

HUB DE SENSORES UTILIZANDO MICROCONTROLADOR STMICROELECTRONICS EM AMBIENTE IOT - UMA REVISÃO EM NÍVEL DE HARDWARE

ANDRÉ W. LEMKE¹;
MAIQUEL S. CANABARRO²

¹Universidade Federal de Pelotas – lemke.a.w@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – maiquel.canabarro@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O universo IoT vem sendo amplamente difundido no nosso dia a dia, seja na vida residencial, seja na vida urbana e não é diferente no meio da agricultura, onde a chamada Agricultura 4.0 ganha cada vez mais espaço de diálogo e discussões sobre como aplicar de forma eficiente e sustentável a tecnologia 4.0 para prover melhor equilíbrio entre a produção e o meio ambiente.

Neste cenário que o meio industrial representado pelas *startups* juntamente com a academia, vem buscando respostas frente a crescente demanda por a chamada economia verde, na qual se objetiva a produção sustentável. Sendo um dos eixos abordado nesse trabalho é a busca por alternativas de engenharia de conectividade trabalhe em prol da sustentabilidade ambiental, apresentando possibilidades que a sustentabilidade econômica dessas empresas as mantenha fomentadoras da aplicação da tecnologia no campo.

O presente trabalho busca inovar se utilizando de conceitos consagrados para demandas futurísticas. Realizando estudos revisionais de tecnologias com robustez demonstradas em outras áreas que possam vir à colaborar de forma eficiente no desafio da conectividade dentro da chamada Agricultura 4.0.

2. METODOLOGIA

Atualmente o grupo de pesquisa trabalha a conectividade da última milha, onde encontram-se soluções desde sistemas utilizando a tecnologia LoRa de comunicação sem fio, que atende longas distâncias a uma baixa taxa de transmissão de dados à NB-IoT, por exemplo.

A Figura 1 mostra a topologia de um dos sistemas utilizados para desenvolvimento de soluções IoT (*Internet of Things*). É um kit composto por um SoC (*System on Chip*) e um PHY (*Physical Layer Device*) de radiofrequência.

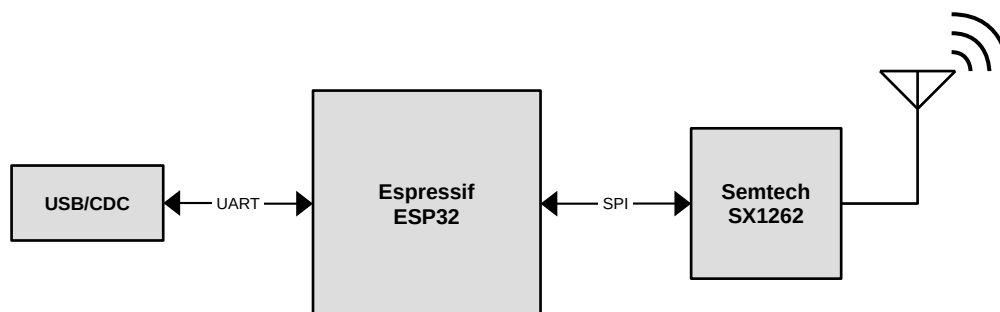


Figura 1: Kit Heltec LoRa Node HTIT-WB32LA

A transferência do *firmware* em desenvolvimento, contendo a camada de protocolo LoRa e a aplicação, é feito através de uma interface serial.

A Figura 2 apresenta uma topologia de sistema que integra vários módulos separadamente, desta vez não possuindo um formato de kit. Este conjunto forma um protótipo que atende alguns desafios no âmbito de IoT, a aplicação é desenvolvida com o alvo de um microcontrolador ou SoC, transferida via interface serial e um módulo de um terceiro é utilizado, nas quais possui uma sequência de comandos específica, para propósitos de configuração e implementação da comunicação sem fio. O módulo Radioenge é responsável pela camada de radiofrequência, passível de limitações em algumas aplicações, devido ao fato de o *firmware* ser próprio do fabricante.

