

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов

Должность: директор

Дата подписания: 13.07.2023 14:34:25

Уникальный программный идентификатор:

aba80b84033c9ef196388e9ea0434f90a83a40954ba270e84bcb664f02d1d8d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский

технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
Чистопольский филиал «Восток»
Кафедра приборостроения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

КУРСОВОЙ РАБОТЫ

по дисциплине (модулю)

СХЕМОТЕХНИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Чистополь
2023 г.

Методические указания (рекомендации) по выполнению курсовой работы/курсового проекта предназначены для обучающихся всех форм обучения по направлениям подготовки:

Код и наименование направления подготовки / специальности	Направленность (профиль, специализация, магистерская программа)	ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России
12.03.01 Приборостроение	Приборостроение	19.09.2017 № 945

В методических указаниях приведены требования к выполнению курсовой работы, даны рекомендации по структуре, содержанию, оформлению, порядку выполнения и защите курсовой работы по дисциплине «Схемотехника измерительных устройств».

Содержание

1.	Общие указания по выполнению курсовой работы.....	4
1.1	Цели и задачи курсовой работы/курсового проекта.....	4
1.2	Организация работ по выполнению курсовой работы.....	4
1.3	Обязанности руководителя курсовой работы.....	5
1.4	Тематика курсовой работы.....	5
1.5	Структура курсовой работы.....	5
1.6	Содержание курсовой работы.....	6
1.7	Основные требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы	6
1.8	Основные требования по оформлению графической части курсовой работы.....	11
2.	Порядок организации проверки курсовой работы.....	11
2.1	Порядок представления к защите курсовой работы.....	11
2.2	Проверка курсовой работы на объем заимствованного материала..	12
2.3	Порядок защиты курсовой работы.....	12
	Приложения.....	14

1 Общие указания по выполнению курсовой работы

1.1 Цели и задачи выполнения курсовой работы

Курсовое проектирование – один из видов учебной деятельности обучающихся, представляющий собой творческое решение учебной или реальной профессиональной задачи.

Курсовое проектирование направлено на решение следующих задач:

- систематизация и углубление теоретических знаний по советующей дисциплине;
- выработка навыков применения теоретических знаний в решении конкретных практических задач;
- овладение методикой самостоятельного научного исследования;
- подготовка информации и научной базы для выпускной квалификационной работы;
- формирование компетенций, связанных с профессиональной деятельностью;
- выявление возможности и степени самостоятельности работы обучающихся в решении поставленных задач, знание которых позволяет реалистичнее оценивать будущие шансы в практической работе;
- обеспечивает развитие и обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

1.2 Организация работ по выполнению курсовой работы

Курсовая работа по схемотехнике измерительных устройств способствует развитию навыков схемотехнического проектирования цифровых устройств и приучает студентов к грамотному оформлению отчетов по выполненной работе.

1.3 Обязанности руководителя курсовой работы

Руководитель курсовой работы обязан выдать задание на курсовое проектирование и контролировать выполнение курсовой работы в ходе проведения плановых консультаций.

1.4 Тематика курсовой работы

Задание на курсовую работу представляют собой типовое задание либо индивидуальное задание, тематика которого напрямую связана с последующей выпускной квалификационной работой студента. В основе курсовой работы лежит расчет и схемотехническое проектирование некоторого устройства.

Типовое задание представляет собой технические условия, которые необходимо привести к стандартному виду и определить на основе какого преобразователя будет выполнено проектирование цифрового устройства: преобразователя интервалов времени (ПИВ) или преобразователя частоты непосредственного счета (ПЧНС)

Примерный бланк задания на типовую тему курсового проекта приведен в приложении 1.

1.5 Структура курсовой работы

Примерная структура курсовой работы:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Аннотация.
4. Содержание.
5. Основная часть:
6. Список используемой литературы.
7. Приложения (если имеются).

1.6 Содержание курсовой работы

Если индивидуальное задание связано с тематикой будущей выпускной квалификационной работой, то содержание курсовой работы полностью зависит от темы ВКР.

Для типового задания примеры выполнения курсовой работы приведены в приложении.

1.7 Основные требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы

Текст курсового проекта должен быть выполнен с применением печатающих и графических устройств на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

Страницы текста нумеруются арабскими цифрами в нижнем правом углу, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу, включая приложения. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц. На титульном листе номер страницы «1» не ставится.

Абзацный отступ должен быть одинаковый по всему тексту и равен 12,5мм. Правый край текста должен быть выровнен по ширине.

В конце заголовка точка не ставится. Расстояние между заголовками структурных единиц основного текста и предыдущим текстом должно быть равно 10 мм. Расстояние между основаниями строк заголовков принимают таким же, как в тексте (в случае, когда заголовок состоит из нескольких предложений, не помещается на одной строке).

Набор текста должен быть произведен в текстовом редакторе. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. При этом:

- шрифт основного текста – обычный, размер 14пт;
- шрифт заголовков первого уровня – полужирный, размер 14 пт;
- шрифт заголовков второго и последующего уровней – полужирный, размер 14 пт;
- межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал -1,5;

– шрифт в таблицах – обычный, размер 14 пт или 12 пт (во всей пояснительной записке должен быть одинаковый).

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами, в пределах всей работы, после цифры **НЕ** ставится точка, а текст начинается с заглавной буквы.

Перечисление некоторой информации оформляется следующим образом:

К параметрам непрерывного вейвлет-преобразования следует отнести:

- 1) выбор значений масштабного коэффициента a , по которому производится разложение;
- 2) шаг изменения масштабного коэффициента;
- 3) выбор анализирующего вейвлета.

Если после номера ставится точка, тогда нумерованный список оформляется:

Согласно [24] в основе диагностики оборудования по параметрам механических колебаний лежат два утверждения:

1. Все работающее оборудование вибрирует, что связано с неточностью изготовлению, сборки, монтажа;
2. Вибрационные процессы вращающегося оборудования несут в себе полную информацию о характере дефекта, его локализации и степени развития.

Таблицы, используемые в работе (за исключением таблиц приложения), помещаются в соответствии с логикой изложения и нумеруются арабскими цифрами в пределах каждой главы.

По центру строки без отступа абзаца пишется:

Таблица 1 – Название таблицы

Заголовки граф и строк таблицы начинаются с прописных букв, заголовки подграф – со строчных. Высота строк в таблице должна быть не менее 8 мм.

Иллюстрации могут быть расположены как по тексту, так и в приложении. Их следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, за исключением иллюстраций приложений. Можно использовать сквозную нумерацию рисунков по всему тексту ВКР (Рисунок 1, Рисунок 2 и т.д.). Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела, например: «Рисунок 1.1». Иллюстрации должны иметь наименование, которое должно располагаться под ним. Рисунок должен располагаться ниже текста документа, где первый раз упоминается о нем. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ, чтобы иллюстрация и подпись к ней располагались на разных страницах!

Пример обозначения рисунка приведен ниже.

