

ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Znajomość zagadnień związanych z teorią półprzewodników, w szczególności:
 - struktura pasmowa metali, izolatorów i półprzewodników,
 - właściwości półprzewodników,
 - półprzewodniki samoistne oraz domieszkowane typu p i n,
 - nośniki prądu elektrycznego w półprzewodnikach (elektrony i dziury).
- Budowa i zasada działania złącza p-n (diody) przy różnym sposobie polaryzacji (zaporowo, w kierunku przewodzenia).
- Budowa i zasada działania tranzystorów polowych JFET oraz MOSFET.
- Typowe konfiguracje, w której stosowane są te tranzystory.

ELEMENTY UKŁADU POMIAROWEGO

- Płytki pomiarowe ze złączami radiowymi: tranzystor n-JFET, n-MOSFET
- Zasilacz KORAD KD3305D
- Mierniki:
 - multimetr Unitra 1321
 - multimetr Unitra VC-10T
 - analogowy w zakresie mA

UWAGI OGÓLNE

Zasilacz KORAD KD3305D posiada dwa kanały z możliwością regulacji prądu i napięcia oraz jeden dodatkowy kanał o stałym napięciu (dostępne jest kilka wartości takich jak 3,3 V 5 V).

Regulacja napięcia odbywa się poprzez dedykowane do tego celu pokręta, należy jednak wcześniej ustawić kursor (dioda podświetlająca określone cyfry) w odpowiedniej pozycji, żeby jeden skok pokręta odpowiadał niewielkiej zmianie typu 0,1 V, a nie 1,0 V lub więcej. Regulacji prądu w zasilaczu zasadniczo nie używamy. Maksymalny prąd powinien być ograniczony do około 100 mA co zwykle jest sprawdzane przez prowadzącego zajęcia.

Dodatkowy, nieregulowany kanał ustawiamy na tryb 5 V i jest on używany do zasilania bramki tranzystora za pośrednictwem zamontowanego na płycie potencjometru, który pełni rolę regulowanego dzielnika napięcia.

PLAN I CEL ĆWICZENIA

W ćwiczeniu badamy dwa tranzystory polowe: złączowy JFET z kanałem typu n oraz tranzystor z izolowaną bramką MOSFET z indukowanym kanałem typu n. Mierzmy charakterystyki, które pozwalają określić prąd drenu I_D w funkcji napięcia bramki (względem źródła) U_{GS} oraz napięcia źródło-dren U_{DS} .

Celem jest wyznaczenie dwóch rodzin charakterystyk:

- Prąd drenu w funkcji napięcia bramki: $I_D = f(U_{GS})$, dla $U_{DS} = const$
- Prąd drenu w funkcji napięcia źródło-dren: $I_D = f(U_{DS})$, dla $U_{GS} = const$

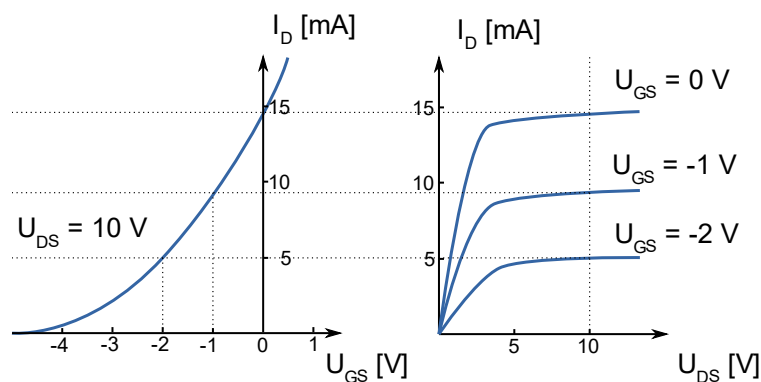
1. BADANIE CHARAKTERYSTYK TRANZYSTORA N-JFET

W pierwszej kolejności badamy charakterystyki tranzystora polowego złączowego z kanałem typu n.

