

Pracownia Fizyczna i Elektroniczna

2020/2021

Ćwiczenie 3: Wzmacniacz tranzystorowy

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z tranzystorem bipolarnym poprzez zbudowanie i przebadanie wzmacniacza o wspólnym emiterze.

2 Wymagania

Znajomość fizycznych podstaw działania diod, tranzystorów. Znajomość podstaw budowy wzmacniaczy tranzystorowych. Umiejętność posługiwania się generatorem, oscyloskopem, zasilaczem, miernikiem uniwersalnym i lutownicą.

3 Aparatura

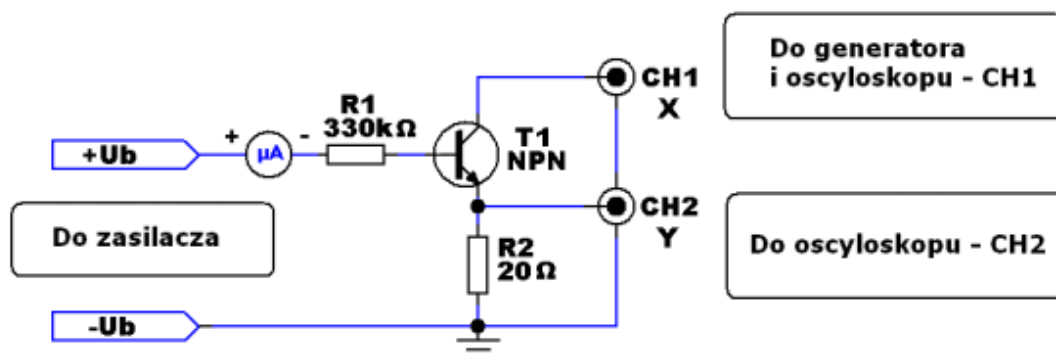
Miernik uniwersalny, generator funkcyjny, oscyloskop, akcesoria pomocnicze (lutownica elektroniczna, kable łączeniowe, chwytaki pomiarowe, trójniki rozgałęziające).

4 Wykonanie ćwiczenia na pracowni

4.1 Badanie charakterystyki tranzystora bipolarnego

Pierwsza część ćwiczenia ma na celu zapoznanie się z jedną z charakterystyk tranzystora bipolarnego oraz wyznaczenie jego wzmocnienia (współczynnika β).

1. Zmontuj układ pomiarowy według schematu z rysunku 1. Do zasilania układu (ko-



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

lektor tranzystora) wykorzystaj generator sygnałowy, podłączony jednocześnie do kanału 1 oscyloskopu. Do polaryzacji bazy tranzystora (U_B) wykorzystaj zasilacz regulowany. Jako mikroamperomierz wykorzystaj miernik uniwersalny ustawiony na odpowiedni zakres.

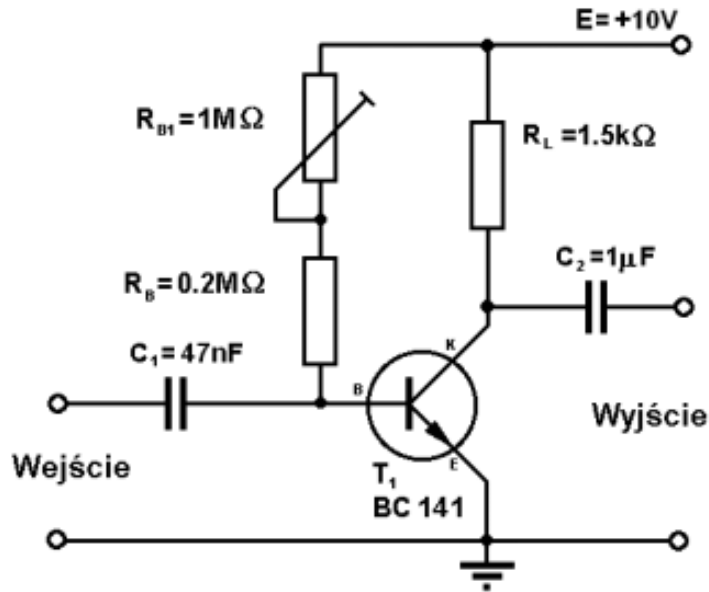
2. Generator skonfiguruj tak, by generował przebieg trójkątny, o częstotliwości rzędu 100 Hz i amplitudzie zmieniającej się od 0 do 10 V.
3. Oscyloskop skonfiguruj do pracy w trybie XY. Wzmocnienie (gain) kanału 1 i położenie wykresu w poziomie ustaw tak, by na ekranie mieścił się cały wykres. Czulość w kanale 2 najwygodniej jest ustawić na 20 mV na działkę (przy oporniku w obwodzie emitera o wartości 20 Ω jedna działka odpowiada wtedy prądowi emitera o wartości 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 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 prądu kolektora I_C),
 - odczytaj z mikroamperomierza wartość prądu bazy I_B .
5. Dla zebranych pomiarów (ok. 5 punktów) wyznacz zależność prądu kolektora I_C w obszarze plateau od prądu bazy I_B .
6. Na podstawie zmierzonej zależności $I_C(I_B)$ wyznacz wzmocnienie prądowe tranzystora $\beta = I_C/I_B$.

