

Nº 179896

Simulação e validação experimental de um sistema oscilador

Felipe de Oliveira Benson
Mario Fernando Barbosa
Icaro Gonçalves
Marcelo Sanches Dias

*Trabalho apresentado no
CONGRESSO DE
MODELAGEM, SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL E IA DO
IPT, 1., 2025, São Paulo. 3 p*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO

SIMULAÇÃO E VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL DE UM SISTEMA OSCILADOR

F O BENSON, M F BARBOSA, I GONÇALES, M S M DIAS

Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo
E-mail para contato: mdias@ipt.br

RESUMO – Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e a validação de um circuito elétrico, desde a simulação computacional até a implementação prática. Inicialmente, o circuito foi projetado no software LTspice, onde se analisou a forma de onda e a amplitude do sinal gerado, ganhando-se tempo. Em seguida, elaborou-se o esquema elétrico e a placa de circuito impresso no KiCad, possibilitando a organização dos componentes e a visualização do layout, e por fim, o protótipo montado e testado em bancada, confirmando funcionamento estável, eficiente e confiável.

1 INTRODUÇÃO

Os circuitos eletrônicos estão presentes em toda tecnologia moderna, pois possibilitam o controle, o tratamento e a transmissão de sinais elétricos [1] em uma infinidade de aplicações. Dentre essas aplicações, os circuitos osciladores são sistemas fundamentais, pois geram sinais periódicos de forma autônoma, sendo assim, importantes para sistemas de comunicação [2], instrumentação e temporização. Das várias topologias existentes, os osciladores LC são os mais encontrados em aplicações, devido à sua simplicidade e eficiência. O oscilador Hartley [3] é uma das topologias clássicas, que utiliza uma bobina fracionada e um capacitor como partes do circuito tanque, fornecendo a realimentação positiva necessária para a oscilação. Sua frequência é dependente de componentes reativos e a sua razoável estabilidade faz dele um bom instrumento para amostras didáticas e para projetos de baixo custo.

2 DESENVOLVIMENTO

O oscilador Hartley baseia-se em um circuito LC ressonante acoplado a um estágio ativo que fornece o ganho necessário para compensar as perdas no tanque. A frequência de oscilação é determinada pela relação entre os componentes indutivos e capacitivos, podendo ser expressa como:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C \cdot L_{eq}}} \quad (1)$$

Onde:

- F_0 é a frequência de oscilação (Hz);
- C é a capacitância do tanque (F);
- L_{eq} é a indutância equivalente, dada por:

$$L_{eq} = L1 + L2 + 2M \quad (2)$$

Onde:

- $L1$ e $L2$ são os indutores da malha de realimentação;

- M é o acoplamento mútuo quando aplicável.

O circuito oscilador foi inicialmente desenvolvido no LTspice versão 24.0.12, possibilitando a visualização da formação da realimentação positiva, e por meio da simulação transitória foi possível avaliar o processo de partida da oscilação, a evolução da amplitude ao longo do tempo e a estabilidade da frequência, considerando a relação entre L1 e L2, bem como a qualidade dos componentes que compõem o tanque ressonante.

2.1 Criação e análise do circuito no LTspice

O LTspice é um software de simulação de circuitos amplamente utilizado em eletrônica analógica por sua precisão e praticidade. No ambiente do *software*, o circuito pode ser projetado e configurado conforme especificações desejadas, conforme mostra a Figura 1. Em seguida, por meio da simulação transitória, foi possível observar o processo de oscilação e medir a amplitude do sinal gerado pelo circuito, conforme mostra a Figura 2.

Figura 1 – Circuito oscilador Hartley

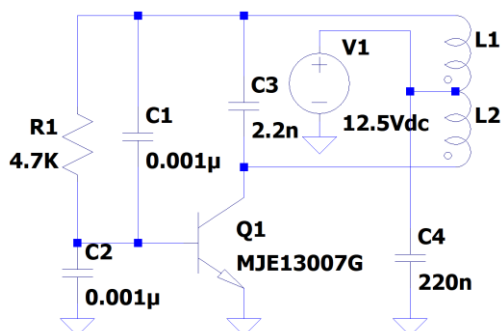
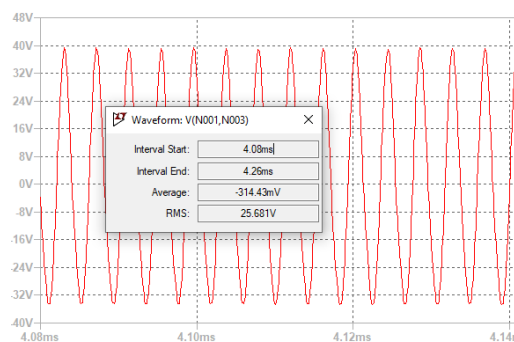


Figura 2 – Forma de onda gerada



2.2 Criação do circuito no KiCad

Após simulação no LTspice foi possível elaborar o esquema elétrico do circuito final, conforme mostra a Figura 3 e projetar a placa de circuito impresso (PCI), conforme mostra a Figura 4, utilizando o *software* KiCad versão 9.0.1.

Figura 3 – Diagrama elétrico

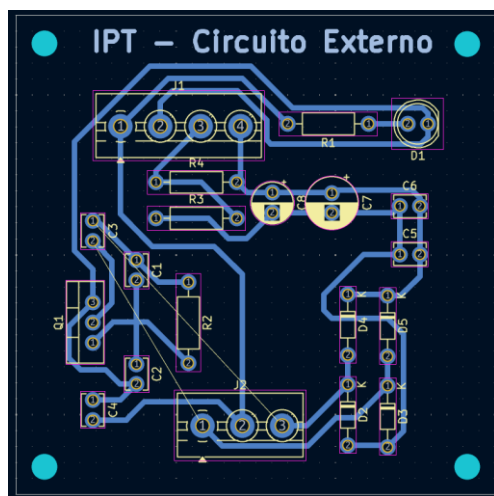
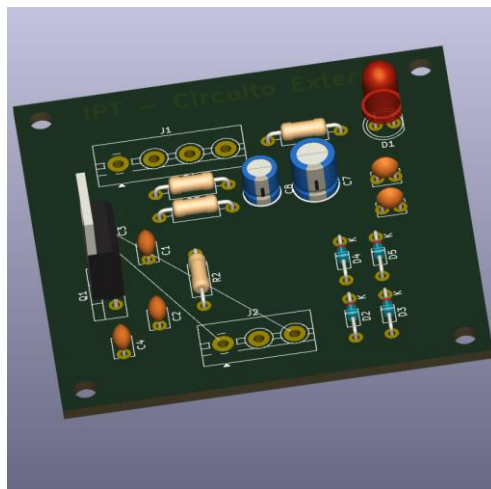


Figura 4 – Circuito na PCI



O KiCad permitiu organizar os componentes, roteamento das trilhas e visualizar a PCI em 3D,

garantindo que o layout fosse adequado para fabricação e facilitando a transição do projeto simulado para a implementação prática.

2.3 Validação do circuito em bancada

Após a simulação do circuito no LTspice e a criação da placa do circuito impresso (PCI) no KiCad, a versão física da placa foi confeccionada no laboratório de prototipagem, conforme mostrado na Figura 5. Os componentes foram então soldados na PCI, conforme ilustrado na Figura 6, e o protótipo montado foi testado em bancada.

Para a realização das medições corretas, foram utilizados os equipamentos devidamente calibrados que possibilitaram a verificação do funcionamento do oscilador e a amplitudes da senoide gerada, conforme mostrado na Figura 7. A partir da realização dos testes, foi possível notar a mesma situação obtida na simulação do circuito e o funcionamento do circuito testado.

Verificou-se, durante a execução dos testes, o funcionamento do circuito e a eficiência da topologia, visto que o sistema funcionou conforme o esperado.

Figura 5 – PCI

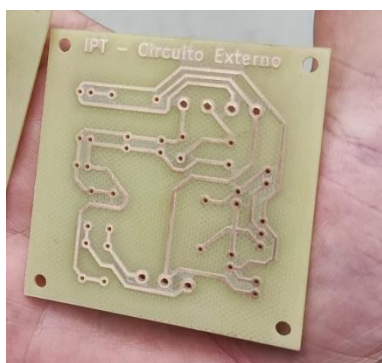


Figura 6 – PCI com os componentes

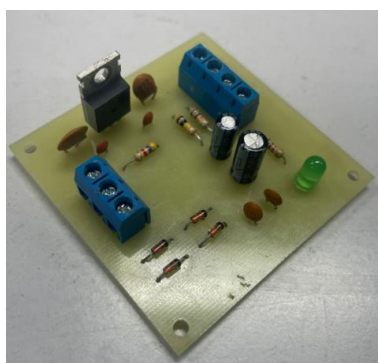
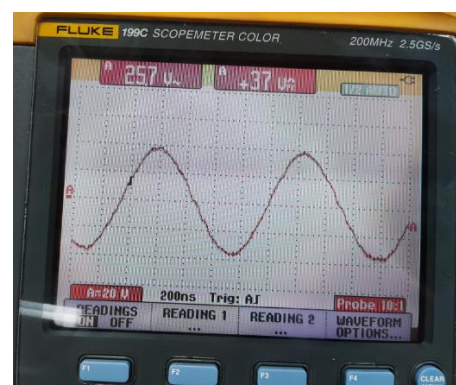


Figura 7 – Sinal medido em bancada



3 CONCLUSÃO

A partir da realização das medidas feitas, foi possível observar a mesma condição obtida nas simulações e confirmar o funcionamento do circuito implementado. Com isso, demonstrou-se a capacidade de simular, projetar, construir, testar e validar todo o sistema eletrônico, comprovando a eficiência e a confiabilidade do projeto desenvolvido desde a simulação.

4 REFERÊNCIAS

- [1] LIU JQ, WANG L, PU YQ, LI JL-W, KANG K, A magnetically resonant coupling system for wireless power transmission. *Proc. Int. Conf. Microw. Millim. Wave Technol. (ICMMT)*, p. 1–4, 2012. doi:10.1109/ICMMT.2012.6230316.
- [2] PRAUZEK M, KONECNY J, VENCLIKOVA M, BARANEK V, NFC interface for standalone data acquisition device. *IFAC-PapersOnLine*, v. 49, n. 25, p. 437–441, 2016. doi:10.1016/j.ifacol.2016.12.051.
- [3] IQBAL J, SHAHID A, KHAN H, MALIK S, Robust Colpitts and Hartley oscillator design. *Procedia Comput. Sci.*, v. 58, p. 627–632, 2015. doi:10.1016/j.procs.2015.08.082.