

ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA LORA EM MEDIDORES DE ENERGIA.

Christian H. O. Lamin¹ (IC), Danilo H. Spadoti(PQ)², Thiago C. de Oliveira(PQ)³

¹ Universidade Federal de Itajubá, ² Universidade Federal de Itajubá, ³ Universidade Federal de Itajubá,

Palavras-chave: LoRa, Medição de Energia, Medidor Inteligente.

Introdução

No contexto de uma rede de distribuição de energia, os maiores desafios enfrentados pelas concessionárias estão relacionados à redução dos custos com leitura e faturamento, especialmente em áreas remotas e de difícil acesso. Além disso, há a necessidade de combater as perdas não técnicas, a inadimplência, fraudes e furtos de energia. Para lidar com parte desse problema, é possível utilizar a tecnologia de conectividade LoRa em um medidor eletrônico de energia, permitindo que a concessionária gerencie dados como demanda, faturamento, DRP (Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária) e DRC (Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica) [1].

Concomitantemente, essa tecnologia aplicada em dispositivos microcontrolados possibilita a realização de leituras de grandezas instantâneas, parametrização, assim como cortes e religamentos em tempo real e a longa distância. Com a realização das leituras de forma remota, torna-se possível eliminar a necessidade de visitas físicas para coletar dados de consumo, reduzindo os custos operacionais e aumentando a eficiência e o número de leituras[2]. Neste trabalho, é apresentado um protótipo de um medidor de energia eletrônico conectado à tecnologia LoRa, que permite transmitir os dados de leitura de forma eficiente e em tempo real a longas distâncias.

Materiais e métodos.

A. Conexão com o medidor:

Foi realizada a conexão de um dispositivo microcontrolado para embarcar o processo de automatização de comandos, para este caso, foi utilizado um Raspberry Pi 3, que integra um sistema operacional Linux. O sistema envia comandos ao medidor por meio do protocolo NBR14522:2008 [3], que visa o intercâmbio de informações para sistemas de medição de energia elétrica. Da mesma forma em que recebe estes comandos via transmissão LoRa, de um módulo transmissor. Para se realizar a montagem do protótipo em uma unidade consumidora real, a estrutura proposta é apresentada na Figura 1, como um exemplo de construção do modelo.

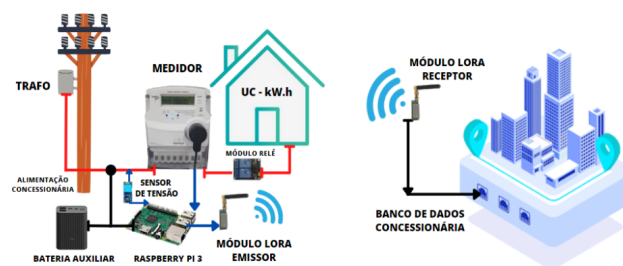


Figura 1: Estrutura proposta pelo Autor

Os dispositivos foram posicionados ao lado do medidor e alimentados por uma bateria para fornecer energia em casos de interrupção, que por sua vez é alimentado pela própria rede. Contém na estrutura um

módulo relé, um sensor de tensão e um módulo de rádio transmissor LoRa. O módulo relé é óptico, ou seja, caso ocorra um curto-circuito do lado da carga, o mesmo não é transmitido aos dispositivos a montante.

B. Seleção dos medidores:

Os medidores escolhidos para este experimento foram: um medidor SAGA1000, Medidor Eletrônico Multifunção e industrial e um medidor eletrônico polifásico E34A, ambos fabricados pela empresa LandisGyr. O medidor E34A [4], é um medidor de energia eletrônico de baixo custo, para utilização em ligações trifásicas do grupo B e fornece a medição de energia ativa, reativa, tensão e corrente instantâneas e os registros de demanda. O medidor SAGA1000 [5] é um medidor eletrônico de energia projetado para medir o consumo de energia elétrica em residências, edifícios comerciais e industriais, obedecendo os mesmos critérios do medidor de energia E34A, porém aplicável ao grupo A, contendo uma maior robustez física e funções de medição. O protótipo foi montado de forma rudimentar e os testes foram conduzidos no Laboratório de Telecomunicações da Universidade Federal de Itajubá, conforme ilustrado na Figura 2.

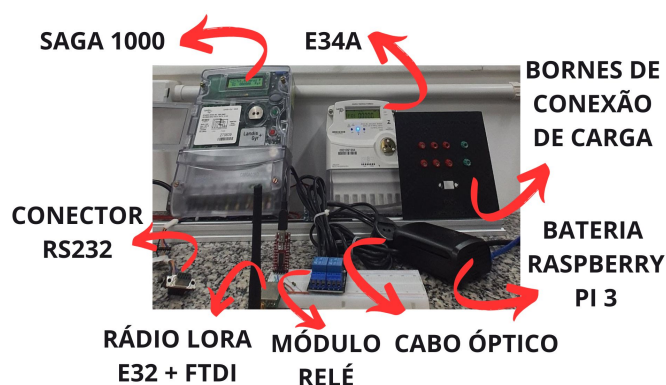


Figura 2: Protótipo desenvolvido em laboratório.

C. Escolha dos dispositivos de comunicação:

Para viabilizar a integração dos medidores com a tecnologia LoRa, a conexão entre o um medidor E34A

e a Raspberry Pi 3 foi realizada por meio de um cabo óptico/USB. Já para o medidor SAGA1000, a comunicação foi estabelecida via RS232, utilizando um cabo conversor RS232/USB, mas também é possível conectá-lo ao cabo via porta óptica [6]. Essa configuração experimental permitiu avaliar o desempenho da tecnologia LoRa em ambos os medidores, bem como a viabilidade da integração com a Raspberry Pi 3.

B. Comunicação com medidor:

Apesar do medidor experimentado possuir a comunicação serial com protocolo NBR14522, ele não responde diretamente a norma. Foi necessário utilizar um software proprietário fornecido pelo fabricante para identificar os pacotes (*scripts*) enviados para o medidor, via protocolo serial da Raspberry pi 3, conectada pelo cabo óptico com *baud rate* 9600. Portanto, após coletar os scripts enviados em cada comando pelo software, foi desenvolvido um código em Python que lista os comandos presente na norma e coletados no software da fabricante. O código solicita o comando para o usuário, e após o retorno, envia para o medidor, aguarda o retorno do dispositivo conforme o fluxograma ilustrado na Figura 3.

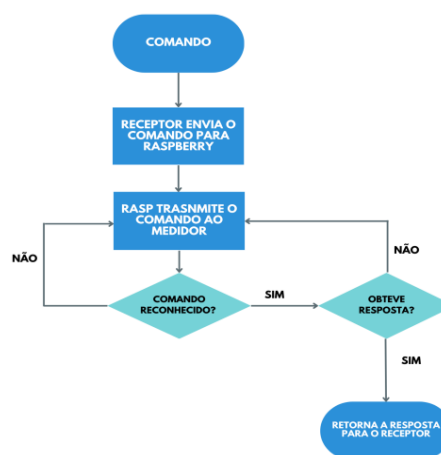


Figura 3: Fluxograma de comunicação.

Após o medidor responder as informações do

comando solicitado, retorna para o usuário no dispositivo emissor, que envia os dados via porta serial para o software. Pode se observar que, houve uma comunicação mais eficiente com o medidor E34A, por motivo de, na conexão realizada via cabo RS232 no medidor SAGA1000, o medidor não apresenta comunicação. Sendo assim, todos os testes foram realizados com o intercâmbio de informações no medidor E34A.

Os pacotes de dados transmitidos pelo medidor contém informações que excedem o tamanho do pacote que se comporta uma transmissão via dispositivo LoRa, ou seja, o pacote é enviado em partes para o receptor. Também pode ser realizado um procedimento de conversão da estrutura da mensagem para retornar ao medidor, apenas as informações relevantes e requisitadas. [2]

Resultados e discussão

A. Cálculo do consumo de energia.

O cálculo do consumo de energia foi realizado com base nos valores medidos no módulo de transmissão LoRa durante as fases de Modo *sleep*, Pré-transmissão e Transmissão. Para essa medição, foi utilizado um resistor *Shunt* de 1 Ohm, 5% de precisão, para capturar a corrente que passa pelo dispositivo. [8]. Com a medição dos valores de tensão no resistor *shunt* e no dispositivo, foi possível calcular a potência consumida pelo dispositivo [7]. Esse método permitiu obter o valor do consumo de energia durante as diferentes fases de operação do módulo de transmissão LoRa, apresentados na figura 4. É possível visualizar na Figura 4. os períodos de transmissão e seus respectivos consumos, sendo a tensão de fornecimento linha contínua, e a corrente de consumo, linha laranja tracejada.

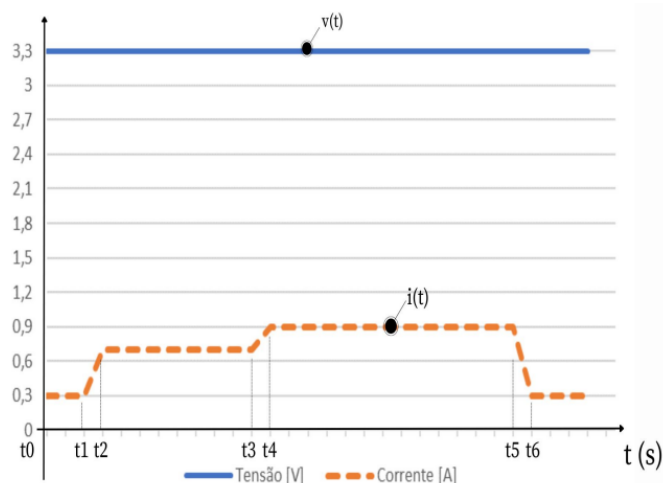


Figura 4- Comparação de consumo de transmissão.

Durante o modo *sleep*, a potência consumida tem seu valor aproximadamente nulo no período de t_0 até t_1 . No período de pré-transmissão, em que o dispositivo emissor do medidor recebe os comandos de dados do receptor da concessionária/concentrador, ocorre um aumento no consumo durante o período de tempo de t_2 até t_3 . Durante a transmissão, no período de t_4 até t_5 , a potência atinge seu pico, no valor de 2,97 Watts. Após t_6 , retorna ao modo *sleep* e aguarda uma nova transmissão. Os períodos de t_1 à t_2 , t_3 à t_4 e t_5 à t_6 estão na ordem de milissegundos, mas podem ser observados no gráfico ao longo do eixo de tempo como rampas de transição. Ao analisar o gráfico, é possível perceber que o período de transmissão tem uma duração relativamente maior devido ao volume de dados no pacote transmitido. Após a transmissão, o dispositivo retorna ao modo *sleep*.

B. Comparando o consumo na transmissão.

Para se obter uma melhor análise do gráfico, os dados estão plotados na Tabela 1, que apresenta os valores de tensão, corrente e potência obtidos no experimento para cada tipo de transmissão.

TABELA I: Potência de transmissão.

	Tensão	Corrente	Potência
Sleep	3,3 V	300 mA	990 mW
Pré-Transmissão	3,3 V	700 mA	2,31 W
Transmissão	3,3 V	900 mA	2,97 W

Este consumo medido, foi apenas para o rádio LoRa E32, desconsiderando o consumo do microcontrolador raspberry pi 3, a fim de estudar apenas o consumo de energia do rádio LoRa para que possa ser implementado em outros dispositivos.

Conclusões

Este trabalho implementou a tecnologia de comunicação LoRa, em medidores eletrônicos de energia, com o uso de microcontroladores e aplicação das normas vigentes para medidores de energia elétrica. Como aplicação em *Smart Grid*, o projeto visa reduzir os gastos operacionais de uma concessionária, garantido transmissão de dados a longas distâncias e em tempo real, possibilitando leitura confiável e praticidade em termos de cortes e religamentos, faturamentos e alarmes de faltas.

Também, constatou-se que a norma ABNT NBR-14522, como uma norma com protocolos ultrapassados e com tamanho de pacotes que podem ser reduzidos para facilitar aplicação em dispositivos microcontrolados. Tendo em vista que, atualmente, a norma dificulta o uso de tecnologias que transportam pacotes de dados de tamanhos reduzidos. Por fim, para trabalhos futuros, pretende-se produzir uma placa de interface de rede híbrida, ou seja, que irá utilizar mais de um tipo de tecnologia de comunicação sem fios.

Trabalhos futuros: Após os experimentos apresentados neste trabalho, pretende-se testar as mesmas funcionalidades em duas etapas, primeiramente com a transmissão feita com a tecnologia de comunicação LoRaWAN, posteriormente utilizando a

comunicação RS232, para apresentar um protótipo com uma maior confiabilidade, devido ao que se notou uma fragilidade na comunicação óptica;

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG, ao Laboratório de Telecomunicações e *IoT*, da UNIFEI e ao Centro de Qualidade de Energia Elétrica -UNIFEI, por todo apoio dado à pesquisa.

Referências

- [1] ANEEL. PRODIST Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo_8-Revis%C3%A3o_12/342ff02a-8eab-2480-a135-e31ed2d7db47.Data de acesso: 28 Abr. 2021
- [2] L.A et al, DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO PARA COMUNICAÇÃO À LONGA DISTÂNCIA COM MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA PARA CONSUMIDORES DO GRUPO B. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria.
- [3] ABNT (2008). NBR 14522: Intercâmbio de informações para sistemas de medição de energia elétrica - Padronização . ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT, Rio de Janeiro.
- [4] Landis+Gyr. E34A - Folha de Especificações. Disponível em: https://www.landisgyr.com.br/webfoo/wp-content/uploads/2012/12/LandisGyr_E34A.pdf. Data de acesso: 28 Abr. 2021
- [5] Landis+Gyr. SAGA1000 - Manual do Usuário. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/540400929/Manual-Do-Usuario-SAGA-1000-Medidor-Elet#>. Data de acesso: 28 Abr. 2021
- [6] ABNT (2011). NBR 14519: Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) - Especificação .ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT, Rio de Janeiro.
- [7] BOYLESTAD, Robert L. Introdução à análise de circuitos. 12a ed. São Paulo: Pearson Education, 2012.
- [8] T, C. H. et al. Análise de Consumo de Energia de Dispositivo Classe A em Rede LoRaWAN. 6 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Itajubá, Minas Gerais, Brasil, 2022. 37