

Ćwiczenie VI. Pomiar charakterystyk I-V-T ogniwa słonecznego.

Cel ćwiczenia: Wyznaczenie zależności parametrów ogniwa słonecznego (napięcia rozwarcia, prądu zwarcia, maksymalnej mocy i sprawności) od temperatury ogniwa.

Układ pomiarowy



Rys. 1. Układ do pomiaru charakterystyk I-V-T ogniw słonecznych.

Przebieg ćwiczenia

1. Pomiar charakterystyki ciemnej (Dark) ogniwa słonecznego.

- Włączyć kolejno komputer, źródło prądowe i oświetlacz (włącznik oświetlacza znajduje się na płycie tylnej oświetlacza).
- Ulokować ogniwo na stoliku oświetlacza. Końcówki sondy opuścić na elektrodę ogniwa i delikatnie dokręcić.
- Wybrać ikonę programu *UniCellTester*
- W zakładce Options w Menu głównym wcisnąć przycisk Dark Options.
- W zakładkach *Forward Measurement* i *Reverse Measurement* (pomiary w kierunku przewodzenia i zaporowym), ustalić zakresy pomiarów wg. wskazówek prowadzącego.
- W zakładce *Save* zdefiniować nazwę pliku (*File Name*), nazwę serii pomiarowej (*Series name*) i nazwę folderu (*Save in*). Należy pamiętać, że folder powinien być podkatalogiem katalogu DARK, który znajduje się w tym samym folderze co program główny systemu UniCellTester.exe.
- W pozostałe zakładki nie należy ingerować.
- Pomiar może zostać rozpoczęty bądź przez wybór opcji z menu głównego *Measurement/Dark measurement* bądź poprzez wciśnięcie przycisku *Start Dark Meas*. Ustawienia i przycisk są widoczne po wybraniu z panelu kontrolnego zakładki *Dark* w górnym rogu prawej strony ekranu (Rys. 2).





Rys. 2. Przykład charakterystyk ciemnych zmierzonych w obu kierunkach polaryzacji ogniwa.

2. Pomiar charakterystyki jasnej (Light) ogniwa słonecznego.

- W zakładce Options w Menu głównym wcisnąć przycisk Light Options.
- W zakładkach *Forward Measurement* i *Reverse Measurement* (pomiary w kierunku przewodzenia i zaporowym), ustalić zakresy pomiarów wg. wskazówek prowadzącego.
- W zakładce *Save* zdefiniować nazwę pliku (*File Name*), nazwę serii pomiarowej (*Series name*) i nazwę folderu (*Save in*). Należy pamiętać, że folder powinien być podkatalogiem katalogu LIGHT, który znajduje się w tym samym folderze co program główny systemu UniCellTester.exe.
- W pozostałe zakładki nie należy ingerować.
- Ustawić wartość natężenia światła wg. wskazówek prowadzącego (wybrać opcję LIGHT CTRL).
- Pomiar może zostać rozpoczęty bądź przez wybór opcji z menu głównego Measurement/Light measurement bądź poprzez wciśnięcie przycisku Start Light Meas. Ustawienia i przycisk są widoczne po wybraniu z panelu kontrolnego zakładki Light w górnym rogu prawej strony ekranu (Rys. 3). Rysunek ten przedstawia przykłady pomiarów 'jasnych' wykonanych w obu kierunkach z włączoną funkcją prezentacji charakterystyk I-V oraz P-V a także przebiegu fluktuacji źródła światła w trakcie skanowania charakterystyki.



Laboratorium fotoogniw dla NI

C4vx Cell Test	er 3.61.1.0 dessurement mal Coeff. 140 120 100 60 60 60 60 60 60 60 60 60															Graph Inverse In or Log IV mA IV mV IV mV S.A. points I Colours II Advance I IV II Advance IV I Madance IV I Madance IV I Inadance IV I III IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	- -
	-140	-100	-50 0	50	100 150	200	250	300 U[mV]	350 400	450	500	550 6	i00 6	50	700		
Info Para	ıms																
Filename	lsc	Voc	Im	Vm	Pm	FF	Efficiency	Temperature	Intensity	I-V Scan	Dir Operator					^	
REP_97-FRF1.dat	129.99 [mA]	609.38 [mV]	117.369 [mA]	484.323 [mV]	56.844 [mW]	0.72 [•]	14.18 [%]	22.3 [°C]	1002.2 [W/m2]	F->R->F	Mariusz						Up @ Probes
REP_97-FRF2.dat	129.42 [mA]	608.92 [mV]	116.363 [mA	491.405 [mV]	57.181 [mW]	0.73 [·]	14.26 [%]	22.3 [°C]	1002.2 [W/m2]	F->R->F	Mariusz						Up 🔍 Vacuum OFF
REP_98-FRF1.dat	129.71 (mA)	608.67 [mV]	116.953 (mA)	486.392 (mV)	56.885 (mW)	0.72[·]	14.21 [%]	22.4 [°C]	1001.0 [W/m2]	F⇒R⇒F	Mariusz						Up 🥝 Shutter OFF
REP_98-FRF2.dat	129.46 [mA]	608.82 [mV]	116.385 [mA	469.968 [mV]	57:025 [mW]	0.72[·]	14.24 [%]	22:4 ['L]	1001.0 [W/m2]	F-2H-2F	Manusz						Up G Filter
REP 99-ERE2 44	123.57 [MA]	608.64 [mV]	117.632 [mA	405.336 [MV]	57.147 [m]	0.72[-]	14.10[%]	22.5 [°C]	1003.4 [W/m2]	EABAE	Mariusz	-					
REP 1-RF0.dat	129.32 [mA]	604.97 [mV]	116.944 (mA	481.211 [mV]	56.275 [m]w]	0.72[1]	0.56 [%]	20.0 [*C]	1000.0 [w/m2]	I B⇒F	Mariusz	-				~	T _{at} 258 [°C]
<u> </u>					- ()	0	1.5		(1		_	_	_		

