

ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ НОВОГО СТАНДАРТА IEEE 802.3bt POWER over ETHERNET

МИХАИЛ СОКОЛОВ, инженер

В статье рассматриваются широкие возможности стандарта IEEE 802.3bt Power over Ethernet (PoE), позволяющего почти любым Ethernet-устройствам получать питание по одному кабелю.

ВВЕДЕНИЕ

Новый стандарт IEEE 802.3bt Power over Ethernet (PoE) предусматривает подачу питания мощностью до 90 Вт по стандартным Ethernet-кабелям. Таким образом, почти все Ethernet-устройства получают питание по одному кабелю. Несмотря на то, что PoE-технология известна более 10 лет, относительно нее существует немало вопросов и неясностей.

Самая последняя версия 802.3bt, повышающая мощность питания и представляющая новые функции, несколько сложнее предыдущих версий. Мы рассмотрим основы технологии PoE, ключевые этапы ее развития и некоторые новые функции стандарта для лучшего понимания технических описаний, руководств по применению и другой документации, касающейся этой технологии.

РОЕ-ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Технология PoE предназначена для подачи питания по кабелю, который служит для передачи данных. Такое совмещение функций никоим образом не отражается на высокоскоростном трафике данных. К счастью, стандарт Ethernet и конструкция кабеля в значительной мере облегчают реализацию этой технологии. Как видно из рисунка 1, внутри кабеля находятся четыре витых пары. Поскольку Ethernet является изолированной сетью, каждая витая пара соединяется с трансформатором. Напряжение постоянного тока (около 54 В) подается на витые пары Ethernet-кабеля через центральные отводы обмотки на трансформаторах.

В двухпарной силовой конфигурации (стандарты 802.3af, 802.3at) одна витая пара является отрицательной, а другая – положительной. В четырехпарной конфигурации (стандарт 802.3bt) две витые пары – положительные, а две – отрицательные. Источник энергии, или инжектор (power-sourcing equipment, PSE), представляет собой устройство, которое подает напряжение питания

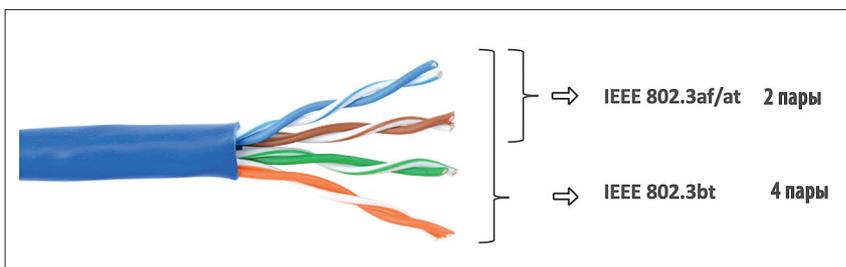


Рис. 1. Внутри Ethernet-кабеля находятся четыре витых пары проводов. Согласно IEEE 802.3af/at, для питания используются две из четырех витых пар, а стандарт IEEE 802.3bt предусматривает использование всех четырех пар

в кабель, а PD (powered device) является питаемым по кабелю устройством, или потребителем энергии. Стандарты PoE допускают подачу питания источником энергии по витым парам любой полярности. Следовательно, на входе потребителя энергии должны быть установлены мосты (диоды или полевые транзисторы) для установки полярности входного напряжения.

ОБНАРУЖЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ

Чтобы подаваемое инжектором напряжение не повредило устройство, не использующее технологию PoE, инжектор определяет потребность подключенного устройства в питании. При этом на Ethernet-кабель подается напряжение, имеющее два значения в диапазоне 2,7–10,1 В, а потребитель энергии

