



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



David Maykon Krepsky Silva
Daniel Galbes

Oscilador LC

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

23 de julho de 2015

Resumo

Neste trabalho foi realizado o estudo teórico de um oscilador de RF composto por indutor e capacitor e um transistor, como elemento amplificador, de forma a comprovar, em simulação computacional, a validade e as limitações do projeto de um oscilador LC, na configuração base comum, utilizando o modelo de pequenos sinais. Para isto, foi necessário determinar o indutor utilizado de modo a se obter uma frequência de oscilação de 4MHz. Após a simulação foi constatado que a frequência da onda de saída se encontra próxima da frequência calculada. Foi analisado também a variação da frequência de saída em função da tensão de alimentação do circuito, onde foi constatado que a topologia utilizada é robusta contra variação da tensão do sistema.

Sumário

Resumo	1
1 Introdução	3
2 Teoria	4
2.1 Osciladores	4
2.2 Ganho do amplificador realimentado	4
3 Metodologia Experimental	5
3.1 Materiais	5
4 Resultados	6
4.1 Calculo do indutor	6
4.2 Citcuito 2	6
5 Discussão e Conclusão	10
6 Referências	11

1 Introdução

O experimento tem como objetivo desenvolver o conhecimento dos alunos sobre osciladores de RF compostos por indutores e capacitores (osciladores LC). Esses osciladores estão presentes em diversos aparelhos eletrônicos, tais como rádio, televisão e controle de portão eletrônico e etc, sendo um circuito fundamental na área de telecomunicações.

2 Teoria

2.1 Osciladores

Osciladores podem, geralmente, ser categorizados como amplificadores com feedback positivo ou como circuitos de resistência negativa, sendo que, neste laboratório será analisado os circuitos com feedback positivo.

2.2 Ganho do amplificador realimentado

A figura 1 mostra o diagrama de bloco que representa um amplificador genérico ligado com feedback positivo. Neste tipo de amplificador o sinal de entrada $X_s(t)$ é somado ao sinal de saída $X_0(t)$ multiplicado por um ganho β . Sendo assim, temos que o ganho de transferência do amplificador é

$$A_f = \frac{X_0}{X_s} = \frac{A}{1 + \beta A}.$$

Sendo que, para que haja oscilação, o sinal X_f deve estar com uma defasagem de 0 graus em relação a X_i . Isto pode ser obtido colocando um bloco de atraso entre X_s e X_i .

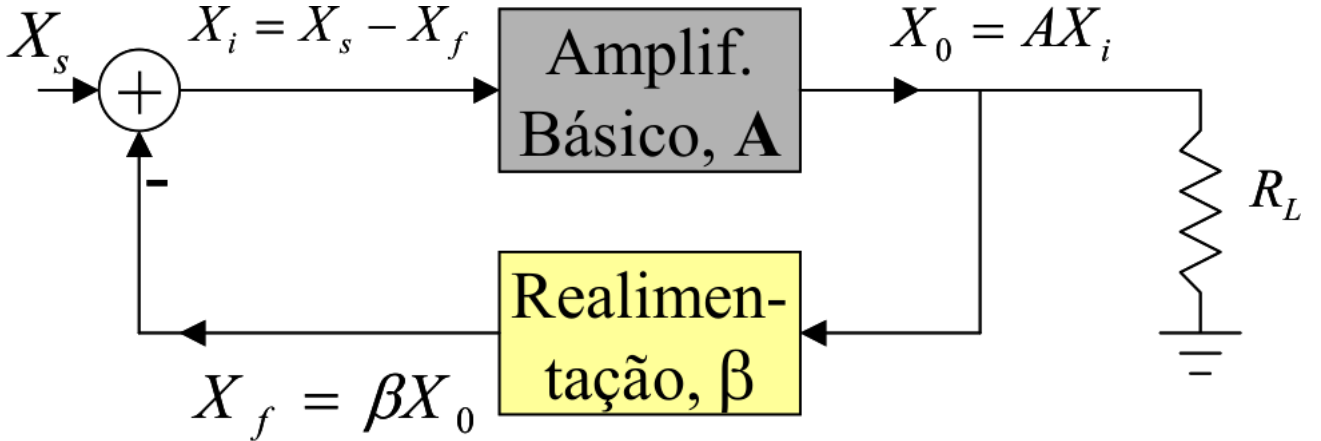


Figura 1: Diagrama de blocos de um amplificador com realimentação positiva.

