Введение

Выбор варианта задания.

Вариант задания для задач 1,2 определяется по двум последним цифрам студенческого пароля, если они до 50. Если две последние цифры больше 50, то вариант задания определяется как две последние цифры минус 50.

**Задача 1.**

По выходным характеристикам полевого транзистора (приложение 2, см. стр. 6-12) построить передаточную характеристику при указанном напряжении стока. Определить дифференциальные параметры S, Ri, m полевого транзистора и построить их зависимости от напряжения на затворе.

Сделать выводы о зависимости параметров транзистора от режима работы.

Исходные данные для задачи берутся из таблицы П.1.1 приложения 1.

**Задача 2.**

Используя характеристики заданного биполярного (приложение 2, см. стр. 12-19) транзистора определить h-параметры биполярного транзистора и построить зависимости этих параметров от тока базы.

Сделать выводы о зависимости параметров транзистора от режима работы.

Исходные данные для задачи берем из таблицы П.1.2 приложения 1.

**Задача 3.**

В соответствии с предпоследней цифрой студенческого пароля выберите принципиальную схему логического элемента и приведите исходные данные вашего варианта задачи по разделу “Цифровые элементы и устройства”, указанные в таблице 1. Варианты принципиальных схем приведены на рисунке 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| цифра студенческого пароля | Принципиальная схема элемента | Напряжение питания, В. | Пороговые напряженияМДП  транзисторов VT1 и VT2 | Уровень входного напряжения, В. |
| 0 | Рис. 1а | 9 | 1 | 0,5 |
| 1 | Рис. 16 | 9 | 1 | 1 |
| 2 | Рис. 1в | 9 | 1 | 2 |
| 3 | Рис. 1а | 5 | 2 | 1 |
| 4 | Рис. 1в | 5 | 2 | 3 |
| 5 | Рис. 16 | 5 | 2 | 4 |
| 6 | Рис. 1в | 12 | 3 | 0,5 |
| 7 | Рис. 1а | 12 | 3 | 4 |
| 8 | Рис. 16 | 12 | 3 | 2 |
| 9 | Рис. 1в | 9 | 2 | 3 |

Укажите на схеме полярность источника питания, соответствующую вашему варианту. Укажите, какую логическую функцию выполняет элемент. Поясните назначение каждого транзистора. Приведите таблицу истинности. Приведите вид передаточной характеристики рассматриваемого Вами логического элемента. Используя данные задания Вашего варианта, приведите на передаточных характеристиках эпюру входного напряжения и определите, в каком логическом состоянии находится цепь, рассматриваемого вами элемента.

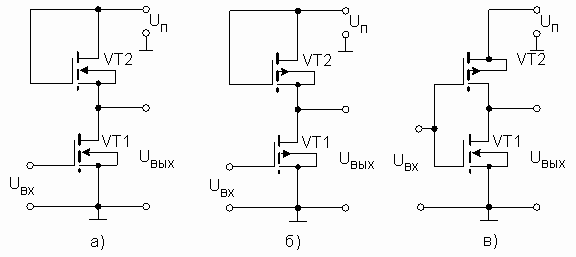


Рис. 1 – схемы логических элементов

**Задача 4.**

В соответствии со второй цифрой пароля выберете принципиальную схему устройства на основе идеального операционного усилителя и приведите исходные данные вашего варианта в соответствии с таблицей 2. Варианты схем приведены на рисунке 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| цифра студенческого пароля | Схема устройства | Напряжение питания операционного усилителя, В. | Номиналы резисторов, кОм. | | | Амплитуда входного напряжения, мВ |
| R1 | R2 | R3 |
| 0 | Рис. 2а | ±6 | 1 | 10 | 0,82 | 100 |
| 1 | Рис. 26 | ±9 | 2 | 11 | 1,8 | 200 |
| 2 | Рис. 2а | ±12 | 3 | 33 | 2,7 | 150 |
| 3 | Рис. 26 | ±15 | 10 | 100 | 9,1 | 250 |
| 4 | Рис. 2а | ±10 | 11 | 330 | 12 | 60 |
| 5 | Рис. 26 | ±12 | 4,7 | 470 | 4,3 | 20 |
| 6 | Рис. 2а | ±8 | 6,8 | 680 | 5,1 | 50 |
| 7 | Рис. 26 | ±13 | 82 | 820 | 6,8 | 300 |
| 8 | Рис. 2а | ±9 | 10 | 1000 | 8,2 | 10 |
| 9 | Рис. 26 | ±7 | 3,3 | 47 | 10 | 40 |

Изобразите передаточную характеристику устройства, соответствующего Вашему варианту. Поясните назначение каждого элемента устройства. Определите коэффициент усиления Вашего устройства и амплитуду выходного напряжения. Укажите, какое входное сопротивление имеет рассматриваемое Вами устройство. Приведите примерный вид амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) Вашего устройства и причины отклонения реальной АЧХ от идеальной.

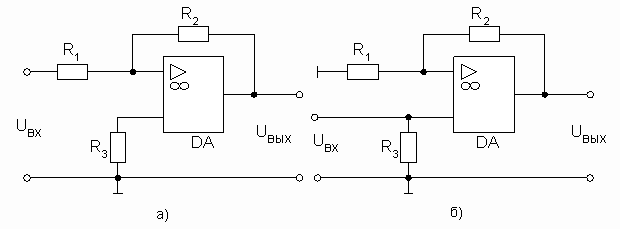


Рис. 2 - Схемы устройств на основе операционного усилителя к задаче 2

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Варианты задания для полевых транзисторов

Таблица П.1.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | Тип  ПТ | UСИ0, В | UЗИ0, В | №  вар | Тип  ПТ | UСИ0, В | UЗИ0, В |
| 1 | КП 302А | 12 | -8 | 26 | КП 303А | 8 | -2,5 |
| 2 | КП 303А | 4 | -2,5 | 27 | КП 303Б | 8 | -3,2 |
| 3 | КП 303Б | 4 | -3,2 | 28 | КП 303Д | 18 | -8 |
| 4 | КП 303Д | 10 | -8 | 29 | КП 303Е | 16 | -8 |
| 5 | КП 303Е | 10 | -8 | 30 | КП 303В | 9 | -3,2 |
| 6 | КП 303В | 5 | -3,2 | 31 | КП 307Ж | 9 | -4 |
| 7 | КП 307Ж | 5 | -4 | 32 | КП 307В | 9 | -3,2 |
| 8 | КП 307В | 7 | -3,2 | 33 | КП 312А | 8 | -3,6 |
| 9 | КП 312А | 6 | -3,6 | 34 | КП 903 А | 18 | -8 |
| 10 | КП 903А | 10 | -8 | 35 | КП 903 Б | 9 | -4 |
| 11 | КП 903Б | 5 | -4 | 36 | КП 903 В | 18 | -6 |
| 12 | КП 903В | 10 | -6 | 37 | КП 302А | 18 | -8 |
| 13 | КП 302А | 14 | -8 | 38 | КП 303А | 9 | -2,5 |
| 14 | КП 303А | 6 | -2,5 | 39 | КП 303Б | 10 | -3,2 |
| 15 | КП 303Б | 6 | -3,2 | 40 | КП 303Д | 20 | -8 |
| 16 | КП 303Д | 14 | -8 | 41 | КП 303Е | 20 | -8 |
| 17 | КП 303Е | 12 | -8 | 42 | КП 303В | 11 | -3,2 |
| 18 | КП 303В | 7 | -3,2 | 43 | КП 307Ж | 11 | -4 |
| 19 | КП 307Ж | 7 | -4 | 44 | КП 307В | 10 | -3,2 |
| 20 | КП 307В | 8 | -3,2 | 45 | КП 312А | 9 | -3,6 |
| 21 | КП 312А | 7 | -3,6 | 46 | КП 903 А | 22 | -8 |
| 22 | КП 903А | 14 | -8 | 47 | КП 903 Б | 11 | -4 |
| 23 | КП 903Б | 7 | -4 | 48 | КП 903 В | 22 | -6 |
| 24 | КП 903В | 14 | -6 | 49 | КП 302А | 20 | -8 |
| 25 | КП 302А | 16 | -8 | 50 | КП 303А | 10 | -2,5 |

Таблица П.1.2. Варианты задания для биполярных транзисторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | Тип  БТ | UКЭ,  В | №  вар | Тип  БТ | UКЭ,  В | №  вар | Тип  БТ | UКЭ,В |
| 1 | КТ601А | 30 | 18 | КТ819А | 6 | 35 | КТ608А | 6 |
| 2 | КТ602А | 15 | 19 | КТ902А | 20 | 36 | КТ815А | 6 |
| 3 | КТ603А | 30 | 20 | КТ903А | 25 | 37 | КТ817А | 7 |
| 4 | КТ605А | 6 | 21 | КТ601А | 50 | 38 | КТ819А | 3 |
| 5 | КТ608А | 3 | 22 | КТ602А | 25 | 39 | КТ902А | 30 |
| 6 | КТ815А | 3 | 23 | КТ603А | 50 | 40 | КТ903А | 35 |
| 7 | КТ817А | 4 | 24 | КТ605А | 10 | 41 | КТ601А | 70 |
| 8 | КТ819А | 5 | 25 | КТ608А | 5 | 42 | КТ602А | 35 |
| 9 | КТ902А | 15 | 26 | КТ815А | 5 | 43 | КТ603А | 70 |
| 10 | КТ903А | 20 | 27 | КТ817А | 6 | 44 | КТ605А | 14 |
| 11 | КТ601А | 40 | 28 | КТ819А | 7 | 45 | КТ608А | 7 |
| 12 | КТ602А | 20 | 29 | КТ902А | 25 | 46 | КТ815А | 7 |
| 13 | КТ603А | 40 | 30 | КТ903А | 30 | 47 | КТ817А | 3 |
| 14 | КТ605А | 8 | 31 | КТ601А | 60 | 48 | КТ819А | 4 |
| 15 | КТ608А | 4 | 32 | КТ602А | 30 | 49 | КТ902А | 35 |
| 16 | КТ815А | 4 | 33 | КТ603А | 60 | 50 | КТ903А | 15 |
| 17 | КТ817А | 5 | 34 | КТ605А | 12 |  |  |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

Характеристики транзисторов.

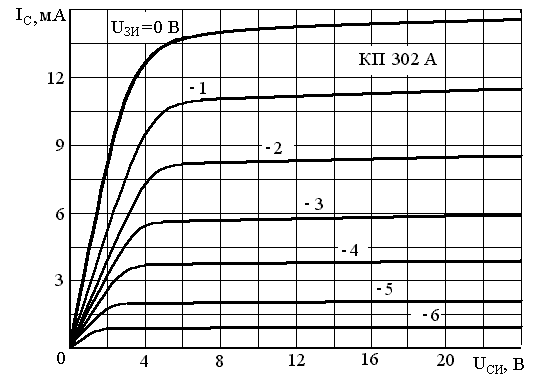


Рисунок П.2.1

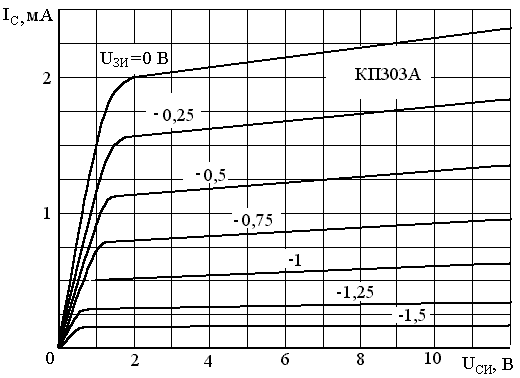


Рисунок П.2.2

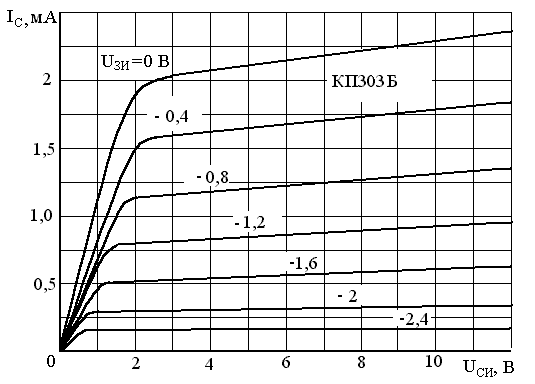


Рисунок П.2.3

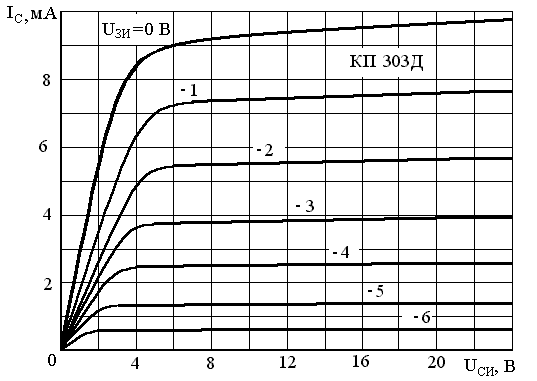


Рисунок П.2.4

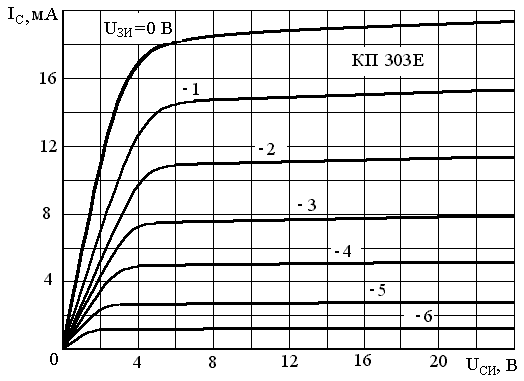


Рисунок П.2.5

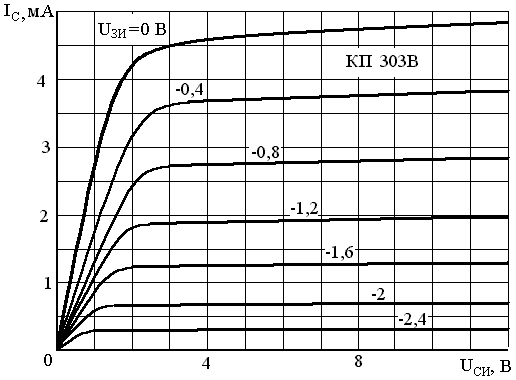


Рисунок П.2.6

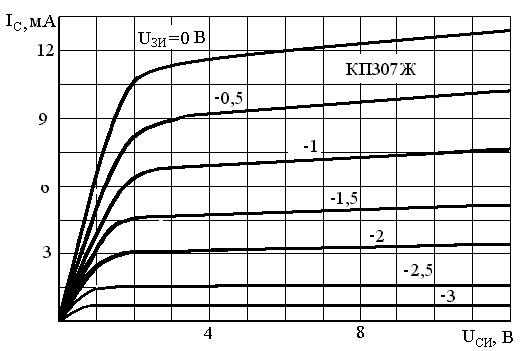


Рисунок П.2.7

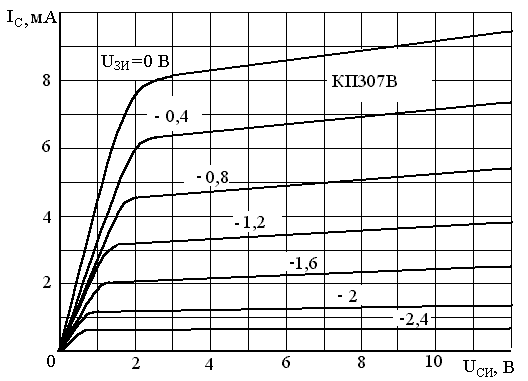


Рисунок П.2.8

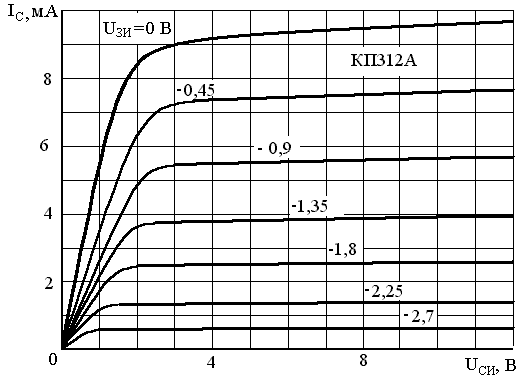


Рисунок П.2.9

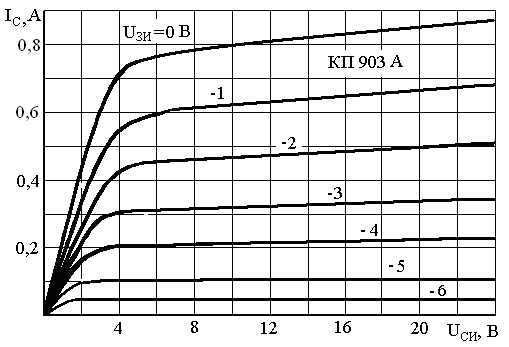


Рисунок П.2.10

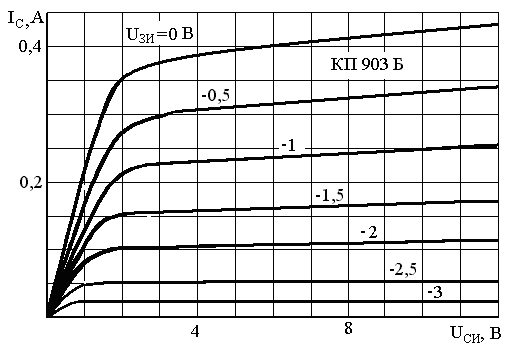


Рисунок П.2.11

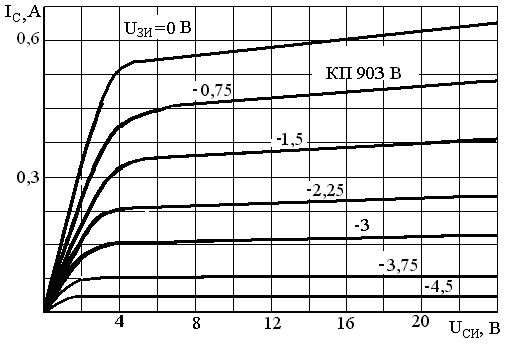


Рисунок П.2.12

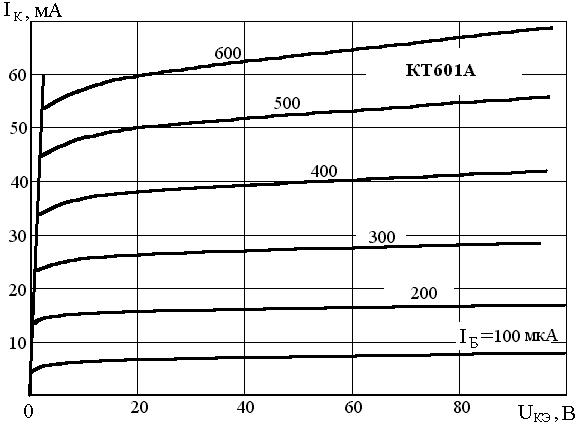


Рисунок П.2.13

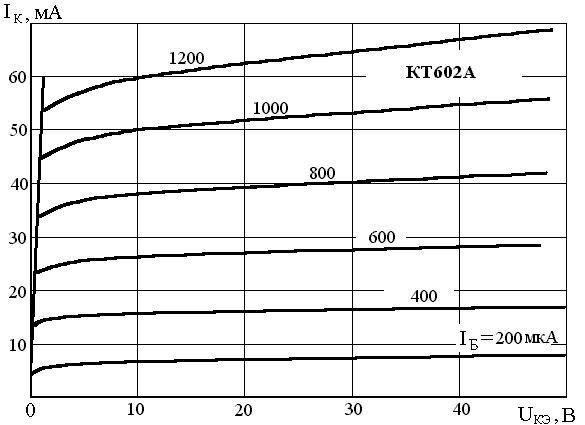


Рисунок П.2.14

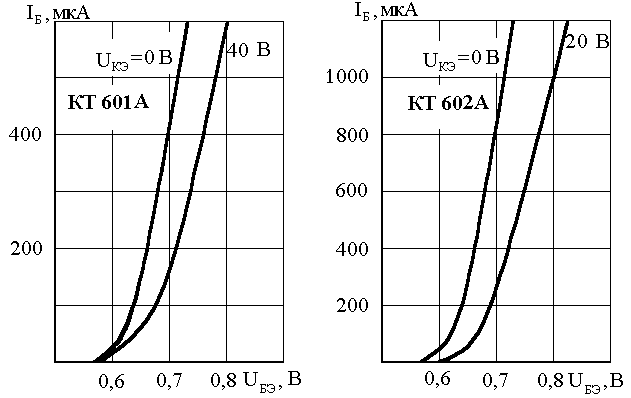


Рисунок П.2.15 Рисунок П.2.16

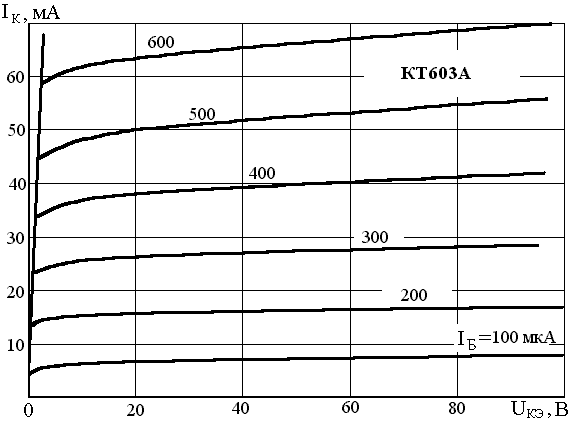


Рисунок П.2.17

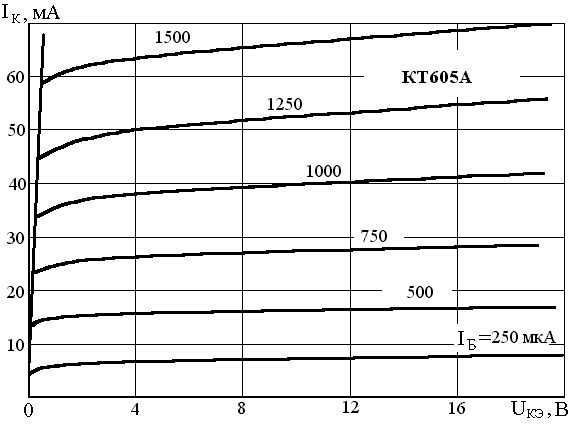


Рисунок П.2.18

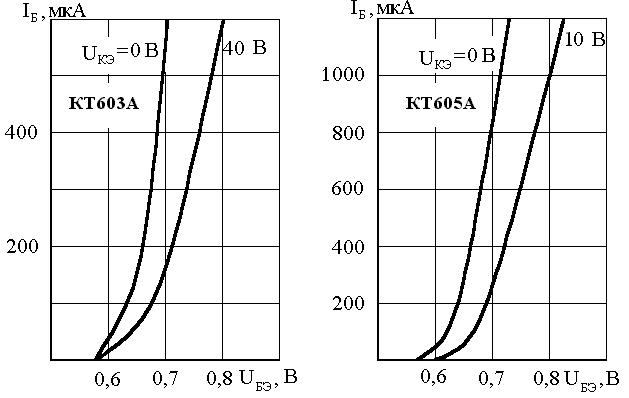


Рисунок П.2.19 Рисунок П.2.20

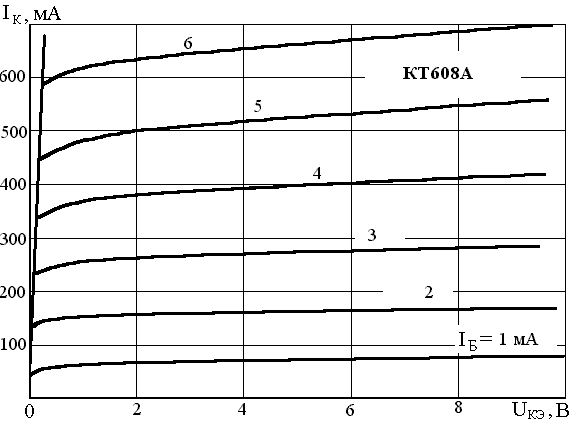


Рисунок П.2.21

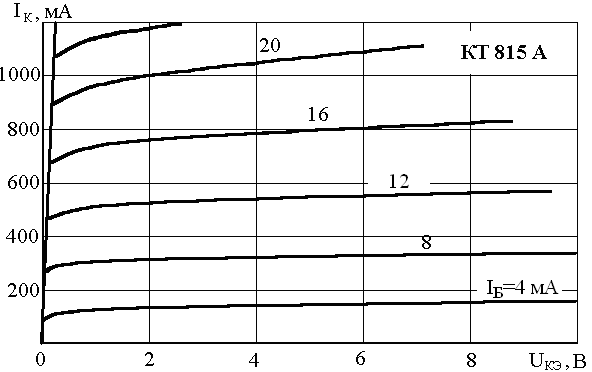
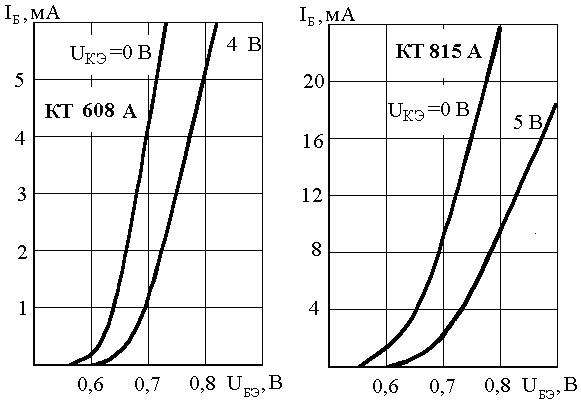


Рисунок П.2.22

   
Рисунок П.2.23 Рисунок П.2.24

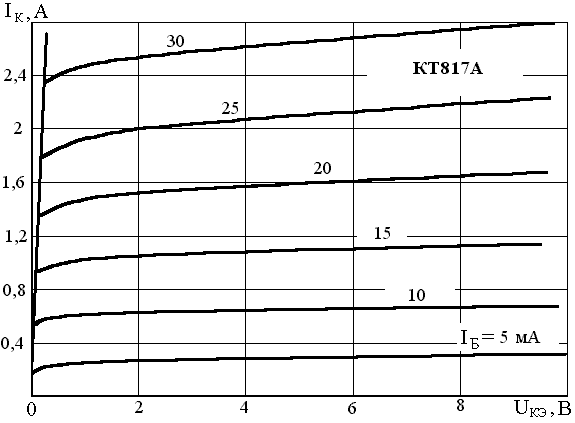


Рисунок П.2.25

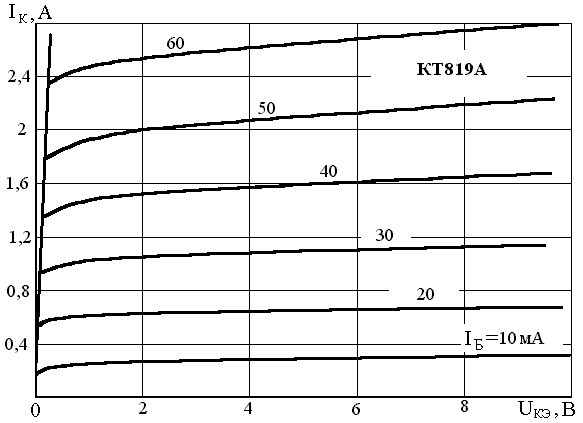
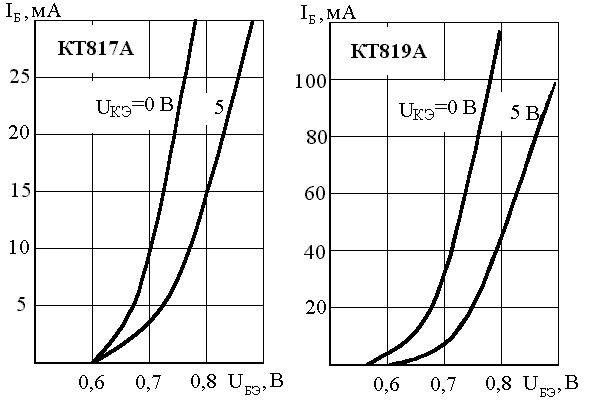


Рисунок П.2.26

  
Рисунок П.2.27 Рисунок П.2.28

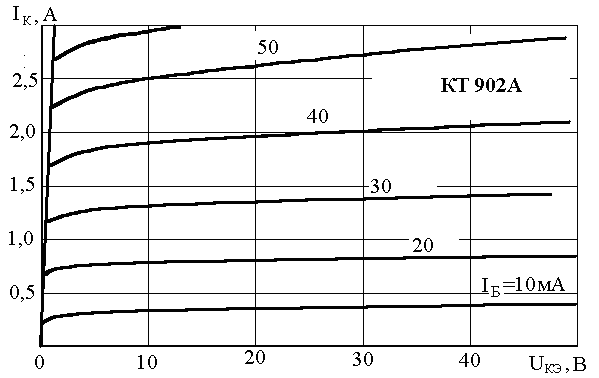


Рисунок П.2.29

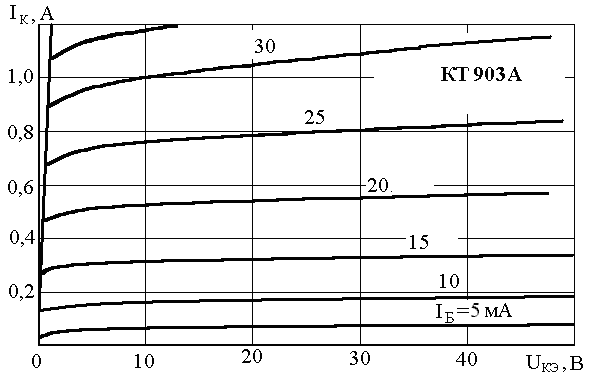
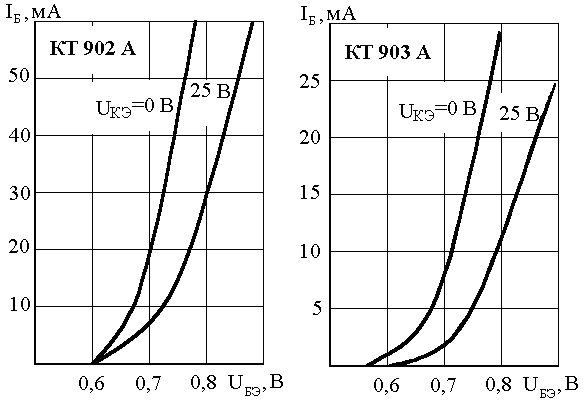


Рисунок П.2.30

  
Рисунок П.2.31 Рисунок П.2.32

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

Пример решения задачи 1

Приведены выходные характеристики полевого транзистора с p-каналом типа КП103 (рисунок 1.1). Построим характеристику прямой передачи и определим параметры при напряжении сток-исток UСИ0=-6 В. Напряжение отсечки транзистора UЗИ0=4 В.

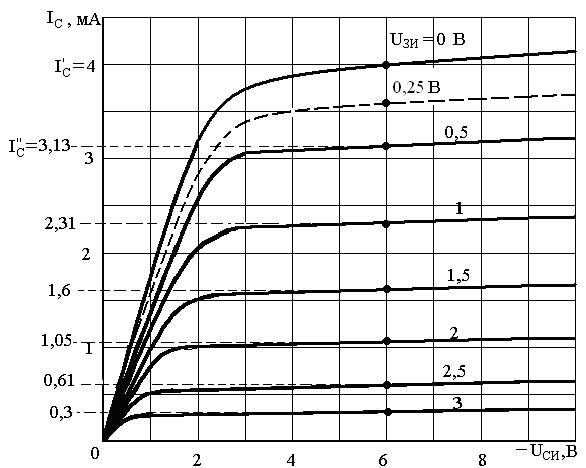


Рисунок 1.1

Для построения характеристики прямой передачи определяем ток стока при UЗИ=0 В; 0,5 В и т.д. (рисунок 1.1). Результаты заносим в таблицу 1.1.

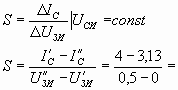
Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UЗИ, В | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4 |
| IC, мА | 4,0 | 3,13 | 2,31 | 1,6 | 1,05 | 0,61 | 0,3 | 0 |

По полученным результатам строим характеристику прямой передачи (рисунок 1.2).

По выходным характеристикам определяем крутизну в 6-8 точках и строим её зависимость от напряжении на затворе. В нашем примере сначала находим крутизну при напряжении на затворе UЗИ=0,25 В. Для этого, относительно этой точки берем приращение напряжения

D UЗИ=0,25 В. Определяем токи при напряжениях U¢ ЗИ=0 В и U² ЗИ=0,5 В. Они равны соответственно I¢ С=4 мА и I² С=3,13 мА (рисунок 1.1). Затем вычисляем крутизну

=1,74 мА/В.

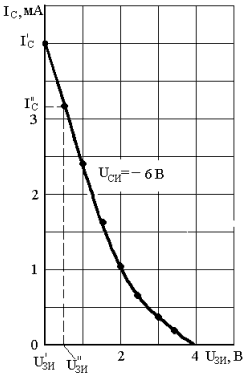


Рисунок 1.2

Аналогично проделываем эту операцию для UЗИ=0,75В; 1,25 В и т.д.

Определяем приращение тока стокаC:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image194.gifIC и результаты вычислений заносим в таблицу 1.2. Строим график S=f(UЗИ) (рисунок 1.3)

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UЗИ, В | 0,25 | 0,75 | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 4 |
| C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image194.gifIC, мА | 0,87 | 0,82 | 0,71 | 0,55 | 0,44 | 0,31 | 0 |
| S, мА/ В | 1,74 | 1,64 | 1,42 | 1,1 | 0,88 | 0,62 | 0 |

Для определения выходного сопротивления Ri задаемся приращением D UСИ=± 2 В относительно напряжения UСИ= - 6 В (рисунок 1.4). Определяем приращение тока D IC стока при напряжении на затворе 0 В, вычисляем значение C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2238.gif. Результат заносим в таблицу 1.3. Аналогично проделываем для UЗИ=0,5 В; 1,0 В и т.д. На рисунке 1.3 строим зависимость Ri=f(UЗИ).

Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UЗИ, В | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| D IС, мА | 0,14 | 0,1 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,045 | 0,04 |
| Ri, кОм | 28 | 39,2 | 54,8 | 65,6 | 77 | 88,9 | 100 |
| S,мА/ В | 1,85 | 1,7 | 1,5 | 1,25 | 1,0 | 0,75 | 0,5 |
| m | 51,8 | 66,6 | 82,2 | 82 | 77 | 66,6 | 50 |

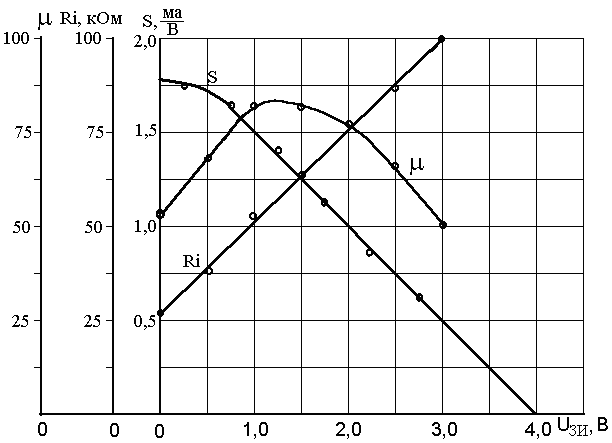


Рисунок 1.3

Из рисунка 1.3 определяем значение крутизны для тех же величин UЗИ, что и Ri. Результат так же заносим в таблицу 1.3.

В заключении определяем коэффициент усиления транзистора m = S× Ri.

Результат так же заносим в таблицу 1.3 и строим зависимость m =f(UЗИ) (рисунок 1.3).

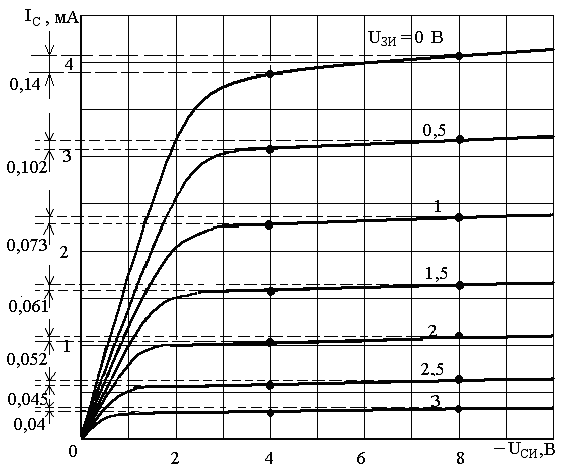


Рисунок 1.4

Пример решения задачи 2

Определим h-параметры для транзистора КТ315А при напряжении на коллекторе UКЭ=5 В. Например, найдем параметр h11Э в точке А при токе базы IБ0=350 мкА. На входных характеристиках (рисунок 2.1) при напряжении на коллекторе UКЭ=10 В (хотя задано напряжение на коллекторе UКЭ=5 В выбираем напряжение UКЭ=10 В, т.к. в активном режиме входные характеристики практически совпадают) задаемся приращением тока базы D IБ= ± 50=100 мкА относительно рабочей точки IБ0=350 мкА. Соответствующее приращение напряжения база-эмиттер составит D UБЭ=0,018 В. Тогда входное сопротивление

C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2241.gif.

Результаты заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IБ0, мкА | 50 | 150 | 250 | 350 | 450 | 550 |
| D UБЭ, В |  |  |  | 0,018 |  |  |
| h11, Ом |  |  |  | 180 |  |  |

Аналогично находим h11Э в других точках при токах базы 50, 150, 250, 450 и 550 мкА и строим зависимость h11Э=f(IБ), ΔIБ=const . Пример зависимости приведен на рисунке 2.4.

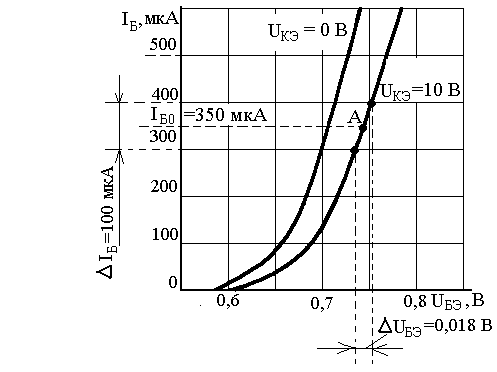


Рисунок 2.1

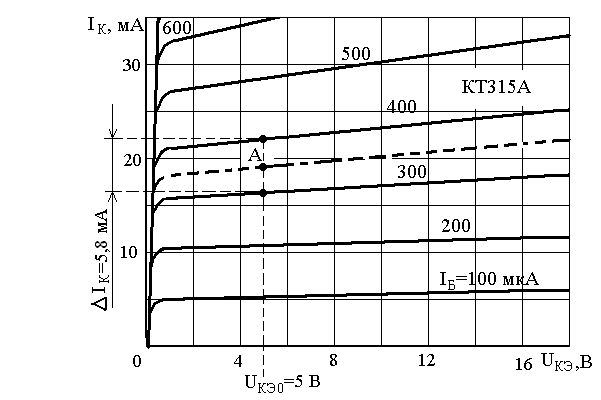


Рисунок 2.2

По выходным характеристикам находим параметры h21Э и h22Э при том же токе базы и заданном напряжении UКЭ0=5 В. Определение параметра h21Э показано на рисунке 2.2.

Задаемся приращением тока базы относительно рабочей точки также

D IБ= ± 50=100 мкА и соответствующее приращение тока коллектора составляет D IК= 5,8 мА. Коэффициент передачи тока базы составит

C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2244.gif

Аналогично определяем этот параметр и при других токах базы. Результаты помещаем в таблицу 2.2 и строим зависимость h21=f(IБ) (рисунок 2.4).

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IБ0, мкА | 50 | 150 | 250 | 350 | 450 | 550 |  |
| D IK, мА |  |  |  | 5,8 |  |  |  |
| h21, |  |  |  | 58 |  |  |  |

На рисунке 2.3 показано определение выходной проводимости h22Э. Около точки А с напряжением UКЭ=5 В задаемся приращением напряжения коллектор-эмиттер D UКЭ=± 2 В. Соответствующее приращение тока коллектора составляет D IК=1 мА. Выходная проводимость равна

C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2245.gif.

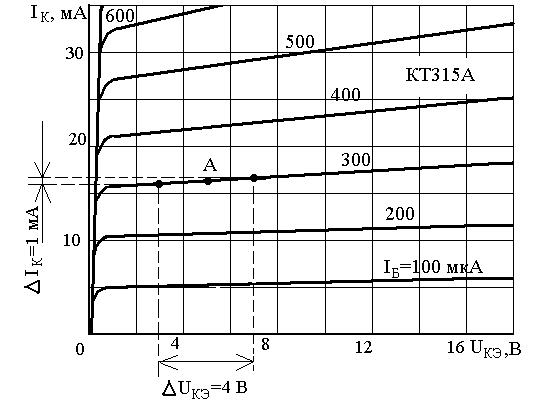


Рисунок 2.3

Результаты помещаем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IБ0, мкА | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| D IK, мА |  |  | 1 |  |  |  |
| h22, Сим× 10-3 |  |  | 0,25 |  |  |  |

Строим зависимость h22Э=f(IБ) (рисунок 2.4).

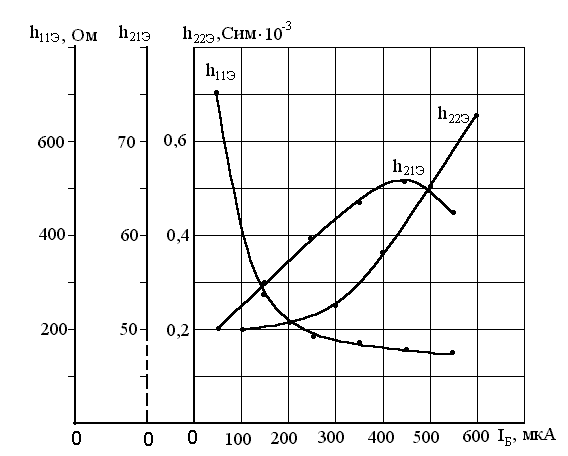


Рисунок 2.4

Параметр h12Э по характеристикам обычно не определяется, так как входные характеристики для рабочего режима практически сливаются, и определение параметра даёт очень большую погрешность.

Методические указания

**Физические основы электроники**

Методические указания к выполнению домашнего задания на тему  
"Параметры полевого и биполярного транзисторов"

В методических указаниях даны варианты домашнего задания на тему параметры полевого и биполярного транзисторов.

В задании требуется определить параметры полевого и биполярного транзисторов по статическим характеристикам в зависимости от режима работы.

Рассмотрены примеры выполнения домашнего задания.

**Литература**

1 Игнатов А.Н. и др. Основы электроники: Учебное пособие / СибГУТИ. Новосибирск, 2005 г.

2 Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Петров К.С.: СПб.: Питер, 2003. Стр. 208-318.

3 Электронные , квантовые приборы и микроэлектроника. Под редакцией Федорова Н.Д. - М.: Радио и связь, 1998. Стр.70-145.

4 Электронные приборы. Под редакцией Шишкина Г.Г. -М.: Энергоатомиздат, 1989. Стр.140-197.

5 Батушев В.А. Электронные приборы. -М.: Высшая школа, 1980. Стр.93-166

6 Савиных В.Л Физические основы электроники. Конспект лекций. Электронная версия. 2006 г.

**Общие замечания к выполнению домашнего задания**

Учебным планом предусмотрено выполнение домашнего задания по разделам курса полевые и биполярные транзисторы.

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие правила:

1. В работе обязательно должен быть указан год издания методического пособия, которым пользовался студент, номер студенческого билета, вариант задания и должны быть записаны условия задач.

2. Решение задач должно сопровождаться подробными пояснениями по каждому пункту задания.

3. Все графические построения надо выполнять карандашом или ручкой, отчетливо и аккуратно.

4. Все величины, определяемые из графиков, должны быть указаны на рисунке.

5. Если по заданию требуется построить какую-либо характеристику прибора, то данные для построения должны быть сведены в таблицу.

6. Обозначения определяемых величин должны быть одинаковыми с обозначениями, принятыми в задании.

7. Если работа не допущена к зачету, то исправление решения задач или их новое решение производятся на чистых листах незачтенной работы.

**Цель выполнения домашнего задания**

Домашнее задание призвано закрепить теоретический материал курса, посвященный свойствам полевых и биполярных транзисторов. Основное внимание уделено определению параметров транзисторов по статическим характеристикам и их зависимостей от режима работы.

**Содержание задач контрольной работы**

**Задача 1:** По выходным характеристикам полевого транзистора (приложение 2) построить передаточную характеристику при указанном напряжении стока. Определить дифференциальные параметры S, Ri, m полевого транзистора и построить их зависимости от напряжения на затворе. Сделать выводы о зависимости параметров транзистора от режима работы.Исходные данные для задачи берем из таблицы П.1.1 приложения 1. Задача 2: Используя характеристики заданного биполярного транзистора определить h-параметры биполярного транзистора и построить зависимости этих параметров от тока базы. Сделать выводы о зависимости параметров транзистора от режима работы.Исходные данные для задачи берем из таблицы П.1.2 приложения 1.

Выбор варианта задания

Вариант задания определяется по двум последним цифрам номера студенческого билета, если они до 50. Если две последние цифры больше 50, то вариант задания определяется как две последние цифры минус 50.

**Пример решения задачи 1**

Приведены выходные характеристики полевого транзистора с р-каналом типа КП103 (рисунок 1.1). Построим характеристику прямой передачи и определим параметры при напряжении сток-исток UСИ0=-6 В. Напряжение отсечки транзистора UЗИ0=4 В.

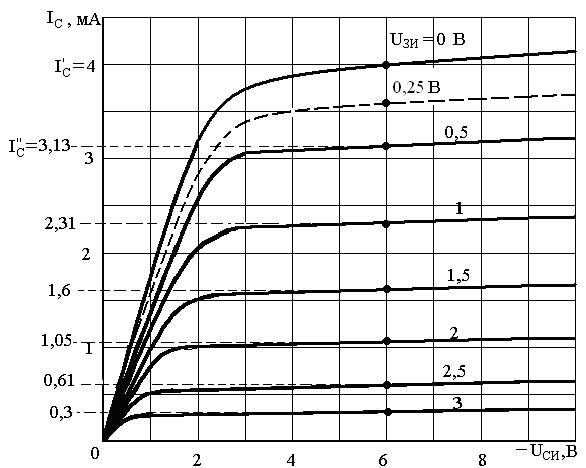
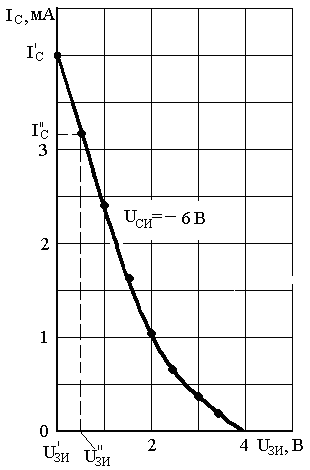


Рисунок 1.1

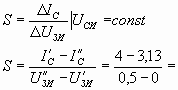
Для построения характеристики прямой передачи определяем ток стока при UЗИ=0 В; 0,5 В и т.д. (рисунок 1.1). Результаты заносим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UЗИ, В | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4 |
| IC, мА | 4,0 | 3,13 | 2,31 | 1,6 | 1,05 | 0,61 | 0,3 | 0 |



По полученным результатам строим характеристику прямой передачи (рисунок 1.2).По выходным характеристикам определяем крутизну в 6-8 точках и строим её зависимость от напряжении на затворе. В нашем примере сначала находим крутизну при напряжении на затворе UЗИ=0,25 В. Для этого, относительно этой точки берем приращение напряжения D UЗИ=0,25 В. Определяем токи при напряжениях U¢ ЗИ=0 В и U² ЗИ=0,5 В. Они равны соответственно I¢ С=4 мА и I² С=3,13 мА (рисунок 1.1). Затем вычисляем крутизну

=1,74 мА/В.

Аналогично проделываем эту операцию для UЗИ=0,75В; 1,25 В и т.д. Определяем приращение тока стокаC:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image194.gifIC и результаты вычислений заносим в таблицу 1.2. Строим график S=f(UЗИ) (рисунок 1.3)

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UЗИ, В | 0,25 | 0,75 | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 4 |
| C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image194.gifIC, мА | 0,87 | 0,82 | 0,71 | 0,55 | 0,44 | 0,31 | 0 |
| S, мА/ В | 1,74 | 1,64 | 1,42 | 1,1 | 0,88 | 0,62 | 0 |

Для определения выходного сопротивления Ri задаемся приращением D UСИ=± 2 В относительно напряжения UСИ= - 6 В (рисунок 1.4). Определяем приращение тока D IC стока при напряжении на затворе 0 В, вычисляем значение C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2238.gif. Результат заносим в таблицу 1.3. Аналогично проделываем для UЗИ=0,5 В; 1,0 В и т.д. На рисунке 1.3 cтроим зависимость Ri=f(UЗИ).

Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UЗИ, В | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| D IС, мА | 0,14 | 0,1 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,045 | 0,04 |
| Ri, кОм | 28 | 39,2 | 54,8 | 65,6 | 77 | 88,9 | 100 |
| S,мА/ В | 1,85 | 1,7 | 1,5 | 1,25 | 1,0 | 0,75 | 0,5 |
| m | 51,8 | 66,6 | 82,2 | 82 | 77 | 66,6 | 50 |

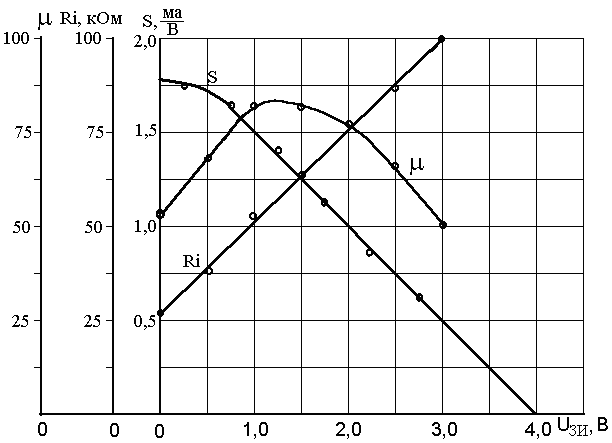


Рисунок 1.3

Из рисунка 1.3 определяем значение крутизны для тех же величин UЗИ, что и Ri. Результат так же заносим в таблицу 1.3.В заключении определяем коэффициент усиления транзистора m = S× Ri. Результат так же заносим в таблицу 1.3 и строим зависимость m =f(UЗИ) (рисунок 1.3).

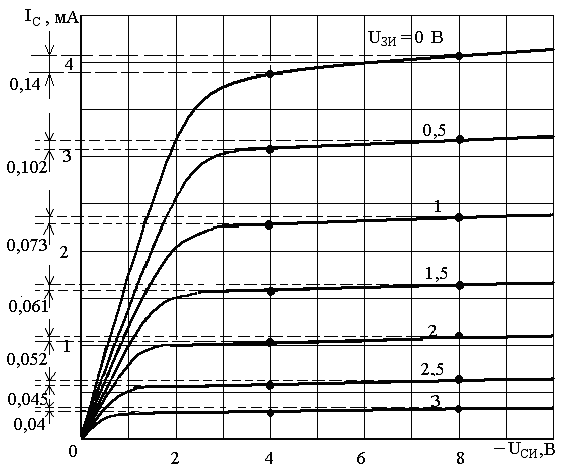


Рисунок 1.4

Пример решения задачи 2

Определим h-параметры для транзистора КТ315А при напряжении на коллекторе UКЭ=5 В. Например, найдем параметр h11Э в точке А при токе базы IБ0=350 мкА. На входных характеристиках (рисунок 2.1) при напряжении на коллекторе UКЭ=10 В (хотя задано напряжение на коллекторе UКЭ=5 В выбираем напряжение UКЭ=10 В, т.к. в активном режиме входные характеристики практически совпадают) задаемся приращением тока базы D IБ= ± 50=100 мкА относительно рабочей точки IБ0=350 мкА. Соответствующее приращение напряжения база-эмиттер составит D UБЭ=0,018 В. Тогда входное сопротивление

C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2241.gif.

Результаты заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IБ0, мкА | 50 | 150 | 250 | 350 | 450 | 550 |
| D UБЭ, В |  |  |  | 0,018 |  |  |
| h11, Ом |  |  |  | 180 |  |  |

Аналогично находим h11Э в других точках при токах базы 50, 150, 250, 450 и 550 мкА и строим зависимость h11Э=f(IБ), ΔIБ=const . Пример зависимости приведен на рисунке 2.4.

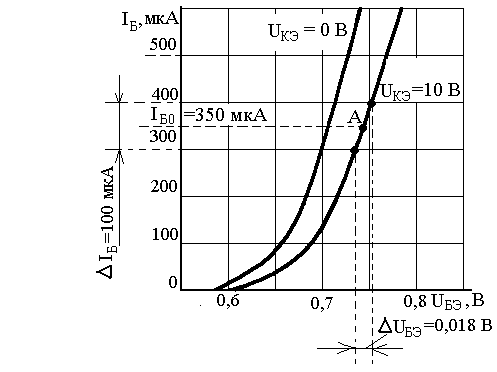


Рисунок 2.1

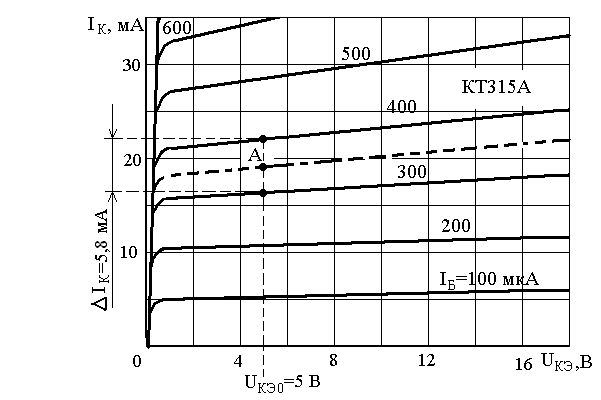


Рисунок 2.2

По выходным характеристикам находим параметры h21Э и h22Э при том же токе базы и заданном напряжении UКЭ0=5 В. Определение параметра h21Э показано на рисунке 2.2.Задаемся приращением тока базы относительно рабочей точки также D IБ= ± 50=100 мкА и соответствующее приращение тока коллектора составляет D IК= 5,8 мА. Коэффициент передачи тока базы составит

C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2244.gif.

Аналогично определяем этот параметр и при других токах базы. Резуль- таты помещаем в таблицу 2.2 и строим зависимость h21=f(IБ) (рисунок 2.4).

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IБ0, мкА | 50 | 150 | 250 | 350 | 450 | 550 |  |
| D IK, мА |  |  |  | 5,8 |  |  |  |
| h21, |  |  |  | 58 |  |  |  |

На рисунке 2.3 показано определение выходной проводимости h22Э. Около точки А с напряжением UКЭ=5 В задаемся приращением напряжения коллектор-эмиттер D UКЭ=± 2 В. Соответствующее приращение тока коллектора составляет D IК=1 мА. Выходная проводимость равна

C:\Users\пользователь\Desktop\Универсальная папка для всего\course230_2\pages\img\Image2245.gif.

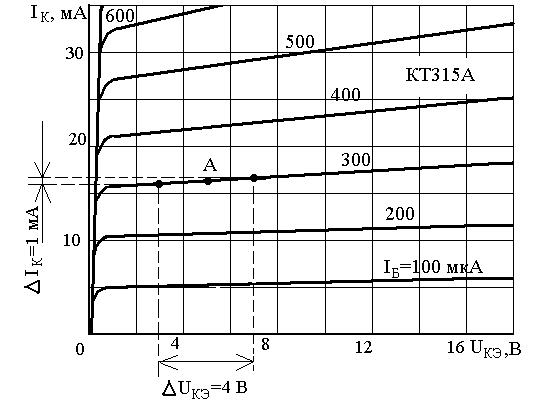


Рисунок 2.3

Результаты помещаем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IБ0, мкА | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| D IK, мА |  |  | 1 |  |  |  |
| h22, Сим× 10-3 |  |  | 0,25 |  |  |  |

Строим зависимость h22Э=f(IБ) (рисунок 2.4).

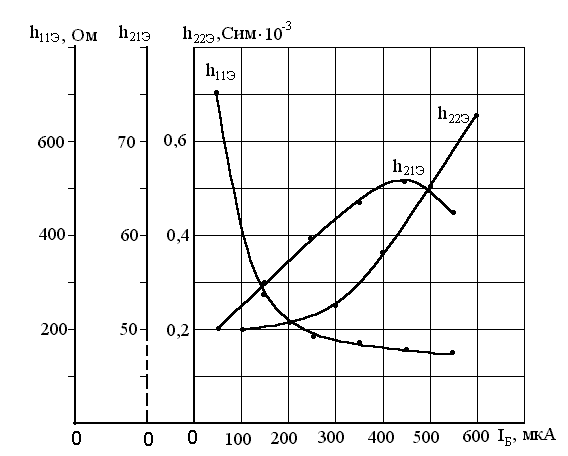


Рисунок 2.4

Параметр h12Э по характеристикам обычно не определяется, так как входные характеристики для рабочего режима практически сливаются, и определение параметра даёт очень большую погрешность.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1.** Варианты заданий.

Таблица П.1.1. Варианты задания для полевых транзисторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | Тип  ПТ | UСИ0, В | UЗИ0, В | №  вар | Тип  ПТ | UСИ0, В | UЗИ0, В |
| 1 | КП 302А | 12 | -8 | 26 | КП 303А | 8 | -2,5 |
| 2 | КП 303А | 4 | -2,5 | 27 | КП 303Б | 8 | -3,2 |
| 3 | КП 303Б | 4 | -3,2 | 28 | КП 303Д | 18 | -8 |
| 4 | КП 303Д | 10 | -8 | 29 | КП 303Е | 16 | -8 |
| 5 | КП 303Е | 10 | -8 | 30 | КП 303В | 9 | -3,2 |
| 6 | КП 303В | 5 | -3,2 | 31 | КП 307Ж | 9 | -4 |
| 7 | КП 307Ж | 5 | -4 | 32 | КП 307В | 9 | -3,2 |
| 8 | КП 307В | 7 | -3,2 | 33 | КП 312А | 8 | -3,6 |
| 9 | КП 312А | 6 | -3,6 | 34 | КП 903 А | 18 | -8 |
| 10 | КП 903 А | 10 | -8 | 35 | КП 903 Б | 9 | -4 |
| 11 | КП 903 Б | 5 | -4 | 36 | КП 903 В | 18 | -6 |
| 12 | КП 903 В | 10 | -6 | 37 | КП 302А | 18 | -8 |
| 13 | КП 302А | 14 | -8 | 38 | КП 303А | 9 | -2,5 |
| 14 | КП 303А | 6 | -2,5 | 39 | КП 303Б | 10 | -3,2 |
| 15 | КП 303Б | 6 | -3,2 | 40 | КП 303Д | 20 | -8 |
| 16 | КП 303Д | 14 | -8 | 41 | КП 303Е | 20 | -8 |
| 17 | КП 303Е | 12 | -8 | 42 | КП 303В | 11 | -3,2 |
| 18 | КП 303В | 7 | -3,2 | 43 | КП 307Ж | 11 | -4 |
| 19 | КП 307Ж | 7 | -4 | 44 | КП 307В | 10 | -3,2 |
| 20 | КП 307В | 8 | -3,2 | 45 | КП 312А | 9 | -3,6 |
| 21 | КП 312А | 7 | -3,6 | 46 | КП 903 А | 22 | -8 |
| 22 | КП 903 А | 14 | -8 | 47 | КП 903 Б | 11 | -4 |
| 23 | КП 903 Б | 7 | -4 | 48 | КП 903 В | 22 | -6 |
| 24 | КП 903 В | 14 | -6 | 49 | КП 302А | 20 | -8 |
| 25 | КП 302А | 16 | -8 | 50 | КП 303А | 10 | -2,5 |

Таблица П.1.2. Варианты задания для биполярных транзисторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | Тип  БТ | UКЭ,  В | №  вар | Тип  БТ | UКЭ,  В | №  вар | Тип  БТ | UКЭ,В |
| 1 | КТ601А | 30 | 18 | КТ819А | 6 | 35 | КТ608А | 6 |
| 2 | КТ602А | 15 | 19 | КТ902А | 20 | 36 | КТ815А | 6 |
| 3 | КТ603А | 30 | 20 | КТ903А | 25 | 37 | КТ817А | 7 |
| 4 | КТ605А | 6 | 21 | КТ601А | 50 | 38 | КТ819А | 3 |
| 5 | КТ608А | 3 | 22 | КТ602А | 25 | 39 | КТ902А | 30 |
| 6 | КТ815А | 3 | 23 | КТ603А | 50 | 40 | КТ903А | 35 |
| 7 | КТ817А | 4 | 24 | КТ605А | 10 | 41 | КТ601А | 70 |
| 8 | КТ819А | 5 | 25 | КТ608А | 5 | 42 | КТ602А | 35 |
| 9 | КТ902А | 15 | 26 | КТ815А | 5 | 43 | КТ603А | 70 |
| 10 | КТ903А | 20 | 27 | КТ817А | 6 | 44 | КТ605А | 14 |
| 11 | КТ601А | 40 | 28 | КТ819А | 7 | 45 | КТ608А | 7 |
| 12 | КТ602А | 20 | 29 | КТ902А | 25 | 46 | КТ815А | 7 |
| 13 | КТ603А | 40 | 30 | КТ903А | 30 | 47 | КТ817А | 3 |
| 14 | КТ605А | 8 | 31 | КТ601А | 60 | 48 | КТ819А | 4 |
| 15 | КТ608А | 4 | 32 | КТ602А | 30 | 49 | КТ902А | 35 |
| 16 | КТ815А | 4 | 33 | КТ603А | 60 | 50 | КТ903А | 15 |
| 17 | КТ817А | 5 | 34 | КТ605А | 12 |  |  |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2.** Характеристики транзисторов

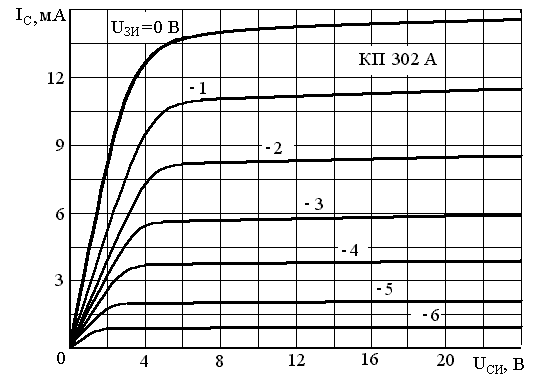


Рисунок П.2.1

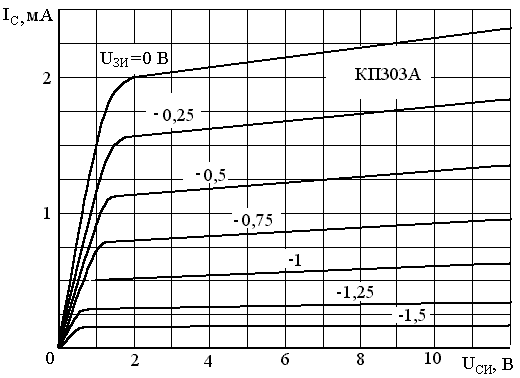


Рисунок П.2.2

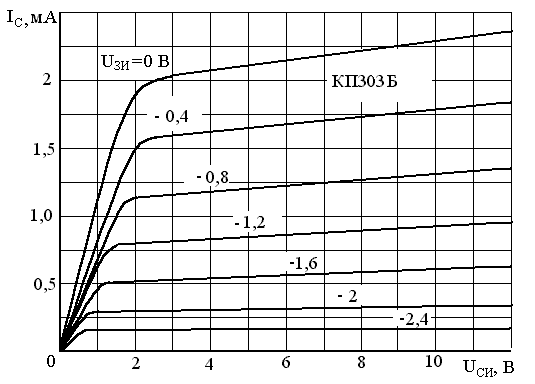


Рисунок П.2.3

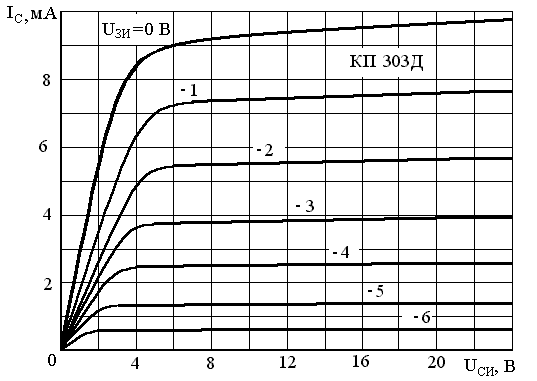


Рисунок П.2.4

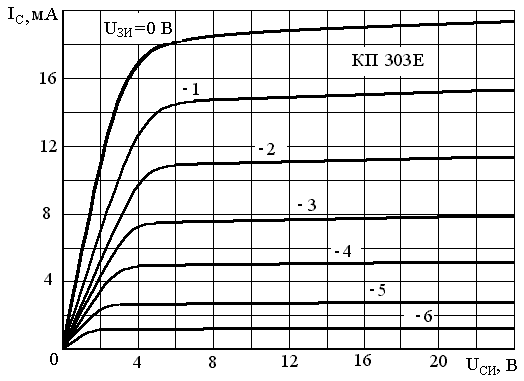


Рисунок П.2.5

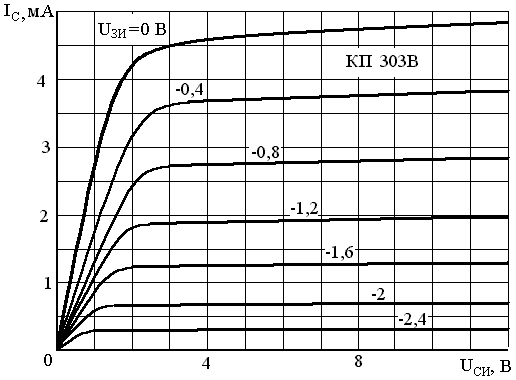


Рисунок П.2.6

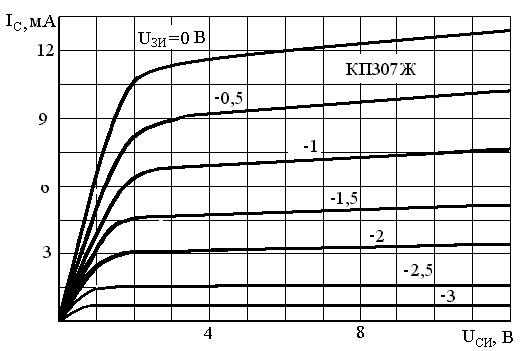


Рисунок П.2.7

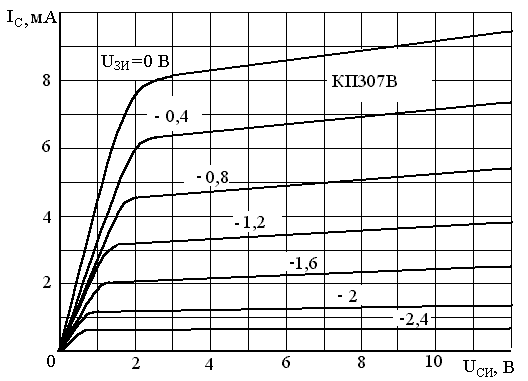


Рисунок П.2.8

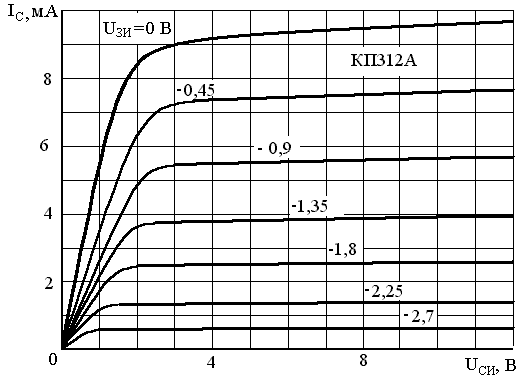


Рисунок П.2.9

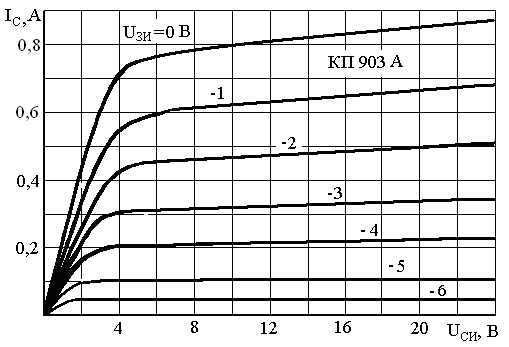


Рисунок П.2.10

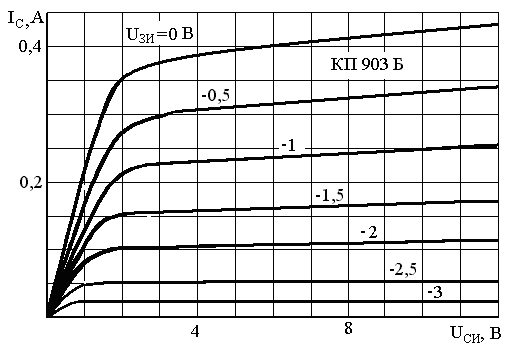


Рисунок П.2.11

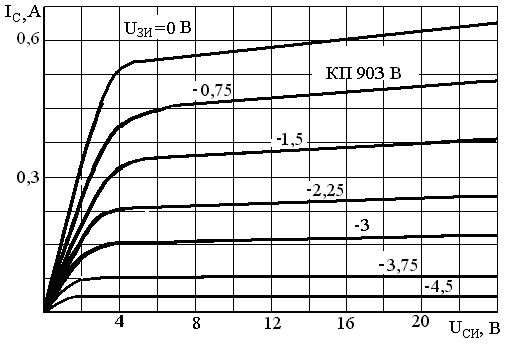


Рисунок П.2.12

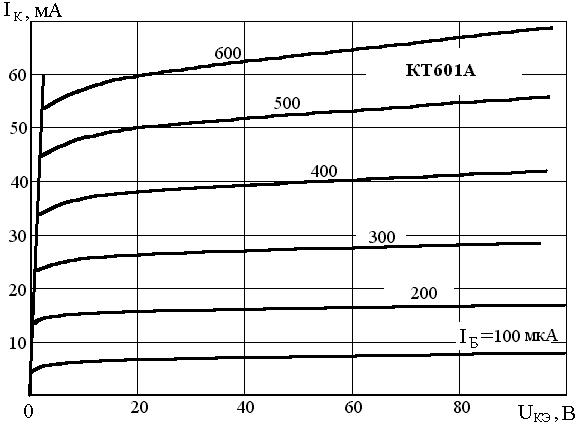


Рисунок П.2.13

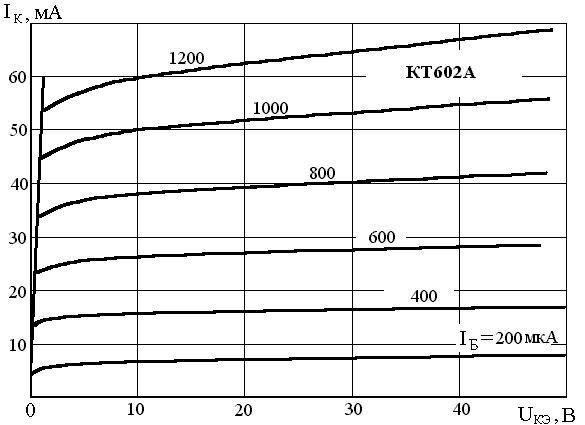


Рисунок П.2.14

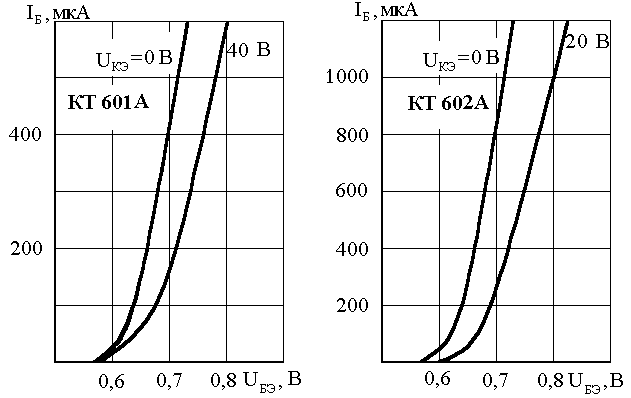


Рисунок П.2.15 Рисунок П.2.16

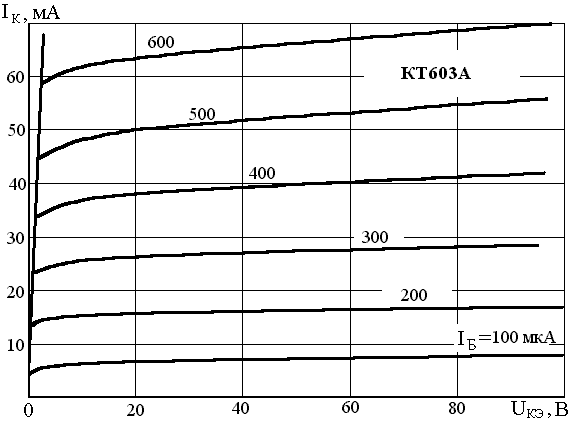


Рисунок П.2.17

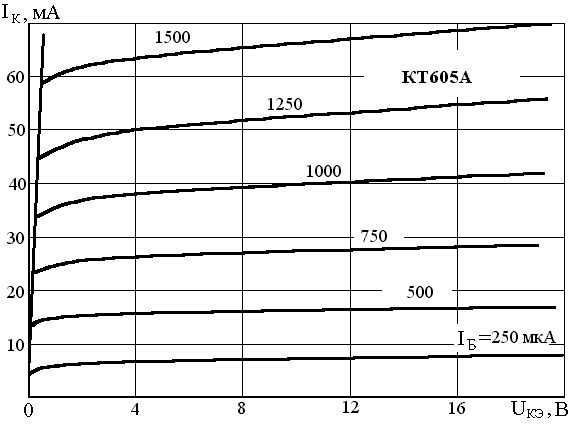


Рисунок П.2.18

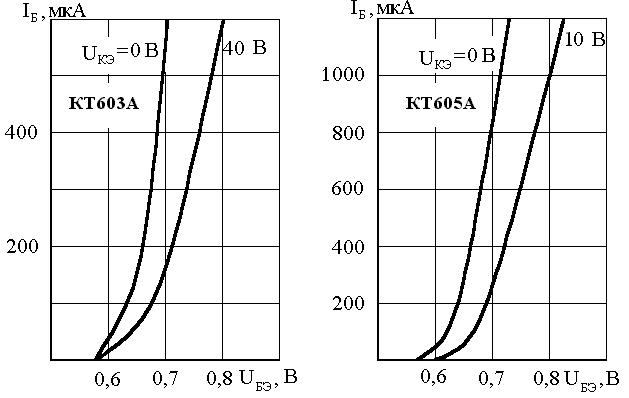


Рисунок П.2.19 Рисунок П.2.20

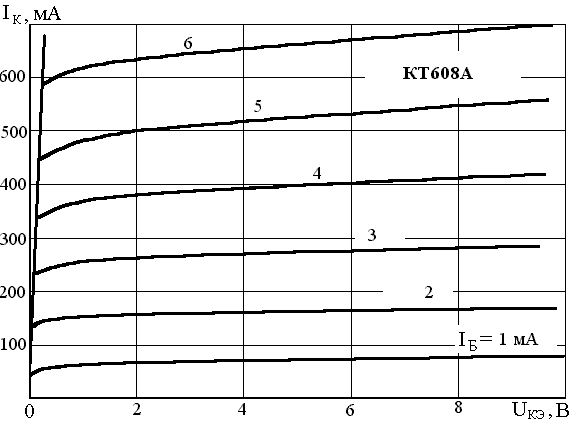


Рисунок П.2.21

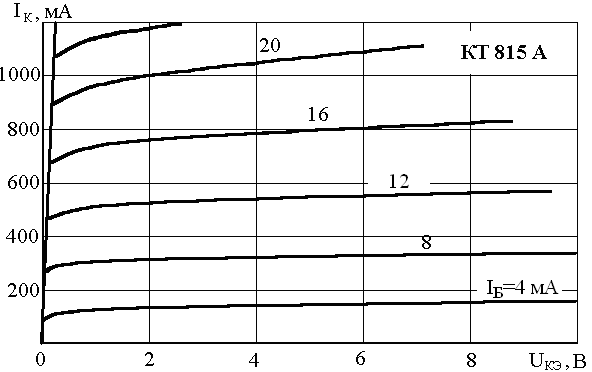
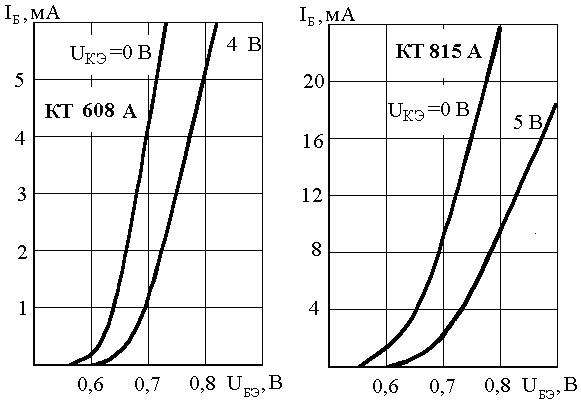


Рисунок П.2.22

    
Рисунок П.2.23 Рисунок П.2.24

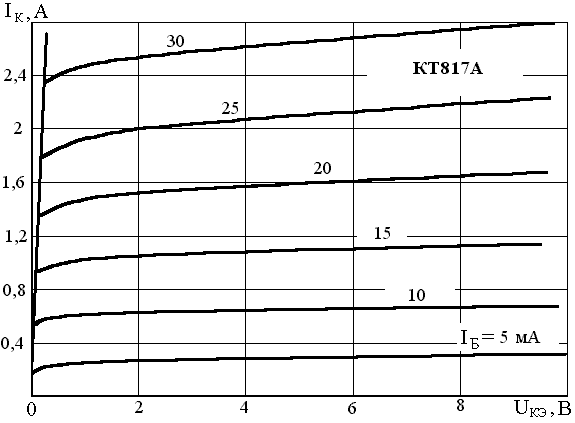


Рисунок П.2.25

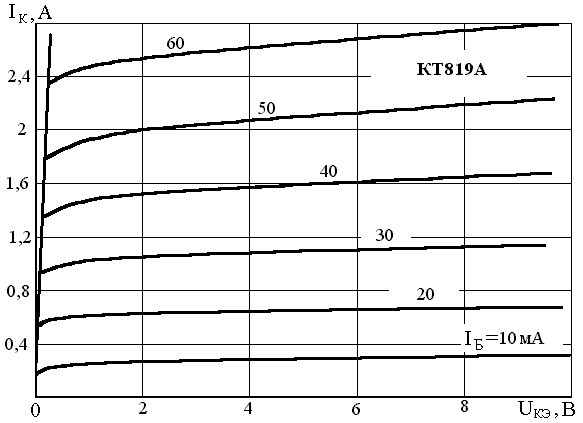
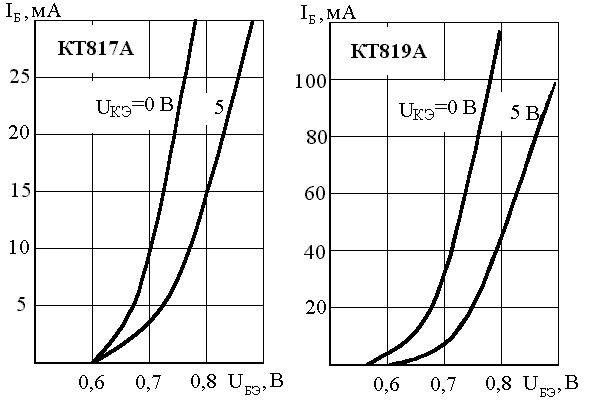


Рисунок П.2.26

  
Рисунок П.2.27 Рисунок П.2.28

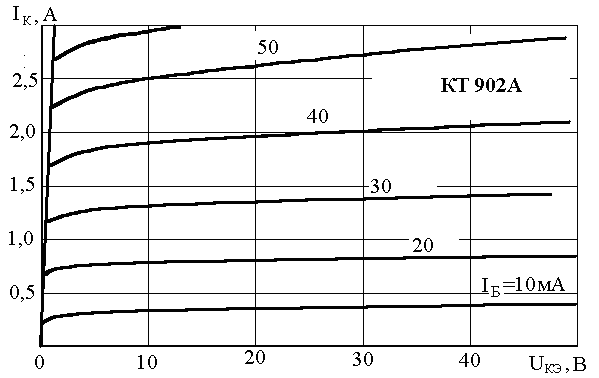


Рисунок П.2.29

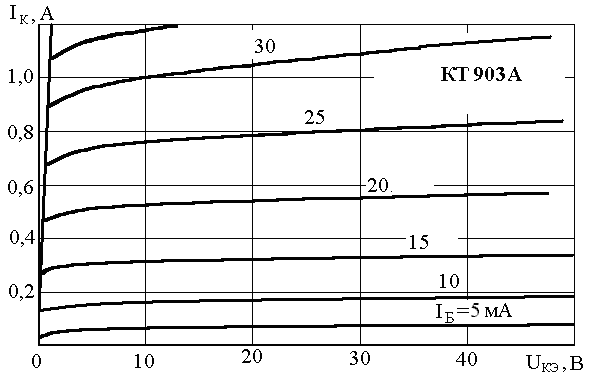


Рисунок П.2.30

