

## УСТРОЙСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВНУТРЕННИХ ПЕРЕМЕННЫХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ (ЦОС)

Зезин В.Г, Пузырев В.А, Сомов И.А.

ФГУП «ВНИИ «Сигнал», г. Ковров.

При разработке и отладке ЦОС в системах управления электромеханическими преобразовательными устройствами, например, электроприводами или автономными системами электропитания переменного тока возникает необходимость одновременного наблюдения в реальном масштабе времени большого количества сигналов и внутренних переменных алгоритма управления.

Алгоритмы управления электромеханическими системами характеризуются различным временем дискретизации, так, при решении задачи управления скоростью или положением выходного вала время дискретизации составляет от 1 до 100 мс, при решении задачи управления электромагнитными величинами, например, магнитным потоком, составляет 100 – 200 мкс, а при формировании управляющих ШИМ сигналов 1 – 5 мкс. Задача визуализации переменных при столь большом диапазоне частот дискретизации может быть решена путем подключения к системе ЦОС цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) и наблюдением с помощью многоканального осциллографа одновременно за входными аналоговыми сигналами системы управления и преобразованными ЦАП внутренними переменными задачи управления. Этот путь имеет ряд недостатков: вносится погрешность, связанная со статическими и динамическими ошибками канала цифроаналогового преобразования, увеличиваются аппаратные затраты.

Другим решением задачи визуализации внутренних переменных системы управления с ЦОС может быть подключение к системе управления специализированного устройства сбора и обработки информации, работающего непосредственно с цифровыми сигналами. Преимущество такого подхода в том, что полностью исключается аналоговый канал, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования не вносят собственной погрешности в систему визуализации переменных.



Рис. 1

Устройство визуализации переменных (УВП), разработанное для этой цели авторами, позволяет в реальном масштабе времени производить регистрацию внутренних переменных алгоритма управления. Данное устройство может быть использовано для анализа работы любой системы ЦОС (на базе DSP, MCS, ПЛИС и др.) и обеспечивает сбор массива данных в ОЗУ, синхронизацию кадра, протокол последующей передачи данных в ПК и прием команд настройки от ПК.

Укрупненно УВП (Рис.1) состоит из: устройства управления (УУ) реализованного на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС); оперативного запоминающего устройства (ОЗУ); тактирующего генератора (Г) и драйвера сопряжения с USB шиной (USB).

Устройство управления реализует протокол записи данных в буферное ОЗУ и обмена с драйвером USB, обеспечивает синхронизацию и переключение режимов работы УВП. Запись данных в устройство визуализации (УВ) производится при помощи специализированного 18 разрядного параллельного интерфейса. Протокол интерфейса позволяет производить запись данных в произвольном порядке следования и с произвольной частотой обращения. Собираемая информация сохраняется в буферном запоминающем устройстве ОЗУ в соответствии с заданными настройками (непрерывный сбор, покадровый сбор, параметры синхронизации), после чего данные передаются по USB интерфейсу в ПК, где происходит расшифровка данных по каналам и временным меткам и отображение результатов. Настройка режимов работы УУ, определение номера канала для синхронизации, задание уровня синхронизации, формирование сигналов запуска сбора данных производится через USB интерфейс ПК.

