

Aprimoramento do Manejo da Irrigação por Meio de Sensores de Umidade do Solo Baseados em IoT

Professor: Cláudio Miceli de Farias

CHARLES RIBEIRO CHAVES

DRE:122086950

EMAIL: charles.chaves.20221@poli.ufrj.br

VICTOR SOUZA TRAMBAIOLI

DRE: 121043420

EMAIL: trambaioli2@poli.ufrj.br

LEONARDO ROBSON RUBIANO

DRE: 122073232

EMAIL: leonardo.rubiano.20221@poli.ufrj.br

HELENA DE SOUZA DOUROUCAS

DRE: 121058522

EMAIL: helenadouroucas@poli.ufrj.br

JULIANA BRAVERES DA SILVA

DRE: 123625799

EMAIL: julianabraveres.20231@poli.ufrj.br

TIAGO ALVES GODART

DRE: 123143323

EMAIL: tiagogodart17.20231@poli.ufrj.br

RIO DE JANEIRO, 25 DE JULHO DE 2024

Sumário

1- Introdução:	3
2- Objetivo:	3
3- Softwares:	4
4- Protocolo:	5
5- Microcontrolador:	6
6- Sensores:	7
7- Planejamento:	8
8- Conclusão:	9
Link para acesso ao Github do projeto:	10

1- Introdução:

Criar sistemas que maximizem a produtividade com uma maior gestão de tempo, e menor perda de recursos é uma das tarefas de IoT. Um sistema de rede inteligente que vem ganhando cada vez mais espaço na indústria.

No âmbito da agricultura, há alguns desafios significativos, especialmente na gestão eficiente de recursos como a água. Garantir um volume adequado de água nos campos irrigados é fundamental, pois desequilíbrios na umidade do solo podem levar a perdas substanciais na produtividade agrícola. A irrigação excessiva provoca a lixiviação de nutrientes e enfraquece as culturas, enquanto a umidade insuficiente prejudica o desenvolvimento das culturas.

Isto realça a procura do setor agrícola por uma gestão de irrigação mais eficiente, necessitando de dados precisos e de uma gestão eficaz. A implementação de sistemas baseados em IoT oferece uma solução promissora para atender esta demanda e superar as limitações associadas, proporcionando monitoramento em tempo real e análises detalhadas.

2- Objetivo:

O principal objetivo deste projeto é desenvolver e implementar um sistema de irrigação inteligente para otimizar a gestão da água numa área agrícola. A proposta busca integrar sensores de umidade no solo, utilizando tecnologias de IoT para monitorar as condições do solo em tempo real. A automação do processo de irrigação visa superar desafios relacionados à subjetividade humana na avaliação do solo, permitindo uma abordagem mais precisa e eficiente.

Por muito tempo, o sistema de irrigação vem enfrentando limitações, pois depende de verificações manuais e pode ser afetado por diferentes tipos de solo e extensão da área. A introdução de sensores proporcionará uma abordagem mais objetiva e adaptável, contribuindo para a sustentabilidade agrícola, evitando perdas desnecessárias de nutrientes e otimizando o desenvolvimento das culturas.

As condições do solo são cruciais para determinar o sucesso da plantação. Porém, é fundamental encontrar o equilíbrio nas condições do solo: o solo não deve estar seco, pois impede o desenvolvimento das plantas, nem deve estar saturado,

pois provoca desequilíbrios nutricionais. A utilização de sensores permite o monitoramento das camadas onde existe o sistema radicular da planta.

3- Softwares:

O STM32 é uma ferramenta composta pelo STM32CubeMX, desenvolvimento gratuita para microcontroladores da família STM, cujo objetivo é facilitar o ciclo de projeto, reduzindo esforços, tempo e custos.

Esta ferramenta gera código-fonte na linguagem C com base nas configurações e opções selecionadas pelo usuário por meio de assistentes. Os usuários podem habilitar vários periféricos, como temporizadores, ADC (conversor analógico para digital), DAC (conversor digital para analógico) e USART (transmissor receptor assíncrono síncrono universal), considerando toda a árvore de clock e selecionando opções predefinidas para a fonte de alimentação do clock. Além disso, inclui funções GPIO (General Purpose Input Output), permitindo configuração como entrada, saída ou função alternativa, todas representadas visualmente.

O código-fonte gerado e os arquivos de projeto prontos para uso são adaptados à escolha do usuário em ambientes de desenvolvimento integrados (IDEs), como EWARM, MDK-ARM v4, MDK-ARM v5, TrueSTUDIO e SW4STM32. Exemplos também são fornecidos, todos armazenados em um diretório especificado pelo usuário antes da geração do código.

