

## 14. Charakterystyka prądowo napięciowa diody

(1 tydzień, 8 pkt.)

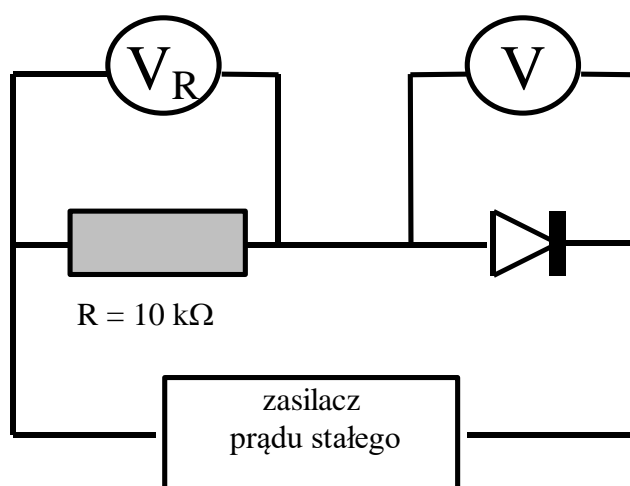
Zagadnienia: prąd, napięcie, opór, charakterystyka prądowo-napięciowa, półprzewodniki, złącze p-n, dioda półprzewodnikowa.

literatura: Gin1, 275÷293; Dry, 427÷438, 450÷459.

Celem doświadczenia jest wyznaczenie statycznej charakterystyki prądowo-napięciowej diody półprzewodnikowej oraz porównanie wyników ze wzorami opisującymi złącze p-n.

### 1. Przeprowadzenie pomiarów.

Budujemy układ wg. schematu przedstawionego na rysunku 14.1.



Rys. 14.1 Schemat układu do wyznaczenia charakterystyki statycznej diody.

Woltomierz  $V_R$  połączony z opornikiem  $R$  pełni rolę amperomierza. Przeprowadzamy pomiary zależności prądu płynącego przez diodę od napięcia na diodzie. Sprawdzamy, czy przy pomiarach w kierunku przewodzenia nie wzrasta temperatura diody. Nie podajemy zbyt dużych napięć w kierunku przewodzenia. Szczególnie starannie wykonujemy pomiary w obszarze małych dodatnich i ujemnych napięć.

Zasilacz jest tak skonstruowany, że poprzez pokręcanie potencjometrem możemy uzyskać zmianę znaku oraz wielkości napięcia.

Przed przystąpieniem do pomiarów musimy wyzerować woltomierze. W tym celu wciskamy przycisk "ZERO" i przy użyciu śrubokręta ustawiamy zero kręcąc potencjometrem "ZERO DC". Następnie wyciskamy przycisk "ZERO".

Odczytujemy jaka jest temperatura otoczenia  $T$ .

## 2. Opracowanie wyników

Wyniki opracowujemy w dwóch etapach. W pierwszym etapie przedstawiamy na wykresie zależność prądu od napięcia.

W drugim etapie postępujemy w sposób bardziej wyrafinowany. Ograniczamy się do analizy wyników odpowiadających małym wartościom napięć. Ścisłej, ograniczamy się do takich napięć, dla których  $eU/k_B T$  jest znacznie mniejsze od 1. Wtedy po przyłożeniu napięcia  $U$  przez złącze p-n płynie prąd  $I$ :

$$I = I_0 \left( e^{\frac{eU}{k_B T}} - 1 \right), \quad (14.1)$$

gdzie  $I_0$  jest prądem zaporowym wywołanym termiczną generacją nośników,  $e$  ładunkiem elektronu,  $T$  temperaturą (wyrażoną w stopniach Kelvina) a  $k_B$  stałą Boltzmann. W celu sprawdzenia zależności (14.1) przedstawiamy wyniki pomiarów na wykresie, którego osią  $x$  jest  $\exp(eU/k_B T)$  a osią  $y$  prąd  $I$  ( $\exp(x)$  to tyle samo co  $e^x$ ). Sprawdzamy, czy jest obszar napięć, w którym zależność  $y(x)$  jest liniowa. Jeśli tak, dopasowujemy do danych w tym obszarze linię prostą o równaniu  $y=ax+b$ . Sprawdzamy, czy stosunek  $a/b$  jest w granicach błędu równy -1 (dlaczego tak powinno być?).

Nieco inne podejście polega na rozwinięciu (14.1) w szereg Taylora i pozostawieniu tylko trzech pierwszych wyrazów:

$$I = I_0 (e^\varepsilon - 1) \approx I_0 \left( 1 + \varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2} - 1 \right), \quad (14.2)$$

gdzie  $\varepsilon = eU/k_B T$ . Po przekształceniu otrzymujemy:

$$\frac{I}{U} = \frac{I_0 e}{k_B T} + \frac{e^2 I_0}{2(k_B T)^2} U. \quad (14.3)$$

Przedstawiamy dane na wykresie, którego osią  $x$  jest  $U$  a osią  $y$   $I/U$ . Sprawdzamy, czy punkty układają się na linii prostej i jeśli tak, to znajdujemy równanie prostej  $y=ax+b$ . Sprawdzamy, czy stosunek  $a/b$  równy jest  $e/2k_B T$ .