МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники

Кафедра ЭВМ

Пояснительная записка

к курсовому проекту по курсу

«Схемотехника ЭВМ»

на тему: «Генератор испытательных сигналов для телевизионных приемников»

Минск 2000

Введение

Современные цветные телевизоры, включая 3-6-го поколений, с потребительской точки зрения отличаются от своих предшественников не только такими преимуществами, как уменьшение потребляемой энергии, массы, габаритов, расширение сервисных возможностей, но и существенным повышением четкости и естественности изображения, которые в исправном телевизоре сохраняются в течение длительного времени, не требуя дополнительной настройки. Заводами-изготовителями принимаются так же меры по повышению надежности телевизоров, однако это не исключает их повреждаемости за счет старения и недостаточно высокого качества элементов и узлов (кинескопы, интегральные микросхемы, электрические конденсаторы и др.). В задачу телемастера, как известно, входит отыскивание поврежденного элемента, его замена и затем настройка телевизора с целью доведения его параметров до заданных норм, которые нередко «уходят» после замены неисправной детали. Быстрое и качественное выполнение этой задачи требует применения вспомогательных устройств, наиболее эффективным из которых является генератор телевизионных испытательных сигналов (ГИС). Например, после такой типичной ремонтной операции, как замена неисправного кинескопа, требуется сведение лучей в новом кинескопе. Приблизительное «на глаз» выполнение этой операции, как правило, не дает необходимых результатов, приводя к снижению качества изображения. При использовании ГИС сведение лучей кинескопа сводится к последовательному выполнению определенных действий, правильность которых, как и конечный результат, контролируются по испытательным изображениям на экране кинескопа.

ГИС обеспечивает ускорение поиска неисправности и объективность оценки результатов при ремонтно-настроечных работах.

К настоящему времени в периодической печати накопился немалый банк схем генераторов телевизионных испытательных сигналов, предназначенных для самостоятельного изготовления радиолюбителями, занимающимися ремонтом и настройкой телевизоров. Вместе с тем книжные издания, в которых обобщаются вопросы построения ГИС, составляют лишь несколько наименований, причем все они стали библиографической редкостью, хотя в них не отражены многие последние результаты в области конструирования любительных ГИС.

Следует отметить, что в журнальных описаниях обычно приводятся лишь принципиальные схемы, в которых отдельные детали нередко заслоняют главную идею, положенную в основу построения ГИС. При этом из поля зрения выпадают родство многих схем, позволяющее разделить их классы и рассматривать с единых позиций.

Основные сведения о генераторах телевизионных испытательных сигналов.

Назначение генераторов.

Генераторы, используемые при ремонте и настройке телевизоров, можно разделить на две группы:

1. генераторы, которые применяют только совместно с дополнительными приборами в основном с осциллографами, например, генераторы стандартных сигналов, генераторы качающейся частоты;
2. генераторы, формирующие сигналы специальной формы, с помощью которых на экране контролируемого телевизора получают изображения в виде испытательных таблиц.

Наибольшее распространение при обслуживании телевизоров получили генераторы второй группы. Именно их принято называть генераторами телевизионных испытательных сигналов (ГТИС или упрощенно ГИС). Такие генераторы позволяют оценивать соответствие параметров телевизора техническим требованиям и отыскивать неисправность посредством визуального наблюдения воспроизводимого изображения или с помощью осциллографа путем сравнения осциллограмм, снятых в контрольных точках с указанными на принципиальной схеме телевизора.

Виды испытаний с помощью таблиц.

Существует много испытательных таблиц, которые содержат изображения, позволяющие контролировать следующие основные параметры и устройства телевизора:

1. формат изображения и его центрирование;
2. нелинейные и геометрические искажения растра;
3. яркость и контрастность;
4. четкость изображения;
5. статический и динамический баланс белого;
6. точность фиксации уровня черного;
7. стабильность размеров растра;
8. точность статического и динамического сведения лучей кинескопа;
9. переходные искажения в канале яркости;
10. УПЧИ;
11. АПЧГ;
12. АРУ;
13. цепи стабилизации высокого напряжения;
14. прохождение сигналов цветных поднесущих через канал цветности;
15. правильность воспроизведения основных и дополнительных цветов;
16. насыщенность цвета в смежных строках;
17. равенство уровней поднесущих прямого и задержанного сигналов;
18. правильность настройки устройств коррекции низкочастотных и высокочастотных предыскажений;
19. точность установки нулевых точек дискриминаторов;
20. значение уровней цветоразностных сигналов;
21. правильность настройки устройств цветовой синхронизации;
22. правильность матрицирования, определяющего соотношение уровней сигнала яркости и цветоразностных сигналов на электродах кинескопа и др.

Первые 13 из перечисленных параметров и устройств можно контролировать с помощью испытательных таблиц черно-белого изображения, остальные требуют применения цветных испытательных таблиц.

Виды ГИС.

