

Podstawowe elementy elektroniczne:
część II – tranzystory - charakterystyki

Data:.....

Godz.:.....

Osoby wykonujące ćwiczenia

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.

AGH, Katedra Automatyki
ver. 12/03/08

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z zachowaniem się tranzystorów: bipolarnego i polowego jfet (ang. *Junction Field Effect Transistor*) dla różnych warunków napięciowo-prądowych. Ćwiczący zapoznają się z tranzystorami na podstawie zmierzonych charakterystyk statycznych tranzystorów: BC547B i BF245

Wypożyczenie stanowiska laboratoryjnego

- Panel *Podstawowe elementy elektroniczne - tranzystory*
- Przewody do łączenia elementów na panelu oraz do podłączenia zasilania
- Dwa zasilacze laboratoryjne prądu stałego z:
 - płynną regulacją napięcia w zakresie 0-24V,
 - możliwością ustawienia ograniczenia prądowego,
- Miernik podstawowych wielkości elektrycznych: napięcie i rezystancja

Elementy elektroniczne zamontowane są pod wierzchnią płytą panelu. Małe, czarne i czerwone gniazda przeznaczone są do łączenia elementów. Większe, czarne i czerwone gniazda przeznaczone są do podłączenia zasilania.

**UWAGA! USTAWIĆ OGRANICZENIE PRĄDOWE ZASILACZY NA
WARTOŚĆ MAX. 20 mA.**

Pomiary napięcia wykonywać z dokładnością 0,01 V

Instrukcja

- 1) Zmierzyć i uzupełnić wartości rezystorów w tabeli 1.

R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_C [Ω]	R_E [Ω]	R_G [Ω]	R_D [Ω]	R_S [Ω]	$R_{obc.}$ [Ω]

Tab. 1. Rezystory

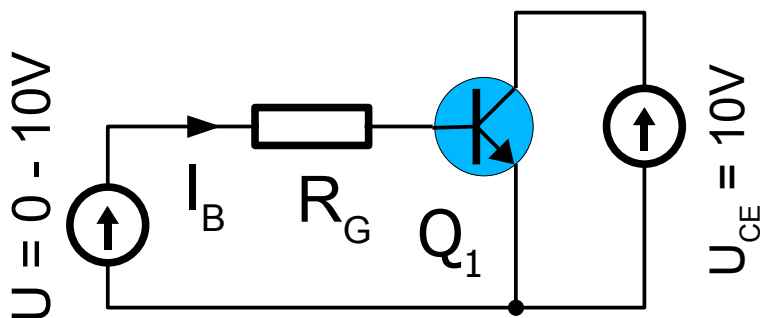
- 1) Podczas montowania obwodu elektrycznego panele powinny być odłączone od zasilaczy.
- 2) Zasilanie można podłączyć do zmontowanego obwodu **WYŁĄCZNIE** po otrzymaniu zgody osoby prowadzącej zajęcia
- 2) Parametry tranzystorów: bipolarnego Q_1 and polowego j-fet Q_2 zidentyfikować na podstawie pomiarów otrzymanych w następnych ćwiczeniach (tab. 4 i 5). Wyniki identyfikacji zapisać w poniższej tabeli 2 .

Q_1 npn BC547	Q_2 j-fet z kanałem typu "n" BF245	
$\beta(Q_1)$	$U_p(Q_2)$	$I_{DSS}(Q_2)$

Tab. 2. Podstawowe parametry tranzystora bipolarnego i polowego

- 3) Zmontować układ zgodnie z rys. 1.
- 4) Ustawić napięcie U zgodnie z wartościami w tabeli 3. Zmierzyć U_{RG} dla każdej wartości U . Pomiary zanotować w tabeli 3. Nóżki tranzystora Q_1 : C i E powinny być podłączone do

napięcia $U_{CE} = 10V$.



