

Solução em Nuvem para Telemetria de Sistemas de Geração Baseada em Painéis Solares Fotovoltaicos

Leonardo H. C. Nunes, Jorge F. M. C. Silva, Francisco W. R. M. Junior, Cleiton S. Marinho, Carlos M. J. M. D. Junior

Resumo—Este artigo apresenta um protótipo para monitorar um sistema de geração fotovoltaica por meio de plataforma de Sistemas Embarcados, cujo dados sejam acessíveis na nuvem e com um custo acessível. Nesse contexto, o protótipo possui um microcontrolador, sensores e uma interface de comunicação sem fio para integração com a nuvem. Assim, o trabalho visa atender as recentes demandas das redes elétricas inteligentes, *smart grid*.

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

Abstract—This article presented one prototype for monitoring on photovoltaic generation system based on Embedded System, which data can access by cloud computing and has low cost. In the context, this hardware have a microcontroller, sensors and internet wireless communication module for integration with the cloud computing. Thus, the work insert to context in Smart Grid.

Keywords—*Smart Grid, Cloud Computing, Telemetry, Embedded Systems.*

I. INTRODUÇÃO

Uma planta de potência tradicional tem foco na geração, transmissão, distribuição e controle da eletricidade. Aliado a isso, há uma estrutura eletromecânica, com comunicação em uma direção, geração centralizada, poucos sensores, reestabelecimento e testes manuais, algum grau de controle e poucas opções para o consumidor. Já uma planta Smart Power Grid é uma rede elétrica usada para melhorar a eficiência, sustentabilidade, flexibilidade, confiabilidade e segurança do Sistema Elétrico de Potência, visando deixar a rede controlável, automatizada e totalmente integrada [1].

Assim, a implementação de uma infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) nas redes elétricas é importante para prover serviços como: controle adaptativo, monitoramento, proteção, medição, dentre outros. Entretanto, há um desafio para tornar essa abordagem prática, que é a adoção de uma norma padrão a fim de promover a interoperabilidade entre os agentes da rede [3].

A Figura 1 ilustra essa evolução, uma rede Smart Grid com estrutura de dados digital, fluxo de comunicação em dois canais, geração distribuída, sensores, monitoramento, auto reconfiguração, teste remotos, controle pervasivo e mais opções aos consumidores. Por tais características, essas redes abrem um novo leque de opções tanto para empresas do setor quanto para os consumidores [1].

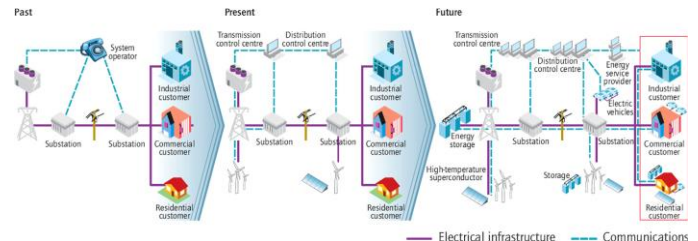


Fig. 1. Evolução do processo de *Smart Grid* [1].

Atualmente, há uma série de protocolos que possibilitam a comunicação e a integração entre os Sistemas Embarcados e os serviços em nuvem. Um deles é o MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*), que é um protocolo para mensagens com pouca largura de banda em dispositivos com restrições de computação. Seu funcionamento é baseado na arquitetura Publisher/Subscriber (“publicar-assinar”) [5].

Diante do exposto, este trabalho desenvolveu um sistema de telemetria para sistema de geração distribuída, fotovoltaico, integrado a nuvem. O trabalho está dividido na secção metodologia onde é apresentado os materiais e métodos usados, os resultados obtidos, bem como suas discussões e as conclusões.

II. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com base em duas plataformas, um AVR ATmega para leitura e processamento dos dados a serem monitorados do painel fotovoltaico e o Wemos para enviar essas informações para um serviço em nuvem. Além disso, foi desenvolvido em Node-RED uma interface para visualizar e armazenar essas informações. Elas podem ser acessadas de qualquer dispositivo e em qualquer local com acesso à Internet. A Figura 2 ilustra o diagrama da proposta.



Fig. 2. Esquemático da solução proposta.

Partindo desse escopo, foi prototipada uma placa que possui um microcontrolador Atmega328P, oito sensores

Leonardo Holanda Costa Nunes, Jorge Fredericson de Macedo Costa da Silva, Francisco Wellington Rodrigues de Melo Junior, Cleiton da Silva Marinho, Carlos Mauricio Jaborandy de Mattos Dourado Junior, Departamento de Telemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Fortaleza-CE, Brasil, E-mails: {leonardo.holanda, jorge.fredericson, wellington.jr, cleiton.marinho, mauricio.dourado}@gdeste.ifce.edu.br.

(quatro de corrente e quatro de tensão), um multiplexador e uma interface de comunicação Wi-fi. Ela foi testada no laboratório onde foi possível o uso de equipamentos de teste e medição para validar os dados lidos pelos sensores de maneira fixa. Esse procedimento foi feito durante uma semana continuamente, garantindo a confiabilidade dos dados lidos de acordo com o configurado nos equipamentos.

