



**Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)**

**A Aplicação do
Conhecimento
Científico nas
Engenharias 2**

Atena
Editora

Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-245-6

DOI 10.22533/at.ed.456190504

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.0072

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O conhecimento científico é extremamente importante na vida do ser humano e da sociedade, pois possibilita entender como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Mediante o conhecimento científico é possível provar muitas coisas, já que busca a veracidade através da comprovação.

Sendo produzido pela investigação científica através de seus procedimentos, surge da necessidade de encontrar soluções para problemas de ordem prática da vida diária e para fornecer explicações sistemáticas que possam ser testadas e criticadas através de provas. Por meio dessa investigação, obtêm-se enunciados, leis, teorias que explicam a ocorrência de fatos e fenômenos associados a um determinado problema, sendo possível assim encontrar soluções ou, até mesmo, construir novas leis e teorias.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de suma importância para a evolução da sociedade e do ser humano em si, pois através dele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando o avanço na construção do saber em uma área do conhecimento.

Na engenharia evidencia-se a relevância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e disseminação deste conhecimento.

Neste sentido, este E-book, composto por dois volumes, possibilita o acesso as mais recentes pesquisas desenvolvidas na área de Engenharia, demonstrando a importância do conhecimento científico para a transformação social e tecnológica da sociedade.

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O BRASIL SABE PLANEJAR?	
Thiago de Oliveira Lima Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.4561904041	
CAPÍTULO 2	4
A CONTRIBUIÇÃO DA ACREDITAÇÃO HOSPITALAR PARA A MELHORIA DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE	
Tatyana Karla Oliveira Regis	
Sablina Cibele Fernandes Alves	
DOI 10.22533/at.ed.4561904042	
CAPÍTULO 3	15
SÍNDROME DE BURNOUT: NOVOS DESAFIOS PARA GESTÃO DE FUNCIONÁRIOS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	
Luís L’Aiglon Pinto Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4561904043	
CAPÍTULO 4	26
TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE ATENDENTES EM EMPRESA DE SOFTWARE	
Ivete Linn Ruppenthal	
Fernanda Klein Both	
Fabrício Desbessel	
João Serafim Tusi da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.4561904044	
CAPÍTULO 5	42
QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO	
Jeova Santos Gonçalves	
Larisse Oliveira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4561904045	
CAPÍTULO 6	46
UTILIZAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ	
José Oliveira da Silva Júnior	
Kleison de Paiva Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.4561904046	
CAPÍTULO 7	50
ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: CAPACIDADE PRODUTIVA DE UM ATELIÊ NO MUNICÍPIO DE XINGUARA-PA	
Thiago Dos Santos Paula	
Fábia Maria de Souza	
Waleriana Cavalcante Leão	
Mariele Ferreira Gonçalves	
Cristiano Carvalho da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4561904047	

CAPÍTULO 8	62
ANÁLISE ERGONÔMICA DOS AGENTES DE LIMPEZA PÚBLICA DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS -MA	
Karolayne Maria Viana Silva Basynga Franco da Silva Júlio César Moraes Vale José Ribamar Santos Moraes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.4561904048	
CAPÍTULO 9	72
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
DOI 10.22533/at.ed.4561904049	
CAPÍTULO 10	87
MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE NAVEGAÇÃO	
Gabriel Lemos Ferreira Tábata Stephanie Vilela Morgado	
DOI 10.22533/at.ed.45619040410	
CAPÍTULO 11	98
AVANÇOS DA MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA MECÂNICA DE UMA CONSTRUTORA	
Izac de Sousa Vieira José Weliton Nogueira Júnior Yuri José Luz Moura	
DOI 10.22533/at.ed.45619040411	
CAPÍTULO 12	103
DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MARCADOR PARA PLANTIO DE FUMO	
Marlon Vinícius Medeiros João Pedro Brentano Uhry Anderson Creasso Alexandre Chapoval Neto	
DOI 10.22533/at.ed.45619040412	
CAPÍTULO 13	115
CONTROLE E MONITORAMENTO DE CARGAS COM SISTEMA SCADABR E ARDUINO	
Chagas Carvalho Teixeira de Oliveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.45619040413	
CAPÍTULO 14	128
ANÁLISE DE POTENCIAL EÓLICO UTILIZANDO O SOFTWARE WASP E DADOS DE MEDIÇÃO DE ANEMÔMETRO DE TORRES METEOROLÓGICAS	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva Magna Livia Neco Rabelo Antonio Marcos Teixeira Antônio Wellington Vaz dos Santos José Neurismar Bezerra de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.45619040414	

