

# НОВЫЙ СТАНДАРТ IEEE 802.3BT (PoE) ДЛЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

ВИТАЛИЙ ЛАРИН, инженер

Многие статьи и блоги посвящены описанию технологии Power-over-Ethernet (PoE) и принципам ее работы. В этой публикации анализируются новые функции, представленные в самой последней версии стандарта IEEE 802.3bt применительно к приложениям интернета вещей, в которых все устройства подключены, контролируются и управляются через интернет.

## РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТАНДАРТА IEEE 802.3bt

Первым и наиболее важным улучшением в стандарте 802.3bt стало существенное повышение мощности, передаваемой оконечным устройствам, которые питаются по кабелю (powered device, PD). Ее величина составляет 71,3 Вт, а мощность источника энергии, или инжектора (power sourcing equipment, PSE) – 90 Вт.

Во-вторых, согласно этой версии стандарта скорость передачи сетевых устройств по кабелю Cat5e достигает 10 Гбит/с. Два этих дополнения позволяют новым устройствам в энергоемких и высокоскоростных сетях IoT и особенно IIoT (промышленные сети интернета вещей) получать питание с помощью PoE-технологии. К числу этих новых приложений относятся:

- профессиональные аудиосистемы;
- цифровые рекламные вывески;
- небольшие радиомодули 5G;
- точки беспроводного доступа 802.11ac (WAP);
- сети WLAN с высокой пропускной способностью;
- управление доступом к промышленным сетям;
- освещение;
- умный дом;
- автоматизация зданий и производства;
- POS-терминалы;
- информационные киоски;

- наружные IP-камеры;
- мониторы и ноутбуки.

## НОВЫЕ ФУНКЦИИ IEEE 802.3bt

Стандарт PoE IEEE 802.3bt определяет несколько новых функций и улучшений в сравнении с предыдущим 802.3at, позволяя сократить потребляемую мощность и повысить эффективность, что, в свою очередь, дает возможность большему количеству оконечных устройств использовать технологию PoE.

По сути, платформа IoT состоит из четырех основных блоков, которые выполняют следующие функции:

- измерение и мониторинг;
- обработка данных (микроконтроллером);
- связь (беспроводная или проводная);
- управление питанием.

Новые функции и улучшения, предусматриваемые стандартом IEEE 802.3bt, используются IoT-блоком управления питанием. К четырем этим новым функциям и улучшениям относятся автоматическая функция MPS (maintain power signature), autotest, PD-устройства с одинарным или двойным идентификатором (сигнатурой) и повышение мощности, подаваемой на PD-устройства.

**Автоматическая функция MPS (Maintain Power Signature)** определяет минимальный уровень мощности, потребляемой PD-устройством, при которой на него еще подается напря-

жение. Источник энергии прекращает подачу питания, если MPS-сигнал отсутствует в течение, по крайней мере, 400 мс; при этом гарантируется, что напряжение на отсоединенные кабели не подается.

Кроме того, почти во всех PD-устройствах интернета вещей предусмотрены режимы низкого потребления. Такие устройства должны потреблять большой ток, чтобы оставаться активными, что идет вразрез с идеей использования режима ожидания с малым энергопотреблением. С помощью коротких импульсов MPS эта проблема решается путем уменьшения коэффициента заполнения и времени, в течение которого они должны подаваться для обеспечения питания. В результате минимальная мощность в режиме ожидания повышается в 10 раз, что позволяет оконечным устройствам интернета вещей получать питание по технологии PoE и иметь приемлемый уровень мощности в этом режиме. В IoT-приложениях, в которых много устройств использует технологию PoE, например в системах светодиодного освещения, снижение уровня мощности в режиме ожидания является определяющим требованием.

**Autotest** – новая функция, которая оптимизирует энергетический бюджет источника в отношении PD-устройств. По сути, источник энергии «измеряет» потери в Ethernet-кабеле и потребляемую мощность подключенного

