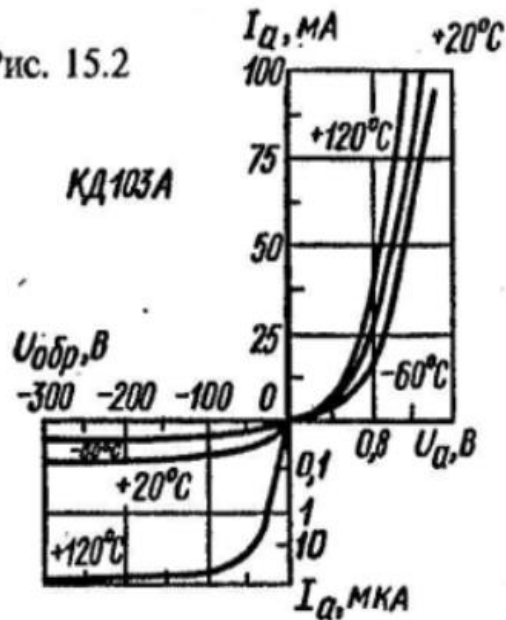


Полупроводниковые диоды

Рис. 15.2



15.3. По вольт-амперной характеристике кремниевого выпрямительного диода КД103А при $t=20^\circ\text{C}$ (рис. 15.2) определить сопротивление постоянному току при прямом включении для напряжений $U_{\text{пр}}=0,4; 0,6; 0,8\text{ В}$. Построить график зависимости $R_0=f(U_{\text{пр}})$:

Решение:

Сопротивление диода постоянному току можно рассчитать

по закону Ома: $R_0 = \frac{U_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}}$

$$R_{01} = \frac{U_{\text{пр1}}}{I_{\text{пр1}}} = \frac{0,4\text{ В}}{5\text{ мА}} = \frac{0,4\text{ В}}{5 \cdot 10^{-3}\text{ А}} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{5} \text{ Ом} = 80 \text{ Ом};$$

$$R_{02} = \frac{U_{\text{пр2}}}{I_{\text{пр2}}} = \frac{0,6\text{ В}}{15\text{ мА}} = \frac{0,6\text{ В}}{15 \cdot 10^{-3}\text{ А}} = \frac{0,6 \cdot 10^3}{15} \text{ Ом} = 40 \text{ Ом};$$

$$R_{03} = \frac{U_{\text{пр3}}}{I_{\text{пр3}}} = \frac{0,8\text{ В}}{25\text{ мА}} = \frac{0,8\text{ В}}{25 \cdot 10^{-3}\text{ А}} = \frac{0,8 \cdot 10^3}{25} \text{ Ом} = 32 \text{ Ом}.$$

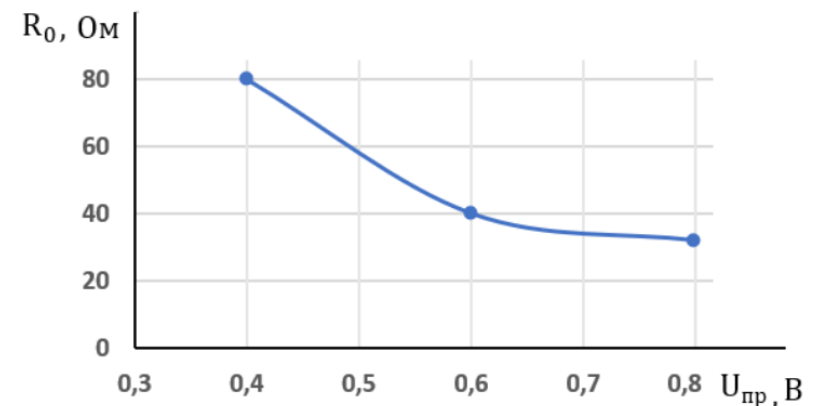
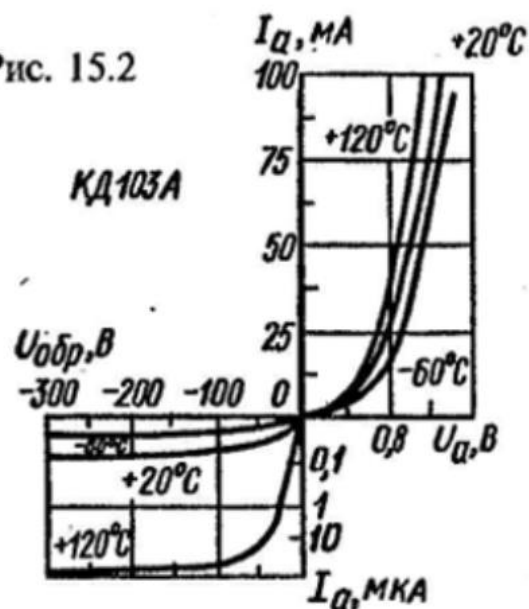


Рис. 15.2



15.6. Используя вольт-амперную характеристику диода КД103А при $t=20^\circ\text{C}$ (рис. 15.2), определить дифференциальное сопротивление и крутизну прямой ветви для напряжения $U_{\text{пр}}=0,8\text{ В}$.

Решение:

Сопротивление диода переменному току (дифференциальное сопротивление) можно

рассчитать по формуле: $R_{\text{диф}} = \frac{\Delta U_{\text{пр}}}{\Delta I_{\text{пр}}}$

$$R_{\text{диф}} = \frac{\Delta U_{\text{пр}}}{\Delta I_{\text{пр}}} = \frac{(1-0,7)\text{ В}}{(50-20)\text{ мА}} = \frac{0,3\text{ В}}{30 \cdot 10^{-3}\text{ А}} = \frac{0,3 \cdot 10^3}{30}\text{ Ом} = 10\text{ Ом}$$

Крутизну можно рассчитать по формуле: $S_{\text{пр}} = \frac{\Delta I_{\text{пр}}}{\Delta U_{\text{пр}}}$

15.12. Определить изменение прямого тока для диода Д311А, если известно, что при изменении прямого напряжения $U_{\text{пр}}$ от 0,2 до 0,6 В крутизна характеристики $S=150\text{ мСм}$.

$$S_{\text{пр}} = \frac{(50-20)\text{ мА}}{(1-0,7)\text{ В}} = \frac{30 \cdot 10^{-3}\text{ А}}{0,3\text{ В}} = 0,1\text{ См.}$$

$S_{\text{пр}} = \frac{\Delta I_{\text{пр}}}{\Delta U_{\text{пр}}}$, отсюда можно выразить:

$$\Delta I_{\text{пр}} = \Delta U_{\text{пр}} \cdot S_{\text{пр}} = (0,6-0,2)\text{ В} \cdot 150 \cdot 10^{-3}\text{ См} = 0,06\text{ А.}$$

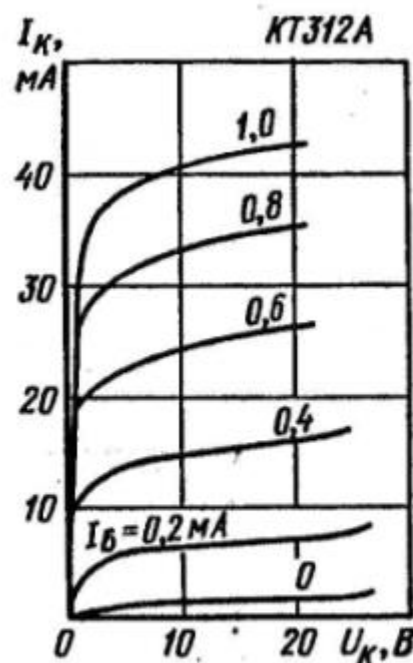


Рис. 15.3

15.26. По семейству выходных характеристик транзистора КТ312А в схеме с общим эмиттером (рис. 15.3) определить значения коэффициентов усиления тока базы h_{213} при напряжениях на коллекторе $U_K = 5; 10; 15$ В и токе базы $I_B = 0,4$ мА. Построить зависимость $h_{213} = f(U_K)$.

Решение:

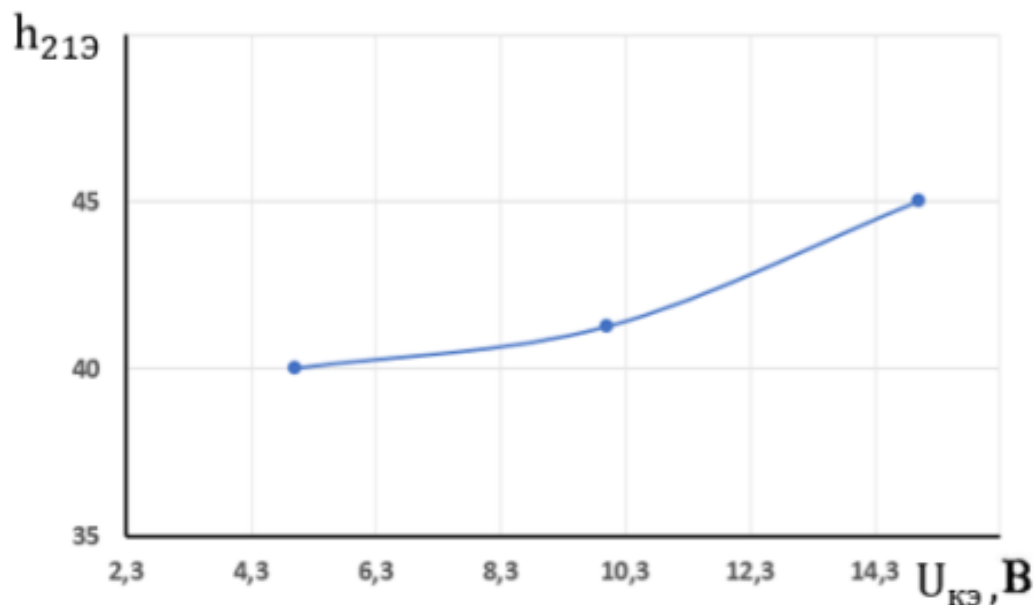
Коэффициент усиления тока базы можно рассчитать по формуле:

$$h_{213} = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} \text{ при } U_{КЭ} = \text{const.} \quad (\text{для переменного тока})$$

$$\text{При } U_{КЭ1} = 5 \text{ В получаем } h_{213} = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = \frac{(23-7) \text{ мА}}{(0,6-0,2) \text{ мА}} = 40;$$

$$\text{При } U_{КЭ2} = 10 \text{ В получаем } h_{213} = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = \frac{(24-7,5) \text{ мА}}{(0,6-0,2) \text{ мА}} = 41,25;$$

$$\text{При } U_{КЭ3} = 15 \text{ В получаем } h_{213} = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = \frac{(26-8) \text{ мА}}{(0,6-0,2) \text{ мА}} = 45.$$



Полупроводниковые диоды

Задача 5. Определите напряжение на диоде U_D и ток I в электрической цепи, представленной на рисунке, если известна ВАХ диода, $E = 2 \text{ В}$ и $R = 1 \text{ кОм}$.

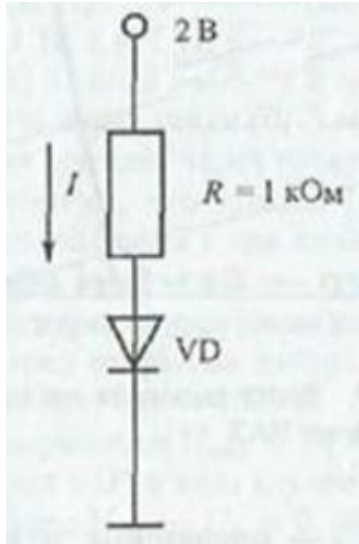


Рис. Схема цепи

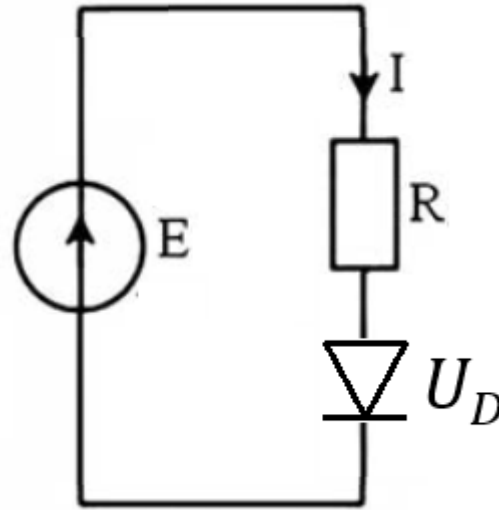


Рис. Более подробная схема цепи

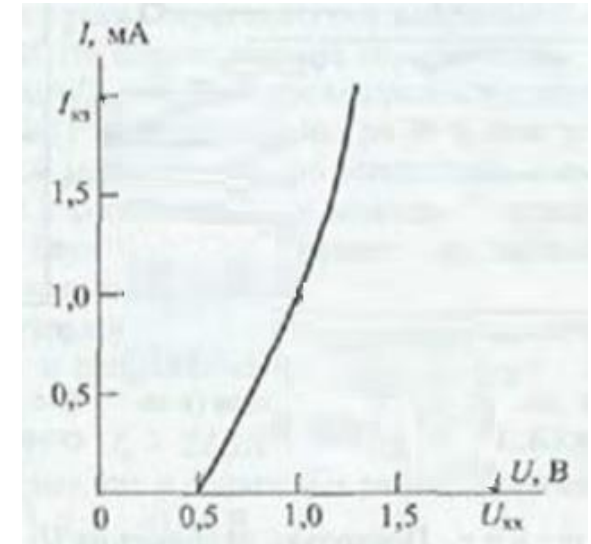


Рис. ВАХ диода

Решение:

Запишем 2 закон Кирхгофа для цепи: $E = IR + U_D$, где U_D – напряжение на диоде. Чтобы определить I и U_D нужно на ВАХ построить нагрузочную прямую по двум точкам пересечения с осями. Эти точки находят при коротком замыкании и при холостом ходе:

$$I_{кз} = \frac{E}{R} = \frac{2 \text{ В}}{1 \text{ кОм}} = 2 \text{ mA}; \quad U_{Dxx} = E = 2 \text{ В}.$$

Полупроводниковые диоды

Задача 5. Определите напряжение на диоде U_D и ток I в электрической цепи, представленной на рисунке, если известна ВАХ диода, $E = 2 \text{ В}$ и $R = 1 \text{ кОм}$.

