

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
Московский технический университет связи и информатики

Кафедра телевидения

Лабораторная работа № 55

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ NTSC

Москва 2000

План УМД на 2000/2001 уч. г.

Лабораторная работа № 55

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ NTSC

Составитель Ю.И. Серебряков, доцент

Издание утверждено советом факультета РВТ, протокол № 8
от 20 апреля 2000 г.

Рецензент В.Н. Безруков, профессор

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление с основными характеристиками совместимой системы цветного телевидения NTSC. Исследование используемого способа передачи сигналов.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомьтесь с общими принципами функционирования совместимой системы цветного телевидения NTSC, используемыми сигналами, способом их одновременной передачи, основанном на применении квадратурной модуляции.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Работа выполняется на компьютере по программе, поясняющей процесс формирования и передачи сигналов в системе NTSC.

Программа записана в файле TVNTSC.EXE. Процедура выполнения работы сводится к изучению и фиксации в отчете информации, появляющейся на экране монитора, введению в компьютер, по запросу программы, необходимых исходных данных. По ходу выполнения программы на экране появляются пояснения по изучаемому материалу, по возможным действиям исполнителя.

Переход к очередному кадру, как правило, осуществляется нажатием клавиши ENTER.

НЕ НАЖИМАЙТЕ клавишу ENTER до завершения процесса построения очередного кадра. Не нажимайте клавишу ENTER более одного раза. Каждое нажатие запоминается и будет отработано. В результате некоторые кадры промелькнут без остановки!

В связи с тем, что разделителем целой и дробной частей числа при вводе в компьютер является *ТОЧКА*, то она используется и в тексте.

ОСНОВНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

1. Структурная схема кодирования сигналов в системе NTSC.
2. Выбор частоты цветовой поднесущей.
3. Одновременная передача двух сигналов цветности с использованием квадратурной модуляции поднесущей.
4. Полный цветовой сигнал.
5. Структурная схема декодирования.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Зарисовать структурную схему кодирования сигналов с указанием назначения ее блоков.
2. Поместить в отчет материал, поясняющий выбор частоты поднесущей.
3. Исследовать зависимость фазы и амплитуды вектора поднесущей от цвета передаваемого изображения. Для чего определить фазу и амплитуду вектора для следующих исходных сигналов:

	№1	№2	№3	№4	№5
E'R	1	0.5	0	0	0.5
E'G	0	0	1	0.5	1
E'В	0	0	0	0	0.5

Примечание: Сигналы №1 и №2 имеют одинаковый цветовой тон, 100% насыщенность и разную яркость. Сигнал №5 это зеленое с 50% насыщенностью

4. Построить и зарисовать фазовую диаграмму стандартного сигнала цветных полос. Поместить в отчет значения фазы и амплитуды для каждой полосы.

Примечание: Параметры стандартного сигнала записаны в программе.

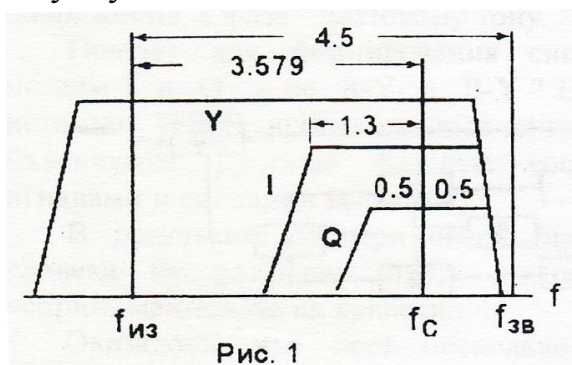
5. Построить и зарисовать осциллограмму полного цветового сигнала, соответствующего передаче стандартного сигнала цветных полос.

6. Выполнить задание п. 5 для сигналов, записанных в п. 3.

7. Зарисовать структурную схему декодера.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Система цветного телевидения NTSC используется в США, Канаде, Японии и ряде других стран. Изображение разбивается на 525 строк при 60 полукадрах в секунду.



Дальнейшее изложение ориентировано на этот стандарт.

Система совместима с ранее использовавшимся стандартом на черно-белое телевидение, по которому частота строк 15750 Гц, а частота полей 60 Гц. В системе NTSC, по изложенным ниже причинам, эти частоты равны соответственно 15734,264 Гц и 59,94 Гц.

Одновременно передаются три сигнала: яркостный

$$E'Y = 0.30E'R + 0.59E'G + 0.11E'В \text{ и два цветоразностных}$$

$$E'Q = 0.41(E'В - E'Y) + 0.48(E'R - E'Y) \text{ и}$$

$$E'I = -0.27(E'В - E'Y) + 0.74(E'R - E'Y).$$

Сигнал Q в полосе до 0.5 МГц. Полосы частот сигналов и их относительное расположение в радиоканале иллюстрирует рис 1.

Сигналы I и Q передаются на одной поднесущей. Сама поднесущая подавляется, а передаются только ее боковые. В результате снижается заметность помех на изображении. Сигнал цветности образуется в результате сложения колебаний с выходов двух балансных модуляторов, поднесущая к которым подводится с относительным фазовым сдвигом в 90° .

Присутствие поднесущей в яркостном сигнале приводит к появлению искажений на изображении в виде мелкоструктурной сетки. Если частота поднесущей выбирается из условия

$$f_c = (2n + 1)f_z/2,$$

то заметность помехи будет минимальной. Здесь f_z - частота строк, $n=1, 2, 3...$ целое число.

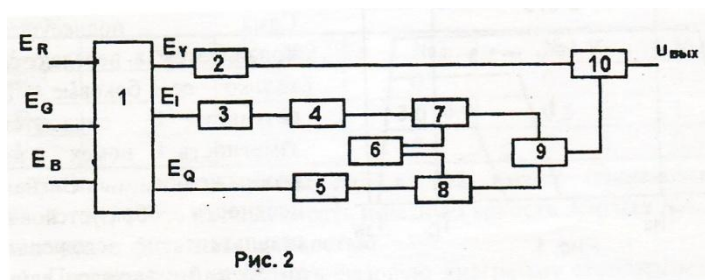
Записанное условие нужно выполнить и по отношению к интервалу между частотой поднесущей и несущей звука. При неизменном разnose между несущими передатчиков изображения и звукового сопровождения, равном 4.5 МГц, пришлось на 0.1% изменить частоты строк и полей. А частота цветовой поднесущей стала равной 3.579545 МГц.

Сигналы Y, I и Q передаются с разными полосами частот. В полосе частот от 1.3 до 4.2 МГц существует только яркостный сигнал, и мелкие детали изображения воспроизводятся в черно белом виде.

В диапазоне от 0.5 до 1.3 МГц передается только один цветоразностный сигнал, сигнал I. Этот сигнал передает сведения об окраске промежуточных деталей в пределах от голубого до оранжевого.

Ниже 0.5 МГц существуют все три сигнала, и крупные детали изображения воспроизводятся полностью цветными.

Процесс формирования сигналов иллюстрирует упрощенная структурная схема, рис. 2. Сигналы передающей камеры $E'R$, $E'G$ и $E'В$ поступают на вход матрицы 1, в которой формируются сигналы $E'Y$, $E'I$ и $E'Q$.



Сигналы Y, I и Q передаются по трактам с разной полосой частот, что приводит к их относительному сдвигу во времени. Наибольшее запаздывание будет у самого узкополосного сигнала. Для устранения сдвигов во времени в каналах сигналов Y и I включены линии задержки 2 и 3.

Полосы частот каналов I и Q ограничиваются до 1.3 и 0.5 МГц соответственно фильтрами 4 и 5.

