

Mostki i interfejsy Ethernetowe (2)



Interfejsy PHY+MAC, zasilacze PoE

Miesiąc temu przedstawiliśmy dostępne na rynku układy warstwy fizycznej (transceivery PHY) interfejsów ethernetowych oraz mikrokontrolery z wbudowanymi interfejsami MAC oraz MAC+PHY.

Teraz skupimy się na samodzielnych kontrolerach ethernetowych przystosowanych do pracy w systemach mikroprocesorowych i mikrokontrolerowych, a także poświęcimy uwagę układom scalonym przeznaczonym do stosowania w zasilaczach PoE (Power over Ethernet).

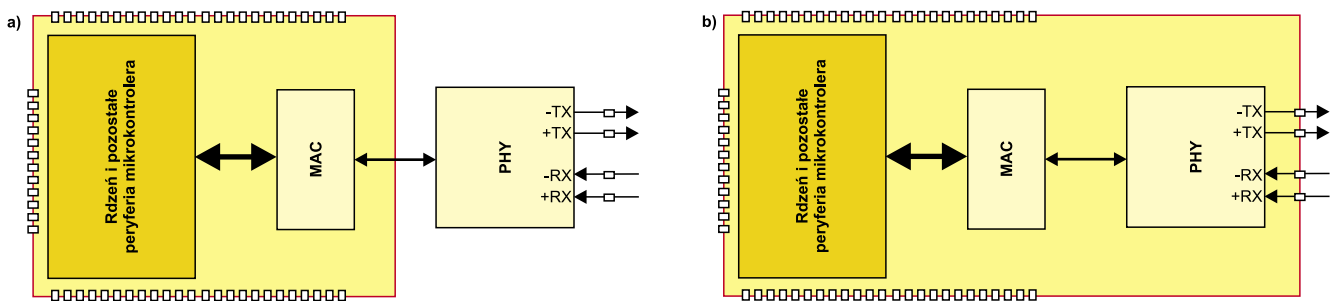
W niedalekiej przyszłości większość mikrokontrolerów wprowadzanych do sprzedaży na pewno będzie wyposażana w kompletne interfejsy sieciowe: programowany świat już nas otacza, świat sieciowy nadchodzi wielkimi krokami. Zintegrowanie kompletnych interfejsów sieciowych w mikrokontrolerach

(rys. 1) – podobnie jak ma to obecnie miejsce z innymi interfejsami komunikacyjnymi jak np. UART, SPI, I²C – spowoduje, że gniazdo sieciowe będzie równie naturalnym wyposażeniem – także najprostszym systemów – jak obecnie gniazdo DB9 interfejsu RS232.

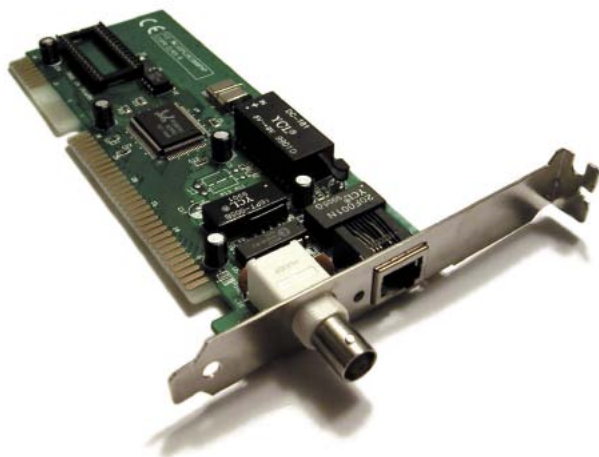
Dodatkowe materiały na CD i FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 18366, pass: 3scpp470

Zintegrowane interfejsy sieciowe

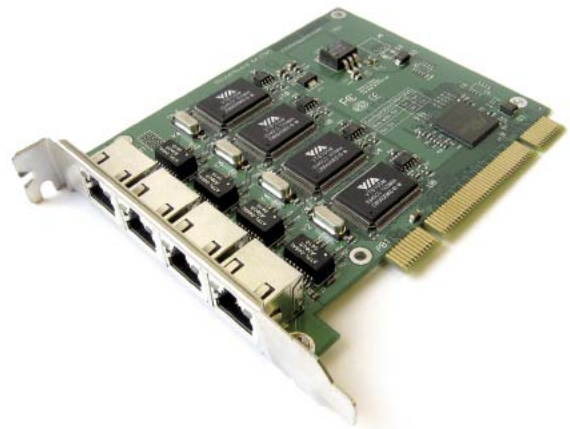
„Sieciowa” przyszłość elektroniki jest jeszcze przed nami, w sprzedaży znajduje się bardzo wiele typów mikrokontrolerów i mikroprocesorów, których producenci nie wyposażyli w wewnętrzne interfejsy sieciowe. Konstruktorzy korzystający z nich nie są jednak skazani na odcięcie swoich aplikacji od sieci, pod warunkiem że zastosują jeden z dostępnych na rynku mostków sieciowych, w których zintegrowano dwie najważniejsze warstwy sprzętowe: MAC i PHY (patrz ramka).



Rys. 1. Przykłady nowoczesnych konfiguracji interfejsów sieciowych stosowanych w mikrokontrolerach: z zewnętrznym transceiverem PHY a) oraz kompletny interfejs (MAC+PHY) wbudowany w strukturę mikrokontrolera b)

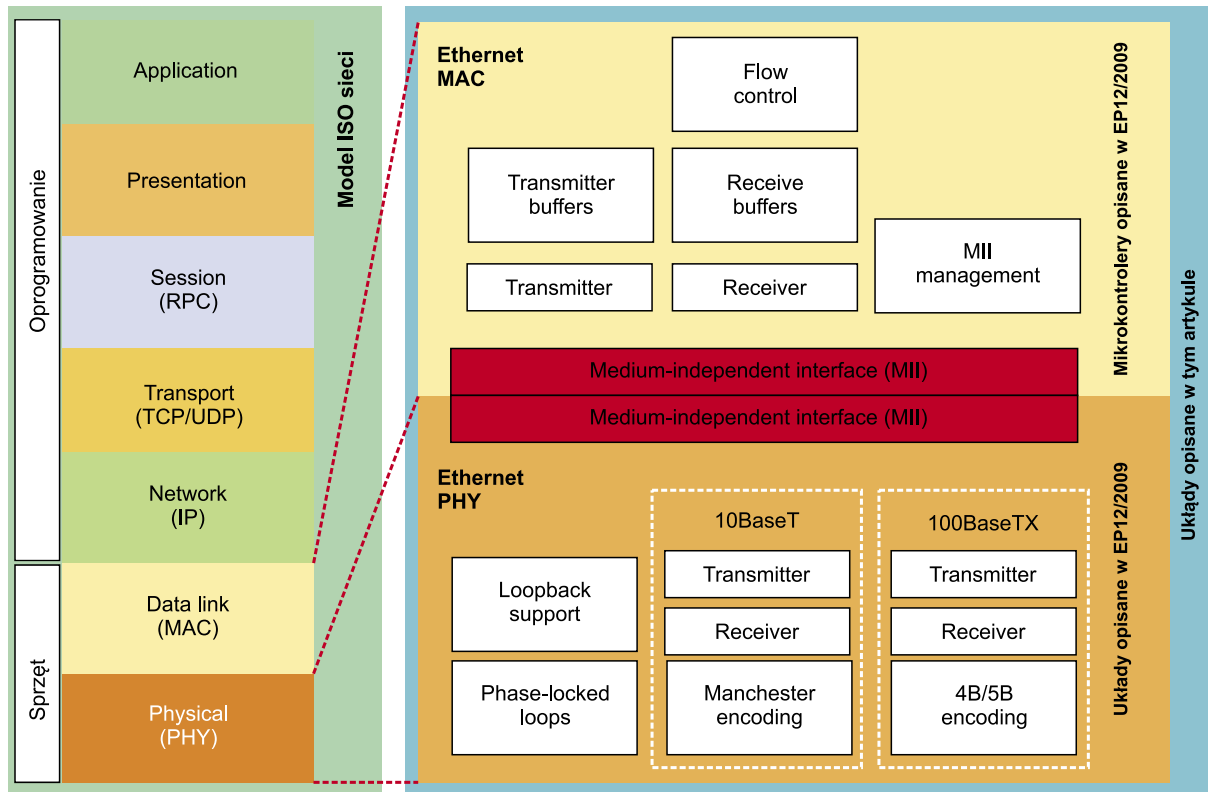


Fot. 2. Kartę sieciową ze złączem ISA można łatwo dołączyć do praktycznie dowolnego mikrokontrolera



