

Instrukcja do ćwiczenia

„Tranzystor bipolarny – wzmacniacz tranzystorowy

I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z tranzystorem bipolarnym, wyznaczenie jego charakterystyk: $I_C(U_{CE})$ w funkcji prądu bazy oraz zbudowanie i przebadanie charakterystyk wzmacniacza o wspólnym emiterze.

II. Wymagania

Znajomość fizycznych podstaw działania diod, tranzystorów.

Znajomość podstaw budowy wzmacniaczy tranzystorowych.

Umiejętność posługiwania się generatorem, oscyloskopem, zasilaczem i woltomierzem.

III. Aparatura

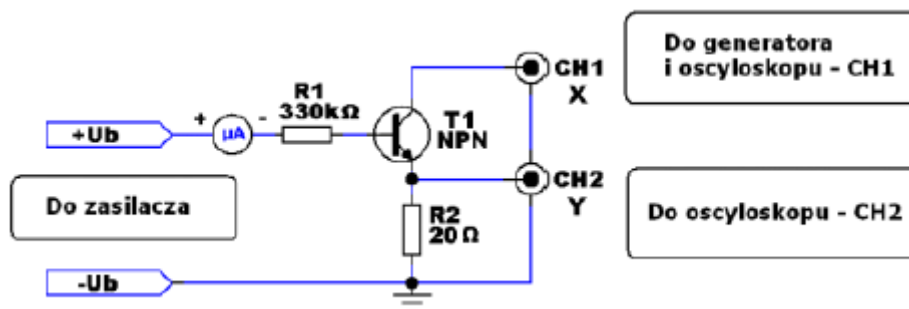
Miernik uniwersalny, generator funkcji, oscyloskop, akcesoria pomocnicze (kolba lutownicza, kable łączeniowe, chwytaki pomiarowe, trójniki rozgałęziające).

IV. Wykonanie ćwiczenia.

Część pierwsza - badanie charakterystyki tranzystora bipolarnego

Cel - zapoznanie z charakterystyką tranzystora bipolarnego oraz wyznaczenie współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystora (współczynnika β).

1. Zmontuj układ pomiarowy według schematu z rysunku 1. Do zasilania układu (kolektor tranzystora) wykorzystaj generator funkcji, podłączony jednocześnie do kanału 1 oscyloskopu. Do polaryzacji bazy tranzystora (U_B) wykorzystaj zasilacz regulowany. Jako mikroamperomierz wykorzystaj miernik uniwersalny ustawiony na odpowiedni zakres.



Rysunek 1: Schemat układu służącego do badania charakterystyki tranzystora bipolarnego.

2. Generator skonfiguruj tak, by generował przebieg trójkątny o częstotliwości rzędu 100 Hz i amplitudzie zmieniającej się od 0 do 10 V.
3. Oscyloskop skonfiguruj do pracy w trybie XY. Wzmocnienie (gain) kanału 1 i położenie wykresu w poziomie ustaw tak, by na ekranie mieścił się cały wykres. Czulość w kanale 2 najwygodniej jest ustawić na 20 mV na działkę (przy oporniku w obwodzie emitera o oporze 20 Ω jedna działka odpowiada wtedy prądowi emitera o natężeniu 1 mA). Przesuń wykres w pionie tak, by dla prądu 0 mA wykres pokrywał się z najniższą podziałką ekranu oscyloskopu.

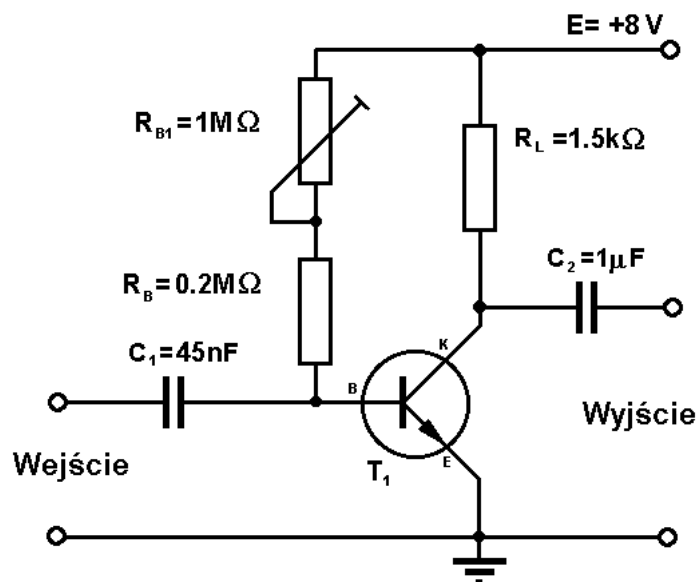
4. Zmieniając napięcie zasilacza polaryzującego bazę tranzystora (U_B):
 - zaobserwuj rysowane na ekranie charakterystyki tranzystora (zależność prądu kolektor-emiter od napięcia kolektor-emiter) dla różnych wartości prądu bazy,
 - odczytaj z oscyloskopu wartość natężenia prądu kolektora I_C w obszarze plateau (pomiarzy najwygodniej przeprowadzić, ustawiając takie wartości U_B , przy których plateau charakterystyki pokrywa się z kolejnymi działkami na ekranie oscyloskopu - w ten sposób można łatwo zebrać dane co 1 mA natężenia prądu kolektora I_C),
 - odczytaj z mikroamperomierza wartość natężenia prądu bazy I_B .
5. Dla zebranych pomiarów (ok. 5 punktów) wyznacz zależność natężenia prądu kolektora I_C w obszarze plateau od natężenia prądu bazy I_B .
6. Na podstawie zmierzonej zależności $I_C(I_B)$ wyznacz wzmacnienie prądowe tranzystora $\beta = I_C/I_B$.

