

LxDCS - ПАКЕТ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1. Введение

OpenSource операционные системы и приложения для них получают все большее распространение. Появление высокопроизводительных и недорогих контроллеров с ОС Linux позволяет использовать их как альтернативу традиционным PLC в автоматизации производственных процессов, а богатый выбор свободного программного обеспечения для разработки графических приложений дает возможность создавать НМІ любой сложности. Проект LxDCS - попытка создания набора библиотек и базовых приложений для создания распределенных систем управления технологическим оборудованием.

1.2. Назначение

Пакет предназначен для разработки систем автоматизации производственных процессов разных уровней сложности, от автономных систем сбора данных и управления на базе ПК и микроконтроллеров, до распределенных многоуровневых комплексов включающих Linux-контроллеры, станции НМІ и сервера данных, связанные локальной сетью с обменом данными в реальном времени, децентрализованной обработкой и с возможностью резервирования оборудования и хранилищ данных. Поддержка стандартных промышленных протоколов позволяет использовать в составе систем так же PLC и другие устройства. Пакет ориентирован на специалистов, имеющих представление о системах UNIX/Linux и программировании на языке Си. Однако, как показывает 10-летняя практика использования, для создания несложных систем сбора данных достаточно набора входящих в пакет приложений.

1.3. Идеология

При разработке архитектуры системы использовались следующие принципы:

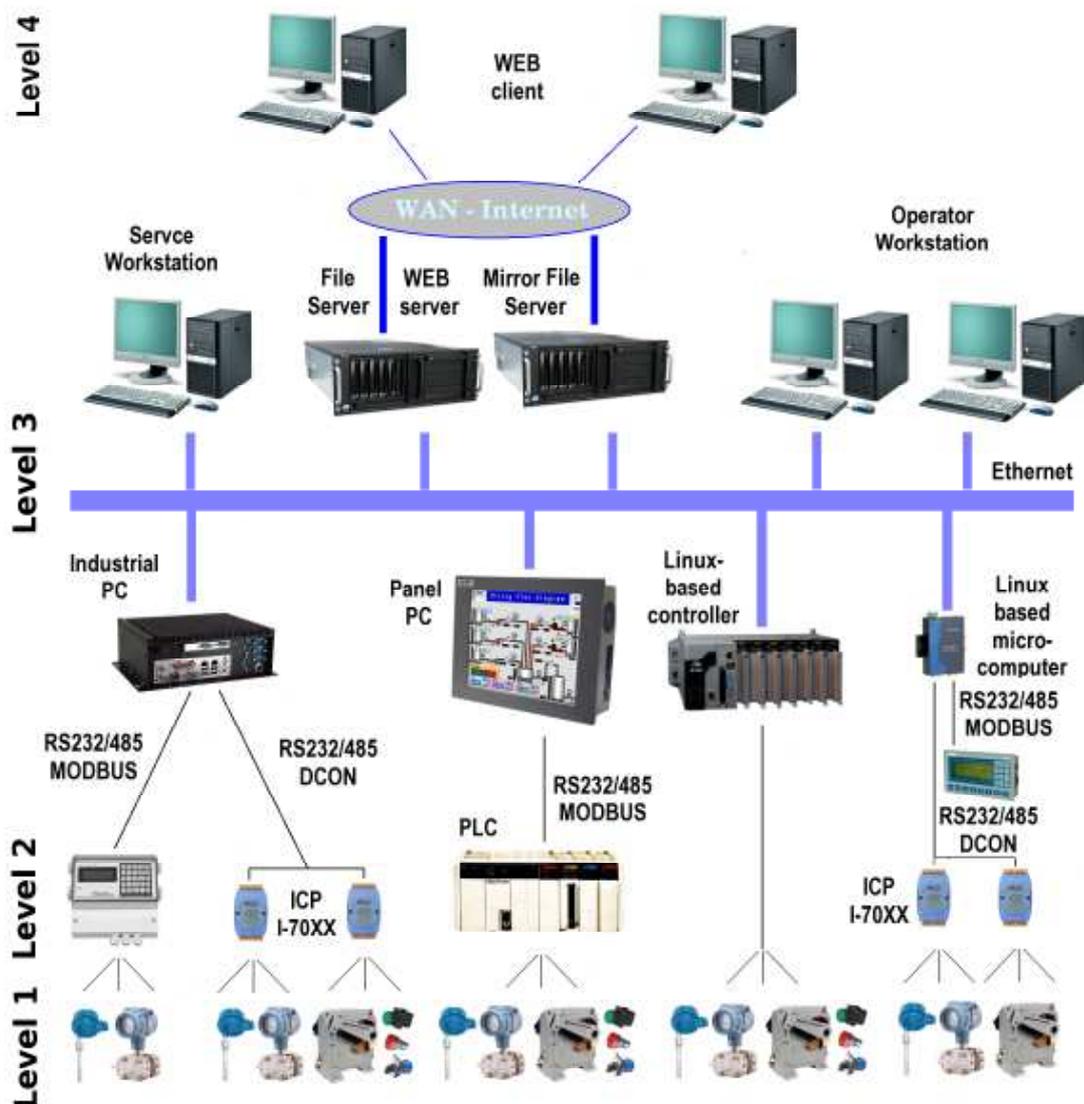
- Компактный программный код с минимальным использованием внешних библиотек и тулкетов.
- Переносимость на разные аппаратные платформы другие UNIX-подобные ОС без изменения исходного кода.
- Использование одних и тех же приложений на всех уровнях - от микроконтроллерах до сервера. Любое приложение может работать как автономно, так и в любой комбинации элементов системы.
- Масштабируемость - возможность построения как простых автономных систем контроля до территориально распределенных комплексов.
- Максимальное упрощение разработки управляющих программ и новых приложений и драйверов ввода-вывода с использованием библиотеки LxDCS и программных шаблонов.

