

# Laboratorium 4

## Dioda półprzewodnikowa

Marcin Polkowski (251328)

19 kwietnia 2007 r.

### Spis treści

<b>1</b>	<b>Cel ćwiczenia</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Opis ćwiczenia</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Wykonane pomiary</b>	<b>3</b>
3.1	Dioda krzemowa . . . . .	3
3.1.1	Pomiary charakterystyki . . . . .	3
3.1.2	Charakterystyka zmierzona oscyloskopem . . . . .	6
3.2	Dioda Zenera . . . . .	7
3.2.1	Pomiary charakterystyki . . . . .	7
3.2.2	Charakterystyka zmierzona oscyloskopem . . . . .	10
3.3	Dioda LED . . . . .	11
3.3.1	Charakterystyka zmierzona oscyloskopem . . . . .	11
3.3.2	Krytyczna częstotliwość migotania cff . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>12</b>

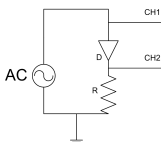
# 1 Cel ćwiczenia

Celem wykonanego ćwiczenia było zapoznanie się z różnymi rodzajami diod przewodnikowych takimi jak dioda prostownicza krzemowa, dioda detekcyjna germanowa, dioda świecąca LED oraz dioda zenera.

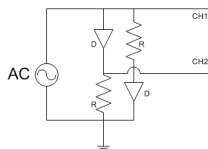
Celem ćwiczenia było również wyznaczenie charakterystyk prądowo napięciowych, wyznaczenie napięć przewodzenie i przebicia (dla diody zenera).

# 2 Opis ćwiczenia

Do wykonania ćwiczenia posłużył zestaw diod różnego typu oraz uniwersalna płytki montażowa, która posłużyła do skonstruowania dwóch układów pomiarowych przedstawionych na rysunkach (1) i (2).



Rysunek 1: Schemat 1



Rysunek 2: Schemat 2

Układ przedstawiony na schemacie (1) został wykorzystany do pomiarów charakterystyki prądowo napięciowej diody. Układ (2) został wykorzystany do automatycznego wyznaczania charakterystyki prądowo napięciowej diody za pomocą odpowiedniej funkcji oscyloskopu.

Pomiary zostały wykonane za pomocą następujących przyrządów:

- Miernik uniwersalny Brymen 805
- Oscyloskop Tektronix TDS1002
- Generator funkcyjny
- Zasilacz

W układzie został zastosowany opornik o oporze  $R = 987,2 \pm 8,5 \Omega$ .

Wielkości  $U_d$  i  $I_d$  zostały obliczone z następujących wzorów:

$$U_d = U_{gen} - U_r \quad (1)$$

$$I_d = \frac{U_d}{R} \quad (2)$$

$U_{gen}$  to napięcie generatora mierzone na pierwszym kanale oscyloskopu.

$U_r$  to napięcie na oporniku mierzone na drugim kanale oscyloskopu.

$I_d$  to prąd płynący przez diodę.

### 3 Wykonane pomiary

#### 3.1 Dioda krzemowa

Dioda krzemowa została zidentyfikowana pomiarem diod miernika uniwersalnego, który wskazał napięcie przewodzenia około 0,55V, które jest charakterystycznym napięciem przewodzenia diody krzemowej.

##### 3.1.1 Pomiary charakterystyki

Dioda została wmontowana do układu przedstawionego na schemacie (1). Na wejście układu został wprowadzony sygnał trójkątny z generatora o częstotliwości 100Hz. Za pomocą oscyloskopu zostały zebrane informacje na temat charakterystyki napięcia na diodzie i oporniku. Tak zebrane informacje posłużyły do wyznaczenia charakterystyki diody krzemowej.

Tabela (1) zawiera uzyskane pomiary, które zostały przedstawione na wykresie (3)

Zebrane dane posłużyły do wyznaczenia charakterystyki prądowej diody krzemowej  $I_d = f(U_d)$ . Wartości  $U_d$  oraz  $I_d$  zostały wyznaczone z danych zawartych w tabeli (1) na podstawie wzorów (1) i (2).

Wartości  $U_d$  oraz  $I_d$  zostały przedstawione w tabeli (2).

Zależność  $I_d = f(U_d)$  dla diody krzemowej ta została ujęta na wykresie (4).

