



Projeto Final

Isac Gomes de Almeida Silva
Pedro Wilson Silva de Sousa

Campina Grande
2024

Capacitação: Capacitação em Sistemas Embarcados.

Professores: Alexandre Sales Vasconcelos, Moacyr Pereira da Silva e Rafael Bezerra Correia Lima.

Para o projeto prático, o problema que tentamos solucionar foi a gestão inteligente da comunicação entre uma caixa d'água residencial e um reservatório de armazenamento externo, uma solução voltada para comunidades que dependem do abastecimento de água por caminhão-pipa. O sistema proposto busca monitorar os níveis de água em ambos os reservatórios, automatizar o processo de transferência e alertar os moradores sobre a necessidade de reabastecimento, promovendo o uso eficiente dos recursos hídricos.

A escolha desse tema é motivada pela sua grande relevância social e ambiental. Em muitas regiões do Brasil, especialmente em comunidades rurais do nordeste, o acesso à água é limitado e o abastecimento depende de caminhões-pipa. Nessas circunstâncias, a gestão da água geralmente é feita de forma manual e precária, o que pode levar a desperdícios, transbordamentos ou falta de água inesperada. Um sistema automatizado oferece uma solução prática para otimizar esse processo, garantindo que a água seja transferida no momento certo, sem excessos ou interrupções no fornecimento.

Por fim, a escolha desse projeto permitiu a aplicação e aprofundamento dos conteúdos trabalhados em sala de aula. Desenvolvendo habilidades que nos permite trabalhar com sistemas embarcados na prática.

Montagem

Descrição da Montagem

A Figura 1 demonstra a montagem que foi fornecida aos alunos pelos professores que contém 01 Microcontrolador NUCLEO-F446RE, Como dispositivos de entrada de dados foi fornecido 02 Botões, 01 Sensor de Pressão e Temperatura - BMP280, 01 Sensor de Temperatura DS18B20, 01 Potenciômetro 10K, 01 Acelerômetro MPU6050, 01 Sensor de distância ultrassônico HC-SR04. Já os dispositivos de saída foi fornecido 01 Display SSD1306 com a comunicação via I2C, 01 Servo motor, 01 Relé, 01 Buzzer, Porta Usart - Acesso via terminal e o LED onboard(NUCLEO-F446RE)

Materiais e Instrumentos utilizados

Dada a montagem e a ideia inicial do problema iremos utilizar da montagem para desenvolver a solução o Microcontrolador NUCLEO-F446RE e 01 Botão, 01 Sensor de Pressão e Temperatura - BMP280, 01 Sensor de distância ultrassônico HC-SR04 como dispositivos de entrada. Como dispositivos de saída iremos utilizar o Display SSD1306 com a comunicação via I2C, 01 Servo motor e 01 Buzzer para sinalizar ao usuário os dados e informações que são de relevância para o problema

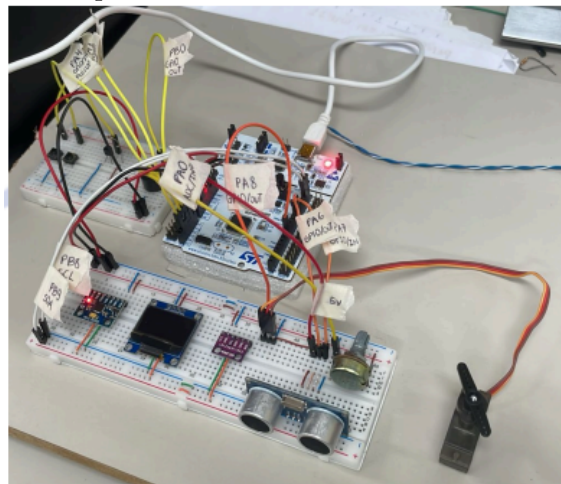
Objetivos

Realizar a comunicação entre dois sistemas de armazenamento de água de forma inteligente e autônoma utilizando de um sistema embarcado capaz de fazer o feito.

