Líneas de transmisión

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones

Quinto Semestre

Unidad III: Acoplamiento de impedancias parte II

PhD. Daniel Antonio Santillán Haro

Unach

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

Libres por la Ciencia y el Saber

Resumen

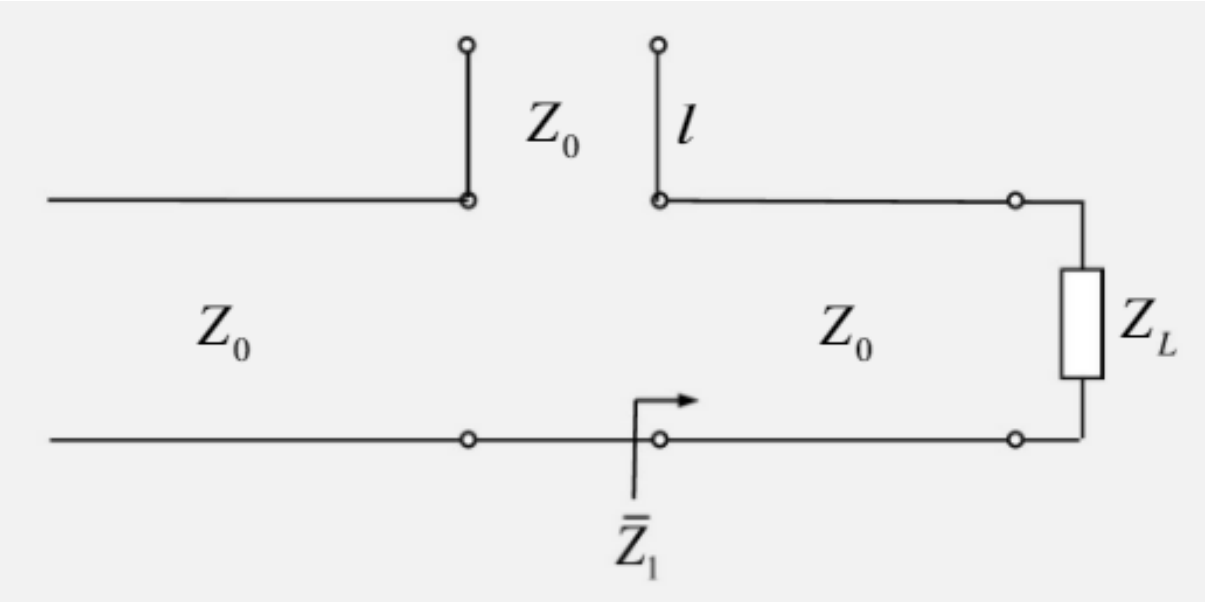
1. Acoplamiento con un stub
2. Acoplamiento con dos equilibradores reactivos (2stub)
3. Trabajos propuestos

Resumen

1. Acoplamiento con un stub
2. Acoplamiento con dos equilibradores reactivos (2stub)
3. Trabajos propuestos

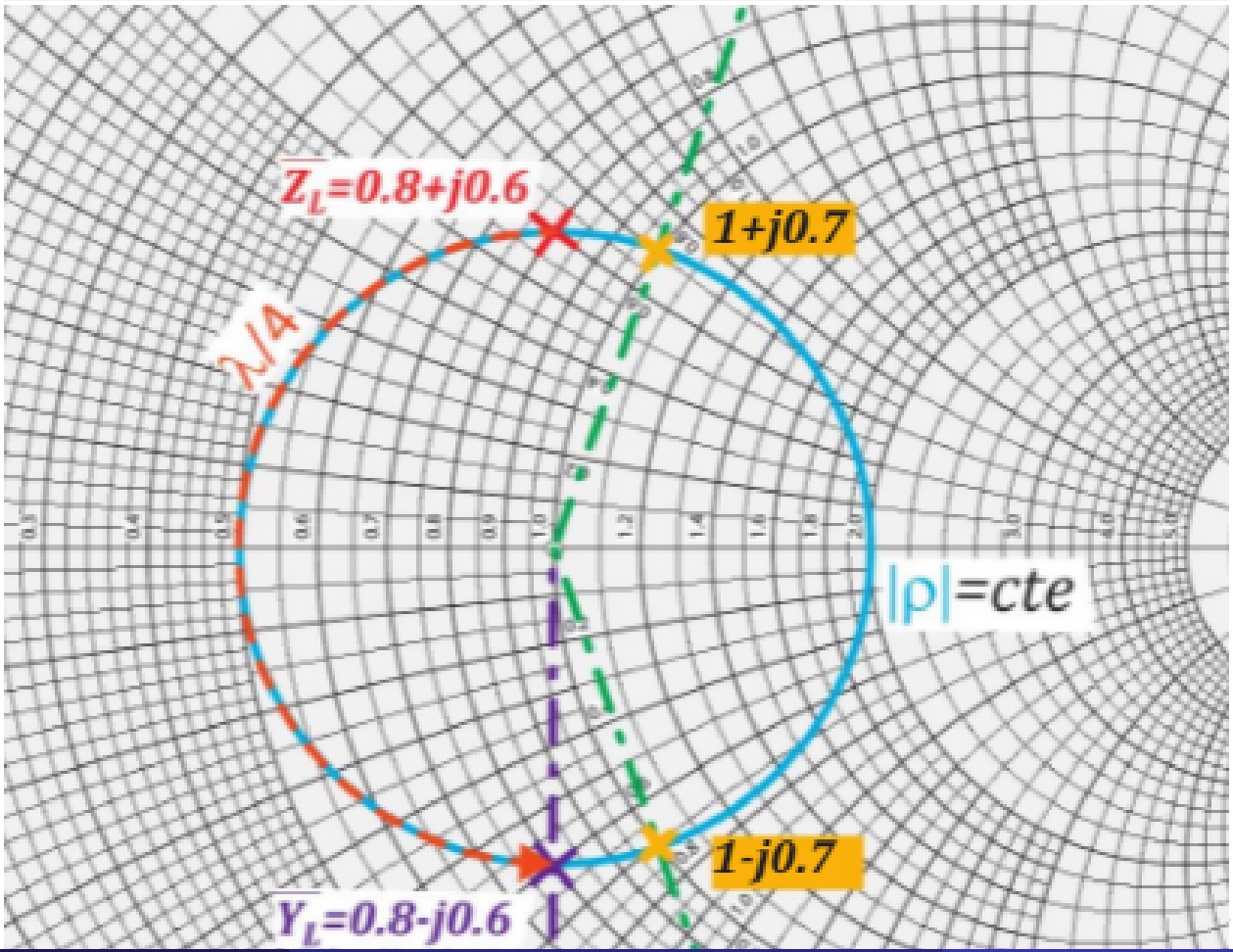
Ejemplo 1

- Suponga en una instalación de un sistema de TV, la antena se encuentra adaptada a la línea de transmisión ($Z_0 = 50\Omega$) y el televisor tiene una impedancia de entrada $40 + j30\Omega$. Para la adaptación se emplea un stub con impedancia característica Z_0 en circuito abierto y conectado en serie, como se indica en la Figura.



Resumen parámetros importantes

- Se marca el punto $\overline{Z}_L = \dfrac{40 + j30}{50} = 0{,}8 + j0{,}6$.
- Se dibuja la circunferencia concéntrica que pasa por $\overline{Z}_L$ y se busca la intersección con la circunferencia $\Re e\left(\overline{Z}_1\right) = 1$. Se obtienen dos posibles valores: $\overline{Z}_1 = 1 \pm j0{,}7$



Supongamos que, de las dos opciones posibles, se ha elegido una longitud de la línea tal que $\overline{Z}_1 = 1 + j0{,}7$. Por tanto, la reactancia vista a la entrada del stub debe ser:

$$X_{st} = -0{,}7 \cdot 50 = -35 = -50 \cot \beta l$$

Teniendo en cuenta que $\beta = \dfrac{2\pi}{\lambda}$,

$$\frac{l}{\lambda} = \frac{\arctan 1{,}43}{2\pi}$$

En este resultado existe una incertidumbre, ya que la función arcotangente puede tomar dos valores entre 0 y 2π:

$$\arctan 1{,}43 = \begin{cases} 0{,}96\,\text{rad} \\ 4{,}10\,\text{rad} \end{cases}$$

No obstante, podemos comprobar que con ambos valores se obtiene el mismo resultado:

$$\frac{l_1}{\lambda} = \frac{0{,}96}{2\pi} = 0{,}15$$

$$\frac{l_2}{\lambda} = \frac{4{,}10}{2\pi} = 0{,}65 = 0{,}5 + 0{,}15 = 0{,}15$$

$\uparrow$

una vuelta completa al diagrama de Smith

Resumen parámetros importantes

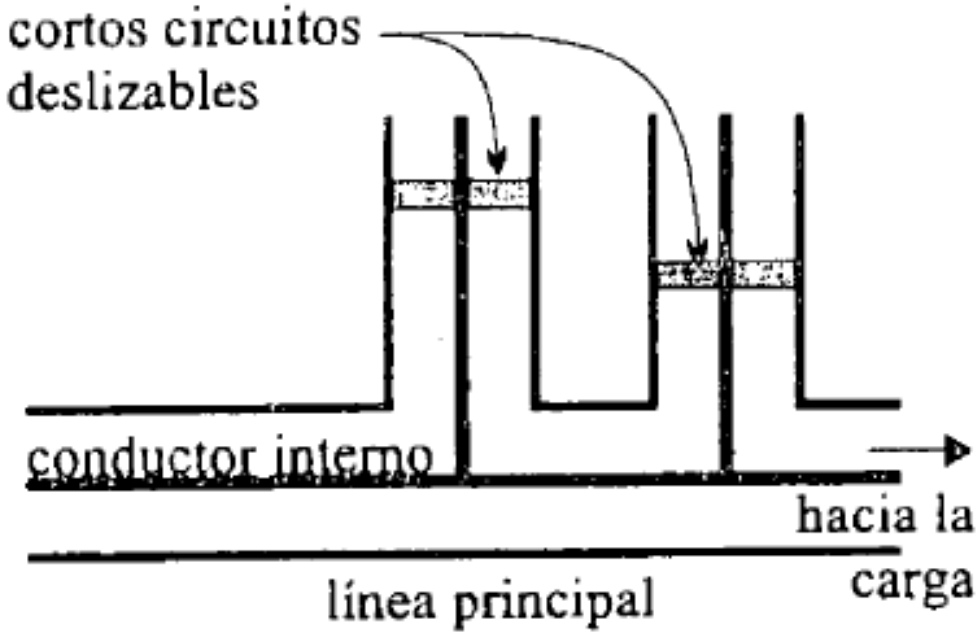
Para obtener l/λ mediante el diagrama de Smith simplemente debemos medir la distancia que hay que desplazarse hacia generador desde la carga del stub ($\bar{Z}_L = \infty$, es decir, extremo derecho del eje real) para obtener una impedancia de $-j0{,}7$:

$$\frac{l}{\lambda} = 0{,}403 - 0{,}25 \approx 0.15$$

Resumen

1. Acoplamiento con un stub
2. Acoplamiento con dos equilibradores reactivos (2stub)
3. Trabajos propuestos

Equilibrador reactivo 2 Stub



- Las posiciones de los dos stubs se conservan fijas y sus reactancias de entradas respectivas se pueden variar deslizando el corto circuito lográndose la sintonización.
- No hay solución posible para todo tipo de carga, sino para un cierto rango de valores de Z_L

la figura para adaptar una carga $Z_L = 100 - j50\,\Omega$ a una línea con $Z_0 = 50\,\Omega$. Los stubs presentan la misma impedancia característica que la línea principal. Obtenga las longitudes eléctricas de ambos stubs.

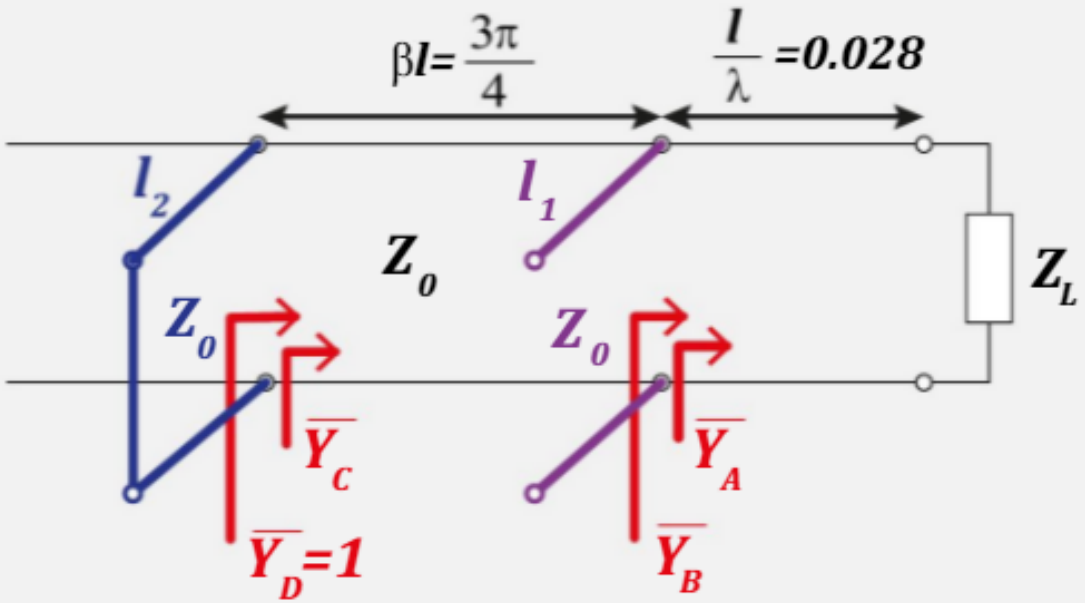


Figura . Doble stub del ejemplo

En primer lugar, obtenemos la longitud eléctrica correspondiente a $\beta l = \frac{3\pi}{4}$:

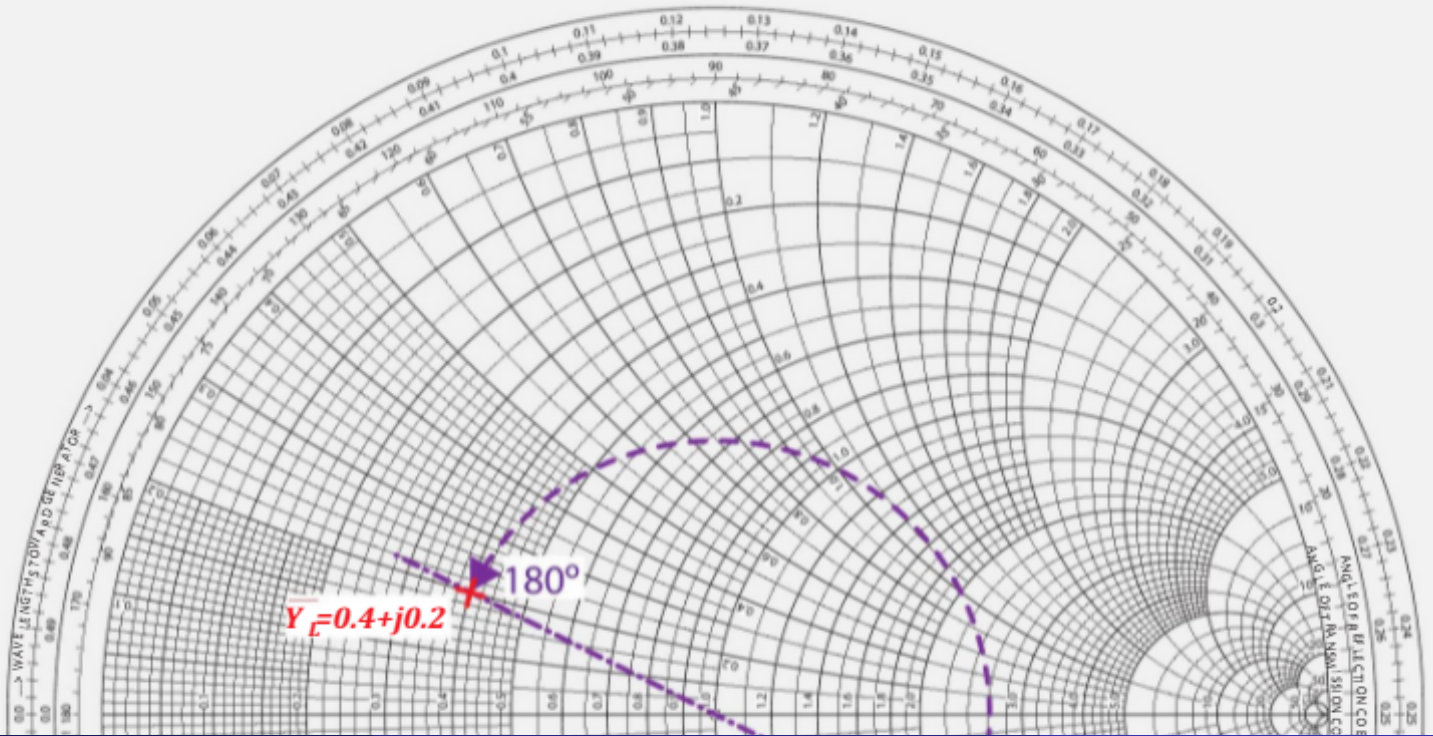
$$\beta l = \frac{2\pi}{\lambda} l = \frac{3\pi}{4} \quad \rightarrow \quad \frac{l}{\lambda} = \frac{3}{8} = 0{,}375$$

En primer lugar, obtenemos la longitud eléctrica correspondiente a $\beta l = \frac{3\pi}{4}$:

$$\beta l = \frac{2\pi}{\lambda} l = \frac{3\pi}{4} \quad \rightarrow \quad \frac{l}{\lambda} = \frac{3}{8} = 0{,}375$$

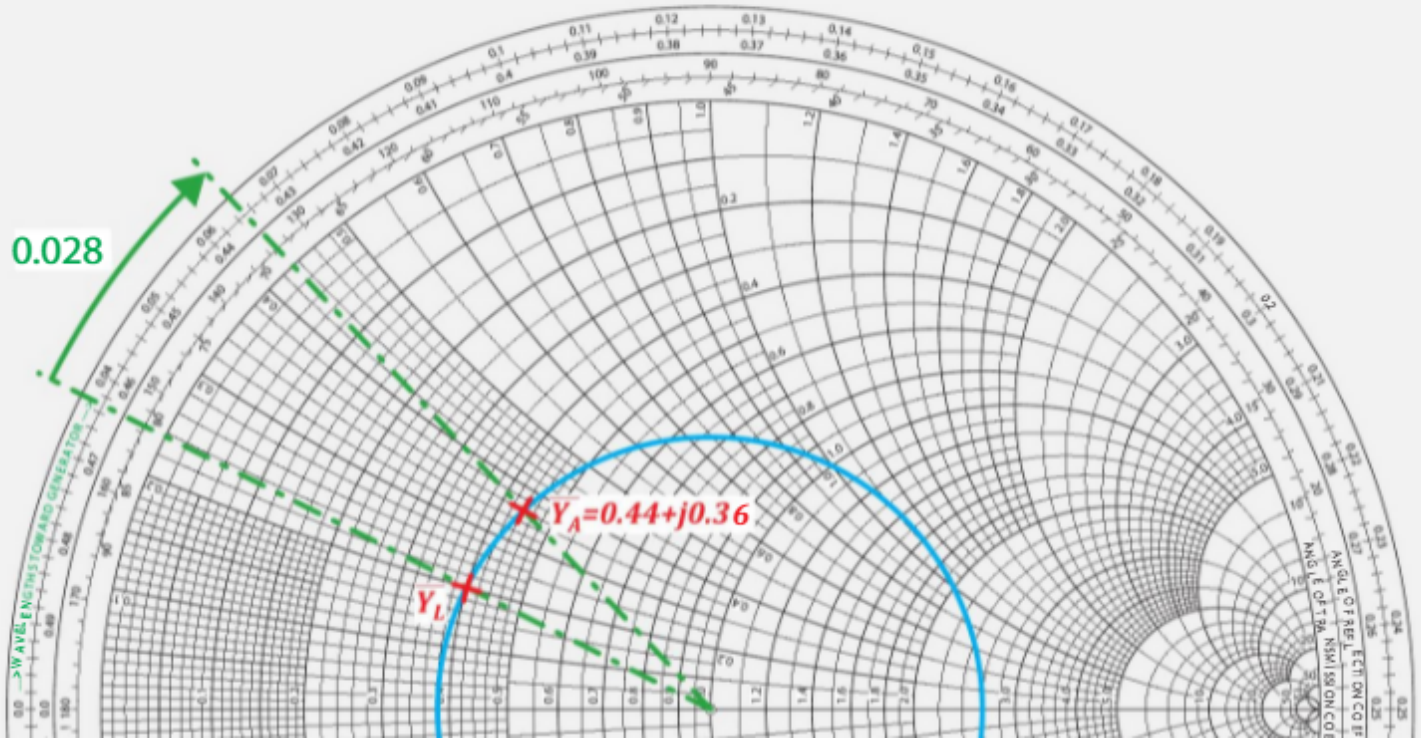
Dado que los stubs están en paralelo, es conveniente trabajar con admitancias. Por tanto, en primer lugar marcamos en el diagrama de Smith la admitancia de carga:

$$\overline{Z}_L = \frac{100 - j50}{50} = 2 - j \quad \rightarrow \quad \text{giro de } 180° \quad \rightarrow \quad \overline{Y}_L = 0{,}4 + j0{,}2$$

