



21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

ELETRODO DE MONITORAÇÃO COM AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTAÇÃO PARA USO EM PRÓTESES ARTIFICIAIS

Alexandre Sassaki Rodrigues, sassakixande@gmail.com.

Ricardo Soares Rubin, ricarubin@ifsp.edu.br.

IFSP - Campus Araraquara, Rodoviária Heitor Souza Pinheiro, 21500 – Jardim dos Manacas – Araraquara – SP.

Resumo: Muitas próteses disponíveis no mercado hoje têm uma finalidade muito mais estética do que funcional. Próteses capazes de executar diversos movimentos ainda estão em fase de desenvolvimento. Entre elas, as próteses mioelétricas, nas quais o paciente comanda as ações ao enviar suas decisões por meio de sinal proveniente das contrações musculares, tem apresentado avanço nos últimos anos. Devido à reduzida amplitude do sinal mioelétrico, deve-se utilizar um circuito amplificador capaz de amplificar o sinal de uma maneira significativa.

O projeto objetiva desenvolver um sistema de processamento digital do sinal mioelétrico para aplicação em uma prótese funcional.

O presente trabalho apresenta a etapa inicial do projeto, ou seja, a construção do circuito de amplificação e tratamento do sinal proveniente do eletrodo. A próxima etapa consiste na digitalização e processamento do sinal.

Palavras-chave: Amplificadores de Instrumentação, Reabilitação Robótica, Eletromiografia.

1. INTRODUÇÃO

A mão humana é responsável pela execução de quase todas as atividades cotidianas, permitindo assim que um indivíduo tenha autonomia. Tarefas de precisão e de manipulação simples são executadas com o auxílio desse órgão, razão pela qual indivíduos que não possuem uma ou ambas as mãos enfrentam dificuldades no dia a dia, desde abrir uma porta até mesmo tomar café. As tecnologias, quando aplicadas às próteses, tornam-se importantes ferramentas para diminuir a angústia enfrentada por esses indivíduos.

Outro ponto importante a ressaltar é que essa tecnologia, quando aplicada a uma mão robótica controlada à distância, pode ser utilizada ainda para executar tarefas em locais insalubres, perigosos e de difícil acesso.

No caso específico de desenvolvimento de próteses, alguns fatores devem ser considerados, a saber:

- Baixa complexidade de construção e controle;
- Tamanho e peso reduzidos;
- Baixo consumo de energia;
- Custo;
- Antropomorfismo.

Diversas linhas de pesquisa relacionadas às próteses podem ser elencadas, como por exemplo integração dos atuadores, sistemas de movimentação, fontes de energia, sensores e controladores em um projeto compacto.

O presente trabalho está inserido no projeto de desenvolvimento de um sistema de processamento digital do sinal mioelétrico para aplicação em uma prótese funcional de membro superior. Esta etapa envolve a construção do circuito de monitoração do sinal do eletrodo para posterior digitalização e processamento.

2. ELETROMIOGRAFIA

O monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis é utilizado para medir o potencial de ação das células musculares e é conhecido como eletromiografia ou EMG. O sinal captado, chamado de sinal eletromiográfico, é a somatória algébrica de todos os sinais detectados de uma determinada área a partir do uso desta técnica. No entanto, por exigir contato com o corpo humano para realizar o monitoramento, as propriedades muscular, anatômica e fisiológica afetam os resultados finais, ou seja, as medidas. (SONO, 2008)

2.1. Aquisição do Sinal Eletromiográfico (EMG)

Os sinais EMG podem ser capturados em todos os tipos de músculo. Para possibilitar a aquisição do referido sinal é necessário a utilização de eletrodos. E o sistema de aquisição, representado pelos eletrodos e circuito de amplificação, quanto mais próximos ao músculo forem posicionados, ocorrerão menos interferências, como ruídos, e resultará em captação de um sinal mais nítido. (SONO, 2008)

Existem dois tipos de eletrodos que podem ser utilizados para a aquisição do sinal EMG: os eletrodos invasivos e os não invasivos. (ORTOLAN, 2002)

O eletrodo invasivo é uma espécie de uma agulha ou fio na qual é feito o contato internamente ao local de aquisição, isto é, o fio ou a agulha têm contato direto com o músculo. Segundo Webster, 1998, os sinais captados terão amplitudes maiores, melhor precisão e espectro de potência mais amplo com alta frequência de até 10kHz (Kilo Hertz).

