

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Сети и системы передачи информации»
для студентов направления подготовки
10.03.01 Информационная безопасность
Направленность (профиль)
«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере
профессиональной деятельности)»

Содержание:

Тема 1. История возникновения и современные тенденции развития систем и сетей передачи информации. Общие принципы построения телекоммуникационных систем и сетей связи.	4
Лабораторная работа №1-2.	4
Тема 2. Введение в теорию сигналов. Методы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов.	7
Лабораторная работа № 3-4.	7
Тема 3. Принципы цифровой связи. Цифровые методы модуляции. Демодуляция сигналов.	9
Лабораторная работа № 5-6.	9
Тема 4. Помехи в каналах связи. Регенерация дискретных цифровых сигналов. Кодирование информации в системах связи.	15
Лабораторная работа № 7-8.	15
Тема 5. Методы адаптации в цифровых системах передачи информации	23
Лабораторная работа № 9-10.	23
Тема 6. Проводные и кабельные системы связи. Волоконно-оптические системы связи	26
Лабораторная работа № 11-12.	26
Тема 7. Принципы распространения и использования радиоволн. Беспроводные системы передачи информации. Принципы построения радиорелейных и спутниковых систем передачи информации.	42
Лабораторная работа № 13-14.	42
Тема 8. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) (Open System Interconnection, OSI). Принципы коммутации и маршрутизации в сетях передачи информации.	46
Лабораторная работа № 15-16.	46
Тема 9. Принципы построения компьютерных сетей. Технологии глобальных компьютерных сетей.	52
Лабораторная работа № 17-18.	52

ВВЕДЕНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Сети и системы передачи информации» относится к обязательной части образовательной программы направления подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, направленность (профиль) «Организация и технологии защита информации (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)».

Цель освоения дисциплины: формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность», а также теоретических знаний и практических навыков по основным принципам построения различных телекоммуникационных систем и сетей, по основам информационного обмена в системах и сетях передачи информации.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение методов формирования, преобразования, передачи и приёма сигналов, используемых в системах и сетях передачи информации при передаче, приеме и распределении информации;

- получение практических навыков проведения исследований основных процессов, происходящих в современных системах и сетях передачи информации, а также оценки качества их функционирования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-2 Способен применять информационно-коммуникационные технологии, программные средства системного и прикладного назначения, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 ОПК-2 Устанавливает и удаляет операционную систему , развертывает службу каталогов серверной операционной системы, а также настраивает роли сервера; устанавливает и удаляет системное программное обеспечение, запускает, останавливает и настраивает службы операционной системы, а также использует программный маршрутизатор на	оценивает все режимы функционирования сетей и систем передачи информации с помощью аппаратно-программных средств

	базе операционной системы; диагностирует причины сбоев работоспособности операционной системы с помощью системного программного обеспечения.	
--	--	--

ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Тема 1. История возникновения и современные тенденции развития систем и сетей передачи информации. Общие принципы построения телекоммуникационных систем и сетей связи.

Лабораторная работа № 1-2

Исследование параметров модуляторов гармонических сигналов

1. Цель работы

1. Изучить теоретические сведения об амплитудной и частотной модуляции.
2. Исследовать параметры амплитудного и частотного модуляторов гармонических сигналов.
3. Получить практические навыки исследования и анализа электрических цепей элементов систем передачи информации.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый принципам построения и функционирования амплитудных и частотных модуляторов сигналов.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить отчет о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

<u>Всего: 180 мин</u>	
Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

Программа лабораторной работы

1. Теоретические сведения об амплитудной и частотной модуляции	40 мин
2. Исследование параметров амплитудного модулятора гармонических сигналов	30 мин
3. Исследование параметров частотного модулятора гармонических сигналов	30 мин

4. Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин
Заключительная часть	5 мин

4. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, классная доска, мел (маркеры).

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

7. Теоретические сведения об амплитудной и частотной модуляции

7.1 Теоретические сведения об амплитудной модуляции

Модуляцией называется процесс, в результате которого происходит изменение параметра или параметров сигнала-переносчика пропорционально другому сигналу, называемому сигналом сообщения. Обычно в качестве переносчика используется гармоническое колебание высокой частоты — *несущее колебание*.

Процесс преобразования первичного сигнала заключается в изменении одного или нескольких параметров несущего колебания по закону изменения первичного сигнала (т.е. в наделении несущего колебания признаками первичного сигнала) и называется *модуляцией*.

Запишем гармоническое колебание, выбранное в качестве несущего, в следующем виде:

$$U_o(t) = U \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

Это колебание полностью характеризуется тремя параметрами: амплитудой U , частотой ω и начальной фазой φ . Модуляцию можно осуществить изменением любого из трех параметров по закону передаваемого сигнала.

Изменение во времени амплитуды несущего колебания пропорционально первичному сигналу $s(t)$, т.е. $U(t) = U + k_{ам}s(t)$, где $k_{ам}$ — коэффициент пропорциональности, называется амплитудной модуляцией (АМ).

Несущее колебание (1) с модулированной по закону первичного сигнала амплитудой равно: $u(t) = U \cos(\omega t + \varphi)$. Если в качестве первичного сигнала использовать то же гармоническое колебание (но с более низкой частотой Ω) $s(t) = S \cos \Omega t$, то модулированное колебание запишется в виде (для упрощения взятого $\varphi = 0$) $u(t) = (U + k_{ам} S \cos \Omega t) \cos \omega t$ (рисунок 1).

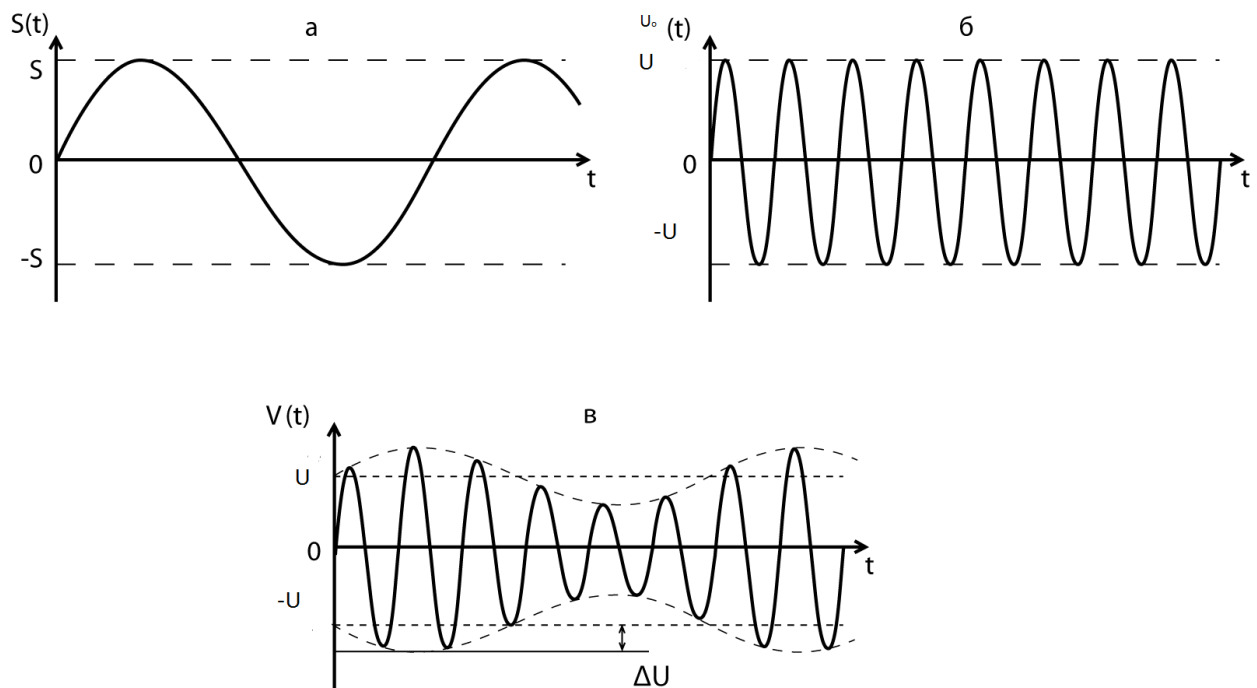


Рисунок 1

Передаваемый сигнал **(а)**, несущее колебание **(б)**, модулированный сигнал **(в)**.

Вынесем за скобки V и обозначим

$$\Delta U = k_{ам} S; \quad M_{ам} = \Delta U / U, \quad (2)$$

тогда

$$u(t) = U(1 + M_{ам} \cos \Omega t) \cos(\omega t). \quad (3)$$

Параметр $M_{ам} = \Delta U / U$ называется *глубиной амплитудной модуляции* или *коэффициентом (индексом) амплитудной модуляции*. При $M_{ам} = 0$ модуляции нет и $U(t) = U_0(t)$, т.е. получается немодулированное несущее колебание (1). Обычно амплитуда несущего колебания выбирается больше амплитуды первичного сигнала, так что $M_{ам} \leq 1$.

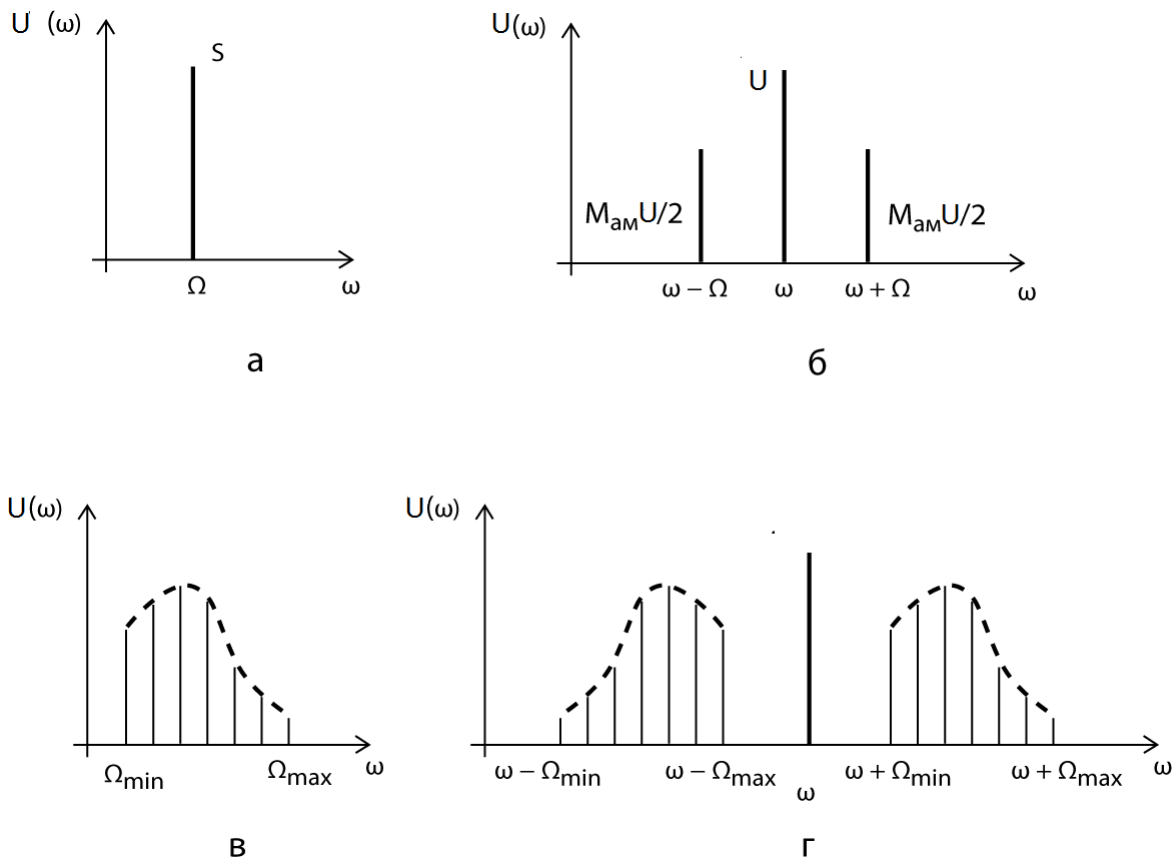


Рисунок 2

Спектры гармонического **(а)** и сложного **(в)** сигналов и модулированных ими по амплитуде несущих колебаний **(б и г)**.

На рисунках 2(а) и 2(в) показаны спектры подлежащих передаче (модулирующих) гармонического и сложного сигналов, на рисунке 2(б) и 2(г) показаны спектры амплитудно-модулированных сигналов, модулированных гармоническим и сложным сигналом.

Произведя в (3) преобразования, получим, что амплитудно-модулированное колебание

$$u(t) = U \cos \omega t + (M_{am}U/2) \cos(\omega + \Omega)t + (M_{am}U/2) \cos(\omega - \Omega)t$$

состоит из суммы трех гармонических составляющих с частотами ω , $(\omega + \Omega)$ и $(\omega - \Omega)$ и амплитудами соответственно V , $M_{am}U/2$ и $M_{am}U/2$. Таким образом, спектр амплитудно-модулированного колебания (или АМ-колебания) состоит из частоты несущего колебания и двух боковых частот, симметричных относительно несущей, с одинаковыми амплитудами (рис.2, б). Спектр первичного сигнала $s(t)$ приведен на рис.2, а.

Если первичный сигнал сложный и его спектр ограничен частотами $\Omega_{\text{мин}}$ и $\Omega_{\text{макс}}$ (см. рис.2, в), то спектр АМ - колебания будет состоять из несущего колебания и двух боковых полос, симметричных относительно несущей (см. рис.2, г).

Анализ энергетических соотношений показывает, что основная мощность АМ - колебания заключена в несущем колебании, которое не содержит полезной информации. Нижняя и верхняя боковые полосы несут одинаковую информацию и имеют более низкую мощность.

7.2 Теоретические сведения о частотной модуляции

Можно изменять во времени пропорционально первичному сигналу $s(t)$ не амплитуду, а частоту несущего колебания:

$$\omega(t) = \omega + k_{\omega i} s(t) = \omega + \Delta\omega \cos \Omega t, \quad (4)$$

где $k_{\omega i}$ - коэффициент пропорциональности; величина $\Delta\omega = k_{\omega i} S$ называется **девиацией** частоты (фактически это максимальное отклонение частоты модулирования сигнала от частоты несущего колебания).

Такой вид модуляции называется частотной модуляцией. На рис.3 показано изменение частоты несущего колебания при частотной модуляции.

При изменении фазы несущего колебания получим фазовую модуляцию

$$\varphi(t) = \varphi + k_{\varphi i} s(t) = \varphi + \Delta\varphi \cos \Omega t, \quad (5)$$

где $k_{\varphi i}$ коэффициент пропорциональности; $\Delta\varphi = k_{\varphi i} S = M_{\varphi i}$ индекс фазовой модуляции.

Между частотной и фазовой модуляциями существует тесная связь.

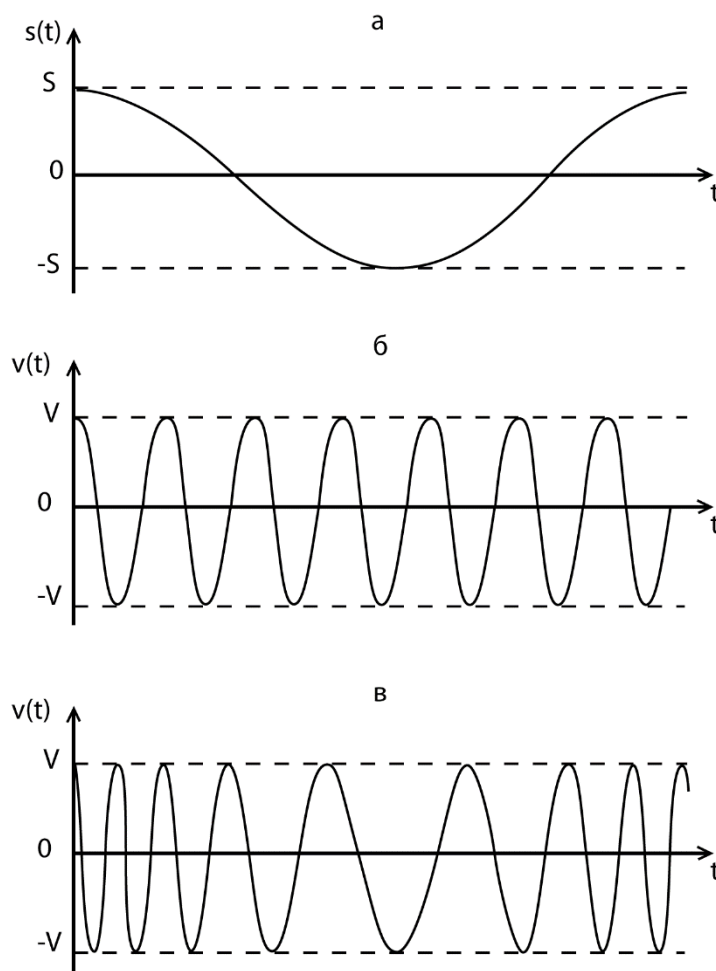


Рисунок 3

Исходный **(а)**, несущий **(б)** и частотно-модулированный **(в)** сигналы

Представим несущее колебание в виде

$$U_0(t) = V \cos(\omega t + \varphi) = V \cos \Psi(t), \quad (6)$$

где U_0 — начальная фаза колебания, а $\Psi(t)$ — его полная фаза.

Следует иметь в виду, что $\omega = 2\pi f$.

Между фазой $\Psi(t)$ и частотой ω существует связь:

$$\Psi(t) = \int_0^t \omega(t) dt + \varphi. \quad (7)$$

Подставим в (4) выражение (1) для $\omega(t)$ при частотной модуляции:

$$\Psi(t) = \omega t + (\Delta\omega / \Omega) \sin \Omega t.$$

Величина $M_{\text{ЧМ}}$ называется **индексом частотной модуляции**

$$M_{\times i} = \Delta\omega / \Omega, \quad (8)$$

где $\Delta\omega$ — диапазон частотного отклонения (девиации) несущего колебания ω под воздействием модулирующего Ω .

Из соотношения (8) следует, что индекс модуляции не зависит от частоты несущего колебания ω , а определяется величиной девиации и модулирующей частотой Ω .

Частотно-модулированное колебание запишется в виде

$$U(t) = V \cos(\omega t + M_{\times i} \sin \Omega t + \varphi). \quad (9)$$

Фазово-модулированное колебание с учетом (2) для $\varphi(t)$ следующее:

$$U(t) = V \cos(\omega t + M_{\phi i} \cos \Omega t + \varphi). \quad (10)$$

Из сравнения (5) и (6) следует, что по внешнему виду сигнала $v(t)$ трудно различить, какая модуляция применена — частотная или фазовая. Часто оба эти вида модуляции называют угловой модуляцией, а $M_{\times i}$ и $M_{\phi i}$ — индексами угловой модуляции.

Несущее колебание, подвергнутое угловой модуляции (5) или (6), можно представить в виде суммы гармонических колебаний:

$$U(t) = V \left\{ I_0(M) \cos \omega t + I_1(M) \cos(\omega + \Omega)t + I_1(M) \cos(\omega - \Omega)t + I_2(M) \cos(\omega + 2\Omega)t + I_2(M) \cos(\omega - 2\Omega)t + I_3(M) \cos(\omega + 3\Omega)t + I_3(M) \cos(\omega - 3\Omega)t + \dots \right\}$$

Здесь M — индекс угловой модуляции, принимающий значение $M_{\times i}$ при ЧМ и $M_{\phi i}$ при ФМ. Амплитуды гармоник в этом выражении определяются некоторыми коэффициентами $I_n(M)$, значения, которых при различных аргументах приводятся в специальных справочных таблицах. Чем больше M , тем шире спектр модулированного колебания.

Таким образом, спектр модулированной несущей при угловой модуляции даже при гармоническом первичном сигнале $s(t)$ состоит из бесконечного числа дискретных составляющих, образующих нижнюю и верхнюю боковые полосы спектра, симметричные относительно несущей частоты и имеющие одинаковые амплитуды (рис. 4).

В случае, если первичный сигнал $s(t)$ имеет форму, отличную от синусоидальной, и занимает полосу частот от $\Omega_{\text{н}} \text{ до } \Omega_{\text{в}}$, то спектр модулированного колебания при угловой модуляции будет иметь еще более сложный вид.

Иногда отдельно рассматривают модуляцию гармонического несущего колебания по амплитуде, частоте или фазе дискретными первичными сигналами, $s(t)$, например телеграфными или передачи данных. На рис. 5 показан дискретный первичный сигнал (а), несущее колебание, модулированное по амплитуде (б), частоте (в) и фазе (г).

Модуляцию гармонического несущего колебания первичным сигналом $s(t)$ называют непрерывной, так как в качестве переносчика выбран непрерывный периодический сигнал $(V_0 t)$.

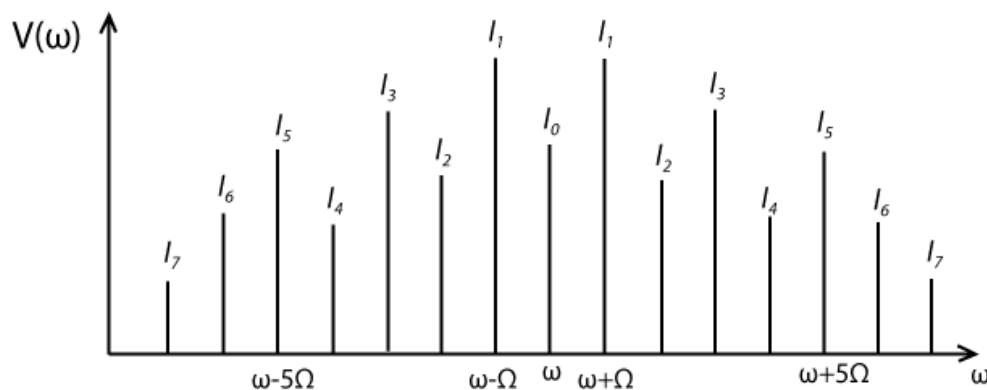


Рисунок 4 Спектр частотно-модулированного сигнала

Сравнение различных видов непрерывной модуляции позволяет выявить их особенности. При амплитудной модуляции ширина спектра

модулированного сигнала, как правило, значительно меньше, чем при угловой модуляции (частотной и фазовой). Таким образом, налицо экономия частотного спектра для амплитудно-модулированных сигналов можно отводить при передаче более узкую полосу частот. Как будет показано на следующих занятиях, это особенно важно при построении многоканальных систем передачи.

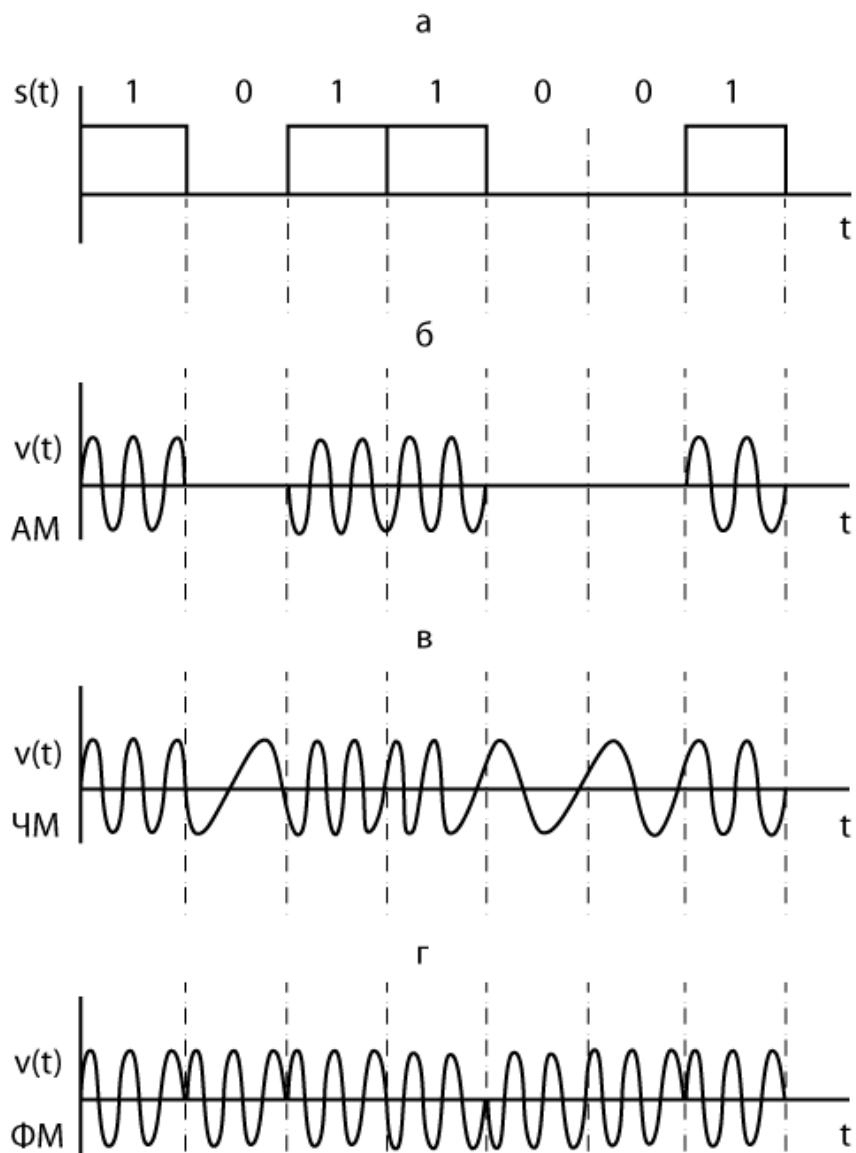


Рисунок 5

Дискретный сигнал **(а)** и несущее колебание, модулированное этими сигналами по амплитуде **(б)**, частоте **(в)** и фазе **(г)**

9. Контрольные вопросы

1. Назовите основные сведения о спектрах периодических сигналов.
2. Назовите основные сведения о спектрах непериодических сигналов.
3. Дайте определение частотно-модулированного сигнала.
4. Что называется девиацией частоты?
5. Перечислите области применения модуляции сигналов.
6. Что называется индексом частотной модуляции?
7. Приведите аналитическое выражение для частотно-модулированного сигнала и изобразите его внешний вид.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

10. Методические рекомендации по проведению исследований

10.1 Исследование параметров амплитудного модулятора гармонических сигналов

Соберите схему, представленную на рисунке 6, для исследования с использованием осциллографа генератора амплитудно-модулированных колебаний, находящегося в библиотеке компонентов программы EWB.

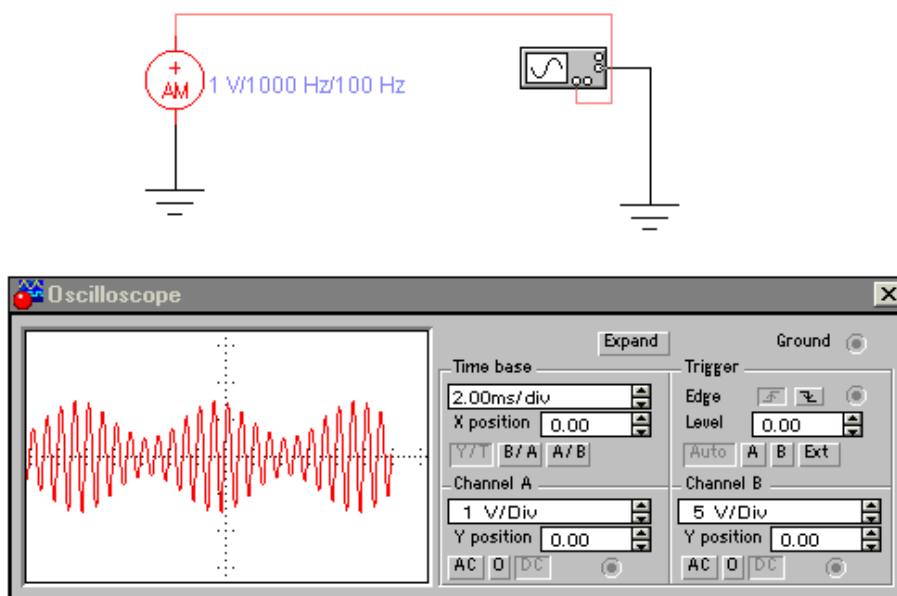


Рисунок 6

Электрическая схема для исследования генератора амплитудно-модулированного колебания

Установите на генераторе амплитудно-модулированных колебаний следующие значения его параметров:

- амплитуда несущего колебания $U_0(t) = 1\text{ В}$;
- частота несущего колебания $F_0 = 1\text{ кГц}$;
- частота модулирующего колебания $F = 100\text{ Гц}$;
- коэффициент (индекс) амплитудной модуляции $M_{am} = 1$.

Проведите при помощи осциллографа измерение величины отклонения от максимального значения амплитуды несущего колебания ΔU , как показано на рисунке 1(в).

Рассчитайте коэффициент (индекс) амплитудной модуляции $M_{ам}$ по соотношению (2). Сравните расчетные значения со значениями, установленными на генераторе амплитудно-модулированных колебаний. Занесите результаты расчетов в таблицу 1.

Таблица 1

Значение коэффициента амплитудной модуляции на генераторе, $M_{ам}$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
Величина отклонения от максимального значения амплитуды несущего колебания ΔU , В											
Рассчитанное Значение коэффициента амплитудной модуляции, $M_{ам}$											

Проведите измерения для всех значений коэффициента амплитудной модуляции на генераторе $M_{ам}$, представленных в первой строке таблицы 1. Сравните результаты вычислений со значениями установленными на генераторе амплитудно-модулированных колебаний и сделайте выводы.

10.2 Исследование параметров частотного модулятора гармонических сигналов

1. Составьте схему для исследования частотного модулятора гармонических сигналов, представленную на рисунке 7 и установите

параметры формируемого частотно-модулированного сигнала в соответствии с рисунком 8.

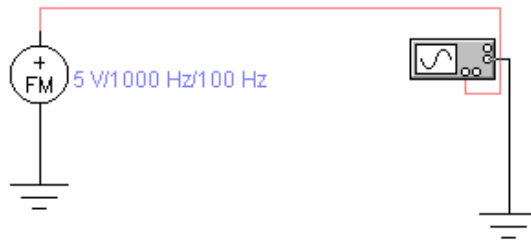


Рисунок 7

Схема для проведения исследований частотного модулятора

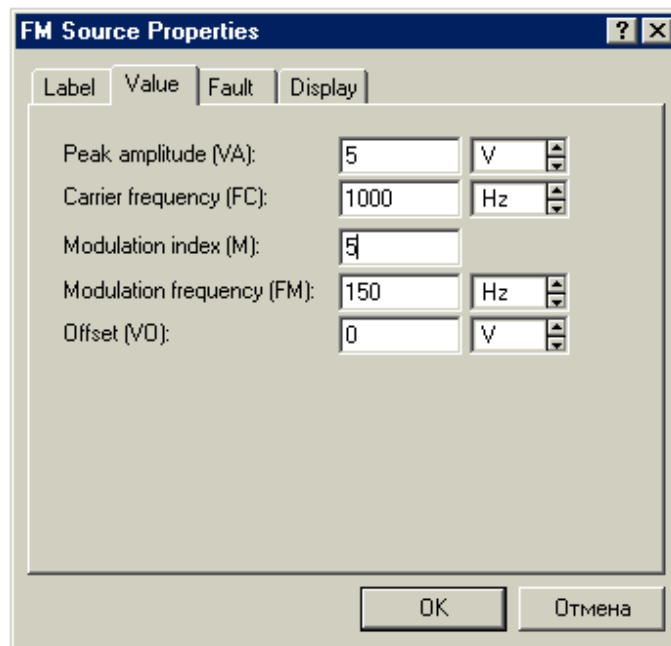


Рисунок 8

Параметры исследуемого частотного модулятора

2. Включите осциллограф и настройте его для проведения измерений в соответствии с рисунком 9.

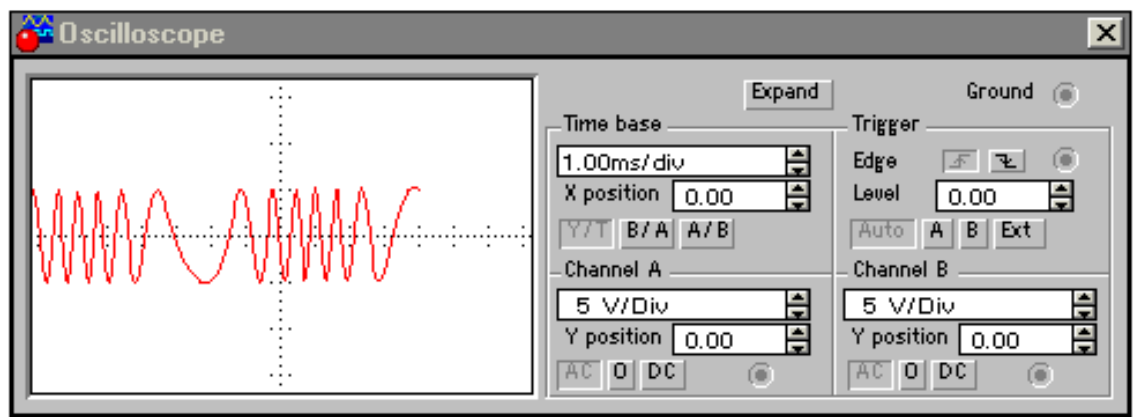


Рисунок 9

Параметры настроек осциллографа

3. Провести исследование зависимости девиации несущего колебания, определяемого выражением (8), от параметров частотного модулятора $\Delta\omega = f(\Omega, \dot{I}_{xi})$ при помощи осциллографа, где Ω – значение частоты модулирующего колебания частотного модулятора, которое необходимо измерить для трех случаев 150, 160, 170, 180, 190, 200 Гц, а $M_{чм}$ – индекс частотной модуляции, который необходимо изменять в диапазоне $M_{чм} = 1-5$ с шагом 1. Занесите результаты измерений в таблицу 2.

Таблица 2

Значение коэффициента частотной модуляции на генераторе, $M_{ЧМ}$	1	2	3	4	5
Значение частоты модулирующего колебания Ω , Гц	150				
Величина отклонения от максимального значения частоты несущего колебания $\Delta\omega$, Гц					991,6
Значение частоты модулирующего колебания Ω , Гц	160				
Величина отклонения от максимального значения частоты несущего колебания $\Delta\omega$, Гц					
Значение частоты модулирующего колебания Ω , Гц	170				
Величина отклонения от максимального значения частоты несущего колебания $\Delta\omega$, Гц					
Значение частоты модулирующего колебания Ω , Гц	180				
Величина отклонения от максимального значения частоты несущего колебания $\Delta\omega$, Гц					
Значение частоты модулирующего колебания Ω , Гц	190				
Величина отклонения от максимального значения частоты несущего колебания $\Delta\omega$, Гц					
Значение частоты модулирующего колебания Ω , Гц	200				
Величина отклонения от максимального значения частоты несущего колебания $\Delta\omega$, Гц					

4. Зарисуйте внешний вид ЧМ-сигнала.

5. Постройте график зависимости $\Delta\omega = f(\Omega)$, $\Delta\omega = f(\dot{I}_{\text{эл}})$ для проведенных исследований.

6. Сделайте выводы по результатам исследования и оформите отчет согласно требований.

11. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

- 1 Дайте определение фазовой модуляции.
- 2 Дайте определение относительной фазовой модуляции.
- 3 Изобразите фазомодулированный сигнал и поясните его параметры.

Тема 2. Введение в теорию сигналов. Методы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов.

Лабораторная работа № 3-4

Исследование электрических фильтров

1. Цель работы

7. Изучить теоретические сведения об электрических фильтрах.
8. Исследовать параметры фильтров низких, высоких частот и полосового фильтра.
9. Получить практические навыки исследования и анализа электрических цепей элементов систем передачи информации.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

2. Подготовка к занятию

5. Дать определение электрического фильтра.
6. Представьте классификацию электрических фильтров.
7. Что называется коэффициентом передачи и амплитудно-частотной характеристикой электрического фильтра?
8. Представьте условное обозначение фильтра низких частот и его амплитудно-частотную характеристику.
9. Представьте условное обозначение фильтра высоких частот и его амплитудно-частотную характеристику.
10. Представьте условное обозначение полосового фильтра его амплитудно-частотную характеристику.
11. Представьте условное обозначение режекторного фильтра и его амплитудно-частотную характеристику.

3. Распределение времени занятия:

Всего: 180 мин

Вступительная часть

5 мин

Проверка готовности студентов к занятию

10 мин

Программа лабораторной работы

5. Теоретические сведения об электрических фильтрах	20 мин
6. Исследование RC-фильтра низких частот	40 мин
7. Исследование RC-фильтра высоких частот	40 мин
8. Оформление и защита отчета о лабораторной работе у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин
Заключительная часть	5 мин

4. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, классная доска, мел (маркеры).

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

7. Основные теоретические сведения

7.1. Теоретические сведения об электрических фильтрах

В современных системах связи широко используется так называемый частотный принцип разделения сигналов. В соответствии с этим принципом каждому сообщению или виду сигнала отводится своя полоса частот. Так строится, например, радиовещание и телевидение в нашей и других странах. Радиостанции и телевизионные передатчики работают в строго определенных не перекрывающихся диапазонах длин волн. Важнейшую роль при обработке сигналов в таких системах играют электрические фильтры.

Электрический фильтр — это устройство, предназначенное для пропускания сигналов только в определенной полосе частот; сигналы, частоты которых не попадают в эту полосу, подавляются.

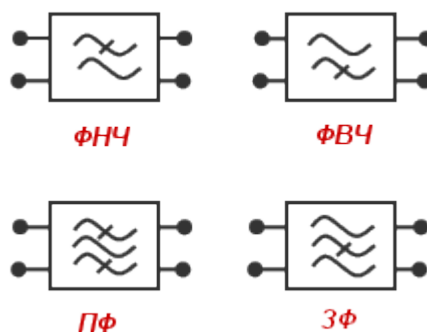


Рисунок 1

Фильтры широко используются в вычислительной технике. В источниках питания фильтры применяются для подавления помех, наводок и высокочастотных шумов. На материнских платах персональных компьютеров, как правило, устанавливаются несколько фильтров, устраняющих взаимное влияние сигналов друг на друга. Персональные ЭВМ рекомендуется подключать к сети через фильтр, который не пропускает импульсные помехи, высокочастотные наводки и шумы.

По диапазону пропускаемых частот фильтры делятся на фильтры нижних частот (ФНЧ), фильтры высоких частот (ФВЧ), полосовые (ПФ) и заграждающие (ЗФ) (или режекторные (РФ)) фильтры. Условные обозначения этих фильтров показаны на рис. 1. ФНЧ пропускают сигналы с низкими

частотами и подавляют сигналы с высокими частотами. ФВЧ, наоборот, пропускают сигналы с высокими частотами и подавляют сигналы с низкими частотами. ПФ пропускают сигналы только в определенной полосе частот вблизи некоторой центральной частоты, расположенной, как правило, в области относительно высоких частот. ПФ не пропускает сигналы с низкими и высокими частотами. Наконец, ЗФ пропускает сигналы с низкими и высокими частотами и задерживает сигналы с частотами, расположенными вблизи центральной частоты заграждающего фильтра.

