

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego nr 7

Temat: Parametry małosygnalowe tranzystorów bipolarnych

Cel ćwiczenia. *Celem ćwiczenia jest poznanie parametrów czwórnikowych tranzystora bipolarnego.*

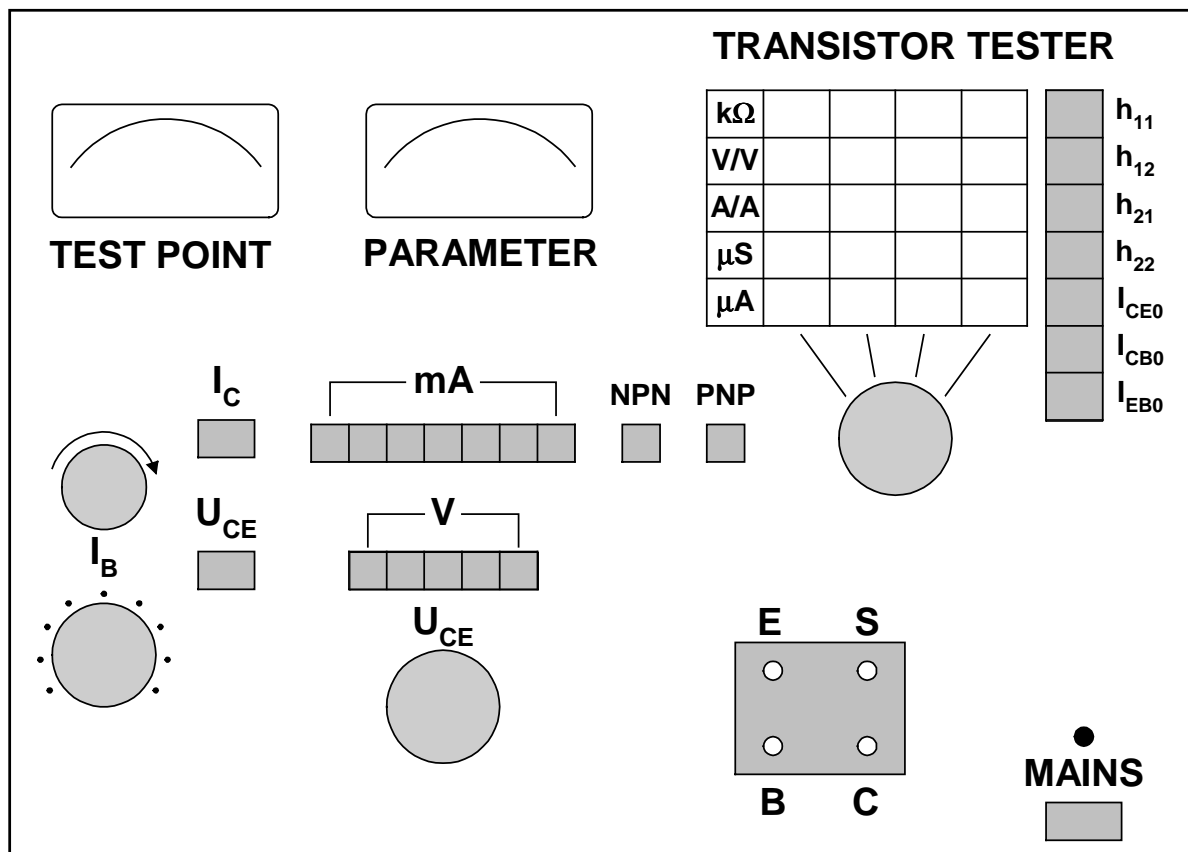
I. Wymagane wiadomości.

1. Znajomość równań opisujących tranzystor jako czwórnik.
2. Definicje elementów macierzy w określonym połączeniu tranzystora (np. parametry macierzy $[h]$ w układzie **OB** i **OE**).
3. Znajomość rzędów wielkości i jednostek parametrów macierzy $[h]$.
4. Zależność parametrów czwórnikowych od prądów i napięć występujących na wejściu i wyjściu czwórnika.
5. Układy zastępcze tranzystora dla sygnałów zmiennych (np. „hybryd π ” w układzie **OB** i **OE**).
6. Definicje i sposoby wyznaczania częstotliwości granicznych tranzystora (przebieg h_{21} w funkcji częstotliwości).
7. Wpływ parametrów konstrukcyjnych na wartości:
 - parametrów macierzy $[h]$;
 - częstotliwości granicznych tranzystora.
8. Metody i warunki pomiarów parametrów małosygnalowych.
9. Warunki pomiaru części rzeczywistych parametrów $[h]$.

II. Wykonanie ćwiczenia.

1. Opis układu pomiarowego.

Pomiary parametrów macierzy typu $[h]$ w układzie **OE** wykonujemy przy pomocy „Testera Tranzystorów” typu P-561, którego płytę czołową przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Płyta czołowa Testera P - 561

2. Pomiar parametrów macierzy [h].

W celu dokonania pomiarów poszczególnych parametrów macierzy [h] należy badany tranzystor typu **p - n - p** lub **n - p - n** umieścić w podstawce i połączyć odpowiednio z gniazdami **E, B, C** na wejściu Testera.

Dalsze postępowanie omówione jest na przykładzie pomiaru parametru h_{11e} .

2.1. Wstępne ustawienie zakresów pomiarowych Testera.

1. Sprawdzić, czy pokrętki do skokowej i płynnej regulacji prądu bazy I_B i napięcia kolektora U_{CE} są ustawione w skrajnym lewym położeniu.
2. Włączyć odpowiedni przycisk określający typ tranzystora **P - N - P** lub **N - P - N**.
3. Ustawić pokrętko wyboru zakresu w skrajnym prawym położeniu (co dla parametru h_{11e} odpowiada zakresowi **30 kΩ**).
4. Wcisnąć klawisz wyboru mierzonego parametru h_{11e} .
5. Wybrać zakres napięcia np. $U_{CE} = 3V$.