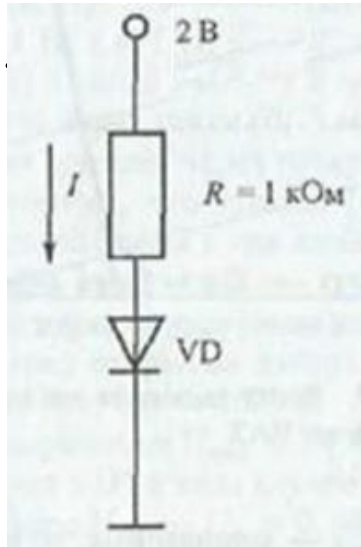


Рис. Схема цепи

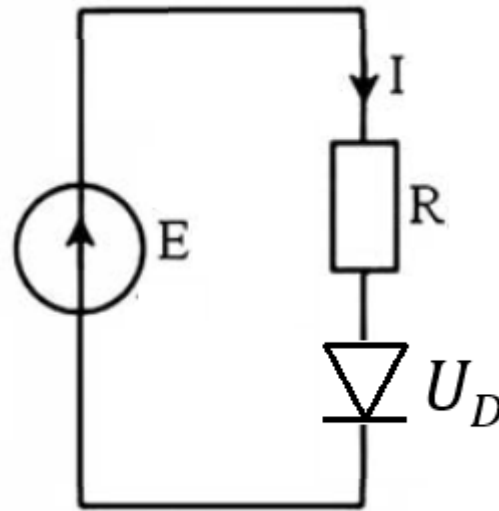


Рис. Более подробная схема цепи

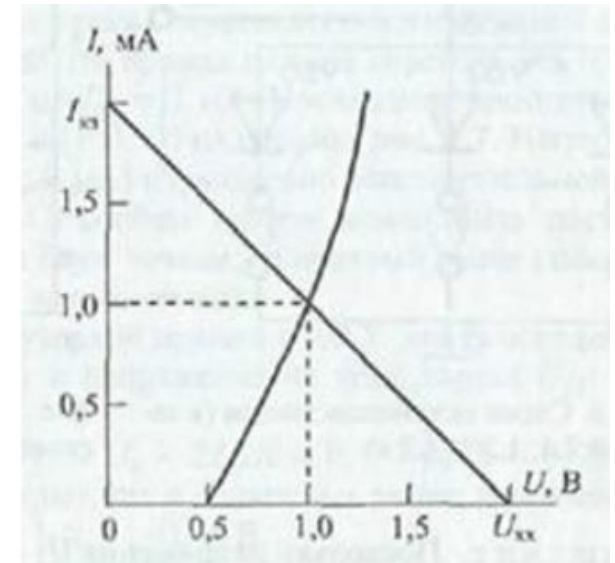


Рис. ВАХ диода

Решение:

Запишем 2 закон Кирхгофа для цепи: $E = IR + U_D$, где U_D – напряжение на диоде. Чтобы определить I и U_D нужно на ВАХ построить нагрузочную прямую по двум точкам пересечения с осями. Эти точки находят при коротком замыкании и при холостом ходе: $I_{кз} = \frac{E}{R} = \frac{2 \text{ В}}{1 \text{ кОм}} = 2 \text{ мА}$; $U_{Dxx} = E = 2 \text{ В}$.

Точка пересечения нагрузочной прямой и ВАХ диода позволяет определить ток в цепи и напряжение на диоде: $I = 1 \text{ мА}$; $U_D = 1 \text{ В}$.

Полупроводниковые диоды

Задача 6. Для стабилизации напряжения на нагрузке (см. рис.) используется полупроводниковый **стабилитрон**, напряжение стабилизации которого $U_{ст} = 10 \text{ В}$. Определите допустимые пределы изменения питающего напряжения, если известны минимальный ток стабилитрона $I_{ст min} = 1 \text{ мА}$, максимальный ток стабилитрона $I_{ст max} = 30 \text{ мА}$, сопротивление нагрузки $R_H = 1 \text{ кОм}$ и сопротивление ограничительного резистора $R_{огр} = 0,5 \text{ кОм}$.

Решение:

По 1 закону Кирхгофа для верхнего узла: $I = I_{ст} + I_H$.

По 2 закону Кирхгофа для правого контура:

$0 = U_{ст} - R_H I_H$, отсюда выразим ток на нагрузке:

$$I_H = U_{ст} / R_H.$$

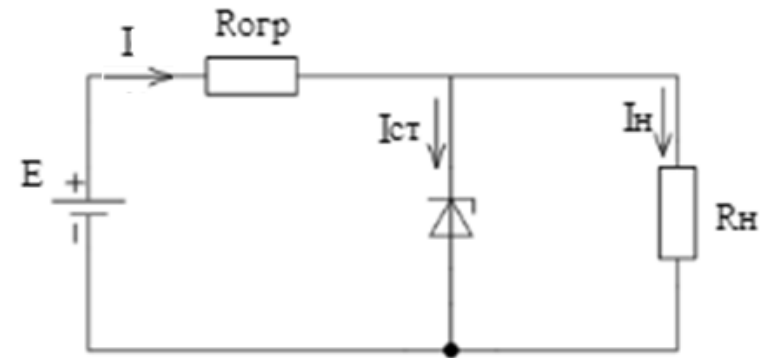
По 2 закону Кирхгофа для левого контура:

$$E = R_{огр} I + U_{ст} = U_{ст} + R_{огр} (I_{ст} + I_H) = U_{ст} \left(1 + \frac{R_{огр}}{R_H} \right) + R_{огр} I_{ст}.$$

После подстановки в эту формулу $I_{ст min}$ и $I_{ст max}$ получим:

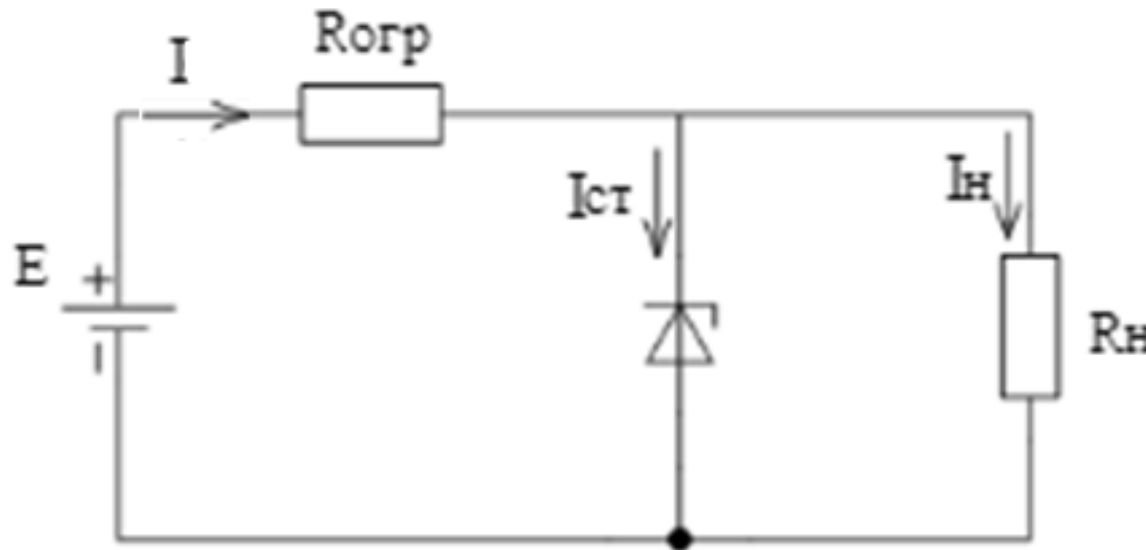
$$E_{min} = 10 \cdot (1 + 0,5) + 1 \cdot 0,5 = 15,5 \text{ В};$$

$$E_{max} = 10 \cdot (1 + 0,5) + 30 \cdot 0,5 = 30 \text{ В}.$$



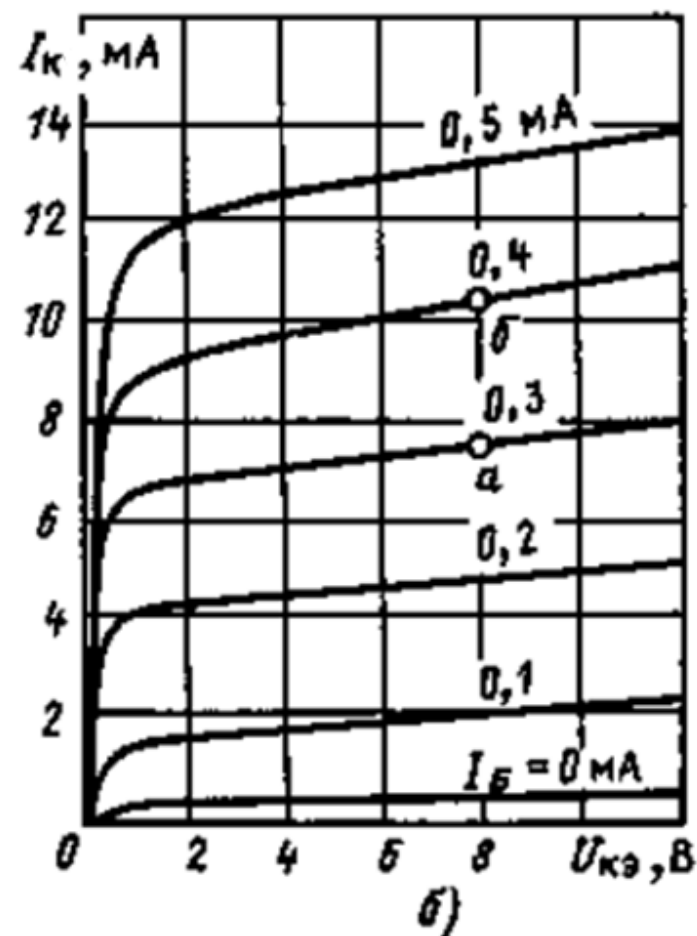
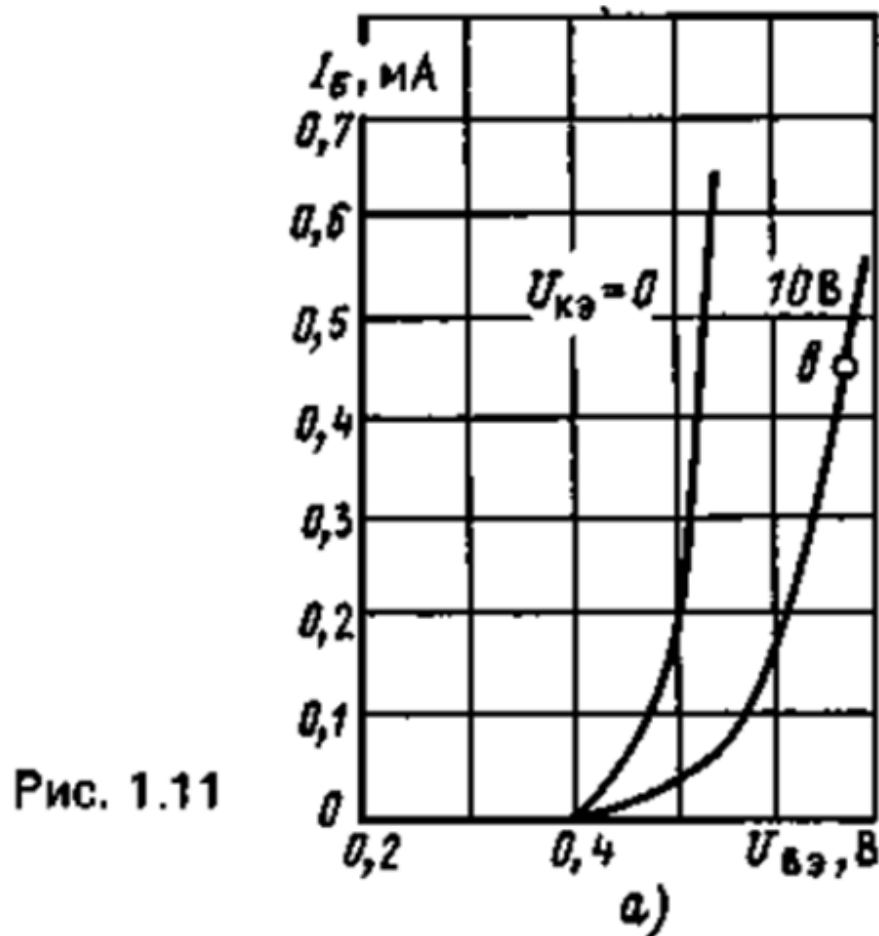
Полупроводниковые диоды

Задача 7. Кремниевый стабилитрон включен в схему стабилизатора напряжения (рис.) параллельно с резистором $R_H = 2,2 \text{ кОм}$. Параметры стабилитрона: напряжение стабилизации $U_{ст} = 13 \text{ В}$, минимальный ток стабилитрона $I_{ст \min} = 1 \text{ мА}$ и максимальный ток стабилитрона $I_{ст \max} = 20 \text{ мА}$. Найти сопротивление ограничительного резистора $R_{огр}$, если напряжение источника E меняется от 16 В до 24 В . Определить будет ли обеспечена стабилизация во всем диапазоне изменения напряжения источника.



Биполярные транзисторы

Задача 1.26. На рис. 1.11, а и б изображены входные и выходные характеристики транзистора с общим эмиттером (ОЭ). Какого типа данный транзистор? Покажите на характеристиках области, соответствующие активному режиму, режиму насыщения и режиму отсечки.



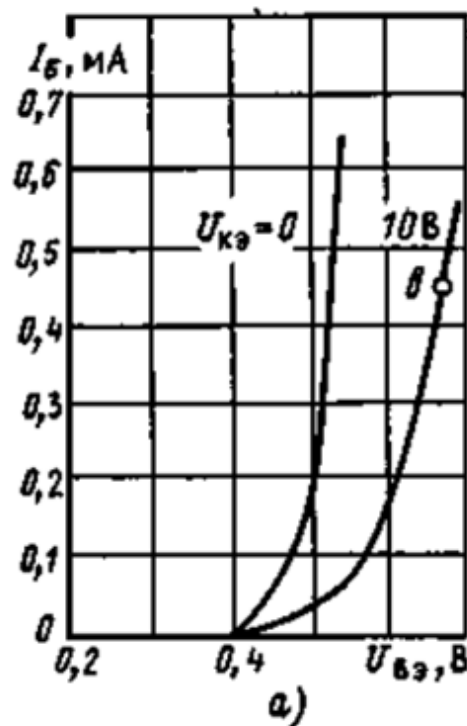
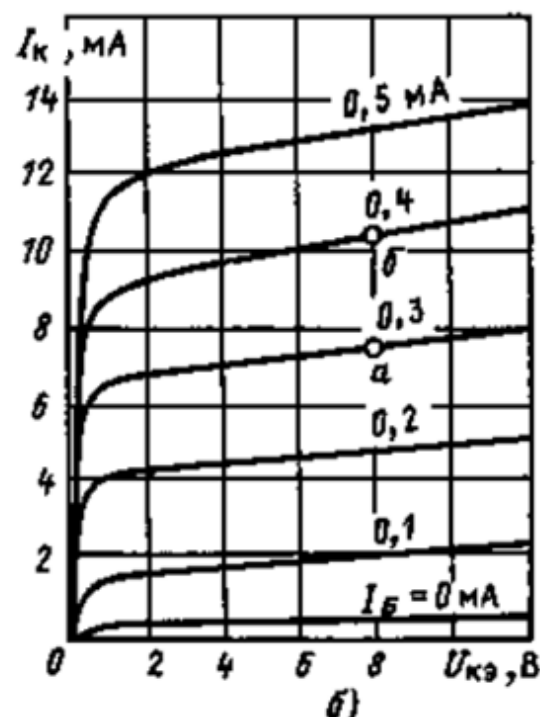


Рис. 1.11

Решение. Вольт-амперные характеристики на рис. 1.11, а и б принадлежат транзистору типа *нри*. Для того чтобы его эмиттерный переход был открыт, на базу подается положительное напряжение. На коллекторный переход также подается положительное напряжение. При $U_{КЭ} < U_{БЭ}$ имеет место режим насыщения, когда оба перехода открыты. Этот режим лежит в области $U_{КЭ} < 1$ В.

