

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

Московский технический университет связи и информатики

Кафедра Телевидения

Лабораторная работа № 63

ИССЛЕДОВАНИЕ PAL КОДЕРА

Москва 2010

План УМД на 2010/2011 уч. г.

Лабораторная работа № 63

ИССЛЕДОВАНИЕ PAL КОДЕРА

Составители к.т.н. Власюк И.В.
Врагова М.В.

Издание утверждено советом факультета Р и Т. Протокол №
от 20 г.

Рецензент д.т.н., проф. Безруков В.Н.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение процесса формирования и кодирования сигналов системы цветного телевидения PAL. Ознакомление со структурной схемой кодирующего устройства, назначением и свойствами его блоков, исследование принципов формирования полного цветного телевизионного сигнала (ПЦТВС).

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться со структурной схемой кодирующего устройства системы PAL и назначением ее элементов. Зарисовать структурную схему в отчет.
2. Ознакомится с основными принципами системы: механизмом коммутации фазы поднесущей при передаче сигнала цветности; компенсацией дифференциально-фазовых искажений; механизмом компенсации цветовых искажений путем сложения сигналов соседних строк.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Процесс выполнения работы сводится к изучению и фиксации в отчете информации, появляющейся на экране монитора, а так же осциллограмм, объясняющих принцип работы кодирующего устройства системы PAL.

ВНИМАТЕЛЬНО следуйте указаниям методического описания, при возникновении затруднений при выполнении работы обратитесь к преподавателю.

Лабораторный стенд имеет три панели. На левой панели расположены коммутатор входов, DVD-проигрыватель, генератор испытательных сигналов и тумблер «Сеть».

На средней панели располагается дисплей, предназначенный для отображения лабораторной работы со схемой исследуемого устройства и вспомогательными блоками. Слева, справа и снизу от дисплея расположены гнезда для подачи сигналов от различных источников на исследуемую схему или снятия сигналов на измерительные приборы (осциллограф). Пять ручек управления, находящихся под дисплеем используются для изменения различных параметров схемы (например, коэффициент усиления усилителя) или настроек вспомогательных блоков (например, номер строки в блоке осциллографа). На правой панели расположен видеомонитор, предназначенный для просмотра видеоизображения, содержащегося в композитном или компонентном видеосигнале. На панели видеомонитора находятся гнезда «ПЦТВС», «R», «G», «B», тумблер «ПЦТВС/RGB».

Так же лабораторный стенд состоит из:

Коммутатор контрольных точек (ККТ) отображается на дисплее;

Блок осциллографа – для получения наглядных осциллограмм сигналов, по необходимости по двум каналам одновременно. Для этого левой кнопкой мышки выбирается первая контрольная точка (КТ), а правой кнопкой вторая КТ.

ОСНОВНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

1. Структурная схема кодера PAL, назначение основных элементов.
2. Принцип коммутации фазы поднесущей при передаче сигнала цветности.
3. Принцип формирования ПЦТВС в системе PAL из исходного компонентного RGB-сигнала.
4. Осциллограммы сигналов в контрольных точках типового PAL кодера.
5. Влияние величины задержки яркостного сигнала, коэффициентов компрессии K_u и K_v , уровня вспышки поднесущей на формируемое изображение.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

1.

Внимание! Включать стойку следует прежде, чем системный блок ПК, а выключать после того, как будет выключен ПК.
--

В противном случае это может приводить к ошибкам в работе установки, а также к потере настроек расширения рабочего стола Windows в случае использования этого режима.

2. Запустите программу **TV_****.exe**, воспользовавшись ярлыком на рабочем столе, и выберите работу в меню.

3. Подайте с выходов RGB ГИС или DVD – проигрывателя видеосигнал на входы RGB кодирующей матрицы PAL кодера.

4. Выход PAL кодера (КТ23) подключите к входу ПЦТВС видеомонитора. Видеомонитор должен быть переведён в режим «внешний» кнопкой «выбор входа», тумблер в положении «ПЦТВС».

