

# TRANZYSTOR UNIPOLARNY (JFET)

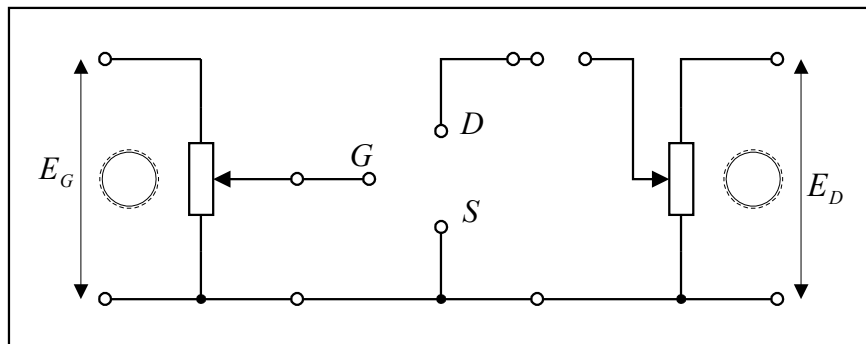
## 1. WSTĘP

Celem ćwiczenia jest ugruntowanie wiadomości dotyczących zasad działania i właściwości tranzystorów unipolarnych ze złączem p-n (JFET).

Zasadniczą część ćwiczenia poświęcona jest zdejmowaniu charakterystyk statycznych tranzystora unipolarnego. Wyniki pomiarów ( po selekcji ) są podstawą do wykreślenia wspomnianych charakterystyk oraz wyznaczenia w zadanym punkcie pracy tranzystora, wartości parametrów małosygnałowego, małoczęstotliwościowego modelu zastępczego.

## 2. OPIS UKŁADU POMIAROWEGO

Podstawę układu pomiarowego stanowi panel, na którym znajdują się dwa regulowane dzielniki napięcia służące do ustalenia odpowiednich warunków zasilania tranzystora. Ten ostatni dołączony jest do panelu pomiarowego przy pomocy giętkich końcówek, dzięki temu możliwe jest umieszczenie przyrządu w grzejniku dla zbadania wpływu zmian temperatury otoczenia. Schemat układu połączeń panelu przedstawiono na rysunku 1.

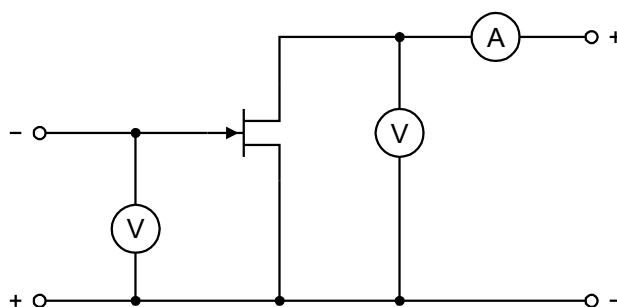


Rys. 1. Schemat połączeń panelu układu do zdejmowania charakterystyk tranzystora unipolarnego (JFET).

## 3. PRZEBIEG ĆWICZENIA

### 3.1 Pomiar napięcia odcięcia

Podłączyć źródła zasilania i przyrządy pomiarowe stosownie do typu przewodnictwa w kanale badanego tranzystora. Na rysunku 2 przedstawiono schemat kompletnego układu pomiarowego w przypadku tranzystora unipolarnego ze złączem p-n i kanałem typu „n”.



Rys. 2. Schemat układu do zdejmowania charakterystyk statycznych tranzystora unipolarnego ( JFET ) z kanałem typu „n”.

Ustawić napięcie bramka - źródło na poziomie 0V i zwiększając moduł napięcia dren - źródło, zdjąć odpowiednią charakterystykę wyjściową. Szczególną uwagę należy zwrócić na zakres jej przebiegu, kiedy prąd drenu przestaje gwałtownie wzrastać. Z wykresu określić wartość prądu nasycenia  $I_{ds}$  i odpowiadającą mu wielkość modułu napięcia dren - źródło  $|U_{DSS}|$ . Następnie, ustawić napięcie dren - źródło o kilka woltów większe od tej wartości i zwiększając moduł napięcia bramka - źródło, obserwować natężenie prądu drenu. Dla praktycznie zerowego jego natężenia, odczytać stosowną wartość modułu napięcia bramka - źródło  $|U_{GS}|$ . Jaka powinna być relacja  $\{ >, <, = \}$  między wymienionymi modułami napięć?

