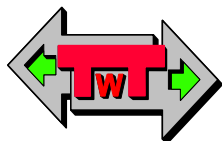
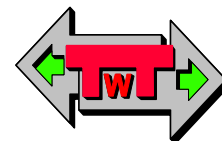


**ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU**  
**ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE**



**WYDZIAŁ TRANSPORTU**  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



**LABORATORIUM PODSTAW ELEKTRONIKI**

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 2

**DIODY**

DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

**WARSZAWA 2021**

## A. Cel ćwiczenia

- Zapoznanie się z właściwościami diod, ich charakterystykami i parametrami.

## B. Program ćwiczenia

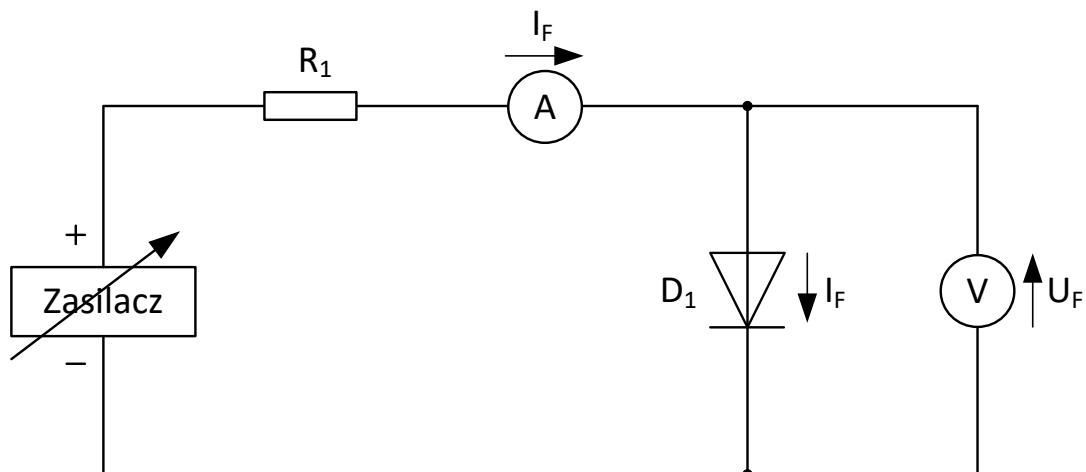
- Wykreślenie na wspólnym wykresie  $I = f ( U )$  charakterystyk diod germanowych i krzemowych w kierunku przewodzenia.
- Określenie rezystancji dynamicznej badanych diod w otoczeniu punktu pracy.
- Wykreślenie na wspólnym wykresie charakterystyk diod Zenera o różnych napięciach Zenera.
- Określenie rezystancji dynamicznej dla dwu z badanych diod Zenera.  
Uwaga: Wartość prądu badanych diod pada prowadzący
- Wykreślenie na wspólnym wykresie charakterystyk diod LED.

## C. Część pomiarowa

- dioda krzemowa

Układ pomiarowy jest tak skonstruowany, że umożliwia bezpośrednio pomiar napięcia na badanej diodzie i prądu płynącego przez tę diodę.

W celu zdjęcia charakterystyki diody w kierunku przewodzenia należy skorzystać z układu jak na rys. 1.



Rys. 1. Układ do zdejmowania charakterystyki diod w kierunku przewodzenia  $I = f ( U )$

Zdjąć charakterystykę diody krzemowej  $D_1$  w kierunku przewodzenia wpisując wyniki do tabeli 1.

Tabela 1

$I_{F(int)}$	[mA]	0	1	5	10	30	50	80	120	150	200
$I_F$	[mA]										
$U_F$	[V]										
$R = \frac{U_F}{I_F}$	[ $\Omega$ ]										

Zdjąć charakterystykę diody germanowej  $D_2$  w kierunku przewodzenia wpisując wyniki do tabeli 2.