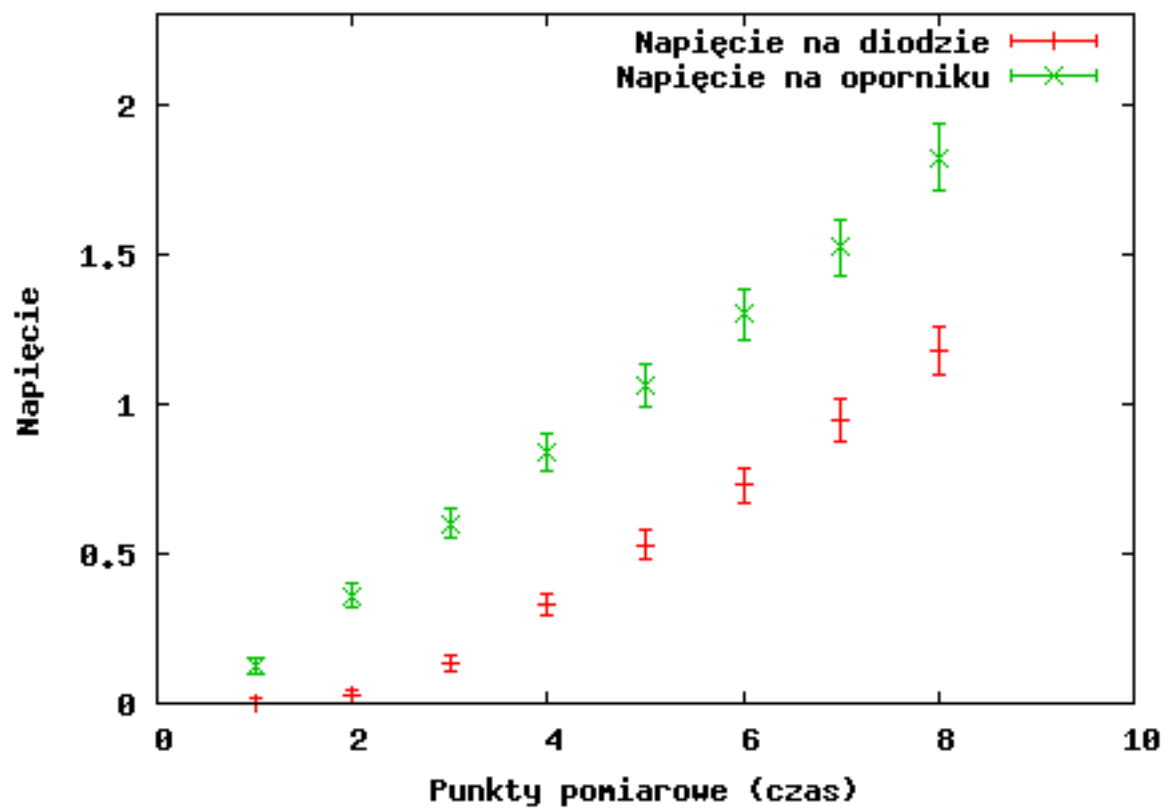
Tablica 1: Tabela pomiarów charakterystyki napięciowej diody krzemowej

Pomiar	Napięcie na diodzie [V]	Napięcie na oporniku [V]
1	0,000 ± 0,021	0,128 ± 0,027
2	0,024 ± 0,022	0,360 ± 0,039
3	0,136 ± 0,028	0,600 ± 0,051
4	0,328 ± 0,037	0,840 ± 0,063
5	0,528 ± 0,047	1,060 ± 0,074
6	0,728 ± 0,057	1,300 ± 0,086
7	0,944 ± 0,068	1,520 ± 0,097
8	1,180 ± 0,080	1,820 ± 0,112

