

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego nr 4

Temat: Badanie własności przełączających diod półprzewodnikowych

Cel ćwiczenia. *Celem ćwiczenia jest poznanie własności przełączających złącza p - n oraz wybranych parametrów dynamicznych różnych diod.*

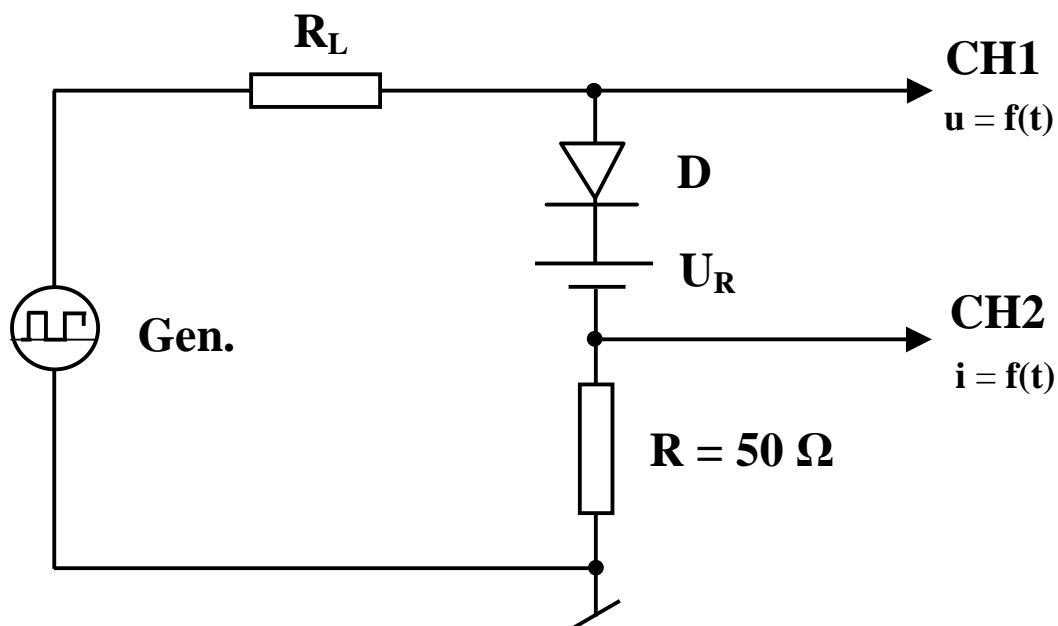
I. Wymagane wiadomości.

1. Elektryczne schematy zastępcze nieliniowe diod półprzewodnikowych dla wszystkich zakresów częstotliwości.
2. Interpretacja fizyczna elementów schematów zastępczych.
3. Procesy przejściowe w złączu podczas przełączania „prądowego” oraz „napięciowego”.
4. Charakterystyka $i = f(t)$ oraz $u = f(t)$ diody przełączanej impulsem prostokątnym.
5. Definicje parametrów dynamicznych w oparciu o charakterystyki czasowe.
6. Wyznaczanie ładunku zgromadzonego w diodzie.
7. Własności i parametry diod impulsowych. Porównanie własności przełączających diod różnych typów.
8. Kształtowanie impulsów przy pomocy diod.
9. Wpływu procesów technologicznych na własności diod przełączających.
10. Znajomości metody pomiaru parametrów dynamicznych diod.

II. Wykonanie ćwiczenia.

1. Opis układu pomiarowego.

Układ pomiarowy, którego schemat przedstawiono na rys. 1, składa się z przystawki pomiarowej, dołączanego z zewnątrz generatora impulsów prostokątnych i oscyloskopu dwukanałowego. Przystawka pomiarowa posiada wbudowane źródło polaryzacji zaporowej U_R (o wartościach napięć: **1,5 V** lub **3 V**), rezystor obciążenia R_L (o wartościach: **0 Ω** , **240 Ω** , **470 Ω**) oraz rezystor $R = 50 \Omega$. Do przystawki dołączana jest z zewnątrz badana dioda **D**.



Rys. 1. Schemat układu do badania własności przełączających diody.

Badana dioda polaryzowana jest w kierunku zaporowym napięciem U_R o znanej wartości (1,5 V lub 3 V). Impuls prostokątny dodatni, o amplitudzie większej od wartości U_R , wprowadza diodę w stan przewodzenia. Przebiegi czasowe $u = f(t)$, obserwowane po dołączeniu kanału pierwszego oscyloskopu CH1, obrazują kształt spadku napięcia na diodzie z szeregowo połączonym rezystorem R .

Wartość prądu płynącego przez diodę polaryzowaną w kierunku przewodzenia określa się na podstawie przebiegu $i = f(t)$, obserwowanego na ekranie oscyloskopu (uzyskanego po dołączeniu kanału drugiego CH2 oscyloskopu).

W układzie dokonuje się pomiarów czasów przełączania oraz wartości ładunku zgromadzonego w bazie diody podczas przepływu prądu w kierunku przewodzenia.

2. Pomiar czasów magazynowania t_s , opadania t_f oraz ładunku Q_s zgromadzonego w bazie diody.

W układzie połączonym według schematu przedstawionego na rys. 1 dokonuje się pomiarów czasów: magazynowania t_s , opadania t_f oraz czasu wyłączenia t_{rr} .