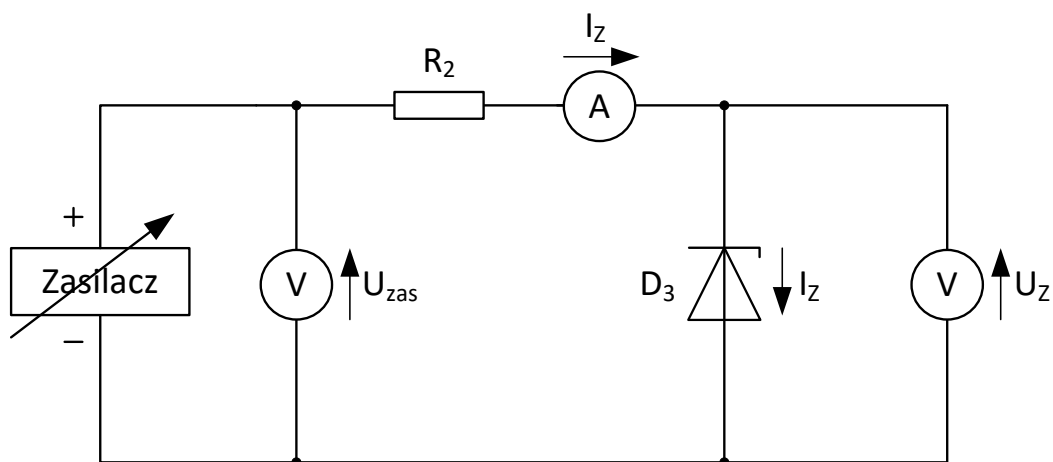
Tabela 2

$I_{F(int)}$	[mA]	0	1	2	3	4	5	10	12,5	17,5	20	22,5	25
$I_F$	[mA]												
$U_F$	[V]												
$R = \frac{U_F}{I_F}$	[ $\Omega$ ]												

Na podstawie wyników należy wykonać charakterystyki badanych diod.

b) dioda Zenera

W celu zdjęcia charakterystyki diody w kierunku zaporowym należy skorzystać z układu jak na rys. 2.



Rys. 2. Układ do zdejmowania charakterystyki diod w kierunku zaporowym  $I = f(U)$

Zdjąć charakterystykę diody D<sub>3</sub> w kierunku zaporowym wpisując wyniki do tabeli 3.

Tabela 3

U <sub>zas</sub>	[V]	0	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2
U <sub>Z</sub>	[V]													
I <sub>Z</sub>	[mA]													

4,4	4,6	4,8	5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	25

Wykonaj wykres na papierze milimetrowym.

Zdjąć charakterystykę diody D<sub>4</sub> w kierunku zaporowym wpisując wyniki do tabeli 4.

Tabela 4

U <sub>zas</sub>	[V]	0	7	7,2	7,4	7,6	7,8	8	8,2	8,4	8,6	8,8	9
U <sub>Z</sub>	[V]												
I <sub>Z</sub>	[mA]												

9,5	10	15	17	18	20

Wykonaj wykres na papierze milimetrowym. Oblicz na wykresie rezystancję dynamiczną, która jest definiowana jako nachylenie charakterystyki statycznej diody w punkcie pracy. Obliczenia dokonać dla I<sub>R</sub> = 60 [mA] ± 20 [mA]

$$R_{dyn} = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

Obliczyć współczynnik stabilizacji diody Zenera definiowany jako stosunek względnych zmian prądu płynącego przez diodę do wywołanych przez nie względnych zmian spadku napięcia.

$$Z = \frac{\frac{\Delta I}{I_{st}}}{\frac{\Delta U}{U_{st}}} = \frac{R_{st}}{R_{dyn}}$$

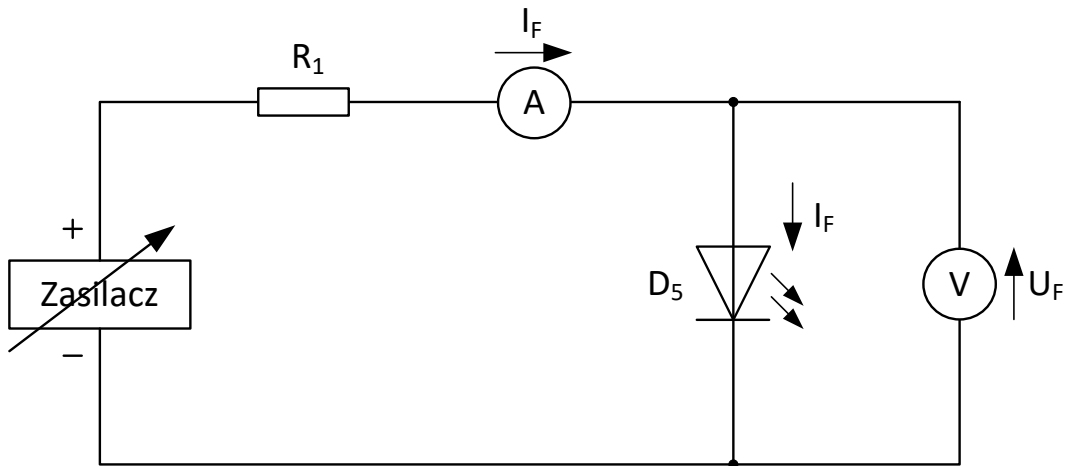
gdzie: R<sub>dyn</sub> – rezystancja dynamiczna

