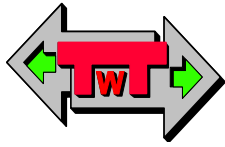
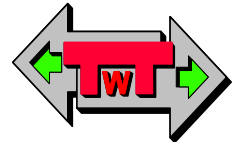


ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU
ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE



WYDZIAŁ TRANSPORTU
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



LABORATORIUM PODSTAW ELEKTRONIKI

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 3

TRANZYSTOR BIPOLARNY

DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

WARSZAWA 2021

A. Cel ćwiczenia

- Poznanie właściwości tranzystorów bipolarnych i ich parametrów
- Wyznaczenie charakterystyk statycznych tranzystora bipolarnego: (w układzie OE)

wyjściowych $I_C = f(U_{CE})$ przy $I_B = \text{const.}$

wejściowych $I_B = f(U_{BE})$ przy $U_{CE} = \text{const.}$

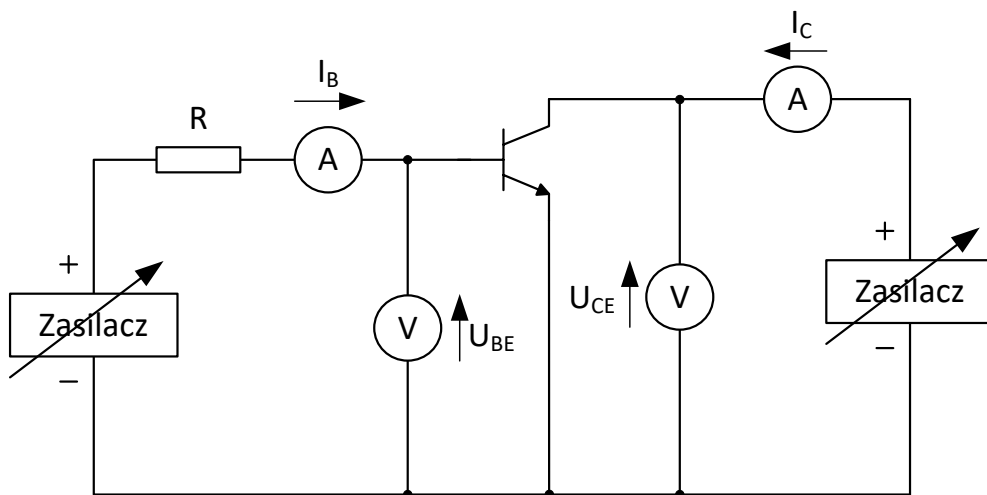
przejściowych $I_C = f(I_B)$ przy $U_{CE} = \text{const.}$

B. Program ćwiczenia

- Wykreślenie rodziny charakterystyk wejściowych tranzystora bipolarnego
- Wykreślenie rodziny charakterystyk wyjściowych tranzystora bipolarnego
- Wykreślenie rodziny charakterystyk przejściowych tranzystora bipolarnego

C. Część pomiarowa

W celu zdjęcia charakterystyk tranzystora (w układzie OE) należy skorzystać z układu jak na rys. 1.



Rys. 1. Układ do pomiaru charakterystyk statycznych tranzystora bipolarnego w układzie OE

a) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk wyjściowych tranzystora BD 137 $I_C = f(U_{CE})$ przy $I_B = \text{const}$.

Tabela 1

U_{CE} [V] (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

0,9	1	5	8	10	15

Dla $I_B=100$ [μA]

Tabela 2

U_{CE} [V] (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

0,9	1	5	8	10	15

Dla $I_B=200$ [μA]

Tabela 3

U_{CE} [V] (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

0,9	1	5	8	10	15

Dla $I_B=300$ [μA]

Tabela 4

U_{CE} [V] (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
U_{CE} [V]									
I_C [mA]									

0,9	1	5	8	10	15

Dla $I_B=400$ [μA]

- b) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk wejściowych tranzystora BD 137 $I_B = f(U_{BE})$ przy $U_{CE} = \text{const.}$
Wyznaczyć rodzinę charakterystyk przejściowych tranzystora BD 137 $I_C = f(I_B)$ przy $U_{CE} = \text{const.}$

