



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 5, volume 5, artigo nº 158, Julho/Dezembro 2019
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a158>
Edição Especial

ÓRTESE ATIVA PARA MAIOR ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO SOCIAL DE PESSOAS PORTADORAS DE NECESSIDADES ESPECIAIS

Raquel da Silva Ferreira Alves¹

Graduando em Engenharia Elétrica

Rafael Lima de Oliveira²

Mestre em Engenharia Elétrica

RESUMO

Este projeto tem por objetivo estudar, desenvolver e analisar uma órtese ativa micro controlada de baixo custo. A órtese será projetada para auxiliar os membros inferiores do corpo humano de modo a promover maior acessibilidade, segurança e conforto as pessoas portadoras de necessidades especiais. Esta pesquisa visa o estudo da marcha humana através do desenvolvimento e implementação de um sistema de aquisição de dados para análise posicional dos membros inferiores do corpo humano, durante a marcha. Objetiva-se ainda que o protótipo apresente baixo custo e permita ao usuário, realizar a marcha humana sem auxílio de bengala ou muletas. Além disso, será desenvolvido um sistema embarcado de controle autônomo, que utilizará as informações de posicionamento e velocidade dos membros inferiores, em tempo real, para controlar de forma automática a aceleração e desaceleração da marcha do usuário. Em paralelo ao sistema autônomo será disponibilizado um sistema de controle manual que permitirá parada de emergência, controle de velocidade da marcha e algumas posições pré-definidas. A órtese também contará com um sistema de travamento de joelhos para evitar que o usuário perca o controle dos movimentos básicos, em caso de pane no sistema automatizado ou por falta de energia elétrica. O sistema embarcado de controle autônomo da órtese será desenvolvido com base na análise dos dados obtidos através do sistema de aquisição de dados, o qual poderá ser, inclusive, baseado em técnicas de inteligência artificial. Por fim, o projeto e desenvolvimento do protótipo da órtese ativa micro controlada será realizado focado em segurança e qualidade a um baixo custo, proporcionando o acesso à tecnologia assistiva para um número maior de pessoas portadoras de necessidades especiais e com baixo poder aquisitivo. O protótipo encontra-se em fase de desenvolvimento e já apresenta resultados

parciais satisfatórios e motivadores, atendendo a todos os requisitos de projeto previstos.

Palavras-chave: Acessibilidade; Segurança; Tecnologia Assistiva.

INTRODUÇÃO

Uma lesão medular é uma alteração da medula espinhal que pode causar uma perda da sensibilidade ou da mobilidade. Ela pode ser causada por um trauma devido a um acidente automobilístico onde um disco intervertebral é rompido ou, por algumas doenças como a poliomielite, espinha bífida, tumores primários ou metastáticos, ataxia Friedreich ou osteíte hipertrófica da coluna vertebral. Os efeitos de uma lesão da medula espinhal podem ser do tipo completo, em que a função motora é perdida abaixo do nível da lesão, ou do tipo incompleto, quando a pessoa afetada pode ter alguma sensação abaixo do nível da lesão. Pessoas com lesão incompleta podem ser capazes de mover um membro mais do que o outro, podem sentir partes do corpo que não conseguem mover ou podem ainda ter mais funcionalidades em algumas partes do corpo do que em outras (DIÁRIO DA SAÚDE, 2011).

Segundo o relatório anual da Associação Brasileira Beneficente de Reabilitação (ABBR, 2018), em 2017 foram realizadas 11.232 consultas por unidades clínicas. Destas consultas, 1.715 foram atendimentos a crianças, sendo 39% referente a paralisias e 26% ao atraso psicomotor. Dos 6.229 atendimentos por pequenas lesões, 25% são referentes a lesões no quadril, joelho e pé. Ainda, de acordo com o relatório, a oficina ortopédica produziu e entregou 3.355 órteses e 1.174 próteses.

