

SISTEMA PARA AQUISIÇÃO DA ATIVIDADE ELETROFISIOLÓGICA ACOPLADA A UM SOFTWARE PARA TRATAMENTO COM BIOFEEDBACK INFANTIL

**Amanda Dias da Silva ¹, Juliana de Mattos Guerra ¹, Simone Aparecida Bertolotti ¹,
Vanessa Cristina Maciel ¹, Carlos Julio Tierra -Criollo², Antonio Balbin Villaverde ²,
Marcos Tadeu Tavares Pacheco ²**

1. FCS – Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade do Vale do Paraíba
Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova – Cep.: 12244-000 – São José dos Campos – SP
e-mail¹: simone@univap.br

2. IP&D – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – Universidade do Vale do Paraíba
Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova – Cep: 12244-000 – São José dos
Campos – SP
e-mail²: carjulio@univap.br

Palavras-chave: bioamplificador, fonte de corrente, biofeedback, animação gráfica

Resumo - Implementou-se um amplificador diferencial de biopotencial tendo nas entradas fontes de corrente que são controladas por tensão de modo comum, que garantem menor ruído e segurança para o paciente. Os resultados preliminares mostraram uma amplificação com alta relação sinal ruído na banda de 0,1 Hz a 1KHz. O circuito posteriormente será acoplado a um software criado em Visual Basic para ser utilizado no tratamento de Biofeedback Infantil

1. INTRODUÇÃO

1.1. Bioeletricidade

O alemão Julius Bernstein propôs, por volta de 1870 a teoria de que as membranas do neurônio e da fibra muscular são polarizadas eletricamente mesmo quando inativas, com a superfície externa positiva em relação à interna. Mais tarde, o fisiologista americano H. P. Bowditch determinou que o potencial de ação do músculo é um fenômeno conhecido como tudo ou nada, ou seja, se a intensidade de estimulação atinge um limiar mínimo, ele ocorre, com intensidade independente da estimulação, caso contrário, não ocorre. Francis Gotch descobriu o mesmo para o potencial de ação do nervo [1].

1.2. Registro do Sinal Biológico

É devido a bioeletricidade que muitos experimentos e aplicações clínicas têm sido realizados. Utilizando-se sistemas de amplificadores biopotenciais com dois ou três eletrodos obtém-se adequadamente o sinal biológico desejado. Eletrocardiogramas, desfibriladores e monitores ambulatoriais, são exemplos desses tipos de sistema.

O circuito de interface paciente-amplificador com e sem isolamento, e utilizando dois ou três eletrodos, têm sido estudados por muitos pesquisadores [2].

A função principal dos amplificadores é possibilitar a captura de um sinal bioelétrico, aumentando sua amplitude de maneira que possa ser posteriormente processado, visualizado e armazenado.

DOBREV e DASKALLOVI (2002) propõem um bioamplificador, com base em um amplificador de instrumentação, tendo como entradas fontes de corrente. Segundo os autores com esta configuração (fig. 04), o circuito pode ser muito útil para a aquisição de sinais em áreas de altos campos eletromagnéticos. Os autores utilizaram este circuito para o registro de eletrocardiograma.

As entradas do amplificador diferencial estão conectadas nos pontos de referência através de fontes de corrente, gerando uma tensão de modo comum na saída (fig.01).

Uma fonte de corrente ideal impõe uma corrente de um dado valor predeterminado aos seus terminais qualquer que seja a tensão resultante sobre o circuito. A fonte de corrente ideal força uma corrente no circuito onde está ligada qualquer que seja a tensão aos terminais.

O valor da corrente é constante e o valor da tensão varia consoante a resistência de carga: se a resistência de carga é nula a tensão é nula; se a resistência for elevada o valor de tensão é elevado.

Neste circuito as fontes de corrente são utilizadas para balancear as impedâncias de entrada, a fim de minimizar o ruído do sinal de entrada e melhorar a segurança para o paciente [2].

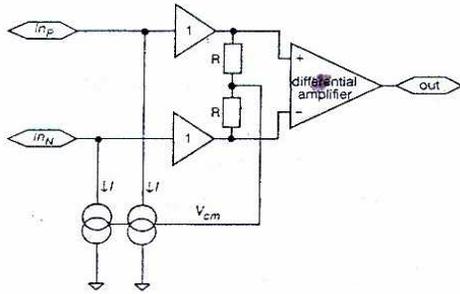


Figura 01 – Princípios do bioamplificador baseado no modelo de DOBREV e DALASKOVI (2002).

