

FEELT31806 - INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA 1

Prof. Alcimar Barbosa Soares e Prof. Sérgio Ricardo de Jesus Oliveira

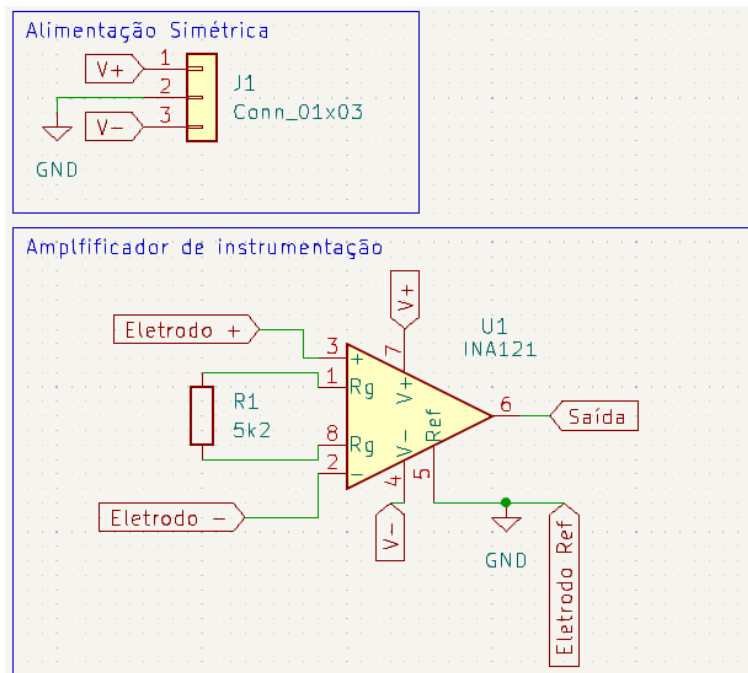
Captura do sinal EMG

Estágio 1: Amplificador de Instrumentação

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Daniel Botelho Silveira | 11921EBI033 |
| Kamila Borba Ribeiro | 11811EBI026 |
| Lucas Martins Primo | 12021EBI022 |
| Maria Eduarda Serafim de Souza | 11921EBI024 |
| Melissa de Albuquerque Barbosa | 11811EBI030 |
| Renato Souza Santana Filho | 12021EBI009 |
| Samuel de Oliveira Lino | 11921EBI030 |
| Vitória Fernanda Borges | 11911EBI015 |

1. Esquema eletrônico representado em um editor de circuito eletrônico:

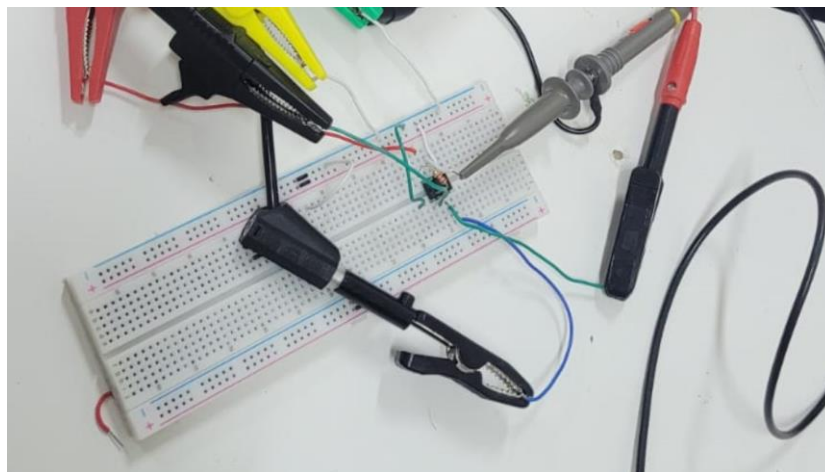
Figura 1 - Esquema elétrico do primeiro estágio para captação de sinal EMG



