

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE  
TECNOLOGIA

Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC)

Captura e análise de sinais de miografia para controle de próteses

Área do conhecimento: Engenharia e Computação

Voluntário: Elder Cleiton Barreto Francisco dos Santos /  
Departamento de Engenharia Elétrica  
(eldercleiton@dcomp.ufs.br)

Orientador(a): Daniel Oliveira Dantas /  
Departamento de Computação  
(ddantas@ufs.br)

Relatório Parcial  
2016/2017

## 1. Atividades realizadas

O diagrama de blocos (figura 1.1) dá uma visão geral do projeto proposto neste trabalho de iniciação científica, desde a aquisição do sinal eletromiográfico (EMG) com eletrodos de superfície até a filtragem e amplificação para posteriormente ser enviado ao conversor analógico-digital. Os blocos em verde representam as atividades realizadas até o presente momento e os blocos em branco serão trabalhados no decorrer do projeto.

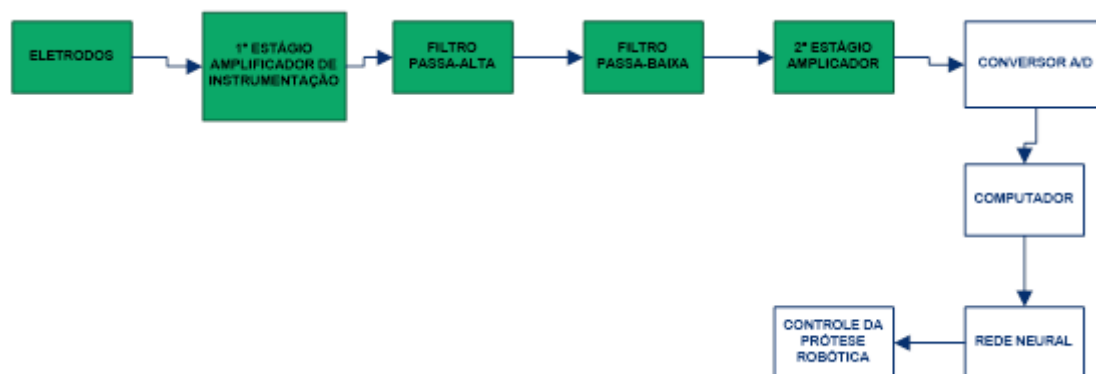


Figura 1.1 – Diagrama de blocos geral do projeto.

Inicialmente foi feita a revisão bibliográfica para ter uma fundamentação teórica sobre os conceitos e as características dos sinais eletromiográficos (EMG). Também foram estudados os diversos métodos e configurações para aquisição, amplificação e filtragem deste sinal.

Eletromiografia é um área que lida com a detecção, análise e o uso do sinal elétrico que emana das contrações musculares. Este sinal é referido como sinal EMG e pode ser afetado por propriedade musculares, anatômicas e fisiológicas, bem como pela instrumentação eletrônica utilizada para aquisição e análise dos sinais (De Luca, 2006).

A amplitude do sinal EMG pode variar de 0 - 10mV (pico a pico). A energia útil está limitada na faixa de frequência de 0 - 500Hz (De Luca, 2002). O tipo de registro de interesse neste trabalho será o sinal EMG de superfície que, geralmente, encontra-se na faixa de largura de banda citada.

Sabendo que o sinal EMG é de baixa amplitude e susceptível ao ruído devido aos problemas citados anteriormente. Foram estudados, simulados e testados quais os filtros e amplificadores resultariam em um sinal de saída de alto ganho e com baixo ruído.

A aquisição do sinal EMG é feita através de eletrodos, onde a escolha do tipo de eletrodo a ser utilizado dependerá das características do músculo a ser estudado. Para

músculos grandes e superficiais, geralmente usam-se os eletrodos de superfície, e para músculos pequenos e profundos, ou localizados entre ou abaixo de outros músculos, podem ser utilizados eletrodos invasivos (Caparelli, 2007). Neste trabalho serão utilizados os eletrodos de superfície.

Após a escolha dos tipos de amplificadores e filtros foi montado e testado, em uma matriz de contato (*proto-board*), o circuito de aquisição, que foi dividido em três etapas essenciais: pré-amplificação, condicionamento e amplificação. Os testes foram feitos no laboratório de hardware I do departamento de computação – UFS, onde foram obtidos bons resultados.

O circuito de pré-amplificação é composto por um amplificador de instrumentação que é usado geralmente em configurações bipolares e multipolares de eletrodos. Ele possui a habilidade de amplificação diferencial subtraindo o sinal comum de duas entradas e amplificando a diferença.

Segundo Wang et al. (2013), o ganho no estágio de pré-amplificação não deve ser muito alto, pois pode comprometer o sinal de saída por amplificar também o ruído. Este ganho geralmente não deve ser ultrapassar 10V/V. Neste trabalho o ganho máximo obtido foi de 7,26 V/V.