Rys. 1. Układ do pomiaru charakterystyki $I_B = f(U_{BE})$

U [V]	U_{RG} [V]	$U_{BE}=U-U_{RG}$ [V]	$I_B=U_{RG}/R_1$ [mA]
0.5			
1.0			
1.5			
2.0			
2.5			
3.0			
3.5			
4.0			
4.5			
5.0			

U [V]	U_{RG} [V]	$U_{BE}=U-U_{RG}$ [V]	$I_B=U_{RG}/R_1$ [mA]
5.5			
6.0			
6.5			
7.0			
7.5			
8.0			
8.5			
9.0			
9.5			
10.0			

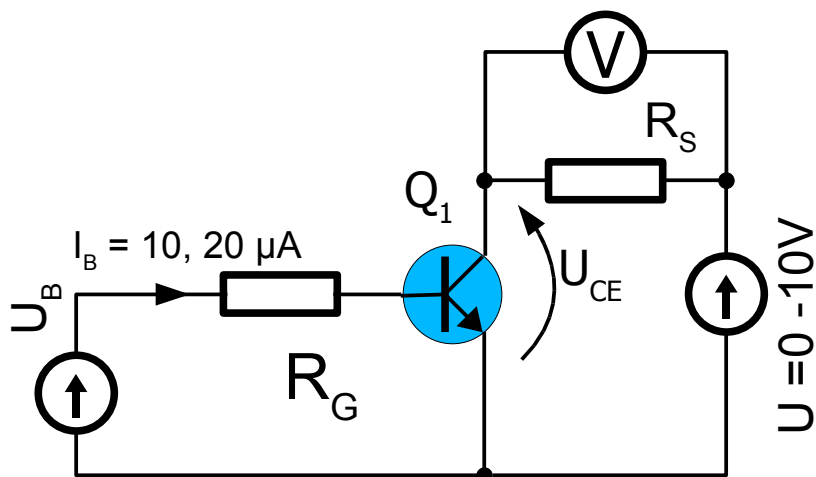
Tab. 3. Dane pomiarowe charakterystyki wejściowej tranzystora bipolarnego

- 5) Narysować charakterystykę $I_B = f(U_{BE})$ na podstawie danych z tabeli 3 – wykres 1.
- 6) Zmontować obwód jak na rysunku 2. Obliczyć wartość napięcia U_B , dla którego prąd bazy wynosi $10\mu A$. Napięcie U_B określone jest przez następujące wyrażenie: $U_B = I_B \cdot R_1 + 0,7$.
- 7) Ustawić wartość napięcia U_C zgodnie z tabelą 4. Dla każdej wartości U_C zmierzyć napięcie na rezystorze R_S . Pomiary zanotować w tabeli 4.
- 8) Zwiększyć prąd bazy tranzystora do wartości $20\mu A$ przez zmianę napięcia U_B .
- 9) Ustawić wartość napięcia U_C zgodnie z tabelą 4. Dla każdej wartości U_C zmierzyć napięcie na rezystorze R_S . Pomiary zanotować w tabeli 4.
- 10) Zgodnie z wyrażeniami umieszczonymi w nagłówku tabeli 4, obliczyć i zapisać pozostałe wartości.

UWAGA!

Parametr tranzystora bipolarnego $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ można zidentyfikować na podstawie danych pomiarowych z tabeli 4. Wzór na parametr β jest właściwy tylko wtedy, gdy tranzystor znajduje się w aktywnym obszarze charakterystyki. Jest to spełnione gdy $U_{CE} \geq 5V$ - tab. 4. Zidentyfikowaną wartość parametru β wpisać do tabeli 2.

11) Narysować charakterystykę wyjściową tranzystora $I_C = f(U_{CE})$ – wykres 2.

