

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР**

**КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА**

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

КУЙБЫШЕВ 1987

Министерство высшего и среднего специального образования
Р С Ф С Р

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный
институт имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

У т в е р ж д е н о
редакционно-издательским
советом института
в качестве
методических указаний
к лабораторной работ
для студентов

Куйбышев 1987

В методических указаниях приводятся краткие теоретические основы эксперимента, описание системы СЕКAM, описание лабораторной работы с перечнем контрольных вопросов.

Лабораторная работа "Исследование генератора цветных полос" по курсу "Телевидение" предназначена для студентов радиотехнического факультета Куйбышевского авиационного института.

Составитель Г.В.Р е п и н а

Рецензенты: С.В.М о и с е е н к о, Л.И.К а л а к у т с к и й

Ц е л ь р а б о т ы - изучить основные характеристики цвета; систему СЕКАМ; структурную и принципиальную схемы генератора цветных полос; исследовать работу блока цветности цветного телевизионного приемника.

ВНИМАНИЮ СТУДЕНТОВ!

1. До выполнения лабораторной работы каждый студент должен во внеаудиторное время изучить теоретические основы.
2. Перед выполнением лабораторной работы необходимо сдать коллоквиум. Только после этого студент допускается к выполнению лабораторной работы.
3. Начало лабораторной работы, включение приборов и телевизионного оборудования производить только с разрешения преподавателя.
4. По окончании лабораторной работы показать преподавателю результаты эксперимента и только после положительной оценки результатов выключить аппаратуру и привести рабочее место в исходное состояние.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

К о л о р и м е т р и я - наука о цветах - составляет одну из основ цветного телевидения (ЦТ). Установлено, что любой цвет F может быть выражен не отличимой от него на глаз смесью и описан колориметрическим уравнением цвета вида

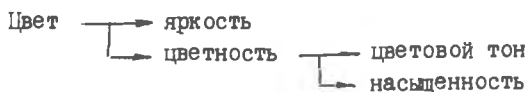
$$f'F = r'R + g'G + b'B, \quad (I)$$

где R, G, B - символы основных цветов красного, зеленого и синего соответственно; r', g', b' - их количества или модули.

Основными цветами называются три линейно независимые цвета, т.е. такие, один из которых нельзя получить сложением двух других. Модули могут быть выражены в ваттах (энергия), в канделах на квадратный метр (яркость), в люминах (световой поток), но удобнее всего выражать их в количествах единичных цветов. В этом случае символы R, G, B следует трактовать как наименование единиц измерений, подобных люминам, ваттам и т.д.

В колориметрии цвет определяется тремя величинами: яркостью,

цветовым тоном и насыщенностью. Цветовой тон и насыщенность часто объединяются в одно понятие ЦВЕТНОСТЬ. Таким образом, установлена зависимость



ЯРКОСТЬ любого цвета является количественной характеристикой цвета. Качественно одинаковые, но обладающие разной светлотой цвета, вызывают различные зрительные ощущения. Например, светло-серый, темно-серый цвета являются тем же белым цветом, но разной светлоты.

ЦВЕТНОСТЬ есть качественная характеристика цвета. Чтобы от цвета перейти к цветности, надо исключить количественную меру цвета; для этого следует заменить абсолютные значения координат (I) на относительные, взятые по отношению к их сумме m , где $m = r' + g' + b'$; относительные коэффициенты, называемые трехцветными коэффициентами, равны:

$$r = \frac{r'}{m}; \quad g = \frac{g'}{m}; \quad b = \frac{b'}{m}.$$

Сумма трехцветных коэффициентов всегда равна единице:

$$r + g + b = 1. \quad (2)$$

Таким образом, от колориметрического уравнения цвета (I) перешли к колориметрическому уравнению цветности (2).

Из выражения (2) следует, что при передаче достаточно формировать два цвета из трех, а третий цвет получать вычитанием из единицы суммы двух слагаемых цветов, например: $g = 1 - (r + b)$.

НАСЫЩЕННОСТЬ - это субъективно воспринимаемый признак цвета, выражающий степень отличия его от белого той же яркости. Численно она определяется чистотой цвета ρ , которая равна отношению яркости спектрального цвета B_λ , входящего в смесь, к полной яркости смеси

$$\rho = \frac{B_\lambda}{B} = \frac{B_\lambda}{B_\lambda + B_E},$$

где B_E - яркость белого цвета, входящего в смесь.

По определению, насыщенность максимальна для спектральных цветов ($\rho = 1$) и минимальна для белого цвета ($\rho = 0$).

ЦВЕТОВОЙ ТОН — это субъективно воспринимаемый признак цвета, который позволяет отнести цвет по схожести к тому или иному спектральному или пурпурному цвету. Численно он определяется доминирующей длиной волны, т.е. волны монохроматического излучения, которое в смеси с белым дает данный цвет.

Итак, зрительное ощущение цвета определяется светлотой, цветовым тоном, насыщенностью, а цвет самого излучения характеризуется яркостью, доминирующей длиной волны и чистотой цвета.

Следовательно, и с физиологической, и с физической точек зрения цвет является трехмерной величиной. Поэтому в ЦТ необходимо обеспечить передачу информации с трех параметров каждой точки изображения, в отличие от черно-белого ТВ, где достаточно передавать только одну информацию, информацию о яркости.

Полная информация о цвете в ЦТ должна передаваться тремя независимыми сигналами, которыми могут быть сигналы основных цветов приемника E_R , E_B , E_G или сигналы, определяющие яркость и цветность. По ряду причин, главной из которых является совместимость, в большинстве ТВ системах используют второй вариант.

Требование совместимости диктуется технико-экономическими условиями внедрения вещательной системы ЦТ и означает возможность:

нормального приема цветных передач в черно-белом виде на существующие черно-белые телевизоры ("прямая совместимость");

нормального приема черно-белого изображения на цветные приемники ("обратная совместимость");

передачи сигнала ЦТ в полосе частот черно-белого телевидения ("профессиональная совместимость").

Очевидно, что в совместимой системе ЦТ необходимо иметь сигнал, который создавал бы нормальное черно-белое изображение с правильной передачей градаций яркости цветного объекта. Его называют яркостным сигналом и обозначают E_y .

Яркостный сигнал определяется суммой трех сигналов основных цветов E_R , E_B и E_G с соответствующими модулями:

$$E_y = 0,3 E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B. \quad (3)$$

При передаче черно-белого объекта и его воспроизведении достаточно иметь сигнал только в яркостном канале E_y . Но при выборе в ка-

честве сигналов цвета основных цветов, несмотря на отсутствие цветных деталей в изображении, сигналы в канале цветности не будут равны нулю, так как согласно формуле (3) красный сигнал имеет 30 % информации о яркости, зеленый - 59 % и синий - 11 %. Иными словами, информация о яркости по каналам цветности будет дублироваться, дополнительно загружая их, создавая помехи на экране телевизора и ухудшая тем самым совместимость. Чтобы исключить яркостную составляющую из каналов цветности, яркостный сигнал вычитается из правой и левой частей выражения (3). Тогда

$$D = 0,3(E_R - E_Y) + 0,59(E_G - E_Y) + 0,11(E_B - E_Y). \quad (4)$$

Сигналы $E_R - E_Y$, $E_G - E_Y$ и $E_B - E_Y$ называются цветоразностными и обозначаются E_{R-Y} , E_{G-Y} и E_{B-Y} . При этом все помехи яркостного характера, к которым глаз особо чувствителен, будут сказываться только в канале Y при воспроизведении черно-белого изображения.

