

1ª sessão de preparação para a EUSO2010

Características eléctricas de saída de um painel fotovoltaico



1 OBJECTIVO

Determinação e interpretação das curvas de corrente-tensão, $I(V)$, e de potência-tensão $P(V)$ características do funcionamento de um painel fotovoltaico exposto a determinadas condições de iluminação.

2 INTRODUÇÃO

Um painel fotovoltaico é uma associação de células fotovoltaicas. Quando um painel fotovoltaico (usualmente designado por painel solar) é iluminado, a energia da radiação emitida pela fonte de luz que atinge a superfície do painel é transformada numa diferença de potencial (também designada por tensão). Se o painel for ligado a um circuito esta diferença de potencial, V , é responsável pela passagem de corrente, I , no circuito. Para a caracterização do funcionamento do painel são usados gráficos de corrente-tensão, geralmente referidos por curvas $I-V$ características.

Para obter uma curva $I-V$, **fixam-se as condições de iluminação** (porquê?), liga-se o painel a diferentes resistências (habitualmente designadas por resistências de carga) e registam-se os respectivos pares de valores da tensão, V , gerada pelo painel, e da corrente, I , que o painel fornece a cada resistência. Os pares de valores obtidos representam-se depois num gráfico $I(V)$. I pode ser medida por um amperímetro (como se deve ligar o amperímetro ao circuito?) e V por um voltímetro (como se deve ligar o amperímetro ao circuito?). Um multímetro digital pode ser ajustado a cada uma destas funções (explorar como ajustar o multímetro).

Um dos pontos extremos de uma curva $I-V$ corresponde à corrente máxima que o painel fornece, na situação de curto-circuito com um amperímetro. A corrente de curto-circuito, I_{CC} , pode pois

ser medida ligando directamente um amperímetro ao painel (**ATENÇÃO: NUNCA REALIZAR ESTA OPERAÇÃO COM OUTRAS FONTES DE CORRENTE! ALGUMAS CORRENTES PODEM REPRESENTAR GRANDE PERIGO**). O outro ponto extremo da curva é a tensão máxima gerada pelo painel, em circuito aberto (ausência de carga).

Se usarmos os mesmos dados que servem traçar a curva $I-V$ característica para calcular a potência fornecida pelo painel, $P=VI$, poderemos com eles traçar uma curva $P(V)$, isto é, a taxa à qual o painel fornece energia a um circuito (neste caso à resistência), i.e.

Potência do painel = energia fornecida pelo painel / unidade de tempo.

3 PROCEDIMENTO

Material

Painel solar (com a respectiva caixa), candeeiro de secretária com lâmpada de halogénio, resistência variável, placa de montagens, multímetros, fios para ligações.

NOTA: na placa de montagens há conjuntos de 9 pontos curto-circuitados. Numa montagem estes pontos são equivalentes.



1- Ligar o candeeiro. Colocar o painel solar sobre a caixa e sob a lâmpada, a uma distância de cerca de 5 cm, por forma a que a luz incida perpendicularmente ao painel.

DURANTE A REALIZAÇÃO DA EXPERIÊNCIA NÃO DEVE ALTERAR AS POSIÇÕES DO CANDEEIRO E DO PAINEL. DEVE TAMBÉM MANTER O CANDEEIRO LIGADO ATÉ AO FINAL DA EXECUÇÃO DA EXPERIÊNCIA.

2 - Deixar a temperatura do painel estabilizar enquanto se inteira do procedimento que vai seguir. Ler este guião até ao fim.

**NÃO TOCARNA LÂMPADA DE HALOGÉNIO.
ELA VAI FICAR MUITO QUENTE!**

Medição da tensão de circuito aberto e da corrente de curto circuito

Na figura seguinte encontra os esquemas da montagem para a medição dos valores da tensão de circuito aberto, V_{CA} , e da corrente de curto circuito, I_{CC} .

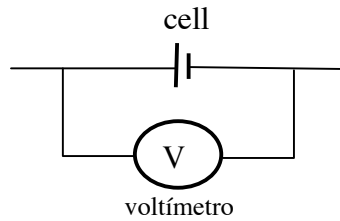


Figura 1

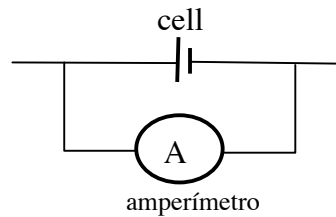


Figura 2

3 - Medir a tensão máxima (tensão de circuito aberto) ligando o multímetro aos terminais do painel solar. Ajuste-o para medir tensões contínuas e seleccione uma escala adequada. Registe o valor de V_{CA} na folha de respostas em EXP1.

4 - Medir a corrente máxima (corrente de curto circuito) ligando o multímetro à célula. Ajuste-o para medir correntes contínuas e seleccione uma escala adequada. Registe o valor de I_{CC} na folha de respostas em EXP2.