Segundo (BERSCH, 2017), próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo, enquanto órteses são colocadas junto a um segmento do corpo, garantindo-lhe um melhor posicionamento, estabilização e/ou função. As órteses servem no auxílio da mobilidade e de funções manuais tais como: escrita, digitação, utilização de talheres, manejo de objetos para higiene pessoal, dentre outras. As órteses podem ser divididas basicamente em duas categorias: passivas e ativas. De acordo com (ARAÚJO, 2010) a primeira é caracterizada por não possuir nenhum tipo de atuador acionado por comandos elétricos, ou seja, seu funcionamento depende totalmente do movimento do paciente ou é utilizada apenas para restringir algum movimento. Porém, as órteses ativas são dotadas de diversos tipos de sensores e atuadores controlados por sinais elétricos com o objetivo de reproduzir os movimentos antropomórficos.

O termo “Tecnologia Assistiva” é utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiências e, consequentemente promover vida independente e inclusão social (BERSCH & TONOLLI, 2006). Neste contexto, os recursos são quaisquer itens, equipamentos, produtos ou sistemas fabricados para manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiências. Por outro lado, os serviços podem ser definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar e usar os recursos supracitados.

Segundo (DORF, 2001) um sistema de controle é a interconexão de componentes formando uma configuração de sistema que produzirá a resposta desejada. Em seu uso moderno, a automação pode ser definida como uma tecnologia que utiliza comandos programados para operar um dado processo, combinados com retroação de informação para garantir que os comandos sejam executados corretamente, proporcionando assim, maior controle e redução de erros. Deste modo, um sistema de controle autônomo baseia-se no uso da tecnologia para facilitar e/ou automatizar tarefas, assim como, no uso da inteligência artificial para tomar decisões.

O desenvolvimento da tecnologia tem sido moldado de acordo com as necessidades da sociedade e, atualmente, existe uma gama de possibilidades práticas e econômicas que permitem o desenvolvimento de soluções, desde a mais básica até as mais abrangentes, a um custo reduzido. A tecnologia assistiva tem se destacado nos últimos anos e vem

facilitando, a cada dia mais, a vida das pessoas portadoras de necessidades especiais. Portanto, a redução nos custos de projeto e produção de uma órtese ativa permitirá contribuir para o avanço dessa tecnologia e, conseqüentemente, sua disponibilização para um número maior de pessoas, proporcionando maior acessibilidade, conforto e segurança.

O cenário do desenvolvimento tecnológico de próteses é altamente evoluído, tanto no âmbito acadêmico quanto comercial. Atualmente, existem próteses HI-TECH que podem ser controladas pelo cérebro e se adaptam perfeitamente ao usuário, restaurando completamente os movimentos antropomórficos e, inclusive, devolvendo a sensibilidade. Contudo, essa tecnologia ainda apresenta um alto custo, restringindo seu acesso a uma seleta camada da sociedade. Entretanto o cenário tecnológico de órteses não apresenta a mesma evolução, pelo contrário, exibe uma grande defasagem tecnológica em relação as próteses. A maioria das órteses produzidas são do tipo passiva e, quando disponibilizam algum tipo de tecnologia, também apresentam elevado custo, o que restringe seu acesso a uma pequena porção da sociedade.

Portanto, o trabalho aqui apresentado visa contribuir com a evolução tecnológica das órteses ativas através do desenvolvimento de um sistema embarcado de controle autônomo de uma órtese, a qual deve apresentar segurança e qualidade a um baixo custo de produção. Conseqüentemente, a redução dos custos de fabricação permitirá que uma parcela maior da sociedade tenha acesso a este tipo de tecnologia assistiva.

OBJETIVOS

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento do protótipo de uma órtese ativa de baixo custo para maior acessibilidade e inclusão social de pessoas portadoras de necessidades especiais, que visa a redução dos custos de fabricação e a utilização de um sistema embarcado de controle autônomo em paralelo com outro sistema de controle manual para proporcionar maior segurança ao usuário. Objetiva-se ainda realizar o projeto e a implementação de um sistema de aquisição de dados para análise posicional dos membros inferiores do corpo humano durante a execução da marcha.

METODOLOGIA

Este projeto será desenvolvido em um período de 12 meses através de uma metodologia de pesquisa, desenvolvimento e análise experimental, sendo baseado em conhecimentos técnicos de telemetria, técnicas avançadas de projeto de circuitos eletrônicos e de inteligência computacional, além de programação de microcomputadores e microcontroladores. A implementação será realizada com base na tecnologia de prototipagem NodeMCU-32s ESP32-WROOM e foi dividida em 2 etapas, das quais a primeira já foi concluída satisfatoriamente.

A primeira etapa consiste na pesquisa e estudo sobre o funcionamento dos dispositivos NodeMCU-32s ESP32-WROOM (Figura 01) e MPU6050 (Figura 02), assim como, metodologias para conexão entre eles. Em seguida, realizar-se-á o projeto e implementação do sistema de aquisição de dados para análise posicional dos membros inferiores do corpo humano durante a marcha.

A segunda etapa consiste no projeto e desenvolvimento do sistema embarcado de controle autônomo da órtese ativa através da análise dos dados obtidos pelo sistema de aquisição de dados implementado na primeira etapa. Na sequência, será realizado o projeto,

construção e testes da órtese ativa com o sistema embarcado de controle autônomo desenvolvido.

Para a execução do projeto utilizar-se-á o software Isis Proteus, para a verificação e simulação dos circuitos eletrônicos projetados; os software Arduino IDE e Code::Blocks, para programação da ESP32, além do framework ESP-IDF 3.0 (framework oficial para ESP32-WROOM). Para o desenvolvimento do sistema de aquisição e visualização dos dados experimentais será utilizado o software Microsoft Visual Studio.

A órtese ativa será desenvolvida para os membros inferiores do corpo humano de uma pessoa que tenha sofrido algum tipo de lesão incompleta da medula espinhal. A órtese será instalada em uma das pernas do usuário e fará uso dos dados recebidos de sensores fixados na outra perna do mesmo para determinar o ritmo da marcha a ser executada. Por fim, múltiplos sistemas de controle, autônomo e manual, serão implementados com o objetivo de evitar que o usuário fique impossibilitado de realizar movimentos básicos, em caso de uma pane no sistema automatizado ou por falta de energia elétrica.

RESULTADOS

Este projeto encontra-se em fase de desenvolvimento e concluiu, com maestria, a primeira etapa em um período de 06 meses, de acordo com o cronograma. A seguir serão apresentados os resultados desta etapa concluída.

As pesquisas e estudos realizados nesta etapa permitiram compreender o funcionamento do sensor MPU6050 e da plataforma de desenvolvimento NodeMCU-32s ESP32-WROOM, assim como, a conexão entre os mesmos.

NodeMCU-32s ESP32-WROOM:

Este dispositivo, Figura 01, consiste em uma plataforma de desenvolvimento alternativa conhecida e difundida, no meio DIY (Do It Yourself), plataforma Arduino. Em comparação com as versões básicas do Arduino a ESP32 apresenta diversas vantagens, dentre elas, pode-se citar:

- Maior poder de processamento devido aos dois núcleos do MCU (Micro Controller Unit) Xtensa 32-bits LX6, o qual apresenta velocidades superiores ao microcontrolador ATmega328 contido no Arduino UNO R3.
- Maior quantidade de recursos como mais pinos ADC, 2 canais I2C, WiFi e Bluetooth integrados e outros, além de, apresentar tamanho reduzido, o qual atende as necessidades do projeto.
- Faixa de preço compatível com as versões básicas do Arduino, baixo consumo de energia e alto desempenho de potência.



Figura 01: Módulo ESP32

Fonte: (Master Walker Electronic Shop)

A ESP32 é uma peça fundamental do projeto, uma vez que, ela será a responsável pelo processamento do sistema de controle autônomo da órtese ativa.

