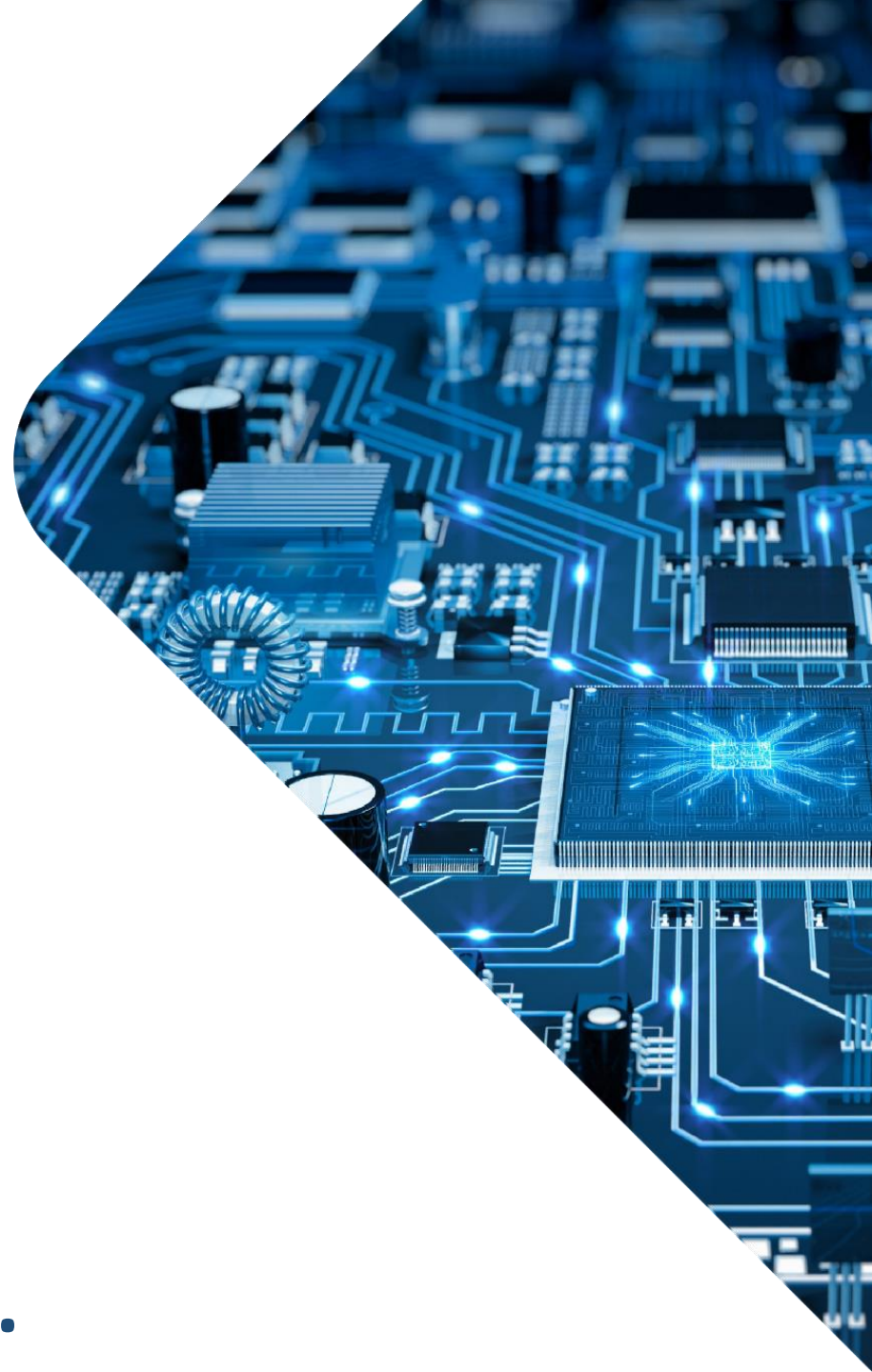


Решения для реализации ультразвуковых расходомеров и теплосчетчиков



Любенко Андрей
Инженер по применению
аналоговых компонентов

9 июня 2026г.





ВВЕДЕНИЕ

Основные методы измерений

- Отсутствие подвижных элементов
- Излучает ультразвуковые волны частотой 200-4000 кГц
- Измеряет время пролета отраженного сигнала и изменение частоты
- Широкий диапазон измерения расхода
- Высокая точность измерения расхода
- Не требует модификации трубопровода
- Мониторинг в реальном режиме времени
- Устойчивость к высоким температурам и давлению

Основные методы		Характеристики
Шумовой		Подходит для жидкостей со значительными шумами потока
Лучевой		Применяется на высоких расходах; менее точный на малых расходах
Допплеровский		Подходит для жидкостей с примесями и пузырьками; менее точный
Корреляционный		Необходимы высокоскоростные приемники-излучатели; высокая точность
Разность значений	Разность времени	Простая реализация, высокая точность
	Разность частоты	Необходим высокоточный приемник-излучатель: нестабильность характеристик
	Разность фазы	В основе метод разности времени: очень чувствителен к температуре окружающей среды

Основные методы измерений

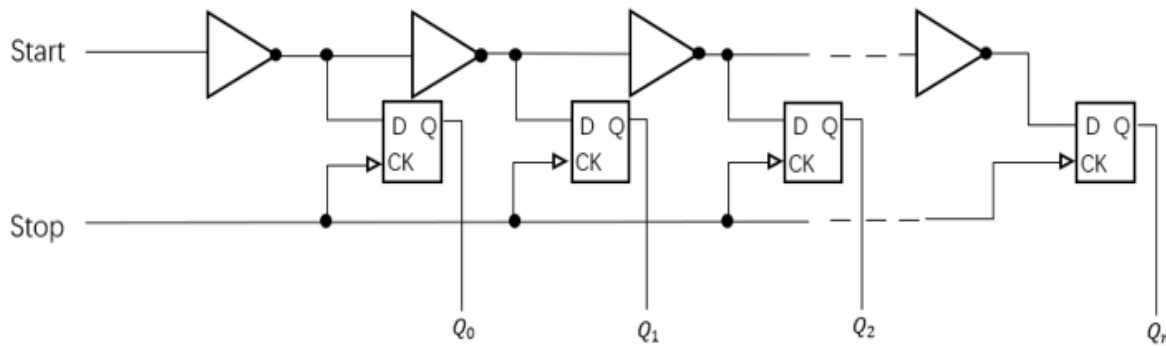
- Отсутствие подвижных элементов
- Излучает ультразвуковые волны частотой 200-4000 кГц
- Измеряет время пролета отраженного сигнала и изменение частоты
- Широкий диапазон измерения расхода
- Высокая точность измерения расхода
- Не требует модификации трубопровода
- Мониторинг в реальном режиме времени
- Устойчивость к высоким температурам и давлению

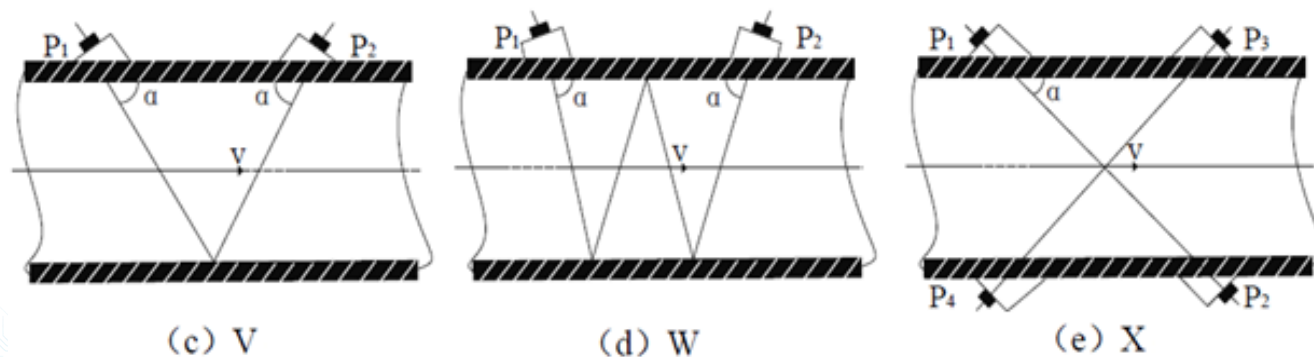
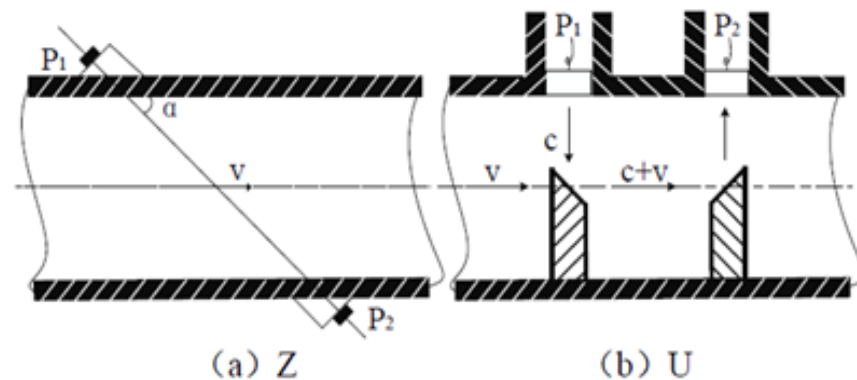
Основные методы		Характеристики
	Шумовой	Подходит для жидкостей со значительными шумами потока
	Лучевой	Применяется на высоких расходах; менее точный на малых расходах
	Допплеровский	Подходит для жидкостей с примесями и пузырьками; менее точный
	Корреляционный	Необходимы высокоскоростные приемники-излучатели; высокая точность
Разность значений	Разность времени	Простая реализация, высокая точность
	Разность частоты	Необходим высокоточный приемник-излучатель: нестабильность характеристик
	Разность фазы	В основе метод разности времени: очень чувствителен к температуре окружающей среды

- TDC (время-цифровой преобразователь) – это устройство способное измерять временной интервал между двумя событиями
- Схемы TDC строятся на различных принципах и методах реализации. К наиболее распространенным из них относятся: «Метод линии задержки с отводами», «Верньерный метод», «Метод заряда-разряда конденсатора»
- Вся линейка TDC от компании Ruimeng использует «Метод линии задержки с отводами»

Базовый принцип «Метода линии задержки с отводами»:

- Start сигнал начала события, Stop сигнал окончания события
- Сигнал «Start» проходит по линии задержки до момента прихода сигнала «Stop»
- Результат $Q_0 \dots Q_n$ (термометровый код)
- Измерительный диапазон: кол-во элементов в линии задержки * время задержки одного элемента
- Разрешающая способность: время задержки одного элемента





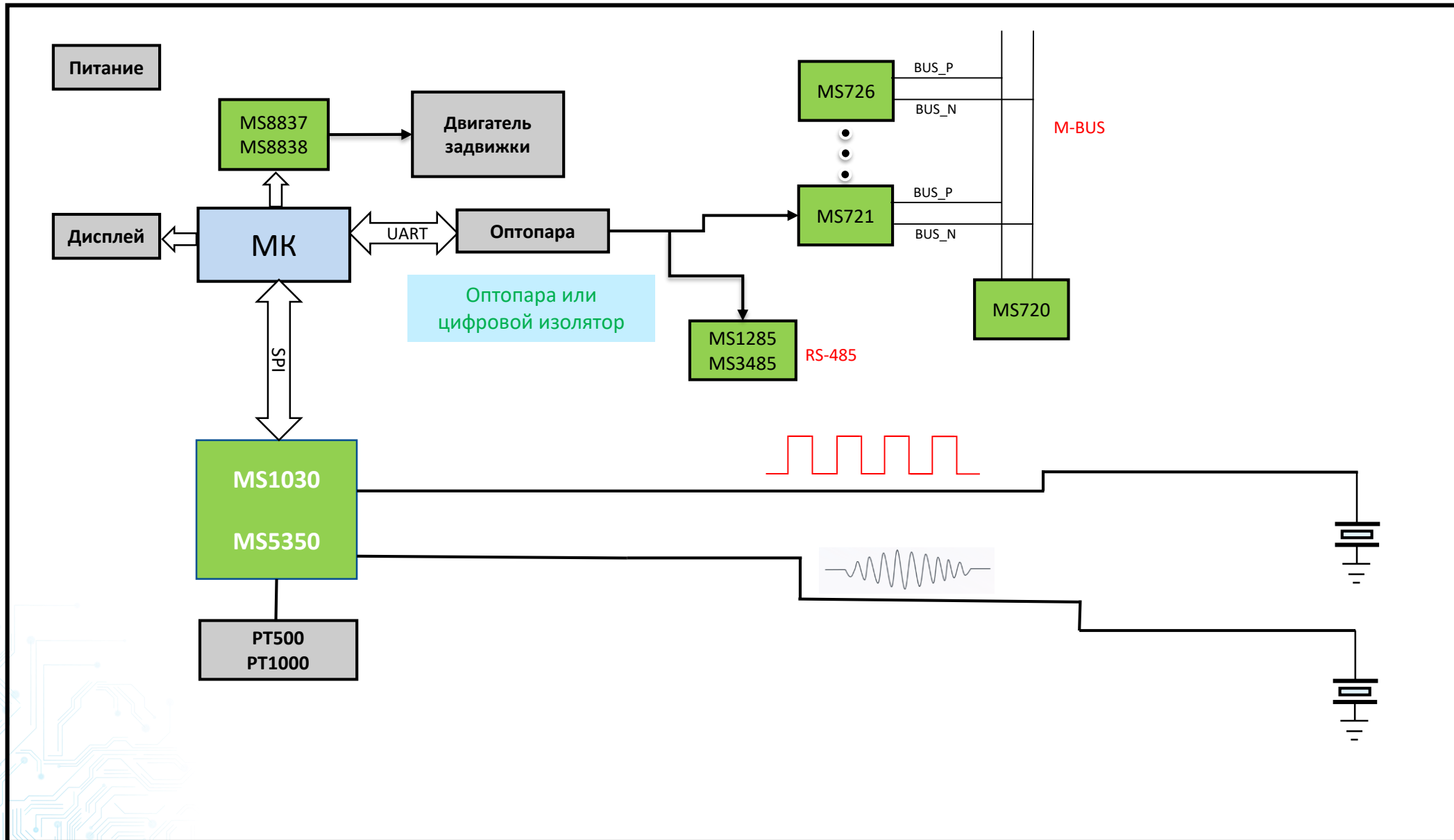
- Виды реализации: Z-type, U-type, V-type, W-type, X-type.
- Каждый вид выбирается исходя из диаметра трубы.
- «Z-type» как правило используется на диаметрах более 50мм.
- «U-type» и «V-type» чаще используются на трубах маленького диаметра
- «U-type» - самая распространённая конфигурация

Принцип измерения разности времени базируется на измерении прохождения ультразвукового сигнала в противоположных направлениях:
по потоку (Upstream) и против потока (Downstream)

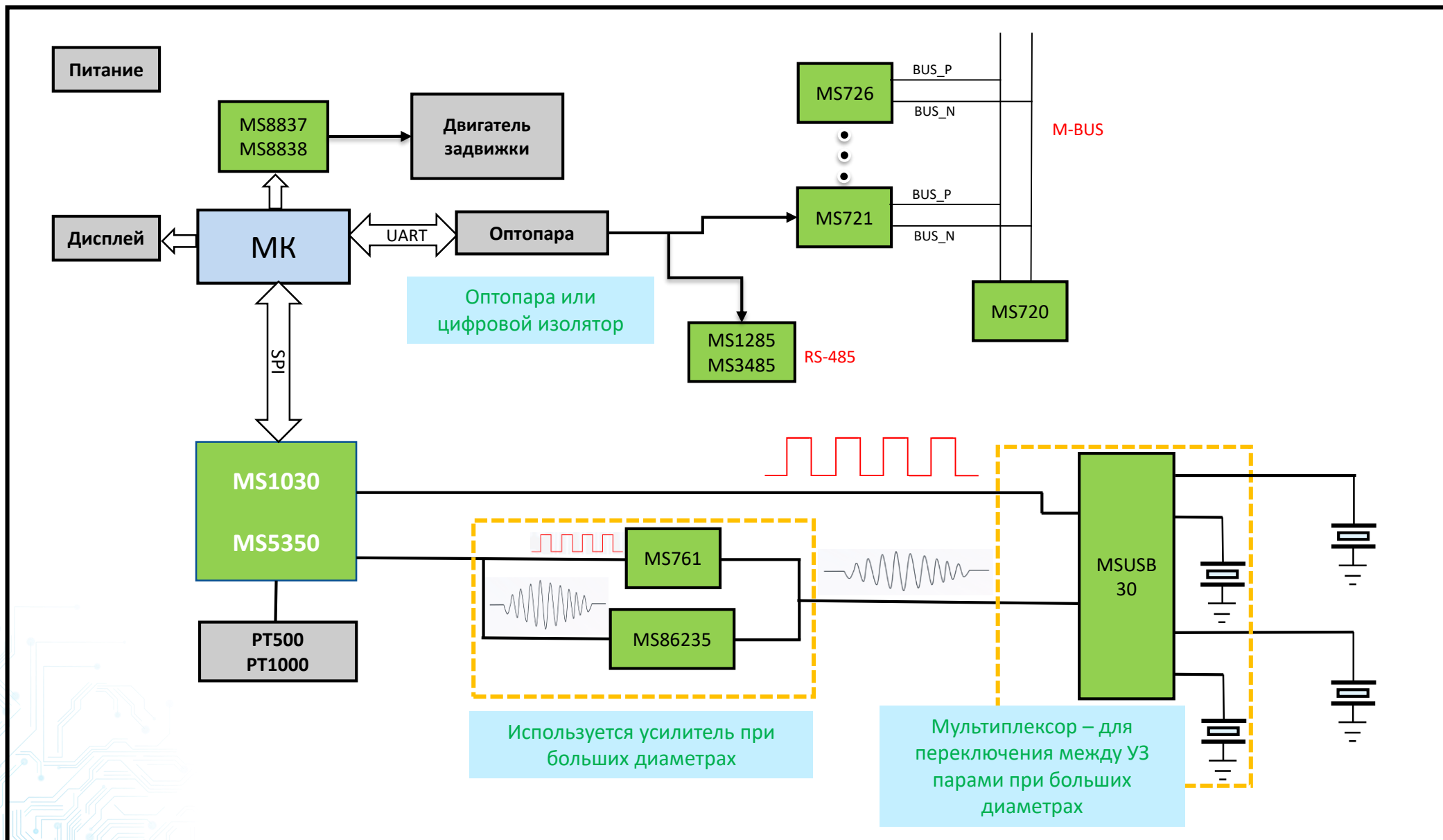


СХЕМА УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСХОДОМЕРА

Типовая схема УЗ расходомера воды

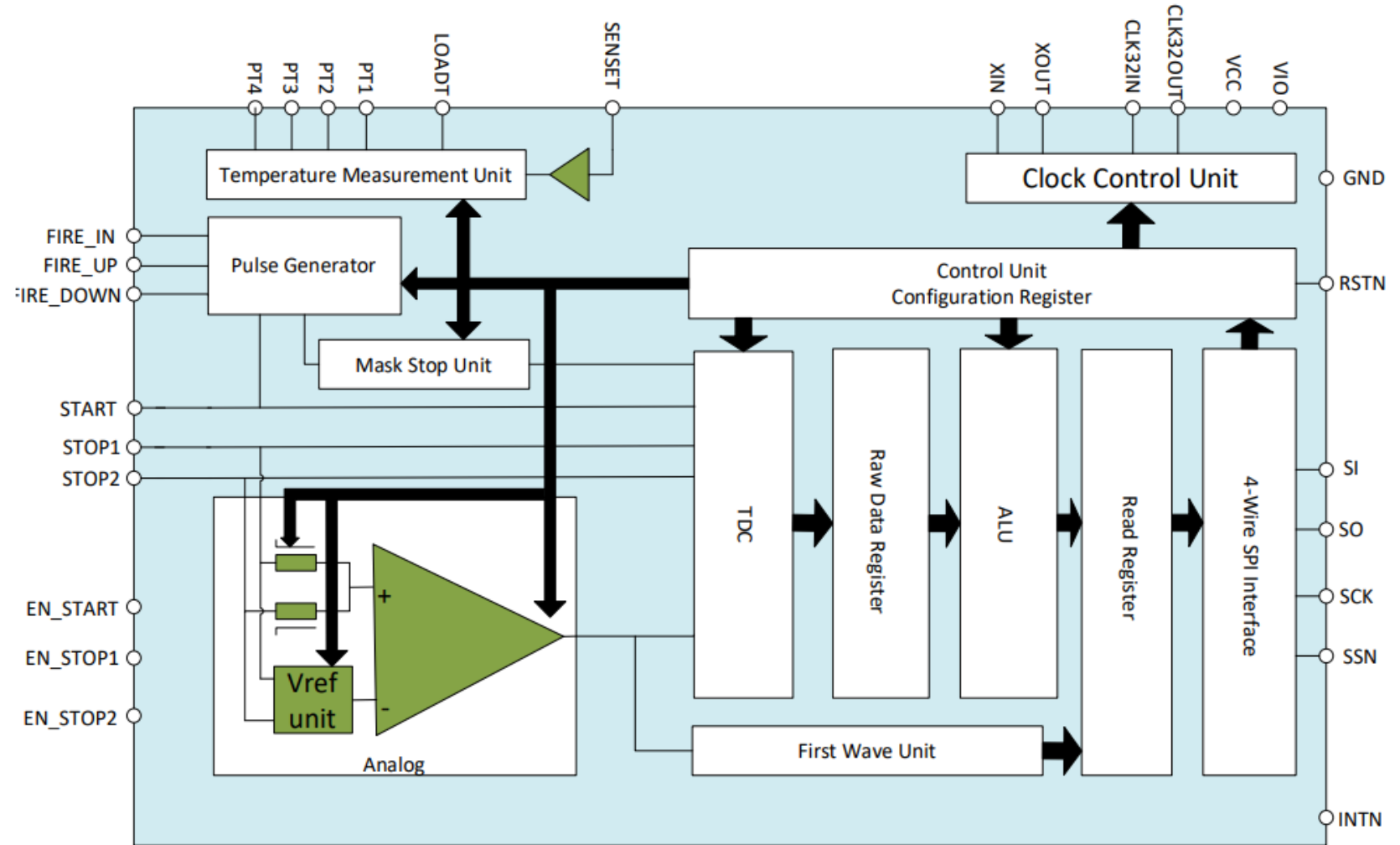


Типовая схема УЗ расходомера воды

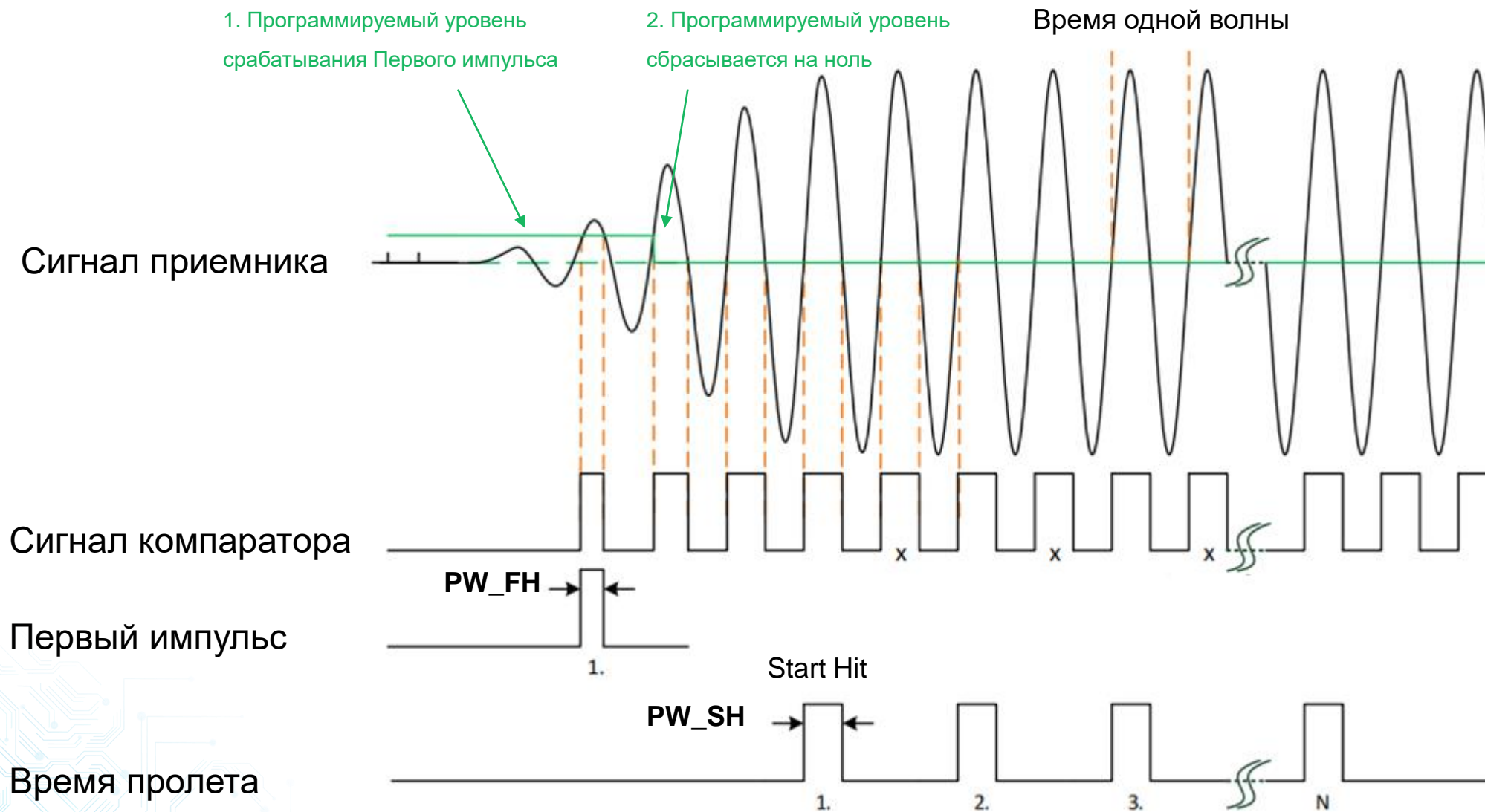


☐ Три режима работы:

- Цифровой
- С компаратором
- Детектирование первой волны



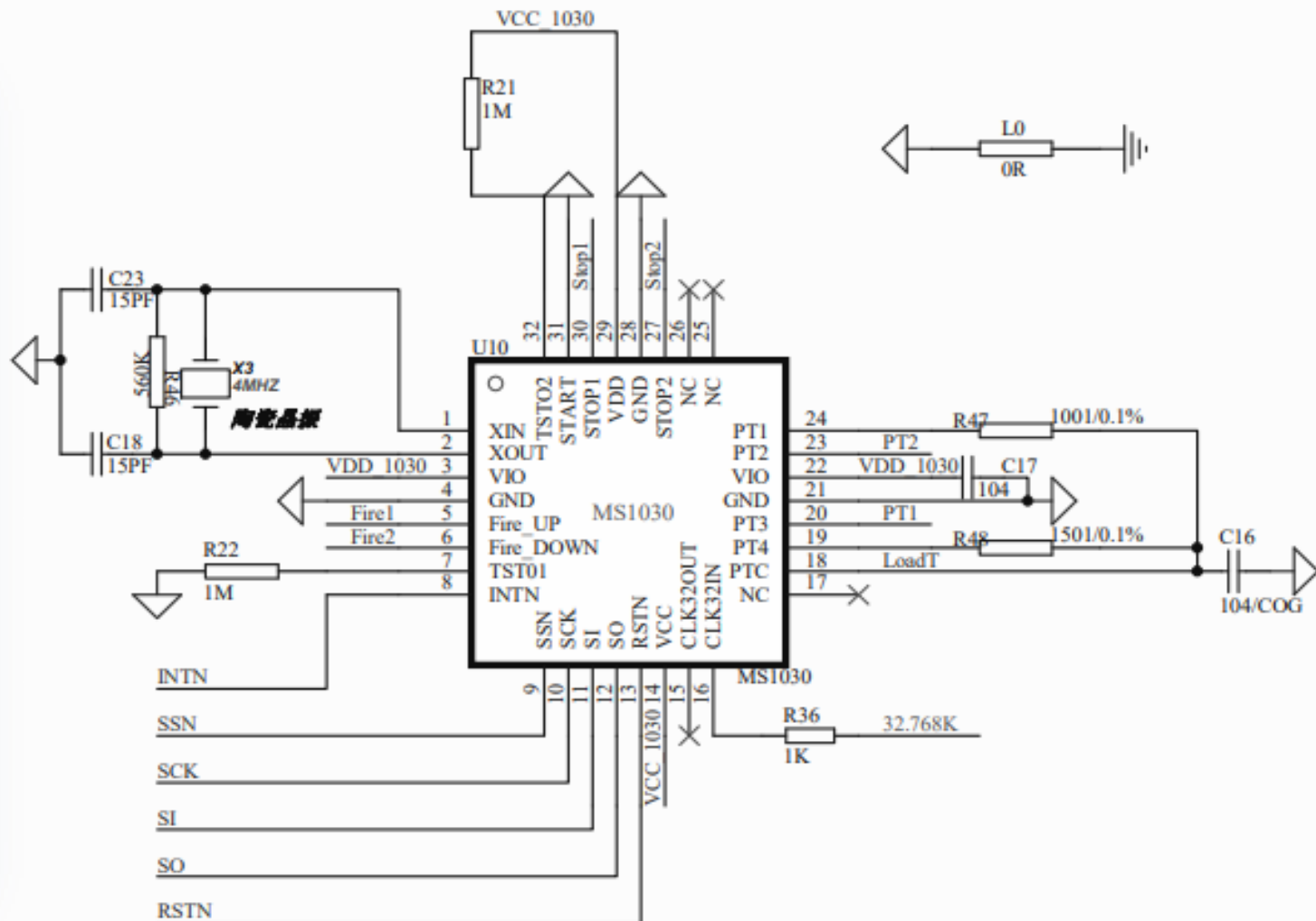
Режим детектирования первой волны



PW_FH (Pulse width First Hit) – Ширина первого импульса, **PW_SH** (Pulse width Start Hit) – Ширина стартового импульса