Ze względu na duże wzmacnienie tranzystora można przyjąć, że natężenia prądu kolektora jest równe natężeniu prądu w obwodzie emitera (pominąć wkład prądu w obwodzie baza-emiter). Odczytaj za pomocą mikroamperomierza wartość prądu bazy I_B .

Część druga - badanie własności wzmacniacza tranzystorowego

Cel: zapoznanie się ze wzmacniaczem tranzystorowym w układzie wspólnego emitera i zbadanie jego charakterystyk.

Przebuduj obwód z części pierwszej na wzmacniacz o wspólnym emiterze. Podłącz zasilanie wzmacniacza stałym napięciem podawanym z zasilacza za pośrednictwem gniazd radiowych. Wejście i wyjście układu łączymy z gniazdami BNC.



1. Po zasileniu układu napięciem stałym $E = +10$ V, ale przed podaniem sygnału wejściowego, zmierz za pomocą woltomierza napięcie kolektora tranzystora. Wyreguluj wartość opornika regulowanego R_{B1} , by napięcie wynosiło 5 V. W ten sposób, zgodnie z regułą opisaną w materiałach z wykładu, **osiąga się optymalny punkt pracy tranzystora w tym wzmacniaczu.**

- Na wejście układu podaj sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz i amplitudzie (peak-to-peak) około 50 mV. Porównaj przebiegi sygnału wejściowego i wyjściowego. Jeśli przebieg wyjściowy jest zniekształcony, zmniejsz nieco amplitudę sygnału wejściowego. Zmieniając położenie suwaka potencjometru R_{BI} , zaobserwuj wpływ zmian punktu pracy tranzystora na kształt przebiegu wyjściowego.

Wyznaczanie wzmocnienia i zakresu liniowości wzmacniacza

- Wróć do optymalnego punktu pracy wzmacniacza. Na wejście układu podaj sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz. Następnie wyznacz charakterystykę amplitudową wzmacniacza, $U_{WY}(U_{WE})$, zmieniając amplitudę (peak-to-peak) sygnału wejściowego.
- Określ przedział amplitud U_{WE} , dla których wzmacniacz pracuje liniowo, czyli nie obserwujemy zniekształceń sygnału wyjściowego.
- Dla tego przedziału wyznacz wzmocnienie wzmacniacza k , dopasowując do danych doświadczalnych prostą typu $U_{WY} = k \cdot U_{WE}$.

Wyznaczanie szerokości pasma przenoszenia wzmacniacza

- Dla sygnału wejściowego o amplitudzie 100 mV zbadaj zależność amplitudy napięcia wyjściowego od częstotliwości sygnału, w zakresie od 10 Hz do 1 MHz. Częstotliwość zmieniaj tak, aby wykres można było narysować w logarytmicznej skali częstotliwości, np. za każdym razem podwajając częstotliwość lub stosując szereg wartości typu 10, 20, 50, 100, 200, 500 itd., ewentualnie zagęszczając pomiary na zboczach narastającym i opadającym charakterystyki częstotliwościowej. Wyznacz pasmo wzmocnienia, czyli zakres częstotliwości, w którym współczynnik wzmocnienia napięciowego nie maleje poniżej $1/\sqrt{2}$ wzmocnienia maksymalnego.
- Wykreśl i przedyskutuj wyniki. Wyznacz częstotliwości graniczne ω_{g1} i ω_{g2} . Czy narastanie charakterystyki częstotliwościowej da się wyjaśnić oddziaływaniem pewnego wejściowego

filtra górno-przepustowego, czyli opisać funkcją $\frac{U_{WY}}{U_{WE}} = \left| \frac{j\omega/\omega_{g1}}{1 + j\omega/\omega_{g1}} \right|$? Jeżeli założyć,

że filtr ten jest utworzony z rezystancji wejściowej i pojemności sprzęgającej C_1 , jaka jest wartość rezystancji wejściowej wzmacniacza? Czy do zbocza opadającego tej charakterystyki można dopasować charakterystykę pewnego układu całkującego

$$\frac{U_{WY}}{U_{WE}} = \left| \frac{1}{1 + j\omega/\omega_{g2}} \right| ?$$

Życzymy powodzenia !

