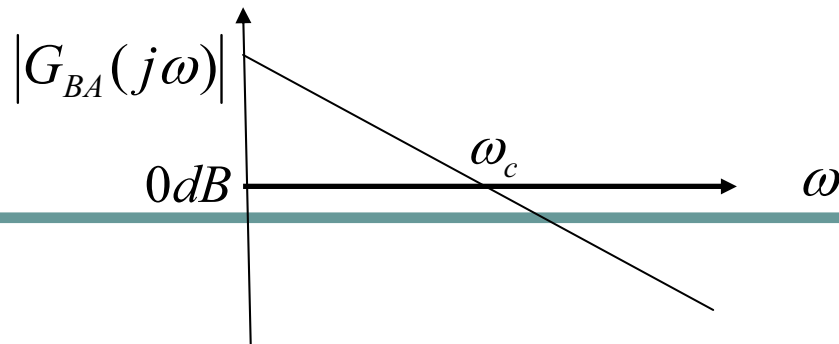


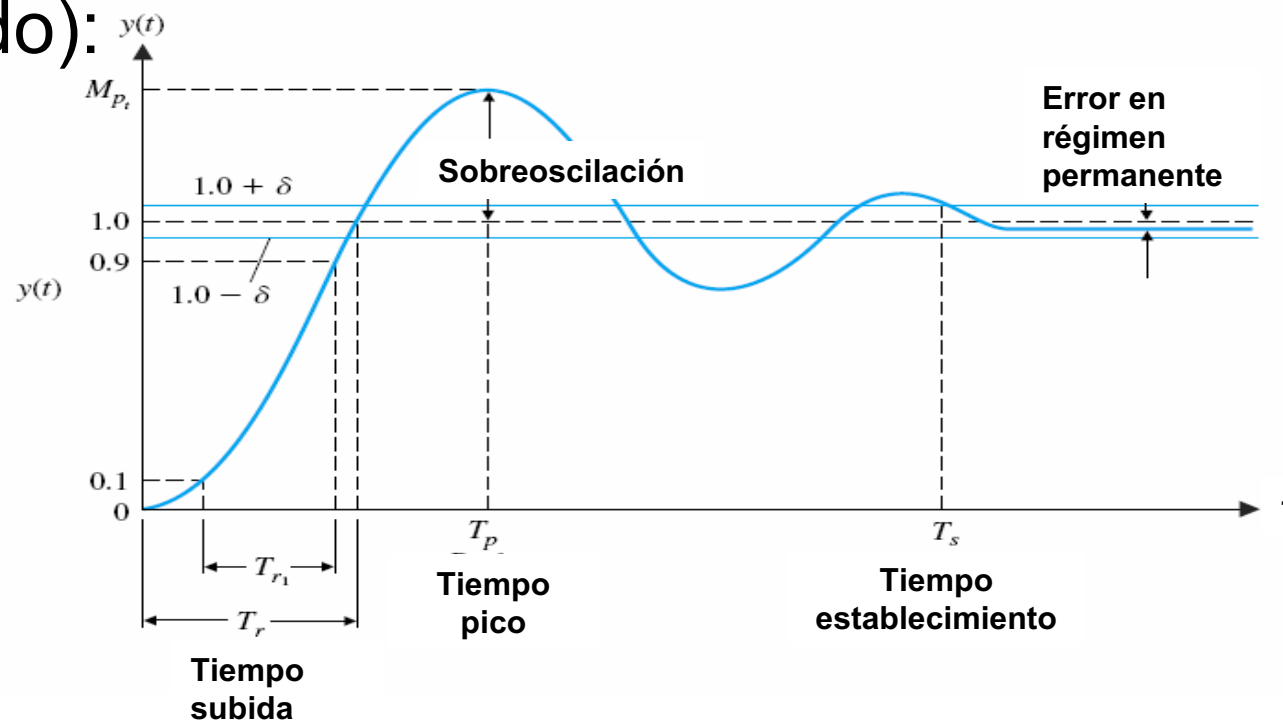
# Tema 6 (4) : Especificaciones en frecuencia

