

Teleoperação de motor indutivo por meio do Wi-Fi e rede lora

Teleoperation of inductive motor through Wi-Fi and lora network

DOI:10.34117/bjdv9n1-021

Recebimento dos originais: 05/12/2022

Aceitação para publicação: 02/01/2023

Juliana Araújo Flores

Graduanda em Engenharia de Controle e Automação

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO,

CEP: 76820-441

E-mail: juhaflores@gmail.com

Milena Moreira Curvelo

Graduanda em Engenharia de Controle e Automação

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO,

CEP: 76820-441

E-mail: milenamoreira24@gmail.com

Josieudo Pereira Gaião

Mestre em Matemática

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO,

CEP: 76820-441

E-mail: josieudo.gaiao@ifro.edu.br

Juan Victor Basitt dos Santos

Graduando em Engenharia de Controle e Automação

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO,

CEP: 76820-441

E-mail: juan.victor73x@gmail.com

Rafael Pissinati de Souza

Graduado em Engenharia de Controle e Automação

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO,

CEP: 76820-441

E-mail: rafael.pissinati@ifro.edu.br

Artur Vitorio Andrade Santos

Mestre em Sistemas Mecatrônicos

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO,

CEP: 76820-441

E-mail: artur.santos@ifro.edu.br

Antony da Silva Lopes

Graduando em Engenharia de Controle e Automação

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Endereço: Av. Calama, 4985, Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO,

CEP: 76820-441

E-mail: lops.antony@gmail.com

RESUMO

Considerando as dificuldades relativas ao acionamento manual de equipamentos isolados, bem como as implicações relativas à segurança e deslocamento para cada operação, tanto no meio industrial quanto doméstico, o presente artigo, baseando-se nos avanços proporcionados pela indústria 4.0, busca explorar a tecnologia presente no dispositivo ESP32 LoRa TTGO, o qual pode ser utilizado para transmissão de dados. Nessa linha, pautando-se em pesquisas bibliográficas, foi desenvolvido um sistema de teleoperação de um motor indutivo trifásico disposto em uma localidade sem acesso à internet. Para isso, utilizou-se a transmissão radiofrequência disponibilizada pelo ESP32 TTGO visando a recepção dos dados necessários para o acionamento remoto. Além disso, foi possível desenvolver o sistema no âmbito do Instituto Federal de Rondônia, utilizando um smartphone e equipamentos disponíveis no Laboratório de Máquinas Elétricas. Por fim, foram propostos pontos de melhorias que podem ser desenvolvidos no meio acadêmico, com o intuito de possibilitar o aperfeiçoamento desta aplicação em sistemas de troca de informações à distância.

Palavras-chave: IoT, indústria 4.0, ESP32 LoRa TTGO.**ABSTRACT**

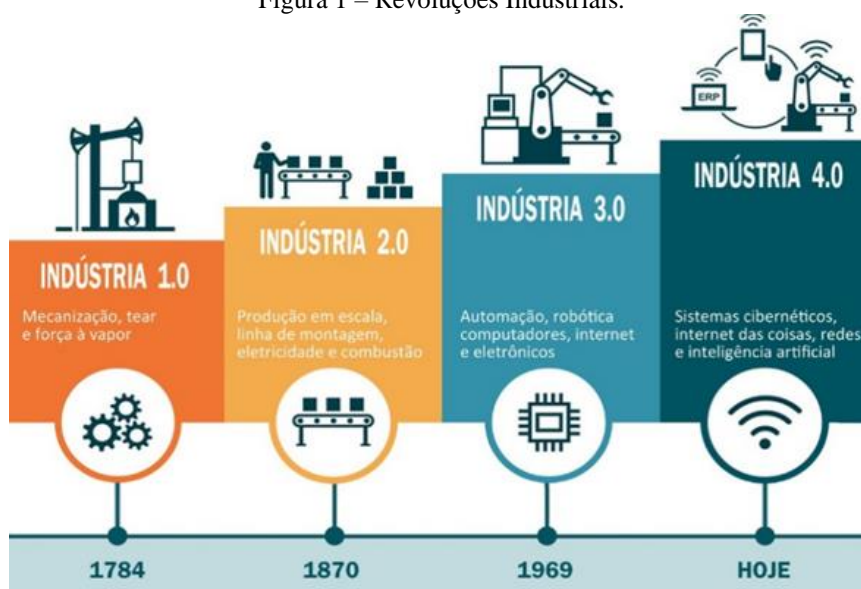
Considering the difficulties related to the manual operation of isolated equipment, as well as the implications related to safety and displacement for each operation, both in the industrial and domestic environments, this article, based on the advances provided by industry 4.0, seeks to explore the technology present on the ESP32 LoRa TTGO device, which can be used for data transmission. Along these lines, based on bibliographical research, a teleoperation system for a three-phase inductive motor arranged in a location without internet access was developed. For this, the radio frequency transmission provided by the ESP32 TTGO was used in order to receive the necessary data for the remote activation. In addition, it was possible to develop the system within the scope of the Federal Institute of Rondônia, using a smartphone and equipment available at the Electric Machinery Laboratory. Finally, points of improvement were proposed that can be developed in the academic environment, with the aim of enabling the improvement of this application in systems for the exchange of information at a distance.