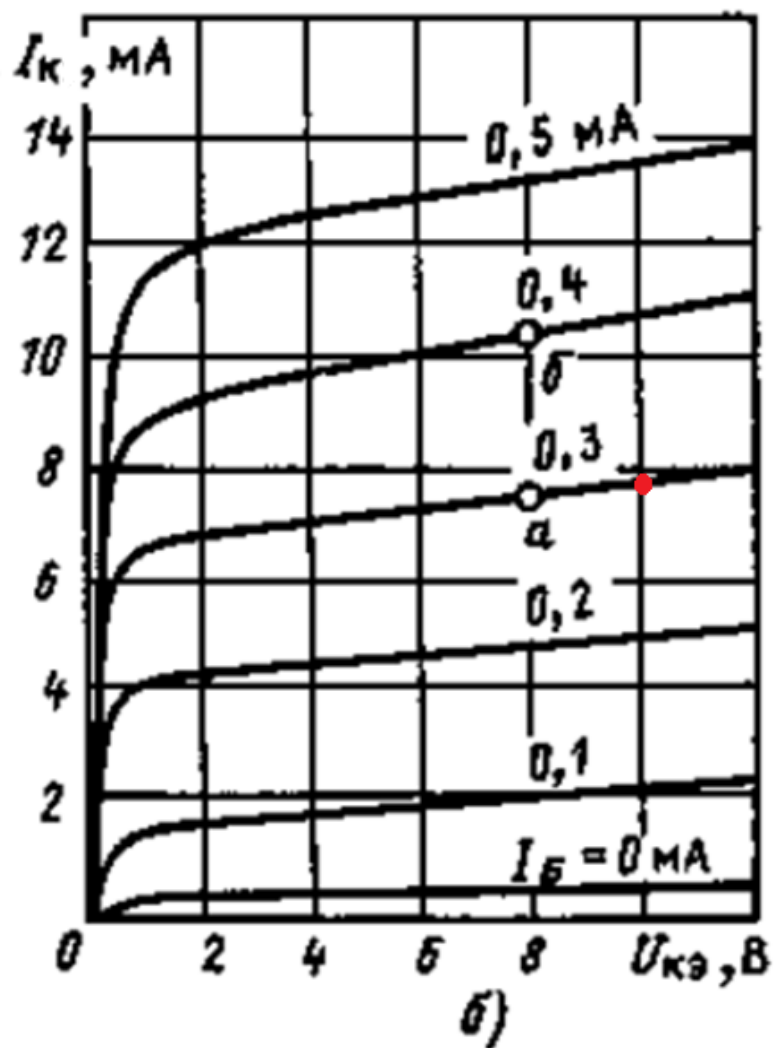
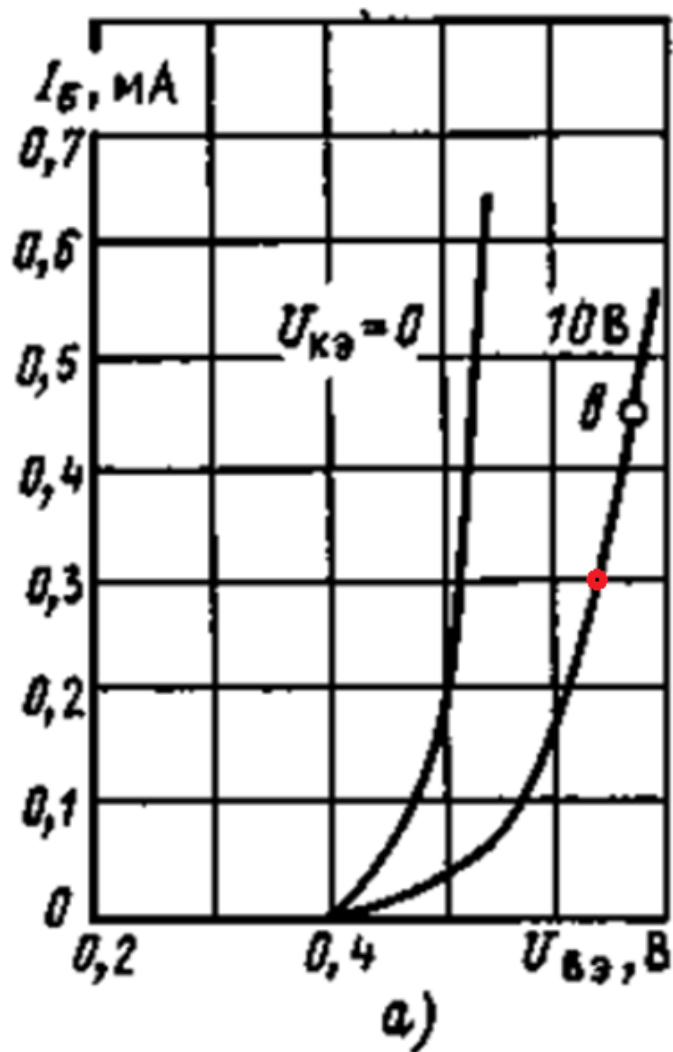
При $U_{КЭ} \gtrsim 1$ В напряжение между коллектором и базой становится положительным, коллекторный переход закрывается, транзистор переходит в активный режим (эмиттер инжектирует носители, коллектор их экстрагирует).

Режим отсечки соответствует области выходной ВАХ, лежащей ниже характеристики, снятой при $I_B = 0$. В этом режиме оба перехода закрыты.



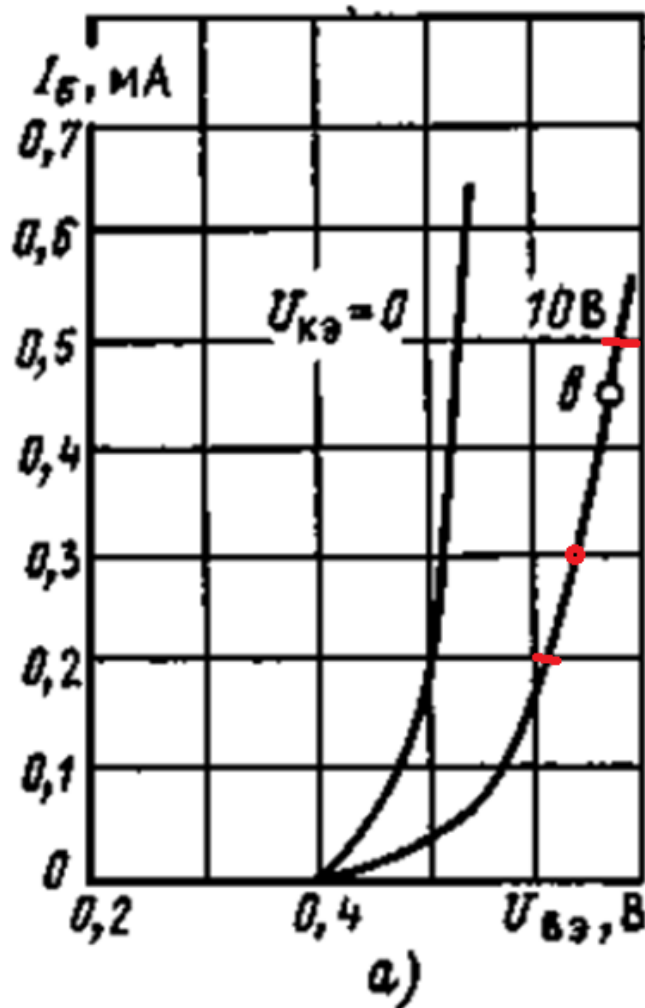
Биполярные транзисторы

Задача 8. Рассчитайте h -параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером (ОЭ) по его входным (а) и выходным ВАХ (б) для рабочей точки: $I_B = 0.3 \text{ мА}$, $U_{CE} = 0.64 \text{ В}$.



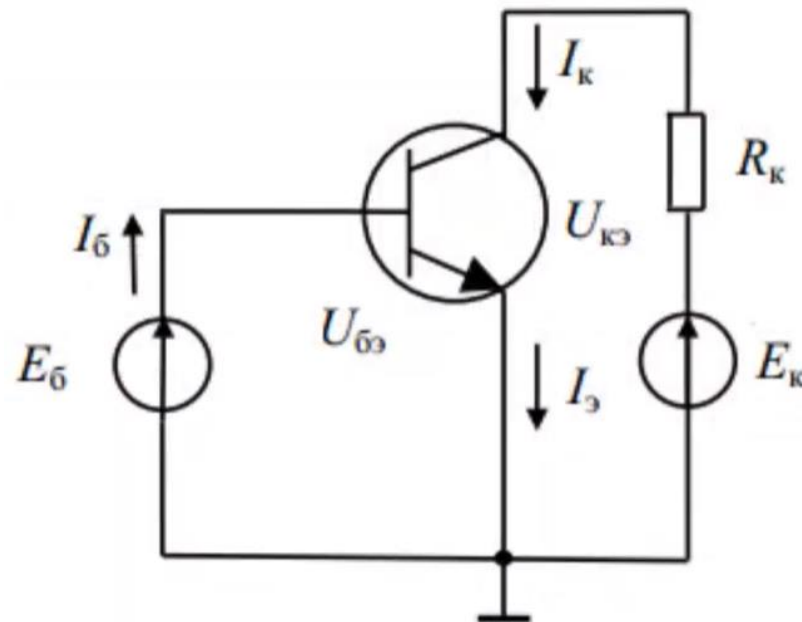
Биполярные транзисторы

Задача 8. Рассчитайте h -параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером (ОЭ) по его входным (а) и выходным ВАХ (б) для рабочей точки: $I_6 = 0.3 \text{ mA}$, $U_{6э} = 0.64 \text{ V}$.



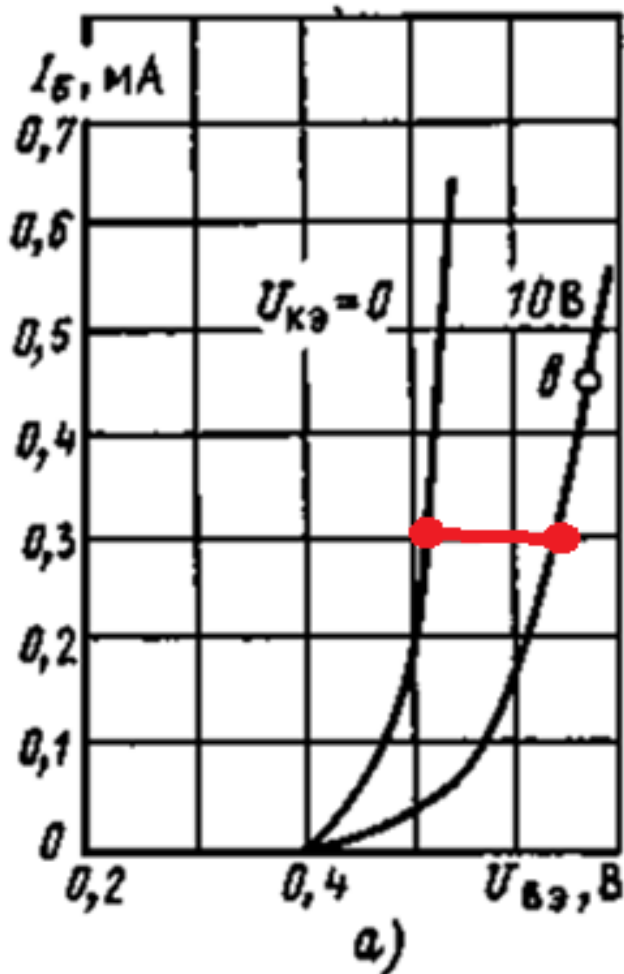
Решение:

$$h_{11э} = \frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} = \frac{\Delta U_{6э}}{\Delta I_6} = \frac{(0.68 - 0.61) \text{ В}}{(0.5 - 0.2) \cdot 10^{-3} \text{ А}} = \frac{70}{0.3} \text{ Ом} = 233.3(3) \text{ Ом} \quad (\text{при } U_{кэ} = 10 \text{ В});$$



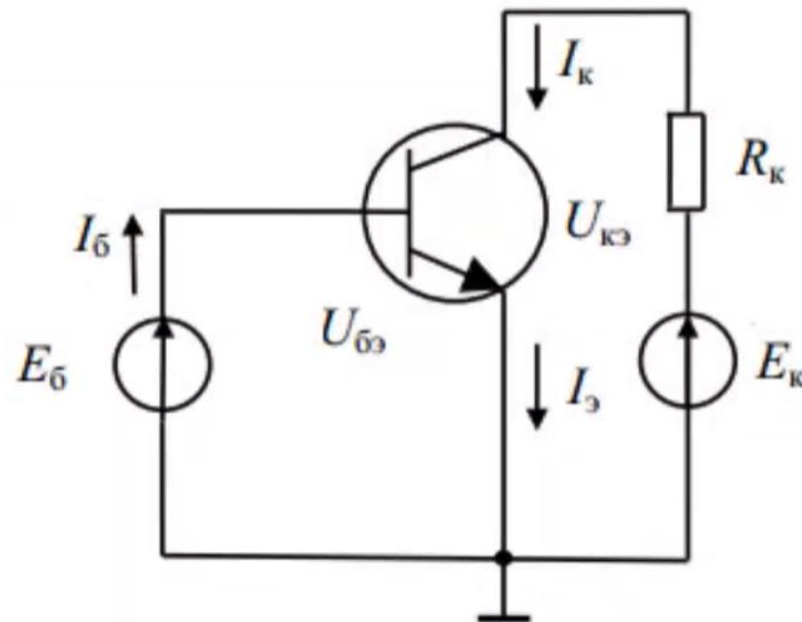
Биполярные транзисторы

Задача 8. Рассчитайте h -параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером (ОЭ) по его входным (а) и выходным ВАХ (б) для рабочей точки: $I_{\text{б}} = 0.3 \text{ мА}$, $U_{\text{бэ}} = 0.64 \text{ В}$.



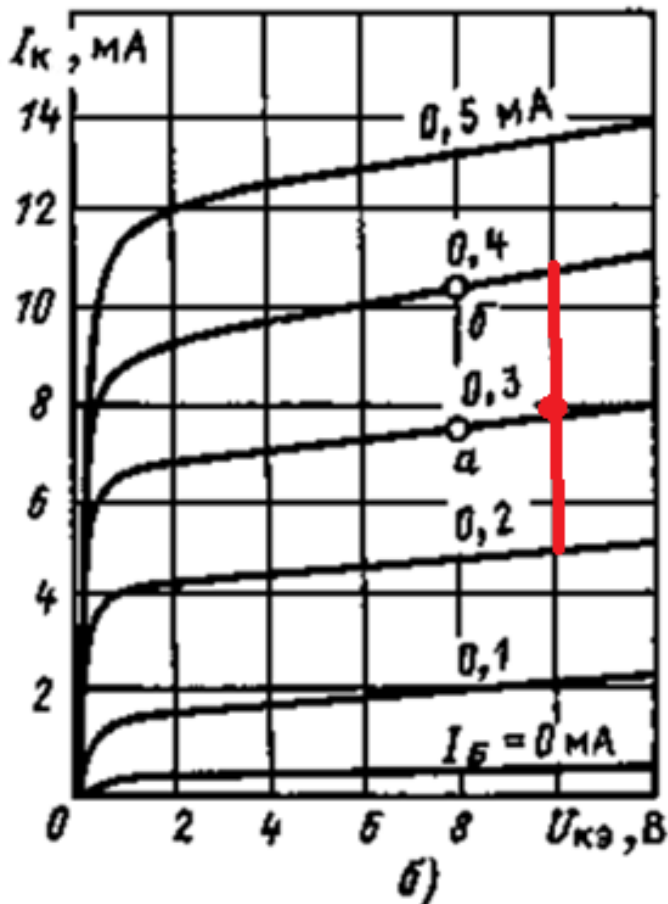
Решение:

$$h_{12э} = \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{\Delta U_{\text{бэ}}}{\Delta U_{\text{кэ}}} = \frac{(0.64 - 0.51) \text{ В}}{(10 - 0) \text{ В}} = \frac{0.23}{10} = 0.023 \quad (\text{при } I_{\text{б}} = 0.3 \text{ мА});$$



Биполярные транзисторы

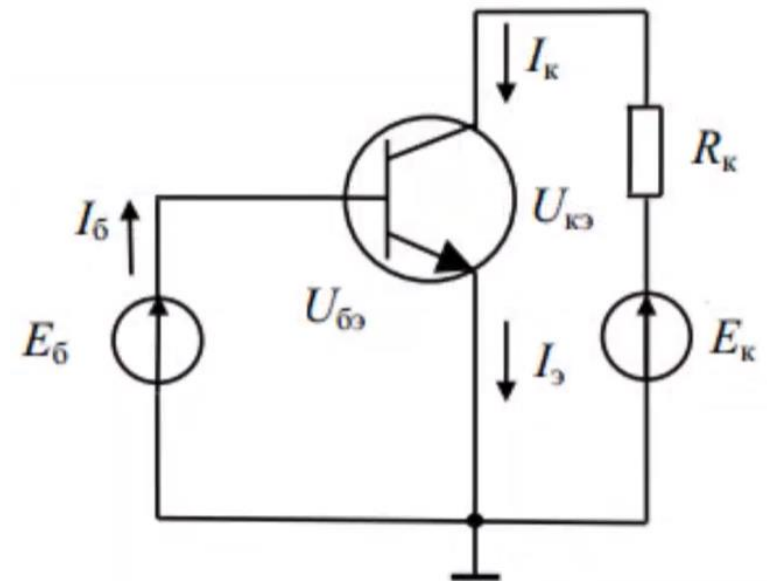
Задача 8. Рассчитайте h -параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером (ОЭ) по его входным (а) и выходным ВАХ (б) для рабочей точки: $I_6 = 0.3 \text{ mA}$, $U_{6э} = 0,64 \text{ V}$.



Решение:

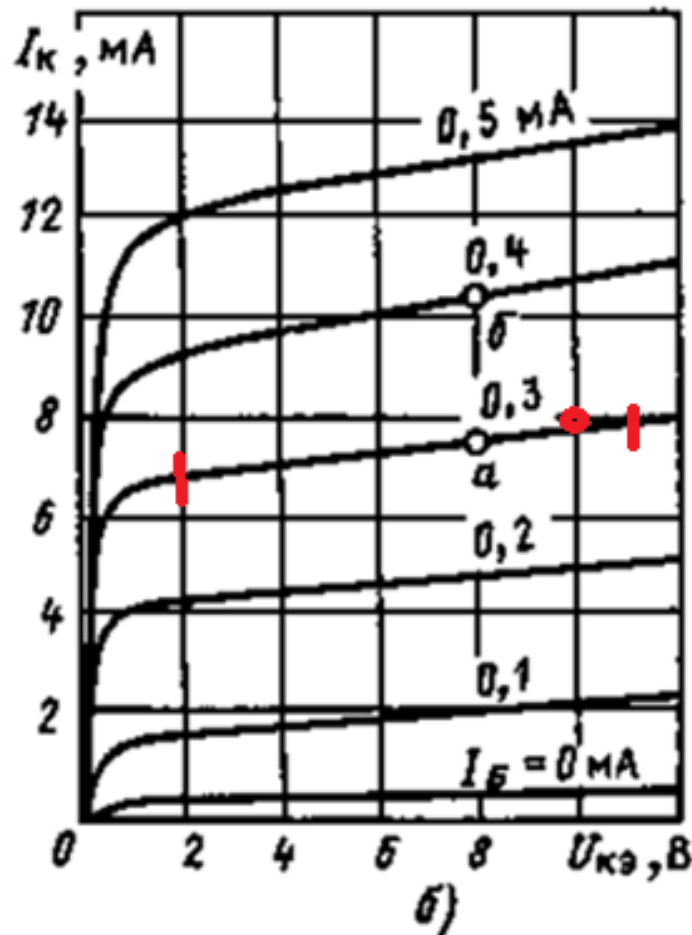
$$h_{21э} = \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1} = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_6} = \frac{(10.9 - 5) \text{ mA}}{(0.4 - 0.2) \text{ mA}} = 2$$

(при $U_2 = U_{KЭ} = 10 \text{ V}$);



Биполярные транзисторы

Задача 8. Рассчитайте h -параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером (ОЭ) по его входным (а) и выходным ВАХ (б) для рабочей точки: $I_6 = 0.3 \text{ мА}$, $U_{6э} = 0,64 \text{ В}$.



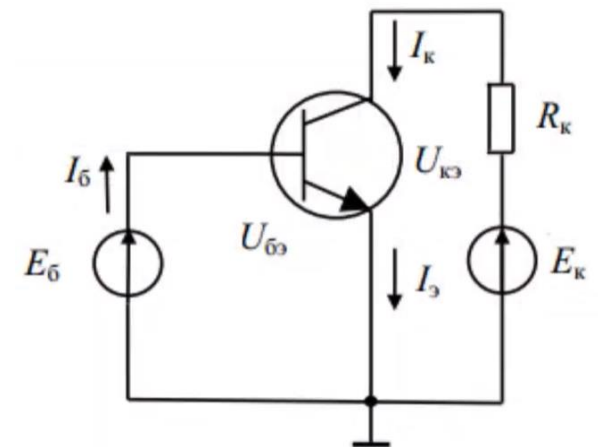
Решение:

$$h_{21э} = \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1} = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_6} = \frac{(10.9 - 5) \text{ мА}}{(0.4 - 0.2) \text{ мА}} = 2$$

(при $U_2 = U_{Kэ} = 10 \text{ В}$);

$$h_{22э} = \frac{\Delta I_2}{\Delta U_2} = \frac{\Delta I_K}{\Delta U_{Kэ}} = \frac{(8 - 6.8) \text{ мА}}{(9 - 2) \text{ В}} = 0.17 \text{ мСм}$$

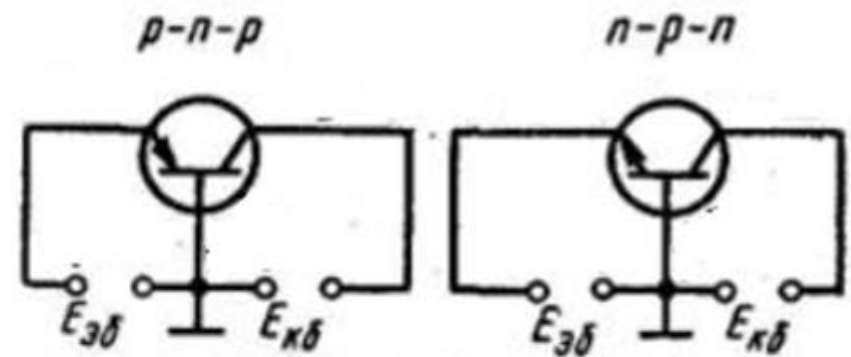
(при $I_1 = I_6 = 0.3 \text{ мА}$);



Биполярные транзисторы

Задача 9. Изобразить схемы включения транзистора ОБ для транзисторов типов $p-n-p$ и $n-p-n$. Показать полярности питающих напряжений для случаев работы транзистора:

- а) в активном режиме;
- б) в режиме отсечки;
- в) в режиме насыщения;
- г) при инверсном включении.



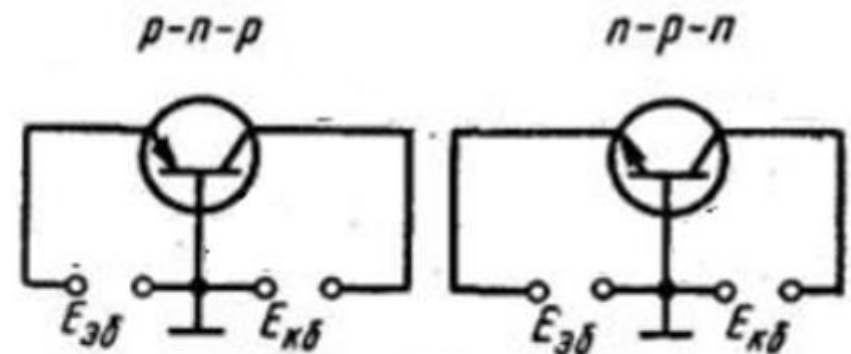
На обеих схемах показать направления токов

эмиттера $I_{Э}$, коллектора $I_{К}$, базы $I_{Б}$ для всех рассмотренных случаев.

Биполярные транзисторы

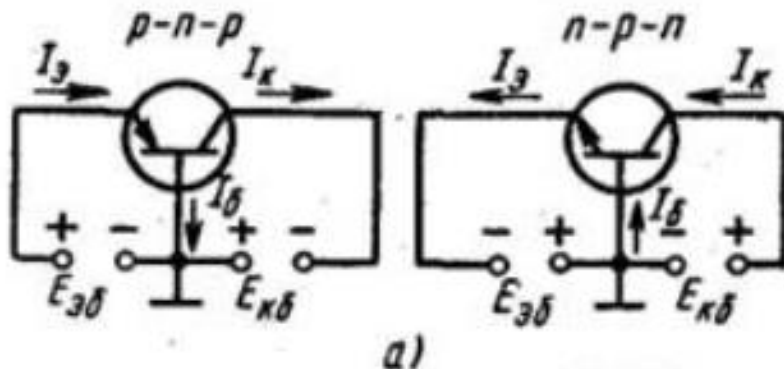
Задача 9. Изобразить схемы включения транзистора ОБ для транзисторов типов $p-n-p$ и $n-p-n$. Показать полярности питающих напряжений для случаев работы транзистора:

- а) в активном режиме;
- б) в режиме отсечки;
- в) в режиме насыщения;
- г) при инверсном включении.



На обеих схемах показать направления токов

эмиттера $I_э$, коллектора $I_к$, базы $I_б$ для всех рассмотренных случаев.

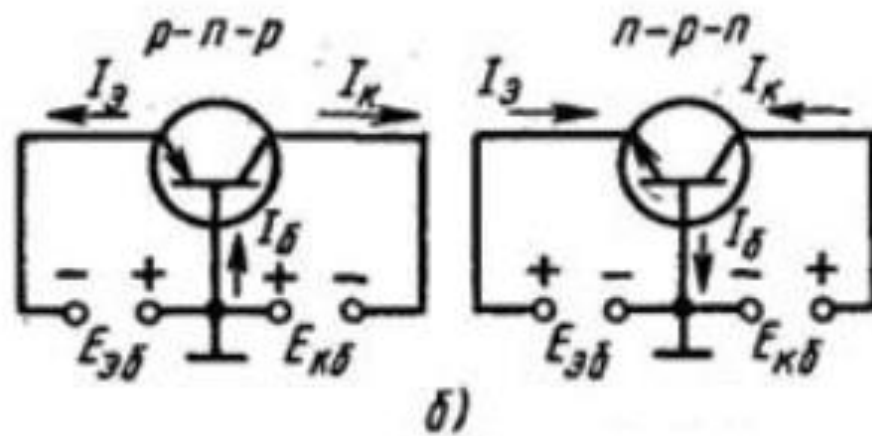
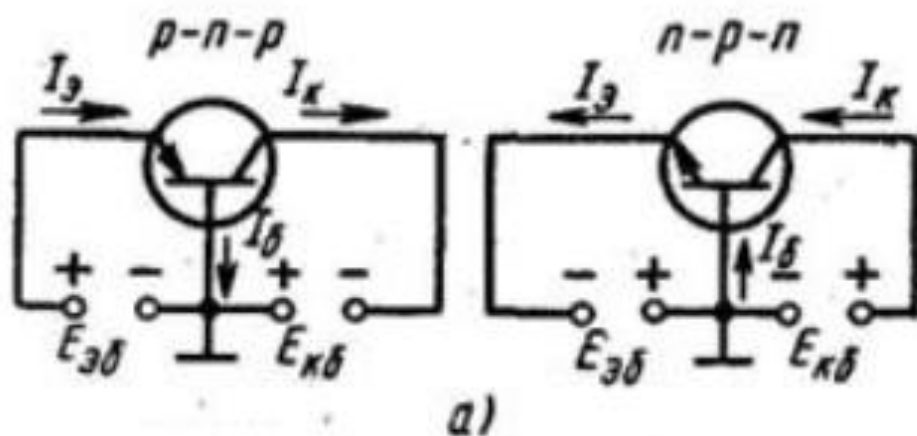
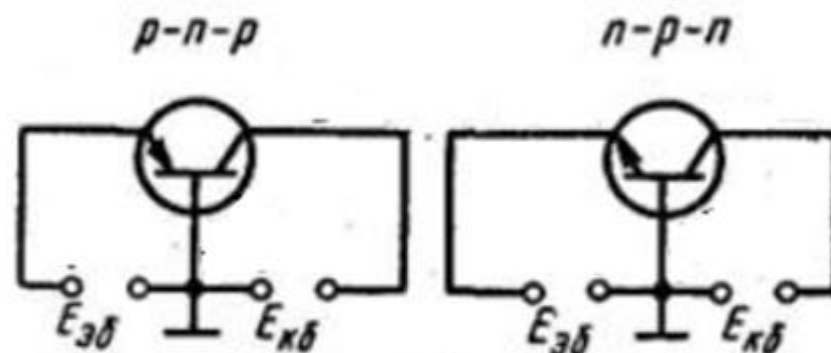


Биполярные транзисторы

Задача 9. Изобразить схемы включения транзистора ОБ для транзисторов типов $p-n-p$ и $n-p-n$. Показать полярности питающих напряжений для случаев работы транзистора:

- а) в активном режиме;
- б) в режиме отсечки;
- в) в режиме насыщения;
- г) при инверсном включении.

