

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
ТУСУР

Кафедра безопасности информационных систем (БИС)

УТВЕРЖДАЮ
зав. кафедрой БИС
профессор, доктор техн. наук
_____ Р.В. Мещеряков
« ____ » _____ 2018г.

Измерения в телекоммуникационных системах

Методические указания для выполнения курсового проекта студентов
специальности 10.05.02 очной формы обучения

Разработчик
профессор, канд. техн. наук
_____ В.А. Шалимов

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании
кафедры БИС « 24 » апреля 2018 г., протокол № 5 .

Зав. кафедрой БИС
профессор, доктор технических наук

Р.В. Мещеряков

Методические указания

для выполнения курсового проекта по дисциплине «Измерения в телекоммуникационных системах»

Курсовое проектирование - завершающий этап обучения студентов по тем дисциплинам, по которым учебным планом предусмотрена форма отчетности – курсовое проектирование.

Для успешного выполнения курсового проекта необходимо привлечь знания как по естественно-научным дисциплинам (физике, математике, информатике), так и по общетехническим и специальным дисциплинам (ТОЭ, ФОЭ, Аналоговая и цифровая электроника), более детально проработать разделы дисциплины «Метрология», связанные с цифровыми измерительными приборами, принципами работы цифро-аналоговых и цифро-аналоговых преобразователей, оценкой погрешностей измерений.

Процесс выполнения курсового проекта позволит студентам освоить следующие компетенции :

«способность формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов».

В задании на курсовой проект предусмотрены 10 вариантов изменений физических величин, причем номер варианта измеряемой величины соответствует предпоследней цифре номера зачетной книжки студента, а номинальные значения измеряемой величины и погрешность измерения заданы заданы последней цифрой номера зачетной книжки, а если эта цифра больше 3^x – то последовательным перебором из 3^x приведенных значений измеряемой величины .

В пояснительной записке должен быть обоснован выбор метода измерений, приведена структурная схема измерительного прибора, выбрана разрядность АЦП и количество индикаторов, и показано, что случайная погрешность измерений не превышает заданную, оценена методическая погрешность измерений.

Общие положения

Для выполнения требований задания на курсовой проект по дисциплине ... предпочтительно выполнить следующие рекомендации:

- а) переменные измеряемые величины преобразовать в постоянные;
- мощность преобразовать в температуру, а температуру в термоЭДС;
- величину емкости преобразовать во временной интервал Δt (Δf);
- частоту преобразовать во временной интервал Δt ;

б) получение в результате преобразования или заданные постоянные величины с помощью АЦП преобразовать в двоичное (десятичное) число, запомнить это число и отразить его на цифровых индикаторах, предварительно обосновав разрядность АЦП исходя из указанной в задании погрешности измерения.

в) Заданные или сформированные временные интервалы с помощью дополнительного генератора эталонного периода и схемы & преобразовать в количество импульсов, зафиксировать ... с помощью цифрового счетчика и, зная период эталонных импульсов, пересчитать в длительность измеряемого временного интервала. Период эталонного генератора выбрать исходя из приведенных структур, либо их комбинации.

Измерение напряжения и силы тока с помощью цифровых измерительных приборов

При измерении напряжения и тока широко применяются цифровые измерительные приборы (ЦИП).

В ЦИП происходит преобразование непрерывного входного сигнала в дискретный выходной сигнал, представленный в цифровой форме.

Распространение ЦИП обусловлено малой погрешностью измерений, высоким быстродействием и чувствительностью, отсутствием субъективной ошибки отсчета результата измерений, возможностью автоматизации процесса измерения.

Принцип работы ЦИП основан на дискретном представлении непрерывных величин. Величина может быть непрерывной либо по значению, либо по времени.

Величину непрерывную по значению и прерывную по времени называют дискретизированной. Значения дискретизированной величины отличны от нуля только в определенных моменты времени.

Величину непрерывную во времени и прерывную по значению называют квантованной. Квантованная величина в диапазоне D может принимать только конечное число значений.

Непрерывная величина может быть дискретизированной и квантованной. Процесс преобразования непрерывной во времени величины в дискретизированную путем сохранения ее мгновенных значений только в детерминированные моменты времени ($t_1, t_2 \dots$) называется дискретизацией.

Интервал времени Δt между ближайшими моментами дискретизации называется шагом дискретизации.

Процесс преобразования непрерывной по значению величины в квантованную путем замены ее мгновенных значений фиксированными $x_1, x_2 \dots$, которые могут быть сформулированы по определенному закону с помощью мер, называется квантованием.

