

INTERNET DAS COISAS EM ACIONAMENTOS REMOTOS

INTERNET OF THINGS IN REMOTE ACTIONS

Davi Ambrósio da Silva¹

Gustavo Henrique Giro²

Rogério Máximo Rapanello³

Alexandre Vieira de Oliveria⁴

RESUMO

Este trabalho da área de automação em Engenharia Elétrica tem a finalidade de apresentar conceitos da Internet das Coisas, aplicados a acionamentos, controles e monitorações de motores elétricos à distância via internet, através de dispositivos móveis. Com a nova revolução industrial, A Quarta Revolução, surge um impacto mais profundo na indústria, em que se nota uma fusão de diversas tecnologias com uma contribuição significativa da área de Tecnologia da Informação (T.I.) tornado a informação de chão de fábrica acessível de qualquer local do planeta que se tenha internet. O desenvolvimento deste trabalho demonstra a possibilidade de uma redução bastante significativa de custos em instalações e operações, além de um aumento considerável na segurança de pessoas e equipamentos, pois o uso de diversos componentes já não se faz necessário; bem como a presença humana na instalação destes, e na operação dos sistemas. Para a aplicação será utilizada em laboratório a planta didática de instrumentação e automação do Centro Universitário Unifafibe, composta por tanques, tubulações, válvulas e uma bomba elétrica o que simula de forma bastante real um ambiente industrial ou sistemas de distribuição de água. Como central de processamento de informações, controle e comunicação será utilizado o

¹ Graduação em Engenharia Elétrica no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: dviambrosios@gmail.com

² Graduação em Engenharia Elétrica no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: gustavogiro.map@gmail.com

³ Docente no Curso de Engenharia Elétrica no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: rogerio_rapanello@yahoo.com.br; rogerio.rapanello@unifafibe.com.br

⁴ Docente no Curso de Engenharia Elétrica no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: alexandre.olivei@uol.com.br; aoliveira@cpfl.com.br

microcontroladores ESP32, para coletar informações do tanque e enviar para nuvem através da internet e acionar o motor, caso necessário; utilizando a Tecnologia Internet das Coisas (IoT).

Palavras-chave: Internet das Coisas, Automação Industrial, Tecnologia da informação.

ABSTRACT

The focus of this research in the area of electrical engineering is the automation aiming to demonstrate concepts of the Internet of Things, applied in drives, controls and monitoring of electric motors at a distance via the Internet through mobile devices. With the new industrial revolution, The Fourth Revolution, there is a deeper impact in the industry where there is a fusion of several technologies with a significant contribution from the IT (Information Technology) area that makes possible the accessibility of an factory floor information from any place in the planet with internet access. The development of this work aims to demonstrate the possibility of a significant reduction of costs in installations and operations, besides a considerable increase in the safety of people and equipment, since the use of several components is no longer necessary as well as the human presence in the installation of these, and in the operation of the systems. For the application will be used in laboratory the didactic instrumentation and automation plant of the Unifafibe College, composed of tanks, pipes, valves and an electric pump which simulates in a very real way an industrial environment or water distribution systems. As the central information processing, control and communication will be used the ESP32 microcontrollers, to collect information from the tank and send to the cloud over the internet and start the engine if necessary, using Internet Technology of Things (IoT).

Keywords: Internet of Things, Industrial Automation, Information Technology.

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia no tempo moderno, principalmente a digital, que se utiliza a todo momento sem perceber, como o sinal digital da televisão, inteligência artificial presentes nos *smartphones*, robótica avançada nos ambientes de trabalho,

entre tantas outras. Essas novas tecnologias afetam profundamente a estrutura econômica e social.

A internet das coisas (IoT) é uma das tecnologias mais impactantes atualmente; objeto de atenção de governos e das iniciativas privadas pelo mundo inteiro. Muitos eletrodomésticos já estão se beneficiando dessa nova tecnologia, por exemplo: ar-condicionado, geladeiras, máquinas de lavar, iluminação, entre outras. (MAGRANI, 2018)

Uma nova pesquisa divulgada pela União Internacional de Telecomunicação (UIT) mostra o crescimento das tecnologias da informação e comunicação (TICs) no mundo inteiro, devido à redução de custo dos serviços de telefonia e internet banda larga. Os países que mais utilizam o TICs, pela ordem são a Coreia do Sul, Dinamarca, Islândia e Reino Unido; segundo pesquisa disponível pela “UIT Medição da Sociedade da Informação 2015”. O Brasil ficou em 61º lugar, com uma pontuação de IDI de 6,03 classificado como um país intermediário, tendo uma melhora frente ao *ranking* de 2010, quando se encontrava na 73ª posição. Em comparação com os países latino-americanos estão à frente do Brasil no *ranking* Argentina (52º lugar), Chile (55º lugar) e Uruguai (49º lugar). (BRASIL, 2017)

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo estudar a criação de uma comunicação através da internet das coisas, com microcontroladores, automatizando vários equipamentos em uma empresa, coletando as informações e disponibilizadas pela internet.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Internet das Coisas (IoT)

