

1. Jak klasyfikujemy tranzystory?

Tranzystory bipolarne są najczęściej wykonywane z krzemu, germanu.
Ze względu na kolejność ułożenia warstw półprzewodnika rozróżniamy:

- tranzystory NPN,
- tranzystory PNP.

mogą one być z:

- jednorodna baza (dyfuzyjny),
- niejednorodna baza (dryftowy).

Tranzystory polowe, zwane również w skrócie FET (ang. Field Effect Transistor), dzielimy na:

- złączowe (JFET - ang. Junction FET),
- z izolowaną bramką (IGFET lub MOSFET - ang. Insulated Gate FET lub Metal Oxide Semiconductor FET).

Ze względu na rodzaj charakterystyki prądowo-napięciowej rozróżniamy tranzystory z:

- kanałem wzbogacanym (normalnie wyłączony, tzn. kanał ma przeciwny typ przewodnictwa niż podłoże i przy braku zewnętrznej polaryzacji nie występuje w tranzystorze);
- kanałem zubożanym (normalnie załączony, tzn. w kanale jest mniej nośników niż w podłożu, przy braku zewnętrznej polaryzacji tranzystora kanał istnieje).

2. Czym różnią się tranzystory bipolarne NPN od PNP?

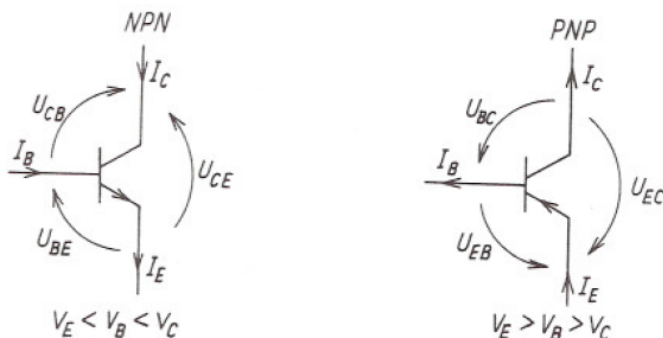
Zależnościami między potencjałami na poszczególnych elektrodach:

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

3. Co to jest polaryzacja normalna tranzystora bipolarnego?

Polaryzacja normalna tranzystora, tzn. gdy złącze emiter-baza jest spolaryzowane w kierunku przewodzenia, a złącze baza-kolektor - w kierunku zaporowym.

4. Narysuj rozptyw prądów i spadki napięć między poszczególnymi elektrodami tranzystora i opisz związki między nimi.



5. Na czym polega ładunkowy opis działania tranzystora?

W każdej chwili w obszarze bazy jest stały ładunek Q . W związku z tym prąd kolektora $I_C = Q/t_b$, gdzie t_b jest czasem przelotu nośników przez bazę. Natomiast prąd bazy, opisujący prąd nośników ulegających rekombinacji, $I_B = Q/\tau_B$ gdzie τ_B jest czasem życia nośników mniejszościowych w bazie.

Na tej podstawie można określić współczynniki wzmocnienia prądowego:

$$\alpha = 1 - t_b / \tau_B,$$

$$\beta = \tau_B / t_b$$

6. Jakie znasz stany i układy pracy tranzystora bipolarnego?

Stany pracy tranzystora:

- Aktywny.
- Nasycenia.
- Zatkania.
- Inwersyjny.

Układ ze wspólnym emiterem OE (WE)