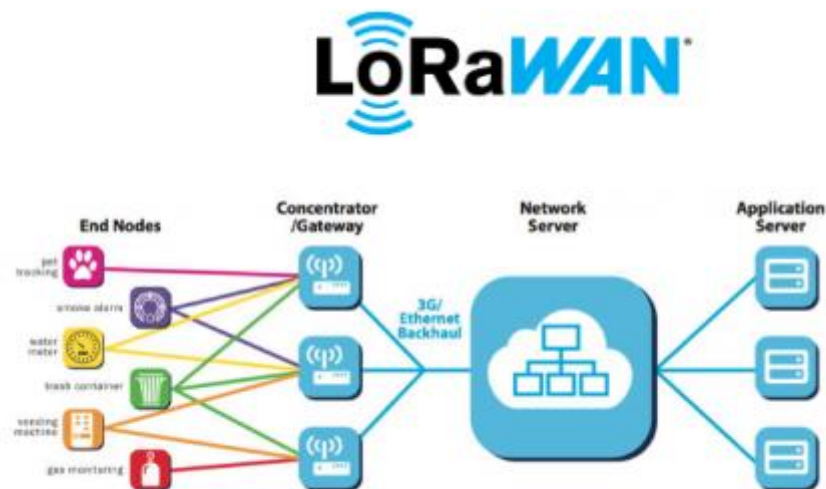
O STM32Cube também inclui o STM32Cube HAL (Hardware Abstraction Layer), uma biblioteca de software incorporada que garante portabilidade máxima em todo o portfólio STM32. Além disso, oferece um conjunto de pacotes de middleware, incluindo RTOS, USB, TCP/IP e gráficos, aprimorando o processo de desenvolvimento.



4- Protocolo:

O protocolo LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) é uma tecnologia de comunicação sem fio projetada para permitir conexões de longa distância com baixo consumo de energia. Utilizando a modulação LoRa, que opera em bandas de frequência não licenciadas, o LoRaWAN pode alcançar distâncias de até 15 quilômetros em áreas rurais e de 2 a 5 quilômetros em áreas urbanas, o que o torna ideal para aplicações que requerem cobertura extensa e robusta.

Uma das principais vantagens deste protocolo é sua eficiência energética. Os dispositivos que o utilizam podem operar por vários anos com uma única bateria, graças ao seu baixo consumo de energia. Isso é particularmente relevante em projetos de sensores de irrigação na agricultura, onde os dispositivos são frequentemente implantados em áreas extensas e de difícil acesso. A longa duração da bateria minimiza a necessidade de manutenção e substituição frequente, reduzindo custos operacionais e melhorando a confiabilidade do sistema.



O LoRaWAN também suporta uma topologia de rede estrela, onde cada sensor se comunica diretamente com uma estação base ou gateway. Essa arquitetura simplifica a configuração e o gerenciamento da rede, uma vez que a comunicação não depende de múltiplos saltos entre dispositivos, como em outras tecnologias de rede, como o ZigBee. Além disso, a capacidade de penetrar em obstáculos físicos, como árvores e edifícios, garante uma transmissão de dados mais confiável em ambientes agrícolas.

Outro fator que torna o LoRaWAN uma excelente escolha para projetos de sensores de irrigação é a capacidade de gerenciar um grande número de dispositivos

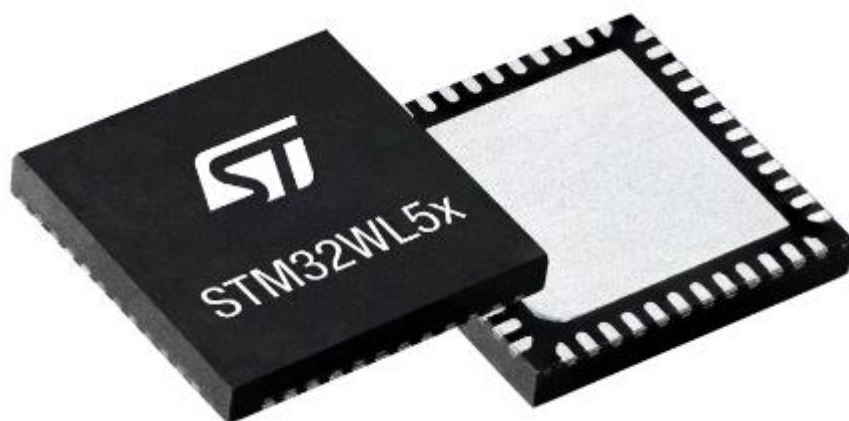
em uma única rede. Isso é essencial em aplicações agrícolas, onde pode haver centenas ou até milhares de sensores espalhados por vastas áreas. O LoRaWAN permite a coleta e transmissão de dados em tempo real, possibilitando um monitoramento preciso e eficiente das condições do solo e das necessidades de irrigação.

