MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E TRANSMISSÃO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS UTILIZANDO ESP32 LORA

LIMA, Gabriel Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí

ROCHA, Felipe Batista

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí

SEMENSATO, Marcelo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí

O monitoramento de grandezas elétricas é uma etapa fundamental para conhecer o comportamento de cargas, verificar condições de operação e apoiar ações de eficiência energética. O objetivo geral foi desenvolver e avaliar um medidor trifásico experimental de baixo custo, capaz de calcular localmente grandezas elétricas e transmitir resultados por LoRa, sem a necessidade de internet entre o transmissor e o receptor. Este projeto apresenta a validação em bancada de um medidor trifásico de energia elétrica baseado na placa Heltec LoRa V3.2 com ESP32-S3, sensores de tensão ZMPT101B e transformadores de corrente SCT-013. O protótipo evoluiu de uma configuração monofásica para uma configuração trifásica com três canais de tensão e três de corrente, com calibração individual por fase. O algoritmo implementado no transmissor ESP32 LoRa compensa o ângulo de atraso entre tensão e corrente devido à leitura dos sensores. Os valores instantâneos de tensão e corrente obtidos são integralizados em intervalos de um minuto. A partir dessas medições, calculam-se os valores eficazes de tensão e corrente, as potências ativa, reativa, aparente e o fator de potência para o mesmo intervalo. As medições do protótipo foram comparadas com as medições do analisador de qualidade de energia elétrica da Fluke. A comunicação de dados via LoRa entre transmissor e receptor é realizada em 915 MHz, sendo uma frequência não licenciada, disponível para Internet das Coisas (IoT). LoRa é uma modulação de longo alcance e baixa taxa de dados,

compatível com aplicações de telemetria que enviam pequenos pacotes de dados, denominados payloads, em intervalos relativamente longos. O receptor ESP32 LoRa devidamente programado, encaminha os dados via protocolo MQTT à interface on-line Ubidots, utilizada para visualização e tratamento dos dados em IoT. A interface Ubidots é gratuita e realiza a integração de dados para um período desejado. O principal resultado tecnológico foi a integração da medição trifásica com a transmissão de grandezas elétricas por LoRa. Essa arquitetura permite aplicações em distâncias da ordem de quilômetros, dependendo das condições de propagação. O projeto foi instalado em quadro elétrico do *Campus* e os resultados confirmam a viabilidade da arquitetura para medição e telemetria de grandezas elétricas.

Palavras-chave

Medição de energia elétrica; ESP32 LoRa; Internet das Coisas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (EDITAL Nº 22/2025-PROPPG PIBITI/PIBITI-Af).