CAPÍTULO 15 135

USO DO SISTEMA GOD PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM MARAU – RS

Gabriel D'Ávila Fernandes
Willian Fernando de Borba
Lueni Gonçalves Terra
José Luiz Silvério da Silva
Éricklis Edson Boito de Souza
Mirta Teresinha Petry

DOI 10.22533/at.ed.45619040415

CAPÍTULO 16 144

VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ELDORADO DO SUL-RS

Gabriel D'Avila Fernandes
Willian Fernando de Borba
José Luiz Silvério da Silva
Gustavo Rinaldo Scaburi
Pedro Daniel da Cunha Kemerich
Éricklis Edson Boito de Souza
Jennyfer Selong Redel

DOI 10.22533/at.ed.45619040416

CAPÍTULO 17 150

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA (LPA) NO CONTROLE DE BOMBAS DE SANGUE DE FLUXO CONTÍNUO

Gabriel Furlan
Tarcisio Fernandes Leão
José William Rodrigues Pereira
Victor Freitas Souto
Eduardo Guy Perpétuo Bock

DOI 10.22533/at.ed.45619040417

CAPÍTULO 18 162

CONFECÇÃO DE BIOMODELOS PARA PACIENTES RECÉM-NASCIDOS E CRIANÇAS MAIORES COM COARCTAÇÃO DA AORTA

Rosana Nunes dos Santos
Vinicius Oliveira Nascimento Louro
Nadine Rubliauskas Wahbe
Tiago Senra Garcia dos Santos
Aron José Pazin de Andrade
Bruno Utiyama da Silva
Carlos Augusto Cardoso Pedra

DOI 10.22533/at.ed.45619040418

CAPÍTULO 19 173

CONTROLE DO CONVERSOR BUCK PARA MÓDULOS DA CADEIRA DE RODAS COM USO DE LMIs

Ruberlei Gaino
Márcio Roberto Covacic
Rodrigo da Ponte Caun
Pedro Henrique Bonilha Mantovani

DOI 10.22533/at.ed.45619040419

CAPÍTULO 20 186

METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE UMA ROTINA DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA EM IMPLANTES DE QUADRIL

Jorge Arturo Hinostroza Medina

Bianca Aleixo

Claudio Teodoro dos Santos

Rafael de Abreu Vinhosa

Mauricio de Jesus Monteiro

Ieda Vieira Caminha

André Maués Brabo Pereira

DOI 10.22533/at.ed.45619040420

CAPÍTULO 21 199

DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROMIÓGRAFO PARA AVALIAR PADRÕES DE RESPOSTAS MUSCULARES E EFICÁCIA DE TRATAMENTOS

Suany dos Santos Chagas

Deriks Karlay Dias Costa

Wellington José Figueiredo de Lima

Luciana de Azevedo Vieira

Rildo Cesar Dias Arrifano

Kleiber Tenório de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.45619040421

SOBRE A ORGANIZADORA..... 212

DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROMIÓGRAFO PARA AVALIAR PADRÕES DE RESPOSTAS MUSCULARES E EFICÁCIA DE TRATAMENTOS

Suany dos Santos Chagas

Faculdade Estácio de Belém
Belém-Pará

Deriks Karlay Dias Costa

Universidade Federal do Pará
Belém-Pará

Wellington José Figueiredo de Lima

Faculdade Ideal FACI-Wyden
Belém-Pará

Luciana de Azevedo Vieira

Faculdade Ideal FACI-Wyden
Belém-Pará

Rildo Cesar Dias Arrifano

Faculdade Estácio de Belém
Belém-Pará

Kleiber Tenório de Sousa

Universidade Federal do Pará
Belém-Pará

RESUMO: A eletromiografia é uma técnica valiosa para estudar e avaliar a fisiologia neuromuscular e diagnosticar desordens neuromusculares é uma ferramenta importante nesta análise clínica e bastante utilizada para revelar informações relacionadas ao estado de ativação do músculo tanto de origem inflamatória quando de origem degenerativa. Doenças metabólicas que promovam distúrbios nos músculos também podem ser

analisadas. Como solução, o artigo relata a construção de um projeto tem como objetivo fornecer um aparelho voltado para medir os estímulos neuromusculares, o qual trará para a comunidade acadêmica uma solução de baixo custo e excelente qualidade para a aquisição de sinais bioelétricos para diversas finalidades de estudo e pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Eletromiografia, Arduino, Monitoração.