5. Оба канала осциллографа подключите к выходам коммутатора КТ.

6. Ручками управления в работе устанавливаются следующие значения:

K1 – коэффициент усилителей на входе PAL кодера. Используется для установки рабочего уровня сигналов (уровень белого 700 мВ).

K2 – используется для установки уровня сигнала цветности. (Нормальный уровень поднесущей при $K2 = 0.8$)

$U_{всп}$ – установка уровня импульсов вспышки. (Нормальное значение 0.3В)

Ku – коэффициент компрессии сигнала E'_{B-Y} (Нормальное значение 0.49)

Kv – коэффициент компрессии сигнала E'_{R-Y} (Нормальное значение 0.88)

7. Исследование яркостного и цветоразностных сигналов.

Подать на вход макета сигнал ГЦП. Пронаблюдать и зарисовать осциллограммы строк в КТ5-КТ7.

8. Исследование выделенного сигнала синхронизации.

Подать на вход осциллографа сигнал с КТ4. Длительность развертки осциллографа установить порядка длительности строки. Зарисовать осциллограмму и измерить по ней период и скважность импульсов. Повторить операцию для длительности развертки порядка длительности кадра.

9. Исследование принципов коммутации фазы цветовой поднесущей в системе PAL.

На первый канал осциллографа подать сигнал с генератора поднесущей (КТ21). На второй – по очереди сигналы с КТ16 и КТ20. Установить масштаб развертки 0,1 мкс/дел. Зарисовать три осциллограммы друг под другом. Построить векторную диаграмму этих сигналов. Подать на вход осциллографа сигнал с КТ10. Измерить временные параметры сигнала и сравнить их с параметрами осциллограммы в КТ4.

10. Исследование формирования сигналов цветовой синхронизации.

10.1 Подать на разные входы осциллографии сигналы с КТ8 и КТ9. Сделать выводы о различии сигналов.

10.2 Подать на два канала осциллографа сигналы с КТ14 и КТ15. Установить длительность развертки осциллографа, обеспечивающую удобный масштаб сигнала цветовой синхронизации. Зарисовать полученные осциллограммы и сравнить их с сигналами в КТ11 и КТ12.

10.3 Подключить осциллограф последовательно к КТ18, КТ19 и КТ22. Зарисовать одну из осциллограмм.

11. Оценка времени прохождения ТВ сигнала через канал цветности кодера.

11.1 Подать на вход макета сигнал УЭИТ с DVD-проигрывателя. Изменяйте время задержки Δt от 0 до максимального значения, контролируя искажения по ВКУ. Определите и запишите значение Δt , при котором искажения минимальны.

11.2 Подать на вход макета сигнал с ГЦП. На первый вход осциллографа подать сигнал с КТ22, на второй - с КТ6 или КТ7. Оценить величину ГВЗ канала цветности кодера. Установить Δt , равное полученному значению ГВЗ.

11.3 Подключить один канал осциллографа к КТ13, второй канал – к КТ22. Изменяя величину задержки Δt , добиться временного совпадения соответствующих элементов телевизионного сигнала. Записать полученное значение Δt .

11.4 Сравнить значения Δt , полученные в п. 11.1, 11.2 и 11.3.

12. Зарисовать осциллограмму ПЦТВС.

13. Установить другие значения параметров, указанных в пункте 7, и оценить искажения изображения.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Система PAL, созданная как альтернатива системе NTSC из-за необходимости компенсировать фазовые сдвиги в сигнале, разработана немецкой фирмой Telefunken и принята в 1966 г. в качестве стандарта в большинстве стран Западной Европы. Название системы представляет собой аббревиатуру из начальных букв английской фразы «Phase Alternation Line» (чередование фазы по строкам). Передача сигналов в системе PAL производится путем квадратурной балансной амплитудной модуляции поднесущей частоты, расположенной в спектре яркостного сигнала. Основное отличие от NTSC - модуляция цветоразностным сигналом E_{R-Y} поднесущей, имеющей не постоянную фазу, а изменяющуюся от строки к строке на 180 градусов. В приемнике PAL сигнал цветности проходит линию задержки на длительность одной строки, после чего происходит его сложение и вычитание с основным (незадержанным) сигналом. В процессе этого совпадающие по фазе сигналы складываются, а противоположные по фазе - вычитаются. Таким образом, сигналы E_{R-Y} и E_{B-Y} полностью разделяются, что исключает возникновение перекрестных искажений. Это является одним из основных преимуществ системы PAL по сравнению с NTSC, где фазовая ошибка генератора поднесущей не может быть более 10 градусов, в то время как в PAL - до 26 градусов. Это позволяет при равном качестве цветопередачи иметь для оборудования PAL более грубый допуск на фазовую ошибку генератора поднесущей, то есть устранить чувствительность к дифференциально-фазовым искажениям.

В системе PAL передаются яркостный сигнал E'_Y и два цветоразностных сигнала U и V . Сигналы U и V равны цветоразностным сигналам E'_{R-Y} и E'_{B-Y} , уменьшенным на коэффициенты компрессии:

$$U = 0,493 E'_{R-Y}; \quad V = 0,877 E'_{B-Y}$$

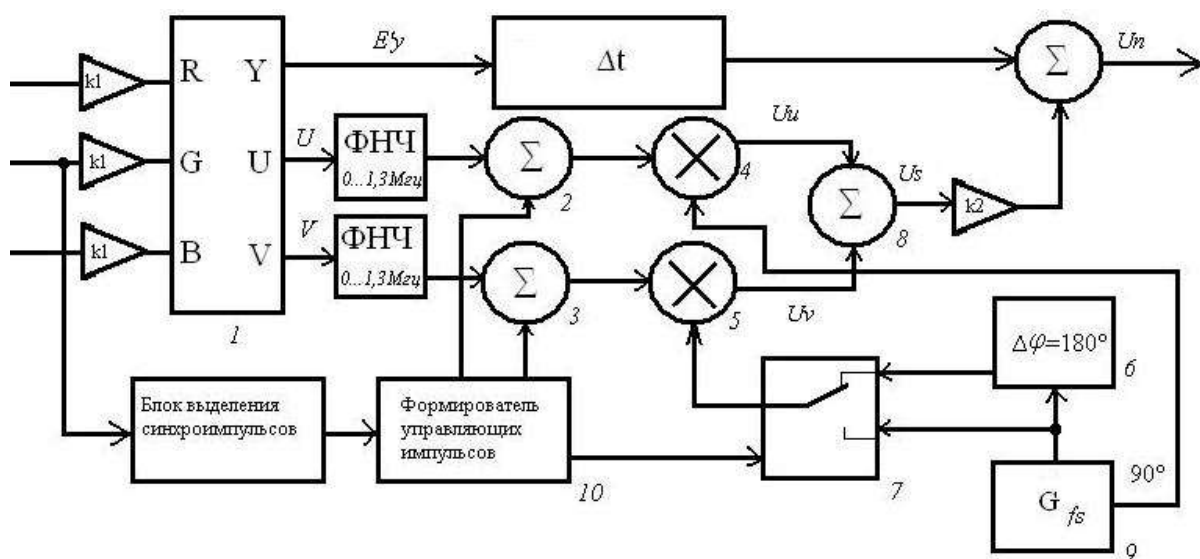


Рисунок 1. Структурная схема кодирующего устройства системы PAL

Формирование сигналов E'_Y , U и V производится в матрицирующем устройстве 1 (рис. 1). Полосы частот двух цветоразностных сигналов U и V ограничиваются ФНЧ до значения 1,3 МГц на уровне -2 дБ. В сумматорах (Σ) 2 и 3 цветоразностные сигналы смешиваются с импульсами, формирующими цветовую вспышку, и поступают на два балансных модулятора 4 и 5.