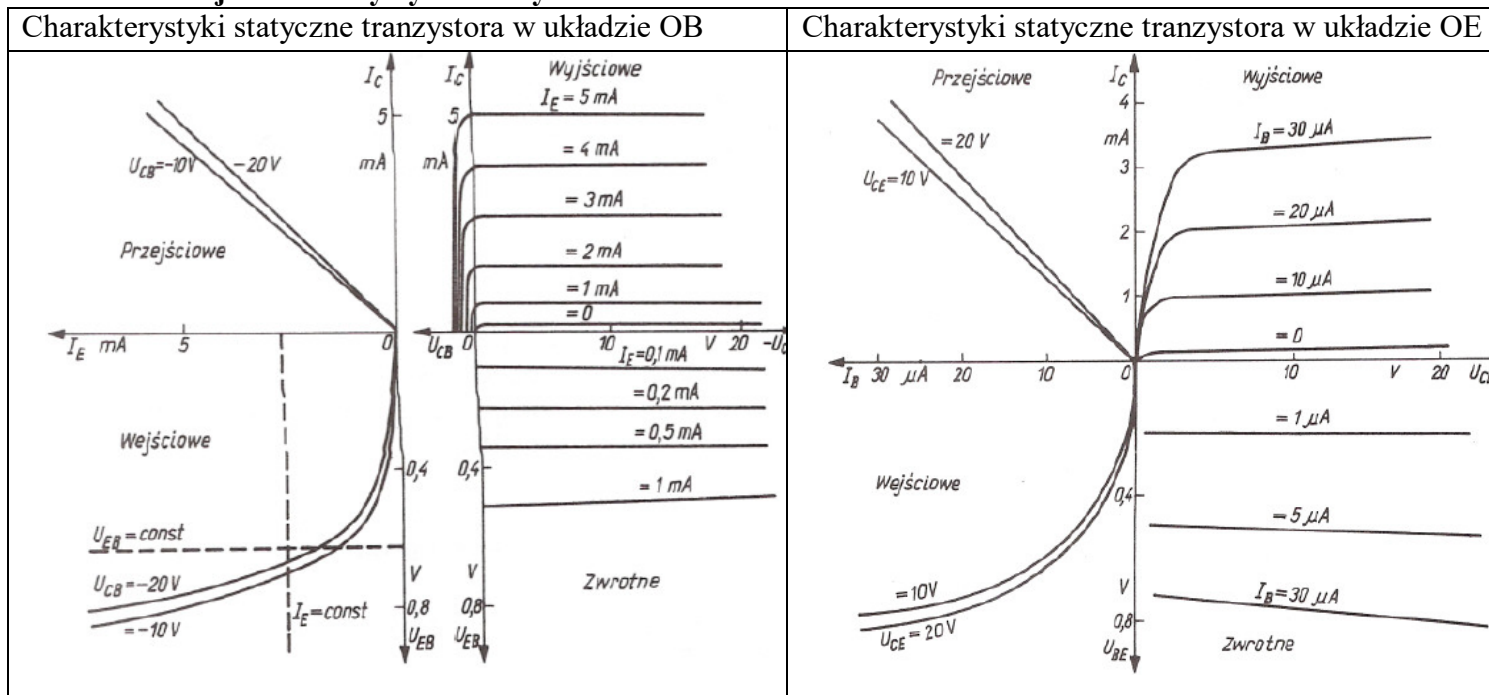
Układ ze wspólną bazą OB (WB)

Układ ze wspólnym kolektorem OC (WC)

7. Co ogranicza obszar aktywnej pracy tranzystora?

Jest on ograniczony od góry maksymalnym prądem kolektora, a od dołu prądem zerowym płynącym przez tranzystor w danym układzie (poniżej znajduje się obszar zatkania). Ze strony lewej ograniczenie stanowi obszar nasycenia, a z prawej - krzywa (hiperbola) $P_a = UI$, która określa maksymalną moc, jaka może być wydzielona w tranzystorze, i wartość napięcia przebicia.

8. Porównaj charakterystyki tranzystora w układzie OB i OE.



9. Jakie są różnice w schematach zastępczych tranzystora?

Schemat zastępczy typu π tranzystora jest stosowany przy określaniu punktu pracy i parametrów roboczych (rezystancja wejściowa i wyjściowa, wzmacnienie) układów elektronicznych.

Schemat hybrydowy służy również do określania parametrów układów elektronicznych.

Wartości parametrów h określa się, korzystając z charakterystyk statycznych tranzystora.

Model Ebersa-Molla jest wykorzystywany do analizy pracy układów impulsowych i cyfrowych.

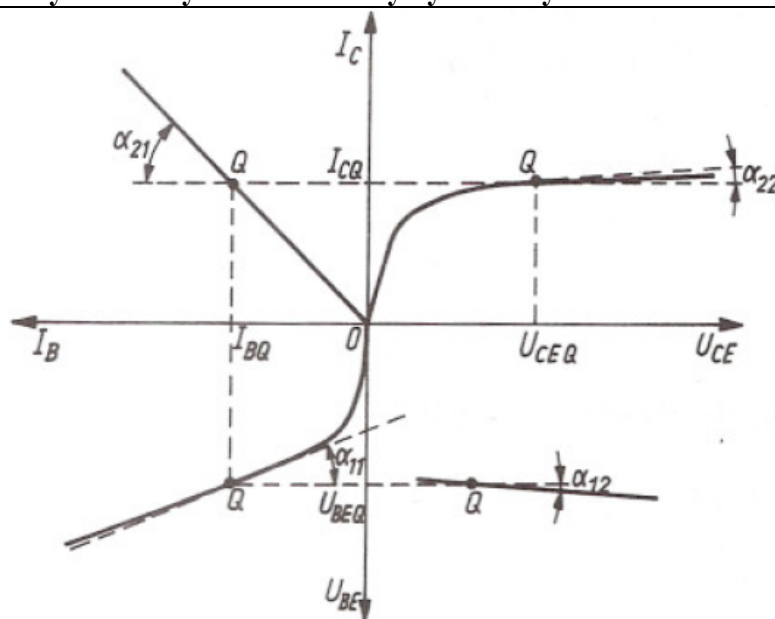
10. Co to jest transkonduktancja?

Parametr schematu zastępczego π transkonduktancja - $g_m = \alpha I_E / U_T$, która reprezentuje sterowanie prądu kolektora prądem emitera. transkonduktancja [S (simens)]. Określa jak zmiany napięcia bramka-źródło wpływają na prąd drenu, na charakterystyce przejściowej określa jej nachylenie.