ABSTRACT: Electromyography is a valuable technique to study and evaluate neuromuscular physiology and to diagnose neuromuscular disorders is an important tool in this clinical analysis and widely used to reveal information related to the state of activation of the muscle both of inflammatory origin and of degenerative origin. Metabolic diseases that promote disorders in the muscles can also be analyzed. As a solution, the article reports the construction of a project aims to provide a device aimed at measuring the neuromuscular stimuli, which will bring to the academic community a low cost solution and excellent quality for the acquisition of bioelectrical signals for various purposes of study And research.

KEYWORDS: Electromyography, Arduino, Monitoring.

1 | INTRODUÇÃO

A ciência e a tecnologia nos trouxeram muitas novidades nas últimas décadas, o que facilitou o acesso a pesquisas e inovações que não eram imaginados em tempos anteriores, com isso vive-se em constante evolução, e com esse avanço tecnológico no mundo atual, a tecnologia tem se apresentado como o principal fator de progresso e de desenvolvimento em diversas atividades. E por que não utilizar dessa tecnologia para o aprimoramento da máquina mais perfeita que é o ser humano.

O estudo de fenômenos bioelétricos que acontecem nas membranas celulares de fibras musculares do esqueleto é chamado Eletromiografia (EMG) e através deste estudo, pode-se chegar ao diagnóstico de uma série de doenças e também se pode analisar o comportamento de músculos em diferentes situações.

Imagine que você está vivendo num apartamento com paredes especialmente finas e seu vizinho está dando uma festa. Do seu apartamento, parece que existem grupos de conversa na porta ao lado, e você está se perguntando quem está na festa, quantas pessoas são, se são homens ou mulheres, e assim por diante. As conversas, mas próximas à parede são mais fáceis de escutar e as vozes soam um pouco diferente daquelas mais profundas na sala. Um rádio está tocando, então é um pouco difícil escutar as conversas e, quanto mais pessoas entram na festa, tudo fica mais alto.

O desafio de gravar e interpretar a atividade eletromiografia (EMG) é análogo ao desafio enfrentado nesse apartamento de paredes finas. Se for gravar a partir da superfície da pele (a parede), as fibras musculares superficiais mais próximas a pele (vozes mais próximas à parede) contribuem com mais atividade do que aquelas mais distantes dos eletrodos de superfície. Grupos de unidades motoras (análogas aos grupos de conversação humana) fazem contribuições próprias ao sinal EMG. Quanto mais unidades motoras participam na contração muscular (mais pessoas entram na sala), mais o sinal EMG aumenta em amplitude. Numerosas fontes de ruído (como a música de fundo) podem tornar difícil a interpretação do sinal EMG. [1]

Pode-se identificar que estudo utilizando a eletromiografia é uma ferramenta importante na análise clínica da marcha e bastante utilizada para revelar informações relacionadas ao estado de ativação do músculo tanto de origem inflamatória quanto de origem degenerativa. Doenças metabólicas que promovam distúrbios nos músculos também podem ser analisadas.

Fisioterapeutas utilizam a eletromiografia para avaliar padrões de respostas musculares e eficácia de tratamentos. Na área de educação física é um exame bastante utilizado durante a verificação das melhores posições para trabalhar certos músculos. Pode também ser feito para que se estabeleça o ponto de fadiga de cada pessoa, evitando assim lesões e protegendo o atleta. Fonoaudiólogos monitoram a evolução do tratamento através da eletromiografia dos músculos da face. Na Odontologia é muito utilizado para investigar causas de dores e para avaliar o correto funcionamento dos músculos da ATM. Este é, portanto, um procedimento que pode ser realizado com

diversas finalidades.

A viabilidade econômica para o desenvolvimento pesquisa acadêmicas sobre este assunto, justifica-se em relação aos preços e as dificuldades de assistência técnica, tendo em vista que um equipamento de EMG com custo mínimo de R\$ 400,00 podendo chegar a valores até de R\$ 19 mil reais no mercado brasileiro. O presente artigo aborda o desenvolvimento de uma placa simples e acessível para a aquisição de sinais bioelétricos, com o objetivo de fornecer uma solução para medir os estímulos neuromusculares, dispondo assim para a população e comunidade científica uma forma de construir um aparelho de EMG muito preciso e de baixo custo, possibilitando o acesso para uso pessoal, profissional ou acadêmico em vários campos de uso e estudos que a eletromiografia pode abranger.

2 | RECURSOS UTILIZADOS

2.1 Amplificador

O Amplificador são amplificadores diferenciais DC de alto desempenho: alto ganho, alta impedância de entrada, baixa impedância de saída e grande resposta em frequência. Foram criados para implementar computadores analógicos, executando operações matemáticas com valores de tensões como operandos e resultados. São muito usados em instrumentação e equipamentos eletrônicos em geral.

