* Respuesta en frecuencia.

BIBLIOGRAFÍA: **Ogata 3°ed.: caps. 8.1 y pp 486-487;**
Kuo 7°ed.: caps. 9.1 al 9.1.2
R. Fadel: apunte "La respuesta en frecuencia"

Forma Polo-Cero

$$G(s) = Kpc.\frac{\prod_{l=1}^{m}(S + z_l)}{\prod_{i=1}^{n}(S + p_i)}$$

$$G(j\omega) = Kpc.\frac{\prod_{l=1}^{m}(j\omega + z_l)}{\prod_{i=1}^{n}(j\omega + p_i)}$$

Forma de Constante de tiempo

$$G(s) = Kb.\frac{\prod_{l=1}^{m}(S/z_l + 1)}{\prod_{i=1}^{n}(S/p_i + 1)}$$

$$G(j\omega) = Kb.\frac{\prod_{l=1}^{m}(j\omega/z_l + 1)}{\prod_{i=1}^{n}(j\omega/p_i + 1)}$$

$$G(j\omega) = Kb.\frac{\prod_{l=1}^{m}(j\omega/z_l + 1)}{\prod_{i=1}^{n}(j\omega/p_i + 1)}$$

$$log|G(j\omega)| = log|Kb| + \sum_{l=1}^{m} \log|j\omega/z_l + 1| - \sum_{i=1}^{n} \log|j\omega/p_i + 1|$$

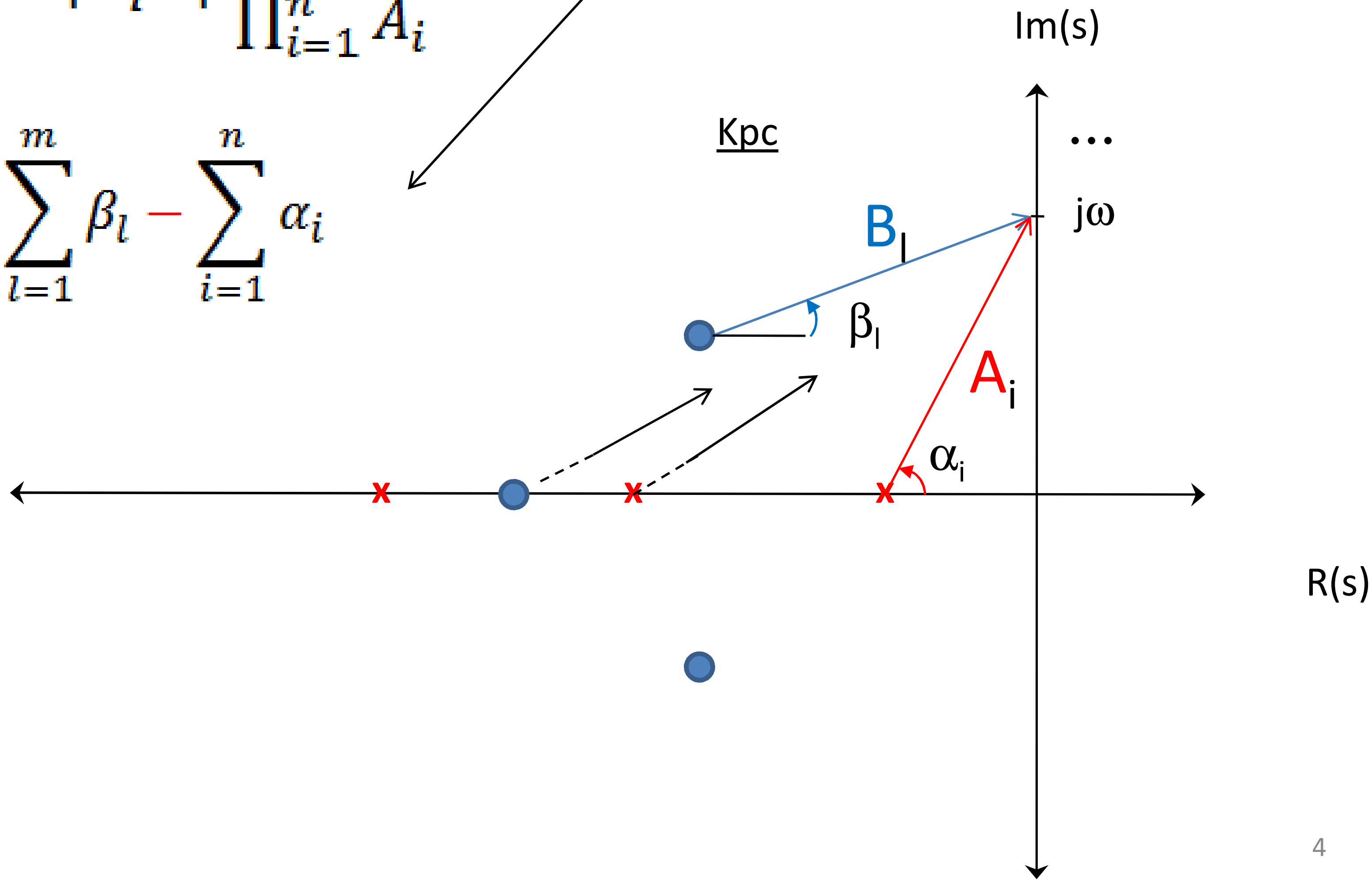
$$\varphi(\omega) = \sum_{l=1}^{m} \operatorname{atg}(j\omega/z_l) - \sum_{i=1}^{n} \operatorname{atg}(j\omega/z_i)$$

$$G(j\omega) = Kpc.\frac{\prod_{l=1}^{m}(j\omega + z_l)}{\prod_{i=1}^{n}(j\omega + p_i)}$$

$$G(j\omega) = Kpc.\frac{\prod_{l=1}^{m} B_l \angle \beta_l}{\prod_{i=1}^{n} A_i \angle \alpha_i}$$

$$|G(j\omega)| = |Kpc|.\frac{\prod_{l=1}^{m} B_l}{\prod_{i=1}^{n} A_i}$$

$$\varphi(\omega) = \sum_{l=1}^{m} \beta_l - \sum_{i=1}^{n} \alpha_i$$



Factores básicos de $G(j\omega)H(j\omega)$. Como se plante6 antes, la ventaja principal de usar una traza logarftmica es la facilidad relativa de graficar las curvas de la respuesta en frecuencia. Los factores básicos que suelen ocurrir en una función de transferencia arbitraria $G(j\omega)H(j\omega)$ son:

1. La ganancia K
2. Los factores de integral y de derivada $(j\omega)^{\mp 1}$
3. Los factores de primer orden $(1 + j\omega T)^{\mp 1}$
4. Los factores cuadráticos $[1 + 2\zeta(j\omega/\omega_n) + (j\omega/\omega_n)^2]^{\mp 1}$

$$G(j\omega) = Kb.\frac{\prod_{l=1}^{m}(j\omega/z_l + 1)}{\prod_{i=1}^{n}(j\omega/p_i + 1)}$$

$$log|G(j\omega)| = log|Kb| + \sum_{l=1}^{m} \log\left|\frac{j\omega}{z_l} + 1\right| - \sum_{i=1}^{n} \log\left|\frac{j\omega}{p_i} + 1\right|$$

$$\varphi(\omega) = \sum_{l=1}^{m} \operatorname{atg}(j\omega/z_l) - \sum_{i=1}^{n} \operatorname{atg}(j\omega/z_i)$$

(Aporte de cada polo...)

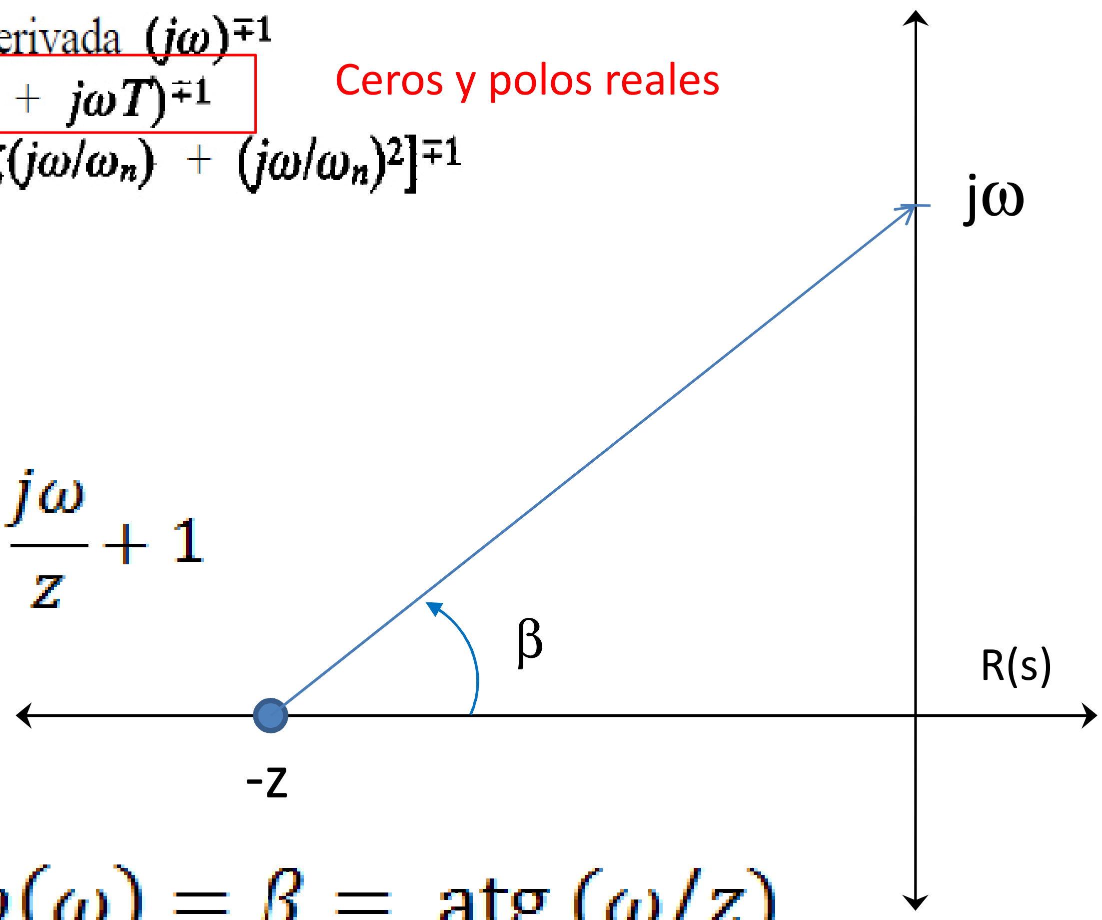
Factores básicos de $G(j\omega)H(j\omega)$. Como se plante6 antes, la ventaja principal de usar una traza logarftmica es la facilidad relativa de graficar las curvas de la respuesta en frecuencia. Los factores básicos que suelen ocurrir en una función de transferencia arbitraria $G(j\omega)H(j\omega)$ son:

