



ІТМО

Системы ввода/вывода

Лабораторная работа №4
«Изучение работы контроллеров
ввода/вывода»

Преподаватели
Сергей Быковский
Сергей Табунщик

2025

Лабораторная работа 4

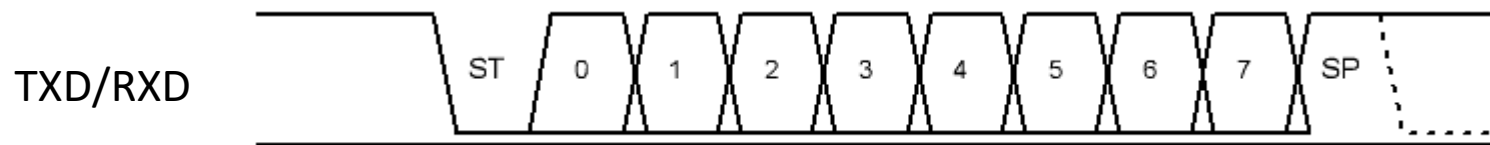
- **Тема:** «Изучение работы контроллеров ввода вывода»
- **Цель:** познакомится с принципами работы с контроллерами ввода вывода на примере контроллера UART.
- ПО для выполнения работы:
 - Arduino IDE
 - Logic 2

✓ Atmega 328 Datasheet

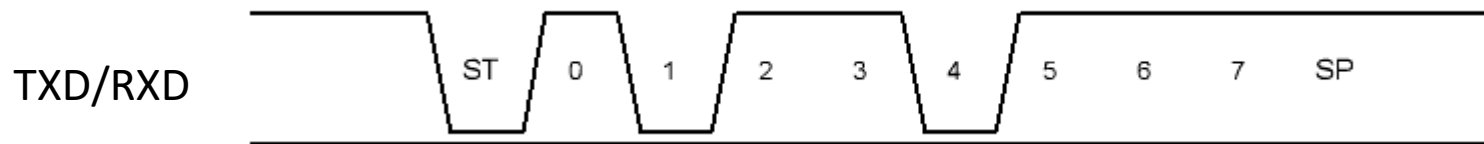
- https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf

Интерфейс UART

Общий вид протокола передачи байта данных



Пример передачи байта 10110111



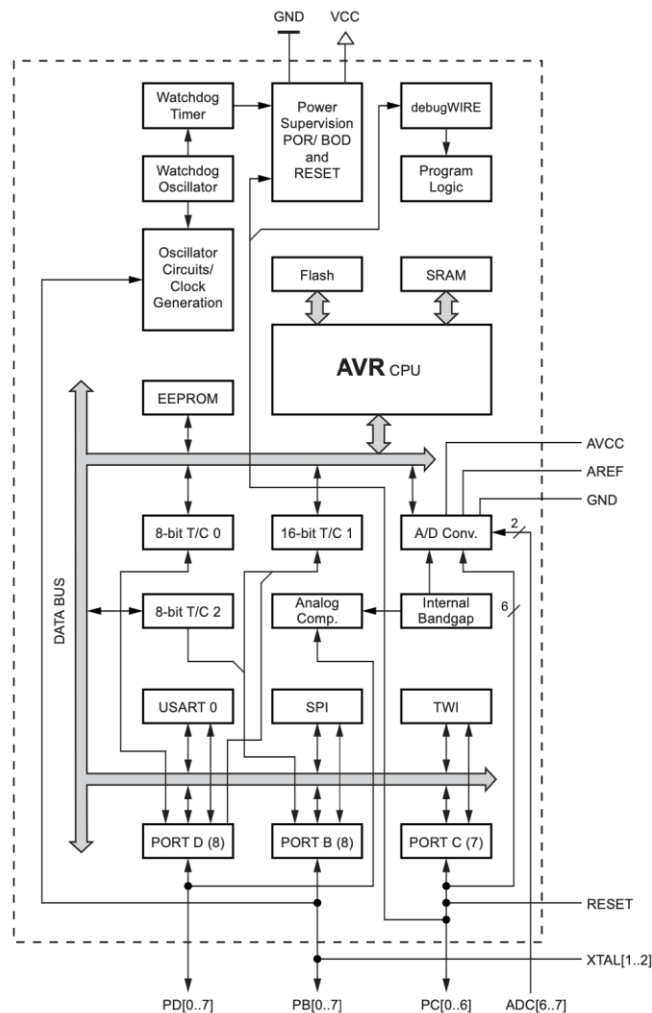
- Синхронизация потока данных происходит по стартовым и стоповым битам, передающимся по линиям данных
- Передача и прием данных по линиям TXD и RXD производятся независимо друг от друга
- Максимальный размер данных равен 1 байту
- Передача осуществляется старшим битом вперед (MSB, most significant bit)
- Приемник и передатчик данных должны иметь одинаковые настройки (скорость передачи, контроль четности и т.п.)

- **Длина данных:** 4-8 бит
- **Контроль четности:** чет/нечет
- **Скорость обмена данными:** 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400; 460800; 921600 бод
- **Длина стоп-бита:** 1, 1.5, 2 длительности передачи бита данных
- **Аппаратный контроль потока** (использование сигналов RTS, CTS): да/нет

Контроллер UART в Atmega328

Atmega328

- 8-битный микроконтроллер
- Архитектура RISC
- FLASH: 32Кбайт
- EEPROM: 1 Кбайт
- SRAM: 2Кбайт
- Таймеры: 3 шт.
- АЦП: 8 каналов, 10 бит
- USART
- I2C
- SPI



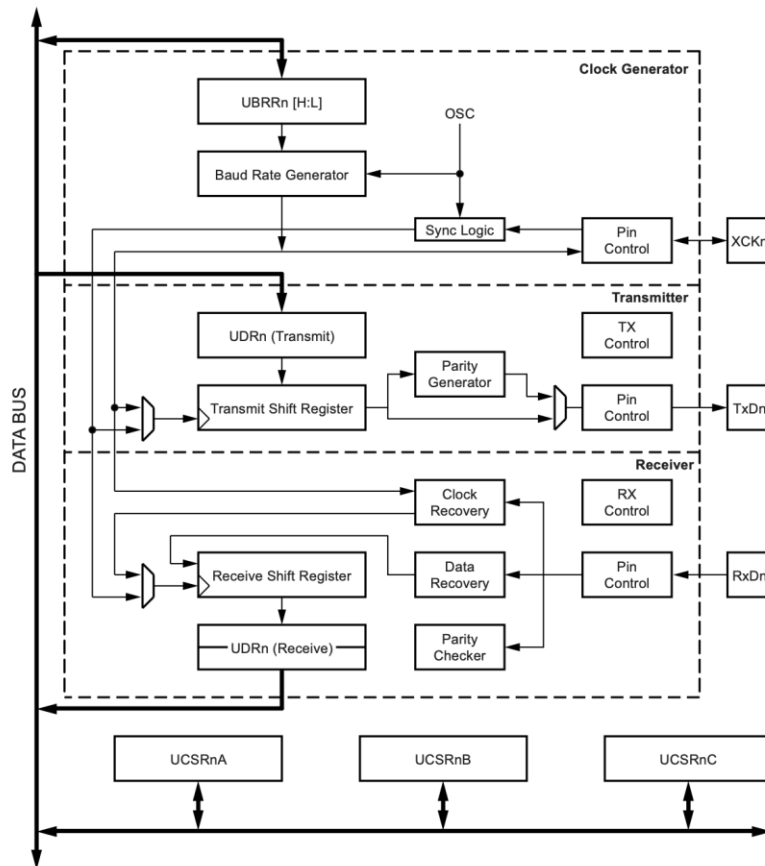
Контроллер UART | структура

Регистры настроек:

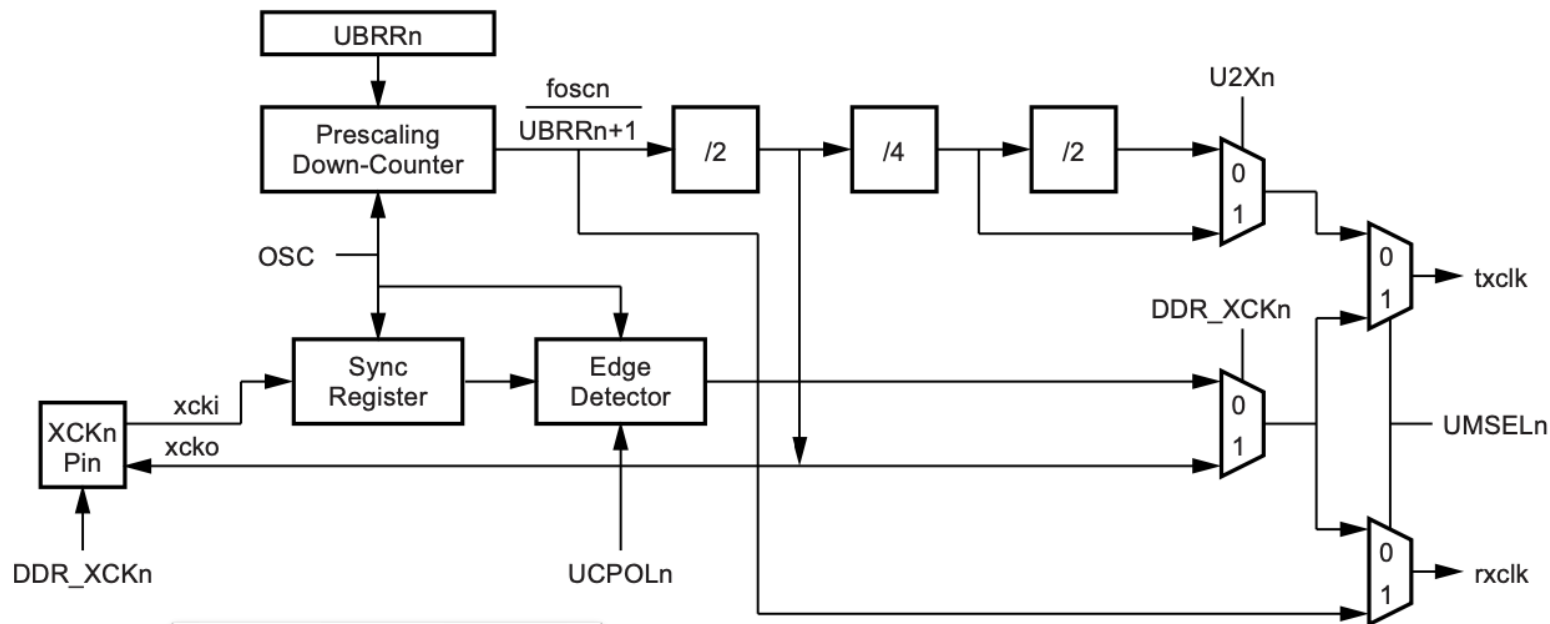
- UCSRnA
- UCSRnB
- UCSRnC
- UBRRn

Регистр данных:

- UDRn



Контроллер UART | синхронизация



$$UBRRn = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1$$

Пример кода настройки UART

```
void setup() {  
    uint16_t baudRate = 9600;  
    uint16_t ubrr = 16000000 / 16 / baudRate - 1;  
  
    UBRR0H = (unsigned char) (ubrr >> 8);  
    UBRR0L = (unsigned char) ubrr;  
  
    SetBit(UCSR0B, TXEN0);  
    SetBit(UCSR0B, RXEN0);  
    SetBit(UCSR0B, RXCIE0);  
  
    SetBit(UCSR0C, 1);  
    SetBit(UCSR0C, 2);  
  
    pinMode(13, OUTPUT);  
}
```

Код прерывания UART

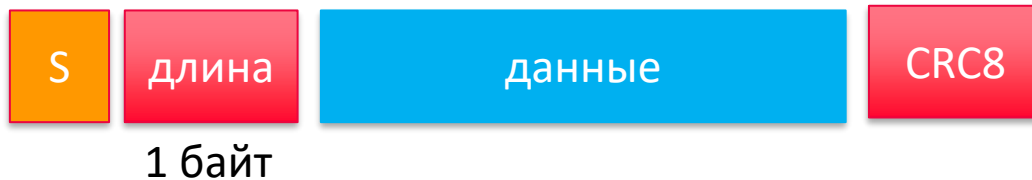
```
ISR(USART_RX_vect) {  
    b = UDR0;  
  
    while(!(UCSR0A & (1<<UDRE0)));  
  
    UDR0 = b;  
}
```

Задание

Задание к лабораторной работе

1. Написать программу для микроконтроллера Atmega328, принимающую и отправляющую пакеты по интерфейсу UART в соответствии с обозначенным форматом пакета. Драйвер UART должен быть реализован с использованием операций ввода/вывода в регистры аппаратного контроллера UART.
2. Контроллер должен принимать данные с ПК, проверять их на корректность и отправлять обратно корректные пакеты. Если пакет пришел с ошибкой, то он отбрасывается.
3. Контроллер должен раз в секунду передавать данные с датчика, указанного в варианте задания.
4. Написать клиентскую программу на ПК для приема и отправки пакетов к микроконтроллеру по интерфейсу UART, моделирующей как корректную отправку пакетов, так и случаи с ошибками: неправильная длина, отсутствие синхробайта, недостаточное количество данных.
5. Подключить микроконтроллер к ПК и протестировать работоспособность написанных программ
6. Снять осциллограмму передачи любого пакета по интерфейсу UART
7. Оформить отчет по работе в электронном формате

Формат пакета



- S – синхробайт 0x5A
- Поле длины задает количество байтов данных

Варианты

№ варианта	Датчик	Скорость UART	Четность	Кол-во стоповых бит
1	BMP280, I2C температура и давление	19200	even parity	1
2	BMP280, SPI температура и давление	38400	odd parity	2
3	DHT11 температура и влажность	57600	even parity	1
4	DHT11 температура и влажность	115200	odd parity	2

1. На титульном листе должны быть приведены следующие данные:
 - а. Название дисциплины
 - б. Номер и название лабораторной работы
 - с. ФИО исполнителя и группа
2. Во введении указываются цели и задачи работы
3. В основной части приводится код микроконтроллера и клиентской программы для ПК. **Комментарии обязательны!**
4. Приводится временная диаграмма передачи одного пакета с проверкой контрольной суммы.

**Спасибо
за внимание!**

it'sMO *re than a*
UNIVERSITY