

Prototipagem e Construção de um Acoplador para Óculos com Comunicação *Bluetooth* para Fins de Automação Industrial e Transmissão de Dados

Leonardo Marques de Freitas¹, Idalmir de Souza Queiroz Júnior¹, Humberto Dionísio de Andrade¹, José Lucas da Silva Paiva¹

¹Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Caixa Postal 137 – 59625-900 – Mossoró – RN – Brasil

leonardo.xoop@gmail.com, idalmir@ufersa.edu.br,
humbertodionisio@ufersa.edu.br, lucas.paiva@ufersa.edu.br

Resumo. *Este artigo aborda a prototipagem e construção de um dispositivo proposto para utilização em óculos de proteção, com a finalidade de facilitar a comunicação em uma construção civil, além de ligar e desligar máquinas elétricas. O protótipo foi desenvolvido com auxílio da plataforma de prototipagem eletrônica Arduino e aborda um dispositivo que é direcionado para a área de segurança do trabalho e automação. Portanto, o dispositivo possibilita minimizar acidentes e facilitar operações em um sistema industrial. O protótipo desenvolvido possui margem para aperfeiçoamentos, pois utiliza hardware programável e um aplicativo de celular.*

Abstract. *This article discusses the prototyping and construction of a device that can be used in protection glasses, to facilitate communication in a civil construction, besides turning on and off electrical machines. The prototype was developed with support of the Arduino electronic prototyping platform and shows a device that is directed to the area of work safety and automation. Therefore, the device was designed to minimize accidents and facilitate operations within an industrial system. The developed prototype has space for improvement because it uses programmable hardware and a mobile application.*

1. Introdução

Alguns dos principais problemas em uma construção civil e em instalações elétricas foram ocasionados pela dificuldade da comunicação, falta de conhecimentos para saber solucionar e evitar futuros problemas ocasionados pelas mais variadas condições de uma construção, além do risco referido ao contato direto com os equipamentos. De acordo com Corrêa de Brum (2015), cujo a pesquisa enfatizou os principais problemas em uma gestão de obras abordada no Rio Grande do Sul em 2015, um dos principais fatores que causaram atrasos nas obras foram a falta de comunicação entre as equipes de trabalho, além dos problemas rotineiros que proporcionam maiores custos e atrasos. O anuário estatístico brasileiro dos acidentes de origem elétrica da Abracopel (2017), apresentou que o número de acidentes elétricos fatais envolvendo eletricitas, técnico eletricitista, pedreiros e ajudantes são alarmantes, de maneira geral foram 851 acidentes elétricos em 2017 no Brasil, sendo 627 acidentes fatais, e destes, 46% na região Nordeste. Na visão de empresas, acidentes fatais podem representar menores porcentagens de trabalhadores dispostos a se integrarem à equipe por falta de segurança no trabalho, além da questão dos custos com as indenizações. Desta maneira, uma maior segurança no campo do trabalho promovido pela inovação tecnológica pode acarretar um destaque maior no

mercado, possibilitando o crescimento das empresas.

A transmissão de informações é destinada a comunicação entre as equipes nas obras, sabe-se que, em grandes construtoras, as equipes dependem umas das outras para realizar serviços distintos, e nem sempre os aparelhos celulares podem ser utilizados rotineiramente, por motivo de distrações ou até mesmo pela redução de produtividade dos operários e técnicos. De maneira simplificada, em uma comunicação entre equipes, este aparelho proporcionaria uma fácil interação, pois o emissor da mensagem precisaria utilizar o celular para enviar, mas o receptor ficaria isento desta utilização, pois, a mensagem iria ser apresentada no seu acoplador, desta maneira, reduzindo as distrações rotineiras referentes ao uso de aparelhos celulares no ambiente de trabalho. Além disto, o dispositivo permite ligar e desligar máquinas elétricas, obrigando o funcionário a reler os cuidados fundamentais de cada uma antes de serem ligadas, isto porque as informações irão ser mostradas no visor do acoplador. De maneira geral, a conexão entre aparelhos possibilitará transmissões de informações em mensagens de texto, além de ligar e desligar as máquinas elétricas. Identificando a carência da tecnologia no campo do trabalho, o presente estudo se propõe a desenvolver um protótipo que pode ser acoplado nos óculos de proteção, conhecidos como EPI (Equipamento de Proteção Individual), para realizar a comunicação *Bluetooth* com o aparelho celular.

