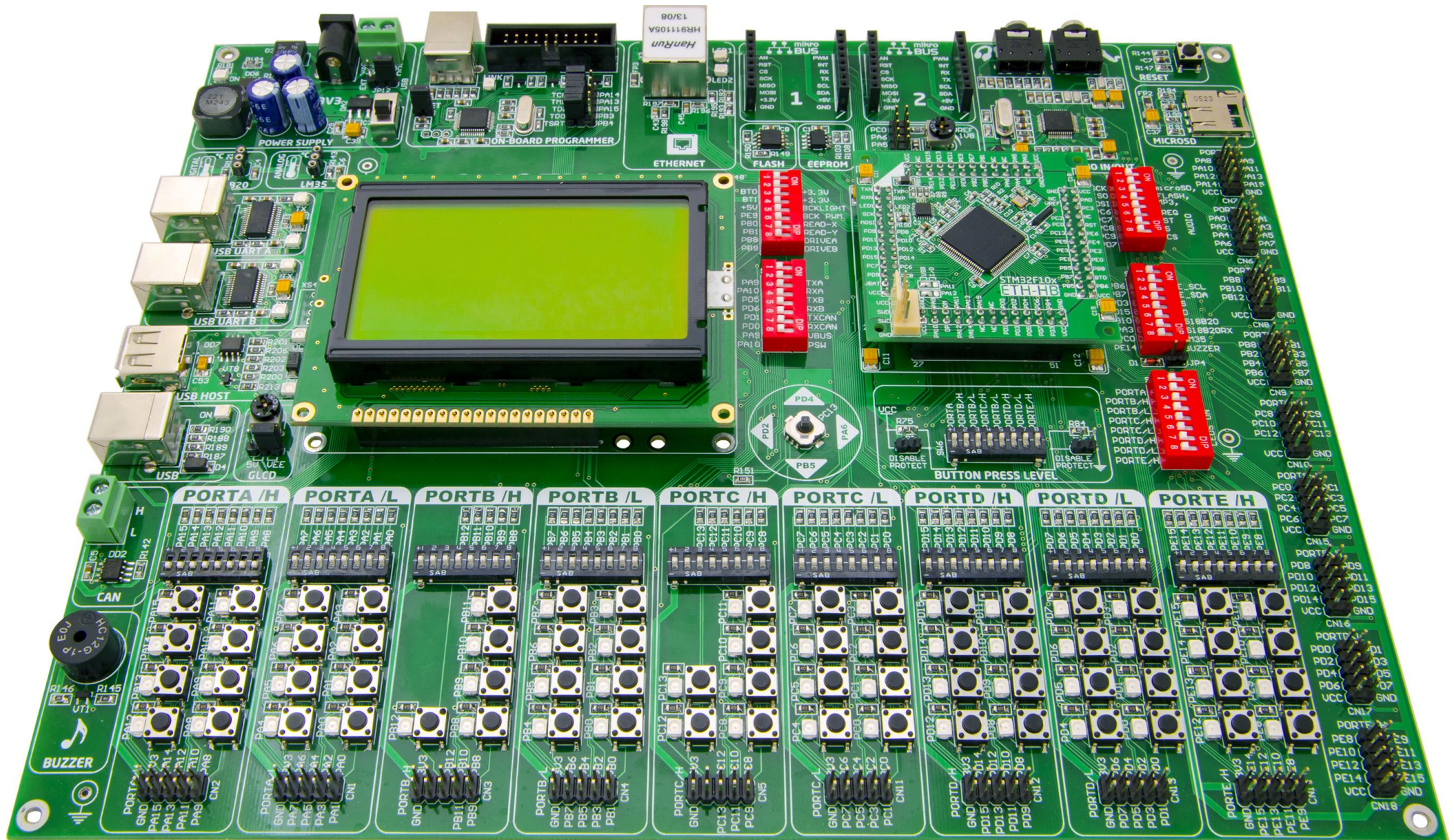


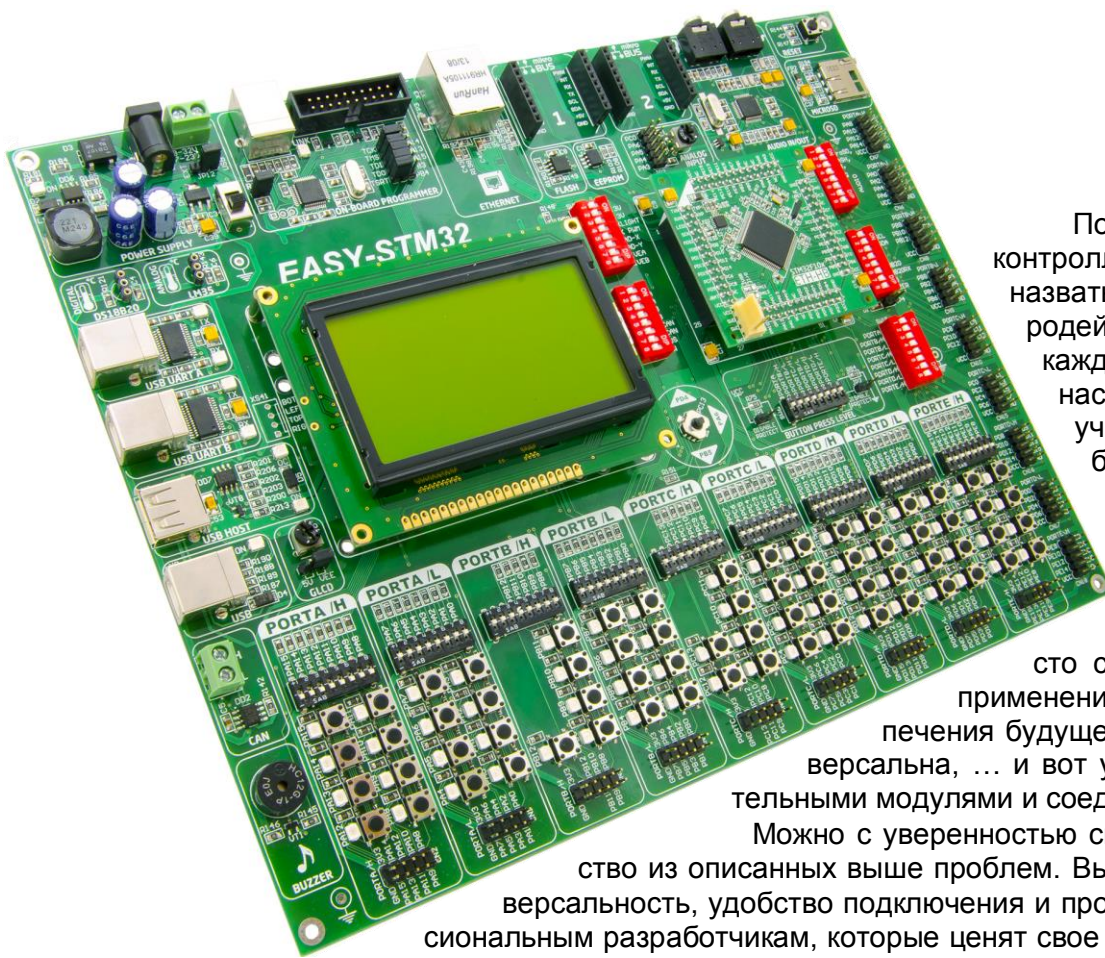
Отладочная плата «EASY STM32»



Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3	USB DEVICE.....	18
БЛОК ПИТАНИЯ	4	ETHERNET	19
Как подключить питание к плате?	5	CAN ИНТЕРФЕЙС	20
ПЛАТА МИКРОКОНТРОЛЛЕРА	6	АУДИО	21
Как установить плату микроконтроллера?	8	СЛОТ ДЛЯ КАРТ MICROSD	22
ВСТРОЕННЫЙ ПРОГРАММАТОР	9	КОНТРОЛЛЕР СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛИ.....	23
Как начать работу со встроенным программатором?.....	10	ГРАФИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ 128Х64	24
Список микроконтроллеров STM32 Cortex-M3, поддерживаемых встроенным программатором	11	ДЖОЙСТИК ДЛЯ НАВИГАЦИИ	25
Список микроконтроллеров STM32 Cortex-M4, поддерживаемых встроенным программатором	11	DS18B20 - ЦИФРОВОЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ	26
ВВОД ВЫВОД	12	LM35 - АНАЛОГОВЫЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ	27
ПОРТЫ, КНОПКИ, СВЕТОДИОДЫ.....	13	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ FLASH	28
СЛОТЫ MICROBUS.....	14	ПАМЯТЬ I2C EEPROM	29
USB UART A	15	ВХОДЫ АЦП.....	30
USB UART B	16	ЗВУКОВОЙ ПЬЕЗОИЗЛУЧАТЕЛЬ	31
USB HOST	17		

Введение



Пожалуй, одними из наиболее быстро набирающих популярность микроконтроллеров на ядре ARM® Cortex™-M3 и Cortex™-M4 можно без преувеличения назвать микроконтроллеры STM32. Они имеют богатую периферию, высокое быстродействие, низкое энергопотребление, и сейчас они доступны практически для каждого разработчика. Но обратной стороной медали этой функциональной насыщенности является сложность для быстрого старта – очень многое нужно учесть в своей разработке, чтобы избежать ошибок при проектировании платы будущего устройства, часто требуется несколько последовательных итераций печатной платы для достижения требуемого результата. В современном мире, где нужно быть всегда первым, где время превратилось в один из важнейших факторов для всех и каждого, просто недопустимо тратить такое огромное количество времени на разработку макета для каждого изделия. Одним из способов сократить время на разработку изделия, или просто сделать процесс разработки гораздо более удобным и простым, является применение отладочных плат, как готовых макетов, для написания программного обеспечения будущего изделия. Однако часто бывает, что отладочная плата недостаточно универсальна, ... и вот уже для следующего макета требуется новая отладочная плата с дополнительными модулями и соединениями.

Можно с уверенностью сказать, что отладочный комплекс “EASY STM32” поможет решить большинство из описанных выше проблем. Вы по достоинству оцените богатейший набор периферии, великолепную универсальность, удобство подключения и простоту работы с данным изделием. “EASY STM32” будет полезен как профессиональным разработчикам, которые ценят свое время, так и просто радиолюбителям, которые хотят освоить такое перспективное и интересное направление в электронике, как микроконтроллеры. Комплекс великолепно подходит как лабораторный стенд для ВУЗов со специальностями в области электроники, в которых требуется организовать лабораторные работы с современными микроконтроллерами STM32. На плате уже установлен программатор, с помощью которого можно выполнять программирование и отладку для большинства микроконтроллеров STM32, а большое количество удобных DIP переключателей позволяет быстро настраивать требуемую конфигурацию Вашего прототипа. Все это делает “EASY STM32” незаменимым помощником и великолепным инструментом в Вашей профессиональной деятельности.

Великолепная расширяемость

“EASY STM32” имеет все для дальнейшего расширения схемы и подключения дополнительных устройств. Комплекс имеет по 2 разъема расширения на каждый порт микроконтроллера, позволяя легко подключать к плате различные датчики, дополнительные отладочные платы, модули и другую электронику.

Встроенный программатор

“EASY STM32” имеет встроенный программатор на базе ST-link v2, который позволяет программировать и выполнять отладку для более чем 180 микроконтроллеров STM32, а установленный стандартный 20-контактный разъем JTAG позволяет подключить какой либо другой внешний программатор.

Мультимедиа

Возможность подключения цветного TFT LCD дисплея 320x240 точек или монохромного графического дисплея 128x64 точки, стерео mp3 кодек, джойстик для навигации и слот для FLASH карт памяти microSD позволяют сделать разработку мультимедийных устройств как никогда быстрой и простой.

Слоты microBus

Для дальнейшего расширения схемы и повышения функциональности, Вы можете использовать слоты расширения microBus, к которым подключены наиболее часто используемые разработчиками сигналы и интерфейсы. Просто подключите дополнительную плату стандарта mikroBus!

Блок питания

Плата содержит импульсный источник питания, который обеспечивает стабильные уровни напряжения и тока, необходимые для каждого узла платы "EASY STM32"

Секция блока питания построена на специализированной микросхеме AMS1117-3V3, которая выдает напряжение 3,3В, таким образом делая плату "EASY STM32" способной поддерживать микроконтроллеры с напряжением питания 3,3В.

Секция блока питания может быть запитана тремя различными способами: с питанием от USB (X9), с использованием внешнего источника питания с подключением через стандартное гнездо питания X4 или через колодку с винтовыми зажимами X5. Напряжение внешнего источника питания может быть в диапазоне 9-32В (постоянный ток) или 7-23В (переменный ток). Для выбора источника входного напряжения для секции блока питания используется переключатель JP12. Для включения питания всех остальных секций платы необходимо установить ползунковый переключатель SW16 в положение "PWR" (рисунок 3.1) Индикацию состояния питания обеспечивает светодиод зеленого цвета (обозначении как "ON")

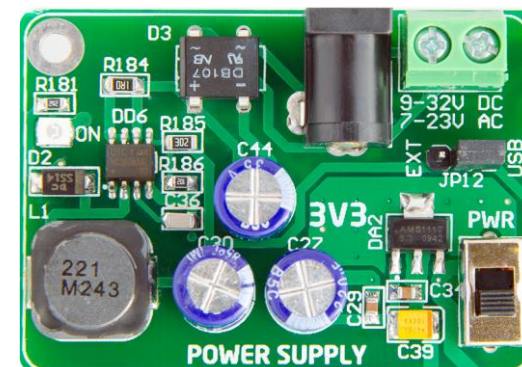


Рисунок 1.1 – Блок питания платы "EASY STM32"

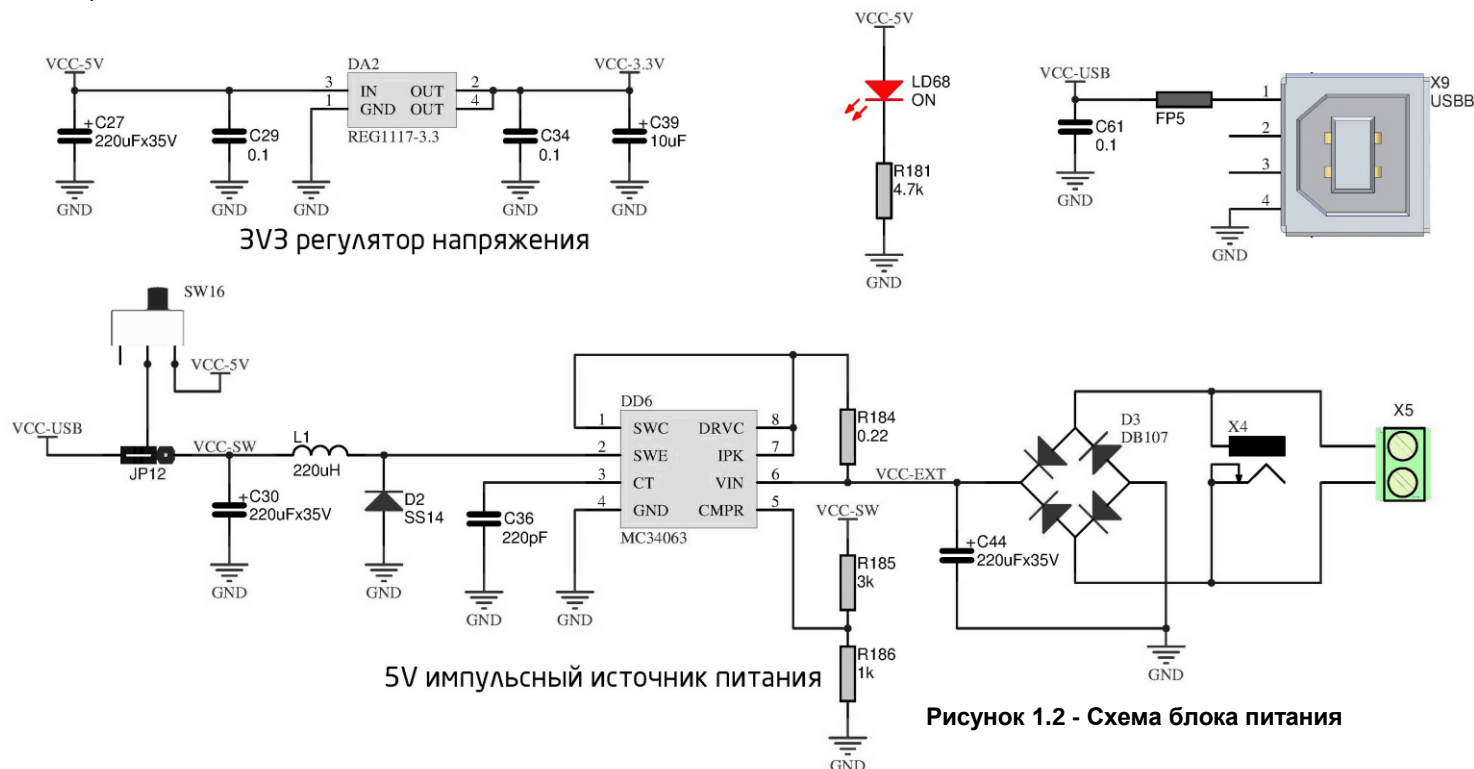


Рисунок 1.2 - Схема блока питания



Встроенный блок питания обеспечивает стабилизированное напряжение 3,3В, необходимое для функционирования микроконтроллера и всех узлов платы

Питание:

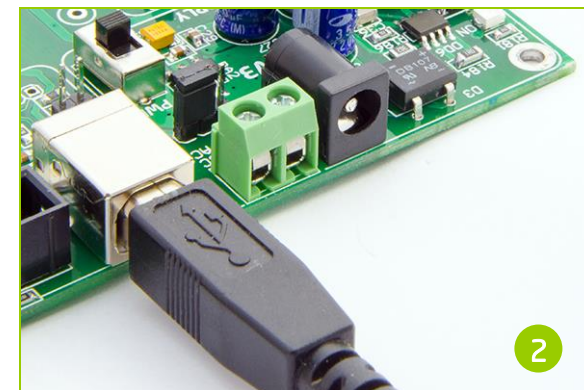
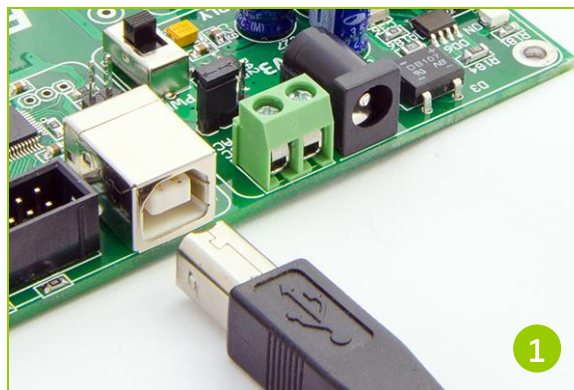
через стандартный разъем питания X4 или через колодку с винтовыми зажимами X5 (диапазон 9-32В для постоянного тока или 7-23В для переменного тока), или USB кабель (5В постоянного тока)

Нагрузочная способность: до 500мА через USB, или до 600мА от внешнего источника питания

Как подключить питание к плате?

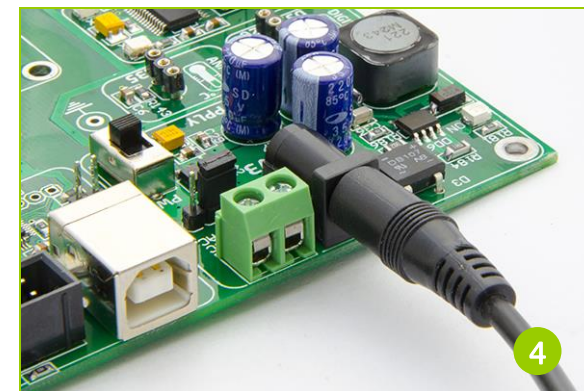
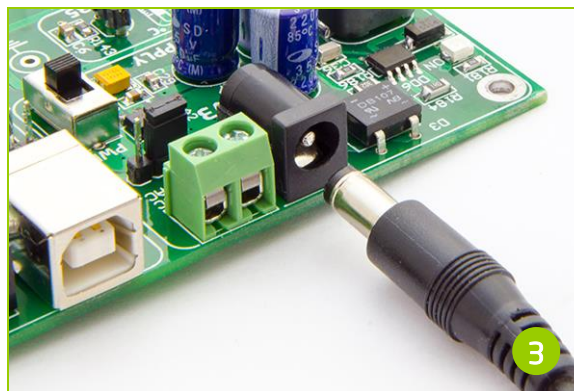
1. С помощью USB кабеля

Для подключения питания от USB, установите перемычку JP12 в положение USB. Подключите USB кабель (см. рисунки 1 и 2), затем подайте питание, установив ползунковый переключатель в положение PWR



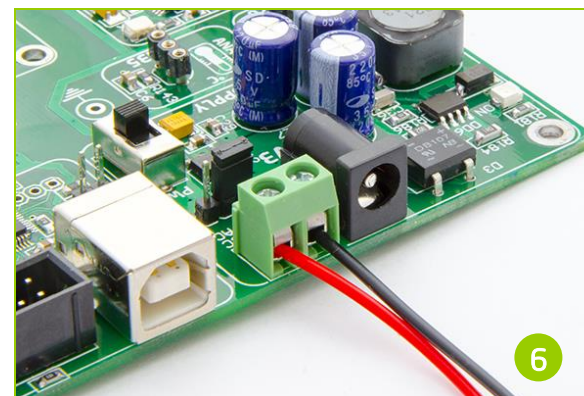
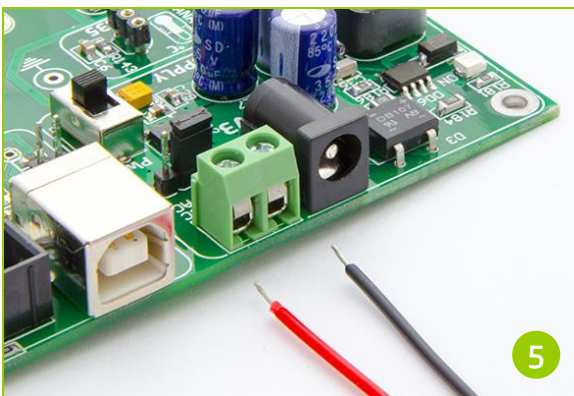
2. С помощью внешнего источника питания

Для подключения питания от внешнего источника питания, установите перемычку JP12 в положение EXT. Подключите внешний источник питания как показано на рисунках 3 и 4 (полярность любая, поскольку секция питания платы "EASY STM32" содержит двуполупериодный выпрямитель), затем подайте питание на плату, установив ползунковый переключатель в положение PWR



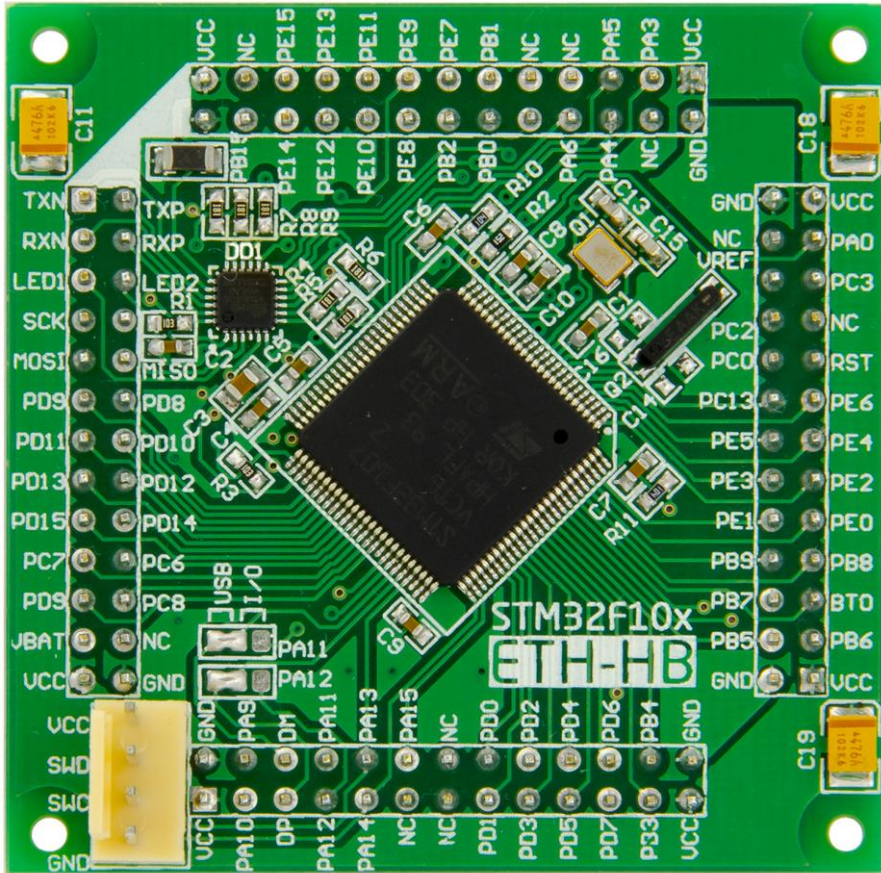
3. С помощью лабораторного источника питания

Для подключения лабораторного источника питания, установите перемычку JP12 в положение EXT. Подключите провода от лабораторного источника питания как показано на рисунках 5 и 6 (полярность любая, поскольку секция питания платы "EASY STM32" содержит двуполупериодный выпрямитель), затем подайте питание на плату, установив ползунковый переключатель в положение PWR



Плата микроконтроллера

Плата поддерживает различные микроконтроллеры на специальной 104-контактной печатной плате, которая должна быть установлена в гнездо (тип «мама») на отладочном комплексе "EASY STM32". Могут существовать различные версии этих 104-контактных плат, поддерживающих все серии микроконтроллеров STM32 с ядром Cortex-M3 и Cortex-M4. По умолчанию для отладочного комплекса "EASY STM32" предлагается плата "STM32F10x ETH-HB". Она содержит микроконтроллер STM32F107VCT6 с богатым набором периферии – это идеальное решение как для новичков, так и для профессионалов. После тестирования и отладки программы данная плата также может быть использована как готовое изделие для какого либо проекта, либо как отдельная отладочная плата



- 1 По умолчанию для отладочного комплекса “EASY STM32” предлагается микроконтроллер **STM32F107VCT6**. Он может работать на частоте до 72МГц, имеет 256 Кб Flash памяти программ, 64Кб памяти данных SRAM, встроенный Ethernet контроллер, **USB 2.0** (OTG, Host, Device), 80 портов ввода/вывода с поддержкой до 16 внешних прерываний, 4 таймера 16 бит, 2x12 бит АЦП (16 каналов), 2x12 бит ЦАП, 5 UART модулей, встроенный модуль часов реального времени RTC, 2 x I2C, 3 x SPI и 2 CAN контроллера
- 2 **25МГц кварцевый резонатор**. Значение частоты оптимально подобрано для различных ситуаций таким образом, чтобы было удобно использовать данный источник частоты как напрямую, так и с помощью PLL, для получения необходимого значения тактовой частоты. Также плата содержит 32768 Гц кварцевый резонатор для модуля часов реального времени RTC
- 3 **Линии данных USB**. В положении USB эти два джампера подключают линии данных USB разъема платы “EASY STM32” к портам PA11 и PA12 микроконтроллера. Поскольку микроконтроллер имеет встроенный модуль USB, то эти джамперы в положении USB
- 4 **Ethernet трансивер**. Плата “STM32F10x ETH-HB” имеет микросхему трансивера ETHERNET, что обеспечивает возможность применения данной платы в проектах, требующих Ethernet подключения

С микроконтроллерами STM32 Вы имеете возможность выбирать различные области загрузки (User flash memory, system memory или embedded SRAM), в зависимости от конфигурации boot портов (BT0, PB2). Эти порты подключены к земле через 100кОм резисторы. В случае необходимости подключить boot порты к VCC, Вы должны переключить DIP переключатели SW11.1 и SW11.2 в положение ON (рисунок 4.2). Состояние boot портов считывается микроконтроллером на 4-м нарастающем фронте тактового сигнала после выхода из состояния сброса.

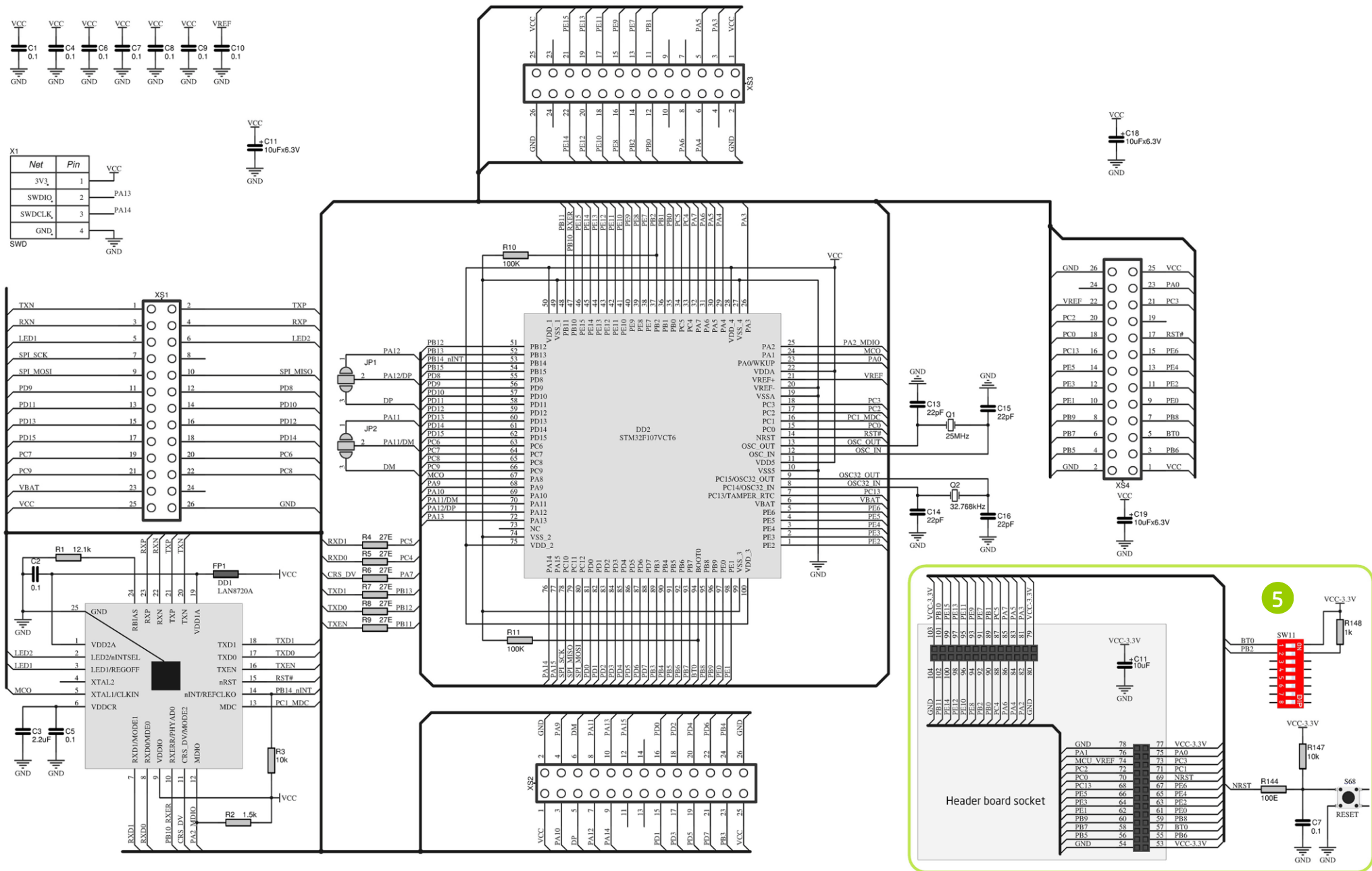
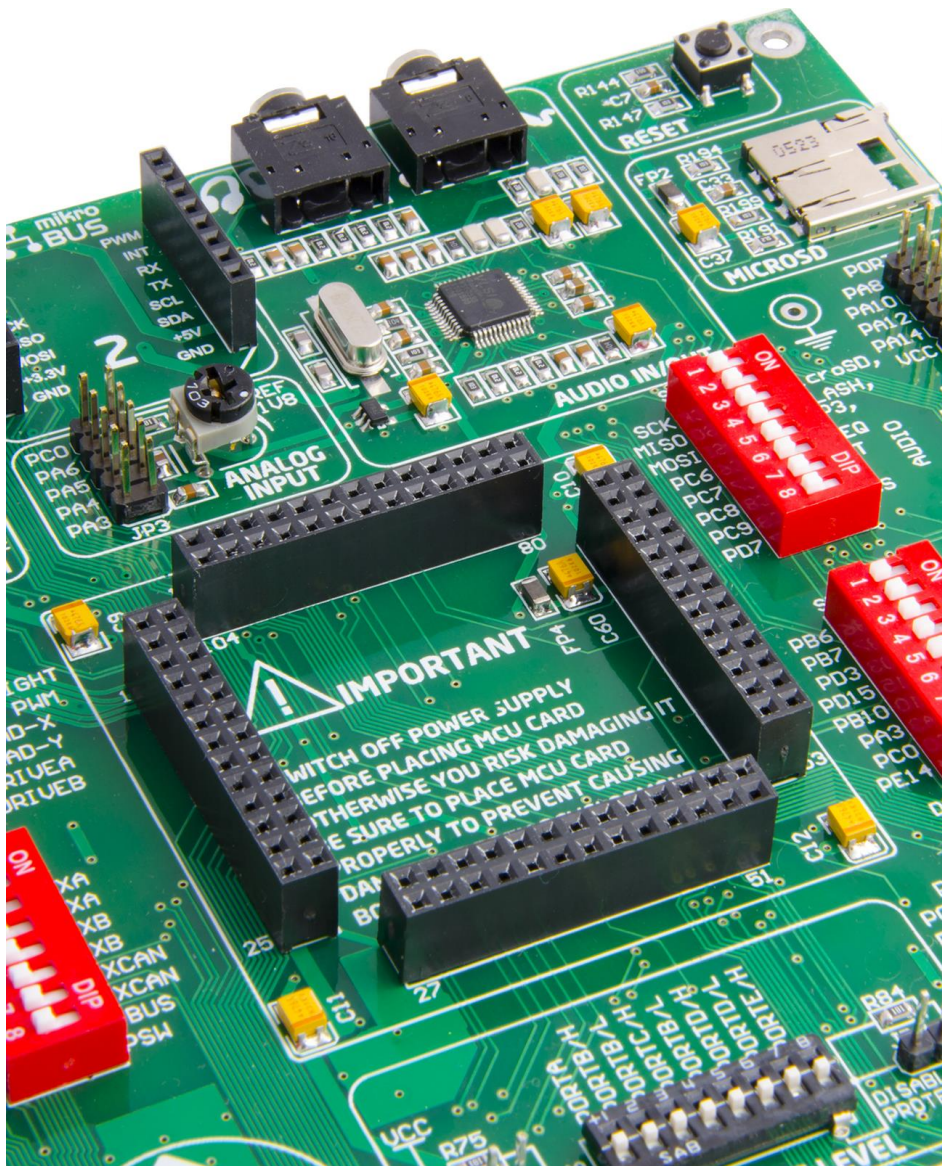


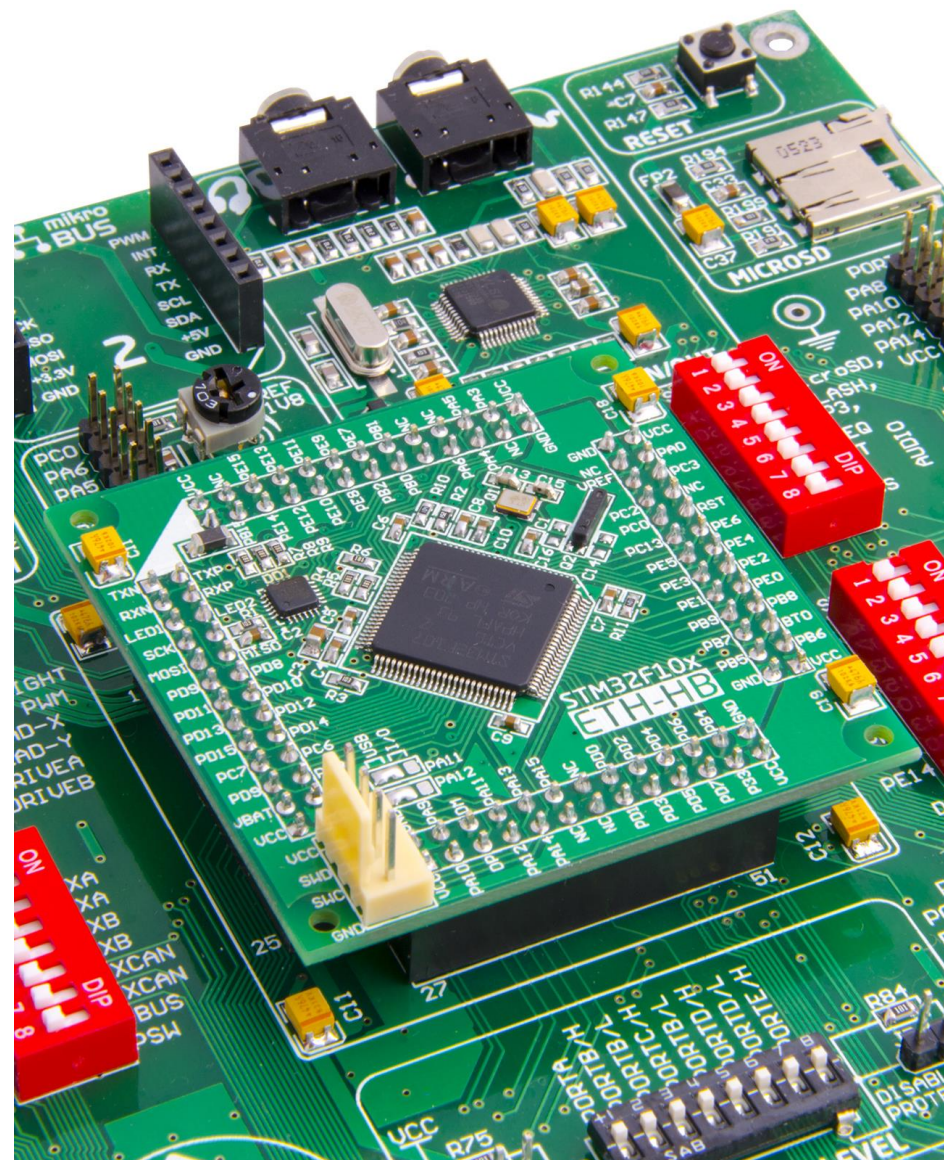
Рисунок 2.1 – Схема платы микроконтроллера и установки загрузочной области

Как установить плату микроконтроллера?

Перед установкой платы микроконтроллера убедитесь, что питание выключено. Затем удостоверьтесь, что ключ (белая наклонная полоса в правой верхней части модуля) платы микроконтроллера соответствует ключу на основной плате "EASY STM32".