Keywords: IoT, industry 4.0, ESP32 LoRa TTGO.**1 INTRODUÇÃO**

Para chegar na Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial, outras três existiram em nossa sociedade. De forma resumida, ilustrada na figura 1, a primeira teve como protagonista as máquinas de fiação e tecelagem, e principalmente a máquina a vapor,

iniciado por volta da metade do século XVIII. A segunda, com o início no século XIX, foi marcada pelo uso da energia elétrica, ocasionando acelerado crescimento na indústria. A terceira, século XX, foi movida pela inserção da informática na indústria, ou seja, pela substituição do tipo de mecânica analógica utilizada, pela mecânica digital, por meio da criação da internet e dos microcomputadores. Por último a quarta, a revolução que se vive atualmente. A Quarta Revolução Industrial detém uma base tecnológica formada por sistemas físicos e virtuais, além de outros conceitos que surgiram ou simplesmente começaram a ter relevância com ela, como Big Data, Analytics, manufatura aditiva, inteligência artificial, simulações, realidade aumentada, robôs, IoT etc (Firjan, 2016).

Figura 1 – Revoluções Industriais.



Fonte: Netscan Digital, 2022.

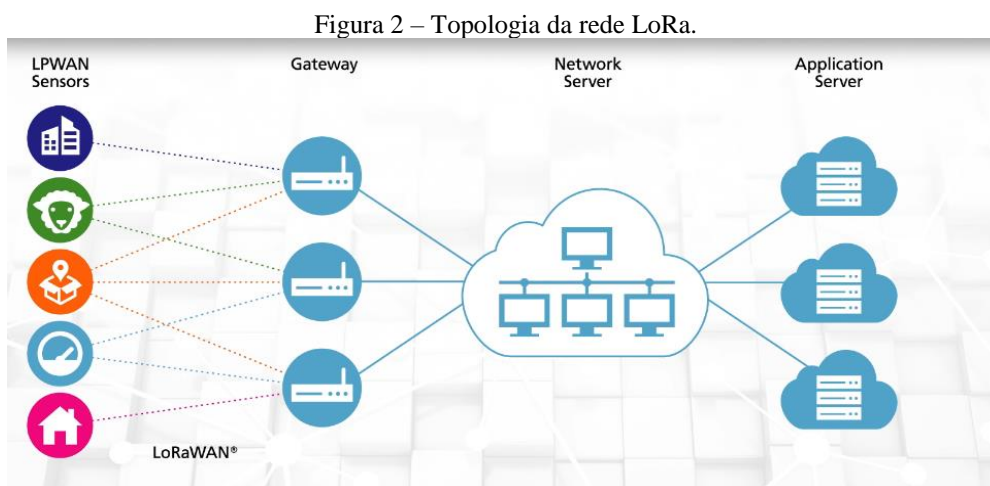
Baseando-se nessa evolução, a Internet das Coisas, do inglês Internet of Things (IoT), compõe a indústria 4.0 e permite a conexão do mundo físico e digital, coletando, processando e distribuindo a comunicação entre seres humanos e dispositivos.