2. Referencial teórico

De acordo com o site oficial do Arduino, o mesmo é uma plataforma eletrônica constituído de *hardware e software* livre. O Arduino é constituído portas digitais e analógicas, das quais tem a função de captar e enviar informações, e além disto possui diversidade de tipos de placas no mercado. Compreendendo isto, para este projeto, por necessitar de ser mais compacto, foi utilizado o Arduino Nano, que possui características semelhantes com o Arduino Uno, além de possuir modelo com o mesmo microcontrolador. Ademais do Arduino, foi essencial a inclusão da tecnologia OLED (diodo emissor de luz orgânico), que de acordo com Cameron (2019) consistem em um filme orgânico que emite luz em resposta a uma corrente elétrica. Esta tecnologia está presente em diversos aparelhos celulares, câmeras e televisões é comercializada em vários tipos e tamanhos, fato que permite a inclusão em protótipos, tais como este.

Alain Mauer (2016) desenvolveu um sistema de comunicação entre um aparelho (um multímetro) com um dispositivo acoplador de óculos. Portanto, desenvolveu um sistema que de forma tecnológica reduziria os perigos do trabalho em painéis elétricos. A visão tecnológica poderia ser abrangida para outros sistemas que não envolvesse apenas um sujeito, como por exemplo uma empresa. Os funcionários e as máquinas da firma poderiam ser conectados através de um dispositivo tanto para facilitar a comunicação ou para acionamentos e manutenções dos aparelhos.

3. Metodologia do modelo projetado

3.1 Apresentação geral

O modelo consiste na implementação de duas funções, que consistem em uma comunicação entre acopladores (Serial) e o controle de máquinas elétricas. Na Figura 1(a) apresenta a comunicação entre os acopladores em enviar informações para qualquer outro. Na Figura 1(b) apresenta o esquema lógico de controle de qualquer máquina elétrica em uma determinada indústria, utilizando Arduino e relés.

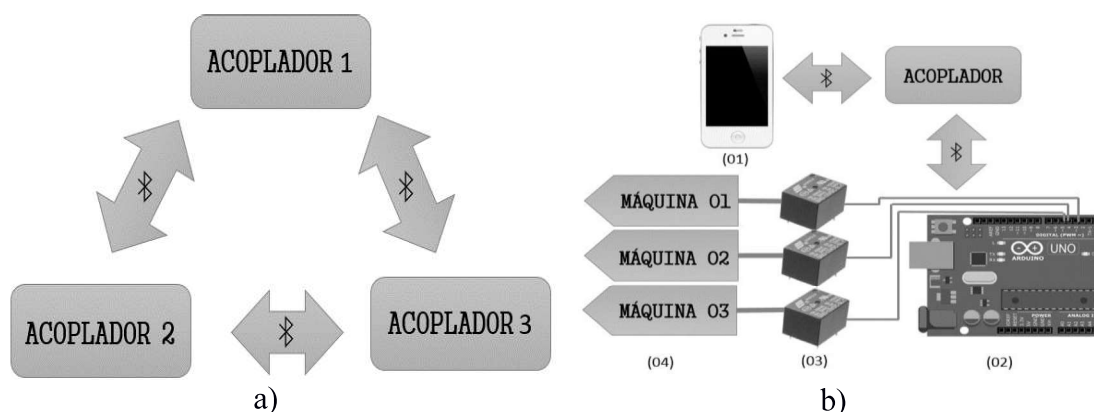


Figura 1. Esquemas de controle (a) Comunicação serial (b) Controle de máquinas elétricas

A forma de comunicação do *smartphone* com o dispositivo projetado pode ser feita através de rádio frequência, Wi-Fi ou *Bluetooth*. Sendo assim, por ser uma tecnologia bastante conhecida, comumente disponível nos aparelhos celulares, rápida troca de informações e custo, a comunicação foi realizada através de *Bluetooth*, que de acordo com Siqueira (2016), consiste em um padrão de comunicação sem fio de curto alcance, baixo custo e baixo consumo de energia que possibilita conexões em uma distância máxima de 100 metros. Desta maneira, o dispositivo utilizado para proporcionar tal conexão foi o HC-06, que é um transceptor sem fio que fosse compatível com o microcontrolador utilizado.

