

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта
Высшая школа автоматизации и робототехники

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Разработка пульта дистанционного управления

Выполнил
студенты гр. 3331506/70401

Кондратченко О.О.

Преподаватель

Капустин Д.А.

«__» _____ 2021 г.

Санкт-Петербург

2021

СОДЕРЖАНИЕ

1	Техническое задание	3
2	Плата телеметрии	4
2.1	Описание модуля	4
2.2	Основные компоненты	4
2.2.1	STM32F429VIT6	4
2.2.2	Преобразователь напряжения.....	5
2.2.3	Преобразователь интерфейсов UART-RS232.....	8
2.2.4	Программатор	10
2.2.5	Дисплей.....	11
	Заключение	13
3	Список литературы.....	14

1 Техническое задание

Разработка пульта дистанционного управления. Функциональная схема представлена на рисунке 1.1.

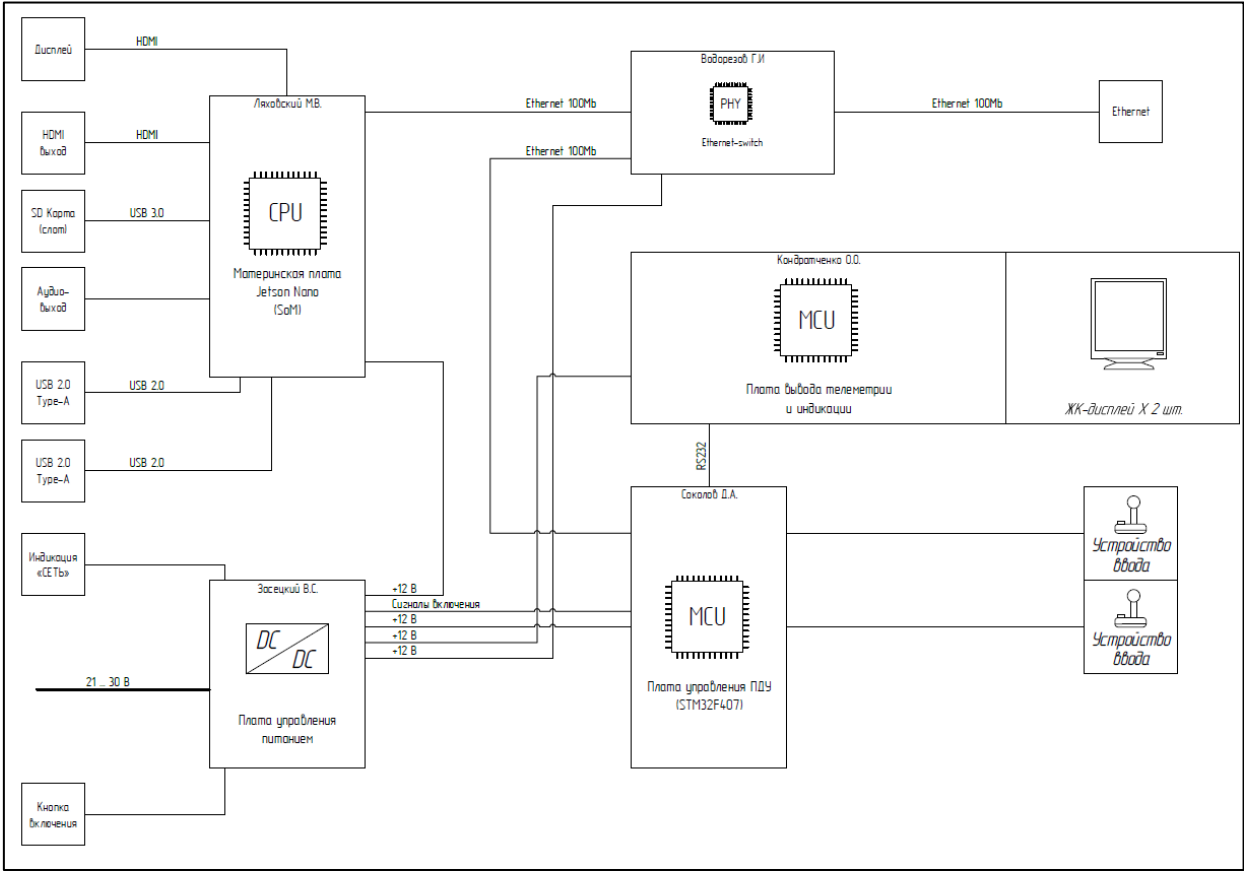


Рисунок 1.1 — Функциональная схема пульта дистанционного управления

2 Плата телеметрии

2.1 Описание модуля

Данный компонент отвечает за телеметрию и индикации. Питание и сигналы включения модуль получает от платы управления питанием через пятиконтактный разъем, связывается с платой управления ПДУ через протокол RS232, и выводит информацию на 2 жидкокристаллических дисплея. Компонент построен на базе микроконтроллера STM32F429VIT6.

