**Задача № 1.**

**Расчет параметров полупроводниковых диодов.**

Электрические свойства элемента полупроводниковый (ПП) диод описываются вольтамперной характеристикой (ВАХ) I=I0(eU/φ-1). Из ВАХ находятся основные параметры ПП диодов: статическое RСТ и динамическое ( дифференциальное) RД сопротивления. Величина этих параметров зависит от многих факторов, мы рассмотрим их зависимость от рабочей точки.

**РТ2**

**RСТ1**

**РТ1**

**RД2**

**RД1**

**РТ4**

**0,2 U1 U2 U3 U4 0,6**

**∆Uст**

**Uст**

**U5**

**10**

**5**

**РТ3**

**0,1**

**104**

**5∙103**

**5**

**10**

**15**

**I3**

**I2**

**I1**

**UПР**

**UОБР**

**IПР мА**

**IОБР мкА мА**

**B**

**B**

~

**I0**

**I1**

Рис.1. ВАХ ПП диода.

На кривой ВАХ полупроводникового диода 4 рабочих точек РТ. В варианте РТ задается значениями U или I.

Прямая ветвь ВАХ строится (аппроксимируется) по заданной вариантом функции.

На прямой ветви в двух РТ определяются RСТ и RД.

Статическое сопротивление (для постоянного тока) RСТ1=U4/I1 кОм, если вспомнить тригонометрию величины U4 и I1 являются катетами треугольника 0,РТ1, U4. Поэтому RСТ1=ctgβ, β- угол наклона прямой проходящей через начало координат (∙)0 и РТ1. (Необходимо отметить, что в электротехнике по горизонтали откладывается ток, а по вертикали напряжение и тогда используется tgβ).

Динамическое сопротивление (для переменного тока) RД1=dU/dI=∆U/∆I равно производной в РТ, для плавной кривой можно перейти к приращениям. Опять же RД1=ctgγ, γ- угол наклона касательной в РТ, из треугольника РТ1, U4, U3 находим RД1=(U4-U3)/I1 кОм.

Обратная ветвь ВАХ изображается прямой проходящей через начало координат (∙) 0 и РТ3. Зона электрического пробоя (пунктирная линия) для стабилитронов прямая линия проходящая через РТ4 и (∙) Uст на оси Uобр. На рис.1. ось Iобр имеет разрыв из за неодинаковости делений.

**Порядок выполнения задания.**

№ варианта в таблице 2 определяется № студента в списке группы.

В вариантах три формулы описывающих прямую ветвь ВАХ:

1. **Iпр =** **А(eUпр/φ-1);** 2. **Iпр = А- Аcos(Uпр/φ)**; 3. **Iпр = А∙U2пр**. В таблице они даны под номером. Во второй формуле под cos размерность может быть в градусах или радианах, это указано в таблице. В третьей формуле А имеет размерность [мА/В2]

При построении прямой ветви ВАХ оси имеют длину >10 см, а деления максимальных значений Im и Um должны находиться в конце осей. Величина Im  высчитывается по заданной формуле при подстановке в нее значения Um и округления результата. Поставить промежуточные деления. По формуле рассчитать 3 – 5 точек и построить график заданной функции (прямой ветви ВАХ). Отметить на ней РТ1 и РТ2. Провести в этих точках касательные к кривой ВАХ. Подсчитать статические и динамические сопротивления в рабочих точках 1 и 2 (Rст1; Rст2; Rд1; Rд2).

Размер графика обратной ветви ВАХ ПП диода более 10х10 см.

Деления по оси Uобр определяются значением U5 РТ3, а деления по оси Iобр значениями I0 и I3, заданными вариантом. Построить прямую, проходящую через РТ3, и прямую через РТ4. Определить статические сопротивления в РТ3 и РТ4 (Rст3; Rст4). Для прямых проходящих черех начало координат статические и динамические сопротивления равны.

Rст3=U5/I0 кОм; Rст4=Uстб/I3 кОм; Rд4=∆Uстб/I3 кОм из треугольника.

