**ВАРИАНТ 44.**

**И ПОРЯДОК ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ**

**2.1 Условие задания**

Провести графоаналитические исследование работы биполярного транзистора в линейном режиме класса А в составе усилительного каскада со схемой ОЭ и расчет такого каскада. Тип транзистора, величины напряжения источника питания Е**К**, выходной мощности Р**ВЫХ** ,сопротивления нагрузки R**Н**, низкочастотной границы рабочего диапазона f**Н** и коэффициента частотных искажений М**Н** указаны в таблицах 2.1 (для студентов зарочного обучения) и 2.2 (для студентов очного обучения). С учетом этих данных представить на характеристиках транзистора построения по графическому определению амплитудных значений его токов и напряжений, а также определить значения следующих параметров транзистора и усилительного каскада, а также элементов схемы каскада:

- токов коллектора и базы, а также напряжений база-эмиттер и коллектор-эмиттер в точках покоя;

- тока делительной цепочки;

- сопротивлений резисторов и емкостей конденсаторов;

- входного и выходного сопротивлений каскада;

- коэффициентов усиления по току, напряжению и мощности;

- входной мощности,

- КПД каскада.

Предельные значения параметров транзисторов приводятся в приложении 1, а их статические характеристики – в приложениях 2 - .

Таблица 2.1

Исходные данные (для студентов заочного обучения)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Тип  транзистора | Е**к**, В | Р**вых**,  мВт | R**н**, Ом | f**н**, Гц | М**н** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 00, 20, 40, 60, 80 | МП42 | -20 | 7,5 | 150 | 100 | 1,2 |
| 01, 21, 41, 61, 81 | 2Т382А | 9 | 2,25 | 150 | 90 | 1,25 |
| 02, 22, 42, 62, 82 | 2Т399А | 16 | 2,75 | 200 | 200 | 1,3 |
| 03, 23, 43, 63, 83 | МП39 | -10 | 4,0 | 80 | 150 | 1,3 |
| 04, 24, 44, 64, 84 | МП25 | 10 | 2,5 | 150 | 140 | 1,25 |
| 05, 25, 45, 65, 85 | МП111 | -15 | 1,7 | 800 | 60 | 1,3 |
| 06, 26, 46, 66, 86 | 2Т368А | 16 | 4,5 | 300 | 120 | 1,2 |
| 07, 27, 47, 67, 87 | 2Т312А-2 | 8 | 4,5 | 75 | 90 | 1,2 |
| 08, 28, 48, 68, 88 | МП113 | -17,5 | 5,5 | 350 | 150 | 1,4 |
| 09, 29, 49, 69, 89 | МП36 | 12,5 | 5,0 | 100 | 180 | 1,35 |
| 10, 30, 50, 70, 90 | П-401 | -6 | 0,6 | 200 | 200 | 1,35 |
| 11, 31, 51, 71, 91 | МП41 | -12 | 2,0 | 150 | 230 | 1,25 |
| 12, 32, 52, 72, 92 | МП42 | -25 | 12 | 200 | 80 | 1,2 |
| 13, 33, 53, 73, 93 | 2Т382А | 8 | 2,0 | 160 | 180 | 1,25 |
| 14, 34, 54, 74, 94 | 2Т399А | 12 | 2,5 | 200 | 190 | 1,2 |
| 15, 35, 55, 75, 95 | МП39 | -12 | 5 | 100 | 100 | 1,4 |
| 16, 36, 56, 76, 96 | МП25 | 12,5 | 3,4 | 200 | 150 | 1,3 |
| 17, 37, 57, 77, 97 | МП111 | -17,5 | 2,0 | 900 | 170 | 1,2 |
| 18, 38, 58, 78, 98 | 2Т368А | 18 | 6,0 | 350 | 120 | 1,2 |
| 19, 39, 59, 79, 99 | 2Т312А-2 | 7 | 3,5 | 50 | 100 | 1,35 |

**2.2. Порядок выполнения задания**

Рекомендуется следующий порядок выполнения задания

1. Нанести на выходной характеристике транзистора границы рабочей об-

ласти. При этом использовать данные таблицы значений предельных параметров и соотношение (1.4)

2. Нанести линию U**КЭ**min,, соответствующую минимальному значению напряжения коллектор-эмиттер. Она проводится с учетом исключения из рабочей области участка вольт-амперной характеристики с резким увеличением коллекторного тока, а также участка перехода к линейной части этой характеристики.

