

**Федеральное агентство связи
Федеральное государственное образовательное
бюджетное учреждение высшего профессионального
образования «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»**

Кафедра радиосвязи, радиовещания и телевидения



**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**СХЕМОТЕХНИКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
УСТРОЙСТВ**

по направлению подготовки:

210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы
связи

Самара – 2012

Галочкин В.А., Нагорная М.Ю.

Схемотехника телекоммуникационных устройств (СТУ).
Практическое занятие №1. – Самара.: ФГОБУ ВПО ПГУТИ,
2012.

Дисциплина «Схемотехника телекоммуникационных устройств» относится к профессиональному циклу федерального государственного стандарта третьего поколения по направлению подготовки 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

© Галочкин В.А., Нагорная М.Ю., 2012г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	5
«Исследование схем смещения и стабилизации положения рабочей точки»	5
1. Цель работы	5
2. Краткое изложение теоретических сведений	5
3. Литература	5
4. Домашнее задание студентам	6
5. Порядок выполнения работы	6
6. Расчет схем смещения и стабилизации положения рабочей точки	7
6.1. Схема с фиксированным током базы (ФТ):.....	7
6.2. Схема с фиксированным напряжением базы (ФН):	9
6.3. Схема с эмиттерной стабилизацией (ЭС):	10
6. Содержание отчета.....	13

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия по дисциплине «Схемотехника телекоммуникационных устройств» разработаны для практического усвоения теоретических сведений данных в конспекте лекций. В данном методическом руководстве приведена методика вариантного расчета по теме - «Исследование схем смещения и стабилизации положения рабочей точки»

Для выполнения задания студенту необходимо определить свой вариант по двум последним цифрам зачетной книжке, произвести расчеты по предложенной методике, подготовить отчет в требуемом формате и отправить на проверку.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

«Исследование схем смещения и стабилизации положения рабочей точки»

1. Цель работы

1. Исследование цепи смещения биполярных транзисторов с фиксированным током базы и фиксированным напряжением база-эмиттер.

2. Исследование стабилизации положения рабочей точки схемой эмиттерной стабилизации, схемой термокомпенсации и схемой с генератором стабильного тока.

3. Исследование влияния температурной нестабильности положения рабочей точки на величину выходного неискаженного напряжения.

2. Краткое изложение теоретических сведений

Изложение теоретических сведений студенты могут найти:

- в лекционных материалах;
- в ниже рекомендуемой литературе

3. Литература

1. «Схемотехника телекоммуникационных устройств». Конспект лекций. Галочкин В.А., Нагорная М.Ю. ПГУТИ. Кафедра РРТ. Самара. 2012 г.

2. Лаврентьев Б. Ф. Схемотехника электронных устройств. – М.: Академия, 2010, 336 с.

3. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств. 2 издание - М.: Горячая линия - Телеком, 2001 г., 320 с.

4. Ногин В.Н. Аналоговые электронные устройства. М.: Радио и связь, 1992 г

5. Транзисторы для бытовой, промышленной и специальной аппаратуры. Справочное пособие – М.: СОЛОН – Пресс, 2006, 600 с.

4. Домашнее задание студентам

4.1. Изучить по указанной выше литературе правила и схемотехнику установки рабочей точки транзистора;

4.2. Изучить причины температурной неустойчивости положения рабочей точки;

4.3. Изучить принципы стабилизации и схемотехнику стабилизации положения рабочей точки транзистора (эмиттерная стабилизация; термостабилизация; стабилизация с применением генераторов стабильного тока);

5. Порядок выполнения работы

До начала работы необходимо выбрать и согласно сумме последних двух цифр в зачетке свой вариант выполнения, представленный в табл. №1:

Табл.1

№ варианта	Начальная температура (t1)	Конечная температура (t2)	Диапазон изменения температуры
Вариант №1	25	45	20
Вариант №2	25	50	25
Вариант №3	25	55	30
Вариант №4	25	60	35
Вариант №5	25	65	40
Вариант №6	25	70	45
Вариант №7	25	75	50
Вариант №8	25	80	55
Вариант №9	25	85	60
Вариант №10	25	90	65
Вариант №11	25	95	70
Вариант №12	25	100	75
Вариант №13	25	105	80
Вариант №14	25	110	85
Вариант №15	25	115	90
Вариант №16	25	45	20
Вариант №17	25	50	25
Вариант №18	25	55	30
Вариант №0	25	60	35

6. Расчет схем смещения и стабилизации положения рабочей точки

6.1. Схема с фиксированным током базы (ФТ):

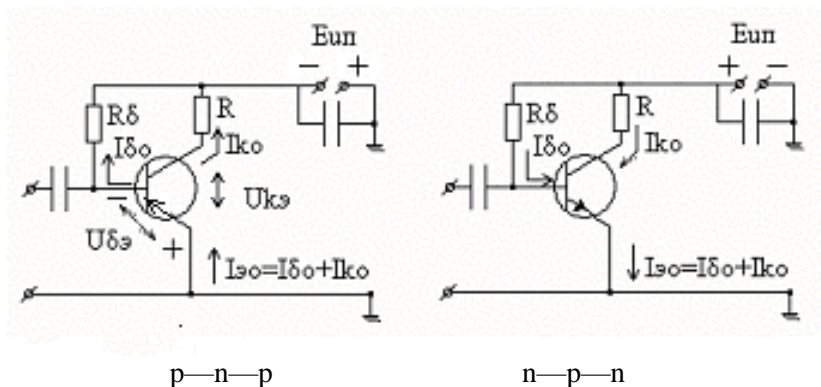


Рисунок 6.1 - Смещение фиксированным током базы:

Исходные данные для расчёта: транзистор 2N3904 (\approx KT375A), структура p-n-p,

$$R_{\text{б}} = 755 \text{ кОм} \quad R_{\text{к}} = 2 \text{ кОм} \quad E = 15 \text{ В} \quad h_{21\varepsilon}(t_1) = 104.8$$

$$E_3 = 0,78 \text{ В} \quad I_{\text{кб0}} = 16.67 \text{ мкА} \quad b = 0.1$$

$$a = 0.02 \quad R_{\text{вх}} = 150 \text{ Ом} \quad t_1 = 25^{\circ} \text{ C} \quad U_{06} = 0.75 \text{ В}$$

Для определения $\Delta h_{21\varepsilon}(t_2)$ можно использовать эмпирическую зависимость: $h_{21\varepsilon}$ увеличивается на 0,05% на каждый градус увеличения температуры.

Ток смещения базы

$$I_{06} = \frac{E - U_{06}}{R_{\text{б}}}, \text{ значение занести в итоговую таблицу №2}$$

где E - источник питания коллекторной цепи,

U_{06} - напряжение смещения база – эмиттер,

$R_{\text{б}}$ - сопротивление базы.

Ток покоя коллектора

$$I_{0k} = h_{21э} I_{0б} + (1 + h_{21э}) I_{кб0},$$

где $h_{21э}$ - коэффициент передачи по току,

$I_{кб0}$ - обратный ток коллектора.

Напряжение коллектор – эмиттер

$$U_{кэ} = E - I_{0k} R_k,$$

где R_k - сопротивление коллектора.

