

Программируемый логический контроллер МСХ53-32.х



Фирма Фрактал
Москва Зеленоград

www.fractal.com.ru

fractal@aha.ru

(495) 978-12-86

(499) 710-12-60

Список добавлений и исправлений документа и версий Fractal-BASIC-Cortex.

- 10.01.2012 v1.05 Добавлена информация по использованию линий с операторами PWM и ВЕЕР.
- 8.06.2011 v1.03 Добавлен раздел «Примеры использования операторов / функций Fractal-BASIC-Cortex при работе с входами / выходами».
- 14.04.2011 v1.00 Создание документа.

1. Назначение.

Серия универсальных программируемых логических контроллеров(ПЛК) MCX53-32.x предназначена для решения широкого спектра задач в области автоматизации и контроля.

Контроллеры представляют из себя функционально законченные блоки в DIN - конструктивах. Типичные исполнения содержат 12 универсальных входов/выходов и 8 силовых выходов, а также набор различных интерфейсов.

Основой MCX53-32.x является микроконтроллер ARM7 Cortex-M3 STMicroelectronics STM32F103.

Применение этого функционально насыщенного и содержащего большие объемы памяти микроконтроллера, позволило предусматривать в ПЛК MCX53-32.x однокристалльный интерпретатор Fractal-BASIC-Cortex.

Наличие гальванически развязанного RS485 позволяет строить протяженные сети состоящие из множества узлов.

Дополнительный локальный RS485 или CAN интерфейс позволяет легко наращивать ПЛК до необходимого количества входов/выходов. Программирование модуля производится простым подключением к PC через USB-порт.

Некоторые исполнения MCX53-32.x дополнительно содержат гальванически развязанный канал MicroLan 1-wire с мастер чипом DS2482 специально предназначенным для работы с протяженными линиями.

12 универсальных линий ПЛК MCX53-32.x работают как в дискретном, так и в аналоговых режимах. При это 2 канала могут работать в режиме ЦАП 0...10В / 0...20мА. Режим каждой линии можно задавать индивидуально.

Все выше перечисленное, позволяет при помощи ПЛК MCX53-32.x быстро решать множество различных задач по автоматизации различных объектов. Простой и эффективный Fractal-BASIC-Cortex помогает реализовывать достаточно сложные алгоритмы, простейшими средствами.

Математика предустановленная в MCX53-32.x позволяет пользователю самостоятельно, без специальных средств обновлять интерпретатор Fractal-BASIC- Cortex при выходе обновлений. Сам же язык позволяет при необходимости закрыть код программы пользователя от несанкционированного чтения и копирования.

Краткие технические характеристики:

- ✓ Микроконтроллер STM32F103RET6 / STM32F103RGT6 / STM32F205RGT6
 - Быстродействие 72 MHz / 120 MHz / 1.25 DMIPS/MHz (Dhystone 2.1)
 - Flash 512 Кбайт / 1024 Кбайт
 - RAM 64 Кбайт / 96 Кбайт / 128+4 Кбайт
 - АЦП 3 АЦП 12 бит 1мкс / 0.5мкс
 - ЦАП 2 ЦАП 12бит
 - Отладочный разъем Serial wire debug (SWD)
- ✓ Встроенный однокристалльный Fractal-BASIC-Cortex
- ✓ Интерфейсы без развязки - USB, RS485/CAN, I2C, SPI, MicroLan
- ✓ Гальванически развязанные интерфейсы - RS485, MicroLan DS2482-100
- ✓ Часы реального времени с литиевым элементом
- ✓ Универсальные сигнальные входы / выходы - 12
 - режим АЦП 0...+3.3В
 - режим АЦП 0...10(24)В
 - режим АЦП 0...20мА
 - режим PT1000
 - режим дискретного входа "сухой контакт" 3мА
 - режим дискретного входа 0 / +3.3В
 - режим дискретного входа 0 / 24В
 - режим программного MicroLan с поддержкой паразитного питания
 - режим логического выхода 0 / 3.3В +-20мА
 - режим выхода ШИМ 0 / 3.3В (8 линий)
 - режим ЦАП 12 бит 0...10В / 0...20мА (2 линии)
 - все перечисленные варианты доступны во всех основных исполнениях одновременно, режим задается индивидуально для каждой линии
- ✓ Изолированные силовые выходы - 8
 - механическое реле 250V AC / 5 A
 - оптотриак с детектором нуля 400 V / 0.15A
 - оптореле 1(2)A / 50В
 - ВХОД с индивидуальной гальванической развязкой
- ✓ Питание +9...24В
- ✓ Габариты узла в DIN конструктиве - 105x86x58

2. Состав и функционирование.

MCX53-32.x можно условно разделить на следующие составные части:

- Микроконтроллер с резонаторами и стабилизатором;
- группа внешних интерфейсов RS485, (CAN) ,USB и MicroLan;
- сигнальные входы / выходы с джамперным полем;
- силовые выходы;
- отладочный разъем;
- разъем расширения;
- элемент питания для RTC;
- импульсный стабилизатор;
- схема формирования сигнала ЦАП;
- светодиодная индикация.

Микроконтроллер с резонаторами и стабилизатором

Микроконтроллер STM32F103RET6(GET6) расположен под держателем элемента питания RTC.

Для тактирования основного генератора используется кварц 8.000МГц. Из этой частоты микроконтроллер синтезирует нужные тактовые частоты, вплоть до 72 МГц. В нем так же имеется прецизионный RC-тактовый генератор на 8 МГц. При необходимости можно им воспользоваться.

Для тактирования часов реального времени используется отдельный кварц на 32768Гц.

Для питания микроконтроллера использован отдельный стабилизатор 3.3В, входным питанием которого служит +5В.

Каждая сигнальная линия выведенная на внешний разъем соединена через сопрягающие цепи с двумя разными линиями микроконтроллера. Одна линия используется как основная – для реализации основной выбранной функции. Вторая линия в паре с джамперным полем используется для программного задания режима основной линии.