3. Выбрать с использованием условий

R**К** = (2,5 – 5)R**Н** , R**Э** = (0,1 – 0,25)R**К** ,

величины сопротивлений резисторов R**К** и R**Э**, при которых проводятся дальнейшие расчеты.

4. Рассчитать величину коллекторного тока при коротком замыкании с использованием соотношения (1.6). Эта величина не должна превышать максимальное значение коллекторного тока I**К max**.

5. Через точки Е**К** на оси абсцисс и I**ККЗ** на оси ординат провести линию нагрузки по постоянному току.

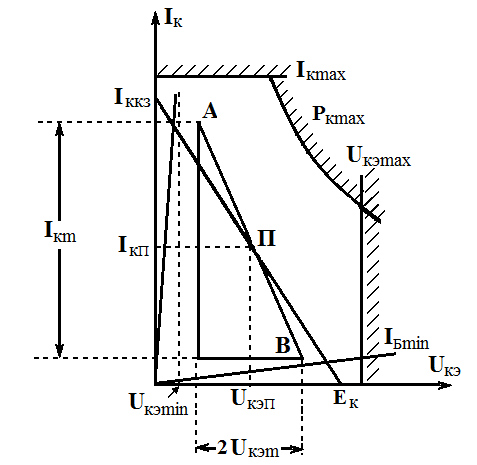
6. Определить величину амплитуды переменной составляющей напряжения коллектор-эмиттер с использованием соотношения (1.16).

7. Определить величину амплитуды переменной составляющей коллекторного тока с использованием соотношения

I**К**m = U**КЭ**m **/**Rк║Rн.

8. Определить значения тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер в точке покоя. С этой целью па выходной характеристике транзистора построить прямоугольный треугольник, у которого катеты соответствуют удвоенным величинам I**Km** и U**KЭm**. Катет, соответствующий величине 2I**Km**, должен быть параллельным оси ординат, катет, соответствующий 2U**KЭm**, должен быть параллельным оси абсцисс. Середина гипотенузы должна находиться на линии нагрузки по постоянному току. Сам треугольник не должен выходить за пределы зоны, определенной по п.п. 1 и 2, а также должен быть расположен выше вольт-амперной характеристики с минимальным значением тока базы, как показано на рис. 2.1. Середина гипотенузы треугольника соответствует значениям тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер в точке покоя (I**KП** и U**KЭП**).

Если не удается построить треугольник, удовлетворяющий указанным выше требованиям, следует, изменяя величины численных коэффициентов в соотношениях п. 3, подобрать их так, чтобы построенный треугольник удовлетворял этим требованиям.



*Рис. 2.1. К определению положения точки покоя*

*на выходной характеристике транзистора*

9. Определить значения тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер, соответствующие точкам А и В треугольника (I**KА**, I**KВ**, U**KЭА** и U**KЭВ**). С этой целью использовать величины I**Km** и U**KЭm**, определенные в п.п. 6 и 7.

Отметить буквой А верхнюю точку гипотенузы треугольника, буквой П среднюю точку гипотенузы, буквой В нижнюю точку гипотенузы, как показано на рис. 2.1. Определенные значения тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер, соответствующие точкам А, П и В, занести в табл. 2.1.

1. Определить величины токов базы I**БА**, I**БП** и I**БВ**, соответствующие

вольт-амперным характеристикам, которые должны проходить через точки А, П и В. Определенные значения токов базы занести в табл. 2.1.

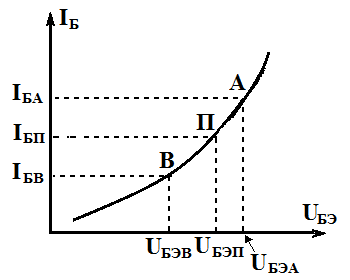
При определении величин токов базы I**БА**, I**БП** и I**БВ** через точки А, П и В проводятся вольт-амперные характеристики, параллельные тем, которые представлены на выходной характеристике транзистора. Используется аппроксимация данных относительно значений токов базы представленных вольт-амперных характеристик.

Таблица 2.1.

Расчетные значения токов и напряжений транзистора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Раб.точка | I**К**, кА | U**КЭ**, В | I**Б**, кА | U**БЭ**, В |
| А |  |  |  |  |
| П |  |  |  |  |
| В |  |  |  |  |

11. На входной вольт-амперной характеристике транзистора для величины напряжения коллектор-эмиттер отличной от нуля отметить точки, соответствующие токам базы I**БА**, I**БП** и I**БВ**. По ним определить соответствующие этим токам значения напряжений база-эмиттер U**БЭА**, U**БЭП** и U**БЭВ**, как показано на рис. 2.2. Определенные значения напряжений база-эмиттер занести в табл. 2.1.