3.2 Aplicativo *S&F Buildings*

O aplicativo *S&F BUILDINGS (Smart and Fast Buildings)* tem a função de facilitar a interação do operador para com o acoplador modelo. No aplicativo, encontra-se todas as funções disponíveis pelo equipamento de forma organizada. Na Figura 2, tem-se a sua interface inicial, no qual possui dois botões virtuais com opção da comunicação serial e do controle de máquinas. O aplicativo foi desenvolvido utilizando uma interface online disponibilizado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) conhecido como AppInventor®, com o objetivo de facilitar a programação direcionada para dispositivos Android e IOS através de codificação em blocos.

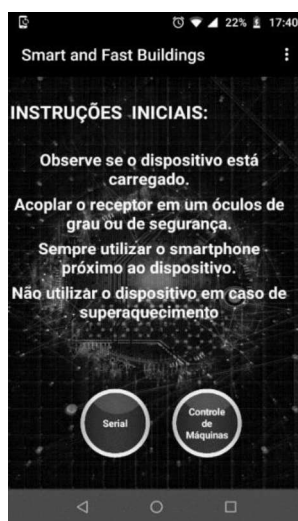


Figura 2. Interface inicial do aplicativo.

3.2.2 Comunicação serial

Nesta seção do aplicativo é possível enviar informações para o visor dos óculos, a informação digitada na aba de comunicação será mostrada no visor dos óculos assim que for acionado o botão virtual de enviar, que se encontra logo acima da caixa de texto (ver Figura 3 (b)).

3.2.1 Controle de máquinas

Nesta seção do aplicativo se torna possível controlar máquinas elétricas remotamente através de um celular e com as informações essenciais e necessárias para operar uma máquina. As mensagens irão aparecer no visor dos óculos, como por exemplo: os EPI's necessários, informações sobre cuidados na instalação, danos causados a desobediência das regras, dentre outras. Na Figura 3 (a) apresenta a organização da seção de controle de máquinas do aplicativo, no qual o botão virtual em ligar/desligar, refere-se ao estado operante das máquinas.

