

# **Sistemas de control en tiempo discreto**

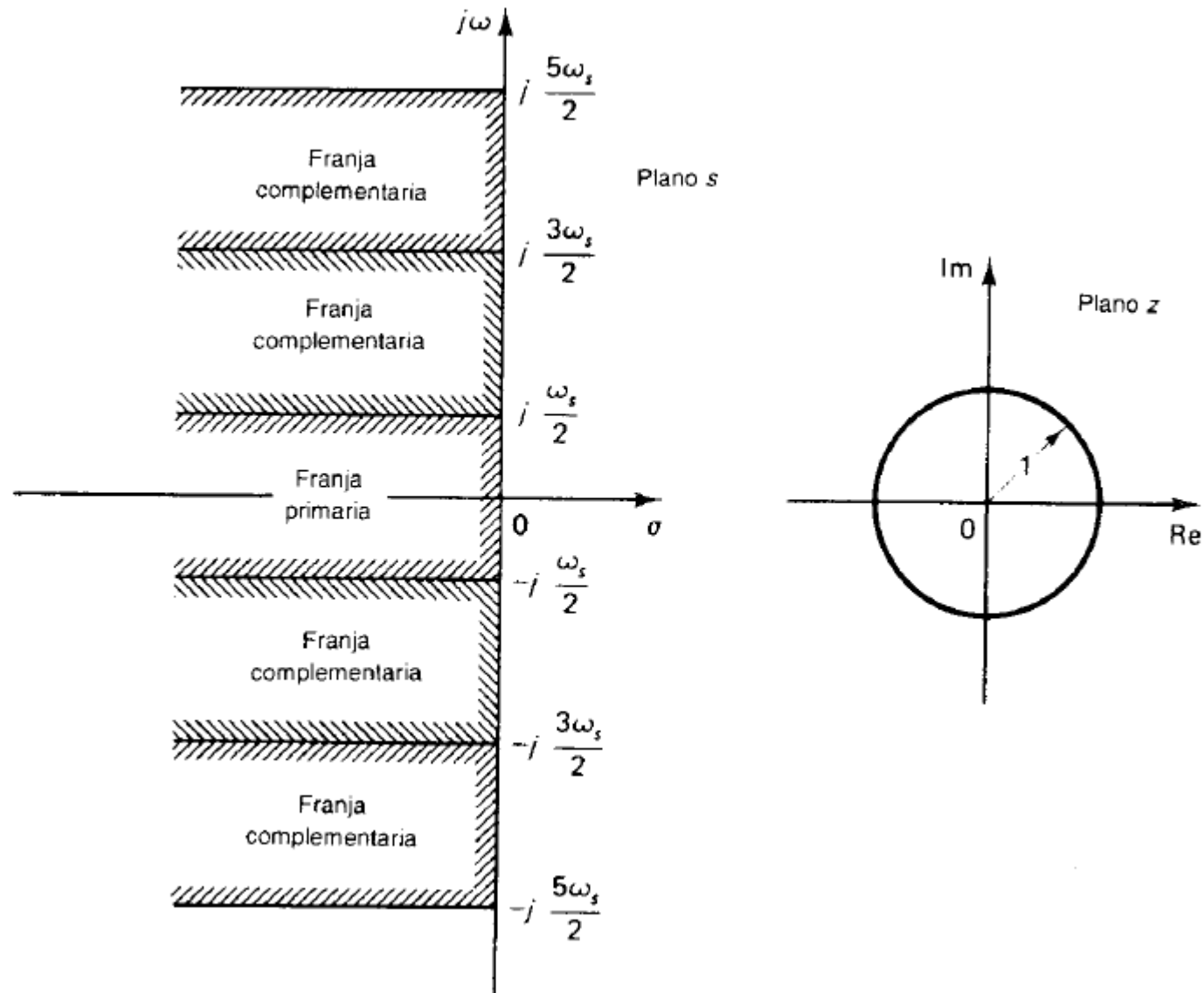
Ingeniería Electrónica

Prof: Luis Miguel Esquivel Sancho

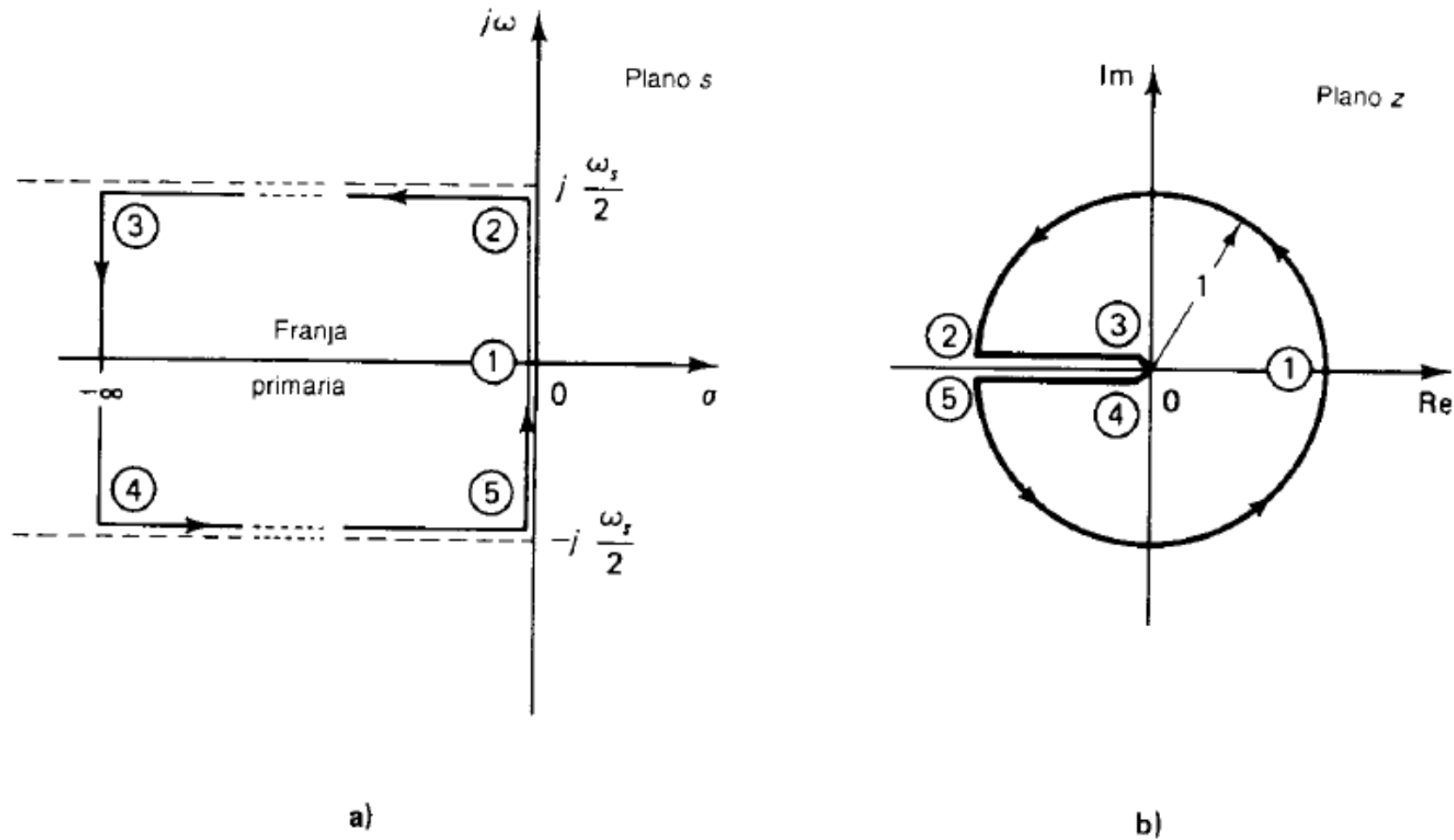
# Correspondencia plano $s$ y plano $z$

A thick, dark red curved line that starts at the left edge of the slide, dips down slightly, and then curves back up towards the right edge, separating the title from the main content area.