R<sub>st</sub> – rezystancja statyczna

c) dioda LED

Układ pomiarowy jest tak skonstruowany, że umożliwia bezpośrednio pomiar napięcia na badanej diodzie LED i prądu płynącego przez tę diodę LED.

W celu zdjęcia charakterystyki diody LED w kierunku przewodzenia należy skorzystać z układu jak na rys. 3.



Rys. 3. Układ do zdejmowania charakterystyki diod LED w kierunku przewodzenia  $I = f(U)$

Zdjąć charakterystykę diody czerwonej  $D_5$  w kierunku przewodzenia wpisując wyniki do tabeli 5.

Tabela 5

$I_{F(int)}$	[mA]	0	0,5	1	2	3	4	5	8	10	12	15	18
$I_F$	[mA]												
$U_F$	[V]												

Zdjąć charakterystykę diody zielonej  $D_6$  w kierunku przewodzenia wpisując wyniki do tabeli 6.

Tabela 6

$I_{F(int)}$	[mA]	0	0,5	1	2	3	4	5	8	10	12	15	18
$I_F$	[mA]												
$U_F$	[V]												

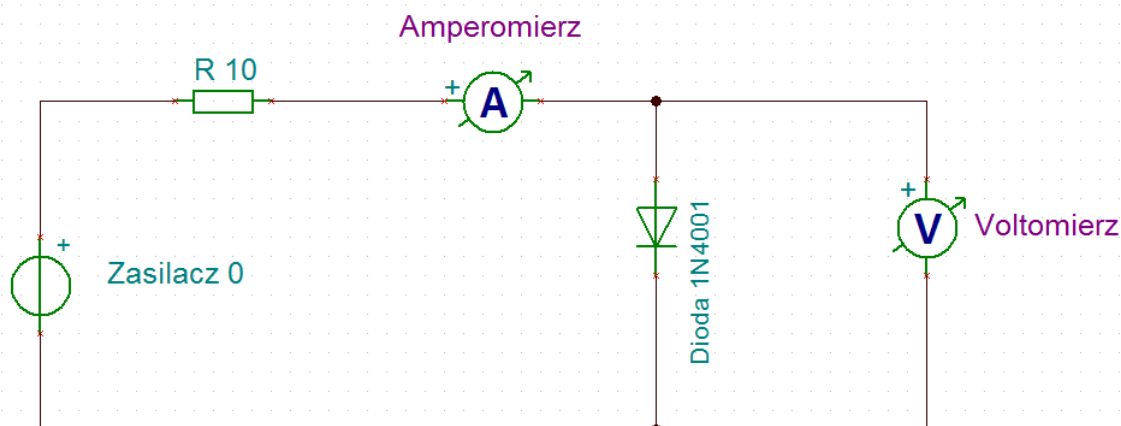
Podczas pomiarów obserwuj jasność diod LED. Określ, przy jakim napięciu  $U_F$  i prądzie  $I_F$  badane diody LED zaczynają emitować promieniowanie.

Na podstawie wyników należy wykonać charakterystyki badanych diod LED na wspólnym wykresie.

## D. Symulacyjna komputerowa

a) dioda krzemowa

W celu pomiaru charakterystyki diody w kierunku przewodzenia należy skorzystać z układu przedstawionego na rys. 1. Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 4.



Rys. 4. Układ do zdejmowania charakterystyki diod w kierunku przewodzenia  $I = f(U)$

Zdjąć charakterystykę diody krzemowej  $D_1$  w kierunku przewodzenia wpisując wyniki do tabeli 7.

Tabela 7

$I_{F(int)}$	[mA]	0	1	5	10	30	50	80	120	150	200
$I_F$	[mA]										
$U_F$	[V]										
$R = \frac{U_F}{I_F}$	[ $\Omega$ ]										

Zdjąć charakterystykę diody germanowej  $D_2$  w kierunku przewodzenia wpisując wyniki do tabeli 8.

