



WOJCIECH ŻYLKA¹, PIOTR PRACH², WIKTOR MAZIARZ³

Fotowoltaika w kształceniu studentów kierunków inżynierskich

Photovoltaic in the Education of Engineering Studies

¹ ORCID: 0000-0001-8896-3335, doktor inżynier, Uniwersytet Rzeszowski, Uniwersyteckie Centrum Dydaktyczne, Mikroelektroniki i Nanotechnologii, Polska

² Inżynier, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Katedra Mechatroniki i Automatyki, Polska

³ Student, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Katedra Mechatroniki i Automatyki, Polska

Streszczenie

W artykule omówiono zagadnienia dotyczące badań ogniw fotowoltaicznych oraz wpływu natężenia światła oraz temperatury otoczenia na generowane napięcie i natężenie z fotoogniw. W badaniu wykorzystano komercyjne ogniwo fotowoltaiczne i innowacyjną fotowoltaiczną szybę zespoloną.

Słowa kluczowe: badanie fotoogniw, fotowoltaika, laboratorium fotoniki

Abstract

The article discusses issues related to photovoltaic cell research and the influence of various factors such as light intensity and ambient temperature on generated voltage and photovoltaic current. During the research traditional and the innovative photovoltaic cell has been used.

Keywords: photovoltaic research, photovoltaics, photonics laboratory

Wstęp

Fotowoltanika jest jednym z działów nauki technicznej bardzo szybko rozwijających się ze względu na modne i opłacalne produkowanie własnej energii elektrycznej. Jest to dość popularna forma w zastosowaniu głównie z powodów ekologicznych, a także praktycznych (promieniowanie słoneczne jest niemal wszędzie dostępne). Wytworzenie energii elektrycznej dzięki promieniowaniu słonecznemu (energii słońca) jest możliwe przy zastosowaniu instalacji fotowoltaicznej. W ostatnich latach rozwój fotowoltaiki i jej zastosowania przebiegał na szeroką skalę. W 2007 r. skumulowana moc wszystkich paneli na całym świecie

wynosiła 6 890 MW. W ciągu zaledwie 5 lat ta moc wynosiła już 70 000 MW, a więc wzrosła 10-krotnie. Stało się tak za sprawą spadku cen produkcji paneli słonecznych oraz wsparcia władz państw, które przeznaczały duże dotacje na wdrażanie „nowej” technologii (Rashid, 2007; Panek, 2011, 69–94).

Studenci studiów inżynierskich Uniwersytetu Rzeszowskiego w ramach zajęć programowych mają możliwość zapoznania się z pracownią fotoniki wyposażoną m.in. w stanowisko do badania fotoogniw.

W artykule przedstawiono badania dwóch fotoogniw słonecznych. W pierwszej kolejności wykonano pomiary z wykorzystaniem komercyjnego fotoogniwa dla różnych natężeń światła oraz temperatury otoczenia. Następnie powtórzono badanie na fotowoltaicznej szybie zespolonej.

Wpływ natężenia światła na napięcie i natężenie prądu pozyskiwane z fotoogniwa

Podstawowym przeznaczeniem fotoogniwa jest bezpośrednia konwersja (zamiana) energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Ta energia jest uważana za najwyższą formę użytkowej energii. Ma się tutaj na myśli łatwość jej magazynowania i przesyłania na znaczne odległości, uniwersalność i wszechstronność zastosowania w codziennych potrzebach oraz w przemyśle. Ale jak to działa? Ogniwo fotowoltaiczne zbudowane jest w głównej mierze z: wafla krzemowego, ale nie amorficznego, lecz krystalicznego, dwóch warstw półprzewodnika, które tworzą złącze n-p. Na złącze to pada światło (sztuczne lub naturalne), powodując powstawanie par elektron–dziura. Dzięki wewnętrznemu polu elektrycznemu elektrony zostają przesunięte do warstwy n, a dziury do warstwy p. Rozdzielenie tych ładunków w złączu powoduje powstanie na nim różnicy potencjałów, czyli napięcia elektrycznego. Takie ogniwo jest w stanie wygenerować w zależności od oświetlenia prąd o mocy 1–6,97 W. W celu uzyskania jak najlepszej efektywności wytwarzania energii ogniwa można łączyć szeregowo (dla zwiększenia napięcia) lub równolegle (dla zwiększenia wydajności) oraz w sposób mieszany, gdzie uzyskujemy obie korzyści.