Procedimentos

Coletar os dados de ambos os reservatórios usando os sensores acima citado, de forma que esses dados possam ser usados como variáveis para manipular a saída conforme as seguintes situações: 1. A caixa de água encontra-se vazia ou abaixo do recomendado e necessita que seja acionada uma bomba para transferir parte da água da cisterna, de forma que venha a encher a caixa d'água até um nível satisfatório; 2. A caixa de água encontra-se com o seu nível de água alto e necessita que seja desligada a bomba que transfere parte da água da cisterna, de forma que evite que a caixa d'água não venha a transbordar e seja desperdiçada água; 3. Permitir que a bomba seja acionada com base no bom nível da água da cisterna; 4. Não permitir que a bomba seja acionada com base no baixo nível de água da cisterna.

Figura 1: Montagem Disponibilizada para serem utilizada pelos alunos



Fonte: Montagem Disponibilizada (2024).

Descrição da Solução

Para implementar a solução do problemas foi necessário importação de duas bibliotecas, elas são a "ssd1306.h" e a "bmp280.h", a primeira é utilizada para controlar o display SSD1306 além de ofertar uma gama de possibilidades para manipular este dispositivo, e a segunda é usada para controlar o sensor de temperatura e pressão BMP. Nesta solução foi necessário utilizar o protocolo de comunicação I2C. Para manipular o display SSD1306, usamos interrupções para capturar o acionamento do botão que está na porta PA1 e assim permitir a navegação entre as interfaces no display que mostram os dados de cada reservatório em particular.

Na interface da caixa d'água estamos usando o sensor ultrassônico HC-SR04, que seria posicionado na sua tampa, para determinar o quão cheio está o reservatório. Foi utilizado como referência uma caixa com altura de 76 cm, o nível foi calculado com base na equação 1.

$$nível_{caixa} = 100 - distancia * 100/76; \quad (1)$$

A distância é calculada em centímetros com base nas informações contidas no datasheet do sensor.

Na interface do Reservatório monitoramos o nível, que é o quão cheio o reservatório está, a sua temperatura, a sua pressão e se a bomba está acionada ou não. Para simular a bomba estamos usando o acionamento do servo motor para nos comunicarmos com o dispositivo estamos enviando uma saída PWM para realizar movimentações que demonstram fisicamente se a bomba está acionada

ou não. Pelo fato de não termos outro sensor de distância para medir o nível do reservatório, foi pensado em usar o sensor de pressão no fundo do reservatório para medir a pressão exercida pela água (pressão hidrostática), possibilitando determinarmos a altura da coluna de água e assim estimar o nível de reservatório. Usariamos as equações 2 e 3 para essa solução. Foi utilizado como referência um reservatório com altura de 2.03 metros.

$$altura_{agua} = \frac{(pressão_{total} - P_{atmosférica})}{\rho * g} \quad (2)$$

$$nível_{reservatorio} = altura_{agua} * \frac{100}{2.03} \quad (3)$$

Onde $pressão_{total}$ é a leitura do sensor BMP280 em Pa, ρ é a densidade do fluido e g é a aceleração da gravidade.

Porém como na prática é inviável mensurar a alteração desse valor no laboratório, utilizamos um predefinido um para o nível da cisterna para demonstrar a simulação funcionando.

É realizado um bip sonoro quando a bomba está para entrar em acionamento, e isso ocorre quando o nível da caixa d'água está abaixo de 30 por cento. O buzzer para o bip sonoro é acionado via GPIO sendo acionado e desligado durante um intervalo para indicar ao usuário seu funcionamento.

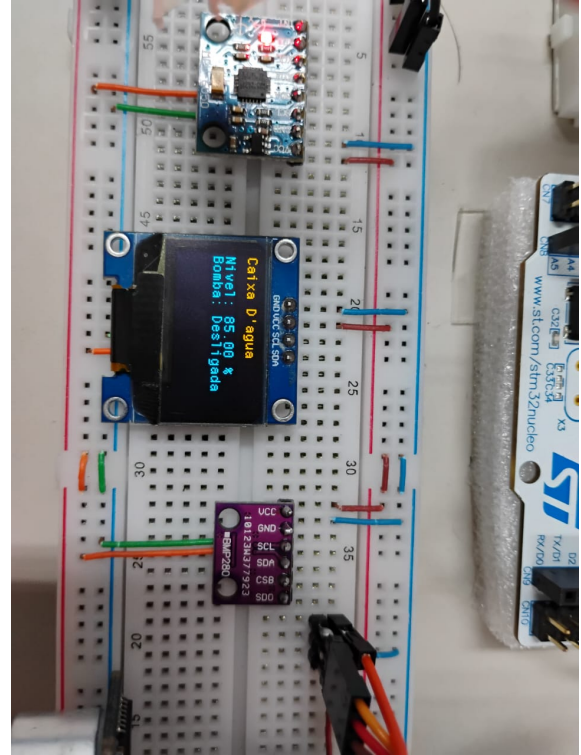
As Figuras 2 e 3 mostram respectivamente a saída no display para a interface da caixa d'água e a saída no display para a interface do reservatório conforme foi descrito acima.