Um outro fator é para que haja oscilação é que $1 + A\beta = 0$, ou seja $A\beta = -1$. Como os componentes envolvidos não são ideais, calcula-se o ganho $A\beta$ para valores entre -1.05 a -1.20 .

A frequência de oscilação do circuito (dado que os critérios acima são respeitados) é determinada pela equação 1.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

3 Metodologia Experimental

3.1 Materiais

O material utilizado foi:

- Computador.
- Software Orcad.
- Software MATLAB.

Para execução do experimento, faz-se necessário executar os seguintes passos (com base no circuito da figura 2:

- escolher uma frequência entre 2MHz e 6MHz e calcular o valor do indutor L;
- simular o circuito mostrado na figura 2 com o software Orcad;
- analisar a forma de onda de saída (frequência, amplitude, distorção);
- adicionar uma resistência de $10\text{M}\Omega$ em paralelo com uma capacitância de 10pF a saída, de modo a simular uma ponteira de osciloscópio;
- verificar se a frequência de saída é modificada pela ponteira de osciloscópio;
- verificar a potência entregue a carga;
- variar a tensão de saída em $\pm 20\%$ e verificar se há alteração na frequência de saída;
- analisar as harmônicas geradas pelo circuito.

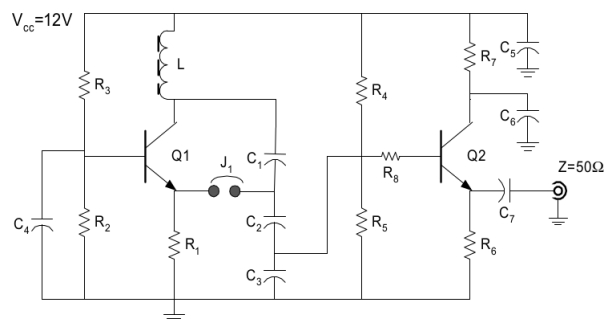


Figura 2: Oscilador LC.

4 Resultados

4.1 Calculo do indutor

Para o calculo do indutor, foi criado o *script* do MATLAB mostrado abaixo:

```
clear all close all clc
syms L1 w0 = 2 * pi * 4e6; C1 = 470e-12; C2 = 10e-9;
eq = w0 == 1 / (sqrt(L1*((C1*C2)/(C1+C2))));
L = double(solve(eq,L1))
```

4.2 Circuito 2

Para o primeiro estágio, a frequência de corte teórica é $f_{c1} = 4545 \text{ [Hz]}$ e a frequência de corte simulada é $f_{c1} = 4398 \text{ [Hz]}$. A figura 3 mostra o gráfico da resposta em frequência do primeiro estágio. Este filtro é um Chebyshev passa-baixas, com atenuação -38,7 dB/década (segunda ordem) e ganho de -151 [V/V]. Note que o valor do ganho é negativo devido ao amplificador inversor.