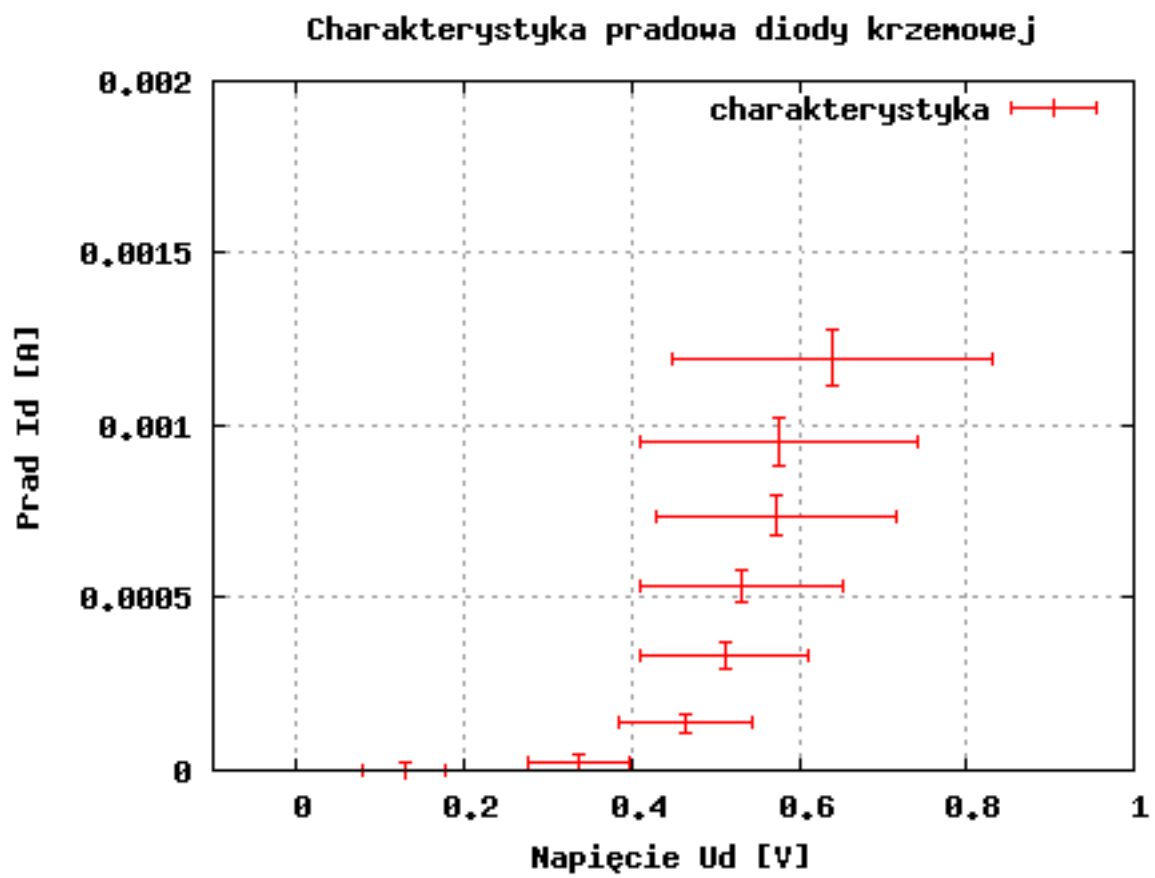
Tablica 2: Tabela wyznaczonych wartości  $U_d$  oraz  $I_d$  charakterystyki prądowej diody krzemowej

Pomiar	$U_d$ [V]	$I_d$ [A]
1	0,1280 ± 0,0484	0,00000 ± 0,00002
2	0,3360 ± 0,0612	0,00002 ± 0,00002
3	0,4640 ± 0,0788	0,00014 ± 0,00003
4	0,5120 ± 0,1004	0,00033 ± 0,00004
5	0,5320 ± 0,1214	0,00053 ± 0,00005
6	0,5720 ± 0,1434	0,00074 ± 0,00006
7	0,5760 ± 0,1652	0,00096 ± 0,00007
8	0,6400 ± 0,1920	0,00120 ± 0,00008