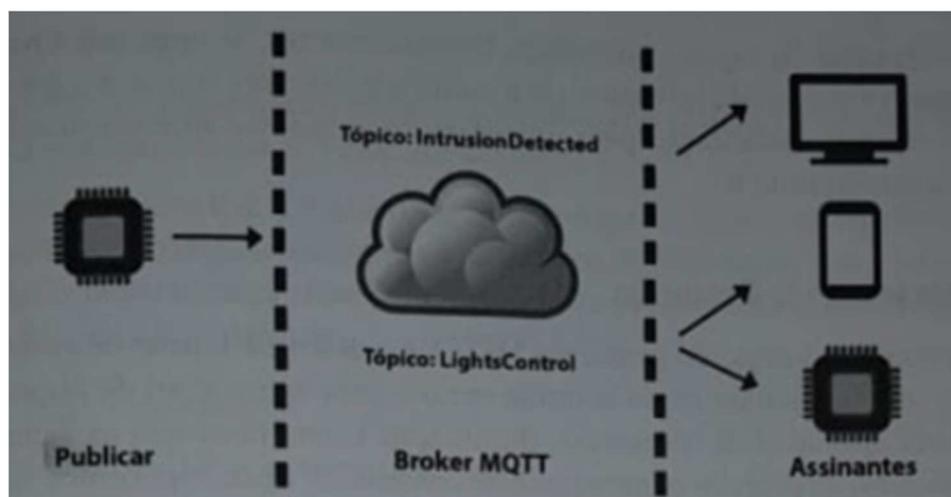
A Internet das Coisas é a coleta de dados em um determinado ambiente e a conectividade deste dispositivo. Atualmente milhares dispositivos já estão conectados e disponibilizando uma grande quantidade de dados e um fluxo cada vez maior. Essa excessiva quantidade de dados disponibilizada pelos sensores é conhecida como *Big Data*.

Após a coleta de dados, o desafio é visualizar e localizar os diversos tipos de dados (estruturados, não estruturados, imagens, contextuais, dados escuros, em tempo real) e processá-los para se ter uma informação concreta para aplicação desejada, esse processo é chamado de mineração de dados (*data mining*). Esses dados irão passar por um processo seleção que é a tarefa mais importante das ferramentas de *Big Data*. Após este processo de seleção, os dados úteis serão chamados de informação. A partir desse ponto as informações possuem aspectos úteis e valor agregado (STEVAN JUNIOR, 2018).

Um dos protocolos utilizado para a comunicação internet das coisas é o MQTT. É uma linguagem máquina a máquina com um seguimento de modelo de “publicar-assinar”, no qual um publicador envia dados para um servidor conhecido como *broker* e o assinante recebem os dados. Os publicadores e assinantes não se conhecem, mas eles conseguiram comunicação, pois eles estão conectados no *broker* em uma comunicação assíncrona.

Essa comunicação é possível, PORQUE o *Broker* notifica todos os assinantes sobre os dados relevantes que foram publicados usando um conceito de tópicos. Esses publicadores e assinantes podem ser sensores, máquinas e aplicativos móveis. A Figura 1 mostra uma visão de alto nível do protocolo MQTT (JAVED, 2017).

Figura 1. Protocolo MQTT.



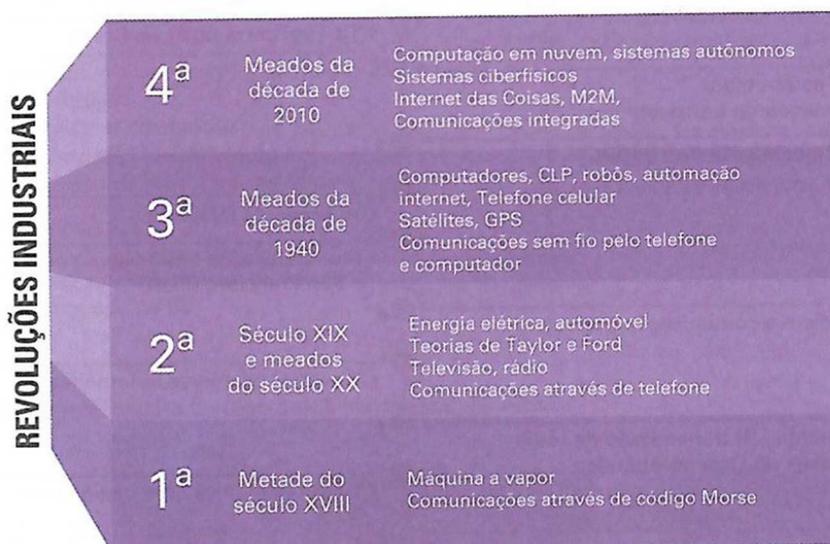
Fonte: JAVED, 2017.

