

## Ćwiczenie:

### WPLYW NASŁONECZNIENIA I TECHNOLOGII PRODUKCJI KRZEMOWYCH OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH NA ICH WŁASNOŚCI EKSPLOATACYJNE

#### Opis stanowiska pomiarowego

Stanowisko do wyznaczania charakterystyk prądowo – napięciowych modułów fotowoltaicznych, wykonanych w różnych technologiach, składa się z:

- modułów fotowoltaicznych z ogniw krzemowych monokrystalicznych i polikrystalicznych oraz z krzemu amorficznego, o łącznej mocy 20 W każde,
- zestawu żarówek zapewniających sztuczne oświetlenie, zastępujące światło słoneczne,
- obciążenia (opornik),
- woltomierza i amperomierza cyfrowego, luksomierza, piranometru - miernika gęstości mocy promieniowania, bezdotykowego termometru na podczerwień.

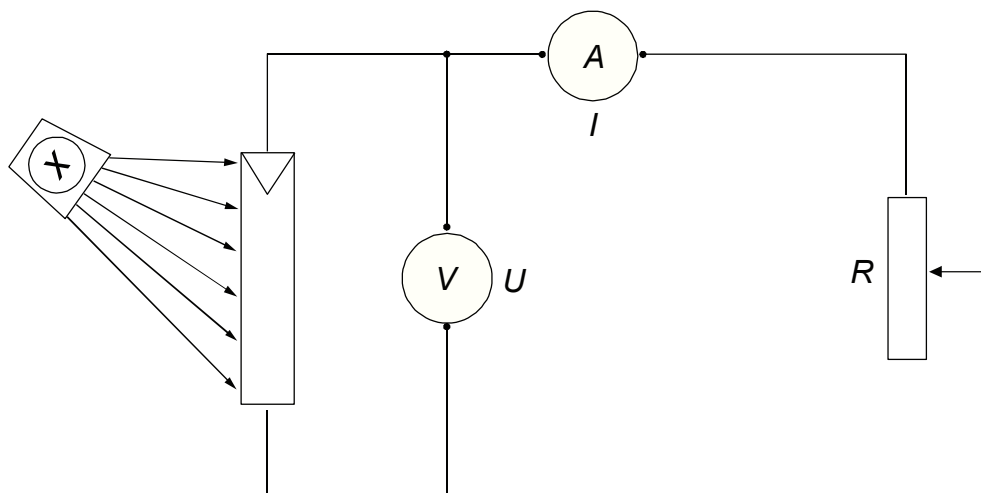
#### Przebieg ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest porównanie parametrów charakterystycznych oraz charakterystyk prądowo – napięciowych modułów fotowoltaicznych krzemowych, każdy o mocy 20 W, wykonanych w różnych technologiach (krystalicznych w wersji mono i poli, produkcji Suntech oraz - z krzemu amorficznego produkcji Shell), przy różnych wartościach gęstości mocy promieniowania (nasłonecznienia), padającego na moduł. Parametry znamionowe badanych modułów PV zestawiono w tab.1.

**Tabela 1**  
**Wybrane parametry znamionowe modułów badanych w ramach zajęć laboratoryjnych**

Dane znamionowe dla $E=1000 \text{ W/m}^2$ , $T=25 \text{ }^\circ\text{C}$ i AM=1,5 spectrum					
Moduł	Jednostka	SL / ?	Shell	Suntech	Suntech
typ	-	polikryst.	amorficz.	monokryst.	polikryst.
moc	[W]	5,00	20,00	20,00	20,00
waga	[kg]	1,00	4,10	2,50	2,50
wymiary	[mm]	zmierzyć w trakcie lab.	748x328	656x306	656x306
$I_{sc}$	[A]	0,34	1,54	1,26	1,26
$U_{oc}$	[V]	21,00	22,90	21,70	21,70

Pomiary przeprowadza się w warunkach sztucznego oświetlenia o zmiennej gęstości mocy promieniowania (o typowej temperaturze barwowej 2700 K), umieszczonego prostopadle do powierzchni badanego modułu. Układ należy połączyć zgodnie ze schematem podanym na rysunku 3.1.



Rys.3.1. Schemat pomiarowy do wyznaczania charakterystyk prądowo – napięciowych modułu fotowoltaicznego

Wykonanie badań rozpoczyna się od pomiarów napięcia ogniwa otwartego  $U_{OC}$  (przy rozwartym obwodzie obciążenia) i prądu zwarciovego  $I_{SC}$  (przy  $R=0$ ). Następnie, po ustaleniu liczby punktów pomiarowych charakterystyki, zmieniając obciążenie obwodu zewnętrznego opornikiem suwakowym/dekadowym wyznacza się charakterystykę we współrzędnych prądowo – napięciowych.