### 3.2 Pomiar charakterystyk statycznych tranzystora

W układzie jak w poprzednim punkcie przeprowadzić pomiary charakterystyk:

- wyjściowych  $I_D = f(U_{DS})$  dla minimum 3 wartości  $U_{GS} = const.$ ,
- przejściowych  $I_D = f(U_{GS})$  dla minimum 3 wartości  $U_{DS} = const.$

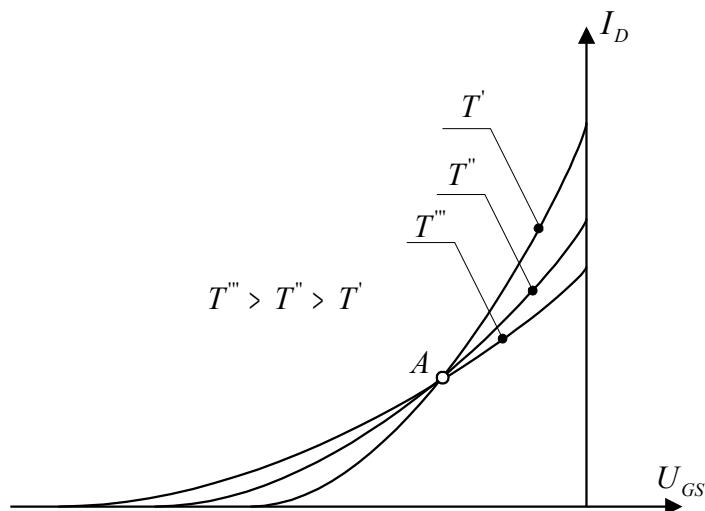
Podczas pomiarów zwrócić uwagę na wielkość mocy wydzielającej się w tranzystorze aby nie przekroczyć maksymalnej mocy strat.

Na podstawie wyników pomiarów wykreślić na oddzielnym wykresie każdą z rodzin charakterystyk. W trakcie wykreślania należy ocenić wagę poszczególnych punktów i odrzucić te które nie przystają do charakteru zależności.

### 3.3 Wyznaczanie wpływu zmian temperatury na tranzystor unipolarny JFET

Grzejnik należy włączyć kilkanaście minut wcześniej przed pomiarami do tego punktu ćwiczenia, tak aby temperatura wewnętrzna była już ustabilizowana. Po wsunięciu tranzystora

do grzejnika również należy odczekać dłuższą chwilę aby nastąpiło wyrównanie temperatur. Zdjąć dwie charakterystyki przejściowe dla tego samego napięcia dren - źródło  $U_{DS}$  np. środkowa wartość z analogicznych zależności punktu poprzedniego, ale różnych temperatur grzejnika. (Tę temperaturę reguluje się jego napięciem zasilania). Zdjęte charakterystyki nanieść na wspólnym wykresie wraz z odpowiadającą im zależnością dla temperatury pokojowej. Określić położenie punktu autokompensacji rysunek 3.



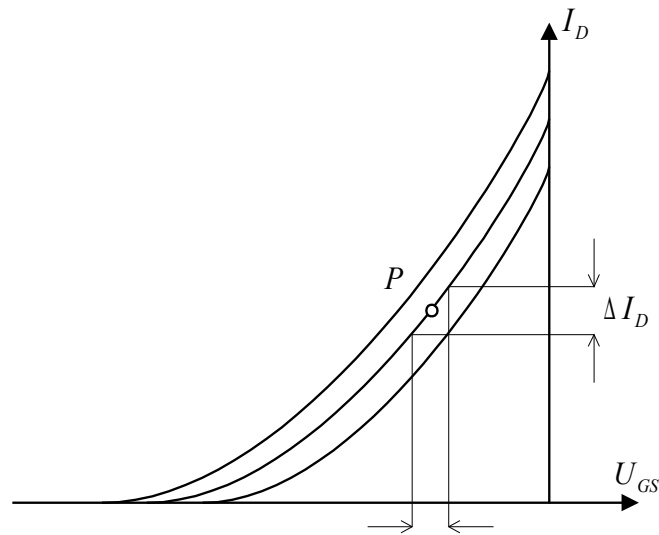
Rys. 3. Punkt autokompensacji w polu charakterystyk przejściowych tranzystora JFET (kanał typu „n”)

### 3.4. Wyznaczanie wartości parametrów małosygnałowego, małowzrostliwego modelu tranzystora

Korzystając z wykreślonych charakterystyk tranzystora w zadanym punkcie pracy wyznaczyć wartości parametrów małosygnałowego, małowzrostliwego modelu tranzystora o strukturze admitancyjnej ( $g_{ij}$ ). Poniżej przedstawiono metodę wyznaczania tych parametrów.

$$g_{21} = \left. \frac{\partial I_2}{\partial U_1} \right|_{U_2 = \text{const.}} \quad (3.4.1)$$

