



Ćwiczenie *Badanie baterii słonecznych w zależności od natężenia światła*

1. Uwagi wstępne

- **Baterie słoneczne można zewrzeć i nic im się nie stanie.**
- **Nie przybliżać zbyt blisko i nie trzymać długo lampki z żarówką przy powierzchni baterii słonecznych gdyż grozi to stopieniem warstwy chroniącej baterię przed czynnikami zewnętrznymi.**

2. Wstęp

Ćwiczenie polega na badaniu ogniwa fotowoltaicznego w zależności od natężenia światła. Zmiana natężenia światła będzie polegać na zmianie odległości lampy od paneli baterii słonecznej.

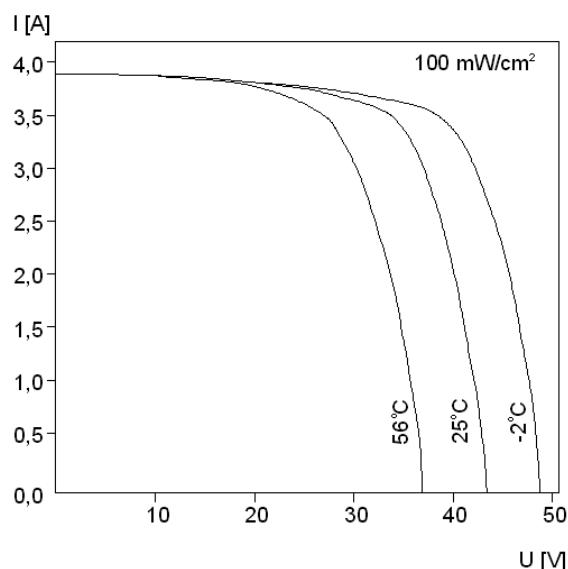
3. Opis teoretyczny

Ogniwa fotowoltaiczne wykorzystują efekt fotoelektryczny wewnętrzny do generacji energii elektrycznej prądu stałego. Efekt ten polega na podwyższeniu poziomu energetycznego elektronu po przechwyceniu kwantu światła. Baterie słoneczne uznawane są za najbardziej przyjazne środowisku źródło energii. Wynika to z: braku emisji zanieczyszczeń, braku hałasu, a także praktycznie braku ujemnego wpływu na zwierzęta. Ponadto panele wytwarzane są z powszechnie dostępnych surowców, a ich pozyskanie nie wymaga ingerowania w sposób istotny w środowisko naturalne. Utylizacja takiego źródła także nie jest znaczącym problemem. Z punktu widzenia ekologii nie mają one praktycznie wad. Jedyną wadą jest to, że wyprodukowanie źródła tego typu wiąże się ze znacznym nakładem energii, a przy niskiej sprawności i krótkim czasie eksploatacji źródła, powoduje to relatywnie niewielki zysk na energii produkowanej w odniesieniu do energii włożonej w wytworzenie paneli. Wynikiem tego jest wysoka cena ogniw i problemy ze zwrotem kosztów poniesionych w elektrownię wykorzystującą baterie słoneczne.

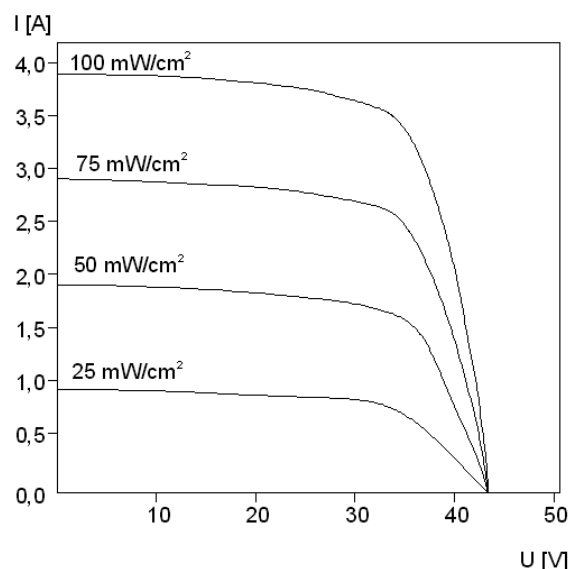
Ważnym parametrem ogniw słonecznych jest ich sprawność, która opisuje stosunek ilości energii elektrycznej, jaka zostanie wyprodukowana, do ilości energii dostarczonej do panelu przez promieniowanie elektromagnetyczne.