Обязательным условием работы всех ГИС является формирование полного телевизионного сигнала (ПТС при черно-белом изображении или ПТЦС при цветном). ПТС в ГИС содержит два типа сигналов: основные и вспомогательные. К основным относятся сигналы испытательных таблиц, к вспомогательным - синхронизирующие и гасящие импульсы строк и полей, импульсы врезок и управляющие (рис.1). С точки зрения точности и полноты ПТС генераторы испытательных сигналов можно разделить на два вида:

1. генераторы, формирующие вспомогательные сигналы в соответствии с требованиями нормалей на видеосигнал;
2. генераторы, формирующие упрощенные вспомогательные сигналы, отличающиеся как по составу, так и по параметрам от требований нормали, но обеспечивающие возможность контроля основных параметров телевизора по испытательным (основные сигналы) изображения на его экране. Генераторы второй группы, как правило, существенно проще и дешевле чем генераторы первой группы, их легко можно изготовить самостоятельно, причем лучшие образцы упрощенных ГИС мало уступают стандартным по функциональным возможностям и качеству испытательных изображений.

Следует отметить, что основная часть испытательных изображений в современных ГИС формируется цифровым методом. Это обеспечивает высокую точность и временную стабильность испытательного сигнала. Элементную базу таких ГИС составляют цифровые микросхемы.

# Постановка задачи

Спроектировать генератор испытательных сигналов. Устройство должно обеспечивать:

1. Формирование белого и черного полей.
2. Формирование шести или двенадцати вертикальных полос с градацией яркости.
3. Формирование вертикальных и горизонтальных чередующихся черных и белых полос, вертикальных и горизонтальных линий.
4. Формирование шахматного и сетчатого полей.

Устройство необходимо реализовать с использованием микросхем серии К155. Необходимым условием является разработка источника питания для генератора.

Произвести расчет всех используемых в схеме элементов либо указать источник в литературе, где приводится их расчет.

# Обоснование выбора структурной схемы

Рассмотрим структурную схему, на которой обозначены:

1. Блок питания.
2. Кварцевый генератор образцовой частоты.
3. Формирователь вертикальных линий и полос.
4. Формирователь горизонтальных линий и полос.
5. Формирователь строчных синхроимпульсов.
6. Формирователь кадровых синхроимпульсов.
7. Устройство сложения.
8. Генератор радиочастоты.

Блок питания предназначен для подачи 5В питания на схему генератора сигналов.

Кварцевый генератор вырабатывает импульсы с частотой следования 4Мгц.

Формирователь вертикальных линий и полос предназначен для формирования сигналов вертикальных линий и сигналов вертикальных полос.

Формирователь горизонтальных линий и полос предназначен для формирования сигналов горизонтальных линий и сигналов горизонтальных полос.

Формирователи строчных и кадровых синхроимпульсов формируют синхросигналы, которые управляют изображением на экране телевизора.

В зависимости от выбранного режима работы, сигналы вертикальных линий или полос и горизонтальных линий или полос поступают на устройство сложения. Там из двух входных сигналов получается третий. В зависимости от режима работы на выходе сумматора получается изображение шахматного либо сетчатого поля.

При другом сочетании набора переключателей в блоках вертикальных линий и полос и горизонтальных линий и полос можно получать различные комбинации изображений из вертикальных и горизонтальных линий и полос.

Генератор радиочастоты настроен на частоту телевизионного канала. В нем происходит модуляция видеосигнала, снимаемого с выхода устройства сложения.

# Обоснование выбора функциональной схемы

Рассматриваемый ГИС является многофункциональным прибором, реализованным на семи микросхемах и одном транзисторе без учета стабилизированного источника питания. Генератор формирует построчный растр с числом строк 315 и частотой кадров 49,6 Гц, т.е. испытательное изображение отличается от стандартного. Выбор построчного растра снимает вопрос о формировании уравнивающих импульсов в ПТС. Уменьшение числа строк в растре до 315 приводит к упрощению схемы и мало сказывается на субъективной оценки качества испытательных изображений. Непрерывность синхронизации при формировании горизонтальных линий обеспечивается тем, что длительность импульса горизонтальной линии выбрана равной длительности активной части одной строки поля (52 мкс) и его фаза «привязана» к фазе строчных импульсов.

Кадровые синхроимпульсы формируются без врезок, а кадровые гасящие импульсы отсутствуют с учетом автономного гашения в телевизоре. Таким образом, ПТС является упрощенным. При этом качество испытательных изображений достаточно высокое, что подтверждается испытаниями рассматриваемого ГИС.

Прибор формирует белое и черное поля, шесть или двенадцать вертикальных полос с градациями яркости, вертикальные и горизонтальные чередующиеся черные и белые полосы, вертикальные и горизонтальные линии, а также шахматное, сетчатое и точечное поля. Кроме перечисленных изображений можно получить изображения перекрещивающихся полос, вертикальных и прерывистых горизонтальных линий, шахматного поля со светлыми полосами, заполненными вертикальными линиями, соответствующим частотам 4 или 2 МГц, и др. Предусмотрено инвертирование сигналов, кроме сигнала «градация яркости».

# Обоснование выбора принципиальной схемы

## Описание работы основных узлов схемы

Сопоставляя принципиальную схему генератора со структурной схемой, видим, что кварцевый генератор образцовой частоты 4МГц реализован с помощью мультивибратора на элементах DD5.1 и DD5.2. В результате деления этой частоты на выходе счетчика DD2 (выход <15) на каждый 16-ый входной импульс формируется импульс длительностью около 0,1мкс, образуя сигнал частотой 250 кГц создающий на экране вертикальные линии.

