

Алексей Пантелейчук (г. Краснодар)

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ НА ОСНОВЕ МК STM



В отличие от других услуг, использование которых возможно без учета (горячее и холодное водоснабжение, газ, отопление), оплата за электроэнергию производится в соответствии с показаниями приборов. Поэтому в интересах потребителя (как в быту, так и на производстве) — иметь точный, информативный, удобный в использовании (бесшумный, компактный) электросчетчик. Всем этим требованиям удовлетворяют решения на базе специализированных микросхем STPMxx компании STMicroelectronics в сочетании с микроконтроллерами серий STM8L и STM32L, о которых пойдет речь в этой статье.

Микросхемы семейства STPMxx построены по архитектуре, изображенной на рисунке 1.

Аналоговая часть включает несколько входных каналов для измерения тока и напряжения, предусилители, дельта-сигма АЦП первого порядка, схему детектирования вмешательства в электросчетчик (с целью хищения электроэнергии), генератор опорного напряжения, регулятор напряжения. В свою очередь, в цифровую часть входит системный модуль, специализированный DSP для вычисления электрических параметров, осциллятор и интерфейс SPI. Управление производится с помощью конфигурирования регистров через SPI.

Микросхемы имеют один дифференциальный вход для измерения напряжения и до двух дифференциальных входов для измерения тока. Вход для напряжения содержит дифференциальный усилитель с коэффициентом усиления 4. Максимальное дифференциальное напряжение для этого входа $\pm 0,3$ В. Два входа для измерения тока мультиплексируются, после чего поступают на предусилитель с коэффициентом усиления 4. После предусилителя идет программируемый усилитель с выбираемым коэффициентом усиления: 2, 4, 6, 8 (для STPM10 только 2 и 8). В результате входной сигнал усиливается в 8, 16, 24 или 32 раза (8 или 32 для STPM10). Коэффициент усиления задается через специальный регистр и может отличаться для двух входов для измерения тока. Если функция обнаружения хищения электроэнергии не используется, один из входов можно отключить.

Во внутренних регистрах STPMxx доступна очень важная информация для

систем измерения потребления электроэнергии, а именно — два значения активной мощности: общая активная мощность, вычисленная с учетом всех гармоник (до пятидесятой), и активная мощность первой гармоники. Вторая получается из первой путем фильтрации. Оба значения активной, а также реактивная и полная мощности имеют разрешение 20 бит.

STPM01 и STPM10, помимо мощности, измеряют среднеквадратические значения напряжения и тока сети. Вследствие динамического изменения напряжения, действительные значения его измеряются с разрешением 11 бит, в то время как действительные значения тока — с разрешением 16 бит. Мгновен-

ка STPM01 выполняется очень просто и быстро, и только для одного значения тока во всем диапазоне. Калибровочные параметры навсегда сохраняются в однократно программируемой памяти, что препятствует их изменению.

Микросхемы STPMxx выпускаются в корпусах TSSOP20, работают в температурном диапазоне от -40 до 85°C , соответствуют спецификациям IEC62052-11, IEC62053-2X и отличаются друг от друга числом входных каналов, поддерживаемыми датчиками тока и количеством измеряемых электрических характеристик (таблица 1).

Микросхема STPM01 способна работать в автономном режиме, самостоятельно измеряя электрические характеристики, управляя шаговым приводом через специально предназначенные для этого выводы и передавая по интерфейсу SPI информацию о вмешательстве в схему. Но чаще всего микросхемы STPMxx используются в сочетании с микроконтроллером для реализации однофазных и трехфазных счетчиков электроэнергии. Как известно, компания STMicroelectronics имеет множество развитых семейств микрокон-

Решение по измерению электроэнергии на базе STPM01 и STM32F103 производства STMicroelectronics характеризуется высокой точностью измерений, гибкостью при выборе датчика тока, простотой калибровки, функциональностью, способностью отслеживать вмешательства в электросчетчик с целью хищения электроэнергии, возможностью передачи данных различными способами (USB, CAN, SPI, USART, I²C).