# Correspondencia plano s y plano z

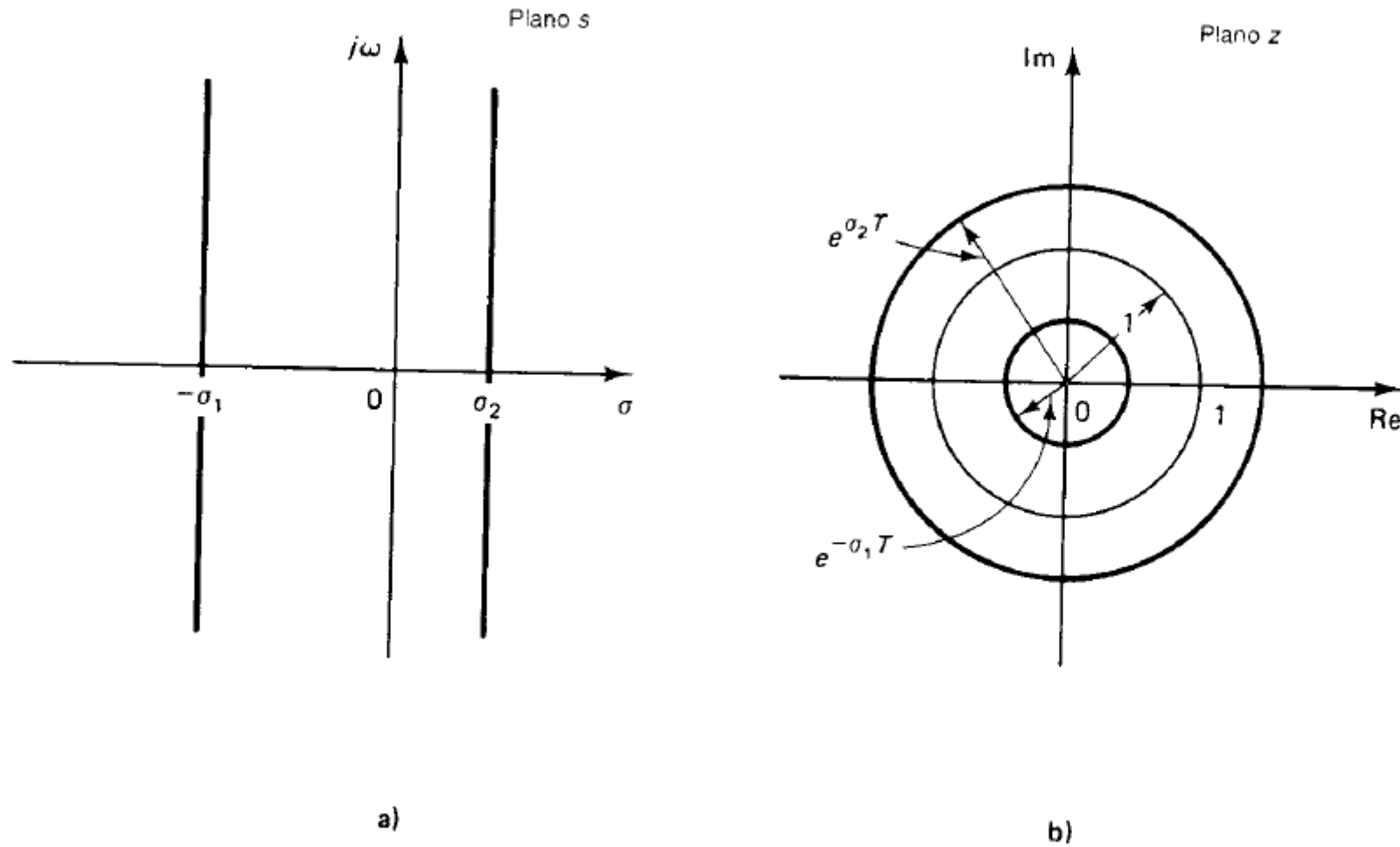


# Correspondencia plano s y plano z



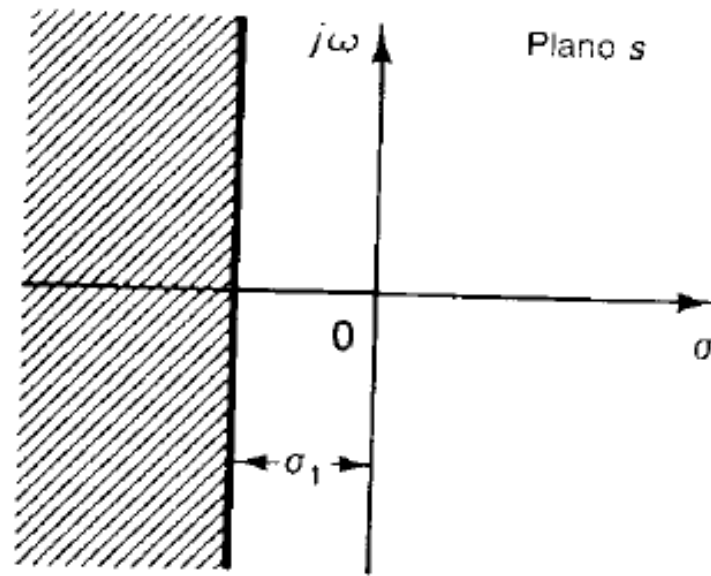
**Figura 4-2** Diagramas que muestran la correspondencia entre la franja primaria en el plano  $s$  y el círculo unitario en el plano  $z$ : a) una trayectoria en el plano  $s$ ; b) la trayectoria correspondiente en el plano  $z$ .

