

Университет ИТМО
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №3
по дисциплине «Системы Ввода-Вывода»

Выполнили:

Студенты группы Р3331

Дворкин Борис Александрович

Краков Кирилл Константинович

Вариант: 1+3

Преподаватель:

Быковский Сергей Вячеславович

г. Санкт-Петербург

2024 г.

Содержание

Описание задания.....	3
Цель.....	3
Задачи.....	3
Выполнение.....	4
Репозиторий с иерархией реализации и исходным кодом:.....	4
Анализ протокола обмена данными с BMP280 через интерфейс I2C.....	4
Анализ временной диаграммы калибровочной таблицы.....	4
dig_T1 (байты 0x88/0x89):.....	4
dig_T2 (байты 0x8A/0x8B):.....	4
dig_T3 (байты 0x8C/0x8D):.....	4
Анализ временной диаграммы температурных данных.....	5
Сырые данные температуры:.....	5
Сырое значение температуры (adc_T):.....	5
var1:.....	5
var2:.....	5
Итоговый расчет:.....	5
Анализ протокола обмена данными с DHT-11 через 1-Wire.....	6
Анализ временной диаграммы обмена данными.....	6
Декодирование & преобразование в человекочитаемый формат:.....	6
Проверка контрольной суммы.....	6
Интерпретация результатов.....	6
Вывод.....	7

Описание задания

Цель

Познакомится с принципами обмена данными между устройствами, алгоритмами обмена и форматами передачи данных на примере интерфейсов I2C, SPI, 1-Wire

Задачи

1. Подключить комплект с контроллер с датчиком и логическим анализатором к компьютеру
2. С помощью логического анализатора записать временную диаграмму обмена данными по сигнальным линиям в течении трех транзакций обмена.
3. Расшифровать протокол обмена данными.
4. Перевести значение физической величины, заданной в варианте задания, в человекочитаемый формат.
5. Нарисовать временную диаграмму передачи другого, отличного от полученных, значения физической величины.
6. Определить скорость интерфейса.
7. Оформить отчет по работе в электронном формате

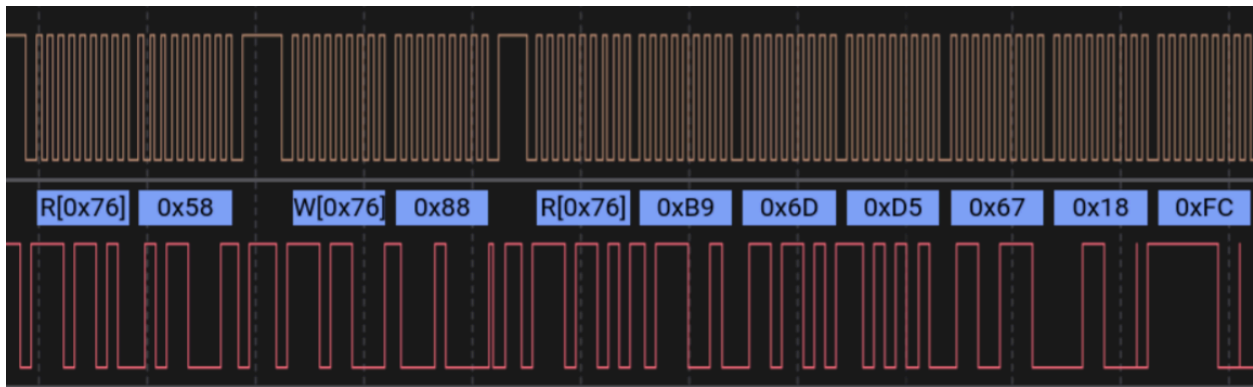
Выполнение

Репозиторий с иерархией реализации и исходным кодом:

```
https://github.com/Imtjl/io-systems
```

Анализ протокола обмена данными с BMP280 через интерфейс I2C

Анализ временной диаграммы калибровочной таблицы



dig_T1 (байты 0x88/0x89):

- LSB: 0xB9 = 185
- MSB: 0x6D = 109
- $\text{dig_T1} = \text{MSB} * 256 + \text{LSB} = 109 * 256 + 185 = 28089$

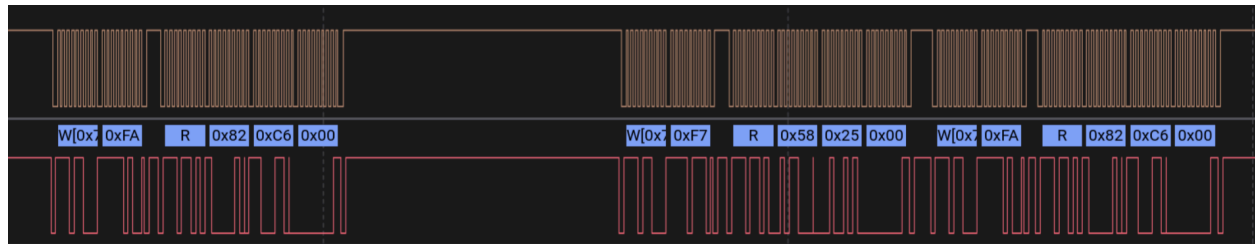
dig_T2 (байты 0x8A/0x8B):

