

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE CIENCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FISICA**

**DISCIPLINA: ENERGIAS RENOVAVEIS**

**TEMA: PAINELIS SOLARES**

**DISCENTE: COME, EMILIA INES**

**DOCENTE: Dr. CUAMBA, BOAVENTURA**  
**Dr. ATAIDE**

## INDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1.OBJECTIVOS.....	1
1.2.RADIAÇÃO SOLAR.....	1
2. GERADOR FOTOVOLTAICO.....	2
2.1.BATERIAS.....	4
3. MATERIAL NECESSARIO.....	5
4. TRATAMENTO DE DADOS.....	5
5. CONCLUSÃO.....	6
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	7

## 1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento da energia gerada pelo sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor como de luz, é hoje sem dúvidas, uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos desafios do novo milénio. E quando se fala em energia deve-se lembrar que o sol é a origem de quase todas as outras fontes de energia.

É à partir da energia do sol que se dá a evaporação do ciclo das águas, que possibilita o represamento e a conseqüente geração de electricidade (hidroelectricidade). A radiação solar também induz a circulação atmosférica em larga escala, causando os ventos. O petróleo, o carvão e o gás natural foram gerados a partir de resíduos de plantas e animais que, originalmente, obtiveram a energia necessária ao seu desenvolvimento, da radiação solar.

### 1.1.OBJECTIVOS

-Determinação da curva tensão/corrente de uma célula solar.

## Resumo Teórico

### 1.2. RADIAÇÃO SOLAR

Chama-se radiação solar à emissão de energia solar para o espaço cósmico, sob forma de ondas electromagnéticas.

O sol é um gigantesco reactor nuclear que emite energia, aproximadamente como um corpo negro a uma temperatura de 6000K. A energia é emitida principalmente sob forma de radiação electromagnética, que se propaga entre os 30m de onda curta até 1 Amstrong de raios X. Contudo, a maior parte da energia solar está na região do visível e perto da região do infravermelho. O sol é responsável por uma série de fenómenos chamados actividade solar e que influenciam o ambiente terrestre.

O espectro do corpo negro da superfície do sol é modificado pela variação da temperatura ao atravessar o disco solar como consequência da atmosfera solar e linhas de absorção de Fraunhofer. A figura 1 mostra o espectro solar fora da atmosfera.

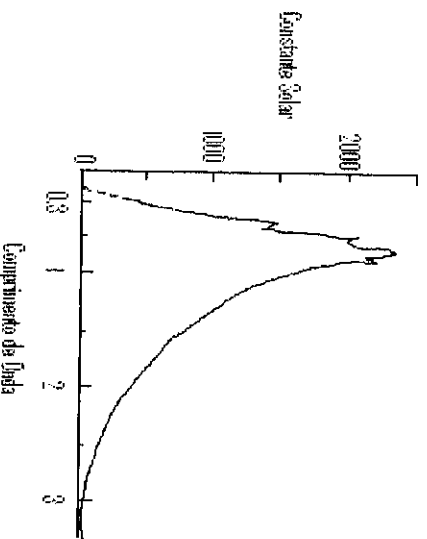


Fig. 3.1. Distribuição espectral da radiação solar fora da atmosfera terrestre.

A constante solar é definida como sendo a energia média recebida por uma superfície unitária em 1 segundo, sendo esta superfície colocada perpendicularmente à direcção de incidência de radiação solar. No espaço livre (vácuo) a meia distância entre o sol e a terra, o valor médio é de  $1.353 \text{KWm}^{-2}$ . No entanto, a radiação solar real no espaço livre, difere deste valor por  $\pm 3,35\%$ , devido às variações da distância entre o sol e terra durante o ano. Existem também flutuações na radiação emitida pelo sol, que estão na ordem de  $1,5\%$ . O espectro solar fora da atmosfera terrestre pode ser subdividido em três importantes regiões que são:

- Região ultravioleta ( $\lambda < 0.4 \mu\text{m}$ ): 9% de radiação.
- Região do visível ( $0.4 \mu\text{m} < \lambda < 0.7 \mu\text{m}$ ): 45% de radiação.
- Região infravermelha ( $\lambda > 0.7 \mu\text{m}$ ): 46% de radiação.

## 2. Gerador fotovoltaico.

### Considerações básicas.

Uma célula solar é um dispositivo concebido para converter a luz solar em energia eléctrica, através do efeito fotovoltaico. A absorção da luz nos semicondutores gera portadores de carga eléctrica que são electrões e lacunas electrónicas. Se existir um campo eléctrico, isto é, “voltagem”, dentro do semicondutor, os electrões e as lacunas movem-se em sentidos opostos e esta separação de cargas eléctricas resulta na criação da voltagem. Este é o efeito fotovoltaico.

A célula solar consiste geralmente de uma lâmina delgada de material semicondutor convenientemente dopado com impurezas doadoras e aceitadoras, no qual os transportadores livres de carga eléctrica (pares electrão – lacuna) podem ser gerados através da absorção de fótons (quanta de radiação electromagnética) de determinada energia e separados por um campo eléctrico interno.

O campo eléctrico interno estabelece-se numa região chamada junção p-n, separando dois lados da lamina delgada diferentemente dopados: Um dopado com impurezas aceitadoras (lado tipo p), e o outro, com impurezas doadoras (lado tipo n).

Quando uma célula solar é iluminada, a absorção de fótons na região da junção gera um excesso de pares electrão – lacuna. Estes pares são dissociados pelo campo eléctrico interno, dando origem a uma corrente eléctrica através da junção, chamada corrente de iluminação ou fotocorrente ( $I_f$ ).

Com base na sua característica  $I - V$ , a operação de uma célula solar ( gerador de energia eléctrica), pode descrever-se facilmente. Nesta característica estão definidos três pontos de operação da célula. No primeiro ponto ( $I_{sc}$ ), a célula funciona como uma fonte de corrente, podendo fornecer uma corrente eléctrica praticamente independente da voltagem nos seus terminais. No segundo ponto ( $V_{oc}$ ), a célula funciona como um gerador de tensão, sendo praticamente constante a voltagem nos seus terminais. Finalmente, no ponto ( $P_M$ ), a voltagem e a intensidade da corrente eléctrica, que determinam o ponto de operação da célula solar, dependem da carga conectada aos terminais da célula. Neste ponto, um aumento da voltagem nos terminais da carga corresponde a uma diminuição da corrente eléctrica no circuito.

A potência eléctrica transferida por uma célula solar para u,a carga é dada pela relação:  
 $P = V \cdot I$

Os conversores de energia em electricidade podem ser geralmente classificados em fontes de tensão e de corrente.

A equação de uma célula fotovoltaica é representada da seguinte maneira:

$$I = I_L - I_0 \{ \exp[(V+IR_s)/AK_B T] - 1 \} - (V+IR_s)/R_{SH} \quad (2)$$

Onde :

A – é uma constante própria da curva arbitrária que varia entre 1 e 5.

T - é a temperatura absoluta do painel.

V – voltagem das células.

I – corrente das células.

e – carga do electrão.

$R_s$  - resistência em série.

$K_B$  – constante de boltzman.

$I_0$  – corrente de saturação do diodo.

$I_L$  – corrente gerada pela luz.

$R_{SH}$  – resistência em paralelo.

$I_0$  é também chamado corrente de difusão. O seu valor é cerca de  $10^{-8}$  A/m<sup>2</sup> para boas células e  $10^{-7}$  A/m<sup>2</sup> para material de silício. As características eléctricas de uma terminal de células solares sob influência de condições meteorológicas variáveis (nível de irradiância, temperatura

ambiente) podem ser descritas pela sua característica I-V como mostra a fig (1.9). Esta figura ilustra três pontos significativos:

- 1° Corrente de curto circuito  $I_{sc}$ .
- 2° Voltagem do circuito aberto  $V_{oc}$ .
- 3° Ponto de potência máxima  $P_M$ .

A corrente de curto circuito ( $I_{sc}$ ) é a corrente medida na terminal da célula solar, quando a voltagem é zero; ( $V=0$ ). Onde :  $I_{sc} = I_L = KE_e$ , (3)  
Nesta equação, K é uma constante e  $E_e$  é a irradiância.

A voltagem de circuito aberto  $V_{oc}$  corresponde à queda de tensão através da junção p-n quando esta é atravessada pela luz geradora de corrente  $I_L$ , isto significa que  $I=0$ .  
Em circuito aberto, a voltagem ( $V_{oc}$ ) pode ser expressa da seguinte maneira:

$$V_{oc} = [(AK_B T)/e] \ln\{(I_L + I_0)/I_0\} = [(AK_B T)/e] \ln\{(KE_e)/I_0\} \quad (4)$$

O ponto de potência máxima,  $P_M$ , ocorre na inflexão da curva I-V. Neste ponto obtém-se a corrente óptima,  $I_M$ , e a voltagem máxima,  $V_M$ .

A potência de pico ( Peak power) é a potência óptima fornecida por uma célula a partir de uma irradiância de  $1KW/m^2$  a uma temperatura de  $25^\circ C$ .

A eficiência é dada pelo quociente entre potência eléctrica óptima ( $P_{opt}$ ) fornecida pela célula e irradiância  $E_e$  recebida a uma determinada temperatura da célula; isto é:

$$\eta = P_{opt}/AE_e, \quad (5)$$

Onde:

$$P_{opt} \text{ (Watt)} - \text{Potência óptima.} \quad E_e \text{ (W/m}^2\text{)} - \text{Irradiância.}$$

$$A \text{ (m}^2\text{)} - \text{Área da célula.}$$

O valor teórico máximo da eficiência das células solares é de 35%.

Para controlar a qualidade da célula determina-se o Fill factor (FF), pela expressão:

$$FF = V_M I_M / V_{oc} I_{sc}, \quad (6)$$

Este factor tem um valor de 0.7 para as células boas e é sempre menor que 1,0.