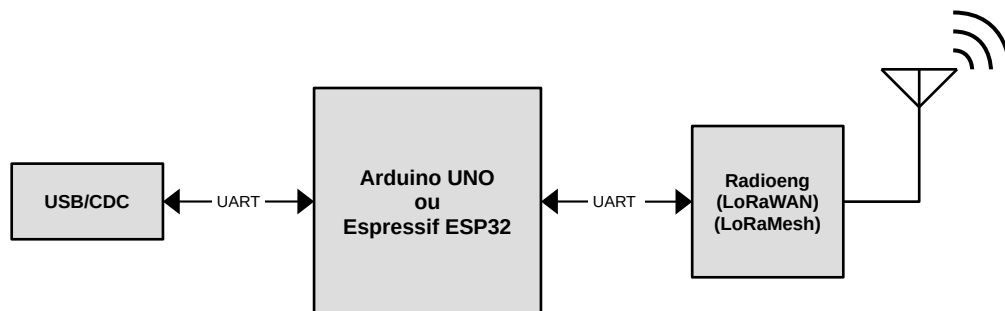


Figura 2: Sistema com módulo Radioenge LoRaWAN EndDevice

Outra topologia de módulos de desenvolvimento é mostrada na Figura 3, onde utiliza um microcontrolador e um módulo compatível com LoRa. O *firmware* de aplicação da solução desenvolvida é transferido via interface serial com a ativação de um *bootloader* ou utilizando um depurador (ST-Link) do fabricante STMicroelectronics. A comunicação com o módulo LoRa é feita via interface serial síncrona e necessita que os protocolos de IoT sejam implementados diretamente no MCU (*Microcontroller Unit*), lado a lado com o desenvolvimento da aplicação.

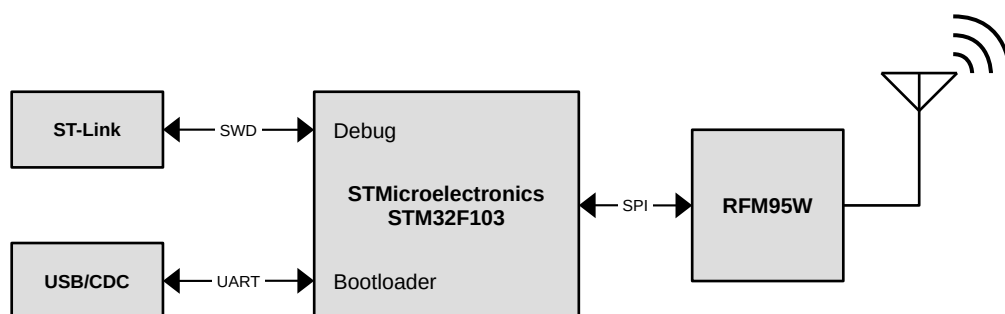


Figura 3: Sistema com o módulo HOPERF RFM95W

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visto a necessidade de desenvolver terminais de redes LoRa que se adaptem as necessidades das mais variadas áreas de aplicação, desde aplicações que necessitem baixo consumo de energia ou atendam um número finito de sensores, a eleição de um microcontrolador que possua interfaces amplamente utilizadas nos mais variados setores da indústria eletrônica e possua um PHY de radiofrequência integrado, se torna interessante em termos de

expertise em consultoria na área IoT por parte do grupo de pesquisa do Centro de Engenharias da UFPel.

O fabricante STMicroelectronics oferece em seu portfólio de MCUs o STM32WLE5CC nas quais, em um primeiro momento, atende as topologias de módulos avaliadas até o momento, em apenas um único chip.

A Figura 4 mostra um sistema composto pelo módulo RAK3171, baseado no STM32WL, que integra o kit RAK3272S e o depurador ST-Link, formando uma plataforma desenvolvimento de aplicações IoT que utilizam LoRa, simplificada e ao mesmo tempo robusta. Sensores compatíveis podem ser adicionados às interfaces de *hardware* padronizadas, atendendo assim a especificação da grande maioria das aplicações, com a vantagem do desenvolvimento e o controle da versão de um *firmware* apenas.