Portanto, por oferecer uma combinação única de longo alcance, baixo consumo de energia, simplicidade de implementação e capacidade de suportar uma alta densidade de dispositivos, o LoRaWAN foi o protocolo escolhido para esse projeto.

5- Microcontrolador:

A escolha do microcontrolador é um ponto que se deve ter muita atenção durante a elaboração do projeto. Há vários pontos a serem considerados e buscados na escolha do hardware principal, e alguns deles são:

- pouco gasto de energia: por se tratar de um projeto onde os microcontroladores ficarão ligados a uma bateria, o mesmo tem que ser o mais econômico e eficiente possível no aspecto energético;
- conectividade com periféricos: o microcontrolador precisa ter portas de conexão I2C, para que consiga se comunicar com o sensor digital que foi escolhido;
- conectividade externa: é necessário que o microcontrolador possua conexão LORAWAN, pois este foi o protocolo escolhido para o projeto;
- custo financeiro: tem também que ser considerado o custo do microcontrolador, pois serão necessários em muita quantidade no projeto.



Ao analisar todas as necessidades acima citadas, chegamos à linha de microcontroladores STM32WL e, mais especificamente, o STM32WL5x como o

microcontrolador ideal para ser utilizado no projeto. O STM32WL5x possui uma tecnologia lowpower, ou seja, é econômico energeticamente e por isso é ideal para projetos de agricultura, que é o caso em questão. Ele também possui tecnologia de comunicação externa que suporta a comunicação pelo protocolo LORAWAN, possui opções de conexão com periféricos digitais e bom custo. Portanto, o STM32WL5x foi o microcontrolador escolhido para o projeto.

6- Sensores:

Os sensores de umidade são dispositivos essenciais em diversas aplicações, desde o controle climático em ambientes internos até processos industriais que requerem monitoramento preciso das condições ambientais. Existem três tipos principais de sensores de umidade: capacitivo, resistivo e térmico, cada um com seus princípios de funcionamento e aplicações específicas.

Os sensores de umidade capacitivos medem a umidade relativa do ar através da alteração na capacitância de um capacitor. Um capacitor é composto por duas placas condutoras separadas por um material dielétrico. Nos sensores capacitivos, o dielétrico é geralmente um polímero ou óxido de metal que absorve ou libera água conforme a umidade do ambiente muda. Essa mudança na quantidade de água altera a constante dielétrica do material, resultando em uma mudança na capacitância. Esses sensores são conhecidos por sua alta precisão, estabilidade a longo prazo e rápido tempo de resposta, tornando-os ideais para aplicações onde a precisão e a confiabilidade são cruciais, como em dispositivos de monitoramento ambiental e sistemas de controle climático.

Os sensores de umidade resistivos funcionam medindo a mudança na resistência elétrica de um material em resposta à variação da umidade. Esses sensores utilizam um material higroscópico que altera sua resistência com a absorção ou liberação de água. A resistência do material diminui à medida que a umidade aumenta, e vice-versa. Embora os sensores resistivos sejam menos precisos que os capacitivos, eles são mais simples e econômicos. São amplamente utilizados em aplicações onde a precisão extrema não é essencial, como em dispositivos domésticos e algumas aplicações industriais básicas.

O sensor é parte de grande importância no projeto, pois é ele quem irá medir a umidade do solo, que será passada para o microcontrolador e, então, comunicada na rede IoT através do protocolo escolhido. Ao escolher o sensor ideal para o projeto, foram analisados vários fatores que foram considerados importantes, sendo eles:

- Acurácia: como a umidade do solo é um ponto importante e sensível no controle de qualidade na agricultura, o sensor precisa ter boa acurácia ao medir esta condição do solo;
- resistência: O sensor precisa ter boa resistência à diferentes condições climáticas, como alta umidade do solo ou altas temperaturas, pois estará exposto e não pode deixar de funcionar em tais situações;
- custo benefício: Como serão utilizados em grande quantidade, os sensores precisam ter baixo custo para que não comprometam o orçamento do projeto.



Portanto, analisando estes quesitos, o sensor escolhido para ser utilizado no projeto foi o SHT31. Este é um sensor capacitivo que possui boa resistência a temperaturas (-40 até 125°C), boa resistência a condições de umidade entre 0 a 100% e possui acurácia de 2% nos valores de umidade, e possui excelente custo-benefício.

7- Planejamento:

Diante do planejamento de sensoriamento previamente discutido, é essencial desenvolver um plano de implementação na fazenda que se integre harmoniosamente com as atividades diárias dos funcionários. Uma abordagem gradual pode facilitar a adoção dessa nova tecnologia, permitindo que o investimento na implantação seja feito de forma progressiva.

Inicialmente, seria prudente realizar uma Prova de Conceito (PoC) utilizando um pequeno número de sensores, entre 3 e 5, para verificar a compatibilidade dos

sensores escolhidos com as condições específicas da fazenda. Esses sensores seriam distribuídos em diferentes áreas da plantação, conforme indicado na imagem 3, para avaliar se os protocolos de comunicação são eficazes em cobrir as distâncias necessárias para o envio dos dados para processamento. Confirmando que os sensores funcionam adequadamente sob as condições naturais e fornecem os dados requeridos, seria viável iniciar um lançamento em fases.

A primeira fase de lançamento envolveria a instalação de uma unidade de sensoriamento em uma única parcela do território da fazenda. Inicialmente, foi considerada a área marcada em vermelho na imagem 4, próxima à base de operações da fazenda, onde estão localizados o refeitório, a casa de apoio e outras instalações frequentemente utilizadas pelos funcionários durante o dia. Essa proximidade facilitaria a inspeção dos sensores pelos funcionários, permitindo que eles possam irrigar as plantas conforme a necessidade indicada pelos sensores ou verificar se realmente há necessidade de irrigação. Este primeiro estágio é crucial para avaliar a funcionalidade do sistema em situações reais e compreender a interação dos funcionários com a nova tecnologia.

Estima-se que essa primeira fase dure aproximadamente um mês. Durante esse período, será possível coletar dados sobre o solo, avaliar a qualidade da resposta do sistema e obter feedback dos usuários sobre a sua experiência com a Internet das Coisas (IoT) no dia a dia.

Na segunda fase de lançamento, um novo setor da fazenda será explorado. Nessa etapa, espera-se que os sensores estejam melhor calibrados e que os funcionários estejam mais familiarizados com a ferramenta. Este momento é fundamental para construir a confiança dos usuários no sistema, assegurando sua ampla utilização e contínua evolução. Com uma experiência positiva dos usuários e um sensoriamento funcionando corretamente, a terceira fase de lançamento pode ser implementada, abrangendo a área mais distante da base de operações. Dessa forma, a expectativa é que o sistema de IoT seja integrado efetivamente ao cotidiano da fazenda, sendo amplamente utilizado e confiável para todos os usuários.

8- Conclusão:

Este projeto teve como base o projeto de uma implantação de um sistema de sensoriamento de irrigação da Fazenda Fittipaldi através da utilização de microcontroladores STM32 e protocolos de comunicação IoT.

Primeiramente foi discutido sobre o protocolo a ser utilizado. Por se tratar de um sistema com necessidade de eficiência energética e de comunicação entre vários dispositivos, foi escolhido o protocolo LoRaWAN, que atende bem aos requisitos considerados.

Segundamente, foram discutidos quais os hardwares seriam utilizados no processo e quais seriam os pontos a se considerar na escolha de cada um. Para microcontrolador foi escolhido o STM32WLE_x, que possui suporte para comunicar através do protocolo escolhido e também possui excelente eficiência energética. Como sensor de humidade, foi escolhido o SHT31, que possui bom custo e boa resistência a temperatura e humidade.

As dificuldades nesse processo estão geralmente relacionadas ao fator humano. Para que o projeto seja bem-sucedido em sua implementação, é essencial entender a dinâmica diária do local, assegurando que os módulos não interfiram nas operações da fazenda e que o conforto dos usuários seja mantido. Além disso, é crucial que os funcionários tenham um conhecimento básico sobre os módulos para evitar danos. Inicialmente, será necessário observar as medições práticas, pois a colaboração dos funcionários é vital para o progresso do projeto.

Assim, o manejo da irrigação na agricultura apresenta desafios que podem ser simplificados por sistemas baseados na Internet das Coisas (IoT). Neste trabalho, foram considerados protocolos específicos, sensores adequados e o fator humano para garantir o sucesso do projeto. Com isso, espera-se desenvolver um sistema eficiente e útil para resolver os problemas de gestão de recursos hídricos.

Link para acesso ao Github do projeto:

https://github.com/Helenadouroucas/Trabalho_IOT