

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA -
IFPB
CAMPUS CAMPINA GRANDE
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO
SISTEMAS EMBARCADOS

**RELATÓRIO: CONTROLADOR DE TEMPERATURA PARA
RESERVATÓRIOS DE ÁGUA AQUECIDOS PELA LUZ SOLAR**

Grupo 2

Campina Grande, Junho de 2023

Alunos:

Antonio Gabriel Araujo Silva,
Caíque de Oliveira Sousa e
João Edinaldo G. dos Santos Jr.

Professor:

Dr. Me. Alexandre Sales Vasconcelos
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB

Palavras-chave: sistemas embarcados, energia solar, aquecimento de água, controle, microcontrolador.

1 INTRODUÇÃO

Não é desprezível, gerenciar a temperatura d'água a partir de sistemas que usam energia solar pode parecer simples em primeira instância, mas que tem se demonstrado extremamente relevante como aponta Porras-Pietro, Mazarrón, Mozos e García (2014)

Eles[SWH(solar water heaters) - aquecedores solares de água] fornecem uma alternativa aos sistemas convencionais de aquecimento de água que funcionam com fontes de energia não renováveis. Naturalmente, isso significa que os SWH produzem menos poluição ambiental do que sistemas que requerem a queima de combustíveis fósseis. Com os rápidos avanços na sociedade, uma temperatura mais alta da água é necessária em várias aplicações, como ar condicionado, refrigeração, aquecimento predial, dessalinização da água do mar e aquecimento industrial, entre outros. No ambiente industrial, a temperatura e o volume de água necessários – e quando é necessário – diferem de um processo para outro. No entanto, até o momento, a maioria dos estudos sobre SWH se concentrou na produção de água a menos de 60 °C para uso doméstico. (Tradução nossa)

E para mais, temos ainda que o Brasil, devido às suas localização tropical e extensão territorial, é um país com notável potencial para exploração desse tipo de tecnologia (Milton & Kaufman, 2005).

Visto isso, objetiva-se a implementação dessa tecnologia como atividade prática de sistemas embarcados, de maneira que a ludicidade dos eventos que não são replicáveis em sala de aula, como o uso de painéis solares ou reservatórios de água estejam abstraídos conforme a correspondência experimental de outros componentes descritos nesse documento.

● DESCRIÇÃO:

Esse sistema tem como objetivo medir a temperatura e nível da água de uma caixa d'água, e sua temperatura por meio de sensores. O controle e processamento dessas informações ocorrerão por parte de um microcontrolador ESP32. Este sustentará regras a respeito do sistema, e será responsável pelo controle tanto de dispositivos de saída - interface homem-máquina-, como dos atuadores

responsáveis pelo controle da resistência do atuador sobre a temperatura da água no reservatório , e a atuação de uma bomba d'água.

Como mencionado acima, a fim de romper as barreiras da viabilidade, e manter a ludicidade do projeto, usaremos da abstração de alguma ideias sugeridas, sendo elas o uso e implementação dos atuadores citados, e a alimentação por placas solares.

Como objetivos temos:

1. O rastreamento das informações responsáveis pelo controle da temperatura da água para verificação dos estado, controle e funcionamento do produto;
2. Exibir o nível de água no reservatório, dependendo do nível em que esteja uma bomba deverá ser acionada para encher a caixa d'água;
3. Exibir a temperatura da água no reservatório:
 - a. Caso a temperatura da água no aquecedor não atinja o módulo superior em relação ao reservatório de água comum, esta não poderá ser liberada para o sistema hidráulico da casa.
 - b. Caso a temperatura da água não esteja de acordo com o que foi definido pelo usuário, o sistema deverá aquecer a água.
4. Possibilitar que o usuário ative ou desative a bomba no reservatório de água quente independentemente da programação usual do sistema.

2 CASOS DE USO

As interações entre sistema e os atores envolvidos, a fim de atingir os objetivos propostos, estão estruturados no quadro a seguir.

01 - Medição da temperatura na caixa d'água	Descrição	Receberemos o referente à leitura da temperatura atual da água contida na caixa d'água do sistema hidráulico da casa	
	Ator(es)	Sensor de temperatura	
	Condições		
	Pré	Pós	
	Nenhuma	O microcontrolador decide se a temperatura atual da água é ideal ou precisa ativar atuadores responsáveis por controlar a temperatura	
	Requisitos		
	Funcionais	Não-Funcionais	
		Receber o sinal digital enviado pelo sensor a cada 1 minuto	Garantir que pelo menos 95% das medições feitas em uma hora estejam dentro da margem de erro do sensor.

