

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

ARTHUR MARTINS DA SILVA

DANIEL YEIDI UEHARA

GABRIEL ALMEIDA MACHADO

JONATHAS SOARES SOUZA

RESUMO

SISTEMA INTELIGENTE DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

São Bernardo do Campo

2019

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto e o desenvolvimento de um protótipo de medição de grandezas elétricas que auxilia o usuário final a gerenciar o consumo de energia elétrica de sua residência. O sistema desenvolvido é um medidor de tensão elétrica e corrente elétrica alternada, cujo núcleo é um módulo microcontrolado por um ESP32, que aproveita os recursos nativos à plataforma Arduino IDE.

As funcionalidades do protótipo são as medições das grandezas elétricas fundamentais, cálculo da potência ativa em tempo real, cálculo do consumo de energia mensal e o custo mensal da residência, a fim de apresentar valores confiáveis, os resultados são apurados através de sistemas de redundância de dados. Outro ponto é a transmissão dos dados em longas distâncias, utilizando um protocolo de comunicação que permite a transferência de arquivos, tal como LoraWan, uma tecnologia que usa rádio frequência que permite comunicação a longas distâncias, com consumo mínimo de energia.

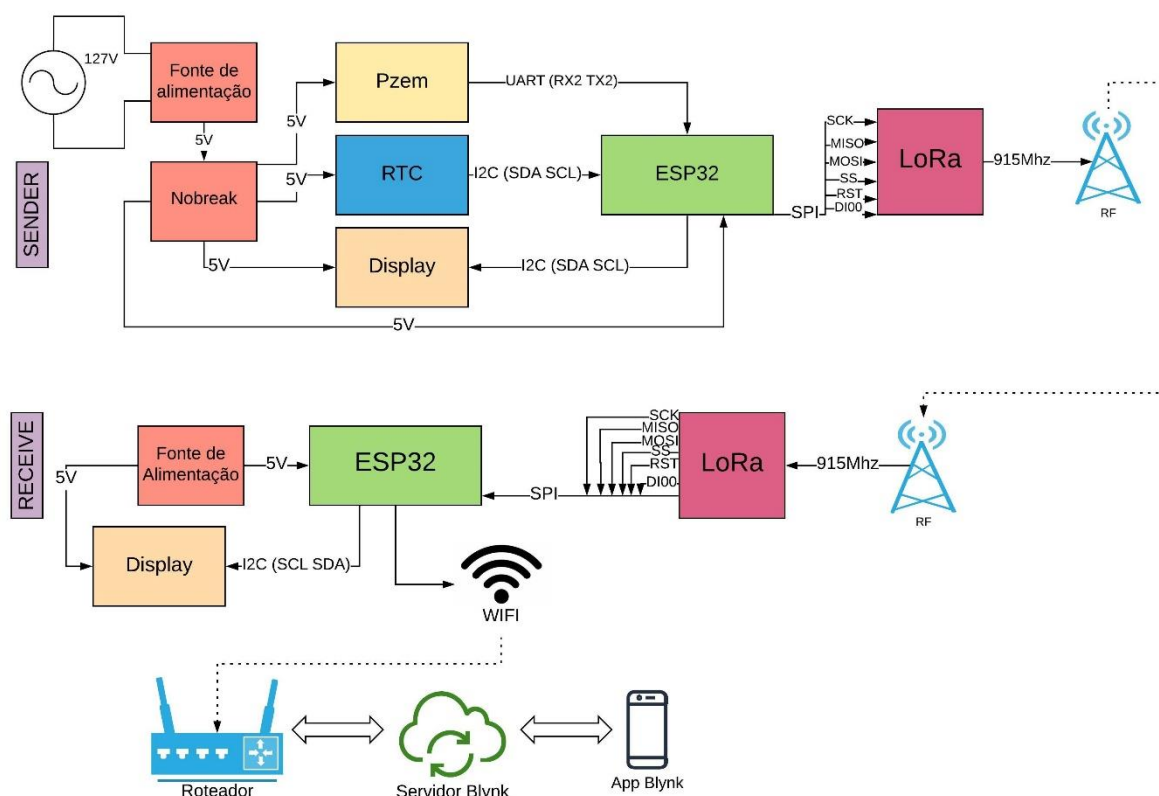
Além disso, têm-se como objetivo a utilização de um aplicativo que roda em sistemas iOS e Android com comunicação ao medidor de energia, onde a empresa responsável pelo fornecimento de energia tem o acesso para realizar as devidas análises técnicas de fornecimento e o usuário final para avaliar as despesas com consumo de energia em diferentes períodos. Todo este sistema é interativo, pois permite ao consumidor definir metas de despesas e receber mensagens a respeito das metas batidas ou caso detecte falha de energia elétrica na rede.

