

МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ КАДРОВОГО СИНХРОИМПУЛЬСА ДЛЯ ВВОДА НЕСЖАТОГО ВИДЕОПОТОКА ОТ ОДНОНАПРАВЛЕННОЙ ОДНОРАЗРЯДНОЙ ЦИФРОВОЙ ЛИНИИ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПЛИС

Аминев Д.А., к.т.н., научный сотрудник ЗАО «МНИТИ»; e-mail: aminev.d.a@ya.ru;

Фокин А.Н., инженер 1 категории ЗАО «МНИТИ»; e-mail: fw@bk.ru

Ключевые слова кадровая селекция, синхроимпульс, цифровая линия, видеопоток, ПЛИС.

Введение

Для передачи видеопотока в междоульных соединениях [1], особенно при удаленности модулей на расстоянии от нескольких метров и более часто применяется однонаправленная одnorазрядная цифровая линия, передающая электрический сигнал по стандартам LVTTTL либо LVDS.

Существует множество интерфейсов передачи высокоскоростного видеопотока, различающихся скоростью, количеством линий передачи данных и расстоянием. Среди однонаправленных видео интерфейсов наиболее распространенными являются SDI и CameraLink.

Интерфейс SDI [2] используется для передачи не-сжатых и не-кодированных цифровых видеосигналов в профессиональном телевизионном оборудовании. Передача потока данных 270 Мбит/с возможна на расстояние до 300 м по коаксиальному кабелю. Интерфейс является самосинхронизируемым. Кадровая синхронизация осуществляется специальным синхронизирующим пакетом данных. Временная диаграмма передачи данных показана на рис. 1.

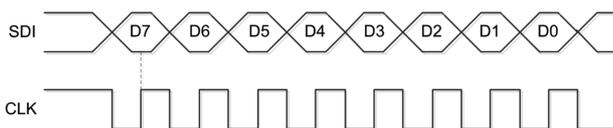


Рис. 1. Временные диаграммы передачи видеопотока по интерфейсу SDI

Как видно из диаграмм, видеопоток передается по однопроводной цифровой линии и сопровождается тактовым сигналом синхронизации.

Интерфейс CameraLink [3] разработан для высокоскоростных видеосистем, таких как камеры и фрейм-грабберы. Временные диаграммы передачи данных по этому интерфейсу представлены на рис. 2.

Отправитель получает 28 одиночных сигналов данных и один тактовый. 28 бит поданных на вход устройства превращаются в 7-битный последовательный код на 4 выходных шинах. Затем 4 потока данных и один тактовый поток отправляются по 5 парам LVDS. Получатель принимает 4 потока, «разворачивает» его в 28 бит и тактовый сигнал и передаёт по параллельной выходной шине на плату. Особенность метода заключается в том, что каждый информационный сигнал сопровож-

Исследованы проблемы кадровой селекции при передаче потоков видео данных в междоульных соединениях. Выведены формулы для расчета соотношений приемной и передающей частот и других параметров селектора. Предложены методы селекции кадрового синхроимпульса и варианты их реализации на ПЛИС. Приводятся фрагменты описания селектора на языке Verilog и временные диаграммы.

дается двумя тактовыми сигналами и обеспечивает достоверность селекции кадрового синхроимпульса.

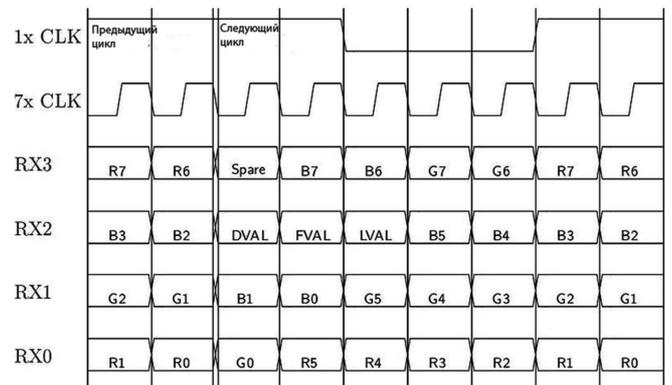


Рис. 2. Временные диаграммы передачи данных по интерфейсу CameraLink

Для регистрации [5, 6, 7] и дальнейшей обработки видео, передаваемых по однонаправленным линиям, необходима кадровая и строчная селекции. Устройство, определяющее метку начала кадра (и строки) и формирующее сигнал старта для последующих процессов обработки, называется кадровым селектором.