1. La ganancia K
2. Los factores de integral y de derivada $(j\omega)^{\mp 1}$
3. $\boxed{\text{Los factores de primer orden } (1 + j\omega T)^{\mp 1}}$ Ceros y polos reales
4. Los factores cuadráticos $[1 + 2\zeta(j\omega/\omega_n) + (j\omega/\omega_n)^2]^{\mp 1}$

$$F_1(s) = S + z$$

$$F(s) = (S/z + 1)$$

$$F(j\omega) = \frac{j\omega}{z} + 1$$

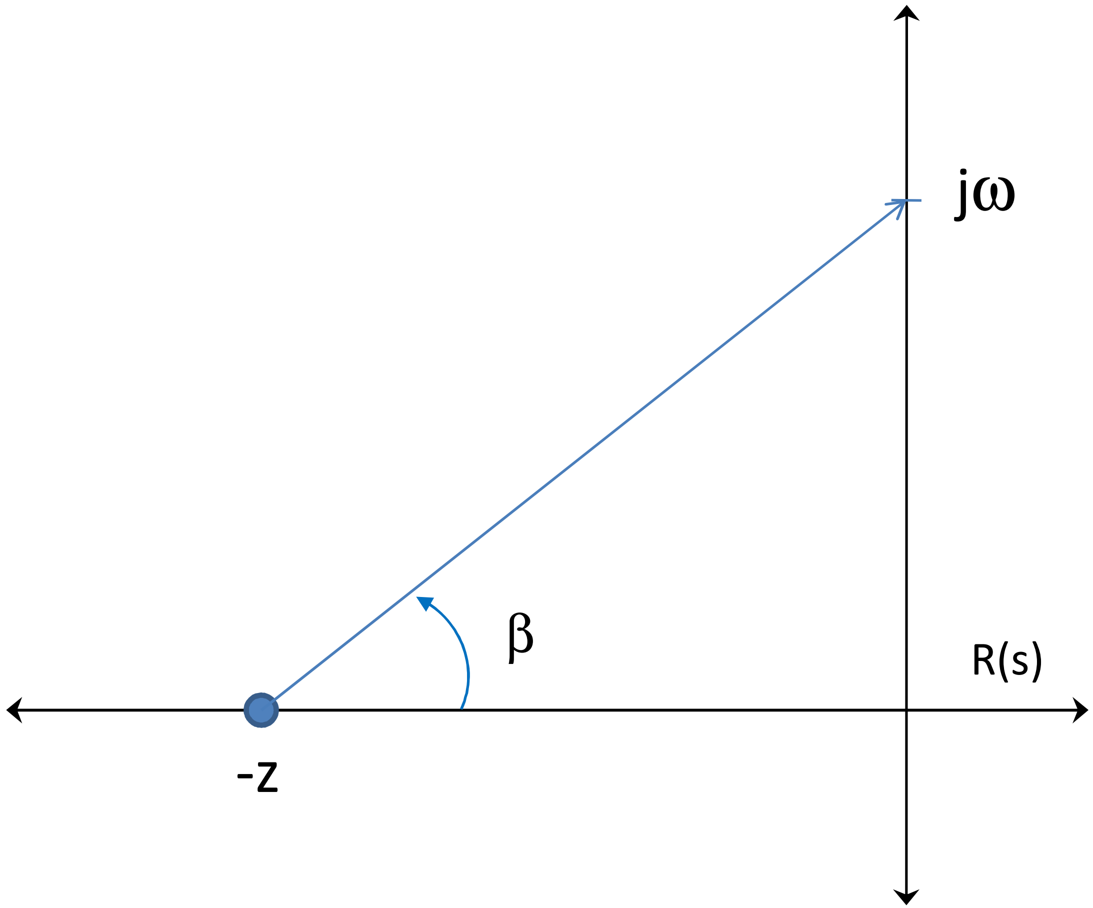


$$|F| = \sqrt{\left(\frac{\omega}{z}\right)^2 + 1} \qquad \varphi(\omega) = \beta = \operatorname{atg}(\omega/z)$$

$$F(j\omega) = \frac{j\omega}{z} + 1$$

$$|F| = \sqrt{\left(\frac{\omega}{z}\right)^2 + 1} \qquad \varphi(\omega) = \beta = \operatorname{atg}(\omega/z)$$

$\underline{\omega:}$		$\underline{\varphi(\omega):}$
0	$\rightarrow$	0
z	$\rightarrow$	45°
∞	$\rightarrow$	90°



$$F(j\omega) = \frac{j\omega}{z} + 1$$

$$|F| = \sqrt{\left(\frac{\omega}{z}\right)^2 + 1}$$

$$20.\log(|F|) = 10.\log\left(\left(\frac{\omega}{z}\right)^2 + 1\right)$$

ω:	$\lvert F(\omega)\rvert$	$\lvert F\rvert_{[dB]}$
0	$\rightarrow$ 1	$\rightarrow$ 0dB
z	$\rightarrow$ $\sqrt{2}$	$\rightarrow$ 3dB
∞	$\rightarrow$ ω/z	$\rightarrow$ $20.\log(\omega/z)$ dB

