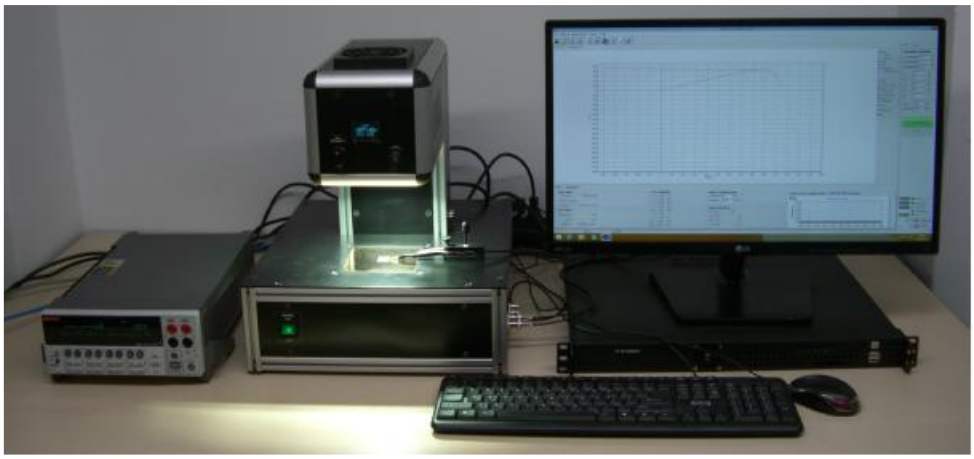
Ćwiczenie IV. Pomiar charakterystyk I-V-T ogniwa słonecznego.

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

Układ pomiarowy

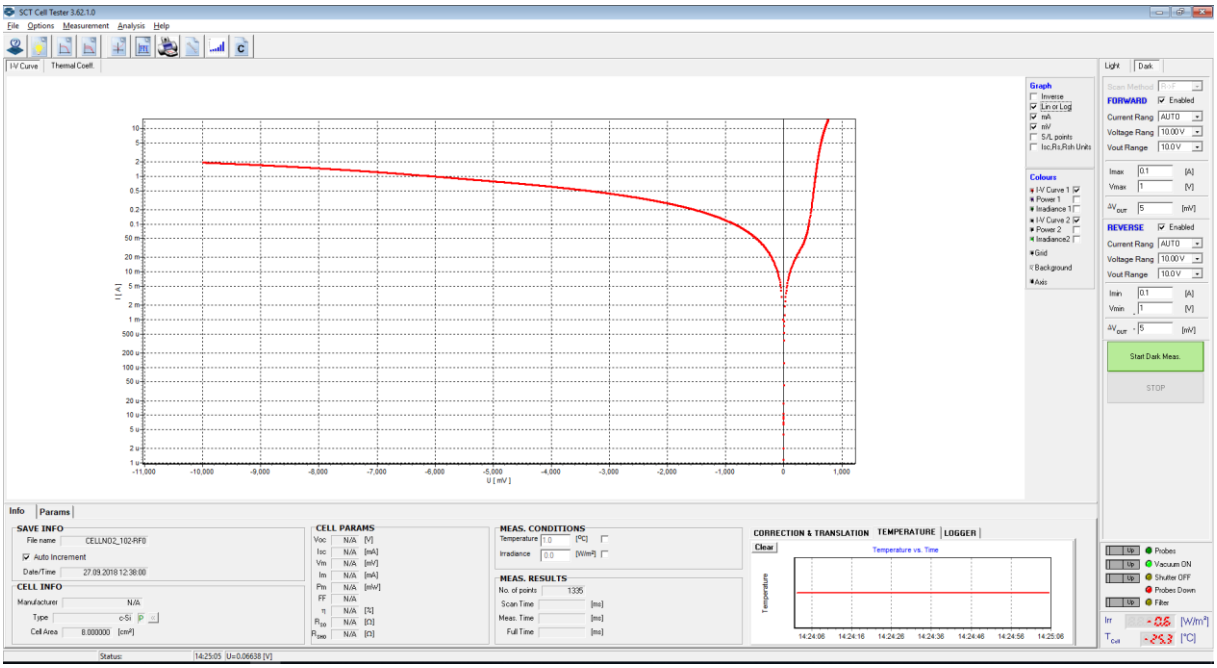


Rys. 1. Układ do pomiaru charakterystyk I-V-T ogniw słonecznych.

