

Sistema de Aquisição de Sinal Eletromiográfico (EMG) Para Aplicação em Controle

Lizandra Meire Moreira Santos, Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo,
Ernano Arrais Junior

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA

lizandraineire@hotmail.com, {ernano.arrais,
francisco.segundo}@ufersa.edu.br

Abstract. *Currently improvements in equipment and machines are being made to facilitate the mobility and autonomy of people with motor disabilities, through the capture of biosynthesis. The very important electromyographic (EMG) signal was used to perform this work. The main goal is to acquire the electromyographic signal from an individual's biceps and triceps to prove the circuit's ability to recognize EMG signals from other muscles in the body. The signals were captured by surface electrodes through a biomedical instrumentation amplifier, which amplifier is accompanied by a filter to better study myoelectric signal acquisition. It was possible to conclude that the use of biosynthesis for wheelchair movement, for example, in these muscles is satisfactory because of its significant amplitude verified through the oscilloscope.*

Keywords: *Electromyographic signal; Biosinais; Amplifier.*

Resumo. *Atualmente melhoramentos em equipamentos e máquinas estão sendo feitos para facilitar a mobilidade e a autonomia de pessoas com deficiência motora, através da captação de biosinais. O sinal eletromiográfico (EMG) bastante importante foi utilizado para a realização deste trabalho. O principal objetivo é fazer a aquisição do sinal eletromiográfico advindos do bíceps e do tríceps de um indivíduo, para comprovar a capacidade do circuito em reconhecer sinais EMG de outros músculos do corpo. Os sinais foram captados por eletrodos de superfície através de um amplificador de instrumentação biomédica, amplificador este que é acompanhado de um filtro para melhor estudo da aquisição do sinal mioelétrico. Foi possível concluir que a utilização de biosinais para movimentação de cadeira de rodas, por exemplo, nestes músculos se mostra satisfatório pela sua significativa amplitude verificada através do osciloscópio.*

Palavras Chaves: *Sinal eletromiográfico; Biosinais; Amplificador.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente novos equipamentos e máquinas estão sendo feitos para facilitar a mobilidade e a autonomia de pessoas com deficiência motora, mesmo depois de muita conquista com os direitos humanos e o avanço das tecnologias sobre indivíduos portadores de deficiência motora, há muito a trabalhar sobre a utilização de recursos e serviços, para esse público. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) apud

ONUBR 2015, no ano de 2011, mais de 1 bilhão de pessoas viviam com alguma deficiência, isso significa uma em cada sete pessoas no mundo. Outro problema, apresentado pela ONU é o alerta que 80% das pessoas com alguma deficiência residem nos países em desenvolvimento.

Considerando-se “pessoas com deficiência” todos que declaram qualquer nível de incapacidade, o número de deficientes no Brasil aumentou de 24 milhões em 2000 (14,3% da população) para 45,6 milhões em 2010 (23,9 % do total de brasileiros), onde 25,8 milhões são mulheres (26,5 %) e 19,8 milhões são homens (21,2 %). E ainda, 38,5 milhões dessas pessoas vivem em áreas urbanas e 7,1 milhões em áreas rurais. Entre esses dados 7 % da população brasileira tem deficiência motora, foco principal deste trabalho. A pesquisa foi mais aprofundada de acordo com a severidade da deficiência, assim 2,33 % de cadeirantes estão em estado mais crítico de locomoção [Cartilha Do Senso 2010, 2012].

Com o intuito de proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão desta na sociedade e no mercado de trabalho, está evoluindo uma nova era chamada “tecnologia assistiva”, onde recursos e serviços estão a inteiro dispor desse grupo de pessoas [SARTORETTO e BERSH, 2017]. Uma das áreas que vem contribuindo para a acessibilidade, suporte e reintegração de indivíduos, é o uso da eletromiografia, que usa o sistema de biopotenciais gerado pelo movimento dos músculos, onde o público especialmente são portadores de deficiência físicos ou motores, pois são em maior parte dependentes [BORGES, L. R. *et al*, 2014]. Para isso, é necessário entender o funcionamento muscular.