Należy wykonać minimum dwie charakterystyki każdego typu, czyli, przykładowo:

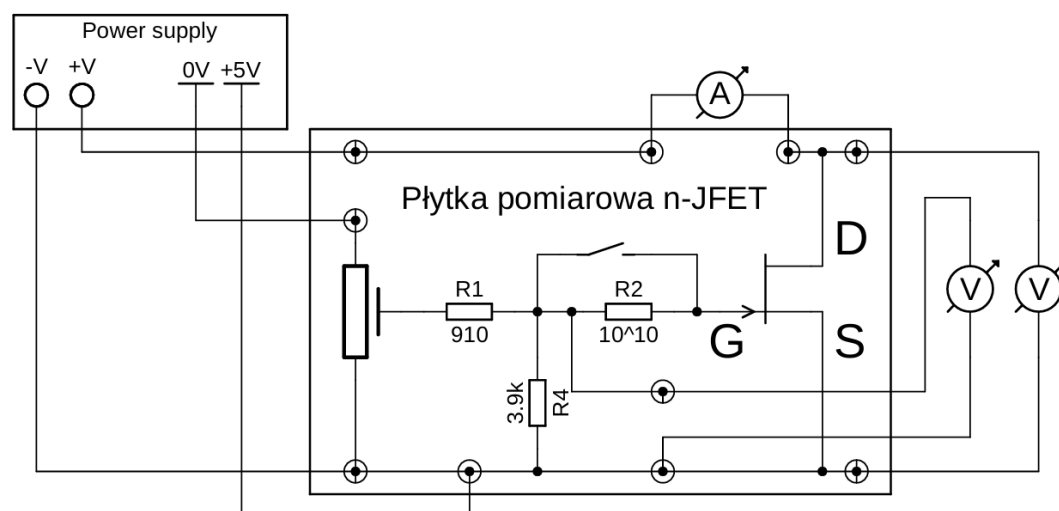
- Napięcie źródło-dren stałe: $U_{DS} = 2 \text{ V}$, $U_{DS} = 6 \text{ V}$;
napięcie bramki U_{GS} zmieniamy w zakresie od 0 V do -5 V (ujemne względem źródła).
Ten pomiar można wykonać również dla dodatniej polaryzacji bramki w zakresie od 0 do $+0.5 \text{ V}$.
- Napięcie bramki stałe: $U_{GS} = 0 \text{ V}$, $U_{GS} = -2 \text{ V}$;
Napięcie źródło-dren U_{DS} zmieniamy w zakresie 0 V do 10 V .

Przykładowe charakterystyki, jakie można uzyskać dla takiego tranzystora zostały przedstawione na **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..**



RYC. 1. PRZYKŁADOWE CHARAKTERYSTYKI TRANZYSTORA POLOWEGO N-JFET

W celu wyznaczenia charakterystyk tranzystora n-JFET korzystamy z odpowiedniej płytki pomiarowej podłączonej zgodnie z poniższym schematem.



RYC. 2. UKŁAD POMIAROWY DLA TRANZYSTORA N-JFET PRZY UJEMNEJ POLARYZACJI BRAMKI

2. BADANIE CHARAKTERYSTYK TRANZYSTORA N-MOSFET

W przypadku tranzystora MOSFET również wykonujemy dwie pary charakterystyk. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że w tym tranzystorze prąd drenu przy ustalonym napięciu źródło-dren, dla pewnego zakresu polaryzacji bramki jest zerowy, a następnie gwałtownie rośnie w okolicach 3,5 V.

Należy ostrożnie zwiększać napięcie bramki, żeby nie przekroczyć wybranego zakresu pomiarowego miliamperomierza stosowanego do pomiaru prądu drenu.

Zaleca się w pierwszej kolejności ustalić napięcie źródło-dren na niewielką wartość, np. 1 V, a następnie stopniowo zwiększać napięcie U_{GS} bramka-źródło, aż do osiągnięcia punktu, w którym prąd drenu gwałtownie narasta i osiąga poziom rzędu kilkunastu mA. Zatrzymujemy się przy ustalonym napięciu U_{GS} i wykonujemy dwie charakterystyki:

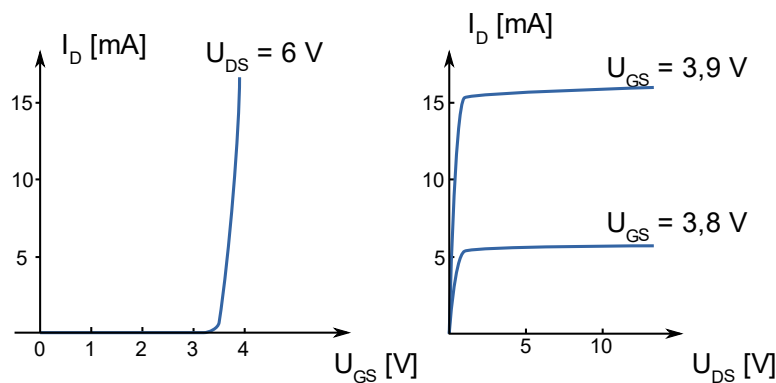
- Napięcie bramki stałe: U_{GS} :
 - wartość ustalona zgodnie z powyższymi wskazówkami
 - wartość mniejsza o 0,2 V od tej ustalonej;

Napięcie źródło-dren U_{DS} zmieniamy tutaj w zakresie 0 V do 10 V.

Następnie, wykonujemy charakterystyki dla stałego napięcia źródło-dren.

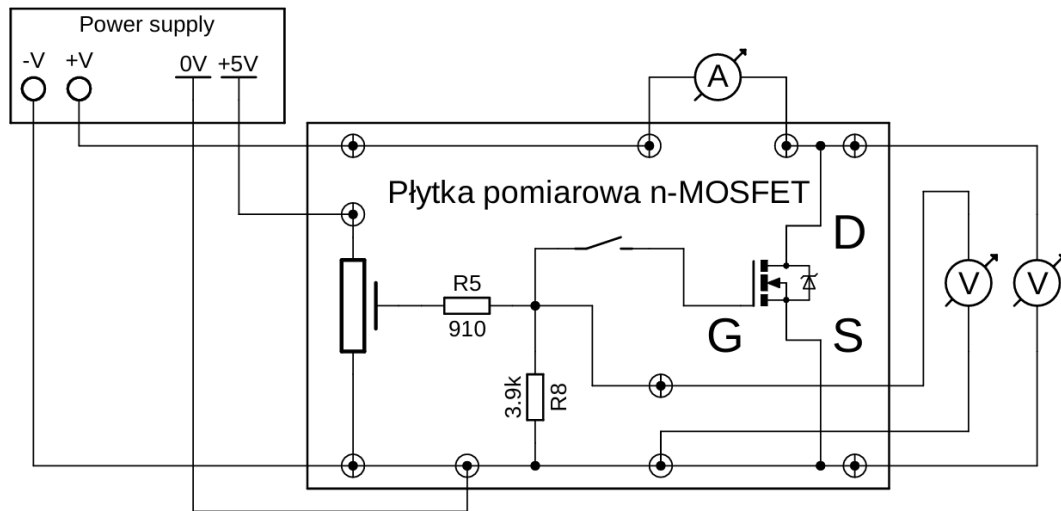
- Napięcie źródło-dren stałe: $U_{DS} = 1\text{ V}$, $U_{DS} = 6\text{ V}$;
napięcie bramki U_{GS} zmieniamy w zakresie od 0 V do około 3,6 V - zatrzymując się przy wartości, dla której prąd osiąga maksymalny zakres ustawiony w miliamperomierzu.

Przykładowe charakterystyki, jakie można uzyskać dla takiego tranzystora zostały przedstawione na Rys. 3.



RYS. 3. PRZYKŁADOWE CHARAKTERYSTYKI TRANZYSTORA POLOWEGO N-MOSFET

W celu wyznaczenia charakterystyk tranzystora n-JFET korzystamy z odpowiedniej płytki pomiarowej podłączonej zgodnie z poniższym schematem.



RYS. 4. UKŁAD POMIAROWY DLA TRANZYSTORA N-MOSFET PRZY DODATNIEJ POLARYZACJ BRAMKI

Marek Kopciuszynski
Lublin, 13 stycznia 2026