

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА

кафедра радиотехнических устройств

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАЛА СИНХРОНИЗАЦИИ  
ТЕЛЕВИЗИОННОГО ПРИЁМНИКА**

*Методические указания к лабораторной  
работе по курсу "Основы телевидения  
для студентов спец.20.07 и 20.05".*

Составил доцент Глазунов  
Владислав  
Александрович

САМАРА 1995

Целью работы является ознакомление с работой передающей части ТВ-системы и изучение формы стандартного телевизионного сигнала и его составных частей.

### 1. Передающая часть ТВ-системы и полный ТВ-сигнал (ПТС).

Структурная схема передающей части ТВ-системы представлена на рис. 1.

Передающая камера (К) содержит передающую трубку (ПТ), блок развертки (БР), предварительный усилитель (ПУ) и видеодискатель (ВИ). ПУ обеспечивает согласование ПТ с камерным кабелем, поднимая уровень сигнала изображения до 0.2 - 0.3В. В камерном кабеле осуществляется коррекция различного рода искажений, замешивание строчных и кадровых гасящих импульсов и подъём уровня сигнала до 1.0В.

Сигналы изображения с Выхода всех камерных каналов поступают на микшерное устройство, осуществляющее коммутацию и смешивание сигналов различных источников. В линейном усилителе замешиваются синхросигналы и ПТС поступает в радиопередающее устройство (РПУ), в котором изображение модулируется по амплитуде (с частичным подавлением одной боковой полосы).

Звуковое сопровождение передаётся методом ЧМ. Разность частот между несущими изображения  $f_{из}$  и звука  $f_{зв}$  поддерживается постоянной - 6.5МГц.

Синхрогенератор (СГ) предназначен для получения синхронизирующих и управляющих импульсов с требуемой формой и определенными временными параметрами.

Состав СГ: задающее устройство (хронизатор), устройство формирования и распределения импульсов (УФРИ), по нескольким кабельным линиям соединяющее СГ с многочисленными потребителями и схема АПЧ.

Хронизатор предназначен для генерирования с заданной стабильностью набора (сетки) опорных частот, определяющих параметры синхронизирующих и служебных сигналов с жесткой связью между ними по частоте. В хронизатор входят: задающий генератор и делители частоты, выполненные на счетчиках СТх и СТу. Частота задающего генератора определяется стандартом развертки. При построчной развертке частота кадров  $f_k$  связана с частотой строк  $f_z$  простым соотношением:

$$f_z = f_k \cdot z = n \cdot z$$

где  $n$  - число кадров в секунду,  $z$  - число строк в кадре. Поэтому задающий генератор настраивается на частоту строк  $f_z$ , а с помощью ряда делителей строчная частота делится на  $z$ , в результате чего на выходе получается сигнал с кадровой частотой  $f_k = n$ , жестко связанный с  $f_z$ .

При чересстрочной развертке каждый кадр изображения состоит из двух полей, поэтому частота полей вдвое больше, чем частота кадров:  $f_{пол} = 2f_k = 2n$ .

Эта частота связана с числом строк в одном поле и частотой строк соотношением:

$$f_z = f_{пол} \cdot z/2.$$

Чтобы получить частоту полей  $f_{пол}$  из частоты строк  $f_z$ , необходимо строчную частоту разделить на  $z/2$ . При нечетном числе строк получается дробным, а подобных делителей не существует.

Поэтому задающий генератор работает на удвоенной частоте строк  $2f_z$ . Эта частота является минимально возможной. В современных СГ необходима широкая номенклатура импульсов

с разными частотами, но частота задающего генератора при чересстрочной развертке должна быть кратной  $2f_z$ . В лабораторной работе частота задающего кварцевого генератора выбрана равной 4МГц. Такая частота необходима для контроля четкости и фокусировки лучей цветного кинескопа.

Счетчик СТх (горизонтальная дискретизация) представляет собой делитель частоты на 256, что и обеспечивает частоту  $f_z = 15.625 \text{кГц}$ . Счетчик СГу (вертикальная дискретизация) делит входную частоту на  $z = 5 \cdot 125 = 625$ .

УФРИ служит для формирования синхронизирующих, гасящих и служебных сигналов а также для распределения и согласования сформированных сигналов по потребителям.

