UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULO DE MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DE MICRORREDES DE ENERGIA SOLAR

Mateus Fernandes Santos[1]; João Bosco Gertrudes[2]
1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ferrmathh2@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: jbosco@ecomp.uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Módulo de medição; microcontroladores; interface web.

INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte das atividades a serem desenvolvidas no âmbito do projeto de pesquisa "*Dimensionamento e implantação de microrrede híbrida de geração renovável com finalidade de ensino, pesquisa aplicada e extensão*", CONSEPE019/2018. Uma das etapas iniciais previstas no projeto supracitado é o "*Desenvolvimento de um Módulo de Medição e Monitoramento de Microrredes de Energia Solar*". As microrredes de energia renovável são das inovações mais promissoras no setor de geração distribuída de energia elétrica (FALCÃO, 2009). Com regulamentação em vigência no Brasil desde 2012 (RES. NORMATIVA 482 ANEEL, 2012), (REV. NORMATIVA 482 ANEEL,2015), permitem ao consumidor final de energia gerar energia por conta própria e injetá-la na rede da concessionária, ganhando créditos de compensação. Porém, mesmo com esse ambiente favorável o consumidor final e de pequeno porte ainda tem um papel passivo nesse meio, sem controle da sua geração. O desenvolvimento de soluções de monitoramento nas "microrredes inteligentes" permitem ao consumidor final, mesmo residencial e de pequeno porte, monitorar sua geração de energia e tomar suas próprias decisões como microprodutor. É nesse contexto de "microrredes inteligentes" que o presente trabalho se encaixa. Tem como finalidade o desenvolvimento de um módulo de medição capaz de fazer medições de grandezas como corrente, tensão, potência, temperatura da placa, temperatura ambiente e radiação, no âmbito da geração de energia solar em microrredes, possibilitando ao usuário monitorar a geração de energia a partir de um gerador fotovoltaico.

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro passo para o desenvolvimento do módulo de medição foi determinar a melhor arquitetura a partir de bases bibliográficas pesquisadas (S. Pereira e G. R. Gomes, 2015), (E. T. M. Santos et al., 2020), (N. S. Silva et al., 2019) e (P. R. P. Neves

e N. R. de Meneses, 2016). Com isso, foi determinada uma arquitetura simples e de fácil montagem, com quatro módulos: aquisição de dados, processamento de dados, persistência de dados e entrada e saída (interface gráfica).

O primeiro módulo, diz respeito aos sensores de aquisição das grandezas que serão monitoradas, que são: módulo sensor *ACS712*, sensor de corrente invasivo; dois módulos sensores de temperatura *LM35*, que possui faixa de leitura de 0°C a 100°C; e um sensor de tensão, que a princípio optou-se por um simples divisor de tensão por conta da corrente medida ser contínua. Portanto, o módulo de aquisição conta com quatro sensores.

O segundo módulo, o módulo de processamento, conta com dois microcontroladores. Decisão essa que foi tomada pela necessidade de vários conversores analógicos/digital (A/D) e também a possibilidade de transmissão de dados via rede remota (Internet). Com isso, foram acoplados um *Arduino UNO*, que conta com 6 portas de conversores A/D, mas não possui a funcionalidade de comunicação na rede remota, que é suprida pelo seu companheiro *NodeMCU*, e um *NodeMCU ESP8266*, que com o seu *ESP8266* têm a possibilidade de comunicação WiFi, possibilitando a transação de dados na rede Internet, porém com a detenção de poucas portas de conversores A/D, déficit esse que é suprido pelo *Arduino UNO*. Os dois se comunicam via comunicação serial de duas vias.

O terceiro módulo, o módulo de persistência de dados, é o módulo onde os dados coletados pelo módulo de processamento são armazenados. Esse módulo conta com um servidor local no computador doméstico do orientando, onde um banco de dados é hospedado (banco de dados *MySQL*). O *NodeMCU* executa arquivos, que por sua vez fazem *queries*(consultas) ao banco de dados, guardando os dados.

O quarto e último módulo conta com duas vertentes: uma interface gráfica web, que foi construída com um *framework web*, o *Laravel*, que faz a amostragem de todos os dados armazenados no terceiro módulo, o banco de dados, com gráficos em função do tempo; e uma interface local com *display LCD* conectado ao próprio módulo de processamento que faz a amostragem instantânea dos dados coletados.