# Lugar geométrico de atenuación constante

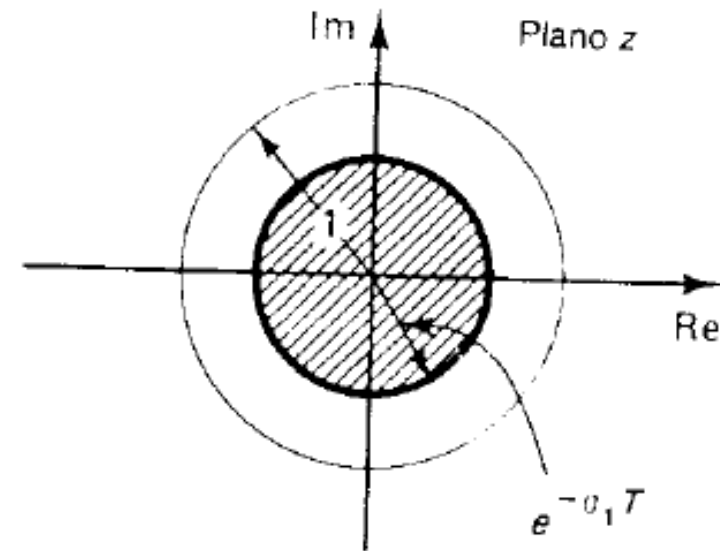


**Figura 4-3** a) Líneas de atenuación constante en el plano  $s$ ; b) lugar geométrico correspondiente en el plano  $z$ .

# Tiempo de asentamiento $t_s$



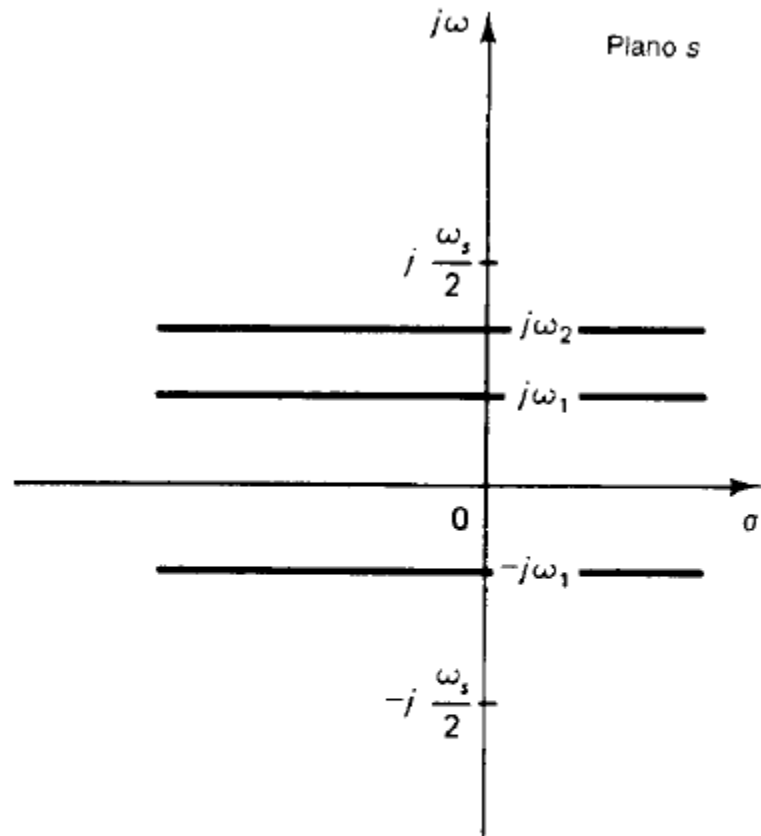
a)



