Лабораторная работа №4

**Исследование полевого транзистора с управляющим p-n переходом.**

**4.1 Цель работы**

Целью настоящей работы является изучение принципа функционирования и основных характеристик полевого транзистора. В данной работе снимаются статические характеристики полевого транзистора, включённого по схеме с общим истоком, по полученным характеристикам определяются дифференциальные параметры транзистора.

**4.2 Описание лабораторной установки**

Исследования проводятся на лабораторном стенде типа РU-2000 с печатной платой ЕВ-112*.* Стенд РU-2000 и печатная плата ЕВ-112 позволяет снять и построить семейство вольтамперных характеристик полевых транзисторов и определить их основные параметры.

В состав лабораторного стенда входят (рис. 4.1): центральный процессор РU-2000; задающий пульт; печатная плата ЕВ-112; коммутационный шнур ДL-20 и набор соединительных проводов; цифровой вольт – омметр (мультиметр) – 2 шт.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а) РU-2000 | б) Печатная плата ЕВ-112*.* |
| Рисунок 4.1. | |

**4.3 Задания к лабораторной работе**

4.3.1 Снять семейств стоко-затворных характеристик Ic = f(Uзи).

4.3.2 Снять и построить графики семейство стоковых (выходных) характеристик Ic = f(Uси).

4.3.3 На рабочем участке характеристик выполнить построения для расчёта дифференциальных параметров полевого транзистора S, Ri, μ.

4.3.4 Рассчитать максимальную крутизну Smax для исследуемого транзистора.

4.3.5 Для любых двух значений Uзи, взятых из графика Iс = f(Uзи), вычислить значение тока стока. Сравнить результаты расчёта с экспериментальными данными. Сделать выводы.

4.3.7 Используя стоковые характеристики транзистора, графически определить максимальное и минимальное сопротивления сток-исток Rси в режиме омического сопротивления. Пояснить полученные результаты.

**4.4 Подготовка к лабораторной работе**

4.4.1 Получить у преподавателя печатную плату ЕВ-112 с полевым транзистором и соединяющие провода для выполнения лабораторной работы. Вставить печатную плату ЕВ-112 в систему PU-2000.

4.4.2 Внимательно ознакомиться с назначением каждого органа управления стенда РU-2000 с печатной платой ЕВ-112 и указаний мер безопасности.

4.4.3 Все органы управления и коммутации стенда РU-2000 с печатной платой ЕВ-111 должны быть установлены в положения, обеспечивающие минимальные токи и напряжения (как правило, в положения “ВЫКЛЮЧЕНО”):

- выключатель (тумблер) сетевого питания − в положение «0»;

- выключатели блоков питания− в нижние положения;

- ручки регулирования блоками питания PS -1 и PS-2 – в левое крайнее положение;

4.4.4 С помощью справочника определить и выписать основные параметры и характеристики полевого транзистора, установленные в печатной плате ЕВ-112.

4.3.5 Ответить на вопросы для допуска к работе:

1. Что такое полевой транзистор?

2. Изобразить семейства стоковых (выходных) и стоко-затворных характеристик полевого транзистора с управляющим p-n переходом.

3. Объяснить порядок и методику проведения работы.

**4.5. Порядок выполнения лабораторной работы и методические указания**

4.3.1 Собрать схему исследования для снятия семейство стоко-затворных характеристик Ic = f(Uзи).

Для этого:

а) в печатной плате ЕВ-112 найти место расположения схемы исследования вольтамперной характеристики полевого транзистора (см. рис. 4.2-а);

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |
| а) | | б) | |

Рисунок 4.2.

б) присоединить один мультиметр как вольтметр PV-1, параллельно к входу «затвор-исток», а другой мультиметр - как амперметр, последовательно к истоку (см. рис. 4.2-б). В качестве PV-2 можно использовать временно PV-1.

в) включить стенда РU-2000 в сеть. Для этого установить выключатель (тумблер) сетевого питания − в положение «1»;

4.5.2 Снять семейство стоко-затворных характеристик Ic = f(Uзи) при трёх заданных Uси = const. Экспериментально определить Uзиотс . Результаты измерений занести в таблицу 4.1. Для этого:

а) выставить по прибору PV-2 напряжение на стоке Uси = 0.