Sob tal ótica, a IoT mostra-se como uma fonte para a solução de problemáticas em sistemas de acionamento manual de equipamentos dispostos em campo, normalmente afastados do operador. Somado a isso, a mediação direta entre o equipamento final e o operador apresenta, geralmente, um potencial de perigo para a saúde física e segurança daqueles que necessitam entrar em contato direto com alguns dispositivos, além de demandar tempo e requerer deslocamento a cada interferência. Em ambientes industriais, os riscos aos quais os técnicos são expostos tendem a aumentar, visto a dimensão dos maquinários exigidos em chão de fábrica, demonstrando ainda mais a necessidade do

acionamento a distância desses sistemas. Não obstante, a teleoperação pode ser aplicada em ambientes domésticos, com o intuito de proporcionar mais comodidade, somado à praticidade de um local automatizado, prescindindo do acesso à internet no local de atuação. Tendo isso em vista, a IoT se pauta na troca de informações, o que possibilita acionamentos remotos, segurança e conforto. Cabe ainda mencionar que para a implementação da teleoperação é necessário levar em consideração a relação custo-benefício da inserção de melhoria, considerando individualmente cada sistema e o retorno dos benefícios.

Atualmente, a maioria das plataformas IoT admitem a comunicação com dispositivos através de rede Wi-Fi, um protocolo aplicável a sistemas embarcados devido a comodidade fornecida por este. Quanto à rede LoRa (Long Range), ainda se nota um reduzido uso dessa tecnologia, a qual pode mais utilizada, tendo em vista que a pouca exigência de recursos computacionais e o baixo consumo de energia para estabelecer a comunicação são os principais objetivos dessa tecnologia de comunicação via radiofrequência, além do longo alcance.

Posto isso, tem-se a arquitetura da rede LoraWan, que é composta por elementos físicos e digitais e utiliza o protocolo Long Range Wide Network (LoRaWAN protocol), baseando-se na tecnologia LoRa para transmitir e receber dados de um gateway. Esses gateways são tidos como elementos que efetuam a conexão entre os módulos e os servidores de rede. A topologia de tal rede pode ser visualizada na imagem 2 abaixo:



Fonte:Luiz F. Giserman, Breno L. Galves e Ana C. Jaolino, 2022.

Cabe mencionar ainda que a rede Lora é regulamentada pelo Lora Alliance Technical Committee, a qual define a frequência de trabalho ideal para cada região do mundo, podendo estas serem visualizadas na tabela 1:

Tabela 1 – Banda de frequência por região.

Região	Banda
Europa	868 e 433 MHz
América do Norte e Brasil	915 MHz
Ásia	430MHz

Fonte: LoRa Alliance Technical Committee (2017).

Nessa perspectiva, a utilização da comunicação LoraWAN apresenta um vasto conjunto de benefícios que permitirá, não só utilizar uma tecnologia mais avançada e segura, mas também reduzir consumos energéticos e outras poupanças financeiras (Zenzor Control, 2022).

Diante disso, o presente artigo visa o desenvolvimento de um sistema utilizando dois módulos Esp32 TTGO, a tecnologia LoRa e a rede Wi-Fi para realizar o acionamento remoto de um motor elétrico indutivo, com baixo custo de energia, objetivando o envio de sinal em uma localidade que não possua acesso à internet. Para essa consolidação, foram aplicados testes de funcionamento no Laboratório de Máquinas Elétricas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), com o intuito de se desenvolver uma aplicação prática e didática.

