

## Ćwiczenie Nr 356

Temat: **Wyznaczanie charakterystyk baterii słonecznej.**

### I. Literatura

1. *W. M. Lewandowski – Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, 2007 (www.e-link.com.pl)*
2. *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki Część II Irena Kruk, Janusz Typek, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin*
3. *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w politechnice, praca zbiorowa pod redakcją T. Rewaja, PWN Szczecin 1978.*

### II. Problemy teoretyczne

1. Model pasmowy półprzewodników samoistnych i domieszkowanych, złącze p-n, poziom Fermiego.
2. Efekt fotowoltaiczny, zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, zasada działania baterii słonecznej, parametry baterii słonecznej.

### III. Metoda pomiarowa

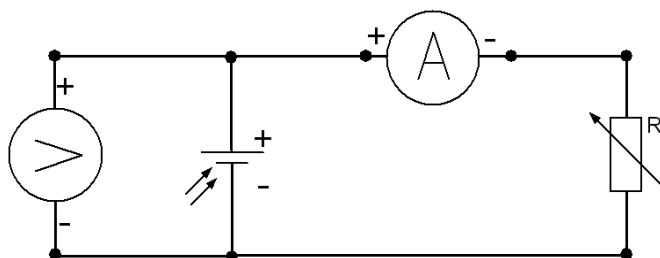
Złącze p-n fotoogniwa jest wykonane w ten sposób, że na grubej warstwie półprzewodnika typu p naniesiona jest cienka (rzędu mikrometrów) warstwa półprzewodnika typu n. Padające promieniowanie przechodzi przez warstwę półprzewodnika typu n i generuje w półprzewodniku typu p elektrony i dziury. Elektrony dyfundują do warstwy typu n a dziury pozostają w warstwie typu p. Wskutek tego warstwa typu p ładuje się dodatnio, warstwa typu n ujemnie. Powstałe napięcie nie pozwala kolejnym elektronom dyfundować do warstwy n i na złączu ustala się pewna różnica potencjałów (siła elektromotoryczna) oznaczana w literaturze jako  $U_{OC}$  (od słów „open current” oznaczających obwód otwarty). Gdy elektrody zewrzymy, przez ogniwo popłynie tzw. prąd zwarcia  $I_{SC}$  („short current”). Są to skrajne przypadki. Aby praktycznie wykorzystać fotoogniwo podłączymy do niego odbiornik o określonej oporności. Aby z ogniwa uzyskać maksymalną moc należy zbadać jego charakterystykę prądowo napięciową  $I(U)$  i na jej podstawie ustalić warunki, przy których taką moc można uzyskać (maksymalną wartość iloczynu  $I \cdot U$ ).

### IV. Zestaw pomiarowy.

W skład zestawu pomiarowego wchodzi: bateria fotoogniw na statywie, woltomierz cyfrowy, amperomierz cyfrowy, rezystor o regulowanej oporności, lampa, płytki szklane na statywie (pochłaniające promieniowanie podczerwone), suszarka elektryczna, przymiar liniowy, termometr cyfrowy.

## V. Wykonanie ćwiczenia:

1. Połączyć układ według schematu. Fotoogniwo (baterię słoneczną) ustawić w statywie na ławie optycznej na wprost lampy w odległości  $d=90\text{cm}$  od brzegu ławy.



