

<b>LABORATORIUM FIZYKA</b>
<b>Badanie tranzystora bipolarnego.</b>

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pokazanie podstaw działania układów tranzystorów NPN i PNP

## 2. Trochę teorii

Charakterystyka statyczna jest to graficzne przedstawienie związku jednej wielkości zależnej i dwu niezależnych, przy czym jedna z wielkości niezależnych traktowana jest jako parametr. Na podstawie równań mieszanych można określić rodzinę czterech charakterystyk statycznych:

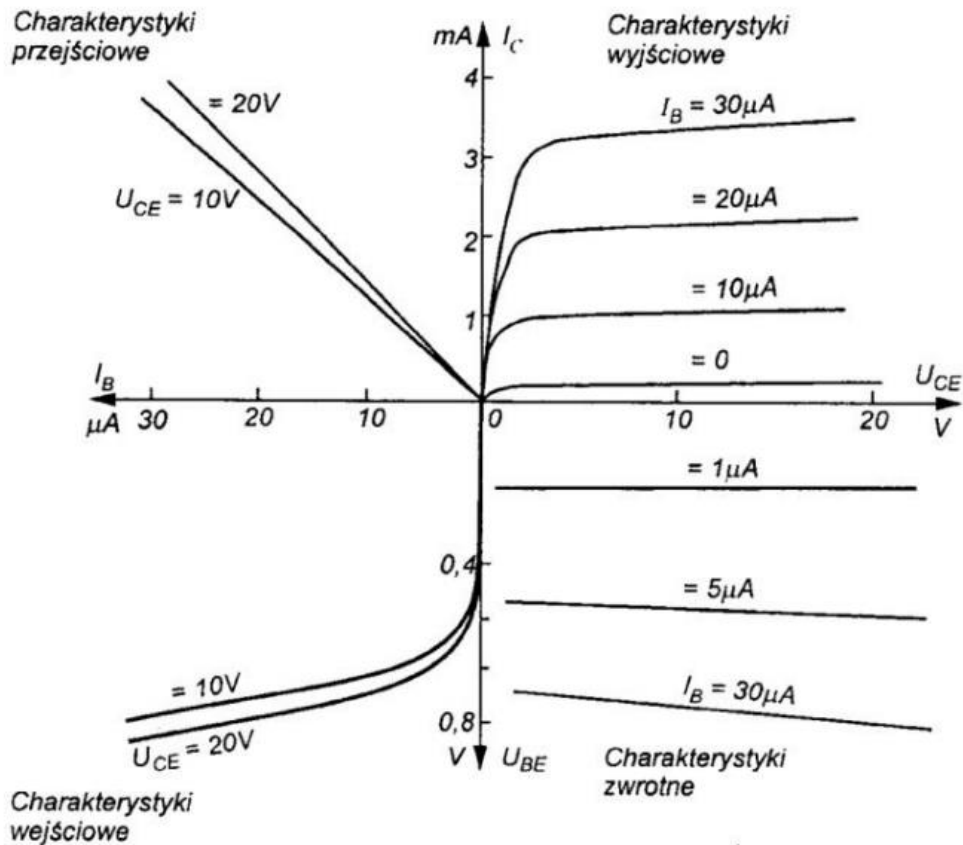
- charakterystyki wejściowe  $U_1 = f(I_1)$  przy  $U_2 = \text{const}$ ,
- charakterystyki zwrotne  $U_1 = f(U_2)$  przy  $I_1 = \text{const}$ ,
- charakterystyki przejściowe  $I_2 = f(I_1)$  przy  $U_2 = \text{const}$ ,
- charakterystyki wyjściowe  $I_2 = f(U_2)$  przy  $I_1 = \text{const}$ .

Dla każdej z trzech konfiguracji pracy tranzystora wielkości  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $U_1$ ,  $U_2$  oznaczają zupełnie różne prądy i różne napięcia (na przykład  $I_1$  jest prądem emitera w konfiguracji WB, a w konfiguracji WE jest prądem bazy). Można zatem stwierdzić, że każda konfiguracja pracy tranzystora posiada swoją rodzinę charakterystyk statycznych. Poniżej omówione zostaną jedynie charakterystyki statyczne dla konfiguracji WE. Dla tej konfiguracji zgodnie z rys. 1 mamy:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_B, \\ U_1 &= U_{BE}, \\ I_2 &= I_C, \\ U_2 &= U_{CE}. \end{aligned}$$

Interesują nas zatem rodziny charakterystyk:

- charakterystyka wejściowa  $U_{BE} = f(I_B)$  przy  $U_{CE} = \text{const}$ ,
- charakterystyka zwrotna  $U_{BE} = f(U_{CE})$  przy  $I_B = \text{const}$ ,
- charakterystyka przejściowa  $I_C = f(I_B)$  przy  $U_{CE} = \text{const}$ ,
- charakterystyka wyjściowa  $I_C = f(U_{CE})$  przy  $I_B = \text{const}$ .



Rysunek 1. Cztery charakterystyki z jedną osią wspólną dla układu ze wspólną bazą.

### 3. Literatura

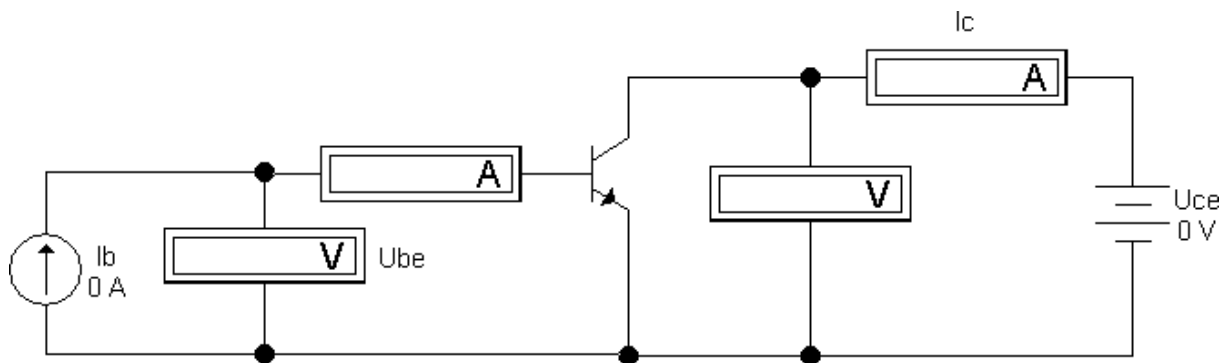
- [1] „Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków”, WN-T, Warszawa 2005
- [2] Duda A., „Laboratorium podstaw elektroniki”, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1998
- [3] Górecki P.: „Wzmacniacze operacyjne”, Wydawnictwo btc, Warszawa 2004
- [4] Horovitz, Hill, „Sztuka elektroniki”, WKŁ, Warszawa 2010
- [5] Mancini R.(ed.): „Op amps for everyone”, Texas Instruments 2003
- [6] Pawłowski J., „Podstawowe układy elektroniczne – Wzmacniacze i generatory”, WKiŁ, Warszawa 1980
- [7] Tumański S.: „Technika pomiarowa”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007

Opracowanie ćwiczenia: Seweryn Lipiński, Paweł Chwietczuk

#### 4. Wykonanie ćwiczenia

##### 4.1. Podstawowe charakterystyki tranzystora bipolarnego.

Połączyć obwód wg schematu:



Wypełnić tabele pomiarowe z protokołu dla tranzystora NPN i PNP oraz dokonać opracowania wyników.

#### 2. Opracowanie wyników.

Na podstawie wykonanych pomiarów wykreślić charakterystyki:

- $I_C=f(U_{CE})$  (na tym samym wykresie dla wszystkich  $I_B$ ),
- $I_B=f(U_{BE})$ , (na tym samym wykresie dla wszystkich  $U_{BE}$ ),
- $I_B=f(I_C)$  (na tym samym wykresie dla wszystkich  $U_{CE}$ ),
- $U_{BE}=f(U_{CE})$  (na tym samym wykresie dla wszystkich  $I_B$ ).

