|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO Z  PRZYRZĄDÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH II | | | | |
| KOLEGIUM KARKONOWSKIE  w Jeleniej Górze  INSTYTUT TECHNIKI | | | Temat ćwiczenia: Badanie charakterystyk statycznych tranzystorów bipolarnych.  (ćwiczenie nr 4) | |
| Imię i nazwisko: | | | Data wykonania  ćwiczenia:  16.10.2007 | Ocena: |
| Specjalizacja  EiT | Semestr  III | Grupa  III |

1. **Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest pomiar charakterystyk statycznych oraz wyznaczanie

parametrów statycznych i małosygnałowych tranzystora bipolarnego na

przykładzie układu ze wspólnym emiterem.

1. **Wstęp teoretyczny**

**Tranzystorem bipolarnym** zwany też warstwowym, stanowi kombinacją dwóch półprzewodnikowych złączy *p-n*, wytworzonych w jednej płytce półprzewodnika. Procesy zachodzące w jednym złączu oddziałują na drugie, a nośnikami ładunku elektrycznego są dziury i elektrony. Tranzystory bipolarne wykonywane są najczęściej z krzemu, rzadziej z germanu. Ze względu na kolejność ułożenia warstw półprzewodnika rozróżniamy:

·        tranzystory *p-n-p*,

·        tranzystory *n-p-n* .

Mogą one być z:

·        jednorodną bazą (dyfuzyjny),

·        niejednorodną bazą (dryfytowy).

Zasada działania tranzystora *n-p-n* i *p-n-p* jest jednakowa, różnice występują tylko w polaryzacji zewnętrznych źródeł napięcia i kierunku przepływu prądów.

**Tranzystor bipolarny** składa się z trzech obszarów o przeciwnym typie przewodnictwa, co powoduje powstanie dwóch złączy: *p-n* i *n-p*. W tranzystorze bipolarnym poszczególne obszary półprzewodnika mają swoją nazwę: ***B* –** baza, ***E*** – emiter, ***C*** – kolektor. A złącza nazywa się

·        złączem emiterowym (złącze emiter-baza);

·        złączem kolektorowym (złącze baza-kolektor).

Struktura półprzewodnikowa tranzystora jest umieszczana w hermetycznie zamkniętej obudowie metalowej, ceramicznej lub plastykowej.

Obudowa ta chroni przed uszkodzeniami mechanicznymi, jak również spełnia inne funkcje, np. w tranzystorach średniej i dużej mocy umożliwia skuteczne odprowadzenie ciepła.

|  |
| --- |
|  |
|  | http://www.elektroda.net/pomoce/doc/elektronika/tranzystory%20bipolarne_pliki/image088.gif |

1. **Przebieg ćwiczenia**

Wyznaczamy trzy rodziny charakterystyk statycznych:

- wejściowa *UBE = f (IB)*, przy *UCE = const*,

- przejściowa *IC = f (IB),* przy *UCE = const*,

- wyjściowa *IC = f (UCE),* przy *IB = const*,

**Schemat połączeń**



**Dane katalogowe BC 547 C**



1. **Tabele pomiarowe i wykresy**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Charakterystyka wejściowa | | | | | | | | | | | | |
|  | IB | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | µA |
| UCE=10V | UB | 0,640 | 0,656 | 0,668 | 0,677 | 0,685 | 0,694 | 0,702 | 0,706 | 0,709 | 0,711 | V |
| UCE=15V | UB | 0,631 | 0,648 | 0,657 | 0,665 | 0,673 | 0,681 | 0,689 | 0,698 | 0,705 | 0,714 | V |
| UCE=20V | UB | 0,631 | 0,649 | 0,650 | 0,655 | 0,660 | 0,664 | 0,670 | 0,677 | 0,684 | 0,690 | V |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Charakterystyka wyjściowa | | | | | | | | |
|  | UCE | 0 | 2 | 4 | 10 | 15 | 20 | V |
| IB= 7,5 µA | IC | 0 | 1,8 | 3,6 | 3,9 | 4,1 | 4,2 | mA |
| IB=15,0 µA | IC | 0 | 1,9 | 3,8 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | mA |
| IB=22,5 µA | IC | 0 | 1,9 | 3,9 | 9,7 | 11,3 | 12,3 | mA |
| IB=30,0 µA | IC | 0 | 1,9 | 3,9 | 9,8 | 14,2 | 15,5 | mA |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Charakterystyka przejściowa | | | | | | | | | | | | |
|  | IB | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | µA |
| UCE=10V | IC | 1,6 | 3,1 | 4,6 | 6,0 | 7,5 | 8,8 | 9,8 | 9,8 | 9,9 | 10,0 | mA |
| UCE=15V | IC | 1,6 | 3,3 | 4,9 | 6,4 | 8,0 | 9,4 | 10,8 | 12,0 | 13,1 | 14,1 | mA |
| UCE=20V | IC | 1,7 | 3,5 | 5,2 | 6,9 | 8,5 | 10,0 | 11,5 | 12,9 | 14,1 | 15,4 | mA |

