

# Szybki dostęp do Internetu

## Technologia ADSL

*Od wczesnych lat dziewięćdziesiątych można było łączyć odbiornik telewizyjny z systemem udostępniającym interaktywne przesyłanie danych. Kilka lat później, za pośrednictwem asymetrycznej cyfrowej linii abonenckiej (ADSL), stała się możliwa usługa „video na żądanie” (VOD). Później okazało się, że ADSL stwarza możliwość znacznego przyspieszenia dostępu do Internetu.*

*W artykule opisano podstawy systemu ADSL i sposób wykorzystania go do bardzo szybkiego dostępu do Internetu.*

*Artykuł publikujemy na podstawie umowy z wydawcą miesięcznika "Elektor Electronics".*

*Editorial items appearing on pages 13..18 are the copyright property of (C) Segment B.V., the Netherlands, 1998 which reserves all rights.*

**Tab. 1. Adresy firm związanych z technologią ADSL.**

ADSL Forum .....	www.adsl.com
Alcatel .....	www.usa.alcatel.com
ANSI .....	www.ansi.org
ATM Forum .....	www.atmforum.org
Broadcom .....	www.broadcom.com
ETSI .....	www.etsi.fr
Frame Relay Forum .....	www.frforum.com
GlobeSpan .....	www.globespan.net
Internet Eng. Task Force .....	www.ietf.org
ITU .....	www.itu.int
Motorola .....	www.mot-sps.com
STMicroelectronics .....	www.st.com
Texas Instruments .....	www.ti.com.sc
Universal Serial Bus .....	www.usb.org

Nieekranowane skrętki miedziane, używane w sieciach telefonicznych do przesyłania sygnałów głosowych w paśmie 300..3400Hz, w praktyce nadają się do pracy w znacznie szerszym pasmie. Zdolność tę wykorzystuje się od pewnego czasu w komputerowych sieciach lokalnych (LAN) z szybkościami przesyłania danych przekraczającymi 10MHz.

Tłumienie w takiej linii w zakresie do około 6MHz jest rzędu 0,7dB/kHz przy niemal stałym opóźnieniu grupowym. Dzięki temu zniekształcenia sygnałów cyfrowych są bardzo małe, a w konsekwencji błędy bitowe bardzo nieliczne.

Te cechy linii pozwalają na wykorzystanie pasma częstotliwości, znajdującego się powyżej pasma głosowego, do wysyłania przez użytkownika sygnałów sterujących z niewielką szybkością (do 64kb/s) i do odbioru danych cyfrowych z szybkością przekraczającą 6Mb/s. Oczywiście, po obu stronach ADSL są niezbędne filtry o silnym tłumieniu pasm zaporowych, aby obu pasm można było używać jednocześnie.

W celu ograniczenia potrzebnego pasma używa się nowoczesnych technik modulacji, jak beznośnej amplitudowo-fazowej (CAP), stosowanej w faksach grupy 2, czy z dyskretnym wielotonem (DMT). Techniki te pozwalają na reprezentowanie kilku bitów jednym symbolem. Z tego powodu ADSL nazywa się także asymetryczną alokacją szybkości transmisji.

W modulacji CAP strumień bitów jest najpierw rozszczepiany na dwie części, które są oddzielnie przeprowadzane przez nierekursywne filtry cyfrowe o odpowiedzi impulsowej różniącej się nieco w fazie. Strumienie wyjściowe są następnie dodawane, a otrzymany strumień sumaryczny po przejściu przez przetwornik cyfrowo-analogowy (DAC) oraz po

filtracji jest kierowany do sieci transmisyjnej. Modulacja DMT jest bardzo zbliżona do kodowanego multipleksu podziału częstotliwości ortogonalnych (COFDM), ponieważ główny kanał jest rozszczepiany na wiele podkanałów.

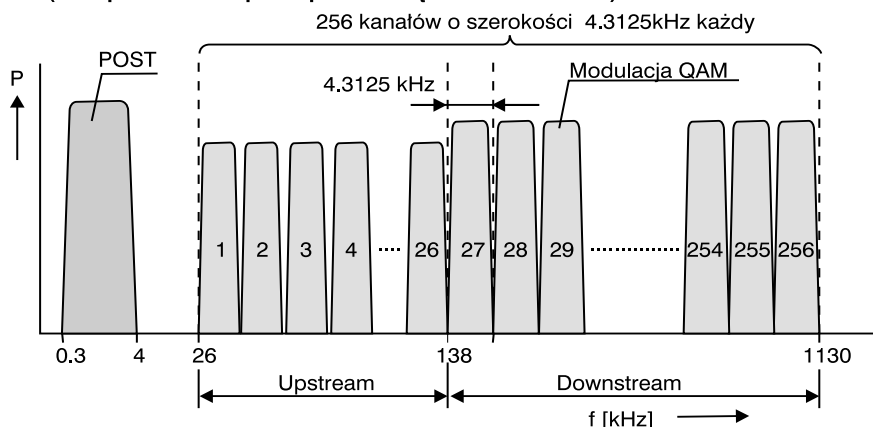
Każdy z szeregowych sygnałów wejściowych jest najpierw kodowany w format równoległy, a następnie przechodzi przez procesor szybkiej transformacji Fouriera (FFT), przetwarzający próbki z domeny częstotliwości na wartości domeny czasu, z efektem przesuwającego się okienka czasu. Wielkości te są przekodowywane następnie w format szeregowy i po przejściu przez przetwornik cyfrowo-analogowy (DAC) kierowane do transmisji. Technologia ADSL została opisana w normie ANSI T1.413.(1997).

