

# Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego nr 9

## **Temat: Charakterystyki i parametry tranzystorów PNFET**

**Cel ćwiczenia.** *Celem ćwiczenia jest poznanie charakterystyk statycznych oraz parametrów tranzystorów PNFET.*

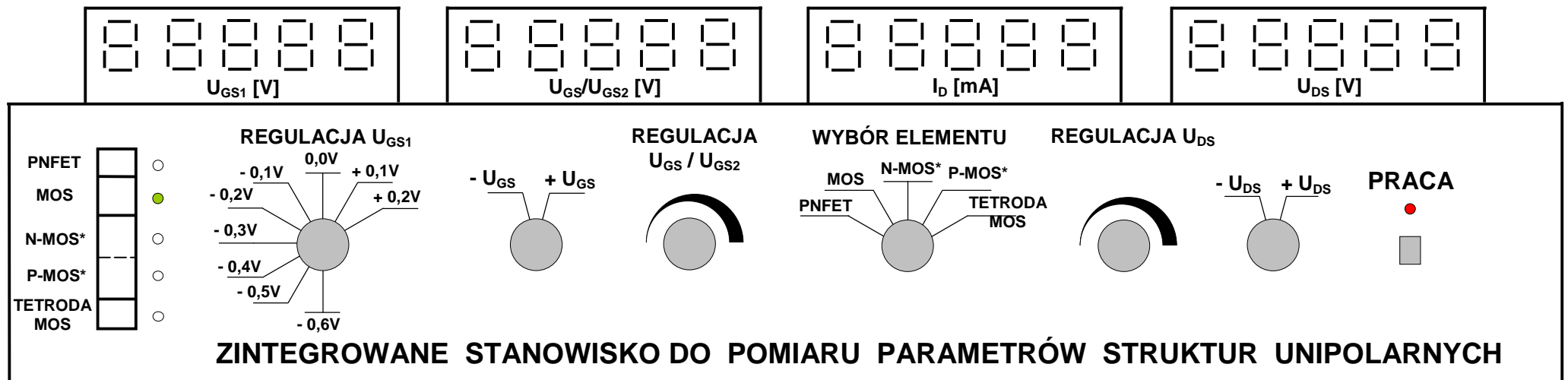
### **I. Wymagane wiadomości.**

1. Podział tranzystorów unipolarnych (kryteria podziału).
2. Istota i zalety sterowania napięciowego w tranzystorach unipolarnych.
3. Budowa, polaryzacja i zasada działania tranzystorów polowych PNFET.
4. Praca statyczna tranzystorów PNFET: charakterystyki przejściowe, charakterystyki wyjściowe, parametry statyczne - definicje fizyczne i techniczne (np.  $U_p$ ).
5. Parametry małosygnałowe ( $g_m$ ,  $g_{ds}$ ) - definicje oraz sposoby ich wyznaczania.

### **II. Wykonanie ćwiczenia.**

#### **1. Opis stanowiska pomiarowego.**

Zintegrowane stanowisko pomiarowe przeznaczone jest do pomiarów charakterystyk statycznych tranzystorów unipolarnych typu PNFET i MOS, struktury MOS w układzie scalonym oraz tetrody MOS. Układy zasilania umożliwiające polaryzację obwodu wejściowego i wyjściowego oraz przyrządy pomiarowe służące do pomiarów wartości napięć polaryzacji i prądu stanowią integralną część stanowiska pomiarowego. Pomiary polegają na wyborze badanego elementu, ustawieniu odpowiednich polaryzacji obwodów wejściowego i wyjściowego, regulacji wartości napięć przy pomocy potencjometrów cyfrowych i odczytywaniu wskazań mierników napięć i prądu. Widok płyty czołowej stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Płyta czołowa stanowiska do pomiarów charakterystyk struktur unipolarnych.

Poniżej mierników znajdują się pokrętła i przełączniki, które opisano zgodnie z przeznaczeniem. Elementy mierzone umieszczone są na płycie czołowej w podstawkach montażowych. Wybranie badanego tranzystora jest sygnalizowane świeceniem diody koloru zielonego. Na tylnej płycie obudowy stanowiska pomiarowego znajduje się przełącznik zasilania 230 V i bezpiecznik.

## 2. Pomiary charakterystyk statycznych badanych elementów.

### 2.1. Czynności wstępne.

Przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów należy:

1. Sprawdzić przy wyłączonym zasilaniu czy przełącznik **PRACA** jest wyłączony.
2. Włączyć stanowisko do sieci.
3. Pokrętłami regulacja  $U_{GS}$  i  $U_{DS}$  sprowadzić napięcia  $U_{GS}$  i  $U_{DS}$  do zera.
4. Dokonać wyboru badanego elementu poprzez odpowiednie ustawienie przełącznika.
5. Włączyć przełącznikami  $- U_{GS}$ ,  $+ U_{GS}$  i  $- U_{DS}$ ,  $+ U_{DS}$  odpowiednią polaryzację napięć dla badanego elementu:

- Tranzystor złączowy **PNFET BF-245** kanał typu „n”:  $- U_{GS}$ ,  $+ U_{DS}$ .

Wybór poprawnej polaryzacji obwodu wejściowego i wyjściowego sygnalizowany jest świeceniem **zielonej diody LED** umieszczonej obok badanego elementu. W przypadku włączenia nieodpowiedniej polaryzacji napięć  $U_{GS}$  i  $U_{DS}$  dla badanego tranzystora nie zostanie on włączony do układu pomiarowego.

6. Włączyć przełącznik **PRACA**. Włączenie tego przełącznika powoduje załączenie napięć  $U_{GS}$  i  $U_{DS}$  do badanego elementu.
7. Przystąpić do pomiaru odpowiednich charakterystyk.

UWAGA : W przypadku, gdy po raz pierwszy przystępujemy do pomiarów wykonujemy wszystkie czynności wstępne. Jeżeli jest to pomiar kolejnego elementu, wykonujemy czynności od punktu 3, przy wyłączonym przełączniku **PRACA**.

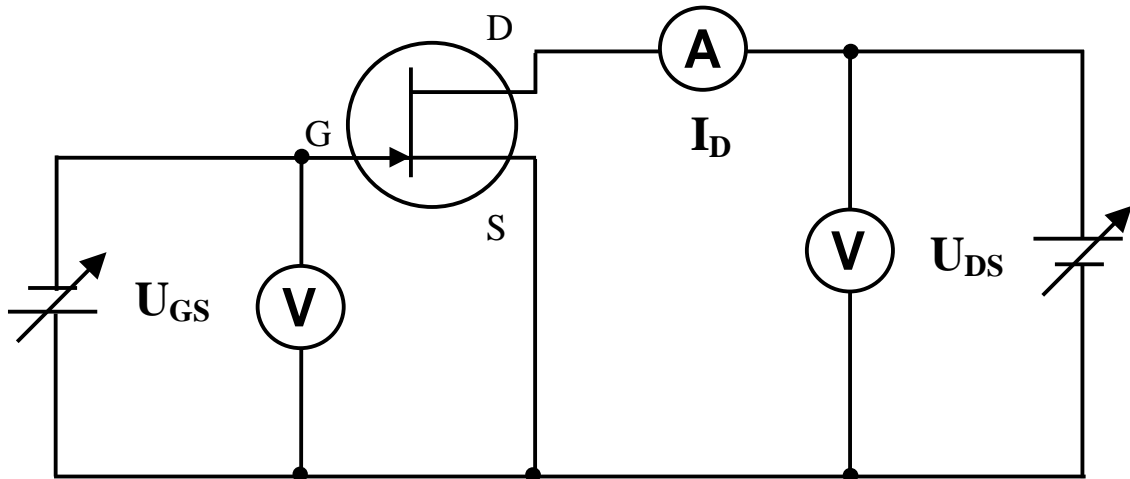
### 2.2. Pomiary charakterystyk statycznych tranzystora PNFET - BF 245

W układzie, którego schemat przedstawiono na rys. 2 dokonuje się pomiarów charakterystyk przejściowych i wyjściowych tranzystora PNFET z kanałem typu „n”.

Przed przystąpieniem do pomiarów należy wykonać czynności wstępne zgodnie z punktem 2.1.

## Ograniczenia napięciowe i prądowe dla tranzystora BF- 245

- $U_{GS} \text{ max.} = - 10 \text{ V}$
- $U_{DS} \text{ max.} = + 10 \text{ V}$
- $I_D \text{ max.} = 10 \text{ mA}$



Rys. 2. Układ do pomiaru charakterystyk statycznych tranzystora PNFET.

### 2.2.1. Pomiary charakterystyk przejściowych $I_D = f(U_{GS})$ przy $U_{DS} = \text{const.}$

1. Dla podanej przez prowadzącego zajęcia wartości napięcia  $U_{DS} = U_{DS(1)}$  dokonać pomiaru zależności  $I_D = f(U_{GS})$  przy  $U_{DS(1)} = \text{const.}$ , (min. 10 punktów pomiarowych).
2. Napięcie  $U_{GS}$  zmieniać od  $0 \text{ V}$  do **zatkania tranzystora**.
3. Pomiary powtórzyć dla podanej przez prowadzącego zajęcia wartości napięcia  $U_{DS} = U_{DS(2)}$ .
4. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 5, w tabeli 1.

### 2.2.2. Pomiary charakterystyk wyjściowych $I_D = f(U_{DS})$ przy $U_{GS} = \text{const.}$

1. Wybrać kilka wartości napięcia  $U_{GS}$  (co najmniej trzy), przy których będzie mierzona charakterystyka wyjściowa. Wyboru należy dokonać na podstawie wcześniej zmierzonych charakterystyk przejściowych.
2. Zmieniając napięcie  $U_{DS}$  od  $0 \text{ V}$  do wartości określonej ograniczeniami napięciowymi i prądowymi badanego tranzystora, dokonać pomiaru charakterystyk  $I_D = f(U_{DS})$  dla wybranych wartości napięć  $U_{GS} = \text{const.}$ , (min. 10 punktów pomiarowych dla każdej charakterystyk).
3. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 5, w tabeli 2.

### III. Opracowanie wyników.

1. Wykreślić pomierzone charakterystyki przejściowe i wyjściowe badanych tranzystorów.
2. W oparciu o charakterystyki przejściowe określić wartości napięć.
3. Na podstawie wykonanych charakterystyk obliczyć w wybranych punktach (min. trzech) parametry dynamiczne  $g_m$ ,  $g_{ds}$ .
4. Sporządzone wykresy, wyniki obliczeń i pomiarów oraz wnioski zamieścić w sprawozdaniu.