

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego nr 13

Temat: Charakterystyki i parametry dyskretnych półprzewodnikowych przyrządów optoelektronicznych

Cel ćwiczenia. *Celem ćwiczenia jest poznanie budowy, zasady działania, charakterystyk i parametrów wybranych półprzewodnikowych przyrządów optoelektronicznych.*

I. Wymagane wiadomości.

1. Absorbpcja i emisja promieniowania świetlnego w półprzewodniku.
2. Zewnętrzne i wewnętrzne zjawisko fotoelektryczne.
3. Energetyczne modele pasmowe obrazujące zjawiska zachodzące w półprzewodnikowych przyrządach optoelektronicznych.
4. Podział półprzewodnikowych przyrządów optoelektronicznych.
5. Fotodetektory i fotoogniwa.
6. Źródła światła i wskaźniki optoelektroniczne.
7. Właściwości elektryczne, charakterystyki prądowo-napięciowe: fotorezystora, fotodiody, fotoogniwa, fototranzystora.

II. Wykonanie ćwiczenia.

1. Opis stanowiska pomiarowego.

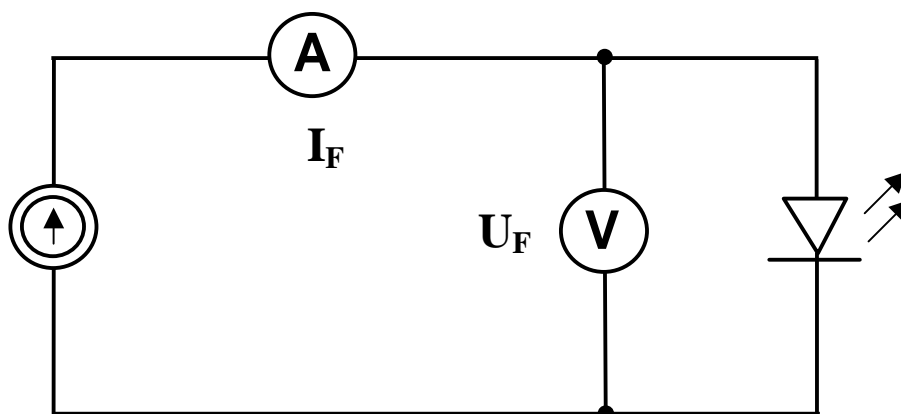
W skład stanowiska laboratoryjnego wchodzi przystawka z wbudowanymi układami zasilania, obwodami pomiarowymi, przełącznikiem wyboru układu pomiarowego, regulacją napięcia zasilania. W przystawce znajduje się źródło światła białego o regulowanym natężeniu, umieszczone w gnieździe UC1. Badane przyrządy optoelektroniczne (fotorezystor, fotodiody, fotoogniwo, fototranzystor) umieszczone są we wtykach UC1, stanowiących zakończenie kabli koncentrycznych. W czasie pomia-

rów są one dołączane do źródła światła, które jest zamocowane na bocznej ścianie przystawki. Połączenie badanych elementów z odpowiednimi obwodami znajdującymi się wewnątrz przystawki realizuje się przez złącza BNC. Załączenia obwodów pomiarowych dokonuje się przez ustawienie, w odpowiedniej pozycji, przełącznika wyboru układu pomiarowego. w odpowiedniej pozycji

W skład stanowiska laboratoryjnego wchodzi także: zasilacz napięcia stałego (dołączany do przystawki) oraz przyrządy pomiarowe (amperomierz, woltomierze), które są dołączane w miejscach oznaczonych na płycie czołowej przystawki.

2. Pomiar charakterystyk statycznych diod elektroluminescencyjnych.

Pomiary charakterystyk statycznych diod elektroluminescencyjnych dokonuje się w układzie przedstawionym na rys. 1. W układzie pomiarowym znajduje się 6 diod LED, emitujących światło o różnych długościach fali. Pomiary przeprowadza się w zakresie prądowym $I_{Fmax} = 10 \text{ mA}$.



Rys. 1. Schemat układu do pomiaru charakterystyk statycznych diod elektroluminescencyjnych.

