



Politechnika Wrocławska

Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów



## Miernictwo elementów optoelektronicznych W12EIT-SI0029L

### Laboratorium nr 3

### Detektory – praca statyczna

Opracował zespół: pod kierunkiem Ryszarda Korbutowicza

#### 1. Cel zajęć

Celem zajęć jest zapoznanie się z pracą fotodetektorów.

#### 2. Program zajęć

- \* pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych fotorezystora,
- \* pomiar zależności rezystancji fotorezystora od natężenia oświetlenia,
- \* pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej fotodiody jako detektora promieniowania,
- \* pomiar charakterystyk wyjściowych fototranzystora dla różnych natężeń oświetlenia.

#### 3. Literatura uzupełniająca

A. Świt, J. Pułtorak – Przyrządy półprzewodnikowe.

T. Ohly, Z. Radzimski – Elementy elektroniczne, Skrypt do Laboratorium.

B.G. Streetman – Przyrządy półprzewodnikowe.

Wykład ETD004068W Optoelektronika / W12EIT-SI0024W Optoelektronika

Wykład W12EIT-SI0029L Miernictwo elementów optoelektronicznych

Karty katalogowe

Instrukcje urządzeń pomiarowych i zasilających (<http://lpp.pwr.edu.pl/materialy-dydaktyczne>)

**Podczas zajęć należy przestrzegać przepisów BHP**

**4. Wprowadzenie teoretyczne i zagadnienia praktyczne****Zagadnienia do samodzielnego przygotowania**

- \* wpływ światła na konduktywność półprzewodnika
- \* wewnętrzne zjawisko fotoelektryczne,
- \* charakterystyki widmowe i oświetleniowe fotorezystora,
- \* wpływ światła na złącze p-n, charakterystyka prądowo-napięciowa,
- \* dioda półprzewodnikowa jako detektor promieniowania (parametry, budowa),
- \* fototranzystor jako detektor promieniowania (parametry, budowa),
- \* polaryzacja tranzystora bipolarnego, układy pracy tranzystorów, charakterystyki statyczne.

**Badane elementy:**

- a) fotorezystor GL5539 (Senba Optical & Electronic Co., Ltd),
- b) fotodioda krzemowa pin SFH 203 P (OSRAM Opto Semiconductors),
- c) fototranzystor krzemowy FT06-M.

**Przed zajęciami należy zapoznać się z kartami katalogowymi! (dostępne w Internecie)**

Źródłem promieniowania świetlnego jest oświetlacz na stałe zamocowany do płyty optycznej. Wielkość strumienia światła  $\Phi$  jest proporcjonalna do natężenia oświetlenia  $E$ . Oświetlenie mierzonego elementu fotoelektrycznego maleje w miarę wzrostu odległości elementu od źródła światła. Zmieniając położenie elementu fotoelektrycznego względem źródła światła mierzy się charakterystyki oświetleniowe.

odległość [x]	5	10	15	20	25	30
$E$ [klx]	320	135	70	43	30	20

W sprawozdaniu należy zamieścić tabele pomiarowe, wykresy oraz wnioski (komentarze do otrzymanych wyników).

**UWAGA:**

**Zwrócić uwagę na prawidłową polaryzację elementu i dopuszczalne napięcie!**

**Sprawdzić dane katalogowe badanych elementów!**

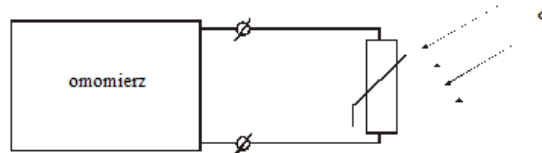
Szpilki M6 umieszczone na płycie optycznej wyznaczają położenie detektorów.

**1. Pomiar charakterystyk fotorezystora**

- a) Zmierzyć metodą techniczną i wykreślić (na jednym diagramie) charakterystykę  $I = f(U)$  fotorezystora – ciemną (użyć osłony w postaci pudełka) oraz dla wybranego natężenia oświetlenia  $E$  dla napięć w zakresie 1-3 V (dziesięć punktów pomiarowych). W sprawozdaniu zamieścić schematy pomiarowe.

Jaki układ należy wybrać: poprawnego pomiaru prądu, czy poprawnego pomiaru napięcia dla fotorezystora nieoświetlonego i oświetlonego i dlaczego?