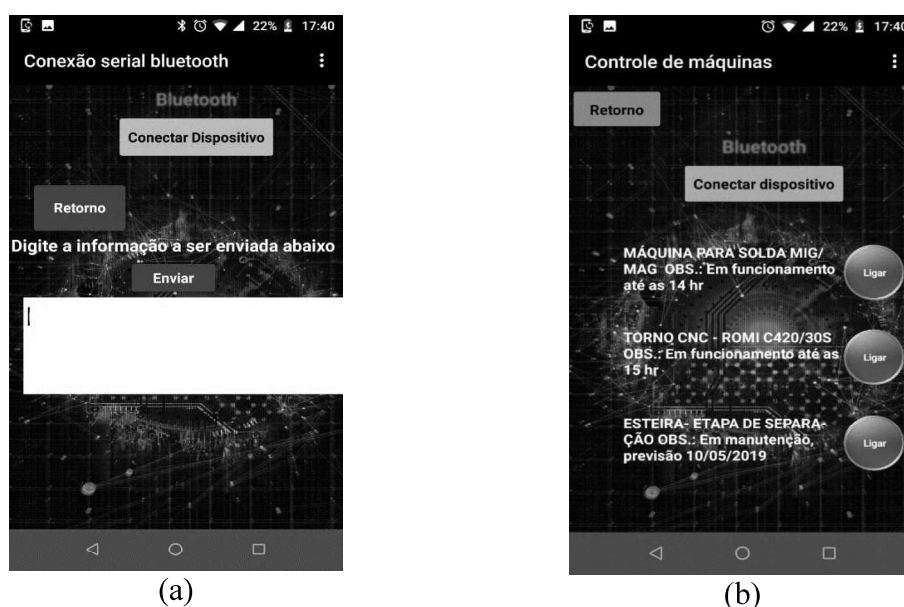


Figura 3. Seções do aplicativo (a) Controle de máquinas (b) Conexão serial

4. Desenvolvimento do protótipo

A parte eletrônica foi realizada de acordo com as especificações necessárias para integrar o Arduino Nano, os relés, o módulo *Bluetooth* e o *display*, em seguida foi realizado o projeto eletrônico do acoplador. O material foi escolhido de acordo com os itens disponíveis, no qual foi reaproveitada uma carcaça de uma fonte para *notebook* e assim, foi projetado o acoplador na forma que a integração de todos os componentes utilizados. Através do *software* Inventor da Autodesk®, foi projetado o primeiro protótipo para este trabalho, que pode ser visto na Figura 4. A imagem será apresentada no visor (01), através do módulo *display* (02) e da lente - que será responsável pela ampliação da imagem a ser projetada no visor dos óculos. O módulo *Bluetooth* (03) e o Arduino Nano (04) serão alocados no dispositivo para a passagem facilitada da fiação no momento da montagem.

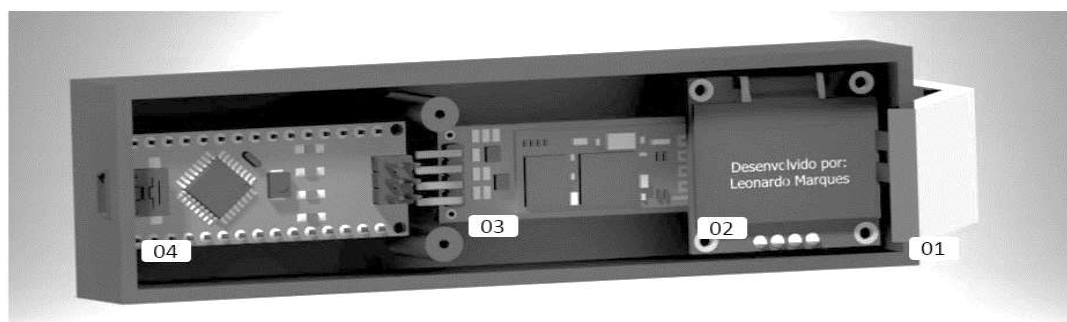


Figura 4. Primeiro protótipo do acoplador

Após a modelagem do primeiro protótipo, apresentada na Figura 4, no qual obedece às especificações necessárias, que possibilita apresentar as mensagens no visor. Entretanto, foi constatado que a informação da mensagem se apresentou invertida, pois representa o reflexo da mensagem disponibilizada pelo *display* OLED. Como forma de ajuste, foi utilizado um espelho para reverter a imagem, já que, o reflexo da imagem invertida representará a imagem real.

Contudo, este ajuste não pode ser realizado no primeiro protótipo, devido a não haver espaço suficiente para a inclusão de um espelho no acoplador. Portanto, foi projetado um novo protótipo, como mostra a Figura 5, que possui os mesmos circuitos e componentes em uma estrutura maior. Este protótipo foi modelado no *software* Inventor e possui tal qual o protótipo anterior, no que se refere ao módulo *display*, o Arduino Nano e o módulo *Bluetooth*, além de, possuir no seu projeto um espelho (05) e um prisma (06). O prisma utilizado foi do tipo retangular ou denominado prisma de ângulo direito que tem a função de substituir a lente e o acrílico do primeiro protótipo, pois, reflete as informações em noventa graus, e tem a função de melhorar a imagem refletida, já que os raios externos não influenciarão na parte interna, tanto quanto no primeiro protótipo. O segundo protótipo (ver Figura 5) foi baseado no projeto realizado por Alain Mauer, que criou um acoplador para óculos voltado para uma conexão direta com multímetros em testes de força nos quadros de distribuição.