Charakterystyka napięciowa diody krzemowej



Rysunek 3: Zmiany napięcia na diodzie krzemowej

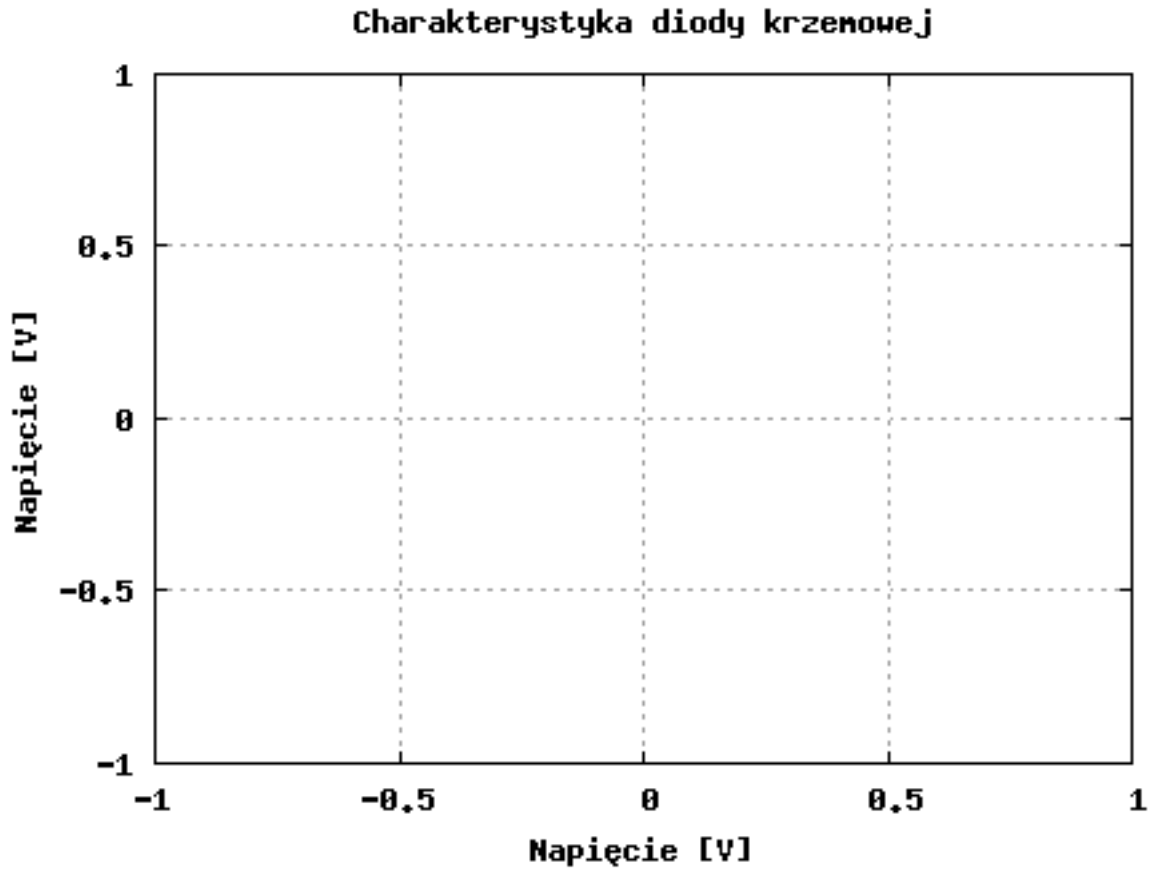


Rysunek 4: Charakterystyka prądowa diody krzemowej

### 3.1.2 Charakterystyka zmierzona oscyloskopem

Wykres (5) przedstawia charakterystykę diody krzemowej zmierzoną za pomocą metody wyświetlania XY na oscyloskopie. Z wykresu można odczytać, że napięcie przewodzenia diody krzemowej wynosi około 0,6V.

Można również zaobserwować, że charakterystyka zmierzona z pomocą oscyloskopu (wykres (5)) jest zgodna z charakterystyką wyznaczoną za pomocą pomiarów napięć na diodzie i oporniku (wykres (4))



Rysunek 5: Charakterystyka diody krzemowej

## 3.2 Dioda Zenera

Dioda zenera została rozpoznana na podstawie pomiaru charakterystyki mierzonej oscyloskopem pracującym w trybie XY. Diodę zenera charakteryzuje występowanie (oprócz napięcia przewodzenia) napięcie przebicia umożliwiające przepływ prądu w kierunku zaporowym (powyżej pewnego napięcia).

### 3.2.1 Pomiary charakterystyki

Dioda została wmontowana do układu przedstawionego na schemacie (1). Na wejście układu został wprowadzony sygnał trójkątny z generatora o częstotliwości 100Hz. Za pomocą oscyloskopu zostały zebrane informacje na temat charakterystyki napięcia na diodzie i oporniku. Tak zebrane informacje posłużyły do wyznaczenia charakterystyki diody zenera.

Tabela (3) zawiera uzyskane pomiary, które zostały przedstawione na wykresie (6).

Zebrane dane posłużyły do wyznaczenia charakterystyki prądowej diody zenera  $I_d = f(U_d)$ . Wartości  $U_d$  oraz  $I_d$  zostały wyznaczone z danych zawartych w tabeli (3) na podstawie wzorów (1) i (2).

Wartości  $U_d$  oraz  $I_d$  zostały przedstawione w tabeli (??).