Резисторы R2-R5 преобразуют сигналы двоичного кода на выходах 1, 2, 4, 8 счетчика DD1 в ступенчатое изменяющееся напряжение градации яркости. Нажимая на кнопку SB1.1 («:2») можно уменьшить количество разрядов двоичного кода, снимаемых с выходного счетчика, и получить вместо 12 полос градации яркости 6 полос.

Триггер DD3.1 формирует строчные гасящие импульсы с периодом следования 64мкс и длительностью 12мкс следующим образом. До появления импульса на входе R триггера DD3.1 находится в единичном состоянии, т.к. вход 4 подключен к инверсному выходу 6. Поступающий на выход R импульс устанавливает его в нулевое состояние, что соотве6тствует началу формирования строчного гасящего импульса. Под действием на выход С второго положительного перепада, возникающего на выходе 1 счетчика 1 триггер 3.1 возвращается в исходное состояние. В результате на инверсном выходе триггера возникают положительные гасящие импульсы длительностью 12мкс.

Триггер DD3.2 формирует строчные синхроимпульсы длительностью 4мкс, фронт которых сдвинут на 2мкс относительно фронта гасящих. Сдвиг обеспечивают элементы VD1 и R6, выполняющие логическую операцию ИЛИ и управляющие входом D. На вход R триггера DD3.2 поступают кадровые синхроимпульсы, в результате чего на его выходе формируется полный синхросигнал.

Формирователя кадровых синхроимпульсов и сигналов горизонтальных линий и полос реализованы на элементах DD4, DD5, DD6. Исходными импульсами для этого узла служат импульсы строчной частоты, поступающие из триггера DD3.1 и воздействующие на вход Т счетчика DD4. Элементы DD4 и DD6 обеспечивают благодаря обратным связям, коэффициенты деления, равные соответственно 63 и 5, что определяет число строк в кадре и частоту кадровых синхроимпульсов.

Кадровые синхроимпульсы формируются RS триггером, состоящим из элемента DD5.3 инвертора и находящегося в счетчике DD4. В начале формирования каждого синхроимпульса счетчики DD4 и DD6 устанавливаются фронтом входного импульса в нулевое состояние. В такое же состояние переходит RS триггер под действием на вход элемента DD5.3 отрицательного импульса, продифференцированного цепью С2, R12, R13. Управление по входу V2 при этом выключено. Уровень 1, возникший на выходе элемента DD5.3 воздействует на входы V8 и С2 счетчика DD4 и, открывая выход S2, обеспечивает выделение на нем спада 4-ого входного импульса. Последний возвращает RS триггер в исходное состояние и формирование кадрового синхроимпульса завершается. В результате на выходе S2 счетчика DD4 возникают отрицательные импульсы кадровой частоты длительностью 204мкс (12+64+64+64).

Формирование сигнала горизонтальных линий осуществляется в счетчике DD4 следующим образом. При формировании кадра изображения воздействие единичного уровня на установочный вход V2 обеспечивает выделение на выходе S1 шестнадцатого входного импульса, а затем каждого 32-ого. Так как общий коэффициент деления счетчика равен 63, то на выход проходят входные импульсы с порядковыми номерами 16, 48,79,111,142 и т.д.(16+32+31+32+31). Длительность этих импульсов равна 52мкс, а фаза привязана к фазе СГИ. На экране кинескопа они вызывают подсветку соответствующих строк растром.

Формирование сигнала горизонтальных полос происходит при прохождении импульсов, снимаемых с выхода S1 счетчика DD4 через отдельный триггер счетчика DD6. При этом частота их следования уменьшается вдвое, а скважность становится равной 2(меандр).

Конвертер на транзисторе VT1 представляет собой генератор РЧ с коллекторной модуляцией, настроенной на частоту 1-ого или 2-ого телевизионного канала. Роль коммутатора играет набор переключателей SB1-SB9. Различные комбинации нажатых кнопок этих переключателей позволяют получить желаемое испытательное изображение на экране кинескопа.

Прибор питается от стабилизированного источника питания. Светодиод HL индицирует включение устройства. Описанный прибор можно использовать как самостоятельно, так и совместно с генераторами цветности.

## Конструкция, детали и налаживание

Все детали устройства, кроме предохранителя, транзистора VT2 и светодиода смонтированы на передней плате из двухстороннего фольгированого стеклотекстолита толщиной 1.5мм. Транзистор VT2 источника питания привинчен к теплоотводу, в качестве которого использован корпус прибора. Для уменьшения влияния внешних электромагнитных полей генератор РЧ заключен в алюминиевый экран.

В генераторе применены резисторы типа МЛТ и СП3-1Б, конденсаторы С3 К50-16, С9 К50-6, остальные КТ1-1, КД1 и КМ, кнопочные переключатели П2К с зависимой и независимой фиксацией. Дроссель типа ДМ-0,1.

Катушка L1 содержит 8 витков провода ПЭВ-2 0,23 и намотана виток к витку на полистироловом каркасе, диаметром 5мм и длиной 15мм, снабженном подстроечным сердечником СЦР1. На этом же каркасе расположен виток связи Л2 из того же провода, точное расположение которого определяется при налаживании прибора.

