

AGH, WIET	<i>Alternatywne Źródła Energii</i>	Kierunek: EiT
Nr ćwiczenia: 2	Temat: <i>Pomiary sprawności ogniw słonecznych w zmiennym oświetleniu oraz przy zmiennej temperaturze – praca z urządzeniem I-V Curve Tracer For Solar Cells Qualification.</i>	Ocena:
Data wykonania: 16.10.2018	Imię i nazwisko:	

1. Cele ćwiczenia

Celem wykonanego ćwiczenia było zmierzenie charakterystyk prądowo-napięciowych oraz najważniejszych parametrów dla ogniwa słonecznego. Zostało ono podzielone na dwa etapy: pomiar parametrów przy zmiennym oświetleniu oraz pomiar przy zmiennej temperaturze. W pierwszym etapie pomiary zostały dokonane dla ogniwa słonecznego nie zacienionego, po czym zakryta została 1/6 jego powierzchni. W drugim etapie zostały zbadane parametry ogniwa słonecznego w zależności od jego temperatury. Uzyskano wówczas zmiany temperatury w zakresie od 19,2 °C do 52,5 °C.

Pomiary zostały wykonane za pomocą urządzenia *I-V Curve Traser for Solar Cells Qualification*, v. 4.1.1.

2. Parametry ogniwa przed i po zacienieniu (o temp: 26,9 °C)

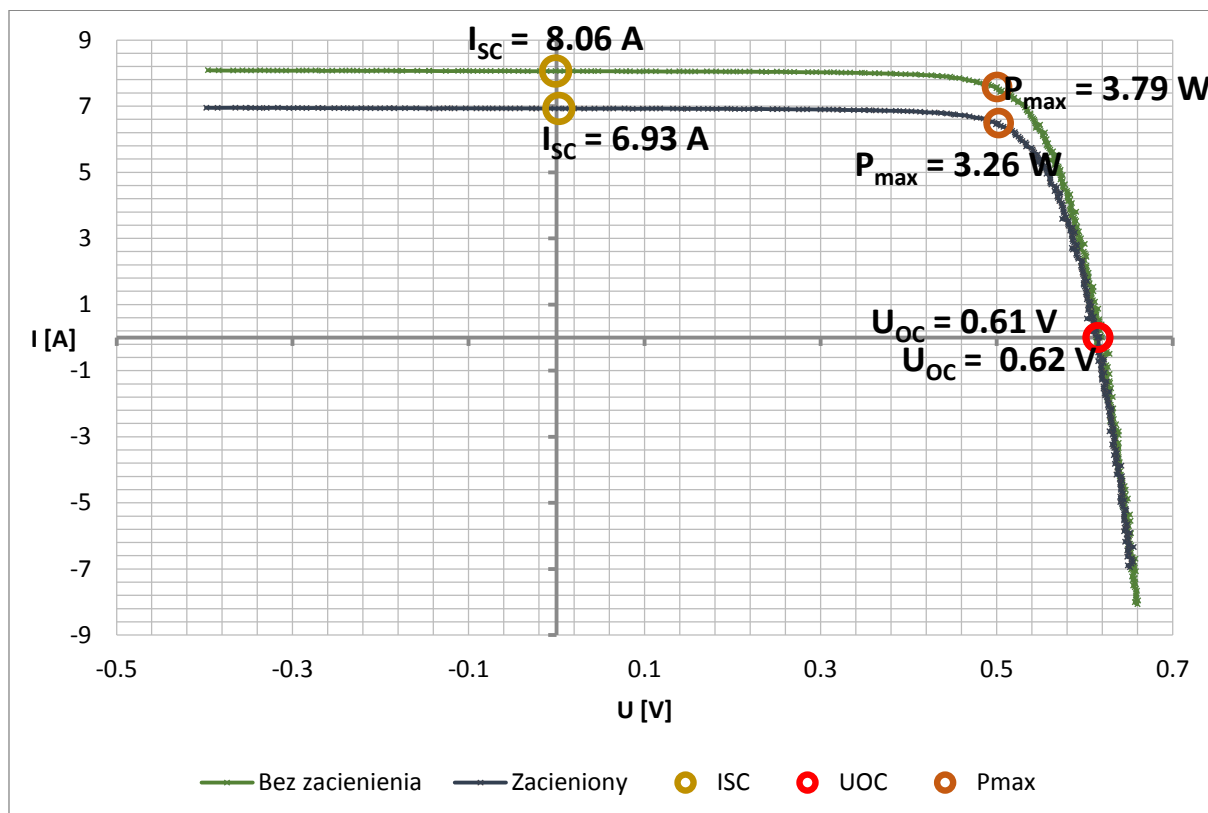
	Pełne oświetlenie	Po zacienieniu
I_{SC} [A]	8,059	6,927
U_{OC} [V]	0,612	0,614
I_M [A]	7,577	6,485
U_M [V]	0,500	0,502
P_{max} [W]	3,788	3,255
FF [-]	0,768	0,765
Eff [%]	14,14	12,16

Oznaczenia:

- I_{sc}** - Prąd zwarcia
- U_{oc}** - Napięcie obwodu otwartego
- I_M** - Prąd przy P_{MAX}
- U_M** - Napięcie przy P_{MAX}
- P_{MAX}** - Moc maksymalna
- E_{ff}** - Sprawność ogniwa ($\eta = P_{\max} / P(h\nu) * 100\%$)
- FF** - Współczynnik wypełnienia

3. Charakterystyka I-V ogniwa przed i po zaciemnieniu

Pomiary charakterystyk zostały dokonane dla temperatury modułu równej 26,9°C oraz przy natężeniu promieniowania świetlnego na poziomie ponad 1000 W/m².



Rysunek 1 Charakterystyka prądowo - napięciowa ogniwa przed i po zaciemnieniu

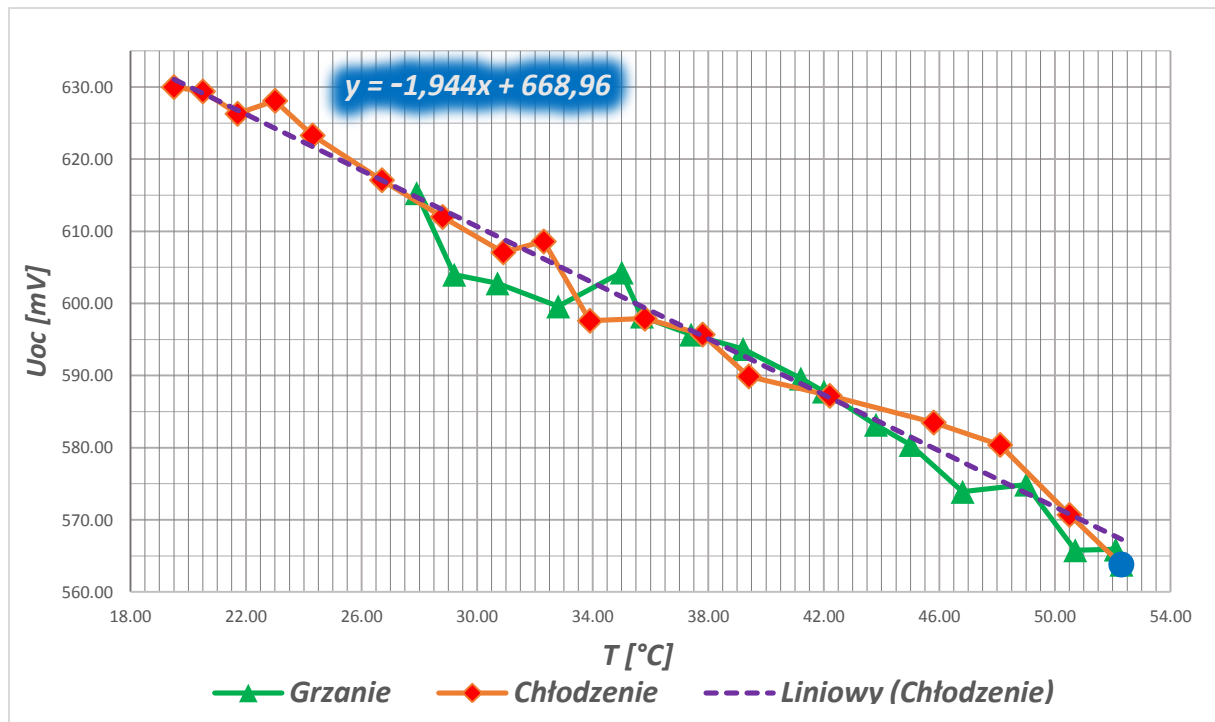
4. Straty względne (pod wpływem zmiany oświetlenia)