Разность Δx между двумя детерминированными значениями называется шагом квантования. При квантовании теряется часть информации о значении непрерывной величины. Полученное в результате квантования значение известно с точностью, определяемой погрешностью меры.

Шаг дискретизации Δt и ступень квантования Δx могут быть как постоянными (равномерная дискретизация или квантование), так и переменными.

Измерительный процесс, включающий в себя в общем случае дискретизацию квантование и кодирование, называют аналого-цифровым преобразованием (АЦП). Под кодированием понимают получение по определенной системе правил числового значения квантовой величины в виде комбинации цифр.

Аналого-цифровые преобразователи классифицируют:

1. По значению измеряемой величины;
2. По виду измеряемой величины;
3. По методу преобразования измеряемой величины в цифровой эквивалент;
4. По способу осуществления процесса преобразования;
5. По типу используемых элементов и т.п.

По методу преобразования измеряемой величины в цифровой эквивалент АЦП разделяются на устройства с промежуточным преобразованием напряжения:

- во временной интервал (время-импульсный метод);
- в частоту (частотно-импульсный метод);
- в фазу;
- в кодово-импульсные;
- комбинированные, сочетающие несколько методов преобразования.

Наибольшее распространение среди цифровых измерительных приборов (ЦИП) получили универсальные. Универсальные цифровые измерительные приборы, предназначенные для измерения напряжения и ряда других электрических и неэлектрических величин принято называть мультиметрами.

Универсальные ЦИП имеют, как правило, одну из следующих структур:

1. Преобразователь измеряемых электрических (неэлектрических) величин в постоянном напряжении, затем преобразователь постоянного напряжения в код.

2. Преобразователь постоянного напряжения или преобразователь измеряемых величин во временной интервал (частоту), затем преобразователь временного интервала (частоты) в код.

В цифровых измерительных приборах, чаще всего, преобразователь переменного напряжения в постоянное представляет собой усилитель и детектор средневывпрямленного значения, охваченные глубокой отрицательной обратной связью. Преобразование силы тока в напряжение осуществляется путем пропускания измеряемого тока через прецизионный резистор, падение напряжения на котором измеряется вольтметром.

Преобразователь сопротивления в напряжение представляет собой источник тока, который протекает через измеряемое сопротивление и создает на нем падение напряжения, пропорциональное измеряемому сопротивлению. Это напряжение измеряется затем цифровым вольтметром.

Коэффициенты преобразования у преобразователей физических величин в постоянное напряжение подобраны таким образом, что значения на отсчетном устройстве цифровых вольтметров индицируются в единицах измеряемой физической величины (омах, амперах, ваттах и т.п.).

Цифровые вольтметры кодо-импульсного типа

В преобразователях кодо-импульсного типа измеряемое напряжение U_x сравнивается с напряжением компенсации U_k , значение которого изменяются шагами в соответствии со значениями разрядов выбранной системы счисления. Если в цифровом вольтметре U_k изменяется по двоичному коду, то по окончании цикла сравнения

$$U_x = U_k = g \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$$

где: n - число разрядов кода;

g - напряжение, соответствующее единице младшего разряда;

a_i - коэффициент, равный 1 или 0 в зависимости от результатов сравнения в каждом такте.

