

НОВЫЙ USB-UART МОСТ CP2102 ОТ ФИРМЫ SILICON LABORATORIES

Олег Николайчук
onic@ch.moldpac.md

Целью настоящей статьи является ознакомление читателей с новой продукцией фирмы Silicon Laboratories, микросхемой USB-UART моста CP2102. В статье приводятся основные характеристики микросхемы и рекомендации по применению от производителя.

В первых числах ноября 2004 года американская фирма Silicon Laboratories (SiLabs) начала промышленное производство новой интерфейсной микросхемы «интеллектуального» USB-UART моста - CP2102[1], которая является усовершенствованным вариантом микросхемы CP2101[2], производимой с августа 2003 года. Обе микросхемы являются программно-аппаратным продуктом, т.е. построены на базе серийно выпускаемого микроконтроллера C8051F321[3], оснащенного оригинальным микроконтроллерным программным обеспечением - Firmware.

Перечислим подробно основные характеристики изделия CP2102. Как уже было сказано выше, микросхема CP2102 производится в малогабаритном корпусе MLP28, таком же, как микроконтроллер C8051F321. Напомним, что корпус имеет размеры всего 5x5 мм. Диапазон рабочих температур изделия: от -40 до +85 °С.

Микросхема CP2102 представляет собой преобразователь сигналов USB в сигналы UART, не требующий никаких внешних элементов, кроме трех фильтрующих конденсаторов питания, трех необязательных ограничительных диодов – супрессоров, и одного резистора в цепи сброса. Микросхема содержит следующие функциональные узлы: линейный регулятор напряжения, преобразующий входное напряжение с линии VBUS шины USB (от +4 В до +5,25 В) в напряжение примерно +3,3 В для питания ядра микроконтроллера и остальных встроенных периферийных узлов; прецизионный встроенный кварцевый генератор, работающий на частоте 48 МГц; USB приемопередатчик; собственно USB контроллер, состоящий из ядра микроконтроллера C8051F321 и оригинального программного обеспечения (Firmware), записанной в Flash- памяти программ; кроме этого, оригинальное Firmware обеспечивает доступ к 1 килобайту памяти программ, используемому для хранения идентификационных данных изделия, а также к двум буферам входных данных объемом в 576 байт и выходных данных объемом 640 байт (оба буфера размещаются во встроенной оперативной памяти); и конечно имеется программно-аппаратный узел UART, имеющий полный комплект основных и вспомогательных сигналов. Особенно отметим, что микросхема CP2102 полностью совместима по выводам с микросхемой CP2101. Производитель не рекомендует закладывать в новые разработки предыдущий вариант микросхемы CP2101. Структурная схема

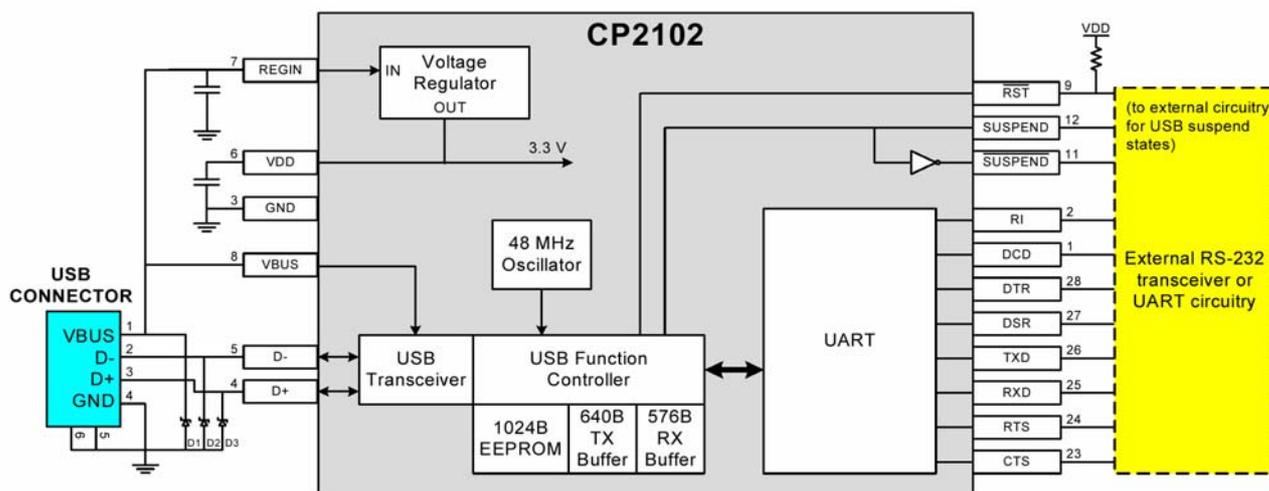


Рис.1. Структурная схема микросхемы CP2102

Интерфейс USB соответствует спецификации 2.0. Он обеспечивает передачу данных на скорости до 12 Мбит/с. Интерфейс содержит встроенную систему защиты и истребует внешних элементов, однако изготовитель рекомендует устанавливать три внешних ограничивающих диода – супрессора на напряжение срабатывания - около 7 В, например SP0503BAHT (или аналог), для полной защиты входных цепей от электростатики и перенапряжений. Кроме того, реализованный интерфейс USB поддерживает «приостановленное состояние» (Suspend States), а включение / выключение этого состояния производится через одноименный вывод SUSPEND.

Асинхронный последовательный приемопередатчик UART микросхемы CP2102 имеет расширенные возможности. Он поддерживает все стандартные для UART форматы данных, т.е. может работать с длиной передаваемых данных от 5 до 8 бит с 1- 2 «стоповыми» битами. Кроме того могут использоваться биты проверки на четность и нечетность. Диапазон скоростей передачи также значительно расширен: от 300 бит/секунду до 1 Мегабита/секунду.

Прилагаемый пакет программного обеспечения имеет виртуальные драйверы COM порта, поддерживающие эффективную работу микросхемы в следующих операционных системах: Windows 98 SE/Me/2000/XP, MAC OS-9, MAC OS-X и Linux версии 2.40 и выше. Кроме того, набор USB библиотек для микроконтроллеров семейства C8051F32x фирмы Silicon Laboratories (для создания Firmware) под названием USBXpress™ теперь также поддерживает и микросхему CP2102. В комплект поставляемого программного обеспечения входит также набор примеров для работы с микросхемой CP2102.

Назначение выводов микросхемы CP2102 приведено в таблице 1. Расположение выводов показано на рис.2.

Таблица 1

Наименование вывода	Номер вывода	Тип вывода	Описание
VDD	6	Вход / выход питания	Вход питания 3,0 – 3,6 В или выход линейного регулятора напряжения.
GND	3		Общий провод питания («Земля»).
RST/	9	Цифровой вход / выход	Сброс микросхемы. Выход с открытым стоком внутренней цепи сброса или монитора питания. Внешний источник может инициировать системный сброс переводом входного уровня в низкое состояние на время как минимум 15 мкс.
REGIN	7	Вход питания	Вход встроенного линейного регулятора напряжения со входным диапазоном напряжений от +4 В до +5,25 В. При этом выходное напряжение на выводе VDD составляет +3,3 В.
VBUS	8	Цифровой вход	Цифровой вход VBUS. Этот вход должен быть соединен с сигнальной линией VBUS интерфейса USB. Напряжение сигнала около +5 В свидетельствует о подключении микросхемы к интерфейсу USB.
D+	4	Цифровой вход / выход	Информационный вход / выход D+ интерфейса USB.
D-	5	Цифровой вход / выход	Информационный вход / выход D- интерфейса USB.
TXD	26	Цифровой выход	Асинхронный последовательный выход данных (Transmit)
RXD	25	Цифровой вход	Асинхронный последовательный вход данных (Receive)
CTS	23*	Цифровой вход	Вход управления «Очистка» (Clear To Send). Активный уровень – низкий.
RTS	24*	Цифровой выход	Вход управления «Готов к передаче» (Ready to Send). Активный уровень – низкий.
DSR	27*	Цифровой вход	Вход управления «Данные установлены» (Data Set Ready). Активный уровень – низкий.

DTR	28*	Цифровой выход	Вход управления «Данные готовы» (Data Terminal Ready). Активный уровень – низкий.
DCD	1*	Цифровой вход	Вход управления «Соединение обнаружено» (Data Carrier Detect). Активный уровень – низкий.
RI	2*	Цифровой вход	Вход управления «Индикатор звонка» (Ring Indicator). Активный уровень – низкий.
SUSPEND	12*	Цифровой выход	Прямой информационный выход состояния интерфейса USB -«Заторможено». Активный уровень – высокий.
SUSPEND/	11*	Цифровой выход	Инверсный информационный выход состояния интерфейса USB - «Заторможено». Активный уровень – низкий.
NC	10, 13-22	Не использованы	Эти выходы должны оставаться свободными или могут быть подключены к напряжению питания (вывод VDD).

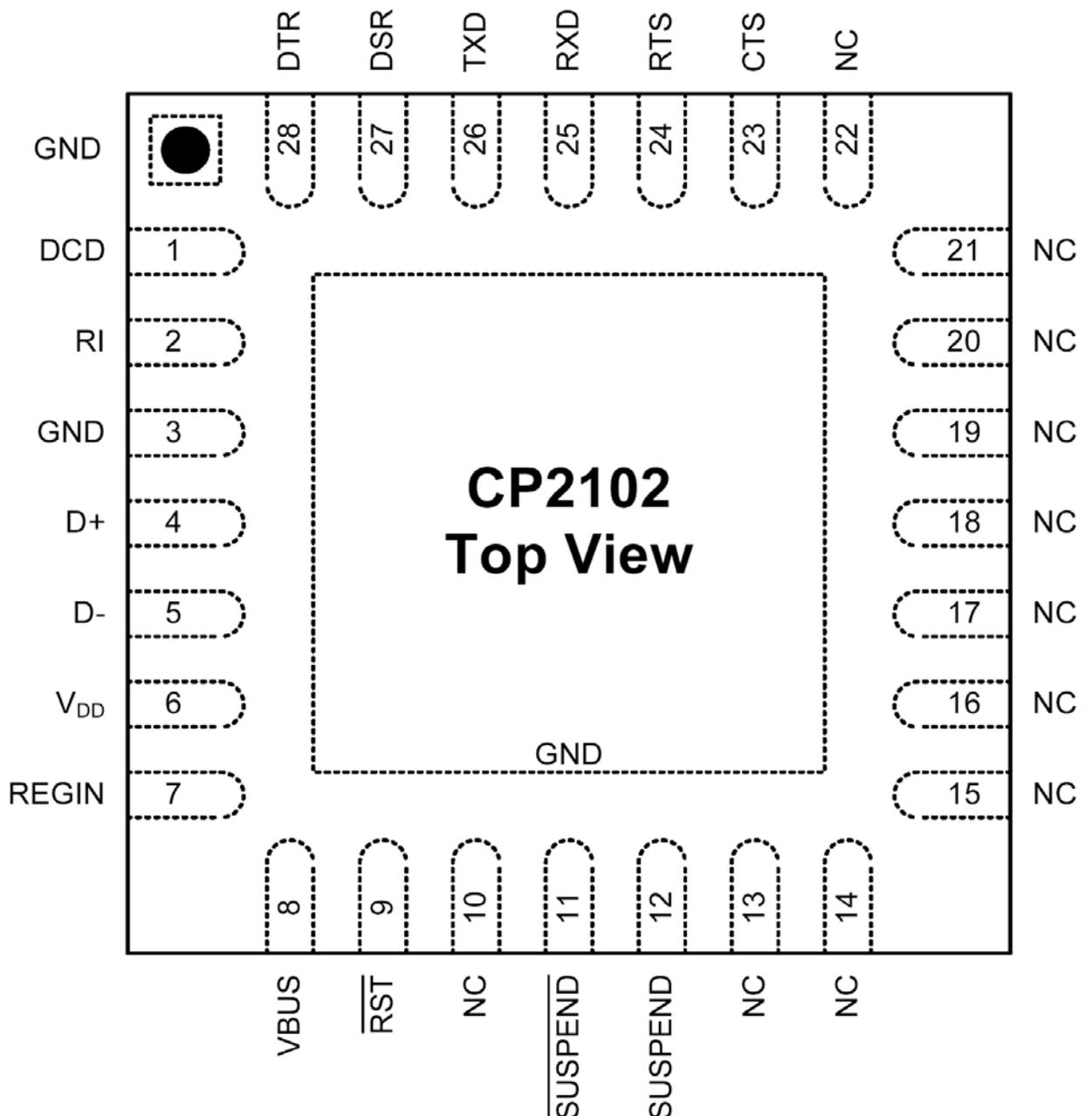


Рис.2. Расположение выводов микросхемы CP2102

Анализ приведенной функциональной схемы показывает, что мост CP2102 позволяет достаточно просто оснастить интерфейсом USB микроконтроллерные системы, имеющие интерфейс

RS232 с минимумом элементов обвязки. Встроенная Flash-память с идентификационной информацией может быть модифицирована внутрисхемно через интерфейс USB в фазе программирования. Фирма Silicon Laboratories предоставляет бесплатный виртуальный драйвер (Virtual COM Port device drivers — VCP) для использования интерфейса USB в качестве стандартного COM порта через микросхему CP2102, в то время как последняя формирует все сигналы стандартного интерфейса RS232. При этом никакой модификации устройств, сопрягаемых со стандартным COM портом, не требуется. Это позволяет легко модифицировать ранее разработанные микроконтроллерные системы путем простой замены на печатной плате выходной интерфейсной микросхемы интерфейса RS232 (например, MAX232 или аналогичных микросхем) на микросхему CP2102. Кроме того, имеется возможность существенного уменьшения размеров печатной платы за счет значительно меньших размеров микросхемы CP2102 и отсутствия потребности в дополнительных элементах обвязки, тогда как интерфейсные микросхемы RS232, как правило, используют до четырех дополнительных конденсаторов для формирования необходимых напряжений.

Кроме собственно микросхемы CP2102 фирма Silicon Laboratories предлагает оценочный комплект CP2102ЕК, который содержит собственно оценочную плату на базе микросхемы CP2102, полный комплект VCP-драйверов для различных операционных систем, USB-библиотеку для микроконтроллеров семейства C8051F32x и микросхемы CP2102 под названием USBXpress™, кабели USB и RS232 и полный комплект документации.

Сигналы SUSPEND и SUSPEND/, показывающие, что интерфейс USB находится в состоянии ожидания, могут использоваться для управления электропитанием как самой микросхемы CP2102, так и возможной схемы обвязки. Эти сигналы устанавливаются в двух случаях: при нахождении интерфейса USB в состоянии ожидания, а также после сброса микросхемы CP2102, пока идет идентификация узлов USB, подключенных к ведущему (host) устройству. После выхода из состояния ожидания сигналы SUSPEND и SUSPEND/ переходят в неактивное состояние. Следует также учитывать, что эти сигналы находятся в высокоимпедансном состоянии во время активного сигнала сброса. Если такая ситуация нежелательна, рекомендуется подтягивать сигнал SUSPEND/ через резистор 10 кОм к общей шине питания.

Интерфейс UART генерирует как основные сигналы передачи (TX — transmit) и приема (RX — receive), так и все вспомогательные сигналы RTS, CTS, DSR, DTR, DCD и RI. Интерфейс может быть запрограммирован на различные режимы работы (контроля передачи с помощью вспомогательных сигналов), форматы передачи данных, а также для контроля четности. Программирование осуществляется через оригинальные драйверы USB путем установки виртуального COM порта аналогично программированию штатных COM портов персонального компьютера. Возможные режимы работы интерфейса UART микросхемы CP2102 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Величина
Длина слова передаваемых данных, бит	5, 6, 7 или 8
Длительность стопового бита, биты	1, 1.5(только для длины слова 5 бит) или 2
Дополнительный бит контроля	Нет, четность, нечетность, установка, пробел
Скорость передачи, бит / сек.	300, 600, 1200, 1800, 2400, 4000, 4800, 7200, 9600, 14400, 16000, 19200, 28800, 38400, 51200, 56000, 57600, 64000, 76800, 115200, 128000, 153600, 230400, 250000, 256000, 460800, 500000, 576000, 921600 (только для длины слова 7 или 8 бит)

Как уже упоминалось выше, в состав микросхемы входит Flash-память объемом 1 кбайт для хранения кода производителя (Vendor ID), кода продукта (Product ID), серийного номера, описания потребляемой мощности, версии изделия и строки описания изделия, как того требует спецификация сети USB. Поскольку все эти данные модифицируемые, а настройка интерфейса USB host-устройства (персонального компьютера) производится именно на основе этих данных, следует помнить, что пока данные не установлены пользователем, во Flash-памяти содержатся заводские данные фирмы Silicon Laboratories (см. табл. 3) и, соответственно, первоначальная настройка интерфейса USB будет производиться по ним. Кроме того, пользователь должен помнить, что уникальные серийные номера

необходимы для правильной работы нескольких устройств USB, подключенных к персональному компьютеру.

Идентификационная Flash-память программируется пользователем через интерфейс USB. Заводские данные записываются при производстве для проведения тестирования. Фирмой поставляется динамическая библиотека (DLL) и утилиты для самостоятельной модификации идентификационной памяти. Отметим также, что количество циклов перезаписи памяти — не менее 100 тысяч, а срок гарантированного хранения данных — 100 лет.

В таблице 3 показано содержание идентификационной памяти после заводского тестирования при поставке микросхем.

Таблица 3

Наименование поля	Уникальное имя	Длина поля, байт	Содержание
Код производителя	Vendor ID	2	10C4h
Код продукта	Product ID	2	EA60h
Атрибут типа питания	Power Descriptor (Attributes)	1	80h
Максимальное потребление	Power Descriptor	1	32h
Номер реализации	Release Number	2	0100h
Серийный номер	Serial Number	<= 63	0001
Строка описания	Product Description String	<= 126	"CP2102 USB to UART Bridge Controller"

Питание микросхемы может осуществляться либо от соответствующей линии интерфейса USB через встроенный линейный регулятор (стабилизатор) напряжения со входным рабочим диапазоном от 4,0 до 5,25 В, либо от батарейного или иного источника питания с напряжением 3,3 В (от 3,0 до 3,6 В). Собственное потребление микросхемы от источника питания с напряжением 3,3 В составляет примерно 26 мА. Встроенный регулятор напряжения имеет выход, совмещенный с входом батарейного питания, через который могут питаться и внешние цепи. Выходной ток встроенного регулятора от 1 до 100 мА.

Следует особенно отметить дополнительные рекомендации производителя по подключению микросхемы CP2102.

Во-первых, на входах USB интерфейса (VBUS, D+, D-) рекомендуется устанавливать супрессоры (Transient Voltage Suppressors - TVS) – быстродействующие ограничивающие диоды, способные защитить микросхему от электростатических перенапряжений и импульсных помех. Супрессоры необходимо выбирать на напряжение примерно 6-8 В, например, типа SP0503ВАНТ (SA5.0 – SA8.0, 1.5KE6.8 – 1.5KE8.2, 1N6267 – 1N6269).

Во-вторых, между 6 (VDD) и 3 (GND) выводами микросхемы CP2102 следует кроме керамического конденсатора емкостью 0,1 мкФ параллельно устанавливать также танталовый конденсатор емкостью не ниже 4,7 мкФ на напряжение не ниже 4 В.

В-третьих, между 7 (REGIN) и 3 (GND) выводами микросхемы CP2102 следует устанавливать керамический конденсатор емкостью не менее 1 мкФ.

В-четвертых, между входом сброса RST/ (9) микросхемы CP2102 и напряжением питания (вывод 6 – VDD) следует установить резистор номиналом не более 4,7 кОм, что существенно повысит помехозащищенность системы.

В-пятых, рекомендуется между выводами 11 (SUSPEND/) и 3 (GND) микросхемы CP2102 устанавливать резистор номиналом не более 4,7 кОм.

Производитель оставляет собой право на дальнейшую модернизацию изделия с целью улучшения эксплуатационных характеристик.

Литература:

1. https://www.mysilabs.com/public/documents/tpub_doc/dsheet/Microcontrollers/Interface/en/cp2102.pdf
2. https://www.mysilabs.com/public/documents/tpub_doc/dsheet/Microcontrollers/Interface/en/cp2101.pdf
3. https://www.mysilabs.com/public/documents/tpub_doc/dsheet/Microcontrollers/USB/en/C8051F32x.pdf