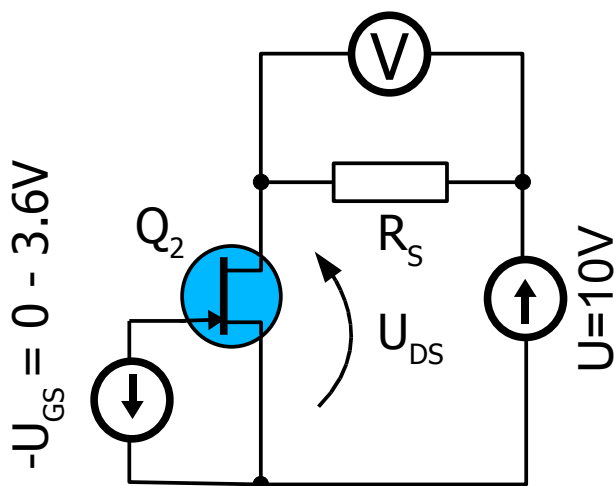


Rys. 2. Układ do pomiaru charakterystyki $I_C = f(U_{CE})$

$I_B = 10\mu A$				$I_B = 20\mu A$			
$U [V]$	$U_{RS} [V]$	$U_{CE}=U-U_{RS} [V]$	$I_C=U_{RS}/R_S [mA]$	$U [V]$	$U_{RS} [V]$	$U_{CE}=U-U_{RS} [V]$	$I_C=U_{RS}/R_S [mA]$
0				0			
0.1				0.1			
0.2				0.2			
0.3				0.3			
0.4				0.4			
0.5				0.5			
0.8				0.8			
1				1			
2				2			
5				5			
10				10			

Tab. 4. Dane pomiarowe charakterystyki wyjściowej dla tranzystora bipolarnego

12) Zmontować obwód jak na rys. 3. Ustawić $U = 10V$. Ustawić wartość U_{GS} zgodnie z tabelą 5. Dla każdej wartości U_{GS} zmierzyć napięcie na rezystorze U_{RS} oraz obliczyć prąd I_D metodą pośrednią korzystając z prawa Ohm'a: $I_D = U_{RS}/R_S$. Obliczenia zamieścić w tabeli 5.



Rys. 3. Układ do pomiaru charakterystyki przejściowej tranzystora polowego

$-U_{GS}$ [V]	$I_D = U_{RS} / R_S$ [mA]
0	
0.2	
0.4	
0.6	
0.8	

$-U_{GS}$ [V]	$I_D = U_{RS} / R_S$ [mA]
1.0	
1.2	
1.4	
1.6	
1.8	

$-U_{GS}$ [V]	$I_D = U_{RS} / R_S$ [mA]
2.0	
2.2	
2.4	
2.6	
2.8	

$-U_{GS}$ [V]	$I_D = U_{RS} / R_S$ [mA]
3.0	
3.2	
3.4	
3.6	
3.8	

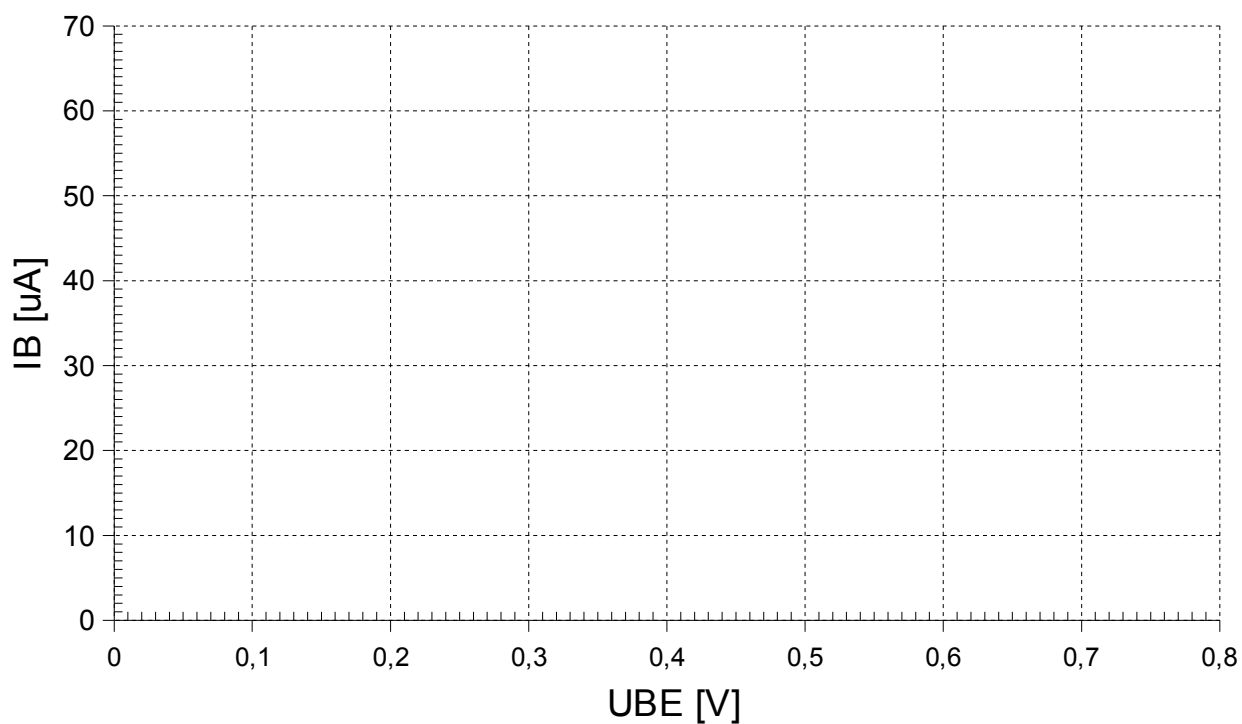
Tab. 5. Dane pomiarowe charakterystyki przejściowej tranzystora polowego