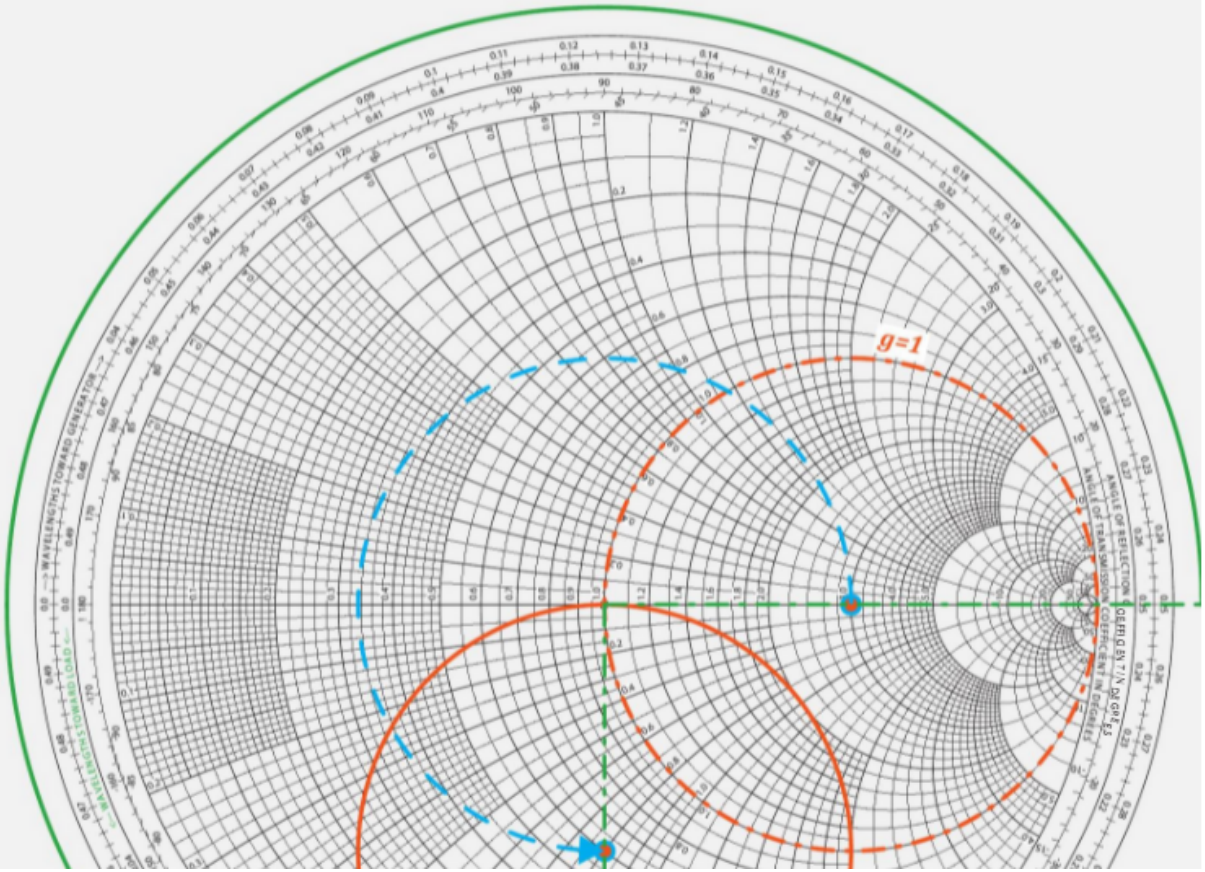


A continuación se desplaza hacia generador este valor una distancia de $0{,}028\lambda$ para hallar la admitancia vista justo antes del primer stub.

$$\overline{Y}_A = 0{,}44 + j0{,}36$$



Sabemos que la parte real de $\overline{Y}_C$ debe ser 1 para que, una vez eliminada su susceptancia con el segundo stub, nos quede $\overline{Y}_D = 1 \quad \rightarrow \quad \overline{Z}_D = 1$ Todos los casos posibles de $\Re e\left(\overline{Y}_C\right) = 1$ se encuentran en la circunferencia $g = 1$. Por tanto, si desplazamos esta circunferencia $0{,}375\lambda$ hacia carga seguimos contemplando todos los casos posibles.



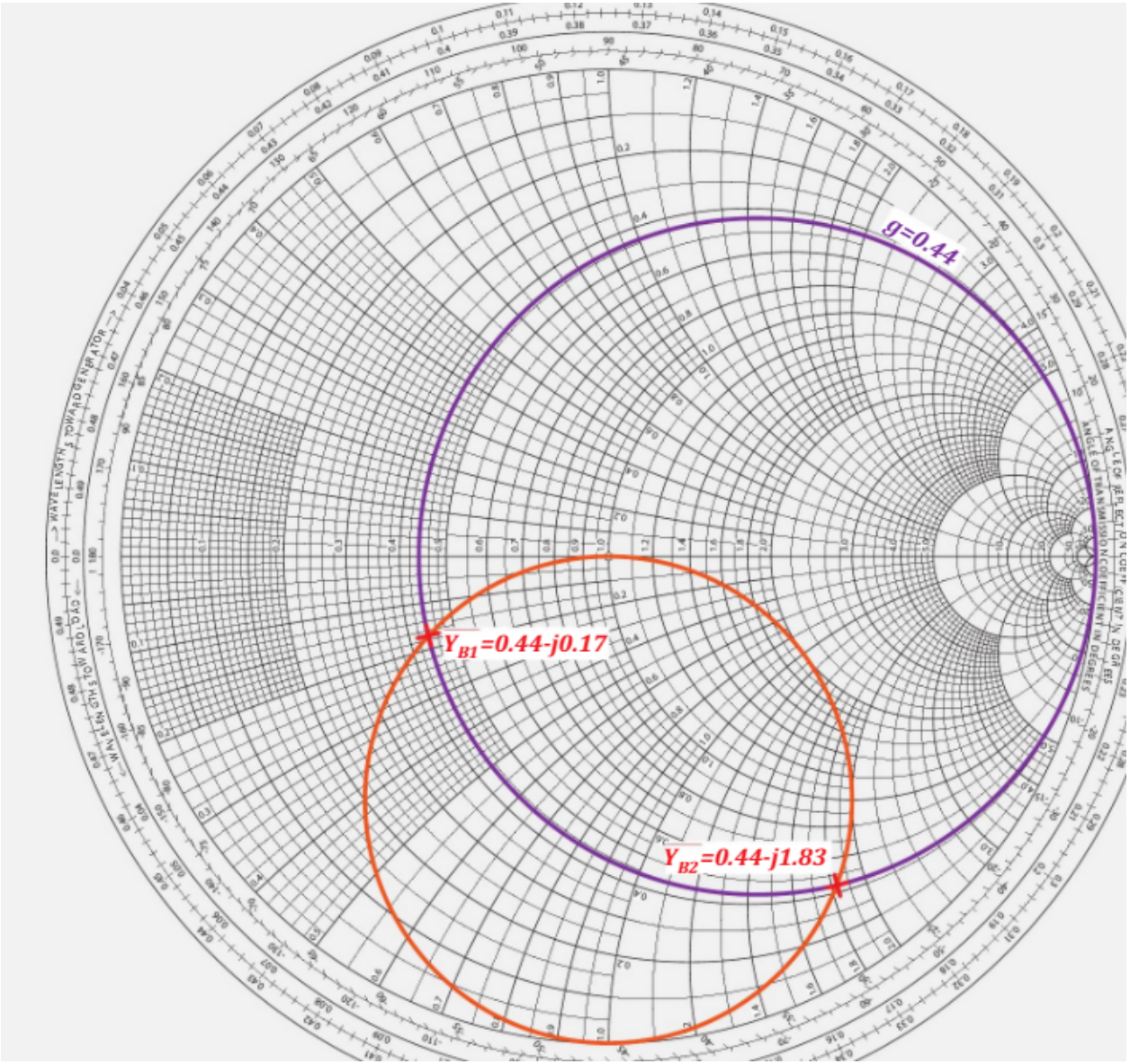
Por otra parte, con el primer stub sólo se puede modificar la susceptancia de $\overline{Y}_A$, por lo que necesariamente la parte real de $\overline{Y}_B$ será 0,44. Por tanto, la intersección de la circunferencia desplazada anteriormente y la circunferencia $g = 0{,}44$ nos proporciona el valor de $\overline{Y}_B$. En realidad, la intersección se produce en dos puntos:

$$\overline{Y}_{B1} = 0{,}44 - j0{,}17$$

$$\overline{Y}_{B2} = 0{,}44 - j1{,}83$$

y, por tanto, el problema presenta dos soluciones. Elegimos una de ellas. Por ejemplo $\overline{Y}_{B1} = 0{,}44 - j0{,}17$.

