

BADANIE DIODY PÓŁPRZEWODNIKOWEJ

I. Zagadnienia:

1. Przewodnictwo elektryczne półprzewodników
 - a) model pasmowy,
 - b) zależność od temperatury.
2. Prostowniki półprzewodnikowe
 Charakterystyki diod półprzewodnikowych: złącze n–p, metal–półprzewodnik. Dioda Zenera i tunelowa.

II. Literatura:

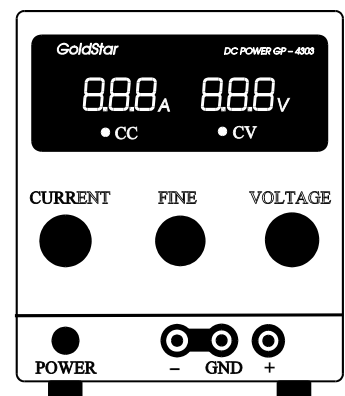
1. H. Szydłowski – Pracownia fizyczna.
2. Podręczniki kursowe.

III. Aparatura i wykonanie ćwiczenia:

W czasie wykonywania jednej charakterystyki nie wolno zmieniać zakresu miliamperomierza. Jego opór wewnętrzny jest porównywalny z oporem diody i przy zmianie zakresu zmienia się opór obwodu.

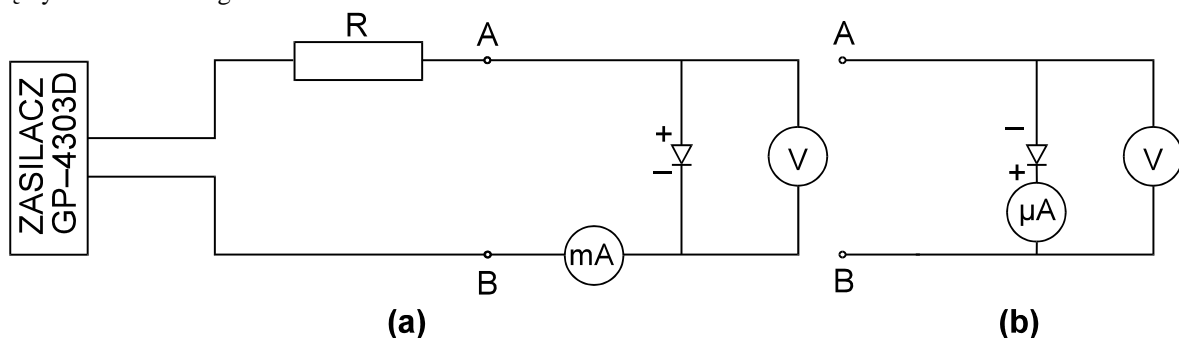
Obsługa zasilacza GP – 4303 D

Przed przystąpieniem do łączenia obwodów należy potencjometry *Fine* i *Voltage* ustawić w skrajnym lewym położeniu. Zasilacz włącza się za pomocą przycisku *Power*. Dla kierunku **przewodzenia** – napięcie zmieniać wyłącznie za pomocą potencjometru *Fine*. W przypadku pomiarów w kierunku **zaporowym** należy używać potencjometrów *Voltage* (regulacja zgrubna) i *Fine* (regulacja dokładna). Podczas pomiarów powinna się świecić dioda CV (kolor zielony). Zapalenie się diody CC (kolor czerwony) oznacza przekroczenie zakresu prądowego – przyrząd utrzymuje stałą wartość natężenia prądu niezależnie od zmian wartości napięcia. W tym przypadku należy zwrócić się do prowadzącego zajęcia o ponowne sprawdzenie obwodu i ewentualne zwiększenie zakresu prądowego (potencjometrem *Current*).



A. Badanie charakterystyki diody półprzewodnikowej

Połączyć obwód według schematu:



- a) w kierunku przewodzenia,
- b) w kierunku zaporowym.

$R = 75 \Omega$ – opór zabezpieczający diodę i zasilacz.

Do pomiaru napięcia należy stosować woltomierz o bardzo dużym oporze wewnętrznym (wskazane jest użycie miernika cyfrowego). W układzie (a) wykonać pomiary zależności natężenia prądu od napięcia przyłożonego w kierunku przewodzenia. W czasie tych pomiarów biegun „+” jest połączony z częścią p. Pomiary wykonać dla napięć U (0,1 – 0,9 V).

W układzie (b) (ZWRÓCIĆ UWAGĘ NA POLARYZACJĘ!) wykonać pomiary zależności natężenia prądu od napięcia przyłożonego w kierunku zaporowym. W czasie tych pomiarów biegun „+” jest połączony z częścią n. Pomiary wykonać dla napięć U (0 – 12 V, w przedziale 0-2 V co 0,5 V).