Palavras-chave: Energia elétrica. Medidor de energia. Transmissão de dados. Aplicativo para usuário.

1 METODOLOGIA DO PROJETO

Durante os estudos para a execução do projeto, as etapas foram separadas em blocos, para que facilitasse durante a divisão e a sequência de pesquisas a serem feitas. Para isto, foi construído um diagrama de blocos com os principais módulos aplicados, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Metodologia do projeto



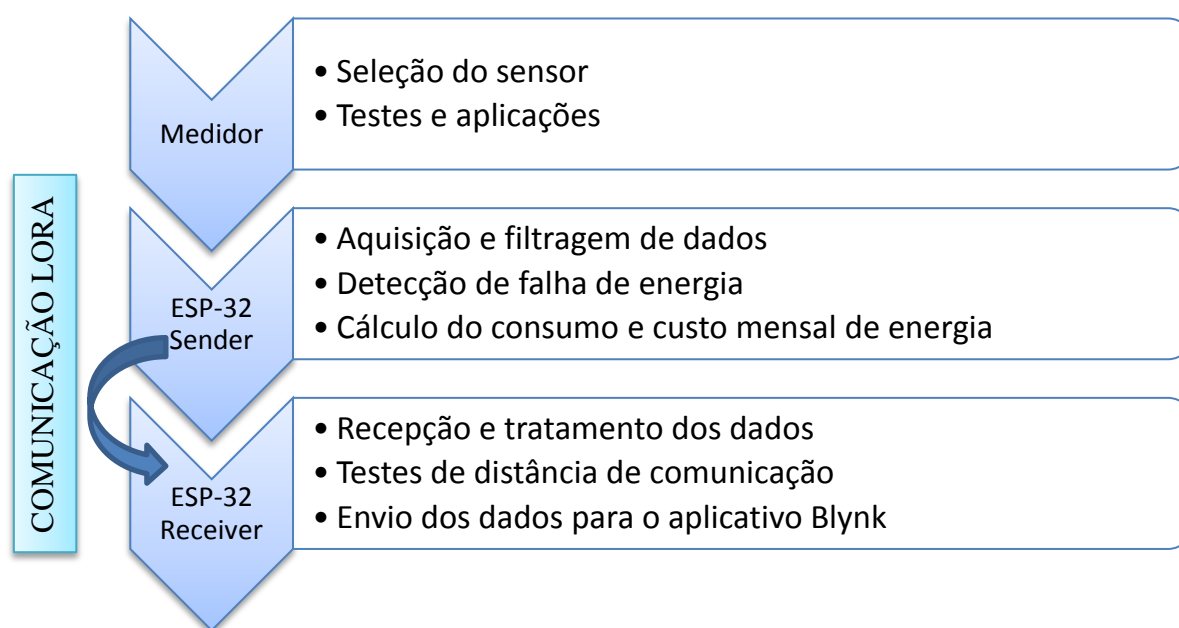
Fonte: Autor

Este diagrama foi utilizado para determinar a prioridade de execução das etapas, pois existem módulos que fornecem informações cruciais para que o seguinte possa ser avaliado com o dado correto, ou seja, antes de realizar a análise do envio dos dados via comunicação LORA, priorizou-se a definição e os testes com o sensor PZEM, pela aquisição correta dos valores medidos. Desta forma, essa metodologia facilitou a resolução dos problemas durante os testes realizados.

2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Neste capítulo foram abordados os procedimentos realizados para obter o protótipo final, conforme o fluxograma destacado abaixo na Tabela 1, desenvolvendo-o com os sensores e módulos apresentados no capítulo anterior. Além disso, são analisados aspectos importantes da plataforma de programação do ESP32, funcionalidades do sensor PZEM-004T, aquisição dos valores medidos e aplicação de um sistema de redundância sobre os dados coletados para filtragem, comunicação entre emissor e receptor conforme o protocolo LORA, recepção e tratamento dos dados, e por fim, envio e armazenamento do banco de dados no aplicativo Blynk. Ademais, foi explicado como estes dados são apresentados em uma interface gráfica para que o usuário final tenha a informação da forma mais clara o possível e todo o desenvolvimento do painel elétrico e a impressão do molde do medidor.