Согласно выражению (2) необходимо из трех цветоразностных сигналов выбрать для передачи два. Решая уравнение (4) относительно каждого цветоразностного сигнала, получим

$$\begin{aligned} E_{R-Y} &= -1,97E_{G-Y} - 0,37E_{B-Y}; \\ E_{G-Y} &= -0,51E_{R-Y} - 0,19E_{B-Y}; \\ E_{B-Y} &= -2,73E_{R-Y} - 5,4E_{G-Y}. \end{aligned} \quad (5)$$

При сравнении трех уравнений видно, что сигнал E_{G-Y} меньше, чем сигналы E_{R-Y} и E_{B-Y} . Поэтому для лучшей помехоустойчивости целесообразно в приемник передавать сигналы E_{R-Y} и E_{B-Y} . Это решение подтверждается и с физиологической точки зрения.

Таким образом, полную информацию о передаваемом цветном изображении можно закодировать в трех составляющих: E_Y , E_{R-Y} , E_{B-Y} , условно называемых основными цветами передачи. Третий цветоразностный сигнал может быть получен из двух других по выражению (5). Эта операция выполняется матрицей.

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ СЕКАМ

Получение изображения в цветном телевидении основано на известных методах смещения основных цветов - красного, зеленого и синего.

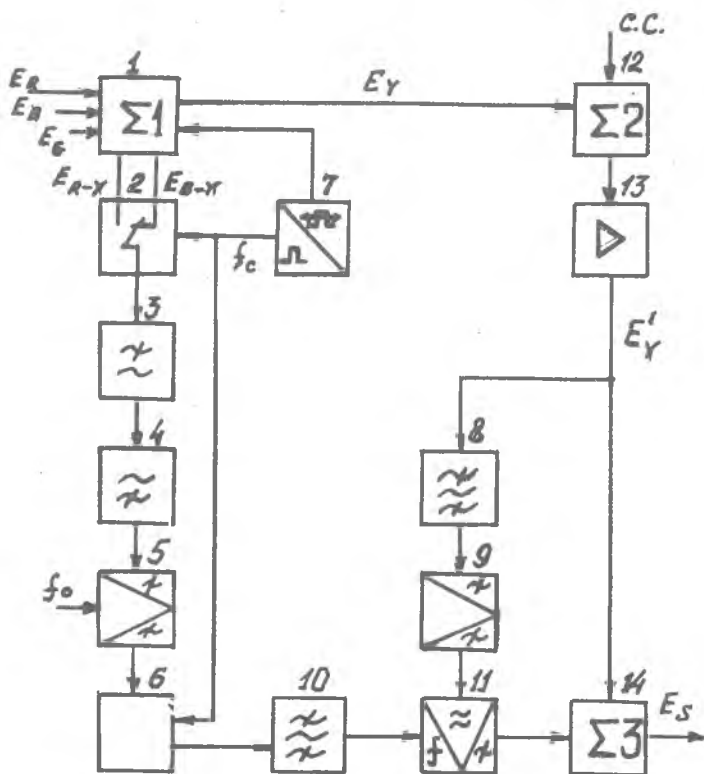
Существующие в настоящее время цветные вещательные системы различаются в основном способами передачи сигналов по каналу связи. В Советском Союзе для телевизионного вещания принята система ЦТ СЕКАМ. Эта система является последовательной с запоминанием и, как другие вещательные системы, совместимой с системой черно-белого изображения. Основные идеи, используемые в системе СЕКАМ, следующие: во избежание взаимных влияний цветоразностных сигналов их не следует передавать одновременно; во избежание взаимного влияния яркостного сигнала и сигналов цветности их нужно передавать разными способами модуляции. В системе СЕКАМ цветоразностные сигналы передаются по очереди посредством частотной модуляции, а сигнал яркости — посредством амплитудной модуляции.

Кодирующее устройство системы СЕКАМ. Оно предназначено для формирования сигналов, поступающих с камеры, полного цветового сигнала. На вход кодирующего устройства исходные сигналы поступают с камерного канала, в котором они прошли первичную обработку: усиление, коррекцию частотных искажений, гамма-коррекцию.

Процесс формирования полного цветового сигнала рассмотрим с помощью упрощенной структурной схемы кодирующего устройства, приведенной на рис. 1.

В системе СЕКАМ из сигналов E_B , E_R , E_G , поступающих с цветной телевизионной камеры, формируются сигналы яркости и два цветоразностных сигнала E_{B-Y} и E_{R-Y} или сигналы цветности. Эти сигналы образуются с помощью кодирующей матрицы I непрерывно, т.е. одновременно.

Сигнал яркости поступает на вход сумматора I2. С выхода кодирующей матрицы сигналы цветности через электронный коммутатор 2, управляемый с блока 7 импульсами строчной синхронизации, поочередно подаются на фильтр низкой частоты (ФНЧ) 3 и далее на блок низкочастотных (н.ч.) предскажений 4. Частотно-модулированный сигнал с выхода частотного модулятора 5 поступает на коммутатор фазы 6, обеспечивающий изменение фазы на 180° через две строки на треть и через два поля на треть для подавления помех от сигналов цветности на экране телевизора, а затем на блок высокочастотных предскажений (в.ч.) 10 с частотной характеристикой типа "антикеш". Для снижения влияния сигнала яркости на сигнал цветности в кодирующем устройстве системы включены полосовой фильтр 8, амплитудный детектор 9 и амплитудный модулятор II. В сумматоре I4 формируется полный телевизионный сигнал E_S , состоящий из сигнала яркости и амплитудно-частотно-модулированного сигнала цветности.

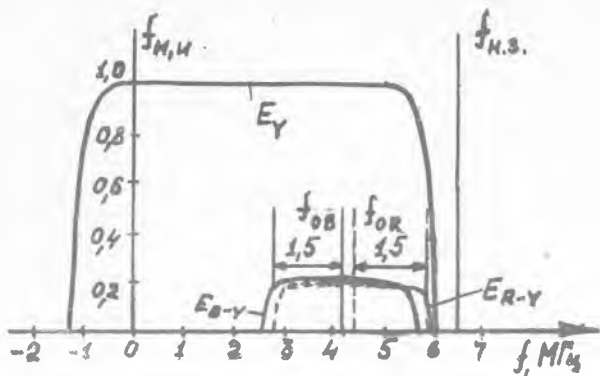


Р и с. 1. Структурная схема кодирующего устройства системы SECAM

Яркий сигнал подобен по своей структуре сигналу черно-белого изображения и передается в стандартной полосе частот, принятой для монохромного телевидения 6 МГц. На основе особенностей частотного спектра видеосигнала черно-белого изображения для улучшения совместимости цветоразностные сигналы передаются в той же полосе частот, что и яркий сигнал (рис.2).

Разнос частот между несущей частотой изображения $f_{HИ}$ и несущей частотой звука $f_{H,З}$ равен 6,5 МГц. Уровень сигналов цветности составляет $0,2 E_Y$.

