Дифференциальный датчик (преобразователь) давления

DFF.PRESS.TRDC
6kPa/24VDC/010V/Mod

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления

ver.1.0 (10.2018)
www.vtsgroup.us

3. Технические характеристики 4
3.1 Общие параметры преобразователя 4
3.2 Параметры измерения перепада давления 4
4.6 Параметры аналогового выхода 4
3.4 Параметры последовательного интерфейса 5
3 Установка 5
4.1 Безопасность 5
4.2 Конструкция устройства 5
4.7 Описание клемм 6
4.8 Настройка аналогового выхода 7
4.9 Калибровка 8
4.8 Рекомендации 9
5 Протокол MODBUS 10
5.1 Карта регистров 10
5.2.2 Запись в группу выходных регистров (0x10) 13
5.4.1 Алгоритм вычисления побитового CRC: 14
5.4.2 Алгоритм расчета CRC на основе таблиц: 15

1. Введение

Предметом данного исследования являются характеристики датчика перепада давления на основе датчика давления серии ABP Honeywell с интерфейсом RS-485 со встроенным протоколом MODBUS RTU и аналоговым выходом 0-10 В.

ВНИМАНИЕ: Перед запуском модуля ознакомьтесь с информацией, содержащейся в этом документе.

1.1 Функции устройства

Основными функциями дифференциального датчика давления являются:
- измерение перепада давления (диапазон зависит от используемого датчика);
- аналоговый выход напряжения 0-10 [V] (пропорционален величине перепада давления);
- конфигурация выходного диапазона;
- конфигурация постоянной времени измерения;
- обнуление компенсации датчика;
- LED сигнализация устройства;
- последовательный интерфейс RS-485 (считывание измеренных значений, настройка рабочих параметров);
- Протокол MODBUS RTU
- передача в режиме HALF DUPLEX
- настраиваемая адресация (1-31)

1.2 Характеристики устройства

Основная функция преобразователя состоит в измерении величины перепада давления. Значения, измеренные встроенным датчиком Honeywell серии ABP, затем преобразованные и усредненные в микроконтроллере, доступные в его памяти (HOLDING REGISTERS) в соответствии со стандартом MODBUS. Регистры считываются с использованием функций протокола MODBUS, передаваемых через последовательный интерфейс RS-485. Регистры также предоставляют информацию о текущем установленном (конфигурируемом) диапазоне измерения, постоянном временном (также конфигурируемой) и процентном соотношении давления по отношению к диапазону. Сигнализация об отсутствии датчика, состояниях превышения диапазона измерения, занятости преобразователя в случае калибровки смещения также осуществляется через регистры состояния.

2. Важно знать!

1 hPa = 100 Pa = 1 mbar

1 inH2O = 249.089 Pa

3. Технические характеристики

3.1 Общие параметры преобразователя

Мощность	
- постоянное напряжение	DC 24V (20 ... 30V)
- переменное напряжение	AC 24V (21.5 ... 26.5V)
Потребляемая мощность	
- минимальная [1]	9.0 mA
- стандартная [2]	11.0 mA
- максимальная [3]	22.0 mA
LED сигнал	0.2 Hz
Способ монтажа	винт 5.00 mm (≤ 2.5mm [2])
Размеры	112 x 84 x 31 (L x H x W)
Вес	приблизительно 100 g
Монтаж [4]	настенный
Уровень безопасности	IP65
Рабочая обстановка	без пыли и нейтральных газов в воздухе
Рабочая температура	-20 ° C ÷ 50 ° C
Условия хранения	
- температура	-40 ° C ÷ 85 ° C
- относительная влажность	20 ÷ 60% RH

1) Среднее потребление тока устройством в следующих условиях: нет передачи; аналоговый выход не загружен; 24 V постоянного тока;
2) Среднее энергопотребление устройства в условиях: передача 10 запросов в секунду; скорость передачи 9600 б / с; одновременное чтение 20 регистров; нагрузочные резисторы шины 2 x 120 Ом; аналоговый выход установлен на 10 В и нагружен сопротивлением 10 кОм; 24 В постоянного тока;
3) Максимальное мгновенное потребление тока в условиях: аналоговый выход с сопротивлением 1 кОм; сигнальный диод постоянно включен; другие условия как в пункте 2);
4) Устройство должно устанавливаться квалифицированным персоналом.

