

# POWER OVER ETHERNET

## РЕВОЛЮЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Быстро развивающиеся средства телекоммуникационной связи предоставляют безграничные возможности освоения новых секторов их рынка. Одним из перспективных секторов является Power over Ethernet, или PoE – технология, позволяющая передавать удаленному устройству по стандартному витому кабелю через сеть Ethernet вместе с данными электрическую энергию. Это весьма привлекательный способ электропитания сетевых устройств, причем его можно применять как при организации новых сетей, так и при модернизации существующих, особенно когда необходимо устанавливать активное оборудование там, где нет поблизости источника питания и электрических розеток. PoE-технология пригодна для обеспечения питанием самых разнообразных устройств: IP-телефонии, сетевых и интернет-приложений, камер видеонаблюдения, торговых терминалов, беспроводных точек доступа и даже музыкальных инструментов. К тому же, PoE-технология позволяет не только существенно экономить на стоимости силовых кабелей и прочих компонентов, но и сократить время инсталляции Ethernet-оборудования. Одна из компаний, успешно реализующих эти возможности, – Silver Telecom. Ее цель – стать важной движущей силой на пути развития инновационных телекоммуникационных технологий.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Требования к PoE-системам определяются разделом 33 стандарта IEEE 802.3-2005 (обычно называемого IEEE802.3af), который был выпущен институтом IEEE в июне 2003 года. Согласно этому стандарту, по двум парам проводников витого кабеля категории Cat.3/Cat.5 подается постоянное напряжение питания 48 В без необходимости внесения каких-либо модификаций в существующую структурированную кабель-

ную сеть (СКС). Максимальный ток составляет 350 мА, т.е. максимальная мощность питания равна 16,8 Вт. Однако с учетом потерь лишь ~13 Вт достигает цели, а в импульсных источниках питания теряется еще 10–20% энергии. Стандарт описывает два устройства PoE-системы: питающее устройство, инжектор (Power Sourcing Equipment – PSE), предназначенный для ввода электропитания в сеть Ethernet, и устройство, питаемое через Ethernet (Powered Device – PD). В технических решениях PoE могут использоваться два типа питающего оборудования PSE: оконечное (endspan) и промежуточное (midspan). В обоих случаях постоянное напряжение с устройств PSE подается на питаемые устройства. Оконечные устройства представляют собой коммутаторы с трактами передачи питания через Ethernet, или PoE-коммутаторы. Промежуточные устройства располагаются между обычным коммутатором сети и питаемым прибором. Они передают электропитание, не влияя на передачу данных. Оконечное оборудование обычно используется в тех случаях, когда коммутатор по тем или иным причинам необходимо заменить (переход от сети 10/100 к сети 1000 или введение дополнительных протоколов безопасности), промежуточное – когда нужно лишь добавить в сеть PoE-средства.

Согласно стандарту 802.3af, при обнаружении PD-прибора PSE-устройство передает импульс низкого напряжения (2,7–10,1 В), который вызывает ответный импульс тока PD-прибора. Значение этого тока соответствует классу оборудования и тем самым определяет потребляемую им мощность (табл.1). Для регистрации этого импульса между проводами передачи электропитания PD включен идентифицирующий резистор с сопротивлением ~25 кОм. Если PSE обнаруживает большее или меньшее значение тока, потребляемого PD (в том числе и короткое замыкание), питание на прибор не подается.

### РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ POWER OVER ETHERNET

Когда институт IEEE начал разработку стандарта IEEE 802.3af, индустрия информационных технологий (IT) была

А.Фёдоров  
afedorov@argussoft.ru



относительно молодой. IP-телефонии еще не было, да и беспроводные точки доступа казались лишь идеями будущего. Однако с момента утверждения стандарта IEEE 802.3af многое изменилось. Была модернизирована сетевая инфраструктура и предусмотрена возможность применения витого кабеля категорий Cat5 и выше. IP-телефония стала неотъемлемой частью любого офиса и предприятия. Повсюду появились беспроводные точки доступа. Все это, особенно установка сетевых камер наблюдения, стимулировало развитие систем, отвечающих стандарту PoE. Стандарт 802.3af, предусматривающий передачу энергии около 13 Вт, обеспечивал питание всех этих сетевых устройств.