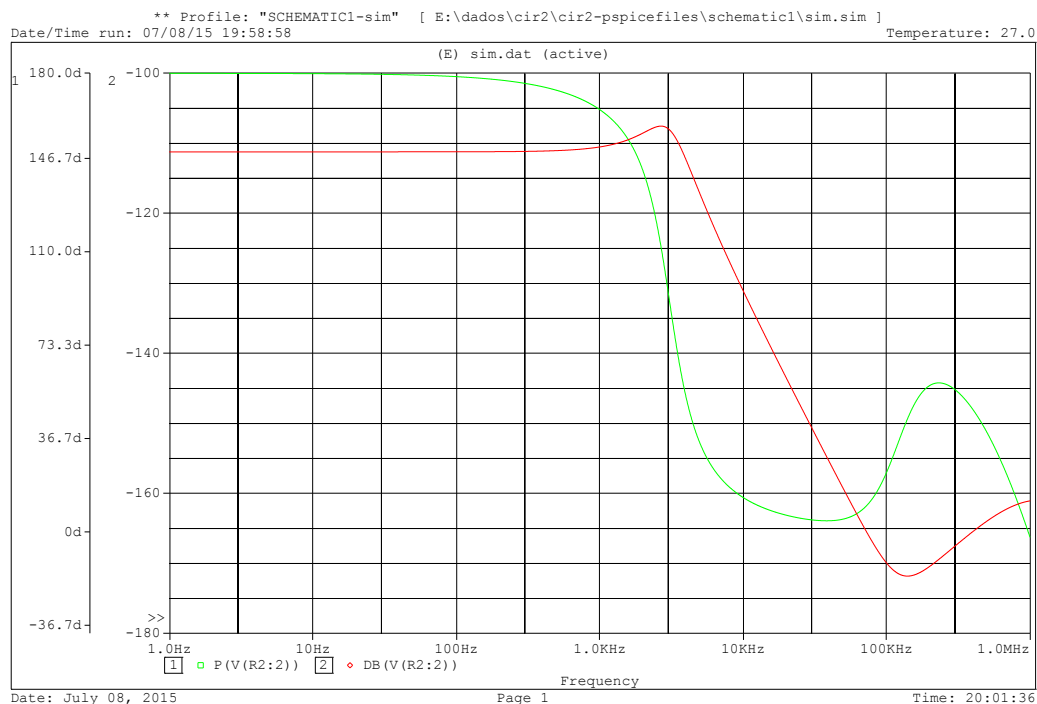


Figura 3: Frequência e fase para primeiro estágio do filtro em cascata.

Para o segundo estágio, a frequência de corte teórica é $f_{c1} = 3150 \text{ [Hz]}$ e a frequência de corte simulada é $f_{c1} = 3039 \text{ [Hz]}$. A figura 4 mostra o gráfico da resposta em frequência do segundo estágio. Este filtro é um passa-baixas, com atenuação -40 dB/década (segunda ordem) e ganho de -154 [V/V]. Note que o valor do ganho é negativo devido ao amplificador inversor.