На обеих схемах показать направления токов эмиттера I_E , коллектора I_K , базы I_B для всех рассмотренных случаев.



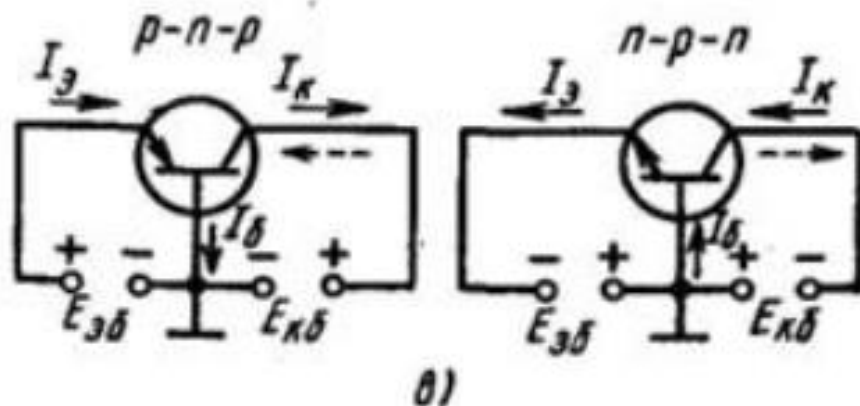
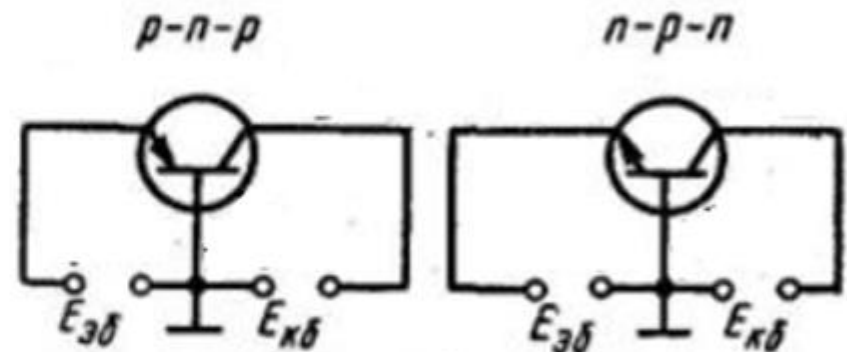
Биполярные транзисторы

Задача 9. Изобразить схемы включения транзистора ОБ для транзисторов типов $p-n-p$ и $n-p-n$. Показать полярности питающих напряжений для случаев работы транзистора:

- а) в активном режиме;
- б) в режиме отсечки;
- в) в режиме насыщения;
- г) при инверсном включении.

На обеих схемах показать направления токов

эмиттера I_E , коллектора I_K , базы I_B для всех рассмотренных случаев.



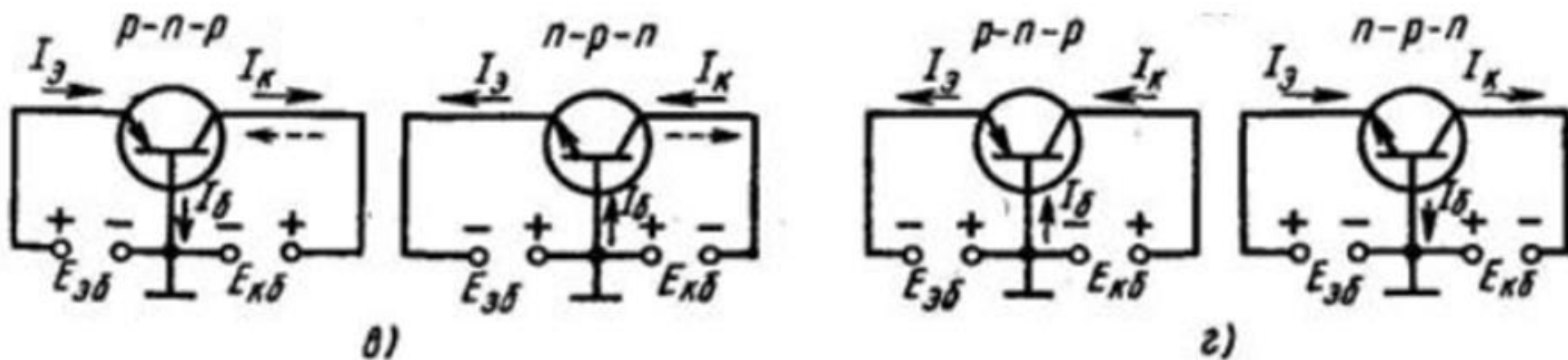
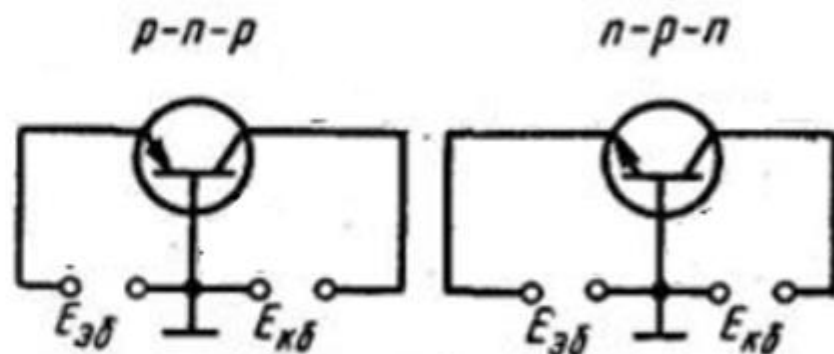
Биполярные транзисторы

Задача 9. Изобразить схемы включения транзистора ОБ для транзисторов типов $p-n-p$ и $n-p-n$. Показать полярности питающих напряжений для случаев работы транзистора:

- а) в активном режиме;
- б) в режиме отсечки;
- в) в режиме насыщения;
- г) при инверсном включении.

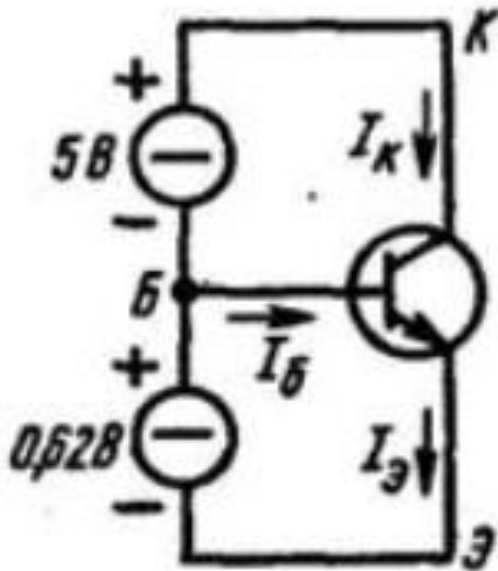
На обеих схемах показать направления токов

эмиттера I_E , коллектора I_K , базы I_B для всех рассмотренных случаев.



Биполярные транзисторы

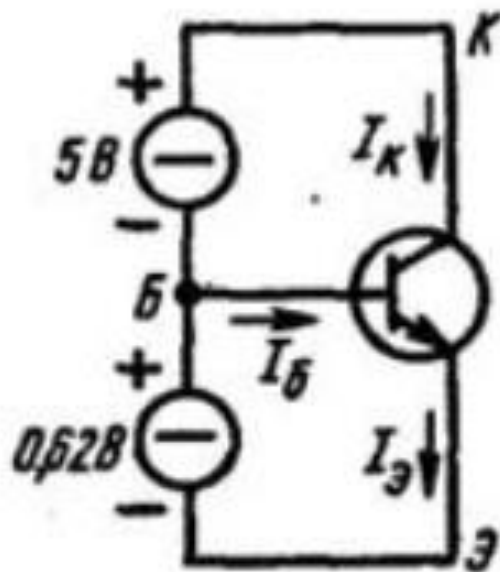
Задача 10. Транзистор, имеющий параметры $\alpha = 0.995$, $I_3 = 58,95$ мА, включен в схему, изображенную на рисунке. Найти токи транзистора и напряжение между коллектором и эмиттером. Определить режим работы транзистора.



Биполярные транзисторы

Задача 10. Транзистор, имеющий параметры $\alpha = 0.995$, $I_{\varepsilon} = 58,95$ мА, включен в схему, изображенную на рисунке. Найти токи транзистора и напряжение между коллектором и эмиттером. Определить режим работы транзистора.

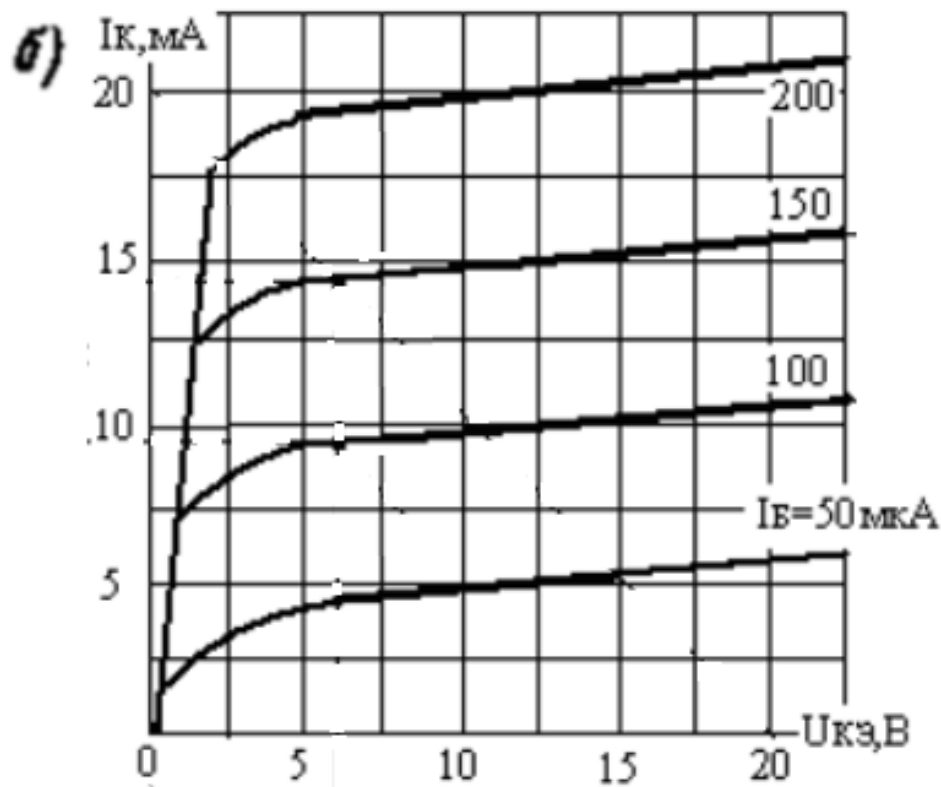
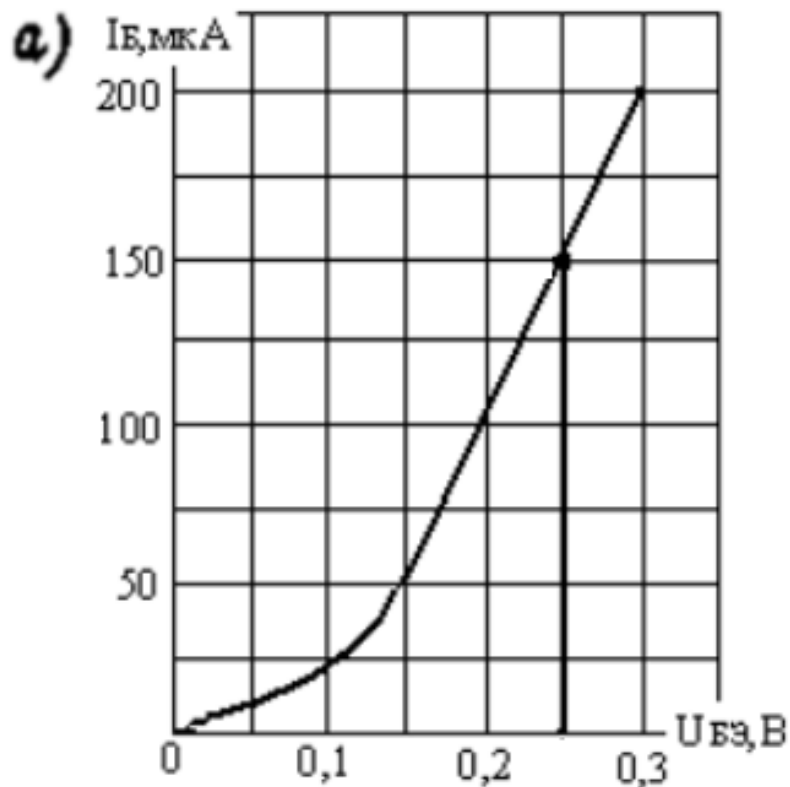
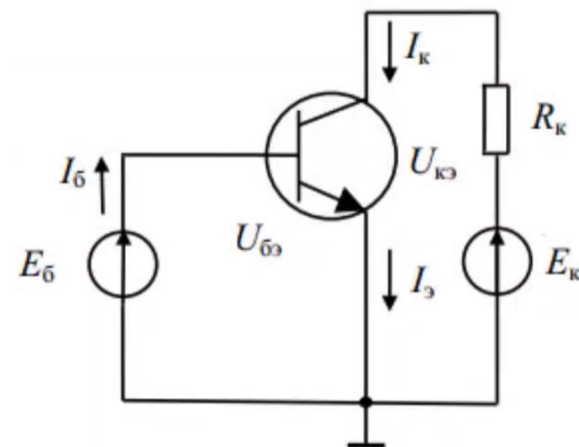
Решение:



- 1) $I_K = \alpha \cdot I_{\varepsilon} = 0.995 \cdot 58.95 \text{ мА} = 58.66 \text{ мА};$
- 2) $I_{\text{Б}} = I_{\varepsilon} - I_K = 58,95 \text{ мА} - 58.66 \text{ мА} = 0.29 \text{ мА};$
- 3) $U_{\text{КЭ}} = U_{\text{КБ}} - U_{\text{ЭБ}} = 5 \text{ В} - (-0.62 \text{ В}) = 5.62 \text{ В}$

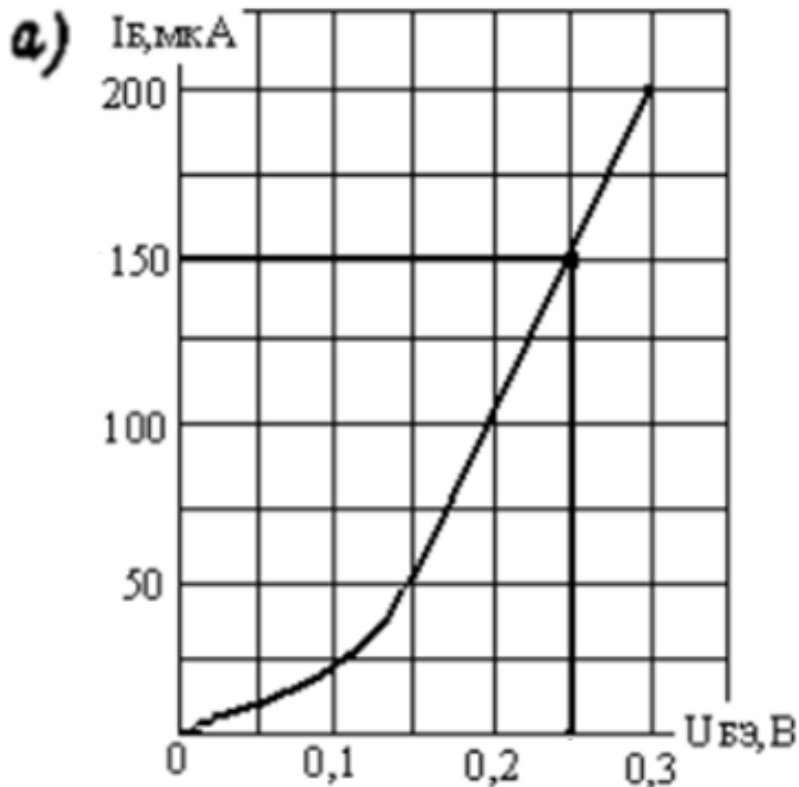
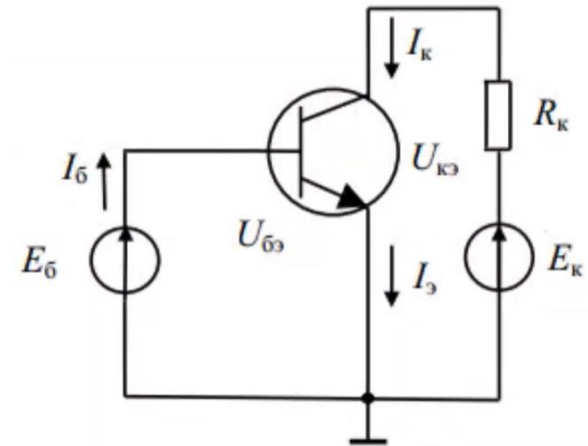
Биполярные транзисторы

Задача 11. Для биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, используя его входные (а) и выходные ВАХ (б), определить ток базы I_B , ток коллектора I_K , напряжение на коллекторе $U_{KЭ}$, мощность на коллекторе P_K и коэффициент усиления тока $h_{21э}$ при $U_{БЭ} = 0,25$ В, если: $E_K = 20$ В, $R_K = 1$ кОм.



Биполярные транзисторы

Задача 11. Для биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, используя его входные (а) и выходные ВАХ (б), определить ток базы $I_б$, ток коллектора $I_к$, напряжение на коллекторе $U_{кэ}$, мощность на коллекторе $P_к$ и коэффициент усиления тока $h_{21э}$ при $U_{бэ} = 0,25$ В, если: $E_к = 20$ В, $R_к = 1$ кОм.



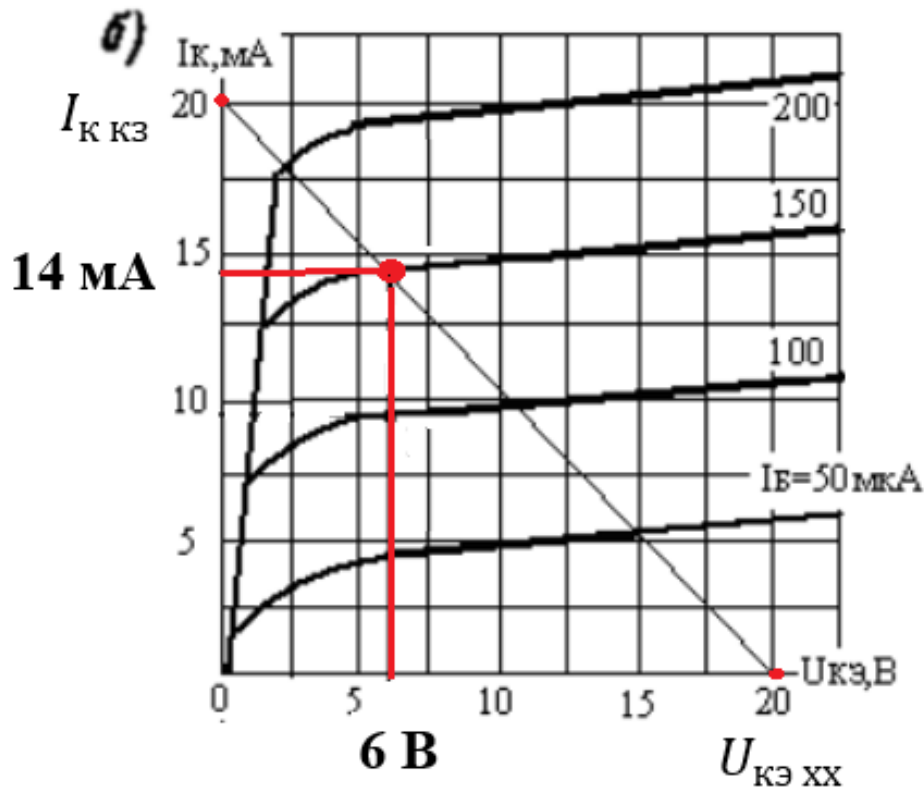
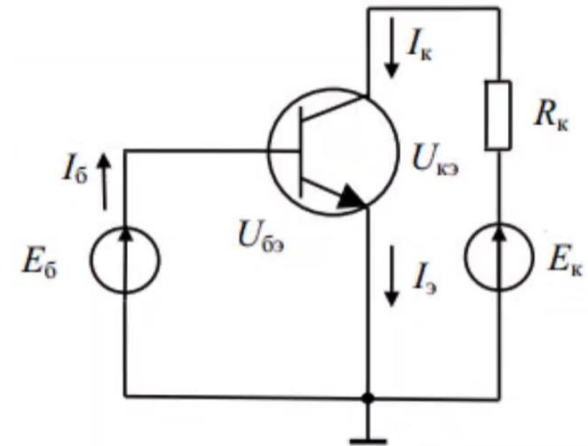
Решение:

1) Определяем по входной ВАХ при $U_{бэ} = 0,25$ В ток базы $I_б = 150$ мкА.

2) На выходной ВАХ строим нагрузочную линию, проходящую через точки режима холостого хода и режима короткого замыкания, точка пересечения с ВАХ при токе базы $I_б = 150$ мкА укажет на значения $U_{кэ}$ и $I_к$.

Биполярные транзисторы

Задача 11. Для биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, используя его входные (а) и выходные ВАХ (б), определить ток базы $I_б$, ток коллектора $I_к$, напряжение на коллекторе $U_{кэ}$, мощность на коллекторе $P_к$ и коэффициент усиления тока $h_{21э}$ при $U_{бэ} = 0,25$ В, если: $E_к = 20$ В, $R_к = 1$ кОм.



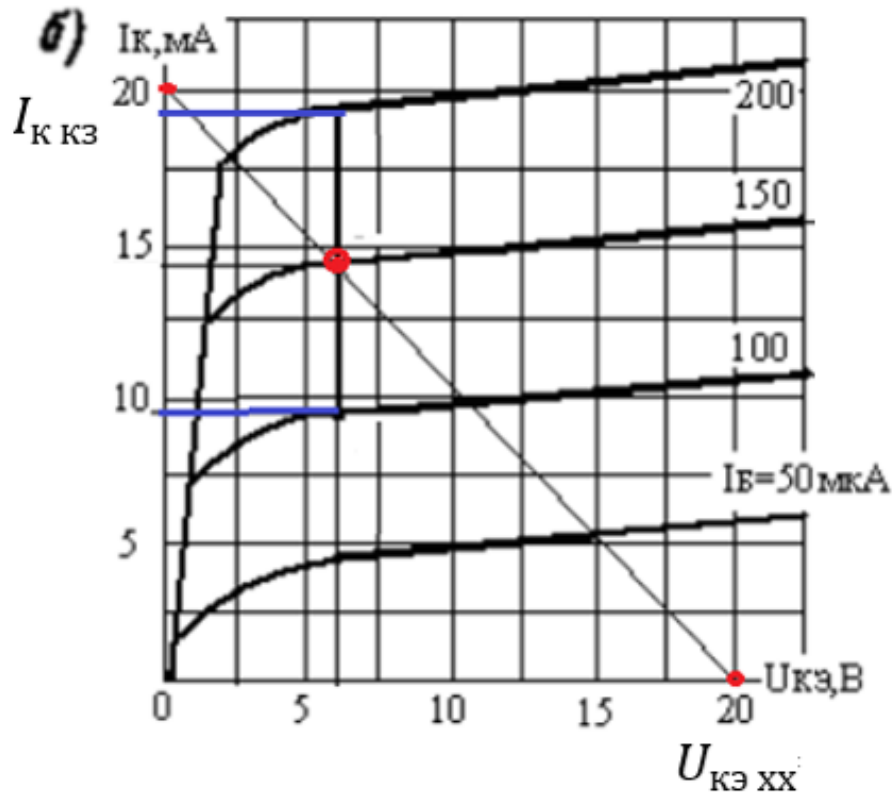
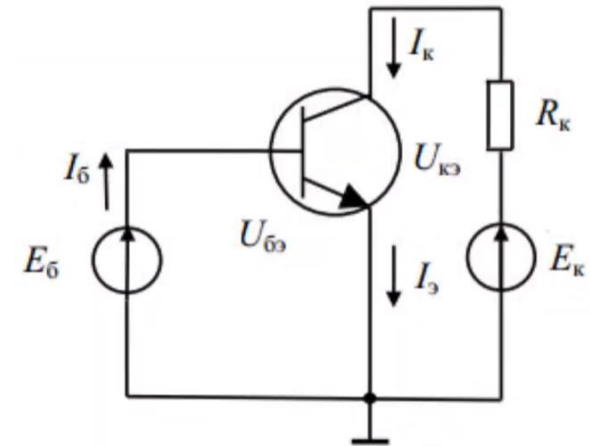
Решение:

2) На выходной ВАХ строим нагрузочную линию, проходящую через точки режима холостого хода $U_{кэ \text{ хх}} = E = 20$ В (при $I_к = 0$) и режима короткого замыкания $I_{к \text{ кз}} = E_к / R_к = \frac{20 \text{ В}}{1000 \text{ Ом}} = 20 \text{ мА}$, точка пересечения с ВАХ при токе базы $I_б = 150 \text{ мкА}$ укажет на значения $U_{кэ} = 6 \text{ В}$ и $I_к = 14 \text{ мА}$.

3) Мощность на коллекторе рассчитывается по формуле: $P_к = U_{кэ} I_к = 6 \text{ В} \cdot 14 \text{ мА} = 84 \text{ мВт}$.

Биполярные транзисторы

Задача 11. Для биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, используя его входные (а) и выходные ВАХ (б), определить ток базы $I_б$, ток коллектора $I_к$, напряжение на коллекторе $U_{кэ}$, мощность на коллекторе $P_к$ и коэффициент усиления тока $h_{21э}$ при $U_{бэ} = 0,25$ В, если: $E_к = 20$ В, $R_к = 1$ кОм.



Решение:

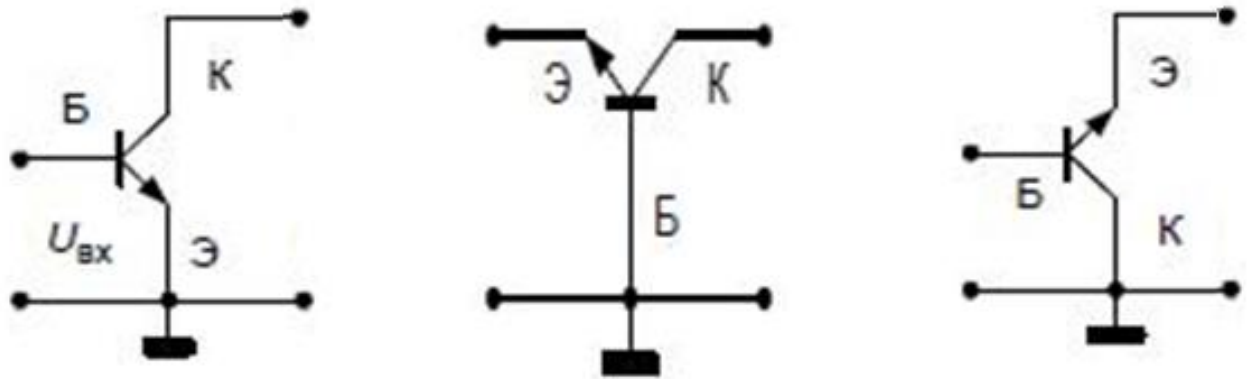
4) Коэффициент усиления тока:

$$h_{21э} = \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1} = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б} = \frac{(19 - 9) \text{ мА}}{(200 - 100) \text{ мкА}} = 100$$

(при $U_2 = U_{кэ} = 6 \text{ В}$).

Биполярные транзисторы

Схемы включения
биполярных
транзисторов:
ОЭ, ОБ и ОК.



h-параметры позволяют в расчетах использовать обобщенную схему замещения биполярного транзистора (см. рис.1).

