

DIAGRAMAS DE BODE

El método de Bode nos permite graficar rápidamente la curva de respuesta en frecuencia de un circuito, si partimos del análisis de la ecuación de transferencia del mismo $H(s)$ y de los polos y ceros que la misma presenta. El método brinda en realidad una aproximación a la curva de respuesta en frecuencia, ya que lo que realmente surge al aplicar el método son las asíntotas a dicha curva.

Una ecuación típica de transferencia podría ser la siguiente:

$$H(s) = \frac{\text{Una constante} \cdot s \left(\frac{1}{\omega_3} \right) \cdot \left(1 + s \left(\frac{1}{\omega_1} \right) \right)}{\left(1 + s \left(\frac{1}{\omega_2} \right) \right)}$$

Cero en ω_1
Z1
Cero en ω_2
Z2

Polo en ω_2
P1

La ecuación de transferencia se obtiene como :

$$H(s) = v_o(s) / v_i(s)$$

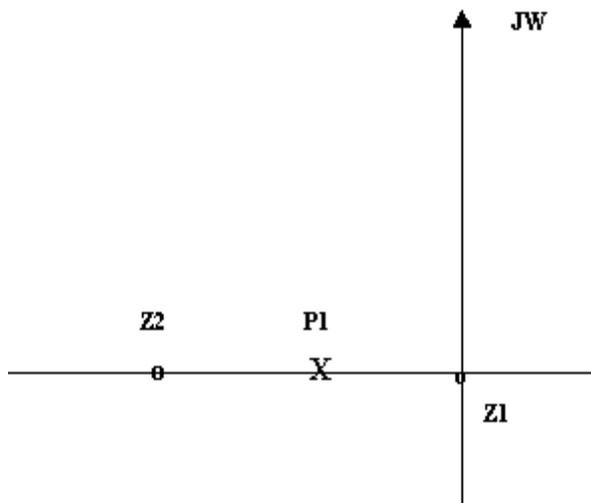
al aplicar Laplace y leyes de Kirchoff.

- capacitor $1 / s.c$
- inductor $s.L$
- resistor R

Donde ω_1 , ω_2 , ω_3 son frecuencias:

$$\omega = 2.\pi.f$$

Si lo representamos en el plano de la variable compleja S será:

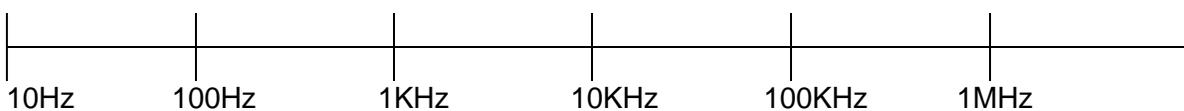


*La variable compleja S tiene una parte real y una parte imaginaria.

