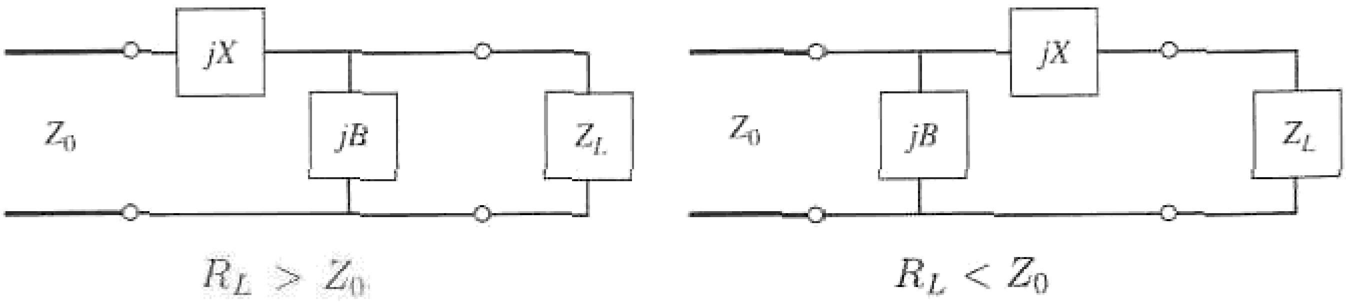
PUCRS – Escola Politécnica – Engenharia Elétrica

Microondas – T480 – 2° exercício aula 09/10/2019

Um amplificador de RF possui impedância de saída $Z_0 = 50\Omega$ e é conectado a uma carga de impedância Z_L através de uma rede de acoplamento cujas duas possíveis configurações são mostradas na figura abaixo (a saída do amplificador é representada pela linha de impedância Z_0).



Sabendo que na figura acima a reatância X é um indutor de indutância Ls, que a susceptância B é um capacitor de capacitância Cp e que a freqüência de operação é $f = 450$ MHz, determine Ls e Cp para:

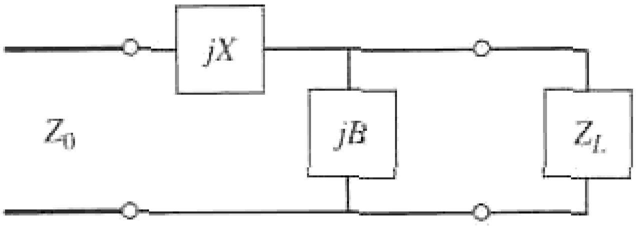
a) $Z_L = 1.5 - j12\ \Omega$

b) $Z_L = 90 + j25\ \Omega$

c) A rede de acoplamento na figura acima assume que $X_0 = 0$ em $Z_0 = R_0 + jX_0$. Qual o procedimento a ser adotado na determinação dos elementos da rede de acoplamento caso $X_0 \neq 0$?

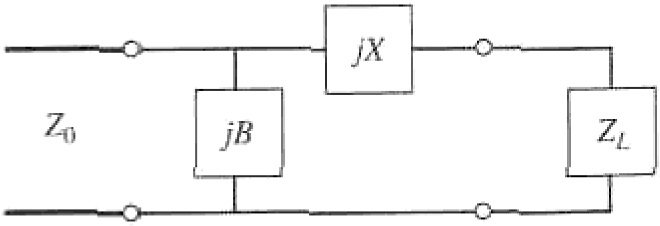
Solução:

Do Cap III das notas de aula - equações 5.3 e 5.6:



$R_L > Z_0$

Figura (a)



$R_L < Z_0$

Figura (b)

$R_L > Z_0$ **:**

$$\left.\begin{aligned} B &= \frac{X_L \pm \sqrt{R_L/Z_0}\sqrt{R_L^2 + X_L^2 - Z_0 R_L}}{R_L^2 + X_L^2} \\ X &= \frac{1}{B} + \frac{X_L Z_0}{R_L} - \frac{Z_0}{B R_L} \end{aligned}\right\} \text{(A)}$$

$R_L < Z_0$ **:**

$$\left.\begin{aligned} X &= \pm\sqrt{R_L(Z_0 - R_L)} - X_L \\ B &= \pm\frac{\sqrt{(Z_0 - R_L)/R_L}}{Z_0} \end{aligned}\right\} \text{(B)}$$

$Z0 := 50\cdot\Omega \quad f := 450\cdot MHz$

a) $ZL := (1.5 - j\cdot 12)\cdot\Omega$

$\frac{Z0}{Re(ZL)} = 33.333$ → Portanto o modelo que se aplica é o da Figura (b), equação (B):

$X := \sqrt{Re(ZL)\cdot(Z0 - Re(ZL))} - Im(ZL) \qquad X = 20.529\,\Omega \qquad Ls := \frac{X}{2\cdot\pi\cdot f} \qquad Ls = 7.261\times 10^{-3}\cdot\mu H$

$B := \frac{\sqrt{\frac{Z0 - Re(ZL)}{Re(ZL)}}}{Z0} \qquad B = 0.114\,\frac{1}{\Omega} \qquad Cp := \frac{B}{2\cdot\pi\cdot f} \qquad Cp = 40.222\cdot pF$

b) $ZL := (90 + j\cdot 25)\cdot\Omega$

$\frac{Z0}{Re(ZL)} = 0.556$ → Portanto o modelo que se aplica é o da Figura (a), equação (A)

$B := \frac{Im(ZL) + \sqrt{\frac{Re(ZL)}{Z0}}\cdot\sqrt{Re(ZL)^2 + Im(ZL)^2 - Z0\cdot Re(ZL)}}{Re(ZL)^2 + Im(ZL)^2} \qquad B = 0.013\,\frac{1}{\Omega} \qquad Cp := \frac{B}{2\cdot\pi\cdot f} \qquad Cp = 4.548\cdot pF$

$X := \frac{1}{B} + \frac{Im(ZL)\cdot Z0}{Re(ZL)} - \frac{Z0}{B\cdot Re(ZL)} \qquad X = 48.448\,\Omega \qquad Ls := \frac{X}{2\cdot\pi\cdot f} \qquad Ls = 0.017\cdot\mu H$

c) Basta acrescentar uma reatância -Xo em série entre o amplificador de RF e a rede de acoplamento de forma a cancelar a reatância Xo. Se o modelo for o da Figura (a), a reatância -Xo poderá ser acrescida à reatância X já existente. Se o modelo for a Figura (b), o cancelamento poderá ser feito corrigindo a susceptância B com a susceptância do equivalente de Norton do amplificador (fonte de corrente em paralelo com uma admitância).