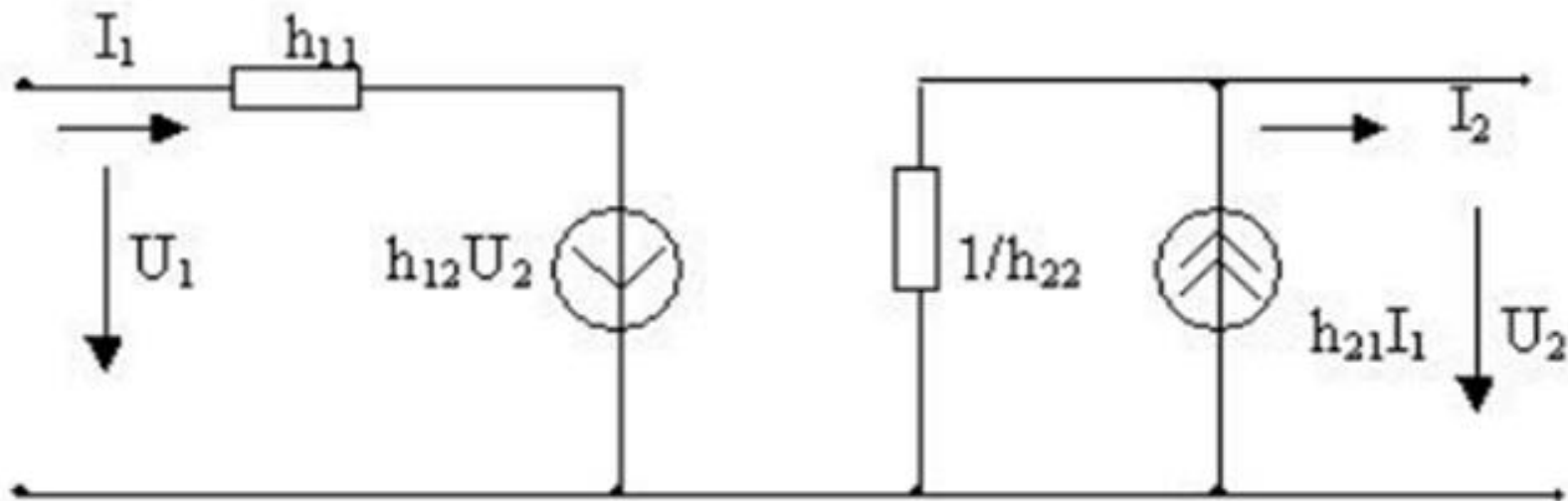
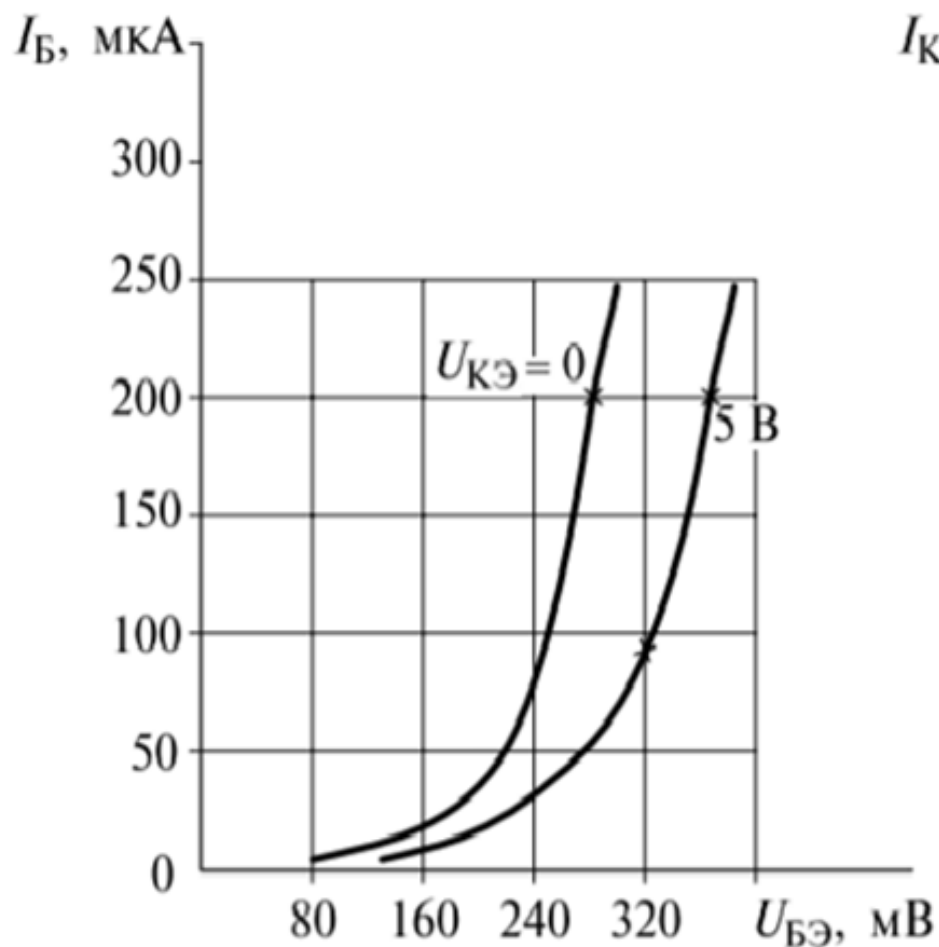


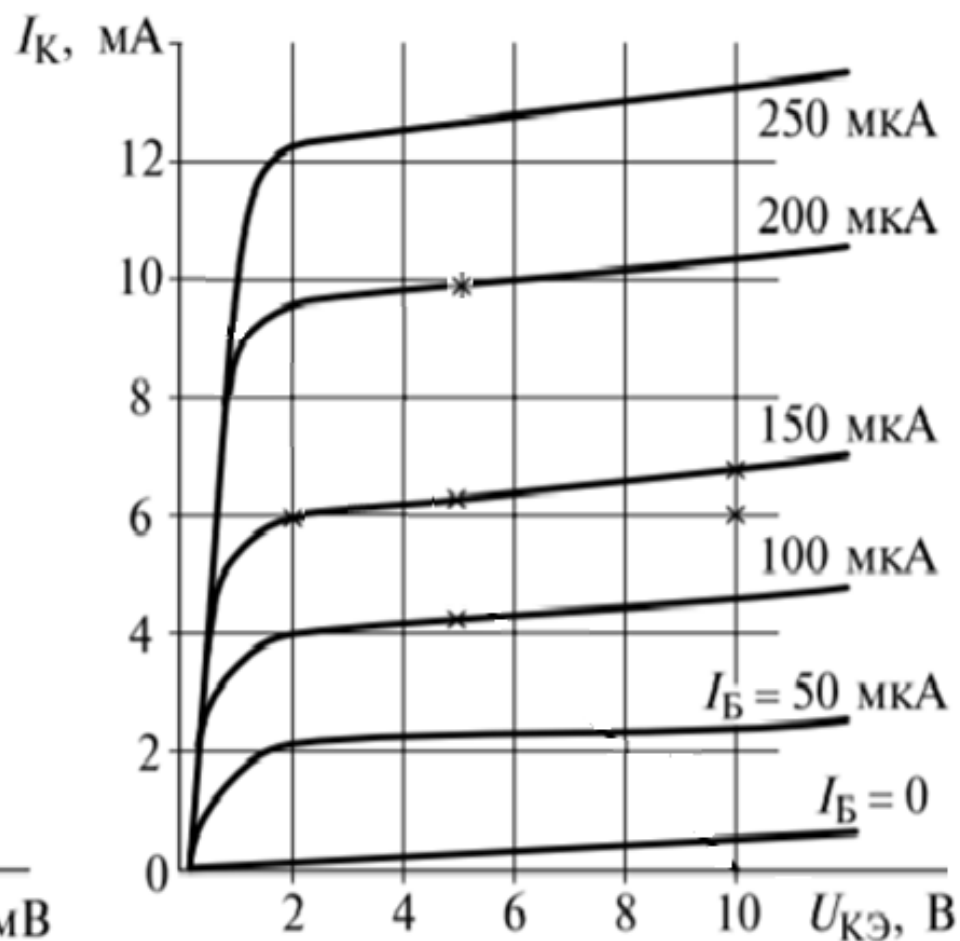
Рис.1. Обобщенная схема замещения биполярного транзистора

Биполярные транзисторы

Задача 12. Найдите h -параметры транзистора ГТ322Б по его входным (а) и выходным ВАХ (б), соответствующим схеме с ОЭ для $U_{КЭ} = 5$ В и $I_B = 150$ мкА. Начертите схему замещения.



а



б

Полевые транзисторы

Задача 13. Для полевого транзистора с управляющим p-n-переходом, включенного по схеме с общим истоком, используя его выходные ВАХ, определите тип канала, напряжение отсечки, ток насыщения, сопротивление открытого канала, постройте передаточную характеристику при напряжении $U_{си} = 10$ В, рассчитайте крутизну стоко-затворной характеристики и определите дифференциальное сопротивление канала на участке насыщения при напряжении на затворе $U_{зи} = -0,5$ В.

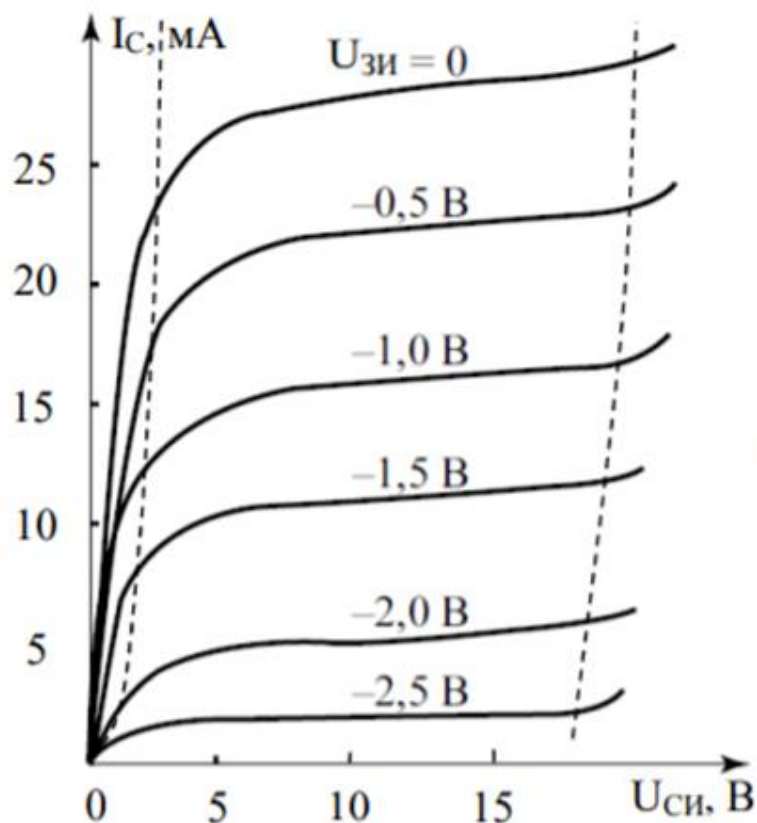
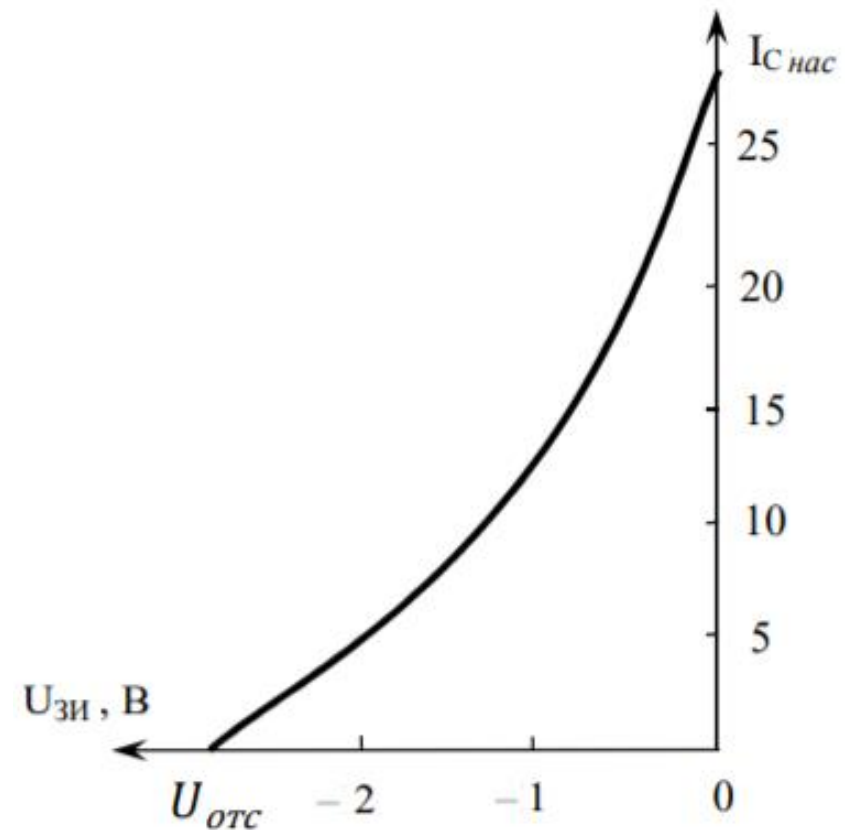
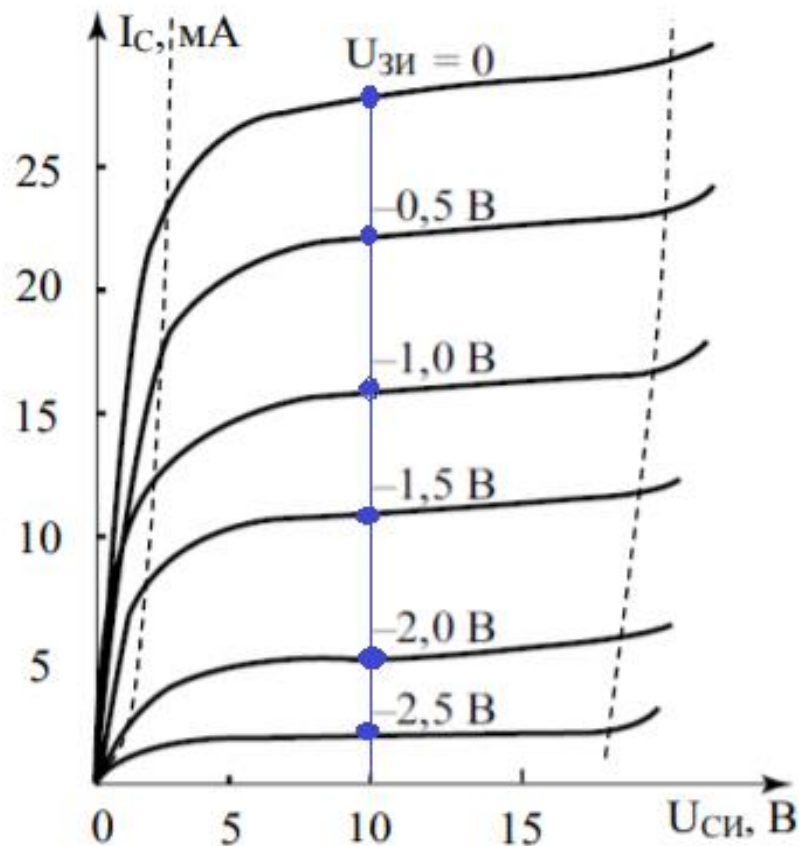