Wyznaczenie najważniejszych parametrów tranzystora :

β - współczynnik wzmocnienia prądowego

h11 - impedancja wejściowa

h12 - współczynnik sprzężenia zwrotnego

h21 - współczynnik sprzężenia prądowego

h22 - admitancja wyjściowa



Obliczenia parametrów hxx



1. **Wnioski**

Tranzystor jest elementem elektronicznym, którym możemy w sposób łatwy sterować przepływem ładunków. O tranzystorze bipolarnym możemy mówić jako o źródle prądowym sterowanym prądowo. Za pomocą małego prądu bazy możemy sterować wielokrotnie większym (choćby milion razy) prądem kolektora. Widać to doskonale przy „zabawie” przed rozpoczęciem ćwiczenia. Zwiększanie prądu bazy o kilka µA powoduje zwiększanie prądu kolektora o kilkanaście mA.

Obwodem sterowania tranzystora jest typowe złącze półprzewodnikowe baza – emiter. Przy mniejszych napięciach UBE płynie niewielki prąd bazy, lecz po przekroczeniu pewnej wartości, małe zmiany napięcia sterującego powodują duże zmiany prądu – warstwa zaporowa została pokonana, złącze przewodzi, tranzystor jest wysterowany. Złącze zaczyna przewodzić przy mniejszych napięciach UBE im przy większych napięciach UCE są prowadzone pomiary.

Gdy wysterujemy tranzystor, prąd kolektora będzie wzrastał liniowo wraz ze wzrostem prądu sterującego – prądu bazy. Są one powiązane zależnością IC = β\*IB. Obrazuje to charakterystyka przejściowa tranzystora.

Jest to linia prosta nachylona pod pewnym kątem do osi X. Nachylenie wykresu zależy od napięcia UCE. Wraz ze wzrostem napięcia kolektor – emiter wzrasta również (do pewnego momentu) współczynnik wzmocnienia prądowego i kąt charakterystyki się zwiększa. Gdybyśmy zwiększali jednak dalej napięcie UCE, to charakterystyki zaczęłyby „opadać”- po przekroczeniu pewnej wartości wzmocnienie prądowe spada. Dlatego właśnie najczęściej ogranicza się napięcie UCE nie ze względu na uszkodzenie tranzystora, ale na spadek wzmocnienia.

Zmiany prądu wyjściowego (IC) w zależności od zmian napięcia UCE tranzystora przy wysterowaniu prądem bazy o stałej wartości obrazuje charakterystyka wyjściowa. Początkowo prąd kolektora rośnie bardzo szybko, jednak po przekroczeniu pewnej wartości wzrasta coraz wolniej, aż w końcu utrzymuje się prawie na stałym poziomie. Wtedy dalsze duże wzrosty napięcia UCE nie powodują większych zmian prądu. Im dla większej wartości prądu bazy są prowadzone pomiary, tym prąd ten przyjmuje większe wartości.

Jak widać praca tranzystora zależy od wielu czynników. Najmniejsza zmiana jednego z napięć, czy przede wszystkim prądu bazy, pociąga za sobą zmiany pozostałych. Stąd też należy pamiętać o prawidłowym, bezpiecznym ustaleniu punktu pracy, zabezpieczeniu tranzystora przed zbyt dużymi zmianami temperatury itp.

Co do badanego układu OE – posiada on całkiem niezłe parametry. Potwierdziły się wady konfiguracji OE – mała impedancja wejściowa (tylko 125 Ω) i duża impedancja wyjściowa (aż ponad 2,4 kΩ).