

Desenvolvimento de um módulo de monitoramento de ambientes usando comunicação sem fio

Development of an environment monitoring system using wireless communication

RESUMO

Felipe Natã de Camargo Xavier
felipecamargoxav@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Edson Tavares de Camargo
edson@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Fabio Alexandre Spanhol
faspanhol@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

A Internet das Coisas ou IoT possibilita a comunicação entre objetos e a cooperação para otimizar a utilização de recursos de casas, indústrias, cidades, fazendas, empresas e outros. Um dos objetos de estudo de IoT é o monitoramento de ambientes. Os benefícios de monitorar e gerenciar os recursos de ambientes são prolongar a vida útil de aparelhos elétricos e eletrônicos, diminuir o consumo de energia e ampliar a segurança e conforto de seus usuários. É apresentado um primeiro protótipo para monitorar as janelas de um laboratório de informática e disponibilizar de maneira remota o estado das janelas, a temperatura ambiente e a ocorrência de chuva. A solução faz uso do protocolo MQTT e a plataforma ThingsBoard.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento de ambientes. Automação residencial. Internet das Coisas.

ABSTRACT

The Internet of Things or IoT enables communication between objects and cooperation to optimize the use of resources from homes, industries, cities, farms, companies and others. One of the objects of study of IoT is the monitoring of environments. The benefits of monitoring and managing environmental resources are extending the life of electrical and electronic devices, reducing energy consumption and increasing the safety and comfort of its users. A first prototype is presented that monitors the windows of a computer lab and provides the status of the windows, the ambient temperature and the occurrence of rain remotely using the MQTT protocol and the ThingsBoard platform.

KEYWORDS: Environment monitoring system. Home automation. Internet of Things.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Internet das Coisas ou IoT (*Internet of Things*) é um termo empregado para definir objetos que estão conectados a uma ou mais redes. Os objetos ou dispositivos inteligentes são constituídos de sensores que produzem dados do seu próprio ambiente. Os dados compartilhados na rede possibilitam monitorar e otimizar os recursos do ambiente. Armazenamento, processamento e análise de dados gerados por objetos conectados ajudam a definir, executar e monitorar interações entre pessoas, sistemas e coisas (WORTMANN; FLÜCHTER, 2015). As áreas de aplicação são numerosas: casas Inteligentes (*Smart Home*), saúde (*Healthcare*), agricultura (*Smart Farming*), cidades inteligentes (*Smart Cities*), Indústrias (*Industry 4.0*) e muitas outras.

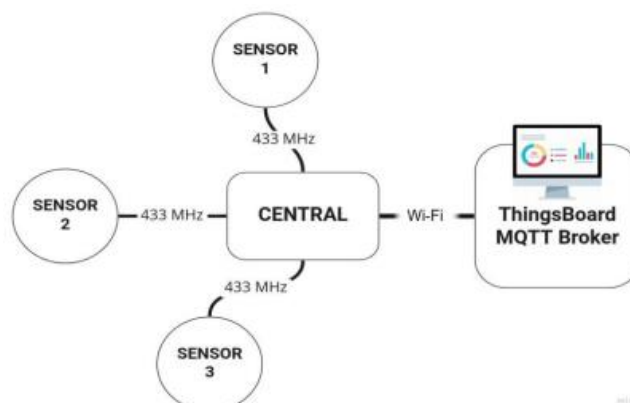
O monitoramento de ambientes é um ramo dos estudos de IoT aplicado a residências e a ambientes de trabalho. É a integração entre os sistemas de iluminação, comunicação, segurança e de controle térmico dos ambientes (TAYYABA et al., 2019). O principal propósito é diminuir o consumo de energia, aumentar a vida útil de aparelhos eletrônicos, garantir a segurança dos ambientes e aumentar o conforto de seus usuários. Lâmpadas, ar condicionado e outros dispositivos podem ser utilizados de maneira mais inteligente, a segurança de portas e janelas pode ser ampliada, tarefas podem ser automatizadas, entre outras melhorias. Esses são apenas alguns exemplos da grande gama de aplicações possíveis.