2.2 Revolução Industrial

Segundo Stevan Junior, e Leme e Santos (2018), a revolução da indústria se dá a origem no século XVII na Grã-Bretanha aproximadamente a 200 anos atrás, conhecida como a Primeira Revolução Industrial devido ao surgimento das máquinas a vapor nas indústrias, substituindo o esforço físico das pessoas por maquinários e produção em série. A Segunda Revolução Industrial se iniciou entre os anos de 1850 a 1870, no século XIX, e terminou durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), com a chegada da energia elétrica nas fabricas e residências, grandes mudanças ocorreram, como os motores elétricos e maquinários menores, assim conseguindo redução de preço e produtos mais acessíveis para população. A Terceira Revolução Industrial, chamada de Era da Eletrônica, se deu início em meados do século XX, com o término da Segunda Guerra Mundial, no ano de 1950 até a atualidade, quando as máquinas passaram a ser controladas por Controlador Lógico Programáveis (CLPs). A Quarta Revolução Industrial chamada de Indústria 4.0 é a comunicação e a integração de vários processos com o apoio da tecnologia, devido a evolução da comunicação.

A Figura 2 apresentam fatos ocorridos durante as revoluções industriais na evolução das tecnologias das comunicações presentes em cada período.

Figura 2. Revoluções industriais e o desenvolvimento das comunicações.



Fonte: STEVAN JUNIOR; LEME; SANTOS, 2018.

2.2.1 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 se deu início no ano de 2013 na Alemanha e começou a ser implantado em um projeto do governo alemão voltado para novas estratégias que aliam tecnologia e meios de produção.

Para alcançar uma indústria inteligente é necessário a capacitação, integração e adaptação de todos os envolvidos no processo de criação de valor e estratégica. Para chegar a esse nível de indústria tem que se obter uma base tecnológica composta por sistemas cibernéticos, Internet das Coisas e *Big Data*, é considerado os pilares da Indústria 4.0. Essas tecnologias serão a base da indústria para torná-las autônomas e eficientes as etapas de produção (SCHWAB, 2016).

Cada pilar tem seus objetivos, que são:

- Internet das coisas: é a conexão em rede de objeto físico interligados por meio de dispositivo eletrônicos instalados no ambiente da indústria, veículos, máquinas e entre outros equipamentos, com objetivo de coleta e troca de dados. Nesses microcontroladores são instalados sensores e atuadores que é responsável para coletar e realizar algum procedimento pré-programado;
- *Big Data*: a tecnologia de *Big Data* consiste em 6Cs para lidar com informações relevantes: Conexão (à rede industrial, sensores e CLPs), Cloud (nuvem), *Cyber* (modelo e memória), Conteúdo, Comunidade (compartilhamento das informações) e Customização (personalização e valores). Essa estrutura é necessária para análise e gerenciamento de informações coletadas na indústria em tempo real;
- Cibernéticos: é a área responsável pela segurança e robustez do sistema de informação. Para evitar problema críticos como falha na transmissão da comunicação máquina a máquina, confiabilidade nos dados recebido de um sensor (SILVEIRA, 2016).

2.3 Automação

O termo Automação surge quando as máquinas começam a realizar o trabalho que anteriormente era feito por seres humanos e animais. As máquinas realizam seu próprio controle com o mínimo possível de intervenção humana para manter um

padrão de trabalho previamente. Um sistema automático toma decisões próprias em certos períodos de tempo ou após determinada perturbação no processo (RIBEIRO, 2005).

O sistema automático é composto basicamente por cinco elementos:

- Elemento acionador: disponibiliza energia que permite ao sistema atingir seu objetivo. Exemplo: atuadores pneumáticos, motores elétricos e atuadores hidráulicos;
- Elemento sensor: realiza a leitura das variáveis do processo avaliando o desempenho das ações de controle. Por exemplos: sensores de temperatura termoresistivos, transmissores de vazão e pH;
- Elemento de controle: é uma das partes mais importantes de um sistema automatizado, por meio das leituras realizadas pelo elemento sensor executa a função de modular o elemento acionador com o intuito de atingir o valor desejado. Um exemplo, a temperatura de um reator químico que precisa ser mantida em um específico valor, para isto utiliza vapor que é controlado por uma válvula, caso a temperatura caia o controlador solicitará a abertura desta válvula. Analisando o inverso, se a temperatura subir será necessário que o elemento de controle decrescente a abertura da válvula.
- Elemento comparador ou elemento de decisão: é o elemento que verifica o erro que é a diferença entre o valor desejado e o valor medido tomando a decisão para atuação do sistema. Um exemplo são algoritmos de um programa computacional ou um termostato para controle de temperatura;
- Programas: possuem dados da planta e permitem a interconectividade entre diversos equipamentos e informações de processo, e permitem controlar as interações entre os diversos componentes.

2.4 Microcontroladores

Os microprocessadores surgiram em meados de 1970, com a linha de microprocessadores de baixo custo da fabricante Intel e sua concorrente *Texas Instruments* fabricante do microcontrolador TMS 1000; utilizados em sistemas embarcados com objetivo de ocupar tarefas que antes eram feitas de forma manual.

Alguns componentes com essas características se sobressaíram por agregar mais funcionalidades no próprio componente, recebendo o nome de SoC (*System-on-Chip*). Dispositivos com essas características foram chamados de microcontroladores devido ao seu uso na função de controle e automação (OLIVEIRA, 2017).

