

» Idź do

- Spis treści
- Przykładowy rozdział

» Katalog książek

- Katalog online
- Zamów drukowany katalog

» Twój koszyk

- Dodaj do koszyka

» Cennik i informacje

- Zamów informacje o nowościach
- Zamów cennik

» Czytelnia

- Fragmenty książek online

» Kontakt

Helion SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel. 032 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
© Helion 1991-2008

Rozbudowa i naprawa komputerów PC. Wydanie XVIII

Autor: Scott Mueller

Tłumaczenie: Przemysław Szeremiota

ISBN: 978-83-246-1511-7

Tytuł oryginału: [Upgrading and Repairing PCs \(18th Edition\) \(Upgrading & Repairing\)](#)

Format: 172x245, stron: 1568

Oprawa: twarda



Poznaj Twojego peceta od podszewki!

- Jak dobrać właściwe ustawienia w BIOS-ie?
- Jak złożyć lub rozbudować komputer PC?
- Jak przeprowadzić overclocking?

Różnorodność sprzętu dostępnego na rynku może przyprawić o zawrót głowy. Procesory, płyty główne, dyski twarde, pamięci... to wszystko połączone w całość tworzy Twój komputer PC. Jeżeli któryś z tych elementów zawiedzie, jeżeli zechcesz zwiększyć moc Twojego sprzętu lub poznać szczegółowo sposób jego działania, ta książka Ci to umożliwi!

Dzięki niej poznasz specyfikę każdej części, składającej się na Twojego peceta. Zdobędziesz wiedzę na temat procesorów, płyt głównych, pamięci oraz dysków. Ponadto nauczysz się zwiększać wydajność sprzętu poprzez dobór właściwych parametrów w BIOS-ie. Dowiesz się, jak wybrać dostosowaną do potrzeb kartę graficzną, dźwiękową lub inny sprzęt. Z pewnością zainteresuje Cię rozdział poświęcony podkręcaniu procesorów (ang. overclocking), który zawiera również dobre rady odnośnie chłodzenia. „Rozbudowa i naprawa komputerów PC. Wydanie XVIII” to bezcenne kompendium dla pasjonata komputerów PC! Po przeczytaniu tej książki bez problemu złożysz nowy komputer oraz naprawisz lub rozbudujesz już posiadany.

- Budowa komputera PC
- Rodzaje procesorów i ich specyfika
- Płyty główne
- Basic Input/Output System (BIOS)
- Dyski twarde oraz inne pamięci masowe
- Pamięci przenośne
- Napędy optyczne
- Karty graficzne i dźwiękowe
- Komunikacja — podłączenie do sieci lokalnej oraz Internetu
- Zapewnienie zasilania odpowiedniej jakości
- Składanie komputera
- Rozbudowa komputera PC
- Sposoby rozwiązywania problemów

Wszystko, co pasjonat komputerów wiedzieć powinien!

Spis treści

O autorze	23
Wprowadzenie	25
Co nowego znalazło się w 18. edycji?	26
Czemu ma służyć ta książka?	26
Czy ta książka jest przeznaczona dla Ciebie?	27
Omówienie rozdziałów	27
Komentarz autora	29
Rozdział 1. Historia powstania komputera osobistego	31
Historia maszyn cyfrowych przed powstaniem komputera osobistego	31
Chronologia	31
Kalkulatory mechaniczne	36
Pierwszy kalkulator mechaniczny	36
Maszyny elektroniczne	38
Nowoczesne komputery	39
Od lamp do tranzystorów	39
Układy scalone	40
Pierwszy mikroprocesor	41
Historia komputera osobistego	44
Narodziny komputera osobistego	44
Komputer osobisty firmy IBM	46
Przemysł komputerowy ponad 25 lat później	47
Rozdział 2. Komponenty, funkcje i typy komputerów	49
Czym jest komputer osobisty?	49
Kto dominuje na rynku oprogramowania komputerów PC?	50
Kto obecnie ma największy wpływ na rozwój sprzętu komputerowego?	53
Przewodnik po typach systemów PC	56
Typy komputerów	58
Komponenty komputera	61
Rozdział 3. Typy i parametry mikroprocesorów	63
Historia mikroprocesora przed pojawieniem się komputerów osobistych	63
Procesory produkowane po roku 1971	64
Parametry procesorów	67
Magistrala danych wejścia-wyjścia (I/O)	68
Magistrala adresowa	69
Rejestry wewnętrzne (wewnętrzna magistrala danych)	69
Tryby pracy procesora	74
Szybkość procesorów	80

