

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS COM RADIÔMETRO DE LED

Gustavo de Souza Costa Joia ¹

gustavo.joia@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Itaquera - FATEC Itaquera

Diego Luis Abreu Gonçalves

Faculdade de Tecnologia de Itaquera - FATEC Itaquera

Vitor Costa Poiani

Faculdade de Tecnologia de Itaquera - FATEC Itaquera

Vitor de Lima

Faculdade de Tecnologia de Itaquera - FATEC Itaquera

Fábio Esteves da Silva

fabio.silva216@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Itaquera - FATEC Itaquera

1. INTRODUÇÃO

Os dados solarimétricos de uma região permite determinar o potencial de conversão da radiação solar incidente, que viabiliza melhor planejamento na hora de instalar sistemas conversores de energia solar [1]. Tais dados podem ser acessados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (<https://portal.inmet.gov.br/>), porém para a cidade de São Paulo, somente duas estações automáticas disponibilizam sobre radiação solar.

Observando esta lacuna de dados, um radiômetro de *LEDS* foi desenvolvido com o intuito de coletar informações em tempo real sobre frações do espectro eletromagnético da luz visível [2]. Os dados coletados referem-se à intensidade da energia gerada quando os fótons da luz solar são convertidos em corrente elétrica, passíveis de medição em um circuito amplificador apropriado.

Os dados gerados referem-se séries temporais sobre corrente elétrica produzida por leds de cores azul (cujo comprimento de onda esta na faixa de 460-465 nm), verde (567-570 nm), amarelo (588-590 nm), vermelho (600-635 nm) e devem ser guardados em um cartão físico e também em um banco de dados.

Diante do exposto o objetivo principal desta atividade de iniciação científica foi desenvolver uma interface *web* que garanta armazenamento otimizado e leitura facilitada de um radiômetro em teste.

2. METODOLOGIA E MATERIAIS

O radiômetro foi desenvolvido com base no efeito fotoelétrico e as propriedades semicondutoras dos componentes de diodos emissores de luz (LEDs) [3]. Os fótons possuem uma energia determinada pela Lei de Planck, e quando esse fóton incide sobre um material e sua energia excede a função trabalho do receptor ocorre a liberação de elétrons [4]. Em semicondutores, quando o elétron se desprende do átomo, ele se move livremente e pode ser conduzido por campos elétricos na dianteira e traseira do elemento [5]. Cada LED é feito de um material semicondutor específico, que quando excitado emite luz com cores correspondentes, além de possuir uma lente de encapsulamento usada como proteção e que também pode ser associada a outros materiais para produzir a cor branca [6]. A Figura 1 mostra disposição dos LEDs numa matriz que capta a luz solar incidente:



Figura 1. Matriz de LEDs usados como sensores

Cada faixa de cor corresponde a uma fração do espectro eletromagnético da luz que é então captado por quatro LEDs associados em paralelo. Quando a luz incide sobre a matriz, cada conjunto envia uma corrente elétrica que é captada por quatro canais distintos. Estes canais dispõem de um circuito amplificador que faz a leitura da tensão gerada sobre um resistor e envia estes dados para serem salvos num cartão de memórias e também para web. Uma versão montada numa placa de ensaios pode ser vista na Figura 2:

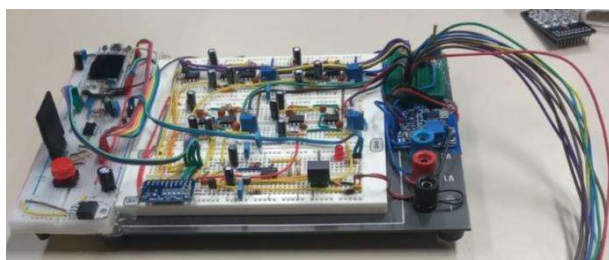


Figura 2. Circuito experimental do radiômetro de LEDs montado numa placa de ensaios

No que diz respeito à *interface* desenvolvida, o sistema *web* possui um *API* com o padrão de arquitetura *RESTful* e foi desenvolvido utilizando o framework *Laravel* para *PHP*, com *MongoDB* como banco de dados e *VueJS* para a página no *frontend*. Para renderização dos dados armazenados em gráficos de linhas foi utilizada a biblioteca *Chart.js* do *Javascript*.

3. RESULTADOS

O radiômetro foi testado previamente num ambiente controlado do laboratório, a fim de identificar a relação entre a corrente produzida em função e os dados produzidos indicam uma boa correlação entre as variáveis analisadas, como pode ser visto na Figura 3:

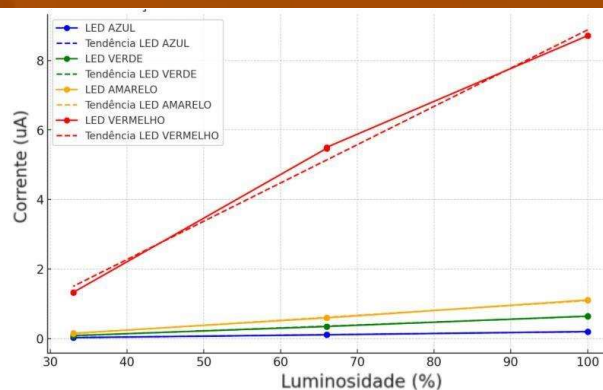


Figura 3. Relação entre corrente elétrica e intensidade luminosa incidente

As medições posteriores em condições reais com o radiômetro foram realizadas com até uma hora de duração e nesse período medições manuais das leituras de um radiômetro convencional foram anotadas em paralelo com o radiômetro de LED operando e salvando seus registros no *microSD*. A cada término de coleta, o arquivo de texto resultante foi extraído para processar os dados e criar um gráfico para visualizar e comparar com o radiômetro convencional para verificar se as curvas de medição tinham similaridades. A Tabela 1 mostra uma imagem com a representação das séries temporais geradas em um período de análise:

Tabela 1. Exemplo dados gerados em uma aquisição.

