MANNA TUG: UMA SOLUÇÃO PARA MONITORAMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

Karina Gomes Dutra (Manna/CNPq/FA), Wuigor Ivens Siqueira Bine (coorientador), Linnyer Beatrys Ruiz Aylon (Orientador). E-mail: lbruiz@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Tecnológicas, Maringá, PR.

Medidas Elétricas e Eletrônicas; instrumentação/instrumentação eletrônica

Palavras-chave: Internet das Coisas; Tomadas inteligentes; Monitoramento Inteligente.

RESUMO

A Internet das Coisas (IoT) possibilita integrar sensores e interfaces digitais para monitorar cargas elétricas. Este trabalho apresenta o Manna Tug, protótipo de tomada inteligente destinado à medição de corrente e à estimativa do consumo e do custo de equipamentos residenciais. A pesquisa envolveu revisão bibliográfica, montagem de um circuito com microcontrolador ESP32, sensor SCT-013 e condicionamento de sinal, além do desenvolvimento de uma plataforma online. O sistema apresenta corrente eficaz, potência estimada, gasto de energia e custo estimado. Como resultados parciais, foram implementados o circuito e a interface de monitoramento. A calibração e a validação permanecem em andamento para avaliar a exatidão do protótipo.

INTRODUÇÃO

Com o aumento do consumo de energia elétrica, a necessidade de promover o uso eficiente dos recursos energéticos, tem aumentado cada vez mais o desenvolvimento de tecnologias de controle e monitoramento elétrico. A medição convencional registra o consumo total de uma residência, mas não permite identificar diretamente a participação de cada equipamento. Sistemas residenciais de gerenciamento de energia baseados em IoT procuram superar essa limitação por meio da aquisição, do armazenamento e da apresentação de dados, além de possibilitarem ações de controle sobre cargas elétricas (CONDON et al., 2023).

Nesse contexto, tomadas inteligentes podem atuar como pontos de medição individual e permitir o acionamento remoto dos equipamentos conectados. Moraes et al. (2020), propuseram um sistema integrado a uma plataforma web e a um aplicativo móvel para disponibilizar dados de consumo por tomada e possibilitar a programação e a automação de cargas. Asif et al. (2021), por sua vez, desenvolveram uma solução capaz de medir tensão, corrente, fator de potência e energia, bem como interromper a alimentação em condições de sobretensão ou sobrecorrente. Esses recursos favorecem a identificação de padrões de uso e de consumo.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo desenvolver e descrever a implementação inicial do Manna Tug, uma tomada inteligente de baixo custo para

monitorar o consumo energético de equipamentos residenciais e utilizar os dados adquiridos para estimativa de custo energético para manter o equipamento ligado. O escopo desta etapa abrange o circuito de aquisição e a interface digital, juntamente com a integração IoT, o acionamento da carga ligada e a validação experimental constituem etapas subsequentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em três etapas: revisão bibliográfica, implementação do subsistema eletrônico e desenvolvimento da interface. A revisão concentrou-se em arquiteturas de tomadas inteligentes e sistemas residenciais de gerenciamento de energia, com ênfase nas funções de aquisição, armazenamento, visualização e controle.

O subsistema eletrônico apresentado na Figura 1, é constituído pelo microcontrolador ESP32, um transformador de corrente não invasiva SCT-013, resistores e capacitor de condicionamento, montados em protoboard. O sensor é acoplado a apenas um dos condutores da carga e fornece ao circuito um sinal proporcional à corrente alternada. O condicionamento ajusta amplitude e nível de referência do sinal à faixa do conversor analógico-digital do microcontrolador. O firmware processa as amostras para obter a corrente eficaz (I_{RMS}).

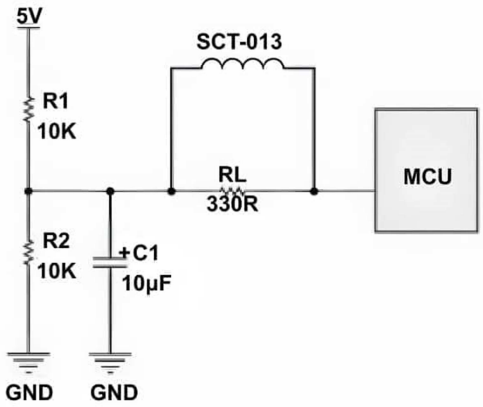


Figura 1 - Circuito para monitoramento da corrente CA.

Na versão atual, a interface utiliza o valor nominal configurado a 127 V, pois a tensão não é aferida. A potência é, portanto, estimada pelo produto entre tensão nominal e corrente eficaz, com fator de potência unitário. A energia é obtida pela integração temporal da potência estimada, e o custo é calculado a partir da tarifa selecionada na plataforma. Além do *hardware*, foi desenvolvida uma plataforma digital destinada à visualização das informações coletadas.

