



Politechnika Wrocławska
Wydział Techniczno-Przyrodniczy

MD-2213L

Badanie modułów fotowoltaicznych

Stanowisko 4

Spis treści

1. Charakterystyka stanowiska.....	3
1.1. Wstęp.....	3
1.2. Specyfikacja stanowiska.....	3
1.3. Schemat układu pomiarowego.....	5
2. Obsługa stanowiska.....	7
2.1. Wskazówki ogólne.....	7
2.2. Oświetlacz halogenowy.....	7
2.3. Panel fotowoltaiczny.....	8
2.4. Oświetlenie naturalne.....	8
2.5. Obciążenie regulowane.....	8
2.6. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi.....	8
2.7. Konserwacja i przechowywanie stanowiska.....	9
2.8. Oprogramowanie.....	9
3. Oprogramowanie MD-Lab: MD-2213L.....	10
3.1. Opis interfejsu.....	10
3.2. Uruchomienie programu.....	11
4. Ćwiczenia.....	13
4.1. Przygotowanie stanowiska do pracy.....	13
4.2. Ćwiczenie 1 - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej przy połączeniu szeregowym paneli fotowoltaicznych.....	13
4.3. Ćwiczenie 2 - Wyznaczanie zależności mocy paneli w układzie szeregowym od kąta ustawienia α	15
4.4. Ćwiczenie 3 - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej przy połączeniu równoległym paneli fotowoltaicznych.....	16
4.5. Ćwiczenie 4 - Wyznaczanie zależności mocy paneli w układzie równoległym od kąta ustawienia α	19

1. Charakterystyka stanowiska

1.1. Wstęp

Stanowisko dydaktyczne MD-2213-4 służy do zapoznania się z zagadnieniami związanymi z panelami fotowoltaicznymi.

Stanowisko wyposażone jest w dwa panele fotowoltaiczne 50 W (napięcie nominalne układu $U_n = 12$ V) z możliwością regulacji kąta nachylenia, oraz oświetlacze o regulowanej mocy (max. 2 kW).

Celem ćwiczeń prowadzonych na stanowisku może być:

- Badanie modułu fotowoltaicznego w warunkach zmiennego natężenia oświetlenia, temperatury i zacielenia
- Wyznaczanie parametrów charakterystycznych – prąd zwarciovym I_{sc} , napięcie obwodu otwartego U_{oc} , prąd przy maks. wydajności I_{mpp} , napięcie przy maks. wydajności U_{mpp}
- Badanie zależności między kątem nachylenia modułu, natężeniem światła, prądem zwarciovym I_{sc} i wydajnością
- Wyznaczenie charakterystyk prądowo-napięciowych modułu
- Badanie zależności mocy paneli od ich kąta nachylenia,
- Badanie połączenia szeregowego i równoległego modułów
- Badanie wpływu zacielenia na charakterystykę prądowo-napięciową

1.2. Specyfikacja stanowiska

- Moduł fotowoltaiczny 50 W monokrystaliczny – 2szt.
- Solarymetr – 1 szt.
- Wbudowany moduł pomiaru prądu (amperomierz) – 1 szt.
- Wbudowany moduł pomiaru napięcia (woltomierz) – 1 szt.
- Multimetr cyfrowy ręczny – 1 szt.
- Konstrukcja (stelaż) stanowiska z profili aluminiowych z możliwością regulacji kąta nachylenia paneli, wykonanie mobilne (wyposażone w kółka jezdne) – 1 szt.
- Panel wyprowadzeń elektrycznych ze schematem stanowiska – 1 szt.
- Obciążenie rezystancje – rezystor suwakowy $50 \Omega / 3,4A$ BXD600
- Moduł oświetlacza: oświetlacz halogenowy o mocy 1 kW z możliwością regulacji natężenia światła – 1 kpl.

