

Техническая информация EBU I15-1998

Тестирование на соответствие рекомендациям ITU-R BT.601 и BT.656

<i>Комитет EBU</i>	<i>Первый выпуск</i>	<i>Переработка</i>	<i>Переиздание</i>
PMC	1989	1998	

Ключевые слова: Видео (цифровое), Измерения / Установка

Внимание!

- Данный перевод **НЕ** является аутентичным и может содержать отдельные неточности.
- Оригинал этого документа находится по адресу : <http://www.ebu.ch/en/technical/publications/ott/index.php#2>

1. Введение

Настоящий документ создан группой специалистов EBU G/DIAG в 1989 г. по просьбе организационного комитета рабочей группы EBU G. Это ответ на широкое внедрение оборудования для обработки цифрового видеосигнала, которое, как заявлено, работает согласно рекомендациям ITU-R BT.601[2] и BT.656[3]. В документе описаны подходящие тесты на соответствие, которые члены EBU могут использовать для проверки этих требований. Эти тесты касаются и приемки, и инсталляции.

Рекомендация BT.601 не полностью определяет характеристики цифрового видео оборудования. В ней указаны только основные параметры дискретизации видеосигнала. Другие факторы, не определенные в этой рекомендации, играют важную роль в производительности оборудования. Эти параметры по возможности включены в настоящий документ.

В данной редакции изменены только части, обновленные вследствие поправок к рекомендациям BT.601 и BT.656. Остальной текст не изменился, поскольку описанные методы тестирования сегодня все еще полезны и используются. Оригинальное Приложение 2 "Инструменты тестирования для компонентных систем" исключено, т.к. этот список устарел и не является полным. Изменилась и библиография.

Документ содержит список параметров, необходимых для проверки оборудования на соответствие "601", и предлагает методы тестирования. Он ограничен рассмотрением уровня 4:2:2 ITU-R 601. Он также не включает специальных дополнительных тестов для определенных элементов оборудования, например, цифрового VTR.

Приложение 1 содержит детали тест-сигналов, используемых для измерений, описанных в данном документе. Этот перечень отличается от списка в Рекомендации ITU-R BT. 801[7].

Все описанные в документе уровни сигнала имеют 8-битную дискретизацию. Рекомендация ITU-R BT.601 позволяет опцию 10 бит, которая широко используется в телепроизводстве. Это следует учитывать при чтении документа.

2. Характеристики

Многие параметры в следующем списке дополняют характеристики, требуемые для тестирования на соответствие Рекомендации BT.601. Однако считается необходимым проверять эти параметры при оценке или приемке оборудования. Такие параметры обозначены звездочкой (*).

2.1. Характеристики ADC/DAC

- Фильтрация сигнала яркости и сигналов цветоразности (соответствие шаблонам усиления и задержки)
- Диапазоны кодирования яркости и цветоразности
- Точность матриц R, G, B - Y, Cr, Cb и Y, Cr, Cb - R, G, B *

* Этот параметр не входит в Рекомендации ITU-R BT.601 и BT.656

- Относительные задержки между компонентными сигналами*
- Совместное расположение выборок цветности
- Расположение выборок цветности относительно правильных выборок яркости
- Дифференциальные задержки между компонентными сигналами *
- Точность уровня черного *
- Чувствительность к сигналам с завышенной амплитудой *
- Монотонность и линейность преобразователей *
- Отношение между активными цифровыми и аналоговыми строками (позиция и длина)
- Шум *

2.2. Обработка сигнала

- Использование адекватного размера слов в оборудовании *
- Операция округления / усечения в интерфейсах *
- Генерирование "нелегальных" комбинаций Y, Cr, Cb (приводящее к отрицательным значениям R, G, B)*
- Прозрачность обработки цифрового сигнала *

2.3. Интерфейсы

- Корректная работа синхронизирующих опорных сигналов (TRS)
- Электрические характеристики интерфейса
- Подавление паразитных слов 00/FF

3. Возможные методы тестирования

3.1. Параметры АЦП и ЦАП

В Рекомендации ВТ.601 говорится только о том, что форма кодирования сигнала – равномерно квантованный РСМ с 8 бит на выборку. Для сигнала яркости есть 220 уровней квантования, где черный соответствует уровню 16, а пиковый белый – уровню 235. Для цветоразностных сигналов есть 225 уровней квантования с центром на уровне 128, соответствующем нулевому аналоговому сигналу. Такие параметры как линейность, монотонность, точность усиления, относительное усиление, неравномерность задержки и характеристики фиксатора не определены; однако они очень важны для общей производительности системы и должны быть измерены.

