

Федеральное агентство связи  
Сибирский Государственный Университет Телекоммуникаций и Информатики  
СибГУТИ  
Кафедра вычислительных систем

**Практическая работа №2**

Вариант 3

Выполнили: студенты группы ИП-916

Адова А.С.

Александрова А.С.

Преподаватель: Парначева Т.И.

Новосибирск, 2020 г.

№ варианта	Тип БТ	$E_K$ , В	$R_H$ Ом	$I_{B0}$ , мкА	$I_{BM}$ , мкА
3	КТ603А	60	1000	250	150

Дано:

транзистор КТ603А, напряжение питания  $E_K = 60$  В, сопротивление нагрузки  $R_H = 1000$  Ом, постоянный ток смещения в цепи базы  $I_{B0} = 250$  мкА, амплитуда переменной составляющей тока базы  $I_{BM} = 150$  мкА.

Выходные статические характеристики транзистора с необходимыми построениями показаны на рисунке П.Б.1. Нагрузочная линия соответствует графику уравнения

$I_K = (E_K - U_{KЭ}) / R_H$ . На семействе выходных характеристик ордината этой прямой при  $U_{KЭ} = 0$  соответствует точке  $I_K = E_K / R_H$ . Абсцисса при  $I_K = 0$  соответствует точке  $U_{KЭ} = E_K$ . Соединение этих координат и является построением нагрузочной линии. В нашем случае координаты нагрузочной линии:  $I_K = 60 / 1000 = 60$  мА и  $U_{KЭ} = 60$  В. Соединяя эти точки, получаем линию нагрузки.

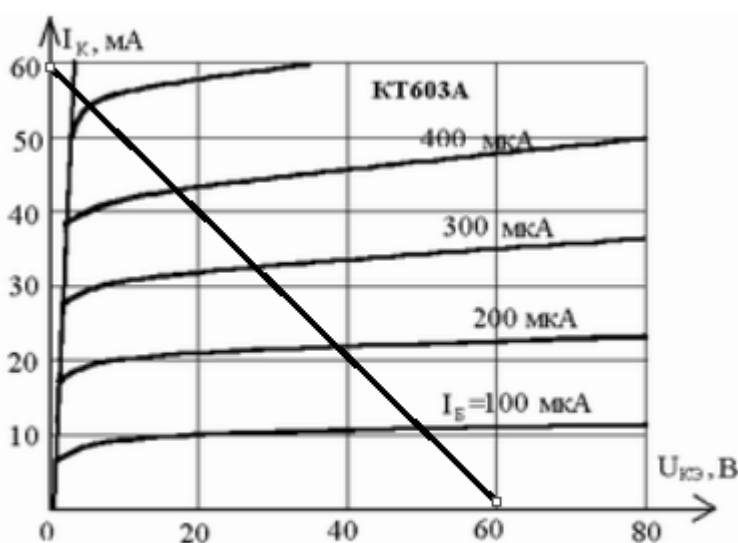


Рисунок П.Б.1

Пересечение нагрузочной линии с заданным значением тока базы  $I_{B0}$  определяет рабочую точку (РТ) транзисторного каскада, нагруженного на резистор. В нашем случае рабочей точкой соответствует пересечению нагрузочной прямой с характеристикой при  $I_B = 250$  мкА.

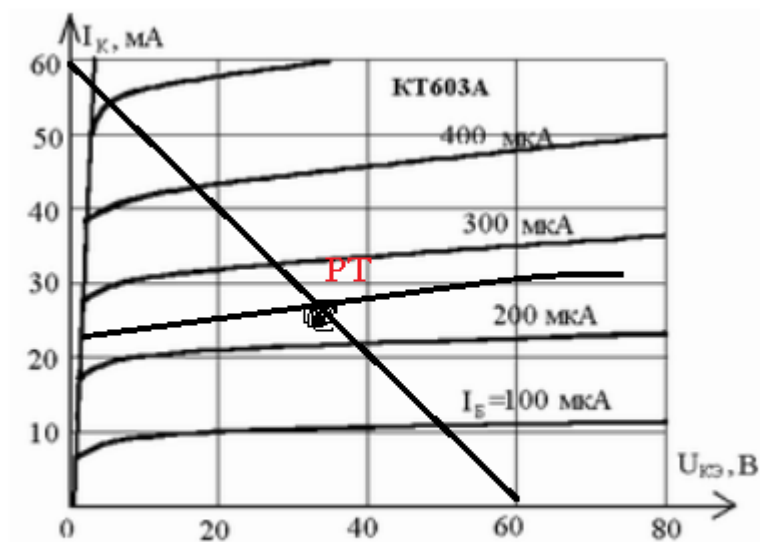


Рисунок П.Б.1

Координаты рабочей точки дают значение рабочего режима выходной цепи  $U_{KЭ0}$  и  $I_{K0}$ . Определяем параметры режима по постоянному току  $I_{K0} = 25$  мА и  $U_{KЭ0} = 30$  В.