Carta Smith doble stub



Como

$$\overline{Y}_B = \overline{Y}_A + j\overline{B}_{st1} \quad \rightarrow \quad \overline{B}_B = \overline{B}_A + \overline{B}_{st1}$$

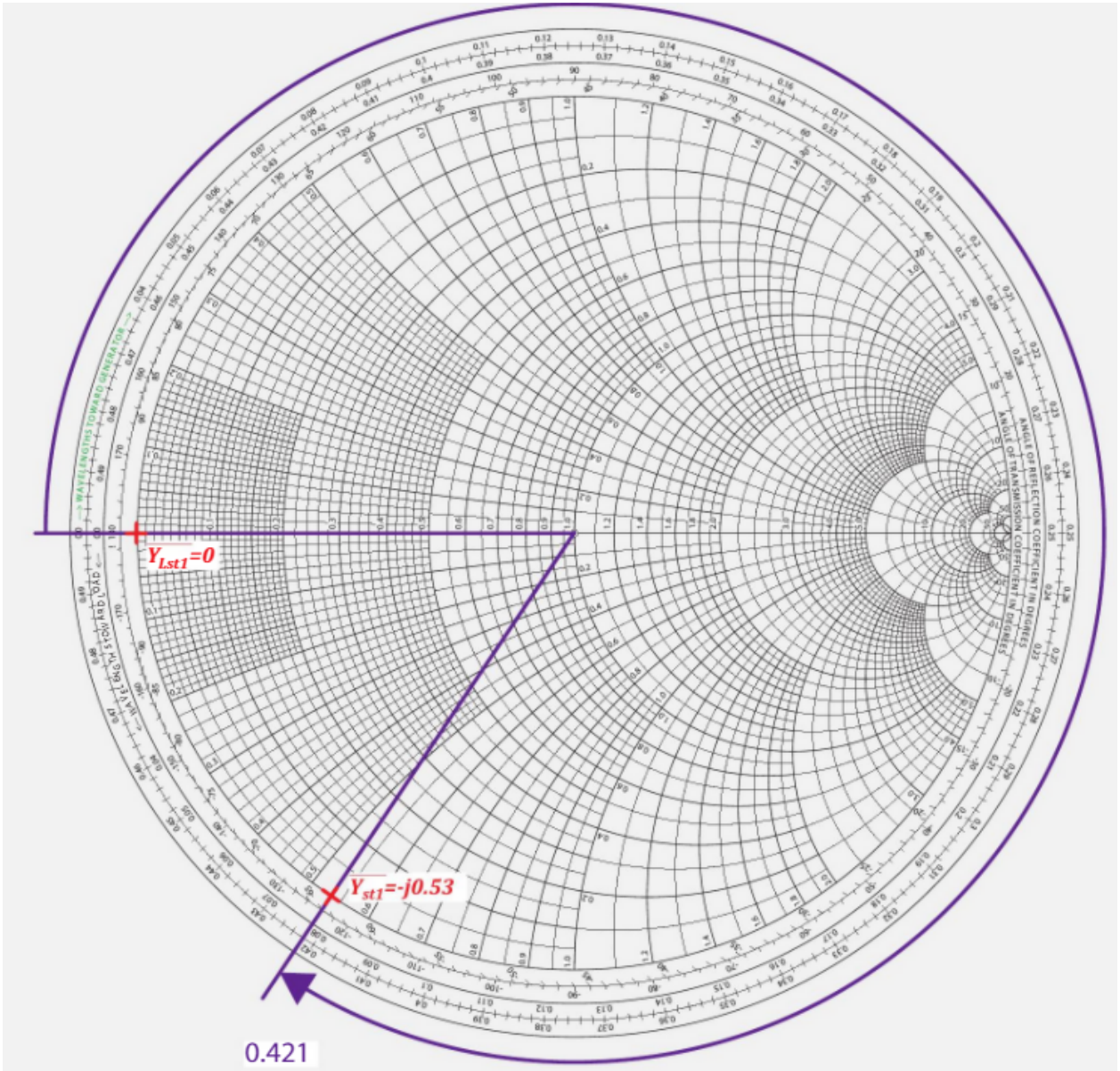
entonces

$$\overline{B}_{st1} = \overline{B}_B - \overline{B}_A = -0{,}17 - 0{,}36 = -0{,}53$$

A partir de este valor de admitancia a la entrada del stub se puede obtener la longitud de éste como se hizo en el ejemplo anterior. En este caso concreto se trata de un stub en circuito abierto, por lo que la admitancia de su carga será $\overline{Y}_{Lst1} = 0$ (extremo izquierdo del eje real) y, por tanto, debemos desplazarnos hacia generador desde esta posición hasta $\overline{Y}_{st1} = -j0{,}53$. La longitud eléctrica obtenida es

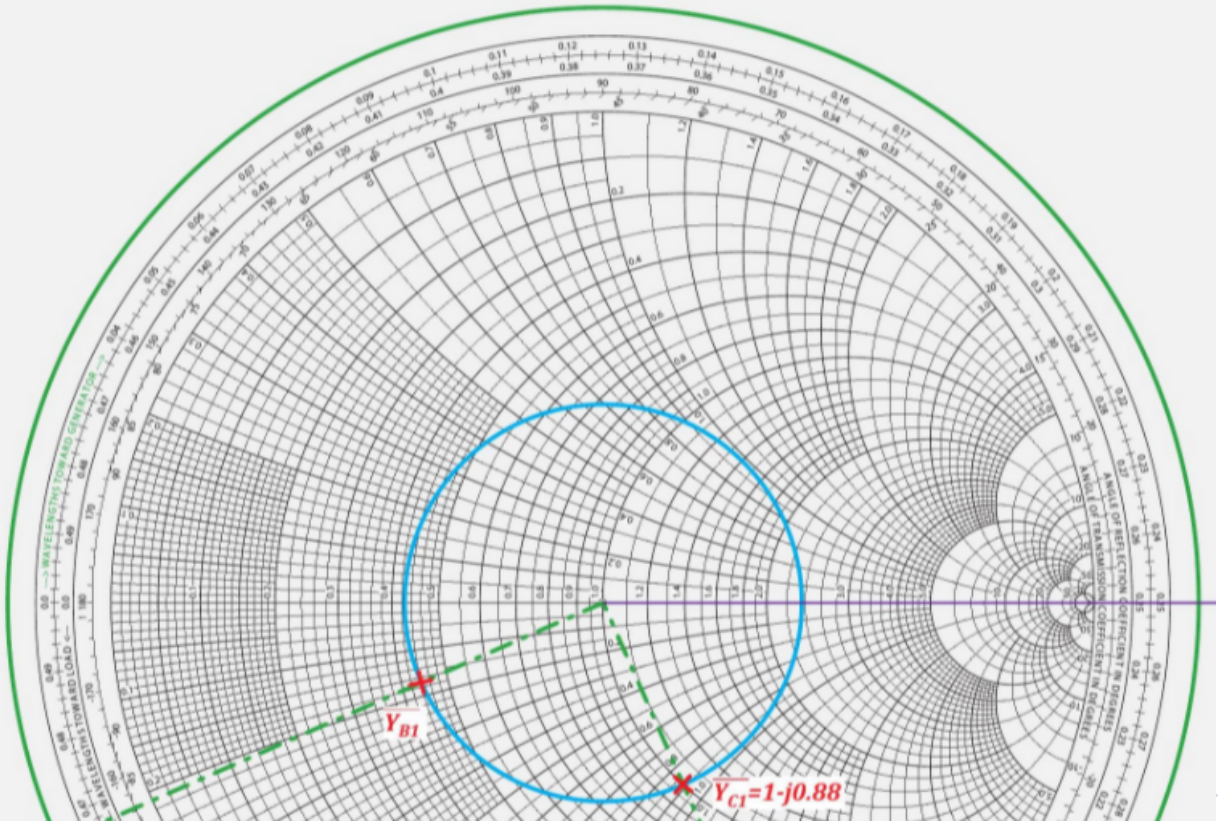
$$\frac{l_1}{\lambda} = 0{,}422$$

Carta Smith doble stub



$\overline{Y}_C$ se halla trasladando el valor obtenido de $\overline{Y}_B$ hacia generador una distancia de 0,375 longitudes de onda.