Фильтр является четырехполосником. Поэтому для описания свойств фильтра используются функции четырехполосника, из которых в первую очередь — комплексный коэффициент передачи по напряжению $K^*_U = U^*_2 / U^*_1$, где U^*_1 и U^*_2 — входное и выходное напряжения фильтра соответственно. Этот коэффициент передачи позволяет получить основную характеристику фильтра — *амплитудно-частотную характеристику (АЧХ)*. АЧХ определяется как модуль комплексного коэффициента передачи фильтра:

$$|K^*_U| = |U^*_2| / |U^*_1|. \quad (1)$$

АЧХ легко определить экспериментально, измеряя с помощью вольтметра входное и выходное напряжения и рассчитывая отношение этих напряжений на разных частотах. По значению модуля комплексного коэффициента передачи $K_U = |K^*_U|$ можно судить о подавлении или пропускании сигнала. Если $K_U(\omega_1) \approx 1$, то выходное напряжение примерно равно входному напряжению и, следовательно, сигнал с частотой ω_1 пропускается фильтром.

Наоборот, при малых значениях АЧХ, когда $K_U(\omega_2) \rightarrow 0$, получим подавление сигнала с частотой ω_2 .

Типовые амплитудно-частотные характеристики реальных ФНЧ, ФВЧ, ПФ и ЗФ приведены на рис. 2. На этом рисунке для ФНЧ и ФВЧ показана граничная частота $f_{гр}$, на которой значение АЧХ равно $1/\sqrt{2} \approx 0,707$ раз. Как правило, граничную частоту считают границей полосы пропускания фильтра. Для ПФ и ЗФ показаны: $f_{гр}$ — центральные частоты полосы пропускания и

полосы задерживания; Π — полосы пропускания и задерживания соответственно. Отметим, что на практике кроме уровня, равного 0,707, используют другие уровни для определения граничных частот, полос пропускания и задерживания. Кроме того, иногда вводятся дополнительные граничные частоты. Например, дополнительная частота f_3 показана на рис. 2, а. Частота f_3 в этом случае определяет границу полосы задерживания фильтра.

Избирательные свойства фильтра тем лучше, чем ближе форма АЧХ к прямоугольной. Поэтому вторая АЧХ, показанная на рис. 2, б, принадлежит фильтру, изготовленному с лучшим качеством.

Можно показать, что для RC-фильтров комплексный коэффициент передачи всегда можно представить в виде отношения двух полиномов, содержащих комплексную переменную s и коэффициенты, значения которых зависят от параметров элементов фильтра. Чем сложнее схема фильтра, тем более высокий порядок полиномов будет записываться в числителе и знаменателе коэффициента передачи. Взяв модуль комплексного коэффициента передачи, получим АЧХ фильтра

$$K_u = |\dot{K}_u| = \frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \quad (2)$$

Приравнивая значение АЧХ уровню 0,707, получим формулу для граничной частоты фильтра:

$$\omega_{гр} = 1/RC. \quad (3)$$

Аналогично рассчитываются граничные частоты других фильтров.

Кроме АЧХ для описания фильтра используют фазочастотную характеристику (ФЧХ). ФЧХ определяется как начальная фаза (аргумент) комплексного коэффициента передачи фильтра:

$$\varphi(\omega) = \arg(K_u^*) = \varphi_2 - \varphi_1,$$

где φ_2 и φ_1 — начальные фазы выходного и входного сигналов соответственно.

Из формулы следует, что ФЧХ определяет фазовый сдвиг, добавляемый фильтром к начальной фазе входного сигнала. Как правило, фазочастотную характеристику фильтра требуется знать при использовании систем связи с так называемой угловой модуляцией, когда информация содержится в изменениях частоты и фазы сигнала.

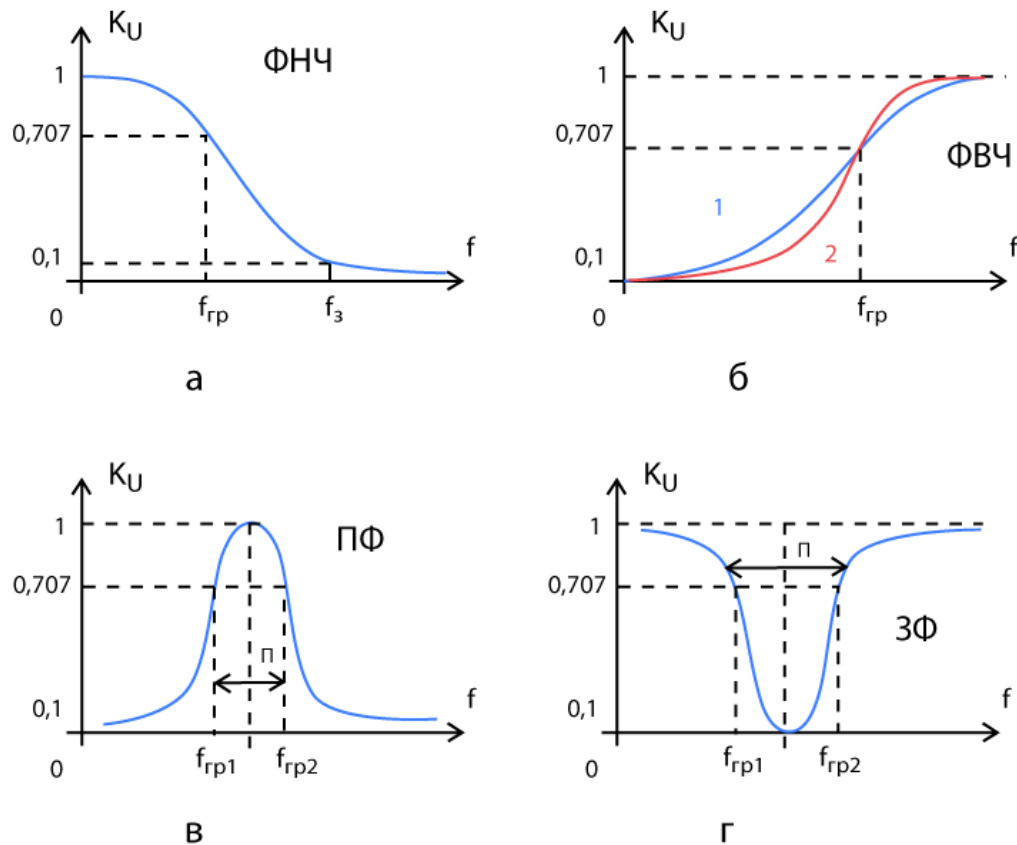


Рисунок 2

По способу изготовления различают следующие типы фильтров: кварцевые, электромеханические, фильтры на коаксиальных линиях передачи, фильтры на поверхностных акустических волнах, фильтры на переключаемых конденсаторах, активные фильтры, LC -фильтры — фильтры, содержащие катушки индуктивности и конденсаторы (отметим, что в схемы LC -фильтров часто дополнительно включаются резисторы) и т. д.

Как правило, для упрощения теоретического анализа все разновидности используемых на практике фильтров сводят к LC -фильтрам. При этом конструктивные элементы реальных фильтров замещают их электрическими

аналогами в виде катушек, конденсаторов и резисторов. Ниже рассмотрение фильтров будет ограничено анализом только LC-фильтров.

Для построения LC-фильтров применяют Г-, П- и Т-образные звенья, показанные на рис. 3. В этих схемах используются одинаковые сопротивления Z_1 и Z_2 . Поэтому все три фильтра будут иметь примерно одинаковые полосы пропускания. Фильтры, состоящие из нескольких каскадно-включенных цепей, изображенных на рис. 3, называются *многозвенными*.

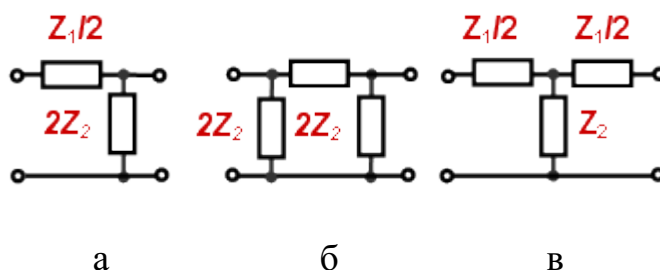


Рисунок 3

Например, П- или Т-звено можно получить каскадным соединением двух Г-звеньев.

Простейшие схемы однозвенных ФНЧ Г-типа, широко используемых на практике, приведены на рис. 4. Избирательные свойства этих фильтров объясняются свойствами катушки и конденсатора.

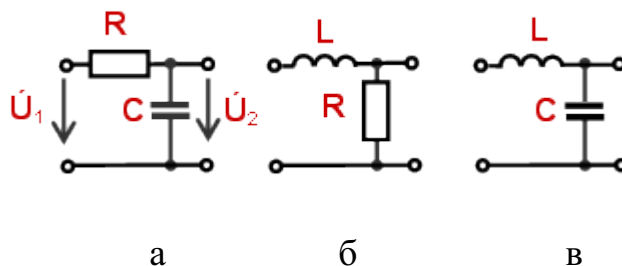


Рисунок 4

Как известно, индуктивное сопротивление катушки увеличивается с ростом частоты, а емкостное сопротивление конденсатора, наоборот, с ростом частоты уменьшается. Например, работа фильтра, изображенного на рис. 4, а, описывается следующим образом. При увеличении частоты входного сигнала сопротивление конденсатора уменьшается: $(1/\omega C) \rightarrow 0$. Выходное напряжение на конденсаторе $|U_2^*| \rightarrow 0$ и, следовательно, высокочастотный сигнал через

фильтр не проходит (подавляется). Если $\omega \rightarrow 0$, то $(1/\omega C) \rightarrow \infty$ и $U_2^* \approx U_1^*$. Следовательно, низкочастотный сигнал проходит через фильтр с малым затуханием. АЧХ фильтра низких частот приведена на рис. 2, а. Аналогично объясняется работа других фильтров. Отметим, что лучшую избирательность будет давать схема, приведенная на рис. 4, в, так как в этой схеме используются частотные свойства не одного, а двух реактивных элементов.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

9. Контрольные вопросы

4. Дать определение электрического фильтра.
5. Представьте классификацию электрических фильтров.
6. Что называется коэффициентом передачи и амплитудно-частотной характеристикой электрического фильтра?
7. Представьте условное обозначение фильтра низких частот и его амплитудно-частотную характеристику.
8. Представьте условное обозначение фильтра высоких частот и его амплитудно-частотную характеристику.
9. Представьте условное обозначение полосового фильтра его амплитудно-частотную характеристику.
10. Представьте условное обозначение режекторного фильтра и его амплитудно-частотную характеристику.

10. Методические рекомендации по проведению исследований

10.1 Исследование RC-фильтра низких частот

1. Соберите схему, представленную на рисунке 5.

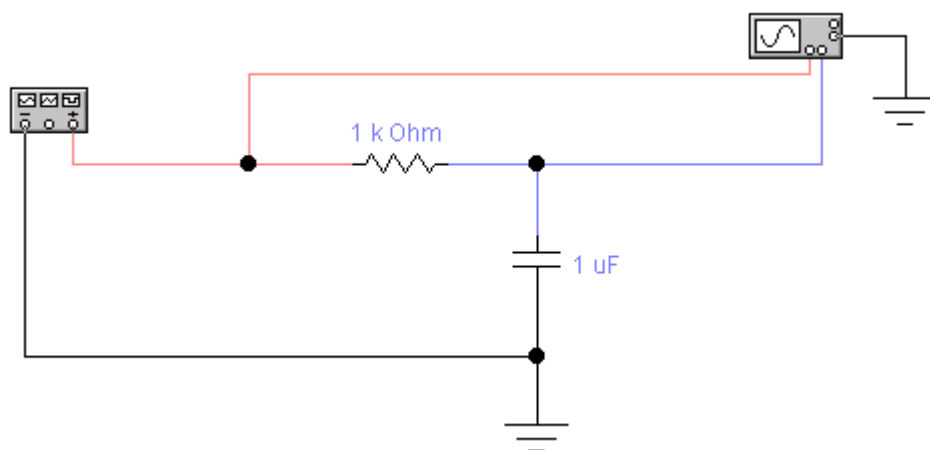


Рисунок 5

Структурная схема RC-фильтра низких частот

Установите параметры генератора в соответствии с рисунком 6 (вид колебаний – гармонические, частота генерируемого колебания 1 Гц, амплитуда генерируемого колебания 10 В).

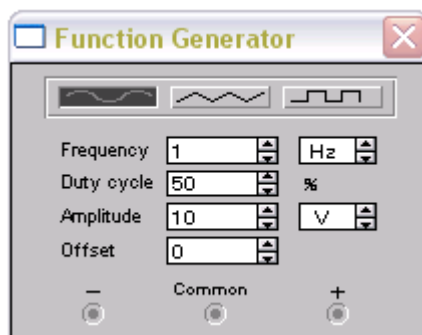


Рисунок 6

3. При помощи осциллографа проведите исследование амплитудно-частотной характеристики RC-фильтра низких частот, т.е. зависимости $K^*_U = f(F)$, где K^*_U – коэффициент передачи по напряжению фильтра, определяемый в соответствии с (1), а F – значение частоты, подаваемой на вход фильтра от генератора.

4. Занесите данные исследований в таблицу 1.

Постройте график зависимости $K^*_U=f(F)$ по данным, представленным в таблице 1, определите граничную частоту RC-фильтра низких частот и сделайте выводы по результатам исследований.

Таблица 1

Значение частоты F, Гц	50	100	200	300	400	500	800	1000	2000	3000	4000	5000
Значение выходного напряжения фильтра $U_{\text{вых}}$, В												
коэффициент а передачи по напряжению K^*_U												

10.2. Исследование RC-фильтра высоких частот

1. Соберите схему, представленную на рисунке 7.

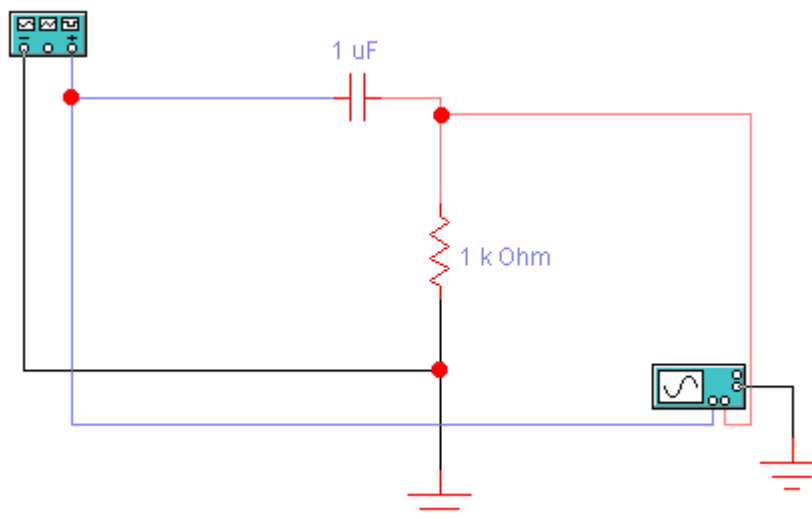


Рисунок 7

Структурная схема RC-фильтра высоких частот

- Установите параметры генератора в соответствии с рисунком 8 (вид колебаний – гармонические, частота генерируемого колебания 1 Гц, амплитуда генерируемого колебания 10 В).

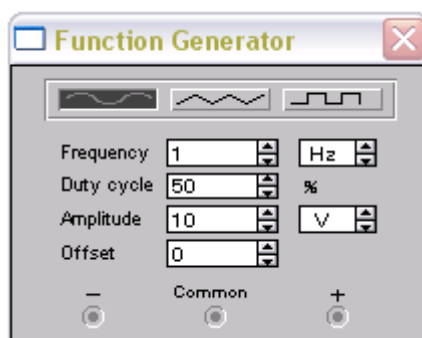


Рисунок 8

- При помощи осциллографа проведите исследование амплитудно-частотной характеристики RC-фильтра высоких частот, т.е. зависимости $K^*_U=f(F)$, где K^*_U – коэффициент передачи по напряжению фильтра, определяемый в соответствии с (1), измеряемое осциллографом, а F – значение частоты, подаваемой на вход фильтра от генератора.
- Занесите данные исследований в таблицу 2.

Таблица 2

Значение частоты F , Гц	50	100	200	300	400	500	800	1000	2000	3000	4000	5000
Значение выходного напряжения фильтра U_2 , В												
Значение коэффициента передачи по напряжению K^*_U												

- Постройте график зависимости $K^*_U=f(F)$ по данным, представленным в таблице 2, определите по графику граничную частоту RC-фильтра высоких частот.

6. Определите по формуле (3) значение граничной частоты для исследуемых фильтров НЧ и ВЧ. Сравните рассчитанное значение граничной частоты с измеренным и сделайте вывод о точности её определения.

7. Оформите отчет и сделайте выводы по результатам исследований.

11. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

- 1) Дать определения полосового и заградительного фильтров.
- 2) Сколько граничных частот у режекторного и заградительного фильтров и почему?
- 3) Дайте определение цифрового фильтра.

Тема 3. Принципы цифровой связи. Цифровые методы модуляции. Демодуляция сигналов.

Лабораторная работа № 5-6.

Исследование характеристик операционного усилителя

1. Цель работы

10. Изучить теоретические сведения об операционных усилителях.
11. Исследовать характеристики операционного усилителя.
12. Получить практические навыки исследования и анализа электрических цепей элементов систем передачи информации.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

2. Подготовка к занятию

1. Дайте определение операционного усилителя.
2. Назовите основные свойства операционных усилителей.
3. Назовите область применения операционных усилителей.
4. Что такое коэффициент усиления операционного усилителя?
5. Что такое диапазон усиливаемых частот Δf операционного усилителя?
6. Что такое амплитудно-частотная характеристика операционного усилителя?
7. Что такое фазо-частотная характеристика операционного усилителя?

3. Распределение времени занятия:

<u>Всего: 180 мин</u>	
Вступительная часть	2 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

Программа лабораторной работы

9. Теоретические сведения об операционных усилителях	30 мин
10. Исследование характеристик операционного усилителя	50 мин
11. Оформление и защита отчета о лабораторной работе у преподавателя	80 мин

Проверка выполнения лабораторной работы
Заключительная часть

5 мин
3 мин

4. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, классная доска, мел (маркеры).

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

7. Основные теоретические сведения

7.1. Изучение теоретических сведений об операционных усилителях

В различных радиоэлектронных схемах используются устройства, предназначенные для усиления электрических сигналов. Такие устройства называются усилителями.

Существует большое разнообразие усилителей, которые могут быть предназначены для усиления:

- низкочастотных сигналов в каскадах усиления звуковых частот,
- сигналов промежуточной частоты в каскадах усиления промежуточной частоты,
- высокочастотных сигналов в каскадах усиления высокочастотных радиоустройств.

В связи с этим усилители называются усилителями низких частот (УНЧ), усилителями промежуточной частоты (УПЧ) и усилителями высокой частоты (УВЧ).

Вид и мощность усиливаемых сигналов предопределяет конструктивные особенности усилителей, их технические характеристики принцип построения, габаритные размеры и другие свойства.

Основными характеристиками операционных усилителей являются:

- входное сопротивление усилителя $R_{вх}$,
- выходное сопротивление усилителя $R_{вых}$,
- диапазон входных напряжений $U_{вх}$,
- диапазон выходных напряжений $U_{вых}$,
- коэффициент усиления $K = U_{вых} / U_{вх}$,
- диапазон усиливаемых частот Δf , который на практике часто оценивается амплитудно - частотной характеристикой $U_{вых.} = f(f_{вх.})$,
- коэффициент нелинейных искажений и другие.

В радиоэлектронике широко используется понятие операционного усилителя, имеющего бесконечно большой коэффициент усиления, бесконечно большое входное сопротивление усилителя и бесконечно большой диапазон усиливаемых частот. Однако все эти характеристики относятся к идеальным операционным усилителям, поэтому на практике их свойства ограничены реальными физическими величинами.

На данном занятии предлагается к исследованию усилитель на ОУ.

На практике широкое распространение получили устройства, в которых ОУ используются с однополярным питанием. В основном это устройства портативного типа с батарейным питанием (плееры, фотоаппараты» малогабаритные измерительные приборы и т.п.), для которых использование двух источников вмести одного, является достаточно серьезной проблемой. В таких устройствах ОУ чаще всего включается по схеме рис. 1 в которой режим по постоянному току задаётся с помощью делителя на резисторах R_1 , R_2 , коэффициент деления которого $R_1/(R_1 + R_2)$ обычно выбирается равным 0.5, чтобы рабочая точка находилась в середине амплитудной характеристики усилителя. Источник входного сигнала U_i подключается ко входу усилителя через разделительный конденсатор C . Для развязки цепей усилителя по переменному току от источника питания и в общем случае от других устройств, подключенных к этому источнику, используется блокировочный конденсатор C_b (в данном случае его наличие не обязательно, поскольку источник питания является идеальным генератором напряжения и паразитная связь через его внутреннее сопротивление отсутствует).

По постоянному току усилитель охвачен 100-процентной отрицательной обратной связью (элементы обратной связи — конденсатор C_{os} и резисторы R_o , R_{os}), т. е. на нулевой частоте его коэффициент усиления близок к 1. В полосе рабочих частот, на которых сопротивлением конденсатора C_{os} можно пренебречь, коэффициент усиления становится равным $1 + R_{os}/R_o$.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

9. Контрольные вопросы

1. Дайте определение операционного усилителя.
2. Назовите основные свойства операционных усилителей.
3. Назовите область применения операционных усилителей.
4. Что такое коэффициент усиления операционного усилителя?
5. Что такое диапазон усиливаемых частот Δf операционного усилителя?
6. Что такое амплитудно-частотная характеристика операционного усилителя?
7. Что такое фазо-частотная характеристика операционного усилителя?

10. Методические рекомендации по проведению исследований

10.1 Исследование усилителя на ОУ

8. Соберите систему операционного усилителя, представленную на рисунке 1.

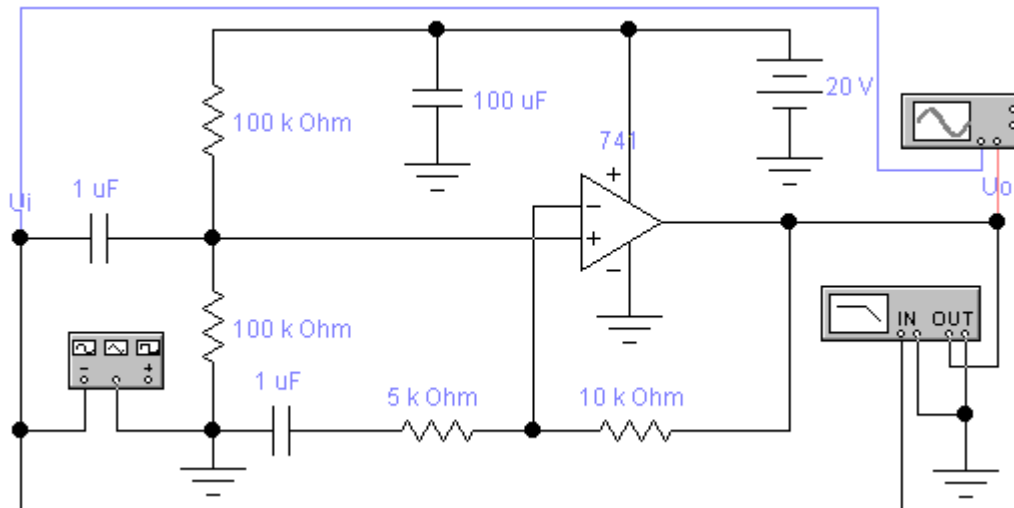


Рисунок 1

Принципиальная схема исследуемого усилителя на ОУ

9. Задайте численные значения параметров усилителя на ОУ в соответствии с номиналами элементов, представленными на рисунке 1.
10. Запустите схему при помощи программы EWB и, используя осциллограф, проведите исследования АЧХ операционного усилителя $U_{\text{вых.}} = f(f_{\text{вх.}})$, в диапазоне частот от 1 Гц до 20 кГц при $U_{\text{вх.}} = \text{const}$. По результатам исследований заполните таблицу 1.

Таблица 1

Значение частоты, Гц	1	3	5	10	30	50	100	300	500
Значение выходного напряжения, В									
Коэффициент усиления									
Значение частоты, Гц	800	1000	3000	5000	10000	12000	15000	18000	20000
Значение выходного напряжения, В									
Коэффициент усиления									

11. Зарисуйте внешний вид исследованной АЧХ $U_{\text{вых.}} = f(f_{\text{вх.}})$ при заданных параметрах элементов в соответствии с таблицей 1.
12. Сравните полученный график с АЧХ, получаемой при помощи Bode Plotter.
13. Сделайте вывод о зависимости коэффициента усиления усилителя от частоты входного сигнала.
14. Запустите схему при помощи программы EWB и, используя осциллограф, проведите исследования выходного напряжения транзисторного операционного усилителя от величины напряжения питания в диапазоне от $U_{\text{пит.}} = +(-)20 \text{ В} \dots +(-)1,5 \text{ В}$ при $U_{\text{вх.}} = 500 \text{ мВ}$ на частоте 1000 Гц и заполните таблицу 2.

Таблица 2

Значение напряжения питания $U_{\text{пит}}$, В	20	12	3	2,5	2,2	2	1,8	1,5
Значение выходного напряжения, $U_{\text{вых}}$, В								

15. Сделайте вывод о влиянии напряжения питания на коэффициент усиления усилителя.
16. Оформите отчет о проделанной работе согласно требований и представьте его для защиты преподавателю.

11. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

- 4 Дайте определение многокаскадного усилителя.
- 5 Дайте определение буферного усилителя.
- 6 Дайте определение оконечного усилителя.

Тема 4. Помехи в каналах связи. Регенерация дискретных цифровых сигналов. Кодирование информации в системах связи.

Лабораторная работа № 7-8

Исследование кодирующих устройств

1. Цель работы

13. Изучить теоретические сведения об устройстве контроле четности.

14. Исследовать работу устройства контроля четности

Формируемые компетенции: ОПК-2.

2. Подготовка к занятию

8. Как влияют помехи и искажения сигналов на достоверность передачи информации в телекоммуникационной системе?
9. Назовите способы повышения достоверности передачи информации.
10. Поясните принцип повышения достоверности с использованием правила проверки на чётность.
11. Что понимается под помехоустойчивым кодированием?
12. Перечислите типы помехоустойчивых кодов.
13. Поясните правило кодирования с использованием кода Хемминга.
14. Поясните правило декодирования с использованием кода Хемминга.

3. Распределение времени занятия:

Всего: 180 мин

Вступительная часть

5 мин

Проверка готовности студентов к занятию

20 мин

Программа лабораторной работы

- | | |
|---|--------|
| 1. Изучение теоретических сведений об устройствах контроля четности | 50 мин |
| 2. Исследование кодирующего устройства (устройства контроля четности) | 50 мин |
| 3. Оформление отчета | 40 мин |

Проверка выполнения лабораторной работы
Заключительная часть

10 мин
5 мин

4. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, классная доска, мел (маркеры).

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

7. Основные теоретические сведения

7.1. Изучение теоретических сведений об устройствах контроля четности

Из рассмотренных ранее лекций известно, что одним из способов помехоустойчивого кодирования информации является введение избыточности в кодовые последовательности. Чем больше ее избыточность, тем более помехоустойчивой она является.

В изученном ранее коде Бодо каждая буква заменена 5-разрядным двоичным кодом, т.е. пятью битами 0 и 1. Данный код не является избыточным, так как искажение любого бита приводит к декодированию вместо переданной другой буквы, т.е. к ошибке. Сделать код избыточным можно одним путем: добавить дополнительные биты к уже имеющимся. Но это приведет к тому, что каждая буква будет теперь передаваться медленнее. Так, введение в информацию избыточности влечет за собой снижение скорости ее передачи. Тем не менее, разработчики цифровых систем передачи часто вполне сознательно идут на такой шаг — делают информацию "избыточной" с тем, чтобы обнаружить ошибки в принятых комбинациях двоичных символов, а если возможно, то и исправить их.

На приемной станции цифровой системы передачи можно подсчитать число ошибочных решений, принятых регенератором, не зная даже, какой конкретный бит принят неверно. Покажем на примере кода Бодо, как это делается. Предположим, что передаются две комбинации цифр: 10101 и 01100. В них все биты являются "нужными", избыточности в этой информации нет. Введем ее искусственно: к информационным битам добавим шестой — контрольный, но сделаем это так, чтобы сумма единиц в передаваемой комбинации была четной. Для первой комбинации цифр контрольный бит нужно выбрать равным 1, а для второй — 0. Итак, в линию поступает уже не 5-, а 6-разрядные группы битов: 10101,1 и 01100,0 (запятую мы ввели условно, чтобы чисто зрительно отделить контрольный бит от информационных). Если теперь помеха исказит сигнал и какой-то бит будет принят неверно, т.е. вместо

1 регенератор выдаст 0 или, наоборот, вместо 0 будет зарегистрирована 1, то независимо от разряда кодовой комбинации, в котором это произошло, сумма единиц уже будет четной. Таким образом, наличие ошибки будет зафиксировано. Действительно, легко обнаруживается, что комбинация вида 00101,1 не могла быть передана, поскольку сумма единиц в ней нечетная. Точно так же ошибочными являются комбинации 10101,0 и 01101,0.

Известно одно из правил двоичной арифметики — суммирование "по модулю 2". Поясним такое суммирование при помощи следующих действий:

$$0 \oplus 0 = 0, \quad 1 \oplus 0 = 1, \quad 0 \oplus 1 = 1, \quad 1 \oplus 1 = 0.$$

Знак "плюс в кружочке" отличает их от обычного двоичного суммирования. Существует и микросхема, которая выполняет указанные действия. Это сумматор "по модулю 2". Просуммировать все цифры в кодовой комбинации очень просто: очередная цифра, поступающая на такой сумматор, складывается с результатом предыдущего суммирования. Если число единиц в этом наборе цифр нечетное, то в результате суммирования на выходе микросхемы появится 1 ($0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$), при четном числе единиц — 0 ($1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$). Вряд ли стоит пояснять, что наличие на выходной ножке единичного импульса — признак ошибочного решения, принятого регенератором. Остается только подсчитать (с помощью другой микросхемы — двоичного счетчика), сколько раз появлялась единица за все время передачи, и вероятность ошибки определена.

Разумеется, введение в информацию столь малой избыточности не позволяет обнаружить все ошибки, например замену двух 0 одновременно двумя 1 и т.п., при которых свойство четности не нарушается. Для этих целей нужны коды с большей избыточностью. Так, например, в коде Хэмминга после каждых четырех информационных битов в линию посылаются три контрольных. Контрольные биты в этом случае получаются следующим образом. Контрольные биты получаются следующим путем. Пронумеруем подряд от 1 до 7 все разряды (как информационные, так и контрольные) образовавшегося

кодового слова. Информационные биты будут иметь при этом номера с 1-го по 4-й, а контрольные — с 5-го по 7-й. Правило получения контрольных битов дано в таблице 1.

Таблица 1

Правило получения контрольных битов

Номер контрольного бита	Номера битов, которые нужно сложить "по модулю 2"		
5	2	3	4
6	1	3	4
7	1	2	4

Таблица 2

Правило проверки контрольных битов

Номер контрольного бита	Номер битов, которые нужно сложить "по модулю 2"			
1	4	5	6	7
2	2	3	6	7
3	1	3	5	7

Пусть нам необходимо передать двоичную последовательность 10110010. Попробуем защитить ее от действия помех, используя код Хэмминга. После первой четверки информационных битов 1011 необходимо вставить контрольные. Пятый, передаваемый в линию, бит получаем, суммируя в соответствии с таблицей 1 2-й, 3-й и 4-й биты: $0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$.

Таким образом, это будет 0. Шестой бит складывается из суммы 1-го, 3-го и 4-го: $1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$. Аналогичным путем найдем значение 7-го бита: $1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$. Итак, после символов 1011 передаются символы 010. Точно так же после второй четверки информационных битов 0010 следуют контрольные

биты 110. Теперь запишем передаваемые последовательности все вместе: 1011, 010, 0010, 110. Запятая введена для удобства зрительного восприятия.

Предположим, что регенератором приемной станции была зафиксирована такая последовательность: 1001, 010, 0011, 110. Очевидно, что в первой комбинации ошибочно принят третий бит, а во второй комбинации — четвертый. Правило проверки контрольных битов приведено в таблице 2. В соответствии с ним нужно для каждой принятой семиразрядной кодовой комбинации подсчитывать контрольное число. Это трехразрядное двоичное число и указывает сразу на номер бита, который был принят ошибочно. В рассмотренном примере, для первой комбинации сумма "по модулю 2" 4-го — 7-го битов равна 0, сумма 2-го, 3-го, 6-го и 7-го битов даст в результате 1, а сумма 1-го, 3-го, 5-го и 7-го битов — тоже 1. Итак, контрольное число имеет вид 011. Это двоичное представление числа 3. Значит, ошибочно принят третий бит. Его значение нужно заменить на противоположное, т.е. 0 заменить на 1. Если мы подсчитаем контрольное число для второй 7-разрядной комбинации, оно будет равно 100. Это двоичный код числа 4, и, следовательно, ошибка произошла в четвертом символе.

Если ошибочно принят не информационный, а один из контрольных битов, обнаружена будет и эта ошибка. Для принятой комбинации 1011,000 (ошибка в шестом разряде) двоичное число составит 110, что соответствует десятичному числу 6.

Рассмотрим схему формирователя бита четности четырехразрядного кода. Она представлена на рисунке 1.

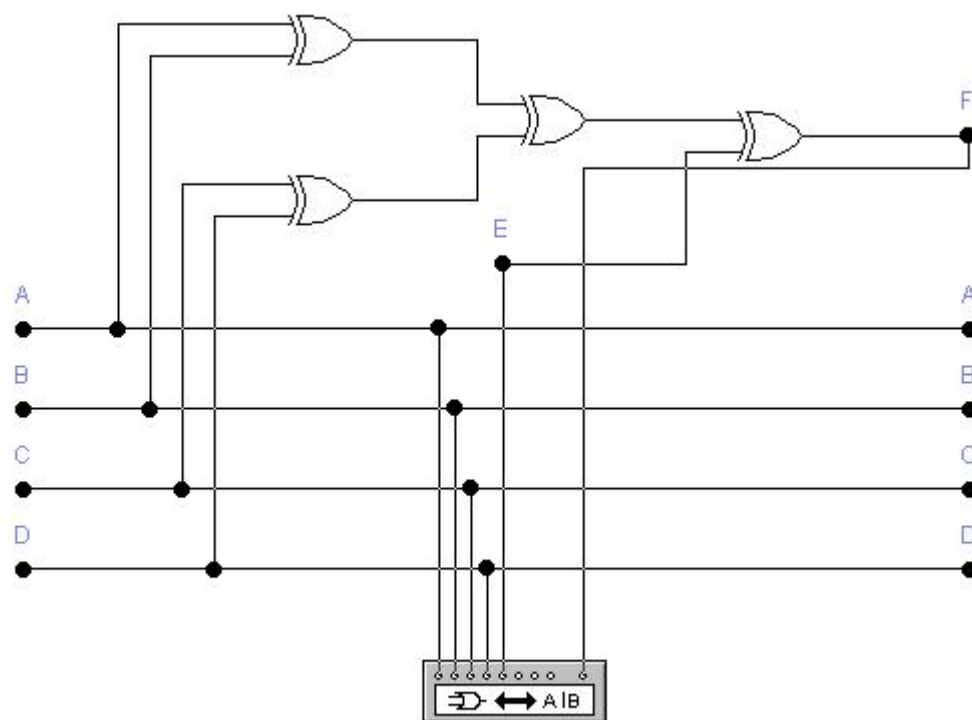


Рисунок 1

Схема формирователя бита четности четырехразрядного кода

Схема формирования бита четности для четырехразрядного кода содержит четыре элемента исключающие ИЛИ, выполняющих операции суммирования по модулю 2 (без переноса) и состоит из трех ступеней. На первой ступени попарно суммируются все биты исходного кода на входах А, В, С, D. На второй ступени анализируются сигналы первой ступени, и устанавливается четность или нечетность суммы входного кода. На третьей ступени полученный результат сравнивается с контрольным сигналом на входе Е, задающим вид используемого контроля (на чётность – «0» или нечётность – «1»). В результате сравнения на выходе F формируется пятый дополнительный бит (четности), сопровождающий информационный сигнал в канале передачи.

Результаты моделирования формирователя показаны на рис.2 в виде таблицы истинности из 32 возможных двоичных комбинаций и булева выражения (из 32 комбинаций на рис.2 представлены только первые 16). Для просмотра составляющих булева выражения необходимо мышью поместить

курсор в дополнительный дисплей и передвигать его клавишами управления курсором.

	A	B	C	D	E	F	G	H	Out
000	0	0	0	0	0				0
001	0	0	0	0	1				1
002	0	0	0	1	0				0
003	0	0	0	1	1				1
004	0	0	1	0	0				1
005	0	0	1	0	1				0
006	0	0	1	1	0				0
007	0	0	1	1	1				1
008	0	1	0	0	0				1
009	0	1	0	0	1				0
010	0	1	0	1	0				1
011	0	1	0	1	1				0
012	0	1	1	0	0				0
013	0	1	1	0	1				1
014	0	1	1	1	0				1
015	0	1	1	1	1				0

Conversions

$\rightarrow$ $\rightarrow$ 1 0 1
 $\rightarrow$ 1 0 1 $\rightarrow$ A|B
 $\rightarrow$ 1 0 1 $\rightarrow$ S I M P A|B
A|B $\rightarrow$ 1 0 1
A|B $\rightarrow$ $\rightarrow$
A|B $\rightarrow$ NAND

$A'B'C'D'E+A'B'C'D'E'+A'B'CD'E'+A'B'CDE+A'BC'D'$

Рисунок 2

Результаты моделирования формирователя бита четности

В библиотеке программы EWB схема проверки на четность и нечетность представлена ИМС 74280 (К555ИП5), схема ее включения показана на рисунке 3. ИМС 74280 имеет 9 входов (A, B...I) и два выхода: уровень логической единицы на выходе EVEN говорит о том, что результат четный, на выходе ODD – результат нечетный. Вход I используется для управления видом контроля (0 - контроль четности, 1 - контроль нечетности) и управляется переключателем Z. Вывод NC — not connection — пустой, т. е. внутри ИМС к нему ничего не подключено.

Правильность функционирования схемы проверяется с помощью генератора слова, при этом тип контроля (четности или нечетности) выбирается переключателем Z; состояние выходов ИМС контролируется подключенными к их выходам светоиндикаторами (логическими пробниками).

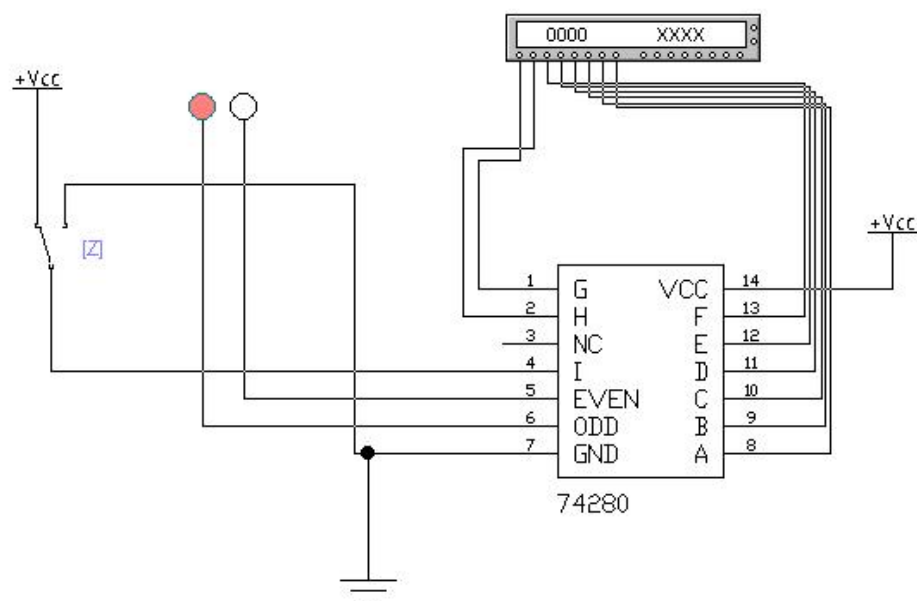


Рисунок 3

Схема включения ИМС 74280

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

9. Контрольные вопросы

1. Как влияют помехи и искажения сигналов на достоверность передачи информации в телекоммуникационной системе?
2. Назовите способы повышения достоверности передачи информации.
3. Поясните принцип повышения достоверности с использованием правила проверки на чётность.
1. Что понимается под помехоустойчивым кодированием?
2. Перечислите типы помехоустойчивых кодов.
3. Поясните правило кодирования с использованием кода Хемминга.
4. Поясните правило декодирования с использованием кода Хемминга.