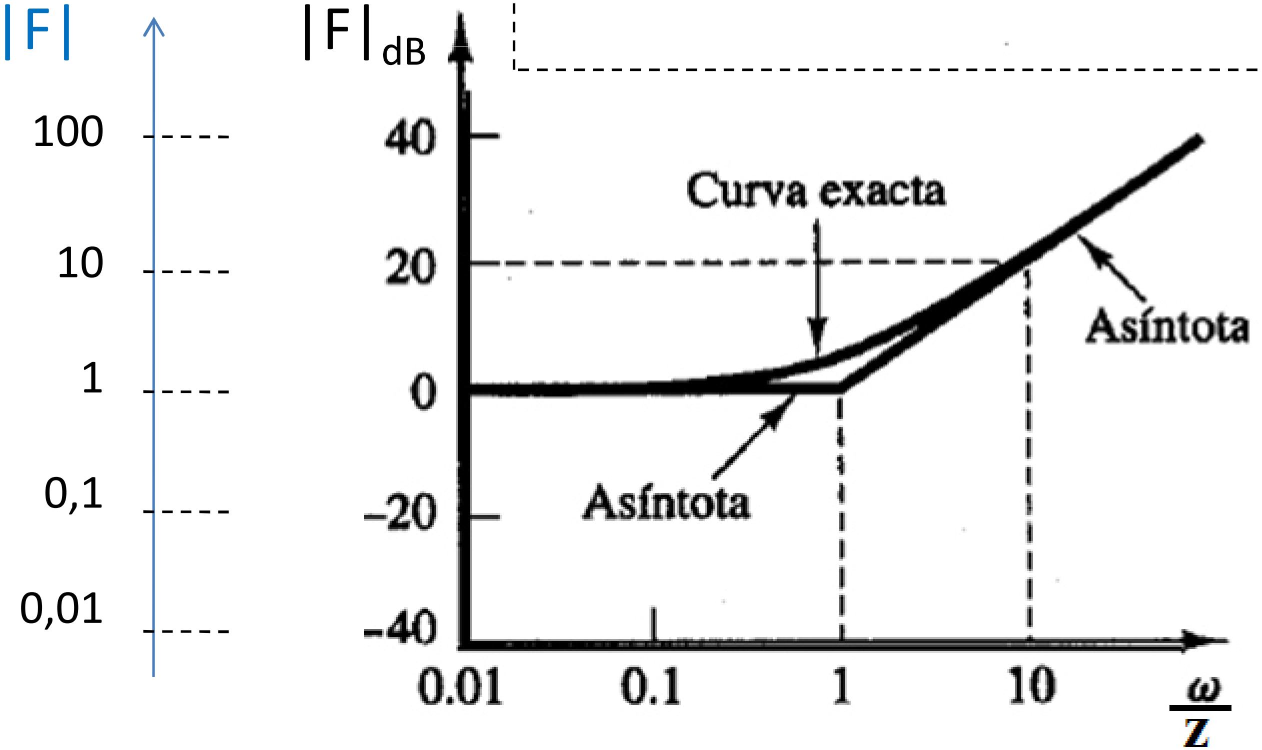
$$F(j\omega) = \frac{j\omega}{z} + 1$$

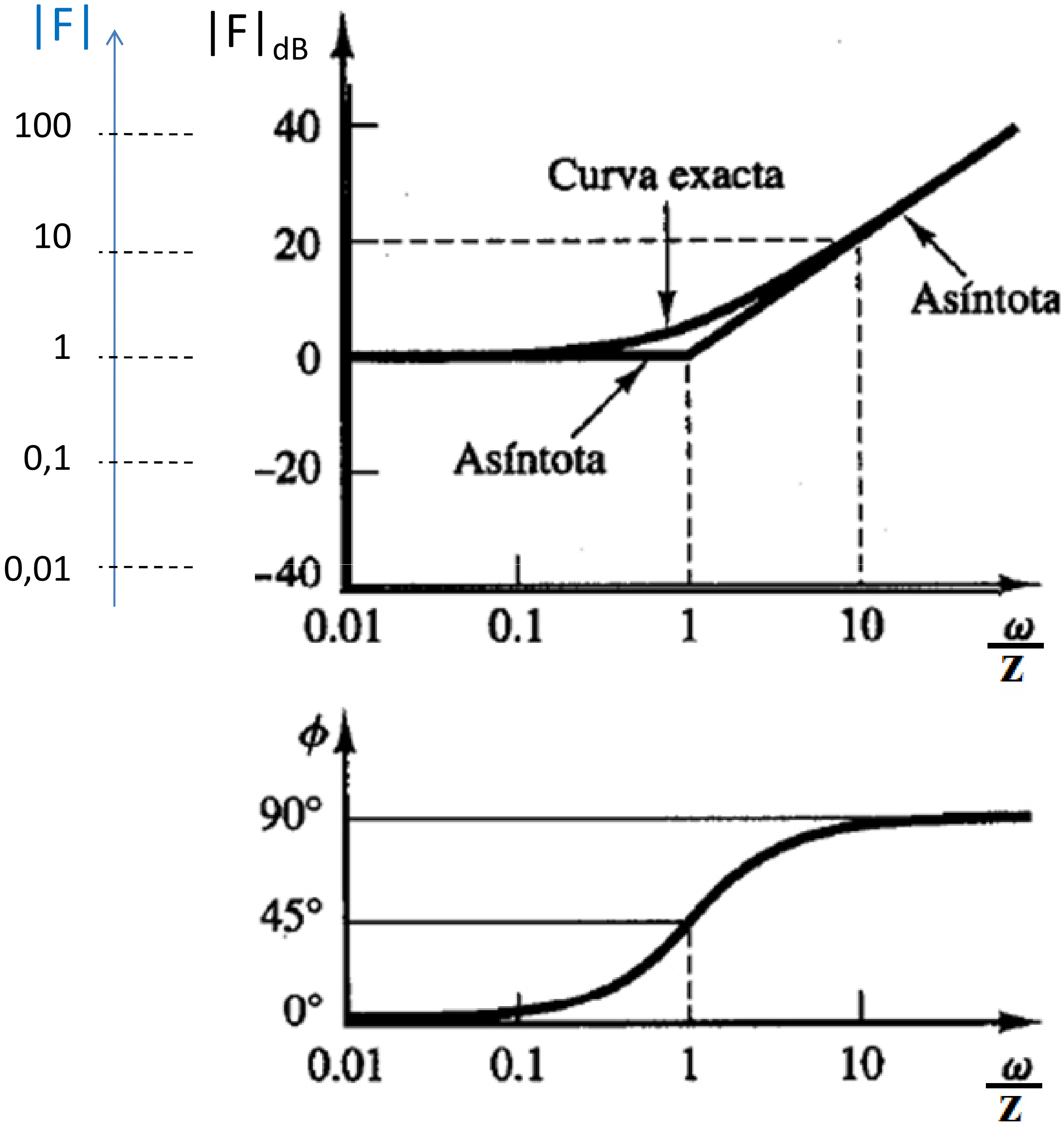
$$|F| = \sqrt{\left(\frac{\omega}{z}\right)^2 + 1}$$