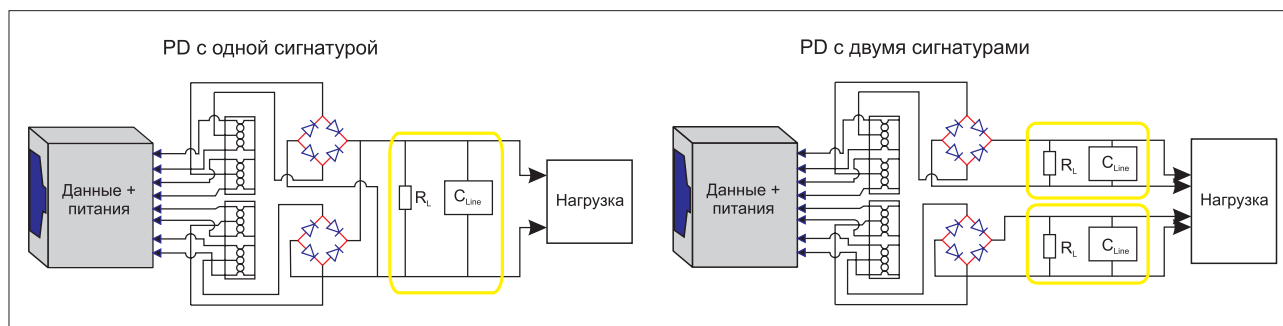


Рис. 1. Схемы с использованием одинарной и двойной сигнатур

PD-устройства в течение определенного периода времени, устанавливая фактическую величину мощности, необходимую для этого устройства, а не большее значение, определенное классом PD. В результате один и тот же инжектор способен подавать питание большему количеству PD-устройств и, следовательно, большему числу краевых устройств интернета вещей.

**Одиарная/двойная сигнатура PD-устройств.** Стандарт IEEE 802.3bt поддерживает две разновидности PD-устройств: с одной сигнатурой и двумя (см. рис. 1). Инжектор должен поддерживать и те, и другие устройства.

Устройства с двумя сигнатурами предназначены для приложений, которым требуется тот же максимальный уровень мощности, что и устройствам с одной сигнатурой; при этом первые из них повышают гибкость проектирования за счет разных конфигураций с изолированной нагрузкой. В качестве примера можно привести наружную камеру наблюдения, которой требуется питание и нагреватель или охлаждающий вентилятор для контроля режимов предельных температур. Еще одним примером являются IIoT-приложения со схемами резервирования, которые используются для повышения надежности и безопасности и поочередно получают питание.

Подробнее о PD-устройствах с двумя сигнатурами см. [1].

**Повышение мощности, подаваемой на PD-устройства.** Стандарт IEEE 802.3bt устанавливает, что инжектор может подавать максимальную мощность величиной 90 Вт, а максимальная мощность, получаемая PD-устройством, составляет 71,3 Вт. Эта разница мощности между источником и питаемым устройством учитывает максимальную величину потерь в 19 Вт в кабеле с максимальной длиной 100 м согласно стандарту Ethernet. В соответствии с новым стандартом IEEE 802.3bt, PD-устройство может измерять сопротивление кабеля, рассчитывать мощность потерь в нем и продолжать нормально функционировать при рассеиваемой мощности 19 Вт в 100-м кабеле. Если же расстояние между питаемым устройством и источником не превышает 100 м, на PD можно подавать мощность больше 71,3 Вт. Например, если длина кабеля составляет 2–5 м, мощность, подаваемая инжектором питаемому устройству, близка к 90 Вт.

#### ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Некоторые ведущие поставщики PoE IC повысили энергоэффективность своих микросхем, хотя стандарт 802.3bt все еще четко не определяет ее повы-