- LSB: 0xD5 = 213
- MSB: 0x67 = 103
- $\text{dig_T2} = \text{MSB} * 256 + \text{LSB} = 103 * 256 + 213 = 26581$

dig_T3 (байты 0x8C/0x8D):

- LSB: 0x18 = 24
- MSB: 0xFC = 252 (>127, значит отрицательное)
- $\text{dig_T3} = \text{MSB} * 256 + \text{LSB} = 252 * 256 + 24 = 64536$
- Корректировка для отрицательного числа: $64536 - 65536 = -1000$

Анализ временной диаграммы температурных данных



Сырые данные температуры:

1. **temp_msb (0xFA):** $0x82 = 130$
2. **temp_lsb (0xFB):** $0xC6 = 198$
3. **temp_xlsb (0xFC):** $0x00 = 0$

Сырое значение температуры (adc_T):

- $adc_T = (temp_msb * 4096) + (temp_lsb * 16) + (temp_xlsb / 16)$
- $adc_T = (130 * 4096) + (198 * 16) + (0 / 16)$
- $adc_T = 532480 + 3168 + 0$
- **adc_T = 535648**

var1:

- $adc_T / 16384.0 = 535648 / 16384.0 = 32.6931$
- $dig_T1 / 1024.0 = 28089 / 1024.0 = 27.4307$
- $(32.6931 - 27.4307) = 5.2624$
- $var1 = 5.2624 * 26581 = 139876.9$

var2:

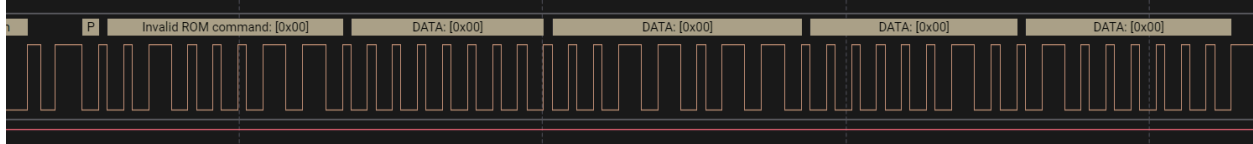
- $adc_T / 131072.0 = 535648 / 131072.0 = 4.0866$
- $dig_T1 / 8192.0 = 28089 / 8192.0 = 3.4288$
- $(4.0866 - 3.4288) = 0.6578$
- $(0.6578 * 0.6578) = 0.4327$
- $var2 = 0.4327 * (-1000) = -432.7$

Итоговый расчет:

- $t_fine = 139876.9 + (-432.7) = 139444.2$
- $T = 139444.2 / 5120.0 = \mathbf{27.24^{\circ}C}$

Анализ протокола обмена данными с DHT-11 через 1-Wire

Анализ временной диаграммы обмена данными



Декодирование & преобразование в человекочитаемый формат:

Байт данных	Двоичное представление	Десятичное значение	Назначение
DATA[1]	00100011	35	Целая часть влажности
DATA[2]	00000000	0	Дробная часть влажности
DATA[3]	00011011	27	Целая часть температуры
DATA[4]	00000010	2	Дробная часть температуры
CONTROL	01000000	64	Контрольная сумма

Проверка контрольной суммы

В соответствии с протоколом DHT-11, последний байт является контрольной суммой, равной сумме четырех байтов данных:

Расчет: $35 + 0 + 27 + 2 = 64$

Полученное значение контрольной суммы (64) совпадает с расчетным значением, что подтверждает корректность принятых данных.

Интерпретация результатов

- Относительная влажность: 35.0%
- Температура воздуха: 27.2°C

Вывод

В результате работы с двумя различными интерфейсами я сделал для себя несколько важных выводов. Протокол, используемый датчиком DHT-11, оказался удивительно простым и интуитивно понятным. По сути, за несколько минут можно полностью разобраться в его работе и декодировать данные практически вручную.

В противоположность этому, протокол в BMP280 требует гораздо больше времени на анализ и понимание. Сложные битовые операции, многоэтапные вычисления и необходимость учета калибровочных коэффициентов делают работу с ним значительно более трудоемкой.

Однако эта сложность компенсируется универсальностью I2C - он широко используется в индустрии и позволяет подключать множество устройств к одной шине. В то время как 1-Wire, хоть и прост, но является более узкоспециализированным и встречается реже.

Это хороший пример инженерного трейдоффа: либо простота и понятность, либо универсальность и масштабируемость.