

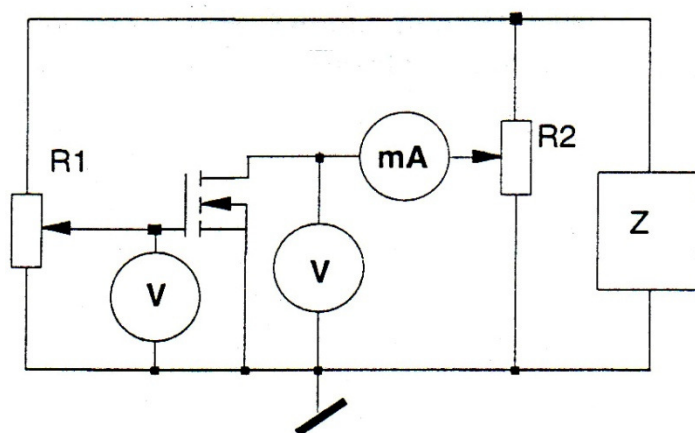
# 1. TRANZYSTOR UNIPOLARNY

## 1.1. Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar charakterystyk statycznych tranzystorów unipolarnych i porównanie ich z charakterystykami katalogowymi. Zakres obejmuje pomiary charakterystyk przejściowych i wyjściowych oraz obliczenie parametrów małosygnalowych wybranych typów tranzystorów.

## 1.2. Układ pomiarowy

Na rys. 1. pokazano schemat układu do pomiaru charakterystyk statycznych tranzystora unipolarnego typu wzbogacanego.



**Rys. 1.** Pomiar charakterystyk statycznych tranzystora unipolarnego.

W układzie stosuje się dwa przełączalne i regulowane oporowe dzielniki napięcia, zasilacz stabilizowany i typowe przyrządy pomiarowe. Do regulacji napięć należy wykorzystywać regulowane dzielniki napięcia, tylko w przypadku braku tych przyrządów lub z innych, szczególnych powodów regulację przeprowadza się zasilaczem lub dwoma zasilaczami.

## 1.3. Program ćwiczenia

Należy wykonać pomiary tranzystorów unipolarnych, wskazanych przez prowadzącego zajęcia. Dla każdego tranzystora należy dążyć do objęcia pomiarem możliwie dużego zakresu prądów, napięć i mocy, uwzględniając parametry graniczne tego tranzystora. Dla pełnej kontroli, jeden z ćwiczących powinien na bieżąco obliczać moc strat tranzystora, mnożąc aktualną wartość prądu drenu przez aktualną wartość napięcia dren - źródło i porównywać wynik z graniczną mocą. Taka kontrola jest niezbędna przy wszystkich pomiarach.

## 1.4. Pomiar charakterystyk wyjściowych

W układzie wg schematu z rys. 1 należy ustawić minimalne napięcie sterujące bramka-źródło, a napięcie dren - źródło ustawić na wartości ok. 3V do 5V. Następnie, zwiększając napięcie sterujące bramka-źródło, należy wybrać takie dwie wartości tego napięcia, którym odpowiadają prądy drenu o wartości np. około 30% oraz 60% maksymalnego, dopuszczalnego prądu. Po wybraniu dwu odpowiednich wartości napięcia bramka - źródło

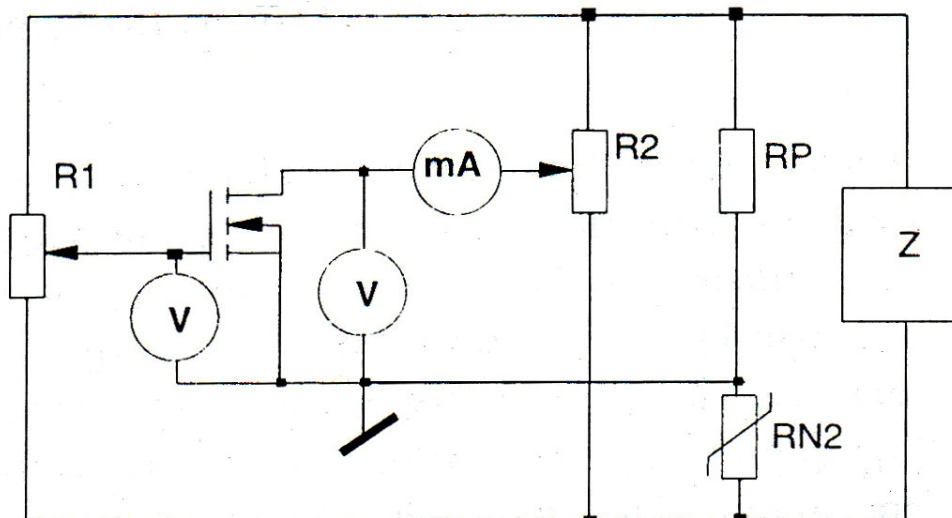
należy przy każdej z nich dokonać pomiaru charakterystyki wyjściowej  $I_D(U_{DS})$ . Pomiar przeprowadza się przy ustalonej wartości napięcia  $U_{GS}$ , zmieniając napięcie  $U_{DS}$  w zakresie od zera do wartości dopuszczalnej oraz mierząc prąd drenu  $I_D$ . Zakres zmienności  $U_{DS}$  jest ograniczony ze względu na moc  $P_{Dmax}$  lub wartość maksymalną, dopuszczalną napięcia  $U_{DSmax}$ , lub wartość maksymalną, dopuszczalną prądu  $I_{Dmax}$  (obszar bezpiecznej pracy).