Подсчитанные данные занести в таблицу 1.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Rст1 кОм | Rд1 кОм | Rст2 кОм | Rд2 кОм | Rст3 кОм | Rст4 кОм | Rд4 кОм |
| Величина |  |  |  |  |  |  |  |

Работа оформляется на листах формата А4, аккуратно без исправлений в рукописном или компьютерном виде.

**Варианты работы № 1, для группы 3231**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Функция** | **А**  **мА** | **φ**  **мВ** | **Um**  **B** | **∆Uстб**  **%** | **РТ1**  **U**  **В** | **РТ2**  **I**  **мА** | **РТ3** | | **РТ 4** | |
| **U5 В** | **I0 мкА** | **Uстб В** | **I3 мА** |
| 1 | **1** | 0,018 | 100 | 0,8 | 2 | 0,6 | 20 | 14 | 0,07 | 6,8 | 6 |
| 2 | **2** | 20 | 17/град | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 65 | 25 | 0,6 | 10 | 7 |
| 3 | **3** | 10 |  | 1,2 | 2 | 0,95 | 5,3 | 16 | 3 | 6,8 | 5 |
| 4 | **3** | 6 |  | 1,5 | 3,2 | 1,25 | 5 | 17 | 1,2 | 6,8 | 5 |
| 5 | **2** | 35 | 9/град | 0,8 | 4 | 0,6 | 50 | 15 | 0,8 | 6,2 | 4 |
| 6 | **1** | 0,004 | 100 | 1 | 0,5 | 0,7 | 30 | 15 | 0,1 | 7,5 | 3 |
| 7 | **3** | 7,5 |  | 2 | 3 | 1,75 | 13 | 22 | 0,3 | 12 | 6 |
| 8 | **1** | 0,005 | 150 | 1,5 | 0,8 | 1,3 | 40 | 10 | 0,05 | 4,3. | 4 |
| 9 | **2** | 50 | 13/град | 1,2 | 2 | 1 | 45 | 12 | 2 | 5,1 | 3 |
| 10 | **2** | 70 | 22/град | 2 | 2,5 | 1,8 | 30 | 50 | 0,1 | 18 | 3 |
| 11 | **1** | 0,12 | 300 | 2 | 1,5 | 1,7 | 17 | 12 | 1 | 3,6 | 5 |
| 12 | **3** | 47 |  | 0,8 | 0,8 | 0,63 | 12 | 10 | 0,5 | 4,3 | 5 |
| 13 | **2** | 100 | 11/град | 1 | 3 | 0,75 | 25 | 40 | 0,2 | 15 | 4 |
| 14 | **1** | 0,009 | 190 | 1,5 | 0,8 | 1,3 | 10 | 20 | 0,08 | 9,1 | 5 |
| 15 | **1** | 0,001 | 200 | 2 | 0,4 | 1,8 | 6 | 8 | 0,06 | 4,3 | 3 |
| 16 | **2** | 120 | 20/град | 1,8 | 1,8 | 1,5 | 12 | 30 | 1,2 | 12 | 3 |
| 17 | **3** | 75 |  | 1 | 1,2 | 0,7 | 25 | 10 | 0,2 | 4,7 | 6 |
| 18 | **1** | 0,16 | 200 | 1,2 | 0,7 | 0,8 | 23 | 18 | 0,5 | 8,2 | 4 |
| 19 | **2** | 80 | 17/град | 1,5 | 5 | 1,2 | 5 | 13 | 1,8 | 6,8 | 7 |
| 20 | **3** | 30 |  | 1,8 | 0,4 | 1,4 | 30 | 11 | 0,7 | 5,1 | 5 |
| 21 | **2** | 140 | 9/град | 0,8 | 1,2 | 0,6 | 2 | 20 | 2 | 10 | 3 |
| 22 | **1** | 0,24 | 130 | 0,8 | 1 | 0,65 | 35 | 10 | 0,7 | 5,1 | 4 |
| 23 | **3** | 7,8 |  | 0,8 | 2 | 0,6 | 2 | 20 | 0,2 | 9,1 | 4 |