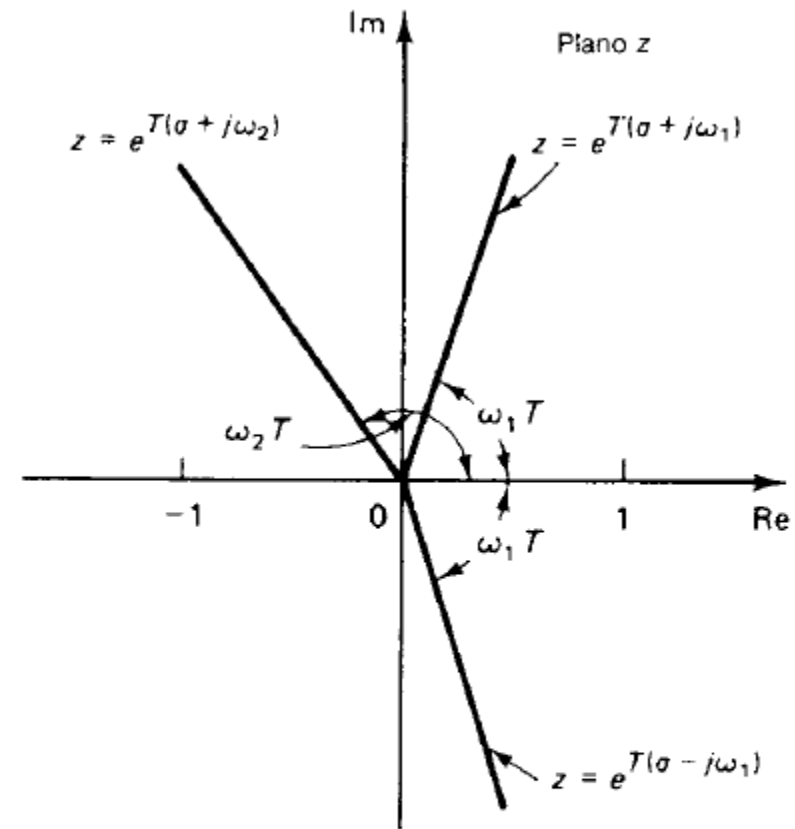
b)

**Figura 4-4** a) Región para un tiempo de asentamiento  $T_s$  menor que  $4/\sigma_1$  en el plano  $s$ ; b) región para un tiempo de asentamiento  $T_s$  menor que  $4/\sigma_1$  en el plano  $z$ .

# Lugar geométrico de frecuencia constante



a)



b)

**Figura 4-5** a) Lugares geométricos de frecuencia constante en el plano  $s$ ; b) lugares geométricos correspondientes en el plano  $z$ .