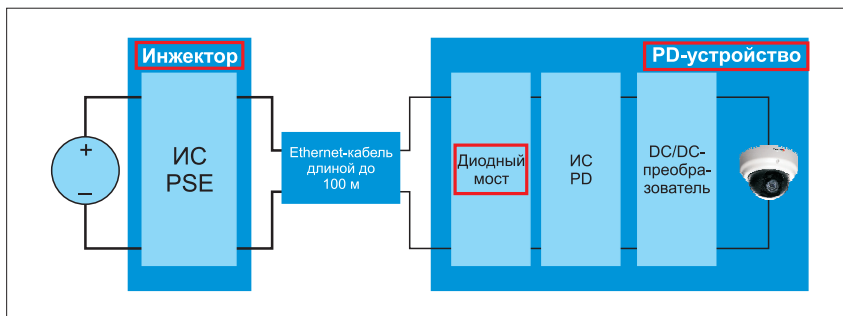


Рис. 2. Топология блока PoE

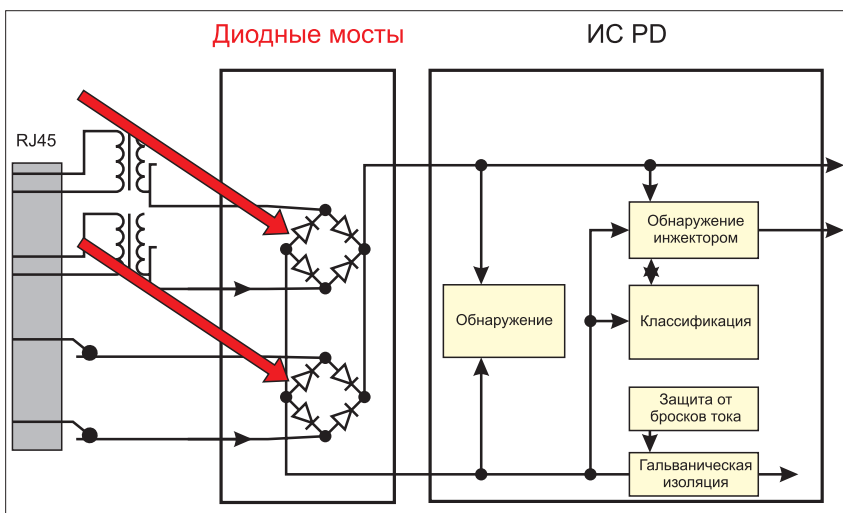


Рис. 3. Два моста в PD-устройстве

шение, несмотря на требования приложений интернета вещей и предстоящую ратификацию.

Определим функционал источника энергии и питаемого устройства. Сформулируем краткие требования к функционалу PSE:

- обнаружение действующего PD-устройства;
  - классификация допустимой мощности PD-устройства;
  - подача PD-устройству мощности 4–90 Вт при 44–57 В;
  - оптимизация и назначение;
  - диагностика неисправности и отключение при необходимости;
  - отключение электроэнергии, подаваемой на соответствующий порт при обнаружении условия пониженного тока;
  - защита от перенапряжения;
  - обеспечение гальванической изоляции от коммутационной схемы.
- Перечислим функции питаемого устройства:
- защита от неправильной полярности;
  - предоставление сигнатур для обнаружения и корректной классификации;
  - оптимизация питания;
  - обеспечение гальванической изоляции;

- смещение при запуске DC/DC-преобразователя (опц.);
- понижение 57 В до требуемого уровня стабилизированного напряжения питания с учетом нужд конкретного приложения.

Как видно из рисунка 2, энергия инжектора подается PD-устройству по Ethernet-кабелю. Диодный мост питаемых устройств выпрямляет напряжение кабеля. В PoE-системах с двумя парами проводов это напряжение можно подавать либо по паре данных, либо по запасной паре, но не по обеим.

Как видно из рисунка 3, PD-устройству необходимы два моста.

Стандартное решение с использованием диодного моста имеет несколько следующих недостатков:

- большие потери мощности из-за падения напряжения на кабеле;
- большие тепловые потери;
- требуются дополнительные меры по обеспечению корректного теплового режима.

Из-за этих недостатков использование традиционных диодных мостов во многих приложениях интернета вещей является очень проблематичным и даже невозможным. Имеется более эффективное решение – воспользоваться мостовым выпрямителем IdealBridge от Microchip на N-канальных MOSFET