3.1.1. Фильтрация

В Приложении III к Рекомендации ITU-R ВТ.601 даны шаблоны фильтров дискретизации для сигналов яркости и цветоразности. Допуски очень малы, и измерение характеристик фильтра с требуемой точностью очень сложно. Поэтому вещателям не предлагается пытаться точно измерить характеристики фильтра. При оценке оборудования следует проверить, чтобы фильтры были соответствующего типа и изготовлены известным компетентным производителем.

Если надо протестировать фильтр, то подходящие тест-сигналы – развертка по частоте с повторением строк с охватом 0.5-7 MHz для канала яркости и 0.5-3.5 MHz для каналов цветности. Следует заметить, что для каналов цветности при наличии связанных аналоговых схем могут потребоваться биполярные сигналы. Развертку можно наблюдать с помощью высококачественного осциллографа. (Следует использовать подходящий сетевой анализатор, если он есть, т.к. он дает более точное измерение. Он применяется в тех случаях, когда возможен прямой доступ к фильтру.)

Разрешения 8-битной дискретизации недостаточно для высокоточного тестирования фильтра путем проверки сигнала в цифровом сегменте, но адекватные результаты получить можно. Можно использовать высококачественный ЦАП (с учетом любой фильтрации, которая может в нем происходить) или сохранять, а затем анализировать цифровые данные. Если прямого доступа к фильтру ЦАП нет, понадобится цифровой тест-сигнал, если надо избежать эффектов фильтра АЦП или если модуль ЦАП имеет только цифровые входы. Рамки 8-битной дискретизации ограничивают точность этого измерения.

* Этот параметр не входит в Рекомендации ITU-R ВТ.601 и ВТ.656

Кроме того, надо проверить выход модуля ЦАП с помощью анализатора спектра. Ни один внеполосный сигнал ниже 80 MHz не должен превышать -40 dB относительно пикового уровня видео. Этот тест надо также проводить без входного видеосигнала, чтобы показать возможные перекрестные помехи от тактового сигнала и его гармоник.

Характеристика групповой задержки фильтра также включена в Приложение III к Рекомендации ITU-R BT.601. Ее можно достаточно точно измерить с помощью импульсного сигнала (1T для канала яркости и 2T для каналов цветности) или многоимпульсного сигнала с проверкой симметрии импульсов.

3.1.2. Диапазоны кодирования

Сначала надо проверить усиление ЦАП, введя на вход ЦАП известный цифровой код; подходящие значения - 16/235 или 128/240, что соответствует уровню черного / пикового белого в канале яркости и нулевому / пиковому значению в каналах цветности. Откалибровав ЦАП, можно проверить усиление АЦП, используя отрегулированный ЦАП для восстановления аналогового тест-сигнала в аналоговой форме для измерения: сочетание АЦП и ЦАП должно производить единичное усиление и никакого сдвига DC. Для установки усиления АЦП рекомендуется использовать метод вычисления разности с помощью тест-сигнала, например, цветных полос или лестницы.

3.1.3. Точность матрицы

Матрицирование может происходить в аналоговом или цифровом сегменте.

Подходящие тест-сигнал – цветные полосы RGB. Сначала надо проверить точность этого сигнала с помощью измерителя уровня видео. Его можно использовать для проверки соответствующих уровней сигнала в каналах яркости и цветности, которые должны быть ~ 0.5% от теоретического значения. Эти лимиты предполагают точность окончательных схем на входе в пределах $\pm 0.5\%$.

3.1.4. Джиттер дискретизации

В Рекомендации ITU-R BT.601 нет никаких значений долговременной или кратковременной стабильности тактов дискретизации. Поскольку тактовая частота обычно захватывается внешней опорой [5], например, сигналом черного цвета, измерение тактовой частоты бессмысленно, кроме как для проверки, что тактовый генератор действительно захватывается опорой. Джиттер, однако, надо измерить.

Перед измерением джиттера тактового сигнала дискретизации необходимо проверить стабильность внешней опоры, если она есть.

Как показывает практика, кратковременный джиттер тактов дискретизации должен быть менее 3 нс между пиками (Обратите внимание, что это не относится к спецификации джиттера тактов в выходном цифровом видео интерфейсе в Рекомендации ITU-R Recommendation BT.656).

Методы наблюдения джиттера в тактовом сигнале дискретизации включают комбинирование тактового сигнала со стабильной опорой на таковой частоте (например, из синтезатора) с использованием режима A + B на осциллографе (что требует установки частоты стабильной опоры на невидимый дрейф и калибровки дисплея путем добавления небольшой калиброванной задержки в один тракт сигнала; затем изменение амплитуды сопоставляется с введенной задержкой). В качестве альтернативы можно скомбинировать тактовый сигнал и стабильную опору в микшере и извлечь путем фильтрации низкочастотный компонент джиттера.

3.1.5. Относительные задержки между компонентными сигналами

Максимальная разность синхронизации между компонентами не должна превышать 10 нс.

