

Ćwiczenie E8

POMIAR CHARAKTERYSTYK PRĄDOWO-NAPIĘCIOWYCH PÓŁPRZEWODNIKOWYCH DIOD PROSTOWNICZYCH I DIOD ZENERA

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych półprzewodnikowych diod prostowniczych i diod Zenera.

2. Zagadnienia do przygotowania

Zagadnienia do opracowania i nauczania się (**przed przystąpieniem** do wykonywania ćwiczenia):

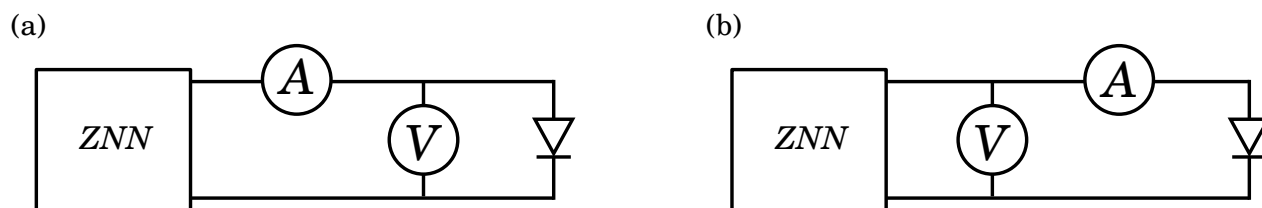
- półprzewodniki typu n (donorowe) i typu p (akceptorowe), domieszkowanie półprzewodników,
- złącze p-n, model pasmowy złącza,
- efekt Zenera,
- charakterystyki prądowo-napięciowe półprzewodnikowych diod prostowniczych i diod Zenera.

Część teoretyczna sprawozdania (opracowana **przed przystąpieniem** do części praktycznej):

- opisać działanie prostujące złącza p-n.

3. Przyrządy pomiarowe, opis i schemat aparatury, przyjęte oznaczenia

Układ do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowej diody, czyli zależności prądu płynącego przez diodę od napięcia na diodzie $I = f(U)$ przedstawiony jest na Rys. 1.



Rysunek 1: Układ do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowej

Układ składa się z regulowanego zasilacza prądu stałego ZNN oraz mierników uniwersalnych (multimetrów) natężenia prądu i napięcia. W przypadku (a) miernik natężenia prądu (A) mierzy sumę natężeń prądów płynących przez diodę oraz woltomierz (V). W przypadku (b) miernik natężenia prądu (A) mierzy wyłącznie prąd płynący przez diodę, a woltomierz (V) – sumę napięć na diodzie i miliamperomierzu.

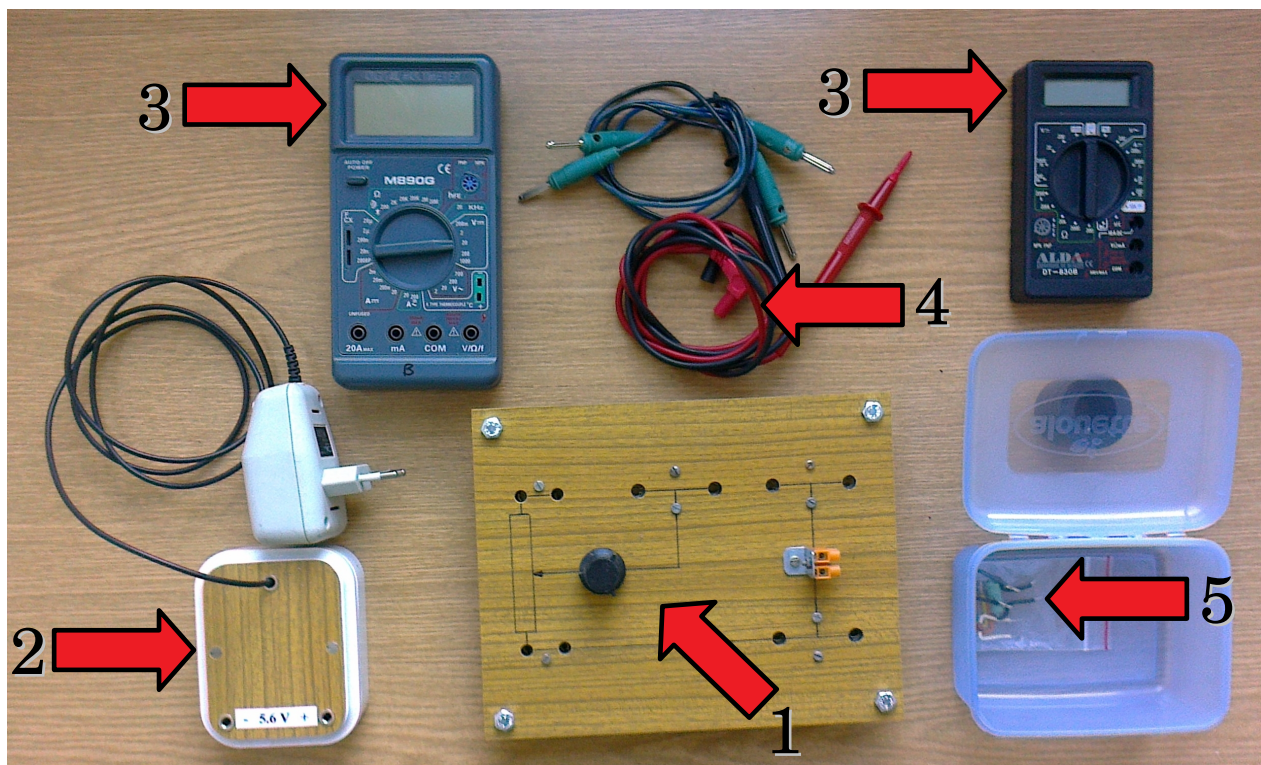
W Tabeli 1 zebrane są wartości oporów wewnętrznych wybranych cyfrowych mierników uniwersalnych na niektórych zakresach pomiarowych DC.

