



POLITECHNIKA  
LUBELSKA  
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI  
I INFORMATYKI



WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI  
I INFORMATYKI  
KATEDRA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH  
I TECHNIKI WYSOKICH NAPIĘĆ

# LABORATORIUM

## Inżynieria Materiałowa

Protokół do ćwiczenia nr 7

### Wyznaczanie temperaturowych zależności prądu wstecznego diod wykonanych z różnych materiałów półprzewodnikowych

Grupa dziekańska:.....

Data wykonania ćwiczenia:.....

Grupa laboratoryjna: .....

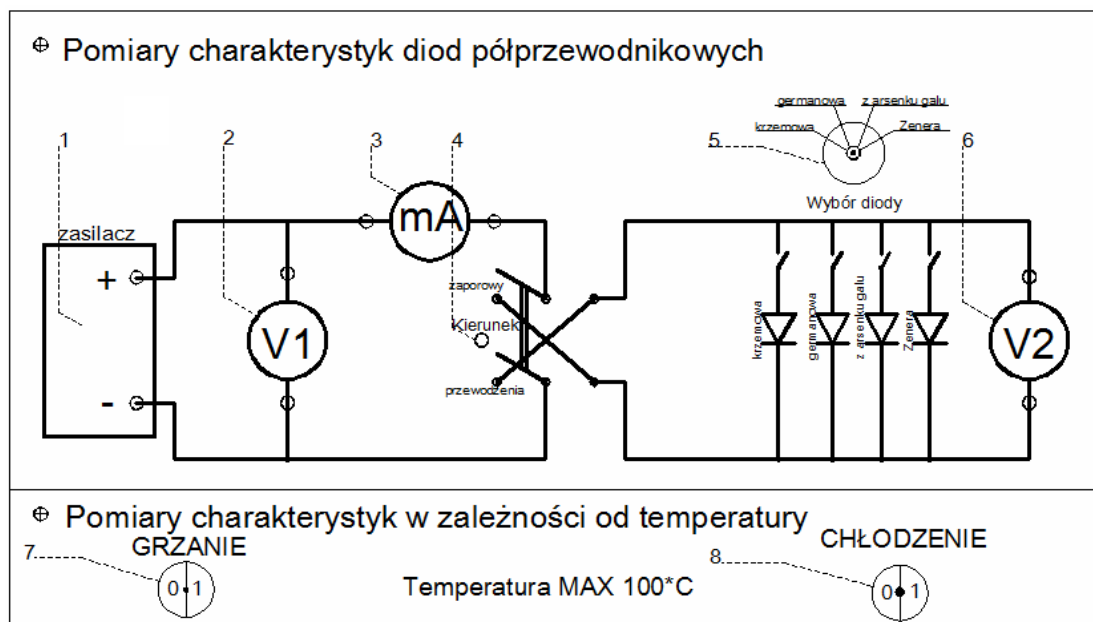
Godzina wykonania ćwiczenia: .....

Skład zespołu wykonującego ćwiczenie:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

## 1. POMIARY LABORATORYJNE

### 1.1. Wyznaczanie wpływu temperatury na parametry diod półprzewodnikowych



Rys. 1. Widok płyty czołowej stanowiska laboratoryjnego do wyznaczania wpływu temperatury na elementy półprzewodnikowe, 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,
- 7 - wyłącznik grzania diod,
- 8 - wyłącznik chłodzenia diod.

Urządzenie składa się z probówki wypełnionej olejem, w którym zanurzone są badane elementy półprzewodnikowe oraz układu pomiarowego. Probówka podgrzewana jest przez grzałkę, istnieje możliwość chłodzenia za pomocą wentylatorów. Pomiar temperatury realizowany jest przez cyfrowy termometr z dołączoną termoparą zanurzoną w oleju razem z próbkami.

Sposób wykonania ćwiczenia:

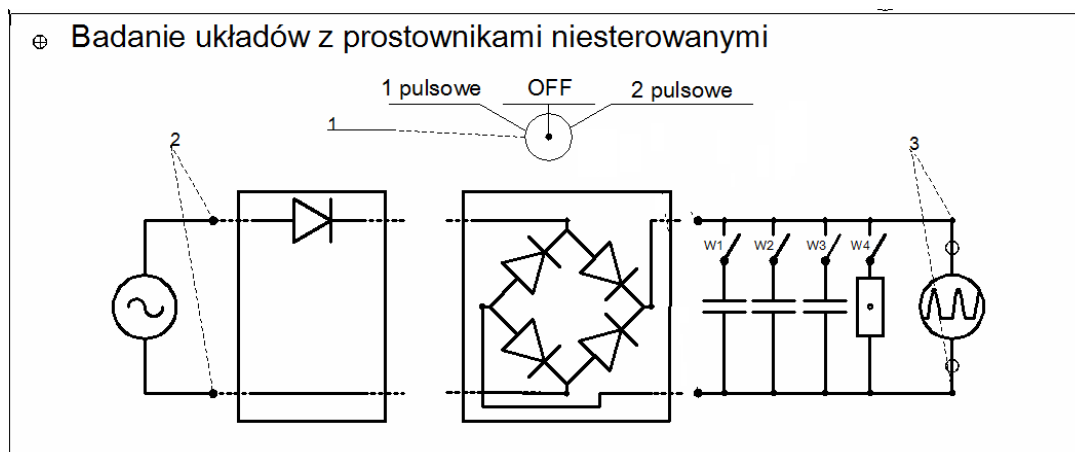
- za pomocą przełącznika znajdującego się na przedniej ścianie stanowiska wybrać opcję *Charakterystyki*,
- do gniazd (2), (3), (6) (rysunek 1) podłączyć odpowiednie mierniki,
- podłączyć miernik temperatury,