$$20.\log(|F|) = 10.\log\left(\left(\frac{\omega}{z}\right)^2 + 1\right)$$

ω:	$\|F(\omega)\|$	$\|F\|_{[dB]}$
0	$\rightarrow$ 1	$\rightarrow$ 0dB
z	$\rightarrow$ $\sqrt{2}$	$\rightarrow$ 3dB
∞	$\rightarrow$ ω/z	$\rightarrow$ $20.\log(\omega/z)$ dB

ω:	$\lvert F(\omega)\rvert$	$\lvert F\rvert_{[dB]}$
0	$\rightarrow$ 1	$\rightarrow$ 0dB
z	$\rightarrow$ $\sqrt{2}$	$\rightarrow$ 3dB
∞	$\rightarrow$ ω/z	$\rightarrow$ $20.\log(\omega/z)$ dB



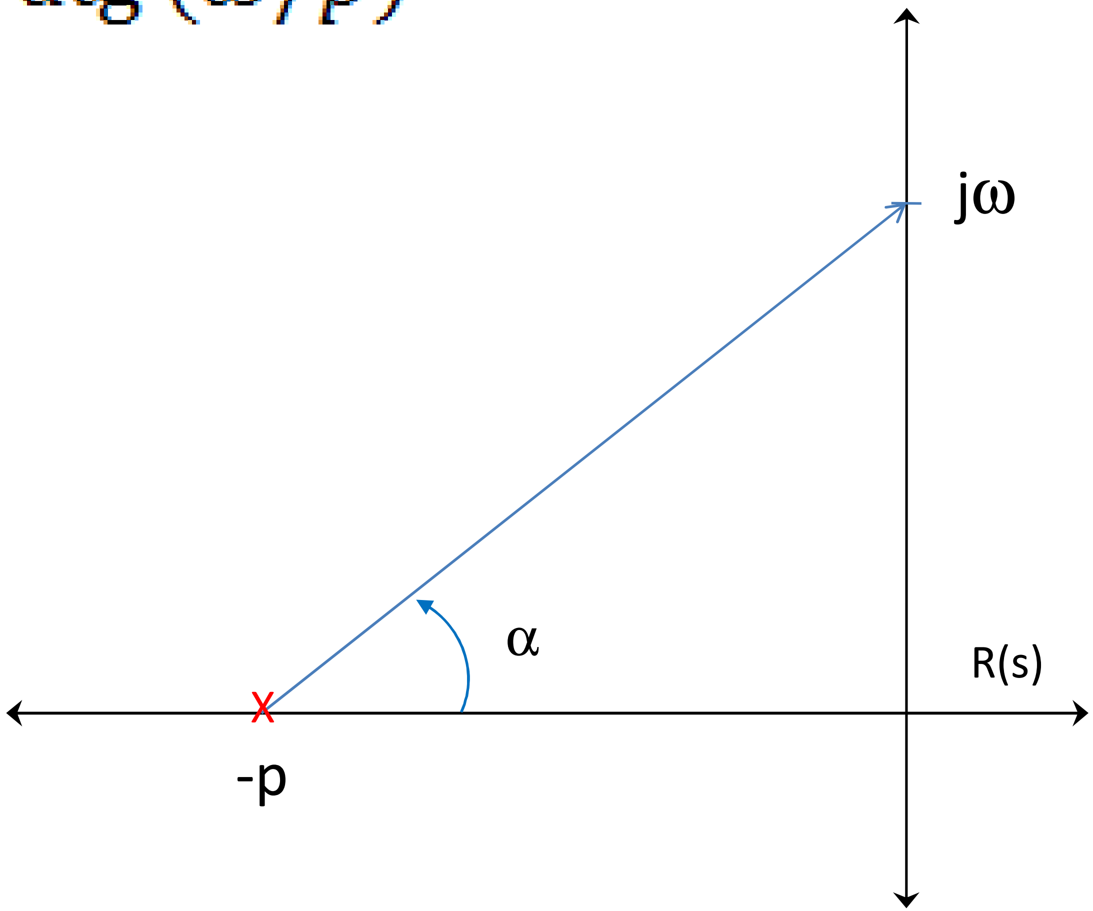


Aprox. de fase...

$$F(s) = \frac{1}{S/p + 1} = (S/p + 1)^{-1}$$

$$\varphi(\omega) = -\alpha = -\operatorname{atg}(\omega/p)$$

$\underline{\omega:}$		$\underline{\boldsymbol{\varphi}(\omega):}$
0	$\rightarrow$	0
p	$\rightarrow$	-45°
∞	$\rightarrow$	-90°