б) изменяя значение напряжения Uзи с помощью регулируемого источника PS -1 от 0 с шагом 0,5 В, до 3 В, записать показания приборов PV-1и PА. Показание приборов занести в таблицу 4.1.

в) повторить все действие 4.5.2-а при Uси = 5,0 и Uси = 10,0.

г) выключить стенда РU-2000 от сети. Для этого установить выключатель (тумблер) сетевого питания − в положение «0»;

### Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uси = 0 | | Uси1 = 5 В | | Uси2 = 10 В | |
| Uзи , В | Iс , мА | Uзи , В | Iс , мА | Uзи , В | Iс , мА |
| 0,0 |  | 0,0 |  | 0,0 |  |
| 0,5 |  | 0,5 |  | 0,5 |  |
| 1,0 |  | 1,0 |  | 1,0 |  |
| 1,5 |  | 1,5 |  | 1,5 |  |
| 2,0 |  | 2,0 |  | 2,0 |  |
| 2,5 |  | 2,5 |  | 2,5 |  |
| 3,0 |  | 3,0 |  | 3,0 |  |

4.5.3 Снять семейство стоковых (выходных) характеристик Ic = f(Uси) при четырёх значениях Uзи = const. Для этого:

а) включить стенда РU-2000 в сеть. Для этого установить выключатель (тумблер) сетевого питания − в положение «1»;

б) изменяя значение напряжения Uси с помощью регулируемого источника PS -1 от 0 с шагом 1,0 В, до 10 В, записать показания приборов PV-1и PА. Шаг изменения напряжения на затворе определить как ΔUзи = Uзиотс. Первую стоковую характеристику снять при Uзи = 0 В. Результаты измерений занести в таблицу 4.2.

### Таблица 4.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uзи = 0 | | Uзи1= Uзиотс | | Uзи2=2Uзиотс | | Uзи3=3Uзиотс | |
| Uси , В | Iс , мА | Uзи , В | Iс , мА | Uзи , В | Iс , мА | Uзи , В | Iс , мА |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

­

### 4.3.3 По данным таблиц 4.1 и 4.2 построить графики семейств стоко-затворных и стоковых характеристик. Обозначить на них параметры транзистора Icнач и Uзиотс. По виду характеристик определить тип канала.

4.3.4 На рабочем участке характеристик выполнить построения для расчёта дифференциальных параметров полевого транзистора S, Ri, μ. Проверить справедливость уравнения μ = S ⋅ Ri . Сравнить полученные результаты с паспортными данными транзистора.

4.3.5 Рассчитать Smax для исследуемого транзистора по формуле:

|  |
| --- |
|  |

Сравнить значение Smax со значением крутизны, полученным в п.4. Пояснить их различие.

4.3.6 Для любых двух значений Uзи, взятых из графика Iс = f(Uзи), вычислить значение тока стока по формуле:

|  |
| --- |
|  |

Сравнить результаты расчёта с экспериментальными данными. Сделать выводы.

4.3.7 Используя стоковые характеристики транзистора, графически определить максимальное и минимальное сопротивления сток-исток Rси в режиме омического сопротивления. Пояснить полученные результаты.

## 4.4 Контрольные вопросы и задания к защите работы.

1. Почему полевые транзисторы называют униполярными ? В чём основное отличие полевых транзисторов от биполярных ?
2. Изобразить структуру полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Подключив необходимые напряжения к электродам транзистора, объяснить его функционирование.
3. Почему область канала должна быть легирована слабее, чем область затвора ?
4. Почему ширина p-n перехода у стока больше, чем у истока ?
5. Изобразить форму канала для точек A, B, C стоковой характеристики.

A

В

С

Uси

Ic

Uзи

1. Изобразить семейство стоко-затворных характеристик полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Показать на них значения Uзиотс и Icнач и объяснить физический смысл этих параметров транзистора.
2. Изобразить семейство стоковых характеристик полевого транзистора. Показать на них области режима омического сопротивления и режима насыщения, объяснить ход характеристик в этих областях.
3. Как по стоковым характеристикам полевого транзистора с управляющим p-n переходом определить максимальное и минимальное сопротивление сток-исток ? При каких напряжениях на затворе они наблюдаются ?
4. Какие дифференциальные параметры вводятся для полевых транзисторов ? Дать определение каждому параметру. На статических характеристиках показать построения для определения дифференциальных параметров.