*Рис. 2.1. К определению величин U****БЭА****, U****БЭП*** *и U****БЭВ***

*на входной характеристике транзистора*

12. Рассчитать величину входного сопротивления транзистора по соотношению (1.23) с учетом соотношений (1.17).

13. Выбрать величину тока делительной цепочки с учетом условия (1.20).

14. Рассчитать величины сопротивлений резисторов делительной цепочки R**1** и R**2** с использованием соотношений (1.6) и (1.9).

Проверить выполнение условия (1.21). При его не выполнении провести корректировку численного коэффициента в условии (1.20).

15. Определить величины входного и выходного сопротивлений усилительного каскада по соотношениям (1.22) и (1.14).

16. Рассчитать величины коэффициентов усилительного каскада по току, по напряжения и по мощности с использованием соотношений (1.25), (1.26) и (1.27).

17. Рассчитать величину входной мощности по соотношению

Р**ВХ** = Р**ВЫХ/**К**Р**.

18. Рассчитать величину КПД усилительного каскада по соотношению

КПД = Р**ВЫХ/[**E**К**(I**КП**+I**БП**+ I**Д**)**]**.

19. Рассчитать значения емкостей конденсаторов в схеме усилительного каскада по методике, изложенной в п.1.5.

Результаты расчета занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты расчета

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Значение параметра,  ед. измерения |
| 1. Входное сопротивление транзистора |  |
| 2. Сопротивление резистора R**1** |  |
| 3. Сопротивление резистора R**2** |  |
| 4. Сопротивление резистора R**э** |  |
| 5. Сопротивление резистора R**к** |  |
| 6. Ток делительной цепочки I**Д** |  |
| 7. Входное сопротивление каскада |  |
| 8. Емкость конденсатора С**э** |  |
| 9. Емкость конденсаторов С**р1**  и С**р2** |  |
| 10. Коэффициент усиления каскада по току |  |
| 11. Коэффициент усиления каскада по напряжению |  |
| 12. Коэффициент усиления каскада по мощности |  |
| 13. Выходная мощность |  |
| 14. Входная мощность |  |
| 15. КПД каскада |  |

**2.3. Содержание и оформление отчета по работе**

Содержание отчета

1. Наименование работы (на титульном листе).

2. Формулировка задания.

Провести графоаналитические исследование работы биполярного транзистора типа \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в линейном режиме класса А в составе усилительного каскада со схемой ОЭ и расчет такого каскада.

Исходные данные:

- напряжения источника питания Е**К** =\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

- выходная мощность Р**ВЫХ** = \_\_\_\_\_\_\_\_\_;

- сопротивления нагрузки R**Н** = \_\_\_\_\_\_\_\_;

- низкочастотная граница рабочего диапазона f**Н** = \_\_\_\_\_\_\_;

- коэффициент частотных искажений М**Н** = \_\_\_\_\_\_\_.

С учетом этих данных представить на характеристиках транзистора построения по графическому определению амплитудных значений его токов и напряжений, а также определить значения следующих параметров транзистора и усилительного каскада, а также элементов схемы каскада:

- токов коллектора и базы, а также напряжений база-эмиттер и коллектор-эмиттер в точках покоя;

- тока делительной цепочки;

- сопротивлений резисторов и емкостей конденсаторов;

- входного и выходного сопротивлений каскада;

- коэффициентов усиления по току, напряжению и мощности;

- входной мощности,

- КПД каскада.

Предельные значения параметров транзистора:

- максимальное значение напряжения Uкэ max = \_\_\_\_\_\_;

- максимальное значение коллекторного тока Iк max = \_\_\_\_\_\_\_;

- максимальное значение мощности Рк max = \_\_\_\_\_\_\_.

3. Результаты исследования, представленные в виде данных, показывающих выполнение необходимых расчетов, построений на статических характеристиках транзистора, определяющих мгновенные значения токов и напряжений транзистора в составе усилительного каскада, а также таблиц, предусмотренных порядком выполнения задания.