Medida da toda a gama de valores de tensão e corrente

A gama completa de valores de corrente (I) e tensão (V) será determinada usando um potenciómetro de 1000Ω para estabelecer uma carga variável.

5 - Desenhar o diagramas do circuito que permitirá medir os valores da resistência de carga e tensão e corrente na folha de respostas em DIAG1.

6 - Preparar um multímetro para medir resistências. Averiguar com o multímetro entre que terminais da caixa de resistência os valores de resistência variam quando roda o potenciómetro.

7 - Usar o diagrama DIAG1 para efectuar a montagem. Testar a montagem variando a resistência do circuito (i.e. movendo o botão do potenciómetro). Verificar se os valores de corrente e tensão se alteram. Se isso não acontecer, verificar as ligações.

8 - Recolher pares de dados de corrente e tensão para valores crescentes de resistência. Seleccionar no potenciómetro uma pequena resistência (cerca de 50Ω) e medir o primeiro par de valores que deve registar na tabela da folha de registos em EXP3. Calcular a potência correspondente a este par de valores e preencher a coluna correspondente da mesma tabela.

Um aspecto importante da realização da experiência é os valores recolhidos serem suficientes para definir as curvas I - V e P - V . Assim, ao aumentar a resistência, os incrementos na tensão não deverão ser superiores a $0,5 \text{ V}$ e deverão ser ainda menores (da ordem dos $0,2 \text{ V}$) na região de inflexão da potência (região onde a potência passa de crescente a decrescente).

9 - Tendo em conta o aspecto acima referido, vá registando os valores de V e I (medidos) e de P (calculado) na tabela da folha de registos em EXP4 até atingir uma tensão cerca de $0,5 \text{ V}$ inferior a V_{CA} .

4. ANÁLISE

10 - Fazer o gráfico da corrente (I) em função da tensão (V) em EXP4. Representar também no gráfico a tensão de circuito aberto e a corrente de curto circuito.

11 - Obter uma curva I - V suave .

12 - Fazer o gráfico da potência (P) em função da tensão (V) no papel para gráficos fornecido em EXP5. Obter uma curva P - V suave.

13 - A partir do gráfico em EXP5 determinar a máxima potência de saída da célula. Registrar a potência máxima na folha de respostas em EXP6.

14 - Indicar no gráfico traçado em EXP4.4 o ponto correspondente à potência máxima.

15 - A potência dissipada por efeito de Joule numa resistência percorrida pela corrente I é $P_R=RI^2$. Como se relacionam a potência gerada pelo painel e a potência dissipada na resistência? Responder em EXP4.7.

16 - Para as condições de iluminação utilizadas, determinar o valor da carga para a qual o painel opera gerando a potência máxima. Registrar o cálculo em EXP8.

17 - É habitual indicar o valor de uma grandeza denominada factor de preenchimento, FF , para caracterizar um painel solar (é desejável que este valor seja o mais próximo possível de 1). Esta grandeza é definida como

$$FF = \frac{P_M}{V_{AC} \times I_{CC}}$$

e representa a razão entre 2 áreas rectangulares no gráfico I-V. Indicar os rectângulos no gráfico traçado em EXP4. Porque é conveniente que FF seja o mais próximo possível de 1? Responder na folha de respostas em EXP9.

Actividade complementar à primeira sessão presencial:

A potência fornecida por um painel a um circuito, P_{for} , determina o rendimento (ou eficiência) do painel:

$$\eta = \frac{P_{for}}{P_{rad}}$$

onde P_{rad} representa a potencia da radiação que ilumina o painel. Como podemos verificar, para determinadas condições de iluminação (P_{rad} fixo), o rendimento do painel é máximo se ele estiver a funcionar nas condições de potência máxima ($P_{rad} = P_M$). Para determinar o rendimento de um painel é necessário conhecer o valor de P_{rad} da expressão. Para um painel exposto à radiação solar ele pode ser calculado tendo em conta a área do painel iluminada e os seguintes valores típicos para a potencia da radiação solar que atinge uma superfície de 1 m^2 para uma incidência perpendicular: no Verão é cerca de 1000 W/ m^2 , e no Inverno cerca de 800 W/ m^2 . Para outras fontes de radiação podem ser usados valores inferidos da calibração do painel para ser usado como medidor de radiação. Esta tarefa será alvo de uma actividade a propor para complementar este trabalho.

Folha de respostas

EXP1

$V_{CA} =$

EXP2

$I_{CC} =$

DIAG1

--

EXP3

V/V	I/A	P/W

EXP4
Gráfico I(V)

EXP5
Gráfico P(V)

EXP6

Potência máxima

EXP7

Relação entre a potência gerada pelo painel e a potência dissipada na resistência

EXP8

Valor da carga para a qual o painel opera gerando a potência máxima

EXP9

Factor de preenchimento