

Indywidualna Pracownia Elektroniczna

Ćwiczenie 3 – tranzystory

2019/20

Opracował Piotr Fita, 2019

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi układami elektronicznymi wykorzystującymi tranzystory bipolarne oraz zbadanie własności wzmacniaczy tranzystorowych.

Podstawowe zasady:

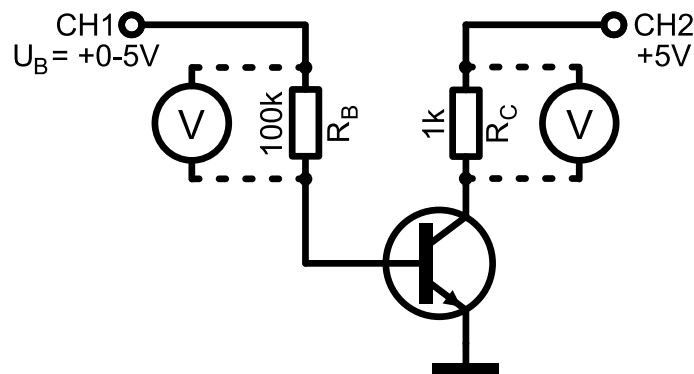
1. Lutowane elementy trzymaj pęsetą, inaczej możesz się poparzyć.
2. Podczas budowy i modyfikacji układów zawsze odłącz ich zasilanie (zasilacz lub generator).
3. Ćwiczenie wykonuj w podanej kolejności lub zgodnie z poleceniami prowadzącego.
4. W opisie przebiegu ćwiczenia zawarte są pytania i polecenia wyjaśnienia obserwowanego efektu. Przeprowadź pomiary w taki sposób, by na nie odpowiedzieć, a krótkie odpowiedzi i wyjaśnienia zawrzyj w raporcie.

Spis elementów:

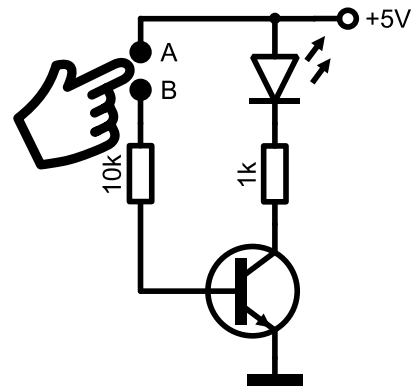
- Tranzystor bipolarny złączowy NPN
- Dioda LED czerwona
- Rezystory: 51 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 330 k Ω
- Kondensatory: 100 nF, 1 μ F, 10 μ F, 100 μ F
- Potencjometry: 1 k Ω , 100 k Ω

Przebieg ćwiczenia:

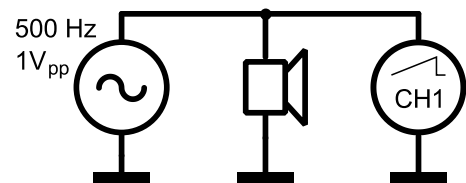
1. **Wyznaczenie wzmocnienia prądowego tranzystora.** Zbuduj układ z rysunku poniżej. Za pomocą omomierza zmierz dokładnie wartości oporników R_B i R_C . Wykorzystaj dwa kanały zasilacza, z których jeden, ustawiony na 5 V, będzie dostarczał prądu kolektora, a drugi, którego napięcie będziesz regulować, będzie dostarczał prądu bazy. Używając dwóch woltomierzy (lub jednego, przełączanego), wykonaj pomiary napięcia na opornikach R_B i R_C dla różnych wartości napięcia U_B , zwiększanego od 0 co np. 0,5 V do ok. 5V. Wyznacz na tej podstawie zależność prądu kolektora I_C od prądu bazy I_B i współczynnik wzmocnienia prądowego tranzystora β , zdefiniowany równaniem $I_C = \beta I_B$ (w zakresie, w którym zależność $I_C(I_B)$ jest liniowa).



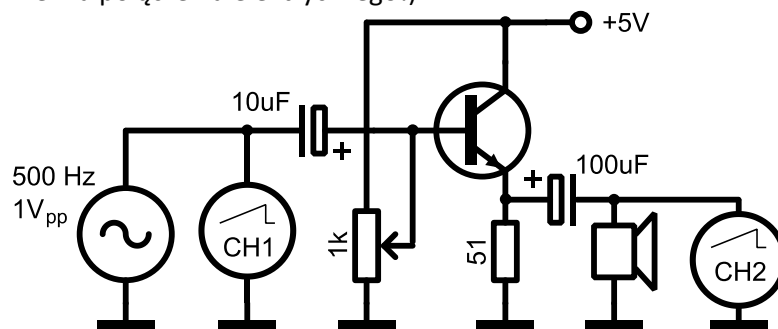
2. **Przełącznik tranzystorowy.** Zbuduj układ z rysunku obok. Punkty A i B obwodu umieść na sąsiednich polach lutowniczych. Po włączeniu zasilacza zewrzyj je palcem. Jeśli nic się nie dzieje, lekko poślizgnij palec przed dotknięciem tych punktów (na ogół dotykanie obwodów elektrycznych poślizniętym palcem nie jest dobrym pomysłem, ale w tym wypadku jest to bezpiecznie; jeśli pomimo pośliznięcia palca nic się nie dzieje, to zapewne dioda jest wlutowana na odwrót). Zapisz obserwację i wyjaśnij działanie układu.



