

Лабораторная работа № 1

Исследование полевого транзистора

Цель работы: Снять и проанализировать стоко-затворные и стоковые характеристики, определить крутизну и активную выходную проводимость полевого транзистора.

Краткие теоретические сведения

Полевой транзистор представляет собой полупроводниковый прибор, в котором регулирование тока осуществляется изменением проводимости проводящего канала с помощью поперечного электрического поля. В отличие от биполярного ток полевого транзистора обусловлен потоком только одного вида носителей. Поэтому полевые транзисторы называют также униполярными.

Электроды полевого транзистора называют **исток** (источник носителей тока), **затвор** (управляющий электрод) и **сток** (электрод, куда стекают носители). Управляющее напряжение прикладывается между затвором и истоком. От напряжения между затвором и истоком зависит проводимость канала, следовательно, и величина тока. Таким образом, полевой транзистор можно рассматривать как источник тока, управляемый напряжением затвор-исток. Если амплитуда изменения управляющего сигнала достаточно велика, сопротивление канала может изменяться в очень больших пределах. В этом случае полевой транзистор можно использовать в качестве электронного ключа.

По конструкции полевые транзисторы можно разбить на две группы: с **управляющим р-п- переходом** и с **изолированным затвором**. Транзисторы второго вида называют МДП-транзисторами (металл – диэлектрик – полупроводник). В большинстве случаев диэлектриком является двуокись кремния SiO_2 , поэтому обычно используется название МОП-транзисторы (металл – окисел – полупроводник). В современных МОП-транзисторах для изготовления затвора часто используется поликристаллический кремний. Однако название МОП-транзистор используют и для таких приборов.

Проводимость канала полевого транзистора может быть электронной или дырочной. Если канал имеет электронную проводимость, то транзистор называют **п-канальным**. Транзисторы с каналами, имеющими дырочную проводимость, называют **р-канальными**. В МОП- транзисторах канал может быть обеднён носителями или обогащён ими. Таким образом, понятие «полевой транзистор» объединяет шесть различных видов полупроводниковых приборов.

Принцип действия полевого транзистора основан на изменении проводимости канала за счёт изменения его поперечного сечения. Между стоком и истоком включается напряжение такой полярности, чтобы основные носители заряда перемещались от истока к стоку. Между затвором и истоком прикладывается управляющее напряжение, величина которого уменьшает и/или увеличивает поперечное сечение канала, а, следовательно, и ток в цепи сток –

исток. Это позволяет управлять током стока с помощью напряжения затвор-исток $U_{зи}$. Для полевого транзистора, как и для биполярного, существуют три схемы включения: схемы с общим затвором (ОЗ), общим истоком (ОИ) и общим стоком (ОС). Наиболее часто используются схемы с общим истоком.

Полевые транзисторы находят широкое применение в современной электронике. В ряде областей, в том числе в цифровой электронике, МОП-транзисторы почти полностью вытеснили биполярные транзисторы. Это объясняется следующими **причинами**. Во-первых, они имеют высокое входное сопротивление и обеспечивают малое потребление энергии. Во-вторых, МОП-транзисторы занимают на кристалле интегральной схемы значительно меньшую площадь, чем биполярные, поэтому плотность компоновки элементов в МОП-интегральных схемах оказывается значительно выше. В-третьих, технологии производства интегральных схем на полевых транзисторах требуют меньшего числа операций, чем технологии изготовления ИС на биполярных транзисторах.

Поскольку в полевом транзисторе ток через канал вызван перемещением основных носителей, концентрация которых определяется преимущественно количеством примеси и поэтому мало зависит от температуры, то полевые транзисторы оказываются **более температуростабильны**, чем биполярные. **Недостаток** многих полевых транзисторов – невысокая крутизна переходной характеристики, а, следовательно, и малый коэффициент усиления схем. Кроме этого, по быстродействию и, соответственно, по частотным свойствам полевые транзисторы не имеют преимуществ перед биполярными транзисторами.

Порядок выполнения работы

1. Запустите программу Multisim (Electronics Workbench или любой аналог этой программы) и соберите схему для исследования полевого транзистора, изображенную на рис.1.

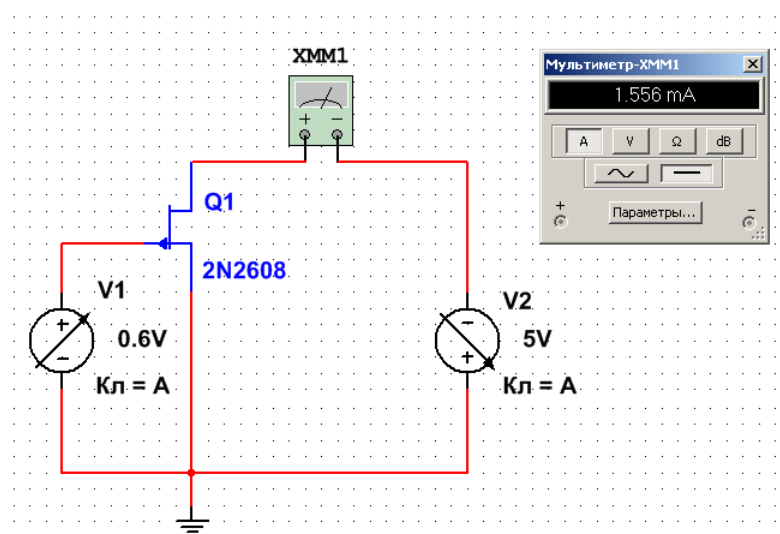


Рис.1. Схема для исследования полевого транзистора

2. Произведите измерения для построения стоко-затворных характеристик и результаты занесите в таблицу 1.

Таблица 1. Данные для построения стоко-затворных характеристик

Напряжение затвор-исток $U_{зи}$, В		0	0,5	1	1,5	2	2,5
Ток стока I_c , мА при напряжении сток-исток $U_{си}$, В	2						
	10						

4. Произведите измерения для построения семейства стоковых характеристик и занести результаты в таблицу 2.

Таблица 2. Данные для построения стоковых характеристик

Напряжение сток-исток $U_{си}$, В		1	2	3	5	8	9	10
Ток стока I_c , мА при напряжении затвор-исток $U_{зи}$, В	0							
	0,6							
	1,2							

5. По полученным значениям табл. 1 и 2 постройте стоко-затворные и стоковые характеристики полевого транзистора.

6. Определите необходимые параметры, рассчитайте крутизну стоко-затворной характеристики и активную выходную проводимость полевого транзистора.

7. Рассчитайте дифференциальное сопротивление канала на участке насыщения при трех значениях напряжения затвор-исток.

8. Сделайте вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Как устроен полевой транзистор, из каких материалов его изготавливают?
2. Какие существуют схемы включения полевого транзистора в электрическую цепь?
3. Как происходит в транзисторе процесс усиления мощности электрических сигналов?
4. Почему схема включения транзистора с ОИ является наиболее распространенной?
5. Приведите классификацию полевых транзисторов и их обозначение.
6. Расшифруйте обозначение транзисторов: МОП и МДП.
7. Изобразите конструкцию полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.

8. Изобразите конструкцию полевого транзистора со встроенным каналом.
9. Изобразите конструкцию полевого транзистора с индуцированным каналом.
10. Чем объясняется высокое входное сопротивление транзистора?
11. Перечислите основные характеристики и параметры полевого транзистора.
12. Назовите преимущества полевого транзистора перед биполярным?