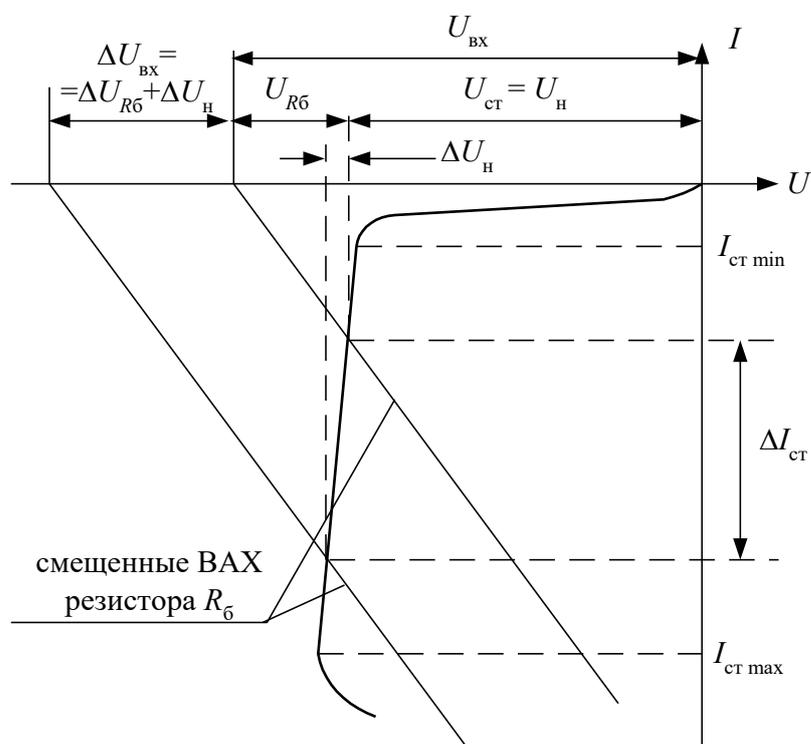


Рисунок 1.24 – Вольтамперная характеристика стабилитрона и резистора R_6

На каждую таблицу и рисунок должна быть ссылка в тексте с анализом приводимых данных.

Формулы, содержащиеся в тексте, выполняются с помощью **редактора формул!!!** Формулы располагаются на отдельных строках в начале строки с отступом и имеют нумерацию в пределах раздела. Номер формулы состоит

из номеров раздела и номера формулы, заключенных в круглые скобки. Номер формулы помещается в конце строки. Под формулой приводится расшифровка символов и числовых коэффициентов, если они не были пояснены ранее в тексте. Первая строка расшифровки начинается словом «где» без двоеточия после него. Выше и ниже каждой формулы должен быть интервал не менее 6 пт.

Пример: Зная коэффициент температурной нестабильности, можно найти величину приращения коллекторного тока ΔI_k при изменении температуры в заданном интервале ΔT по формуле:

$$\Delta I_k = S \cdot \left[\Delta I_{k0} + \frac{\varepsilon \cdot \Delta T}{R_3 + R_6} + (I_6 + I_{k0}) \frac{\Delta h_{21э}}{h_{21э}} \right], \quad (1.2)$$

где $R_6 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$, $\varepsilon = -2,5$ мВ/град.

ГДЕ пишется с начала строки без отступа!!!

Ссылки на разделы, подразделы, пункты, формулы, таблицы, рисунки следует указывать их порядковым номером, например: «в разделе 1», «в подразделе 1.2», «по формуле (1.2)», «по данным таблицы 1.2», «на рисунке 1.1».

Текст, таблицы, иллюстрации вспомогательного материала рекомендуется оформлять в приложениях. Приложение оформляют как продолжение пояснительной записки, располагаются на отдельных страницах и помещаются после списка литературы. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху справа слова «Приложение», после которого следует номер (арабскими или римскими цифрами). Если в работе используется только одно приложение, оно обозначается без номера.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично тексту с прописной буквы отдельной строкой. Все приложения должны быть перечислены в содержании документа с указанием их номеров

и заголовков. В тексте пояснительной записки на все приложения должны быть даны ссылки, например: «в приложении 1», «(приложении 4)».

Нумерация страниц приложений продолжает общую нумерацию работы.

Пример оформления списка литературы приведен ниже.

Список литературы

Книга одного автора

1. Витязев, В.В. Вейвлет-анализ временных рядов: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. – 58 с.

Книга двух и более авторов

2. Баркова, Н.А. Неразрушающий контроль технического состояния горных машин и оборудования: учебное пособие. / Н.А. Баркова, Ю.С. Дорошев. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. – 157 с.

Статья из журнала одного автора

3. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения// Успехи физических наук. – 1996. –Т. 166, №11. – С. 1145 – 1170.

Статья из журнала двух и более авторов

4. Баданин, Е.Ю., Дрозденко В.А. Диагностика и анализ вибрационного состояния ГЦН энергоблока БН-600 / Е.Ю. Баданин, В.А. Дрозденко // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. - 2009. - N 2. - С. 30-34

ГОСТ

5. ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. М.: Стандартиформ, 2011. – 23 с.

Патент

6. Патент РФ 2007113529/28, 11.04.2007. Костюков В.Н., Науменко А.П., Бойченко С.Н. Способ вибродиагностики технического состояния

поршневых машин по спектральным инвариантам // Патент России № 2337341. 2008. Бюл. №30.

Электронный ресурс

7. Скворцов В. Разделение школьных предметов на образовательные и воспитательные – ошибка: челябинский эксперт [Электронный ресурс] // <http://regnum.ru>. [2011]. URL: <http://regnum.ru/news/cultura/1374311.html> (дата обращения: 03.03.2011).

1.8 Основные требования по оформлению графической части курсовой работы

Все чертежи оформляются в соответствии с ГОСТ. Рисунки оформляются в графических редакторах.

2 Порядок организации проверки курсовой работы

Текущий контроль выполнения курсовой работы осуществляется в ходе проведения плановых консультаций.

2.1 Порядок представления к защите курсовой работы

Курсовая работа представляется преподавателю в сшитом виде в том порядке, который представлен в пункте 1.5.

Критерии оценивания хода выполнения

Критерии оценивания	Количество баллов
Содержание курсовой работы: – работа соответствует заданию; – работа выполнено самостоятельно; – курсовая работа защищена в срок; – тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы подтверждены расчетами; – материал излагается грамотно, логично, последовательно; – оформление отвечает требованиям написания курсовой работы.	0-50
Защита работы: – знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; – умение кратко, доступно представить результаты исследования,	0-50

адекватно ответить на поставленные вопросы.	
Итого:	100

2.2 Проверка курсовой работы на объем заимствования материала

Проверка курсовой работы на объем заимствования материала осуществляется по университетской системе плагиат.

2.3 Порядок защиты курсовой работы

Защита курсовой работы происходит публично в назначенные сроки.

Критерии оценивания защиты курсовой работы

Критерии оценивания	Количество баллов
Обучающийся четко и последовательно докладывает результаты работы, аргументировано отвечает на вопросы, демонстрирует умение анализировать, делать обобщение и выводы	50-40
Обучающийся последовательно докладывает результаты работы, но неаргументировано отвечает на вопросы, не может анализировать, делать обобщение и выводы	39-30
Обучающийся последовательно докладывает результаты работы, но неаргументировано отвечает на вопросы	29-20
Обучающийся нечетко докладывает результаты работы, неаргументировано отвечает на вопросы	19-1
Обучающийся отсутствовал на защите	0

Список литературы:

1. Положение о курсовом проектировании КНИТУ-КАИ. Дата введения 01 сентября 2017г.