Суммарное изменение коллекторного тока при изменении t^0 - ры:

$\Delta I_k = \Delta I_{k1} + \Delta I_{k2} + \Delta I_{k3}$ - значение занести в итоговую таб.№2

где:

$$\Delta I_{k1} = \Delta I_{кб0} (1 + h_{21э}) \frac{R_б}{R_б + R_{вх}}$$

- изменение коллекторного тока, обусловленное изменением $I_{кб0}$, где в свою очередь

$$\Delta I_{кб0} = b \cdot I_{кб0} (e^{a\Delta t} - 1)$$

- изменение обратного тока коллектора.

$$\Delta I_{k2} = \frac{\Delta h_{21э}}{1 + h_{21э}} \cdot I_{0k} \cdot \frac{R_б}{R_б + R_{вх}}$$

- изменение коллекторного тока, обусловленное изменением $h_{21э}$.

$$\Delta I_{k3} = \Delta U_{0б} \frac{h_{21э}}{R_б + R_{вх}}$$

- изменение коллекторного тока, обусловленное изменением $U_{0б}$, где

$$\Delta U_{0б} = \frac{\Delta t}{293} (E_3 - U_{0б})$$

- изменение напряжение смещения база – эмиттер при изменении температуры,

E_3 - ширина запрещенной зоны ($E_3 = 0,78$ В).

$$\Delta U_{06} = U_{63}'' - U_{63}'$$

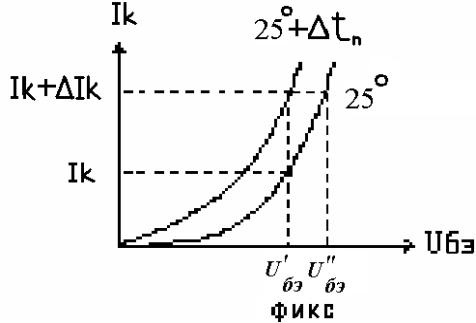


Рисунок 6.2 - Сдвиг характеристики прямой передачи

6.2. Схема с фиксированным напряжением базы (ФН):

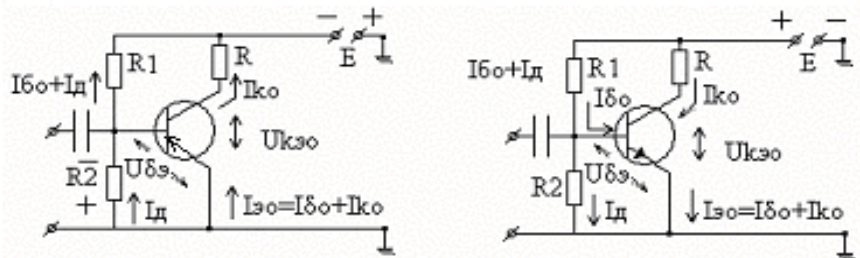


Рисунок 6.3 - Смещение фиксированным напряжением база—эмиттер

Исходные данные для расчёта: транзистор 2N3904 (\approx КТ375А), структура п-р-п.

$$R_{a1} = 200 \text{ кОм} \quad R_{a2} = 16 \text{ кОм} \quad R_k = 2 \text{ кОм} \quad E = 15 \text{ В} \quad h_{213}(t_1) = 104.8 \quad h_{213}(t_2) \Rightarrow \text{рассчитывается}$$

$$E_3 = 0,78 \text{ В} \quad I_{k60} = 19.76 \text{ мкА} \quad b = 0.1 \quad \Delta h_{213} \Rightarrow \text{рассчитывается}$$

$$a = 0.02 \quad R_{вх} = 150 \text{ Ом} \quad t_1 = 25^\circ \text{ С} \quad t_2 = \text{см. задание}^\circ \text{ С} \quad U_{06} = 0.75 \text{ В}$$

Для определения $\Delta h_{213}(t_2)$ можно использовать эмпирическую зависимость: h_{213} увеличивается на 0,05% на каждый градус увеличения температуры.

