



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



David Maykon Krepsky Silva
Daniel Galbes Bassanezi

Redes adaptadoras de impedâncias

Data de realização do experimento:
17 de setembro de 2015
Série/Turma:
1000/1011
Prof. Dr. Jaime Laelson Jacob

8 de outubro de 2015

Resumo

Neste trabalho foi realizado o estudo teórico e a simulação de redes adaptadoras de impedância, tendo como objetivo a análise da transferência de energia de uma fonte para uma carga, de modo a se obter a máxima transferência possível. O estudo foi realizado tanto para redes do tipo L (Banda estreita e banda larga) quando para redes do tipo T . Foram analisados o índice de mérito e a banda de passagem (para 3 dB de atenuação e pelo critério da transferência de potência) para os circuitos. Foi observado que quanto maior a largura de banda da rede, menor seu fator Q e que este problema pode ser amenizado utilizando-se várias redes do tipo L em cascata.

Sumário

Resumo	1
1 Introdução	3
2 Teoria	4
2.1 Rede L	4
2.2 Rede $L_{wideband}$	4
3 Rede T	5
4 Metodologia Experimental	6
4.1 Materiais	6
4.2 Métodos	6
5 Resultados	7
5.1 Rede L	7
5.2 Rede $L_{wideband}$	7
5.3 Rede T	8
6 Discussão e Conclusão	10

1 Introdução

Ao se transportar um sinal de uma fonte para uma carga, caso as mesmas não possuam a mesma impedância, ocorre a reflexão de parte do sinal enviado de volta para a fonte. Este fenômeno é bastante prejudicial em sistemas de comunicação, pois reduz a potência transmitida e, em alguns casos, pode ocasionar danos a fonte. Para solucionar este problema são utilizadas os casadores de impedância, também chamados de rede adaptadora de impedância. Seu princípio de funcionamento consiste em utilizar elementos passivos de modo a satisfazer as condições do teorema da máxima transferência de potência.

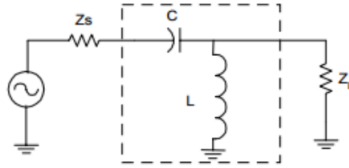
As topologias utilizadas são as redes do tipo L , T e π , sendo possível o acoplamento de redes L em cascata para melhorar o desempenho em sinais de banda larga. Neste trabalho será abordado o projeto e desempenho de redes do tipo L e T , sendo também analisado o comportamento de redes L em cascata.

2 Teoria

2.1 Rede L

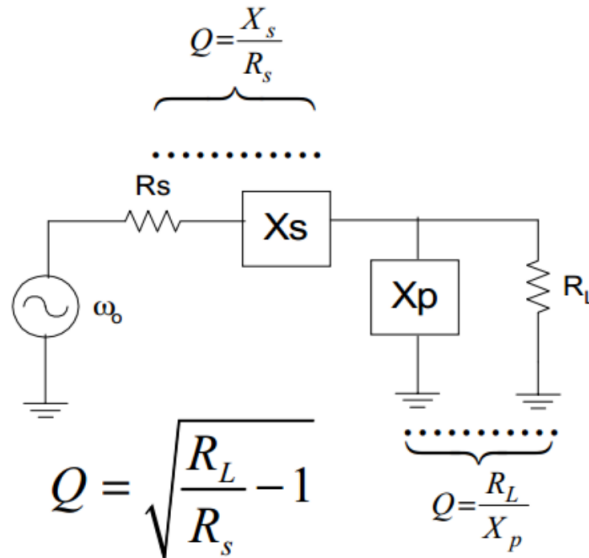
A rede L é a mais simples das redes e é largamente utilizada por isso. A rede L pode ser Passa-Baixas ou Passa-Altas, porém como neste trabalho o intuito da rede L é bloquear componentes DC, trabalharemos com a rede L Passa-Altas.

Figura 1: Rede L passa-altas.



Para o projeto de uma rede L, precisamos determinar seu valores de capacitância e indutância.

Figura 2: Parâmetros da rede L.



Fator de qualidade em redes L está definido (fixo) pela relação entre R_L e R_S . Não há liberdade de escolha para o índice de qualidade o que é um dos grandes problemas no projeto de redes de banda estreita. Para resolver este problema, surgem as redes de três elementos que permitem obter adaptação de Z de banda estreita com alto Q.