Популярность технологии PoE заставляла разработчиков искать возможности ее совершенствования с тем, чтобы обеспечить подачу электропитания через Ethernet для средств видеотелефонии, мультимедийных беспроводных точек доступа, камер наблюдения с поворотными штативами и переменным фокусным расстоянием, и даже портативных и настольных компьютеров... Но для реализации этих нововведений требовалась подача электропитания мощностью более 13 Вт, вплоть до 70 Вт.

Исходя из этих потребностей, в сентябре 2005 года институт IEEE санкционировал работу по совершенствованию существующих спецификаций PoE. В результате группа разработчиков выдвинула следующие требования к новому стандарту IEEE 802.3at, часто называемому PoE +:

- обеспечить работу PoE-устройств по существующей кабельной проводке категории Cat.5e или более высокой и, в отличие от 802.3af, не принимать во внимание ограничения проводки категории Cat.3;
- выполнять требования к безопасности и ограничениям стандарта 802.3af;
- добиться обратной совместимости PSE-устройств стандарта 802.3at с аналогичными устройствами предыдущего стандарта и обеспечить питание PD-приборов, отвечающих требованиям обоих стандартов;
- обеспечить подачу максимальной мощности электропитания в практически допустимых пределах, по крайней мере до 30 Вт;
- исследовать работу промежуточных PSE-устройств в сети 1000BASE-T;
- исследовать работу промежуточных и оконечных PSE-устройств в сети 1000GBASE-T.

Решение использовать кабельную проводку Cat.5 и отказаться от Cat.3 продиктовано тем, что кабели Cat.5e имеют по умолчанию восемь проводов, т.е. в два раза больше чем у кабелей категории Cat.3. Это значит, что без каких-либо изменений значений тока или напряжения новый стандарт позволит увеличить мощность электропитания, по крайней мере, в два раза. Но это еще не все преимущества IEEE 802.3at. Поскольку значение сопротивления кабе-

**Таблица 1. Классификация PD по мощности энергопитания в соответствии со стандартом 802.3af**

Класс	Используемость	Мощность PD, Вт	Классификационный ток, mA
0	По умолчанию	0,44–12,95	<5,0
1	По усмотрению	0,44–3,84	10,5
2	По усмотрению	3,84–6,49	18,5
3	По усмотрению	6,49–12,95	28
4 (резервный)	По усмотрению	<12,95	40

ля категории Cat.5e составляет всего 62,5% от сопротивления кабеля Cat.3, потери при передаче электропитания будут соответственно меньше. К тому же ток в проводах кабеля категории Cat.5e может достигать 720 mA и более. Группа разработчиков 802.3af ограничила его этим значением из-за проблемы нагрева проводов. При токе 720 mA провода нагреваются до температуры 45°C.

Максимальная мощность при передаче электропитания по всем восьми проводам кабеля Cat.5 составляет 59 Вт, по четырем проводам – 28,5 Вт, что вполне достаточно для питания большинства современных PD.

Новый стандарт PoE+, который позволит почти в два раза увеличить мощность, подаваемую питаемым устройствам, должен быть выпущен во втором квартале 2008 года. Однако промышленные компании уже активно разрабатывают схемы, удовлетворяющие требованиям PoE+-систем. К ним относится и компания Silver Telecom – мировой лидер в области разработки PoE-модулей, а также передовых телефонных и сетевых решений (SLIC, COIC, PSTN), которые сегодня являются наиболее динамично развивающимися направлениями телекоммуникационного рынка. Основанная в 1997 году в Ньюпорте (Южный Уэльс) компания Silver Telecom, благодаря инновационным технологиям и высокому качеству выпускаемой продукции, быстро заняла лидирующее положение на телекоммуникационном рынке. Ее продукция поставляется на рынки Северной Америки, Азии и Европы. Компания работает с такими заказчиками, как AudioCodes, Avaya, Hewlett-Packard, D-Link, Samsung, Siemens, и это далеко не полный список. 15 августа 2007 года с компанией Silver Telecom подписало прямое дистрибьюторское соглашение ООО "Аргуссофт" – официальный дистрибьютор ведущих мировых фирм-производителей электронных компонентов.

