UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
DEPARTAMENTO DE ELECTROMAGNETISMO Y TEORÍA DE CIRCUITOS
EXAMEN DE MICROONDAS 6 JUNIO DE 2.011

El cuadripolo de la figura es recíproco, sin pérdidas y simétrico respecto al plano *A-A'*. Cuando se excita como se indica en la figura *a* se mide en la puerta *1* un coeficiente de reflexión de tensión de módulo unidad y fase 90°. Cuando se excita como se indica en la figura *b* la señal de salida tiene un desfasaje de 45° respecto de la señal de entrada. Encontrar sus parámetros *S* referidos a Z_0.

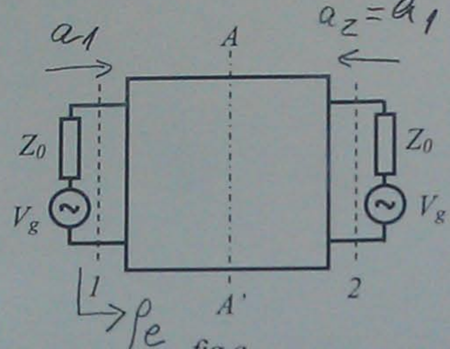


fig a

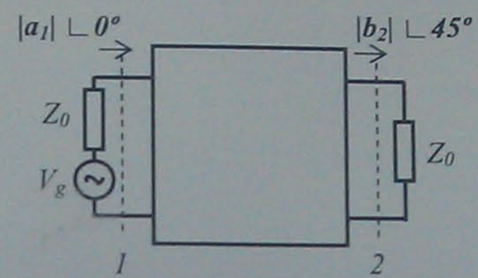


fig b

Recíproco: $S_{12}=S_{21}$
simétrico: $S_{11}=S_{22}$
$\Big\}\ S=\begin{pmatrix}S_{11} & S_{12}\\ S_{12} & S_{11}\end{pmatrix}$; sin pérdidas: $S_t^*\cdot S=I_d\rightarrow\begin{cases}|S_{11}|^2+|S_{12}|^2=1\\ S_{11}^*S_{12}+S_{11}S_{12}^*=\end{cases}$

de aquí: $-\varphi_{11}+\varphi_{12}=\varphi_{11}-\varphi_{12}\pm\pi\rightarrow\varphi_{11}=\varphi_{12}\pm\pi/2$ (6 p)

de la fig. a: $b_1=S_{11}a_1+S_{12}a_1=a_1(S_{11}+S_{12})\rightarrow\rho_e=\frac{b_1}{a_1}=S_{11}+S_{12}=1\angle\pi/2$ (6 p

de la fig. b: $b_2=S_{21}a_1=|b_2|\angle\pi/4\rightarrow\varphi_{12}=\pi/4$ (2 p

haciendo: $S_{12}=\rho e^{j\varphi_{12}}$
$S_{11}=\sqrt{1-\rho^2}\,e^{j(\varphi_{12}\pm\pi/2)}$ $\Big\}$ en $S_{11}+S_{12}=e^{j\pi/2}\rightarrow$

$\sqrt{1-\rho^2}\,e^{j(\varphi_{12}\pm\pi/2)}+\rho e^{j\varphi_{12}}=e^{j\pi/2}$

$\sqrt{1-\rho^2}\,e^{\pm j\pi/2}+\rho=e^{j(\pi/2-\varphi_{12})}=e^{j\pi/4}\rightarrow$

$\rho\pm j\sqrt{1-\rho^2}=\cos\frac{\pi}{4}+j\,\mathrm{sen}\,\pi/4=\frac{1}{\sqrt{2}}+j\frac{1}{\sqrt{2}}$ → igualando partes Re. e Im.