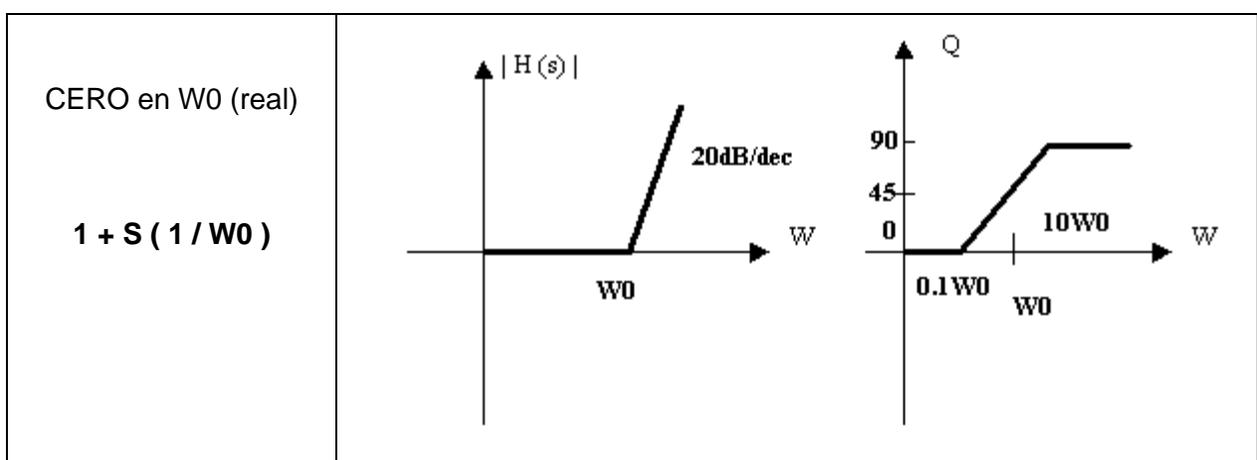
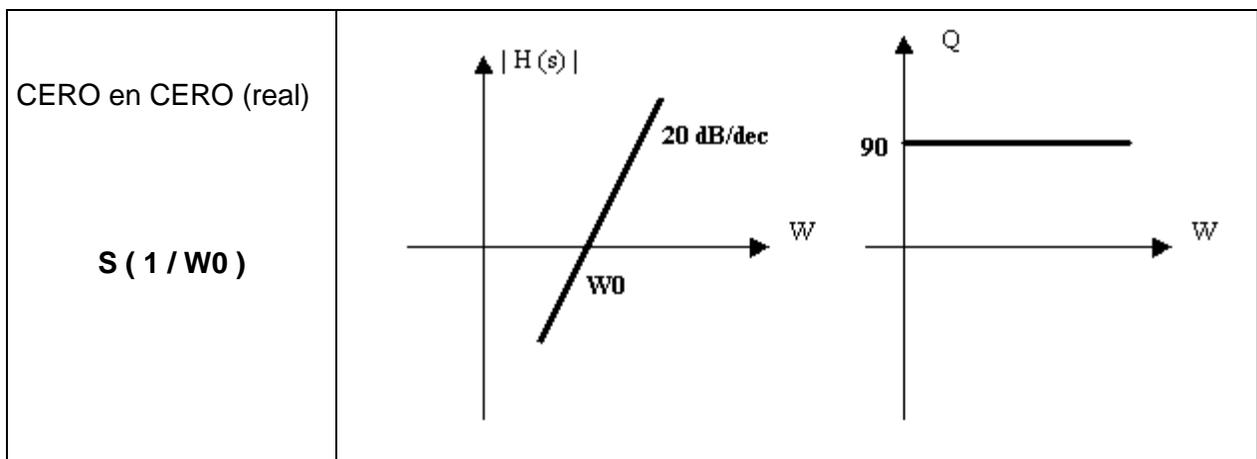
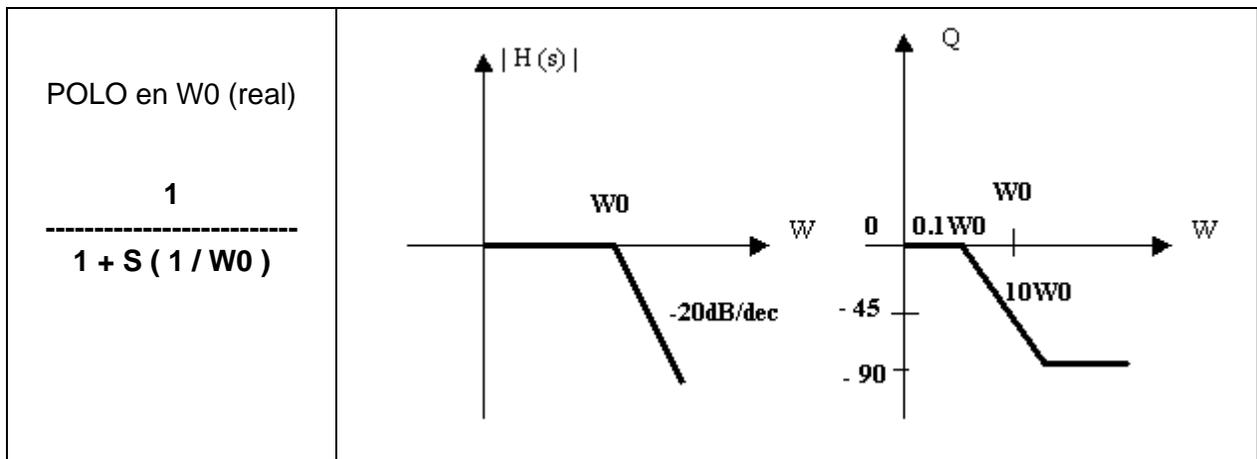
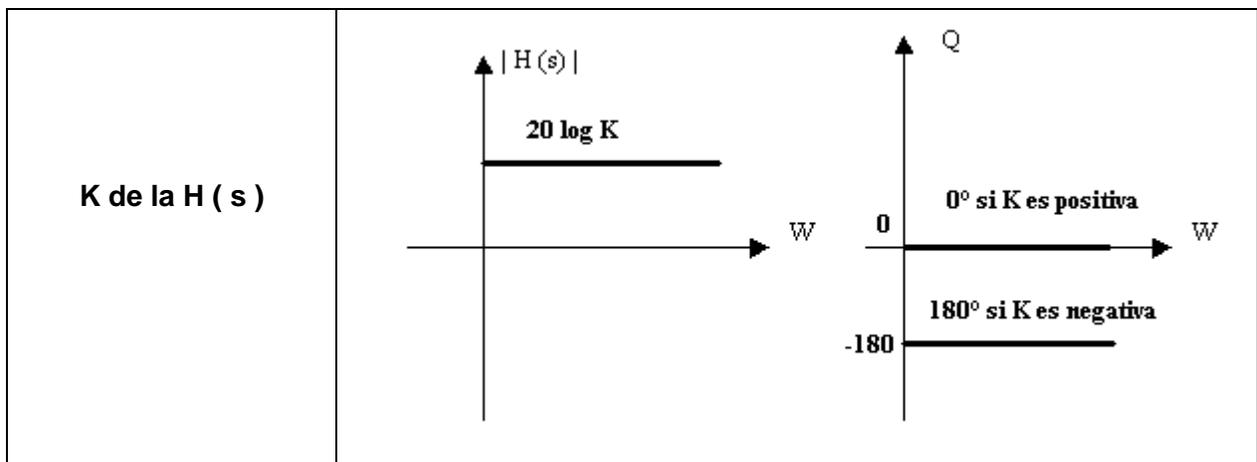
Se acostumbra representar $H(s)$ en MODULO y FASE en escalas semilogarítmicas, es decir el eje horizontal en escala logarítmica y el vertical escala lineal.

Conociendo el comportamiento de los ceros y los polos que a continuación se detallan en la tabla, por adición se obtiene el gráfico de Bode la función transferencia del circuito.

En la representación gráfica se acostumbra dividir el eje horizontal en décadas ($\omega \log$)



Y el eje vertical en dB , lo que se obtiene haciendo: $20.\log ()$

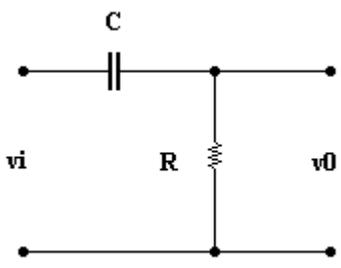


NOTA : Hay circuitos cuya función de transferencia puede presentar POLO o CEROS COMPLEJOS (complejos conjugados) e inclusive puede tener POLOS y CEROS DOBLES.

IMPORTANTE : La característica de un filtro se basa en la cantidad y ubicación de los polos y ceros de su transferencia.

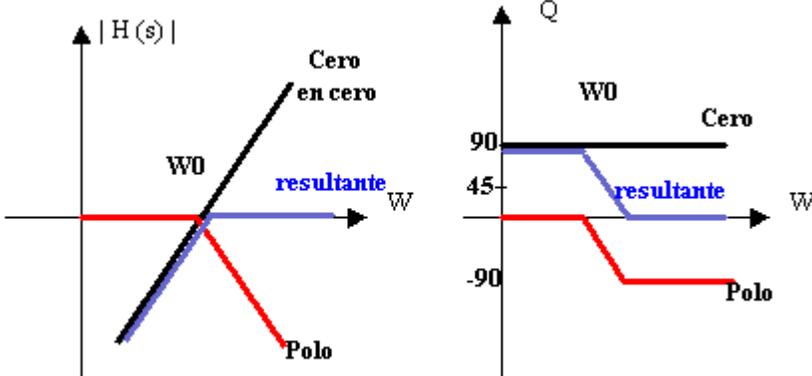
EJEMPLO:

Graficar en módulo y fase la respuesta en frecuencia del siguiente circuito pasa - altos.

	<p>Aplicamos Laplace:</p> $H(s) = \frac{v_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R}{\frac{1}{sC} + R} = \frac{sCR}{1 + sCR}$
---	---

Vemos que la transferencia tiene un CERO en CERO en $\omega = 0$ y un polo en $\omega_0 = 1 / CR$

Adicionando las gráficas de un CERO en CERO y un POLO, tanto en módulo como en fase se obtiene el gráfico de Bode

<p>Ver que si se supera la frecuencia ω_0 (frecuencia de corte), la respuesta vale 0 dB o sea 1 en veces. A la frecuencia de corte la respuesta cae -3dB (0,707 veces).</p> <p>La curva azul es la asymptota a la respuesta en frecuencia real.</p>	
---	---

EJEMPLO:

Graficar en módulo y fase la respuesta en frecuencia del siguiente circuito pasa - bajos.

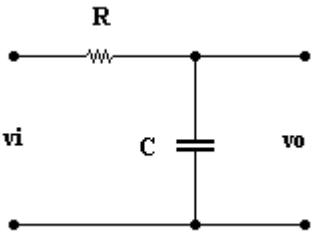
	<p>Aplicamos Laplace:</p> $H(s) = \frac{v_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1/sC}{\frac{1}{sC} + R} = \frac{1}{1 + sCR}$ <p>Vemos que la transferencia tiene un polo en $\omega_0 = 1 / CR$</p>
---	--

Diagrama de Bode:

