

Международный союз электросвязи

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R BS.2032
(01/2013)

Синхронизация тактовой частоты цифровых звуковых сигналов опорными видеосигналами

Серия BS
Радиовещательная служба
(звуковая)



Международный
союз
электросвязи

Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

| Серия | Название |
|-----------|---|
| BO | Спутниковое радиовещание |
| BR | Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения |
| BS | Радиовещательная служба (звуковая) |
| BT | Радиовещательная служба (телевизионная) |
| F | Фиксированная служба |
| M | Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы |
| P | Распространение радиоволн |
| RA | Радиоастрономия |
| RS | Системы дистанционного зондирования |
| S | Фиксированная спутниковая служба |
| SA | Космические применения и метеорология |
| SF | Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы |
| SM | Управление использованием спектра |
| SNG | Спутниковый сбор новостей |
| TF | Передача сигналов времени и эталонных частот |
| V | Словарь и связанные с ним вопросы |

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2013 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R BS.2032

Синхронизация тактовой частоты цифровых звуковых сигналов опорными видеосигналами

(2013)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены методы синхронизации взаимосоединенного цифрового звукового оборудования и рассматривается синхронизация тактовой частоты звуковых сигналов опорными видеосигналами.

Синхронизация цифровых звуковых сигналов является необходимой функцией при обмене сигналами между оборудованием. Цель синхронизации, в первую очередь, заключается в обеспечении временной синхронизации тактовой частоты в источниках цифровых звуковых сигналов и их согласовании с полями/кадрами видеосигналов.

В приведенных положениях используется стандарт двухканального цифрового звукового интерфейса для профессионального применения по Рекомендации МСЭ-R BS.647.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что широкое распространение получила цифровая аудиоаппаратура;
- b) что использованием всем цифровым звуковым оборудованием того же синхронизирующего сигнала обеспечило бы преимущества;
- c) что в Рекомендации МСЭ-R BS.647 требуется использование синхронизирующих видеосигналов;
- d) что для цифрового видео- и звукового оборудования следует использовать общий синхронизирующий сигнал;
- e) что для приложений, не связанных с нетелевизионными видеосигналами, по-прежнему требуется опорный сигнал для приложений с многими источниками,

рекомендует

1 использовать синхронизацию тактовой частоты цифрового звукового сигнала опорными видеосигналами как это определено в Приложении 1;

2 добровольное выполнение настоящей Рекомендации. Однако настоящая Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае выполнение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" (shall) или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы.

Приложение 1

Основной сферой применения является цифровое присоединение и синхронизация цифрового звукового оборудования в процессах производства и получения программ. Наряду с этим важной задачей является определение средства синхронизации тактовой частоты цифровых звуковых сигналов опорным видеосигналом.

1 Режимы работы

1.1 Общие положения

Оборудование должно обеспечивать возможность синхронизации внутреннего генератора тактовых сигналов цифровым опорным звуковым сигналом (DARS).

1.2 Методы синхронизации

Оборудование должно быть синхронизовано одним из трех методов.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В некоторых случаях может использоваться "синхрослово" (Word Clock) аналогично использованию сигнала DARS. Синхрослово не является частью настоящей Рекомендации, но его описание приведено в Дополнении 2.

1.2.1 Синхронизация по DARS

Оборудование синхронизируется по DARS, что обеспечивает синхронизацию тактовой частоты на входе-выходе всего оборудования той же опорной частотой и в пределах допуска на отклонение по фазе, определенного в настоящей Рекомендации.

В ситуациях, когда некоторые сигналы с частотой 96 кГц переносятся в режиме, который описан в Рекомендации МСЭ-R BS.647 как "одноканальный режим с удвоенной частотой дискретизации", необходимо, чтобы синхронизирующий опорный сигнал имел частотную составляющую на частоте 48 кГц или ниже, с тем чтобы два канала, составляющие стереопару, были корректно соотнесены. В Дополнении 1 показаны предпочтительные фазовые соотношения.

