

Ćwiczenie "Badanie półprzewodników 1" - szczegóły.

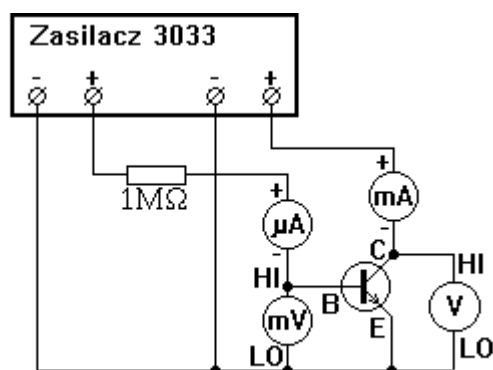
W ćwiczeniu tym bada się charakterystyki tranzystora n-p-n małej mocy (BC107 albo jego odpowiednik) oraz charakterystyki diod półprzewodnikowych: krzemowej i germanowej.

Wymagany zestaw aparatury:

1. Zasilacz typu 3033 (wykorzystujemy dwa regulowane źródła napięcia).
2. Voltomierz cyfrowy typu V540.
3. Multimetr cyfrowy typu 1321.
4. Miliamperomierz laboratoryjny prądu stałego o zakresach od 3 do 7500 mA.
5. Mikroamperomierz laboratoryjny prądu stałego o zakresie 75 μA .
6. Tranzystor BC107 (lub podobny) zamontowany na płytce z gniazdkami.
7. Diody prostownicze: krzemowa i germanowa zamontowane na płytce z gniazdkami.
8. Opornik 1 M Ω zamontowany na płytce z gniazdkami.
9. Opornik 100 Ω zamontowany na płytce z gniazdkami.
10. Przewody pojedyncze zakończone z obu stron wtyczkami bananowymi - 11 szt.

Schemat obwodu pomiarowego dla tranzystora został przedstawiony na rys. 1. Należy zwrócić uwagę, by nie zapomnieć o włączeniu w obwód pomiarowy opornika o wartości oporu 1M Ω . Opornik ten, pełniąc rolę ogranicznika natężenia prądu I_b , jednocześnie ułatwia wykonanie pomiarów dla $I_b = \text{const}$ (mamy dość dobrą stabilizację natężenia prądu bazy). Zaleca się budowę układu pomiarowego następująco: najpierw zbudować obwód kolektora (zacisk dodatni prawego źródła zasilającego, miliamperomierz, elektrody kolektor i emiter tranzystora, zacisk ujemny prawego źródła) i obwód bazy (zacisk dodatni lewego źródła zasilającego, opornik, mikroamperomierz, elektrody baza i emiter tranzystora, zacisk ujemny lewego źródła) pomijając voltomierze; dopiero po zbudowaniu tych obwodów przyłączyć voltomierze.

Aby uniknąć wzbudzenia się układu pomiarowego, należy stosować niezbyt długie przewody połączeniowe; zwłaszcza przewód łączący emiter tranzystora ze źródłem zasilającym obwód kolektora powinien być możliwie krótki.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego dla tranzystora typu n-p-n.

Do pomiaru napięć używa się multimetrów cyfrowych o dużych oporach wejściowych. Do pomiaru napięcia pomiędzy bazą a emiterem -jako milivoltomierz - zwykle służy voltomierz cyfrowy typu V-540 z ustawionym zakresem 1V. Do pomiaru natężenia napięcia pomiędzy kolektorem a emiterem zwykle służy multimetr cyfrowy typu 1321 z ustawionym zakresem 20V. Zaciski pomiarowe voltomierza i multimetru są oznaczone jako LO (niski, tzw "zimny", oznaczany też symbolem N) oraz HI (wysoki, tzw "gorący", oznaczany też symbolem W).

Do pomiaru natężenia prądu bazy (I_b) zwykle używamy mikroamperomierza laboratoryjnego o zakresie kilkudziesięciu μA . Do pomiaru natężenia prądu kolektora używamy miliamperomierza laboratoryjnego o zakresie 30 mA. W związku z tym podczas badania tranzystora należy tak regulować natężenie prądu bazy, by natężenie prądu kolektora nie przekraczało wartości 30mA. Regulację natężenia prądu bazy przeprowadzamy bardzo ostrożnie. Napięcie U_{ce} zmieniamy w zakresie od zera do 15V.