O microcontrolador é um circuito integrado programável possui componentes de um computador, como:

- CPU (unidade central de processamento);
- Memória para armazenar programas;
- Memória de trabalho;
- Portas de entrada e saída (utilizada para comunicar com sensores);
- Sistema de controle interno e externo;
- Conversor analógico digital;
- Comunicação serial e outros.

Ao nosso redor, podemos encontrar várias aplicações com microcontroladores e que são utilizados para controlar, monitorar e atuar em vários equipamentos dependendo da sua aplicação, motores elétricos, máquinas pneumáticas, hidráulica, temporizadores, sistema autônomo de controle, umidade e temperatura, telefonia, automóveis (SILVA, 2006).

2.5 Redes

A integração entre computadores, comunicações e serviços tiveram um grande peso na determinação de como os arranjos computacionais eram apresentados. O antigo conceito de um único centro de processamento de dados onde todas as atividades de uma corporação eram realizadas por apenas um computador foi deixado de lado, cedendo espaço a um novo conceito onde serviços são compartilhados e as atividades eram realizadas por diversos computadores e periféricos distribuídos; porém todos conectados por uma rede (TENENBAUM, 2003).

As redes normalmente são classificadas de acordo com seu tamanho e área de alcance:

- LAN: rede local;
- MAN: rede metropolitana;

- WAN: rede de longa distância;
- WLAN: rede local sem fio;
- WMAN: rede metropolitana sem fio;
- WWAN: rede para grande distância sem fio;
- SAN: rede de área de armazenamento;
- PAN: rede de área pessoal.

2.6 Processo industrial

Em tempos passados, os seres humanos não conheciam métodos para transformar a energia presente na matéria prima em seu benefício. Dessa maneira, a energia era disponibilizada através de seu próprio trabalho braçal ou de animais domésticos. Só no século XVIII, a máquina a vapor permitiu a transformação da energia em trabalho, sendo assim a humanidade conseguiu apenas alterar suas condições de trabalho, eliminando o trabalho anteriormente apenas braçal para o trabalho mental.

Neste momento o novo desafio era desenvolver formas de como controlar a transformação desta energia, algo que necessitava de grande atenção e experiência do trabalhador que operava a máquina, além dos grandes riscos aos quais era exposto pois até então as normas e segurança no trabalho não eram uma preocupação. Com o aumento da demanda ficava inviável o homem executar esta tarefa, forçando o desenvolvimento de novos equipamento e tecnologias para o substituir.

Os processos podem ser classificados das seguintes maneiras:

- Processos Contínuos: são processos que trabalham de forma ininterrupta processando matéria continuamente, por exemplo plataformas de petróleo, usinas termoelétricas e fábricas de bebidas;
- Processos Batelada: são processos relacionados à manufatura de bens, onde as entradas são peças separadas e a saída são produtos finalizados ou parcialmente montados, por exemplo linhas de produção de automóveis.

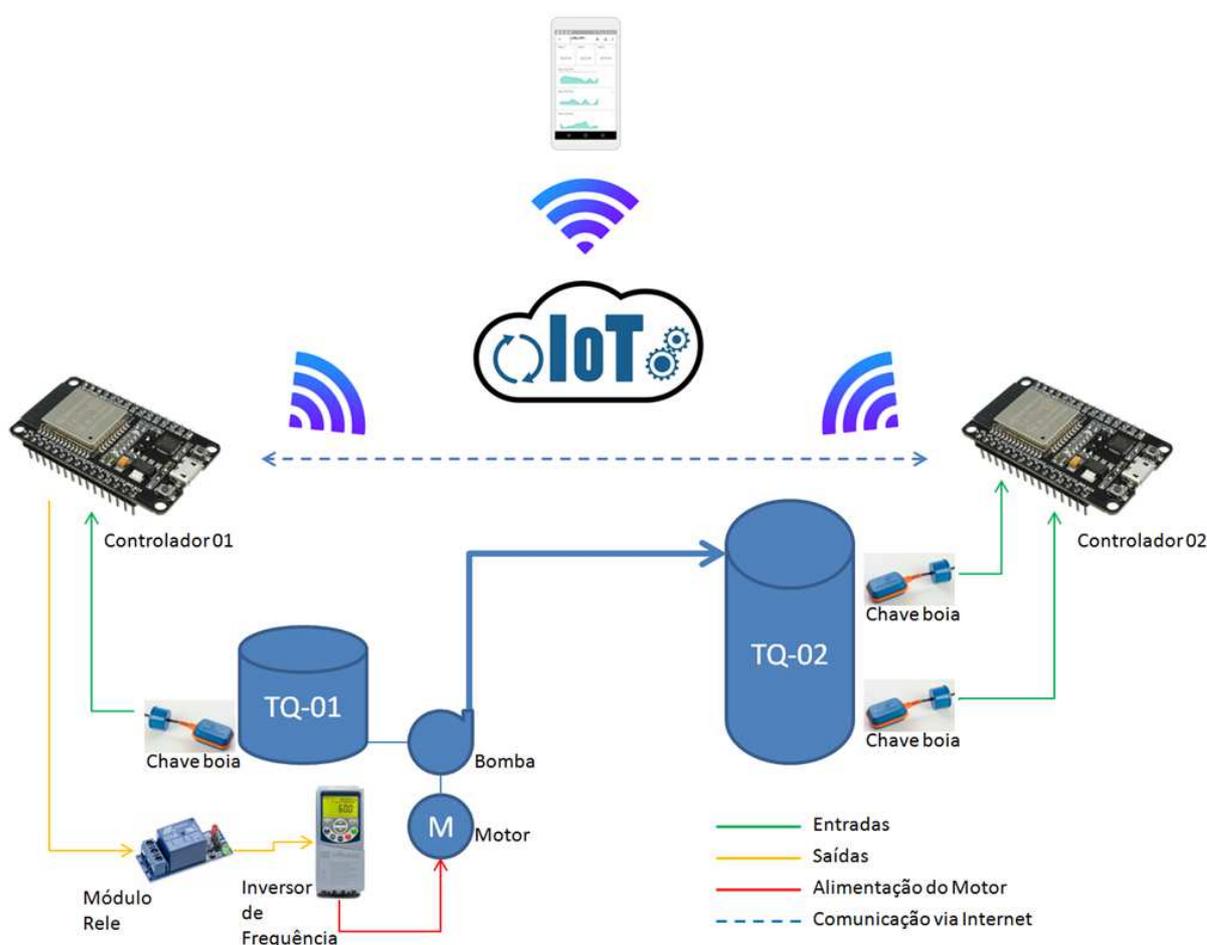
Pode-se considerar como um exemplo o procedimento de adicionar calor a um líquido de um determinado processo. Tanques, tubulações, válvulas de controle, válvulas de manobra e a fonte de calor, por exemplo vapor de uma caldeira, são o