Prędkości i oznaczenia procesorów a prędkości płyt głównych	90
Numery modelowe procesorów Intel	91
Szybkości procesorów Cyrix	92
Szybkości procesorów AMD	92
Przetaktowywanie	94
Pamięć podręczna procesora (cache)	97
Zasada działania pamięci podręcznej	98
Pamięć cache L2 procesora	99
Pamięć cache L3	100
Funkcje procesorów	104
Tryb SMM (zarządzanie energią)	104
Przetwarzanie superskalarne	106
MMX	107
SSE, SSE2, SSE3 i SSSE3	107
3DNow!, Enhanced 3DNow! i 3DNow! Professional	109
Dynamic Execution (Dynamiczne wykonywanie)	109
Architektura DIB	110
Technologia hiperwątkowości	111
Technologia wielordzeniowa	112
Wytwarzanie procesorów	114
Falszowanie procesorów	119
Obudowa PGA	120
Obudowy SEC i SEPP	121
Typy gniazd procesorów	123
Podstawka ZIF (Zero Insertion Force)	123
Gniazdo Socket 1	125
Gniazdo Socket 2	126
Gniazdo Socket 3	127
Gniazdo Socket 4	128
Gniazdo Socket 5	129
Gniazdo Socket 6	130
Gniazdo Socket 7 i Super7	130
Gniazdo Socket 8	130
Gniazdo Socket 370 (PGA-370)	131
Gniazdo Socket 423	133
Gniazdo Socket 478	134
Gniazdo Socket A (Socket 462)	134
Gniazdo Socket 603	135
Gniazdo Socket 754	136
Gniazdo Socket 939 i Socket 940	136
Gniazdo LGA775	138
Gniazdo Socket AM2	138
Gniazdo Socket F (1207FX)	139
Krawędziowe gniazda procesorowe	139
Napięcia zasilania procesorów	141
Ciepło i problemy z jego odprowadzaniem	143
Koprocesory (jednostki zmiennoprzecinkowe)	144
Błędy procesora	146
Nazwy kodowe procesorów	147
P1 (086). Procesory pierwszej generacji	150
Procesory 8088 i 8086	150
Procesory 80186 i 80188	151
Koprocesor 8087	152

P2 (286). Procesory drugiej generacji	152
Procesor 286	152
Koprocesor 80287	153
P3 (386). Procesory trzeciej generacji	153
Procesory 386	154
Procesor 386DX	155
Procesor 386SX	155
Procesor 386SL	156
Koprocesor 80387	156
P4 (486). Procesory czwartej generacji	157
Procesory 486	157
Procesor 486DX	158
Procesor 486SL	160
Procesor 486SX	161
Koprocesor 487SX	161
Procesory DX2/OverDrive i DX4	162
Procesor Pentium OverDrive przeznaczony dla systemów 486SX2 i DX2	164
Procesor AMD 486 (5x86)	164
Procesor Cyrix/TI 486	166
P5 (586). Procesory piątej generacji	166
Procesory Pentium	166
Procesor Pentium pierwszej generacji	170
Procesor Pentium drugiej generacji	171
Procesory Pentium-MMX	173
Defekty procesora Pentium	173
Procedura sprawdzająca obecność błędu koprocesora	174
Błędy związane z zarządzaniem energią	175
Modele i wersje procesora Pentium	175
Procesor AMD-K5	176
Intel P6 (686). Procesory szóstej generacji	177
Dynamiczne wykonywanie	177
Architektura DIB	178
Inne ulepszenia procesorów szóstej generacji	178
Procesory Pentium Pro	179
Procesory Pentium II	183
Procesor Celeron	194
Procesor Pentium III	202
Procesor Pentium II lub III Xeon	210
Inne procesory szóstej generacji	210
Procesor NexGen Nx586	211
Procesory z serii AMD-K6	212
Procesory AMD Athlon, Duron i Athlon XP	215
Procesor AMD Duron	216
Procesor AMD Athlon XP	217
Procesor Athlon MP	219
Procesor Sempron (Socket A)	221
Procesory Cyrix/IBM 6x86 (M1) i 6x86MX (MII)	222
Procesor C3 firmy VIA	223
Procesory Intel Pentium 4 siódmej generacji	226
Pentium 4 Extreme Edition	229
Zasilanie i chłodzenie procesorów Pentium 4	229
Procesory Xeon	236

Procesory ósmej generacji (64-bitowe rejestry)	236
AMD Athlon 64 i 64 FX	236
AMD Sempron (Socket 754)	242
AMD Opteron	243
Procesory wielordzeniowe	243
Intel Pentium D i Pentium Extreme Edition	243
Intel Core 2	247
AMD Athlon 64 X2 i 64 FX	248
Wymiana procesora	249
Procesory w wersji OverDrive	254
Testy porównawcze procesorów	255
Metody identyfikacji problemów występujących w procesorach	256
Rozdział 4. Płyty główne i magistrale	259
Formaty płyt głównych	259
Komputery PC i XT	261
Format Full-size AT	262
Format Baby-AT	264
Format LPX	266
Format NLX	268
Format ATX	272
Format MicroATX	280
Format FlexATX	281
Format DTX i Mini-DTX	282
Format ITX i Mini-ITX	283
Format BTX	286
Format WTX	289
Formaty niestandardowe	290
Systemy Backplane/Blade	291
Gniazda procesora (Socket i Slot)	293
Chipsety	295
Rozwój chipsetów	296
Chipsety firmy Intel	297
Zintegrowana grafika firmy Intel	299
Chipsety współpracujące z procesorami AMD	301
Tradycyjna architektura mostka północnego i południowego	301
Architektura koncentratora	303
Szybkie łącza między mostkiem północnym i południowym	305
Pierwsze chipsety firmy Intel dla płyt głównych klasy 386/486	306
Chipsety piątej generacji (klasa P5 Pentium)	306
Chipsety szóstej generacji (procesory P6 Pentium Pro/II/III)	308
Intel 810, 810E i 810E2	309
Chipsety Intel 815	314
Intel 820 i 820E	317
Intel 840	319
Chipsety klasy P6 innych producentów	321
Chipsety ALi/ULi (Acer Labs) dla procesorów klasy P6	321
Chipsety dla procesorów siódmej i ósmej generacji (Pentium 4/D i Core 2)	323
Chipsety Intel 850	325
Chipsety Intel 845	327
Chipsety Intel 865	329
Chipset Intel 848P	330
Chipset Intel 875P	331
Rodzina chipsetów Intel 915	332
Rodzina chipsetów Intel 925X	334