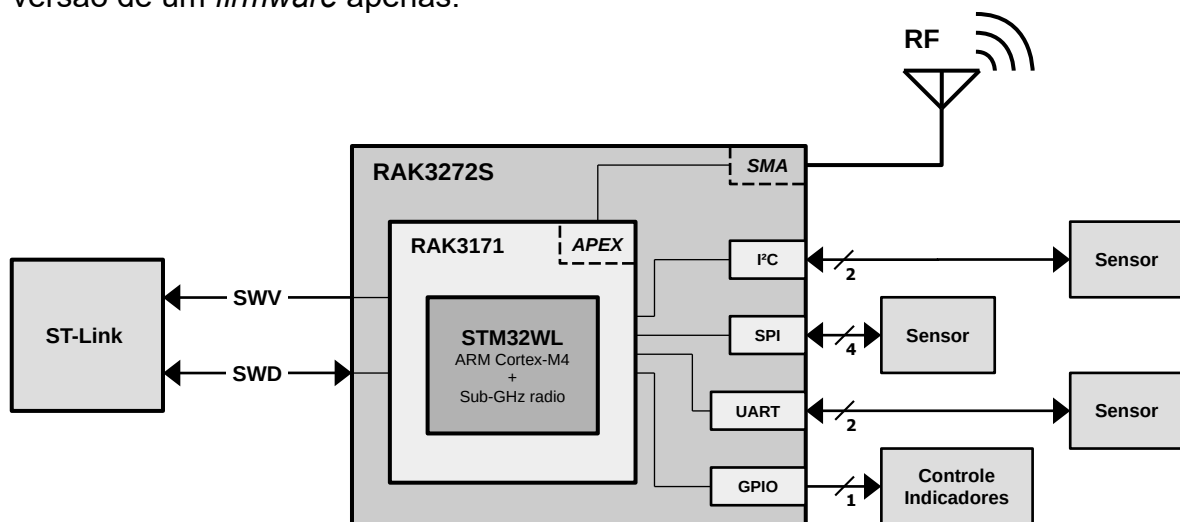


Figura 4: Sistema proposto compatível com LoRa e integração de Hub de sensores

4. CONCLUSÕES

A revisão de sistemas consagrados de sistemas de MCUs e módulos LoRa abordadas pelo grupo de pesquisa em parceria com a empresa Partamon, buscam desenvolver ecossistemas que possa ser utilizado no contexto da agricultura 4.0 com foco na sustentabilidade. Porém para que esses ecossistemas surjam são iniciativas conjuntas entre o meio industrial e a academia que proporcionará lastro para as demandas que virão nos próximos anos.

Uso de ambientes de programação baseados em Arduino, ou do próprio fabricante Espressif ou o uso de módulos com camadas de comunicação já implementada por terceiros, com *firmware* nas quais não se tem o controle, necessitando assim, frente a qualquer limitação, o contato com o fabricante do mesmo, dificulta o alcance a robustez e manutenção do sistema como um todo, gerando insegurança diante a falta de controle sobre o *hardware*.

A STMicroelectronics possui um conjunto de aplicações de desenvolvimento que são bem difundidas tanto em nível de *firmware* por meio do STM32CubeIDE quanto a depuração em nível de *hardware* utilizando a ferramenta ST-Link.

O STM32WL possibilita o desenvolvimento das mesmas aplicações já implementadas, facilitada por ser um único chip e um único *firmware* em cada ponto da rede LoRa.

5. AGRADECIMENTOS

Em busca de uma formação crítica de qualidade, cabe aqui agradecer os fomentos recebidos da UFPEL via bolsa de iniciação científica tecnológica, Programa PBEI. E colaborações via empresas como Partamon parceira nesta pesquisa, bem como TSM Antenas e PocketVNA pela oferta de seus equipamentos ao projeto de pesquisa de Estudos da conectividade no âmbito da IoT e 4.0's.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos eletrônicos

STMicroelectronics. **STM32WLE5xx STM32WLE4xxs Multiprotocol LPWAN 32-bit Arm® Cortex®-M4 MCUs, LoRa®, (G)FSK, (G)MSK, BPSK, up to 256KB flash, 64KB SRAM.** Datasheet, DS13105 Rev 12 , December 2022. Acessado em 20 set. 2023. Online. Disponível em: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32wle5cc.pdf>

STMicroelectronics. **ST-LINK/V2 in-circuit debugger/programmer for STM8 and STM32 microcontrollers.** Data brief, DB1275 - Rev 6 - November 2020. Acessado em 20 set. 2023. Online. Disponível em: https://www.st.com/resource/en/data_brief/st-link-slash-v2.pdf

STMicroelectronics. **STM32CubeIDE Integrated development environment for STM32 products** . Data brief, DB3871 - Rev 6 - November 2021. Acessado em 21 set. 2023. Online. Disponível em: https://www.st.com/resource/en/data_brief/stm32cubeide.pdf

RAKwireless Technology Limited. **RAK3172 WisDuo LPWAN Module.** Datasheet, Last Updated: 6/2/2023, 8:46:22 AM. Acessado em 21 set. 2023. Online. Disponível em: <https://docs.rakwireless.com/Product-Categories/WisDuo/RAK3172-Module/Overview/>

RAKwireless Technology Limited. **RAK3272S Breakout Board.** Datasheet, Last Updated: 6/2/2023, 8:46:22 AM. Acessado em 21 set. 2023. Online. Disponível em: <https://docs.rakwireless.com/Product-Categories/WisDuo/RAK3272S-Breakout-Board/Overview/>

Radioenge. **EndDevice LoRaWAN Radioenge.** Manual de Operação, Revisão - Janeiro de 2023. Acessado em 19 set. 2023. Online. Disponível em: https://www.radioenge.com.br/storage/2021/08/Manual_LoRaWAN_Jan2023.pdf

HOPE Microelectronics CO. **Low Power Long Range Transceiver Module Model No.:RFM95W/96W/98W.** Specification, Version:2.0. Acessado em 21 set. 2023. Online. Disponível em: <https://www.hoperf.com/data/upload/portal/20190801/RFM95W-V2.0.pdf>

HELTEC Automation. **HTIT-WB32LA_V3 LoRa Node Development Kit.** Datasheet, V1.1 2022-09-21. Acessado em 21 set. 2023. Online. Disponível em: [https://resource.heltec.cn/download/WiFi_LoRa32_V3/HTIT-WB32LA_V3\(Rev1.1\).pdf](https://resource.heltec.cn/download/WiFi_LoRa32_V3/HTIT-WB32LA_V3(Rev1.1).pdf)