**Министерство образования Республики Башкортостан**

**УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮЗам. директора УГКР\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Л.Р. Туктарова«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

**СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

**ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**ДИСЦИПЛИНА «Электротехнические измерения»**

***Специальность 230113 «Компьютерные системы и комплексы»***

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Р.М. Халилова РАСCМОТРЕНОна заседании кафедры электроники и вычислительной техники\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Г.Г. Хакимова«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.  |  РАЗРАБОТЧИК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Н. Муратшина  |

Уфа 2014 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Стр. |
| Предисловие | 3 |
| Практическая работа № 1 «Выполнение расчетов уровней передач» | 6 |
| Практическая работа № 2 «Выполнение расчетов погрешностей прямых и косвенных измерений» | 9 |
| Практическая работа № 3 «Выполнение расчетов шунтов и добавочных резисторов» | 12 |
| Практическая работа № 4 «Измерение напряжения переменного тока» | 18 |
| Практическая работа № 5 «Выполнение расчетов параметров развертки осциллографа» | 24 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Предисловие**

 Методические указания для студентов по выполнению практических работ являются частью основной профессиональной образовательной программы Государственного бюджетного образовательного учреждения среднего профессионального образования «Уфимский государственный колледж радиоэлектроники» по специальности СПО 230113 «Компьютерные системы и комплексы» в соответствии с требованиями ФГОС СПО третьего поколения.

 Методические указания для студентов по выполнению практических работ адресованы студентам очной, заочной и заочной с элементами дистанционных технологий формы обучения.

 Методические указания созданы в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим работам, правильного составления отчетов.

 Приступая к выполнению практической работы необходимо внимательно прочитать цель работы, ознакомиться с требованиями к уровню подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими сведениями, выполнить задания работы, ответить на контрольные вопросы для закрепления теоретического материала и сделать выводы.

 Отчет о практической работе необходимо выполнить и сдать в срок, установленный преподавателем.

 Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по дисциплине «Электротехнические измерения»и допуска к дифференцированному зачету, поэтому в случае отсутствия студента на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическуюработу необходимо найти время для ее выполнения или пересдачи.

**Правила выполнения практических работ**

 1. Студент должен прийти на практическое занятие подготовленным к выполнению практической работы.

 2. После проведения практической работы студент должен представить отчет о проделанной работе.

 3. Отчет о проделанной работе следует выполнять в журнале практических работ на листах формата А4 с одной стороны листа.

Оценку по практической работе студент получает, если:

- студентом работа выполнена в полном объеме;

- студент может пояснить выполнение любого этапа работы;

- отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы;

- студент отвечает на контрольные вопросы на удовлетворительную оценку и выше.

 Зачет по выполнению практических работ студент получает при условии выполнения всех предусмотренных программой практических работ после сдачи журнала с отчетами по работам и оценкам.

**Внимание!** Если в процессе подготовки к практическим работамвозникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

**Обеспеченность занятия**

**1.Учебно-методическая литература**:

 1. Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. Методы и средства измерений – М.: Радио и связь, 2007г

 2. А.С. Сигов. Электрорадиоизмерения – М.: ФОРУМ – ИНФА, 2006г

 3. В.И. Нефедов. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах – М.: Высшая школа, 2006г

 4. Методические указания

**Порядок выполнения отчета по практической работе**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по практической работе.

2. Записать краткий конспект теоретической части.

3. Выполнить предложенное задание согласно варианту.

4. Продемонстрировать результаты выполнения предложенных заданий преподавателю.

5. Записать выводы о проделанной работе.

6. Ответить на контрольные вопросы.

##  **Практическое занятие 1**

#### **«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.

.

**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:



Для воздушной цепи связи из медных проводов с характеристическим сопротивлением Z=600 Ом:

U0=0,775 B; I0=1,29 мА; P0=1 мВт.

Для кабельной цепи (Z=135 Ом):

U0=0,368 B; I0=2,7 мА; P0=1 мВт.

Для коаксиальной цепи (Z=75 Ом):

U0=0,274 B; I0=3,65 мА; P0=1 мВт.

**Пример:**

1. Рассчитать абсолютные уровни по напряжению U(pH), по току I (pТ) и по мощности P (pM).

