

**МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт компьютерных технологий и информационной безопасности

Кафедра информационной безопасности телекоммуникационных систем

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

на проведение лабораторного занятия № 1 по дисциплине
«Теория электрической связи»

ТЕМА

«Исследование характеристик апериодического усилителя»

Таганрог, 2016

Аннотация

Методическая разработка предназначена для студентов высших учебных заведений, изучающих дисциплину «Теория электрической связи» по направлению подготовки специалистов в области информационной безопасности. В работе приведено описание лабораторной работы № 1, описание макета и порядка его использования. Определен порядок выполнения лабораторной работы и требования, предъявляемый к оформлению отчета.

Разработана на кафедре информационной безопасности телекоммуникационных систем доцентом кафедры ИБТКС, к.т.н. Землянухиным П.А. и ассистентом кафедры ИБТКС Рудинским Е.А.

Обсуждена и рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании кафедры. Протокол №19 от «27» апреля 2016 г.

Цель занятия:

Исследовать принципы апериодического усиления и характеристики апериодического усилителя, исследовать влияния напряжения смещения на форму выходного сигнала.

Время: 4 часа.

1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ И РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ

№ п/п	Содержание занятия	Время (минутах)
1	Вводная часть	5
2	Выполнение лабораторной работы	85
3	Анализ результатов экспериментальной части лабораторной работы	20
4	Оформление отчета	20
5	Защита отчета	45
6	Заключительная часть	5

2. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Лабораторное оборудование:

- лабораторный стенд 87Л-01;
- генератор ГЗ-112/1.

2. Средства измерения:

- осциллограф;
- измерительные приборы стенда.

3. Литература:

1. Денисенко А. Н. Сигналы. Теоретическая радиотехника. Справочное пособие. – М: Горячая линия-Телеком, 2005. – 704 с.: ил.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2000. – 462 с.
3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1986. – 512 с.
4. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. пособие для вузов/ Д.В. Васильев, М.Р. Виталь, Ю.Н. Горшенко и др./Под ред. К.А. Самойло. – М.: Радио и связь, 1982. – 528 с.
5. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для сред. проф. образования/ К.Е. Румянцев, П.А. Землянухин, А.И. Окорочков. – М.: Академия, 2005. – 384 с.

3. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Схема электрическая принципиальная аperiodического усилителя представлена на рис.1.

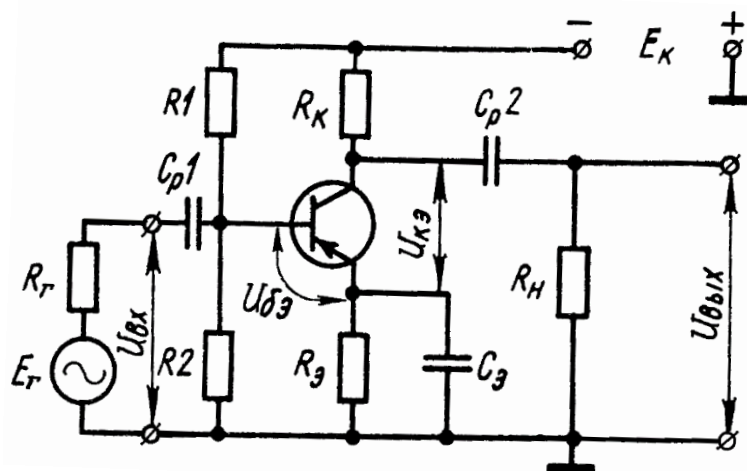


Рис.1. Принципиальная схема аperiodического усилителя

Апериодический усилитель - усилитель, обеспечивающий одинаковое усиление в широком диапазоне частот, для чего в качестве элементов связи между каскадами усиления применяются апериодические цепи со специально подобранными параметрами.

Однокаскадный апериодический усилитель позволяет получить относительно небольшое усиление – в десятки или сотни раз. Обычно требуется во много раз большее усиление. Эта задача решается с помощью многокаскадных усилителей, составленных из нескольких каскадов. В современных усилителях практически полностью исключается влияние выходной цепи на входную. Это позволяет считать отдельные каскады «развязанными», благодаря чему результирующая передаточная функция всего усилителя может быть выражена произведением передаточных функций отдельных каскадов, рассматриваемых порознь.

На рис.2 приведены диаграммы, поясняющие работу усилительного элемента с нелинейной вольтамперной характеристикой (ВАХ).

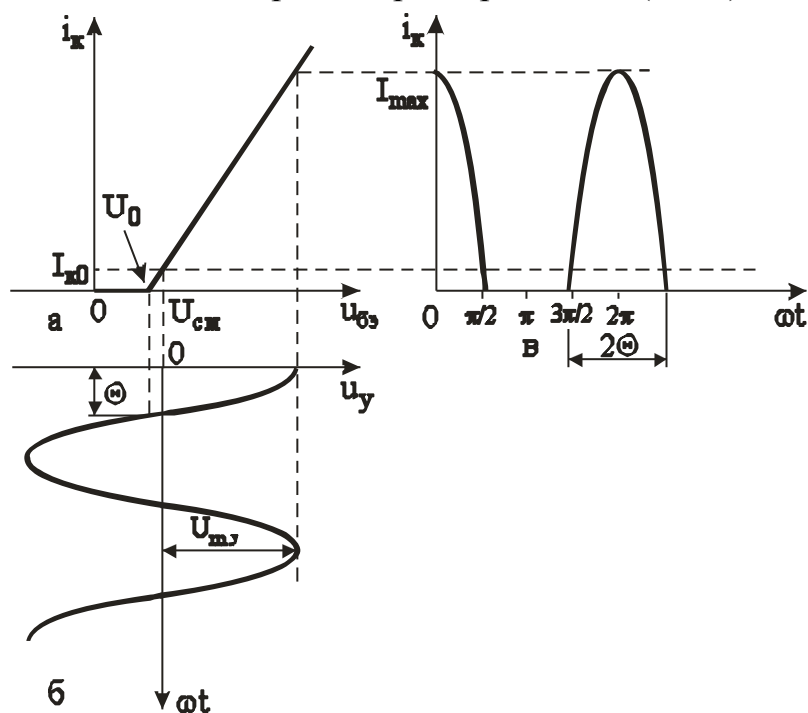


Рис.2. Диаграммы, поясняющие работу усилительного элемента

Прямая характеристика транзистора $I_k = f(U_{бэ})$ аппроксимируется кусочно-линейным методом и представляет собой:

$$i_k = \begin{cases} S(u_{бэ} - U_0) & \text{при } u_{бэ} > U_0; \\ 0 & \text{при } u_{бэ} \leq U_0, \end{cases}$$

С учетом выше сказанного возможно определить значение угла отсечки Θ . Угол отсечки – угол, соответствующий изменению выходного тока от

максимального значения до нуля. Значение угла отсечки может быть определено из следующего выражения:

$$\cos(\Theta) = \frac{U_0 - U_{см}}{U_{м.у}}, \quad (1)$$

где U_0 – напряжение, при котором прямая, аппроксимирующая проходную характеристику транзистора, пересекает ось напряжений системы координат; $U_{см}$ – напряжение смещения; $U_{м.у}$ – амплитуда входного сигнала, изменяющаяся по гармоническому закону.

Значение угла отсечки так же может быть определено графически исходя из следующего выражения:

$$\Theta = \frac{\Delta t}{T} \cdot 180^\circ,$$

где Δt – длительность неотсеченной части гармонического сигнала; T – период сигнала. На рис.3 показан метод определения угла отсечки по осциллограмме выходного сигнала.

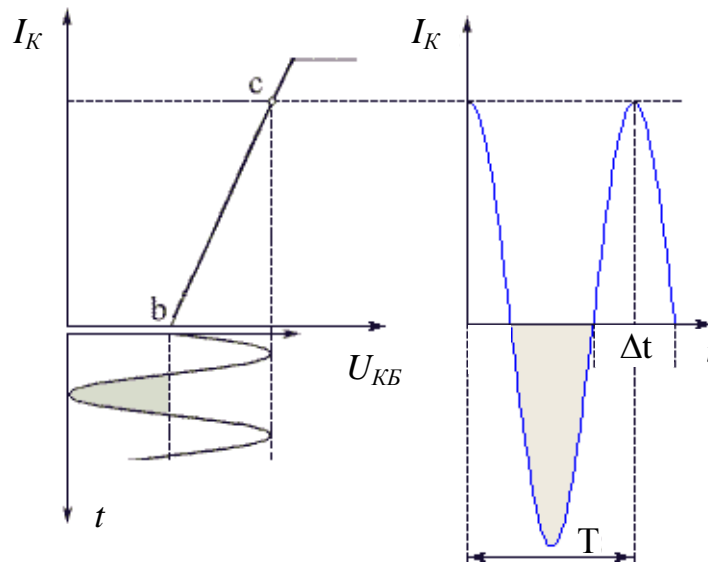


Рис.3. Пояснения к графическому методу определения значения угла отсечки

Из выше изложенного видно, что при $U_0 > U_{см}$, угол отсечки будет меньше 90° , а при $U_0 \leq U_{см}$ угол отсечки равен или больше 90° .

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная работа выполняется с использованием лабораторного стенда 87Л–01 на планшете № 25 и осциллографа.

Макет измерительной установки включает: схему электрическую принципиальную аperiodического усилителя; генератор низких частот (ГНЧ), выступающий в роли источника напряжения смещения; внешний генератор ГЗ-112/1, выступающий в роли входного колебания; источник напряжения питания ГН2; измерительные приборы стенда 87Л–01 и осциллограф.

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Вставить панель №25 лабораторного стенда 87Л-01.
2. Собрать схему усилителя на лабораторном стенде. Для этого необходимо вставить в позиции панели элементы схемы следующим образом: в L1 резистор на 1,2 кОм; в C1 конденсатор емкостью 0,033 мкФ; в C6 резистор на 20 кОм; в R3 переключку; в V1 транзистор согласно заданию (КТ361, КТ818); соединить точки панели стенда X1 и X8 переключкой.
Для питания схемы подсоединяем генератор ГН2: «+» подаем в позицию X10, «-» на -Ес. Внешний генератор (ГЗ-112/1) подключаем к панели стенда следующим образом: «~» на «1», «-» на X2. Осциллограф: «-» на X5, «~» на X3. Отрицательное напряжение смещения задается генератором ГН1: «+» на «4», «-» на X9.
3. Проверить корректность собранной схемы согласно пункту 2 и получить от преподавателя разрешение на включение питания лабораторного оборудования.
4. Установить напряжение питания схемы величиной 10 В. Для этого следует установить тумблер на блоке ИВ в положение, необходимое для измерения напряжения ГН2. Пользуясь ручками «грубо» и «точно», выставить требуемый уровень напряжения, обращая внимание на максимальный диапазон шкалы стрелочного прибора (в данном случае $U_{\max} = 25 \text{ В}$).
5. Включить питание генератора ГН1 и установить напряжение смещения -2 В. Для этого следует установить тумблер на блоке ИВ в положение, необходимое для измерения напряжения ГН1 (в положение -10 В). Пользуясь ручками «грубо» и «точно» выставить требуемый уровень напряжения, обращая внимание на максимальный диапазон шкалы

стрелочного прибора. Исходя из функциональных возможностей генератора, необходимо соблюдать правильную полярность выдаваемого им напряжения.

6. Включить питание осциллографа.
7. Включить питание внешнего генератора и установить следующие параметры: ослабление – 20 дБ; форма сигнала – синусоидальная; частота сигнала – порядка 75 кГц; размах сигнала – порядка 0,1-0,2 В. Это возможно реализовать путем использования панели стенда 87Л-01. Сигнальные контакты «~» необходимо вставить в свободные гнезда панели таким образом, чтобы они были соединены между собой напрямую; «-» вставить в соответствующие свободные гнезда «земли» на панели.
8. После выставления требуемого уровня входного сигнала необходимо вернуть соответствующие клеммы осциллографа и внешнего генератора на позиции, описанные в пункте 3.
9. Получить и запротоколировать осциллограмму выходного сигнала без отсечки (при необходимости уменьшить амплитуду входного сигнала).
10. Изменяя уровень напряжения смещения $U_{см}$ в диапазоне от 0 до -5 В, добиться полного отсечения отрицательной полуволны входного гармонического сигнала (размах сигнала уменьшится примерно в 2 раза). Определить значение напряжения отсечки U_0 . Зaprотоколировать осциллограмму выходного сигнала.
11. Незначительно уменьшить уровень напряжения смещения (изменить $U_{см}$ в сторону нуля), получив тем самым угол отсечки θ менее 90° . Зaprотоколировать осциллограмму и графически определить значение выставленного угла отсечки.
12. Изменяя уровень напряжения смещения $U_{см}$ в диапазоне от 0 до -5 В, добиться полного отсечения положительной полуволны входного гармонического сигнала (размах сигнала уменьшится примерно в 2 раза). Определить значение напряжения насыщения $U_{нас}$. Зaprотоколировать осциллограмму выходного сигнала.
13. Установить уровень напряжения смещения $U_{см}$ равным -2 В. Увеличивая амплитуду входного сигнала добиться отсечения обеих полуолн. Определить максимальный размах выходного сигнала $\Delta U_{вых}$.
14. Учитывая полученные данные (U_0 , $U_{нас}$, $\Delta U_{вых}$) и номинал сопротивления в цепи коллектора, построить проходную ВАХ транзистора.
15. Отключить питание приборов и разобрать установку.

6. УКАЗАНИЯ К ОТЧЕТУ

- Отчет оформляется согласно ГОСТ 7.32 – 2001 и должен содержать:
- принципиальную схему апериодического усилителя;
 - результаты расчетов и пояснения к ним;
 - результаты экспериментальных исследований, представленные в виде таблиц и графиков;
 - выводы о проделанной работе.

7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Перечислите виды усилителей и их особенности.
2. Назначение усилителей, структура и элементная база.
3. Семейство ВАХ активного элемента, режимы работы усилителей.
4. Каким образом построить проходную ВАХ при данных входной и выходной?
5. Аппроксимация ВАХ транзистора.
6. Что такое отсечка, методы определения угла отсечки?
7. Какое условие должно быть достигнуто, чтобы отсутствовала отсечка в выходном сигнале?
8. Каково назначение и принцип действия апериодического усилителя?
9. Изобразить схему апериодического усилителя и пояснить назначение элементов в ней.
10. Изобразить структурную схему лабораторной установки и пояснить назначение элементов в ней.
11. Как зависит угол отсечки от напряжения смещения усилительного элемента и амплитуды управляющего напряжения?