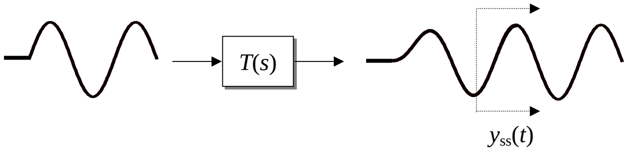
Respuesta de Frecuencia

- Señal de prueba $r(t) = A\sin\omega t\, u_1(t)$
- La **respuesta de frecuencia** es una función $T(\mathrm{j}\omega)$ que sirve para determinar la salida en régimen permanente, cuando la entrada es senoidal con frecuencias desde 0 hasta ∞

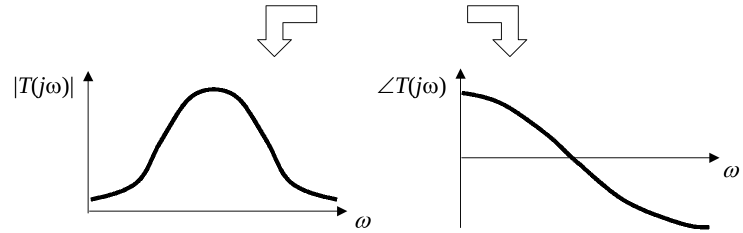
Para el sistema lineal, esto es $y_{ss}(t) = A|T(\mathrm{j}\omega)|\sin(\omega t + \angle T(\mathrm{j}\omega))$



$\therefore$ Para $t\to\infty$, toda la información está en $T(\mathrm{j}\omega) = T(s)\big|_{s\leftarrow \mathrm{j}\omega}$

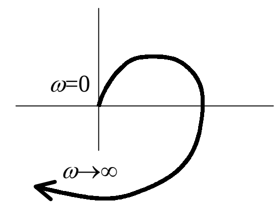
Podemos graficar a $T(\mathrm{j}\omega)$ como magnitud y ángulo apartes

$$T(\mathrm{j}\omega) = |T(\mathrm{j}\omega)|\angle T(\mathrm{j}\omega)$$



o como **curva polar** en el plano complejo

$$T(\mathrm{j}\omega) = Re\,\{T(\mathrm{j}\omega)\} + \mathrm{j}Im\,\{T(\mathrm{j}\omega)\}$$



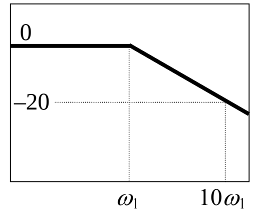
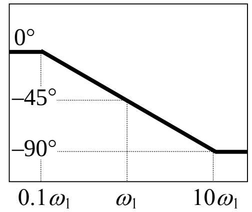
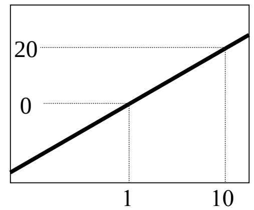
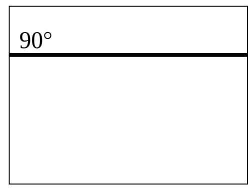
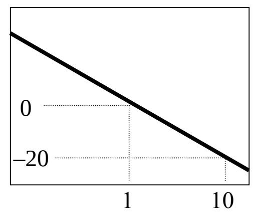
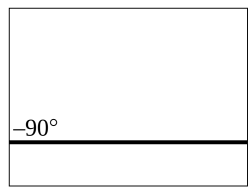
Diagramas de Bode

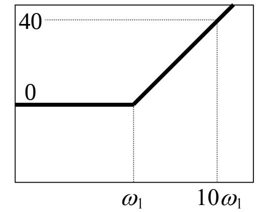
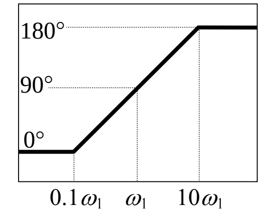
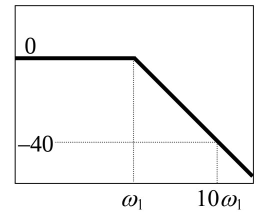
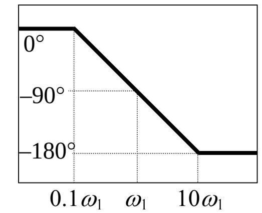
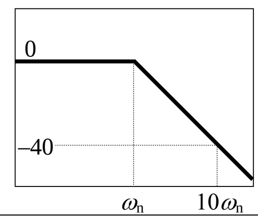
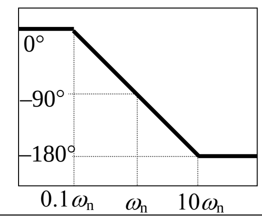
- Graficamos magnitud (en dB) y fase (en °) en las siguientes escalas semilogarítmicas

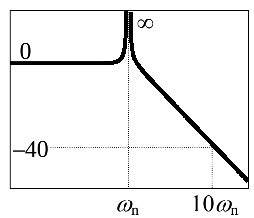
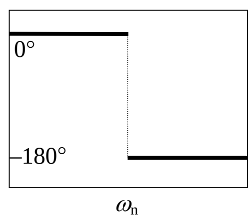
$20\log|T(j\omega)|$ $\angle T(j\omega)$

ω

La aproximación asintótica del diagrama consiste de líneas rectas

Polo $$\frac{1}{\frac{s}{\omega_1}+1}$$		
Cero en origen $$s$$		
Polo en origen $$\frac{1}{s}$$		

Cero doble $$\left(\frac{s}{\omega_1}+1\right)^2$$		
Polo doble $$\frac{1}{\left(\frac{s}{\omega_1}+1\right)^2}$$		
Polos complejos $$\frac{1}{\left(\frac{s}{\omega_n}\right)^2+\frac{2\zeta}{\omega_n}s+1}$$		

Caso especial: polos en eje imaginario $$\frac{1}{\left(\frac{s}{\omega_n}\right)^2+1}$$		

- Para $\zeta < 0.707$, la frecuencia resonante está en

$$\omega_r = \omega_n\sqrt{1-2\zeta^2}$$

y la ganancia máxima es

$$M_{\text{máx}} = |T(j\omega_r)| = \frac{1}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}}$$