Sprawności różnych typów ogniw:

- Krzem monokrystaliczny – sprawności 14÷17,5%;
- Krzem polikrystaliczny – sprawności 11÷13%;
- Krzem amorficzny – sprawności 7÷10%;
- Przewodzące prąd polimery połączone z fullerenem – sprawność ok. 3%.



Rys. 1. Przykładowe charakterystyki ogniwa fotowoltaicznego dla różnych temperatur



Rys. 2 Przykładowe charakterystyki ogniwa fotowoltaicznego dla różnych wartości nasłonecznienia

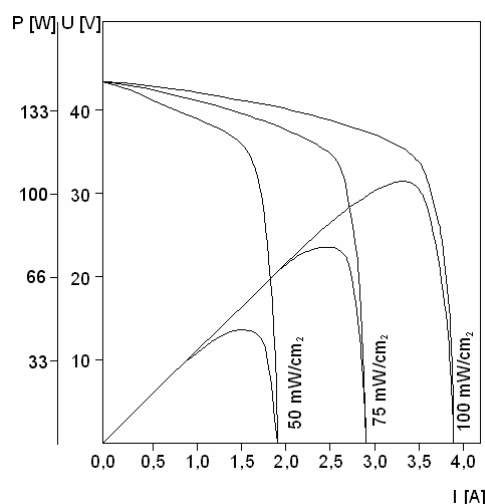
Z przedstawionych na rys. 1 i 2 wykresów można odczytać, że w części charakterystyki ogniwo zachowuje się jak ustępliwe źródło napięciowe w części zaś jak źródło prądowe. Uniemożliwia to bezpośrednie zasilanie urządzeń stałoprądowych, gdyż wymagają one w większości stałej wartości napięcia zasilania. Ponadto zauważyć warto, że wraz ze wzrostem natężenia światła padającego na ogniwo następuje niewielki wzrost napięcia rozwarcia tego źródła, a znacznie wzrasta wartość prądu zwarcia. Natomiast temperatura ma wpływ na wartość napięcia rozwarcia. Co ciekawe dla niższej temperatury napięcie rozwartego źródła jest wyższe.

Z charakterystyki U-I ogniwa wynika, że ma ono tzw. **maksymalny punkt mocy** (MPP), czyli punkt na charakterystyce U-I, w którym ogniwo produkuje najwięcej mocy przy zadanych warunkach nasłonecznienia i temperatury. Aby zwiększyć wydajność ogniwa należy obciążać je taką wartością rezystancji, dla której występuje MPP. Rezystancja ta wynosi:

$$R = \frac{U_{mpp}}{I_{mpp}} \quad (1)$$

Położenie maksymalnego punktu mocy ogniwa na charakterystyce U-I związane jest ściśle z temperaturą źródła oraz natężeniem światła, które na nie pada. Nale-

ży przy tym zauważyć, że temperatura ma większy wpływ na wartość napięcia, przy jakim MPP wystąpi, natomiast nie ma praktycznie wpływu na wartość prądu charakteryzującego optimum mocy. Zmiany natężenia światła powodują zmiany wartości prądu odbieranego, ale nie mają natomiast większego wpływu na napięcie, przy którym występuje maksimum mocy. Zostało to ukazane na rys. 3, który jest zbiorem charakterystyk elektrycznych ogniwa fotowoltaicznego dla różnych wartości natężenia światła.



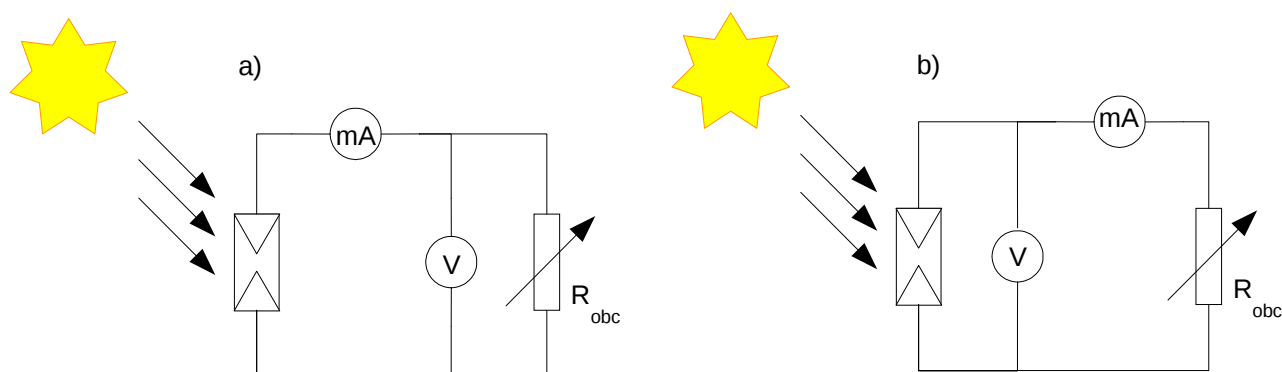
Rys. 3. Charakterystyka mocy produkowanej w zależności od nasłonecznienia