Оформление отчета должно быть аккуратным, иллюстративный материал и таблицы должны быть выполнены с использованием чертежных принадлежностей.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов.- М.: Высшая школа, 1982.- 496 с.
2. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 320 с.
3. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс). Учебник для вузов/ Ю.Ф.Опадчий, О.П.Глудкин, А.Н.Гуров.- М.: Горячая линия- Телеком, 1999. – 768 с.
4. Прянишников В.А. Электроника. Полный курс лекций – СПб.: Учитель и ученик: Корона принт, -2003. – 416 с.
5. Фурсаев М.А. Физические основы схемотехники электронных устройств: – Саратов: СГТУ, 2010. – 222 с.

Приложение 1

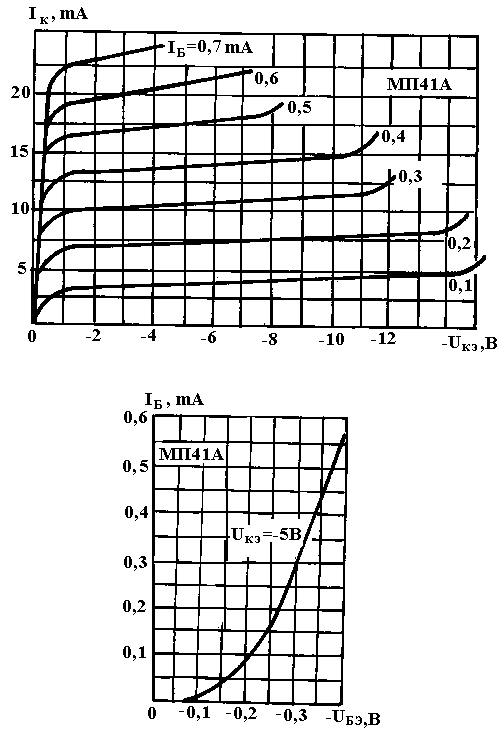
Предельные значения параметров транзисторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип  Транзистора | U**КЭ**mах, В | I**К**mах,Ma | Р**К**mах,  mВт |
| МП-25 | 15 | 20 | 100 |
| МП-36А | 15 | 40 | 180 |
| МП39 | 15 | 40 | 150 |
| МП-41А | 15 | 20 | 120 |
| МП42А | 30 | 40 | 300 |
| МП-111 | 20 | 8 | 50 |
| МП-113 | 20 | 18 | 120 |
| П-401 | 10 | 8 | 20 |
| 2Т368А | 18 | 18 | 100 |
| 2Т382А | 10 | 18 | 60 |
| 2Т399А | 16 | 18 | 100 |
| 2Т3123А-2 | 10 | 45 | 120 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Статические характеристики транзистора