- do gniazda (1) podłączyć zasilacz laboratoryjny Cobrabid KB 60-01 (kanał A),
- przed włączeniem zasilacza sprawdzić ustawienie potencjometru regulacji napięcia na 0,
- ustawić zakres regulacji napięcia Volts na pozycję 0 (zakres od 0 V do 10 V) oraz ograniczenie prądowe Current limit na 1 A,
- przełącznikiem (4) ustawić zaporowy kierunek pracy diody,
- za pomocą potencjometru zasilacza ustawić wartość 3 V na woltomierzu V2,
- przełącznikiem (5) dokonać wyboru diody do pomiaru (**dioda germanowa lub krzemowa**),
- włącznikiem (7) zasilić grzałkę i uważnie obserwować wskazania miernika temperatury,
- w chwili, gdy **temperatura na mierniku osiągnie wartość 85°C wyłączyć grzałkę** i poczekać aż temperatura osiągnie wartość 100°C,
- odczytać wskazania mikroamperomierza w zakresie temperatur od 100°C do 25°C,
- chłodzenie można włączyć od temperatury 80°C w dół.

Tabela 1. Wyniki pomiarów diod półprzewodnikowych z krzemu i germanu

$U_2$	Krzem			German		
	$t_p$ °C	$T_p = t_p + 273$ K	$I$ μA	$t_p$ °C	$T_p = t_p + 273$ K	$I$ μA
3V	100			97,5		
	95			92,5		
	90			87,5		
	85			82,5		
	80			77,5		
	75			72,5		
	70			67,5		
	65			62,5		
	60			57,5		
	55			52,5		
	50			47,5		
	45			42,5		
	40			37,5		
	35			32,5		
	30			27,5		
	25			25,5		

## 1.2. Obserwacja przebiegów wyjściowych z prostowników niesterowanych



Rys. 2. Widok płyty czołowej stanowiska laboratoryjnego do obserwacji przebiegów z prostowników niesterowanych, z uwzględnieniem przełączników wykorzystywanych podczas pomiarów

Oznaczenia do rysunku 2:

- 1 - przełącznik wyboru danego rodzaju prostownika,
- 2 - miejsce przyłączenia oscyloskopu do obserwacji przebiegu wejściowego,
- 3 - miejsce przyłączenia oscyloskopu do obserwacji przebiegu wyjściowego z filtrami lub bez,
- W1 - włącznik filtra pojemnościowego 10  $\mu\text{F}$ ,
- W2 - włącznik filtra pojemnościowego 100  $\mu\text{F}$ ,
- W3 - włącznik filtra pojemnościowego 1000  $\mu\text{F}$ ,
- W4 - włącznik obciążenia 1  $\text{k}\Omega$ .

Urządzeniem, na którym obserwujemy charakterystyki jest oscyloskop ustawiony na pomiar w układzie X - Y. Wybór danego rodzaju prostownika sygnalizowany jest zapaleniem się diody przy schemacie przedstawiającym dany układ prostowniczy.

Sposób wykonania ćwiczenia:

- za pomocą przełącznika znajdującego się na przedniej ścianie stanowiska wybrać opcję *Prostowniki*,
- podłączyć oscyloskop pod wyjścia które chcemy badać (zastosować następujące ustawienia oscyloskopu: TIME - 5 ms, AMPLITUDA - 5 V, KANAŁ - Y),
- za pomocą przełącznika (1) (rysunek 2) wybrać rodzaj prostownika do przeprowadzenia obserwacji,
- zaobserwować na ekranie oscyloskopu przebiegi z prostowników półfalowych z wygładzaniem i bez wygładzania oraz całofalowych z wygładzaniem i bez wygładzania.

## 2. OPRACOWANIE SPRAWOZDANIA

Na podstawie uzyskanych wyników należy wykreślić charakterystyki zbadanych diod półprzewodnikowych. Z charakterystyk diod należy odczytać napięcia progowe, przy których dana dioda zaczyna przewodzić (punkt przecięcia stycznej do charakterystyki z osią X). Następnie należy wykreślić charakterystyki  $\ln(i) = f(1000/T)$  dla badanych próbek. Z wykresu należy wybrać odcinek prostoliniowy o największej stromości (podobnie jak odcinek  $I$  na rysunku 2 instrukcji) i odczytać wartości  $i_1$ ,  $i_2$  oraz  $1000/T_1$ ,  $1000/T_2$ . Wartości przerwy energetycznej  $E_G$  należy obliczyć, korzystając ze wzoru:

$$E_G = \frac{\ln \frac{i_1}{i_2} \cdot 2000k}{\frac{1000}{T_1} - \frac{1000}{T_2}}, \quad (1)$$

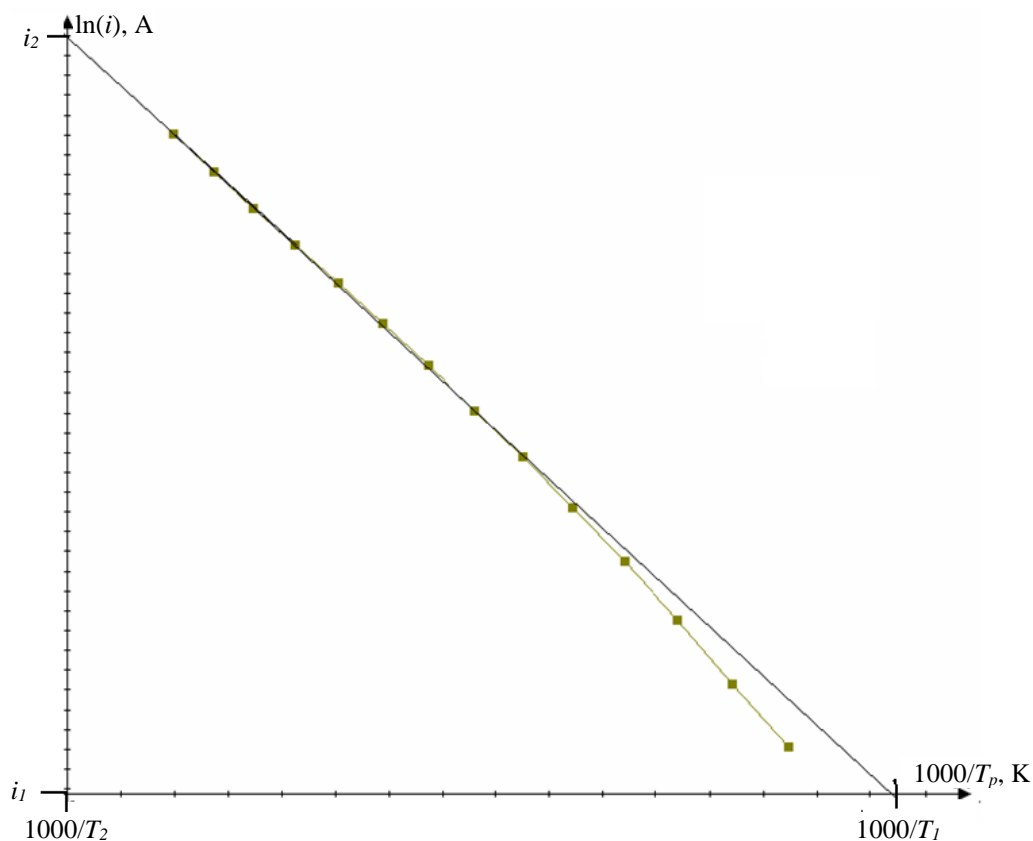
gdzie  $k = 8,625 \cdot 10^{-5}$  eV/K.

Sposób wyznaczania wartości przerwy  $E_G$ :

- wartości temperatury  $t_p$  z tabeli 2, podane w °C, przeliczyć na Kelwiny:

$$T_p = (t_p + 273), \text{ K} \quad (2)$$

- wyliczyć wartość  $1000/T_p$ ,
- wartości prądu  $I$  przeliczyć na Ampery,
- wykreślić charakterystykę  $\ln(i) = f(1000/T_p)$ ,
- wybrać odcinek o największej stromości i poprowadzić przez niego styczną,
- odczytać z wykresu wartości punktów przecięcia stycznej z osiami (rysunek 3),
- wyliczyć wartości  $E_G$  ze wzoru (1),
- wykreślić przebiegi wyjściowe z prostownika półfalowego oraz całofalowego, z wygładzaniem oraz bez wygładzania,
- opracować wnioski z wykonanego ćwiczenia.



Rys. 3. Przykładowy wykres zależności  $\ln(i) = f(1000/T_p)$  wraz z wykreśloną styczną, wyznaczającą wartości  $i_1, i_2$  oraz  $1000/T_1, 1000/T_2$

### 3. PYTANIA KONTROLNE

- Charakterystyki i parametry diod prostowniczych.
- Właściwości diody Zenera.
- Właściwości złącza p - n.
- Półprzewodnik samoistny i domieszkowany, rodzaje domieszkowania.
- Model pasmowy półprzewodnika.
- Rozpatrz złącze p - n spolaryzowane w kierunku przewodzenia i zaporowym. Omawiając zachodzące zjawiska fizyczne wykaż, że ma ono właściwości prostownicze.
- Wpływ temperatury na przewodzenie prądu przez złącze p - n.