Аккуратно установите плату микроконтроллера в гнездо таким образом, чтобы каждый контакт вошел в соответствующий разъем на плате "EASY STM32". Плата устанавливается с едва заметным усилием. Теперь можно подать питание.



Встроенный программатор

Отладочный комплекс "EASY STM32" имеет встроенный программатор/отладчик, основанный на базе ST-link V2 программатора. Данный программатор поддерживает более 180 ARM® Cortex™-M3 and Cortex™-M4 микроконтроллеров фирмы ST. Он также поддерживает функцию внутрисхемной JTAG и SWD отладки, что делает его очень полезным при разработке программ для микроконтроллеров.

Кроме того, в секции программатора (ON-BOARD PROGRAMMER) установлен стандартный 20-контактный JTAG разъем. Это дает пользователю ряд дополнительных возможностей: возможность использовать встроенный ST-link V2 программатор для работы с другими платами (для этого необходимо извлечь плату микроконтроллера из гнезда на плате "EASY STM32", и подключить внешнюю плату с помощью 20-контактного JTAG кабеля), либо использовать другой программатор (ULINK, Jlink, ... и др.) для работы с комплексом "EASY STM32".

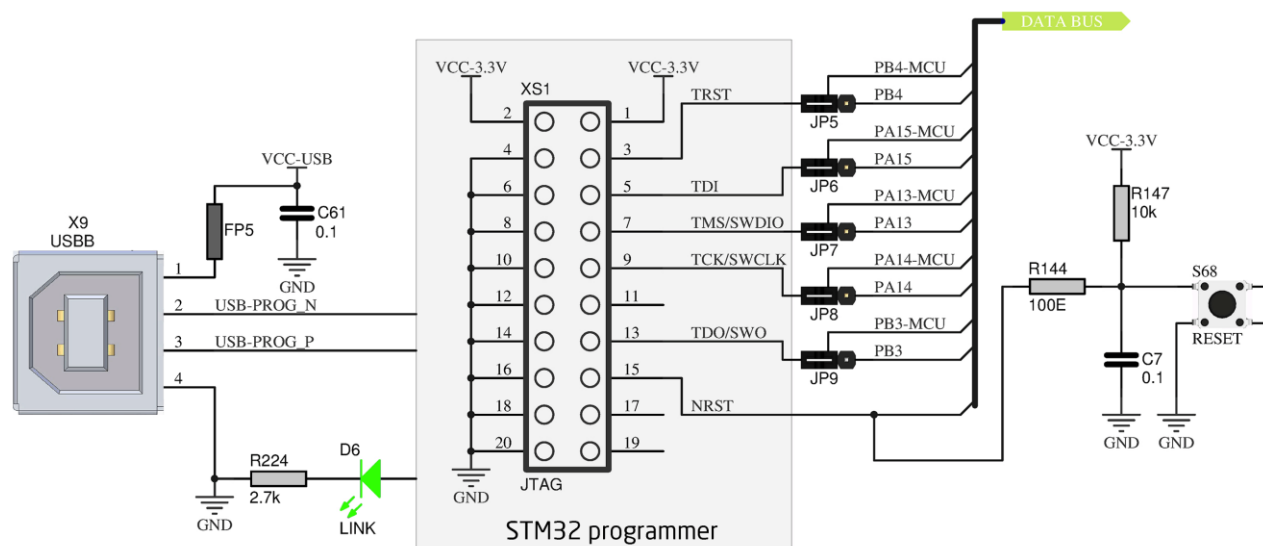
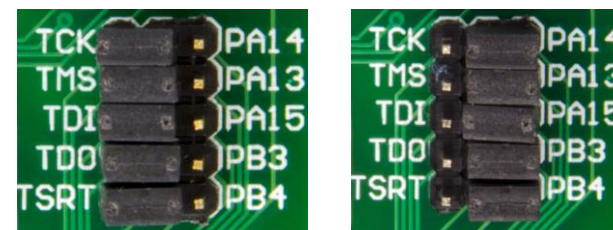


Рисунок 3.1 – Блок схема встроенного программатора



В секции "ON-BOARD Programmer" расположены пять джамперов – они определяют, будут ли JTAG порты контроллера подключены к программатору, либо будут использоваться как обычные порты ввода/вывода. Если джамперы установлены в положение **JTAG/SWD**, порты PA13-PA15 подключены к TMS/SWDIO, TCK/SWCLK, TDI, и порты PB3-PB4 подключены к TDO/SWO и TSRT линиям программатора – эти порты отключены от остальной части схемы

Как начать работу со встроенным программатором?

Если Вы хотите работать со встроенным программатором и запрограммировать микроконтроллер, Вы должны сделать 2 простых шага:

1. Установите программное обеспечение

- Драйвера St-link/V2
- Среду разработки (IAR, KEIL, ... др.), поддерживающую St-link/V2

2. Подключите питание к плате

- Подключите USB кабель программатора
- Светодиод LINK должен загореться зеленым светом

Установка драйверов программатора ST-LINK/V2

Для работы встроенному программатору необходимы драйверы. Они доступны на сайте www.st.com

Как начать работу с внешним программатором?

Для использования внешнего JTAG программатора с комплексом "EASY STM32" Вы должны (см. рисунок 5.2):

1. Установить джамперы в секции ON BOARD PROGRAMMER в положение JTAG/SWD, таким образом, подключив разъем JTAG к портам микроконтроллера
2. Установить джампер RESET в секции ON BOARD PROGRAMMER
3. С помощью 20-контактного кабеля подключить внешний JTAG или SWD программатор

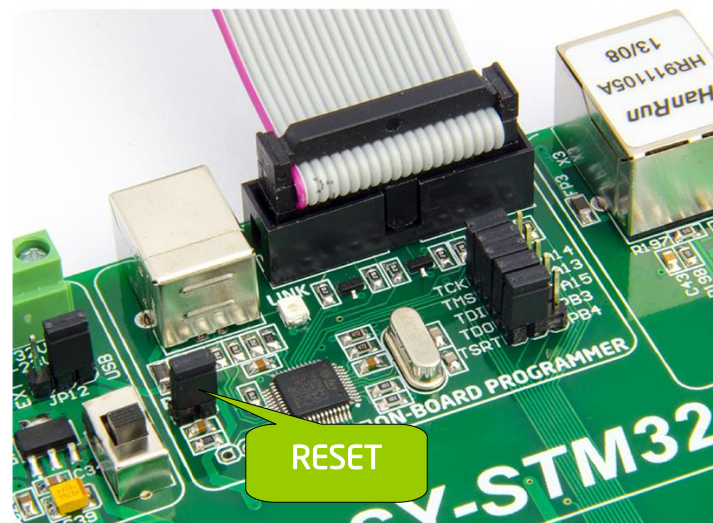


Рисунок 3.2 – Подключение внешнего JTAG программатора

Список микроконтроллеров STM32 Cortex-M3, поддерживаемых встроенным программатором

STM32F100C4	STM32F101R6	STM32F102C6	STM32F103V8	STM32F205RE	STM32F215RE	STM32L151VC
STM32F100C6	STM32F101R8	STM32F102C8	STM32F103VB	STM32F205RF	STM32F215RG	STM32L151VD
STM32F100C8	STM32F101RB	STM32F102CB	STM32F103VC	STM32F205RG	STM32F215VE	STM32L151ZC
STM32F100CB	STM32F101RC	STM32F102R4	STM32F103VD	STM32F205VB	STM32F215VG	STM32L151ZD
STM32F100R4	STM32F101RD	STM32F102R6	STM32F103VE	STM32F205VC	STM32F215ZE	STM32L152C6
STM32F100R6	STM32F101RE	STM32F102R8	STM32F103VF	STM32F205VE	STM32F215ZG	STM32L152C8
STM32F100R8	STM32F101RF	STM32F102RB	STM32F103VG	STM32F205VF	STM32F217IE	STM32L152CB
STM32F100RB	STM32F101RG	STM32F103C4	STM32F103ZC	STM32F205VG	STM32F217IG	STM32L152QC
STM32F100RC	STM32F101T4	STM32F103C6	STM32F103ZD	STM32F205ZC	STM32F217VE	STM32L152QD
STM32F100RD	STM32F101T6	STM32F103C8	STM32F103ZE	STM32F205ZE	STM32F217VG	STM32L152R6
STM32F100RE	STM32F101T8	STM32F103CB	STM32F103ZF	STM32F205ZF	STM32F217ZE	STM32L152R8
STM32F100V8	STM32F101TB	STM32F103R4	STM32F103ZG	STM32F205ZG	STM32F217ZG	STM32L152RB
STM32F100VB	STM32F101V8	STM32F103R6	STM32F105R8	STM32F207IC	STM32L151C6	STM32L152RC
STM32F100VC	STM32F101VB	STM32F103R8	STM32F105RB	STM32F207IE	STM32L151C8	STM32L152RD
STM32F100VD	STM32F101VC	STM32F103RB	STM32F105RC	STM32F207IF	STM32L151CB	STM32L152V8
STM32F100VE	STM32F101VD	STM32F103RC	STM32F105V8	STM32F207IG	STM32L151QC	STM32L152VB
STM32F100ZC	STM32F101VE	STM32F103RD	STM32F105VB	STM32F207VC	STM32L151QD	STM32L152VC
STM32F100ZD	STM32F101VF	STM32F103RE	STM32F105VC	STM32F207VE	STM32L151R6	STM32L152VD
STM32F100ZE	STM32F101VG	STM32F103RF	STM32F107RB	STM32F207VF	STM32L151R8	STM32L152ZC
STM32F101C4	STM32F101ZC	STM32F103RG	STM32F107RC	STM32F207VG	STM32L151RB	STM32L152ZD
STM32F101C6	STM32F101ZD	STM32F103T4	STM32F107VB	STM32F207ZC	STM32L151RC	STM32L162Q
STM32F101C8	STM32F101ZE	STM32F103T6	STM32F107VC	STM32F207ZE	STM32L151RD	STM32L162RD
STM32F101CB	STM32F101ZG	STM32F103T8	STM32F205RB	STM32F207ZF	STM32L151V8	STM32L162VD
STM32F101R4	STM32F102C4	STM32F103TB	STM32F205RC	STM32F207ZG	STM32L151VB	STM32L162ZD

Список микроконтроллеров STM32 Cortex-M4, поддерживаемых встроенным программатором

STM32F405RG	STM32F407IE	STM32F407VG	STM32F415RG	STM32F417IE	STM32F417VG
STM32F405VG	STM32F407IG	STM32F407ZE	STM32F415VG	STM32F417IG	STM32F417ZE
STM32F405ZG	STM32F407VE	STM32F407ZG	STM32F415ZG	STM32F417VE	STM32F417Z

Ввод вывод

Одной из наиболее значимых особенностей комплекса "EASY STM32" являются секции портов ввода/вывода. Они позволяют значительно расширить функциональность платы путем подключения различных дополнительных устройств и/или отладочных плат.

Все сгруппировано вместе

Вывод, светодиод и кнопка каждого порта соединены и расположены вместе в одной секции. Это делает разработку с "EASY STM32" удобной и простой, благодаря хорошей организации рабочего пространства. Также на правой стороне платы расположен дополнительный разъем для каждого порта ввода/вывода. Вы можете иметь доступ к портам и на правой стороне платы.

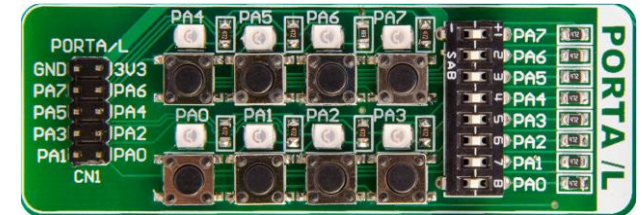


Рисунок 4.1 – Секция ввода/вывода, группирующая в себе разъем расширения порта, DIP переключатель с 3-мя состояниями (подтяжка к питанию, к земле и разомкнутое состояние), кнопки и светодиода в одной области комплекса

DIP переключатели с тремя состояниями

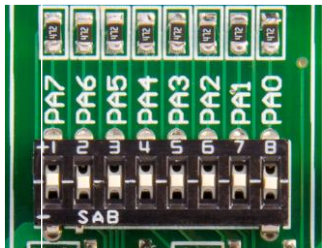


Рисунок 4.2 – трехпозиционный DIP переключатель

DIP переключатели с тремя состояниями, подобные SW1 на **рисунке 6.3**, используются для подтяжки любого порта микроконтроллера с помощью резисторов 10кОм к земле или шине питания. Каждый из них имеет 3 состояния:

1. **среднее положение** отключает подтягивающий резистор от земли и от шины питания, оставляя его висеть «в воздухе»
2. **UP положение** подключает подтягивающий резистор к шине питания 3,3В, таким образом обеспечивая подтяжку к состоянию логической единицы
3. **DOWN положение** подключает подтягивающий резистор к земле, таким образом обеспечивая подтяжку к состоянию логического нуля.

Трехпозиционный DIP переключатель "BUTTON PRESS LEVEL" используется для установки логического уровня (логический ноль или логическая единица), который будет появляться на порте микроконтроллера после нажатия кнопки

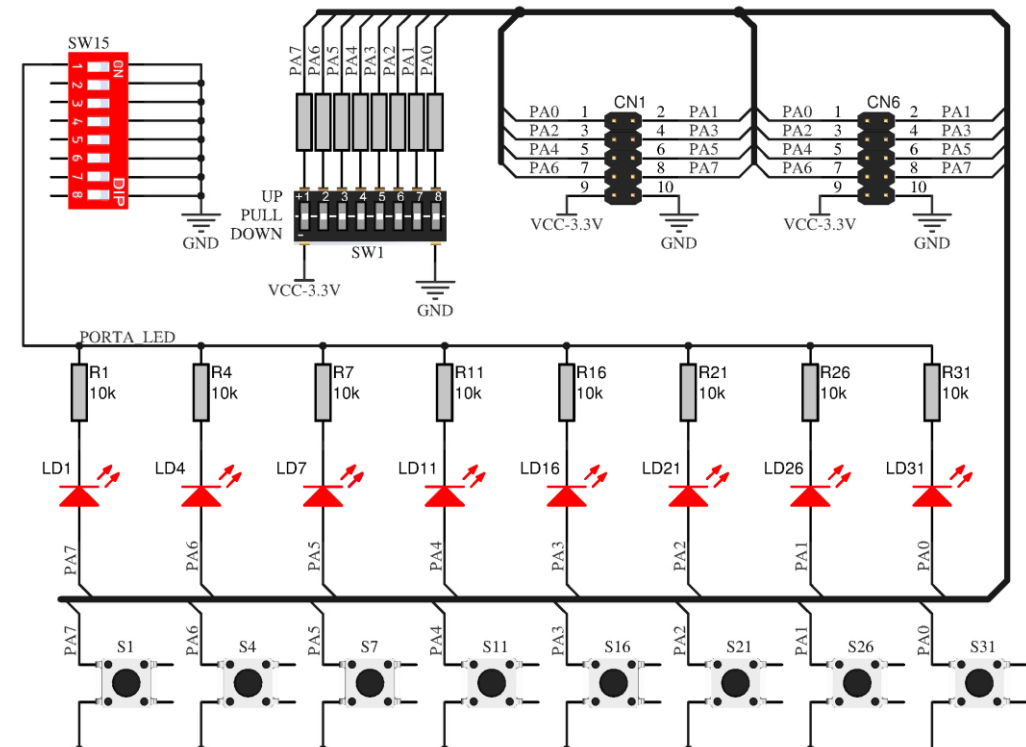
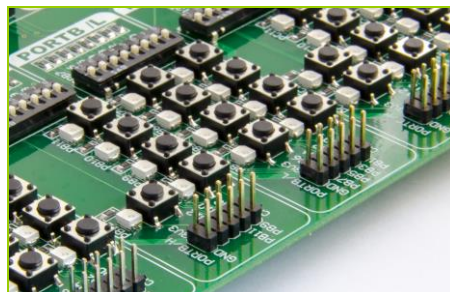
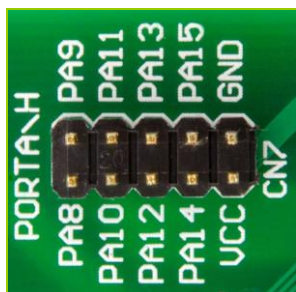


Рисунок 4.3 – Схема одной секции портов ввода вывода PORTA/L



Порты, кнопки, светодиоды

Порты

Для возможности дополнительного подключения к комплексу "EASY STM32" на его плате присутствуют дополнительные два разъема для каждого порта. Секция порта содержит один разъем IDC10 (CN1 на рисунке 6.3), и еще один разъем IDC10 расположен на правой стороне платы (CN6 на рисунке 6.3). Эти разъемы предназначены для подключения дополнительного оборудования к плате с помощью кабелей IDC10.

Кнопки

Логический уровень каждого вывода микроконтроллера может быть изменен нажатием



Рисунок 5.1 – трехпозиционный DIP переключатель выбора логического уровня при нажатии кнопки

соответствующей кнопки. Трехпозиционный DIP переключатель SW6 позволяет задать логический уровень при нажатии кнопки для каждого порта ввода/вывода **отдельно**.

Например, если SW6.1 в положении VCC, то при нажатии на кнопку в секции PORTA/L или PORTA/H к соответствующему выводу мик-

роконтроллера будет применен уровень логической единицы. Аналогично работает переключатель при установке положения GND. Если переключатель находится в среднем положении, никакой из логических уровней не будет присутствовать на выводе микроконтроллера. Вы можете отключить защитный резистор 220Ом установкой перемычек JP1 или JP2. В этом случае каждый вывод микроконтроллера при нажатии кнопки будет напрямую подключен к VCC или GND. Будьте осторожны при работе в такой конфигурации; удостоверьтесь, что все настроили правильно, чтобы избежать повреждений соответствующего порта микроконтроллера.

Кнопка сброса

В правой верхней части комплекса "EASY STM32" расположены секция кнопки сброса, которая используется для ручного сброса микроконтроллера.