**BA  $\Rightarrow$  BC**



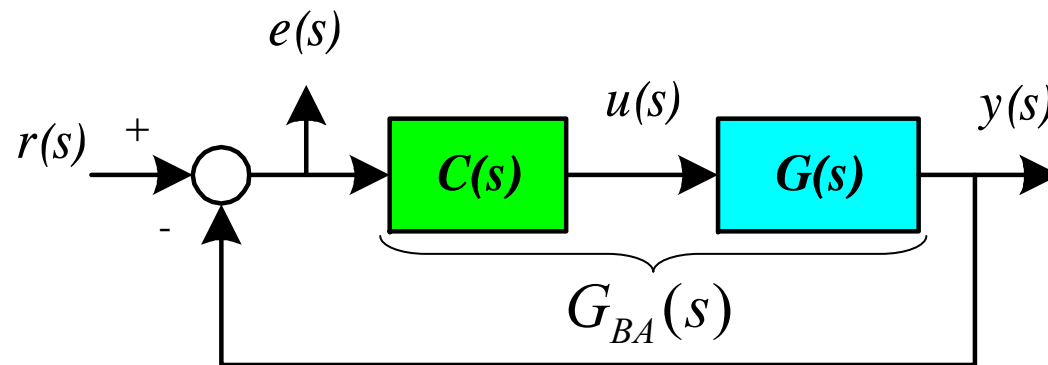
# Introducción

- Especificaciones de control en el tiempo (bucle cerrado):



¿Cómo relacionar estas especificaciones con el dominio frecuencial?

# Error en b.c. en la frecuencia



$$\frac{e(s)}{r(s)} = \frac{1}{1 + G(s)C(s)} = \frac{1}{1 + G_{BA}(s)}$$

$$e(\omega) = |e| \sin(\omega) \quad \downarrow$$

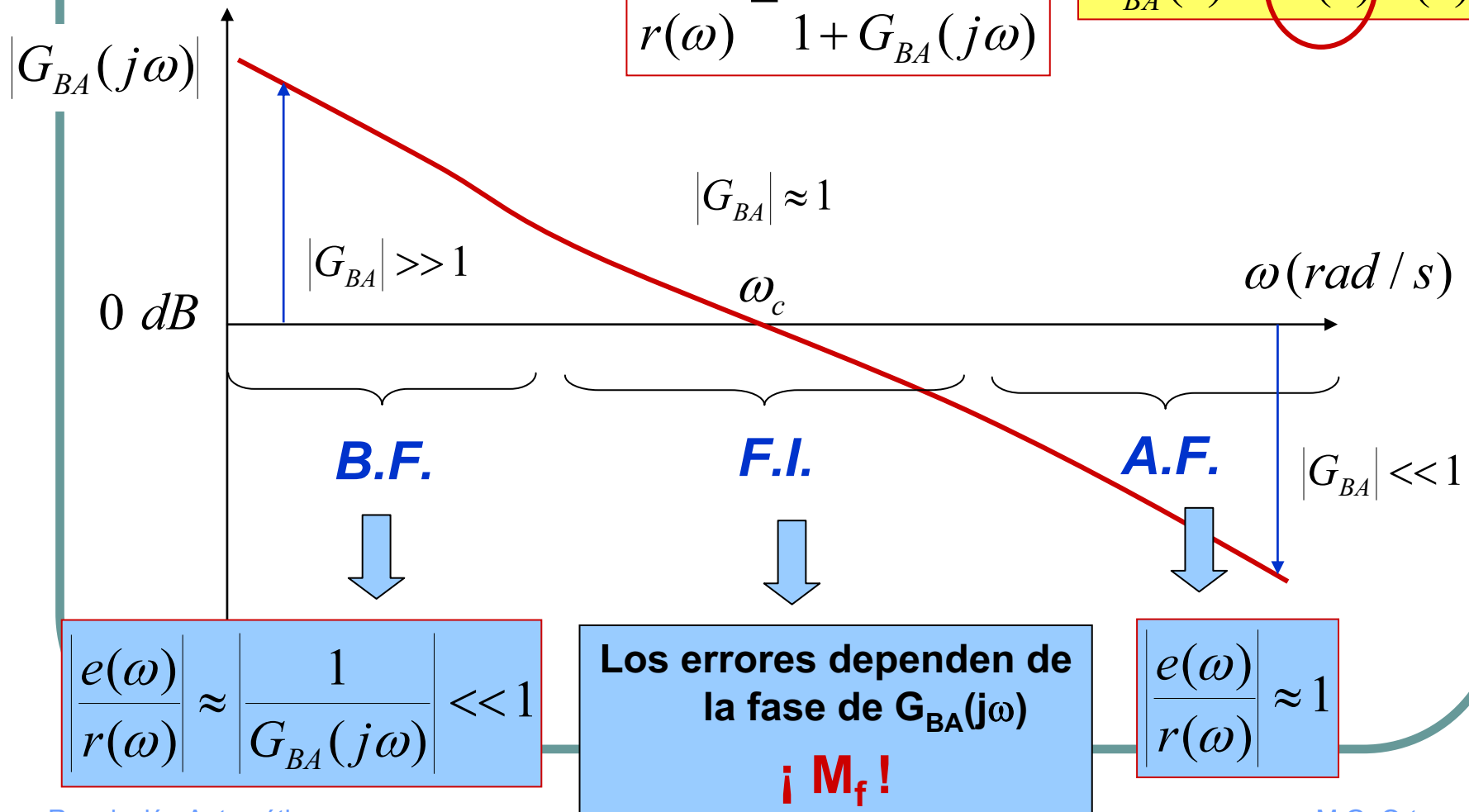
$$\frac{e(\omega)}{r(\omega)} = \frac{1}{1 + G_{BA}(j\omega)}$$