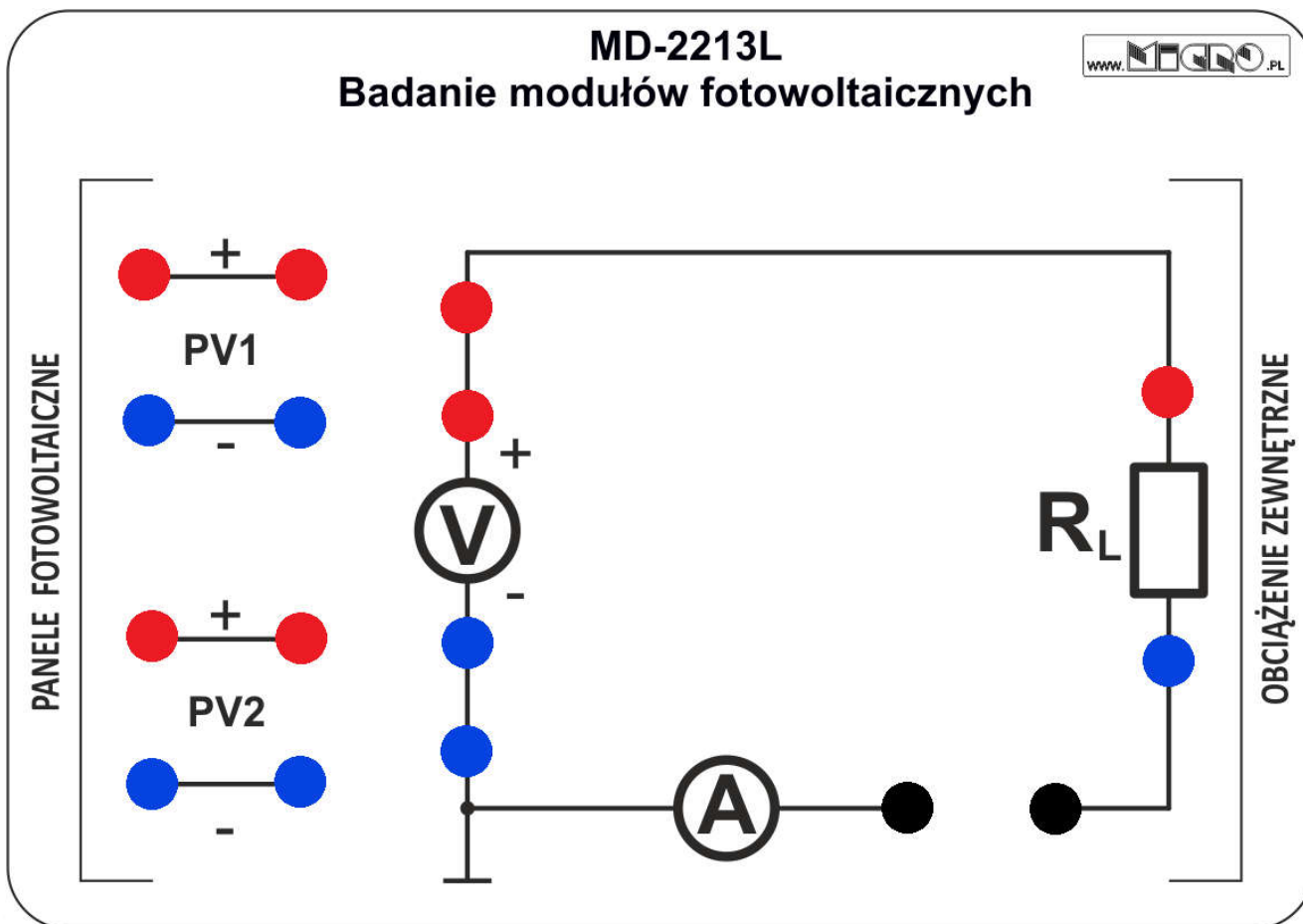
- Mobilny stelaż oświetlacza – 1 szt.
- Elementy konstrukcyjne i wykonawcze niezbędne do prawidłowej i bezawaryjnej pracy stanowiska badawczego
- Zasilanie stanowiska: sieciowe 1-fazowe, 230 V AC, 50 Hz
- Oprogramowanie MD-Lab: dedykowane oprogramowanie umożliwiające wizualizację i eksport danych eksperymentalnych;
- Konwerter USB do podłączania stanowiska z PC wraz z zestawem przewodów;

Parametry paneli fotowoltaicznych:

- Typ: krzem monokrystaliczny
- Moc maksymalna (P_{\max}) 50 W
- Tolerancja mocy [%] +/- 3%
- Napięcie nominalne (U_n) 12 V
- Napięcie maksymalne – jałowe (U_{oc}) 21,3 V
- Napięcie w punkcie mocy maks. (U_m) 17,1 V
- Prąd zwarcia (I_{sc}) 3,03 A
- Prąd w punkcie mocy maks. (I_m) 2,81 A