Dessa forma, o presente artigo contribuirá com o estudo e aplicação da automação de sistemas envolvendo acionamentos à distância, possibilitando ainda, aos acadêmicos da área, a reprodução e o aprimoramento desse módulo em ambientes isolados e afastados que necessitem desse modelo de tecnologia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O início do desenvolvimento do sistema se deu com a pesquisa em literaturas do campo da comunicação e acionamento à distância utilizado dispositivos da Indústria 4.0. Nessa linha, observou-se a necessidade da troca de dados a longa distância com um baixo consumo de energia para acionamento de equipamentos elétricos em regiões sem acesso a uma rede de internet. Para tanto, foi selecionado para a constituição do projeto o módulo

ESP32 TTGO, o qual possui como vantagem sua versatilidade, já que este dispõe de um display LCD colorido integrado, além de três tipos de conectividade: Wi-Fi, bluetooth e radiofrequência. Além disso, a distância máxima na qual pode se estabelecer a comunicação, usando o LoRa, alcança os 3,6 Km em área urbana. Dessa forma, o desenvolvimento do módulo se deu em duas etapas, sendo a primeira voltada para o dispositivo transmissor e a segunda focada no dispositivo receptor.

Figura 3 - ESP32 TTGO LoRa.



Fonte: Usina Info, 2022.

2.1 ARDUINO IDE

Com o intuito de programar o circuito transmissor e o circuito receptor mostrou-se necessário o uso de um ambiente para o desenvolvimento do código. Dessa forma, foi utilizado o Arduino IDE, um software gratuito que facilita o desenvolvimento e a gravação de códigos diretamente no microcontrolador. Através deste, é possível realizar o upload dos códigos para a placa tanto em sistemas operacionais Windows quanto Linux, demonstrando sua funcionalidade e versatilidade (Usinainfo, 2021).

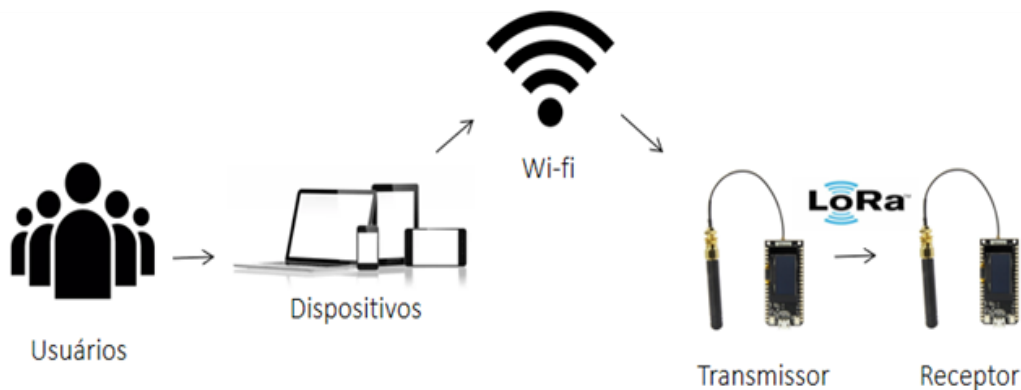
2.2 ESP32 LORA TTGO TRANSMISSOR

O circuito do transmissor é formado simplesmente pelo ESP WiFi LoRa 32 TTGO. Para a consolidação da comunicação, o transmissor disponibiliza o endereço da página web no monitor serial, após a execução do código desenvolvido no Arduino IDE. Feito isso, é possível acessar, por meio de um navegador, o endereço gerado e chegar a uma interface que apresenta os comandos de acionamento, sendo esses ligar e desligar.

É importante frisar que o dispositivo que envia o comando e o transmissor devem estar conectados na mesma rede Ethernet para se estabelecer a troca de dados. Os sinais

selecionados nessa página são enviados via radiofrequência para o circuito receptor, tal como mostra a figura 4.

Figura 4 - Esquema geral do sistema.