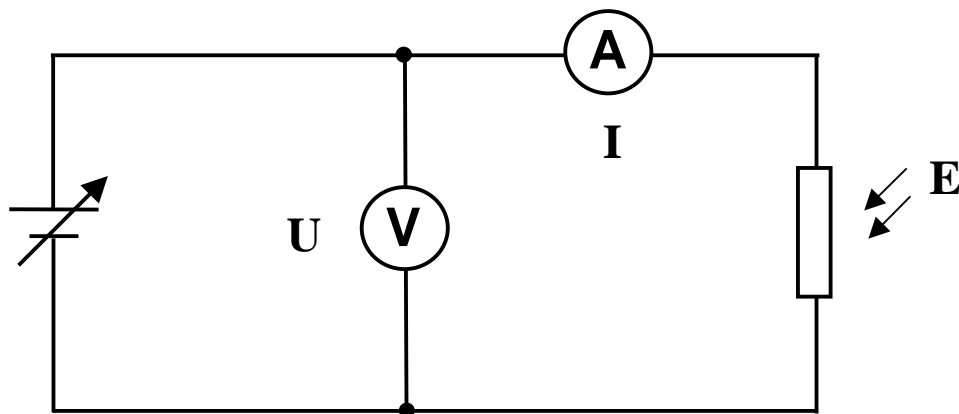
2.1. Pomiar charakterystyki diody elektroluminescencyjnej w kierunku przewodzenia $I_F = f(U_F)$.

1. Przy pomocy przełącznika dokonać wyboru w przystawce układu do pomiaru **charakterystyk statycznych diod LED**.
2. Dołączyć zasilacz do przystawki zachowując wskazaną na płycie czołowej polaryzację napięcia zasilania. Połączyć układ do pomiarów zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1 włączając przyrządy pomiarowe w miejscach oznaczonych na płycie czołowej przystawki.

- Wybrać odpowiednie zakresy na przyrządach pomiarowych. Włączyć zasilacz oraz przyrządy pomiarowe. Ustawić na zasilaczu podaną na przystawce wartość napięcia zasilania.
- Przy pomocy przełącznika wybrać diodę przeznaczoną do pomiarów, np. D1.
- Przy pomocy pokrętła regulacji źródła prądowego ustalić wartość prądu $I_F = 0,1 \text{ mA}$, Odczytać wartość napięć U_F .
- Zmieniać kolejno zadane wartości prądu I_F (do wartości $I_{F\max} = 10 \text{ mA}$) i odczytywać odpowiadające im wartości napięć U_F . Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 1.
- W wyżej opisany sposób dokonać pomiarów charakterystyk $I_F = f(U_F)$ dwóch wybranych diod elektroluminescencyjnych. Wyniki pomiarów umieścić w tabeli 1.

3. Pomiar charakterystyk statycznych fotorezystora.

Pomiaru charakterystyk statycznych fotorezystora dokonuje się w układzie pomiarowym którego schemat przedstawiony jest na rys. 2.



Rys. 2. Schemat układu do pomiaru charakterystyk statycznych fotorezystora.

3.1. Pomiar charakterystyki prądowo - napięciowej fotorezystora $I = f(U)$ przy $E = \text{const}$.

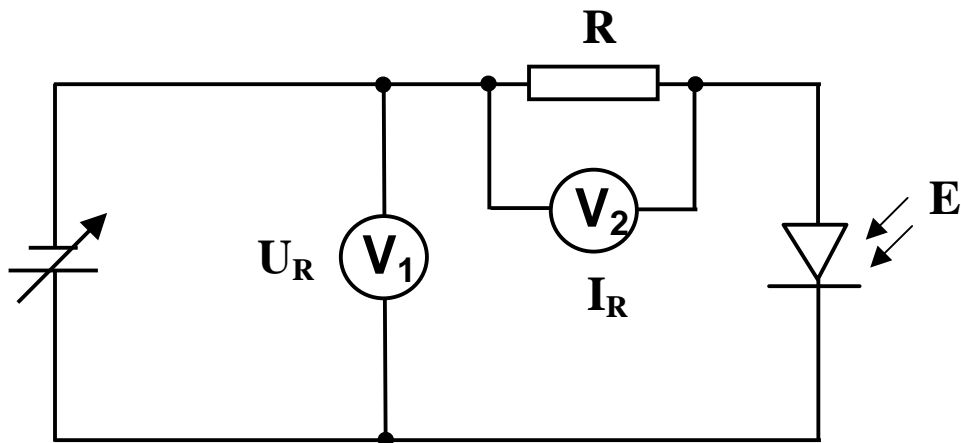
- Przy pomocy przełącznika dokonać wyboru w przystawce układu do pomiaru **charakterystyk statycznych fotorezystora**.
- Dołączyć zasilacz zachowując wskazaną na płycie czołowej polaryzację napięcia zasilania. Połączyć układ do pomiarów zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 2. Dołączyć przyrządy pomiarowe w miejscach oznaczonych na płycie czołowej przystawki.