Tabela 5

$I_B [\mu A]$ (int)	5	10	15	30	50	100	250	500	750	1000
$I_B [\mu A]$										
$U_{BE} [V]$										
$I_C [mA]$										

Dla $U_{CE} = 5 [V]$

Tabela 6

$I_B [\mu A]$ (int)	5	10	15	30	50	100	250	500	750	1000
$I_B [\mu A]$										
$U_{BE} [V]$										
$I_C [mA]$										

Dla $U_{CE} = 10 [V]$

Tabela 7

$I_B [\mu A]$ (int)	5	10	15	30	50	100	250	500	750	1000
$I_B [\mu A]$										
$U_{BE} [V]$										
$I_C [mA]$										

Dla $U_{CE} = 12 [V]$

- c) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk wyjściowych tranzystora 2N 3055 $I_C = f(U_{CE})$ przy $I_B = \text{const.}$

Tabela 8

$U_{CE} [V]$ (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1
$U_{CE} [V]$									
$I_C [mA]$									

2	3	5	10	12	15

Dla $I_B = 500 [\mu A]$

Tabela 9

$U_{CE} [V]$ (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1
$U_{CE} [V]$									
$I_C [mA]$									

2	3	5	10	12	15

Dla $I_B=1000 [\mu A]$

Tabela 10

$U_{CE} [V]$ (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1
$U_{CE} [V]$									
$I_C [mA]$									

2	3	5	10	12	15

Dla $I_B=2000 [\mu A]$

Tabela 11

$U_{CE} [V]$ (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1
$U_{CE} [V]$									
$I_C [mA]$									

2	3	5	10	12	15

Dla $I_B=3000 [\mu A]$

Tabela 12

$U_{CE} [V]$ (int)	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1
$U_{CE} [V]$									
$I_C [mA]$									

2	3	5	10	12	15

Dla $I_B=4000 [\mu A]$

- d) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk wejściowych tranzystora 2N 3055 $I_B = f(U_{BE})$ przy $U_{CE} = \text{const.}$
 Wyznaczyć rodzinę charakterystyk przejściowych tranzystora 2N 3055 $I_C = f(I_B)$ przy $U_{CE} = \text{const.}$

Tabela 13

I_B [mA] (int)	0,5	1	2	3	4	5	6	8	9	10
I_B [mA]										
U_{BE} [V]										
I_C [mA]										

Dla $U_{CE} = 5$ [V]

Tabela 14

I_B [mA] (int)	0,5	1	2	3	4	5	6	8	9	10
I_B [mA]										
U_{BE} [V]										
I_C [mA]										

Dla $U_{CE} = 10$ [V]

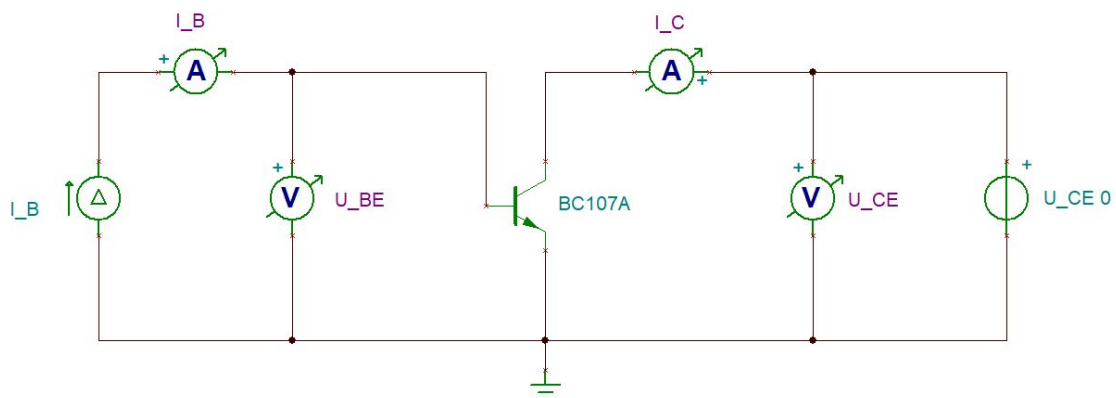
Tabela 15

I_B [mA] (int)	0,5	1	2	3	4	5	6	8	9	10
I_B [mA]										
U_{BE} [V]										
I_C [mA]										

Dla $U_{CE} = 15$ [V]

D. Symulacyjna komputerowa

W celu pomiaru charakterystyk tranzystora bipolarnego należy skorzystać z układu przedstawionego na rys. 1. Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Układ do pomiaru charakterystyk statycznych tranzystora bipolarnego w układzie OE

a) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk wyjściowych tranzystora BC107A $I_C = f(U_{CE})$ przy $I_B = \text{const}$.