ные значения напряжения и тока также доступны с разрешением 11 и 16 бит, соответственно. Частота сети измеряется с точностью 14 бит.

Измеренные значения активной мощности преобразуются в последовательности импульсов с частотой, пропорциональной измеренному значению. Этот импульсный сигнал используется при калибровке электросчетчика. Благодаря специальному алгоритму вычисления электрических характеристик, калибров-

троллеров для различных применений. Среди них есть микроконтроллеры, которые как нельзя лучше подходят для совместной работы с STPMxx в электросчетчиках. Это 8-битные микроконтроллеры STM8 для бюджетных решений с низким энергопотреблением и STM32 для производительных функциональных устройств. Для начала рассмотрим пример построения однофазного счетчика на базе STM8L152 и STPM10 (рисунок 2).

Таблица 1. Основные отличия микросхем STPMхх

Устройство	Измеряемые величины	Поддерживаемые датчики	Входные каналы (V+I)
STPM01	P, Q, S, Irms, Vrms, V, I	Токовый трансформатор, шунт, катушка Роговского	1 + 2
STPM10	P, Q, S, Irms, Vrms, V, I	Токовый трансформатор, шунт	1 + 2
STPM11, STPM12	P	Токовый трансформатор, шунт, катушка Роговского	1 + 1
STPM13, STPM14	P	Токовый трансформатор, шунт, катушка Роговского	1 + 2