Fonte: imagem própria

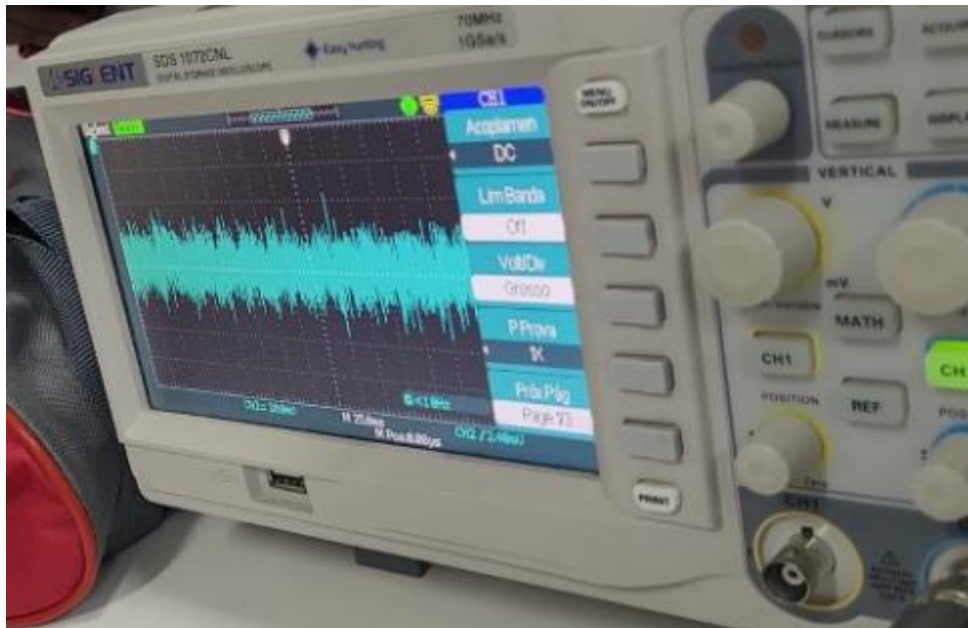
2. Figuras anexadas da montagem do circuito e do sinal observado no osciloscópio

Figura 2 - Montagem do circuito elétrico do primeiro estágio para captação de sinal EMG



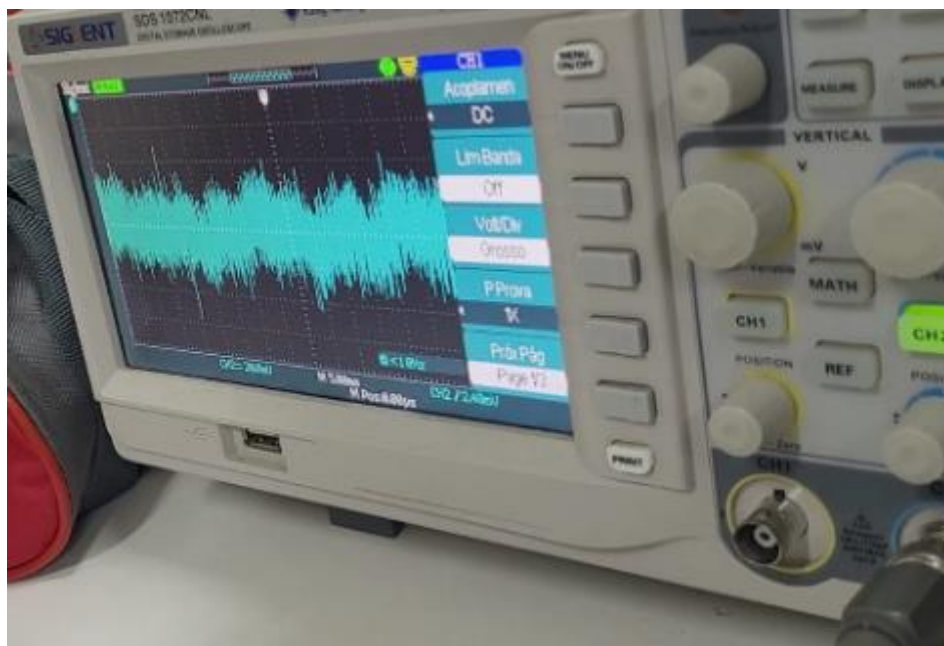
Fonte: Autoria Própria

Figura 3: Sinal do músculo relaxado



Fonte: Autoria Própria

Figura 4: Sinal do músculo contraindo



Fonte: Autoria Própria

3. Questões:

- a) Quais as vantagens em utilizar amplificador de instrumentação no lugar de um amplificador operacional comum?

Resposta: As vantagens do amplificador de instrumentação ao comparar com o amplificador operacional comum surtem mais efeito quando busca-se captar sinais com baixas amplitudes em um meio com artefatos, justamente a aplicação realizada no experimento. Uma dessas características é a rejeição de modo comum, isto é, eles são mais eficazes em eliminar sinais indesejados que aparecem em ambos os terminais de entrada do amplificador, podendo ser interferências eletromagnéticas, ruído de linha, ruído térmico, entre outros. Tal característica é fundamental para aplicações de medição de sinais pequenos onde a relação entre sinais, ruídos e artefatos são uma preocupação.

