

# Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego nr 8

## **Temat: Badanie właściwości przełączających tranzystorów bipolarnych**

**Cel ćwiczenia.** *Celem ćwiczenia jest zbadanie właściwości przełączających tranzystorów bipolarnych, zapoznanie się z metodą pomiarową oraz obserwacja wpływu różnych elementów układu pomiarowego na pracę tranzystora.*

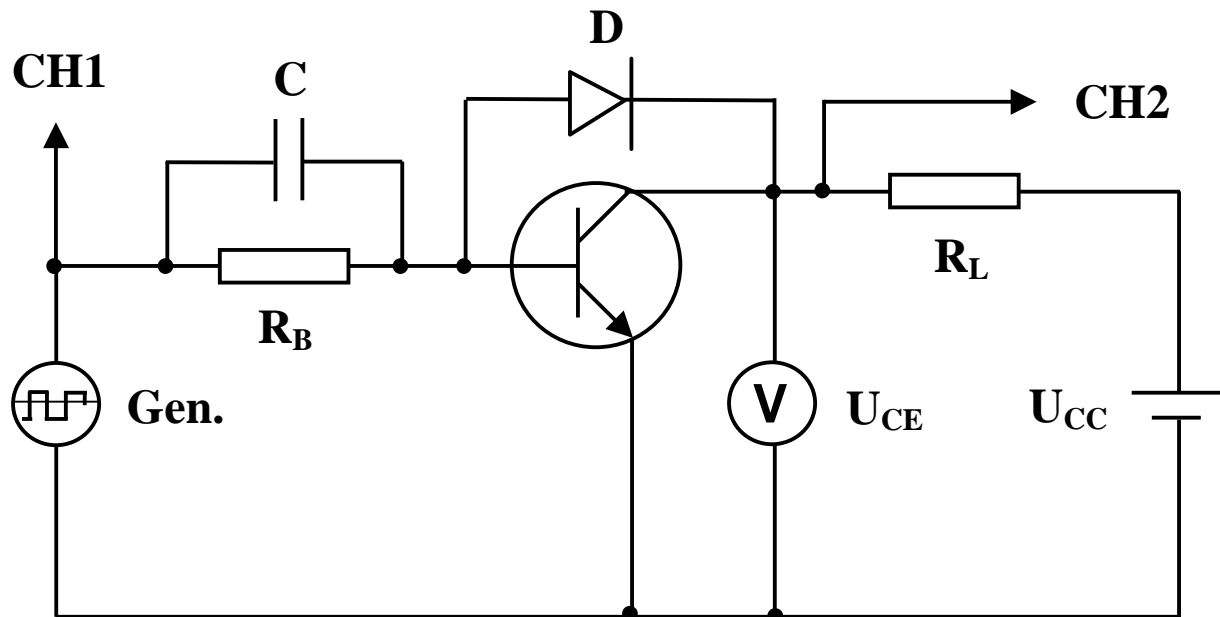
### **I. Wymagane wiadomości.**

1. Rodziny charakterystyk statycznych tranzystora w różnych układach włączenia.
2. Podział pola charakterystyk wyjściowych na zakresy. Prosta obciążenia.
3. Znajomość zjawisk fizycznych występujących w strukturze tranzystora w zależności od położenia punktu pracy.
4. Procesy przejściowe zachodzące w tranzystorze przy pracy z dużym sygnałem.
5. Definicje czasów przełączania i ich interpretacja fizyczna.
6. Metody pomiaru czasów przełączania.

### **II. Wykonanie ćwiczenia.**

#### **1. Opis układu pomiarowego.**

Układ pomiarowy, którego schemat przedstawiono na rys. 1, składa się z przystawki pomiarowej, dołączanego z zewnątrz generatora impulsów prostokątnych, źródła zasilania napięcia stałego  $U_{CC}$ , woltomierza i oscyloskopu dwukanałowego. W przystawce pomiarowej znajdują się rezystory  $R_B$  (o wartościach: 1; 2; 4,7; 10; 22 i 47 k $\Omega$ ) oraz rezystory obciążenia  $R_L$  (o wartościach 0,24; 0,47; 0,51; 0,75; 1 i 1,2 k $\Omega$ ). Do przystawki może być dołączana z zewnątrz dioda  $D$  (do obwodu baza - kolektor) oraz pojemność  $C$  (równoległe do rezystancji  $R_B$ ).



Rys. 1. Schemat układu do badania właściwości przełączających tranzystora bipolarnego.

## 2. Pomiary czasów przełączania.

W ćwiczeniu badane jest przełączanie tranzystora oraz wyznaczone są czasy przełączania różnych typów tranzystorów:

- czas włączania  $t_{ON}$  (przejście tranzystora ze stanu odcięcia do nasycenia)
- czas wyłączenia  $t_{OFF}$  (przejście tranzystora ze stanu nasycenia do odcięcia)

Czasy te składają się z :

- $t_{ON} = t_d + t_r$  gdzie:
  - $t_d$ - czas opóźnienia
  - $t_r$ - czas narastania
- $t_{OFF} = t_s + t_f$  gdzie:
  - $t_s$ - czas magazynowania
  - $t_f$ - czas opadania

Pomiary wykonywane są metodą bezpośrednią za pomocą oscyloskopu dwukanałowego. Tranzystor pracuje w układzie OE i przełączany jest sygnałem prostokątnym z generatora.

