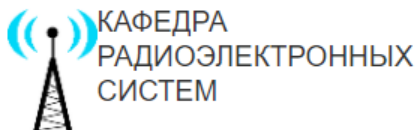


**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Кафедра радиоэлектронных систем



**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«Электроника и схемотехника»**

по направлению 11.03.02. «Инфокоммуникационные технологии и
системы связи» для студентов заочного факультета
с использованием дистанционных образовательных технологий

Разработал:
к.т.н., доцент Галочкин В.А

Адаптация к ДОТ
к.т.н., доцент Кирпичникова М.Ю.

Самара, 2021

Галочкин В.А., Кирпичникова М.Ю.
Электроника и схемотехника (Э и Сх). Практические занятия. – Самара.: ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2021. – 13 с.

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

© Галочкин В.А., Кирпичникова М.Ю., 2021 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	5
«Исследование отрицательных обратных связей в усилительных устройствах»	5
1. Цель работы	5
2. Краткое изложение теоретических сведений	5
3. Литература	5
4. Домашнее задание студентам	5
5 Порядок выполнения работы	6
5.1 Режим работы усилителя без ООС.....	7
5.2 Режим работы усилителя с частотнонезависимой отрицательной последовательной обратной связью по току.....	10
6. Содержание отчета.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия по дисциплине «Электроника и схемотехника» разработаны для практического усвоения теоретических сведений данных в конспекте лекций. В данном методическом руководстве приведена методика вариантного расчета по теме «Исследование отрицательных обратных связей в усилительных устройствах»

Для выполнения задания студенту необходимо определить свой вариант по сумме двух последних цифр зачетной книжки (шифр студента), произвести расчеты по предложенной методике, подготовить отчет в требуемом формате и отправить на проверку.

Пример определения варианта: номер шифра 123067 - вариант расчета $6+7=13$ вариант, пример шифра 023500 – вариант расчета $0+0=0$ вариант (в конце таблицы).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

«Исследование отрицательных обратных связей в усилительных устройствах»

1. Цель работы

1. Изучить способы введения ООС в усилительные устройства.
2. Изучить влияние ООС на качественные основные показатели усилительного устройства.
3. Экспериментально проверить основные положения теории усилительных устройств в ООС.

2. Краткое изложение теоретических сведений

Изложение теоретических сведений студенты могут найти:

- в лекционных материалах;
- в приложении к данной лабораторной работе;
- 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

Изучить по указанной выше литературе:

- виды и принцип действия обратных связей;

- схемотехнику отрицательных обратных связей;
- влияние ООС на усилительные свойства усилителя и стабильность сквозного коэффициента усиления напряжения;
- влияние ООС на нелинейные искажения;
- влияние ООС на линейные искажения;
- способы корректирования АЧХ усилителя с помощью частотно-зависимой ООС;
- влияние ООС на входные и выходные сопротивления усилителя;

5 Порядок выполнения работы

Требуется рассчитать для усилительного каскада:

- сквозной коэффициент усиления по напряжению;
- входное сопротивление;
- выходное сопротивление;
- верхнюю граничную частоту.

Расчеты провести для каскада без ООС и для каскада с последовательной частотно-независимой ООС по току.

Расчеты производятся в соответствии с методиками, изложенными в литературе, указанной в разделе 3 данной методической разработки.

До начала работы необходимо выбрать и согласно сумме последних двух цифр в зачетке свой вариант выполнения, представленный в табл. №2:

Табл 2.

№ варианта	τ_k , пс	$R_{кэ}$, Ом	$R_{вых}$, кОм
Вариант №1	300	45	20
Вариант №2	290	40	16
Вариант №3	280	50	17
Вариант №4	270	55	18
Вариант №5	260	60	19
Вариант №6	250	40	20
Вариант №7	240	45	21
Вариант №8	230	50	22
Вариант №9	220	55	23
Вариант №10	210	60	24
Вариант №11	200	40	25
Вариант №12	210	45	26

Вариант №13	220	50	27
Вариант №14	230	40	28
Вариант №15	240	45	29
Вариант №16	250	50	30
Вариант №17	260	55	15
Вариант №18	270	60	16
Вариант №19	280	40	17
Вариант №0	290	45	18

где: $R_{кз}$ - в режиме насыщения

$R_{вых}$ транзистора собственное, без учета внешних нагрузок

Схема с общим эмиттером.

Данные для расчета: транзистор 2N3904 (КТ375Б).