Были рассмотрены три метода тестирования с помощью измененного отображения «бабочки», импульса и молнии (цветных полос). Необходимые сигналы уже используются для измерения разности задержки между аналоговыми компонентными сигналами.

По причинам, изложенным в Разделе 3.1.6., частота для сигнала «бабочки» изменена на 2.5 MHz и 2.49 MHz в каналах яркости и цветности соответственно. Тест-сигналы «бабочка» более чувствительны, чем сигналы импульсного типа.

На Рис. 1, 4 и 7 показаны тест-сигналы «бабочки», импульсов и цветных полос при наличии относительной задержки 10 нс между компонентами.

3.1.6. Расположение выборок цветности относительно друг друга и правильных выборок яркости

В Рекомендации ITU-R BT.601 утверждается, что цветоразностные выборки расположены относительно друг друга и чередующихся (т.е. первой, третьей, пятой и т.д.) выборок яркости. Между компонентами в момент выборки возможны относительные задержки, возникающие вследствие фильтра и других задержек, и в АЦП и ЦАП могут быть компенсирующие задержки.

Рассмотрены три метода, использующие измененные сигналы «бабочки», импульсов и цветных полос.

Сигнал «бабочка» уже используется в измерении разности задержки между аналоговыми компонентными сигналами, хотя используемая сегодня частота не идеальна для тестирования цифровых компонентов. Если изменить частоту на 2.5 MHz и 2.49 MHz в каналах яркости и цветности соответственно, разность задержки одного тактового периода даст очень характерное отображение канала, в котором есть ошибка, и ее значения, т.е. опережение или запаздывание. Это проиллюстрировано на Рис. 2. Тот же тест можно использовать для проверки расположения цветоразностных сигналов относительно правильных выборок цветности (Рис. 3.)

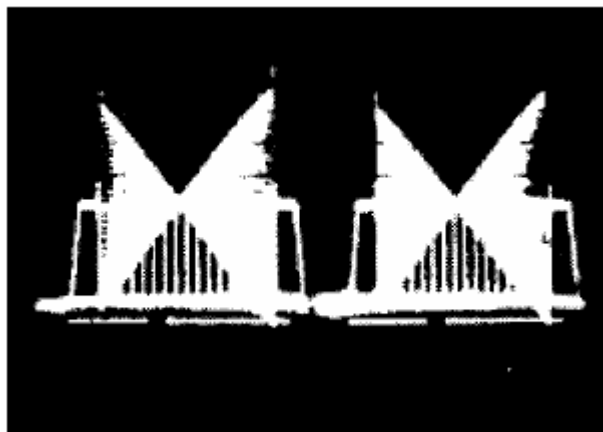


Рис. 1 – Отображение «бабочки» для правильного расположения выборок, но с небольшой относительной задержкой 10 нс

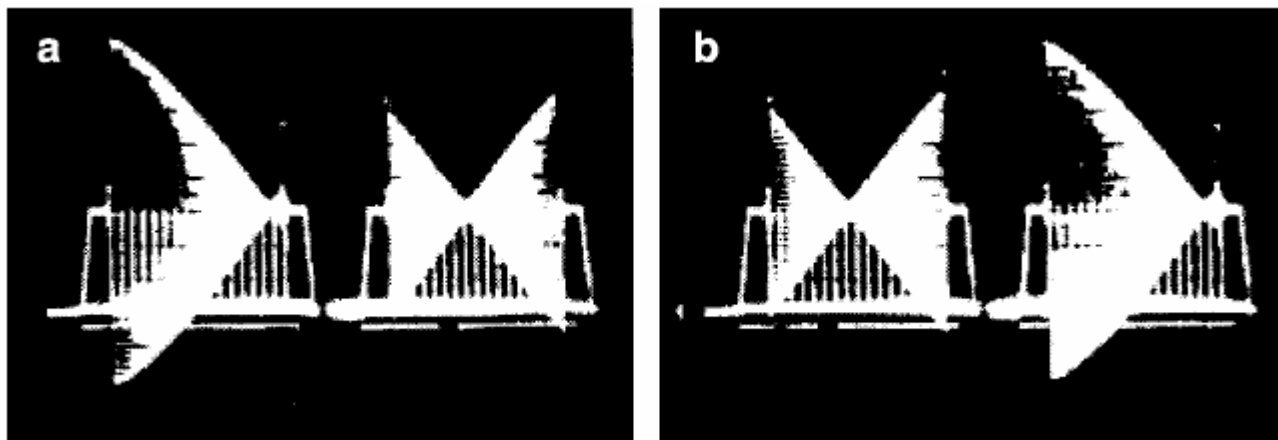


Рис. 2 – Отображения «бабочки» для выборок цветности, не согласованных друг с другом:
 (a) Cb опережает Cr
 (b) Cr опережает Cb