1.2.2 Синхронизация по видеосигналу

Главный опорный видеосигнал используется для получения DARS, привязки видео- и звуковых сигналов к уровню частоты дискретизации и границам видеокadra.

1.2.3 Синхронизация по GPS

Приемник GPS используется для задания DARS, обеспечивая частоту и фазу (из импульсов длительностью 1 с), а также адресный код отсчета времени суток в байтах 18–21 состояния канала для обеспечения опорного значения времени суток в синхронизируемом оборудовании.

1.3 Распределение DARS

Сигналы DARS должны распределяться в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R BS.647.

1.4 Внешние сигналы

1.4.1 Общие положения

В случае подсоединения внешних сигналов к студийному оборудованию или оборудованию для производства программ, синхронизованному иным образом, должен применяться пункт 1.4.2.

1.4.2 Фазовая коррекция

В случае если поступающий сигнал идентичен по частоте дискретизации, но отличается по фазе от DARS, должно применяться кадровое выравнивание согласно Рекомендации МСЭ-R BS.647.

1.5 Синхронизация видеосигналом

1.5.1 Общие положения

В случае комбинированной среды, в которой присутствуют видео- и звуковые сигналы, источник сигналов DARS должен быть синхронизован с источником видеосигналов таким образом, чтобы точно соблюдались математические соотношения, приведенные в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Синхронизация видео- и звуковых сигналов

| Частота дискретизации (кГц) | Число отсчетов в кадре | | | | | |
|-----------------------------|------------------------|-------|----------|-------|-------|----------|
| | 25 Гц | 30 Гц | 29,97 Гц | 50 Гц | 60 Гц | 59,94 Гц |
| 48 | 1920 | 1600 | 8008/5 | 960 | 800 | 4004/5 |
| 96 | 3840 | 3200 | 16016/5 | 1920 | 1600 | 8008/5 |

1.5.2 Целые числа

Для видеосистем с целым числом кадров Рекомендации МСЭ-R BS.647 в одном видеокадре звуковой сигнал, соответствующий Рекомендации МСЭ-R BS.647, может синхронно быть синхронизирован с видеосигналом.

1.5.3 Нецелые числа – 5-кадровая синхронизация

Для видеосистем с дробными частями кадров Рекомендации МСЭ-R BS.647 в одном видеокадре, соответствующем Рекомендации МСЭ-R BS.647, тактовая частота звукового сигнала может быть синхронизована с использованием опорного видеосигнала, определенного в Дополнении 3. В этом случае выполняется цикл 5-кадровой синхронизации.

1.5.4 Нецелые числа – произвольная синхронизация

Широко применяется синхронизация тактовой частоты звукового сигнала в видеокадре случайным образом. При том что тактовая частота синхронизуется, абсолютное фазирование не поддерживается. В системах, в которых используется этот метод синхронизации, требуется наличие буферов для обеспечения фазирования всего оборудования.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Хотя прилагаются все усилия для поддержания 5-кадровой последовательности, не является исключением наличие меньшего или большего числа отсчетов в пределах 5-кадровой последовательности. Такие отклонения происходят в результате выполнения процессов редактирования или коммутации.

2 Рекомендуемый метод синхронизации оборудования

2.1 Требования к DARS

2.1.1 Формат DARS

Сигнал DARS должен иметь формат и электрическую конфигурацию двухканального цифрового звукового интерфейса и для него должен использоваться соединитель, описанный в Рекомендации МСЭ-R BS.647. Вместе с тем базовая структура формата цифрового звукового интерфейса, в котором активной является только преамбула, должна быть приемлемой как цифровой звуковой синхронизирующий сигнал.

2.1.2 Уровень DARS

DARS может классифицироваться как сигнал уровня 1 или уровня 2, см. также пункт 2.2.

Для обеспечения соответствия настоящей Рекомендации допускается сигнал DARS только уровня 1.