Паспортные данные для транзистора:

$h_{21эмин} = 50$; $h_{21эмах} = 280$; $C_k = 5\text{pF}$; $f_{гр} = 250\text{ МГц}$; $I_{к0} = 7,5\text{мА}$; Внутреннее сопротивление источника сигнала $R_g = 1,0\text{ кОм}$, сопротивление нагрузочного резистора R_k в коллекторной цепи транзистора $R_k = 510\text{ Ом}$; сопротивления резисторов делителя в цепи базы: $R_{б1} = 101\text{ кОм}$; $R_{б2} = 15\text{ кОм}$.

Для схемы с последовательной частотно-независимой ООС по току сопротивление резистора в цепи эмиттера для получения ООС $R_o = 520\text{ Ом}$. $R_{наг} = 360\text{ Ом}$

5.1 Режим работы усилителя без ООС

Физическая эквивалентная схема транзистора, представляющая собой электрическую модель транзистора и отражающая его физические свойства – схема Джиаколетто - может быть представлена в следующем виде (рис.2.1):

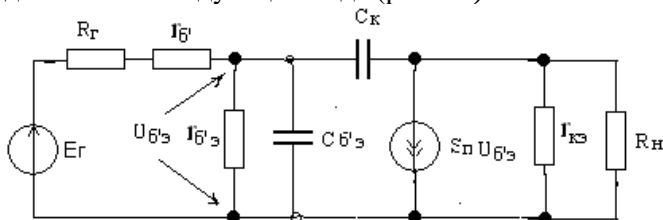


Рисунок 2.1. - Эквивалентная схема Джиаколетто транзистора.

8

4). Определим расчетное значение выходного сопротивления усилительного каскада.

- значение параметра Y_{22} составляет:

$$Y_{22} = \frac{1}{R_{выхтр}} \text{ Ом}^{-1};$$

Выходное сопротивление усилительного каскада по переменному току представляет собой параллельное соединение равное 15 кОм и сопротивления в цепи коллектора $R_k = 510 \text{ Ом}$:

$$R_{вых} = \frac{R_{вых} \cdot R_k}{R_{вых} + R_k} \text{ Ом. Это значение занести в табл. 3.}$$

5). Определим величину сквозного коэффициента усиления K_e :

$$K_e = \frac{h_{21э} \cdot R_n}{R_z + h_{11э}}, \text{ это значение занести в табл. 3.}$$

где R_n представляет собой параллельное соединение $R_{вых}$ и $R_{наг} = 360 \text{ Ом}$

$$R_n = \frac{R_{вых} \cdot R_{наг}}{R_{вых} + R_{наг}} \text{ Ом}$$

Проверим значение K_e по формуле:

$$K_e = \frac{Y_{21э} \cdot R_n}{1 + Y_{11э} \cdot R_z},$$

$$\text{где } Y_{21э} = \frac{h_{21э}}{h_{11э}}$$

$$Y_{11э} = \frac{1}{h_{11э}}$$

В эквивалентной схеме емкость коллекторного перехода S_k объединяют с емкостью эмиттерного перехода $S_{б'э}$:

$$C_{вх экв} = C_{б'э} + C_k (1 + S_n R_n),$$

$$\text{или } C_{вх экв} = C_{б'э} + C_k \cdot K,$$

где S_n – крутизна характеристики выходного тока по напряжению на эмиттерном переходе, не зависящая от частоты

$$S_n = \frac{h_{21э}}{r_{б'э}}.$$

Коэффициент усиления по напряжению К:

$$K = \frac{h_{21э} \cdot R_H}{h_{11э}}$$

Емкость эмиттерного перехода $C_{б'э}$:

$$C_{б'э} = \frac{1}{2\pi \cdot f_{h21э} \cdot r_{б'э}} - C_K \quad \text{где} \quad f_{h21э} = \frac{f_{2p}}{h_{21э}}$$

8) Определим верхнюю граничную частоту усилительного каскада $f_{вг}$ гр:

$$f_{вг} = \frac{R_2 + r_{б'} + r_{б'э}}{2\pi C_{экв}(R_2 + r_{б'}) \cdot r_{б'э}} \quad \text{это значение занести в табл. 3.}$$

5.2 Режим работы усилителя с частотно-независимой отрицательной последовательной обратной связью по току

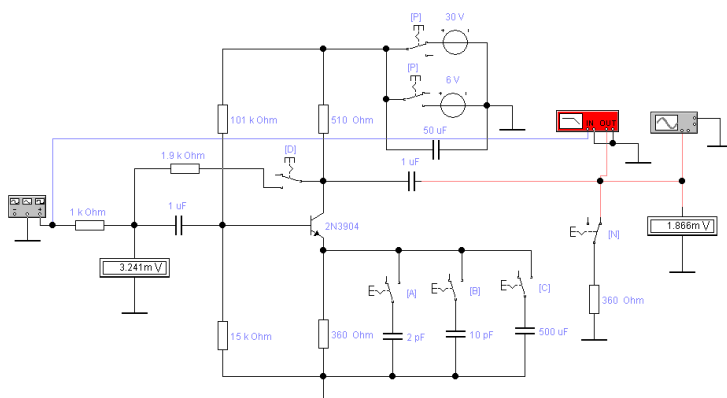


Рисунок 2.2 – Схема усилителя с частотно-независимой отрицательной последовательной обратной связью по току.

