

Microstrip y Stripline



Circuitos de Radiofrecuencia

Curso: año 2023

Ejercicio 1

Una línea microstrip de 100Ω se imprime sobre un sustrato de espesor de $0,762 \text{ mm}$ con una constante dieléctrica de $2,2$ y $\tan\delta=0,001$. El conductor es de cobre con un espesor de $35 \mu\text{m}$.

- (a) Explique el procedimiento para calcular manualmente la longitud de onda de esta línea de transmisión.
- (b) Ignorando las pérdidas y los campos “fringing fields”, encuentre la longitud más corta de esta línea que aparece en su entrada como un condensador de 5 pF a $2,5 \text{ GHz}$.
- (c) Use la simulación de parámetros S en QUCS para verificar su cálculo y comparar la impedancia vista en el intervalo de frecuencia de $2,4$ a $2,6 \text{ GHz}$ en su circuito con la impedancia de un capacitor ideal de 5 pF . Use componentes de la biblioteca microstrip para modelar la línea y la terminación.

Ejercicio 1

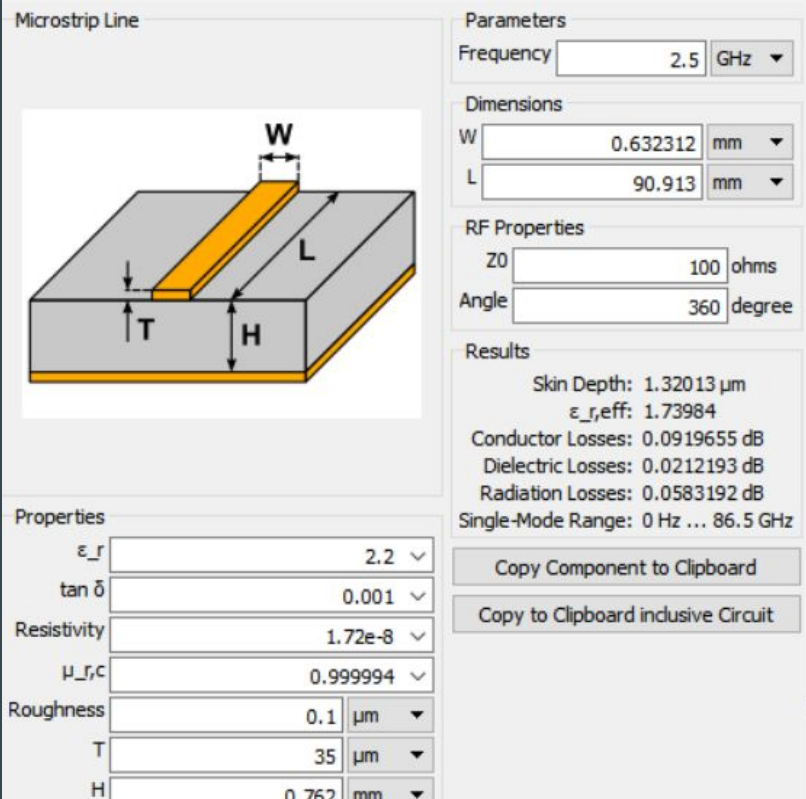
- a) Se calcula W y ϵ_e
Como se tiene una propagación quasi-TEM

$$\lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_e} f}$$

- b) Utilizando el calculador de líneas:

$$\begin{aligned} W &= 0.63\text{mm} \\ \lambda &= 90.9\text{mm} \\ \epsilon_e &= 1.74 \end{aligned}$$

factor de velocidad = 0.76
(76% de c)



Microstrip Line

Parameters

Frequency GHz

Dimensions

W mm

L mm

RF Properties

Z0 ohms

Angle degree

Results

Skin Depth: 1.32013 μm

$\epsilon_{r,\text{eff}}$: 1.73984

Conductor Losses: 0.0919655 dB

Dielectric Losses: 0.0212193 dB

Radiation Losses: 0.0583192 dB

Single-Mode Range: 0 Hz ... 86.5 GHz

Properties

ϵ_r

$\tan \delta$

Resistivity

$\mu_{r,c}$

Roughness μm

T μm

H mm

Ejercicio 1

b)

$$X_c = \frac{-1}{j\omega C} = \frac{-1}{2\pi \times 2.5\text{GHz} \times 5\text{pF}} = -12.73 \Omega$$

$$x_c = \frac{X_c}{100\Omega} = -j0.1273$$

Ejercicio 1

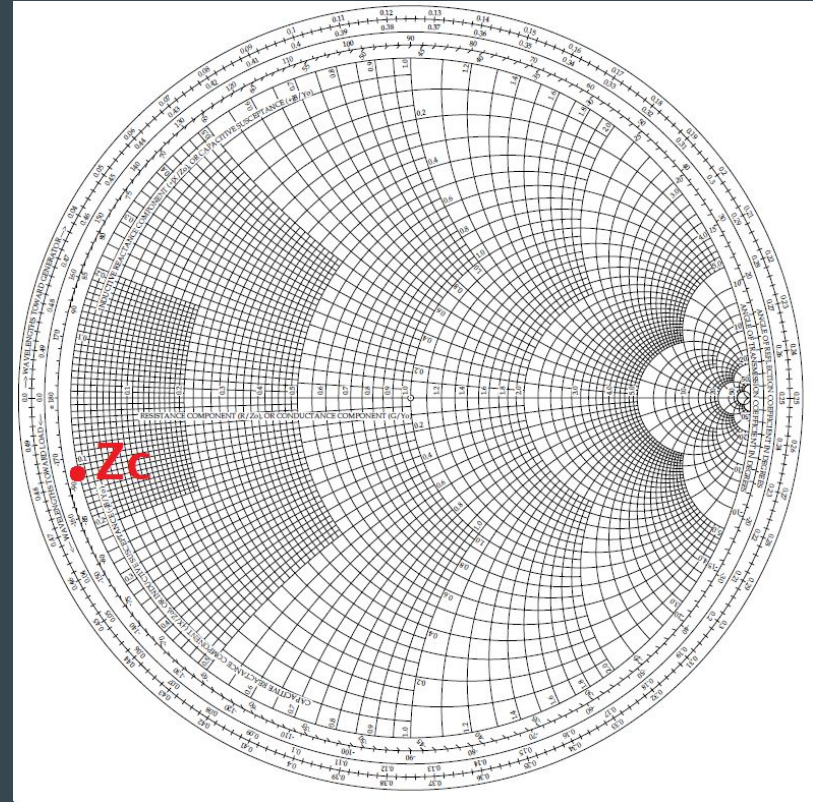
b)

$$X_c = \frac{-1}{\omega C} = \frac{-1}{2\pi \times 2.5\text{GHz} \times 5\text{pF}} = -12.73 \Omega$$

$$Z_c = jX_c$$

$$x_c = \frac{X_c}{100\Omega} = -0.1273$$

$$z_c = -j0.1273$$



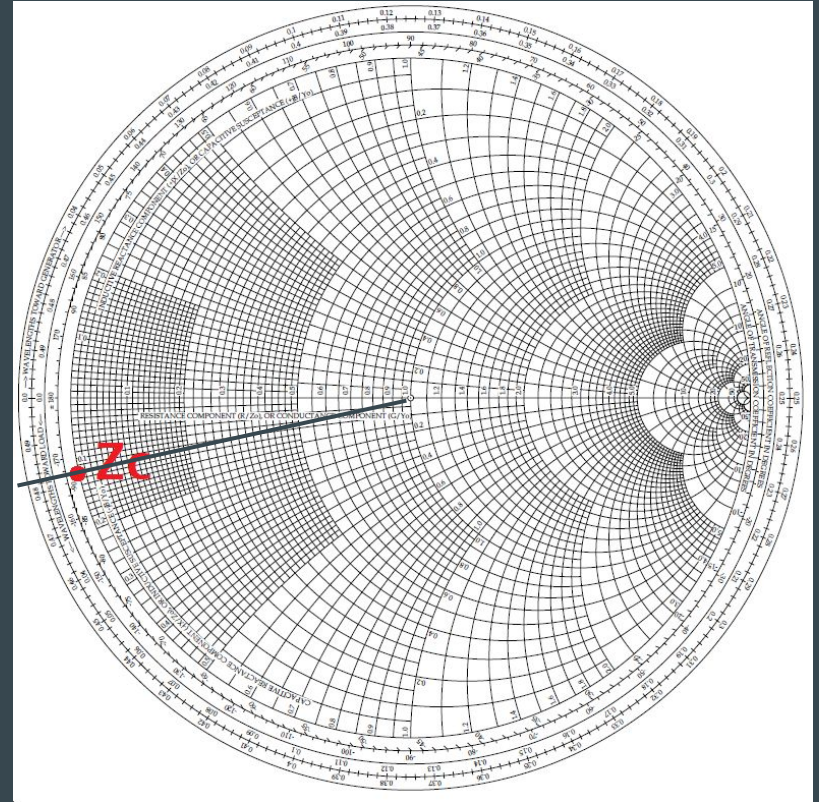
Ejercicio 1

b)

