

Charakterystyki diody półprzewodnikowej

I. Wymagania do ćwiczenia

1. Rodzaje półprzewodników i ich własności.
2. Model pasmowy półprzewodników, energia Fermiego.
3. Przewodnictwo samoistne i domieszkowe półprzewodników.
4. Działanie złącza p - n .

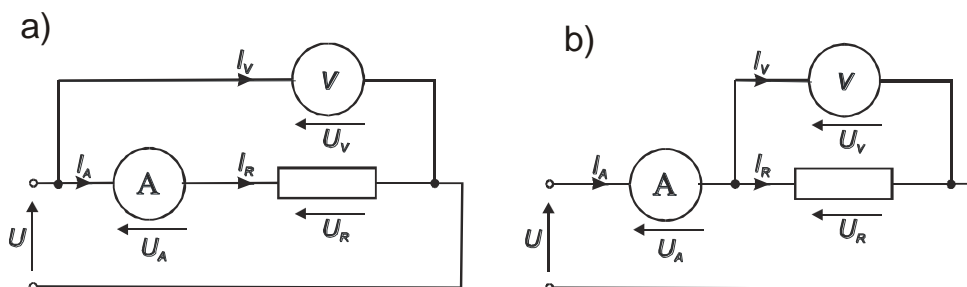
Literatura

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, t.5, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2003, str. 114 – 125.
2. I. W. Sawieliew, Wykłady z fizyki, t.3, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1994, str. 234 – 243, 263 – 267.

II. Metodologia wykonania pomiarów

1. Amperomierz i woltomierz w obwodzie prądu

Wykonując pomiar rezystancji metodą pośrednią wykorzystujemy dwa układy pomiarowe. Na rysunku po lewej stronie przedstawiony jest układ poprawnie mierzonego prądu a po prawej układ poprawnie mierzonego napięcia. Wybór odpowiedniego układu jest uzależniony od wartości mierzonej rezystancji i spowodowany tym, że parametry mierników rzeczywistych znacznie odbiegają od parametrów przyrządów idealnych. Dla idealnego woltomierza rezystancja wewnętrzna $R_V \rightarrow \infty$, a więc natężenie prądu płynącego przez woltomierz $I_V \rightarrow 0$. W rzeczywistym woltomierzu R_V może mieć wartość od kilku $k\Omega$ do kilkunastu $M\Omega$ dla mierników elektronicznych, a więc $I_V \neq 0$. Rezystancja idealnego amperomierza $R_A \rightarrow 0$, a więc $U_A \rightarrow 0$. Rezystancja rzeczywistego amperomierza R_A może mieć wartość nawet kilkunastu omów dlatego $U_A \neq 0$. Na rysunku poniżej zaznaczono spadki napięć oraz rozpyływ prądów w przykładowych obwodach elektrycznych. Dla układu poprawnie mierzonego prądu (a) widać wyraźnie, że natężenie prądu płynącego przez amperomierz i opornik $I_A = I_R$, natomiast woltomierz mierzy sumę spadków napięcia na



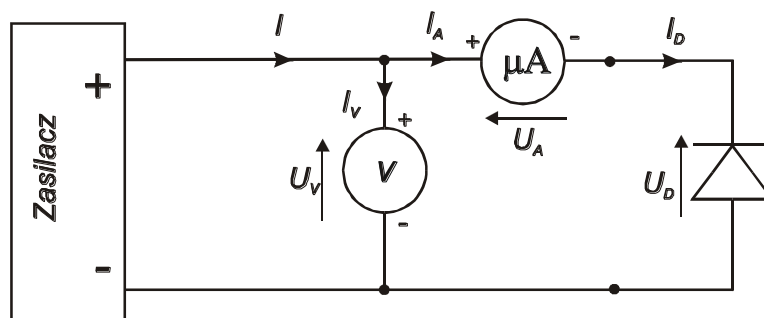
oporniku i amperomierzu $U_V = U_A + U_R$. Taki układ wykorzystywany jest do pomiaru dużych rezystancji, tzn. gdy $R \gg R_A$. Wówczas natężenie prądu płynącego przez opornik (lub inny

badany element) jest bardzo małe, a mierzone napięcie stosunkowo duże – przypadek taki mamy podczas wyznaczania charakterystyki diody w kierunku zaporowym.