Т1 - трансформатор, рассчитанный на ток во вторичной обмотке не менее 0.3А при выходном напряжении около 8В. При использовании рассматриваемого генератора совместно с генератором цветности допустимый ток во вторичной обмотке следует увеличить до 0,5-0,6А.

Расчет всех описанных элементов приведен в справочнике [4].

Для проверки сначала проверяют стабилизированное напряжение на выходе источника питания, которое должно находится в пределах 4,75 5,25 В. Если это условие не выполняется, необходимо подобрать элемент стабилизатора. При этом надо учитывать, что

Uист = Uст + Uсв + Uбэ,

Где Uист напряжение на выходе источника; Uст напряжения стабилизации VD12; Uсв падение напряжения на светодиоде HL; Uбэ напряжение на эмиттерном переходе транзистора VT3.

Если напряжение Uист окажется недостаточным, его можно увеличить с помощью германиевого диода включенного в прямом направлении последовательно со светодиодом. Если же напряжение Uист окажется большим, то его можно уменьшить, заменив германиевый транзистор MP42Б кремниевым, например, КT3107. Затем убеждаются в соответствии осциллограмм в характерных точках схемы.

После этого прибор подключают к телевизору коаксиальным кабелем длинной 1,5 метра. Контролируя осциллографом, сигнал на резисторе R19 при нажатой кнопке SB9, подстрочным резистором R17 устанавливают амплитуду гасящих импульсов на уровне 75% амплитуды синхроимпульсов. Далее добиваются подстроечным резистором R21 устойчивого самовозбуждения генератора РЧ. При этом напряжение на эмиттере транзистора VT1 составляет 0,65 0,75 В. Подстрочником катушки L1 настраивают генератор на частоту первого или второго телевизионного канала. Окончательное положение движка резистора R21 определяют по наиболее четкому и контрастному изображению вертикальных полос градации яркости. Наконец, подбирают такое положение витка связи L2 на каркасе катушки L1, при котором напряжение РЧ на выходе генераторе составляет несколько десятков милливольт.

При нажатии кнопок SB9, SB5, SB7 на экране телевизора появляется сетчатое поле на белом фоне, по которому удобно судить о работоспособности телевизора и устанавливать размеры изображения. Если нажать также кнопки SB1, SB2, в квадратах сетки отображаются вертикальные линии, соответствующие четкости 250 по вертикальному клину таблицы 0249. После отпускания кнопки SB1 частота линии удваивается и соответствует четкости 450, что можно использовать для настройки устройства АПЧГ.

Если оставить нажатыми только кнопки SB5, SB7 на экране появится светлое сетчатое поле на темном фоне, по которому осуществляется статическое и динамическое сведение лучей кинескопа. При дополнительно нажатой кнопке SB8 на экране появится точечное поле.

Для получения изображения «Градации яркости» одновременно нажимают кнопки SB9 и SB3, и на экране появляется 14 полос градаций яркости. При дополнительно нажатой кнопке SB1 число градаций уменьшится вдвое. Если нажать только кнопку SB9 на экране воспроизводиться белое (серое поле). При дополнительном нажатии кнопок SB4, SB6 появляется шахматное поле. Путем сочетания различных нажатых кнопок можно получить и другие изображения.

# Описание используемых микросхем

В данном курсовом проекте использовались следующие аналоговые и цифровые интегральные микросхемы:

К155ЛА3 – микросхема логических элементов 2И – НЕ.

В одном корпусе содержится 4 логических элемента. Цоколевка микросхемы (рис. 5.1.), её условное графическое обозначение и основные параметры приведены ниже.

U0вых, не более, В0,4

U1вых, не менее, В2,4

I0вх, не более, мА-1,6

I1вх, не более, мА0,04

I0вых, не более, мА16

t10зд.р., не более, нс15

t01зд.р., не более, нс22

I1пот, не более, мА8

I0пот, не более, мА12

Краз, не более10

Рис. 5.1

К155ТМ2 – микросхема содержит два независимых комбинированных D-триггера, имеющих общую цепь питания. У каждого триггера имеется один информационный вход , вход синхронизации С и два дополнительных входа и независимой асинхронной установки триггера в единичное и нулевое состояния, а также комплиментарные выходы Q и (рис. 5.2). Логическая структура одного D-триггера содержит следующие элементы: основной асинхронный RS-триггер, вспомогательный синхронный RS-триггер записи логической единицы (высокого уровня) в основной триггер, вспомогательный синхронный RS-триггер записи логического нуля (низкого уровня) в основной триггер. Входы и — асинхронные, потому что они работают (сбрасывают состояние триггера) независимо от сигнала на тактовом входе, активный уровень для них низкий (т. е. инверсные входы и ).

Асинхронная установка D-триггера в единичное или нулевое состояния осуществляется подачей взаимопротивоположных логических сигналов на входы и . В это время входы D и С не влияют.

Если на входы и одновременно подать сигнал низкого уровня (логический нуль), то на обоих выходах триггера Q и будет высокий уровень (логическая единица). Однако после снятия этих сигналов со входов и состояние триггера будет неопределенным. Поэтому комбинация = = 0 для этих входов является запрещенной.