Estes eletrodos, por serem sensíveis e devido ao modo de utilização, há o risco de que estes quebrem durante a aquisição, podendo resultar em defeitos e desconforto ao paciente. (BASMAJIAN and DE LUCA, 1985.)

Por sua vez, o eletrodo não invasivo é colocado superficialmente na pele, próximo a região do músculo, evitando inconvenientes internos como os ocasionados pelos eletrodos invasivos. Porém, devido ao contato com a pele, haverá uma interferência maior decorrente da transmissão do sinal no músculo até a chegada no eletrodo. Há também a necessidade de diminuir a impedância de contato entre a pele e o eletrodo fazendo limpeza da pele e a remoção dos pelos na área de posicionamento do eletrodo, e ainda, para casos especiais, leve abrasão da pele para remoção de células mortas. Os eletrodos de superfície possuem um gel condutor cuja função é aumentar a condutibilidade da corrente induzida. (DE LUCA, 1997) Por esta razão, os eletrodos não invasivos são largamente utilizados em eletromiografia.

Os eletrodos não invasivos contêm duas configurações, a monopolar e bipolar. A configuração monopolar obtém as diferenças de potenciais entre dois pontos, sendo um deles o ponto de referência. A configuração bipolar obtém dois sinais em relação a uma referência e estes sinais são subtraídos posteriormente. Neste caso necessita-se três pontos para a detecção do sinal. A configuração bipolar é utilizada em estudos que envolvem exercícios de contração voluntária, pois esta configuração apresenta benefício como alta taxa de rejeição de modo comum, podendo a detecção diferencial ser empregada para eliminar potencialmente grandes ruídos. O sinal é obtido em dois locais e, qualquer sinal que é comum a ambos os locais, será removido e os sinais diferentes, serão amplificados. (ORTOLAN, 2002)

O sinal a ser capturado passa inicialmente por um processo de tratamento analógico a fim de adequá-lo, eliminando os ruídos e as variações indesejadas. Para ser utilizado posteriormente em uma prótese artificial, deve ser feita a identificação do sinal, a qual, inicialmente, pretende-se ser obtida por meio de um procedimento digital.

2.2. Amplificação, Filtragem e análise do sinal EMG

Segundo Almeida, 1997, devido a utilização dos eletrodos não invasivos as amplitudes máximas de um sinal EMG variam entre 50 μ V (Microvolts) e 5mV (Milivolts), devido a esta baixa amplitude, necessita-se a amplificação do sinal para melhor visualização e para posterior processamento. Porém deve tomar cuidado também de não amplificar os ruídos.

Circuitos amplificadores diferenciais possuem maior imunidade aos ruídos do ambiente e interferências comparados aos circuitos simples. Estes amplificadores utilizam duas entradas de sinal, com uma amplificação da diferença dos mesmos, sinal dos eletrodos, muito maior que a amplificação do sinal comum a ambas as entradas, ou seja, os ruídos.

Após amplificação do sinal, será feito o processo de filtragem para remoção de ruídos os quais interferem no sinal EMG e não forem removidas pela amplificação diferencial. Os principais ruídos que podem interferir no sinal são provenientes da indução eletromagnética da rede elétrica (de frequência variável), dos artefatos de movimento e da própria rede elétrica, que ocasiona ruído de 60Hz (Hertz).

Este processo é dividido em três passos: Filtro rejeita-faixa de 60Hz para filtrar o ruído proveniente da rede elétrica; Passa-baixa de 400Hz para remoção de ruídos de alta frequência e passa-alta de 20Hz para remoção de ruídos de frequência entre 0 e 20Hz; e retirar o componente DC do sinal. (SONO, 2008)

Após o processamento analógico, o sinal é digitalizado para identificação dos movimentos dos músculos.

Segundo Sono, 2008, existem muitos métodos de processamento a serem utilizados para interpretação dos dados obtidos, e no sinal. EMG são importantes as características como frequência e amplitude. Como no presente trabalho será analisado o sinal processado então leva-se em consideração apenas a análise da amplitude, e devido a informação ser representada no domínio temporal, a amplitude é descrita em função do tempo.