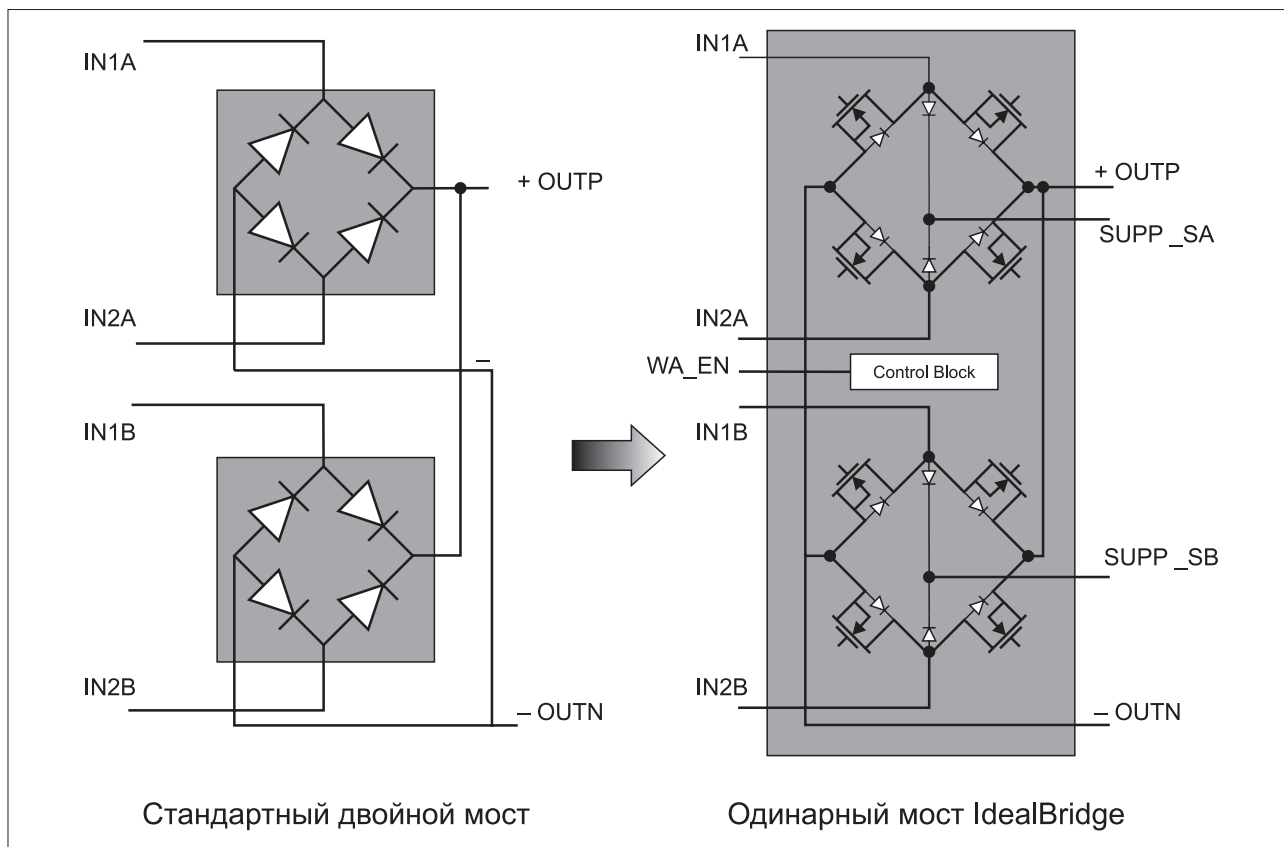


Рис. 4. Сравнение стандартного двойного моста с одинарным мостом IdealBridge

с контроллером. Разница между двоянным диодным мостом и одномотостовым решением IdealBridge показана на рисунке 4.

Перечислим преимущества моста IdealBridge:

- полностью интегрированное решение позволяет сократить список компонентов, уменьшить занимаемое на плате место и упростить реализацию;
- схема с MOSFET без внешнего управляющего устройства;
- малое сопротивление открытого канала, низкое потребление;
- увеличение энергоэффективности – более высокая выходная мощность и напряжение;
- существенно меньшее тепловое рассеивание, отсутствие необходимости в теплоотводе;
- работа с двупарными и четырехпарными PoE-приложениями;

- совместимость со стандартами IEEE 802.3xx.

Компании Microsemi/Microchip представили первое решение IdealBridge с PD70224. Несколько схожих решений от других поставщиков: LT4321 от Analog Devices/Linear Tech, одноканальный идеальный диод (не мост) FDMQ8205A от ON Semiconductor и PM8805 – мост IdealBridge, интегрированный в кристалл ИС PD от STMicroelectronics.

#### Выводы

Самая последняя версия стандарта IEEE 802.3bt предусматривает новые функции PoE-технологии и улучшает имеющиеся. Эти функции расширяют возможности использования оконечных устройств, которые могут подключаться с помощью PoE-технологии, поддерживаемой многими новыми приложениями интернета вещей.

На рынке предлагается немало промежуточных решений с поддержкой инфраструктур, отличных от PoE. К ним относятся управляемые PoE-инжекторы (midspans), источники энергии и разветвители мощности. Заметим, однако, что IEEE 802.3bt – достаточно новый стандарт, и многие производители поставляли изделия с его поддержкой до утверждения в конце 2018 г. Чтобы воспользоваться преимуществами новых функций стандарта IEEE 802.3bt и сохранить совместимость между изделиями разных поставщиков, необходимо установить соответствие компонентов и изделий требованиям этого стандарта и однозначно заявить об этом в технических описаниях. ☐

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ethernet Alliance//www.digikey.com/en/pdf/d/digikey/overview-of-ieee8023bt-poe-with-dual-signature-pds.