3.2 Параметры измерения перепада давления

Тип датчика	АВР
Диапазон измерений	вплоть до 7,000 Pa
Разрешение	12 бит
Точность:	
- в диапозоне 0 ÷ 50 ° C	± 0.25% диапозона
- в диапозоне -20 ÷ 85 ° C	неопределено
Частота дискретизации	100 Hz
Время отклика [1]	0.8s / 4s [2]

1) данное время отклика равно одной постоянной времени, соответствующей 63% от заданного значения;
2) значение по умолчанию - меньшее время отклика.

4.6 Параметры аналогового выхода

Тип выхода	напряжение
Диапазон выхода	0 - 10 V
Разрешение	12 бит (5 mV)
Допустимая нагрузка	R_L > 1 kΩ
Частота обновления	100 Hz

3.4 Параметры последовательного интерфейса

Тип	RS-485
Протокол связи	MODBUS RTU
Конфигурации соединения [1)]	HALF DUPLEX
Скорость передачи	9600/19200/57600/115200 b / s

1) HALF DUPLEX - двусторонняя связь с одной парой проводов.

3 Установка

4.1 Безопасность

• Устройство должно быть установлено **квалифицированным персоналом**!
• Все соединения должны быть выполнены в соответствии с электрическими схемами, приведенными в данной спецификации!
• Проверьте все электрические соединения перед вводом в эксплуатацию!

4.2 Конструкция устройства

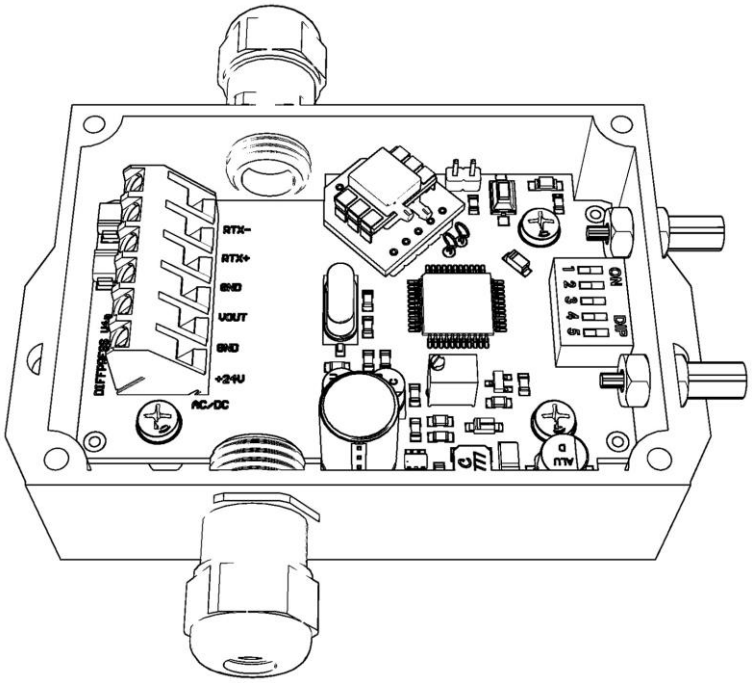

Рис. 1. Вид на печатную плату.