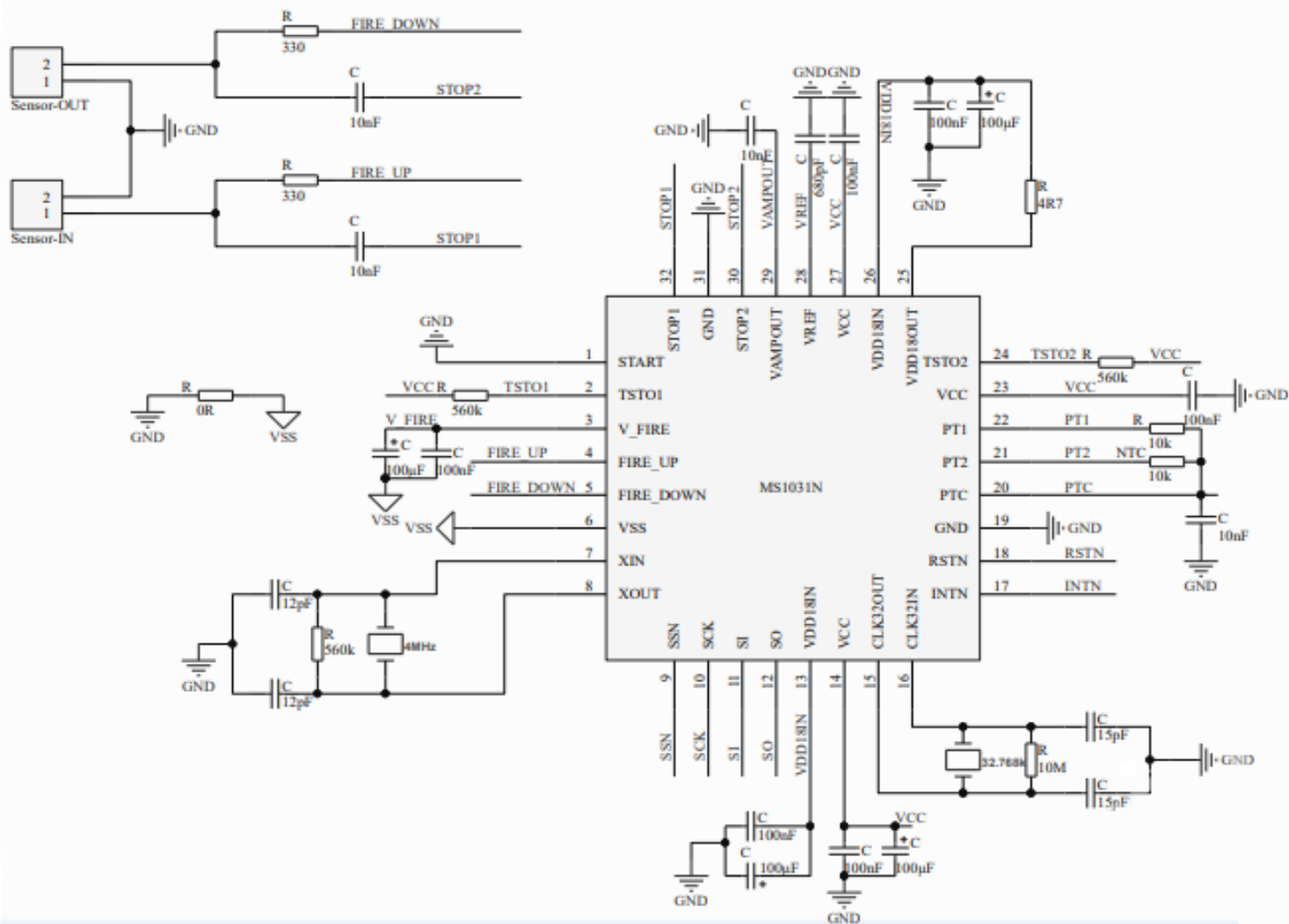
💡 Параметры

- ❑ Точность: до 15 пс (1LSB = 3.8ps)
- ❑ Диапазон измерений: 500 нс–4 мс @4МГц
- ❑ Количество измеряемых эхо-сигналов: до 8
- ❑ Встроенный компаратор
- ❑ Детектирование первого эхо-сигнала:
(программируемое напряжение смещения:
 ± 127 мВ)
- ❑ Режим энергосбережения (<50 нА)
- ❑ Режим ожидания (0.08мкА при измерении
каждые 30 сек)
- ❑ Два генератора импульсов
- ❑ Частота импульсов: 62.5кГц–2МГц @4МГц
- ❑ Два датчика температуры (PT500/PT1000)
- ❑ Интерфейс: SPI
- ❑ Корпус: QFN-32



Параметры

- ❑ Точность: 8.75 пс
- ❑ Диапазон измерений: 750нс – 16мс @4МГц
- ❑ Автоматические циклические измерения
- ❑ Детектирование первого пика эхо-сигнала
- ❑ Два канала температуры
- ❑ Встроенный прецизионный компаратор
- ❑ Подстройка фазы сигнала
- ❑ Независимый источник питания для формирования импульсов (до 4.5В)
- ❑ Поддержка мониторинга нескольких параметров состояния (тактовый сигнал, температура, расход)
- ❑ Встроенный малошумящий линейный стабилизатор напряжения (LDO) с низким энергопотреблением
- ❑ Сверхнизкое энергопотребление: ток покоя всего 2,5 мкА



LVDS:
250Мбит/с

SPI:
40Мбит/с

20Мбит/с

Релиз
Ноя 2025

MS1031

- ▶ **Высокоточный и стабильный**
- ▶ Точность 15пс
- ▶ Диапазон 750нс – 16мс
- ▶ Корпус: QFN32

MS1030

- ▶ Точность 15пс
- ▶ Диапазон 500нс~4мс
- ▶ До 8 эхо-сигналов
- ▶ Корпус: QFN32

MS1022

- ▶ Точность 22пс
- ▶ Диапазон 1: 3.5нс~2.4мкс
- ▶ Диапазон 2: 500нс -4мс
- ▶ До 3 эхо-сигналов
- ▶ Корпус: QFN32

MS1006N

- ▶ Одинарная точность: 60пс
- ▶ Двойная точность: 30пс
- ▶ Диапазон: 3.5нс~25мкс
- ▶ QFN20

MS1002/N

- ▶ Точность 22пс
- ▶ Диапазон 1: 0 – 1.8мкс
- ▶ Диапазон 2: 500нс – 4мс
- ▶ До 4 эхо-сигналов
- ▶ Корпус: QFN32/QFN20

MS1003

- ▶ Точность 23пс
- ▶ Диапазон 1: 3.5нс ~ 16мкс
- ▶ Диапазон 2: 3.нс ~ 2мкс
- ▶ До 20 эхо-сигналов
- ▶ Корпус: QFN20

MS1052/1/0

- ▶ Одинарная точность 20пс
- ▶ Высокоточный режим 10пс
- ▶ Диапазон: 0 – 16сек
- ▶ 16-уровней FIFO на канал
- ▶ Выход: LVDS или SPI
- ▶ Корпус: QFN64

MS1205N

- ▶ Корпус: QFN40

MS1202N

- ▶ Корпус: QFN40



УЗ расходомеры



Лазеры

Single

Dual

Quad



ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ
РАСХОДОМЕРОВ



Параметры

Пьезоэлементы и трансдюсеры

- ❑ Для жидкостей: 1MHz, 2MHz, 4MHz
- ❑ Для газов: 200kHz, 300kHz, 500kHz
- ❑ Высокая стабильность и надежность
- ❑ Широкая номенклатура
 - Дисковые элементы
 - В корпусе



PSC1.0M020160H2AD1-B0



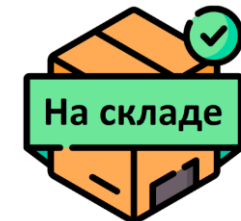
PSC1.0M022302H2AD0-B0



PSC2.0M014083H2AD2-B0

PSC200K018102H3AD6-B1

PSC500K018060H2AD2-B1



💡 参数

- ❑ 电压失调: 0.2mV (1mV 最大)
- ❑ 输入失调电流: 0.2pA
- ❑ 延迟: 120ns
- ❑ 低功耗: 300μA
- ❑ CMRR (共模抑制比): 100dB
- ❑ PSRR (电源抑制比): 110dB
- ❑ 工作温度: -40...+125°C
- ❑ 供电: 2.7V-5V

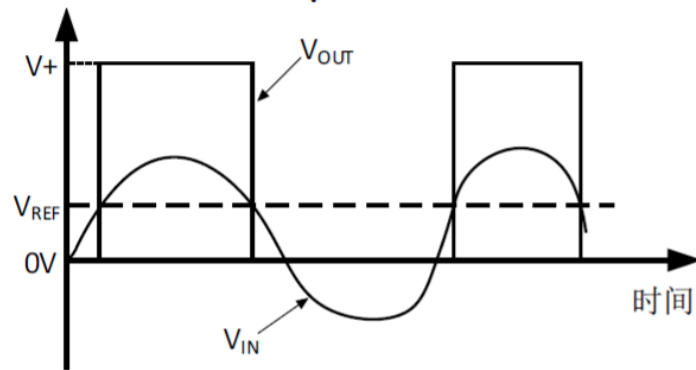
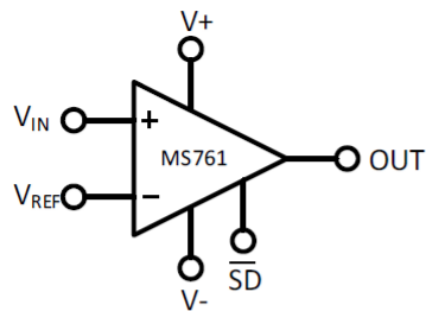