Rys. 3. Przykład charakterystyk jasnych zmierzonych w obu kierunkach polaryzacji ogniwa.

3. POMIAR REZYSTANCJI SZEREGOWEJ OGNIWA

Jest to metoda opisana w normie IEC 60891.

- Nastawić na oświetlaczu wartość 40 LIGHTCTRL i wykonać pomiar charakterystyki I-V.
- Powtórzyć pomiar krzywej I-V przy wartości 70 LIGHTCTRL (por. Rys. 4).
- Zapisać wyznaczoną wartość rezystancji szeregowej, która pojawia się w górnym lewym rogu ekranu.





Rys. 4. Przykład wyznaczenia rezystancji szeregowej ogniwa.

4. APROKSYMACJA CHARAKTERYSTYKI I-V DO RÓWNOWAŻNEGO MODELU ELEKTRYCZNEGO

• Z menu głównego wybrać zakładkę *Analysis* a następnie wcisnąć przycisk *Fitting* (Rys. 5.).



Rys. 5. Przykładowe dopasowanie krzywej I-V modelem dwudiodowym.

- Wybrać model dopasowania wg. wskazówek prowadzącego.
- Zapisać parametry najlepszego dopasowania do wyników eksperymentalnych.

5. POMIAR CHARAKTERYSTYKI I-V FUNKCJI TEMPERATURY

- W menu głównym w zakładce *Measurement* wybrać opcję *Thermal Coefficient* i dalej *Temp. Control*
- Pojawi się okno, w którym należy wybrać pomiar ze stabilizacją temperatury **PID** (por. Rys. 6).



Laboratorium fotoogniw dla NI

emp. Control Peltier	Settings Ther					
	CONTROL					
Tstab 25	<u>«</u>					
	,					
Run/Stop Run						
SELECT MODE						
PID C MANUAL						
STATUS						
T Down	IPC1					
meas 🐔 🖏 🕉	I M					
Power 51	%					
🧿 Heating						
Cooling						
🔎 Overheat						

• W oknie T_{stab} wpisać temperaturę, przy której ma być wykonany pomiar. Temperatura może być zmieniana w zakresie od temp. pokojowej do 55°C.

Zatwierdzić wybór wciskając przycisk «.

• Wykonać pomiary charakterystyk I-V dla kilku różnych temperatur wg. wskazówek prowadzącego.

• Zapisać otrzymane wykresy zależności $Voc(T), Isc(T), FF(T), \eta(T), P_M(T)$. Podgląd kolejnego wykresu można wybrać rozwijając pasek V_{oc} zlokalizowany w lewym górnym rogu ekranu.

W menu głównym w zakładce Measurement

wybrać opcję Thermal Coefficient i dalej Thermal Coeff.

• Po wciśnięciu przycisku *Calculate* program oblicza współczynniki temperaturowe na podstawie wykonanych pomiarów

$$\beta = \frac{dV_{oc}}{dT} \frac{1}{V_{oc}(25^{\circ}\text{C})} \qquad \alpha = \frac{dI_{sc}}{dT} \frac{1}{I_{sc}(25^{\circ}\text{C})}$$
$$\gamma = \frac{dP_M}{dT} \frac{1}{P_M(25^{\circ}\text{C})} \qquad \delta = \frac{dFF}{dT}$$

Należy zapisać otrzymane wyniki.

Literatura

1.Materiały dydaktyczne do laboratorium NLTK dla studentów Inżynierii Kwantowej. Część II. Rozdziały 1 i 2. (skrypt II.pdf na e-portalu).

2. https://www.pveducation.org