Amplificador de instrumentação AD620 da *Analog Devices* a qual sera utilizado se caracterizam por ter uma entrada diferencial e uma elevadíssima impedância de entrada que é conseguida reduzindo-se o ganho da primeira etapa, normalmente funcionando como seguidor de tensão.

2.2 Filtros

Os Filtros existentes nos circuitos eletrônicos dentro do amplificador que alteram o conteúdo de frequência do sinal. Como esses circuitos permitem passar certas frequências enquanto atenuam outras, eles são chamados de filtros analógicos.

O filtro passa-alta e o passa-baixa utilizado neste projeto para realizar as frequências de cortes será o TL084 ST.

Um filtro passa-altas é um filtro que permite a passagem das frequências altas com facilidade, porém atenua (ou reduz) a amplitude das frequências abaixo de frequência de corte. O filtro passa-baixas ele é muito utilizado para bloquear as frequências baixas não desejadas em um sinal complexo enquanto permite a passagem das frequências mais altas.

2.3 Eletrodos

Os eletrodos convertem o potencial elétrico gerado pelo músculo num sinal

elétrico que é conduzido por meio de fios ao amplificador, em um processo denominado **transdução de sinal**.

Os eletrodos de superfície utilizados recebem o sinal EMG é enviado a um amplificador, que filtra e aumenta a magnitude do sinal antes de ele ser enviado à placa de conversão analógico-digital instalada num computador. [2]



Figura 1 - Eletrodo

Fonte: Autor

2.4 Arduino

Arduino é uma plataforma de código aberto (hardware e software) criada em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada à um computador e programada via IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB. [3]

O conversor analógico-digital (frequentemente abreviado por conversor A/D ou ADC) é um dispositivo eletrônico capaz de gerar uma representação digital a partir de uma grandeza analógica, normalmente um sinal representado por um nível de tensão ou intensidade de corrente elétrica.

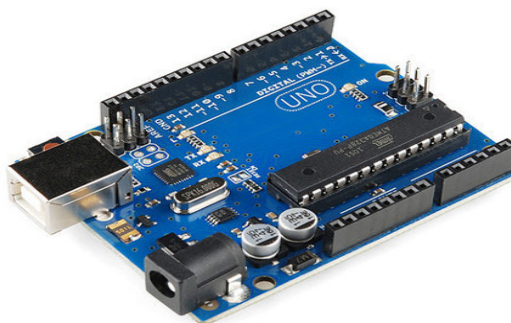


Figura 2 - Arduino

Fonte: [4]

3 | DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Para a concepção de um circuito que consiga fazer a aquisição dos sinais bioelétricos, deve-se seguir alguns passos:

- A - Aquisição do sinal
- B - Filtrar o sinal
- C - Retificar o sinal
- D - Converter o sinal
- E - Processar do sinal

Inicialmente será necessária uma fonte de alimentação simétrica de tensão positiva e negativa usando duas pilhas de 9V. A tensão positiva dos bornes da bateria 2 será +9V e o terminal negativo da bateria 1 será -9V.

A Figura 3 ilustra a fonte de energia conectada aos bornes

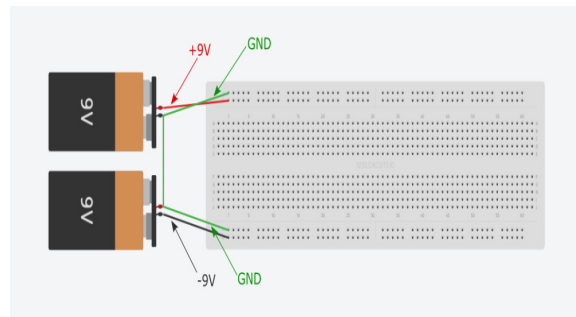


Figura 3 – Fonte de Energia

Fonte: Autor

3.1 Aquisição do sinal:

Para a aquisição do sinal do circuito EMG, usado para medir os impulsos elétricos do sistema nervoso do corpo na ativação fibras musculares utiliza-se o amplificador de instrumentação AD620 da Analog Devices, esse amplificador possui um ganho bem elevado que varia de 1 a 10.000 com alta impedância de entrada, um modo de rejeição comum na faixa de 100 db e uma resposta a frequência bem elevada em média a 120 kHz, nesta fase de aquisição será dado um ganho de 99 db.

A Figura 4 ilustra a aquisição do sinal usando amplificador de instrumentação.