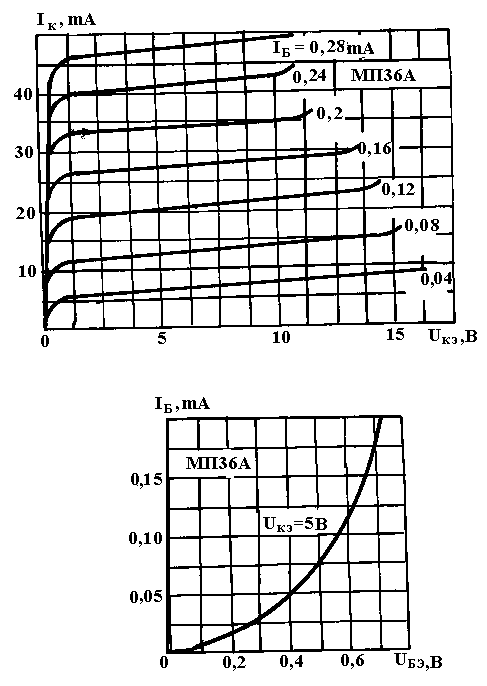
типа МП41А



**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

# Статические характеристики транзистора

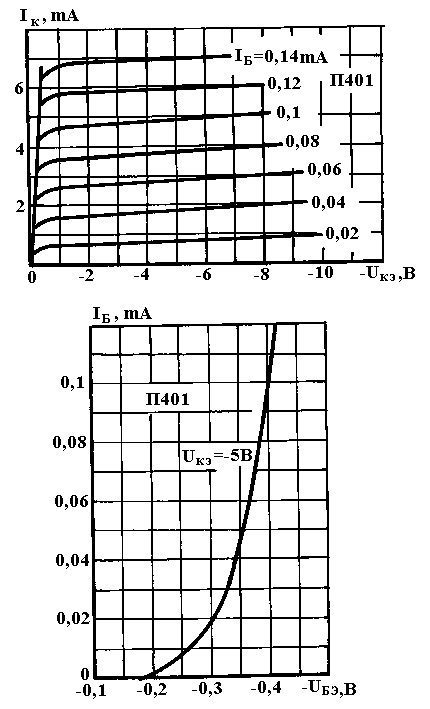
# типа МП36А



**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

**Статические характеристики транзистора**

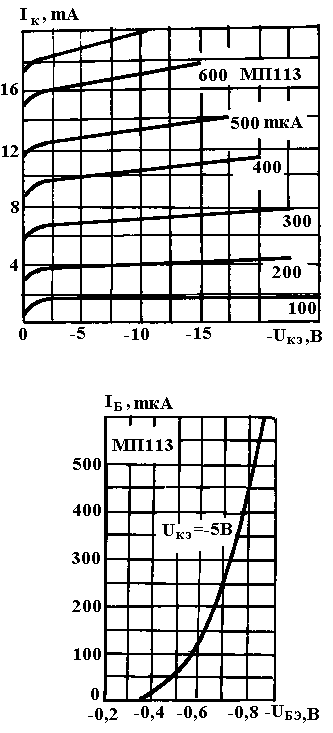
**типа П401**



**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

# Статические характеристики транзистора

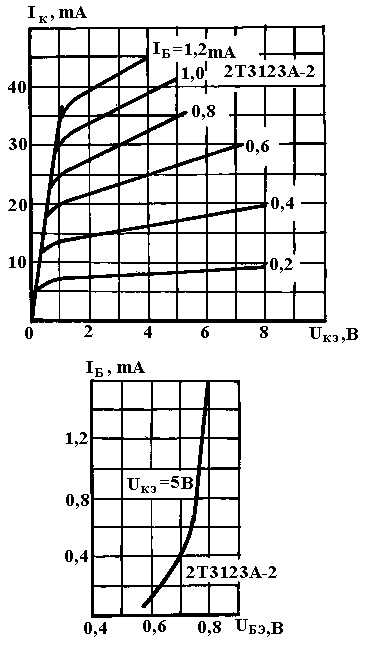
# типа МП113



**ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

# Статические характеристики транзистора

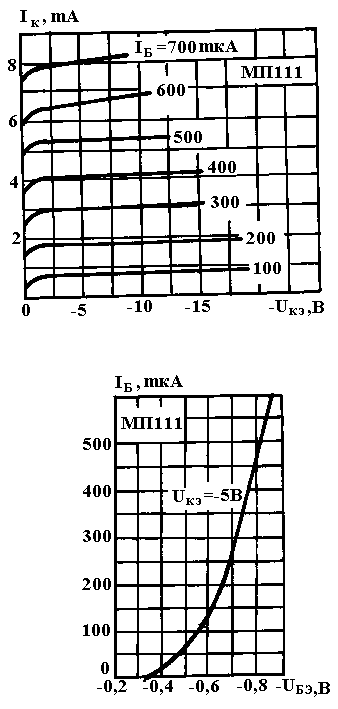
# типа 2Т3123А-2



## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

# Статические характеристики транзистора

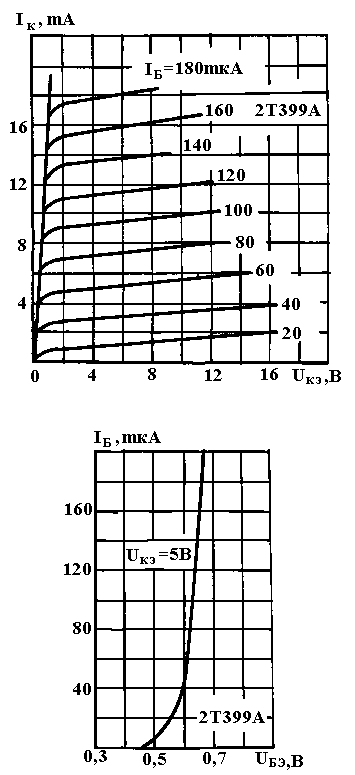
# типа МП111



# ПРИЛОЖЕНИЕ 8

# Статические характеристики транзистора

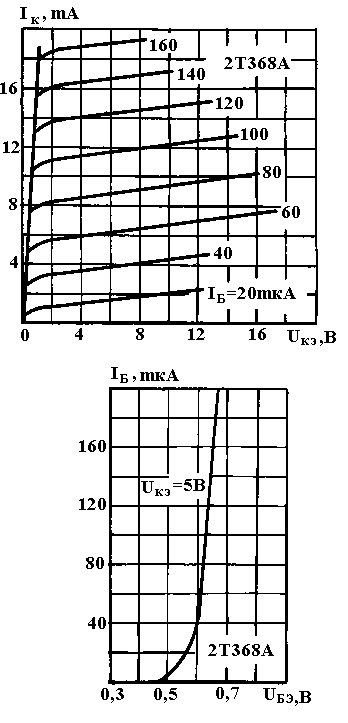
# типа 2Т399А



ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Статические характеристики транзистора

