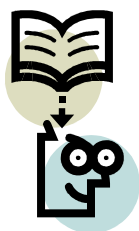


Dioda półprzewodnikowa

4



Instrukcja do ćwiczenia „Dioda półprzewodnikowa”

4

I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z różnymi rodzajami diod półprzewodnikowych, takimi jak dioda prostownicza krzemowa, dioda detekcyjna germanowa, dioda świecąca, fotodioda, 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 posługiwania się generatorem i oscyloskopem.

III. Aparatura

Miernik uniwersalny (Brymen 805), generator funkcyjny, oscyloskop 2 kanałowy (Tektronix TDS1002) lub 4 kanałowy, akcesoria pomocnicze (kolba lutownicza, kable łączeniowe, chwytaki pomiarowe, trójniki rozgałęziające).

IV. Wykonanie ćwiczenia

1. Identyfikacja diod

Przegląd otrzymanych diod – identyfikacja diody krzemowej i germanowej za pomocą uniwersalnego miernika, zgodnie z załączoną instrukcją (pomiar miernikiem Brymen 805).

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.

Instrukcja

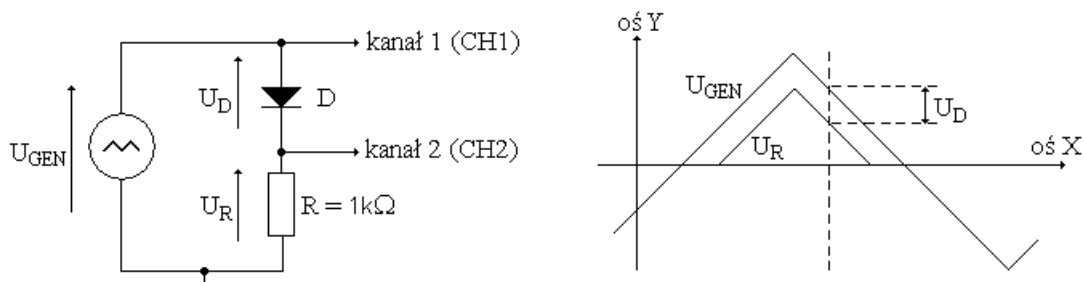
Ustawić główne pokrętko na zakresie pomiaru Ω i dwukrotnie nacisnąć przycisk SELECT, powodując włączenie testu diod (w prawym górnym rogu pojawi się symbol diody).

Napięcie przewodzenia standardowych diod germanowych i krzemowych zawiera się w przedziale 0,2 V – 0,9 V. Wyższe wartości wskazują na niesprawność diody lub inny typ diody (np. dioda świecąca). Wskazanie zero oznacza zwarcie wewnętrzne diody. Wskazanie „0L” oznacza brak przewodzenia lub inny typ diody o wyższym napięciu przewodzenia (np. dioda świecąca $U_p = 1,8$ V).

Test diody w kierunku zaporowym jest pozytywny, jeżeli wyświetlacz pokaże „0L”. Każde inne wskazanie jest nieprawidłowe i oznacza, że dioda jest niesprawna.

2. Dioda krzemowa

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



- ◆ Zbudować układ pomiarowy według powyższego schematu.
- ◆ Podłączyć wyjścia układu do odpowiednich kanałów CH1, CH2 oscyloskopu.
- ◆ Ustawić w kanałach oscyloskopu sprzężenie stałoprądowe (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 (kursory), zdjąć dane do charakterystyki diody $I_D = f(U_D)$ wiedząc, że $I_D = U_R / R$, $U_D = U_{GEN} - U_R$
- ◆ Opracowując wyniki dopasować do zarejestrowanej charakterystyki diody zmodyfikowane równanie Shockley'a:

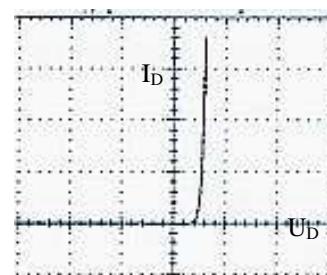
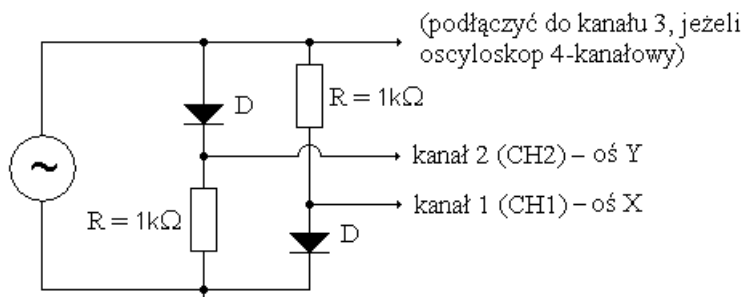
$$I_D(U_D) = I_g \left[\exp\left(\frac{eU_D}{MkT}\right) - 1 \right],$$

gdzie e – ładunek elementarny, k – stała Boltzmana. Wyznaczyć z dopasowania wartości parametrów I_g oraz M . Oszacować wartość napięcia przewodzenia, porównać je z wartością zmierzoną miernikiem uniwersalnym.

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 poziomego zer obu kanałów (strzałki z lewej strony ekranu) na siebie.

3. Automatyczne zdejmowanie charakterystyk prądowo-napięciowych diody $I_D = f(U_D)$ za pomocą oscyloskopu w formacie wyświetlania 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 modzie wyświetlania XY (Display → format XY), w kanałach oscyloskopu ustawić sprzężenie stałoprądowe (MENU CH1,2 – Coupling → DC)
- ◆ Zaobserwować charakterystykę prądowo-napięciową diody, oszacować 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 $U_{pp}(-4, +4)$ V i ustawić minimalną częstotść (rzędu 1 Hz).
- ◆ Ustawić oscyloskop w formacie wyświetlania XY: (Display → format XY), w kanałach oscyloskopu ustawić sprzężenie stałoprądowe (MENU CH1,2 – Coupling → DC)
- ◆ Zaobserwować charakterystykę prądowo-napięciową diody, oszacować napięcie przewodzenia.
- ◆ wykorzystać możliwość dodania poziomego stałego (generator, pokrętko 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 → format YT). Zaobserwować i zrozumieć przebiegi wszystkich kanałów. Powrót do charakterystyki diody: (Display → format XY)

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

Pomiar charakterystyki diody krzemowej w trybie XY mógłby być dużo szybszym podejściem niż zaproponowane w punkcie 2, jednak dostępne na Pracowni oscyloskopy nie pozwalają na użycie kursorów w trybie XY. Gdyby ćwiczenie było wykonywane za pomocą oscyloskopów, które pozwalają na precyzyjny pomiar krzywej w trybie XY, wtedy punkt 2 można opuścić, a dokładne pomiary przeprowadzić w układzie przedstawionym w punkcie 3.

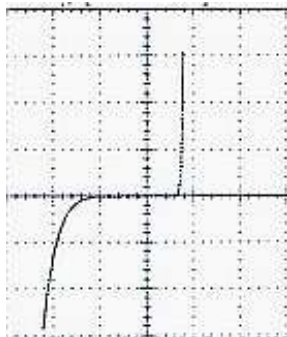
4. Wyznaczyć krytyczną częstotliwość migotania cff (critical flicker frequency), przy której oko ludzkie dostrzega jeszcze pulsację światła diody.

Diode LED należy zasilać sygnałem sinusoidalnym (ze składową stałą = 0 V) z generatora funkcyjnego o napięciu maksymalnym $U_{pp}(-4, +4)$ V i zwiększać częstotść od 1 Hz w górę aż do wizualnego zaniku pulsacji światła. Powtórzyć ten sam pomiar obniżając częstotść generatora do momentu, gdy pulsacje staną się widoczne.

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

5. Zbadać charakterystykę prądowo-napięciową diody Zenera

Zgodnie z punktem 3 ćwiczenia wyświetlić na oscyloskopie charakterystykę $I_D = f(U_D)$ diody Zenera. Oszacować napięcie przewodzenia U_p i napięcie przebicia (Zenera) U_z .



===== Powodzenia =====

Strona internetowa PFiE WF UW:



<http://pe.fuw.edu.pl/>