

Tema VIII:
Introducción a los filtros (material auxiliar)

Resumen de filtros elementales

Filtro paso bajo

Función de transferencia de orden 1

Función de transferencia $H(s) = \frac{a}{s+a}$ $a > 0$, realMódulo vs frecuencia $|H(j\omega)| = |H(s)|_{s=j\omega} = \left| \frac{a}{a+j\omega} \right| = \frac{a}{\sqrt{a^2 + \omega^2}}$

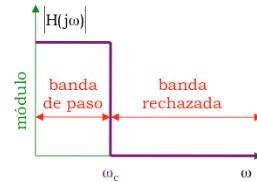
$$\omega \rightarrow 0 \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 1 = |H(j\omega)|_{\max}$$

$$\omega = a \Rightarrow |H(ja)| = \frac{|H(j\omega)|_{\max}}{\sqrt{2}}$$

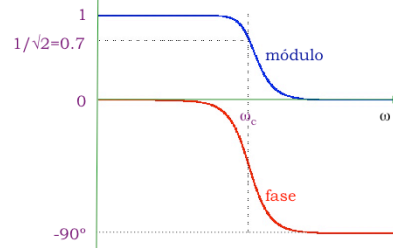
$$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 0$$

Fase vs frecuencia $\angle H(j\omega) = \angle H(s)|_{s=j\omega} = -\arctg\left(\frac{\omega}{a}\right)$ Frecuencia de corte $a = \omega_c = \left(\frac{R}{L}\right) \text{ ó } \left(\frac{1}{RC}\right)$

Característica ideal



Característica real



Resumen de filtros elementales

Filtro paso alto

Función de transferencia de orden 1

Función de transferencia $H(s) = \frac{s}{s+a}$ $a > 0$, real

Módulo vs frecuencia $|H(j\omega)| = |H(s)|_{s=j\omega} = \left| \frac{j\omega}{a+j\omega} \right| = \frac{\omega}{\sqrt{a^2 + \omega^2}}$

$\omega \rightarrow 0 \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 0$

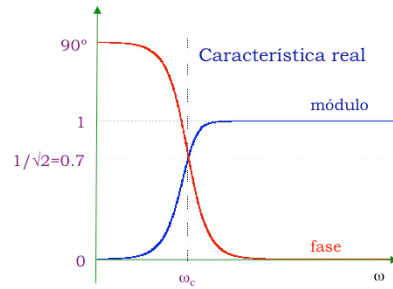
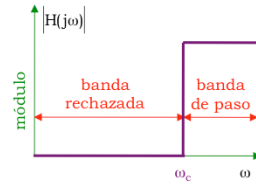
$\omega = a \Rightarrow |H(ja)| = \frac{|H(j\omega)|_{\max}}{\sqrt{2}}$

$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 1 = |H(j\omega)|_{\max}$

Fase vs frecuencia $\angle H(j\omega) = \angle H(s)|_{s=j\omega} = 90^\circ - \arctg\left(\frac{\omega}{a}\right)$

Frecuencia de corte $a = \omega_c = \left(\frac{R}{L}\right) \text{ ó } \left(\frac{1}{RC}\right)$

Característica ideal



Resumen de filtros elementales

Filtro paso banda

Función de transferencia de orden 2

Función de transferencia $H(s) = \frac{as}{s^2 + as + b}$ $a, b > 0$, reales

Módulo vs frecuencia $|H(j\omega)| = |H(s)|_{s=j\omega} = \frac{a\omega}{|b - \omega^2 + ja\omega|} = \frac{a\omega}{\sqrt{(a\omega)^2 + (b - \omega^2)^2}}$

$\omega \rightarrow 0 \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 0$

$\omega = \sqrt{b} \Rightarrow |H(j\sqrt{b})| = 1 = |H(j\omega)|_{\max}$

$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 0$

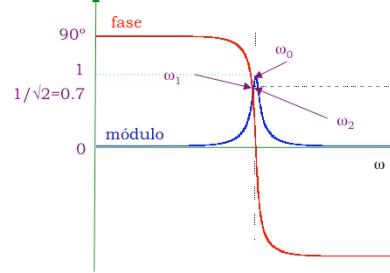
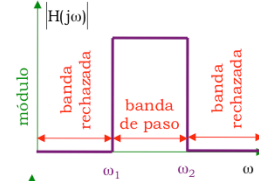
Fase vs frecuencia $\angle H(j\omega) = \angle H(s)|_{s=j\omega} = 90^\circ - \arctg\left(\frac{a\omega}{b - \omega^2}\right)$

Frecuencia de resonancia $\sqrt{b} = \omega_0 = \sqrt{\omega_1\omega_2}$

Ancho de banda $BW = \omega_2 - \omega_1 = a$

Frecuencias limite $\omega_{1,2} = \frac{a}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + b}$

Característica ideal



Característica real

Resumen de filtros elementales

Filtro de banda eliminada

Función de transferencia de orden 2

Función de transferencia $H(s) = \frac{s^2 + b}{s^2 + as + b}$ $a, b > 0$, reales

Módulo vs frecuencia $|H(j\omega)| = |H(s)|_{s=j\omega} = \frac{|b - (a\omega)^2|}{|b - \omega^2 + ja\omega|} = \frac{|b - (a\omega)^2|}{\sqrt{(a\omega)^2 + (b - \omega^2)^2}}$

$\omega \rightarrow 0 \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 1 = |H(j\omega)|_{\max}$

$\omega = \sqrt{b} \Rightarrow |H(j\sqrt{b})| = 0$

$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow |H(j\omega)| \rightarrow 1 = |H(j\omega)|_{\max}$

Fase vs frecuencia $\angle H(j\omega) = \angle H(s)|_{s=j\omega} = -\arctg\left(\frac{a\omega}{b - \omega^2}\right)$

Frecuencia de resonancia $\sqrt{b} = \omega_0 = \sqrt{\omega_1\omega_2}$

Ancho de banda $BW = \omega_2 - \omega_1 = a$

Frecuencias límite $\omega_{1,2} \Rightarrow |H(j\omega)|_{\omega_1} = |H(j\omega)|_{\omega_2} = \frac{|H(j\omega)|_{\max}}{\sqrt{2}}$

