

EXPERIÊNCIA 9 – Adaptação de Impedâncias: Redes L, T e π

Taufik ABRÃO[†] and Jaime L. JACOB[†], Lab. Telecom - Depto Eng. Elétrica da UEL

RESUMO Análise e síntese de redes adaptadoras de impedância de banda estreita e larga.

palavras-chave: Adaptação de impedâncias.

1. OBJETIVOS

- Projetar, analisar e implementar redes reativas na adaptação de impedância em um intervalo de frequência estreito e/ou relativamente larga (redes adaptadoras para Banda Estreita e Larga).

2. MATERIAL NECESSÁRIO

2.1 Utilizar o aplicativo Orcad

3. INTRODUÇÃO

Redes reativas do tipo L, π e T podem ser utilizadas para a adaptação de impedâncias tanto sobre um intervalo estreito de frequências (1 seção) quanto sobre um intervalo relativamente amplo de frequências (rede L de várias seções).

O método mais simples emprega o fato que em qualquer frequência, qualquer combinação em série de resistência e reatância pode ser convertida em uma combinação paralela com elementos similares (ou vice-versa). A impedância das duas redes ilustradas na figura 1 serão equivalentes

$$\begin{aligned} Z_s &= Z_p \\ r_s \pm jX_s &= \frac{\pm R_p \times jX_p}{R_p \pm jX_p} \\ r_s \pm jX_s &= \frac{R_p \times X_p^2}{R_p^2 + X_p^2} \pm j \frac{X_p R_p^2}{R_p^2 + X_p^2} \end{aligned} \quad (1)$$

desde que a parte real e imaginária sejam idênticas:

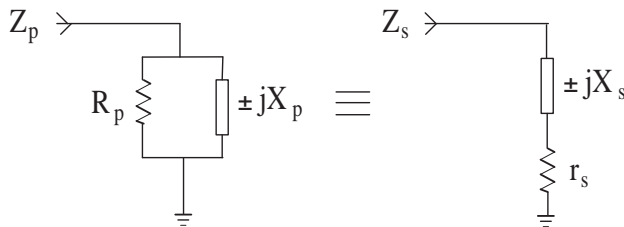


Figura 1 Equivalência de impedâncias série-paralela

$$r_s = \frac{R_p \times X_p^2}{R_p^2 + X_p^2} \quad (2)$$

$$X_s = \frac{X_p R_p^2}{R_p^2 + X_p^2} \quad (3)$$

Note que as reatâncias em série e paralelo devem ser do mesmo tipo (capacitiva ou indutiva). Se uma é capacitiva, a outra também o será. As equações para converter impedâncias em série para paralelo podem ser derivadas da mesma maneira, resultando em:

$$R_p = \frac{r_s^2 + X_s^2}{r_s} \quad (4)$$

$$X_p = \frac{r_s^2 + X_s^2}{X_s} \quad (5)$$

3.1 Faixa de Frequência de Adaptação entre Fonte e Carga

Carga e fonte podem ser consideradas "cascatas" nas faixas de frequências onde a transferência de potência à carga estiver de acordo com o seguinte critério:

$$P_{\text{Load}}(w_0 \pm \Delta w) \geq 0,9 \times P_{\text{Load}}(w_0)|_{\text{MAX}} \quad (6)$$

Ou seja, na prática, admite-se um pequeno desajuste de impedância, neste caso, perda (ou reflexão do sinal), dado pelo fator 0,9, de até 10% da potência máxima obtida com o perfeito casamento. Este desajuste pode ser mais ou menos apertado, conforme as exigências de projeto.

Outro critério menos apertado estabelece o limite de -3dB para a amplitude ou potência.

$$A_{\text{Load}}(w_0 \pm \Delta w) \geq \frac{A_{\text{Load}}(w_0)|_{\text{MAX}}}{\sqrt{2}} \quad (7)$$

A banda de passagem é dada para o caso de igualdade nas equações acima.

4. Roteiro Experimental

4.1 Redes Adaptadoras de Banda Estreita: 2 e 3 elementos (L, T e π)

1. A partir do circuito da figura 2, projetar uma rede adaptadora de impedância com 2 elementos (rede L) tal que $Z_{\text{in}} = 50\Omega$ em $w_0 = 4300\text{krad/s}$; escolha um dos três valores para a impedância de saída: $Z_{\text{out}} = 1\text{k}\Omega$ ou $2,2\text{k}\Omega$ ou $4,7\text{k}\Omega$. Admita que a rede tenha também a função de bloquear a eventual componente DC a fonte.

- a. Montar o circuito com a rede adaptadora projetada;
- b. Injetar um sinal senoidal de frequência w_0 e amplitude da ordem de centenas de milivolts de pico na entrada do circuito montado.
- c. Observar a forma de onda da entrada, sobre a carga à saída e sobre a carga resistiva à saída. Anotar as formas de onda.

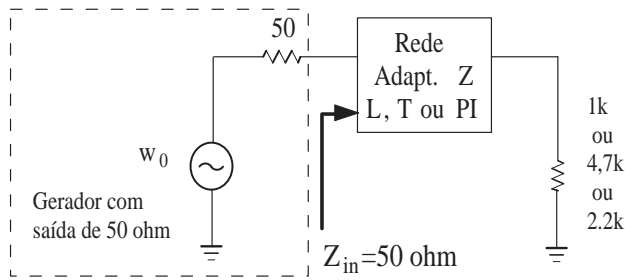


Figura 2 Rede Adaptadora de Impedância

- d. Variar a frequência do sinal senoidal até obter o perfeito casamento de impedância entre fonte e carga. Anotar esta frequência.
 - e. Obter o índice de mérito do circuito completo (Q_{Load}). Calcular este parâmetro e comparar com o medido. Obter a banda de passagem da rede adotando um dos critérios para adaptação de impedância, sintetizados nas equações (6) e (7).
2. Reprojetar a rede adaptadora utilizando 3 elementos (rede T ou π). Admita agora que não há restrição para o bloqueio de eventuais componentes DC entre fonte e carga.
- a. Variar a frequência do sinal senoidal até obter o perfeito casamento de impedância entre fonte e carga. Anotar esta frequência.
 - b. Obter, através de um procedimento experimental, o novo índice de mérito carregado para a rede de 3 elementos. Comparar com o valor teórico do projeto.
 - c. Qual a banda de passagem para esta topologia. Adote o mesmo critério utilizado anteriormente.

4.2 Rede Adaptadora de Banda Larga (WBand)

1. A partir do problema de adaptação de impedância mostrado na figura 2, calcular e implementar uma rede de banda larga de 2 seções L de tal forma a maximizar a banda de passagem. Nesta condição, calcular o índice de qualidade carregado do circuito. Como frequência central de projeto, adote a mesma do item anterior.
2. Passos experimentais:
 - a. Montar o circuito com a rede adaptadora WBand projetada.
 - b. Obter a BW da rede adotando o mesmo critério utilizado anteriormente na obtenção da BW da rede de banda estreita. Comparar o incremento na BW com relação ao caso anterior.
 - c. Medir o Q^{rede_WBand} e comparar com o valor teórico.