



Instituto Federal do Ceará - Embarcatech

Pré-Projeto de Conclusão de Residência Técnica

**Sistema IoT para Medição e Análise de Consumo Elétrico
Residencial com Raspberry Pi Pico W e Sensor HLW8032**

Autor: José Adriano Filho

Matrícula: 2025101109806

Sumário

| | |
|--|---|
| Resumo:..... | 3 |
| Justificativa: | 3 |
| Requisitos do Sistema: | 3 |
| 1. Requisitos Funcionais (RF)..... | 3 |
| 2. Requisitos Não Funcionais (RNF) | 4 |
| 3. Requisitos de Interface (RI) | 4 |
| 4. Requisitos de Hardware (RH) | 4 |
| Problemática a Ser Resolvida:..... | 4 |
| Solução Proposta em IoT: | 4 |
| 1. Diagrama de Blocos de Hardware:..... | 5 |
| 2. Sensores e Atuadores: | 5 |
| 3. Protocolos:..... | 6 |
| Cronograma de Execução: | 6 |

Resumo:

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema IoT voltado para o monitoramento do consumo elétrico residencial em tempo real. O sistema utiliza o módulo Raspberry Pi Pico W como unidade principal, responsável por adquirir dados do sensor HLW8032 (medição de corrente, tensão e potência), dos sensores AHT10 (temperatura e umidade ambiente), BH1750 (luminosidade) e um RTC DS3231 para manutenção do relógio de tempo real. As informações coletadas são processadas e enviadas, via Wi-Fi, para uma plataforma em nuvem MQTT, permitindo análise remota, o sistema também fará registro histórico em um datalogger local. O projeto visa promover a eficiência energética, fornecendo ao usuário informações precisas e acessíveis sobre o uso de energia elétrica em sua residência, podendo ser utilizado para identificação de padrões de consumo.

Justificativa:

Com o aumento do consumo de energia elétrica e das tarifas, torna-se essencial que consumidores residenciais tenham meios de acompanhar e entender seu padrão de consumo. Sistemas inteligentes de monitoramento permitem identificar desperdícios e otimizar o uso da energia, contribuindo para a sustentabilidade e economia doméstica. A utilização do Raspberry Pi Pico W oferece uma plataforma de baixo custo, baixo consumo e conectividade sem fio, adequada para soluções IoT acessíveis. O sensor HLW8032, amplamente utilizado em medidores inteligentes, fornece medições precisas de potência e corrente, enquanto o AHT10 em conjunto com o BH1750 agrega informações ambientais que podem auxiliar em análises de eficiência térmica e energética. Assim, o projeto combina acessibilidade tecnológica com aplicabilidade prática no contexto da automação residencial.

Requisitos do Sistema:

Obs.: Padrão de tabelas de requisitos: Conhecimento adquirido ao longo dos anos de estudos, bem como, durante a residência técnica na empresa VMI Médica.

1. Requisitos Funcionais (RF)

| Código | Descrição | Prioridade |
|--------|--|------------|
| RF01 | Medir tensão, corrente e potência ativa com o sensor HLW8032. | Alta |
| RF02 | Coletar dados de temperatura, umidade e luminosidade com os sensores AHT10 e BH1750. | Média |
| RF03 | Processar as leituras no Raspberry Pi Pico W. | Alta |
| RF04 | Enviar dados via MQTT para o broker remoto. | Alta |
| RF05 | Utilizar comunicação segura TLS (porta 8883). | Alta |
| RF06 | Exibir leituras e status no display OLED SSD1306. | Média |
| RF07 | Indicar status de conexão com LED. | Média |
| RF08 | Permitir reinicialização do sistema por botão físico. | Média |
| RF09 | Reconectar automaticamente ao Wi-Fi e broker em falhas. | Alta |
| RF10 | Publicar mensagens MQTT em formato JSON. | Alta |
| RF11 | Registrar logs locais para análise posterior. | Baixa |
| RF12 | Permitir configurar o intervalo de envio de dados. | Média |
| RF13 | Manter relógio atualizado por meio de RTC local | Alta |

2. Requisitos Não Funcionais (RNF)

| Código | Descrição | Categoria | Prioridade |
|--------|--|------------------|------------|
| RNF01 | Operar continuamente sem falhas. | Confiabilidade | Alta |
| RNF02 | Enviar dados ao broker em menos de 10 segundos. | Desempenho | Média |
| RNF03 | Firmware em linguagem C com SDK oficial do Pico. | Implementação | Alta |
| RNF04 | Usar TLS na comunicação. | Segurança | Alta |
| RNF06 | Display legível em ambiente interno. | Usabilidade | Baixa |
| RNF07 | Código-fonte modular e documentado. | Manutenibilidade | Alta |
| RNF08 | Compatível com brokers MQTT populares. | Compatibilidade | Média |
| RNF09 | Mensagens com tópicos padronizados. | Padronização | Alta |

3. Requisitos de Interface (RI)

| Código | Descrição |
|--------|--|
| RI01 | Display mostra tensão, corrente, potência, temperatura e umidade. |
| RI02 | LED verde indica operação normal; vermelho indica erro de conexão. |
| RI03 | Botão entra em modo de configuração ao ser pressionado por 3 segundos. |
| RI04 | Mensagens MQTT no formato JSON com medições e status. |

4. Requisitos de Hardware (RH)

| Código | Descrição |
|--------|---|
| RH01 | Utilizar microcontrolador Raspberry Pi Pico W. |
| RH02 | Conectar HLW8032 via UART. |
| RH03 | Conectar AHT10 via I ² C. |
| RH04 | Conectar BH1750 via I ² C. |
| RH05 | Conectar display SSD1306 via I ² C ou TFT via SPI. |
| RH06 | Fonte de alimentação estável 5V / 3.3V. |
| RH07 | Conectar RTC DS3231 via I ² C. |

Problemática a Ser Resolvida:

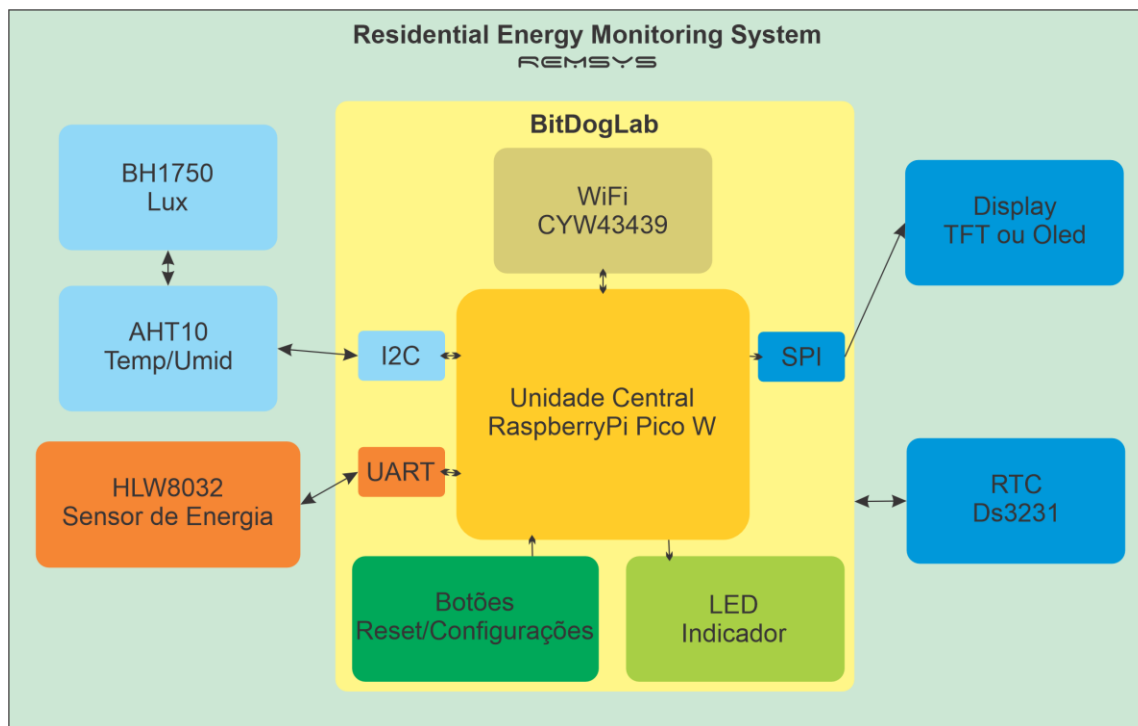
A maioria das residências não dispõe de um sistema acessível e inteligente que permita monitorar, em tempo real, o consumo elétrico e as condições ambientais. Isso dificulta a identificação de desperdícios e o controle eficiente do uso de energia. Além disso, os medidores convencionais não fornecem dados históricos detalhados nem alertas automatizados sobre consumo excessivo ou falhas no fornecimento.