# Región limitada

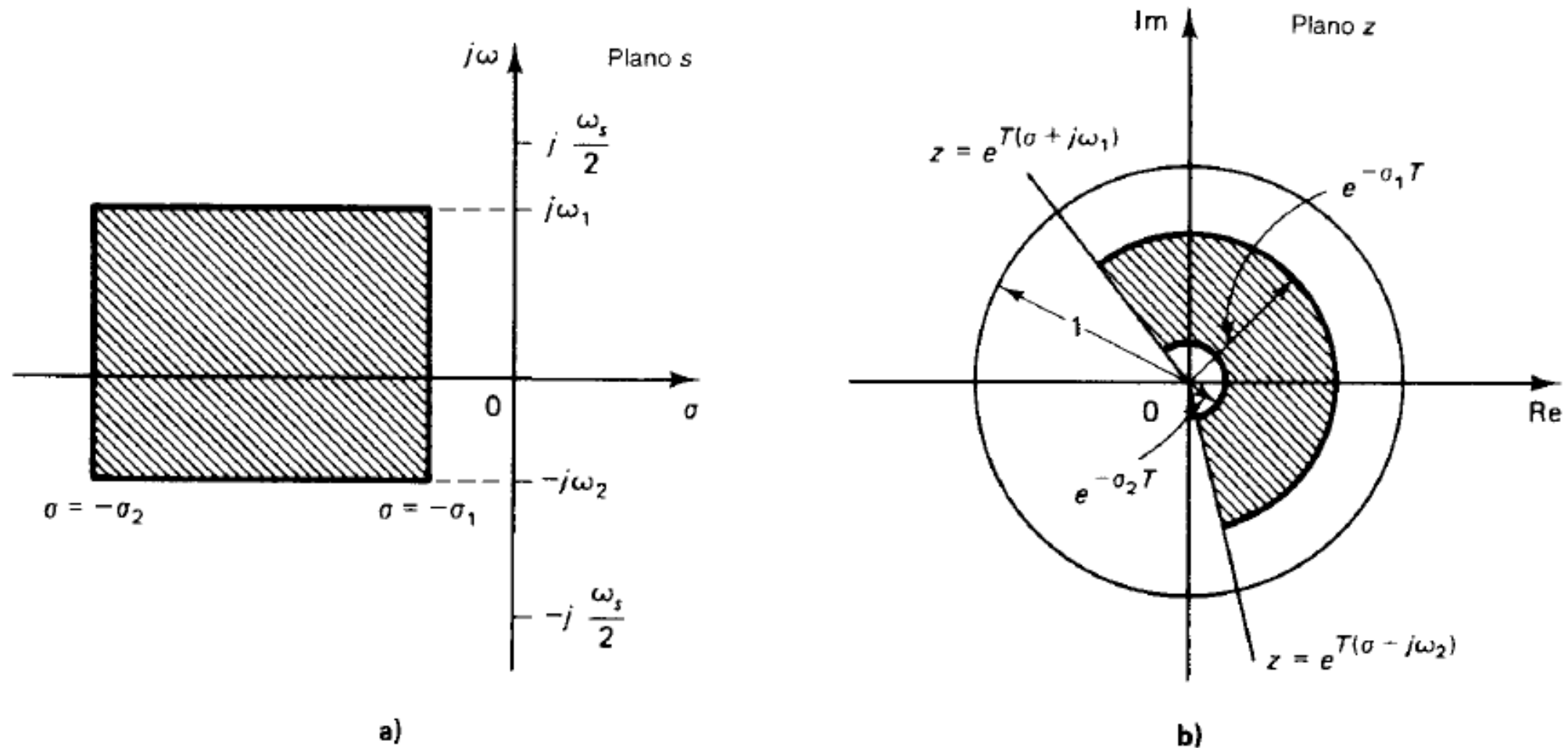


Figura 4-6 a) Región limitada por líneas  $\omega = \omega_1$ ,  $\omega = -\omega_2$ ,  $\sigma = -\sigma_1$  y  $\sigma = -\sigma_2$  en el plano  $s$ ; b) región correspondiente en el plano  $z$ .



# Lugares geométricos del factor de amortiguamiento

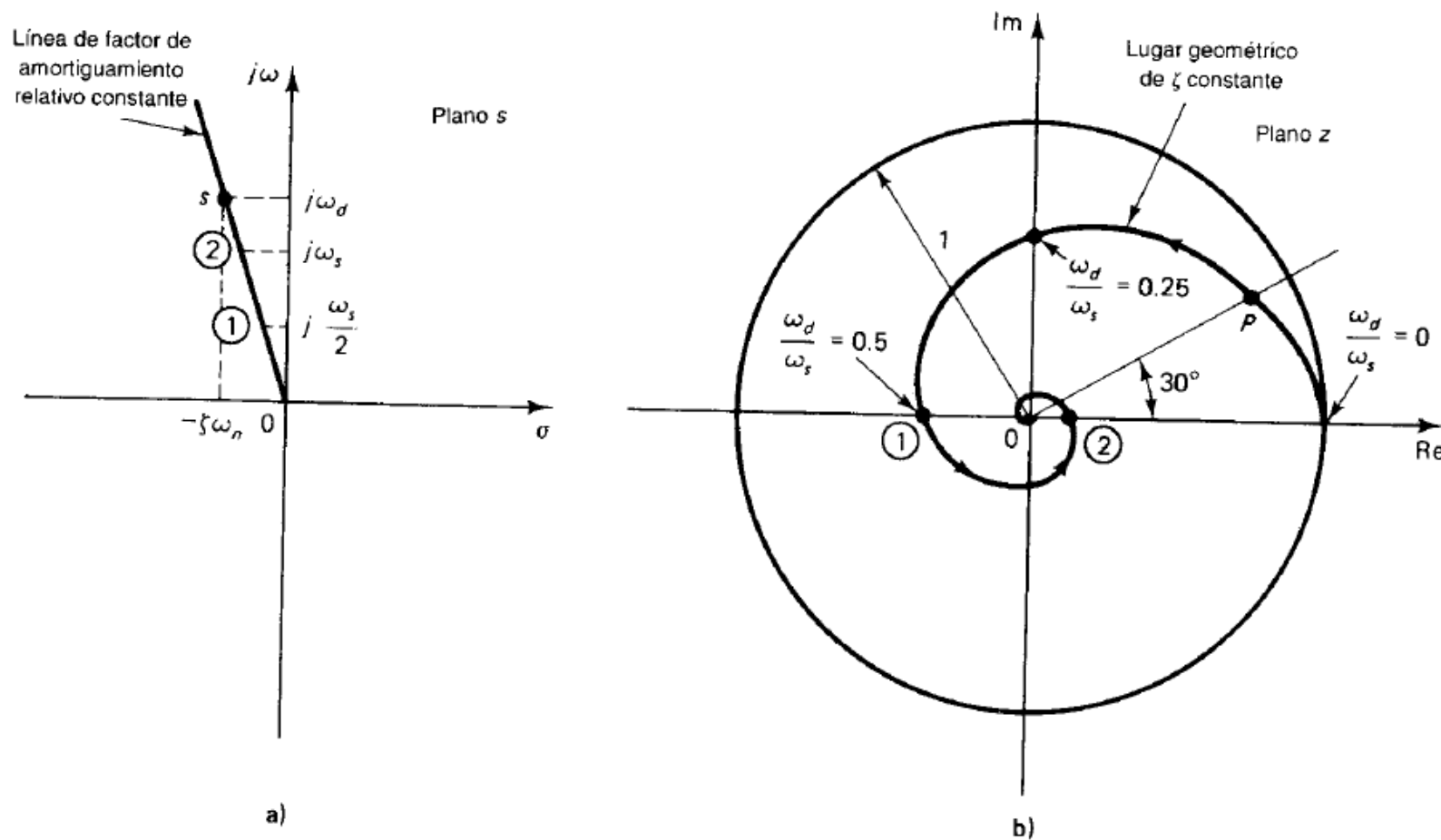


Figura 4-7 a) Línea de factor de amortiguamiento relativo constante en el plano s; b) lugar geométrico correspondiente en el plano z.

$$s = -\zeta\omega_n + j\omega_n\sqrt{1-\zeta^2} = -\zeta\omega_n + j\omega_d$$

$$z = e^{Ts} = \exp(-\zeta\omega_n T + j\omega_d T)$$

$$= \exp\left(-\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \frac{\omega_d}{\omega_s} + j2\pi \frac{\omega_d}{\omega_s}\right)$$

