МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
(институт)
Промышленная электроника
(кафедра)
11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(код и наименование направления подготовки, специальности)
Промышленная электроника
(направленность (профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Отображение формы однократных оптических и электрических импульсных сигналов

Студент (ка) А. С. Кравцов _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель Г.Н. Абрамов _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

«_____»_____20_____г.

Тольятти 2018

Аннотация

Объем 55 с., 9 рис., 21 источник

Цель бакалаврской работы состоит в том, чтобы на основе проведенного аналитического обзора рассмотреть средства цифрового отображения (ЦО) формы однократных оптических и электрических импульсных сигналов.

Задача создания, таких средств особенно остро стоит в настоящее время, в связи с широким применением в различных секторах науки и техники сигналов − воздействий, имеющих моноимпульсный характер, что и подтверждает актуальнось темы бакалаврской работы.

Возрастающий интерес к цифровому измерению (ЦИ) и отображению моноимпульсных ЭС объясняется их широким применением в различных секторах науки и техники. А вместе с тем и возможностями, которые обеспечивают способы однократных ЦИ для повышения быстродействия обработки больших объемов информации, к примеру, в комплексах обегающего контроля, при производстве интегральных аналоговых и цифровых микросхем.

Наибольший интерес при этом представляет ЦИ амплитудных и временных характеристик, включая и цифровое отображение формы, вид которой дает наибольший объем полезной информации о результатах моноимпульсных воздействий.

Для этих целей применяются различные датчики и преобразователи, выходная функция которых представляет моноимпульсный электрический сигнал, параметры (амплитуда, временной интервал, форма и т. д.) которого несут информацию о характере моноимпульсного воздействия.

Особое внимание уделено анализу работы устройства (ЦО) формы однократных оптических сигналов, которое может быть использовано и для ЦО формы электрических моноимпульсных сигналов.

Определены основные технические параметры (быстродействие, погрешность преобразования, динамический диапазон преобразования) рассмотренных средств ЦО формы однократных оптических и электрических импульсных сигналов

Отличительной особенностью проделанной бакалаврской работы является ее исследовательский характер.

Содержание

Введение……5
1. Цифровое отображение формы оптических
и электрических моноимпульсных сигналов……..6
2. Устройство цифрового отображения формы оптических
моноимпульсных сигналов……9
3. Средства цифрового отображение формы электрических
моноимпульсных сигналов способом
прямого сравнения ……20
3.1. Устройство цифрового отображения формы детерминированных
и случайных моноимпульсных сигналов……..24
3.2. Устройство цифрового отображения формы электрического
моноимпульсного сигнала на необходимом уровне отсчета……29
3.3. Цифровое отображение формы несимметричных
электрических моноимпульсных сигналов……35
3.4. Анализатор формы электрических моноимпульсных сигналов
сложной формы……42
Заключение……..50
Список используемой литературы……51

Введение

Среди огромного количества разнообразных видов измеряемых сигналов особое место занимают электрические сигналы (ЭС), носящие однократный или редко повторяющийся (моноимпульсный) характер.

Исследования в области оптических квантовых генераторов, отработка различных устройств однократного действия, например, ядерные исследования, сопровождается моноимпульсными воздействиями.

Большое применение нашли способы изучения прочности и надежности материалов и конструкций посредством моноимпульсных механических, тепловых и других воздействий.

Наибольший интерес при этом представляет ЦИ амплитудных и временных характеристик, включая и цифровое отображение формы, которая дает наибольший объем полезной информации о результатах моноимпульсных воздействий.

Для этих целей применяются различные датчики и преобразователи, выходная функция которых представляет моноимпульсный электрический сигнал, параметры (амплитуда, временной интервал, форма и т. д.) которого несут информацию о характере моноимпульсного воздействия.

Целью бакалаврской работы является рассмотрение способов цифрового отображения формы моноимпульсных оптических и электрических сигналов.

1. Цифровое отображение формы оптических и электрических моноимпульсных сигналов

На основе проведенного обзора современных методов и средств цифрового отображения формы оптических и электрических моноимпульсных сигналов (МИС) нами предлагается следующая их классификация (см. Рисунке 1.1).

Заметим, что в качестве классификационного признака выбрано качество и характер преобразований моноимпульсных сигналов.

Методы и средства цифрового отображения формы оптических МИС делятся на два вида.

Первый вид состоит из трех преобразований и заключается в следующих преобразованиях:

1) Динамическое запоминание (ДЗ) исходного оптического моноимпульсного сигнала в оптическом циркуляционном контуре ОЦК (оптическом рециркуляторе), в котором осуществляется его преобразование в оптическую импульсную квази последовательность с сохранением амплитуды и формы исходного оптического МИС в каждой из циркуляций;

2) Преобразование полученной оптической импульсной квази последовательности в электрическую импульсную квази последовательность;

3) Регистрация электрической импульсной квази последовательности в цифровом осциллографе;

Второй вид состоит также из трех преобразований:

1) Преобразование исходного оптического МИС в электрический моноимпульсный сигнал;

2) Динамическое запоминание электрического МИС в амплитудном (электрическом) рециркуляторе в виде электрической импульсной квази последовательности;

3) Регистрация электрической импульсной квази последовательности посредством цифрового осциллографа (ЦО);

Рисунок 1.1 - Классификация методов и средств цифрового отображения формы оптических и электрических МИС: ДЗ – динамическое запоминание МИС, в виде его квази последовательности; ОЦК – оптический циркуляционный контур (оптический рециркулятор); ЦО – цифровой осциллограф; АР – амплитудный (электрический) рециркулятор; ОН – набор образцовых напряжений

Методы и средства цифрового отображения формы электрических МИС подразделяются на следующие два вид.

Первый обладает тремя преобразованиями:

1) Сравнение электрического исходного моноимпульсного сигнала с набором образцовых напряжений (ОН), перекрывающий весь его динамический диапазон;

2) Дискретизация, длительностей временных интервалов, полученных в первом преобразовании, посредством генератора тактовых импульсов

3) Регистрация цифровых результатов дискретизации в счетчиках импульсов (СЧ)

Второй вид цифрового отображения формы электрических МИС имеет четыре преобразования:

1) Преобразование исходного электрического МИС в оптический МИС;

2) Динамическое запоминание (ДЗ) оптического МИС в виде оптической импульсной квази последовательности, посредством оптического циркулятора (ОЦК);

3) Преобразование оптической квази последовательности в электрическую импульсную квази последовательность;

4) Регистрация электрической импульсной квази последовательности цифровым осциллографом.

2. Устройство цифрового отображения формы оптических моноимпульсных сигналов

Очень часто измерение формы импульсных сигналов нано - и субнаносекундного диапазона осуществляется посредством преобразования временного масштаба.

Это преобразование заключается в дискретизации импульсных сигналов или, другими словами, в выделении мгновенного значения, соответствующего известному моменту времени, сохранении каждой дискретной выборки и в последующем небыстром считывании.

Уже существует масштабно-временной преобразователь (МВП) однократных сигналов, описанный в [1,3,5,16].

Данный преобразователь включает в себя коаксиальную линию задержки с отводами, к которым подсоединены управляемые импульсными сигналами с устройства, формирующего строб - импульсы, ключи - смесители, с выходов которых дискретные значения выборок исследуемого сигнала (ИС) поступают на усилители-расширители, не нарушающие их амплитудного соотношения.

При использовании коммутирующего устройства осуществляется считывание дискретных значений выборок с малой скоростью.

На выходе коммутирующего устройства появляется ИС в эквивалентном масштабе времени.

Стоит отметить, что устройство [3,5,11,12] обладает серьезным недостатком – у него наблюдается значительная погрешность при измерении формы импульсов с длительностью в субнано - и - пикосекундного диапазоне.

Согласно произведенным экспериментам неточность при достижении верхней граничной частоты полосы пропускания $f_в$ значения 1-1,5 ГГц составляет около 10%.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что при проектировании цифровых измерительных устройств измерения формы и параметров импульсов нано - и пикосекундного диапазона получают последовательность строб - импульсов, которые жестко привязаны к исследуемому однократному или периодическому сигналу. Это является проблемой.

В стробоскопических осциллографах организуется внутренний цикл создания строб - импульсов.

Период этого цикла может существенно превышать период следования рассматриваемых импульсов.

Из-за того, что ИС является единственным, при обработке однократных ИС нано - и пикосекундного диапазона цифровым методом появляются некоторые проблемы.

Обработку однократных оптических ИС можно осуществлять следующими методами:

- традиционными, то есть преобразованием на фотоприемнике и далее изучение сигнала цифровым или аналоговым осциллографированием,
- с применением волоконно-оптических устройств обработки и преобразования сигналов.

Существенно упрощает электронную часть устройства, измеряющего формы и параметры однократного ИС, а также увеличивает точность и улучшает временное расширение применение оптических средств.

Применение оптического циркуляционного контура (ОЦК) на волоконно-оптическом кабеле (ВОК) для преобразования однократного ИС в квазипериодическую последовательность является очень перспективным.

Есть устройство, измеряющее длительность одиночных оптических импульсов на основе оптического контура.

В состав данного устройства входят светоделитель, ОЦК. В ОЦК находится двухвходовой оптический элемент И, 1- ый вход которого подключен к светоделителю-раздвоителю, а 2- ой – тоже к светоделителю-раздвоителю, только через оптическую задержку.

Стоит отметить, что выходное излучение элемента И, попутно направлению циркуляции измеряемого светового импульса, позволяющему увеличить точность измерения до величины Δt, где Δt является временным сдвигом, который зависит от внутренней линии оптической задержки.

При применении ОЦК на ВОК с малым затуханием и дисперсией и других элементов волоконной техники, возможно, получить эффективное преобразование однократного ИС в квазипериодическую последовательность, а также не изменить форму и параметры импульсов в последовательности, неизменной с временным разрешением до десятков пикосекунд.

При изучении последовательности в эффективном времени возникает проблема, которая состоит в том, что сложно получить последовательность строб - импульсов, которая была бы жестко привязанной к последовательности основных импульсов и имела бы период следования

$T_c = T_o + \Delta t$,

где Δt является шагом дискретизации.

Шаг зависит от необходимого временного разрешения.

Если исследуются сигналы в полосе частот до 1 ГГц, то Δt должен составлять100 пс, а нестабильность временного положения строб - импульсов относительно основных $\delta_t \approx 1$ пс.

Также стоит учитывать, что для создания последовательности строб - импульсов нельзя добиться цикла синхронизации с достаточной длительностью, как это делается в стробоскопических осциллографах.

Это связано с тем, что количество импульсных сигналов квазипериодической последовательности небесконечно.

Автор не может предложить такое устройство синхронизации, которое бы соответствовало указанным требованиям, при применении лишь электронной схемотехники и элементной базы.

Поэтому предложено устройство, которое позволяет измерить параметры (длительности) оптических одиночных импульсов.

Оно включает в себя основной оптический контур (ООК), светоделитель - раздвоитель (СДР), элемент оптической задержки (ЭОЗ). ОЦК в данном устройстве сконструирован с применением 100% - ых отражающих зеркал, обратной призмы, усилителя интенсивности света и т. д.

Данное устройство позволяет расширенить полосу пропускания регистрируемых сигналов при сохранении высокой точности.

В данном устройстве, для регистрации однократных оптических и электрических импульсных сигналов, включающим ООК, который соединен с оптическим ответвителем и с СДР и ЭОЗ, вводятся дополнительный ОЦК, связанный с дополнительным оптическим ответвителем, блок формирования строб - импульсов и блок выборки и хранения (БВХ).

Причем вход СДР через коммутирующее устройство подключен к информационным входам устройства, 1 - ый и 2 - ой выходы с основным и дополнительным ответвителем.

Выход дополнительного ответвителя напрямую, а выход основного через ЭОЗ связаны с 1- ым и 2- ым фотодетекторами (ФД) соответственно, выход 2-ого ФД подключен к 1 - ым входам БВХ, выход 1-ого ФД через блок формирования строб - импульсов с 2 - ым входом БВХ, выход которого является информационным выходом устройства.

В предлагаемом устройстве, основная и стробирующая последовательности импульсных сигналов, создаются из однократного или редкоповторяющегося сигнала с применением оптических средств.

Стоит отметить, что период следования импульсных сигналов стробирующей последовательности сдвигается на какое-то фиксированное время относительно периода следования импульсных сигналов основной последовательности.

Время задержки T составляет t_o*i, где t_o - это период следования импульсных сигналов основной или стробирующей последовательности,

а i/N**,**

где N – наибольшее количество импульсных сигналов в одной из этих последовательностей, создается посредством оптических методов, что приводит к отсутствию искажения формы ИС.

Также оптические средства, ЭОЗ влияют на величину дополнительной задержки.

Электрические сигналы, преобразованные из оптических сигналов в электрические, посредством широкополосных ФД, подвергаются временной привязки, преобретают дискретную форму и сохраняются.

Все это выполняется без искажения формы ИС с временным разрешением порядка 50 пикосекунд.

На рисунке 2.1 показана схема рассматриваемого устройства, а на рисунке 2.2 - временные диаграммы, по которым можно пронаблюдать его работу.

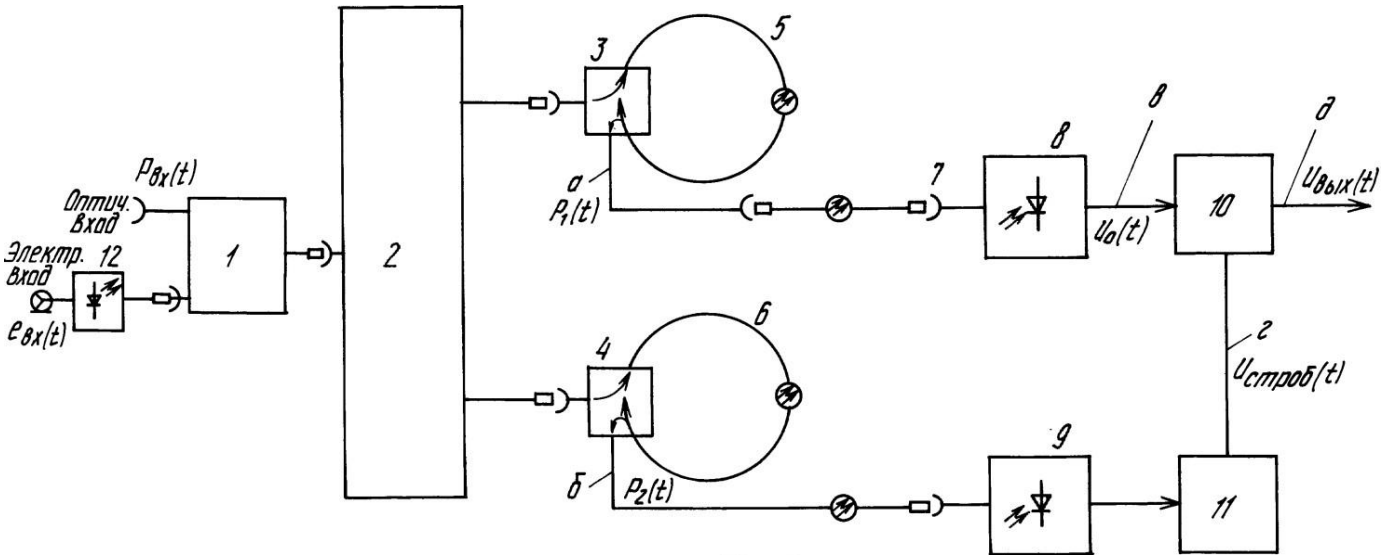

Рисунок 2.1 – Схема устройства

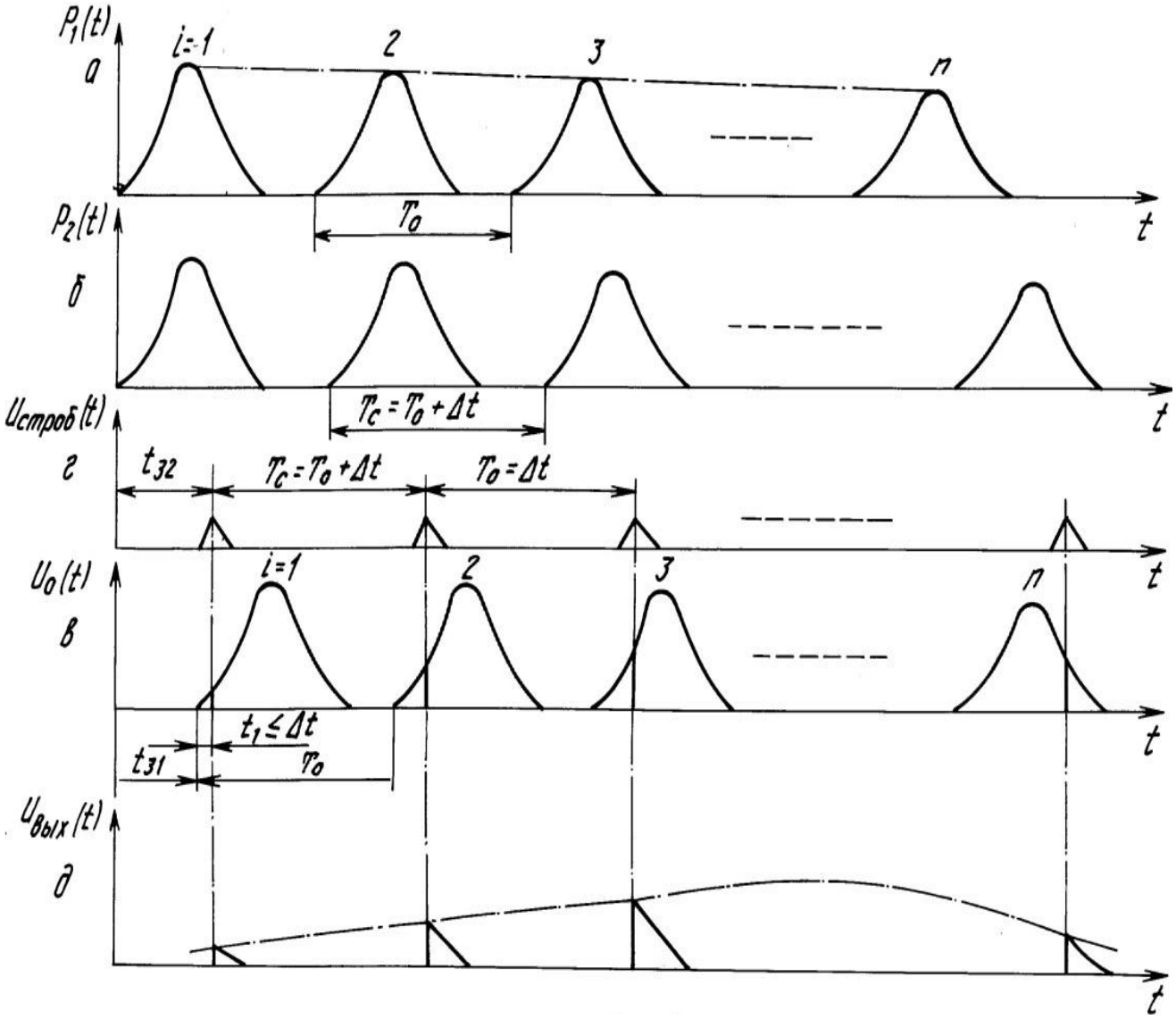

Рисунок 2.2 – Временные диаграммы работы устройства

В состав устройства входят:

- коммутирующее устройство 1,

- оптический раздвоитель (ОР) 2,

- направленные ответвители 3 и 4,

- ОЦК 5 и 6, ЭОЗ 7,

- быстродействующие ФД 8 и 9,

- БВХ 10,

- блок формирования строб - импульсов 11 и лазерный диод (ЛД) 12.

Коммутирующее устройство 1 является волоконно - оптическим коммутирующим устройством 2 канала 1, в качестве которого можно применить оптическое реле ПКО-ПБ05-Т1Х2.

Чтобы коммутировать сигнал с электрического входа, этот сигнал должен быть преобразован в оптический с помощью быстродействующего ЛД 12, например, типа ИЛПН-206 (НТЦ "Микролазер", завод "Полюс").

ОР 2 применяется в качестве оптического разветвителя 1*2, который создан для волоконных линий.

Направленные ответвители 3 и 4, совместно с ОЦК 5 и 6, формируют волоконно - оптический узел, который может например, реализовываться по сплавной технологии с ВОК циркулирующего контура.

Направленный ответвитель с циркуляционным контуром, дает возможность получить количество циркуляций 300 шт. и более.

В качестве БВХ 10 можно применять устройство, выполненное на запоминающем конденсаторе, создающее выборки сигнала при воздействии строб - импульсов, вырабатываемых в блоке формирования строб - импульсов 11, который может состоять из усилителя-ограничителя, быстродействующего сравнивающего устройства, схемы временной задержки и обострителя импульсов.

Такие устройства выполнены в серийных стробоскопических осциллографах.

Далее рассмотрим принцип действия данного устройства.

На его входе находится коммутирующее устройство 1, с помощью которого можно подавать в схему либо оптический импульсный сигнал, либо

оптический аналог электрического импульсного сигнала, который преобразован на ЛД 12.

Затем входной сигнал, в виде однократного оптического импульса, с помощью ОР 2, делится на две части. И через направленные ответвители 3 и 4 идет на ОЦК 5 и дополнительный ОЦК 6, которые являются замкнутыми кольцами из ВОК с разными длинами.

Полученные после циркуляции однократного сигнала в замкнутых оптических контурах квазипериодические последовательности оптических импульсных сигналов выходят из ОЦК 5 и 6 через направленные ответвители 3 и 4.

Последовательность оптических импульсных сигналов с ОЦК 5, у которой период следования импульсных сигналов То (рис. 2.2, а), с помощью ЭОЗ 7 задерживается на величину t_{31}, затем преобразуется в электрические сигналы быстродействующим ФД 8 и идет в БВХ 10 (рис. 2.2, в). Последовательность оптических импульсных сигналов с дополнительного контура 6, имеющая период следования импульсов

$T_c = T_o + \Delta t$

(рис.2.2, б), преобразуется в электрический сигнал быстродействующим ФД 9 и поступает в блок формирования строб-импульсов 11, где образуется последовательность строб-импульсов с тем же периодом T_c и поступает также в БВХ 10 (рис.2.2, д).

Для того, чтобы 1-ый строб - импульс поступил в начальный участок 1-ого импульса ИС в промежутке от 0 до Δt, т. е.

$t_1 = t_{32} = t_{31} \approx \Delta t$,

необходимо установить определенное время задержки t_{32} в блоке формирования 11.

В рассмотренном выше описании, значение Δt**,** которое равно разности периодов циркуляции импульсных сигналов в основном и дополнительном контурах, прямо пропорциональна шагу дискретизации импульсного сигнала на входе с периодом

$t_д = \Delta t$**.**

В результате в БВХ 10 поступает обрабатываемый сигнал, имеющий вид квазипериодической последовательности импульсных сигналов копий импульса на входе с периодом T_o, и последовательность строб-импульсов с периодом

$T_c = T_o + \Delta t$,

что приводит к правильной работе БВХ 10 с шагом дискретизации Δt.

На выходе БВХ 10 есть последовательность расширенных импульсных выборок из входного сигнала (рис. 2.2, д), которые взяты с шагом Δt и подвергнуты трансформации временного масштаба с коэффициентом трансформации

$q = T_c/\Delta t$,

что обеспечит возможность в последующих блоках преобразовать выборки в кодовый вид, подать на ПК для программно - математической обработки, в ходе которой будет восстановлена форма ИС $P_{вх}(t)$, а также рассчитаны его амплитуда, длительность на полувысоте, время нарастания и т.д.

Стоит отметить, что при применении данного устройства увеличивается полоса пропускания тракта регистрации однократных оптических и электрических импульсов.

Такое увеличение достигается при существенном упрощении регистрирующей части.

Достижимое временное разрешение определяется величиной Δt**,** которая зависит от разницы длин основного и дополнительного ОЦК

$$\Delta t = \frac{l_2 - l_1}{v_p},$$

где l_1 - длина основного ОЦК;

- l_2 - длина дополнительного ОЦК;

- V_p – скорость, с которой свет распространяется в ВОК.

При

$$l_1 = l_2 = 1 \text{ см}, Vp = 2 * 10^8 м/с,$$

то Δt будет составлять 50 пс, а это соответствует частоте $f_в$ в спектре ИС при использовании рассматриваемого устройства в соответствии с теоремой Котельникова

$f_в = 1/2\Delta t = 10$ ГГц.

Из-за применения в тракте прохождения сигнала волоконных элементов и линий задержки, полоса пропускания которых на порядок больше полосы пропускания соответствующих электрических аналогов, основной составляющей погрешности измерения формы и параметров ИС рассматриваемым устройством является погрешность МВП, аналогичная погрешности измерения параметров сигнала стробоскопическими осциллографами [13-15].

Точность измерения при применении рассматриваемого устройства будет высокой, так как погрешность здесь в основном определяется выработкой временного сдвига Δt в ОЦК 5, 6 и оптической задержкой в ЭОЗ 7

и стабильностью скорости распространения оптических волн в ВОК, а эта скорость очень высокая.

В блоке формирования строб - импульсов 11 также происходит небольшая задержка сигнала, которая регулируется электронным методом, но она не значительно влияет на погрешность всего устройства.

Таким образом, данное устройство обладает самыми лучшими основными параметрами в отличии от известных устройств, которые решают ту же задачу.

3. Средства цифрового отображения формы электрических моноимпульсных сигналов способом прямого сравнения

На рисунке 3.1,*а* приведена обобщенная форма электрического моноимпульсного сигнала (МИС), где a^{+}_{i}, a^{-}_{i}, наибольшие амплитудные значения соответственно, положительных и отрицательных выбросов МИС, а τ^{+}_{j}, τ^{-}_{j} – длительности временных интервалов (ВИ) положительных и отрицательных импульсов МИС на i - м уровне его амплитудного значения.

В то же время на рисунке 3.1, б приводятся подвергнувшиеся дискретизации длительности ВИ, на соответствующих уровнях квантования амплитуды МИС.

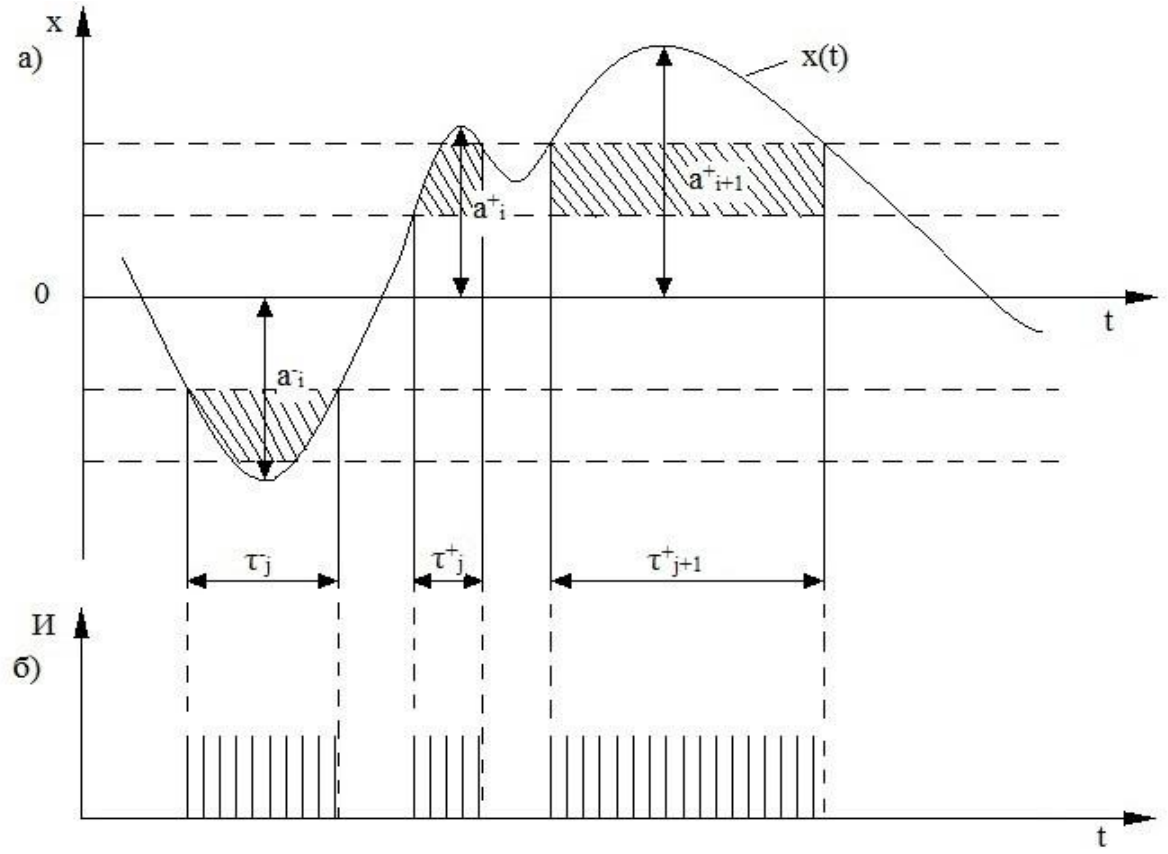

Рисунок 3.1 - Обобщенная форма электрического МИС (а);
счетные импульсы дискретизации на входе счетчиков импульсов (б)

Причем количество импульсов дискретизации в каждом интервале строго соответствует форме МИС на данном уровне его квантования.

Рисунок 3.2 иллюстрирует цифровое отображение формы МИС, способом прямого сравнения.

Здесь для удобства восприятия рассматривается 4 – е уровня квантования амплитудных значений электрических МИС: два положительных и два отрицательных.

Функционирование способа осуществляется по следующему алгоритму.

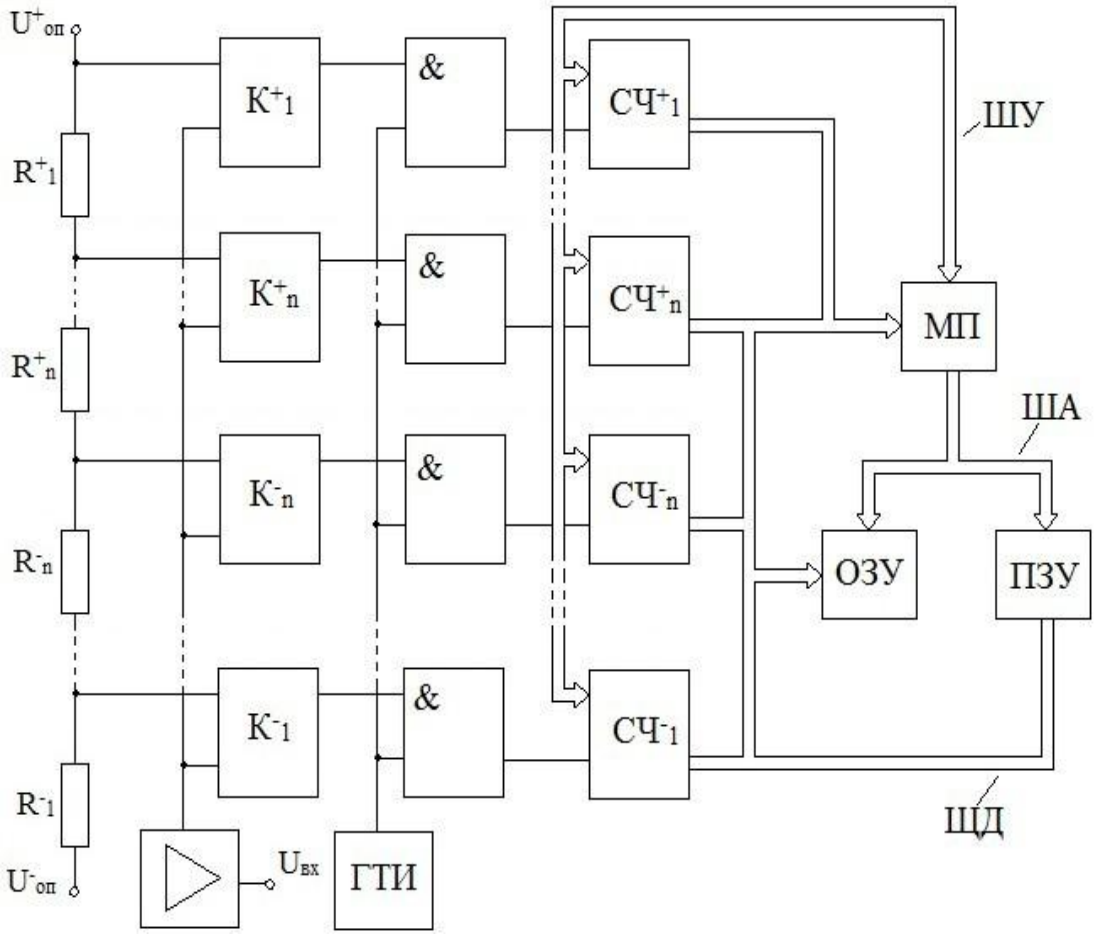

Рисунок 3. 2 - Цифровое отображение формы МИС, способом прямого сравнения.

Исследуемый электрический МИС $U_{вх}$ подается на импульсный усилитель, в котором осуществляется его нормирование с целью соответствия его динамического диапазона, динамическому диапазону сравнивающих устройств (К).

Далее входной сигнал поступает одновременно на сигнальные входы всех 4 – х сравнивающих устройств. Одновременно на их управляющие входы подаются, соответствующие уровням квантования, образцовые напряжения с источника (делителя) образцового напряжения (ОН).

При этом напряжения, которые формируются делителем ОН, определяются равенством

U_{on} / i ,

$i = 1 \div n$,

где n − число сравнивающих устройств (СУ), равное количеству уровней квантования амплитудных значений электрических МИС.

Для случая, приведенного на Рисунке 3.2 $n = 4$.

На выходах каждого из СУ вырабатывается импульс прямоугольной формы, длительность которого равна времени присутствия соответствующего уровня амплитудного значения МИС сигнала на их сигнальных входах.

Далее этот импульс подвергается дискретизации посредством генератора тактирующих импульсов (ГТИ), а полученные при этом тактирующие импульсы через логические элементы И подаются на входы счета соответствующих из $n = 4$ счетчиков импульсов.

Как уже отмечалось, количество тактовых импульсов прямо пропорционально значениям длительностей импульсов на выходах СУ.

На выходах счетчиков импульсов (СЧ) формируется позиционный - двоичный код, который равен количеству импульсов поступивших на их вход счета и которые строго соответствуют форме МИС на данном уровне его квантования.

В последующем, по программе, записанной в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ), микропроцессор (МП), по шине управления (ШУ), записывает последовательно по шине данных (ШД) логические состояния выходов счетчиков импульсов в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), в котором они и сохраняются.

Рассмотренный способ цифрового отображения формы электрических МИС обеспечивает цифровую регистрацию следующих параметров сложных МИС:

1) наибольшие амплитудные значения положительных и отрицательных амплитудных выбросов МИС;

2) длительности выбросов МИС на любом из его амплитудных значений;

3) временные интервалы между выбросами МИС на любом из его амплитудных значений;

4) времени первого достижения МИС со случайным характером формы наперед заданного его амплитудного значения;

е) площадь выбросов на любом из амплитудных значений;

ж) площади положительных и отрицательных выбросов амплитудных значений.

Способ также позволяет оперативный ввод экспериментальной информации о электрическом моноимпульсном сигнале в ЭВМ с одновременным представлением экспериментальных гистограмм на мониторе.

3.1. Устройство цифрового отображения формы детерминированных и случайных моноимпульсных сигналов

Данное устройство применяется в анализаторах формы детерминированных и случайных сигналов в виде импульсов.

Уже известный анализатор формы импульса, в состав которого входит амплитудный селектор, селектор по длительности нецифровые суммирующие устройства и регистраторы, довольно сложный, в нем применяются нецифровые узлы [6,10,17].

Также уже существует устройство, которое предназначено для отображения формы электрического импульсного сигнала.

Такое устройство включает в себя сравнивающие устройства, источники опорного напряжения (ИОН), а также счетчики импульсных сигналов.

Но у данного устройства низкая надежность, так как в нем применяется много счетчиков импульсных сигналов.

Ниже представлено описание устройства с повышенной надежностью. Устройство содержит сравнивающие элементы, 1-ые входы которых имеют связь с входом этого устройства, а вторые – с ИОН.

В состав устройства входят счетчики импульсных сигналов, счетные входы которых подсоединены к источнику квантующих импульсов (ИКИ), а также две группы блоков ИЛИ и триггеры.

Выходы триггеров соединены с управляющими входами счетчиков импульсных сигналов, а единичные входы – с входами установки в нулевое состояние счетчиков импульсных сигналов и выходами блоков ИЛИ I группы.

Входы установки в нулевое состояние подсоединены к выходам блоков ИЛИ II группы, а входы этой группы подключены ко вторым выходам сравнивающих устройств.

Первые выходы сравнивающих устройств подсоединены к входам блоков ИЛИ I группы.

Стоит отметить, что входы i-тых блоков ИЛИ I и II групп подсоединены к выходам (i + jk) - ых сравнивающих устройств,

где j = 0,1,2… и это j не превышает целую часть числа, равного (n - i)/k,

где n – число сравнивающих устройств,

k – число блоков ИЛИ в отдельной группе.

Структурная электрическая схема устройства показана на рисунке 3.1.1.

Как видно из этого рисунка, в состав устройства входят:

- сравнивающее устройство 1,
- блоки ИЛИ 2 I группы,
- блоков ИЛИ 3 II группы,
- блоки триггеров 4,

- блоки считывающих импульсы устройств 5,

- источник квантующих импульсов ИКИ 6,

- источник опорного напряжения ИОН 7.

Далее рассмотрен принцип действия данного устройства.

Исследуемый сигнал появляется на входах n сравнивающих устройств 1 в одно и то же время.

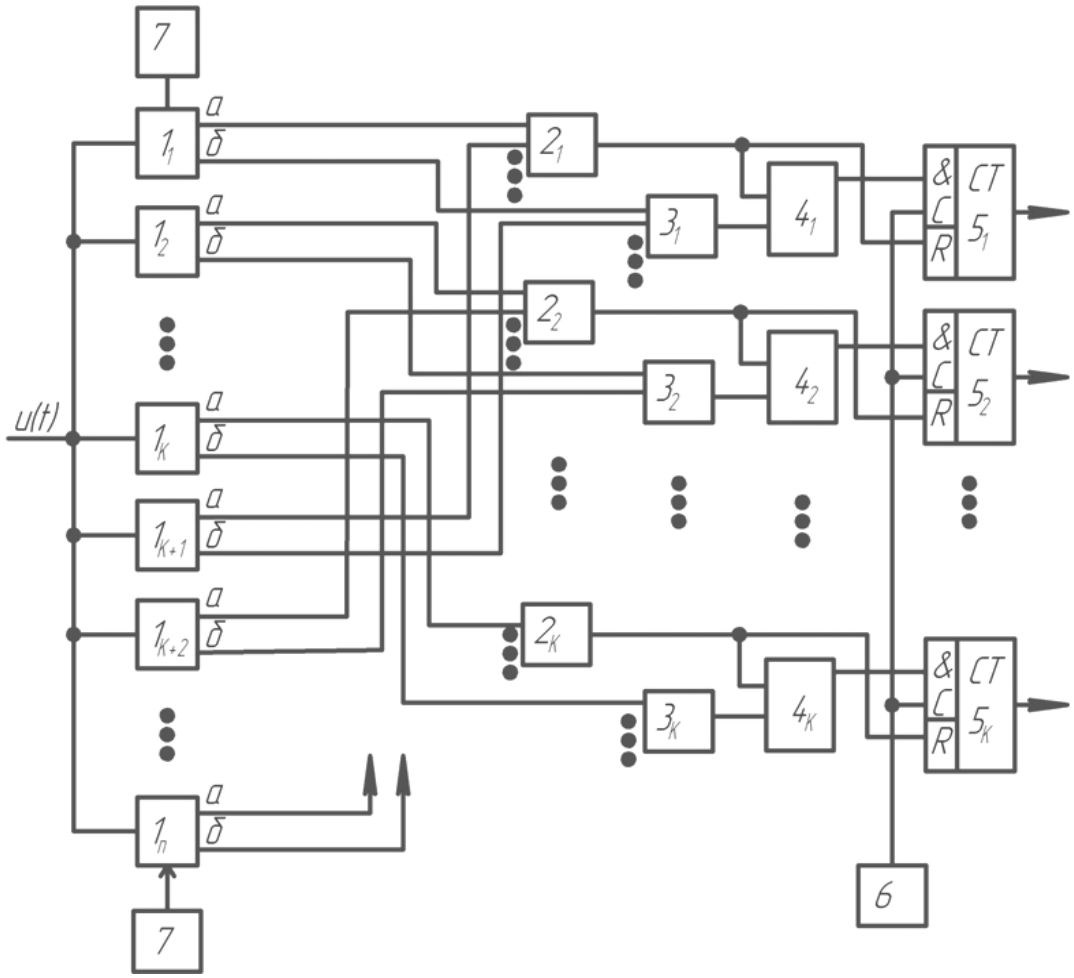

Рисунок 3.1.1 - Структурная электрическая схема устройства

Отношение последовательных порогов срабатывания (от большего к меньшему значению) зависит от необходимой точности воспроизведения

формы сигнала, а на число сравнивающих устройств **n** влияет от этого отношения, а также от вероятного диапазона изменения амплитуды сигнала на входе.

Стоит заметить, что с первого и второго выходов сравнивающего устройства появляются импульсы, которые образовались в момент начала и конца соответственно превышения входным сигналом в виде импульса уровня опорного напряжения.

Итак, импульсные сигналы с первых выходов сравнивающих устройств 1 поступают на входы блоков ИЛИ 2 I группы, а импульсные сигналы со вторых выходов – на входы блоков ИЛИ 3 II группы.

Число блоков ИЛИ 2 совпадает с числом блоков ИЛИ 3 и равно k.

Рассчитает наименьшее значение целого числа k из следующего соотношения:

$$k_{\text{мин}} \geq -lg\ a/lg\delta,$$

где a – минимальный относительный уровень, от которого начинается кодовое отображение сигнала;

δ – величина, характеризующая отношение последовательных порогов срабатывания сравнивающих устройств.

Стоит отметить, что на каждый i -ый блок ИЛИ 2 и ИЛИ 3 идут сигналы с первого и второго выходов сравнивающих устройств с номерами

i +j* k,

где j = 0, 1, 2....

Максимальное значение j является целой частью числа и составляет (n -1)/ k.

После выходов блоков ИЛИ 2 I группы сигналы идут на входы установки в нулевое состояние счетчиков 5 импульсных сигналов, причем i-

ый счетчик подготавливается для измерения длительности исследуемого сигнала после срабатывания (i +j* k)-го сравнивающего устройства.

Сигналы с выходов блоков ИЛИ 2 первой группы в одно и то же время идут на единичные входы триггеров 4, которые связанны с уже готовыми к измерительным процессам счетчиками 5 импульсных сигналов. Возникающие на единичных выходах триггеров 4 сигналы позволяют пройти квантующим импульсным сигналам на счетчики 5 импульсов.

После возникновения сигналов на выходах блоков ИЛИ 3 II группы соответствующие триггеры 4 возвращаются в первоначальное состояние и квантующие импульсные сигналы перестают идти на счетчики 5 импульсов, которые управляются этими триггерами.

Когда исследуемый сигнал прекратит поступать на устройство, информация о его форме в кодовом виде уже находится в счетчиках 5 импульсов.

Число уровней к, по которым можно воспроизвести форму сигнала, и величина отношения δ сохраняют свое значение для достаточно широкого диапазона изменения амплитуд импульсного сигнала, поступающего на вход.

Таким образом, данное устройство дает возможность уменьшить число счетчиков импульсных сигналов, благодаря чему улучшается надежность устройства.

3.2. Устройство цифрового отображения формы электрического моноимпульсного сигнала на необходимом уровне отсчета

Ныне известное устройство, как ранее было отмечено, не дает возможность измерить длительность импульсных сигналов на необходимом уровне отсчета, что обычно требуется в некоторых практических случаях, когда изучаются случайные импульсные потоки [2,7,16].

Поэтому есть необходимость в устройстве, в котором бы были расширены функциональные возможности, а именно, в устройстве измерение длительности импульсного сигнала должно производиться на заданном уровне, в пределах кодового отображения формы импульсного сигнала.

Устройство для кодового отображения формы импульсного сигнала включает в себя:

- сравнительные устройства, у которых входы подключены к ИОН,

- m первых элементов ИЛИ (ПЭ ИЛИ), 1-ые входы которых подключены к 1-ым выходам m сравнивающих устройств,

- m 2-ых элементов ИЛИ (ВЭ ИЛИ), 1-ые входы которых, имеют связь со 2-ыми выходами этих же m сравнивающих устройств,

- m триггеров, которые необходимых для управления, единичные входы этих триггеров имеют связь с выходами m ПЭ ИЛИ, нулевые входы подсоединены к выходам m ВЭ ИЛИ,

- m счетчиков импульсных сигналов, управляющие входы которых соединены с выходами управляющих триггеров,

- входы установки счетчиков, подключенные к выходам m ПЭ ИЛИ.

Причем счетные входы счетчиков объединены между собой и подсоединены к выходу источника квантующих импульсов (ИКИ).

Стоит отметить, что в данном устройстве появились коммутирующее устройство с несколькими каналами и с двумя группами входов и последовательно включенные устройства хранения двоичных данных и дешифратор.

Входы регистра идут к выходам сравнивающих устройств, I группа входов коммутирующего устройства с несколькими каналами подключена к выходам счетчиков, а II - к выходам дешифратора.

На рисунке 3.2.1 показана структурная схема рассматриваемого устройства.

В состав устройства для кодового отображения формы импульсного сигнала входят:

- n сравнивающих устройств 1,
- группы из m элементов 2 ИЛИ,
- группы из m элементов 3 ИЛИ,
- m триггеров 4, необходимых для управления,
- m устройств 5, которые считают импульсные сигналы,
- ИКИ 6, ИОН 7,
- устройства для хранения двоичных данных 8,
- дешифратор 9 и коммутирующее устройство 10.

Далее описан принцип действия устройства.

Исследуемый сигнал в одно и то же время идет на входы n сравнивающих устройств 1.

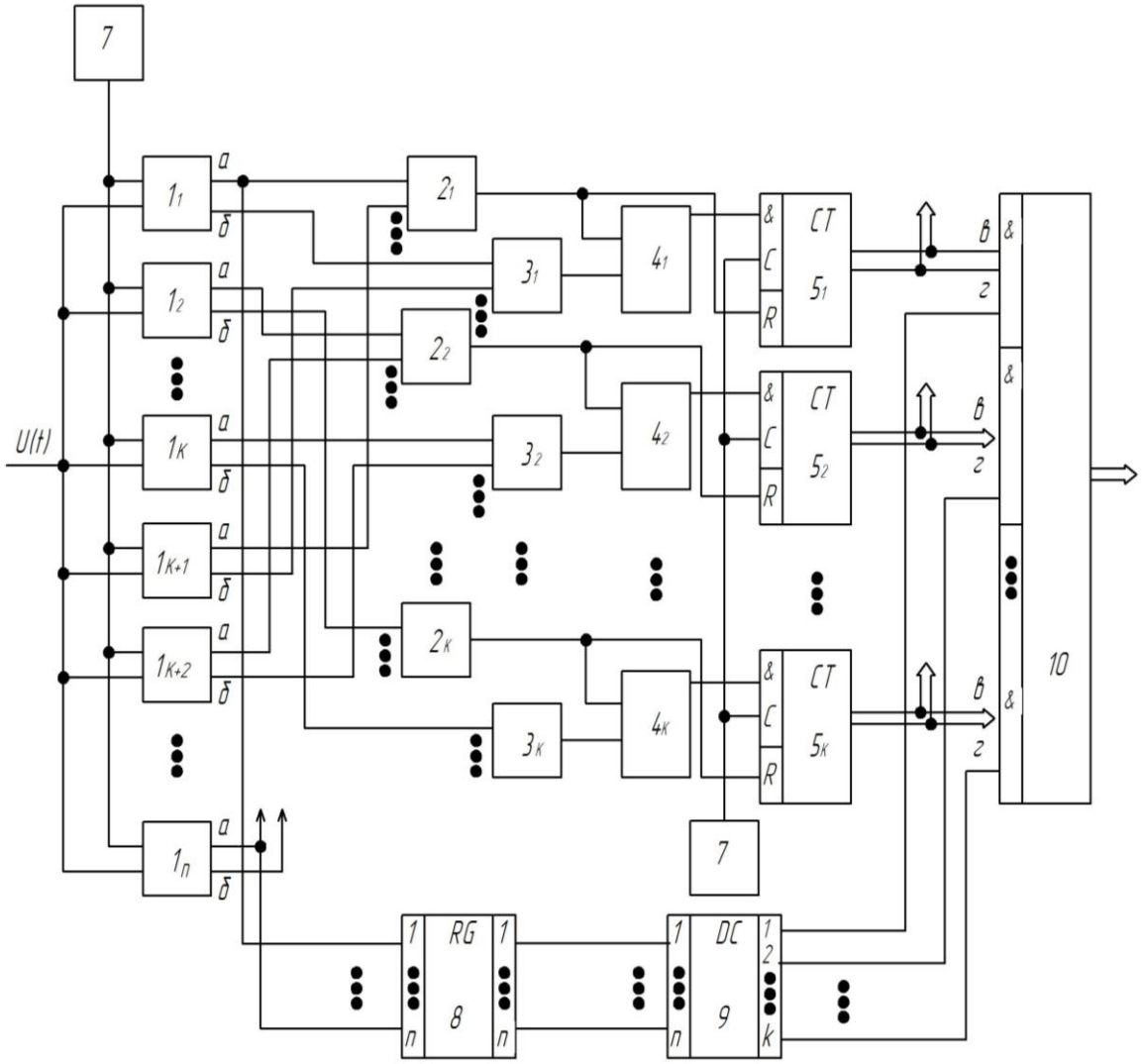

Рисунок 3.2.1 – Структурная схема устройства

Величина, которая определяется отношением последовательных порогов срабатывания (от большего к меньшему значению) сравнивающих устройств 1, зависит от необходимой точности воспроизведения формы сигнала, а на число n сравнивающих устройств влияет эта величина и предполагаемый диапазона изменения амплитуды сигнала на входе.

Снимаются импульсные сигналы с 1-го (а) и 2-го (б) выходов сравнивающих устройств 1.

Эти импульсы образуются в те моменты, когда происходит начало и конец превышения импульсным сигналом на входе уровня опорного напряжения.

Импульсные сигналы с первых выходов сравнивающих устройств 1 поступают на входы элементов 2 ИЛИ I группы, а импульсные сигналы со 2-ых выходов на входы элементов 3 ИЛИ II группы.

Число элементов 2 ИЛИ соответствует числу элементов 3 ИЛИ, которое равно m.

Наименьшее значение целого числа m определяется соотношением

$$m_{\text{мин}} \geq -\frac{lga}{lg\delta}, \qquad (1)$$

где a – минимальный относительный уровень, с которого происходит кодовое отображение сигнала;

δ – величина, определяемая отношением последовательных порогов срабатывания сравнивающих устройств.

Стоит отметить, что на отдельный i-ый элемент 2 ИЛИ, 3 ИЛИ идут сигналы с первого и второго выходов сравнивающих устройств с номерами

i + jm,

где j = 1, 2, 3, ...

Максимальное значение j не превышает числа (n-i)/m.

С выходов элементов 2 ИЛИ I группы сигналы идут на входы установки в нулевое состояние устройств 5, предназначенных для подсчета импульсов.

В это время i-ый счетчик 5 готовится к измерению промежутка времени, в течении которого действует исследуемый сигнал после срабатывания (i + jm)-го сравнивающего устройства 1.

В то же время сигналы с выходов элемента 2 ИЛИ I группы идут на единичные входы триггеров 4, которые имеют связь с готовыми к процессу измерения счетчиками 5 импульсных сигналов.

Сигналы, которые появляются на единичных выходах триггеров 4, позволяют квантирующим импульсам пройти с генератора 6 на устройства 5, которые подсчитывают импульсные сигналы.

Когда на выходах элементов 3 ИЛИ II группы возникнут сигналы, соответствующие триггеры 4 восстанавливают свое первоначальное состояние, и перестают поступать квантирующие импульсы на считывающие импульсы устройства 5, которые управляются этими триггерами 4.

Когда исследуемый сигнал закончится, информация о нем в кодовом виде, уже будет зафиксирован в счетчиках 5 импульсных сигналов.

Кроме цифрового отображения формы импульсного сигнала, данное устройство дает возможность проводить измерение промежутка времени, в течение которого действует импульсный сигнал, на любом фиксированном уровне, только этот уровень должен находиться в пределах отображения формы импульсного сигнала.

Можно догадаться, что в данном случае величина δ определяет возможную относительную погрешность.

И здесь получается, что количество сработавших амплитудных сравнивающих устройств, у которых уровни находятся поблизости амплитудного значения измеряемого импульсного сигнала и заданного уровня измерения его длительности, сохраняет свое значение, равное m’.

Данное число определяется величинами δ и α согласно следующему выражению:

$$m' \geq -\frac{lg\alpha}{lg\delta}, \qquad (2)$$

Если сравнить выражения (1) и (2), то можно сделать вывод, что $m \geq m'$.

Чтобы реализовать функции измерения длительности импульсного сигнала, необходимо считывать информацию со счетчика, который производит измерение длительности импульсного сигнала на таком уровне, который будет наиболее близко расположенным к уровню α.

На номер этого считывающего устройства N влияет номер M счетчика, который срабатывает последним, в устройстве для отображения формы импульсного сигнала.

При этом

$M = I-(\gamma-1)m,$

где I - номер последнего сработавшегося устройства,

$$\gamma = \begin{cases} \frac{I}{m}, \text{при E}\left(\frac{I}{m}\right) - \frac{I}{m} = 0 \\ \text{E}\left(\frac{I}{m} + 1\right), \quad \text{при E}\left(\frac{I}{m}\right) - \frac{I}{m} \neq 0, \end{cases}$$

где E – величина, обозначающая целую часть числа, теперь

$$N = \begin{cases} M - m' + 1, & \text{если M} - m' + 1 > 0 \\ M - m' + 1 + m, & \text{если M} - m' + 1 \leq 0 \end{cases} \qquad (3)$$

В устройстве 8 сохраняются номера сработавших сравнивающих устройств 1.

Затем устройство 8 передает значение номера последнего сработавшего сравнивающего устройства в дешифратор 9, который сконструирован согласно выражению (3).

После этого на выходе дешифратора 9 появляется m - разрядный код. При этом коде только один из управляющих входов группы "2" сравнивающего устройства 10 откроется.

И в результате на выходе сравнивающего устройства 10 появляется информация с считывающего импульсные сигналы устройства 5 через определенную группу входов «в».

В результате добавления регистра, дешифратора и коммутирующего устройства удается существенно увеличить функциональные возможности рассматриваемого устройства.

Такое свойство позволяет весьма выгодно применять это устройство при разнообразных алгоритмах обработки информации.

3.3. Цифровое отображение формы несимметричных электрических моноимпульсных сигналов

Данные устройства расширяют функциональные возможности за счет обеспечения цифрового отображения формы несимметричного импульса.

Это обеспечивается добавлением в уже известное устройство (см. Рис. 3.4) следующих элементов:

- элемент ИЛИ, элемент совпадения (ЭС),

- регистры памяти (РП), соединенные по своим информационным входам с выходами соответствующих им счетчиков импульсных сигналов, а по объединенным входами синхронизации – с выходом дополнительного ЭС., 1 - ый вход которого имеет связь с выходом источника квантующих импульсов (ИКИ), а 2 - ой - с выходом дополнительного элемента ИЛИ, входы

которого подключены к 1- ым выходам сравнивающих устройств, начиная с k - го.

Уже известно устройство для цифрового отображения формы электрического импульса, которое включает в себя сравнивающие устройства, источники опорных напряжений (ИОН), счетчики импульсных сигналов, ИКИ, две группы элементов ИЛИ и триггеры. 1 - ые входы сравнивающих устройств подключены к входу устройства, а 2 - ые входы - к ИОН. Счетные входы счетчиков имеют связь с ИКИ [8,20].

Выходы триггеров подключены к управляющим входам счетчиков импульсных сигналов, единичные входы - ко входам счетчиков импульсных сигналов, устанавливающие в «0», и выходам элементов ИЛИ I группы, входы «Установки в 0» триггеров - ко выходам элементов ИЛИ II группы.

Входы элементов ИЛИ II группы имеют связь со 2 - ыми выходами сравнивающих устройств, 1 - ые входы которых имеют связь с входами элементов ИЛИ I группы.

У такого устройства имеется недостаток, который заключается в ограниченных функциональных возможностях, что не позволяет отображать несимметричный импульсный сигнал.

Предлагаемое устройство позволит расширить функциональные возможности путем обеспечения цифрового отображения формы несимметричного импульсного сигнала.

Этого можно достичь дополнительным вводом элемента ИЛИ, ЭС и РП, которые по информационным входам имеющие связь с выходами соответствующих счетчиков импульсных сигналов.

А по объединенным входам синхронизации - с выходом дополнительного ЭС, 1-ый вход которого соединен с выходом ИКИ, а второй - с выходом дополнительного элемента ИЛИ, входы которого имеют связь с 1-ыми выходами сравнивающих устройств, начиная с k-oro.

На рисунке 3.3.1 показана структурная схема данного устройства.

Как уже было отмечено, это устройство для цифрового отображения формы электрического импульсного сигнала включает в себя:

- n сравнивающих устройств 1, подключенных по 1-ым входам с ИС V(t) и образующих на своих выходах сигналы в моменты начала (выход а) и конца (выход б) превышения входным импульсным сигналом соответствующего порогового уровня,

- группы из k элементов 2 ИЛИ, имеющих связь с выходами определенных сравнивающих устройств,

- группы нз k элементов 3 ИЛИ, подключенных к выходам тех же сравнивающих устройств,

- k триггеров 4, единичные входы которых имеют связь с выходами соответствующих элементов 2 ИЛИ, а «0» входы - с выходами соответствующих элементов 3 ИЛИ,

- k счетчиков 5 импульсных сигналов, которые управляются по счетным входам сигналами с триггеров 4, а по «0» входам - сигналами с выходов элементов 2 ИЛИ,

- ИКИ 6, который имеет связь со счетными входами счетчиков 5,

- ИОН 7, которые имеют связь с входами сравнивающих устройств,

- К РП 8, по информационным входам подключенных к выходам соответствующих счетчиков 5 импульсных сигналов,

- ЭС 9, выход которого имеет связь с объединенными входами синхронизации РП 8, 1- ый вход – с ИКИ 6, а 2-ой вход - с выходом элемента 10 ИЛИ, входы которого имеют связь с выходами а сравнивающих устройств 1, начиная с k-го.

Далее рассмотрен принцип действия устройства. ИС U(t) идет в одно и то же время на 1-ые входы n сравнивающих устройств 1, на 2-ых входах которых появляются пороговые напряжения с ИОН 7.

Величина отношения последовательных порогов срабатывания (большего к меньшему значению) сравнивающих устройств 1 зависит от необходимой точности воспроизведения формы сигнала, а число сравнивающих устройств n определяется этой величиной, а также вероятным диапазоном изменения амплитуды сигнала на входе.

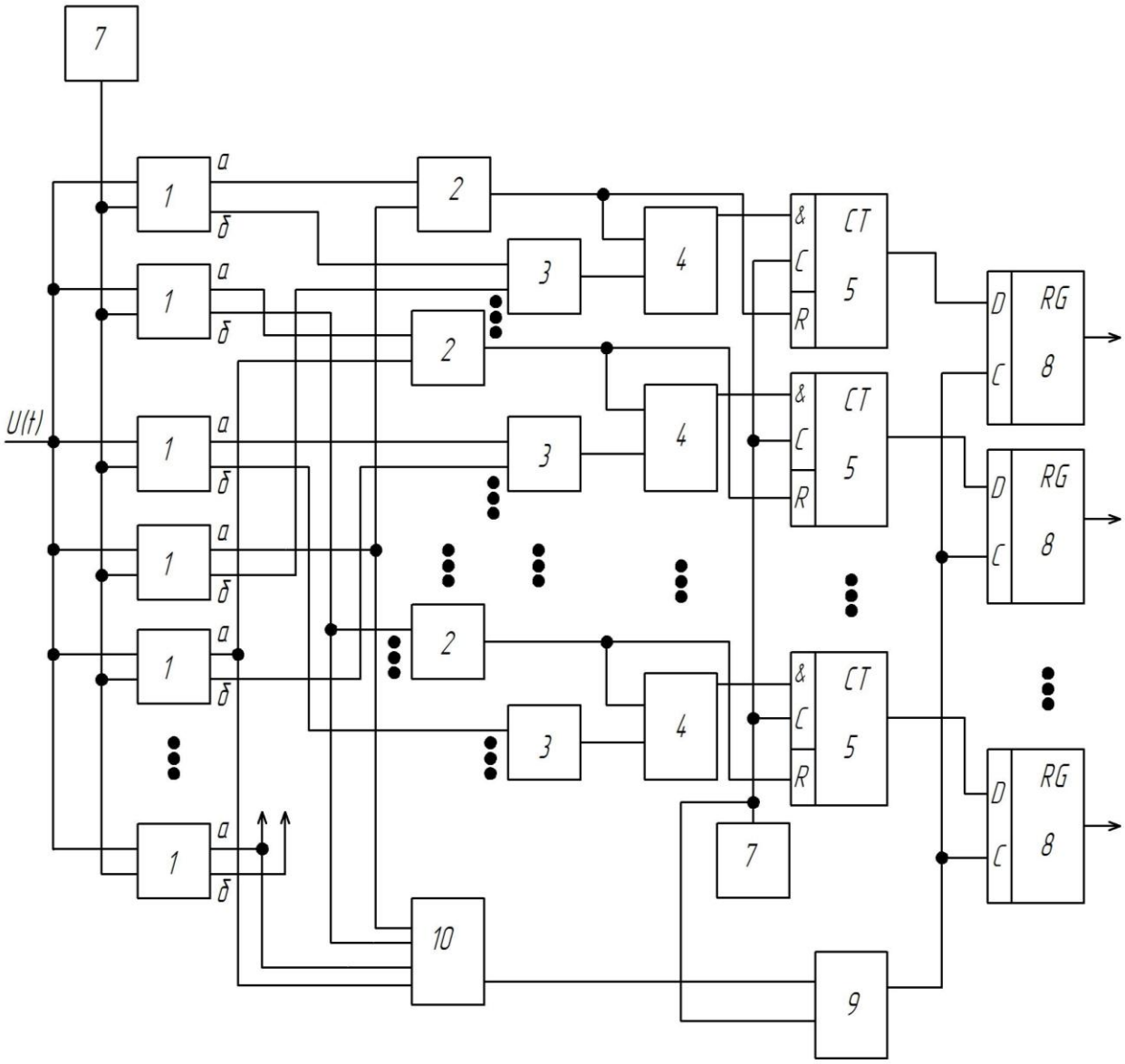

Рисунок 3.3.1 – Структурная схема устройства

С 1-ого и 2-ого выходов сравнивающих устройств идут импульсные сигналы, образованные соответственно в моменты начала и конца превышения импульсным сигналом на входе уровня опорного напряжения.

Импульсные сигналы с 1-ых выходов сравнивающих устройств 1 поступают на входы элементов 2 ИЛИ I группы, а импульсные сигналы со 2-ых выходов - на входы элементов 3 ИЛИ II группы.

Число элементов 2 ИЛИ соответствует числу элементов 3 ИЛИ и составляет k.

Наименьшее значение целого числа К можно рассчитать, используя соотношение:

$$k_{min} \geq -\frac{lga}{lg\delta},$$

где a - минимальный относительныи уровень, с которого происходит цифровое отображение формы сигнала,

δ – величина, определяемая отношением последовательных порогов срабатывания сравнивающих устройств.

На каждом i-ом элементе 2 ИЛИ, 3 ИЛИ появляются сигналы соответственно с 1-ого и 2-ого выходов сравнивающих устройств с номерами i+jk, где j может принимать значения 0, 1, 2 и т.д.

Максимальное значение j является целой частью числа n - j/k.

С выходов элементов 2 ИЛИ I группы сигналы идут на входы счетчиков импульсных сигналов 5, устанавливающие их в "0", по фронту которых каждый i-ый счетчик готовится к процессу измерения длительности ИС.

Сигналы с выходов элементов 2 ИЛИ I группы поступают на единичные входы триггеров 4, которые связаны с подготовленными к измерению счетчиками 5 импульсных сигналов.

Появляющиеся на единичных выходах триггеров 4 сигналы позволяют квантующим импульсным сигналам перейти от ИКИ 6 на счетчики 5 импульсных сигналов.

Когда сработает k-ый сравнивающий элемент, на выходе элемента 10 ИЛИ образуется сигнал, который включает ЭС 9.

Чтобы импульсные сигналы с выхода сравнивающего устройства и ИКИ 6 временно совпали, нужно увеличить длительность импульсного сигнала сравнивающего устройства, чтобы она была равна или превысила период ИКИ 6.

При этом по срезу (для исключения влияния переходного процесса в счетчиках) первого очередного импульсного сигнала с ИКИ 6, передающегося на входы синхронизации РП 8, в которые записывается информация с счетчиков 5 импульсных сигналов.

Похожий процесс повторяется после срабатывания каждого последующего сравнивающего устройства.

Первоначальное состояние РП не имеет значения.

Когда сработает последнее (для ИС) сравнивающее устройство по срезу очередного импульсного сигнала с ИКИ 6 в РП 8 сохранится информация, которая соответствует временным интервалам между моментами срабатывания, определенного одним из сравнивающих устройств и моментом срабатывания последнего (для ИС) сравнивающего устройства.

Также стоит отметить, что в одном из РП 8 сохранится кодовое отображение фронта импульсного сигнала на входе в диапазоне К уровней. Сигналом, который считает эту информацию, может являться выходный сигнал 5 первого сравнивающего устройства.

Когда на выходах элементов 3 ИЛИ возникнут сигналы, соответствующие триггеры 4 переводятся в начальное состояние, и

квантующие импульсные сигналы перестают идти к счетчикам 5, которые управляются данными триггерами.

А когда закончится ИС, в счетчиках 5 уже будет содержаться информация в кодовой форме, касающаяся длительности импульсного сигнала на определенных относительных уровнях, а с одного из РП 8 уже будет считана информация в кодовой форме, касающаяся длительности фронта ИС в пределах К уровней.

В итоге хочется отметить, что введением РП, элемента ИЛИ и ЭС можно существенно расширить функциональные возможности устройства, которое становится полезным при обработке информации.

3.4. Анализатор формы электрических моноимпульсных сигналов сложной формы

Данное устройство обычно применяют при разработке анализаторов формы импульсных сигналов.

Уже известное устройство для цифрового отображения формы электрического импульса, включающее в себя - k триггеров 4, единичные входы которых имеют связь с выходами соответствующих элементов 2 ИЛИ, а «0» входы - с выходами соответствующих элементов 3 ИЛИ,

- k счетчиков 5 импульсных сигналов, которые управляются по счетным входам сигналами с триггеров 4, а по «0» входам - сигналами с выходов элементов 2 ИЛИ,

- ИКИ 6, который имеет связь со счетными входами счетчиков 5,

- ИОН 7, которые имеют связь с входами сравнивающих устройств,

- К РП 8, по информационным входам подключенных к выходам соответствующих счетчиков 5 импульсных сигналов,

- ЭС 9, выход которого имеет связь с объединенными входами синхронизации РП 8, 1- ый вход – с ИКИ 6, а 2-ой вход - с выходом элемента 10 ИЛИ, входы которого имеют связь с выходами а сравнивающих устройств 1, начиная с k-го.

- несколько сравнивающих устройств, 1-ые входы которых соединены с шиной исследуемого сигнала (ИС), 2-ые входы - с выходами источника опорных напряжений (ИОН), а выходы - с входами счетчиков импульсных сигналов,

- k триггеров 4, единичные входы которых имеют связь с выходами соответствующих элементов 2 ИЛИ, а «0» входы - с выходами соответствующих элементов 3 ИЛИ,

- k счетчиков 5 импульсных сигналов, которые управляются по счетным входам сигналами с триггеров 4, а по «0» входам - сигналами с выходов элементов 2 ИЛИ,

- ИКИ 6, который имеет связь со счетными входами счетчиков 5,

- ИОН 7, который имеют связь с входами сравнивающих устройств,

- К РП 8, по информационным входам подключенных к выходам соответствующих счетчиков 5 импульсных сигналов,

- ЭС 9, выход которого, связан с объединенными входами синхронизации РП 8, 1- ый вход – с ИКИ 6, а 2-ой вход - с выходом элемента 10 ИЛИ, входы которого имеют связь с выходами а сравнивающих устройств 1, начиная с k-го.

Возможности данного устройства ограничены, а именно присутствует неоднозначность соответствия информации, которая находится в выходных счетчиках, определенным относительным уровням сигнала на входе в промежутке изменения его амплитуд [9,18,21]

Также существует устройство, предназначенное для отображения формы электрического импульсного сигнала в цифровой форме, в состав которого входят:

- сравнивающие устройства,

- ИОН,

- счетчики импульсных сигналов,

- источники квантующих импульсов (ИКИ),

-две группы блоков ИЛИ,

- группа триггеров управления (ТУ).

1-ые входы сравнивающих устройств подключены ко входам устройства, а 2-ые входы – к ИОН.

Счетные входы счетчиков подсоединены к ИКИ.

Выходы ТУ связаны с управляющими входами счетчиков импульсов, а их единичные входы - с нулевыми входами счетчиков импульсных сигналов и выходами блоков ИЛИ 1-ой группы, нулевые входы - с выходами блоков ИЛИ 2-ой группы, входы которых подключены ко 2-ым выходам сравнивающих устройств, 1-ые выходы которых соединены с входами блоков ИЛИ 1-ой группы.

У только что описанного устройства тоже есть недостаток, заключающийся в ограниченности функциональных возможностей, которая также обусловлена неоднозначностью соответствия информации, которая

находится в выходных счетчиках, определенным относительным уровням сигнала на входе в пределах изменения его амплитуд, что приводит к затруднению непосредственного применения полученной информации.

Предлагаемое в [9] устройство избавлено от такого недостатка.

Это устройство в своем составе имеет:

- Р сравнивающих устройств, 1-ые входы которых имеют связь с входом устройства, 2-ые входы - с выходами ИОН,

- два блока ИЛИ,

- счетчики импульсных сигналов, счетные входы которых имеют связь с ИКИ, а управляющие входы - с выходами К триггеров.

Также оно имеет распределитель импульсов (РИ), выходы которого подключены к нулевым входам триггеров, а вход - к выходам 2-ого блока ИЛИ, входы которого подключены ко 2-ым выходам сравнивающих устройств, 1-ыми выходами подключенных к входам 1-ого блока ИЛИ.

Выход которого связан с синхронизирующими входами счетчиком импульсных сигналов, причем единичные входы триггеров соединены с 1-ыми выходами 1-ых К сравнивающих устройств, информационные входы 1-ого счетчика импульсных сигналов подключены к шине уровня логического «0», а информационные входы каждого последующего счетчика - к выходам предыдущего.

На рисунке 3.4.1 показана структурная электрическая схема устройства.

На схеме присутствуют следующие обозначения:

1 - К сравнивающих устройств,

2 - ИОН,

3 и 4 – 1-ый и 2-ой блоки ИЛИ,

5 - К триггеры,

6 - РИ,

7 - К счетчиков импульсных сигналов,

8 - ИКИ.

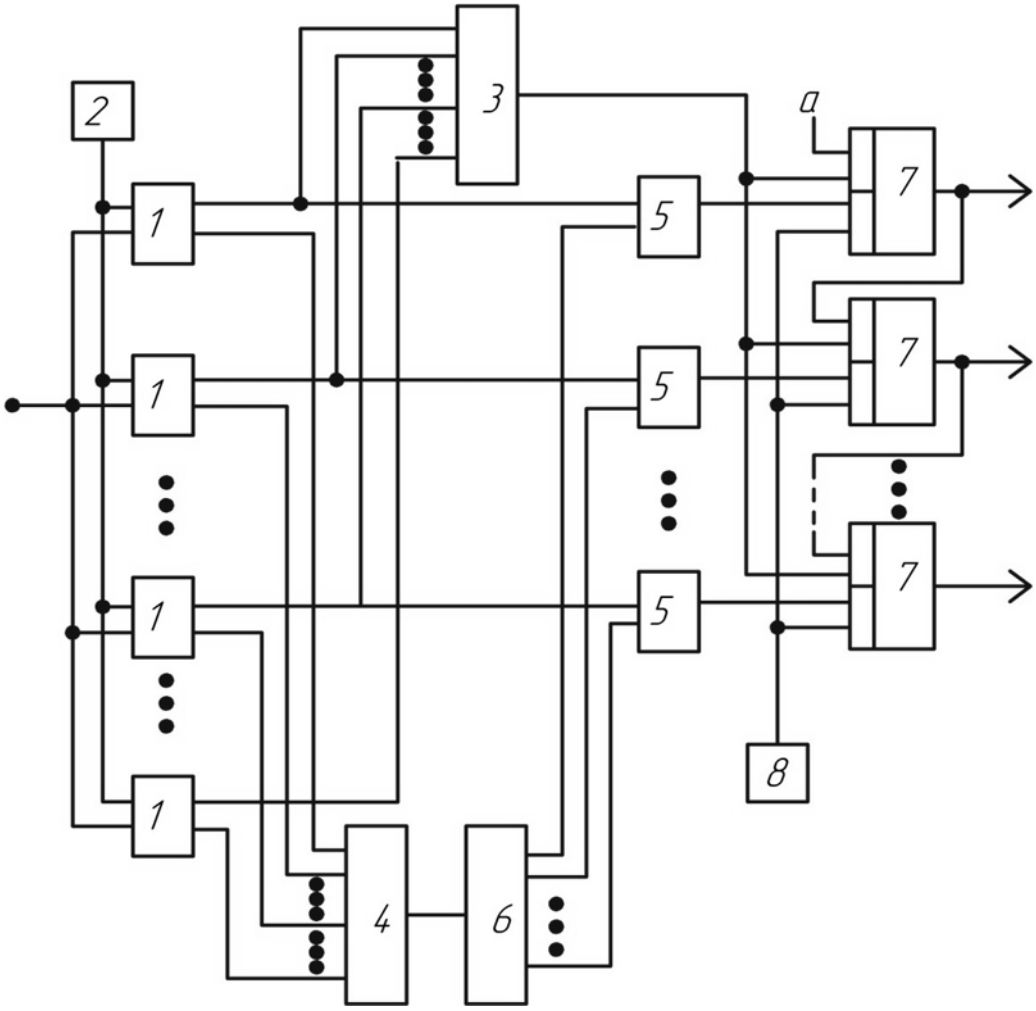

Рисунок 3.4.1 – Структурная электрическая схема устройства

Далее рассмотрен принцип дествия устройства.

ИС в одно и то же время идет на 1-ые входы сравнивающих устройств 1, 2-ые входы которых имеют связь с ИОН 2.

Величина отношений непоследовательных порогов срабатывания (большего к меньшему значению) сравнивающих устройств 1 зависит от

необходимой точности воспроизведения формы сигнала, а на количество Р сравнивающих устройств оказывает влияние сама амплитуда и вероятный диапазон изменения амплитуд сигнала на входе.

С 1-ого и 2-ого выходов сравнивающих устройств 1 появляются импульсные сигналы, образованные соответственно в моменты начала и конца превышения входным импульсным сигналом, уровня опорного напряжения.

Импульсы с 1-ых выходов сравнивающих устройств 1 поступают на входы блока ИЛИ 3, выход которого имеет связь с синхронизирующими входами К счетчиков импульсных сингалов.

Наименьшее значение целого числа К вычисляется из следующего соотношения:

$$k_{min} \geq -\frac{lga}{lg\delta},$$

где а - минимальный относительный уровень, от которого начинается кодовое отображение сигнала.

Сигналы, которые выходят из блока ИЛИ 3, осуществляют запись 0 в 1-ом счетчике и перемещение информации от предыдущего счетчика к последующему, что требуется для подготовки счетчиков к процессу измерения на новом абсолютном уровне при сохранении относительного уровня измерения.

В одно и то же время сигналы с 1 - ых выходов 1 - ых К сравнивающих устройств поступают на единичные входы соответствующих К триггеров 5. Выходы этих триггеров имеют связь с управляющими входами счетчиков импульсных сигналов 7.

Сигналы, которые появляются на единичных выходах триггеров 5, позволяют квантующим импульсам пройти с ИКИ 8 на счетчики импульсных сигналов 7.

Когда произойдет срабатывание К - го сравнивающего устройства, во всем устройстве информация сдвинется от счетчиков с меньшим номером в счетчики с большим номером.

Последовательный сброс триггеров 5 в состояние «0» произведут импульсные сигналы, формирующие на соответствующих выходах РИ 6, только при появлении сигналов на выходе схемы ИЛИ 4, которая объединяет 2-ые выходы сравнивающих устройств.

Стоит отметить, что 1 - ым импульсным сигналом устанавливается в нулевое состояние 1 - ый триггер, вторым - второй, К - м – К - й триггер 5.

В то же время квантующие импульсные сигналы не могут идти на счетчики, которые управляются этими триггерами.

Когда ИС закончится, информация о его форме в кодовом виде будет располагаться в счетчиках импульсных сигналов 7.

Причем каждому i-ому счетчику будет соответствовать относительный уровень измерения длительности электрического импульса, который находится в определенных пределах.

Описываемое устройство дает возможность увеличить функциональные возможности посредством обеспечения однозначности соответствия каждого из цифровых выходов конкретному относительному уровню импульсного сигнала на входе при не аналоговом отображении его формы. И данное соответствие не пропадает при изменении амплитуды импульсного сигнала на входе в достаточно широком диапазоне.

Также данное устройство позволяет измерять длительность импульсных сигналов на любом относительном уровне, который находится в пределах цифрового отображения его формы, при этом нет необходимости вводить дополнительные узлы, что, в свою очередь, расширяет его функциональные возможности при обработке информации.

Устройство для цифрового отображения формы электрического импульса, которое включает в себя:

- Р сравнивающих устройств, 1 - ые входы которых подключены к входам устройства, 2 - ые входы - к выходам ИОН,

- два блока ИЛИ,

- счетчики импульсов, счетные входы которых имеют связь с ИКИ, а управляющие входы - с выходами К триггеров.

Отличается наличием РИ, выходы которого подключены к нулевым входам триггеров, а вход - к выходу 2 - ого блока ИЛИ, входы которого имеют связь со 2 - ыми выходами сравнивающих устройств, 1 - ыми выходами соединенных с входами 1- ого блока ИЛИ.

Выход которого подключен к синхронизирующим входам счетчиков импульсных сигналов, при этом единичные входы триггеров имеют связь с 1-ыми выходами 1 - ых К сравнивающих устройств, информационные входы 1-ого счетчика импульсных сигналов имеют связь с шиной уровня логического «0», а информационные входы каждого последующего счетчика - к выходам предыдущего.

Заключение

В бакалаврской работе на основе проведенного аналитического обзора рассмотрены средства отображения формы однократных оптических и электрических импульсных сигналов

В связи с широким применением в различных областях науки и промышленности сигналов − воздействий, имеющих моноимпульсный характер, задача создания таких средств особенно востребована в настоящее время.

Большой интерес при этом представляет цифровое измерение мплитудных и временных характеристик моноимпульсных воздействий, включая и цифровое отображение формы, которая дает наибольший объем полезной информации о результатах моноимпульсных воздействий.

Особое внимание в бакалаврской работе уделено средствам отображения формы однократных оптических сигналов, которые моут быть применены и для отображения формы электрических моноимпульсных сигналов.

Также определены основные технические параметры (быстродействие, погрешность преобразования, динамический диапазон преобразования) рассмотренных средств отображения формы однократных оптических и электрических импульсных сигналов.

Особенностью проделанной бакалаврской работы является ее поисковый и исследовательский характер.

Список используемой литературы

1. Грязнов М. И. Гуревич М. Л. и Рябинин Ю. А. Измерение параметров импульсов. Радио и связь, 1991.

2. Устройство измерения длительности по двум уровням: пат.№ 2399922: МПК G01R29/02/ Беляев Д. В, Зикий А. Н, Зорин Р. Л, Румянцев К. Е, Черкасов В. И – заявка 2009107158/28; опубл. 20.09.2010.

3. Динамическое запоминающее устройство радиосигнгалов с бинарной волоконно-оптической структурой: пат. № 2210121: МПК G11C 11/44.1/ Румянцев К. Е, Горбунов А. В – заявка № 1001135692/09; опубл. 10.08.2003.

4. Устройство для регистрации импульсных электрических сигналов: пат. №2282861: МКП G01R29/02/ Дмитриев Ю. В, Зюзин Л. Н, Кремлев И. Е, Минеев А. Н., Шувалов В. М – заявка №2005108713/28; опубл. 27.08.2006

5. Устройство для регистрации формы однократных оптических и электрических импульсных сигналов: пат. №2100815: МКП G01R29/02/ Воробьев Б.П., Даниленко К.Н., Евреев А.И., Зюзин Л.Н., Шувалов В.М. – заявка №95121779/09; опубл. 27.12.1997.

6. Устройство для цифрового отображения формы электрического импульса: пат. №789908: МКП G01R29/02/ Жертовский В.В., Василенко О.Н., Сердюков В.Г.– заявка №2716591/18-21; опубл. 23.12.1980.

7. Устройство для цифрового отображения формы электрического импульса: пат. №890273: МКП G01R29/02/ Жертовский В.В., Василенко О.Н., Сердюков В.Г.– заявка №2891202/18-21; опубл. 15.12.1981

8. Устройство для цифрового отображения формы электрического импульса: пат. №1140060 А: МКП G01R29/02/ Жертовский В.В., Василенко О.Н., Черниченко Н.А. – заявка №3647302/24-21; опубл. 15.02.1985

9. Устройство для цифрового отображения формы электрического импульса: пат. №993159: МКП G01R29/02/ Жертовский В.В., Василенко О.Н., Черниченко Н.А., Сасин П.И. – заявка №3313532/18-21; опубл. 30.01.1983.
10. Найденов А. И. и Новопольский В. А. Электронно-лучевые осциллографы. Энергоатомиздат, 1983.
11. Thomas E. McEwan HIGH SPEED TRANSIENT SAMPLER, US Patent №5471162, МКИ H 03 K 5/125, НКИ 327/92.
12. Doyle J.F. A wavelet deconvolution method for impact force identification // Experimental Mechanics. - 1997. -V.37. -№4. - P. 403-408.
13. Daubechies I. The wavelet transform, time-frequency localisation and signal analysis // IEEE Trans. Inform. Theory. -1990. - V.36. - №5. - P. 961-1004.
14. Mallat S.G. A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation // IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. - 1989. - V.
15. Бусурин В. И. , Носов Ю.Р. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения. - М.: Энергоатомиздат, 1990, с. 85.
16. Рыжевский, А. Г. Автоматизация контроля формы моноимпульсных сигналов [Текст]: производственное издание. / А. Г. Рыжевский, Д. В. Шабалов. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 96 с. – (Библиотека по автоматике).
17. Signal transmission, proceeding, sensor monitoring system. Korea-Russia Joint-Workshop 2006 , October 26-28, Khabarovsk, Russia.
18. Е.Макэван, Дж.Килкенни 32-ГГц регистратор однократных импульсов R&D Magazin, oct.1993.
19. Цифровой рециркуляционный измеритель параметров коротких одиночных импульсов сложной формы. Абрамов Г.Н., Евстигнеев А.А., Никитенков А.А. В сборнике: Техника и Технология современных производств. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Скрябина, А.Н. Машкова. 2015. С. 14-18.
20. Иванов В. Э. Алгоритмы и средства классификации моноимпульсных сигналов на основе дискретного вейвлет-преобразования в информационно-

измерительных системах : дис. ... канд. техн. наук : 05.11.16 Хабаровск, 2007 161 с. РГБ ОД, 61:07-5/2336

21. Цифровой синтезатор сигналов произвольной формы. А. М. Метальников А.М Приборы и техника эксперимента, 2009, № 1, с. 65-67