### Widmo częstotliwości

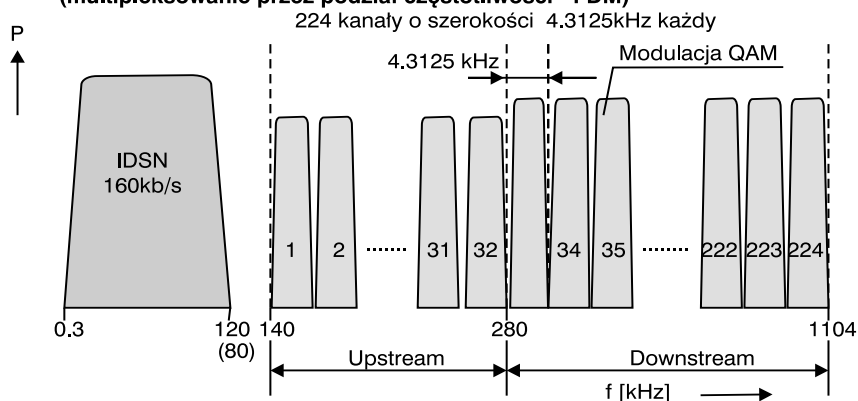
Obecnie najczęściej używaną modulacją jest DMT. Zatem sygnał ADSL-DMT składa się z wielkiej liczby podkanałów domeny czasu, przesyłanych miedzianą skrętką linii telefonicznej. Jego widmo jest przedstawione na **rys. 1a**. Standard ADSL przewiduje pozostawienie zakresu częstotliwości 0..26kHz dla telefonii tradycyjnej (POTS). Pasma 26..1130kHz mieści 256 podkanałów o szerokości 4,3125kHz każdy. Centra tych podkanałów są rozsunięte również co 4,3125kHz.

Indywidualne częstotliwości nośne w pasmach nadawania i odbioru z kwadraturową modulacją amplitudy (QAM) przenoszą od 2 do 15b/s/Hz. Przydzielanie tych szybkości transmisji jest adaptacyjne, to znaczy, że w czasie procesu inicjalizacji połączenia poszczególnym częstotliwościom nośnym jest przydzielana różna przestrzeń dla sygnału, w zależności od szumów w danym kanale: (128-QAM, 64-QAM, 32-Q, 16-QAM, 8-QAM, QPSK)<sup>1)</sup>. Im wyższy stosunek sygnału do szumu,

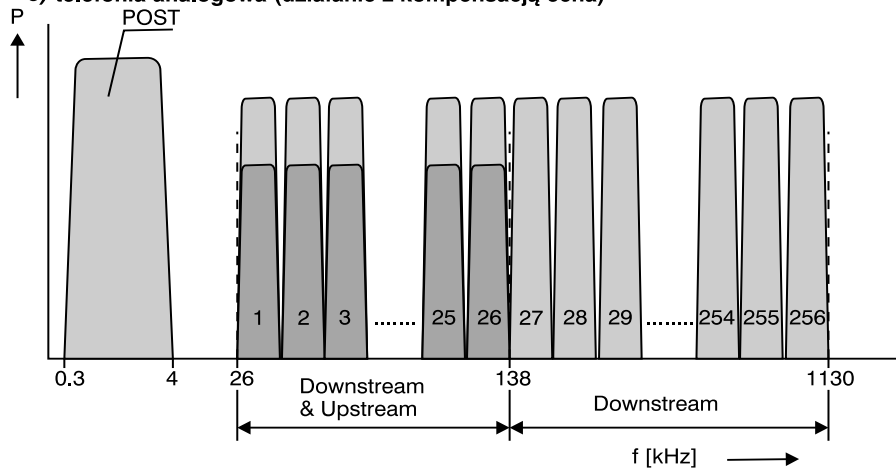
**a) telefonia analogowa  
(multipleksowanie przez podział częstotliwości - FDM)**



**b) telefonia ISDN  
(multipleksowanie przez podział częstotliwości - FDM)**



**c) telefonia analogowa (działanie z kompensacją echa)**



Rys. 1. Widma w technologii ADSL.

tym większa przestrzeń dla sygnału, a zatem większa liczba bitów reprezentująca nadawany symbol.

Inaczej mówiąc, każdy kanał sygnału może przenieść do 64,7kb/s, co w przypadku 256 kanałów daje w sumie ponad 16Mb/s. Jednak w praktyce, ze względu na osiągalny stosunek sygnału do szumu, przepływność osiąga tylko około połowy tej wartości.

Przy znacznych szumach lub przy bardzo długich połączeniach kablowych, poziom sygnału spada aż do granicy bezpieczeństwa połączenia. Oznacza to, że z powodu przewagi szumów lub też znacznego tłumienia niektóre kanały nie są wykorzystywane.

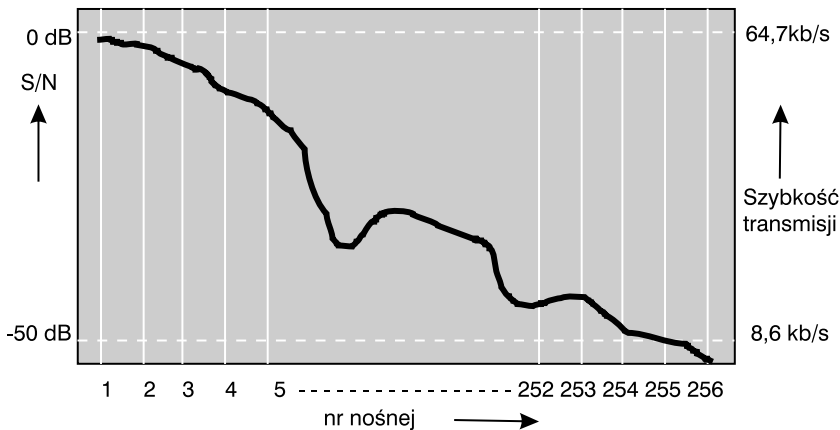
Norma przewiduje dwa możliwe sposoby przydzielania kanałów do nadawania lub do odbioru: stosunkowo proste multipleksowanie podziału częstotliwości

(FDM) albo kompensację echa. W FDM zakres częstotliwości jest rozszczepiany na dwa pasma. Pierwszych 26 kanałów tworzy pasmo nadawania, a kanały 27..256 przenoszą odbierane dane - rys. 1a i 1b. Przy kompensacji echa zakres częstotliwości jest rozszczepiany na pasmo nadawania i odbioru w zależności od kierunku transmisji - zob. rys. 1c. Dzięki temu pojemność w kierunku odbioru jest większa, ponieważ dolne 112kHz zakresu ADSL zawiera „lepsze” kanały, bo przy wyższych częstotliwościach tłumienie rośnie. Dla poprawnego działania systemu jest więc potrzebny korektor echa. Ten rodzaj działania jest określany przez normę ADSL jako *Category 2 ADSL*.

Pomiędzy nośnymi niskiej i wysokiej częstotliwości mogą się zdarzać różnice poziomu. Jeżeli nie przekraczają one 50dB, są kompensowane przez korektor kanałów w modemie ADSL. Przy większym tłumieniu nośna przestaje być użyteczna. Na rys. 2 pokazano typowy rozkład bitów w funkcji stosunku sygnału do szumu.

**ADSL i ISDN**

Rys. 1b przedstawia widmo w przypadku linii ISDN. Częstotliwość sygnału w takiej linii (2 x 64kb/s) w niektórych krajach rozciąga się do 80kHz, a w innych nawet do 120kHz. Aby umożliwić stosowanie technologii ADSL, trzeba znaleźć sposób jej połączenia z technologią ISDN. Można to oczywiście zrobić za pomocą przełącznika, służącego do wyboru jednego z dwóch różnych systemów, ale to oznaczałoby, że ADSL i ISDN nie byłyby już od siebie niezależne i nie mogłyby być używane równocześnie. Przyjęto więc rozwiązanie polegające na tym, że sygnał DMT startuje przy 140kHz zamiast przy 26kHz. Oznacza to, że przy odstępach pomiędzy kanałami 4,3125kHz są tylko 224 kanały. Problem jest w tym, że zgodnie ze standardem ADSL „niższe” kanały w czasie ustalania połączenia są używane do sprawdzania linii za pomocą pakietów danych testujących i do wyznaczenia szybkości transmisji dla każdego z kanałów. Ponieważ w przypadku ISDN kanały te nie



Rys. 2. Stosunek sygnału do szumu w funkcji częstotliwości nośnej.

są dostępne, do celów testowania zostają przyporządkowane kanały zakresu nadawania. Wszystko to jest wyszczególnione w Aneksie B normy ADSL.

Chociaż dolne kanały są używane do testowania i ustawiania połączenia, to mogą być używane również w miejscowym systemie abonenckim. Zapewniają także bezpieczne połączenie wstępne pomiędzy modemem ADSL i terminalem telefonicznego systemu dalekosiężnego. W Wielkiej Brytanii większość abonentów znajduje się w odległości do 3km od stacji systemu dalekosiężnego.

### Budowa modemu ADSL

Modem do stosowania w systemie ADSL wygląda tak, jak w uproszczeniu pokazuje schemat blokowy na rys. 3. Podobny modem znajduje się także w centrali telefonicznej, ale obsługuje on zwykle pewną liczbę abonentów, i jest nazywany cyfrowym multi-

plekserem dostępu linii abonenckich (DSLAM).

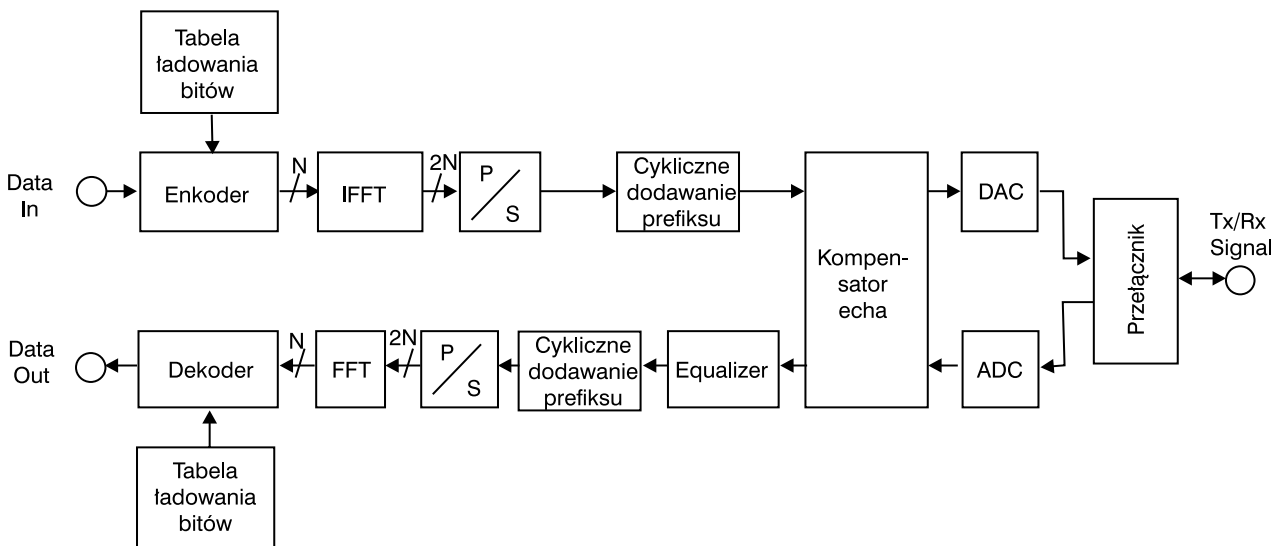
Nadchodzące dane są przekazywane do kodera, który je przydziela do  $n$  kanałów sygnału DTM. Dzieje się to zgodnie z tabelą ładowania bitów, ustaloną w czasie inicjalizacji połączenia. W tabeli tej zestawiono liczby bitów, które poszczególne kanały mogą obsłużyć. Koder zapewnia także wyprzedzającą kontrolę błędów (FEC)<sup>2)</sup> z kodem Reeda Solomona (używanym w telewizji cyfrowej).

Równoległy strumień bitów z kodera przechodzi do procesora szybkiej odwrotnej transformacji Fouriera (IFFT). Przetwarza on próbki o szerokości  $n$  bitów z dziedziny częstotliwości w wartości dziedziny czasu ( $2n$ -bitowe składowe rzeczywiste i urojone). Wielkości te są następnie przekodowywane w format szeregowy, po czym dodawany jest do nich cykliczny przedrostek.

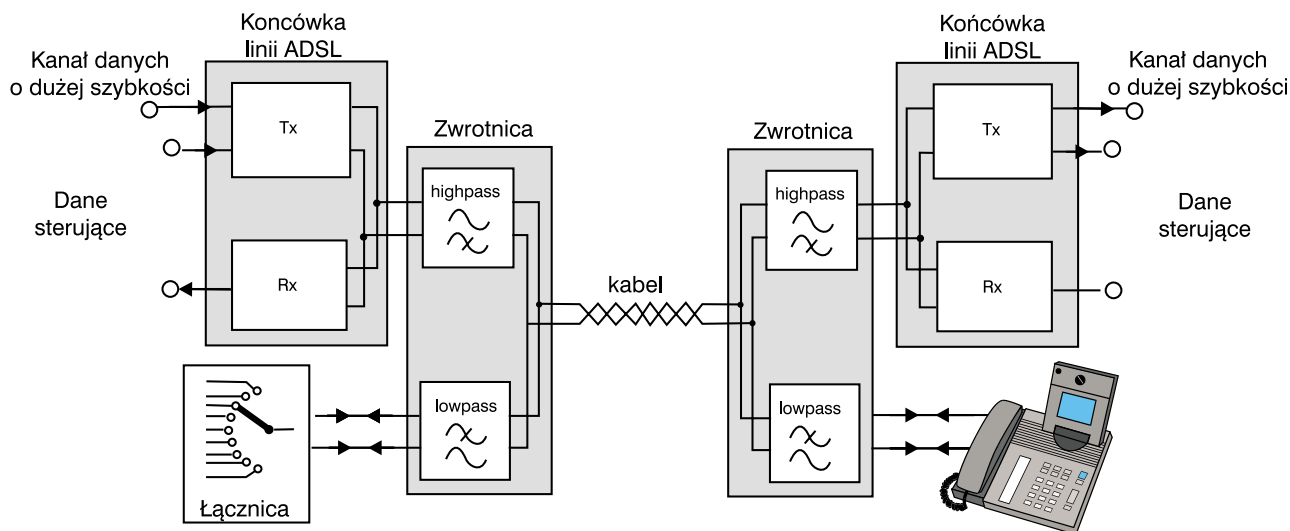
W kompensatorze echa<sup>3)</sup> powstają obrazy sygnału nadawanego i odbieranego, kompensujące nadchodzące echa. Przygotowuje się je za pomocą testującego pakietu bitów w czasie ustalania połączenia. Sygnał wyjściowy z kompensatora echa jest przekazywany do linii telefonicznej za pośrednictwem przetwornika cyfrowo-analogowego (DAC) i dupleksera.

Sygnał odbierany jest kierowany przez duplekser do przetwornika analogowo-cyfrowego (ADC), który przetwarza go w strumień danych cyfrowych. Przechodzi on następnie przez kompensator echa, działający w taki sam sposób, jak w przypadku strumienia danych wysyłanych. Korektor, który jest ustawiany za pomocą danych testujących nie tylko w czasie inicjalizacji połączenia, ale także podczas normalnego działania systemu, zapewnia odpowiednie wyrównanie charakterystyki częstotliwościowej. Po usunięciu przedrostka cyklicznego i po przekodowaniu sygnału w format równoległy, przechodzi on do procesora szybkiej transformacji Fouriera (FFT), który przetwarza z powrotem próbki z dziedziny czasu, o  $n$ -bitowej szerokości, w wartości dziedziny częstotliwości.

Dekoder „rekonstruuje“ bity zawarte w poszczególnych kanałach DMT i ustawia je w poprawnej kolejności używając tabeli ładowania bitów, za pomocą której zostały zaprogramowane. Dekoder dla wyprzedzającej korekcji błęd-



Rys. 3. Schemat blokowy typowego abonenckiego modemu ADSL.



Rys. 4. Uproszczony schemat blokowy typowego systemu ADSL.

dów (FEC) dostarcza kod Reeda Solomona, zapewniający korektę wszystkich błędnych bitów.

Układy scalone i inne elementy potrzebne do skonstruowania modemu ADSL są dostępne w wielu firmach elektronicznych i wysyłkowych. Produkują je Motorola, STMicroelectronics, Alcatel, Broadcom, Globespan i Texas Instruments. Internetowe adresy niektórych z tych wytwórców zestawiono w **tab. 1**.

Budowa modemu ADSL stawia przed konstruktorem szereg trudności. Na przykład sygnał DMT wymaga wzmacniaczy o bardzo dużym wzmocnieniu i o doskonałej liniowości stopni mocy. Współczynnik wzmocnienia jest bardzo duży, co wymaga znacznego zapasu mocy stopni końcowych. Jednak tacy producenci, jak Burr-Brown czy Analog Devices oferują specjalne układy scalone do tych zastosowań. Problemy powstają także w centralach telefonicznych, ponieważ każdy abonencki układ wyjściowy ADSL wymaga mocy 12W. Przy większej liczbie modemów pojawiają się więc trudności z odprowadzaniem ciepła.

### Wyposażenie ADSL

Na **rys. 4** przedstawiono schemat blokowy urządzeń ADSL od strony abonenta i od strony centrali telefonicznej. Bezpośrednio na obu końcach są niezbędne zwrotnice (splitter) ADSL. Zwrotnica zawiera wysokiej jakości filtr górnoprzepustowy o bardzo stromej charakterystyce podziału wid-

ma ADSL. Wyjściowe i wejściowe analogowe sygnały telefoniczne przechodzą przez filtr dolnoprzepustowy.

Od strony abonenta ze zwrotnicą jest połączony modem, zawierający odbiornik (Rx) szybkiego strumienia odbieranych danych i nadajnik (Tx) danych wysyłanych. Sygnał tak odbierany jak i nadawany oprócz danych treści przesłania zawierają także dane zarządzania i sterowania.

Od strony centrali do każdego ADSL żądającego obsługi abonenta musi być przyłączana końcówka zawierająca odpowiednik modemu, z nadajnikiem szybkiego strumienia wysyłanych przez zwrotnicę danych cyfrowych (Tx) i odbiornikiem strumienia o umiarkowanej przepływności danych odbieranych (Rx). Cyfrowy multiplexer dostępu linii abonenckich (DSLAM) udostępnia kanały ADSL pewnej liczbie abonentów.

### Struktura systemu ADSL

Na **rys. 5** pokazano pozostałe, poza zwrotnicą ADSL i modemem, urządzenia systemu. W centrum znajdują się zwrotnice stacji abonenckiej i centrali. Od strony centrali zwrotnica łączy się z końcówką ADSL, a przez nią za pośrednictwem przełącznika ATM ze szkieletem<sup>4)</sup> ATM. Szybkość przesyłania danych pomiędzy końcówką linii a przełącznikiem ATM wynosi 155Mb/s. Od strony abonenta zwrotnica łączy się z modemem ADSL, zawierającym interfejs ATM-F25,6 (25,6Mb/s), al-

bo (wolniejszy) interfejs LAN typu 10BaseT. W komputerze musi być zainstalowana odpowiednia karta ATM lub LAN, współpracująca z interfejsem modemu. Gdy jest używana linia ISDN, pomiędzy zwrotnicą a sieć ISDN musi być wstawione zakończenie sieciowe (NT).

### Ustalenie połączenia

Ze względu na wiele sposobów ustalania połączenia ADSL, bardzo ważne jest przed rozpoczęciem pracy dokładne przestudiowanie protokołu, specyfikacji i odnośnej literatury. Muszą być dokładnie określone charakterystyki częstotliwościowe w obu kierunkach, a obydwa modemy sprawdzone, czy działają przy tej samej częstotliwości nośnej. Następnie powinny zostać ustalone przepływności danych w kierunku nadawania i odbioru, a także przyjęty sposób przydzielania kanałów (FDM czy kompensacja echa) za pomocą pakietów testujących. W tym właśnie punkcie jest wyznaczana maksymalna szybkość transmisji poszczególnych połączeń. Technologia ADSL może być używana do pracy przy zmiennym stosunku sygnału do szumu. Zdolność do przemieszczania bitów w trakcie działania pozwala na zmienne przydzielanie bitów do poszczególnych kanałów.

Faza startowa połączenia może trwać od 20 sekund do 1 minuty. Tak powolny początek zapewnia jednak optymalne ustalenie maksymalnych możliwych szybkości

transmisji w każdym z kanałów. Jeżeli z jakiegoś powodu trzeba będzie przeprowadzić ustalenie szybkości na nowo, nie zabierze to 20-60 sekund. Służy do tego celu krótka procedura, trwająca kilka tylko sekund. W takim jednak przypadku modem musi monitorować jakość transmisji w każdym kanale.

### Modem ADSL lite

Niedługo po opublikowaniu w roku 1997 przez ANSI normy ADSL, kilku producentów, w tym Microsoft, Intel i Compaq, utworzyło Powszechną Grupę Roboczą ds. ADSL (UAWG). Jednym z celów, jakie grupa ta sobie postawiła, było pozbycie się zwrotnicy, ponieważ oznaczałoby to znaczne oszczędności od strony centrali w interfejsie linii abonenckiej (SLIC) i w karcie ATM Ethernet-network od strony abonenta - zob. **rys. 6**. Trzeba pamiętać, że zwrotnica ADSL jest podzespołem kosztownym. W rezultacie tych prac, modem G.Lite, czyli Universal ADSL, został znormalizowany przez ITU (ITU Standard G992.2 - Splitterless ADSL, bezzwrotnicowa ADSL).

Wraz z wprowadzeniem tego modemu liczbę kanałów zredukowano z 256 do 128, a także zmniejszono liczbę bitów na sekundę i na 1Hz, w wyniku czego przestrzeń sygnału się zmniejszyła, a szybkość transmisji nadawania została zmniejszona do 1,5Mb/s, przy nie zmienionej szybkości odbioru 500kb/s. Poziom sygnału wyjściowego obniżono do takiej

wartości, że wymagany pobór mocy i zakres liniowości analogowych stopni wyjściowych zostały w znacznym stopniu złagodzone. Dzięki temu analogowe połączenia telefoniczne zostały niemal całkowicie uwolnione od zakłóceń. I wreszcie, co jest nie mniej istotne, działanie modemu ADSL Lite plasuje się w kategorii 2 specyfikacji ANSI, co oznacza, że strumień nadawczy i odbiorczy dzięki kompensacji echa mieszczą się w dolnym zakresie częstotliwości ADSL. Gwarantuje to dobre parametry transmisji na indywidualnych częstotliwościach nośnych.

Ciekawe, że technologia splitterless ADSL jest znacznie bardziej popularna w krajach anglosaskich niż w kontynentalnej Europie.

### Zakończenie

Teraz, gdy technologia ADSL sprawdziła się u użytkowników komercyjnych, stało się jasne, że prowadzi ona do lepszego wykorzystania systemu telefonicznego, zwłaszcza jeśli chodzi o dostęp do Internetu dla prywatnych abonentów. Nawet jeśli strumień przychodzących danych wynosi tylko (!) 1,5Mb/s, to i tak oznacza to 27-krotny wzrost w porównaniu z modemem 56kb/s.

Współczesne modemy dla prywatnych abonentów są konstrukcjami hybrydowymi, obsługującymi protokół V90 standardu analogowego, a także standard ADSL. Większość modemów w przypadku standardowych aktualizacji mo-

że być przystosowana za pośrednictwem oprogramowania sprzętowego.

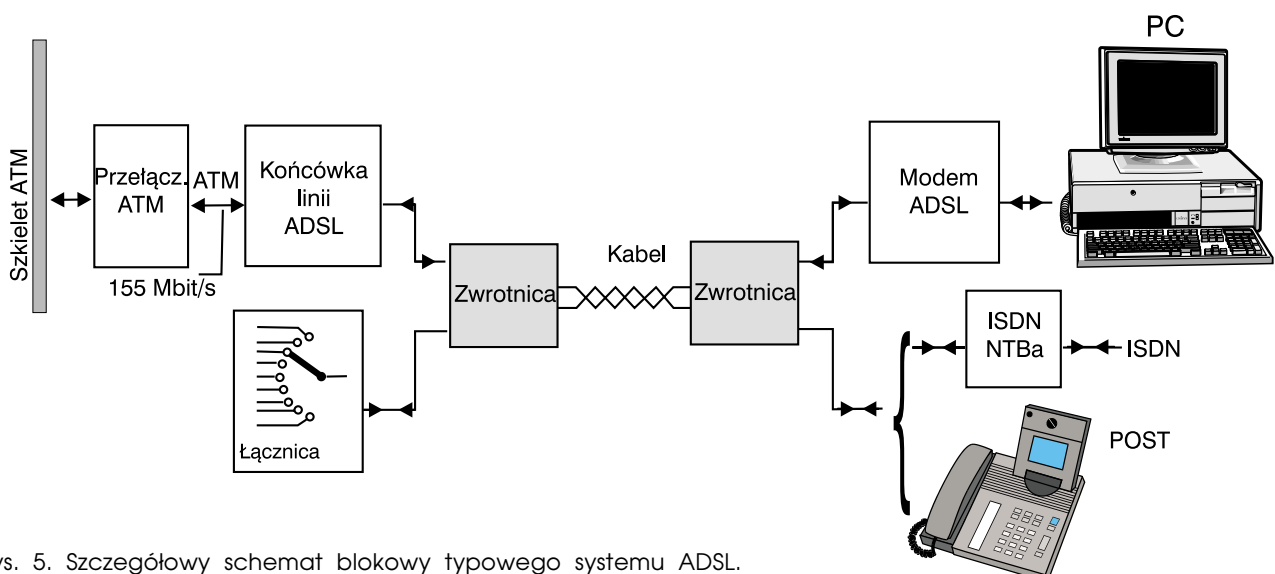
### A w przyszłości?

Technologia nie jest niezmienna. W niektórych krajach jest opracowywana i konfrontowana z rynkiem bardzo szybka ADSL - VADSL. Wraz z nadejściem techniki światłowodowej znacznie zmniejszyła się impedancja linii. Pozwala to na stosowanie dużo większych przepływności. Obecnie oczekuje się, że w najbliższych latach osiągnie się odbiór 52Mb/s i nadawanie 3,3Mb/s (przy miedzianym przyłączu długości ok. 100m). Takie szybkości umożliwią transmisję danych MPEG-2.

**EE**

### Uwagi

1. Cyfrowa kwadraturowa modulacja amplitudowa (QAM) jest wariantem kwadraturowego kluczkowania z przesunięciem fazy (QPSK). W QPSK kwadraturowego przesunięcia fazy nośnej używa się do transmisji dwóch bitów danych w takim samym paśmie jak jednego bitu. W cyfrowej QAM zostało to rozszerzone i z tej samej częstotliwości nośnej otrzymano 8, 16, 32, 64, 128, 256 fazorów, reprezentujących 8, 16, 32, 64, 128, 256 niepowtarzalnych wzorów kodowych, każdy po 3, 4, 5, 6, 7, 8 bitów.
2. Wyprzedzająca korekcja błędów jest techniką, w której środki wykrywania błędów są zawarte w transmitowanym strumieniu



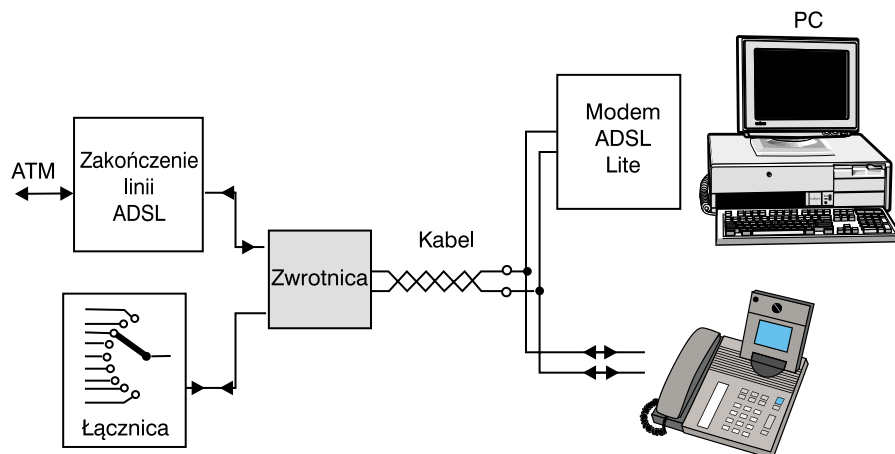
Rys. 5. Szczegółowy schemat blokowy typowego systemu ADSL.

informacji, co pozwala odbiornikowi korygować błędy bez konieczności retransmisji danych.

- Trzeba pamiętać, że kompensacja echa ma sens tylko wtedy, gdy w obu kierunkach jest używana ta sama częstotliwość. Gdy dla różnych kierunków są używane różne kanały, kompensacja echa jest zbędna. W takim przypadku skętka staje się trójpunktowa: jeden dla mowy, drugi dla wysyłanych danych, trzeci dla odbieranych informacji.
- Szkielet jest główną drogą transmisji publicznej sieci danych (PDN).
- Ścisłe mówiąc, oprogramowanie sprzętowe jest to oprogramowanie zapisane w pamięci tylko do odczytu (ROM).

**Odnosniki**

- ANSI T1.413: Network and Customer Installation Interfaces - Asymmetric Digital Subscriber Line Metallic Interface. Issue 1, 1995. Draft Issue 2, December 1998.
- RFC 791: Internet Protocol.
- ITU G992.1 (G.dmt) Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Transceivers.
- ITU G992/2 (G.lite) Splitterless Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Transceivers.
- DSL Simulation Techniques and Standards Developments for Digital Subscriber Line Systems, by Walter Y. Chen, MacMillan Technical Publishing, Indianapolis, IN, 1998.
- ADSL and DSL Technologies, by Walter Goralski, McGraw-Hill, New York, 1998.
- Integrated Services Digital Networks, by Hermann J. Helgert, Addison Wesley Publishing Company, Reading, Mass. 1991.
- ISDN: Concepts, Facilities, and Services, by Gary C. Kessler and Peter V. Southwick, McGraw-Hill, New York, 1998.
- ADSL/VDSL Principles, by Dennis Rauschmayer, MacMillan Technical Publishing, Indianapolis, IN, 1999.
- ADSL: Standards, Implementation, and Architecture, by Charles K. Summers, CRC Press, London & New York, 1999.



Rys. 6. Uproszczony schemat blokowy bezwrotnicowego systemu ADSL.

Tab. 2. Niektóre skróty i akronimy.	
AAL	ATM Adaptation Layer - warstwa adaptacyjna sieci ATM
ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber's Line - asymetryczna cyfrowa linia abonencka
ANSI	American National Standards Institute - Amerykański Państwowy Instytut Normalizacji
ATM	Asynchronous Transfer Mode - tryb przesyłania asynchronicznego
ATU	ADSL Transceiver Unit - transceiver ADSL
B-ISDN	Broadband ISDN - szerokopasmowa ISDN
CAP	Carrierless Amplitude/Phase modulation - beznośna modulacja amplitudy/fazy
CDSL	Consumer Digital Subscriber Line - cyfrowa linia abonencka
CODEC	COder-DECoder - koder-dekoder
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex - kodowany multipleks podziału częstotliwości ortogonalnych
CPE	Customer (subscriber) Premises Equipment - podstawowe wyposażenie stacji abonenta
CRC	Cyclic Redundancy Check - cykliczna kontrola nadmiarowa
DMT	Discrete Multi-Tone modulation - modulacja z dyskretnym wielotonem
DSL	Digital Subscriber Line - cyfrowa linia abonencka
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplier - cyfrowy multiplexer dostępu linii abonenckich
DTE	Data Terminal Equipment - urządzenie końcowe transmisji danych
DTMF	Dual Tone Multi Frequency - sygnalizacja wieloczęstotliwościowa
ETSI	European Telecommunications Standards Institute - Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych
FDM	Frequency Division Multiplexing -multipleksowanie przez podział częstotliwości
FEC	Forward Error Control (or Correction) - wyprzedzająca korekcja błędów
FFT	Fast Fourier Transform - szybka transformacja Fouriera
IDSL	ISDN Digital Subscriber Line - cyfrowa linia abonencka ISDN
IETF	Internet Engineering Task Force - Grupa Robocza do Spraw Technicznych Internetu
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform - odwrotna transformacja Fouriera
IP	Internet Protocol - bezpołączeniowy protokół komunikacyjny w Internecie
ISDN	Integrated Services Digital Network - sieć cyfrowa z integracją usług
ISO	International Standardization Organization - Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna
ITU	International Telecommunications Union - Międzynarodowa Unia Telekomunikacyjna
LAN	Local Area Network - komputerowa sieć lokalna
MODEM	Modulator-DEModulator - modulator-demodulator
MPEG	Motion Picture Expert Group - Grupa Ekspertów Filmowych
N-ISDN	Narrowband ISDN - wąskopasmowa ISDN
NT	Network Terminator - końcówka sieciowa
OSI	Open Systems Interconnection - połączenie systemów otwartych
PABX	Public Access Branch Exchange - prywatna automatyczna centrala rozdzielcza
PCM	Pulse Code Modulation - modulacja kodowo-impulsowa
PDU	Protocol Data Unit - jednostka danych protokołu
POT(S)	colloquial term for Plain Old Telephone System (or Service) - potoczna nazwa tradycyjnego systemu telefonicznego
PSTN	Public Switched Telephone Network - publiczna komutowana sieć telefoniczna
QAM	Quadrature Amplitude Modulation - modulacja kwadraturowo-amplitudowa
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying - kwadraturowe kluczowanie z przesunięciem fazy
SLIG	Subscriber Line Interface - interfejs linii abonenckiej
TCP	Transmission Control Protocol - protokół sterujący transmisją
TDM	Time Division Multiplexing - multipleksowanie czasowe
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter - uniwersalny asynchroniczny odbiornik-nadajnik
UAWG	Universal ADSL Working Group - Powszechna Grupa Robocza ds. ADSL
URL	Uniform Resource Locator - jednolity lokalizator zasobów
USB	Universal Serial Bus - uniwersalna magistrala szeregową
UTP	Unshielded Twisted Pair - skętka nieekranowana
VADSL	Very high rate ADSL - ADSL o bardzo dużej przepływności
VDT	Video Dial Tone - alternatywna nazwa ADSL
VOD	Video On Demand - wideo na żądanie
WAN	Wide Area Network - rozległa sieć komputerowa