

Задача №1

Рассчитать и построить ВАХ идеализированного кремниевого диода в пределах изменения напряжения от -5 до +0.7 В при $T=300\text{K}$ и обратном токе насыщения, равном I_0 . Значение теплового потенциала $\varphi_T = \frac{kT}{q}$ при $T=300\text{K}$ принять равным 0.026 В.

Определить дифференциальное r_{dif} и статическое сопротивление d_0 диода для заданного значения $U_{\text{пр}}$

Исходные данные:

$$I_0 = 0.5e-9 \text{ A};$$

$$U_{\text{пр}} = 0.35 \text{ В};$$

```
I_0 = 0.5e-9; %A
U_pr1 = 0.35; %B
fi_T = 0.026; %B
I = @(U) I_0.*(exp(U./fi_T)-1);
```

Задаем вектор значений $U_{\text{обр}}$

```
U_obr = [-5 -1 -0.2 -0.1 -0.05 0]
```

```
U_obr = 1x6
-5.0000 -1.0000 -0.2000 -0.1000 -0.0500 0
```

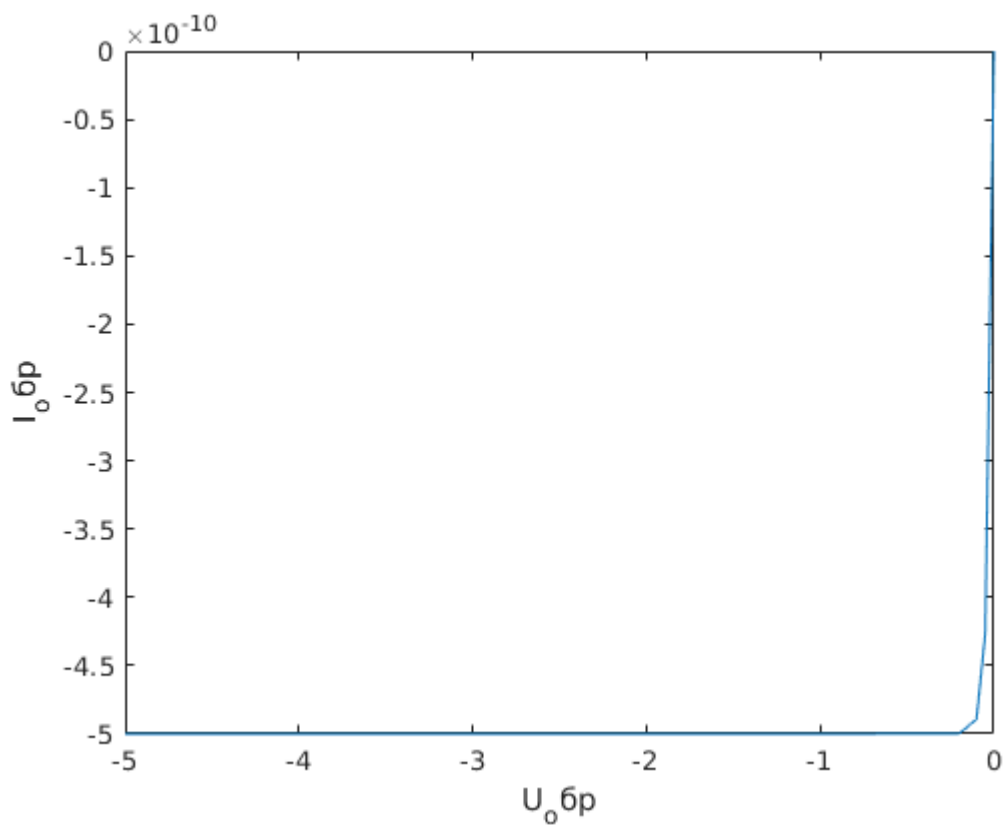
Расчитываем вектор значений $I_{\text{обр}}$ относительно $U_{\text{обр}}$

```
I_obr = I(U_obr)
```

```
I_obr = 1x6
10-9 x
-0.5000 -0.5000 -0.4998 -0.4893 -0.4269 0
```

Строим ВАХ обратной ветви

```
plot(U_obr, I(U_obr))
xlabel('U_обр');
ylabel('I_обр');
```



Задаем вектор значений $U_{пр}$

```
U_pr = [0 .5 .55 .6 .62 .64 .66 .68 .7]
```

```
U_pr = 1×9
      0      0.5000      0.5500      0.6000      0.6200      0.6400      0.6600      0.6800 ...
```