- 13) Narysować charakterystykę tranzystora polowego – wykres 3. Zidentyfikować i zaznaczyć na charakterystyce napięcie odcięcia U_p oraz prąd nasycenia I_{DSS} . Wyniki umieścić w tabeli 2.
- 14) Ustawić $U_{GS} = 0$ (rys. 3). Ustawić napięcie U_{DS} zgodnie z tabelą 6. Dla każdej wartości U_{DS} zmierzyć napięcie U_{RS} i obliczyć prąd drenu I_D stosując prawo Ohm'a $I_D = U_{RS} / R_S$. Obliczenia zamieścić w tabeli 6.
- 15) Powtórzyć powyższy krok dla następujących wartości napięcia źródło-bramka:
 $U_{GS} = -0.5, -1, -2$ and -3 V.
- 16) Narysować charakterystyki wyjściowe $I_D = f(U_{DS})$ na podstawie danych z tabeli 6 – wykres 4.

$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$				
	$U_{GS} = 0V$	$U_{GS} = -0.5V$	$U_{GS} = -1V$	$U_{GS} = -2V$	$U_{GS} = -3V$
0					
0.1					
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.8					
1					
2					
5					
10					

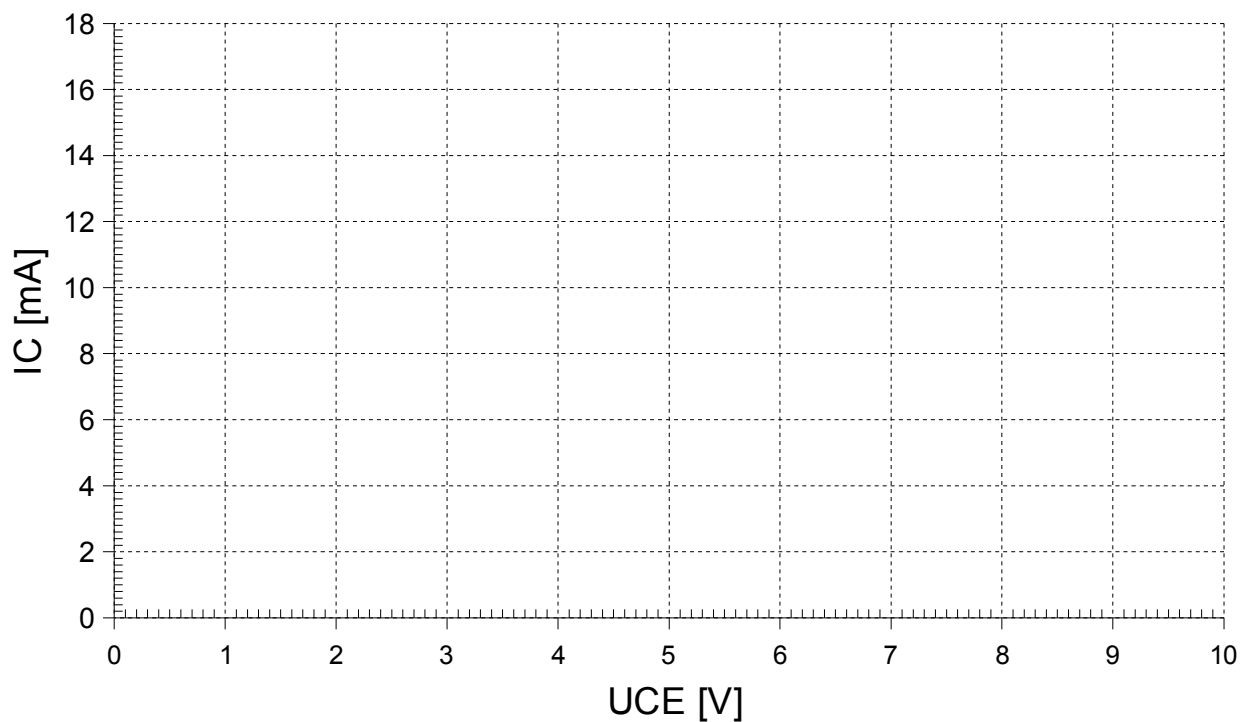
Tab. 6. Dane pomiarowe charakterystyki wyjściowej