Wykreślić charakterystyki I = f(U) i przybliżyć je za pomocą odpowiednich funkcji matematycznych.

$$I_p(U) = (I_e + I_d) \cdot \left[\exp\left(\frac{eU}{kT}\right) - 1 \right] \quad (1) \qquad I_z(U) = (I_e + I_d) \cdot \left[\exp\left(-\frac{eU}{kT}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

I_p – prąd przewodzenia; I_z – prąd zaporowy; e – ładunek elektronu; U – napięcie; k – stała Boltzmanna; T – temperatura w skali bezwzględnej.

$I_e + I_d = I_0$ – suma prądów elektronowego i dziuowego zależna tylko od temperatury.

Dla I = f(U) w kierunku przewodzenia równanie (1) można zapisać w postaci $I_p(U) = I_0 \cdot \exp\left(\frac{eU}{kT}\right) - I_0$.

Ponieważ $I_0 \cdot \exp\left(\frac{eU}{kT}\right) \gg I_0$ zależność (1) można zapisać w postaci $I_p(U) = I_0 \cdot \exp\left(\frac{eU}{kT}\right)$.

Po zlogarytmowaniu otrzymamy $\ln I_p = \ln I_0 + \frac{e}{kT} \cdot U$ (3)

Jest to zależność liniowa typu $y = b + a \cdot x$.

Wykreślić krzywą zależności $\ln I_p$ w funkcji napięcia U. Na podstawie danych do wykresu metodą regresji liniowej wyznaczyć współczynniki b i a. Obliczyć wartość I_0 i teoretyczną wartość a, przyjmując, że $T = 300$ K.

Dla I = f(U) w kierunku zaporowym równanie (2) można zapisać $I_z(U) = I_0 \cdot \left[\exp\left(-\frac{eU}{kT}\right) - 1 \right]$

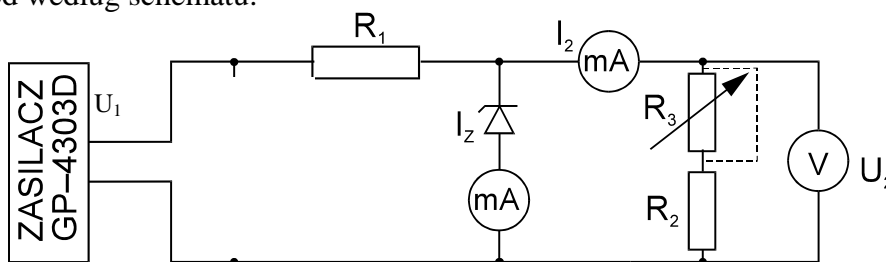
Jest to zależność typu $I = c \cdot \left[\exp(-a \cdot U) - 1 \right]$ (4)

W tym wypadku nie można założyć, że $I_0 \cdot \exp\left(-\frac{eU}{kT}\right) \gg I_0$ dlatego współczynniki a i c obliczamy

korzystając z programu komputerowego. Należy wyznaczyć współczynniki dopasowania a i c. (Obliczenia te można wykonać np. za pomocą programu Excel korzystając z funkcji REGEXPP. Porównać otrzymaną wartość a z wartością teoretyczną obliczoną dla $T = 300$ K.

B. Badanie własności stabilizujących diody Zenera ZX 7,5

Połączyć obwód według schematu:



a) Stabilizacja napięcia przy zmianie napięcia zasilającego

Wykonać pomiary zależności I_z , I_2 , U_2 od napięcia U_1 przy zwartym oporze R_3 . Na podstawie wykonanych pomiarów wykreślić charakterystykę diody Zenera ($I_z = f(U_2)$ oraz $U_2 = f(U_1)$). Ponadto wykreślić na jednym arkuszu zależność I_2 , U_2 oraz I_z od napięcia U_1 . U_2 jest w przybliżeniu równe napięciu na diodzie. Pomiary wykonać dla napięć U_1 (0 – 20V).

b) Stabilizacja napięcia przy zmianie obciążenia

Wykonać pomiary zależności U_2 od I_2 przy ustalonej wartości napięcia zasilającego U_1 (np. 15 V). Zmianę obciążenia (zmiana wartości I_2) dokonujemy przez zmianę wartości oporu R_3 . Na podstawie uzyskanych wyników wykreślić krzywą $U_2 = f(I_2)$.

W oparciu o wyniki uzyskane w części (a) i (b) wyciągnąć wnioski o stabilizującym działaniu diody.

IV. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników.