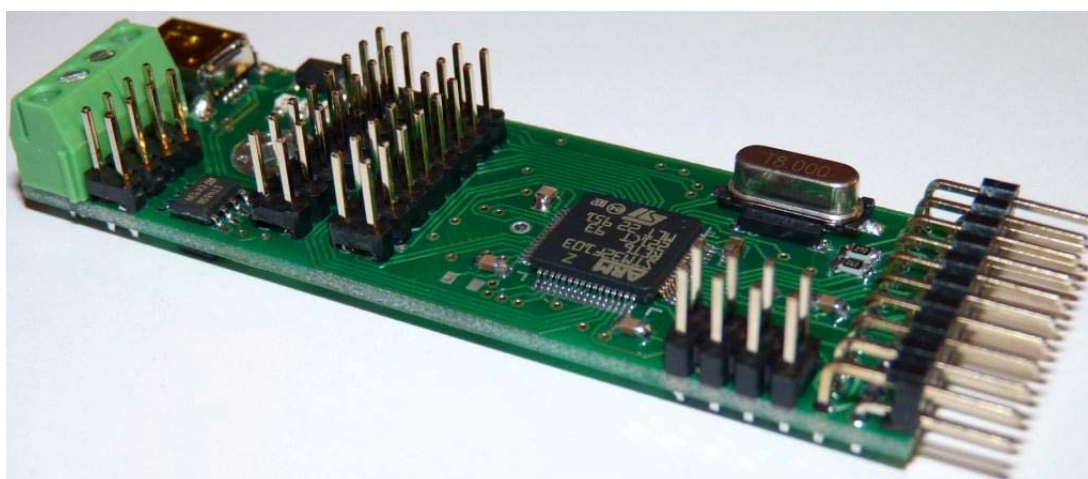


Модуль одноплатного контроллера MCU32-х



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 v1.08 Добавлена информация по использованию линий с операторами PWM и ВЕЕР.
- 9.05.2011 v1.07 В таблицы назначения линий выводов добавлена информация по использованию встроенных аппаратных счетчиков.
- 16.03.2011 v1.05 В таблицы назначения линий выводов добавлены адреса для использования в различных операторах / функциях Fractal-BASIC-Cortex конкретной линии.
- В раздел «**Обновление *Fractal-BASIC-Cortex* пользователем**» внесена информация об утилите для простого занесения обновления Fractal-BASIC-Cortex.
- 19.01.2011 v1.04 Добавления связанные с введением директивы REBOOT.
- 20.12.2010 v1.03 Детализирована процедура обновления прошивки.
- 7.12.2010 v1.00 Изменения связанные с выходом однокристалльного интерпретатора ***Fractal-BASIC-Cortex*** и ***Boot-loader Fractal***.
- 17.09.2010 v0.01 Создание документа.

Назначение.

MCU32-х предназначен для применения в различных системах автоматизации и контроля.

Модуль включает в себя все необходимые узлы для автономной работы или работы в составе комплекта модулей MCU4, а также в составе систем с реализацией отличной от MCU4.

Модуль поддерживает работу с большинством часто используемых последовательных интерфейсов, как приборных (для коротких межмодульных связей, таких как I²C, SPI, (MicroLan), так и терминальных/сетевых(для удаленных соединений и сетей, например RS485, CAN). Это позволяет создавать устройства с многомодульной структурой, легко сопрягать с необходимыми датчиками/исполнительными механизмами. Наличие RS485 и CAN позволяет подключать модуль к сетям с большой протяженностью.

Удобной особенностью модуля является наличие USB. Это позволяет оперативно, без всяких преобразователей подключать модуль непосредственно к компьютеру. При таком подключении питание модуля и ограниченного количества дополнительных модулей осуществляется через USB.

Одной из главных особенностей модуля является применение Cortex-M3 микроконтроллера серии STM32F103. Это насыщенный ресурсами микроконтроллер и большая часть его узлов доступна для использования.

Модуль имеет 32 линии ввода-вывода 16 из которых могут быть входами 3-х АЦП. 16 линий выведены на отдельные разъемы, 16 на кросс.

Модуль поставляется с предустановленным однокристалльным интерпретатором Fractal-BASIC-Cortex.

Размещение интерпретатора непосредственно в модуле позволяет обходиться минимальными программно-аппаратными средствами для создания / редактирования / отладки программ.

Стартовая версия Fractal-BASIC-Cortex фактически эквивалентна последней версии Fractal-BASIC-PIC версии 1.47, что позволяет произвести легкий переход с MCU16 на MCU32.

Подробное описание Fractal-BASIC-Cortex приведено в отдельном документе

Кроме заводского Boot-loader предустановленного STMicroelectronics в модуле устанавливается загрузчик **Boot-loader Fractal** позволяющий пользователю производить полное обновление версии Fractal-BASIC-Cortex самостоятельно и без специальных средств.

Модули выпускаются в нескольких вариантах различающихся типом микроконтроллера и наличием/отсутствием CAN драйвера. Имеется два основных исполнения по установке кроссового разъема. Один вариант – разъем направлен в плоскости платы. Другой вариант – направлен перпендикулярно плате и установлен снизу. Последний вариант имеет индекс «R».

Краткие технические характеристики:

✓ Микроконтроллер	STM32F103RET6 / STM32F103RGT6
✓ Разрядность	32 бит
✓ Максимальная частота	72 МГц
✓ Производительность	1.25 DMIPS/MHz
✓ FLASH	512 / 1024 кБайт
✓ RAM	64 / 96 кБайт
✓ Терминальный интерфейс	USB
✓ Сетевой/дальний интерфейс	RS485 , (CAN)
✓ Локальные аппаратные интерфейсы	I2C, SPI, (CAN)
✓ Количество линий ввода/вывода	32
○ Из них АЦП 12 бит	16
▪ Число АЦП	3
▪ Время преобразования	1мкс
○ Из них ЦАП 12 бит	2
✓ Нагрузочная способность основных линий ввода-вывода	+8(20)/-8мА
✓ Часы реального времени с автономным питанием	есть
○ Кварц	32768 Гц
○ Элемент питания	CR2032
✓ Отладочный разъем	SWD
✓ Светодиодная индикация	Питание, Прием, Передача
✓ Питание от	кросс +5В+-10% или от USB(+5В+-10%)
✓ Температурный рабочий диапазон промышленного исполнения	-40...+85 град (без учета батареи).
✓ Габариты модуля	76.2*25.4*13 мм.

1. Состав и функционирование.

Модуль можно условно разделить на следующие составные части:

- Микроконтроллер с резонаторами и стабилизатором;
- группа внешних интерфейсов RS485, (CAN) и USB;
- разъемы внешних линий ввода-вывода;
- кроссовый разъем;
- отладочный разъем;
- элемент питания для RTC;
- светодиодная индикация.

Микроконтроллер с резонаторами и стабилизатором

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

Для питания микроконтроллера использован стабилизатор 3.3В, входным питанием которого служит шина +5В. Разводка линий микроконтроллера на разъемы сделана таким образом, что все 16 линий имеющие возможность работы с АЦП и ЦАП выведены на разъемы внешних линий ввода-вывода.

Потенциалы этих линий не должны выходить за пределы напряжения питания микроконтроллера т.е. должны быть в пределах 0...+3,3В относительно земли модуля.

На все нечетные контакты этих разъемов выведена земля, т.е. на каждую из 16-ти сигнальных линий приходится своя земельная пара.

Оставшиеся 16 линий выведены на кроссовый разъем. Все эти линии толерантны к +5В. Другими словами – в режиме входа на линии можно подавать потенциалы в диапазоне 0...+5В.

При работе линий в биполярном режиме выходные уровни соответственно в диапазоне 0...+3.3В.

Разводка кроссового разъема сделана с учетом возможного использования с модулями серии MCU4. Для этого линии аппаратных интерфейсов выведены на соответствующие контакты.

Для тактирования основного генератора используется кварц 8.000МГц. Из этой частоты микроконтроллер синтезирует нужную тактовую частоту, 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.

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
 - 2 × 16-bit motor control PWM timers with dead-time generation and emergency stop
 - 2 × watchdog timers (Independent and Window)
 - SysTick timer: a 24-bit downcounter
 - 2 × 16-bit basic timers to drive the DAC
- 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
- SDIO interface
- CRC calculation unit, 96-bit unique ID

Группа внешних интерфейсов RS485, (CAN) и USB

Интерфейсные разъемы расположены на краю платы противоположном кроссу.

В MCU32-1.1 для работы с USB был выбран мост фирмы SiliconLabs CP2102. При подключении к компьютеру через этот мост, модуль будет виден как COM –порт (предварительно необходимо установить соответствующий драйвер). Мост подключен к UART1. У STM32F103 Boot-loader STMicroelectronics не позволяет работать через собственный узел USB – только через UASRT1. Именно поэтому применен мост в этом исполнении модуля.

В MCU32-1.x2 для работы с USB используется узел самого микроконтроллера, модуль так же 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.

Для работы с USB установлен mini-USB-B разъем. Этот разъем может быть использован и просто для питания модуля.

CAN драйвер в зависимости от исполнения модуля может быть установлен или нет. Если он установлен то выведен на винтовые клеммы и на кросс. Рядом с клеммами расположен джампер, позволяющий подключать терминатор. Присутствие CAN на кроссе позволит подключать модули расширения и по CAN.

RS485 выведен на винтовые клеммы и имеет 3 джампера для подключения подтяжек линии и терминатора. Для работы с RS485 используется UART3.

Разъемы внешних линий ввода-вывода

Два 16-ти контактных разъема расположены ближе к центру платы. 16 линий выведены по 8 линий на каждый разъем. К каждой линии имеется своя земельная пара. Все линии универсальные. На них попадает множество внутренних узлов. Все они могут работать в режиме аналоговых входов АЦП. В микроконтроллере имеется 3 АЦП. При необходимости можно повысить быстродействие АЦП параллельным включением АЦП со сдвигом по фазе.

На линии этих разъемов не допускается подача потенциалов выходящих за пределы 0...+3,3В.

Кроссовый разъем

Разводка линий кроссового разъема совместима с разводкой модулей MCU4. На разъем выведена шина питания +5В и земля по 2 контакта на каждую линию. На оставшиеся 16 линий выведены сигнальные линии микроконтроллера.

Все линии попавшие на этот разъем толерантны к +5В.

Через кроссовый разъем можно питать модуль от +5В.

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 микроконтроллером и кроссовым разъемом есть разъем – джамперное поле.

Разъем скомпонован их 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.

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 «+».

На модуле установлено три светодиода. Два красный и желтый - это прием / передача по основному UART1(USB). Оставшийся зеленый указывает на то что на микроконтроллере присутствует +5В.

2. Назначение выводов разъемов

Разъем X1 (кросс)							
Номер вывода	Имя цепи	Имя функции	тип	толерантность	Описание возможных функций	BASIC PIN,LAN	BASIC PWM,BEEP
1	+5V	+5V	POW	-	Цепь питания +5В		
2	SCS	PA15 CS0(BASIC) SPI3_NSS TIM2_CH1_ETR	I/O O (I) I/O	+5B - +5B +5B	Цифровой вход /выход порт PA; BASIC, адрес в SPI - CS0; Узел SPI3 сигнал NSS; Таймер 2 линия TIM2_CH1_ETR	0AFh или 10h	
3	KR3	PB13 CS1(BASIC) CANH	I/O O CAN	+5B - +5B	Цифровой вход /выход порт PB; BASIC, адрес в SPI - CS1; при использовании CAN - CANH	0BDh или 11h	
4	KR4	PB14 CS2(BASIC) CANL	I/O O CAN	+5B - +5B	Цифровой вход /выход порт PB; BASIC, адрес в SPI - CS2; при использовании CAN - CANL	0BEh или 12h	
5	SCL	SCL (BASIC) PB6	I/O I/O	+5B +5B	BASIC, SCL интерфейса I²C ; Цифровой вход/выход порт PB	0B6h или 13h	
6	SDA	SDA (BASIC) PB7	I/O I/O	+5B +5B	BASIC, SDA интерфейса I²C ; Цифровой вход/выход порт PB	0B7h или 14h	
7	SDO	PB5 SDO(BASIC) SPI3_MOSI TIM3_CH2	I/O O O(I) I/O	+5B - +5B +5B	Цифровой вход /выход порт PB; BASIC, SPI - SDO; Узел SPI3 сигнал MOSI; Таймер 3 линия TIM3_CH2	0B5h или 15h	
8	SDI	PB4 SDI(BASIC) SPI3_MISO TIM3_CH1	I/O I I(O) I/O	+5B +5B +5B +5B	Цифровой вход /выход порт PB; BASIC, SPI - SDI; Узел SPI3 сигнал MISO; Таймер 3 линия TIM3_CH1	0B4h или 16h	
9	SCK	PB3 SCK(BASIC) SPI3_SCK TIM2_CH2	I/O O O(I) I/O	+5B - +5B +5B	Цифровой вход /выход порт PB; BASIC, SPI - SCK; Узел SPI3 сигнал SCK; Таймер 2 линия TIM2_CH2	0B3h или 17h	
10	GND	GND	POW	-	Цепь питания 0В		
11	+5V	+5V	POW	-	Цепь питания +5В		
12	KR12	PC6 TIM8_CH1	I/O I/O	+5B +5B	Цифровой вход /выход порт PC; Таймер 8 линия TIM8_CH1	0C6h или 18h	81
13	KR13	PC7 TIM8_CH2	I/O I/O	+5B +5B	Цифровой вход /выход порт PC ; Таймер 8 линия TIM8_CH2	0C7h или 19h	82
14	KR14	PC8 TIM8_CH3	I/O I/O	+5B +5B	Цифровой вход /выход порт PC ; Таймер 8 линия TIM8_CH3	0C8h или 1Ah	83
15	KR15	PC9 TIM8_CH4	I/O I/O	+5B +5B	Цифровой вход /выход порт PC ; Таймер 8 линия TIM8_CH4	0C9h или 1Bh	84
16	KR16	PC10 UART4_TX	I/O O	+5B -	Цифровой вход /выход порт PC; Узел UART4 сигнал TX	0CAh или 1Ch	
17	KR17	PC11 UART4_RX	I/O I	+5B +5B	Цифровой вход /выход порт PC; Узел UART4 сигнал RX	0CBh или 1Dh	
18	KR18	PC12 UART5_TX	I/O O	+5B -	Цифровой вход /выход порт PC; Узел UART5 сигнал TX	0CCh или 1Eh	
19	KR19	PD2 ONINT1(BASIC) UART5_RX	I/O I I	+5B +5B +5B	Цифровой вход /выход порт PD; BASIC, вход прерывания ONINT1; Узел UART5 сигнал RX	0D2h или 1Fh	
20		GND	POW	-	Цепь питания 0В		

POW - линия питания; I - вход; O - выход; I/O - вход / выход;

I(O) - вход при master, выход при slave; O(I) - выход при master, вход при slave;

CAN - линии подключенные к драйверу CAN; 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, кроме линий основного интерфейса I2C.

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

Разъем X2 (внешние линии ввода - вывода)								
Номер вывода	Имя цепи	Имя функции	тип	толерантность	Описание возможных функций	BASIC PIN,LAN	BASIC ADC/DAC	BASIC PWM,BEEP
1	IO0	PA0 ADC0 UART2CTS TIM2_CH1	I/O I-AN I I/O	+3.3V +3.3V +3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN0; Узел USART2 сигнал CTS; Таймер 2 линия TIM2_CH1	0A0h или 0	0 / -	21
3	IO1	PA1 ADC1 UART2RTS TIM2_CH2	I/O I-AN O I/O	+3.3V +3.3V - +3.3V	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN1; Узел USART2 сигнал RTS; Таймер 2 линия TIM2_CH2	0A1h или 1	1 / -	22
5	IO2	PA2 ADC2 UART2TX TIM2_CH3	I/O I-AN I I/O	+3.3V +3.3V +3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN2; Узел USART2 сигнал TX; Таймер 2 линия TIM2_CH3	0A2h или 2	2 / -	23
7	IO3	PA3 ADC3 UART2RX TIM2_CH4	I/O I-AN O I/O	+3.3V +3.3V - +3.3V	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC123_IN3; Узел USART2 сигнал RX; Таймер 2 линия TIM2_CH4	0A3h или 3	3 / -	24
9	IO4	PA4 ADC4 DAC1 SPI1_NSS	I/O I-AN O-AN (I)	+3.3V +3.3V - +3.3V	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN4; Выход ЦАП DAC1; Узел SPI1 сигнал NSS	0A4h или 4	4 / 1	
11	IO5	PA5 ADC5 DAC2 SPI1_SCK	I/O I-AN O-AN O(I)	+3.3V +3.3V - -	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN5; Выход ЦАП DAC2; Узел SPI1 сигнал SCK	0A5h или 5	5 / 2	
13	IO6	PA6 ADC6 SPI1_MISO TIM3_CH1	I/O I-AN I(O) I/O	+3.3V +3.3V +3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN6; Узел SPI1 сигнал MISO; Таймер 3 линия TIM3_CH1	0A6h или 6	6 / -	31
15	IO7	PA7 ADC7 SPI1_MOSI TIM3_CH2	I/O I-AN O(I) I/O	+3.3V +3.3V - +3.3V	Цифровой вход/выход порт PA; Вход АЦП ADC12_IN7; Узел SPI1 сигнал MOSI; Таймер 3 линия TIM3_CH2	0A7h или 7	7 / -	32
2,4...16	GND	GND	POW	-	Общий 0В			
Разъем X3 (внешние линии ввода - вывода)								
Номер вывода	Имя цепи	Имя функции	тип	толерантность	Описание возможных функций	BASIC PIN,LAN	BASIC ADC	BASIC PWM,BEEP
1	IO8	PB0 ADC8 TIM3_CH3	I/O I-AN I/O	+3.3V +3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PB; Вход АЦП ADC12_IN8; Таймер 3 линия TIM3_CH3	0B0h или 8	8	33
3	IO9	PB1 ADC9 TIM3_CH4	I/O I-AN I/O	+3.3V +3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PB; Вход АЦП ADC12_IN9; Таймер 3 линия TIM3_CH4	0B1h или 9	9	34
5	IO10	PC0 ADC10	I/O I-AN	+3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PC; Вход АЦП ADC123_IN10	0C0h или 10	10	
7	IO11	PC1 ADC11	I/O I-AN	+3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PC; Вход АЦП ADC123_IN11	0C1h или 11	11	
9	IO12	PC2 ADC12	I/O I-AN	+3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PC; Вход АЦП ADC123_IN12	0C2h или 12	12	
11	IO13	PC3 ADC13	I/O I-AN	+3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PC; Вход АЦП ADC123_IN13	0C3h или 13	13	
13	IO14	PC4 ADC14	I/O I-AN	+3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PC; Вход АЦП ADC12_IN14	0C4h или 14	14	
15	IO15	PC5 ADC15	I/O I-AN	+3.3V +3.3V	Цифровой вход/выход порт PC; Вход АЦП ADC12_IN15	0C5h или 15	15	
2,4...16	GND	GND	POW	-	Общий 0В			

Разъем X4 (USB / Питание)		
<i>Номер вывода</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
1	U_BUS	Питание USB +5В, может использоваться просто для питания модуля
2	D-	DATA -
3	D+	DATA +
4	NC	не подключен
5	GND	Земля 0В

Разъем X5-6 (RS485)		
<i>Номер</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
X5	X+	RS485 X+
X6	X-	RS485 X-

Разъем X7-8 (CAN)		
<i>Номер</i>	<i>Имя цепи</i>	<i>Описание</i>
X7	CANH	CAN CANH
X8	CANL	CAN CANL

Параметры инициализации аппаратных счетчиков оператора COUNT / входные линии					
<i>Счетчик</i>	<i>Режим</i>	<i>Конфигурация входов 1</i>	<i>Конфигурация входов 2</i>	<i>Конфигурация входов 3</i>	<i>Конфигурация входов 4</i>
2	счет	0x211 / IO0 X2№1	0x212 / IO1 X2№3	0x213 / SCS X1№2	0x214 / SCK X1№9
	счет с обнулением	0x221 / IO0 X2№1	0x222 / IO1 X2№3	0x223 / SCS X1№2	0x224 / SCK X1№9
	энкодер	0x231 / IO0 X2№1 + IO1 X2№3	0x232 / SCS X1№2 + SCK X1№9	-	-
	энкодер с обнулением	0x241 / IO0 X2№1 + IO1 X2№3	0x242 / SCS X1№2 + SCK X1№9	-	-
3	счет	0x311 / IO6 X2№13	0x312 / IO7 X2№15	0x313 / SDI X1№8	0x314 / SDO X1№7
	счет с обнулением	0x321 / IO6 X2№13	0x322 / IO7 X2№15	0x323 / SDI X1№8	0x324 / SDO X1№7
	энкодер	0x331 / IO6 X2№13 + IO7 X2№15	0x332 / SDI X1№8 + SDO X1№7	-	-
	энкодер с обнулением	0x341 / IO6 X2№13 + IO7 X2№15	0x342 / SDI X1№8 + SDO X1№7	-	-
8	счет	0x811 / CR12 X1№12	0x812 / CR13 X1№13	-	-
	счет с обнулением	0x821 / CR12 X1№12	0x822 / CR13 X1№13	-	-
	энкодер	0x831 / CR12 X1№12 + CR13 X1№13	-	-	-
	энкодер с обнулением	0x841 / CR12 X1№12 + CR13 X1№13	-	-	-

Джамперы (группа отладки)		
J1	RESET	замкнут – сигнал RESET активен; по умолчанию разомкнут ; контакт 1 -> RESET ; контакт 2 -> GND
J2	BOOT0	замкнут – сигнал BOOT0 = 1; по умолчанию разомкнут (BOOT0 = 0) ; контакт 1 -> BOOT0; контакт 2 -> +3.3В
J3	BOOT1	замкнут – сигнал BOOT1 = 1; по умолчанию разомкнут (BOOT1 = 0) ; контакт 1 -> +3.3В ; контакт 2 -> BOOT1
J4	SWD	Контакты для подключения SWD -отладчика; контакт 1 -> SWC ; контакт 2 -> SWD
Джамперы (интерфейсная группа)		
J5	X+ к +5В	замкнут -> X+ подтянут к +5В через 1кОм; по умолчанию замкнут
J6	X- к GND	замкнут -> X- подтянут к GND через 1кОм; по умолчанию замкнут
J7	Term_RS485	замкнут – терминатор подключен; по умолчанию разомкнут
J8	Term_CAN	замкнут – терминатор подключен; по умолчанию разомкнут

Режимы старта

BOOT1	BOOT0	Режим
0	0	Старт производится из основной Flash -памяти
0	1	Запускается заводской Boot-loader STMicroelectronics
1	0	Запускается Boot-loader Fractal
1	1	Старт из SRAM

3. Работа с модулем

Модуль может применяться как в составе комплекта модулей серии MCU4, так и самостоятельно. При использовании с модулями MCU4, MCU32-1.х устанавливается на кросс-модуль нужного размера. Кросс соединяет модули pin-to-pin. Возможны два варианта питания модуля:

- через кроссовый разъем;
- через USB.

Нормальной является и одновременная работа этих вариантов. Питание поступающее от USB разъема идет через диод Шоттки. Разъем mini-USB рассматривается и как интерфейсный совмещенный с питанием и как просто разъем питания. Блок питания, подключаемый к этому разъему должен выдавать напряжение +5В+-10% с током необходимым для питания MCU32-1.х и всех модулей подсоединенных к нему(в том случае если там нет своего источника +5В).

При питании через кроссовый разъем необходимо напряжение +5В+-10%.

!!! обратите внимание – модуль не имеет гальванической развязки между интерфейсами, питанием и линиями микроконтроллера. Поэтому подключения любых внешних линий и питания должны производиться при отключенном питании.

Допускается подключения модуля «на ходу» к USB в случае если питание модуля (модулей) осуществляется через этот USB и при этом сигналы модуля(модулей) не подсоединены к другим источникам питания.

4. Подключение

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 модуль MCU32, 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.

5. Программирование

Работа с Fractal-BASIC-Cortex.

В модуле предустановлен однокристалльный интерпретатор Fractal-BASIC-Cortex.

Пользователь может заносить 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 MCU32 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 ступен 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:

Для MCU32-1.1

- через USB:

- через линии SWD -отладчика.

Для MCU32-1.x2

- через линии SWD -отладчика.

Для программирования через USB достаточно установить на компьютер виртуального COM-порта для CP2102. После этого контроллер будет доступен через этот COM-порт. Теперь можно воспользоваться бесплатным Flash Loader Demonstrator от ST Microelectronics и загрузить Ваш файл.

Последовательность действий такова:

- подключить модуль к компьютеру через USB;
- надеть J2(это комбинация Boot-джамперов для Boot-loader);
- на короткое время замкнуть J1(это сброс);
- запустить Flash Loader Demonstrator;
- выбрать соответствующий COM-порт;
- выбрать необходимый файл и если требуется изменить параметры;
- после загрузки закрыть Flash Loader Demonstrator(если потребуется работа с USART1);
- снять J2(это комбинация Boot-джамперов для основного Flash);
- на короткое время замкнуть J1(это сброс);
- Ваша программа запущена.

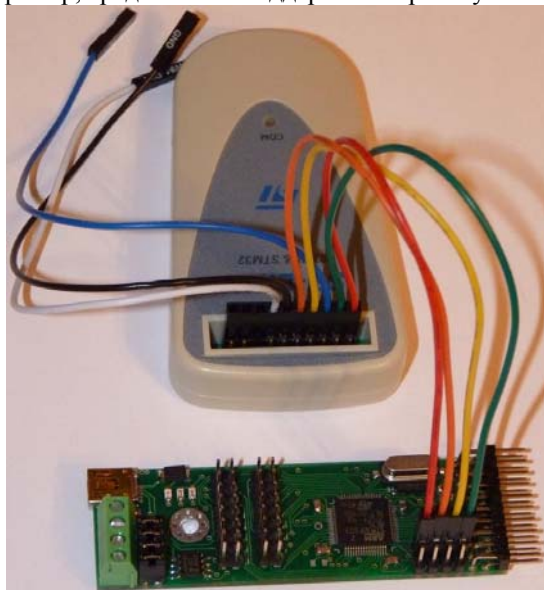
Программирование через SWD –отладчик рассмотрим на примере программатора – отладчика ST-Link от ST Microelectronics:

- 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 J2 контакт 2;
- соединить оранжевый провод (ST-LINK function ->SW CLK) с J3 контакт 1;
- соединить желтый провод (ST-LINK function ->SW IO) с J3 контакт 2;
- соединить зеленый провод (ST-LINK function ->GROUND) с J1 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 MCU32-1.x, например через еще один кабель USB;
- запустить ST-Link Utility или среду программирования.

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



6. 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 модулей MCU32-1.x2 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 обновлений 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 (*!только для версий Boot-loader Fractal не младше 1-07*).

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. (*!только для версий Boot-loader Fractal не младше 1-07*).

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 MCU32_xxx.out /dev/ttyS0
```

На этом загрузка приложения закончена. Надо выключить модуль, снять J3. Запуск произойдет с обновленной версией. При версии Boot-loader Fractal не ниже 1-07 можно не перебрасывать питание, а подать команду запуска приложения 'R'.

Комплект MCU4. Как уже упоминалось, контроллер MCU32 является частью комплекта модульных контроллеров MCU4. Комплект представляет собой набор функционально законченных модулей. Модули унифицированы по размерам, крепежу, разъемам и сигналам, что позволяет их без труда объединять в единое устройство. Номенклатура модулей включает в себя практически все узлы необходимые для построения ведущих, ведомых и автономных устройств автоматики. При создании системы на базе MCU4 Вы вначале "набираете" нужное количество модулей с конкретными свойствами и с помощью кросса объединяет их в систему. Далее Вы записываете алгоритм работы системы, путем отправки текста программы в вычислитель и система готова к первым испытаниям.

Функциональный состав MCU4. Комплект MCU4 можно разделить на несколько основных групп модулей, отличающихся по функциональному назначению:

- *Вычислители.*

Модули вычислителей обеспечивают долговременное хранение и выполнение основной BASIC-программы. Встроенными супервизорами обеспечивается слежение за питанием и в случае его нарушения программа корректно останавливается. После нормализации питания процессор автоматически запускает рабочую BASIC-программу. Вычислители взаимодействуют с остальными модулями через кросс с использованием интерфейсов I²C, SPI, MicroLan или напрямую используя функции своих линий ввода/вывода. Имеющихся линий ввода/вывода в паре с пассивными модулями сопряжения может хватить для решения многих задач. В некоторых типах вычислителей имеются часы реального времени с батарейной подпиткой. Загрузка / коррекция программы производится через последовательные интерфейсы.

- *Интерфейсные модули.*

Интерфейсные модули обеспечивают сопряжение логических уровней модулей с уровнями и токами необходимыми в данном интерфейсе. Обеспечивается гальваническая развязка интерфейса. Активные интерфейсные модули позволяют добавлять необходимое количество разных интерфейсов к системе.

- *Модули сопряжения с ЖКИ / клавиатурой.*

Обеспечивают работу с графическими / алфавитно-цифровыми ЖКИ и клавиатурными матрицами.

- *Модули сигнальных входов/выходов.*

Модули обеспечивают сопряжение внешних сигналов с сигналами/интерфейсами системы собранной на базе MCU4. Если в составе модуля имеется собственный микроконтроллер (**Активный модуль**), то линии ввода/вывода обслуживаются этим микроконтроллером и обмен информацией с другими модулями ведется по последовательному интерфейсу, как правило, по I²C. В таком модуле микроконтроллер может иметь специализированную программу обслуживающую линии ввода/вывода без участия основного вычислителя. Обмен по последовательной шине позволяет увеличивать число входов/выходов системы путем включения на одну шину множества активных модулей, при этом каждый из модулей имеет свой собственный адрес и может вести индивидуальный обмен с вычислителем.

- *Модули силовых выходов.*

Модули обеспечивают сопряжение сигналов/интерфейсов системы MCU4 с выходными ключами. Выходные ключи модулей коммутируют нагрузки с напряжением до 400В и токами до единиц ампер. Есть варианты ключей для работы с постоянным и переменным током. При необходимости обеспечивается гальваническая развязка с выходами и между ними. Пассивные выходные модули осуществляют лишь согласование выходных ключей с линиями вывода вычислителя или резервными линиями активных модулей. Активные модули управляют группой выходов и резервными линиями, получая команды от вычислителя через последовательный интерфейс. Наличие в активных модулях собственного микроконтроллера позволяет использовать группы выходов в различных режимах (ШИМ, фазовое регулирование с внешней синхронизацией, сканирование светодиодных матриц и т.д.) Обмен по последовательной шине позволяет увеличивать число выходов системы путем включения на одну шину множества активных модулей, при этом каждый из модулей имеет свой собственный адрес и может вести индивидуальный обмен с вычислителем.

- *Модули аналогового ввода-вывода.*

Модули АЦП обеспечивают преобразование аналоговых сигналов в цифровой код и передачу этого кода в вычислитель. Модули ЦАП обеспечивают обратное преобразование и выдачу аналогового сигнала в виде тока или напряжения. При необходимости обеспечивается гальваническая развязка между объектом и контроллером. Обмен информацией с вычислителем ведется через шины SPI и I²C в зависимости от типа модуля.

- *Модули питания.*

Модули преобразуют нестабилизированное постоянное или переменное напряжение в стабилизированное напряжение для питания модулей комплекта MCU4. Такие модули нужны в случаях, когда количество модулей в системе велико и встроенный стабилизатор вычислителя не в состоянии обеспечить нужный ток для питания модулей расширения.

- *Кроссы, клеммные и макетные модули.*

Кроссы используются для объединения электрических цепей модулей. Они имеют регулярную структуру и соединяют "pin to pin" модули между собой. При этом обеспечивается соединение линий питания, интерфейсных и индивидуальных линий ввода/вывода.