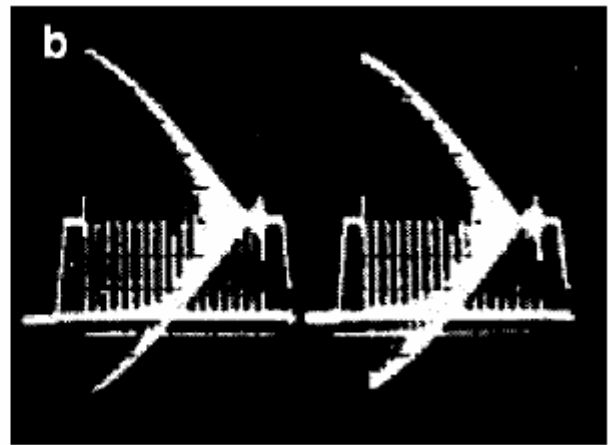
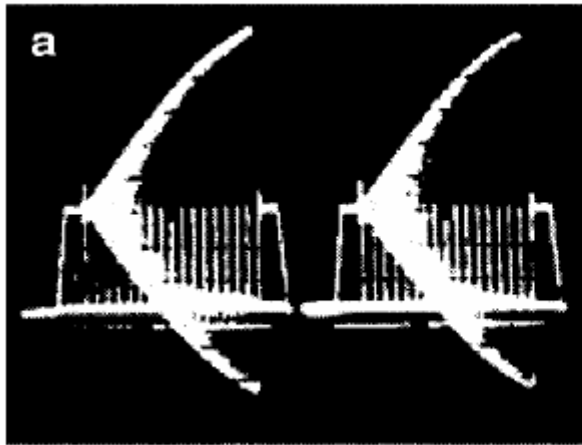


Рис. 3 - Отображения «бабочки» для выборок цветности, не согласованных с правильными выборками яркости:
 (a) Запаздывание (b) опережение

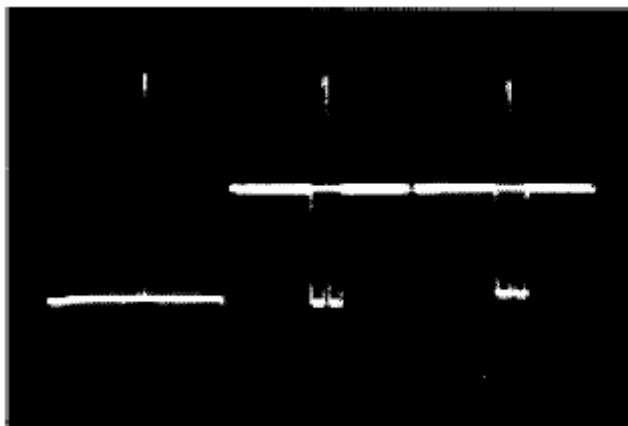


Рис. 4 – Импульсный сигнал 10Т, используемый для проверки совместного расположения

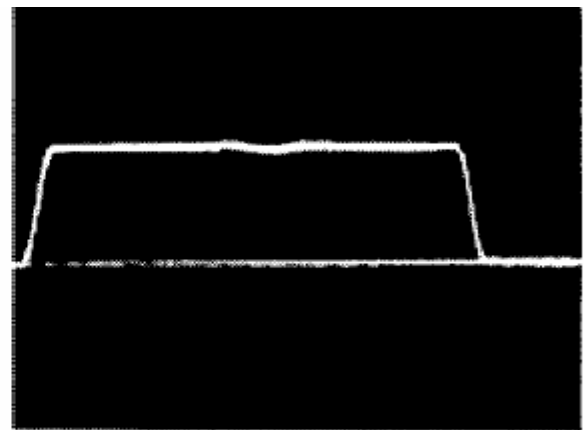


Рис. 5 – Импульсное отображение для правильно расположенных выборок, но с относительной задержкой около 10 нс

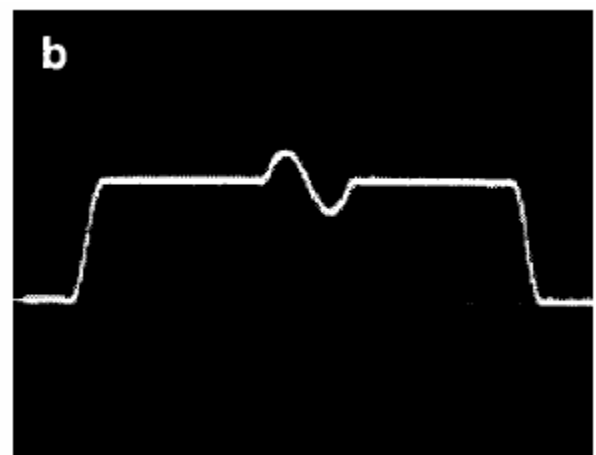
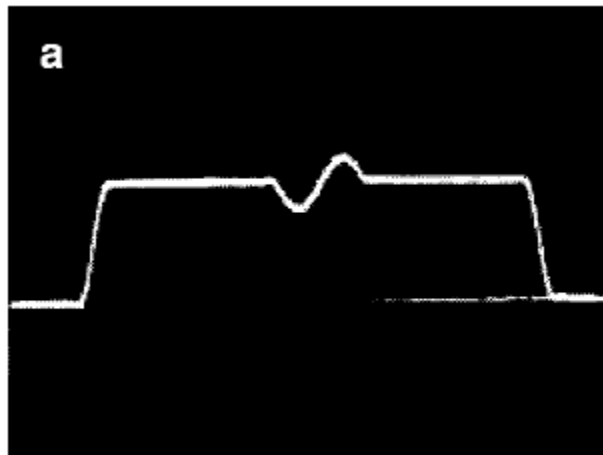