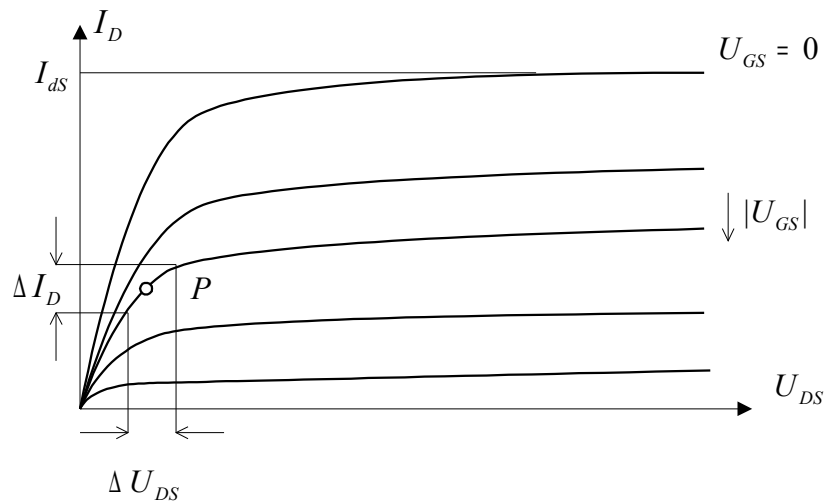
$$g_{21} = g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial U_{GS}} \right|_{U_{DS} = \text{const.}} \equiv \left. \frac{i_d}{u_{gs}} \right|_{u_{ds} = 0} \equiv \left. \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} \right|_{U_{DS} = \text{const.}} \quad (3.4.2)$$



Rys. 4. Sposób wyznaczania parametru  $g_m$  z charakterystyk przejściowych tranzystora JFET (kanał typu „n”)

$$g_{22} = \left. \frac{\partial I_2}{\partial U_2} \right|_{U_1 = \text{const.}} \quad (3.4.3)$$

$$g_{22} = g_{ds} = \left. \frac{\partial I_D}{\partial U_{DS}} \right|_{U_{GS} = \text{const.}} \equiv \left. \frac{i_d}{u_{ds}} \right|_{u_{gs} = 0} \equiv \left. \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{DS}} \right|_{U_{GS} = \text{const.}} \quad (3.4.4)$$



Rys. 5. Sposób wyznaczania parametru  $g_{ds}$  z charakterystyk wyjściowych tranzystora JFET.

Jakie pomiary należałoby przeprowadzić aby wyznaczyć parametr  $g_{11} = g_{gs}$  ?.

Jaka jest wartość parametru  $g_{12}$  ?.

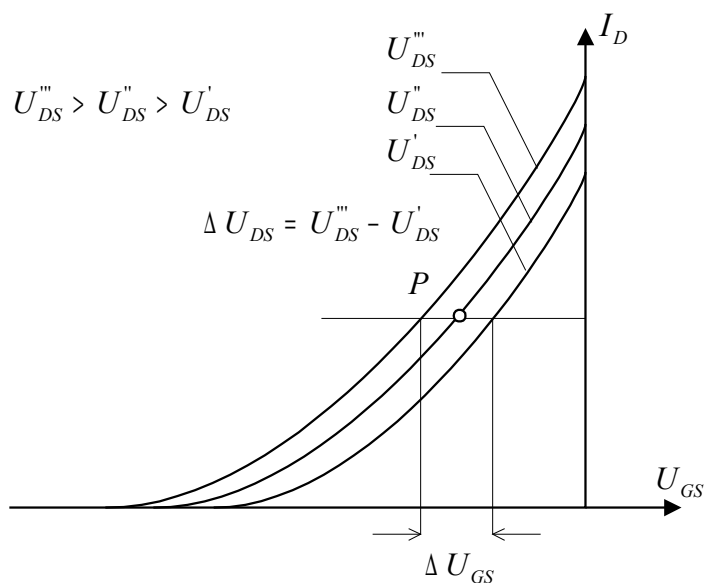
### 3.5 Wyznaczanie współczynnika amplifikacji

Sposób wyznaczania współczynnika amplifikacji przedstawiony został na rysunku 6.

Zgodnie z definicją:

$$K_a = \left. \frac{\partial U_2}{\partial U_1} \right|_{I_2 = \text{const.}} \quad (3.5.1)$$

$$K_{a2} = \left. \frac{\partial U_{DS}}{\partial U_{GS}} \right|_{I_D = \text{const.}} \equiv \left. \frac{u_{ds}}{u_{gs}} \right|_{i_d = 0} \equiv \left. \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta U_{GS}} \right|_{I_D = \text{const.}} \quad (3.5.2)$$



Rys. 6. Wyznaczanie współczynnika amplifikacji  $K_a$  z charakterystyk przejściowych tranzystora JFET (kanał typu 'n')