В системе **не** используются:

- Какие-либо графические средства конфигурирования. Приложения настраиваются редактированием простых текстовых файлов, как это принято в UNIX системах.
- Технология OPC. Для связи с устройствам ввода-вывода используются драйвера.
- SQL-СУБД. Как показывает практика, эта технология крайне неэффективна для работы с однородными технологическими данными, тем более в реальном времени. Для хранения данных используется собственная БД. Для экспорта возможно содавать массивы данных в виде .csv файлов. Возможно создание SQL-интерфейса к БД, однако это пока не планируется.
- МЭК-языки. Для написания сложных управляющих программ используются язык Си и библиотеки пакета. Элементарную обработку данных (арифметика, извлечение кв.корня, логические операции) и генерацию управляющих сигналов можно выполнять непосредственно в драйверах ввода-вывода, с помощью директив в конфигурационном файле драйвера.

1.4. Архитектура

Конфигурация технических средств системы включает четыре уровня: полевое оборудование, PLC и LxDCS-хосты и WEB-клиенты:



Пример построения PCY

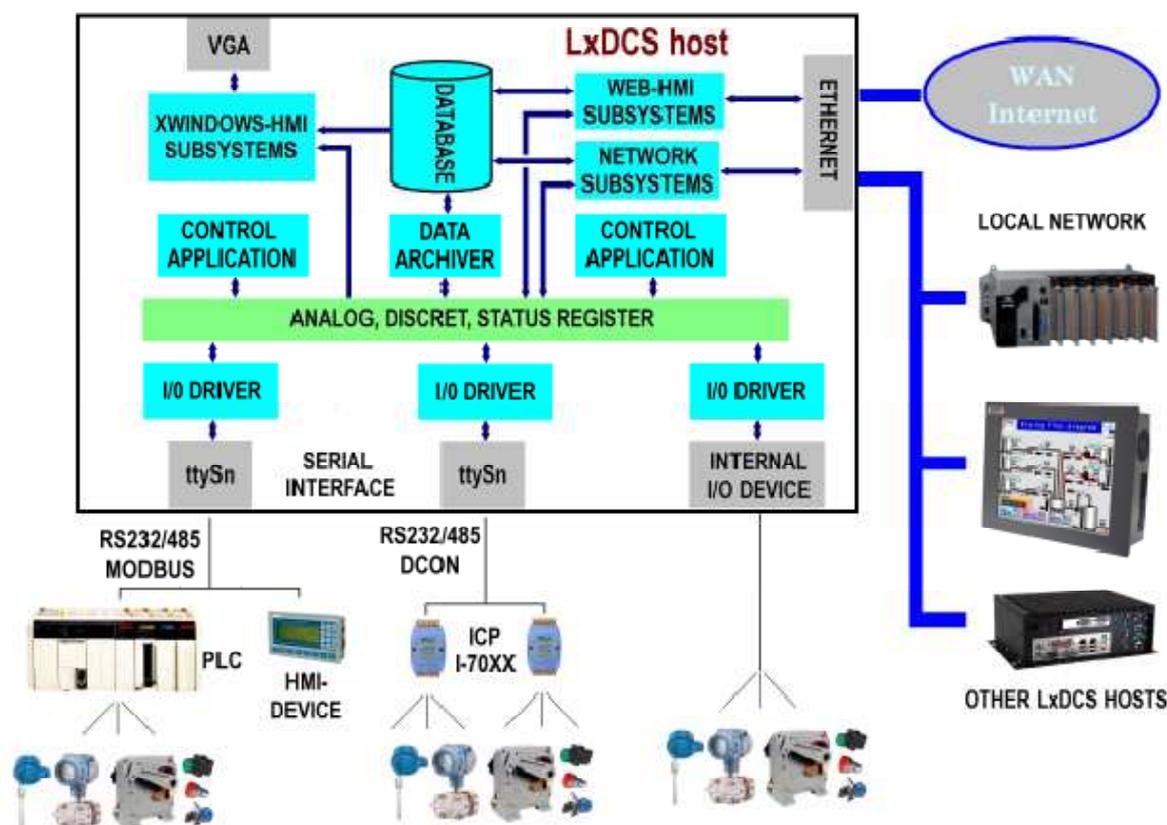
Первый уровень включает аналоговый и дискретные датчики физических величин, исполнительные механизмы, органы ручного управления и задания параметров, сигнализации и т.п.

Второй уровень - программируемые логические контроллеры и другие интеллектуальные устройства измерения и управления (устройства сбора данных, расходомеры, счетики эл.энергии, цифровые регуляторы и т.п.), имеющие RS232/485 или Ethernet интерфейсы и поддерживающие стандартные протоколы передачи данных (MODBUS, DCON...).

Третий уровень включает управляющие компьютеры, операторские станции и сервера данных, с набором необходимых приложений LxDCS, объединенные локальной вычислительной сетью. К третьему уровню относятся так же и Linux-based контроллеры, в этом случае полевое оборудование подключается непосредственно к ним. Обмен данными между хостами производится в реальном режиме времени, причем каждый хост имеет возможность получать данные с любого другого.

Четвертый уровень - локальные и удаленные WEB-клиенты, которыми являеся обычный интернет-браузер, с помощью которого можно получить текущую и историческую информацию о техпроцессах в виде таблиц и трендов.

Основным элементом системы является хост (LxDCS-host) - компьютер или контроллер с ОС Linux и программным обеспечением LxDCS.



Структура программного обеспечения LxDCS

Основным элементом хоста является набор регистров, где хранятся текущие значения технологических параметров, результаты их обработки и управляющие сигналы. Регистры имеют два типа, для соответствующих типов данных - аналоговые (ARn, Analog Register) и дискретные (DRn, Discret Register). Содержимое регистров доступно для всех приложений LxDCS. Максимальное число каждого типа регистров данных - 65535. Необходимое для конкретного хоста число регистров задается в файле /etc/lxdc.conf. Для хранения информации о работе приложений, а так же управления их выполнением предназначены служебные регистры (SRn, Status Register).

Для работы с регистрами предназначены два приложения:

- **lc_rrw** - консольная утилита, позволяющая просматривать и изменять содержимое регистров данных
- **lc_simd** - симулятор данных, генерирует случайные значения регистров данных с определенным диапазоном, дискретностью и периодом. Может использоваться для отладки проектов.

1.5. Подсистема ввода-вывода

Предназначена для связи с техническими средствами второго уровня и включает драйвера устройств, имеющих интерфейс RS232/485, а так же встроенных модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов. Данные, считанные с этих устройств записываются в регистры AR и DR, оттуда же берутся данные для вывода управляющих воздействий. Каждый драйвер позволяет так же выполнять простую обработку введенных данных (логические и арифметические операции), т.е. может использоваться для несложных алгоритмов управления.

В состав подсистемы входят следующие программы:

- **lcio_i7kd** - ввод-вывод аналоговых и дискретных данных с модулей ICP серии I-7000 и других устройств, имеющих протокол обмена DCON (ADAM-4000/5000, NuDam-6000, и др.). Кроме ввода-вывода данных имеется возможность выполнения математических действий над данными (вычисление расходов, суммирование и т.п.). Параметры драйверов настраиваются с помощью конфигурационных файлов, расположенных в \$LXDCSDIR/etc.
- **lcio_modbusd** - ввод-вывод данных с устройств, имеющих протокол обмена MODBUS/RTU (PLC, УСД, узлы учета, устройства управления, частотные преобразователи и т.п.). Так же имеются возможность выполнения математических операций над данными.
- **lcio_mbc** - консольная утилита, позволяющая просматривать и изменять содержимое регистров устройств, имеющих протокол MODBUS.
- **lcio_micron** - ввод данных с интеллектуальных счетчиков электроэнергии серии "Микрон".
- **lcio_emicrod** - ввод данных с УСПД учета электроэнергии Энергия-МИКРО. Программа периодически считывает усредненные трехминутные значения потребляемой мощности по заданным каналам и вычисляет значения мощностей по группам потребителей. Результаты записываются непосредственно в архив.
- **lcio_serial** - шаблон для создания драйверов и управляющих приложений для устройств с последовательным интерфейсом.