Wpływ temperatury otoczenia na napięcie i natężenie prądu pozyskiwane z fotoogniwa

Fotoogniwa narażone są na zróżnicowane warunki meteorologiczne: zmiany wilgotności, oświetlenia i temperatury. Wykorzystywane są w szerokim zakresie temperatur, od ujemnych, np. -15°C , do bardzo wysokich, około 120°C . Wzrost temperatury powoduje spadek napięcia i prądu na fotoogniwie, więc mimo dużego natężenia światła w okresie od czerwca do końca sierpnia jego wydajność jest obniżona przez wysoką temperaturę (Górecki, Krac, Iwan, Boharewicz, Tazbir, 2015).

Część badawcza

Badanie miało na celu zaobserwowanie wpływu natężenia światła na napięcie i prąd wytwarzany przez dwa różne fotoogniwa w temperaturze otoczenia wynoszącej 24–30°C oraz temperaturze 50°C.

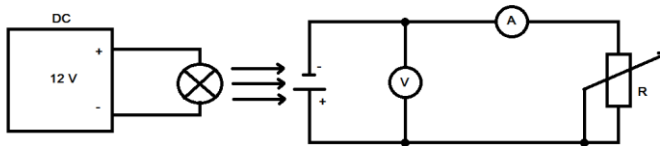
Każde z fotoogniw zostało zamocowane na specjalnie przygotowanym stojaku z źródłem światła (żarówka: $U = 12\text{ V}$; $P = 50\text{ W}$) skierowanym na nie oraz z możliwością zmiany odległości pomiędzy halogenem a fotoogniwem.



Rysunek 1. Stanowisko do badania fotoogniw

Źródło: opracowanie własne.

Następnie został połączony układ pomiarowy zgodnie ze schematem:



Rysunek 2. Układ pomiarowy przeznaczony do badania prądu i napięcia wytwarzanego przez fotoogniwo w zależności od natężenia sztucznego światła

Źródło: opracowanie własne.

Po zamontowaniu pierwszego z fotoogniw (komercyjnego) dokonany został pomiar natężenia światła dziennego padającego na badany element oraz odczyt temperatury, prądu i natężenia przy rezystancji potencjometru $R = 1107,8\ \Omega$. Następnie przy włączonym sztucznym oświetleniu oddalonym o 80 cm od fotoogniwa powtórzone zostały wymienione wcześniej czynności. Kolejne pomiary odbywały się przy zmniejszaniu odległości pomiędzy fotoogniwem a żarówką o 5 cm, aż do momentu, gdy odległość między nimi wynosiła 40 cm.



Rysunek 3. Fotoogniwo komercyjne

Źródło: opracowanie własne.

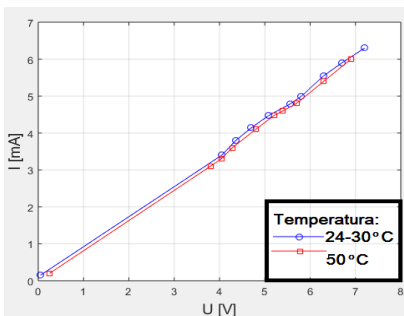
Temperatura	Nateżenie światła	Napięcie	Nateżenie prądu	Odległość fotoogniwa od źródła światła
T [C]	[Lux]	[V]	[mA]	[cm]
24	100	0.05	0.15	Z wyłączonym źródłem światła
24	390	4.05	3.4	80
25	450	4.36	3.8	75
26	520	4.7	4.14	70
26	600	5.08	4.47	65
27	640	5.55	4.78	60
27	960	5.8	4.99	55
28	1050	6.3	5.55	50
29	1500	6.7	5.9	45
30	1700	7.2	6.3	40