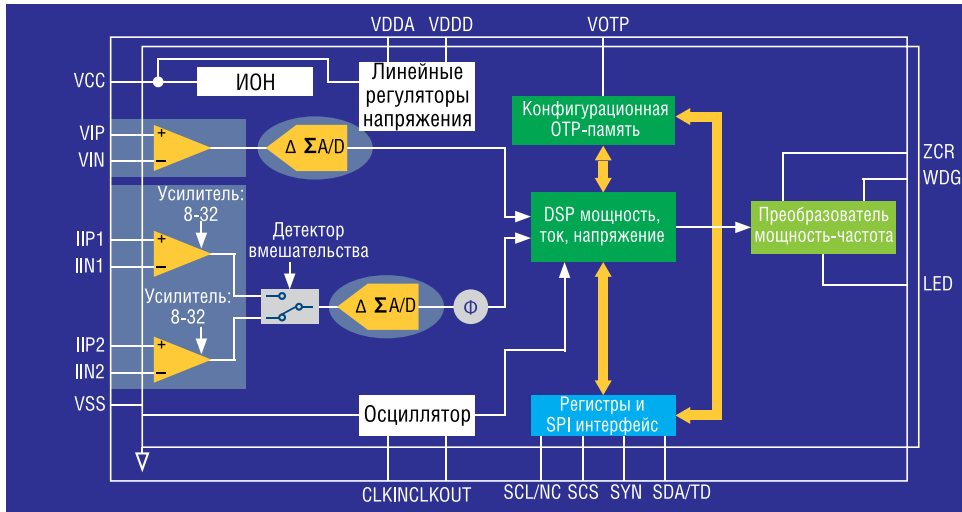


Рис. 1. Блок-схема STPM01

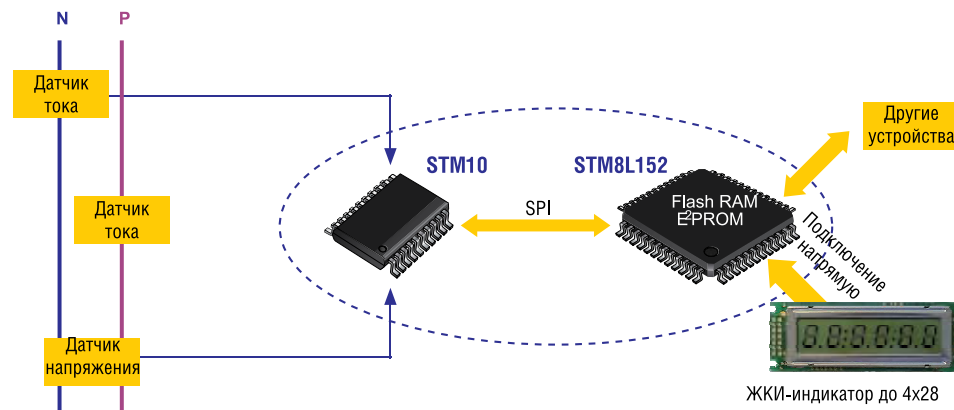


Рис. 2. Однофазный электросчетчик на базе STM8L152 и STPM10

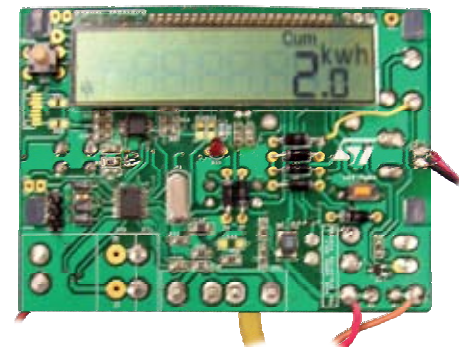


Рис. 3. Оценочная плата для электросчетчика STM8L152 + STPM10

Особенности микроконтроллера STM8L152:

- Производительность 16 МГц;
- Пять режимов энергопотребления;
- 1 мкА с RTC и сохранения данных ОЗУ;
- Переход в активный режим за 5 мкс;
- Аналоговая часть (АЦП, ЦАП, компараторы) работающая на 1,8 В;
- Развитые функции безопасности;
- Контроллер прямого доступа к памяти.

Особенности микросхемы STPM10:

- Измерение активной, реактивной и полной мощности, действующих значений тока и напряжения, частоты;

- Поддержка токовых трансформаторов и шунтов;
- Точность измерений 0,1;
- Обнаружение хищения электроэнергии;
- Соответствие IEC61036, EN62056-31, ANSI C12.1.

В рассматриваемом примере STPM10 с высокой точностью измеряет ток, напряжение и мощность однофазной сети. В качестве датчика используется токовый трансформатор. Измеренные значения передаются по интерфейсу SPI в 8-битный микроконтроллер STM8L152, который, в зависимости от требований решаемой задачи, сохраняет эти данные в памяти, отображает на индикаторе и/или передает их другим устройствам. 8-битные STM8L совместимы с 32-битными микроконтроллерами STM32L. Это означает, что при необходимости данное решение легко масштабировать (увеличить производительность, объем памяти, число коммуникационных интерфейсов и т.д.). Благодаря использованию двух токовых трансформаторов (STPM10 имеет два входа для измерения тока) и наличию встроенной схемы детектирования вмешательства, производится определение факта хищения электроэнергии. Если в приложении требуется измерять только мощность, STPM10 можно заменить на STPM11/12 (без детектирования хищения электроэнергии) или на STPM13/14.

Такое решение отличается низким энергопотреблением, высокой точностью измерений, надежностью передачи и хранения данных, а главное, низкой стоимостью. Кроме этого, компанией STMicroelectronics разработана оценочная плата (рисунок 3) для демонстрации работы решения на базе STM8L152 и STPM10. Все схемы аппаратной части и коды программ приложения доступны для разработчиков, что дает возможность снизить цену электросчетчика не только за счет компонентов, но также — трудозатрат и времени разработки.

Основные характеристики оценочной платы:

- Измеряемое номинальное напряжение: 240 В AC;
- Измеряемый номинальный ток: 5 А (тип.)/30 А (макс.);
- Рабочий диапазон: от 0,6 до 1,2 В;
- Класс точности: 1,0
- ЖКИ-дисплей: 6 + 1 символов;
- Разрешающая способность: 0,01 кВт/час;
- Детектирование вмешательств: обратный ток, потеря нейтрали, вскрытие корпуса;
- Датчик: токовый трансформатор, шунт;
- Коммуникация: IrDA, оптическая.

Более мощное по производительности и функциональности устройство измере-

ния электрических характеристик можно построить на базе микроконтроллеров STM32 и микросхемы STPM01 (рисунок 4). В отличие от STPM10, ко входу STPM01, помимо токового трансформатора и шунта, можно в качестве датчика тока подключать катушку Роговского (хотя в рассматриваемом примере используется токовый трансформатор).