W celu uzyskania rodziny charakterystyk pomiary i obliczenia powtarza się dla różnych wartości gęstości mocy promieniowania. W warunkach laboratoryjnych zmiany wartości gęstości mocy promieniowania realizuje się przez zmianę liczby załączonych źródeł światła.

W dalszym ciągu wyznaczyć należy współrzędne  $I_M$  i  $U_M$  Punktu Mocy Maksymalnej (PMM) na charakterystyce modułu, co pozwala obliczyć jego moc maksymalną i wartość współczynnika wypełnienia oraz sprawność maksymalną.

Pomiaru gęstości mocy promieniowania padającego na moduł dokonuje się za pomocą piranometru, w  $W/m^2$ , w kilkunastu punktach modułu, zgodnie z sugestią prowadzącego zajęcia i wyznacza się wartość uśrednioną.

Analogicznie, za pomocą bezdotykowego termometru na podczerwień, dokonuje się pomiaru temperatury, wyznaczając wartość uśrednioną.

Po wyznaczeniu parametrów charakterystycznych badanych modułów (tablicach 3.1, 3.3), należy wyniki zamieścić w tablicach 3.2 i 3.4.

## Sprawozdanie z przebiegu ćwiczenia

Sprawozdanie z przebiegu ćwiczenia powinno zawierać:

- przykładowe obliczenia z pełną dyskusją jednostek (dla każdego modułu i każdej tabeli),
- wszystkie wyniki pomiarów i obliczeń (w postaci tabel 3.1 - 3.4),
- porównanie parametrów charakterystycznych poszczególnych modułów,
- wykresy charakterystyk prądowo – napięciowych  $I=f(U)$  testowanych modułów (w jednym układzie współrzędnych) dla **dwóch** różnych wartości nasłonecznienia (gęstości mocy promieniowania),
- wykresy charakterystyk mocy  $P=f(U)$  testowanych modułów (w jednym układzie współrzędnych) dla **dwóch** różnych wartości nasłonecznienia,
- wnioski.

Tablica 3.1. Warunki pracy - wyniki uzyskane z pomiarów i obliczeń (moduły: A – amorficzny, P – polikrystaliczny, M – monokrystaliczny) dla 1-ej wartości nasłonecznienia

Numer punktu pomiarowego	Gęstość mocy promieniowania E [W/m <sup>2</sup> ]			Średnia gęstość mocy promieniowania E <sub>sr</sub> [W/m <sup>2</sup> ]			Temperatura T [°C]			Średnia temperatura T [°C]		
	A	P	M	A	P	M	A	P	M	A	P	M
-												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

Tablica 3.2. Parametry - wyniki pomiarów i obliczeń dla 1-ej wartości nasłonecznienia

L.p.	Średnia gęstość mocy promieniowania E <sub>sr</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	Średnia temperatura T [°C]	Napięcie U [V]	Prąd I [A]	Moc P [W]	Współczynnik wypełnienia FF	Sprawność η [%]
<b>MODUŁ Z OGNIW MONOKRYSTALICZNYCH</b>							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
<b>MODUŁ Z OGNIW POLIKRYSTALICZNYCH</b>							
1							
2							

3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
<b>MODUŁ Z KRZEMU AMORFICZNEGO</b>						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Tablica 3.3. Warunki pracy - wyniki uzyskane z pomiarów i obliczeń (moduły: A – amorficzny, P – polikrystaliczny, M – monokrystaliczny) dla 2-jej wartości nasłonecznienia

Numer punktu pomiarowego	Gęstość mocy promieniowania E [W/m <sup>2</sup> ]			Średnia gęstość mocy promieniowania E <sub>śr</sub> [W/m <sup>2</sup> ]			Temperatura T [°C]			Średnia temperatura T [°C]		
	A	P	M	A	P	M	A	P	M	A	P	M
-												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

Tablica 3.4. Parametry - wyniki pomiarów i obliczeń dla 2-jej wartości nasłonecznienia

L.p.	Średnia gęstość mocy promieniowania E <sub>śr</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	Średnia temperatura T [°C]	Napięcie U [V]	Prąd I [A]	Moc P [W]	Współczynnik wypełnienia FF	Sprawność η [%]
<b>MODUŁ Z OGNIW MONOKRYSTALICZNYCH</b>							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
<b>MODUŁ Z OGNIW POLIKRYSTALICZNYCH</b>							
1							
2							

3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
<b>MODUŁ Z KRZEMU AMORFICZNEGO</b>						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

### Bibliografia

1. Jastrzębska G.: Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, wyd. II, Warszawa 2009.
2. Kandyda A., Rodacki T.: Przetwarzanie energii w elektrowniach słonecznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
3. Pluta Z.: Słoneczne instalacje energetyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003.
4. Sarniak M.T.: Podstawy fotowoltaiki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.