4.7 Описание клемм

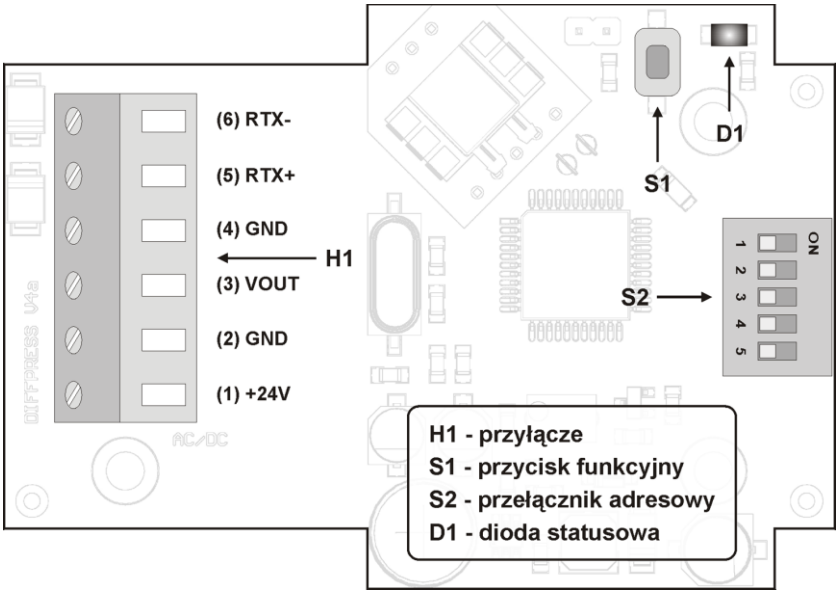

Рис. 2. Описание разъемов датчика: H1 – главный терминал; S1- функциональная кнопка; S2- адресный переключатель; D1- LED индикатор состояния.

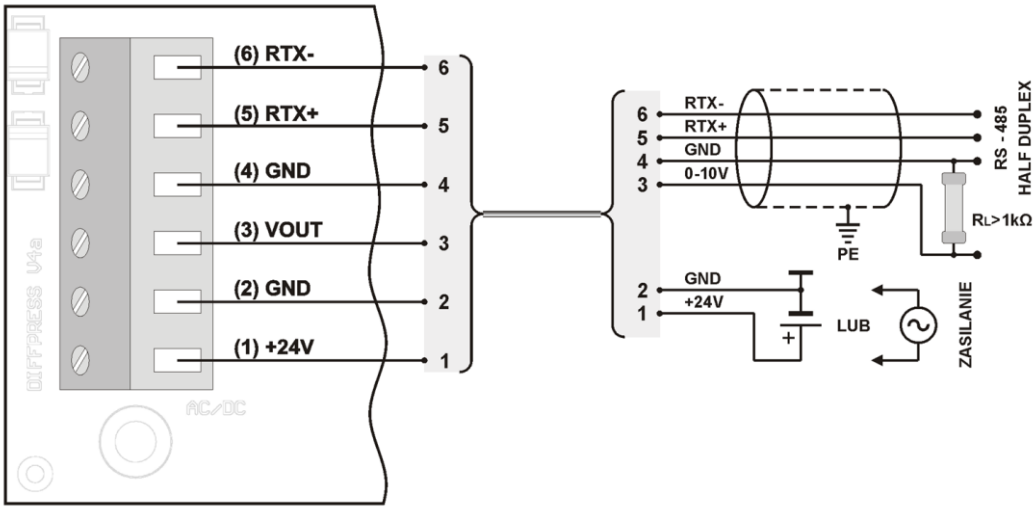

Рис. 3. Схема подключения преобразователя.

4.8 Настройка аналогового выхода

Устройство оснащено аналоговым выходом: диапазон напряжения от 0 до 10 V. В зависимости от выбранного диапазона, устройство выводит значение, пропорциональное измеренному перепаду давления. Результаты измерений усредняются и обновляются на выходах в соответствии с установленным интервалом времени.

4.5 Настройка адреса

Устройство оснащено 5-позиционным переключателем для настройки аппаратного адреса (от "1" до "31"). При установке адреса «0» на коммутаторе будет использоваться адрес, сохраненный в устройстве по протоколу MODBUS ("1" по умолчанию).

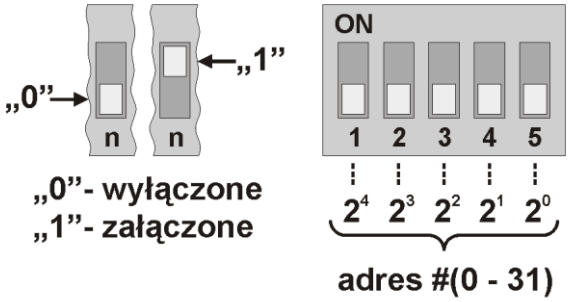

Рис. 4. Адресация преобразователя: “0”- выкл; “1”- вкл.

4.9 Калибровка

Сброс с помощью команды:
Прежде чем приступить к сбросу, сначала необходимо установить выходной диапазон и установить оба патрубка под одинаковым давлением (допускается отсоединить оба шланга). Процесс обнуления происходит после отправки команды калибровки. Продолжительность калибровки составляет около 7 секунд. После правильной калибровки прибор должен показать нулевое значение давления.