1). Определим глубину обратной связи для исходных данных:

$$F = 1 + \frac{R_o \cdot (1 + h_{21э})}{R_{бг} + R_{вх}},$$

где $R_{бг}$ – параллельное соединение сопротивлений $R_{б1} = 101 \text{ кОм}$; $R_{б2} = 15 \text{ кОм}$ и $R_g = 1,000 \text{ кОм}$:

$$R_{\sigma z} = \frac{R_{\sigma 1} \cdot R_{\sigma 2} \cdot R_z}{R_{\sigma 1} R_{\sigma 2} + R_{\sigma 1} R_z + R_z R_{\sigma 2}}$$

$R_o = 520 \text{ Ом}$ – сопротивление для получения ООС (см. исходные данные).

2). Определим верхнюю граничную частоту с учетом действия ООС: $f_{zp(oc)} = f_{зр(без oc)} \cdot F$, это значение занести в табл. 3.

3). Определим значение сквозного коэффициента усиления по напряжению с учетом ООС:

$$K_{eoc} = \frac{K_e}{F}$$

Проверим это значение по формуле:

$$K_{eoc} = - \frac{h_{21э} \cdot R_{назр}}{h_{11э} \cdot \left(1 + \frac{R_o \cdot h_{21э}}{h_{11э}}\right)}$$

Знак минус символизирует ООС и показывает, что сигнал на выходе ослабляется.

4). Определим значение входного сопротивления $R_{вх}$ для каскада с учетом ООС (чистое, без внешних элементов схемы):

$$R'_{вхос} = h_{11э} + (1 + h_{21э}) \cdot R_o$$

$$\text{или } R'_{вхос} = h_{11э} \cdot \left(1 + h_{21э} \cdot \frac{R_o}{h_{11э}}\right)$$

С учетом сопротивления $R_{бг} = 928 \text{ Ом}$ входное сопротивление составит:

$$R''_{вхос} = \frac{R'_{вхос} \cdot R_{\sigma z}}{R'_{вхос} + R_{\sigma z}} \text{ Ом.}$$

И для генератора E_g нагрузка будет составлять:

$$R_{вхос} = R_z + R''_{вхос}$$

это значение занести в табл. 3.

5). Определим значение выходного сопротивления $R_{вых}$ для каскада с учетом ООС (с учетом внешней нагрузки $R_k = 510 \text{ Ом}$):

$$R'_{выхос} = \frac{1}{h_{22э}} \left[1 + \frac{R_o \cdot h_{21э}}{h_{11э} + R_z} \right] \square R_k \text{ это значение занести в}$$

табл. 3.

где по исходным данным $h_{22} = \frac{1}{15k_{Om}}$ и $R_k = 510 \text{ Ом}$.

Табл. 3. Итоговые значения

Вариант №	$\tau_k = ______, \text{ пс}$	$R_{k\bar{z}} = ______, \text{ Ом}$	$R_{\text{вых}} = ______, \text{ кОм}$
Для схемы без ООС			
Сквозной коэффициент усиления по напряжению K_e	Входное сопротивление $R_{\text{вх}}, \text{ Ом}$	Выходное сопротивление $R_{\text{вых}}, \text{ Ом}$	Верхняя граничная частота $f_{\text{в гр}}, \text{ МГц}$
Для схемы с частотно-независимой отрицательной последовательной обратной связью по току			
Сквозной коэффициент усиления по напряжению K_{eoc}	Входное сопротивление $R_{\text{вхос}}, \text{ Ом}$	Выходное сопротивление $R_{\text{выхос}}, \text{ Ом}$	Верхняя граничная частота $f_{\text{в гр ос}}, \text{ МГц}$

6. Содержание отчета

Отчет практической работы должен содержать:

1. Титульный лист (с фамилией исполнителя, номером зачетной книжки)
2. Цель работы.
3. В соответствии с порядком проведения работы должны быть приведены:
 - схема;
 - расчетные формулы; результаты расчетов;
 - таблица данных;
 - выводы по работе

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

Факультет заочного отделения

Кафедра радиоэлектронных систем

**ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ № 1
по дисциплине
«Электроника и схемотехника»**

**«Исследование отрицательных обратных связей в
усилительных устройствах»**

Выполнил студент ДОТ

ФИО:

номер зачетной книжки:

направление:

профиль:

Самара, 202_