Загрузить в триггер входные уровни В или Н (т. е. логические 1 или 0) можно, если на входы и подать напряжение высокого уровня: = = 1. Сигнал от входа D передается на выходы триггера при поступлении положительного перепада импульса на вход С (изменение от низкого к высокому). Однако, чтобы D-триггер переключался правильно (согласно таблице состояний, табл. 5.1), необходимо уровень на входе D зафиксировать заранее, т. е. до прихода перепада на вход С. Причем этот защитный временной интервал должен быть больше времени задержки распространения сигнала в триггере (определяется по справочнику).

Цоколевка микросхемы ТМ2 приведена на рис. 5.2, а основные параметры см. ниже:

Uи.п., В5

U0вых, не более, В0,4

U1вых, не менее, В2,4

I0вх, не более, мА-1,6 (вх.2, 4, 10, 12)

I0вых, не более, мА-

I1вых, не более, мА-

Iпот, не более, мА30

t10зд.р., не более, нс25

t01зд.р., не более, нс40

I1вх, не более, мА0,04 (вх. 2, 12)

I1пот, не более, мА-

Fp, не более, МГц10

Краз, не более10

Рис. 5.2.

Таблица 5.1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим работы | Входы | Выходы |
|  |  | D | C | Q |  |
| Асинхронная установка | 0 | 1 | X | X | 1 | 0 |
| Асинхронный сброс | 1 | 0 | X | X | 0 | 1 |
| Неопределенность | 0 | 0 | X | X | 1 | 1 |
| Загрузка «1»(установка) | 1 | 1 | 1 | ↑ | 1 | 0 |
| Загрузка «0»(сброс) | 1 | 1 | 0 | ↑ | 0 | 1 |

К155ИЕ7 – двоичный четырёхразрядный реверсивный счетчик с предварительной записью.

Условное обозначение и цоколевка этого счетчиков дана на рис. 5.3. Особенностью данного счетчиков является его построение по синхронному принципу, т. е. все триггеры, входящие в схему, переключаются одновременно от одного тактового импульса. Тактовые входы: для счета на увеличение (вывод 5) и на уменьшение (вывод 4) — раздельные, прямые динамические. Поэтому состояние счетчика будет изменяться по фронту тактового импульса. Направление счета (увеличение или уменьшение на единицу) определяется тем, на какой из тактовых входов (вывод 5 или 4) подается положительный перепад. В это время на другом тактовом входе следует зафиксировать высокий уровень напряжения. Установка счетчика в нулевые состояния осуществляется подачей на вход сброса R высокого уровня напряжения, так как вход R прямой статический. Входы разрешения параллельной загрузки инверсные статические, поэтому управляющим сигналом является низкий уровень напряжения. Для предварительной записи определенного числа в счетчик необходимо подать его двоичный код на входы D1...D4 (в ИЕ7 от 0 до 15). Для этого на вход необходимо подать низкий уровень (на входах и — высокий уровень, а на входе R — низкий). Счет начнется с записанного числа по импульсам низкого уровня, подаваемым на вход или . Информация на выходе изменяется по фронту тактового импульса. При этом на втором тактовом входе и на входе должен быть высокий уровень, а на входе R — низкий, состояние входов D безразлично. Одновременно с каждым шестнадцатым на входе импульсом на выходе , вывод 72, появляется повторяющий его выходной импульс, который может подаваться на вход следующего счетчика. В режиме вычитания одновременно с каждым импульсом на входе , переводящим счетчик в состояние 15, на выходе , вывод 13, появляется выходной импульс. То есть от выводов и берутся тактовые сигналы переноса и заема для последующего и от предыдущего четырехразрядного счетчика. Дополнительной логики при последовательном соединении этих счетчиков не требуется: выводы и предыдущей микросхемы присоединяются к выводам и последующей. Однако такое соединение счетчиков ИЕ7 не полностью синхронное, т. к. тактовый импульс на последующую микросхему будет передан с двойной задержкой переключения логического элемента ТТЛ. Входы предварительной записи и сброса R при каскадном соединении ИС объединяются в отдельные шины. Следовательно, счетчики можно переводить в режимы сброса, параллельной загрузки, а также синхронного счета на увеличение или уменьшение. Состояния счетчика даны в табл. 5.2., а основные параметры см. ниже:

U0вых, не более, В0,4

U1вых, не менее, В2,4

I0вх, не более, мА-

I1вх, не более, мА-

Iпот, не более, мА-

I0пот, не более, мА-

I1пот, не более, мА-

t10зд.р., не более, нс47

t01зд.р., не более, нс38

Iвх. проб., не более, мА-

F, не менее, МГц-

Краз, не более

Рис. 5.3.

