

AL 3.5 — Influência da irradiância e da ddp na potência elétrica de um painel fotovoltaico

10.º Ano

Física e Química A

3 páginas

Atividade laboratorial

Objetivo: Medir a corrente e a tensão de um painel fotovoltaico sob diferentes irradiâncias e com diferentes cargas, calcular a potência elétrica ($P = U \cdot i$) e identificar o ponto de máxima potência do painel.

Material e reagentes

- Painel fotovoltaico de pequena potência (ex.: 10–20 W, abertura $\geq 0,10 \text{ m}^2$)
- Lâmpada de mesa potente ou janela com sol (irradiação regulável por distância/obstrução)
- Pirôheliómetro ou sonda de irradiância (W/m^2) — ou ficha fornecida pelo docente
- Voltímetro, amperímetro e caixa de resistores variáveis (carga: 5–100 Ω)
- Chave, fios e régua para marcar distâncias da fonte

Normas de segurança

- Nunca curto-circuitar o painel (U de circuito aberto em V.C. danifica instrumentos de escala baixa).
- Lâmpadas incandescentes aquecem: manter distância e não tocar.
- Ligar os instrumentos com a chave aberta; conferir escalas antes de fechar.
- Trabalhar com o painel fixo — mudanças de ângulo alteram a incidência e invalidam a série.

Cuidado experimental: em toda a *Parte A* a carga e o ângulo do painel mantêm-se **fixos** — só a irradiância varia. Em toda a *Parte B* mantêm-se a irradiância e o ângulo — só a carga varia. Misturar variáveis destrói as duas conclusões.

Procedimento

(A) Influência da irradiância (carga fixa)

1. Fixar o painel perpendicular à fonte a distância constante.
2. Medir a irradiância G e, com a mesma carga, registar i e U .
3. Variar G (aproximar/afastar a fonte ou usar filtros/obstruções) em 4 níveis: 400, 600, 800 e 1000 W/m^2 .
4. Calcular $P = U \cdot i$ em cada nível e verificar a proporcionalidade $i \propto G$.

(B) Influência da ddp/carga (irradiância fixa)

5. Fixar $G = 800 \text{ W/m}^2$.
6. Variar a resistência de carga de circuito aberto até curto-circuito (5 passos).
7. Registar i e U em cada passo e calcular $P = U \cdot i$.
8. Identificar o ponto de máxima potência e explicar por que P cai dos dois lados.

Registo de dados

Tabela 1 — Parte A: influência da irradiância (carga fixa)

G (W/m ²)	i (A)	U (V)	P = U·i (W)
400	0,25	12,0	3,00
600	0,37	12,6	4,66
800	0,50	13,0	6,50
1000	0,62	13,4	8,31

$i/G \approx 0,625$ mA por W/m² em todos os pontos — a corrente é quase proporcional à irradiância; a tensão cresce muito menos (depende logaritmicamente). P cresce portanto quase linearmente com G.

Tabela 2 — Parte B: influência da carga (G = 800 W/m² fixo)

Carga	i (A)	U (V)	P = U·i (W)
Circuito aberto	0	16,0	0
Alta	0,20	12,0	2,40
Média (P _{máx})	0,40	8,0	3,20
Baixa	0,60	4,0	2,40
Curto-circuito	0,80	0	0

Os pontos seguem $U = 16,0 - 20 \cdot i$ (retângulo característico). Confirma: $16,0 - 20 \times 0,40 = 8,0$ ✓

Tratamento de resultados

(A) Proporcionalidade: $i/G = 0,63$ mA/(W/m²) constante → $i \propto G$; P (Tabela 1) quase linear: dobrar G quase dobra P (3,00 → 8,31 W entre 400 e 1000).

(B) A potência tem um **máximo** no meio da curva:

$$P_{\text{máx}} = 3,20 \text{ W em } i = 0,40 \text{ A } (U = 8,0 \text{ V})$$

Circuito aberto: U máxima mas $i = 0 \rightarrow P = 0$. Curto-circuito: i máxima mas $U = 0 \rightarrow P = 0$. O painel tem de operar junto do **ponto de máxima potência** (é o que faz o inversor MPPT).

Análise e conclusão

- 1. Porque é que a corrente segue a irradiância mas a tensão quase não varia? (Pista: a corrente vem dos fotões que chegam; a tensão, do equilíbrio interno do semicondutor.)
- 2. Explica porque é que $P = 0$ nos extremos da Tabela 2, apesar de i ou U estarem nos máximos.
- 3. O que aconteceria à Tabela 1 se, em cada medição, se mudasse também o ângulo do painel?
- 4. Calcula a potência média diária com os 4 níveis de G (25 % do tempo em cada) e compara com o valor a G médio.
- 5. Um inversor MPPT procura sempre o ponto de $P_{\text{máx}}$. Com a lei $U = 16 - 20 \cdot i$, confirma que $P_{\text{máx}}$ ocorre a $i = 0,40 \text{ A}$.
- 6. Comunica as duas conclusões da atividade (proporcionalidade i - G e existência de $P_{\text{máx}}$) numa frase cada.

Leitura dos resultados: Painel = gerador real com uma «característica» própria: a irradiância controla sobretudo a corrente ($i \propto G$) e a carga reparte a tensão ($U = \mathcal{E}_{\text{eq}} - r_{\text{eq}} \cdot i$). $P = U \cdot i$ tem máximo quando o produto é maior — a dois extremos, um dos fatores é zero.

Fontes de erro sistemático

Falha experimental	Efeito nos dados	Melhoria
Fonte não perpendicular / distância variável	G mal medido; pontos fora da proporcionalidade	fixar ângulo; medir G em cada ponto
Aquecimento da lâmpada (G instável)	dispersão em i	esperar estabilizar; leituras rápidas
Mudar carga e G ao mesmo tempo	conclusões cruzadas inválidas	seguir os protocolos A e B separadamente
Instrumentos com escala errada	leituras saturadas	conferir escalas; V.C. só com amperímetro adequado
Sombra sobre parte do painel	i muito abaixo de G esperado	inspeção visual; alisar cabos fora da área

Ligação à ficha de teoria: esta atividade executa a ficha «Painel Fotovoltaico: Irradiância, Tensão e Potência» — lá estão $P = G \cdot A \cdot \eta$ e as associações; aqui medem-se a proporcionalidade i - G e a curva $P(i)$ de um painel real.