A atividade elétrica nos tecidos vivos é um fenômeno que se dá em nível celular, sendo estritamente dependente da membrana celular [QUILLFELDT, 2005]. Os sinais elétricos que percorrem os seres vivos são chamados de biopotenciais. Esse potencial elétrico que percorre em nosso corpo se dá pela diferença na concentração de íons entre o interior e exterior da membrana citoplasmática [RAHAL, 2009].

Nosso corpo humano é constituído por diversos músculos ao longo de toda a estrutura esquelética. Esses músculos encontram-se revestidos por várias células excitáveis que partem da medula espinhal, de forma que uma unidade motora possa ser composta por esse grupo de fibras musculares inervadas.

O corpo humano possui uma vigorosa atividade elétrica que faz com que haja o funcionamento vital de nossos órgãos, por isso um estudo a nível celular é preciso para melhor entendimento do assunto. O eletromiograma (EMG) é um dos exemplos de potenciais. É pela membrana plasmática que detectamos essa atividade celular, devido à diferença de concentração de íons dentro e fora da membrana causado pelas células excitáveis exibindo certo potencial. As contrações causadas pelos músculos e nervos causam uma tensão que gera biopotencial [JÚNIOR, 2004]. A função dos biopotenciais

é medir o campo eletromagnético produzido pela atividade de diferentes sistemas do corpo [ALVES, 2013].

O principal objetivo deste trabalho é conseguir fazer a aquisição do sinal eletromiográfico advindos do bíceps e do tríceps de um indivíduo para comprovar a capacidade do circuito em reconhecer sinais EMG de outros músculos do corpo. Com finalidades futuras de fornecer benefício aos portadores de necessidades motoras através de sinais mioelétricos provenientes do movimento do braço, possivelmente tornar esses indivíduos independentes para realizar as tarefas simples do dia a dia, ou até mesmo desempenhar alguma função no mercado de trabalho.

O sinal que será utilizado neste trabalho será o muscular através do eletromiograma (EMG), devido a sua facilidade de captação, não sendo necessário utilizar eletrodos invasivos. Este trabalho é a primeira parte para o projeto de controle da cadeira de rodas.

Este artigo está organizado da seguinte forma: Na seção 2, é realizado um levantamento bibliográfico sobre relatos científicos que abordem a temática deste trabalho. Na seção 3 descreve todo o projeto para captação do sinal muscular como também os resultados obtidos. Finalmente, na seção 4 é apresentada a conclusão do trabalho.

2. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Serão apresentados alguns relatos científicos encontrados na literatura que utilizam a aquisição do EMG seja para análise ou para alguma aplicação específica. A semelhança entre os trabalhos pesquisados de eletromiografia se dá pela captura de sinais através de eletrodos, alguns usam eletrodos de superfície, outros invasivos, como também a realização de testes relacionados ao controle de máquinas em ambientes reais (fora de laboratórios), já que os sinais EMG possuem baixa amplitude.

Por JÚNIOR (2004), um sistema de reconhecimento de comandos baseados em sinais de eletromiografia (EMG) cria recursos motores para indivíduos com dificuldade de locomoção, mas que apresentam alguma capacidade muscular. Recursos motores que foram obtidos por movimentos dos músculos da face, como os da bochecha ou os da sobrancelha. Para acionar esses músculos foi necessária uma interface entre o usuário e o aparelho que será utilizado, como a cadeira de rodas, ou qualquer outra aplicação que necessite de análise de sinais bioelétricos. A figura 1 mostra o acionamento do músculo corrugador do supercílio (responsável por fazer a sobrancelha do indivíduo ser movida para cima) que em seu movimento atua erguendo-se a sobrancelha do indivíduo.