$$l = 0.232\lambda$$

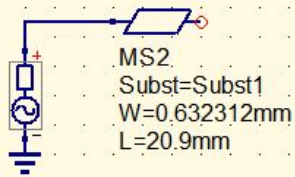
$$l = 0.232 \times 90.9\text{mm}$$

$$l = 21.1\text{mm}$$



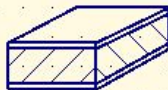
Ejercicio 1

P1
Num=1
Z=100

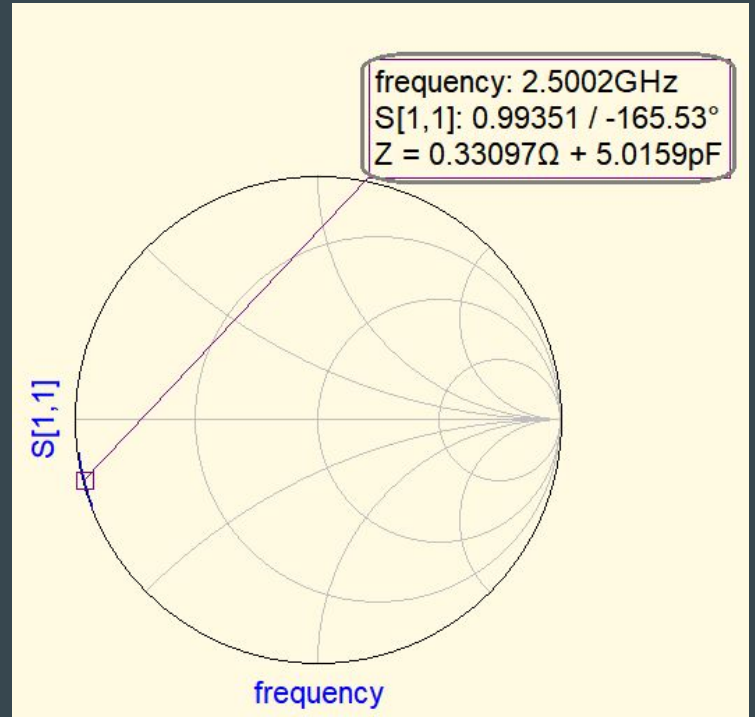


s-parameter simulation

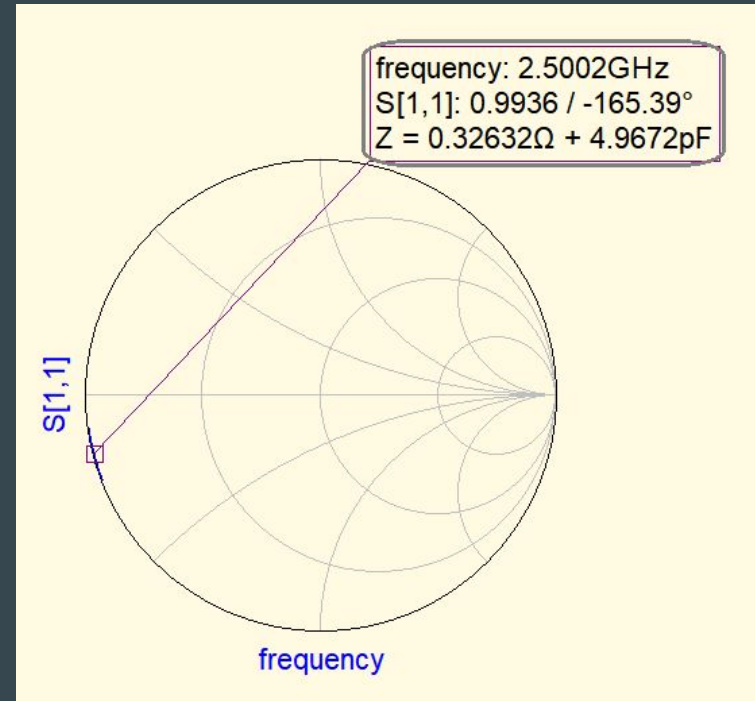
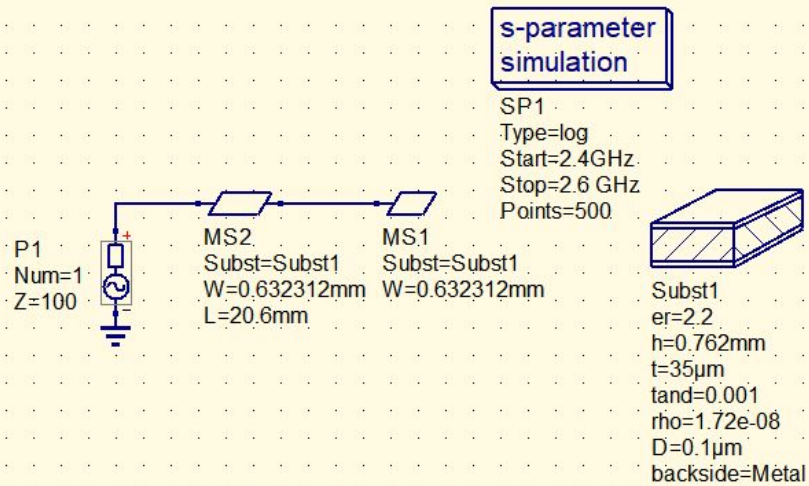
SP1
Type=log
Start=2.4GHz
Stop=2.6 GHz
Points=500



Subst1
er=2.2
h=0.762mm
t=35 μ m
tand=0.001
rho=1.72e-08
D=0.1 μ m
backside=Metal

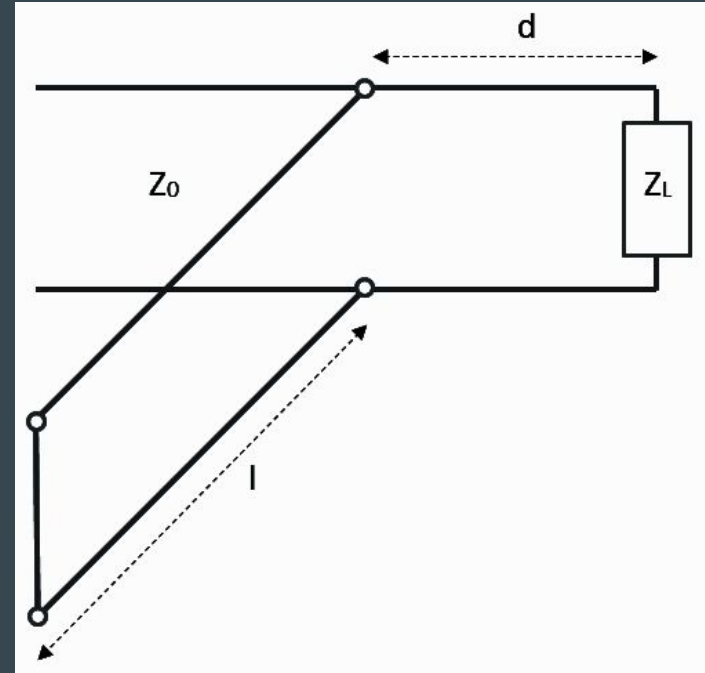


Ejercicio 1



Ej: Single-stub shunt matching

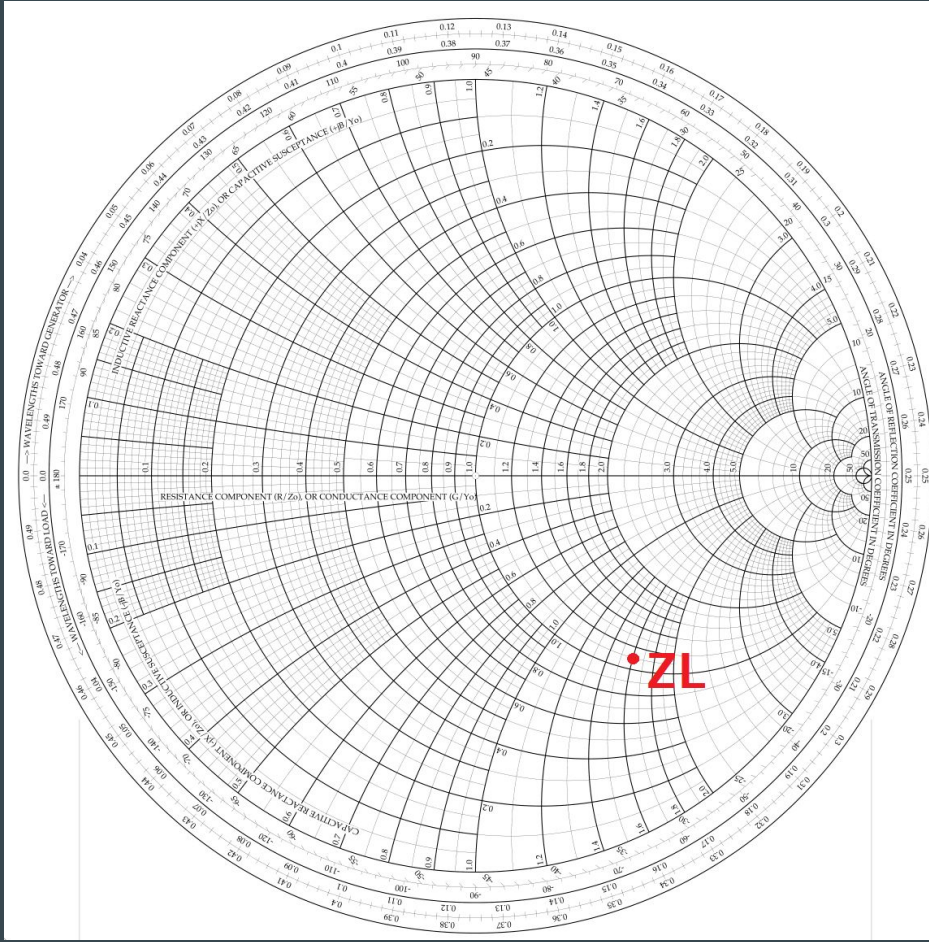
- Encontrar las longitudes d y l para adaptar $Z_L = 60 - j80 \Omega$ a $Z_0 = 50 \Omega$ para $f = 2 \text{ GHz}$