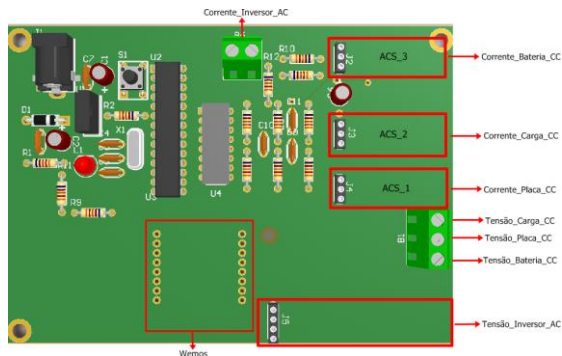


Fig. 3. – Placa desenvolvida para sensores e interfaces de comunicação.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os testes feitos em ambiente controlado, o protótipo foi inserido no cenário real. Ele é composto por um painel solar de 315 Wp (*Watt pico*) fixado no teto de um automóvel, que no seu interior tem um quadro com os demais elementos inerentes ao sistema solar fotovoltaico como: inversores, baterias, disjuntores, *etc.* Vale ressaltar que esse carro serve para estudar a viabilidade de regiões de interesse em instalar esse tipo de fonte geradora.

As Figuras 4 e 5 ilustram o protótipo montado e sua instalação no veículo.

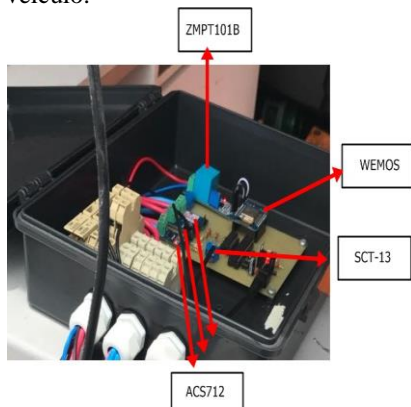


Fig. 4. – Protótipo desenvolvido e instalado.



Fig. 5. – Placa desenvolvida para sensores e interfaces de comunicação.

As medições foram realizadas e mostraram-se condizentes tanto com os equipamentos disponíveis em campo quanto com respeito as variações que esse tipo de fonte geradora está sujeita.

No caso de regiões sem cobertura Wi-Fi, a alternativa usada é rotear a Internet móvel (2G/3G/) de um smartphone, uma vez que esse cenário o painel está fixo em um carro. Dessa forma, é possível manter o baixo custo do protótipo, nem é adicionado um custo com uma linha telefônica para dados.

Por fim, a Figura 6 mostra a interface de visualização dos dados. Ela está implementada sobre um serviço em nuvem comercial (AWS) e foi desenvolvido usando uma ferramenta de Engenharia de *Software* para prototipação de dispositivos orientado aos conceitos de Internet das Coisas.

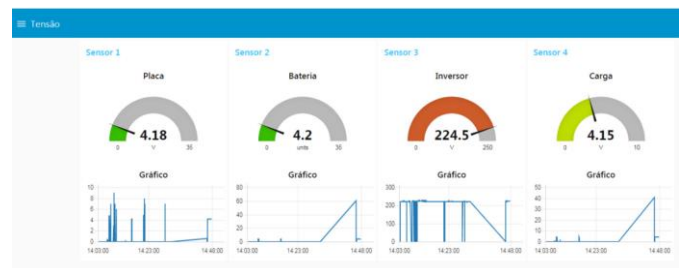


Fig. 6. – Interface de visualização dos dados de tensão na nuvem.

IV. CONCLUSÕES

Ao final do trabalho, a equipe desenvolveu um protótipo para telemetria com custo baixo em relação aos equipamentos de mercado para este fim e com capacidade de gerar uma base de dados analítica do sistema fotovoltaico integrado a computação em nuvem. Além disso, a visualização dos dados também se comportou de acordo com o esperado, sendo acessível por quaisquer dispositivos com conexão com a Internet.

Ressaltamos que os dados aferidos pela placa foram condizentes com as especificações de projeto de geração e não requerem mudança significativa na instalação do projeto fotovoltaico. Por fim, destacamos o potencial das soluções de telecomunicações integrado aos sistemas elétricos em geral, sobretudo na geração distribuída.

REFERÊNCIAS

- [1] COLAK, ILHAMI; *et al.* *A survey on the critical issues in Smart Grid technologies.* *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54 (2016) p. 396-405.
- [2] PETENEL, F. H. J. *Análise de Problemas Ligados às Comunicações em Redes Elétricas Inteligentes.* Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle. São Paulo, 2014. 123 p. il.
- [3] PARIKH, Palak P; SIDHU, Tarlochan S; SHAMI, A. *A Comprehensive Investigation of Wireless LAN for IEC 61850-Based Smart Distribution Substation Applications.* *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 9, nº 3, 2013.
- [4] ARAÚJO, P. R. C *et al.* *A Middleware for the Integration of Smart Grid Elements with WSN Based Solutions.* *International Journal of Distributed Sensor Networks.* *Hindawi Publishing Corporation* Vol. 2014, p. 1-15.
- [5] JAVED, ADELL. *Criando projetos com Arduino para a Internet das Coisas.* Ed. Novatec. São Paulo/SP, 2017.