Таблица 5.2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим работы | Входы | Выходы |
| R |  |  |  | D0 | D1 | D2 | D3 | Q0 | Q1 | Q2 | Q3 |  |  |
| Сброс | 1 | X | X | 0 | X | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | X | X | 1 | X | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Параллельная загрузка | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | X | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Счет на увеличение | 0 | 1 | ↑ | 1 | X | X | X | X | Счет на увеличение | 1 | 1 |
| Счет на уменьшение | 0 | 1 | 1 | ↑ | X | X | X | X | Счет на уменьшение | 1 | 1 |

К155ИЕ8 – делитель частоты с переменным коэффициентом деления. Структура счетчика, его цоколевка и условное обозначение приведены на рис. 5.4. ИЕ8 включает шестиразрядный счетчик (шесть триггеров) и логическую схему, обеспечивающую выдачу на вход триггеров заданного числа импульсов. Счетчик имеет прямой Q и инверсный выходы, а также выход переноса (после подсчета 63-го импульса). Входная последовательность импульсов с частотой fвх подается на прямой динамический вход С (активный перепад-фронт импульса). Максимальный коэффициент деления Kд=64. Для уменьшения Кд служат шесть входов поразрядного разрешения ЕО ... Е5. Выходную частоту последовательности при подаче на вход С последовательности из 64 импульсов можно рассчитать по формуле:

fвых = fвx/64(Е5\*25 + Е4\*24 + ЕЗ\*23 + Е2\*22 + Е1\*21 + Е0\*20).

где коэффициенты Ei могут принимать значение 1 или 0. Следовательно, в зависимости от комбинации напряжений логических уровней на входах ЕО... Е5 на выходах Q и (выводы 5 и 6) получим 1, 2, 4, 8, 16, 32 положительных или отрицательных импульса или любую их сумму. На вход разрешения (вывод 11) и на вход (вывод 10) должны быть поданы напряжения низкого уровня, разрешающие счет. На выходе разрешения счета (переноса), вывод 7, получим отрицательный импульс после подачи последовательности из 64 импульсов. Общий сброс с остановкой деления осуществляется подачей напряжений высокого уровня на вход R (вывод 13). Для последовательного соединения счетчиков ИЕ8 служит вход СЕР (наращивание). Если сигнал CЕP=0, на выходе Q установится напряжение высокого уровня. В табл. 5.3 приведены состояния счетчика ИЕ8.

U0вых, не более, В0,4

U1вых, не менее, В2,4

I0вх, не более, мА-(1,6…3,2)

I1вх, не более, мА0,04…0,08

Iпот, не более, мА120

I0пот, не более, мА-

I1пот, не более, мА-

t10зд.р., не более, нс33

t01зд.р., не более, нс30

Iвх. проб., не более, мА1,0

F, не менее, МГц-

Краз, не более10

Рис. 5.4

Таблица 5.3.

|  |  |
| --- | --- |
| Входы | Выходы |
| R |  |  | E5 | E4 | E3 | E2 | E1 | E0 | Число импульсов на входе С |  | Число импульсов | вых(>=63) |
|  | Q |
| 1 | X | 1 | X | X | X | X | X | X | X | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 64 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 64 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 64 | 1 | 4 | 4 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 64 | 1 | 8 | 8 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 1 | 16 | 16 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 1 | 32 | 32 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 64 | 1 | 63 | 63 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 64 | 1 | 40 | 40 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 64 | 0 | 1 | 63 | 1 |

# 6. Описание работы устройства

Кварцевый генератор вырабатывает импульсы с частотой следования 4Мгц. В результате ее деления на выходе “>15”счетчика DD2 на каждый 16 входной импульс формируется импульс длительностью около 0.1мкс, образуя сигнал с частотой 250 кГц, создающий на экране вертикальные линии. Он приходит на кнопочный переключатель SB5. Частоту повторения импульсов этой последовательности счетчик повторений DD1 делит до строчной 15 625Гц на выходе >15 и до 125 кГц на выходе 1. На последнем получается сигнал вертикальных полос, поступающий на переключатель SB1.4. Резисторы R2-R5 преобразуют сигналы двоичного кода на выходах 1,2,4,8 счетчика DD1 в ступенчато изменяющееся напряжение градаций яркости.

Строчные гасящие и синхронизирующие импульсы с периодом следования 64 мкс формируются триггерами микросхемы DD3. До появления импульса на входе R триггер DD3.1 находится в единичном состоянии, определяемом подключением входа S к инверсному выходу. Поступающий на вход R импульс устанавливает его в нулевое состояние, что соответствует началу формирования строчного гасящего импульса. Триггер возвращается в исходное состояние под воздействием на его вход С(при уровне 1 на входе D) второго положительного перепада возникающего на выходе 1 счетчика DD1. На инверсном выходе триггера получаются положительные гасящие импульсы длительностью 12 мкс.

Триггер DD3.2 формирует строчные синхроимпульсы длительностью 4 мкс, фронт которых сдвинут на 2мкс относительно фронта гасящих. Обеспечивают это элементы VD1 и R6, выполняющие логическую операцию или и управляющие входом D.В этом же триггере в строчный синхросигнал вводится кадровые синхроимпульсы, поступающие на вход R, в результате чего на его выходе формируется смесь синхронизирующих импульсов.

На микросхемах DD4, DD6 и элементах DD5.3, DD5.4 выполнен формирователь кадровых синхроимпульсов и сигналов горизонтальных линий и полос. Исходными для этого узла служат импульсы строчной частоты, приходящие с триггера DD3.1 и воздействующие на вход T счетчика DD4. Микросхемы DD4 и DD6 обеспечивают, благодаря обратным связям, коэффициенты деления, коэффициенты деления равные соответственно 63 и 5(по выходам >63 и 8), что и определяет число строк в кадре и частоту кадровых импульсов.