Ej: Single-stub shunt matching

- Encontrar las longitudes d y l para adaptar $Z_L = 60 - j80 \Omega$ a $Z_0 = 50 \Omega$ para $f = 2 \text{ GHz}$

$$z_L = 1.2 - j1.6$$

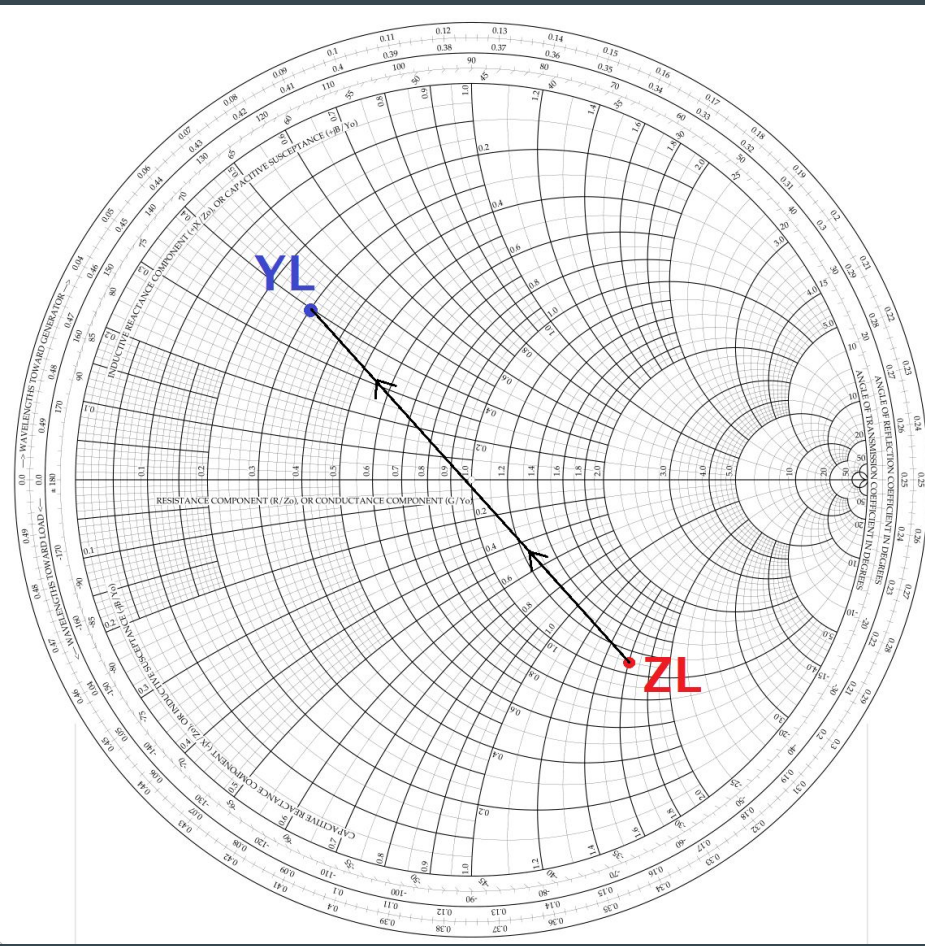


Ej: Single-stub shunt matching

- Encontrar las longitudes d y l para adaptar $Z_L = 60 - j80 \Omega$ a $Z_0 = 50 \Omega$ para $f = 2 \text{ GHz}$

$$z_L = 1.2 - j1.6$$

$$y_L = 1/z_L = 0.3 + j0.4$$



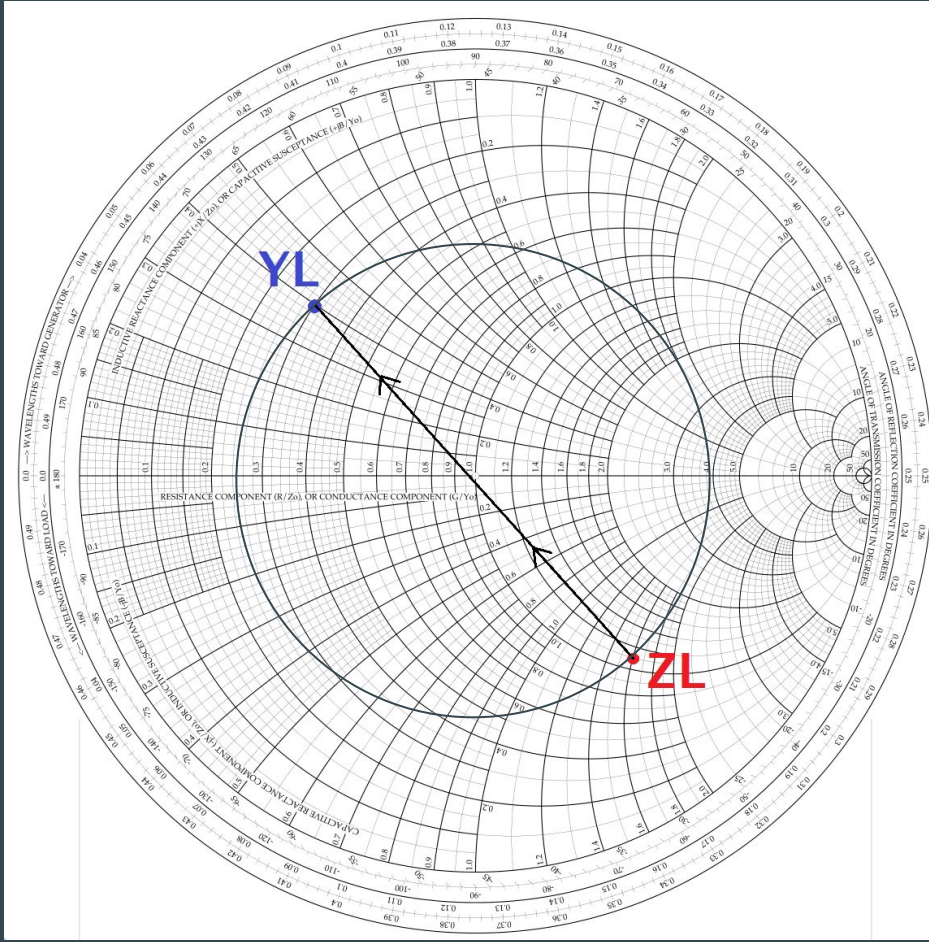
Ej: Single-stub shunt matching

- Encontrar las longitudes d y l para adaptar $Z_L = 60 - j80 \Omega$ a $Z_0 = 50 \Omega$ para $f = 2 \text{ GHz}$