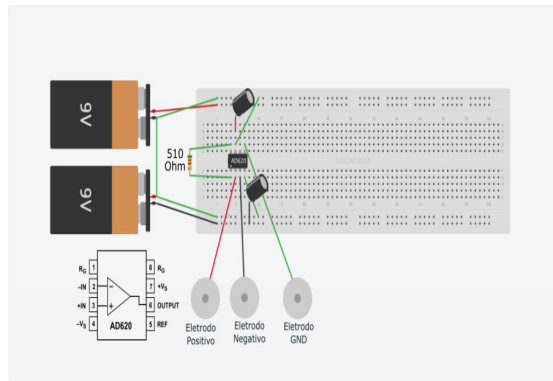


Figura 4 – Aquisição de Sinal.

Fonte: Autor

3.2 Filtrar o sinal

Para a segunda fase que será a filtragem do sinal, usando um filtro passa-alta com a faixa de corte a 10 Hz e ganho de 2,2 db, isso irá eliminar os ruídos provenientes dos cabos e posteriormente um filtro passa-baixa com a faixa de corte a 500hz e ganho de 4,85 db, eliminando frequências que não são provenientes de sinais neuromusculares. A Figura 5 ilustra a filtragem do sinal.

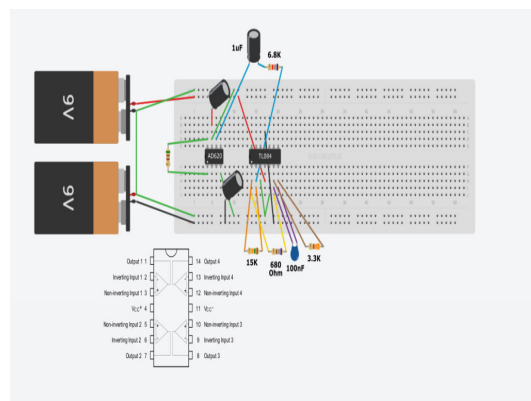


Figura 5 – Filtros

Fonte: Autor

3.3 Retificar o sinal

No terceiro passo aplica-se um retificador de onda completa para ajustar o sinal de forma que não haja perda de informação na conversão AD, para as etapas 2 e 3 utilizando o amplificador operacional TL084 da ST, a vantagem desse amplificador se caracteriza por ser 4 em 1, ou seja, com um único CI constrói-se os filtros e o retificador, assim economizando espaço na placa e dinheiro. A Figura 6 ilustra a retificação do sinal.

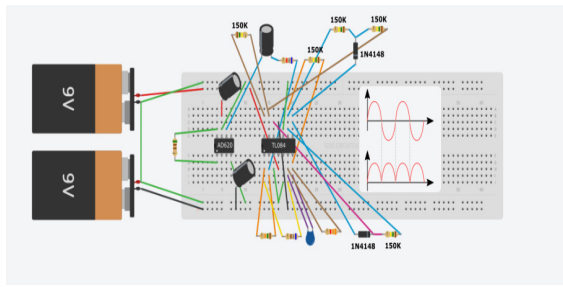


Figura 6 – Retificando Sinal.

Fonte: Autor

3.4 Converter o sinal e Processando o sinal

Para a quarta etapa foi utilizada a plataforma Arduino UNO para fazer a conversão analógica digital do sinal, como o microcontrolador do Arduino UNO é o ATmega328P dispondo-se de conversor AD de 10 bits de resolução e uma faixa de tensão de 0V a 5V, como o sinal irá passar por 3 ampliações antes de ser convertido para o sinal digital o mesmo terá um ganho final de mais ou menos 1000 pois se multiplicar-se o ganho da primeira etapa com os ganhos dos filtros chegar ao valor de $99 \times 2,2 \times 4,85 = 1056,33$, assim se entrar com 1 mV terá na saída o valor de 1V.

Os sinais bioelétricos musculares medidos na superfície da pele por eletrodos pode atingir um pico máximo de 5 mV tera uma saída máxima de 5 V, assim o sinal final que entrará no conversor estará ajustado para a faixa de Voltagem correta para que não haja perda de informações, e na última etapa processa esse sinal definindo uma taxa de amostragem de 1000 HZ que representa o dobro da frequência máxima que o sinal EMG pode assumir e aplicar a transformada rápida de Fourier (FFT) para calcular as frequências médias e medianas de uma amostra do sinal e assim assegurar que as perdas de informações serão mínimas.