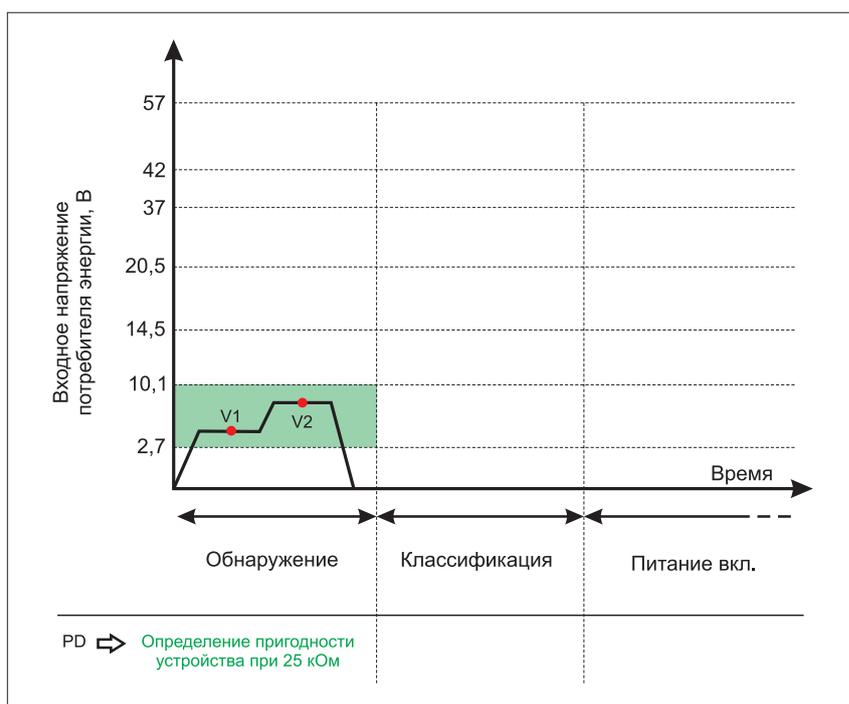


Рис. 2. Инжектор подает напряжение на Ethernet-кабель в диапазоне 2,7–10,1 В, после чего измеряет ток, чтобы установить подлинность сигнатуры при сопротивлении 25 кОм

сигнализирует о своем соответствии (пригодности) с помощью 25-кОм сопротивления (см. рис. 2).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ПОТРЕБИТЕЛЯ

После определения пригодности потребитель энергии и ее источник подтверждают установленную связь в аналоговой форме или выполняют процедуру т. н. «классификации», при которой потребитель запрашивает уровень мощности, а инжектор назначает ему допустимый класс. В PoE-технологии при определении параметров питания используются понятия «тип» и «класс». Под «типом» подразумевается вид связи, установленной с помощью источника, в аналоговой форме. Класс определяет максимальную мощность, подаваемую источником энергии по кабелю, и максимальное значение мощности, которое потребитель может получить. Поскольку технология PoE соответствует стандарту Ethernet, длина кабеля достигает 100 м. Это значит, что в нем теряется достаточно большое количество энергии. В таблице 1 перечислены типы и классы PoE.

Начнем с простейшего типа подтверждения установленной связи (см. рис. 3). Инжектор подает напряжение 15,5–20,5 В на кабель и измеряет ток, потребляемый устройством. Согласно классификации, из-за потерь в кабеле на питаемом устройстве оказывается напряжение величиной 14,5–20,5 В. Исходя из величины потребляемого тока, инжектор определяет класс питаемого устройства и решает вопрос о подаче ему питания. Если же источник не располагает достаточной мощностью, он не подает питание PD-устройству.

Величина тока, потребляемого PD-устройством при его классификации, называется сигнатурой, или классифицирующим током. Стандарт 802.3bt определяет пять сигнатур в зависимости от тока, потребляемого питаемым устройством при классификации.