Na charakterystyce  $I_C=f(U_{CE})$  zaznaczyć obszary charakterystyczne (zakres aktywny i zakres nasycenia), oszacować „napięcie kolektor-emiter nasycenia”  $U_{CEsat}$ .



$$U_{BE} = f(U_{CE})$$

a)  $I_B = 0 \mu A$

$U_{CE}[V]$	0	1	2	3	5	8	12	14	16	20	40
$U_{BE}$											

b)  $I_B = 20 \mu A$

$U_{CE}[V]$	0	1	2	3	5	8	12	14	16	20	40
$U_{BE}$											

c)  $I_B = 100 \mu A$

$U_{CE}[V]$	0	1	2	3	5	8	12	14	16	20	40
$U_{BE}$											

### Pomiar charakterystyk Tranzystora PNP.....

Wypełnić table pomiarowe:

$$I_c = f(U_{ce})$$

a)  $I_B = 0 \mu A$

$U_{ce}[V]$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	3	7	10	15	20
$I_c$											

b)  $I_B = 5 \mu A$

$U_{ce}[V]$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	3	7	10	15	20
$I_c$											

c)  $I_B = 20 \mu A$

$U_{ce}[V]$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	3	7	10	15	20
$I_c$											

d)  $I_B = 50 \mu A$

$U_{ce}[V]$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	3	7	10	15	20
$I_c$											

e)  $I_B = 80 \mu A$

$U_{ce}[V]$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	3	7	10	15	20
$I_c$											

f)  $I_B = 130 \mu A$

$U_{ce}[V]$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	3	7	10	15	20
$I_c$											

$$I_B = f(U_{BE})$$

a)  $U_{CE} = -1V$

$I_B[\mu A]$	0	1	2	3	4	5	10	15	25	40	60
$U_{BE}$											

b)  $U_{CE} = 5V$

$I_B[\mu A]$	0	1	2	3	4	5	10	15	25	40	60
$U_{BE}$											

$$I_B = f(I_c)$$

a)  $U_{CE} = 0V$

$I_B[\mu A]$	0	1	2	3	4	5	10	15	25	40	60
--------------	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

$I_C$											
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

b)  $U_{CE} = 10V$

$I_B [\mu A]$	0	1	2	3	4	5	10	15	25	40	60
$I_C$											

c)  $U_{CE} = 25V$

$I_B [\mu A]$	0	1	2	3	4	5	10	15	25	40	60
$I_C$											

$$U_{BE} = f(U_{CE})$$

a)  $I_B = 0 \mu A$

$U_{CE} [V]$	0	1	2	3	5	8	12	14	16	20	40
$U_{BE}$											

b)  $I_B = 20 \mu A$

$U_{CE} [V]$	0	1	2	3	5	8	12	14	16	20	40
$U_{BE}$											

c)  $I_B = 100 \mu A$

$U_{CE} [V]$	0	1	2	3	5	8	12	14	16	20	40
$U_{BE}$											

Opracować:

Na podstawie wykonanych pomiarów wykreślić charakterystyki:

- $I_C = f(U_{CE})$  (na tym samym wykresie dla wszystkich  $I_B$ ),
- $I_B = f(U_{BE})$ , (na tym samym wykresie dla wszystkich  $U_{BE}$ ),
- $I_B = f(I_C)$  (na tym samym wykresie dla wszystkich  $U_{CE}$ ),
- $U_{BE} = f(U_{CE})$  (na tym samym wykresie dla wszystkich  $I_B$ ).

Na charakterystyce  $I_C = f(U_{CE})$  zaznaczyć obszary charakterystyczne (zakres aktywny i zakres nasycenia), oszacować „napięcie kolektor-emiter nasycenia”  $U_{CEsat}$ .