



DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE NÍVEL UTILIZANDO SENSOR ULTRASSÔNICO E COMUNICAÇÃO LORA¹

Francisco Luis Diello Bressan², Mauricio de Campos³, Joana Garcia Câmara⁴, Paulo S. Sausen⁵

¹ Pesquisa desenvolvida na Unijuí; financiado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/CNPq.

² Bolsista CNPq; estudante do curso Engenharia Elétrica da UNIJUÍ.

³ Professor orientador da UNIJUÍ.

⁴ Bolsista CNPq; estudante do curso Engenharia Elétrica da UNIJUÍ.

⁵ Professor orientador da UNIJUÍ.

INTRODUÇÃO

A automação de sistemas elétricos vem se tornando cada vez mais comum em diversas partes do mundo, graças à evolução da tecnologia hoje podem-se ver sistemas avançados com sensores e afins capazes de realizar o controle de muitos processos ou atividades que antes pareciam impensáveis. Nesse sentido, a Internet das Coisas (ou IoT, em inglês, *Internet of Things*) é talvez quem mais se beneficie disso; esse termo pode ser interpretado como uma invisível e inteligente “malha de rede” (que por sua vez refere-se à uma infraestrutura da rede de informações como um todo) que pode ser controlada e programada, sendo que os produtos habilitados para IoT possuem tecnologias embarcadas que permitem a comunicação de uns com os outros ou até mesmo com a própria internet (CHASE, 2013).

Considerando isso, o projeto tem como objetivo a utilização de tecnologia LoRa (do inglês, Long Range) para fins de comunicação, além de desenvolver um sistema sensorial para monitoramento de processos; a LoRa é uma tecnologia de comunicação de longo alcance que criptografa as informações em ondas de rádio utilizando pulsos de alta frequência, lidando bem com distúrbios e cobrindo grandes distâncias, operando principalmente com pequenos pedaços de informações com baixas taxas de bits. Para isso, foi utilizado um kit desenvolvido pela Microchip, que é nomeado LORA TECHNOLOGY EVALUATION KIT.

Esse kit é composto por algumas placas, incluindo a de gateway, Gateway Radio Board 915MHZ e dois módulos RN, RN2903 LoRa Technology Mote, o gateway é a parte que se comunica com a rede LoRa e o server de aplicação, conversando com os “motes” através de uma placa de rádio, LoRa Radio Board.



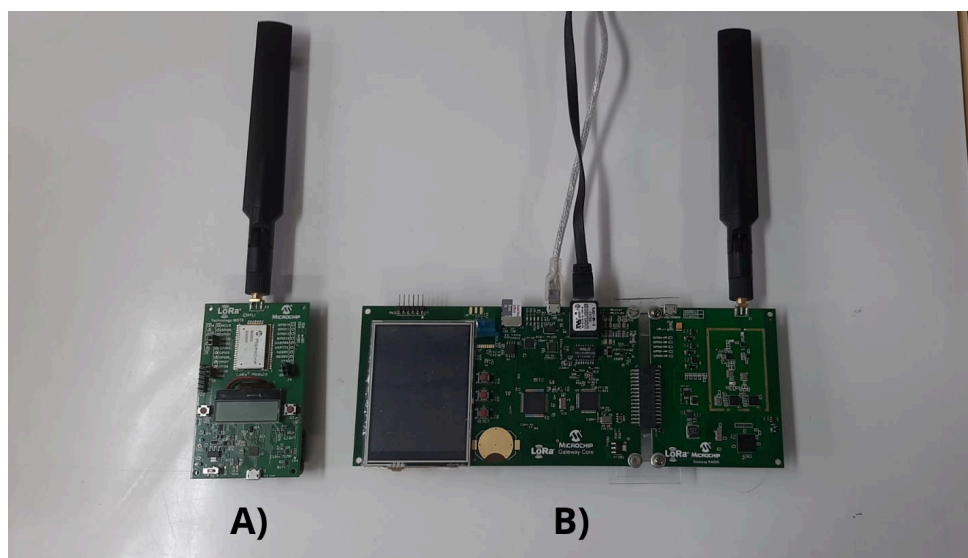
Os motes possuem um microcontrolador PIC18LF45K50, sendo ele responsável pela comunicação com o módulo RN2903 presente nos mesmos, que é onde estão conectados os pinos GPIO e outros afins. Essa comunicação é feita via UART, no caso desse projeto, foram utilizados comandos para fazer a configuração de canais analógicos e a leitura de sinais nos mesmos.

METODOLOGIA

A metodologia se baseou em uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos e manuais de uso dos componentes utilizados no projeto, bem como na montagem de código e prática dos sensores e microcontroladores.

A montagem do sistema é simples, consiste apenas em conectar a placa de gateway (B, figura 1) via USB e cabo ethernet, além do módulo LoRa RN2903 (A, figura 1) via USB ao computador, sendo que todos esses componentes fazem parte do kit da Microchip. O único porém é a necessidade de se criar um servidor hospedado em uma máquina virtual dentro do seu computador para que o gateway se conecte, o que é detalhado no manual de instruções do próprio kit.