Особенности микроконтроллера STM32F103:

- Ядро Cortex-M3, 72 МГц;
- 7 каналов DMA;
- до 128 КБ FLASH, до 20 КБ RAM;
- 2 АЦП 12-бит (16 каналов), 1 мкс;
- Встроенный RC-осциллятор 8 МГц;
- Встроенный RC-осциллятор 40 кГц;
- До 7 таймеров;
- USB 2.0, CAN, 2 SPI, 3 USART, 2 I²C.

Особенности микросхемы STPM01:

- Измерение активной, реактивной и полной мощности, действующих значений тока и напряжения, частоты;
- Поддержка токовых трансформаторов, шунтов, катушек Роговского;
- Точность измерений 0,1%;
- Обнаружение хищения электроэнергии;
- Соответствие IEC62052-11, IEC62053-2X.

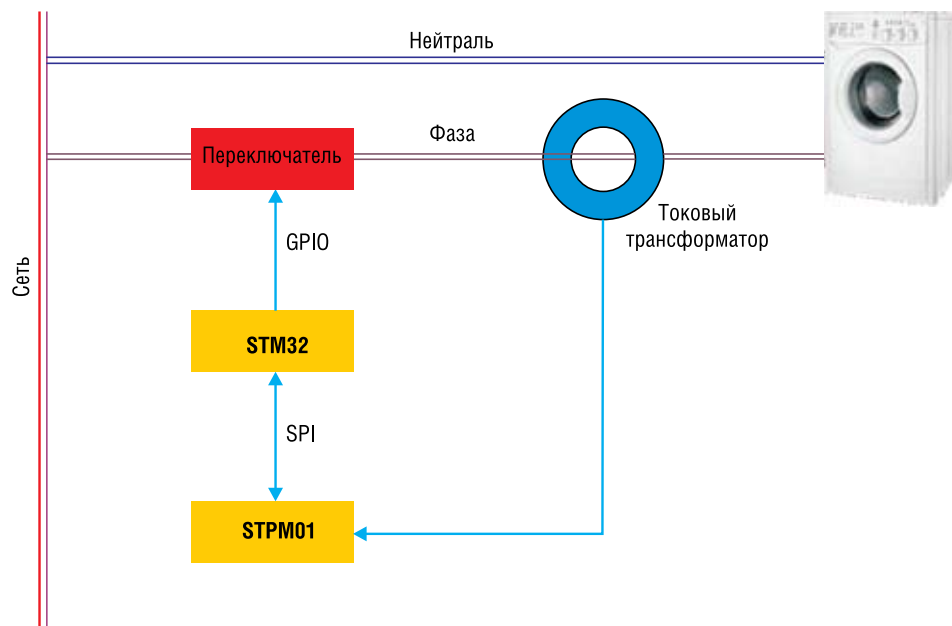


Рис. 4. Однофазный электросчетчик на базе STM32F103 и STPM01

Решение на базе STPM01 и STM32F103 характеризуется высокой точностью измерений, гибкостью при выборе датчика тока, простотой калибровки, функциональностью, способностью отслеживать вмешательства в электросчетчик с целью хищения электроэнергии, возможностью передачи данных различными способами (USB,

CAN, SPI, USART, I²C). На сайте компании-производителя доступно полное описание рассматриваемого примера, схемы реализации аппаратной части, коды программ.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: mcu.vesti@compel.ru

ST

Решение для однофазных и трехфазных счетчиков электроэнергии

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ STM8 ИЛИ STM32 + МИКРОСХЕМЫ STPMxx

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ:

- Высокая производительность 16...90 MIPS
- 12-битные быстродействующие АЦП
- Часы реального времени, таймеры, SPI, CAN, DMA

МИКРОСХЕМЫ STPMxx:

- Измерение активной, реактивной и полной мощности, действующих значений тока и напряжения, частоты
- Определение факта хищения электроэнергии
- Высокая точность измерения (0,1%)

Москва
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403

www.compel.ru