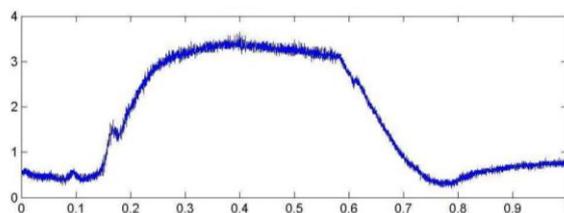


Figura 1: EMG corrugador do supercílio – fim de curso.

Tomando como exemplo o controle de uma cadeira de rodas motorizada através de eletromiografia em uma plataforma embarcada, ALBRECHT (2010) criou um método para adquirir sinais mioelétricos proveniente do movimento das pálpebras para controlar a cadeira de rodas.

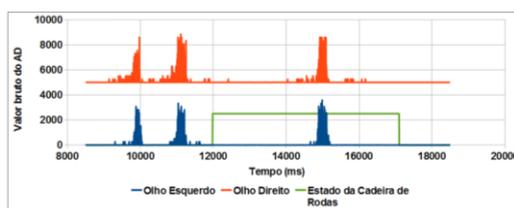


Figura 2: Comandos “andar para frente” e “parar” ativados por sinais da piscada dos olhos sistema.

Suas ferramentas são um eletromiógrafo com ganho e filtragem configuráveis digitalmente através de um microcontrolador e um algoritmo de detecção de piscadas voluntárias, tendo escolhido como músculo o Orbicularis Oculi. A Figura 2 mostra o comando “andar para frente”, seguido do “parar” e as mudanças do estado da cadeira de rodas através das piscadas dos olhos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste trabalho se dá pelo interesse em contribuir para evolução de novas tecnologias, ou até mesmo aprimorar as já existentes. A ideia do projeto consiste no fluxograma apresentado na Figura 3.

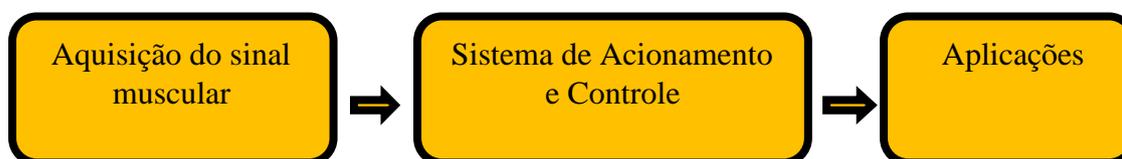


Figura 3: Descrição do projeto.

De acordo com a Figura 3, primeiramente, é necessário o estudo e aquisição do sinal muscular para realização do acionamento e controle da cadeira de rodas. Este trabalho se deterá apenas ao estudo e aquisição do sinal muscular, ficando a parte final do projeto para trabalhos futuros.

No desenvolvimento do projeto para a aquisição do sinal muscular, utilizou-se o amplificador de instrumentação. Após este circuito, foi inserido um filtro passa-baixa com frequência de corte de 500 Hz. A primeira etapa do projeto é a aquisição do sinal eletromiográfico. Para isto, foi construído um circuito de aquisição, que consiste das seguintes partes: Amplificador de Instrumentação, Buffer, Filtro Passa-Baixa de 500 Hz e Eletrodos. Os eletrodos usados são não invasivos e hipo-alérgicos, utilizados como meio condutor entre o usuário e o aparelho do experimento.

Todo o desenvolvimento do trabalho foi realizado no Laboratório de Eletrônica e Automação (LEAut) no campus da Ufersa em Pau dos Ferros. Em todas as partes do circuito foi utilizado o amplificador operacional LM324, que foi alimentado com uma tensão simétrica de 7 V. O amplificador de instrumentação foi feito com resistor de ganho através de um potenciômetro de 50 k Ω , e de 56 k Ω , e no valor de 82 k Ω . Estes valores resultam em um ganho de aproximadamente 44 dB. O filtro passa-baixa utilizado no circuito foi de primeira ordem, com um resistor de 10 Ω e dois capacitores que totalizassem um valor de 32 μ F.