circuito em que o processo é realinhado. As principais variáveis de processo são a vazão de vapor, que seria a variável manipulada e a temperatura do líquido, a variável de processo. (TEIXEIRA, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODO

Para este trabalho, uma planta didática de instrumentação e automação do Centro Universitário Unifafibe, foi adaptada para receber microcontroladores e chaves boia para se realizar a automatização de uma bomba d'água, acionar e desligar automaticamente através da *internet*, devido a detecção de nível no tanque como mostra a arquitetura na Figura 3.

Figura 3. Arquitetura planta didática de instrumentação e automação do Centro Universitário Unifafibe.



Fonte: Própria Autoria

3.1 Materiais

A Planta didática de instrumentação e automação utilizada foi adaptada para utilização dos seguintes materiais:

- Duas plataformas microcontroladoras ESP32 (*Espressif*, modelo ESP32, Wi-Fi e *bluetooth* integrado), utilizado para coletar informação, publicar e ler no aplicativo *thingspeak*;
- Três chaves boia regulador de nível (CB 2000, Margirius), com a finalidade de medição do nível do tanque principal;
- Um motor elétrico ½ CV 220V (Modelo N50-220V 60Hz, USK), onde será acionado na falta de água no tanque principal, motor já acoplado na planta didática;
- Um inversor de frequência (Modelo CFW500, WEG);
- Um modulo relé;
- Conectores jumper para ligação dos pinos do ESP32;
- Duas protoboard para prototipagem do circuito elétrico da ESP32 do projeto;
- *Thingspeak*, aplicativo e API de internet das coisas (IoT), para armazenamento e recuperação de dados.

3.2 Métodos

Inicialmente foi executada a instalação das chaves de nível tipo boia, em um dos tanques foi instalada uma chave, para detecção de nível mínimo de operação e duas no outro tanque, uma para presença de nível máximo e outra para nível mínimo. Para facilitar a utilização destes equipamentos neste trabalho seus terminais elétricos foram ligados a bornes na placa de componentes elétricos possibilitando a conexão mais rápida e segura.

Figura 4. Chave tipo boia instalada em um dos tanques.



Fonte: Própria Autoria

O inversor de frequência responsável pelo acionamento, proteção e controle do motor foi instalado em seguida na mesma placa onde estão localizados os bornes permitindo facilidade de acesso e visualização de sua IHM (Interface Humano Máquina) para parametrização e monitoramento. O inversor de frequência foi parametrizado para operar de modo remoto, sendo uma entrada digital destinada para ligar o motor quando acionada e desligar o motor quando aberta, para indicação de operação foi programada a função de uma saída digital tipo contato do inversor que atraca um rele quando o motor está em operação.