Схема Фх формирует строчные гасящие (СГИ) и синхронизирующие (ССИ) импульсы, врезки (В) и уравнивающие импульсы (УИ) двойной строчной частоты  $2f_2$ , запускающие счетчик Сту хронизатора.

Схема Фу формирует КГИ и синхронизирующие КСИ импульсы, а также временные интервалы следования группы кадровых синхроимпульсов и пачек уравнивающих импульсов.

Выходной формирователь Фху формирует сигнал синхронизации приемников (СС), сигнал гасящих импульсов (ГИ = КГИ + СГИ), интервал  $2.5n$  и ряд служебных импульсов.

Хронизатор СГ может работать в режиме автономной или принудительной синхронизации. В режиме принудительной синхронизации частота кадровой развертки подстраивается к частоте промышленной сети (рис 1): на фазовом детекторе (ФД) схемы АПЧ сравниваются частоты полей  $f_2$  и сети  $f_n$  и сети  $f_n = 50$ Гц. Напряжение разбаланса после фильтрации через реактивный элемент изменяет частоту генератора до достижения равенства сравниваемых частот.

В лабораторной работе используется кварцевый генератор и принудительная синхронизация не применяется.

Устройства синхронизации ТВ системы обеспечивают синфазность разверток передаваемого и воспроизводимого изображений, т.е. начало строки (поля или кадра) при формировании изображения должно совпадать с началом строки при его воспроизведении, должен быть обеспечен принятый способ разложения изображения (построчный, чересстрочный и др.), частоты развертки и их соотношение должны быть стабильными.

Форма синхросигнала и его способ передачи должны обеспечивать: 1) легкое отделение синхросигнала из телевизионного сигнала и помех, 2) разделение друг от друга синхросигналов строк и кадров (полей) простыми средствами, 3) отсутствие помех на изображении, создаваемых самими синхросигналами, 4) возможность управления синхрогенераторами при наличии помех.

Для обеспечения первого требования импульсы синхронизации расположены в области "чернее черного" (рис.2): в эту область не может попасть сигнал изображения (на рис.2 - сигналы строк) а лишь строчные и кадровые уравнивающие импульсы. Применяя амплитудный селектор легко отделить синхросигнал от сигнала изображения  $СС = ССИ + КСИ + УИ$ .

Для разделения синхросигналов строк и кадров используется их различие по длительности: для выделения ССИ используется дифференцирование, а для выделения КСИ интегрирование. Чтобы синхронизация генератора строчной развертки приемника была непрерывной, а эффект интегрирования не был нарушен, в КСИ делаются врезки. Задний фронт врезок совпадает по времени с передним фронтом ССИ, который должен был бы быть в этом месте. Интегрирование КСИ с наличием вырезок врезок приводит к получению зубчатой формы кривой, но эта зубчатость одинакова во всех кадрах, и при постоянном уровне срабатывания генератора кадровой развертки не приводит к нарушению синхронизации.

Третье требование обеспечивается путем передачи гасящих импульсов (СГИ) и (КГИ) на время обратного хода луча на экране приемной трубки и на время считывания зарядов на мишени передающей трубки. Длительность гасящих импульсов приемника  $ГИ_{пр}$  больше длительности гасящих импульсов передающей трубки  $ГИ_т$  (рис.1), т.к. при попеременной работе от различных камер с неодинаковой длиной камерных кабелей могут возникнуть временные сдвиги сигнала.

Для устранения влияния импульсов помех на синхронизацию применяются специальные помехозащищенные схемы синхронизации.

Параметры представленных на рис.2 импульсов ПТС (номинальная длительность по ГОСТ 7845-79):  $t_{ССИ} = 4.7$ мкс,  $t_{КСИ} = 160$ мкс,  $t_{УИ} = 2.35$ мкс,  $t_{В} = 3.7$ мкс,  $t_{СИ} = 12$ мкс,  $t_{КИ} = 1612$ мкс.