Рис. Выходные вольт-амперные характеристики полевого транзистора КП302Б

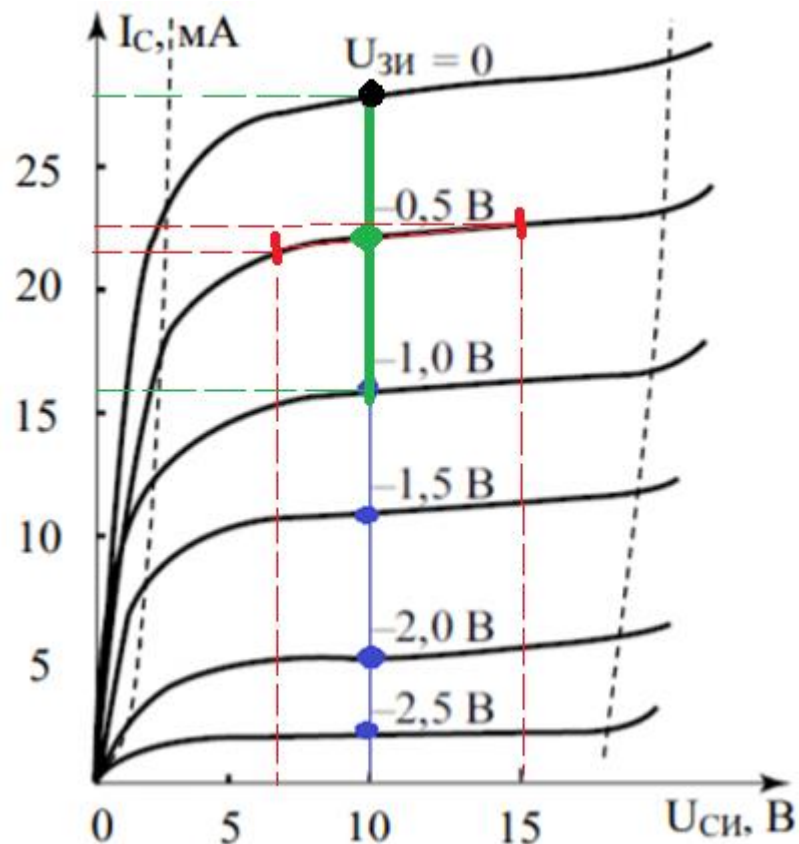
Полевые транзисторы

Задача 13. Для полевого транзистора с управляющим р-n-переходом, включенного по схеме с общим истоком, используя его выходные ВАХ, определите тип канала, напряжение отсечки, ток насыщения, сопротивление открытого канала, постройте передаточную характеристику при напряжении $U_{си} = 10$ В, рассчитайте крутизну стоко-затворной характеристики и определите дифференциальное сопротивление канала на участке насыщения при напряжении на затворе $U_{зи} = -0,5$ В.



Полевые транзисторы

Задача 13. Для полевого транзистора с управляющим p-n-переходом, включенного по схеме с общим истоком, используя его выходные ВАХ, определите тип канала, напряжение отсечки, ток насыщения, сопротивление открытого канала, постройте передаточную характеристику при напряжении $U_{си} = 10$ В, рассчитайте крутизну стоко-затворной характеристики и определите дифференциальное сопротивление канала на участке насыщения при напряжении на затворе $U_{зи} = -0,5$ В.



Решение:

Сопротивление открытого канала:

$$R_0 = \frac{U_{си}}{I_C} = \frac{10 \text{ В}}{28,5 \text{ мА}} \approx 351 \text{ Ом};$$

Дифференциальное сопротивление канала на участке насыщения:

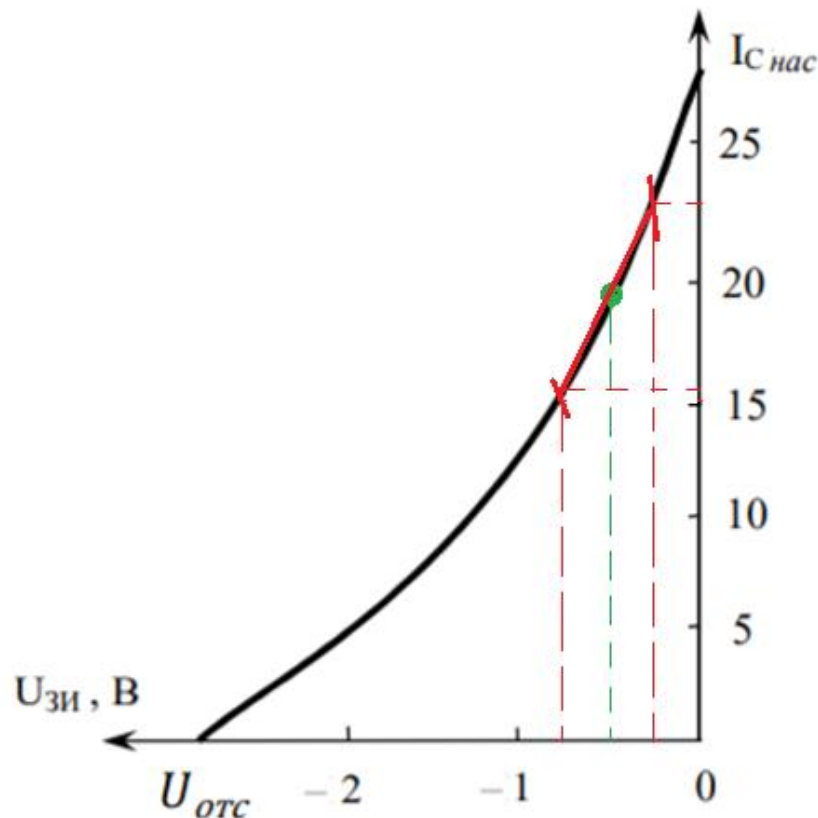
$$R_{\text{диф}} = \frac{\Delta U_{си}}{\Delta I_C} = \frac{15 \text{ В} - 7 \text{ В}}{22,5 \text{ мА} - 21,5 \text{ мА}} \approx 8 \text{ кОм};$$

Крутизна стоко-затворной характеристики:

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{зи}} = \frac{28,5 \text{ мА} - 16 \text{ мА}}{0 \text{ В} + 1 \text{ В}} = 12,5 \text{ мСм}.$$

Полевые транзисторы

Задача 13. Для полевого транзистора с управляющим р-п-переходом, включенного по схеме с общим истоком, используя его выходные ВАХ, определите тип канала, напряжение отсечки, ток насыщения, сопротивление открытого канала, постройте передаточную характеристику при напряжении $U_{си} = 10$ В, рассчитайте крутизну стоко-затворной характеристики и определите дифференциальное сопротивление канала на участке насыщения при напряжении на затворе $U_{зи} = -0,5$ В.



Решение:

Крутизна стоко-затворной характеристики (в результате расчета **по ВАХ**):

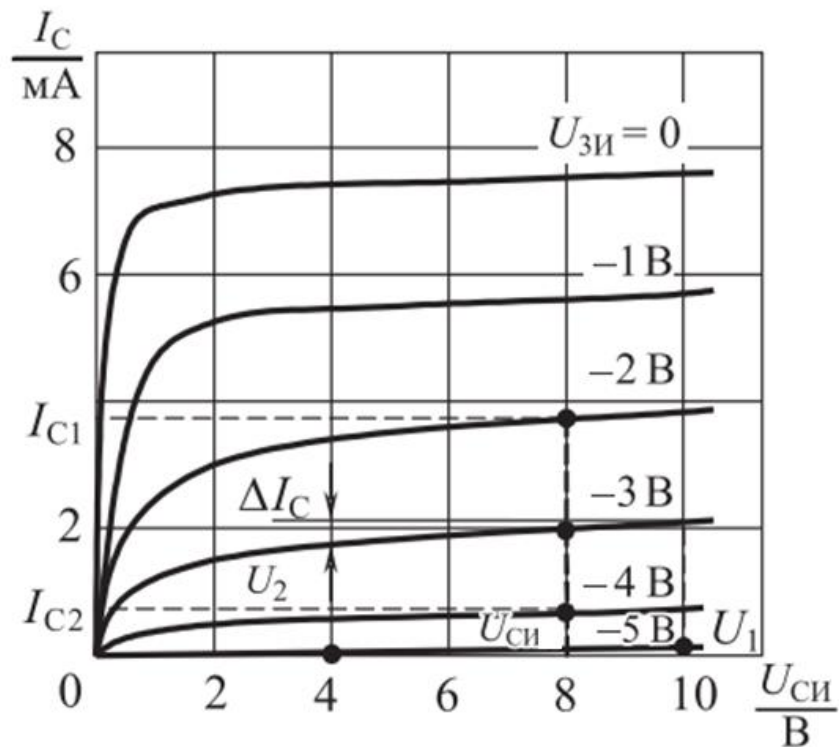
$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{зи}} = \frac{28,5 \text{ мА} - 16 \text{ мА}}{0 \text{ В} + 1 \text{ В}} = 12,5 \text{ мСм.}$$

По передаточной характеристике можно точнее рассчитать крутизну стоко-затворной характеристики (т.к. можно выбрать **интервал более близкий к линейному**):

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{зи}} = \frac{22,5 \text{ мА} - 16 \text{ мА}}{-0,25 \text{ В} + 0,75 \text{ В}} = 13 \text{ мСм.}$$

Полевые транзисторы

Задача 14. Статические выходные характеристики полевого транзистора приведены на рисунке. Определить крутизну характеристики и внутреннее сопротивление транзистора при $U_{СИ} = 8 \text{ В}$ и $U_{ЗИ} = -3 \text{ В}$. Начертить схему замещения транзистора.

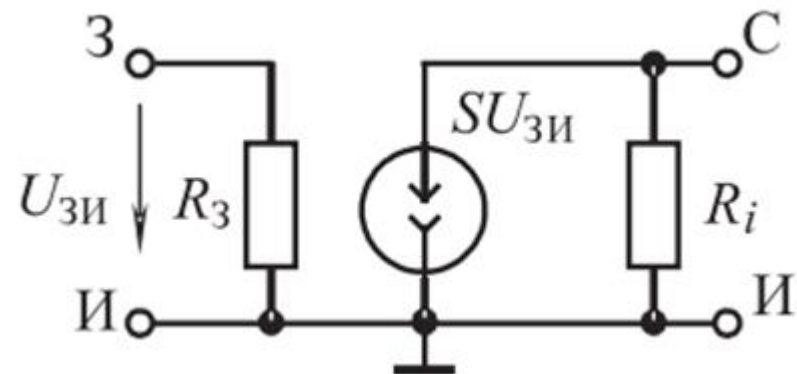


Решение: При постоянном $U_{СИ} = 8 \text{ В}$ и при изменении $\Delta U_{ЗИ} = \pm 1 \text{ В}$ находим крутизну характеристики:

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{ЗИ}} = \frac{I_{C1} - I_{C2}}{\Delta U_{ЗИ}} = \frac{(3,8 - 0,8) \cdot 10^{-3}}{2} = 1,5 \text{ мА/В.}$$

$$R_i = \frac{\Delta U_{СИ}}{\Delta I_C} = \frac{U_1 - U_2}{\Delta I_C} = \frac{10 - 4}{0,2 \cdot 10^{-3}} = 30 \text{ кОм.}$$

Схема замещения транзистора:



Полевые транзисторы

15.45. По семейству выходных (стоковых) характеристик полевого транзистора КП103И (рис. 15.7) определить рабочую область, если наибольшая мощность, рассеиваемая стоком, $P_{C \max} = 120$ мВт.

15.46. По семейству выходных (стоковых) характеристик полевого транзистора КП103И (рис. 15.7) построить стокзатворную характеристику $I_C = f(U_{зи})$ для напряжения $U_{си} = 10$ В.

15.47. Для полевого транзистора КП103И (рис. 15.7) определить сопротивление постоянному току R_0 при напряжении $U_{си} = 10$ В и напряжениях $U_{зи} = 0,5; 1,0; 1,5$ В.

15.48. По стокзатворной характеристике полевого транзистора КП103И (рис. 15.8) определить крутизну характеристики S при $U_{зи} = 1,5; 1,0; 0,5$ В. Построить зависимость $S = f(U_{зи})$.

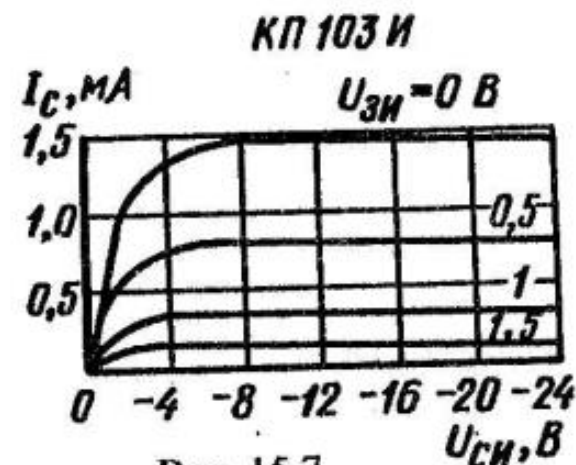


Рис. 15.7

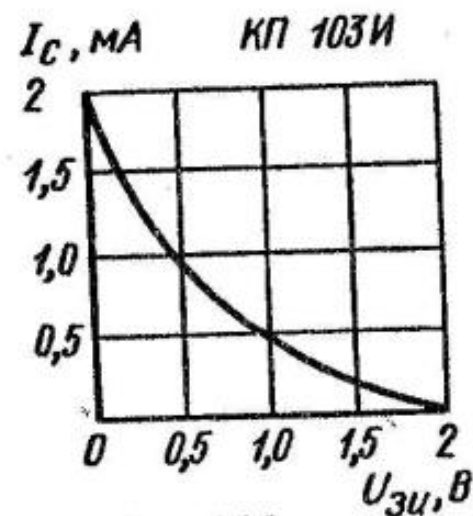


Рис. 15.8