

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кафедра электротехники, электропривода
и промышленной электроники

Контрольная работа
по дисциплине
«Основы электроники»

Подготовлено:
старшим преподавателем
кафедры ЭЭ и ПЭ
Игнатенко О.А

Новокузнецк

2018

Общие сведения

В данной контрольной работе необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- назначение полупроводниковых приборов;
- электрические параметры полупроводниковых приборов;
- предельные эксплуатационные данные полупроводниковых приборов;
- вольтамперные характеристики полупроводниковых приборов;
- определение параметров полупроводниковых приборов по их статическим вольтамперным характеристикам.

Полупроводниковые приборы определяются согласно варианту из Приложения А.

Данная контрольная работа выполняется в электронном виде и загружается в СУО Moodle.

Пример выполнения контрольной работы

1 Назначение полупроводниковых приборов

1) Выпрямительный Диод Д202

Выпрямительным диодом (или выпрямителем) называют компонент электрической цепи, преобразующий переменный ток в постоянный. Обычно это полупроводниковый диод, оказывающий высокое сопротивление току, текущему в одном направлении, и низкое сопротивление току, текущему в одном направлении, и низкое сопротивление току, текущему в обратном направлении.

Д202 – сплавной кремниевый диод, предназначенный для преобразования переменного напряжения частотой до 1 кГц. Конструктивно оформлен в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами.

2) Стабилитрон Д808

Полупроводниковым стабилитроном называется полупроводниковый кремневый диод, нормальным режимом работы которого является режим электрического пробоя. Вольтамперная характеристика полупроводниковых кремневых диодов в области электрического пробоя имеет участок, который характеризуется тем, что при изменении тока в больших пределах, величина напряжения на диоде остаётся практически постоянной.

Это свойство использовано для создания приборов осуществляющих стабилизацию напряжения.

Д808 – стабилитрон кремниевый сплавной малой мощности. Предназначен для стабилизации напряжения 7...14 В в диапазоне токов стабилизации 3...33 мА. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами.

Тип стабилитрона приводится на корпусе. Корпус стабилитрона в рабочем режиме служит положительным электродом (анодом). Масса стабилитронане более 1 г.

3) Биполярный транзистор ГТ108

Биполярный транзистор - это полупроводниковый прибор, состоящий изтрех областей с различными типами проводимости и двумя взаимодействующими р-п переходами.

Основное назначение транзистора - усиление или переключение электрических сигналов. В зависимости от чередования областей полупроводниковых слоев различают n-p-n и p-n-p транзисторы.

Транзистор ГТ108 - германиевый сплавной малой мощности. Предназначен для работы в усилительных и импульсных схемах. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Обозначение типа приводится на корпусе. Масса транзистора не более 0,5 г.

2 Электрические параметры полупроводниковых приборов

1) Диод Д202:

- постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 400$ мА не более 1В;
- постоянный обратный ток при $U_{обр} = U_{обр.макс}$ не более 500 мкА;
- емкость p-n-перехода 79 пФ.

2) Стабилитрон Д808:

- напряжение стабилизации при $I_{ст} = 5$ мА:

при $T = +25^{\circ}\text{C}$7 - 8,5 В;

при $T = -60^{\circ}\text{C}$6 - 8,5 В;

при $T = +125^{\circ}\text{C}$7 - 9,5 В;

- температурный коэффициент напряжения стабилизации, не более:

в диапазоне температур $+30...+125^{\circ}\text{C}$0,07%/°C;

в диапазоне температур $-60...+70^{\circ}\text{C}$1%/°C;

- временная нестабильность напряжения стабилизации:

при $I_{ст} = 5$ мА.....±1%;

- уход напряжения стабилизации через 5 с после включения, не более:

за первые 5 мин.....170 мВ;

за последующие 10 мин.....20 мВ;

- постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 50$ мА, $T = -60$ и $+25^{\circ}\text{C}$,

не более.....1 В;

