

Лабораторная работа № 03 ДО

Полупроводниковые диоды, характеристики и применение

1. Цель работы

- Изучение принципа работы полупроводникового диода и его свойств.
- Экспериментальное получение вольтамперной характеристики диода, определение основных параметров диода.
- Исследование схемы однополупериодного выпрямителя, однополупериодного выпрямителя с фильтром и схемы двухстороннего ограничителя.

2. Методика эксперимента

Исследование схем проводится методом моделирования с помощью программы **Design Lab 8.0**. Исследование схемы однополупериодного выпрямителя проводится на схемах рис.1. Схема для получения ВАХ диода приведена на рис.2. По снятым характеристикам определяются малосигнальные параметры диода. Схема двухстороннего ограничителя показана на рис. 3.

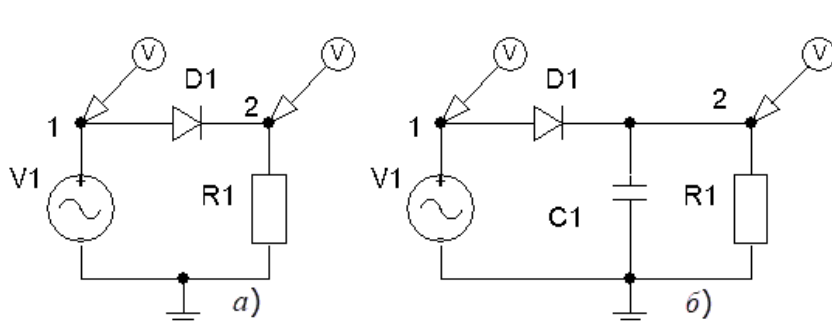


Рис. 1. Схема однополупериодного выпрямителя:
без фильтра (а), с фильтром (б)

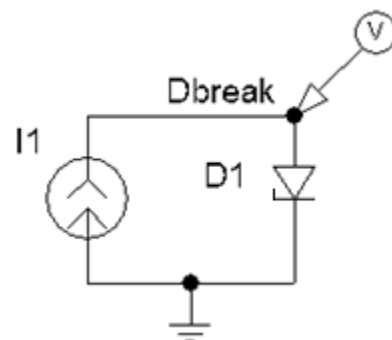


Рис. 2. Схема для
получения ВАХ
стабилитрона

3. Подготовка к работе

3.1. Изучить следующие вопросы:

- свойства полупроводников, примесные полупроводники, донорные и акцепторные примеси;
- основные и неосновные носители, диффузионный и дрейфовый токи;
- образование $p-n$ -перехода, прямое и обратное смещение $p-n$ -перехода;
- диод, ВАХ диода, прямая и обратная ветвь ВАХ диода, пробой диода, стабилитрон;
- выпрямительные схемы, выпрямительные схемы с фильтром, расчет емкости фильтра;
- схема двухстороннего ограничителя.

- 3.2. Нарисовать качественно ВАХ диода и показать, как для прямой ветви ВАХ в произвольной рабочей точке определить параметры линейной схемы замещения диода: дифференциальное сопротивление r'_d и напряжение отсечки U_{d0} .
- 3.3. Для однополупериодной схемы выпрямителя (рис. 2,б) рассчитать емкость конденсатора фильтра C_1 , если заданы следующие параметры: R_1 – сопротивление нагрузки и k_n – коэффициент пульсаций. К входу схемы подключен источник синусоидального напряжения с частотой f и амплитудой U_m . Диод считать идеальным. Номер варианта выбирается из таблиц 1, 2 по номеру группы М и порядковому номеру студента в учебном журнале N.
 $R_1 = (1000 + 10 N) \text{ Ом}$.

Таблица 1

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f , Гц	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
f , Гц	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250
N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
f , Гц	5500	5750	6000	6250	6500	6750	7000	7250	7500	7750

Таблица 2

M	1	2	3	4	6	7	8	9	12
U_m , В	10	15	20	25	30	35	40	10	15
k_n , %	10	12	14	16	18	11	13	15	17

- 3.4. Для схемы двухстороннего ограничителя (рис.3), выполненного на стабилитронах в соответствии с вариантом (табл. 3) нарисовать качественно передаточную характеристику $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$. Стабилитроны считать идеальным.