В каждый определенный момент времени передаются только два сигнала: яркий и один из цветоразностных сигналов. Полоса частот



Р и с. 2. Спектр полного сигнала в системе SEKAM

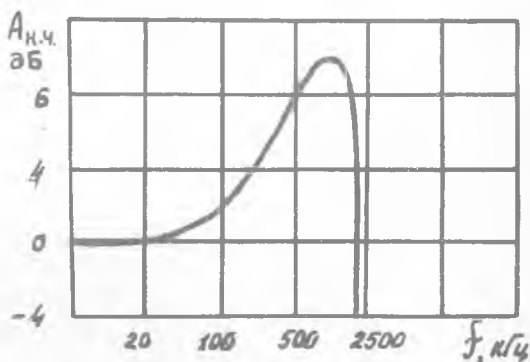
сигнала цветности с целью уменьшения мешающего действия на экране монохромного приемника, ограничивается ФНЧ до 1,5 МГц. При этом качество цветного изображения практически не страдает, так как глаз человека не способен различать мелкие детали, окрашенные в синие и красные цвета.

При частотной модуляции помехоустойчивость сигнала падает на высоких частотах. В системе SEKAM предусмотрены меры для улучшения совместимости и повышения помехоустойчивости канала цветности и яркости приемника:

1. В канал цветности кодирующего устройства вводится блок н.ч. предсказаний. Частотная характеристика блока н.ч. предсказаний приведена на рис. 3.

Высокочастотные компоненты сигнала цветности увеличиваются по амплитуде приблизительно в 3 раза. Это приводит к возрастанию девиации частоты, а следовательно, увеличению индекса модуляции (частотной):

$$m_{чм} = \frac{f_d}{f},$$



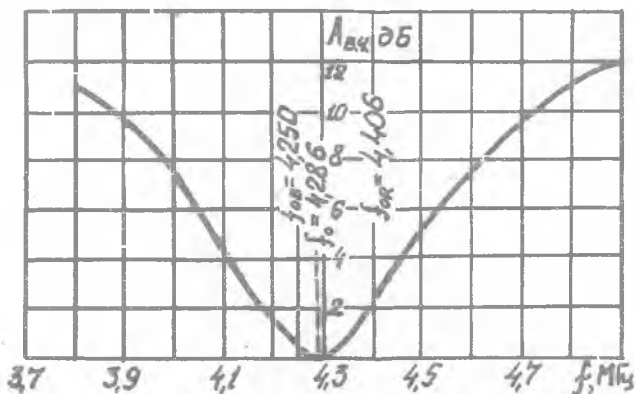
Р и с. 3. Амплитудно-частотная характеристика блока н.ч. предсказаний

где f_g - девиация частоты несущей от номинального значения;
 f - максимальная частота спектра модулирующего колебания.

В системе СЕКАМ для передачи цветоразностных сигналов применяется частотная модуляция с индексом модуляции $M_{ЧМ} = 0,2$. Название блока связано с размещением его в низкочастотной части тракта сигнала, до модулятора поднесущей.

2. Коммутатор фазы изменяет фазу колебаний на 180° (через две строки на треть). При такой коммутации поднесущая цветоразностного сигнала в двух смежных кадрах имеет противоположные фазы, поэтому при приеме черно-белого изображения на экране происходит ее частичная компенсация.

3. Частотно-модулированные сигналы цветности подвергаются в.ч. предискажениям в блоке, суть которых заключается в увеличении амплитуды поднесущей частоты по мере ее отклонения от центрального значения, $f_0 = 4,286$ МГц. Предискажения осуществляются с помощью электрической цепи (рис.4).

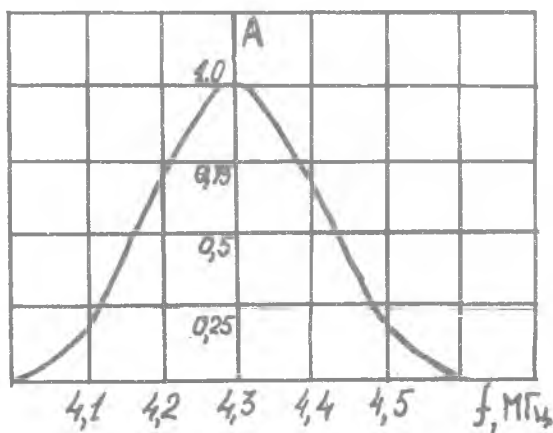


Р и с. 4. Амплитудно-частотная характеристика блока в.ч. предискажений

Как известно, уровень сигнала от помехи на выходе частотного детектора пропорционален разности между средней частотой настройки ЧМ-детектора и частотой помехи. Поэтому подъем частотной характеристики в области больших значений частоты цветовой поднесущей приводит к повышению помехоустойчивости. Наряду с этим улучшается совместимость системы, так как f_0 при передаче малонасыщенных

деталей изображения становится менее заметной, поскольку в этом случае уровень сигналов цветности мал, девиация частоты незначительна и вся энергия модулированных сигналов цветности приходится на минимум кривой предискажений.

4. Размах цветовой поднесущей выбран в пять раз меньше размаха яркостного сигнала с целью уменьшения перекрестных искажений в этих каналах (см.рис.2). При этом вредное влияние яркостного сигнала на сигналы цветности, для которых он является помехой, уменьшается за счет дополнительной амплитудной модуляции цветовой поднесущей: уровень ее временно повышается, если уровень яркостного сигнала в полосе сигналов цветности превосходит 70 % номинальной амплитуды поднесущей. С этой целью полосовым фильтром, частотная характеристика которого изображена на рис.5, выделяются в.ч. составляющие сигнала E_y , расположенные вблизи поднесущей.



Р и с. 5. Амплитудно-частотная характеристика полосового фильтра

Выделенные составляющие детектируются амплитудным детектором и модулируют по амплитуде частотно-модулированный сигнал цветности.

5. В системе СЕКАМ применены две цветные поднесущие частоты:

$$f_{0A} = 282f_c = 4,406 \text{ МГц};$$

$$f_{0B} = 272f_c = 4,250 \text{ МГц}$$

Экспериментально установлено, что при передаче большинства сюжетов шумы преобладают на красном цвете, поэтому цветовые поднесущие выбраны так, чтобы частоты, при помощи которых передается красный цвет, как в синем сигнале $E_{B-\gamma}$, так как и в красном - $E_{R-\gamma}$ попали в область минимума кривой (см.рис.4).