При изучении формы ПТС (рис.2) обратите внимание на то, что сигналы строк в конце нечетного поля и в начале четного соответствуют половине развертки изображения. Вместе с тем, между соседними полями имеет место временной сдвиг в половину строки: расстояние от левого края ССИ (заштрихован) до начала КСИ в нечетном поле (верхняя диаграмма) равно длительности строки (Н), а в четном поле

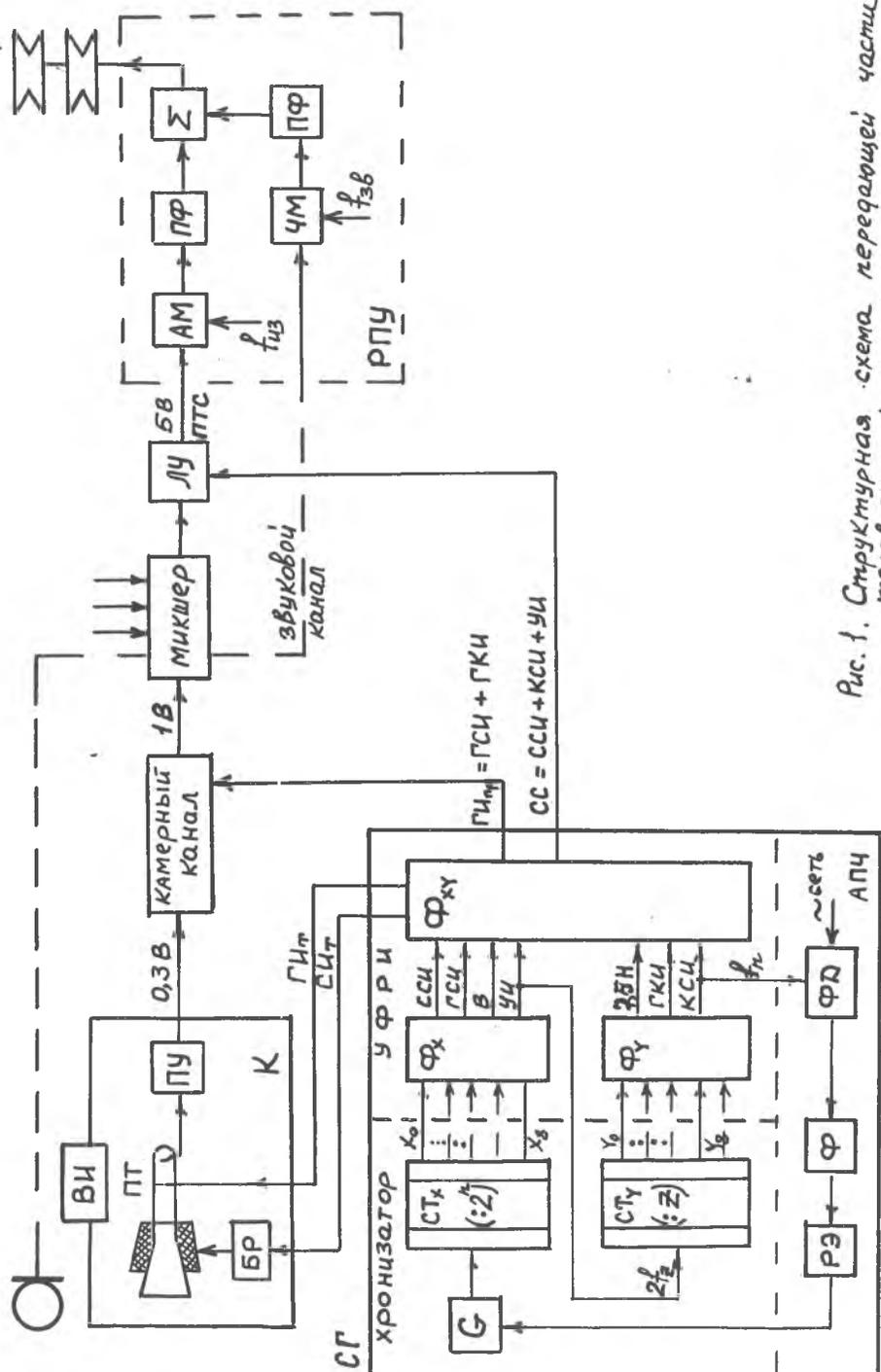
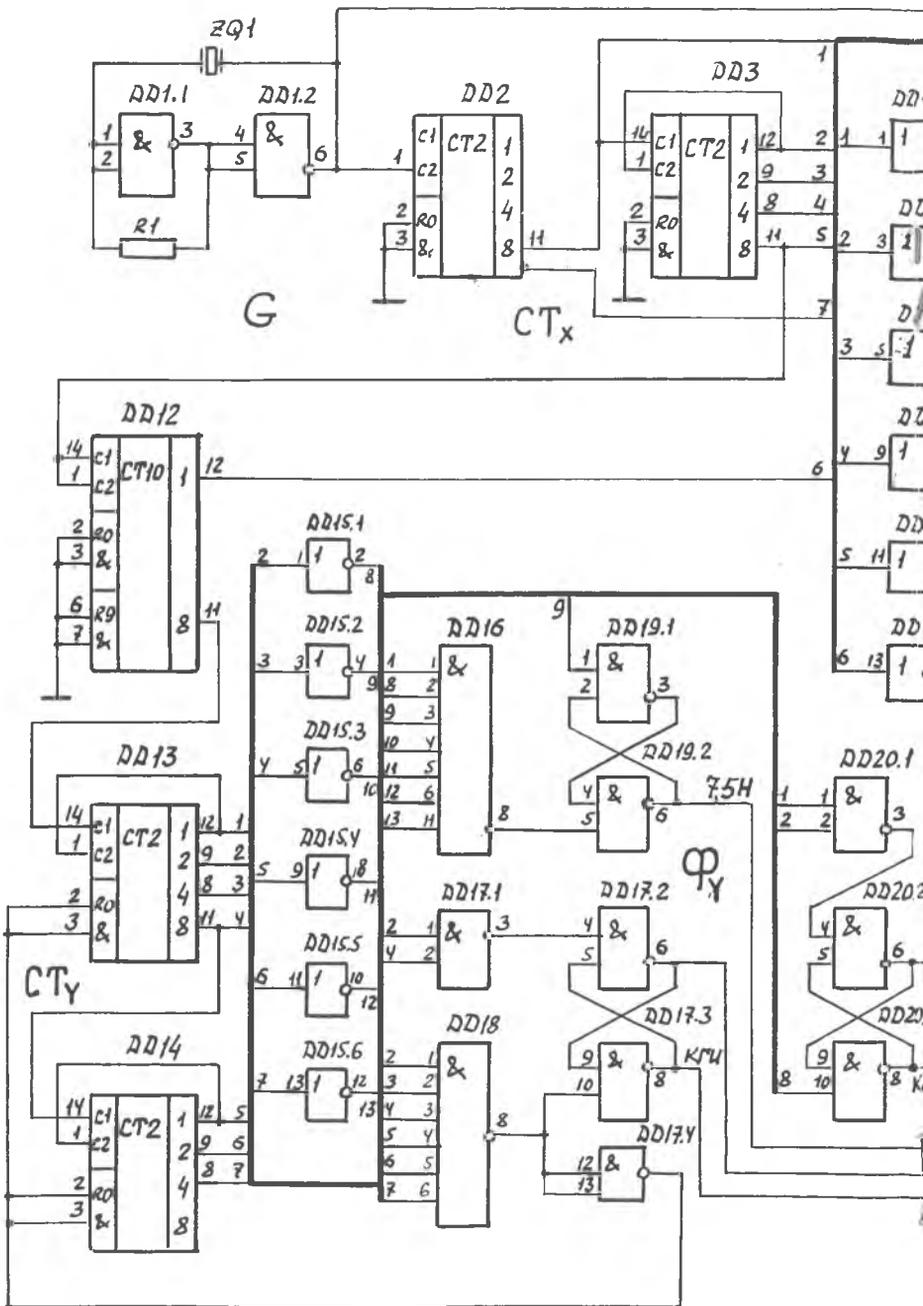