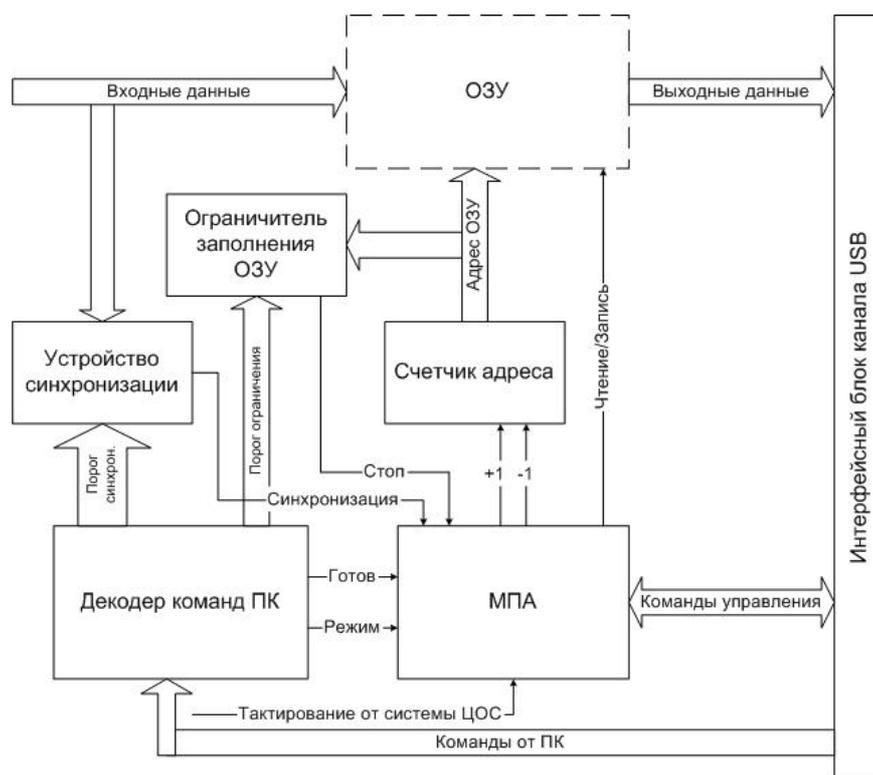


Рис. 2

Рассмотрим работу устройства управления УВП. Устройство управления (рис 2) функционально содержит: микропрограммный автомат, счетчик адреса, блок синхронизации, блок ограничения заполнения ОЗУ, декодер команд ПК и интерфейсный блок USB канала.

В начале работы ПК записывает управляющую информацию в декодер команд ПК устройства управления (УВП) и тем самым производит настройку параметров работы, а именно: задает объем собираемого массива данных в ОЗУ, режим работы с синхронизацией или без, уровень синхронизации, номер канала синхронизации. Затем ПК с заданной частотой формирует команду готовности к принятию массива данных. Устройство управления УВП после получения этой команды активизирует блок синхронизации, который начинает отслеживать данные заданного канала синхронизации и при достижении заданного уровня выдает сигнал «Синхронизация» центральному микропрограммному автомату (МПА) на запуск микропрограммы, которая собирает массив данных в ОЗУ, и при достижении заданного объема передает его в ПК. При задании режима работы без синхронизации запуск сбора данных начинается сразу после передачи команды «Готов» от ПК.

Данные, приходящие от исследуемой системы ЦОС, представляют собой 16 разрядное слово, в котором 4 старших разряда – адрес канала, а 12 младших разрядов – значение данного канала. В фазе сбора слова данных записываются в ОЗУ по тактирующему сигналу системы ЦОС. Регистр адреса записи ОЗУ инкрементируется при поступлении каждого нового слова данных и при достижении адресом заданного максимального значения сбор данных прекращается, блоком ограничения заполнения ОЗУ формируется команда «Стоп», МПА переключает ОЗУ в режим считывания и осуществляет выдачу данных в интерфейсный блок USB канала, декрементируя в каждом такте регистр адреса ОЗУ.

Информация, поступающая из УВП, декодируется по каналам и отображается на экране монитора в виде графиков. Временная метка передается в конце записанного кадра. Временные интервалы между записанными словами данных внутри кадра при анализе данных в ПК предполагаются равномерными, что в принципе удовлетворяет требованиям проведения расчетов в электромеханических системах управления.

Программное обеспечение ПК позволяет выполнять автомасштабирование переменных, подключать программную фильтрацию, проводить включение и отключение каналов, реализовать режим лупы, сохранять информацию на магнитных носителях. Специально для изучения режимов работы трехфазных машин переменного тока в разработанное программное обеспечение добавлен модуль, позволяющий отображать информацию на фазовой плоскости, в том числе и в косоугольной системе координат.

Интерфейс программного обеспечения позволяет в диалоговом режиме задавать:

- Автоматический, ждущий или однократный сбор информации;
- Номер канала синхронизации.
- Уровень синхронизации.
- Объем однократной выборки или время кадра.

Максимальная частота поступления данных, при котором тестировалась работа УВП, составляет 10 мГц. Ограничение максимальной частоты происходит из-за наличия критического времени задержки в ПЛИС (использовалась CPLD 9000 серии Xilinx) и может быть увеличено при переходе на другие более быстродействующие микросхемы.

#### **Литература**

1. FT245BM USB FIFO ( USB - Parallel ) I.C., Product DataSheet, Future Technology Devices Intl. Ltd. 2004
2. Бродин В.Б., Калинин А.В., Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики, ЭКОМ, Москва, 2002