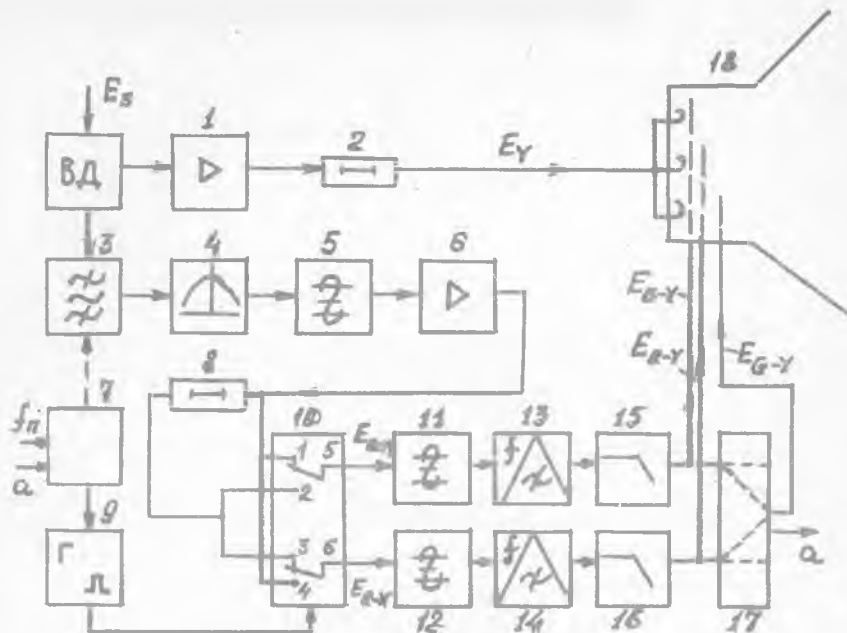
Условие совместимости, которое выполняется в системе СЕКАМ, позволяет использовать в цветном телевизоре ряд блоков, близких по принципиальной схеме и конструкции к аналогичным блокам черно-белых телевизоров. Сигналы, принятые антенной, поступают на селектор каналов. Выделенные и преобразованные по частоте сигналы изображения и звукового сопровождения поступают на усилитель промежуточной частоты изображения (УПЧИ). Затем сигнал с выхода УПЧИ детектируется амплитудным детектором, усиливается и подается на соединенные друг с другом катоды цветного кинескопа. Формирование цветоразностных сигналов осуществляется в блоке цветности, на который исходный сигнал поступает с выхода амплитудного детектора блока радиоканала.

Декодирующее устройство системы СЕКАМ. Это устройство, а точнее блок цветности, выполняет следующие функции: выделяет из спектра полного сигнала полосу частот, в которой заключены составляющие сигналов цветности; детектирует сигналы цветности; усиливает полученные сигналы в результате детектирования; формирует третий цветоразностный сигнал $E_{G-\gamma}$; корректирует высоко- и низкочастотные предискажения сигнала, введенные в кодирующем устройстве.

С выхода видеодетектора ВД (рис.6) усиленный сигнал яркости I поступает одновременно на три катода кинескопа. Для выравнивания временного положения сигнала яркости и цветоразностных сигналов служит линия задержки на 0,7 мкс. Известно, что при прохождении сигналов через цепи с ограниченной полосой (к таким цепям относятся ФНЧ) наблюдается задержка сигнала. Задержка тем больше, чем уже полоса пропускания устройства. Полоса пропускания цветоразностных сигналов равна 1,5 МГц, а полоса пропускания сигнала яркости 6 МГц, поэтому в канал E_{γ} включается линия задержки на 0,7 мкс.

Спектр частотно-модулированного сигнала цветности выделяется из спектра полного телевизионного сигнала с помощью полосового фильтра З, полоса пропускания которого 1,5 МГц.

Для коррекции в.ч. и н.ч. предискажений служат блоки 4 и I5, I6 соответственно с амплитудно-частотными характеристиками, обратными амплитудно-частотными характеристиками блоков 4 и I0 (см.рис.1) на передающей стороне системы.



Р и с. 6. Структурная схема декодирующего устройства системы SECAM

Для устранения дополнительной амплитудной модуляции в канале цветности приемника предусмотрено двухстороннее амплитудное ограничение ограничителем 5 и усиление выделенного сигнала 6.

В декодирующем устройстве третий сигнал цветности $E_{G-\gamma}$ образуется с помощью декодирующей матрицы I7 путем суммирования сигналов $E_{B-\gamma}$ и $E_{R-\gamma}$, поступающих одновременно. Электронный коммутатор I0 и линия задержки на 64 мкс 8 осуществляют преобразование последовательности сигналов цветности $E_{B-\gamma}$ и $E_{R-\gamma}$ в их одновременность. Таким образом, полученные сигналы цветности после устранения паразитной амплитудной модуляции двухсторонними ограничителями II и I2, детектирования частотными дискриминаторами I3 и I4 поступают одновременно на декодирующую матрицу.

Коммутация сигналов цветности в приемнике должна производиться синхронно и синфазно с работой электронного коммутатора в кодирующем

устройстве. Для этого в системе СЕКАМ служит сигнал опознавания цвета (СОЦ) или сигнал цветовой синхронизации, который представляет собой трапецеидальные импульсы, передаваемые в течение девяти строк во время обратного хода каждого полукадрового импульса. В приемнике СОЦ, выделенный блоками 7 и 9, управляет работой электронного коммутатора.

ОПИСАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

В практике цветного телевидения для настройки и контроля работы аппаратуры широко используются испытательные сигналы от генератора цветных полос (ГЦП), создающие на экране изображение из восьми вертикальных полос следующих цветов (слева направо): белого, желтого, голубого, зеленого, пурпурного, красного, синего, черного. Такой сигнал используется для контроля правильности воспроизведения основных и дополнительных цветов; прохождения поднесущих сигналов цветности и выравнивания их уровней в прямом и задержанном каналах; для контроля коррекции в.ч. предсказаний и уровней цветоразностных сигналов, а также для проверки и регулировки блока цветовой синхронизации.

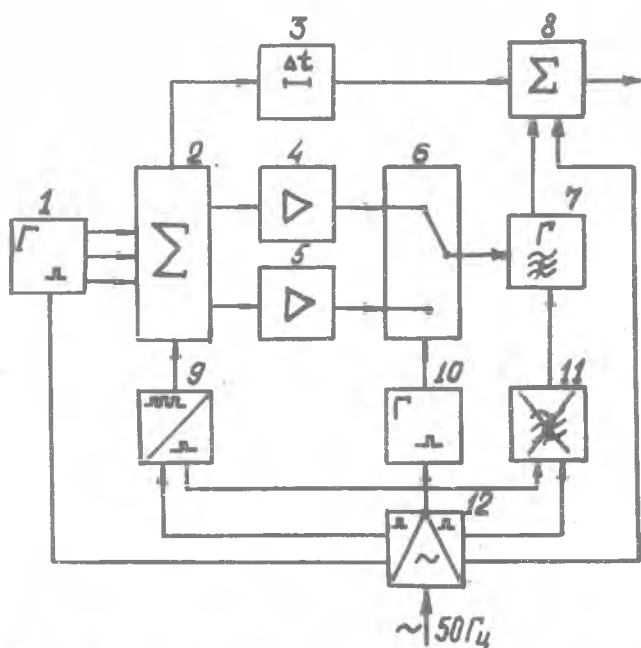
Структурная схема генератора цветных полос приведена на рис.7.

Исходные сигналы цвета E_B , E_R , E_G , формируемые формирователем сигналов 1, преобразуются в кодирующей матрице 2 в сигналы E_Y и два цветоразностных сигнала E_{B-Y} и E_{R-Y} . В кодирующей матрице на интервале времени, соответствующем передаче задней площадки кадрового гасящего импульса, добавляется СОЦ из девяти прямоугольных импульсов, поступающих с блока цветовой синхронизации 9.

Сигнал яркости через каскад задержки 3 поступает на вход смесителя 8, а цветоразностные сигналы через усилители 4 и 5 - на электронный коммутатор 6. Работой ЭК управляют импульсы, формируемые в генераторе коммутирующих импульсов 10. Цветоразностные сигналы на выходе ЭК следуют поочередно через строку и модулируют по частоте поднесущую в ЧМ-генераторе 7.