Рис. 1. Структурная схема передающей части телевизионной системы





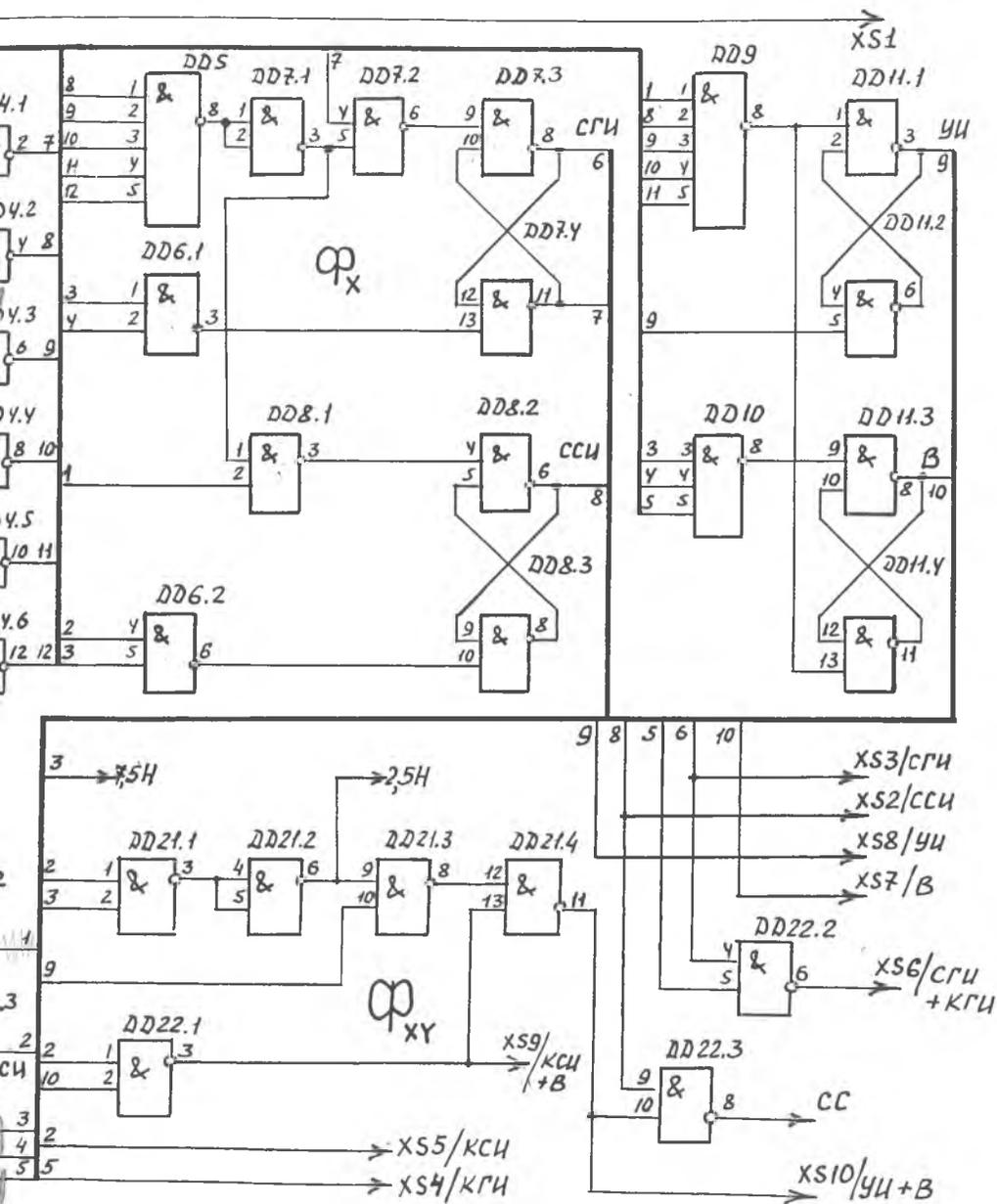


Рис. 3. Принципиальная схема синхροгенератора

## Сигналы вертикальной дискретизации

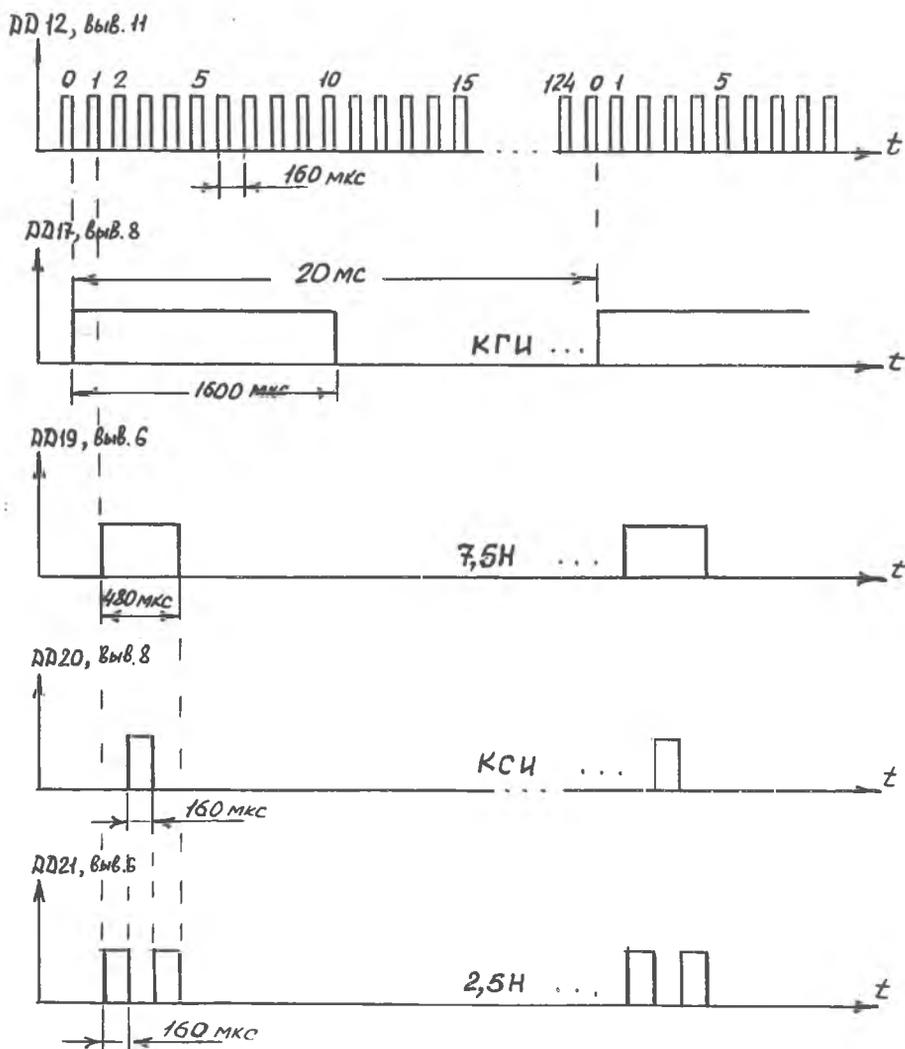


Рис. 5

(нижняя диаграмма) - половине строки (H/2). Это создает неидентичность формы импульсов кадровой синхронизации после интегрирования.

Для идентичности формы импульсов кадровой синхронизации до и после КСИ вводят уравнивающие импульсы (УИ), следующие с двойной строчной частотой на время 2.5H. Аналогично с двойной строчной частотой делаются и врезки (В).

## 2. описание синхрогенератора, используемого в лабораторной работе.

Синхрогенератор выполнен на микросхемах серии 155. Принципиальная схема СГ приведена на рис. 3. временные диаграммы строчного и кадрового синхросигналов - на рис. 4 и 5.

Задающий генератор хронизатора выполнен на элементах ДД1.1 т ДД1.2 и представляет собой мультивибратор с кварцевой ( ZQ1 ) стабилизацией частоты, поэтому схема АПЧ в работе не используется.

Делитель на 256 (СТХ) образован счетчиками ДД2 ,ДД3 и частью ДД12. В результате деления частоты 4МГц на вых.11 ДД3 образуется двойная строчная частота  $2f_z$  (рис. 4), а на вых. 8 - частота  $4f_z$  .