Em seguida, tem-se o circuito de condicionamento que é responsável por selecionar a parte do sinal de interesse, para isto são utilizados filtros. Neste trabalho foi utilizado o filtro passa-alta, que permite a passagem de altas frequências sem dificuldade reduzindo a amplitude de frequência maiores que a frequência de corte ( $f_c$ ), em série com os filtro passa-baixa, que atenua as frequências maiores que  $f_c$ .

As frequências do ruído contaminam o sinal bruto EMG podendo ser tanto altas quanto baixas. Ruídos de baixa frequência podem ser causados pelo contato pele-eletrodo por variações de temperatura e podem ser removidos usando o filtro passa-alta. Ruídos de altas frequências podem ser causadas por condução e pela interferência de ondas eletromagnéticas de diversos aparelhos como computadores, telefones celulares, entre outros, e podem ser eliminados usando o filtro passa-baixa (Jamal, 2012).

E por fim, o sinal selecionado é amplificado novamente por um amplificador inversor. Neste trabalho o ganho máximo obtido foi de 56 V/V no estágio citado.

Após montado e testado o circuito na *proto-board* foi feita a confecção de uma placa de circuito impresso (PCI). As etapas apresentadas até o presente momento estão

todos interligadas resultando em um único circuito de aquisição de sinais EMG com apenas um canal. Na figura 1.2 é apresentado o *layout* da PCI em 2D e 3D.

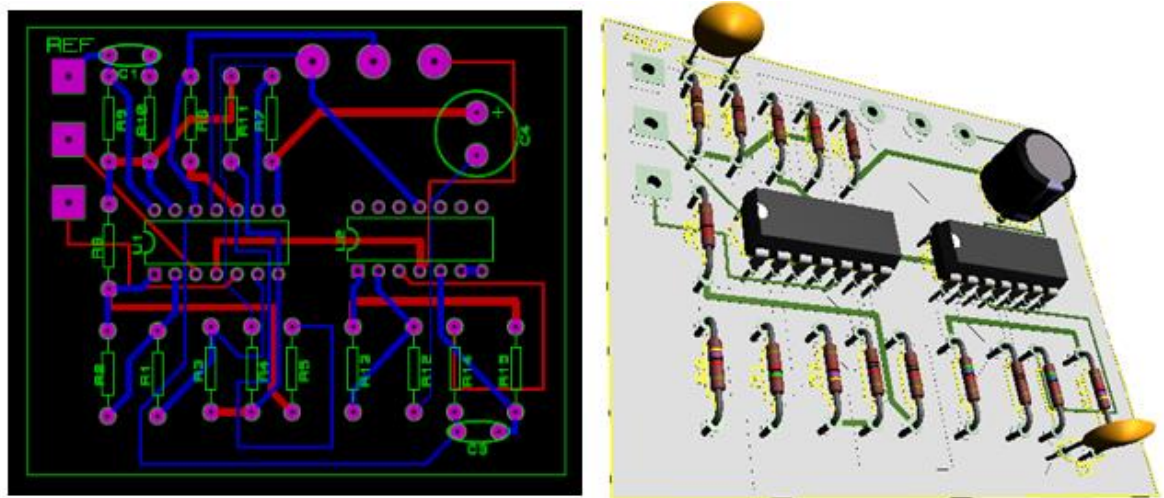


Figura 1.2 – Layout da placa de aquisição de sinais EMG.

A placa de aquisição foi montada com um canal para que possa ser utilizada pelo aluno que realizará a conversão A/D e tratamento do sinal e em paralelo será montado outra placa com oito canais nas próximas etapas do projeto.

## 2. Justificativa de alteração no plano de trabalho

Apesar de estar cadastrado no segundo plano de trabalho da iniciação científica realizei tarefas referente ao primeiro plano, devido a dois motivos:

- Fui cadastrado no andamento do projeto, mais especificamente em 10 de novembro de 2016;
- Para executar o segundo plano é necessário ter um prototipo da placa de aquisição de sinais EMG, que até recentemente não estava concluída.

## 3. Outras atividades

Não foram realizadas outras atividades.

## 4. Resultado preliminares

Foram feitas aquisições de alguns sinais EMG inserindo dois eletrodos na configuração bipolar, com distância entre si de no máximo 2 cm, no centro do antebraço, e o eletrodo de referência colocado na região do processo espinhal C7.

Os seguintes resultados (figuras 4.1 – 4.3) foram obtidos para alguns movimentos específicos repetitivos dos dedos com capturas feitas a partir do osciloscópio. Apesar de ser o sinal EMG bruto, sem tratamento digital, nota-se nitidamente distinção para cada tipo de movimento.

