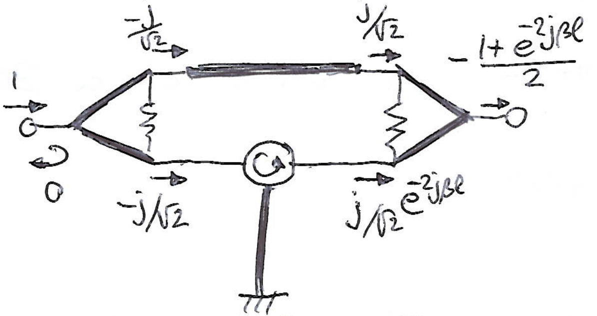
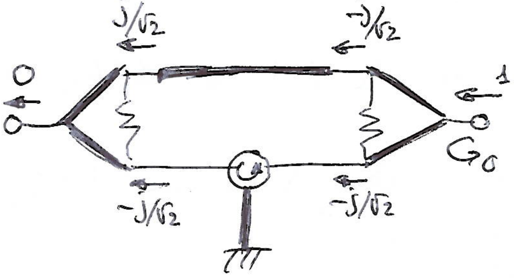
PREGUNTA 1





② $S_{11} = S_{22} = S_{12} = 0$

$$S_{21} = -\frac{1+e^{-2j\beta l}}{2} = -e^{-j\beta l}\,\frac{e^{j\beta l}+e^{-j\beta l}}{2} = e^{j(\pi-\beta l)}\cos\beta l \qquad S=\begin{bmatrix}0 & 0\\ S_{21} & 0\end{bmatrix}$$

③ $|S_{21}|_{max} = 1 = \cos\beta l \rightarrow \beta l = n\pi \ (n=0,1\ldots) \rightarrow l = n\frac{\lambda}{2}$

$|S_{21}|_{min} = 0 = \cos\beta l \rightarrow \beta l = (n+\frac{1}{2})\pi \rightarrow l = (n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2} = n\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{4}$

→ Atenuador variable

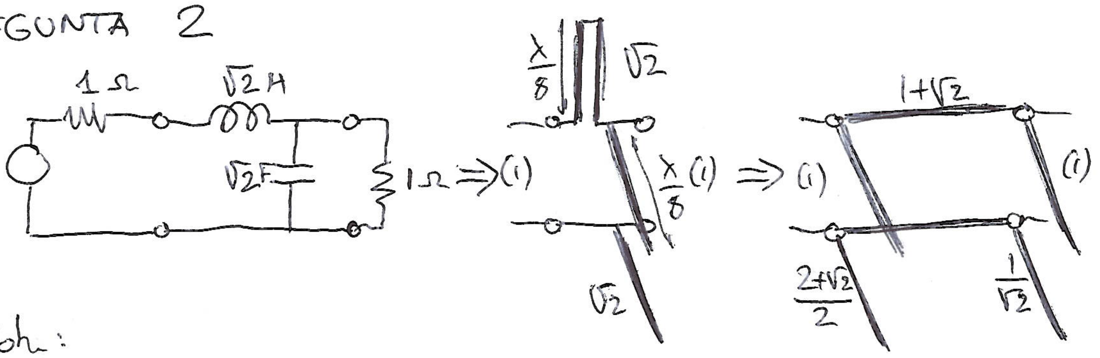
④ $P_1 = 0$

$P_2 = \cos^2\beta l$ mW

$P_{R1} = 1-\cos^2\beta l$ mW $= \mathrm{sen}^2\beta l$ mW

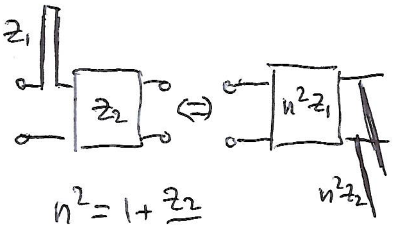
$P_{R2} = 1$ mW

PREGUNTA 2



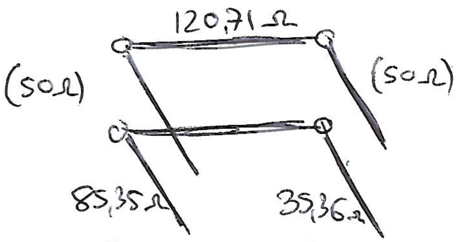
(todos los tramos $\frac{\lambda}{8}$ a f_c=3GHz)

Nota:



$n^2 = 1+\frac{Z_2}{Z_1}$

$$\rightarrow \left.\begin{matrix} Z_2 = 1\\ Z_1=\sqrt{2}\end{matrix}\right\} n^2 = 1+\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2+\sqrt{2}}{2} \rightarrow \left\{\begin{matrix} n^2Z_1 = 1+\sqrt{2}\\ n^2Z_2 = \frac{2+\sqrt{2}}{2}\end{matrix}\right.$$



$l = \frac{\lambda}{8}$ @ f_0=3GHz

Z_0(Ω)	ε_{ef}	W(mm)	l(mm)
85,35	2,86	0,367	7,391
120,71	2,73	0,143	7,567
35,36	3,21	1,737	6,976
50	3,07	1,026	7,130

PREGUNTA 3

① Mínimo de $|Z|$, o $Z \in \mathbb{R}$, a 3GHz → Resonancia <u>serie</u> a 3GHz

② $\bar{Z}(f) = \bar{R} + j\bar{X}(f) \rightarrow |\bar{Z}(f)|^2 = \bar{R}^2 + |\bar{X}(f)|^2$

- $|\bar{Z}(f_0)|^2 = \bar{R}^2$
- $|\bar{Z}(f_{3dB})|^2 = 2\bar{R}^2 = \bar{R}^2 + |\bar{X}(f_{3dB})|^2 \rightarrow |\bar{X}(f_{3dB})| = \bar{R} = 0,2$

$\rightarrow f_{3dB} = \{9,475 \,,\ 9,625\}$ GHz

$BW = 9,625 - 9,475 = 0,15$ GHz

$FBW = \frac{BW}{f_0} = \frac{0,15}{9,55} = 15,7 \cdot 10^{-3} = 1,57\,\%$

③ $s = \frac{Z_0}{R} = \frac{1}{R} = 5$ $s > 1$: Sobreacoplamiento

④ $Q_0 = \frac{1}{FBW} = 63,67$

⑤ $s = \frac{Q_0}{Q_{ex}} \rightarrow Q_{ex} = \frac{Q_0}{s} = 12,73$

$Q_L = \left(\frac{1}{Q_{ex}} + \frac{1}{Q_0}\right)^{-1} = \frac{Q_0}{s+1} = 10,61$

Asignatura ______

Nombre del Alumno ______

Fecha ______ Curso ______ Grupo ______

PROBLEMA ADAPTACIÓN (Solución)

1) $Z_L = 10 + j2\cdot\pi\cdot 2\cdot 10^{9}\cdot 2\cdot 10^{-9} = \cancel{2}10 + j25'13$ 1

2) $\overline{Z}_L = \frac{Z_L}{50} = 0'2 + j0'5$ 1

3) $z_1 = 0'2 - j0'22$ 1

$z_1' = 0'2 - j1'2$ 1

4) Desplazamos z_1 y z_1' $0'1\lambda + 0'25\lambda = 0'35\lambda$

2

$z_1 \to 0'465\lambda + 0'35\lambda = 0'815\lambda \to 0'315\lambda$

$\cancel{Z}_2 = 1 - j1'9$

$z_1' \to 0'358\lambda + 0'35\lambda = 0'708\lambda \to 0'208\lambda$

$\cancel{Z}_2' = 1 + j3'4$

5) Calculamos la ~~impedancia~~ admitancia $\cancel{Z}_{in}. Y_c$

1 $1 = \cancel{Z}_c + \cancel{Z}_2 \to \cancel{Z}_c = 1 - 1 + j1'9 = j1'9$ ✓

1 $1 = Y_c' + Y_2' \to Y_c' = 1 - 1 - j3'4 = -j3'4$ ✗ 1

6) Calculamos impedancia del stub serie

$z_1 = z_L + z_{stub_1} \to z_{stub_1} = 0'2 - j0'22 - 0'2 - j0'5$

$Z_{stub_1} = -j0'72$ 1

7) Calculamos longitud stub.

Renormalizar $\rightarrow$ $-j\frac{0'72 \cdot 50}{100} = -j0'36$. 1

$\boxed{d = 0'445\lambda - 0'25\lambda = 0'195\lambda}$ ~~1~~ 2

8) Calculamos C

1

$\bar{Y}_c = j1'9 \rightarrow Y_c = j\frac{1'9}{50} = j0'038 = j\omega C$

$\rightarrow \boxed{C = \frac{0'038}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^9} = 3 \cdot 10^{-12} F \rightarrow 3pF}$ ~~1~~ 2

---

b) 1) Cálculo de f_1 y f_2.

$f_1 = 0'95 \cdot f_c = 1'9 GHz$ 1
$f_2 = 1'05 f_c = 2'1 GHz$

2) Cálculo a f_1.

Cambia Z_L, longitud eléctrica del stub, longitud eléctrica del tramo de línea, Z_c.

1 $Z_L' = j\omega_1 \cdot \overset{+10}{L} = j\,\overset{+10}{23'88} \rightarrow \bar{Z}_L' = 0'48j + 0'2$

1 $~~Z~~Y_c' = j\omega_1 \cdot C = j0'036 \rightarrow \bar{Y}_c' = 1'79j$ 1

1 $d' = 0'185\lambda$

1 $\ell' = 0'095\lambda$

Asignatura

Nombre del Alumno

Fecha Curso Grupo

3) $z_1' = z_L' + z_{stub_1}'$

1 $$z_{stub_1}' = Z_0 \frac{Z_L + j\cancel{Z_0}\tan\beta l}{\cancel{Z_0} + jZ_L\tan\beta l} = -jZ_0\frac{1}{\tan\beta l}$$

$$= -j100 \cdot \frac{1}{\tan\left(\frac{2\pi}{\lambda}\cdot 0'185\lambda\right)} = -43'27j$$

1 → Normalizamos → $-j\,0'87$

1 $z_1' = 0'2 + 0'48j - 0'87j = 0'2 - 0'39j$

4) Desplazamos l' y $0'25\lambda$

$0'439\lambda + 0'095\lambda + 0'25\lambda = 0'784 \rightarrow$

$\rightarrow 0'284\lambda$

2

$Y_2' = 2'4 - j\,2'7$

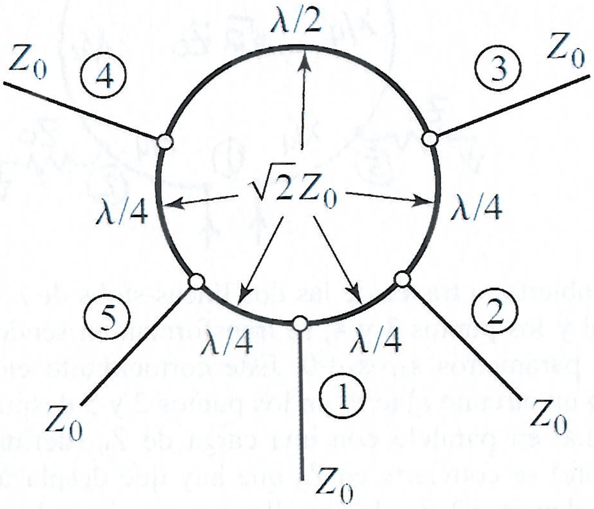
5) $Y_{in} = Y_2' + Y_c' = 2'4 - j2'7 + 1'79j$

1 $= 2'4 - j\,0'91$

6) Fuera del círculo ROG = 2. 1

7) Ancho de Banda menor al 10% 1

Se dispone de una red sin pérdidas de cinco puertos como muestra la figura con las impedancias y longitudes de las líneas indicadas de la que se quiere calcular sus parámetros S.



1. A partir de las características de la red y de los teoremas de uniones determine el número de parámetros S diferentes que tiene la red y que tendría que calcular.
2. En este apartado se van a determinar los parámetros s_{X1}. A partir de la simetría de la red determine el valor de dichos parámetros s_{X1}. Si la potencia de entrada es 1 dBm, ¿qué potencia se transmite y refleja por cada una de las puertas
3. Determine el resto de parámetros de la red.

1) La red es sin pérdidas ($SS^H=I$) e isótropa luego la red es recíproca y la matriz será simétrica y los parámetros $s_{ij}=s_{ji}$.
La red presenta simetría respecto al plano que pasa por el puerto 1. Por ello, se podrán aplicar, si fuera necesario, la teoría de modos par-impar respecto a ese plano. Además, se puede decir que

$$Par-impar: s_{22}=s_{55}; s_{25}=s_{52};$$

$$Par-impar: s_{33}=s_{44}; s_{43}=s_{34};$$

$$s_{24}=s_{35}=s_{53}=s_{42}$$

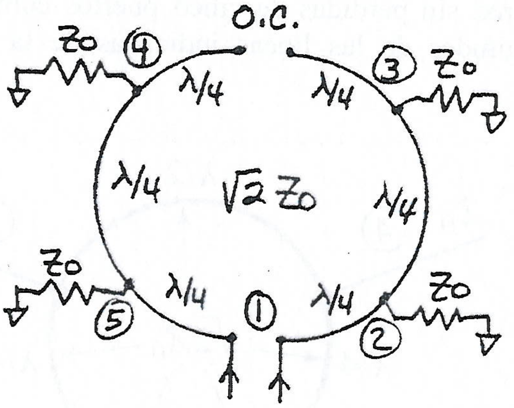
$$s_{23}=s_{45}=s_{54}=s_{32}$$

Previamente, habrá que calcular los ocho parámetros $s_{1j}=s_{j1}$ y el parámetro s_{11}

2) Lo primero que piden es calcular los parámetros s_{1j}. Para ello aplicaremos la definición del correspondiente parámetro.

$$s_{j1}=\left.\frac{b_j}{a_1}\right|_{a_{j\neq 1}=0}$$

Esto supone que, dada la simetría de la red, en el plano que pasa por el puerto 1, en el medio de la línea de longitud λ/2 existe una condición de circuito abierto. Luego la red queda como muestra la siguiente figura:



Este circuito abierto, a través de las dos líneas-stubs de λ/4 que unen el circuito abierto virtual y los puntos 3 y 4, se transforman en sendos cortocircuitos. Esto hace que los parámetros $s_{41}=s_{31}=0$. Este cortocircuito en los puntos 3 y 4 se transforma en un circuito abierto en los puntos 2 y 5 después de recorrer la línea de λ/4. Ese c.a. en paralelo con una carga de Z_0 (definición del parámetro s correspondiente) se convierte en Z_0 que hay que desplazar λ/4 a través de una línea de impedancia √2 Z_0, lo que lleva a una impedancia en cada rama del puerto 1 de $2Z_0$. El paralelo de esas dos impedancias es Z_0 luego el parámetro s_{11} será 0.

En este momento se puede ver que la potencia que entra por la puerta 1 se divide de forma simétrica por las puertas 2 y 5. Sabiendo que en los puntos 2 y 5 hay sendos c.a. se podría aplicar un proceso similar al desarrollado en clase para resolver el Wilkinson. De esta forma se puede ver que las ondas de potencia en dichos puertos son

$$b_2 = b_5 = a_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot e^{-j\frac{\pi}{2}}$$

Luego el parámetro $s_{21}=s_{51}=-j\ 0.707$

Esto también se puede ver aplicando el hecho de que la red sea sin pérdidas resultando en

$$|s_{11}|^2+|s_{21}|^2+|s_{31}|^2+|s_{41}|^2+|s_{51}|^2 = 0+2|s_{21}|^2+0+0=1 \Rightarrow |s_{21}|=\frac{1}{\sqrt{2}}$$

3) Podemos aplicar modos par-impar para obtener los parámetros

$Par-impar: s_{22}=s_{55}; s_{25}=s_{52};$

$Par-impar: s_{33}=s_{44}; s_{43}=s_{34};$

Si aplicamos la definición para los parámetros S resulta:

$$s_{22}=\left.\frac{b_2}{a_2}\right|_{a_{j\neq 2}=0}; s_{25}=\left.\frac{b_2}{a_5}\right|_{a_{j\neq 5}=0}$$

Excitamos los puertos 2 y 5 en modo par impar resultando la siguiente tabla:

Parámetro a hallar	s_{11}, s_{14}		
	Entrada		Salida
Excitación	a_2	a_5	b_1
Par (P)	a	a	$a\Gamma_e$
Impar (I)	a	-a	$a\Gamma_o$
(P+I)	2a	0	$a(\Gamma_e + \Gamma_o)$
(P-I)	0	2a	$a(\Gamma_e - \Gamma_o)$

El parámetro de reflexión en modo par será 0 mientras que el impar será 1/3. Se muestran a continuación:

$$Z_e = \frac{\left(\sqrt{2}Z_0\right)^2}{2Z_0} = Z_0 \Rightarrow \Gamma_e = 0; Z_{odd} = \frac{\left(\sqrt{2}Z_0\right)^2}{Z_0} = 2Z_0 \Rightarrow \Gamma_{odd} = 1/3;$$

$$s_{22} = \frac{a\left(\Gamma_e + \Gamma_{odd}\right)}{2a} = 1/6; s_{25} = \frac{a\left(\Gamma_e - \Gamma_{odd}\right)}{2a} = -\frac{1}{6}$$

De igual forma, pero modificando los puertos del 2 y el 5 al 3 y el 4 resulta:

$$Z_e = 0 \Rightarrow \Gamma_e = -1; Z_{odd} = \frac{\left(\sqrt{2}Z_0\right)^2}{Z_0} = 2Z_0 \Rightarrow \Gamma_{odd} = 1/3;$$

$$s_{33} = \frac{a\left(\Gamma_e + \Gamma_{odd}\right)}{2a} = -\frac{1}{3}; s_{34} = \frac{a\left(\Gamma_e - \Gamma_{odd}\right)}{2a} = -\frac{2}{3}$$

Sólo queda por calcular el parámetro s_{23} y s_{24} que salen directamente de la condición de red sin pérdidas.