Rodzina chipsetów Intel 945 Express	335
Chipsety Intel 955X i 975X	336
Chipsety serii Intel 96x	336
Chipsety serii Intel 3x	336
Chipsety innych producentów dla procesorów Intel	338
Chipsety firmy SiS	338
Chipsety firmy ULi Electronics	343
Chipsety firmy ATI	345
Chipsety firmy VIA	346
Chipsety dla procesorów AMD Athlon	353
Chipsety firmy AMD	353
Chipsety firmy VIA dla procesorów AMD	356
ProSavage KM133	359
Chipsety firmy Silicon Integrated Systems zgodne z procesorami AMD Athlon i Duron	362
Chipset (ALiMagik1) firmy ULi dla procesorów AMD	368
Chipsety nForce firmy NVIDIA przeznaczone dla procesorów Athlon, Duron i Athlon XP	369
Chipsety Radeon IGP firmy ATI	370
Chipsety firmy Intel	371
Chipset Intel 860	371
Chipset Intel E7205	372
Chipset Intel E7505	372
Chipset Intel E7525	374
Chipsety dla procesorów AMD Athlon 64	374
Chipset AMD 8000 (8151)	375
ATI (obecnie AMD)	376
Chipsety firmy ALi dla procesora Athlon 64	377
Chipsety firmy VIA dla procesora Athlon 64	379
Chipsety NVIDIA dla procesorów Athlon 64	381
Chipsety firmy SiS	383
Układy Super I/O	387
Adresy układu CMOS RAM	388
Złącza płyty głównej	389
Typy magistrali systemowych, ich funkcje i właściwości	396
Magistrala procesora (FSB)	403
Magistrala pamięci	408
Gniazda rozszerzeń	409
Rodzaje magistral I/O	409
Magistrala ISA	410
Magistrala Micro Channel	413
Magistrala EISA	413
Magistrale lokalne	414
Magistrala VESA Local Bus	418
Magistrala PCI	418
Magistrala PCI Express	422
Magistrala AGP (Accelerated Graphics Port)	424
Zasoby systemowe	427
Przerwania	428
Kanały DMA	436
Adresy portów I/O	437
Rozwiązywanie konfliktów zasobów	441
Ręczne rozwiązywanie konfliktów zasobów	442
Zastosowanie szablonu konfiguracji systemu	443
Karty specjalne — omówienie problemów	447
Systemy Plug and Play	452

Kryteria doboru płyt głównych (jeśli wiesz, czego szukasz)	453
Dokumentacja	456
Komponenty pracujące z zawyżoną częstotliwością	457
Rozdział 5. BIOS	459
Podstawowe informacje o BIOS-ie	459
BIOS — urządzenia i oprogramowanie	462
BIOS płyty głównej	463
ROM	465
Cieniowanie pamięci ROM (ROM shadowing)	467
Rodzaje pamięci ROM	467
Producenci układów ROM BIOS	471
Aktualizacja BIOS-u	477
Gdzie szukać aktualizacji BIOS-u?	478
Identyfikacja wersji BIOS-u	478
Odczytanie daty BIOS-u	479
Tworzenie kopii zapasowej BIOS-u	480
Tworzenie kopii zapasowej ustawień pamięci CMOS	481
Aktualizacja pamięci BIOS-u	481
Adresy pamięci CMOS RAM płyty głównej	488
Wymiana ROM	490
BIOS i problemy związane z rokiem 2000	491
Środowisko przeduruchomieniowe	491
Omówienie ustawień CMOS	493
Uruchomienie i dostęp do programu BIOS Setup	493
Menu programu konfiguracyjnego BIOS-u	494
Menu konserwacji	495
Menu główne	496
Menu zaawansowane	497
Opcje zabezpieczeń	510
Zarządzanie energią	511
Menu rozruchu systemu (kolejność użycia urządzeń inicjalizujących)	512
Menu wyjściowe	515
Dodatkowe opcje programu BIOS Setup	516
BIOS Plug and Play	517
Numery identyfikacyjne urządzeń PnP	517
ACPI	518
Inicjalizacja urządzenia PnP	519
Komunikaty błędów BIOS-u	519
Komunikaty o błędach rozruchu	520
Komunikaty błędów MBR	523
Błędy translacji geometrii dysku	524
Rozdział 6. Pamięć	527
Podstawowe wiadomości o pamięci	527
ROM	530
DRAM	530
Pamięć podręczna SRAM	532
Typy pamięci RAM i ich wydajność	535
FPM (Fast Page Mode) DRAM	537
EDO (Extended Data Out) RAM	539
SDRAM	541
DDR SDRAM	543
DDR2 SDRAM	545
DDR3	547