A UTFPR câmpus Toledo tem um problema específico. Eventualmente, os usuários de modo imprudente deixam os laboratórios de informática com as janelas abertas. Logo há uma grande possibilidade de danificar ou reduzir a vida útil dos computadores e outros dispositivos devido entrada de chuva ou poeira. Assim o monitoramento de janelas torna-se necessário. Para saber se as janelas estão abertas ou fechadas, projetou-se e implementou-se um módulo de monitoramento de ambientes. O módulo tem o propósito de disponibilizar de modo remoto o estado das janelas das salas monitoradas.

MATERIAL E MÉTODOS

Definiu-se a arquitetura com base na topologia de rede estrela, formada por múltiplos sensores e uma central. Os sensores das janelas devem comunicar-se com uma central, a qual está conectada a Internet através de um ponto de acesso Wi-Fi. A central publica os estados das janelas na aplicação ThingsBoard empregando o protocolo MQTT. A ThingsBoard é uma plataforma gratuita que permite o gerenciamento de dispositivos, processamento e visualização de dados (THINGSBOARD, 2020). O protocolo MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) possibilita que os sensores publiquem seus dados em um tópico que será transmitido a outras aplicações que assinam esse tópico (OASIS, 2020). A arquitetura da solução é exibida na Figura 1.

Figura 1 – Arquitetura do módulo de monitoramento de ambientes

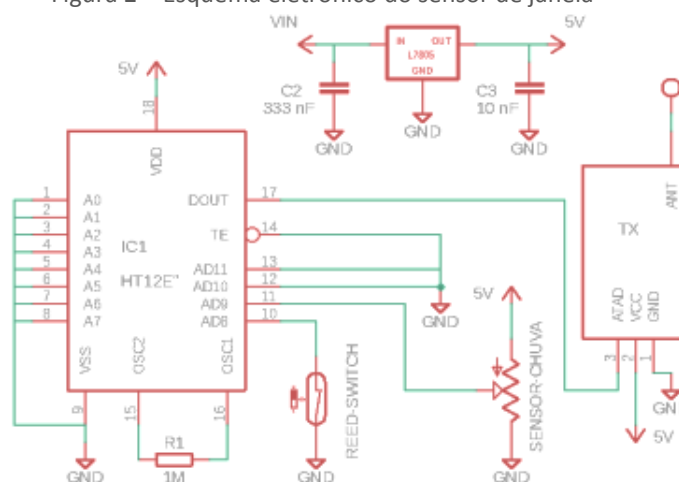


Fonte: Autoria própria (2020).

A comunicação dos sensores com a central ocorre dentro da faixa de frequência ISM (*Industrial Scientific and Medical band*), frequências para uso científico, médico ou industrial. A frequência utilizada é 433 MHz. Os transmissores e receptores para essa frequência podem ser encontrados facilmente no mercado. Para codificação da mensagem escolheu-se o *encoder* HT12E, desenvolvido pela Microchip. A alimentação do circuito é controlada pelo regulador L7805. O circuito pode ser alimentado com uma bateria de 5V a 12V. A Figura 2 apresenta o esquema eletrônico do sensor da janela.

Para saber o estado das janelas é utilizado uma chave magnética *reed switch* e um ímã. O ímã é posicionado em uma folha da janela e o sensor com a chave magnética em outra. Quando o ímã se afasta ou aproxima-se do sensor, a chave *reed switch* fica em estado aberto ou fechado. Acrescentou-se também um sensor de chuva, o qual altera sua resistência de acordo com a quantidade de água no local.

Figura 2 – Esquema eletrônico do sensor de janela



Fonte: Autoria própria (2020).