!!! Обратите внимание, перед первым подключением контроллера к реальному объекту необходимо для каждой линии правильно установить переключки на джамперном поле в соответствии с тем режимом в котором будет использоваться линия. При неправильной установке возможен выход из строя всего узла! Потенциалы линий не должны выходить за пределы указанные для конкретного выбранного режима.

В микроконтроллере имеются встроенный температурный датчик и источник опорного напряжения 1.2В.

Они доступны пользователю из Fractal-BASIC-Cortex.

Ниже приведен перечень основных ресурсов STM32F103RET6 / GET6:

- Core: ARM 32-bit Cortex™-M3 CPU
 - 72 MHz maximum frequency, 1.25 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1) performance at 0 wait state memory access
 - Single-cycle multiplication and hardware division
- Memories
 - 512 Kbytes of Flash memory /1024
 - 64 Kbytes of SRAM /96
- Clock, reset and supply management
 - 2.0 to 3.6 V application supply and I/Os
 - POR, PDR, and programmable voltage detector (PVD)
 - Internal 8 MHz factory-trimmed RC
- Low power
 - Sleep, Stop and Standby modes
 - VBAT supply for RTC and backup registers
- 3 × 12-bit, 1 μs A/D converters (16 channels)
 - Conversion range: 0 to 3.6 V
 - Triple-sample and hold capability
 - Temperature sensor
- 2 × 12-bit D/A converters
- DMA: 12-channel DMA controller
 - Supported peripherals: timers, ADCs, DAC, SDIO, I2Ss, SPIs, I2Cs and USARTs
- Debug mode
 - Serial wire debug (SWD)
 - Cortex-M3 Embedded Trace Macrocell™
- 51 fast I/O ports, all mappable on 16 external interrupt vectors and almost all 5 V-tolerant
- 11 timers
 - Up to four 16-bit timers, each with up to 4 IC/OC/PWM or pulse counter and quadrature (incremental) encoder input
- Up to 13 communication interfaces
 - Up to 2 × I2C interfaces (SMBus/PMBus)
 - Up to 5 USARTs (ISO 7816 interface, LIN, IrDA capability, modem control)
 - Up to 3 SPIs (18 Mbit/s), 2 with I2S interface multiplexed
 - CAN interface (2.0B Active)
 - USB 2.0 full speed interface

Группа внешних интерфейсов RS485, (CAN), USB и MicroLan

Во всех основных модификациях контроллера присутствуют USB и гальванически развязанный RS485.

Для работы с USB на контроллере установлен mini-USB-B разъем.

USB рассматривается, в основном, как терминальный канал для занесения BASIC-программ, занесения параметров, приема накопленных данных, обновления версий интерпретатора и отладки. Он не имеет гальванической развязки с микроконтроллером и поэтому необходимо соблюдать соответствующие меры предосторожности при подключении к MCX53-32 подключенному к реальному объекту. При подключении MCX53-32 только к USB (при отсоединенных всех линиях), допускается подключение и отключение модуля «на ходу», при этом модуль будет запитан от USB. При подключении к PC MCX53-32 будет виден как VCP -> виртуальный COM –порт (предварительно необходимо установить соответствующий драйвер).

Драйвер VCP под Windows доступен на нашем сайте или на сайте STMicroelectronics.

Для Linux специальный драйвер VCP не требуется, он должен быть просто разрешен в ядре, но обычно он разрешен к использованию по умолчанию.

Параметры канала по умолчанию : скорость 115200 бод, 8 бит, 1 стоп бит, без четности, аппаратный контроль.

Гальванически развязанный канал RS485 рассматривается как основной коммуникационный канал для соединения с сетью RS485. Контроллер может работать и в качестве master и в качестве slave устройства в сети MODBUS.

Параметры канала по умолчанию : адрес MODBUS =2, скорость 115200 бод, 8 бит, 1 стоп бит, без четности.

Список поддерживаемых команд MODBUS приведен в описании интерпретатора Fractal-BASIC-Cortex.

В контроллере установлены 3 джампера, которые в случае необходимости подключают подтяжки и терминатор.

Второй канал RS485 присутствует не во всех исполнениях, вместо него может быть установлен вариант с CAN интерфейсом. Оба эти варианта не имеют гальванической развязки. Они рассматриваются как канал для межмодульного соединения.

Параметры RS485 канала по умолчанию : адрес MODBUS =4, скорость 115200 бод, 8 бит, 1 стоп бит, без четности.

В контроллере установлены 3 джампера, которые в случае необходимости подключают подтяжки и терминатор.

Гальванически развязанный канал MicroLan присутствует в некоторых исполнениях. Для реализации канала применен чип DS2482-100. Этот чип специально разработан авторами MicroLan 1-wire технологии – фирмой DALLAS для применения в сложных условиях протяженных линий связи. Работа с этим чипом ведется через канал I2C.

При этом синтаксис оператора LAN (Fractal-BASIC-Cortex) одинаков для этого канала и при программной реализации MicroLan на сигнальных линиях ввода/вывода. Fractal-BASIC-Cortex самостоятельно реализует все необходимые процедуры обмена с DS2482-100 по I2C.

В дополнение к DS2482-100 установлен внешний транзистор для еще большего улучшения характеристик канала, особенно при использовании режимов «паразитного» питания. Также предусмотрена отдельная линия для питания MicroLan устройств. Причем , пользователь может выбрать выдаваемое напряжение +5В или +10В. Наличие варианта +10В позволяет запитывать удаленные Lan устройства с собственными стабилизаторами. Максимальный отбираемый ток по этой линии ~100мА.

!!! Конструкция используемого корпуса накладывает некоторые габаритные ограничения на количество и расположение клеммных разъемов. В связи с этим, прочность изоляции между каналом MicroLan и расположенным рядом силовым выходом OUT7 , не более 500В.

Сигнальные входы / выходы с джамперным полем

В контроллере имеется 12 универсальных сигнальных линий. Линии не имеют гальванической развязки с микроконтроллером. Линии выведены на винтовые клеммы группами по 4 с дополнением одного общего провода на группу. Каждая из линий может работать в нескольких режимах. Выбор режима осуществляется установкой соответствующего каждой линии джампера в определенное положение и соответствующей инициализацией из Fractal-BASIC-Cortex. Соответствие комбинаций джамперов соответствующим режимам приведено ниже в таблице.