Dane dla warunków 1000 W/m^2 , $25 \text{ }^\circ\text{C}$, AM 1.5

1.3. Schemat układu pomiarowego



Rys. 1: Schemat układu pomiarowego

Legenda:

- PV1** Panel fotowoltaiczny 1
- PV2** Panel fotowoltaiczny 2
- V** Woltomierz elektroniczny
- A** Amperomierz elektroniczny
- R_L** Obciążenie regulowane

Opis układu pomiarowego:

1. Panele fotowoltaiczne 1 i 2 są trwale podłączone z układem pomiarowym i są wyrowadzone na gniazda bananowe PV1 i PV2.
2. Woltomierz V i amperomierz A są trwale podłączone zgodnie ze schematem na Rys.1.

3. Pomiar automatyczny charakterystyk z wykorzystaniem oprogramowania MD-Lab wymaga zamknięcia obwodu elektrycznego zworką (czarne banany).
4. Stanowisko umożliwia pracę z ręcznymi multimetrami cyfrowymi. W tym celu należy wpiąć amperomierz (czarne gniazda bananowe) w miejsce zworki, oraz woltomierz (czerwone i niebieskie gniazda bananowe)

2. Obsługa stanowiska

2.1. Wskazówki ogólne

1. Należy zapoznać się ze schematem technologicznym stanowiska, jego rzeczywistą budową oraz rolą jego poszczególnych elementów.
2. Stanowisko należy użytkować jedynie przy zablokowanych kółkach.
3. Nie wolno stawać na konstrukcji profilowej stanowiska.
4. Nie wolno demontować urządzeń, ich części oraz osłon, ani wykonywać innych czynności zagrażających bezpieczeństwu własnemu oraz innych osób przebywających przy stanowisku.
5. Wszelkie zauważone nieprawidłowości (np. uszkodzenia urządzeń, uszkodzenie izolacji elektrycznej, uszkodzenia osłon, nieszczelności itp.) należy natychmiast zgłaszać osobie prowadzącej zajęcia.
6. Nie wolno zmieniać ustawień roboczych stanowiska bez instruktażu i zezwolenia osoby prowadzącej zajęcia dydaktyczne.
7. Podczas wykonywania ćwiczeń należy zachować szczególną ostrożność, ze względu na pracę z urządzeniami elektrycznymi.
8. Podczas pracy stanowiska nie należy dotykać powierzchni panelu fotowoltaicznego i powierzchni bocznych oświetlacza.

Ważne!

Nie wolno stawać na konstrukcji profilowej stanowiska!

2.2. Oświetlacz halogenowy

1. Oświetlacz halogenowy jest zasilany z sieci napięciem 230 V AC. Załączanie/wyłączenie oświetlacza odbywa się za pomocą ściemniacza umieszczonego na obudowie.
2. Należy unikać oślepiania innych uczestników zajęć.
3. **Obudowa oświetlaczy nagrzewa się podczas pracy. Należy zachować szczególną ostrożność podczas ich obsługi.**
4. Maksymalna moc jednego oświetlacza wynosi 1 kW.
5. Regulacja natężenia oświetlenia jest dokonywana potencjometrem umieszczonym w tylnej części obudowy oświetlacza.

6. Nie wolno dotykać żarówki oświetlacza – zarówno podczas pracy, jaki i na wyłączonym stanowisku.

2.3. Panel fotowoltaiczny

Podczas pracy stanowiska nie wolno dotykać powierzchni paneli fotowoltaicznych, ze względu na wysoką temperaturę powierzchni.

2.4. Oświetlenie naturalne

Modułowa konstrukcja stanowiska umożliwia przeprowadzanie doświadczeń w warunkach oświetlenia światłem słonecznym.

2.5. Obciążenie regulowane

Obciążenie regulowane występuje w rezystora suwakowego: zakres regulacji – 50 Ω , moc dopuszczalna: 3,4A.