3. Dołączyć badany fotorezystor do źródła światła oraz układu pomiarowego, w miejscu oznaczonym na płycie czołowej przystawki.
4. Wybrać odpowiednie zakresy na przyrządach pomiarowych. Włączyć zasilacz oraz przyrządy pomiarowe. Ustawić na zasilaczu podaną na przystawce wartość napięcia zasilania.
5. Dokonać pomiaru charakterystyki $I = f(U)$ przy $E = \text{const.}$, dla kilku wybranych wartości natężenia oświetlenia E , zmieniając wartości napięcia U w przedziale od $U = 0 \text{ V}$ do wartości, przy której spełniona będzie zależność $I \cdot U < P_{\text{Max}}$ (praktycznie $I \leq 10 \text{ mA}$, $U \leq 5 \text{ V}$). Pomiary wykonać przynajmniej w pięciu punktach dla każdej charakterystyki. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 2.

3.2. Pomiar charakterystyki sterowania fotorezystora $I = f(E)$ przy $U = \text{const.}$

1. Wykonać czynności podane w podpunktach 1-4, zawartych w p.3.1 instrukcji.
2. Dla wybranych wartości natężenia oświetlenia E , przy których spełniona jest zależność $I \cdot U < P_{\text{Max}}$ (praktycznie $I \leq 10 \text{ mA}$, $U \leq 5 \text{ V}$) zdjąć charakterystykę $I = f(E)$, dla ustalonych wartości. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 3.

4. Pomiar charakterystyk statycznych fotodiody.



Rys.3. Schemat układu do pomiaru charakterystyk statycznych fotodiody.

Pomiaru charakterystyk statycznych fotodiody dokonuje się w układzie pomiarowym, którego schemat przedstawiony jest na rys. 3. Pomiaru prądu I_R dokonuje się metodą pośrednią, poprzez pomiar napięcia (przy pomocy woltomierza V_2) na rezystancji $R = 10 \Omega$.

4.1. Pomiar charakterystyki prądowo - napięciowej fotodiody $I_R = f(U_R)$ przy $E = \text{const}$.

1. Przy pomocy przełącznika dokonać wyboru w przystawce układu do pomiaru **charakterystyk statycznych fotodiody**.
2. Dołączyć zasilacz zachowując wskazaną na płycie czołowej polaryzację napięcia zasilania. Połączyć układ do pomiarów zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 3. Dołączyć przyrządy pomiarowe w miejscach oznaczonych na płycie czołowej przystawki.
3. Dołączyć badaną fotodiode do źródła światła oraz układu pomiarowego, w miejscu oznaczonym na płycie czołowej przystawki.
4. Wybrać odpowiednie zakresy na przyrządach pomiarowych. Włączyć zasilacz oraz przyrządy pomiarowe. Ustawić na zasilaczu podaną na przystawce wartość napięcia zasilania.
5. Dla kilku wartości natężenia oświetlenia E zdjąć charakterystykę statyczną fotodiody $I_R = f(U_R)$ przy $E = \text{const}$. w zakresie napięć U_R od 0 V do -5 V . Pomiarów wykonać przynajmniej w dziesięciu punktach pomiarowych dla każdej charakterystyki. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 4.

4.2. Pomiar charakterystyki sterowania fotodiody $I_R = f(E)$.

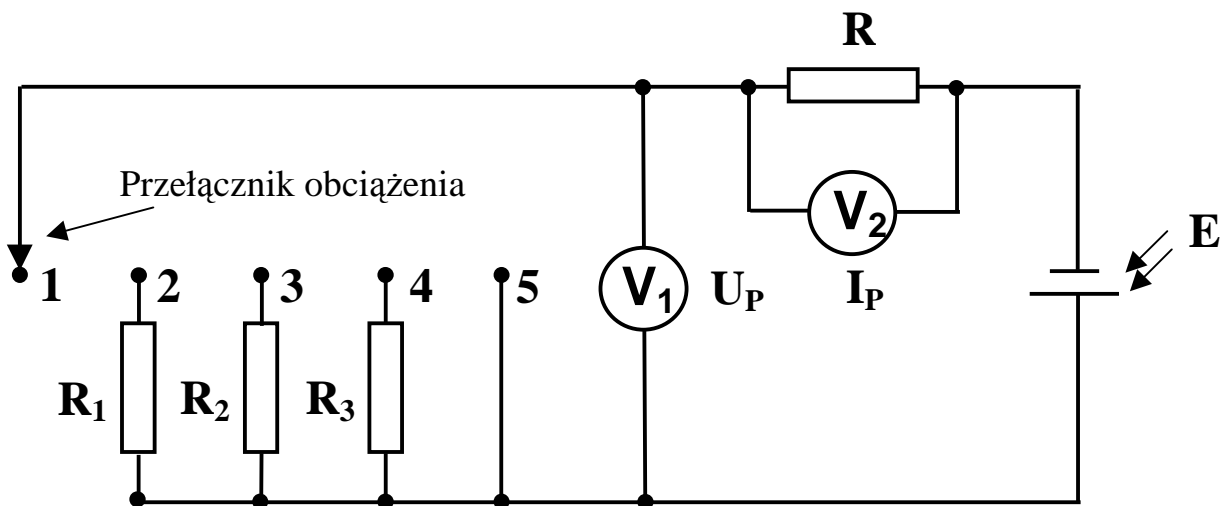
1. Wykonać czynności podane w podpunktach 1-4, zawartych w **p.4.1** instrukcji.
2. Dla dwóch wybranych wartości U_R zdjąć charakterystykę sterowania fotodiody $I_R = f(E)$ przy $U_R = \text{const}$. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 5.

5. Pomiar charakterystyk statycznych fotoogniwa.

Pomiaru charakterystyk statycznych fotoogniwa dokonuje się w układzie pomiarowym, którego schemat przedstawiony jest na rys. 4. Pomiaru prądu I_P dokonuje się metodą pośrednią, poprzez pomiar napięcia (przy pomocy woltomierza V_2) na rezystancji $R = 10 \Omega$.

5.1. Pomiar charakterystyk sterowania fotoogniwa.

1. Przy pomocy przełącznika dokonać wyboru w przystawce układu do pomiaru **charakterystyk statycznych fotoogniwa**.
2. Dołączyć zasilacz zachowując wskazaną na płycie czołowej polaryzację napięcia zasilania. Połączyć układ do pomiarów zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 4. Dołączyć przyrządy pomiarowe w miejscach oznaczonych na płycie czołowej przystawki.
3. Dołączyć badane fotoogniwo do źródła światła oraz układu pomiarowego, w miejscu oznaczonym na płycie czołowej przystawki.
4. Wybrać odpowiednie zakresy na przyrządach pomiarowych. Włączyć zasilacz oraz przyrządy pomiarowe. Ustawić na zasilaczu podaną na przystawce wartość napięcia zasilania.
5. Dla wartości natężenia oświetlenia E od 0 lx do 10 klx , zdjąć charakterystykę $I_P = f(E)$ przy $R_L = \text{const.}$ dla wybranych wartości R_L (w tym $R_L = 0$ oraz $R_L = \infty$). Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 6.



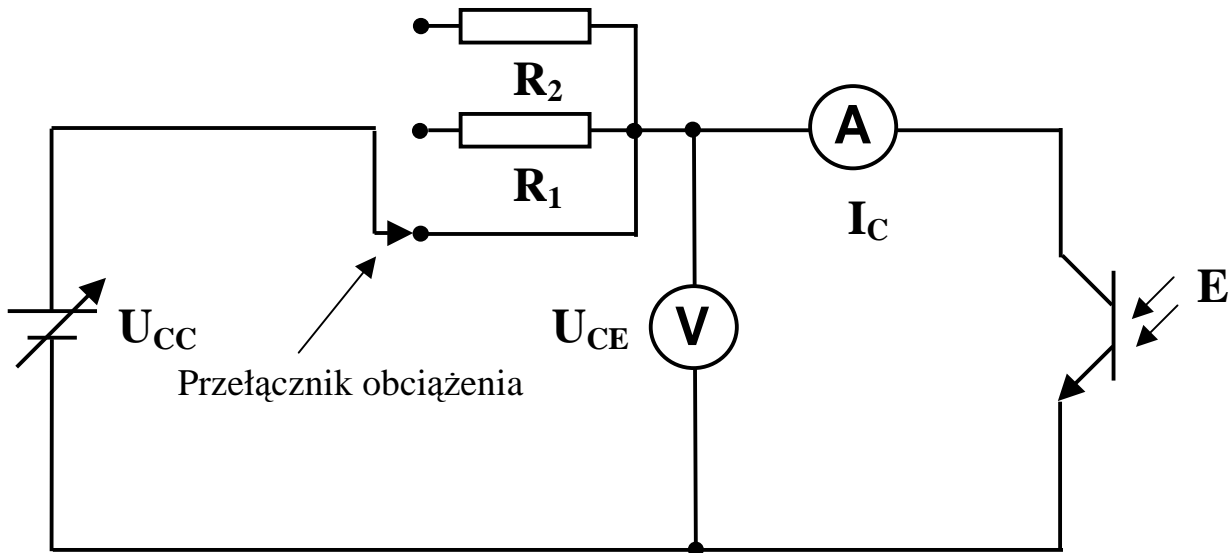
Rys. 4. Schemat układu do pomiaru charakterystyk statycznych fotoogniwa.

