

СЕТЕВОЙ РЕГИСТРАТОР ЛА-5:

БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПАКТНОГО ПРИБОРА

Для развития распределенных измерительных систем сейчас наиболее перспективны устройства сбора данных с интерфейсами семейства Ethernet (10/100Base-TX, 100Base-FX и др.) и IEEE 802.11 (Wi-Fi). Откликнувшись на потребность рынка, компания ЗАО "Руднев-Шиляев" выпускает устройство сбора данных для промышленных применений ЛА-5 именно с такими интерфейсами.

Сетевой регистратор ЛА-5 предназначен для записи аналоговых и цифровых входных сигналов, например от различных датчиков, и передачи их в персональный компьютер (ПК). Запись производится во внутреннюю энергонезависимую память (NAND flash-память) с возможностью последующего копирования в ПК или непосредственно в персональный компьютер в режиме реального времени. Для связи с компьютером предусмотрен сетевой интерфейс, позволяющий ЛА-5 устанавливать соединение через сеть со стандартным набором протоколов с коммутацией пакетов TCP/IP, например через Интернет.

ИНТЕРФЕЙС ВНЕШНИХ СИГНАЛОВ

Для ввода и первичной обработки входных сигналов служит аналого-цифровой канал (АЦК) (рис. 1). Его основное назначение – преобразование входящего аналогового сигнала в цифровую форму для дальнейшей передачи в ПК. Устройство оснащено 16 однополюсными входными аналоговыми каналами (могут объединяться в 8 дифференциальных каналов). Аналоговый сигнал с одного из входных каналов



С.Шиляев, В.Чепелев,
О.Фомин

поступает на усилители (инструментальный и с программно задаваемым коэффициентом усиления), а затем через мультиплексор – на вход АЦП. 12-разрядный АЦП с программно задаваемой частотой дискретизации (максимальная – 4 кГц) преобразует аналоговый сигнал в цифровую форму. Цифровые данные от АЦП поступают в ОЗУ контроллера, после чего могут записываться во flash-память или передаваться непосредственно в ПК.

Помимо аналогового входного интерфейса ЛА-5 оснащен входным портом для записи цифровых данных. Цифровой порт ввода включает 16 каналов, каждый с гальванической развязкой 4 кВ.

Запись цифровых данных во flash-память производится пословно. Одно слово включает 16 бит. Младшие 12 бит содержат отсчет АЦП (оцифрованный аналоговый канал), старшие 4 бита – значения четырех каналов цифрового порта. Таким образом, значения цифрового порта записываются в виде четырех последовательных тетрад. Каждая тетрада записывается синхронно с одним из аналоговых каналов, причем номер тетрады (от 0 до 3) определяется как остаток от деления на 4 номера аналогового канала (от 0 до 15). Например, цифровые каналы с 0 по 3 записываются синхронно с аналоговым каналом 0, следующие четыре цифровых канала (4–7) – синхронно с аналоговым каналом 1 и т.д. Для записи всех 16 бит цифрового порта необходимо инициировать запись по четырем аналоговым каналам.

Устройство ЛА-5 может не только записывать, но и выдавать аналоговые сигналы. Для этого предназначен цифроаналоговый канал. Он имеет два аналоговых выхода и, соответственно, два 12-разряд-

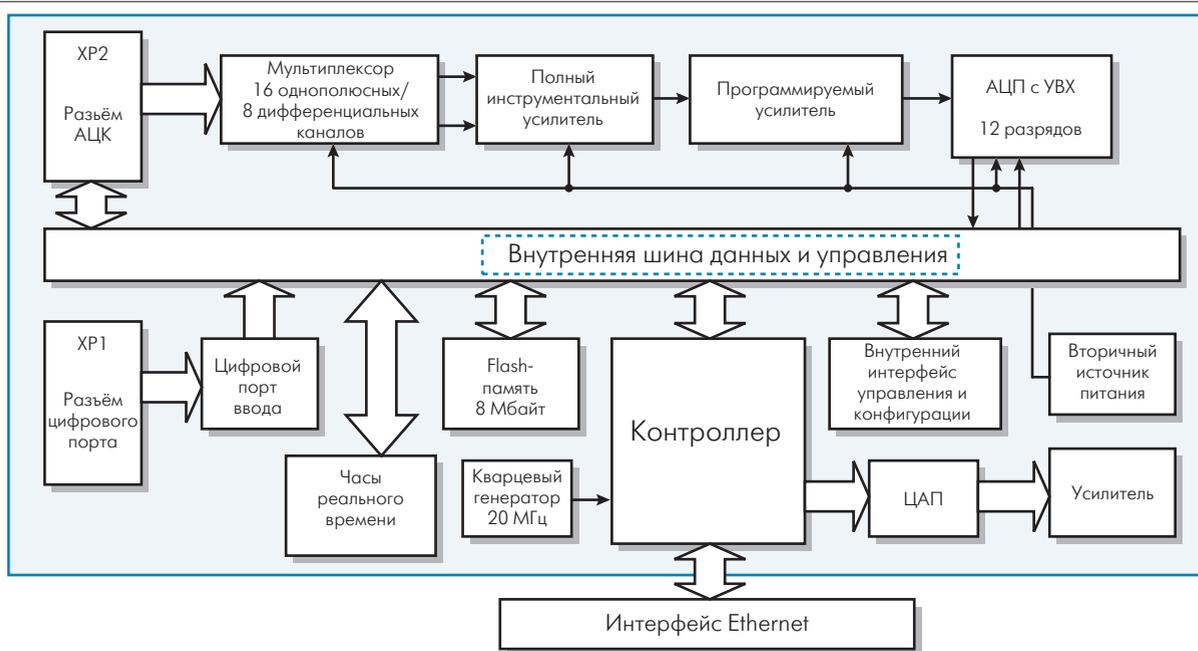


Рис. 1. Структурная схема ЛА-5



ных АЦП с временем преобразования 10 мкс. Данные ЦАП передаются из ПК.

Энергонезависимая память данных объемом 8 Мбайт (может расширяться до 32 Мбайт) разбита на страницы объемом по 512 + 16 байт. Из них 512 байт предназначены для записи отсчетов (два байта на отсчет), остальные 16 байт – служебная информация файла (номер файла, коэффициент деления частоты выборки АЦП, число каналов, время, дата и т.п.). Существует и служебная энергонезависимая память контроллера. Она предназначена для хранения параметров устройства, которые восстанавливаются в случае временного пропадания напряжения питания.

Контроллер согласует работу АЦП, ЦАП, цифрового порта и flash-памяти, а также обеспечивает связь с ПК. Запуск/останов АЦП возможен по внутреннему таймеру, по команде из ПК или по появлению на входе цифрового порта значения, совпадающего с заданной маской. Память данных может быть сконфигурирована как линейный либо как циклический массивы. В первом случае при заполнении памяти произойдет остановка записи. В случае циклического массива запись не остановится, старые данные будут заменяться более новыми. Причем можно задать условия, при которых отдельные файлы станут нестираемыми (например, при появлении определенного значения на цифровом порту или если аналоговый сигнал оказывается в определенном заданном диапазоне).

СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС

Для связи ЛА-5 с ПК предусмотрен сетевой интерфейс, поддерживающий стек протоколов TCP/IP. С его помощью можно изменять режимы измерения, задавать параметры для инициализации записи, считывать измеренные данные, изменять состояние ЦАПа, сетевые настройки и другие параметры прибора для работы в составе системы.

Как и любой обычный компьютер, работающий в сети по протоколам TCP/IP, каждое устройство ЛА-5 имеет уникальный MAC-адрес, IP-адрес, маску подсети и адрес шлюза (точки выхода из подсети). ЛА-5 работает в режиме сервера через IP порт 4096. В каждый момент времени поддерживается не более одного соединения. На физическом уровне данные могут передаваться, в зависимости от модификации устройства, с помощью одного из трех интерфейсов: 10/100Base-TX, 100Base-FX или IEEE 802.11b.

Интерфейс 10/100Base-TX (проводной Ethernet) позволяет передавать данные по медным проводам типа "витая пара" (UTP-5) с номинальной скоростью 10 Мбит/с или 100 Мбит/с. Этот интерфейс входит в состав базовой модели и удобен для создания распределенных измерительных систем, использующих существующую инфраструктуру локальных сетей (рис.2). Разумеется, устройство можно подключить к компьютеру и напрямую, используя специальный кабель.

Применение сетевых технологий, помимо их традиционных достоинств, позволяет устанавливать АЦП в непосредственной близости от датчиков и передавать на значительные расстояния уже цифровые данные. Уменьшение длины соединительных кабелей между датчиками и устройствами сбора данных существенно улучшает отношение сигнал/шум и помехозащищенность измерительной системы в целом.

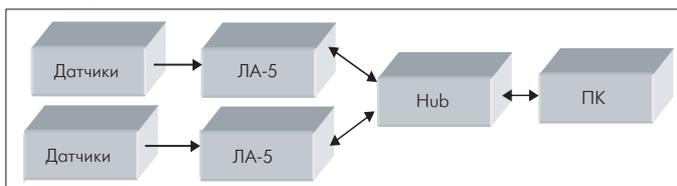


Рис.2. Схема измерительно-вычислительной сети с использованием ЛА-5

Компания ЗАО "Руднев-Шляев"

Работает на российском рынке с 1993 года. Специализируется на разработке и производстве измерительного оборудования с использованием АЦП и ЦАП, управляемых от внешнего компьютера. Изготавливает:

- платы сбора данных для персональных и промышленных компьютеров: измерительные платы аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования, цифровые платы и дополнительные согласующие устройства – как прецизионные НЧ- (24 разряда, до 200 кГц), так и ВЧ-устройства (12–14 разрядов, до 200 МГц и 8 разрядов, 1 ГГц);
- измерительные приборы на базе ПК (осциллографы, генераторы, спектроанализаторы, магнитофоны, самописцы, вольтметры и др.);
- виброакустические системы: многоканальные цифровые регистраторы, анализаторы реального времени, системы для оценки звукоизоляции строительных конструкций [1];
- системы радиомониторинга для контроля источников излучений и исследования их характеристик [2];
- измерительные системы широкого применения на базе собственных разработок с применением АЦП.

Выпускаемые компанией измерительные системы сертифицированы и зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений. Основу их составляют АЦП и ЦАП, снабженные PCI-, USB- или Ethernet-интерфейсами для связи с ПК. Программная оболочка, разрабатываемая под конкретную задачу заказчика, обеспечивает управление сбором и обработкой данных, формирует режимы проведения измерений.

Считается, что для нормальной передачи данных длина кабеля между активными сетевыми устройствами не должна превышать 100 м. Если нужно передавать данные на большие расстояния или работать в условиях сильных электромагнитных помех, одно из решений – волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Из многообразия оптических интерфейсов, различающихся длиной волны излучения и максимальной дальностью передачи данных, в регистраторе ЛА-5 используется интерфейс 100Base-FX для многомодового оптоволоконного кабеля. Рабочая длина волны – 1310 нм, максимальная дальность связи – до 2 км. Для подключения оптоволоконных линий к сетевым устройствам применяются различные типы оптических соединителей. В устройстве ЛА-5 используется соединитель типа LC, хотя по желанию заказчика возможна установка и других соединителей (MT-RJ, SC).

Радиоинтерфейс IEEE 802.11b (Wi-Fi) позволяет применять ЛА-5 на мобильных объектах или в труднодоступных местах. В отличие от других модификаций, здесь с устройством связано два IP-адреса: один с контроллером и один с радиомостом. При передаче данных и команд, как и в других модификациях, необходимо обращаться по IP адресу контроллера (рис.3).

Радиомост настраивается с помощью отдельного графического интерфейса. Для доступа к нему достаточно набрать IP адрес радиомоста в web-браузере. Используя web-интерфейс радиомоста, можно



Рис.3. Структурная схема ЛА-5 в модификации Wi-Fi

просматривать сведения о состоянии устройства (уровень сигнала, идентификатор сети, адреса устройств, находящихся на связи), изменять рабочий частотный канал, идентификатор сети, режим доступа и т.п., а также включать функцию шифрования данных WEP.

Передачик радиомоста работает в диапазоне частот 2412–2472 МГц с выходной мощностью от 40 до 100 мВт. Чувствительность приемника -84 дБм. Радиомост может работать как при фиксированной скорости обмена (11; 5,5; 2 или 1 Мбит/с), так и в режиме автоматического выбора скорости. В зоне прямой видимости с использованием штатной ненаправленной антенны связь возможна на расстоянии до 200 м. Большую дальность связи обеспечат внешние усилители и направленные антенны.

УПРАВЛЕНИЕ УСТРОЙСТВОМ

ЛА-5 как сетевой сервер постоянно находится на приеме, ожидая команды или запроса состояния. При этом инициатива всегда исходит от некоторой программы "клиента", запущенной на удаленном компьютере. В качестве клиентов могут использоваться стандартные программы ADCLab (осциллограф), Saver2 (самописец) или La5Conf, поставляемые в комплекте с ЛА-5. При желании пользователь может и сам создать клиентскую программу. Для управления ЛА-5 достаточно использовать функцию socket, которая поддерживается во всех современных операционных системах (ОС). При этом для доступа к ЛА-5 не требуется специальный драйвер нижнего уровня – достаточно стандартного драйвера сетевой платы. Это позволяет работать под управлением самых разнообразных ОС и на разных аппаратных платформах, в том числе использовать и карманные ПК.

Устройство управляется посредством набора пакетов по протоколу TCP, передаваемых из ПК в ЛА-5. Всего предусмотрено 15 управляющих пакетов длиной 16 байт каждый. С их помощью задаются конфигурация устройства и все рабочие параметры, иницируется запись и т.п. Форма пакетов: первые 8 байт – преамбула, затем 8 байт управляющей информации, причем первый из них – байт номера (типа) пакета. Регистратор может передавать ПК пакеты состояния (статуса) длиной 27 байт, причем первые 7 байт – преамбула, остальные 20 байт – информация. Данные с АЦП передаются по словам (2 байта), где в 12 старших битах передается код АЦП, а в 4 младших – биты цифрового порта. Формат всех управляющих пакетов и правила обмена данными с ЛА-5 подробно описаны в руководстве пользователя [3].

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С ЛА-5

Как и другие устройства сбора данных, ЛА-5 может работать со стандартными программами ADCLab (осциллограф) и Saver2 (самописец), входящими в комплект поставки. При работе с этими программами данные передаются через сеть в реальном времени, энергонезависимая память не используется. Для изменения сетевых настроек устройства (IP-адрес, маска сети и адрес шлюза) используется программа La5Conf (рис.4). Эта программа также позволяет получить доступ функциям ЛА-5, не реализован-

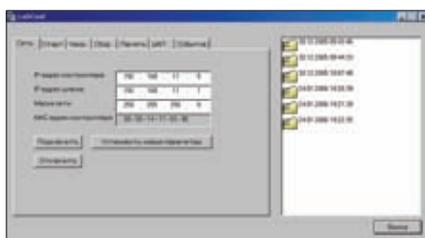


Рис.4. Интерфейс программы La5Conf (вкладка "Сеть")

ным в стандартных программах самописца и осциллографа, – таким как задание условий начала и остановки сбора данных (по команде с компьютера, по таймеру, по состоянию цифрового порта), управление часами реального времени, работа с энергонезависимой памятью (форматирование, считывание списка файлов и самих данных), управление напряжением на выходе ЦАПов и задание условия записи данных в нестираемую область энергонезависимой памяти.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ: ЛА-5 НА ТРАНСПОРТЕ

На базе продукции ЗАО "Руднев-Шилиев" разработаны и успешно эксплуатируются различные системы, с помощью которых проводят профилактическое диагностирование и выходной контроль электросхемы вагонов метро после капитального ремонта, а также поиск и устранение трудновыявляемых дефектов серийных вагонов в различных депо московского метрополитена. Некоторые системы адаптированы для других видов электротранспорта: электропоездов, троллейбусов, вагонов трамвая.

Отличительная особенность ЛА-5 в том, что он может работать как в автономном режиме, так и под управлением оператора. Если прибор подключен к переносному компьютеру, оператор может изменять параметры сбора данных и наблюдать результаты на мониторе непосредственно в поездке. Такой метод наиболее эффективен для быстрого выявления дефектного узла при ремонте и техническом обслуживании электротранспорта.

Однако часть дефектов электрооборудования можно выявить только в процессе эксплуатации в реальных условиях. Такие "плавающие" дефекты с трудом обнаруживаются и, вследствие своей непредсказуемости, оказывают наиболее неблагоприятное влияние на эксплуатацию подвижного состава. Чтобы их выявить, необходимо затратить времени и труда во много раз больше, чем предусмотрено заводскими нормативами на аналогичные работы. И тут оказывается полезен программно задаваемый автономный режим работы ЛА-5. Для программирования доступны все основные функции прибора: число цифровых и аналоговых каналов, частота дискретизации, выбор входного диапазона для каждого канала и т.д. Если сконфигурировать память в виде циклического массива и задать условия, при выполнении которых записи данных помечаются как нестираемые (например, выход сигнала в одном из аналоговых каналов за критическую зону или срабатывание аварийной защиты), то в памяти ЛА-5 будут накапливаться данные о выходе за рамки нормальной работы. Прибор оснащен часами реального времени, и вместе с данными в файл записываются дата и время измерения. Это значительно облегчает ведение документации в ходе эксплуатации объекта исследования.

В условиях постоянной нехватки квалифицированного персонала особую остроту приобретает обслуживание диагностических систем, особенно если парк оборудованных ими объектов постоянно расширяется. Но процесс обслуживания ЛА-5 значительно облегчен благодаря радиointерфейсу Wi-Fi. Как только объект появляется в зоне радиовидимости центрального сервера, данные могут быть считаны из энергонезависимой памяти и архивированы без участия оператора. При возникновении неполадок запрашиваются данные за последний период эксплуатации исследуемого объекта и прослеживается процесс развития и проявления дефекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирсков А., Шилиев С. Управляющий комплекс оценки звукоизоляции конструкций. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, №6.
2. Чепелев В., Шилиев С. Системы радиомониторинга и их компоненты. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, №3.
3. www.rudshel.ru