Канал формирования импульсов строчной частоты (ФХ) выполнен на элементах ДД4 - ДД11 и предназначен для формирования импульсов СГИ, ССИ, УИ и В. Передний фронт строчных гасящих и синхроимпульсов (СГИ и ССИ) формируются дешифрацией состояния "0" счетчика СТх с помощью элемента ДД5. При появлении этого состояния ("1-2-4-8" счетчика ДД3 и "0" триггера ДД12) на выходе ЛЭ ДД7.1 устанавливается высокий уровень, который поступает на входы 1 и 5 элементов ДД7.2 и ДД8.1, соответственно. На вторые входы этих элементов (вход 4 ДД7.2 и вход 2 ДД8.1) поступает в противофазе импульсы задающего генератора, под действием которых триггеры ДД7.3 / ДД7.4 и ДД8.2 / ДД8.3 устанавливаются в единичное состояние. Передний фронт ССИ (вых. 6 ДД8) отстает от переднего фронта СГИ (вых. 8 ДД7) на 1мкс. (см. рис. 4), т.к. импульсы на выходе ДД8.1 отстают от импульсов на выходе ДД7.2 на 1мкс.

Длительность ССИ определяется состоянием "3" ("1" и "2") счетчика ДД3, который дешифруется элементом ДД6.2 ( $t_{\text{ССИ}}=5\text{мкс.}$ ), спад СГИ формируется состоянием "6" ("2" и "4") счетчика ДД3, который фиксируется дешифратором ДД6.1 ( $t_{\text{СГИ}}=12\text{мкс.}$  - рис. 4). Отрицательные импульсы на выходах ДД6.1 и ДД6.2 возвращают триггеры ДД8.2 / ДД8.3 и ДД7.3/ДД7.4 в исходное состояние .

Уравнивающие импульсы двойной строчной частоты формируются дешифрацией состояния "0" счетчика ДД3 с помощью элемента ДД9. Передний фронт УИ ,совпадающий с фронтом ССИ, устанавливает триггер ДД1.1/2 в единичное состояние. Спад УИ определяется состоянием "2" счетчика ДД3: отрицательный импульс с выхода ДД4.3 устанавливает триггер ДД1.1/2 в исходное состояние. Т.о., длительность УИ составляет 3мкс., а период повторения - 32мкс. (рис. 4).

Импульсы врезки (В) сдвинуты относительно ССИ на длительность импульса ССИ : фронт импульсов врезки формируется дешифрацией состояния "14" счетчика ДД3 с помощью элемента ДД10. Передний фронт этих импульсов устанавливает триггер ДД11.3/4 в единичное состояние, формируя спад импульсов врезки :  $t_{\text{В}} = 5\text{мкс.}$  - рис. 4.

Делитель на  $z = 625$  (СТу) собран на элементах ДД12 (делитель на 5), ДД13 и ДД14 (делитель на 125). Выделение 125-го состояния счетчиков осуществляется дешифратором ДД18, с последующей установкой (через инвертор ДД17.4) счетчиков ДД13, ДД14 в нулевое состояние.

Канал формирования импульсов кадровой частоты (Фу) включает в себя элементы ДД15 - ДД20 и предназначен для образования импульсов КГИ, КСИ и интервала "7.5 H".

Под действием импульса 125-го состояния, снимаемого с элемента ДД18, триггер ДД17.2/3 переходит в единичное состояние , формируя передний фронт КГИ (выход 8 ДД17, рис. 5). Спад КГИ определяется состоянием "10" делителя, которое фиксируется элементом ДД17.1 :  $T_{\text{КГИ}} = 1600\text{мкс.}$

Триггер ДД19 (выход 6) формирует импульс "7.5 Н" : передний фронт определяется состоянием "1" делителя и выделяется дешифратором ДД16, спад определяется состоянием "4" и выделяется инвертором ДД15.2:  $t_{7.5Н} = 480\text{мкс}$ .

Фронт КСИ определяется состоянием "2" делителя и выделяется инвертором ДД15.1, спад определяется состоянием "3" и выделяется дешифратором ДД20.1 импульсы КСИ, длительностью 160мкс., образуются на выходе триггера ДД20 (выход 8, рис.5).

Формирующее устройство  $\Phi_{ху}$  предназначено для образования смеси гасящих и синхроимпульсов и включает в себя микросхемы ДД21 - ДД22. Для формирования синхросигнала (СС) необходимо к строчным ССИ добавить пачку передних и задних уравнивающих импульсов двойной строчной частоты длительностью 2.5Н с врезками двойной строчной частоты. Общая продолжительность УИ и КСИ (с врезками) составляет 7.5Н (см.рис.2).