В устройстве гашения поднесущей II происходит подавление поднесущей в ЧМ-генераторе во время строчных и кадровых импульсов, кроме времени действия импульсов цветовой синхронизации. Синхрогенератор 12 управляет работой всех узлов устройства.

Сформированный на выходе ГЦП сигнал положительной полярности с плавно регулируемой (0...2 В) амплитудой подается по кабелю на видеовход телевизионного приемника.

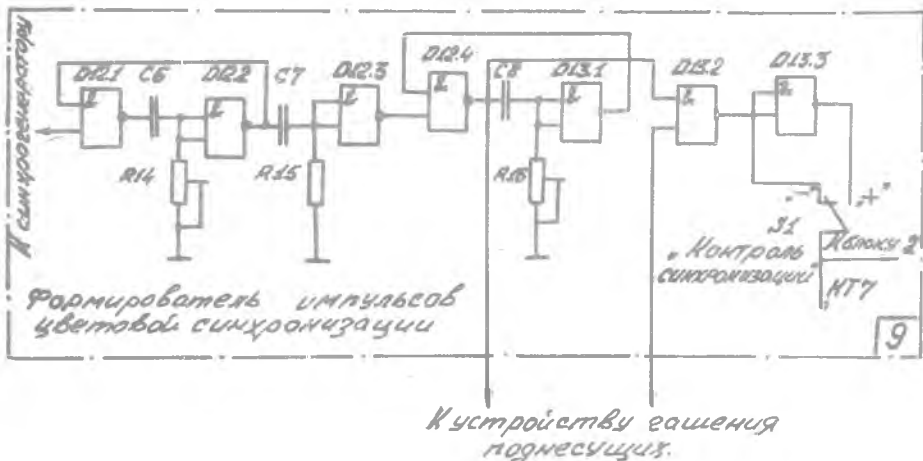
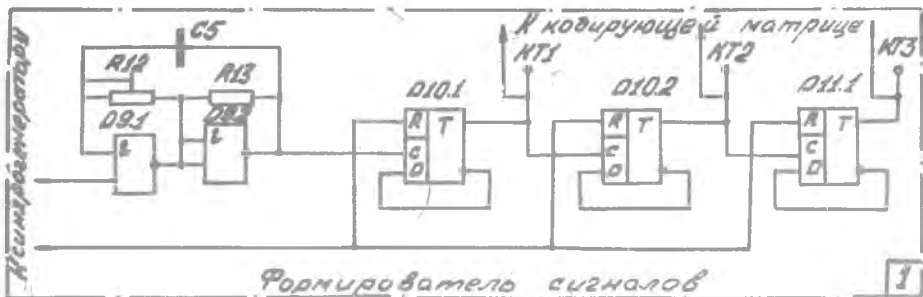


Р и с. 7. Структурная схема генератора цветных полос

ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

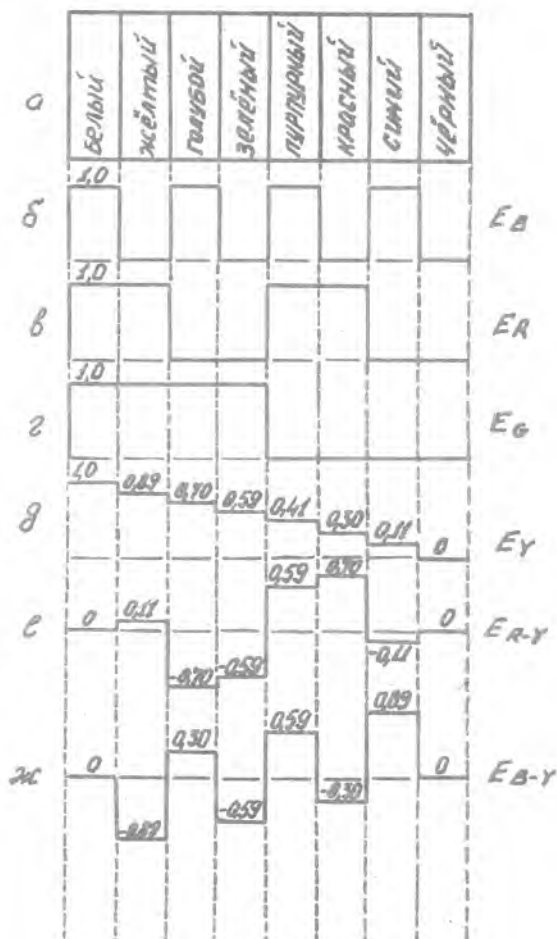
Принципиальная схема формирователя сигналов (ФС) основных цветов и сигналов цветовой синхронизации, а также устройства подавления поднесущей представлена на рис.8. Осциллограммы, поясняющие принцип работы схемы, приведены на рис.9, а, б, в, г и рис.10. ФС основных цветов состоит из умножителя на элементах $V Д9.1$, $V Д9.2$, синхронизируемого строчными импульсами, и двоичного счетчика на триггерах $V Д10.1$, $V Д10.2$ и $V Д11.1$. Частота следования импульсов на выходе умножителя, равная $10 f_c = 156,25$ КГц, устанавливается подстроечным резистором

$R 12$. Импульсы с выхода умножителя поступают затем на двоичный счетчик, в котором при последовательном делении на два образуются сигналы синего - E_B (КТ1), красного - E_R (КТ2) и зеленого - E_G (КТ3) (см.рис.9, б, в, г).



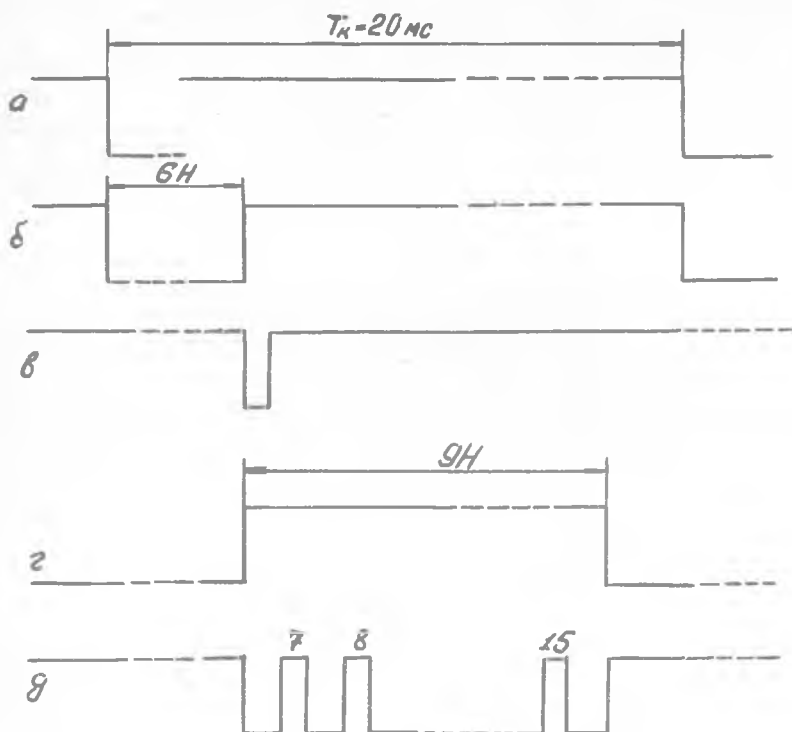
Р и с. 8. Принципиальная схема задающего устройства ГЦП

Для получения правильного чередования полос перед началом прямого хода каждой строки триггеры устанавливаются в нулевое состояние гасящим сигналом. Кроме того, во время действия гасящих импульсов сигналы основных цветов на выходе ФС отсутствуют и не мешают передаче гасящих и синхронизирующих импульсов. Импульсы СОЦ необходимы для синхронной работы ЭК на передающей и приемной сторонах телевизионного канала. С целью упрощения в генераторе использованы импульсы прямоугольной формы. Сигналы СОЦ формируются следующим образом. Ждущий мультивибратор на элементах VD12.1 , VD12.2 вырабатывает



Р и с. 9. Форма сигналов в системе СЕКАМ

импульсы длительностью 6Н (Н – период строчной развертки) (см. рис. 10, б). Резистором точно устанавливается необходимая длительность импульсов. Импульсы длительностью 6Н дифференцируются цепочкой С7R15. На выходе элементом VD12.3 образуются короткие импульсы, передний фронт которых совпадает с задним фронтом импульсов длительностью 6Н (см. рис. 10, в). Далее эти короткие импульсы запускают ждущий мульти-



Р и с. 10. Сигнал опознавания цвета

вибратор на элементах $V Д12.4$ и $V Д13.1$, формирующий импульсы длительностью $9H$ (см.рис.10,г), которые поступают на один из выходов элемента совпадения $V Д13.2$. На другой вход элемента поступают строчные гасящие импульсы, пропущенные элементом $V Д14.4$ только на время действия импульса $9H$ (см.рис.10,д). Поэтому на выходе элемента $V Д13.2$ образуется последовательность из девяти прямоугольных импульсов, повторяющаяся с частотой полукадров.

Принципиальная схема кодирующей матрицы (КМ), электронного коммутатора и генератора коммутирующих импульсов представлена на рис.11.

На кодирующую матрицу поступают импульсы сигналов основных цветов E_B , E_R и E_G с формирователя сигналов. Из них КМ формируются сигнал яркости E_Y и два цветоразностных сигнала E_{B-Y} и E_{R-Y} согласно уравнениям

$$E_Y = 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B;$$

$$E_{R-Y} = 0,7E_R - 0,59E_G - 0,11E_B;$$

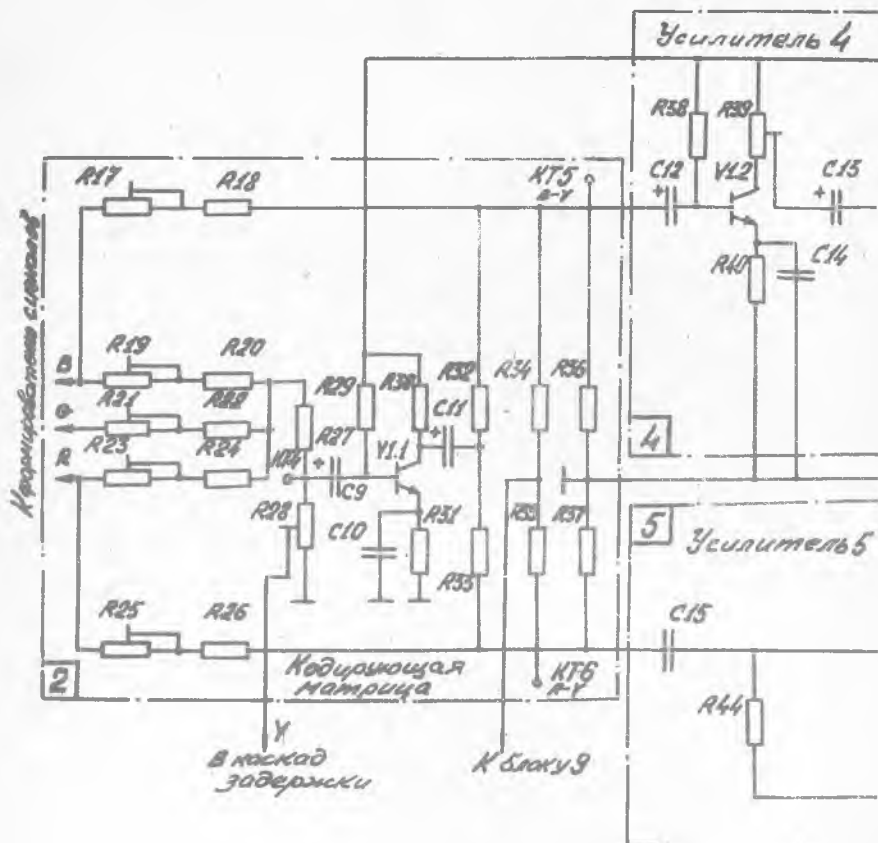
$$E_{B-Y} = -0,3E_R - 0,59E_G + 0,89E_B.$$

Сигнал яркости E_Y получается на кодирующей матрице на резисторах $R_{19} \dots R_{24}$ и снимается с нагрузки на резисторах R_{27} и R_{28} . Подстроечными резисторами R_{19} , R_{21} и R_{23} добиваются необходимого соотношения между сигналами основных цветов (см. рис. 9, д).

Цветоразностные сигналы (см. рис. 9, е, ж) формируются в КМ на резисторах R_{17} , R_{18} , R_{26} , $R_{32} \dots R_{37}$. Подстроечными резисторами R_{17} и R_{25} устанавливается необходимая амплитуда сигналов. Сигнал E_{R-Y} выделается на резисторе R_{37} (КТ6), а сигнал E_{B-Y} - на резисторе R_{36} (КТ5). В КМ к цветоразностным сигналам добавляется СОЦ через резисторы R_{34} и R_{35} .

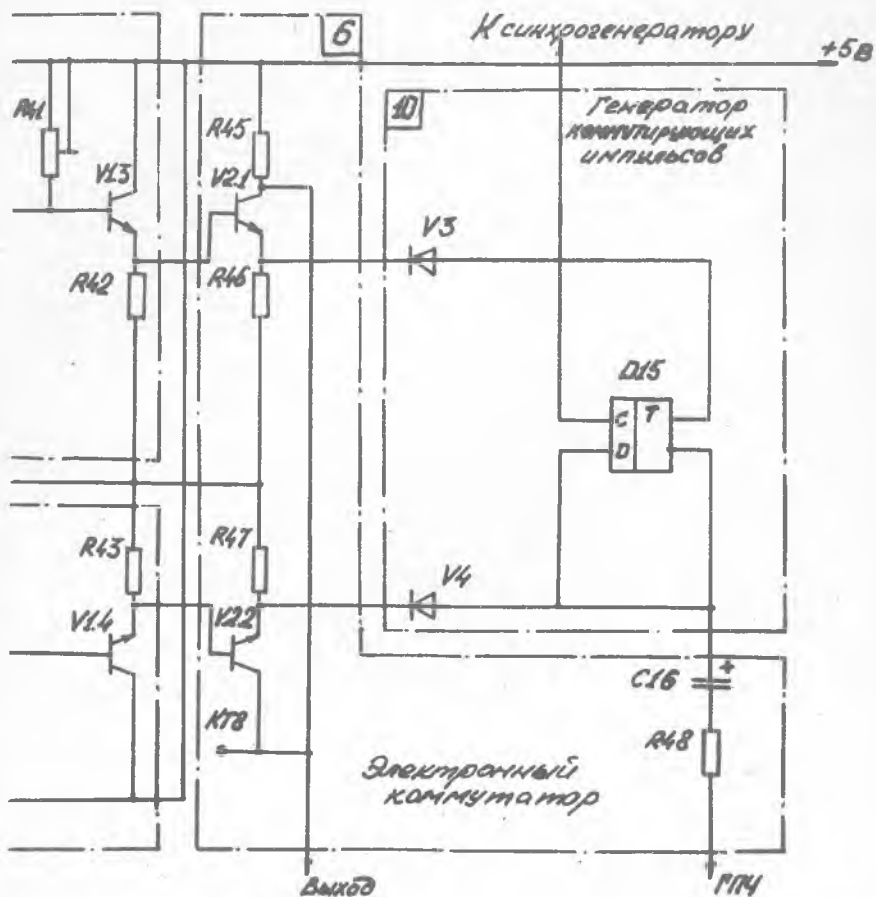
Перед подачей на ЭК цветоразностные сигналы должны быть определенной амплитуды и фазы. В частности, принято передавать сигнал E_{Y-B} , а не E_{B-Y} . Поэтому в усилитель "синего" цветоразностного сигнала введен инвертор на транзисторе $V_{T1.2}$. Эмиттерные повторители на транзисторах $V_{T1.3}$ и $V_{T1.4}$ необходимы для развязки кодирующей матрицы от генератора коммутирующих импульсов (ГКИ).