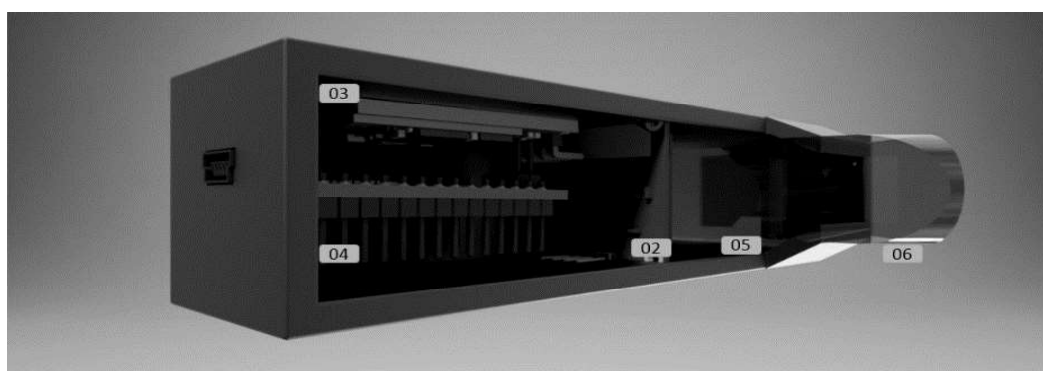


Figura 5. Modelagem do segundo protótipo

O processo de construção do protótipo atualizado teve como material, um plástico convencional (tal qual o material da primeira construção). Além disto, foi necessário o corte de uma peça de espelho com dimensões de 27 mm x 21 mm efetuado através de um cortador de vidro, que garantiu a precisão no corte. O espelho foi posicionado próximo aos quarenta e cinco graus, de forma a refletir a imagem disponibilizada pelo *display* para a parte superior (externamente ao acoplador), e em seguida a superfície maior do prisma

foi posicionada no protótipo, em oposição ao sujeito observador. A Figura 6 consiste em um acoplador para óculos funcional, com algumas falhas mecânicas por consequência de reutilizar um plástico que teve que se adequar a estrutura proposta.

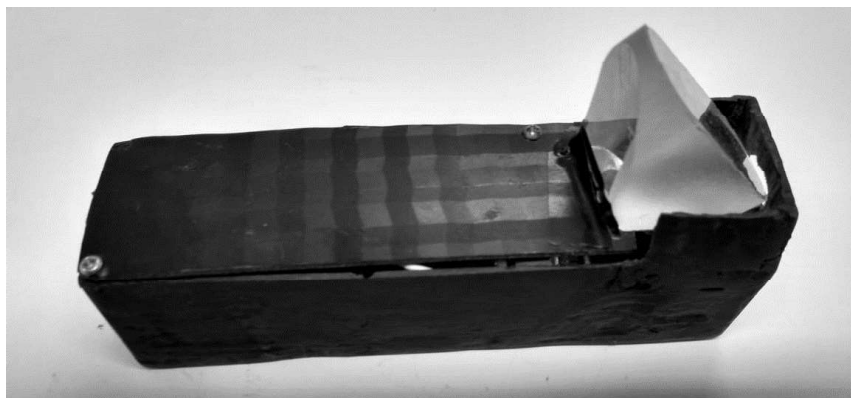


Figura 6. O segundo protótipo do acoplador

5. Aplicação do modelo proposto

O projeto foi testado nas suas duas funcionalidades, relacionado ao controle de máquinas e a comunicação serial. Em cada uma, foi analisado o desempenho do protótipo, quanto a sua velocidade de resposta e facilidade de leitura dos dados projetados em uso.

Para a função de controle das máquinas foi feito um suporte utilizando luminárias e lâmpadas de uso doméstico. A realização funcional do projeto utilizou lâmpadas como forma representativas das máquinas elétricas dispostas no aplicativo, ao serem acionadas pelo botão virtual (ligar/desligar) representa o estado da máquina elétrica. A aplicação pode ser analisada nas Figuras 7 e 8, no qual, refere-se a lógica apresentada na Figura 1 sem incluir outro Arduino.