**Error en b.c.  
relacionado con  $G_{BA}$**

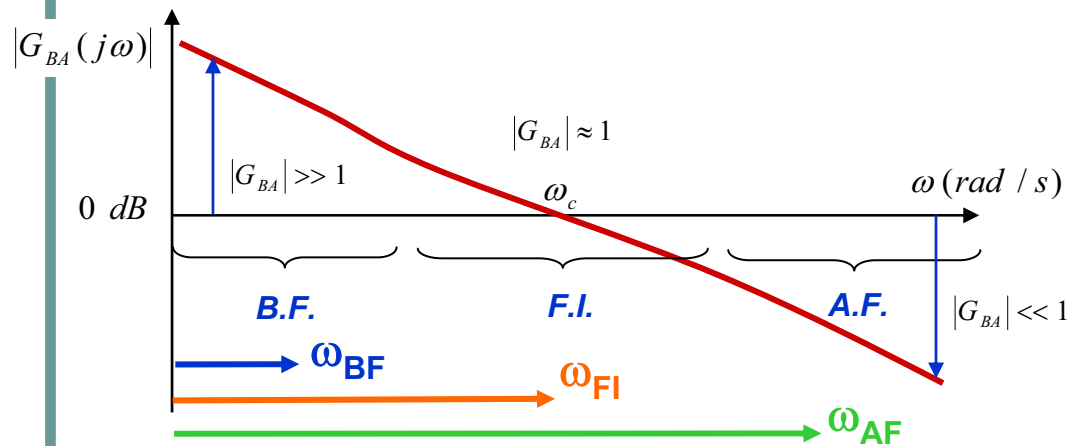
# Forma deseada de $G_{BA}(s)$

$$\frac{e(\omega)}{r(\omega)} = \frac{1}{1 + G_{BA}(j\omega)}$$

$$G_{BA}(s) = C(s)G(s)$$



# Relación intuitiva con la respuesta ante escalón

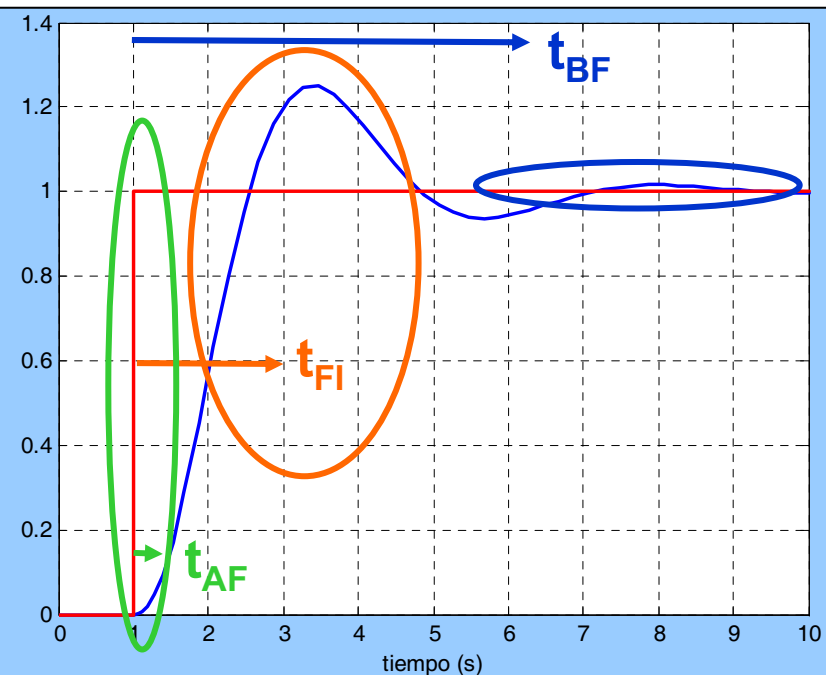
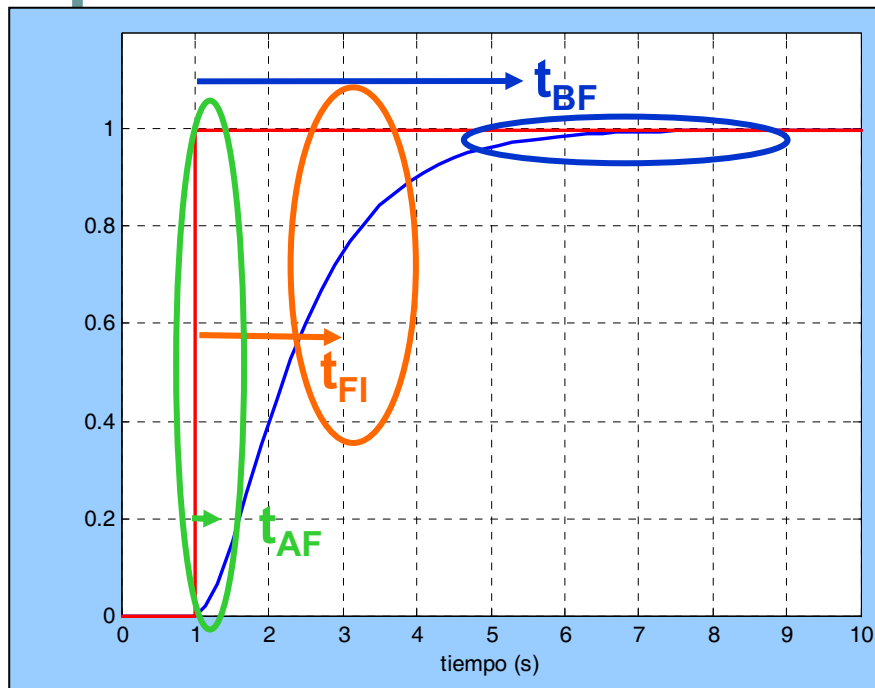