$$z_L = 1.2 - j1.6$$

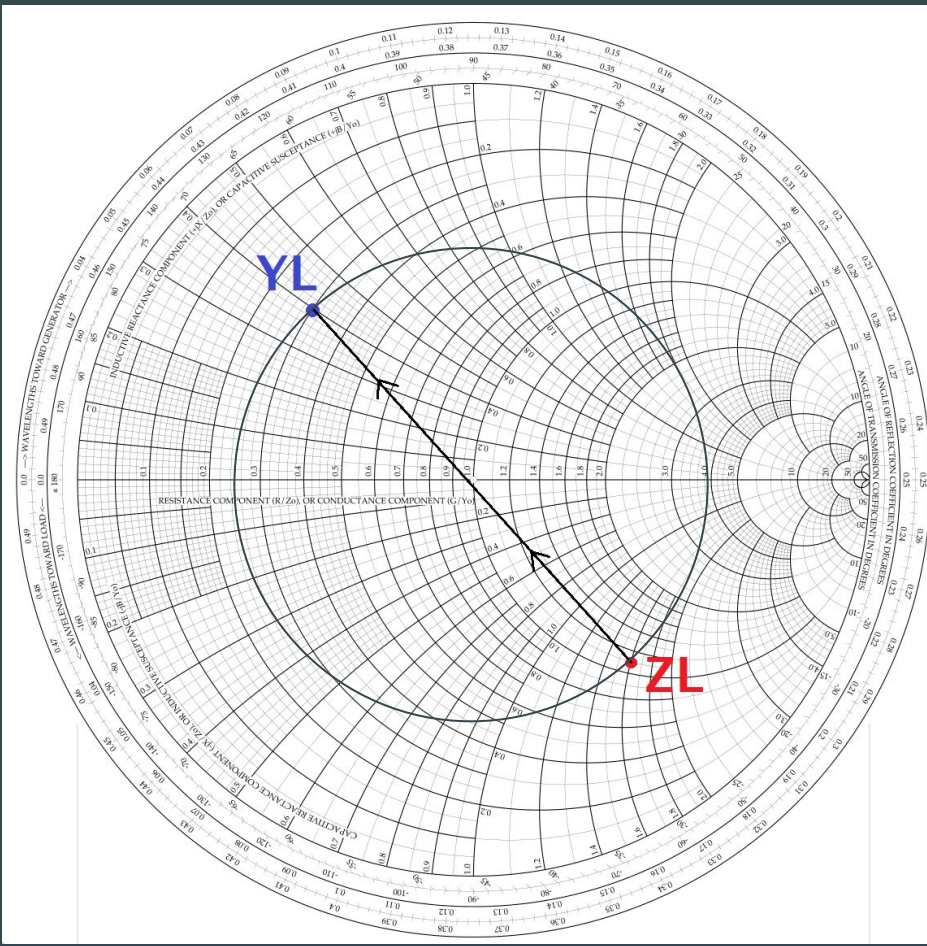
$$y_L = 1/z_L = 0.3 + j0.4$$

Construir círculo SWR



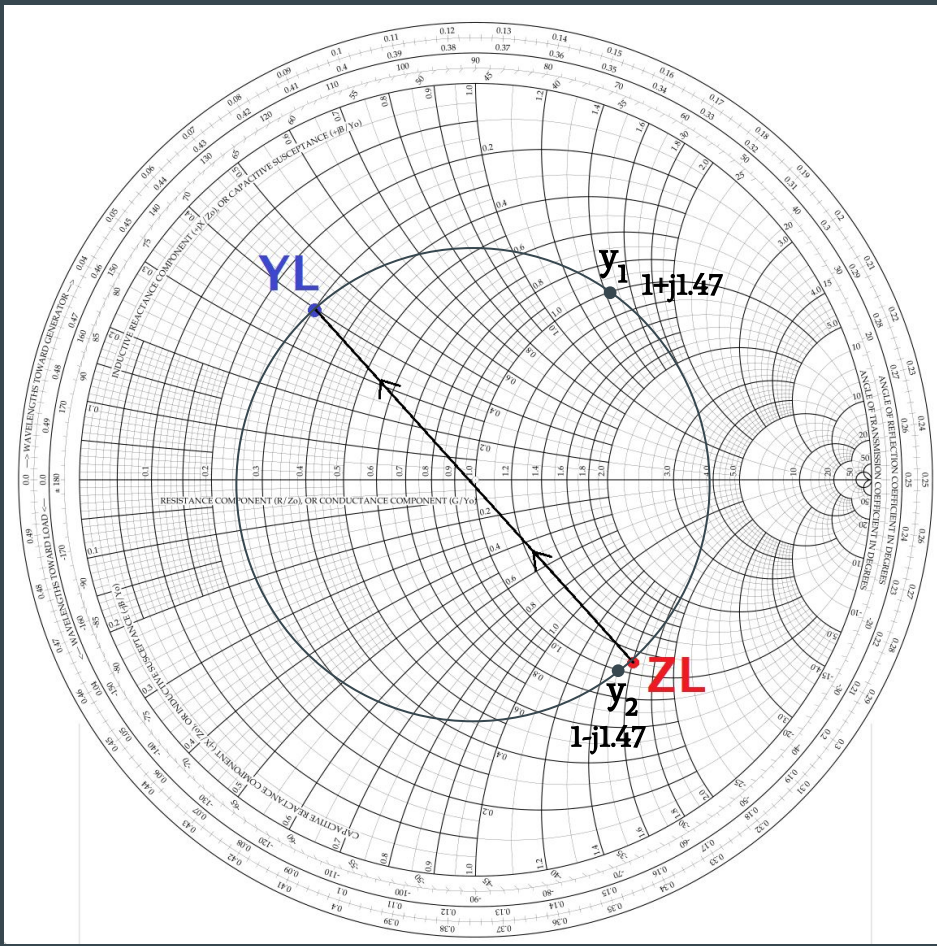
Ej: Single-stub shunt matching

El círculo de SWR corta al círculo $1+jb$ en dos puntos y_1 e y_2



Ej: Single-stub shunt matching

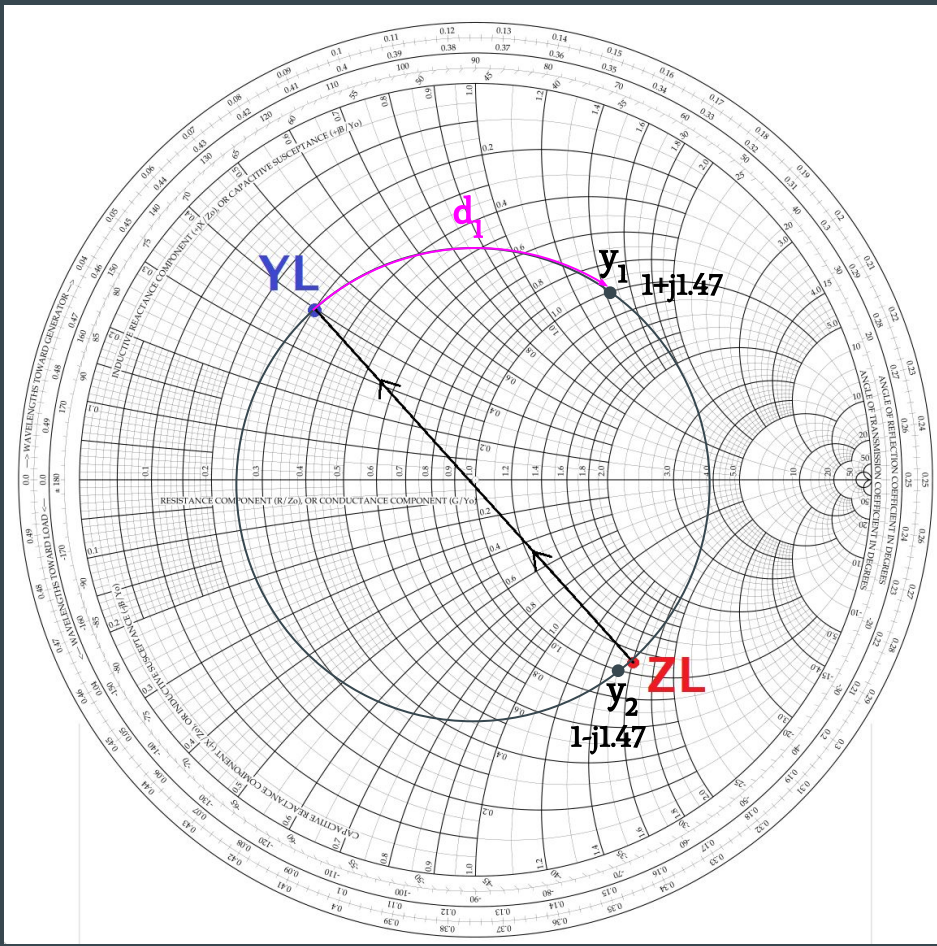
El círculo de SWR corta al círculo $1+jb$ en dos puntos y_1 e y_2



Ej: Single-stub shunt matching

El círculo de SWR corta al círculo $1+jb$ en dos puntos y_1 e y_2

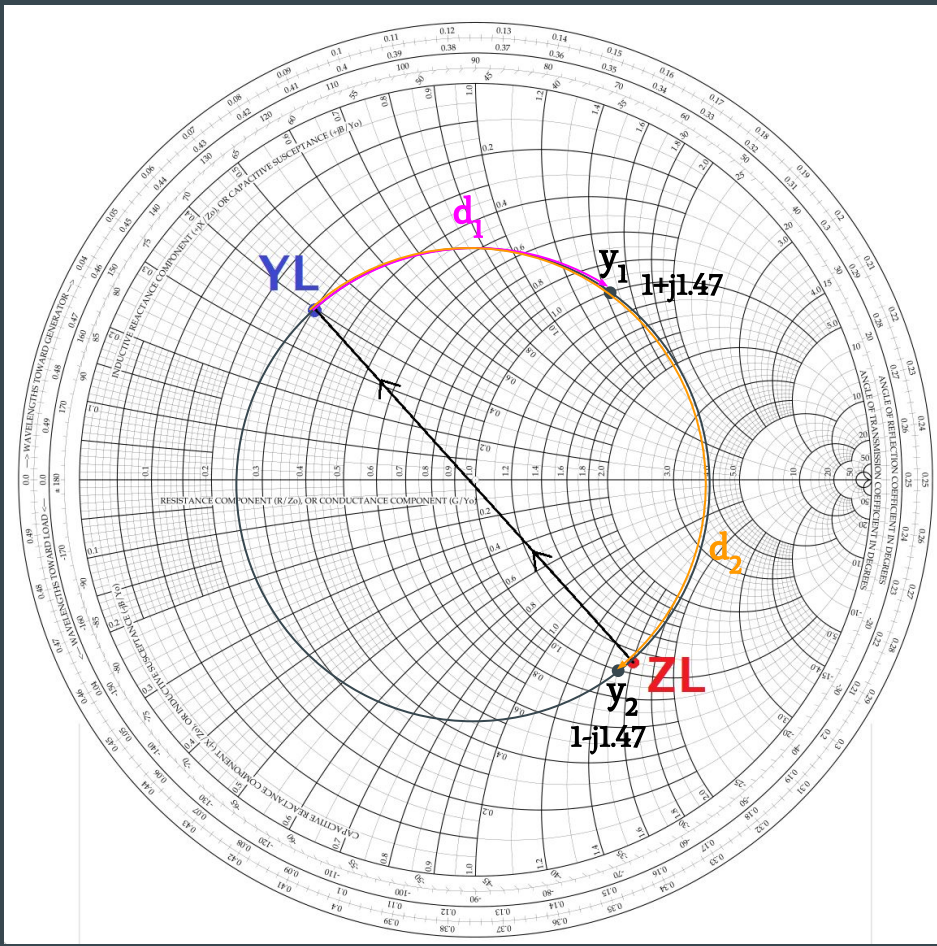
La distancia d en longitudes de onda desde la carga hacia el generador la llamamos d_1 y d_2



Ej: Single-stub shunt matching

El círculo de SWR corta al círculo $1+jb$ en dos puntos y_1 e y_2

La distancia d en longitudes de onda desde la carga hacia el generador la llamamos d_1 y d_2