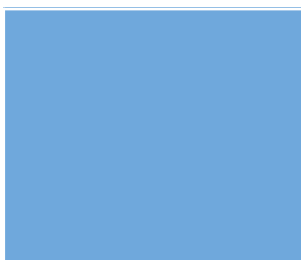
02 -Leitura de sinal de proximidade, referente ao nível da água na caixa d'água	Descrição	Um sensor de proximidade acoplado à tampa da caixa, deve enviar ao microcontrolador sua leitura da proximidade atual do volume de água.
	Ator(es)	Sensor ultrassônico
	Condições	

	Pré	Pós
	Nenhuma	Executar métodos responsáveis por calcular o volume de água
	Requisitos	
	Funcionais	Não-Funcionais
	Envio do sinal de proximidade	Envio frequente do sinal, em período que a leitura do volume seja eficaz Envio de um sinal crítico, em caso da água estar próxima demais do sensor, de forma que possa comprometer sua integridade.

03 - Cálculo do nível atual da água	Descrição	Com base em medidas pré configuradas, e o sinal recebido do sensor de proximidade, o microcontrolador deve calcular o atual nível ocupado pela água.
	Ator(es)	Microcontrolador
	Condições	
	Pré	Pós
	Leitura da proximidade da água	Resultado do volume atual ocupado
	Requisitos	
	Funcionais	Não-Funcionais
	Calcular o nível de que a água	Em caso de ausência da pré-configuração das medidas, exibir no mínimo, o valor referente à distância da água em relação ao sensor.

04 -Ativação do atuador de controle de temperatura	Descrição	Com base nas leituras prévias de temperatura, o microcontrolador deve decidir quando ativar o atuador que controla a vazão da água quente para o sistema hidráulico da casa.	
	Ator(es)	Microcontrolador, e atuador de controle de temperatura	
	Condições		
	Pré	Pós	
	Medição		
	Requisitos		
	Funcionais	Não-Funcionais	

05 -Ativação do atuador de controle do nível da água	Descrição	Com base no cálculo do nível atual da água, previamente feito, o microcontrolador deve decidir se a bomba de água que abastece a caixa deve ser ligada ou não. Em caso de recebimento de determinado sinal crítico enviado diretamente do sensor, o abastecimento deve ser interrompido de imediato	
	Ator(es)	Microcontrolador; bomba de água	
	Condições		
	Pré	Pós	
	Cálculo de volume atual de água	Ativação ou interrupção da bomba de abastecimento de água	
	Requisitos		
	Funcionais	Não-Funcionais	



A bomba deve ser ligada em caso de nível abaixo do especificado.
A bomba deve ser desligada em caso de nível abaixo do especificado.

06-Implementação de módulo de interface Homem-Máquina	Descrição	Implementação de componentes eletrônicos que viabilizem a interação Homem-máquina. Integração de um display de LCD que exibe as informações de leituras feitas pelos sensores. Integração de botão que possibilita a interrupção manual de ambos os módulos atuadores que estejam em funcionamento	
	Ator(es)		
	Condições		
	Pré	Pós	
	1 - Medição de temperatura atual; 2 - Medição do volume de água atual. 3 - Recepção de sinal emitido por botão.	1- Exibição dos valores medidos no display LCD. 2- Interrupção do funcionamento dos atuadores	
	Requisitos		
	Funcionais	Não-Funcionais	
	Possibilidade de interrupção dos módulos atuadores ao pressionar o botão. Exibição dos últimos dados medidos no módulo de display		

3 RELATÓRIO E MATERIAIS

A presente seção tem como objetivo descrever os materiais utilizados e apresentar a metodologia decorrente no projeto de hardware para o desenvolvimento do sistema de monitoramento e controle de temperatura e nível de água em uma caixa d'água. Para isso, foram selecionados os seguintes componentes: o sensor de temperatura DS18B20, o sensor ultrassônico HC-SR04, um módulo com 2 relés, um display LCD, o microcontrolador ESP 32 e 6 LEDs.

O sensor de temperatura DS18B20 foi escolhido devido à sua precisão e facilidade de integração com o microcontrolador. Com esse sensor, é possível medir com precisão a temperatura da água no reservatório. Por sua vez, o sensor ultrassônico HC-SR04 foi utilizado para medir o nível de água no reservatório. Ao emitir um pulso ultrassônico e calcular o tempo de retorno do eco, esse sensor é capaz de determinar a distância entre o sensor e o nível da água.

Além disso, o sistema conta com um módulo com 2 relés, que desempenha um papel fundamental no controle da resistência do aquecedor da água e na atuação da bomba d'água. Esses relés permitem ligar e desligar os dispositivos de acordo com as necessidades do sistema. Para a interface homem-máquina, foi utilizado um display LCD, que exibe informações relevantes, como temperatura da água, nível do reservatório e status do sistema, proporcionando uma interação visual para o usuário.

O microcontrolador ESP32-C3 foi selecionado como a plataforma principal para o processamento das informações e o controle do sistema. Devido à sua capacidade de processamento e conectividade, o ESP 32 se mostrou adequado para esse projeto. Com relação aos LEDs, foram utilizados 6 no sistema. Dois desses LEDs indicam o acionamento da bomba d'água e da resistência do aquecedor, enquanto os outros quatro podem ser utilizados para indicar diferentes estados ou informações relevantes do sistema.