 Цепь воздушная:



Цепь кабельная:



Цепь коаксиальная:



Рисунок 1 - Цепь связи из 3 звеньев

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

U1=4 B; U2=6B; U3=2B.



.

3. Рассчитать усиление 1го звена SI и затухание 2го звена а*2*.



.

Таблица 1 - Пример заполнения таблицы результатов расчетов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Цепь воздушная | Цепь кабельная | Цепь коаксиальная |
| U, B | I, мА | P, пВт | U, B | I, мкА | P, мВт | U, B | 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 |

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Исходные данные | Расчетные уровни, дБ |
| U1, B | U2, B | U3, B | P21 | P31 | SI | *а*2 |
| 1 | 4 | 6 | 2 | 3,4 | -6,2 | 3,4 | 9,6 |

**Задание для практического занятия:**

 1. Определить абсолютные уровни по напряжению, току и мощности для указанного вида цепи (Таблица 3)

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


###### 3. Результаты расчета свести в таблицы 4 и 5. Исходные данные согласно варианту приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Задание 1 | Задание 2 |
| Цепь воздушная | Цепь кабельная | цепь коаксиальная |
| U, B | I, ма | P, пВт | U,мВ | I, мкА | Р,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 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Цепь воздушная | Цепь кабельная | Цепь коаксиальная |
|  | U, B | I, ма | P, пвт | U, мВ | I, мкА | P, мВт | U, В | I, мА | P, Вт |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Исходные данные | Расчетные данные |
| U1, B | U2, B | U3, B | P21 | P31 | SI | *а*2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**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).

**Практическое занятие 2**

**«Выполнение расчетов погрешностей прямых и косвенных измерений»**

Цель работы: научиться определять погрешности измерений и анализировать результат измерения.

Образовательные результаты, заявленные по ФГОС третьего поколения.

Студент должен:

уметь:

-выбирать метод измерения и определять погрешность измерения;

-анализировать результат измерения;

знать:

-назначение и возможности использования различных измерительных приборов;

-методику определения погрешности измерения.

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

Анализ результатов измерения можно производить по значениям погрешностей.

Погрешности бывают прямые и косвенные.

Погрешности прямых измерений:

-абсолютная погрешность

ΔА=Аи –Ад,

где Аи—измерительное значение величины,

 Ад –действительное значение величины.

-относительные погрешности:

-номинальная:



-действительная



-приведенная (класс точности прибора)



где Ашк –предел шкалы измерительного прибора.

Погрешности косвенных измерений рассчитываются следующим образом:

а) если для определения результата измерения используется зависимость вида

A=Bn⋅Cm⋅Dk,

то погрешность:

γа =⎟ n⋅γB⎜ + ⎜m⋅γc ⎟ + ⎜ k⋅ γд⎟

б) если результат измерений представляет собой сумму или разность нескольких однородных величин,

А=А1 ± А2 ± А3 ,

то погрешность измерения:



**Пример:**

1. Определить погрешность измерения напряжения, равного 50В прибором класса точности 2,5 со шкалой 100В.

Из формулы  определяется , тогда , т.е.погрешность больше величины, которую гарантирует измерительный прибор(класс точности)

2. Определить погрешность и общее сопротивление двух регистров R1=5кОм±10%, R2=10кОм± 5%, включенных последовательно.

Rобщ= R1+R=5⋅103+10⋅103=15 кОм



**Задания для практического занятия:**

1.Определить погрешность измерения напряжения при отклонении стрелки прибора на всю шкалу, на половину шкалы, на треть шкалы, а также при измерении U1 иU2 если даны класс точности прибора пр и предел шкалы прибора Uшк

2. определить величину и погрешность общего сопротивления цепи:

Таблица 1 - Исходные данные для выполнения задания 1,2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | пр | Uшк, В | U1, В | U2,В | R1,кОм  | R2, кОм  | R3, кОм  |
| 1 | 4,0 | 1,5 | 0,3 | 1,2 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4,0 | 5 | 4,5 | 2,2 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 4,0 | 15 | 10 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | 2,5 | 150 | 100 | 50 | 4 | 5 | 6 |
| 5 | 2,5 | 1,5 | 0,5 | 1,2 | 5 | 6 | 7 |
| 6 | 2,5 | 5 | 4 | 3 | 6 | 7 | 8 |
| 7 | 2,5 | 15 | 10 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| 8 | 2,5 | 150 | 120 | 100 | 8 | 9 | 10 |
| 9 | 1,0 | 1,5 | 1,2 | 0,3 | 9 | 10 | 11 |
| 10 | 1,0 | 5 | 2,2 | 4 | 10 | 11 | 12 |
| 11 | 1,0 | 15 | 10 | 9 | 11 | 12 | 13 |
| 12 | 1,0 | 150 | 100 | 120 | 12 | 13 | 14 |
| 13 | 0,5 | 1,5 | 0,3 | 0,5 | 13 | 14 | 15 |
| 14 | 0,5 | 5 | 1 | 2 | 14 | 15 | 16 |
| 15 | 0,5 | 15 | 1 | 5 | 15 | 16 | 17 |
| 16 | 0,5 | 150 | 10 | 30 | 1 | 3 | 5 |
| 17 | 4,0 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 2 | 4 | 6 |
| 18 | 4,0 | 3 | 1,5 | 2,0 | 3 | 5 | 7 |
| 19 | 4,0 | 10 | 8 | 3 | 4 | 6 | 10 |
| 20 | 4,0 | 30 | 10 | 20 | 5 | 7 | 9 |
| 21 | 2,5 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 6 | 8 | 10 |
| 22 | 2,5 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 7 |
| 23 | 2,5 | 10 | 8 | 4 | 2 | 5 | 10 |
| 24 | 2,5 | 30 | 25 | 18 | 3 | 6 | 9 |
| 25 | 1,0 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 4 | 7 | 11 |
| 26 | 1,0 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 |
| 27 | 1,0 | 10 | 8 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 28 | 1,0 | 30 | 20 | 10 | 3 | 4 | 5 |
| 29 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 4 | 5 | 7 |
| 30 | 0,5 | 3 | 0,3 | 2,5 | 6 | 7 | 9 |

**Контрольные вопросы**

1 Дать определение прямых и косвенных измерений.

2 Пояснить понятие «класс точности прибора».

3 В каком случае результат измерения имеет минимальную погрешность?

4 Как определить погрешность измерения мощности и мощность, если для измерения использовать вольтметр и амперметр?

5 Почему в измерительных приборах имеется несколько шкал для измерения?

Практическое занятие 3

**«Выполнение расчётов шунтов и добавочных резисторов»**

**Цель работы:** научиться рассчитывать шунты и добавочные сопротивления для расширения пределов измерений тока и напряжения.

**Образовательные результаты, заявленные во ФГОС третьего поколения.**

Студент должен:

уметь:

-анализировать результаты измерений

знать:

-основные методы измерения параметров электрических цепей

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

Для расширения пределов измерения постоянного тока используют специальные резисторы – шунты, включаемые параллельно измерительному механизму. При этом существует три способа включения шунтов:

1)Параллельное включение шунтов



Рис.1 Параллельное включение шунтов

; 

; 

 ; 

2) Последовательное включение шунтов

Рис. 2 Последовательное включение шунтов







3) Универсальный шунт

Рис. 3 Универсальный шунт







Для расширения пределов измерения постоянного напряжения используют добавочные сопротивления, включаемые последовательно с измерительным механизмом. Существует три способа включения добавочных сопротивлений:

1) Параллельное включение добавочных резисторов:

## Рис. 4 Параллельное включение добавочных резисторов

Ι предел 

II предел 

III предел 

2) Последовательное включение добавочных резисторов

Рис. 5 Последовательное включение добавочных резисторов

Ι предел 

II предел 

III предел 

3) Делитель напряжения

Рис. 6 Делитель напряжения

**Пример:**

1. Рассчитать шунты для схем 1, 2, 3 многопредельных амперметров. Пределы измерения тока: . Данные индикатора М4200: 

Схема 1:





Схема 2:



Схема 3:



2. Рассчитать добавочные сопротивления для схем 1, 2, 3 многопредельных вольтметров. Пределы измерения напряжения U1=1В, U2=3В, U3=10В. данные индикатора М4200: Ru=400 Ом, Iu=0,9мА.