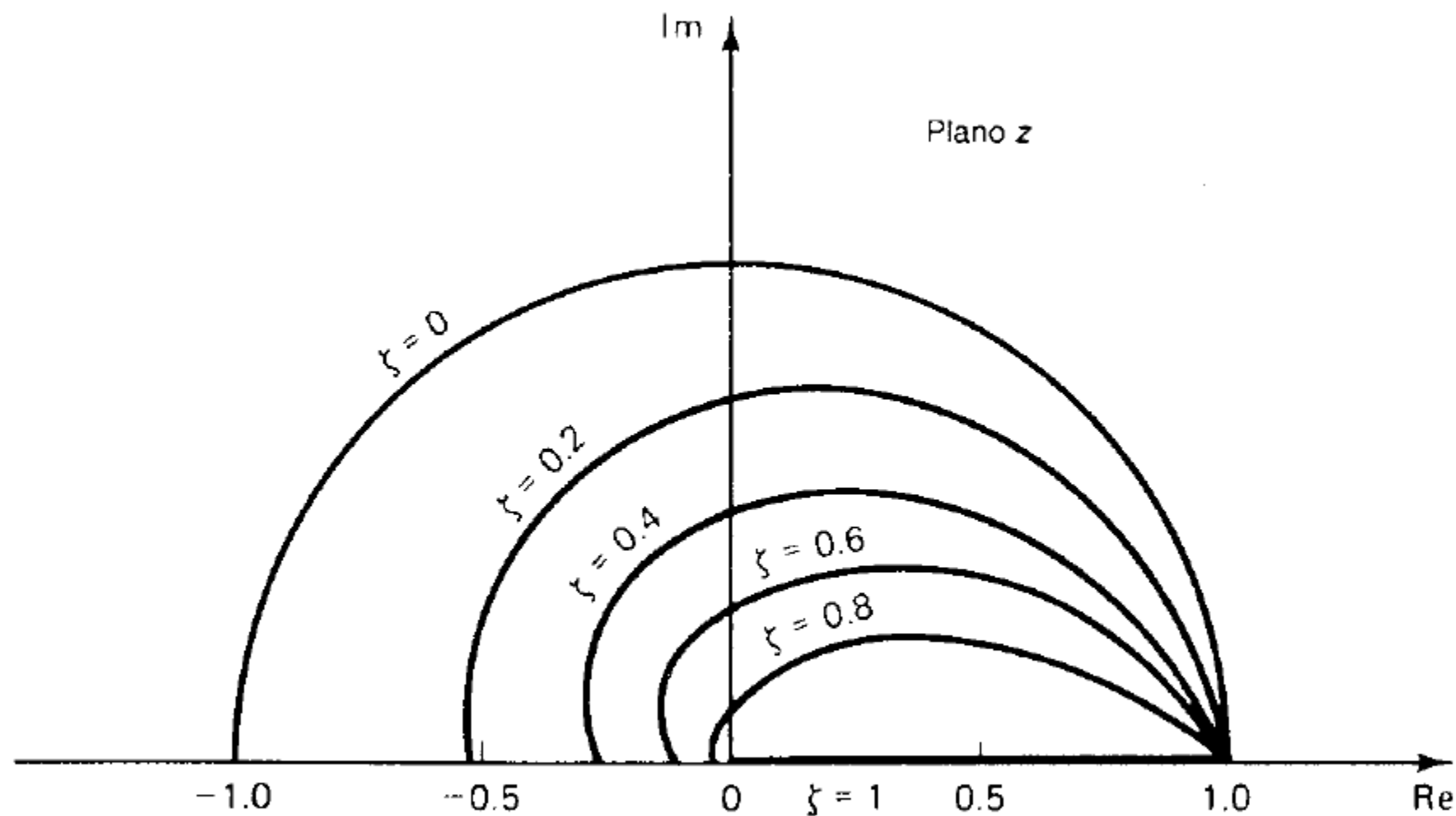
$$|z| = \exp\left(-\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \frac{\omega_d}{\omega_s}\right)$$

$$\angle z = 2\pi \frac{\omega_d}{\omega_s}$$

$$|z| = \exp\left(-\frac{2\pi \times 0.3}{\sqrt{1-0.3^2}} \times 0.25\right) = 0.610$$

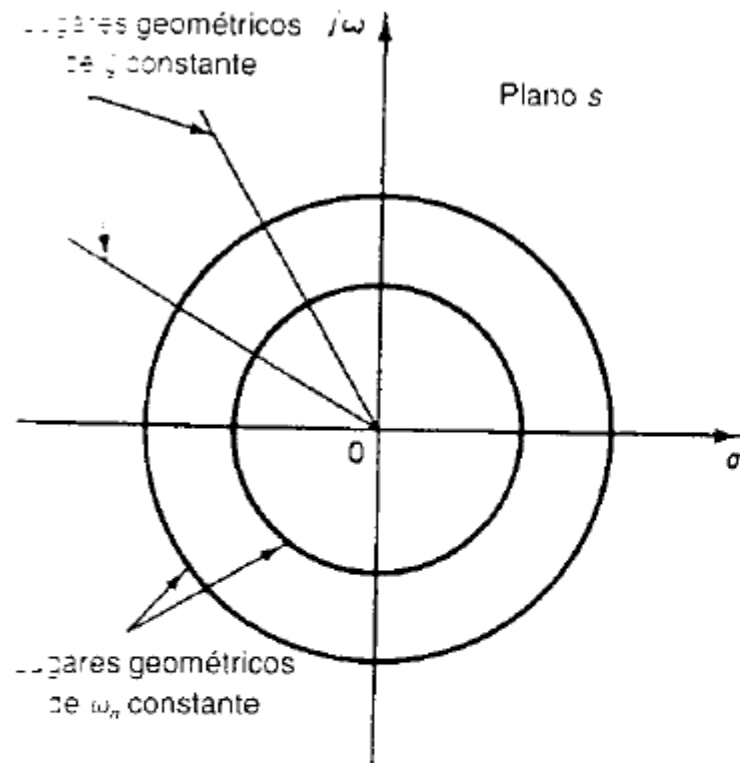
$$\angle z = 2\pi \times 0.25 = 0.5\pi = 90^\circ$$