Com isso, a arquitetura montada e conectada é mostrada na figura 1.

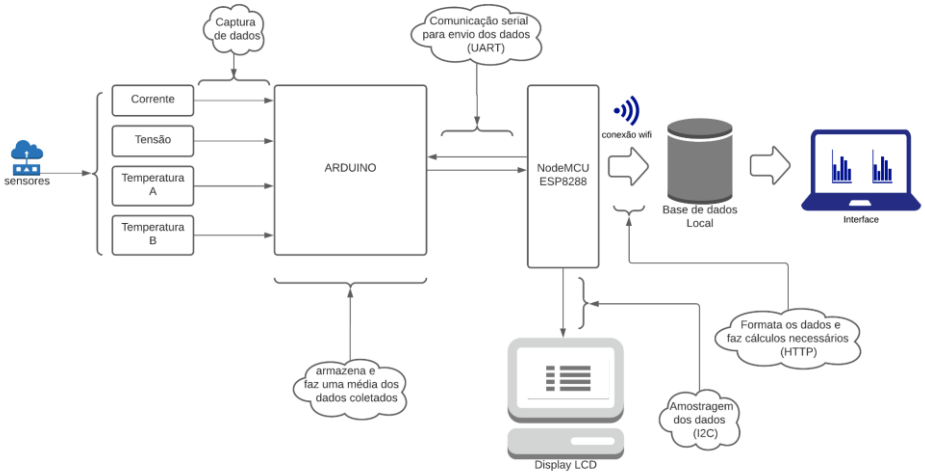

Figura 1: arquitetura do módulo de medição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a decisão de arquitetura e os componentes que a compõem, foi decidida a lógica de funcionamento e como seriam feitas todas as comunicações entre os módulos.

A seguinte lógica foi utilizada no módulo de processamento: a *Arduino UNO* faz a leitura dos sensores periodicamente de meio em meio segundo, guarda esses dados até um máximo de 30 valores, e, quando chega nesse limite, é feito uma média simples dos valores e os envia para o *NodeMCU*. Os valores enviados são os valores digitais da tensão lida em cada sensor. Após isso, o Arduino espera o "sinal verde" do *NodeMCU* para continuar com a captura de dados. Os dados, com isso, são atualizados no banco de dados de 15 em 15 segundos para não haver sobrecarga durante o dia.

O *NodeMCU* por sua vez, quando iniciado, envia o "sinal verde" para o arduino e aguarda os dados vindos da comunicação entre eles. Quando os dados chegam, o *NodeMCU* faz os cálculos dos valores das grandezas. Após os cálculos feitos, como já foi mencionado, esses dados são enviados executando arquivos que fazem *queries*(consultas) no banco de dados para armazená-los. Depois de enviar com sucesso os dados o "sinal verde" é enviado novamente para o *Arduino UNO* continuar as aquisições.

No que diz respeito às interfaces: a interface web obtém os dados armazenados no banco de dados e os mostra em gráficos em função do tempo; já a interface local mostra os dados obtidos pelo *NodeMCU* assim que são processados no display LCD.

Abaixo, na figura 2, é possível ver como a interface Web apresenta os dados, e na figura 3, como os dados são apresentados no display LCD.

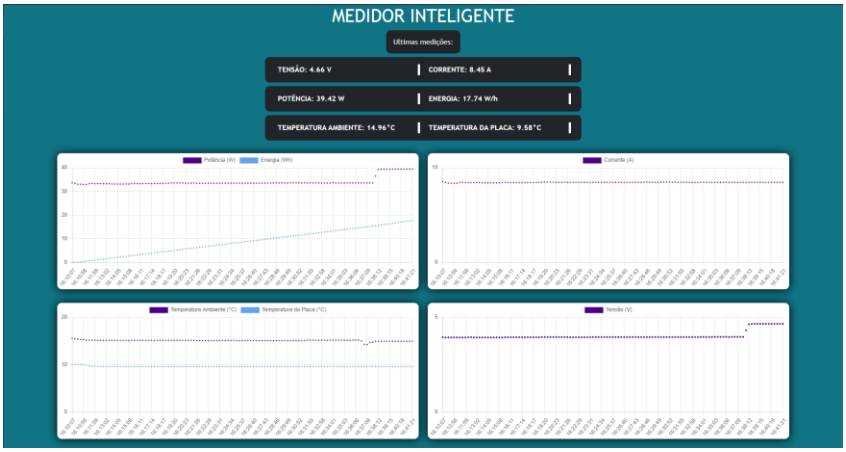

Figura 2: interface web apresentando os dados.