Электронный коммутатор собран на транзисторах $V_{T2.1}$ и $V_{T2.2}$, которые поочередно закрываются коммутирующими импульсами на время одной строки ($T_C = H = 64 \text{ мкс}$). Эти импульсы вырабатывает ГКИ, выполненный на триггере V_{D15} . Работа ГКИ управляется строчными импульсами. С выхода ЭК последовательность цветоразностных сигналов (КТ8): в течение одной строки - сигнал E_{B-Y} и в течение другой - сигнал E_{R-Y} и т.д. поступает в блок генератора поднесущей частоты (ППЧ), т.е. в частотный модулятор (рис. 12). ППЧ представляет собой блокинг-генератор, обеспечивающий достаточно высокую стабильность начальной частоты и требуемую линейность модулирующей характеристики.



Р и с. 11. Принципиальная схема

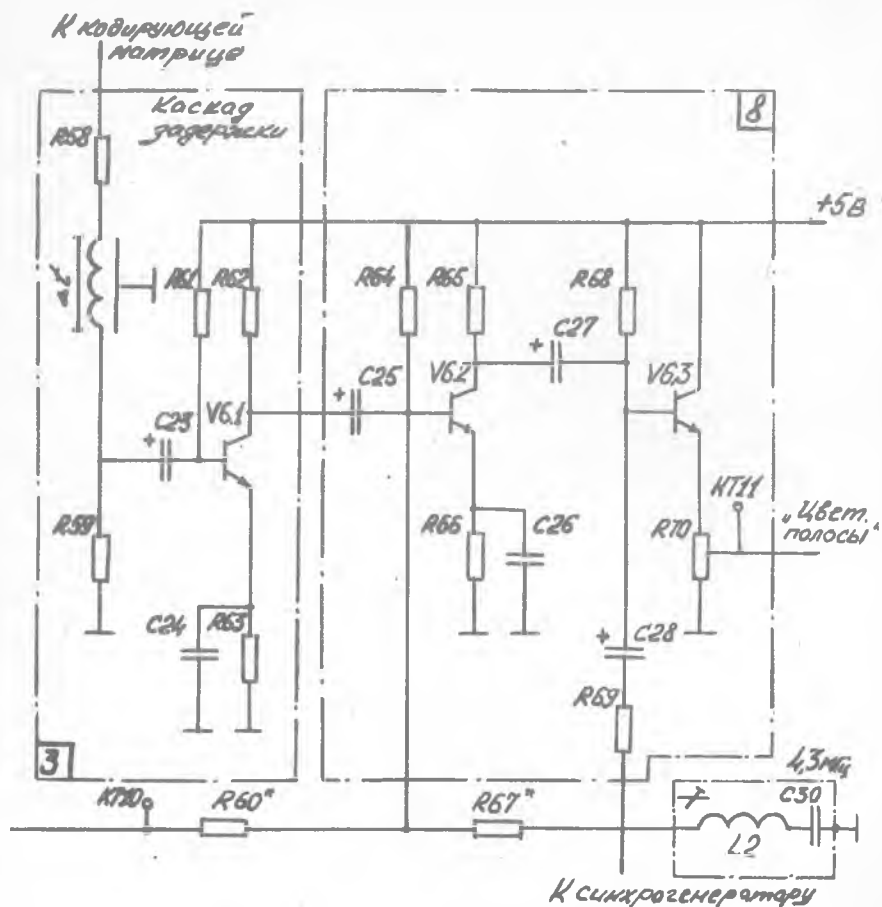
Генератор выполнен на транзисторах $V T 5.2$ и $V T 5.3$. Средняя частота устанавливается резистором $R 53$. Частотная модуляция обеспечивается изменением напряжения на базах транзисторов. Генератор вырабатывает колебания двух поднесущих частот $f_{0B} = 4,25$ МГц и $f_{0R} = 4,406$ МГц



кодирующего устройства ГЦП

путем подачи на базу транзистора V T5.2 прямоугольных импульсов полусторонней частоты с ГКИ через C16 и R 48, R 55.

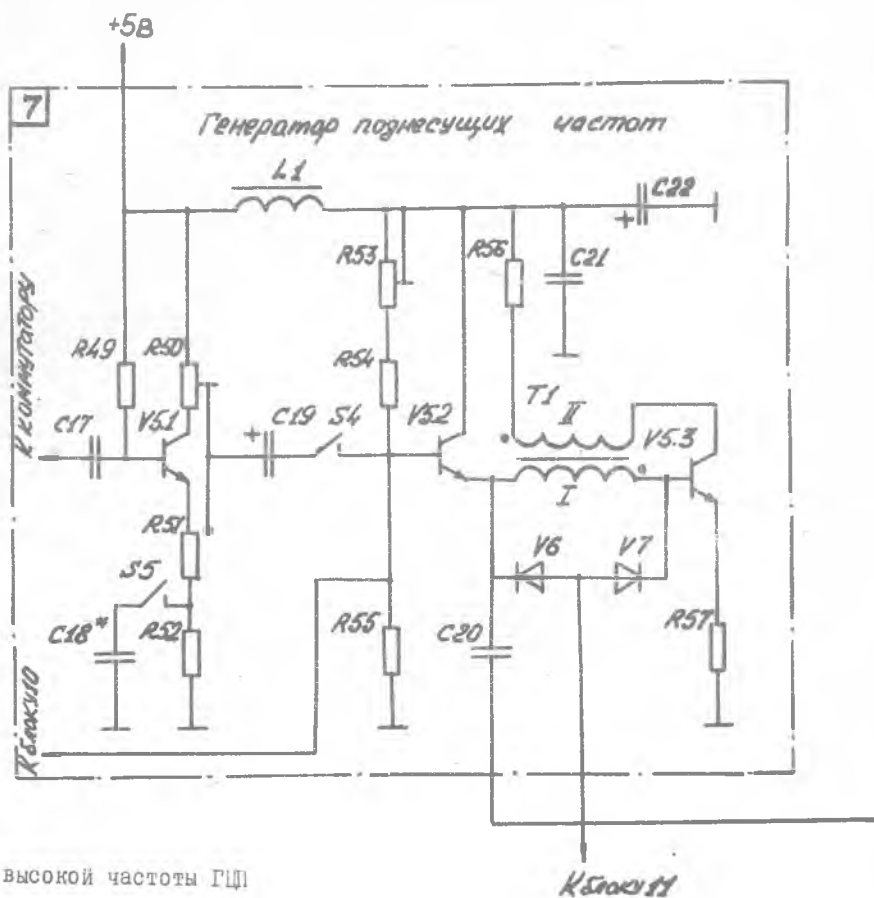
Каскад на транзисторе V T5.1 служит усилителем - инвертором цветоразностных сигналов, поступающих с ЭК через C17. В эмиттерной цепи усилителя включена ячейка C18R52, которая вносит н.ч. предска-