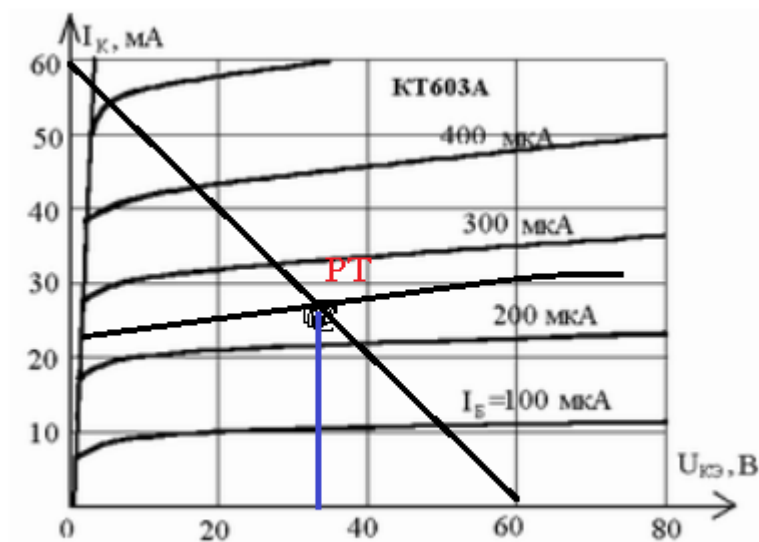


Рисунок П.Б.1

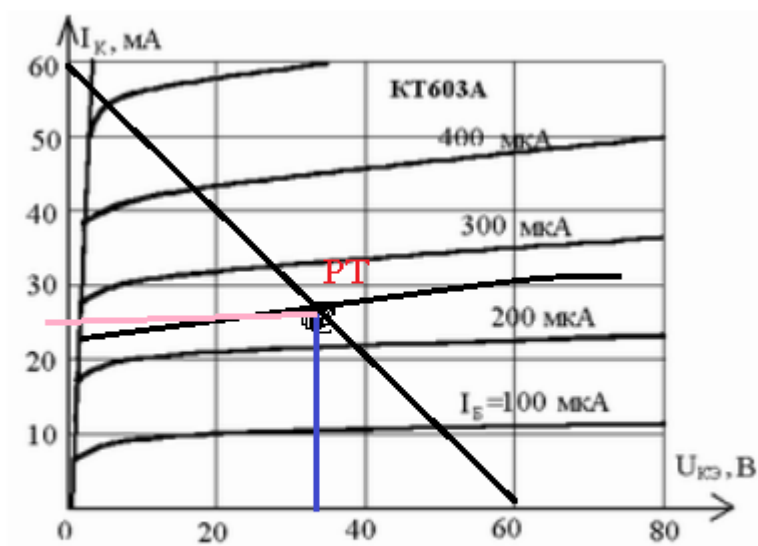


Рисунок П.Б.1

На входных характеристиках рабочую точку определяем как точку пересечения ординаты, соответствующей току  $I_{B0}=250$  мкА, и характеристики при  $U_{KЭ}=40$  В (РТ).

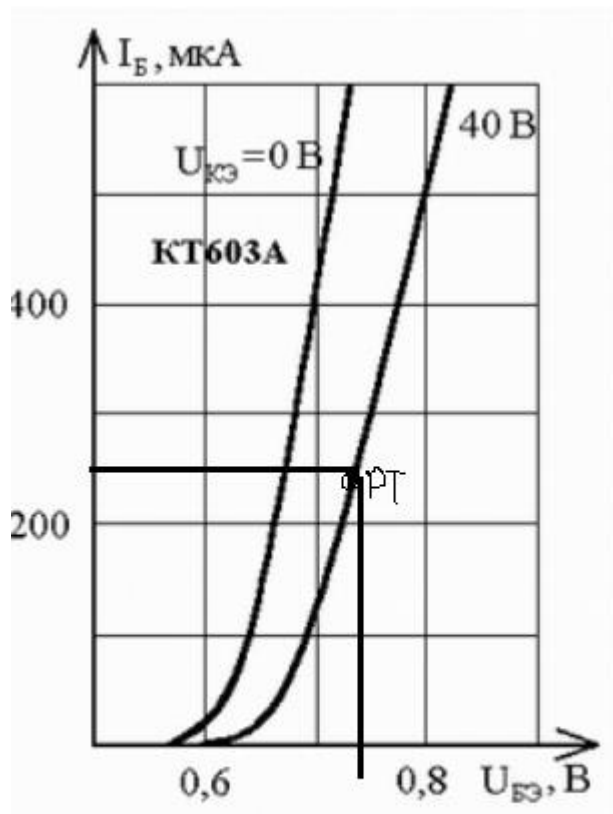


Рисунок П.Б.3

Хотя в рабочей точке на выходных характеристиках УКЭ0<sup>1</sup> 40 В, входные характеристики в активном режиме практически совпадают и можно воспользоваться характеристикой для УКЭ=40 В.

Определяем:  $U_{BE0} = 0,745$  В. По заданному изменению синусоидального тока базы с амплитудой  $I_{BM}$ , определяем графически амплитуды токов и напряжений на электродах транзистора. Строим временные диаграммы переменного тока коллектора, напряжения коллектора и базы для случая синусоидального входного тока с амплитудой  $I_{BM} = 150$  мкА. Временные диаграммы строятся с учетом того, что напряжения на базе и коллекторе противофазные, и с соблюдением одинакового масштаба по оси времени. После построения временных диаграмм необходимо оценить, имеются ли заметные искажения в выходной цепи транзистора или нет.

Из временных диаграмм видно, что под действием переменного входного тока рабочая точка на выходных характеристиках движется вдоль линии нагрузки. Если рабочая точка какую-либо часть периода входного тока попадает в область насыщения или отсечки сигнала, необходимо уменьшить амплитуду входного сигнала до величины, при которой рабочая точка не будет выходить за пределы активной области работы прибора.

Дальнейшие расчеты производятся только для активного режима работы прибора, называемого иногда линейным или неискажающим.

При нахождении из графиков величин  $I_{KM}$ ,  $U_{KM}$ ,  $U_{BM}$  следует обратить внимание, что амплитудные значения для положительных и отрицательных полуволн сигнала могут быть неодинаковыми, а значит усиление большого сигнала и в активном режиме сопровождается некоторыми искажениями.

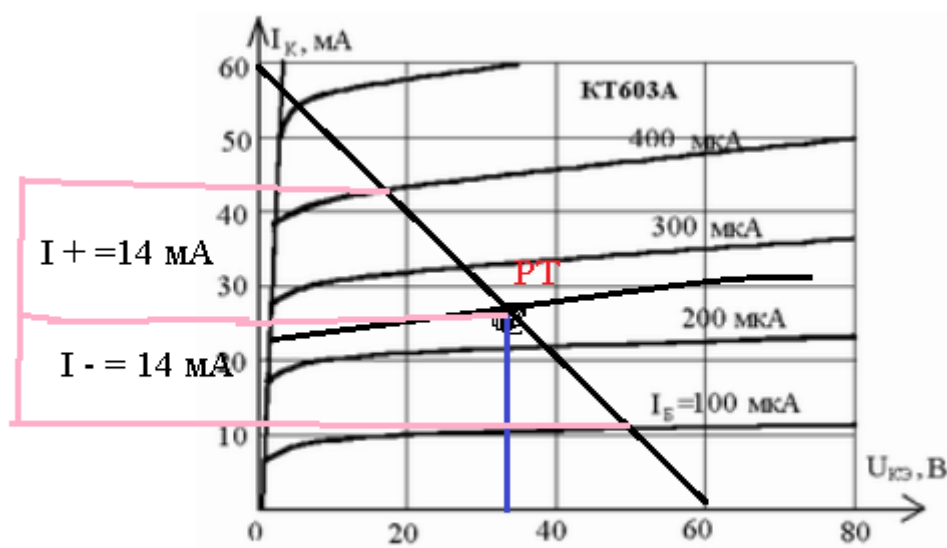
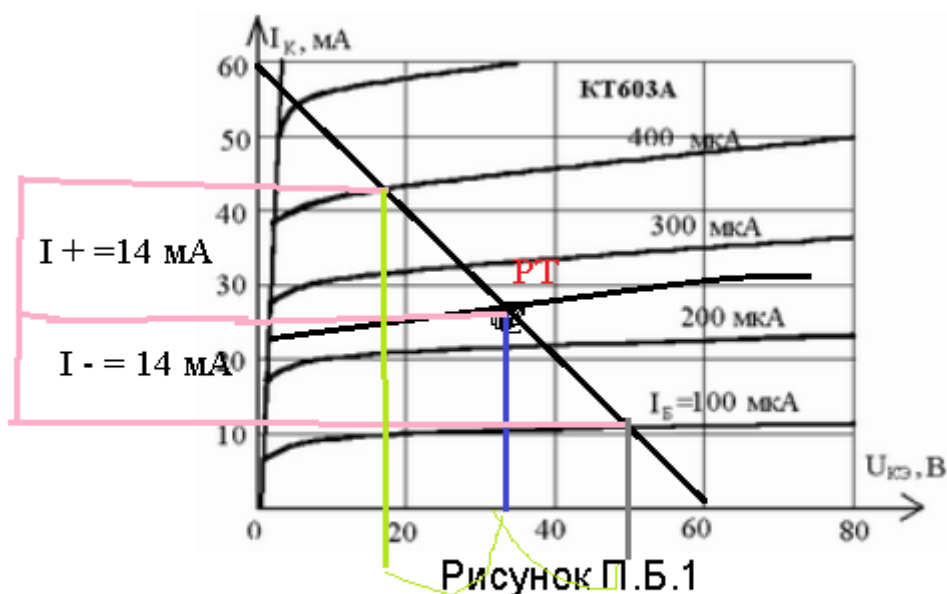


Рисунок П.Б.1

Для дальнейших расчетов значения амплитуд определяется как средние за период. По выходным статическим характеристикам находим положительные и отрицательные амплитуды токов и напряжений  $I_{KM}^+ = 14 \text{ mA}$ ,  $I_{KM}^- = 14 \text{ mA}$ , а также

$$U_{KM}^- = 16 \text{ V}, \quad U_{KM}^+ = 15 \text{ V}.$$



Затем определяем среднее значение амплитуд

$$I_{EM} = \frac{I_{EM}^+ + I_{EM}^-}{2} = \frac{14+14}{2} = 14\text{мА}, \quad U_{EM} = \frac{U_{EM}^+ + U_{EM}^-}{2} = \frac{15+16}{2} = 15,5 \text{ В}.$$

По входным характеристикам находим

$$U_{EM}^+ = 0,06 \text{ В}, \quad U_{EM}^- = 0,04 \text{ В}$$

$$U_{EM} = \frac{U_{EM}^+ + U_{EM}^-}{2} = \frac{0,06+0,04}{2} = 0.05 \text{ В}$$

$$K_I = \frac{I_{EM}}{I_{MS}} = \frac{14}{0,15} = 93, \quad K_U = \frac{U_{EM}}{U_{MS}} = \frac{15,5}{0,05} = 310, \quad K_P = K_I \cdot K_U = 93 \cdot 310 = 28\,830$$

$$R_{EK} = \frac{U_{EM}}{I_{EM}} = \frac{0,05}{0,15 \cdot 10^{-3}} = 333 \text{ Ом}$$

Определяем полезную мощность, мощность рассеиваемую на коллекторе и потребляемую мощность

$$P_{\Sigma} = \frac{U_{EM} \cdot I_{EM}}{2} = \frac{15,5 \cdot 14 \cdot 10^{-3}}{2} = 109 \cdot 10^{-3} = 109 \text{ мВт}$$

$$P_{K0} = U_{KЭ0} \cdot I_{K0} = 35 \cdot 24,5 \cdot 10^{-3} = 857 \text{ мВт}$$