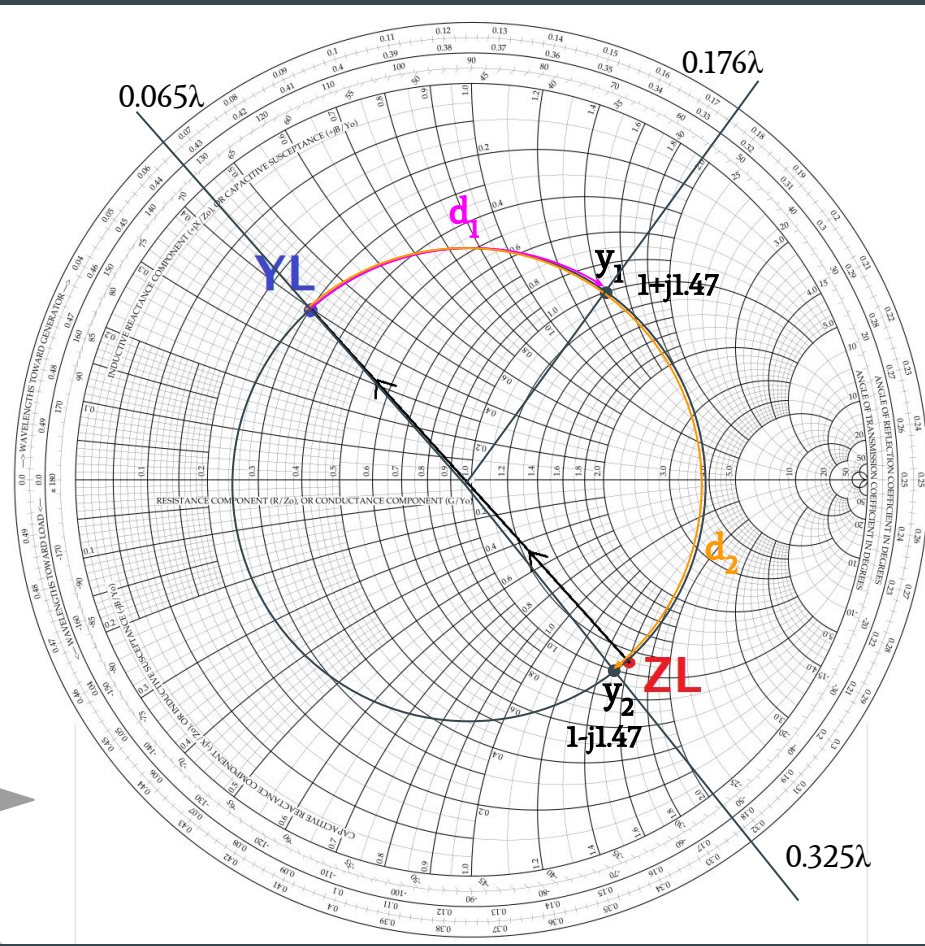


Ej: Single-stub shunt matching

El círculo de SWR corta al círculo $1+jb$ en dos puntos y_1 e y_2

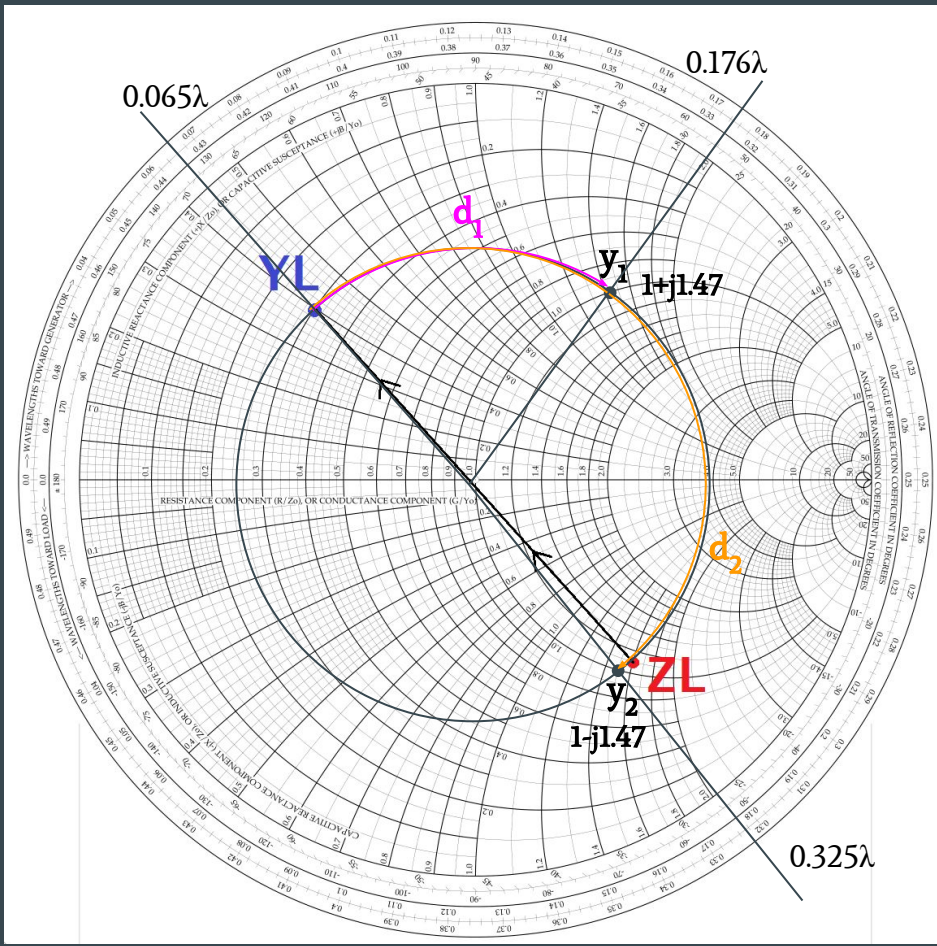
La distancia d en longitudes de onda desde la carga hacia el generador la llamamos d_1 y d_2

$$d_1 = 0.176 - 0.065 = 0.110\lambda,$$
$$d_2 = 0.325 - 0.065 = 0.260\lambda.$$



Ej: Single-stub shunt matching

La primer solución al problema (camino d_1)

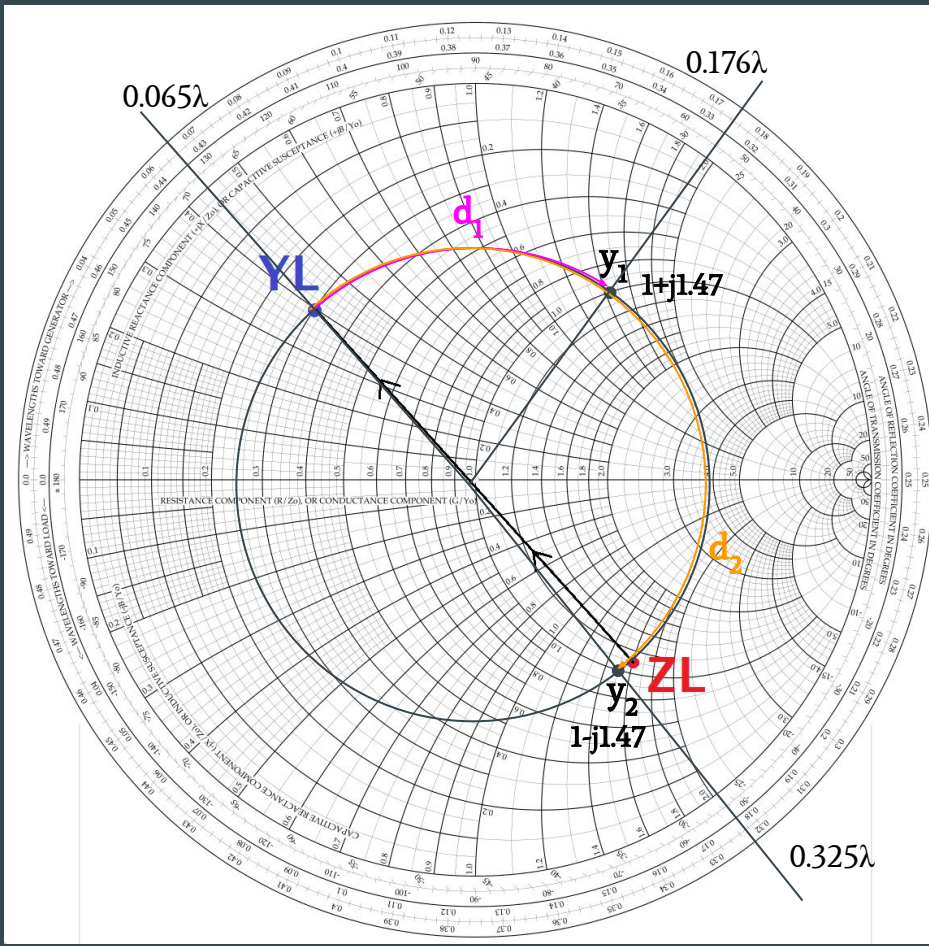


Ej: Single-stub shunt matching

La primer solución al problema (camino d_1)