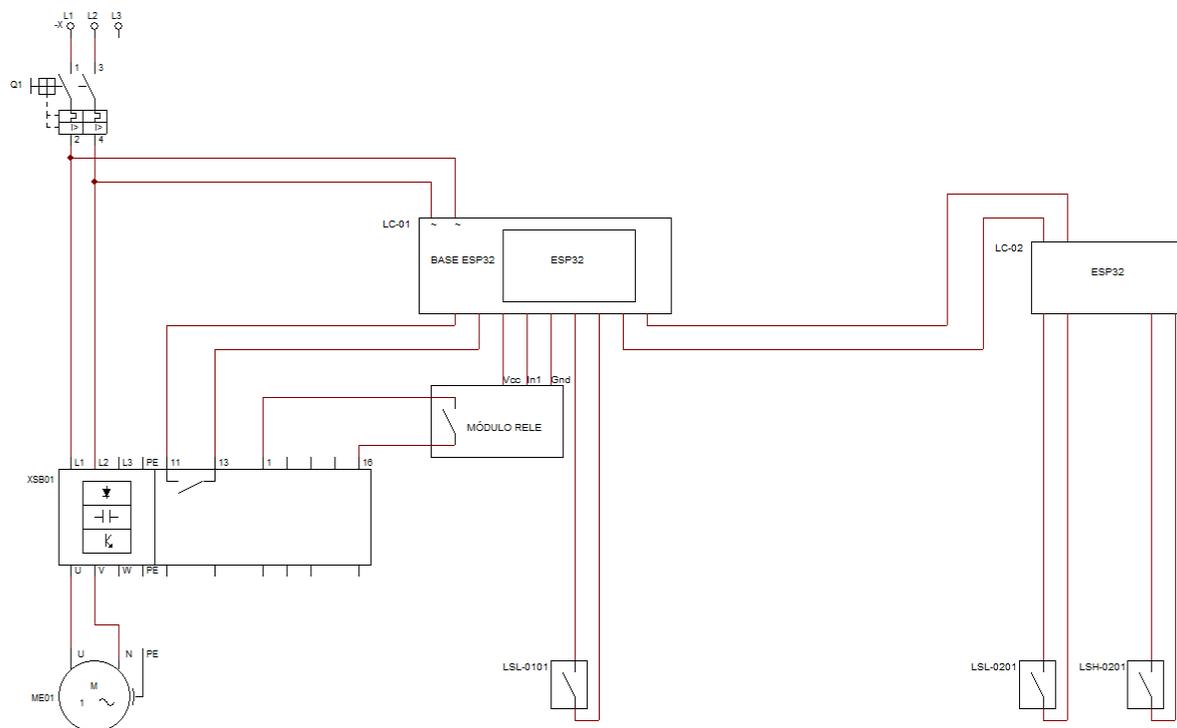
Figura 5. Inversor de frequência Weg CFW500 instalado na placa de montagem .



Fonte: Própria Autoria

Para auxiliar a realização das instalações elétricas foi elaborado um diagrama elétrico contemplando todos os condutores elétricos, dispositivos de proteção dos circuitos, conexões elétricas dos dispositivos. Esta parte do projeto tem um importante papel que é permitir que futuras análises dos circuitos elétricos possam ser realizadas facilitando uma eventual necessidade de manutenção ou modificação.

Figura 6. Diagrama de instalações elétricas.