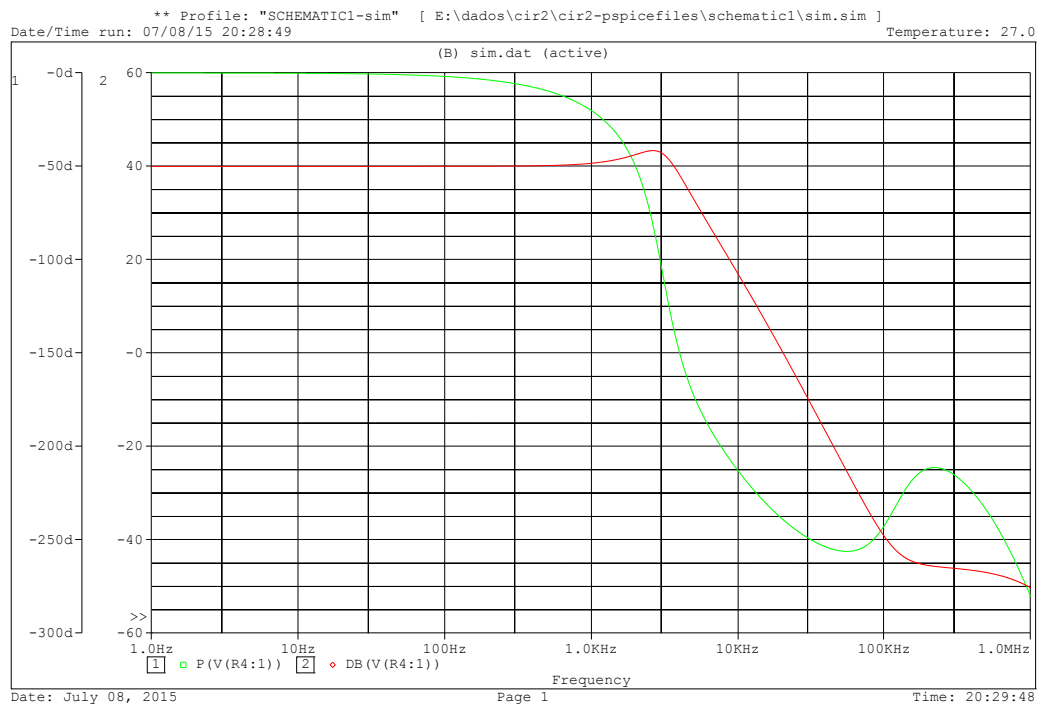


Figura 4: Frequência e fase para segundo estágio do filtro em cascata.

A saída do amplificador em cascata é exibida na figura 5, onde foi encontrado que a frequência de corte é de $f_{c1} = 2735 \text{ [Hz]}$. O filtro possui resposta em frequência do tipo passa baixas de ordem quatro, com atenuação de -22dB/oitava.

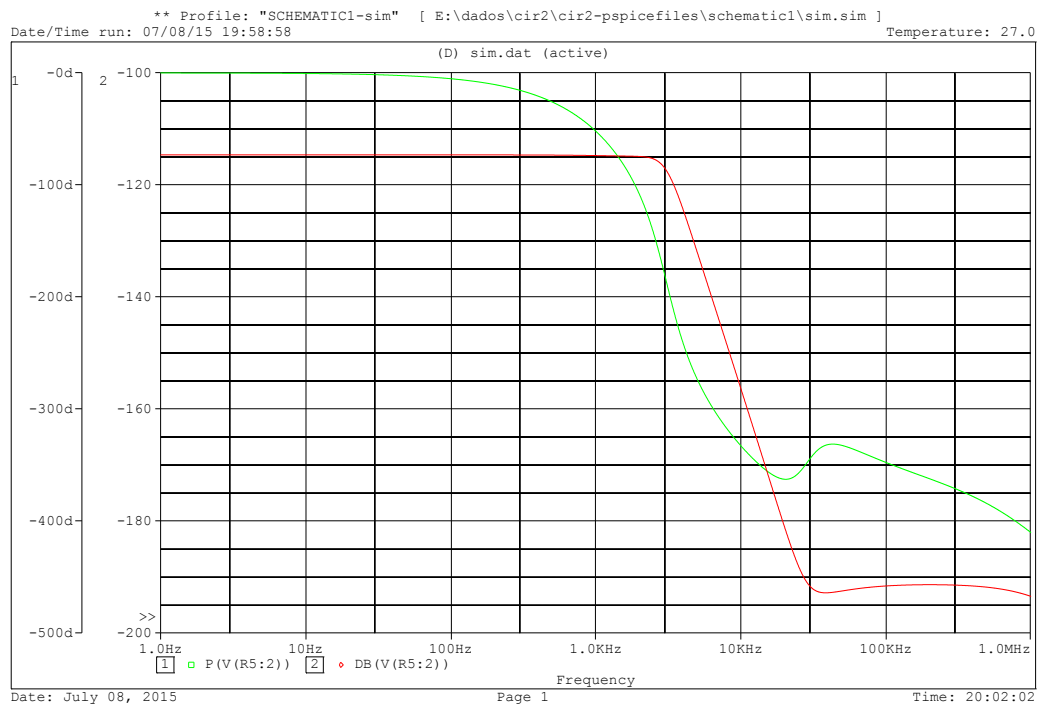


Figura 5: Frequência e fase para primeiro estágio do filtro em cascata.