2.6. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi

1. Należy przestrzegać ogólnych przepisów użytkowania instalacji oraz szczegółowych zaleceń eksploatacyjnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych.
2. Zasilanie główne stanowiska: 230 V AC, 50/60 Hz: stanowisko pomiarowe oraz oświetlacze posiadają niezależne wtyki zasilające.
3. Zasilanie stanowiska pomiarowego należy włączyć łącznikiem głównym na elewacji stanowiska.
4. Napięcie bezpieczne (robocze i dotyku) w zależności od warunków środowiskowych wynosi:
 - a) dla prądu przemiennego:
 - 50 V (pomieszczenia suche),
 - 25 V (pomieszczenia mokre i gorące);
 - b) dla prądu stałego:
 - 120 V (pomieszczenia suche),
 - 60 V (pomieszczenia mokre i gorące).
5. Skutki oddziaływania prądu przemiennego na człowieka:
 - $I > 25$ mA – początek skurczów mięśni;
 - $I > 70$ mA – początek migotania komórek sercowych;
 - $I > 200$ mA – migotanie komórek serca (skurcz mięśni sercowych – ograniczenie krążenia krwi);

- $I > 3 \text{ A}$ – paraliż i zatrzymanie pracy serca;
 - $I > 5 \text{ A}$ – zwęglenie tkanek organizmu.
6. **Osobie, która uległa porażeniu prądem elektrycznym, należy bezzwłocznie udzielić pierwszej pomocy!**

2.7. Konserwacja i przechowywanie stanowiska

1. Stanowisko należy przechowywać w pomieszczeniu zamkniętym.
2. Nie wolno bez wyraźnej potrzeby dotykać powierzchni paneli fotowoltaicznych ze względu na powstawanie zabrudzeń.
3. Powierzchnie paneli fotowoltaicznych czyścić roztworem alkoholu izopropylowego lub ewentualnie delikatnie zwilżoną szmatką/gąbką.
4. W celu zabezpieczenia stanowiska przed nadmiernym zabrudzeniem, należy regularnie przecierać konstrukcję delikatnie zwilżoną szmatką/gąbką lub przedmuchiwać sprężonym powietrzem.

2.8. Oprogramowanie

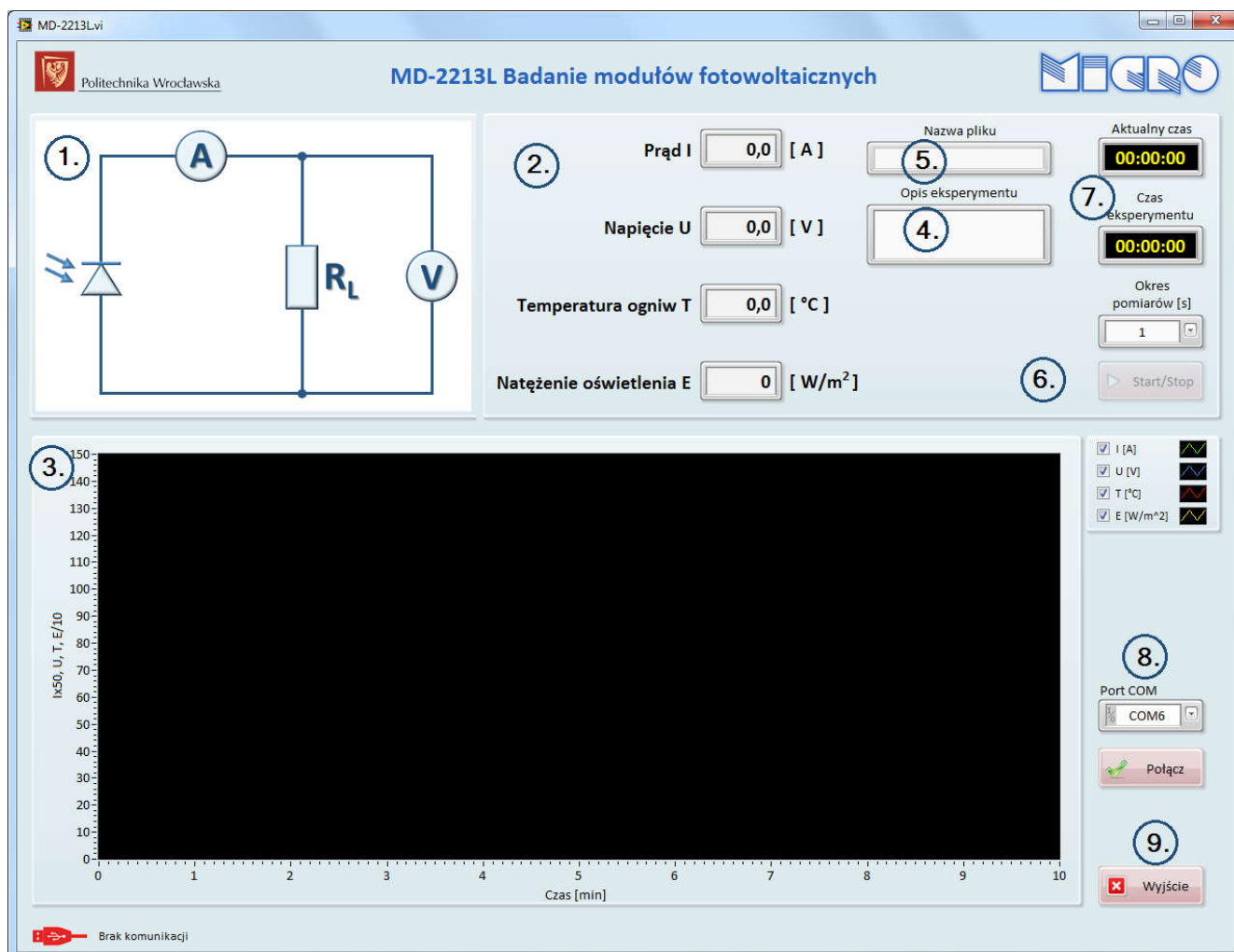
1. Do pracy na stanowisku MD-2213L wymagane jest oprogramowanie MD-2213L.
2. Do stanowiska MD-2213L **nie wolno podłączać innego oprogramowania** niż MD-2213L. Niespełnienie tego warunku grozi uszkodzeniem stanowiska.
3. Wymagania sprzętowe: komputer klasy PC z systemem operacyjnym Windows 7 lub nowszym, monitor o rozdzielczości min. 1600 x 900.
4. Wymagania pozostałe: zainstalowane bezpłatne środowisko uruchomieniowe *LabVIEW Run-Time Engine* oraz *NI-VISA Run-Time Engine*, dostarczone razem ze stanowiskiem (oprogramowanie jest także dostępne do pobrania na stronie producenta: <http://www.ni.com>).