Для получения кадровых синхроимпульсов используется RS – триггер, состоящий из элемента DD5.3 и инвертора, находящегося в счетчике DD4. В начале формирования каждого синхроимпульса счетчики DD4 и DD6 устанавливаются фронтом входного импульса в нулевое состояние. В такое же состояние переходит и RS триггер под воздействием на вход элемента DD5.3 отрицательного импульса, продифференцированного цепью C2-R12-R13. Управление по входу V2 при этом выключено – на нем уровень 0. Уровень 1, возникший на выходе элемента DD5.3 воздействует на входы V8 и С2 счетчика DD4 и, открывая выход S2, обеспечивает выделение на нем спада четвертого входного импульса (он проходит и на выход S1). Последний возвращает RS триггер в исходное состояние, и формирование кадрового синхроимпульса завершается. В результате на выходе S2 получаются отрицательные импульсы кадровой частоты длительностью 204 мкс(12+64+64+64).

Сигнал горизонтальных линий вырабатывается на выходе S1 счетчика DD4 и поступает на переключатель SB7. При формировании кадра изображения воздействие уровня 1 на установочный вход V2 обеспечивает выделение на выходе S1 16-го входного импульса, а затем каждого 32.Но так как общий коэффициент деления счетчика равен 63, то на выход проходят входные импульсы с порядковыми номерами 16,48,79,111,142 и т.д.(16+31+32+31+32). Длительность этих импульсов равна 52мкс, а фаза привязана к фазе СГИ. На экране кинескопа они вызывают подсветку соответствующих строк растром.

Формирование сигнала горизонтальных полос происходит при прохождении импульсов, снимаемых с выхода S1 счетчика DD4 через отдельный триггер счетчика DD6. При этом частота их следования уменьшается вдвое, а скважность становится равной 2 (меандр).

На элементах DD7.1, DD7.2, R14, VD3 выполнено устройство, в котором из двух исходных сигналов, поступающих на вход элемента DD7.1, формируется третий. Для получения изображений шахматного или сетчатого поля одновременно нажимают на кнопки SB4, SB6 (вертикальные и горизонтальные полосы) или SB5, SB7 (вертикальные и горизонтальные линии) соответственно.

Если нажать на кнопку SB8, то на выходе устройства из тех же исходных будут получены сигналы перекрещивающихся полос и точечного поля.

Принажатой кнопке SB2 испытательное изображение заполняется полосами, соответствующее частоте 4 МГц. В зависимости от положения кнопки SB9 заполненными окажутся белые или черные участки изображения. Число вертикальных полос градаций яркости и заполнения можно уменьшить вдвое кнопкой SB1. Различные комбинации кнопок SB1-SB9 позволяют получить множество других изображений на экране телевизора.

Полный видеосигнал положительной полярности образуется в устройстве сложения на элементах VD5-VD7, R17-R19. При одновременном нажатии кнопок SB3,SB4,SB6 в устройстве формируется сигнал шахматного поля, квадраты которого заполнены полосами градаций яркости, для получения которых включены резисторы R7 и R8.

Видеосигнал, снимаемый с резистора R19, поступает через конденсатор C3 в настроенный на частоту телевизионного канала генератор РЧ, где происходит модуляция по коллектору транзистора VT1. При не нажатых кнопках SB1-SB9 на выходе прибора получается сигнал белого поля.

Питается прибор от источника стабилизированного напряжения, принципиальная схема которого изображена в приложении 2. Светодиод VD7 сигнализирует о включенном устройстве.

# Обзор литературы

В книге [1] достаточно подробно изложены сведения о функциональных узлах и компонентах, применяемых в приборостроении, автоматике, вычислительной технике. Приведённый материал знакомит с наиболее распространенными типами элементов и компонентов, также приведены формулы расчёта параметров основных узлов используемых в электронике. Рассмотрены принципы построения генераторов электрических импульсов. В данном курсовом проекте использовался материал, изложенный в книге о генераторах напряжения прямоугольной формы (мультивибраторах) на основе логических элементов.

В первой главе справочника [2] приведены общие сведения о цифровых интегральных схемах и конструктивных особенностях. Во второй – интегральные схемы транзисторно-транзисторной логики. В третьей описаны наиболее распространенные цифровые интегральные схемы на основе КМДП-транзисторов. Четвёртая глава знакомит с самыми быстродействующими микросхемами на основе эмиттерно-связанной логики. Пятая глава посвящена интегральной инжекционной логике. Приведены основные параметры рассматриваемых интегральных схем, которые сведены в таблицы по разделам.

Для более полного понимания работы микросхем среднего уровня интеграции во многих случаях приводятся их структурные схемы, а также принципиальные схемы основных элементов. В частности, в курсовом проекте использовались такие микросхемы как: К155ТМ2, К155ЛА3, К155ИЕ7, К155ИЕ8, информация о которых приведена во второй главе книги.