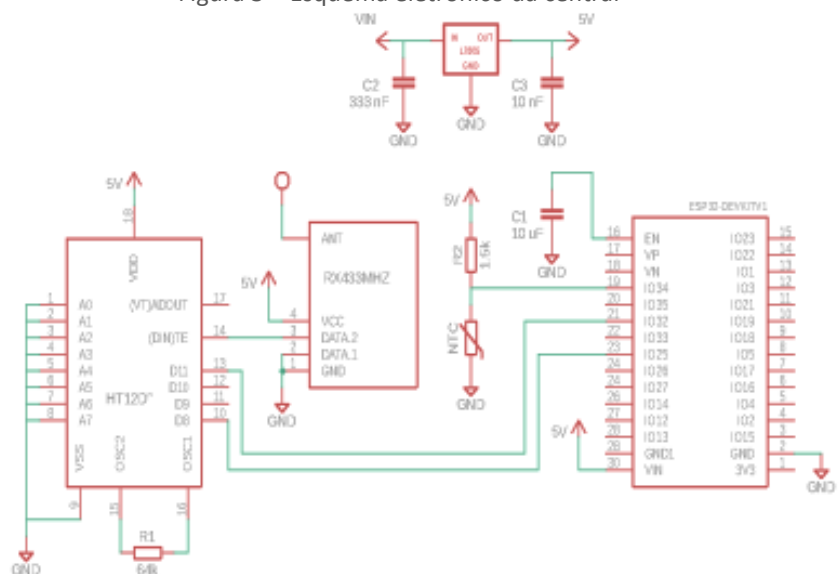
As mensagens dos sensores são recebidas pela central através de um receptor 433 MHz. As mensagens são decodificadas pelo *decoder* HT12D, desenvolvido pela Microchip. A central possibilita uma solução escalável, pois recebe todas as mensagens transmitidas através da frequência 433 MHz. Posteriormente a central

poderá ser utilizada com outros sensores e atuadores do ambiente, por exemplo: ar condicionado, lâmpadas, sensores de presença, câmeras e outros.

A alimentação da central é controlada pelo regulador L7805. O circuito pode ser alimentado por uma bateria de 5V a 12V ou através de um carregador de celular comum (5V e 1A). Acrescentou-se um sensor NTC 10 kΩ para monitorar a temperatura do ambiente.

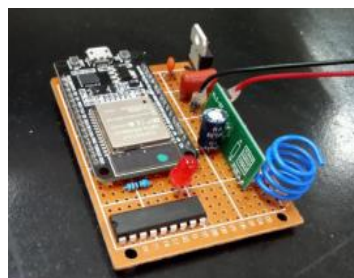
A escolha do microcontrolador para a central fundamentou-se na facilidade de conectividade com a internet e a praticidade de prototipação. O ESP32, desenvolvido pela Espressif, é um *System on Chip* (SoC), ou seja, é quase um sistema inteiro em um único *chip*. Adequa-se nitidamente ao cenário de IoT, pois em único *chip* temos o microcontrolador, *transceivers* Wi-Fi e Bluetooth integrados (ESPRESSIF, 2020). Outro fator importante é que a plataforma ESP32 tem uma comunidade ativa de desenvolvedores. A Figura 3 mostra o esquema eletrônico da central. A Figura 4 exibe o protótipo da central. A implementação do algoritmo da central está disponível em um repositório público no GitHub (https://github.com/FelipeCamargoXavier/janela_lab).

Figura 3 – Esquema eletrônico da central



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 4 – Protótipo da central

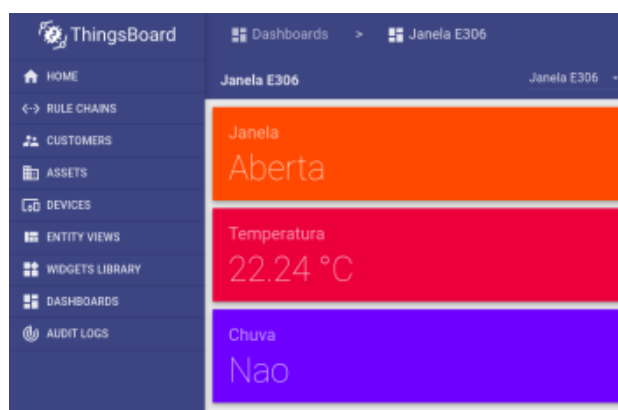


Fonte: Autoria própria (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Instalou-se a solução de monitoramento de ambientes nos laboratórios E304 e E306 da UTFPR câmpus Toledo. Certificou-se que em uma área de aproximadamente 40 m² o sensor conseguiu comunicar-se satisfatoriamente com a central. O sensor não pode comunicar-se com a central em ambientes com uma alta densidade de dispositivos que usam a mesma frequência ou quando o sensor estava afastado mais de 15 metros da central. A Figura 5 exibe as informações da janela da sala E306, um laboratório que abriga diversos computadores.

Figura 5 – *Dashboard* monitorando a janela da sala E306



Fonte: Autoria própria (2020).

A principal adversidade encontrada esteve em melhorar a relação sinal-ruído ou *Signal-to-noise ratio* (SNR). Ocasionalmente a central não recebia as mensagens dos sensores devido a desregulação do seu receptor. A indutância do receptor podia ser regulada por um *trimpot*, porém com o tempo perdia a regulação facilmente. As antenas dos transmissores e receptores não eram as ideais, o que diminuiu significativamente a relação SNR.

A relação SNR do protótipo 2 será otimizada, as próximas antenas serão compradas especificamente para frequência de 433 MHz e um estudo minucioso da qualidade dos receptores e transmissores deverá ser feito. Outro ponto importante é a substituição do regulador L7805 por uma fonte CC-CC chaveada ou *Chopper*. Para baterias acima de 7V a perda de energia na forma de calor é significativa. Um conversor CC-CC *Buck*, por exemplo, aumentaria a eficiência em pelo menos 80% (AHMED, 2000).

O *encoder* e *decoder* HT12E e HT12D respectivamente foram escolhidos devido a praticidade de prototipação e por realizar uma tarefa específica sem necessitar de programação. Contudo, no protótipo 2 serão substituídos por um microcontrolador, o qual pode desempenhar a função de codificador, decodificador e outras caso necessário. O microcontrolador também na maioria das vezes ocupa um espaço menor na placa de circuito impresso e pode ser encontrado a preços menores. Para a central, as tarefas de codificação e decodificação podem ser realizadas pelo ESP32.

A arquitetura do protótipo 2 poderá ser flexibilizada empregando a rede LoRa ou *Long Range*, uma rede de longo alcance e baixa potência (SEMTECH, 2020). Em áreas maiores, por exemplo, condomínios, prédios, empresas e indústrias pode ser mais vantajoso usar a rede LoRa e uma arquitetura com central. Para áreas

menores pode ser mais benéfico utilizar uma rede WiFi juntamente com uma rede de sensores 433 MHz.

CONCLUSÃO

O monitoramento de ambientes possui um grande potencial, a economia originada do monitoramento de ambientes tem grande relevância. O protótipo 1 mostrou-se funcional, porém com alguns itens a serem melhorados para o protótipo 2. Ressalta-se que o projeto foi parcialmente impactado em seu cronograma pela suspensão das atividades presenciais no início de março de 2020 devido às medidas de isolamento social instituídas para tentar reduzir o avanço da pandemia da COVID-19 causada pelo vírus SARS-COV-2.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a UTFPR câmpus Toledo pelo espaço cedido. A Fundação Araucária por garantir fomentos a pesquisa.

REFERÊNCIAS

AHMED, Ashfaq. **Eletrônica de Potência**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.479 p.

ESPRESSIF. **Espressif ESP32**. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 27 ago. 2020.

OASIS. **MQTT: The Standard for IoT Messaging**. Disponível em: <https://www.mqtt.org>. Acesso em: 27 ago. 2020.

SEMTECH. **LoRaDeveloper Portal**. Disponível em: <https://www.lora-developers.semtech.com>. Acesso em: 28 ago. 2020.

TAYYABA, Shahzadi et al. HomeAutomation Using IoT. In: BALAS, Valentina Emilia et al (ed.). **Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things**. Cham: Springer, 2019 p. 343-388.

THINGSBOARD. **Open Source IoT platform**. Disponível em: <https://www.thingsboard.io>. Acesso em: 27 ago. 2020.

WORTMANN, Felix; FLÜCHTER, Kristina. Internet of Things. **Bus Inf Syst Eng**. p. 221-224 (2015). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0383-3>. Acesso em: 27 ago. 2020.