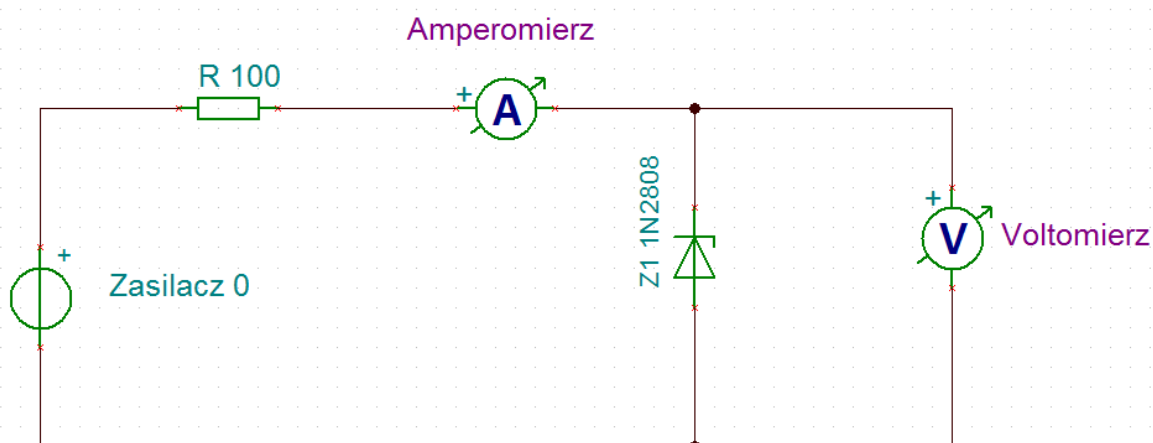
Tabela 8

$I_{F(int)}$	[mA]	0	1	2	3	4	5	10	12,5	17,5	20	22,5	25
$I_F$	[mA]												
$U_F$	[V]												
$R = \frac{U_F}{I_F}$	[ $\Omega$ ]												

Na podstawie wyników należy wykonać charakterystyki badanych diod  $I_D=f(U_D)$  oraz charakterystyki ich rezystancji  $R=f(U_D)$ .

b) dioda Zenera

W celu pomiaru charakterystyki diody w kierunku zaporowym należy skorzystać z układu przedstawionego na rys. 2. Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 5.



Rys. 5. Układ do zdejmowania charakterystyki diod w kierunku zaporowym  $I = f ( U )$

Zdjąć charakterystykę diody 1N2804 w kierunku zaporowym wpisując wyniki do tabeli 9.

Tabela 9

$U_{zas}$	[V]	0	1	2	3	4	5	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7	7,5
$U_Z$	[V]													
$I_Z$	[mA]													

8	8,5	9	9,5	10

Na podstawie wyników należy wykonać charakterystykę badanej diody Zenera.

Zdjąć charakterystykę diody 1N2808 w kierunku zaporowym wpisując wyniki do tabeli 10.

Tabela 10

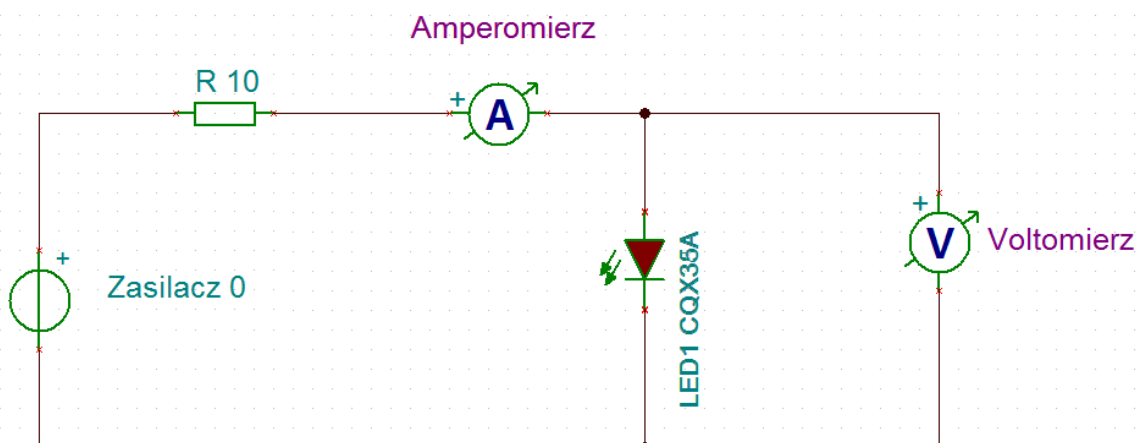
$U_{zas}$	[V]	0	1	2	3	4	5	6	7	7,2	7,4	7,6	7,8
$U_Z$	[V]												
$I_Z$	[mA]												

