

## LABORATORIUM

### MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTROTECHNICZNE

#### Ćwiczenie nr 9

### Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych złącz p-n wykonanych z różnych materiałów półprzewodnikowych

Lublin 2025 r.

1



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.  
Utwór dostępny jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe.

## Cel ćwiczenia

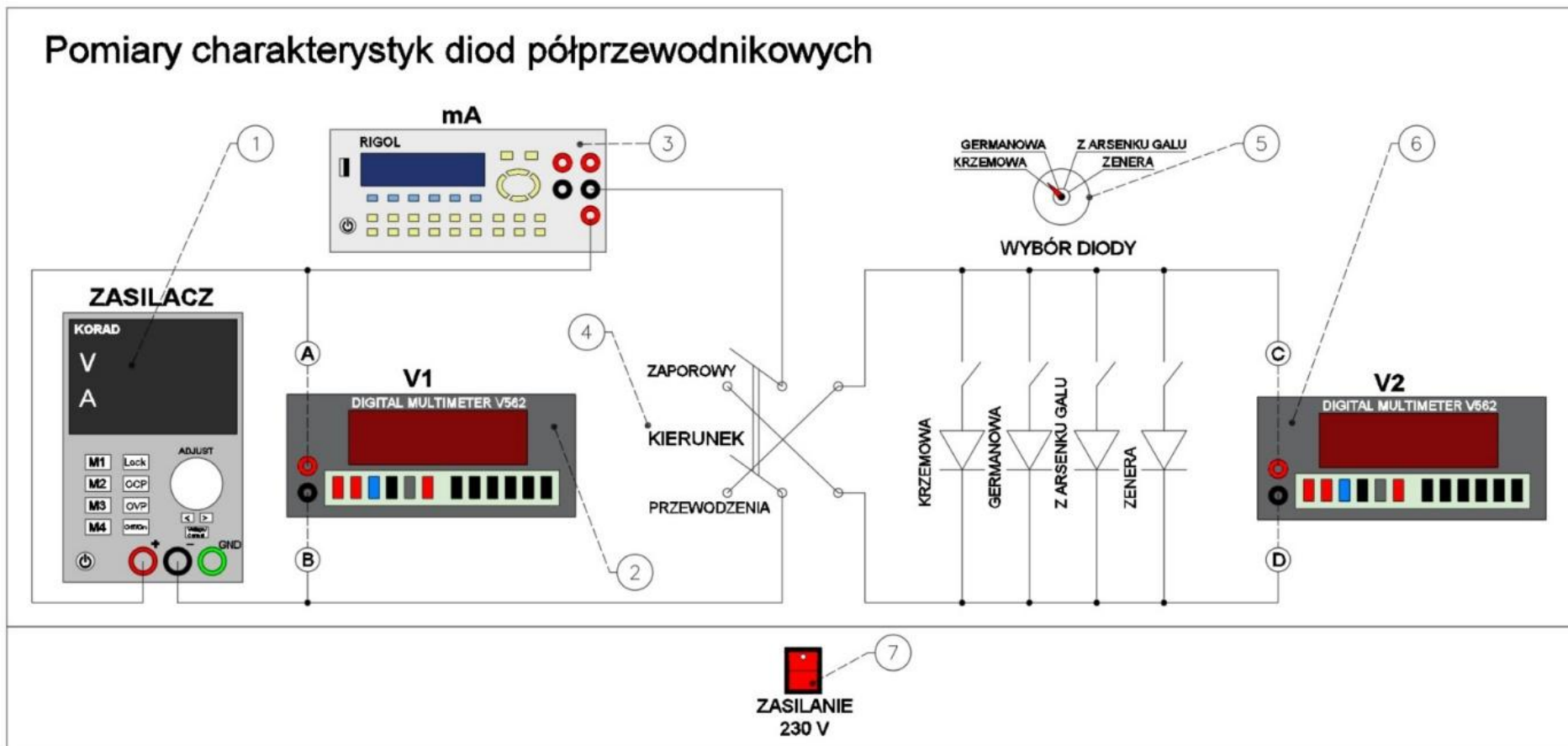
Celem ćwiczenia jest poznanie i analiza podstawowych własności elektrycznych złączy p - n, wykonanych z różnych materiałów półprzewodnikowych.

