

Ультразвуковой датчик скорости и направления ветра МПВ 702.10002



1. Введение

Ультразвуковой датчик скорости и направления ветра МПВ 702.10002 представляет собой портативный цифровой прибор, созданный специалистами с многолетним опытом разработки метеорологической продукции с использованием новейших технологий ультразвукового измерения ветра. Датчик измеряет скорость и направление ветра одновременно.

Характеризуется компактностью, отсутствием движущихся частей, прочностью, простотой монтажа и обслуживания. Датчик отличается низким энергопотреблением и может работать от солнечных батарей. Предназначен для широкого спектра метеорологических применений.

2. Описание прибора

2.1 Сферы применения

- Аэропорты
- Сельское хозяйство
- Строительство мостов и туннелей
- Управление дорожным движением
- Предупреждения об опасных погодных явлениях
- Мониторинг городской среды
- Экологический мониторинг
- Метеорологические станции
- Гидротехнические сооружения
- Ветряные электростанции

2.2 Особенности

- Одновременное измерение скорости и направления ветра
- Всепогодный датчик, не подверженный воздействию шторма, снега, льда и мороза
- Высокая точность измерений и стабильная работа
- Компактность конструкции и простота установки
- Металлический корпус обеспечивает превосходную защиту от помех, коррозии и электромагнитного излучения
- Два типа интерфейса: RS232/RS485
- Не требует технического обслуживания и калибровки на месте

2.3 Технические характеристики

Измеряемые параметры	Диапазон	Разрешающая способность	Точность
Направление ветра	0-359,9°	0,1°	±3°
Скорость ветра	0-60 м/с	0,05 м/с	±0,3/±3%

3. Монтаж

Предупреждение. Не открывайте упаковку, чтобы избежать случайного повреждения перед установкой.

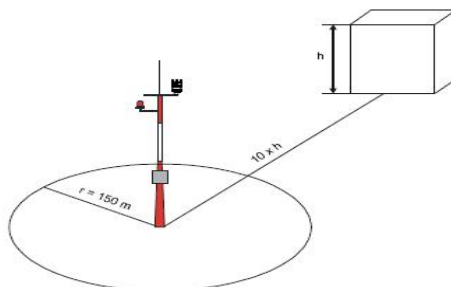
3.1 Выбор места установки

Выбор места установки очень важен для корректной работы датчика. Ниже описано, как выбрать наиболее подходящее монтажное положение:

3.1.1 Не устанавливайте прибор рядом с источниками высокого напряжения. Рекомендуется провести обследование на месте, чтобы определить степень локальных электронных помех. Не устанавливайте прибор на одной поверхности с любым излучающим устройством. Выдерживайте расстояние не менее 2 метров.

3.1.2 Настоятельная рекомендация: соблюдайте следующие дистанции с некоторыми радиоприемными антеннами: VHF IMM — 1 м, MF/HF — 5 м, спутниковая связь — 5 м. Избегайте установки прибора рядом с такими препятствиями как деревья, столбы, высокие здания и т. д., которые могут повлиять на воздушный поток или вызвать помехи и снизить точность измерения скорости и направления ветра. Лучше всего устанавливать датчик со стороны преобладающих ветров.

3.1.3 Согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации (ВМО), анемометр следует устанавливать на открытых площадках на высоте более 10 метров над землей. Понятие открытой местности означает, что расстояние между анемометром и любым препятствием более чем в 10 раз превышает высоту препятствия.



3.2 Замечания по установке

3.2.1 Убедитесь, что прибор правильно заземлен в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации;

3.2.2 Убедитесь, что длина кабеля не превышает максимально допустимую (см. 3.3.1). Если кабель обрезан и нет надлежащего соединения, или если экран кабеля не обслуживается должным образом, ЭМС (электромагнитная совместимость) может снизиться;

3.2.3 Согласно инструкции по монтажу проводки не нужно создавать контур заземления;

3.2.4 Обеспечьте бесперебойное питание прибора во время работы.

3.3 Подключение датчика

3.3.1 Выбор типа кабеля

1. Во избежание внешних помех кабель должен быть экранированным. Размер ПВХ-оболочки и провода должен быть 24AWG.
2. При использовании рекомендуемого кабеля и скорости передачи 9600 бод максимальная длина кабеля не может превышать 1 км.
3. При эксплуатации в условиях низких температур необходимо использовать морозостойкий кабель, чтобы предотвратить растрескивание его оболочки.

3.3.2 Монтаж кабеля

1. Чтобы не повредить прибор, не соединяйте никакие провода кабеля друг с другом. Оголенные провода должны быть экранированы.
2. Тип кабеля, проходящего от клеммной коробки до хост-системы, должен соответствовать приведенным выше спецификациям. Кабели должны прокладываться в подходящих или кабельных каналах, чтобы избежать механического повреждения. Для фиксации кабеля необходимо использовать специальные зажимы или стяжки, чтобы уменьшить натяжение кабеля на разъеме.

3.4 Заземление

Чтобы свести к минимуму вероятные повреждения прибора от молнии, необходимо обеспечить правильное заземление через монтажные стойки. Неполное заземление снижает стабильность работы прибора, особенно при сильных электромагнитных помехах. Заземляющий провод подключается через отверстие с резьбой М6 в нижней части прибора. Площадь поперечного сечения провода должна быть не менее 6 кв. мм.

3.5 Инструкция по проводке

Тип гнезда, используемого на датчике: Weipu WF16K7Z.
Стандартный заводской коннектор: Weipu WF16J7TA.

3.5.1 Распиновка

Pin	Название	Цвет	Описание
1	VCC	красный	Vin+(operating)
2	GND	черный	GND for data
3	TXD	белый	Data out(RS232)
4	RXD	коричневый	Data in(RS232)
5	SGND	зеленый	Communication ground
6	A	синий	Vin + (RS485)
7	B	желтый	Vin- (RS485)

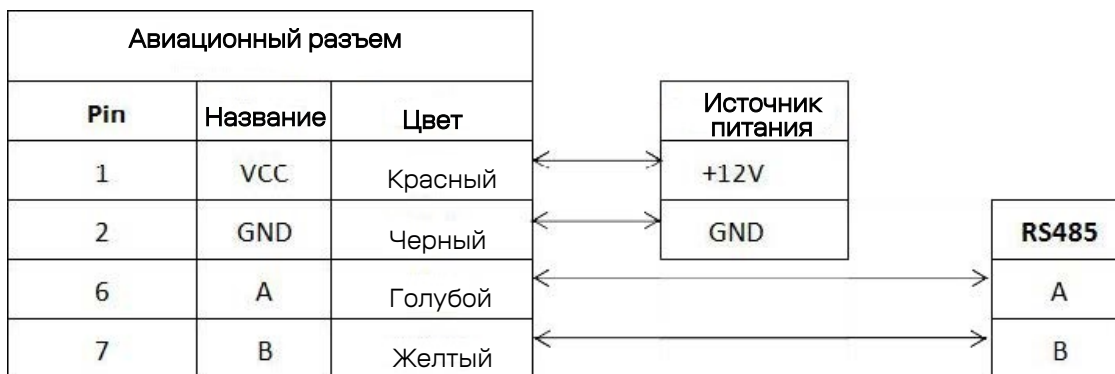
3.5.2 Требования к питанию

Источники питания: 12 ~ 24 В постоянного тока (потребляемая мощность: 8 мА при 12 В)

3.5.3 Подключение RS232

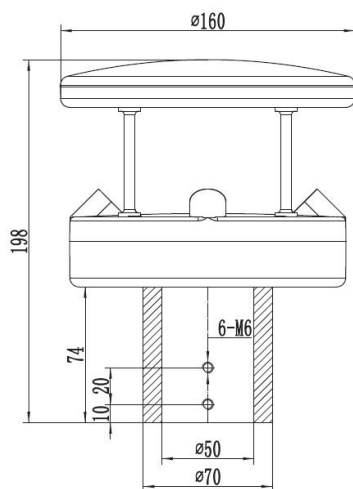


3.5.4 Подключение RS485



3.6 Габаритный чертеж (мм)

16 см * 16 см * 19,8 см Вес: 1,75 кг



4. Выходы цифровых сигналов

Датчик поддерживает как ASCII, так и шестнадцатеричный протоколы. По требованию пользователя можно настроить и другие протоколы.

4.1 Настройки связи по умолчанию

Скорость передачи данных в бодах:	Бит данных: 8
9600 Стоп-биты: 1	Контрольный бит:
Адрес по умолчанию: ASCII: 1 / HEX:	Нет
0x48	

4.2 Протокол Modbus

4.2.1 Формат сообщения Modbus

RTU Отправка хоста:

Адрес	Код функции	Старшие стартовые регистры	Младшие стартовые регистры	Количество старших регистров	Количество младших регистров	Младшие CRC	Старшие CRC

Ответ ведомого устройства:

Адрес	Код функции	Старшие стартовые регистры	Младшие стартовые регистры	Количество старших регистров	Количество младших регистров	Младшие CRC	Старшие CRC

Порядок байтов: старший формат, т. е. старший байт перед, младший байт после. Например, расположение целых чисел и чисел с плавающей запятой таково, что старшие байты предшествуют младшим байтам.

4.2.2 Описание функционального кода

Код функции	Описание
3	Чтение нескольких регистров временного хранения
4	Чтение нескольких регистров аналогового ввода
6	Запись единого регистра хранения
16	Запись нескольких регистров временного хранения

4.2.3 Детали функционального кода

4.2.3.1 Код функции 3: Чтение нескольких регистров временного хранения

Регистр хранения представляет собой набор настраиваемых переменных в датчике. Всего в датчике МПВ 702.10002 7 переменных, занимающих 8 регистров, по 2 байта в одном регистре.

Регистры	Переменные	Количество	Данные	Инструкции
----------	------------	------------	--------	------------

Адрес	Наименование	Регистры	Тип	
0000 - 0001	Скорость передачи данных в бодах	2	Беззнаковое длинное целое	2400-115200
0002	Биты данных	1	Символ	Значение по умолчанию 8
0003	Стоп-бит	1	Символ	Значение по умолчанию 1
0004	Контрольный бит	1	Символ	Значение по умолчанию N
0005	Адрес устройства	1	Int	Значение: 1-255, 0 это ширококвещательный адрес
0006	Протокол	1	Int	Не изменяйте этот регистр
0007	Формат данных	1	Int	Вывод данных осуществляется в формате старшего и младшего битов (A — младший байт, D — старший байт) 1-ABCD 2-CDAB 3-DCBA 4-BADC

Хост:

Адрес	Код функции	Старшие начальные регистры	Младшие начальные регистры	Количество старших регистров	Количество младших регистров	Младшие CRC	Старшие CRC
-------	-------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------	-------------

Ведомое устройство:

Адрес	Код функции	Старшие начальные регистры	Младшие начальные регистры	Количество старших регистров	Количество младших регистров	Младшие CRC	Старшие CRC
-------	-------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------	-------------

Например:

03 03 00 00 00 01 85 E8 // Чтение однословных данных с адреса 0000. 03 03 02 02 03 80 E5 // Ведомое устройство отвечает однословными данными (два байта).

Примечание: можно прочитать не более 8 регистров, если регистр превышает 8, датчик не отвечает.

4.2.3.2 Код функции 4: Чтение нескольких регистров аналогового ввода

Адрес регистра	Название переменной	Тип данных	Номер регистра	Единица измерения
0000-0001	NC	FLOAT	2	NC
0002-0003	NC	FLOAT	2	NC
0004-0005	NC	FLOAT	2	NC
0006-0007	Скорость ветра	FLOAT	2	м/с
0008-0009	Направление ветра	FLOAT	2	°
000A-000B	NC	FLOAT	2	NC

Есть два регистра аналогового ввода: скорость ветра, направление ветра. Остальные зарезервированы.

Хост:

Адрес	Код функции	Старшие начальные регистры	Младшие начальные регистры	Количество старших регистров	Количество младших регистров	Младшие CRC	Старшие CRC
-------	-------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------	-------------

Ведомое устройство:

Адрес	Код функции	Количество байтов	1 байт	2 байта	N байтов	Младшие CRC	Старшие CRC
-------	-------------	-------------------	--------	---------	----------	-------------	-------------

4.2.3.3 Код функции 6: Запись единого регистра временного хранения

Запись одного регистра хранения, регистр представляет собой данные

(2 байта). Хост:

Адрес	Код функции	Адрес старшего регистра	Адрес младшего регистра	Старшие данные	Младш. данные	Младш. CRC	Старшие CRC
-------	-------------	-------------------------	-------------------------	----------------	---------------	------------	-------------

Ведомое устройство:

Адрес	Код функции	Старшие начальные регистры	Младшие начальные регистры	Старшие данные	Младш. данные	Младш. CRC	Старшие CRC
-------	-------------	----------------------------	----------------------------	----------------	---------------	------------	-------------

Например:

03 06 00 00 02 03 C9 49 // Данные регистра записи 0000 равны 0203

03 06 00 00 02 03 C9 49 // Ответ ведомого устройства совпадает с отправкой хоста

4.2.3.4 Код функции 16: Запись регистра многократного хранения

Хост:

Адрес	Код функции	Адрес старшего регистра	Адрес младшего регистра	Количество старших регистров	Количество младших регистров	Старш. данные	Младш. данные	Младш. CRC	Старш. CRC
-------	-------------	-------------------------	-------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------	---------------	------------	------------

Ведомое устройство:

Адрес	Код функции	Адрес старшего регистра	Адрес младшего регистра	Количество старших регистров	Количество младших регистров	Младш. CRC	Старш. CRC
-------	-------------	-------------------------	-------------------------	------------------------------	------------------------------	------------	------------

03 10 00 00 00 01 02 01 01 7F 60 // Запись VDO = 0101 03 10 00 00 00 01 00 2B // Возврат подчиненного устройства

03 03 00 00 00 01 85 E8 // Чтение данных VDO

03 03 02 01 01 01 D4 // Возврат ведомого

4.2.4 Подробная инструкция

4.2.4.1 Чтение адреса

Хост отправляет: 00 03 00 05 00 01 95 DA (чтение адреса датчика с широкополосным адресом).

Датчик отвечает: 01 03 02 00 01 79 84 (адрес датчика 1).

4.2.4.2 Изменение адреса

Хост отправляет: 01 06 00 05 00 02 18 0A (изменить адрес 1 на адрес 2)

Ответ датчика: 01 06 00 05 00 02 18 0A (ответ датчика такой же, как и инструкция хоста)

4.2.4.3 Чтение данных

Пример формата данных — 2 (DCBA).

Хост отправляет: 01 04 00 00 00 0C F0 0F (12 аналоговых входных регистров считываются с адреса 0)

Ответ датчика: 01 04 18 00 00 00 00 00 0000 00 00 00 3D 6C C1 B1 43 2B 15

0D 00 00 00 00 72 C4

Данные о скорости ветра (3D 6C C1 B1): 0,06 м/с

Данные направления ветра (43 2B 15 0D): 171°

4.2.4.4 Чтение регистра скорости передачи данных

Пример формата данных — 2 (DCBA).

Хост отправляет: 01 03 00 00 00 02 C4 0B

Ответ датчика: 01 03 04 00 00 25 80 E1 03

Скорость передачи (00 00 25 80): 9600 бит/с

4.2.4.5 Изменение регистра скорости передачи

Поскольку скорость передачи занимает два регистра, функциональный код 16 может использоваться для одновременного изменения только двух регистров.

Пример формата данных здесь — 2 (DCBA).

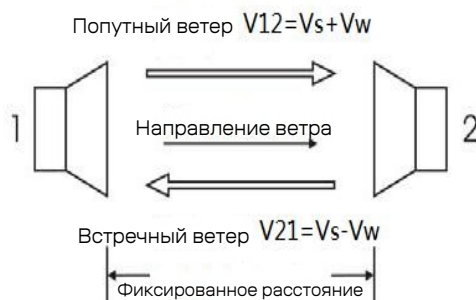
Хост отправляет: 01 10 00 00 00 02 04 00 00 4B 00 C5 5F (модифицированная скорость передачи 19200 бод) Ответ датчика: 01 10 00 00 00 02 41 C8

PS: После изменения скорости передачи датчик перезапускается, чтобы изменения вступили в силу.

5. Принцип измерений

Анемометр состоит из четырех ультразвуковых преобразователей, расположенных на одном уровне и равномерно распределенных по окружности. Скорость и направление ветра рассчитываются путем измерения времени прямой и обратной передачи ультразвуковых волн в направлениях восток-запад и север-юг.

Конкретная схема выглядит следующим образом. Сначала зонд используется как передающее устройство, а два щупа используются как принимающие. По выполнении измерений получают данные о времени. Затем два зонда используют как передающие, а один как приемный для получения другой информации о времени в обратном направлении.



Установите расстояние на юг и север (или восток-запад) двух ультразвуковых приемопередатчиков до основания, время передачи по ветру на t_{12} , время передачи против ветра на t_{21} , скорость ветра на V_w и скорость распространения ультразвука на V_s .

Получаем:

$$\begin{aligned} \frac{d}{t_{12}} &= V_s + V_w \\ \frac{d}{t_{21}} &= V_s - V_w \end{aligned} \quad \Longrightarrow \quad V_w = \frac{d}{2} \left(\frac{1}{t_{12}} - \frac{1}{t_{21}} \right)$$

Метод позволяет точно измерять скорость ветра и даже скорость ультразвуковых волн, а также одновременно измеряет скорость и направление ветра в одном направлении. Можно измерить скорость и направление ветра в направлениях восток-запад и север-юг, а также рассчитать двухмерную скорость и направление ветра.

6. Техническое обслуживание и устранение неполадок

6.1 Очистка

Если на приборе скопилась пыль, осторожно протрите его тканью, смоченной мягким чистящим средством (не используйте растворимые реагенты), не царапая поверхность прибора. Если на поверхности инструмента скапливается снег или лед, следует дождаться их естественного растворения, нельзя удалять с помощью инструментов.

Проверяйте, чтобы работе прибора не мешало другое оборудование. Другие устройства могут не полностью соответствовать общепринятым стандартам. Например, радио/радарные пусковые установки, корабельные двигатели, генераторы и т. д.

6.2 Обслуживание

Благодаря отсутствию движущихся частей прибор не требует регламентного обслуживания. Гарантийный срок от производителя — один год. Однако если пользователь откроет прибор или повредит защитную пломбу, гарантийные обязательства производителя утрачивают силу.

6.3 Устранение неполадок

Проблема	Решение
Нет выходного сигнала	Проверьте питание постоянного тока, соединительный кабель, разъем. Проверьте настройки связи прибора, хост-системы, правильность настройки порта. Проверьте правильность подключения устройства последовательной связи. Обратите внимание: анемометр TX+ обычно подключается к RX+ преобразователя.
Ошибка вывода данных	Проверьте настройки связи хоста, проверьте длину кабеля и тип провода.
Проблемы со связью	Проверьте соответствие проводки рекомендациям инструкции по эксплуатации.
Неправильные/некорректные данные	Проверьте, не заблокированы ли ультразвуковые передающие и принимающие датчики.

7. Приложения

Таблица соответствия шкалы, скорости ветра и давления

Шкала ветра	Скорость		Давление: $W0=V^2/1$ 6	Описание
	км/ч	м/с		
0	<1	0-0.2	0-0.0025	безветрие
1	1-5	0.3-1.5	0.0056-0.014	легкий ветер
2	6-11	1.6-3.3	0.016-0.68	легкий бриз
3	12-19	3.4-5.4	0.72-1.82	слабый бриз
4	20-28	5.5-7.9	1.89-3.9	умеренный ветер
5	29-38	8.0-10.7	4-7.16	свежий ветер
6	39-49	10.8-13.8	7.29-11.9	сильный ветер
7	50-61	13.9-17.1	12.08-18.28	крепкий ветер
8	62-74	17.2-20.7	18.49-26.78	очень крепкий ветер
9	75-88	20.8-24.4	27.04-37.21	шторм
10	89-102	24.5-28.4	37.52-50.41	сильный шторм
11	103-117	28.5-32.6	50.77-66.42	шторм
12	>117	32.7-36.9	66.42-85.1	ураган

Проверка CRC16

```
uchar m_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 };
```

```
uchar m_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,  
    0xD5,0x15,0xD7,0x17,0xD6,0xD2,0x12,0x13,0xD3,  
    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  
};  
  
/*  
Calculate 16 bit CRC  
meaning of parameter:  
puchMsg : To perform a CRC check message  
usDataLen: The number of bytes in the message  
CRC16 polynomial  
g(x)=x16+x15+x2+1  
*/  
uint crc16(uchar *puchMsg,uint usDataLen){  
  
    uchar uchCRCHi=0xFF; /* High CRC byte initialization */uchar  
    uchCRCLo=0xFF; /* Low CRC byte initialization */uint /*Indexes  
    ulIndex; /* in the CRC cycle*/  
  
    while(usDataLen--){ /* Transport the message buffer */  
  
        ulIndex=uchCRCHi^*puchMsg++; /*calculateCRC */  
        uchCRCHi=uchCRCLo^m_auchCRCHi[ulIndex];  
        uchCRCLo=m_auchCRCLo[ulIndex];  
  
    }  
    return(uchCRCHi<<8|uchCRCLo);  
  
}
```