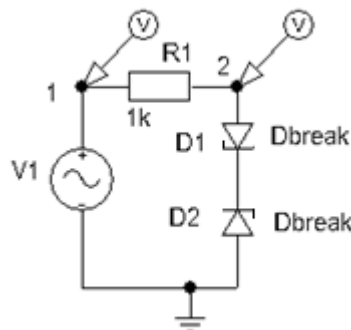


Рис. 3. Схема двухстороннего ограничителя

Таблица 3

Номер N		Стабилитрон	Модель стабилитрона
1	15	KC136	KS136
2	16	KC139	KS139
3	17	KC143	KS143
4	18	KC147	KS147
5	19	KC151	KS151
6	20	KC156	KS156
7	21	KC162	KS162
8	22	KC168	KS168
9	23	KC175	KS175
10	24	KC182	KS182
11	25	KC191	KS191
12	26	KC210	KS210
13	27	KC456	KS456
14	28	KC510	KS510

4. Рабочее задание

Часть 1. Исследование однополупериодной схемы выпрямителя

- 4.1. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему однополупериодного выпрямителя (рис.1,а).
- 4.2. Установив режим расчета схемы во временной области, получить осциллограммы входного и выходного напряжений. С помощью преобразования Фурье для выходного напряжения определить среднее значение (постоянную составляющую $U_{\text{вых } 0}$) и амплитуду первой гармоники $U_{\text{вых } 1}$. Рассчитать коэффициент пульсаций.
- 4.3. Подключить к выходу схемы конденсатор C_1 (рис. 1,б), установить емкость, рассчитанную в п. 3.3 подготовки к работе.
- 4.4. Получить осциллограммы входного и выходного напряжений. С помощью преобразования Фурье для выходного напряжения определить среднее значение (постоянную составляющую $U_{\text{вых } 0}$) и амплитуду первой гармоники $U_{\text{вых } 1}$. Рассчитать коэффициент пульсаций. Сравнить с п. 4.2. Результаты занести в таблицу 4.

Таблица 4

Коэффициент пульсаций	Заданное значение	Без конденсатора п. 4.2	С конденсатором п. 4.4
$k_{\text{п}}, \%$			



Часть 2. Исследование вольтамперной характеристики стабилитрона

- 4.5. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему для получения ВАХ стабилитрона (рис.2).

Примечание: модель стабилитрона берется из файла *Diodes.lib* согласно варианту (табл. 3).

- 4.6. Снять ВАХ стабилитрона.
- 4.7. Для рабочей точки $I_d = 10 \text{ мА}$ определить параметры линейной схемы замещения прямой ветви стабилитрона: дифференциальное сопротивление r_d и напряжение отсечки U_{d0} . Их значения записать в таблицу 5.
- 4.8. Для рабочей точки $I_d = 10 \text{ мА}$ определить параметры линейной схемы замещения обратной ветви стабилитрона: дифференциальное сопротивление стабилитрона $r_{ст}$ и напряжение $U_{ст0}$. Их значения записать в таблицу 5.
- 4.9. Нарисовать схемы замещения для прямой и обратной ветви стабилитрона (рабочий ток $I_d = 10 \text{ мА}$).

Таблица 5

	Прямая ветвь	Обратная ветвь
Схемы замещения	 <p>1) 2)</p>	 <p>1) 2)</p>
Параметры		

Часть 3. Исследование двухстороннего ограничителя

- 4.10. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему двухстороннего ограничителя (рис.3).

$R_1 = (1000 + 10 N) \text{ Ом}$.

Примечание: модель стабилитронов берется из файла *Diodes.lib* согласно варианту (табл. 3).

- 4.11. Получить передаточную характеристику ограничителя при изменении входного напряжения от $-1,5 U_{ст}$ до $+1,5 U_{ст}$. По передаточной характеристике определить напряжение на выходе для $U_{вх} = \pm 1,2 U_{ст}$.

4.12. Получить осциллограммы входного $u_{\text{вх}}$ и выходного напряжения $u_{\text{вых}}$ и тока i_R .

- Установить амплитуду источника $1,5 U_{\text{ст}}$ и частоту 1 кГц.
- На осциллограммах для одного периода отметить интервалы (участки) и режимы работы каждого из стабилитронов D_1 и D_2 (открыт, закрыт или режим пробоя).
- В схеме двухстороннего ограничителя, ввести обозначение входного и выходного напряжения и положительного напряжения на диодах.
- Для каждого участка нарисовать схемы замещения диодной сборки D_1 - D_2 , считая стабилитроны идеальными. Результаты занести в таблицу 6.

Таблица 6

Участок	1	2	3	4
D_1				
D_2				
Схема замещения				

Приложение.

Расчет емкости конденсатора фильтра

Для инженерных расчетов для схемы однополупериодного выпрямителя емкость конденсатора фильтра можно определить так:

$$C_{\phi 1} = (U_{\text{н}} / R_{\text{н}}) T / 2 \Delta U_1 = \frac{1}{2 f R_{\text{н}} k_{\text{пдоп}}}.$$