2.2 Rede $L_{wideband}$

Uma vez que em uma rede L, definido R_S e R_L , fica determinado o índice de qualidade carregado da rede. Para adaptação de Z em circuitos de Banda Larga, usa-se duas (ou mais) Redes L em cascata (ou série). Para esse tipo de rede adaptadora, a resistência virtual está sempre entre os valores das resistências de fonte e carga. O índice de qualidade desse tipo de rede é menor que os de uma rede L simples, rede T ou rede π . O valor de Q é dado por:

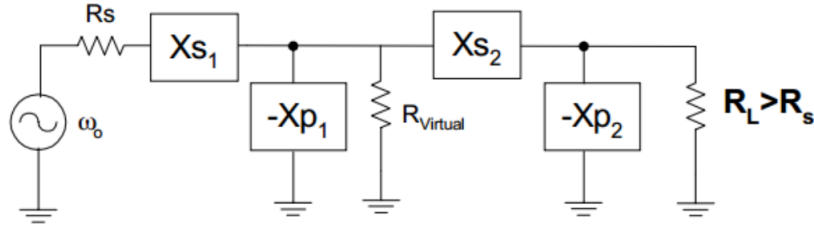
$$Q = \sqrt{\frac{R_v}{R_{min}} - 1} \quad (1)$$

onde a máxima banda de passagem (ou mínimo Q) é obtida quando:

$$R_v = \sqrt{R_S R_L} \quad (2)$$

Conforme a necessidade de BW seja maior, mais redes L devem ser cascadeadas. As etapas de projeto para redes WBand de n seções L são as mesmas que as anteriores: basta solucionar a equação para um específico Q carregado baixo de projeto, obtendo RV e seguir os passos já discutidos para uma rede L simples.

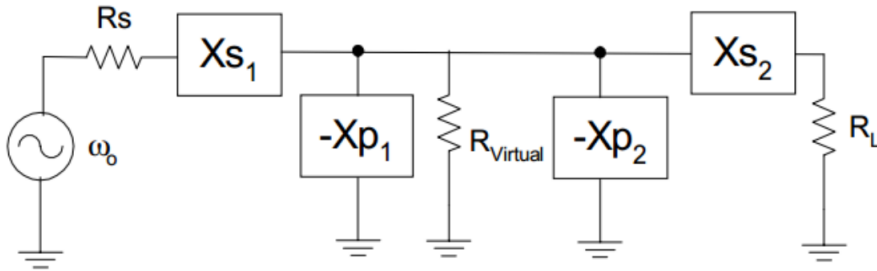
Figura 3: Parâmetros da rede $L_{wideband}$.



3 Rede T

O projeto da rede T segue as mesmas etapas do projeto de uma rede π . Neste tipo de rede, também deve-se adaptar a impedância da fonte à da carga via $R_{Virtual}$. A resistência virtual na rede T é: $R_V \geq \max R_S; R_L$.

Figura 4: Parâmetros da rede T.



Este tipo de rede é utilizada para adaptar duas impedâncias de baixo valor associado à necessidade de acoplamento em banda estreita (alto Q). Q carregado da rede T é determinado pela seção L de maior Q (isto ocorre na terminação da seção L que tiver o menor resistor série de terminação), isto é $R_{small} = \min R_S; R_L$.

$$Q = \sqrt{\frac{R_v}{R_{small}} - 1} \quad (3)$$

4 Metodologia Experimental

4.1 Materiais

O material utilizado foi:

- Computador.
- Software Orcad.

4.2 Métodos

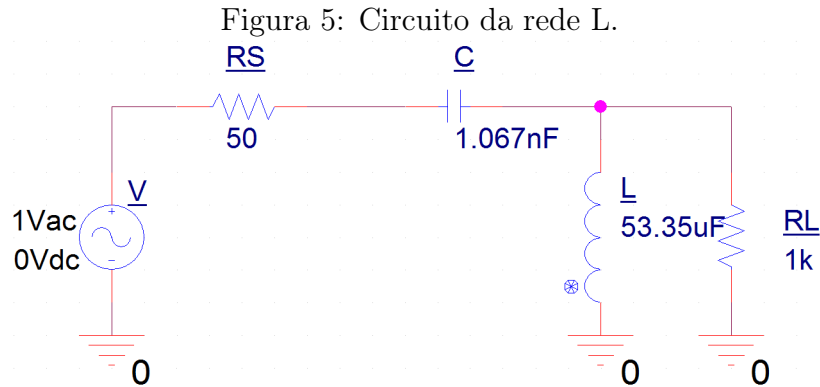
Para todas as redes:

- calcular o valor de seus componentes;
- simular o circuito;
- medir a frequência central;
- medir a largura de banda 3dB;
- medir a largura de banda segundo o critério de potência;

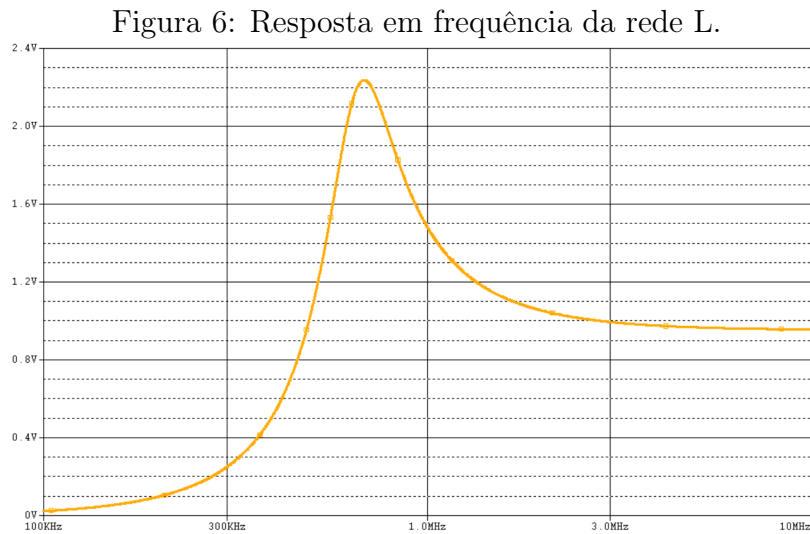
5 Resultados

5.1 Rede L

Foram calculados os parâmetros dos componentes da rede L , chegando-se no circuito mostrado na figura 5.



O circuito foi então simulado no modo AC-Sweep, onde foi obtido o gráfico da figura 6.



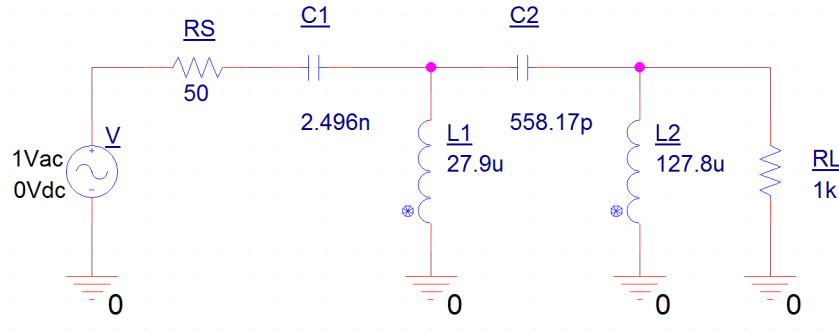
Foram obtidos os seguintes dados para a rede L :

- $F_c = 683,912$ kHz.
- $BW_{3db} = 30$ kHz.
- $BW_{potncia} = 17,25$ kHz.
- Fator $Q = 4.6$.

5.2 Rede $L_{wideband}$

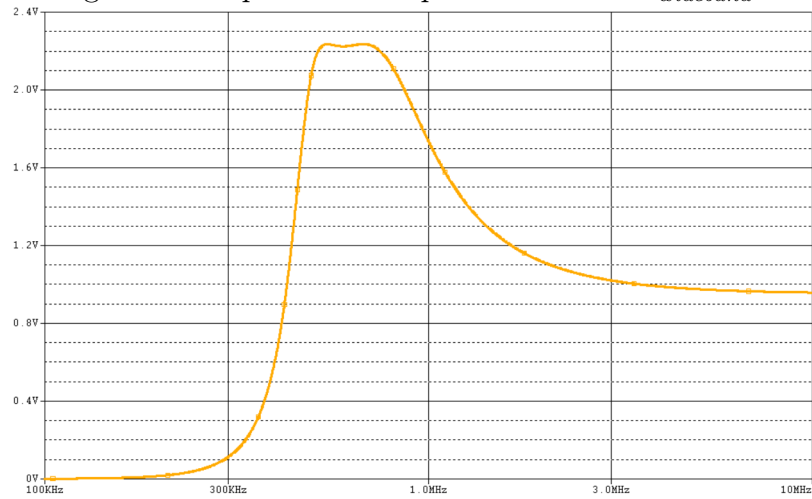
Foram calculados os parâmetros dos componentes da rede $L_{wideband}$, chegando-se no circuito mostrado na figura 7.