1.3. Biofeedback

O termo *biofeedback* foi criado em 1969. É uma técnica em que se aprende o controle voluntário de funções ou respostas fisiológicas das quais os pacientes a serem tratados normalmente não têm consciência, com a finalidade de recuperar, manter ou melhorar sua saúde e seu desempenho. Isto é feito através do uso de determinados instrumentos eletrônicos que medem as respostas com precisão e instantaneamente, mostrando-as ao paciente de modo visual ou sonoro. Com esta informação e orientado pelo fisioterapeuta, o paciente tem possibilidade de alterar o sinal *feedback*, de forma a modificar a resposta fisiológica conforme o que for mais desejável. Com um treinamento repetido, supervisionado pelo fisioterapeuta, o paciente consegue condicionar aquele processo fisiológico a funcionar de modo estável e desejado [6].

Muitas alterações fisiológicas que normalmente não são percebidas pelas pessoas podem tornar-se visíveis ou audíveis com instrumentos eletrônicos apropriados. Isso tem possibilitado que seja praticados o controle com biofeedback de um grande número de atividades, como o controle da pressão arterial, frequência cardíaca, temperatura da pele, mas tem sido usado principalmente para contração e relaxamento do músculo voluntário por meio da eletromiografia [4].

O eletromiógrafo (EMG) é o registro da atividade elétrica da membrana muscular em resposta à ativação fisiológica dos músculos esqueléticos, através de eletrodos registradores.

O instrumento de *biofeedback* é conectado ao músculo com sensores colocados sobre a pele. À medida que as unidades motoras são recrutadas para a contração, aumenta a quantidade de atividade elétrica dentro do músculo. Estes sinais são, então, registrados pelos eletrodos, amplificados e convertidos em sinais auditivos ou visuais. O paciente utiliza estas informações como

um guia enquanto pratica uma variedade de procedimentos para variar a tensão muscular [5] [3].

1.4. Integração Sensorial

A integração sensorial é o processo pela qual o cérebro organiza as informações, de modo a dar uma resposta adaptativa adequada do corpo para uso eficiente do mesmo no ambiente. O portador de déficits motores pode ser tratado com influencia da integração sensorio motora, onde o enfoque é no desenvolvimento da capacidade de perceber, lembrar e planejar movimentos motores. (6)

O tratamento infantil com *biofeedback* tem sido realizado com o sistema convencional que não apresenta atrativos para a criança concentrar-se e colaborar com o tratamento. Vê-se assim a necessidade de criar um software com animação infantil para estimular visualmente a criança tornando o tratamento mais eficiente.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é implementar um bioamplificador com base nos estudos de DOBREV e DASKALOVI (2002) e acoplá-lo a um software animado para um sistema de biofeedback infantil.

3. METODOLOGIA

MATERIAIS:

- 4 Amplificadores operacionais TL072;
- Componentes eletrônicos;
- Gerador de sinal;
- Osciloscópio;
- Fonte de alimentação;
- Programa Visual Basic.

MÉTODO:

Implementou-se o circuito da figura 05 numa placa proto-board. Alimentou-se V_{CC} com +12 V e V_{EE} com -12V, nos pinos 8 e 4 respectivamente. Determinou-se o ganho do bioamplificador variando-se a frequência.

Também foi implementado um filtro passa-banda de 20 a 500 Hz, que corresponde a faixa de frequência da atividade muscular. A frequência de corte inferior e superior deste filtro foi calculada através da relação capacitor/ resistor: $1 / 2\pi RC$. Para se determinar o gráfico de resposta em frequência do filtro o circuito foi alimentado com 12 V e o sinal de entrada foi de $1 V_{pp}$.

Estudou-se o programa Visual Basic para identificar o comando a ser usado para recepção de dados pela porta serial RS-232.

4. RESULTADOS

O circuito implementado foi testado inicialmente com senóides de baixas frequências desde 0,1 Hz e altas frequências até 10 KHz e amplitude pico a pico de 200 mV (fig. 03). O sinal no osciloscópio apresentou-se uma senóide com alta relação sinal ruído.

A resposta de frequência do amplificador (fig. 04) mostra que a largura de banda passante está entre 0,1 Hz a aproximadamente 1.100 Hz (frequência de corte superior).

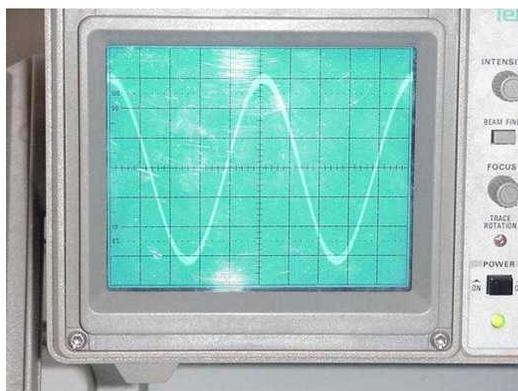


Figura 02 – Sinal amplificado, com alta relação sinal ruído. Amplificação de 60 vezes (frequência de 100 Hz).

