

Ćwiczenie nr 31

Badanie tranzystora NPN

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową, rodzajami i sposobami włączania tranzystora do układu oraz wyznaczenie charakterystyk tranzystora NPN w układzie OE.

2. Dane znamionowe

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia zapoznać się z instrukcją oraz odczytać i zanotować w protokole dane znamionowe elementów układów oraz zakresy pomiarowe przyrządów i sprzętu pomiarowego.

3. Zagadnienia wprowadzające

Tranzystor jest to element półprzewodnikowy umożliwiający wzmacnianie sygnałów elektrycznych. Tranzystory są grupą elementów elektronicznych o regulowanym przepływie ładunków elektrycznych. Ze względu na zasadę działania, tranzystory dzieli się na dwie grupy:

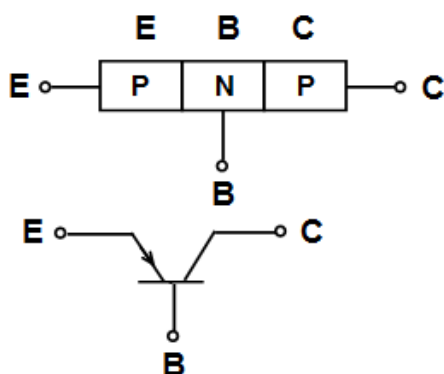
- tranzystory bipolarne,
- tranzystory unipolarne (polowe).

W tranzystorach bipolarnych przenoszenie prądu odbywa się na skutek ruchu obu rodzajów nośników - większościowych i mniejszościowych. Tranzystory te wykonywane są najczęściej z krzemu, rzadziej z germanu. Każdy z tranzystorów bipolarnych składa się z trzech obszarów półprzewodnika o przeciwnym typie przewodnictwa (N lub P). Ze względu na kolejność ułożenia warstw półprzewodnika rozróżniamy:

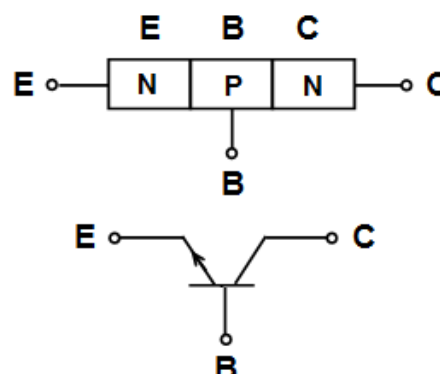
- tranzystory NPN,
- tranzystory PNP.

Takie ułożenie warstw powoduje powstanie dwóch złączy półprzewodnikowych: PN i NP. Każdy z obszarów półprzewodnika w tranzystorze stanowi jedną z jego elektrod, które nazywa się emiterem (E), bazą (B) i kolektorem (C). Złącze półprzewodnikowe od strony emitera nazywa się złączem emiterowym (złącze emiter-baza), a złącze półprzewodnikowe od strony kolektora nazywa się złączem kolektorowym (złącze baza-kolektor).

a) tranzystor bipolarny PNP



b) tranzystor bipolarny NPN



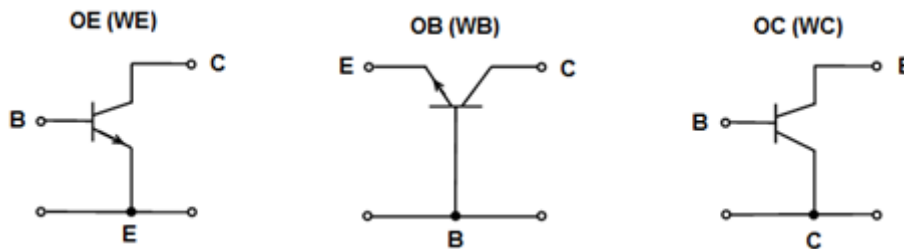
Rys. 1. Modele struktury i symbole graficzne tranzystorów bipolarnych.

Podczas normalnej pracy tranzystora, złącze emiterowe spolaryzowane jest w kierunku przewodzenia, a złącze kolektorowe w kierunku zaporowym. Stan taki jest zapewniony, gdy spełniona jest zależność między potencjałami na poszczególnych elektrodach:

- $V_E > V_B > V_C$ – dla tranzystora PNP,
- $V_E < V_B < V_C$ – dla tranzystora NPN.