Hora	Led Vermelho		Led Verde		Led Azul		Led Amarelo	
	Tensão (mV)	Corrente (uA)	Tensão (mV)	Corrente (uA)	Tensão (mV)	Corrente (uA)	Tensão (mV)	Corrente (uA)
14:10:00	16	4,848	212	2,650	151	1,888	383	4,788
14:10:01	18	5,455	212	2,650	149	1,863	383	4,788
14:10:02	18	5,455	212	2,650	148	1,850	380	4,750
14:10:03	18	5,455	212	2,650	147	1,838	383	4,788
14:10:04	17	5,152	212	2,650	147	1,838	384	4,800
14:10:05	17	5,152	213	2,663	142	1,775	380	4,750
14:10:06	18	5,455	213	2,663	146	1,825	385	4,813
14:10:07	18	5,455	213	2,663	145	1,813	385	4,813
14:10:08	15	4,545	213	2,663	145	1,813	384	4,800

Os resultados alcançados com o radiômetro foram satisfatórios, uma vez que ele é bastante sensível às variações de intensidade da luz solar, como pode ser observado na tabela acima onde os dados foram adquiridos com um intervalo de tempo de um segundo. Por outro lado, como o hardware está montado numa placa de testes, foi possível identificar a sensibilidade do circuito para a exposição direta com o Sol por períodos prolongados, bem como eventuais problemas como mau contato das ligações feitas por fios na placa.

O próximo passo foi idealizar um banco de dados não relacional que permitisse

armazenar os valores registrados pelos LEDs e calcular os demais dados.

Para dispor as coletas, um sistema *web* em *Laravel* e *VueJS* foi criado, com uma *API* que envia a coleta para a base em MongoDB e disponibiliza-os sob demanda para renderizar gráficos. Após a implementação da aplicação *web*, o código no radiômetro foi alterado para realizar uma requisição a cada captura de valores, contendo a tensão gerada por cada faixa de LED, que alimentou o banco de dados. Ao abrir a página do site, sistema solicita via *API* as informações armazenadas e desenha um gráfico de linhas de acordo com o dia de coletas mais recente e permite criar novos a partir de dias armazenados e intervalos de horas específicos. A interface, bem o o gráfico gerado pode ser visto na Figura 4 abaixo:

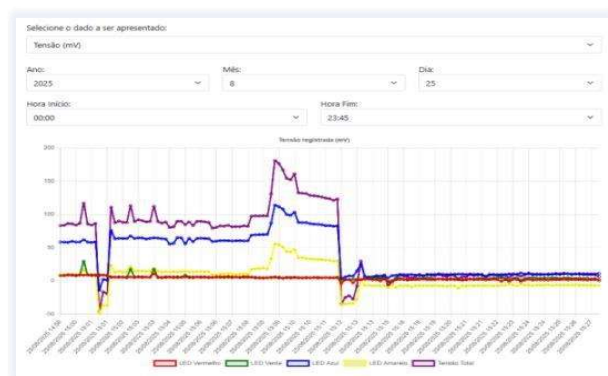


Figura 4. Gráfico gerado pela aplicação *web*.

4. CONCLUSÕES

Como o desenvolvimento destas atividades foi evidenciado que é possível realizar medições da intensidade da radiação solar com um equipamento montado com componentes eletrônicos simples e baratos o que torna o projeto acessível a ser replicado. Outro fator de destaque são as ferramentas gratuitas disponíveis para se desenvolver aplicativos que podem ser integrados remotamente com sensores diversos: aqui foi usado o LED, mas é possível facilmente integrar outros sensores para medir temperatura, precipitação, gases do efeito estufa, entre outros.

O sistema é integrado remotamente e permite expansão para atender outros sensores ambientais para explorar ao máximo seu potencial para coleta automatizada de informações. A forma de exposição dos dados de outras variáveis podem obedecer aos mesmos critérios usados para a visualização dos dados sobre a radiação solar.

Para a continuidade do projeto recomenda-se que seja feita a migração de todos os componentes eletrônicos para um circuito impresso e também seja desenvolvido um invólucro para proteger os componentes da radiação direta e outras intempéries do clima.

REFERÊNCIAS

- [1.] HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Belico dos. *Energia e Meio Ambiente: Tradução da 5ª edição norte americana*. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- [2.] HECHT, E. *Óptica*. Segunda Edição, Lisboa, Portugal, Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.
- [3.] HAAG, Rafael, *Desenvolvimento de um Radiômetro Espectral e Metodologia para Caracterização do Espectro Solar*. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007
- [4.] EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. *Física Quântica: Átomos Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas*. 35ª reimpressão, Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 1979
- [5.] VALADARES, Eduardo de Campos; MOREIRA, Alysso Magalhães. *Ensinando Física moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 121–135, 1998
- [6.] KALOGIROU, Soteris A. *Engenharia de Energia Solar: Processos e Sistemas*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

AGRADECIMENTOS

¹ Aluno de IC bolsista do CNPq.

À instituição FATEC Itaquera pela disponibilidade de salas e espaço para execução do projeto.