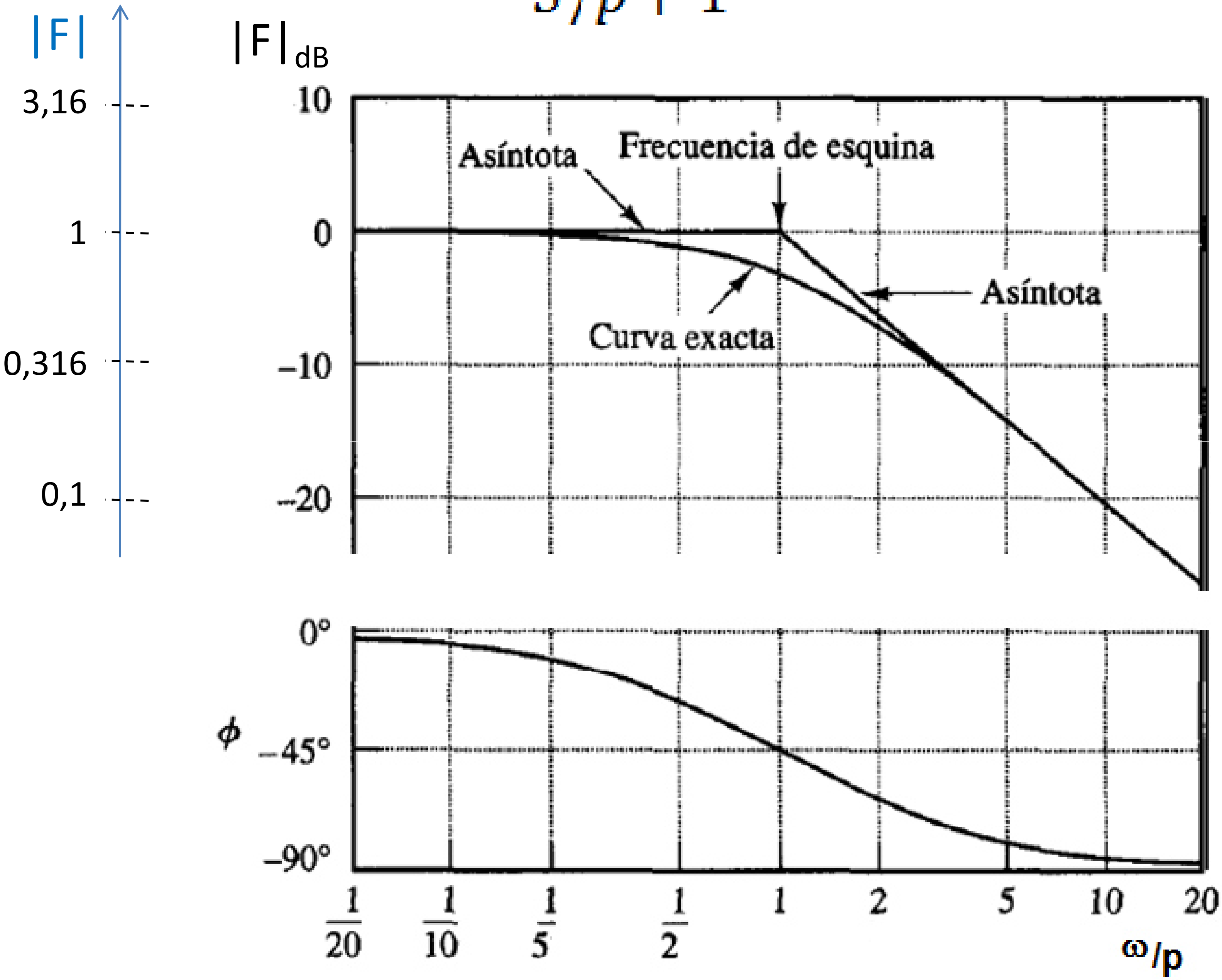
$$F(s) = \frac{1}{S/p+1} = (S/p+1)^{-1}$$

$$|F| = \left(\sqrt{\left(\frac{\omega}{p}\right)^2 + 1}\right)^{-1}$$

$$20.\log(|F|) = -10.\log\left(\left(\frac{\omega}{p}\right)^2 + 1\right)$$

ω:	$\lvert F(\omega) \rvert$	$\lvert F \rvert$[dB]
0	$\rightarrow$ 1	$\rightarrow$ 0dB
z	$\rightarrow$ $1/\sqrt{2}$	$\rightarrow$ -3dB
∞	$\rightarrow$ $1/(\omega/p)$	$\rightarrow$ $-20.\log(\omega/p)$ dB