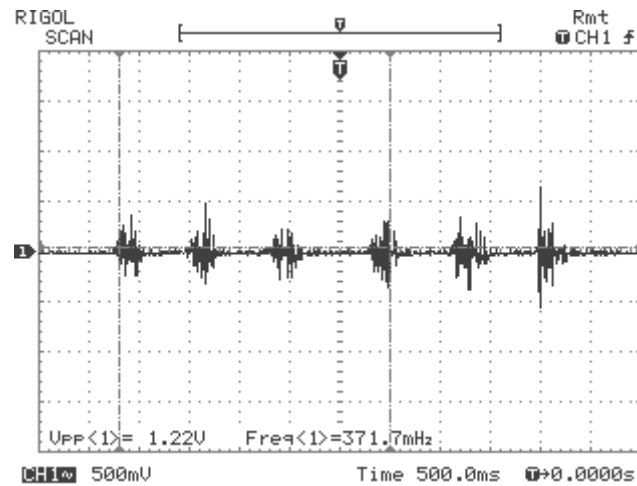


Figura 4.1 – Sinal EMG (fechando e abrindo todos os dedos).

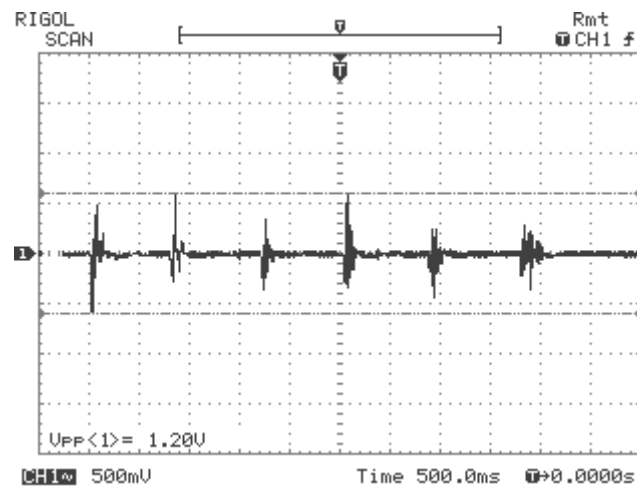


Figura 4.2 – Sinal EMG (fechando e abrindo os dedos anelar e mínimo).

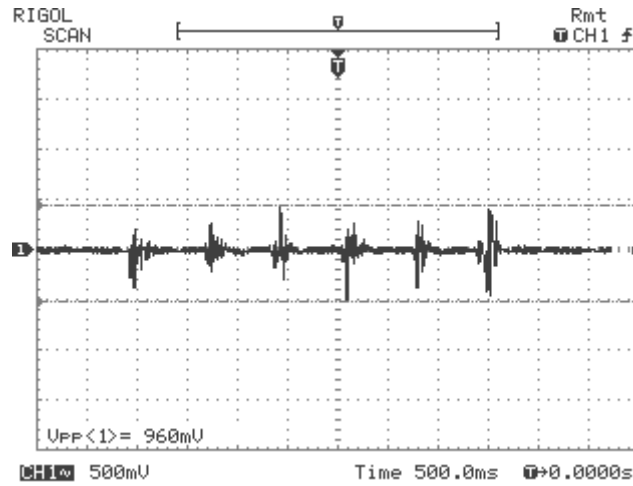


Figura 4.3 – Sinal EMG (fechando e abrindo os dedos indicador e médio).

Para encontrar a amplitude de entrada utilizamos a fórmula (1), onde  $G_1 = 7.26V/V$  é o ganho do amplificador de instrumentação e  $G_2 = 56V/V$  é o ganho do circuito condicionador.

$$V_{in} = \frac{V_{out}}{G_1 G_2} \quad (1)$$

Abaixo nas equações (2), (3) e (4) são apresentados os valores das amplitudes de entrada do sinal EMG, respectivamente, para os valores de saída mostrados nas figuras (4.1 – 4.3).

$$V_{in} = \frac{1,22}{7,26 \cdot 56} = 3mV_{pp} \quad (2)$$

$$V_{in} = \frac{1,20}{7,26 \cdot 56} = 2,95mV_{pp} \quad (3)$$

$$V_{in} = \frac{0,960}{7,26 \cdot 56} = 2,36mV_{pp} \quad (4)$$

Como já citado, o sinal EMG tem amplitude na faixa de 0 - 10mV de pico a pico (De Luca, 2002). Os valores de amplitude de entrada ficaram na faixa de 2 – 3mVpp. Portanto, verifica-se que os resultados obtidos foram satisfatórios, pois estão dentro da faixa especificada.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

DE LUCA, C. J. Eletromyography. Boston, Massachusetts, 2006.

DE LUCA, C. J. C. J. – Surface electromyography: Detection and recording. Delsys incorporated. 2002.

CAPARELLI T. B. Projeto e desenvolvimento de um sistema multicanal de biotelemetria para detecção de sinais ECG, EEG e EMG. 2007.

JAMAL M. Z. – Signal acquisition using surface EMG and circuit design considerations for robotic prosthesis. 2012

WANG J., TANG L., BRONLUND J. B. – Surface EMG signal amplification and filtering. 2013.