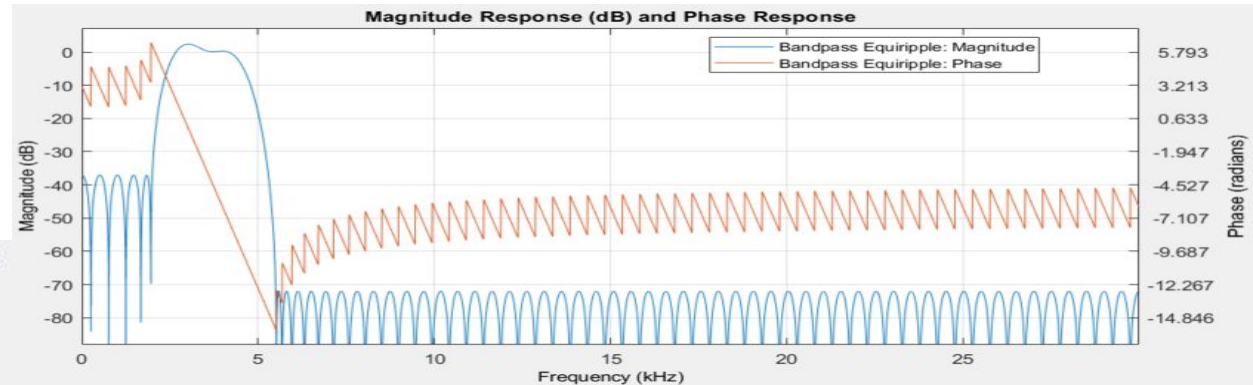


Gráfico respuesta al impulso y a la función escalón, filtro pasa banda IIR Chevyshev tipo I en amplitud v/s tiempo:

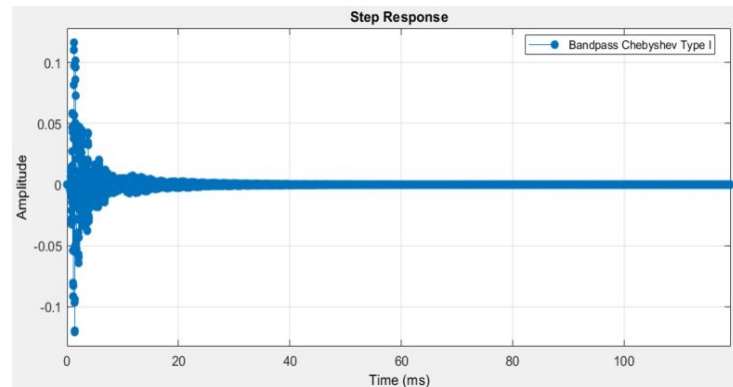
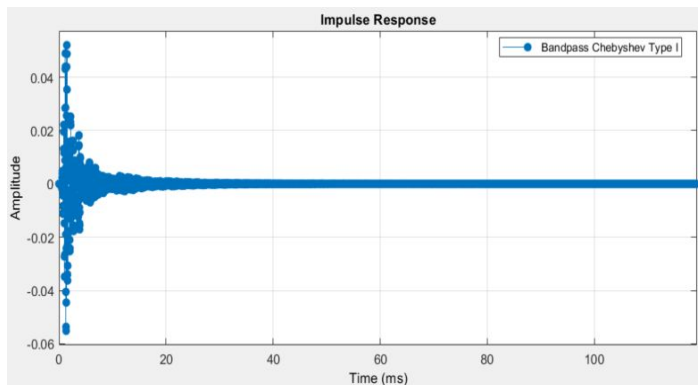
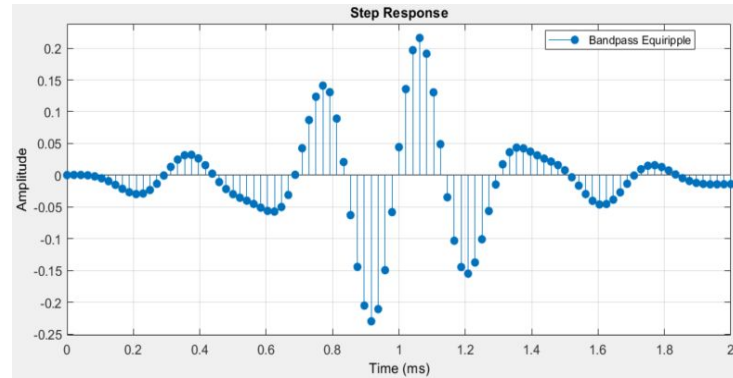
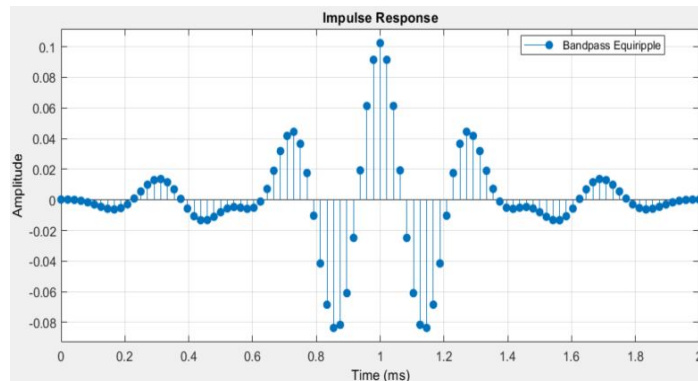
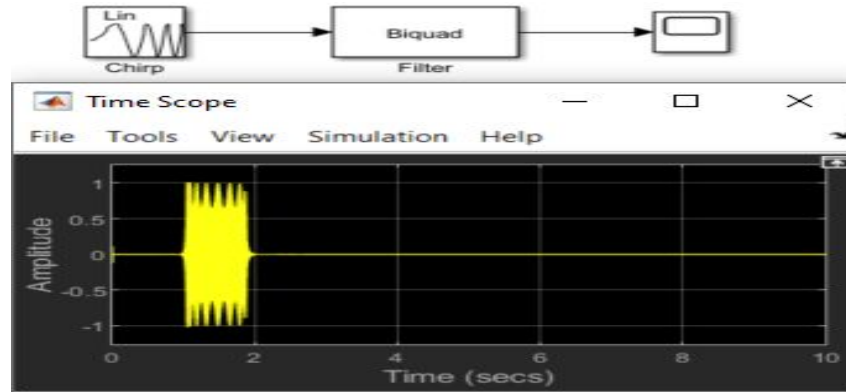


Gráfico respuesta al impulso y a la función escalón, filtro pasa banda FIR Equiripple en amplitud v/s tiempo:

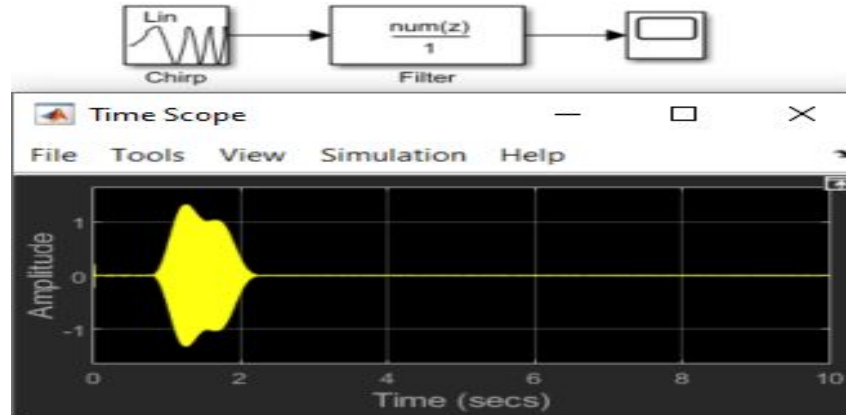


# Diseño de filtros en Simulink

Gráfica y diseño del  
filtro pasa banda IIR  
Chevyshev tipo I, con  
Double-precision  
floating-point:



Gráfica y diseño del  
filtro pasa banda FIR  
Equiripple, con  
Double-precision  
floating-point:



Nota: No se adjunta  
fixed-point ya que por  
limitaciones de software  
no podíamos realizarlo  
sin una licencia para  
FilterDesigner

# Análisis de resultados

Dentro de las principales diferencias que pudimos observar entre los filtros pasa bajos IIR y FIR, es que si bien se puede obtener una misma respuesta de ambos, IIR puede ser inestable a diferencia de FIR, pero realiza su cálculo con un menor número de operaciones. En cuanto a la magnitud, la variación de esta en las bandas de rechazo fue muy distinta, ya que, en el FIR la respuesta fue más rápida pero en el IIR fue mucho más grande la variación en decibelios como se puede ver en las gráficas de magnitud y fase v/s frecuencia de ambos filtros .

Por último, la fase en la banda de paso para el IIR, tiende a disminuir bruscamente hasta la frecuencia de paso, donde cambia su concavidad y empieza a mostrar un comportamiento logarítmico asintótico a los  $-77\text{rad}$ , a diferencia del FIR que disminuye su fase linealmente hasta la frecuencia de rechazo, donde aumenta hasta mantener un valor fijo constante en el tiempo.

En lo que respecta a los filtros pasa banda, tenemos que en ambos la magnitud se amplifica de manera correcta en las frecuencias de paso, en el IIR se atenúan más las frecuencias de rechazo, pero de manera más gradual, a diferencia del FIR, que su cambio es más abrupto pero con una atenuación mucho menor. Para la fase vemos que en el IIR en la banda de paso da un cambio brusco en la fase con una disminución significativa, para mantenerse constante luego de superar la frecuencia de pasa banda, algo similar ocurre en el FIR, pero en este caso ocurre entre las frecuencias de rechazo, antes y después de estas, la fase toma un valor constante como se aprecia en las gráficas de magnitud y fase v/s frecuencia.



En lo que respecta a la respuesta al impulso, vemos una clara diferencia entre los dos filtros, donde el IIR amplifica en un inicio y tiende a disminuir periódicamente en el tiempo hacia el infinito, en cambio en FIR, presenta una perturbación en el momento que la frecuencia pasa y disminuye rápidamente. La respuesta a la función escalón vemos el mismo comportamiento que con el impulso, con una leve diferencia en lo que es la amplitud de la señal.

En el orden de las operaciones para cada filtro, notamos una diferencia significativa, mientras que para el FIR tomo unas 120 operaciones, para el IIR solo se necesitaron 16 operaciones, unas 7,5 veces menos frente a FIR. Si bien IIR es más rápido, puede ocasionar inestabilidades a diferencia del FIR que es estable.

Finalmente al pasar estos filtros a Simulink, vemos cómo se comportaría el filtro en la realidad, ambos dejando pasar frecuencias en una determinada banda, con una amplitud similar, pero con una variación en el tiempo, siendo el filtro IIR, más constante en su amplitud que el FIR.

## Dificultades encontradas

Las principales dificultades que tuvimos para el realización de este laboratorio, fueron que esta era nuestra primera experiencia usando la librería FilterDesigner, por lo que tuvimos que primero familiarizarnos con la interfaz, y luego proceder a crear los filtros requeridos para el laboratorio.

También nos costó un poco realizar el análisis a los gráficos entregados por la librería, debido a que no nos habíamos enfrentado a gráficos de db v/s frecuencia, en cambio en Simulink, podríamos decir que nos entrega un gráfico más parecido a lo que vimos en ramos anteriores, ya que la gráfica muestra claramente las frecuencias que se encuentran en el rango del filtro y nos entrega una respuesta en variables de amplitud v/s frecuencia.

# Conclusión

Gracias a esta experiencia de laboratorio, aprendimos cómo operan los filtros IIR y FIR en sus distintos parámetros para el filtrado de señales.

Aprendimos las ventajas de cada filtro y sobre su comportamiento al aplicarlos como filtro pasa bajos y pasa bandas, lo cual nos puede ser útil en un futuro donde debamos capturar una determinada señal con determinadas características, ya que es una aplicación muy importante en el mundo de las telecomunicaciones, además de aprender a manejar nuevas herramientas que nos ayuden a simular estos comportamientos en nuestra vida profesional.