

Махнач А.А.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»

Устройство формирования управляемой шкалы времени на базе ПЛИС

Представлены результаты разработки устройства на базе программируемой интегральной схемы (ПЛИС) для компенсации кабельных задержек при передаче шкалы времени (ШВ) в системе частотно-временной синхронизации (СЧВС) радиотелескопа РТ-13. Устройство позволяет формировать сигнал с управляемыми параметрами, что дает возможность применять его для решения различных задач.

Ключевые слова: Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами, система частотно-временной синхронизации, шкала времени, ПЛИС.

Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) является ведущим методом радиоастрономии, который используется в различных научных исследованиях. В России есть собственная РСДБ-сеть «Квазар-КВО». Её образуют три радиоастрономические обсерватории: «Светлое» в Ленинградской области, «Зеленчукская» в Республике Карачаево-Черкессия и «Бадары» в Республике Бурятия. Все они объединены центром корреляционной обработки РАН, расположенным в Санкт-Петербурге.

РСДБ-сеть построена на следующем принципе. Космические явления фиксируются одновременно по общей программе на нескольких радиотелескопах, расположенных в нескольких тысячах километров друг от друга (в «КВАЗАР-КВО» базы 2015x4282x4405 км). Затем полученные данные передаются в центр корреляционной обработки для последующего анализа [1].

При РСДБ-экспериментах важным фактором является одновременность наблюдений на разных пунктах сети. За это отвечает система частотно-временной синхронизации (СЧВС). Сигналы СЧВС делают возможным когерентное преобразование принимаемых радиосигналов и синхронизацию моментов начала регистрации информации. Метки времени также синхронизируют процессы автоматизированного управления радиотелескопами. Основным элементом СЧВС являются водородные стандарты частоты, формирующие стабильные сигналы опорных частот и шкалу времени (ШВ) обсерватории.

Сигнал ШВ генерируется из опорной частоты водородного стандарта и представляет собой импульсный сигнал с частотой следования 1 импульс в секунду (1 pulse per second – 1PPS). В настоящее время для получения и передачи сигнала ШВ на радиотелескоп используется схема, построенная на ПЛИС (CPLD производства Altera). Логика работы схемы заключается в делении опорной частоты 100 МГц до частоты 1 Гц и формирования импульса с фиксированной длительностью. Положение импульса жестко связано с опорной частотой.

При передаче импульса 1PPS по коаксиальному кабелю на длинные, порядка 100-200 метров, расстояния фронт сигнала на устройстве-потребителе существенно (на сотни

наносекунд) запаздывает относительно своего истинного положения (относительно ШВ обсерватории, формируемой непосредственно водородным стандартом). Эту задержку можно скомпенсировать, если применить для формирования импульсов ШВ дистанционно перестраиваемый параметрический делитель. Это позволит сдвигать положение импульса ШВ, передаваемого на радиотелескоп, по отношению к ШВ обсерватории.

Устройство, обеспечивающее выполнение данных требований, разрабатывается на базе ПЛИС (FPGA производства Intel). В основе проектируемого делителя лежит 32-разрядный счетчик с модулем счета M , изменение значения которого приводит к изменению частоты формируемого сигнала. Для регулирования ширины импульса используются управляющие коэффициенты A и B , значения которых сравниваются с текущим значением счетчика cnt . Таким образом, на выходе устройства получаем сигнал частотой $f_{оп}/M$ и шириной импульсов $B - A$. Структурная схема делителя частоты приведена на рисунке 1. Временные диаграммы, иллюстрирующие работу устройства, приведены на рисунке 2 (clk_{100} – тактовая частота устройства).