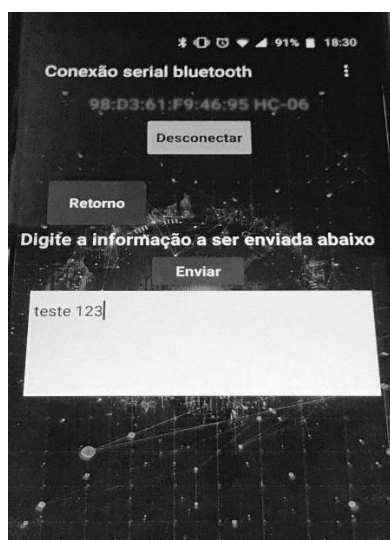


Figura 7. Suporte completo para teste de controle de máquinas com acoplador

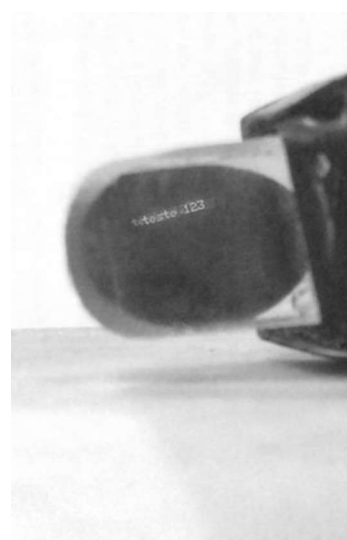


Figura 8. Acoplador mostrando as informações das máquinas elétricas

A função comunicação serial (ver Figura 9) foi testada e analisada quanto as informações das mensagens que não foram possíveis de serem mostradas no protótipo. O resultado das funções se encontra na Tabela 1, quanto aos seus pontos positivos e negativos.



(a)



(b)

Figura 9. Teste de comunicação serial (a) Seção (b) Mensagem mostrada

Tabela 1. Vantagens e desvantagens das funções do acoplador

Função	Vantagens	Desvantagens
Controle de máquinas	Resposta rápida, atualização rápida das máquinas ligadas no aplicativo e de fácil interação.	Não possui acionamento mecânico e visualização nos óculos um pouco embaçada.
Comunicação Serial	Informação rapidamente enviada e projetada no acoplador.	Não aceita qualquer tipo de acentuação.

6. Conclusão

A posição preocupante da região Nordeste nos índices disponibilizados pela Abracopel mostra o quanto é importante o desenvolvimento de projetos que ajudem a diminuir os riscos rotineiros dos funcionários das empresas de construção civil e em instalações elétricas. A plataforma Arduino foi uma das principais ferramentas utilizadas por ser de

fácil manipulação e ainda, o fato de possuir diversas plataformas que podem ser destinadas para o projeto desejado. O Arduino Nano foi o mais indicado por ser um dispositivo compacto e versátil. Mesmo com alguns pontos negativos, como o fato de não aceitar a acentuação, proporcionando um desconforto visual, o dispositivo mostrou ter bastante velocidade de interação com o usuário, além de possuir ferramentas que podem ser aprimoradas e integradas em um sistema real de automação industrial.

De maneira geral, o estudo referente a este dispositivo se mostrou satisfatório, visto que, foi abordado neste projeto a interação de alguns *softwares*, estudo óptico, construção mecânica, desenvolvimento eletrônico e programação, além da criação de um aplicativo totalmente operacional. Portanto, foram estudadas e apresentadas diversas vertentes que proporcionaram uma interdisciplinaridade, área atualmente discutida como base para a construção de qualquer tipo de inovação tecnológica, pois, envolver conhecimentos em diversas áreas para uma aplicação prática decorrente de algum problema, torna-se uma ferramenta propulsora para o desenvolvimento de uma solução específica na engenharia.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, CNPq, UFERSA, GEPEAT e à equipe do Laboratório de Micro-ondas da UFERSA. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Abracopel (2018). “Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica”, <http://a7d4083.contato.site/confirmado-anuario2018/>, Novembro.
- Ang, Eon. ”Arduino nano with and without the ICSP pins”. Grab Cad. <https://grabcad.com/library/arduino-nano-9>, Fevereiro.
- Appinventor. Massachusetts Institute of Technology. 2012 – 2019. <http://appinventor.mit.edu/explore/>, Janeiro.
- Cameron, Neil. (2019) “Arduino Applied: Comprehensive Projects for Everyday Electronic”. Edinburgh, UK. 1ª ed. Apress.
- De Brum, Thamila Corrêa. “Avaliação crítica dos principais problemas de gestão de obras no Rio Grande do Sul”. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, p. 31 – 38, 2015.
- Galindo, Benjamin. ”HC-06 bluetooth module”. Grab Cad. <https://grabcad.com/library/hc-06-bluetooth-module-1>, Fevereiro.
- Mauer, Alain. “Arduino Glasses a HMD for Multimeter. Hackaday.io”. (2016). <https://hackaday.io/project/12211-arduino-glasses-a-hmd-for-multimeter>, Novembro.
- Olender, Max. “Li Yuan Electronics OLED module”. Grab Cad. <https://grabcad.com/library/lm096i-128064-0-96-inch-128x64-oled-module-2>, Fevereiro.
- Siqueira, S Thiago. “Bluetooth – Características, protocolos e funcionamento”. Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, p. 1 – 2, 2016.