Como os valores dos sinais EMG variam de acordo com o tipo de músculo analisado, o nível de contração muscular, a localização dos eletrodos, a quantidade de tecido entre o músculo e o eletrodo entre outros, é utilizada a

normalização para unificar as amplitudes variadas para possibilitar a análise. Ao utilizar esta técnica, os valores absolutos da amplitude serão transformados em valores relativos referente a um valor de amplitude caracterizada como 100%. Chamado de Maximum Voluntary Contraction ou Contração Voluntária Máxima. (DE LUCA, 1997)

3. MONTAGEM E TESTE DO CIRCUIO

Foi utilizado o amplificador operacional INA129 para amplificação do sinal, pois este amplificador possibilita a amplificação de até aproximadamente 1000 vezes, valor este ideal para implementação do monitoramento. (COUTINHO, et al. 2013)

Os circuitos complementares foram implementados utilizando-se componentes comuns, de fácil aquisição no mercado.

A figura 1 apresenta o fluxograma do processamento analógico do sinal implementado no circuito montado:

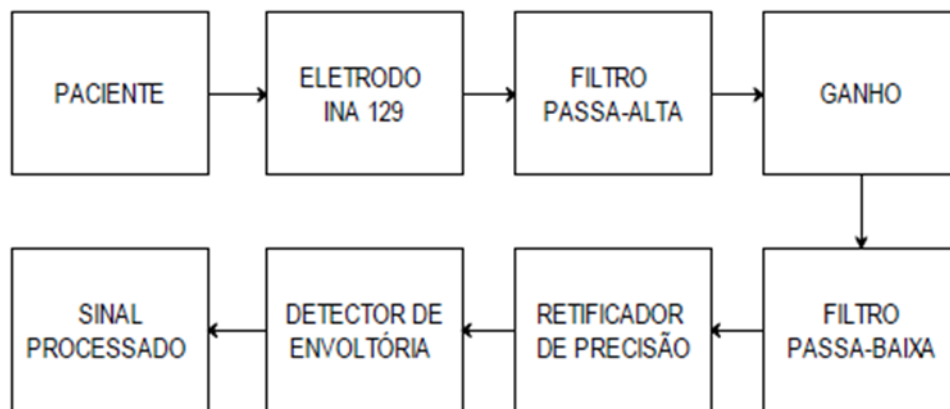


Figura 1. Fluxograma do processamento. (COUTINHO, et al. 2013)

A figura 2 representa o circuito montado, incluindo o processamento analógico do sinal amplificado.

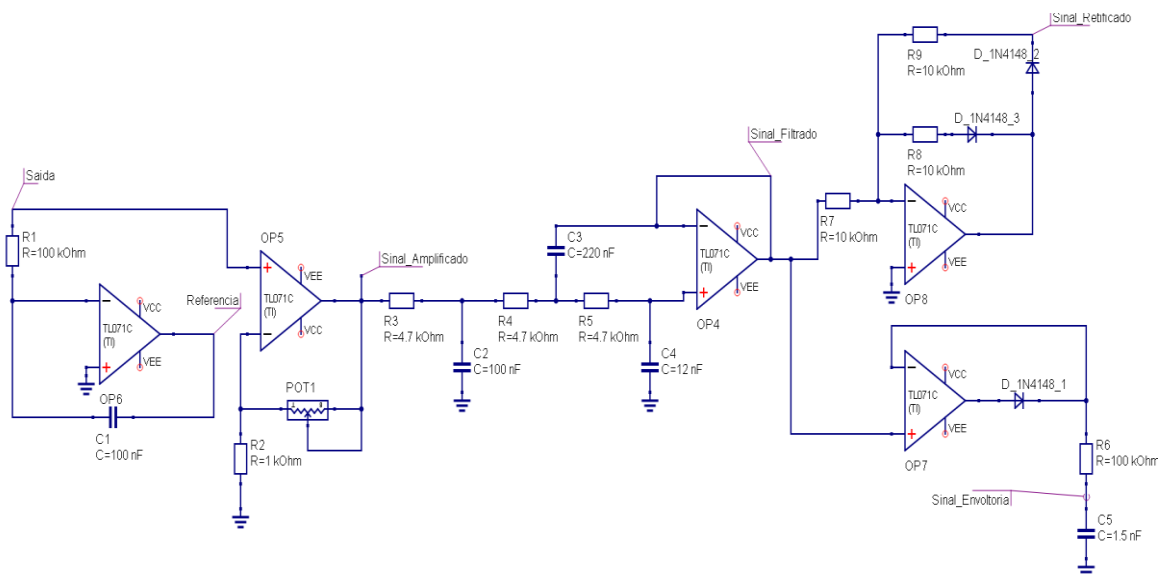


Figura 2. Circuito desenhado no software QUCS.