	Straty względne [%]
I_{SC}	14,05
P_{MAX}	14,07
FF	14,07

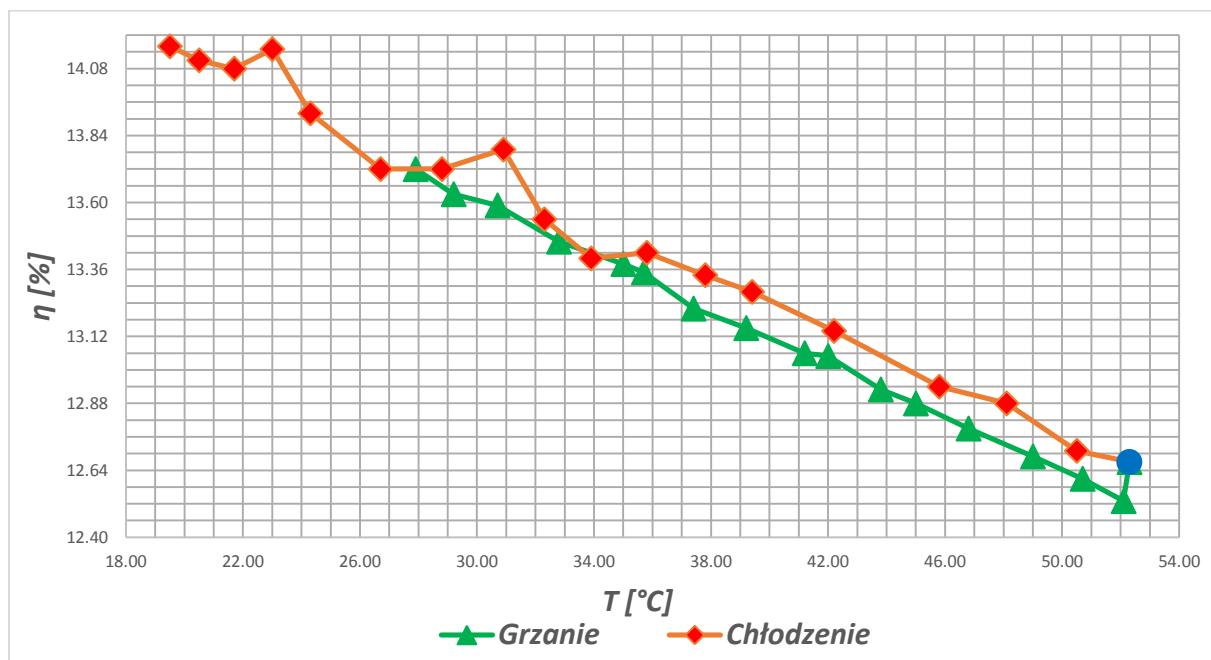
Przy zaciemnieniu 1/6 powierzchni ogniwa, wartości parametrów I_{SC} , P_{MAX} i FF spadły o około 14%. (1/7) Oznacza to, że zaciemnienie ma istotny wpływ na działanie ogniwa. Dodatkowym problemem jest szeregowy sposób połączenia ogniw, przez co jeden zaciemniony segment może być obciążeniem dla pozostałych. W takim przypadku wiąże się to z dodatkowym zmniejszeniem sprawności modułu. W celu zapobiegania dodatkowym stratom, do ogniw montuje się równoległe diody bypass. Są to elementy, które w momencie zwykłej pracy modułu są spolaryzowane zaporowo i nie przewodzą. Zaczynają przewodzić dopiero w momencie, gdy któreś ogniwo staje się obciążeniem dla pozostałych. Wówczas dioda bocznikuje segment, dzięki czemu zostaje on odłączony.