Компания Silver Telecom разрабатывает и производит серию PoE-модулей для различных приложений. Модули позволяют подавать на PD питание от PSE по кабелю категории Cat.5 (наиболее распространенный тип кабеля в современных сетях Ethernet). Число необходимых дополнительных компонентов модулей минимально. Модули отвечают всем требованиям стандарта IEEE802.3af за исключением встроенной гальванческой развязки входа и выхо-

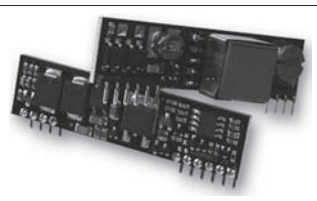
**Таблица 2. Основные характеристики PoE-модулей компании Silver Telecom**

Серия	Номинальное выходное напряжение, В	Максимальная выходная мощность, Вт
Ag9000-S		
Ag9120-S	12	12
Ag9050-S	5	9
Ag9033-S	3,3	6
Ag8000		
Ag8012-S	12	12
Ag8005-S	5	6
Ag8003-S	3,3	5
Ag8012-D	12	12
Ag8005-D	5	6
Ag8003-D	3,3	5
Ag8100		
Ag8112-M	12	12
Ag8105-M	5	7
Ag8103-M	3,3	5,25
Ag8200		
Ag8212-S	12	12
Ag8205-S	5	9
Ag8203-S	3,3	6,6
Ag8212-D	12	12
Ag8205-D	5	9
Ag8203-D	3,3	6,6

\* При температуре 25°C и входном напряжении 48 В.

да, которая предусмотрена лишь в приборах серии Ag9000 (1500 В по постоянному току). В PoE-модулях остальных серий для выполнения развязки не требуются дополнительные компоненты, достаточно внешнего пластмассового изолирующего вложения. В соответствии со стандартом IEEE802.3af, модули имеют схему распознавания идентификатора PD и класса оборудования, необходимых для передачи инжектором PSE электропитания (мощностью до 15 Вт) на подключенный порт. Большинство PoE-модулей поставляются на различные уровни выходного напряжения (табл.2), но допускают его изменение в диапазоне от 2,5 до 14 В. Встроенный высокоэффективный DC/DC-преобразователь обеспечивает широкий диапазон значений выходного напряжения с низкими пульсациями и шумом. Кроме того, предусмотрены тепловая защита, а также защита от перегрузок и короткого замыкания. Класс оборудования, обслуживаемого модулями, задается путем включения резистора с соответствующим сопротивлением между выводами программирования класса оборудования. В случае отсутствия резистора класс оборудования по умолчанию устанавливается нулевым. PoE-модули компании Silver Telecom позволяют эффективно и недорого решать проблемы питания сетевых устройств при реализации таких приложений, как VoIP, web-камеры, беспроводные точки доступа, камеры видеонаблюдения и охранные системы. Модули выпускаются в стандартных корпусах с однорядным и двухрядным расположением выводов (S- и D-тип, соответственно) размером 56×14 мм и в корпусах для монтажа на поверхность (M-тип) размером 32×18×11,5 мм.

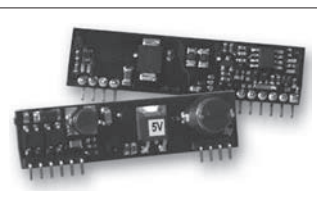
### СЕРИЯ AG9000



Входное напряжение модулей серии – 36–60 В. В их состав входят два встроенных мостовых выпрямителя, подключенные к двум его входам, благодаря чему модули совместимы с оборудованием, рассчитанным на различные значения мощности электропитания. Выходное напряжение может регулироваться с помощью специального вывода настройки (вывод ADJ). При включении резистора между выводом ADJ и выводом выходного положительного напряжения +V<sub>DC</sub> модуля выходное напряжение уменьшается, при включении резистора между выводом ADJ и выводом -V<sub>DC</sub> – увеличивается. Модули серии требуют применения всего одного дешевого внешнего развязывающего конденсатора, рекомендуемая минимальная емкость которого составляет 470 мкФ. Для обеспечения нормальной работы DC/DC-преобразователя минимальный ток модуля должен быть равен ~20 мА.

Модули серии требуют применения всего одного дешевого внешнего развязывающего конденсатора, рекомендуемая минимальная емкость которого составляет 470 мкФ. Для обеспечения нормальной работы DC/DC-преобразователя минимальный ток модуля должен быть равен ~20 мА.