Рис. 6. – Импульсное отображение для выборок цветности, не согласованных друг с другом
 (a) Cb опережает Cr (b) Cb запаздывает относительно Cr.

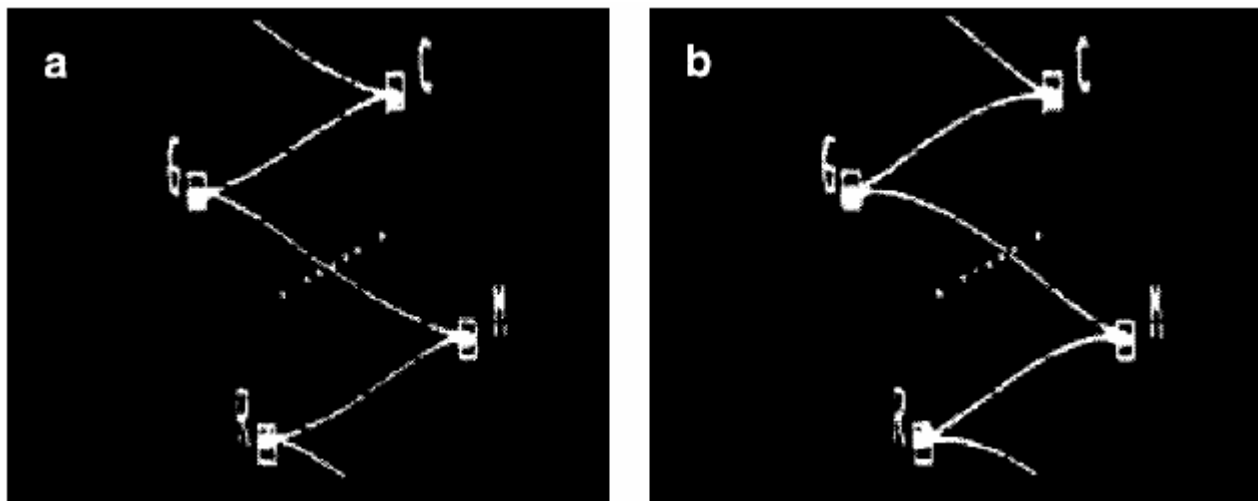


Рис. 7 – Использование молнии для проверки синхронизации
(а) правильное расположение выборки, но с относительной задержкой около 10 нс между каналами
(б) выборка цветности в неправильном месте

Изменение частот сигнала «бабочки» повышает чувствительность этого метода к относительным задержкам. В случае ошибок расположения будет указана ошибка, связанная с тактовым периодом (74 нс), в то время как относительные задержки будут меньшей величины и не будут связаны с тактовым периодом. Конечно, оба типа ошибок могут сосуществовать.

Можно использовать и импульсный тест-сигнал длиной, соответствующей частотной полосе канала. Годятся также импульсные сигналы яркости 8Т или 10Т в сочетании с пьедесталом в случае цветоразностных каналов, как показано на *Рис. 4*. Затем выходы каналов можно увидеть на чередующихся развертках осциллографа, запущенного на строчной скорости или с оборудованием А-В. Это проиллюстрировано на *Рис. 5 и 6*.

Можно также использовать компонентный сигнал цветных полос, просматривая результаты в виде молнии. Центральная часть дисплея содержит информацию о временной разнице между компонентами. Этот тест менее удобен, чем методы «бабочки» или импульсов, т.к. требует специального осциллографа. Дисплей изображен на *Рис. 7*.

3.1.7. Точность уровня черного

Необходимо проверить, чтобы фиксатор АЦП, если он есть, не вводил сдвига DC (статической ошибки).

Отсутствие опоры с уровнем черного в потоке цифровых данных означает, что точность уровня черного в АЦП очень важна. Уровень черного определяется соответственно уровню 16 (яркость) или уровню 128 (цветоразность).