$$\overline{Y}_{C1} = 1 - j0{,}88$$



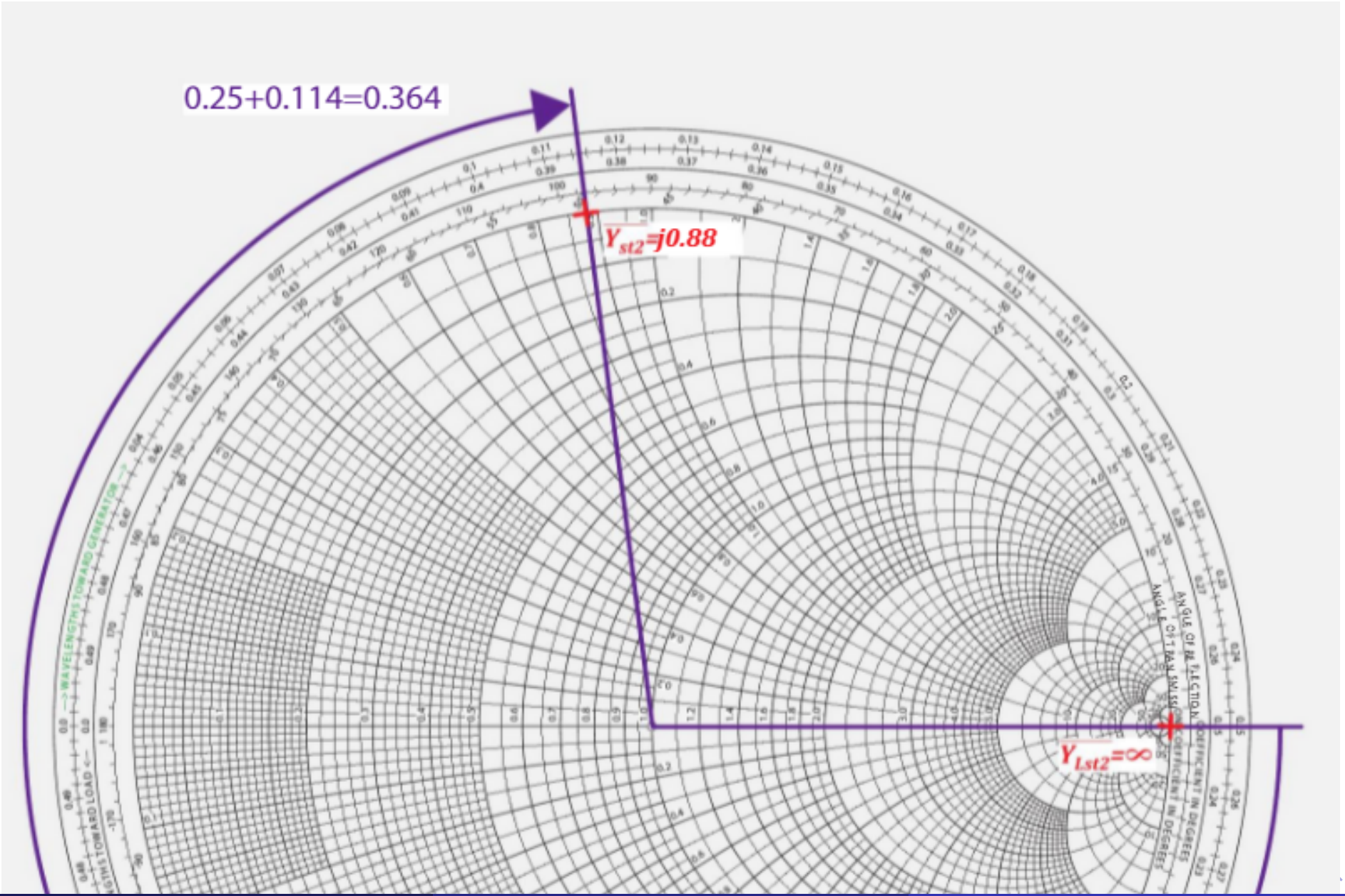
La longitud eléctrica del segundo stub $\frac{l_2}{\lambda}$ es la distancia en longitudes de onda que se debe desplazar hacia generador la carga del stub (en este caso un cortocircuito, es decir $\overline{Y}_{Lst2} = \infty$ o extremo derecho del eje real) hasta obtener la admitancia de entrada al stub requerida. Esta admitancia de entrada será:

$$\overline{Y}_{st2} = j\left(\overline{B}_D - \overline{B}_C\right) = j0{,}88$$

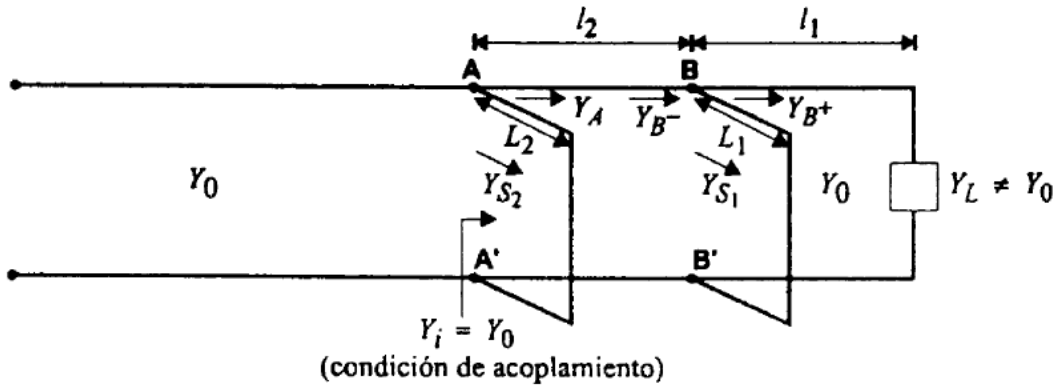
y, por tanto, la longitud eléctrica del stub:

$$\frac{l_2}{\lambda} = 0{,}25 + 0{,}114 = 0{,}364$$

Carta Smith doble stub



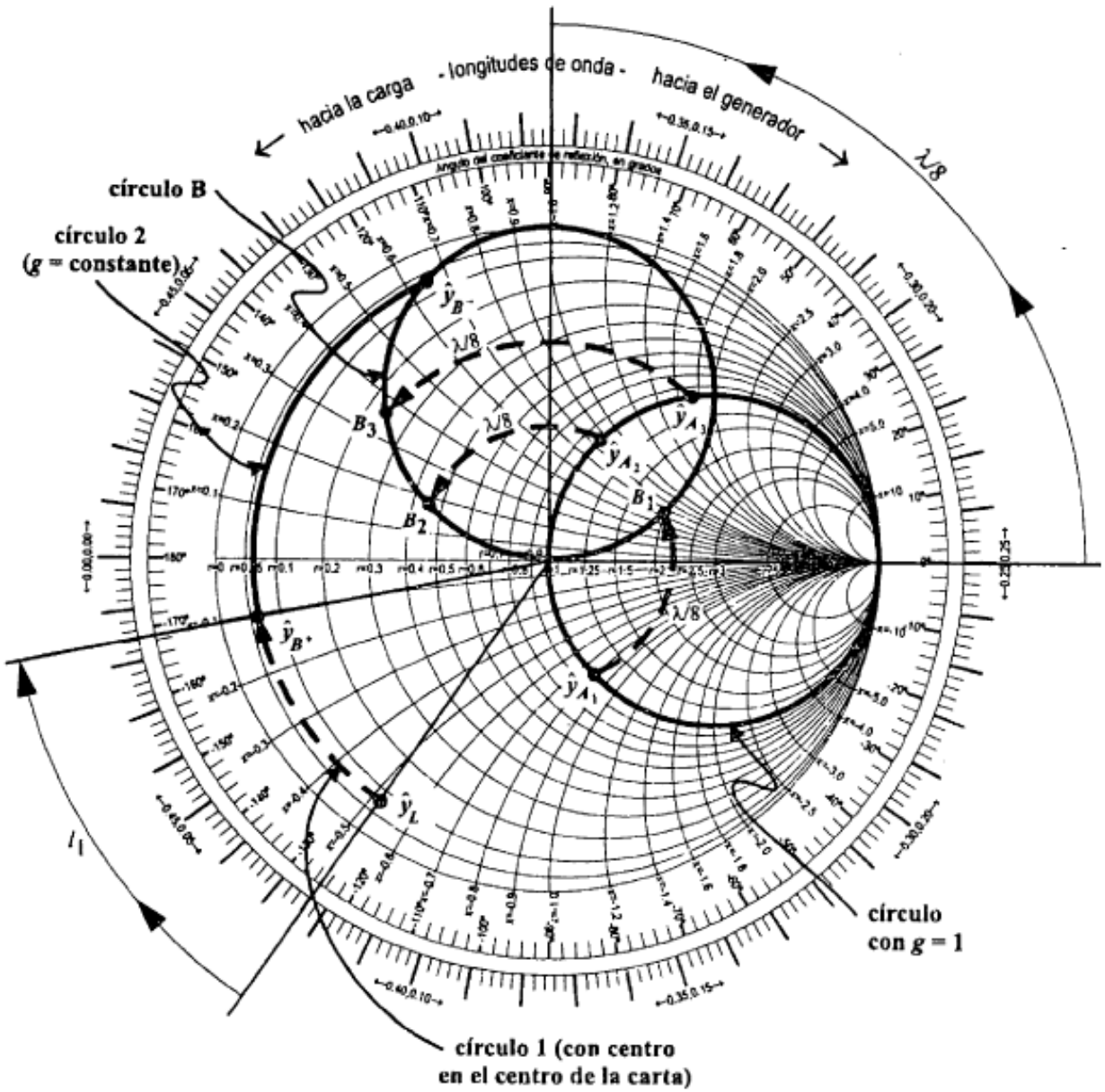
Equilibrador reactivo 2 Stub



- La distancia l_2 entre las dos ramas debe fijarse. (Por lo general se considera $\lambda/8$ aunque puede tener cualquier otro valor.)
- Después se fija l_1, y el problema se reduce a encontrar las longitudes L_1 y L_2

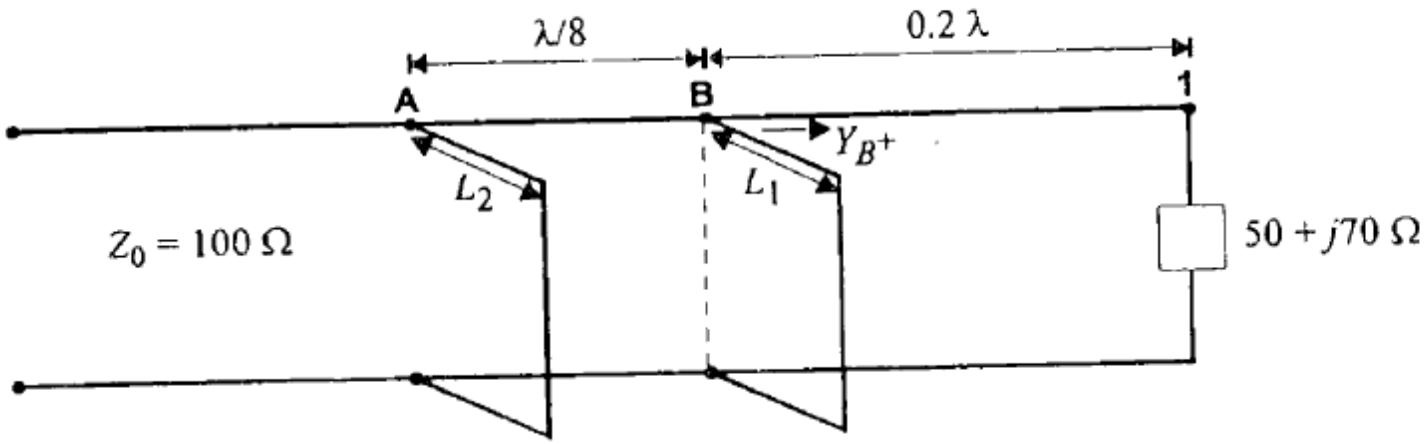
- Trabajando con admitancias normalizadas en AA' se debe cumplir que $\bar{Y}_i = 1$.
- Para que se cumpla se requiere que:
  $\bar{Y}_i = \bar{Y}_A + \bar{Y}_{S2} = (1 + jb_A) + jb_{s2}$
- Por lo tanto: $b_{s2} = -b_A$