!!! Обратите внимание, перед первым подключением контроллера к реальному объекту необходимо для каждой линии правильно установить переключки на джамперном поле в соответствии с тем режимом в котором будет использоваться линия. При неправильной установке возможен выход из строя всего узла! Потенциалы линий не должны выходить за пределы указанные для конкретного выбранного режима .

Как уже отмечалось к каждой сигнальной линии подсоединено 2 вывода микроконтроллера. Одна – основная, через нее осуществляется ввод или вывод. Вторая вспомогательная, она используется для подключения подтягивающего резистора 1К к потенциалу 3.3В или участвует в создании делителя входного напряжения. Эта же линия может быть использована для работы непосредственно со светодиодами или оптопарами без ограничивающих резисторов.

При этом в зависимости от падения напряжение на светодиоде, ток составит до 2мА.

Есть положение джампера, которое соединяет клемму непосредственно с линией микроконтроллера. Это необходимо при некоторых вариантах режимов. Но в то же время – это самое «незащищенное» включение. При этом потенциал клеммы не должен выходить за пределы питания микроконтроллера 0...+3.3В. Самой «безопасной» комбинацией клеммы является отсутствие переключки на соответствующем тройном джампере. При этом входная клемма соединяется с

микроконтроллером через сопротивление 24.3 К. Это позволяет работать со входными напряжениями до 24В с ограниченной защитой от переполюсовки.

Как уже упоминалось, конфигурирование сигнальной линии состоит из двух частей: установки джамперов в соответствующее положение и программной инициализации. Программная инициализация состоит в вызове для каждой линии оператора PIN с указанием выбранного режима. Режим запоминается на сеанс для каждой линии индивидуально. После этого для работы с входными линиями достаточно использовать функции PIN и ADC.

Основные дискретные режимы: их 3.

Режим плавающего дискретного входа 0 / +3.3В.

При положении джампера «снято», обеспечивает максимальную защиту входных цепей.

Режим дискретного входа с подтяжкой +3.3В / 1К («сухой контакт»).

Удобен для подключения схем с «открытым коллектором/стоком», механических кнопок/переключателей, герконов. Этот же режим используется для программной эмуляции MicroLan 1-wire. Линия может работать как отдельный луч Lan-сети. Причем возможно подключение приборов с паразитным питанием. Этот режим оптимально использовать для не очень протяженных сетей. Для «тяжелых» случаев рекомендуется использовать отдельный гальванически развязанный узел (см.выше).

Режим дискретного входа с делителем 0 / +24В.

Это фактически третий аналоговый режим(см. ниже.). Он программно эмулирует дискретный вход. В нем пользователь может в Fractal-BASIC-Cortex задавать пороги переключения.

Первые два режима позволяют в Fractal-BASIC-Cortex использовать некоторые входы в режиме аппаратных счетчиков в счетном и энкодерных режимах.

О режимах аналогового измерения: их 4.

Аналоговый режим токового входа 0...20мА.

На взгляд автора, для данного раздела применения, это самый удобный режим, обеспечивающий максимальную помехозащищенность и к тому же практически максимальную разрешающую способность - 12 бит. В этом режиме входной джампер подключает к линии резистор 160 Ом на землю. При этом входной ток в 20 мА создает потенциал как раз близко к концу измеряемого диапазона ~3.2В.

Аналоговый режим потенциального входа 0...+3.3В.

Этот режим, при положении джампера «снято», обеспечивает максимальную защиту входных цепей. Обеспечивается максимальная разрешающая способность -12бит.

Код инициализации совпадает с первым аналоговым режимом, разница – в положении джамперов.

Аналоговый режим потенциального входа 0...+10В(+24В).

Входная цепь при этом режиме, это делитель с программно включенным нижним плечом делителя. Получается делитель 24.3К – 1К. Разрешающая способность для диапазона 0...+10В за счет делителя уменьшается до ~9 бит.

Режим работы с термодатчиками PT1000.

Для этого режима предназначено четыре линии (см. табл.).

Измерение проводится по полумостовой схеме с верхним плечом 1К подключенным к +3.3В.

С PT1000 могут работать все 12 линий, но у указанных четырех есть возможность коррекции ошибки возникающей в связи с падением напряжения на внутреннем ключе при включении линии в режиме полумоста. При этом Fractal-BASIC-Cortex автоматически производит соответствующие дополнительные измерения и корректирует результат. При работе с PT1000 на других линиях пользователь может самостоятельно сделать коррекцию, но ошибка измерения будет несколько выше, т.к. можно учесть только типичное значение ошибки, в то время как на специально предназначенных линиях производится ее точное измерение одновременно с основным измерением.

Для всех аналоговых режимов кроме второго(непосредственное измерение входа), при обращении к функциям ввода предусмотрена возможность индивидуальной для каждого режима и линии калибровки с автоматической коррекцией результата.

В некоторых исполнениях MCX53-32 две сигнальные линии могут работать в режиме ЦАП +0.5 ... +10В / 1...20мА.

Вариант для каждой из этих линий выбирается джампером. В этих исполнениях, эти линии не могут работать в других режимах.

Режимы дискретного выхода: их 2.

Режим непосредственного выхода микроконтроллера +-25 мА/3.3В.

Это максимально возможный ток отдельной линии, кроме того общие токи всех выходных линий не должны превышать 150мА. В этом режиме 8 линий могут работать как ШИМ.

Режим выхода через 1К.

Как уже отмечалось, используется дополнительная линия микроконтроллера. Режим удобно использовать для работы непосредственно со светодиодами или оптопарами без ограничивающих резисторов.

При этом в зависимости от падения напряжение на светодиоде, ток составит до 2мА.

Силовые выходы

В контроллере имеется 8 одинаковых изолированных силовых выходов.

В зависимости от исполнения доступны варианты:

- электромеханическое реле;
- оптореле;
- оптотриак с / без детектором нуля;
- вариант дополнительных дискретных входов с гальванической развязкой.

Из Fractal-BASIC-Cortex управление выходами осуществляется операторами $PIN(n) = 0 \rightarrow$ выключить или $PIN(n) = 1 \rightarrow$ включить, где $n = 24 \dots 31$.

Отладочный разъем.

!!! обратите внимание, что попытка стирания битов конфигурации или записи Flash памяти микроконтроллера при использовании отладочных средств или через Boot-loader STMicroelectronics приведет к полному стиранию Flash и потере не только Fractal-BASIC-Cortex, но и Boot-loader Fractal. Восстановление будет возможно только у нас.

Между стабилизатором и держателем батареи есть разъем – джамперное поле.

Разъем сконфигурирован из 4-х джамперов. Джамперы расположены так чтобы минимальным числом контактов удобно использовать функции сброса, задания BOOT-режима, работы с SWD –отладчиком.

Для запуска Boot-loader Fractal и обновления версии Fractal-BASIC-Cortex необходимо перед подачей питания замкнуть J3. Сама процедура обновления описана ниже. SWD отладчик подключается к J4 и J1.

Для повышения надежности нормальная работа модуля выбрана когда отсутствуют все джамперы.

Для сброса нужно кратковременно замкнуть J1.

Для выбора Boot-loader STMicroelectronics J2 должен быть замкнут в момент сброса.

Разъем расширения.

На разъем расширения выведены сигналы локальных шин I2C / SPI, сигналы дублирующие клеммы гальванически не развязанного канала RS485 / CAN и питание +5V & GND. SPI реализован программно.

Элемент питания для RTC

Для питания часов реального времени и backup регистров в отсутствие основного питания используется литиевый элемент. Держатель элемента CR2032 расположен над микроконтроллером. Элемент устанавливается плюсом вверх – на контакте держателя есть обозначение «+».

Импульсный стабилизатор(питание узла).

Для питания MCX53-32 требуется постоянное напряжение в диапазоне 9...24В. В зависимости от партии контроллеров могут устанавливаться разные типы импульсных стабилизаторов с идентичными параметрами.

На выходе стабилизатора получается +5В. Это основное напряжение используемое большинством узлов контроллера. Оно так же подается на разъем расширения, где допускается ток потребления до 500мА в зависимости от исполнения MCX53-32 и входного напряжения питания. Поскольку в исполнениях с электромеханическими реле, они запитываются от стабилизированных +5В, входное напряжение питания контроллера может быть любым во всем допустимом диапазоне 9...24В.

Для вариантов со схемой ЦАП в режиме 0...+10В минимальное питание +12В.

Схема формирования сигнала ЦАП

Этот узел устанавливается в некоторых исполнениях. В микроконтроллере STM32F103 имеется два 12 битных ЦАП.

Выходной сигнал от них лежит в диапазоне питания микроконтроллера 3.3В с типичным «завалом» вблизи нуля порядка 80мВ. Этот сигнал подается на усилитель и преобразователь напряжение-ток. На выходе получаются : ~0.5...+10В или ~1...20мА. Конкретный вариант для каждого из двух каналов выбирается джампером.

В силу особенностей реализации, не стоит рассматривать этот ЦАП как прецизионный. Но при этом его параметры вполне подходят для множества применений.

На модуле установлено три светодиода. Два красный и желтый - это прием / передача по внешним интерфейсам UART1, UART3, CAN, USB.

Оставшийся зеленый указывает на что микроконтроллер начал выполнение программы.

Все светодиоды управляются программно, в конкретной реализации их функции могут быть изменены.

3. Назначение выводов разъемов

!!!обратите внимание на корпусе контроллера присутствуют надписи с номерами контактов.

Мы используем стандартный конструктив. В нем нумерация приведена для варианта клемм с шагом 5мм.

Часть используемых нами клемм имеет шаг 3.81мм. Из за этого часть надписей не совпадает с реальными номерами разъемов. Пользуйтесь эскизом расположения компонентов.

Сигнальные входы / выходы						
Номер вывода	Имя цепи	Имя функции	тип	Описание возможных функций	BASIC PIN,LAN,ADC	BASIC PWM,BEEP
X1	GND	GND	GND	Общий 0В		
X2	IO0	PA0 ADC0 TIM2_CH1_ETR	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN0; Таймер 2 линия TIM2_CH1_ETR	0	21
X3	IO1	PA1 ADC1 TIM2_CH2	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN1; Таймер 2 линия TIM2_CH2	1	22
X4	IO2	PA2 ADC2 TIM2_CH3	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN2; Таймер 2 линия TIM2_CH3	2	23
X5	IO3	PA3 ADC3 TIM2_CH4	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN3; Таймер 2 линия TIM2_CH4	3	24
X6	GND	GND	GND	Общий 0В		
X7	IO4	PA4 ADC4 DAC1	I / O I-AN O-AN	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN4; Выход ЦАП DAC1	4	
X8	IO5	PA5 ADC5 DAC2	I / O I-AN O-AN	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN5; Выход ЦАП DAC2	5	
X9	IO6	PA6 ADC6 TIM3_CH1	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN6; Таймер 3 линия TIM3_CH1	6	31
X10	IO7	PA7 ADC7 TIM3_CH2	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN7; Таймер 3 линия TIM3_CH2	7	32
X11	GND	GND	GND	Общий 0В		
X12	IO8	PB0 ADC8 TIM3_CH3	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PB; Вход АЦП ADC12_IN8; Таймер 3 линия TIM3_CH3	8	33
X13	IO9	PB1 ADC9 TIM3_CH4	I / O I-AN I / O	Цифровой вход /выход порт PB; Вход АЦП ADC12_IN9; Таймер 3 линия TIM3_CH4	9	34
X14	IO10	PC0 ADC10	I / O I-AN	Цифровой вход /выход порт PC; Вход АЦП ADC123_IN10	10	
X15	IO11	PC1 ADC11	I / O I-AN	Цифровой вход /выход порт PC; Вход АЦП ADC123_IN11	11	
X16	GND	GND	GND	Общий 0В		

GND - общий;

I / O - вход / выход;

I-AN - аналоговый вход;

O-AN - аналоговый выход.

Та или иная функция линии автоматически выбирается при использовании конкретных операторов / функций Fractal-BASIC-Cortex или путем записи в соответствующие регистры специальных функций необходимых установок.

По умолчанию все линии работают в режиме **входов** портов ввода-вывода.

Функции «по умолчанию» выделены жирным шрифтом. В таблицах представлены не все возможные функции линий ввода-вывода.

Питание		
<i>Номер</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
X17	GND	общий
X18	+9...+24В	напряжение питания +9...+24В

Силовые выходы (номера соответствуют маркировке приведенной на корпусе)			
<i>Номер вывода</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>	<i>BASIC -> PIN</i>
X19-X20	OUT_0	Силовой выход 0	24
X21-X22	OUT_1	Силовой выход 1	25
X23-X24	OUT_2	Силовой выход 2	26
X25-X26	OUT_3	Силовой выход 3	27
X27-X28	OUT_4	Силовой выход 4	28
X29-X30	OUT_5	Силовой выход 5	29
X31-X32	OUT_6	Силовой выход 6	30
X33-X34	OUT_7	Силовой выход 7	31

Гальванически развязанный канал MicroLan (1-wire)		
<i>Номер</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
X35	GGND	Общий Lan
X36	Lan	Канал Lan
X37 + (J27 = 2-3)	5В	Питание линии Lan
X37 + (J27 = 1-2)	10В	Питание линии Lan

Канал межмодульного соединения		
<i>Номер</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
X38	X-	RS485 X- или CANL
X39	X+	RS485 X+ или CANH
J17	Term	замкнут – терминатор подключен; по умолчанию разомкнут
J18	X+ к +5В	замкнут -> X+ подтянут к +5В через 1кОм; по умолчанию замкнут
J19	X- к GND	замкнут -> X- подтянут к GND через 1кОм; по умолчанию замкнут

Гальванически развязанный канал RS485		
<i>Номер</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
X40	X-	RS485 X-
X41	X+	RS485 X+
J24	Term	замкнут – терминатор подключен; по умолчанию разомкнут
J25	X+ к +5В	замкнут -> X+ подтянут к +5В через 1кОм; по умолчанию разомкнут
J26	X- к GND	замкнут -> X- подтянут к GND через 1кОм; по умолчанию разомкнут

Разъем X42 (USB)		
<i>Номер вывода</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
1	U_BUS	Питание USB +5В
2	D-	DATA -
3	D+	DATA +
4	NC	не подключен
5	GND	Земля 0В

Разъем расширения X43		
Номер вывода	Имя цепи	Описание
1	+5B	Питание +5В
2	+5B	Питание +5В
3	X+	RS485 X+ или CANH канал межмодульного соединения (X39)
4	SCL	Резервный канал I2C (SPI -> SCK)
5	X-	RS485 X- или CANL канал межмодульного соединения (X38)
6	SDA	Резервный канал I2C (SPI -> SDI)
7	CS	Резервный канал SPI
8	SDO	Резервный канал SPI
9	GND	общий
10	GND	общий

Отладочный разъем / Джамперы (группа отладки)		
J20	RESET	замкнут – сигнал RESET активен; по умолчанию разомкнут; контакт 1 -> RESET ; контакт 2 -> GND
J21	BOOT0	замкнут – сигнал BOOT0 = 1; по умолчанию разомкнут (BOOT0 = 0) ; контакт 1 -> BOOT0; контакт 2 -> +3.3В
J22	BOOT1	замкнут – сигнал BOOT1 = 1; по умолчанию разомкнут (BOOT1 = 0) ; контакт 1 -> +3.3В ; контакт 2 -> BOOT1
J23	SWD	Контакты для подключения SWD -отладчика; контакт 1 -> SWC ; контакт 2 -> SWD

Комбинации джамперов режимов старта		
BOOT1	BOOT0	Режим
0	0	Старт Fractal-BASIC-Cortex
0	1	Запускается заводской Boot-loader STMicroelectronics
1	0	Запускается Boot-loader Fractal

Комбинации джамперов для выходов ЦАП		
DAC1	DAC2	Режим
J14 = 1-2	J16 = 1-2	1...20мА
J14 = 2-3	J16 = 2-3	+0.5...+10В

4. Параметры инициализации для Fractal-BASIC-Cortex.

Параметры инициализации сигнальных линий для оператора PIN			
Режим	Описание	Джампер	Результат
0	Дискретный выход 0В без ограничительного резистора	2-3	Выход = 0
1	Дискретный выход +3.3В без ограничительного резистора	2-3	Выход = 1
0x10	Дискретный выход 0В с ограничительным резистором 1К	2-3	Выход = 0 через 1К
0x11	Дискретный выход +3.3В с ограничительным резистором 1К	2-3	Выход = 1 через 1К
0x80	Режим дискретного входа с подтяжкой 0В / ~ 40 К	2-3	X = PIN(N) ; X = 0/1
0x81	Режим дискретного входа с подтяжкой +3.3В / ~ 40 К	2-3	X = PIN(N) ; X = 0/1
0x82	Режим плавающего дискретного входа 0 / +3.3В	снят	X = PIN(N) ; X = 0/1
0x90	Режим дискретного входа с подтяжкой 0В / 1 К (делитель 0 / +24В)	снят	X = PIN(N) ; X = 0/1
0x91	Режим дискретного входа с подтяжкой +3.3В / 1 К («сухой контакт»)	2-3	X = PIN(N) ; X = 0/1
0xC0	Аналоговый режим потенциального входа 0...+3.3В	снят	X = ADC(N) ; X = 0... 3.3
0xD0	Аналоговый режим потенциального входа 0...+10В(+24В)	снят	X = ADC(N) ; X = 0 ... 24
0xD1	Режим работы с термодатчиками PT1000	2-3	X = ADC(N) ; X = 0 ... 3.3
0xE0	Аналоговый режим токового входа 0...20мА	1-2	X = ADC(N) ; X = 0 ... 20

При обращении по абсолютному адресу линии микроконтроллера (например, 0xA6, 0xC3 и т.д.) доступны режимы: 0, 1, 0x80, 0x81, 0x82, 0xC0.

Параметры инициализации аппаратных счетчиков оператора COUNT / входные линии			
Счетчик	Режим	Конфигурация входов 1	Конфигурация входов 2
2	счет	0x211 / IO0 X2	0x212 / IO1 X3
	счет с обнулением	0x221 / IO0 X2	0x222 / IO1 X3
	энкодер	0x231 / IO0 X2 + IO1 X3	
	энкодер с обнулением	0x241 / IO0 X2 + IO1 X3	
3	счет	0x311 / IO6 X9	0x312 / IO7 X10
	счет с обнулением	0x321 / IO6 X9	0x322 / IO7 X10
	энкодер	0x331 / IO6 X9 + IO7 X10	
	энкодер с обнулением	0x341 / IO6 X9 + IO7 X10	

5. Работа с модулем

MCU53-32 может использоваться как самостоятельно, так и в составе группы контроллеров в качестве master или slave контроллера.

В свою очередь, оба эти варианта могут быть автономными или подключенными к вышестоящей сети.

Рекомендуемая последовательность включения для варианта единственного контроллера:

1. необходимо установить все джамперы в соответствии с выбранной конфигурацией входов
2. подключить USB и записать программу
3. при первом включении оператором RLDT установить время и дату
4. отключить USB
5. выполнить подключение всех сигнальных линий и нагрузок
6. подключить источник питания 9...24В
7. подать питание

Вероятно, при отладке, может потребоваться использование подключения к компьютеру, уже подключенного контроллера. Здесь нужно обратить внимание на то, что в контроллере канал USB не имеет гальванической развязки с сигнальными линиями и питанием контроллера.

!!! не допускается подключение USB «на ходу» при поданном питании на контроллер.

Подключение USB в этом случае, нужно производить при выключенном питании контроллера и датчиков(если таковые имеются). После подключения к компьютеру, можно включить питание контроллера (и датчиков).

Рекомендуемая последовательность включения для варианта группы контроллеров:

Последовательность как и для одного, только в пункт 5 добавляется межконтроллерное соединение, с учетом что межмодульный канал не имеет гальванической развязки с сигнальными линиями и питанием.

Питание в этом случае удобнее подавать от одного источника.

Вышестоящая сеть может подключаться «на ходу» к гальванически развязанному каналу RS485.

При необходимости этот канал можно использовать и для межконтроллерного соединения, если в группе требуется гальваническая развязка между сигнальными линиями разных контроллеров. В этом случае питание этих контроллеров тоже должно иметь развязку.

6. Подключение к компьютеру

Перед первым подключением модуля к системам с операционной системой Windows необходимо установить драйвер виртуального COM-порта STMicroelectronics. Для систем с Linux установка специального драйвера не требуется.

Драйвер VCP для Windows доступен на CD-Fractal, на нашем сайте или на сайте STMicroelectronics.

После этого через кабель USB A-miniB подключить модуль к компьютеру. Операционная система найдет и установит новое устройство. В системе появится VCP -> виртуальный COM порт. В дальнейшем при настройке терминала для работы с модулем, необходимо будет указать этот порт.

Если необходимо, получившийся номер COM порта можно изменить, зайдя в диспетчер устройств и выбрав этот канал. Там в разделе дополнительных установок можно выбрать свободный канал.

При последующих подключениях модуля будет появляться COM порт с этим же номером.

Если будет подключен другой контроллер, то в системе появится другой COM порт.

Параметры канала : скорость 115200 бод, 8 бит, 1 стоп бит, без четности, аппаратный контроль.

!обратите внимание – при запуске Boot-loader Fractal для обновления версии Fractal-BASIC-Cortex или других целей, номер COM порта скорее всего будет иным чем при подключении в режиме Fractal-BASIC-Cortex.

7. Программирование

Работа с Fractal-BASIC-Cortex.

В модуле предустановлен однокристалльный интерпретатор Fractal-BASIC-Cortex.

Пользователь может вносить и редактировать программу в режиме командной строки в BASIC-Terminal или другой терминальной программе позволяющей работать непосредственно с COM –портами.

Или загружать заранее подготовленный файл с текстом BASIC –программы при помощи BASIC-Terminal.

! обратите внимание - BASIC-Terminal необходимо запускать после того как MCX53-32 подключен к компьютеру и виртуальный COM-порт системой найден, иначе в BASIC-Terminal соответствующий COM порт будет не виден. Программа загруженная в модуль может быть запущена директивой RUN. При подаче питания на модуль происходит автоматический запуск программы занесенной ранее. Описание Fractal-BASIC-Cortex программирование приведено в отдельном документе.

Работа без использования Fractal-BASIC-Cortex.

Пользователь может использовать модуль стерев Fractal-BASIC-Cortex и занеся собственный код. В этом случае восстановление Fractal-BASIC-Cortex возможно только у нас, процедура бесплатная для устройств изготовленных нами.

Занести собственный код можно через линии SWD -отладчика.

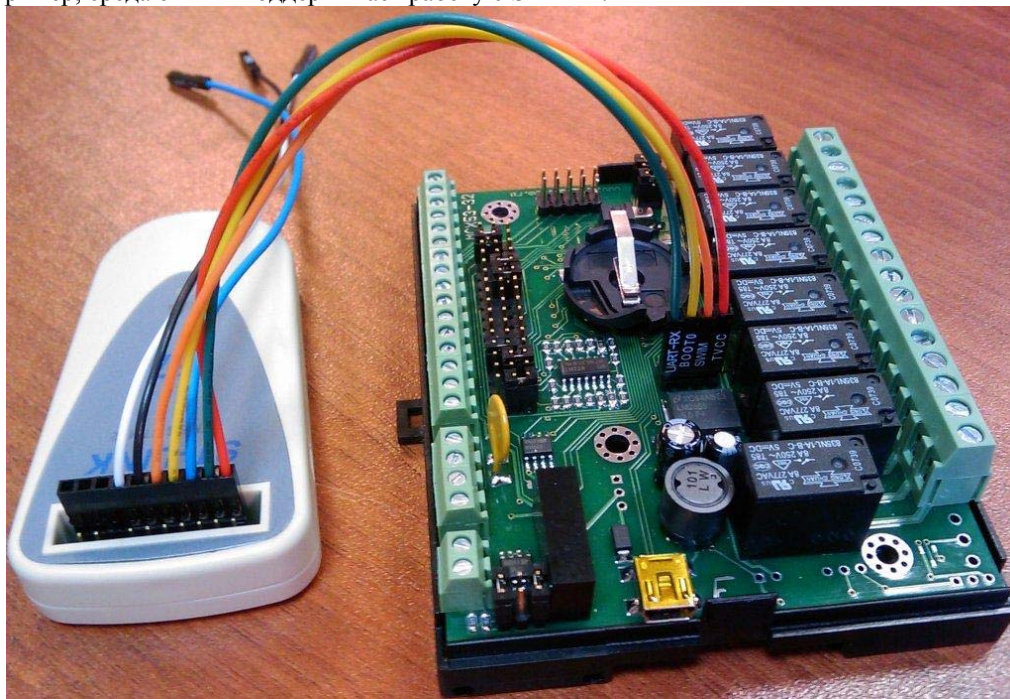
Программирование через SWD –отладчик рассмотрим на примере программатора – отладчика ST-Link от ST Microelectronics:

- взять однорядный разъем с семью разноцветными проводами идущими в комплекте ST-Link;
- убрать заглушку на одном из свободных контактов;
- подсоединить разъем к ST-Link так чтобы на первый контакт ST-Link попал красный провод;
- соединить красный провод (ST-LINK function ->Target VCC) с J21 контакт 2;
- соединить оранжевый провод (ST-LINK function ->SW CLK) с J22 контакт 1;
- соединить желтый провод (ST-LINK function ->SW IO) с J22 контакт 2;
- соединить зеленый провод (ST-LINK function ->GROUND) с J20 контакт 2;
- маркировка нанесенная на разъемах не совпадает с перечисленной, т.к. мы используем свой способ

подключения см. фото ниже;

- подсоединить ST-Link к компьютеру через USB;
- подать питание на MCX53-32, например через еще один кабель USB;
- запустить ST-Link Utility или среду программирования.

Так, например, среда от IAR поддерживает работу с ST-Link.



8. Обновление Fractal-BASIC-Cortex пользователем

!!! Внимание! Попытка стирания битов конфигурации или записи Flash памяти микроконтроллера при использовании отладочных средств или через Boot-loader STMicroelectronics приведет к полному стиранию Flash и потере не только Fractal-BASIC-Cortex, но и Boot-loader Fractal. Восстановление будет возможно только у нас.

Во всех продуктах ООО Фрактал на Cortex-M3 пользователь имеет возможность самостоятельно обновить или заменить приложение поставляемое ООО Фрактал.

Для получения обновлений необходимо прислать на адрес fractal@aha.ru запрос с просьбой включить Ваш адрес в список рассылки обновлений. В письме необходимо указать серийный номер продукта(ов) и e-mail на который будут посылаться обновления. Каждый модуль имеет уникальный номер. Как узнать этот номер описано ниже.

Каждая версия обновлений привязана к конкретному экземпляру модуля, версия обновления для модуля с другим серийным номером не загрузится в модуль. Поэтому если у Вас не один модуль, то обновления придут на каждый заявленный модуль с пометкой серийного номера.

При изготовлении контроллеров MCX53-32 в них заносится Boot-loader Fractal (не путать с Boot-loader STMicroelectronics).

Это позволяет пользователю самостоятельно полностью обновить приложение поставляемое ООО Фрактал. В данном случае это Fractal-BASIC-Cortex.

Обновление может быть произведено через USB или RS485.

Есть два способа обновления Fractal-BASIC-Cortex.

Первый и самый простой – воспользоваться утилитой AppSend.exe. Эта утилита поставляется в составе архива приходящего очередного обновления. Скопируйте содержание архива в отдельную папку и запустите эту утилиту. Она самостоятельно обновит подключаемые модули, записав в них, соответствующий их серийному номеру, файл. Если Ваши модули имеют версию Boot-Loader не ниже 1-07, то для обновления не обязательно замыкать J3 перед включением модуля.

Второй способ – обновление непосредственно через Boot-loader Fractal. Для запуска Boot-loader необходимо перед включением модуля установить J3. Или из Fractal-BASIC-Cortex подать директиву REBOOT.

Далее, если модуль будет подключен через USB, то желтый светодиод начнет часто мигать (зеленый – питание всегда горит постоянно). Если USB не подключен и на модуль будет подано питание через кросс и подключен RS485, то желтый светодиод будет гореть постоянно.

Если это так, то модуль находится в режиме Boot-loader Fractal. Теперь можно запустить терминал для выполнения некоторых команд или если этого не требуется, приступить к загрузке обновления.

Набор команд загрузчика

При работе загрузчик воспринимает символы, передаваемые в устройство через виртуальный COM-порт как команды. Не распознанные символы просто игнорируются.

Версия загрузчика

ENTER. В ответ на нее выводится строка с версией загрузчика. Не путайте с версией Fractal-BASIC-Cortex.

Серийный номер устройства.

'N' (на верхнем регистре) + enter. В ответ на нее выдается строка с серийным номером устройства, в кавычках.

Пример: "05D4 FF32 3334 5630 4322 3257 8A"

Имя файла приложения

'A' (на верхнем регистре) + enter. В ответ на нее выдается строка с именем файла приложения, которое было загружено. Если приложение отсутствует или искажено, то выдается соответствующее сообщение об ошибке.

Все сообщения об ошибке сопровождаются включением на 1с красного светодиода.

Дата и время файла приложения

'D' (на верхнем регистре) + enter. В ответ на нее выдается строка с датой и временем создания файла приложения, которое было загружено. Если приложение отсутствует или искажено, то выдается соответствующее сообщение об ошибке.

Команда стирания BASIC программы

'K' (на верхнем регистре) + enter. Эта команда необходима для удаления BASIC программы которая, например, ввела модуль в неопределенное состояние.

Команда запуска Fractal-BASIC-Cortex

'R' (на верхнем регистре) + enter. Эта команда применяется для запуска BASIC после обновления без сброса питания.

Загрузка обновления

Для загрузки обновления надо определить номер COM порта в системе под которым определился Boot-loader Fractal. Этот номер возможно будет отличаться от номера при работе Fractal-BASIC-Cortex.

Номер можно узнать через Диспетчер устройств при подключенном модуле в режиме Boot-loader Fractal.

Если этот номер больше десяти, то надо изменить его, выбрав свободный в диапазоне 1...10.

Далее в командной строке WINDOWS (!!! программы использующие этот COM-порт должны быть закрыты!)

набрать команду:

```
copy/b xxx.out COM1:
```

указав правильный номер COM-порта, название конкретного файла обновления с путем к нему.

На экране появится надпись:

```
Скопировано файлов: 1.
```

При этом коротко вспыхнет красный светодиод и непродолжительное время оба светодиода – красный и желтый будут мерцать, после чего красный погаснет, а желтый перейдет в режим соответствующий каналу загрузки (USB или RS485).

Для загрузки обновления из под Linux:

```
cp xxx.out /dev/ttyS0
```

На этом загрузка приложения закончена. Надо выключить модуль, снять J3. Запуск произойдет с обновленной версией. Можно не перебрасывать питание, а подать команду запуска приложения 'R'.

9. Примеры использования операторов / функций *Fractal-BASIC-Cortex* при работе с входами / выходами.

Включить выход OUT0:

$PIN(24) = 1$

Выключить выход OUT7:

$PIN(31) = 0$

Инициализация линии IO 2 в режим дискретного выхода +3.3В без ограничительного резистора
(джампер J3 установлен 2-3):

$PIN(2) = 1$

Инициализация линии IO 3 в режим дискретного выхода 0В без ограничительного резистора
(джампер J4 установлен 2-3):

$PIN(3) = 0$

Инициализация линии IO 6 в режим дискретного выхода +3.3В с ограничительным резистором 1К
(джампер J7 установлен 2-3):

$PIN(6) = 0x11$

Инициализация линии IO 7 в режим дискретного выхода 0В с ограничительным резистором 1К
(джампер J8 установлен 2-3):

$PIN(7) = 0x10$

Инициализация входа IO 0 в режим дискретного входа с подтяжкой 0В / ~ 40 К
(джампер J1 установлен 2-3)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

$PIN(0) = 0x80$

$X = PIN(0)$

Инициализация входа IO 1 в режим дискретного входа с подтяжкой +3.3В / ~ 40 К
(джампер J2 установлен 2-3)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

$PIN(1) = 0x81$

$X = PIN(1)$

Инициализация входа IO 8 в режим плавающего дискретного входа 0 / +3.3В(входное сопротивление 24.3 КОм)
(джампер J9 снят)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

$PIN(8) = 0x82$

$X = PIN(8)$

Инициализация входа IO 9 в режим дискретного входа 0/+24В
(джампер J10 снят)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

$PIN(9) = 0x90$

$X = PIN(9)$

Инициализация входа IO 10 в режим дискретного входа с подтяжкой +3.3В / 1 К («сухой контакт»)
(джампер J11 установлен 2-3)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

$PIN(10) = 0x91$

$X = PIN(10)$

Инициализация входа IO 11 в аналоговый режим потенциального входа 0...+3.3В

(джампер J12 снят)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

PIN (11) = 0xC0

X = ADC (11) ; значение возвращается в вольтах 0 ... 3.3

Инициализация входа IO 0 в аналоговый режим потенциального входа 0...+10В(+24В)

(джампер J1 снят)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

PIN (0) = 0xD0

X = ADC (0) ; значение возвращается в вольтах 0 ... 24

Инициализация входа IO 1 в режим работы с термодатчиками PT1000

(джампер J2 установлен 2-3)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

PIN (1) = 0xD1

X = ADC (1) ; значение возвращается в вольтах 0 ... 3.3, верхнее плечо =1К

Инициализация входа IO 2 в аналоговый режим токового входа 0...20мА

(джампер J3 установлен 1-2)

с последующим вводом состояния линии

если режим линии меняться не будет, то первая строка(инициализация) выполняется один раз:

PIN (2) = 0xE0

X = ADC (2) ; значение возвращается в миллиамперах 0 ... 20

Работа с ЦАП №1 1...20мА (для соответствующих вариантов исполнения)

(джампер J14 установлен 1-2) ; значение задается в долях от единицы (всего диапазона)

Установить минимально возможное значение:

DAC (1) = 0

Установить максимально возможное значение:

DAC (1) = 1.0

Работа с ЦАП №1 0.5...+10В (для соответствующих вариантов исполнения)

(джампер J14 установлен 2-3) ; значение задается в долях от единицы (всего диапазона)

Установить формат в долях от целого:

DAC (102) = 0

Установить минимально возможное значение:

DAC (1) = 0

Установить максимально возможное значение:

DAC (1) = 1.0

Работа с ШИМ .

Инициализация оператора PWM(инициализация необходимого таймера) для линии IO2 с периодом ШИМ 1234 мкс
-> на линию IO2 выходит 3-й канал таймера 2 (см . табл. входов).

PWM (2) = 1234

Выдача ШИМ сигнала скважностью 73.56% на линию IO2 без ограничительного резистора

(джампер J3 установлен 2-3):

PWM (23) = 0.7356

Работа с оператором ВЕЕР .

Инициализация оператора ВЕЕР (инициализация необходимого таймера) для линии IO6 .

-> на линию IO6 выходит 1-й канал таймера 3 (см . табл. входов).

ВЕЕР 3

Выдача звукового сигнала 2345 Гц длительностью 4.456 с на линию IO6 через ограничительный резистор 1кОм

(джампер J3 снят):

ВЕЕР 2345, 4.456