

Tomasz Żuk

Akademia
CCTV IP

Minęło już ponad 10 lat od opracowania pierwszego standardu PoE. W ostatnich latach technologia ta zyskała popularność w każdej niemal dziedzinie przemysłu korzystającej z sieci komputerowych. O rosnącym zainteresowaniu PoE i PoE+ może także świadczyć zwiększanie się liczby różnych urządzeń, których zasilanie jest oparte na tych standardach. W miarę ich upowszechniania rośnie także zapotrzebowanie na moc, która stała się kluczowym czynnikiem decydującym o możliwości zastosowania tego wygodnego sposobu zasilania. Już kilka lat temu rozpoczęły się prace zarówno

grup roboczych zorganizowanych w ramach organizacji IEEE, jak i wiodących wytwórców urządzeń sieciowych. Mają one na celu opracowanie rozwiązania umożliwiającego zasilanie urządzeń mocą przewyższającą 30 W – dotychczas maksymalną wartością dostępną w ramach standardu. Część projektów już została zakończona wdrożeniem nowych rozwiązań, część jest wciąż w trakcie realizacji i być może niedługo zakończy się sukcesem. Przyjrzyjmy się najnowszym rozwiązaniom z tej interesującej dziedziny.

PoEZJA ZASILANIA

PRZEGLĄD DOSTĘPNYCH TECHNOLOGII PoE cz. 2.

Firma Cisco już w 2011 r. przedstawiła nową implementację rozwiązania umożliwiającego zasilanie urządzeń o mocy do 60 W za pomocą standardowych przewodów sieciowych kategorii co najmniej Cat5e oraz standardowych złączy RJ45. Rozwiązanie to pod nazwą UPoE (Universal PoE) bazuje na prostym pomysśle. Inżynierowie z Cisco zamiast wykorzystywać tylko dwie pary przewodów (jak to w standardach 802.3af/802.3at), postanowili wykorzystać wszystkie cztery pary, umożliwiając w ten sposób przesyłanie dwukrotnie większej ilości energii. Architektura tego rozwiązania, oprócz dostarczania większej mocy do urządzenia, spełnia jeszcze jeden bardzo ważny warunek – jest w pełni kompatybilna z rozwiązaniami

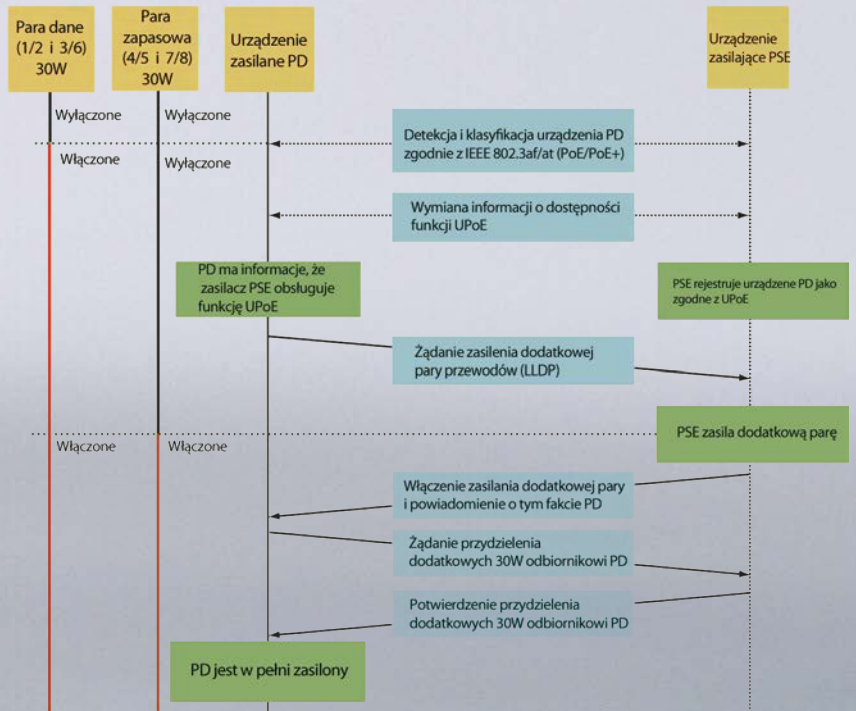
UPoE PoE/PoE+. Oznacza to, że do urządzenia zasilającego pracującego zgodnie z UPoE można podłączyć zwykłe odbiorniki PoE/PoE+ i będą one pracowały poprawnie. Proces negocjacji pomiędzy urządzeniem zasilającym a urządzeniem zasilanym następuje w dwóch etapach. Pierwszy ma na celu określenie, czy podłączane urządzenie jest urządzeniem PoE i do jakiej klasy należy (ile potrzebuje mocy) – ten etap jest przeprowadzany tak jak ma to miejsce w standardach PoE/PoE+. Po poprawnym przeprowadzeniu tego etapu urządzenia wymieniają między sobą informacje o dostępności i zapotrzebowaniu na dodatkową moc oferowaną w ramach UPoE. Wymiana następuje zgodnie z protokołem LLDP (*Link Layer Discovery*