10. Методические рекомендации по проведению исследований

10.1 . Исследование кодирующего устройства (устройства контроля четности)

1. Воспользуйтесь программой WEWB и соберите схему формирователя бита четности четырехразрядного кода.
2. Запустите схему и проверьте правильность ее работы при помощи подключенного к выходам устройства логического генератора.
3. Составьте булево выражение для моделируемого устройства и его таблицу состояний.
4. Занесите схему, представленную на рисунке 1 и результаты моделирования в виде таблицы состояний (рисунок 2) в отчет о проделанной работе.
5. Сделайте выводы по результатам исследования.
6. Воспользуйтесь программой WEWB и соберите схему формирователя бита четности на ИМС 74280.
7. Запустите схему и проверьте правильность ее работы при помощи подключенного к выходам устройства логического генератора
8. Составьте булево выражение для моделируемого устройства и его таблицу состояний.
9. Занесите схему, представленную на рисунке 3, и результаты моделирования в виде таблицы состояний для первых 16 кодограмм (тактов работы исследуемого устройства) в отчет о проделанной работе.
10. Сделайте выводы по результатам исследования.

11. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме

электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

50 Дайте определение декодирующего устройства.

51 Дайте определение циклического кода.

52 Поясните принцип декодирования кодовых комбинаций после помехоустойчивого кодирования.

Тема 5. Методы адаптации в цифровых системах передачи информации

Лабораторная работа № 9-10.

Исследование характеристик преобразователя частоты.

1. Цель работы

1. Изучить теоретические сведения о преобразователях частоты.
2. Исследовать характеристики преобразователя частоты
3. Получить практические навыки исследования и анализа электрических цепей элементов систем передачи информации

Формируемые компетенции: ОПК-2.

2. Подготовка к занятию

1. Дать определение преобразователя частоты.
2. Пояснить принцип работы преобразователя частоты.
3. Что понимается под супергетеродинным радиоприёмником?
4. Изобразите схему супергетеродинного радиоприёмника и поясните принцип её работы.

3. Распределение времени занятия:

Всего: 180 мин

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	15 мин

Программа лабораторной работы

12. Теоретические сведения о преобразователях частоты	40 мин
13. Исследование схемы преобразователя частоты	60 мин
14. Оформление отчета и защита лабораторной работы у преподавателя	50 мин

Проверка выполнения лабораторной работы	17 мин
Заключительная часть	3 мин

4. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, классная доска, мел (маркеры).

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

7. Основные теоретические сведения

Преобразователь частоты предназначен для преобразования сигнала высокой частоты, усиленного усилителем радиочастоты в колебания промежуточной частоты. Для преобразования частоты требуется вспомогательное напряжение. Для получения этого напряжения используется маломощный генератор гармонических колебаний – гетеродин, который является составной частью преобразователя частоты. При совместном действии напряжения сигнала и напряжения гетеродина в смесителе образуется сложное колебание – биение, из которого контуру выделяется разностная частота.

7.1. Теоретические сведения о преобразователях частоты

Преобразователи частоты (ПЧ) используются в радиоприемных устройствах для преобразования поступающего из антенны радиочастотного сигнала в сигнал промежуточной частоты. Принцип преобразования частоты сигналов заключается в перемножении двух гармонических колебаний $Y(t)=Y_m\cos\Omega t$ и $X(t)=X_m\cos\omega t$.

Результирующее колебание после такого преобразования может быть описано следующим выражением:

$$Z(t)=0,5Y_mX_m[\cos(\Omega-\omega)t+\cos(\Omega+\omega)t]. \quad (1)$$

Это колебание представляет собой сумму двух колебаний с частотами $(\Omega+\omega)$ и $(\Omega-\omega)$. Выделяя с помощью фильтра ту или иную составляющие сигнала (1) получим колебания с другой более низкой или более высокой частотой. Схема ПЧ, реализующая такой алгоритм представлена на рисунке 1.

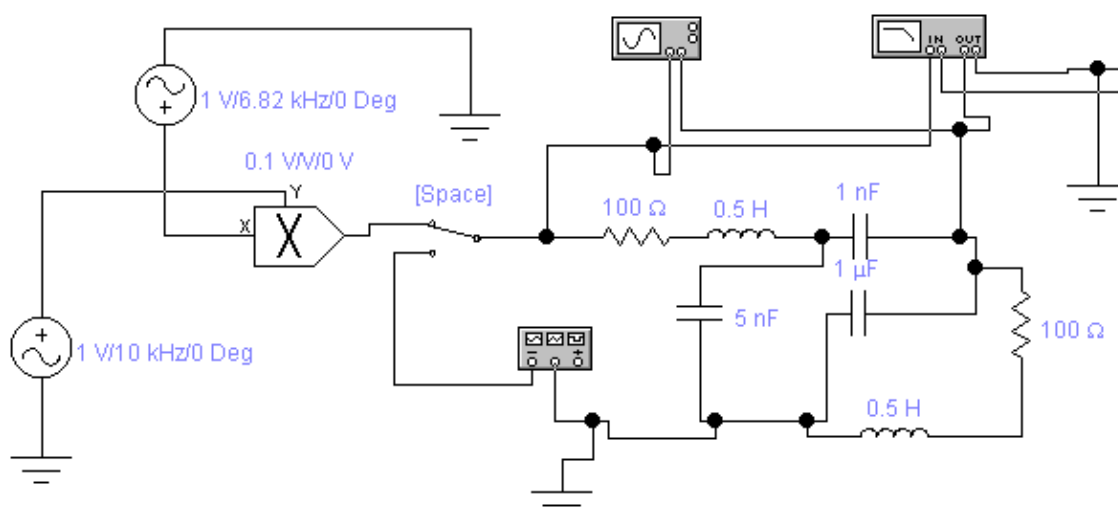


Рисунок 1

Схема для проведения исследований преобразователя частоты

Схема содержит два источника гармонических колебаний $X(t)$ и $Y(t)$, перемножитель M с коэффициентом передачи равным 1, переключатель Z для переключения режимов моделирования, контрольно-измерительные приборы и фильтр с резонансной частотой около 3,18 кГц в виде рассмотренной на предыдущем практическом занятии двухконтурной системы с внешней емкостной связью.

В положении ключа Z , показанном на рисунке 1, производится моделирование ПЧ. В соответствии с рисунком 1 на вход перемножителя поступают частоты 10 и 6,82 кГц. На выходе перемножителя в соответствии с выражением (1) формируются сигналы с комбинационными частотами 16,82 и 3,18 кГц.

Поскольку фильтр, подключенный к выходу перемножителя, настроен на частоту 3,18 кГц, то на его выходе будет выделяться составляющая с разностной частотой $(\Omega - \omega)$. Если фильтр настроить на суммарную частоту

$(\Omega + \omega)$, то на его выходе будет выделяться суммарная комбинационная частота, поступающая с выхода перемножителя.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

9 Контрольные вопросы

1. Назовите основные свойства преобразователей частоты.
2. Что понимается под «зеркальным каналом» при преобразовании частоты?
3. Из каких соображений выбирается частота гетеродина ПЧ.
4. Назовите область применения ПЧ.

10. Методические рекомендации по проведению исследований

10.1 Исследование схемы преобразователя частоты

15. Соберите схему преобразователя частоты (ПЧ), представленную на рисунке 1.
16. Установите численные значения параметров преобразователя частоты:
 - значения частот $Y(t)=10$ кГц и $X(t)=6,82$ кГц;
 - коэффициент передачи перемножителя $K_{\text{пп}}=1$;
 - коэффициент передачи фильтра $K_{\text{пф}}=31$;
 - значения параметров элементов схемы выбрать в соответствии с рисунком 1.
17. Запустите схему при помощи программы EWB и, используя осциллограф и анализатор амплитудно-частотной характеристики (Bode Plotter), проведите исследования и определите параметры входных и выходного сигналов полосового фильтра преобразователя частоты, а также амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) полосового фильтра.
18. Зарисуйте исследуемую схему.
19. Определите и запишите измеренные значения частот, зарисуйте внешний вид осциллограммы на входе и выходе ПЧ, зарисуйте внешний вид АЧХ полосового фильтра ПЧ.
20. Сравните расчетные и экспериментальные значения параметров преобразователя частоты. Сделайте выводы по результатам исследования.
21. Оформите отчет о проделанной работе согласно требований.

11. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

- 4) Приведите области применения преобразователей частоты в системах передачи информации.
- 5) От каких факторов зависит по вашему мнению точность преобразования частоты преобразователем.
- 6) Охарактеризуйте меры по повышению точности преобразования частоты.

Тема 6. Проводные и кабельные системы связи. Волоконно-оптические системы связи

Лабораторная работа № 11-12.

Исследование характеристик связанных колебательных контуров

1. Цель работы

1. Изучить теоретические сведения о связанных колебательных контурах.
2. Исследовать характеристики связанных колебательных контуров.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

Время: 4 часа (180 мин)

УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программа EWB , ПЭВМ.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАНЯТИЯ

Вступительная часть	- 5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	- 15 мин

Учебные вопросы занятия

- | | | |
|---|---|----------|
| 1 | Теоретические сведения о связанных колебательных контурах | - 35 мин |
| 2 | Исследование характеристик связанных колебательных контуров | - 80 мин |
| 3 | Оформление отчета | - 40 мин |
| | Заключение | - 3 мин |
| | Задание студентам для самостоятельной работы | - 2 мин |

Содержание занятия

Вступительная часть

В радиотехнике широкое применение находят всевозможные колебательные контуры. Основное назначение радиотехнических колебательных цепей - получение с их помощью частотной избирательности, т.е. выделения полезного сигнала и подавления всех остальных сигналов и помех. Ввиду того что с помощью одиночного колебательного контура нельзя получить высокую избирательность при широкой полосе пропускания, используют связанные контуры. В радиотехнике такие контуры применяются в основном как фильтры промежуточной частоты (ФПЧ) и используются в приемниках гетеродинного типа.

Два контура называются **связанными**, если колебания, происходящие в одном из них, захватывают другой контур. Связь между контурами может осуществляться через электрическое поле (благодаря емкости) или через магнитное поле (благодаря взаимоиндуктивности или индуктивности).

Проверка готовности студентов к занятию

Проверка осуществляется способом устного опроса студентов по вопросам:

1. Дайте определение колебательному контуру.
2. Назовите основные свойства катушек индуктивности.
3. Назовите основные свойства конденсаторов.
4. Что такое явление резонанса.
5. Какие виды связи существуют в колебательных контурах.
6. Назовите основные сведения о связанных контурах.
7. Назовите область применения колебательных контуров.

Теоретическая часть

1. Теоретические сведения о связанных контурах

Связанные контуры используются в резонансных усилителях приемно-передающих устройств. Наибольшее распространение получили двухконтурные системы, показанные на рисунке 1 и 2, где обозначено: U_i , U_o – напряжения на входе и выходе контуров; M – коэффициент взаимной индуктивности; R_o , C_o , L_o – элементы связи; L_1 , C_1 , R_1 , L_2 , C_2 , R_2 – элементы первого и второго колебательных контуров.

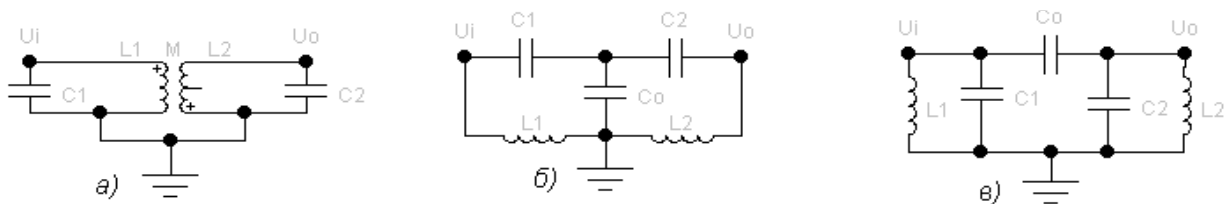


Рисунок 1

Связанные контуры с трансформаторной связью **(а)**, с внутренней **(б)** и внешней **(в)** емкостными связями

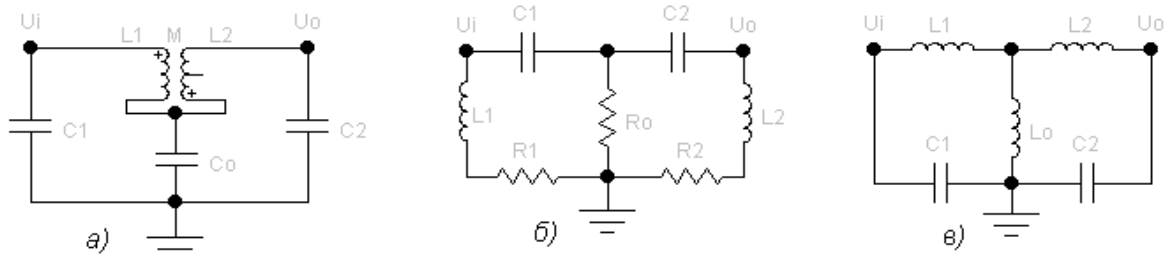


Рисунок 2

Связанные контуры с трансформаторно-емкостной **(а)**, резистивной **(б)** и автотрансформаторной **(в)** связью

Одной из важнейших характеристик связанных контуров является коэффициент связи $K = \sqrt{K_1 K_2}$, где K_1 , K_2 – коэффициенты связи для первого и второго контуров. Коэффициент связи служит для количественной оценки взаимного влияния контуров и в практических конструкциях обычно существенно меньше единицы.

Для схемы на рисунке 1, а

$$K_1 = M / L_1, K_2 = M / L_2, K = M / \sqrt{L_1 L_2}.$$

Для схемы на рисунке 1, б

$$K_1 = C1/(C1 + Co), K_2 = C2/(C2 + Co).$$

Для схемы на рисунке 1, в

$$K_1 = Co/(Co + C2), K_2 = Co/(Co + C1).$$

Для схемы на рисунке 2, а

$$K_1 = (\omega M - 1/\omega Co)/\omega L1, K_2 = (\omega M - 1/\omega Co)/\omega L2.$$

Для схемы на рисунке 2, б

$$K_1 = Ro/(Ro + R2), K_2 = Ro/(Ro + R1).$$

Для схемы на рисунке 2, в

$$K_1 = Lo/(Lo + L2), K_2 = Lo/(Lo + L1).$$

В качестве объекта дальнейшего исследования выберем схему на рисунке 1, в, которая с дополнительными элементами показана на рисунке 3. Она дополнена резисторами R1 и R2, имитирующими активные сопротивления катушек индуктивности. Переключатель Z позволяет реализовать два режима: измерение АЧХ и ФЧХ (в положении переключателя, показанном на рисунке) и исследование прохождения АМ-сигналов через систему связанных контуров.

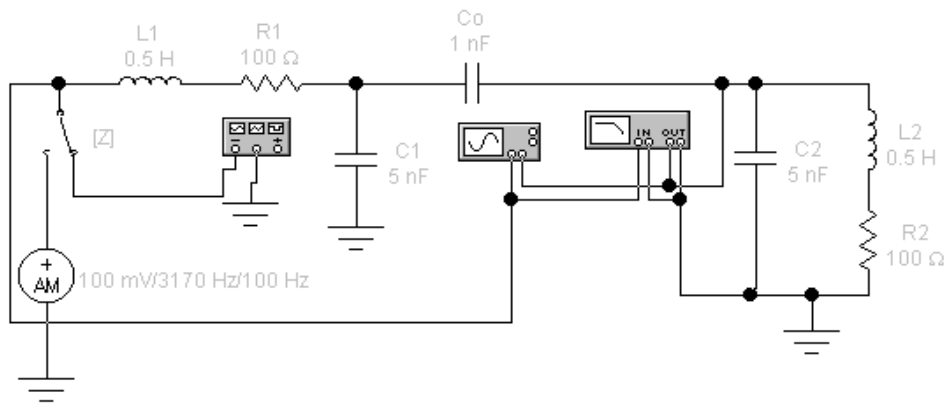


Рисунок 3

Система связанных контуров с внешней емкостной связью

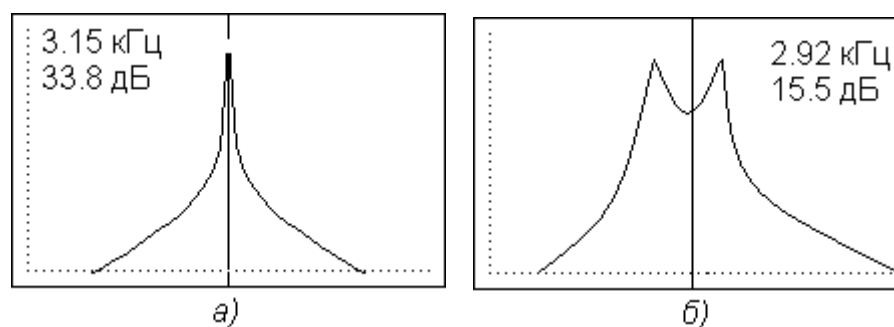


Рисунок 4

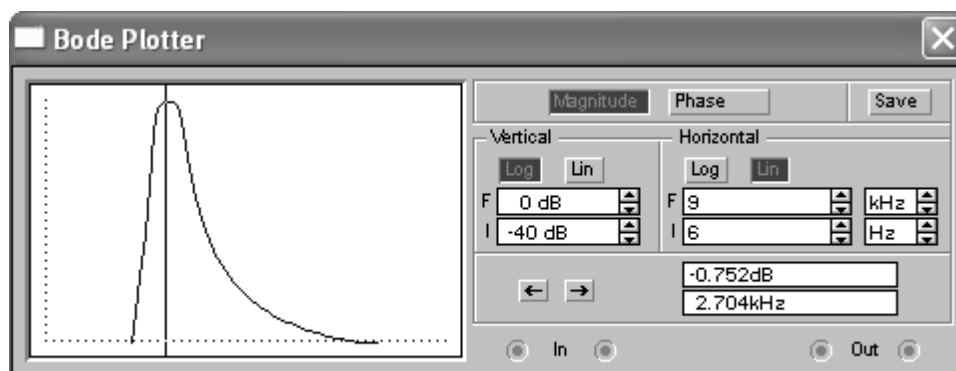
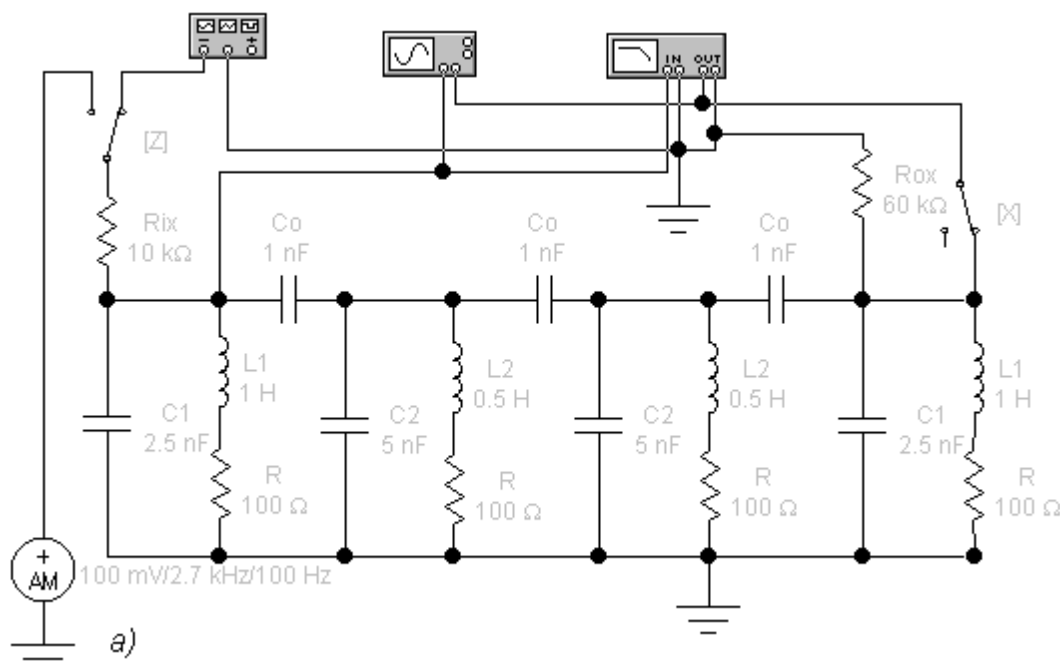
АЧХ системы связанных контуров при $C_0 = 49,5$ пФ (а) и $C_0 = 1$ нФ (б)

Параметры системы связанных контуров определяются коэффициентом связи K , затуханием одиночного контура D (величина, обратная добротности) и резонансными частотами каждого контура. Поскольку для схемы на рисунке 3 $C_1 = C_2 = C$, $L_1 = L_2 = L$, $R_1 = R_2 = R$, то эти параметры определяются с помощью выражений: $K = C_0 / (C_0 + C)$; $D = R / 2\pi F \cdot L$; $F = 1 / 2\pi \sqrt{L(C + C_0)}$. Для связанных контуров характерным является наличие двух частот связи $F_1 = F / \sqrt{1 + \sqrt{K^2 - D^2}}$ и $F_2 = F / \sqrt{1 - \sqrt{K^2 - D^2}}$. Для схемы на рисунке 3 расчеты по этим формулам при $K = D = 0,01$ (режим критической связи) дают: $F_1 \cong F_2 \cong F = 3,17$ кГц, т.е. частоты связи практически совпадают, а АЧХ (рисунок 4, а) представляет собой одногорбую резонансную кривую.

Увеличим коэффициент связи, выбрав $C_0 = 1$ нФ. Для этого случая параметры схемы имеют следующие расчетные значения: $K = 0,176$; $F_1 = 2,9$ кГц; $F_2 = 3,18$ кГц. Из АЧХ, полученной в результате моделирования схемы при таких данных (рисунок 4, б), видно, что при коэффициенте связи выше критического она имеет двугорбый характер, соответствующий двум частотам связи, и отличается более крутыми скатами при более широкой полосе пропускания, которая обычно определяется на уровне 0,707 (-3 дБ) и равна $\Delta F = F \cdot D$ (F – резонансная частота).

Анализ показывает, что полоса пропускания связанных контуров при критической связи ($K = D$) составляет $1,41F \cdot D$ и достигает максимального значения $3,1F \cdot D$ при $K = 2,4D$. Следует отметить, что при связи контуров ниже

критической ($K < D$) полоса пропускания двухконтурной системы может быть меньше полосы пропускания одиночного контура. Так, например, при $K = 0,1D$ полоса пропускания составляет $0,65F \cdot D$. Это свойство связанных контуров часто используется на практике, когда требуется получить полосу пропускания уже полосы пропускания одиночного контура.



б)

Рисунок 5

Схема четырехконтурного ФСС (а) и его АЧХ (б)

Рассмотрим многоконтурную систему связанных контуров, используемую в качестве фильтра сосредоточенной селекции (ФСС) в каскаде преобразователя частоты многих радиоприемников. Анализ показывает, что наиболее эффективной (по критерию качество-стоимость) является 4-

контурная система (рисунок 5, а), представляющая собой набор из контуров двух типов: два крайних имеют увеличенную в два раза индуктивность и уменьшенную в два раза емкость по сравнению со средними двумя контурами, т.е. все четыре контура имеют одинаковую собственную резонансную частоту. Увеличение индуктивности двух крайних контуров позволяет увеличить характеристическое сопротивление этих контуров $R_x = \sqrt{L_k / C_k}$. Такой выбор позволяет выровнять коэффициенты передачи всех контуров при включении на входе и выходе фильтра согласующих сопротивлений R_{ix} и R_{ox} , шунтирующих R_x крайних контуров. Однако такое конструктивное выполнение контуров, как показано ниже на практическом примере, не является обязательным. Заметим, что наибольшее влияние на форму АЧХ оказывает сопротивление R_{ox} , поэтому в схеме использован переключатель Х для возможности оперативного исследования влияния этого сопротивления. Емкость конденсаторов связи C_o выбирается, в зависимости от требуемой полосы пропускания, из необходимого соотношения коэффициента связи K и затухания D . Указанное на рисунке 5, а значение емкостей C_o , обеспечивающих связь выше критической, выбрано из соображения наглядности, чтобы показать основное преимущество рассматриваемого фильтра, заключающееся в обеспечении широкой полосы пропускания при достаточно крутых скатах резонансной кривой.

Из сравнения АЧХ фильтра (рисунок 5, б), полученной при указанных на рисунке 5, а параметрах, с АЧХ двухконтурных систем (рисунок 4) видно, что АЧХ четырехконтурной системы имеет явно выраженную плоскую часть. Однако такая гладкая вершина АЧХ достигается только при соответствующем выборе сопротивления согласующего резистора R_{ox} .

Расчет многозвенных фильтров является достаточно сложной задачей. Известны следующие соотношения для расчета параметров рассматриваемого

$$\text{фильтра: } C_o = 10^6 / 2\pi\Delta F \cdot R_x; L1 = 10^6 \Delta F \cdot R_x / 4\pi F^2;$$

$C2 = 10^6 / \pi \Delta F \cdot R_x - 2C0$; $L1 = 2L2$; $C1 = 2C2$, где ΔF – требуемая полоса; емкость – в пФ; индуктивность – в мкГн; частота – в кГц; сопротивление – в кОм.

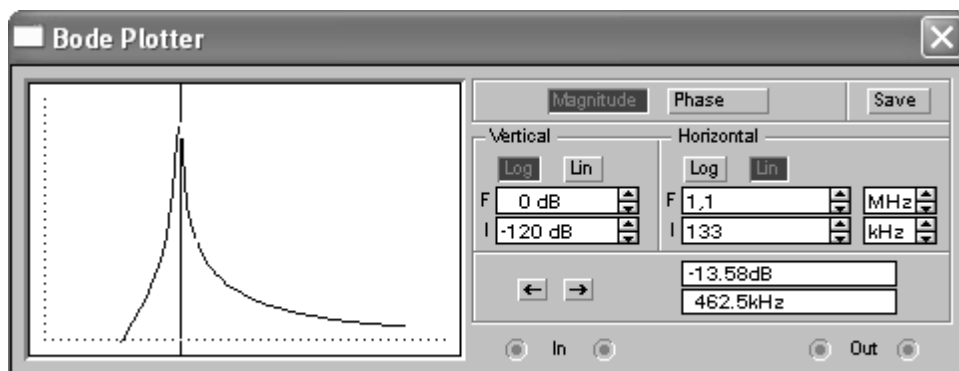
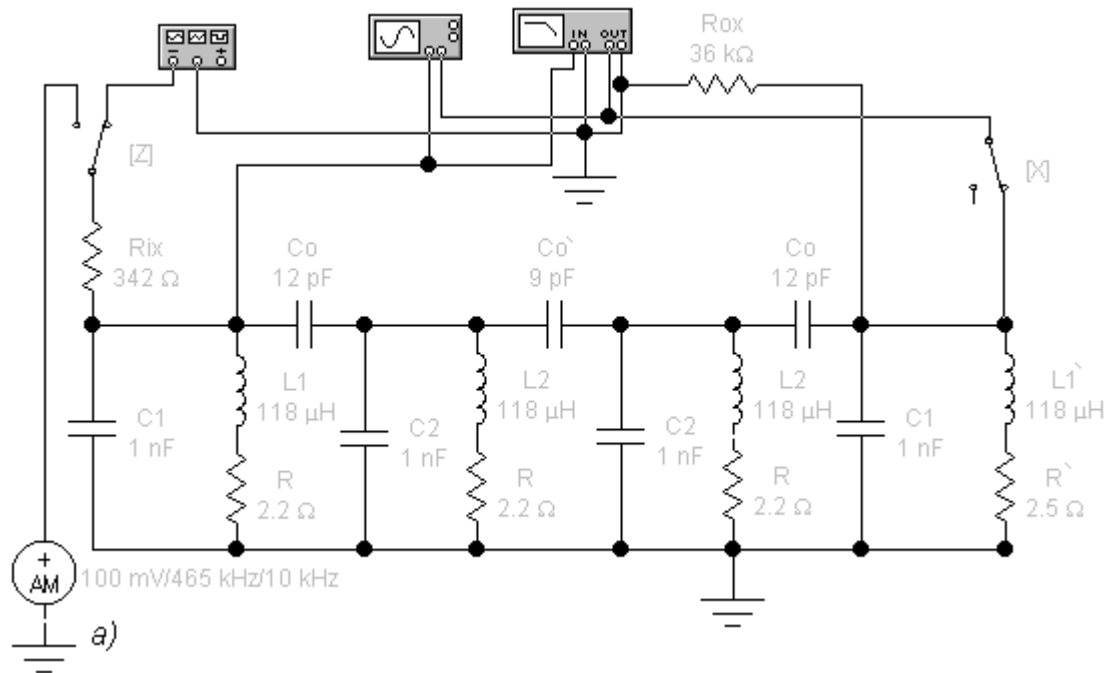


Рисунок 6

ФСС приемника ВЭФ-12 (а) и его АЧХ (б)

Результаты расчета по приведенным формулам существенно отличаются от результатов моделирования. Поэтому необходимо обратиться к практическому примеру использования рассматриваемого фильтра в популярном в 70-е годы прошлого столетия переносном приемнике ВЭФ-12, схема которого показана на рисунке 6, а. Фильтр составлен из 4-х совершенно одинаковых контуров, причем емкость связи $C0'$ правой и левой пар контуров выбрана несколько меньше емкости связи $C0$ в каждой из них.

Указанные на рисунке 6, а номинальные значения конденсаторов и индуктивностей позволяют рассчитать следующие параметры:

$$F = 1 / 2\pi \sqrt{LkCk} = 1 / 2\pi \sqrt{118 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-9}} = 465 \text{ кГц},$$

$$R_x = \sqrt{Lk / Ck} = \sqrt{118 \cdot 10^{-6} / 10^{-9}} = 342 \text{ Ом}.$$

Приведенные значения добротности 155 для первых трех контуров и 135 для третьего позволили рассчитать сопротивления потерь $R=R_x/Q=342/155=2,2$ Ом; $R'=342/135=2,5$ Ом. Согласование выхода фильтра с последующим транзисторным каскадом с ОЭ осуществляется с помощью обмотки связи, имеющей 4 витка и размещаемой на одном каркасе с катушкой $L1'$ с числом витков 75, т.е. коэффициент трансформации составляет около 19. Если принять, что входное сопротивление транзисторного каскада равно 100 Ом, то это сопротивление приводится к первичной обмотке как $R_{0x}=100 \cdot 19^2=36$ кОм, что и отражено на рисунке 6, а.

Из АЧХ фильтра (рисунок 6, б) видно, что расчетное значение частоты фильтра совпадает с полученным при моделировании. Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что для ориентировочных расчетов рассматриваемого ФСС можно пользоваться расчетными соотношениями для двухконтурных связанных систем.

Исследовательская часть

2. Исследование двухконтурной схемы связанных колебательных контуров

1. Соберите систему связанных контуров с внешней емкостной связью, представленную на рисунке 3.
2. Определите численные значения параметров системы связанных контуров: коэффициент связи K , затухание одиночного контура D и резонансные частоты каждого контура F_1 и F_2 для значений параметров элементов, представленных на рисунке 3.

3. Запустите схему при помощи программы EWB и, используя осциллограф и анализатор амплитудно-частотной характеристики, проведите исследования АЧХ системы связанных колебательных контуров при $C_0 = 49,5$ пФ.
4. Зарисуйте внешний вид АЧХ при данных параметрах элементов.
5. Измените коэффициент связи, выбрав $C_0 = 1$ нФ. Определите численные значения параметров системы связанных контуров для данного случая.
6. Проведите исследования, аналогичные пункту 3.
7. Сравните результаты исследований для двух случаев и сделайте выводы о виде АЧХ для каждого случая и полосе пропускания контуров на различных участках полученной характеристики.
8. Сравните расчетные и экспериментальные значения параметров системы связанных контуров. Сделайте выводы.
9. Заполните отчет о выполненном этапе исследований.

3. Исследование четырехконтурной схемы связанных колебательных контуров

1. Соберите систему связанных контуров, представленную на рисунке 6 а.
2. Аналитически, при помощи приведенных выше формул, определите численные значения полосы пропускания системы связанных контуров для значений параметров элементов схемы, представленной на рисунке 6 а.
3. Запустите схему при помощи программы EWB и, используя осциллограф и анализатор амплитудно-частотной характеристики, проведите исследования АЧХ системы связанных колебательных контуров.
4. Зарисуйте внешний вид АЧХ при данных параметрах элементов.

5. Сравните рассчитанное и полученное при исследованиях значение полосы пропускания системы связанных колебательных контуров. Сделайте выводы.
6. Заполните отчет о выполненном этапе исследований.
7. Представьте отчет о выполненной работе преподавателю и ответьте на вопросы по выполненной работе.

Тема 7. Принципы распространения и использования радиоволн. Беспроводные системы передачи информации. Принципы построения радиорелейных и спутниковых систем передачи информации.

Лабораторная работа № 13-14.

Исследование параметров генератора импульсных сигналов

1 Цели занятия

1. Изучить теоретические сведения о генераторах импульсных сигналов.
2. Исследовать параметры генератора импульсных сигналов.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

Время: 4 часа (180 мин)

2 Учебно-материальное обеспечение

Программа EWB , ПЭВМ.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАНЯТИЯ

Вступительная часть	- 5 мин.
Проверка готовности студентов к занятию	- 15 мин.
Учебные вопросы занятия	
4 Теоретические сведения о генераторах импульсных сигналов	-30 мин
5 Исследование параметров генератора импульсных сигналов	-70 мин
6 Оформление отчета	-50 мин.
Заключение	-13 мин
Задание студентам для самостоятельной работы	-2 мин

Содержание занятия

Вступительная часть

Мультивибратор — релаксационный генератор электрических колебаний прямоугольного типа. Термин предложен голландским физиком Ван Дер Полем, так как в спектре мультивибратора присутствует множество гармоник — в отличие от генератора синусоидальных колебаний («моновибратора»).

Мультивибратор является одним из самых распространённых генераторов импульсов прямоугольной формы, представляющий собой двухкаскадный резистивный усилитель с глубокой положительной обратной

связью. В электронной технике используются самые различные варианты схем мультивибраторов, которые различаются между собой по типу используемых элементов (ламповые, транзисторные, тиристорные, микроэлектронные и так далее), режиму работы (автоколебательный, ждущий синхронизации), видам связи между усилительными элементами, способам регулировки длительности и частоты генерируемых импульсов и так далее.

Проверка готовности студентов к занятию

Проверка осуществляется способом устного опроса студентов по вопросам:

1. Дайте понятие дискретного (импульсного) сигнала.
2. Что называется периодическим дискретным (импульсным) сигналом?
3. Какими параметрами (кроме формы) отличается периодический дискретный (импульсный) сигнал с периодом T и амплитудой U_m от периодического гармонического сигнала с таким же периодом и амплитудой?
4. Изобразите спектр периодического дискретного (импульсного) сигнала.
5. Что называется скважностью периодического дискретного (импульсного) сигнала?
6. Что называется фронтом импульса?
7. Что называется спадом импульса?
8. Что называется периодом периодического дискретного (импульсного) сигнала?
9. Что называется длительностью импульса?

Теоретическая часть

1. Теоретические сведения о генераторах импульсных сигналов

В импульсной технике, в различных блоках и устройствах телекоммуникационных систем, систем обработки информации, систем охраны и др. широко применяются генераторы прямоугольных импульсов, которые относятся к релаксационным генераторам. Релаксационными называются генераторы, в которых медленные изменения чередуются со скачкообразными изменениями. Такими колебаниями называются, в частности, последовательность прямоугольных и пилообразных импульсов. Рассмотрим параметры одиночного импульса и импульсной последовательности. Затем рассмотрим принцип построения генераторов прямоугольных импульсов.

Параметры одиночного импульса

Введем понятие об основных параметрах импульсов на примере реального прямоугольного импульса. Как показано на рис. 1 такой импульс имеет передний фронт, срез (задний фронт) и плоскую вершину (участок импульса между фронтами). На рисунке показан также *спад плоской вершины* (ΔU) и, как следствие, небольшой выброс напряжения. Параметрами реального импульса являются его амплитуда, его длительность, длительность и крутизна фронтов, а также мощность в импульсе.

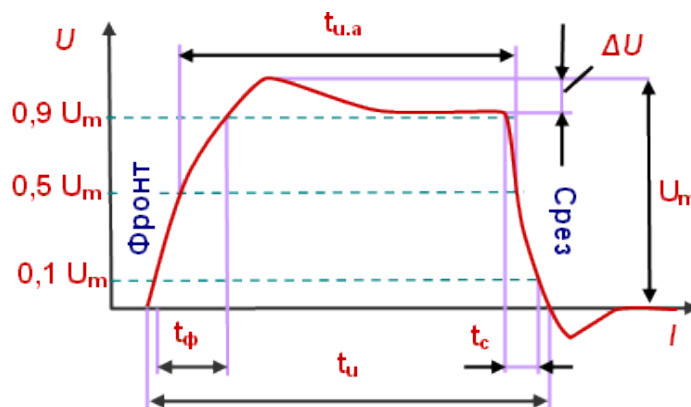


Рисунок 1

Наибольшее значение напряжения или тока импульса является его амплитудой. Амплитуда импульса $U_m(I_m)$ выражается в вольтах (В), киловольтах (кВ), милливольтках (мВ), микровольтах (мкВ) или амперах (А), миллиамперах (мА), микроамперах (мкА).

За активную длительность импульса $t_{u.a.}$ принимают промежуток времени, измеренный на уровне, соответствующем половине амплитуды. Иногда длительность импульсов определяют на уровне $0,1 U_m (0,1 I_m)$ или по основанию импульса. Наиболее часто длительность импульса определяется по основанию и обозначаться t_u (см. рис. 1). Длительность импульса выражается в единицах времени: секундах (с), миллисекундах (мс), микросекундах (мкс) и наносекундах (1 нс).

Длительность переднего фронта импульса определяется временем нарастания импульса, а длительность среза — временем спада импульса. Наиболее часто пользуются понятием активной длительности фронта t_f , за которую принимают время нарастания импульса от $0,1 U_m$ до $0,9 U_m$. Аналогично длительность среза t_c — время спада импульса от $0,9 U_m$ до $0,1 U_m$ (см. рис. 1).

Обычно длительность t_f и t_c составляет единицы процентов от длительности импульса. Чем меньше t_f и t_c по сравнению с t_u тем больше форма импульса приближается к прямоугольной. Иногда вместо t_f и t_c фронты импульса характеризуют скоростью нарастания (спада). Эту величину называют *крутизной S фронта (среза)* и выражают в вольтах в секунду (В/с), киловольтах в секунду (кВ/с) и т. д. Для прямоугольного импульса приближенно

$$S = U_m / t_f.$$

Энергия W импульса, отнесенная к его длительности, определяет мощность в импульсе: $P_u = W/t_u$. Она выражается в ваттах (Вт), киловаттах (кВт), мегаваттах (МВт).

Параметры импульсной последовательности

Кроме параметров, присущих одиночному импульсу, импульсная последовательность характеризуется дополнительными параметрами: периодом повторения импульсов, частотой повторения импульсов,

коэффициентом заполнения, скважностью импульсов, а также средним значением импульсного колебания и средней мощностью.

Промежуток времени T между началом двух соседних однополярных импульсов (см. рис. 2) называют периодом повторения (следования) импульсов. Он выражается в единицах времени: секундах (с), миллисекундах (мс) и микросекундах (мкс). Величину, обратную периоду повторения, называют частотой повторения (следования) импульсов. Она определяет количество периодов в течение 1 с и выражается в герцах (Гц), килогерцах (кГц) и т. д.

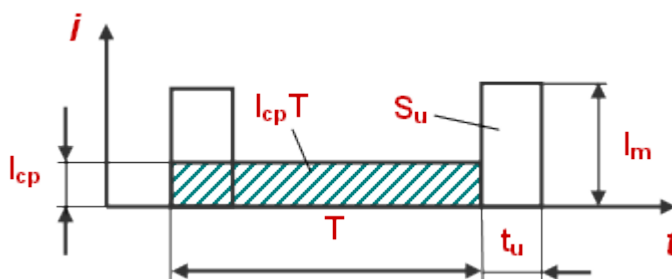


Рисунок 2

Часть периода T занимает пауза t_n — отрезок времени между окончанием и началом двух соседних импульсов, т. е. $t_n = T - t_u$. Отношение длительности импульса к периоду повторения называют коэффициентом заполнения $\gamma = t_u/T$. Коэффициент заполнения — величина безразмерная, всегда меньше единицы.

Величину, обратную коэффициенту заполнения, называют скважностью импульсов $q = 1/\gamma = T/t_u$. Скважность тоже безразмерная величина, но больше единицы.

При определении среднего за период значения импульсного колебания $U_{cp}(I_{cp})$ напряжение или ток распределяют равномерно на весь период так, чтобы площадь прямоугольника $I_{cp} T$ (рис. 2) была равна площади импульса S_u .

Так, для прямоугольного импульса

$$S_u = I_m t_u \text{ и } I_{cp} T = I_m t_u / T = I_m \gamma = I_m / q.$$

т. е. среднее значение тока (напряжения) прямоугольного импульсного колебания в q раз меньше амплитудного.

Энергия W импульса, отнесенная к периоду T , определяет среднюю мощность импульса $P_{cp} = W/T$.

Сравнивая выражения P_u и P_{cp} , получим

$$P_u t_{и} = P_{cp} T \quad P_u = P_{cp} T / t_{и} = P_{cp} q \quad \text{и} \quad P_{cp} = P_u t_{и} / T = P_u / q.$$

т. е. средняя мощность и мощность в импульсе отличаются в q раз. Отсюда следует, что мощность в импульсе, которую обеспечивает генератор, может в q раз превосходить среднюю мощность генератора.

Принцип построения генераторов импульсных последовательностей

Подобно генераторам синусоидальных (гармонических) колебаний, релаксационные генераторы преобразуют энергию источника постоянного тока в энергию электрических колебаний. Отличие заключается в том, что в генераторе гармонических колебаний LC-типа происходит непрерывный обмен энергией между конденсатором и катушкой контура и за период расходуется обычно небольшая часть энергии, полученной от источника. В релаксационном же генераторе в течение одной части периода энергия запасается в реактивном элементе только одного типа, обычно конденсаторе, а в другую часть периода энергия выделяется в виде теплоты в резисторах схемы. Усилительный элемент работает в данном случае в ключевом режиме, переключая конденсатор с зарядки на разрядку и обратно.

Релаксационные генераторы могут работать в автоколебательном и ждущем режимах, а также в режиме синхронизации и деления частоты. В автоколебательном режиме колебания генерируются непрерывно. В ждущем режиме генератор «ждет» поступления запускающего сигнала, с приходом которого генерирует один импульс. В режимах синхронизации и деления частоты длительность периода колебаний в данном генераторе строго определяется параметрами напряжения другого генератора.

К релаксационным генераторам, вырабатывающим электрические колебания, близкие по форме к прямоугольным, относятся мультивибраторы и блокинг-генераторы.

Мультивибраторы выполняют на операционных усилителях, цифровых интегральных микросхемах, а также на дискретных элементах (транзисторах, логических элементах и др.).

Блокинг-генераторы имеют в своем составе, кроме прочих элементов, импульсный трансформатор. Поэтому на цифровых интегральных микросхемах его полностью реализовать нельзя. Их часто выполняют на дискретных элементах. Как и мультивибратор, они могут работать в автоколебательном, ждущем режиме, а также в режиме синхронизации и деления частоты.

На рисунке 3 представлен автоколебательный мультивибратор на транзисторах.

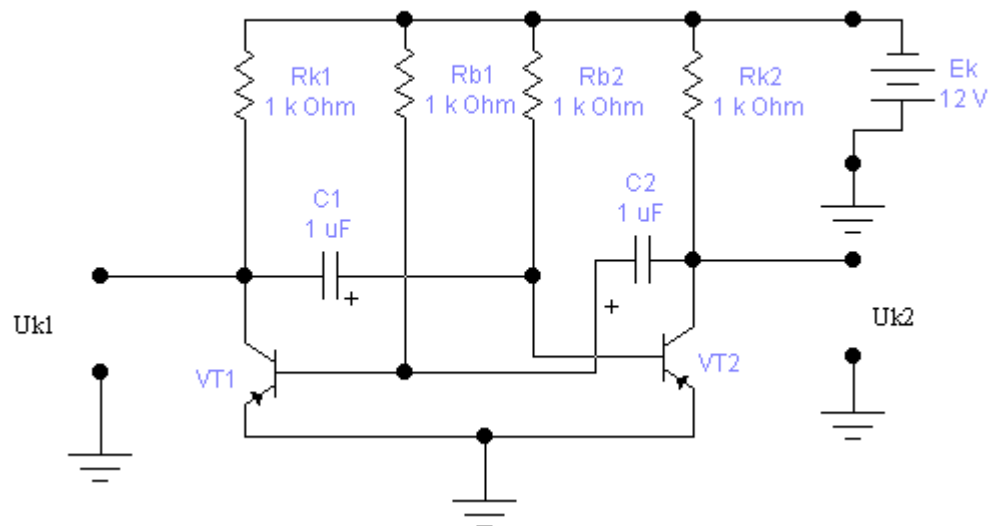


Рисунок 3

Структурная схема мультивибратора на транзисторах

Действие данного мультивибратора основано на следующих положениях. Прямоугольные импульсы формируются на коллекторах транзисторов: плоская вершина – когда транзистор заперт и его коллектор имеет

относительно (по абсолютному значению) потенциал; пауза между импульсами – когда транзистор насыщен и потенциал его коллектора мал, а фронты – когда транзистор переходит из запертого состояния в насыщенное и наоборот.

Возможность построения генераторов на логических элементах (И-НЕ, ИЛИ-НЕ и др.) обусловлена тем, что они имеют несколько входов, по каждому из которых ими можно управлять. Кроме этого, выходным каскадом в логических элементах является усилитель (инвертор), что дает возможность на них мультивибратор, аналогичный мультивибратору на транзисторных ключах.

Автоколебательный мультивибратор на логических элементах

Схема автоколебательного мультивибратора приведена на рис. 4. Входы каждого из элементов $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$, соединены, т. е. элементы использованы как усилители-инверторы. Выход одного элемента связан с входом другого цепью C_1-R_2 (C_2-R_1), за счет чего (так же, как и в схеме транзисторного мультивибратора) создается положительная обратная связь.

Диоды $VD1$, $VD2$ являются защитными, напряжение на них не может быть ниже $U_{д\text{ отп}} \approx -0,7$ В. В отсутствие $VD1$, $VD2$ на входы элементов через конденсаторы будут передаваться значительные отрицательные перепады напряжений, что выведет микросхемы из строя. Если защитные диоды имеются внутри самих микросхем, то необходимость их установки снаружи отпадает. Процессы в рассматриваемом мультивибраторе в значительной степени аналогичны процессам в транзисторном автоколебательном мультивибраторе. Разница состоит в том, что элемент входит в активный усилительный режим, когда потенциал его объединенных входов достигает отличного от нуля порогового уровня. С этого момента в схеме может развиваться лавинообразный процесс.

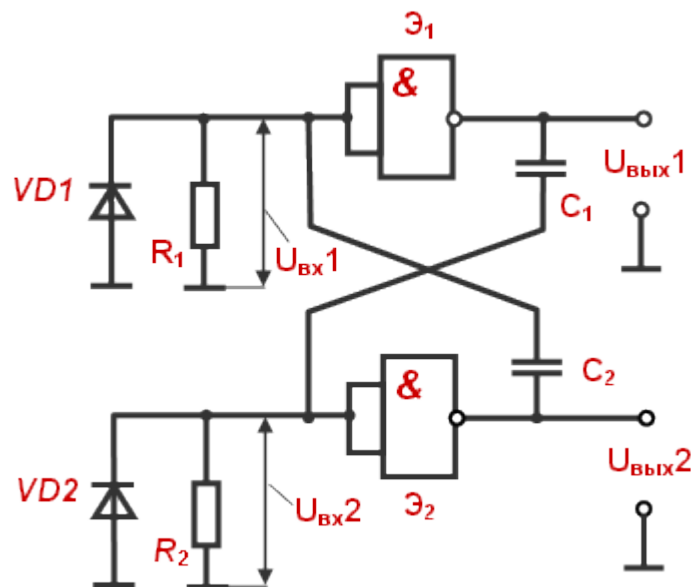


Рисунок 4

Изменения потенциалов на входах и выходах элементов $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ обусловлены перезарядкой конденсаторов C_1 и C_2 .

Длительности импульсов на выходе элементов $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ соответственно равны

$$t_{u1} = 2,3 C_2 (R_1 + R_{\text{вых}2}) \lg(U^1/U_{\text{пор}}), \text{ и } t_{u2} = 2,3 C_1 (R_2 + R_{\text{вых}1}) \lg(U^1/U_{\text{пор}}),$$

где $R_{\text{вых}}$ — выходное сопротивление элемента; U^1 — напряжение логической единицы; $U_{\text{пор}}$ — пороговый уровень элемента.

Период колебаний мультивибратора

$$T = t_{u1} + t_{u2}.$$

При $C_1 = C_2 = C$, $R_1 = R_2 = R$ (симметричный мультивибратор)

$$T = 4,6 C (R + R_{\text{вых}}) \lg(U^1/U_{\text{пор}}).$$

Пример:

Оценим длительность импульса, формируемого мультивибратором (см. рис. 4), если $C_1 = C_2 = 7500$ пф, $R_1 = R_2 = 510$ Ом, ($U^1 = 3,5$ В, ($U_{\text{пор}} = 1,5$ В, $R_{\text{вых}} = 40$ Ом.

$$t_{\text{и}} = 2,3(510 + 40) \cdot 7500 \cdot 10^{-12} \lg 3,5/1,5 = 3,5 \text{ мкс.}$$

Недостатком мультивибратора (рис. 4) является возможность такого состояния, при котором оба элемента оказываются одновременно закрытыми

(например, при медленном нарастании питающего напряжения при включении). Чтобы колебания могли появиться, рассмотренную схему дополняют элементом И и соответствующими связями (рис. 5).

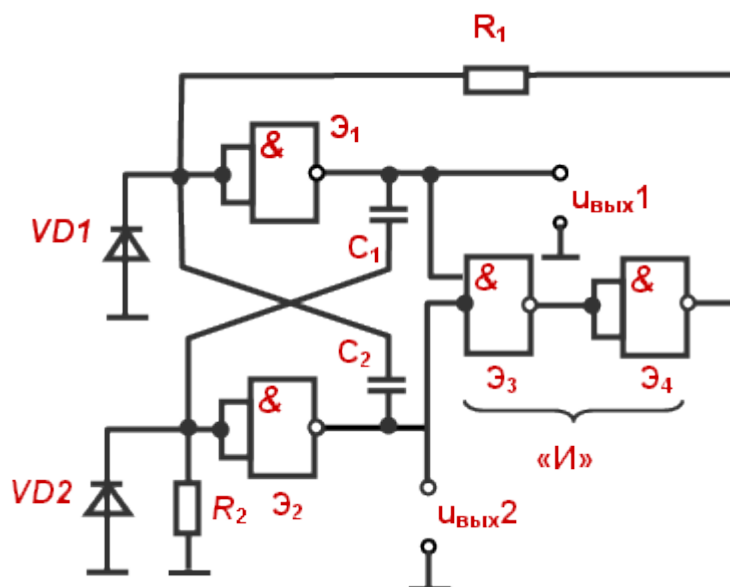


Рисунок 5

Часть схемы, левее элементов $\mathcal{E}_3$, $\mathcal{E}_4$ подобна схеме рис. 4. Если мультивибратор работает нормально (т. е. Имеют место состояния, когда один из элементов $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ заперт, а другой отперт), то на входе элемента И ($\mathcal{E}_3$ и $\mathcal{E}_4$) разные логические уровни, и на его выходе — лог. 0. При этом правый по схеме вывод резистора R_1 через низкое выходное сопротивление открытого элемента $\mathcal{E}_4$, по существу, соединен с «землей» — принципиально схема аналогична приведенной на рис. 4. Если элементы $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ одновременно заперты, на входах элемента И лог. 1 и лог. 1 с выхода $\mathcal{E}_4$ открывается элемент $\mathcal{E}_1$ — в схеме появляются условия для возникновения колебательного процесса.

Исследовательская часть

2. Исследование параметров генератора импульсных сигналов

22. Воспользовавшись программой WEWB необходимо собрать схему генератора импульсных сигналов в соответствии с рисунком 6.

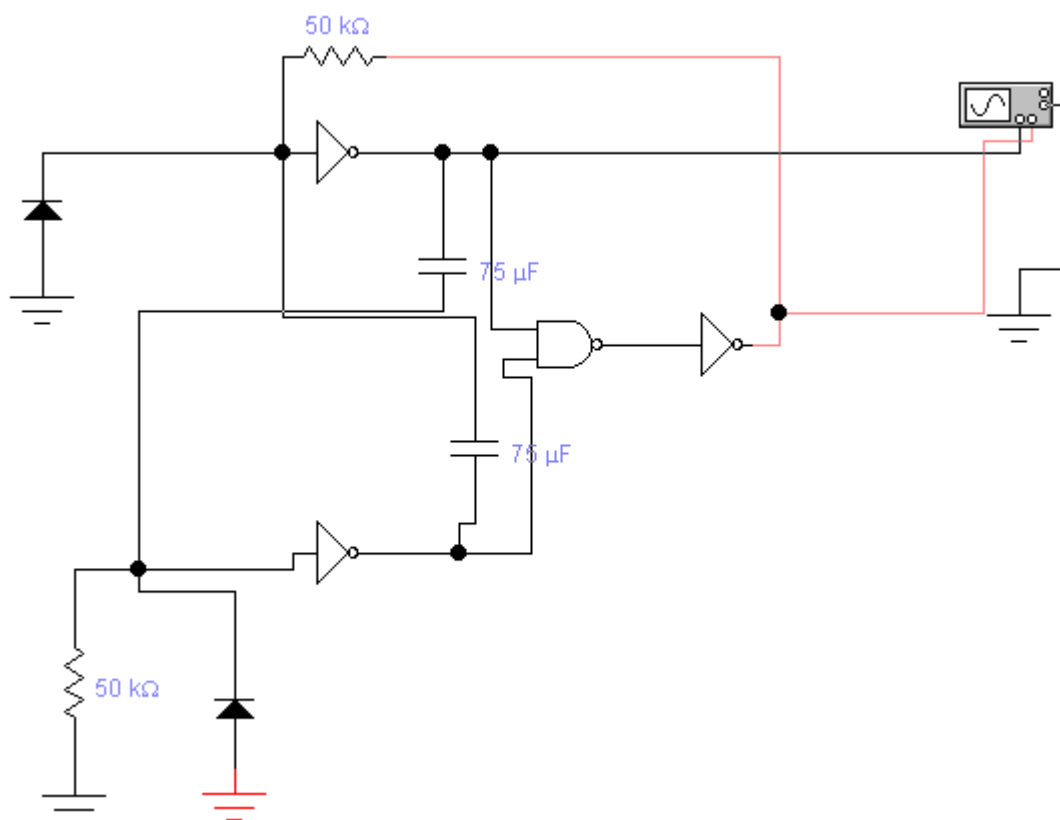


Рисунок 6

23. При этом необходимо использовать следующие параметры элементов схемы:

$$C_1 = C_2 = 7500 \text{ пф}; R_1 = R_2 = 510 \text{ Ом}; \text{ диоды – идеальные.}$$

24. Запустить схему и проверить соответствие длительности формируемой последовательности импульсов расчетным значениям, приведенным в примере.

25. Провести исследование длительности формируемых импульсов схемой 6 от параметров мультивибратора при их следующих значениях:

$$C_1 = C_2 = 8000, 9000, 10000 \text{ пф}; R_1 = R_2 = 510 \text{ Ом.}$$

26. Занести результаты измерений в таблицу 1.

Таблица 1

Параметры	Значение	Значение	Значение	Значение
-----------	----------	----------	----------	----------

	$C_1 = C_2 = 7500$ пф, $R_1 = R_2 = 510$ Ом.	$C_1 = C_2 = 8000$ пф, $R_1 = R_2 = 510$ Ом.	$C_1 = C_2 = 9000$ пф, $R_1 = R_2 = 510$ Ом.	$C_1 = C_2 = 10000$ пф, $R_1 = R_2 = 510$ Ом.
Расчетное значение длительности импульса $t_{и}$				
Расчетное значение периода импульсной последовательности T				
Экспериментальное значение длительности импульса $t_{и}$				
Экспериментальное значение периода импульсной последовательности T				

27.Зарисовать осциллограммы, наблюдаемые на обоих входах осциллографа и пояснить их расхождение.

28.Сделайте выводы по результатам исследования.

29.Оформите отчет о проделанной работе согласно образцу

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

Тема 8. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) (Open System Interconnection, OSI). Принципы коммутации и маршрутизации в сетях передачи информации.

Лабораторная работа № 15-16.

Исследование характеристик компьютерной сети с различной топологией.

1. Цель занятия

1. Изучить назначение и порядок использования программы NetCracker.
2. Получить навыки составления сегментов сети различной топологии при помощи программы NetCracker.
3. Исследовать характеристики простейшей сети при помощи программы Netcracker.
4. Получить практические навыки исследования и анализа компьютерных сетей.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

2. Подготовка к занятию

- Назовите назначение сети передачи информации.
- Дайте определение топологии сети передачи информации.
- Назовите основные функции, выполняемые сетями передачи информации.
- Дайте определение и поясните основные функции коммутатора сети передачи информации

3. Распределение времени занятия:

<u>Всего: 180 мин</u>	
Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	15 мин

Программа лабораторной работы

1. Изучение порядка создания нового проекта сети передачи информации с помощью NetCracker	40 мин
2. Исследование сети передачи информации с произвольной топологией	40 мин
3. Оформление отчета	60 мин

Проверка выполнения заданий
Заключительная часть

15 мин
3 мин4.

Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, классная доска, маркеры.

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения практического занятия «EWB»

7. Основные теоретические сведения

7.1. Изучение порядка создания нового проекта сети передачи информации с помощью NetCracker

Модель сети, которую Вы создаете с NetCracker, называется Проектом(Project). Создание модели, которая является многоуровневой, или иерархической, делит Проект на несколько подпроектов. Каждый такой подпроект может рассматриваться в его собственном окне.

Когда Вы запускаете новый Проект, NetCracker открывает новое окно с именем Тор, которое является верхним уровнем в вашей Проектной иерархии. Для простого Проекта, Тор может быть единственным рабочим окном.

Каждое название рабочего окна может изменяться, используя диалог Site Setup

Проект может содержать неограниченное число рабочих окон.

► Чтобы создать проект NetCracker:

1. Запустите новый Проект.

В меню Файл(File) выберите Новый(New). NetCracker создаст новый Проект и откроет новое окно с именем Тор.

2. Назовите файл проекта.

Выберите Сохранить как(Save as) в меню Файл(File) и отредактируйте текст названия в окне диалога Save As. NetCracker автоматически назначит расширение файла .NET

Добавление Устройства в Проект

Каждое устройство в базе данных NetCracker содержит детализированную информацию, предоставленную продавцом или другими источниками. Вы можете просматривать эту информацию, выбирая объект в рабочем окне, затем обращаясь к его окну диалога Properties.

► Чтобы добавить компоненты к рабочему окну NetCracker

1. Выберите тип устройства в браузере Устройств.

а) Используйте один из следующих методов отобразить браузер Устройства, если он еще не отображен:

•Нажмите значок браузер Устройства  в подокне Браузера.

•В меню View выберите команду Database Browser.

.

Браузер Базы данных изображен на рисунке 1.

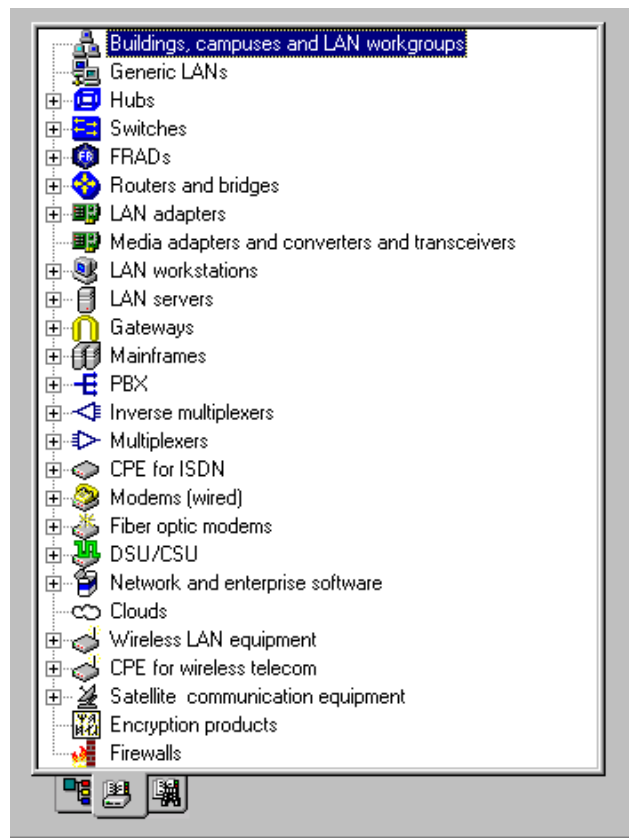


Рисунок 1-Броузер базы данных Устройства

б) Используйте полосу прокрутки, чтобы просмотреть базу данных, чтобы найти различные типы устройства.

в) Разверните нужную папку, если это еще не сделано, нажимая на символ +  **Routers and bridges**.

г) Тогда, нажмите на нужную категорию, чтобы высветить ее и отобразить соответствующие образы устройства в подокне образов.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Значок Устройства(Devices) в подокне образов должен быть выбран, чтобы видеть устройства в подокне образов.

- Для каждого устройства типовые, универсальные устройства включены в верхний уровень и могут быть отображены и выбраны из подокна образов. Универсальные устройства представляют тип устройства, функционируют как тип устройства, но не содержат специализированных характеристик.

2. Выберите устройство, нажав на него, перемещая его в подокно Проекта, и отпустив кнопку мыши.

Просмотр Конфигурации устройства

► Чтобы Рассмотреть конфигурацию устройства:

Используйте один из следующих методов, чтобы открыть диалог Кофигурация:

- Дважды щелкните на устройстве.

- Щелкните правой кнопкой мыши на устройстве (не контейнере), затем в локальном меню выберите команду Open.(Открыть)
- Выберите устройство (не, контейнер), затем в меню Object выберите команду Open.
- Выберите устройство, затем в меню Object выберите команду Configuration.

Диалог Конфигурация изображен на рисунке 2.

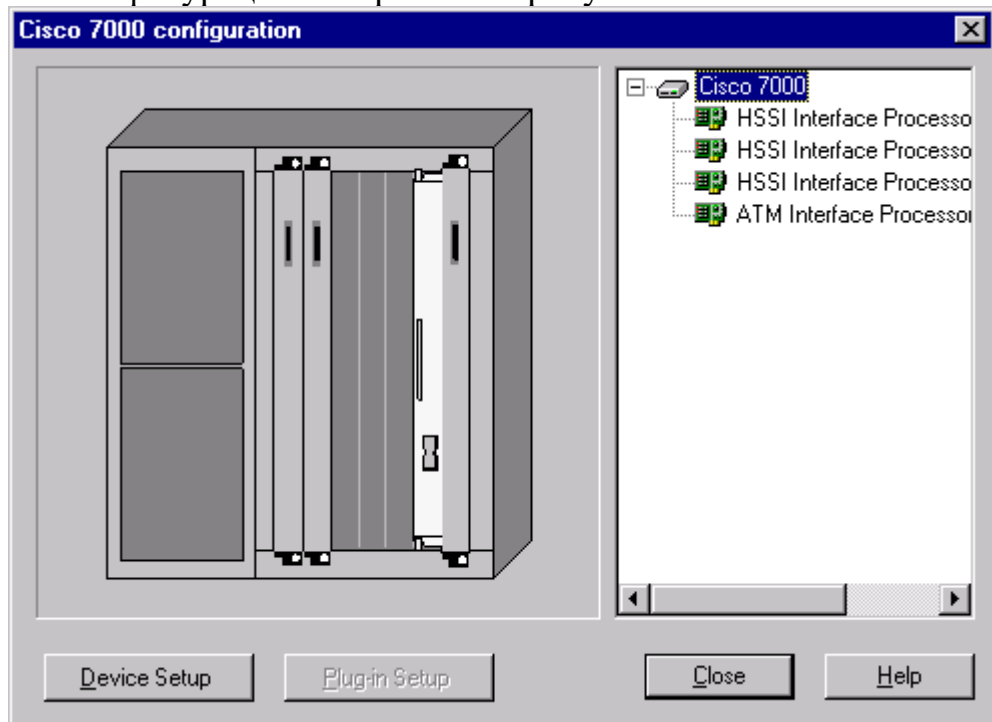


Рисунок 2 – Диалог Конфигурации

Рассмотрите конфигурацию устройства, нажимая кнопку Device Setup, чтобы открыть блок диалога Device Properties.

Рассмотрите конфигурацию съемных блоков, нажимая кнопку Plug-in Setup, чтобы открыть окно диалога Device Properties для съемных блоков (рисунок 3).

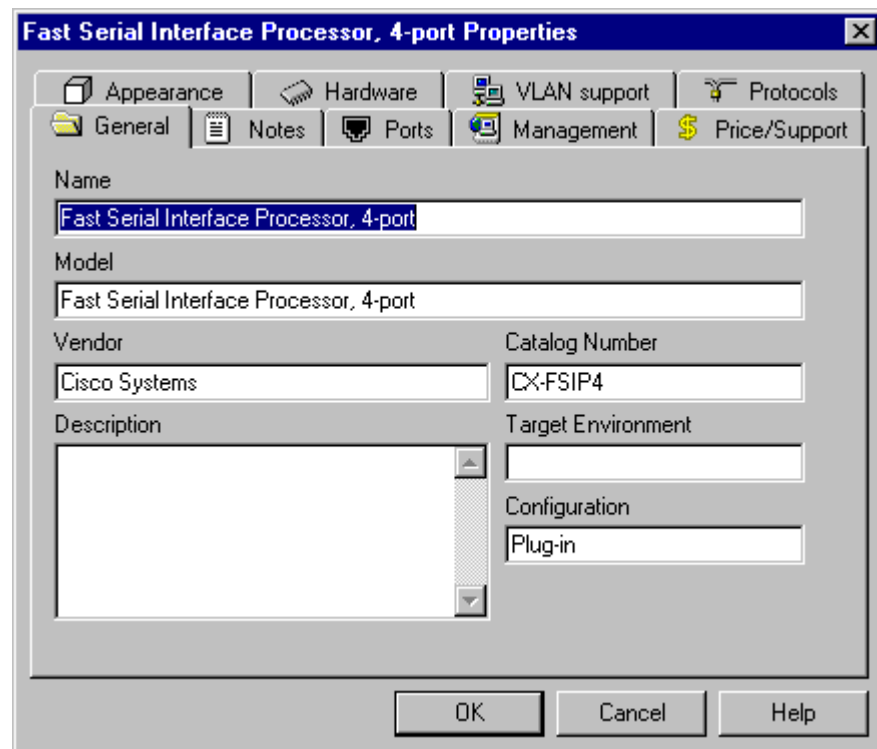


Рисунок 3 - Окно диалога Device or Plug-in Properties

Просмотр или изменение свойств устройства

► Чтобы просмотреть или изменить свойства устройства

Используйте один из следующих методов обратиться к диалогу Свойств:

- Правый щелчок на устройстве и выбор Свойства в локальном меню.
- Выделите устройство, и выберите Свойства из меню Object.
- Выберите нужный значок в диалоге Свойств, затем введите, удалите, или измените информацию в нужном поле(ях).
- Нажмите кнопку ОК, чтобы применить ваши изменения и закрыть диалог, или нажмите кнопку Cancel, чтобы закрыть окно диалога Properties без изменения свойств устройства.

Соединение Устройств в Рабочем Окне

Проверка связности предотвращает Вас от соединения несовместимых устройств. Чтобы связать два совместимых устройства в том же самом окне, следуйте этим правилам:

► Чтобы связать устройства в том же самом рабочем окне:

1. В активном окне нажмите кнопку Link Devices .
- Указатель теперь в режиме Link.
2. Нарисуйте связь между этими двумя устройствами.

Используйте любой из этих методов:

- Нажмите на одно устройство, переместите указатель на другое устройство, и нажмите на него.

•Нажмите на одно устройство, переместите мышь на другое устройство, и отпустите кнопку мыши. NetCracker откроет блок диалога Link Assistant рисунок 4.

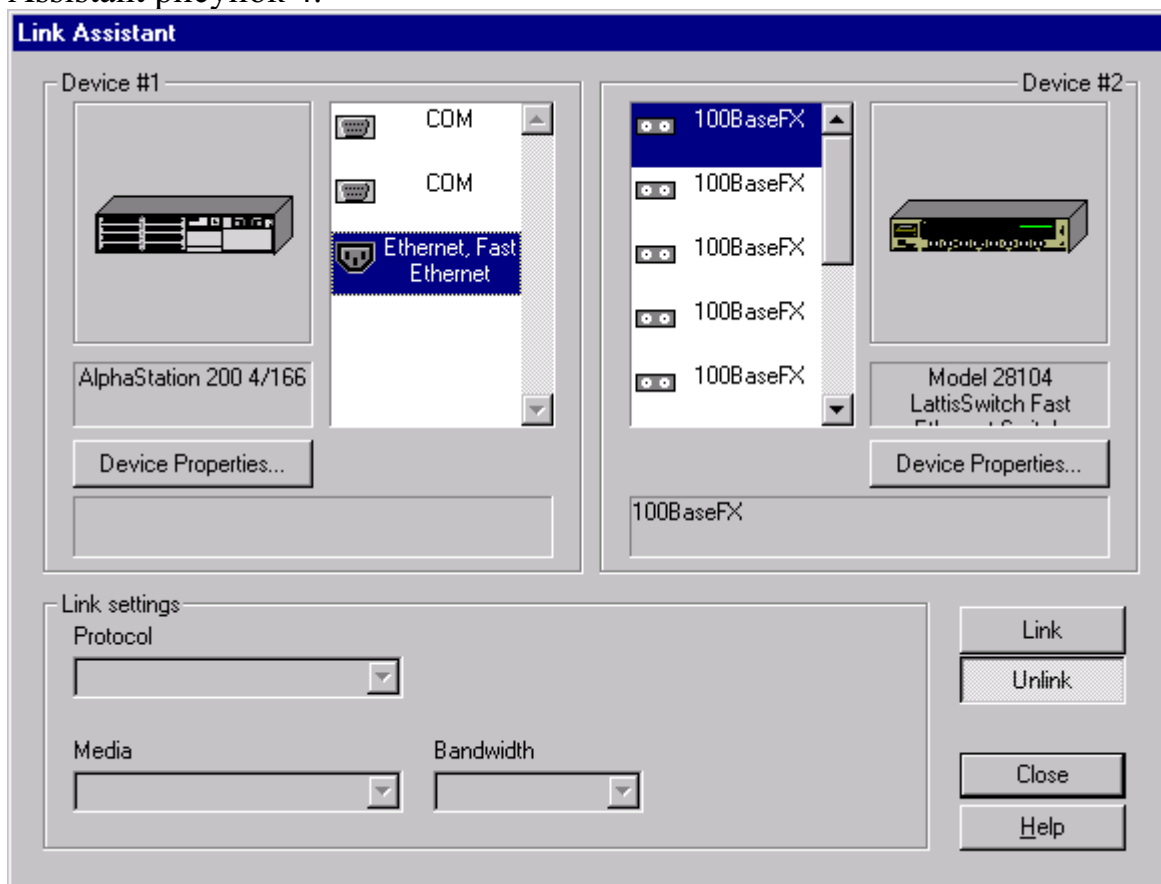


Рисунок 4 - Диалог Link Assistant

3. Установите соединение.

По умолчанию, Link Assistant предлагает связать первый доступный порт на каждом устройстве. Нажмите кнопку Link, чтобы принять значения по умолчанию или выберите другие порты и нажмите кнопку Link.

4. Откорректируйте установки соединения, в случае необходимости.

Как только соединение установлено, NetCracker отображает установки соединения. Вы можете изменять протокол, средства, длину связи, и ширину полосы частот как необходимо.

Продолжите в режиме Link Devices установите другие соединения. Чтобы вернуться к стандартному указателю , нажмите кнопку  на панели Режимы.

Просмотр Пути Между Устройствами

NetCracker прослеживает путь данных между источниками трафика и адресатами трафика.

► Чтобы проследить путь данных между источником и адресатом:

1. В активном окне Site, нажмите кнопку Trace Path .

Курсор указывает, что Вы находитесь в режиме Trace Path ().

2. Нажмите на источник трафика / вызова (устройство).

3. Нажмите на адресата трафика / вызова (устройство).

Или источник трафика или адресат трафика могут быть в любом окне на любом уровне иерархии проекта.

NetCracker отображает путь между источником и адресатом, высвечивая путь в красном цвете.

Назначение Трафика или Вызовов

Любой компонент, способный к производству нагрузки - генератор трафика. Для NetCracker, генераторы трафика - все контейнерные объекты (локальные вычислительные сети, здания, города, кампусы) также как рабочие станции, серверы, и периферийные устройства.

Перед назначением трафика или профиля вызова, Вы можете установить соединение между устройствами. См. Соединение Устройств. Трафик и профили Вызова могут быть назначены на компоненты, которые не связаны.

► Чтобы назначить Профиль вызова или Трафик:

1. В активном окне Site, нажмите Set Traffic, Set Voice Calls или Set Data Calls

Указатель теперь в режиме Set Traffic или Set Call

2. Нажмите на одно устройство, переместите указатель на другое устройство, и нажмите на него.

NetCracker откроет окно диалога Profiles.

3. Назначьте Профиль.

Выберите Трафик или профиль Вызова в диалоге Профилей, и нажмите кнопку Assign, чтобы применить ваши изменения и закрыть окно диалога.

Возвратитесь Стандартному курсору , нажимая кнопку  на панели Режимы (Modes).

Как Отображать Статистику

NetCracker Professional способен к вычислению и отображению разнообразия статистической информации, связанной с сетевой деятельностью. Любое устройство, соединение или поток данных могут иметь статистику. Статистическая информация может быть отображена в форме чисел, гистограммы, или гистограммы. Можно также распечатать как отчет или послушать(нужна звуковая карта и колонки).

► Чтобы установить статистику для устройств и соединений:

1) Выберите устройство или соединение

2) Откройте меню Object, и выберите Статистика, или правый щелчок, чтобы открыть локальное меню и выбирать Статистика.

3) Используйте Диалог Статистика, чтобы выбрать то, какую статистику Вы хотите отобразить и как.

► Чтобы установить статистику для потока данных:

1) Откройте диалог Поток Данных.

2) Выберите поток данных, и нажмите кнопку Statistics.

3) Используйте Диалог Статистика, чтобы выбрать то, какую статистику Вы хотите отобразить и как.

► Чтобы напечатать статистическую информацию как отчет из меню Tools выберите Report, затем выберите статистический отчет или используйте мастера.

Получение Отчета

NetCracker создает отчет оборудования типа Накладной.

► Получить predetermined отчет оборудования

Выберите пункт меню Tools, и затем выберите подменю Reports. Выберите отчет, который Вы хотите создать.

► Чтобы выбрать один из определенных отчетов

Выберите меню Tools, тогда подменю Reports, и выберите команду Wizard. Это открывает Мастера Отчета.

Отчет откроется в отдельном окне. Вы можете использовать навигационную панель, чтобы рассмотреть отчеты. Вы можете также напечатать отчет.

Для получения отчета о моделировании в меню программы «Tools/Reports» выберите пункт «Wizard». В появившемся окне выберите тип отчёта «Statistical/Data Flows/Application Statistics». Нажмите «OK».

В появившемся отчёте смотрите пункт «Travel time» - время доставки сообщения между абонентами. Посчитайте среднее время доставки сообщения по сети. Среднюю загрузку сети вы сможете найти на верхнем уровне модели.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

9 Контрольные вопросы

5. Назовите основные элементы управления программы NetCracker.

6. Приведите порядок создания проекта в программе NetCracker.

7. Приведите порядок получения отчета о результатах исследований в программе NetCracker.

10. Методические рекомендации по проведению исследований

10.1 Исследование сети передачи информации с произвольной топологией

Откройте Новый Проект

Нажмите New в меню File. NetCracker открывает новое окно Top.

Переместите две рабочие станции на Страницу Проекта.

Просмотрите базу данных Устройств, и дважды нажмите LAN workstations ★ Workstations ★ Generic devices. NetCracker отображает доступные рабочие станции в Подокне Образов. Выделите и вытащите 2 рабочие станции на страницу.

Добавьте плату Ethernet.

Используйте браузер базы данных Устройств, чтобы найти адаптеры локальной вычислительной сети (LAN adapters) и дважды нажмите на этой папке. Тогда дважды щелкните на папке Ethernet. Нажмите на папке Generic devices Перетащите и отпустите универсальную плату Ethernet, выбрав ее из Подокна Образов и поместив на одной из рабочих станций. Обратите внимание, что курсор изменится от знака остановки до знака "плюс", когда Вы перемещаете плату по рабочей станции. Повторите то же для второй рабочей станции.

Добавьте свич

Возвратесь к базе данных Устройств. Дважды щелкните Switches ★ Workgroup ★ Ethernet и вытащите устройство из Подокна Образов.

Соедините рабочие станции и свич.

- а) Нажмите кнопку Link Devices на панели Режимы 
- б) С указателем в режиме Link, щелкните на одной рабочей станции, а затем на свиче. NetCracker откроет окно диалога Link Assistant.
- в) Примите заданные по умолчанию значения портов и создайте соединение нажав кнопку Link и затем Close.
- г) Выполните Быстрое Соединение, нажав на свич, и удерживая клавишу SHIFT и нажимая на кнопку мыши, переместить курсор на вторую рабочую станцию. Отпустите КЛАВИШУ SHIFT.

Сгенерируйте трафик.

- а) Чтобы установить Трафик между двумя устройствами, нажмите кнопку Set Traffic .

- б) Нажмите на одну рабочую станцию, затем нажмите на другую рабочую станцию

NetCracker откроет окно диалога Profiles.

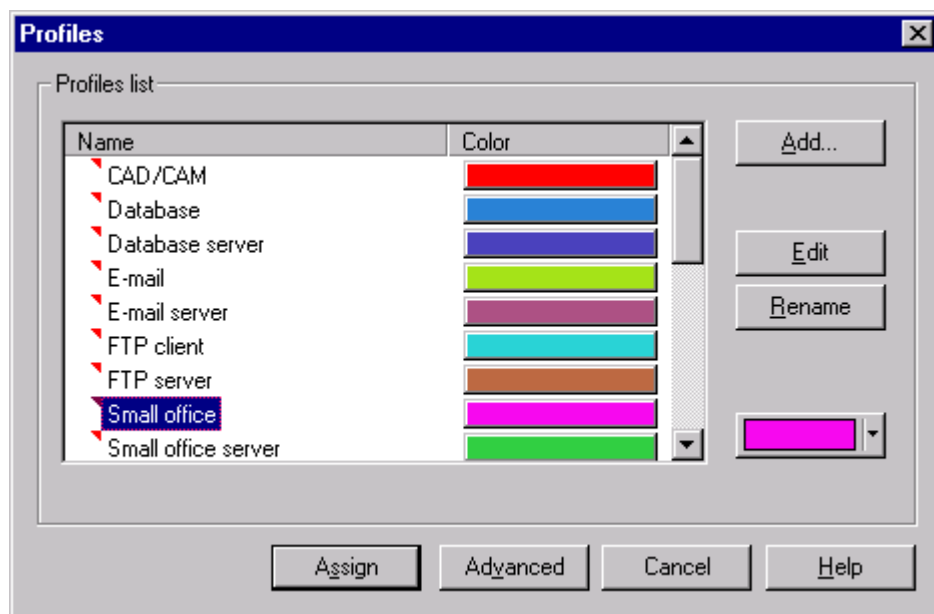


Рисунок 5 - Диалог Profiles

в) В списке Profiles, выделите профиль.

Нажмите кнопку Assign, чтобы назначить тип трафика между устройствами.

Закройте диалог Profiles.

Запуск анимации.

Нажмите кнопку Пуск  на панели Управление, чтобы видеть движение пакетов.

Сохраните Проект.

1) Остановите анимацию, используя Кнопку остановки  на панели Управления.

2) В меню File выберите команду Save.

3) Введите example.net в поле имя файла и нажмите Save.

Выход из NetCracker.

Выберите Выход в меню File, чтобы выйти из приложения NetCracker.

Исследование увеличенной компьютерной сети.

Добавьте еще сначала две рабочие станции в созданный проект, аналогичные используемым ранее. Сгенерируйте трафик и проведите исследования по ранее приведенной методике, получите отчет о результатах моделирования. Сравните его с ранее полученными результатами и сделайте выводы. Добавьте еще две рабочие станции. Сгенерируйте трафик и проведите исследования по ранее приведенной методике, получите отчет о результатах моделирования и проведите исследования времени доставки пакетов в сети. Сравните его с ранее полученными результатами и сделайте выводы.

Оформите отчет

Оформите отчет о проделанной работе согласно требований.

11. Содержание отчета о практическом занятии

По результатам выполнения практического занятия студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование занятия, ФИО студента, дату выполнения задания, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель занятия и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненного практического задания защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Для чего предназначена программа NetCracker?
2. Какие сетевые топологии позволяет моделировать программа NetCracker?
3. Какие типы сетей позволяет моделировать программа NetCracker?
4. Какими показателями характеризуются сети связи?
5. Какие статистические характеристики позволяет исследовать программа NetCracker?
6. Что понимается под проектом в программе NetCracker?
7. Какие основные окна используются для диалога с программой NetCracker?
8. Каким образом осуществляется связь совместимых устройств в программе NetCracker?
9. Каким образом осуществляется запуск модели сети в программе NetCracker?

Тема 9. Принципы построения компьютерных сетей. Технологии глобальных компьютерных сетей.

Лабораторная работа № 17-18.

Изучение характеристик компьютерной сети с коммутацией пакетов.

1. Цели работы:

1. Изучить назначение и основные показатели сетей с коммутацией пакетов.
2. Получить навыки построения модели сети АТМ с использованием среды моделирования NetCracker.
3. Исследовать характеристики сети АТМ при помощи программы NetCracker.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

Распределение времени занятия

Вступительная часть	5 минут
Проверка готовности студентов к занятию	15 минут
1 Изучение теоретического материала	50 минут
2 Выполнение практического задания (3 задания)	80 минут
3 Проверка выполнения лабораторной работы	25 минут
Заключительная часть	5 минут

2. Исходные данные:

Исходные данные необходимо взять в соответствии с пунктом 10 настоящего руководства.

3. Правила работы в лаборатории:

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

3.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.

- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

3.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

3.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

4. Аппаратное обеспечение:

Класс персональных ЭВМ, классная доска, проектор.

5. Программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 8, программа NetCracker.

6. Теория:

Теоретические сведения необходимо изучить по материалам файла «Теория к ЛР».

7. Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

9. Контрольные вопросы

1. Какая сеть называется сетью АТМ и для чего она предназначена?

2. Какие виды виртуальных соединений используются в сетях АТМ? Дайте им определения.
3. Какими основными показателями характеризуется сеть АТМ?
4. Каким стандартом определяются соединения конечной станции АТМ с коммутатором нижнего уровня?
5. На основе каких технологий реализован физический уровень сетей АТМ?
6. Дайте определение коэффициента пульсаций трафика.
7. Какова размерность и структура пакета данных в сетях АТМ?
8. Какими количественными параметрами характеризуется качество функционирования сетей АТМ?

10. Методические рекомендации по проведению исследований

10.1. Ознакомление с моделью.

Шаг 1. Откройте в Netcracker Professional файл «ПЗ№2.net». Рассмотрите предлагаемую модель вычислительной сети.

Всего она состоит из трёх частей, две из которых находятся внутри зданий, а третья – внешняя линия, соединяющая сети двух зданий на основе технологии АТМ с пропускной способностью канала ТЗ – 44,738 Мбит/с (см. рис. 1-3). Длина соединения облака АТМ с каждым зданием – 2 км.

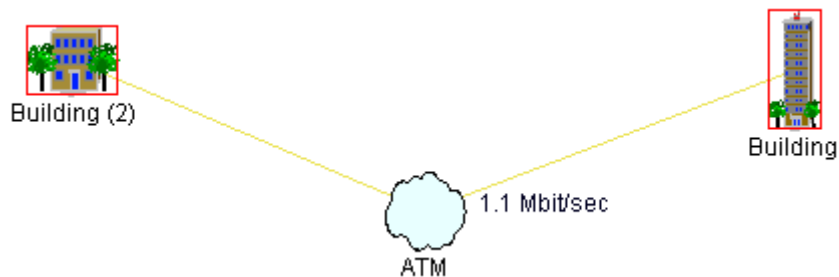


Рисунок 1 - Внешняя линия на основе технологии АТМ

Шаг 2. Двойным щелчком мыши откройте здание “Building”. В нем содержатся модем DSU/CSU, маршрутизатор Cisco 7000 с установленными модулями HSSI (для АТМ) и FastEthernet, 2 коммутатора и 6 рабочих станций.

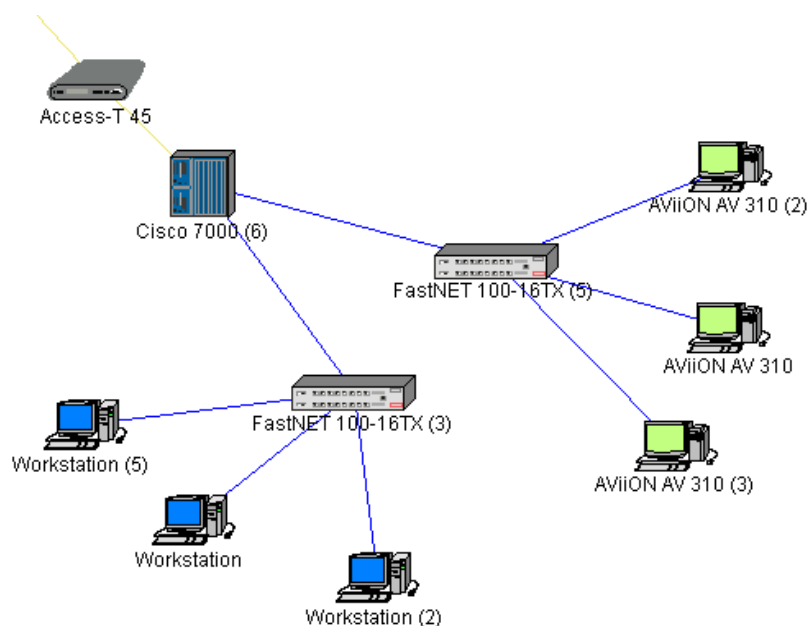


Рисунок 2 – Первый фрагмент сети ATM в здании “Building”

Шаг 3. Аналогично пункту 2 рассмотрите “Building (2)”. В нем содержатся модем DSU/CSU, маршрутизатор Cisco 7000 с установленными модулями HSSI (для ATM) и FastEthernet, 2 коммутатора и 7 рабочих станций.

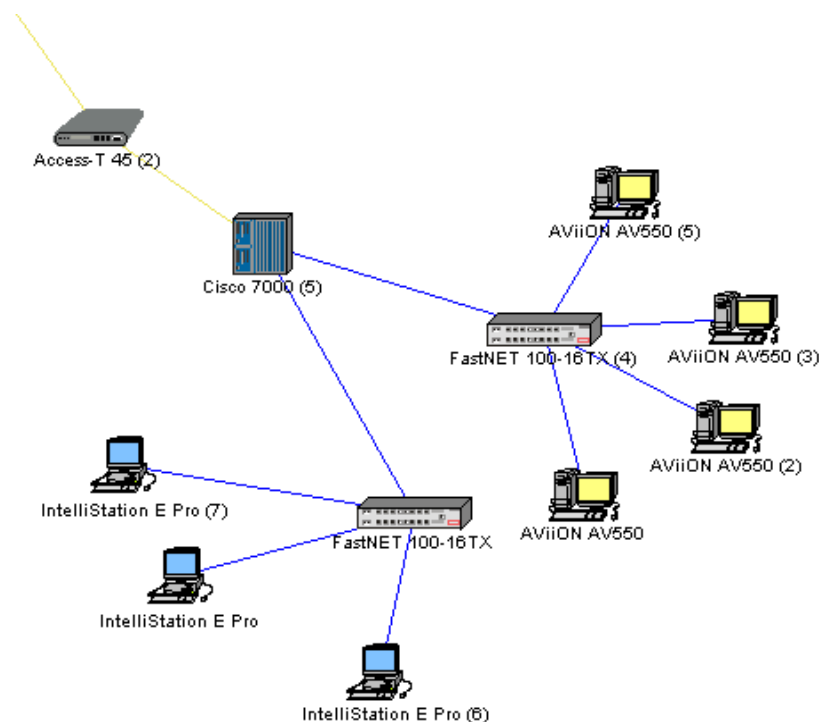


Рисунок 3 – Второй фрагмент сети ATM в здании “Building (2)”

Шаг 4. В меню Global программы выберите пункт Data Flow. В появившемся окне (рис. 4) вы можете подробно рассмотреть, как передается информация в сети.

Характеристика трафика в рассматриваемой сети выбирается в соответствии с таблицей, представленной на рисунке 4.

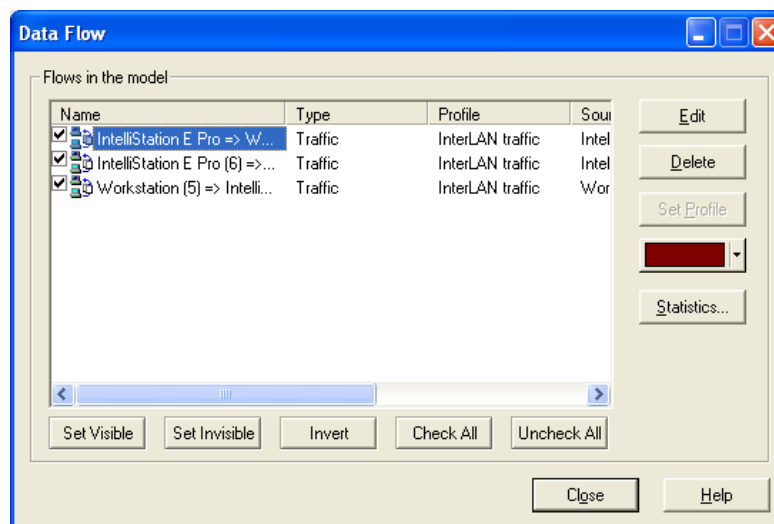


Рисунок 4 - Характеристика трафика в рассматриваемой сети

10.2. Исследование модели сети ATM

Шаг 1. Запустите модель кнопкой «Start» . Подождите секунд 15-20. Приостановите модель кнопкой «Pause/Resume».

Шаг 2. В меню программы «Tools/Reports» выберите пункт «Wizard». В появившемся окне выберите тип отчёта «Statistical/Data Flows/Application Statistics». Нажмите «OK».

В появившемся отчёте смотрите пункт «Travel time» - время доставки сообщения между абонентами. Посчитайте среднее время доставки сообщения по сети. Среднюю загрузку сети вы сможете найти на верхнем уровне модели около облака ATM.

Остановите работу модели.

10.2.1 Исследование зависимости времени доставки сообщения от степени загруженности сети (задание 1)

Шаг 1. Подготовьте таблицу следующего вида:

Таблица 1 – Результаты исследований зависимости времени доставки сообщения от степени загруженности сети

№ опыта	1	2	3
Средняя нагрузка, Мбит/с	1,4	3	5,7
Среднее время доставки, с	0,02	0,02	0,02

Внесите в столбец 1 данные, полученные ранее на данном этапе исследований.

Шаг 2. На панели инструментов выберите режим установки трафика



. В одном из зданий левой кнопкой мыши выберите машину, не взаимодействующую с другими (об отсутствии присвоенных соединений можно узнать, нажав на изображении компьютера правой кнопкой мыши и выбрав пункт меню «Associated Data Flow...»). Затем так же выделите свободный компьютер из другого здания. Появится диалоговое окно вида:

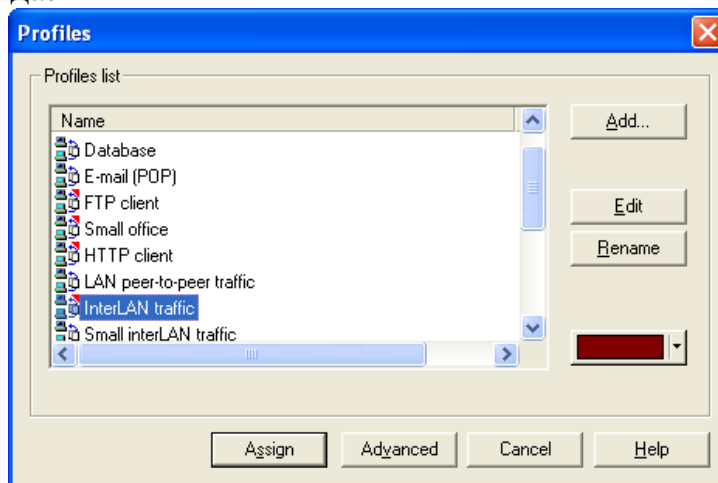


Рисунок 5 – Настройка типов трафика передаваемой информации в меню «Profiles»

Выберите тип “InterLAN traffic”. Нажмите кнопку «Assign».

Процедуру генерации трафика повторите еще два раза для оставшихся компьютеров.

Примечание. Если у вас не получается этот шаг, откройте файл «ПЗ№2 шаг 2.12.net».

Шаг 3. Запустите модель. Посчитайте среднее время доставки, внесите результаты в таблицу.

Шаг 4. Добавьте ещё 6 соединений между компьютерами разных зданий так, что бы на один компьютер приходилось не более 2-х соединений. Запустите модель. Результаты внесите в 3-й столбец таблицы.

Примечание. Если у вас не получается этот шаг, откройте файл «ПЗ№2 шаг 2.13.net».

Заполните подготовленную таблицу и сделайте выводы по результатам проведённого исследования. Учитывайте, что пропускная способность канала АТМ равна 44,738 Мбит/с, сравните со средней нагрузкой на сеть.

10.2.2. Исследование зависимости времени доставки сообщения от размера сообщения (задание 2)

Шаг 1. Подготовьте таблицу следующего вида:

Таблица 2 – Результаты исследований зависимости времени доставки сообщения от размера сообщения

№ опыта	1	2	3	4
Размер сообщения, байт	4000	6000	8000	10000
Среднее время доставки, с	0,021	0,027	0,644	0,705
Средняя нагрузка, Мбит/с	5,8	8,7	83,1	89,0

Шаг 2. Откройте окно «Global», далее «Data Flow», выберите какое-либо из соединений и нажмите кнопку «Edit». Появится окно, изображённое на рисунке 5.

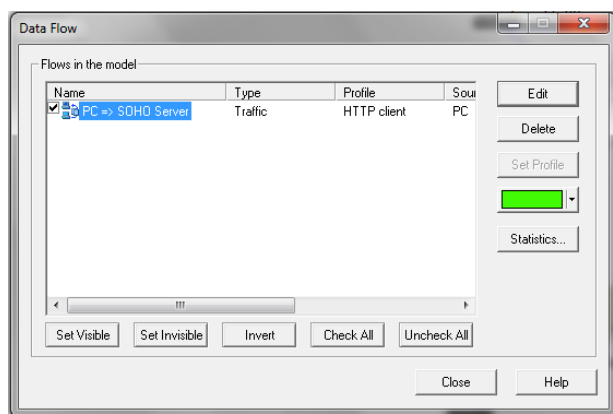


Рисунок 5 – Меню окна «Data Flow»

Шаг 3. В нём нажмите кнопку «Edit». Откроется редактор, изображённый на рис. 6.

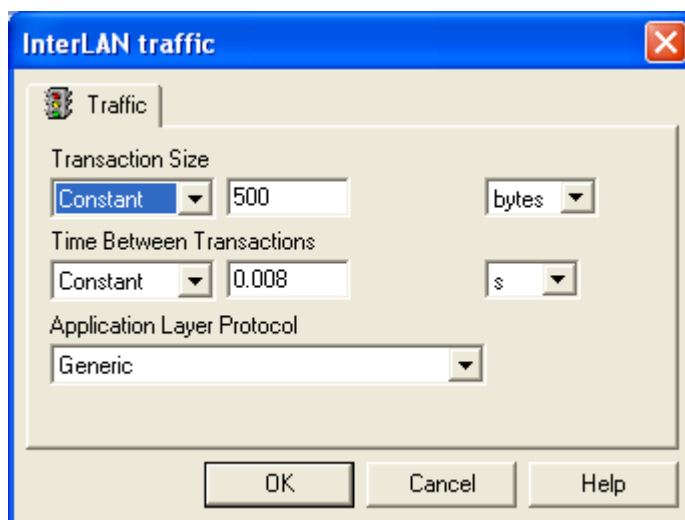


Рисунок 6 – Редактор трафика

В пункте «Transaction Size» укажите новый размер сообщения 4000 байт. Нажмите «OK». Появится диалоговое окно с вопросом – ответьте «Yes». Затем нажмите кнопку «Assign» и закройте оставшееся окно. Теперь размер передаваемого сообщения между всеми машинами будет 1000 байт.

Шаг 4. Запустите модель. Посчитайте среднее время доставки сообщения. Впишите в таблицу. Обратите внимание на увеличение степени загрузки сети (средняя загрузка облака АТМ).

Шаг 5. Заполните таблицу полностью.

Постройте график зависимости времени доставки сообщения от размера сообщения. Определите тип зависимости. Объясните, почему увеличивается время доставки сообщения, ссылаясь на особенности технологии АТМ (разбиение пакетов на ячейки). Сделайте выводы по данному пункту исследований.

10.2.3. Исследование зависимости времени доставки сообщения от размера сообщения при увеличении количества обращений к сети. (задание 3)

В исследуемой модели снова откройте окно настройки какого-либо соединения и, оставив размер сообщения равным 10000 байт, установите время между отправкой двух сообщений равным 0.004 с (в два раза меньше текущего). Запустите модель. Понаблюдайте, что происходит. Если вы увидите на маршрутизаторах или коммутаторах красные вспышки, то вам удалось нагрузить сеть АТМ до предела, и теперь некоторые пакеты просто не проходят. Найдите среднее время доставки сообщения в сети.

Для того, чтобы в подробностях рассмотреть состояние элементов сети, просмотрите отчёт из меню программы «Tools/Reports» в пункте «Wizard» «Advanced/Modules/Module Statistical Items». В этом отчёте так же будет указано количество потерянных пакетов.

Сделайте выводы на основе полученных результатов о свойствах комбинированных сетей с применением технологии АТМ. Сравните с результатами, полученными в ходе исследования моделей сетей на основе других технологий. Охарактеризуйте особенности технологии АТМ и ситуации в которых предпочтительно именно её применение.

11. Содержание отчета о практическом занятии

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, рисунки, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

Необходимо изобразить схемы исследуемой сети АТМ, представленную на рисунках 2 и 3, выполненные с использованием чертежных принадлежностей, а также результаты исследований для заданий 10.2.1-10.2.3 с выводами.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12 Задание на самостоятельную работу

Подготовить ответы на вопросы:

1. Для чего предназначена программа NetCracker?
2. Какие сетевые топологии позволяет моделировать программа NetCracker?
3. Какие типы сетей позволяет моделировать программа NetCracker?
4. Какими показателями характеризуются сети связи?

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук им. Профессора Н.И.Червякова
КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Дисциплина: Сети и системы передачи информации

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1-2
на тему: «**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДУЛЯТОРОВ
ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**»

Выполнил: студент 3 курса
направления подготовки «Информационная безопасность»

Иванов Иван Иванович

Проверил: доцент кафедры ОиТЗИ

Орел Дмитрий Викторович

Работа защищена с оценкой: _____

Ставрополь, 2026

Цели работы:

1
2
3

Программа работы

1
2
3

Ход работы**1. Теоретическая часть**

Описать основные теоретические положения по теме работы.

В ходе изучения установлено (описать пошагово все проделанные действия со скриншотами основных теоретических положений и выводами).

2. Исследовательская часть

В ходе исследования проделаны следующие действия.....
(описать пошагово все проделанные действия со скриншотами результатов).
Приводятся таблицы (графики) по результатам исследований. По результатам исследований формулируются выводы.

В заключении указываются итоги работы, производится обобщение полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы.

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся по выполнению практических занятий
по дисциплине «Сети и системы передачи информации»
для студентов направления подготовки
10.03.01 Информационная безопасность
Направленность (профиль)
«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере
профессиональной деятельности)»

Ставрополь
2026

Содержание:

Тема 1. История возникновения и современные тенденции развития систем и сетей передачи информации. Общие принципы построения телекоммуникационных систем и сетей связи.	4
Практическая работа №1	4
Тема 2. Введение в теорию сигналов. Методы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов.	7
Практическая работа №2	4
Тема 4. Помехи в каналах связи. Регенерация дискретных цифровых сигналов. Кодирование информации в системах связи.....	15
Практическая работа №4	4
Тема 5. Методы адаптации в цифровых системах передачи информации	23
Практическая работа №5	4
Тема 6. Проводные и кабельные системы связи. Волоконно-оптические системы связи	26
Практическая работа №6	4
Тема 7. Принципы распространения и использования радиоволн. Беспроводные системы передачи информации. Принципы построения радиорелейных и спутниковых систем передачи информации.....	42
Практическая работа №7	4
Тема 8. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) (Open System Interconnection, OSI). Принципы коммутации и маршрутизации в сетях передачи информации.....	46
Практическая работа №8	4
Тема 9. Принципы построения компьютерных сетей. Технологии глобальных компьютерных сетей.....	52
Практическая работа №9	4

План практических занятий
Практическое занятие № 1-2.

Тема: Изучение работы LC - генератора гармонических колебаний

1. Цели работы:

1. Изучить теоретические сведения о генераторах гармонических колебаний, выполненных на LC элементах.
2. Получить навыки измерений параметров LC –генератора гармонических колебаний.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

Время: 4 часа (180 мин)

УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программа EWB, ПЭВМ.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАНЯТИЯ

1. Вступительная часть - 5 мин
2. Проверка готовности студентов к занятию - 15 мин
3. Учебные вопросы занятия
4. Теоретические сведения о генераторах гармонических колебаний - 40 мин
5. Изучение и измерение параметров LC-генераторов гармонических колебаний - 70 мин
6. Оформление отчета - 20 мин
7. Заключение - 13 мин
8. Задание студентам для самостоятельной работы - 2 мин

Содержание занятия

Вступительная часть

Автоколебательными называются активные электрические цепи, в которых без посторонних воздействий самостоятельно возникают электрические колебания. Такие колебания называются автоколебаниями, а сами электрические цепи, в которых возникают автоколебания, - автогенераторами (или, чаще, генераторами).

Автогенераторы используются в радиотехнике связи для получения электромагнитных колебаний. В зависимости от формы вырабатываемых колебаний различают генераторы гармонических и негармонических колебаний. По принципу работы генераторы делятся на генераторы с внешней обратной связью и с внутренней обратной связью, т. е. с отрицательным сопротивлением. Наконец, различие в элементной базе пассивной части схемы генератора позволяет вести речь об LC-генераторах или о RC-генераторах. В качестве активных элементов в генераторах применяются электронные лампы, биполярные и полевые транзисторы, туннельные диоды и др.

Проверка готовности студентов к занятию

1. Приведите обобщенную структурную схему автогенератора.
2. Приведите условия возникновения незатухающих колебаний в автогенераторе.
3. Представьте структуры параллельного и последовательного колебательных контуров.
4. Представьте аналитические выражения для определения собственной частоты колебаний колебательного контура.
5. Какую функцию выполняет в автогенераторе колебательный контур?
6. Перечислите способы повышения стабильности колебаний в автогенераторе.
7. Как зависит устойчивость работы автогенератора от питающего его напряжения и стабильности параметров его составных элементов?

Теоретическая часть

1. Теоретические сведения о генераторах гармонических колебаний

Генераторы гармонических колебаний представляют собой устройства из частотно-избирательной цепи и активного элемента. По типу частотно-избирательной цепи они делятся на LC- и RC-генераторы.

Генераторы LC-типа имеют сравнительно высокую стабильность частоты колебаний, устойчиво работают при значительных изменениях параметров транзисторов, обеспечивают получение колебаний, имеющих малый коэффициент гармоник. В генераторах LC-типа форма выходного напряжения весьма близка к гармонической. Это обусловлено достаточно хорошими фильтрующими свойствами колебательного LC-контура. К недостаткам LC-генераторов относятся трудности изготовления высокостабильных температурно-независимых катушек индуктивности, а также высокая стоимость и громоздкость последних. Это особенно проявляется при создании низкочастотных автогенераторов, в которых даже при применении ферромагнитных сердечников габаритные размеры, масса и стоимость получаются значительными.

Базовые схемы LC-генераторов показаны на рис. 1. Схему на рис. 1, *а* называют индуктивной трехточкой или схемой Хартлея, на рис. 1, *б* — емкостной трехточкой или схемой Колпитца. Для обеих схем с помощью резисторов R1, R2 и Re устанавливается необходимый режим по постоянному току. Конденсаторы Cб и Се — блокировочные, конденсатор С называют *конденсатором связи*. Частота автоколебаний для обеих схем в первом приближении определяется известной формулой:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_k C_k}}. \quad (1)$$

Для схемы Колпитца:

$$C_k = C_1 \cdot C_2 / (C_1 + C_2). \quad (2)$$

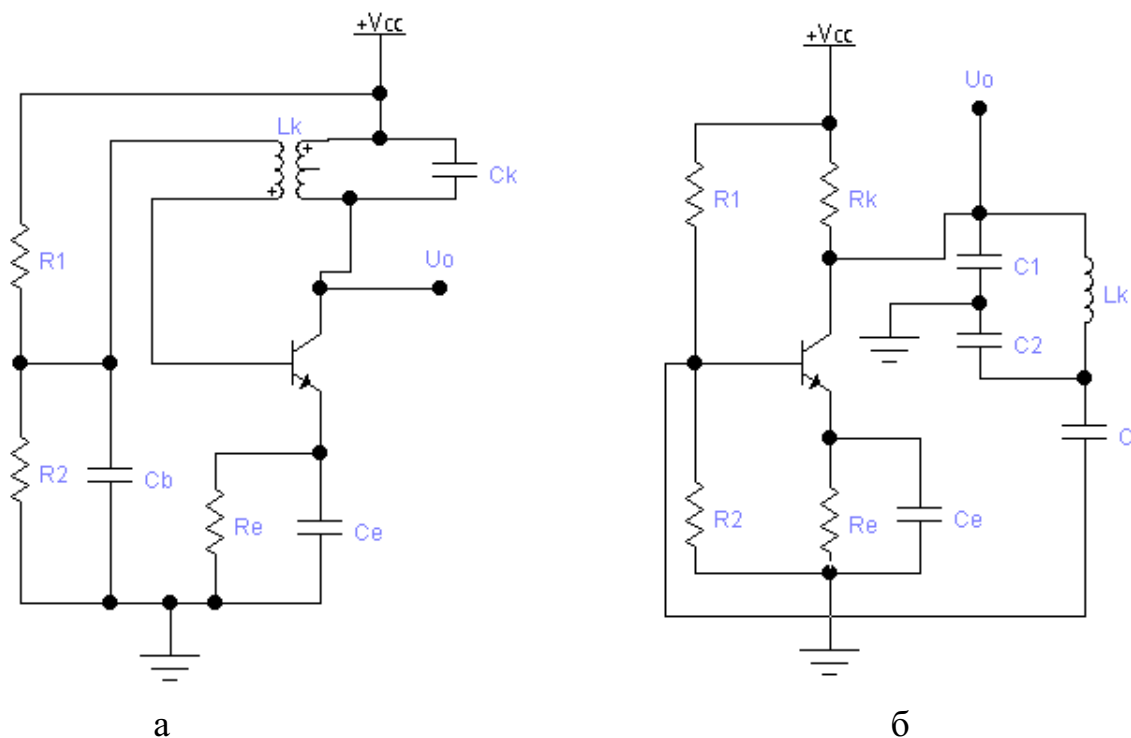


Рисунок 1

Для всех автогенераторов условием возникновения автоколебаний является наличие положительной обратной связи при коэффициенте усиления равно или большим 1. Для схемы Хартлея эти условия обеспечиваются за счет транзисторного каскада, выбора коэффициента трансформации и соответствующего включения обмотки связи.

Положительная обратная связь в генераторе Колпитца обеспечивается за счет того, что сигнал обратной связи поступает с такого зажима колебательного контура, при котором сигнал обратной связи на базе транзистора совпадает по фазе с переменным сигналом на коллекторе. Коэффициент передачи цепи обратной связи при этом определяется коэффициентом передачи емкостного делителя, образованного конденсаторами $C1$ и $C2$. При выполнении указанных условий устройство самовозбуждается. Процесс самовозбуждения происходит следующим образом. При включении источника питания конденсатор колебательного контура, включенного в коллекторную цепь, заряжается. В контуре возникают затухающие колебания,

которые одновременно передаются на управляющие электроды транзистора по цепи положительной обратной связи: это приводит к пополнению энергией LC контура, и колебания превращаются в незатухающие.

Принципиальная схема автогенератора Колпитца приведена на рисунке 2.

Осциллограммы на базе и в эмиттере транзистора в генераторе Колпитца приведены на рисунке 3.

Из осциллограмм видно, что форма колебаний далеко не синусоидальная. Это объясняется сильной связью колебательного контура с усилительным каскадом. Для возможности управления взаимодействием колебательного контура с транзисторным каскадом вводят конденсатор связи C (рисунок 4).

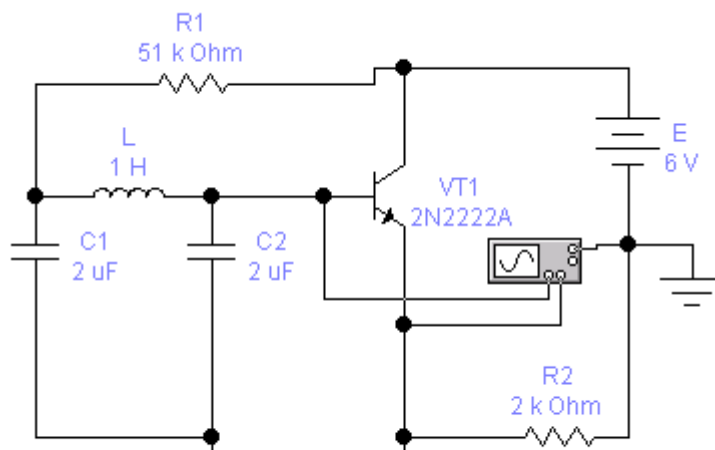


Рисунок 2

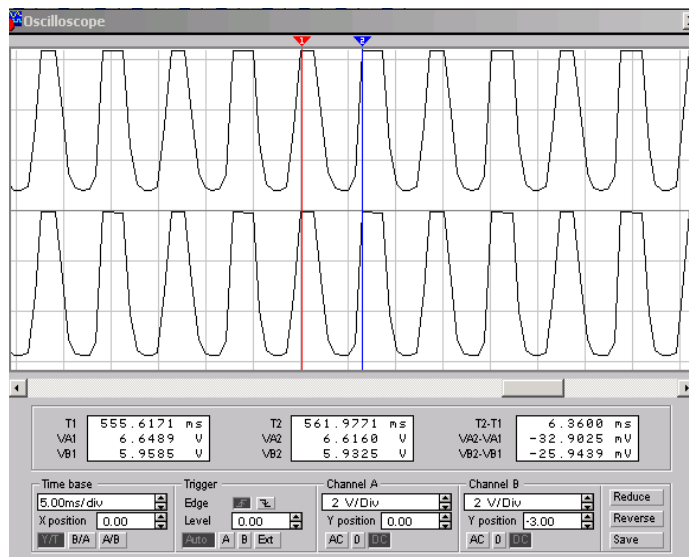


Рисунок 3

После введения в генератор Колпитца конденсатора связи форма колебаний существенно улучшилась (рисунок 5).

Особо следует сказать о блокировочных конденсаторах C_b и C_e в базовой и эмиттерной цепях. При достаточно глубокой обратной связи и неправильно подобранных емкостях этих конденсаторов может возникать прерывистая генерация или автомодуляция.

В этом случае амплитуда колебаний будет иметь переменное значение или уменьшаться до нуля. Прерывистая генерация обусловлена тем, что при определенных условиях напряжение автоматического смещения вследствие заряда конденсаторов C_b и C_e может приблизиться к амплитуде напряжения обратной связи, за счет чего транзистор запирается и колебательный контур не пополняется энергией.

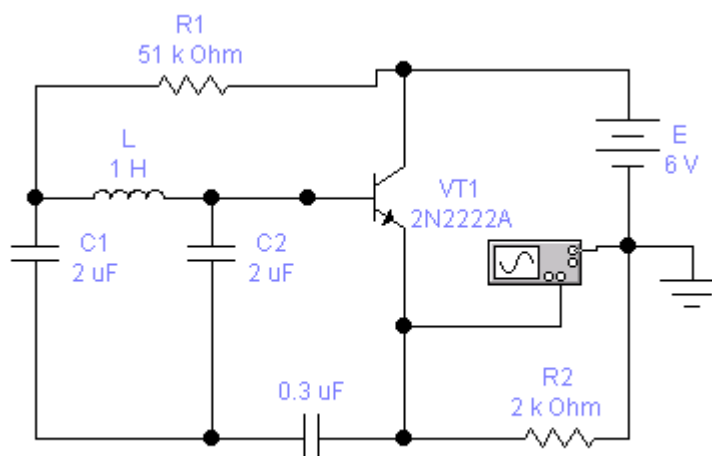


Рисунок 4

В итоге автоколебания быстро затухают и возобновляются только после разряда этих конденсаторов. Затем процесс нарастания амплитуды, заряда конденсаторов и срыва автоколебаний повторяется. Поэтому цепи, обеспечивающие автоматическое смещение, приходится, как правило, подбирать при настройке предварительно выбрав ее параметры из условия $Re \cdot C_e \ll \tau_p$ или $1/\omega_p C_e \geq ReQ$, где $\tau_p = 2Q/\omega_p$ — постоянная времени колебательного контура; Q , ω_p — его добротность и резонансная частота.

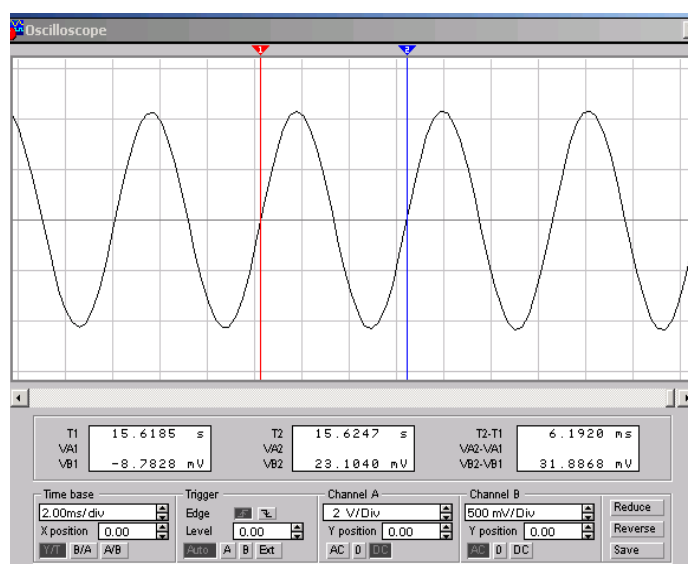


Рисунок 5

Перестройку частоты LC-генераторов обычно осуществляют изменением, емкости конденсатора колебательного контура. При этом изменяется и добротность контура из-за изменения соотношения L/C , что может вызвать

изменение режима работы автогенератора. Изменение емкости обычно производят механическим путем или с помощью варикапа, изменяя напряжение смещения.

Практическая часть

2 Изучение и измерение параметров LC-генераторов гармонических колебаний

- Используя программу Electronics Workbench спроектировать схему, представленную на рисунках 2. Для схемы генератора Колпица на рисунке 2 исследовать путем моделирования зависимость формы генерируемого сигнала от соотношения емкости конденсаторов C_1 и C_2 . При варьировании емкостей этих конденсаторов обеспечьте постоянство частоты колебаний, т.е. эквивалентной емкости контура C_k .
- Рассчитайте частоту генератора Колпица по формулам (1) и (2) при $C_1=C_2=1$ мкФ и сравните с измеренными частотами, получаемыми в результате моделирования. Сделать выводы о степени соответствия рассчитанных и измеренных частот генерируемых сигналов.
- Проведите исследование зависимость формы гармонических сигналов, частоты колебаний и надежности запуска генераторов от номинальных значений емкостей C_1 и C_2 . Заполните таблицу 1.

Таблица 1

	Емкость конденсаторов C_1 и C_2				
	$C_1=C_2=1$ мкФ	$C_1=C_2=2$ мкФ	$C_1=C_2=3$ мкФ	$C_1=C_2=4$ мкФ	$C_1=C_2=5$ мкФ
Расчетное значение частоты генератора $f_{ген}, Гц$					
Измеренное значение частоты генератора $f_{ген}, Гц$					

- Проведите исследование зависимость формы гармонических сигналов, частоты колебаний и надежности запуска генераторов от напряжения питания $U_{пит}$ при $C1=C2=2$ мкФ. Заполните таблицу 2.