Схема 1:

 Схема 2:



Схема 3:

Принимаем .

I предел:



II предел:



III предел:

 кОм

**Задание для практического занятия:**

1. Рассчитать шунты для схем 1, 2, 3 многопредельных амперметров и добавочные сопротивления для схем 1, 2, 3 многопредельных вольтметров. Исходные данные взять из таблицы 1 согласно варианту.

Таблица 1 - Исходные данные для расчета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Предел измерения тока | Данные индикатора | Предел измерения напряжения |
| 1 | 0,4 мА13,4 мА 21,4 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=1 ВU2=10 ВU3=100 В |
| 2 |  2 мА46 мА 90 мА | М 4200 Ru = 400 Ом 0,9 мА | U1=100 мВU2=500 мВU3=1 В |
| 3 |  5,5 мА20 мА45 мА | М 4200 Ru = 25 Ом 4,8 мА | U1=5 ВU2=10 ВU3=15 В |
| 4 |  33 мА40 мА 50 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=1 ВU2=2 ВU3=5 В |
| 5 | 0,6 мА13,4 мА 18 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=500 мВU2=1 ВU3=3 В |
| 6 | 0,5 мА14,5 мА20 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=1,5 ВU2=12 ВU3=50 В |
| 7 | 3 мА40 мА50 мА | М 4200 Ru = 400 Ом 0,9 мА | U1=1 ВU2=1,2 ВU3=5 В |
| 8 | 6,5 мА15 мА40 мА | М 4200 Ru = 25 Ом 4,8 мА | U1=30 ВU2=35ВU3=45 В |
| 9 | 35 мА45 мА55 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=1,5 ВU2=3 ВU3=5 В |
| 10 | 0,8 мА14 мА22 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=2 ВU2=25 ВU3=55 В |
| 11 | 4 мА40 мА60 мА | М 4200 Ru = 400 Ом 0,9 мА | U1=2 ВU2=4 ВU3=6 В |
| 12 | 7 мА20 мА45 мА | М 4200 Ru = 25 Ом 4,8 мА | U1=35 ВU2=40 ВU3=50 В |
| 13 | 40 мА50 мА60 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=2,2 ВU2=4 ВU3=10 В |
| 14 | 1 мА16 мА25 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=3 ВU2=11 ВU3=40 В |
| 15 | 6 мА45 мА65 мА | М 4200 Ru = 400 Ом 0,9 мА | U1=3 ВU2=5 ВU3=8 В |
| 16 | 5 мА45 мА63 мА | М 4200 Ru = 25 Ом 4,8 мА | U1=2 ВU2=5 ВU3=10 В |
| 17 | 42 мА55 мА62 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=4 ВU2=15 ВU3=30 В |
| 18 | 1,2 мА18 мА27 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=4 ВU2=14 ВU3=35 В |
| 19 | 6,5 мА48 мА67 мА | М 4200 Ru = 400 Ом 0,9 мА | U1=4 ВU2=6 ВU3=10 В |
| 20 | 5,5 мА48 мА70 мА | М 4200 Ru = 25 Ом 4,8 мА | U1=3 ВU2=6 ВU3=12 В |
| 21 | 44 мА60 мА68 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=5 ВU2=22 ВU3=32 В |
| 22 | 1,6 мА15 мА26 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=5 ВU2=18 ВU3=40 В |
| 23 | 7 мА50 мА70 мА | М 4200 Ru = 400 Ом 0,9 мА | U1=5 ВU2=10 ВU3=12 В |
| 24 | 5,8 мА52 мА70 мА | М 4200 Ru = 25 Ом 4,8 мА | U1=4 ВU2=8 ВU3=20 В |
| 25 | 46 мА65 мА72 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=5,5 ВU2=25 ВU3=36 В |
| 26 | 1,8 мА17 мА30 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=6 ВU2=24 ВU3=45 В |
| 27 | 8 мА25 мА40 мА | М 4200 Ru = 400 Ом 0,9 мА | U1=6 ВU2=15 ВU3=20 В |
| 28 | 6 мА20 мА50 мА | М 4200 Ru = 25 Ом 4,8 мА | U1=5 ВU2=10 ВU3=24 В |
| 29 | 50 мА70 мА75 мА | М 4200 Ru = 1,6 Ом 32,6 мА | U1=6 ВU2=28 ВU3=45 В |
| 30 | 2 мА20 мА36 мА | М 2003 Ru = 530 Ом 0,2 мА | U1=7 ВU2=28 ВU3=42 В |

 2. Результаты расчета свести в таблицу 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Данные индикатора | Предел измерения тока, напряжения | Rш, Ом | Rд, кОм |
| Сх1 | Сх2 | Сх3 | Сх1 | Сх2 | Сх3 |
| Ru = 530 Ом 0,2 мА | 0,4 мА13,4 мА 21,4 мАU1=1 ВU2=10 ВU3=100 В |  |  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1 Назначение шунтов.

2 Назначение добавочных сопротивлений.

3 Чему равен коэффициент шунтования?

4 В каких приборах используются схемы добавочных сопротивлений?

5 В каких приборах используются схемы шунтов?

**Практическое занятие 4**

**«Измерение напряжения переменного тока»**

**Цель работы:** научиться определять показания приборов различных систем при измерении напряжения переменного тока.

**Образовательные результаты, заявленные во ФГОС третьего поколения.**

Студент должен:

уметь:

-анализировать результаты измерений

знать:

-основные методы измерения параметров электрических цепей

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

Как правило, вольтметры градируют в действующих значениях ($U\_{д}$) синусоидального напряжения. Это означает, что пиковый вольтметр, показания которого определяются амплитудой волны измеряемого напряжения показывает $U\_{max}=U\_{д}∙\sqrt{2}$, поскольку соотношение между амплитудой и действующим значением синусоидальной формы кривой (коэффициент амплитуды) равно $К\_{а}=\sqrt{2}=1,41$

Вольтметры с линейным детектированием, показания которых зависит от средневыпрямленного значения измеряемого напряжения ($U\_{ср2}=^{U\_{д}}/\_{1,11}$) для двухполупериодного выпрямления и ($U\_{ср2} и U\_{ср1}$), при той же градуировке показывают $U\_{ср2}=^{U\_{д}}/\_{1,11}$ - для двухполупериодного выпрямления и $U\_{ср1}=^{U\_{д}}/\_{2,22}$ -для однополупериодного выпрямления, т.к. соотношение между действующим и средне выпрямленным значением для синусоиды (коэффициент формы) соответственно равны:

$К\_{ф2}=^{U\_{д}}/\_{U\_{ср2}}=1,11$,

где $К\_{ф2}$- коэффициент формы двухполупериодного выпрямления;

$ U\_{д}$-действующее значение синусоидального напряжения;

$ U\_{ср2}$- средневыпрямленное значение измеряемого напряжения.

$К\_{ф1}=^{U\_{д}}/\_{U\_{ср1}}=2,22$,

где $К\_{ф1}$- коэффициент формы однополупериодного выпрямления;

$ U\_{д}$-действующее значение синусоидального напряжения;

$ U\_{ср2}$- средневыпрямленное значение измеряемого напряжения.

И только квадратичный вольтметр (с квадратичным детектированием), реагирующий на действующее значение синусоидального напряжения, в этих значениях и градуируется.

Таким образом, все вольтметры (градуированные по $U\_{д}$ синусоиды) покажут одинаковые значения (пренебрегая классом точности) только для напряжения, форма кривой, которого достаточно близка к синусоиде. Если этого нет, то каждый из них покажет величину, определяемую его градуировкой: пиковый $U\_{д}∙\sqrt{2}$, линейный Uд=1,11 или Uд=2,22 и только квадратичный покажет значение независимо от формы кривой.

Пример: что покажут вольтметры пиковой, квадратичной детекторный средневыпрямительный, если на их вход подано напряжение синусоидальной формы, имеющее амплитуду $U\_{max}=50 В$.

Пиковый вольтметр покажет: $U\_{н}$=50 В, с квадратным детектированием$U\_{д}=50∙0,707=35,35 В$, с однополупериодным выпрямлением $U\_{д}=50∙^{0,707}/\_{2,22}=15,9 В$, с двухполупериодным выпрямлением $U\_{ср}=50∙^{0,707}/\_{1,11}=31,8 В$.

**Пример 2:**

1. Измеряемое напряжение имеет амплитуду $А\_{1}=12 В$ .

Пиковый вольтметр покажет $U\_{н}=А\_{1}=12 В$.

Вольтметр с квадратичным детектором покажет: Uи = 12 $∙$ 0,707 = 8,48 В

$U\_{ср1}=^{U\_{д}}/\_{2,22}=^{8,48}/\_{2,22}=3,82 В$.

Вольтметр с двухполупериодным детектором покажет напряжение:

$U\_{ср2}=^{U\_{д}}/\_{1,11}=7,64 В$.

**Задания для практического занятия:**

1. Что покажут вольтметры различных систем: пиковый, с квадратичным детектором, линейный детекторный Д с однополупериодным и двухполупериодным выпрямлением, если на их вход подано напряжение синусоидальной формы, имеющее:

–амплитуду $А\_{1}$;$ А\_{2}$;$ А\_{3}$;

-действующее значение $U\_{д}= Д\_{1};Д\_{2};Д\_{3}$.

Исходные данные для расчетов взять из таблицы 1

Таблица 1 - Исходные данные для расчетов

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Измеряемое напряжение |
| Амплитуда, В | Действующее значение |
| $$А\_{1}$$ | $$А\_{2}$$ | $$А\_{3}$$ | $$Д\_{1}$$ | $$Д\_{2}$$ | $$Д\_{3}$$ |
| 1 | 10 | 20 | 5 | 0,5 | 15 | 0,05 |
| 2 | 20 | 5 | 0,5 | 10 | 15 | 0,05 |
| 3 | 0,05 | 5 | 10 | 20 | 30 | 0,1 |
| 4 | 0,5 | 10 | 30 | 20 | 15 | 50 |
| 5 | 15 | 10 | 5 | 20 | 5 | 10 |
| 6 | 5 | 0,05 | 10 | 0,5 | 30 | 20 |
| 7 | 20 | 10 | 5 | 0,05 | 0,5 | 0,1 |
| 8 | 20 | 10 | 30 | 15 | 20 | 0,5 |
| 9 | 10 | 15 | 40 | 0,1 | 0,5 | 5 |
| 10 | 15 | 5 | 25 | 1 | 4 | 4 |
| 11 | 12 | 0,5 | 30 | 2 | 0,9 | 40 |
| 12 | 13 | 0,6 | 32 | 3 | 1,2 | 42 |
| 13 | 14 | 0,7 | 40 | 4 | 1,3 | 50 |
| 14 | 16 | 0,8 | 42 | 5 | 1,4 | 52 |
| 15 | 17 | 0,1 | 9 | 6 | 1,5 | 53 |
| 16 | 18 | 0,2 | 10 | 7 | 1,6 | 54 |
| 17 | 19 | 0,3 | 11 | 8 | 1,7 | 55 |
| 18 | 20 | 0,4 | 12 | 9 | 1,8 | 56 |
| 19 | 21 | 0,9 | 13 | 10 | 1,9 | 57 |
| 20 | 22 | 1,0 | 14 | 11 | 2,0 | 58 |
| 21 | 23 | 1,1 | 15 | 12 | 2,1 | 59 |
| 22 | 24 | 1,2 | 16 | 13 | 2,2 | 60 |
| 23 | 25 | 1,3 | 8 | 14 | 2,3 | 61 |
| 24 | 26 | 1,4 | 7 | 15 | 2,4 | 62 |
| 25 | 27 | 1,5 | 6 | 16 | 2,5 | 63 |
| 26 | 28 | 1,6 | 17 | 22 | 2,6 | 64 |
| 27 | 29 | 1,7 | 18 | 23 | 2,7 | 65 |
| 28 | 30 | 1,8 | 19 | 24 | 2,8 | 66 |
| 29 | 31 | 1,9 | 20 | 25 | 2,9 | 67 |
| 30 | 32 | 2 | 21 | 26 | 3,0 | 68 |

Результаты расчета внести в таблицу 2

Таблица 2 - Результаты расчета

|  |  |
| --- | --- |
| № по списку | Входное напряжение |
| Величина измеряемого напряжения | Амплитуда, В | Действующее значение, В |
|  |  |  |  |  |  |
| Пиковый вольтметр |  |  |  |  |  |  |
| С квадратичным детектором |  |  |  |  |  |  |
| С однополупериодным |  |  |  |  |  |  |
| С двухполупериодным |  |  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1 Какую величину покажет пиковый вольтметр при измерении синусоидального напряжения?

2 Как связаны амплитудное и действующее значение синусоидального напряжения?

3 Какой вольтметр покажет действующее значение напряжения синусоидальной формы?

4 Как связаны действующее и средневыпрямленное напряжение синусоидальной формы?

**Практическое занятие 5**

**«Выполнение расчетов параметров развертки осциллографа»**

**Цель работы:** научиться определять параметры развертки для получения неподвижного изображения на экране осциллографа.

**Образовательные результаты, заявленные в ФГОС третьего поколения.**

Студент должен:

уметь:

- анализировать результаты измерений;

знать:

- принцип действия основных электроизмерительных приборов и устройств.

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

Для получения неподвижного изображения на экране осциллографа период развертки должен быть равен или кратен периоду сигнала, т.е. $Т\_{р}=n∙Т\_{c}$ при исследовании синусоидальных сигналов. При исследовании сигналов, следующих с большой скважностью (Q больше 5) используется ждущая развертка, суть которой состоит в том, что импульс развертки подается на Х-пластины только тогда, когда есть исследуемый сигнал, причем длительность импульса развертки соизмерима с длительностью сигнала определяется исходя из того, что импульс сигнала должен быть посередине развертки.

**Пример:** определить вид и параметры развертки если частота синусоидального сигнала 40 кГц. Для получения на экране осциллографа одного периода необходимо, чтобы $Т\_{р}=Т\_{c}$. $Т\_{c}=\frac{1}{40∙10^{3}}=25 мкс, $ $Т\_{р}=25 мкс$ $τ\_{p}=25 мкс$.

Для получения двух периодов на экране.

$Т\_{р}=2 Тс=50 мкс$. $τ\_{p}=50 мкс.$ $f\_{p}=\frac{1}{Т\_{р}}=\frac{1}{50∙10^{-6}}=20 кГц$.

Для получения четырех периодов на экране осциллографа $Т\_{р}=4∙Т\_{c}=4∙25=100 мкс.$

$f\_{p}=\frac{1}{Т\_{р}}=\frac{1}{100∙10^{-6}}=10 кГц$

Для прямоугольного сигнала

$f\_{с}=40 кГц$, длительность импульса $τ$с=0,1Т, т.е. $(^{1}/\_{40∙10^{-3})∙0,1=2,5 мкс}$

$f\_{p}=f\_{с}=40 кГц$

$Т\_{р}=\left(2÷3\right)i\_{с}=3∙τ\_{с}=2,5∙3=7,5 мкс$

$t\_{з}=\frac{Т\_{р}-Т\_{c}}{2}=\frac{7,5-2,5}{2}=2,5 мкс$

**Задания для практического задания:**

1. Определить параметры развертки при исследовании синусоидальных сигналов.

2. Определить параметры развертки при исследовании прямоугольных импульсов, следующих с большой скважностью.

3. Вычертить временные диаграммы для заданий 1 и 2.

Таблица 1. Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вар. | Непрерывная развертка | Ждущая развертка |
| Синусоидальный сигнал | Прямоугольный сигнал | Прямоугольный сигнал |
| Частота сигнала | Кол-во периодов на экране осциллографа | Частота сигнала $F\_{c}$, кГц | Длительность импульса сигнала, мкс | Кол-во импульсов на экране осциллографа | Частота сигнала $F\_{c}$, кГц | Длит-ть импульса сигнала, мкс |
| N | N | 1,2,3 | 0,8 N | 0,1 T | 1,2,3 | N | 0,1 T |

N-номер по списку

**Контрольные вопросы**

1 Когда используется непрерывная развертка?

2 Когда используется ждущая развертка?

3 Как получить изображение исследуемого импульса в середине экрана?

4 Что такое скважность сигнала?

5 Изобразить вид исследуемого синусоидального сигнала, если частота сигнала 10 кГц, а частота развертки 15 кГц.