3. **Wzmacniacz o wspólnym kolektorze.** Podłącz głośnik bezpośrednio do generatora i oscyloskopu jak na rysunku obok. Generator skonfiguruj tak, by generował sygnał sinusoidalny o częstotliwości 500 Hz i amplitudzie 1 V_{pp}. Posłuchaj dźwięku generowanego przez głośnik i zmierz oscyloskopem amplitudę napięcia na głośniku.



Następnie zbuduj układ wzmacniacza o wspólnym kolektorze z rysunku poniżej, tym razem podłączając głośnik do wyjścia wzmacniacza (zwróć uwagę, że tam, gdzie przewody przecinają się bez kropki, tam nie ma połączenia elektrycznego!).



Nie zmieniaj ustawień generatora. Suwak potencjometru ustaw w położeniu najbliższym masy układu. Obserwując przebieg sygnału wyjściowego (napięcie na głośniku) i słuchając dźwięku generowanego przez głośnik powoli zmieniaj położenie suwaka potencjometru, zwiększając tym samym napięcie polaryzujące bazę tranzystora. Naszkicuj i opisz, w jaki sposób zmienia się przebieg napięcia na wyjściu wzmacniacza w miarę zwiększania prądu polaryzacji bazy. Jak zmieniła się głośność dźwięku wytwarzanego przez głośnik w porównaniu do przypadku, gdy głośnik był podłączony bezpośrednio do generatora?

4. **Wzmacniacz o wspólnym emiterze.** Zbuduj układ z rysunku poniżej. Suwak potencjometru ustaw w położeniu najbliższym masy układu.
- a. **Wybór punktu pracy.** Ustaw generator tak, by generował przebieg o częstotliwości 1 kHz i amplitudzie 50 mV. Obserwując kształt sygnału wyjściowego zwiększaj napięcie polaryzujące bazę tranzystora, powoli przekręcając suwak potencjometru w kierunku położenia najbliższego napięciu zasilania (do oporu). Wyjaśnij obserwowane zmiany kształtu przebiegu wyjściowego. Ostatecznie ustaw suwak potencjometru w takim położeniu, by mierzone woltomierzem

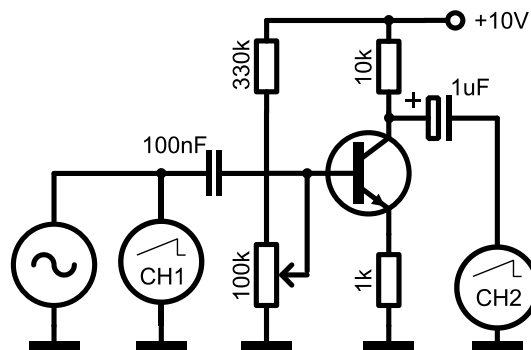
napięcie na kolektorze tranzystora było bliskie 5 V. Takie położenie zapewnia maksymalny zakres zmian napięcia wyjściowego.

- b. **Współczynnik wzmocnienia napięciowego.** Ustaw generator tak, by generował przebieg o częstotliwości 1kHz. Zwiększając amplitudę sygnału wejściowego od zera obserwuj kształt przebiegu sygnału wyjściowego i wyznacz zależność amplitudy napięcia wyjściowego od napięcia wejściowego. Wyznacz współczynnik wzmocnienia napięciowego.
- c. **Pasmo wzmocnienia.** 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 spada poniżej $1/\sqrt{2}$ wzmocnienia maksymalnego. Czy narastanie charakterystyki częstotliwościowej dla małych częstotliwości da się wyjaśnić oddziaływaniem pewnego wejściowego filtra górnoprzepustowego, czyli opisać funkcją

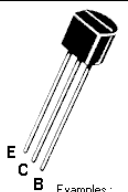
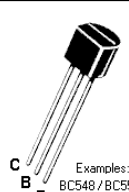
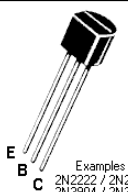
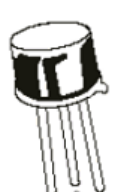
$$T(\omega) = \frac{T_{max}}{\sqrt{1 + \frac{1}{(\omega RC)^2}}}$$

Jeżeli założyć, że filtr ten jest utworzony z rezystancji wejściowej wzmacniacza i pojemności sprzęgającej $C = 100 \text{ nF}$, jaka jest wartość rezystancji wejściowej wzmacniacza?

Uwaga, pamiętaj, że generator wyświetla częstotliwość sygnału, $f = \frac{\omega}{2\pi}$.



Rozkład wyprowadzeń popularnych tranzystorów NPN:

BC639	BC 548	2N2222	BC 141
 <p>Examples: 2SCxxxx and BFxxx types</p>	 <p>Examples: BC548 / BC558 NPN PNP</p>	 <p>Examples: 2N2222 / 2N2907 2N3904 / 2N3906 NPN / PNP</p>	 <p>Pin Configuration: 1. Emitter 2. Base 3. Collector</p>