A figura 3 mostra a implementação prática do circuito:

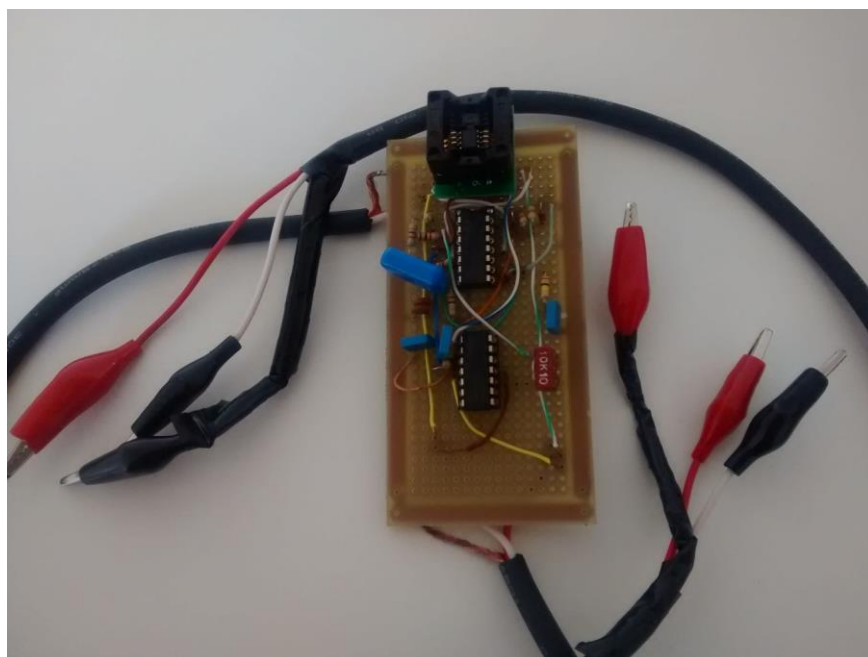


Figura 3. Circuito montado.

Após a realização da montagem do circuito, foram ligados os eletrodos próximo ao músculo palmar longo, entre os músculos próximos, localizados no antebraço próximo a articulação, entre o braço e o antebraço, então possibilitou obter os seguintes resultados apresentados nas figuras 4, 5, 6 e 7:

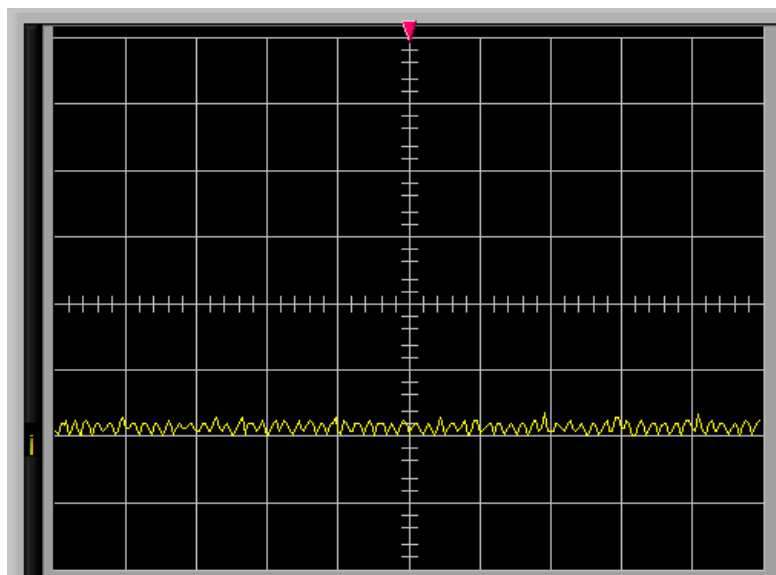


Figura 4. Amplitude do sinal dos eletrodos em função do tempo, obtido pelo software Digital Oscilloscope Communications, com o braço em repouso apoiado.