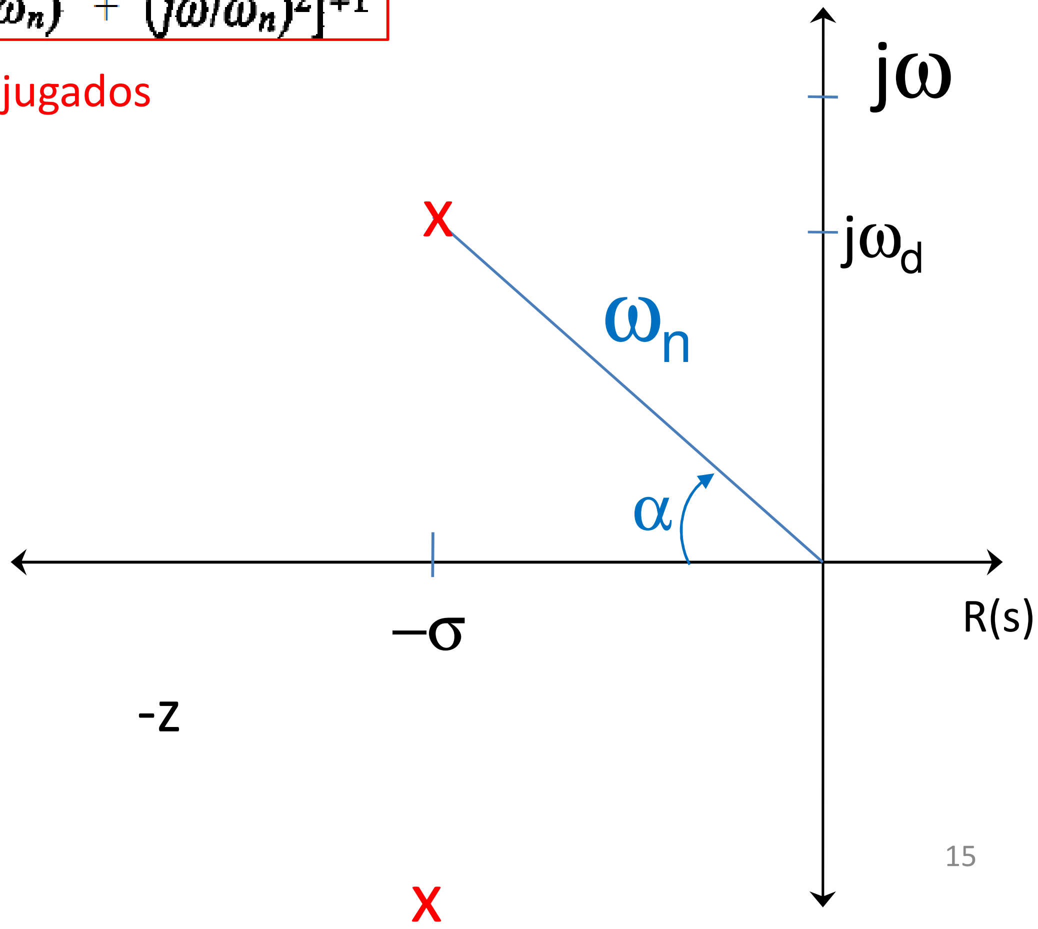
$$F(s) = \frac{1}{S/p + 1} = (S/p + 1)^{-1}$$



Factores básicos de $G(j\omega)H(j\omega)$. Como se plante6 antes, la ventaja principal de usar una traza logarftmica es la facilidad relativa de graficar las curvas de la respuesta en frecuencia. Los factores básicos que suelen ocurrir en una función de transferencia arbitraria $G(j\omega)H(j\omega)$ son:

1. La ganancia K
2. Los factores de integral y de derivada $(j\omega)^{\mp 1}$
3. Los factores de primer orden $(1 + j\omega T)^{\mp 1}$
4. Los factores cuadráticos $[1 + 2\zeta(j\omega/\omega_n) + (j\omega/\omega_n)^2]^{\mp 1}$

Ceros o polos complejos conjugados



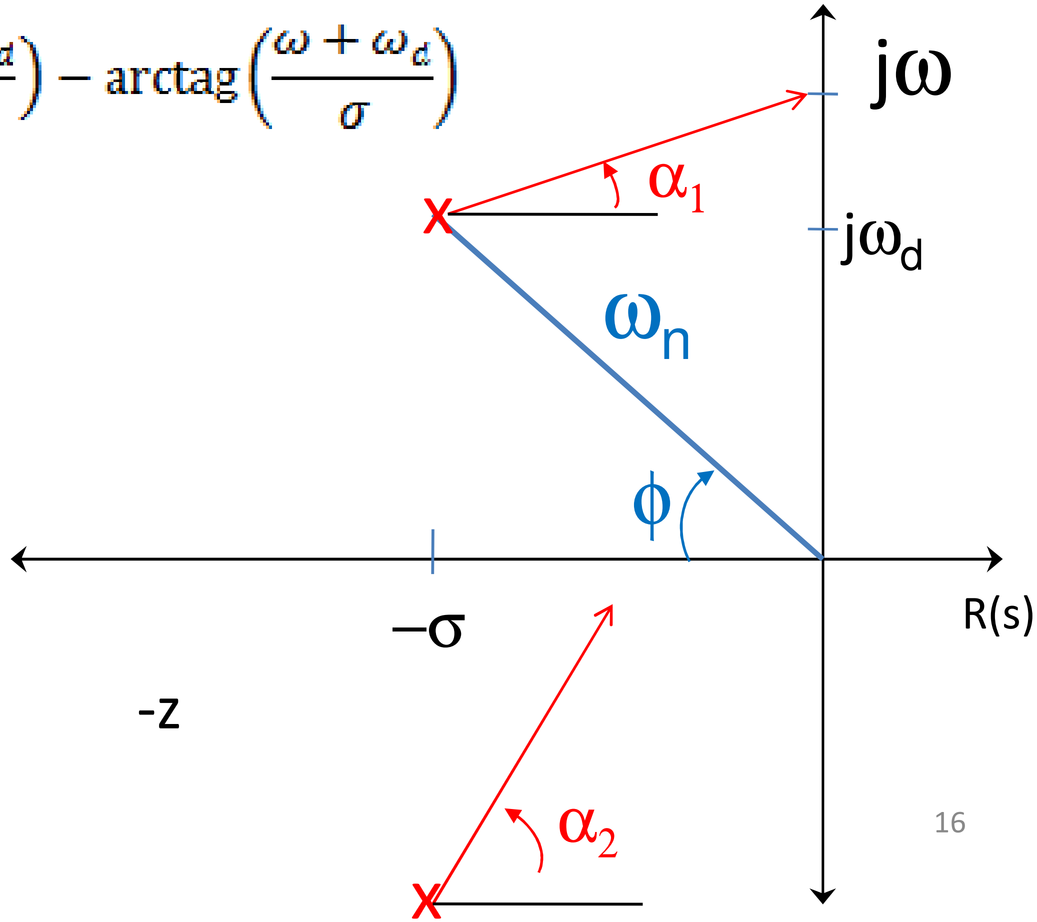
$$F(s) = \frac{1}{\left(\frac{S}{\omega_n}\right)^2 + 2.\xi.\left(\frac{S}{\omega_n}\right) + 1}$$

(Ceros o polos complejos conjugados)
Coef de amortiguamiento...

$$|F_{(\varpi)}| = \left(\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + 4.\xi^2.\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}\right)^{-1}$$

$$\varphi(\omega) = -\alpha_1 - \alpha_2 = -\text{arctag}\left(\frac{\omega - \omega_d}{\sigma}\right) - \text{arctag}\left(\frac{\omega + \omega_d}{\sigma}\right)$$

ω:		$\boldsymbol{\varphi(\omega)}$:
0	$\rightarrow$	0
ω_n	$\rightarrow$	-90°
∞	$\rightarrow$	-180°

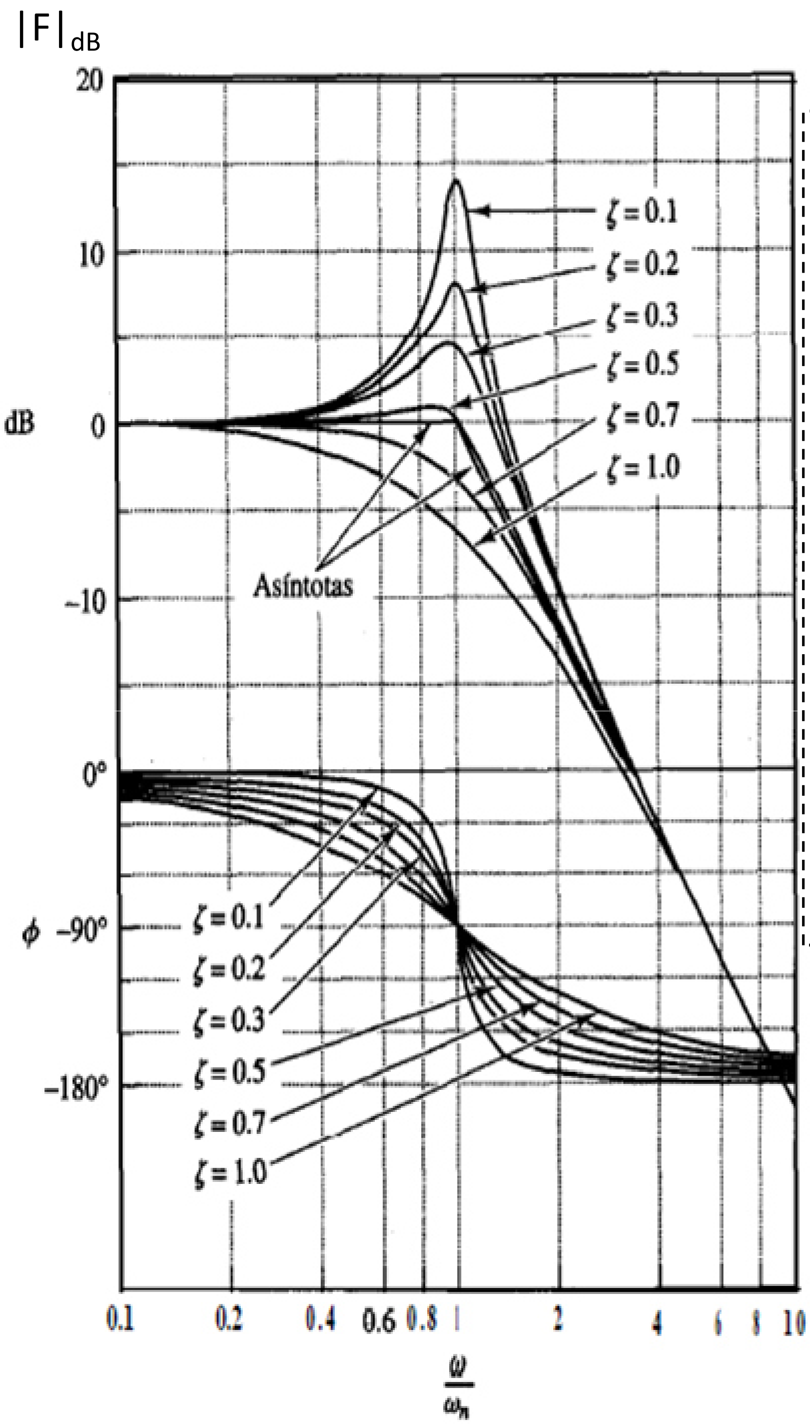


$$F(s) = \frac{1}{(\frac{S}{\omega_n})^2 + 2.\xi.\left(\frac{S}{\omega_n}\right) + 1}$$

$$|F_{(\varpi)}| = \left(\sqrt{\left[1 - (\frac{\omega}{\omega_n})^2\right]^2 + 4.\xi^2.(\frac{\omega}{\omega_n})^2}\right)^{-1}$$

$$20.log|F_{(\varpi)}| = -10.\log\left\{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + 4.\xi^2.(\frac{\omega}{\omega_n})^2\right\}$$

ω:	$\|F(\omega)\|$	$\|F\|_{[dB]}$
0	$\rightarrow$ 1	$\rightarrow$ 0dB
ω_n	$\rightarrow \frac{1}{2.\xi}$	
∞	$\rightarrow$ $1/(\omega/\omega_n)^2$	$\rightarrow$ -40.log(ω/ω_n) dB



$\underline{\omega:}$	$\underline{\lvert F(\omega)\rvert}$	$\underline{\lvert F\rvert_{[dB]}}$
0	$\rightarrow\ 1$	$\rightarrow\ 0dB$
ω_n	$\rightarrow\ \dfrac{1}{2.\,\xi}$	
∞	$\rightarrow\ 1/(\omega/\,\omega_n)^2$	
	∞	$\rightarrow$ -40.log(ω/ω_n) dB