1.6. Подсистема архивирования.

Предназначена для хранения исторических значений технологических параметров. В состав подсистемы входят следующие программы:

- **lcdb_admin** - утилита работы с файлами базы данных. Позволяет создавать, редактировать и просматривать структуру и содержимое файлов базы данных.
- **lcdb_archd** - архивирование данных. В базу данных могут записываются текущие значения регистров с интервалом один в 10 миллисекунд, 1 секунду, усредненные значения за минуту и час. Диапазон архивируемых регистров и необходимые типы интервалов, а так же срок хранения данных для каждого типа задается в файле конфигурации.
- **lcdb_calc** - утилита вычисления усредненных и суммарных значений за различные интервалы времени.
- **lcdb_print** - утилита выборки данных, результат может выводиться как на экран, так и в csv-файл.

1.7. Сетевая подсистема.

Предназначена для обмена данными между LxDCS-хостами по локальной вычислительной сети в реальном времени, а так же для обмена данными с различными устройствами, имеющими интерфейс Ethernet и поддерживающие протокол MODBUS/TCP. Настройки всех приложений осуществляются конфигурационными файлами. Подсистема включает следующие программы:

- **lcnt_modbusd** - сервер MODBUS/TCP (MODBUS slave), поддерживает как стандартные функции MODBUS, так и специфические для LxDCS функции, обеспечивающие доступ к базе данных.
- **lcnt_mbtc** - консольный клиент MODBUS/TCP, позволяющий читать и записывать регистры и архивные данные на локальном и удаленном LxDCS-хосте или любом другом сетевом устройстве, поддерживающем протокол обмена MODBUS/TCP.
- **lcnt_modbuscd** - клиент MODBUS/TCP (MODBUS master), обеспечивает циклический обмен данными с MODBUS/TCP устройствами. В качестве приемника и источника данных используются регистры AR и DR.
- **lcntudpsd** - программа, периодически отправляющая широковещательные пакеты с заданным интервалом времени, содержащие текущие значения определенных аналоговых и дискретных регистров LxDCS-хоста.
- **lcntudprd** - программа, принимающая широковещательные пакеты от определенных LxDCS-хостов. Производит выборку необходимых данных и записывает их в соответствующие регистры AR и DR хоста-приемника.

1.8. Подсистема X Window визуализации.

Предназначена для отображения текущих и архивных технологических данных на мониторе рабочей станции с графической системой XWindows, а так же для задания управляющих воздействий. Набор и последовательность форм отображения может задаваться в любом порядке с помощью конфигурационных файлов. Подсистема включает следующие приложения:

- **lcvx_menu** - меню выбора форм отображения.
- **lcvx_mnemo** - мнемосхема, отображает текущие значения технологических данных в виде цифровых и линейных шкал и дискретных индикаторов на фоне схематического изображения производственного объекта.
- **lcvx_rview** - отображение текущих значений аналоговых и дискретных регистров.
- **lcvx_tabtrend** - отображение исторических значений технологических параметров в виде трендов и таблиц.
- **lcvx_set** - панель ввода управляющих воздействий и изменения параметров.

1.9. WEB-визуализация.

Набор бинарных CGI файлов для http сервера (Apache, Nginx, Boa...). Дополнительных приложений (PHP и т.п) не требуется. Набор и последовательность форм отображения может задаваться в любом порядке с помощью конфигурационных файлов, структура которых аналогична конфигурационным файлам подсистемы X Window визуализации. Состав подсистемы:

- **lcgi_index** - меню выбора форм отображения, может отображать так же текущие значения данных.
- **lcgi_tabtrend** - отображение исторических значений технологических параметров в виде трендов и таблиц.

1.10. Управляющие программы.

Пользователь может создавать целевые управляющие программы, используя при разработке библиотеки LxDCS - функции ввода-вывода, регулирования, и работы с базой данных.

- **lcc_pattern.c** - шаблон для создания управляющих программ.