Tabela 1 – Fluxograma do Projeto



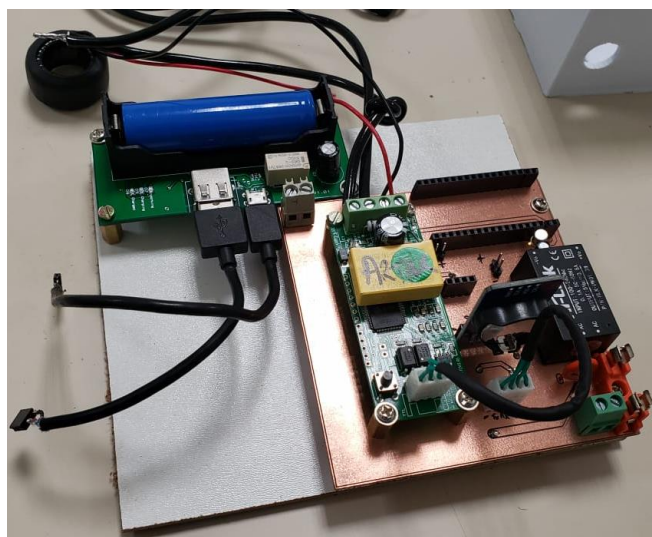
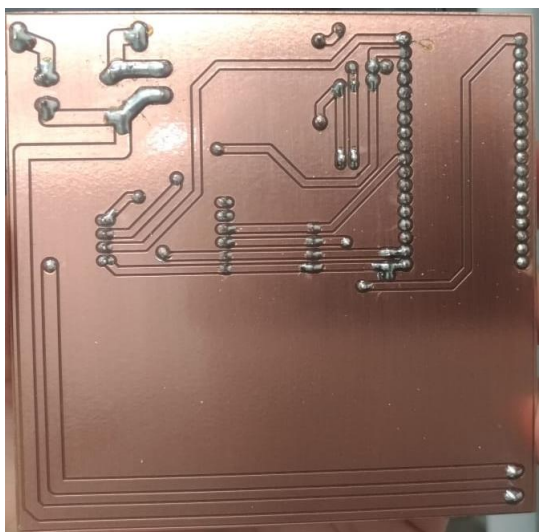
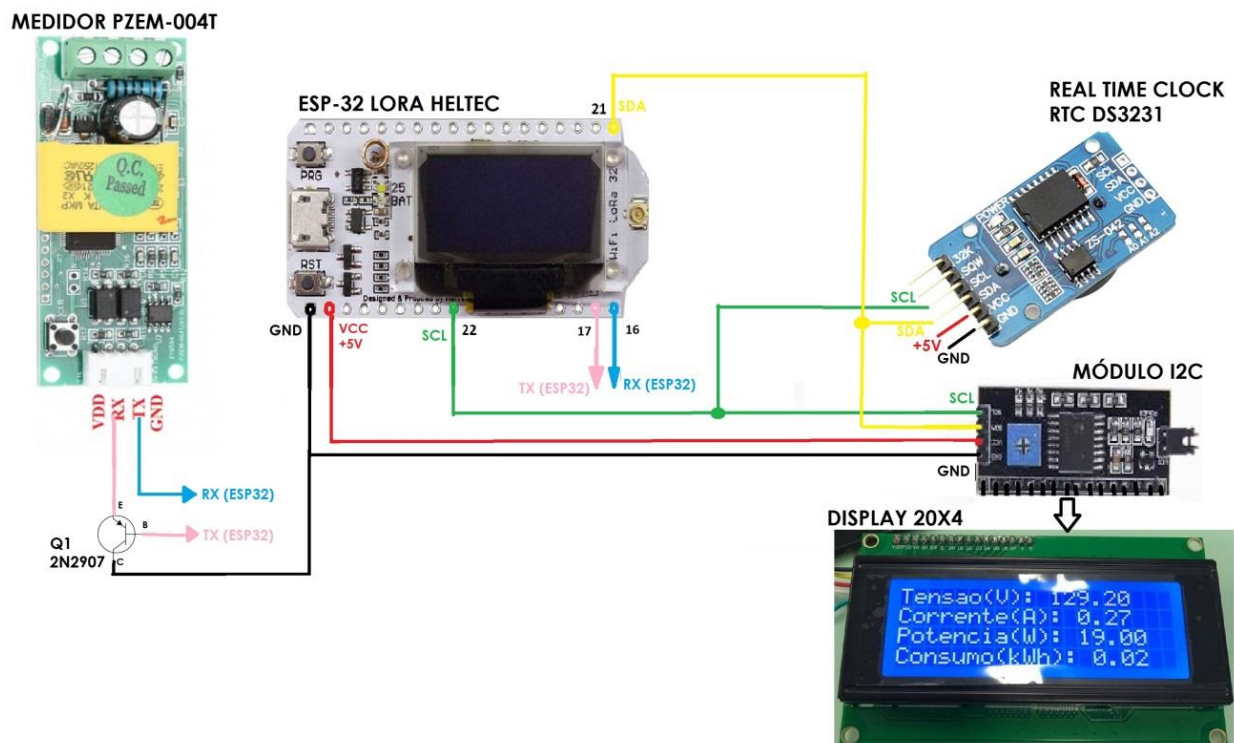
Fonte: Autor