# Lugares geométricos del factor de amortiguamiento

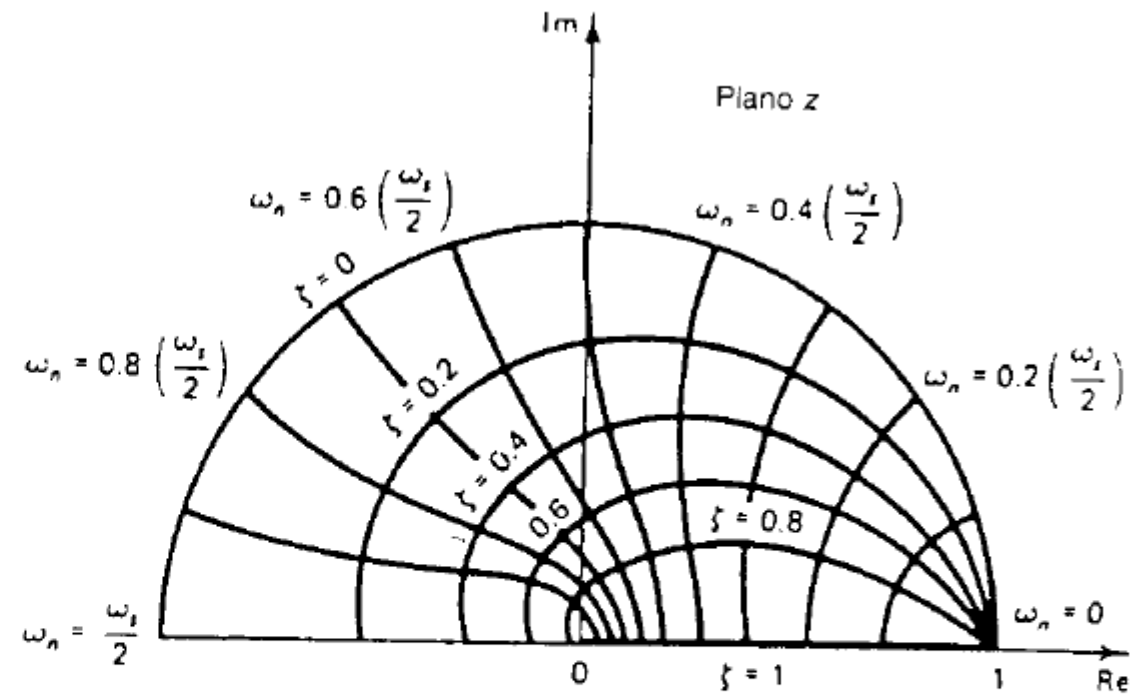


**Figura 4-8** Lugares geométricos del factor de amortiguamiento relativo constante en el plano  $z$ .

# Perpendicularidad entre $\omega_n$ y $\zeta$



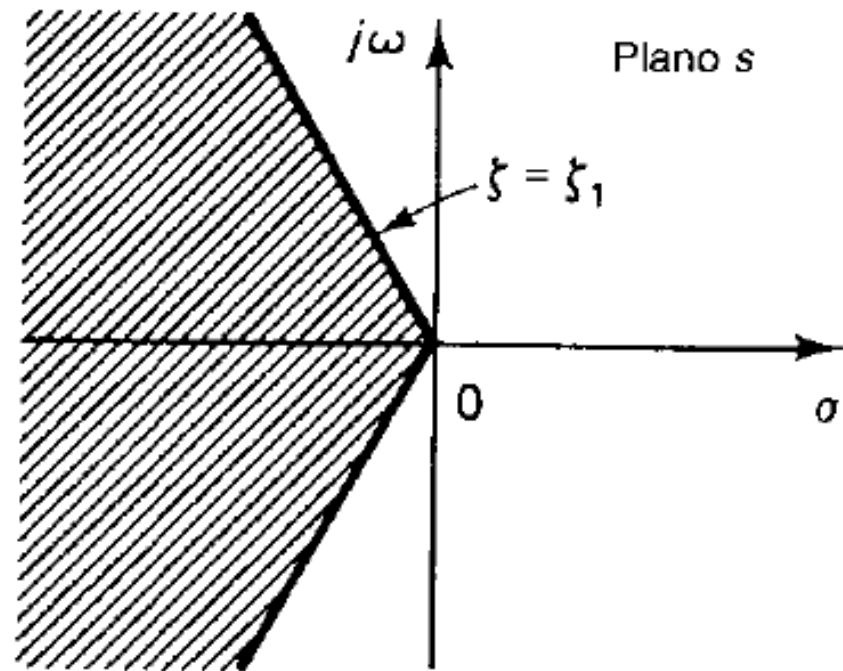
a)



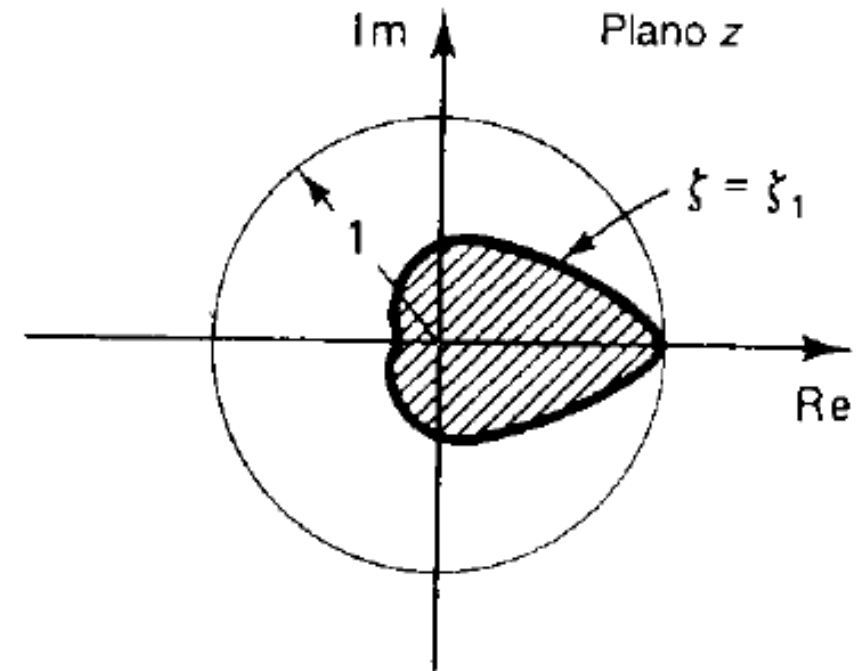
b)