Protocol) lub CDP (*Cisco Discovery Protocol*). LLDP jest protokołem warstwy L2 opisanym w standardzie IEEE 802.1ab (CDP jest jego odpowiednikiem opracowanym przez Cisco), wykorzystywanym do diagnozowania połączeń pomiędzy urządzeniami w sieciach. Zadaniem LLDP jest wymiana informacji pomiędzy bezpośrednio przyłączonymi do siebie urządzeniami (najczęściej przełącznikami) za pomocą specjalnego pola zwanego LLDP Data Unit (LLDPDU) znajdującego się w ramce ethernetowej wymienianej między tymi urządzeniami. Powszechnie za pomocą protokołu LLDP przełączniki sieciowe wymieniają pomiędzy sobą informacje pozwalające na ustalenie topologii fizycznej sieci lokalnej. Protokół ten umożliwia wymianę informacji na temat identyfikatora sąsiadów (host name), platformy sprzętowej, na jakiej urządzenia pracują, wersji i funkcjonalności systemu operacyjnego, informacji o portach sieciowych urządzeń zdalnych, a także informacji o portach wykorzystanych do danego połączenia. W przypadku UPoE protokół LLDP jest stosowany do wymiany informacji o zapotrzebowaniu i alokacji dodatkowej mocy.

Rys. 1. Opracowany przez firmę Cisco standard zasilania UPoE



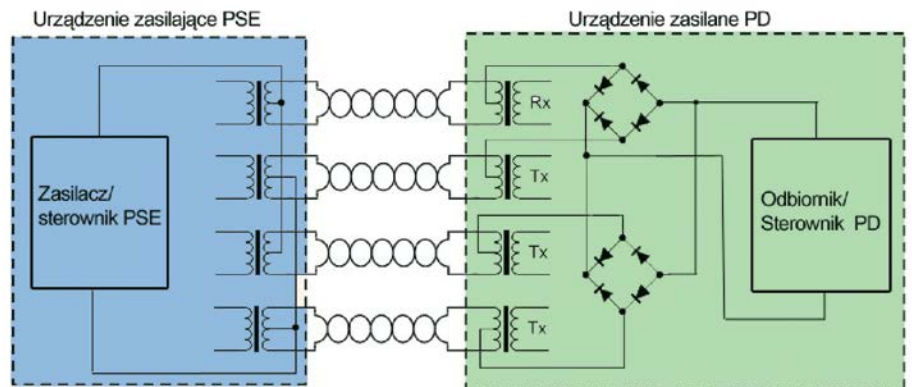
Rys. 2. Proces negocjacji zasilania zgodnie z UPoE



Kolejne kroki negocjacji przydzielenia mocy z zgodnie z UPoE są następujące:

1. podłączenie urządzenia PD do przełącznika,
2. detekcja i klasyfikacja urządzenia PD,
3. zasilanie podane na przewody danych,
4. wymiana za pomocą protokołu LLDP informacji między PD i PSE o dostępności dodatkowych par zasilających zgodnych z UPoE,
5. przy zapotrzebowaniu PD na dodatkowe 30 W wysła taką informację do PSE,
6. PSE włącza zasilanie na dodatkowych parach i potwierdza ten fakt komunikatem wysłanym do PD,
7. PD wysyła żądanie alokacji dodatkowych 30 W,
8. zasilacz PSE dysponujący wystarczającym budżetem alokuje stosowną moc,
9. PD jest w pełni zasilony.

Istotnym zagadnieniem, z którym musieli się zmierzyć inżynierowie pracujący nad nowym standardem zasilania, było nadmierne nagrzewanie się przewodów przy długotrwałym zasilaniu i pełnym obciążeniu zasilacza. Aby zachować pełną zgodność z rozwiązaniami PoE i PoE+, należało tak zaprojektować system, aby całkowity przyrost temperatury przewodu nie przekroczył 10°C. W sukurs inżynierom przyszła fizyka, wzrost temperatury jest bowiem spowodowany stratami mocy rozpraszanej w przewodzie (przy czym słowo „rozpraszanej” należy rozumieć jako „zamienianej na ciepło”). Ponieważ tracona moc zależy od natężenia prądu w przewodzie, dodając drugi przewód, zmniejszamy natężenie w pojedynczym



Rys. 3. Topologia standardu PoE++ z pojedynczym zasilaczem PSE 1-do-1

przewodzie o połowę, a w efekcie obniżamy także straty o połowę.

Zapewnienie mocy na poziomie 60 W dla każdego portu stawia także wyzwania dla zasilaczy montowanych w przełącznikach. Dla dużych przełączników, dysponujących np. 24 zasilanymi portami RJ45, urządzenie musi dysponować olbrzymią mocą 60 W x 24 porty = 1440 W! Uwzględniając pewien wymagany zapas mocy w przełącznikach, należałoby zastosować zasilacze o mocy przekraczającej 1,5 kW.

PoE++ (IEEE 802.3BT)

Powołana w maju 2013 r. grupa robocza IEEE 802.3bt rozpoczęła pracę nad kolejnym wprowadzeniem standardu 802.3 określonym jako PoE++. Miał on umożliwić dostarczanie do odbiornika 60 W mocy, z ewentualną możliwością zwiększenia do 90 W z wykorzysta-

niem przewodów kategorii Cat6 i standardowych złączy RJ45. W odróżnieniu od znanych standardów PoE i PoE+, które korzystają z pojedynczej pary przewodów do zasilania, standard PoE++ ma wykorzystywać wszystkie cztery dostępne pary przewodów. Wytworzenie tak dużej mocy będzie wymagać stosowania dużego zasilacza lub nawet dwóch niezależnych zasilaczy o mocy 30-45 W dla każdej z dwóch par przewodów (standard ma dopuszczać alternatywną topologię). Obecnie prace nad wdrożeniem nowego standardu dobiegają końca, w najbliższych miesiącach powinien zostać opublikowany odpowiedni dokument.

Prace nad nowym standardem rozpoczęto od sformułowania celów i wymagań, jakie powinny być przez niego spełnione. Założeniem było zwiększenie mocy dostarczanej do urządzeń końcowych poprzez zwiększanie nie tyl-

ko mocy zasilaczy, ale także (a może przede wszystkim) efektywności tego procesu dzięki maksymalnemu zredukowaniu strat podczas przesyłania.

Wynikiem tych prac było określenie następujących wymagań:

- wykorzystanie wszystkich czterech par przewodów,
- kompatybilność ze standardem 10GBase-T,
- oferowanie co najmniej 49 W dla PD,
- zgodność z normą ISO/IEC 60950 w zakresie bezpieczeństwa obwodów SELV (Separated or safety extra-low voltage),
- wsparcie dla okablowania w kategorii Cat5 lub wyższej.

Pamiętając, że jednym z podstawowych wymogów stawianych nowemu standardowi jest kompatybilność wstecz (urządzenia zgodne ze standardami 802.3af/at powinny być zasilane jak dotychczas), są rozpatrywane koncepcje trzech różnych typów architektury zasilaczy i odbiorników:

- 1-do-1 – ta architektura przewiduje, że po stronie PSE istnieje fizyczny zasilacz (układ zasilający), który jest przyłączony do wszystkich czterech przewodów. Po stronie odbiorczej istnieje PD, który decyduje, z których par przewodów skorzystać (para 1/2 i 3/6 lub 4/5 i 7/8). Proces detekcji i klasyfikacji przebiega w sposób identyczny z wcześniejszymi standardami.
- 2-do-1 – w tej opcji po stronie zasilającej PSE istnieją dwa niezależne zasilacze, każdy podaje napięcie na inną parę (jeden na 1/2 i 3/6, a drugi na 4/5 i 7/8). Po stronie odbiorczej PD otrzymuje zasilanie na wszystkich przewodach i samo decyduje, które z przewodów wykorzystać do zasilania.
- 2-do-2 – w tym scenariuszu stosuje się dwa zasilacze po stronie zasilającej PSE i dwa odbiorniki PD po stronie odbiorczej. Każdy odbiornik wykorzystuje tylko dwie pary przewodów i jeden zasilacz.

W odróżnieniu od zaproponowanej przez Cisco w standardzie UPoE metody negocjowania zasilania na wszystkich przewodach (która w pierwszym kroku zasilanie urządzenie zgodnie z 802.3af/At, dopiero w drugim kroku „dołącza” zasilanie na drugiej parze, wykorzystując do negocjacji protokół LLDP), standard 802.3bt będzie dokonywał detekcji w sposób tradycyjny (na podstawie impedancji odbiornika), rozszerzając ten proces na wszystkie cztery pary jednocześnie.

Sposób ten niesie spore problemy w detekcji spowodowane koniecznością przewidzenia wszystkich możliwych konstelacji podłączanych urządzeń oraz wynikających z tego różnych wartości impedancji wynikowej. Zasilacz PSE może mieć kłopoty z rozpoznaniem, czy po stronie odbiorczej znajduje się pojedynczy odbiornik PD podłączony poprzez mostek diodowy do wszystkich czterech par przewodów, czy też odbiornik jest podłączony do dwóch par przewodów z układem wysokiej impedancji na pozostałych dwóch parach.

Rys. 4. Przykładowe rozszerzenie kryteriów detekcji odbiorników PoE w standardzie 802.3bt

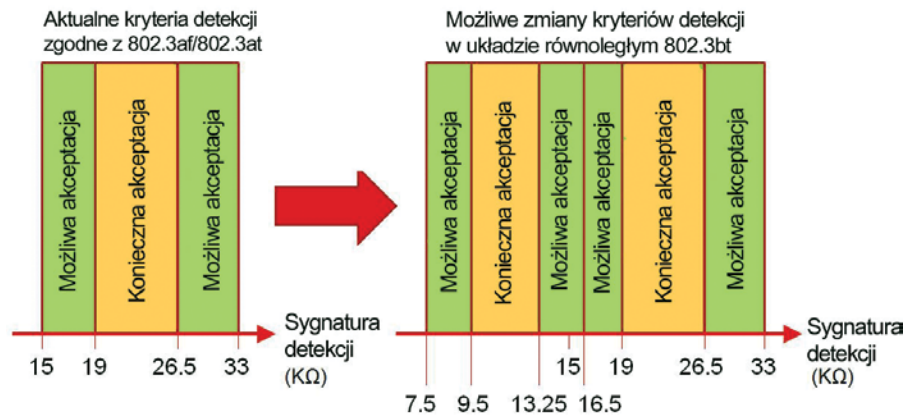


Tabela 1. Standardy PoE obecnie obowiązujące oraz opracowywane

	PoE	PoE+	UPoE	PoE++
Standard	IEEE802.3af	IEEE802.3at	Cisco	IEEE802.3bt
Data opracowania	2003 r.	2009 r.	2011 r.	2013 r. (powołanie grupy roboczej)
PSE	15,4 W	30 W	60 W	60-90 W*
PD	12,95 W	25,5 W	51 W	49 W
Napięcie po stronie zasilacza (PSE)	44,0-57,0 V	50,0-57,0 V	50,0-57,0 V	50,0-57,0 V
Napięcie po stronie odbiornika (PD)	37,0-57,0 V	42,5-57,0 V	42,5-57,0 V	42,5-57,0 V
Natężenie prądu	350 mA	600 mA	2x 600 mA	2x 600 mA**
Kategoria przewodu	cat3/cat5	kat. 5e/kat. 6	kat. 5e/kat. 6	kat. 5e/kat. 6
Wykorzystywane pary	2	2	4	4
Zarządzanie zasilaniem	3 klasy odbiorników kwalifikowanych podczas procesu negocjacji. Klasyfikacja oparta na impedancji odbiornika PD	4 klasy odbiorników kwalifikowanych podczas procesu negocjacji. Klasyfikacja oparta na impedancji odbiornika PD	dwuetapowe: najpierw kwalifikacja zgodna z PoE/PoE+, potem PD wysyła prośbę o dołączenie zasilania na drugiej parze za pomocą LLDP	rozwiniecie tradycyjnej klasyfikacji oparta na wartości impedancji odbiornika do obsługi przewidzianych typów architektury (1-do-1, 2-do-1 i 2-do-2)

*) Standard ma oferować moc 60 W z potencjalną możliwością rozszerzenia do 90 W

**) Przy mocy 60 W

Innym przykładem topologii, która może narządzić kłopoty z prawidłową detekcją, jest sytuacja, w której podłączamy równolegle dwa urządzenia o impedancji 50 kΩ (normalnie wartość 50 kΩ jest interpretowana jako nie PoE). W efekcie PSE może widzieć impedancję o połowę mniejszą, czyli 25 kΩ, co może zostać zinterpretowane jako wartość prawidłowa i na urządzenia zostanie podane napięcie. A co będzie w sytuacji, kiedy po stronie odbiorczej podłączymy jedno urządzenie PoE (25 kΩ) i drugie nie PoE (np. 50 kΩ)? Powyższe rozważania prowadzą do konieczności opracowania bardziej skomplikowanego, wielopoziomowego systemu detekcji liczby i rodzaju odbiorników opartego na kryterium impedancji.

Obserwując powszechną popularność rozwiązań PoE i lawinowo rosnącą liczbę najróżniejszych urządzeń zasilanych tą metodą – począwszy od najpopularniejszych, takich jak telefony VoIP, punkty dostępu czy przełączniki sieciowe, skończywszy na terminalach sieciowych, medycznych systemach przywoławczych czy komponentach systemów bezpieczeństwa – nie ma wątpliwości, że technologię tę czeka świetlana przyszłość. Z punktu widzenia instalatorów systemów telewizji dozorowej IP ma ona niepodważalne zalety. Wiele osób doceniając oszczędność czasu i kosztów, jakie osiągają dzięki tej technologii, nie wyobrażają sobie innego sposobu zasilania. Warto ją poznać, zarówno jej zalety, jak i potencjalne zagrożenia płynące z jej stosowania. ●