

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Университет ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Домашнее задание №1

по дисциплине:

«Системы ввода-вывода»

Вариант 1

Выполнили:

Студенты группы № Р3333

Аганин Егор Владимирович, поток 1.5

Хасаншин Марат Айратович, поток 1.5

Гуменник Петр Олегович, поток 1.4

Преподаватель:

Быковский Сергей Вячеславович

Санкт-Петербург, 2021

Оглавление

Вариант. 3

Выполнение. 3

Выполнение программы.. 5

Вариант 1

- **Количество линий: 3**
- **Синхронный**
- **Полудуплексный**

Цель

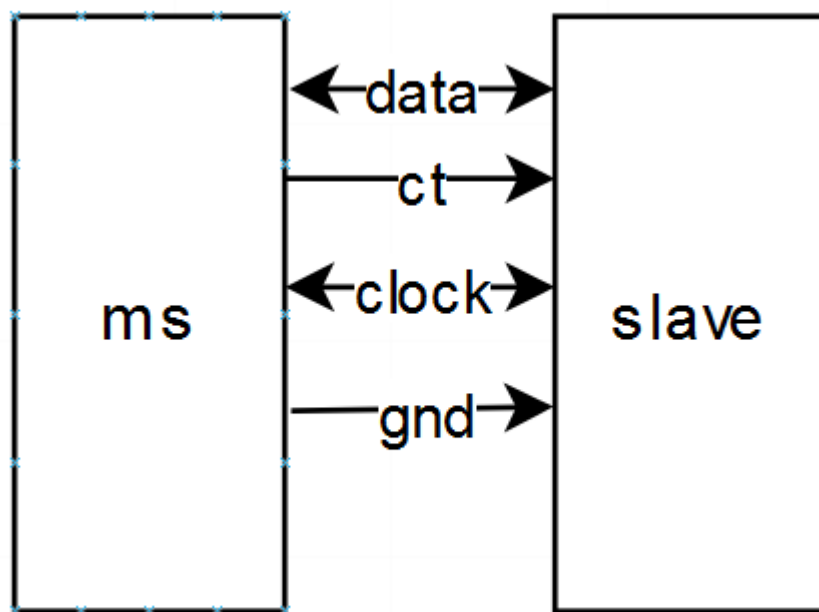
По характеристикам, описанным в вариантах задания, спроектировать интерфейс передачи данных. Задание выполняется в три этапа:

- Этап 1. Проектирование портов ввода/вывода. Необходимо описать распиновку и вид разъемов подключаемых устройств.
- Этап 2. Проектирование протокола передачи данных физического и канального уровня. Описать формат пакета канального уровня, процедуру передачи 1 байта данных, рассчитать эффективную пропускную способность.
- Этап 3. Описание сценариев использования и протокола транспортного уровня.

Задание по варианту

Этап 1. Проектирование портов ВВОДА-ВЫВОДА

Исходя из требований нашего варианта, нам подходит 4рс4 телефонный коннектор на 4 pin. 4рс4 включает в себя 4 линии, так как у нас полудуплексный канал связи, нам потребуется 1 линия для передачи данных и туда, и обратно, земля, тактирование и сигнал СТ (для направления).

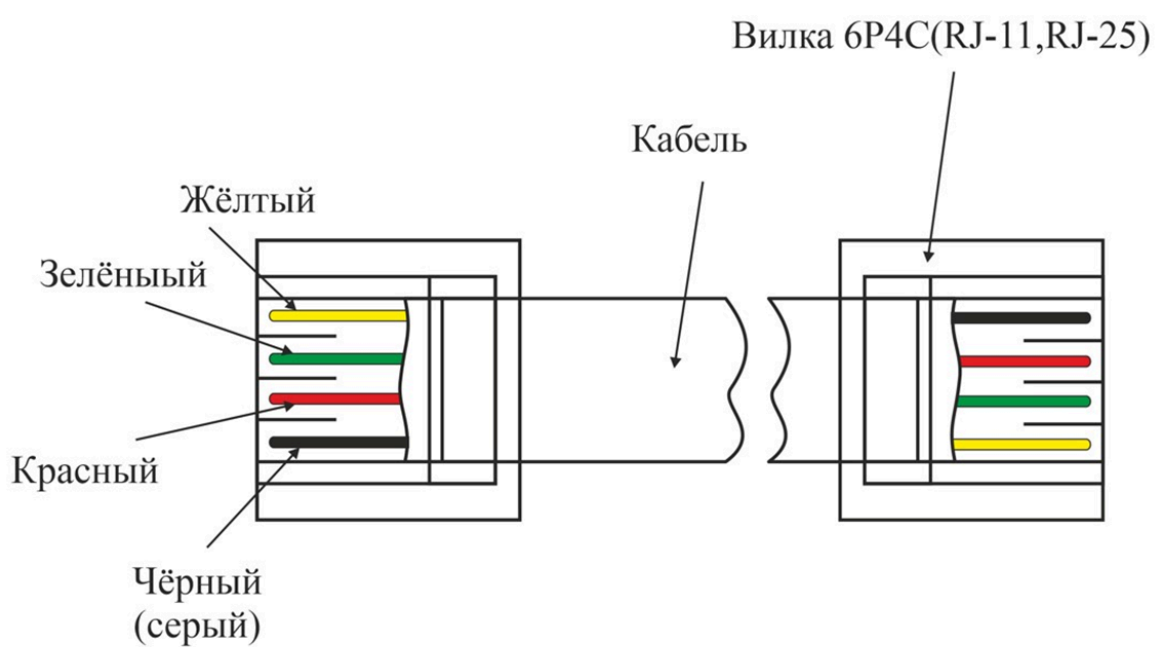


1-й контакт: Земля (GND) – желтый

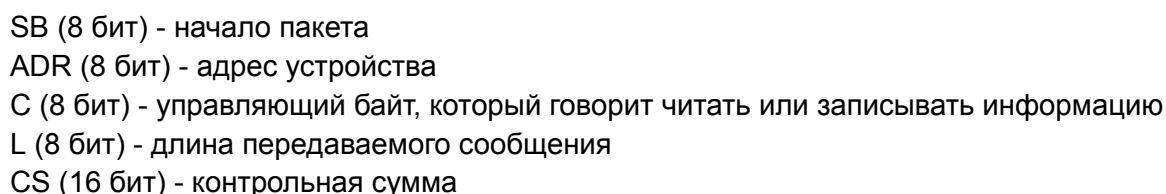
2-й контакт: Данные (Data) - красный

3-й контакт: Направление (CT) - черный

3-й контакт: Тактирование (Clock, CLK) - зеленый



Этап 2. Проектирование протокола передачи данных



1. **Установка направления (СТ):**
 - Передающее устройство устанавливает **СТ = 0**, сигнализируя о начале передачи.
 - Приемное устройство переходит в режим ожидания.
2. **Синхронизация (CLK):**
 - Мастер генерирует тактовый сигнал **CLK**.
 - Данные передаются **по фронту CLK** (например, по возрастающему фронту).
3. **Передача кадра:**

Каждый байт кадра передается последовательно, бит за битом (MSB-first):

 - **SB (0xAA):** 10101010.
 - **ADR (0x01):** 00000001.
 - **C (0x00):** 00000000.
 - **L (0x01):** 00000001.
 - **Данные (0x55):** 01010101.
 - **CRC-16:** Рассчитывается для заголовка и данных. Например, для 0xAA 0x01 0x00 0x01 0x55 по алгоритму **CRC-16-CCITT** результат: 0x2B89 → 0x2B (старший байт), 0x89 (младший байт).
4. **Подтверждение (ACK/NACK):**
 - После завершения кадра мастер переключает **СТ = 1**, разрешая ответ.

- Приемник проверяет CRC-16. Если ошибок нет, отправляет **ACK** (0x10).

Подсчет эффективной пропускной способности:

$$n = c / (6 + c), \text{ где}$$

n - пропускная способность,
 c - количество передаваемых байт

при $c = 1$:

$$n = 1 / (6 + 1) \approx 0.143$$

при $c = 255$:

$$n = 255 / (6 + 255) \approx 0.977$$

При скорости в 1 Мбит/с:

При $c = 1$:

$$V = 0.143 * 2^{20} = 146 \text{ Кбит/с}$$

При $c = 255$:

$$V = 0.973 * 2^{20} \approx 1000 \text{ Кбит/с}$$

Описание сценариев использования и протокола транспортного уровня

Сценарии использования и прикладные области

Данный интерфейс на базе 4P4C-разъема (Data, CT, CLK, GND) с полудуплексным протоколом подходит для систем, требующих надежной передачи данных между двумя устройствами в условиях ограниченного числа линий.

Прикладные области:

Промышленная автоматизация:

Управление датчиками (температура, давление) и исполнительными механизмами (реле, клапаны).

Передача коротких команд (включение/выключение) или пакетов данных (до 255 байт).

Медицинские устройства:

Связь между биометрическими сенсорами (пульсоксиметры, глюкометры) и мониторами.

Передача критически важных данных с гарантией доставки.

Умные системы безопасности:

Обмен сигналами между датчиками движения и центральным блоком.

Робототехника:

Синхронизация микроконтроллеров в манипуляторах или дронах.

Тип трафика:

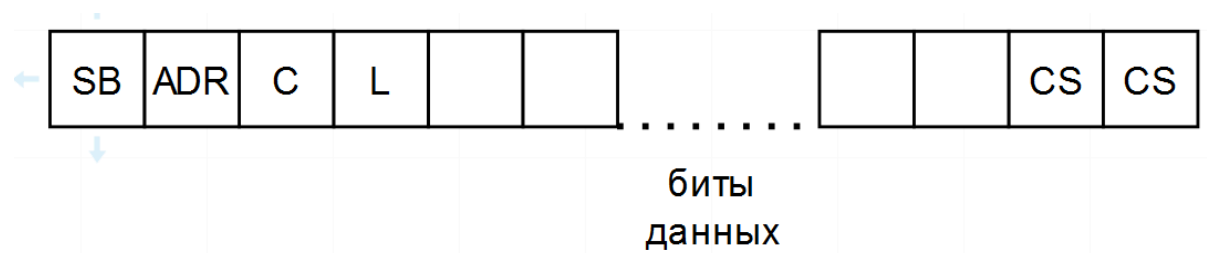
Короткие команды (1–5 байт): 0x01 — запуск, 0x00 — остановка.

Длинные пакеты (до 255 байт): показания датчиков, журналы событий, конфигурационные данные.

Протокол транспортного уровня

Протокол обеспечивает надёжность передачи, борьбу с помехами и восстановление после сбоев.

Структура пакета:



SB (Start Byte, 1B): 0xAA — начало пакета.

ADR (Address, 1B): Адрес устройства-получателя (до 255 устройств, в топологии "точка-точка" не используется, оставлен для совместимости).

C (Control, 1B): Управляющий байт:

Бит 0–1: Тип операции (00 — запись, 01 — чтение, 10 — ACK, 11 — NACK).

Бит 2–7: Зарезервированы (можно использовать для приоритета или флагов).

L (Length, 1B): Длина данных (1–255 байт).

Данные (N байт): Полезная нагрузка.

CS (Checksum, 2B): Контрольная сумма (CRC-16 для данных и заголовка).

Механизмы надёжности:

Контроль целостности:

CRC-16 для данных и заголовка. При несовпадении получатель отправляет NACK.

Подтверждение доставки (ACK/NACK):

После успешного приёма получатель отправляет ACK (C=0x10).

При ошибке — NACK (C=0x11), и отправитель повторяет передачу.

Нумерация пакетов (опционально):

Для отслеживания дубликатов в поле ADR можно использовать младшие 4 бита под номер пакета (0–15).

Таймауты и повторные передачи:

Отправитель ждёт ACK до 50 мс. Если ответа нет, пакет отправляется повторно (максимум 3 попытки).

Управление направлением (СТ):

СТ=0 → Устройство А передает, устройство В слушает.

СТ=1 → Устройство В передает, устройство А слушает.

Переключение направления происходит после подтверждения (ACK/NACK).

Обработка нештатных ситуаций:

Помехи при включении:

Устройства обмениваются тестовым пакетом (C=0x20) при инициализации.

Если связь не установлена, выполняется перезапуск интерфейса.

Потеря пакетов:

При отсутствии ACK после 3 попыток пакет помечается как утерянный, и система переходит в режим ошибки.

Коллизии невозможны в топологии "точка-точка" благодаря сигналу СТ.