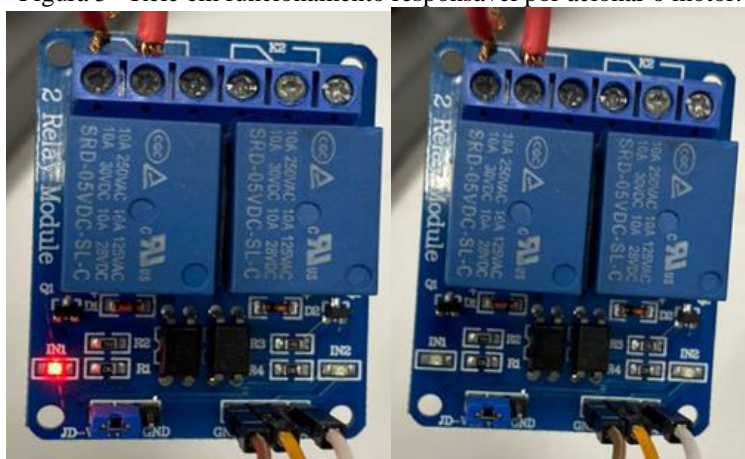


Fonte: Autores, 2022.

2.3 ESP32 LORA TTGO RECEPTOR

O circuito do receptor também possui o ESP32 TTGO, o qual recebe o pacote de dados do transmissor e permite a atuação do relé, representado na figura 5. O Relé possui tensão de operação de 5Vcc e suporta uma corrente de até 10A para tensões alternadas de até 250Vca, possuindo contatos normal aberto e normal fechado e funcionando tanto em corrente alternada como em corrente contínua. Com este circuito é possível fazer acionamento de diversos equipamentos.

Figura 5 - Relé em funcionamento responsável por acionar o motor.



Fonte: Autores, 2022.

O relé atua no sistema realizando o acionamento do contator, o qual se faz necessário, tendo em vista que se pretende realizar o acionamento de um motor trifásico.

O contator, bem como o disjuntor, usado para energizar com segurança o sistema, podem ser vistos na figura 6 abaixo.

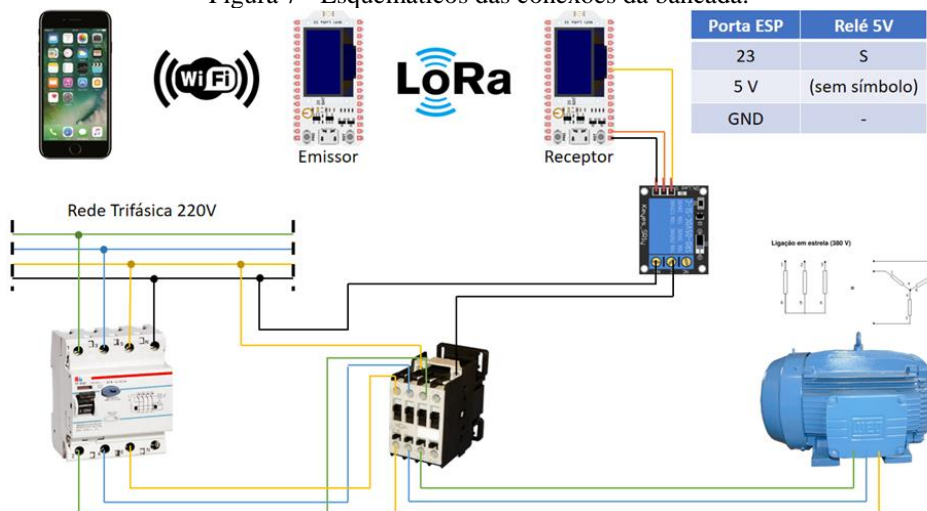
Figura 6 - Contator e disjuntor do sistema.



Fonte: Autores, 2022.

O motor trifásico a ser controlado trata-se de um motor elétrico que possui dois campos magnéticos girantes, o qual atua exclusivamente com corrente alternada e não necessita de gastos altos com manutenções, montagem ou fabricação. Sua construção é simples, pois o estator e rotor possuem um eixo comum (Kalatec Automação, 2022). O sistema de ligações da bancada didática está ilustrado na figura 7 abaixo.

Figura 7 - Esquemáticos das conexões da bancada.



Fonte: Autores, 2022.

No presente projeto, utilizou-se um motor de indução, marca WEG, trifásico, apresentado na figura 8. O modelo de fechamento utilizado foi do tipo estrela, o qual possibilita trabalhar em uma tensão alternada de 380V, uma vez que essa é a tensão disponível no Laboratório de Máquinas Elétricas do IFRO.

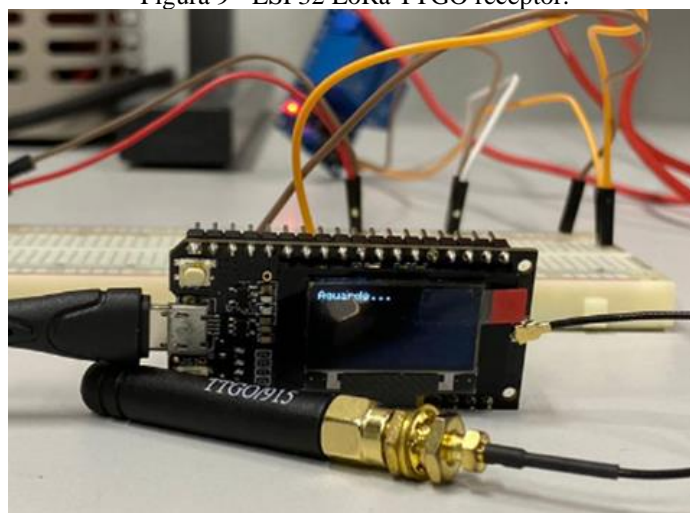
Figura 8 - Motor indutivo WEG.



Fonte: Autores, 2022.

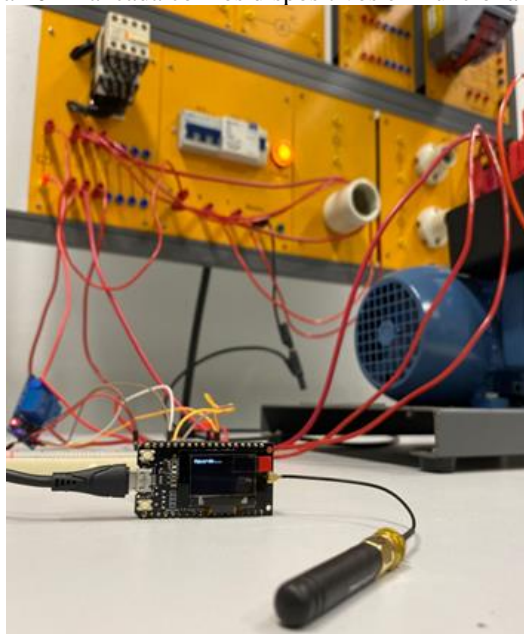
A montagem do sistema para o acionamento remoto do motor, demonstrada na figura 9 e 10, deu-se no âmbito do laboratório de Máquinas Elétricas, onde se utilizou um smartphone com acesso à mesma rede Ethernet do transmissor, foi possível o acesso ao endereço IP disponibilizado e por conseguinte à página Web com as opções de ligar e desligar o motor. Esse sinal foi recebido pelo sistema receptor localizado junto à bancada e em seguida, com o acionamento do relé e do contator, houve a comutação dos contatos de carga que atuam sobre o motor, permitindo assim o seu acionamento.

Figura 9 - ESP32 LoRa TTGO receptor.



Fonte: Autores, 2022.

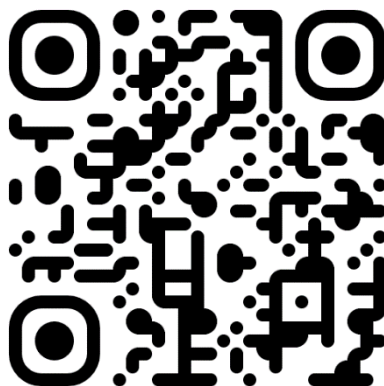
Figura 10 - Bancada com os dispositivos em funcionamento.



Fonte: Autores, 2022.