Ważne!

Do stanowiska MD-2213L nie wolno podłączać oprogramowania innego niż przeznaczone.

3. Oprogramowanie MD-Lab: MD-2213L

3.1. Opis interfejsu



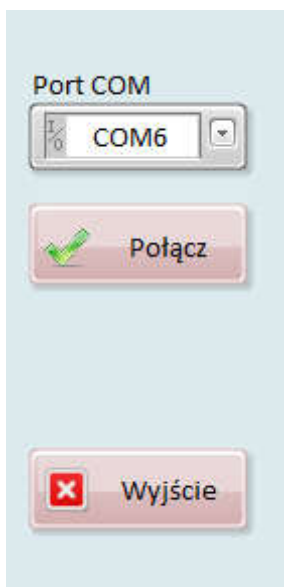
Rys. 2: Okno startowe programu MD-Lab dla stanowiska MD-2213L

Lp.	Nazwa	Opis
1.	Schemat	Schemat układu pomiarowego
2.	Pomiary	Prezentacja liczbowa danych pomiarowych ze stanowiska
3.	Wykres i legenda	Graficzna prezentacja danych pomiarowych
4.	Opis eksperymentu	Umożliwia dodanie komentarza użytkownika do pliku z danymi pomiarowymi
5.	Nazwa pliku	Nazwa pliku – generowana automatycznie – zawiera datę i

		godzinę
6.	Przycisk Start/Stop	Rozpoczęcie/zakończenie pomiaru
7.	Czas eksperymentu, aktualny czas, Okres pomiarów	Informacje o czasie trwania eksperymentu i okresie próbkowania
8.	Ustawienia komunikacji	Opcje wyboru portu COM.
8.	Przycisk Połącz	Nawiązuje połączenie między programem sterującym a regulatorem.
9.	Przycisk Zakończ	Zamyka program.

3.2. Uruchomienie programu

1. Uruchomić aplikację MD-2213L.
2. Program domyślnie uruchamia się w trybie oczekiwania, bez nawiązywania połączenia ze stanowiskiem.
3. Wybrać odpowiedni **port COM** (Rys.3), a następnie nawiązać połączenie z regulatorem używając przycisku **Połącz** (Rys.4).



Rys. 3: Ustawienia komunikacji

Po nawiązaniu komunikacji należy uruchomić zapis do pliku przyciskiem Start/Stop (Rys.4), który po rozpoczęciu zapisu będzie podświetlony na zielono.



