

МОП транзисторы

Лабораторная работа №206М

1.Задание к допуску

Ознакомиться с методикой создания проекта и моделирования электронных элементов в системе проектирования электронных схем OrCAD_10.5.

Получить от преподавателя номер набора МОП транзисторов. В папке FRTK\#Gr\NAME\ создать проект с именем данной лабораторной работы (см. Методику моделирования).

Подключить библиотеку PWRMOS.

1.1.Начертить в тетради схемы моделирования вольтамперных характеристик:

- n-канального M1 (рис1.1,а) и
- р-канального M2 (рис1.1,б) МОП транзисторов.

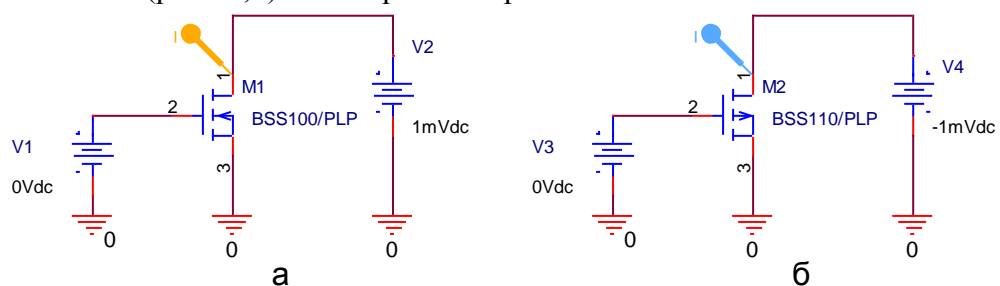


Рис.1.1 Схемы моделирования вольтамперных характеристик МОП транзисторов

1.2. Начертить в тетради схему моделирования емкости затворов МОП транзисторов (рис.1.2)

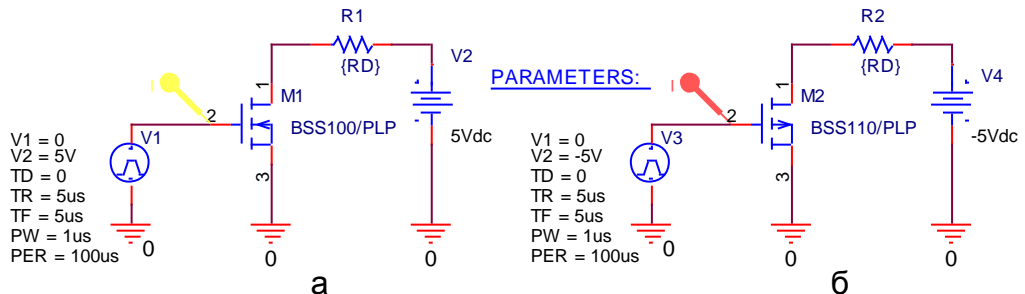


Рис.1.2. Схема моделирования емкости затворов МОП транзисторов

1.3.Начертить в тетради схему моделирования переходных процессов полевых транзисторов (рис.1.3)

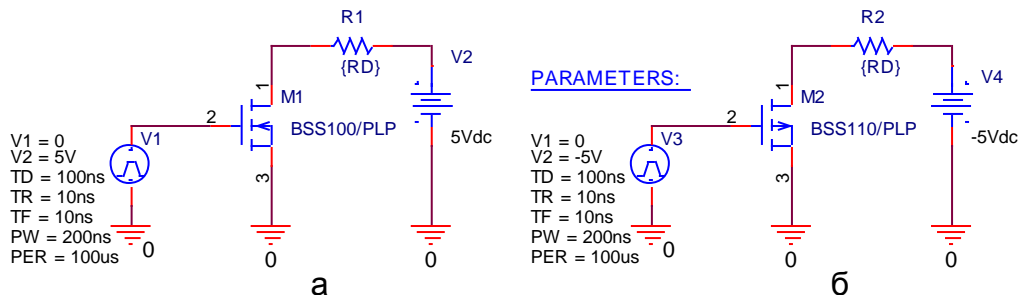


Рис.1.3. Схема моделирования переходных процессов МОП транзисторов

2.Задание к выполнению работы

2.1,п. Составить схему моделирования вольтамперных характеристик **n**-канального МОП транзистора (рис.1.1,а).

