

Университет ИТМО
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Семинар 1
по дисциплине «Системы Ввода-Вывода»

Выполнили студенты:

Дворкин Борис Александрович Р3331

Ефремов Марк Андреевич Р3334

Бахилин Никита Витальевич Р3334

Вариант: 1

Преподаватель:

Быковский Сергей Вячеславович

г. Санкт-Петербург

2025 г.

Содержание

Задание.....	4
Этап 1: проектирование портов ввода-вывода.....	4
Этап 2: проектирование протокола передачи данных физического и канального уровня.....	6
Формат пакета канального уровня:.....	6
Эффективная пропускная способность.....	6
Процедура передачи 1 байта полезных данных.....	7
Этап 3: описание сценариев использования и протокола транспортного уровня.....	7
Сценарии использования:.....	7
1. Система мониторинга температуры промышленного оборудования.....	7
2. Управление освещением в умном здании.....	8
3. Система контроля доступа в защищенных помещениях.....	8
Протокол транспортного уровня:.....	9

Задание

Спроектировать интерфейс передачи данных по следующим характеристикам:

- Количество линий: 3
- Синхронный
- Полудуплексный

1. Проектирование портов ввода/вывода.

- распиновка разъема
- вид разъемов подключаемых устройств
- способы подключения устройств (возможные топологии)

2. Проектирование протокола передачи данных физического и канального уровня.

- формат пакета канального уровня (адресация, синхронизация, надежность)
- процедура передачи 1 байта полезных данных
- рассчитать эффективную пропускную способность

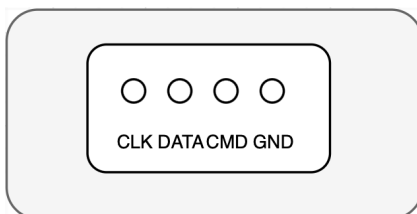
3. Описание сценариев использования и протокола транспортного уровня.

- прикладные области, где данный интерфейс мог бы быть полезным
- для какого вида трафика он подходит
- протокол транспортного уровня (помехи при включении, потеря пакетов)

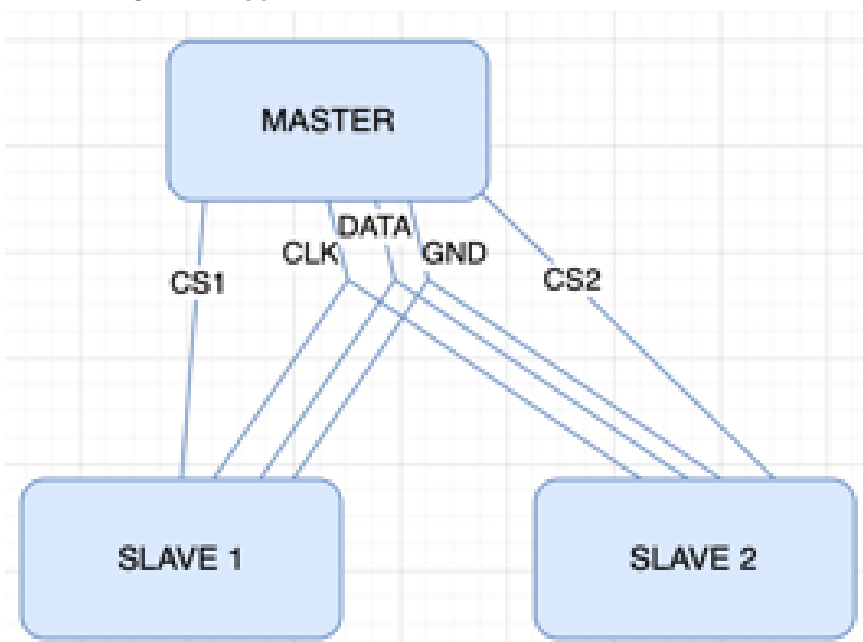
Этап 1: проектирование портов ввода-вывода

Для обеспечения полудуплексной связи, требуется сделать порты **двунаправленными**.

3 линии + земля

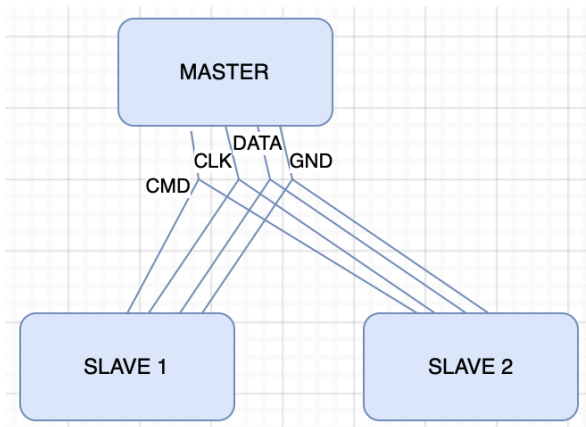


- CLK - синхросигнал
DATA - данные (двунаправленная)
CMD - выбор операции (R/W)
GND - земля



Способ передачи данных – последовательный, ввиду ограничения по количеству линий связи.

Изначально предполагалось, что одна линия будет отвечать за выбор ведомого. Но тогда на ведущем устройстве пришлось бы размещать несколько портов, у которых могли бы быть общие линии данных, синхросигнала и земли, что выражалось бы в добавлении дополнительных линий Chip Select



Было решено ограничиться строго 4 линиями как для ведомых, так и для ведущего устройства.

При этом, оставшаяся линия взяла на себя роль передачи данных управления – она задает текущее направление передачи.

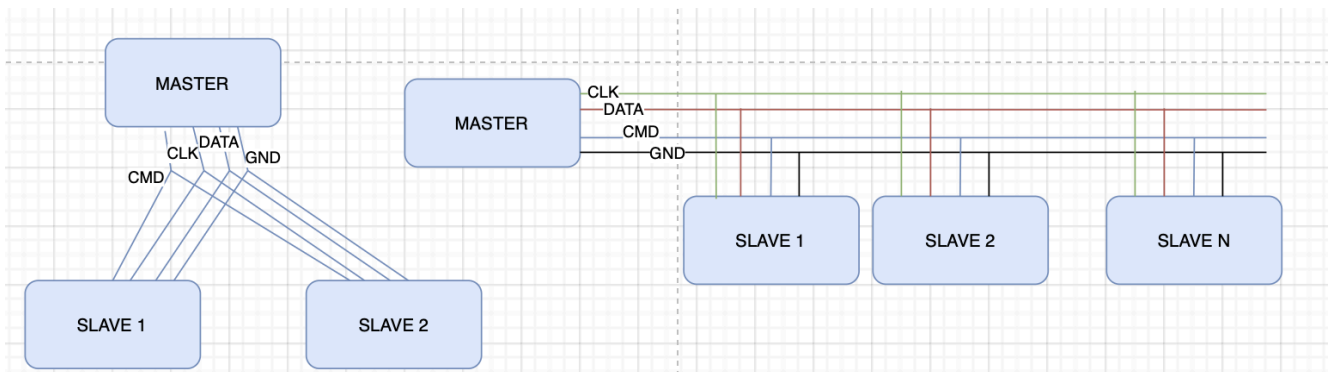
Адрес ведомого устройства будет передаваться по линии данных, в соответствии с протоколом передачи, подобно интерфейсу I2C.

Сигнал синхронизации выставляет ведущее устройство.

Вид разъема:



Топология «общая шина»



Этап 2: проектирование протокола передачи данных физического и канального уровня.

Формат пакета канального уровня:

Служебный пакет:

Единожды передается побитово в начале передачи по линии data.

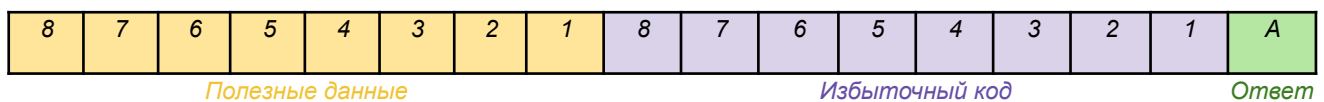
Содержит адрес ведомого, и объем сообщения.

Операция (ввод/вывод) задается на отдельной линии, и поэтому не входит в состав пакета.

Ведомое с требуемым адресом выставляет бит АСК, чтобы подтвердить начало передачи.



Пользовательский пакет:



Адресация обеспечивается путем передачи адреса по линии данных.

Синхронизация обеспечивается по линии синхросигнала.

Надежность обеспечивается путем передачи избыточного кода и бита подтверждения (ACK/NACK) от получателя.



Также, в случае, если ведомое не выставляет бит АСК после передачи служебного пакета, ведущее устройство повторяет его передачу некоторое количество раз.

Эффективная пропускная способность

В предельном случае, когда передается только один бит, будут переданы:

- 8 бит адресации
- 8 бит длины сообщения
- 1 бит подтверждения
- 8 бит полезных данных
- 8 бит избыточного кода
- 1 бит подтверждения

Итого, 34 бит, из которых только 8 несут полезную нагрузку.

Таким образом,

$$C = 1 \text{ Мбит/с} * 8 \text{ бит} / 34 \text{ бит} = 235,3 \text{ кбит/с}$$

В предельном случае, когда длина сообщения максимальна и равна $2^8 = 256$ байт, передача будет содержать:

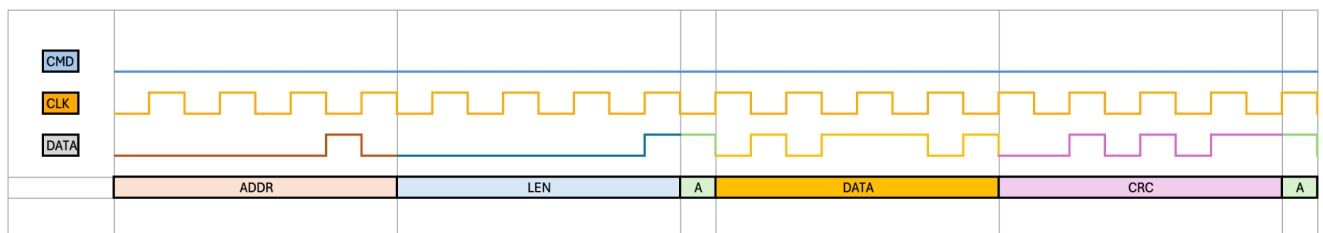
- Служебную информацию: $17 + 256 * 9 = 2321$ бит

- Полезную информацию: $256 * 8 = 2048$ бит

$$C = 1 \text{ Мбит/с} * 2048 \text{ бит} / (2321 + 2048) \text{ бит} = 468,8 \text{ кбит/с}$$

Итого, эффективная пропускная способность варьируется от 235,3 до 468,8 кбит/с.

Процедура передачи 1 байта полезных данных



Этап 3: описание сценариев использования и протокола транспортного уровня.

Данный интерфейс хорошо подходит для передачи небольшого объема дискретных данных на небольшие расстояния с высокой скоростью и надежностью.

Сценарии использования:

1. Система мониторинга температуры промышленного оборудования

Условия применения:

- Производственная среда с высоким уровнем электромагнитных помех
- Перепады температур от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$
- Повышенная влажность (до 95%)
- Вибрации и механические воздействия

Конфигурация системы:

- Ведущее устройство: промышленный контроллер
- Ведомые устройства: 6-12 датчиков температуры
- Топология: шинная, с общей линией длиной до 15 метров
- Режим опроса: последовательный, циклический

Алгоритм работы:

1. Контроллер с периодичностью 30 секунд опрашивает каждый датчик
2. Датчики передают текущую температуру (2 байта) и статус (1 байт)

3. При обнаружении аномального значения контроллер переходит в режим учащенного опроса (раз в 5 секунд)
4. При критических значениях активируется система оповещения и защитного отключения

Преимущества применения разработанного интерфейса:

- Высокая помехоустойчивость благодаря синхронному режиму передачи
- Надежное обнаружение ошибок с помощью избыточного кодирования
- Простая прокладка коммуникаций (всего 4 провода)
- Возможность горячей замены датчиков без остановки системы

2. Управление освещением в умном здании

Условия применения:

- Офисное или жилое помещение
- Распределенная система контроля освещения
- Требования к минимальному вмешательству в существующую инфраструктуру
- Необходимость централизованного управления и мониторинга

Конфигурация системы:

- Ведущее устройство: центральный контроллер освещения
- Ведомые устройства: до 32 интеллектуальных светильников
- Топология: звездно-шинная с повторителями сигнала через каждые 20 метров
- Режим работы: комбинированный (опрос состояния и команды управления)

Алгоритм работы:

1. Контроллер периодически (раз в минуту) опрашивает статус всех светильников
2. Светильники возвращают информацию о состоянии (вкл/выкл), уровне яркости и энергопотреблении
3. Контроллер отправляет команды управления в соответствии с предустановленными сценариями или внешними запросами
4. При отсутствии ответа от светильника система выполняет диагностику линии связи

Преимущества применения разработанного интерфейса:

- Экономия на проводке (общая шина вместо индивидуальных линий)
- Гибкая адресация позволяет добавлять новые устройства без перенастройки системы
- Высокая скорость отклика (менее 10 мс от команды до исполнения)
- Возможность автоматической адаптации яркости и цветовой температуры освещения

3. Система контроля доступа в защищенных помещениях

Условия применения:

- Объекты с повышенными требованиями к безопасности
- Необходимость интеграции различных типов считывателей и исполнительных устройств
- Требования к шифрованию и защите канала передачи данных

Конфигурация системы:

- Ведущее устройство: контроллер СКУД (системы контроля и управления доступом)
- Ведомые устройства: считыватели карт, биометрические сканеры, электромагнитные замки
- Топология: последовательное подключение устройств с возможностью резервирования каналов
- Режим работы: событийно-ориентированный с приоритезацией трафика

Алгоритм работы:

1. Контроллер непрерывно опрашивает состояние всех считывателей
2. При регистрации события (поднесение карты, сканирование отпечатка) считыватель немедленно передает данные на контроллер
3. Контроллер верифицирует полученные данные и передает команду исполнительному устройству
4. Все события протоколируются с метками времени для последующего аудита

Преимущества применения разработанного интерфейса:

- Повышенная защита от несанкционированного доступа к линии связи
- Минимальная задержка при обработке критичных событий
- Возможность гибкого масштабирования системы
- Поддержка резервирования для обеспечения отказоустойчивости

Протокол транспортного уровня

Разработанный протокол транспортного уровня обеспечивает надежную передачу данных даже в сложных условиях эксплуатации. Для этого реализованы следующие механизмы:

1. **Обнаружение ошибок и повторная передача**
 - При получении пакета с ошибкой (не совпадает избыточный код) приемник отправляет NACK
 - Передатчик автоматически повторяет передачу до 3 раз
 - После 3 неудачных попыток передатчик сигнализирует об ошибке верхнему уровню
2. **Подтверждение соединения**
 - Перед началом рабочего сеанса ведущее устройство выполняет проверку доступности ведомых
 - Каждое ведомое отвечает своим статусом готовности
3. **Буферизация данных**
 - Каждое устройство имеет буфер для хранения входящих и исходящих данных
 - Позволяет обрабатывать пакеты даже при временной недоступности получателя