5.2. Pomiar charakterystyk obciążenia fotoogniwa.

1. Wykonać czynności podane w podpunktach 1-4, zawartych w **p.5.1** instrukcji.
2. Dla kilku wybranych wartości E zdjąć charakterystykę obciążenia $I_P = f(R_L)$ przy $E = \text{const.}$ Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 7.

6. Pomiar charakterystyk statycznych fototranzystora.

Pomiaru charakterystyk statycznych fototranzystora dokonuje się w układzie pomiarowym, którego schemat przedstawiony jest na rys. 5.



Rys. 5. Schemat układu do pomiaru charakterystyk statycznych fototranzystora.

6.1. Pomiar charakterystyk statycznych fototranzystora $I_C = f(U_{CE})$ przy $E = \text{const}$.

1. Przy pomocy przełącznika dokonać wyboru w przystawce układu do pomiaru **charakterystyk statycznych fototranzystora**.
2. Dołączyć zasilacz zachowując wskazaną na płycie czołowej polaryzację napięcia zasilania. Połączyć układ do pomiarów zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 5. Dołączyć przyrządy pomiarowe w miejscach oznaczonych na płycie czołowej przystawki.
3. Dołączyć badany fototranzystor do źródła światła oraz układu pomiarowego, w miejscu oznaczonym na płycie czołowej przystawki.
4. Wybrać odpowiednie zakresy na przyrządach pomiarowych. Włączyć zasilacz oraz przyrządy pomiarowe. Ustawić na zasilaczu podaną na przystawce wartość napięcia zasilania.
5. Przełącznik obciążenia ustawić w wybranym położeniu (np. **bez obciążenia**).
6. Dla kilku dobranych wartości natężenia oświetlenia E zdjąć charakterystyki statyczne fototranzystora $I_C = f(U_{CE})$ przy $E = \text{const}$. ($U_{CE} \leq 5 \text{ V}$, $I_C \leq 10 \text{ mA}$). Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 8.

6.2. Pomiar charakterystyk sterowania fototranzystora $I_C = f(E)$ przy $U_{CE} = \text{const}$. $R_L = \text{const}$.

1. Wykonać czynności podane w podpunktach 1-4, zawartych w p.6.1 instrukcji.
2. Przełącznik obciążenia ustawić w wybranym położeniu (np. **bez obciążenia**).
3. Dla kilku wartości U_{CE} zdjąć rodzinę charakterystyk sterowania $I_C = f(E)$ przy $U_{CE} = \text{const}$. ($U_{CE} \leq \underline{5 \text{ V}}$, $I_C \leq \underline{10 \text{ mA}}$). Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 7, w tabeli 9.

III. Opracowanie wyników.

1. Wykreślić na wspólnym wykresie charakterystyki $I_F = f(U_F)$ zbadanych diod elektroluminescencyjnych.
2. Wykreślić rodzinę charakterystyk $I = f(U)$ fotorezystora.
3. Na podstawie charakterystyk statycznych obliczyć rezystancję R fotorezystora, przy kolejnych wartościach natężenia oświetlenia E .
4. Wykreślić charakterystyki sterowania $I = f(E)$ fotorezystora.
5. Wykreślić rodzinę charakterystyk $I_R = f(U_R)$ fotodiody.
6. Korzystając z charakterystyk statycznych wyznaczyć statyczną czułość fotodiody.
7. Wykreślić rodzinę charakterystyk sterowania $I_R = f(E)$ fotodiody.
8. Wykreślić rodzinę charakterystyk sterowania $I_P = f(E)$ fotoogniwa.
9. Wykreślić rodzinę charakterystyk obciążenia $I_P = (R)$ fotoogniwa.
10. Wykreślić rodzinę charakterystyk wyjściowych $I_C = f(U_{CE})$ fototranzystora.
11. Wykreślić rodzinę charakterystyk sterowania $I_C = f(E)$ fototranzystora.
12. Korzystając z charakterystyk sterowania wyznaczyć czułość fototranzystora.