

Badanie tranzystorów unipolarnych - ćwiczenie symulacyjne

1. Cel ćwiczenia

Niniejsze ćwiczenie ma na celu zapoznać nas z podstawowymi układami i parametrami kluczy elektronicznych, zrealizowanych w oparciu o tranzystor unipolarny N-MOS z kanałem wzbogacającym. W pierwszej kolejności poznajemy podstawowe charakterystyki napięciowo-prądowe tranzystora, pozwalające wyjaśnić, dlaczego w/w elementy mogą spełniać funkcję klucza (zwarciem-rozwarcie).

Następnym krokiem jest zaznajomienie się z wybranymi układami kluczy oraz pomiar ich podstawowych parametrów. Wszystkie symulacje są zaprojektowane dla programu MULTISIM2001. Wyniki symulacji można będzie zapamiętywać na dyskietce. Używane oznaczenia:

I_D - prąd drenu

U_{DS} - napięcie dren-źródło

U_{GS} - napięcie bramka-źródło

$U_{GS(th)}$ - napięcie progowe bramka-źródło

$R_{DS(on)}$ - rezystancja kanału włączonego tranzystora MOS

t_{on} - czas włączania tranzystora

t_{off} - czas wyłączenia tranzystora

2. Klucz unipolarny N-MOS

2.1. Charakterystyka wyjściowa $I_D=f(U_{DS})|_{U_{GS}=const}$

Wyznamy charakterystykę wyjściową $I_D=f(U_{DS})|_{U_{GS}=const}$, tranzystora pracującego w konfiguracji WS (wspólne źródło). W tym celu otwieramy zbiór symulacyjny o nazwie Klucz_MOS_1. Po uruchomieniu symulacji, na oscyloskopie XSC1 jest generowana interesująca nas rodzina charakterystyk, dla szesnastu różnych wartości napięć bramka-źródło U_{GS} (zakres od 0V do 6V z krokiem 0.4V). Napięcie U_{DS} zmienia się w zakresie od 0V do 20V. Na osi X są wartości napięcia U_{DS} w [V], a na osi Y są wartości prądu I_D w [A].

W menu View otworzyć Show Grapher i odpowiednio dopasować osie X i Y. Następnie przerysować charakterystykę, zachowując jej kształt i najważniejsze punkty odniesienia. Dane można również zapamiętać na dyskietce, otwierając File → Save As. Otrzymaną charakterystykę przerysować do sprawozdania, zaznaczając obszar, w którym tranzystor może pracować jako klucz. Następnie wyznaczyć wartość rezystancji kanału $R_{DS(on)}$ dla $U_{GS}=6V$ i $I_D=12A$.

2.2. Charakterystyka przejściowa $I_D=f(U_{GS})|_{U_{DS}=const}$

Z kolei wyznaczymy charakterystykę przejściową $I_D=f(U_{GS})|_{U_{DS}=const}$, w celu określenia wartości napięcia progowego $U_{GS(th)}$. W tym celu otwieramy zbiór

symulacyjny o nazwie Klucz_MOS_2. Po uruchomieniu symulacji, na oscyloskopie XSC1 jest generowana interesująca nas rodzina charakterystyk, dla szesnastu różnych wartości napięć dren-źródło U_{DS} (zakres od 0V do 7.5V z krokiem 0.5V). Napięcie U_{GS} zmienia się w zakresie od 0V do 6V. Na osi X są wartości napięcia U_{GS} w [V], a na osi Y są wartości prądu I_D w [A]. W menu View otworzyć Show Grapher i odpowiednio dopasować osie X i Y. Następnie przerysować charakterystykę, zachowując jej kształt i najważniejsze punkty odniesienia. Dane można również zapamiętać na dyskietce, otwierając File → Save As. Otrzymaną charakterystykę przerysować do sprawozdania, a następnie wyznaczyć wartość napięcia progowego $U_{GS(th)}$. Zwrócić uwagę na kształt charakterystyki dla małych wartości napięcia U_{DS} . Porównać z charakterystyką z pkt. 2.1. Spróbować wyjaśnić jej kształt.

2.3. Klucz N-MOS w konfiguracji WS wspólne źródło

Wczytać zbór Klucz_MOS_3. Na oscyloskopie obserwować wpływ wartości parametrów rezystora obciążenia R_2 lub R_3 na czas włączania t_{on} i wyłączenia t_{off} klucza. Zmierzyć czas włączania i wyłączenia klucza dla obu kombinacji elementów, a w sprawozdaniu spróbować wyjaśnić wpływ wartości rezystancji obciążenia na otrzymane wyniki. Klawisz Spacja przełącza rezystory drenowe.

2.4. Klucz N-MOS w konfiguracji WG wspólna bramka

Na koniec zbadamy zachowanie się klucza N-MOS działającego jak łącznik. Należy wczytać zbiór Klucz_NMOS_4 i uruchomić symulację. Na wejście klucza podajemy sygnał sinusoidalny V_1 bez składowej stałej lub V_2 ze składową stałą tak dobraną, aby napięcie wejściowe nie przyjmowało wartości ujemnych (patrz oscyloskop). Klawiszem Spacja przełączamy źródła wejściowe, klawiszami A (zwiększanie) i a (zmniejszanie) ustawiamy wartość napięcia na bramce tranzystora (od 0V do 15V), a klawiszem B (b) odłączamy bramkę o źródła polaryzacji. Należy zatrzymać symulację przed każdym przełączeniem klawisza B (b). Zaobserwować jak jest przenoszony sygnał z wejścia na wyjście w zależności od napięcia na bramce. W przypadku źródła V_1 zaobserwować włączanie się diody zabezpieczającej, znajdującej się wewnątrz tranzystora (przy spolaryzowanej bramce i bez polaryzacji). Na woltomierzu odczytać wartość napięcia bramki, przy którym nie występują zniekształcenia (obcięcie sygnału). Zwrócić uwagę, że napięcie na bramce (względem masy) nie jest równe napięciu U_{GS} . W sprawozdaniu zamieścić odpowiednie wnioski na temat przydatności powyższej konfiguracji jako klucza typu łącznik (zwróć uwagę na napięcie progowe $U_{GS(th)}$ i kształt charakterystyki przejściowej).

3. Zakończenie

Należy się zastanowić, jak wyglądałoby ćwiczenie w przypadku tranzystorów P-MOS. Jakich generalnych zmian powinno się dokonać w układach symulacyjnych, aby można było przeprowadzić pomiary wg niniejszej instrukcji.