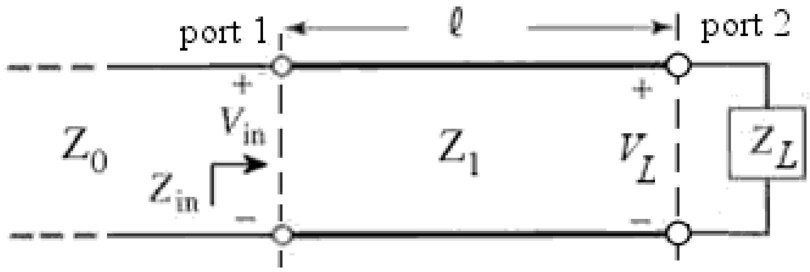


A *microstrip line* de comprimento ℓ e com impedância característica Z_1 na figura acima apresenta perdas ôhmicas e perdas dielétricas desprezíveis, possuindo um fator de velocidade $p = 0.75$. Esta linha é alimentada por uma linha de comprimento desconhecido e c/ impedância característica $Z_0 = 50\ \Omega$. Sabendo que $Z_L = 70 - j100\ \Omega$ e que a tensão V_L medida na carga é senoidal e de freqüência $f = 1250$ MHz, pede-se:

a) Determine ℓ e Z_1 de modo a minimizar o coeficiente de reflexão (maximizar o *return loss*) no *port* 1. **<u>Resposta</u>: l = 0.017 m Z1 = 168.819Ω**

b) Determine a impedância de entrada Zin para a situação do item a) **<u>Resposta</u>: Zin = 50Ω**

c) Determine o S11 no *port* 1 da *microstrip line* com impedância característica Z_1.

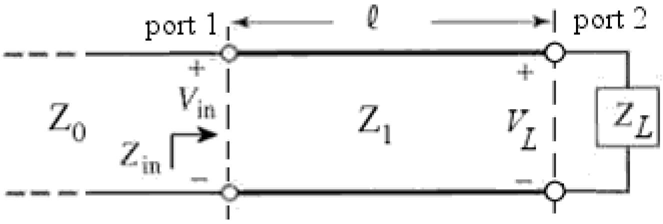
<u>Resposta</u>: S11 = V_1^- / V_1^+ para $V_2^+ = 0$ (ZL=Z1). Ou seja, S11 é o coeficiente de reflexão $\Gamma_1 = V_1^- / V_1^+$ no *port* 1, quando o *port* 2 é terminado na impedância característica Z1.

Daí, o coeficiente de reflexão $\Gamma_2 = V_2^- / V_2^+$ na carga (no *port* 2) p/ ZL=Z1 é zero.

E daí,

S11= $\Gamma 1 = \Gamma 2\, e^{-j \cdot 2 \cdot \beta \cdot l} \Rightarrow \Gamma 1 = 0$, sendo l = 0.017 m

Solução:



$ZL = RL + j \cdot XL$

$Z0 := 50 \cdot \Omega$ $RL := 70 \cdot \Omega$ $XL := -100 \cdot \Omega$ $p := 0.75$ $f := 1250\,MHz$ $\lambda g := p \cdot \frac{c}{f}$ $\lambda g = 0.18m$ $\beta := \frac{2\pi}{\lambda g}$

a) Seja $t = \tan(\beta \cdot l) = \tan\left(\frac{2\pi}{\lambda g} \cdot l\right)$ tal que, da Eq.2.44 do Cap II das notas de aula temos:

$$Zin = Z1 \cdot \frac{ZL + j \cdot Z1 \cdot \tan(\beta \cdot l)}{Z1 + j \cdot ZL \cdot \tan(\beta \cdot l)} \qquad (1)$$

$$Zin = Z1 \cdot \frac{ZL + j \cdot Z1 \cdot t}{Z1 + j \cdot ZL \cdot t} \qquad (2)$$

O menor valor de $|\Gamma|$ no port 1 ocorre quando Zin=Z0 na figura acima, situação que resulta em $|\Gamma|=0$ (i.e., toda potência da linha Z0 é transferida p/ a linha Z1). Para esta situação temos de (2):

$$Z0 = Z1 \cdot \frac{ZL + j \cdot Z1 \cdot t}{Z1 + j \cdot ZL \cdot t}$$ mas $ZL = RL + j \cdot XL$ Daí:

$$Z0 = Z1 \cdot \frac{RL + i \cdot XL + i \cdot Z1 \cdot t}{Z1 + i \cdot (RL + i \cdot XL) \cdot t}$$

$$Z0 \cdot Z1 - Z1 \cdot RL - Z0 \cdot t \cdot XL + i \cdot \left(Z0 \cdot t \cdot RL - Z1 \cdot XL - Z1^2 \cdot t\right) = 0 + i \cdot 0 \qquad (3)$$

Separando as partes Re() e Im() de (3):

$$Z0 \cdot Z1 - Z1 \cdot RL - Z0 \cdot t \cdot XL = 0 \qquad (4)$$

$$Z0 \cdot t \cdot RL - Z1 \cdot XL - Z1^2 \cdot t = 0 \qquad (5)$$

Isolando t em (4) e (5) e igualando:

$$t = (-Z1) \cdot \frac{(-Z0) + RL}{Z0 \cdot XL} = Z1 \cdot \frac{XL}{Z0 \cdot RL - Z1^2} \qquad (6)$$

Resolvendo p/ Z1:

$$Z1 := \frac{1}{(-Z0) + RL} \cdot \sqrt{[(-Z0) + RL] \cdot Z0 \cdot \left[(-Z0) \cdot RL + RL^2 + XL^2\right]} \qquad Z1 = 168.819\Omega \qquad (7)$$

De (6) e (7):

$$t := Z1 \cdot \frac{XL}{Z0 \cdot RL - Z1^2} \qquad t = 0.675$$

mas $t = \tan(\beta \cdot l) = \tan\left(\frac{2\pi}{\lambda g} \cdot l\right)$ daí temos:

$$l := \frac{atan(t)}{2 \cdot \pi} \cdot \lambda g \qquad l = 0.017\,m$$

$$l := if\left(l < 0, l + \frac{\lambda g}{2}, l\right) \qquad l = 0.017\,m$$

b) $Zin := Z1 \cdot \frac{ZL + j \cdot Z1 \cdot \tan(\beta \cdot l)}{Z1 + j \cdot ZL \cdot \tan(\beta \cdot l)}$ $Zin = 50\,\Omega$

c) S11 **=** V_1^- / V_1^+ para $V_2^+ = 0$ (ZL=Z1). Ou seja, S11 é o coeficiente de reflexão $\Gamma_1 = V_1^- / V_1^+$ no *port* 1, quando o *port* 2 é terminado na impedância característica Z1. Daí, temos:

$Z1 = 168.819\,\Omega$ $ZL := Z1$

O coeficiente de reflexão $\Gamma_2 = V_2^- / V_2^+$ na carga (no *port* 2) p/ ZL=Z1 é:

$\Gamma 2 := \frac{ZL - Z1}{ZL + Z1}$ $\Gamma 2 = 0$

Da equação 2.42 do Cap II das notas de aula, o coeficiente de reflexão Γ_1 na entrada (port 1) é:

$\Gamma 1 := \Gamma 2 \cdot e^{-j \cdot 2 \cdot \beta \cdot l}$ $\Gamma 1 = 0$ sendo $l = 0.017\,m$