A interface permite ao usuário visualizar o consumo de energia elétrica e realizar a estimativa do valor da fatura a partir da tarifa selecionada, oferecendo uma ferramenta de acompanhamento do consumo energético. Após a implementação do *hardware* e *software*, iniciou-se a etapa de integração entre os componentes do

sistema, para à realização dos testes de comunicação, aquisição de dados e validação dofuncionamento do protótipo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi desenvolvido um protótipo físico do Manna Tug, que utiliza o circuito apresentado na Figura 1 para adquirir o sinal de corrente elétrica. Esse sinal é processado pelo *firmware* do microcontrolador ESP32 para determinar a corrente eficaz da carga. A partir do valor medido e da tensão nominal configurada no *software*, estima-se a potência do equipamento conectado. Os dados obtidos são transmitidos, por meio da conexão Wi-Fi do ESP32, para a plataforma online desenvolvida. A Figura 2, apresenta o protótipo preliminar montado.

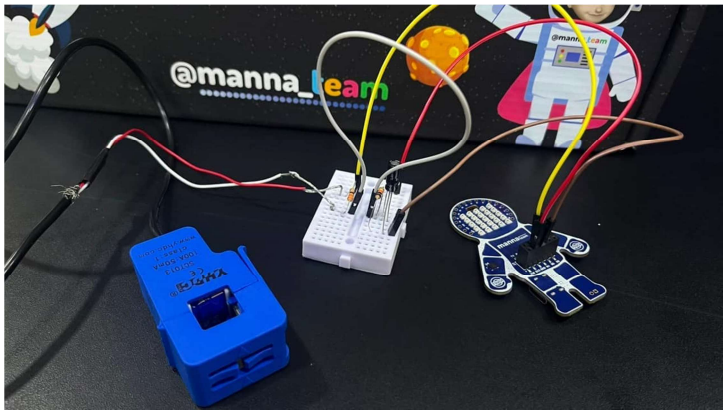


Figura 2 – Protótipo preliminar do Manna Tug.

A plataforma desenvolvida, vista na Figura 3, representa um diferencial do projeto ao transformar dados técnicos de consumo em informações financeiras de fácil compreensão, permitindo ao usuário estimar o valor da energia consumida a partir da tarifa de fornecimento escolhida. Essa funcionalidade amplia o potencial de conscientização ao uso racional da energia elétrica e auxilia na tomada de decisões relacionadas à redução do consumo. Durante o desenvolvimento foi concluída a montagem do circuito eletrônico e a implementação da plataforma de monitoramento. Entretanto, a integração completa entre *hardware* e *software* e a validação experimental do sistema ainda se encontravam em andamento no momento da elaboração deste trabalho.

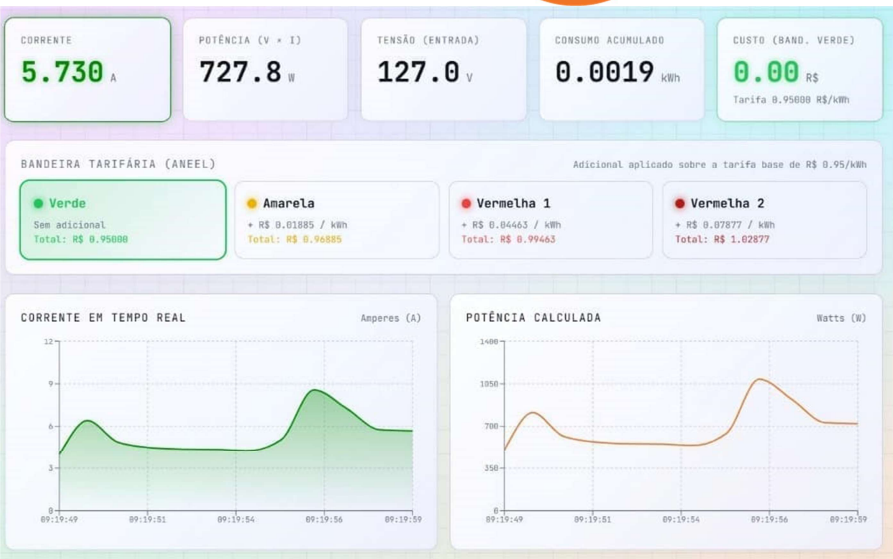


Figura 3 – Interface da plataforma desenvolvida.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do Manna tug possibilitou a implementação de um protótipo de tomada inteligente e de uma plataforma digital para monitoramento do consumo energético e estimativa dos custos associados ao uso da energia elétrica. A proposta integra conceitos de IoT e eficiência energética, oferecendo ao usuário uma ferramenta com potencial para auxiliar no acompanhamento do consumo residencial. Embora os testes de validação ainda estejam em andamento, o projeto atingiu os objetivos relacionados ao desenvolvimento da arquitetura do sistema e da interface de monitoramento. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar a calibração do sistema, validar experimentalmente as medições obtidas e ampliar as funcionalidades da plataforma, incluindo recursos de automação e geração de relatórios de consumo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao @manna_team, à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Brasil e UEM, pelo apoio

REFERÊNCIAS

AHMED, Jubaer et al. Basic home automation using smart sockets with power management. **International Journal of Integrated Engineering**, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2021.

CONDON, Felipe et al. Design and implementation of a Cloud-IoT-Based home energy management system. **Sensors**, v. 23, n. 1, p. 176, 2022.

MORAES, Paloma Krisllen et al. SMARTPLUG - Sistema de tomadas inteligentes para uso racional de energia elétrica. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, p. 964-979, 2020.