Przykładowe wartości " $I_b = \text{const}$ " oraz " $U_{ce} = \text{const}$ " dla tranzystorów krzemowych małej mocy, posiadających współczynnik wzmocnienia prądowego β około 300 (np. BC107, BC177) są następujące: 5 μA , 10 μA i 15 μA ; 1V, 3V i 6V. Przy większych wartościach prądu bazy a - tym samym - i prądu kolektora, może wystąpić grzanie się tranzystora i "płynięcie" wartości natężenia prądu kolektora (zwłaszcza przy większych wartościach napięcia U_{ce}). Należy wykonać pomiary dla sporządzenia przynajmniej po dwie charakterystyki: dla $I_b = 5\mu\text{A}$ i 15 μA oraz $U_{ce} = 1\text{V}$ i 6V

ciąg dalszy na odwrocie

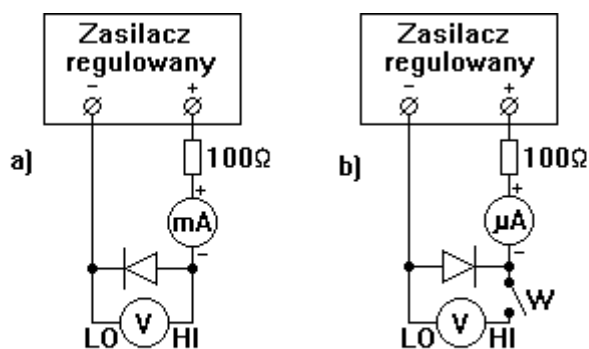
Zauważmy, że jeśli podczas notowania wskazań przyrządów pomiarowych dla wykonania podpunktu a pierwszego punktu ćwiczenia (skrypt "Pracownia Elektroniki", str. 105) będziemy odczytywać i notować także wartości U_{be} , to zdobędziemy wartości dla wykonania podpunktu d. Podobnie można jednocześnie zbierać wyniki dla podpunktów b i c.

Do zasilania badanego tranzystora stosujemy zasilacz firmy "Protek" typu 3033. Zasilacz ten zawiera 3 stałonapięciowe źródła zasilające: dwa o regulowanym napięciu od 0 do 30 V oraz jedno o napięciu 5V. Korzystamy z dwu źródeł o regulowanym napięciu. Aby można było regulować napięcia obu źródeł niezależnie, **przełącznik "INDEPENDENT/TRACKING" - usytuowany u góry pośrodku płyty czołowej zasilacza należy ustawić w pozycji "INDEPENDENT"**. Przed włączeniem zasilania ustawiamy regulatory napięć i maksymalnych natężeń prądów (" A_{ADJ} ") na wartości minimalne (zerowe) przez ustawienie pokręteł w skrajnie lewych położeniach (należy najpierw delikatnie sprawdzić położenie pokręteł).

Do regulacji napięć służą pokręta oznaczone napisem " V_{ADJ} ": pokręta oznaczone napisem "COARSE", służące do regulacji "zgrubnej" oraz pokręta oznaczone napisem " V_{ADJ} ", służące do regulacji precyzyjnej (jest ono umieszczone pod pokrętłem "COARSE"). Do ustawienia maksymalnych natężeń prądów, jakie mogą być pobierane ze źródeł, służą pokręta oznaczone napisami " A_{ADJ} ".

Źródła napięć regulowanych posiadają przyciski, oznaczone napisem "DC OUT", za pomocą których odłącza się napięcie z układów zasilacza od zacisków wyjściowych. Aby napięcie było podawane na zaciski wyjściowe, odpowiedni klawisz "DC OUT" powinien być wciśnięty.

Schemat obwodu pomiarowego dla diod został przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Układy pomiarowe dla diod półprzewodnikowych spolaryzowanych w kierunku przewodzenia [rys. a] i zaporowym [rys. b].

Jako woltomierza używamy multimetru cyfrowego typu 1321. Natężenie prądu pobieranego przez woltomierz jest znikomo małe w porównaniu z natężeniami prądu płynącymi przez przewodzącą diodę, tak że wpływ woltomierza na wskazanie miliamperomierza możemy pominąć. (*Wpływ woltomierza można by było uwzględnić, gdybyśmy znali jego opór ; jeśli nie jest to opór o wartości stałej, należałoby znać wartość jego oporu dla każdej wartości napięcia dla każdego zakresu*). Odczytu natężenia prądu płynącego przez diodę w kierunku zaporowym należy dokonywać przy odłączonym woltomierzu (wyłącznikiem W; w praktyce odłączamy przewód doprowadzający napięcie do zacisku HI multimetru). Przyłączenie woltomierza (multimetru) "z drugiej strony" mikroamperomierza dałoby poprawny odczyt natężenia prądu płynącego przez diodę, ale błędny odczyt napięcia (woltomierz pokazywałby sumę napięć: na diodzie i na mikroamperomierzu; *oczywiście znając opór mikroamperomierza moglibyśmy uwzględnić jego wpływ na wartość odczytu napięcia*).

Diody badamy - w kierunku przewodzenia - do uzyskania natężenia prądu o wartości 50 mA; w kierunku zaporowym - do napięcia o wartości 15V.

Podczas pomiaru prawdopodobnie trzeba będzie za pomocą pokręta " A_{ADJ} " zwiększyć maksymalną wartość natężenia prądu źródła zasilającego obwód - aby można było pobierać prąd o natężeniu 50 mA. Napięcie zasilające układ należy regulować bardzo ostrożnie, obserwując wskazanie miernika natężenia prądu. Szczególna ostrożność byłaby wymagana, gdyby w obwodzie pomiarowym nie było zabezpieczającego oporu R (100Ω).