



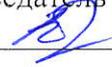
**ГБПОУ «Пермский политехнический колледж
имени Н.Г. Славянова»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

для реализации Программы подготовки специалистов среднего звена
по специальности

09.02.06 Сетевое и системное администрирование
(технологический профиль профессионального образования)

Рассмотрено и одобрено на заседании
Предметной цикловой комиссией
*«Выпускающая студентов на
государственную итоговую
аттестацию*
Протокол №2
от 21 октября 2023 г.
Председатель ПЦК


С.В. Вепрева

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	3
ПРИЛОЖЕНИЕ	
Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ по учебным дисциплинам и междисциплинарным курсам	5

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки, являются формой организации учебного процесса, направленной на выработку у обучающихся практических умений для изучения последующих учебных дисциплин, профессиональных модулей и для решения профессиональных задач.

Выполнение обучающимся практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебных дисциплин профессиональных модулей;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся в учебных кабинетах, лабораториях, мастерских. Необходимыми структурными элементами практического занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также анализ и оценка выполненных работ и степени овладения студентами запланированными умениями.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике.

Содержание практического занятия определяется перечнем профессиональных умений по конкретной учебной дисциплине

(профессиональному модулю), а также характеристикой профессиональной деятельности выпускников, требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы.

По каждой учебной дисциплине и междисциплинарному курсу для обучающихся разработаны методические указания по выполнению практических работ.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие частично поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

Формы организации студентов на практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется микро-группами по 2—5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Оценки за выполнение практических работ являются показателями текущей успеваемости студентов по учебной дисциплине.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ по учебным дисциплинам и междисциплинарным курсам

Код	Наименование учебной дисциплины, профессионального модуля, междисциплинарного курса	№ Приложения
ОУД.01	Русский язык	1
ОУД.02	Литература	2
ОУД.03	Иностранный язык	3
ОУД.04	История	4
ОУД.05	Обществознание	5
ОУД.06	География	6
ОУД.07	Химия	7
ОУД.08	Биология	8
ОУД.09	Физическая культура	9
ОУД.10	Основы безопасности жизнедеятельности	10
ОУД.11	Математика	11
ОУД.12	Информатика	12
ОУД.13	Физика	13
ОУД.14	Основы исследовательской и проектной деятельности	14
ОУД.15	Введение в специальность	15
СГ.01	История России	16
СГ.02	Иностранный язык в профессиональной деятельности	17
СГ.03	Безопасность жизнедеятельности	18
СГ.04	Физическая культура	19
СГ.04	Адаптивная физическая культура	20
СГ.05	Основы бережливого производства	21
СГ.06	Основы финансовой грамотности	22
ОП.01	Элементы высшей математики	23
ОП.02	Дискретная математика с элементами математической логики	24
ОП.03	Теория вероятностей и математическая статистика	25
ОП.04	Основы алгоритмизации и программирования	26
ОП.05	Основы проектирования баз данных	27
ОП.06	Архитектура аппаратных средств	28
ОП.07	Операционные системы и среды	29
ОП.08	Информационные технологии	30
ОП.09	Правовое обеспечение профессиональной деятельности	31
ОП.10	Стандартизация, сертификация и техническое документоведение	32
ОП.11	Основы электротехники	33
ОП.12	Инженерная компьютерная графика	34
ОП.13	Технологии физического уровня передачи данных	35
МДК.01.01	Организация, принципы построения и функционирования компьютерных сетей	36

МДК.01.02	Настройка и техническое обслуживание объектов сетевой инфраструктуры	37
МДК.02.01	Администрирование сетевых операционных систем	38
МДК.02.02	Программное обеспечение компьютерных сетей	39
МДК.02.03	Организация администрирования компьютерных систем	40
МДК.03.01	Компьютерные сети	41
МДК.03.02	Безопасность компьютерных сетей	42
МДК.04.01	Проектирование и наладка беспроводных сетей	43
МДК.05.01	Веб-программирование	44

**Методические указания
для обучающихся по выполнению практических
работ по учебной дисциплине
ОП.13 Технологии физического уровня передачи
данных**

**Автор: Баранов Сергей Юрьевич,
ГБПОУ «Пермский политехнический
колледж имени Н.Г. Славянова»,
преподаватель высшей
квалификационной категории**

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
1	Пояснительная записка	2
2	Содержание практических работ	3
	Практическая работа № 1	3
	Практическая работа № 2	11
	Практическая работа № 3	15
	Практическая работа № 4	23
	Практическая работа № 5	26
	Критерий оценки практических работ	31
3	Список источников и литературы	31

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических занятий обучающимися по дисциплине ОП.13 «Технологии физического уровня передачи данных» предназначены для обучающихся по специальности 09.02.06 Сетевое и системное администрирование

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОП.13 «Технологии физического уровня передачи данных»

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по специальности 09.02.06 Сетевое и системное администрирование, направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ПК 3.2. Обслуживать сетевые конфигурации программно-аппаратных средств

В результате выполнения практических занятий по дисциплине ОП 13 «Технологии физического уровня передачи данных» обучающиеся должны:

уметь:

- Осуществлять необходимые измерения параметров сигналов.
- Рассчитывать пропускную способность линии связи.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

- Физические среды передачи данных.
- Типы линий связи.
- Характеристики линий связи передачи данных.
- Современные методы передачи дискретной информации в сетях.
- Принципы построения систем передачи информации.
- Особенности протоколов канального уровня.
- Беспроводные каналы связи, системы мобильной связи.

Описание каждого практического занятия содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, что должен знать и уметь обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение практических занятий по дисциплине ОП.13 «Технологии физического уровня передачи данных» отводится 30 часов.

Содержание практических занятий

Практическая работа №1

Задание:

1. Измеряем характеристики батарейки KTS (CR2032, 3V)
2. Проверить исправность конденсатора
3. Проверить исправность светодиода его прозвонкой
4. Проверить исправность диода его прозвонкой
5. Прозвонить кабель на обрыв: обжатый сетевой кабель (патчкорд), VGA кабель к монитору, силовой кабель компьютера.
6. Проверим источник питания постоянного тока.

Порядок выполнения работы:

1. Измеряем характеристики батарейки KTS (CR2032, 3V)

$V=1.33;$

$A=0.06;$

Исходя из полученных данных можно сделать вывод - батарейка разряжена.

2. Проверить исправность конденсатора. Для проверки конденсатора придется вспомнить электротехнику, а именно: то что, конденсатор пропускает только переменный ток, постоянный ток он пропускает только в самом начале на несколько микросекунд (это время зависит от его емкости), а потом - не пропускает. Для того, чтобы проверить конденсатор с помощью мультиметра, нужно помнить, что его емкость должна быть от 0.25 мкФ. Берем мультиметр и ставим его на прозвонку или на измерение сопротивления, а щупы соединяем с выводами конденсатора. Т.к с мультиметра поступает постоянный ток мы будем заряжать конденсатор. А т.к мы его заряжаем, его сопротивление начинает возрастать, пока не будет очень большим. Если же у нас присоединение щупов с конденсатором, мультиметр начинает пищать и показывать нулевое сопротивление, то значит выкидываем его. А если у нас сразу же показывается единица на мультиметре, значит внутри конденсатора произошел обрыв и его тоже следует выкинуть. Большие емкости таким способом проверить невозможно.

3. Проверить исправность светодиода его прозвонкой. Светодиод — это не простой диод, он может только работать только в определенном интервале напряжений. Если на его контактах напряжение мало, то его «сопротивление» будет стремиться к бесконечности.

Если прозванивать недорогим мультиметром, то при правильной полярности диод может тускло светиться, у дорогих моделей нет вообще никакой реакции.

Если необходимо убедиться в целостности светодиода, его необходимо подключить с соблюдением мер безопасности и полярности к источнику постоянного тока с соответствующей величиной напряжения, но малым током.