- постоянный обратный ток при $U_{обр} = 1$ В, не более.....0,1 мкА;

- дифференциальное сопротивление, не более:

при $I_{ст} = 1$ мА.....12 Ом;

при $I_{ст} = 5$ мА и $T = +25^{\circ}\text{C}$6 Ом;

при $I_{ст} = 5$ мА и $T = +125^{\circ}\text{C}$15 Ом;

- емкость перехода.....400 пФ;

- тепловое сопротивление.....0,36 $^{\circ}\text{C}/\text{мВт}$;

- обратное сопротивление при $U_{обр} = 1$ В.....1 МОм;

- гарантийная наработка не менее.....5000 ч;

- срок хранения.....8,5 лет.

3) Транзистор ГТ108:

- граничная частота передачи тока в схеме с общей базой при $U_{кб}=5$ В,
 $I_{э}=1$ мА не менее:

ГТ108А.....0,5 МГц;

ГТ108Б, ГТ108В, ГТ108Г1МГц;

- напряжение насыщения коллектор эмиттер при $I_{к}=50$ мА

$I_{б}=5$ мА не более.....3 В;

- статистический коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала
при $U_{кб}=5$ В, $I_{э}=1$ мА:

при $T=293\text{K}$:

ГТ108А.....20 – 50;

ГТ108Б.....35 – 80;

ГТ108В.....60 – 130;

ГТ108Г.....110 – 250;

при $T=328\text{K}$:

ГТ108А.....	20 – 100;
ГТ108Б.....	35 – 160;
ГТ108В.....	60 – 260;
ГТ108Г.....	110 – 500;

при $T=243\text{K}$:

ГТ108А.....	15 – 50;
ГТ108Б.....	20 – 80;
ГТ108В.....	40 – 130;
ГТ108Г.....	70 – 250;

- обратный ток коллектора при $U_{кб}=5\text{В}$ не более:

при $T=293\text{K}$	10 мкА;
при $T=328\text{K}$	250мкА;

- обратный ток эмиттера при $U_{кб}=5\text{ В}$ не более..... 15 мкА;

- ёмкость коллекторного перехода при $U_{кб}=5\text{ В}$, $f=1\text{ МГц}$ не более.....50 пФ;

- постоянная времени цепи обратной связи при $U_{кб}= 5\text{ В}$, $I_{э}=1\text{ мА}$,
 $f=465\text{ кГц}$ не более.....5 нс.

3 Предельные эксплуатационные данные полупроводниковых приборов

1) Диод Д202:

- постоянное (импульсное) обратное напряжение100 В;

- средний прямой ток:

при наличии теплоотводящего шасси площадью 40 см^2 400 мА;

без теплоотводящего шасси.....100 мА;

- граничная частота:

без снижения электрических режимов.....20 кГц;

при снижении величины выпрямленного тока на 10%.....30 кГц;

при снижении величины выпрямленного тока на 30%50 кГц;

- температура окружающей среды..... -60...+125°C;

- температура корпуса..... +135°C;

- температура перехода..... +150°C;

- относительная влажность при 40°C до.....98%;

- давление окружающего воздуха..... $7 \times 10^2 - 2 \times 10^5$ Па;

- вибрационные ускорения (10-600 Гц) до.....7,5g;

- постоянные и ударные ускорения до.....150g;

- отсутствие механических резонансов при перегрузках 6-10g

на частотах.....10-60 Гц;

- гарантийная наработка не менее.....5000 ч;

2) Стабилитрон Д808:

- минимальный ток стабилизации.....3 мА;

- максимальный ток стабилизации:

при $T < +50$ °С.....33 мА;

при $T = +125$ °С (+100 °С).....8 мА;

- постоянный прямой ток.....50 мА;

- рассеиваемая мощность:

при $T < +50$ °С.....280 мВт;

при $T = +125$ °С (+100 °С).....70 мВт;

- температура окружающей среды.....-60 ...+125°C;

- давление окружающего воздуха..... $2,7 \times 10^4 - 3 \times 10^5$ Па;
- вибрационные ускорения (10-600 Гц) до.....10 g (до 7,5g);
- многократные удары с ускорением до.....100g;
- постоянные ускорения до.....100g (до 20g);
- вибрация на фиксированной частоте с ускорением до.....12g.