11. W jaki sposób wyznaczamy parametry macierzy h z charakterystyk tranzystora?

12. Sposób wyznaczania parametrów h tranzystora

13. $h_{11} = \text{tg} \alpha_{11}$, $h_{12} = \text{tg} \alpha_{12}$,
 $h_{21} = \text{tg} \alpha_{21}$, $h_{22} = \text{tg} \alpha_{22}$ Q - punkt pracy



14. Co oznacza wielkość U_{CES} ?

Jest to napięcie między kolektorem a emiterym w stanie nasycenia.

13. Jakie częstotliwości graniczne występują w tranzystorze i czy są one ze sobą powiązane?

f_T - częstotliwość graniczna

f_α - dla układu wspólnej bazy (OB), przy której współczynnik wzmocnienia prądowego maleje do 0,707 wartości maksymalnej (tj. o 3 dB);

f_β - dla układu wspólnego emitery (OE); pasmo przenoszenia tranzystora w danej konfiguracji jest określone jako różnica górnej (f_α , f_β) i dolnej (0 Hz) częstotliwości, dla których wartość wzmocnienia jest mniejsza o 3 dB od wartości maksymalnej;

f_{max} - maksymalna częstotliwość generacji; największa częstotliwość, przy której tranzystor może pracować w układzie generatora.

15. W jaki sposób odbywa się przełączanie tranzystora bipolarnego?

Napięcie na generatorze ma wartości $-E_R$, tranzystor jest wówczas zatkany ($t = 0$). W chwili przełączenia napięcia na generatorze na wartość E_F prąd bazy wzrośnie skokowo do wartości I_{BM} . W związku z tym cały skok napięcia, jaki pojawił się na wejściu, odłoży się na rezystorze R_b – powodując skokowy wzrost prądu bazy. Prąd ten będzie wpływał do bazy, doładowując pojemność złączową, co z kolei będzie powodowało zmniejszanie prądu bazy. Gdy napięcie na bazie osiągnie poziom U_{BEP} , wówczas złącze baza-emiter zostanie spolaryzowane w kierunku przewodzenia, co powstrzyma narastanie napięcia na bazie. Prąd bazy ustabilizuje się na poziomie I_{BF} . W tym czasie (t_d) napięcie na bazie rośnie od wartości $-E_R$ do wartości U_{BEP} . Tranzystor nadal jest zatkany i prąd przez kolektor nie płynie. Napięcie na kolektorze jest równe napięciu zasilania U_{CC} . W chwili osiągnięcia przez bazę napięcia o wartości U_{BEP} (czas t_d) tranzystor zaczyna pracować aktywnie.

16. Czy występują analogie między przełączaniem diody i tranzystora?

Tak w chwili osiągnięcia przez bazę napięcia o wartości U_{BEP} (czas t_d) tranzystor zaczyna pracować aktywnie. Cykl ten jest analogiczny do przełączania diody

17. Jak klasyfikujemy tranzystory bipolarne?

Klasyfikacje tranzystorów bipolarnych najczęściej przeprowadza się ze względu na wydzielaną w nich moc i ich maksymalną częstotliwość generacji.

Ze względu na wydzielaną moc tranzystory dzielimy na:

- małej mocy - do 0,3 W;
- średniej mocy - do 5 W;
- dużej mocy - powyżej 5 W, nawet do 300 W.

Biorąc pod uwagę maksymalną częstotliwość generacji, rozróżniamy tranzystory:

- małej częstotliwości (m.cz.) - do kilkudziesięciu MHz;
- wielkiej częstotliwości (w.cz.) - nawet do kilku GHz.

18. Dlaczego parametry tranzystorów pracujących w różnych układach pracy się różnią?

Ponieważ mają różne sposoby połączenia sygnałów wejściowych i wyjściowych oraz polaryzację złącz.

19. W jaki sposób są oznaczane tranzystory bipolarne?

Przykładowe oznaczenia tranzystorów produkcji polskiej:

- małej mocy, małej częstotliwości - BCI07, BCAP07, CI08;
- małej mocy, wielkiej częstotliwości - BSF18, stosowane w układach hybrydowych;
- małej mocy, wysokiego napięcia (napięcie od kilku do kilkunastu kV) BC393, BCAP93, BF422;

20. Do jakiego typu zaliczymy tranzystor, którego $V_E = 2\text{ V}$, $V_B = 2,7\text{ V}$, $V_C = 6\text{ V}$ lub $V_E = 5\text{ V}$, $V_B = 4,3\text{ V}$, $V_C = 1\text{ V}$?

NPN i PNP

20. Oblicz α tranzystora, którego β wynosi:

a) 50; b) 150; c) 300; d) 600.

$$\alpha = \beta / (\beta + 1) = 50 / (50 + 1) = 0,98$$