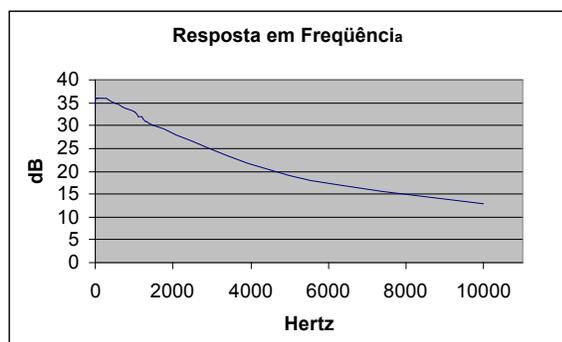
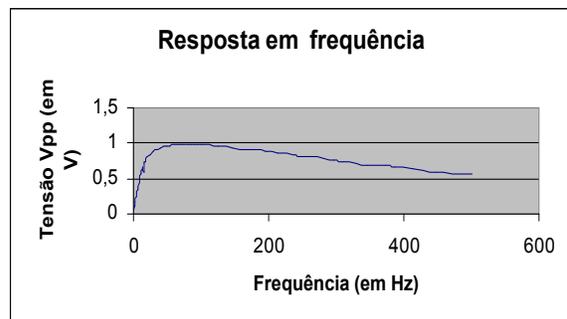


Figura 03 – Função da frequência (Hz) pelo ganho de tensão (dB) do bioamplificador.



Os valores para frequência de corte inferior e superior calculados foram de: 18,81 e 482,28 Hz, respectivamente. Enquanto, estas frequências obtidas na prática, foram de 16 e 347 Hz, para frequência de corte inferior e superior, respectivamente (figura 4).

Figura 04: – Função da frequência (Hz) pela tensão (V_{pp}) do filtro.

Referentes aos estudos com do Software Visual Basic, não obtivemos resposta positiva para a comunicação deste com o circuito.

5. DISCUSSÃO

Foram feitas alterações no modelo original do bioamplificador proposto por DOBREV e DALASKOVI (2002), foram colocados nas duas entradas resistores de 47 K Ω ; adotou-se como pontos o cruzamento da saída do pino 3 e 5 dos pré-amplificadores com o resistor de 47 K Ω e o capacitor de 33 pF, essa modificação foi feita em ambas as entradas (fig. 05).

A resposta temporal de frequência do bioamplificador mostrou-se adequado para aplicações biológicas de até 1 KHz e 200 mV, obtendo-se uma amplificação de aproximadamente 60 vezes. O bioamplificador mostrou-se também adequado para sinal de eletrocardiograma simulado com 31 mV de amplitude.

A resposta em frequência do filtro passa-banda mostrou que ainda serão necessários ajustes na relação capacitor/resistor para se chegar nas frequências de corte indicadas para eletromiógrafo de 20 e 500 Hz (FONSECA, 2001).

Para que se possa haver comunicação entre o circuito implementado (bioamplificador) e o Software de animação infantil criado em Visual Basic será necessário a construção de um programa conhecido como DLL (Dynamic-Link Library). Tal programa, desenvolvido em linguagem de baixo nível, fará a interface entre o circuito e o Software Visual Basic [9].

6. CONCLUSÃO

Os resultados iniciais demonstraram uma amplificação do sinal de entrada em 60 vezes com alta relação sinal ruído, o que comprova a eficácia do circuito para captação e amplificação de sinais com pequenas tensões e baixas frequências.

