



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Año 2024 – 1.<sup>er</sup> Cuatrimestre

# FILTROS Y SU EFECTO EN LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

## Índice

1. Introducción y consejos	2
2. Filtro Pasa-bajos	2
3. Filtro Pasa-altos	3
4. Filtro Pasa-banda	5
5. Filtro Pasa-extremos	6
5.1. Filtro Notch . . . . .	7

## 1. Introducción y consejos

En si, estos datos no van a hacer que aprobemos el final, pero es bastante útil para cuando nos pongamos a hacer nodos en un circuito sin saber que tipo de circuito es y que nos aporta como datos a la función de transferencia del mismo.

Para cada circuito que nos encontremos, es bueno que veamos como reacciona a las frecuencias altas y bajas para así saber que comportamiento tendrá. Este comportamiento nos puede salvar de posibles errores de cálculo.

(Sobretudo demostrarle al colo lo capos que somos analizando circuitos)

## 2. Filtro Pasa-bajos

En el caso de los filtros pasabajos, el cual no deja pasar frecuencias altas. Al evaluar analíticamente como reacciona el circuito a  $f \rightarrow 0$  y  $f \rightarrow \infty$ . En este caso, al evaluar el circuito en frecuencia nula (Continua),  $V_{OUT}$  debería dar un número distinto de cero. Y cuando hacemos tender una frecuencia al infinito  $V_{OUT}$  debería ser nula.

Así, se tiene la siguiente función de transferencia:

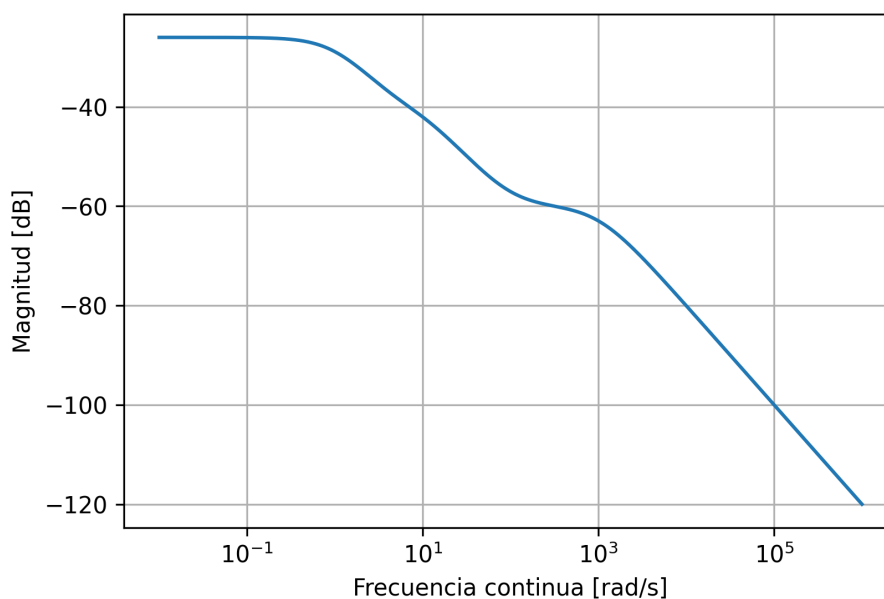
$$H(s) = \frac{P(s)}{Q(s)}$$

De aquí, se extrae la información de que en la función de transferencia de un filtro pasabajos tiene los siguientes detalles:

- $\text{gr}(P) < \text{gr}(Q)$
- Las raíces del polinomio  $Q$  pueden ser cualquier valor excepto 0