Tablica 1: Opory wewnętrzne wybranych mierników [Ω]

Zakres $\rightarrow$ Multimetr $\downarrow$	200 mA DC	20 mA DC	2 mA DC	V DC – wszystkie zakresy
Master 838 BUZ	2 Ω	15 Ω	100 Ω	1 000 000 Ω
Mastech MAS 838	2 Ω	15 Ω	100 Ω	1 000 000 Ω
DT 830	2 Ω	15 Ω	100 Ω	1 000 000 Ω
M 890	2 Ω	15 Ω	100 Ω	10 000 000 Ω

Dla multimetrów analogowych odstępstwo od założenia idealnego przyrządu pomiarowego ($R_A = 0$, $R_V = \infty$) jest jeszcze większe – dla najmniejszych zakresów pomiarowych $R_A = R_V$!

Biorąc powyższe pod uwagę, układem odpowiednim dla pomiaru charakterystyki $I = f(U)$ w kierunku przepustowym jest układ przedstawiony na Rys. 1(a). Dla kierunku zaporowego należy tak zmienić połączenia, aby amperomierz mierzył wyłącznie prąd płynący przez diodę a woltomierz – sumę napięć na diodzie i mikroamperomierzu – Rys. 1(b).



Rysunek 2: Zestaw pomiarowy: stolik łączeniowy z potencjometrycznym dzielnikiem napięcia (1), zasilacz stabilizowany 5,6 V (2), multimetr (3), przewody (4), badane diody (5)

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

Zadanie polega na znalezieniu charakterystyki prądowo-napięciowej diody germanowej, diody krzemowej i stabilizującej diody Zenera. Pomiary należy wykonać dla kierunku przepustowego i zaporowego diody. **Podczas pomiarów nie wolno przekroczyć natężenia prądu $I = 20$ mA!**

Zmontować układ pomiarowy zgodnie z uwagami zawartymi w punkcie 3 instrukcji. Rolę regulowanego zasilacza prądu stałego pełni zasilacz stabilizowany 5,6 V z potencjometrycznym dzielnikiem napięcia. Potencjometr ustawić w lewym skrajnym położeniu.

Przedstawić układ do sprawdzenia opiekunowi dydaktycznemu.

Włączyć zasilacz i zwiększając stopniowo napięcie zmierzyć charakterystyki prądowo-napięciowe diod. Wyniki pomiarów wpisać do przygotowanych tabel.

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

Zebrać wyniki pomiarów w postaci:

Tablica 2: Charakterystyka I – V diody w kierunku przepustowym

Pomiar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U [V]																				
I [mA]																				

Tablica 3: Charakterystyka I – V diody w kierunku zaporowym

Pomiar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U [V]																				
I [mA]																				

Wykreślić na papierze milimetrowym pełne (tzn. przepustowe i zaporowe) charakterystyki prądowo-napięciowe z zaznaczeniem (kilku) niepewności pomiarowych ΔU i ΔI .

Na podstawie zmierzonych charakterystyk wyznaczyć napięcia Zenera oraz napięcia progowe dla diod prostowniczych.

6. Ocena wyników pomiarów

Ocenę błędów pomiarowych przeprowadzić zgodnie z instrukcją producenta. W przypadku braku instrukcji fabrycznej multimetru cyfrowego przyjmujemy:

$\pm (1,5\% \text{ odczytu} + 5 \cdot [\text{dokładność odczytu}])$

np. przy odczycie $U = 1,474$ V (zakres 2 V) otrzymujemy

$1,5\% \cdot 1,474 \text{ V} = 0,02211 \text{ V}$,

$5 \cdot 0,001 \text{ V} = 0,005 \text{ V}$,

skąd: $I = 1,474 \pm 0,02211 \text{ V}$,

(wszystkie przyczynki bez zaokrąglania)

poprawny zapis: $I = 1,474 \pm 0,028 \text{ [V]}$,

(**błędy zaokrąglamy zawsze w górę!** Zaokrąglenie do jednej cyfry powoduje zwiększenie niepewności o więcej niż 10%).

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

Proponujcie poprawy dokładności pomiarów.

7. Literatura

- *Podstawy fizyki*, Halliday D., Resnick R., Walker J., dowolne wydanie.
- *Pracownia fizyczna*, Szydłowski H., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Dryński T., dowolne wydanie.