Сброс с помощью кнопки:
Прежде чем приступить к сбросу смещения, оба порта должны находиться под одинаковым давлением (оба шланга допускается отсоединить). Чтобы запустить процесс обнуления, нажмите и удерживайте кнопку S1 в течение 3 секунд, пока диод D1 не начнет мигать. Продолжительность калибровки отсчитывается с момента отпускания кнопки и составляет около 7 секунд. Процесс калибровки сигнализируется миганием диода D1. После правильной калибровки прибор должен показать нулевое значение давления.

4.7 Восстановление заводских настроек

Функция восстановления заводских настроек распространяется только на параметры передачи интерфейса RS-485 (включая адрес). Чтобы восстановить настройки, нажмите и удерживайте кнопку S1 около 10 секунд (первые 3 секунды после нажатия светодиод D1 и далее мигает еще 7 секунд). Когда светодиод D1 снова включится, отпустите кнопку. Устройство будет работать с новыми настройками автоматически.

4.8 Рекомендации

- В случае работы вблизи сильных помех следует использовать экранированные кабели.
- Экран провода должен быть подключен к ближайшей точке заземления со стороны источника питания.

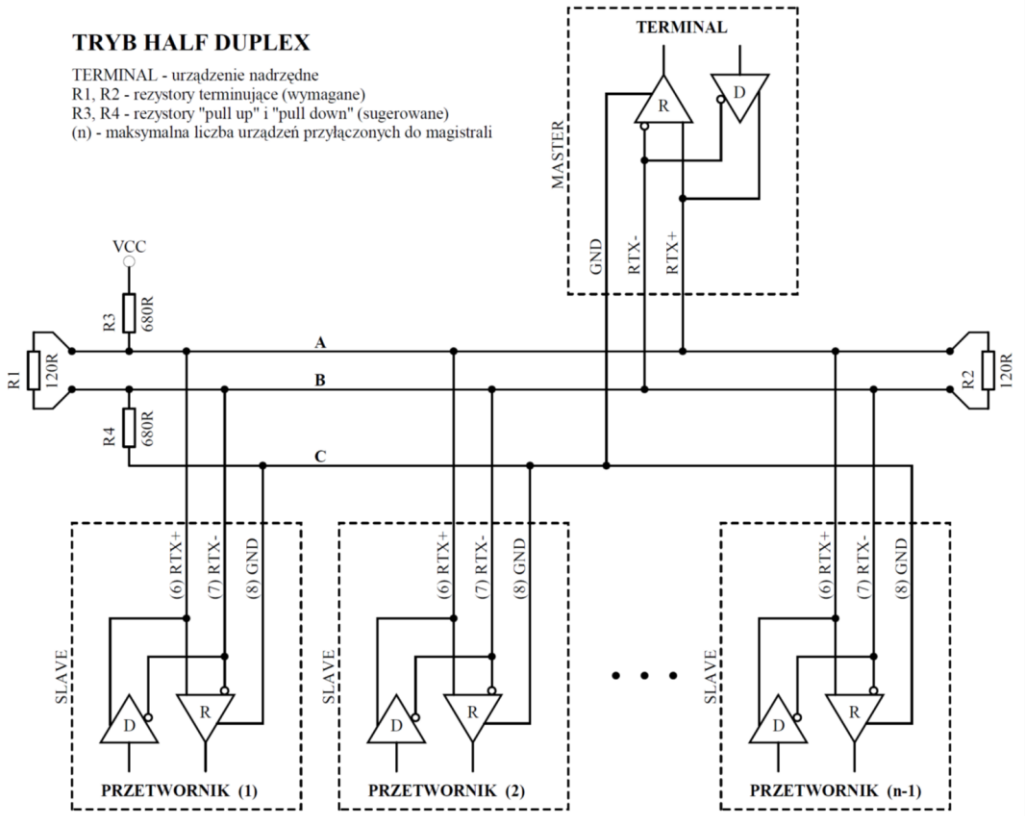

Рис. 5. Подключение передатчика к шине RS-485, работающей в режиме HALF DUPLEX.

