

RSR2: RADIÔMETRO COM SOMBREADOR GIRATÓRIO (ROTATING SHADOWBAND RADIOMETER)

O Radiômetro com Sombreador Giratório (*RSR: Rotating Shadowband Radiometer*) da Irradiance, Inc. oferece medições locais precisas e confiáveis de radiação solar global, difusa e direta para avaliação do recurso solar, monitoramento, medição e avaliação de sistemas de geração de energia a partir da fonte solar, e em física da atmosfera para quantificar transferência de energia radiativa em pesquisa de balanço de energia global.

O uso de uma estação de medição de irradiância solar no solo é a maneira mais exata de avaliar a quantidade de energia solar disponível em um local. Enquanto que dados provenientes e derivados de satélite e através de outros métodos de interpolação podem ser apropriados em alguns casos, mas somente medições de irradiância no local são exatas e confiáveis para muitas aplicações, particularmente aquelas que requerem grandes investimentos.

A energia solar chega à superfície terrestre através de dois caminhos: irradiância direta normal do "disco" do Sol e irradiância difusa do céu. Enquanto que é relativamente fácil medir a combinação total dessas duas "componentes", a medição exata da irradiância direta e difusa individualmente tem sido historicamente caro e problemático até o surgimento do RSR da Irradiance, Inc.

A necessidade de medição exata da irradiância direta normal em particular é de importância crítica para tecnologias solar de grande escala com seguidor solar e sistema de concentração.

O RSR2 da Irradiance, Inc. é um instrumento aprimorado de segunda geração baseado no instrumento da Ascension Technology produzido na década de 1990 e operado em mais de 150 locais nos EUA, Brasil, México, Paquistão, Bahrein, Marrocos, Espanha, Grécia, Rússia, Costa Rica, África do Sul, e

Índia. Este reforçado sistema integrado é de fácil instalação e operação, e na maioria dos casos requer pouca manutenção de rotina.

A unidade principal do sensor RSR2 inclui um sombreador giratório que momentaneamente projeta uma sombra sobre um piranômetro fotodiodo de silício. O algoritmo de reconhecimento de padrão patenteado proprietário da Irradiance usa os dados adquiridos durante a passagem da sombra para determinar a irradiância direta normal e difusa horizontal. Um sensor de temperatura do ar ambiente com um escudo de radiação é incluído para fazer pequenas correções de temperatura do sinal fotodiodo.

A unidade de controle do RSR2 inclui um sistema de controle, sistema de aquisição de dados da Campbell Scientific, um controlador do motor do sombreador e um gerador de energia fotovoltaico. Existem várias opções para recuperação dos dados via rede.

Outros sensores podem ser facilmente adicionados e configurados com a unidade de controle do RSR2 para medir parâmetros adicionais, como meteorológicos ou desempenho do sistema solar de geração de energia.



Figura 1: Unidade principal do RSR2 da Irradiance e sistema de medição do recurso solar.

A Figura 1 mostra o piranômetro, sombreador giratório e invólucro do motor da unidade principal do sistema RSR2 montados acima do compartimento do sistema de aquisição de dados e controle. Nesta configuração, o instrumento pode ser facilmente instalado no chão ou em laje com uma bandeja de lastro. Ele também pode ser instalado verticalmente em qualquer tubo de 1,65" de diâmetro ou outro sistema de fixação, como tripé.

ESPECIFICAÇÕES

O desenho do RSR2 incorpora importantes aprimoramentos em exatidão e segurança mecânica decorrentes de pesquisa colaborativa no Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL) dos EUA, Laboratório Nacional Sandia, Laboratório de Monitoramento Solar da Universidade de Oregon e na Estação de Geração Elétrica Solar KJC de 150 MW na Califórnia. Os resultados deste estudo em cada uma das quatro instalações teste indicaram que as medições do RSR2 estavam dentro de 2% dos sistemas de medição de referência.

Unidade Principal do Radiômetro com Sombreador Rotativo: Piranômetro Li-cor LI-200SZ, sombreador, mecanismo de comando, feixe de cabos e abraçadeira de fixação.

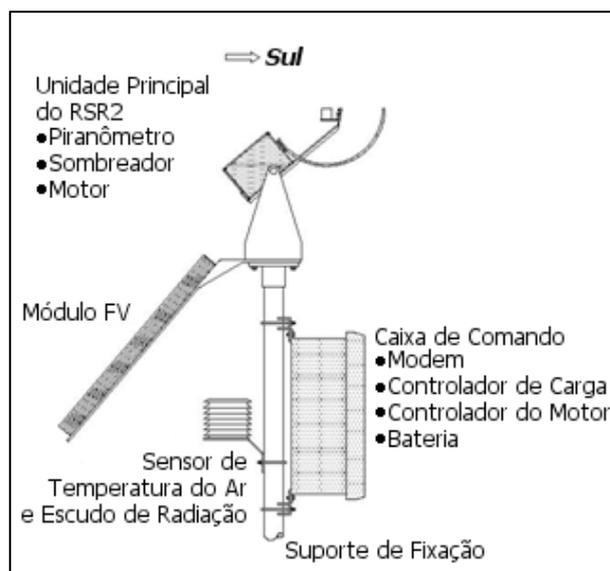
Ar Ambiente: Sensor de temperatura do ar para -5 °C a +50 °C, escudo de radiação com pratos, fixação e fixação. Opcional: Sensor de temperatura e umidade relativa do ar e barômetro.