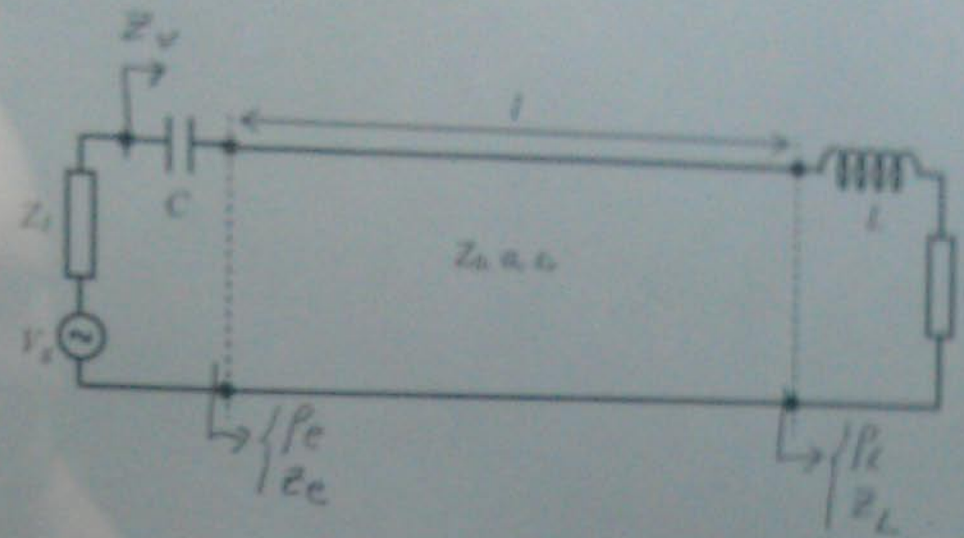
$\rho=1/\sqrt{2}\rightarrow\pm j\frac{1}{\sqrt{2}}=+j\frac{1}{\sqrt{2}}\rightarrow$ sólo el + es válido y:

$\varphi_{11}=\varphi_{12}+\frac{\pi}{2}=\frac{3\pi}{4}$

$S=\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}e^{j3\pi/4} & e^{j\pi/4}\\ e^{j\pi/4} & e^{j\frac{3\pi}{4}}\end{pmatrix}=\frac{1}{\sqrt{2}}e^{j\pi/4}\begin{pmatrix}j & 1\\ 1 & j\end{pmatrix}$ (6 p

En el circuito de la figura calcular, razonadamente, la potencia entregada a la carga y la disipada en la línea de transmisión.

Datos: $V_g=20v$, $Z_1=25\Omega$, $C=15.92\ pF$, $Z_0=50\Omega$, $\varepsilon_r=4$, $\alpha=2.10^{-3}\ np/cm$, $l=7.5cm$, $L=1.592nH$, $Z_2=25\Omega$, *frecuencia de trabajo=1GHz*



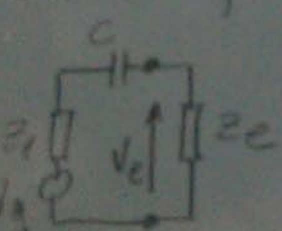
$$\lambda = \frac{c_0}{\sqrt{\varepsilon_r}\, f} = 15\ cm\ ;\ l = 7{,}5\ cm = \lambda/2\ ;\ P_{dg} = \frac{|V_g|^2}{8 Z_1} = 2\ W$$

$$Z_L = Z_2 + j\omega L = 25 + j10\ \Omega\ ,\ \rho_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{-25+j10}{75+j10}$$

$$\rho_e = \rho_L e^{-2\gamma l} = |\rho_L| e^{-2\alpha l} e^{j(-2\beta l + \varphi_L)} = |\rho_L|(0{,}97)\, e^{j\varphi_L} \simeq \rho_L$$

$$Z_e = Z_0 \frac{1+\rho_e}{1-\rho_e} \simeq Z_L = 25 + j10\ \Omega\ ;\ \bar{z}_L = 0{,}5 + j0{,}2 \rightarrow |\rho_L| = 0{,}36\ (\text{Smith})$$

Z vista por el generador: $Z_V = \frac{-j}{\omega C} + Z_e = 25\ \Omega \rightarrow$ adaptado