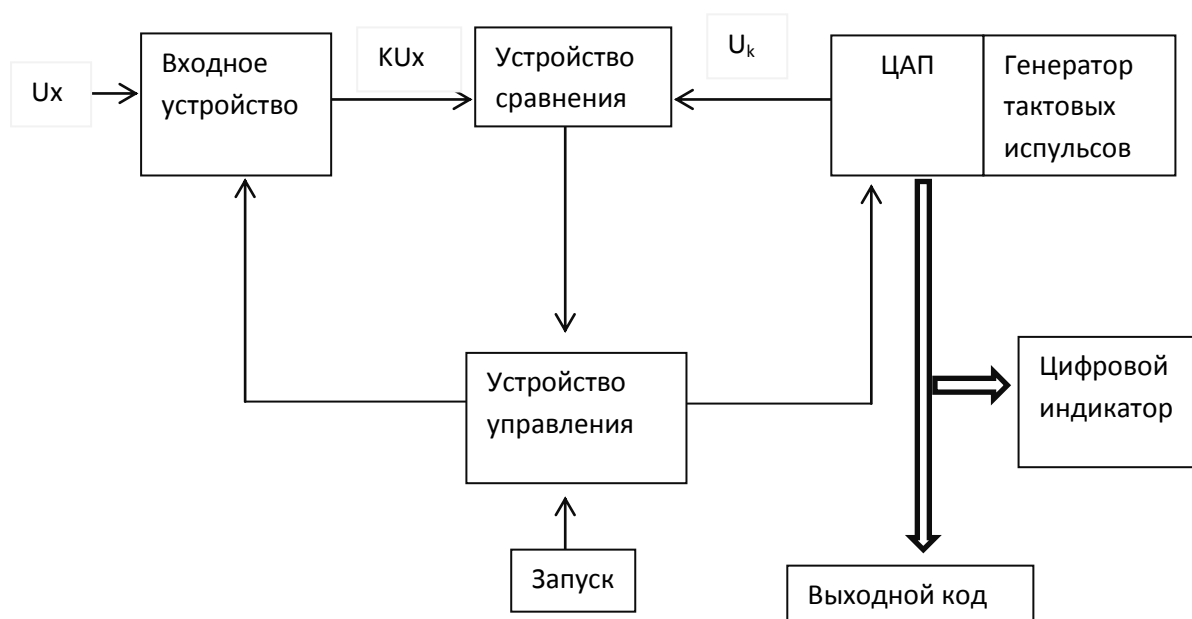


Рисунок 1.

Упрощенная структурная схема цифрового вольтметра приведена на рис. 1.

Измеряемое напряжение U_x через входное устройство с коэффициентом преобразования K подается на устройство сравнения, на второй вход которого с ЦАП подается компенсирующее напряжение U_k . По сигналам устройства управления происходит уравнивание $K \cdot U_x$ напряжением U_k . Устройство управления управляет ЦАП до тех пор, пока напряжение U_k не будет равно $K \cdot U_x$, а по окончании цикла преобразования передает цифровой код на цифровой индикатор и для ввода в ЭВМ или на регистрирующее устройство.

В настоящее время АЦП и ЦАП выполнены в виде интегральных микросхем большой степени интеграции (БИС) с диапазоном входных напряжений ± 4 в, длительностью цикла преобразования < 1 нс, количеством разрядов $n = 6 \div 12$ погрешностью $0,05 \div 0,001\%$ [].

Цифровые вольтметры с промежуточным преобразованием напряжения в частоту

Измерительные приборы, сконструированные на этих методах обеспечивают погрешность измерения (преобразования) $0,1 \div 0,005\%$, высокую чувствительность $(0,1 \div 1)$ мкВ.

Обобщенная структурная схема цифрового вольтметра с преобразованием напряжения в частоту ($U - f$) приведена на рис. 2.

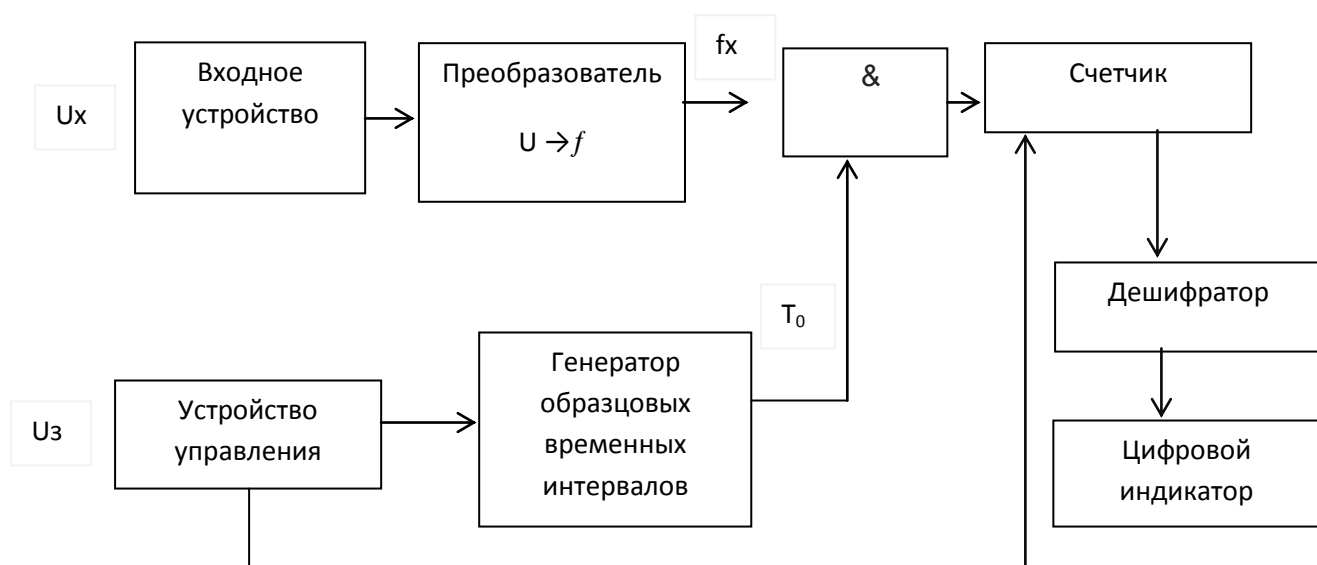


Рисунок 2.