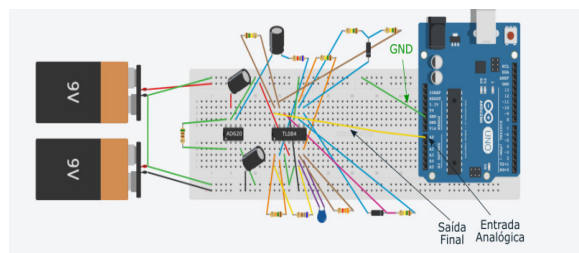


Figura 6 – Conversão e Processamento do sinal

Fonte: Autor

3.5 Interface de Computador

A interface de computador envolve converter o sinal EMG analógico numa forma de onda digital. Um programa de computador pode ser escrito para processar o sinal digital numa forma significativa que permita sua mensuração[5].

Para a interface utilizou-se da biblioteca do arduino.

```

void setup() {
  // Inicializa a comunicação serial a 9600 bits por segundo.
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  // Efetua a leitura da porta analógica no pino A0
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // Converte o valor lido no sensor em volts
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0) * 10;
  // Imprime o resultado na saída serial
  Serial.println(voltage);
}

```

4 | RESULTADOS

O primeiro cenário de teste aconteceu no meio computacional fazendo uso de uma solução computacional para simular o funcionamento do circuito, onde foi injetado um sinal com uma tensão e frequência específica e verificou-se a saída. Na figura 7 ilustra o esquemático do circuito construído para análise das leituras.

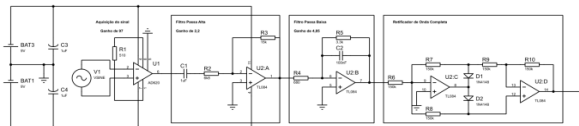


Figura 7 - Esquemático

Fonte: Autor

A simulação 1 observou comportamentos normais de uma contração neuromuscular utilizando entrada de 1mV a 60hz, a saída final foi de 940mV muito próximo a 1V.

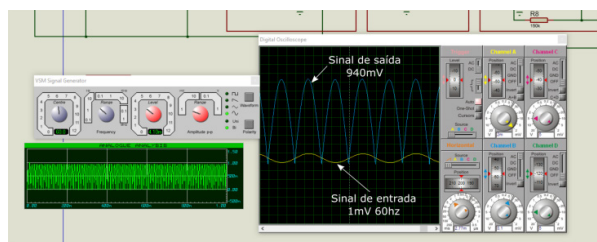


Figura 8 – Comportamento Normais

Fonte: Autor

Na simulação 2 foram feitos testes de leitura apenas com filtro passa-alta para

averiguar sua leitura utilizou-se entrada de 1mV a 0HZ, a saída final foi de 29,7mV muito próximo a 0V.

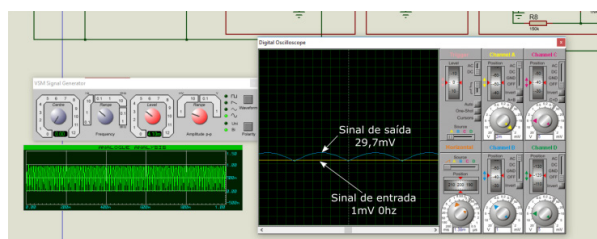


Figura 9 – Simulação Filtro passa-alta

Fonte: Autor

Por último, a simulação 3 foram feitos testes de leitura utilizando apenas o filtro passa-baixa com entrada de 1mV a 1000HZ, a saída final foi de 158mV.

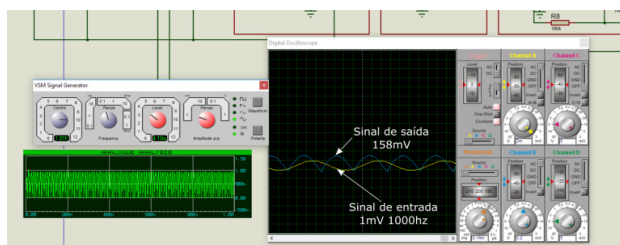


Figura 10 – Simulação Filtro passa-baixa

Fonte: Autor

Todos os resultados computacionais confirmam a solução esperada para o meio. Conclui-se nesta fase que a pesquisa demonstra que a solução pode ser aplicada no meio físico.

O segundo cenário de teste aconteceu no meio físico foram possíveis coletar e processar o sinal EMG. O canal de comunicação apresentou o resultado esperado, possibilitando uma troca de informações conforme apresentam as figuras 11 e 12 o sinal EMG em azul. Percebe-se que a envoltória possui um formato bem definido, facilitando a análise do sinal coletado e o estudo do nível de atividade muscular sendo coletados de um voluntário.