5 Протокол MODBUS

5.1 Карта регистров

Номер регистра	Значение	Описание
1	-999 - 9999	Перепад давления (ограничен диапазоном измерения) [Pa] (1 = 1 Pa) со знаком +/-
2	0 - 1000	Перепад давления, связанный с диапазоном (1 = 0.1%; 1000 = 100%)
3	0/1/2/3	Регистр статуса (0: "ДАТЧИК ОК", 1: "НЕПОЛНАЯ НАГРУЗКА", 2: "ПЕРЕГРУЗКИ", 3: "НЕТ ДАТЧИКА") (*)
4	1234	Регистр Пароля
5	1/2/3	Регистр команд
6	в соответствии с таблицей команд	Регистр параметров
7	0/1	Постоянная времени TAU (0: 0.8 сек; 1: 4.0 сек)
8	0/1/2/3/4/5/6	Диапазон измерений (согласно таблице диапазонов измерений)
9	-999 - 9999	Смещение передатчика (информативное) [Pa] (1 = 1 Pa) со знаком
10	-999 - 9999	Нижнее значение диапазона измерения (информативное) [Pa] (1 = 1 Pa) со знаком
11	-999 - 9999	Верхнее значение диапазона измерения (информация) [Pa] (1 = 1 Pa) со знаком
12	0/1	Статус сброса (сброса) смещения (0: не активный; 1: в ожидании)
13	0-65535	Счетчик действительных кадров
14	0-65535	Счетчик исключений
15	0-65535	Счетчик неверного CRC
16	0-65535	Счетчик ошибочных байтов
17	0-65535	Счетчик неправильных адресов

(*) "ДАТЧИК ОК" - правильная работа датчика;

"НЕПОЛНАЯ НАГРУЗКА" - превышение диапазона снизу;

"ПЕРЕГРУЗКИ" - превышение диапазона сверху;

" НЕТ ДАТЧИКА " – отсутствие датчика.

Таблица команд

Номер команды	Функция	Параметры
1	Установка адреса устройства	1 - 247 (**1- значение по умолчанию**)
2	Установка скорости передачи	96 - **9600 bps (по умолчанию)** 192 - 19200 b / s 576 - 57600 bps 1152 - 115200 b / s
3	Установка битов четности	0 - ОТСУТСТВИЕ ЧЕТНОСТИ**; нет бита четности (значение по умолчанию) - NONE** 1 - ЧЕТНОСТЬ; 2 - ПРОВЕРКА НА НЕЧЕТНОСТЬ.
4	Установка бит-СТОПов	1 - 1 x STOP; **1 бит-СТОПы (значение по умолчанию)** 2 - 2 x STOP; 2 бит-СТОПа
5	Установка постоянной времени	0 - 0.8 сек; 1 - 4.0 сек;
6	Установка диапазона измерения	ID в соответствии с таблицей диапазонов измерений 0 - 0 ... 6000 Pa (значение по умолчанию)
7	Начало процесса калибровки	1 – начать обнуление
8	Сброс устройства	1 - программный сброс устройства

Таблица диапазонов измерения

Диапазон		**Значения давления → выходное напряжение**		
ID	**0 - 6000 [Pa]**	**0V**	**5V**	**10V**
0	0: 6000	0 Pa = 0V	3000 Pa = 5V	6000 Pa = 10V
1	0: 4000	0 Pa = 0V	2000 Pa = 5V	4000 Pa = 10V
2	0: 2500	0 Pa = 0V	1250 Pa = 5V	2500 Pa = 10V
3	0: 2000	0 Pa = 0V	1000 Pa = 5V	2000 Pa = 10V
4	0: 1500	0 Pa = 0V	750 Pa = 5V	1500 Pa = 10V
5	0: 1000	0 Pa = 0V	500 Pa = 5V	1000 Pa = 10V
6	0: 500	0 Pa = 0V	250 Pa = 5V	500 Pa = 10V

Комментарии:

- указание неверного или выходящего за пределы значения параметра приводит к вводу значения 0xEEEE в регистр команд;
- каждый раз, когда вызывается команда, она должна сопровождаться вводом пароля (десятичное 1234);
- вызов команды по отдельным записям в регистрах должен завершаться вводом пароля.

5.2 Функции протокола

Следующие функции стандарта MODBUS были реализованы в конвертере DIFFPRESS v2:

КОД	*ВАЖНОСТЬ*
03 (0x03)	*Чтение N x 16-битных регистров*
16 (0x10)	*Запись N x 16-битных регистров*

5.2.1 Чтение содержимого выходных регистров (0x03)

Формат запроса:

Описание	*Размер*	*Значение*
Адрес устройства	*1 байт*	*1 - 247 (0xF7)*
Функциональный код	*1 байт*	***0x03***
Адрес блока данных	*2 байта*	*0x0000 - 0xFFFF*
Количество регистров (N)	*2 байта*	*1 - 125 (0x7D)*
Контрольная сумма CRC	*2 байта*	*согласно расчетам*

Формат ответа:

Описание	*Размер*	*Значение*
Адрес устройства	*1 байт*	*1 - 247 (0xF7)*
Функциональный код	*1 байт*	***0x03***
Счетчик байтов	*1 байт*	*2 x N*
Значения регистров	*N x 2 байта*	*в соответствии с картой регистров*
Контрольная сумма CRC	*2 байта*	*согласно расчетам*

Формат ошибки:

Описание	*Размер*	*Значение*
Адрес устройства	*1 байт*	*1 - 247 (0xF7)*
Функциональный код	*1 байт*	***0x83***
Код ошибки	*1 байт*	*0x01 / 0x02 / 0x03 / 0x04*
Контрольная сумма CRC	*2 байта*	*согласно расчетам*

5.2.2 Запись в группу выходных регистров (0x10)

Формат запроса:

Описание	***Размер***	***Значение***
Адрес устройства	*1 байт*	*1 - 247 (0xF7)*
Код функции	*1 байт*	***0x10***
Адрес блока данных	*2 байта*	*0x0000 - 0xFFFF*
Количество регистров (N)	*2 байта*	*1 - 123 (0x7B)*
Счетчик байтов	*1 байт*	*2 x N*
Значения	*N x 2 байта*	*пользователь*
Контрольная сумма CRC	*2 байта*	*согласно расчетам*

Формат ответа:

Описание	***Размер***	***Значение***
Адрес устройства	*1 байт*	*1 - 247 (0xF7)*
Код функции	*1 байт*	***0x10***
Адрес блока данных	*2 байта*	*0x0000 - 0xFFFF*
Количество регистров (N)	*2 байта*	*1 - 123 (0x7B)*
Контрольная сумма CRC	*2 байта*	*согласно расчетам*

Формат ошибки:

Описание	***Размер***	***Значение***
Адрес устройства	*1 байт*	*1 - 247 (0xF7)*
Код функции	*1 байт*	***0x90***
Код ошибки	*1 байт*	*0x01 / 0x02 / 0x03 / 0x04*
Контрольная сумма CRC	*2 байта*	*согласно расчетам*

5.3 Формат данных

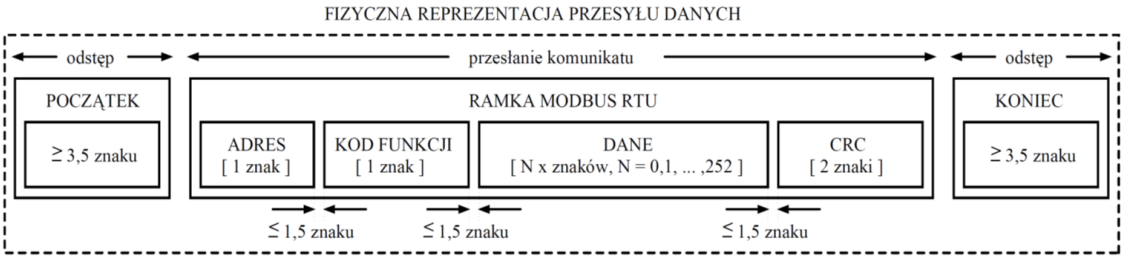

Рис. 6. Передача данных MODBUS RTU реализована в преобразователе стандартно.

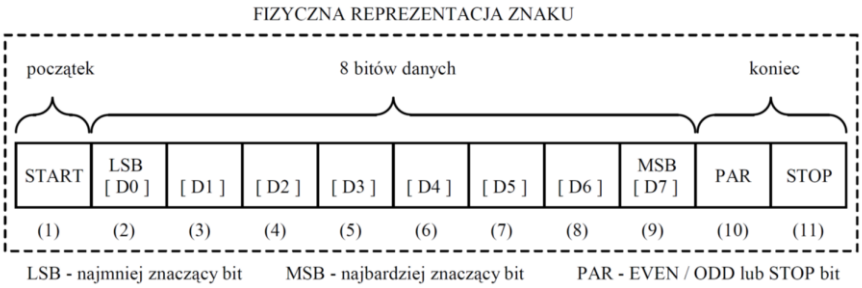

Рис. 7. Символьный формат MODBUS RTU, используется в преобразователе стандартно.

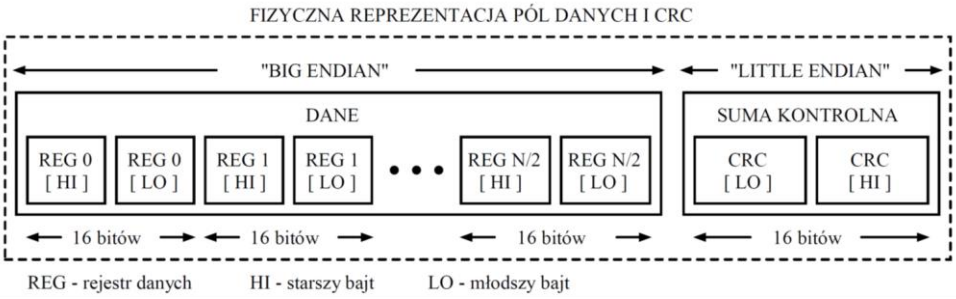

Рис. 8. Формат полей данных и CRC MODBUS RTU, используется в преобразователе стандартно.

5.4 Контрольная сумма CRC

Согласно стандарту MODBUS для вычисления контрольной суммы CRC использовается полином:

$$X16 + X15 + X2 + 1.$$

5.4.1 Алгоритм вычисления побитового CRC:

Процедура определения контрольной суммы CRC с использованием битового метода:

a) загрузка значения 0xFFFF в 16-битный регистр CRC;

b) взятие первого байта из блока данных и выполнение операции EX-OR с малдшим байтом регистра CRC, помещение результата в регистр;

c) сдвиг содержимого регистра CRC на один бит вправо в направлении младшего бита (LSB), сброс самого старшего бита (MSB);
d) проверка состояния самого младшего бита (LSB) в регистре CRC, если его состояние равно 0, то происходит возврат к точке c, если 1, то выполняется операция EX-OR регистра CRC с константой 0xA001;
e) повторение точек c и d до восьми раз, что соответствует обработке всего байта;
f) повторяя последовательность b, c, d, e для следующего байта сообщения, продолжайте этот процесс, пока не будут обработаны все байты сообщения;
g) содержимое регистра CRC после упомянутых операций является искомым значением контрольной суммы CRC;
h) добавлению контрольной суммы CRC к кадру MODBUS RTU должна предшествовать замена старших и младших байтов регистра CRC.

5.4.2 Алгоритм расчета CRC на основе таблиц:

Пример реализации процедуры определения контрольной суммы CRC с использованием метода массива:

```
/* Функция возвращает CRC в виде беззнакового короткого типа */

беззнаковый короткий CRC16 (puchMsg, usDataLen)

/* сообщение для расчета CRC по факту */

символ без знака *puchMsg ;

/* количество байтов в сообщении */

неподписанный короткий usDataLen ;


{/* старший байт CRC инициализирован */

        символ без знака uchCRCHi = 0xFF ;

        /* младший байт CRC инициализирован */

        символ без знака uchCRCLo = 0xFF ;

        /* будет индексировать в таблицу поиска CRC */

        Индекс без знака uIndex;


        /* пройти через буфер сообщений */

        пока (usDataLen--)

        {/* рассчитать CRC */

                uIndex = uchCRCLo ^ *puchMsg++ ;

                uchCRCLo = uchCRCHi ^ auchCRCHi[uIndex] ;

                uchCRCHi = auchCRCLo[uIndex] ;

        }
```

```
возврат (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo) ;}

/* Таблица значений CRC для старшего байта */
статический символ без знака auchCRCHi[] = {
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40
} ;

/* Таблица значений CRC для младшего байта */
статический символ auchCRCLo[] = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,
0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,
0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,
0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,
0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,
```

```
0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,
0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,
0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,
0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
0x40
};
```