

## ISaGRAF 4 Linux Target на Beckhoff CX1000 Embedded PC (Программирование контроллера CX1000 Embedded PC с помощью технологии ISaGRAF 4 под Linux)

CX1000 – промышленный контроллер класса Embedded PC производства Beckhoff, предназначенный для решения задач автоматизации средней сложности. Конструктивной особенностью контроллера является его модульность – можно использовать только те компоненты, которые требуются для решения конкретной задачи. Все модули CX1000 соединяются между собой с помощью стандартной шины PC104. Внешний вид контроллера представлен на рисунке 1.



Рис.1. Контроллер CX1000 на DIN рейке

Минимальная рабочая конфигурация контроллера – модуль CPU и модуль питания. При использовании блоков питания CX1100-0002 или CX1100-0003 возможно локальное подключение к контроллеру устройств ввода/вывода серии KLxxxx по последовательной шине K-bus. Для программирования CX1000 предназначен программный комплекс Beckhoff TwinCAT, который организует обмен данными с локальными модулями KLxxxx. TwinCAT функционирует только под операционными системами семейства Windows.

Специалистами компании «Фиорд» был разработан драйвер ввода/вывода ISaGRAF 4 для устройств серий KL130x, KL131x, KL14x8, KL20x2, KL2408, KL300x, KL403x под ОС Linux без поддержки реального времени.

ISaGRAF 4 – технология программирования контроллеров, которая позволяет создавать локальные или распределенные системы управления. Основа технологии – среда разработки приложений и адаптируемая под различные аппаратно-программные платформы исполнительная система (Target). Сейчас в список платформ, на которые перенесено ядро исполнительной системы, входят Linux, QNX, DOS, Windows NT, VxWorks и др.

При использовании ОС не из семейства Windows необходимо самостоятельно организовать обмен с устройствами на шине K-bus, используя внутренний компонент блока питания – двупортовую память (см. рис.2).

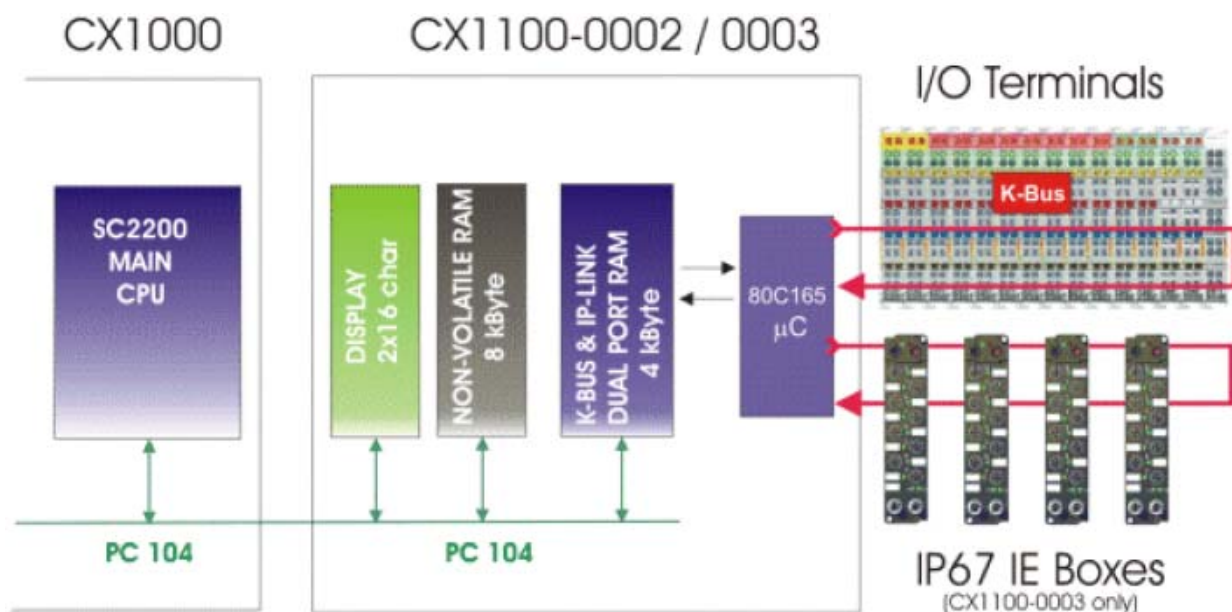


Рис.2. Внутренние компоненты модуля питания

К-bus обслуживается микроконтроллером, которому доступна двупортовая память DP-RAM. В составе микроконтроллера присутствует сторожевой таймер WDT с периодом 100 мс. WDT перезапускается при очередном запросе на выполнение цикла обмена данными по шине К-bus. Если в течение периода таймера не поступит следующий запрос, то выходы устройств вывода будут переведены в безопасное состояние, а соответствующая область двупортовой памяти будет обнулена. Пользователь может получить доступ к DP-RAM со стороны центрального процессора. Двупортовая память имеет определенную структуру (см.рис.3).

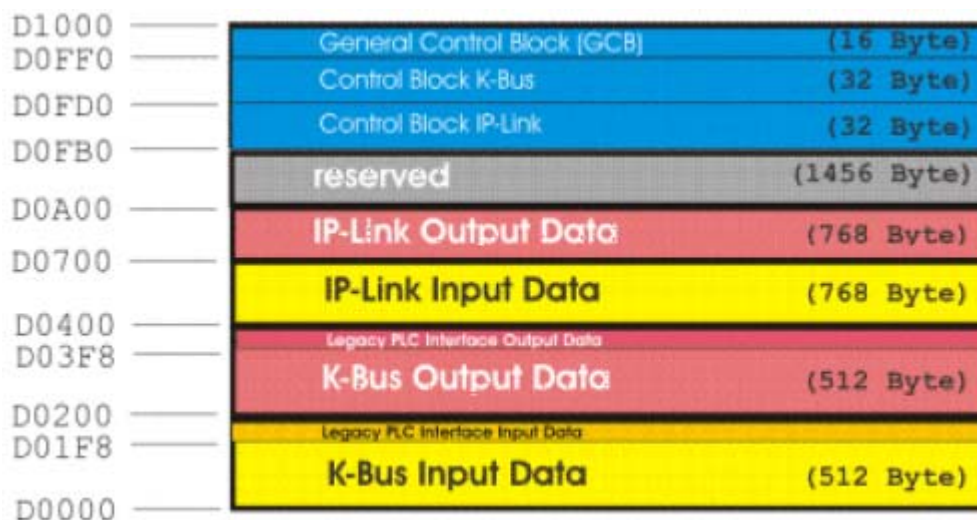


Рис.3. Структура DP-RAM

С одной стороны наличие сторожевого таймера позволяет выключить управляющие воздействия в случае ошибки функционирования контроллера, с другой стороны – жестко ограничивает максимальное время цикла выполнения управляющей логики.

Эта проблема была решена структурно. Драйвер состоит из двух частей. Одна часть выполняет опрос К-bus шины в каждом цикле сторожевого таймера, другая – обеспечивает обмен данными между ресурсами проекта ISaGRAF и первой частью драйвера. Каждый ресурс проекта (виртуальная машина) представляет собой отдельный процесс, выполняющийся на многозадачной целевой платформе. Часть драйвера, отвечающая за работу К-bus шины, была выполнена также в виде отдельного процесса, а обмен данными между частями драйвера реализован с помощью разделяемой памяти. Проблема синхронизации доступа к разделяемой памяти решена с помощью семафора System V (см.рис.4).

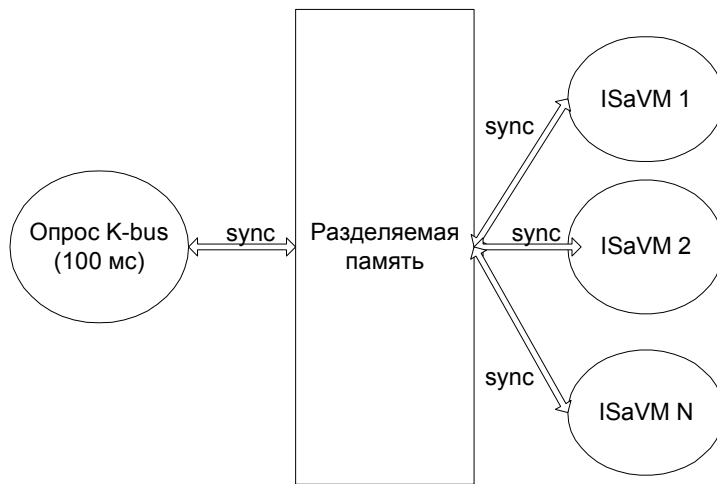


Рис.4. Структура драйвера

Разделяемая память состоит из заголовка и K-bus области. В заголовке передаются семафор, идентификатор внешнего процесса, выполняющего опрос шины, общее число ресурсов и число ресурсов, использующих драйвер.

```
typedef struct
{
    uint16      huResNbr;
    uint16      huResCnt;
    typTSK_ID   TaskId;
    int32       Sem;
} strKbusHeader;
typedef struct
{
    struct      strGCB;
    struct      strKbusCB;
    char        cKbusIO[1024];
} strKbusArea;
```

Через область K-bus происходит обмен данными с устройствами ввода/вывода, а также производится доступ к главному блоку управления (GCB) и блоку управления K-bus.

Внешний процесс запускается последней из стартующих виртуальных машин ISaGRAF. При запуске выполняется присоединение разделяемой памяти, сброс контроллера (младший бит байта Service request bitfield в GCB устанавливается в единицу, пока не придет подтверждение сброса – младший бит байта Service response bitfield) и переход в циклический режим функционирования.

GCB CX1100	
Offset	
0xFF2	Service request bitfield
0xFF3	Service response bitfield
0xFFD	PD cycle ready
0xFFE	PD cycle request (from PC104)

В каждом цикле процесс запускает таймер на 90 мс и отдает управление ОС. При поступлении сигнала от таймера выполняется опрос K-bus шины (запись в PD cycle request в GCB) и обновление данных: данные из K-bus области разделяемой памяти передаются устройствам вывода, а данные с устройств ввода сохраняются в K-bus области.

При запуске проекта на целевой системе первая из стартующих виртуальных машин создает разделяемую память и семафор для синхронизации. Остальные виртуальные машины присоединяют разделяемую память к своему адресному пространству и открывают семафор. Последняя стартующая виртуальная машина запускает внешний процесс, при завершении

выполнения она же прерывает внешний процесс. Для подсчета числа ресурсов, работающих с драйвером, используются функции библиотек ISaGRAF.

После запуска простые устройства ресурсов выполняют в начале/конце цикла проекта ISaGRAF функции чтения/записи из/в разделяемой памяти необходимых значений с соответствующим преобразованием (например, KL300x – значение с АЦП преобразуется к диапазону -10В..+10В).

Конкретные адреса внутри K-bus области, по которым происходит обращение, рассчитываются на основе OEM параметров, задаваемых пользователем в среде разработки проекта, и типа модуля ввода/вывода. Для модулей с аналоговыми каналами необходимо указать число предшествующих аналоговых каналов на шине K-bus, для устройств с дискретными каналами – этот же параметр, но ещё и число предшествующих дискретных каналов. Поддерживаются аналоговые модули, занимающие по 6 байтов на канал в карте памяти (3 байта в области ввода, 3 байта в области вывода), и дискретные модули, требующие 1 бит на канал в соответствующей области.

Модули ввода/вывода с аналоговыми каналами KL300x и KL403x имеют внутренние регистры, значения которых могут быть сконфигурированы. В драйвере такая возможность не реализована, так как в ISaGRAF возможно назначать OEM параметры только для устройств (групп каналов), а не для отдельных каналов. В драйвере реализованы 5 типов устройств:

-Kmaster – комплексное устройство, имеющее каналы чтения/записи ПЛК и диагностического интерфейсов контроллера CX1000, каналы для сброса контроллера, каналы запроса цикла шины K-bus, а также каналы статуса шины K-bus – наличие ошибки, время выполнения цикла, число циклов;

-DiscrIn – устройство с дискретными каналами ввода (1 – 255 каналов);

-DiscrOut – устройство с дискретными каналами вывода (1 – 255 каналов);

-KL300x – -10..+10 В аналоговый ввод (1 – 2 каналов);

-KL403x – -10..+10 В аналоговый вывод (1 – 4 каналов).

Таким образом, устройства ISaGRAF представляют не конкретный модуль KLxxxx, а всю группу модулей с различным числом одинаковых каналов.

Благодаря этому решению, разработчики систем контроля и управления могут программировать CX-1000 Embedded PC с помощью технологии ISaGRAF 4 и использовать его в своих проектах вместе с аппаратными средствами других производителей и единой средой программирования контроллеров.