RDRAM	547
Moduły pamięci	550
Moduły SIMM, DIMM i RIMM	551
Moduły rejestrowe	557
Rozmieszczenie końcówek modułu SIMM	558
Rozmieszczenie końcówek modułu DIMM	560
Rozmieszczenie końcówek modułu DDR DIMM	563
Rozmieszczenie końcówek modułu DDR2 DIMM	565
Rozmieszczenie końcówek modułu DDR3 DIMM	567
Rozmieszczenie końcówek modułu RIMM	569
Określanie pojemności i parametrów modułów pamięci	572
Banki pamięci	574
Szybkość modułów pamięci	576
Kontrola parzystości i kod korekcji błędów ECC	576
Kontrola parzystości	579
Działanie mechanizmu kontroli parzystości	580
Kod korekcji błędów	583
Rozszerzanie pamięci komputera	584
Możliwe strategie rozszerzania pamięci	585
Wybór i instalacja pamięci	586
Zakup pamięci	586
Instalowanie modułów DIMM i RIMM	589
Instalowanie modułów SIMM	591
Rozwiązywanie problemów związanych z pamięcią	592
Procedura identyfikująca defekt pamięci	595
Organizacja logiczna pamięci komputera	597
Rozdział 7. Interfejs ATA/IDE	601
Omówienie interfejsu IDE	601
Poprzednicy IDE	602
Rodowód interfejsu IDE	602
Wersje magistrali IDE	603
Rodowód interfejsu ATA	604
Standardy ATA	605
ATA-1	606
ATA-2	607
ATA-3	607
ATA/ATAPI-4	608
ATA/ATAPI-5	610
ATA/ATAPI-6	611
ATA/ATAPI-7	611
SATA/ATAPI-8	612
Interfejs równoległy ATA	612
Złącze równoległe ATA	613
Kabel danych równoległego interfejsu ATA	616
Kable wydłużone i „zrolowane”	617
Sygnały równoległego interfejsu ATA	618
Konfiguracja z dwoma dyskami ATA	618
Tryby przesyłu danych PIO równoległego interfejsu ATA	621
Tryby DMA równoległego interfejsu ATA	621
Interfejs Serial ATA	623
Złącza i kable Serial ATA	624
Konfiguracja urządzeń Serial ATA	626
Druga generacja Serial ATA	627

Advanced Host Controller Interface (AHCI)	628
Transfery danych interfejsu Serial ATA	629
Funkcje interfejsu ATA	630
Polecenia ATA	630
ATA Security Mode	631
Host Protected Area	632
Interfejs pakietowy ATA	633
Ograniczenia pojemności dysku ATA	633
Prefiksy dla wielokrotności dziesiętnych i binarnych	634
Ograniczenia BIOS-u	635
CHS kontra LBA	636
Konwersje CHS-LBA i LBA-CHS	637
Polecenia BIOS a polecenia ATA	637
Ograniczenia CHS (bariera 528 MB)	638
Translacja CHS (łamanie bariery 528 MB)	640
Bariery 2,1 GB oraz 4,2 GB	642
Translacja korzystająca z LBA	643
Bariera 8,4 GB	646
Bariera 137 GB i powyżej	647
Ograniczenia związane z systemami operacyjnymi i innym oprogramowaniem	648
PATA/SATA i macierze RAID	649
Rozdział 8. Świat urządzeń o zapisie magnetycznym	653
Zapis magnetyczny	653
Historia zapisu magnetycznego	654
Wykorzystanie pól magnetycznych do przechowywania danych	654
Rodzaje głowic odczytująco-zapisujących	658
Głowice ferrytowe	658
Głowice Metal-In-Gap	659
Głowice cienkowarstwowe	659
Głowice magnetorezystywne	659
Głowice magnetorezystywne drugiej generacji (GMR)	661
Ślizgacze głowic	662
Schematy kodowania danych	664
Kodowanie FM	665
Kodowanie MFM	665
Kodowanie RLL	666
Porównanie schematów kodowania	667
Dekodery Partial-Response, Maximum-Likelihood	668
Mierzenie pojemności	669
Gęstość powierzchniowa	669
Zwiększanie gęstości powierzchniowej za pomocą „czarodziejskiego pyłu”	672
Technologia zapisu prostopadłego	673
Rozdział 9. Dyski twarde	677
Definicja dysku twardego	677
Rozwój dysków twardych	678
Rozmiary dysków	679
Dyski 5,25 cala	680
Dyski 3,5 cala	681
Dyski 2,5 cala	681
Dyski 1,8 cala	681
Dyski 1-calowe	682

Działanie dysku twardego	682
Analogia obrazująca technologię dysków twardych	684
Ścieżki i sektory	685
Formatowanie dysku	688
Podstawowe części dysku twardego	692
Talerze dysku twardego (dyski)	692
Nośniki zapisu	693
Główce odczytująco-zapisujące	695
Mechanizm pozycjonera głowicy	696
Filtiry powietrzne	703
Aklimatyzacja termiczna dysków	704
Silniki	705
Płytki z układami logicznymi	706
Kable i złącza	706
Elementy konfiguracyjne	707
Własności dysku twardego	707
Pojemność	707
Wydajność	710
Niezawodność	714
Cena	717
Rozdział 10. Pamięci wymienne	719
Rola napędów nośników wymiennych	719
Dodatkowa pamięć dyskowa	719
Przydatność kopii zapasowych	720
Dodatkowe nośniki startowe	720
Przenoszenie danych pomiędzy komputerami	721
Dyskietkowe sterowniki dla napędów nośników wymiennych	721
Porównanie technologii zapisu danych na dyskach, taśmach i w pamięci Flash	722
Dyski magnetyczne	722
Taśma magnetyczna	723
Pamięci Flash	723
Interfejsy dla napędów nośników wymiennych	723
Stacje dyskietek — kiedyś i dziś	725
Alternatywy wobec stacji dyskietek	725
Napędy 1,44 MB 3,5 cala	726
Interfejsy napędu dyskietek	727
Elementy napędu	727
Sposób wykorzystania dyskietki przez system operacyjny	734
Sygnał Disk Change	736
Budowa dyskietki 3,5 cala	737
Specyfikacja typów nośników dyskietek	738
Środki ostrożności przy obsłudze dyskietek i napędów dyskietek	739
Procedury instalacji napędów	741
Napędy pojemnych pamięci magnetycznych	741
Iomega Zip	742
Iomega REV	743
Napędy magneto optyczne	743
Technologia magneto optyczna	743
Urządzenia z kartami pamięci Flash	744
Typy pamięci Flash	745
Kryteria wyboru urządzeń pamięci Flash	748
Przenoszenie danych z pamięci Flash do komputera	749
Kluczowe kryteria wyboru napędu wymiennych nośników	752