MPU6050:

Este dispositivo, Figura 02, consiste em um circuito integrado que contém três sensores: um acelerômetro, um giroscópio e um sensor de temperatura. Esses sensores são cruciais para a realização do projeto, uma vez que, serão responsáveis por gerar os dados sobre o posicionamento e a aceleração dos membros inferiores do usuário da órtese.



Figura 02: Módulo MPU6050

Fonte: (Semaf Electronics)

Conexão entre ESP32 e MPU6050:

Logo, com todo estudo prévio necessário já realizado, deu-se início a programação do código base para a leitura dos sensores existentes nos CI's (Circuito Integrado) MPU6050. A programação foi realizada na IDE do Arduino e o primeiro obstáculo a ser superado foi a necessidade de se utilizar mais de dois sensores MPU6050, pois a placa disponibiliza apenas 2 endereços I2C, 0x68 e 0x69.

Sendo assim, para superar esse obstáculo, foi projetado e implementado um código para leitura sequencial das MPU6050 através do canal I2C. Para isso, configurou-se a primeira MPU6050 com o endereço 0x68 e as demais com 0x69, realizando então a leitura da placa configurada com o endereço 0x68. Esse procedimento foi repetido para cada MPU6050, configurando com o endereço 0x68 a correspondente placa para obtenção dos respectivos valores.

A Figura 03 exibe o circuito montado em uma Protoboard para testar a solução desenvolvida para a leitura dos sensores da MPU6050. O circuito consiste da conexão de três MPU6050 com a ESP32 através do canal I2C. Utilizou-se um cabo USB para conectar a ESP32 a um computador, permitindo assim, a visualização dos valores correspondentes a leitura de cada sensor das MPU6050.

O resultado obtido foi satisfatório e possibilitou a leitura de mais de 2 placas MPU6050 em um intervalo de amostragem aceitável.

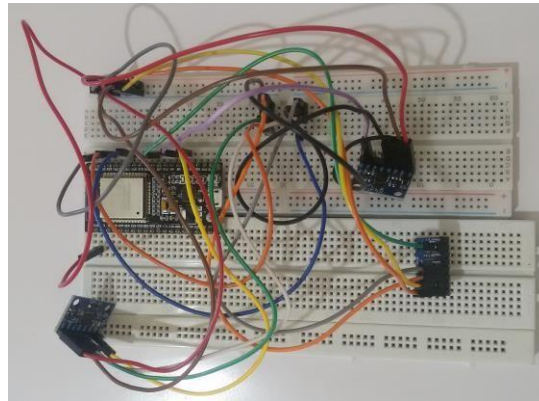


Figura 03: Circuito de conexão entre os sensores e a ESP32

Na sequência, deu-se início ao projeto e implementação do sistema de aquisição de dados, em tempo real, para análise posicional dos membros inferiores do corpo humano durante a marcha. A Figura 04 exibe a tela do sistema de aquisição de dados, desenvolvido e implementado em C# através da IDE Microsoft Visual Studio. O sistema realiza a comunicação com a ESP32 e exibe, em tempo real, os valores referentes ao posicionamento e aceleração dos membros inferiores do corpo durante a marcha humana. Além disso, o sistema armazena, em um banco de dados, toda a informação adquirida. Tendo alcançado o objetivo, concluiu-se então a primeira etapa do projeto.

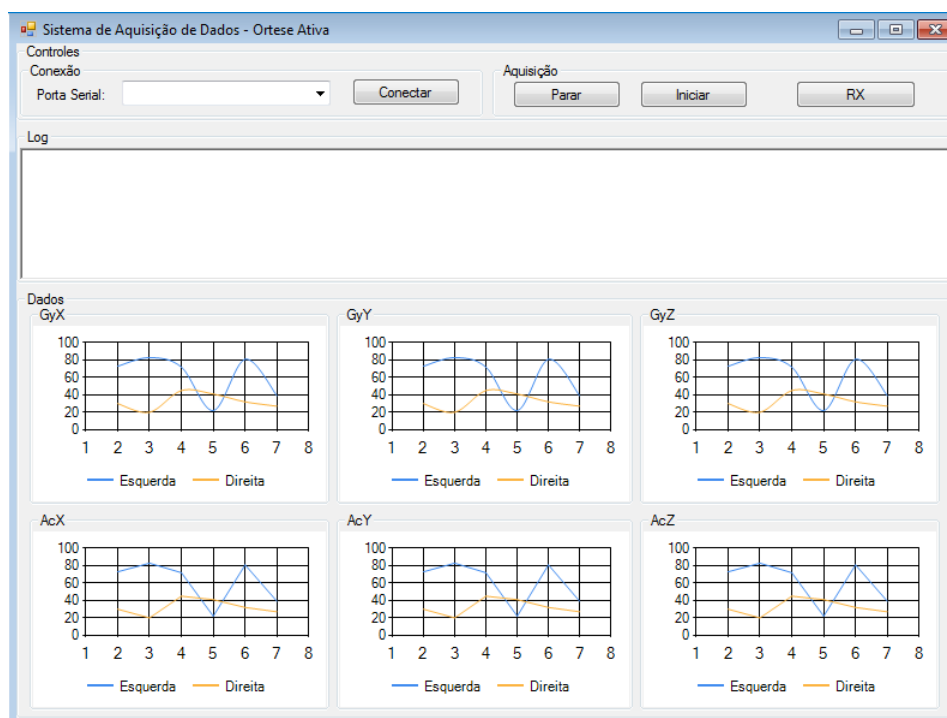


Figura 04: Sistema de Aquisição de Dados

CONCLUSÕES

O trabalho, ainda em desenvolvimento, já apresenta resultados parciais satisfatórios e motivadores, atendendo a todos os requisitos de projeto previstos. O sistema de aquisição de dados responde bem aos movimentos dos membros inferiores do corpo humano e

registra, com acurácia, o posicionamento e a aceleração dos mesmos. A partir dos dados registrados pelo sistema de aquisição será iniciada a próxima etapa do projeto, o qual consiste no desenvolvimento do sistema embarcado de controle autônomo da órtese. Para tanto, serão utilizadas técnicas avançadas de projetos de sistemas eletrônicos e de inteligência computacional. Na sequência dar-se-á início ao projeto e construção da órtese ativa, o qual possibilitará a finalização deste projeto com a realização de testes físicos.

REFERÊNCIAS

ABBR. Relatório Anual – 2017. Disponível em: <<https://www.abbr.org.br/abbr/institucional/relatorios/relatorio2018/>>

ARAÚJO, M. V. Desenvolvimento de uma órtese ativa para os membros inferiores com sistema eletrônico embarcado. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação, UFRN 2010.

BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre – RS, 2017. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf>

Diário da Saúde. Órtese ativa auxilia portadores de lesão medular. 2011. Disponível em: <<https://www.diariodasaude.com.br/news.php?article=ortese-ativa-lesaomedular&id=6998>>

DORF, Richard C; BISHOP, Robert H. Sistemas de controle modernos - 8.ed / 2001 8.ed. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 2001.

Master Walker Electronic Shop. Disponível em: <<http://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/esp32/conhecendo-o-nodemcu-32s-esp32/>>

Semaf Electronics. Disponível em: <<https://electronics.semaf.at/Triple-Axis-Accelerometer-and-Gyro-Breakout-MPU6050>>

Sobre os Autores

Autor 1: Aluna graduando do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Redentor. E-mail: ferreiradaraquel@gmail.com

Autor 2: Professor do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Redentor. Mestre em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e Formado em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Atua em projetos de Automação, Inteligência Computacional Aplicada e Exploração e Produção de Petróleo. E-mail: engenheirorafael.professor@gmail.com