2.2 Основные компоненты

2.2.1 STM32F429VIT6

STM32F429VIT6 – это высокопроизводительный 32-битный микроконтроллер, работающий на базе ядра ARM Cortex-M4 на частоте до 180 МГц. Включает высокоскоростную встроенную память (флэш-память до 2 Мбайт, до 256 Кбайт SRAM), до 4 Кбайт резервной SRAM, а также широкий спектр усовершенствованных устройств ввода-вывода и периферийных устройств, подключенных к двум APB шинам, две шины AHB и матрица 32-битной шины multi-AHB. Входное напряжение от 1,8 до 3,6 вольт, работает микроконтроллер при температурах от -40 до 105 градусов. Все устройства данного семейства микропроцессоров предлагают два 12-битных АЦП, три 16-битных таймера общего назначения плюс один таймер ШИМ, а также стандартные и расширенные интерфейсы связи: до двух I2C и SPI, три USART, USB и CAN [1].

Данная микросхема осуществляет прием данных от платы управления ПДУ и вывод телеметрии и информации на 2 дисплея.

Устройству необходим внешний резонатор от 4 до 26 МГц, был выбран резонатор модели CSTNE8M00G520000R0 с частотой 8 МГц. Также для перезагрузки предусмотрена подключаемая кнопка.

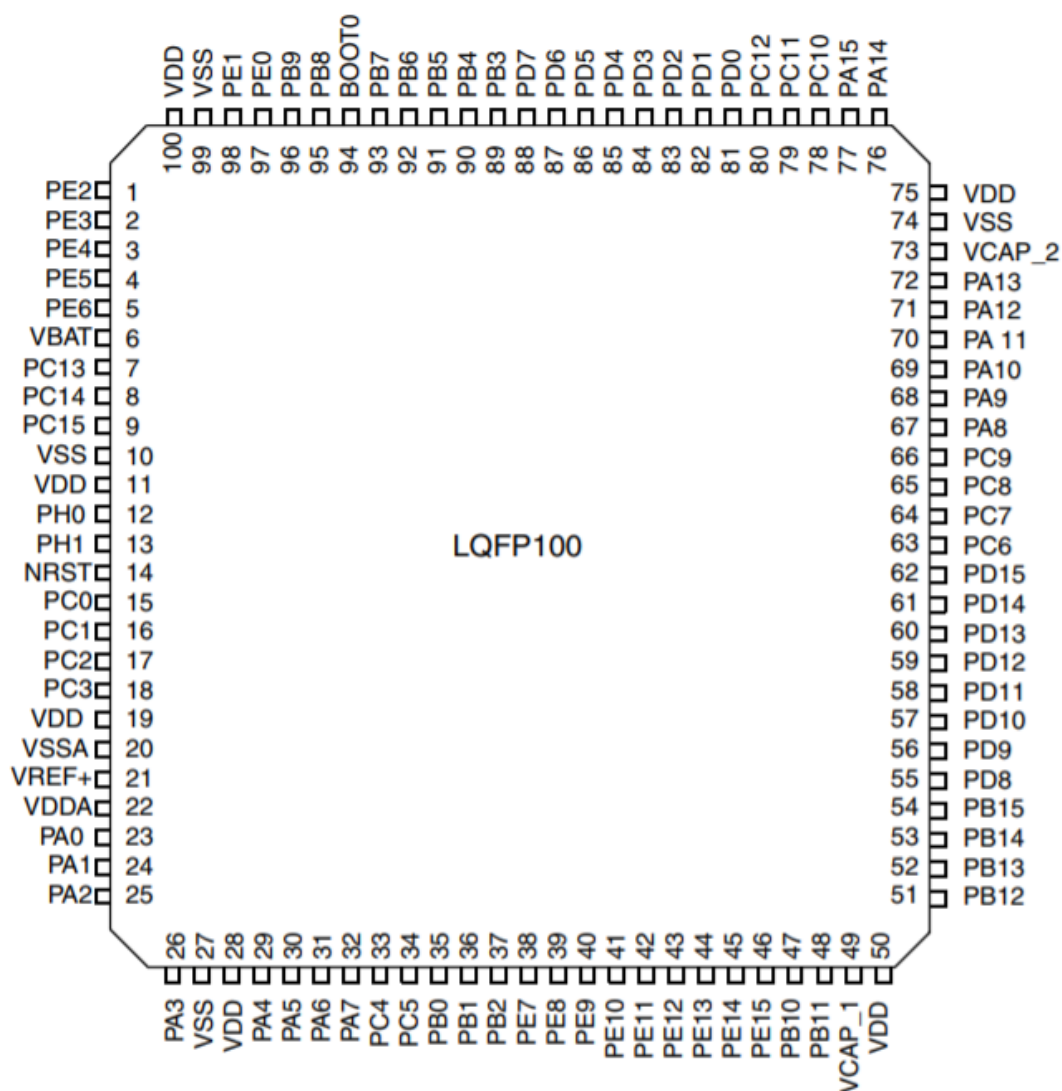


Рисунок 2.1 — Распиновка STM32F429VIT6 с корпусом LQFP 100

2.2.2 Преобразователь напряжения

Так как плата питания подает напряжение в 12 вольт, было принято решение установить 2 преобразователя напряжения – один для питания платы, выдающий 3,3 вольта, и для питания устройств ввода и дисплея, выдающий 5 вольт. Основные характеристики преобразователей представлены в таблицах 2.1 и 2.2 соответственно.

Таблица 2.1 – Характеристики микросхемы TLV62130ARGTT_1

Параметр	Значение
Входное напряжение, В	от 10,8 до 13,2
Выходное напряжение, В	3,3
Максимальный ток, А	3

Частота переключения, КГц	от 1250 до 2500
Рабочие температуры, °C	от -40 до 85

Таблица 2.2 – Характеристики микросхемы TLV62130_2

Параметр	Значение
Входное напряжение, В	от 10,8 до 13,2
Выходное напряжение, В	5
Максимальный ток, А	3
Частота переключения, КГц	от 1250 до 2500
Рабочие температуры, °C	от -40 до 85

На рисунке 2.2 представлено условное графическое обозначение преобразователя.

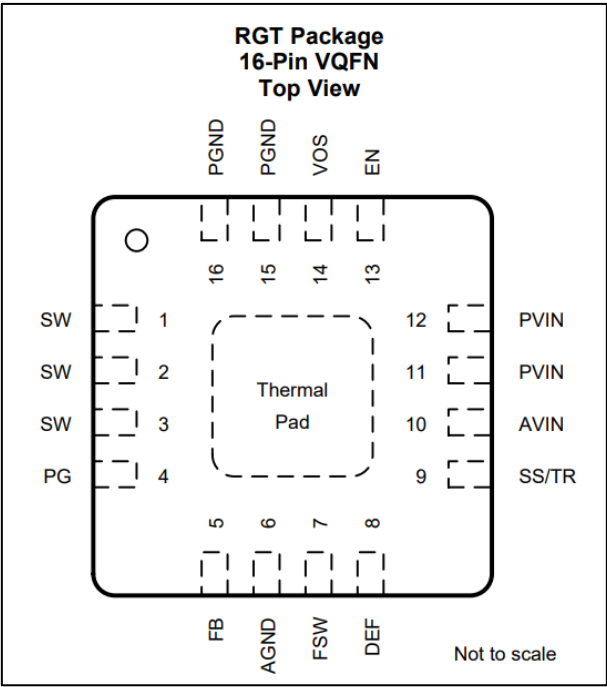


Рисунок 2.2 — Распиновка микросхемы TLV62130

Основные контакты [2, 4с]:

- SW – узел переключения, который подключен к внутреннему мосфету;

- PG – контакт «питание в норме». Если уровень высокий – выход в порядке, если низкий – выход не готов. Для данного контакта необходим подтягивающий резистор;
- FB – обратная связь по напряжению. Необходимо подключить делитель напряжения;
- FSW – выбор частоты переключения. Высокий уровень равен 2,5 МГц, низкий – 1,25 МГц;
- DEF – масштабирование выходного напряжения. Низкий уровень равен номинальному напряжению, высокий – номинальному напряжению плюс 5%;
- SS/TR – установка времени нарастания;
- AVIN – напряжение питания схемы управления.

Расчет будет производиться для преобразователя на 3,3 вольта, второй случай выполнен по аналогии.

Согласно документации, номинал катушки индуктивности равен 2,2 мкГн.

По формуле (2.1) необходимо определить пиковые значения тока.

$$I_{peak} = I_{LIMF} + \frac{V_{in} - V_{out}}{L} \cdot t_{pd}, \quad (2.1)$$

где I_{LIMF} – предел статического тока, А; U_{in} – входное напряжение, В; U_{out} – выходное напряжение, В; L – индуктивность, Гн; t_{pd} – внутренняя задержка распространения, Гц.

Значение предела статического тока получается из документации [2, 6с] и равно 4,2 А. Значение индуктивности равно 2,2 мкГн [2, 26с]. Внутренняя задержка равна 30 нс [2, 12с]. Подставив все значения в формулу (2.1), получим

$$I_{peak} = 4,2 + \frac{12 - 3,3}{2,2 \cdot 10^{-6}} \cdot 30 \cdot 10^{-9} = 4,32 \text{ А}$$

По вычисленным значениям выбираем катушку индуктивности XFL4020-222МЕС ($L = 2,2$ мкГн, $R_{dc} = 21,3$ мОм, $I_{sat} = 6$ А).

Выбор емкости конденсатора выходного LC фильтра осуществляется с помощью документации [2, 14с]. Для катушки с индуктивностью 2,2 мкГн емкость конденсатора равна 22 мкФ.

Номинальные значения остальных необходимых для преобразователя компонентов берутся согласно рекомендациям документации [2, 26с].

На входе преобразования напряжения предусмотрена светодиодная индикация питания. Для расчета резистора сперва необходимо выбрать светодиод. Выбран красный светодиод TLMS1000-GS08 с параметрами $U_d = 1,8$ В и $I_d = 15$ мА. Расчет номинала резистора осуществляется по формуле (2.2).

$$R = \frac{U_{in} - U_d}{I_d} = \frac{3,3 - 1,8}{0,015} = 100 \text{ Ом}, \quad (2.2)$$

Выбираем ближайший доступный диод номиналом 100 Ом.

2.2.3 Преобразователь интерфейсов UART-RS232

MAX232DW – преобразователь UART – RS-232 с двумя передатчиками и двумя приемниками, способный передавать данные со скоростью до 250 кб/с.

Основные характеристики микросхемы MAX232DW представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Характеристики микросхемы MAX232DW

Параметр	Значение
Входное напряжение V_{cc} , В	От 4,5 до 5,5
Высокий логический уровень, В	> 2
Низкий логический уровень, В	< 0.8
Рабочая температура, °С	от -40 до +85 °С

На рисунке 3 представлена схема микросхемы MAX232DW в корпусе SOIC-16 с указанием выводов.

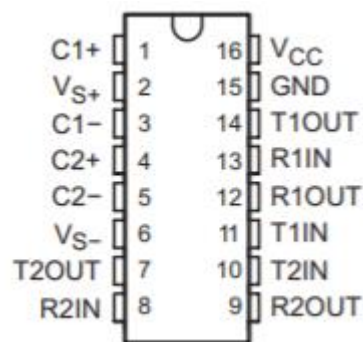


Рисунок 2.3 – Расположение выводов микросхемы MAX232DW

Назначение каждого из выводов микросхемы описано в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Описание выводов микросхемы MAX232DW

Вывод	Название	Описание
1, 4	C1+, C2+	Положительные выводы удвоителей напряжения зарядового насоса.
2	VS+	Питание 5 В, создаваемое зарядовым насосом.
3,5	C1-, C2-	Отрицательные выводы удвоителей напряжения зарядового насоса
6	VS-	Питание -5 В, создаваемое зарядовым насосом
7, 14	T2 _{OUT} , T1 _{OUT}	Линейный вывод данных RS232 (в удаленную систему RS232)
8, 13	R2 _{IN} , R1 _{IN}	Линейный ввод данных RS232 (от удаленной системы RS232)
9, 12	R2 _{OUT} , R1 _{OUT}	Логический вывод данных (к UART)
10, 11	T2 _{IN} , T1 _{IN}	Логический ввод данных (от UART)
15	GND	Земля
16	VCC	Напряжение питания 5 В

Схема типового применения микросхемы MAX232DW изображена на рисунке 5.

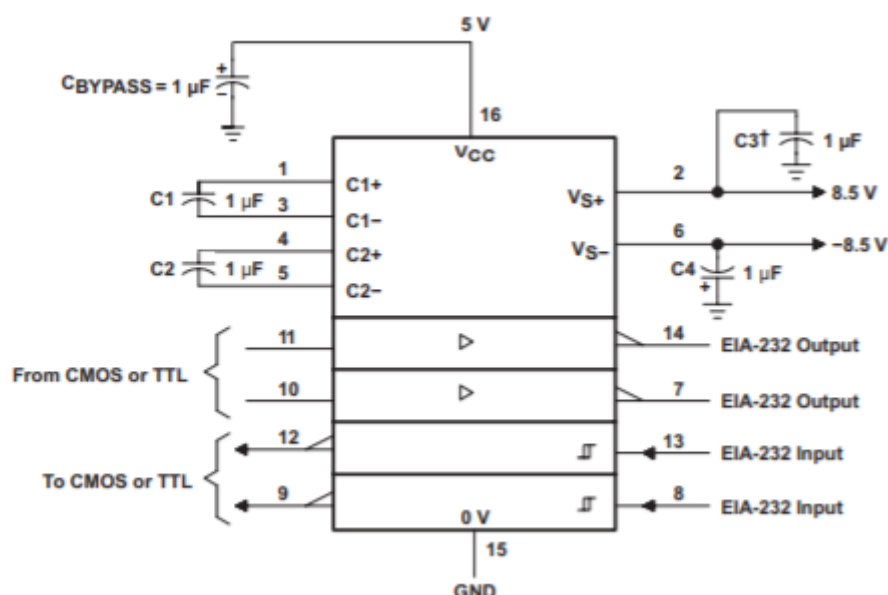


Рисунок 2.4 – Схема типового применения MAX232DW

Для защиты от перенапряжения на линии RS-232 устанавливается две двунаправленные диодные сборки SD12C-01FTG (одна на линию приема, другая – на линию передачи).

2.2.4 Программатор

Для первичной настройки микроконтроллера необходимо обеспечить подключение стороннего программатора. В качестве варианта подключения была выбрана типовая схема и разъем DS1013-06SSiB1-B-0, представленный на рисунке 2.5.

Для защиты от перенапряжения на линии устанавливается две двунаправленные диодные сборки TPD2S017DBVR.

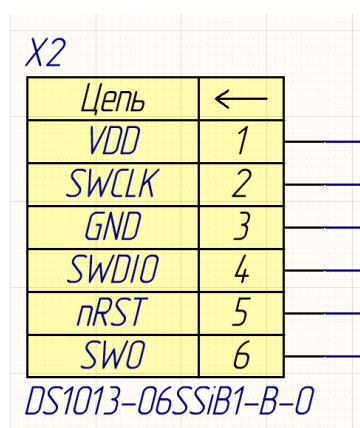


Рисунок 2.5 — УГО разъема программатора

Для программирования и отладки по интерфейсу SWD используются следующие контакты:

- PA13-SWDIO – ввод/вывод данных;
- PA14-SWCLK – линия тактирования;
- PB3-SWO – вывод отладочной информации (необязательная линия);
- PA6-nRST – линия для внешнего сброса МК.

2.2.5 Дисплей

Для вывода телеметрии используется два жидкокристаллического дисплея JHD162G 16x2 символьного форм-фактора, имеющего подсветку из 32 светодиодов [4].

Дисплейный модуль хранит в памяти две страницы знакогенератора, которые состоят из различных символов и букв. Для вывода символа на дисплей необходимо передать его номер в шестнадцатеричной системе из таблицы знакогенератора. Имеется варианты подключения по параллельному 4-х или 8-ми битному интерфейсу, используем 4-х битный. Передача осуществляется по протоколу I2C через контакты PD0-PD10. В таблице 2.5 содержится информация о выводах дисплея JHD162G.

Таблица 2.5 – Описание контактов JHD162G

Пин	Название	Описание
1	V _{SS}	Земля
2	V _{CC}	Источник питания для логической схемы +5V.
3	V _{EE}	Регулировка контрастности ЖК-дисплея
4	RS	Контакт, по которому контроллер дисплея будет "знать", какие именно данные находятся на шине данных. Если мы подадим на данную ножку логический 0, то значит будет команда, если 1 – то это данные.
5	R/W	<p>Данный контакт в зависимости от логического состояния на ней говорит контроллеру дисплея, будем мы с него читать или будем мы в него писать данные.</p> <p>Если будет 0 – то мы в контроллер дисплея будем писать, а если 1 – то будем читать данные из контроллера дисплея. Данная функция используется редко. Как правило мы всегда только пишем данные в дисплей.</p> <p>Чтение обычно требуется для того, чтобы определить, что дисплей принял наши данные, либо чтобы определить состояние.</p>
6	E	Стробирующая шина, по спадающему фронту (когда 1 меняется в 0) на которой контроллер дисплея понимает, что именно сейчас наступил момент чтения данных на ножках данных D0 – D7, либо передачи данных из модуля в зависимости также от состояния ножки RW.
7-14	DB0-DB7	Строки ввода / вывода данных 8 бит
15-16	LED+, LED-	Напряжения питания для подсветки.

Заключение

В ходе курсовой работы была разработана плата вывода телеметрии и индикации с необходимыми требованиями. Дано описание ключевых компонентов, выполнен расчет электронных компонентов схемы. В результате выполнения работы были предоставлены принципиальная электрическая схема и файлы проекта Altium Designer.

3 Список литературы

1. STM32F427xx datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f429vi.html> (дата обращения: 05.05.21)
2. TLV62130 datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ti.com/lit/gpn/tlv62130> (дата обращения: 07.05.21)
3. MAX232DW datasheet [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf> (дата обращения 07.05.2021)
4. JHD162G B/W datasheet [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.jhdlcd.com.cn/162character/22-16.html> (дата обращения 07.05.2021)