Technologia Microdrive	754
Alternatywne do napędów taśm urządzenia korzystające z dysku twardego	755
Napędy taśm	756
Wady napędów taśm	756
Zalety napędów taśm	757
Rozdział 11. Pamięci optyczne	759
Technologie optyczne	759
Dyski optyczne CD	760
Krótka historia dysku CD	760
Technologia i budowa dysku CD-ROM	761
Zasady obchodzenia się z nośnikami optycznymi	772
DVD	773
Historia DVD	774
Technologia i budowa dysku DVD	775
Ścieżki i sektory DVD	776
Obsługa błędów odczytu DVD	779
Pojemność DVD (strony i warstwy)	780
Kodowanie danych na dysku	783
Dyski Blu-ray (BD)	784
HD-DVD	785
Formaty dysków optycznych	786
Formaty napędów i płyt CD	786
Systemy plików CD-ROM	798
Standardy i formaty DVD	803
Zabezpieczenia przed kopiowaniem	806
Napędy CD i DVD — specyfikacje	809
Specyfikacja wydajności	809
Interfejsy	816
Mechanizm ładujący	818
Inne własności napędów	820
Zapisywalne dyski CD	821
CD-R	822
CD-RW	826
Specyfikacja MultiRead	828
Jak niezawodnie zapisywać dyski CD?	830
Programy do zapisu CD	832
Cyfrowy odczyt dźwięku (DAE)	833
Dyski CD-R i CD-RW „tylko do zapisu muzyki”	835
Zabezpieczenie przed kopiowaniem CD	835
Mechanizmy restrykcji (DRM)	836
Afera z rootkitem w tle	836
Standardy zapisywalnych dysków DVD	837
DVD-RAM	837
DVD-R	840
DVD-R DL	841
DVD-RW	841
DVD+RW i DVD+R	842
DVD+R DL	844
Wieloformatowe napędy wielokrotnego zapisu	844
Instalacja i obsługa napędów CD i DVD oraz współpracującego z nimi oprogramowania	844
Ładowanie systemu z dyskietki z obsługą napędu CD/DVD	845
Napędy rozruchowe CD i DVD — El Torito	847
Tworzenie ratunkowego dysku CD	847

Tworzenie startowego ratunkowego dysku CD/DVD	848
LightScribe i inne technologie nadruku etykiet	848
Wykrywanie usterek w napędach optycznych	849
Aktualizowanie oprogramowania sprzętowego napędu CD-RW lub DVD z możliwością wielokrotnego zapisu	853
Rozdział 12. Instalowanie i konfigurowanie napędów dysków	857
Różne typy napędów dysków	857
Procedura instalowania dysku twardego	857
Konfigurowanie dysku	858
Konfigurowanie kontrolera dysku	858
Fizyczna instalacja dysku	860
Konfigurowanie komputera do współpracy z dyskiem	864
Formatowanie dysku	866
Zakładanie partycji na dysku	867
Formatowanie wysokiego poziomu	875
Ograniczenia programów FDISK i FORMAT	876
Wymiana dysku twardego	877
Migracja w środowisku MS-DOS	877
Migracja w środowisku 9x/Me	877
Kopowanie dysków dla użytkowników Windows 2000/XP/Vista	878
Rozwiązywanie problemów z dyskiem twardym	879
Testowanie dysku	879
Formatowanie niskopoziomowe (inicjalizacja) dysku	880
Instalowanie napędu dysków optycznych	882
Konfigurowanie napędów dysków optycznych	882
Przłączanie stacji wewnętrznej	884
Konfiguracja systemu	885
Instalowanie stacji dyskietek	886
Rozdział 13. Podsystem graficzny	887
Sposoby wyświetlania obrazu	887
Panele LCD	888
Zasada działania monitorów kineskopowych	899
Wyświetlacze plazmowe	903
Kryteria wyboru monitora	903
Wielkość piksela (monitory kineskopowe)	907
Jasność i kontrast obrazu (panele LCD)	909
Przeplot	909
Zarządzanie energią i normy bezpieczeństwa	910
Częstotliwości	912
Regulacja obrazu	915
Testowanie monitora	917
Projektory LCD i DLP	918
Kryteria wyboru projektora	920
Konserwacja monitora	922
Karty graficzne	923
Standard VGA (Video Graphics Array)	924
Super VGA	926
Standardy SVGA wyznaczone przez VESA	926
Typy kart graficznych	926
Karta zintegrowana i chipset płyty głównej	927
Elementy karty graficznej	931
Identyfikacja chipsetów graficznych i płyty głównej	933
Pamięć RAM karty graficznej	934