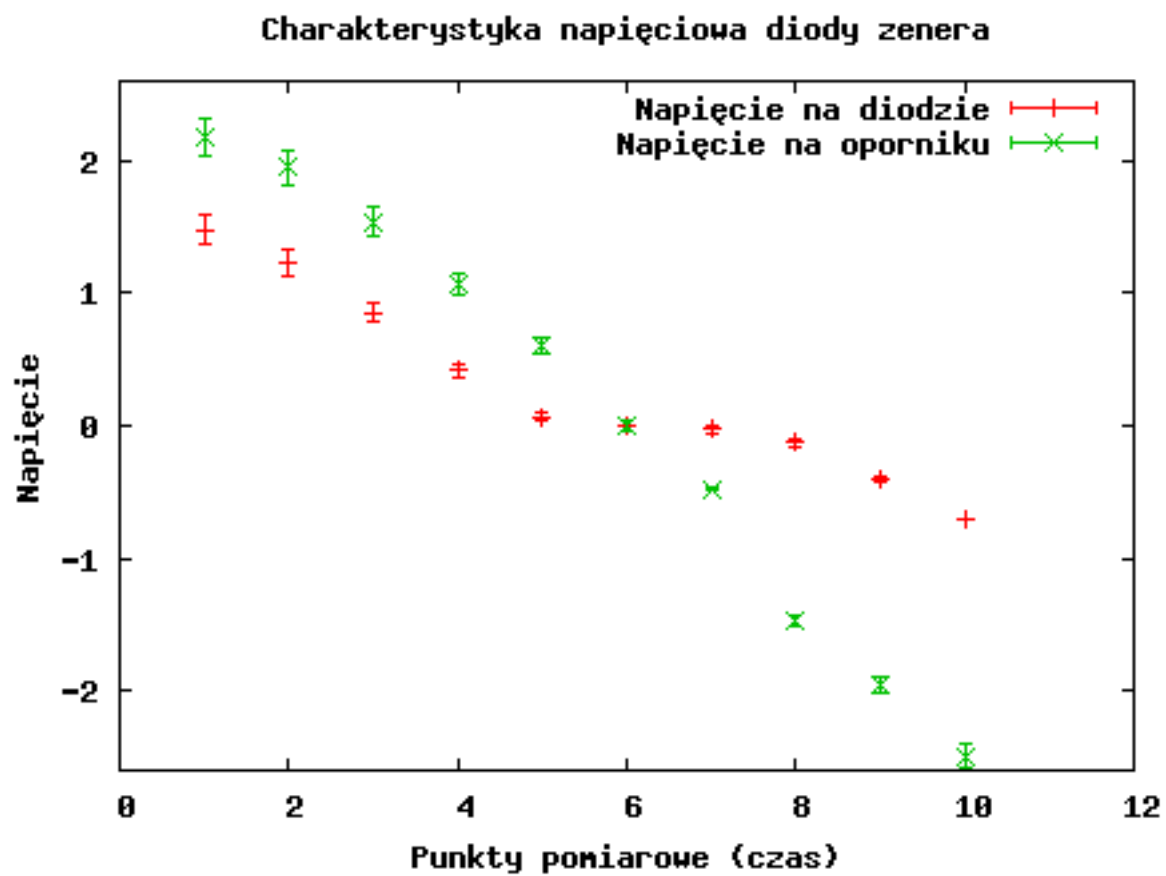
Zależność  $I_d = f(U_d)$  dla diody krzemowej ta została ujęta na wykresie (7).