В балансных модуляторах осуществляется амплитудная балансная модуляция цветоразностными сигналами цветовой поднесущей. При отсутствии модулирующего сигнала на входе БМ, сигнал на выходе БМ равен нулю. Сдвиг между колебаниями поднесущей частоты в обоих модуляторах составляет 90° . Этот сдвиг обеспечивается фазовращателем 6, включенным в цепь балансного модулятора составляющей U_V . Смена фазы этой составляющей через строку осуществляется коммутатором 7. Коммутация обеспечивается формирователем управляющих импульсов 10, синхронизируемым с частотой строк.

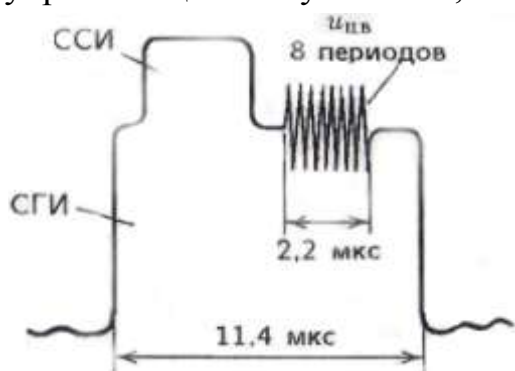


Рисунок 2. Положение сигнала цветовой синхронизации U_{cv}

На вторые входы БМ поступает немодулированное колебание цветовой поднесущей с частотой $f_s = 4,43361875$ МГц от генератора поднесущей 9, он является высокостабильным устройством с кварцевой стабилизацией частоты.

Выбор значения поднесущей в системе PAL имеет свои особенности. Прежде всего, они связаны с коммутацией фазы сигнала U_V (каждая строка на 180°), а так же с кратностью строчной частоты. Чтобы избежать увеличения заметности поднесущей на изображении в виде вертикальной линейчатой структуры, разработчиками системы было принято компромиссное решение - частоту поднесущей выбрали равной сумме нечетной гармоники четвертьстрочной частоты f_Z и частоты кадров f_K :

$$f_s = 1135 f_Z / 4 + f_K$$

Приближенно эта зависимость может быть выражена как:

$$f_s = (283 + 3/4) f_K,$$

что определит размещение в строчном интервале 284 периодов поднесущей без одной четверти. Слагаемые кадровой частоты f_K обуславливают дополнительную смену полярности поднесущей в каждом поле на 180° . Эксперименты показали, что такой выбор поднесущей обеспечил высокое качество совместимости системы PAL.

Сдвинутые по фазе на $+90^\circ$ модулированные цветные поднесущие U_U и U_V , складываясь в сумматоре 8 по правилу параллелограмма, образуют сигнал цветности U_S , модулированный по амплитуде и фазе, который вместе с сигналами яркости и синхронизации приемника представляет собой полный

цветовой сигнал $U_{\text{ц}}$. Устройство задержки в тракте яркостного сигнала имеет то же назначение, что и в системах NTSC или SECAM.

Таким образом, квадратурная балансная модуляция позволяет одновременно передать два узкополосных цветоразностных сигнала (сигнал цветности) на одной цветовой поднесущей в высокочастотной части спектра широкополосного яркостного сигнала.

Рассмотрим особенности формирования сигнала цветовой синхронизации в системе PAL. Применение балансной модуляции требует синхронизации с точностью до фазы опорного генератора в приемнике. Поэтому в системе PAL так же, как и в системе NTSC, на задней площадке строчного гасящего импульса передается сигнал цветовой синхронизации (цветовая вспышка), по форме аналогичный сигналу NTSC (рис.2).

Различие этих сигналов заключается в фазе колебаний вспышки. В системе PAL необходимо передавать информацию о том, в какой фазе (90 или 270°) передается в данной строке составляющая U_V . Эта информация кодируется изменением фазы колебаний цветовой вспышки. При передаче сигнала U_V , совпадающего по фазе с положительным направлением оси $R-Y$, фаза цветовой вспышки делается равной 135° (рис. 3,а). В следующей строке сигнал U_V меняет свою фазу на 180° . Соответственно фаза вспышки становится равной -135° (рис. 3, б).

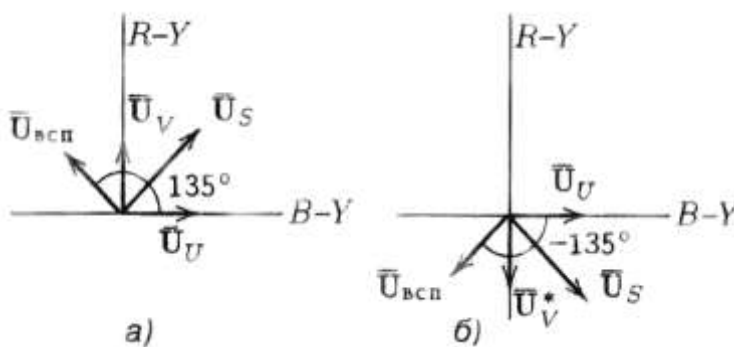


Рисунок 3. Сигналы цветовой синхронизации на векторной диаграмме

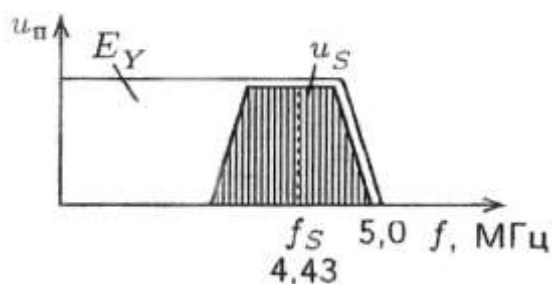


Рисунок 4. Спектр полного цветового сигнала в системе PAL

Формирование цветовой вспышки в кодирующем устройстве сводится к замешиванию в сигналы U и V прямоугольных импульсов отрицательной и положительной полярности соответственно. Этими импульсами, временное положение которых соответствует задней площадке строчного гасящего импульса, в балансных модуляторах будут созданы две квадратурные составляющие вспышки. Одна из этих составляющих всегда совпадает с отрицательным направлением оси $B-Y$ (180°), другая — с положительным или отрицательным направлением оси $R-Y$ (90 или 270°). Результирующий вектор цветовой вспышки при равных по амплитуде импульсах будет иметь фазу $\pm 135^\circ$.

Полный цветовой сигнал ограничивается по полосе в пределах 0...5 МГц (рис. 4). При указанном значении поднесущей частоты верхние боковые колебания сигнала цветности для обеих квадратурных составляющих U_U и U_V оказываются несимметрично подавленными. В системе NTSC такое ограничение двух квадратурных сигналов привело бы в приемном устройстве к перекрестным искажениям между ними. В системе PAL принцип построчной коммутации сигнала позволяет сделать эти искажения минимальными, практически не сказывающимися на качестве изображения.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Структурная схема кодера PAL с необходимыми пояснениями.
2. Рисунки осциллограмм с поясняющими надписями в контрольных точках, экспериментально полученные параметры сигналов.
3. Выводы по результатам исследований.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение кодера сигналов в системе цветного телевидения PAL.
2. Поясните принцип кодирования сигналов в системе PAL по структурной схеме кодера (рис.1), принцип получения полного цветowego сигнала.
3. Объясните принцип коммутации фазы поднесущей при передаче сигнала цветности в системе PAL.
4. Назначение блока формирователя управляющих импульсов.
5. Назначение блока выделения синхроимпульсов. Формирование цветовой вспышки, фаза колебаний вспышки.
6. Объясните выбор величины задержки в линии яркостного сигнала.
7. Каковы основные достоинства квадратурной балансной модуляции?
8. К чему может привести нарушение баланса БМ?
9. Из каких соображений выбирается частота цветовой поднесущей в кодере PAL?
10. Какие искажения изображения могут возникнуть при нарушении условия формирования сигналов цветности в квадратуре?

ЛИТЕРАТУРА

1. Телевидение / под ред. В.Е. Джакони.- М.: Радио и связь, 2003. - 616с.
2. Основы цветного телевидения / В. Ф. Самойлов, Б. П. Хромой- М.: Радио и связь 1982.- 159с.