

Sistema de Baixo Custo para Monitoramento do Consumo de Energia Elétrica em Nuvem

Leonardo H. C. Nunes; Katielle D. Oliveira; Jorge Fredericson M. C. Silva e José W. M. Menezes

Resumo—Este artigo apresenta um protótipo para monitoramento da tensão e corrente elétrica para ambientes residenciais. Além de realizar as aferições dessas grandezas, os dados de consumo ficam disponíveis numa interface em Nuvem por meio do protocolo de telemetria para Internet das Coisas MQTT. Dessa forma, tanto cliente quanto concessionária poderá ter acesso às informações de consumo de maneira mais eficaz, a um baixo custo.

Palavras-Chave — *Smart Grid, Smart Metering, Telemetria, Computação em Nuvem.*

Abstract— This paper presents a prototype for monitoring voltage and electrical current for residential environments. In addition to performing the measurements of these quantities, the consumption data is available in Cloud interface through the telemetry protocol for the Internet of Things MQTT. Thus, both customer and dealer may have access to consumer information more effectively at a low cost.

Keywords — *Smart Grid, Smart Metering, Telemetry, Cloud Computing.*

I. INTRODUÇÃO

O aumento crescente do consumo de energia requer uma modernização no sistema de energia elétrica que permita a introdução de fontes alternativas de energia elétrica, utilização de geração distribuída, redução das perdas técnicas e não-técnicas e uma maior interação com os consumidores. Este objetivo pode ser alcançado com o auxílio das Tecnologias da Informação (TIC). Este novo conceito de integração de TIC com o sistema de energia elétrica denomina-se *Smart Grid*.

O *Smart Grid* (SG) fundamenta-se no uso de tecnologia de automação, computação e comunicações para monitoramento e controle da rede elétrica, as quais permitirão a implantação de estratégias de controle e otimização da rede de forma mais eficiente que as atualmente em uso. Algumas das suas características são: autorrecuperação, empoderamento dos consumidores, tolerância a ataques externos, qualidade de energia, geração distribuída, redução do impacto ambiental, resposta pelo lado da demanda e viabilizar mercados competitivos de energia [1].

Dentro deste contexto, encontra-se, também, o conceito de *Smart Meter* (Medição Inteligente). Trata-se de um medidor de energia com capacidade de comunicação bidirecional para coletar dados de consumo de energia elétrica de cada dispositivo e, também, receber o preço da eletricidade enviada pela concessionária em tempo real. O uso desses dados permite uma série de funções como: medição em quatro quadrantes, medição horária, registro de eventos, detecção de interrupção de energia e medição de grandezas de qualidade de energia [2].

O aproveitamento das informações disponibilizadas permite traçar o perfil de consumo de cada residência, o que pode promover alteração dos comportamentos dos consumidores e gerar eficiência energética. Para os consumidores, essa alteração no comportamento pode gerar faturas menores, o que implica na redução das despesas. Para a concessionária, há a redução de despesas porque evitam investimentos elevados em capacidade, transmissão e distribuição de energia.

Para alcançar o objetivo de tornar a rede elétrica de distribuição inteligente é fundamental avanços e desenvolvimentos de novas tecnologias para a implantação dos novos medidores. Estes equipamentos precisam ter um custo reduzido e terem seu desenvolvimento orientado à segurança de dados visto a criticidade dos dados que por eles trafegam. Considerando este cenário, este trabalho expõe o desenvolvimento de um medidor inteligente de energia elétrica com capacidade de comunicação em rede de baixo custo.

II. METODOLOGIA

O sistema proposto tem como objetivo principal mensurar as grandezas de corrente e tensão em diferentes pontos de um sistema de energia elétrica. A placa de circuito desenvolvida para o protótipo é constituída por módulos sensores de corrente e tensão capazes de quantificar sinais contínuos e alternados. Os dados coletados por esses sensores são enviados para uma aplicação na nuvem que permite visualizar informações em tempo real, históricos, indicadores, análises e afins.

As principais características do *hardware* desenvolvido, Figura 1, são: Dimensões reduzidas; Baixo consumo; Medição de tensão e corrente DC; Medição de tensão e corrente AC; Comunicação sem fio.

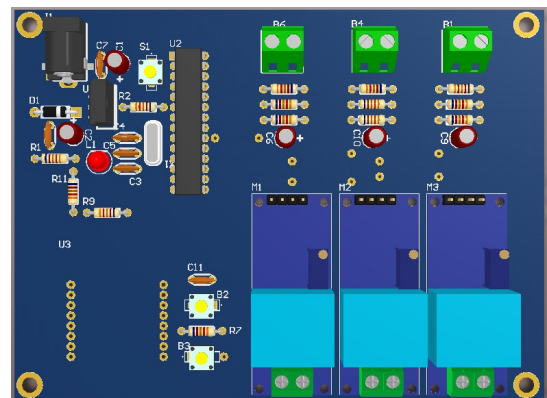


Fig. 1. Protótipo *hardware* desenvolvido.

A aplicação em nuvem do sistema foi desenvolvida usando a plataforma de desenvolvimento Node-RED. Trata-se de uma ferramenta de programação para conectar dispositivos de *hardware* e APIs com o objetivo de simplificar a criação de

sistemas embarcados relacionados ao conceito de Internet das Coisas (IoT). Nesse caso, o protocolo usado para envio dos dados é o MQTT, Figura 2, por ser leve, flexível e que segue o modelo de publicação (*publisher*) e assinatura (*subscriber*). [3].