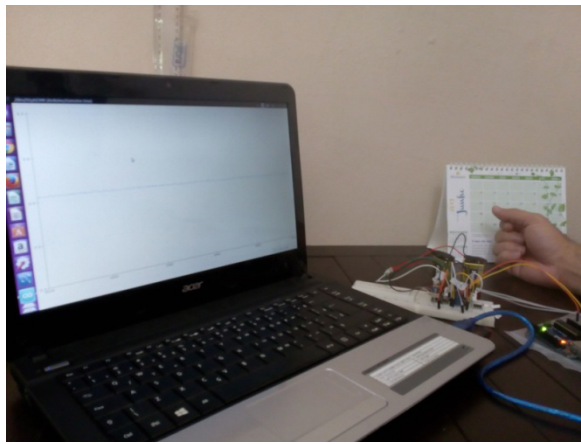


Figura 11 – Sinal EMG sem ativação muscular
Fonte: Autor

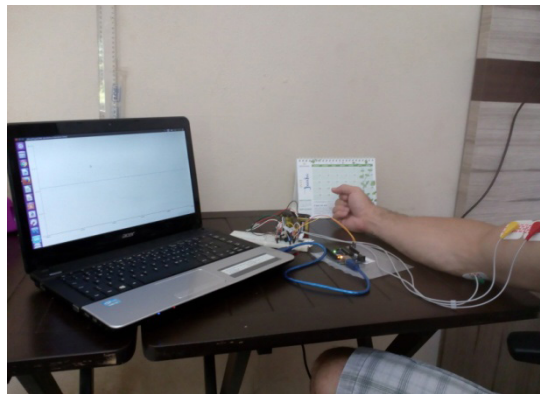


Figura 12 – Sinal EMG sem ativação muscular
Fonte: Autor



Figura 13 – Sinal EMG sem ativação muscular
Fonte: Autor

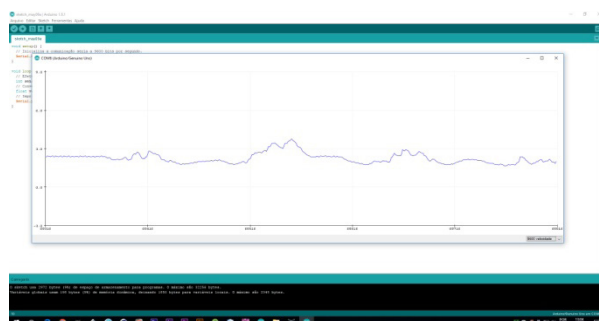


Figura 14 – Sinal EMG com ativação muscular
Fonte: Autor

A Figura 15 demonstra o posicionamento dos eletrodos e o músculo escolhido ao qual foram feitas capturas do sinal.

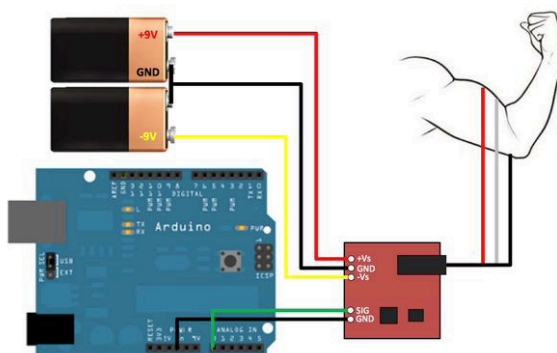


Figura 15 – Posicionamento Eletrodo

Fonte: [6]

As Figuras 16 e 17 mostram o sistema completo em funcionamento e aplicação, os sinais EMG sendo coletados de um voluntário ocorrido fora de laboratório.