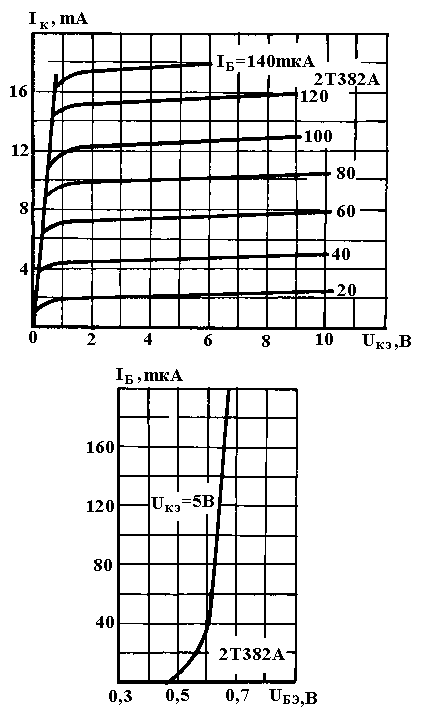
типа 2Т368А



# ПРИЛОЖЕНИЕ 10

# Статические характеристики транзистора

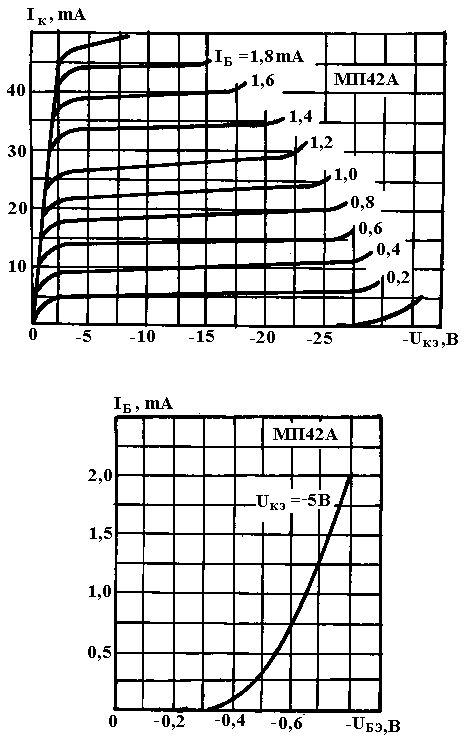
# типа 2Т382А



# ПРИЛОЖЕНИЕ 11

# Статические характеристики транзистора

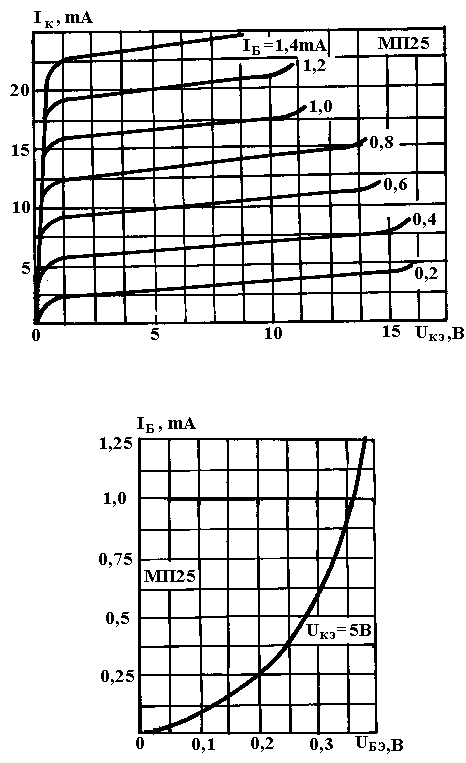
# типа МП42А



# ПРИЛОЖЕНИЕ 12

# Статические характеристики транзистора

# типа МП25



ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Статические характеристики транзистора

типа МП39