Институт: Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ _____

Кафедра: приборостроения _____

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение _____

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

обучающегося группы 21401 Алексеев А.О

по дисциплине «Схемотехника измерительных устройств»

1. Тема: «Синтез ПЧНС».

2. Задание:

1. Цифровой тахометр

Технические условия заданы в виде

1. Назначение – выработка числового эквивалента по частоте вращения авиадвигателя n_x в процентах к номинальной частоте n_n

$$(N = 10k \cdot n_x / n_n)$$

2. Диапазон частот вращения, об/мин 400 – 4000

Технические условия

1. Назначение – выработка числового эквивалента по частоте вращения авиадвигателя n_x .

2. Диапазон частот вращения, об/мин 240 – 2700

Дата выдачи задания «__» _____ 2023г.

Руководитель курсовой работы:

Ст. преподаватель кафедры приборостроения В.Е.Захаров _____

Задание принял к исполнению обучающийся группы 21401 А.О. Алексеев _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)
Чистопольский филиал «Восток»
кафедра приборостроения
12.03.01 Приборостроение

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: Схемотехника измерительных устройств

на тему: Разработка электронного устройства и формирователя
импульсов

Обучающийся _____
(номер группы) (подпись, дата) (Ф.И.О.)

Руководитель старший преподаватель Захаров В.Е
(должность) (Ф.И.О.)

Курсовая работа зачтена с оценкой _____

(подпись, дата)

Чистополь 2023

Приложение 3

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)
Чистопольский филиал «Восток»
кафедра приборостроения

12.03.01 Приборостроение

АННОТАЦИЯ

курсовой работы

обучающегося группы 21401 Иванова Ивана Ивановича _____

Институт: Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ _____

Кафедра приборостроения _____

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение _____

Наименование темы: «Синтез ПЧНС» _____

Руководитель ст. преподаватель кафедры приборостроения, В.Е. Захаров

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Цель работы _____

2. Полное число литературных источников, использованных в работе _____

Отечественных			Иностраных		
Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет	Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет

3. Использование информационных ресурсов Internet _____

(да, нет, число ссылок в списке литературы)

4. Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий _____

(указать какие именно и в каком разделе)

5. Краткое содержание работы: _____

Обучающийся группы 21401 _____ /И.И. Иванов /

(подпись)

« _____ » _____ 2023г.

Содержание

Введение.....

1 Описание устройства «Загрузчик кода частоты»

2 Расчет конструктивных параметров печатной платы.....

3 Расчет технологичности печатного узла.....

4 Разработка трассировки печатной платы.....

5 Разработка технологического процесса сборки печатного узла

Заключение.....

Список литературы.....

Приложение 1. Схема электрическая принципиальная

Приложение 2. Чертеж печатной платы

Приложение 3. Сборочный чертеж печатного узла

Приложение 4. Технологический процесс сборки печатного узла с
эскизами

Приложение 5. Data Sheets элементов

Пример выполнения курсовой работы

Синтез ПЧНС

Приведение данных к стандартному виду.

2. Цифровой тахометр

Технические условия заданы в виде

3. Назначение – выработка числового эквивалента по частоте вращения авиадвигателя n_x в процентах к номинальной частоте n_n
($N = 10k \cdot n_x / n_n$)
4. Диапазон частот вращения, об/мин 400 – 4000

Технические условия

3. Назначение – выработка числового эквивалента по частоте вращения авиадвигателя n_x .
4. Диапазон частот вращения, об/мин 240 – 2700

Приведем технические условия к **стандартным требованиям**:

$f_x = \frac{n_x \cdot z}{60}$, откуда определяются диапазоны изменения измеряемой

величины $f_{x \text{ мин}}$, $f_{x \text{ макс}}$.

Определим масштабные ограничения.

Эти ограничения применяются, когда вырабатываемый ЧЭ должен отвечать требованиям удобства съема информации с преобразователя. Масштабные ограничения накладываются на некоторые физические параметры преобразователя.

В нашем случае масштабное ограничение накладывается на t_ϕ .

$N = 1 \cdot 10^{\lambda} \cdot \frac{n_x}{n_n}$ - идеальная характеристика

$N = f_x \cdot t_\phi = t_\phi \cdot \frac{n_x \cdot z}{60}$ - реальная характеристика

$$1 \cdot 10^\lambda \frac{n_x}{n_H} = t_\phi \cdot \frac{n_x \cdot z}{60}$$

$$t_{\phi.масш} = \frac{60}{n_H \cdot z} \cdot 10^\lambda$$

В случае задания относительной погрешности в процентах необходимо перевести ее в доли, от относительной приведенной погрешности преобразования необходимо перейти к абсолютной погрешности по соответствующим формулам.

От относительной к абсолютной погрешности переходят по формуле:

$$[\Delta f_x] = \delta f_x \cdot f_{\min}$$

В задании указана погрешность в единицах измеряемой величины, т.е. в об/мин, при реализации ПЧНС эту погрешность необходимо перевести в Гц.

Если задана относительная погрешность:

$$[\Delta n_x] = [\delta n_x] \cdot n_{x \min}$$

$$[\Delta f_x] = \frac{[\Delta n_x] \cdot z}{60}$$

Если задана относительная приведенная погрешность:

$$[\Delta n_x] = [\delta n_x]^{прив} \cdot n_{x \max}$$

$$[\Delta f_x] = \frac{[\Delta n_x] \cdot z}{60}$$

Если задана абсолютная погрешность:

$$[\Delta f_x] = \frac{[\Delta n_x] \cdot z}{60}$$

3. Цифровой манометр

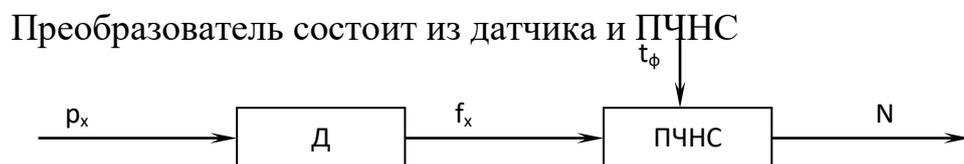
Для реализации цифрового манометра требуется цифровой преобразователь, который предназначен для преобразования непрерывной величины X в числовой эквивалент N.

Удобнее всего реализовать цифровой манометр на цифровом измерительном преобразователе частоты (ЦИПЧ).

Требуется реализовать преобразователь частоты поступающей с частотного датчика давления.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

1. Назначение: выработка числового эквивалента по давлению при работе с частотным датчиком давления.
2. Диапазон давлений, кПа: 0...500
3. Характеристика датчика давления имеет вид: $f_x = f_0 + sp$
 $f_0 = 3000 \text{ Гц}$
 $s = 1,6 \text{ Гц/кПа}$
с параметрами



Частота f_x преобразуется ПЧНС.

1. Необходимо диапазон давлений перевести в диапазон частот:

$$f_{x \min} = f_0 + s \cdot p$$

$$f_{x \max} = f_0 + s \cdot p$$

Масштабные ограничения в данном случае накладываются на t_ϕ .

$$N = p \cdot 1 \cdot 10^\lambda - \text{идеальная характеристика}$$

$$N = f_x \cdot t_\phi - \text{реальная характеристика}$$

$$p \cdot 1 \cdot 10^\lambda = t_\phi \cdot (f_0 + sp)$$

$$p \cdot 10^\lambda = t_\phi \cdot f_0 + t_\phi \cdot sp$$

$$p \cdot 10^\lambda = t_\phi \cdot sp$$

$$t_{\phi \text{ максит}} = \frac{p \cdot 10^\lambda}{sp}$$

Вычисление абсолютной погрешности преобразователя

Используя уравнение $f_x = f_0 + s\Delta p$, можно записать: $\Delta f_x = \Delta p \frac{\partial f_x}{\partial p}$,

тогда $\Delta f_x = \Delta p s$

Если задана допустимая приведенная погрешность, ее необходимо перевести в допустимую абсолютную погрешность

$$[\Delta p] = [\delta p]^{прив} \cdot p_{\max},$$

тогда получим: $[\Delta f_x] = [\delta p]^{прив} \cdot p_{\max} \cdot s$

Задана относительная погрешность:

$$[\Delta p] = [\delta p]^{прив} \cdot p_{\min}, \text{ тогда } [\Delta f_x] = [\delta p] \cdot p_{\min} \cdot s$$

Последовательность расчета ПЧНС

1. Расчет необходимо начинать с приведения технических условий к стандартным требованиям.

2. Масштабные ограничения накладываются на величину t_ϕ

Желаемая характеристика - $N = 1 \cdot 10^{-\lambda} \cdot n_x$

Реальная характеристика - $N = t_\phi \cdot f_x, f_x = \frac{n_x \cdot z}{60}$

Приравнивая две характеристики: желаемую и реальную, получаем ограничения на величину t_ϕ .

Масштабное значение t_ϕ сравнивается с величиной времени преобразования, заданной в технических условиях.

3. Анализ погрешностей преобразователя

а) задана абсолютная погрешность преобразования

анализируем неравенство

$$[\Delta f_x] \geq \frac{\Delta N^{кг}}{t_\phi} + f_{x \max} \left(\delta f_0 + \frac{1}{t_\phi \cdot f_0} \right)$$

1. Проанализируем составляющую погрешности, вызванную погрешностью квантования:

$$[\Delta f_x] > \frac{\Delta N^{кг}}{t_\phi}$$

$\Delta N^{кг}$ - в пределе может принимать только два значения либо 1, либо 0,5. Проанализируем оба варианта:

а) $\Delta N^{кг} = 1$ следовательно, $t_\phi > \frac{\Delta N^{кг}}{[\Delta f_x]}$ с учетом масштабного ограничения необходимо взять $t_{\phi \text{ масш}} \text{ с.}$

б) $\Delta N^{кг} = 0,5$ следовательно, $t_\phi > \frac{\Delta N^{кг}}{[\Delta f_x]}$ с учетом масштабного ограничения необходимо взять $t_{\phi \text{ масш}} \text{ с.}$

В данном случае целесообразно выбрать второй вариант т. к. при этом увеличивается вероятность однозначного отсчета измеряемой величины. Таким образом, принимаем $t_{\phi n}$ с. $\Delta N_n^{кв}$

2. Проанализируем составляющую погрешности, вызванную нестабильностью квантующей частоты:

$$[\Delta f_x] - \frac{\Delta N_n^{кв}}{t_{\phi n}} > f_{x \max} \delta f_0$$

3. Проанализируем составляющую погрешности, вызванную погрешностью привязки:

$$[\Delta f_x] - \frac{\Delta N_n^{кв}}{t_{\phi n}} - f_{x \max} \delta f_0 \geq \frac{1}{t_{\phi} \cdot f_0} \cdot f_{x \max}$$

получим: f_0 . Значение f_0 удовлетворяет требованиям на предельное быстродействие выбранной элементной базы $f_0 < f_{пред}$.

б) задана относительная погрешность преобразования $[\delta f_x]$

1) необходимо перевести ее в доли

2) анализируем неравенство

$$[\delta f_x] \geq \frac{\Delta N^{кв}}{t_{\phi} \cdot f_{x \min}} + \delta f_0 + \frac{1}{t_{\phi} \cdot f_0}$$

1. Проанализируем составляющую, вызванную погрешностью квантования:

$$[\delta f_x] > \frac{\Delta N^{кв}}{t_{\phi} \cdot f_{x \min}}$$

$\Delta N^{кв}$ - в пределе может принимать только два значения либо 1, либо 0,5. Проанализируем оба варианта:

а) $\Delta N^{кв} = 1$ следовательно, $t_{\phi} > \frac{\Delta N^{кв}}{[\delta f_x] \cdot f_{x \min}}$ с учетом масштабного

ограничения выбираем $t_{\phi \max}$

б) $\Delta N^{кв} = 0,5$ следовательно, $t_{\phi} > \frac{\Delta N^{кв}}{[\delta f_x] \cdot f_{x \text{ мин}}}$ с учетом масштабного

ограничения выбираем $t_{\phi \text{ масш}}$

из полученных вариантов выбирается тот, который требует меньших аппаратных затрат.

В результате получаем $t_{\phi n}$

2. Проанализируем составляющую, вызванную нестабильностью квантующей частоты:

$$[\delta f_x] - \frac{\Delta N^{кв}}{t_{\phi} \cdot f_{x \text{ мин}}} > \delta f_0$$

3. Проанализируем составляющую, вызванную погрешностью привязки:

$$[\delta f_x] - \frac{\Delta N^{кв}}{t_{\phi} \cdot f_{x \text{ мин}}} - \delta f_0 \geq \frac{1}{t_{\phi} \cdot f_0}$$

Значение f_0 должно удовлетворять требованиям на предельное быстродействие выбранной элементной базы $f_0 < f_{\text{пред}}$, примем f_{0n} и Гц.

в) задана погрешность в виде c/d

При окончательном определении $t_{\phi n}$ следует учитывать, что от t_{ϕ} зависит числовой эквивалент N , который должен соответствовать заданным единицам измерения. Для получения результата преобразования $N \cdot 10^{\lambda}$, необходимо:

$$t_{\phi n} = \frac{60}{10^{\lambda} \cdot z}$$

По условию масштабирования значения $t_{\phi n}$ следует принимать ближайшее большее или равное полученному по предыдущей формуле t_{ϕ} .

Примем $t_{\phi n}$

3. Рассчитаем фактическое значение d_n по принятому $t_{\phi.n}$:

$$d_n = \frac{50}{t_{\phi.n} \cdot f_{x \max}}$$

4. Выбираем кварцевый генератор, тогда допустимая погрешность δf_0 равна:

$$\delta f_0 = \left(\frac{c - d_n}{100} \right)$$

чтобы не превысить значение c требуется:

$$f_0 = \frac{50}{t_{\phi.n} (c - d_n - 100 |\delta f_0|)}$$

Для увеличения вероятности постоянства эквивалента N при многократных преобразованиях частоты f_x необходимо условие $f_0 \gg 10 f_{x \max}$, данное условие выполнено.

4. Расчет дополнительных параметров

4.1. Емкость ФИВ (расчет коэффициента формирования N_ϕ):

$$N_{\phi n} = f_{0n} \cdot t_{\phi n}$$

$$n = \lceil \log_2(28572) \rceil = 15$$

$$N_{сч.макс} = t_{\phi n} \cdot (f_{x \max} + [\delta f_x]) = \frac{100}{35} \cdot (400 + 5 \cdot 10^{-3}) = 1142,014(1143)$$

4.2. Разрядность и емкость счетчика

Разрядность счетчика определяется как:

$$n \geq \lceil \log_2 N_N \rceil + 1$$

Емкость счетчика

А) Абсолютная погрешность

$$N_{сч} = t_{\phi n} \cdot (f_{x \max} + [\Delta f_x])$$

Б) Относительная погрешность:

$$N_{сч\ макс} = t_{\phi n} \cdot (f_{x\ макс} + [\delta f_x])$$

В) Погрешность в виде с/d

$$N_N \geq \left[t_{\phi.n} \cdot f_{x\ макс} \left(1 + \frac{c_n}{100} \right) \right]$$

$$c_n = \frac{50}{f_0 \cdot t_{\phi.n}} + 100 |\delta f_{0\ макс}| + d_n$$

Синтез ПИВ

Приведение данных к стандартному виду.

1. Цифровой дальномер

Рассмотрим расчет ПИВ для работы в канале измерения дальности РЛС. Общая методика расчета состоит в следующем:

- 1) Формируются масштабные ограничения на параметры преобразователей на квантовую частоту f_k
- 2) Записываются одно или несколько неравенств, обеспечивающих получение максимальной погрешности преобразователя укладываемых в данный допуск.
- 3) Производятся решения неравенства или системы неравенств с целью определения конструктивных параметров, при котором удовлетворяется заданные технические требования, очень часто приходится делать несколько приближений и возвращаться на предшествующий шаг, поскольку, как правило, количество неизвестных больше числа неравенств.

Приведение данных к стандартному виду.

Определяем диапазон измеряемых величин $t_{x_{\min}}$ и $t_{x_{\max}}$, используя

равенство $t_x = \frac{2D}{C}$, где $C = 3 \cdot 10^5 \text{ км/с}$

$$t_{x_{\min}} = \frac{2D_{\min}}{C}$$

$$t_{x_{\max}} = \frac{2D_{\max}}{C}$$

Допустимая погрешность, если задана абсолютная погрешность:

$$[\Delta t_x] = \frac{2 \cdot [\Delta D]}{C}$$

Задаана относительная погрешность

$$[\Delta D] = [\delta D] \cdot D_{\min}$$

$$[\Delta t_x] = \frac{2 \cdot [\Delta D]}{C}$$

Задана относительная приведенная погрешность

$$[\Delta D] = [\delta D]^{npue} \cdot D_{\max}$$

$$[\Delta t_x] = \frac{2 \cdot [\Delta D]}{C}$$

Масштабные ограничения.

Желаемая характеристика $N = 1 \cdot 10^\lambda D$.

Реальная характеристика $N = f_k t_x = f_k \frac{2D}{C}$, т.е.

$$1 \cdot 10^\lambda D = f_k \frac{2D}{C}.$$

Т.о. квантовая частота должна выбираться из ряда соответствующих значений, $f_{k \max} = \frac{C}{2} \cdot 1 \cdot 10^\lambda = 1,5 \cdot 10^\lambda \text{ Гц}$.

2. Цифровой секундомер

Необходимо выполнить синтез ПИВ. Значения измеряемых величин приведены непосредственно в задании. Дополнительных преобразований не требуется.

Масштабные ограничения

Желаемая характеристика $N = 1 \cdot 10^\lambda t_x$.

Реальная характеристика $N = f_k t_x$, т.е.

$$1 \cdot 10^\lambda t_x = f_k t_x.$$

Т.о. квантовая частота должна выбираться из ряда соответствующих значений, $f_{k \max} = 1 \cdot 10^\lambda \text{ Гц}$.

Последовательность расчета

1. Определение масштабных ограничений

2. Анализ погрешностей преобразователя

Погрешность может быть задана в одном из четырех видов:

а) абсолютная допустимая погрешность преобразования

неравенство имеет вид

$$[\Delta t_x] \geq \frac{\Delta N^{кв}}{f_k} + \delta f_k t_{x_{\max}} + \frac{1}{f_0}$$

1. Анализ составляющей погрешности квантования

$$[\Delta t_x] > \frac{\Delta N^{кв}}{f_k}$$

Рассмотрим предельные значения $\Delta N^{кв}$

а) $\Delta N^{кв} = \pm 1$, т.е. при отсутствии синхронизации.

$$[\Delta t_x] > \frac{1}{f_k} ; ;$$

$$f_k > Гц$$

Значение f_k , удовлетворяет ближайшему большому масштабному ограничению $f_k^{(1)}_{масш} = 1,5 \cdot 10^7 Гц$

б) $\Delta N^{кв} = \pm 0,5$ – при наличии синхронизации.

$$[\Delta t_x] > \frac{0,5}{f_k} ;$$

Значение f_k , удовлетворяет ближайшему большому масштабному ограничению $f_k^{(0,5)}_n = 1,5 \cdot 10^6 Гц$

$$\Delta N^{кв} = \pm 1 \quad f_k^{(1)}_n$$

$$\Delta N^{кв} = \pm 0,5 \quad f_k^{(0,5)}_n$$

Из расчетных значений выбирается вариант, требующий меньших аппаратных затрат

2. Анализ погрешности от нестабильности генератора квантующей частоты

$$[\Delta t_x] - \frac{\Delta N^{кв}}{f_{kn}} > \delta f_k t_{x_{\max}}$$

Откуда определяем \mathcal{J}_k – нестабильность генератора квантующей частоты. Если $\mathcal{J}_k \cong 10^{-3}$ – выбираем генератор с ударным возбуждением, $\mathcal{J}_k \cong 10^{-5}$ – генератор с кварцевой стабилизацией частоты

3. Анализ погрешности привязки

$$[\Delta t_x] - \frac{\Delta N^{кв}}{f_{кн}} - \mathcal{J}_{кн} t_{x_{\max}} \geq \frac{1}{f_0}$$

Определяем f_0 . Выбор частоты f_0 связан с выбором делителей частоты ФДЧ, т.к. уменьшение погрешности квантования до $\Delta N^{кв} = \pm 0,5$ достигается использованием кварцевого генератора совместно с ФДЧ с $N_\partial = \frac{f_0}{f_k}$

N_∂ выбирается из ряда 2^λ или 10^λ из соображений удобства реализации на двоичных или двоично-десятичных счетчиках.

После выбора N_∂ , корректируется $f_{он}$, при этом должно выполняться условие $f_{он} < f_{пред}$

Т. о. определены параметры f_k, f_0 , такие, что погрешности преобразователя не будут выходить за пределы допуска.

