



Ćwiczenie G1

Badanie własności krzemowego modułu fotowoltaicznego

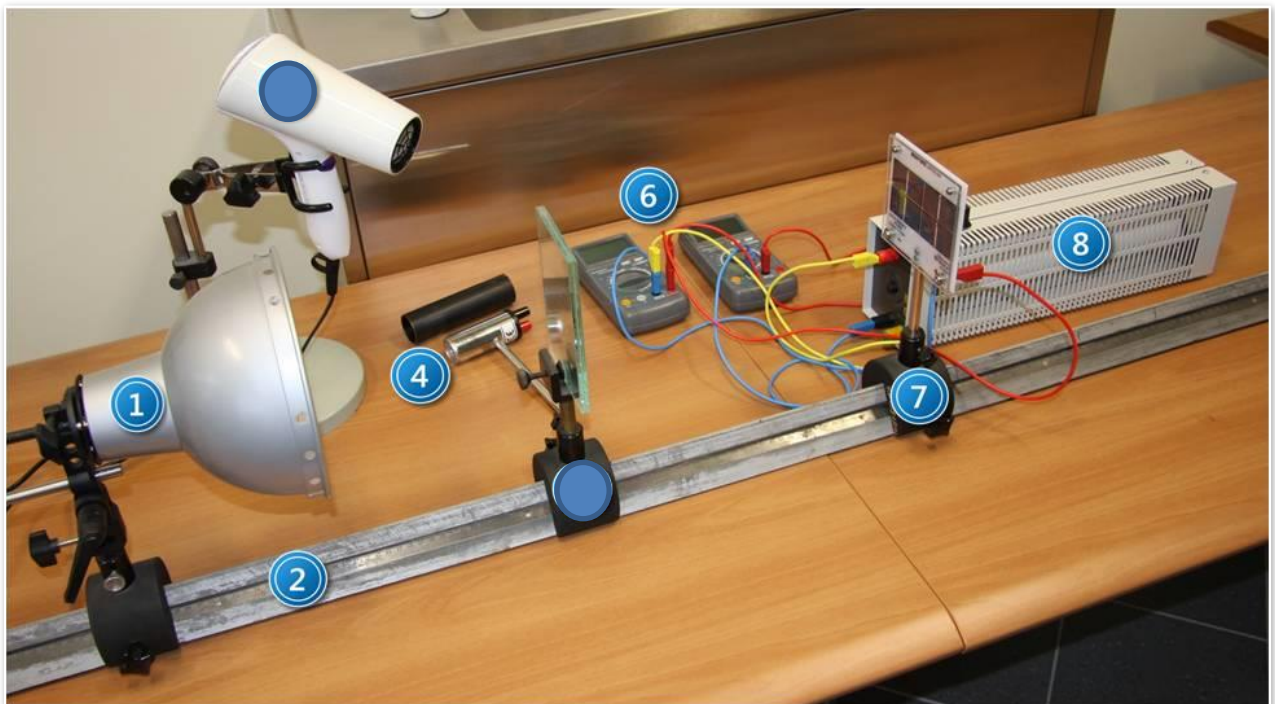


I. Zagadnienia do opracowania.

1. Budowa i zasada działania ogniwa fotowoltaicznego (ogniwa słonecznego)
2. Zasada zachowania energii
3. Półprzewodniki domieszkowane, złącze p-n
4. Promieniowanie elektromagnetyczne Słońca, stała słoneczna
5. Praca, moc, energia, natężenie oraz napięcie prądu elektrycznego
6. Pomiar temperatury i skale termometryczne

II. Zadania doświadczalne.

1. Zapoznać się z układem pomiarowym na Zdjęciu 1.



Zdjęcie 1. Stanowisko pomiarowe do badania własności modułu fotowoltaicznego: 1 – lampa żarowa; 2 – ława optyczna; 4 – czujnik natężenia promieniowania – termostost; 6 – mierniki cyfrowe (amperomierz oraz woltomierz); 7 – moduł fotowoltaiczny; 8 – rezystor suwakowy.

