



# T3

на разработку преобразователя  
цифровых сигналов MIDI 1.0  
в аналоговые CV/Gate  
и CV/Gate в MIDI 1.0

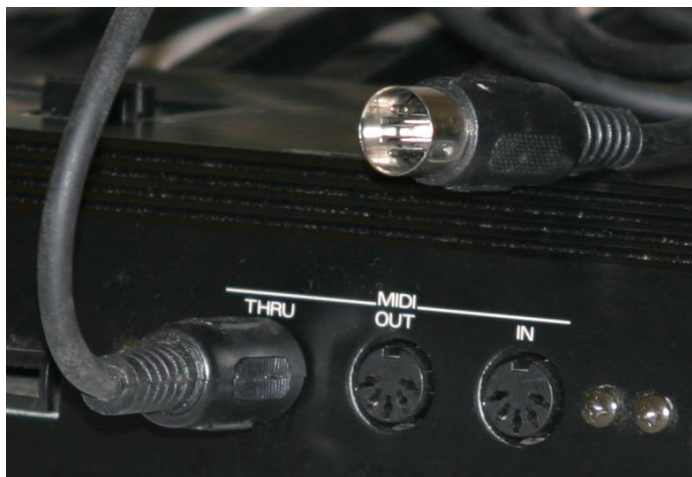
*здесь хочется процитировать  
классиков: “Без внятного T3 - результат X3”*

## Введение

MIDI (англ. Musical Instrument Digital Interface — цифровой интерфейс музыкальных инструментов) — стандарт цифровой звукозаписи на формат обмена данными между электронными музыкальными инструментами.

Интерфейс позволяет единообразно кодировать в цифровой форме такие данные как нажатие клавиш, настройку громкости и других акустических параметров, выбор тембра, темпа, тональности и др., с точной привязкой во времени.

Физический уровень интерфейса представляет собой токовую петлю (что обеспечивает гальваническую развязку и безопасность при соединении устройств между собой). Передатчик активный, 5 мА, наличие тока обозначает 0, нет тока — 1. Разъём 5-штырьковый DIN 41524. Приёмопередатчик асинхронный, скорость 31,25 кбит/с, формат 8-N-1.



Внешний вид стандартного MIDI разъема

Устройства соединяются кабелями. Выход данных ведущего устройства (разъем MIDI OUT) соединяется со входом ведомого устройства (разъемом MIDI IN). Данные по кабелю передаются только в одном направлении, от ведущего устройства к ведомому (например, от музыкальной клавиатуры к синтезатору). Для двусторонней передачи данных требуется второй кабель.

Большая часть MIDI-устройств не копируют сообщения с входного на выходной разъем. Существует третий тип разъема (MIDI THRU), на котором дублируется поток данных со входа. Этот тип разъема позволяет соединить в цепочку произвольное количество синтезаторов. Однако такой тип разъема есть не у всех синтезаторов. Кроме того, MIDI-устройства могут объединяться с помощью устройств MIDI thru box (хабов), которые ретранслируют входной сигнал на несколько выходов. [1]

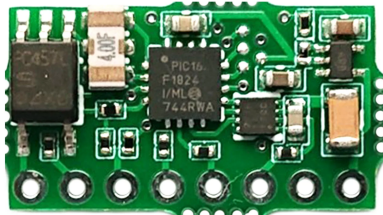

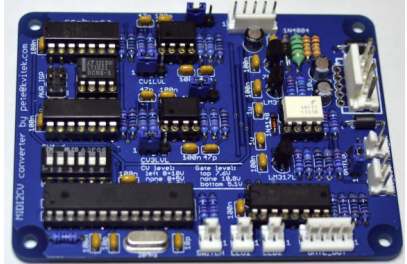
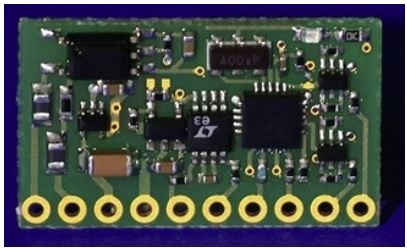
Стандарт [2] описывает аппаратный интерфейс, который позволяет соединять электронные музыкальные инструменты и компьютеры различных производителей, описывает протоколы связи для передачи данных от одного устройства к другому. MIDI-устройства могут взаимодействовать с программными приложениями, используя коммуникационный протокол MIDI. Используя соответствующий программный MIDI-секвенсор, внешние MIDI-устройства могут посылать информацию на синтезатор звуковой карты. MIDI базируется на пакетах данных, каждый из которых соответствует MIDI-событию (англ. MIDI-events), от нажатия клавиши до простой паузы, эти события разделяются по каналам. Сложная среда MIDI может включать различную аппаратуру, причём каждая часть системы будет отвечать за события на соответствующем канале.