Przebieg ćwiczenia

1. Pomiar charakterystyki ciemnej (Dark) ogniwa słonecznego.

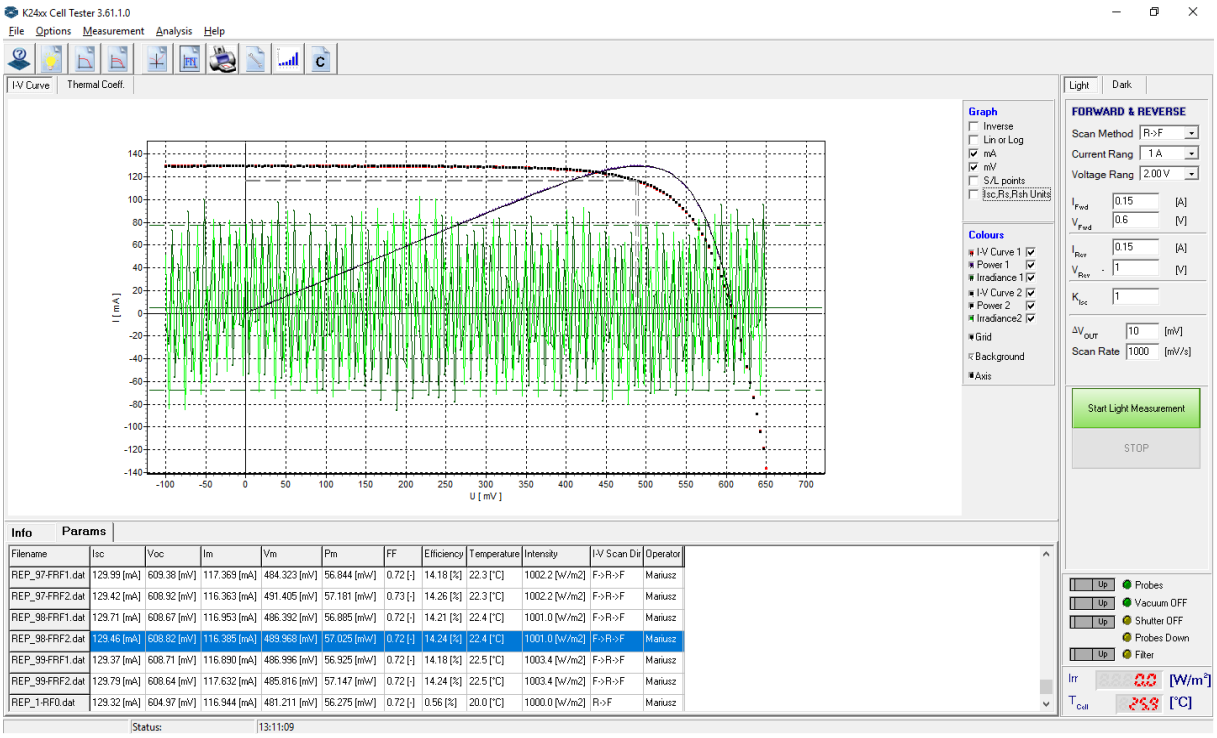
- Włączyć kolejno komputer, źródło prądowe i oświetlacz (włącznik oświetlacza znajduje się na płycie tylnej oświetlacza).
- Ulokować ogniwo na stoliku oświetlacza. Końcówki sondy opuścić na elektrodę ogniwa i delikatnie dokręcić.
- Wybrać ikonę programu ***UniCellTester***
- W zakładce *Options* w Menu 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.

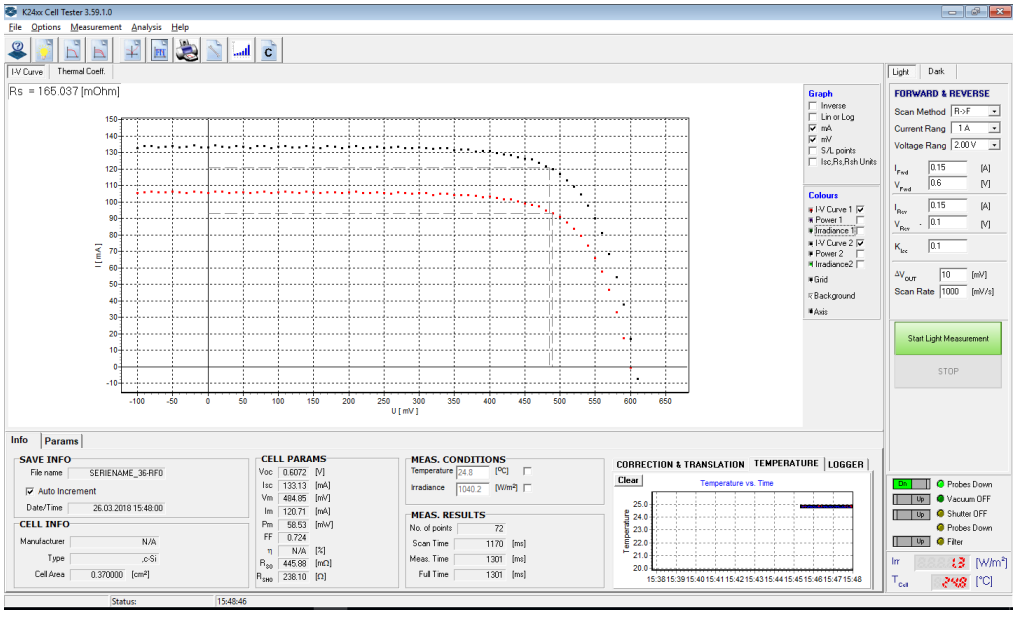


Rys. 3. Przykład charakterystyk jasnych zmierzonych w obu kierunkach polaryzacji ogniwa.