## 2.1 Baterias (acumuladores).

Tendo em conta que o período de insolação é limitado e, considerando que a corrente eléctrica é necessária durante a ausência do sol, surgiu a necessidade de construir elementos capazes de armazenar a tensão gerada durante o dia que são as baterias ou acumuladores. As baterias podem ser do tipo níquel-cádmio, níquel-ferro, chumbo-ácido e sódio- enxofre. Deste conjunto de

baterias, os tipos mais usados para os sistemas fotovoltaicos são as baterias de chumbo-ácido com ácido sulfúrico como electrolito e as baterias de níquel-cádmio com hidróxido de potássio como electrolito.

### **Inversores.**

As células solares são dispositivos que geram corrente contínua (DC). Tendo em conta que existem elementos que consomem apenas corrente alternada (AC), surgiu uma necessidade de construir aparelhos que têm a função de converter a corrente contínua produzida pelas células (gerador fotovoltaico) em corrente alternada que é consumida pela carga. A voltagem de uma fonte de corrente contínua é normalmente de 12, 24, 48 ou 100V, enquanto que na saída do inversor tem-se tipicamente, 110 ou 240V. A frequência de saída é de 50-60Hz. As ondas no inversor podem ter a forma quadrangular, sinusoidal ou de degraus. A eficiência dos inversores está entre 95-97%. Enquanto algum equipamento de corrente alternada, tal como uma lâmpada, opera razoavelmente com a onda de forma quadrangular, outros elementos como o motor de (AC) funcionarão com uma baixa eficiência dissipando muito calor. Isto porque, a onda quadrada apresenta variações bruscas (interrupções) que causam vibrações nos motores. Para a conversão da corrente contínua das fontes fotovoltaicas em corrente alternada foi desenvolvida a técnica de modulação do pulso. Nesta técnica, o pulso padrão é gerado desligando e ligando o interruptor na frequência que é consideravelmente alta que a frequência de saída.

### **3. Material necessário**

- Painel solar
- Voltímetro
- Amperímetro
- Cabos de conexão
- Lâmpada fluorescente ( 12 v )
- Acumulador
- Reóstato

### **4. Tratamento de Dados**

I (A)	0.76	0.70	0.66	0.63	0.58	0.49	0.37	0.32	0.28	0.27	0.25	0.22	0.21	0.20	0
V(v)	0	3.5	8.0	9.5	11	12.1	14.6	15.5	16	16.5	16.7	17	17.5	17.6	18.2
P(w)	0	2.45	5.28	5.98	6.38	5.92	5.40	4.96	4.48	4.45	4.17	3.74	3.67	3.52	0

Tabela 1 : Ilustra dados extraídos no terraço do Departamento de Física no dia 26.10.04 as 11 horas.

### **Gráfico Tensão corrente de uma célula solar**

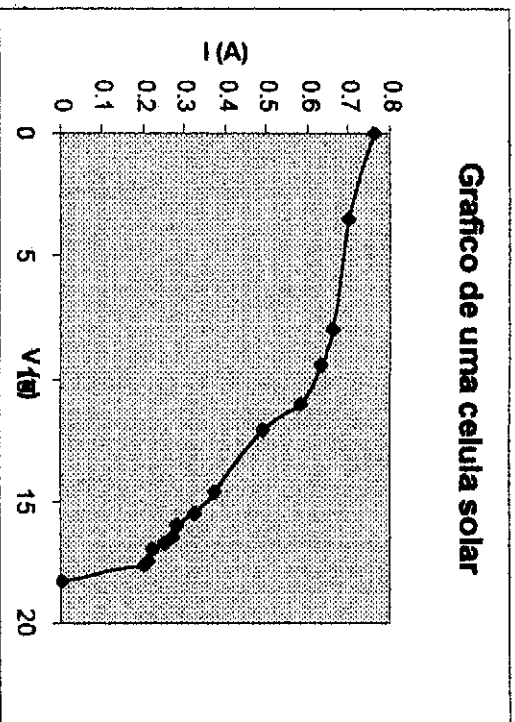


Gráfico 1: Representa os valores de uma função  $I = f(V)$  colhidos experimentalmente.

$$A = \frac{3.14 * 5^2}{2} = 39.25 \text{ cm}^2$$

$$\eta = \frac{P_{op}}{AE_0} * 100 \% = \frac{6.38}{39.25 * 114} * 100 \% = 0.14 \%$$

$$\eta = 0.14 \% * 35 = 4.99 \%$$

## 5. CONCLUSÃO

Ao variarmos a resistência, se chegarmos ao valor máximo, verifica-se que a intensidade da corrente diminui até ao seu valor mínimo e a tensão aumenta até ao seu valor máximo. Ao se observar tudo isto, a lâmpada, que nos indica que estamos perante um circuito fechado, se apaga.



## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MUEVUEI, H. Raul, Caracterização de uma estação de bombeamento de água à energia solar, Tese de licenciatura, UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE, 1998.