

## RASTREADOR SOLAR PARA SISTEMA DE CONCENTRAÇÃO POR REFLEXÃO PARA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

José F. Moreira<sup>1</sup>; Felipe B. Silva<sup>2</sup>; Rafael F. C. Neves<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente trabalho consiste na construção e teste de um rastreador solar automatizado que será aplicado em um sistema de concentração solar para obtenção de energia elétrica. O rastreador será aplicado ao concentrador para que este possa se manter direcionado para a máxima incidência solar durante todo o dia. Este processo será gerenciado pela plataforma de prototipagem Arduino analisando dados dos sensores de luminosidades LDR para determinar a melhor posição.

*Palavras-chave:* Energia Solar; Concentrador; Solar track.

### 1. INTRODUÇÃO

No atual cenário de produção energética mundial temos uma dominância por parte das fontes provenientes de combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral e gás natural, fontes que são extremamente poluentes ao meio ambiente além de se tratarem de energias não renováveis. Tais aspectos da matriz atual suscitam uma busca por fontes renováveis de produção energética, sendo possível notar grande potencial na energia solar[1]. O sol nos proporciona duas principais maneiras de aproveitar sua energia. A primeira é a fotovoltaica que utiliza a própria energia dos fótons para produzir eletricidade e a segunda é o aproveitamento do calor proveniente de sua radiação[2].

Este projeto tem como objetivo utilizar a tecnologia de foco linear que se baseia na reorientação da radiação solar direta através de um sistema de concentração por reflexão, para um receptor linear situado na linha focal do sistema. O fluido de trabalho, que circula dentro desse receptor linear é aquecido e assim ocorre a transformação da radiação solar em energia térmica. O intuito é aproveitar esse movimento do líquido para geração de energia elétrica. Para otimizar ao máximo o aproveitamento da incidência solar, o projeto contará com uma automação para ajustar a inclinação do protótipo durante o dia, buscando fazer com que os raios solares incidam o mais perpendicular possível ao equipamento.

<sup>1</sup>Bolsista IFSOLAR, IFSULDEMINAS – Campus Poços de Caldas. E-mail: jose.moreira@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

<sup>2</sup>Co-autor, IFSULDEMINAS – Campus Poços de Caldas. E-mail: felipe.silva@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

<sup>3</sup>Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Poços de Caldas. E-mail: rafael.neves@ifsuldeminas.edu.br.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O rendimento global de um concentrador solar,  $\eta$ , é a relação entre a potência térmica útil  $P_{\text{útil}}$  e a potência procedente do Sol,  $P_{\text{solar}}$

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{solar}}} \quad [1]$$

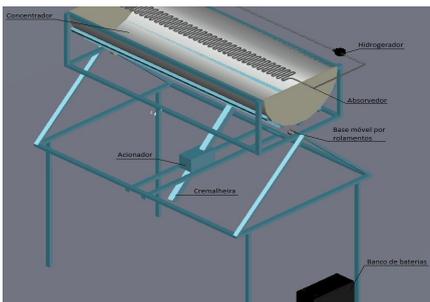
A potência solar  $P_{\text{solar}} = AI$  é a relação entre a área útil do concentrador,  $A$ , e da irradiação solar,  $I$ . Em regime de estado estacionário, a potência útil é dada por  $P_{\text{útil}} = P_{\text{absorvida}} - P_{\text{perdida}}$ , onde  $P_{\text{absorvida}}$  é a energia por unidade de tempo absorvida pelo concentrador e  $P_{\text{perdida}}$  é energia por unidade tempo perdida para o ambiente[3]. Porém, devido a questões de geometria, óptica do concentrador e às propriedades dos materiais envolvidos, existem perdas energéticas de modo que é associado a essas perdas um fator óptico correção  $\eta_{\text{opt}}$  que corrige esses efeitos de modo que:

$$P_{\text{absorvida}} = \eta_{\text{opt}} \cdot P_{\text{solar}} \quad [2]$$

Existem outras perdas térmicas relacionadas à diferença da temperatura ambiente ( $T_{\infty}$ ) e a temperatura do coletor ( $T_A$ ). As perdas do coletor também estão ligadas proporcionalmente à área de intercâmbio desta energia, isso é, a área absorvente  $A_A$ . Esse conjunto de fatores geram um coeficiente global de perdas do receptor,  $U_L$ , Assim:

$$P_{\text{perdida}} = U_L \cdot A_A \cdot (T_A - T_{\infty}) \quad [3]$$

## 3. MATERIAL E MÉTODOS



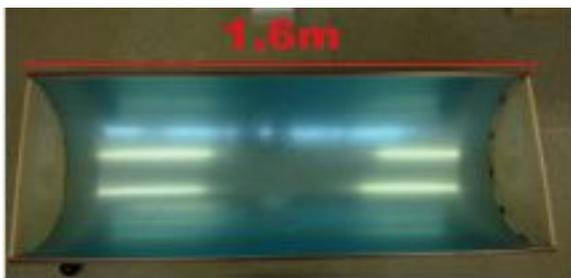
O protótipo inicialmente engendrado é constituído por sete partes: base, concentrador[4], acionador, absorvedor, gerador, banco de baterias e a parte de automação. O concentrador, o absorvedor, o hidrogênio e o banco de baterias podem ser visualizados na Figura 1.

**Figura 1:** Exemplo em desenho 3D do concentrador, do absorvedor, gerador e banco de baterias, com ênfase no detalhe no gerador

A parte autônoma, objeto deste trabalho, é comandada pela plataforma de prototipagem Arduino. Ela recebe informações dos sensores com resistência variável à luz (LDR) e a partir da análise das informações coletadas determina o movimento que o acionador fará buscando a melhor posição em relação ao sol durante o dia maximizando a incidência perpendicular dos raios solares.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

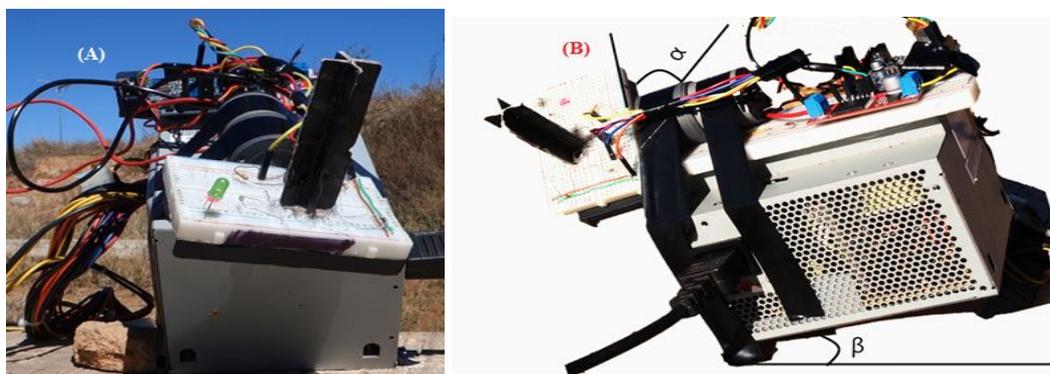
Atualmente contamos com parte do projeto já construída (o concentrador com a chapa de alumínio) como pode ser observado na Figura 2.



Este trabalho apresenta a construção e teste da parte autônoma composta pela placa de prototipagem Arduino, sensores com resistência variável pela luz (LDR) e resistores. Usou-se 4 LDRs e 4 resistores de 100 ohms para serem distribuídos em cada vértice superior do concentrador.

**Figura 2:** Vista superior do concentrador

O dado de entrada do algoritmo é medida no nó entre o LDR e o resistor obtendo o valor por meio de um divisor de tensão. A parte lógica, desenvolvida em linguagem C, que roda no microcontrolador do Arduino faz, periodicamente, a coleta de N valores de tensão de cada LDR durante alguns segundos e a partir deles, respeitando uma margem de erro de 10%, determina com cálculo de média simples o lado com maior incidência de luz. Com essa informação faz-se simplesmente determinar o sentido de movimento do acionador para inclinar o concentrador de maneira que todos os sensores apresentem valores aproximados dentro da margem de erro.



**Figura 3:** Protótipo do rastreador solar desenvolvido. (A) Vista frontal. (B) Vista lateral com  $\beta$  sendo o ângulo de inclinação do sistema e  $\alpha$  o ângulo com a superfície superior do protótipo.

O motor DC trabalha junto de um *driver*, VNH2SP30, com a função de controlar a velocidade e direção de rotação do motor, alimentado externamente com 12V e estimulado por sinais gerados pelo Arduino. Testes com ênfase na parte autônoma foram realizados em ambiente real e seus resultados foram comparados ao dados fornecidos pela carta solar, neste caso, de Poços de Caldas. Fisicamente, os sensores sobre uma protoboard, foram dispostos no eixo do motor DC, que por sua vez foi apontado para a direção norte. A Tabela 1 compara os valores de ângulo

azimute, medido em relação ao norte, observados na carta solar de Poços de Caldas com a angulação da base dos sensores com a superfície do sistema, medidos por método de filmagem e registrados a cada 30 min.

**Tabela 1:** Comparação entre o ângulo de Azimute solar e ângulo de inclinação dos sensores com a horizontal.

Hora	Azimute solar (graus)	Ângulo com a superfície (graus)	Hora	Azimute solar (graus)	Ângulo com a superfície (graus)
10h30	35	107	13h30	-37	63.1
11h00	23	99	14h00	-48	51.3
11h30	12	98.4	14h30	-55	42.2
12h00	0	87	15h00	-60	37.1
12h30	-12	75.4	15h30	-65	28.6
13h00	-25	64.8			

## 5. CONCLUSÕES

Foi possível constatar que o sistema de rastreamento solar está funcionando adequadamente devido à correta relação entre a posição ótima dos sensores e a posição solar. O sistema será implementado no concentrador solar, utilizando uma automação de custo acessível.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições FAPEMIG, IFSULDEMINAS, CNPq e CAPES, DME Distribuição S/A e a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL pela colaboração e financiamento do projeto que permitiu este estudo.

## REFERÊNCIAS

- [1] RITCHIE, Hannah. Energy Production & Changing Energy Sources. 2015. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/energy-production-and-changing-energy-sources>>. Acesso em: 11 de julho de 2018
- [2] SIMÕES MOREIRA, José Roberto. Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 2 p.
- [3] PONNIRAN, Asmarashid; HASHIM, Ammar; JORET, Ariffuddin. **A Design of Low Power Single Axis Solar Tracking System Regardless of Motor Speed**. International Journal of Integrated Engineering v.3 n.3 p. 5–10 , 2011.
- [4] SOUZA FILHO, José Ribeiro. Projeto, construção e levantamento de desempenho de um concentrador solar cilindro parabólico com mecanismo automático de rastreamento solar. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/JOSERSF.pdf>> Acesso em: 17 de julho de 2018.