### 1.5. Pomiar charakterystyk przejściowych

W układzie wg schematu z rys. 1 wybrać dwie wartości napięcia dren - źródło, z zakresu jaki był stosowany w poprzednim pomiarze dla obydwu charakterystyk, korzystnie jest wybrać te wartości tak, aby jedna odpowiadała zakresowi nasycenia tranzystora, a druga obejmowała częściowo zakres nasycenia, a częściowo zakres liniowy. Przy ustalonej wartości napięcia  $U_{DS}$ , zmieniając napięcie sterujące  $U_{GS}$ , należy mierzyć prąd drenu  $I_D$ . Zakres zmian napięcia sterującego  $U_{GS}$ : od wartości, przy której prąd  $I_D$  jest bliski zeru, do wartości dozwolonej w tranzystorach odpowiadającej maksymalnej dopuszczalnej mocy  $P_{Dmax}$  albo do wartości odpowiadającej dopuszczalnej maksymalnej wartości prądu  $I_{Dmax}$ .

### 1.6. Pomiar rezystancji dren - źródło

Pomiar rezystancji dren - źródło przeprowadza się w układzie z rys. 2 dla ustalonych trzech do pięciu wartości napięcia bramka - źródło.



**Rys. 2.** Pomiar  $R_{DS}$  tranzystora unipolarnego, symbolami RP i RN2 oznaczono nieliniowy dzielnik napięcia

Zmieniając napięcie dren - źródło od wartości dodatniej przez zero do ujemnej należy zmierzyć charakterystyki  $I_D(U_{DS})$ . Zakres napięć  $U_{DS}$  w kierunku normalnej pracy tranzystora należy ograniczyć do zakresu liniowego, w kierunku odwrotnym nie należy przekraczać ok. 0,5V. Wśród wybranych wartości napięcia sterującego  $U_{GS}$  powinna znaleźć się wartość powodująca nieprzewodzenie tranzystora (np. zero dla tranzystora wzbogacanego) oraz wartość powodująca dobre przewodzenie tranzystora, np. 10 lub 14V.

## 1.7. Opracowanie wyników

1. Dla zmierzonych tranzystorów narysować charakterystyki wyjściowe oznaczając też na wykresie obszar pracy bezpiecznej. Oznaczyć nie mniej niż dwa punkty pracy, w których będą obliczone parametry małosygnałowe. Dla wybranych punktów pracy wykreślić styczne do charakterystyk i obliczyć nachylenie tych stycznych (w jednostkach fizycznych  $\text{mA/V} = \text{mS}$  - milisimens, a nie w stopniach lub radianach) jako małosygnałową konduktancję wyjściową.
2. Dla zmierzonych tranzystorów narysować charakterystyki przejściowe. Oznaczyć punkty pracy, odpowiadające punktom oznaczonym na charakterystykach wyjściowych, dla tych punktów wykreślić styczne do charakterystyk i obliczyć nachylenie tych stycznych (w jednostkach fizycznych) jako transkonduktancję małosygnałową. Na podstawie wykresów oznaczyć napięcie progowe  $U_{GS(T0)}$  lub odcięcia  $U_{GS(OFF)}$  stosownie do typu tranzystora.
3. Narysować zmierzone charakterystyki  $I_D(U_{DS})$  przy stałych wartościach  $U_{GS}$  i przy dwubiegunowych, małych wartościach  $U_{DS}$ . Narysować styczne do charakterystyk w punkcie  $I_D=0$  oraz dla innej, niezerowej wartości prądu  $I_D$ . Obliczyć rezystancję  $R_{DS}$  dla zerowej wartości prądu drenu i dla innej, ustalonej wartości prądu drenu. Oszacować zakres napięć  $U_{DS}$ , przy którym tranzystor można traktować jak rezystor liniowy.
4. Porównać wyznaczone parametry tranzystora z danymi katalogowymi tranzystora tego samego typu.

## 1.8. Pytania kontrolne

1. Wymienić odmiany konstrukcyjne tranzystorów unipolarnych.
2. Opisać budowę i działanie wskazanego typu tranzystora unipolarnego.
3. Narysować charakterystyki statyczne wyjściowe i przejściowe.
4. Opisać działanie tranzystora unipolarnego w zakresie liniowym i w zakresie nasycenia.
5. Wymienić parametry graniczne, opisać obszar bezpiecznej pracy.
6. Przedstawić parametry małosygnałowe tranzystora unipolarnego.
7. Podać przykłady zastosowania tranzystora unipolarnego.

## LITERATURA

- [1] Horowitz P., Hill W.: Sztuka elektroniki. Warszawa: WKiŁ 1996.
- [2] Opolski A.: Elektronika dla elektryków. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej 1997.
- [3] Porębski J., Korohoda P.: SPICE. Program analizy nieliniowej układów elektronicznych. Warszawa: WNT 1992.
- [4] Tictze U., Schenk Ch.: Układy półprzewodnikowe. Warszawa: WNT 1996.