Светодиоды

Светодиод – крайне эффективный источник света в электронике. При подключении светодиода нужен ограничивающий резистор, соединенный последовательно с ним. Это необходимо для того, чтобы ограничить про-

текающий через светодиод ток до уровня, заявленного производителем данного типа светодиодов. Обычно значение этого тока

должно быть в пределах 2-20мА, в зависимости от типа светодиода. В отладочном комплексе "EASY STM32" используются светодиоды с током 0,7-1мА. Плата содержит 67 светодиодов, которые могут быть использованы для индикации уровня каждого из выводов микроконтроллера. Светящийся светодиод обозначает, что на данном выводе микроконтроллера присутствует уровень логической единицы (3,3В). Чтобы разрешить работу светодиодов, необходимо установить соответствующий переключатель на DIP переключателе SW15

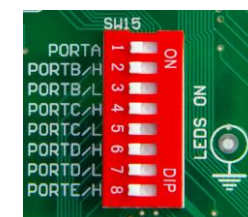
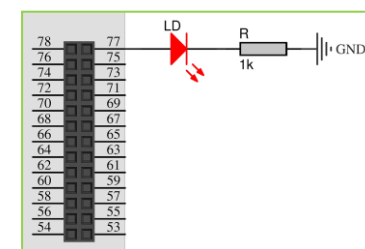


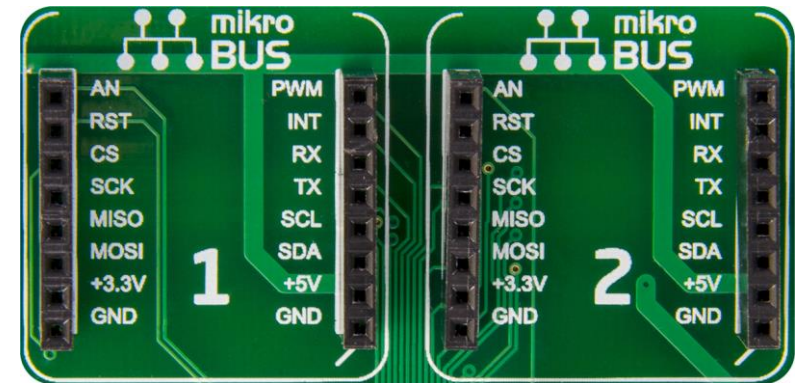
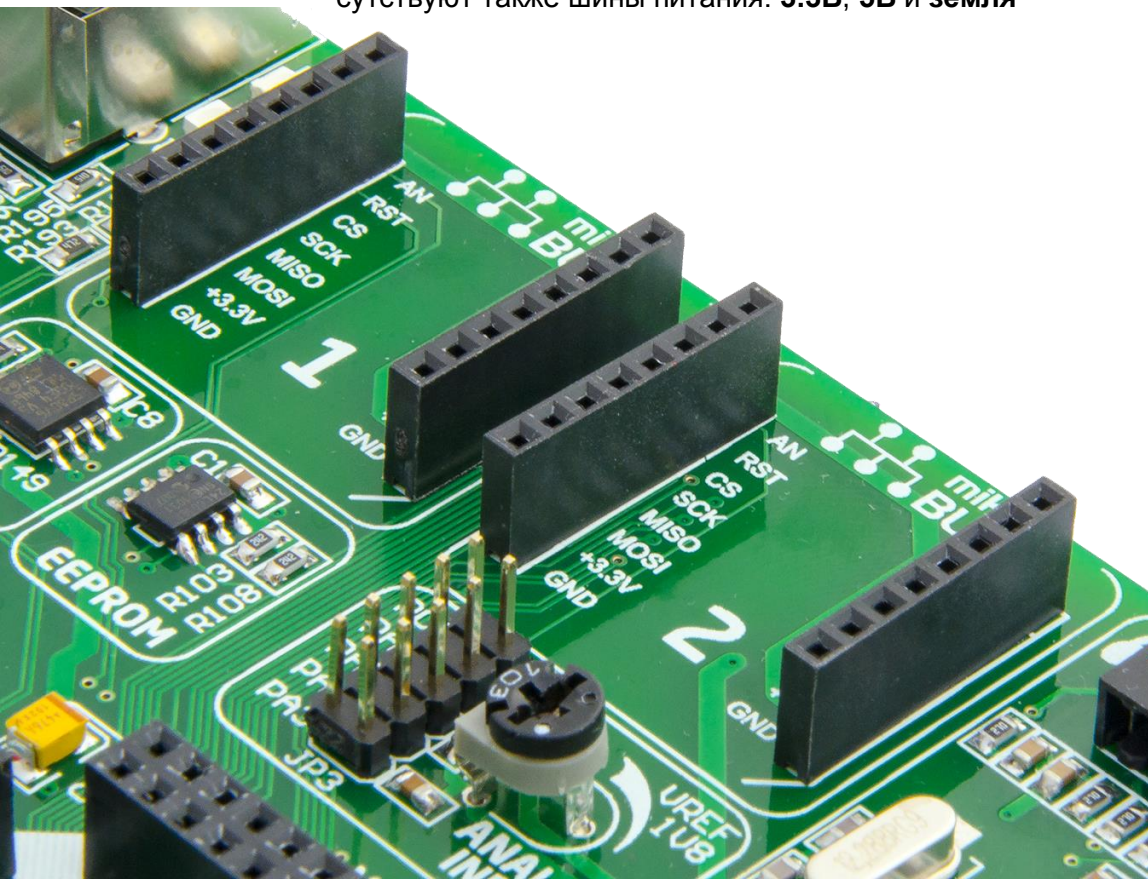
Рисунок 5.2 – SW15 используется для разрешения работы светодиодов в каждой секции

Слоты MikroBUS

Современная электронная аппаратура имеет тенденцию к модульности и расширяемости. Это, как правило, реализуется путем подключения каких либо дополнительных узлов и блоков. Как бы ни был универсален отладочный комплекс "EASY STM32", невозможно совместить все необходимые разработчику узлы и интерфейсы в одном изделии. Поэтому изделие содержит два дополнительных слота расширения MikroBUS.

Описание слотов расширения MikroBUS

Стандарт MikroBUS был разработан фирмой mikroElektronika, и применяется в платах этой фирмы. Слоты MikroBUS содержат в себе только два 8-контактных разъема, но на них подключены наиболее часто применяемые разработчиками выводы и интерфейсы. Все контакты интерфейсов условно можно разделить на 3 группы: **SPI**, **UART** и **I2C**. Также присутствуют отдельные сигналы: **PWM**, **внешнее прерывание**, **аналоговый вход** и **линия сброса RESET**. На каждом разъеме присутствуют также шины питания: **3.3В**, **5В** и **земля**



Описание выводов слота MikroBUS

AN - аналоговый вывод

RST - линия сброса

CS - линия выбора чипа для интерфейса SPI

SCK - линия тактирования интерфейса SPI

MISO - выход данных ведомого устройства в режиме SPI

MOSI - вход данных ведомого устройства в режиме SPI

+3.3V - шина питания VCC 3.3В

GND - шина земли

PWM - выход PWM

INT - линия прерывания

RX - линия приема данных интерфейса UART

TX - линия передачи данных интерфейса UART

SCL - тактовый сигнал интерфейса I2C

SDA - линия данных интерфейса I2C

+5V - шина питания VCC 5В

GND - шина земли

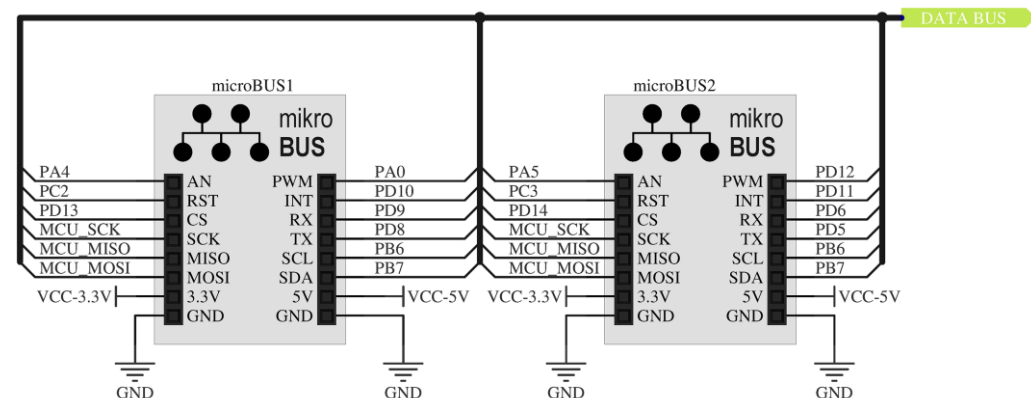
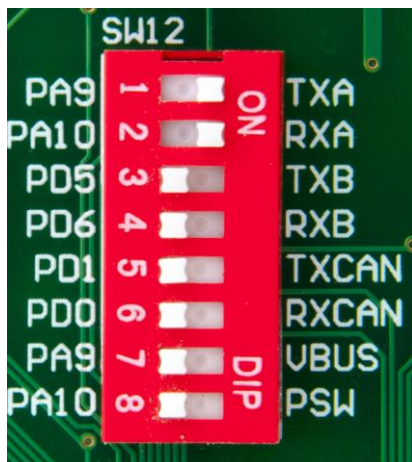


Рисунок 6.1 – Схема слотов расширения MikroBUS

USB UART A

Включение USB UART A



Для включения USB UART A интерфейса необходимо установить **SW12.1 (PA9)** и **SW12.2 (PA10)** в положение ON. Это подключит **RX** и **TX** к выводам микроконтроллера **PA9** и **PA10**

UART сигналы в USB стандарт.

Обмен данными по USB UART A осуществляется через FT232RL контроллер, USB разъем X6 и UART модуль микроконтроллера.

Для установки соединения, Вы должны подключить RX и TX линии контроллера FT232RL к соответствующим выводам микроконтроллера. Это делается установкой DIP переключателей SW12.1 и SW12.2.

Интерфейс **UART** (universal asynchronous receiver/transmitter) один из наиболее часто применяемых разработчиками интерфейсов для обмена данными между микроконтроллером и периферийными устройствами. Интерфейс использует последовательный протокол передачи данных по двум отдельным линиям (передача и прием). Оба устройства, участвующие в обмене данными, должны быть настроены на одинаковую скорость передачи данных, иначе данные будут приниматься с ошибками.

Современные компьютеры и ноутбуки уже не оснащаются RS232 портами и контроллерами – их заменил USB интерфейс. Однако существующие технологии позволяют эмулировать UART через USB интерфейс. Контроллеры **FT232RL**, установленные на плате **"EASY STM32"**, преобразуют

Перед использованием USB UART A модуля необходимо установить драйверы для контроллера FT232RL. Они доступны на <http://www.ftdichip.com/FTDrivers.htm>

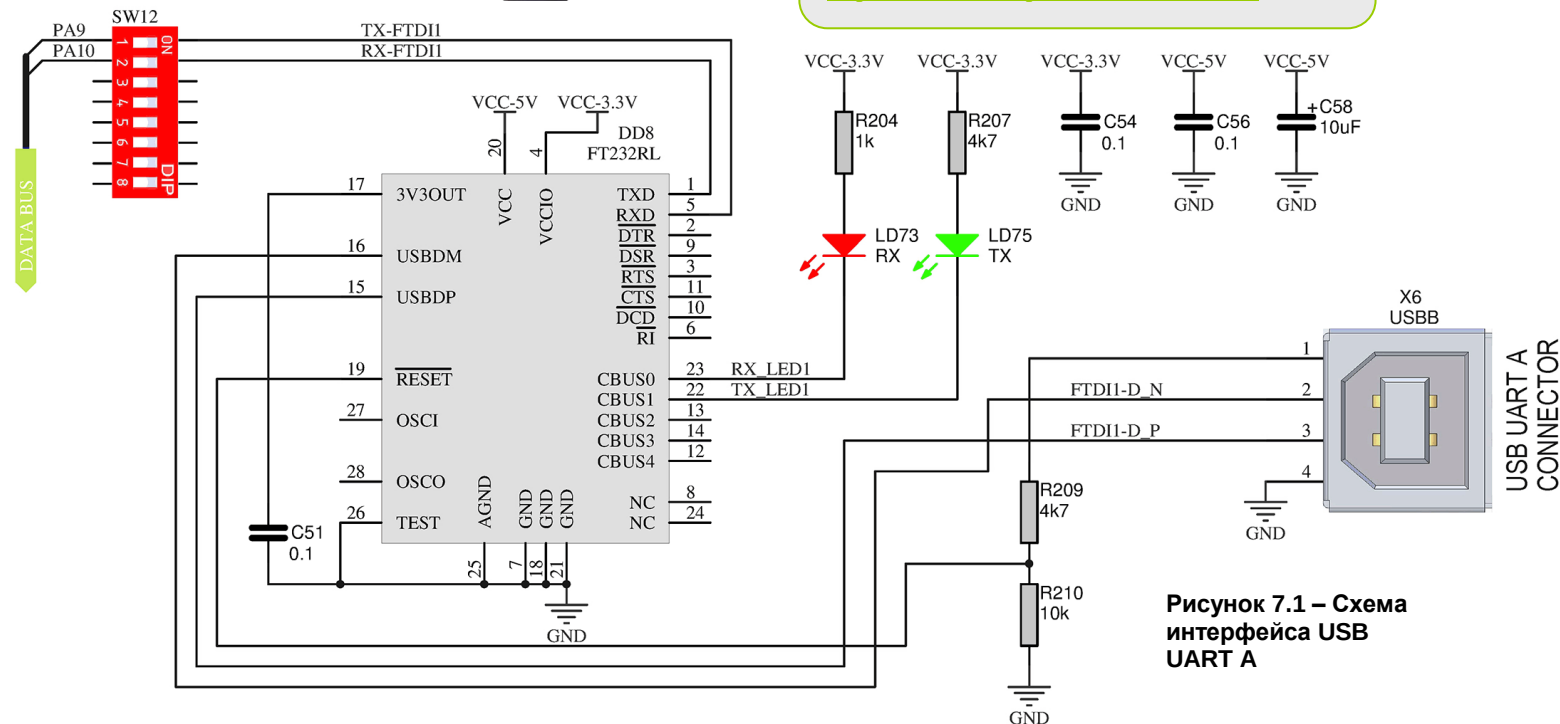
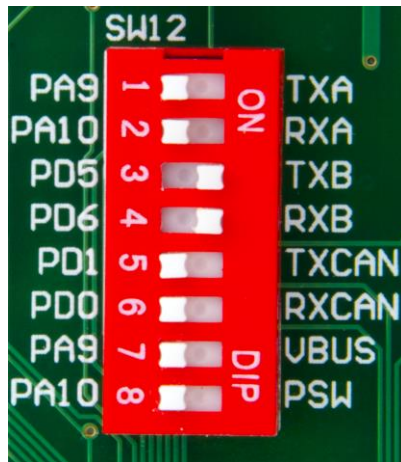


Рисунок 7.1 – Схема интерфейса USB UART A

USB UART B

Включение USB UART B



Для включения USB UART B интерфейса необходимо установить **SW12.3** (PD5) и **SW12.4** (PD6) в положение ON. Это подключит **RX** и **TX** к выводам микроконтроллера **PD5** и **PD6**

Если для Вашего приложения требуется более чем один UART интерфейс, на плате "EASY STM32" доступен еще один USB UART B интерфейс. Оба USB UART интерфейса могут работать одновременно, поскольку они подключены к разным выводам микроконтроллера.

Обмен данными через USB UART B осуществляется через FT232RL контроллер, USB разъем X7 и UART модуль микроконтроллера.

При использовании любого из USB UART интерфейсов убедитесь, что Вы отключили все устройства и отладочные платы, которые могут взаимодействовать с сигналами RX и TX, что может привести к искажению принимаемых и передаваемых данных

Перед использованием USB UART B модуля необходимо установить драйверы для контроллера FT232RL. Они доступны на <http://www.ftdichip.com/FTDrivers.htm>

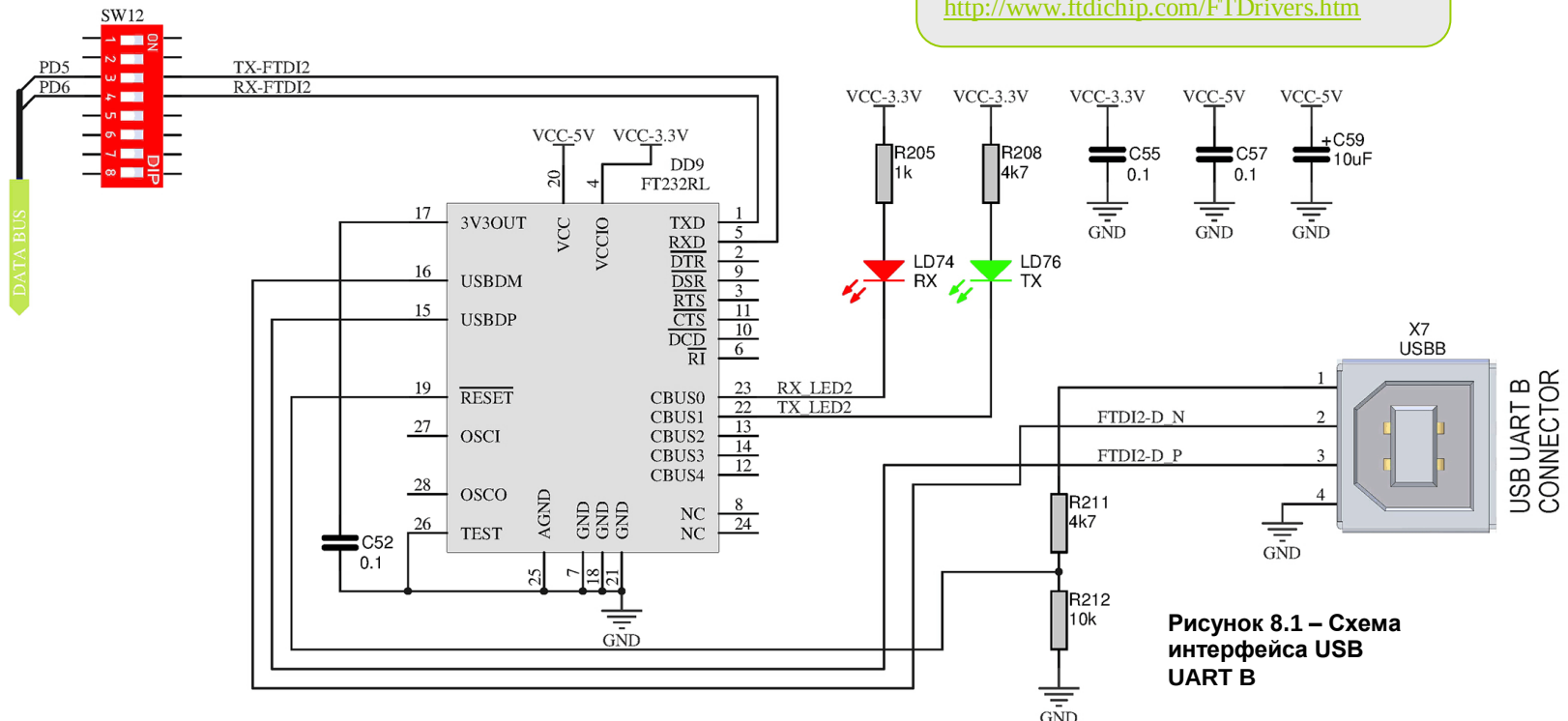


Рисунок 8.1 – Схема интерфейса USB UART B

USB host

USB (Universal Serial Bus) это крайне популярный индустриальный стандарт, определяющий типы кабелей, разъемов, протоколов, используемых для обмена данными, и характеристики схемы питания.

Отладочный комплекс "EASY STM32" содержит стандартный USB HOST разъем A типа (X8), и позволяет микроконтроллеру, имеющему модуль USB, устанавливать соединение с каким либо устройством (USB клавиатура, мышь, и т.п.). Разъем USB HOST также обеспечивает необходимое устройству питание 5В с помощью микросхемы TPS2042. Также имеется возможность с помощью линии VBUS определять, подключено ли какое либо устройство к разъему X8

Подключение USB-VBUS линии к выводу микроконтроллера PA10 осуществляется установкой SW12.7 в положение ON

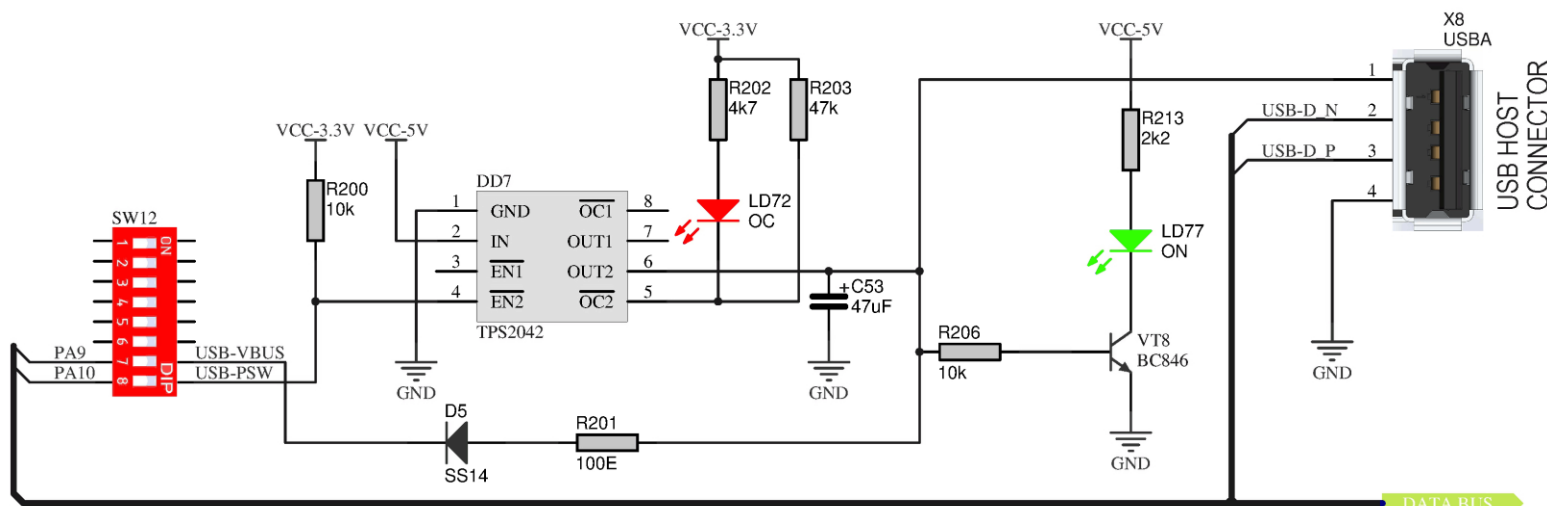
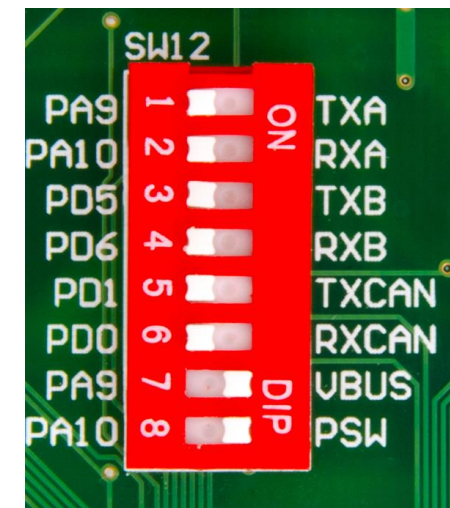


Рисунок 9.1 – Схема секции USB HOST

Включение питания USB устройств



Вы можете включать или выключать питание для устройства, подключенного к USB HOST разъему, с помощью PA10 вывода микроконтроллера. Если Вы хотите подключить управляющий вход микросхемы TPS2042 к выводу PA10, Вы должны установить SW12.8 в положение ON

USB DEVICE

Отладочный комплекс "EASY STM32" также содержит USB DEVICE разъем X2, с помощью которого микроконтроллер, имеющий USB модуль, может установить соединение с каким либо USB host устройством (персональный компьютер, ноутбук и т.п.). Это позволяет проектировать slave USB устройства (HID, Generic, Composite и т.п.). X2 представляет собой стандартный USB разъем B типа. Определение подключения устройства к разъему X2 выполняется с помощью VBUS линии. Эта линия подключается к PA9 порту микроконтроллера с помощью установки DIP переключателя SW12.7 в положение ON. При подключении к HOST устройству загорается специальный светодиод индикации питания подключенного устройства. Это питание используется только для индикации светодиодом, и не может быть использовано для питания комплекса "EASY STM32".

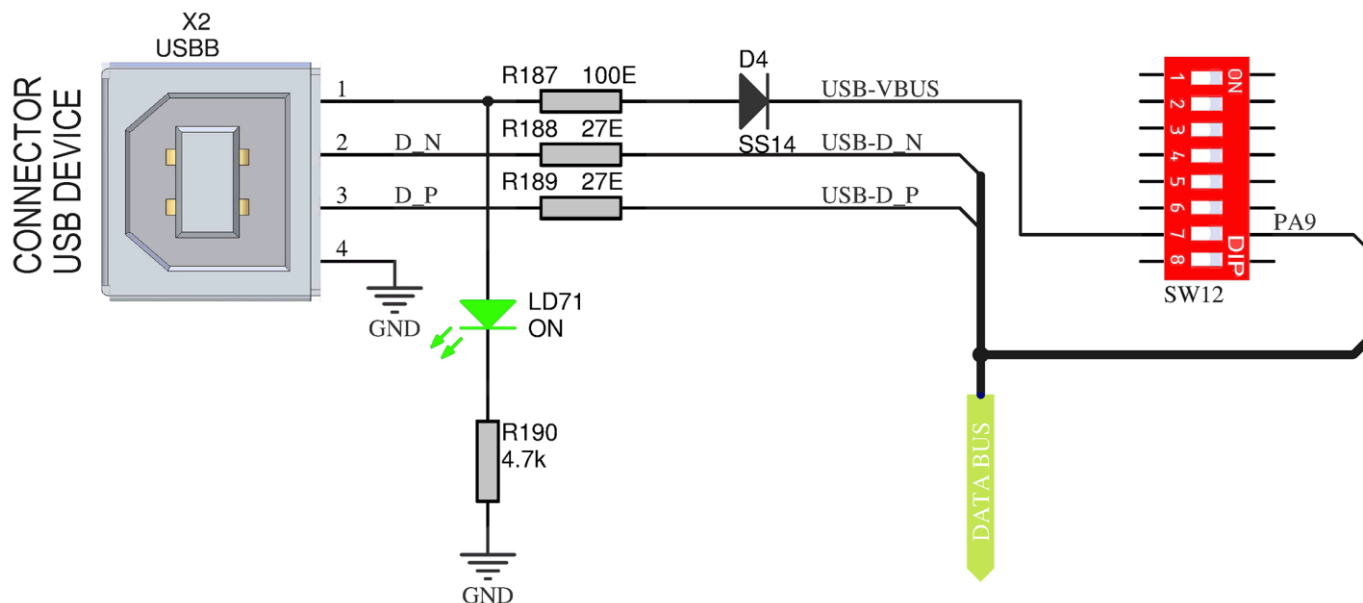
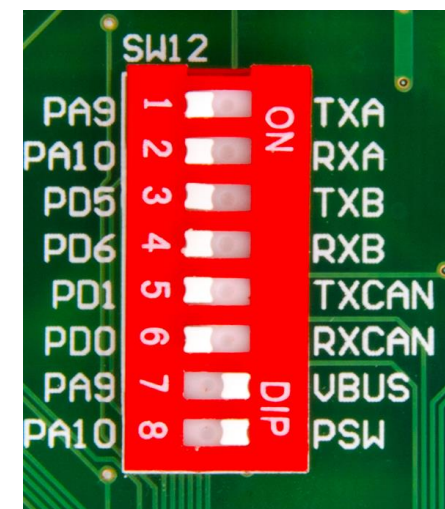
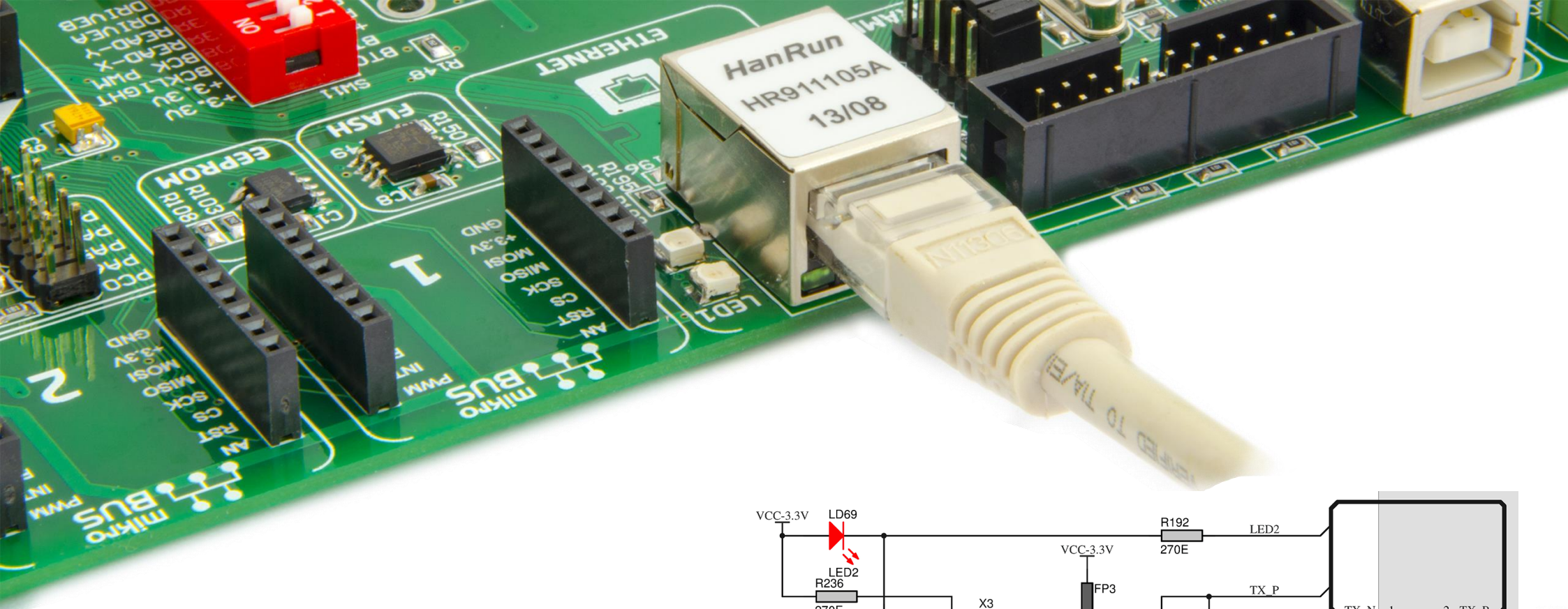


Рисунок 10.1 – Схема секции USB DEVICE

Определение подключения USB устройства к разъему USB DEVICE



С помощью линии VBUS Вы можете определить, подключено ли к разъему USB какое либо устройство. Для использования этой функции необходимо подключить линию VBUS к PA9 порту микроконтроллера с помощью SW12.7 DIP переключателя



ETHERNET

Ethernet это распространенная компьютерная сетевая технология для локальных сетей LAN. Передача данных в Ethernet сетях происходит с помощью отдельных пакетов данных (фреймов). Каждый фрейм содержит адрес передающего устройства, адрес принимающего устройства и данных с контрольной суммой, так что каждый поврежденный пакет данных может быть обнаружен и передан заново. На плате комплекса "EASY STM32" установлен стандартный **RJ-45** разъем, который позволяет осуществить подключение микроконтроллера, поддерживающего Ethernet технологию, к компьютеру, роутеру и другим сетевым устройствам. Все четыре Ethernet линии данных (TPOUT+, TPOUT-, TPIN+, TPIN-) подключены непосредственно к слоту платы микроконтроллера, и недоступны на разъемах расширения портов. Дополнительные светодиоды индикации трафика установлены рядом с разъемом **RJ-45**

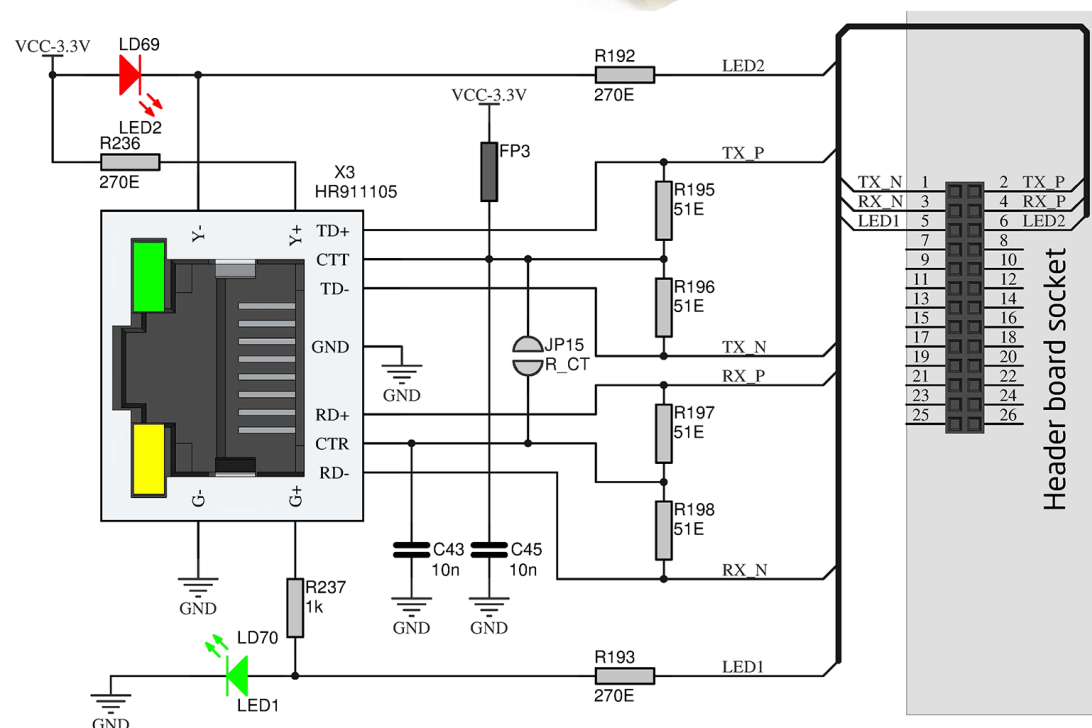


Рисунок 11.1 – Схема секции ETHERNET

CAN интерфейс

Controller Area Network (CAN или шина CAN) это стандарт, специально разработанный для автомобильной промышленности, и позволяющий микроконтроллерам и другим устройствам обмениваться данными друг с другом внутри транспортного средства без управляющего компьютера. CAN это протокол, основанный на сообщениях, который был разработан специально для авто- применений, но

сейчас также используется в других отраслях, таких как промышленная автоматизация и медицинское оборудование. Отладочный комплекс "EASY STM32" содержит **SN65HVD230** - 3,3В драйвер CAN, и разъем с винтовыми зажимами, что позволяет легко подключить комплекс к какой либо существующей CAN сети. Перед использованием модуля, пожалуйста убедитесь, что верно подключили положительный и отрицательный провод дифференциальной пары к колодке с винтовыми зажимами.

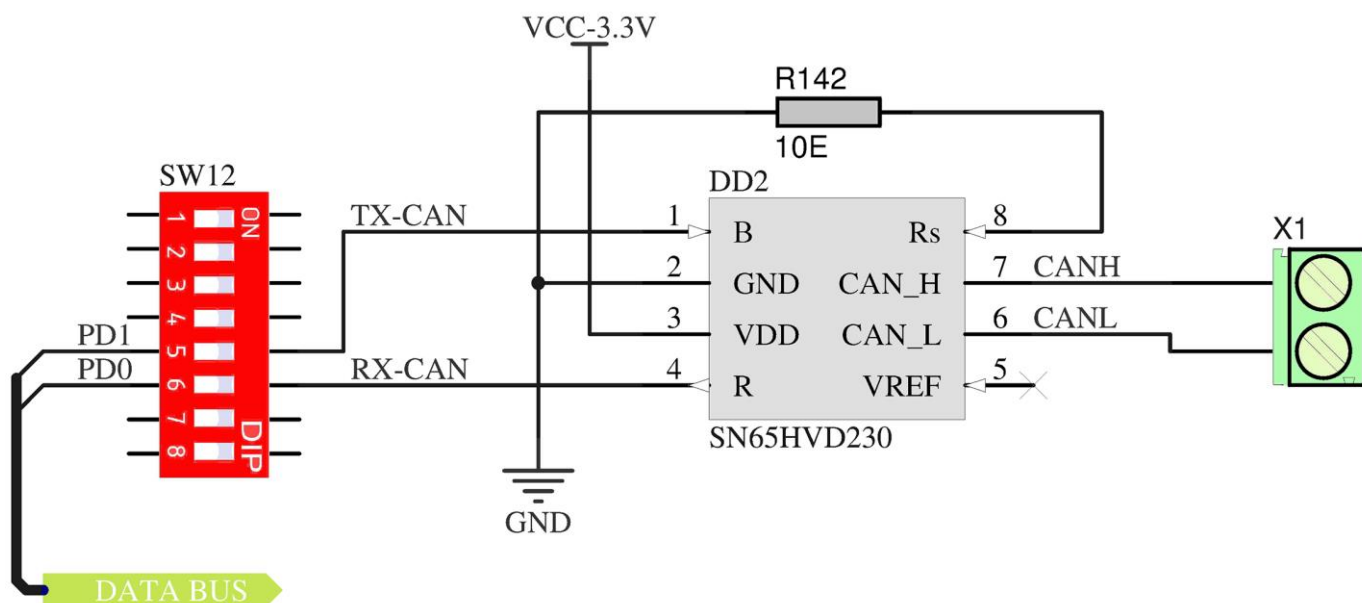
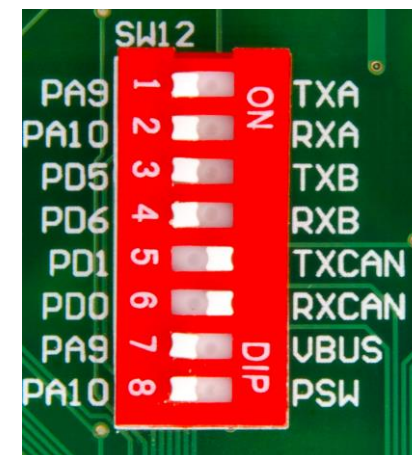