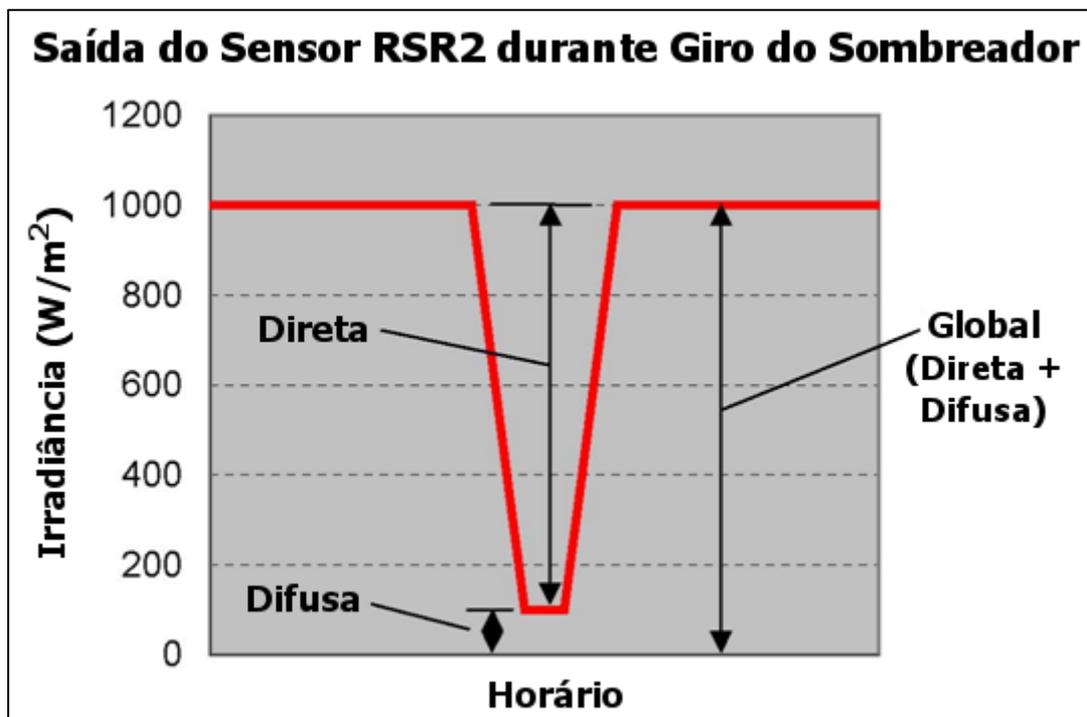
Gerador de Energia: Módulo fotovoltaico, controlador de carga e bateria.

Caixa de Comando: 50x50x30 cm em aço inox ou carbono com sistema de aquisição de dados CR1000, CR800 ou CR300 da Campbell Scientific e controlador do motor da unidade principal.

Programa RSR2 da Irradiance: Licença de uso do programa para código Campbell CRBasic para controlar o RSR2 e determinar irradiância global, difusa e direta e temperatura do ar ambiente.

Sistema de Fixação: Tubo suporte com flanges para aparafusar em superfícies planas, opcional sistema de bandeja de lastro para fixação em laje, ou tripé para montagem em solo.





O RSR2 da Irradiance usa um único sensor de luz (piranômetro) para medir a irradiância global e difusa, permitindo uma derivação exata da irradiância direta. Esses termos estão relacionados na equação:

$$\text{Global} = \text{Direta} \times \cos(\text{ângulo zenital}) + \text{Difusa}$$

Onde:

- **Global** é a irradiância total incidente em uma superfície horizontal.
- **Direta** é o raio direto ou a irradiância direta normal vinda do disco do Sol.
- **Difusa** é a irradiância proveniente de todo o céu incidente em uma superfície horizontal.
- **Ângulo Zenital** é o ângulo formado entre os raios do Sol e a vertical local (Zênite).

O gráfico ilustra medições durante um único giro do sombreador em um dia sem nuvens. O sombreador move sobre o sensor uma vez por minuto, levando aproximadamente um segundo para este movimento. Durante este período, o sinal do sensor é amostrado 1000 vezes. As menores leituras no meio do gráfico ocorrem quando o sensor está totalmente sombreado do Sol pelo sombreador, e neste ponto o instrumento lê só a irradiância difusa. Um fluxo de dados de elevada taxa de amostragem é processado para determinar a queda no sinal conforme a sombra passa por cima do sensor, que é igual a irradiância direta vezes o cosseno do ângulo zenital. O ângulo zenital é derivado de um cálculo independente usando a latitude, longitude e horário do instrumento. A irradiância global é medida só quando o sensor não está sombreado.

Estudos do Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL) dos EUA mostram que o instrumento RSR2 relata valores dentro de 2% em comparação a medições de instrumentos de referência em tentativas de comparação em quatro estações de referência.