Conforme descrito acima, foi dividido em três etapas este projeto. Inicialmente, foi definido qual sensor iria realizar as medições propostas e a partir disto, desenvolveu-se a programação em duas partes: Sender (Transmissor) e Receiver (Receptor) para o envio e recepção dos dados à longa distância utilizando a comunicação via LORA. Por fim, foi programado o envio dos valores medidos para o registro e armazenamento dos dados para apresentar ao usuário final via interface gráfica do Blynk.

3 INTEGRAÇÃO DOS MÓDULOS NO CIRCUITO SENDER

Para realizar a integração de todos os sistemas mencionados acima, inicialmente para a etapa de testes, foram realizadas as conexões utilizando um *protoboard* e fios de conexão, utilizando o diagrama de fiação conforme a Figura 2, onde os valores medidos são apresentados no display 20x4.

Figura 2 – Diagrama de fiação do circuito do Sender



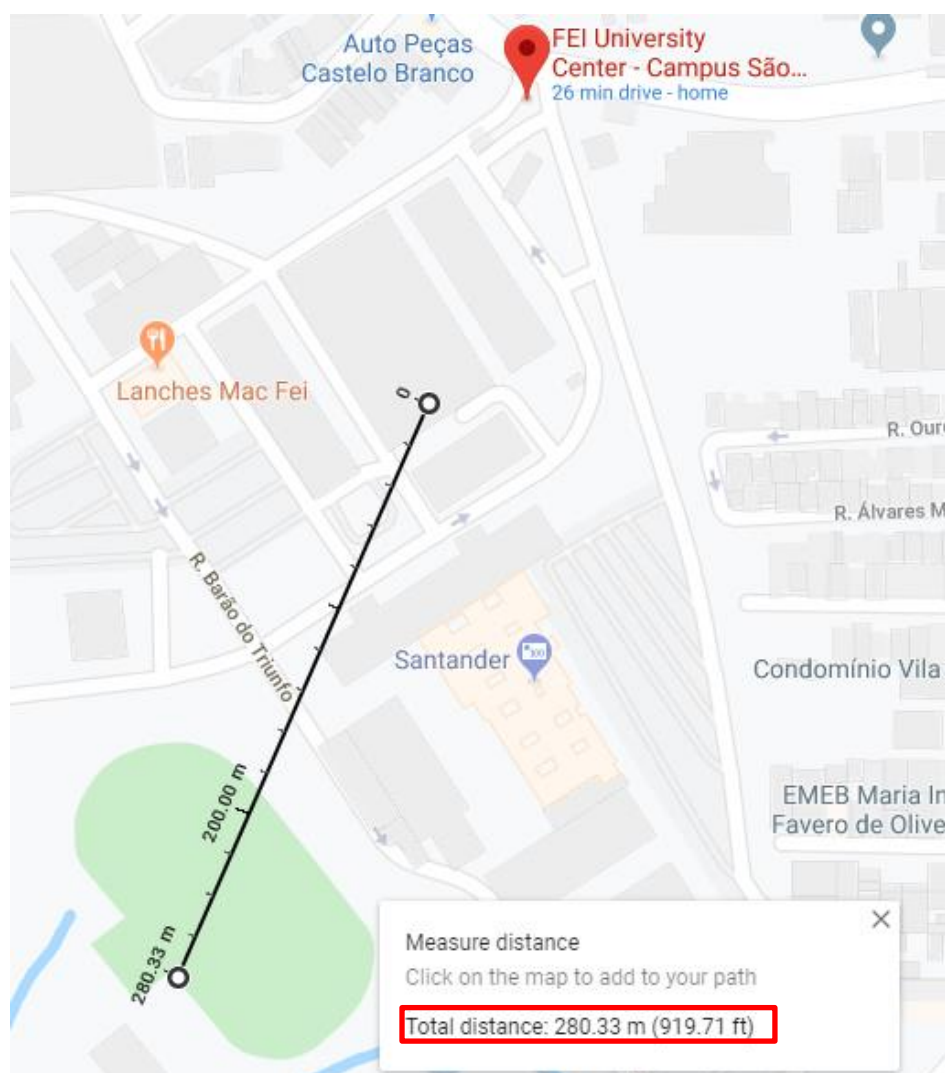
Fonte: Autor

4 TESTES DE DISTÂNCIA COM COMUNICAÇÃO LORA

Com o objetivo de comprovar que realmente existe uma comunicação à longa distância, foram realizados testes de envio e recepção dos dados fornecidos pelo PZEM, dentro do Campus do Centro Universitário da FEI com pouca interferência urbana.