## 2.1. Przygotowanie układu do pomiarów.

1. Ustawić wartości rezystorów  $R_B$  i  $R_L$  według wskazówek prowadzącego i umieścić badany tranzystor w podstawie.
2. Dołączyć do przystawki zasilanie obwodu kolektora  $U_{CC} = +5\text{ V}$ .
3. Dołączyć kanał 1 oscyloskopu **CH1**, przy pomocy którego będzie przedstawiany przebieg napięcia generatora  $u_G(t)$ .
4. Dołączyć kanał 2 oscyloskopu **CH2** służący do zobrazowania przebiegu  $i_C(t)$ .
5. Dołączyć generator i ustawić sygnał prostokątny z generatora o następujących parametrach:
  - amplituda napięcia z generatora  $4\text{ V}$  [ $+1\text{ V}$  (dla przewodzenia);  $-3\text{ V}$  dla kierunku zaporowego)],
  - częstotliwości  $f = 50\text{ kHz}$ ,
  - czas trwania impulsu prostokątnego  $t_i = 10\text{ }\mu\text{s}$ .
6. Doprowadzić do poprawnego zobrazowania tych przebiegów na ekranie.

## 2.2. Pomiar zależności czasów $t_{ON}$ i $t_{OFF}$ od wartości rezystancji $R_B$ .

Dla ustalonej wartości rezystancji obciążenia  $R_L$  odczytywać z przebiegu  $i_C = f(t)$  czasy  $t_d$ ,  $t_r$  oraz  $t_s$ ,  $t_f$  przy kolejnych wartościach rezystancji  $R_B$ , zmieniających pokrętką **Regulacja  $R_B$** . Wyniki zanotować w Sprawozdaniu nr 4, w tabeli 3. Dla wybranej wartości  $R_B$  przerysować oscylogram.

## 2.3. Pomiar zależności czasów $t_{ON}$ i $t_{OFF}$ od wartości rezystancji obciążenia $R_L$ .

Dla ustalonej wartości rezystancji obciążenia  $R_B$  odczytywać z przebiegu  $i_C = f(t)$  czasy  $t_d$ ,  $t_r$  oraz  $t_s$ ,  $t_f$  przy kolejnych wartościach rezystancji  $R_L$ , zmieniających pokrętką **Regulacja  $R_L$** . Wyniki zanotować w Sprawozdaniu nr 4, w tabeli 4.

## 2.4. Pomiar zależności czasów $t_{ON}$ i $t_{OFF}$ od wartości napięcia $U_{CE}$ .

Ustawić wartości rezystorów  $R_B$  i  $R_L$  według wskazówek prowadzącego. Napięcie  $U_{CE}$  zmieniać co jeden wolt, w granicach od  $5\text{ V}$  do  $10\text{ V}$ , poprzez zmianę napięcia na zasilaczu  $U_{CC}$ . UWAGA: Przy każdorazowym pomiarze napięcia  $U_{CE}$  odłączać generator ! Wyniki zanotować w Sprawozdaniu nr 4, w tabeli 5. Dla wybranej wartości  $U_{CE}$  przerysować oscylogram.

### **2.5. Obserwacja wpływu pojemności $C$ dołączonej do rezystancji $R_B$ .**

Ustawić warunki pracy tranzystora jak w punkcie 2.1. Umieścić kondensator  $C$  w podstawie. Przerysować oscylogramy dla układu z pojemnością i bez pojemności.

### **2.6. Obserwacja wpływu diody $D$ dołączonej w obwodzie baza - kolektor.**

Ustawić warunki pracy tranzystora jak w punkcie 2.1. Umieścić diodę  $D$  w podstawie zwracając uwagę na kierunek jej włączenia (polaryzacja). Przerysować oscylogramy dla diody krzemowej i germanowej.

## **III. Opracowanie wyników.**

1. Wykreślić zależności  $t_{ON}$  i  $t_{OFF}$  w funkcji rezystancji  $R_B$  w obwodzie bazy.
2. Wykreślić zależności  $t_{ON}$  i  $t_{OFF}$  w funkcji obciążenia  $R_L$ .
3. Wykreślić zależności  $t_{ON}$  i  $t_{OFF}$  w funkcji napięcia  $U_{CE}$ .
4. Wyjaśnić wpływ elementów  $R_B$ ,  $R_L$ ,  $U_{CE}$ ,  $C$ ,  $D$  na czasy przełączania tranzystora.

Sporządzone wykresy, oscylogramy, wyniki pomiarów i wnioski umieścić w sprawozdaniu.