Konwerter cyfrowo-analogowy (RAMDAC)	939
Magistrala rozszerzeń	939
Program obsługi karty graficznej	941
Obsługa wielu monitorów	944
Akceleratory grafiki 3D	947
Jak działają akceleratory 3D?	948
Interfejsy programowania aplikacji	954
Sprzęganie kart graficznych	956
Chipsety 3D	958
Rozbudowa i wymiana karty graficznej	958
Tuner TV i urządzenie przechwytywania wideo	959
Gwarancja i serwis	959
Porównywanie kart graficznych o tym samym chipsecie	970
Wyjście wideo	970
Urządzenia do przechwytywania wideo	973
Karty wideo	974
Problemy z kartą graficzną lub monitorem	977
Rozwiązywanie problemów z monitorami	980
Rozwiązywanie problemów z kartami graficznymi i ich sterownikami	980
Rozdział 14. Podsystem dźwięku	983
Wczesne karty dźwiękowe	983
Zgodność z Sound Blaster Pro	984
Karty dźwiękowe a DirectX	984
Obsługa dźwięku przez wirtualizację	984
PC i multimedia — przegląd historyczny	985
Cechy karty dźwiękowej	986
Złącza podstawowe	986
Złącza dodatkowe	989
Regulacja głośności	990
Obsługa standardu MIDI	992
Kompresja danych	993
Uniwersalne cyfrowe procesory sygnałowe	993
Programy obsługi	994
Karty dźwiękowe a tworzenie zapisu dźwiękowego	994
Pojęcia i terminy	995
Struktura dźwięku	995
Określanie jakości karty dźwiękowej	996
Próbkowanie	996
Przegląd producentów	997
Producenci chipsetów sprzedający własne karty	997
Producenci chipsetów	999
Chipsety płyt głównych ze zintegrowanymi układami dźwiękowymi	999
Układy dźwiękowe na lampach	1002
Dźwięk 3D	1002
Dźwięk pozycyjny	1002
Przetwarzanie dźwięku 3D	1004
Zgodność z DirectX	1004
Problemy z dźwiękiem w systemie Windows Vista z DirectX 10	1005
Instalowanie karty dźwiękowej	1005
Przyłączenie głośników i kończenie instalacji	1007
Zestaw stereo zamiast głośników	1007
Problemy z kartą dźwiękową	1008
Konflikty zasobów	1009
Inne problemy z kartą lub zintegrowanym układem dźwiękowym	1009

Głośniki	1013
Dźwięk kinowy i dźwięk otoczenia („surround”)	1015
Mikrofony	1016
Rozdział 15. Porty wejścia-wyjścia — od szeregowego i równoległego do IEEE 1394 i USB	1019
Wprowadzenie	1019
Dlaczego szeregowo?	1019
Porównanie IEEE 1394 i USB 1.1/2.0	1020
Wydajność — mity i fakty	1022
Universal Serial Bus (USB)	1025
Zasady funkcjonowania magistrali USB	1026
Włączanie obsługi USB	1031
USB 2.0/Hi-Speed USB	1032
USB On-The-Go	1033
Wireless USB	1033
Adaptory USB	1034
IEEE 1394	1035
Odmiany magistrali 1394	1035
Zasady funkcjonowania magistrali 1394a	1035
Zasady funkcjonowania magistrali 1394b	1036
Porty szeregowo	1038
Typowe lokalizacje portów szeregowych	1038
Układy UART	1039
Karty portów szeregowych o dużej szybkości	1042
Konfiguracja portu szeregowego	1042
Testowanie portów szeregowych	1043
Porty równoległe	1045
Standard portu równoległego IEEE 1284	1045
Konfiguracja portu równoległego	1047
Testowanie portów równoległych	1048
Rozdział 16. Urządzenia wejściowe	1049
Klawiatury	1049
Klawiatura rozszerzona (101 lub 102 klawisze)	1049
Klawiatura Windows (104 klawisze)	1050
Opcja Num Lock	1052
Konstrukcja klawiatur	1052
Przełączniki	1052
Interfejs klawiatury	1057
Automatyczne powtarzanie wciśnień	1058
Numery i odpowiedniki kodowe klawiszy	1059
Układ klawiatury międzynarodowej	1060
Złącza klawiatury i myszy	1061
Klawiatury USB	1062
Klawiatury specjalne	1063
Naprawianie i rozwiązywanie problemów związanych z klawiaturą	1065
Rozmontowywanie klawiatury	1066
Czyszczenie klawiatury	1066
Wybór klawiatury	1067
Urządzenia wskazujące	1068
Mysz kulkowa	1069
Mysz optyczna	1069
Interfejsy urządzeń wskazujących	1072
Problemy z myszą	1074
Pokrętła	1076

TrackPoint II/III/IV	1077
Alternatywy dla myszy i TrackPointa	1079
Urządzenia wejściowe gier	1081
Joysticki analogowe i port gier	1081
Port USB jako port gier	1082
Zgodność	1082
Bezprzewodowe urządzenia wejściowe	1082
Działanie bezprzewodowych urządzeń wejściowych	1083
Problemy z urządzeniami bezprzewodowymi	1086
Rozdział 17. Internet	1087
Sieć internet a sieć LAN	1087
Dostęp szerokopasmowy a dostęp modemowy	1088
Dostęp szerokopasmowy — typy połączeń	1089
Większa szybkość = mniej wolności	1089
Połączenia kablowe	1090
Modem kablowy	1090
Sieć telewizji kablowej	1090
Pasma przenoszenia telewizji kablowej	1092
Wydajność sieci kablowych	1093
Zabezpieczenia połączeń CATV	1094
Digital Subscriber Line (DSL)	1094
Zasada działania DSL	1095
Kto może używać DSL?	1095
Podstawowe odmiany DSL	1096
Ceny DSL	1098
Zabezpieczenia komunikacji DSL	1098
Problemy techniczne	1099
Stacjonarne połączenia bezprzewodowe	1099
Połączenia satelitarne	1100
Rzeczywista wydajność połączenia satelitarnego	1101
Integrated Services Digital Network (ISDN)	1102
Jak działa ISDN?	1102
Zakup usługi ISDN	1103
Wyposażenie do komunikacji ISDN	1104
Porównywanie wysoko wydajnych usług internetowych	1104
Opcja awaryjna	1105
Łącza dzierżawione	1106
T1 i T3	1106
Porównywanie konwencjonalnych usług komunikacyjnych	1107
Zabezpieczanie połączenia internetowego	1107
Modemy asynchroniczne	1108
Standardy modemowe	1109
Szybkość w bitach i w bodach	1110
Standardy modulacji	1111
Protokoły korekcji błędów	1112
Standardy kompresji danych	1113
Standardy firmowe	1114
Modemy 56K	1114
Ograniczenia połączeń 56K	1115
Standardy 56K	1115
Standardy faksmodemów	1117
Wybór modemu	1118