5. Wykresy:

*



Rysunek 2 Charakterystyka napięcia obwodu otwartego od temperatury $U_{oc}(T)$

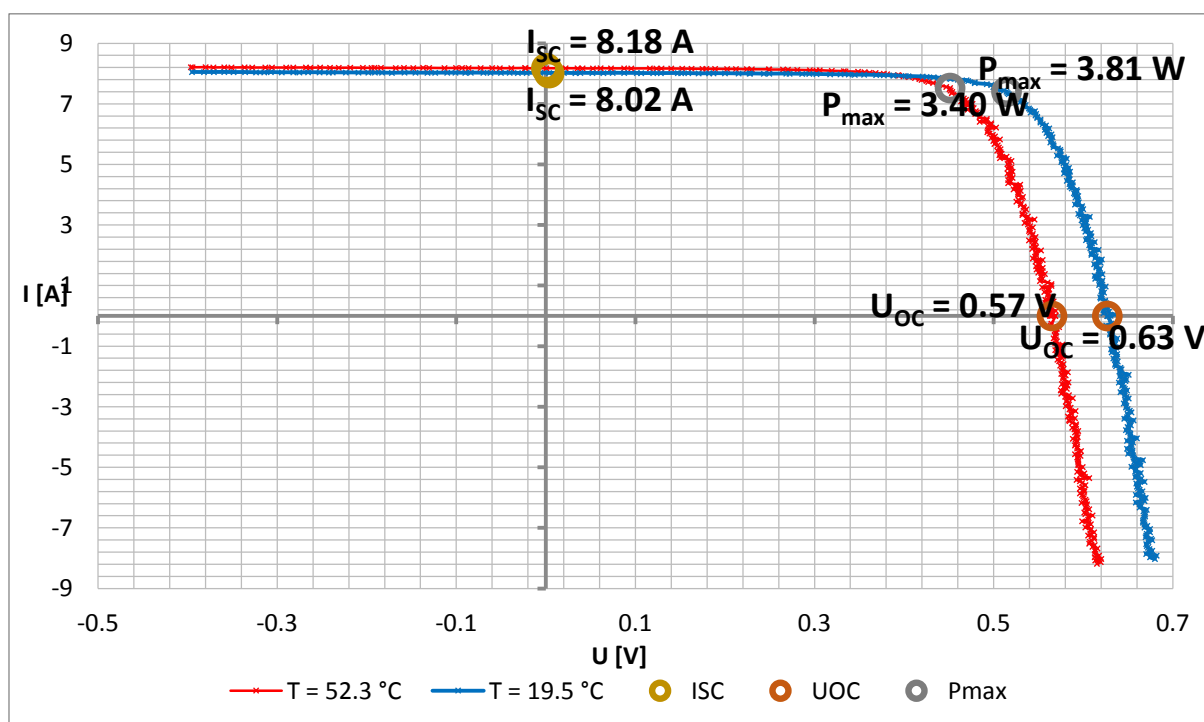


Rysunek 3 Charakterystyka sprawności badanego ogniwa w funkcji temperatury $\eta(T)$

6. Parametry ogniwa dla jego minimalnej i maksymalnej temperatury (19,5 °C oraz 52,3 °C – etap chłodzenia)

	Temperatura 19,5 °C	Temperatura 52,3 °C
I _{sc} [A]	8,028	8,183
U _{oc} [V]	0,630	0,564
I _m [A]	7,410	7,431
U _m [V]	0,513	0,453
P _{max} [W]	3,798	3,365
FF [-]	0,751	0,729
Eff[%]	14,16	12,67

7. Charakterystyka prądowo-napięciową (I-V) ogniwa dla najniższej i najwyższej temperatury pracy (19,5 °C oraz 52,3 °C)



Rysunek 4 Charakterystyka prądowo - napięciowa ogniwa dla dwóch skrajnych temperatur