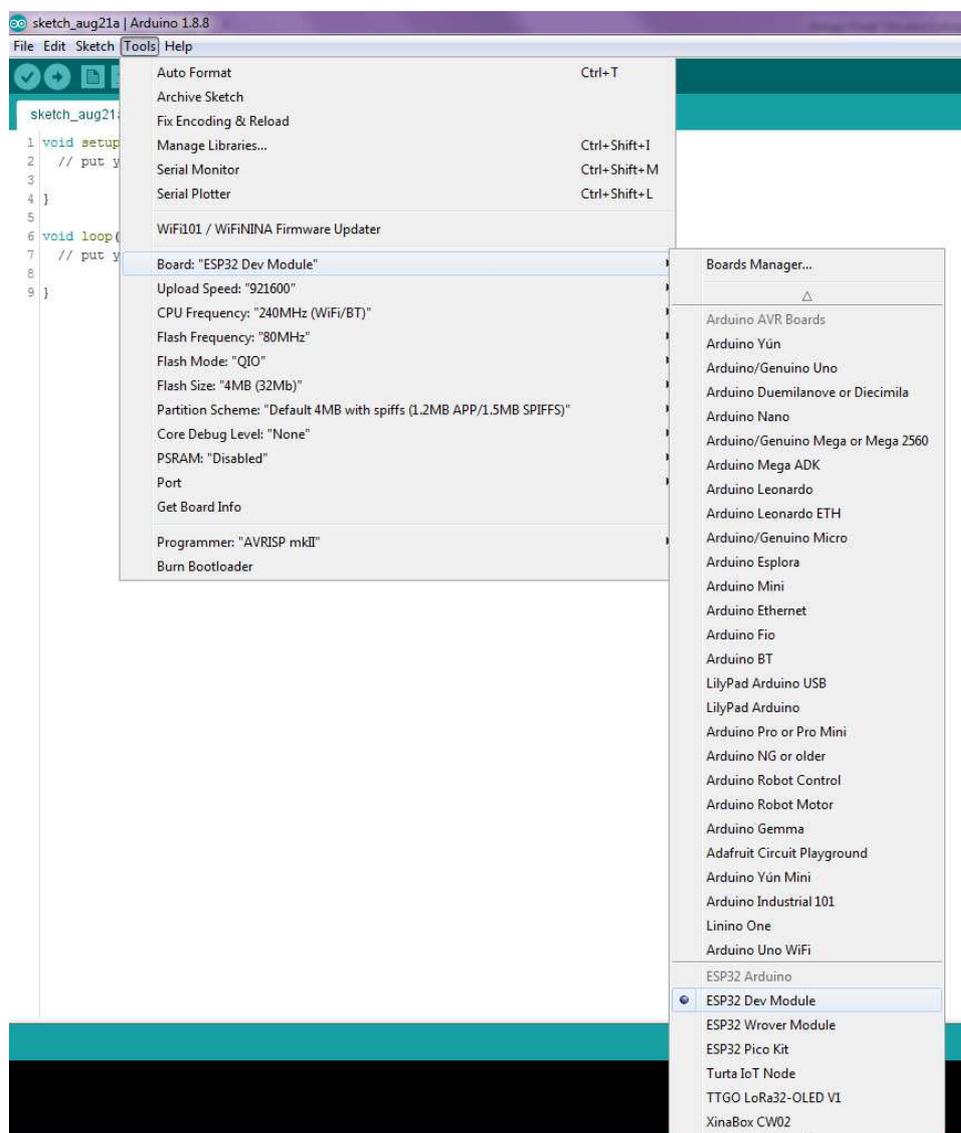
Fonte: Própria Autoria

Paralelamente à montagem eletromecânica do projeto foi realizada a configuração e programação dos dispositivos de controle (ESP32) e aplicativos necessários para comunicação e disponibilização de informações.

Para realizar a configuração do ESP32 é necessário o uso de um aplicativo para desenvolvimento de algoritmos de programação, no caso deste trabalho IDE (Integrated Development Environment), traduzindo para o português Ambiente de Desenvolvimento Integrado do Arduino.

Como a IDE é nativa de outro dispositivo, foi necessário a instalação de uma biblioteca no próprio software possibilitando a compatibilidade com o ESP32.

Figura 7. IDE do Arduino com seleção para programação do ESP32.



Fonte: Própria Autoria

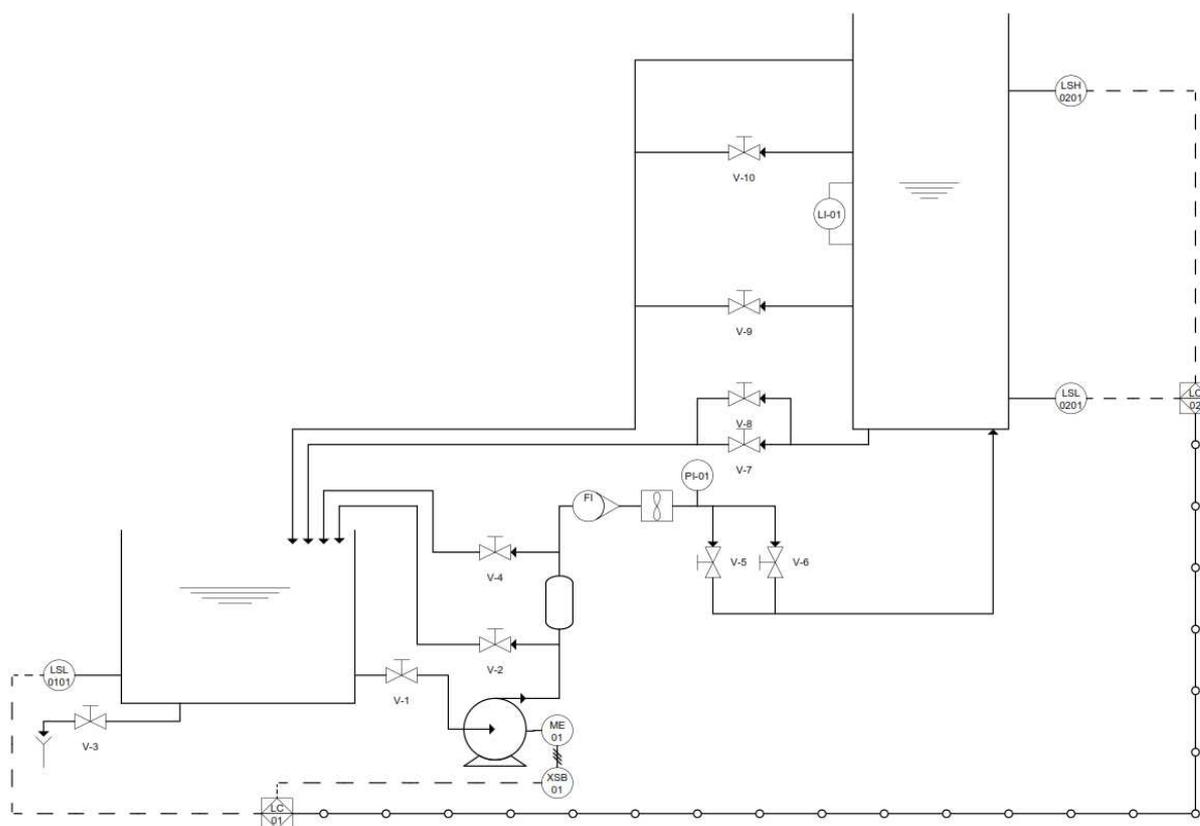
O intuito deste projeto é demonstrar o controle e acionamento elétrico à distância através de dispositivos controladores interligados via rede wireless e na internet.