2. Woltomierz i amperomierz ustawić na pomiar prądu stałego (na wyświetlaczu nie ma symbolu AC – ustawianie przyciskiem DC/AC):
  - na woltomierzu wybrać zakres 20V (i gniazda „COM” oraz „V $\Omega$ Hz”),
  - na amperomierzu wybrać 200mA (i gniazda „COM” oraz „mA”).
3. W odległości około 20cm od brzegu ławy optycznej ustawić umieszczone w statywie szklane płytki (chroniące przed bezpośrednim nagrzewaniem fotoogniwa przez lampę). Ustawić lampę tak, aby jej przednia część znalazła się nad początkiem ławy optycznej i włączyć ją.
4. Włączyć termometr elektroniczny i odczytać początkową wartość temperatury ( $t_1$ ).
5. Ustawić rezystorem nastawnym maksymalną wartość rezystancji. Zapisać napięcie i natężenie prądu.
6. Suwakiem rezystora nastawnego zmniejszać napięcie co 0,01V notując zmiany natężenia prądu z baterii słonecznej.
7. Odczytać końcową wartość temperatury ( $t_2$ ).
8. Pomiary z punktów 4 -7 powtórzyć dla odległości  $d=75\text{cm}$  i  $d=60\text{cm}$ .
9. Pomiary zebrać w tabeli 1 umieszczonej na końcu instrukcji.
10. Ponownie ustawić baterię w odległości 75cm od lampy. Umieścić suszarkę elektryczną w statywie, włączyć ją i ustawić z boku w odległości około 0,5m tak, aby strumień gorącego powietrza owiewał ogniwo. Odczekać do momentu aż ustabilizuje się temperatura ogniwa.
11. Powtórzyć wszystkie pomiary opisane w punktach 4 –7.
12. Pomiary opisane w punktach 10 i 11 powtórzyć ustawiając suszarkę elektryczną w odległości o 25-30cm do
13. Wyniki pomiarów opisanych w punktach 10-12 umieścić w tabeli 2.

## VI Opracowanie wyników pomiarów:

1. Korzystając z tabeli 1 sporządzić na wspólnym wykresie charakterystyki prądowo napięciowe  $I(U)$  dla trzech różnych intensywności padającego światła (trzech odległości baterii od lampy).
2. Obliczyć moc i niepewność obliczenia mocy ze wzorów:

$$P = U \cdot I \qquad u(P) = P \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2}$$

3. Dla każdej odległości  $d$  lampy od baterii słonecznej odszukać w swojej tabeli maksymalną wartość mocy  $P_m$ . Jako niepewność maksymalnej wartości tej mocy  $\Delta P_m$  przyjąć połowę przedziału pomiędzy wartością mocy poprzednią w tabeli i wartością następną.
4. Posługując się funkcją natężenia promieniowania  $J$  w zależności od odległości  $d$ :

$$J \left[ \frac{W}{m^2} \right] = 309 + 9057 \cdot e^{-\frac{d}{219}};$$

(aby wynik końcowy otrzymać w  $[W/m^2]$ )  $d$  należy wyrazić w  $mm$ )

obliczyć moc padającego na baterię światła

$$P_s = J \cdot S,$$

( $S = (1,25 \pm 0,01) \cdot 10^{-3} m^2$  i oznacza powierzchnię baterii).

Dla uniknięcia pomyłek przy obliczaniu funkcji  $J$  można sprawdzić, czy obliczona wartość odpowiada wartości odczytanej z wykresu podanego na końcu tej instrukcji.

5. Niepewność mocy promieniowania  $u(P_s)$  obliczyć z zależności (przyjmując  $u(d) = 20mm$ ):

$$u(P_s) = \sqrt{J^2 \cdot u^2(S) + 1710 \cdot S^2 \cdot e^{-\frac{2d}{219}} \cdot u^2(d)}$$

6. Obliczenia powyższe powtórzyć dla danych zawartych w tabeli 2.
7. Dla każdego natężenia światła i każdej temperatury obliczyć maksymalną sprawność baterii słonecznej oraz jej niepewność

$$\eta = \frac{P_m}{P_s} \cdot 100\% \qquad u(\eta) = \eta \cdot \sqrt{\left(\frac{u(P_m)}{P_m}\right)^2 + \left(\frac{u(P_s)}{P_s}\right)^2}$$

8. Sprawności ogniwa w temperaturach  $t_A, t_B, t_C$  zestawić w tabeli 3 i wyciągnąć wnioski wynikające z tej tabeli.