Resultados

Mediante a realização da atividade proposta, foi possível simular com sucesso a solução apontada, utilizando os componentes descritos na montagem representada pela Figura 4. Durante o desenvolvimento, realizamos algumas adaptações para ajustar o projeto às limitações práticas e às especificidades dos componentes utilizados.

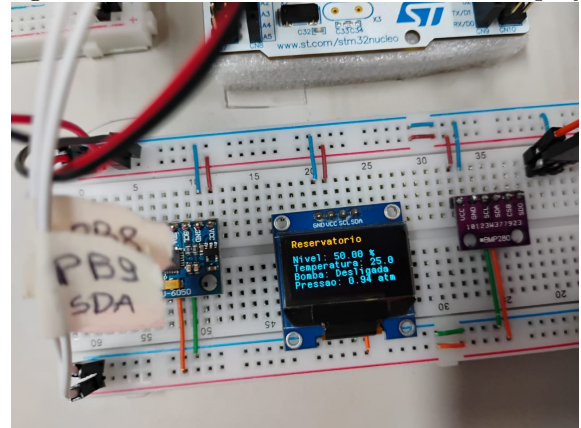
Com a montagem concluída, conseguimos monitorar de forma eficiente os níveis de água tanto da caixa d'água quanto da cisterna, utilizando sensores ultrassônicos e de pressão para aferir os níveis de ambos os reservatórios. Além disso, implementamos uma comunicação entre os dois reservatórios, permitindo a transferência automatizada de água da cisterna para a caixa através de uma bomba simulada por um servo motor, com

Figura 2: Interface da Caixa D'água no display



Fonte: Dos Autores (2024).

Figura 3: Interface da Reservatorio no display



Fonte: Dos Autores (2024).

base nos critérios pré-definidos de níveis máximos e mínimos.

Os resultados obtidos demonstraram que o sistema foi capaz de identificar situações críticas, como a cisterna com nível de água insuficiente para abastecimento ou a caixa d'água atingindo o nível máximo, acionando os alertas apropriados. Essas notificações, exibidas no display, acompanhadas por sinais sonoros e visuais, garantiram que os usuários fossem informados de maneira clara e oportuna.

Por fim, a simulação do projeto confirmou a viabilidade técnica e prática da solução proposta, destacando seu potencial de aplicação em comu-

nidades que dependem de caminhões-pipa para o abastecimento. O sistema contribuiu para o aprendizado sobre a integração de sensores, controle automatizado comunicação de dados e sistemas embarcados.

Conclusão

Neste projeto final colocamos em prática grande parte dos conteúdos da nossa capacitação em embarcados que permitiu desenvolver bases sólidas acerca dos assuntos trabalhados. Dito isso, conseguimos implementar uma solução física de um problema real, usando como base uma montagem pré-definida, com isso nos estimulou a pensar meios para solucionar o problema usando apenas o que nos foi fornecido e dessa forma consolidar o que foi trabalhado durante as aulas.

Referências

CIASKOLOG. BMP280sTM32.Disponívelem : <https://github.com/ciastkolog/BMP280sTM32>
Acesso em: 18 dez. 2024.

Referências

- [1] CIASKOLOG. BMP280sTM32.Disponívelem : <https://github.com/ciastkolog/BMP280sTM32>.
Acesso em: 18 dez. 2024.
- [2] CONTROLLERSTECH. OLED Display using I2C – STM32. Disponível em: https://controllerstech.com/oled-display-using-i2c-stm32/info_box.Acessoem : 18dez.2024.
- [3] SPARKFUN. HC-SR04 Ultrasonic Sensor Datasheet. Disponível em: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2024.
- [4] BOSCH. BMP280: Datasheet. Digital Pressure Sensor. Disponível em: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP280-DS001-11.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2024.