Na planta didática existem dois tanques onde o tanque 01 representa um reservatório de água que é abastecido por uma bomba instalada no tanque 02 representando um local remoto de captação, por exemplo uma represa, rio ou poço artesiano.

Quando o reservatório está em seu nível mínimo o sistema aciona a bomba e disponibiliza a informação em uma página na web, ao atingir o nível máximo ou tempo pré-determinado o abastecimento é interrompido evitando transbordamento.

A detecção de nível nos tanques é realizada pelas chaves tipo boia e o acionamento do motor elétrico é realizado pelo inversor de frequência que recebe e envia informações à um dos dispositivos de controle no caso ESP32, como mostra o diagrama de processos e instrumentos da Figura 4.

Figura 8. Diagrama de Processos e Instrumentos.



Fonte: Própria Autoria

4 RESULTADOS

O sistema apresentou seu funcionamento conforme o esperado, executando o monitoramento e o controle de nível remotamente via internet, a proteção do sistema de bombeamento permitindo o funcionamento do motor apenas com um nível mínimo no tanque de captação evitando bolhas de ar e cavitação excessiva na bomba, disponibilização de informações para os usuários via internet através dos aplicativos durante todos os experimentos.

O nível do tanque 02 reservatório se manteve dentro da faixa de trabalho estabelecida pelas posições das chaves, fazendo uma analogia sempre haveria fluido disponível no caso de um tanque de uma indústria ou de um sistema de distribuição de água em uma cidade. A chave de nível máximo do tanque 01 atuou realizando a partida do motor e completando o tanque até a altura da chave de nível máximo, neste momento o funcionamento do motor é interrompido evitando o transbordamento o que acarretaria desperdício de fluido e energia elétrica.

O monitoramento através do aplicativo Thingspeak instalado em um dispositivo móvel, permitiu a visualização dos instantes em que o motor era acionado ou desligado. Não foi necessária a intervenção manual para que o sistema desempenhasse seu papel comprovando uma das significativas melhoras que a automação oferece.

Outro ponto que vale ressaltar é a possibilidade de redução de custos com infraestruturas em relação à aplicações convencionais, estas em sua grande maioria utilizam cabos elétricos que interligam os pontos de captação e reserva, além de apresentarem um elevado risco de furto de cobre e acessórios da instalação, estas interligações estão sujeitas a deterioração em função das condições climáticas e possíveis incidentes como rompimento devido a atividades como escavações próximas à instalações no caso de serem subterrâneas, ou na circulação de veículos com altura elevada sob instalações aéreas.

5 CONCLUSÃO

Com o intuito de demonstrar uma aplicação funcional da Internet das Coisas visando a facilitação de operação, o aumento da segurança e a economia de infraestrutura e energia elétrica, o sistema foi considerado satisfatório, em que todo o protótipo foi desenvolvido e apresentou satisfatórios resultados durante todos os testes e ensaios. A realização do monitoramento e o controle de nível de um reservatório remotamente permite diversas vantagens como redução de intervenção humana no funcionamento diminuindo o risco de acidentes de trabalho, redução considerável no uso de cabos de comandos devido os dispositivos de controle se comunicarem via internet e um melhor gerenciamento dos ativos pois os equipamentos funcionam apenas quando necessário.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Brasil sobe em ranking de acesso às tecnologias da informação em 2015, mas fica na 61ª posição. 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/brasil-sobe-em-ranking-de-acesso-as-tecnologias-da-informacao-em-2015-mas-fica-na-61a-posicao/>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

JAVED, Adeel. **Criando projetos com Arduino para a Internet das coisas: Experimentos com aplicações do mundo real**. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2017.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

OLIVEIRA, Sergio. **Internet das Coisas: Com ESP 8266, Arduino e raspberry PI**. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2017.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Automação Industrial**. 5ª ed. Salvador: Tek Treinamento & Consultoria Ltda, 2005.

SILVA, RENATO. **Programando Microcontroladores PIC: Linguagem "C"**. São Paulo: Ensino Profissional, 2018.

SINCLAIR, Bruce. **IOT: como usar a Internet das Coisas para alcançar seus negócios**. São Paulo: Autêntica Business, 2018.

STEVAN JUNIOR., Sergio Luiz. **Internet das Coisas: fundamentos e aplicações em Arduino e NodeMCU**. São Paulo: Érica, 2018.

STEVAN JUNIOR. Sergio Luiz; LEME, Murilo Oliveira; SANTOS, Max M. Dias. **Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações**. São Paulo: Érica, 2018.

TEIXEIRA, Paulo R. F.; FARIA, Rubens A. **Instrumentista de Sistemas**. Fundamento de Controle Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2006. PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.

TENENBAUM, Andrew S. **Computer Networks**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil Ltda, 2003.

Recebido em 2/12/2019

Aprovado em 16/12/2019