3) Транзистор ГТ108:

- постоянное напряжение коллектор-база.....5В;
- импульсное напряжение коллектор-база при $t_{и} \leq 5$ мкс.....80В;
- полное тепловое сопротивление.....0,8 К/мВт;
- постоянный ток коллектора.....50 мА;
- температура перехода.....353К;
- постоянная рассеиваемая мощность коллектора:

при $T=293$ К.....75 мВт;

при $T=328$ К.....33,3 мВт;

- температура окружающей среды.....от 228 до 328 К.

4. Вольтамперные характеристики полупроводниковых приборов

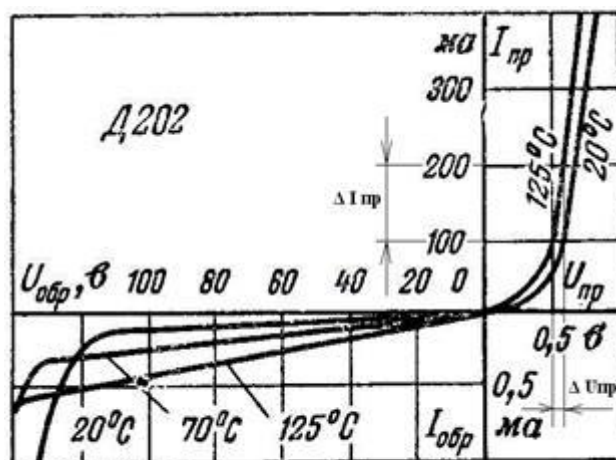