Тип 2 построен на основе типа 1 путем добавления второго классифицирующего импульса (см. рис. 4). При классификации PD-устройство потребляет 40 мА (сигнатура 4) от источника в соответствии с классом 4. Источник энергии типа 1 рассматривает этот сигнал как требование обеспечить питание класса 3 и начинает подавать энергию PD-устройству. Инжектор типа 2 отвечает на более высокий ток понижением классифицирующего напряжения до уровня «метки», чтобы создать импульс. Потребитель, запрашивающий класс 4, может не получить запрашиваемую классификацию – он

Таблица 1. Стандарты IEEE PoE определяют мощность, поступающую потребителю энергии от ее источника

Класс мощности	Тип 1 802.3af			Тип 2 802.3at	Тип 3 802.3bt		Тип 4 802.3bt	
	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 6	Класс 7	Класс 8
Мощность от инжектора	4 Вт	7 Вт	15,4 Вт	30 Вт	45 Вт	60 Вт	75 Вт	90 Вт
Мощность, поступающая в PD-устройство	3,84 Вт	6,49 Вт	13 Вт	25,5 Вт	40 Вт	51 Вт	62 Вт	71,3 Вт

может получить класс меньшего разряда в результате «понижения мощности», и схеме придется обойтись меньшей энергией, что мы обсудим далее.

На рисунке 5 представлена схема новой классификации согласно стан-

дарту 802.3bt. Как можно догадаться, она во многом схожа с классификацией по типам 1 и 2 – добавлены только классифицирующие импульсы. Количество этих импульсов в типе 3 увеличилось до четырех, а тип 4 использует

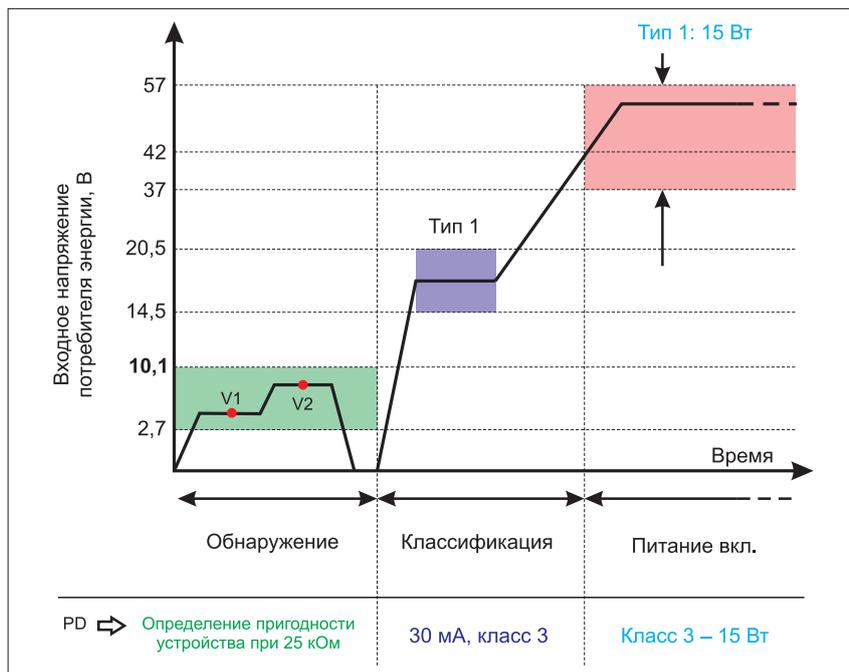


Рис. 3. Сигналы напряжения, поступающие потребителю типа 1 при его обнаружении, классификации и включении питания