Таблица 2

	Напряжение питания генератора										
	$U_{пит}=1В$	$U_{пит}=2В$	$U_{пит}=3В$	$U_{пит}=4В$	$U_{пит}=5В$	$U_{пит}=6В$	$U_{пит}=7В$	$U_{пит}=8В$	$U_{пит}=9В$	$U_{пит}=10В$	$U_{пит}=11В$
Измеренное значение частоты генератора $f_{ген}$, Гц											
Надежность запуска генератора (нестабильная, стабильная)											

- Зарисовать временную диаграмму работы генератора (представленную на осциллографе для произвольных значений $C1$, $C2$, $U_{пит}$;
- Оформите отчет и сделайте выводы по каждой таблице и в целом по работе.
- **Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:**
- *Основная:* 1-4

Практическое занятие №3-4.

Тема: Изучение работы амплитудного демодулятора гармонических сигналов.

Цели занятия:

1. Изучить теоретические сведения об амплитудных демодуляторах.
2. Получить навыки измерений параметров амплитудного демодулятора гармонических сигналов.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

Оборудование

11.Компьютер

12.Программа EWB

Распределение времени и учебные вопросы занятия

Вступительная часть	5 мин.
Проверка готовности студентов к занятию	15 мин.
1. Теоретические сведения о детекторах АМ-колебаний	60 мин.
2. Изучение и измерение параметров амплитудного демодулятора гармонических сигналов	60 мин.
Оформление отчетов, защита отчета	30 мин.
Заключение	13 мин.
Задание студентам для самостоятельной работы	2 мин.
Всего	4 часа (180 мин)

Содержание занятия

Вступительная часть

Детектор (лат. detector — открыватель, от detego — открываю, обнаруживаю) в радиотехнике, устройство для детектирования электрических колебаний. Детектор применяют в вещательных, связных, телевизионных

радиоприёмниках, измерительных устройствах и многих других для выделения модулирующих частот колебаний, несущих информацию. Различают амплитудный, частотный и фазовый детектор. В амплитудном детекторе для детектирования высокочастотных амплитудно-модулированных (АМ) колебаний в качестве элемента с нелинейной электрической проводимостью применяют чаще всего полупроводниковый диод.

Проверка готовности студентов к занятию

Проверка осуществляется способом устного опроса студентов по вопросам:

1. Назовите основные сведения о спектрах АМ-сигналов.
2. Назовите основные параметры АМ-сигналов.
3. Что такое коэффициент амплитудной модуляции?
4. Что называется частотой несущего колебания?
5. Какие основные элементы входят в состав амплитудного детектора?
6. Представьте схему параллельного амплитудного детектора и поясните принцип её работы.
7. Представьте схему последовательного амплитудного детектора и поясните принцип её работы.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Общие сведения о детекторах АМ колебаний

Детектор — это нелинейное радиотехническое устройство, предназначенное для преобразования высокочастотного модулированного колебания в низкочастотное колебание, пропорциональное первичному.

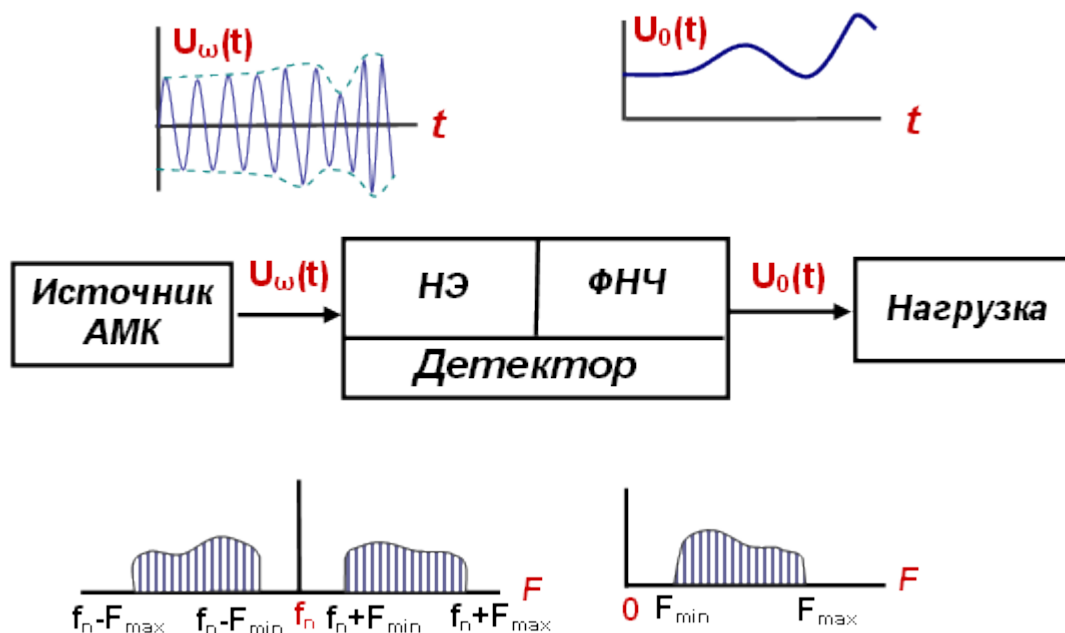


Рисунок 1

У амплитудно-модулированного колебания параметром, изменяющимся по закону первичного сигнала, является приращение амплитуды. Поэтому амплитудный детектор должен вырабатывать напряжение, пропорциональное огибающей АМ колебания (рисунок 1).

Процесс детектирования включает в себя две операции:

- преобразование спектра АМ колебания с целью воссоздать низкочастотные составляющие первичного колебания;
- выделение этих составляющих из всей совокупности компонент преобразованного колебания.

Рассмотрим детектирование АМ колебания без опорного напряжения, когда на преобразующий элемент воздействуют только спектральные составляющие самого детектируемого сигнала. В этом случае в качестве преобразующего используется нелинейный элемент (НЭ).

Второй необходимый элемент детектора — фильтр низких частот (ФНЧ), который осуществляет селекцию спектральных составляющих первичного сигнала.

Основное требование к амплитудному детектору состоит в том, чтобы воспроизведение огибающей модулированного колебания происходило без существенных искажений. С причинами и характером искажений, возникающих в процессе детектирования, ознакомимся ниже.

Амплитудные детекторы выполняются на полупроводниковых диодах, а также на транзисторах. В аппаратуре связи наиболее распространены детекторы на полупроводниковых диодах. Диодные детекторы просты и обладают широким динамическим диапазоном. Этот вид детекторов и рассмотрим ниже.

Схемы амплитудных детекторов и физические процессы, протекающие в них

Диодный амплитудный детектор чаще выполняется по последовательной схеме (рисунок 2). Название схеме дано по способу соединения диода и резистора $R1$ относительно входа детектора.

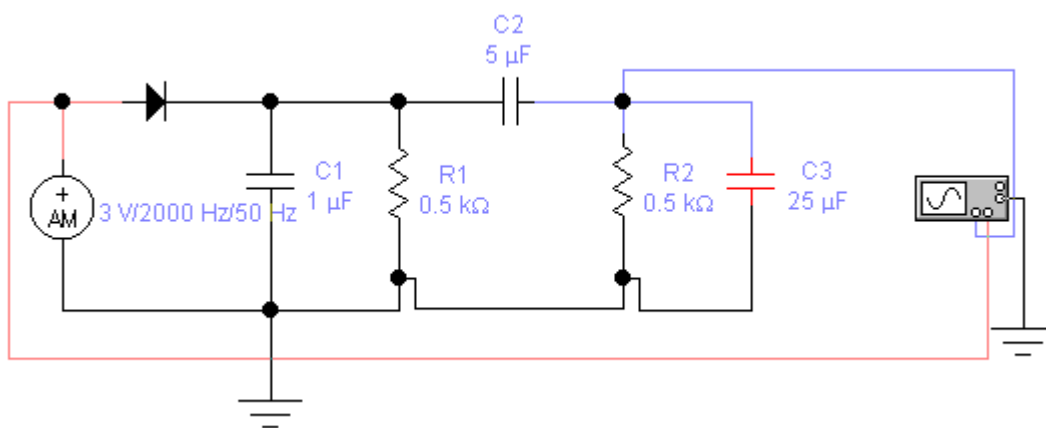


Рисунок 2

Источником амплитудно-модулированного колебания обычно является колебательный контур предыдущего каскада. Нелинейным элементом служит

полупроводниковый диод. В качестве фильтра низких частот используется простейшая инерционная цепь R1C1.

Нагрузка детектора R2, C3 определяется входными параметрами следующего каскада. Между детектором и нагрузкой почти всегда включают разделительный конденсатор C2, сопротивление которого токам низкой частоты по сравнению с сопротивлением нагрузки должно быть пренебрежимо малым. Выбор C2 производится так же, как в усилителях напряжения низкой частоты.

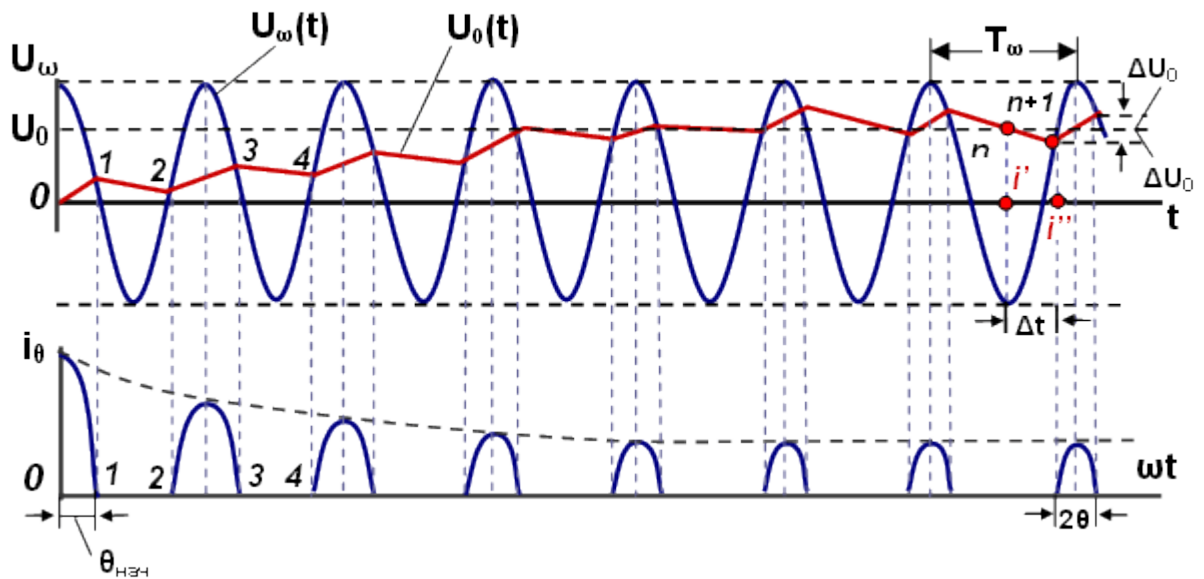


Рисунок 3

Для изучения основных процессов, происходящих в детекторе, сделаем два допущения:

15. вольтамперная характеристика диода аппроксимирована отрезками прямых с изломом в начале координат:

$$i_\delta = \begin{cases} Su_\delta, u_\delta \geq 0; \\ 0, u_\delta < 0; \end{cases} \quad (1)$$

16. нагрузка и разделительная емкость влияния на работу детектора не оказывают.

Рассмотрим поведение детектора вначале при включении на его вход немодулированного колебания, а затем при появлении тональной модуляции.

В случае детектирования немодулированного колебания на вход детектора воздействует напряжение

$$U_{\omega}(t)=U_m \cos \omega_n t. \quad (2)$$

Проследим течение процессов во времени. При этом сразу отметим, что для обозначений, принятых в схеме (рисунок 2), напряжение на диоде равно разности входного и выходного напряжений:

$$u_d(t)=u_{\omega}(t)-u_0(t). \quad (3)$$

В момент включения гармонического напряжения конденсатор C разряжен. Под воздействием входного напряжения через диод начинает протекать ток $i_d(t)$, который заряжает конденсатор $C1$. Заряд будет продолжаться до тех пор, пока диод открыт, т. е. $u_{\omega}(t) > u_0(t)$ и $u_d(t) > 0$ (на графике $u_0(t)$ — от 0 до точки 1, см. рисунок 3). В следующий промежуток времени при $u_d(t) \leq 0$ диод заперт и конденсатор $C1$ разряжается через резистор $R1$ до тех пор, пока входное напряжение вновь не сравняется с выходным (участок 1—2). Затем конденсатор подзаряжается (участок 2—3), снова разряжается и так-далее.

Из схемы и графиков видно, что диод работает с отсечкой тока. Угол отсечки Θ и амплитуда импульсов тока диода в процессе установления уменьшаются. Когда переходный процесс заканчивается, $\Theta = \text{const}$.

В установившемся режиме выходное напряжение продолжает немного пульсировать ($\pm \Delta U_0$ на рисунке 3). Для того чтобы эти пульсации практически не ощущались, постоянная времени τ инерционной цепи $R_1 C_1$ должна быть много больше периода высокочастотного колебания:

$$\tau = R_1 C_1 \gg T_{\omega}. \quad (4)$$

При выполнении данного условия можно считать, что на выходе детектора действует постоянное напряжение U_0 . Это напряжение является

одновременно отрицательным смещением, которое $i_d = \begin{cases} Su_d, u_d \geq 0; \\ 0, u_d < 0; \end{cases}$

сдвигает влево рабочую точку на характеристике диода (рисунок 4, интервал времени 0— t_1). Таким образом,

$$u_d(t) = -U_0 + U_m \cos \omega_n t. \quad (5)$$

Рассмотрим теперь случай, когда амплитуда входного сигнала изменяется по гармоническому закону. Увеличение амплитуды напряжения на входе детектора приводит к увеличению напряжения на выходе, а следовательно, и к увеличению отрицательного смещения. В результате возникает характерная асимметрия напряжения, действующего на диоде (рисунок 4, $t > t_1$).

Следует обратить внимание на то, что цепь R_1C_1 создает отрицательную обратную связь по напряжению низкой частоты. Поэтому изменение амплитуды косинусоидальных импульсов, приложенных к диоду в области $u_d > 0$ и вызывающих ток через диод, в несколько раз меньше, чем изменение амплитуды колебания на входе детектора. Именно вследствие этого диодный детектор обладает широким динамическим диапазоном для входного колебания.

Ток, протекающий через диод, представляет собой импульсы, амплитуда которых изменяется в соответствии с изменением амплитуды входного напряжения. Это означает, что в составе тока диода, кроме высокочастотных составляющих, имеется и составляющая низкой частоты. Для выделения последней необходима эффективная фильтрация, которая позволила бы получить на выходе детектора только колебание низкой частоты; цепь R_1C_1 , предназначенная для этого, должна иметь малое сопротивление токам высоких частот (первое условие) и большое сопротивление току низкой частоты (второе условие); постоянная составляющая тока диода протекает через резистор R_1 .

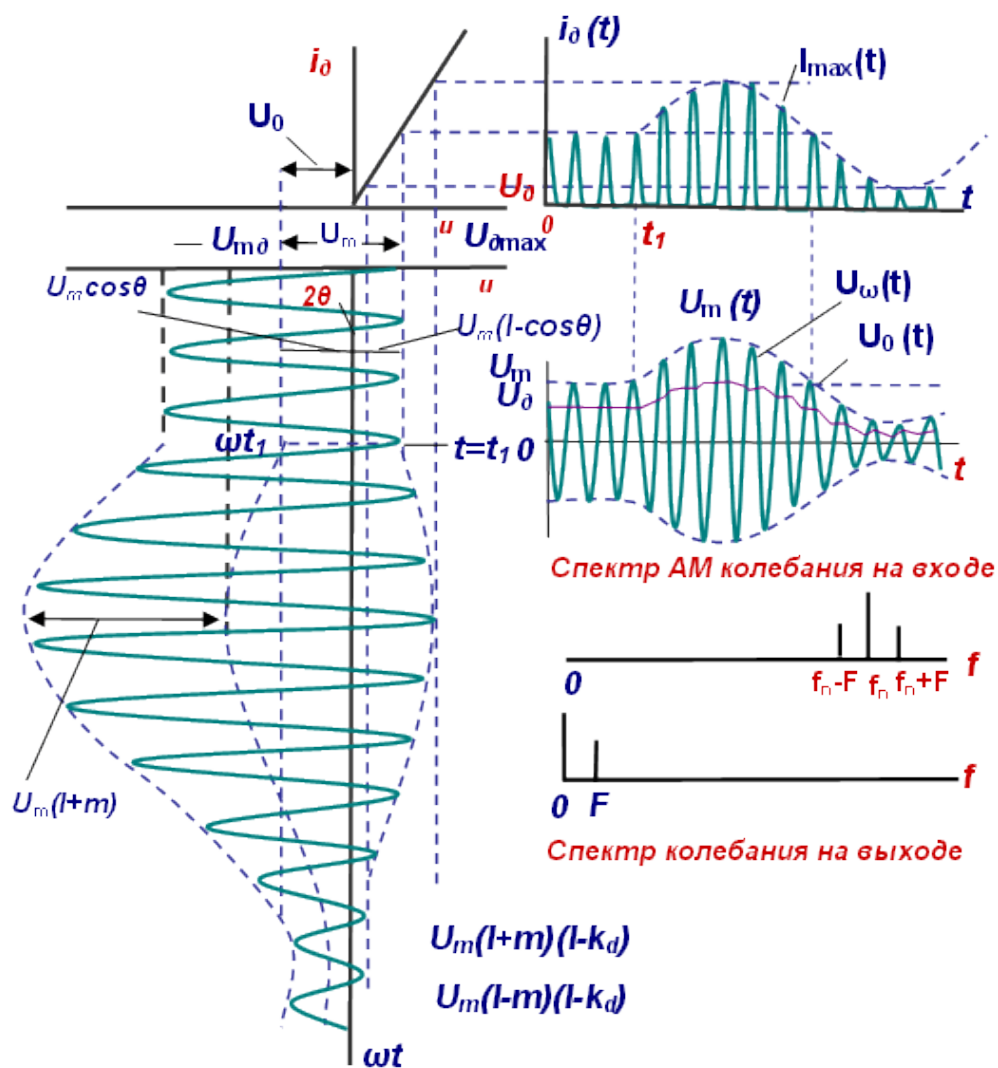


Рисунок 4

Для выполнения первого условия емкость C_1 выбирают такой, чтобы ее сопротивление на несущей частоте было мало по сравнению с сопротивлением диода:

$$\frac{1}{\omega_i \tilde{N} l} \ll R_{i1}, \quad (6)$$

где R_{i1} —сопротивление диода первой гармонике высокочастотного тока при работе с отсечкой.

При соблюдении этого условия напряжение высокой частоты не будет выделяться на выходе детектора и окажется полностью приложенным к диоду.

Чтобы выполнить второе условие, выбирают достаточно большой и величину R_1 . С учетом того, что

$$\frac{1}{\Omega \tilde{N}l} \gg \frac{1}{\omega_i \tilde{N}l} \quad (7)$$

необходимо иметь $Rl \gg \frac{1}{\omega_i \tilde{N}l}$ или $\tau > T_\omega / 2\pi$. Это условие также будет всегда выполнено, если соблюдается неравенство (4).

Однако, если постоянная времени τ слишком велика, то на выходе детектора возможны искажения формы низкочастотного колебания за счет чрезмерной инерционности цепи R/C . Поэтому необходимым является второе требование к постоянной времени, ограничивающее ее величину сверху:

$$T \ll T_\Omega, \quad (8)$$

где T_Ω — период низкочастотного колебания;

если первичный сигнал сложный, то величину T_Ω определяют для верхней границы его спектра.

Таким образом, требования к элементам инерционной цепи сводятся к ограничению ее постоянной времени неравенствами (4), (8), которые удобно объединить в одно условие:

$$T_\omega \ll \tau \ll T_\Omega. \quad (9)$$

Из рассмотрения процессов в последовательном детекторе видно, что если в составе входного колебания будет присутствовать постоянное напряжение, то, складываясь с U_0 , оно сместит рабочую точку и нарушит нормальную работу детектора. В подобных случаях применяется параллельная схема детектора. Пример такой схемы приведен на рисунке 5. В параллельной схеме резистор R включен параллельно диоду, а емкость C играет также роль разделительного конденсатора, отделяя по постоянному току диод от источника детектируемого колебания. Процессы заряда и разряда емкости C происходят как в последовательной схеме (пути токов заряда и разряда см. на рисунке 5). На емкости C по-прежнему образуется напряжение смещения U_0 , которое при модуляции изменяется по закону огибающей. Коле-

батальный контур, конденсатор C и диод включены последовательно, значит режим диода остается прежним.

Однако в параллельной схеме выходное колебание снимается не с емкости C , а с самого диода. Поскольку напряжение на диоде содержит высокочастотные составляющие, для их устранения обязательно включение дополнительного фильтра $R_{\phi}C_{\phi}$. Элементы фильтра выбирают так, чтобы образуемый им делитель напряжения не препятствовал передаче на выход детектора низкочастотного колебания:

$$\frac{1}{\omega \tilde{N}_o} \ll R_{\phi} \ll \frac{1}{\Omega \tilde{N}_o}. \quad (10)$$

Включение диода и резистора R параллельно приводит к снижению входного сопротивления детектора. Этот фактор наряду с усложнением всего устройства ограничивает применение параллельной схемы диодного детектора.

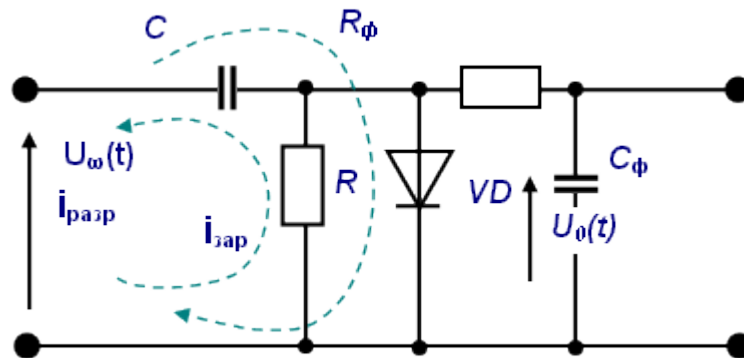


Рисунок 5

Так как все основные элементы детектора в обеих схемах выполняют аналогичные функции и работают в одинаковом режиме, расчет этих схем почти идентичен.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2. Изучение и измерение параметров амплитудного демодулятора гармонических сигналов

1. Воспользовавшись программой EWB необходимо собрать схему последовательного демодулятора АМ-колебаний в соответствии с рисунком 2.

2. Провести исследование колебания на выходе амплитудного детектора при следующих параметрах амплитудного модулятора: амплитуда 1 В, частотой несущего (высокочастотного) колебания 2 кГц, частотой модулирующего колебания 50 Гц, коэффициентом модуляции $k_{AM}=1$. При исследовании параметров гармонического сигнала на выходе демодулятора необходимо измерить его амплитуду и частоту, а также проверить их соответствие параметрам исходного модулирующего колебания. Занести результаты измерений в таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п	Частота модулирующего колебания $F_{\text{мод.}}$, Гц	Коэффициент модуляции, k_{AM}	Амплитуда колебания на выходе детектора, В	Частота колебания на выходе детектора, Гц
1	40	1		
2	50	1		
3	60	1		
4	40	0,8		
5	50	0,8		
6	60	0,8		
7	40	0,6		
8	50	0,6		
9	60	0,6		

1. Изменить коэффициент модуляции АМ-сигнала k_{AM} до значений 0,8 и 0,6 и проверить соответствие параметров исследуемого демодулированного сигнала с параметрами модулирующего колебания.

2. Зарисовать осциллограммы модулированного АМ-колебания и демодулированного сигнала на выходе АМ-демодулятора. Объяснить возможные несоответствия параметров исследуемого демодулированного сигнала с параметрами модулирующего колебания.

3. Сделать выводы по результатам исследования и оформить отчет согласно образцу.

Задание на самоподготовку

1. Проведите расчеты параметров фильтра (R_1 , R_2 , C_1 , C_2 , C_3) амплитудного демодулятора исходя из условий (7) и (8) для схемы амплитудного демодулятора, представленного на рисунке 2. Сделайте выводы о правильности выполнения этих условий, с учетом параметров фильтра, представленного на рисунке 2.

2. При необходимости измените параметры фильтра (R_1 , R_2 , C_1 , C_2 , C_3) амплитудного демодулятора, проведите исследование схемы. Убедитесь в правильности сделанных выводов.

3. Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

4. *Основная:* 1-4

Практическое занятие №5-6.

Тема: Изучение работы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей.

1 Цели занятия:

1. Углубить теоретические знания в области аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов.

2. Получить практические навыки измерения параметров аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей сигналов.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

Оборудование

1. Компьютер
2. Программа EWB

Распределение времени занятия

Вступительная часть	5 минут
Проверка готовности студентов к занятию	10 минут
1. Теоретические сведения об аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователях сигналов	20 минут
2. Изучение и измерение параметров аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей сигналов	35 минут
Оформление отчетов, защита отчета	15 минут
Заключение	3 минуты
Задание студентам для самостоятельной работы	2 минуты
Всего	4 часа (180 мин)

Содержание занятия

Вступительная часть

В электронике цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) — устройство для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение или заряд). Цифро-аналоговые преобразователи являются интерфейсом между дискретным цифровым миром и аналоговыми сигналами.

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) производит обратную операцию, то есть преобразует исходный аналоговый сигнал в цифровой код посредством его дискретизации, квантования и кодирования.

Звуковой ЦАП обычно получает на вход цифровой сигнал в импульсно-кодовой модуляции (PCM — pulse-code modulation). Задача преобразования различных сжатых форматов в PCM выполняется соответствующими кодеками.

Проверка готовности студентов к занятию

Проверка осуществляется способом устного опроса студентов по вопросам:

1. Дайте определение дискретизации аналогового сигнала.
2. Дайте определение квантования аналогового сигнала.
3. Дайте определение кодирования аналогового сигнала при импульсно-кодовой модуляции.
4. Назовите основные способы оцифровывания аналоговых сигналов.
5. Дайте определение ЦАП.
6. Что называется весом кодовой комбинации.
7. Назовите основные структурные элементы ЦАП и поясните основные процессы, происходящие в нём.
8. Назовите основные характеристики ЦАП.

Теоретическая часть

1. Теоретические сведения об аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователях сигналов

Устройства, в целом выполняющие преобразования аналоговых сигналов в цифровые и обратно, называются соответственно аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями (АЦП и ЦАП).

Преобразование ИКМ сигнала в аналоговый предусматривает последовательное выполнение основных операций:

17. декодирование (преобразование ИКМ сигнала в АИМ сигнал);

18. восстановление аналогового сигнала (выделение из спектра АИМ сигнала исходного сигнала).

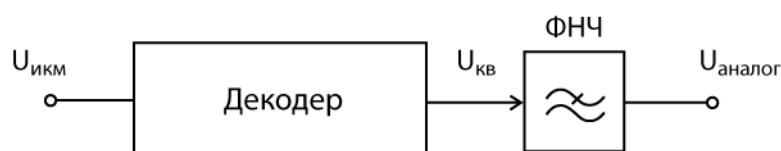


Рисунок 1

Схема преобразования ИКМ сигнала в аналоговый сигнал

Временные диаграммы преобразований сигналов, происходящих в схеме рис. 1, показаны на рис. 2.

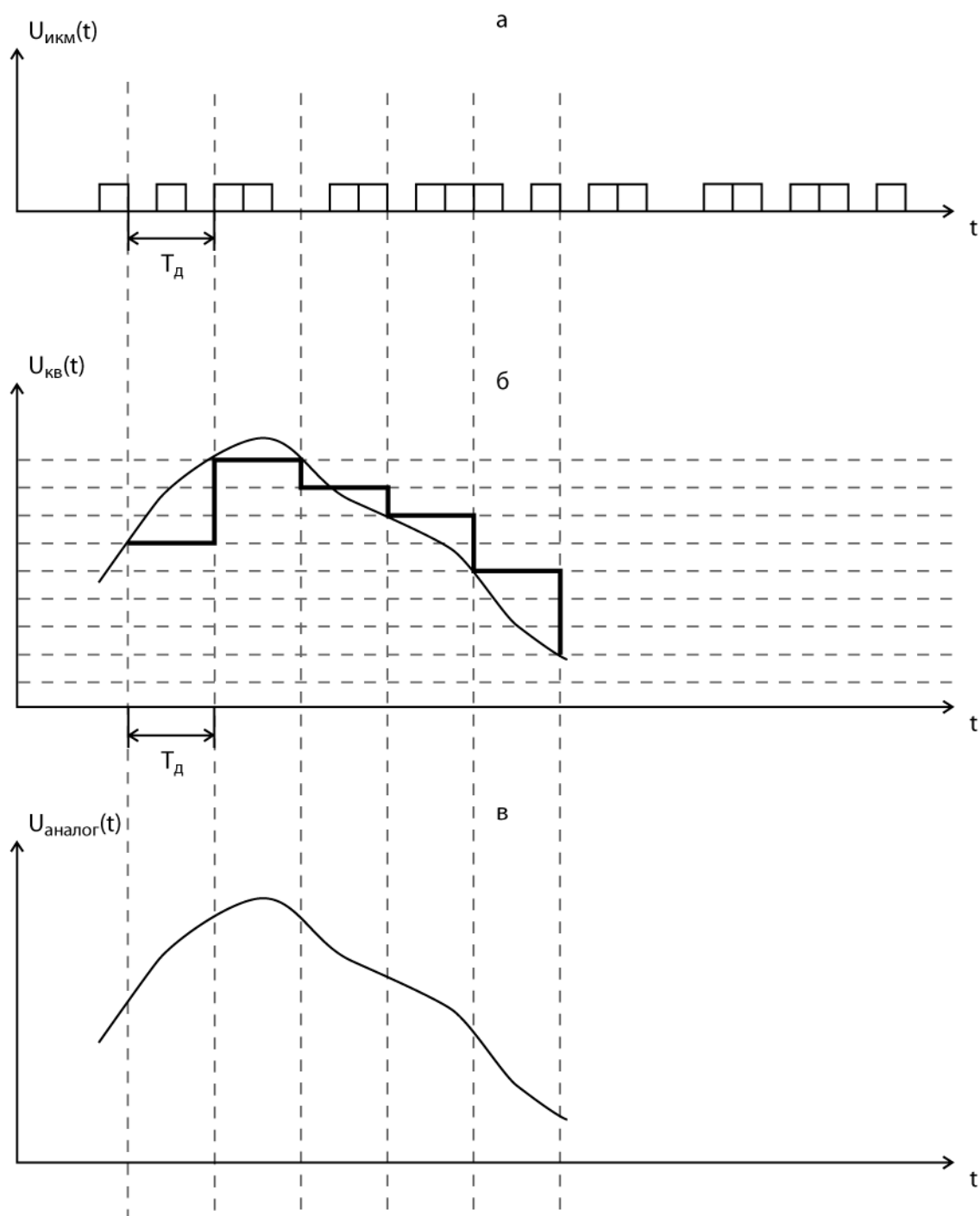


Рисунок 2

Диаграммы преобразования цифрового сигнала в аналоговый:

а – ИКМ сигнал; **б** – квантованный сигнал; **в** – аналоговый сигнал

Из рисунка следует, что в схеме сначала восстанавливается непрерывность сигнала во времени, а затем из спектра ступенчатого сигнала выделяется спектр исходного аналогового сигнала.

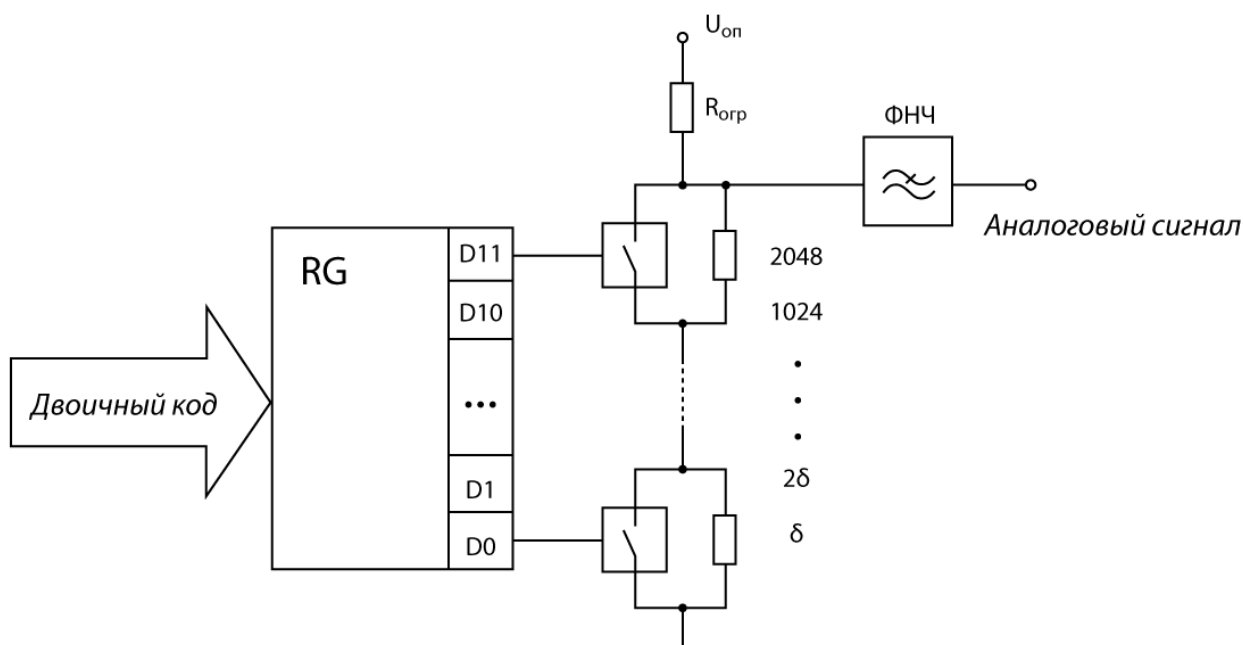


Рисунок 3

Структурная схема ЦАП

Рассмотрим принцип работы ЦАП (рис.3). Цифровой сигнал в двоичном коде (последовательном или параллельном) подается на буферный регистр RG. К выходам регистра RG подключены управляющие входы электронных ключей. К каждому из ключей подключены резисторы с сопротивлениями, соответствующими числу шагов квантования каждого из разрядов кодового слова цифрового сигнала. В зависимости от кодовой комбинации, т.е. включения и выключения соответствующих ключей, на входе ФНЧ будет присутствовать соответствующее напряжение. Смена кодовых комбинаций приведет к образованию на входе ФНЧ ступенчатого сигнала (рис. 2, б). ФНЧ выделяет исходный аналоговый сигнал.

Возможно построение АЦП на основе ЦАП. Схема такого АЦП показана на рис. 4. Аналоговый сигнал поступает на вход устройства выборки и хранения (УВХ), где подвергается дискретизации, т.е. преобразуется в сигнал АИМ. Этот сигнал поступает на один из входов схемы сравнения (СС), которая представляет собой компаратор, сравнивающий значения аналоговых сигналов на своих входах. Если значение сигнала на первом входе СС больше,

чем на втором, то на выходе СС будет присутствовать сигнал логической 1, в противном случае – логического 0. Ко второму входу СС подключен аналоговый выход ЦАП.

Цифровые входы ЦАП подключены к порту вывода управляющего устройства (УУ), например микропроцессора. К порту ввода УУ подключен цифровой выход СС. Процесс квантования по уровню протекает следующим образом. Отсчет сигнала с выхода УВХ постоянно присутствует на нижнем по схеме входе СС. Устройство управления выполняет алгоритм приближения к данному значению, например, методом «золотого сечения». Сначала определяется значение старшего разряда кодового слова и далее до самого младшего. После определения самого младшего разряда схема готова к обработке следующего отсчета. Скорость работы схемы, т.е. частота дискретизации, зависит от скорости работы УУ и скорости преобразования ЦАП.

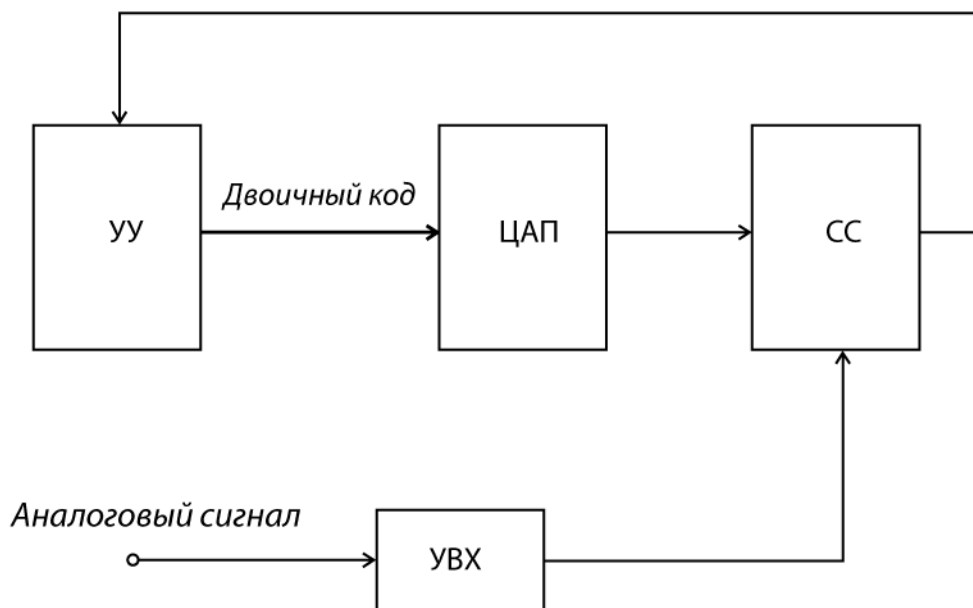


Рисунок 4

Структурная схема АЦП

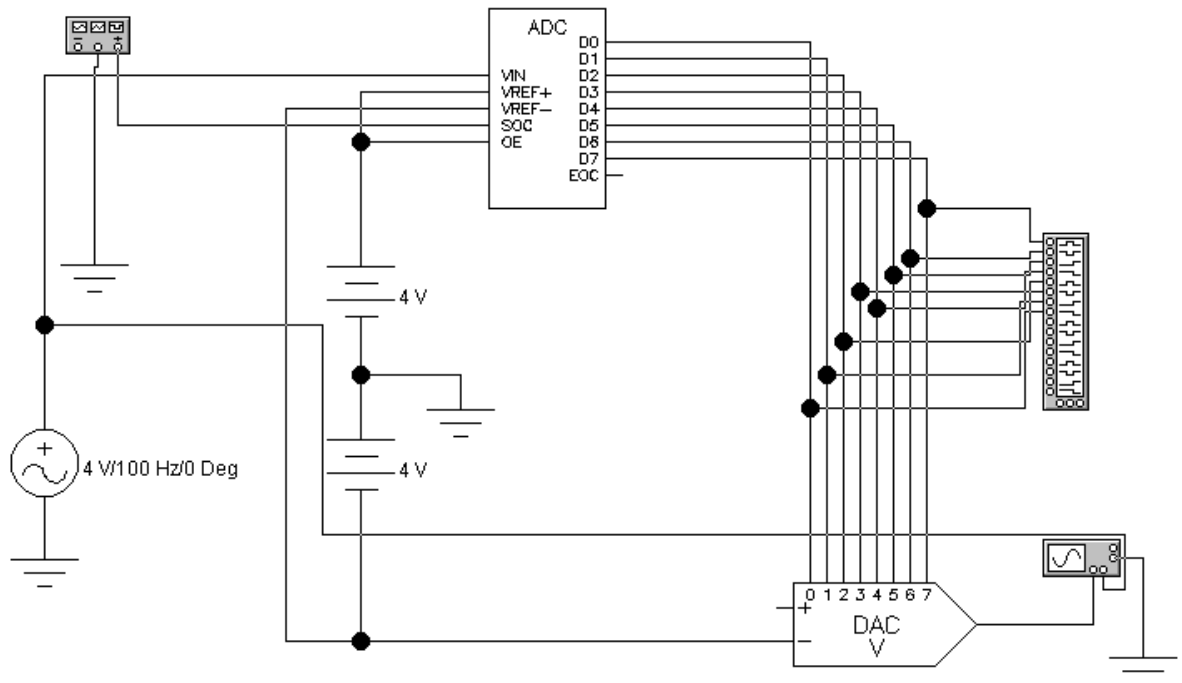


Рисунок 5

Схема исследования ЦАП

Практическая часть

Изучение и измерение параметров цифро-аналоговых преобразователей сигналов

1. Используя программу Elektronіc Workbench синтезировать схему цифро-аналогового преобразователя, представленного на рисунке 5.
2. Установить параметры исходного гармонического колебания, подаваемого на вход VIN АЦП: частота – 100 Гц, амплитуда – 4В; синхронизирующего сигнала, поступающего на вход SOC АЦП: частота 1-5 кГц, амплитуда 5В.
3. Для проведения исследований необходимо использовать АЦП и ЦАП из встроенной библиотеки Electronic Workbench.
4. Запустите схему и включите осциллограф для контроля над процессом преобразования.