2.1.2.1 Уровень 1

DARS уровня 1 – это высокоточный сигнал, предназначенный для систематической синхронизации комплексов, состоящих из нескольких студий, а также он может использоваться для отдельной студии.

2.1.3 Идентификация DARS

DARS, основное назначение которого заключается в студийной синхронизации, должен идентифицироваться в соответствии со своим предусмотренным использованием по битам 0 и 1 байта 4 слова состояния канала, описанного в Рекомендации МСЭ-R BS.647:

ТАБЛИЦА 2
Байт 4, биты 0 и 1: DARS

| Биты | 1 0 | Цифровой опорный звуковой сигнал |
|-----------|-----|---|
| Состояния | 0 0 | Неопорный сигнал (по умолчанию) |
| | 1 0 | Опорный сигнал уровня 1 |
| | 0 1 | Опорный сигнал уровня 2* |
| | 1 1 | Зарезервировано и не будет использоваться до последующего определения |

* Не используется в настоящей Рекомендации.

2.1.4 Контент DARS, не связанный со звуковым сигналом

Если DARS содержит другие данные, которые делают его неиспользуемым в качестве обычного звукового сигнала, он должен идентифицироваться в слове состояния канала как "нелинейная PCM". См. состояние канала в Рекомендации МСЭ-R BS.647.

ПРИМЕЧАНИЕ. – DARS может переносить установочный сигнал в форме линейной PCM.

2.1.5 Дата и время DARS

Если DARS используется для переноса информации о дате и времени в канале пользователя, в состоянии канала должна быть предусмотрена соответствующая сигнализация с использованием битов, определенных в Рекомендации МСЭ-R BS.647¹ для переноса метаданных в канале пользователя.

2.1.6 Частота дискретизации DARS

Значения частоты дискретизации, распространяемые DARS, должны составлять 48 кГц или 96 кГц (см. п. 2.2.2).

2.2 Допуски на отклонение частоты дискретизации в оборудовании

2.2.1 Долговременная точность частоты

В сигнале DARS уровня 1 должна поддерживаться долговременная точность в пределах ± 1 миллионная доля (ppm) относительно его номинальной частоты. Оборудование, сконструированное для обеспечения опорных сигналов уровня 1, должно синхронизоваться только по другим опорным сигналам уровня 1.

¹ Рекомендация МСЭ-R BS.647-3 (2011 г.), часть 3, п. 3.3.

2.2.2 Диапазон захвата

Минимальный диапазон захвата генераторов оборудования, спроектированных для синхронизации внешними входными сигналами, должен составлять ± 2 ppm для оборудования уровня 1.

2.3 Соотношение по синхронизации оборудования

2.3.1 Общие положения

Для определения соотношения по синхронизации DARS и цифровых звуковых входных и выходных сигналов используется точка опорной синхронизации.

2.3.1.1 Фаза синхронизации выходных сигналов

Разница между точками опорной синхронизации DARS и всех выходных сигналов в точках соединителей оборудования должна быть менее $\pm 5\%$ периода кадра Рекомендации МСЭ-R BS.647.

Точка опорной синхронизации выходного сигнала с удвоенной основной или более высокой частотой дискретизации должна оставаться в пределах заявленного допуска при собственной частоте следования кадров Рекомендация МСЭ-R BS.647.

2.3.1.2 Задержка, вносимая устройством

Приемники должны проектироваться таким образом, чтобы число отсчетов задержки в устройстве оставалось постоянным и известным, в то время как разница между точками опорной синхронизации DARS и всех входных сигналов составляло менее $\pm 25\%$ периода кадра Рекомендации МСЭ-R BS.647.

2.3.2 Пределы синхронизации

В таблице 3 определены значения допусков на отклонение частоты дискретизации, предназначенные для использования в настоящей Рекомендации.

ТАБЛИЦА 3

Синхронизация цифрового звукового сигнала: пределы

| Частота дискретизации для профессионального применения (кГц) | Окно синхронизации мкс | | |
|--|------------------------|--|---|
| | $1/f_s$ | Допустимые отклонения, входной сигнал (п. 2.3.1.2) | Допустимые отклонения, выходной сигнал (п. 2.3.1.1) |
| 48 | 20,83 | $\pm 5,2$ | $\pm 1,0$ |
| 96 | 10,41 | $\pm 2,6$ | $\pm 0,5$ |

2.4 Опорный видеосигнал²

Одной из задач настоящей Рекомендации является определение начала преамбулы X или Z сигнала DARS относительно известной точки опорного видеосигнала.

2.4.1 Опорная частота 25 или 50 Гц

В ТВ системах с частотой 25 или 50 Гц широко используется аналоговый сигнал системы PAL для черного цвета. Форма сигнала PAL определена в Рекомендации МСЭ-R BT.1700.

² Для целей настоящей Рекомендации для установления опорных синхроимпульсов используются номера строк интерфейса.

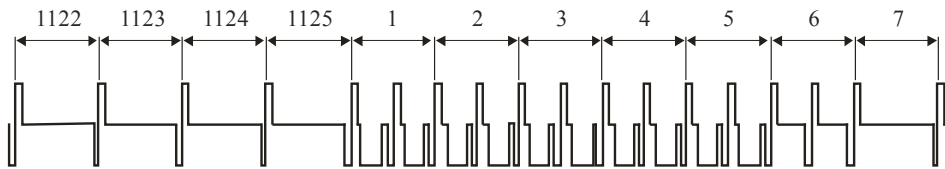
2.4.1.1 Синхронизация формата видеointерфейса

На рисунке 1 показано фазовое соотношение синхронизации V и H между трехуровневым синхросигналом 1125/50/I и 1125/25/P и аналоговым синхросигналом 625/50/I.

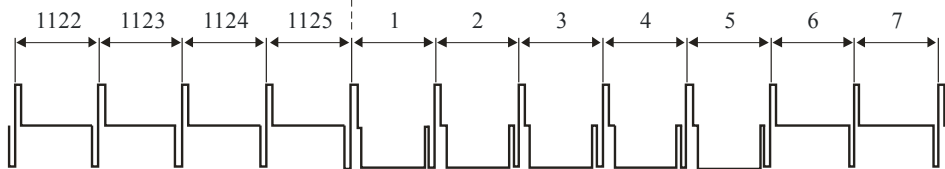
РИСУНОК 1

Нумерация строк форматов 1125/50/I, 1125/25/PsF, 1125/25/P и 625/50/I

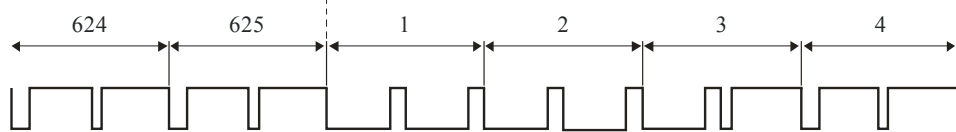
Трехуровневый аналоговый синхросигнал 1125/50/I, 25/PsF



Трехуровневый аналоговый синхросигнал 1125/25/P



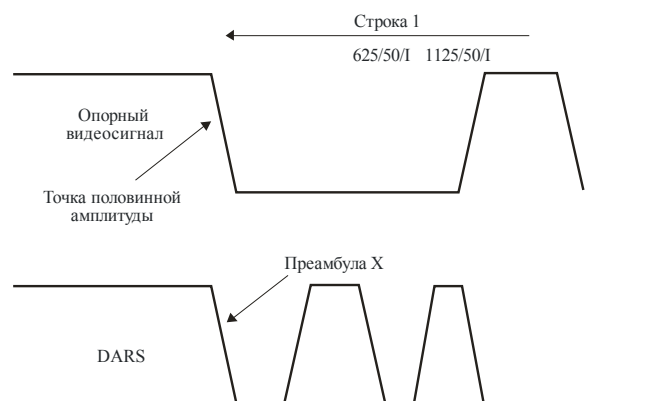
Аналоговый синхросигнал 625/50/I



BS.2032-01

РИСУНОК 2

Преамбула X опорного сигнала DARS



BS.2032-02

Преамбула X DARS должна синхронизироваться по точке половинной амплитуды переднего фронта синхронизирующего импульса строки 1 телевизионного сигнала в каждом видеокadre.