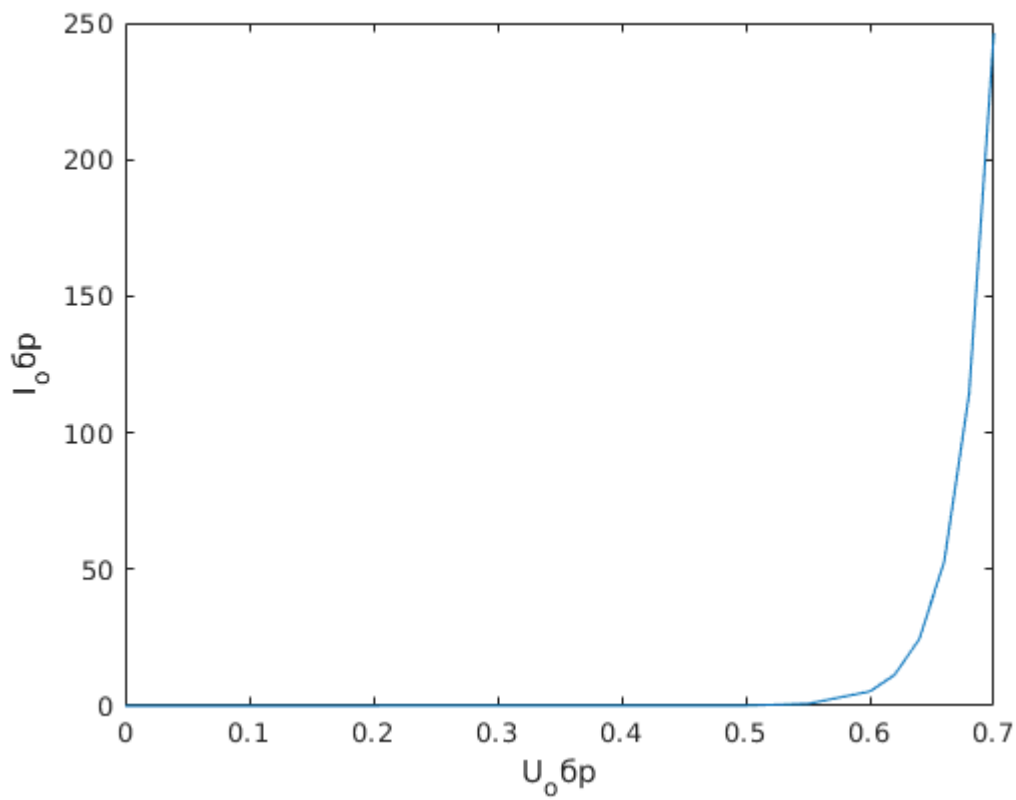
Расчитываем вектор значений $I_{пр}$ относительно $U_{пр}$

```
I_pr = I(U_pr)
```

```
I_pr = 1×9
      0      0.1124      0.7691      5.2620      11.3559      24.5073      52.8894      114.1408 ...
```

Строим ВАХ прямой ветви

```
plot(U_pr, I(U_pr))
xlabel('U_обp');
ylabel('I_обp');
```



Расчитываем R_{dif}

```
R_dif = fi_T/(I_0+I(U_pr1)) %Ом
```

```
R_dif = 74.0852
```

Расчитываем R_0

```
R_0 = U_pr1/I(U_pr1) %Ом
```

```
R_0 = 997.3022
```

Сравниваем $R_0 > R_{dif}$

```
R_0 > R_dif
```

```
ans = logical
```

```
1
```

Получаем логическую единицу, что соответствует правильному ответу.

Задача №2

Стабилитрон подключен для стабилизации напряжения параллельно резистору нагрузки R_H .
 Параметры стабилитрона $U_{ст}, I_{ст.min}, I_{ст.max}$ и сопротивление нагрузки R_H приведены в табл. 1.2.

Определите величину сопротивления ограничительного резистора $R_{огр}$ если входное напряжение $U_{вх}$ изменяется от $U_{вх.min} = 20 В$ до $U_{вх.max} = 30 В$. Будет ли обеспечена стабилизация во всем диапазоне изменения входного напряжения $U_{вх}$?

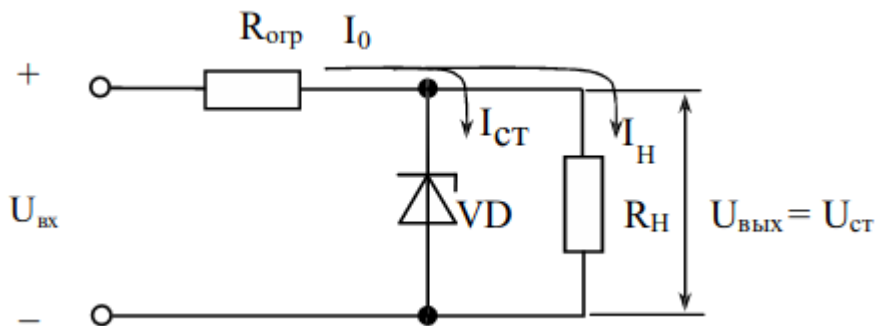
Исходные данные:

$$I_{ст.min} = 5e - 3 А;$$

$$I_{ст.max} = 25e - 3 А;$$

$$R_H = 2e + 3 Ом;$$

$$U_{ст} = 12 В;$$



```
I_st_min=5e-3; %A
I_st_max=25e-3; %A
U_inp_min=20; %B
U_inp_max=30; %B
R_load = 2e+3; %Ом
U_st = 12; %В
```

Выберем средний ток стабилитрона из условия

$$I_{ст} = (I_{ст.max} + I_{ст.min}) / 2$$

$$I_{ст} = 0.0150$$

Необходимая величина входного напряжения

$$U_{инп} = (U_{инп.min} + U_{инп.max}) / 2$$

$$U_{инп} = 25$$

Ток нагрузки

$$I_{load} = U_{ст} / R_{load}$$

$$I_{load} = 0.0100$$

При этом необходимая величина входного напряжения будет равна

$$R_{BX} = U_{CT} + R_{огр}(I_H + I_{CT})$$

Отсюда можно найти необходимую величину ограничительного резистора:

$$R_{огр} = \frac{(U_{BX} - U_{CT})}{I_H + I_{CT}}$$

$$R_{lim} = (U_{inp} - U_{st}) / (I_{load} + I_{st})$$

$$R_{lim} = 200$$

Границы допустимого диапазона изменения входного напряжения определяем, пользуясь выражениями

$$U_{BX.min} = U_{CT} + (I_{CT.min} + I_H)R_{огр}$$

$$U_{BX.max} = U_{CT} + (I_{CT.max} + I_H)R_{огр}$$

$$U_{inp.min} = U_{st} + (I_{st.min} + I_{load}) * R_{lim}$$

$$U_{inp.min} = 23$$

$$U_{inp.max} = U_{st} + (I_{st.max} + I_{load}) * R_{lim}$$

$$U_{inp.max} = 27$$

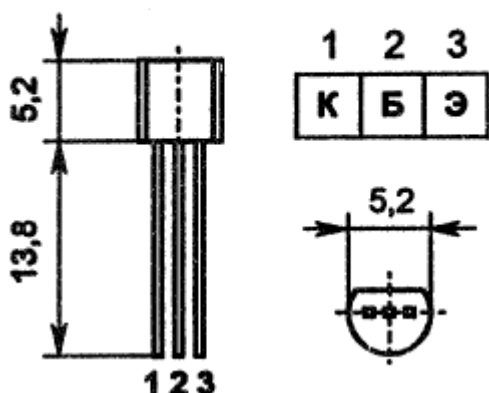
Сравним с заданным диапазоном изменения входного напряжения. Вывод: стабилизация напряжения осуществляется во всем диапазоне изменения входного напряжения.

Задача №3

Пользуясь справочными данными, приведите семейство входных и выходных характеристик БТ с ОЭ. В качестве независимых переменных используйте входное и выходное напряжение. Тип транзистора выберите согласно табл. 1.3 в соответствии с шифром. Поясните поведение входных и выходных характеристик транзистора.

Тип транзистора: КТ351А

Цоколевка транзистора КТ351А



По справочнику установите максимально допустимые параметры БТ: постоянный ток коллектора $I_{К, \max}$; напряжение коллектор – эмиттер $U_{КЭ, \max}$; мощность, рассеиваемую коллектором транзистора $P_{К, \max}$. Насемейство выходных характеристик нанесите границы области допустимых режимов работы.

Задайтесь положением рабочей точки и, пользуясь характеристиками, рассчитайте для нее значения h-параметров БТ. На основании полученных числовых значений параметров рассчитайте параметры Т-образной эквивалентной схемы транзистора и изобразите ее.

- Структура **p-n-p**
- Максимально допустимое (импульсное) напряжение коллектор-база **20 В**
- Максимально допустимое (импульсное) напряжение коллектор-эмиттер **15 В**
- Максимально допустимый постоянный(импульсный) ток коллектора **(400) мА**
- Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность коллектора без теплоотвода (с теплоотводом) **0.3 Вт**
- Статический коэффициент передачи тока биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером **20-80**
- Обратный ток коллектора **≤ 1 мкА**
- Граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером **$\Rightarrow 200$ МГц**

Задача №4

Усилительный каскад выполнен на ПТ КП302Б в схеме с ОИ.

Рабочая точка ПТ задается напряжением источника питания $U_{\text{ип}} = 10\text{В}$ и параметрами приведенными в табл. 1.4.

1. Нарисуйте принципиальную схему усилителя.
2. На семействе статических ВАХ транзистора постройте нагрузочную прямую и определите положение рабочей точки.
3. Для найденной рабочей точки определите сопротивление резистора в цепи истока $R_{\text{и}}$ и малосигнальные параметры S , R_i и μ .

4. Графоаналитическим методом определите параметры режима усиления K_U и $P_{\text{вых}}$ при амплитуде входного сигнала $U_{\text{зи.т}} = 0.25B$.

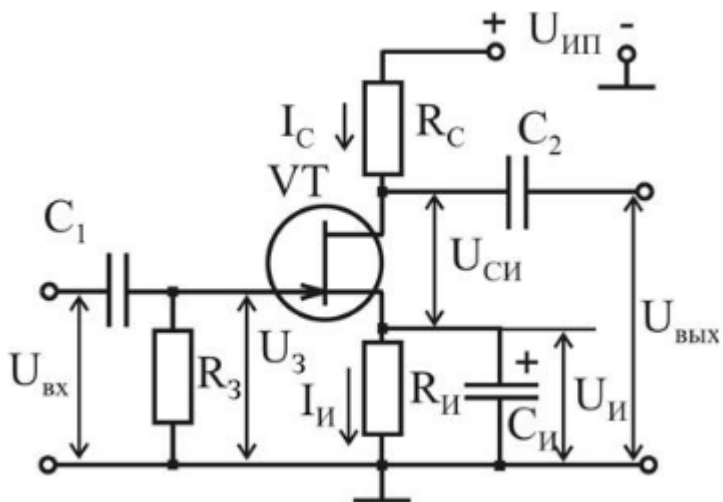
Исходные данные:

$$R_C = 0.5e + 3 \text{ Ом};$$

$$I_c = \frac{U_{\text{ип}}}{R_C} = \frac{10B}{500} = 20\text{mA}$$

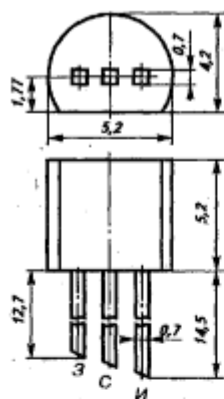
$$U_{\text{зи0}} = -1.5B;$$

1)



2)

□ КР302А1, КР302Б1, КР302В1, КР302Г1



Транзисторы кремниевые планарные с каналом п-типа, с диффузионным затвором, усилительные. Предназначены для применения в малошумящих каскадах усиления, в переключающих устройствах и в коммутаторах с высоким входным сопротивлением. Выпускаются в пластмассовом корпусе с жесткими выводами, тип корпуса КТ-26. Масса транзистора не более 0,5 г.

Электрические параметры

Крутизна характеристики при $U_{си} = 7 \text{ В}$, $U_{зи} = 0 \text{ В}$,
 $f = 50 \dots 15000 \text{ Гц}$, не менее:

$T = +25^\circ\text{C}$:

КР302А1 5 мА/В

КР302Б1, КР302Г1 7 мА/В

$T = +100^\circ\text{C}$

КР302А1 2,5 мА/В

КР302Б1, КР302Г1 3 мА/В

$T = -60^\circ\text{C}$

КР302А1 5 мА/В

КР302Б1, КР302Г1 7 мА/В

Напряжение отсечки при $U_{си} = 7 \text{ В}$, $I_c = 10 \text{ мкА}$,

$T = +25^\circ\text{C}$, не более:

КР302А1 5 В

КР302Б1, КР302Г1 7 В

КР302В1 10 В

Коэффициент шума при $U_{си} = 8 \text{ В}$, $f = 1 \text{ кГц}$, $R_g = 1 \text{ кОм}$:

КР302А1 0,6*...0,93*...3* дБ

Время включения 3*...3,5*...4* нс

Время выключения 4*...4,5*...5* нс

Начальный ток стока при $T = +25^\circ\text{C}$:

КР302А1 при $U_{си} = 7 \text{ В}$, $U_{зи} = 0 \text{ В}$ 3...24 мА

КР302Б1 при $U_{си} = 7 \text{ В}$, $U_{зи} = 0 \text{ В}$ 18...43 мА

КР302В1 при $U_{си} = 10 \text{ В}$, $U_{зи} = 0 \text{ В}$, не менее 33 мА

КР302Г1 при $U_{си} = 7 \text{ В}$, $U_{зи} = 0 \text{ В}$ 15...65 мА

Ток утечки затвора при $U_{зи} = 10 \text{ В}$, не более:

при $T = +25^\circ\text{C}$ и $T = -60^\circ\text{C}$ 10 нА

при $T = +100^\circ\text{C}$ 5 мкА

Обратный ток перехода затвор-сток при $U_{зс} = 20 \text{ В}$,

$T = +25^\circ\text{C}$, не более 1 мкА

Сопротивление сток-исток при $U_{си} = 0,2 \text{ В}$, $U_{зи} = 0 \text{ В}$, не более:

$T = +25^\circ\text{C}$:

КР302Б1, КР302Г1 150 Ом

КР302В1 100 Ом

$T = +100^\circ\text{C}$:

КР302В1 200 Ом

$T = -60^\circ\text{C}$:

КР302В1 100 Ом

Входная емкость при $U_{си} = 10 \text{ В}$, $T = +25^\circ\text{C}$, не более:

КР302А1 при $I_c = 3 \text{ мА}$ 20 пФ

КР302Б1, КР302Г1 при $I_c = 18 \text{ мА}$ 20 пФ

КР302В1 при $I_c = 33 \text{ мА}$ 20 пФ

Проходная емкость при $U_{си} = 10 \text{ В}$, $T = +25^\circ\text{C}$, не более:

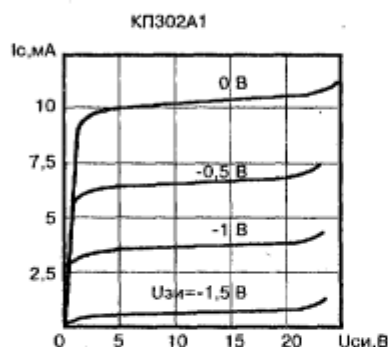
КР302А1 при $I_c = 3 \text{ мА}$ 8 пФ

КР302Б1, КР302Г1 при $I_c = 18 \text{ мА}$ 8 пФ

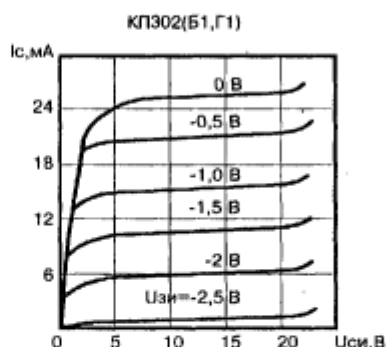
КР302В1 при $I_c = 33 \text{ мА}$ 8 пФ

Предельные эксплуатационные данные

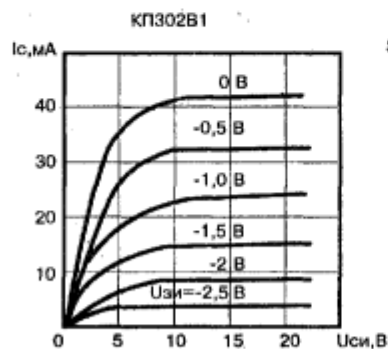
Постоянное напряжение сток-исток	20 В
Постоянное напряжение затвор-сток	20 В
Постоянное напряжение затвор-исток:	
КП302А1, КП302Б1, КП302Г1	10 В
КП302В1	12 В
Постоянный ток стока:	
КП302А1	24 мА
КП302Б1	43 мА
Постоянный ток затвора	6 мА
Постоянная рассеиваемая мощность ¹ при	
$T = -60 \dots +25^\circ\text{C}$	300 мВт
Температура окружающей среды	$-60^\circ\text{C} \dots T = +100^\circ\text{C}$
¹ При $T = +25 \dots +100^\circ\text{C}$ постоянная рассеиваемая мощность определяется из выражения	
$P_{\text{макс}} = 300 - 2(T - 25)$, мВт	



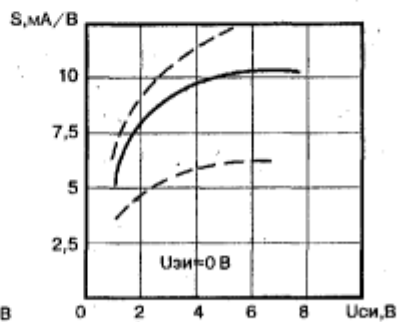
Типовые выходные характеристики



Типовые выходные характеристики



Типовые выходные характеристики



Зависимость крутизны характеристики от напряжения сток-исток