5. Визуально оцените точность воспроизведения аналогового сигнала из цифрового, поступающего от АЦП. Определите среднее значение [В] ошибки восстановления σ (рисунок 6).

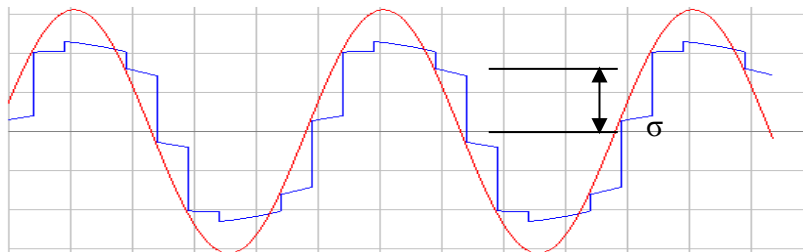


Рисунок 6

Внешний вид осциллограммы

6. Включите логический анализатор и проследите за цифровой информацией, поступающей на его входы (рисунок 7) с аналого-цифрового преобразователя. Оцените длительность элемента в кодовых словах, представленных на логическом анализаторе и уясните взаимосвязь между частотой дискретизации (периодом дискретизации) и длительностью элемента кодовых слов.

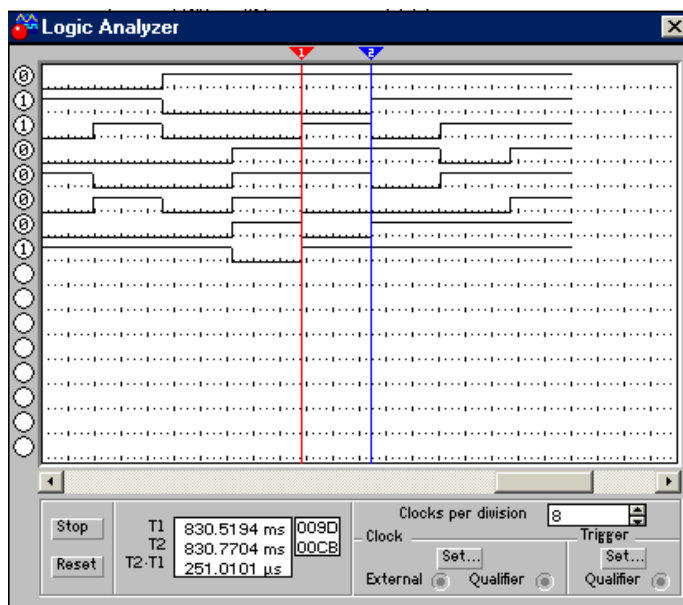


Рисунок 7

Внешний вид информации (кодовых слов), представленной в логическом анализаторе

7. Проведите исследование зависимости величины ошибки восстановления аналогового сигнала σ от значения частоты синхронизирующего колебания f_{SOC} , поступающего на вход СОС АЦП. Изменение $f_{\text{SOC}} = 1 \dots 5$ кГц. Результаты занесите в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	Частота дискретизации f , кГц	Ошибка восстановления σ , В
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	

8. Постройте график зависимости $\sigma = f(f_{\text{SOC}})$ и сделайте выводы по результатам исследования.
9. Оформите отчет о проделанной работе согласно образцу.

Контрольные вопросы

13. Какое устройство называется аналого-цифровым преобразователем?
14. Какое устройство называется цифро-аналоговым преобразователем?
15. Объяснить принцип действия ЦАП, представленного на рис.3.
16. Какими основными характеристиками описываются АЦП и ЦАП?
17. Как зависит точность аналого-цифрового преобразования от частоты дискретизации?
18. Что такое ошибка восстановления в цифро-аналоговом преобразовании?
19. Объяснить принцип действия АЦП, представленного на рис.4.
20. Какие основные процессы происходят при аналого-цифровом преобразовании?
21. Какие основные процессы происходят при цифро-аналоговом преобразовании?

22.Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

23.*Основная:* 1-4

Практическое занятие №7-8.

Тема: Изучение работы регенераторов сигналов.

1 Цели занятия

1. Изучить теоретические сведения о регенераторах сигналов на компараторах.
2. Изучить и провести измерение параметров регенераторов сигналов на аналоговом и цифровом компараторах.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

Оборудование:

1. Компьютер
2. Программа EWB

Распределение времени и учебные вопросы занятия

Вступительная часть	5 минут
Проверка готовности студентов к занятию	15 минут
1. Теоретические сведения о компараторах	50 минут
2. Изучение и измерение параметров аналогового компаратора	50 минут
3. Изучение и измерение параметров цифрового компаратора	40 минут
Оформление отчетов, защита лабораторной работы	15 минут
Заключение	3 минуты
Задание студентам для самостоятельной работы	2 минуты
Всего	4 часа (180 мин)

Содержание занятия

Вступительная часть

Компаратор (от лат. *comparo* - сравниваю), устройство для сравнения измеряемой величины с эталоном. Компаратор является одним из важнейших элементов преобразовательной техники, в частности, регенераторов сигналов, аналого-цифровых преобразователей, систем предельного контроля и т.п.

Проверка готовности студентов к занятию

1. Дайте определение компаратора.
2. Назовите основные виды компараторов.
3. Представьте схему аналогового компаратора и дайте назначение его входов и выходов.
4. Представьте схему цифрового компаратора и дайте назначение его входов и выходов.
5. Поясните принцип работы аналогового компаратора.
6. Поясните принцип работы цифрового компаратора.
7. Каким образом изменяется вероятность ошибочного решения аналогового компаратора от величины его порогового напряжения.
8. Поясните область применения компараторов.

1 Теоретические сведения о компараторах

1.1 Теоретические сведения об аналоговых компараторах

Простейший компаратор (*рис. 1*) состоит из ОУ без обратной связи; опорное напряжение U_n подается на неинвертирующий вход ОУ, а на инвертирующий вход поступает суммарный входной сигнал U_i' от источников U_i , U_p (источник U_p имитирует напряжение источника помехи). При $U_i' > U_n$ на выходе компаратора устанавливается напряжение $U_o = -U_s$ (отрицательное напряжение насыщения, см. *рис. 2*); в противоположном случае ($U_i' < U_n$) получаем $U_o = +U_s$. Если поменять местами входы, это приведет к инверсии выходного сигнала.

Рисунок 1

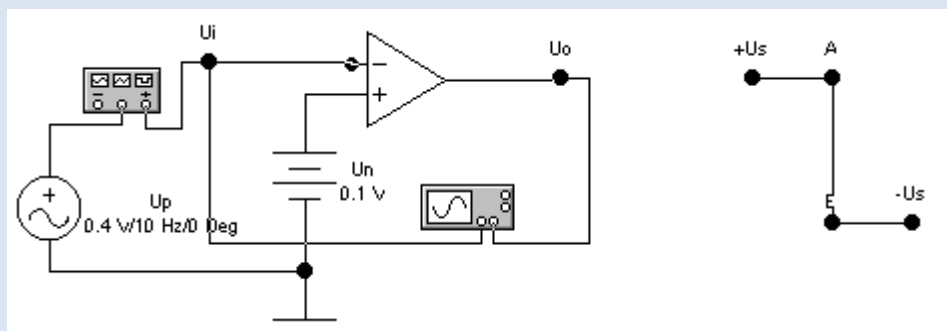


Рисунок 2

Компаратор должен переключаться из одного состояния в другое с максимально возможной скоростью. В рассматриваемом компараторе ОУ используется с разомкнутой петлей обратной связи, поэтому отпадает необходимость в частотной коррекции (используется в реальных ОУ для обеспечения его устойчивости), которая приводит к увеличению времени срабатывания. Время срабатывания — это время, необходимое для переключения компаратора из одного состояния в другое (из точки А в точку В передаточной характеристики на *рис. 2*). Максимальная скорость нарастания выходного напряжения показывает, насколько быстро изменяется сигнал в процессе переключения.

Если напряжение U_i , поступающее на вход компаратора, содержит помеху U_p то, как видно из осциллограммы на *рис. 3*, это приводит к ложным срабатываниям. Для их предотвращения применяют цепь положительной обратной связи, за счет которой часть выходного напряжения подается на неинвертирующий вход. Такой компаратор называется компаратором с гистерезисом, его принципиальная схема показана на *рис. 4*, а передаточная характеристика и осциллограммы сигналов — на *рис. 5, 6*.

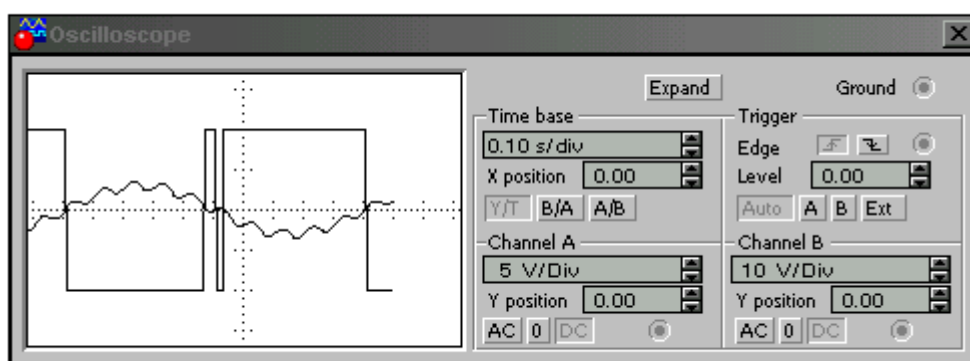


Рисунок 3

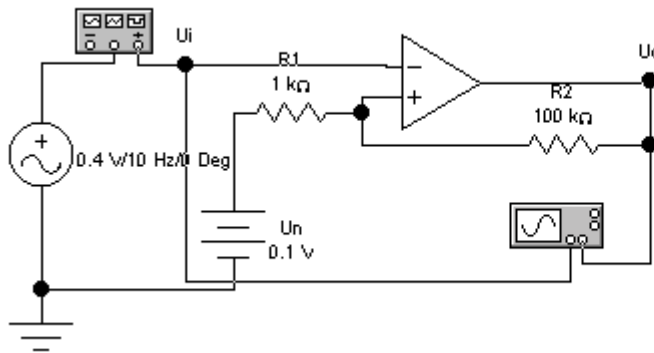


Рисунок 4

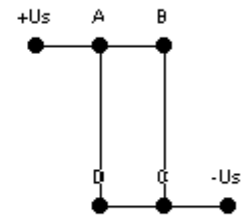


Рисунок 5

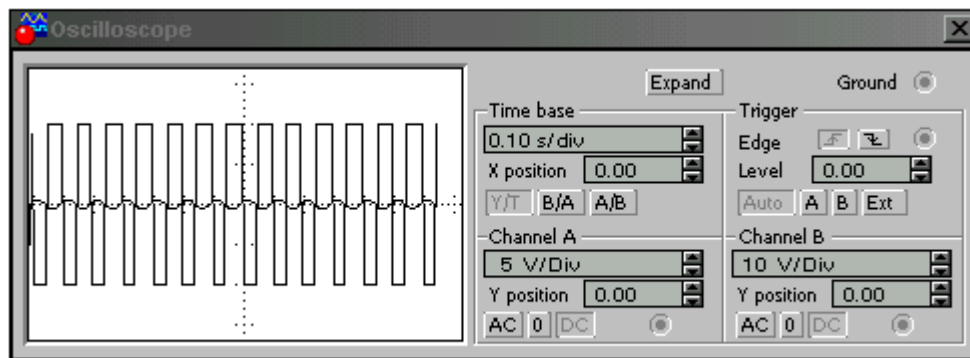


Рисунок 6

При введении в схему элементов положительной обратной связи (делитель на резисторах R_1 , R_2) изменяется опорное напряжение. При высоком уровне выходного напряжения $+U_s$ опорное напряжение U_n возрастает на величину $\Delta U_1 = (U_s - U_n)R_1/(R_1 + R_2)$.

В результате компаратор будет переключаться из состояния с высоким уровнем выходного напряжения при новом значении $U_n' = U_n + \Delta U_1$. Как только входное напряжение U_i превысит опорное напряжение U_n' (точка B на рис. д), выходное напряжение компаратора начнет уменьшаться и через резистор R_2 передаваться на неинвертирующий вход, стимулируя дальнейшее падение выходного напряжения. За счет положительной обратной связи этот процесс происходит лавинообразно, и компаратор быстро переключается в противоположное состояние (точка C на рис. 5). Поскольку на выходе компаратора действует теперь напряжение $U_o = -U_s$, на его вход по цепи обратной связи передается напряжение $\Delta U_2 = -(U_s + U_n)R_1/(R_1 + R_2)$. В этом случае устанавливается новое опорное напряжение для состояния с низким выходным уровнем (точка D на рис. д): $U_n' = U_n + \Delta U_2$.

Как видно из осциллограммы на рис. 6, после введения положительной обратной связи составляющие помех во входном напряжении уже не вызывают ложных срабатываний компаратора. Ширина петли гистерезиса $2\Delta U$ изменяется варьированием коэффициента передачи делителя на резисторах R_1 , R_2 .

1.2 Теоретические сведения о цифровых компараторах

Цифровые компараторы выполняют сравнение двух чисел A и B одинаковой разрядности, заданных в двоичном или двоично-десятичном коде. В зависимости от схемного исполнения компараторы могут определять равенство $A=B$ или неравенства $A<B$, $A>B$. Результат срабатывания отображается в виде логического сигнала на одноименных выводах.

Цифровые компараторы применяются для выявления нужного числа (слова) в цифровых последовательностях, для отметки времени в часовых приборах, для выполнения условных переходов в вычислительных устройствах, а также в адресных селекторах.

Схема одноразрядного компаратора (рис. 7) состоит из двух элементов НЕ, четырех элементов И и одного элемента ИЛИ-НЕ.

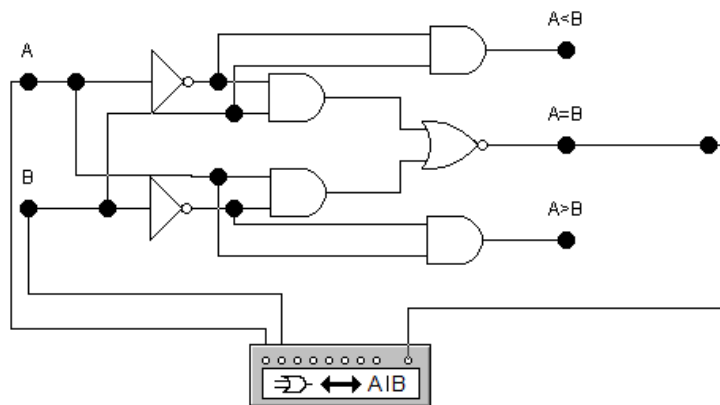
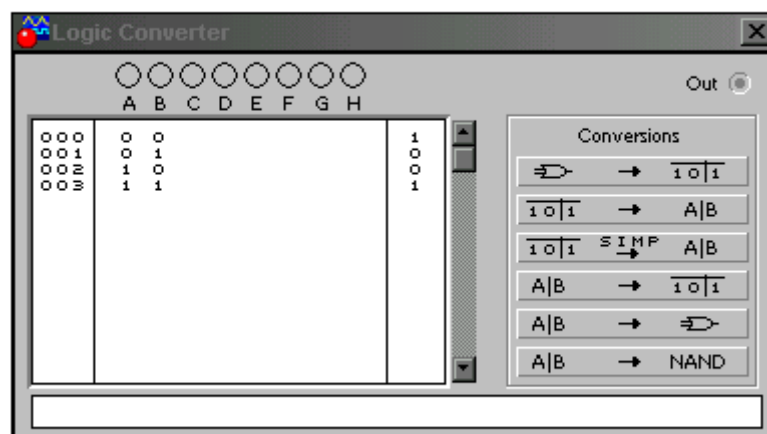


Рисунок 7

Исследование компаратора проводят при помощи подключенного к нему логического преобразователя. Присоединяя его клемму OUT к каждому выходу компаратора, можно получить таблицу истинности и булево выражение для каждого режима работы компаратора. Для случая, когда $A=B$ результаты моделирования представлены на рис. 8, откуда следует, что этому условию удовлетворяют две комбинации сигналов на выходе: $A=B=1$ или $A=B=0$. Этому условию соответствует и булево выражение на дополнительном дисплее.



Практическая часть

2. Изучение и измерение параметров аналогового компаратора

3. Исследование устойчивости работы аналогового компаратора при воздействии помехи синусоидальной формы, в зависимости от значения опорного напряжения

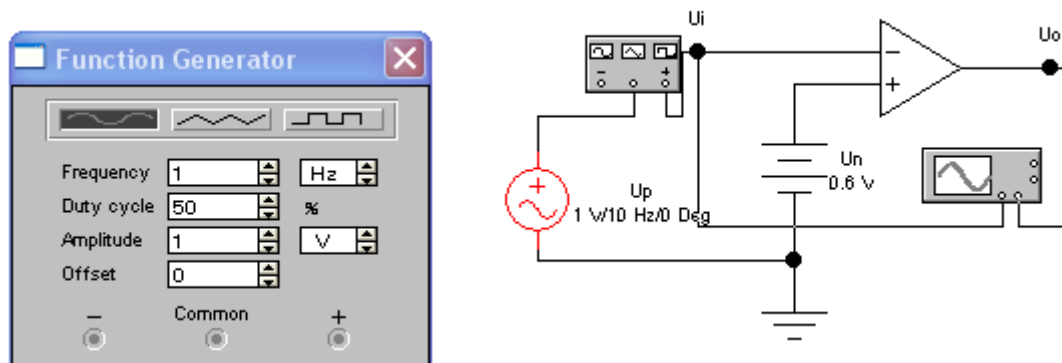


Рисунок 9

Схема исследования аналогового компаратора при воздействии помехи синусоидальной формы и изменении опорного напряжения ОУ

4. Установите амплитуду сигнала помехи: 1В, форму – синусоида, амплитуду исходного сигнала: 1В, опорное напряжение: 0,6В.
5. Изменяйте параметры в соответствии с таблицей и наблюдайте за работой компаратора. Результаты в виде оценки («правильно», «неправильно») занесите в таблицу.

На рис. 9 показана неправильная работа компаратора.

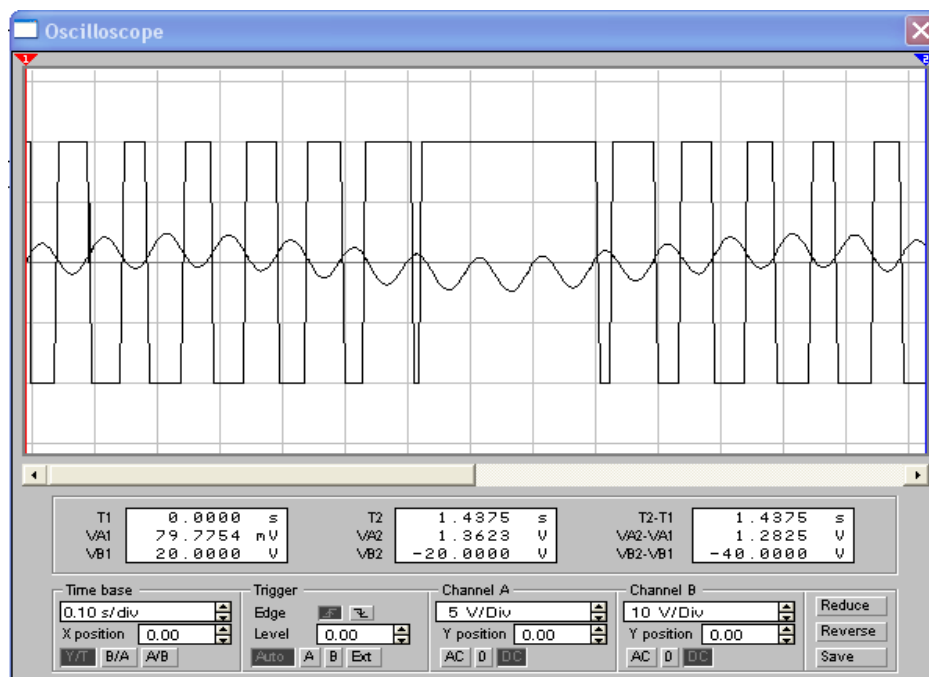


Рисунок 10

Иллюстрация ошибочного принятия решения компаратором при воздействии помехи синусоидальной формы

Таблица 1

Номер эксперимента	Опорное напряжение U_n , В	Характеристика работы компаратора
1	0,6	
2	0,5	
3	0,4	
4	0,3	
5	0,2	

2.2 Исследование устойчивости работы аналогового компаратора при воздействии помехи синусоидальной формы, в зависимости от значения амплитуды исходного сигнала

Схема и начальные параметры аналогичны предыдущему пункту. Для достижения правильной работы компаратора будем увеличивать амплитуду исходного сигнала. Изменяйте амплитуду исходного сигнала в соответствии с таблицей 2 и наблюдайте за работой компаратора. Результаты в виде оценки («правильно», «неправильно») занесите в таблицу.

Таблица 2

Номер эксперимента	Амплитуда исходного сигнала, В	Характеристика работы компаратора
1	1	
2	1,1	
3	1,2	
4	1,3	
5	1,4	

3 Изучение и измерение параметров цифрового компаратора

1. Воспользуйтесь программой EWB и соберите схему цифрового компаратора, представленную на *рис. 7*.
2. Проведите исследование собранной схемы в режиме $A > B$. Для этого установите синюю перемычку согласно рис. 11.

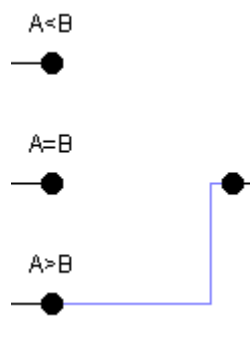


Рисунок 11

3. Проведите исследование собранной схемы в режиме $A < B$. Для этого установите синюю перемычку согласно рис. 12.

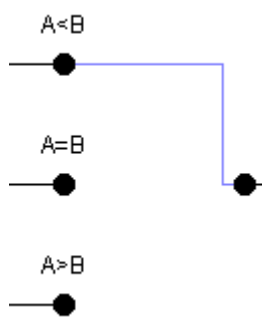


Рисунок 12

4. При помощи логического преобразователя составьте таблицу истинности и булево выражение для каждого случая в таблицу 3.

Таблица 3

A	B	$A > B$	$A < B$
---	---	---------	---------

0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

5. Занесите исследуемую схему и результаты исследований в отчет, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы по результатам исследования.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

Практическое занятие №9.

Тема: Изучение работы мультиплексоров цифровых сигналов.

1 ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

1. Изучить теоретические сведения о мультиплексорах цифровых сигналов.
2. Получить навыки измерения параметров двухвходового мультиплексора цифровых сигналов.
3. Получить навыки измерения параметров восьмивходового мультиплексора цифровых сигналов.

Формируемые компетенции: ОПК-2.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ И УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАНЯТИЯ

Вступительная часть	5 минут
Проверка готовности студентов к занятию	15 минут
1. Теоретические сведения о мультиплексорах и демультиплексорах цифровых сигналов	20 минут
2. Исследование параметров двухвходового мультиплексора цифровых сигналов	20 минут
3. Исследование параметров восьмивходового мультиплексора цифровых сигналов	20 минут
Оформление отчетов, защита практического задания	5 минут
Заключение	3 минуты
Задание студентам для самостоятельной работы	2 минуты
Всего	2 часа (90 мин)

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ

ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Перенос сигнала из одной точки пространства в другую осуществляет система электросвязи. Электрический сигнал является формой представления сообщения для передачи его системой электросвязи. Как правило, системы электросвязи являются многоканальными. Чтобы передать цифровой сигнал от источника информации в требуемый момент времени цифровой системе

электросвязи необходимо объединять цифровые потоки на передающей стороне в групповой поток и делать обратное преобразование на приемной стороне. Для выполнения этих процедур на передающей стороне может использоваться мультиплексор, а на приемной стороне – демультиплексор.

ПРОВЕРКА ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ К ЗАНЯТИЮ

Проверка осуществляется способом устного опроса студентов по вопросам:

- Назовите назначение мультиплексоров.
- Назовите назначение демультиплексоров.
- Назовите назначение основных входов и выходов мультиплексора.
- Назовите назначение основных входов и выходов демультиплексора.
- Назовите область применения мультиплексоров и демультиплексоров.
- Поясните принцип работы мультиплексора при объединении индивидуальных цифровых потоков в групповой.
- Поясните принцип работы демультиплексора при выделении индивидуальных цифровых потоков из группового.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О МУЛЬТИПЛЕКСОРАХ И

ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОРАХ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

Мультиплексоры (от английского multiplex – многократный) используются для коммутации в заданном порядке сигналов, поступающих с нескольких входных шин на одну выходную. У мультиплексора может быть, например, 16 входов и 1 выход. Это означает, что если к этим входам присоединены 16 источников цифровых сигналов – генераторов последовательных цифровых слов, то байты от любого из генераторов можно передавать на единственный выход. Для выбора любого из 16 каналов необходимо иметь 4 входа селекции ($2^4=16$), на которые подается двоичный адрес канала. Так, для передачи данных от канала номер 9 на входах селекции

необходимо установить код 1001. В силу этого мультиплексоры часто называют селекторами или мультиплексорами–селекторами.

Мультиплексоры находят широкое применение в технике связи и вычислительной технике. Применения мультиплексоров и демультиплексоров в системах связи был рассмотрен в лекции. В вычислительной технике мультиплексоры могут применяться для совместной работы с микропроцессорами для выдачи на одни и те же их выходы адреса и данных, что позволяет существенно сократить общее количество выводов микросхемы. В микропроцессорных системах управления мультиплексоры устанавливают на удаленных объектах, для возможности передачи информации по одной линии связи от нескольких установленных на них датчиков.

Простейшая схема двухканального мультиплексора, состоящего из элементов ИЛИ, НЕ и двух элементов И представлена на рисунке 1.

Результаты моделирования двухканального мультиплексора можно представить в виде таблицы 1.

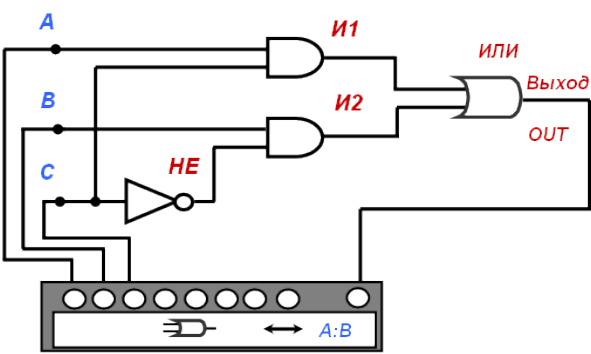


Рисунок 1

Схема для исследования двухканального мультиплексора

Таблица 1 - Таблица состояний для двухканального мультиплексора

Состояние	A	B	C	Выход
-----------	---	---	---	-------

				(OUT)
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

Из таблицы 1 следует, что выходной сигнал описывается булевым выражением

$$OUT = BC' + AC,$$

то есть сигнал из канала А проходит на выход при адресном входе C=1, а из канала В – при C=0, что и соответствует логике работы мультиплексора.

На практике двухканальные мультиплексоры, как правило, применяются довольно редко. Поэтому реально используемые мультиплексоры рассчитаны на большее количество входных шин, что позволяет коммутировать большее количество входных сигналов. Рассмотрим структуру восьмиканального мультиплексора, представленного на рисунке 2.

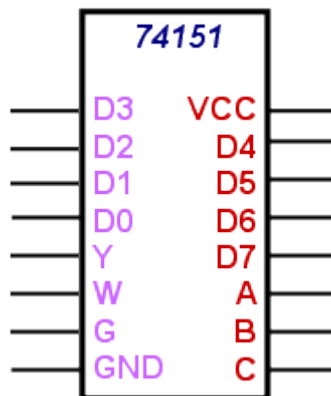


Рисунок 2

Схема восьмиканального мультиплексора ИМС 74151 (К155КП7)

Рассмотрим назначение выводов восьмиканального мультиплексора, представленного на рисунке 2. Они имеют следующее функциональное назначение:

D0.....D7 - входы,

GND - общий (земля),

VCC - напряжение питания +5В,

G - вход разрешения (активный уровень – низкий),

Y,W – прямой и инверсный выходы,

A,B,C – адресные входы 2^0 , 2^1 , 2^2 .

Таблица состояний для восьмиканального мультиплексора имеет вид, представленный в таблице 2.

Таблица 2 - Таблица состояний для восьмиканального мультиплексора

Сост.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	A	B	C	Y
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
6	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1
7	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
10	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
12	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
13	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
14	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
15	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Из таблицы 2 следует, что при состоянии $A=0, B=0, C=0$ на выход Y поступает сигнал со входа $D0$, при состоянии $A=0, B=0, C=1$ на выход поступает сигнал со входа $D1$, при состоянии $A=0, B=1, C=0$ на выход поступает сигнал со входа $D2$, при состоянии $A=0, B=1, C=1$ на выход поступает сигнал со входа $D3$, при состоянии $A=1, B=0, C=0$ на выход поступает сигнал со входа $D4$, при состоянии $A=1, B=0, C=1$ на выход поступает сигнал со входа $D5$, при состоянии $A=1, B=1, C=0$ на выход поступает сигнал со входа $D6$, при состоянии $A=1, B=1, C=1$ на выход поступает сигнал со входа $D7$.

Схема для исследования восьмиканального мультиплексора имеет следующий вид.

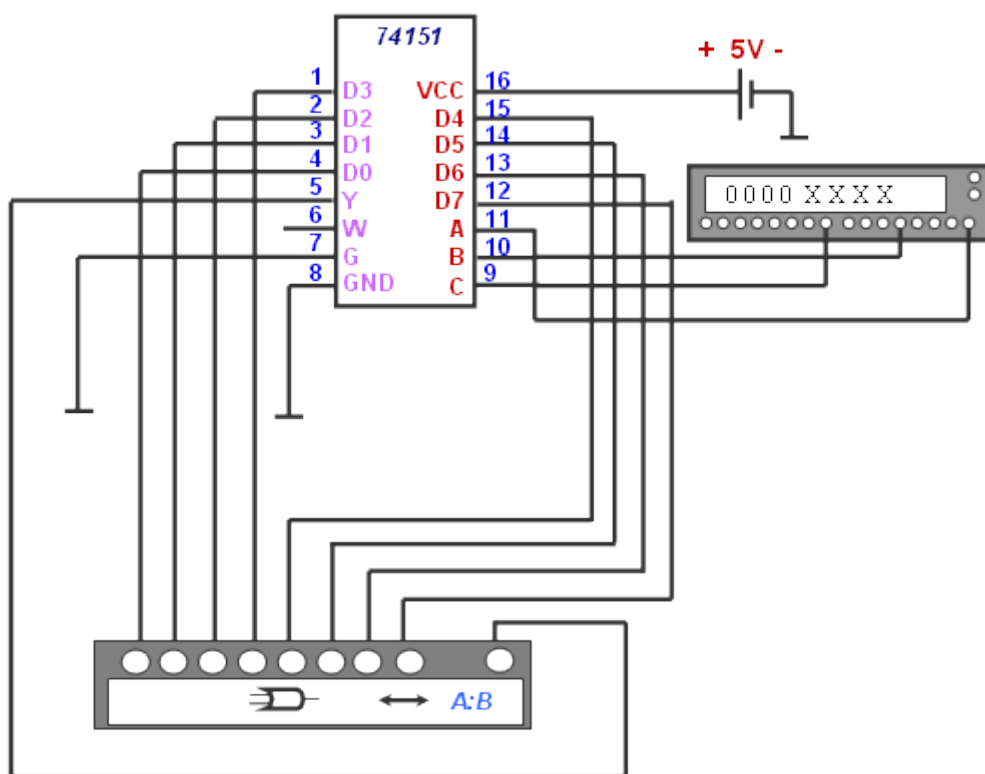


Рисунок 3

Схема для исследования восьмиканального мультиплексора

Схема включает в себя микросхему мультиплексора 74151, логический преобразователь, подключенный своими выходами ко входам D0...D7 мультиплексора, а выход мультиплексора Y подключен ко входу логического преобразователя, что позволяет провести исследование работы мультиплексора. На адресные входы мультиплексора A, B, C подается информация с генератора слов с периодичностью в 8 тактов ($2^3=8$) следующего вида

Таблица 3 - Варианты возможных состояний адресных входов мультиплексора 74151

A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

Как видно из таблицы 2, возможно 256 тактов работы мультиплексора на 8 входов, поэтому состояния входов А, В, С повторяться циклически 32 раза, что будет соответствовать полному циклу работы мультиплексора.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВУХВХОДОВОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

1. Воспользоваться схемой, представленной на рисунке 1, составить ее при помощи программы WEWB.
2. Запустить схему и проверить ее работоспособность.
3. При помощи логического преобразователя составить таблицу состояний двухканального мультиплексора и его булево выражение (см. функции логического преобразователя).
4. Оформить результаты исследований в виде таблицы состояний, булева выражения двухканального мультиплексора и выводов по проведенным исследованиям.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОСЬМИВХОДОВОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

1. Воспользоваться схемой, представленной на рисунке 2, составить ее при помощи программы WEWB.
2. Запустить схему и проверить ее работоспособность.
3. При помощи логического преобразователя составить таблицу состояний восьмиканального мультиплексора (для своего варианта, таблица 4) и его булево выражение (см. функции логического преобразователя).
4. Оформить результаты исследований в виде таблицы состояний, булева выражения восьмиканального мультиплексора и выводов по проведенным исследованиям. Составить отчет.

Таблица 4

№ варианта	Исследуемые такты работы мультиплексора	№ варианта	Исследуемые такты работы мультиплексора	№ варианта	Исследуемые такты работы мультиплексора
1	16-24	11	97-104	21	177-184
2	25-32	12	105-112	22	185-192
3	33-40	13	113-120	23	193-200
4	41-48	14	121-128	24	201-208
5	49-56	15	129-136	25	209-216
6	57-64	16	137-144	26	217-224
7	65-72	17	145-152	27	225-232
8	73-80	18	153-160	28	233-240
9	81-88	19	161-168	29	241-248
10	89-96	20	169-176	30	249-256

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная: 1-4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук им. Профессора Н.И.Червякова
КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Дисциплина: Сети и системы передачи информации

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №9

на тему:

**«ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ МУЛЬТИПЛЕКСОРОВ ЦИФРОВЫХ
СИГНАЛОВ»**

Выполнил: студент 3 курса
направления подготовки «Информационная безопасность»

Иванов Иван Иванович

Проверил: доцент кафедры ОТЗИ

Орел Дмитрий Викторович

Работа защищена с оценкой: _____

Ставрополь, 2026

Цели работы:

1
2
3

Программа работы

1
2
3

Ход работы**1. Теоретическая часть**

Описать основные теоретические положения по теме работы.

В ходе изучения установлено (описать пошагово все проделанные действия со скриншотами основных теоретических положений и выводами).

2. Практическая часть

В ходе выполнения практической части проделаны следующие действия..... (описать пошагово все проделанные действия со скриншотами результатов). Приводятся таблицы (графики) по результатам выполнения практического задания. Формулируются выводы.

В заключении указываются итоги занятия, производится обобщение полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы.

Результаты выполненного практического занятия защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Сети и системы передачи информации»
для студентов направления подготовки
10.03.01 Информационная безопасность
Направленность (профиль)
«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере
профессиональной деятельности)»

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Сети и системы передачи информации» является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность», а также теоретических знаний и практических навыков по основным принципам построения различных телекоммуникационных систем и сетей, по основам информационного обмена в системах и сетях передачи информации.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение методов формирования, преобразования, передачи и приёма сигналов, используемых в телекоммуникационных системах и сетях при передаче, приеме и распределении информации;
- получение практических навыков проведения исследований основных процессов, происходящих в современных системах и сетях передачи информации, а также оценки качества их функционирования.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Самостоятельная работа включает те разделы курса, которые не получили достаточного освещения на лекциях по причине ограниченности лекционного времени и большого объема изучаемого материала.

Методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине состоит из:

- 1) Определения учебных вопросов, которые студенты должны изучить самостоятельно;
- 2) Подбора необходимой учебной литературы, обязательной для проработки и изучения;
- 3) Поиска дополнительной научной литературы, к которой студенты могут обращаться по желанию, если у них возникает интерес в данной теме;
- 4) Определения контрольных вопросов, позволяющих студентам самостоятельно проверить качество полученных знаний;
- 5) Организации консультаций преподавателя со студентами для разъяснения вопросов, вызвавших у обучающихся затруднения при самостоятельном освоении учебного материала.

Самостоятельная работа студента – это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение собственной информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля

К основным видам самостоятельной работы студентов относится:

- работа с понятийным аппаратом;
- конспектирование первоисточников;
- проектирование фрагментов исследовательской деятельности;
- анализ научных исследований по психологической проблематике;
- подготовка доклада по теме.

Контроль знаний студентов включает формы текущего и итогового контроля. Текущий контроль осуществляется в процессе изучения курса и включает в себя оценку работы студентов на практических занятиях (круглый стол, собеседование, групповые научные проекты, тестирование), а также подготовку домашнего задания.

2. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых копетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр						
ОПК-2 ИД-2	Подготовка к лабораторной работе	Отчет по лабораторной работе	Собеседование	1.00	2.00	3.00
ОПК-2 ИД-2	Подготовка к лекции	Конспект лекций	Собеседование	1.00	2.00	3.00
ОПК-2 ИД-2	Подготовка к практическому занятию	Отчет по практической работе	Собеседование	2.00	2.00	4.00
ОПК-2 ИД-2	Подготовка к экзамену	Экзамен	Вопросы к экзамену	2.00	2.00	4.00
ОПК-2 ИД-2	Подготовка к докладу	Письменный отчет	Собеседование	2.00	2.00	4.00
Итого за семестр				8.00	10.00	18.00
Итого				8.00	10.00	18.00

3. Порядок выполнения самостоятельной работы

3.1 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины «Сети и системы передачи информации» предполагает овладение материалами лекций, учебников, программы, творческую работу студентов в ходе проведения практических занятий, а также систематическое выполнение заданий для самостоятельной работы.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к практическим занятиям.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Выполнение практических занятий по дисциплине «Сети и системы передачи информации»

На первом занятии получите у преподавателя задания по курсу, планы подготовки к практическим занятиям. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед практическими занятиями изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с опытом других исследователей в этом направлении.

Целью практических занятий является:

- закрепление методов приложения теории к решению практических задач анализа и синтеза психологического знания;
- проверка уровня понимания студентами вопросов, рассмотренных на лекциях и по учебной литературе, степени и качества усвоения материала;
- обучение навыкам освоения методики эксперимента и работы с нормативно-справочной литературой;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

3.2 Методические рекомендации по написанию и оформлению доклада

1. Общие положения

1.1. Доклад, как вид самостоятельной работы в учебном процессе, способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, учит критически мыслить.

1.2. При написании доклада по заданной теме студент составляет план, подбирает основные источники.

1.3. В процессе работы с источниками систематизирует полученные сведения, делает выводы и обобщения.

1.4. К докладу по крупной теме могут привлекать несколько студентов, между которыми распределяются вопросы выступления.

2. Выбор темы доклада

2.1. Тематика доклада обычно определяется преподавателем, но в определении темы инициативу может проявить и студент.

2.2. Прежде чем выбрать тему доклада, автору необходимо выявить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко ее изучить.

3. Этапы работы над докладом

3.1. Формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию.

3.2. Подбор и изучение основных источников по теме (как правильно, при разработке доклада используется не менее 8-10 различных источников).

3.3. Составление списка использованных источников.

3.4. Обработка и систематизация информации

3.5. Разработка плана доклада.

3.6. Написание доклада.

3.7. Публичное выступление с результатами исследования.

4. Структура доклада:

- титульный лист

- оглавление (в нем последовательно излагаются названия пунктов доклада, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт);

- введение (формулирует суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяются ее значимость и актуальность, указываются цель и задачи доклада, дается характеристика используемой литературы);

- основная часть (каждый раздел ее, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из ее сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть представлены таблицы, графики, схемы);

- заключение (подводятся итоги или дается обобщенный вывод по теме доклада, предлагаются рекомендации);

- список использованных источников

5. Структура и содержание доклада

5.1. Введение - это вступительная часть научно-исследовательской работы. Автор должен приложить все усилия, чтобы в этом небольшом по объему разделе показать актуальность темы, раскрыть практическую значимость ее, определить цели и задачи эксперимента или его фрагмента.

5.2. Основная часть. В ней раскрывается содержание доклада. Как правило, основная часть состоит из теоретического и практического разделов. В теоретическом разделе раскрываются история и теория исследуемой проблемы, дается критический анализ литературы и показываются позиции автора. В практическом разделе излагаются методы, ход, и результаты самостоятельно проведенного эксперимента или фрагмента.

В основной части могут быть также представлены схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и т.д.

5.3. В заключении содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор, и рекомендации. Заключение должно быть кратким, обязательным и соответствовать поставленным задачам.

5.4. Список использованных источников представляет собой перечень использованных книг, статей, фамилии авторов приводятся в алфавитном порядке, при этом все источники даются под общей нумерацией литературы. В исходных данных источника указываются фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания.

5.5. Приложение к докладу оформляются на отдельных листах, причем каждое должно иметь свой тематический заголовок и номер, который пишется в правом верхнем углу, например: «Приложение 1»

6. Требования к оформлению доклада

6.1. Объем доклада может колебаться в пределах 5-15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в ее объем.

6.2. Доклад должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения.

6.3. Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

6.4. Должна быть соблюдена последовательность написания библиографического аппарата.

7. Критерии оценки доклада

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала; правильность и полнота использования источников;
- соответствие оформления доклада стандартам.

По усмотрению преподавателя доклады могут быть представлены на семинарах, научно-практических конференциях, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

3.3 Методические рекомендации по конспектированию первоисточников

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму

конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Конспектирование – процесс мысленной переработки и письменной фиксации информации, в виде краткого изложения основного содержания, смысла какого-либо текста.

Результат конспектирования – запись, позволяющая конспектирующему немедленно или через некоторый срок с нужной полнотой восстановить полученную информацию. Конспект в переводе с латыни означает «обзор». По существу его и составлять надо как обзор, содержащий основные мысли текста без подробностей и второстепенных деталей. Конспект носит индивидуализированный характер: он рассчитан на самого автора и поэтому может оказаться малопонятным для других.

Для того чтобы осуществлять этот вид работы, в каждом конкретном случае необходимо грамотно решить следующие задачи:

1. Сориентироваться в общей композиции текста (уметь определить вступление, основную часть, заключение).
2. Увидеть логико-смысловую канву сообщения, понять систему изложения автором информации в целом, а также ход развития каждой отдельной мысли.
3. Выявить «ключевые» мысли, т. е. основные смысловые вехи, на которые «нанизано» все содержание текста.
4. Определить детализирующую информацию.
5. Лаконично сформулировать основную информацию, не перенося на письмо все целиком и дословно.

Во всяком научном тексте содержится информация 2-х видов: основная и вспомогательная. Основной является информация, имеющая наиболее существенное значение для раскрытия содержания темы или вопроса. К ней относятся: определения научных понятий, формулировки законов, теоретических принципов и т. д. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю лучше усвоить предлагаемый материал. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Основную – записываем как можно полнее, вспомогательную, как правило, опускаем. Содержание конспектирования составляет переработка основной информации в целях ее обобщения и сокращения. Обобщить – значит представить ее в более общей, схематической форме, в виде тезисов, выводов, отдельных заголовков, изложения основных результатов и т. п. Читая, мы интуитивно используем некоторые слова и фразы в качестве опорных. Такие опорные слова и фразы называются ключевыми. Ключевые слова и фразы несут основную смысловую и эмоциональную нагрузку содержания текста.

Выбор ключевых слов – это первый этап смыслового свертывания, смыслового сжатия материала.

Важными требованиями к конспекту являются наглядность и обозримость записей и такое их расположение, которое давало бы возможность уяснить логические связи и иерархию понятий.

По форме конспекты подразделяются на формализованные и графические.

1. Формализованные (все записи вносятся в заранее подготовленные таблицы).

Это удобно, во-первых, при конспектировании материалов, когда перечень характеристик описываемых предметов или явлений более или менее постоянен, во-вторых, при подготовке единого конспекта по нескольким источникам. Особенно если есть необходимость сравнения отдельных данных. Разновидностью формализованного конспекта является запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, обеспечивающие исчерпывающие характеристики однотипных предметов или явлений.

2. Графические (элементы конспектируемой работы располагаются в таком виде, при котором видна иерархия понятий и взаимосвязь между ними).

По каждой работе может быть не один, а несколько графических конспектов, отображающих книгу в целом и отдельные ее части. Ведение графического конспекта - наиболее совершенный способ изображения внутренней структуры книги, а сам этот процесс помогает усвоению ее содержания.

Можно выделить следующие основные **типы конспектов: плановый, текстуальный, сводный, тематический.**

Плановый – легко получить с помощью предварительно сделанного плана произведения, каждому вопросу плана отвечает определенная часть конспекта:

а) вопросно-ответный (на пункты плана, выраженные в вопросительной форме, конспект дает точные ответы);

б) схематичный плановый конспект (отражает логическую структуру и взаимосвязь отдельных положений).

Текстуальный – это конспект, созданный в основном из цитат.

Сводный конспект – сочетает выписки, цитаты, иногда тезисы; часть его текста может быть снабжена планом.

Тематический – дает более или менее исчерпывающий ответ (в зависимости из числа привлеченных источников и другого материала, например, своих же записей) на поставленный вопрос – тему: обзорный; хронологический.

Роль конспекта – чисто учебная: он помогает зафиксировать основные понятия и положения первичного текста и в нужный момент их воспроизвести, например, при написании реферата или подготовке к экзамену.

Способы конспектирования.

- **Тезисы** – это кратко сформулированные основные мысли, положения изучаемого материала. Тезисы лаконично выражают суть читаемого, дают возможность раскрыть содержание. Приступая к освоению записи в виде тезисов, полезно в самом тексте отмечать места, наиболее четко формулирующие основную мысль, которую автор доказывает (если, конечно, это не библиотечная книга). Часто такой отбор облегчается шрифтовым выделением, сделанным в самом тексте.

- **Линейно-последовательная запись текста.** При конспектировании линейно – последовательным способом целесообразно использование плакатно-оформительских средств, которые включают в себя следующие:

- сдвиг текста конспекта по горизонтали, по вертикали;
- выделение жирным (или другим) шрифтом особо значимых слов;
- использование различных цветов;
- подчеркивание;
- заключение в рамку главной информации.

- **Способ «вопросов – ответов».** Он заключается в том, что, поделив страницу тетради пополам вертикальной чертой, конспектирующий в левой части страницы

самостоятельно формулирует вопросы или проблемы, затронутые в данном тексте, а в правой части дает ответы на них.

Одна из модификаций способа «вопросов – ответов» – таблица, где место вопроса занимает формулировка проблемы, поднятой автором (лектором), а место ответа – решение данной проблемы. Иногда в таблице могут появиться и дополнительные графы: например, «мое мнение» и т. п.

- **Схема с фрагментами** – способ конспектирования, позволяющий ярче выявить структуру текста, - при этом фрагменты текста (опорные слова, словосочетания, пояснения всякого рода) в сочетании с графикой помогают созданию рационально - лаконичного конспекта.

- **Простая схема** – способ конспектирования, близкий к схеме с фрагментами, объяснений к которой конспектирующий не пишет, но должен уметь давать их устно. Этот способ требует высокой квалификации конспектирующего. В противном случае такой конспект нельзя будет использовать.

- **Параллельный способ** конспектирования. Конспект оформляется на двух листах параллельно или один лист делится вертикальной чертой пополам и записи делаются в правой и в левой части листа.

Однако лучше использовать разные способы конспектирования для записи одного и того же материала.

Комбинированный конспект – вершина овладения рациональным конспектированием. При этом умело используются все перечисленные способы, сочетая их в одном конспекте (один из видов конспекта свободно перетекает в другой в зависимости от конспектируемого текста, от желания и умения конспектирующего). Именно при комбинированном конспекте более всего проявляется уровень подготовки и индивидуальность студента.

Принципы составления конспекта прочитанного.

1. Записать все выходные данные источника: автор, название, год и место издания. Если текст взят из периодического издания (газеты или журнала), то записать его название, год, месяц, номер, число, место издания.

2. Выделить поля слева или справа, можно с обеих сторон. Слева на полях отмечаются страницы оригинала, структурные разделы статьи или книги (названия параграфов, подзаголовки и т. п.), формулируются основные проблемы. Справа – способы фиксации прочитанной информации.

Один из видов чтения – углубленное – предполагает глубокое усвоение прочитанного и часто сохранение информации в целях последующего обращения к ней. Эффективность такого чтения повышается, если прочитанное зафиксировано не только в памяти, но и на бумаге. Психологи утверждают, что записанное лучше и полнее усваивается, прочнее откладывается в памяти. Установлено, что если прочитать 1000 слов и затем записать 50, подытоживающих прочитанное, то коэффициент усвоения будет выше, чем, если прочитать 10000 слов, не записав ни одного. Кроме того, при записи прочитанного формируется навык свертывания информации. И, наконец, чередование чтения и записывания уменьшает усталость, повышает работоспособность и производительность умственного труда.

1. Резюмирование.

Резюме – краткий итог прочитанного, содержащий его оценку. Резюме характеризует основные выводы книги, главные итоги.

Выбор языковых средств для построения резюме-выводов подчинен основной задаче свертывания информации: минимум языковых средств – максимум информации. Это обычно одно – три четких, кратких, выразительных предложения, раскрывающих, по мнению автора, самую суть описываемого объекта.

2. Аннотация.

Аннотация – краткая обобщенная характеристика печатной работы (книги, статьи), включающая иногда и его оценку. Это наикратчайшее изложение содержания первичного документа, дающее общее представление о теме.

Основное ее назначение – дать некоторое представление о книге (статье, научной работе) с тем, чтобы рекомендовать ее определенному кругу читателей или воспользоваться своими записями при выполнении работы исследовательского, реферативного характера. Поэтому аннотации не требуются изложения содержания произведения, в ней лишь перечисляются вопросы, которые освещены в первоисточнике (содержание этих вопросов не раскрывается). Аннотация отвечает на вопрос: «О чем говорится в первичном тексте?», дает представление только о главной теме и перечне вопросов, затрагиваемых в тексте первоисточника.

Текст аннотации не стандартизирован. В научной литературе можно встретить различные требования к составлению аннотаций. Например, текст справочной аннотации может включать следующие сведения:

- тип и название аннотируемого документа (монография, диссертация, сборник, статья и т. п.)
- задачи, поставленные автором аннотируемого документа
- метод, которым пользовался автор (эксперимент, сравнительный анализ, компиляция других источников)
- принадлежность автора к определенной научной школе или направлению
- структуру аннотируемого документа
- предмет и тему произведения, основные положения и выводы автора
- характеристику вспомогательных иллюстративных материалов, дополнений, приложений, справочного аппарата, включая указатели и библиографию.

3.4 Методические указания по подготовке к экзамену

Контроль и оценка знаний студентов является неотъемлемой составной частью учебно-воспитательного процесса в вузе. Экзаменационная сессия – самая ответственная пора в студенческой жизни: она является итогом большой работы студентов в семестре. Экзамен – это метод проверки знаний студентов по части или полному курсу учебной дисциплины, произведенный путем постановки устных или письменных вопросов. Он дает объективную официально фиксируемую оценку успехов студентов за определенный отрезок времени.

Экзамен преследует многогранную цель: во-первых, это – проверка знаний студента, во-вторых, они сами по себе являются важным звеном в овладении наукой, в-третьих, это продолжение учебного процесса; наконец, он имеет большое значение как фактор стимулирования глубокого изучения предмета.

Подготовка к экзамену состоит из двух взаимосвязанных этапов. Первый – систематический труд на протяжении семестра, учебного года, охватывающий все формы учебного процесса: лекции, изучение и конспектирование рекомендованной литературы, активное участие в семинарских (практических) и лабораторных занятиях.

Второй – подготовка непосредственно перед экзаменом. Она позволяет студентам за сравнительно короткий отрезок времени охватить всю перспективу изученного и лучше понять основные закономерности и явления.

Ограниченность времени (3-4 дня) для непосредственной подготовки к экзамену по предмету требует от студентов спокойно, без нервной суеты и спешки еще раз внимательно продумать изученный в течение семестра материал, тщательно отработать вопросы, недостаточно изученные или плохо понятые, с тем, чтобы по возможности устранить все пробелы в своих знаниях.

Готовиться надо по строго продуманному графику, последовательно переходя от темы к теме, не пропуская ни одну из них.

Сложные вопросы, недостаточно уясненные в процессе подготовки к экзамену, необходимо записать и получить на них разъяснения у преподавателей во время предэкзаменационных консультаций.

Следует заметить, что студенты, которые не ходят на консультации из-за отсутствия, по их мнению, сложных вопросов, поступают опрометчиво. На консультациях очень часто лектор не только отвечает на заданные вопросы, но и по собственной инициативе разъясняет наиболее трудные разделы курса.

Итак, основной задачей подготовки студентов к экзамену является систематизация знаний учебного материала, его творческое осмысливание. Важнейшим учебным пособием на этом этапе работы студента является собственный конспект прослушанных лекций и самостоятельно проработанных тем курса.

В соответствии с положением об экзаменах их, как правило, принимают преподаватели, читающие курс лекций.

Получив билет, студент должен хорошо продумать содержание поставленных вопросов. Значительное число неудачных ответов объясняется неясным пониманием поставленной проблемы. Правильное понимание вопроса обеспечит успех при ответе на него. При подготовке к ответу на билет нужно составить развернутый план по каждому вопросу

Отвечая на вопросы экзаменационного билета, не следует спешить. Надо излагать материал спокойно, не торопясь, владеть собой, следить за построением фраз. Следует избегать подходов издали, общих рассуждений. Рекомендуются строить ответы четко, последовательно, конкретно, по возможности исчерпывающе. Вместе с тем весьма желательно быстро и правильно иллюстрировать свой ответ примерами.

От экзаменуемого требуется: определение понятий, обоснование выдвинутых положений, свободное оперирование фактическим материалом, дать альтернативные подходы по отдельным проблемам. Логичность, стройность, литературная грамотность изложения являются неотъемлемыми чертами полноценного ответа. Нельзя при ответе допускать ни излишней краткости, переходящей в схематизм, ни многословия. И то, и другое не оправдано. Краткость не дает преподавателю возможности понять, владеет ли студент учебным материалом, а многословие может показать, что студент не умеет акцентировать внимание на главном и говорит слишком расплывчато.

Практические задания, выполняемые на лабораторных работах

1. Тема 1. История возникновения и современные тенденции развития систем и сетей передачи информации. Общие принципы построения телекоммуникационных систем и сетей связи

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель амплитудного модулятора сигналов и провести исследование зависимости параметров амплитудно-модулированного колебания от значения частоты несущего колебания.

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель частотного модулятора сигналов и провести исследование зависимости параметров частотно-модулированного колебания от значения частоты несущего колебания.

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель фазового модулятора сигналов и провести исследование зависимости параметров фазо-модулированного колебания от значения частоты несущего колебания.

Задание повышенного уровня:

4) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель амплитудного модулятора сигналов с разными формами модулирующих сигналов и провести исследование зависимости параметров модулированного колебания от формы модулирующего колебания.

2. Тема 2. Введение в теорию сигналов. Методы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов

Типовые задачи (всего 6 заданий):

Задания базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель преобразователя частоты сигналов и провести исследование его работы при различных значениях частот входного сигнала.

2) Решить задачу определения частоты дискретизации аналогового сигнала с использованием теоремы Котельникова В.А. по заданным исходным данным.

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель двухконтурной входной цепи радиоприемного устройства и провести исследование его работы. С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель операционного усилителя и провести исследование зависимости коэффициента усиления по напряжению операционного усилителя от значения частоты входного сигнала.

4) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель операционного усилителя. Провести исследование зависимости коэффициента усиления по напряжению операционного усилителя от значения

питающего напряжения.

5) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель операционного усилителя. Провести исследование зависимости фазы на выходе операционного усилителя от значения частоты входного сигнала.

Задание повышенного уровня:

6) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель передатчика беспроводной системы передачи информации и провести исследование её работы.

3. Тема 3. Принципы цифровой связи. Цифровые методы модуляции. Демодуляция сигналов

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель аналого-цифрового преобразователя и провести исследование его работы.

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель цифро-аналогового преобразователя и провести исследование его работы при поступлении кодограмм различного вида.

Задания повышенного уровня:

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель амплитудно-импульсного модулятора и провести исследование его работы.

4) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель амплитудно-импульсного демодулятора и провести исследование его работы.

4. Тема 4. Помехи в каналах связи. Регенерация дискретных цифровых сигналов. Кодирование информации в системах связи

Типовые задачи (всего 8 заданий):

Задания базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель операционного усилителя с цепью положительной обратной связи и провести исследование зависимости коэффициента усиления по напряжению операционного усилителя от значения частоты входного сигнала.

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель операционного усилителя с цепью отрицательной обратной связи и провести исследование зависимости коэффициента усиления по напряжению операционного усилителя от значения частоты входного сигнала.

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель регенератора на операционном усилителе и провести исследование его работы.

4) С использованием программы «Electronics Workbench» построить

модель цифрового регенератора на цифровых элементах и провести исследование его работы.

Задания повышенного уровня:

5) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель операционного усилителя с цепью частотно-зависимой положительной обратной связи. Провести исследование зависимости фазы на выходе операционного усилителя от значения частоты входного сигнала.

6) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель операционного усилителя с цепью частотно-зависимой отрицательной обратной связи. Провести исследование зависимости фазы на выходе операционного усилителя от значения частоты входного сигнала.

7) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель регенератора на операционном усилителе и провести исследование его работы при воздействии помех.

8) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель цифрового регенератора на цифровых элементах и провести исследование его работы при воздействии помех.

5. Тема 5. Методы адаптации в цифровых системах передачи информации

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

9) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель устройства контроля четности четырехэлементного кода и провести исследование его работы при поступлении кодограмм различного вида.

10) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель устройства контроля четности восьмиэлементного кода и провести исследование его работы при поступлении кодограмм различного вида.

Задания повышенного уровня:

11) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель кодирующего пятиэлементного кода по правилу Хэмминга и провести исследование его работы при поступлении кодограмм различного вида.

12) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель декодирующего пятиэлементного кода по правилу Хэмминга и провести исследование его работы при поступлении кодограмм различного вида.

6. Тема 6. Проводные и кабельные системы связи. Волоконно-оптические системы связи

Типовые задачи (всего 10 заданий):

Задания базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель RC-фильтра низких частот и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения

частоты входного сигнала.

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель RC-фильтра высоких частот и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала.

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель LC-фильтра низких частот и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала.

4) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель LC-фильтра высоких частот и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала.

5) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель RL-фильтра низких частот и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала.

6) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель RL-фильтра высоких частот и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала.

Задания повышенного уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель RC полосового фильтра и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала. Определить граничные частоты (частоты среза) по амплитудно-частотной характеристике и с использованием аналитических выражений. Сравнить результаты исследований и сделать выводы.

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель LC полосового фильтра и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала. Определить граничные частоты (частоты среза) по амплитудно-частотной характеристике и с использованием аналитических выражений. Сравнить результаты исследований и сделать выводы.

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель RL полосового фильтра и провести исследование зависимости коэффициента передачи фильтра по напряжению от значения частоты входного сигнала. Определить граничные частоты (частоты среза) по амплитудно-частотной характеристике и с использованием аналитических выражений. Сравнить результаты исследований и сделать выводы.

7. Тема 7. Принципы распространения и использования радиоволн. Беспроводные системы передачи информации. Принципы построения радиорелейных и спутниковых систем передачи информации

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задание базового уровня:

1) Решить задачу определения дальности связи радиолинии прямой видимости по заданным исходным данным.

2) Решить задачу определения параметра излучаемой мощности передающей радиолинии по заданным исходным данным.

Задание повышенного уровня:

1) Решить задачу определения параметра мощность потерь и коэффициента полезного действия передающей радиолинии по заданным исходным данным.

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель беспроводной системы передачи информации и провести исследование её работы.

8. Тема 8. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) (Open System Interconnection, OSI). Принципы коммутации и маршрутизации в сетях передачи информации

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задание базового уровня:

1) С использованием программы «NetCracker» построить модели сетей передачи информации с различной топологией.

2) С использованием программы «NetCracker» построить модели сетей передачи информации с различной топологией и провести исследование их работы при различных значениях трафика в сети (интенсивности передаваемых сообщений, размеров сообщений, законов распределения потоков сообщений).

Задание повышенного уровня:

3) С использованием программы «NetCracker» провести исследование работы сетей передачи информации с различной топологией при различных значениях сетевых компонентов и нагрузок в сети.

4) С использованием программы «NetCracker» провести исследование работы сетей передачи информации с различной топологией при различных значениях трафика в сети (интенсивности передаваемых сообщений, размеров сообщений, законов распределения потоков сообщений).

9. Тема 9. Принципы построения компьютерных сетей. Технологии глобальных компьютерных сетей

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задание базового уровня:

1) С использованием программы «NetCracker» построить модели базовых топологий сетей (шина, звезда, кольцо) и провести исследование их работы при различных значениях сетевых компонентов и нагрузок в сети.

2) С использованием программы «NetCracker» построить модель сети ISDN .

Задания повышенного уровня:

3) С использованием программы «NetCracker» провести исследование работы модели сети ISDN при различных значениях сетевых компонентов и нагрузок в сети.

4) С использованием программы «NetCracker» построить модели сетей АТМ и провести исследование её работы при различных значениях сетевых компонентов и нагрузок в сети.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

При подготовке к практическому занятию студенту следует:

- ознакомиться с темой и заданием практического занятия;
- изучить методические рекомендации к практическому занятию, в том числе требования безопасности и необходимый теоретический материал;
- осуществить подготовку к занятию в соответствии с рекомендациями, изложенными в методической разработке, при необходимости выполнить практические задания по указанию преподавателя;
- подготовить отчет о практическом занятии;
- проверить свой уровень подготовки с помощью вопросов и заданий для самоконтроля.

К работе в аудитории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения практического задания.

Требования безопасности перед началом работ:

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

Требования безопасности во время работы:

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

Требования безопасности по окончании работы:

- Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

По результатам выполнения практического занятия студенты оформляют отчет. Отчет по выполнению практического занятия должен быть представлен на проверку в письменной форме. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления рукописных работ и должен содержать: титульный лист, название, цели занятия, перечень заданий, практическую часть (результаты выполнения задания, таблицы, графики, схемы, комментарии) и выводы.

Результаты выполненного практического занятия представляются преподавателю каждым студентом в индивидуальном порядке путем проверки выполнения практических заданий, указанных преподавателем.

Выполнение практических заданий совместно с оформлением отчетов по выполнению практического занятия позволяет успешно овладеть умениями, необходимыми для дальнейшей учебной и профессиональной деятельности.

Практические задания, выполняемые на практических занятиях

1. Тема 1. История возникновения и современные тенденции развития систем и сетей передачи информации. Общие принципы построения телекоммуникационных систем и сетей связи

Типовые задачи (всего 2 задания):

Задание базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель LC - генератора гармонических сигналов и провести измерение параметров выходного колебания.

Задание повышенного уровня:

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель LC - генератора гармонических сигналов и провести измерение его параметров при изменяющихся значениях L и C.

2. Тема 2. Введение в теорию сигналов. Методы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов

Типовые задачи (всего 2 задания):

Задание базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель амплитудного демодулятора гармонических сигналов и провести измерение характеристик демодулированного колебания на его выходе.

Задание повышенного уровня:

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель частотного демодулятора гармонических сигналов и провести

измерение характеристик демодулированного колебания на его выходе.

3. Тема 3. Принципы цифровой связи. Цифровые методы модуляции. Демодуляция сигналов

Типовые задачи (всего 2 задания):

Задание базового уровня:

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель аналого-цифрового преобразователя и провести изучение процессов, происходящих в нем при помощи измерительных приборов.

Задание повышенного уровня:

4) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель цифро-аналогового преобразователя и провести изучение процессов, происходящих в нем при помощи измерительных приборов.

4. Тема 4. Помехи в каналах связи. Регенерация дискретных цифровых сигналов. Кодирование информации в системах связи

Типовые задачи (всего 3 задания):

Задания базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель компаратора аналоговых сигналов и провести измерение его характеристик.

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель компаратора цифровых сигналов и провести измерение его характеристик.

Задание повышенного уровня:

3) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель компаратора аналоговых сигналов с обратной связью и провести измерение его характеристик.

5. Тема 5. Методы адаптации в цифровых системах передачи информации

Типовые задачи (всего 2 задания):

Задание базового уровня:

1) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель четырехвходового мультиплексора цифровых сигналов и провести измерение его характеристик.

Задание повышенного уровня:

2) С использованием программы «Electronics Workbench» построить модель восьмивходового мультиплексора цифровых сигналов и провести измерение его характеристик.

6. Тема 6. Проводные и кабельные системы связи. Волоконно-оптические системы связи

Типовые задачи (всего 3 задания):

Задания базового уровня:

- 1) Определить уровень сигнала на выходе проводной линии связи при заданных исходных данных уровня сигнала и помех на входе линии связи.
- 2) Определить уровень побочных электромагнитных излучений проводной линии связи при заданных исходных данных.

Задания повышенного уровня:

- 3) Определить уровень сигнала на выходе оптической линии связи при заданных исходных данных уровня сигнала и помех на входе линии связи.

7. Тема 7 Принципы распространения и использования радиоволн. Беспроводные системы передачи информации. Принципы построения радиорелейных и спутниковых систем передачи информации

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

- 1) Определить необходимую высоту приемной антенны радиорелейной линии прямой видимости с учетом атмосферной рефракции при условии, что передающая антенна подвешена на высоте A метров, а необходимая дальность связи должна составлять B километров.
- 2) Определите мощность потерь антенны радиопередатчика R_p , при условии, что сопротивление потерь равно A Ом, а напряжение, приложенное к антенне составляет B мВ.

Задания повышенного уровня:

- 3) Определите излучаемую мощность в антенне при условии, что активное сопротивление антенны составляет A Ом, а эффективный ток в антенне составляет B мА.
- 4) Определите коэффициент полезного действия антенны при заданных исходных данных.

8. Тема 8. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) (Open System Interconnection, OSI). Принципы коммутации и маршрутизации в сетях передачи информации

Типовые задачи (всего 2 задания):

Задание базового уровня:

- 1) С использованием программы «NetCracker» построить модель сети передачи информации с коммутацией пакетов и провести измерение ее характеристик при изменении интенсивности трафика.

Задание повышенного уровня:

- 2) С использованием программы «NetCracker» построить модель сети передачи информации с коммутацией пакетов и провести измерение ее характеристик при изменении размеров сообщения.

9. Тема 9. Принципы построения компьютерных сетей. Технологии глобальных компьютерных сетей

Типовые задачи (всего 2 задания):

Задание базового уровня:

1) С использованием программы «NetCracker» построить модель сети передачи информации с коммутацией каналов и проверить её работоспособность.

Задание повышенного уровня:

2) С использованием программы «NetCracker» провести измерение характеристик модели сети передачи информации с коммутацией каналов при изменении интенсивности поступающих сообщений.

3.4 Методические указания по подготовке к экзамену

Контроль и оценка знаний студентов является неотъемлемой составной частью учебно-воспитательного процесса в вузе. Экзаменационная сессия – самая ответственная пора в студенческой жизни: она является итогом большой работы студентов в семестре. Экзамен – это метод проверки знаний студентов по части или полному курсу учебной дисциплины, произведенный путем постановки устных или письменных вопросов. Он дает объективную официально фиксируемую оценку успехов студентов за определенный отрезок времени.

Экзамен преследует многогранную цель: во-первых, это – проверка знаний студента, во-вторых, они сами по себе являются важным звеном в овладении наукой, в-третьих, это продолжение учебного процесса; наконец, он имеет большое значение как фактор стимулирования глубокого изучения предмета.

Подготовка к экзамену состоит из двух взаимосвязанных этапов. Первый – систематический труд на протяжении семестра, учебного года, охватывающий все формы учебного процесса: лекции, изучение и конспектирование рекомендованной литературы, активное участие в семинарских (практических) и лабораторных занятиях.

Второй – подготовка непосредственно перед экзаменом. Она позволяет студентам за сравнительно короткий отрезок времени охватить всю перспективу изученного и лучше понять основные закономерности и явления.

Ограниченность времени (3-4 дня) для непосредственной подготовки к экзамену по предмету требует от студентов спокойно, без нервной суеты и спешки еще раз внимательно продумать изученный в течение семестра материал, тщательно отработать вопросы, недостаточно изученные или плохо понятые, с тем, чтобы по возможности устранить все пробелы в своих знаниях.

Готовиться надо по строго продуманному графику, последовательно переходя от темы к теме, не пропуская ни одну из них.

Сложные вопросы, недостаточно уясненные в процессе подготовки к экзамену, необходимо записать и получить на них разъяснения у преподавателей во время предэкзаменационных консультаций.

Следует заметить, что студенты, которые не ходят на консультации из-за отсутствия, по их мнению, сложных вопросов, поступают опрометчиво. На консультациях очень часто лектор не только отвечает на заданные вопросы, но и по собственной инициативе разъясняет наиболее трудные разделы курса.

Итак, основной задачей подготовки студентов к экзамену является систематизация знаний учебного материала, его творческое осмысливание. Важнейшим учебным пособием

на этом этапе работы студента является собственный конспект прослушанных лекций и самостоятельно проработанных тем курса.

В соответствии с положением об экзаменах их, как правило, принимают преподаватели, читающие курс лекций.

Получив билет, студент должен хорошо продумать содержание поставленных вопросов. Значительное число неудачных ответов объясняется неясным пониманием поставленной проблемы. Правильное понимание вопроса обеспечит успех при ответе на него. При подготовке к ответу на билет нужно составить развернутый план по каждому вопросу

Отвечая на вопросы экзаменационного билета, не следует спешить. Надо излагать материал спокойно, не торопясь, владеть собой, следить за построением фраз. Следует избегать подходов издали, общих рассуждений. Рекомендуются строить ответы четко, последовательно, конкретно, по возможности исчерпывающе. Вместе с тем весьма желательно быстро и правильно иллюстрировать свой ответ примерами.

От экзаменуемого требуется: определение понятий, обоснование выдвинутых положений, свободное оперирование фактическим материалом, дать альтернативные подходы по отдельным проблемам. Логичность, стройность, литературная грамотность изложения являются неотъемлемыми чертами полноценного ответа. Нельзя при ответе допускать ни излишней краткости, переходящей в схематизм, ни многословия. И то, и другое не оправдано. Краткость не дает преподавателю возможности понять, владеет ли студент учебным материалом, а многословие может показать, что студент не умеет акцентировать внимание на главном и говорит слишком расплывчато.

Вопросы для проверки уровня обученности на экзамене:

1. Цели и задачи дисциплины «Сети и системы передачи информации».
2. Краткая история развития систем и сетей передачи информации.
3. Современные тенденции развития систем и сетей передачи информации.
4. Основные понятия и определения дисциплины «Сети и системы передачи информации».
5. Обобщенная структурная схема системы передачи информации.
6. Основные сведения о сетях передачи информации.
7. Понятие сигналов.
8. Классификация сигналов.
9. Сигналы и их представление.
10. Энергетические спектры сигналов.
11. Первичные сигналы и их характеристики.
12. Методы аналого-цифрового преобразования сигналов.
13. Структура и принцип работы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователя.
14. Структура и принцип функционирования модемов.
15. Основные типы модемов. Общие сведения о модуляции.
16. Методы модуляции в системах связи.
17. Основные виды импульсной модуляции.
18. Демодуляция сигналов.
19. Помехи в каналах связи.
20. Искажения дискретных цифровых сигналов.
21. Регенерация дискретных цифровых сигналов.

22. Основные понятия, используемые в теории кодирования.
23. Первичные коды систем передачи информации.
24. Основы помехоустойчивого кодирования.
25. Адаптация в цифровых системах передачи информации.
26. Цифровые системы передачи информации с информационной обратной связью. Цифровые системы передачи информации с решающей обратной связью.
27. Распространение электрических сигналов в кабеле.
28. Принципы и методы противодействия несанкционированному информационному воздействию на проводные и кабельные системы передачи информации.
29. Многоканальные системы передачи информации.
30. Общая характеристика и классификация волоконно-оптических систем передачи информации.
31. Структура и принцип функционирования цифровой волоконно-оптической системы передачи информации.
32. Понятие и классификация радиоволн.
33. Особенности распространения и использования радиоволн.
34. Основы построения беспроводных систем передачи информации.
35. Основы построения и классификация беспроводных сетей связи.
36. Принципы и методы противодействия несанкционированному информационному воздействию на беспроводные системы передачи информации.
37. Интерфейсы и протоколы открытых систем.
38. Основы построения семиуровневой эталонной модели взаимодействия открытых систем.
39. Классификация принципов коммутации.
40. Принципы коммутации пакетов.
41. Принципы маршрутизации в сетях передачи информации.
42. Классификация компьютерных сетей.
43. Принципы построения и технологии локальных компьютерных сетей.
44. Принципы построения и технологии глобальных компьютерных сетей.

Критерии оценки для проверки уровня обученности:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент при ответе на вопросы показал глубокое, прочное и аргументированное освоение программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыл последовательно, четко и логически стройно, в полном исчерпывающем объеме раскрыл основные категории, понятия и термины учебного курса, не допустил при ответе ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент при ответе на вопросы показал твердое знание программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыл по существу, в достаточном объеме, основные

категории, понятия и термины учебного курса сформулировал в основном правильно, допустил при ответе отдельные неточности или одну ошибку.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент при ответе на вопросы показал знание только основной части учебного материала без его частных деталей, при этом поставленные вопросы раскрыты с нарушением логической последовательности, не в полном объеме; были допущены неточные формулировки основных категорий, понятий и терминов учебного курса, а также ошибки (не более двух) или ряд незначительных неточностей, не исказивших существенно суть ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает основной части программного материала, допускает существенные ошибки (более двух), существенно исказившие правильность ответа. Оценка неудовлетворительно выставляется также, если отсутствует ответ на вопрос, либо студент отказался его сдавать.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Основная литература:

1. Лютов, А. Г. Сети и системы передачи информации : методические указания / А. Г. Лютов, Н. Н. Чернышев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182523>
2. Лебедько, Е. Г. Теоретические основы передачи информации : монография / Е. Г. Лебедько. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1139-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210620>

Дополнительная литература:

1. Воробьев, Л. В. Системы и сети передачи информации : учебное пособие для студентов вузов / Л. В. Воробьев, А. В. Давыдов, Л. П. Щербина. - М. : Академия, 2009. - 330 с. - (Высшее профессиональное образование. Информационная безопасность). - Библиогр.: с. 324-326. - ISBN 978-5-7695-5379-0
2. Гаранин, М. В. Системы и сети передачи информации : Учеб. пособие для вузов* / В.И. Журавлев, С.В. Кунегин. - М. : Радио и связь, 2001. - 336с.: ил. - ISBN 5-256-01475-7
3. Карлащук, В. И. Электронная лаборатория на IBM PC / В. И. Карлащук, Т. 1, Моделирование элементов аналоговых систем. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2006. - 671 с. : ил. - (Системы проектирования). - Библиогр.: с. 621-657. - ISBN 5-98003-288-6

Интернет-ресурсы:

1. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
2. www.eLibrary.ru - Научная электронная библиотека
3. www.iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система IPRbooks
4. <http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC84c2VtLzA5MC8xLTEuaHRt>

Список литературы, рекомендуемый к использованию в самостоятельной работе студентов:

Основная литература:

3. Лютов, А. Г. Сети и системы передачи информации : методические указания / А. Г. Лютов, Н. Н. Чернышев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182523>

4. Лебедько, Е. Г. Теоретические основы передачи информации : монография / Е. Г. Лебедько. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1139-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210620>

Дополнительная литература:

4. Воробьев, Л. В. Системы и сети передачи информации : учебное пособие для студентов вузов / Л. В. Воробьев, А. В. Давыдов, Л. П. Щербина. - М. : Академия, 2009. - 330 с. - (Высшее профессиональное образование. Информационная безопасность). - Библиогр.: с. 324-326. - ISBN 978-5-7695-5379-0

5. Гаранин, М. В. Системы и сети передачи информации : Учеб. пособие для вузов* / В.И. Журавлев, С.В. Кунегин. - М. : Радио и связь, 2001. - 336с.: ил. - ISBN 5-256-01475-7

6. Карлащук, В. И. Электронная лаборатория на IBM PC / В. И. Карлащук, Т. 1, Моделирование элементов аналоговых систем. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2006. - 671 с. : ил. - (Системы проектирования). - Библиогр.: с. 621-657. - ISBN 5-98003-288-6

Интернет-ресурсы:

5. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»

6. www.eLibrary.ru - Научная электронная библиотека

7. www.iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система IPRbooks

8. <http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC84c2VtLzA5MC8xLTEuaHRt>