Na podstawie przybliżonego odczytu powierzchni S pomiędzy osią czasową i krzywą przebiegu prądowego $i = f(t)$, w zakresie polaryzacji ujemnej, oblicza się ładunek zgromadzony w bazie diody. Parametry te badane są w funkcji prądu przewodzenia I_F , przy ustalonych

wartościach napięcia $U_R = 1,5 \text{ V}$ oraz $U_R = 3 \text{ V}$. Pomiar przeprowadza się dla diod wykonanych różnymi technologiami (prostowniczej **Ge** oraz **Si**, ostrzowej, impulsowej).

Przed przystąpieniem do pomiarów należy wykonać niżej podane czynności.

1. Dołączyć do przystawki pomiarowej generator impulsów prostokątnych.
2. Ustawić częstotliwość generatora $f = 50 \text{ kHz}$, poziom sygnału na zero, wypełnienie impulsu w granicach 25 - 30 %.
3. Dołączyć odpowiednio do przystawki kanały oscyloskopu **CH1** [zobrazowanie przebiegu $u = f(t)$] oraz **CH2** [zobrazowanie przebiegu $i = f(t)$].
4. Włączyć generator i oscyloskop. Dokonać wstępnych ustawień oscyloskopu korzystając z uproszczonej instrukcji obsługi. Ustawić podstawę czasu C_t rzędu $\mu\text{s/cm}$. Przyjąć czułość napięciową C_{u1} kanału pierwszego **CH1** rzędu V/cm , czułość napięciową C_{u2} kanału drugiego rzędu mV/cm .
5. Ustawić przełączniki **Regulacja R_L** w pozycji $R_L = 0$ dla zakresu $U_R = 1,5 \text{ V}$.
6. Umieścić badaną diodę **D** w przystawce pomiarowej zachowując polaryzację w kierunku zaporowym w odniesieniu do napięcia U_R .

Pomiary czasów magazynowania t_s , opadania t_f oraz ładunku Q_s przeprowadza się dla diod różnych typów, w niżej określonych warunkach.

1. Przy wybranym napięciu polaryzacji zaporowej np. $U_R = 1,5 \text{ V}$ oraz $R_L = 0 \ \Omega$ zwiększać amplitudę sygnału z generatora do uzyskania wartości prądu przewodzenia diody $I_F = 0,5 \text{ mA}$ (wartość ustalona na przebiegu $i = f(t)$ powyżej osi czasowej - kanał drugi oscyloskopu **CH2**).
2. Z przebiegu $i = f(t)$ odczytać wartości czasów t_s oraz t_f . Odczytać przybliżoną wartość powierzchni $S [\text{cm}^2]$ obszaru ograniczonego osią czasową oraz krzywą $i = f(t)$, w zakresie polaryzacji zaporowej. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu 2, w tabeli 5.
3. Zwiększyć amplitudę sygnału z generatora w celu uzyskania wartości prądu przewodzenia diody $I_F = 1 \text{ mA}$. Powtórzyć czynności opisane w p.2.
4. Ustawiając kolejne wartości prądu I_F (co $0,5 \text{ mA}$ w zakresie kilku mA) dokonywać odczytów czasów t_s i t_f oraz powierzchni $S [\text{cm}^2]$. Wyniki pomiarów umieszczać w Sprawozdaniu nr 2, w tabeli 5.
5. Przy wybranym wcześniej napięciu polaryzacji zaporowej np. $U_R = 1,5 \text{ V}$, **wykonać pomiary przy obciążeniu R_L , o wartościach wskazanych przez prowadzącego**, powta-

rzając czynności podane w p.(1-4). Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 2, w tabeli 6.

Przeprowadzić analogiczne pomiary, w zakresie wskazanym przez prowadzącego, przy wartości napięcia polaryzacji zaporowej $U_R = 3 \text{ V}$, dla odpowiednich wartości rezystancji obciążenia R_L .

Wykonać pomiary dla diod różnych typów.

Uwaga ! Po ukończeniu pomiarów wyjąć badaną diodę z przystawki pomiarowej.

III. Opracowanie wyników.

1. Obliczyć ładunek Q_s , zgromadzony w bazie diody podczas polaryzacji w kierunku przewodzenia, na podstawie zależności:

$$Q_s = S \cdot C_t \cdot C_i$$

gdzie: $S \text{ [cm}^2\text{]}$ - powierzchnia ograniczona osią czasową i przebiegiem $i(t)$ w kierunku zaporowym; $C_t \text{ [}\mu\text{s/cm]}$ - czułość czasowa oscyloskopu (podstawa czasu); $C_i \text{ [mA/cm]}$ - czułość prądowa wyznaczana z zależności: $C_i = C_{u2} / R$; $R = 50 \Omega$.

2. Wykreślić przebieg wartości ładunku Q_s w funkcji prądu przewodzenia I_F .
3. Wykreślić przebiegi zmierzonych czasów funkcji prądu przewodzenia I_F .
4. Przerysować z ekranu oscyloskopu przebiegi czasowo - napięciowe i czasowo - prądowe dla kilku różnych diod, przy identycznych warunkach pomiaru.
5. Wyjaśnić jakie czynniki wpływają na wielkość ładunku zgromadzonego w bazie diody.
6. Przedstawić jaki jest wpływ warunków pomiarów na zmierzone wielkości.