图1. 简单比较器

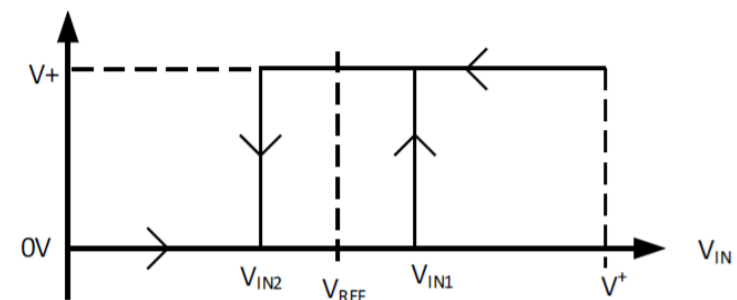
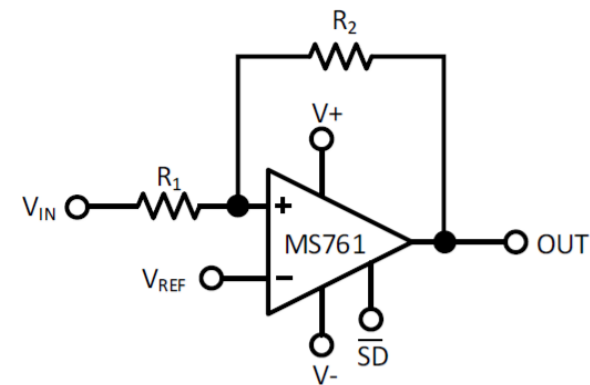
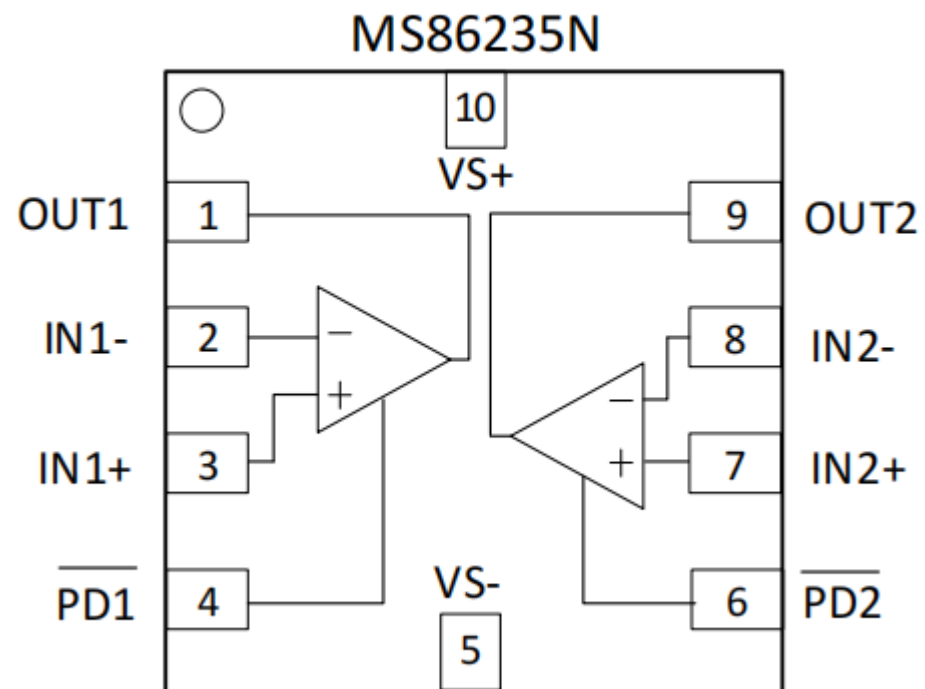


图2. 非反向迟滞比较器电路

💡 Параметры

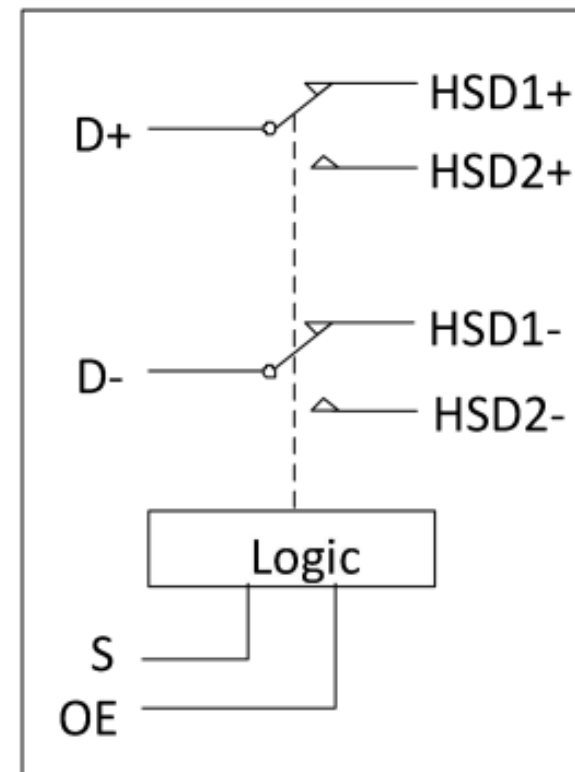
- ❑ Питание: 2.7V–5V
- ❑ Ток потребления: 630мкА/кан.
- ❑ Режим сна: 0.5мкА
- ❑ Полоса пропускания: 66МГц
- ❑ Скорость нарастания: 150В/мкс
- ❑ Коэф. гармоник: -117dBc
- ❑ Шум: 6нV/√Hz @100kHz
- ❑ Выходной ток: 60мА
- ❑ Rail-to-Rail Выход (RRO)
- ❑ Раб. температура : -40...+125°C





Параметры

- ❑ Сопротивление: 4.50м
- ❑ Задержка: 50пкс
- ❑ Питание: 1.8V–5.5V
- ❑ Быстрые переключения:
 - Вкл.: 10нс
 - Выкл.: 22нс
- ❑ Межканальные помехи: -41дБ @250МГц
- ❑ Развязка между каналами: -41дБ @250МГц
- ❑ Rail-to-rail вход-выход
- ❑ Раб. температура: : -40...+125°C



Автономное питание для расходомеров/теплосчётчиков

Литий-тионилхлоридные ХИТ бобинной конструкции



- Широкий температурный диапазон: **-55...+85°C**
- Максимальная удельная энергия **590 Втч/кг**
- Низкий саморазряд **1%** (период хранения/использования более 10 лет)*
- Повышенное напряжение до **3,6 В** (в устройстве можно обойтись одним элементом питания)
- Стабильное напряжение при разряде (можно обойтись без дополнительной стабилизации)
- Небольшие токи разряда (до сотен мА)
- **Пассивация** (растёт при повышении температуры)**

Полный спектр литиевых батареек

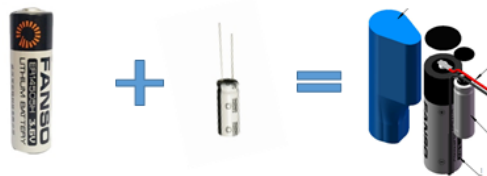


- Высокий уровень качества
- Проверенный и надёжный производитель



- Оптимальное качество по умеренной стоимости
- Наш новый партнёр

* При выборе батарейки учёт скорости саморазряда!

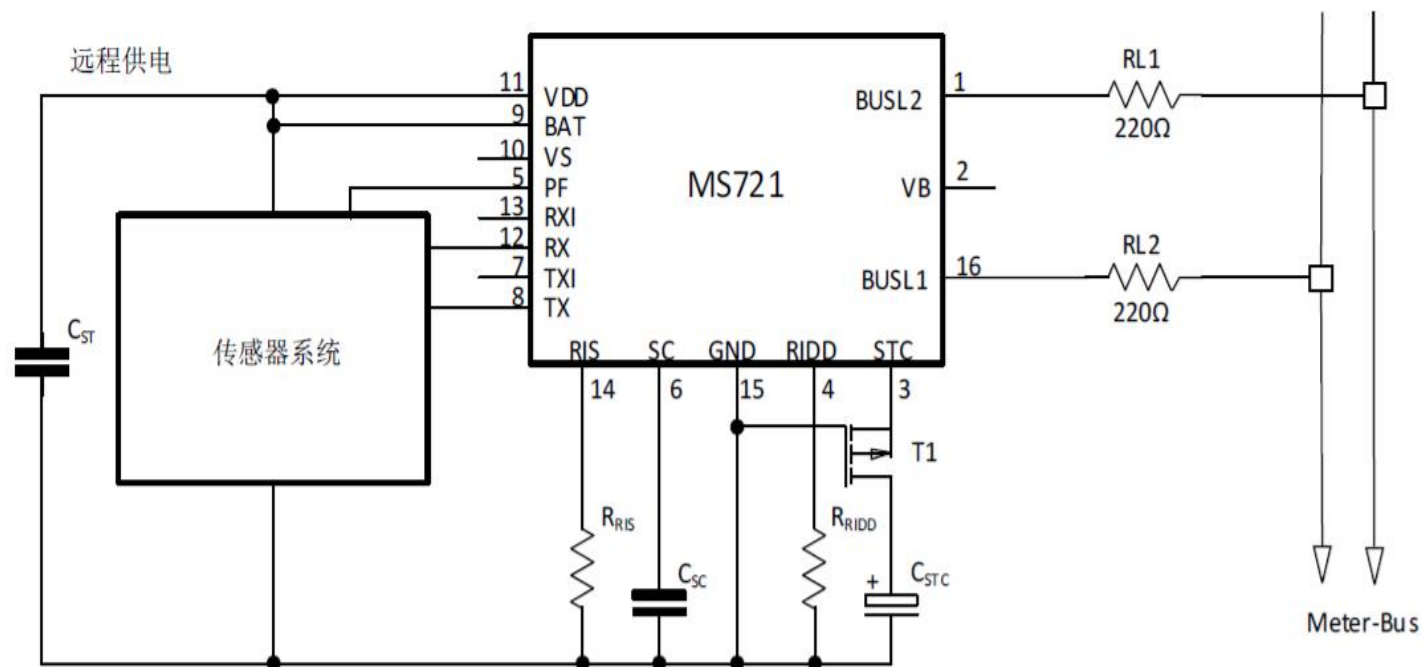


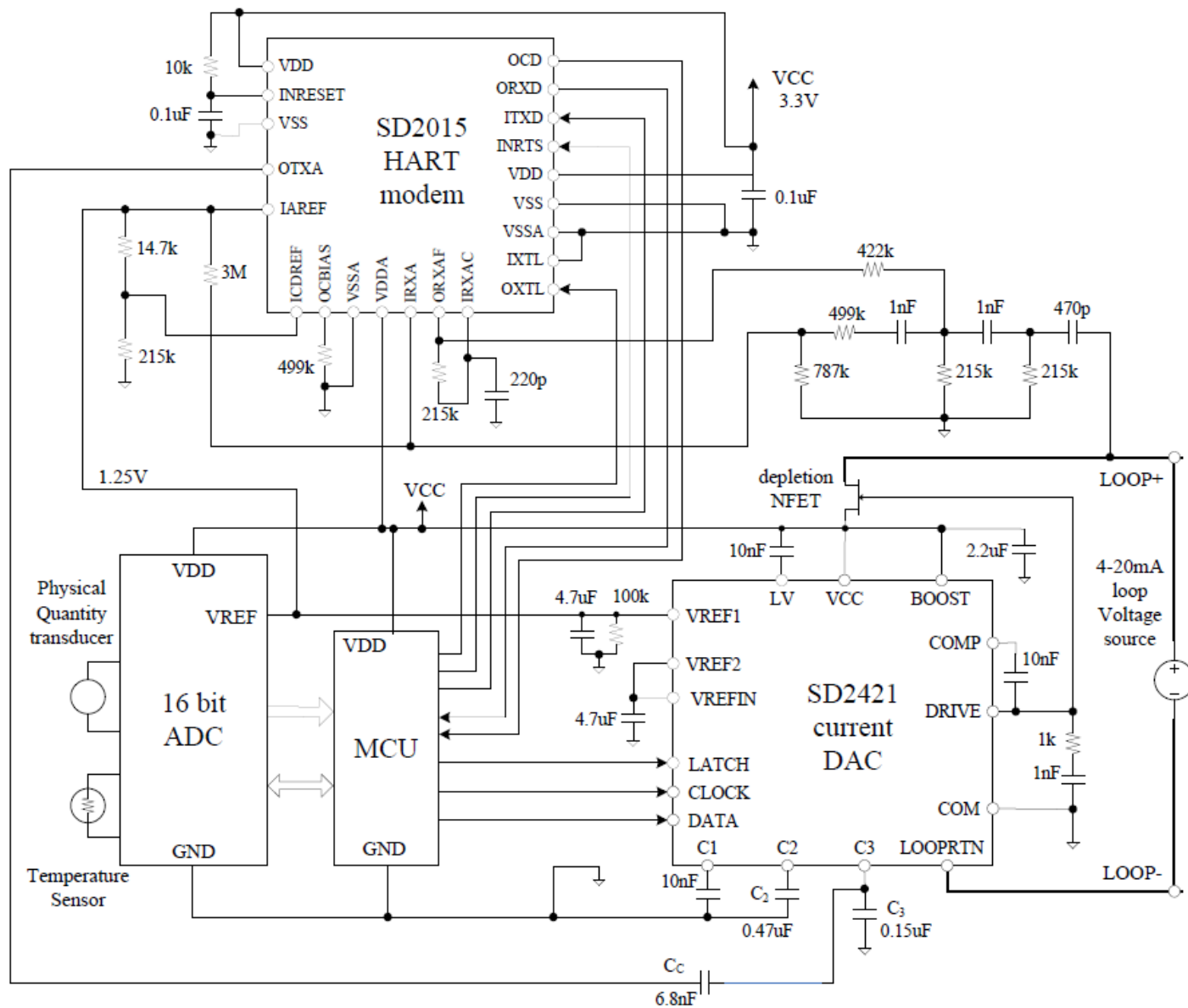
Температура, °C	Скорость саморазряда, %/год
	Бобинная конструкция элемента
-20...-10	0,5
-10...0	0,7
0...+10	0,7...1
+10...20	1
+20...30	1...1,5
+30...40	2...2,5
+40...50	2,5...3
+50...60	5...6
+60...70	8...10
+70...80	12

** **Важно!** В для снижения эффекта пассивации на высоких температурах следует использовать сборку “БАТАРЕЙКА + СУПЕРКОНДЕНСАТОР”. При самостоятельном подборе элемента питания лучше обратиться к производителю для точного расчёта на предельных режимах

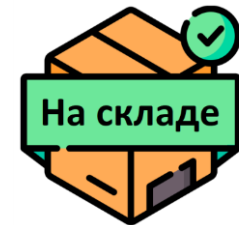
💡 Параметры

- ❑ Стандарт EN1434-3
- ❑ Динамическое распознавание уровня входного сигнала
- ❑ Ток приемника регулируется внешним резистором
- ❑ Подключение без учета полярности
- ❑ Защита от сбоев питания
- ❑ Стабилизатор напряжения 3,3 В
- ❑ Дистанционное питание
- ❑ Полудуплексный интерфейс UART: 9600бод
- ❑ Варианты питания:
 - От VDD по шине
 - От VDD по шине или от резервной батареи
 - От батареи только во время передачи данных

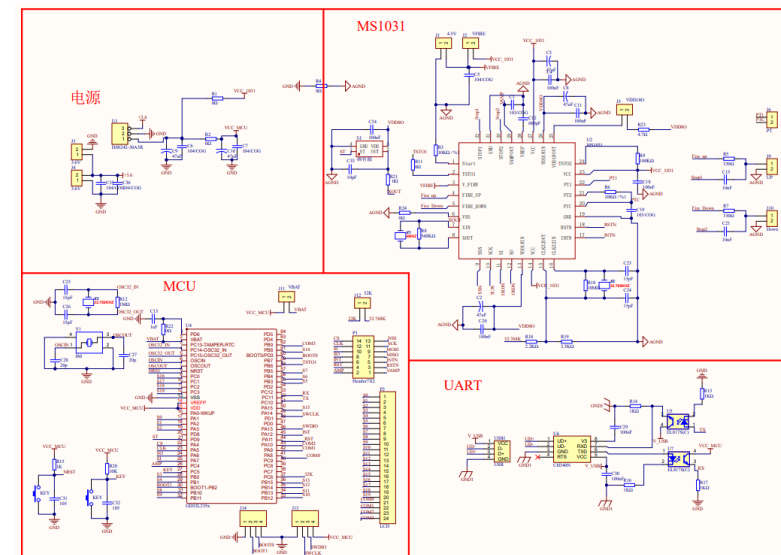
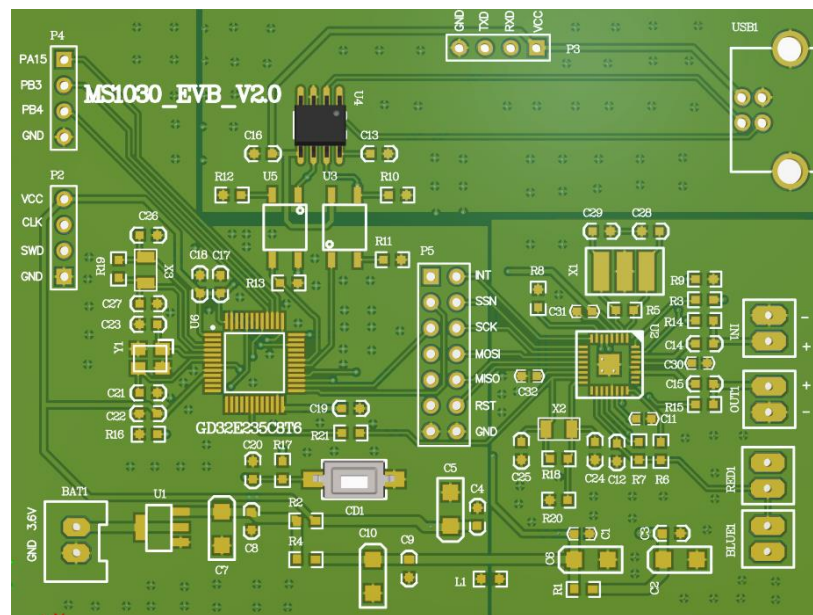
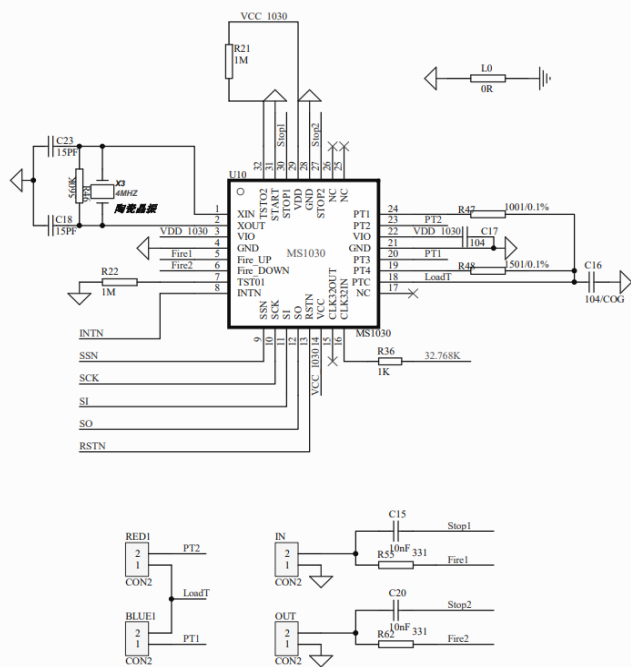




Модель	FSK	Pin-to-pin альтернатива	Корпус
SD2057	1200/2000 Гц	AD5700	QFN-24
SD2017	1200/2000 Гц	A5191	LQFP-32
LHE2700	1200/2000 Гц	AD5700	QFN-24



- Принципиальная и электрическая схема отладочных плат
- Рекомендации по реализации готового устройства
- Программный интерфейс (API) с описанием и назначением регистров



Труба ультразвукового счетчика

Материал исполнения: латунь, полимер, нержавейка

Номер модели: CM-FTP-DN15 (Cheemi), JK-B-DN15-01 / JK-B-DN20-02 (Jiakang)

Номинальный диаметр: DN15 / DN20 / ...

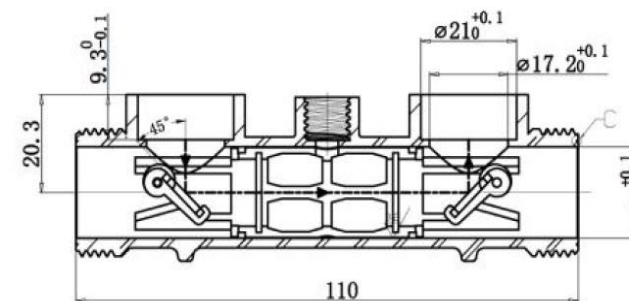
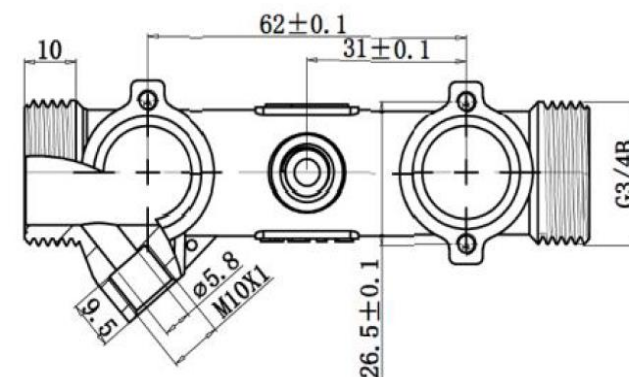
Присоединительная резьба: Наружная резьба G3/4B на входе и выходе

Монтажные размеры: Монтажная длина корпуса 110 мм

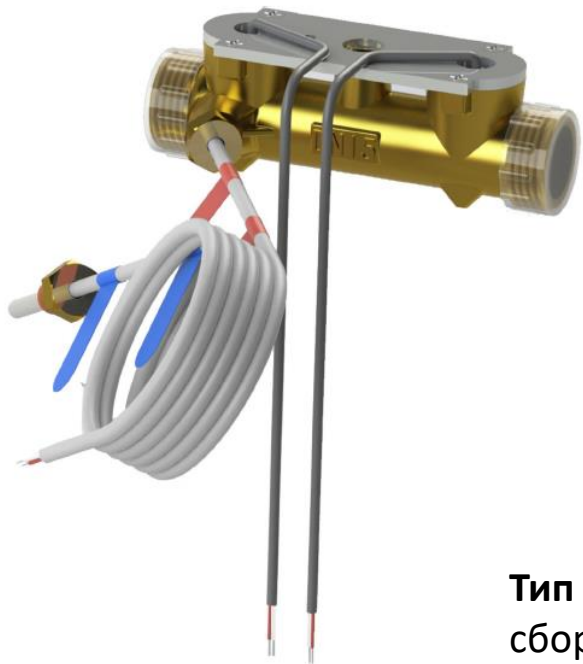
Встроенные порты: Выделенный порт для установки датчика температуры с резьбой M10x1

Внутренняя структура: Двухканальная акустическая схема с двумя встроенными ультразвуковыми отражателями (зеркалами) под углом 45°

Большой выбор вариантов исполнения



CM-KHM-UT02



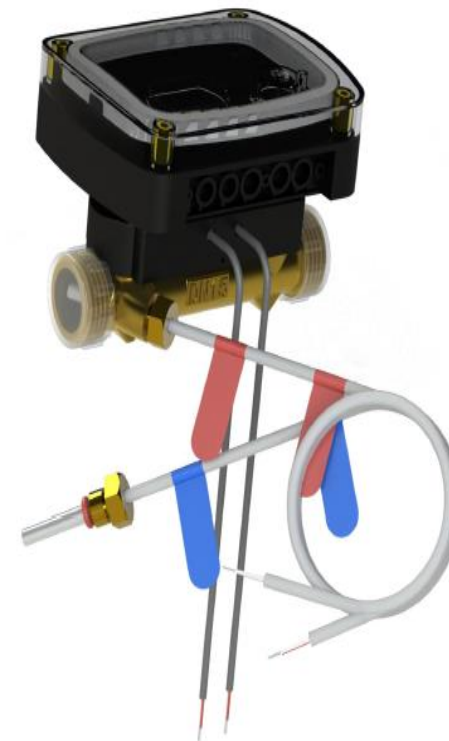
分解说明图



Тип компонента: Пластиковый корпус тепловычислителя и/или сборочный узел. Выполнен из АБС-пластика; верхняя защитная смотровая крышка — из прозрачного поликарбоната. Размеры корпуса 156,93 мм x 120,98 мм x 57 мм

Тип компонента: Комплект датчиков RT1000. Диапазон измерения от -20 °С до +105 °С. Защитная гильза (трубка) из нержавеющей стали. Латунная накидная гайка M10x1. Предустановленное уплотнительное кольцо из нитрильного каучука. 2-проводной кабель в ПВХ-оболочке, наружный диаметр (OD) 4,2 мм, общая длина 1500 мм

CM-KHM-UT01



Спасибо за внимание!
感谢您的参与

愿原力与你同在