Figura 1 - Microchip Evaluation Kit



Os módulos RN já têm sensores de temperatura e luminosidade inclusos, porém a fim de projeto foi utilizado um sensor de nível ultrassônico da TechMeter, de modelo TMLM.



O que implica na criação de um código novo para tal leitura, sendo este feito através do software MPLAB X IDE, da Microchip.

A visualização do sistema foi feita a partir do software LoRa Suite, também da Microchip, que permite verificar a conexão do sistema, bem como mandar mensagens através dos módulos RN para o gateway e ver o seu recebimento através do servidor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por conta de alguns dos programas e manuais estarem de certa forma datados, em vez de se fazer um código novo, foi alterado o código fonte dos módulos RN para a aplicação, que está disponível para os mesmos juntamente com o seu manual.

O código começa por entender o sinal do sensor, que no caso do sensor de nível ultrassônico é proveniente da própria corrente de saída que varia de 4 a 20 miliamperes, sendo assim, basta utilizar na sua saída um resistor que tenha uma queda de tensão aceitável à entrada do microcontrolador, que nesse caso é de 3,3 Volts. Para isso, foi utilizada uma resistência elétrica de 165 ohms.

Por fim, é necessário ler e transformar de volta em valores de nível o que estava entrando no microcontrolador, isso foi possível através do guia *RN2483 LoRa Technology Module Command Reference User's Guide*, do módulo RN. Os dados, após passarem por algumas conversões, vão para a função que irá transformar os valores de tensão em valores de nível, através do seguinte código:

Figura 2 - Código no MPLAB X IDE

```
uint16_t ADC_LevelConversion(uint16_t levelraw)
{
    uint16_t Result;
    float altura = 3.1;
    float nivel = 0;
    double lev = ((double)(levelraw-204.0) / (1024.0-204.0));
    nivel = altura - (lev*altura);
    nivel = nivel*1000;
    oled_putUuint16(nivel,10,2);
    Result = (uint16_t) nivel;
    moteApp_delayms(1000);

    return Result;
}
```



Primeiramente, a altura de instalação do sensor é definida em 3,1 metros, após isso, é preciso entender que o sinal que o sensor manda para o microcontrolador através da corrente (4mA a 20mA) é equivalente a distância que ele se encontra da superfície a ser medida, ou seja, quanto menor a distância, menor a corrente, por consequência, o valor de tensão na entrada analógica do microcontrolador diminuirá também, por fim, isso resultará em um valor analógico (de bits) menor.

Esses dados, após convertidos, eram enviados ao gateway, que fazia comunicação com o servidor, onde os dados poderiam ser visualizados através do LoRa Suite. Dessa forma, a fim de verificá-los, foram feitas diversas medidas com o sensor em diferentes distâncias, sendo esses dados comparados com a realidade.

Tabela 1 - Comparação dos Valores

Valor Real (m)	Média das medidas (m)	Desvio Padrão
1,98	1,996	0,042
0,93	0,937	0,052
0	0,03	0,050

Foram retiradas 10 medições em 3 distâncias de instalação diferentes, sendo esses valores apresentados na tabela 1 com o valor real, a média das medidas que foram enviadas para o servidor e o desvio padrão desses valores, tudo em metros. Os resultados se mostraram bem próximos com o mostrado pelo sensor, o que também condiz com a distância na realidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluindo, o projeto se mostrou satisfatório, principalmente pois os valores que foram medidos e enviados a rede LoRa condisseram com a realidade, possibilitando a implementação prática do sensor, bem como utilização do sistema para medição de outros tipos de grandeza, além do conhecimento e aprendizagem envolvendo programação adquiridos ao escrever o código e com os problemas que surgiram na metade do caminho.



Palavras-chave: LoRa. Comunicação. Dados. Sensor. Servidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOCKER. Docker Desktop Documentation. Disponível em: <https://docs.docker.com/desktop/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

LAZZO, Fernando Xavier Vega. **Desarrollo de un manual de prácticas para el uso de equipos LoRaWAN en redes de sensores inalámbricos**. 2020. 219 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Eletrônica, Universidade Politécnica Salesiana, Equador, 2020. Disponível em: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19349>. Acesso em: 30 abr. 2024.

MICROCHIP (Estados Unidos) (org.). **LoRa TECHNOLOGY EVALUATION SUITE USER'S GUIDE**. Chandler, Arizona: Microchip Technology Incorporate, 2015. 249 p. Disponível em: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001847A.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2023.

MICROCHIP (Estados Unidos) (org.). **RN2483 LoRa TECHNOLOGY MODULE COMMAND REFERENCE USER'S GUIDE**. Chandler, Arizona: Microchip Technology Incorporate, 2015. 50 p. Disponível em: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001784B.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

TECHMETER. **Manual - Transmissor de Nível**. São Paulo: Techmeter Measurement & Control. 12 p.

THE EVOLUTION OF THE INTERNET OF THINGS. Dallas, Texas: Texas Instruments Incorporated, 2013. Disponível em: https://www.ti.com/lit/ml/swrb028/swrb028.pdf?ts=1719252720101&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F. Acesso em: 28 abr. 2024.