Rysunek 4. Zestawienie pomiarów dla fotoogniwa komercyjnego w temperaturze 24–30°C

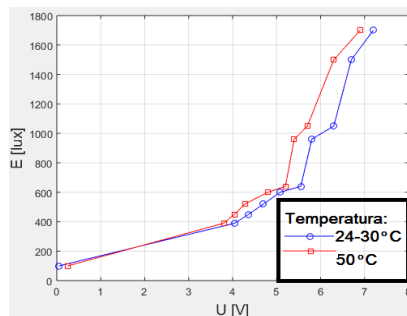
Temperatura	Nateżenie światła	Napięcie	Nateżenie prądu	Odległość fotoogniwa od źródła światła
T [C]	[Lux]	[V]	[mA]	[cm]
50	100	0.25	0.2	Z wyłączonym źródłem światła
50	390	3.8	3.1	80
50	450	4.04	3.3	75
50	520	4.28	3.6	70
50	600	4.8	4.1	65
50	640	5.2	4.47	60
50	960	5.4	4.6	55
50	1050	5.7	4.8	50
50	1500	6.3	5.4	45
50	1700	6.9	6	40

Rysunek 5. Zestawienie pomiarów dla fotoogniwa komercyjnego w temperaturze 50°C

Źródło: opracowanie własne.

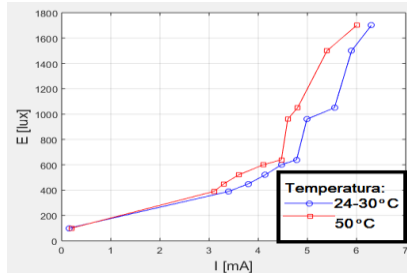


Rysunek 6. Zestawienie pomiarów dla fotoogniwa komercyjnego w temperaturze 24–30°C



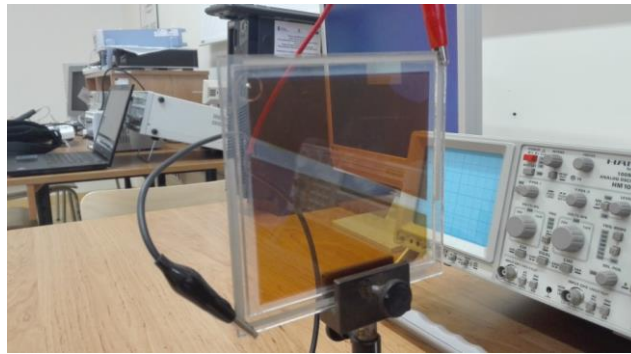
Rysunek 7. Zestawienie pomiarów dla fotoogniwa komercyjnego w temperaturze 50°C

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 8. Zależność natężenia światła od natężenia prądu dla fotoogniwa komercyjnego
 Źródło: opracowanie własne.

Następnie powtórzono badanie, zastępując klasyczne fotoogniwo fotowoltaiczną szybą zespoloną. Ze względu na bardzo małe wartości generowanego napięcia i natężenia prądu zmniejszono rezystancję potencjometru do $R = 200 \Omega$.



Rysunek 9. Fotoogniwo innowacyjne

Źródło: opracowanie własne.