Com todas as pontuações e processos descritos anteriormente, fez-se necessário a montagem do protótipo para testagem. O protótipo do módulo de medição foi montado com todos os componentes citados anteriormente, com exceção dos sensores que ainda não foram adquiridos, visto que não seria possível testar em ambiente controlado, no laboratório. Para substituir os sensores para que o protótipo pudesse ser testado e validado foram usados quatro potenciômetros lineares com os valores sendo alterados manualmente.

A arquitetura e funcionamento do protótipo é apresentada logo a seguir, na figura 3:

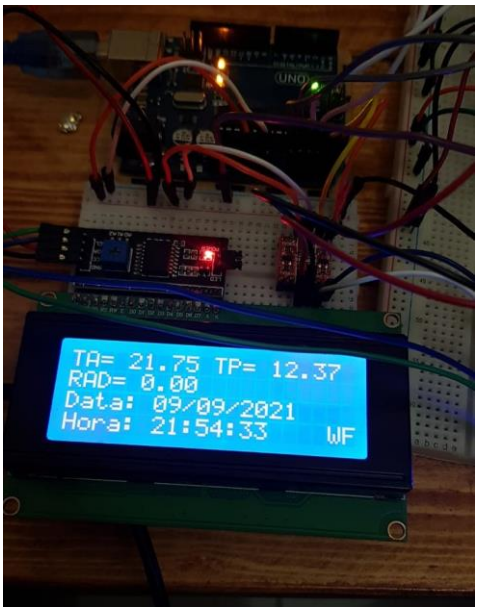

Figura 3: Protótipo montado em funcionamento

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a arquitetura e montagem adotadas foram eficientes para o funcionamento correto do medidor.

Todas as etapas previstas no plano de trabalho foram desenvolvidas de forma satisfatória. O protótipo do medidor desenvolvido funciona corretamente adquirindo dados de tensão, corrente, temperatura ambiente e temperatura de operação através de sensores que são conectados nas entradas A/D do *Arduino UNO*. Os dados de tensão e corrente são então processados através de microcontroladores onde são feitos os ajustes relativos às sensibilidades de cada sensor de entrada e os cálculos de potência e energia. Os dados são exibidos em interface desenvolvida e disponibilizada para acompanhamento em tempo real das medições. Os testes de calibração e comparação são os próximos passos a serem realizados em ambiente de laboratório.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, S.; GOMES G. R. 2015. Estimativa da Radiação Solar Por Meio da Plataforma Arduino, Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia.

DIAS, R. M.; DIAS, J. B.; DAI PRÁ, L. B. 2016.Aquisição de dados de um sistema fotovoltaico conectado à rede com a plataforma arduino, VI Congresso Brasileiro de Energia Solar.

PEREIRA, S.; GOMES, G. R. 2018. Sistema de monitoramento de corrente e tensão na produção de energia fotovoltaica baseado em arduino, Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia.

SANTOS, E. T. M. *et al.*. 2020. Protótipo trifásico para monitoramento de consumo de energia elétrica utilizando a plataforma arduino, Brazilian Applied Science Review.

SILVA, N. S. *et al.*. 2019. Análise de consumo de energia utilizando o arduino, Uniceplac - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos.

DA SILVA, G. F.; JUCÁ, S. C. S.. 2018. Monitoramento online do consumo de energia elétrica utilizando o raspberry pi, Eixo de Computação - Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Ceará (IFCE).

LAMBERT, J. A. *et al*.. 2020. Geração de energia elétrica por meio de placas solares fotovoltaicas, Brazilian Journal Development.

NEVES, P. R. P.; DE MENESES, N. R.. 2016. Projeto de implementação de um protótipo de medidor e analisador de energia elétrica com controle de demanda, Revista UNINGÁ Review.

FALCÃO, D. 2009. "Smart Grids e Microredes: O futuro já é Presente", VIII SIMPASE – Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos, Pág. 1-11.

Agência Nacional de Energia Elétrica, (2012) "Resolução Normativa 482 de 17 de Abril de 2012", Disponível em [http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf]. Acesso em 25/05/2017

Agência Nacional de Energia Elétrica, (2015) "Resolução Normativa 482 de 24 de Novembro de 2017", Disponível em [http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf]. Acesso em 25/05/2017.