Рисунок 1 - Вольтамперная характеристика диода

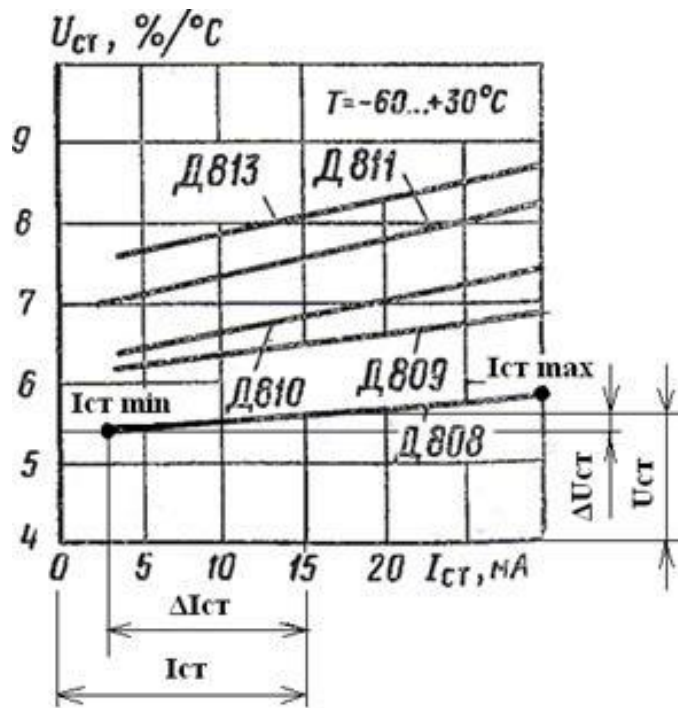


Рисунок 2 - Вольтамперная характеристика стабилизаторов

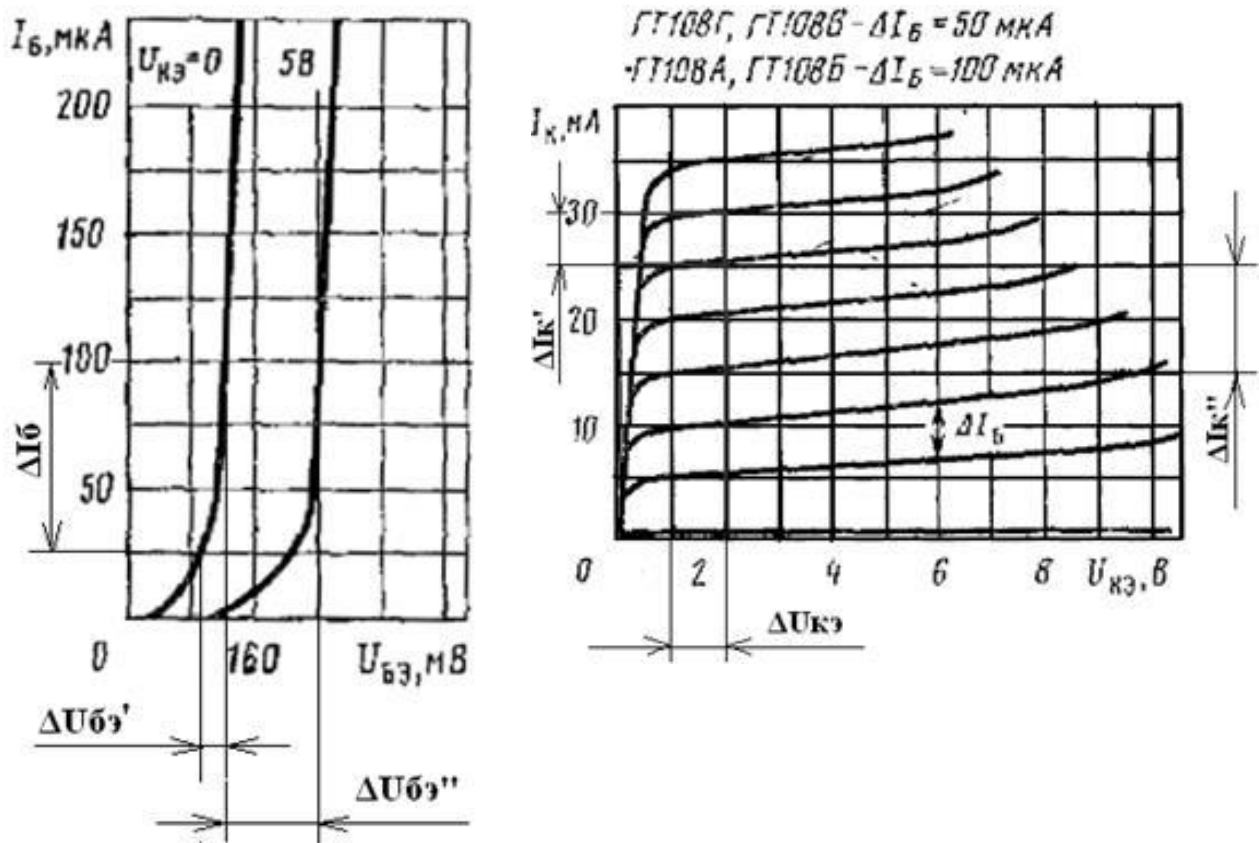


Рисунок 3 - Входные и выходные характеристики транзистора

5. Определение параметров полупроводниковых приборов по их статическим вольтамперным характеристикам

1) Диод Д202:

S- крутизна вольтамперной характеристики;

R_i - внутреннее сопротивление по переменному току;

R_0 - внутреннее сопротивление по постоянному току;

$K_{\text{ВЫП}}$ - коэффициент выпрямления;

$$S = \frac{\Delta I_{\text{ПР}}}{\Delta U_{\text{ПР}}} = \frac{(200 - 100)}{0,6 - 0,5} = 1000 \frac{\text{мА}}{\text{В}};$$

$$R_i = \frac{\Delta U_{\text{ПР}}}{\Delta I_{\text{ПР}}} = \frac{1}{S} = \frac{1}{1000} = 1 \text{ Ом};$$

$$R_0 = \frac{U_{\text{ПР}}}{I_{\text{ПР}}} = \frac{0,6}{200 \cdot 10^{-3}} = 3 \text{ Ом};$$

$$K_{\text{ВЫПР}} = \frac{I_{\text{ПР}}}{I_{\text{ОБР}}} \text{ при } U_{\text{ПР}} = U_{\text{ОБР}}$$

$$K_{\text{ВЫПР}} = \frac{200 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-6}} = 200000 \text{ при } U_{\text{пр}} = U_{\text{обр}} = 0,6 \text{ В}$$

2) Стабилитрон Д808:

R_d - дифференциальное сопротивление;

R_0 - сопротивление по постоянному току;

$U_{\text{ст}}$ - напряжение стабилизации;

$I_{\text{ст}}$ – ток стабилизации;

$I_{\text{ст.макс}}$, $I_{\text{ст.мин}}$ – максимальный и минимальный ток стабилизации;

$$R_d = \frac{\Delta U_{\text{ст}}}{\Delta I_{\text{ст}}} = \frac{5,6 - 5,4}{(15 - 2,6) \cdot 10^{-3}} = 16,13 \text{ Ом};$$

$$R_0 = \frac{U_{CT}}{I_{CT}} = \frac{5,6}{15 \cdot 10^{-3}} = 373,3 \text{ Ом};$$

$$U_{CT} = 5,6 \text{ В};$$

$$U_{CT \text{ min}} = 2,6 \text{ мА}; I_{CT \text{ max}} = 30 \text{ мА};$$

$$I_{CT} = \frac{I_{CT \text{ min}} \cdot I_{CT \text{ max}}}{2} = \frac{2,6 - 30}{2} = 16,3 \text{ мА};$$

3) Транзистор ГТ108:

h_{11} - входное сопротивление при коротком замыкании во входной цепи;

h_{12} - коэффициент обратной связи по напряжению при холостом ходе во входной цепи;

h_{21} - коэффициент передачи тока при коротком замыкании в выходной цепи;

h_{22} - выходная проводимость при холостом ходе во входной цепи;

$$h_{11} = \frac{\Delta U_{БЭ}'}{\Delta I_{Б}} = \frac{(120 - 85) \cdot 10^{-3}}{(100 - 25) \cdot 10^{-6}} = 466,66 \text{ Ом};$$

$$h_{12} = \frac{\Delta U_{БЭ}''}{\Delta U_{КЭ}} = \frac{(240 - 120) \cdot 10^{-3}}{5 - 0} = 0,024;$$

$$h_{21} = \frac{\Delta I_{К}'}{\Delta I_{Б}} = \frac{(30 - 25) \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-6}} = 50;$$

$$h_{22} = \frac{\Delta I_{К}''}{\Delta U_{КЭ}} = \frac{(25 - 15) \cdot 10^{-3}}{2 - 1} = 0,01 \text{ мСм};$$

Приложение А

Варианты заданий для контрольной работы

Вариант	п/п прибор 1		п/п прибор 2		п/п прибор 3	
1	диод	Д2	стабилитрон	Д808	транзистор	МП20
2	диод	Д7	стабилитрон	Д809	транзистор	МП21
3	диод	Д9	стабилитрон	Д810	транзистор	МП25
4	диод	Д10	стабилитрон	Д811	транзистор	МП26
5	диод	Д101	стабилитрон	Д813	транзистор	МП35
6	диод	Д102	стабилитрон	Д814	транзистор	МП36
7	диод	Д103	стабилитрон	Д815	транзистор	МП37
8	диод	Д104	стабилитрон	Д816	транзистор	МП38
9	диод	Д105	стабилитрон	2С124Д-1	транзистор	МП39
10	диод	Д106	стабилитрон	2С127Д-1	транзистор	МП40
11	диод	Д206	стабилитрон	2С130Д-1	транзистор	МП41
12	диод	Д207	стабилитрон	2С133Д-1	транзистор	МП42
13	диод	Д208	стабилитрон	2С136Д-1	транзистор	КТ104
14	диод	Д209	стабилитрон	2С139Д-1	транзистор	ГТ108
15	диод	Д210	стабилитрон	2С143Д-1	транзистор	ГТ109
16	диод	Д211	стабилитрон	2С127А-1	транзистор	ГТ115
17	диод	Д214	стабилитрон	2С133А	транзистор	КТ117
18	диод	Д215	стабилитрон	КС133А	транзистор	КТ118
19	диод	Д223	стабилитрон	2С139А	транзистор	КТ119
20	диод	Д226	стабилитрон	КС139А	транзистор	КТ201
21	диод	Д229	стабилитрон	2С147А	транзистор	КТ203
22	диод	Д231	стабилитрон	КС147А	транзистор	КТ208
23	диод	Д234	стабилитрон	2С133Б	транзистор	КТ209
24	диод	Д237	стабилитрон	2С139Б	транзистор	КТ301
25	диод	Д243	стабилитрон	2СМ133Б	транзистор	ГТ305
26	диод	Д245	стабилитрон	2СМ139Б	транзистор	КТ306
27	диод	Д246	стабилитрон	2СМ147Б	транзистор	ГТ308
28	диод	Д247	стабилитрон	2СМ156Б	транзистор	ГТ309
29	диод	Д248	стабилитрон	2С156В	транзистор	ГТ310
30	диод	Д302	стабилитрон	2С156Г	транзистор	ГТ311
31	диод	Д303	стабилитрон	КС156Г	транзистор	КТ312
32	диод	Д304	стабилитрон	2С162Б-1	транзистор	ГТ313
33	диод	Д305	стабилитрон	2С162В-1	транзистор	КТ315
34	диод	Д2	стабилитрон	2С213Ж	транзистор	КТ316
35	диод	Д7	стабилитрон	КС218Ж	транзистор	ГТ320
36	диод	Д9	стабилитрон	2С215Ж	транзистор	ГТ321
37	диод	Д10	стабилитрон	2С291А	транзистор	КТ325
38	диод	Д101	стабилитрон	2С433А	транзистор	КТ337

39	диод	Д102	стабилитрон	КС433А	транзистор	КТ339
40	диод	Д103	стабилитрон	2С439А	транзистор	КТ342
41	диод	Д104	стабилитрон	2С551А	транзистор	КТ343
42	диод	Д105	стабилитрон	КС551А	транзистор	КТ345
43	диод	Д106	стабилитрон	2С591А	транзистор	КТ347
44	диод	Д206	стабилитрон	КС591А	транзистор	КТ349
45	диод	Д207	стабилитрон	2С600А	транзистор	КТ355
46	диод	Д208	стабилитрон	КС600А	транзистор	КТ358
47	диод	Д209	стабилитрон	КС620	транзистор	КТ363
48	диод	Д210	стабилитрон	КС630	транзистор	КТ368
49	диод	Д211	стабилитрон	КС650	транзистор	КТ371
50	диод	Д214	стабилитрон	КС680	транзистор	КТ372
51	диод	Д215	стабилитрон	2С920	транзистор	КТ3102
52	диод	Д223	стабилитрон	2С930	транзистор	КТ3107
53	диод	Д226	стабилитрон	2С950	транзистор	КТ3108
54	диод	Д229	стабилитрон	2С980	транзистор	КТ3117
55	диод	Д231	стабилитрон	2С156Ф	транзистор	КТ3120
56	диод	Д234	стабилитрон	2С182Х	транзистор	КТ3123
57	диод	Д237	стабилитрон	2С182Ж	транзистор	КТ3128
58	диод	Д243	стабилитрон	КС218Ж	транзистор	КТ3142
59	диод	Д245	стабилитрон	КС147А	транзистор	КТ3126
60	диод	Д246	стабилитрон	КС215Ж	транзистор	КТ315