se necesita una susceptancia de $-j1.47$



Ej: Single-stub shunt matching

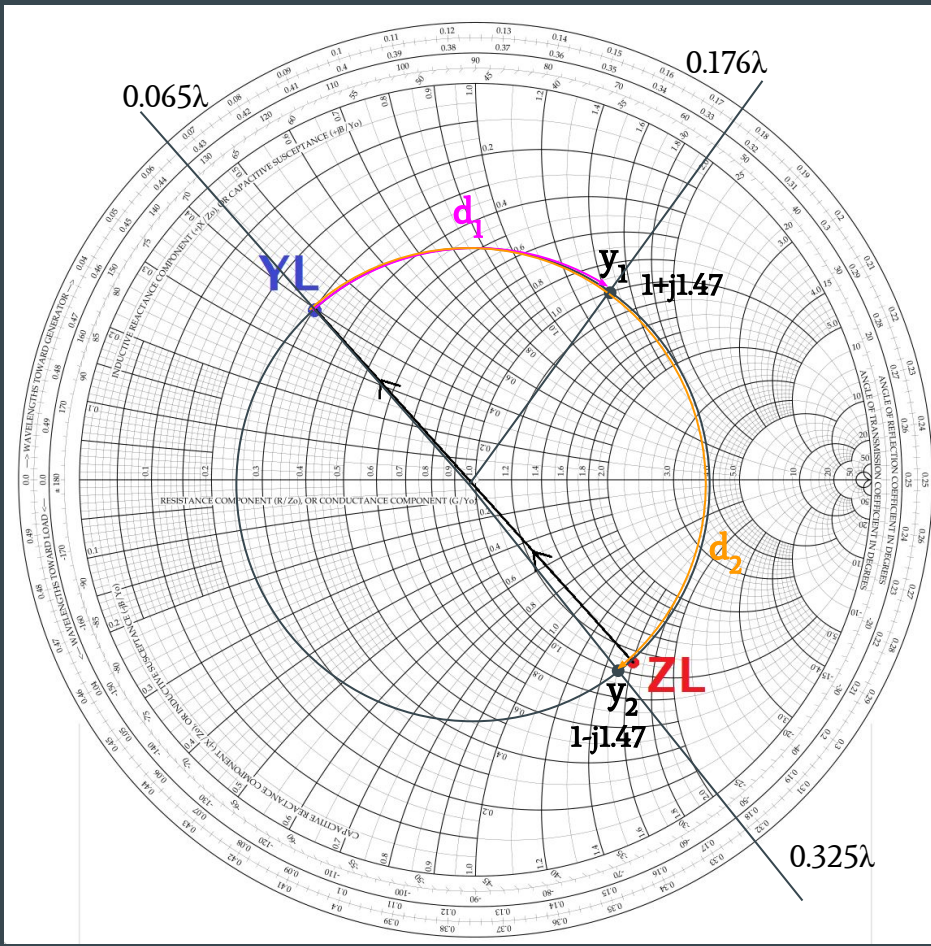
La primer solución al problema (camino d_1)



se necesita una susceptancia de $-j1.47$



como estamos en admitancia, necesitamos una L en paralelo en impedancia



Ej: Single-stub shunt matching

La primer solución al problema (camino d_1)



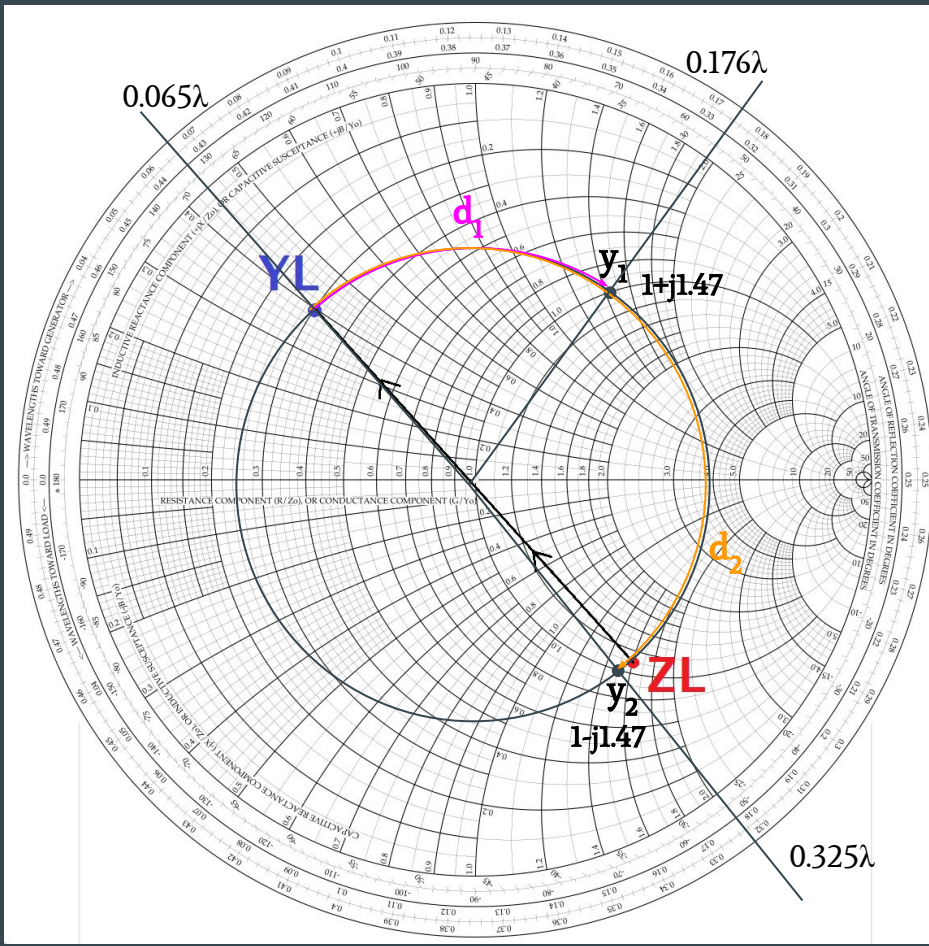
se necesita una susceptancia de $-j1.47$



como estamos en admitancia, necesitamos una L en paralelo en impedancia



por lo tanto, hay que cortocircuitar el stub, comienzo en $y = \infty$ en la carta



Ej: Single-stub shunt matching

La primer solución al problema (camino d_1)



se necesita una susceptancia de $-j1.47$



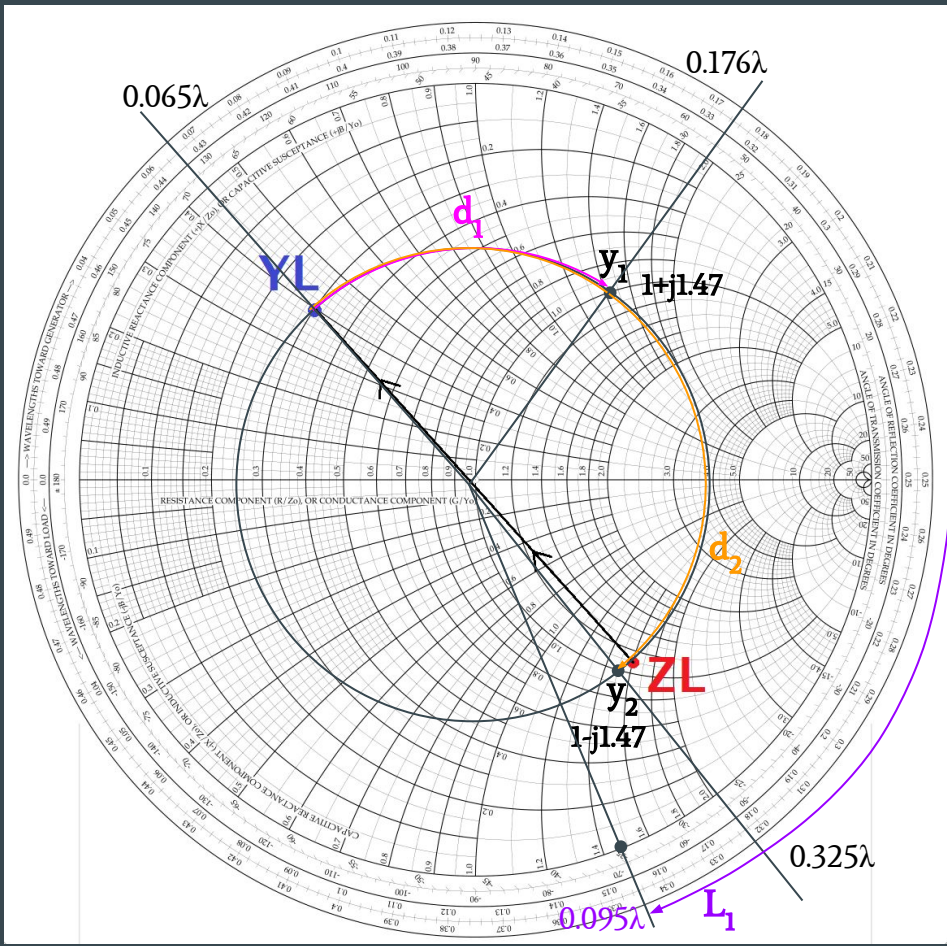
como estamos en admitancia, necesitamos una L en paralelo en impedancia



por lo tanto, hay que cortocircuitar el stub, comienzo en $y = \infty$ en la carta