Tensión a la entrada de la línea:

$$V_e = V_0^+ (1+\rho_e) = \frac{V_g}{2 Z_1} \cdot Z_e = \frac{V_g}{2 Z_1} Z_0 \frac{1+\rho_e}{1-\rho_e}$$

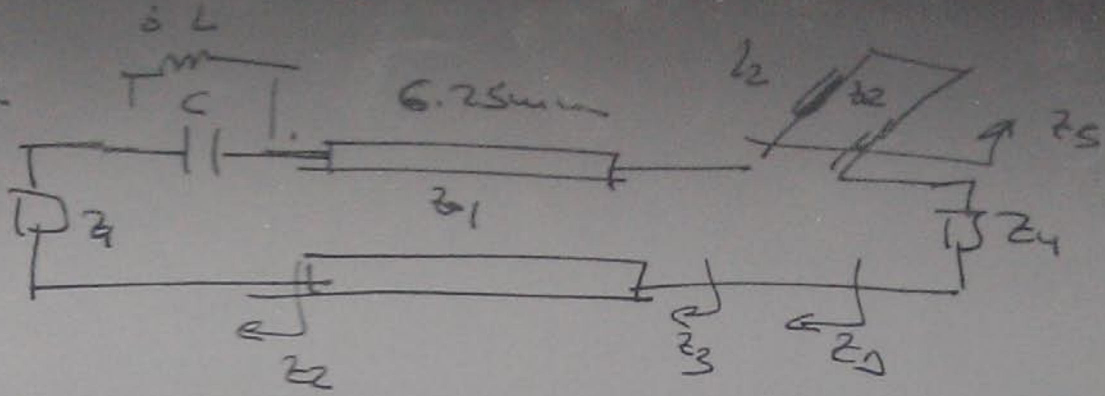
$$V_0^+ = \frac{V_g Z_0}{2 Z_1} \frac{1}{1-\rho_e} = 15 + 2j\ V\ ,\ |V_0^+| = 15{,}133\ V$$

$$P_0^+ = \frac{|V_0^+|^2}{2 Z_0} = 2{,}29\ W \quad (8P)$$

$$P_L = P_0^+ e^{-2\alpha l} (1 - |\rho_L|^2) = 1{,}933\ W \quad (2P)$$

$$P_{dis\ línea} = P_{dg} - P_L = 0{,}067\ W \quad (5P)$$

3.



$Z_L = 30 - 15j$ $Z_4 = 75$ $f = 3$ GHz

$Z_{01} = 75\Omega$ $Z_{02} = 50\Omega$ $\varepsilon_r = 1$.

→ $f = 3$ GHz, $\varepsilon_r = 1$ → $\lambda = 100$ mm.

$l_1 = 6.25$ mm → $l_1 = \lambda/16$.

Condición adaptación $Z_0 = Z_4^*$ $Z_1 = 75\Omega$.

· Para CS y método adaptación usar $Z_{01} = 75\Omega$.

⇒ Caso típico sintonizador doble.

con $r = 1$ (objetivo) y separación $\lambda/16$.

· Descrito en teoría y varios ejemplos en clase.

→ Proceso $Z_L = Z_1$; $Z_2 = jX_c + Z_1$;

$Z_3 = Z_2$ (desplazado $\lambda/16$) $Z_1 = Z_3 + jX_s$

→ Solución.

$Z_L = Z_L = 30 - j15\Omega$ $\bar{Z}_L|_{75} = 0.4 - 0.2j$.

Giro $r = 1$. cruzar con real(Z_1) = cte.

· Posible solución 1. $Z_2^{(1)} = 0.4 + 0.8j$

  " 2 $Z_2^{(2)} = 0.4 + 4.2j$

- X_c ⇒ debe ser positiva. Debe ser L o C (negativa) que no sea realizable) $<<10$ min.