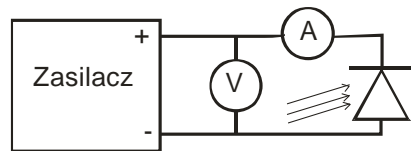
b) Zależność rezystancji fotorezystora od oświetlenia zmierzyć w układzie jak na rys. 1. oraz wykreślić w liniowym układzie współrzędnych zależności  $R^{-1} = f(E)$ , gdzie:  $R$  – rezystancja fotorezystora,  $E$  – natężenie oświetlenia wyrażone w klux (kiloluksach). Odległości pomiędzy fotorezystorem a oświetlaczem zmieniać co 5 cm.



Rys. 1. Układ do pomiaru zależności rezystancji fotorezystora od oświetlenia

### 2. Pomiar charakterystyki $I_f = f(U) |_{E=\text{const.}}$ dla fotodiody

Zmierzyć w zakresie od 0 V do -10 V charakterystyki  $I=f(U) |_{E=\text{const.}}$  fotodiody: ciemną (użyć osłony w postaci pudełka) oraz oświetloną w układzie jak na rys. 2. Odległości pomiędzy fotodiodą a oświetlaczem zmieniać co 5 cm. Wykorzystać do tego program Rejestrator.



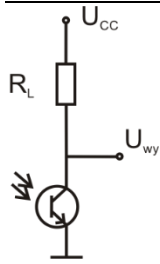
Rys. 2. Układ do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowej fotodiody pracującej jako detektor

Wykreślić:

- na wspólnym wykresie charakterystyki fotoprądu w funkcji napięcia polaryzacji dla różnych wartości natężenia oświetlenia (w tym charakterystykę ciemną),
- charakterystykę liniowości fotoprądu,
- zależność fotoprądu od kwadratu odwrotności odległości między źródłem światła a fotodiodą. Sprawdzić, czy spełnione jest prawo odwrotnych kwadratów,
- wyjaśnić dlaczego zastosowano taki układ pomiarowy (poprawny pomiar prądu).

### 3. Pomiar charakterystyki $I_C = f(U_{CE}) |_{E=\text{const.}}$ fototranzystora

Fototranzystor będzie pracował w układzie aktywnym normalnym ze wspólnym emiterem. Badanie elementu polega na pomiarze wpływu oświetlenia na charakterystyki wyjściowe fototranzystora. W ćwiczeniu prąd kolektora  $I_C$  będzie mierzony metodą pośrednią, tzn. jako spadek napięcia na rezystorze  $R_L$  (np. 1 k $\Omega$ ) – rys. 3. Wartości napięcia zasilania układu  $U_{CC}$  przyjmować takie, aby napięcie kolektor-emiter  $U_{CE}$  nieoświetlonego przyrządu było z zakresu 5-10 V. Napięciem wyjściowym  $U_{WY}$  jest napięcie  $U_{CE}$  mierzone woltomierzem. Podczas pomiarów należy kontrolować (i obserwować) napięcia: na rezystorze obciążenia  $U_R$  oraz wyjściowe  $U_{CE}$ .



Rys. 3. Fototranzystor w układzie wspólnego emitera:  $U_{CC}$  – napięcie zasilania,  $R_L$  – rezystor obciążenia,  $U_{wy}$  – napięcie wyjściowe fototranzystora ( $U_{CE}$ )

W układzie z rys. 3. zmierzyć (metodą techniczną):

a) statyczne charakterystyki wyjściowe fototranzystora dla kilku wybranych natężeń oświetlenia  $E$ :  $I_C = f(U_{CE})|_{E = \text{const.}}$  ( $U_{CE} \leq 10 \text{ V}$ ,  $I_C \leq 10 \text{ mA}$ ).

b) dla wybranej wartości napięcia  $U_{CE}$  (np. **5 V**) wyznaczyć charakterystykę  $I_C = f(E)$ .

\* Proszę zaobserwować charakter zmian napięcia  $U_{CE}$  wraz ze zmianami natężenia oświetlenia.

\* Wykreślić rodzinę charakterystyk wyjściowych  $I_C = f(U_{CE})$  fototranzystora.

\* Wykreślić charakterystykę  $I_C = f(E)$  fototranzystora dla wybranego napięcia  $U_{CE}$ .

\* Do jakiej wartości spada napięcie  $U_{CE}$ ?

Wyjaśnić dlaczego nie zawsze można zmierzyć charakterystyki ciemne?

**Uwaga:**

\* Porównać otrzymane wyniki z danymi katalogowymi.