Apêndices

Detalhamento da montagem fornecida para serem utilizadas

Imagens

Figura 4: Esquemático da montagem

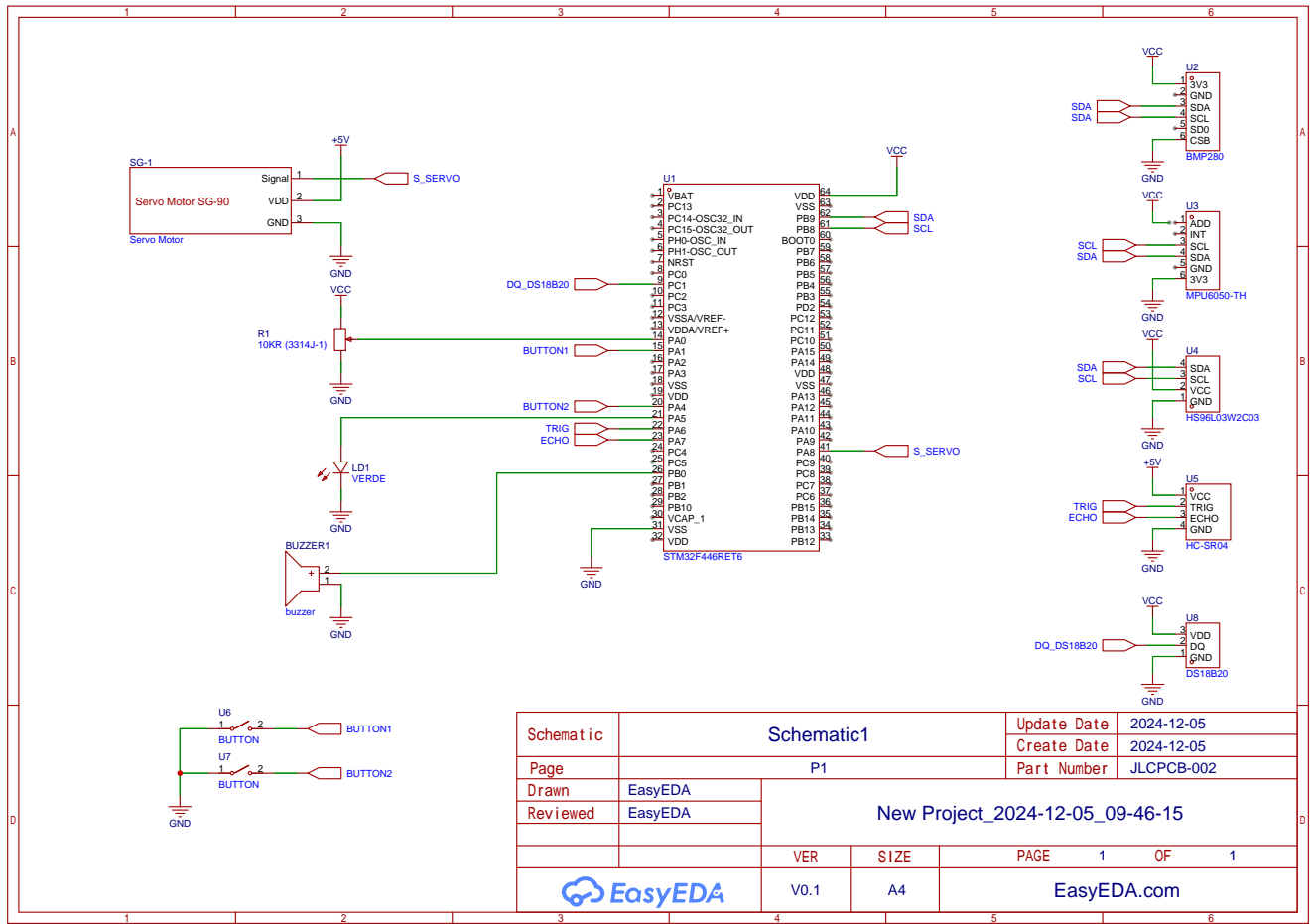


Figura 5: Pinagem no Microcontrolador