Outra característica fundamental dos amplificadores de instrumentação é a sua alta impedância. Na entrada, ela proporciona um impacto mínimo no circuito ao qual estão conectados. Isso é útil em aplicações onde é importante minimizar a carga no circuito de entrada, especialmente quando são abordadas interface pele-eletrodo. Já na saída, é benéfico quando conectados a circuitos de entrada de alta impedância, evitando assim a degradação do sinal.

Além disso, os amplificadores de instrumentação são projetados para fornecer precisão em aplicações de medição. Eles geralmente têm uma melhor precisão devido ao seu projeto específico e à capacidade de eliminar erros de offset e de ganho.

- b) Qual a maneira correta para se fixar os eletrodos (sinais e referência) na pele sobre o Bíceps?

Resposta: Primeiramente, é recomendado limpar a área em que serão afixados os eletrodos (abrasão) e, se possível, retirar o excesso de pelos (tricotomia). Além disso, a fixação dos eletrodos dos sinais deve

ser feita longitudinalmente ao longo da fibra do músculo alvo, nesse caso, o bíceps. Já o eletrodo de referência comumente é colocado no braço oposto ao de coleta, mas a regra é que este deve ser posicionado em uma área anatomicamente estável (que não se movimenta muito durante a coleta) e que não seja muito distante dos eletrodos que captam os sinais eletromiográficos. Deve-se garantir que os eletrodos não se mexam durante a coleta, de forma a reduzir os artefatos gerados pelo próprio sistema de medição.

c) Como funciona o circuito montado?

Resposta: O amplificador diferencial amplifica a diferença de tensão entre dois sinais de entrada e rejeita os componentes comuns a ambos os sinais (Rejeição Modo Comum). Geralmente é composto por dois transistores ou dois amplificadores operacionais idênticos. Os sinais captados são aplicados na entrada não inversora de cada um dos AOs, sendo que cada AO amplifica o sinal individualmente. A diferença de tensão entre as saídas dos dois AOs é então amplificada e formará a saída do amplificador diferencial. A saída do amplificador operacional é proporcional à diferença entre os dois sinais de entrada, podendo ser usado para amplificar a diferença entre as entradas ou apenas uma delas, aterrando a outra. Além disso, o amplificador diferencial como já dito tem a capacidade de fazer a rejeição de modo comum, sendo possível eliminar o ruído ou interferências que estejam presentes em ambos os sinais.

d) Por qual motivo é necessário ter um eletrodo de referência?

Resposta: O eletrodo de referência é necessário para captação sinais bioelétricos pois fornece um ponto de referência elétrico estável para os outros eletrodos, denominados como eletrodos de detecção. Sendo assim, seu objetivo principal é estabelecer um potencial de referência constante, garantindo que os sinais captados pelos outros eletrodos

sejam comparáveis e interpretáveis. Além disso, o eletrodo de referência também contribui para a minimização de condições ruidosas no sistema, chamadas de "modo comum" que são aquelas energias que são comuns entre os eletrodos de detecção e que geralmente são sinais eletromagnéticos externos como, por exemplo, a corrente de 60 Hz.

- e) Quais as razões para os ruídos observados no sinal mostrado na tela do osciloscópio e o que pode ser feito para atenuá-los?

Resposta: Os ruídos e artefatos visuais observados no osciloscópio podem ser atribuídos a diversas fontes, abrangendo elementos eletrônicos externos ao circuito, emissões eletromagnéticas provenientes de fontes como rádio e televisão, bem como interferências derivadas da rede elétrica. Adicionalmente, interferências podem ser geradas pelo deslocamento dos eletrodos sobre a pele e pelos próprios cabos. Para mitigar tais interferências, uma estratégia eficaz consiste em alimentar o circuito por meio de uma fonte de energia externa, tal como uma bateria, e realizar a captura do sinal em um ambiente com baixa exposição a radiações eletromagnéticas de outros dispositivos ou da rede elétrica. Além disso, é crucial assegurar uma conexão adequada dos eletrodos e aplicar medidas de fixação e blindagem nos cabos, visando minimizar seu movimento e a consequente interação eletromagnética entre eles.

4. Referências Bibliográficas

Soare, J. *et al.* Sistema de monitoramento de sinais biomédicos (SMSB).XXIV Congresso Brasileiro de Automática.2022. Disponível em:
<https://www.sba.org.br/open_journal_systems/index.php/cba/article/view/3257/2785>. Acesso em: 15 mar 2024.

Ocarino, J. *et al.* Eletromiografia: interpretação e aplicações nas ciências da reabilitação. Fisioterapia Brasil. Vol 6. Número 4. 2005. Disponível em:<<https://convergenceseditorial.com.br/index.php/fisioterapiabrasil/article/view/2012/3142>>. Acesso em: 15 mar 2024.