Inicialmente, verificando a comunicação com as antenas de TX e RX próximas uma da outra, o RSSI (*Received signal strength indication* ou Indicação de força do sinal recebido) apresentava um valor igual a -9 dB. Conforme a distância aumentava, este valor ia se alterando, até que foi possível obter uma recepção das informações de forma clara com uma atenuação máxima de -120 dB, com a distância equivalente de 280 metros do transmissor, destaca-se o teste na Figura 3 a partir de uma vista do *Google Maps*.

Figura 3 – Teste de distância na comunicação entre Sender e Receiver



Fonte: Autor

ANEXO A – DATASHEET DO PZEM-004T

O módulo PZEM é um medidor de tensão e corrente alternada (RMS) que realiza o cálculo do valor de potência ativa em Watt e energia consumida em Watt-hora. Algumas das vantagens que este módulo proporciona, consiste basicamente na alta isolamento galvânica a partir dos opto acopladores (PC817), a comunicação TTL isolando cada parâmetro e por fim, a aquisição e armazenamento de dados com uma memória EEPROM. O sensor possui uma bobina TC (transformador de corrente) de 33 mm de diâmetro. Na Figura 4 e na Tabela 2 apresentam as informações de conexão com a carga e quais os limites permitidos para a devida medição de cada parâmetro;

Figura 4 – Conexão do PZEM com a carga

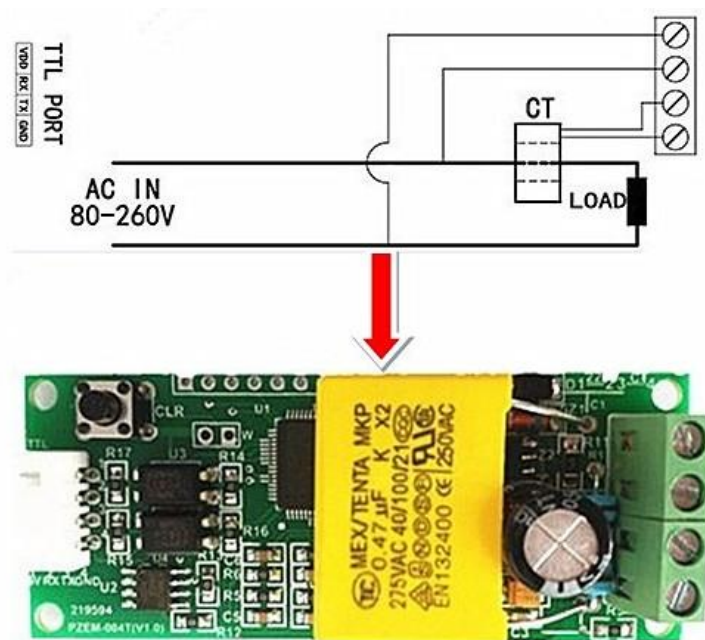


Tabela 2 – Range das medições do PZEM

Grandeza	Range do PZEM	Sensibilidade
Tensão (V)	80,0 – 260 V	$\pm 0,1V$
Corrente (A)	0,00 - 99,99V	$\pm 0,01^a$
Potência (W)	0 – 22 kW	$\pm 1 W$ (de 0 a 9999 W), ou $\pm 10 W$ (de 10000 a 22000 W)
Energia (kWh)	0 - 9999 kWh	$\pm 1 Wh$

Fonte: Autor – “Adaptado de (INNOVATORS, 2019)”

ANEXO B – APLICATIVO BLYNK

Na interface, o usuário consegue visualizar o valor da tensão e corrente proveniente da rede elétrica. Também é possível visualizar um gráfico interativo, com variação de períodos, como horas, dias e meses, além disso, possui um sistema para salvar todos os valores medidos e exportá-los para um arquivo de Excel (.csv). A Figura 5 apresenta todas essas funcionalidades.

Figura 5 – Interface para o monitoramento de energia residencial



Fonte: Autor