$h_{113} = 150 \text{ Ом}$ – входное сопротивление транзистора;

Ток делителя через R_1 :

$$I_{д1} = \frac{E - U_{06}}{R_{д1}} .$$

Ток делителя через R_2 :

$$I_{д2} = \frac{U_{06}}{R_{д2}}$$

Сопротивление резисторов в цепи базы:

$$R_6 = \frac{R_{д1} R_{д2}}{R_{д1} + R_{д2}}$$

Ток базы: $I_{06} = I_{д1} - I_{д2}$,

Ток покоя коллектора:

$$I_{0k} = h_{21э} I_{06} + (1 + h_{21э}) I_{к60} ,$$

Напряжение коллектор – эмиттер:

$U_{кэ} = E - I_{0k} R_k$, значение занести в итоговую таблицу №2

Изменение тока коллектора от температуры:

$$\Delta I_k = \frac{h_{21э} \Delta U_0}{h_{11э} + R_6} , \text{ значение занести в итоговую таблицу №2}$$

где $\Delta U_0 = 2.2 \cdot 10^{-3} \Delta t_c + (0.03 \div 0.06) \text{ В}$ –

параметр, который учитывает сдвиг характеристики прямой передачи $i_k = f(U_{6э})$; $(0.03 \div 0.06)$ - технологический разброс.

6.3. Схема с эмиттерной стабилизацией (ЭС):

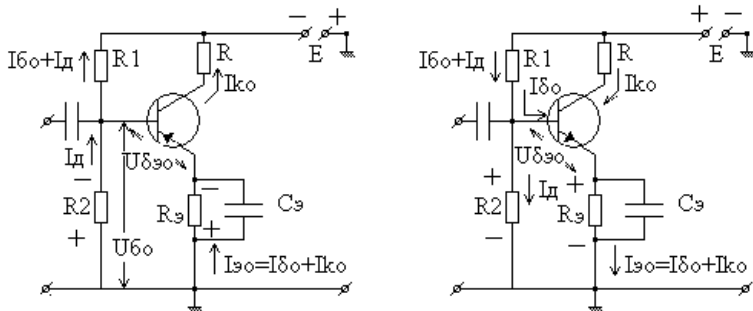


Рисунок 4.6 - Эмиттерная стабилизация

Исходные данные для расчёта: транзистор 2N3904 (\approx КТ375А), структура n-p-n,
 $R_{д1} = 16,5 \text{ кОм}$ $R_{д2} = 11,2 \text{ кОм}$ $R_{к} = 7.5 \text{ кОм}$
 $R_{э} = 6,4 \text{ кОм}$ $I_{к0} = 826,4 \text{ мкА}$ $U_{кэ} = 3,486 \text{ В}$
 $E = 15 \text{ В}$ $h_{21э}(t_1) = 104.8$ $E_3 = 0,78 \text{ В}$ $I_{06} = 4.3 \text{ мкА}$
 $I_{к60} = 3.9 \text{ мкА}$ $b = 0.1$
 $a = 0.015$ $R_{вх} = 150 \text{ Ом}$ $t_1 = 25^0 \text{ С}$ $U_{06} = 0.75 \text{ В}$

Для определения $\Delta h_{21э}(t_2)$ можно использовать эмпирическую зависимость: $h_{21э}$ увеличивается на 0,05% на каждый градус увеличения температуры.

$$R_6 = \frac{R_{д1}R_{д2}}{R_{д1} + R_{д2}} - \text{сопротивление в цепи базы};$$

$\Delta I_k = \Delta I_{k1} + \Delta I_{k2} + \Delta I_{k3}$ - суммарное изменение коллекторного тока при изменении t^0 -ры, значение занести в итоговую таблицу №2

$$\Delta I_{k1} = \Delta I_{к60}(1 + h_{21э}) \frac{R_6}{R_6 + R_{вх}} - \text{изменение коллекторного тока, обусловленное изменением } I_{к60}, \text{ где } \Delta I_{к60} = b \cdot I_{к60}(e^{a\Delta t} - 1) - \text{изменение обратного тока коллектора.}$$

обусловленное изменением $h_{21э}$.

$$\Delta I_{k2} = \frac{\Delta h_{21э}}{1 + h_{21э}} \cdot I_{0к} \cdot \frac{R_6}{R_6 + R_{вх}} - \text{изменение коллекторного тока, обусловленное изменением } h_{21э}.$$

обусловленное изменением $h_{21э}$.

$$\Delta I_{k3} = \Delta U_{06} \frac{h_{21э}}{R_6 + R_{вх}} - \text{изменение коллекторного тока, обусловленное изменением } U_{06},$$

где $\Delta U_{06} = 2.2 \cdot 10^{-3} \Delta t_c + (0.03 \div 0.06)$ - смещение входных характеристик при изменении t^0 -ры; $(0.03 \div 0.06)$ - технологический разброс.