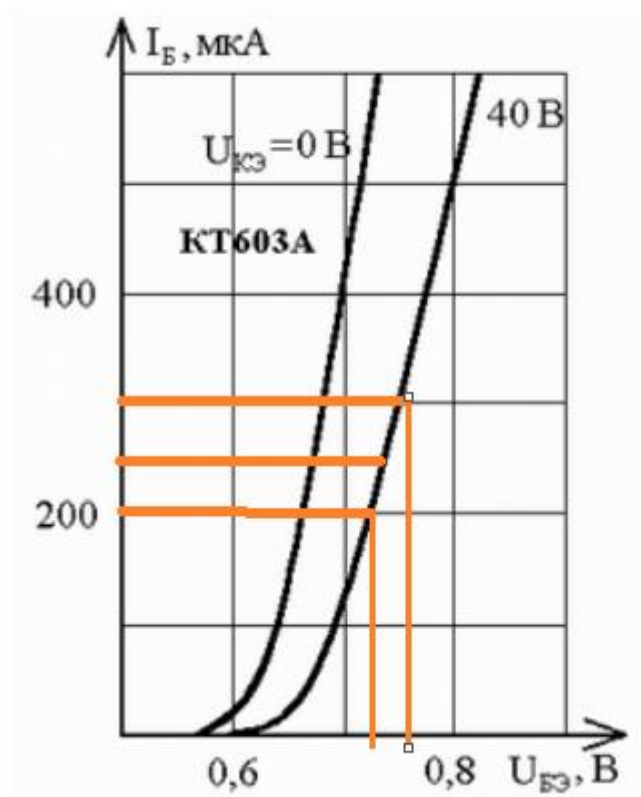
$$P_{ПОТР} = E_{KЭ} \cdot I_{K0} = 60 \cdot 24,5 \cdot 10^{-3} = 1470 \text{ мВт}$$

коэффициент полезного действия каскада

$$\eta = \frac{P_{\Sigma}}{P_{ПОТР}} \cdot 100\% = \frac{109}{1470} \cdot 100\% = 7,4\%$$

Находим h-параметры в рабочей точке, которая определена в задаче 1. Параметр  $h_{11Э}$  определяем следующим образом. На входных характеристиках задаемся

приращением тока базы  $\Delta I_B = \pm 50 = 100$  мкА относительно рабочей точки  $I_{B0} = 250$  мкА.

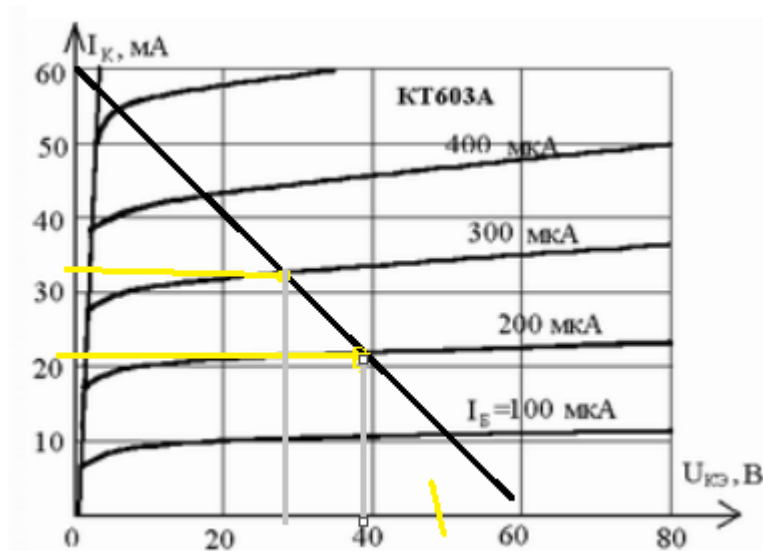


$$\Delta I_B = 100 \text{ мкА}$$

$$\Delta U_{BE} = 0,04 \text{ В}$$

$$h_{11Э} = 400 \text{ Ом}$$

Задаемся приращением тока базы относительно рабочей точки также  $\Delta I_B = \pm 50 = 100$  мкА и соответствующее приращение тока коллектора составляет  $\Delta I_C = 10,1$  мА. Коэффициент передачи тока базы составит



$$h_{21Э} = 101$$



Около рабочей точки задаемся приращением напряжения коллектор-эмиттер  $\Delta U_{КЭ}=4$  В.  
Соответствующее приращение тока коллектора составляет  $\Delta I_{К}=0.4$  мА и выходная проводимость  
равна

$$h_{22э} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ Сим}$$