Определим дополнительные параметры. Это требуемая ёмкость счётчика, регистра и количество индикаторов.

$$N_{сч} = f_k (t_{x_{\max}} + [\Delta t_x])$$

Схемотехническое проектирование ПИВ, ПЧНС

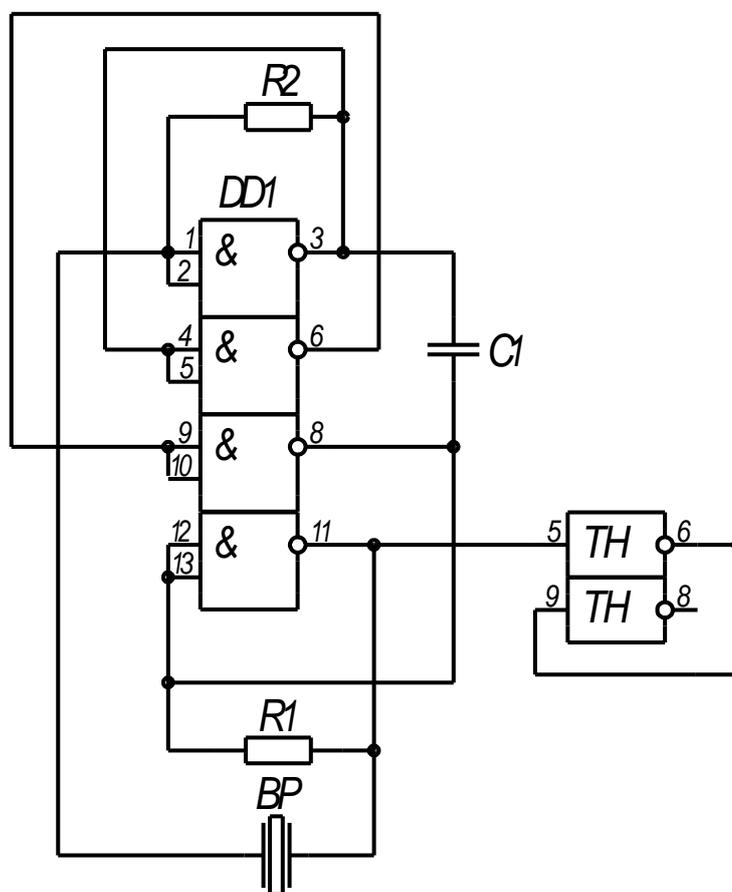
Определим набор функциональных узлов, применяемых при проектировании ПИВ и ПЧНС:

1. Генератор квантующей или опорной частоты (GQ с f_0). Это аналоговый узел непосредственно в нашем случае его разработка не требуется.
2. УВП' - для привязки измеряемого интервала времени t_x сигнала α_x к опорной частоте f_0 .
3. ФИВ, вырабатывающий постоянный интервал времени $t_\phi = \frac{N_\phi}{f_0}$
4. ФДЧ, с N_ϕ , который предназначен для выработки квантующей частоты f_k . Он должен иметь возможность управляться внешним сигналом.
5. Счетчик СТ (выходной) 2-10ый, 4ех разрядный. Для выработки числового эквивалента в двоично-десятичном коде.
6. Регистр RG для хранения информации, вырабатываемой в СТ, в промежутках между преобразованиями.
7. Устройство отображения информации УОИ предназначено для преобразования выходной информации регистра в цифровую информацию. Включает преобразователь двоично-десятичного кода в код управления индикатором и элементы индикации.
8. Входной формирователь F - для формирования сигналов заданного уровня и крутизны фронтов.
9. Устройство начальной установки – для установки всех узлов преобразователя в заданное начальное состояние при подаче питающего напряжения или по желанию оператора.
10. Узел управления преобразователя УУП – для управления всеми элементами преобразователя.

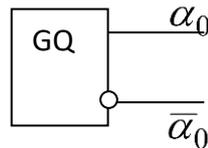
Разработка электрических схем каждого узла

1. Генератор опорной частоты

Аналоговый узел, имеющий типовую схему, поэтому разработка его не требуется. Требуется реализовать генератор, вырабатывающий $f_0 \pm \delta f_0 < .$ Очевидно, что применить генератор с ударным возбуждением нельзя, поэтому можно строить преобразователь только с использованием генератора с кварцевой стабилизацией частоты. Эти генераторы обладают очень высокой стабилизацией вырабатываемой частоты. Такие генераторы выполняются в виде типовых схемотехнических решений, обычно на базе логических элементов, резисторов и конденсаторов с включением кварцевых резонаторов. Т.о. необходимо выбрать только тип кварцевого резонатора. Внутри генератора необходимо установить формирователь для обеспечения качества сигнала α_0 по фронтам уровня и искажениям.



Ограничимся упрощенным функциональным обозначением:



Генератор должен иметь парафазные выходы α_0 и $\bar{\alpha}_0$. Желательно, чтобы эти выходы были достаточной мощности.

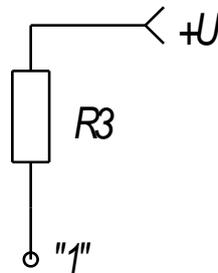
2. Устройство временной привязки (УВП')

Привязывает сигнал α_x к фронтам опорной частоты α_0 . УВП' реализуется на динамическом D-триггере.

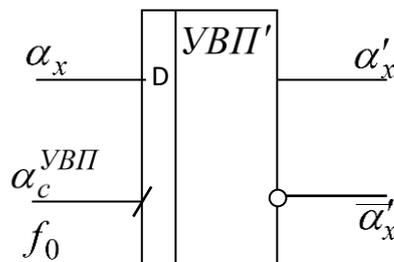
Далее приводится конкретная микросхема с цоколевкой корпуса.

На вход С подается опорная частота, однако какой конкретно сигнал, α_0 или $\bar{\alpha}_0$, будет решено в процессе тактирования. Тактовый вход УВП' обозначим через С, информационный вход через D.

На все не используемые входы необходимо подать логический уровень. Для ТТЛ – уровень логической «1». Логическая «1» задаётся с помощью резистора.



Для дальнейшей работы поставим в соответствие упрощенное функциональное обозначение:

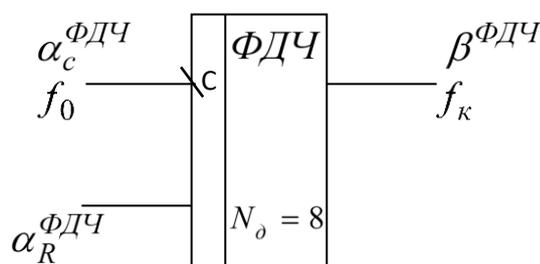


3. Фиксированный делитель частоты (ФДЧ)

ФДЧ с, который предназначен для выработки квантующей частоты $f_k = \dots \Gamma \text{ц}$. Он должен иметь вход для сброса в исходное состояние и открытия ФДЧ. Для обеспечения уменьшения погрешности квантования до $\pm 0,5$, первый активный импульс на выходе должен вырабатываться через время $\Delta t_1 = \frac{N_\partial}{2} T_0$ после момента открытия ФДЧ. Этот импульс должен записаться в СТ, что и обеспечит $\Delta t_1 = \frac{T_k}{2}$.

Далее приводится конкретная микросхема с цоколевкой корпуса.

Введём функциональное обозначение:



ФДЧ при $\alpha_R^{ФДЧ} = 1$ установлен в начальное состояние «0» и заблокирован. При подаче $\alpha_R^{ФДЧ} = 0$ он открывается и начинает вырабатывать квантующую частоту f_k . Счётчик переключается задними фронтами по входу $\alpha_C^{ФДЧ}$. Первый активный импульс на выход $\beta^{ФДЧ}$ вырабатывается через $\Delta t_1 = \frac{N_\partial}{2} T_0 = \frac{T_k}{2}$. Для устранения неопределённости функционирования счётчика необходимо разнести во времени сигналы управления по входу R и переключения по входу C. Обеспечим это в процессе тактирования.

4. Формирователь интервалов времени (ФИВ)

ФИВ предназначен для выработки t_ϕ заданной длительности. Он работает в ждущем режиме, то есть запускается $\alpha_{\text{зап}}$, вырабатывает t_ϕ ,

приходит в исходное состояние и ждет следующего сигнала запуска. Поскольку t_{ϕ} не электрическая величина, то везде далее ее электрическим эквивалентом будем считать прямоугольные импульсы α_{ϕ} , длительность каждого равна t_{ϕ} .

Нам нужно построить ФИВ с заданным произвольным N_{ϕ} . В исходном состоянии в счетчик записывается число N_{ϕ} по входам предварительной установки. По приходу $\alpha_{зап}$ начинается счет в режиме вычитания, при достижении состояния (0...00) сигнал с выхода переноса останавливает процесс счета, в счетчик записывается число N_{ϕ} и устройство ждет очередного сигнала запуска.

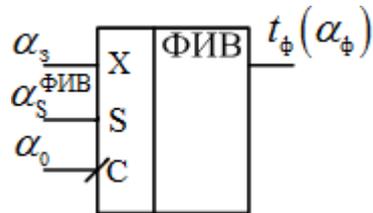
Формирователь интервалов времени состоит из двоичных счетчиков и динамического D-триггера, который еще называют управляющим триггером.

По положительному перепаду запускающего сигнала α_3 запуска, подаваемого на информационный вход С D-триггера, «1» переписывается на выход триггера, на вход PE, разрешается счет. Счетчики считают в режиме вычитания, начиная с предустановленного числа. Когда обрабатывается последний такт, появляется сигнал переноса, который сбрасывает счетчик в начальное состояние. На выходе переноса СО старшего счетчика формируется сигнал низкого уровня, который, пройдя через инвертор, приходит на асинхронный вход сброса R управляющего триггера и устанавливает его в нулевое состояние. Далее, сигнал высокого уровня с выхода \bar{Q} , D-триггера, подается на входы предустановки счетчиков PE и останавливает их.

На входы предварительной установки по шине подается ранее вычисленный числовой эквивалент N_{ϕ} . Не используемые асинхронные входы сброса R счетчика заземляем, то есть создаем на их входах уровень логического нуля. Так как счетчики должны работать в режиме вычитания, то входы “±1” также заземляем. Также подадим логический ноль на

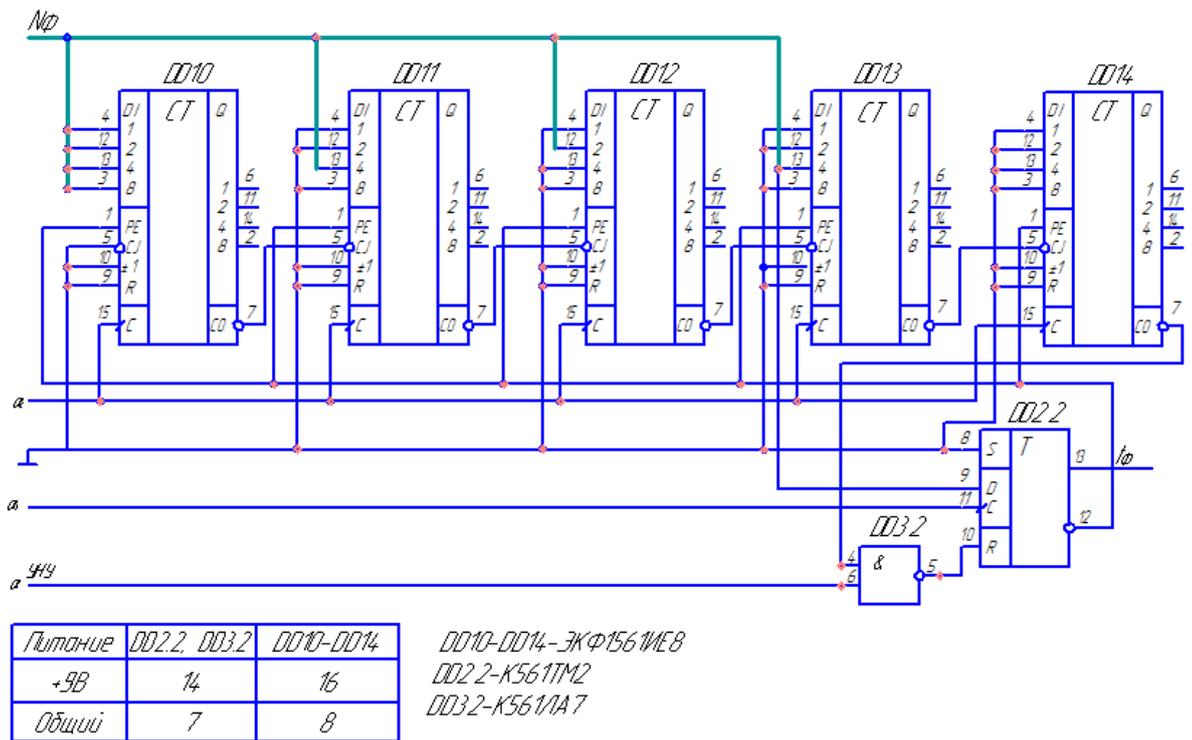
информационный вход D и $\alpha_s^{ФИБ}$ на асинхронный вход установки в единицу S управляющего триггера. На тактовые входы С будем подавать сигнал α_0 с генератора опорной частоты. Запускающий сигнал α_s будет вырабатываться узлом управления.

Упрощенное графическое изображение ФИБ:



Далее приводится конкретная микросхема с цоколевкой корпуса.

Для примера приведен формирователь интервалов времени на двоичных счетчиках 1561ИЕ8, и D – триггере К561ТМ2.

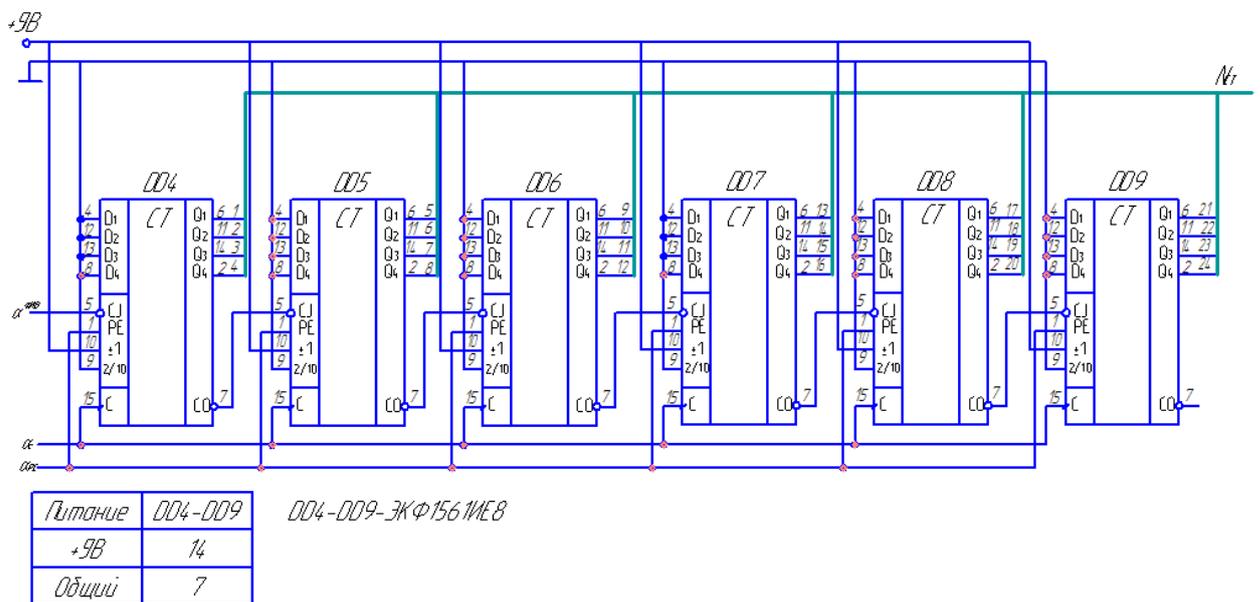


5. Счетчик (СТ)

Необходим двоично-десятичный счетчик, суммирующий, количество двоично-десятичных разрядов счетчика – 4. Счётчик должен обеспечивать возможность сброса в «0» и открытия по одному или нескольким входам.

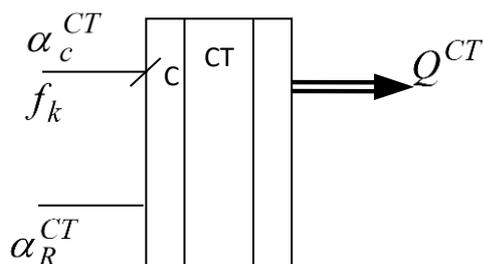
Далее приводится конкретная микросхема с цоколевкой корпуса, описанием сигналов, подаваемых на входы, каскадным соединением счетчиков.

Для примера приведена схема блока счетчиков, выполненном на микросхемах 1561IE8. Счетчики работают в режиме суммирования.



Для предотвращения неоднозначных ситуаций необходимо разнести во времени моменты переключения счётчика по тактовому входу и моменты управления счётчиком по тактовому входу R. α_C^{CT} и α_R^{CT} должны быть привязаны к разным фронтам опорной частоты

Изобразим упрощенную функциональную схему:

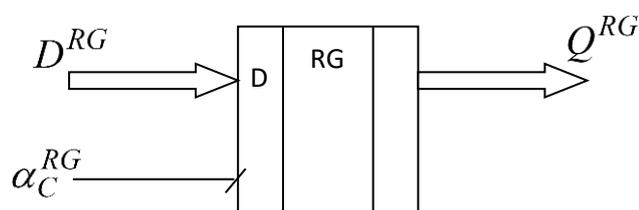


6. Регистр (RG)

Предназначен для хранения информации СТ в промежутках между циклами преобразования.

Далее приводится конкретная микросхема с цоколевкой корпуса, описанием сигналов, подаваемых на входы, каскадным соединением регистров.

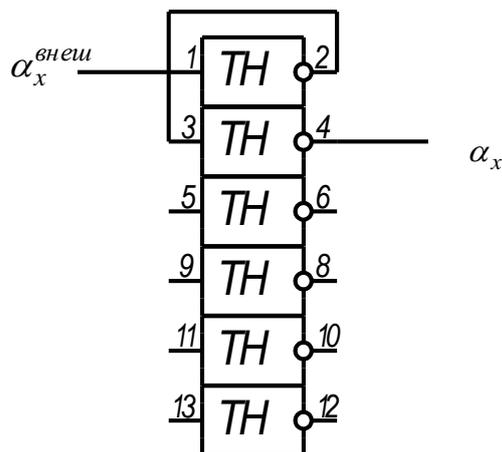
Поставим разработанному устройству в соответствие его функциональное обозначение



При подаче α_C^{RG} перепада из нуля в единицу в RG по входам D записывается информация с выходов СТ. При остальных значениях сигналов информацию RG не воспринимает и не переключается. С точки зрения тактирования необходимо сделать так, чтобы не было одновременной смены информации на входах D и подачи α_C^{RG} перепада из нуля в единицу. В этом случае возможна подача неправильных сигналов по входам D.

7. Формирователь (F)

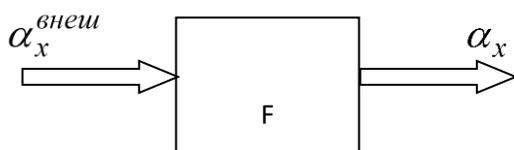
Необходим для того чтобы сформировать внешние асинхронные сигналы. Очистить их от помех, получить заданный уровень логического сигнала и необходимую крутизну фронтов. Чаще всего используется схема триггера Шмидта. Для примера приведена микросхема K555ТЛ2.



Питание: 7 – общий, 14 - +5В±10%.

Достаточно одного элемента триггера Шмидта или если требуется прямой сигнал – двух последовательно включённых элемента. Остальными элементами можно будет воспользоваться в генераторе и в устройстве начальной установки.

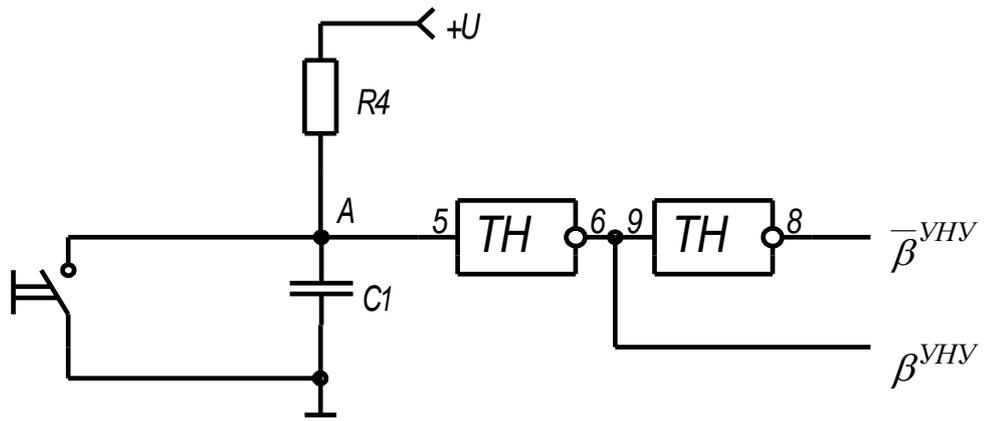
Функциональное обозначение:



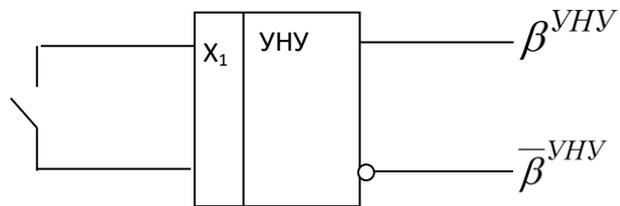
8. Устройство начальной установки (УНУ)

Используется для установки узлов преобразователя, а заданное начальное состояние или принудительного сброса преобразователя в исходное состояние.

Чаще всего для этого используют RC-цепи с последующими триггерами Шмидта.



Обозначим такое устройство как:



Задания для курсовой работы представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине.