

12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

PROPOSTA DE EXOESQUELETO PARA MEMBROS SUPERIORES

GUILHERME T. BORANELLI¹, JOSÉ V. M. ROMANO², PEDRO A. C. DOS SANTOS³.

¹ Estudante do Ensino médio integrado ao curso de mecatrônica, IFSP, Câmpus Avaré, guiboranelli@gmail.com

² Estudante do Ensino médio integrado ao curso de mecatrônica, IFSP, Câmpus Avaré, jvromano78@gmail.com

³ Estudante do Ensino médio integrado ao curso de mecatrônica, IFSP, Câmpus Avaré, pedroacodognoto@protonmail.com
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.05.05.04-6 Robotização

RESUMO: Dentro do âmbito industrial, há inúmeros fatores que incidem problemas físicos aos operários, sendo alguns destes traumas e lesões, muitas vezes geradas por acidentes e excesso de esforço. Como forma de suprimir esse problema, diversos sistemas de proteção, como os EPIS (Equipamento de Proteção Individual), foram desenvolvidos e colocados dentro do mercado, porém, vários destes, apresentam custos excessivos, o que os tornam inviáveis para pequenos negócios. A partir disso, propõe-se a criação de um exoesqueleto, um dispositivo capaz de multiplicar a força do usuário reduzindo o esforço necessário para efetuar atividades como levantar e carregar um objeto pesado, com um custo muito menor quando comparado aos seus semelhantes. Vale ressaltar que o uso deste tipo de equipamento vem se tornando muito versátil, pois pode ser usado em diversos âmbitos da sociedade, desde a medicina, indústrias e comércios. O aparelho será focado apenas para membros superiores, funcionando a partir do controle de atuadores, que geram seu movimento, por um microcontrolador, módulos de potência e do projeto mecânico, este, criado a partir de impressão 3D e alumínio.

PALAVRAS-CHAVE: exoesqueleto; impressão 3D; protótipo; industriais; custo.

EXOSKELETON PROTOTYPE FOR UPPER LIMBS

ABSTRACT: Within the industrial scope, numerous factors affect workers' physical problems, some of which are traumas and injuries, often caused by accidents and excessive effort. As a way to eliminate this problem, several protection systems, such as PPE's (Personal Protection Equipment), were developed and placed on the market, however, several of them present excessive costs, making them too expensive for small businesses. From this, the solution found was to create an exoskeleton, that is, a device capable of multiplying the user's strength, reducing the effort required to carry out activities such as lifting and carrying a heavy object, but at a much lower cost when compared to market alternatives. It is noteworthy that the use of this type of equipment has become very versatile, as it can be used in different areas of society, from medicine to industries and commerce. The device will be focused only on upper limbs, working from the control of actuators, which generate their movement, by a microcontroller and power modules, in addition to the mechanical design, this one, created from 3D printing and aluminum.

KEYWORDS: exoskeleton; 3D printing; prototype; industrials; cost.

INTRODUÇÃO

No século XX, diversos dispositivos, foram desenvolvidos com o objetivo de multiplicar a força do usuário reduzindo o esforço necessário para realizar funções como o carregamento e levantamento de peso, principalmente dentro do âmbito industrial, como é o exemplo do Hardiman, que diante da tecnologia existente na época não conseguia desempenhar essas funcionalidades básicas (MIKOLAJCZYK, 2015).

Com o decorrer do tempo, outras empresas iniciaram o desenvolvimento de projetos semelhantes, melhorando suas características, como diminuição do peso do dispositivo e simplificando seu uso. No entanto tais melhorias elevaram exponencialmente o valor do equipamento (MIKOLAJCZYK, 2015). O foco do exoesqueleto é a prevenção de lesões, pois diminui as chances de traumas nos operários, tais como LER (lesão por esforço repetitivo) e LPB (lesão no plexo braquial), aumentando a produtividade dos usuários, além de aprimorar o desempenho da carga suportada no transporte dos objetos.

