



Politechnika Wrocławska

Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów



Miernictwo elementów fotonicznych

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 **Miernictwo elementów fotonicznych**

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 Φ 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!

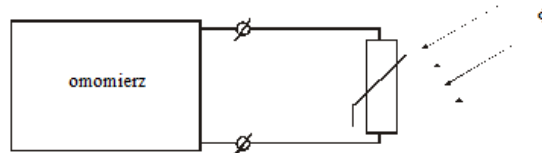
Szpilki M6 umieszczone na płycie optycznej wyznaczają położenie detektorów.

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?

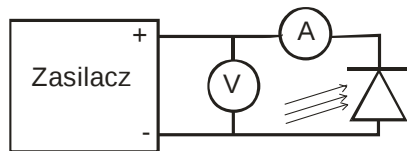
b) Zależność rezystancji fotorezystora od oświetlenia zmierzyć w układzie jak na rys. 1. oraz wykreślić w liniowym układzie współrzędnych zależności $R^{-1} = f(E)$, gdzie: R – rezystancja fotorezystora, E – natężenie oświetlenia wyrażone w klux (kiloluksach). Odległości pomiędzy fotorezystorem a oświetlaczem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



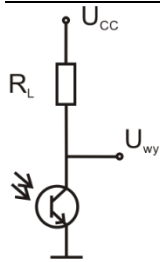
Rys. 2. Układ do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowej fotodiody pracującej jako detektor

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 Ω) – 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.