Tranzystor bipolarny BC545B



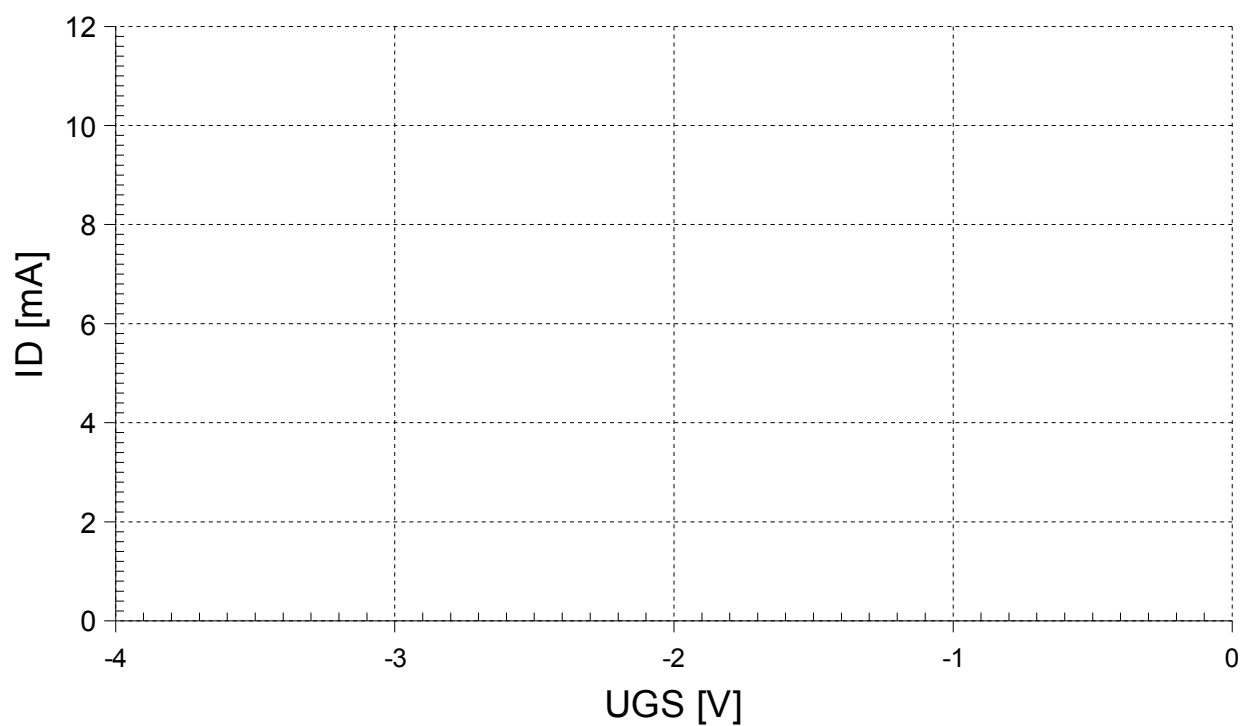
Wykres 1 Charakterystyka wejściowa tranzystora bipolarnego $I_{BE} = f(U_{BE})$