Пояснительная записка к курсовому проекту, выполненная в соответствии с стандартом ТУСУРа

ОС ТУСУР 01 -2013 (СТО 02069326. 1.01 – 2013), должна содержать следующие разделы:

1. Титульный лист
2. Задание на курсовой проект
- 3 Реферат.
- 4.Оглавление.
- 5 Введение
- 6 Краткий обзор известных методов измерения заданной физической величины;
7. Выбор и обоснование метода измерения.
8. Структурную схему разрабатываемого измерителя и описание его работы.
- 9.Расчетную часть с оценкой погрешности измерения;
- 10 Заключение;
11. Список использованных источников.

Рекомендуемый объём пояснительной записки –15-20 стр. машинописного текста.

Защита курсовых проектов – за неделю до зачетной сессии.

Учебно - методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература

12.1.1 Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов/ В.И. Нефедов, В.И. Хакин, В.К. Битюков и др.; Ред. В.И. Нефёдов. - М.: Высшая школа, 2006. - 525 с.: ил. (в библиотеке - 48 экз.)

12.1.2 Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб, пособие. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. - 208 с. (в библиотеке - 22 экз.)

12.2 Дополнительная литература

12.2.1. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие/ К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов СПб.: Питер, 2006. - 368 с.: ил. (в библиотеке - 50 экз.)

12.2.2. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб, пособие. - Томск: Изд-во Томск, гос. ун-та систем упр. и радиоавтоматики, 2005. - 266 с. (в библиотеке - 341 экз.)

12.2.3. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ.[Электронный ресурс]. Код доступа - www.consultant.ru

12.2.5. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов/ Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. - 2-е изд., доп. - М.: Высшая школа, 2006. - 799 с.: ил. (в библиотеке - 30 экз.)

12.2.6. Сергеев А.Г., Латышев М.В. Сертификация: Учеб, пособие для студентов вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Логос, 2001. - 263 с. (в библиотеке - 10 экз.)

12.3 Метрологические рекомендации по изучению дисциплины:

12.3.1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. - Томск: ТМЦО, 2010. - 52 с. (15 экз.)

12.3.2. Отчалко В.Ф. Учебно - методический комплект (учебные методические пособия по практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине МСиС. - Томск: 2012. [Электронный ресурс]. Код доступа: http://esau.tusur.ru/docs/umk_metrologiaMSiSrtf.zip

13. Материально - техническое обеспечение дисциплины:

Оборудование лаборатории цифровых устройств и микропроцессоров (ауд. 218 рк.)

Задание

на курсовой проект по дисциплине «Измерения в телекоммуникационных системах».

Выбрать метод измерений, подобрать комплект аппаратуры, обеспечивающей измерение заданной величины с погрешностью, не превышающей заданной в техническом задании с цифровым представлением результатов измерения.

Измеряемая величина	Номинальное значение ⁴	Погрешность измерения	Количество цифровых
1. Постоянное напряжение	1-10 вольт (В)	1%	По выбору
	10-100 (В)	1,5%	
	100-1000 (В)	2%	
2. Постоянный ток	1-10 миллиампер (ма)	1%	По выбору
	10-100 (ма)	1,5%	
	100-1000 (ма)	2%	
	1000-10000 (ма)	2,5%	
3. Переменное напряжение	1-10 вольт (В)	2%	По выбору
	10-100 (В)	3%	
	100- 1000(В)	5%	
4. Переменный ток	0,1-1 ампер	2%	По выбору
	1-10 ампер	3%	
	>10 ампер	5%	
5. Мощность на переменном токе	10-100 ватт	3%	По выбору
	100-1000 ватт	5%	
	1000-10000 ватт	10%	
6. Величина резистора	1-10 ом	0,5%	По выбору
	10-1000 ом	1%	
	>10000 ом	2%	
7. Величина конденсатора	10-1000 пф	10%	По выбору
	1000-100000 пф	8%	
	>10 мф	5%	
8. Мощность на постоянном токе	10-100 ватт	1%	По выбору
	100-1000 ватт	2%	
	1000-10000 ватт	3%	
9. Временной интервал	10-100 (ps)	5	По выбору
	100-1000 (ps)	3	
	1000-10000 (ps)	2	
10. Частота	10 гц -100 гц	0,5%	По выбору
	100 гц-1000 гц	1%	
	1000 гц-10000 гц	2%	

Профессор кафедры ТУ

В.А. Шалимов