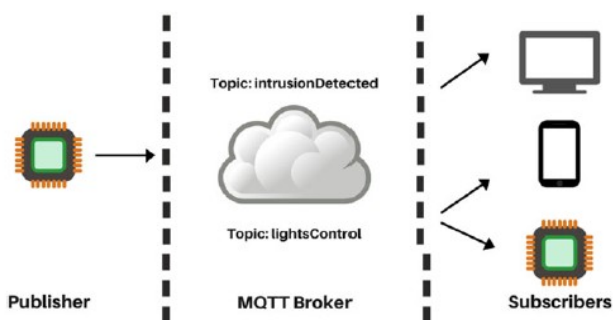


Fig. 2. Protocolo MQTT [4].

III. RESULTADOS

Na Figura 3 e 4, é possível visualizar o monitoramento das grandezas elétricas através da aplicação Web desenvolvida. Aqui, são monitorados os seguintes parâmetros: tensão, corrente e potência.



Fig. 3. Valores de tensão e corrente instantâneas.

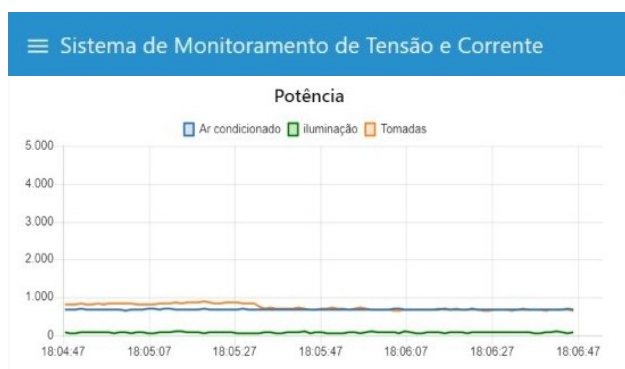


Fig. 4. Gráfico das Potência Consumida pelo laboratório monitoradas.

As medidas monitoradas são enviadas para o banco de dados em um intervalo de 25 medidas por minuto. Dessa forma, é possível obter outras grandezas como a energia ativa e aparente e o fator de potência uma vez que essas medidas são referentes ao acumulado durante um minuto.

O monitoramento das grandezas foi realizado para demonstrar a possibilidade de supervisionar os diversos

parâmetros que possam ser importantes para as concessionárias de energia elétrica. A partir disso existe, também, a possibilidade de realizar estudos combinados para encontrar a relação entre diversas variáveis, como a temperatura e o consumo de energia elétrica (relação custo x conforto), que possam apontar resultados que possibilitem melhorias de eficiência energética.

Na Tabela 1, tem-se a quantidade dos principais componentes necessários, e os seus respectivos valores, para o desenvolvimento de uma placa, com interfaces de comunicação Wi-fi e Zigbee. Os custos com a hospedagem do serviço em nuvem não foram considerados, pois foi usado uma licença gratuita devido a quantidade de informação e dispositivos conectados envolvidos nos testes.

TABELA I. CUSTO DE CONFECÇÃO DO MÓDULO.

Quantidade	Descrição	Valor
01	Atmega328	R\$ 19,90
03	Sensor ACS712	R\$ 80,70
03	Sensor SCT013	R\$ 146,70
03	Sensor ZMPT101B	R\$ 89,25
01	Módulo Wi-Fi	R\$ 44,90
01	Módulo XBee	R\$ 169,90
01	Regulador de Tensão	R\$ 2,40
13	Resistores Diversos	R\$ 3,00
11	Capacitores Diversos	R\$ 5,15
Total		R\$ 561,90

IV. CONCLUSÕES

Após o final do trabalho, a equipe demonstra um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica residencial com monitoramento de tensão e corrente, sendo a visualização dos dados coletados em uma plataforma Web. Os dados coletados dos sensores são visualizados em tempo real em gráficos interativos, *dashboards*. Desse modo, tanto o usuário quanto a concessionária de energia elétrica conseguem identificar os horários de maior consumo em cada residência do sistema elétrico, quais equipamentos demandam mais energia e, dessa forma, elaborar ações para economia de energia elétrica.

Como trabalhos futuros, é destacado a implementação de um filtro nos sensores de corrente do protótipo, a fim de minimizar os efeitos de interferência durante a medição das correntes elétricas, bem como a adequação do medidor inteligente às normas do INMETRO utilização e para possível comercialização.

REFERENCES

- [1] FALCÃO, Djalma M. Integração de tecnologias para viabilização da smart grid. **Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos**, 2010.
- [2] VERAS, Jaclason; SILVA, Igor; PINHEIRO, Plácido; RABÊLO, Ricardo; VELOSO, Artur; BORGES, Fábio; RODRIGUES, Joel. A multi-objective demand response optimization model for scheduling loads in a home energy management system. **Sensors, Multidisciplinary Digital Publishing Institute**, v. 18, n. 10, p. 3207, 2018.
- [3] VISWANATH, Sanjana Kadaba; YUEN, Chau; TUSHAR, Wayes; LI, Wen-Tai; WEN, Chao-Kai; HU, Kun; CHEN, Cheng; LIU, Xiang. System design of the internet of things for residential smart grid. **IEEE Wireless Communications**, IEEE, v. 23, n. 5, p. 90–98, 2016
- [4] JAVED, Adel. **Criando projetos com Arduino para internet das coisas**. Novatec, São Paulo-SP, 2017.
- [5] TOLEDO, Fabio. **Desvendando as Redes Elétricas Inteligentes-Smart Grid Handbook**. [S.l.]: Brasport, 2012.