Figura 7: Circuito da rede $L_{wideband}$.



O circuito foi então simulado no modo AC-Sweep, onde foi obtido o gráfico da figura 8.

Figura 8: Resposta em frequência da rede $L_{wideband}$.



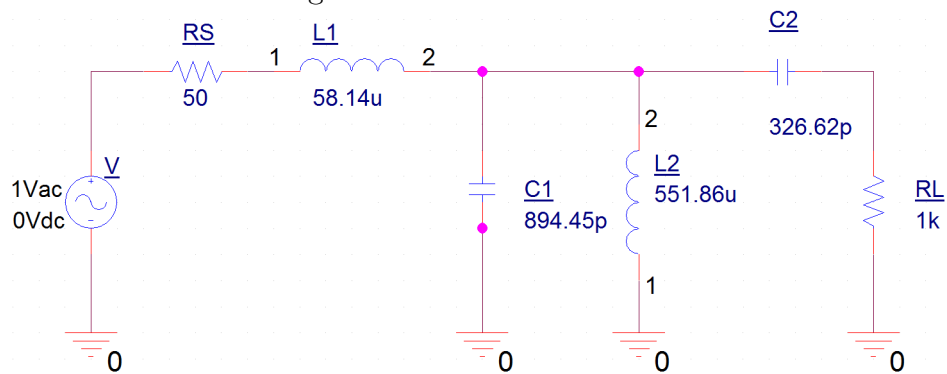
Foram obtidos os seguintes dados para a rede $L_{wideband}$:

- $F_c = 684,312$ kHz.
- $BW_{3db} = 352,981$ kHz.
- $BW_{potncia} = 197,563$ kHz.
- Fator $Q = 2.8$.

5.3 Rede T

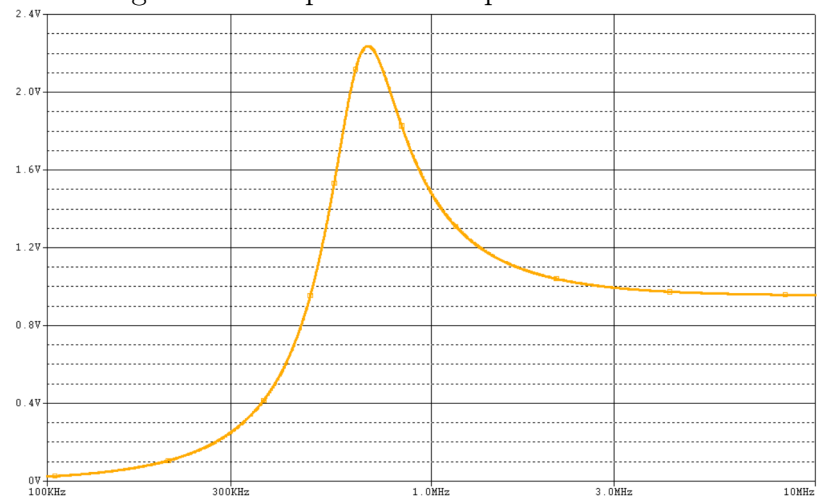
Foram calculados os parâmetros dos componentes da rede T , chegando-se no circuito mostrado na figura 9.

Figura 9: Circuito da rede T.



O circuito foi então simulado no modo AC-Sweep, onde foi obtido o gráfico da figura 10.

Figura 10: Resposta em frequência da rede T.



Foram obtidos os seguintes dados para a rede T:

- $F_c = 687,21$ kHz.
- $BW_{3db} = 160,16$ kHz.
- $BW_{potncia} = 100,278$ kHz.
- Fator $Q = 6.8$.

6 Discussão e Conclusão

Neste experimento foi possível analisar o projeto de três topologias de circuitos adaptadores de impedância, onde foi possível constatar que, de fato, a potência transferida da fonte para a carga é maior com os mesmos. Um dos fatores importantes observado foi a largura de banda diminui conforme o fator Q , porém, isso pode ser contornado com a utilização de redes do tipo L em cascata ($L_{wideband}$). Notório também é a diferença de qualidade, entre a rede L simples e a rede T , onde a rede T apresenta melhores resultados, a custo de componentes extras.