

Ejemplo de un problema con impedancias variables

Ing. John Coppens - Radiación y Propagación

Datos

El problema original:

La impedancia de salida de un transistor muestra el siguiente comportamiento:

Frecuencia	Impedancia
90 MHz	$20 + 45j$
95 MHz	$22 + 40j$
100 MHz	$25 + 25j$
105 MHz	$30 + 30j$
110 MHz	$35 + 24j$

Tarea: lograr una red de adaptación a 50 Ohm.

Esta es otra variante sobre el mismo problema de los otros ejemplos. En esta solución comparamos soluciones con valores de reactancias, implementados con componentes discretos y líneas de transmisión.

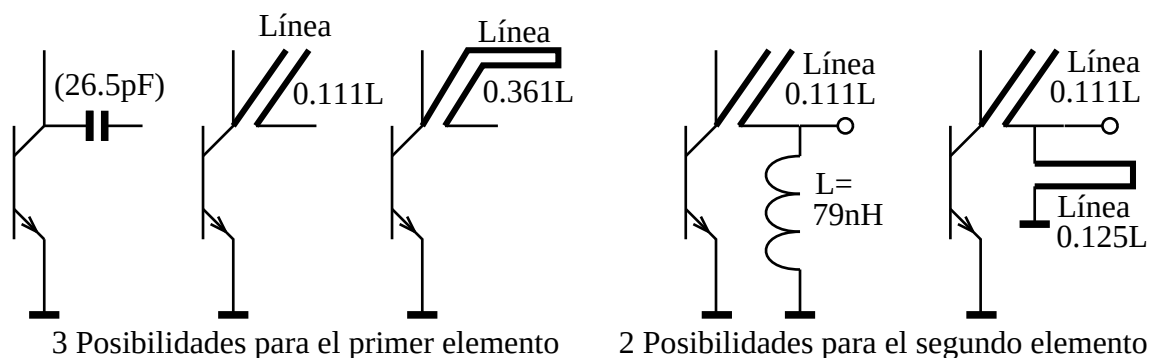
Solución

Primero se busca una solución para la frecuencia central:

Punto	90 MHz	95 MHz	100 MHz	105 MHz	110 MHz
Z_0	$20 + 45j$	$22 + 40j$	$25 + 35j$	$30 + 30j$	$35 + 24j$
Z_{0n}	$0.4 + 0.9j$	$0.44 + 0.8j$	$0.5 + 0.7j$	$0.6 + 0.6j$	$0.7 + 0.48j$
Capacitor serie			$-1.2j$		
Z_1			$0.5 - 0.5j$		
Y_1			$1 + 1j$		
$\frac{1}{X_{Lpar}}$			$-1j$		
Z_{out}			$1 + 0j$		

Esta solución está graficada en Fig. 1

Circuito elegido



El próximo paso es determinar el efecto que tienen los componentes agregados en las otras frecuencias (ver tabla, tres soluciones para componente, línea $< 1/4\lambda$ y línea $> 1/4\lambda$)

Punto	90 MHz	95 MHz	100 MHz	105 MHz	110 MHz
Z_0	20 + 45j	22 + 40j	25 + 35j	30 + 30j	35 + 24j
Z_{0n}	0.4 + 0.9j	0.44 + 0.8j	0.5 + 0.7j	0.6 + 0.6j	0.7 + 0.48j
Cap. serie	$\frac{100}{99}(-1.2j) = -1.333j$	$\frac{100}{95}(-1.2j) = -1.263j$	-1.2j	$\frac{100}{105}(-1.2j) = -1.143j$	$\frac{100}{110}(-1.2j) = -1.091j$
$Z_{1_{Cdisc}}$	0.4 - 0.433j	0.44 - 0.463j	0.5 - 0.5j	0.6 - 0.543j	0.7 - 0.611j
Lín. ab. <1/4λ	$\frac{90}{100}0.111\lambda = 0.099\lambda$	$\frac{95}{100}0.111\lambda = 0.105\lambda$	0.111λ	$\frac{105}{100}0.111\lambda = 0.116\lambda$	$\frac{110}{100}0.111\lambda = 0.122\lambda$
X_{Line}	-1.4j	-1.29j	-1.20j	-1.125j	-1.08j
$Z_{1_{Line}}$	0.4 - 0.5j	0.44 - 0.49j	1 + 0j	0.6 - 0.525j	0.7 - 0.6j
Lín corto > 1/4λ	$\frac{90}{100}0.361\lambda = 0.324\lambda$	$\frac{95}{100}0.361\lambda = 0.342\lambda$	0.361λ	$\frac{105}{100}0.361\lambda = 0.379\lambda$	$\frac{110}{100}0.361\lambda = 0.397\lambda$
X_{Line}	-1.93j	-1.5j	-1.20j	-0.95j	-0.75j
$Z_{1_{Line}}$	0.4 - 1.03j	0.44 - 0.7j	1 + 0j	0.6 - 0.35j	0.7 - 0.27j
En los intentos de arriba deducimos que la mejor solución es la con la línea de < 1/4λ (Los puntos mas agrupados, y cerca del círculo 1/R)					
Punto	90 MHz	95 MHz	100 MHz	105 MHz	110 MHz
Z_0	20 + 45j	22 + 40j	25 + 35j	30 + 30j	35 + 24j
Z_{0n}	0.4 + 0.9j	0.44 + 0.8j	0.5 + 0.7j	0.6 + 0.6j	0.7 + 0.48j
Lín. ab. <1/4λ	0.099λ	0.105λ	0.111λ	0.116λ	0.122λ
X_{Line}	-1.4j	-1.29j	-1.20j	-1.125j	-1.08j
Z_1	0.4 - 0.5j	0.44 - 0.49j	0.5 - 0.5j	0.6 - 0.525j	0.7 - 0.6j
Y_1	0.98 + 1.22j	1.015 - 1.130j	0.5 + 0.5j	0.944 + 0.826j	0.824 + 0.706j
En la próxima tabla se agrega la inductancia en paralelo, una vez con componente discreto, y con línea < 1/4λ.					
Punto	90 MHz	95 MHz	100 MHz	105 MHz	110 MHz
Z_0	20 + 45j	22 + 40j	25 + 35j	30 + 30j	35 + 24j
Z_{0n}	0.4 + 0.9j	0.44 + 0.8j	0.5 + 0.7j	0.6 + 0.6j	0.7 + 0.48j
Lín. ab. <1/4λ	0.099λ	0.105λ	0.111λ	0.116λ	0.122λ
X_{Line}	-1.4j	-1.29j	-1.20j	-1.125j	-1.08j
Z_1	0.4 - 0.5j	0.44 - 0.49j	0.5 - 0.5j	0.6 - 0.525j	0.7 - 0.6j
Y_1	0.98 + 1.22j	1.015 - 1.130j	0.5 + 0.5j	0.944 + 0.826j	0.824 + 0.706j
En la próxima tabla se agrega la inductancia en paralelo, una vez con componente discreto, y con línea < 1/4λ.					
Punto	90 MHz	95 MHz	100 MHz	105 MHz	110 MHz
Z_0	20 + 45j	22 + 40j	25 + 35j	30 + 30j	35 + 24j
Z_{0n}	0.4 + 0.9j	0.44 + 0.8j	0.5 + 0.7j	0.6 + 0.6j	0.7 + 0.48j
Lín. ab. <1/4λ	0.099λ	0.105λ	0.111λ	0.116λ	0.122λ
X_{Line}	-1.4j	-1.29j	-1.20j	-1.125j	-1.08j
Y_1	0.98 + 1.22j	1.015 - 1.130j	1 + 1j	0.944 + 0.826j	0.824 + 0.706j
$\frac{1}{X_1}$	$\frac{100}{90}(-1j) = -1.111j$	$\frac{100}{95}(-1j) = -1.053j$	-1j	$\frac{100}{105}(-1j) = -0.952j$	$\frac{100}{110}(-1j) = -0.909j$
Y_{final}	0.98 + 0.108j	1.015 + 0.077j	1 + 0j	0.944 - 0.126j	0.824 - 0.203j
$Linea$	$\frac{90}{100}0.125\lambda = 0.113\lambda$	$\frac{95}{100}0.125\lambda = 0.119\lambda$	0.125λ	$\frac{105}{100}0.125\lambda = 0.131\lambda$	$\frac{110}{100}0.125\lambda = 0.138\lambda$
Y_{Line}	-1.16j	-1.076j	-1j	-0.93j	-0.85
Y_{final}	0.98 + 0.06j	1.015 + 0.055j	1 + 0j	0.944 - 0.10j	0.824 - 0.142j

Conclusiones

En el último gráfico fue necesario ampliar la zona céntrica para mostrar lo cerca que están ambas soluciones al centro.

La solución con la línea simulando la inductancia es todavía algo mejor!

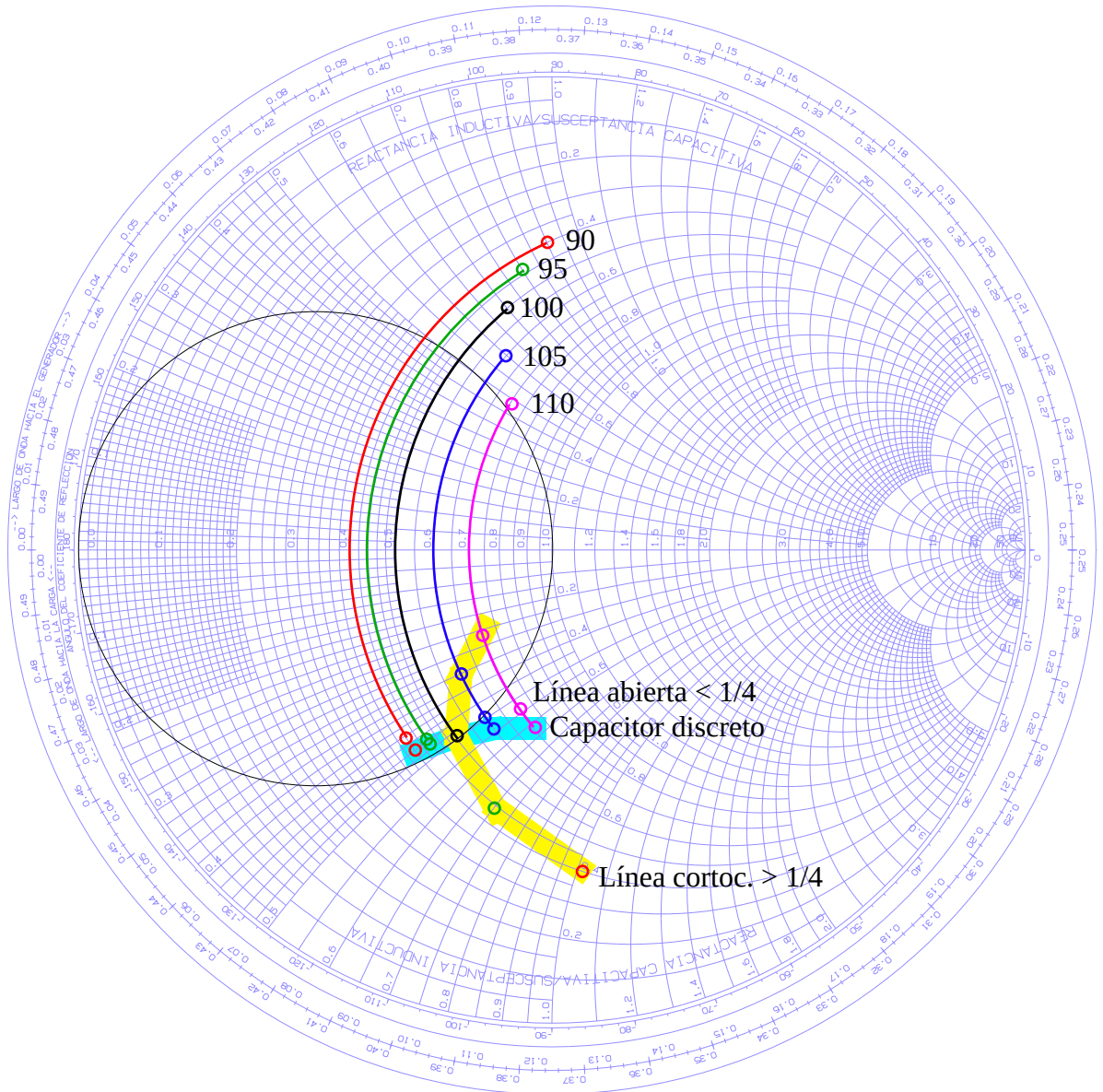


Figure 1: Solución inicial para componente y líneas

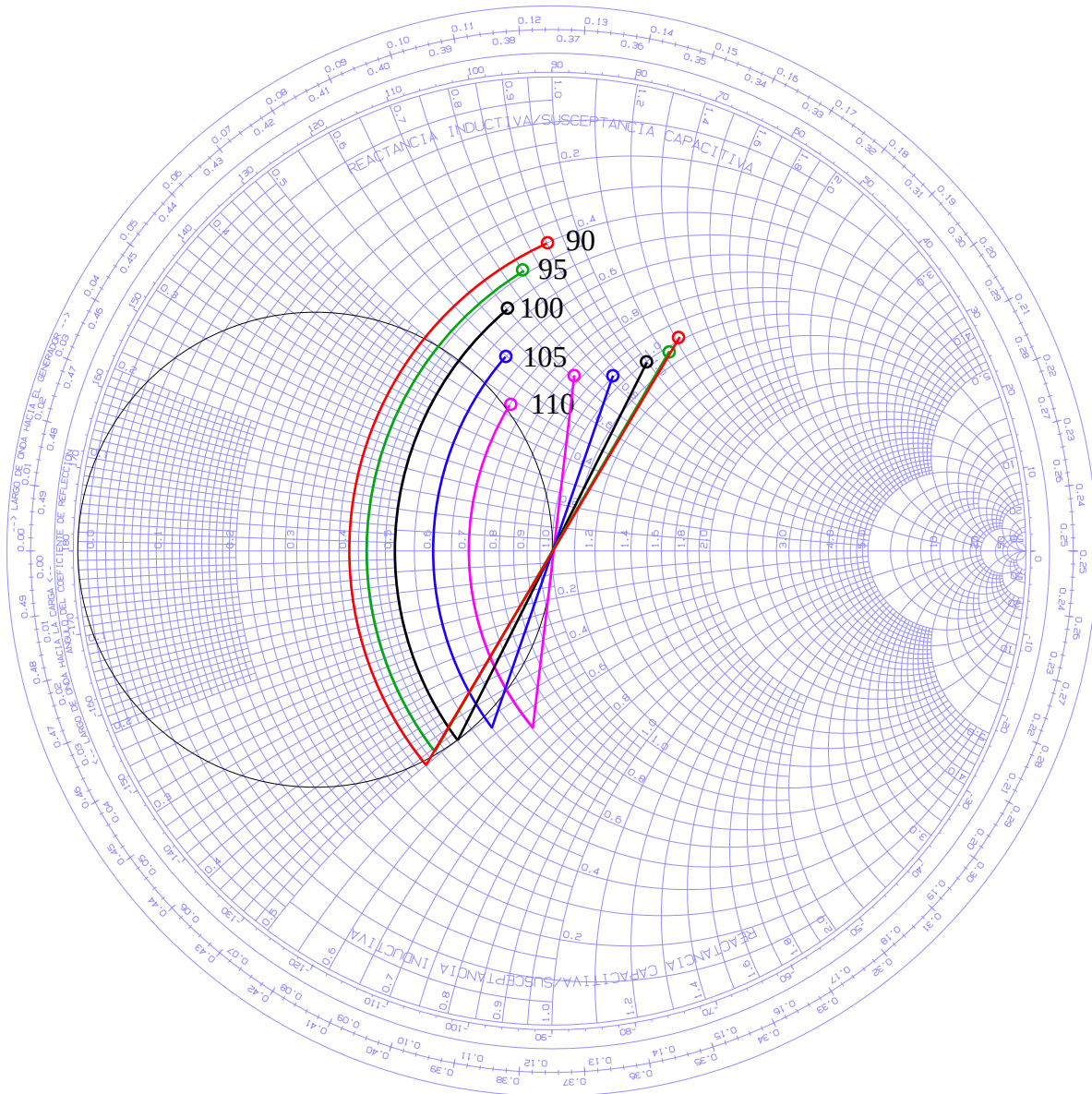


Figure 2: Mejor solución anterior convertida admitancia

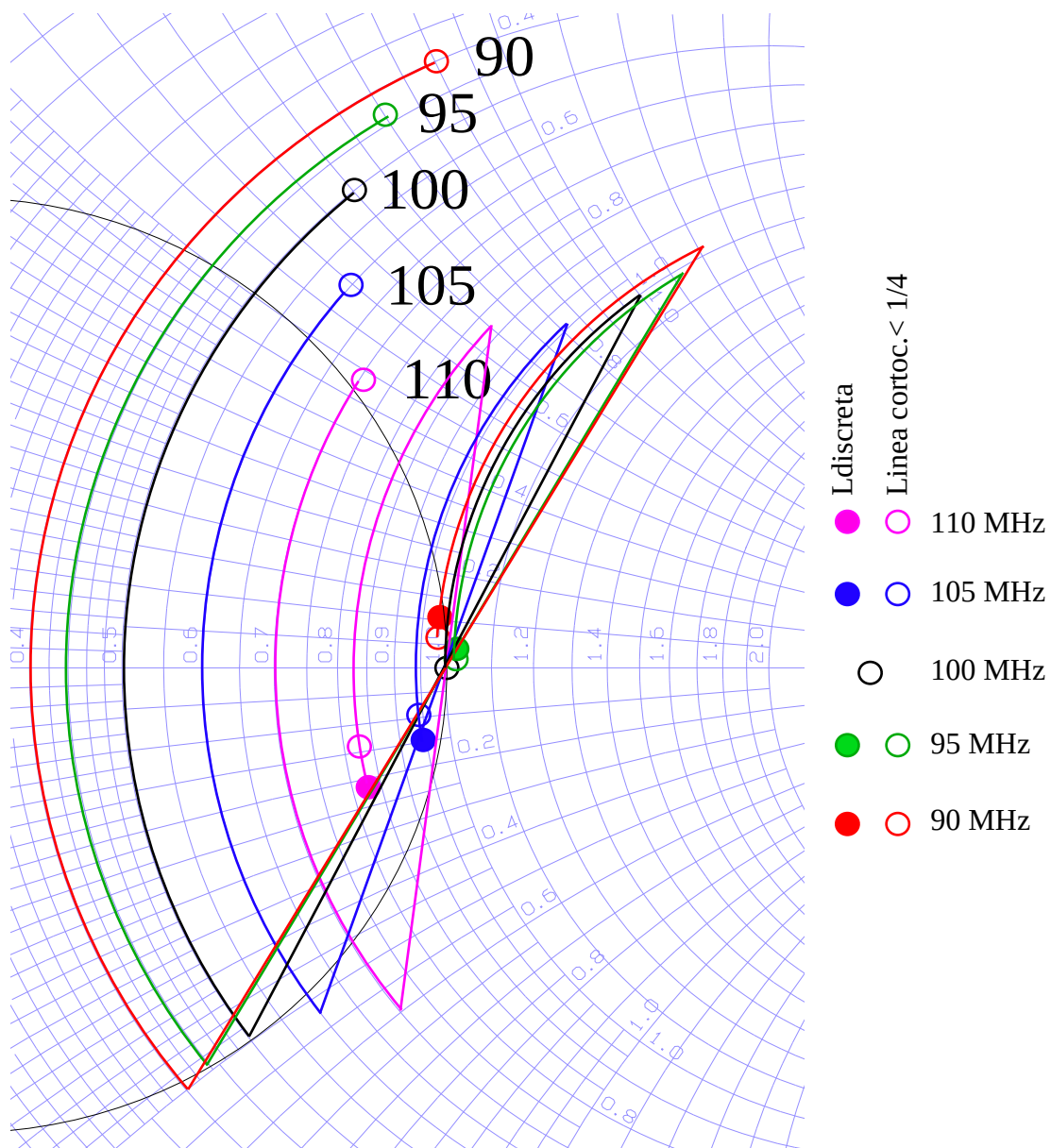


Figure 3: Conversi3n a admitancia