2. Wykonać pomiar natężenia oświetlenia za pomocą czujnika natężenia promieniowania (termostostu) w odległości 50 cm.
 - a) Podłączyć termostost do woltomierza i ustawić na ławie optycznej, prostopadle do lampy, w odległości 50 cm od lampy.



UWAGA!

Maksymalne napięcie na woltomierzu nie może przekroczyć 10 V.

- b) Po ustabilizowaniu się wskazań woltomierza (około 10 s) odczytać wartość napięcia na termostocie U_T .
- c) Obliczyć natężenie oświetlenia korzystając z zależności:

$$E = \frac{U_T}{A_T \cdot S} \quad \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (1)$$

gdzie: U_T – napięcie prądu płynącego przez termostot [V] ,
 A_T – powierzchnia termostotu [m^2], średnica $d = 2,5$ cm,
 S – czułość napięciowa, $S = 0,16$ V/W

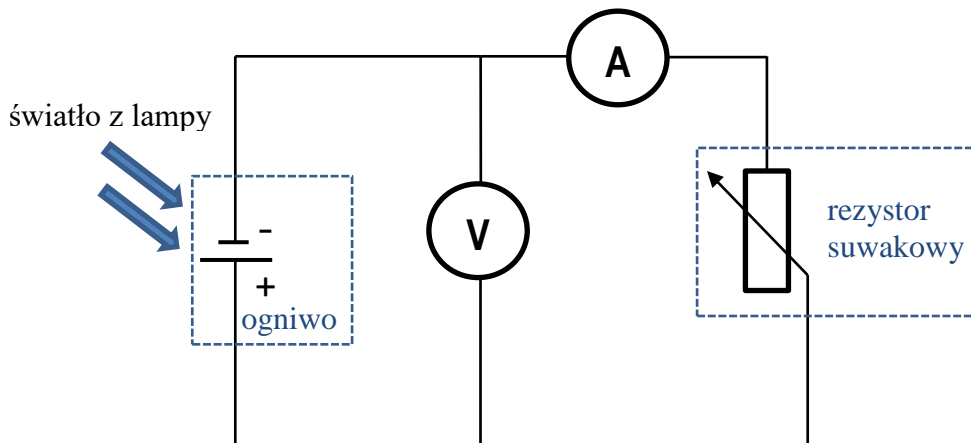
3. Wykonać pomiary charakterystyk prądowo – napięciowych ogniwa fotowoltaicznego dla odległości 50 cm od lampy.



UWAGA!

**Odległość pomiędzy lampą i modułem nie powinna być mniejsza niż 50 cm ze względu na możliwość przegrzania modułu.
 Nie dotykać modułu, ponieważ jego cienka fotoczuła warstwa może zostać łatwo uszkodzona.**

- a) Umieścić moduł fotowoltaiczny na ławie optycznej w odległości 50 cm od lampy.
 b) Podłączyć układ według schematu na Rysunku 2.



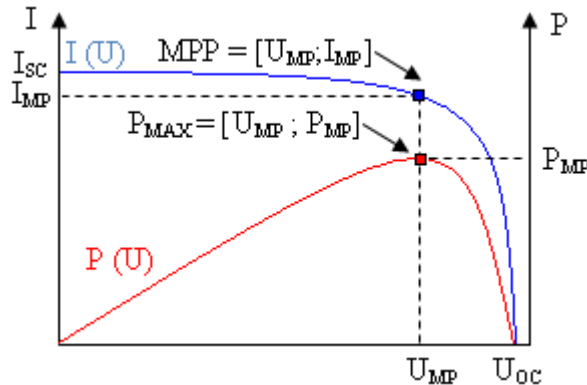
Rysunek 2. Schemat układu do pomiaru charakterystyk prądowo – napięciowych ogniwa.