O projeto iniciado pelo grupo consiste no desenvolvimento de exoesqueleto de baixo custo quando comparados a outros presentes no mercado atual, tal como o Hal-5 (Hybrid Assistive Limb), desenvolvido pela universidade de Tsukuba (ALVEZ, 2014). A priori, o projeto será desenvolvido somente para membros superiores e visará facilitar o acesso para pequenas indústrias e pequenos negócios.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste projeto foi realizada uma separação em vários módulos, com o objetivo de facilitar sua construção. Cada módulo possui sua relevância para que se possa atingir o resultado, os quais são: atuadores, eletrônica e estrutura.

Atuadores: A seleção dos atuadores para o projeto é considerada uma das partes mais importantes durante o processo de desenvolvimento do protótipo, pois é a partir dessa escolha que todo o restante do projeto irá se basear. Foi decidido então em optar pela utilização de um sistema de atuador elétrico, já que este se apresentou mais adequado à proposta do projeto, por possuir uma fonte de energia mais acessível e portátil, isso quando comparado aos outros tipos, sendo, por exemplo, sistemas pneumáticos e hidráulicos, que por sua vez não se encaixam a essas qualidades (RAMOS, 2019).

A decisão da escolha desse sistema foi fundamental para a seleção do atuador e após uma análise foi decidido pela utilização de um motor de vidro elétrico universal, por apresentar valores de torque adequados, ser facilmente controlado por microcontroladores, baixo custo, possuir um formato adequado a estrutura e de não ser pesado o que torna esta a escolha lógica do projeto.

Eletrônica: A eletrônica do projeto, pode ser separada em duas grandes partes, a primeira que trata dos elementos físicos, essa parte engloba os seguintes componentes utilizados: equipamento de controle, módulo de potência, bateria e microcontrolador. E uma segunda parte que refere-se à etapa digital do projeto. É nesta em que ocorre o desenvolvimento do código para que o protótipo consiga realizar a leitura dos comandos feitos pelo usuário e que então enviará as informações até um atuador, para que este execute os movimentos.

O planejamento do *Hardware* do protótipo foi realizado de forma que o projeto mantenha características presentes em outros dispositivos existentes no mercado, como simplicidade de uso e fácil manutenção, sem que o seu preço seja alterado. Nesta simplificação foi cogitada a utilização de

um *joystick* como forma de entrada de informação, por conta de sua eficiência e precisão. Em relação ao microcontrolador, foi escolhido o Arduino UNO, pois cumpre com suas funções e possui um baixo custo, e conectado a ele, como ilustrado na Figura 1, o módulo de controle de motor, L298N, selecionado pela sua alta saída de corrente. Todos os componentes serão alimentados por uma bateria de polímero de lítio (Li-Po) que garante tensão e capacidade de armazenamento de carga suficientes.

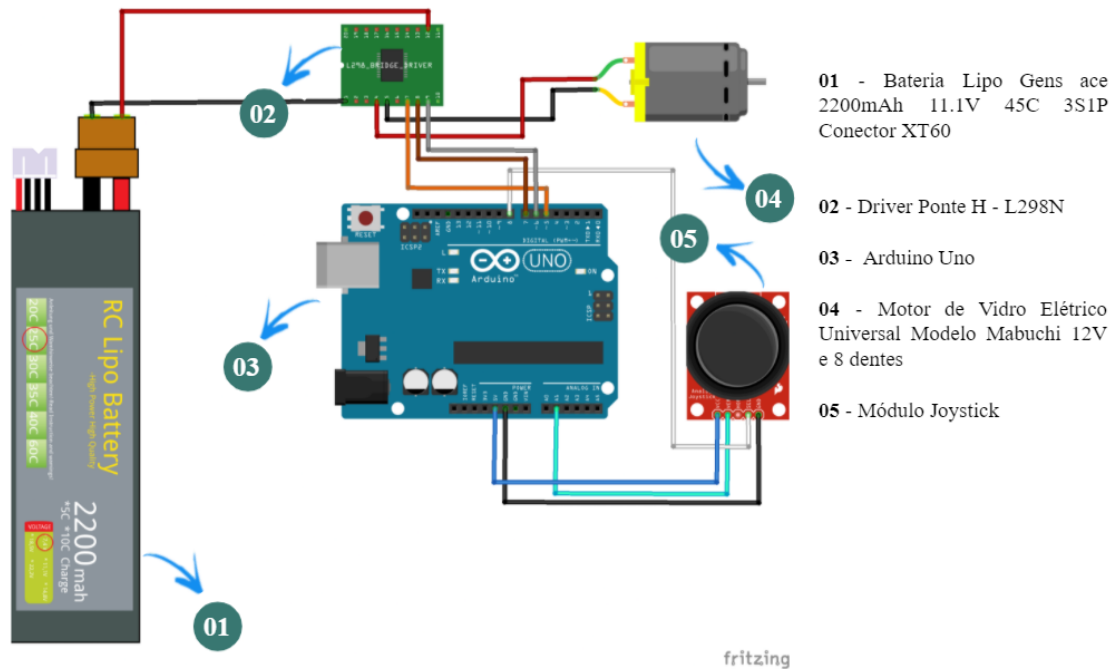


Figura 1 - Circuito eletrônico a ser utilizado no protótipo.

O software será desenvolvido operando de forma análoga ao fluxograma (Figura 2), todo o código funcionará tendo como único *input* de informações o *joystick*, que operará tanto como botão de *on/off*, para caso o usuário necessite ligar ou desligar o aparato, ou como função de movimentação do atuador.

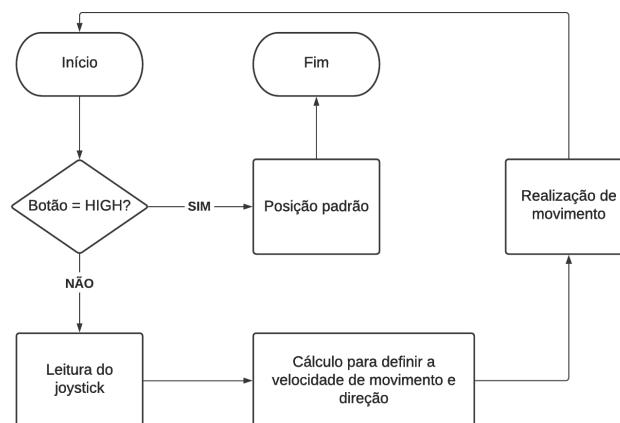


Figura 2 - Fluxograma de funcionamento do exoesqueleto.

Estrutura: A estrutura do protótipo (Figura 3 e 4) será dividida em duas partes, ambas tendo como função sustentar o peso exercido do utilizador somado ao peso da própria estrutura, já que, ao executar o exoesqueleto, este acaba ganhando relevância e interferindo em todo o sistema. A partir disso foi realizada a escolha dos materiais das partes que compõem a estrutura, a primeira é constituída de ligas de alumínio, pois apresenta fácil maleabilidade, baixo custo e uma resistência adequada para o projeto. Esta parte é composta com duas barras, localizadas no antebraço e braço, servindo como ponto de sustentação, recebendo assim a maior parte da carga exercida pelo exoesqueleto. (FERREIRA, 2018)

Já a segunda, considerada como peça de apoio, trata-se de uma estrutura feita a partir de impressão 3D, utilizando como filamento o termoplástico biodegradável poliácido láctico (PLA), pois é um material que demonstra facilidade de impressão, se mostra adaptável a vários modelos de impressoras, é leve e possui elevada dureza superficial (FERREIRA, 2018). Também irão possuir cavidades em seus arredores, para que se possa introduzir faixas de velcro adesivos, as quais funcionarão como uma espécie de “cintas”, fixando o protótipo em seu usuário.

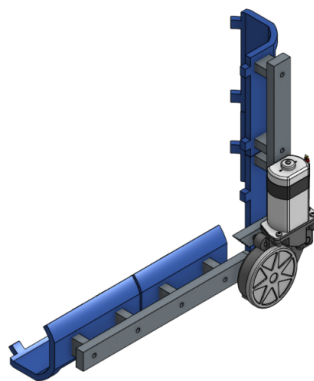


Figura 3 - Projeto 3D do exoesqueleto desenvolvido

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em virtude da pandemia do vírus COVID-19, a realização da montagem do protótipo foi desenvolvida de forma simplificada. No cronograma estabelecido pelo grupo, a criação de um projeto mecânico está programada para se iniciar após o mês de setembro de 2021.

Toda a estrutura do dispositivo foi criada em projeção 3D a partir do software Onshape e a programação do microcontrolador ainda não foi realizada, já que é necessário do projeto mecânico para eventuais testes para obtenção do resultado final aguardado.

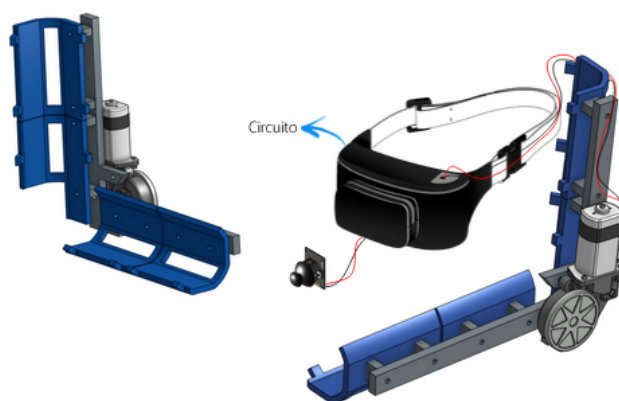


Figura 4 - Pré-visualização da versão final do exoesqueleto

Como um dos objetivos do protótipo é um baixo custo em relação às soluções presentes no mercado, algumas limitações surgiram, como baixo torque sem a presença de um conjunto de engrenagens e um baixo grau de liberdade em relação à movimentação angular do braço, este último caso, tem sido um dos pontos negativos mais discutidos pelo grupo, pois, para resolvê-lo, a complexidade e o valor do dispositivo aumentará, fugindo de sua ideia inicial.

CONCLUSÕES

Para a criação do exoesqueleto, diversos estudos foram realizados, sendo estes, tanto no âmbito mecatrônico quanto sobre a morfologia dos membros superiores do ser humano, de modo que, a estrutura do projeto tenha uma boa ergonomia e funcionalidade aceitável. Além disso, pesquisas sobre os dispositivos eletrônicos e sobre materiais que serão utilizados no projeto foram de exímia importância, a fim de desenvolver um sistema simples e uma estrutura capaz de suportar todas as forças empregadas sobre ela, além de cumprir com o objetivo de criar um exoesqueleto com custo muito mais econômico em comparação àqueles encontrados no mercado atual.

De forma geral, o equipamento se mostrou apto a ser construído mecanicamente, de modo a atender os princípios básicos instituídos pelo grupo, neste caso, de cumprir a função de auxiliar o ser humano ao levantar um objeto de maior peso e carregá-lo sem que exija grande esforço da pessoa.

Durante o protótipo, algumas limitações foram encontradas, mas o resultado mostra que o produto pode cumprir seu objetivo com êxito.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao nosso orientador e ao co-orientador, por todo suporte que nos forneceram no decorrer deste projeto. Não só, mas também aos participantes do grupo, que ofereceram todo seu esforço e tempo para que o desenvolvimento deste dispositivo “saia do papel”.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. G. et al. **Protótipo de exoesqueleto para reabilitação de membros superiores**. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2014. Disponível em: <https://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_553.pdf>. Acesso em: 24 abr 2021.

FERREIRA, Eliezer Pires et al. **Sistema robótico do tipo exoesqueleto para reabilitação de membro superior**. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/8357>>. Acesso em 24 abr 2021

MIKOLAJCZYK, Tadeusz; OLARU, Adrian; WALKOWIAK, Pawel. Upper limb exoskeleton controlled by stepper motor. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications Ltd, 2015. p. 305-310.

RAMOS, Ana Laura Teixeira; DE MELO SOUZA, Íris; DIAS, Stefanny Santos. **Protótipo de um exoesqueleto hidráulico para membros superiores**. Trabalho Acadêmico Integrador, 2019. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/arcos/ensino-1/tai/20191_TAI1_Exoesqueletomembrosuperior.pdf>. Acesso em 24 abr 2021.