Rys. 4: Zapis do pliku

4. Ćwiczenia

4.1. Przygotowanie stanowiska do pracy

1. Należy sprawdzić poprawność wszystkich połączeń elektrycznych i mechanicznych. W razie jakichkolwiek oznak niepoprawnego połączenia elementów na stanowisku należy zgłosić ten fakt osobie prowadzącej zajęcia.
2. Zmierzyć i zanotować w Tabeli 2. powierzchnię paneli fotowoltaicznych.
3. Skierować oświetlacze na panele fotowoltaiczne, odległość około 50 cm.
4. Włączyć do sieci (230 V AC) przewody zasilające oświetlaczy.
5. Ograniczyć moc każdego oświetlacza potencjometrem, a następnie włączyć oświetlacz wyłącznikiem głównym.

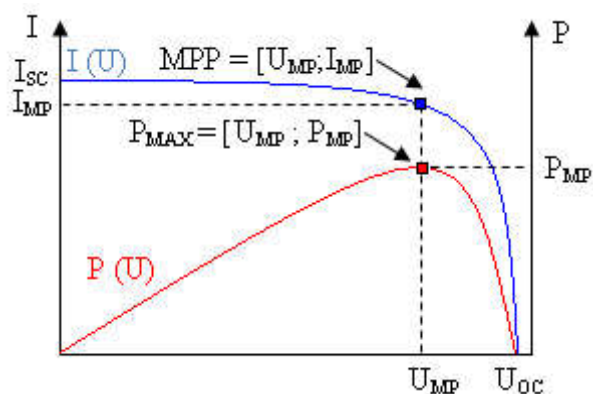
4.2. Ćwiczenie 1 - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej przy połączeniu szeregowym paneli fotowoltaicznych

Celem ćwiczenia jest zbadanie pracy paneli fotowoltaicznych w układzie szeregowym dla wybranych wartości obciążenia przy ustalonej wartości natężenia oświetlenia.

Program ćwiczenia:

1. Podłączyć szeregowo panele fotowoltaiczne na panelu wyprowadzeń oraz obciążenie regulowane.
2. Ustalić natężenie oświetlenia na oświetlaczach np. na wartość maksymalną.
3. Włączyć oprogramowanie pomiarowe i uruchomić zapis danych do pliku.
4. Zaczynając od maksymalnej wartości prądu płynącego przez obciążenie wykonać 10 – 15 pomiarów wartości prądu I , napięcia U ,
5. Zmierzone wartości umieścić w Tabeli 1.
6. Dla rezystancji $R \approx 0$ (potencjometr ustawiony na 0) zmierzyć i zanotować prąd zwarcia I_{sc} układu paneli PV.
7. Dla rezystancji $R = \infty$ (obciążenie odłączone) zmierzyć i zanotować napięcie otwartego układu U_{oc} ogniwa PV.
8. Uzyskane wyniki pomiarów przedstawić na jednym wykresie w postaci krzywych $I = f(U)$ i $P = f(U)$. Przykład charakterystyki przedstawia Rys. 5.
9. Określić punkt mocy maksymalnej MPP (ang. *Maximum Power Point*), czyli punkt na charakterystyce I-U, w którym panel produkuje najwięcej mocy w danych warunkach oświetlenia i obciążenia.

Sposób określania punktu MPP przedstawia Rys. 5. Należy odczytać wartości I_{MP} i U_{MP} dla punktu mocy maksymalnej i obliczyć wartość mocy maksymalnej P_{MAX} .



Rys. 5. Wyznaczanie punktu mocy maksymalnej MPP

Przykład Tabeli pomiarowej nr 1.

Tabela 1.

L.p.	Natężenie oświetlenia E [W/m^2]	Prąd obciążenia I [A]	Napięcie obciążenia U [V]	Moc wydzielona $P=U \cdot I$ [W]	Rezystancja obciążenia $R=U/I$ [Ω]
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

10. Wyznaczyć sprawność układu η , korzystając z zależności:

$$\eta = \frac{I_{MP} U_{MP}}{S E} 100,$$

Gdzie:

I_{MP} [A] – prąd w punkcie mocy maksymalnej,

U_{MP} [V] – napięcie w punkcie mocy maksymalnej,

S [m²] – powierzchnia układu ogniw PV,

E [W/m²] – natężenie oświetlenia.