$$\text{tiempo} \approx \frac{1}{\text{frecuencia}}$$

$$t_{BF} \approx 1/\omega_{BF}$$

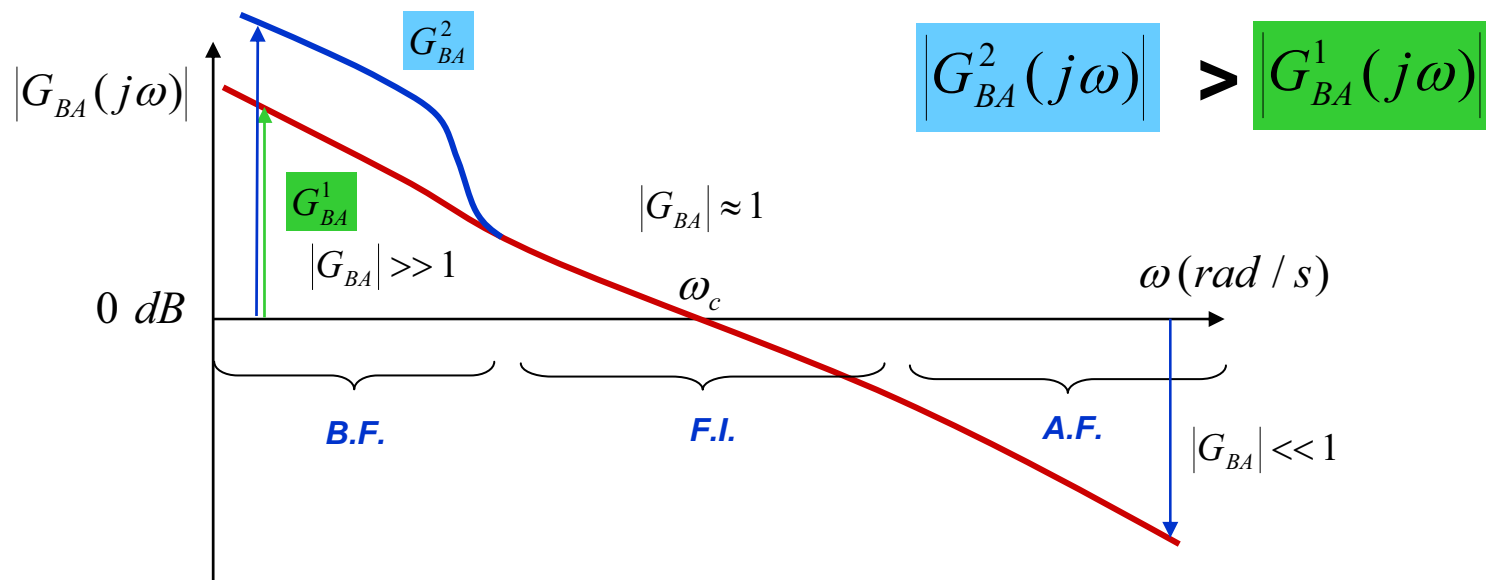
$$t_{FI} \approx 1/\omega_{FI}$$

$$t_{AF} \approx 1/\omega_{AF}$$



# Especificaciones de permanente

- Errores en baja frecuencia ( $K_p$ ,  $K_v$ ,  $K_a$ ):



- Los errores en régimen permanente dependen del **tipo** del sistema.

# Especificaciones del transitorio

- **Forma:**  $M_f \uparrow \Rightarrow \text{Estabilidad B.C.} \uparrow \Rightarrow S.O. \downarrow$