Quanto à metodologia adotada, foi empregada uma abordagem sequencial fragmentada. Inicialmente, o circuito foi desenhado levando em consideração as especificações dos componentes utilizados. Em seguida, o microcontrolador ESP 32

está sendo programado em linguagem C utilizando o ambiente de desenvolvimento VSCode ESP-IDF. Essa programação inclui as tarefas de leitura dos sensores, controle dos atuadores e interação com o display LCD.

A implementação do sistema tem se mostrado desafiadora devido a diversos obstáculos enfrentados pelos alunos envolvidos no projeto. Um dos principais desafios é o tempo limitado disponível para absorver todos os conteúdos necessários. Os conceitos complexos relacionados ao desenvolvimento de projetos de hardware têm exigido um esforço adicional para amadurecer o conhecimento necessário dentro do prazo estabelecido.

Além disso, a obtenção dos equipamentos tem sido uma tarefa difícil. Apesar de já ter sido solicitada, a aquisição dos componentes necessários tem encontrado certa resistência. No entanto, estão sendo tomadas medidas para superar essa dificuldade e garantir a disponibilidade dos materiais essenciais para a implementação do sistema.

No estágio atual do projeto, estão sendo realizadas simulações parciais na plataforma online Wokwi. Essa abordagem permite a execução de testes e validações em partes das funcionalidades do sistema antes de sua implementação física. Embora as simulações específicas sejam úteis para avaliar a lógica e o comportamento esperado do sistema, há o reconhecimento que elas não transpõem em sua totalidade a implementação completa do sistema em seu ambiente real.

É importante destacar que o sistema está em progresso, e demonstra certo potencial. Apesar dos desafios enfrentados, os resultados preliminares e o comprometimento envolvido indicam que o sistema possui perspectivas de satisfazer o cumprimento da atividade.

Em suma, a utilização dos materiais mencionados, juntamente com a metodologia adotada, visa alcançar um sistema eficiente e confiável de monitoramento e controle de temperatura e nível de água. A implementação do sistema está sendo conduzida com inquietude e busca por soluções para superar os desafios encontrados, incluindo a absorção dos conteúdos necessários pelos alunos, a aquisição dos equipamentos e as simulações parciais realizadas na plataforma Wokwi.

3.1 Atividades Executadas

1. Criação do componente responsável por medir a temperatura;
2. Implementação do código responsável pela leitura do valor da temperatura medido pelo sensor DS18B20 utilizando uma biblioteca de terceiros (ds18b20);
3. Implementação do código responsável pela leitura do valor da distância medido pelo sensor HC-SR04;
4. Implementação da decisão de acionamento da bomba caso o valor atual do nível da água seja inferior a um valor definido anteriormente;
5. Implementação da decisão de acionamento da resistência caso o valor atual da temperatura da água seja inferior a um valor definido anteriormente.

3.2 Lista de materiais

Materiais
1x DS18B20
1x HC-SR04
1x Módulo com 2 relés
3x Resistores
1x Esp 32
1x Display LCD
6x LEDs (cores a definir)

3.3 Lista de bibliotecas

Bibliotecas
ds18b20 da feelfreelinux - https://github.com/feelfreelinux/ds18b20
ds18b20 - Componente criado pela equipe

4 Resultados

Com o que já foi implementado, conseguimos ler o valor de temperatura atual do ambiente e a distância do sensor ultrassônico da água permitindo saber a porcentagem atual da capacidade da caixa. A partir desses valores, já existem tomadas de decisões que seriam - acionar a bomba e ligar a resistência - de acordo com valores predefinidos na hora da compilação e gravação do *firmware* no *hardware*, tal qual a altura da caixa d'água e um valor de temperatura mínimo que quando o valor atual for menor que o definido os atuadores responsáveis serão acionados.

5 Conclusão

Nessa primeira etapa da entrega percebemos a importância de 'componentizar' as funcionalidades do dispositivo, tal como o sensor de temperatura e o sensor de distância, separar esses arquivos facilitam o entendimento e manutenção do código. Não tivemos um grande problema aparente, mas podemos relatar um pouco a dificuldade de implementação do código responsável pela medição de temperatura utilizando o sensor DS18B20. No geral, com o que idealizamos inicialmente, referente ao projeto, tivemos o progresso desejado.

REFERÊNCIAS

- Milton & Kaufman, 2005. **Solar Water Heating as a Climate Protection Strategy: The Role for Carbon Finance**. Green Markets International. Arlington MA, USA.
- C. J. Porras-Prieto, F. R. Mazarrón, V. Mozos, J. L. García, 2014. **Influence of required tank water temperature on the energy performance and water withdrawal potential of a solar water heating system equipped with a heat pipe evacuated tube collector**. Solar Energy. Volume 110. 2014. Pgs 365-377.