

РАЗРАБОТКА ОСЦИЛЛОГРАФА НА БАЗЕ ОТЛАДОЧНОГО FPGA - КОМПЛЕКСА

*Шигимагин А.В., Зинченко Ю.Е.
Донецкий национальный технический университет*

Осциллограф (лат. *oscillo* — качаюсь и *graph* - пишу) — прибор, предназначенный для исследования электрических сигналов во временной области путем визуального наблюдения графика сигнала на экране, а также для измерения амплитудных и временных параметров сигнала по форме графика.

Применение современных цифровых технологий привело к серьезному изменению характеристик и возможностей этих приборов. Но и традиционные аналоговые осциллографы реального времени не исчезли с рынка — их парк по-прежнему растет. Во-первых, они прочно занимают нишу простых недорогих осциллографов. Во-вторых, они пока еще незаменимы при исследовании высокочастотных сигналов.

Наряду с аналоговыми осциллографами широко используются и цифровые. Если бы не ограничения вследствие конечного времени оцифровки сигнала и сравнительно высокая стоимость, они могли бы почти полностью вытеснить своих аналоговых собратьев. Полная оцифровка сигнала позволяет избежать отображения сигнала в реальном масштабе времени и, следовательно, повысить устойчивость изображения, организовать сохранение результатов и запись редких или медленных процессов (аналог запоминающего осциллографа), упростить масштабирование и растяжку, ввести метки.

Использование дисплея вместо осциллографической трубки открывает возможность для отображения любой дополнительной информации и управления прибором с помощью меню.

Общая структурная схема измерительного устройства на основе микроконтроллера и ЭВМ показана на рисунке 1.

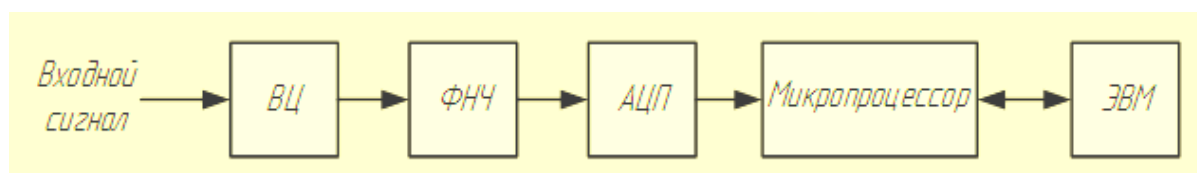


Рисунок 1 – Структурная схема измерительного устройства

Основным элементом, определяющим прецизионность всего измерительного устройства является аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Но если входная цепь (ВЦ) и фильтр низких частот (ФНЧ) не ослабляют шумы вне полосы пропускания сигнала, то эффекта от высокой точности АЦП не будет.

Входная цепь является развязывающим устройством источника сигнала и АЦП. Она должна иметь большое входное сопротивление, обеспечивать подавление синфазного сигнала шума (сигнала общей помехи).

ФНЧ устраняет эффект наложения спектров и нежелательные сигналы вне полосы пропускания фильтра. Этот фильтр работает с еще аналоговым сигналом, соответственно сам фильтр является аналоговым.

АЦП в этой системе входит в состав микроконтроллера (разработка производится на базе отладочной платы Spartan 3E). Соответственно частота дискретизации и режим работы устанавливается программой, загруженной в

микроконтроллер. Программное обеспечение микропроцессора обеспечивает работу протокола обмена данными с ЭВМ, протокол отвечает за отправку полученных отсчетов в ЭВМ и получения команд от пользовательской программы, установленной на компьютер. ЭВМ может быть как персональным компьютером (ПК), так и портативным компьютером ноутбуком. На ЭВМ установлена программа, которая работает с полученными отсчетами от АЦП, обрабатывает их и представляет пользователя в удобном для восприятия виде. Таким образом, ЭВМ также играет роль визуального индикатора.

Применение измерительных систем, взаимодействующих с ЭВМ, дает ряд преимуществ:

- резко упрощается конструкция прибора, поскольку становятся ненужными электронно-лучевая трубка, жидкокристаллический дисплей, различные органы управления, мощный и высоковольтный источник питания и другие;

- уменьшается стоимость прибора;

- реализуется естественная стыковка с ПК, что обеспечивает легкость цифровой обработки данных;

- появляется возможность легко реализовать цифровые методы обработки сигналов, например, построение спектра методом быстрого преобразования Фурье или регистрации сигналов на протяжении длительного промежутка времени с записью сигнала в память ПК.

Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС, англ. programmable logic device, PLD) — электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования (проектирования). Для программирования используются отладочные среды, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках Verilog, VHDL. ПЛИС подразделяются на FPGA и CPLD. Рассмотрим подробнее FPGA т.к. FPGA имеет более гибкую архитектуру.

Программируемая пользователем вешильная матрица (ППВМ, FPGA) — полупроводниковое устройство, которое может быть конфигурировано производителем или разработчиком после изготовления; отсюда название: «программируемая пользователем». ППВМ программируются путём изменения логики работы принципиальной схемы, например, с помощью исходного кода на языке проектирования (типа VHDL), на котором можно описать эту логику работы микросхемы. ППВМ могут быть модифицированы практически в любой момент в процессе их использования. Они состоят из конфигурируемых логических блоков, подобных переключателям с множеством входов и одним выходом (логические вентили или gates).

Среди ведущих производителей ПЛИС следует назвать корпорации Altera, Xilinx, Atmel, Actel. На сегодняшний день они предлагают спектр FPGA-плат различной степени сложности, а как следствие, и стоимости, и находят широкое применение в цифровой обработке сигналов, цифровой видео-аудио аппаратуре, высокоскоростной передаче данных, криптографии, бортовых устройствах навигации и многих других сферах.

В качестве базы для реализации проекта осциллографа был выбран отладочный FPGA-комплекс Spartan 3E, производителем которого является Xilinx. Эта ПЛИС обладает следующими отличительными свойствами:

- наличие АЦП (ADC, англ. *Analog-to-Digital Converter*);

- высокая производительность;
- наличие достаточного количества элементов управления;
- наличие большого количества интерфейсов для связи с РС;
- низкая цена.

Общая структура проекта представлена на рисунке 2.

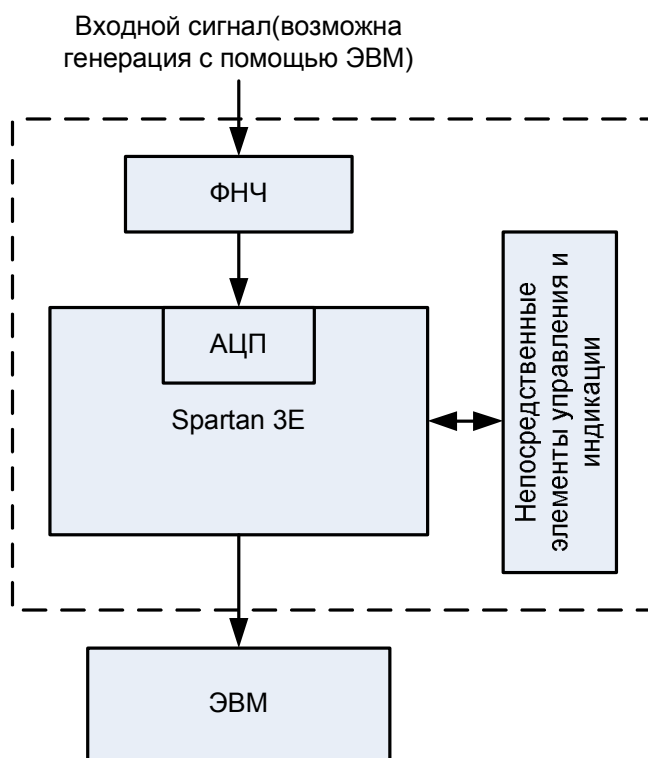


Рисунок 2 – Проектируемая схема осциллографа на базе отладочного комплекса Spartan 3E

Подобная структура позволяет обеспечить достаточно широкую гибкость в использовании устройства, простоты реализации, а также относительной дешевизны. При наличии интерфейса непосредственно на плате возникает возможность автономного использования устройства без непосредственного подключения к персональному компьютеру, что позволит найти широкое применение в области портативной измерительной техники.

Литература

- [1] Нарышкин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры, 2008, 320с.