**Figura 4-9** a) Diagrama que muestra la ortogonalidad o perpendicularidad de los lugares geométricos de las  $\zeta$  constantes y de los lugares geométricos de los  $\omega_n$  constantes dentro del plano  $s$ ; b) diagrama correspondiente en el plano  $z$ .

# Regiones en plano $s$ y plano $z$ para $\zeta$



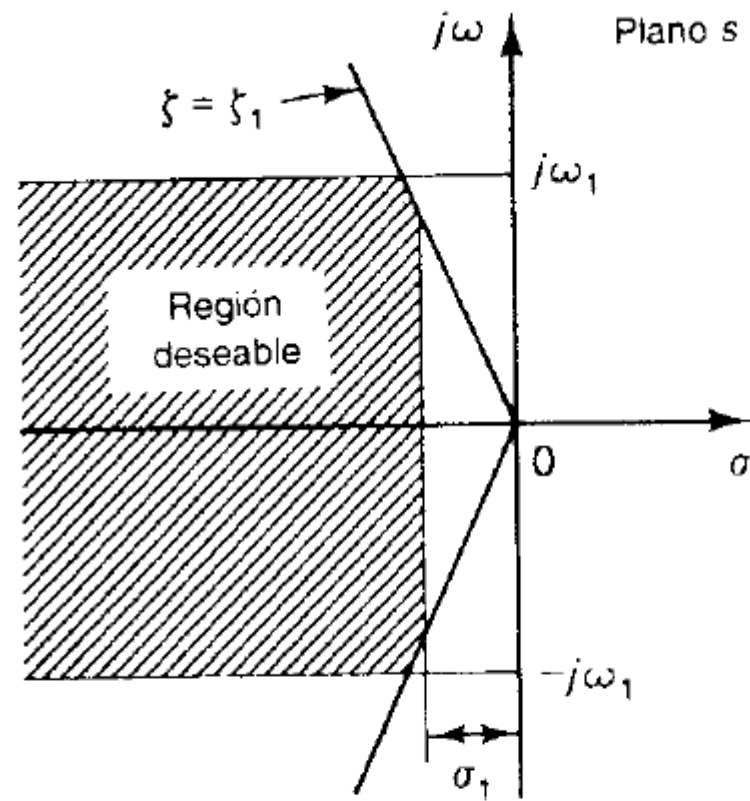
a)



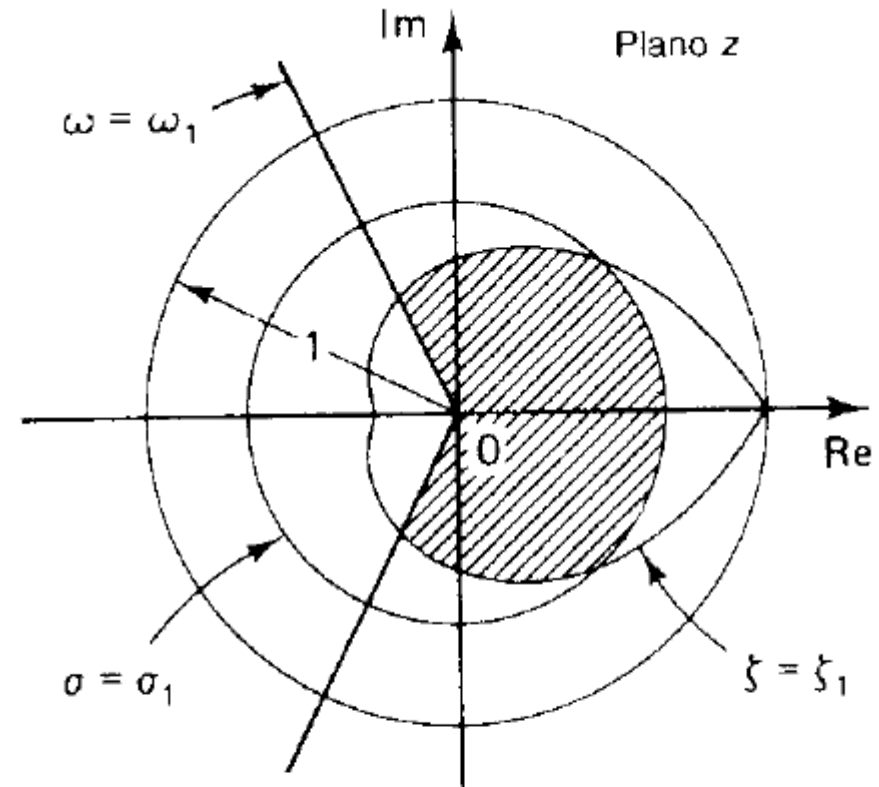
b)

**Figura 4-10** a) Región correspondiente a  $\zeta > \zeta_1$  en el plano  $s$ ; b) región correspondiente a  $\zeta > \zeta_1$  en el plano  $z$ .

# Ejemplo



a)



b)

**Figura 4-11** a) Una región deseable en el plano  $s$  para la localización de los polos en lazo cerrado; b) región correspondiente en el plano  $z$ .