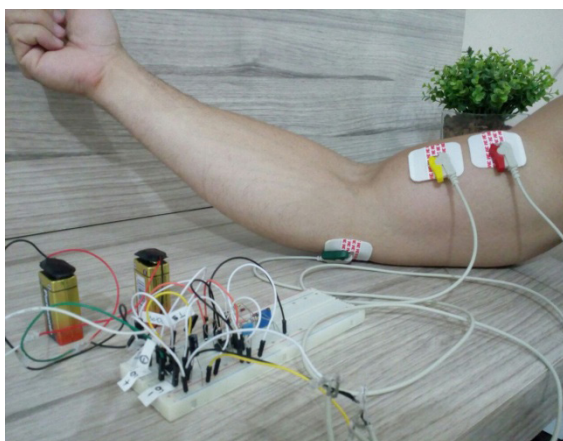


Figura 16 - Teste do projeto por um voluntário

Fonte: Autor

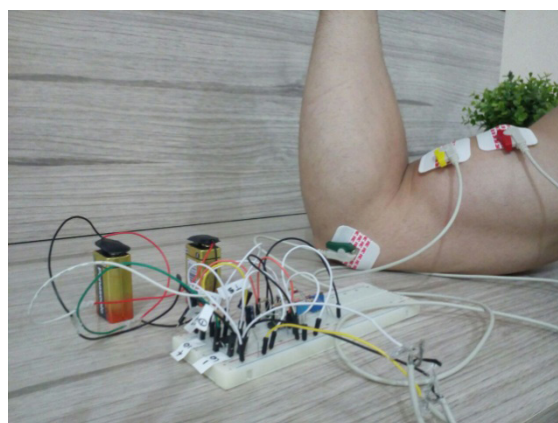


Figura 17 - Teste do projeto por um voluntário

Fonte: Autor

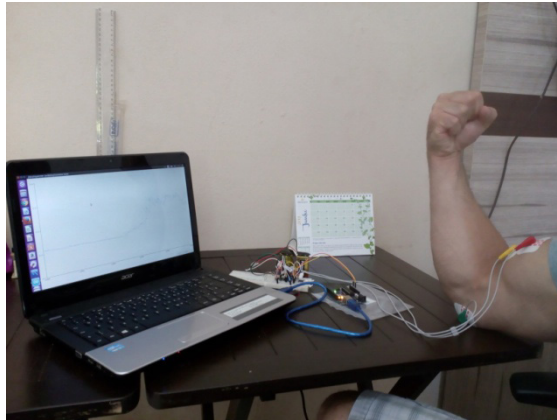


Figura 18 - Teste do projeto por um voluntário fora do laboratório.

Fonte: Autor

5 | ANÁLISES E DISCUSSÕES

A abordagem de concepção do sistema, de apresentar uma solução didática referente à aquisição de sinais biomédicos e a qualidade dos sinais captados pelos circuitos de aquisição se mostrou adequada à aplicação proposta. Havia uma preocupação inicial de que a implantação de recursos prejudicasse uma captação adequada dos sinais, uma vez que estes são sinais que apresentam baixíssima amplitude. Porém os resultados foram satisfatórios.

Tomou-se o cuidado de para se evitar a fadiga muscular, os testes realizados foram conduzidos em intervalos de tempo reduzidos, para ter uma melhor leitura de dados.

A arquitetura deste projeto demonstrou que é válido optar por um sistema de comunicação entre interfaces ao invés de construir um único aplicativo que contemple todas as funcionalidades, já que o desenvolvimento independente das partes pode ser mais rápido e menos trabalhoso.

Foram observadas duas dificuldades no desenvolvimento do projeto, sendo estas na fase de aquisição de equipamentos:

1. O amplificador de instrumentação é muito escasso no mercado brasileiro.
2. O custo do amplificador de instrumentação se comparado aos demais componentes é muito mais elevado.

6 | CONCLUSÃO

A proposta inicial deste trabalho é a construção de um aparelho de EMG que foi disponibilizado para a população e comunidade científica de qualquer área de aplicabilidade do estudo EMG, o qual o mesmo foi cumprido.

A contribuição deste trabalho pode ser considerada muito positiva, incitando a iniciativa do desenvolvimento de soluções que contribuam para a prática do ensino

e elaborando instrumentos pedagógicos que despertem a motivação dos estudantes e pesquisadores. O que se espera com isso é iniciar uma ação que gere frutos, alimentando um processo de melhoria das condições do ensino e aprendizagem e aumente o interesse pela área.

REFERÊNCIAS

Kamem, Gary (2015). **Fundamentos da Eletromiografia** / Gary Kamen, David A. Gab. 1. Ed. São Paulo Campos, Vicente Falconi (1992). Controle da Qualidade Total, no estilo japonês. 7. Ed. Belo Horizonte: QFCO.

Kamem, Gary (2015). **Fundamentos da Eletromiografia** / Gary Kamen, David A. Gab. 1. Ed. São Paulo Campos, Vicente Falconi (1992). Controle da Qualidade Total, no estilo japonês. 7. Ed. Belo Horizonte: QFCO.

<http://blog.filipeflop.com/arduino/o-que-e-arduino.html> > Acesso em: 18 de maio 2017.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino> > Acesso em: 17 de maio 2017

Kamem, Gary (2015). **Fundamentos da Eletromiografia** / Gary Kamen, David A. Gab. 1. Ed. São Paulo Campos, Vicente Falconi (1992). Controle da Qualidade Total, no estilo japonês. 7. Ed. Belo Horizonte: QFCO.

<http://www.instructables.com/id/IRON-MAN-EXOSKELETON/>>Acesso em: 24 de maio 2017

SOBRE A ORGANIZADORA

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-245-6