Por fim, seguem os códigos implementados tanto no transmissor quanto no receptor: <https://drive.google.com/drive/folders/1cJDSd4IiO39lhVem-MynUQaLcFp97pI?usp=sharing>. Além disso, é possível, através do acesso ao QR code da figura 11, visualizar o funcionamento da bancada com o acionamento do motor trifásico por meio de um smartphone. É possível também acessar o vídeo pelo seguinte link: <https://youtube.com/shorts/dTFpEoIEVg0?feature=share>.

Figura 11 - Testes do acionamento do motor.



Fonte: Autores, 2022.

3 CONCLUSÕES

Neste artigo foi proposto o acionamento de um motor de indução de forma remota e automática através da internet com a utilização de dois ESP32 LoRa TTGO. As

aplicações didáticas deste módulo podem ser utilizadas para a integrar o conteúdo de redes de computadores, máquinas elétricas e acionamento elétrico por automação.

O recebimento dos dados pelo receptor pode ser melhorado através de antenas profissionais, o que possibilita novos testes para verificar um maior alcance na troca de informações. Tendo em vista que o módulo proposto é didático, as antenas adquiridas em conjunto com os módulos ESP32 TTGO possibilitou a comunicação e o acionamento remoto proposto. Outrossim, a interface do usuário para o acionamento do motor é tida como um ponto de possível melhoria, a fim de se estabelecer uma página mais acessível e de fácil compreensão. Cabe, por fim, destacar a viabilidade do desenvolvimento de um case, a fim de gerar uma aparência mais compacta.

O sistema apresentado é de suma importância para os acadêmicos que precisam compreender como a Internet das Coisas se faz presente e como ela pode ser aplicada em situações cotidianas. Com base no que foi apresentado, é possível perpetuar os experimentos e estudos relacionados a comunicação por meio da radiofrequência e rede, tendo em vista que a comunicação remota é algo fortemente requerido na contemporaneidade.

REFERÊNCIAS

Firjan, Disponível em:

<https://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A555B47FF01557E033FAC372E&inline=1>> Acessado em: 13/04/2022

SANTOS, Guilherme. Contator: como é, Como funcionam e Tipos. **Automação Industrial**, 2022. Disponível em:<<https://www.automacaoindustrial.info/contator/>>. Acesso em: 14 de setembro de 2022.

Sobre o LoRa Alliance. **Lora Alliance**, 2022. Disponível em: <<https://lora-alliance.org/about-lora-alliance/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

CARLOS, Júnior. Ciclo PDCA, uma ferramenta imprescindível ao gerente de projetos. **DOX**. Disponível em: <<http://www.doxplan.com/Noticias/Post/Ciclo-PDCA,-uma-ferramenta-imprescindivel-ao-gerente-de-projetos>> Acesso em: 13/04/2022.

Esp32 TTGO T-Display V1.1 IoT com WiFi e Bluetooth. **USINAINFO**. Disponível em:<<https://www.usinainfo.com.br/esp32/esp32-ttgo-t-display-v11-iot-com-wifi-e-bluetooth-5839.html>>. Acesso em: 09 de setembro de 2022.

STRAUB, Matheus Gebert. Arduino IDE - O SOFTWARE PARA A GRAVAÇÃO DE CÓDIGOS NO ARDUINO. **USINAINFO**. 2019. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/blog/arduino-ide-o-software-para-gravacao-de-codigos-no-arduino/>>. Acesso em: 09 de setembro de 2022.

Cravo, Edilson. Como funciona um motor de indução e quais as suas aplicações. **KALATEC AUTOMAÇÃO**. 2022. Disponível em: <<https://blog.kalatec.com.br/motor-de-inducao/>> . Acesso em: 06 de outubro de 2022.

Por que investir em automação remota?. **Nortel**. 2021. Disponível em: <<https://nortel.com.br/blog/automacao-remota/>> . Acesso em: 21 de novembro de 2022.

Luiz F. Giserman, Breno L. Galves e Ana C. Jaolino. LoRa - Long Range. **UFRJ**. 2019. Disponível em: <<https://gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2019-1/vf/lora/index.html>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

LORAWAN - O QUE É?. **ZENZOR CONTROL**. 2022. Disponível em: <<https://zenzorcontrol.pt/pt/lorawan-o-que-e>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.