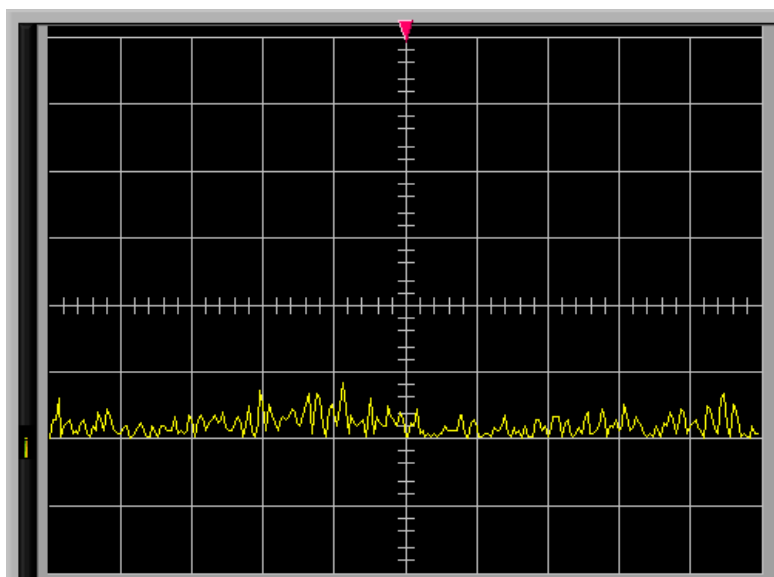


Figura 5. Amplitude do sinal dos eletrodos em função do tempo, obtido pelo software Digital Oscilloscope Communications com o braço em repouso sem apoio.

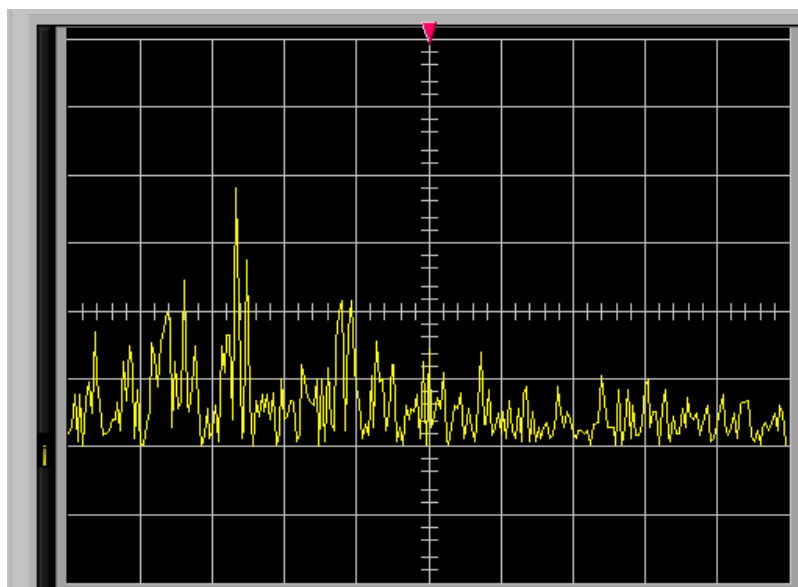


Figura 6. Amplitude do sinal dos eletrodos em função do tempo, obtido pelo software Digital Oscilloscope Communications com a aplicação de força no punho.