- c) Zmierzyć wartość napięcia obwodu otwartego U_{oc} przy rozwartym obwodzie obciążenia ($R \rightarrow \infty$).
 d) Zmierzyć wartość prądu zwarcia I_{sc} przy zwartym obwodzie obciążenia ($R \rightarrow 0$)
 e) Nastawić minimalny opór na rezystorze suwakowym.
 f) Oświetlić moduł przy pomocy lampy i odczekać kilka minut w celu ustabilizowania się temperatury modułu.
 g) Zwiększając opór rezystora przeprowadzić serię pomiarów. Każdorazowo notować w tabeli wskazania woltomierza U i amperomierza I . W trzeciej kolumnie tabeli pomiarowej obliczyć moc $P=UI$
Odczekać za każdym razem około 30 s przed dokonaniem odczytu.

Uzyskać około 10 punktów pomiarowych. Gęstość punktów pomiarowych dobrać zgodnie z dynamiką zmian natężenia prądu. W obszarze od 0 do 1.2 V uzyskać co najmniej 5 punktów pomiarowych.

4. Wyznaczyć parametry ogniwa fotowoltaicznego.

- a) Na podstawie wyników pomiarów z tabeli pomiarowej przedstawić we wspólnym układzie współrzędnych zależności $P(U)$ oraz $I(U)$ (Rysunek 3).



Rysunek 3. Wyznaczanie punktu mocy maksymalnej (MPP).

Z przebiegu krzywej $P(U)$ określić położenie punktu maksymalnej mocy P_{MAX} .

Wyznaczony punkt, maksimum krzywej, przesunąć pionowo do krzywej $I(U)$ i wyznaczyć położenie punktu MPP podać napięcie U_{MP} oraz natężenie prądu I_{MP} w tym punkcie.

- b) Korzystając z zależności poniżej, wyznaczyć:

- maksymalną moc $P_{MP} = I_{MP} \cdot U_{MP}$ (2)

- sprawność konwersji $\eta = \frac{I_{MP} \cdot U_{MP}}{E \cdot A} \cdot 100\%$ (3)

gdzie E - natężenie oświetlenia z punktu 2, A - powierzchnia ogniwa.

- c) Określić niepewność wyznaczonej wielkości sprawności konwersji korzystając z zależności:

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = \frac{\Delta I_{MP}}{I_{MP}} + \frac{\Delta U_{MP}}{U_{MP}} + \frac{\Delta E}{E}$$

III. Zestaw przyrządów.

1. Moduł fotowoltaiczny.
2. Czujnik natężenia promieniowania – termostos.
3. Rezystor suwakowy.
4. Lampa żarowa.
5. 2 mierniki uniwersalne.
6. Ława optyczna.

IV. Literatura.

1. A. Baran – Praca magisterska „Wyznaczanie charakterystyk krzemowego modułu fotowoltaicznego”, UG, 2009.
2. E. Helbig – „Podstawy fotometrii”, WNT, Warszawa 1975.
3. H. Ibach, H. Lüth – „Fizyka ciała stałego”, PWN, Warszawa 1996.
4. G. Jastrzębska – „Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne”, WNT, 2007.
5. Z. M. Jarzębski – „Energia słoneczna: konwersja fotowoltaiczna”, PWN, Warszawa 1990.
6. C. Kittel – „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN, Warszawa 1999.
7. E. Klugman, E. Klugmann – Radziemska – „Ogniwa i moduły fotowoltaiczne oraz inne niekonwencjonalne źródła energii”, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005.
8. J.I. Pankove – „Zjawiska optyczne w półprzewodnikach”, WNT, Warszawa 1974.
9. K.W. Szalimowa – „Fizyka półprzewodników”, PWN, Warszawa 1974.
10. Podstawy fotometrii: <http://www.lepla.edu.pl/pl/modules/Activities/m29/m29-theo.htm>.
11. M. Fox – “*Optical Properties of Solid*”, Oxford University Press, Oxford 2001.
12. M.A.Green – “*Solar Cells—Operating Principles, Technology and System Applications*”, Ed. Univ.of New South Wales, Australia 1992.
13. C. Kittel – “*Introduction to Solid State Physics*”, Wiley, New York 2004.
14. Everything about Photovoltaic’s: <http://www.abc-pv.com>.
15. PHYWE Systeme GmbH & Co.KG – “*Characteristic Curves of a Solar Cell*”, Laboratory Experiments, Physics 4.1.09, 2008.