Обобщенная структура потока видео и схема селектора, построенного на ПЛИС, представлены на рис. 3.

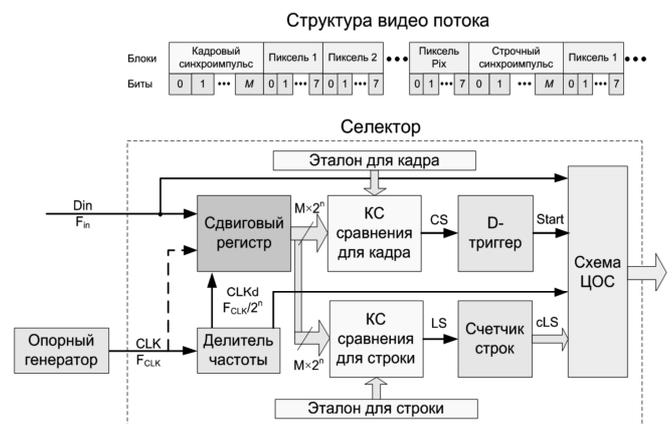


Рис. 3. Структура потока видео и схема селектора

Поток видео состоит из кадров. В каждом кадре можно выделить следующие блоки: кадровый синхроимпульс из $M \times 2^n$ бит, биты пикселей, строчный синхроимпульс из LS бит. Затем последовательность повторяется до конечного числа строк.

Входной цифровой поток с частотой F_{in} от линии DV поступает на вход сдвигового регистра разрядностью $M \times 2^n$ и тактовой частотой CLKd.

Опорный генератор формирует тактовый сигнал CLK частотой F_{CLK} . Делитель частоты выдает сигнал CLK с частотой $F_{CLK}/2^n$, где 2^n – требуемая степень деления.

В идеальном случае $F_{CLK}/2^n = F_{in}$. Однако, учитывая погрешности частоты выпускаемых генераторов, $F_{CLK}/2^n = k \times F_{in}$, где k – коэффициент отклонения частоты генератора от номинального значения.

Комбинационная схема (КС) сравнения формирует импульс совпадения метки начала кадра или строки с эталоном, который преобразуется в сигнал запуска (CSt и LSt) последующих процессов обработки в схеме ЦОС с помощью D-триггера.

Так же следует учитывать обязательное условие работы селектора, то есть частота F_{gen} должна быть в 2^n больше входной частоты F_{in} :

$$F_{CLK}/2^n = k \times F_{in}, \text{ где } n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Таким образом каждый входной бит может кодироваться 2^n битами в сдвиговом регистре, а коэффициент отклонения частоты k должен определяться выражением

$$\frac{M-1}{M} < k < \frac{M+1}{M} \quad (2)$$

При невыполнении этого условия число бит в метке кадра или строки не будет соответствовать M и селекция не сработает или сработает на иную кодовую комбинацию. Из выражения (2) можно вывести диапазон значений коэффициента отклонения частоты и набегающую задержку для любого количества битов.

В соответствие с выражениями (1) и (2) предлагается 4 метода селекции:

- селекция на частоте потока $k \times F_{in}$;
- селекция на частоте $k \times F_{in} \times 2^n$ в 2^n раз большей частоты потока с жесткой привязкой к эталону (рис. 3);
- селекция на частоте $k \times F_{in} \times 2^n$ в 2^n раз большей частоты потока с гибкой привязкой к эталону;
- селекция на частоте $k \times F_{in} \times 2^n$ в 2^n раз большей

частоты потока с учетом формы и переходных процессов кадрового синхроимпульса. Сравнительные временные диаграммы процессов кадровой селекции для предлагаемых методов представлены на рис. 4.

Здесь кадровый синхроимпульс состоит из 32 битов и сопровождается тактовым сигналом CLKd. Кадровый синхроимпульс представляет собой последовательность из восьми «1», восьми «0», восьми «1», восьми «0».

В методе 1 частота селекции CLKd соответствует частоте F_{in} битового потока. При этом разрядность сдвигового регистра равна M .

В методе 2 частота селекции CLKd в 2^n ($n=2$) раз больше частоты потока, и сравнение с эталоном проводится на каждом такте. При этом разрядность сдвигового регистра равна $M \times 2n$.

В методе 3 частота селекции CLKd так же в 2^n ($n=2$) раз больше частоты потока, но сравнение каждого бита потока с эталоном проводится по соответствующим второму и третьему битам сдвигового регистра разрядностью $M \times 2^n$, первый и четвертый разряды не учитываются.

В методе 4 частота селекции CLKd такая же в 2^n ($n=2$) раз больше частоты потока, однако сравнение с эталоном проводится с учетом переходных процессов кадрового синхроимпульса (биты 7, 8, 15, 16, 23, 24 и 31).

Сравнительный анализ методов по числу переходных процессов и коэффициента отклонения частоты селекции иллюстрирует табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчета коэффициента k

Метод	Число переходных процессов	k
1	0	33/32=1,03125
2	1	129/128=1,0078125
3	32	130/128=1,015625
4	4	130/128=1,015625
Генератор FTX16	–	16МГц±30Гц=1,000001875

Принцип селекции кадра на частоте потока прост в реализации, но несмотря на высокий k имеет большую вероятность сбоя при несовпадении, как частоты, так и фазы сигнала. Селекция кадра на частоте 2^n меньшей частоты потока с жесткой привязкой к эталону уже при $n=2$ и более дает положительные результаты, однако метод ограничен коэффициентом отклонения частоты k формула (2).

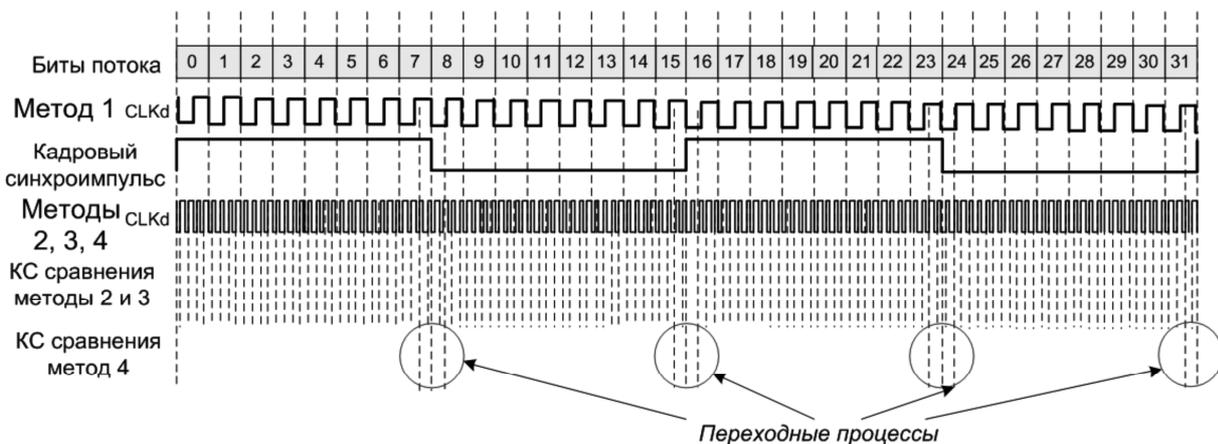


Рис. 4. Временные диаграммы процессов кадровой селекции для предлагаемых методов

Метод 4 исключает недостатки методов 1, 2, 3 по средствам отслеживания переходных процессов в синхроимпульсах и обеспечивает наибольшую вероятность селекции.

Таким образом, селекция кадра на частоте 2^n меньшей частоты потока с гибкой привязкой к эталону имеет наибольшее отклонение частоты. Такой кадровый селектор реализован на ПЛИС FLEX10K компании Altera и успешно справляется с задачами кадровой и строчной селекции при передаче несжатого видео форматом 512x512.