Tablica 3: Tabela pomiarów charakterystyki napięciowej diody zenera

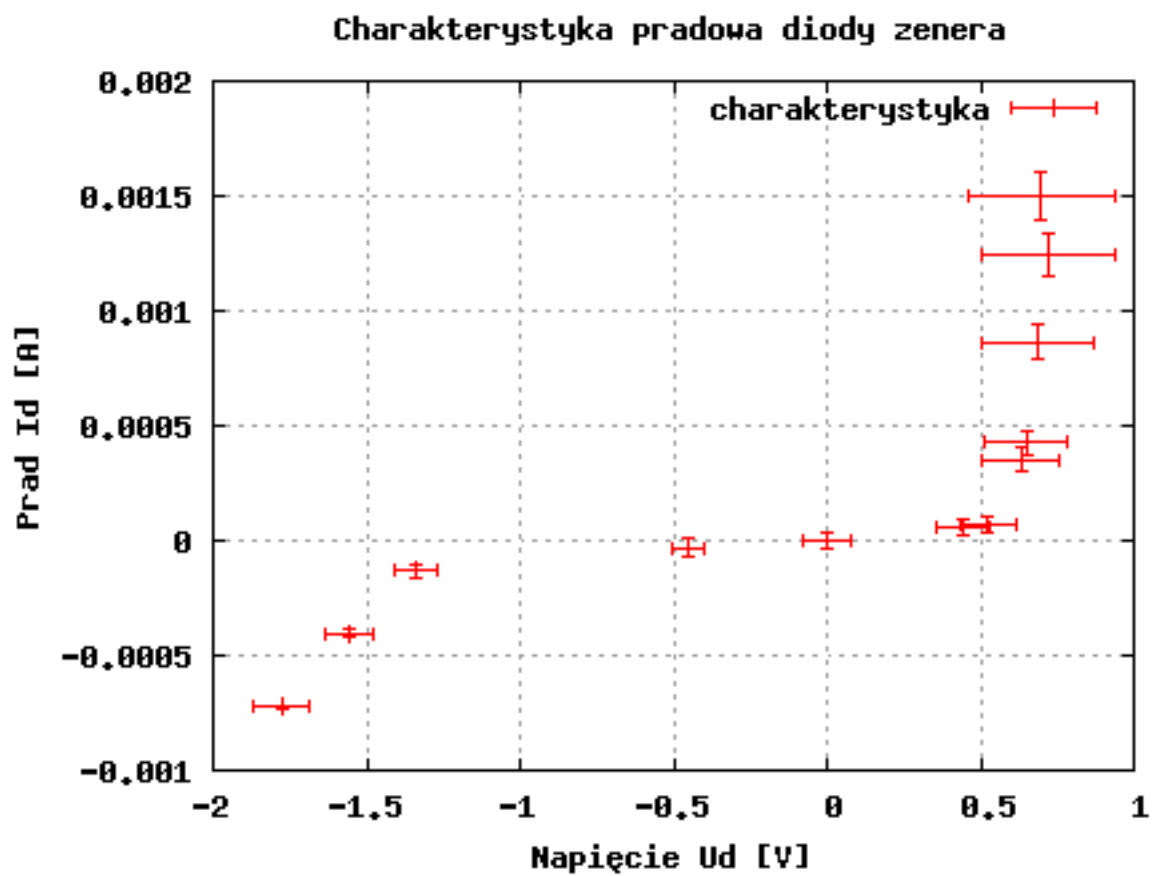
Pomiar	Napięcie na diodzie [V]	Napięcie na oporniku [V]
1	1,48000 ± 0,10420	2,18000 ± 0,13920
2	1,23000 ± 0,09170	1,95000 ± 0,12770
3	0,85300 ± 0,07285	1,54000 ± 0,10720
4	0,42000 ± 0,05120	1,07000 ± 0,08370
5	0,07000 ± 0,03370	0,59600 ± 0,06000
6	0,00000 ± 0,03740	0,00000 ± 0,03740
7	-0,02900 ± 0,03595	-0,48000 ± 0,01340
8	-0,13100 ± 0,03085	-1,47000 ± 0,03610
9	-0,39700 ± 0,01755	-1,95000 ± 0,06010
10	-0,71300 ± 0,00175	-2,49000 ± 0,08710

Tablica 4: Tabela wyznaczonych wartości  $U_d$  oraz  $I_d$  charakterystyki prądowej diody zenera

Pomiar	$U_d$ [V]	$I_d$ [A]
1	0,444 ± 0,088	0,000059 ± 0,000034
2	0,631 ± 0,127	0,000355 ± 0,000048
3	0,700 ± 0,243	0,001499 ± 0,000106
4	0,720 ± 0,219	0,001246 ± 0,000094
5	0,687 ± 0,180	0,000864 ± 0,000074
6	0,650 ± 0,135	0,000425 ± 0,000052
7	0,526 ± 0,094	0,000071 ± 0,000034
8	0,000 ± 0,075	0,000000 ± 0,000038
9	-0,451 ± 0,049	-0,000029 ± 0,000036
10	-1,339 ± 0,067	-0,000133 ± 0,000031
11	-1,553 ± 0,078	-0,000402 ± 0,000018
12	-1,777 ± 0,089	-0,000722 ± 0,000006