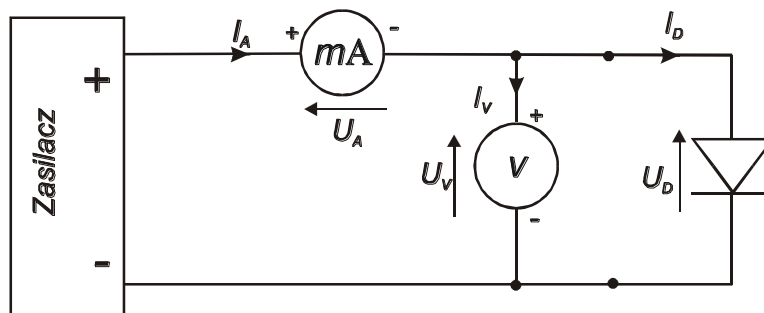
Dla układu poprawnie mierzonego napięcia (b), mierzony spadek napięcia $U_R = U_V$ natomiast natężenie prądu mierzone przez amperomierz jest sumą natężeń prądów przepływających przez opornik i woltomierz $I_A = I_R + I_V$. Taki układ stosowany jest do pomiaru małych rezystancji gdy $R \ll R_V$, a spadek napięcia na badanym elemencie jest mały, mimo iż płynie przez niego duży prąd. W takim wypadku możliwe jest zaniedbanie niepewności pomiaru natężenia prądu. Przypadek taki mamy podczas wyznaczania charakterystyki diody w kierunku przewodzenia.

2. Pomiary

1. Połączyć obwód według schematu (polaryzacja w kierunku zaporowym)



2. Zmieniać wartość napięcia od 0 do 9 V i odczytywać natężenie prądu elektrycznego. Przyjąć $\Delta U = 0.05$ V dla napięcia $U < 0,2$ V i $\Delta U = 1$ V dla napięcia $U > 0,2$ V.
3. Połączyć obwód według schematu (polaryzacja w kierunku przewodzenia)



4. Zmieniając napięcie od 0 do 0,5V w odstępach co 0,1V odczytać odpowiednie wartości natężenia prądu przewodzenia.
5. Wyznaczyć niepewności pomiaru napięcia $u(U)$ i natężenia prądu $u(I)$.
6. Przeprowadzić pomiary dla diody Zenera:
 - ✓ w kierunku przewodzenia zmieniać napięcie co 0.1 V, dopóki natężenie prądu nie przekroczy wartości 30 mA,
 - ✓ w kierunku zaporowym $\Delta U = 0.5$ V dla napięcia $0 < U < 3.5$ V
 $\Delta U = 0.1$ V dopóki natężenie prądu nie przekroczy wartości 30 mA
7. Przeprowadzić pomiary dla diody LED:
 - ✓ w kierunku przewodzenia ustalić maksymalną wartość napięcia tak, aby natężenie prądu nie przekraczało wartości 30 mA. Wyznaczyć charakterystykę diody LED

zmniejszając napięcie co $\Delta U = 0.1 \text{ V}$. Znaleźć wartość napięcia przy której dioda przestaje (zaczyna) świecić.

Uwaga: maksymalne wartości prądów zależą od typu zastosowanego elementu półprzewodnikowego, dlatego każdorazowo należy uzgadniać te wartości z prowadzącym ćwiczenia.

8. Wyniki pomiarów zamieścić w tabeli.

Dioda półprzewodnikowa

Kierunek zaporowy	U	[V]									
	I	[μA]									
Kierunek przewodzenia	U	[V]									
	I	[mA]									

Dioda Zenera

Kierunek zaporowy	U	[V]									
	I	[μA]									
Kierunek przewodzenia	U	[V]									
	I	[mA]									

Dioda LED

Kierunek przewodzenia	U	[V]									
	I	[mA]									

III. Obliczenia

1. Sporządzić wykresy $I = f(U)$ dla kierunku zaporowego i kierunku przewodzenia dla badanych diod.
2. Na wykresach zaznaczyć niepewności pomiarowe.
3. Dla diody Zenera wyznaczyć z wykresu wartość napięcia Zenera U_Z oraz niepewność $u(U_Z)$. Napięcie Zenera wyznaczone jest przez punkt przecięcia stycznej do charakterystyki w obszarze pracy z osią napięcia.