

Instrukcja do ćwiczenia **„Badanie diod półprzewodnikowych”**

I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z różnymi rodzajami diod półprzewodnikowych - dioda prostownicza krzemowa, dioda detekcyjna germanowa, dioda świecąca, dioda Zenera oraz wyznaczenie charakterystyk prądowo-napięciowych, wyznaczanie napięcia przewodzenia (w przypadku diody Zenera także napięcia przebicia wstecznego) a także poznanie metody wykreślania charakterystyk bezpośrednio na oscyloskopie w układzie wyświetlania XY.

II. Wymagania

Znajomość podstaw fizyki półprzewodników, w tym złącza p-n. Umiejętność wykonywania pomiaru za pomocą oscyloskopu.

III. Aparatura

Miernik uniwersalny (Brymen 805), generator funkcji, oscyloskop 2 kanałowy lub 4 kanałowy, akcesoria pomocnicze (kolba lutownicza, kable łączeniowe, chwytaki pomiarowe, trójniki rozgałęziające).

IV. Elementy

- Rezystory: 1 k Ω , szt 2
- Diody: krzemowa prostownicza, germanowa, Zenera, LED

V. Wykonanie ćwiczenia

1. Identyfikacja diod

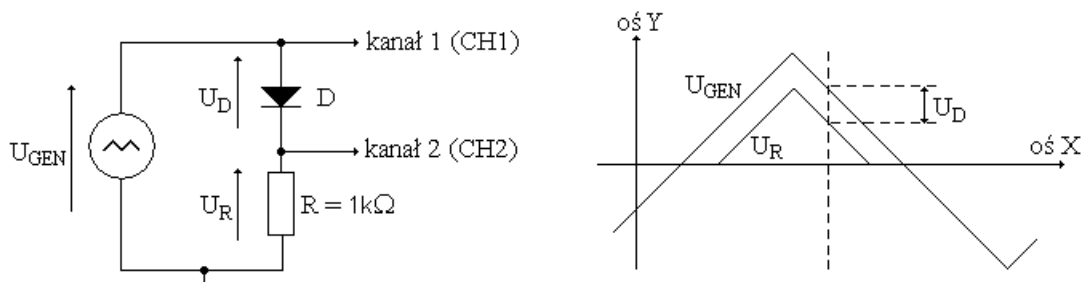
Identyfikacja diod za pomocą uniwersalnego miernika. Diodę podłączamy do gniazda COM i ΩV miernika, jak przy pomiarze oporności, najlepiej za pomocą zwykłych kabli z końcówkami bananowymi i założonymi chwytakami pomiarowymi z jednej strony. Mierzmy opór elektryczny każdej diody w obu kierunkach.

Czy dla każdej diody mierzona wartość oporu zależy od kierunku polaryzacji napięciem z miernika?

Ustalić stronę anody i stronę katody diod. Dla których diod jest to możliwe za pomocą tego miernika uniwersalnego?

2. Dioda krzemowa

Pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej $I_D = f(U_D)$ krzemowej diody prostowniczej.



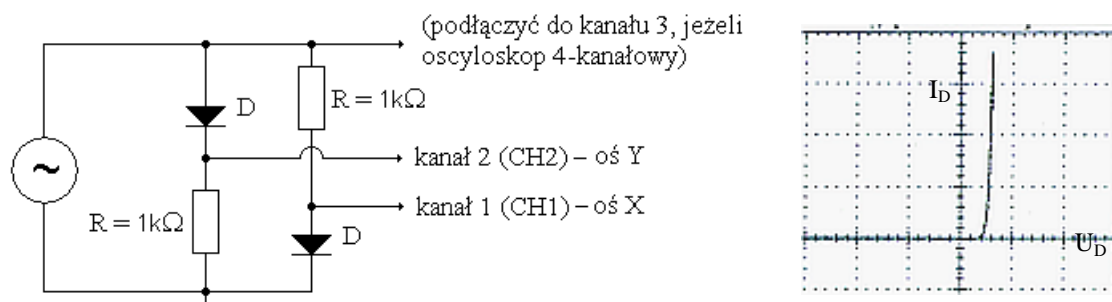
- ◆ Zbudować układ pomiarowy według schematu jak wyżej.
- ◆ Podłączyć wyjścia układu do odpowiednich kanałów CH1, CH2 oscyloskopu.
- ◆ Ustawić kanały oscyloskopu w tryb sprzężenia stałoprądowego (MENU CH1,2 – Coupling → DC)
- ◆ Z generatora podać napięcie piłokształtne o wartościach szczytowych $U_{pp} (-2,5, +2,5)$ V i częstotści około 100 Hz.
- ◆ Posługując się odczytem z oscyloskopu zmierzyć charakterystyki diody $I_D = f(U_D)$ wiedząc, że $I_D = U_R / R$, $U_D = U_{GEN} - U_R$