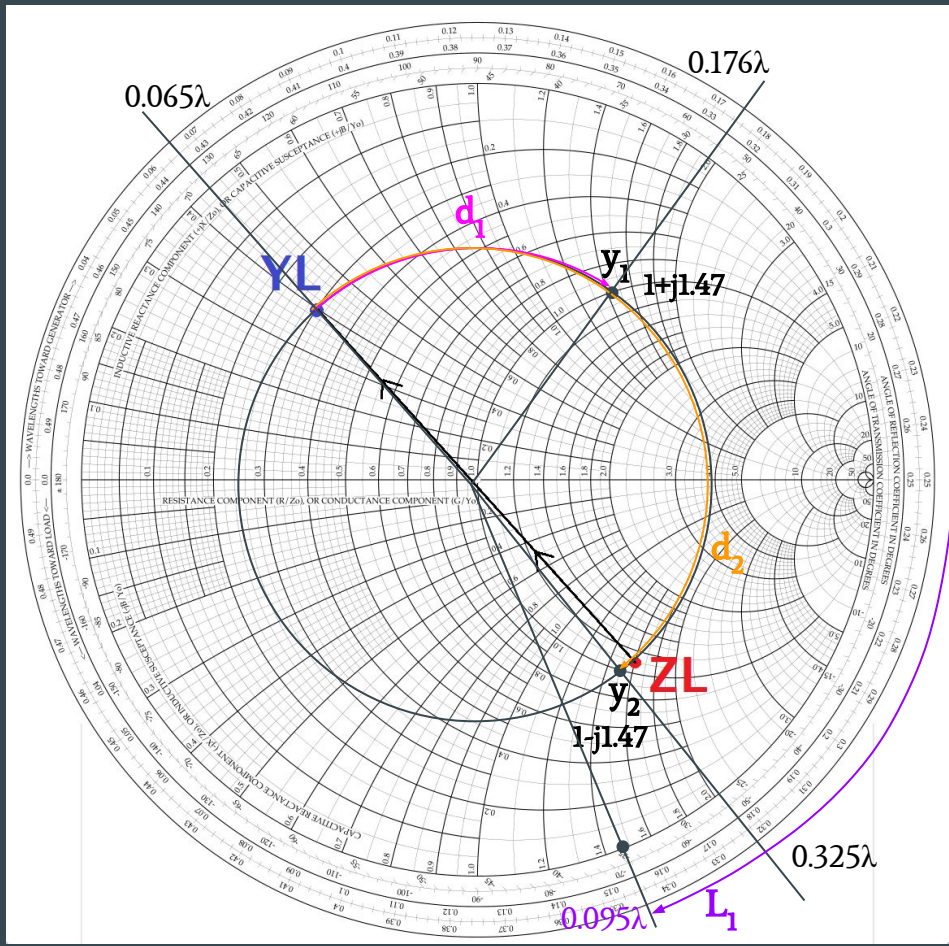


$$L_1 = 0.095\lambda$$



Ej: Single-stub shunt matching

La segunda solución al problema (camino d_2)

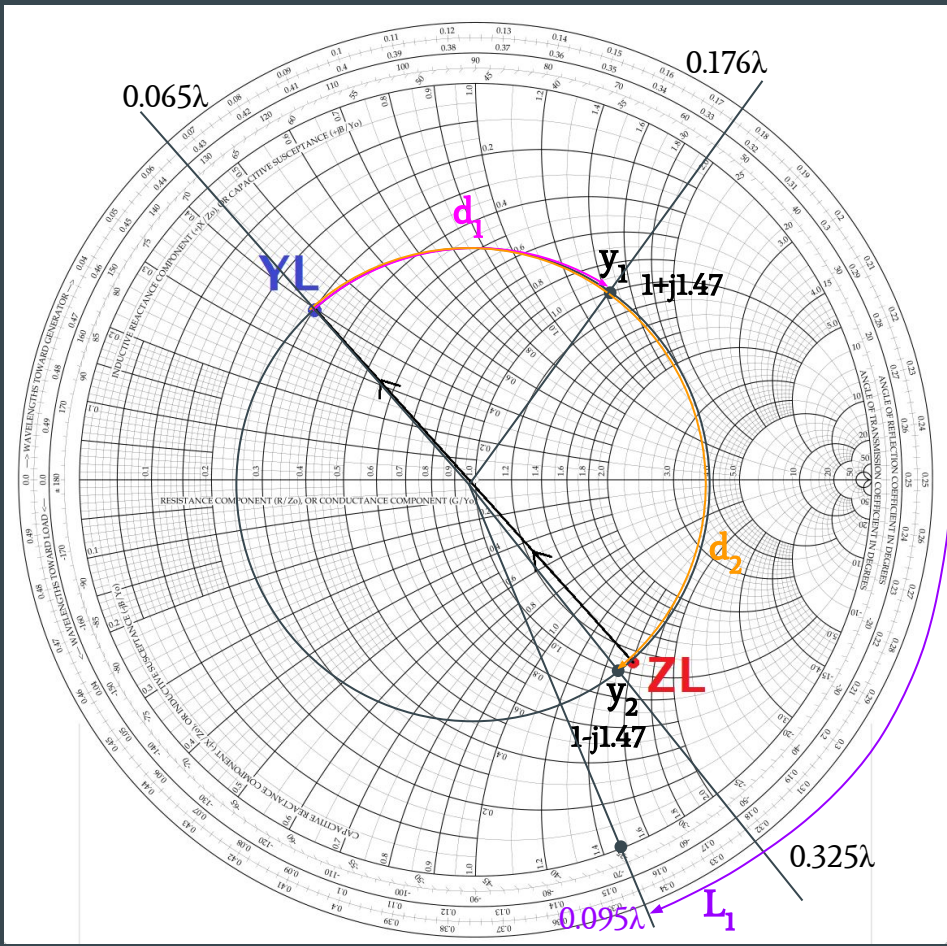


Ej: Single-stub shunt matching

La segunda solución al problema (camino d_2)



se necesita una susceptancia de $j1.47$



Ej: Single-stub shunt matching

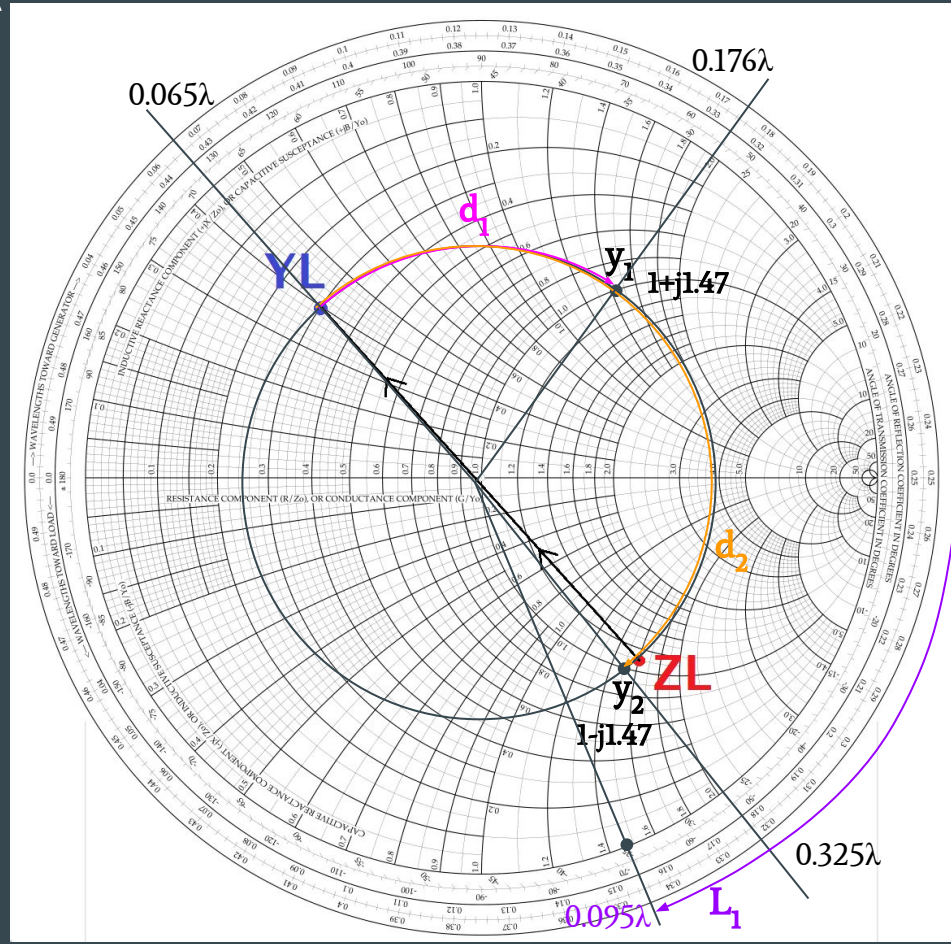
La segunda solución al problema (camino d_2)



se necesita una susceptancia de $j1.47$



como estamos en admitancia, necesitamos una C en paralelo en impedancia



Ej: Single-stub shunt matching

La segunda solución al problema (camino d_2)



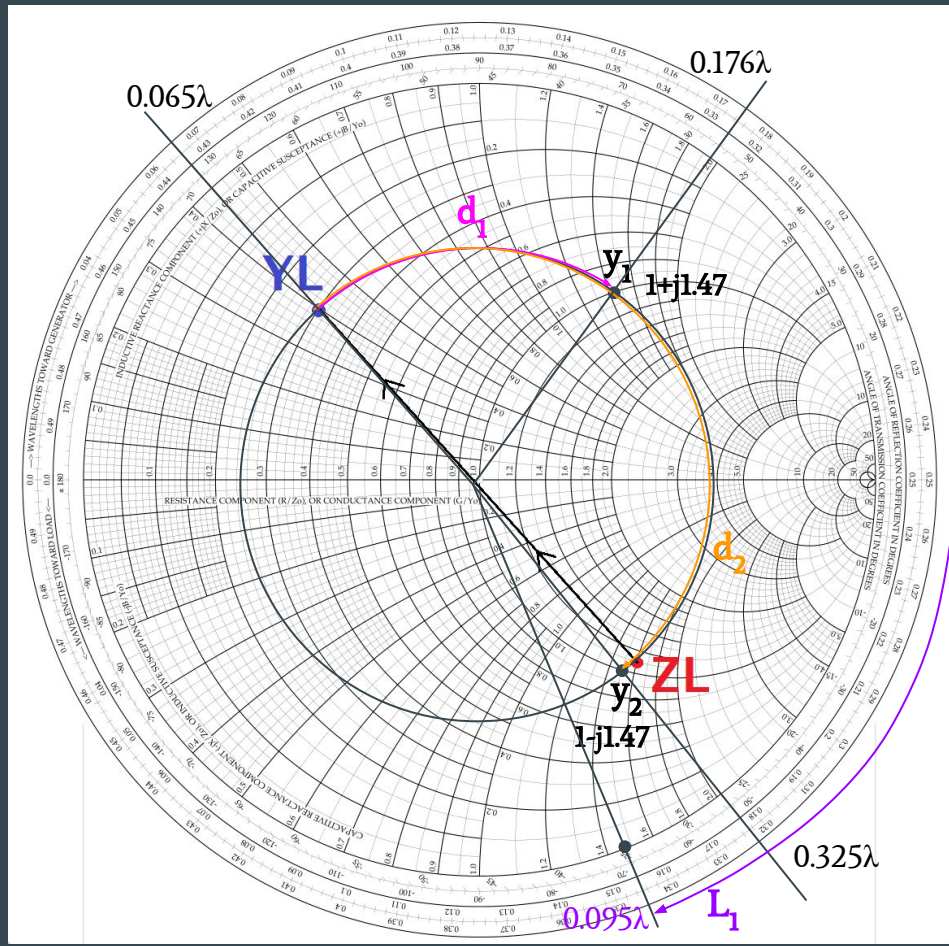
se necesita una susceptancia de $j1.47$



como estamos en admitancia, necesitamos una C en paralelo en impedancia



por lo tanto, hay que dejar el stub open, comienzo en $y = 0$ en la carta



Ej: Single-stub shunt matching

La segunda solución al problema (camino d_2)



se necesita una susceptancia de $j1.47$



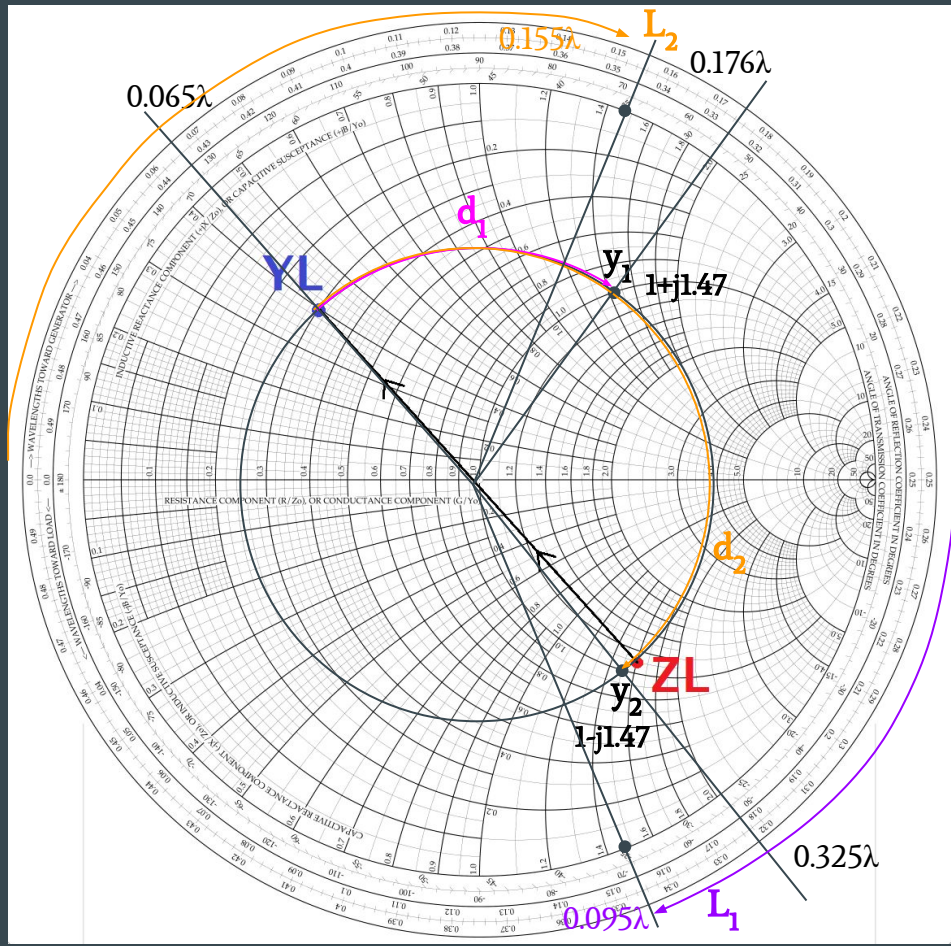
como estamos en admitancia, necesitamos una C en paralelo en impedancia



por lo tanto, hay que dejar el stub open, comienzo en $y = 0$ en la carta



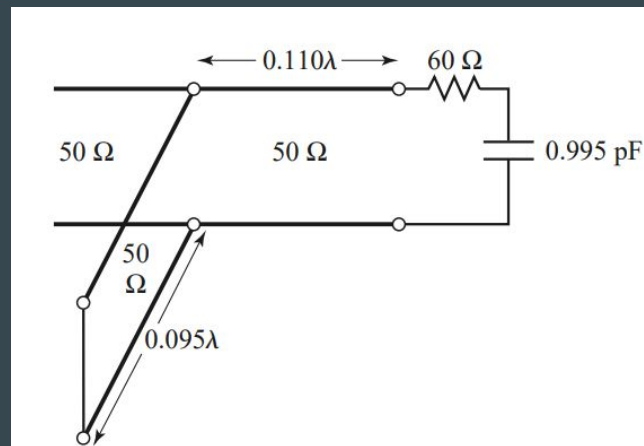
$$L_2 = 0.155\lambda$$



Ej: Single-stub shunt matching

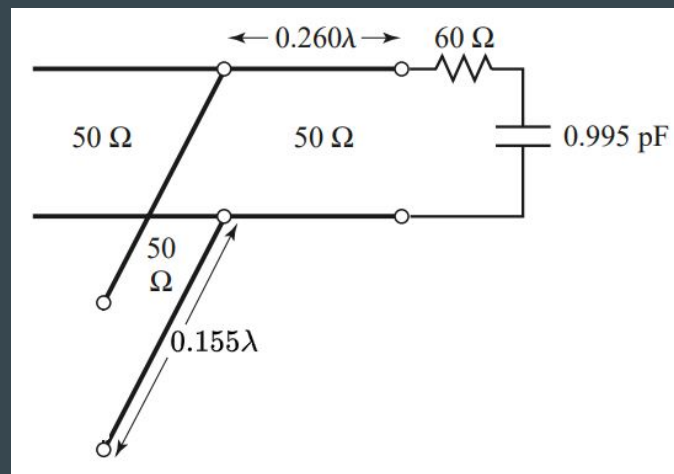
$$d_1 = 0.110\lambda$$

$$L_1 = 0.095\lambda$$



$$d_2 = 0.260\lambda$$

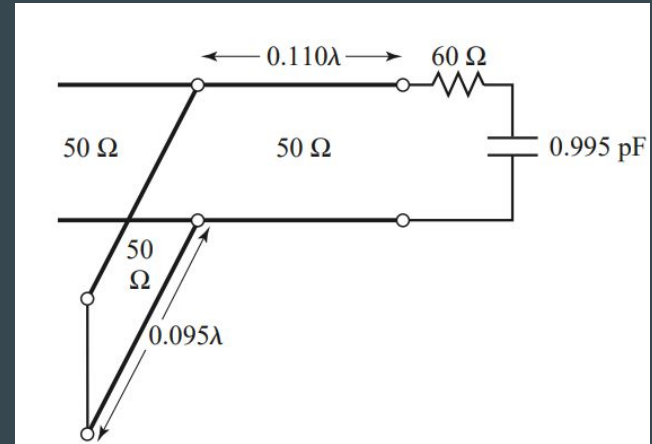
$$L_2 = 0.155\lambda$$



Ej: Single-stub shunt matching

$$d_1 = 0.110\lambda$$

$$L_1 = 0.095\lambda$$

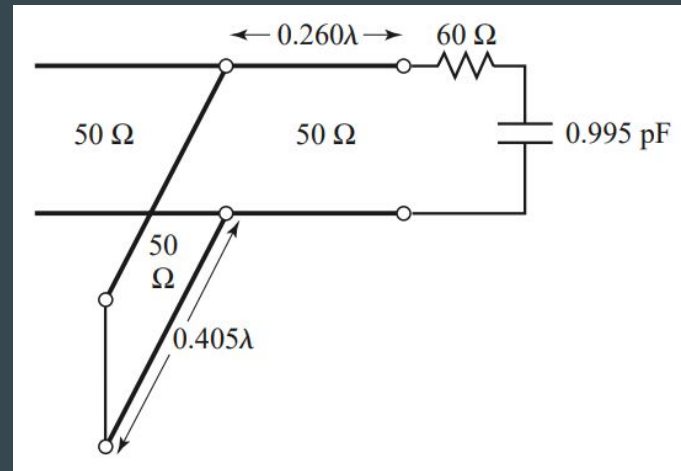


$$d_2 = 0.260\lambda$$

~~$$L_2 = 0.155\lambda$$~~



$$L_2 = 0.405\lambda$$



Ej: Single-stub shunt matching

$$d_1 = 0.110\lambda$$

$$d_1 = 39.6^\circ$$

$$L_1 = 0.095\lambda$$

$$L_1 = 34.2^\circ$$