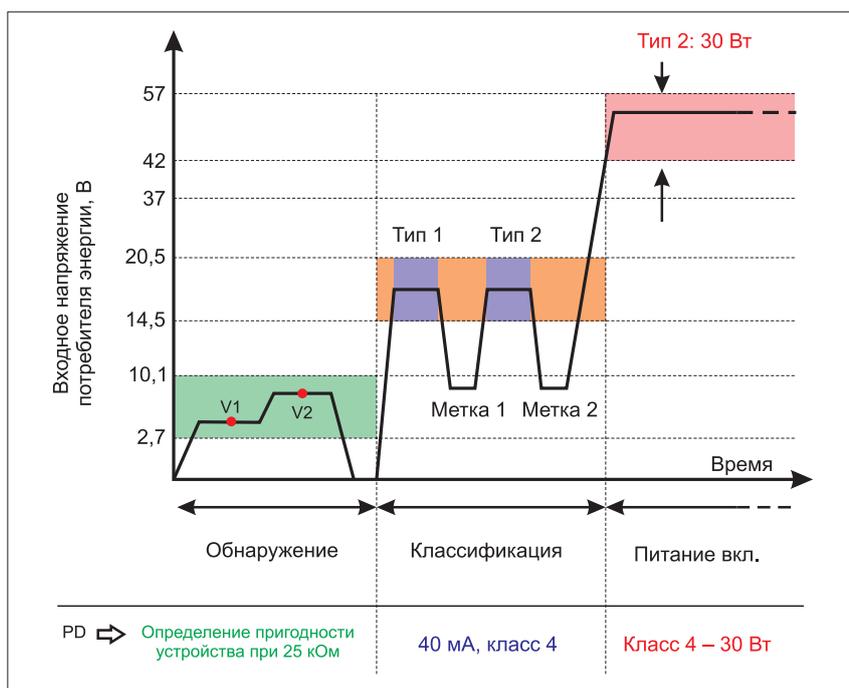


Рис. 4. Сигналы напряжения, поступающего потребителю типа 2 в процессе обнаружения, классификации и включения питания

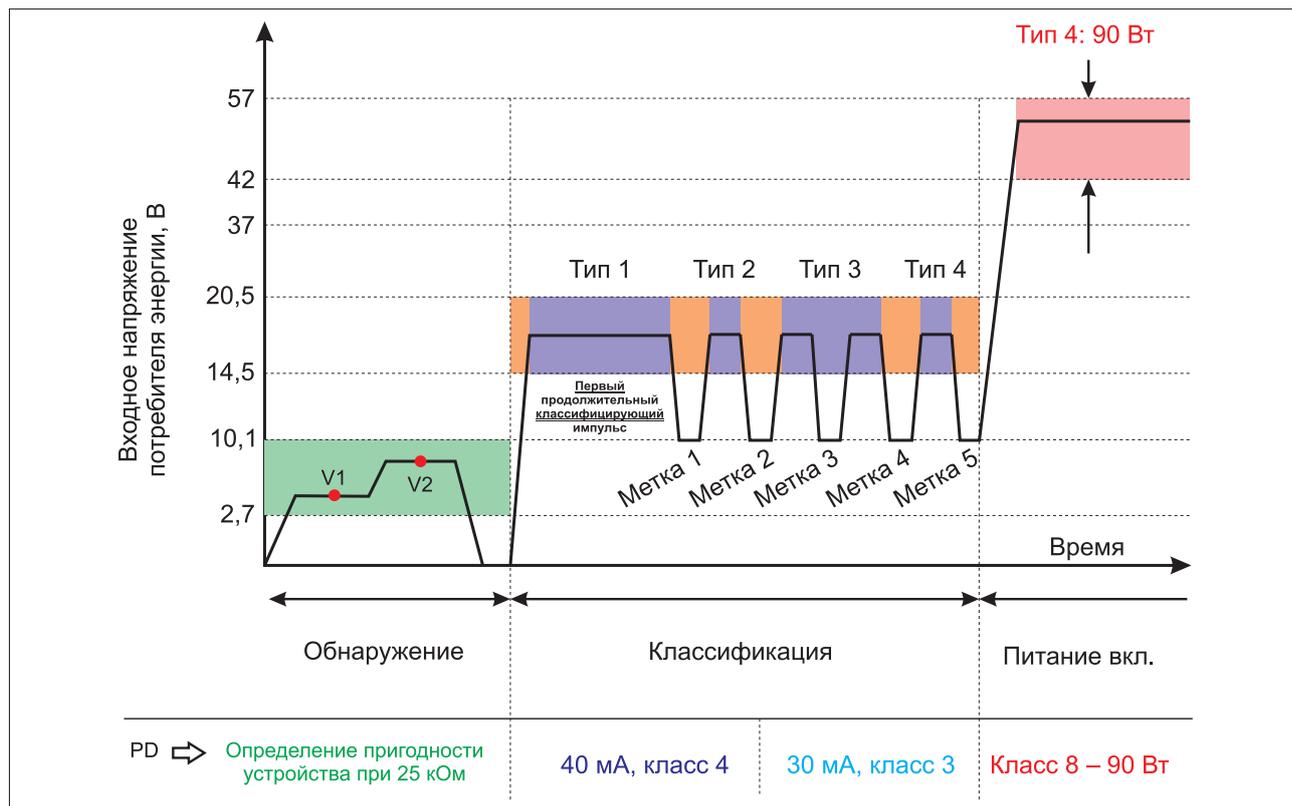


Рис. 5. В классификации 802.3bt участвует больше импульсов

пять импульсов. В новом стандарте эта процедура повторяется для создания второго классифицирующего импульса и питания PD-устройства. Два классифицирующих импульса сигнализируют потребителю о том, что инжектор присвоил ему класс 4.

Устройство, запрашивающее питание по типу 3 или 4, потребляет ток 40 мА (классифицирующая сигнатура 4) при поступлении первых двух импульсов, а затем понижает уровень потребления до сигнатуры уровня 3, 2, 1 или 0 при поступлении последующих импульсов. Ток меньшего уровня сигнализирует инжектору о величине запрашиваемой мощности. Фактически, инжектор

определяет эту величину после третьего импульса, а остальные сигналы сообщают, какую мощность инжектор предоставит потребителю.

Если источник энергии генерирует четыре классифицирующих импульса, питаемому устройству присваивается тип 4. Другими словами, если потребитель запросил питание согласно классам 7 или 8, а инжектор предоставляет тип 4, считается, что устройство получило мощность требуемого уровня. Аналогично, если PD-устройство запрашивает питание согласно классам 5 или 6, а инжектор предоставляет тип 3, это устройство получает требуемое питание. Таким образом, мы рассмотрели ключе-

вые аспекты классификации 802.3bt PoE. Далее мы рассмотрим вопросы о продолжительности первого классифицирующего импульса и что происходит, если инжектор не предоставляет потребителю питание запрашиваемого уровня.

ПОНИЖЕНИЕ МОЩНОСТИ

Большинство PoE-коммутаторов стандарта Ethernet не обладает способностью подавать полную мощность на каждый PoE-порт, особенно при ее быстром нарастании до 90 Вт. Стандарт PoE обеспечивает простой способ подачи питания инжектором потребителям, но с меньшим уровнем мощности, чем необходимо этим устройствам. Понижая уровень мощности, инжектор назначает устройству питание меньшего типа. При этом потребителю автоматически присваивается наивысший уровень питания в рамках присвоенного типа. Рассмотрим два следующих примера.

Пример 1. Потребитель запрашивает питание класса 8, но инжектор может предоставить питание только класса 6. В этом случае он назначает устройству тип 3, и потребитель получает питание класса 6 (см. табл. 2).

Пример 2. Потребитель запрашивает питание класса 8, но инжектор может предоставить питание только класса 5. Поскольку он может понижать уровень мощности, только исходя из классификации по типам, источник не в состоянии предоставить потребителю питание

Таблица 2. Инжектор, обеспечивающий питание класса 6, понижает уровень мощности потребителя, запрашивающего класс 8, до типа 3 (класс 6)

	Тип 1 802.3af			Тип 2 802.3at	Тип 3 802.3bt		Тип 4 802.3bt	
Класс мощности	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 6	Класс 7	Класс 8
Мощность от инжектора	4 Вт	7 Вт	15,4 Вт	30 Вт	45 Вт	60 Вт	75 Вт	90 Вт
Мощность, поступающая в PD-устройство	3,84 Вт	6,49 Вт	13 Вт	25,5 Вт	40 Вт	51 Вт	62 Вт	71,3 Вт

Таблица 3. Источник, имеющий возможность предоставить питание класса 5, понижает запрашиваемый класс 8 до типа 2, в результате чего потребителю назначается класс 4

	Тип 1 802.3af			Тип 2 802.3at	Тип 3 802.3bt		Тип 4 802.3bt	
Класс мощности	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 6	Класс 7	Класс 8
Мощность от инжектора	4 Вт	7 Вт	15,4 Вт	30 Вт	45 Вт	60 Вт	75 Вт	90 Вт
Мощность, поступающая в PD-устройство	3,84 Вт	6,49 Вт	13 Вт	25,5 Вт	40 Вт	51 Вт	62 Вт	71,3 Вт

класса 5. Если бы источник назначил устройству тип 3, оно получило бы питание класса 6. Следовательно, источник должен понизить назначаемый уровень до класса 4, который относится к типу 2 (см. табл. 3).