Сигнал цветности образуется путем сложения в смесителе 9 колебаний с выходов двух балансных модуляторов, 7 и 8, работающих на одной и той же

частоте f_C от генератора поднесущей b , но с относительным фазовым сдвигом в 90° .

Полный цветовой сигнал получается в результате сложения в смесителе 10 яркостного сигнала с сигналом цветности. В составе полного сигнала имеется сигнал цветовой синхронизации, называемый вспышкой. Он передается на задней площадке каждого строчного гасящего импульса. Он является эталоном фазы и частоты для телевизоров. Сигнал вспышки состоит из 8-11 синусоидальных колебаний, имеющих частоту поднесущей и нулевую фазу.

Рис. 3 иллюстрирует фазовые соотношения между сигналами, образующими сигнал цветности. Вектор сигнала цветности E_C - это геометрическая сумма сигналов E'_I и E'_Q , имеющих относительный фазовый сдвиг 90° (находящихся в квадратуре). При этом мгновенное значение амплитуды сигнала цветности оказывается пропорциональным произведению яркости на чистоту (насыщенность) цвета передаваемого элемента изображения, а фаза - цветовому тону.

Почему для формирования сигнала цветности выбраны сигналы I и Q , а не $R-Y$ и $B-Y$? На раннем этапе разработки системы NTSC использовались сигналы $R-Y$ и $B-Y$, чем и объясняются простые фазовые соотношения между этими сигналами и сигналом вспышки.

В результате экспериментов было установлено, что глаз человека не различает цвета очень мелких деталей; они воспринимаются по их яркости.

Оказалось, что цвет несколько более крупных деталей изображения может быть правильно передан смешением только двух цветов - оранжевого и голубого. Эти сведения передаются сигналом I . При использовании сигналов $R-Y$ и $B-Y$ цвет промежуточных деталей передать невозможно.

В данной лабораторной работе имеется возможность, задав исходные сигналы E'_R , E'_G и E'_B , наблюдать на фазовой диаграмме отложение вектора сигнала цветности.

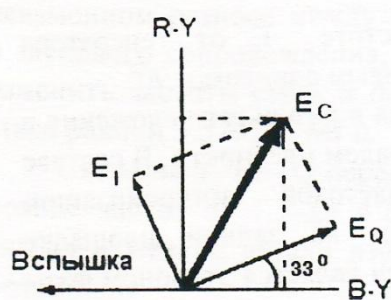


Рис. 3

Полный цветовой сигнал - это яркостный сигнал с наложенным на него сигналом цветности. Если в черно-белом телевидении видеосигнал находится в пределах, заданных уровнями белого и черного, то цветовой сигнал может выходить за эти пределы. Сигнал вспышки передается после каждого строчного синхроимпульса.

При передаче некоторых насыщенных цветов с полной яркостью возможен выход сигнала поднесущей за уровень черного, что может повлиять на синхронизацию строчной развертки телевизора. На работу современных помехоустойчивых схем синхронизации выход сигнала поднесущей за уровень черного практически не влияет.

Рассмотрим теперь процесс декодирования сигналов. Упрощенная схема, поясняющая этот процесс, приведена на рис 4.

На выходе видеодетектора 1 существует полный цветовой сигнал. В яркостном канале имеется видеоусилитель 3 , за которым включена линия

задержки 4 со временем задержки примерно 0.7 мкс. Поскольку видеоусилитель 3 работает в полной полосе частот, то в сигнале присутствует цветовая поднесущая. Для ее ослабления включен режекторный фильтр 5.

Область частот от 2.1 до 4.2 МГц, в которой находится сигнал цветности, выделяется полосовым усилителем 2. Сигнал, снимаемый с выхода полосового усилителя, подводится к двум синхронным детекторам.

Синхронный детектор 6 работает в I канале; сигнал от генератора поднесущей поступает к нему с фазовым сдвигом в 57° . Фазовый угол отсчитывается в направлении движения часовой стрелки от сигнала вспышки, рис. 3, фаза которого принята за нуль. Сам генератор поднесущей, синхронизируемый сигналом вспышки, на схеме не показан.