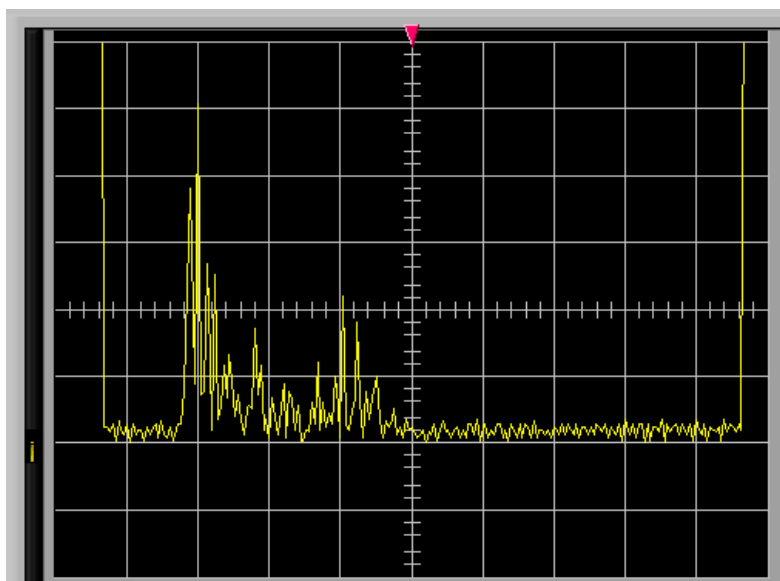


Figura 7. Amplitude do sinal dos eletrodos em função do tempo, obtido pelo software Digital Oscilloscope Communications com flexão do pulso.

Os sinais observados nas figuras foram obtidos utilizando o circuito implementado e representam os sinais EMG do membro superior. Quando o indivíduo aplica força ao músculo de modo a executar um movimento, como por exemplo fechar a mão, observa-se uma diferenciação do sinal em relação ao estado de repouso, e a cada movimentação nota-se que há diferença entre eles. Porém no estágio atual do trabalho, realizou-se apenas o processamento analógico dos sinais, cujo circuito ainda requer um ajuste fino. Em seguida, pretende-se digitalizar o sinal e processá-lo para identificação e posterior acionamento de uma prótese.

4. CONCLUSÃO

Os sinais apresentados demonstram que é possível realizar a diferenciação dos movimentos executados pelo músculo. A próxima etapa do trabalho prevê o ajuste fino dos filtros que compõem o circuito, bem como a digitalização do sinal para posterior processamento e identificação do movimento.

Ressalta-se que este trabalho, de monitoração de sinais eletromiográficos, pode ser utilizado não só para uso em próteses artificiais como também para auxílio na melhora da qualidade de vida de pacientes com outros tipos de necessidades.

5. REFERÊNCIAS

- Almeida, M. A. F. (1997). Filtragem Digital de Sinais Biomédicos. Tese de Mestrado, PGEEL, UFSC, Florianópolis, Brasil.
- Basmajian, J. V., and DE LUCA, C. J. (1985). Muscles alive (Williams & Wilkins, Baltimore) 5th Edn, p. 60-167.
- Coutinho, P. A. ; SANTOS, A. C. P. ; PEREIRA, D. C. ; FARIAS, A. R. ; ORTOLAN, R. L. (2013) . Modelo Didático de Prótese Antropomórfica de Mão de Baixo Custo.
- De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. Journal of Applied Biomechanics, Champaign, v.13, p. 135-163.
- Ortolan, R. L. (2002). Estudo e Avaliação de Técnicas e Processamento do Sinal Mioelétrico para o Controle de Sistemas de Reabilitação. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 113 p.

Sono, T. S. P. (2008). Projeto de um Sistema de Controle Sub-Atuado para uma Prótese de Mão. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 129 p.

Webster, J. G. (1998). Medical Instrumentation: Application and Design. Editor: John G, Webster, 3rd ed., New York. ISBN: 0-471-15368-9.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

MONITORING ELECTRODE WITH INSTRUMENTAL AMPLIFIER FOR USE IN ARTIFICIAL PROSTHESIS

Alexandre Sasaki Rodrigues, sassakixande@gmail.com

Ricardo Soares Rubin, ricarubin@ifsp.edu.br

IFSP - Campus Araraquara, Rodoviária Heitor Souza Pinheiro, 21500 – Jardim dos Manacas – Araraquara – SP.

Abstract. Many prosthesis available on market today have more aesthetics finality than functional. Prosthesis able to execute several movements are on development phase yet. Between them, the myoelectric prosthesis that patient commands the actions sending own decision by means of signal from muscular contraction, have providing advance on the last years. Due to reduced amplitude of myoelectric sign, needs to use amplifier circuit able to amplify a sign a significantly.

The project aims to develop a digital processing system of myoelectric sign to apply on functional prosthesis.

The present paper presents the project's initial step, that is, the construction of amplification circuit and treatment of sign from electrode. The next step consists on digitalization and processing of sign.

Keywords: Instrumental Amplifier, Robotic Rehabilitation, Electromyography.