8	8,2	8,4	8,6	8,8	9	9,5	10	12	14	16	18	20

Na podstawie wyników należy wykonać charakterystykę badanej diody Zenera.

c) dioda LED

W celu pomiaru charakterystyki diody LED w kierunku przewodzenia należy skorzystać z układu przedstawionego na rys. 3. Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 6.



Rys. 6. Układ do zdejmowania charakterystyki diod LED

Zdjąć charakterystykę diody LED CQX35A (czerwona) wpisując wyniki do tabeli 11.

Tabela 11

$I_D$	[mA]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50
$U_D$	[V]										



Zdjąć charakterystykę diody LED CQX36A (zielona) wpisując wyniki do tabeli 12.

Tabela 12

$I_D$	[mA]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50
$U_D$	[V]										

Zdjąć charakterystykę diody LED CQX37A (żółta) wpisując wyniki do tabeli 13.

Tabela 13

$I_D$	[mA]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50
$U_D$	[V]										

Zdjąć charakterystykę diody LED CQX38A (pomarańczowa) wpisując wyniki do tabeli 14.

Tabela 14

$I_D$	[mA]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50
$U_D$	[V]										

Na podstawie wyników należy wykonać charakterystyki badanych diod LED na wspólnym wykresie.

## E. Wyposażenie

### Elementy układu:

Rezystor $R_1 = 10 \Omega$ .....	szt. 1
Rezystor $R_2 = 100 \Omega$ .....	szt. 1
Dioda $D_1$ 1N4007 .....	szt. 1
Dioda $D_2$ germanowa .....	szt. 1
Dioda Zenera $D_3$ ZYP 5.6 .....	szt. 1
Dioda Zenera $D_4$ ZBY 8.2 .....	szt. 1
Dioda LED $D_5$ czerwona .....	szt. 1
Dioda LED $D_6$ zielona .....	szt. 1

### Sprzęt pomiarowy:

Cyfrowy miernik uniwersalny .....	szt. 5
-----------------------------------	--------

### Źródło zasilania:

Zasilacz .....	szt. 1
----------------	--------

### Akcesoria:

Płyta montażowa .....	szt. 1
Komplet przewodów .....	szt. 1

## F. Zagadnienia do przygotowania

1. Złącze p-n:
  - a) potencjał dyfuzyjny,
  - b) polaryzacja złącza w kierunku przewodzenia i zaporowym,
  - c) przepływ prądów przez spolaryzowane złącze,
  - d) rozkład ładunku i polaryzacja w złączu,
  - e) napięcie progowe.
2. Zjawiska powodujące gwałtowny wzrost prądu w złączu p-n w kierunku zaporowym.
3. Charakterystyka prądowo-napięciowa diody germanowej i krzemowej.
4. Zasada działania diody Zenera.
5. Zastosowanie diody Zenera, podać przykłady.
6. Diody elektroluminescencyjne – właściwości, charakterystyki (czerwona, zielona, żółta, niebieska).
7. Układy pracy i sposoby sterowania diodami LED.
8. Zastosowanie diod LED, podać przykłady.

## G. Literatura

1. Dobrowolski A., Jachna Z., Majda E., Wierzbowski M.: „Elektronika -ależ to bardzo proste!”. Wydawnictwo BTC, 2013.
2. Horowitz P., Hill W.: „Sztuka elektroniki. Tom I i II”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2013.
3. Kaźmierkowski M., Matysik J.: „Wprowadzenie do elektroniki i energoelektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
4. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Podstawy elektroniki. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-991-0, 155 s.
5. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Elektronika. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-992-7, 181 s.
6. Tietze U., Schenk C: „Układy półprzewodnikowe”. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 2009.
7. Wawrzyński W.: „Podstawy współczesnej elektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.