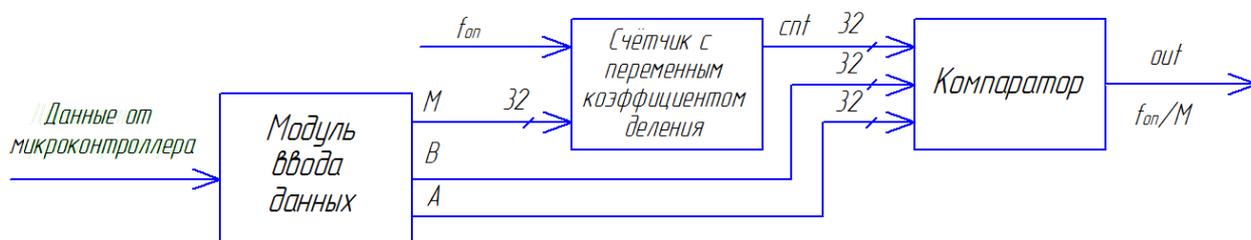


Рис. 1. Структурная схема делителя частоты.

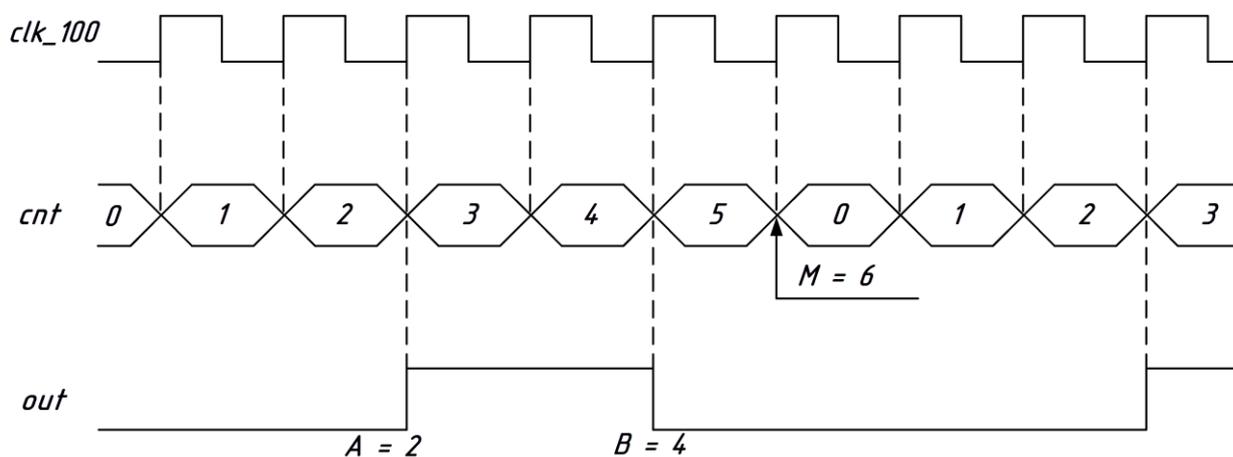


Рис. 2. Временные диаграммы сигналов на входе и выходе делителя частоты.

Для формирования управляющих коэффициентов M , B и A на вход модуля ввода данных поступает последовательная информация с микроконтроллера. Модуль ввода данных представляет собой 96-разрядный сдвиговый регистр и три 32-разрядных D-триггера, которые позволяют разделить коэффициенты M , B и A .

На данном этапе для формирования команд используется плата Arduino Mega2560, которая связана с персональным компьютером. Для проверки работы устройства, сигнал на выходе делителя и данные, передаваемые на ПЛИС через плату Arduino, контролируются с помощью осциллографа. Следующим этапом разработки станет

организация управления устройством с помощью одного из последовательных интерфейсов.

По сравнению с используемой на данный момент схемой, разрабатываемое устройство позволяет регулировать параметры импульса. Возможность управлять частотой сигнала и шириной импульса позволяет сдвигать ШВ во времени, тем самым компенсируя возникающую задержку. Поскольку все параметры сигнала на выходе являются регулируемыми, появляется возможность использования данного устройства для решения различных задач.

Библиографический список

1. A.R. Thompson, J.M. Moran, G.W. Swenson, Jr. Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy, 2nd Edition – John Wiley & Sons, 2008, P.715.