Solução Proposta em IoT:

A solução proposta consiste em um sistema IoT capaz de medir e analisar o consumo elétrico e as variáveis ambientais, enviando os dados para a nuvem via Wi-Fi. O Raspberry Pi Pico W coleta informações do HLW8032, BH1750 e do AHT10, exibe as leituras em tempo real no display OLED SSD1306 ou um LCD TFT 1.8", decidindo ainda, e publica periodicamente os dados em um broker MQTT seguro (porta 8883 com

TLS). Na nuvem, as informações são processadas e visualizadas em um painel interativo, permitindo acompanhamento remoto, geração de relatórios e notificações automáticas sobre consumo elevado.

1. Diagrama de Blocos de Hardware:



- Raspberry Pi Pico W
- Módulo HLW8032 (medição de energia)
- Sensor BH1750 (luminosidade)
- Sensor AHT10 (temperatura e umidade)
- RTC DS3231 (relógio local)
- Display OLED SSD1306 ou LCD TFT 1.8" (em decisão ainda)
- Wi-Fi doméstico
- LED indicador e botão de reset
- Software em linguagem C (SDK oficial do Pico)
- Comunicação MQTT com TLS
- Dashboard remoto via Node-RED, ThingsBoard ou AWS IoT (em decisão ainda).

2. Sensores e Atuadores:

- HLW8032 – Sensor de corrente, tensão e potência
- BH1750 – Sensor de luminosidade
- AHT10 – Sensor de temperatura e umidade
- DS3231 – Relógio de tempo real
- Display OLED SSD1306 – Exibição local dos dados
- LED indicador – Status de conexão e sistema
- Botão – Reset ou configuração inicial

3. Protocolos:

- MQTT – Protocolo de comunicação IoT
- TLS – Segurança de dados
- Wi-Fi – Conectividade sem fio
- TCP/IP – Camada de transporte de dados

Cronograma de Execução:

| CRONOGRAMA - PROJETO FINAL Embarcotech | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|-----------------------------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Sistema IoT para Medição e Análise de Consumo Elétrico Residencial | | | | | | | | | | | | |
| Data de Início: | 03/11/2025 | Data prevista para término: | | 26/01/2026 | | | | | | | | |
| Atividade | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Semana 9 | Semana 10 | Semana 11 | Semana 12 |
| Pesquisa e definição de requisitos | | | | | | | | | | | | |
| Montagem do hardware | | | | | | | | | | | | |
| Desenvolvimento do Firmware | | | | | | | | | | | | |
| Implementação da comunicação MQTT | | | | | | | | | | | | |
| Integração com dashboard na nuvem | | | | | | | | | | | | |
| Testes e validações | | | | | | | | | | | | |
| Documentação e apresentação | | | | | | | | | | | | |