Fot. 3. Karty sieciowe ze złączem PCI mogą być stosowane do współpracy z niewielką liczbą mikroprocesorów wyposażonych w sprzętowe kontrolery PCI

Ethernet jest utożsamiany ze standardem IEEE802.3, który składa się z zestawu definicji określających budowę i działanie fizycznej warstwy interfejsu wymiany danych (PHYSICAL layer), funkcję i sposób działania warstwy łącza (Data Link layer) oraz podwarstwy Media Access Control (MAC), która odpowiada m.in. za selekcję i adresowanie danych przesyłanych pomiędzy urządzeniami dołączonymi do sieci. Na rysunku pokazano warstwowy model sieci OSI ISO z zaznaczonymi warstwami obsługiwanymi przez scalone interfejsy sieciowe PHY i MAC. Jak widać dostępne współcześnie układy scalone realizują funkcje dwóch dolnych warstw modelu ISO, pozostałe warstwy są realizowane programowo.



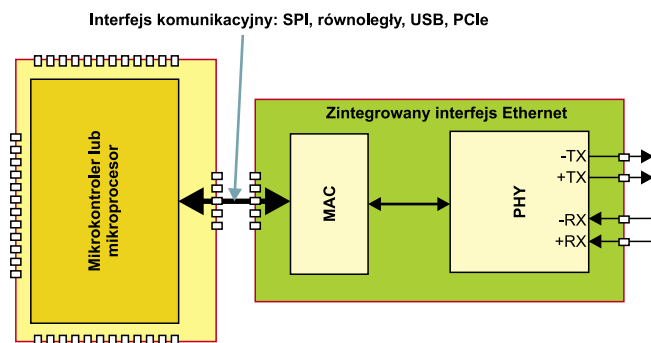
Klasycznym przykładem kompletnego mostka sieciowego są układy stosowane w kartach sieciowych komputerów PC. Dołączenie do mikrokontrolera lub mikroprocesora karty sieciowej ze złączem ISA (fot. 2) nie stanowi żadnego problemu, znacznie trudniejsze jest zapewnienie współpracy mikrokontrolera/mikroprocesora z kartą sieciową wyposażoną w – obecnie najpopularniejszy – interfejs PCI (fot. 3). Obydwa wymienione rozwiązania – aczkolwiek sensowne ekonomicznie (cena kompletnej karty jest zdecydowanie niższa niż koszt elementów niezbędnych do zbudowania jej funkcjonalnego odpowiednika) – nie cieszą się dużą popularnością wśród konstruktorów, przede wszystkim za względu na duże wymiary kart sieciowych.

Alternatywą dla klasycznych kart sieciowych wyposażonych w interfejsy równoległe mogą być karty z interfejsem USB. Coraz większa liczba mikrokontrolerów jest wyposażana w interfejsy USB-OTG lub host USB, które można wykorzystać nie tylko do obsługi pamięci masowych, ale także innych urządzeń z USB, w tym kart sieciowych. Wymaga to jednak sporej wiedzy i doświadczenia, ponieważ oprogramowanie nadal dość wyrafinowanym, przede wszystkim ze względu na brak gotowych, bezpłatnych (*open source*) zestawów stosów do obsługi Ethernetu poprzez USB.

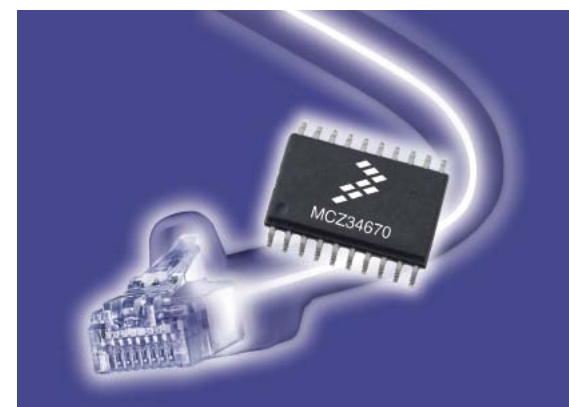
Na szczęście, konstruktorzy korzystający z mikrokontrolerów pozbawionych wewnętrznego MAC-a mogą skorzystać

z innych rozwiązań, lepiej dopasowanych o wymogów stawianych systemom mikroprocesorowym: kompletnych interfejsów Ethernet zintegrowanych w pojedynczych układach scalonych.

Zestawienie większości dostępnych w naszym kraju kompletnych interfejsów Ethernet znajduje się w tab. 1. Układy wyposażone w klasyczne interfejsy równoległe (w tabeli oznaczone symbolem GuP) lub SPI mogą być dołączane do dowolnych mikrokontrolerów (rys. 4), natomiast układy wyposażone w interfejsy USB lub PCI Express wymagają zastosowania mikrokontrolerów lub mikroprocesorów wyposażonych w odpowiednie sprzętowe interfejsy komunikacyjne, co nieco zmniejsza ich uniwersalność.



Rys. 4. Zintegrowane kontrolery sieciowe mogą współpracować z dowolnymi mikrokontrolerami i mikroprocesorami





Niezależnie od typu scalonego interfejsu sieciowego dołączonego do mikrokontrolera, prawidłowa obsługa sieci Ethernet i różnych protokołów transmisyjnych, wykorzystywanych do przesyłania danych poprzez sieć, zawsze wymaga zastosowania odpowiedniego oprogramowania. Musi ono zapewniać zarówno obsługę wyższych warstw protokołu sieciowego (jak na rysunku w ramce) jak i odpowiednio konfigurować i obsługiwać blok MAC. Producenci układów interfejsowych, zwłaszcza tych zorientowanych na aplikacje mikrokontrolerowe, udostępniają przygotowane przez siebie oprogramowanie, często są to kompletne stopy UDP, TCP/IP itp. – jak ma to miejsce choćby w przypadku firm Microchip, Atmel, Freescale, czy też STMicroelectronics.

Układy do zasilaczy PoE

Powiększanie liczby aplikacji ethernetowych i zmniejszanie poboru energii przez urządzenia elektroniczne spowodowały, że podjęto próby dystrybucji zasilania za pomocą kabla sieciowego (skrętka CAT5), służącego jednocześnie do transmisji danych. Zasilanie PoE (*Power over Ethernet*) zostało uwzględnione w klauzuli 33 opisu standardu IEEE 802.3af-2003, w której przewidziano możliwość dostarczania zasilania do urządzeń sieciowych za pomocą tego samego kabla i łącz, którymi odbywa się transfer danych.

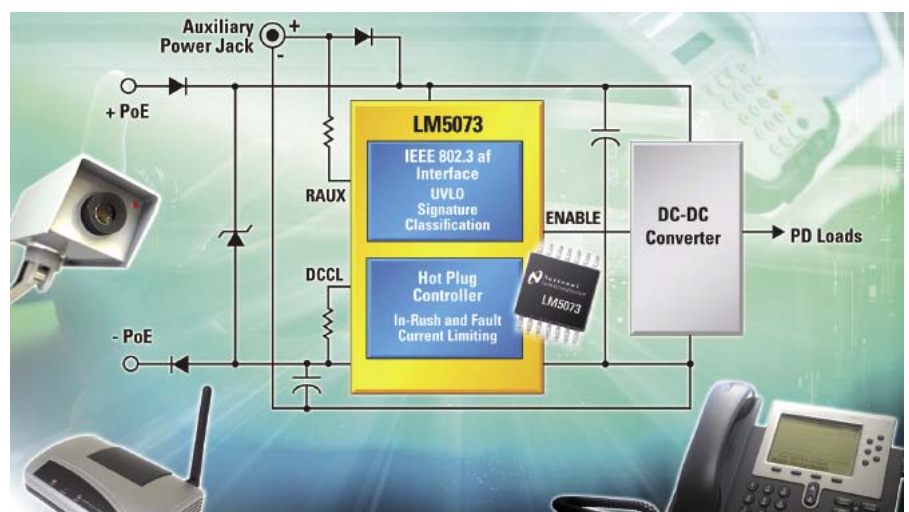
Schemat typowej konfiguracji systemu PoE pokazano na rys. 5. Rozróżniane są w nim dwa rodzaje urządzeń:

- PSE (*Power Sourcing Equipment*) – dostarczające napięcia zasilającego dla urządzeń sieciowych,

Tab. 1. Zestawienie wybranych typów zintegrowanych interfejsów sieciowych (MAC+PHY)

Typ	Producent	Interfejs	Liczba portów	Prędkość transmisji [Mb/s]
RTL8019	Realtek	ISA	1	10
RTL8111	Realtek	PCIe	1	10/100/1000
RTL8161	Realtek	PCIe	1	10/100/1000
RTL8150	Realtek	USB1.1	1	10/100
DM9000	Davicom	GuP	1	10/100
DM9008	Davicom	GuP	1	10
DM9010	Davicom	GuP	1	10/100
DM9601	Davicom	USB1.1	1	10/100
KSZ8851	Micrel	SPI/GuP	1	10/100
KSZ8841	Micrel	GuP	1	10/100
KSZ8842	Micrel	GuP	2	10/100
ENC28J60	Microchip	SPI	1	10
ENC424J600	Microchip	SPI/GuP	1	10/100
ENC624J600	Microchip	SPI/GuP	1	10/100
CP2200	SiLabs	GuP	1	10
CP2201	SiLabs	GuP	1	10
BCM5789	Broadcom	PCIe	1	10/100/1000
BCM5708	Broadcom	PCIe	1	10/100/1000
88E8040	Marvell	PCIe	1	10/100
AX88180	Asix	GuP	1	10/100/1000
AX88196	Asix	GuP	1	10/100
AX88760	Asix	USB2.0	1	10/100
AX88772	Asix	USB2.0	1	10/100
AX88780	Asix	GuP	1	10/100
AX88782	Asix	GuP	2	10/100
AX88783	Asix	GuP	2	10/100
AX88796	Asix	GuP	1	10/100
82571	Intel	PCIe	1	10/100/1000
82572	Intel	PCIe	1	10/100/1000
82573	Intel	PCIe	1	10/100/1000
82574	Intel	PCIe	1	10/100/1000
82575	Intel	PCIe	2	10/100/1000
82576	Intel	PCIe	2	10/100/1000
82583	Intel	PCIe	1	10/100/1000
W5100	Wiznet	GuP/SPI	1	10/100
W5300	Wiznet	GuP	1	10/100
LAN9210	SMSC	GuP	1	10/100
LAN9211	SMSC	GuP	1	10/100
LAN9215	SMSC	GuP	1	10/100
LAN9217	SMSC	GuP	1	10/100
LAN9218	SMSC	GuP	1	10/100
LAN9220	SMSC	GuP	1	10/100
LAN9221	SMSC	GuP	1	10/100
LAN9500	SMSC	USB2.0	1	10/100
LAN9512/3/4	SMSC	USB2.0	1	10/100

GuP – interfejs z magistralą równoległą



Tab. 2. Możliwe konfiguracje połączeń PoE

Styk RJ45	10/100 Zasilanie przez wolne pary przewodów	10/100 Zasilanie fantomowe	1000 Zasilanie fantomowe
1	Rx +	Rx+/DC+	TxRxA+/DC+
2	Rx -	Rx-/DC+	TxRxA-/DC+
3	Tx +	Tx+/DC-	TxRxB+/DC-
4	DC +	-	TxRxC+
5	DC +	-	TxRxC-
6	Tx -	Tx-/DC-	TxRxB-/DC-
7	DC -	-	TxRxD+
8	DC -	-	TxRxD-

Tab. 4. Zestawienie wybranych typów układów do zasilaczy PoE

Typ	Producent	Kontroler PD	Kontroler PSE	Zintegrowany zasilacz
LTC4255	Linear Technology	-	+	-
LTC4257	Linear Technology	+	-	-
LTC4258	Linear Technology	-	+	-
LTC4259	Linear Technology	-	+	-
LTC4263	Linear Technology	-	+	-
LTC4264	Linear Technology	+	-	-
LTC4265	Linear Technology	+	-	-
LTC4266	Linear Technology	-	+	-
LTC4267	Linear Technology	+	-	+
LTC4268	Linear Technology	+	-	+
LTC4269	Linear Technology	+	-	+
LTC4274	Linear Technology	-	+	-
LTC4278	Linear Technology	+	-	+
PM8800	ST	+	-	+
MAX5952	Maxim	-	+	-
MAX5945	Maxim	-	+	-
MAX5922	Maxim	-	+	-
MAX5953	Maxim	+	-	+
MAX5940	Maxim	+	-	-
MAX5941	Maxim	+	-	+
MAX5942	Maxim	+	-	+
TPS23757	TI	+	-	+
TPS23753	TI	+	-	+
TPS23754	TI	+	-	+
TPS23750	TI	+	-	+
TPS2377	TI	+	-	-
TPS2376	TI	+	-	-
TPS2375	TI	+	-	-
TPS23770	TI	+	-	+
TPS23756	TI	+	-	+
TPS23841	TI	-	+	-
TPS2384	TI	-	+	-
LM5070	NS	+	-	+
LM5071	NS	+	-	+
LM5072	NS	+	-	+
LM5073	NS	+	-	-
BCM59101	Broadcom	-	+	-
BCM59103	Broadcom	-	+	+
BCM59105	Broadcom	-	+	+
MC34670	Freescle	+	-	+
Si3400	SiLabs	+	-	+
Si3401	SiLabs	+	-	+
Si3402	SiLabs	+	-	+
Si3452	SiLabs	-	+	-
Si3453	SiLabs	-	+	-
Si3460	SiLabs	-	+	+
Si3461	SiLabs	-	+	+

Tab. 3. Prądy klasyfikujące urządzenia PD

Klasa	Wykorzystanie	Moc PD [W]	Prąd podczas klasyfikacji [mA]
0	Domyślne	0,44 do 12,95	<5,0
1	Opcja	0,44 do 3,84	10,5
2	Opcja	3,84 do 6,49	18,5
3	Opcja	6,49 do 12,95	28
4	Opcja	Zarezerwowane	40

- PD (*Powered Device*) - zasilane urządzenia sieciowe.

Źródłem energii zasilającej urządzenia dołączone do sieci może być jedno z urządzeń sieciowych lub specjalny interfejs (tzw. *injector*) włączony szeregowo w kabel sieciowy.

Przekazywanie zasilania od obciążeń może się odbywać na dwa sposoby:

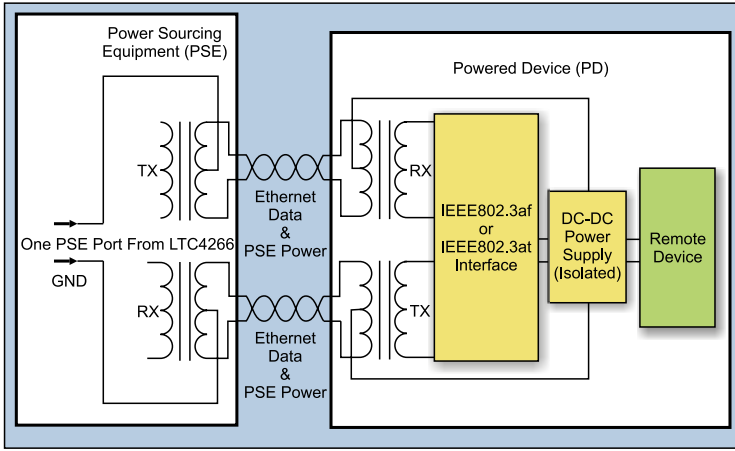
- skrętką służącą do transferu danych (tzw. zasilanie fantomowe, *Phantom Power*). Jest to konfiguracja zalecana przez opis standardu IEEE802.3af-2003, co wynika m.in. z planowanej ekspansji „gigabitowych” systemów sieciowych, w których są wykorzystywane wszystkie pary przewodów w kablu CAT. 5,
- poprzez wolne pary przewodów (żyły 4, 5 oraz 7, 8) - ten sposób nie jest zalecany dla urządzeń nowej generacji.

Możliwe sposoby połączeń pomiędzy urządzeniami PSE i PD zestawiono w **tab. 2**.

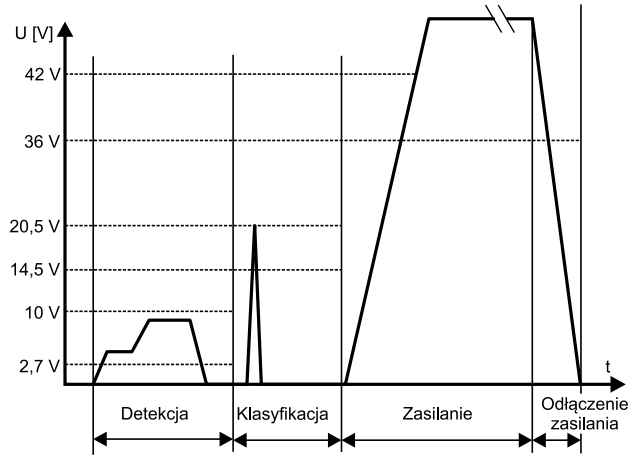
Zgodnie z zapisami standardu IEEE 802.3af urządzenie PSE powinno być przystosowane do dostarczenia mocy 15,4 W (44 VDC/350 mA), z czego 12,95 W jest do wykorzystania w zasilanym urządzeniu PD. Różnica jest tracona w kablu łączącym urządzenia (przy założeniu maksymalnego ich oddalenia).

W najnowszej wersji standardu IEEE 802.3at (wrzesień 2009) zwiększono wymagania dla urządzeń PSE, które powinny być w stanie dostarczyć co najmniej 25 W.

Zasilacz stosowany w systemie PoE musi być w stanie rozpoznać rodzaj zasilanego urządzenia zanim zacznie je zasilac. Stanowi to zabezpieczenie urządzeń starszej generacji przed uszkodzeniem. W tym celu opracowano procedurę *Resistive Power Discovery*, która wymaga zastosowania w zasilanym urządzeniu dodatkowych rezystorów wstępnie obciążających zasilacz. Odbiorniki energii są rozpoznawane dzięki wyposażeniu obwodu wyjściowego zasilacza w obwód zasilająco-pomiarowy, dostarczający do obciążenia napięcie o wartości do 30 V przy prądzie 5 mA lub innej wartości, zgodnie z tab. 3.. Jeżeli impedancja wejściowa zasilanego urządze-



Rys. 5. Schemat typowej konfiguracji systemu PoE



Rys. 6. Typowa sekwencja inicjalizacji systemu zasilania PoE

nia mieści się w określonym przedziale (od 19 do 26,5 kiloomów przy maksymalnej pojemności 10 μ F) zasilacz może rozpocząć jego zasilanie (rys. 6).

Rozpoznawanie rodzaju zasilanego urządzenia może się na tym etapie zakończyć, ale w standardzie IEEE 802.3at przewidziano możliwość określenia przez zasilacz klasy urządzenia PD, co polega na pomiarze natężenia pobieranego prądu przy napięciu z przedziału od 15,5 do 20,5 V. Taka klasyfikacja pozwala na przypisanie urządzeniom PD odpowiedniego poziomu zasilania, co wiąże się

m.in. dopuszczeniem chwilowego przeciążenia PSE podczas włączania zasilania.

Producenci podzespołów półprzewodnikowych dość szybko dostrzegli duży potencjał na rynku urządzeń PoE, w związku z czym wielu z nich oferuje specjalne układy przeznaczone do stosowania w ich zasilaczach, przede wszystkim w urządzeniach PD. W tab. 3 zebrano typy kontrolerów i stabilizatorów napięcia przystosowanych do stosowania w aplikacjach PoE.

Andrzej Gawryluk



R E K L A M A

23-26 marca 2010

WARSZAWA

AUTOMATICON® 2010

AUTOMATYKA POMIARY ELEKTRONIKA

XVI Międzynarodowe Targi Automatyki i Pomiarów

Biuro targów
Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa
tel. 022 874 01 50, 874 02 30; fax 022 874 01 49
e-mail: targi@automaticon.pl www.automaticon.pl

Organizatorzy targów

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Sp. z o.o.

Lokalizacja targów: EXPO XXI, Warszawa, ul. Prądzyńskiego 12/14