## Zakres ćwiczenia

Analiza zostanie przeprowadzona poprzez pomiar napięcia oraz prądu płynącego przez złącza p-n w diodach półprzewodnikowych wykonanych z krzemu, germanu, arsenku galu oraz w diodzie Zenera. Pomiary będą realizowane w obu kierunkach polaryzacji – przewodzenia i zaporowym – co umożliwi wyznaczenie charakterystyk prądowo-napięciowych dla każdej z badanych diod. Na podstawie uzyskanych wyników i przeprowadzeniu analizy sporządzonych charakterystyk zostaną odczytane wartości napięć progowych, przy których poszczególne diody zaczynają przewodzić. Otrzymane wartości zostaną porównane z szerokościami pasma zabronionego dla materiałów, z których wykonano diody. Ostatecznym etapem analizy będzie opracowanie wniosków na podstawie przeprowadzonych pomiarów i zebranych danych.

## Stanowisko pomiarowe

W niniejszym ćwiczeniu wykorzystano stanowisko pomiarowe, którego schemat przedstawiono na rysunku 1. Stanowisko to pozwala na wyznaczenie zależności prądowo-napięciowej  $I = f(U)$  zarówno w kierunku przewodzenia, jak i w kierunku zaporowym, dla czterech rodzajów diod półprzewodnikowych: krzemowej, germanowej, z arsenku galu oraz diody Zenera.



Rysunek 1. Widok płyty czołowej stanowiska laboratoryjnego do pomiaru charakterystyk diod półprzewodnikowych z uwzględnieniem przełączników, wykorzystywanych podczas pomiarów


Oznaczenia do rysunku 1:

- 1 – miejsce przyłączenia zasilacza prądu stałego,
- 2 – miejsce przyłączenia woltomierza V1, mierzącego napięcie przy włączeniu diody w kierunku zaporowym,
- 3 – miejsce przyłączenia miliamperomierza, mierzącego prąd przepływający przez diodę,
- 4 – przełącznik kierunku pracy diody (przewodzenia / zaporowy),
- 5 – przełącznik wyboru diody,
- 6 – miejsce przyłączenia woltomierza V2, mierzącego napięcie przy włączeniu diody w kierunku przewodzenia.
- 7 – wyłącznik główny stanowiska

## Wykonanie ćwiczenia

### 1. Pomiar właściwości diod w kierunku przewodzenia

W celu wyznaczenia charakterystyk prądowo-napięciowych diod półprzewodnikowych wykonanych z różnych materiałów, należy postępować zgodnie z poniższymi krokami:

- podłączyć stanowisko laboratoryjne do gniazda zasilającego i włączyć zasilanie przyciskiem (7) na przedniej ścianie stanowiska,
- w miejscu (1), oznaczonym na rysunku 1, podłączyć zasilacz laboratoryjny KORAD KA3005P.
- przełącznikiem (4) ustawić kierunek pracy diody na przewodzenie,
- dla pomiarów w kierunku przewodzenia woltomierz powinien być podpięty bezpośrednio na badanej diodzie ze względu na jej niską rezystancję dla tej polaryzacji, przez co na elementach układu podłączonych szeregowo w stosunku do diody występować będą znaczne spadki napięć. W związku z powyższym woltomierz należy podłączyć do zacisków (C) i (D) na rysunku 1,
- miliamperomierz należy podłączyć zgodnie z schematem przedstawionym na rysunku 1. Na płycie czołowej amperomierza należy wcisnąć pomiar prądu stałego  oraz ustawić zakres automatyczny (przycisk AUTO),
- przełącznikiem (5) dokonać wyboru diody do pomiaru. Wybór danego rodzaju

4



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.  
Utwór dostępny jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe.

diody sygnalizowany jest zapaleniem się lampki obok nazwy elementu, którego charakterystykę będziemy wyznaczać,

- na zasilaczu laboratoryjnym ustaw ograniczenie prądowe na 720 mA naciskając przycisk M1, na dolnym wyświetlaczu zasilacza pojawi się wartość 0,720 A oraz dioda kontrolna,
- przyciskiem Off/On uruchomić pracę zasilacza, powinna zaświecić się dioda na wyświetlaczu w pozycji (OUT),
- wciskając przycisk Voltage/Current, a następnie przyciskami „<” i „>” oraz obracając pokrętkę ADJUST ustawić wartość napięcia na zasilaczu, aby wartość napięcia na diodzie (woltomierz V2) odpowiadała wartości podanej w tabeli 1.
- po ustawieniu napięcia odczytać wartość natężenia prądu w złączu p-n z miliamperomierza (mA).
- pomiary wykonać dla 4 diod notując otrzymane wyniki w tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki pomiarów diod półprzewodnikowych w kierunku przewodzenia.

Kierunek przewodzenia							
Krzem		German		Arsenek galu		Dioda Zenera	
$U_2$	$I$	$U_2$	$I$	$U_2$	$I$	$U_2$	$I$
V	mA	V	mA	V	mA	V	mA
0,10		0,05		0,10		0,10	
0,20		0,10		0,20		0,20	
0,30		0,15		0,30		0,30	
0,40		0,20		0,40		0,40	
0,50		0,25		0,50		0,50	
0,60		0,30		0,60		0,60	
0,65		0,35		0,70		0,70	
0,70		0,40		0,75		0,80	
0,75		0,45		0,80		0,90	
0,80		0,50		0,85			
0,90		0,55		0,90			
1,00		0,60		0,95			
1,10				1,00			
				1,10			
				1,20			

## 2. Pomiar właściwości diod w kierunku zaporowym


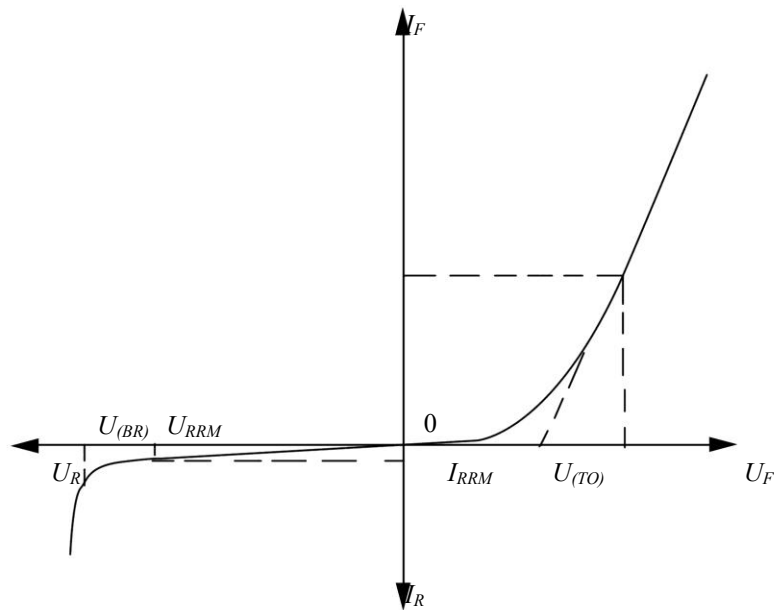
- podłączyć stanowisko laboratoryjne do gniazda zasilającego i włączyć zasilanie przyciskiem (7) na przedniej ściance stanowiska,
- w miejscu (1), oznaczonym na rysunku 1, podłączyć zasilacz laboratoryjny KORAD KA3005P.
- przełącznikiem (4) ustawić kierunek pracy diody na zaporowy,
- dla pomiarów w kierunku zaporowym woltomierz powinien być podpięty przed miliamperomierzem, aby zapewnić poprawny pomiar prądu, ze względu na bardzo wysoką rezystancję diody w kierunku zaporowym. Rezystancja wewnętrzna woltomierza w układzie rzeczywistym jest niższa niż rezystancja diody przez co prąd płynący przez woltomierz spowodowałoby znaczące zafałszowanie wyników. W związku z powyższym woltomierz należy podłączyć do zacisków (A) i (B) na rysunku 1,
- miliamperomierz należy podłączyć zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 1. Na płycie czołowej amperomierza należy wcisnąć pomiar prądu stałego  oraz ustawić zakres automatyczny (przycisk **AUTO**).
- przełącznikiem (5) dokonać wyboru diody do pomiaru. Wybór danego rodzaju diody sygnalizowany jest zapaleniem się lampki obok nazwy elementu, którego charakterystykę będziemy wyznaczać,
- na zasilaczu laboratoryjnym ustaw ograniczenie prądowe na 120 mA naciskając przycisk **M2**, na dolnym wyświetlaczu zasilacza pojawi się wartość 0,120 A oraz dioda kontrolna,
- przyciskiem **Off/On** uruchomić pracę zasilacza, powinna zaświecić się dioda na wyświetlaczu w pozycji (**OUT**),
- wciskając przycisk **Voltage/Current**, a następnie przyciskami „<” i „>” oraz obracając pokrętkę **ADJUST** ustawić wartość napięcia na zasilaczu, aby wartość napięcia na diodzie (**woltomierz V2**) odpowiadała wartości podanej w tabeli 2.
- po ustawieniu napięcia odczytać wartość natężenia prądu w złączu p-n z miliamperomierza (mA).
- pomiary wykonać dla 4 diod notując otrzymane wyniki w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki pomiarów diod półprzewodnikowych w kierunku zaporowym.

Kierunek zaporowy							
Krzem		German		Arsenek galu		Dioda Zenera (krzem)	
$U_2$	$I$	$U_2$	$I$	$U_2$	$I$	$U_2$	$I$
V	$\mu\text{A}$	V	$\mu\text{A}$	V	$\mu\text{A}$	V	mA
0,5		0,5		0,5		0,5	
1,0		1,0		1,0		1,0	
2,0		2,0		2,0		2,0	
3,0		3,0		3,0		3,0	
4,0		4,0		4,0		4,0	
5,0		5,0		5,0		5,0	
5,8		5,8		5,8		5,5	
						5,6	
						5,7	
						5,8	

## Opracowanie wyników

Na podstawie uzyskanych wyników należy wykreślić charakterystyki prądowo - napięciowe zbadanych diod półprzewodnikowych (osobne dla kierunku przewodzenia i zaporowego dla poszczególnych diod). Z charakterystyk diod należy odczytać napięcia progowe, przy których dana dioda zaczyna przewodzić (punkt przecięcia stycznej do charakterystyki z osią X, jak na rysunku 2) i porównać uzyskane wartości z szerokościami pasma zabronionego dla materiałów, z których zostały wykonane. Dodatkowo dla diod wykonanych z krzemu, germanu, arsenku galu oraz diody Zenera przedstawić wspólne charakterystyki prądowo-napięciowe dla kierunku przewodzenia oraz dla kierunku zaporowego. Następnie należy opracować wnioski z wykonanego ćwiczenia.



Rysunek 2. Charakterystyka prądowo - napięciowa diody prostowniczej, gdzie:  $U_{(TO)}$  - napięcie progowe,  $U_{(BR)}$  - napięcie przebicia,  $I_F$ ,  $U_F$  - prąd i napięcie przewodzenia,  $I_R$ ,  $U_R$  - prąd i napięcie wsteczne,  $U_{RRM}$  - powtarzalne szczytowe napięcie wsteczne

## Wykonanie sprawozdania

Sprawozdanie powinno zawierać:

- schematy układów pomiarowych,
- tabele wyników przeprowadzonych pomiarów,
- charakterystyki prądowo napięciowe  $I=f(U)$
- wartości napięcia progowego
- uwagi i wnioski odnośnie otrzymanych wyników.