На микросхеме ДД21 собран перемножитель для получения УИ, длительностью 2.5Н : на вход ДД21.1 поступают импульсы "7.5Н" и инверсный КСИ , на выходе ДД21.2 получаем два импульса по 160мкс. (рис.5), который поступает на вход 9 ДД21.3. На другой вход ДД21.3 подаются УИ с триггера ДД17, в результате чего на выходе ДД21.3 образуются импульсы длительностью 2.5Н, промодулированные двойной строчной частотой.

На элементе ДД22.1 выполнен перемножитель для получения последовательности КСИ с врезками двойной строчной частоты (на входе 1 - КСИ, на входе 2 - В). Сумматор ДД21.4 производит сложение последовательности инверсных КСИ и инверсных ССИ. Далее к ним добавляются УИ, а на выходе сумматора ДД22.3 образуется инверсный синхросигнал приемника (СС).

На выходе сумматора ДД22.2 образуется последовательность гасящих импульсов (СГИ и КГИ).

### **3. порядок выполнения работы.**

Включить в сеть осциллограф и лабораторную установку. Исследовать работу синхрогенератора (рис.3):

1. Просмотреть и зарисовать форму колебания опорной частоты в XS1, определить частоту колебания с помощью осциллографа.
2. Просмотреть и зарисовать форму сигнала строчной синхронизации в точке XS2, измерить период следования и длительности ССИ. Внешнюю синхронизацию завести с точки XS14.
3. Просмотреть и зарисовать форму строчных гасящих импульсов в точке XS3, измерить их период следования и длительности.
4. Просмотреть и зарисовать форму кадрового гасящего импульса в XS4, измерить период следования и длительность КГИ. Внешнюю синхронизацию завести с точки 15.
5. Просмотреть и зарисовать форму кадрового синхронизирующего импульса и точке XS5 и измерить его длительность.
6. Просмотреть и зарисовать сигнал последовательности СГИ и КГИ в точке XS6, проверить частоту следования СГИ и КГИ. Внешнюю синхронизацию завести с точки XS15.
7. Просмотреть и зарисовать сигнал врезок и уравнивающих импульсов в точках XS7 и XS8, измерить их период следования и длительность.
8. Просмотреть и зарисовать сигнал КСИ с врезками в точке XS9.
9. Просмотреть и зарисовать сложный сигнал синхронизации в течение 7.5Н в точке XS10, измерить продолжительность пакетов импульсов врезок и уравнивающих импульсов.

### **4. содержание отчета.**

1. Нарисовать функциональную схему синхрогенератора (по принципиальной схеме).
2. Нарисовать осциллограммы эксперимента с обязательным соблюдением временных соотношений.
3. Сделать выводы по проделанной работе.

### **5. контрольные вопросы.**

1. Для чего служит система синхронизации ?
2. Какие требования предъявляются к синхросигналу и каким образом эти требования удовлетворяются?
3. Нарисуйте обобщенную структурную схему передающей части ТВ-системы и поясните назначение её составных частей.
4. Нарисуйте структурную схему синхрогенератора и поясните назначение его составных частей.
5. Типы разверток. Процесс образования раstra. Значения  $z, n$  ?
6. Нарисуйте форму полного синхросигнала приёмника при чересстрочном разложении, поясните структуру сигнала и назначение его элементов.
7. Каково назначение врезок в КСИ?
8. Каково назначение уравнивающих импульсов?
9. Работа хронизатора СГ (по принципиальной схеме)?
10. Работа УФ горизонтальной дискретизации (по принципиальной схеме)?
11. Работа УФ вертикальной дискретизации (по принципиальной схеме)?
12. Формирование СС и ГИ по принципиальной схеме.
13. Поясните форму сигналов, полученных в экспериментальной части работы.

### **6. литература.**

1. Телевидение/под ред. В. Е. Джакони. - М.: Радио и связь, 1986. стр. 48-50, 186-201, 305-306.
2. Телевидение/под ред. П. В. Шамова. - М.: Связь, 1979. стр. 54-55, 164-178.