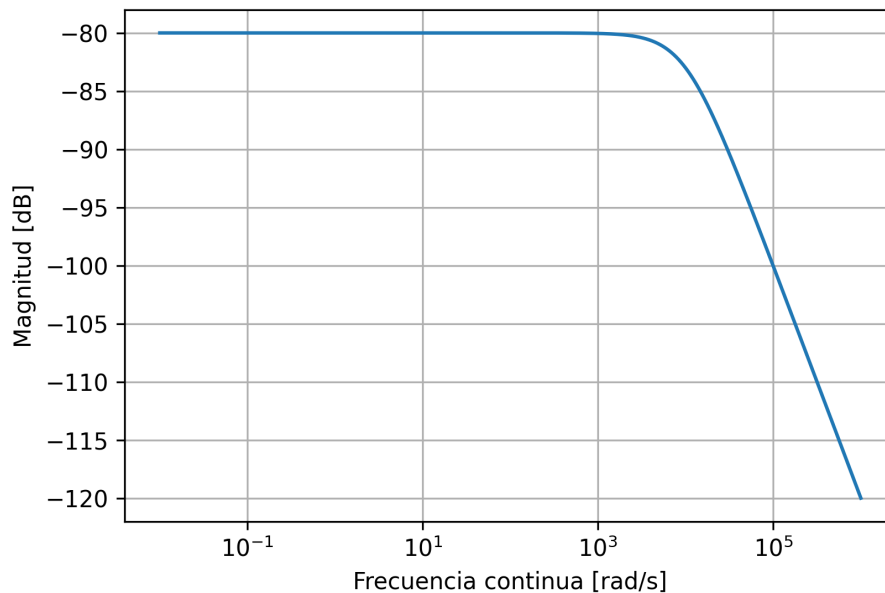
**Ejemplos:**

$$H(s) = \frac{s^2 + 105s + 500}{s^3 + 1011s^2 + 11010s + 10k} \quad (1)$$



**Figura 1:** Bode de la Ec. (1)

$$H(s) = \frac{1}{s + 10k} \quad (2)$$



**Figura 2:** Bode de la Ec. (2)

Como se ve, en la respuesta del pasabajos de la Fig. 1 es mas lenta y "extraña", en cambio, en la respuesta de la transferencia de la Fig. 2 es un pasabajos mas "normal"

Ahora, seamos sinceros, en un final no nos van a tomar un polinomio de grado 3 o algo así, lo máximo que nos pueden poner en este caso es una respuesta donde  $\text{gr}(Q) = 2$  y  $\text{gr}(P) = 0$ . Con su ganancia correspondida.

### 3. Filtro Pasa-altos

En este caso, al ser un filtro pasa-altos significa que atenúa todas las frecuencias bajas y deja pasar las frecuencias altas. Eso quiere decir que cuando se evalúe el circuito en infinito, el valor de  $V_{OUT}$  es de un numero distinto de cero y cuando se evalúe en cero, debe ser nula

Así, se tiene la siguiente función de transferencia:

$$H(s) = \frac{P(s)}{Q(s)}$$

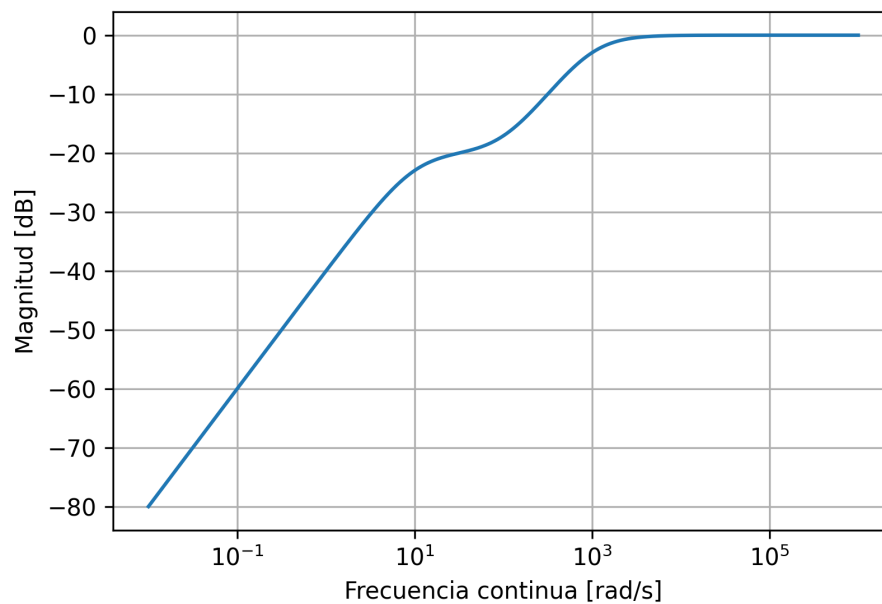
De aquí, se extrae la información de que en la función de transferencia de un filtro pasabajos tiene los siguientes detalles:

- $\text{gr}(P) \geq \text{gr}(Q)$
- Una de las raíces de  $P$  debe ser 0

Teoricamente, puede ocurrir que el  $\text{gr}(P) > \text{gr}(Q)$ , pero en la practica no tiene sentido, así que en la mayoría de los casos, para un pasa-altos se suele dar que sus grados son iguales

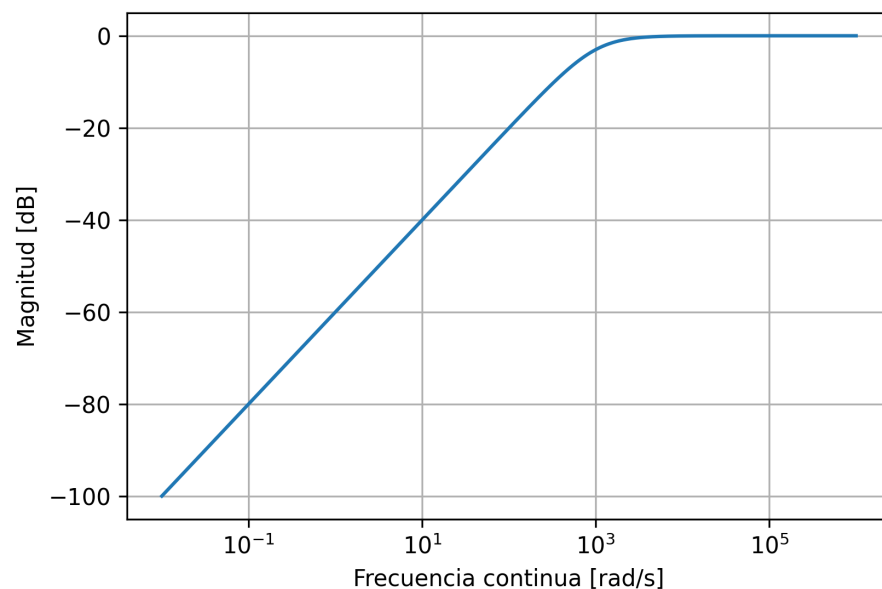
**Ejemplos:**

$$H(s) = \frac{s(s + 100)}{s^2 + 1010s + 10k} \quad (3)$$



**Figura 3:** Bode de la Ec. (3)

$$H(s) = \frac{s}{s + 1k} \quad (4)$$



**Figura 4:** Bode de la Ec. (4)

Lo máximo que nos pueden tomar de este filtro es una ecuación similar a la Ec. (4). Es el mejor caso en un final.

## 4. Filtro Pasa-banda

Este filtro no es tan común en los finales, pero es mejor saber que existe y sus cualidades antes que llegar y decir como”.

Este filtro se caracteriza por solo dejar pasar frecuencias de un rango, por lo tanto, no deja pasar ni frecuencias altas ni frecuencias bajas. Así que en ambos casos, al analizar el circuito en frecuencia nula e infinita, vamos a ver y decir .En ambos da 0”. En efecto, pensarán que esto no nos otorga información alguna, pero nos da bastante información útil para saber si hubo algún error de cálculos.

Su función de transferencia tiene forma:

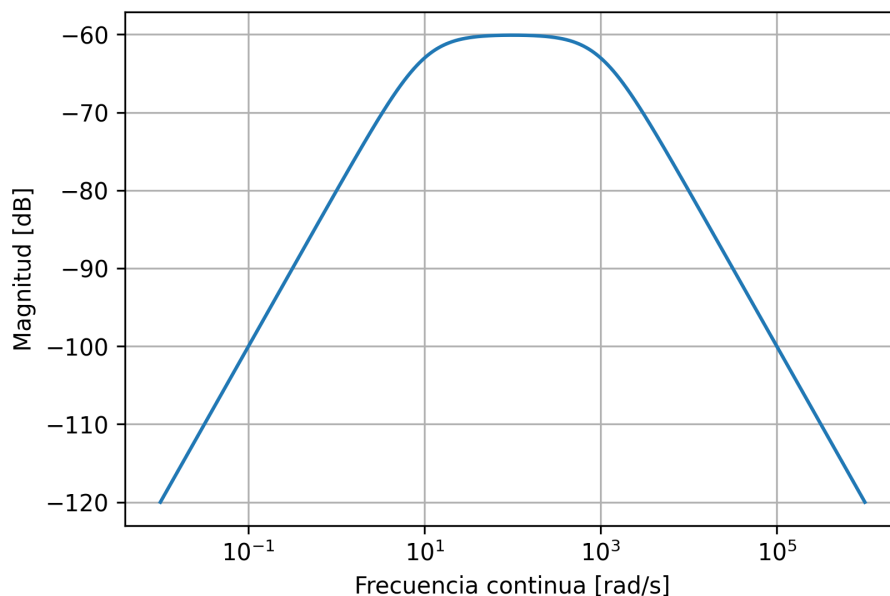
$$H(s) = \frac{P(s)}{Q(s)}$$

Con el análisis obtenemos que:

- $1 \leq \text{gr}(P) < \text{gr}(Q)$
- Una de las raíces de P debe ser 0
- Las raíces de Q pueden ser complejas, pero quedan Bode medio feos

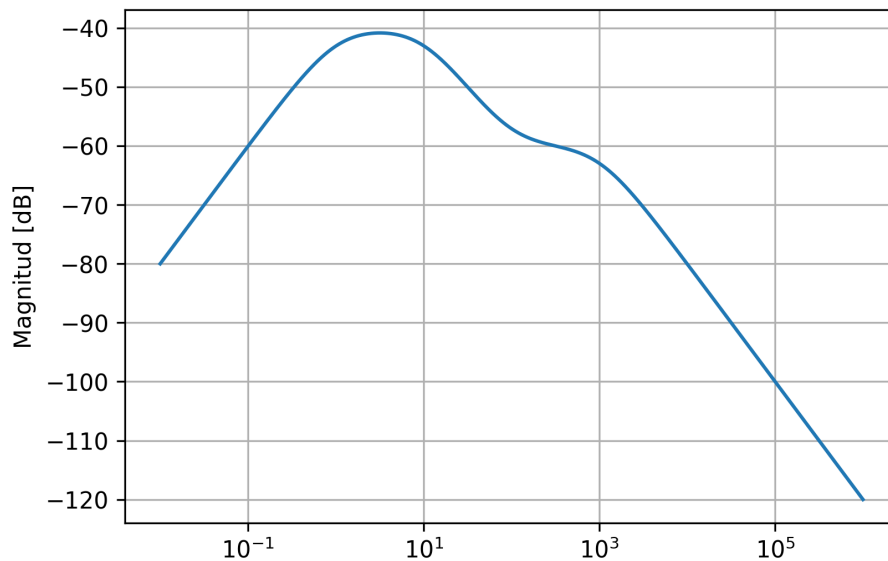
**Ejemplos:**

$$H(s) = \frac{s}{s^2 + 1010s + 10k} \quad (5)$$



**Figura 5:** Bode de la Ec. (5)

$$H(s) = \frac{s(s + 100)}{s^3 + 1011s^2 + 11010s + 10k} \quad (6)$$

**Figura 6:** Bode de la Ec. (6)

Mencioné este filtro porque en el Ej Obligatorio de Bode nos hicieron entregar uno de estos. Pero no creo que en un final nos lleguen a tomar una transferencia parecida a la Ec. (6), si llega a suceder debe ser como la Ec. (5)

## 5. Filtro Pasa-extremos

Este filtro es bastante piola en si, es simple de entender, al analizar el circuito en frecuencia nula e infinita, nos debe dar un valor distinto de cero. Su función de transferencia es:

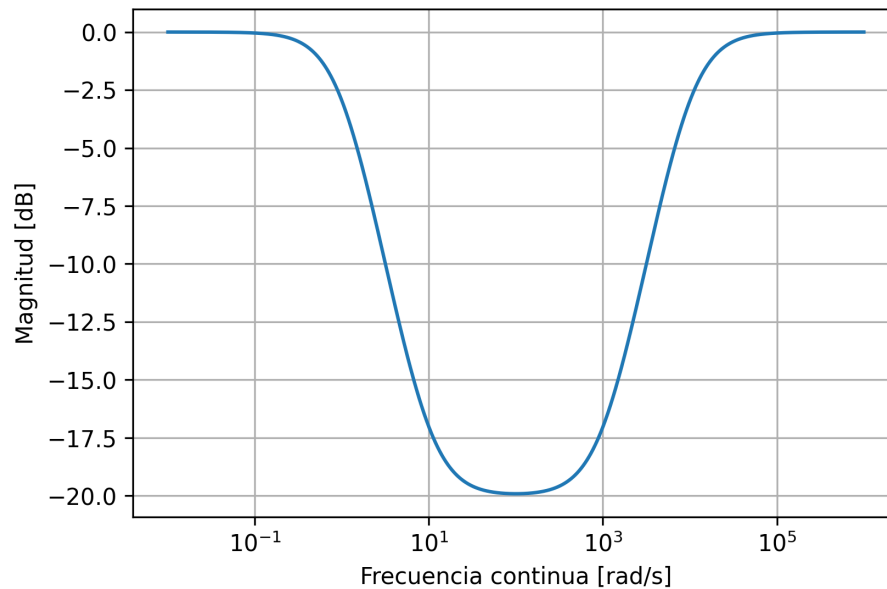
$$H(s) = \frac{P(s)}{Q(s)}$$

Con el análisis obtenemos que:

- $2 \leq \text{gr}(P) = \text{gr}(Q)$  .
- Entre las raíces de P no puede haber bajo ningún caso un cero.
- $Q(s)$  tiene raíces reales y distintas
- Este filtro puede tener diferentes magnitud para  $f \rightarrow 0$  y para  $f \rightarrow \infty$ .

**Ejemplo:**

$$H(s) = \frac{s^2 + 1010s + 10k}{s^2 + 10001s + 10k} \quad (7)$$



**Figura 7:** Bode de la Ec. (7)

En este caso comienza y termina con la misma magnitud, pero puede terminar con mas o con menos, dependiendo de la posición de los polos y ceros.

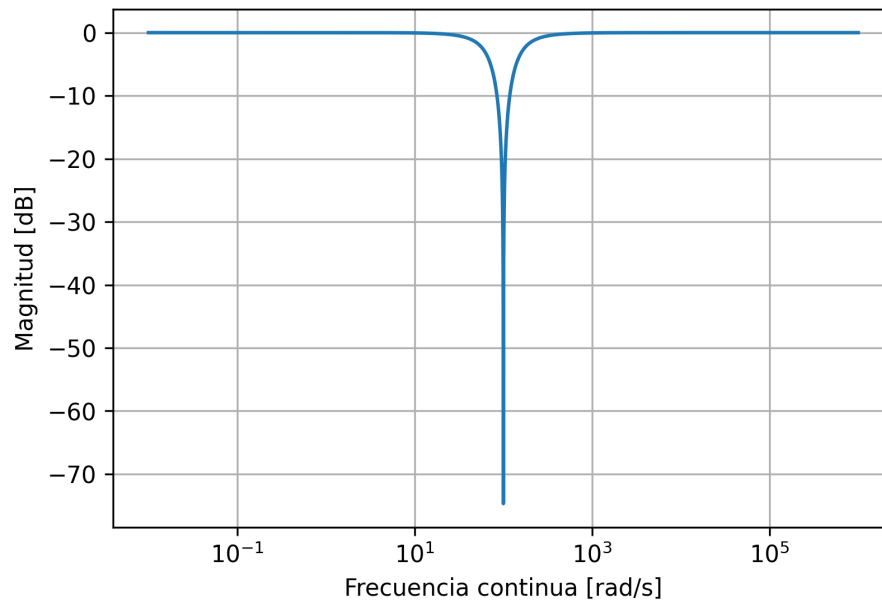
### 5.1. Filtro Notch

Este es un caso MUY especial del filtro pasa-bandas, en este caso, además de las mencionadas anteriormente, tiene también las siguientes características:

- Las raíces de Q y P son complejas conjugadas.
- El Bode asintótico es una linea recta.
- El polinomio P debe tener un factor de calidad  $Q \rightarrow \infty$ .
- Ambos polinomios P y Q deben tener las mismas raíces:

**Ejemplo:**

$$H(s) = \frac{s^2 + 10k}{s^2 + 100s + 10k} \quad (8)$$



**Figura 8:** Bode de la Ec. (8)

Este tipo de filtros tenganlo presente, les gusta andar jodiendo con este filtro. También puede ser que tenga varias frecuencias anuladas, pero eso ya es un tema que excede al final.