Podsumowanie wyników – Tabela 2.

Tabela 2.

Powierzchnia panelu PV	Prąd zwarcia	Napięcie otwartego układu	Prąd w punkcie MPP	Napięcie w punkcie MPP	Moc maksymalna	Sprawność
S [m ²]	I_{sc} [A]	U_{oc} [V]	I_{MP} [A]	U_{MP} [V]	P_{MAX} [W]	η [%]

11. Powyższe pomiary można wykonać dla kilku wybranych wartości natężenia oświetlenia i wykreślić rodzinę krzywych $I = f(U)$ oraz $P = f(U)$.

Przy opisywaniu krzywych podać wartości natężenia oświetlenia E .

4.3. Ćwiczenie 2 - Wyznaczanie zależności mocy paneli w układzie szeregowym od kąta ustawienia α

Celem ćwiczenia jest zbadanie zależności mocy paneli fotowoltaicznych połączonych szeregowo od ich kąta ustawienia względem źródła światła.

Program ćwiczenia:

1. Podłączyć szeregowo panele fotowoltaiczne na panelu wyprowadzeń oraz podłączyć obciążenie regulowane.
2. Ustalić natężenie oświetlenia na oświetlaczach np. na wartość maksymalną.
3. Ustawić panel tak, aby kątomierz był ustawiony pod kątem prostym, a następnie wyzerować kątomierz elektroniczny – kąt $\alpha = 0^\circ$.
4. Zmierzyć prąd zwarcia w warunkach pomiaru – I_{sc} , a następnie zmienić obciążenie tak, aby uzyskać prąd równy $0,8 I_{sc}$.
5. Włączyć oprogramowanie pomiarowe i uruchomić zapis danych do pliku.
6. Zaczynając od wartości $\alpha = 0^\circ$ do $\alpha = 45^\circ$ zmieniać nachylenie o 5° stopni (ruch w górę, a następnie w dół do pozycji 0°).

7. Zmierzone wartości umieścić w Tabeli 3.
8. Wykreślić charakterystyki $I = f(\cos \alpha)$ oraz $P = f(\cos \alpha)$.

Tabela 3.

Lp.	Kąt nachylenia α [°]	$\cos \alpha$ [1]	Prąd obciążenia I [A]	Napięcie na obciążeniu U [V]	Moc na obciążeniu $P=U \cdot I$ [W]
1.	0				
2.	5				
3.	10				
4.	15				
5.	20				
6.	25				
7.	30				
8.	35				
9.	40				
10.	45				
11.	40				
12.	35				
13.	30				
14.	25				
15.	20				
16.	15				
17.	10				
18.	5				
19.	0				

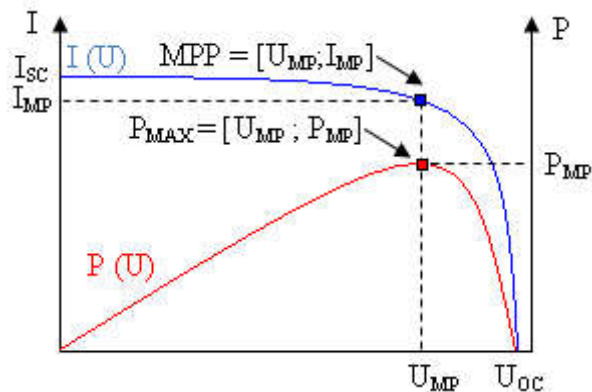
4.4. Ćwiczenie 3 - Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej przy połączeniu równoległym paneli fotowoltaicznych

Celem ćwiczenia jest zbadanie pracy paneli fotowoltaicznych w układzie równoległym dla wybranych wartości obciążenia przy ustalonej wartości natężenia oświetlenia.