4. Wykonanie ćwiczenia

Ćwiczenie należy wykonywać po kolei według instrukcji.

a) Wybór układu pomiarowego

Przed przystąpienie do badań należy podłączyć układ według schematu *a* lub *b* (rys. 4). Wybrać jeden z nich i uzasadnić swój wybór.



Rys. 4. Schematy układów pomiarowych: a) układ poprawnie mierzonego prądu, b) układ poprawnie mierzonego napięcia

b) Wykonanie pomiarów

Należy zdjąć charakterystykę $I = f(U)$ w zależności od natężenia oświetlenia - wysokości lampki nad powierzchnią baterii słonecznych dla 4 lub 5 wysokości d (wypełniamy tabelę 1).

Tabela 1.

L.p.	$d = 5 \text{ cm}$			$d = 15 \text{ cm}$			$d = 25 \text{ cm}$			$d = 35 \text{ cm}$			$d = 45 \text{ cm}$		
	U	I	$P = U \cdot I$	U	I	$P = U \cdot I$	U	I	$P = U \cdot I$	U	I	$P = U \cdot I$	U	I	$P = U \cdot I$
1															
2															
...															
30															

Zaczynamy od wyznaczenia punktu pracy jałowej – rozwarte zaciski obciążenia (punkt A) i punktu pracy zwarciowej (punkt B). Dalej regulując rezystancję obciążenia (R_{obc}) w zakresie od 0Ω do 500Ω , z przemyślnym krokiem, notujemy około 30 punktów charakterystyki. Procedurę powtarzamy dla każdego d .

c) Wyznaczenie MPP

Z punktów wyznaczonych w czasie badania obliczamy moc $P = U \cdot I$, następnie wykreślamy charakterystykę $P = f(I)$, która pokaże położenie Punkt Mocymaxymalnej (ang. *Maximum Power Point*, w skrócie MPP).

W jednym układzie współrzędnych mają znaleźć się $P = f(U)$ oraz $U = f(I)$.

d) Obliczenie FF

Z otrzymanych danych policzymy *Filtr Factory* (FF), który wyznacza jakość baterii słonecznych. FF liczymy ze wzoru:

$$FF = \frac{P_{\text{max}}}{U_{\text{oc}} \cdot I_{\text{sc}}}, \quad (2)$$

gdzie:

P_{max} – moc maksymalna;

U_{oc} – napięcie ogniwa bez obciążenia;

I_{sc} – prąd zwarcia.

Parametr ten mieści się w zakresie od 0 do 1, gdzie $FF=1$ oznacza prostopadłość charakterystyki $U = f(I)$.

e) Wyznaczenie charakterystyki $I = f(1/d^2)$

Następnie wyznaczamy charakterystykę $I = f(1/d^2)$ przy $U = 0$ V (zwarcie). Regulując wysokość położenia źródła światła d notujemy wartość natężenia prądu zwarcia I_{zw} . Pomiar powtarzamy około 30 razy (wypełniamy tabelę 2).

Tabela 2.

L.p.	U = 0 V (zwarcie)		
	I [mA]	d	1/d ²
1			
2			
...			
30			

5. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- 1) Tabelę tytułową (nazwa i numer ćwiczenia, nazwiska i imiona wykonujących ćwiczenie, data wykonania ćwiczenia oraz data oddania sprawozdania);
- 2) Protokół z wynikami pomiarów;
- 3) Wyznaczone charakterystyki i obliczone parametry;
- 4) Wnioski i obserwacje z wykonanego ćwiczenia.

6. Literatura

- [1] Strony internetowe na temat fotowoltaiki.
- [2] Radecki Tadeusz, Andrzej Kondyba – *Przetwarzanie energii w elektrowniach słonecznych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2000, Gliwice