Рисунок 12.1 – Схема секции CAN

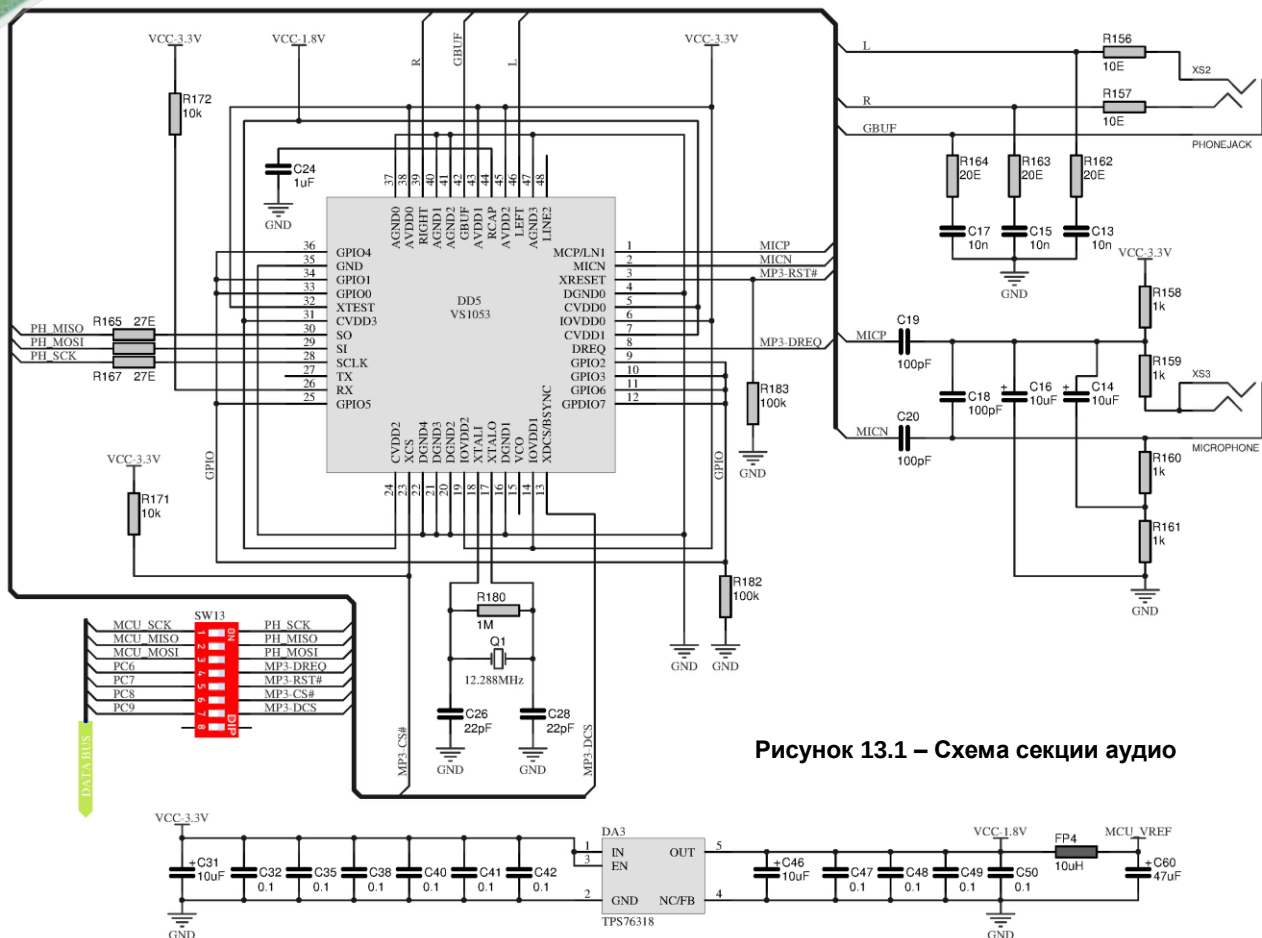
Подключение CAN

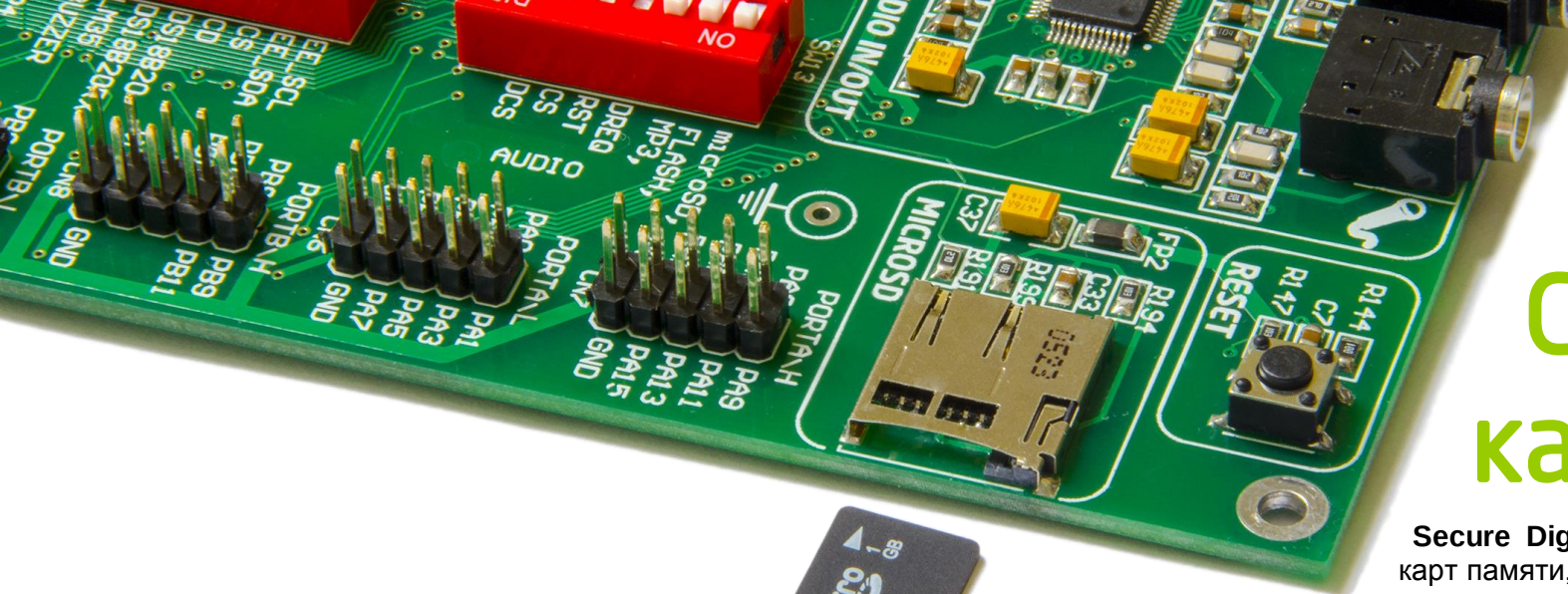


Для разрешения работы CAN интерфейса необходимо установить DIP переключатели SW12.5 (**PD1**) и SW12.6 (**PD0**) в положение ON. Это подключит RX и TX линии драйвера CAN к соответствующим выводам микроконтроллера.

Аудио

Современные мультимедийные устройства невозможно представить без высококачественного звукового сопровождения. Звуки и музыкальное сопровождение очень важная часть различных графических интерфейсов. Отладочный комплекс "EASY STM32" содержит high end аудио кодек **VS1053**. Он поддерживает декодирование аудио форматов Ogg Vorbis/MP3/AAC/WMA/FLAC/WAV/MIDI, и кодирование в PCM/IMA ADPCM/Ogg Vorbis. Плата также содержит два стерео разъема для подключения стандартных 3,5мм аудио штекеров. VS1053 получает входной поток данных через последовательный интерфейс. Затем входной поток декодируется и поступает через цифровой регулятор громкости на 18-битный сигма-дельта ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). Процесс декодирования управляется через последовательную шину. Вы можете проектировать музыкальные проигрыватели, интернет-радио и многое другое.

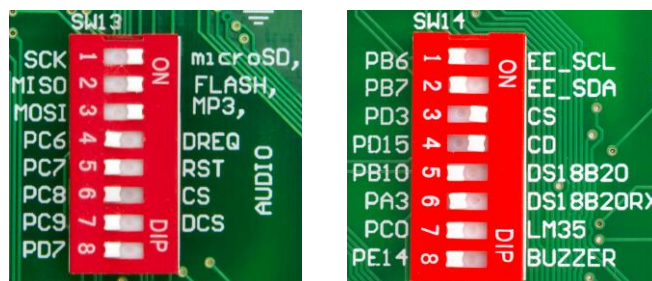




Слот для карт microSD



Подключение microSD карты памяти



Для доступа к microSD карте Вы должны подключить линии SPI с помощью DIP переключателей SW13.1-SW13.3, и включить линии выбора чипа CHIP SELECT (CS) и обнаружения присутствия карты в слоте CARD DETECT (CD) с помощью DIP переключателей SW14.3 и SW14.4

Secure Digital (SD) это формат энергонезависимых карт памяти, разработанный для использования в портативных устройствах. SD карты памяти выпускаются в различных форм-факторах и имеют различную емкость. Наиболее часто эти устройства применяются для хранения больших объемов данных. В отладочном комплексе "EASY STM32" установлен слот карт памяти типа microSD. Это наименьший из существующих на сегодняшний день форм-факторов карт SD. Для подключения карты используется SPI интерфейс с минимальной обвязкой электронными компонентами, используемой для стабилизации питания карты памяти и линий связи SPI. Специальная схема стабилизации позволяет устранить всплески по питанию при установке и извлечении карты памяти из слота.

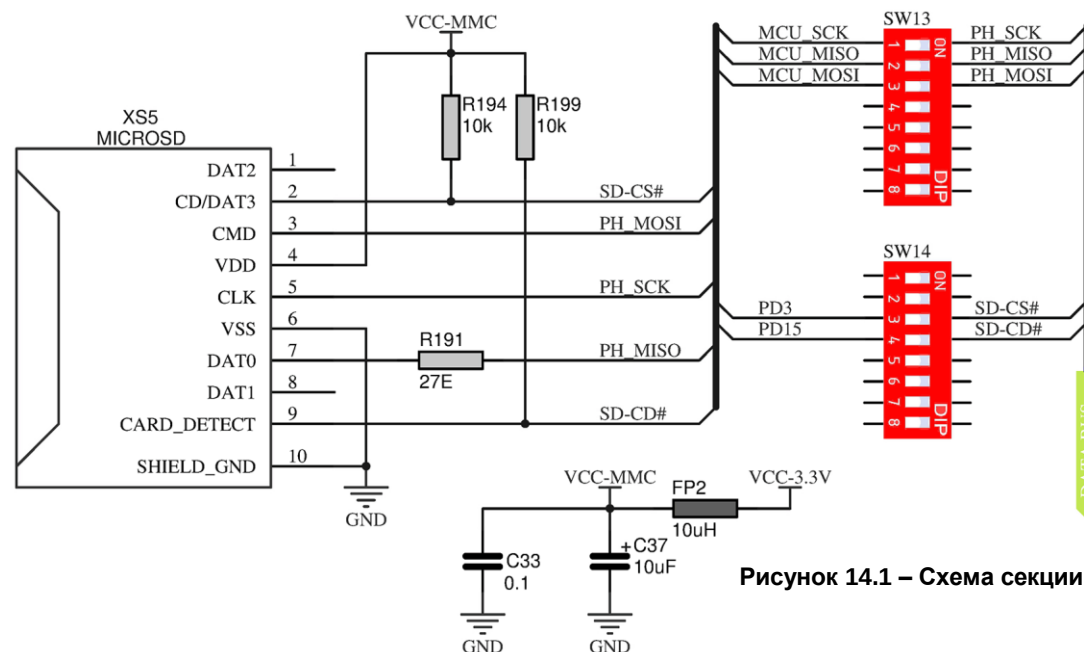


Рисунок 14.1 – Схема секции microSD card

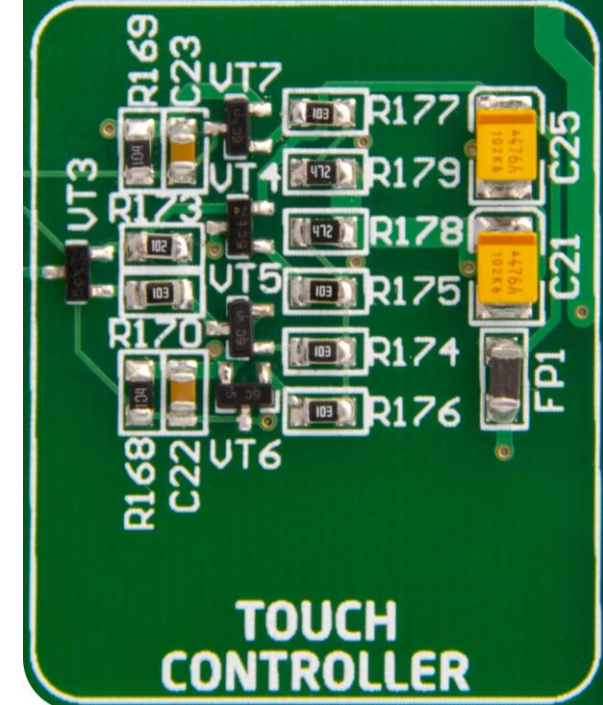
Контроллер сенсорной панели

Сенсорная панель, это прозрачная панель, поверхность которой выполнена из двух прозрачных резистивных слоев. Когда Вы нажимаете на панель, верхний слой соприкасается с нижним слоем в какой либо точке, и контроллер может измерить положение точки контакта. Так работают сенсорные панели в устройствах ввода.

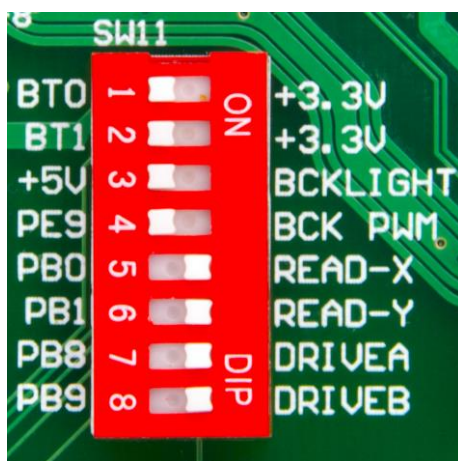
Отладочный комплекс "EASY STM32" оснащен контроллером сенсорной панели, и несколькими разъемами для подключения 4-х проводных резистивных

сенсорных панелей. Он может точно регистрировать нажатие в какой либо точке, представляя координаты как некоторые аналоговые напряжения, которые легко могут быть преобразованы в координаты X и Y.

Сенсорная панель может поставляться как часть цветного сенсорного экрана (320x240 пикселей) для комплекса "EASY STM32", либо можно использовать отдельные 4-х проводные сенсорные панели для графических дисплеев (например для монохромных сенсорных дисплеев с разрешением 128x64 точки)



Подключение контроллера сенсорной панели



Контроллер сенсорной панели активируется с помощью DIP переключателей SW11.5, SW11.6, SW11.7 и SW11.8. Установка этих переключателей в положение ON подключает линии BOTTOM и LEFT контроллера сенсорной панели к аналоговым входам микроконтроллера PB0 и PB1, а линии DRIVEA и DRIVEB контроллера сенсорной панели к цифровым выходам микроконтроллера PB8 и PB9. При использовании контроллера сенсорной панели убедитесь, что Вы отключили все устройства, кнопки, светодиоды, подтягивающие резисторы и т.п. от этих выводов, поскольку они могут оказывать влияние на точность измерений

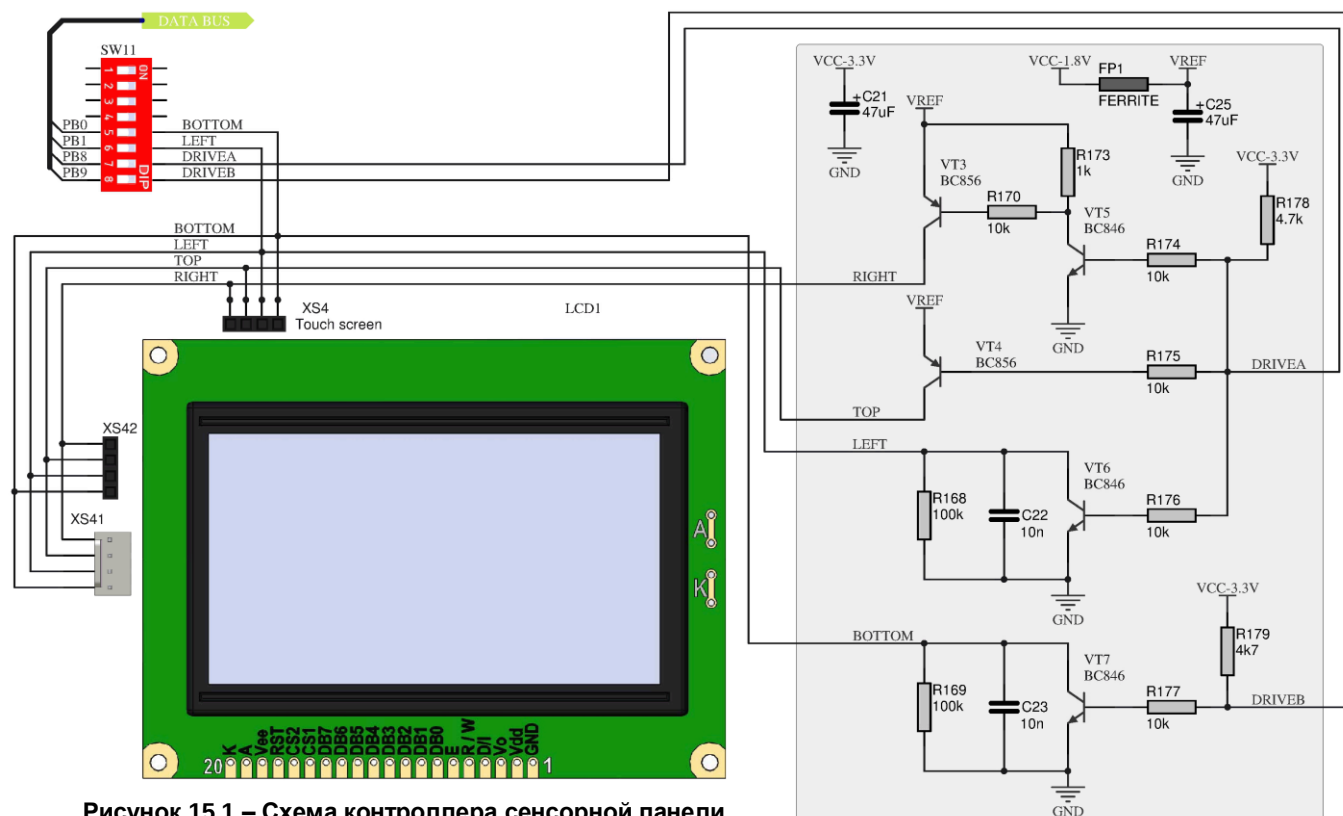
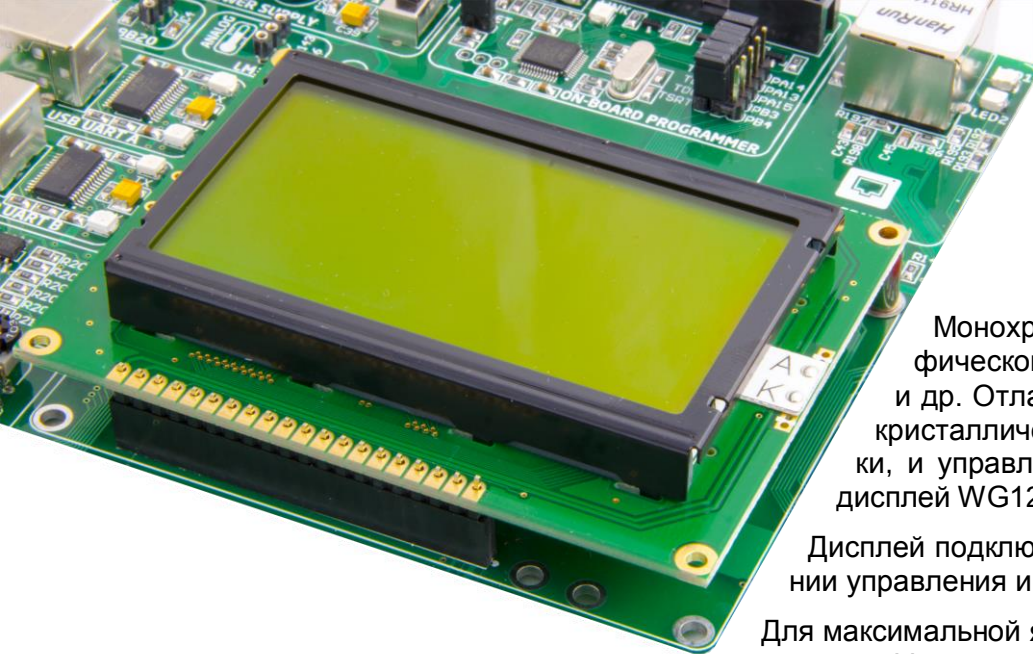


Рисунок 15.1 – Схема контроллера сенсорной панели



Графический дисплей 128x64

Монохромные графические дисплеи используются для отображения монохромной графической информации, такой как текст, изображения, интерфейсы типа человек-машина, и др. Отладочный комплекс "EASY STM32" поддерживает подключение стандартных жидкокристаллических монохромных дисплеев с размерами 93x70 мм с разрешением 128x64 точки, и управляющим контроллером типа KS108 или аналогичным. Пример такого дисплея – дисплей WG12864 фирмы WINSTAR.

Дисплей подключается через разъем LCD1, который подключен к PORTE микроконтроллера (линии управления и данных). PORTE также может использоваться для управления TFT дисплеем.

Для максимальной яркости подсветки достаточно просто подать установить SW11.3 в положение ON.

Управления подсветкой может осуществляется с также с помощью широтно-импульсной модуляции - транзистором VT2. Для этого необходимо установить SW11.3 и SW11.4 в положение ON, и подать ШИМ последовательность на PE9 вывод микроконтроллера.

Назначение выводов разъема

GND – земля
VCC – шина питания +5В для дисплея
Vo – уровень контраста для дисплея с потенциометра R154
D/I – линия выбора данные/команды
R/W – выбор режима чтение/запись
E – линия разрешения работы дисплея
D0–D7 – линии данных
CS1 и CS2 – линии выбора контроллера управления дисплеем
RST – линия сброса
Vee - опорное напряжение для контраста дисплея с потенциометра R154
A – положительный вывод питания подсветки +5В (анод светодиодов)
K – Отрицательный вывод питания подсветки (катод светодиодов)

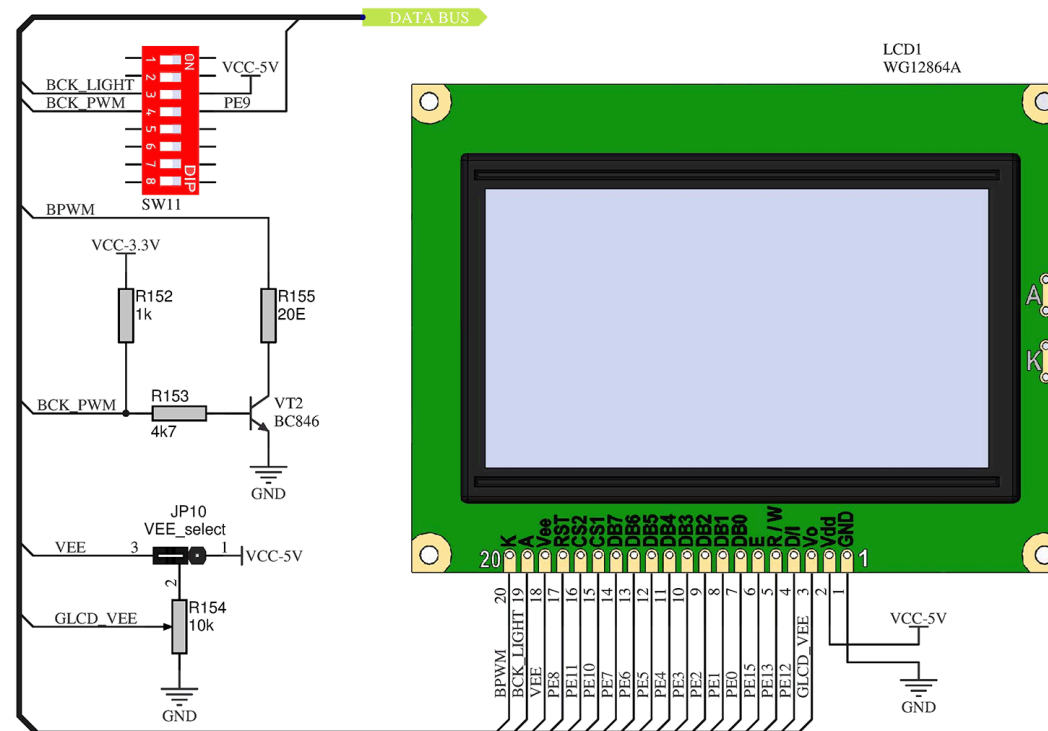


Рисунок 16.1 – Схема подключения жидкокристаллического графического индикатора 128x64

Джойстик для навигации

Работая с мультимедийными приложениями, интуитивно гораздо более удобно использовать для работы один джойстик, чем несколько отдельных кнопок. Это более соответствует природе человека, поэтому использование джойстика отлично подходит для навигации по экранному меню, и даже делает возможным реализовать управление игровым процессом в видеоиграх.

На плате отладочного комплекса "EASY STM32" установлен джойстик с 5-ю положениями: **Вверх**, **Вниз**, **Вправо**, **Влево** и **Центр**. Каждое из этих положений функционирует как обычная кнопка, которая подключена к соответствующему выводу микроконтроллера: **PB5**, **PD4**, **PA6**, **PD2** и **PC13**. Перед использованием джойстика необходимо подтянуть соответствующие выводы микроконтроллера к питанию платы. Для этого используются трехпозиционные DIP переключатели, расположенные в секциях ввода вывода. При нажатии джойстика в какое либо положение, соответствующий вывод микроконтроллера оказывается подключен к земле платы, и это состояние может отслеживаться микроконтроллером.

Установка подтягивающих резисторов

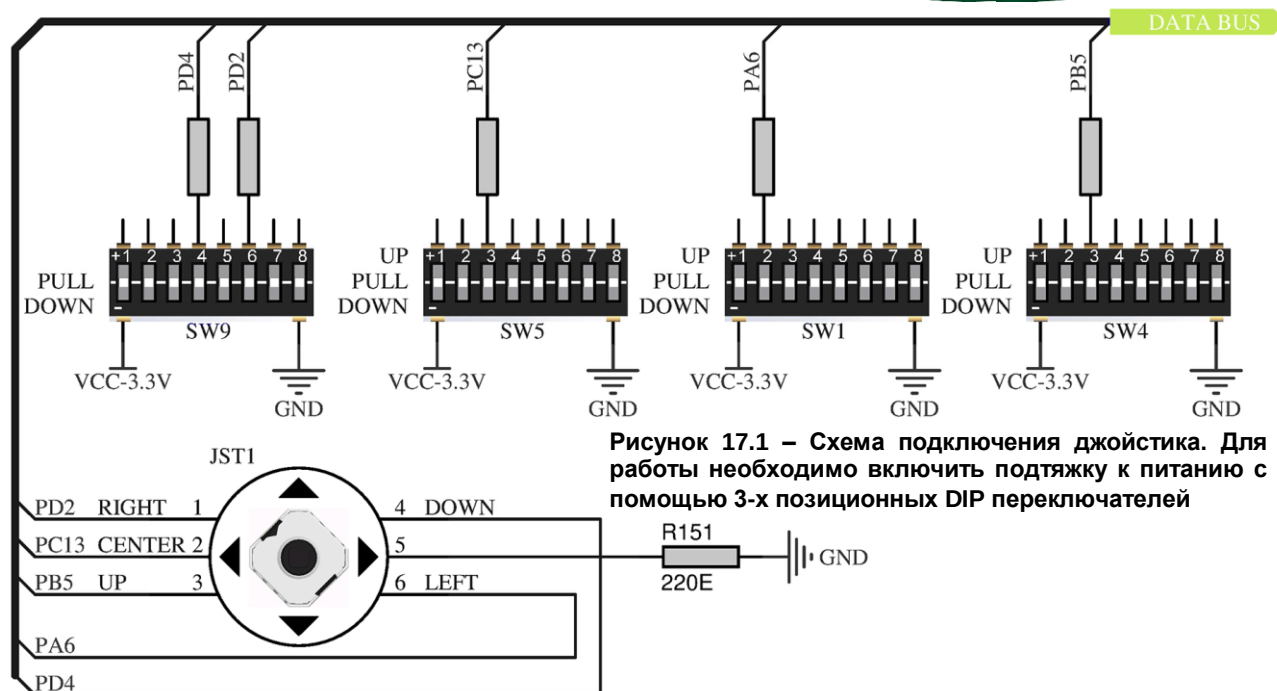
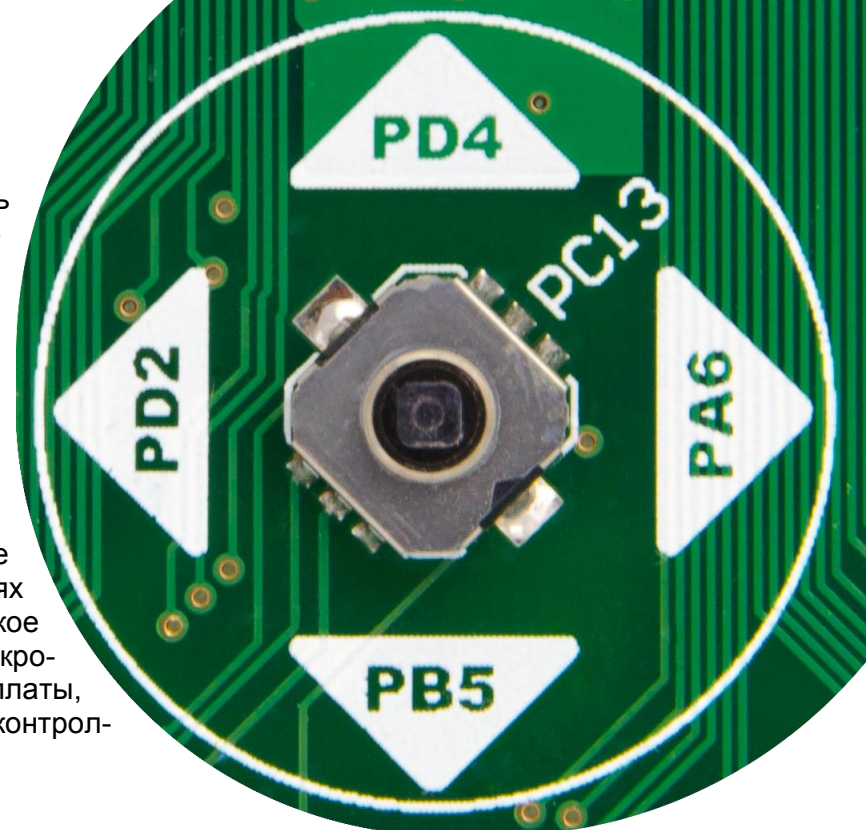
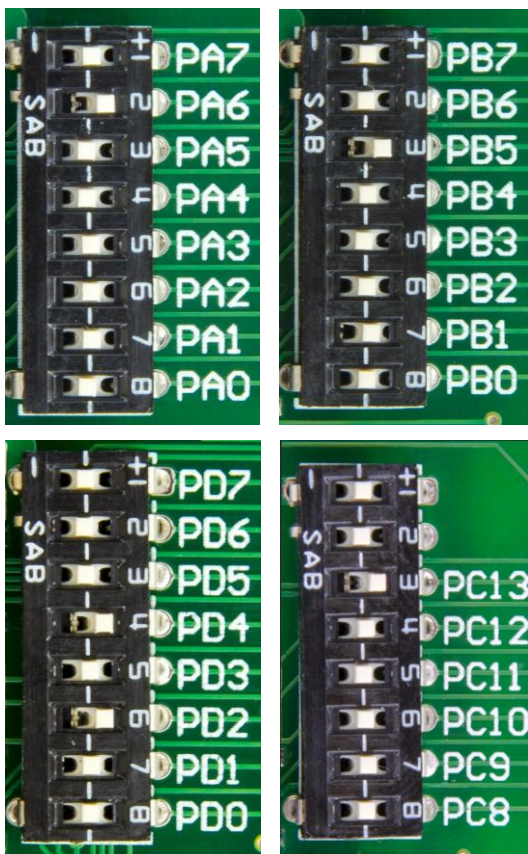


Рисунок 17.1 – Схема подключения джойстика. Для работы необходимо включить подтяжку к питанию с помощью 3-х позиционных DIP переключателей



DS18B20 – цифровой датчик температуры

DS18B20 это цифровой датчик температуры, работающий по интерфейсу **1-WIRE**. Датчик может измерять температуру в диапазоне $-55^{\circ}\text{C}..+128^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ в диапазоне температур $-10^{\circ}\text{C}..+85^{\circ}\text{C}$. Для работы датчику требуется питание в диапазоне 3В..5.5В. Датчику требуется всего 750мс для вычисления значения температуры с точностью 9бит.

Протокол **1-WIRE** позволяет передавать данные всего лишь по одному проводу под управлением микроконтроллера. Преимущество данного метода в том, что для работы с датчиком используется всего лишь один вывод микроконтроллера. На одну линию **1-WIRE** может быть подключено несколько устройств **1-WIRE**. Все устройства **1-WIRE** имеют встроенный уникальный идентификационный код, что позволяет управляющему микроконтроллеру легко идентифицировать все устройства, подключенные к данной линии **1-WIRE**.

Отладочный комплекс “**EASY STM32**” предоставляет отдельный разъем для подключения DS18B20. Подключение датчика к микроконтроллеру осуществляется с помощью DIP переключателей SW14.5 или SW14.6 (установкой их в положение ON)

Подключение DS18B20

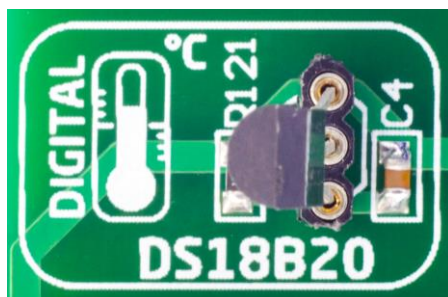


Рисунок 18.1 – корректное расположение датчика в разъеме

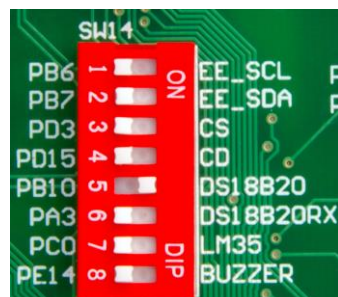


Рисунок 18.2 – подключение DS18B20 к PB10

“**EASY STM32**” допускает возможность подключения датчика температуры DS18B20 к выводам PA3 либо PB10. Подключение осуществляется установкой соответствующего DIP переключателя (SW14.6 либо SW14.5) в положение ON. При установке датчика в разъем убедитесь, что полукруглая часть датчика совпадает с маркировкой на плате – это гарантирует правильную установку. При ошибочной установке существует риск выхода датчика из строя. Убедитесь, что Вы отключили все устройства, светодиоды, подтягивающие резисторы и т.п. от соответствующего вывода микроконтроллера, поскольку они могут оказывать влияние на шину **1-WIRE** и привести к ошибкам при приеме/передаче данных

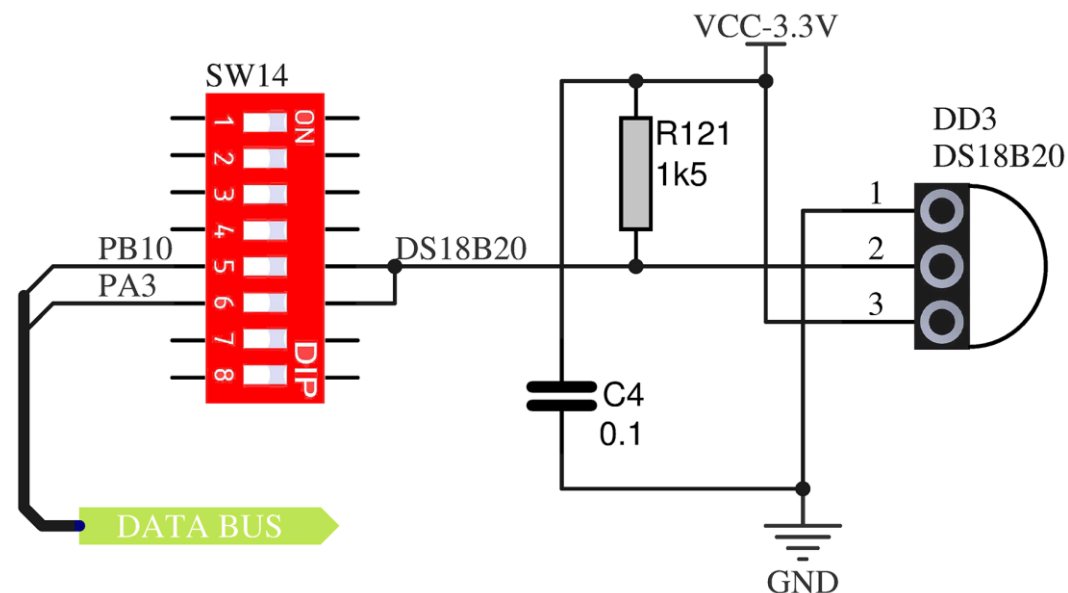


Рисунок 18.3 – Схема подключения DS18B20



Подключение LM35

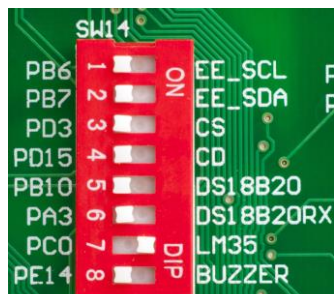
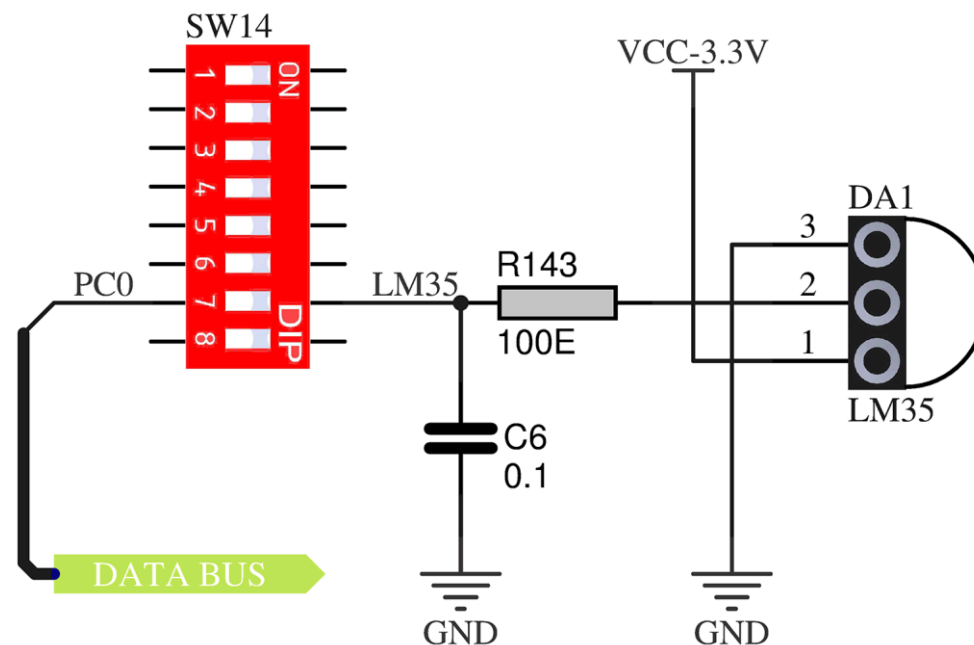


Рисунок 19.2 – подключение LM35 к PC0

“EASY STM32” допускает использование датчика температуры LM35 в диапазоне +2°C..+150°C. На плате комплекса установлен специальный разъем для установки датчика в корпусе TO-92. Чтение показаний датчика осуществляется микроконтроллером, который использует один вход АЦП (аналоговый вход микроконтроллера PC0), подключаемый с помощью DIP переключателя SW14.7



EASY STM32

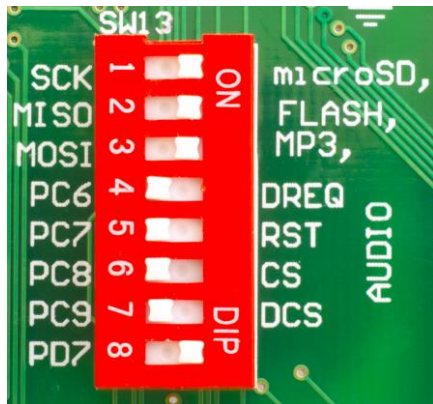
Последовательная FLASH память

FLASH память это энергонезависимая микросхема, предназначенная для хранения данных, которая может быть электрически стерта и перепрограммирована. Все блоки памяти, в которые будет производиться запись, предварительно должны быть стерты. Только после этого можно записывать новые данные в FLASH. В этом отличие FLASH памяти от EEPROM, для записи данных в которую не обязательно выполнять предварительное стирание. Память высокой плотности типа NAND должна считываться и записывать блоками (меньший объем) либо страницами, в то время как NOR тип позволяет считывать и записывать данные по одному байту. FLASH память производится в различных корпусах и с различной емкостью данных, а также поддерживает различную скорость обмена данными. Эти микросхемы чаще всего используются для хранения больших объемов данных, как, например, в популярных сегодня USB FLASH Drive (флешки).

“EASY STM32” содержит M25P80 микросхему последовательной FLASH памяти, которая поддерживает SPI режим обмена данными и имеет 8Мбит доступной памяти, организованной как 16 секторов, каждый из которых

разделен на 256 страниц. Каждая страница содержит 256 байт. Таким образом, вся область памяти может быть представлена как 4096 страниц, или 1,048,576 байт. Максимальная частота обмена данными для команды чтения READ составляет 40МГц.

Подключение последовательной FLASH памяти



Для подключения последовательной FLASH памяти к микроконтроллеру необходимо установить DIP переключатели SW13.1, SW13.2, SW13.3 и SW13.8 в положение ON. Таким образом линии MCU_MOSI, MCU_MISO, MCU_SCK и PD7 (**CS**) окажутся подключенными к SPI линиям микросхемы FLASH памяти 25P80

Что такое SPI?

SPI (Serial Peripheral Interface Bus) это интерфейс обмена данными, который работает в полнодуплексном режиме. Он содержит четыре линии данных: **MISO** (Master Input Slave Output), **MOSI** (Master Output Slave Input), **SCK**(Clock) и **CS** (Chip Select, выбор чипа). Устройства на шине могут работать в ведущем или ведомом режиме, где ведущее устройство инициирует передачу данных. Допускается использование множества устройств, каждое из которых имеет свою линию выбора чипа (CS).

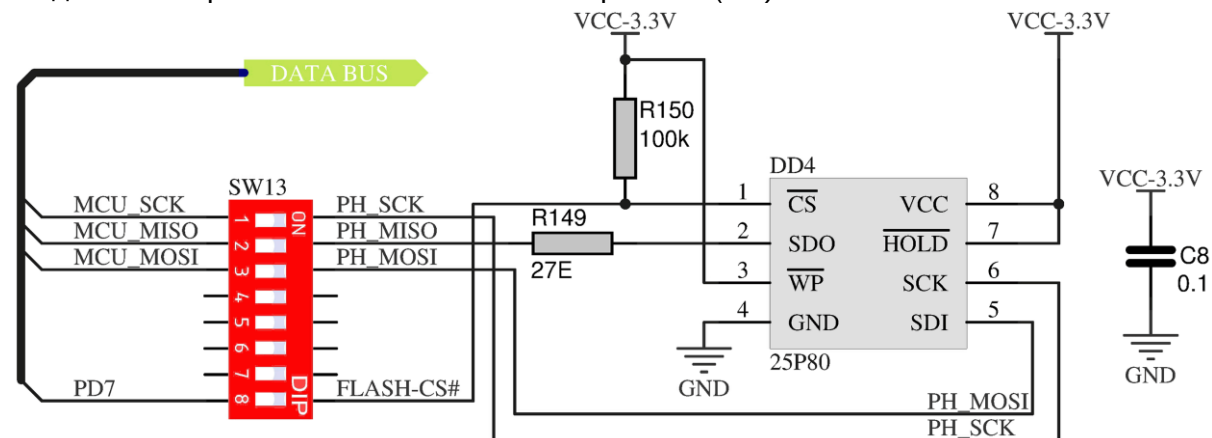
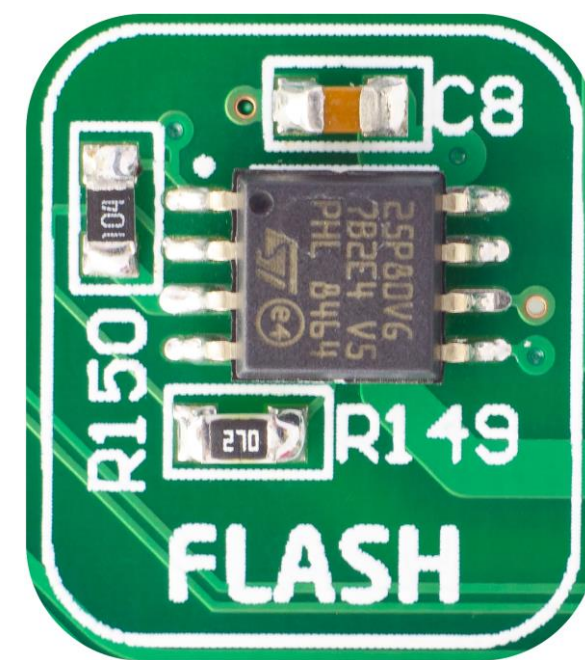


Рисунок 20.1– Схема подключения FLASH памяти

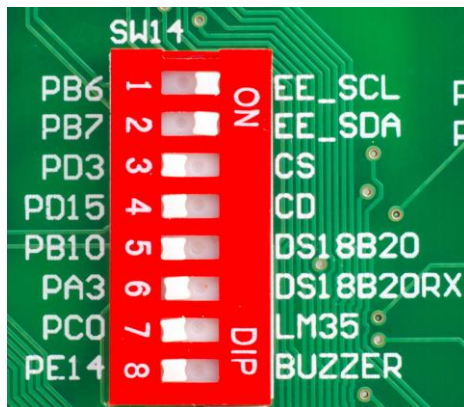


Память I2C EEPROM

EEPROM это сокращение от **Electrically Erasable Programmable Read Only Memory**. Обычно это дополнительная память в устройствах, в которых необходимо сохранить данные при пропадании питания. Благодаря возможности сохранять данные в лбом объеме, вплоть до байта, EEPROM часто используется для хранения каких либо настроек и конфигурации в широком спектре устройств – в потребительских, автомобильных, телекоммуникационных, медицинских, промышленных и компьютерных приложениях.

“EASY STM32” содержит EEPROM микросхему памяти, которая использует I2C интерфейс обмена данными и имеет 1024 байта доступной памяти. Сама микросхема поддерживает 1-байтные либо 16-байтные (постранично) команды чтения и записи. Скорость обмена данными зависит от напряжения питания и может достигать 400кГц при питании 3.3В

Подключение I2C EEPROM



Для подключения I2C EEPROM памяти к микроконтроллеру необходимо установить DIP переключатели SW14.1 и SW14.2 в положение ON. Резисторы 2.2кОм, подтягивающие SDA и SCL линии к питанию, также окажутся подключенными, как только SW14.1 и SW14.2 будут установлены. Перед использованием I2C EEPROM убедитесь, что все светодиоды, подтягивающие резисторы и т.п. отключены от соответствующих выводов микроконтроллера, поскольку они могут оказывать влияние и вносить ошибки при передаче данных.

Что такое I2C?

I2C это последовательная шина с несколькими ведущими устройствами, которая используется для подключения низкоскоростной периферии к компьютеру или встраиваемым системам. I2C использует только две линии с открытым коллектором – **Serial Data Line (последовательная линия данных, SDA)** and **Serial Clock (тактовый сигнал, SCL)**, которые подтянуты к шине питания с помощью резисторов. SCL линия тактируется ведущим устройством, в то время как SDA работает в двунаправленном режиме в зависимости от того, ведущее или ведомое устройство в данный момент передает данные. Одновременно к шине I2C может быть подключено до 112 ведомых устройств. Каждое устройство должно иметь свой уникальный сетевой адрес.

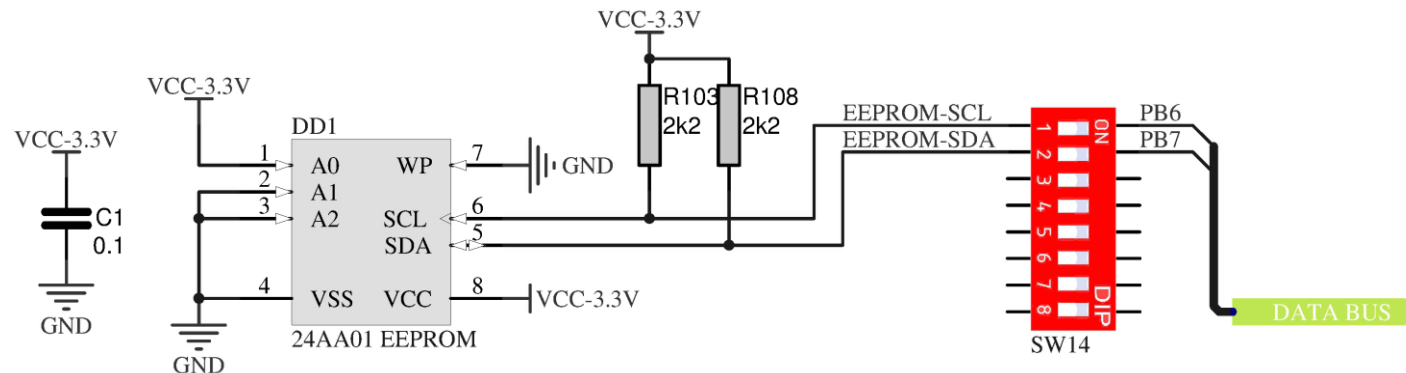


Рисунок 21.1– Схема подключения I2C EEPROM памяти

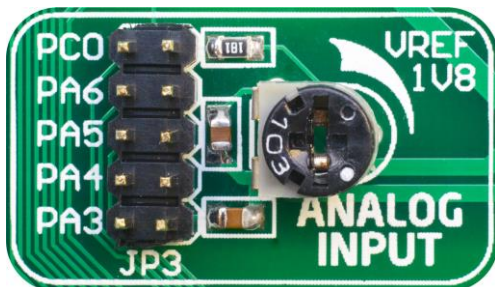
Входы АЦП



Цифровые сигналы имеют всего два дискретных состояния, которые определяются как **высокий** и **низкий** уровень, или **логическая 1** и **логический 0**. Аналоговые сигналы наоборот непрерывны, и могут иметь любое значение в пределах заданного диапазона. Для преобразования значения аналогового сигнала в цифровое значение (обычно в целое значение отсчетов) применяют **АЦП** (аналого-цифровые преобразователи). Получаемый результат преобразования линейно зависит от значения входного напряжения. Большинство микроконтроллеров уже имеют встроенный блок АЦП, подключаемый к какому либо выводу микроконтроллера. Наиболее значимые параметры аналого-цифровых преобразователей это **время преобразования** и **разрешение**. Параметр «время преобразования» определяет, как быстро аналоговый сигнал может быть представлен в его цифровом значении. Этот параметр важен, если Вам необходимо быстро получить цифровое представление аналогового сигнала. Другой параметр, «разрешение», определяет число дискретных шагов, на которые может быть поделен весь аналоговый диапазон измерения. Это чувствительность АЦП. Разрешение представляет собой максимальное число бит, которое может содержать полученный результат измерения. Большинство микроконтроллеров имеют 10-битное разрешение встроенного АЦП – это значит что измеренный результат преобразования может иметь максимальное значение в пределах 10 бит, или $2_{10}=1024$ в целочисленном представлении. Другими словами, диапазон измерения 1,8В может быть разделен на 1024 дискретных шага с интервалом 1,758мВ.

Отладочный комплекс “EASY STM32” предоставляет потенциометр для симуляции аналоговых напряжений, который может быть подключен к любому из пяти аналоговых входов микроконтроллера.

Подключение входов АЦП



Для подключения выхода потенциометра R97 к одному из PC0, PA6, PA5, PA4, PA3 аналоговых входов микроконтроллера необходимо установить перемычку JP3 в соответствующее положение. Перемещая ползунок потенциометра, Вы можете формировать напряжение в диапазоне 0..1,8В.

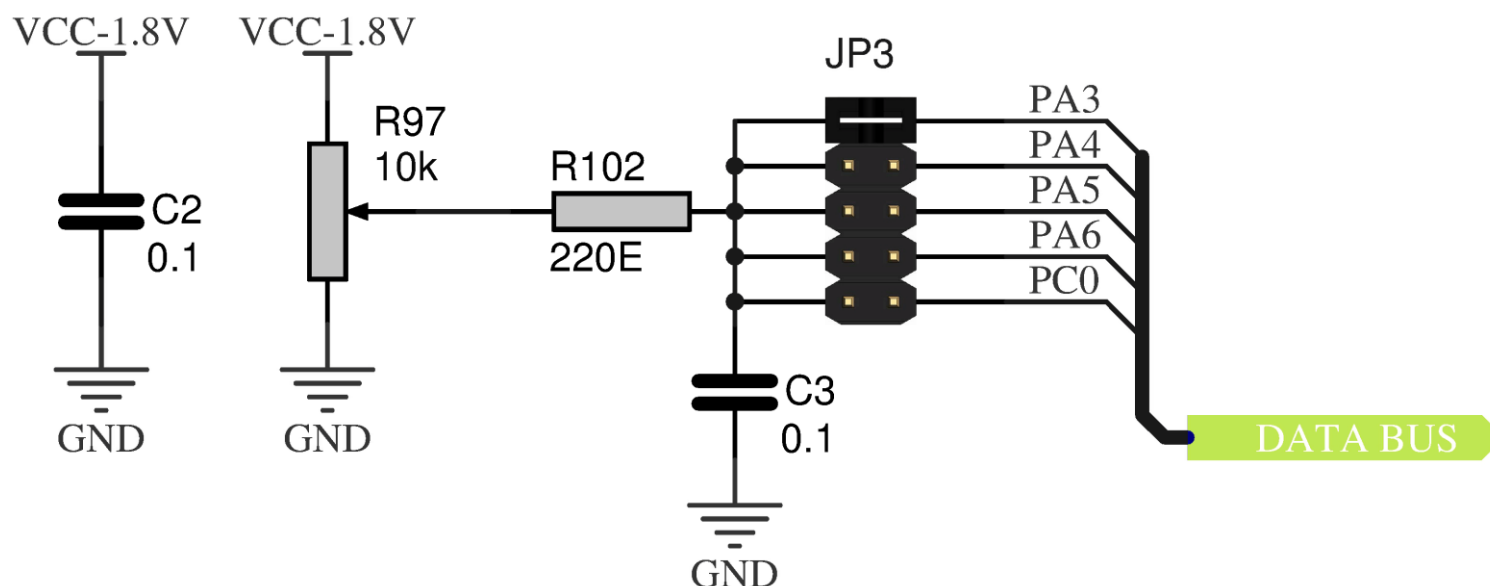


Рисунок 22.1– Схема подключения потенциометра к аналоговым входам микроконтроллера

Звуковой пьезоизлучатель

Пьезоэлектричество, это заряд, собирающийся на поверхности материала под действием механической деформации. В этом же материале возможен обратный пьезоэффект, когда под действием электрического поля происходит деформация материала.

Одно из наиболее частых применений обратного пьезоэффекта, это генераторы звука, называемые пьезоизлучателями. Пьезоизлучатели выпускаются в различных формах и размерах, и могут создавать акустические колебания при воздействии на них аналоговым сигналом определенной частоты.

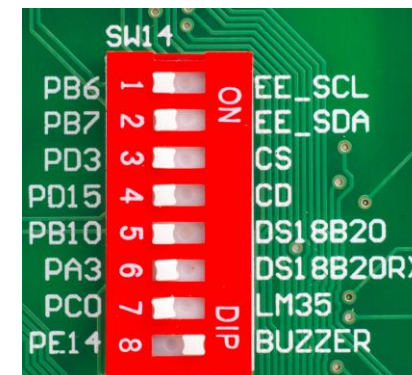
Отладочный комплекс "EASY STM32" содержит пьезоизлучатель, который может быть подключен к PE14 выводу микроконтроллера. Подключение осуществляется с помощью SW14.8 DIP переключателя. Устройство управляет транзистором VT1. Микроконтроллер может создавать звук методом генерации ШИМ сигнала, подаваемого на транзистор VT1.

ШИМ сигнал (широтно-импульсный модулированный сигнал) представляет собой ни что иное как прямоугольную последовательность логических 0 и 1. Частота подаваемого сигнала влияет на тональность генерируемого звука, а скважность сигнала диапазоне от 0% до 100% может быть использована для изменения громкости звука. Вы можете генерировать ШИМ сигнал с использованием аппаратного модуля захвата-сравнения, или с помощью собственной программы, эмулирующей требуемую форму генерируемого сигнала.

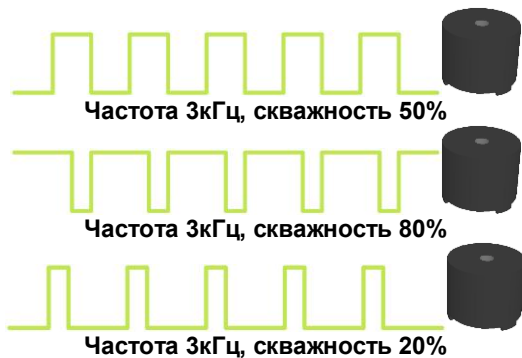
Возможная звуковая частота.

Резонансная частота (частота, на которой устройство наиболее эффективно) составляет 2.048кГц, но Вы можете также использовать его в диапазоне 1.4кГц – 4,2кГц

Подключение пьезоизлучателя



Для использования звукового пьезоизлучателя Вы должны подключить транзистор, управляющий излучателем, к соответствующему выводу микроконтроллера. Это осуществляется установкой DIP переключателя SW14.8 в положение ON, подключая транзистор к выводу микроконтроллера PE14



Частота 3кГц, скважность 50%

Частота 3кГц, скважность 80%

Частота 3кГц, скважность 20%

Частота 3кГц,
громкость 50%

Частота 3кГц,
громкость 80%

Частота 3кГц,
громкость 20%

Как заставить его звучать?

Пьезоизлучатель начинает «звучать», когда Вы подаете на его управляющий транзистор ШИМ сигнал с вывода микроконтроллера. Тональность звука определяется частотой сигнала, а громкость звука определяется скважностью подаваемого ШИМ сигнала.

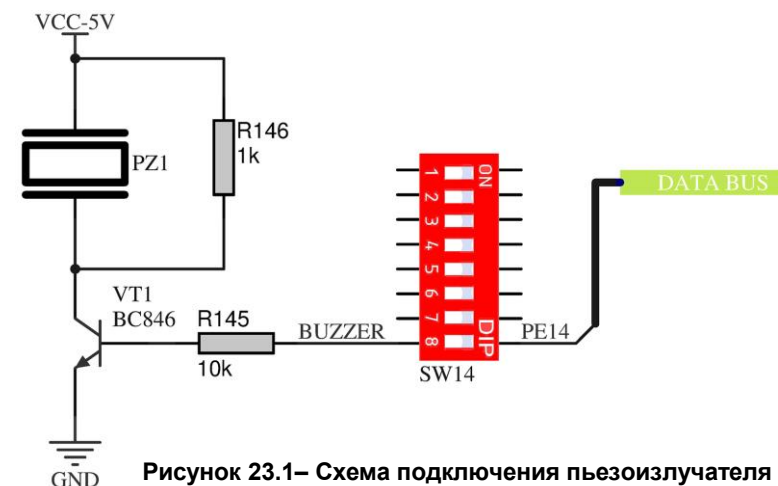


Рисунок 23.1– Схема подключения пьезоизлучателя