Справочник [3] представляет собой пятый том многотомного издания, посвященного интегральным схемам. В первом разделе приведены общие сведения об интегральных схемах: классификация и система условных обозначений, принципы построения условных графических обозначений в схемах, наименование и буквенные обозначения параметров, используемые внутри страны и за рубежом, габаритные размеры стандартизованных корпусов, виды корпусов для автоматизированной сборки и поверхностного монтажа и особенности применения. Во втором разделе даются (в цифровой последовательности, начиная с серии К544) состав серии, функциональное назначение, степень интеграции (количество интегральных элементов), тип корпуса и его масса, назначение выводов, электрические (в том числе справочные, классификационные) параметры и предельно допустимые режимы эксплуатации, условные графические обозначения, структурные или типовые схемы включения, таблицы истинности, рекомендации по применению в соответствии с частными техническими условиями (ТУ) аналоговых и цифровых интегральных микросхем, изготовленных по различным схемно-технологическим решениям (транзисторно-транзисторная логика—ТТЛ; транзисторно-транзисторная логика с диодами Шоттки—ТТЛШ; эмиттерно-связанная транзисторная логика—ЭСЛ, по биполярной и МОП технологиям).

Справочник [4]. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы и дроссели, изделия коммутации образуют большую группу пассивных элементов, основным свойством которых является выполнение простейших операций (увеличение сопротивления протекающему току, накопление заряда, концентрация электромагнитной энергии и т. п.). Пассивные элементы наряду с активными (электровакуумными приборами, транзисторами) и интегральными схемами являются комплектующими изделиями производства электронной промышленности и радиолюбительских конструкций. В связи с бурным развитием электроники потребность в пассивных элементах возрастает.

Курс на микроминиатюризацию, снижение массы и габаритов, повышение стойкости к внешним факторам, надежности предъявляет повышенные требования и к пассивным элементам. В последние годы разработан ряд новых элементов с улучшенными электрическими и эксплуатационными характеристиками, приспособленными для монтажа на печатных платах.

Многообразие существующих пассивных элементов и появление новых, разбросанность данных о них в специализированных справочниках, каталогах, журналах в известной степени затрудняют работу при конструировании, ремонте и эксплуатации электронной аппаратуры.

Книга [5] посвящена схемотехнике самых массовых серий микросхем — цифровых малой и средней степени интеграции. Известно, что в аппаратуре доминируют три вида таких микросхем: ТТЛ, КМОП и ЭСЛ. Их выпускают сотнями миллионов штук в год. Возможно, многие из них будут изготавливать до конца столетия. В каждом из трех видов микросхем существуют преемственно развивающиеся серии. Имея описание микросхемы, можно реализовать ее свойства полностью. Каждая группа микросхем (к примеру, счетчиков, регистров) имеет сейчас много схемотехнических применений. Варианты схемотехники отображают как ход развития микросхем, так и расширение запросов потребителей.

Книга состоит из трех глав. Глава первая — наибольшая по объему, поскольку посвящена микросхемам ТТЛ. В ней рассмотрена не только их номенклатура, но и даны некоторые теоретические сведения (например, о триггерах), общие и для двух других глав.

Во второй главе описаны самые экономичные массовые микросхемы логики КМОП. Отметим, что микросхемы КМОП разрабатывали после внедрения в аппаратуру первых серий ТТЛ, поэтому во многом копировали их структуру. Микросхемы КМОП почти не потребляют энергию от источника питания, когда сигналы не поступают, т. е. во время ожидания. При обработке сигналов ток потребления микросхем тем больше, чем выше скорость работы устройства.

В третьей главе рассмотрены микросхемы ЭСЛ. Это самая скоростная логика является, пожалуй, самой спорной. Потребителей отпугивает очень большая рассеиваемая мощность. Однако разработчики ЭСЛ много раз «спасали» эту логику от наступления ТТЛ, открывая с ее помощью новые возможности увеличения быстродействия цифровых устройств. В настоящее время быстродействие ЭСЛ достигло субнаносекундного диапазона (серия К1500), а перспективные серии ТТЛ работают пока еще со скоростью в 3...4 раза меньшей.

# Заключение

В результате выполнения курсового проекта был разработан генератор испытательных сигналов, имеющий следующие технические характеристики:

1. Число строк в растре 315

2. Частота кадров 49,6Гц

Кроме того, прибор формирует белое и черное поля, шесть или двенадцать вертикальных полос с градациями яркости, вертикальные и горизонтальные чередующиеся черные и белые полосы, вертикальные и горизонтальные линии, а также шахматное, сетчатое и точечное поля. Кроме перечисленных изображений можно получить изображения перекрещивающихся полос, вертикальных и горизонтальных прерывистых линий, шахматного поля со светлыми полосами, заполненными вертикальными линиями, соответствующим частотам 4 или 2 МГц, и др. Предусмотрено инвертирование сигналов, кроме сигнала «градация яркости».

# Литература

1. Гусев В.Г., Гусев В.М Электроника. - М. : Радио и связь, 1991.
2. Богданович М.И., Грель И.Н., Дубина С.А., Прохоренко В.А., Шалимо В.В. Цифровые интегральные микросхемы. – М: «Беларусь» «Полымя», 1996.
3. Нефедов А.В., Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Серии К544 – К564 Справочник. – М: «КубК-а», 1997.
4. Акимов Н.Н., Ващуков Е.П., Прохоренко В.А., Ходоренок Ю.П. Резисторы. Конденсаторы. Трансформаторы. Дроссели. Коммутационные устройства РЭА. Справочник. – М: «Беларусь», 1994.
5. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы. Справочник. Второе издание – Челябинск «Металлургия», 1989.
6. Дергачев В. Генератор испытательных сигналов – журнал «Радио» №6 1985