A seqüência deste trabalho consiste em fazer o isolamento do circuito com fotodiodos, fazer uma realimentação negativa para reduzir possíveis ruídos e para que o ganho fique mais estável e ajustar o filtro passa. Posteriormente, acoplar o circuito implementado a um software de animação infantil através da rotina DLL.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SABBATINI, Renato M.E., A Descoberta da Bioeletricidade. **Cérebro & Mente**. São Paulo, v.2, n.6, Jun/ Ago1998. Disponível em: < <http://www.epub.org.br>>. Acesso em: 25 abril 2003.
- 2 . DOBREV, D., DASKALOVI. Two-electrode biopotential amplifier with current-driven inputs. **Medical & Biological Engineering & Computing**. Sofia, Bulgária, p. 122-127. vol.40, October 2002.
3. STARKEY, Chad. **Recursos terapêuticos em fisioterapia**. 2ed. Barueri: Manole, 2001.
4. LOW, John; REED, Ann; **Eletroterapia explicada: princípios e prática**. 3ed. Barueri: Manole, 2001.
5. CLINICA DONNER. **Biofeedback: Técnicas e aplicações**. Disponível em: <<http://www.clinicadonner.com.br>>. Acesso: 11 de ago 2003.
6. **Biofeedback: A terapia do século 21**. Disponível em: <<http://www.epub.org.br>>. Acesso: 18 ago 2003.
7. LYRA, Carla Beatriz Santos; *et al.* **Integração sensorial equilíbrio e postura** 2002. Fisioterapia em Neurologia Funcional, Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro. Disponível em:< <http://www.fisioterapia.com.br>>. Acesso em: 04 set 2003.
8. FONSECA, Sérgio Teixeira, et al. Análise de um método eletromiográfico para quantificação de co-contracção muscular.**Revista Brasileira de Saúde e Movimento**. Brasília v. 9, n. 3. julho 2001 p 23-30. Disponível em: < <http://www.ucb.br>>
9. **Dynamic-Link Libraries**. Disponível em: < <http://msdn.microsoft.com/library>>.

Anexo 1

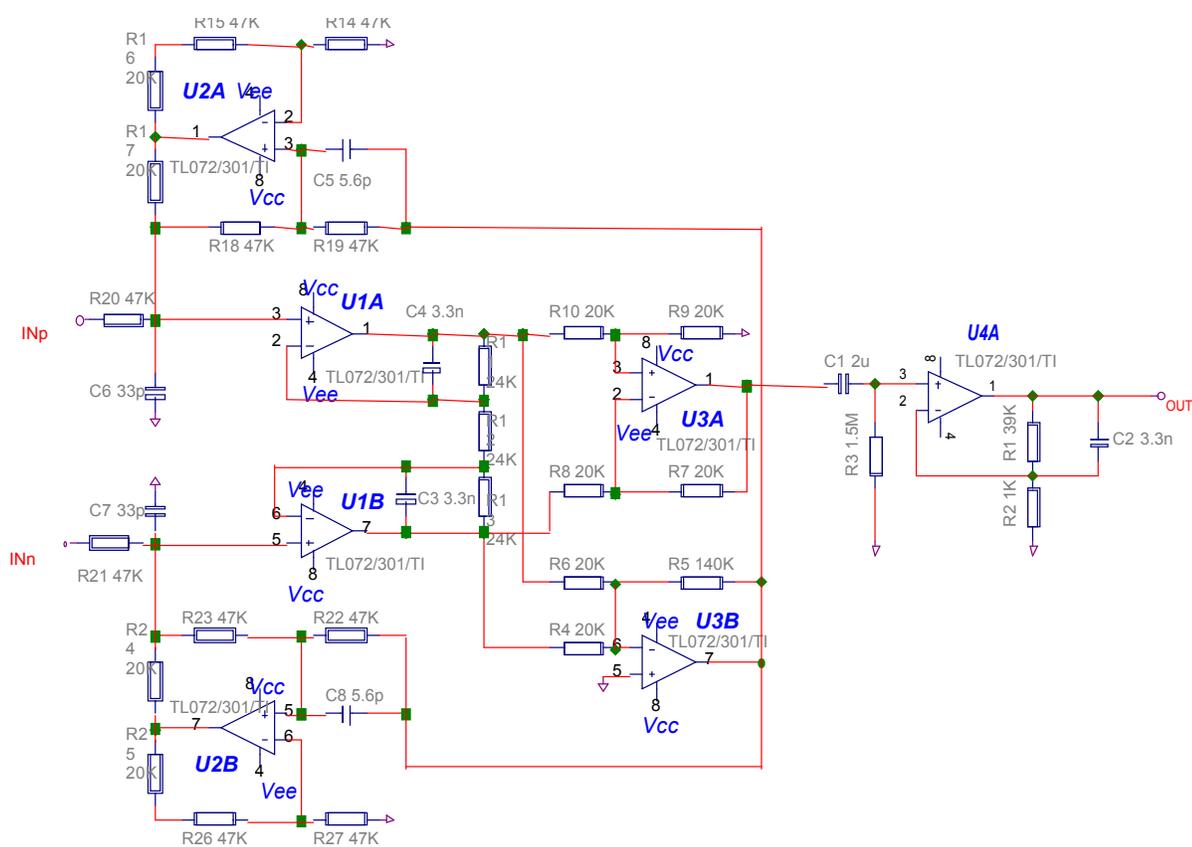


Figura 05 – Circuito do bioamplificador (modificado de DOBREV e DASKALOVI).