6. Wybrać zakres prądu np. $I_C = 10 \text{ mA}$.
7. Włączyć zasilanie Testera (*MAINS*).

2.2. Ustalanie punktu pracy tranzystora.

1. Wcisnąć przycisk U_{CE} , przy pomocy pokrętki U_{CE} ustalić wartość napięcia np. $U_{CE} = 2 \text{ V}$, którego wartość jest podawana na wskaźniku (*TEST POINT*).
2. Wcisnąć przycisk I_C . Przy pomocy skokowej i płynnej regulacji I_B ustalić wartość prądu np. $I_C = 0,5 \text{ mA}$, którego wartość jest podawana na wskaźniku (*TEST POINT*).

2.3. Pomiar parametru h_{11e} w funkcji prądu I_C , przy ustalonym napięciu U_{CE} .

1. Sprawdzić, czy jest wciśnięty klawisz wyboru mierzonego parametru h_{11e} .
2. Przy pomocy pokrętki zmiany zakresów dokonać wyboru zakresu pomiarowego parametru h_{11e} , przyjmując jako optymalny zakres, na którym możliwy jest odczyt wartości maksymalnej mierzonego parametru.
3. Wartość mierzonego parametru odczytać ze wskaźnika (*PARAMETER*).
4. Wynik odczytu umieścić w Sprawozdaniu nr 4, w tabeli 1.
5. W celu zbadania wpływu zmian wartości prądu I_C na parametr h_{11e} przy ustalonym napięciu U_{CE} , należy ustawiać kolejne wartości tego prądu (np. w zakresie od 1 mA do 10 mA co 1 mA) i dokonywać odczytów mierzonego parametru w każdym, kolejnym punkcie pomiarowym. Zakresy wartości napięć i prądów określa prowadzący zajęcia.
6. Wyniki pomiarów umieszczać w tabeli 1.
7. Po dokonaniu pomiaru parametru h_{11e} zmniejszyć wartość prądu I_C do zera.
8. Ustawić przełącznik wyboru zakresu mierzonego parametru w skrajnym prawym położeniu.

2.4. Pomiar parametrów h_{12e} , h_{21e} i h_{22e} w funkcji prądu I_C , przy ustalonym napięciu U_{CE} .

1. Wcisnąć klawisz wyboru mierzonego parametru h_{12e} .
2. Postępując analogicznie jak przy pomiarze h_{11e} (powtórzyć czynności podane w p. 2.2, p.2.3,) dokonać pomiaru parametru h_{12e} dla kolejnych wartości prądu I_C , przy ustalonym napięciu U_{CE} . Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 4, w tabeli 1.
3. Parametry h_{21e} oraz h_{22e} wyznaczane są w ten sam sposób. Wyniki pomiarów umieszczać w tabeli 1.

2.5. Pomiar parametrów $[h]$ w funkcji napięcia U_{CE} , przy ustalonej wartości prądu I_C .

1. Postępując zgodnie z wcześniej podanymi poleceniami, ustalić punkt pracy dla pomiaru wybranego parametru $[h]$.
2. Przy ustalonej wartości prądu I_C , należy ustawiać kolejne wartości napięcia U_{CE} (np. w zakresie od **1 V** do **10 V** co **1 V**) i dokonywać odczytów wartości mierzonego parametru w każdym, kolejnym punkcie pomiarowym.
3. Wyniki pomiarów umieszczać w Sprawozdaniu nr 4, w tabeli 2.

Punkt pracy tranzystora (wartość prądu I_C , przy której przeprowadzane są pomiary) i zakres zmian napięcia U_{CE} ustala prowadzący ćwiczenie.

Przeprowadzone pomiary można powtórzyć dla innych tranzystorów.

III. Opracowanie wyników.

1. Wykreślić przebiegi parametrów macierzy $[h]$ w funkcji prądu I_C (i napięcia U_{CE}) na papierze milimetrowym.
2. Porównać otrzymane wykresy z przebiegami teoretycznymi.
3. Wyjaśnić, dlaczego występuje zależność poszczególnych parametrów macierzy $[h]$ od prądu kolektora I_C oraz napięcia U_{CE} .

Wybrane parametry badanych tranzystorów

Typ	Rodzaj	Materiał	U_{CEOmax}	I_{Cmax}	P_{tot} (P_{Cmax})	h_{21e}
TG 5	PNP	Ge	30 V	10 mA	(75 mW)	25 ÷ 90 A/A ($U_{CE} = 2 \text{ V}$, $I_C = 3 \text{ mA}$)
BC 109 C	NPN	Si	20 V	100 mA	300 mW	400 ÷ 850 A/A ($U_{CE} = 5 \text{ V}$, $I_C = 2 \text{ mA}$)
BUYP 53	NPN	Si	50 V	5 A	50 W	> 20 A/A ($U_{CE} = 5 \text{ V}$, $I_C = 5 \text{ A}$)
2N 3055	NPN	Si	60 V	15 A	115 W	20 ÷ 70 ($I_C = 4 \text{ A}$)
TG 52	PNP	Ge	30 V	150 mA	100 mW	15 ÷ 120 A/A ($U_{CE} = 0,7 \text{ V}$, $I_C = 250 \text{ mA}$)
TG 3A	PNP	Ge	15 V	10 mA	(75 mW)	70 ÷ 130 A/A ($U_{CE} = 2 \text{ V}$, $I_C = 3 \text{ mA}$)