2 iro z_2

$\Delta t(z_2^{(1)}) = 0.115\lambda \quad t\lambda/_{4} = 0.1775\lambda \approx 0.178\lambda$

$z_s^{(1)} = 1 + 1.16 j$

$\Delta t(z_2^{(2)}) = 0.212\lambda + 0.0625 = 0.275\lambda$

$z_s^{(2)} = 1 - 1.0 j$

Valor

$x_c^{(1)} = z_2^{(1)} - z_L = 1 j = (0.4 + 0.8 j) - (0.4 - 0.2 j)$

$x_c^{(2)} = z_2^{(2)} - z_L = 4.4 j = (0.4 + 4.2 j) - (0.4 - 0.2 j)$

No es C es L.

$x_c^{(1)}|_{75} = 1 j \quad x_c^{(1)} = 75 j\ \Omega \quad L_1^{(1)} = \frac{x_c}{\omega} = \frac{75}{3105.2\pi} = 3.9\ nH \approx 4 nH.$

$x_c^{(2)}|_{75} = 4.4 j \quad x_{c2} = 330 j \quad L^{(2)} = \frac{330}{\omega} = 17.5 nH.$

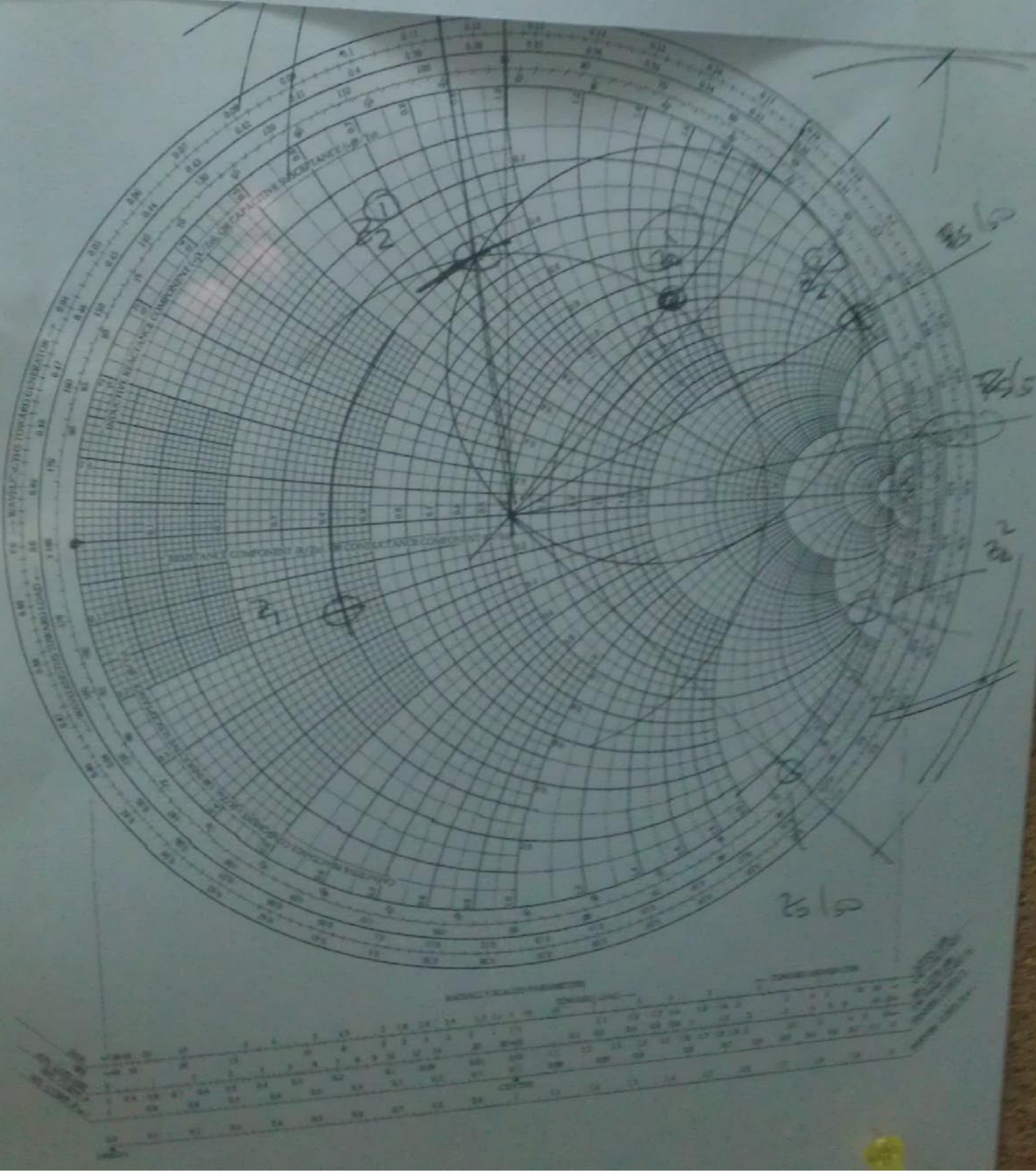
Sintonizado/

$x_s^1|_{75} = -1.6 j \quad x_s^{(1)} = -120 j\ \Omega \quad \cancel{x_s^{(1)} = -120 j\ \Omega}$

$x_s^{(2)}|_{75} = 10 j \quad x_s^{(2)} = 750 j\ \Omega$

$x_s^{(1)}|_{50} = -2.4 j \quad \ell_s^1 = 0.313\lambda \quad 31.3 mm.$

$x_s^{(2)}|_{50} = +15 j \quad \ell_s^2 = 0.240\lambda \quad 24.0 mm.$



④

a) $Q_L = 200 \rightarrow Q_L = f_0/BW$

$BW = f_0/Q_L = 25$ MHz

b) a f_0 adaptado. el generador ve R_0
y el resonador ve R_0