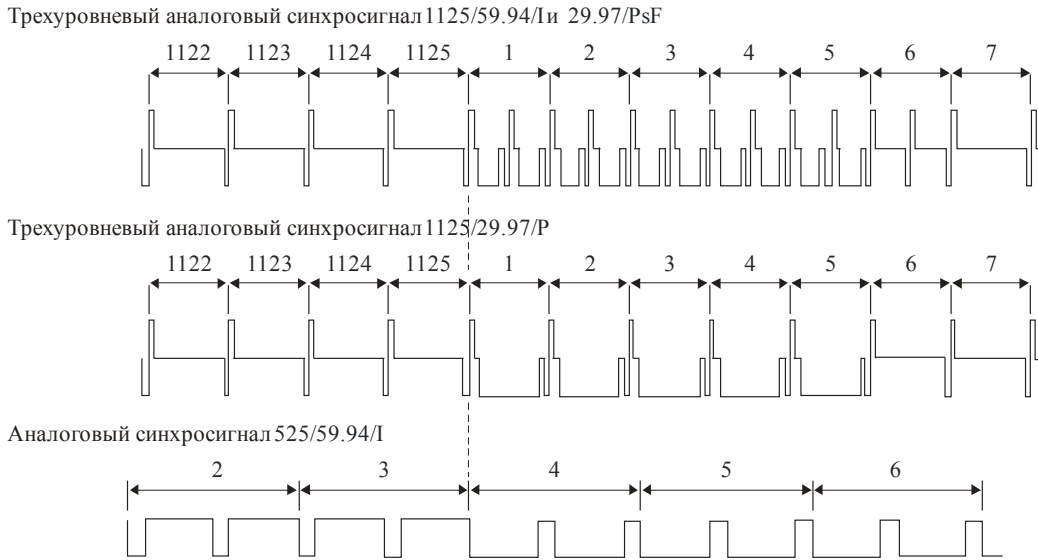
2.4.2 Опорная частота 30 или 60³ Гц

На рисунке 3 показано фазовое соотношение синхронизации V и H между трехуровневым синхросигналом 1125/59,94/I и 1125/29,97/P и аналоговым синхросигналом 525/60/I.

2.4.2.1 Синхронизация формата видеointерфейса

РИСУНОК 3

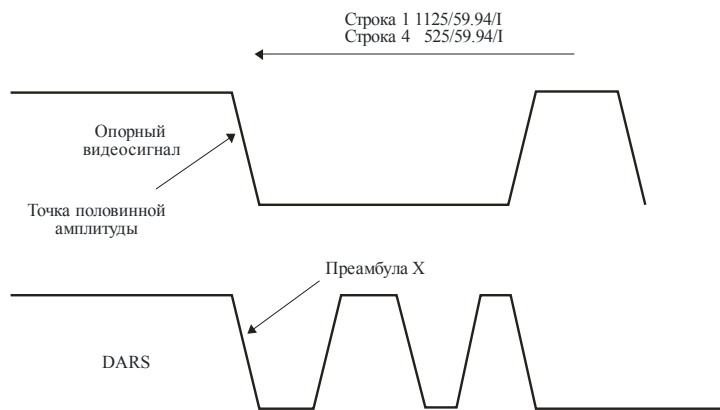
Нумерация строк форматов 1125/59.94/I, 1125/29.97/PsF, 1125/29.97/P и 525/59.94/I



BS.2032-03

РИСУНОК 4

Преамбула X опорного сигнала DARS X



Чертеж не в масштабе

BS.2032-04

³ Точные значения – 30/1,001 и 60/1,001.

Преамбула X DARS должна синхронизироваться по точке половинной амплитуды переднего фронта синхронизирующего импульса строки 1 для систем с 1080 строками, и строки 4 для систем с 525 строками. Настройку преамбулы X следует выполнять в каждый 5-й кадр. Существует вероятность сдвига отсчета на ± 1 . Опорный сигнал для системы с 525 строками с 5-кадровой идентификацией показан в Дополнении 3.

2.4.3 Общий допуск на отклонение фазы

В целях упрощения практической реализации должен быть предусмотрен допуск на отклонение фазы величиной $\pm 5\%$ периода кадра Рекомендации МСЭ-R BS.647 между сигналами DARS и опорным видеосигналом в дополнение к допуску величиной $\pm 5\%$, определенного для синхронизации цифрового звукового сигнала на выходе системы в п. 2.3.1.1.

2.5 Реализация системы

Надлежащая практика разработки требует минимизации различий синхронизации между трактами сигналов, с тем чтобы не допускать накопления ошибок синхронизации, ведущего к потере синхронизма.

2.6 Дрожание тактовой частоты

Обусловленный дрожанием шум может быть либо произвольным, либо иметь форму модуляции и вызывает на частотах ниже частоты дискретизации накапливаемую ошибку синхронизации, определяемую амплитудой и частотой модулирующего сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В Рекомендации МСЭ-R BS.647 определены пределы дрожания в цифровом звуковом интерфейсе.

3 Дата и время

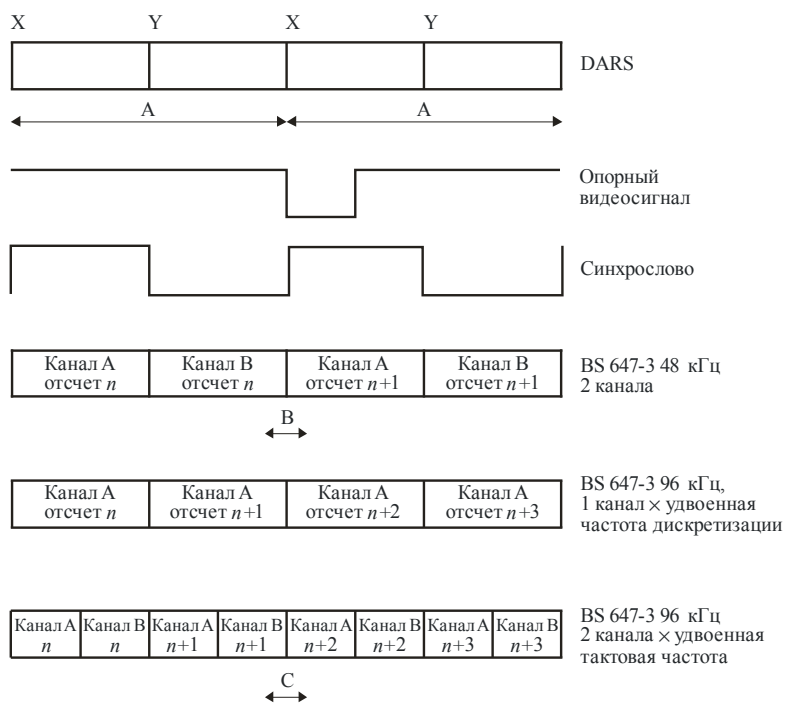
Установка признака даты и времени определена в п. 2.1.5. Это может принимать удобную форму для передачи в поток метаданных Рекомендации МСЭ-R BS.647.