Udostępnianie połączenia internetowego	1121
Brama, serwer proxy, router... ..	1122
Udostępnianie połączenia przy użyciu routera	1122
Problemy z połączeniami internetowymi	1123
Diagnozowanie problemów z połączeniem udostępnianym	1123
Korzystanie z diod sygnalizacyjnych	1125
Modem nie wybiera numeru	1125
Komputer „zawiesza się” po zainstalowaniu lub w trakcie używania wewnętrznego modemu, adaptera ISDN lub karty sieciowej	1126
Komputer nie wykrywa modemu zewnętrznego	1126
Dźwięk z głośnika modemu	1127
Rozdział 18. Sieć lokalna (LAN)	1129
Zagadnienia	1129
Wprowadzenie	1129
Typy sieci	1130
Podstawowe wymagania	1131
Sieci bezprzewodowe	1131
Sieci klient-serwer a sieci równorzędne	1131
Sieci klient-serwer	1132
Sieci komputerów równorzędnych	1132
Porównanie sieci typu klient-serwer i sieci równorzędnych	1133
Przegląd architektur sieciowych	1133
Przewodowe sieci Ethernet	1135
Bezprzewodowe sieci Ethernet	1137
Który ze standardów sieci bezprzewodowych jest najlepszy?	1142
Bluetooth	1143
Wyposażenie sprzętowe sieci	1144
Karty sieciowe dla przewodowych sieci Ethernet	1144
Okablowanie sieci Ethernet	1147
Topologie sieci przewodowych	1155
Przełączniki i koncentratory sieci Ethernet	1158
Bezprzewodowe urządzenia sieciowe	1162
Logiczne topologie sieci bezprzewodowych	1164
Protokoły sieciowe	1167
IP i TCP/IP	1168
IPX	1169
NetBEUI	1169
Inne systemy sieci domowych	1170
HomePNA	1170
Sieci korzystające z instalacji elektrycznej	1171
Instalowanie sieci	1172
Karta sieciowa	1172
Kable sieciowe i połączenia między komputerami	1174
Koncentrator, przełącznik, punkt dostępu	1174
Bramy w sieciach nieethernetowych	1175
Rejestrowanie informacji o sieci	1175
Instalowanie oprogramowania sieciowego	1175
Wskazówki praktyczne	1178
Instalowanie	1178
Udostępnianie zasobów	1178
Konfigurowanie zabezpieczeń	1179
Udostępnianie połączenia internetowego	1179

Bezpośrednie połączenie kablowe	1179
Rozwiązywanie problemów z siecią	1180
Konfiguracja oprogramowania sieciowego	1180
Awaria sieci	1180
TCP/IP	1181
Rozdział 19. Zasilacze	1183
Jakie znaczenie ma zasilacz?	1183
Zasada działania i funkcje zasilacza	1184
Napięcia dodatnie	1184
Napięcia ujemne	1185
Sygnał Power_Good	1186
Format (rozmiar) zasilacza	1187
Przestarzałe formaty zasilaczy	1189
Współczesne formaty zasilaczy	1193
ATX/ATX12V	1193
Wyłączniki zasilania	1204
Wyłączniki w zasilaczach ATX (i nowszych)	1205
Wyłączniki w zasilaczach PC/XT/AT i LPX	1205
Złącza zasilania płyty głównej	1207
Złącza zasilania płyty głównej w AT/LPX	1207
Złącza zasilania płyty głównej w ATX i ATX12V	1208
Zgodność wstecz i w przód	1220
Architektura ATX firmy Dell	1222
Dodatkowe złącza zasilania	1224
Złącza zasilania urządzeń peryferyjnych	1224
Złącza zasilania stacji dyskiety	1225
Złącza zasilania Serial ATA	1226
Złącza zasilania kart grafiki PCI Express x16	1227
Parametry techniczne zasilaczy	1229
Obciążenie zasilacza	1229
Parametry zasilacza	1230
Inne parametry zasilaczy	1232
Korekcja współczynnika mocy	1233
Certyfikaty bezpieczeństwa zasilaczy	1235
Obliczanie poboru mocy	1235
Włączanie i wyłączanie zasilania	1237
Zarządzanie zasilaniem	1240
Komputery Energy Star	1241
Advanced Power Management (APM)	1241
Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)	1242
Problemy z zasilaczem	1245
Przeciążenie zasilacza	1246
Niewystarczające chłodzenie	1246
Cyfrowy miernik uniwersalny	1247
Specjalistyczne wyposażenie diagnostyczne	1250
Naprawianie zasilacza	1251
Kupowanie zasilacza	1252
Wybieranie właściwego modelu	1252
Wybór producenta zasilacza	1252
Systemy zabezpieczania zasilania	1253
Eliminatory skoków napięcia (filtry przeciwprzepięciowe)	1255
Eliminatory skoków napięcia linii telefonicznej	1255
Stabilizatory napięcia	1256
Podtrzymywanie zasilania	1256