Para a ultima etapa, foi inserido um sinal de onda quadrada com frequência de 2461 Hz na entrada do filtro em cascata. A onda encontrada na saída está na figura 6.

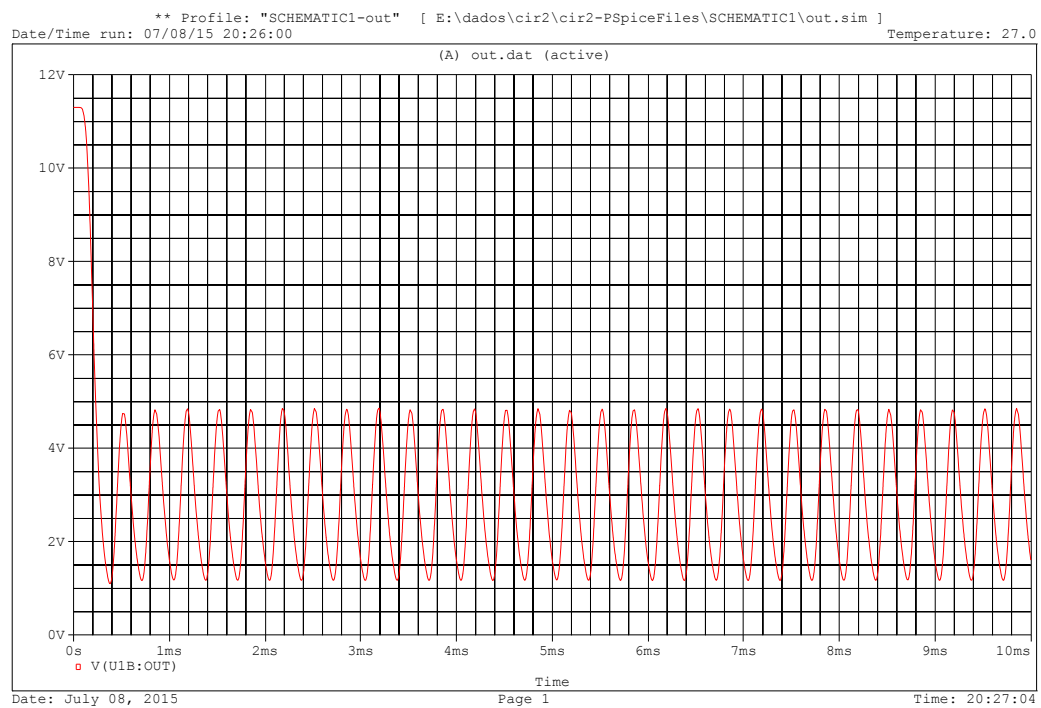


Figura 6: Frequência e fase para primeiro estágio do filtro em cascata.

5 Discussão e Conclusão

Com base nos resultados obtidos para os circuitos 1 e 2, conclui-se que o cálculo para o projeto de filtros ativos possui fundamento, pois a resposta obtida na simulação é bastante próxima da resposta calculada de acordo com a teoria. Observou-se também que pode-se utilizar de vários filtros em cascata para obter uma determinada resposta em frequência. Isso ajuda a reduzir a ordem do filtro, tornando-os mais baratos e a melhorar o fator de qualidade (Q) do filtro. Um outro aspecto importante que foi observado é que uma onda quadrada, quando tem suas componentes harmônicas removidas por um filtro ativo, se torna uma senoide com período fundamental igual ao da onda original, porém, com pequenas distorções, devidas ao fato do filtro não ser ideal.

Sendo assim, vimos nesse laboratório conceitos fundamentais para o engenheiro eletricitista, de modo a firmar os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas.

6 Referências

- [1] Roteiro da atividade prática.
- [2] "Osciladores de RF". Abrão, Taufik. 2002.
- [3] "Oscillator Design and Computer Simulation". Rhea, R. W.; Noble Publishing, 1995.