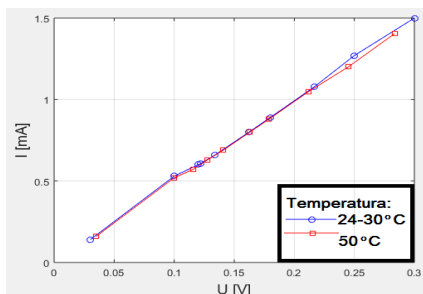
Temperatura	Natężenie światła	Napięcie	Natężenie prądu	Odległość fotoogniwa od źródła światła
[C]	[Lux]	[mV]	[mA]	[cm]
24	90	0.03	0.14	Z wyłączonym źródłem światła
24	400	0.1	0.53	80
25	450	0.12	0.6	75
25	500	0.1222	0.608	70
25	610	0.1340	0.66	65
25	800	0.1622	0.80	60
26	900	0.18	0.89	55
26	1150	0.2180	1.08	50
27	1400	0.25	1.27	45
27	1900	0.3	1.5	40

Rysunek 10. Zestawienie pomiarów dla fotowoltaicznej szyby zespolonej w temperaturze 24–30°C

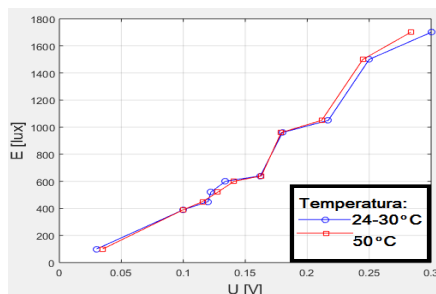
Temperatura	Natężenie światła	Napięcie	Natężenie prądu	Odległość fotoogniwa od źródła światła
[C]	[Lux]	[mV]	[mA]	[cm]
50	90	0.035	0.16	Z wyłączonym źródłem światła
50	400	0.1	0.52	80
50	450	0.1155	0.57	75
50	500	0.1278	0.63	70
50	610	0.141	0.69	65
50	800	0.163	0.8	60
50	900	0.179	0.88	55
50	1150	0.2117	1.048	50
50	1400	0.2449	1.2	45
50	1900	0.2835	1.404	40

Rysunek 11. Zestawienie pomiarów dla fotowoltaicznej szyby zespolonej w temperaturze 50°C

Źródło: opracowanie własne.

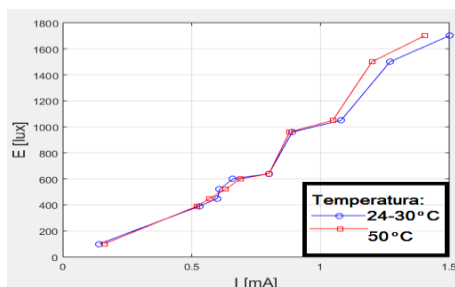


Rysunek 12. Zależność natężenia prądu od napięcia dla fotowoltaicznej szyby zespolonej



Rysunek 13. Zależność natężenia światła od napięcia dla fotowoltaicznej szyby zespolonej

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 14. Zależność natężenia światła od natężenia prądu dla fotowoltaicznej szyby zespolonej

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Wydajność pracy ogniwa fotowoltaicznego jest silnie uzależniona od warunków panujących w środowisku, w jakim się znajduje. Przeprowadzone badanie udowodniło, że wzrost temperatury przyczynia się do spadku napięcia i natężenia prądu generowanego przez fotoogniwo pomimo tych samych wartości natężenia światła. Zarówno przy temperaturze pokojowej, jak i podwyższonej do 50°C napięcie i natężenie prądu rośnie wprost proporcjonalnie do wzrostu natężenia światła.

Wykresy uzyskane dla innowacyjnego fotoogniwa udowadniają, że różnica pomiędzy wartościami uzyskanymi dla temperatury pokojowej i podwyższonej jest znacznie mniejsza od różnicy dla fotoogniwa komercyjnego.

Literatura

- Górecki, K., Krac, E., Iwan, A., Boharewicz, B., Tazbir, I. (2015). Wpływ temperatury na charakterystyki fotoogniwopolimerowego na bazie P3HT:PCBM. *Przegląd Elektrotechniczny*, 91, 9, 33–35.
- Panek, P. (2011). Fotowoltaika polska. *Elektronika*, 6, 69–94.
- Rashid, M. (2007). *Power Electronic Handbook*. Cambridge: Academic Press Elsevier.