Установить напряжение источника V2 равным +1mV. В режиме **DC Sweep** получить зависимость тока стока ID(M1) от напряжения источника V1 в диапазоне от (1...3)V до 5V с шагом 0.01V для трех значений температуры: -40, 27 и 85 градусов. Определить масштаб проводимости вертикальной оси координат. По полученной зависимости определить $U_0(M1)$.

Перерисовать полученные зависимости проводимости в тетрадь.

2.1,р. Составить схему моделирования вольтамперных характеристик **p**-канального МОП транзистора (рис.1.1,б).

Установить напряжение источника V4 равным -1mV. В режиме **DC Sweep** получить зависимость тока стока -ID(J2) от напряжения источника V3 в диапазоне от -5V до -(1...3)V с шагом 0.01V для трех значений температуры: -40, 27 и 85 градусов. Определить масштаб проводимости вертикальной оси координат. По полученной зависимости определить $U_0(M2)$.

Перерисовать полученные зависимости проводимости в тетрадь.

2.2,п. Установить напряжение источника V2 равным +5V. Получить зависимость тока стока ID(M1) от напряжения источника V1 в диапазоне от $U_0(M1)$ до 5V с шагом 0.01V для трех значений температуры: -40, 27 и 85 градусов.

Перерисовать полученные зависимости тока в тетрадь.

2.2,р. Установить напряжение источника V4 равным -5V. Получить зависимость тока стока ID(M2) от напряжения источника V3 в диапазоне от -5V до $U_0(M2)$ с шагом 0.01V для трех значений температуры: -40, 27 и 85 градусов.

Перерисовать полученные зависимости тока в тетрадь.

2.3,п.1 Получить зависимость тока стока ID(M1) от напряжения источника V2 в диапазоне от 0V до +5V с шагом 0.01V с параметрическим изменением напряжения V1 на затворе от U_0 до +5V с шагом примерно равным $(5V - U_0(M1))/4$.

Перерисовать полученные зависимости тока в тетрадь.

2.3,п.2. Повторить предыдущий пункт задания для трех значений напряжения V1 на затворе: -4.9V, 5V и 5.1V. Определить по полученным результатам $g_m(M1)$, $g_i(M1)$, $U_A(M1)$ и $M(M1) = g_m(M1)/g_i(M1)$.

2.3,п.3. Установить напряжение источника V1=+5V и получить зависимость тока стока ID(M1) от напряжения источника V2 в диапазоне от 0V до +5V с шагом 0.01V для трех значений температуры: -40, 27 и 85 градусов.

Перерисовать полученные зависимости тока в тетрадь.

2.3,п.4. Перевести задание на моделирование в режим первичного сканирования по температуре и при V3 =V4=+5V получить зависимость тока стока ID(M1) от температуры в диапазоне от -50 до +100 с шагом 1 градус.

Перерисовать полученную зависимость тока в тетрадь.

2.3,р.1. Получить зависимость тока стока ID(M2) от напряжения источника V4 в диапазоне от -5V до 0V с шагом 0.01V с параметрическим изменением напряжения V3 на затворе от -5V до $U_0(M2)$ с шагом примерно равным $(5V + U_0(M2))/4$.

Перерисовать полученные зависимости тока в тетрадь.

2.3,р.2. Повторить предыдущий пункт задания для трех значений напряжения V_3 на затворе: -5.1V, -5V и -4.9V. Определить по полученным результатам $g_m(M2)$, $g_i(M2)$, $U_A(M2)$ и $M(M2) = g_m(M2)/g_i(M2)$.

Перерисовать полученную зависимость тока в тетрадь.

2.3,р.3. Установить напряжения источников $V_3 = -5V$ и получить зависимость тока стока $ID(M2)$ от напряжения источника V_4 в диапазоне от -5V до 0V с шагом 0.01V для трех значений температуры: -40, 27 и 85 градусов.

Перерисовать полученные зависимости тока в тетрадь.

2.3,р.4. Перевести задание на моделирование в режим первичного сканирования по температуре и при $V_3 = V_4 = -5V$ получить зависимость тока стока $ID(M2)$ от температуры в диапазоне от -50 до +100 с шагом 1 градус.