Точность установки фиксатора можно проверить, подав в АЦП сигнал черного уровня и проверив уровень 16 на выходе АЦП и "черный" на выходе ЦАП.

Низкочастотные эффекты можно наблюдать, подав тест-сигнал «полоса-вкл/полоса-выкл» 700 mV в АЦП и проверив, чтобы ошибка была менее одного уровня кванта в условиях включения и выключения полос. Это нормальный тест фиксатора; поскольку он производит положительные выбросы, надо проверить, чтобы не производилось паразитных кодов 00/FF.

3.1.8. Чувствительность АЦП к внеполосным сигналам

В канале яркости уровни сигнала, превышающие 760 mV, должны вести к тому, чтобы выход кодера оставался на уровне FE (в десятичном - 254). Для входных сигналов ниже -48 mV выход должен оставаться на уровне 01. Уровни FF и 00 зарезервированы для синхронизации.

В цветоразностном канале уровни входных сигналов, превышающие +394 mV или -397 mV, должны сохранять выход кодера на уровнях FE или 01 соответственно.

Подходящие тест-сигналы – регулируемый пьедестал или превышающий диапазон **line-rate** пилообразный сигнал. Если входные сигналы в кодер имеют форму RGB, каналы Y, Cr, Cb можно протестировать с помощью внедиапазонного RGB сигнала цветных полос (с теми же пределами, что и для канала яркости).

3.1.9. Линейность и монотонность

Их можно проверить, подав в каждый канал **line-rate** пилообразный сигнал с полной амплитудой и наблюдая результат вычитания входного сигнала (с соответствующей задержкой) из выхода ЦАП. Остаточная погрешность должна быть менее одного самого младшего разряда (LSB).

3.1.10. Отношение между активными цифровыми и аналоговыми строками

Необходимо проверить, чтобы активная цифровая строка была правильной длины и правильно синхронизирована относительно активной входной аналоговой строки. Следует также проверить временные соотношения между декодированным аналоговым сигналом и связанным с ним аналоговым синхронизирующим сигналом.

Для тестирования длины и позиции активной цифровой строки TDF предложила ITU-R специальную форму колебаний. Она содержит импульсы с ограниченной полосой, отмечающие концы активных аналоговых и цифровых строк, как показано на Рис. 8.

Для исследования полной цифровой активной строки требуется тест-сигнал, превышающий нормальную аналоговую активную строку. Сейчас появляются генераторы аналоговых компонентных тест-сигналов, способные выдавать такие сигналы, и их можно запрограммировать на генерирование предлагаемой тестовой формы колебаний.

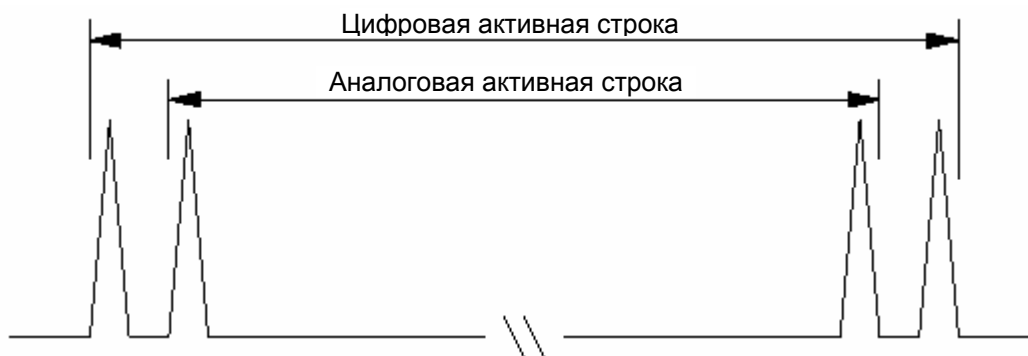


Рис. 8 – Тест-сигнал для проверки временных соотношений между аналоговыми и цифровыми активными строками

Были примеры оборудования, вставлявшие паразитные данные в цифровую активную строку вне области аналоговой активной строки, а затем для скрытия их опирались на гашение в ЦАП. Хотя в оборудовании с аналоговыми входами и выходами это может не вызывать проблем, при любой цифровой фильтрации или компрессии изображения проблема может стать серьезной. Если отключить гашение на выходе, можно обнаружить присутствие паразитных данных. Альтернативно этот дефект покажет ЦАП, соединенный с цифровым выходом с известным входом (например, уровнем черного).

3.1.11. Шум квантования

Обычный метод, используемый для измерения шумов квантования – подача в АЦП мелкого пилообразного сигнала с повторением строк. Затем он удаляется фильтром верхних частот на выходе ЦАП, а остаточный сигнал является шумом квантования.

Теоретическое отношение сигнал-шум для 8-битного преобразователя согласно Рекомендации ВТ.601 или ВТ.656 - 57.6 dB (отношение межпикового сигнала к среднеквадратическому шуму квантования), а измеренный шум квантования не должен ухудшать это значение более чем на 2 dB.

3.2. Параметры обработки сигнала

3.2.1. Использование адекватного размера слов

Не является требованием Рекомендации ВТ.601 или ВТ.656. Однако использование в оборудовании размера слов, слишком маленького для нужного разрешения сигнала, снизит производительность оборудования, поэтому его надо проверять.

Результат неадекватного размера слов в операциях микширования – создание устойчивых, заметных эффектов квантования в тест-сигналах (например, мелких пилообразных) с повторением строк. Это самые критичные тест-сигналы, хотя для резерва в цифровом фильтре можно использовать импульсный сигнал типа 2Т. Подходящие тесты на адекватность размера слов пока не придуманы.

3.2.2. Прозрачность обработки цифрового сигнала

Распространенный дефект оборудования спецэффектов – когда в "проходном" режиме, где не используется никаких эффектов, появляется остаточное искажение входного сигнала. Примеры таких искажений – изменение размера картинки, временные сдвиги и изменения в гашении или усилении.

Хотя многообразие форм таких искажений не позволяют изобрести специальные тесты, при оценке цифрового оборудования следует помнить о возможности их существования.

3.2.3. Округление / усечение

Есть несколько методов уменьшения размера слов данных, что может требоваться для прохождения через интерфейс между оборудованием. Простое усечение или округление создает видимые дефекты (оконтуривание) в критическом видео материале. Есть альтернативные методы увеличения видимого размера слов, а следовательно, и субъективного качества. Однако эти методы могут увеличивать или менять спектр шумов квантования в некоторых выборках. Мелкий синий пилообразный сигнал – особенно критичный тест-сигнал для выявления подобных дефектов.

3.2.4. Генерирование нелегальных цветов

Оборудование не должно генерировать значений Y, Cr, Cb, соответствующих отрицательным или избыточным значениям R, G или B, кроме как в качестве переходных. Они могут генерироваться, например, в результате некорректной операции лимитера в сегменте Y, Cr Cb.

Некоторое оборудование включает схемы для ограничения значений сигналов Y, Cr, Cb для соответствия легальным сигналам RGB. Следовательно, тест-сигналы, содержащие нелегальные значения, будут изменены.

Есть тестовые инструменты, показывающие генерирование "нелегального" цвета. *

3.3. Параметры интерфейса

Рекомендация ITU-R ВТ.656 определяет цифровые видео интерфейсы, параллельные и последовательные, для применения в цифровых видеостудиях. Оборудование для цифровых телевизионных студий должно использовать интерфейсы, соответствующие этой Рекомендации в смысле формата сигнала и электрических характеристик.

3.3.1. Правильная работа сигналов временной опоры (TRS)

Правильная работа сигнала временной опоры необходима для последующего оборудования и должна быть проверена. Это делается с помощью высокоскоростного логического анализатора или специального тестового инструмента.**

* Например, Tektronix WFM300, WFM601

** Например, Rohde & Schwarz VCA; AAVS DSA 309; Philips PT 5474; Synthesys DVA 184.

3.3.2. Электрические параметры

Самые важные электрические параметры – возможно, способность приемника линии работать в наихудших входных условиях. Они определяются по ширине и высоте глазковой диаграммы в Рекомендации ВТ.656, и самый простой способ создания таких условий – использование кабеля подходящей длины из известного хорошего источника. Управлять высотой и шириной глазка в основном будут потери в кабеле, хотя на ширину влияет и джиттер между тактами и данными и перекрестные помехи между парами сигналов. Критический сигнал для тестирования интерфейсов – цифровой серый, где $Y = 127$ (7F), $C_r = C_b = 128$ (80).

Другие параметры можно измерить с помощью традиционных тестовых инструментов.

3.3.3. Подавление паразитных слов 00/FF

Цифровые слова 00 и FF зарезервированы для синхронизации. Они не должны появляться в потоке данных, кроме как в составе сигнала временной опоры или вспомогательных идентификационных преамбул, но могут создаваться в результате обработки сигнала, в случае чего должны быть подавлены.

Присутствие слов 00 и FF можно обнаружить высокоскоростным логическим анализатором или инструментами, предназначенными для работы с цифровыми видео системами.**

4. Рекомендация

Рекомендуется проверять следующие параметры при приемке оборудования, соответствующего Рекомендациям ITU-R ВТ.601 и/или ВТ.656.

- Амплитудно-частотная характеристика АЦП
- Групповая задержка фильтра АЦП
- Диапазон кодирования (усиление) АЦП
- Точность матрицы
- Джиттер дискретизации
- Точность уровня черного
- Линейность и монотонность АЦП
- Правильная длина / синхронизация цифровых строк.