3. POMIAR REZYSTANCJI SZEREGOWEJ OGNIWA

Jest to metoda opisana w normie IEC 60891.

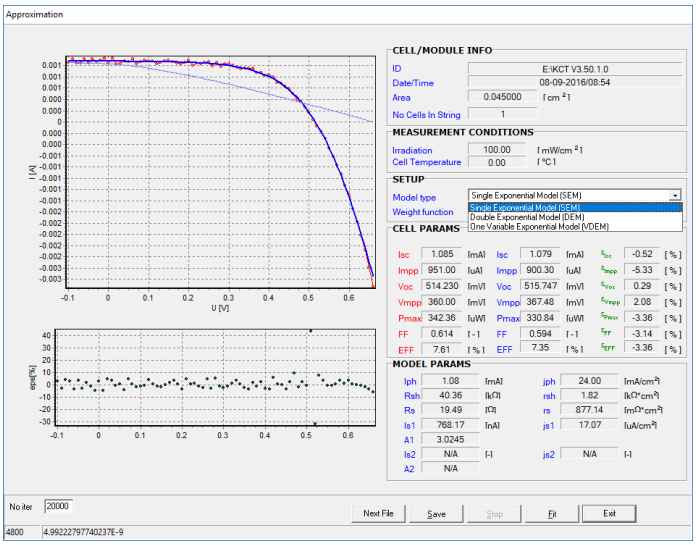
- Wybrać zakładkę **Measurement** i kliknąć *Series Resistance Determination.*
- Nastawić na oświetlaczu wartość 40 LIGHTCTRL i wykonać pomiar charakterystyki I-V.
- Powtórzyć pomiar krzywej I-V przy wartości 70 LIGHTCTRL (por. Rys. 4).
- Zapisać wyznaczoną wartość rezystancji szeregowej, która pojawia 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.).



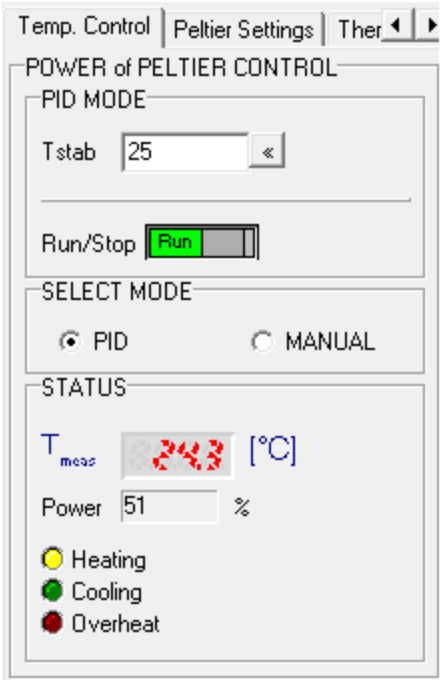
Rys. 5. Przykładowe dopasowanie krzywej I-V modelem dwudiodowym.

- Wybrać model dopasowania wg. wskazówek prowadzącego.
- Zapisać parametry najlepszego dopasowania do wyników eksperymentalnych.
- Parametry dopasowania są wyświetlane w oknie Model Params.

Uwaga: Parametry A1 i A2 to współczynniki idealności diody, związane odpowiednio z prądem dyfuzyjnym i z prądem rekombinacji.

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).



- 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 ≪.
- Przesunąć suwak *Run/Stop* w pozycję *RUN*
- 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

$$\boldsymbol{\beta} = \frac{\boldsymbol{dV_{oc}}}{\boldsymbol{dT}} \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{V_{oc}}(\mathbf{25℃})} \qquad \boldsymbol{\alpha} = \frac{\boldsymbol{dI_{sc}}}{\boldsymbol{dT}} \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{I_{sc}}(\mathbf{25℃})}$$

$$\boldsymbol{\gamma} = \frac{\boldsymbol{dP_M}}{\boldsymbol{dT}} \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{P_M}(\mathbf{25℃})} \qquad \boldsymbol{\delta} = \frac{\boldsymbol{dFF}}{\boldsymbol{dT}}$$

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