Литература

1. Аминев Д.А., Увайсов С.У. Анализ протоколов для передачи высокоскоростных потоков данных в межмодульных сетевых соединениях // В кн.: Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве. Труды VI Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Ч. II. г. Протвино, 2012. С. 198-201.
2. Altera Serial Digital Interface (SDI) MegaCore Function http://www.altera.com/literature/ug/ug_sdi.pdf
3. Specifications of the Camera Link Interface Standard for Digital Cameras and Frame Grabbers, Version 1.1 Automated Imaging Association, Jan 2004 <http://www.fastvideo.ru/info/cameralink/CameraLinkOfficial.pdf>
4. Аминев Д.А., Сорока Е.З. Универсальное устройство ввода однополярных и дифференциальных цифровых сигналов // Патент РФ на изобретение № 2440666, 20.01.2012г., приоритет изобретения от 05.07.2010 г.
5. Аминев Д.А., Увайсов С.У., Кондрашов А.В. Анализ технических достижений в решении проблемы реги-

страции информационных потоков. // Труды международной конференции «Проблемы охраны и защиты интеллектуальной собственности в различных отраслях промышленности, науки, образования и медицины в условиях вступления России в ВТО». – г. Тольятти. 2012.

6. Аминев Д.А., Кондрашов А.В. Анализ и классификация методов преобразования потоков цифровых данных для высокоскоростных систем обработки и регистрации // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. №1, 2, 2012, С. 37-41.

7. Аминев Д. А., Кондрашов А. В. Гармонизация российских стандартов передачи высокоскоростных информационных потоков // Цифровая обработка сигналов. 2013, № 2, С. 64-65.

8. Аминев Д. А. Реализация системы встраивания дополнительной информации при кодировании видеопотока MPEG-2 с использованием ПЛИС // Техника средств связи. Серия: Техника телевидения. 2011, № 1, С. 98-103.

METHODS OF SELECTION OF PERSONNEL SYNC PULSE INPUT IN UNCOMPRESSED VIDEO STREAM FROM A UNIDIRECTIONAL SINGLE-BIT DIGITAL LINES AND THEIR IMPLEMENTATION ON FPGA

Aminev D., Fokin A.

The problems of personnel selection in the transmission of data flows in the inter-module connections is studied. Derived formulas for calculating the ratios of receiving and transmitting frequencies and others selector settings. The methods of personnel selection and their options for implementation on FPGA. Fragments of the descriptions on the Verilog language selector and timing diagrams.

НОВЫЕ КНИГИ

Джиган В.И.

Адаптивная фильтрация сигналов: теория и методы
Москва: Техносфера, 2013. – 528 с.



Рассматриваются основные разновидности адаптивных фильтров и их применение в радиотехнических системах и системах связи. Дается представление о математических объектах и методах, используемых в теории адаптивной фильтрации сигналов. Рассматриваются приемы получения вычислительных процедур, сами процедуры и свойства таких алгоритмов адаптивной фильтрации, как алгоритмы Ньютона и наискорейшего спуска, алгоритмы по критерию наименьших квадратов, рекурсивные алгоритмы по критерию наименьших квадратов и их быстрые (вычислительно эффективные) версии; рекурсивные алгоритмы для многоканальных фильтров и их версии для обработки нестационарных сигналов, а также многоканальные алгоритмы аффинных проекций. Дано описание стандартных и нестандартных приложений для моделирования адаптивных фильтров на современных языках программирования MATLAB, LabVIEW и SystemVue, а также реализаций адаптивных фильтров на современ-

ных цифровых сигнальных процессорах.

Особенностью книги является изложение теоретических материалов для наиболее общего случая – адаптивных фильтров с комплексными весовыми коэффициентами, наличие разделов по многоканальным адаптивным фильтрам и алгоритмам адаптивной фильтрации нестационарных сигналов.

Книга является первым систематическим изложением теории адаптивной фильтрации на русском языке.

Предназначена для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов радиотехнических и связанных специальностей, изучающих и использующих на практике цифровую обработку сигналов.