Ze względu na to, że tranzystor jest elementem trójkońcówkowym, w czasie jego pracy jedna z końcówek musi być wspólna dla sygnału wejściowego i sygnału wyjściowego. Dlatego też rozróżniamy trzy sposoby włączenia tranzystora do układu. Są to:

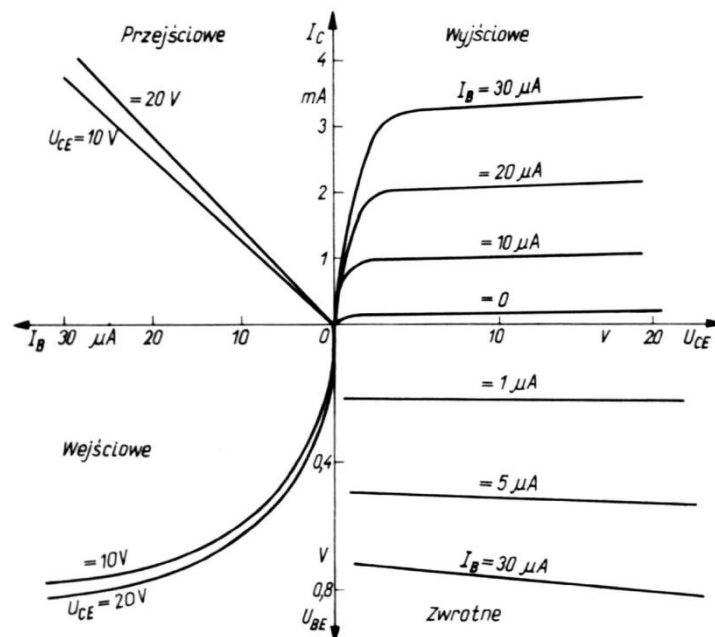
- układ ze wspólnym emiterem OE (WE),
- układ ze wspólną bazą OB (WB),
- układ za wspólnym kolektorem OC (WC).



Rys. 2. Układy pracy tranzystora bipolarnego

Właściwości tranzystora opisują m.in. rodziny charakterystyk statycznych. Charakterystyki te przedstawiają zależności między prądami płynącymi przez tranzystor i napięciami występującymi na jego zaciskach podczas pracy w określonym układzie (OE, OB lub OC). W związku z tym określa się cztery rodziny charakterystyk statycznych:

- wejściowa - przedstawia zależność $U_{wej} = f(I_{wej})$, przy $U_{wyj} = const.$
- przejściowa - przedstawia zależność $I_{wyj} = f(I_{wej})$, przy $U_{wyj} = const.$
- wyjściowa - przedstawia zależność $I_{wyj} = f(U_{wyj})$, przy $I_{wej} = const.$
- zwrotna - przedstawia zależność $U_{wej} = f(U_{wyj})$, przy $I_{wej} = const.$



Rys. 3. Przykładowe rodziny charakterystyk statycznych tranzystora NPN w układzie OE

4.2. Wyznaczanie charakterystyki przejściowej $I_C=f(I_B)$ i charakterystyki wejściowej $U_{BE}=f(I_B)$ przy $U_{CE}=\text{const}$.

Na zaciskach zasilaczy ustawić napięcia $U_1=1V$ i $U_2=30V$. Pomiary dokonuje się poprzez zmianę prądu bazy I_B przy kilku ustalonych wartościach napięcia U_{CE} (np. $U_{CE}=5V$, $U_{CE}=10V$, $U_{CE}=20V$). Wybraną wartość prądu bazy I_B ustawia się poprzez zmianę rezystorem R_1 napięcia U_{BE} , a wartość napięcia U_{CE} ustawia się rezystorem R_2 . Po kolejnych zmianach prądu bazy I_B należy odczytywać wartości prądu kolektora I_C i napięcia U_{BE} , pamiętając o zachowaniu stałej wartości napięcia U_{CE} . Wyniki pomiarów zestawić w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki pomiarów uzyskane podczas wyznaczania charakterystyk przejściowych i wejściowych tranzystora.

| Charakterystyki przejściowe $I_C=f(I_B)$ | | | | | | Charakterystyki wejściowe $U_{BE}=f(I_B)$ | | | | | |
|--|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---|-----------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| $U_{CE}=\dots\dots\dots V$ | | $U_{CE}=\dots\dots\dots V$ | | $U_{CE}=\dots\dots\dots V$ | | $U_{CE}=\dots\dots\dots V$ | | $U_{CE}=\dots\dots\dots V$ | | $U_{CE}=\dots\dots\dots V$ | |
| I_B [mA] | I_C [mA] | I_B [mA] | I_C [mA] | I_B [mA] | I_C [mA] | I_B [mA] | U_{BE} [V] | I_B [mA] | U_{BE} [V] | I_B [mA] | U_{BE} [V] |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów należy sporządzić na papierze milimetrowym rodziny charakterystyk statycznych badanego tranzystora (przykładowe rodziny charakterystyk statycznych pokazane są na rys. 3.).

5. Zagadnienia sprawdzające

- 1) Jakie zjawiska zachodzą w złączach PN?
- 2) Jakie właściwości ma złącze o strukturze PN?
- 3) Podać i wyjaśnić co oznaczają poszczególne litery i cyfry w symbolu tranzystora?
- 4) Co to jest tranzystor?
- 5) Jaką rolę spełnia tranzystor w układzie?
- 6) W jakich układach (urządzeniach) mają zastosowanie tranzystory?
- 7) Podać i narysować układy pracy tranzystora.
- 8) Wymienić podstawowe parametry tranzystorów.
- 9) Przedstawić budowę i zasadę działania tranzystora.
- 10) Naszkicować jedną z wykonanych charakterystyk statycznych tranzystora i omówić jej przebieg.