8. Straty względne (pod wpływem zmiany temperatury)

	Straty względne [%]
Uoc	10,51
Pm	11,40
FF	10,52

Zmiana temperatury otoczenia sprawia, że zmianie ulega również temperatura samego ogniwa fotowoltaicznego. Następstwem tego są zmiany właściwości fizycznych materiału półprzewodnikowego (krzemu), z którego ogniwa zostały wykonane:

- współczynnik absorpcji promieniowania
- ruchliwość ładunków
- szerokość przerwy energetycznej
- samoistna koncentracja nośników ładunku
- rezystywność półprzewodnika

Niestety, ale nie ma skutecznej ochrony pasywnej przed temperaturą. Jednak duże znaczenie w szybkości nagrzewania się modułów ma ich jakość. Należy tu zaznaczyć, że nie tylko bardzo ważna w tym przypadku będzie jakość zastosowanego krzemu, ale również jakość wykonania obudowy, szyb hartowanych oraz folii.

Do najczęściej stosowanych metod jest zaliczane są również:

- montaż modułów w odpowiedniej odległości od powierzchni dachu, aby zapewnić odpowiednią, swobodną cyrkulację powietrza z tyłu paneli
- montaż paneli w miejscach podatnych na ruchy powietrza (wiatr), które zapewnią ich naturalne chłodzenie

9. Sugerując się zmianami napięcia w pełnym przedziale temperatur dla zakresu chłodzenia, oszacować można następujące zależności:

** Wraz ze wzrostem temperatury pracy modułu o 1 °C, napięcie obwodu otwartego maleje o około 1,944 mV.*

** Wraz ze spadkiem temperatury pracy modułu o 1 °C, napięcie obwodu otwartego wzrasta o około 1,944 mV*

10. Wnioski końcowe:

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów, można stwierdzić, iż bardziej niekorzystnym parametrem wpływającym na sprawność ogniwa, a zarazem całych modułów fotowoltaicznych jest zacienienie. Powoduje ono znaczny spadek energii otrzymywanej z ogniwa fotowoltaicznego.

Jeśli chodzi o przeciwdziałanie zmian temperatury nie istnieją żadne pasywne metody chroniące przed nimi. Zabezpieczyć się można jedynie poprzez zwiększenie jakości wykonania paneli oraz odpowiednie ich ułożenie na dachu.

W kwestii zacienienia, parametr ten ma również duży wpływ na sprawność pracy modułów (w badaniach laboratoryjnych czynniki zostały dobrane w taki sposób, iż efekt ich

działania jest identyczny). Aczkolwiek skuteczną metodą niwelującą go jest stosowanie diod bypass'owych lub pokrywanie ogniw materiałami, które pod wpływem np. deszczu mogą zostać oczyszczone z zabrudzeń. Jednak może to mieć wpływ na zabrudzenie jednego lub kilku modułów połączonych szeregowo. Natomiast jeśli cała powierzchnia panelu jest zacieniona - cały panel nie

Dodatkowo należy wspomnieć, że oba czynniki niezależnie wpływają na ogniwo fotowoltaiczne. W związku z tym istnieją dwa skrajne scenariusze:

- ogniwo jest zabrudzone, a temperatura jest duża (pesymistyczny)
- ogniwo jest czyste, a temperatura jest niska (optymistyczny)

W rzeczywistości wraz z zachmurzeniem obniża się temperatura (więcej chmur, mniej słońca, a w przypadku deszczu znaczne obniżenie temperatury). Przykładowy scenariusz: temperatura po zachmurzeniu spada z 52 °C do 20 °C (moc wzrasta z 3,4 W do 3,8 W), natomiast zachmurzenie powoduje zacienienie, a moc spada 10 - krotnie [1], co oznacza moc 0,38 W.

Jak widać z tego prostego przykładu, można rekompensować wysoką temperaturę ogniw stosując chłodzenie aktywne (czy jest sens tracić energię, aby ją potem odzyskać?), natomiast walka z zachmurzeniem jest praktycznie niemożliwa.

Bibliografia:

[1] <http://solaris18.blogspot.com/2010/02/moc-ogniw-fotowoltaicznych-w-pochmurny.html>