A Figura 4 apresenta um esquemático do circuito completo de aquisição do sinal eletromiográfico, ilustrando as etapas citadas e a disposição dos resistores citados. Onde também foram utilizados fios reaproveitados de outras instalações para fazer conexão entre os componentes do circuito (eletrodo, fonte de alimentação, etc) no protoboard.

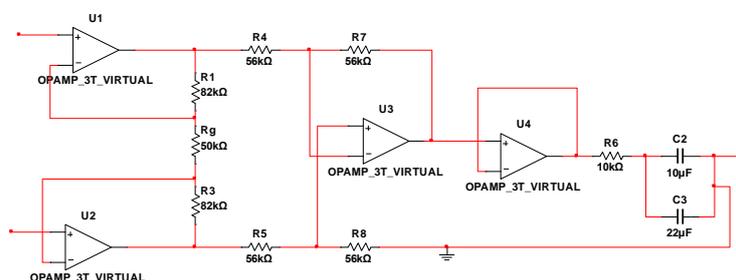


Figura 4: Circuito usado

Para a captura do sinal muscular, primeiramente fez-se a limpeza no local da pele a qual o eletrodo foi fixado, para que assim as impurezas presentes fossem removidas e a relação sinal ruído fosse diminuída. Foram utilizados três eletrodos de superfícies mostrados na Figura 5 (eles já possuem cola para sua fixação no local desejado), posicionados no braço direito. Nomeados como eletrodo 1 posicionado no bíceps (entrada positiva de U1), eletrodo 2 no tríceps (entrada positiva de U2) e eletrodo 3 no cotovelo (ligado ao aterramento do circuito). O sinal provém dos músculos tendo como referência o cotovelo, pois trata-se de uma região que não há sinal proveniente da contração muscular.

Para captar o sinal EMG, o indivíduo pode movimentar o antebraço sem a necessidade de utilização de peso, promovendo a contração dos músculos. É através dos resultados conseguidos com este experimento que pretende-se explicar o que já foi escrito até agora com o auxílio do osciloscópio para melhor demonstração.



Figura 5: Eletrodo

Tendo verificado como se dava o comportamento da onda quando os músculos estavam em repouso, as Figuras 6 e 7 exibem a teoria aplicada na prática, com a relação entre amplitude (V) e o tempo (s), essa relação significa a intensidade que dura tal reação em um certo tempo.

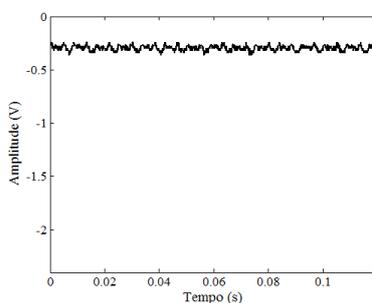


Figura 6: Bíceps relaxado (Osciloscópio)

Quando o músculo está em repouso, o sinal fica praticamente constante, ou seja, quase não há variação de amplitude ao longo do tempo.



Figura 7: Bíceps relaxado (Foto)

Em seguida foi analisada a onda ao contrair o bíceps, como pode ser observado nas Figuras 8 e 9 visualizamos o efeito.

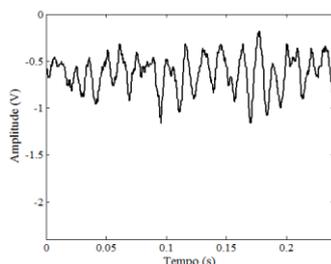


Figura 8: Bíceps contraído (Osciloscópio)

Quando o bíceps é contraído, nota-se como a amplitude tem uma variação significativa ao longo do tempo.



Figura 9: Bíceps contraído (Foto)

E finalmente, observou-se como se comportava a onda com o tríceps contraído, como mostra as figuras 10 e 11.

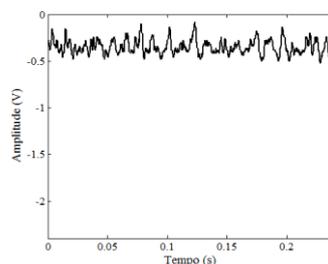


Figura 10: Tríceps contraído (Osciloscópio)

Assim como também, ao contrair o tríceps, o modo como o sinal é emitido, é diferente por se tratar de músculos diferentes.

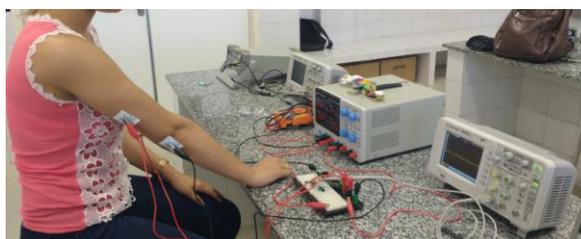


Figura 11: Tríceps contraído (Foto)

Lembrando que em todas as aquisições, foram utilizados ganho de 44 dB, CMRR de 42 dB e frequência de corte do estágio de filtragem em 500 Hz. E utilizando como alimentação para este circuito, uma fonte de tensão de bancada (disponibilizada pelo laboratório de eletrônica e automação na UFERSA).

4. CONCLUSÕES

Como pôde-se perceber, o objetivo deste trabalho sobre fazer a captação de sinais elétricos providos dos músculos foi alcançado. Mostrando que é possível, por meio de um projeto bem simples, desenvolver mecanismos que beneficie especialmente pessoas com deficiências motoras, não só movimentar uma cadeira de rodas, assim como diversos equipamentos de automação. Deste modo, os biopotenciais tornam-se meios pelos quais a tecnologia avança, disponibilizando alternativas de bem estar para humanidade utilizando a eletrônica analógica.

Baseado nos resultados obtidos a partir dos sinais adquiridos pela diferença de potencial entre os músculos bíceps e tríceps, conclui-se que é possível fazer o reconhecimento da ativação do músculo. Por meio das diferentes formas de onda obtidas com a movimentação de cada músculo individualmente, pode-se identificar como se dará intuitivamente a manipulação de uma cadeira de rodas motorizada. Isto, em um trabalho a curto prazo pretende-se fazer a implementação deste sistema para automação da cadeira de rodas, com testes em outros músculos, procurando aprimorar os estudos até aqui realizados. Por complemento, o sistema reconheceu e mediu com sucesso as contrações realizadas pelo músculo, medindo sua amplitude, dados que podem ser utilizados para estudo em diversas áreas da eletromiografia.

5. REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, Bruno Landau. *Controle de uma cadeira de rodas motorizada através de eletromiografia em uma plataforma embarcada*. Porto Alegre, 2010.
- ALVES, Leonardo Sehn. *Medição de Biopotenciais - o Estado da Arte*. 2013. Disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/projects/instrumentacao-fisica/wiki/Medi%C3%A7%C3%A3o_de_Biopotenciais_-_o_Estado_da_Arte> Acesso em: 29 de dezembro de 2016.
- BORGES, L. R. et al. *Sinais eletromiográficos e eletrônica analógica aplicados ao controle de cadeira de rodas motorizada*. 2014.
- CARTILHA DO CENSO 2010: *Pessoas com deficiência*. 2012. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>>. Acesso em: 18 março de 2017
- JÚNIOR, Nilton Barbosa Armstrong. *Sistema de reconhecimento de comandos baseados em sinais de eletromiografia (EMG)*. Curitiba, (2004).
- QUILLFELDT, Jorge A. *Origem dos potenciais elétricos das células nervosas*. Departamento de Biofísica, IB, UFRGS, p. 1-18, 2005.
- RAHAL, Rodrigo Luís. *Bomba de sódio-potássio: Membrana citoplasmática regula a passagem de íons*. (2009). Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/bomba-de-sodio-potassio-membrana-citoplasmatica-regula-a-passagem-de-ions.htm>>. Acesso em: 23 de março de 2017.
- ONUBR. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-com-deficiencia/>>. Acesso em 18 de março de 2017.
- SARTORETTO, Mara Lúcia e BERSCH, Rita. 2017. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 22 de março de 2017.