Дополнение 1 (для информации)

Соотношение по синхронизации

РИСУНОК 5

Предпочтительное соотношение фаз и использование канала



BS.2032-05

| Значения синхронизации | |
|-------------------------------|--|
| А | 20,5 мкс – период кадра при частоте дискретизации 48 кГц |
| В | Допуск ± 1 мкс |
| С | Допуск $\pm 0,5$ мкс |

Дополнение 2 (для информации)

Синхрослово

Выполнить все требования к синхронизации настоящей Рекомендации возможно с помощью прямоугольного сигнала на основной частоте дискретизации, который обычно называется синхрословом. Оно используется между разными устройствами для обеспечения синхронизации частоты дискретизации различных источников.

Этот сигнал не стандартизован, а приведенные параметры являются лишь примером. Сигнал переносится, как правило, в коаксиальном кабеле, таким образом, что один выходной сигнал может синхронизовать несколько приемных устройств путем циклического прохождения сигнала по каждому из них по очереди и, возможно, используя оконечный резистор 75 Ом на дальнем конце.

Амплитуда размаха передаваемого сигнала может изменяться от 1 В до 5 В, и быть связанной либо по переменному, либо по постоянному току.

Наиболее вероятный уровень возбуждения для обеспечения требуемых функций составляет полные 5 В постоянного тока и достаточен для обеспечения возбуждения на нагрузке 75 Ом.

Если новое оборудование проектируется для использования сигнала синхрослова, рекомендуется, чтобы передний фронт рассматривался как точка опорной синхронизации, рассматриваемая в п. 2.3.

Выражение "синхрослово" используется также на уровне печатной платы для описания различных логических сигналов частоты дискретизации.

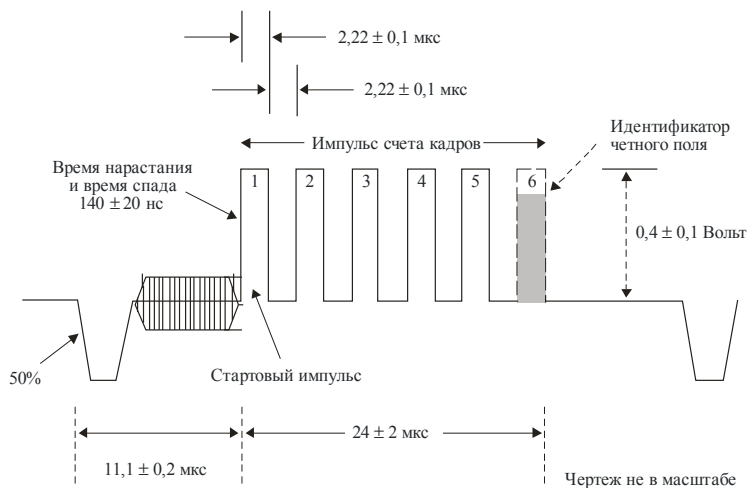
Синхрослово широко используется с цифровыми звуковыми сигналами, отличными от сигналов Рекомендации МСЭ-R BS.647.

Дополнение 3 (для информации)

Опорный сигнал для системы с 525 строками с 5-кадровой идентификацией

РИСУНОК 6

Опорный сигнал для системы с 525 строками с 5-кадровой идентификацией



BS.2032-06

Идентификация последовательности из десяти полей (пять кадров) кодируется следующим образом:

- сигнал идентификации вставляется в строки 15 и 278;
- первый импульс всегда присутствует и служит в качестве стартового импульса;
- далее следует строка, состоящая из импульсов счета кадров от 0 до 4, которая увеличивается на единицу в строке 15 (каждое нечетное поле). Шестой импульс присутствует только в строке 278 (четное поле). Импульсы разделены пробелами, длительность которых равна длительности импульсов.

Начало последовательности из десяти полей не определяется и не согласуется с каким-либо значением времени или кодом времени. Более подробную информацию см. в Дополнении 4.

Дополнение 4
(для информации)

Информационные справочные документы

SMPTE 318M-1999, *Synchronization of 59.94 or 50 Hertz related video and audio systems in analogue and digital areas*: Society of Motion Picture and Television Engineers, White Plains, NY., US.



st0318-1999.pdf