Р и с. 12. Принципиальная схема блока

жения цветоразностных сигналов, в коллекторной - включен подстроечный резистор $R 50$ для установки амплитуды модулирующих сигналов, т.е. насыщенности цвета.

С помощью смесителя, выполненного на транзисторах $V T 6.2$ и $V T 6.3$, формируется полный телевизионный сигнал цвета. Для этого на базу $V T 6.1$ через $R 58$ и линию задержки на $0,7$ мкс подается яркий сигнал с КМ. На базу $V T 6.2$ через цепочку $C20R69$ подается с ЧМ-гене-
22



ратора частотно-модулированная последовательность цветоразностных сигналов, а на базу VT6.3 через цепочку C28R69 – сигнал синхронизации с синхрогенератора.

Высокочастотные преобразования ЧМ-сигналов осуществляет фильтр Л2С30. Полный телевизионный сигнал цветных полос, амплитуда которого регулируется резистором R70, подается с помощью кабеля на видеовход телевизионного приемника.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить работу принципиальной схемы генератора цветных полос.

2. Включить телевизионный приемник: "Горизонт-736", установку ГЦП и осциллограф в сеть ~ 220 В.

3. Исследовать работу блока формирования сигналов (см. рис. 8):

а) просмотреть и зарисовать сигналы цветов E_R , E_B , E_G в контрольных точках КТ1, КТ2, КТ3. Измерить длительность, период и амплитуду импульсов;

б) просмотреть и зарисовать сигнал цветовой синхронизации в контрольной точке КТ7 и измерить период СОЦ, период и длительность импульсов в "пачке". Обратить внимание на количество импульсов в "пачке".

4. Исследовать работу кодирующей матрицы и электронного коммутатора (см. рис. II):

а) зарисовать форму сигнала яркости E_Y в контрольной точке КТ4. Для этого с помощью потенциометров R_{19} , R_{21} и R_{23} точно установить необходимые соотношения в сигнале согласно рис. 9, д. При этом амплитуда сигнала должна быть не менее 0,5 В;

б) зарисовать форму цветоразностных сигналов E_{B-Y} и E_{R-Y} в контрольных точках КТ5 и КТ6. С помощью потенциометров R_{17} и R_{25} точно установить необходимые соотношения в сигналах согласно рис. 9, е, ж. Амплитуда сигналов должна быть не менее 1 В.

П р и м е ч а н и е. После выполнения пп. 4, а и 4, б на экране телевизионного приемника должно быть устойчивое изображение восьми цветных вертикальных полос (см. рис. 9, а). Отсутствие цвета или нарушение последовательности цветов указывает на неточность выполнения указанных пунктов. В этом случае следует повторить эксперимент более точно;

в) зарисовать форму сигнала последовательности цветоразностных сигналов в контрольной точке КТ8.

5. Исследовать работу ЧМ-генератора (см. рис. I2):

а) зарисовать форму сигнала в контрольной точке КТ9 при двух положениях переключателя S_5 . Одновременно наблюдать изображение на экране приемника; дать оценку помехоустойчивости канала цветности;

б) зарисовать изображение сигнала яркости на экране приемника, при этом поставить переключатель S_4 в положение "ВЫКЛ" (нижнее положение), сделать вывод;

в) зарисовать форму ЧМ-сигнала в контрольной точке КТ10. Для этого переключатель S_4 поставить в положение "ВКЛ";

г) зарисовать форму полного сигнала цветности в контрольной точке КТ11, при этом все переключатели в положении "ВКЛ";

д) зарисовать форму цветоразностных сигналов телевизионного приемника в контрольных точках КТ12 и КТ13.

6. Исследовать характер воспроизводимого изображения на экране приемника:

а) зарисовать картинку изображения на экране при включенных "красной" и "зеленой" пушках, переключатель S_1 в положении "ВЫКЛ";

б) зарисовать картинку изображения на экране при включенных "красной" и "синей" пушках, переключатель S_3 в положении "ВЫКЛ";

в) зарисовать картинку изображения на экране при включенных "синей" и "зеленой" пушках, переключатель S_2 в положении "ВЫКЛ";

г) зарисовать картинку изображения на экране при включенных трех пушках, переключатели S_1, S_2, S_3 в положении "ВКЛ".

7. Снять амплитудно-частотную характеристику блока н.ч. предскажений, для чего переключатель S_6 поставить в нижнее положение, телевизор выключить. Включить генератор синусоидальных колебаний. С помощью осциллографа установить амплитуду выходного сигнала - I В. Сигнал с выхода генератора синусоидальных колебаний подать на гнездо XI установки ГЦП; в гнездо X2 подключить осциллограф. Снять зависимость $A_{н.ч} = \varphi(f)$ для пяти точек частоты. Полученные результаты занести в таблицу и построить график.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Структурная схема ГЦП.

2. Осциллограммы, график амплитудно-частотной характеристики с необходимыми пояснениями.

3. Выводы по проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать физическое объяснение понятия цвет. Что является количественной и качественной мерами цвета?

2. Дать определение цветности.

3. Написать уравнения цвета и цветности. Дать физическое объяснение.

4. Каковы условия совместимости ЦТ и монохромного телевидения?
5. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства системы СЕКАМ и объяснить назначение отдельных узлов схемы.
6. Нарисовать структурную схему декодирующего устройства системы СЕКАМ и объяснить назначение отдельных узлов схемы.
7. Какие меры для повышения помехоустойчивости приняты в системе СЕКАМ?

Библиографический список

Телевидение/Под редакцией П.В.Шмакова.-М.:Связь, 1979.-с.27...32, 229...236, 243...250.

Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. Конспект лекций по курсу "Телевидение".-М.:Радио и связь, 1983.-с.97...99, 104...106, 112...116.

Составитель Галина Васильевна Р е п и н а

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

Редактор Е.Д.А н т и л о в а

Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к

Корректор Н.С. К у п р и я н о в а

Подписано в печать 24.12.87. Формат 60x84 I/16.

Бумага оберточная белая. Печать оперативная.

Усл.п.л. 1,6. Уч.-изд.л. 1,5. Т.300 экз.

Заказ № 1580 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный институт имени академика С.П.Королева, г.Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Типография им. В.П.Мяги Куйбышевского полиграфического объединения. 443099, г. Куйбышев, ул.Венцека, 60.