Перерисовать полученную зависимость тока в тетрадь.

2.4. Составить схему моделирования емкости затворов МОП транзисторов (рис.1.2).

Задание на моделирование (*Simulations Settings*) перевести в режим получения временных диаграмм (*Time Domain (Transient)*), установить *Run to Time* = 5us, *Start saving data after* = 5ns, *Maximum step size* = 1ns. Сопротивления резисторов нагрузки **R1**, **R2** сделать глобальным параметром {**RD**}, с номинальным значением **RD** = 100.

2.4.1. Получить временные диаграммы токов затворов $IG(M1)$, $IG(M2)$ для двух значений глобального параметра {**RD**}: 0.1 и 100. Определить масштаб вертикальной оси в единицах пикофарад.

Перерисовать полученные временные диаграммы емкостей в тетрадь.

2.4.2. При тех же значениях глобального параметра получить временные диаграммы напряжений на стоках $UG(M1)$, $UG(M2)$

Перерисовать полученные временные диаграммы напряжений на стоках в тетрадь.

2.5. Составить схему моделирования переходных процессов МОП транзисторов (рис.1.3).

Проведя предварительное моделирование, подобрать для каждого МОП транзистора длительность (PW) импульса генератора так, чтобы она была соизмерима с длительностями фронтов и спадов напряжений на стоках.

Для каждого МОП транзистора установить *Run to Time* = (2...3)*PW, *Start saving data after* = 0, *Maximum step size* = 1ns.

2.5.1. Получить временные диаграммы токов стоков $ID(M1)$, $ID(M2)$ при трёх значениях глобального параметра {**RD**}: 1, 100 и 1k.

2.5.2. Получить временные диаграммы напряжений на стоках $ID(M1)$, $ID(M2)$ при номинальном значении глобального параметра {**RD**} 100.

Перерисовать, полученные, для каждого транзистора временные диаграммы токов стоков $ID(M1)$ и $ID(M2)$ и напряжений на стоках $UD(M1)$ и $UD(M2)$ в тетрадь.

3.Задание к сдаче работы

3.1. Как изменятся результаты моделирования пунктов 2.1,н,р, если поменять знаки напряжений источников V_2 и V_4 в схемах рис.1.1н,р?

3.2. Как зависят результаты моделирования пунктов 2.1,н,р от температуры?

3.3. По результатам моделирования пунктов 2.1,н,р построить зависимости дифференциального сопротивления каналов МОП транзисторов от напряжения затвора.

3.4. Определить по результатам моделирования п.2.2.н,р. $g_m(J1,J2)$, сравнить с полученным данными в пунктах 2.3,н,р.

3.5. определить по результатам моделирования п.2.3.н,р.1 $g_{ko}(J1,J2)$ и $g_i(J1,J2)$.

3.6. Как зависит $g_i(J1,J2)$ в области насыщения от напряжения истока затвор?

- 3.7. Определить по результатам моделирования п.2.3.п,р.1 $g_{ko}(J1,J2)$ и $g_i(J1,J2)$.
- 3.8. Как зависит от температуры $g_{ko}(J1,J2)$?
- 3.9. Как зависит от температуры $g_m(J1,J2)$?
- 3.10. Как зависит от температуры $g_i(J1,J2)$?
- 3.11. Как зависит от температуры $U_0(J1,J2)$?

Список литературы

1. В.П.Псурцев. Моделирование электронных схем.
2. Б.Н. Митяшев. Полупроводниковые приборы: Учебное пособие - М.:изд. МФТИ, 1978.
3. А.С. Терентьев. Характеристики полевых транзисторов. - М.:изд. МФТИ, 1980.
- 4.

Приложение 1

Наборы МОП транзисторов

№ набора	n-канальные	p-канальные
1	IRF120	IRF9130
2	IRF121	IRF9131
3	IRF122	IRF9132
4	IRF123	IRF9133
5	IRF130	IRF9140
6	IRF131	IRF9141
7	IRF132	IRF9142
8	IRF133	IRF9143
9	IRF331	IRF9230
10	IRF332	IRF9231
11	IRF333	IRF9232
12	IRFF120	IRF9530
13	IRFF121	IRF9531
14	IRFF122	IRF9532
15	IRFF123	IRF9533