Program ćwiczenia:

12. Podłączyć równolegle panele fotowoltaiczne na panelu wyprowadzeń oraz podłączyć obciążenie regulowane.
13. Ustalić natężenie oświetlenia na oświetlaczach np. na wartość maksymalną.
14. Włączyć oprogramowanie pomiarowe i uruchomić zapis danych do pliku.
15. Zaczynając od maksymalnej wartości prądu płynącego przez obciążenie wykonać 10 – 15 pomiarów wartości prądu I , napięcia U ,
16. Zmierzone wartości umieścić w Tabeli 1.
17. Dla rezystancji $R \approx 0$ (potencjometr ustawiony na 0) zmierzyć i zanotować prąd zwarcia I_{sc} układu paneli PV.
18. Dla rezystancji $R = \infty$ (obciążenie odłączone) zmierzyć i zanotować napięcie otwartego układu U_{oc} ogniwa PV.
19. Uzyskane wyniki pomiarów przedstawić na jednym wykresie w postaci krzywych $I = f(U)$ i $P = f(U)$. Przykład charakterystyki przedstawia Rys. 6.
20. Określić punkt mocy maksymalnej MPP (ang. *Maximum Power Point*), czyli punkt na charakterystyce I-U, w którym panel produkuje najwięcej mocy w danych warunkach oświetlenia i obciążenia.

Sposób określania punktu MPP przedstawia Rys. 6. Należy odczytać wartości I_{MP} i U_{MP} dla punktu mocy maksymalnej i obliczyć wartość mocy maksymalnej P_{MAX} .



Rys. 6. Wyznaczanie punktu mocy maksymalnej MPP

Przykład Tabeli pomiarowej nr 1.

Tabela 1.

L.p.	Natężenie oświetlenia E [W/m ²]	Prąd obciążenia I [A]	Napięcie obciążenia U [V]	Moc wydzielona P=U·I [W]	Rezystancja obciążenia R=U/I [Ω]
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

21. Wyznaczyć sprawność układu η , korzystając z zależności:

$$\eta = \frac{I_{MP} U_{MP}}{S E} 100,$$

Gdzie:

I_{MP} [A] – prąd w punkcie mocy maksymalnej,

U_{MP} [V] – napięcie w punkcie mocy maksymalnej,

S [m²] – powierzchnia układu ogniw PV,

E [W/m²] – natężenie oświetlenia.

Podsumowanie wyników – Tabela 2.

Tabela 2.

Powierzchnia panelu PV	Prąd zwarcia	Napięcie otwartego układu	Prąd w punkcie MPP	Napięcie w punkcie MPP	Moc maksymalna	Sprawność
S [m ²]	I _{sc} [A]	U _{oc} [V]	I _{MP} [A]	U _{MP} [V]	P _{MAX} [W]	η [%]

22. Powyższe pomiary można wykonać dla kilku wybranych wartości natężenia oświetlenia i wykreślić rodzinę krzywych $I = f(U)$ oraz $P = f(U)$.

Przy opisywaniu krzywych podać wartości natężenia oświetlenia E.

4.5. Ćwiczenie 4 - Wyznaczanie zależności mocy paneli w układzie równoległym od kąta ustawienia α

Celem ćwiczenia jest zbadanie zależności mocy paneli fotowoltaicznych połączonych równolegle od ich kąta ustawienia względem źródła światła.

Program ćwiczenia:

1. Podłączyć równolegle panele fotowoltaiczne na panelu wyprowadzeń oraz podłączyć obciążenie regulowane.
2. Ustalić natężenie oświetlenia na oświetlaczach np. na wartość maksymalną.
3. Ustawić panel tak, aby kątomierz był ustawiony pod kątem prostym, a następnie wyzerować kątomierz elektroniczny – kąt $\alpha = 0^\circ$.
4. Zmierzyć prąd zwarcia w warunkach pomiaru – I_{sc}, a następnie zmienić obciążenie tak, aby uzyskać prąd równy 0,8 I_s.
5. Włączyć oprogramowanie pomiarowe i uruchomić zapis danych do pliku.
6. Zaczynając od wartości $\alpha = 0^\circ$ do $\alpha = 45^\circ$ zmieniać nachylenie o 5° stopni (ruch w górę, a następnie w dół do pozycji 0°).
7. Zmierzone wartości umieścić w Tabeli 3.
8. Wykreślić charakterystyki $I = f(\cos \alpha)$ oraz $P = f(\cos \alpha)$.

Tabela 3.

Lp.	Kąt nachylenia α [°]	$\cos \alpha$ [1]	Prąd obciążenia I [A]	Napięcie na obciążeniu U [V]	Moc na obciążeniu $P=U \cdot I$ [W]
1.	0				
2.	5				
3.	10				
4.	15				
5.	20				
6.	25				
7.	30				
8.	35				
9.	40				
10.	45				
11.	40				
12.	35				
13.	30				
14.	25				
15.	20				
16.	15				
17.	10				
18.	5				
19.	0				