При оценке нового типа оборудования следует проверять следующие параметры, кроме вышеперечисленных:

- Относительное расположение выборок
- Дифференциальные задержки
- Чувствительность к сигналам вне диапазона
- Использование адекватного размера слов
- Качество уменьшения (округления) размера слов
- Правильная работа интерфейсов Рекомендации ВТ.656.

Для проведения проверки необходимы следующие тест-сигналы.

- Модифицированная «бабочка» (или импульсы 8Т (или 10Т))
- Развертка по частоте
- Цветные полосы
- Импульсы 1Т и 2Т (или многоимпульсный сигнал)
- Line-rate пилообразный сигнал
- Тест-сигнал длины / синхронизации строк
- Регулируемый пьедестал
- Вкл / выкл полос
- Цифровой серый.

Детали этих сигналов даны в *Приложении 1*.

Приложение 1: Тест-сигналы

Следует заметить, что некоторые из следующих тест-сигналов производят "нелегальные" значения сигналов R, G или B при дематрицировании.

1. Модифицированный сигнал «бабочка»

Содержит синусоиды с повторением строк на пьедесталах, с частотой 2.5 MHz в канале яркости и 2.49 MHz в каналах цветности и фазирован для создания гашения в середине активной строки, если вычесть любой цветоразностный сигнал из сигнала яркости.

В идеале сигнал должен включать маркеры на некоторых строках в канале яркости, отмечающие интервалы 10 нс.

2. Импульс 8Т (или 10Т)

Может использоваться для проверки ошибок синхронизации между каналами и ошибок относительного расположения. Для этого канал яркости передает импульс с полной амплитудой, а оба канала цветности – положительный сигнал с полным диапазоном на отрицательном пьедестале с пиковой амплитудой.

3. Развертка по частоте

Канал яркости: 0.5 - 7 MHz

Каналы цветности: 0.5 - 3.5 MHz

4. Цветные полосы

Необходимы и RGB, и компонентная версии с правильно синхронизированными переходами (при использовании дисплея молнии).

5. Импульсы 1Т и 2Т

Используются для проверки искажения групповой задержки фильтра.

6. Многоимпульсный сигнал

Последовательность импульсов 20Т, модулирующих синусоиды на частоте 1, 2, 3, 4 и 5 MHz в канале яркости и 0.5, 1, 1.5, 2 и 2.5 MHz в каналах цветности (модуляция 0.5 MHz делается импульсом 40Т).

7. Line-rate пилообразные сигналы

В идеале должны иметься и с нормальной, и с высокой амплитудой для проверки производительности АЦП вне диапазона и создания паразитных кодов 00 и FF.

8. Мелкий пилообразный сигнал

Межпиковый сигнал 70 mV на регулируемом пьедестале, необходимый для проверки шума квантования и эффектов округления.

9. Тест-сигнал синхронизации и длины строк

Этот сигнал содержит части сформированных импульсов в каждом конце телевизионной строки. Внешняя пара показывает позицию начала и окончания цифровой активной строки, а внутренняя выполняет ту же функцию для аналоговой активной строки. Полностью определен как сигнал № 3 в [7].

10. Регулируемый пьедестал

Должен регулироваться для включения значений вне диапазона.

11. Сигнал вкл / выкл полос

Используется для проверки работы фиксатора. Сигнал должен иметь период 2 сек для проверки на нижних частотах, чтобы дать время на установку уровня черного для измерений.

12. Цифровой серый

Используется для проверки работы параллельных цифровых интерфейсов. Слова данных 127 в канале яркости и 128 в каналах цветности ведут к концентрации энергии сигнала на высоких частотах, которые хуже всего передаются каналом передачи. Значения выборок определены как сигнал № 1 в [7].

Библиография

- [1] EBU Technical Recommendation R57-1998: **Testing for conformity with ITU-R Recommendations BT.601 and BT.656.**
- [2] ITU-R Recommendation BT.601-5: **Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios**
- [3] ITU-R Recommendation BT.656-4: **Interfaces for digital component video signals in 525-line and 625-line television systems operating at the 4:2:2 level of Recommendation 601.**
- [4] EBU document Tech. 3267 (1992): **EBU interfaces for 625-line digital video signals at the 4:2:2 level of CCIR Recommendation 601.**
- [5] EBU Technical Standard N14-1998: **Specification of a reference signal for the synchronization of 625-line component digital equipment.**
- [6] ITU-R Recommendation BT. 711-1: **Synchronizing reference signals for the component digital studio**
- [7] ITU-R Recommendation BT.801-1: **Test signals for digitally encoded colour television signals conforming with Recommendations ITU-R BT.601 (Part A) and ITU-R BT.656**
- [8] EBU document Tech. 3283 (1996): **Measurements in digital component television studios. 625-line systems at the 4:2:2 and 4:4:4 levels using parallel and serial interfaces (SDI).**