Tabela 16

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
I_C [mA]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 25$ [μA]

Tabela 17

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
I_C [mA]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 50$ [μA]

Tabela 18

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
I_C [mA]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 75$ [μA]

Tabela 19

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
I_C [mA]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 100$ [μA]

b) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk zwrotnych tranzystora BC107A $U_{BE} = f(U_{CE})$ przy $I_B = \text{const.}$

Tabela 20

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
U_{BE} [V]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 25$ [μA]

Tabela 21

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
U_{BE} [V]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 50$ [μA]

Tabela 22

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
U_{BE} [V]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 75$ [μA]

Tabela 23

U_{CE} [V]	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
U_{BE} [V]									

0,8	0,9	1	5	10	15	20

dla $I_B = 100$ [μA]

c) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk wejściowych tranzystora BC107A $U_{BE} = f(I_B)$ przy $U_{CE} = \text{const.}$

Tabela 24

I_B [μA]	0	1	2	5	10	20	30	40	50
U_{BE} [V]									

60	70	80	90	100

dla $U_{CE} = 5$ [V]

d) Wyznaczyć rodzinę charakterystyk przejściowych tranzystora BC107A $I_C = f(I_B)$ przy $U_{CE} = \text{const.}$

Tabela 25

I_B [μA]	0	1	2	5	10	20	30	40	50
I_C [mA]									

60	70	80	90	100

dla $U_{CE} = 5$ [V]

Tabela 26

I_B [μA]	0	1	2	5	10	20	30	40	50
I_C [mA]									

60	70	80	90	100

dla $U_{CE} = 10$ [V]

Tabela 27

I_B [μA]	0	1	2	5	10	20	30	40	50
I_C [mA]									

60	70	80	90	100

dla $U_{CE} = 15$ [V]

Dla pomierzonych tranzystorów bipolarnych:

- wykreślić rodziny charakterystyk wyjściowych $I_C = f(U_{CE})$ przy $I_B = \text{const.}$,
- wykreślić rodziny charakterystyk zwrotnych $U_{BE} = f(U_{CE})$ przy $I_B = \text{const.}$,
- wykreślić rodziny charakterystyk wejściowych $U_{BE} = f(I_B)$ przy $U_{CE} = \text{const.}$,
- wykreślić rodziny charakterystyk przejściowych $I_C = f(I_B)$ przy $U_{CE} = \text{const.}$,
- obliczyć wartość współczynnika wzmocnienia prądowego β_0 .

E. Wyposażenie

Elementy układu:

Rezystor $R = 1 \text{ k}\Omega$	szt. 1
Tranzystor BD 137	szt. 1
Tranzystor 2N 3055	szt. 1

Sprzęt pomiarowy:

Cyfrowy miernik uniwersalny	szt. 4
-----------------------------------	--------

Źródło zasilania:

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

Akcesoria:

Płyta montażowa	szt. 1
Komplet przewodów	szt. 1

F. Zagadnienia do przygotowania

1. Różnica między półprzewodnikami samoistnymi a domieszkowanymi.
2. Zależność między prądami zerowymi w dwuzłazowym tranzystorze bipolarnym.
3. Zasada działania bipolarnego tranzystora dwuzłazowego.
4. Polaryzacja normalna tranzystora.
5. Obszary ograniczające pracę tranzystora.
6. Schematy zastępcze tranzystora (WE, WB, WC) w oparciu o macierz typu h.
7. Charakterystyki statyczne tranzystora w konfiguracji WB, WE, WC.
8. Zależności pomiędzy α i β .
9. Konfiguracje pracy tranzystora.
10. Parametry α , α_0 , β , β_0 .

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.