Carta Smith doble stub

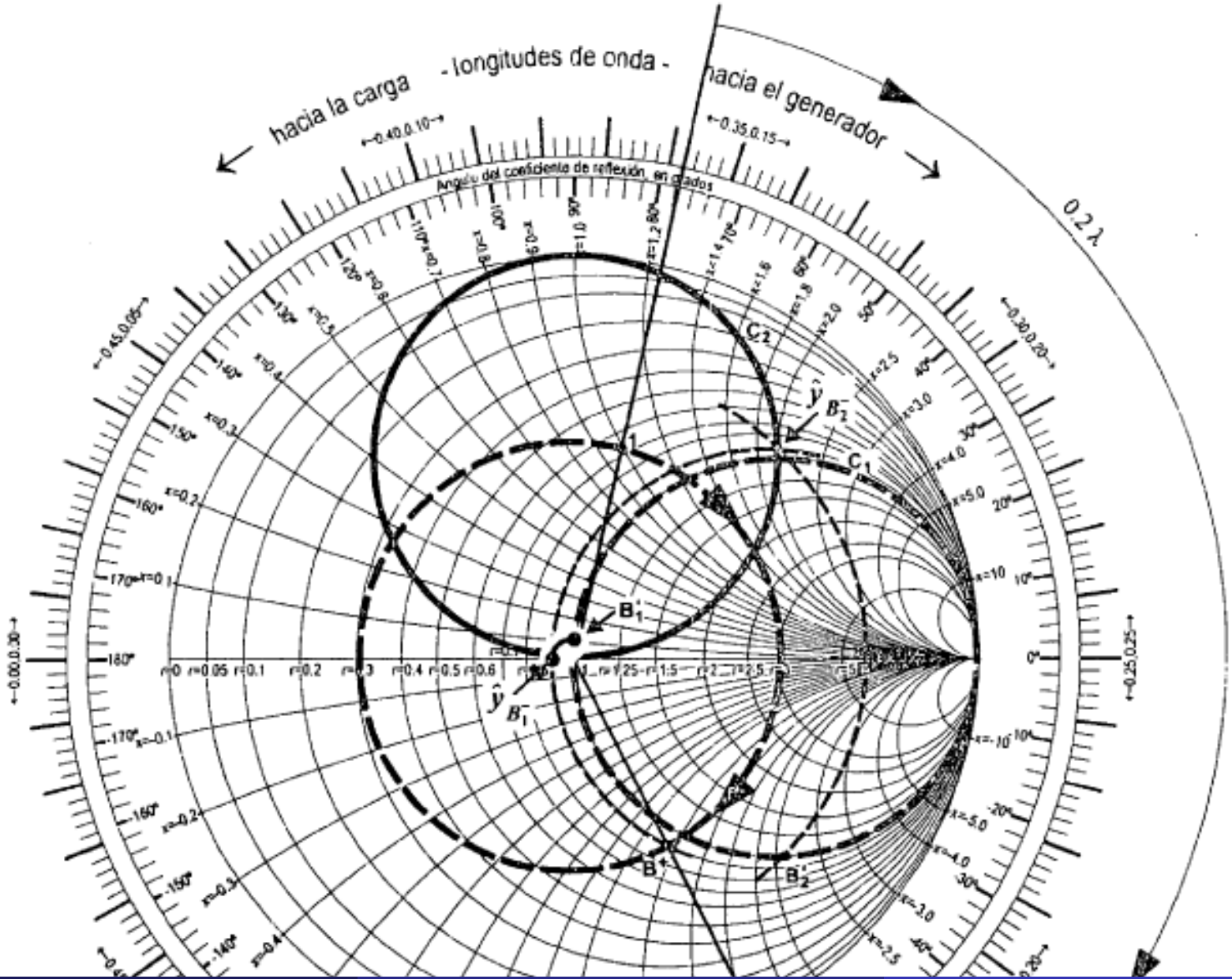


Ejercicio Una línea cuya impedancia característica es de 100 Ω termina en una carga de $50 + j70\ \Omega$. Se desea acoplar la línea por medio de dos "stubs", situados respectivamente a una distancia de $0.2\,\lambda$ y $0.2\,\lambda + \lambda/8$ con relación a la carga. Encuentre la longitud de los dos acopladores cortocircuitados utilizando la carta de Smith.

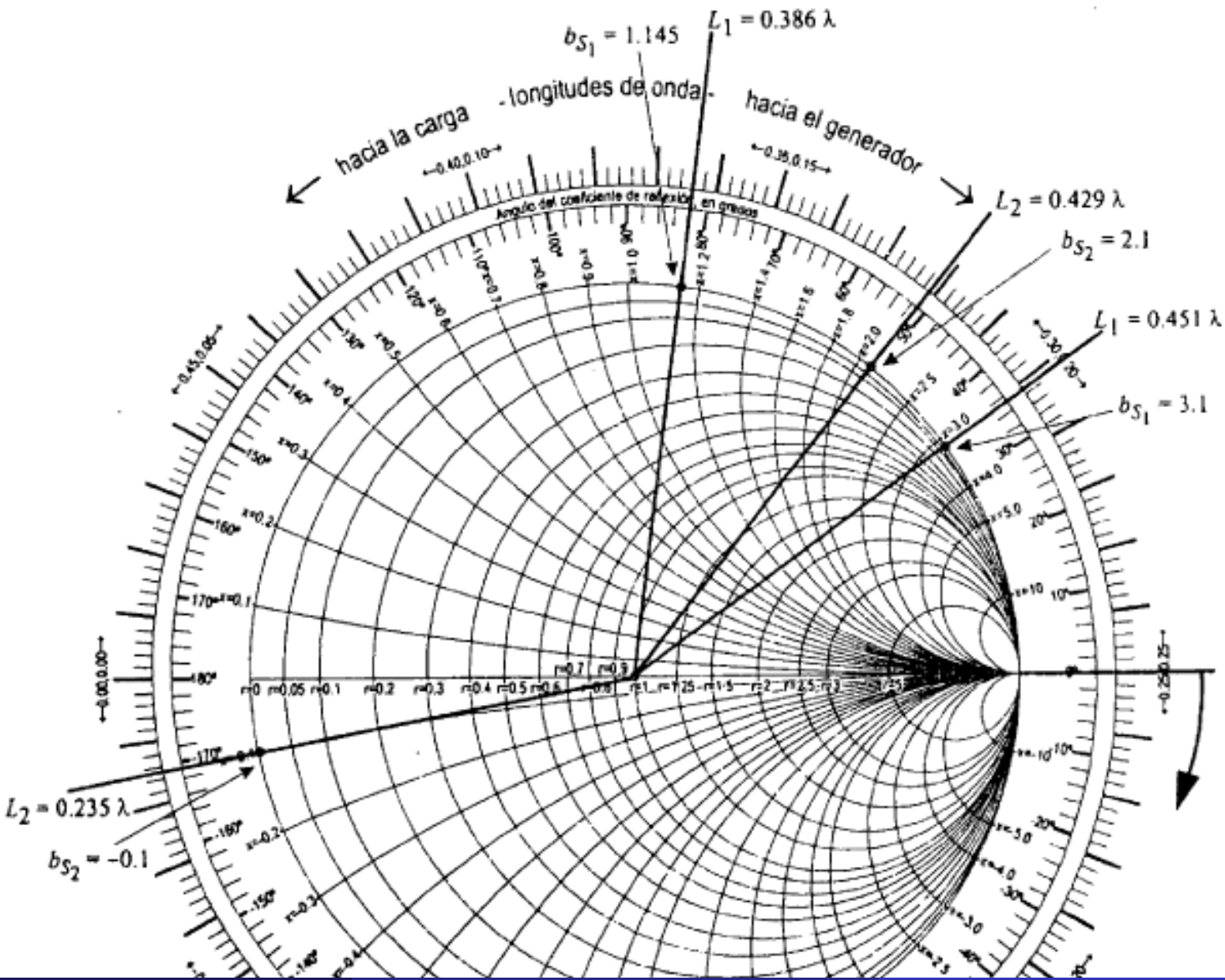
Solución



Solución Ejercicio 1



Solución Ejercicio 1 Longitud Stubs



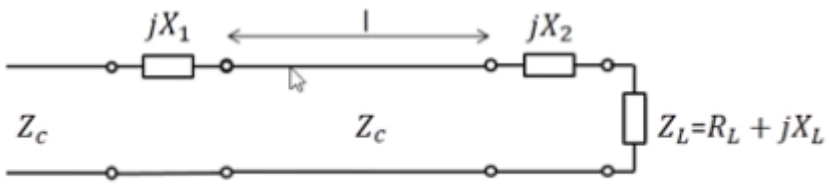
1. Acoplamiento con un stub
2. Acoplamiento con dos equilibradores reactivos (2stub)
3. Trabajos propuestos

Problema 1

- Analizar el doble sintonizador de la figura.

Red de adaptación: doble sintonizador

Con dos susceptancias o reactancias y una línea de transmisión de longitud fija entre ellas es posible hacer un adaptador de impedancias



Explicación en Video: Link

Líneas de transmisión

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones

Quinto Semestre

Unidad III: Acoplamiento de impedancias parte II

PhD. Daniel Antonio Santillán Haro

Unach

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

Libres por la Ciencia y el Saber