Tranzystor bipolarny BC545B



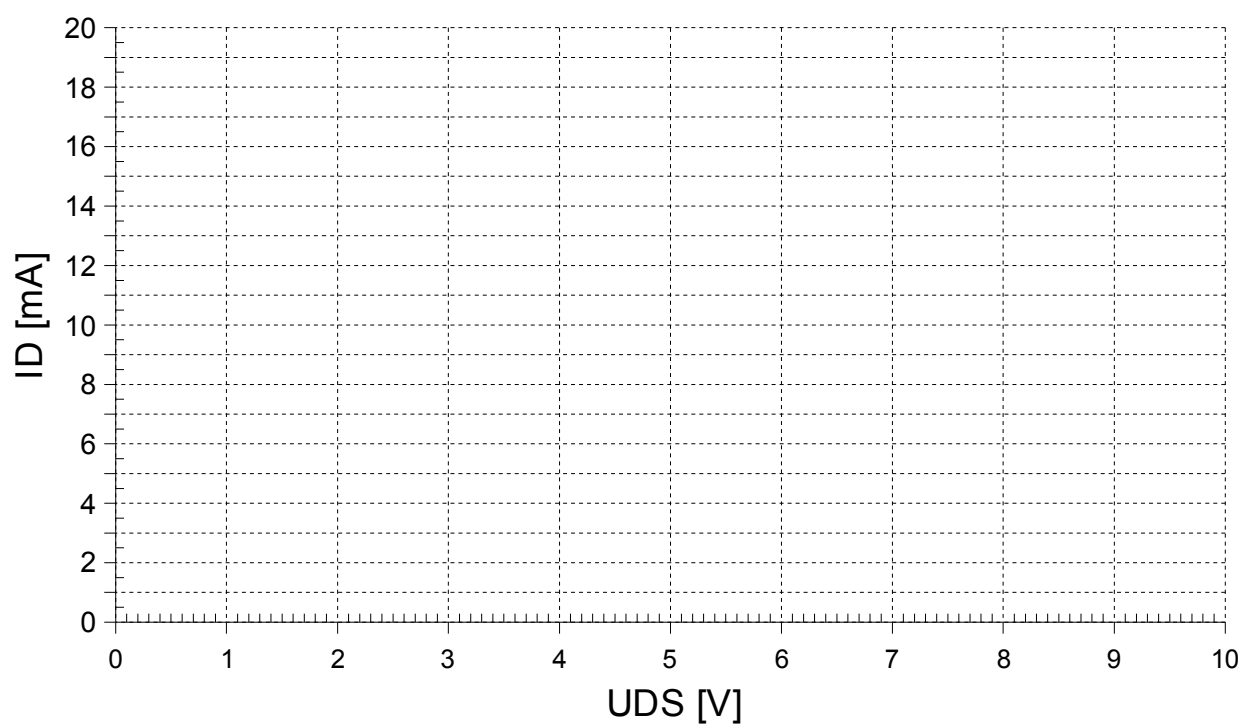
Wykres 2 Rodzina charakterystyk wyjściowych tranzystora bipolarnego $I_C = f(U_{CE})$ dla $I_B = \text{const}$

Tranzystor JFET - BF245C



Wykres 3 Charakterystyka przejściowa tranzystora polowego $I_D = f(U_{GS})$

Tranzystor JFET - BF245C



Wykres 4 Rodzina charakterystyk wyjściowych tranzystora polowego $I_D = f(U_{DS})$ dla $U_{GS} = \text{constant}$