UWAGA:

Można skorzystać z pracy kanałów oscyloskopu w trybie precyzyjnej czułości pionowej *fine*. Dokonać pomiarów kursorami w trybie „*fine*” starając się rozciągnąć przebiegi na całą wysokość ekranu (MENU CH1, CH2 – Volt/Div – *coarse* → *fine*). Warunkiem poprawnego pomiaru jest ustawienie jednakowej czułości w obu kanałach i nałożenie poziomu zer obu kanałów (strzałki z lewej strony ekranu) na siebie.

3. Automatyczny pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych diody $I_D = f(U_D)$ za pomocą oscyloskopu w trybie wyświetlania XY.

Wyjaśnienie zasady pracy oscyloskopu w modzie XY.



a.) Charakterystyka prądowo-napięciowa diody krzemowej

- ◆ Zbudować układ pomiarowy z dwoma diodami według schematu jak wyżej.
- ◆ Z generatora podać napięcie sinusoidalne o wartości szczytowej $U_{pp} (-2,5, +2,5)$ V i częstotści około 100 Hz.
- ◆ Ustawić oscyloskop w trybie wyświetlania XY (Display → format XY), w kanałach oscyloskopu ustawić sprzężenie stałoprądowe (MENU CH1,2 – Coupling → DC)
- ◆ Zaobserwować charakterystykę prądowo-napięciową diody, wyznaczyć napięcie przewodzenia.

b.) Charakterystyka prądowo-napięciowa diody świecącej LED

- ◆ Zbudować układ pomiarowy z dwoma diodami według schematu jak wyżej.
- ◆ Z generatora podać napięcie sinusoidalne o wartości szczytowej $U_{pp} (-2,5, +2,5)$ V i ustawić minimalną częstotliwość (rzędu 1 Hz).
- ◆ Ustawić oscyloskop w formacie wyświetlania XY: (Display \rightarrow format XY), w kanałach oscyloskopu ustawić sprzężenie stałoprądowe (MENU CH1,2 – Coupling \rightarrow DC)
- ◆ Zaobserwować charakterystykę prądowo-napięciową diody, wyznaczyć napięcie przewodzenia.
- ◆ wykorzystać możliwość dodania składowej stałej (generator, pokrętło offset +/-) do sygnału wejściowego i zaobserwować jego wpływ na kształt charakterystyki – spowodować całkowite wygaszenie diody, następnie stałe świecenie diody.
- ◆ Jeśli oscyloskop posiada więcej niż 2 kanały, podłączyć dodatkowo sygnał z generatora (GEN) na trzeci kanał CH3 (lub w miejsce kanału CH1 przy braku kanału CH3) i przełączyć się na format YT (Display \rightarrow format YT). Zaobserwować i zrozumieć przebiegi wszystkich kanałów. Powrót do charakterystyki diody: (Display \rightarrow format XY)

Uwaga: ustawić źródło wyzwalania oscyloskopu: kanał CH3 (jeżeli jest) lub CH1, np. (TRIGGER Menu – Source – CH1)

4. Wyznaczyć krytyczną częstotliwość migotania *cff* (critical flicker frequency), przy której oko ludzkie dostrzega jeszcze pulsację światła diody.

Diode LED należy zasilać sygnałem sinusoidalnym (ze składową stałą = 0 V) z generatora funkcji o napięciu maksymalnym $U_{pp} (-2,5, +2,5)$ V i zwiększać częstotliwość od 1 Hz aż do wizualnego zaniku pulsacji światła. Powtórzyć ten sam pomiar obniżając częstotliwość generatora do momentu, gdy pulsacje staną się widoczne.

- ◆ Zarejestrować wartości częstotliwości sygnału sinusoidalnego, przy których oko dostrzega jeszcze pulsację światła diody.

5. Zbadać charakterystykę prądowo-napięciową diody Zenera

Zgodnie z punktami 2–3 ćwiczenia zmierzyć i zaobserwować na oscyloskopie charakterystykę $I_D = f(U_D)$ diody Zenera. Wyznaczyć napięcie przewodzenia U_p i napięcie przebicia (Zenera) U_z .