Из этих двух примеров становится понятно, что класс 8, запрашиваемый потребителем, может понизиться до классов 6, 4 и 3. Чтобы обеспечить полную совместимость, PD-система должна работать на всех четырех уровнях мощности. В противном случае инжектор прекратит работу с подключаемым потребителем, который запрашивает слишком большую мощность. Большинство предлагаемых на рынке PD-устройств оснащено, например, двумя цифровыми портами или общим портом для отправки информации о полученном типе устройства главному контроллеру PD-системы.

ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ

Включение питания – заключительный этап решения о предоставлении питания потребителю. Спецификация IEEE PoE предусматривает величину пускового тока, который устройство может потреблять при включении питания. Большинство современных питаемых устройств имеет функцию ограничения тока. Все, что требуется от разработчиков в таком случае, – установить рекомендованную емкость на вход PD-устройство, после чего можно переключиться на остальную часть проекта.

ФУНКЦИЯ MPS

Предшествовавшие PoE-стандарты использовали концепцию MPS (Maintain Power Signature). Если питаемое устройство потребляет ток менее 10 мА, источник энергии отсоединяется от него. Функция MPS позволяет устройству получать короткие импульсы тока для поддержания связи с источником энергии, когда PD-система находится в режиме малого энергопотребления.

Новый стандарт 802.3bt определяет более короткий импульс MPS для поддержания связи источником энергии, позволяя питаемым устройствам входить в режим еще меньшего потребления. Например, импульсы класса 1 от источников энергии типов 3 или 4 сигнализируют подключаемому потребителю, что источники поддерживают короткие импульсы MPS, и он может их использовать для поддержания соединения.

Как и в случае с пусковым током, большинство потребителей энергии стандарта 802.3bt автоматически переключаются на короткие импульсы MPS при подключении к источнику энергии, который поддерживает эту функцию. Короткие сигналы MPS позволяют системе войти в режим еще меньшего потребления по сравнению с предшествовавшими стандартами PoE.

AUTOCLASS И LLDP

Наконец, мы рассмотрим Autoclass – одну из важных новых функций стандарта 802.3bt. С ее помощью питаемое устройство потребляет максимальную мощность вскоре после включения питания, что позволяет источнику энергии измерять фактическую мощность, поступающую в устройство, и соответствующим образом корректировать назначаемый уровень. Потребителю энергии может понадобиться класс 8 (90 Вт), но по факту он получит только 80 Вт. С помощью функции Autoclass источник энергии может выявить это несоответствие, получить недостающие 10 Вт и предоставить другим потребителям в системе.

Еще одной новой функцией PoE является LLDP (Link Layer Discovery Protocol). Многие годы Ethernet-сети использовали этот протокол для оповещений коммутаторов и маршрутизаторов с помощью уровня данных. PoE-технология добавляет в протокол LLDP расширение для использования источника и потребителя энергии, позволяя им передавать информацию по уровню данных. Например, LLDP-протокол предусматривает коррекцию величины мощности с шагом в 0,1 Вт путем ее согласования между источником и потребителем энергии, что пополняет ресурс источника энергии или предоставляет недостающую мощность потребителю.

ВЫВОДЫ

Итак, стандарт 802.3bt обеспечивает беспрецедентные уровни мощности и возможности разработчикам PoE-систем. Кроме того, он определяет несколько очень полезных новых функций. Среди них – MPS, которая повышает гибкость подключаемых PoE-систем. Благодаря повсеместному распространению Ethernet-сетей и более высоким уровням мощности стандарта 802.3bt PoE все больше приложений сможет воспользоваться преимуществами этой технологии и избежать необходимости во внешних источниках питания. ◻