

# DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROESTIMULADOR PARA DIAGNÓSTICO SOMATO-SENSITIVO

**Fabricio L. Silveira<sup>1</sup>, Aline C. P. Nascimento<sup>1</sup>, Desléia Y. V. Tomotani<sup>1</sup>,  
Maria T. S. Pereira<sup>1</sup>, Adriano S. Andrade<sup>1</sup>, Carlos J. Tierra -Criollo<sup>2</sup>, Antonio G.  
B.Villaverde<sup>2</sup>, Marcos T. Pa checo<sup>2</sup>**

1 - Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)/Graduação Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciências da Saúde, São José dos Campos, Brasil.

2 -Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D), São José dos Campos, Brasil.

**Palavras-chave:** Diagnostico, eletroestimulador, somato-sensitivo

**Área do Conhecimento:** Engenharia Biomédica

## Introdução

A avaliação eletrofisiológica é uma extensão direta da parte neurológica do exame físico, testando a qualidade da transmissão de sinais, ou impulsos, através dos nervos, e podem auxiliar na detecção de várias anormalidades do funcionamento dos nervos periféricos. Um das técnicas é através do envio de sinais elétricos aplicando-se pequenos pulsos a um nervo, num determinado ponto, captando a resposta em um outro ponto, no próprio nervo ou em um músculo. A resposta é captada por outro instrumento, e suas características são verificadas, buscando saber se estão normais ou não [1].

A estimulação elétrica normalmente utilizada para o estudo de nervos periféricos é representada por um pulso retangular de corrente com duração entre 0,05 e 0,5 ms. Tal estímulo tem como característica o recrutamento de fibras mais grossas com intensidades mais baixas e fibras finas com intensidades mais altas, de tal maneira que a estimulação de fibras finas acaba sempre antecedida pela estimulação de fibras grossas. Isso faz com que a análise de fibras finas, do ponto de vista eletrofisiológico, apresente consideráveis dificuldades [2].

Nos anos 80 foi proposto um instrumento de avaliação psicofísico de sensibilidade por estimulação elétrica. Este equipamento baseou-se no princípio de que a ativação das fibras de diferentes diâmetros depende da frequência da corrente senoidal. Assim, a frequência de 5 Hz estimularia as fibras amielínicas, a de 250 Hz as fibras mielinizadas finas e a de 2 kHz as fibras mielinizadas de grosso calibre [3]. As evidências de que tais premissas sejam verdadeiras estão sujeitas a discussão.

O objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de um eletroestimulador para diagnóstico somato-sensitivo. Este eletroestimulador tem como característica principal um gerador que nos fornecerá duas saídas de formas de onda, a senoidal e a retangular.

## Materiais e Métodos

Para a realização do projeto a metodologia foi dividida em etapas.

*1ª Etapa:* Geração das formas de ondas.

Para esta etapa, utilizou-se uma unidade CI 8038 que gera uma forma de onda de precisão. Este único CI de 14 pinos é capaz de produzir senóides altamente precisas, formas de onda quadradas e triangulares para uso na operação ou teste de outros equipamentos. Este CI particular pode fornecer frequências de saída, as quais podem ser ajustadas para menos de 1 Hz até cerca de 300 kHz [4].

A Figura 1 mostra o circuito básico para geração das formas de onda.

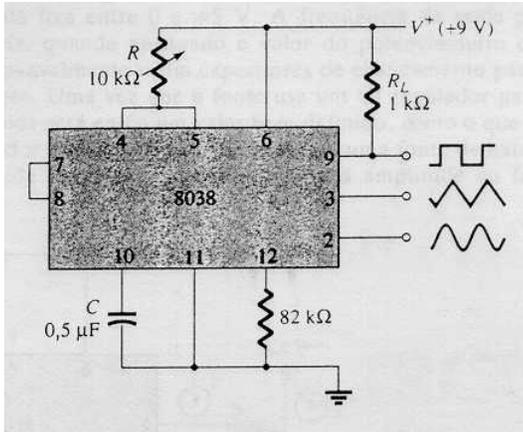


Figura 1 – Circuito básico do CI 8038 para gerar as formas de onda.

Este circuito foi testado em pront-o-labor, e em seguida, com o auxílio do software ExpressPCB montou-se o layout do circuito, sendo este transferido para uma placa de cobre, no qual foi colocada em banho com percloroeto de ferro, que tem por finalidade corroer o cobre, deixando apenas as trilhas do circuito, formando assim a placa de circuito impresso. Nesta placa foram soldados os componentes e um circuito para amplificação dos sinais gerados pelo CI 8038 (Figura 2).

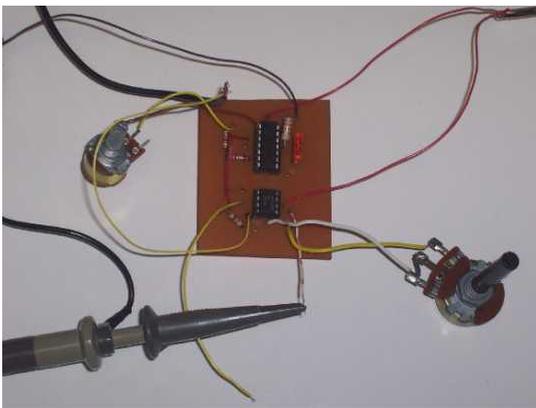


Figura 2 – Foto da placa do circuito impresso.

A Figura 3 apresenta o sistema montado para medida das formas de onda.

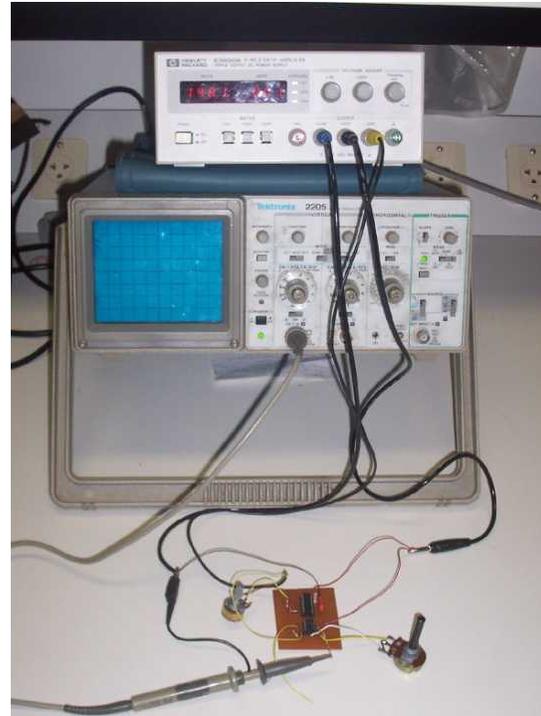


Figura 3 – Experimento durante medida dos sinais das formas de onda.

2ª Etapa: Montagem de um circuito de corrente constante.

O circuito de corrente constante será utilizado para mantermos a corrente da estimulação sempre com o mesmo valor. Para isto será utilizado o circuito da Figura 4 [5].

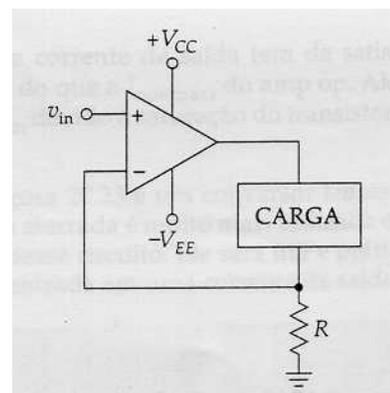


Figura 4 – Circuito de corrente constante.

Este circuito foi testado no pront-o-labor e está sendo montado em placa de circuito impresso, com o mesmo procedimento do circuito para geração das formas de onda.

## Resultados

As formas de ondas geradas são apresentadas na Figura 5a, 5b e 5c:

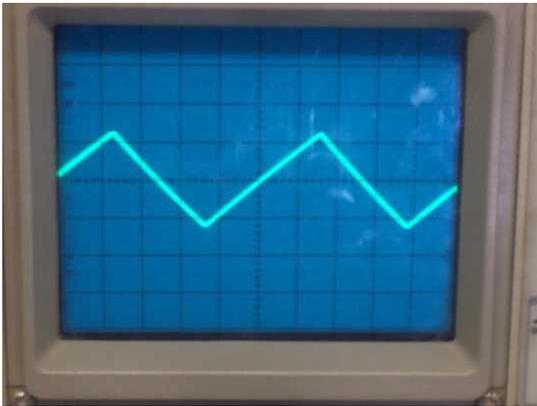


Figura 5a - forma de onda triangular, com amplitude de aproximadamente 3,5Vpp.

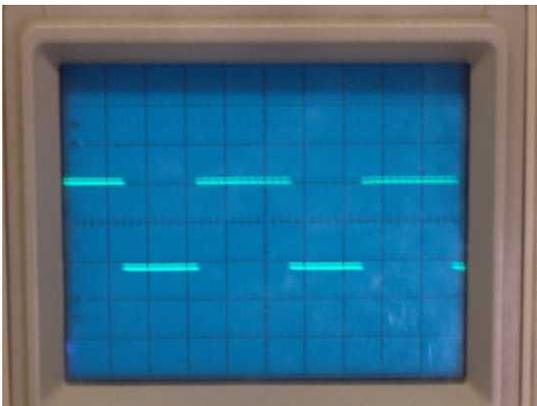


Figura 5b - forma de onda quadrada, com amplitude de aproximadamente 11,5Vpp.

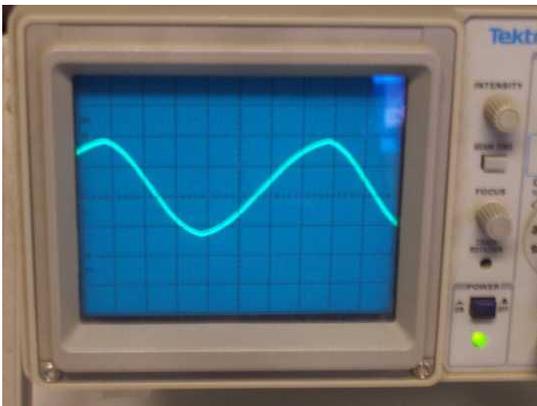


Figura 5c- forma de onda senoidal, com amplitude de aproximadamente 3,5Vpp.

As três formas de onda geradas por este circuito estão com mesma fase. Os sinais gerados podem ser ajustados com um potenciômetro e assim conseguimos um range de frequência entre 1 Hz até 2 kHz.

## Discussão

Pode-se chegar ao circuito de geração das formas de onda, testando dois circuitos. O primeiro foi um circuito que gerava apenas a onda senoidal de banda larga que apresentava um circuito complexo, e a forma de onda gerada não foi a desejada, por estar muito distorcida. Devido este motivo, testou-se outro circuito, sendo este mais simples, composto de apenas um CI, que forneceu as três formas de ondas com resultados esperados. A resposta de frequência deste CI é dada pela configuração de resistores com um capacitor, e o range da frequência é dada por um potenciômetro, onde nos forneceu as frequências entre 1Hz à 2KHz. A amplitude da tensão de saída,  $V_{pp}$ , é proporcional à tensão de alimentação do CI, ou seja, conforme maior a alimentação do CI, maior o valor de  $V_{pp}$  de saída.

Na Figura 4, do circuito de corrente constante, a componente “carga” é a impedância de onde será aplicado o sinal da estimulação. O valor da corrente que passará na “carga” será, independente do valor da impedância da mesma, sempre o mesmo valor. Isso é preciso por dois motivos:

1. O valor da corrente de estimulação não deve ultrapassar 70mA, pois valores acima deste pode acarretar em danos ao paciente;
2. Na estimulação a corrente deve permanecer com o mesmo valor. Exemplo: a pele contém impedância diferente de um paciente para outro, por isso a corrente de estimulação deve ser a mesma para todos os pacientes.

## Conclusão

A geração das três formas de onda, senoidal, retangular e a triangular foi possível utilizando-se apenas um CI, com isso, criamos um gerador de formas de ondas de pequeno tamanho.

## Referencia Bibliográfica

- [1] Acessado em: 22 de março de 2004  
<<http://www.crefito5.com.br/parec4.htm>>
- [2] MANZANO, G. "Eletromiografia: Técnicas e Aplicações Clínicas". *Medicina em Monografias* .4(5) 81:96, 1988.
- [3] KATIMS, J.J., NAVIASKY, E.H., REDELL, M.S., N.G., L.K.Y., BLEECKER, M.L., "Constant current sine wave transcutaneous nerve stimulation for evaluation of peripheral neuropathy", *Arch Phys Med Rehabil*. 210-213, 1987.
- [4] BOYLESTAD, R., NASHELSKY, L., "*Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos*", 5ª edição, Ed. Prentice-Hall do Brasil, pg 834-836.
- [5] MALVINO, A. P., "*Eletrônica*", 4ª edição, vol.2, Ed. Makron Books, pg. 256-260.
- [6] Data Shete ICL8038. Disponível em  
<<http://www.intersil.com/data/fn/fn2864.pdf>>.  
Acesso em: 18 de abril de 2004.