Rysunek 6: Zmiany napięcia na diodzie zenera

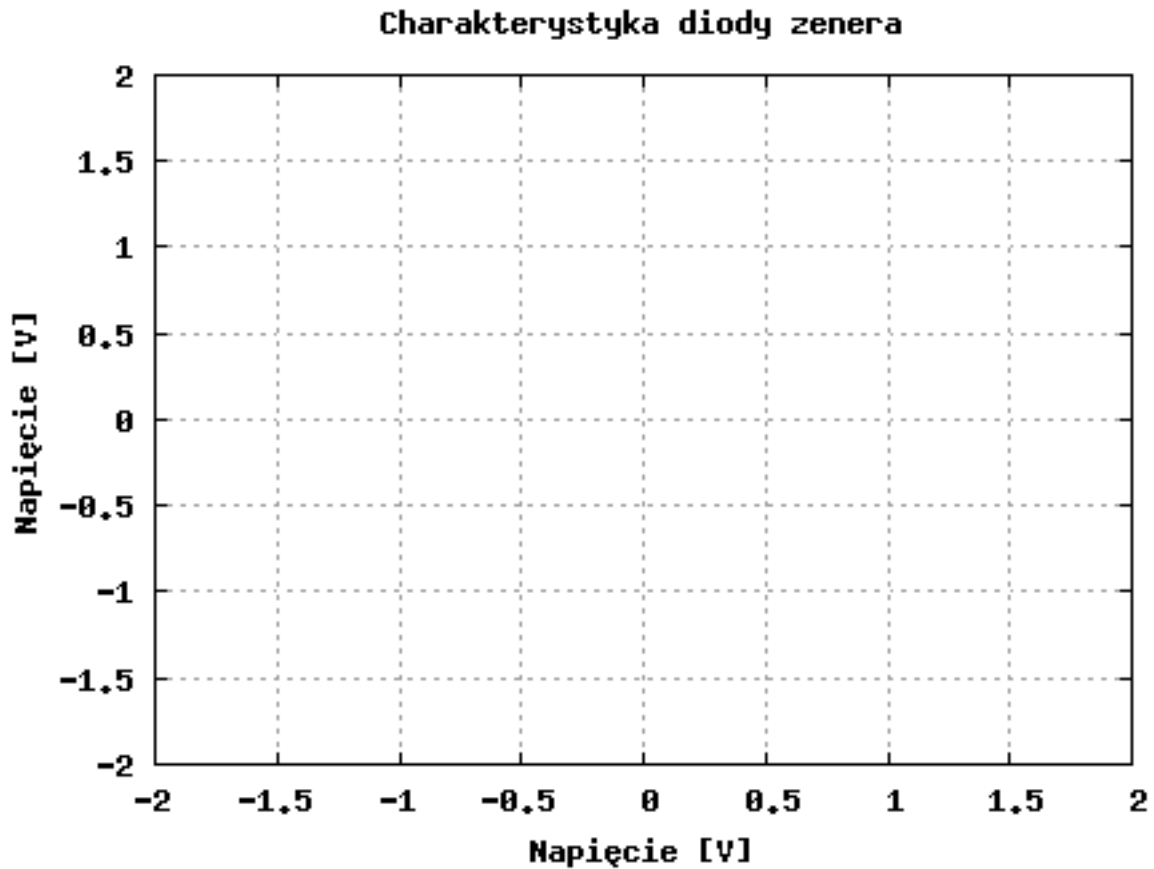


Rysunek 7: Charakterystyka napięciowa diody zenera

### 3.2.2 Charakterystyka zmierzona oscyloskopem

Wykres (8) przedstawia charakterystykę diody zenera zmierzoną za pomocą metody wyświetlania XY na oscyloskopie. Z wykresu można odczytać, że napięcie przewodzenia diody zenera wynosi około 0,75V a napięcie przebicia wynosi około -1,4V.

Można również zaobserwować, że charakterystyka zmierzona z pomocą oscyloskopu (wykres (5)) jest zgodna z charakterystyką wyznaczoną za pomocą pomiarów napięć na diodzie i oporniku (wykres (4))



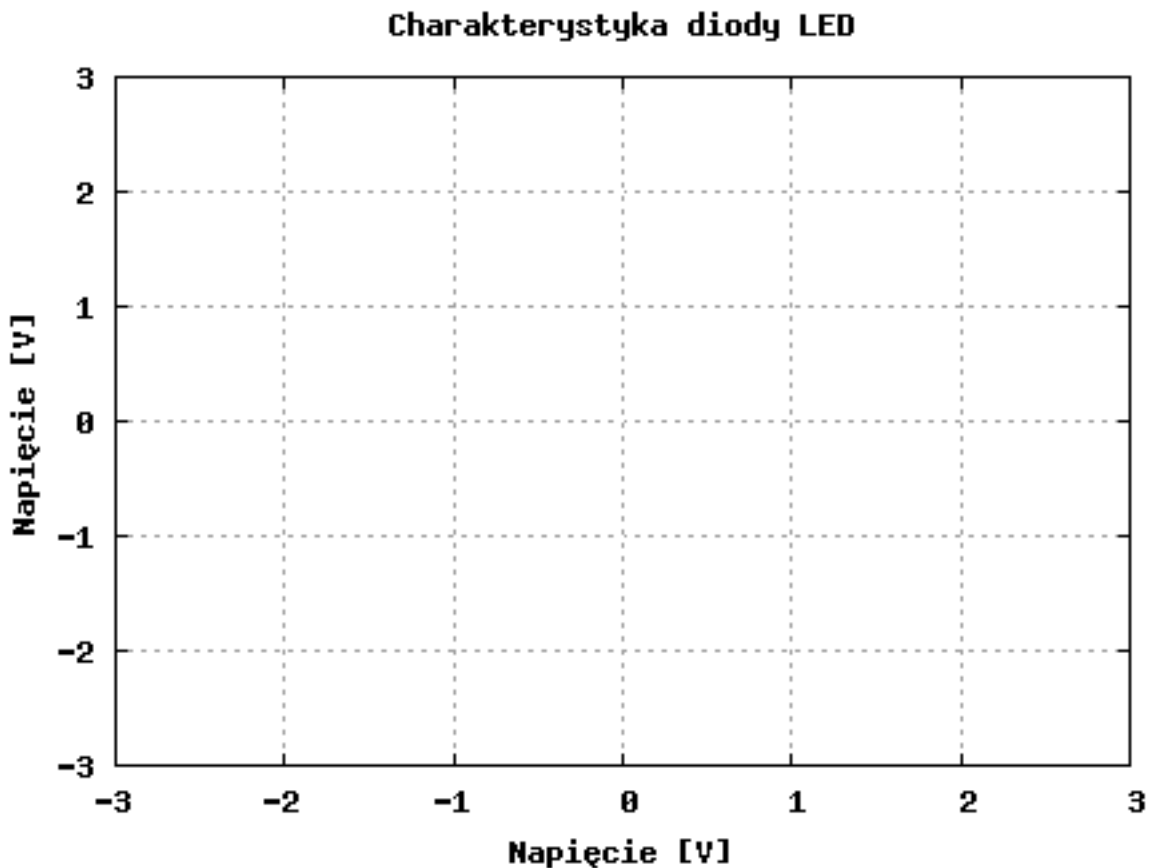
Rysunek 8: Charakterystyka diody zenera

### 3.3 Dioda LED

Dioda LED została rozpoznana na podstawie swojego charakterystycznego wyglądu: przezroczysta, kulista obudowa ze złączami usytuowanymi z jednej strony obudowy. Ze względu na duże napięcie przewodzenia dioda LED była klasyfikowana przez miernik uniwersalny jako uszkodzona. Do wyznaczenia kierunku przewodzenia i kierunku zaporowego został wykorzystany laboratoryjny zasilacz stało-prądowy. Dioda LED rozpoczęła świecić przy napięciu około 1,8V. Napięcie powyżej 3,8V spowodowało nieodwracalne uszkodzenie diody.

#### 3.3.1 Charakterystyka zmierzona oscyloskopem

Wykres (9) przedstawia charakterystykę diody LED zmierzoną za pomocą metody wyświetlania XY na oscyloskopie. Z wykresu można odczytać, że napięcie świecenia (przewodzenia) diody LED wynosi około 1,8V.



Rysunek 9: Charakterystyka diody LED

### 3.3.2 Krytyczna częstotliwość migotania cff

Dokonano pomiaru częstotliwości, przy której ludzkie oko przestaje dostrzegać migotanie diody. Częstotliwość graniczna wynosiła około 45kHz. Poniżej tej częstotliwości widoczne były błyski diody. Powyżej tej częstotliwości ludzkie oko obserwowało ciągle świecenie diody.

## 4 Podsumowanie

Wykonane ćwiczenie pozwoliło zapoznać się z różnicami pomiędzy różnymi rodzajami diod. Różnice polegały na różnych napięciach przewodzenia, oraz dodatkowych właściwościach diod: świecenie diody LED, występowanie napięcia przebicia w diodzie zenera.

Ćwiczenie pozwoliło również na zapoznanie się z zaawansowanymi funkcjami oscyloskopu, w tym wyświetlanie danych pomiarowych w trybie XY.

## 5 Bibliografia

Do sporządzenia niniejszego raportu wykorzystane zostały wiadomości z następujących prac:

- John R. Tylor, *Wstęp do analizy błęd pomiarowego*, Warszawa 1995
- Roman Nowak, *Statystyka dla fizyków*, Warszawa 2002

oraz własnych notatek z wykładu prof. A. Majhofera.