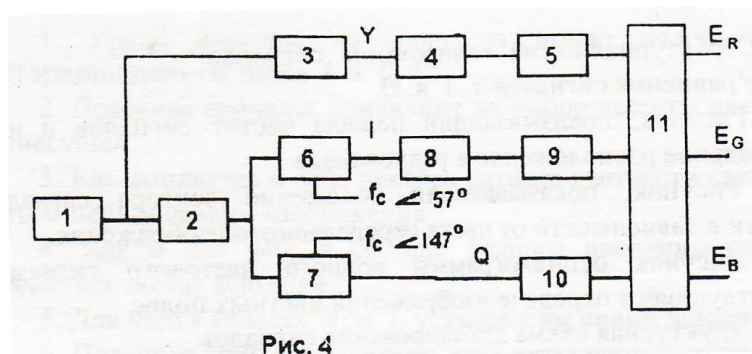


Рис. 4

В канале I линией задержки 8 сигнал задерживается на 0.5 мкс. Полоса частот сигнала I ограничивается фильтром нижних частот 9 до 1.3 МГц.

Синхронный детектор 7 выделяет сигнал Q, для чего на него сигнал поднесущей подается с фазой 147° . Сигнал Q с выхода синхронного детектора 7 проходит фильтр нижних частот 10, ограничивающий полосу частот до 0.5 МГц.

В матрице 11 из сигналов Y, I и Q формируются исходные сигналы E'R, E'G и E'в, которые после усиления подаются на соответствующие электронные прожекторы цветного кинескопа.

Как отмечалось выше, на синхронные детекторы колебания генератора поднесущей необходимо подать с фазами в 57 и 147 градусов. Ошибка в пределах до $\pm 5^\circ$ допустима. Если ошибка доходит до $\pm 20^\circ$, то отчетливо наблюдаются искажения цвета.

Если к синхронным детекторам подвести сигнал генератора поднесущей с фазами 90° и 180° , то будут выделены сигналы R-Y и B-Y

Эталоном фазы и частоты для генератора поднесущей телевизора является сигнал вспышки, по которому ведется генератор. Его стабильность должна быть достаточно высокой, чтобы на всем протяжении строки фаза колебаний не уходила более чем на $\pm 5^\circ$. Необходимая стабильность обеспечивается кварцевой стабилизацией.

Система NTSC предъявляет более жесткие требования к характеристикам каналов связи, чем системы PAL и SEKAM, и при хороших каналах обеспечивает изображение высокого качества.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Структурная схема кодирования сигналов.
2. Уравнения сигналов Y , I и Q .
3. Рисунок, показывающий полосы частот сигналов и их относительное расположение в радиоканале.
4. Рисунок, показывающий положение вектора сигнала цветности в зависимости от цвета передаваемого изображения.
5. Рисунок осциллограммы полного цветового сигнала, соответствующего передаче изображения цветных полос.
6. Структурная схема декодирования сигналов.
7. Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие факторы повлияли на выбор полос частот цветоразностных сигналов I и Q ?
2. Поясните причины, влияющие на выбор частоты цветовой поднесущей.
3. Как амплитуда и фаза вектора сигнала цветности связана с цветом передаваемого изображения?
4. Как $'$ и для чего в составе полного цветового сигнала передается сигнал вспышки?
5. Для чего в каналах Y и I установлены линии задержки?
6. Поясните принцип передачи двух независимых сообщений с использованием квадратурной модуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Телевидение / Под ред. ВЕ. Джакони. - М.: Радио и связь, 1997. - 640 с.

Подписано в печать 21.06.00г. Формат 60x84/16. Печать офсетная, объем 0,7 усл.п.л. Тираж 100 экз. Изд. № 64. Заказ 221.

ЗАО "Информсвязьиздат". Москва, ул. Авиамоторная, 8.