$R_L = R_0 \rightarrow \beta = 1$. $\quad Q_L = \frac{Q_0}{1+\beta} \quad Q_0 = 2Q_L = 400$.

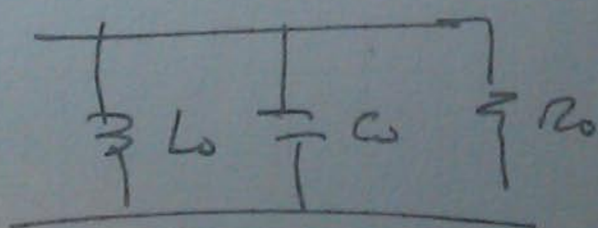
c) $Q_0 = \beta/2\alpha \quad \beta = Q_0 \cdot 2\alpha$

$\beta = 0.24$ rad/mm. $\quad \beta = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \lambda = 26.2$ mm.

$\lambda_0 = 300/5 = 60$ mm.

$\lambda = \lambda_0/\sqrt{\varepsilon_r} \rightarrow \sqrt{\varepsilon_r} = 2.29 \quad \varepsilon_r = 5.24$.

d) Paralelo.
Corto $\rightarrow \lambda/4$. $\quad l = 6.55$ mm.

e) 

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}$

L_0: dato

$C_0 = 1/\omega_0^2 L_0 \quad Q_0 = \omega R_0 C_0 = \quad R_0 = Q_0/\omega_0 C_0$

· otros caminos válidos

Problema 5

Apartado a:

Haciendo uso de la definición de factor de acoplo y de que el acoplador es ideal y sin perdidas, se obtiene:
$S_{11}=S_{22}=S_{33}=S_{44}=S_{14}=S_{41}=S_{23}=S_{32}=0$, $S_{12}=S_{21}=S_{34}=S_{43}=0.83$ y
$S_{13}=S_{31}=S_{24}=S_{42}=0.56j$

Apartado b:

Simplemente se aplica B=SA con una a_1 cuyo módulo es conocido, $a_2=-b_2e^{-2j\beta l}$, $a_3=\rho_1 b_3$ y $a_4=0$

Apartado c:

No existe