Если светодиод не впаив его можно проверить мультиметром, установив его в режим проверки транзисторов (hFE, как показано на рисунке справа). После этого берем любой светодиод и его анодный вывод вставляем в разъем E (эмиттер), а другую контактную ножку в разъем C (коллектор), как показано на рисунке. Если светодиод будет исправным- он засветится.

4. Проверить исправность диода его прозвонкой. Суть работы диода в том, что он пропускает электрический ток только в одном направлении- сопротивление близко к нулю, а в другом- оно очень велико, т. е. не пропускает. Для проверки прикладываем измерительные щупы, а затем меняем их местами для изменения полярности. **Если диод пропускает только в одном направлении — значит он исправен.**



5. Прозвонить кабель на обрыв: обжатый сетевой кабель (патчкорд), VGA кабель к монитору, силовой кабель компьютера.



Проверим нет ли обрыва в патчкорде? Для этого прикладываем один щуп мультиметра к первой жиле в первом коннекторе, а второй - к той же жиле во втором. При этом, переводим сам измеритель в режим "прозвона".



Примечание: щупы должны быть достаточно тонкими, чтобы добраться до медных пластинок в коннекторе RJ-45.

Если мы все сделали правильно, то услышим характерный звуковой сигнал тестера, который свидетельствует о том, что проводник замкнут и обрыва нет. При обрыве, естественно, сигнала не будет. Так последовательно проверяем каждую пару проводников.

Проверим VGA кабель передачи сигнала от видеокарты на монитор. Для этого - прикладываем один щуп мультитестера к одному из штырьков в первом разьеме кабеля, а второй - к симметричному штырьку во втором разьеме.



Касаемся только самого штырька. Если приложим "щуп" к внутренней стороне корпуса разьема, то звуковой сигнал будет раздаваться независимо от того, какой из штырьков мы закоротим на другой стороне кабеля.

Проверим на обрыв силовой кабель компьютера. Для этого один из "щупов" тестера (не важно какой) вставляем в разьем на одном его конце, а второй измерительный "щуп" прикладываем к одному из выводов электрической "вилки" кабеля.

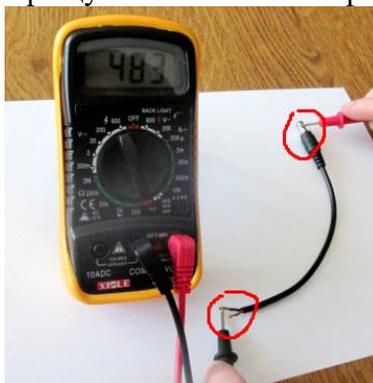


Среднее отверстие это - "земля". Как и в предыдущих примерах, при одной из комбинаций должны услышать звуковой сигнал.

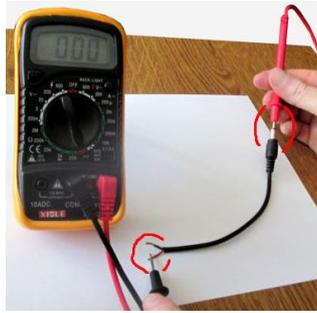
6. Проверить источник питания постоянного тока: сетевых коммутаторов, IP камер, модемов, сканеров и т.д.



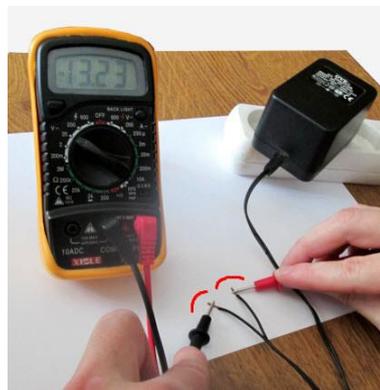
7. Взять кабель разъема и "прощупываем" его тестером в режиме прозвонки:



Обратите внимание, где находятся "щупы" прибора: один на оголенном конце кабеля, а второй - на внешнем металлическом обводе разъема. Как устроен коннектор? Один кабель идет к земле (этому самому обводу), а второй к штырьку, находящемуся внутри. Дело в том, что именно этот внешний обод и является "землей" (минусом или "массой") в аналогичных источниках питания. Если мультиметр издал звуковой сигнал, значит нашли наш кабель, если нет, передвигаем черный щуп (при прозвонке их порядок не имеет значения) на другой провод. Определив, таким образом, кабель "земли" (можем пометить его, чтобы не забыть), аналогичным образом находим наш "плюс". Для этого один из щупов вставляем внутрь самого разъема (должны услышать звуковой сигнал):



Использование мультиметра помогло нам определить "плюс" и "минус" (землю) кабеля хвостовика. Теперь нам нужно разобраться с тем же моментом применимо к самому блоку питания. Вставляем его в розетку (не бойтесь, 12 вольт Вы вряд ли почувствуете), переводим наш прибор в режим измерения постоянного тока с пределом в 20 Вольт и прикладываем щупы к проводам, идущим от БП.



Это делаем затем, что нам нужно определить полярность, т.е. на каком проводе у блока питания «+», а на каком «-». При работе с источниками постоянного тока должны строго соблюдать полярность! Можете потренироваться на обычной батарейке. **Запомните!** Дисплей показывает полярность в месте подсоединения красного контакта. Отсутствие знака минус рассматривается как плюс! Исходя из этого, красный щуп мультиметра прижат к "минусу" источника питания. Меняем щупы местами:



На табло результат показывается без знака «-», а это значит что мы верно определили полярность («плюс» БП у нас на красном проводе). Не обращайте внимание на значение больше 12-ти вольт на табло прибора. Под нагрузкой оно "просядет" до своих законных 12-ти Вольт.

Зная полярность, можем правильно свить между собой два провода.



Подключаем все это дело к розетке и делаем тестовый замер на разъеме получившейся конструкции.



Примечание: иногда разъем слишком узкий и погрузить в него наконечник не получится. В таком случае используют распрямленную скрепку которую вставляют внутрь, а к ней уже прикладывают щуп.

Все нормально. Теперь можем смело спаять проводники между собой при помощи паяльника, изолировать их и подключать источник питания к нужному устройству.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие действия необходимо выполнить, если после включения мультиметра и установки переключателя в режим «проверка диода» на индикаторе появляется изображение значка «батарея»?
2. Как необходимо подсоединить измерительные щупы к мультиметру, для режима проверка диода?
3. Что означает знак минус, если он появился при измерении постоянного напряжения?
4. К каким гнездам необходимо подключить щупы мультиметра для измерения напряжения, силы тока?

Выполнение расчетов уровней передач

Цель работы: научиться рассчитывать уровни передач по данным значениям тока, напряжения, мощности.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС третьего поколения

Студент должен:

уметь:

-пользоваться логарифмическими единицами измерений

знать:

-логарифмические единицы измерений

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по практической работе.

Уровни передач бывают абсолютные, относительные и измерительные.

Абсолютным уровнем по напряжению, току, мощности называется логарифмическое отношение U, I, P в какой-либо точке цепи к абсолютному нулевому уровню по U, I, P для данного вида цепи.

$$P_U = 20 \lg \frac{U}{U_0}, \text{ дБ}; P_I = 20 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ}; P_P = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ}.$$

Относительным уровнем по напряжению, току, мощности называется логарифмическое отношение U, I, P в какой-либо точке цепи (2) к U, I, P в точке цепи, принятой за исходную. Затухание и усиление звена:

$$P_{21} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}, \text{ дБ}; .$$

Для воздушной цепи связи из медных проводов с характеристическим сопротивлением $Z=600 \text{ Ом}$:

$$U_0=0,775 \text{ В}; I_0=1,29 \text{ мА}; P_0=1 \text{ мВт}.$$

Для кабельной цепи ($Z=135 \text{ Ом}$):

$$U_0=0,368 \text{ В}; I_0=2,7 \text{ мА}; P_0=1 \text{ мВт}.$$

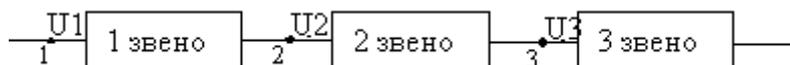
Для коаксиальной цепи ($Z=75 \text{ Ом}$):

$$U_0=0,274 \text{ В}; I_0=3,65 \text{ мА}; P_0=1 \text{ мВт}.$$

Задание для практического занятия

1. Определить абсолютные уровни по напряжению, току и мощности для указанного вида цепи (Таблица 1)

2. Определить относительные уровни по напряжению в точках 2, 3 относительно точки 1 и затухания и усиления звеньев 1 и 2 (Таблица 1).



3. Результаты расчета занести в таблицы 4 и 5.

Исходные данные согласно варианту приведены в таблице 3.

Таблица 1 Исходные данные

Вариант	Задание 1									Задание 2		
	Цепь воздушная			Цепь кабельная			цепь коаксиальная					
	U, В	I, мА	P, пВт	U, мВ	I, мкА	P, мВт	U, В	I, мА	P, Вт	U1,В	U2,В	U3,В
1	1	3	2	0,5	4	3,2	0,3	4	2,8	0,1	4	0,3
2	1,4	4	3	0,9	8	4,8	0,6	6	3	5	3	10
3	1,6	5	4	1,2	10	5,6	0,8	8	3,5	2	4	3

4	1,8	6	5	1,5	12	7,2	0,9	10	4	10	8	6
5	2	7	6	1,8	15	8,4	1	12	4,5	2	4	8
6	2,2	8	7	2	1	13,4	0,2	62	1	0,3	5	7
7	2,5	9	8	2,2	2	13,2	0,3	60	1,5	1	29	9
8	9,8	10	9	2,4	3	13	0,4	58	2	3	28	5
9	3	11	10	2,6	4	12,8	0,5	56	2,5	4	27	4
10	3,2	12	11	2,8	5	12,6	0,7	54	3,2	7	26	20
11	3,5	13	12	3	6	12,4	1,2	52	3,8	8	25	19
12	3,8	14	13	3,2	7	12,2	1,4	50	4	9,5	24	18
13	4	15	14	3,4	9	12	1,6	48	4,2	10	23	17
14	4,2	16	15	3,6	11	11,8	1,8	46	4,6	10,5	22	16
15	4,5	17	16	3,8	13	11,6	2	44	4,8	11	21	15
16	4,8	18	17	4	14	11,4	2,2	42	5	11,5	20	14
17	5	19	18	4,2	16	11,2	2,4	40	5,5	12	19	13
18	5,2	20	19	4,4	17	11	2,6	38	6	12,5	18	12
19	5,5	21	20	4,6	18	10,8	2,8	36	6,5	13	17	11
20	5,8	22	21	4,8	19	10,6	3	34	7	13,5	16	10
21	6	23	22	5	20	10,4	3,2	32	7,5	14	15	21
22	6,2	24	23	5,2	21	10,2	3,4	30	8	14,5	14	22
23	6,5	25	24	5,4	22	10	3,6	28	8,5	15	13	23
24	6,8	26	25	5,6	23	9,8	3,8	26	9	15,5	12	24
25	7	27	26	5,8	24	9,6	4	24	9,5	16	11	25
26	7,2	28	27	6	25	9,4	4,2	22	10	16,5	10	26
27	7,5	29	28	6,2	26	9,2	4,4	20	10,5	17	9	27
28	7,8	30	29	6,4	27	9	4,6	18	11	17,5	8	27
29	8	31	30	6,6	28	8,8	4,8	16	11,5	18	7	29
30	8,2	32	31	6,8	29	8,6	5	14	12	18,5	6	30

Таблица 2. Результаты расчета

№ варианта	Цепь воздушная			Цепь кабельная			Цепь коаксиальная		
	U, В	I, мА	P, пВт	U, мВ	I, мкА	P, мВт	U, В	I, мА	P, Вт

Таблица 3. Результаты расчета

№ варианта	Исходные данные			Расчетные данные			
	U1, В	U2, В	U3, В	P ₂₁	P ₃₁	S ₁	a ₂

Пример выполнения задания:

1. Рассчитать абсолютные уровни по напряжению U (p_H), по току I (p_T) и по мощности P (p_M).

Цепь воздушная:

$$U = 2,2 \text{ В} \quad p_H = 20 \lg \frac{2,2}{0,775} = 20 \lg 2,84 = 20 \cdot 0,45 = 9 \text{ дБ}$$

$$I = 8 \text{ мА} \quad p_T = 20 \lg \frac{8 \cdot 10^{-3}}{1,29 \cdot 10^{-3}} = 20 \lg 6,2 = 20 \cdot 0,79 = 15,8 \text{ дБ}$$

$$P = 7 \text{ нВт} \quad p_M = 10 \lg \frac{7 \cdot 10^{-12}}{1 \cdot 10^{-3}} = 10 \lg (7 \cdot 10^{-9}) = 10 \cdot (-8,16) = -81,6 \text{ дБ}$$

Цепь кабельная:

$$U = 2 \text{ мВ} \quad p_H = 20 \lg \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,368} = 20 \lg (5,43 \cdot 10^{-3}) = 20 \cdot (-2,27) = -45,4 \text{ дБ}$$

$$I = 18 \text{ мА} \quad p_T = 20 \lg \frac{18 \cdot 10^{-3}}{2,7} = 20 \lg (6,66 \cdot 10^{-3}) = 20 \cdot (-2,18) = -43,6 \text{ дБ}$$

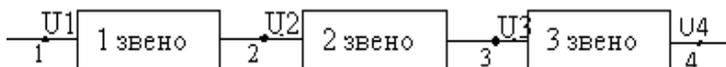
$$P = 9,6 \text{ мВт} \quad p_M = 10 \lg \frac{9,6 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 10 \cdot 0,98 = 9,8 \text{ дБ}$$

Цепь коаксиальная:

$$U = 1,2 \text{ В} \quad p_H = 20 \lg \frac{1,2}{0,274} = 20 \lg 4,38 = 20 \cdot 0,64 = 12,8 \text{ дБ}$$

$$I = 14 \text{ мА} \quad p_T = 20 \lg \frac{14 \cdot 10^{-3}}{3,65 \cdot 10^{-3}} = 20 \lg 3,83 = 20 \cdot 0,58 = 11,6 \text{ дБ}$$

$$P = 5 \text{ Вт} \quad p_M = 10 \lg \frac{5}{1 \cdot 10^{-3}} = 10 \cdot 3,69 = 36,9 \text{ дБ}$$



2. Рассчитать относительные уровни по напряжению в точках 2,3 относительно точки 1.

$$U_1 = 4 \text{ В}; U_2 = 6 \text{ В}; U_3 = 2 \text{ В}.$$

$$p_{21} = 20 \lg \frac{6}{4} = 20 \lg 1,5 = 20 \cdot 0,17 = 3,4 \text{ дБ}$$

$$p_{31} = 20 \lg \frac{2}{4} = 20 \lg 0,5 = 20 \cdot (-0,31) = -6,2 \text{ дБ}.$$

3. Рассчитать усиление 1^{го} звена S_1 и затухание 2^{го} звена a_2 .

$$S_1 = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} = 20 \lg \frac{6}{4} = 20 \lg 1,5 = 20 \cdot 0,17 = 3,4 \text{ дБ}$$

$$a_2 = 20 \lg \frac{U_2}{U_3} = 20 \lg \frac{6}{2} = 20 \lg 3 = 20 \cdot 0,48 = 9,6 \text{ дБ.}$$

Пример заполнения таблицы результатов расчетов

№ варианта	Цепь воздушная			Цепь кабельная			Цепь коаксиальная		
	U, В	I, мА	P, пВт	U, В	I, мкА	P, мВт	U, В	I, мА	P, Вт
Исходные данные	2,2	8	7	2	18	9,6	1,2	14	5
Расчетные уровни, дБ	9	15,8	-81,6	-45,4	-43,6	9,8	12,8	11,6	36,9

№ варианта	Исходные данные			Расчетные уровни, дБ			
	U1, В	U2, В	U3, В	P ₂₁	P ₃₁	S ₁	a ₂
1	4	6	2	3,4	-6,2	3,4	9,6

Контрольные вопросы:

1. Назовите абсолютные нулевые уровни для воздушной цепи
2. Как определяется затухание участка линии связи?
3. Как определяется усиление усилителя линии связи?
4. Выразить относительный уровень через абсолютные уровни
5. Определить величину напряжения, если уровень по напряжению равен 20 дБ (цепь воздушная).

Практическая работа № 2

«Определение собственного и рабочего затухания четырехполюсника»

Цель работы: научиться определять собственное затухание четырехполюсника методом разности уровней и определять рабочее затухание четырехполюсника по методу известного генератора.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС третьего поколения.

Студент должен:

уметь:

-пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;

знать:

- основные методы измерения параметров электрических цепей.

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы.

Собственным затуханием четырехполюсника называется логарифмическое отношение двух мощностей P_1 и P_2 .

$$a_c = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}, \text{ дБ}$$

где P_1 - мощность на входе четырехполюсника

P_2 - мощность на выходе и на согласованной нагрузке.

Собственное затухание чаще всего определяют методом разности уровней (Рисунок

1).

$$a_c = 20 \lg \frac{E_r}{U_0} - P_{\text{вых}}$$

где U_0 - абсолютный нулевой уровень по напряжению.

E_r - напряжение генератора.

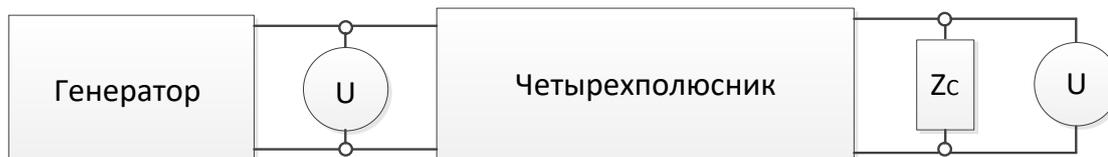


Рис. 1 Схема измерения собственного затухания

Схема измерения собственного затухания методом разности уровней

где Z_c - согласованная нагрузка четырехполюсника;

U - измерительный прибор (вольтметр или измеритель уровня).

Пример: определить собственное затухание четырехполюсника, если напряжение на выходе генератора $E_r = 7,55$ В, а уровень по напряжению, измеренный на выходе четырехполюсника $P_{\text{вых}} = 2$ дБ, $U_0 = 0,775$.

$$a_c = 20 \lg \frac{7,55}{0,775} - 2 = 18 \text{ дБ.}$$

Под рабочим затуханием a_p , понимается результат сравнения мощностей P_1 и P_2 , из которых первая берется при заданном генераторе с некоторой ЭДС E и заданным внутренним сопротивлением Z_r на согласованной нагрузке, подключенной к нему непосредственно, а вторая мощность берется на заданной нагрузке четырехполюсника Z_2 , если на его вход включен тот же генератор. Случай, когда четырехполюсник находится в заданных для него рабочих условиях между источником с ЭДС E и внутренним сопротивлением Z_1 и нагрузкой с сопротивлением Z_2 .

$$a_p = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} = 20 \lg \frac{E}{2U_2} + 10 \lg \frac{Z_2}{Z_1},$$

где U_2 - напряжение на выходе четырехполюсника и его любой нагрузке.

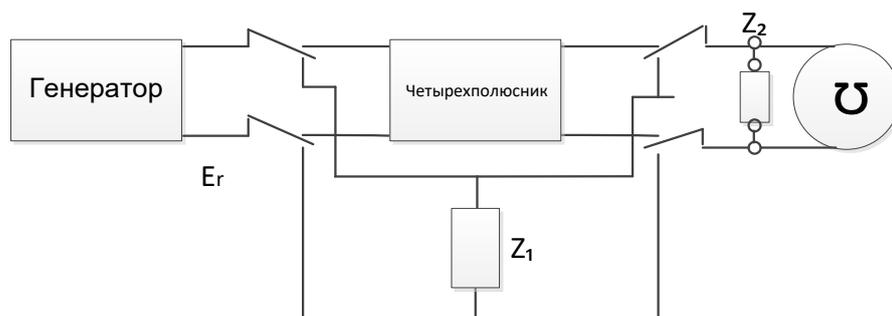


Рис. 2 Схема измерения рабочего затухания

Пример: определить рабочее затухание, если

$$E_r = 1000 \text{ мВ};$$

$$U_2 = 50 \text{ мВ};$$

$$Z_1 = 10 \text{ Ом}$$

$$Z_2 = 100 \text{ Ом}$$

$$a_p = 10 \lg \frac{1000}{2 \cdot 50} + 20 \lg \frac{100}{10} = 30 \text{ дБ}$$

Задания для практического занятия:

1. Определить собственное затухание четырехполюсника методом разности уровней (исходные данные в таблице 1).
2. Определить рабочее затухание четырехполюсника методом известного генератора (исходные данные в таблице 2).

Таблица 1 - Исходные данные для расчета собственного затухания.

Вариант	$E_r, \text{ В}$	$P_{\text{вых}}, \text{ дБ}$	U_0
1	2	3	4
2	4	0,8	0,775
3	5	0,9	0,775
4	7	0,5	0,775
5	6	0,4	0,775
6	5	0,7	0,775
7	4	0,4	0,775
8	8	0,5	0,368
9	7	0,7	0,368
10	10	0,8	0,368
11	9	0,6	0,368

12	8	1,5	0,368
13	7	1,8	0,368
14	6	1,7	0,368
15	5	1,6	0,368
16	10	1,5	0,368
17	8	1,4	0,368
18	7	1,7	0,368
19	6	1,4	0,368
20	5	1,5	0,368
21	4	1,7	0,368
22	8	2,8	0,274
23	7	2,6	0,274
24	10	2,5	0,274
25	9	2,5	0,274
26	8	2,7	0,274
27	7	2,8	0,274
28	6	2,6	0,274
29	5	2,5	0,274
30	4	2,4	0,274

Таблица 2. Исходные данные для расчета рабочего затухания

Вариант	$E_r, В$	$U_2, В$	$Z_1, Ом$	$Z_2, Ом$
1	100	20	75	100
2	150	30	135	200
3	200	40	600	700
4	250	50	75	110
5	300	60	135	150
6	120	25	75	120
7	140	30	135	250
8	160	35	600	650
9	165	40	75	100
10	170	45	135	180
11	175	50	600	700
12	180	55	75	90

13	90	40	135	160
14	85	35	600	650
15	80	30	75	110
16	75	35	135	150
17	70	40	600	630
18	65	42	75	80
19	60	37	135	140
20	55	35	600	750
21	50	30	75	100
22	45	32	135	150
23	40	28	600	750
24	35	25	75	150
25	30	18	135	180
26	25	20	600	800
27	20	15	75	160
28	15	10	135	180
29	10	5	600	850
30	35	20	75	135

Контрольные вопросы

- 1 За счет чего отличаются собственное и рабочее затухание четырехполюсника?
- 2 В каком случае собственное затухание равно рабочему?
- 3 Назовите величины согласованных нагрузок в технике связи
- 4 Когда погрешность измерения собственного затухания по методу разности уровней наибольшая?

Практическая работа № 3

«Выполнение расчетов психофизического напряжения помех»

Цель работы: научиться определять психофизическое напряжение помехи по измеренному значению напряжения.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС третьего поколения.

Студент должен:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;

знать:

- основные методы измерения параметров электрических цепей.

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы.

Псофометрическое напряжение для телефонной передачи равно:

$$U_f = \sqrt{\sum (K_f \cdot U_f)^2}$$

где U_f -действующее значение отдельных составляющих напряжения помех с частотой f ,
 K_f -псофометрический коэффициент для той же частоты.

Таким образом, U_f - равно действующему значению напряжения частоты 800 Гц, которое произведет на приемник такое же мешающее воздействие, как существующее в цепи суммарное напряжение помех. Для телефонного канала от 300 до 3400 Гц, псофометрическое напряжение U_f при равномерном распределении шума в этом секторе равно:

$$U_f = \frac{U}{1,33}$$

В таблицах 1,2 приведены значения псофометрических коэффициентов для системы ухо-телефон и ухо-динамик.

Таблица 1-Псофометрические коэффициенты для системы ухо-телефон

f, Гц	50	100	150	200	400	500	600	800	1000
20lgK	-63	-41	-29	-21	-6,3	-3,6	-2	0	1
f, Гц	1200	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000
20lgK	0	-1,3	-3	-4,2	-5,6	-8,5	-15	-36	-36

Таблица 2-Псофометрические коэффициенты для системы ухо-динамик

f, Гц	60	200	400	800	1000	2000	4000	5000	8000	10000
20lgK	-32,2	-17,3	-8,8	-1,9	0	5,3	8,2	8,4	5,1	-9,7

Пример: определить псофометрическое напряжение помехи, если напряжение каждой помехи $U=40$ мВ, в составе помехи частоты 100, 540, 910, 2000 и 3400 Гц.

Псофометрические коэффициенты для этих частот из таблицы 1 равны:

$$f_1 = 100 \text{ Гц} \quad 20\lg K_1 = -41$$

$$f_2 = 540 \text{ Гц} \quad 20\lg K_2 = -2,8$$

$$f_3 = 910 \text{ Гц} \quad 20\lg K_3 = 0,52$$

$$f_4 = 2000 \text{ Гц} \quad 20\lg K_4 = -3,0$$

$$f_5 = 3400 \text{ Гц} \quad 20\lg K_5 = -8,3$$

Соответственно $K = 10^{N/20}$, где $N=20\lg K$ (из таблицы 1):

$$K_1 = 10^{-41/20} \approx 0,00089,$$

$$K_2 = 10^{-2,8/20} \approx 0,72,$$

$$K_3 = 10^{0,52/20} \approx 1,06,$$

$$K_4 = 10^{-3/20} \approx 0,71,$$

$$K_5 = 10^{-8,3/20} \approx 0,38,$$

$$U_{f1} = 0,00089 \cdot 40 = 0,035 \text{ мВ},$$

$$U_{f2} = 0,72 \cdot 40 = 28,8 \text{ мВ},$$

$$U_{f3} = 1,06 \cdot 40 = 42,4 \text{ мВ},$$

$$U_{f4} = 0,71 \cdot 40 = 28,4 \text{ мВ},$$

$$U_{f5} = 0,39 \cdot 40 = 15,2 \text{ мВ}.$$

$$U_f = \sqrt{(K_1 \cdot U_1)^2 + (K_2 \cdot U_2)^2 + (K_3 \cdot U_3)^2 + (K_4 \cdot U_4)^2 + (K_5 \cdot U_5)^2} = 78,4 \text{ мВ}$$

Задание для практического занятия:

1. Рассчитать психофотметрическое напряжение помехи для системы ухо-телефон;
2. Рассчитать психофотметрическое напряжение помехи для системы ухо-динамик.

Таблица 1- Исходные данные для расчета

Вариант	f ₁ , Гц	f ₂ , Гц	f ₃ , Гц	f ₄ , Гц	f ₅ , Гц
1	50	180	600	1000	2500
2	70	190	650	1100	2600
3	90	200	700	1200	2700
4	110	210	750	1300	2800
5	120	220	800	1400	2900
6	130	230	850	1500	3000
7	140	240	900	1600	3100
8	150	250	950	1700	3200
9	160	260	1000	1800	3300
10	170	270	1050	1900	3400
11	100	280	1100	2000	3500
12	80	290	1150	2100	3600
13	60	300	1200	2200	3700
14	50	310	1250	2300	2500
15	40	320	1300	2400	2600
16	30	330	600	1350	2700
17	20	340	650	1400	2800

18	10	350	700	1450	2900
19	70	360	750	1500	3000
20	90	370	800	1550	3100
21	110	380	850	1600	3200
22	120	390	900	1650	3300
23	130	400	950	1700	3400
24	140	410	1000	1750	3500
25	150	420	1050	1800	3600
26	160	430	1100	1850	3700
27	170	440	1150	1700	2900
28	100	450	1200	1800	3000
29	80	480	1250	1900	3100
30	60	500	1300	2000	2500

Контрольные вопросы

- 1 По какой формуле определяется психофизическое напряжение помехи?
- 2 Чему равно психофизическое напряжение при равномерном распределении помехи в телефонном канале от 300-3400 Гц?
- 3 Что такое психофизическое напряжение помехи?
- 4 Назовите причины возникновения шумов в каналах связи.
- 5 От чего зависит мешающее действие шума?

«Определение расстояния до места повреждения – постоянным током и импульсным методом»

Цель работы: научиться определять расстояние до места повреждения по результатам измерения.

Образовательные результаты, заявленные в ФГОС третьего поколения.

Студент должен:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;

знать:

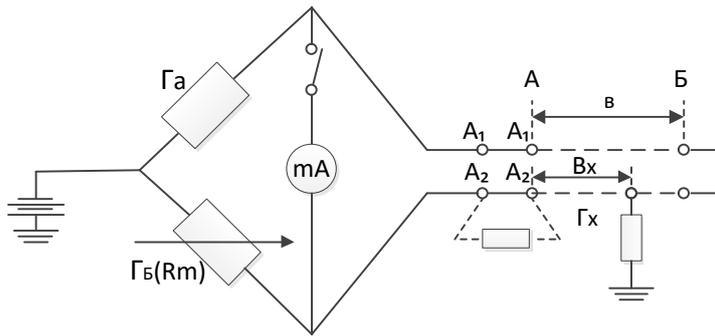
- основные методы измерения параметров электрических цепей.

Краткие теоретические и учебно-методологические материалы по теме практической работы.

Для определения расстояния до места заземления одного из проводов часто используется

схема Муррея, которая легко образуется в приборах типа ПКП.

Схема Муррея



Условие равновесия:

$$R_a \cdot R_x = R_b \cdot (R_{\text{шл}} - R_x)$$

$$R_x = R_{\text{шл}} \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b}$$

где R_a и R_b -сопротивление плечей моста,

$R_{\text{шл}}$ -сопротивление шлейфа,

R_x -сопротивление проводов до места заземления.

Если провода одинаковые, то

$$l_x = 2 \cdot l \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b}$$

где l -расстояние от ст. А до ст.В,

l_x - расстояние от ст. А до места заземления одного из проводов.

Пример: определить расстояние до места заземления одного из проводов (l_x).

Исходные данные:

$$R_a = 100 \text{ Ом,}$$

$$R_b = 300 \text{ Ом,}$$

$$l = 50 \text{ км,}$$

$$R_{\text{доб}} = 0 - \text{добавочное сопротивление.}$$

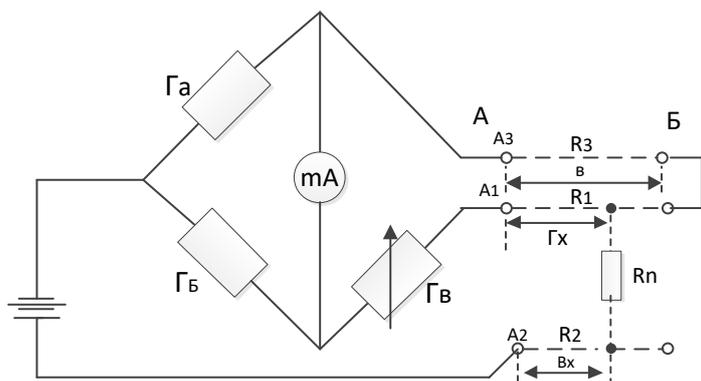
Решение:

$$l_x = 2 \cdot 50 \cdot \frac{300}{100 + 300} = 75 \text{ км.}$$

Т.е. заземление на верхнем проводе по схеме.

Для определения расстояния до места сообщения проводов, если имеется третий исправный провод, можно использовать схему:

Схема Варлея



В схему моста с постоянным отношением плеч включается неповрежденная пара проводов, а шлейф, образованный из исправного провода R3 и одного из проводов поврежденной пары (например, R1).

Условие равновесия:

$$R_a \cdot (R_c + R_x) = R_b \cdot (R_{шл} - R_x)$$

$$R_a \cdot R_c + R_a \cdot R_x = R_b \cdot R_{шл} - R_b \cdot R_x$$

$$R_x(R_a + R_b) = R_b \cdot R_{шл} - R_b \cdot R_x$$

$$R_x = \frac{R_b \cdot R_{шл} - R_a \cdot R_c}{R_a + R_b}$$

Здесь $R_{шл}$ -сумма сопротивлений R_1 и R_3

$$\text{Если } R_a = R_b, \text{ то } R_x = \frac{R_{шл} - R_c}{2}$$

Величина $l_x = \frac{R_x}{R(км)}$, где $R(км)$ -сопротивление километра провода R_1 , взятое для той температуры, при которой измерялось R_x .

Пример: определить расстояние до места сообщения проводов, исходные данные: $R_a = 1000 \text{ Ом}$, $R_b = 900 \text{ Ом}$, $R_c = 40 \text{ Ом}$, $R[км] = 2,520 \text{ м/км}$, $t=25^\circ\text{C}$.

$$R_x = \frac{R_b \cdot R_{шл} - R_a \cdot R_c}{R_a + R_b} = \frac{900 \cdot 1000 - 1000 \cdot 40}{1000 + 900} = 452,63 \text{ Ом}$$

$$R[км] \text{ для температуры } 25^\circ\text{C} \text{ равно } R[км] = \frac{2,52}{1 + \alpha(t-20)} = \frac{2,52}{1 + 0,0039(25-20)} = 2,47 \text{ Ом/км}$$

где $\alpha=0,0039$.

$$\text{Тогда } l_x = \frac{R_x}{R(км)} = \frac{452,63}{2,47} = 183,25 \text{ км.}$$

Задания для практического занятия:

1. Определить расстояние до места заземления одного из проводов.
2. Определить расстояние до места сообщения проводов.

Исходные данные для выполнения работы

Вариант	Задание 1			Задание 2				
	R _а , Ом	R _в , Ом	l, км	R _а , Ом	R _в , Ом	R _с , Ом	R[км], Ом/км	t, °С
1	1000	61	120	900	800	30	2,53	0
2	1000	320	50	920	800	35	2,54	2
3	100	11,5	170	940	820	40	2,55	5
4	1000	1550	80	950	830	32	2,56	7
5	990	60	100	960	850	34	2,57	10
6	1000	45	45	970	820	36	2,58	12
7	100	210	90	1000	850	38	2,59	15
8	980	543	70	980	830	40	2,60	20
9	110	786	60	970	850	42	2,62	25
10	150	320	30	980	870	44	2,64	28
11	400	654	20	950	800	46	2,85	30
12	500	900	90	960	820	48	1,9	-5
13	950	1200	7-	920	850	50	1,92	-10
14	550	390	55	900	870	52	1,94	-15
15	600	220	120	900	880	51	1,93	-16
16	700	190	50	920	900	54	1,42	-20
17	450	155	170	910	880	56	1,43	-25
18	830	1000	80	930	890	58	1,44	-2
19	390	210	100	940	870	60	1,45	-3
20	980	543	45	950	880	28	1,46	-4
21	110	786	90	960	880	30	1,47	-7
22	150	320	70	930	900	33	1,48	-8
23	400	654	60	950	790	35	1,49	-9
24	500	900	30	930	800	37	3,85	-11
25	950	1200	20	920	810	39	3,86	-12
26	550	390	90	910	820	41	3,87	-13
27	600	220	80	930	850	43	3,88	-14
28	700	670	60	940	860	45	3,89	3
29	450	550	40	950	870	47	4,05	8
30	830	900	25	960	890	49	4,10	13

Контрольные вопросы

- 1 Напишите условие равновесия моста постоянного тока.
- 2 Назначение схемы Муррея.
- 3 Назначение схемы Варлея.
- 4 Как определить место заземления провода, если при расчете получилось $l_x > l$?
- 5 Назначение $R_{доб}$ в схеме Муррея.

Практическая работа № 4

«Определение коэффициента нелинейных искажений по результатам измерения измерителем уровня и избирательным вольтметром»

Цель работы: научиться определять коэффициенты нелинейных искажений и коэффициенты гармоник если измерены напряжения гармоник или уровни гармоник.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС третьего поколения.

Студент должен:

уметь:

- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;

знать:

- влияние измерительных приборов на точность измерений, автоматизацию измерений.

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы.

Коэффициенты нелинейных искажений и коэффициент гармоник можно определить, если измерить избирательным вольтметром сигналы разных частот U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 и т. д. и весь сигнал.

Тогда $K = \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}{U_1^2}}$ - коэффициенты нелинейных искажений по отношению к основной частоте.

$K' = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}}$ - коэффициенты нелинейных искажений по отношению ко всему сигналу.

$K_2 = \frac{U_2}{U_1}$ – коэффициент гармоник, для второй гармоники по отношению к основной частоте,

$K_2' = \frac{U_2}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}}$ - коэффициент гармоник, для второй гармоники по отношению ко

всему сигналу,

$K_3 = \frac{U_3}{U_1}$ - коэффициент для гармоник, для третьей гармоники по отношению к основной частоте и т.д.

О величине нелинейных искажений судят также по затуханию нелинейности a_k .

$$a_k = 20 \lg(1/k), \text{ соответственно } a_{k3} = 20 \lg \frac{U_1}{U_3}, \text{ дБ} = P_1 - P_3$$

При одночастотном синусоидальном сигнале для контроля напряжения любой частоты, оказавшейся в нем в результате нелинейных искажений, достаточно измерить его избирательным измерителем уровня, настроив его на частоту, напряжение которой нужно

проконтролировать. В итоге можно найти затухание нелинейности для каждой из них, беря разность уровней первой гармоники P_1 и каждой из частот P_n . общий коэффициент

нелинейных искажений тогда можно рассчитать по формуле: $K = \sqrt{\frac{10^{0,1P_2} + 10^{0,1P_3} + 10^{0,1P_4} + \dots}{10^{0,05P_1}}}$...

если уровни гармоник в децибелах

Пример: определить K , K' , K_3 , K_3' , если $U_1=1$ В, $U_2=0,11$ В, $U_3=0,15$ В, $U_4 = 10^{-3}$ В, $U_5=10^{-3}$ В.

$$K = \sqrt{\frac{0,11^2 + 0,15^2 + (10^{-3})^2 + (10^{-3})^2}{1}} = 0,186,$$

$$K' = \frac{\sqrt{0,11^2 + 0,15^2 + (10^{-3})^2 + (10^{-3})^2}}{\sqrt{1^2 + 0,11^2 + 0,15^2 + (10^{-3})^2 + (10^{-3})^2}} = 0,183,$$

$$K_4 = \frac{0,11}{\sqrt{1^2 + 0,11^2 + 0,15^2 + (10^{-3})^2 + (10^{-3})^2}} = 0,001,$$

Задания для практического занятия:

1. Рассчитать коэффициенты нелинейных искажений и коэффициенты гармоник по результатам измерения избирательным вольтметром (Исходные данные в Таблице 1).

2. Рассчитать коэффициенты нелинейных искажений по результатам измерения измерителем уровня (Исходные данные в Таблице 2).

Таблица 1 - Исходные данные для расчета

Вариант	U_1 , В	U_2 , В	U_3 , В	U_4 , В	U_5 , В
1	0,2	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$
2	3	0,08	0,06	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$
3	20	0,15	0,2	0,01	10^{-2}
4	1,55	0,75	0,038	0,02	0,01
5	0,05	10^{-4}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}
6	2	0,08	10^{-5}	0,2	0,01
7	1,5	$0,5 \cdot 10^{-3}$	0,15	0,01	$5 \cdot 10^{-4}$
8	6	$2 \cdot 10^{-3}$	0,075	0,08	10^{-2}
9	7,5	0,01	0,08	0,15	0,08
10	12	0,02	0,15	0,075	0,15
11	10	10^{-2}	0,075	10^{-4}	0,15
12	6,55	0,01	10^{-4}	0,01	0,75
13	3,55	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-4}$	0,06	0,01
14	4	0,01	10^{-2}	0,2	$5 \cdot 10^{-4}$

15	0,5	0,2	$0,5 \cdot 10^{-3}$	0,08	10^{-2}
16	3	0,2	$2 \cdot 10^{-3}$	0,15	$3 \cdot 10^{-2}$
17	7	0,038	0,01	$3 \cdot 10^{-4}$	0,06
18	9	10^{-4}	0,02	0,06	0,2
19	13	10^{-5}	0,15	0,2	$5 \cdot 10^{-4}$
20	5,55	$5 \cdot 10^{-4}$	0,075	$0,5 \cdot 10^{-45}$	10^{-2}
21	7	10^{-2}	$5 \cdot 10^{-4}$	0,01	0,06
22	8,55	0,06	10^{-2}	10^{-5}	0,2
23	0,25	0,2	0,08	0,01	0,08
24	5	0,01	0,15	$0,5 \cdot 10^{-4}$	0,15
25	4,55	0,08	0,038	$2 \cdot 10^{-3}$	0,075
26	7	0,15	10^{-4}	0,01	10^{-4}
27	6	0,075	10^{-5}	0,02	0,06
28	3,55	10^{-4}	$3 \cdot 10^{-2}$	0,01	0,2
29	5,05	0,15	0,06	0,15	$5 \cdot 10^{-4}$
30	8,05	0,075	0,2	0,075	10^{-2}

Таблица 2 - Исходные данные для расчета

Вариант	P_1 , дБ	P_2 , дБ	P_3 , дБ	P_4 , дБ	P_5 , дБ
1	20	-2	-3	-4	-5
2	19	-3	-4	-5	-6
3	18	-4	-5	-6	-7
4	17	-5	-6	-7	-8
5	16	-6	-7	-8	-9
6	15	-7	-8	-9	-10
7	14	-8	-9	-10	-11
8	13	-9	-10	-11	-12
9	12	-01	-11	-12	-13
10	11	-2,5	-3,5	-4,5	-5,5
11	10	-3,5	-4,5	-5,5	-6,5
12	9	-4,5	-5,5	-6,5	-7,5
13	8	-5,5	-6,5	-7,5	-8,5
14	7	-6,5	-7,5	-8,5	-9,5

15	6	-7,5	-8,5	-9,5	-10,5
16	5	-8,5	-9,5	-10,5	-11,5
17	15,5	-8	-9	-6	-10
18	14,5	-7	-8	-5	-3
19	15,5	-6	-7	-4	-3
20	16,5	-5	-6	-9	-12,5
21	17,5	-4	-5	-8	-11,5
22	18,5	-3	-4	-5	-10,5
23	19,5	-10	-9	-14	-15
24	20,5	-9	-8	-12	-13
25	12,5	-8	-11	-11	-12
26	11,5	-7	-10	-10	-11
27	10,5	-6	-7	-11	-12
28	9,5	-5	-6	-10	-11
29	8,5	-4	-5	-9	-10
30	7,5	-3	-4	-7	-8

Контрольные вопросы

- 1 Какие показатели определяют величину нелинейных искажений?
- 2 В каком случае величина K мало отличается от величины K_1 ?
- 3 Какой вид сигнала получится, если кроме первой гармоники имеется достаточно большая третья гармоника?
- 4 Чем отличаются коэффициенты K и K' ?
- 5 В чем причина появления нелинейных искажений?

Практическая работа № 5

Изучение методов измерения амплитудно-частотных характеристик 4-х полюсников

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить методы измерения амплитудно-частотных характеристик четырехполюсников.

Ознакомиться с различными типами четырехполюсников.

Получить навыки работы с измерительными приборами.

Применить знания, полученные в предыдущей работе при измерении переменных напряжений.

Краткий курс теории

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) - зависимость амплитуды сигнала на выходе устройства от частоты входного гармонического сигнала. Амплитудно-частотная характеристика показывает, как передаются его отдельные гармонические составляющие, и позволяет оценить искажения его спектра.

АЧХ показывает во сколько раз амплитуда сигнала на выходе системы отличается от амплитуды входного сигнала на всём частотном диапазоне измерений.

На графике АЧХ по оси абсцисс откладывается частота, а по оси ординат уровень выходного сигнала. Обычно для частоты используется логарифмический масштаб, так как исследуемый диапазон частот может изменяться в достаточно широких пределах (от единиц до миллионов Гц).

На рисунке 1 представлен пример построения АЧХ трех четырехполюсников.

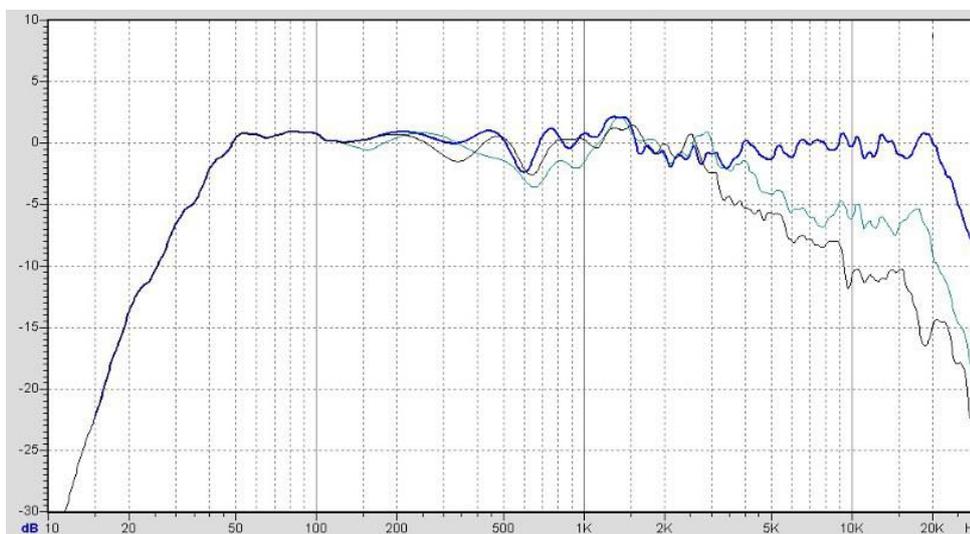


Рис.1.

Полоса пропускания — диапазон частот, в пределах которого амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) устройства достаточно равномерна для того, чтобы обеспечить передачу сигнала без существенного искажения его формы. В полосе пропускания сосредоточена основная энергия сигнала (не менее 90%).

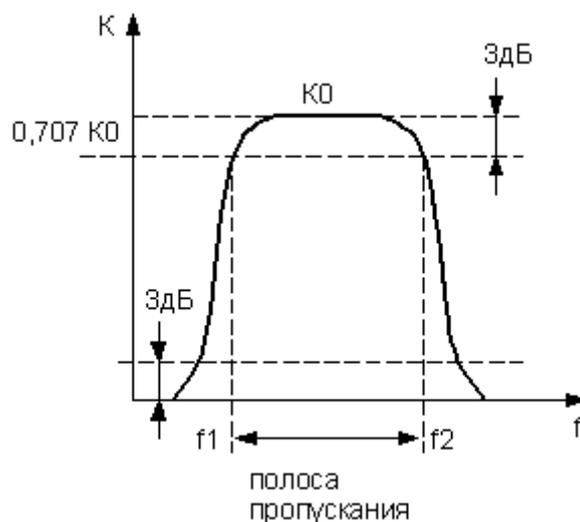


Рис.2.

Основные параметры, которые характеризуют полосу пропускания частот — это ширина полосы пропускания и неравномерность АЧХ в пределах полосы.

Ширина полосы пропускания - полоса частот, в пределах которой неравномерность частотной характеристики не превышает заданной.

Ширина полосы обычно определяется как разность верхней и нижней граничных частот участка АЧХ, на котором амплитуда колебаний равняется $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (или $\frac{1}{2}$ для мощности) от максимальной. Этот уровень приблизительно соответствует -3 дБ.

Исследуемые приборы

Четырехполюсники, входящие в состав лабораторного стенда.

Вспомогательные приборы

Вольтметр переменного тока.

Осциллограф.

Лабораторное задание

1. Исследовать частотные параметры четырехполюсников, и получить данные для построения АЧХ исследуемых четырехполюсников.

Порядок выполнения работы и методические указания

1. Собрать схему измерений, рисунок 3.

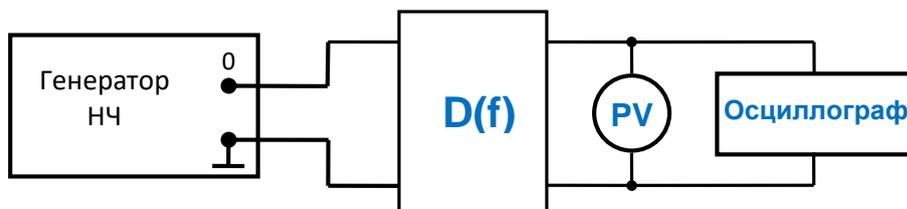


Рис.3.

где $D(f)$ – исследуемый четырехполюсник;
 PV – вольтметр в установке.

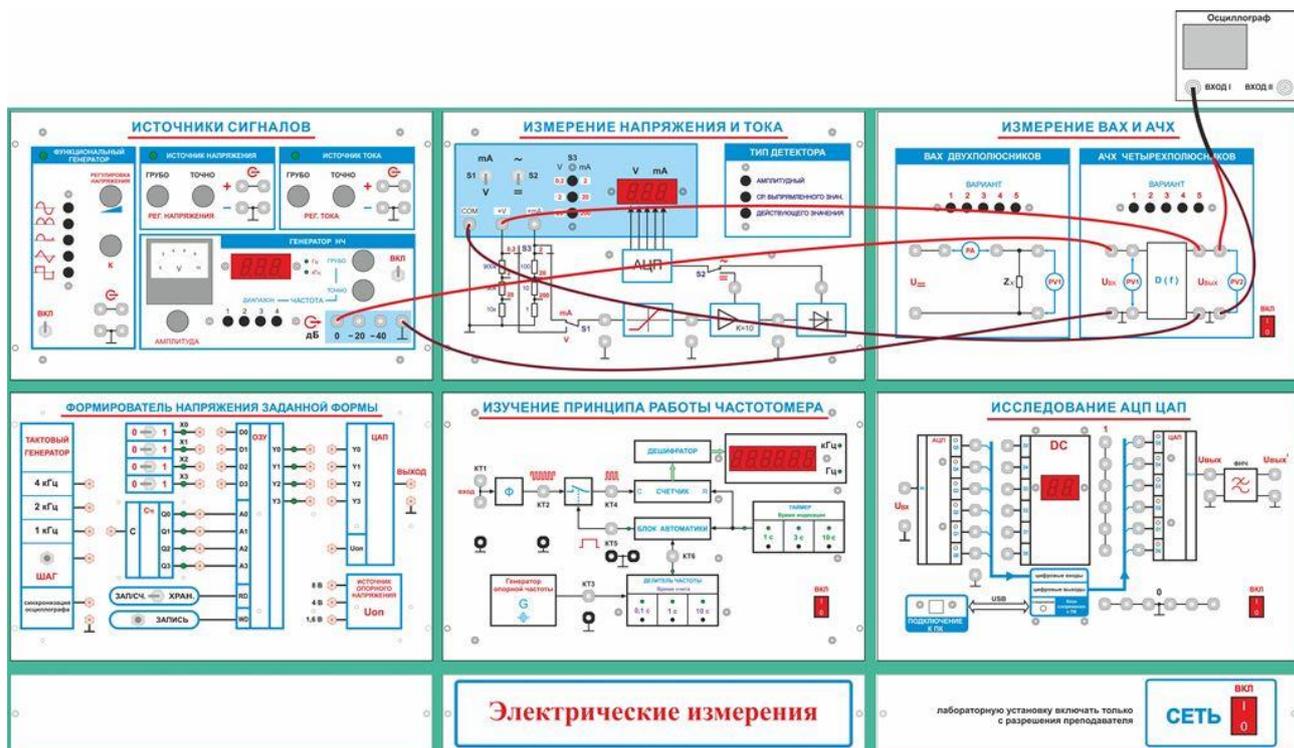


Рис.4.

2. Подключить выход генератора к входным гнездам четырехполюсника. Установить выходное напряжение генератора $U_{ген} = U_{вх} = 1В$.
3. К выходным гнездам четырёхполюсника подключить вольтметр переменного тока. Предел измерения вольтметра установить 2В. Включить вольтметр в режим измерения действующего значения напряжения (тип детектора – ДЕЙСТВ.).
4. Нажатием кнопки переключателя вариантов, выбрать исследуемый четырёхполюсник, нажать одну из кнопок “1, 2, 4, 5”. При этом к выходным клеммам будет подключен один из исследуемых четырёхполюсников.

5. Проконтролировать по осциллографу отсутствие искажений синусоидального сигнала на выходе фильтра. Если искажения присутствуют, необходимо уменьшить уровень сигнала с генератора.

6. Меняя частоту генератора записать в таблицу 1 показания вольтметра.

7. Повторить измерения для всех вариантов четырехполюсников.

Данные для расчета и построения АЧХ фильтра

Вариант №

Таблица 1

f, кГц												
U _{ВЫХ} , В												
K, дБ												

Вариант №

Таблица 2

f, кГц												
U _{ВЫХ} , В												
K, дБ												

Указание. Для повышения точности снятия вольт-амперной характеристики в точках перегиба (там, где наблюдается быстрое изменение напряжения на выходе), точки измерений желательно выбирать чаще.

8. Используя полученные данные, построить графики амплитудно-частотных характеристик исследуемых четырехполюсников. По построенным графикам сделать выводы о характере четырехполюсника (полосовой фильтр, фильтр нижних частот, фильтр верхних частот, режекторный фильтр, широкополосный усилитель).

Для построения графика АЧХ целесообразно применить логарифмический масштаб по оси ординат, рассчитав коэффициент передачи по формуле:

$$K=20\lg U_{\text{ВЫХ}}/U_{\text{ВХ}}, (\text{дБ})$$

Указания к отчету

Отчет должен содержать:

1. номер и наименование лабораторной работы
2. цель работы
3. заполненные таблицы и графики АЧХ фильтров
4. выводы о назначении и характеристиках фильтров.

Контрольные вопросы

1. Что такое четырехполюсник?
2. Виды четырехполюсников
3. Основные параметры четырехполюсников
4. Что такое АЧХ?
5. Что определяет коэффициент передачи?

Критерии оценки за практическую работу

Оценка «5» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в логических рассуждениях и обоснованиях решения нет пробелов и ошибок;
- в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках, рисунках, чертежах или графиках (если эти виды работы не являлись специальным объектом проверки).

Оценка «3» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, чертежах или графиках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

Оценка «2» ставится, если допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными умениями по данной теме в полной мере.

Список источников и литературы

1. Гуров, В.В.. Архитектура микропроцессоров : Курс лекций / В.В. Гуров — Москва : Интуит НОУ, 2016. — 327 с. — ISBN 978-5-9963-0267-3. — URL: <https://book.ru/book/917562>. — Текст : электронный.

2. Костров Б.В. Технологии физического уровня передачи данных: Учебник / Кистрин А.В., Костров Б.В., Ефимов А.И., Устюков Д.И. М.: КУРС : НИЦ ИНФРА-М, 2019.

Электронные издания (электронные ресурсы)

Технологии физического уровня передачи данных : учебник / Б. В. Костров, А. В. Кистрин, А. И. Ефимов, Д. И. Устюков ; под ред. Б. В. Кострова. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 208 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-37-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072042>. – Режим доступа: по подписке.