Ze względu na duże wzmocnienie tranzystora można przyjąć, że prąd kolektora jest równy prądowi w obwodzie emitera (pominąć dodatek prądu w obwodzie baza-emiter). Odczytaj z mikroamperomierza wartość prądu bazy I_B .

4.2 Badanie własności wzmacniacza tranzystorowego

Druga część ćwiczenia ma na celu zapoznanie się z prostym wzmacniaczem tranzystorowym i zbadanie jego charakterystyki napięciowej.

1. Zbuduj wzmacniacz o wspólnym emiterze według schematu z rysunku 2. Zasilanie wzmacniacza (E) najwygodniej podłączyć poprzez gniazda radiowe i przewody z wtyczkami bananowymi. Należy pamiętać, aby masa zasilacza została podłączona do magistrali masy na płycie prototypowej. Wejście układu łączymy poprzez gniazdo BNC z generatorem funkcyjnym, a wyjście układu łączymy poprzez gniazdo BNC z jednym z kanałów oscyloskopu. Za pomocą trójnika BNC na drugi kanał oscyloskopu podajemy ten sam sygnał z generatora, który podajemy na wejście układu.
2. Po zasileniu układu napięciem stałym $E = 10$ V, ale przed podaniem sygnału wejściowego, znajdź optymalny punkt pracy wzmacniacza zgodnie z regułą opisaną w materiałach z wykładu:
 - zmierz za pomocą woltomierza napięcie kolektora tranzystora,
 - dobierz tak wartość rezystancji potencjometru (opornika regulowanego) R_{B1} , aby napięcie kolektora było równe/bliskie połowie napięcia zasilania (ok. 5V).



Rysunek 2: Schemat wzmacniacza tranzystorowego o wspólnym emiterze.

3. 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, zaobserwuj wpływ zmian punktu pracy tranzystora na kształt przebiegu wyjściowego.
4. Wróć do optymalnego punktu pracy wzmacniacza. Na wejście układu podaj sygnał sinusoidalny o zadanej częstotliwości 1 kHz. Następnie wyznacz charakterystykę amplitudową wzmacniacza, $U_{WY}(U_{WE})$, zmieniając amplitudę (peak-to-peak) sygnału wejściowego.
5. Określ przedział amplitud U_{WE} , dla których wzmacniacz pracuje liniowo, czyli nie obserwujemy zniekształcenia sygnału wyjściowego.
6. Dla tego przedziału wyznaczyć wzmocnienie wzmacniacza k , dopasowując do danych doświadczalnych prostą typu $U_{WY} = kU_{WE}$.

4.3 Badanie szerokości pasma przenoszenia wzmacniacza tranzystorowego o wspólnym emiterze - zadanie dodatkowe

Ta część ćwiczenia ma na celu zaobserwowanie pasma przenoszenia dla wzmacniacza tranzystorowego o wspólnym emiterze w układzie badanym w poprzedniej części ćwiczenia.

1. Podłącz wyjście synchronizacyjne generatora (*Sync Connector/ Synchronous Output*) generatora funkcyjnego do wejścia zewnętrznego triggera oscyloskopu (Ext Trig) lub w przypadku braku wejścia zewnętrznego triggera-do wolnego kanału oscyloskopu.
2. Skorzystaj z opcji *Sweep* generatora funkcyjnego. Skonfiguruj polecenie *Sweep* tak, aby podawał na wyjście generatora sygnał sinusoidalny o amplitudzie (peak-to-peak) rzędu kilkudziesięciu mV i częstotliwości zmieniającej się od 10 Hz (opcja

Start w menu *Sweep*) do 1 MHz (opcja *Stop* w menu *Sweep*) ze skokiem logarytmicznym. Wybierz czas (opcja *Time* w menu *Sweep*), w jakim urządzenie wygeneruje sygnały w danym przedziale (ok. 1 s).

3. Skonfiguruj oscyloskop tak, aby wyzwał się na sygnale synchronizacyjnym z generatora. Wybierz odpowiednie źródło wyzwalania (trigger zewnętrzny lub odpowiedni kanał oscyloskopu). Dostosuj poziom i typ wyzwalacza.
4. Dostosuj podstawę czasu i położenie triggera (najlepiej ustawić na początek skali czasowej) tak, aby zaobserwować pełen okres sygnału synchronizacyjnego i cały zakres badanych częstotliwości.
5. Zaobserwuj pasmo przenoszenia dla tego wzmacniacza.

Powodzenia!

Opracowała:
Magdalena Kuich