Требуемая глубина обратной связи для стабилизации рабочей точки.

$$F_{\bar{=}} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_{k \text{ доп}}}, \text{ где } \Delta I_{k \text{ доп}} = 0.02 \cdot I_{k0}$$

- заданное (допустимое)

изменение коллекторного тока при изменении t^0 -ры.

Значения элементов схемы ЭС для обеспечения режима стабилизации.

$$R_{\text{э}} = \frac{(F_{\bar{=}} - 1) \cdot (R_{\text{б}} + R_{\text{вх}})}{1 + h_{21\text{э}}}$$

$$R_{\text{д1}} = E_k \frac{R_{\text{б}}}{(I_{0\text{к}} + I_{0\text{б}}) \cdot R_{\text{э}} + U_{0\text{б}} + I_{0\text{б}} \cdot R_{\text{б}}}$$

$$R_{\text{д2}} = \frac{R_{\text{д1}} \cdot R_{\text{б}}}{R_{\text{д1}} - R_{\text{б}}}$$

Данные эксперимента для схемы с ЭС

Замечание: численные значения элементов берутся исходя из необходимости обеспечения требуемого режима (исходных данных).

$$R_{\text{б}} = \frac{R_{\text{д1}} R_{\text{д2}}}{R_{\text{д1}} + R_{\text{д2}}},$$

$$F_{\bar{=}} = 1 + \frac{R_{\text{э}} \cdot (1 + h_{21\text{э}})}{R_{\text{б}} + R_{\text{вх}}}$$

- глубина обратной связи,

Коэффициент неустойчивости:

$$S_T = \left[1 - \frac{h_{21\text{б}}}{1 + \frac{R_{\text{э}}}{R_1} + \frac{R_{\text{э}}}{R_2}} \right]^{-1}$$

значение занести в итоговую таб. №2

где

$$h_{21\text{б}} = \frac{h_{21\text{э}}}{1 + h_{21\text{э}}}$$

Если $S_T = 2 \div 10$, то считают стабилизацию удовлетворительной

Табл.2 Итоговые значения

Схема с ФТ		Схема с ФН		Схема с ЭС	
Ток смещения базы $I_{0б}$	Суммарное изменение коллекторного тока ΔI_k	Напряжение коллектор – эмиттер: $U_{кэ}$	Суммарное изменение коллекторного тока ΔI_k	Суммарное изменение коллекторного тока ΔI_k	Коэффициент неустойчивости S_T

6. Содержание отчета

Отчет практической работы должен содержать:

1. Титульный лист (с фамилиями исполнителей, номером зачетной книжки)
2. Цель работы.
3. В соответствии с порядком проведения работы должны быть приведены:
 - таблица данных своего варианта;
 - схемы;
 - расчетные формулы и результаты расчетов;
 - таблица итоговых значений
 - выводы по работе

**Федеральное агентство связи
Федеральное государственное образовательное
бюджетное учреждение высшего профессионального
образования «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»**

Факультет заочного отделения

Кафедра радиосвязи, радиовещания и телевидения

**ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ № 1
по дисциплине
«Схемотехника телекоммуникационных устройств»
«Исследование схем смещения и стабилизации положения
рабочей точки»**

Выполнил студент ДОТ
ФИО:
номер зачетной книжки:
направление:
профиль:

Самара – 2012