Для ознакомления со стандартом и спецификацией разработчика следует прочитать следующие файлы ([ссылка](#)):

1. ca33 5 Pin DIN Electrical Spec.pdf
2. 003\_General\_MIDI\_Level\_1\_Developer\_Guidelines\_96-1-4\_0.1.pdf
3. GML-v1.pdf
4. M1\_v4-2-1\_MIDI\_1-0\_Detailed\_Specification\_96-1-4.pdf
5. RP-004-008\_v4-2-1\_MIDI\_Time\_Code\_Specification\_96-1-4.pdf

Важность использования MIDI в электронных музыкальных инструментах сложно переоценить, учитывая многообразие уже существующего оборудования, поддерживающего MIDI. Тем не менее, в свободной продаже мало готовых модульных решений для интеграции MIDI в своё музыкальное устройство для небольших компаний разработчиков и любителей DIY. Рассмотрим самые популярные, их плюсы и минусы.

Таблица 1 - Сравнение предложений на рынке

Название	Изображение	Цена, USD	Плюсы	Минусы
PCB_Midi-Hardware_MINICV <a href="https://midi-hardware.com/?section=prod_info&amp;product=MINICV">https://midi-hardware.com/?section=prod_info&amp;product=MINICV</a>		31,62 + доставка	Размер, цена	Нет возможности кастомизации vid/pid, нет режима V/HZ, нет креплений или сокета для установки в синтезатор
goMIDI2CV <a href="https://www.hackster.io/janost/diy-good-ol-midi-to-cv-d0e2bf">https://www.hackster.io/janost/diy-good-ol-midi-to-cv-d0e2bf</a>		n/a	Цена	Это просто микроконтроллер с зашитым софтом, всю обвязку делает пользователь. Нет кастомизации, очень низкая точность
MidiSizer Midi2CV Mk2 <a href="https://midisizer.com/midi2cv-mk2/">https://midisizer.com/midi2cv-mk2/</a>		35 + доставка	Очень хороший функционал, 4 канала CV и 4 Gate, открыты исходники железа и софта - есть кастомизация vid/pid	нет V/HZ, большой габарит из-за выводных микросхем, необходимость дополнительного двухполярного источника питания
MIDIMPLANT <a href="https://midi-hardware.com/index.php?section=prod_info&amp;product=MIDImplant">https://midi-hardware.com/index.php?section=prod_info&amp;product=MIDImplant</a>		не производится больше	есть все нужные реимы управления, есть возможность настройки через MIDI, есть онлайн <a href="#">конфигуратор</a> , высокая точность	Нет возможности кастомизации vid/pid, нет режима V/HZ, нет креплений или сокета для установки в синтезатор

Из таблицы следует, что все решения имеют фатальные недостатки, перекрывающие их преимущества.

## Проблематика

Какие вообще параметры важны и как они используются?  
(раздел дополнится, ведётся работа)

# Суть задачи

Задача - сделать встраиваемый модуль (PCBa), конкурентный по цене (относительно Таблицы 1) и простой в эксплуатации.

CV вход и выход имеет размах -10 +10 Вольт. Выполняет функцию

Gate может быть и классической функцией Gate (0-5V), и функцией RESET, а также функцией триггер, сброс. Это относится и к входным и к выходным сигналам

при запуске МК детектится USB, если его нет, перевести ножки USB в режим чтения статуса GPIO порта. Если на ножке D- логическая единица, то переходить в режим какой-нибудь

Пользователю должны быть доступны к настройке следующие параметры:

1. vid/pid;
2. Название устройства;
3. Поле тегов у USB - заметка о компании, ссылка или вообще маленькая ячейка для различной текстовой информации;
4. Уровень CV порта (10Vpp, 5Vpp, 0-10V, 0-5V);
5. Смещение (Offset);
6. Scale (например входят данные и говорят 0-5, а синт умеет от -5 до 5, иди нужен диапазон 2-3 вольта) Этот и предыдущие два - для каждого канала отдельно;
7. Номер миди канала по умолчанию;
8. Кнопка Learn - при удержании принимает первый пакет MIDI, читает номер его канала и присваивает в свой. Запоминает его в поле пункта 7. Удержание кнопки перед подачей питания - сброс настроек к заводским;
9. Параметры входных каналов - аналогично 4,5,6 пунктам;
10. Вариант конфигурации преобразователя
11. настройка CC параметров - какие каналы MIDI посылки с какими Control Change связаны;
12. возможность указания соответствия нот гейтам
13. в интерфейсе кнопка сохранения параметров и кнопка сброса к заводским
14. возможность загрузки прошивки для обновления существующей (баги, фичи)
- 15.

Все параметры задаются через USB по midi протоколу SYSEX от ПО configurатора. ПО configurатора - браузерная программа, десктопное приложение, секвенсор с нужными настройками миди файла и другие варианты передать SYSEX. Такой подход нужен для разнообразных вариантов клиентского ПО. А так же, чтобы не использовать никакие не вшитые в ОС драйвера и вообще, поддержим кроссплатформенность.

Предусмотреть вариант блокировки внесения изменений пользователем и/или вариант авторизации для обслуживания. Это нужно для заводской установки и защиты от криворукого пользователя.

Размер платы - примерно как BLUEPILL (53мм на 21мм), а в идеале, на ее габариты и заложиться, для возможной интеграцией с ней как с доступным к покупке МК.

Порты SWD вывести на доп ножки. Продумать удобство доступа к ним и защите от случайного использования;

Уровень напряжения входного в модуль - +5V (USB).

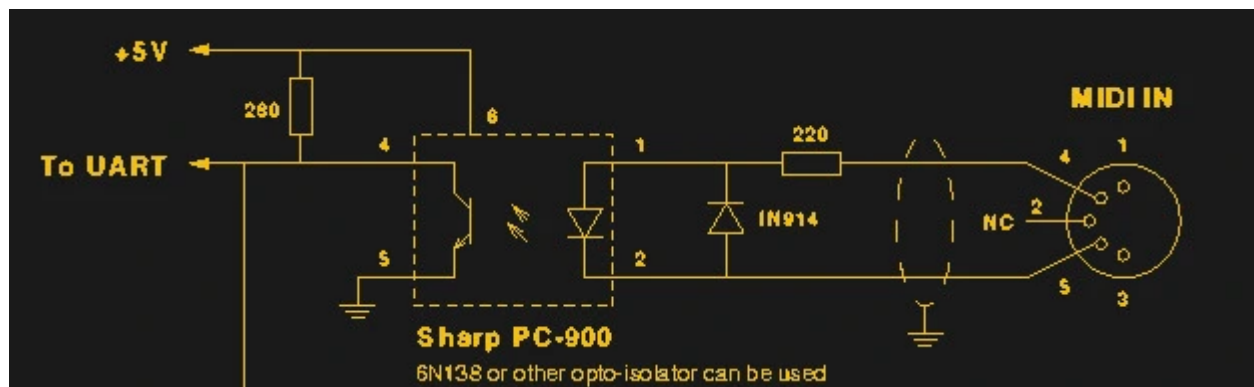
Уровни выхода +/-10V. Внутри использовать DC-DC Boost (Step-UP, преобр. не ниже 500 кгц).

АЦП: 12 бит, встроенный в МК, скорости до 1 кгц на канал

ЦАП: внешний, 16 бит (в идеале), 12 бит (в худшем случае), 10 кгц на канал

MIDI: развязанный скоростным оптроном (PC900, например). Подтяжка к +5 на выходы обращена к +5V\_BUS USB шины.

Если не используется USB, то модуль питается от выведенных клемм +5V и GND.



Варианты реализации и использования устройств на основе рассматриваемого модуля:

1. Миди контроллер - пульт CV в CV или в MIDI
2. Миди клавиатуру - резистивный делитель и клавиши CV в CV или в MIDI
3. Миди контроллер барабанной установки GATE в MIDI;
4. аналоговый преобразователь сигналов в модуль сопряжения разных синтезаторов - CV в CV или в MIDI
5. цифровой преобразователь сигналов MIDI в MIDI через луп в CV/Gate
6. цифро-аналоговый преобразователь MIDI в CV/Gate
7. конвертер цифровых интерфейсов USB в MIDI и MIDI в USB
8. Генератор сигналов прямоугольной формы с привязкой к частотам нот MIDI
9. преобразователь напряжения в частоту CV в GATE или в MIDI;
10. преобразователь частоты в напряжение GATE в CV или в MIDI;
11. Арпеджиатор (Бау, откровение. Всегда думал, что называется арпеджипатор) MIDI или CV/ Gate в CV/Gate;
12. Генератор низкочастотных сигналов произвольной формы (LFO) MIDI в CV

В зависимости от реализации устройства меняется как аппаратная начинка платы/устройства, так и его ПО.

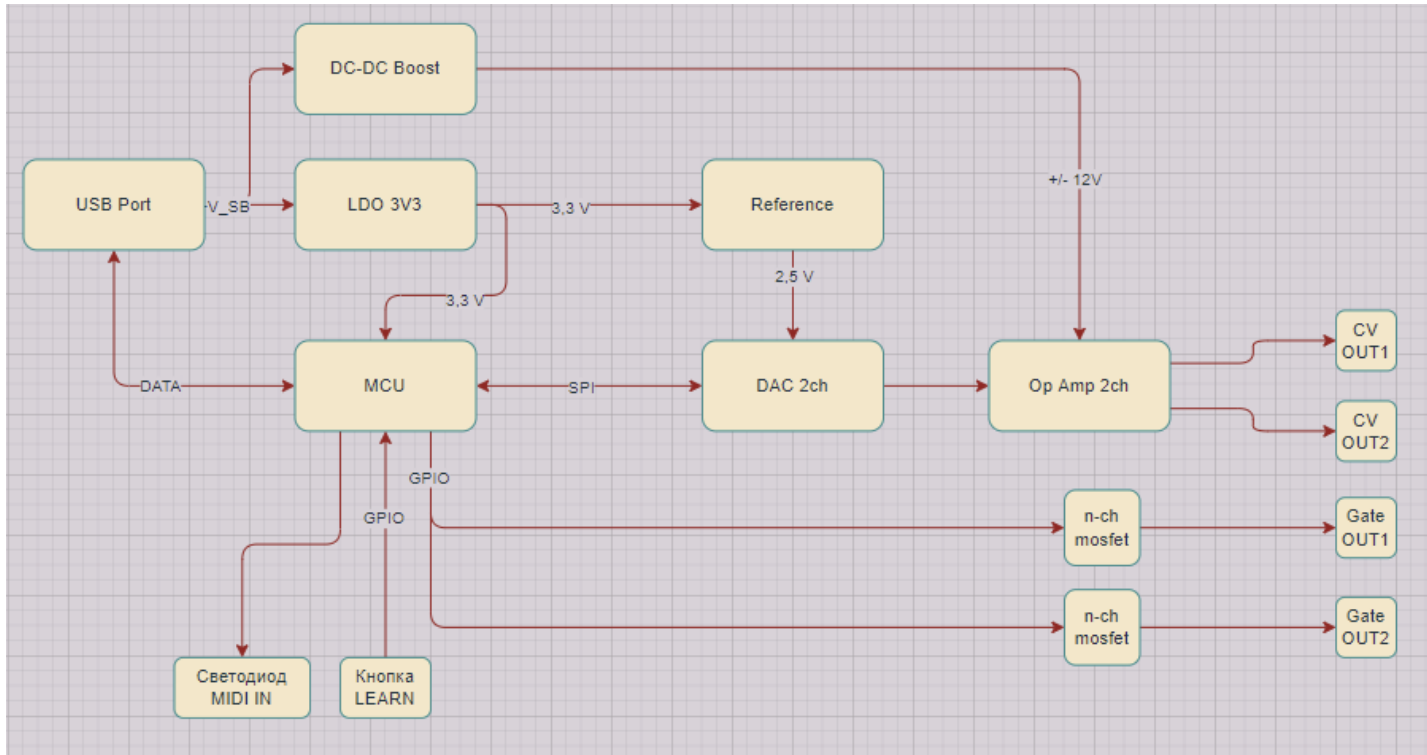
Из аппаратных вариаций - количество ЦАП, их детализация в битах, количество входов АЦП, количество Гейтов вход/выход

## Реализация

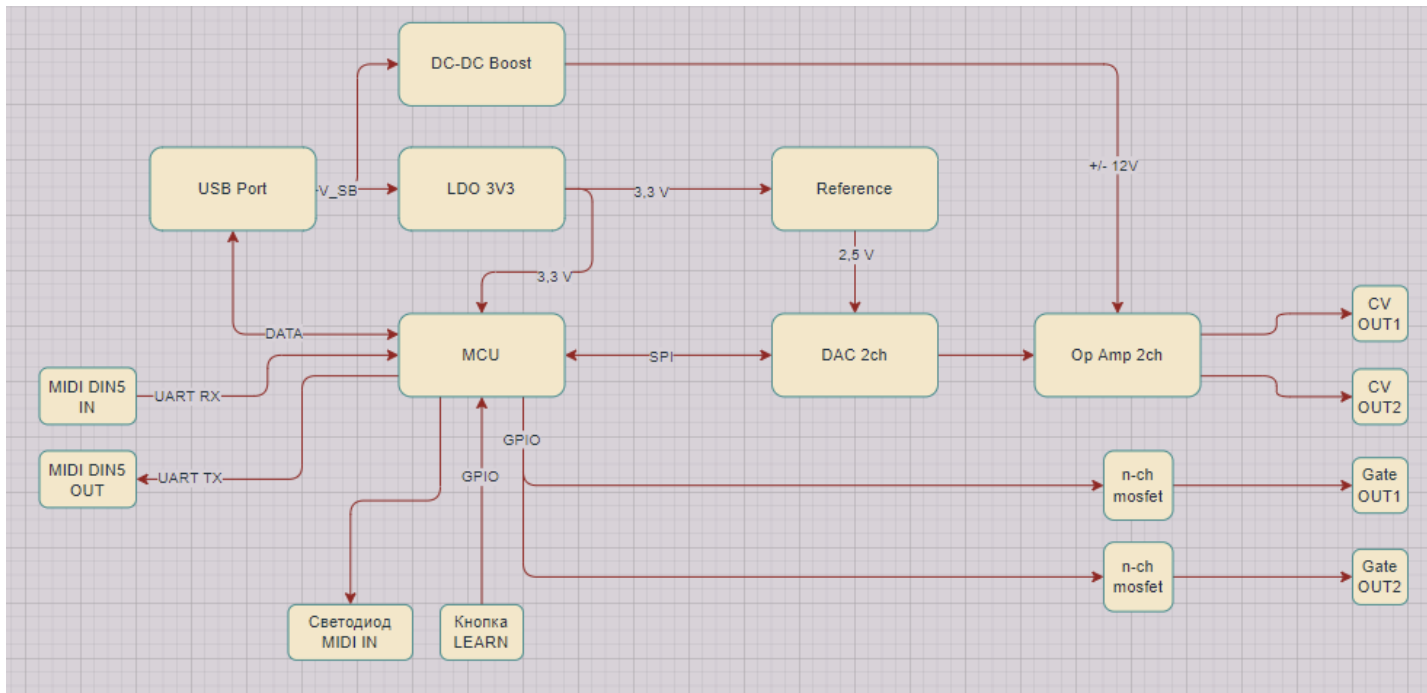
В качестве МК выбрать stm32f103c8t,

ЦАП предстоит найти, его основные параметры - скорость выполнения уставки, разрядность, доступность, наличие аналогов, цена

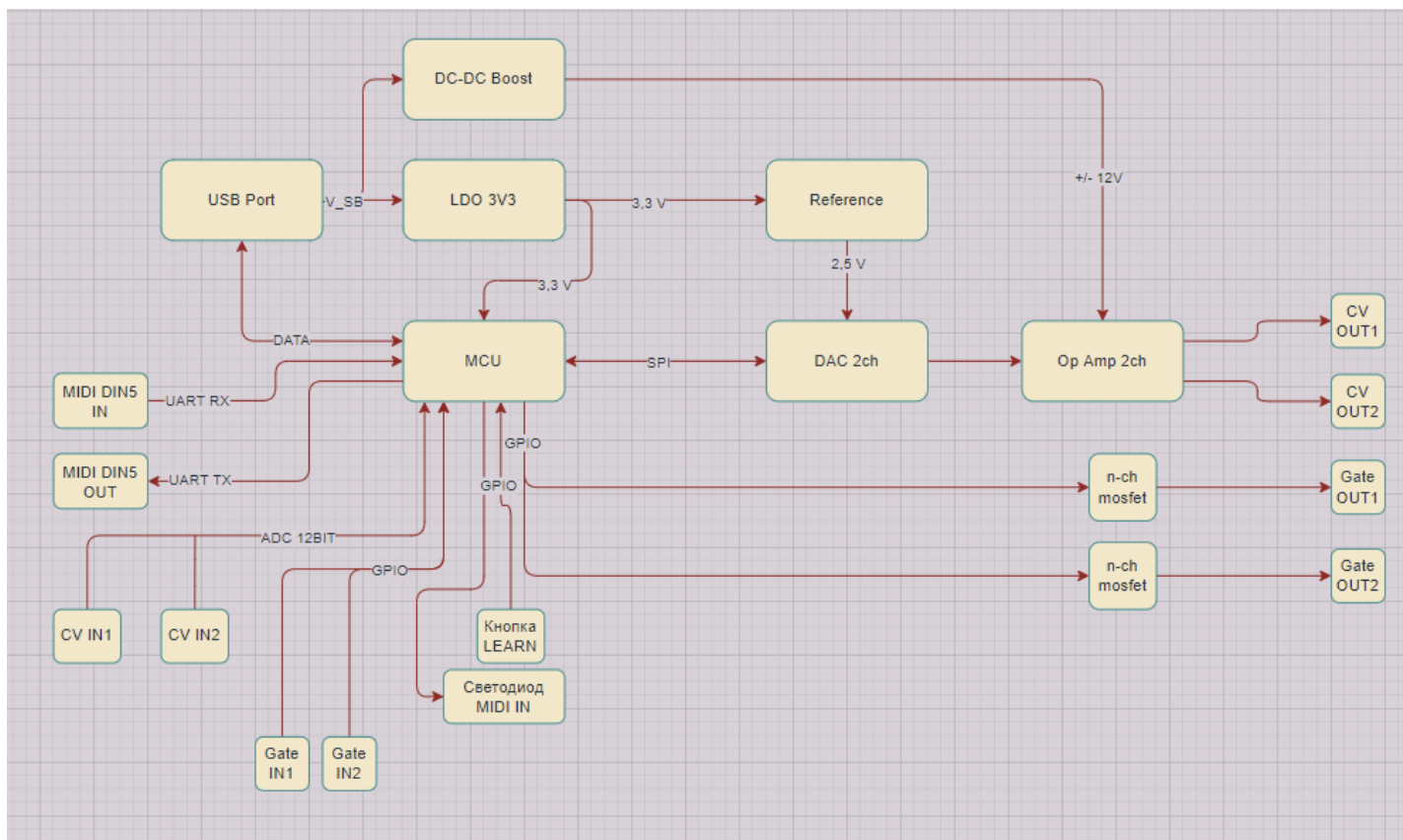
DC-DC Boost - LM2733 (LM2735)



Базовый вариант - конвертер USB midi в CV/Gate



Вариант, дополненный MIDI входом и выходом



Вариант, дополненный CV и Gate входами

Все последующие варианты - это разные варианты увеличения CV/Gate входов и выходов.

## Дополнение

Здесь будут указаны дополнительные моменты, на что хочется обратить внимание в вариантах реализации у других команд

## Используемые материалы

1. [Wikipedia: MIDI](#)
2. [MIDI.ORG](#)

Приложение 1

Приложение 2