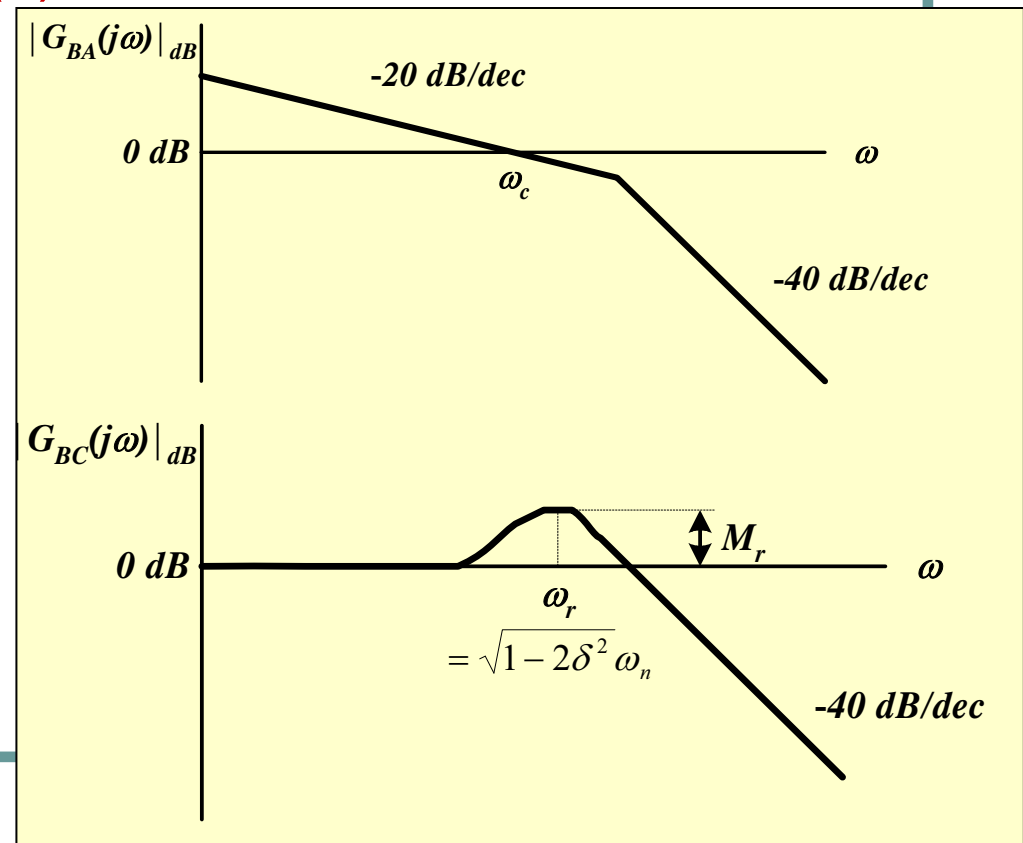
- Aproximación de  $G_{BA}(s)$

$$G_{BA}(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\delta\omega_n)}$$



$$G_{BC}(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}$$

polos en b.c.:  $s_{1,2} = -\delta\omega_n \pm \sqrt{1-\delta^2}\omega_n j$

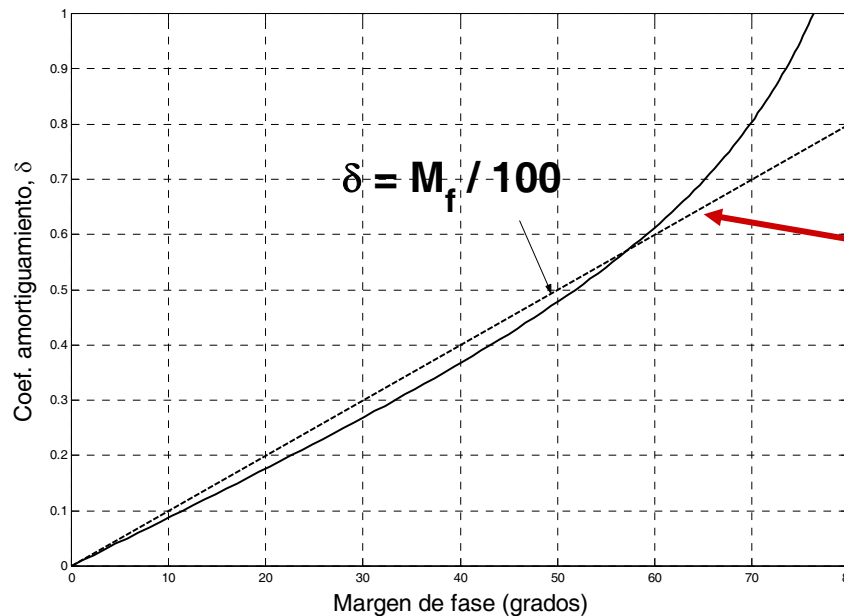


# Especificaciones del transitorio

- **Forma:**  $M_f \uparrow \Rightarrow \text{Estabilidad B.C.} \uparrow \Rightarrow \text{S.O.} \downarrow$

- Para resolver analíticamente:

$$M_f = 180^\circ + \angle G_{BA}(j\omega_c) \text{ donde } |G_{BA}(j\omega_c)| = 1$$



**Aproximación:**

$$M_f \text{ (en grados)} \approx 100 \delta$$

para  $M_f < 60^\circ$

$$M_f \uparrow \Rightarrow \text{S.O.} \downarrow$$

$$M_f \uparrow \Rightarrow M_r \downarrow$$

$$\text{S.O.} = e^{\frac{-\delta\pi}{\sqrt{1-\delta^2}}}$$

$M_f > 70^\circ$  aprox.  $\Rightarrow$  SISTEMA B.C. NO SOBREOSCILA



# Especificaciones del transitorio

- **Rapidez:**  $\text{Ancho de banda} \uparrow \Rightarrow \text{rapidez B.C.} \uparrow \Rightarrow t_s \downarrow$

- **Aproximación:**

**Frecuencias en b.c.:**

$$\omega_n, \omega_r = \omega_n \sqrt{1 - 2\delta^2}, \omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \delta^2}$$

**Frecuencia en b.a.:**

$$\omega_c \text{ t.q. } |G_{BA}(j\omega_c)| = 1$$

**Aproximación:**

$$\delta \ll 1 \Rightarrow \omega_n \approx \omega_d \approx \omega_r \approx \omega_c$$



$$t_s^{BC} \approx \frac{1}{4} \frac{2\pi}{\omega_n} \approx \frac{\pi}{2\omega_c}$$