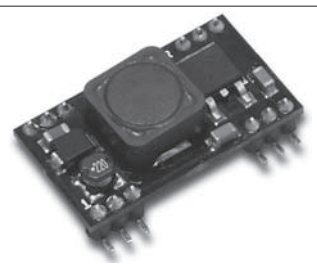
### СЕРИЯ AG8000



Модули серии, так же как и устройства серии Ag9000, включают два встроенных мостовых выпрямителя. Выходное напряжение модулей серии составляет 36–60 В. Как и модули серии Ag9000, они требуют применения одного внешнего дешевого развязывающего конденсатора с минимальной емкостью 470 мкФ. Для регулировки уровня выходного напряжения также используется вывод ADJ. Значения номинального выходного напряжения могут изменяться в диапазоне 2,4–13 В.

Модули серии, так же как и устройства серии Ag9000, включают два встроенных мостовых выпрямителя. Выходное напряжение модулей серии составляет 36–60 В. Как и модули серии Ag9000, они требуют применения одного внешнего дешевого развязывающего конденсатора с минимальной емкостью 470 мкФ. Для регулировки уровня выходного напряжения также используется вывод ADJ. Значения номинального выходного напряжения могут изменяться в диапазоне 2,4–13 В.

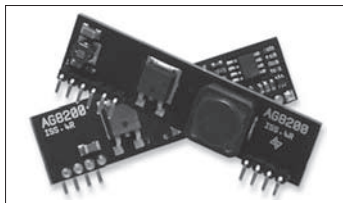
### СЕРИЯ AG8100



В серию Ag8100 входят модули для поверхностного монтажа. Все варианты серии отвечают требованиям директивы RoHS, ограничивающей применение опасных для здоровья веществ. Выходное напряжение модулей серии составляет 37–

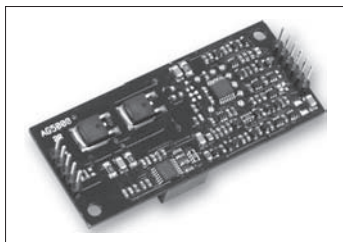
57 В. Модули имеют один вход, который для обеспечения совместимости с оборудованием, рассчитанным на различные значения мощности электропитания, может быть подключен к двум внешним мостовым выпрямителям. Значения номинального выходного напряжения модулей могут быть изменены в диапазоне от 2,5 до 14 В с помощью резистора регулировки, включаемого между выводами ADJ и +V<sub>DC</sub>. Если выводы ADJ и +V<sub>DC</sub> разомкнуты, значение выходного напряжения максимально, если замкнуты – выходное напряжение минимально.

## СЕРИЯ AG8200



У модулей серии нет гальванической развязки входа и выхода. Они имеют высокий КПД. Модули требуют применения четырех внешних компонентов: двух мостовых выпрямителей на входе, резистора регулировки и конденсатора с минимальной емкостью 470 мкФ на выходе. Помимо трех значений номинального выходного напряжения, можно установить любое значение в диапазоне 2,5–14 В.

## AG 5000



Компания Silver Telecom выпустила модули Ag5000, удовлетворяющие требованиям стандарта IEEE802.3at и обеспечивающие выходную мощность до 30 Вт. Модули предназначены для таких приложений, как точки доступа WiMax, IP-телефония, камеры и компьютеры с дистанционным управлением. Задача обеспечения питания в соответствии с требованиями PoE+ решена в модуле с помощью совместного динамического ис-

пользования входной мощности. Модуль автоматически определяет, как вводится мощность: проводниками данных, свободной парой проводников или обеими парами. Модуль может автоматически обнаружить разбаланс входного напряжения и отрегулировать распределение нагрузки. Двойные входы модуля отвечают требованиям опознания идентификатора и класса оборудования стандарта IEEE802.3af. В результате модуль Ag5000 может работать не только с инжекторами PoE+ различных производителей, но и с комбинацией двух промежуточных и окончательных инжекторов стандарта 802.3af.

Высокоэффективный DC/DC-преобразователь так же, как и в PoE-модулях, обеспечивает широкий диапазон значений выходного напряжения с низкими пульсациями и шумом, тепловую защиту и защиту от перегрузок и короткого замыкания.

Основные характеристики модуля:

- выходная мощность – 30 Вт;
- КПД DC/DC-преобразователя – 85%;
- регулируемое выходное напряжение – 7,3–29 В;
- гальваническая развязка входа и выхода – 1500 В;
- напряжение на входе – 36–57 В.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что технология Power over Ethernet развивается очень быстрыми темпами, и уже сегодня занимает весомую нишу на телекоммуникационном рынке. ○