Baterie RTC/NVRAM (CMOS RAM)	1259
Nowoczesne baterie CMOS	1259
Przestarzałe i nietypowe baterie CMOS	1261
Problemy z baterijnym podtrzymywaniem pamięci CMOS	1261
Rozdział 20. Montaż i modernizacja komputera	1263
Podzespoły	1263
Obudowa i zasilacz	1265
Procesor	1267
Płyta główna	1268
Dyski twarde	1272
Nośniki wymienne	1273
Urządzenia wejściowe	1273
Karta graficzna i monitor	1274
Karta dźwiękowa i głośniki	1275
Akcesoria	1275
Zasoby sprzętowe komputera i oprogramowanie	1277
Montaż i demontaż podzespołów komputera	1278
Przygotowanie	1278
Instalowanie płyty głównej	1281
Instalowanie procesora i układu chłodzenia	1281
Instalowanie modułów pamięci	1283
Montowanie płyty głównej w obudowie	1284
Podłączanie zasilacza	1287
Podłączanie portów i urządzeń	1289
Instalowanie napędów i dysków	1291
Instalowanie karty graficznej i sterowników	1293
Instalowanie innych kart rozszerzeń	1293
Zakładanie obudowy i podłączanie kabli zewnętrznych	1294
Uruchamianie programu konfiguracyjnego BIOS-u płyty głównej	1294
Problemy z uruchomieniem komputera	1295
Instalowanie systemu operacyjnego	1296
Zakładanie partycji dysku w przypadku systemów DOS i Windows 9x/Me	1297
Formatowanie dysku w przypadku systemów DOS i Windows 9x/Me	1297
Przygotowanie dysku w przypadku systemu Windows 2000/XP/Vista	1297
Instalacja ważnych sterowników	1297
Dalsza rozbudowa komputera	1298
Rozdział 21. Przeróbki: przetaktowywanie i chłodzenie	1299
Przetaktowywanie	1300
Kwarc	1300
Historia przetaktowywania	1302
Zegary w nowoczesnych komputerach PC	1303
Przetaktowywanie w praktyce	1305
Prędkości magistrali oraz mnożniki	1306
Chłodzenie	1306
Układy chłodzenia	1306
Chłodzenie cieczą	1315
Obudowy zoptymalizowane termicznie	1320
Rozdział 22. Diagnostyka, testowanie i konserwacja komputera PC	1327
Diagnostyka komputera PC	1327
Oprogramowanie diagnostyczne	1327
Test startowy komputera (POST)	1328
Programy diagnostyczne urządzeń	1340

Uniwersalne programy diagnostyczne	1341
Narzędzia diagnostyczne systemu operacyjnego	1342
Proces uruchamiania komputera	1342
Proces uruchamiania komputera — zdarzenia niezależne od systemu operacyjnego	1343
Proces uruchamiania systemu DOS	1347
Proces uruchamiania systemu Windows 9x/Me	1348
Proces uruchamiania systemu Windows NT/2000/XP	1350
Uruchamianie systemu Windows Vista	1351
Narzędzia służące do serwisowania komputerów PC	1352
Narzędzia podręczne	1352
Bezpieczeństwo	1357
Słowo o narzędziach i osprzęcie	1358
Urządzenia testowe	1359
Narzędzia dla entuzjastów	1365
Konserwacja i działania profilaktyczne	1367
Aktywne procedury profilaktyczne	1367
Pasywne procedury profilaktyczne	1378
Podstawy rozwiązywania problemów	1384
Nowoczesne komputery PC — bardziej skomplikowane, ale i bardziej niezawodne	1385
Standardowe części zamienne	1385
Naprawiać czy wymieniać?	1386
Rozwiązywanie problemów przez wymianę elementów	1386
Rozwiązywanie problemów za pomocą procedury uruchomieniowej	1387
Problemy pojawiające się w trakcie przeprowadzania procedury POST	1388
Problemy sprzętowe występujące po uruchomieniu systemu	1389
Problemy z uruchamianiem programów	1389
Problemy związane z kartami rozszerzeń	1389
Najczęściej spotykane problemy	1390
Dodatek A Słownik	1403
Skorowidz	1495

Rozdział 15.

Porty wejścia-wyjścia — od szeregowego i równoległego do IEEE 1394 i USB

Wprowadzenie

Niniejszy rozdział poświęcimy podstawowym zewnętrznym interfejsom wejścia-wyjścia nowoczesnego komputera PC. Przedstawione omówienie obejmie zarówno tradycyjne porty szeregowo oraz równoległe, obecne w komputerach PC „od zawsze”, jak i nowocześniejszą uniwersalną magistralę szeregową USB (ang. *universal serial bus*) wypierającą klasyczne porty szeregowo i równoległe, a także złącze IEEE 1394 (FireWire/i.LINK; IEEE to skrót od Institute of Electrical and Electronic Engineers). Do zewnętrznych interfejsów wejścia-wyjścia zalicza się również eSATA, ale jako pochodną wewnętrznego interfejsu SATA pominiemy ją w tym zestawieniu (interfejs SATA jest omawiany szerzej w rozdziale 7., zatytułowanym „Interfejs ATA/IDE”). Kolejnym interfejsem, który można by zaliczyć do zewnętrznych, jest uniwersalny interfejs SCSI; jednak w dzisiejszych komputerach PC stosuje się go dosłownie sporadycznie. Architektura magistrali SCSI jest dokładnie omawiana w książce *Rozbudowa i naprawa serwerów*.

Obecnie dwoma najpopularniejszymi wysoko wydajnymi architekturami magistrali szeregowo dla stacjonarnych i przenośnych komputerów PC są USB i IEEE 1394 (określana też jako i.Link lub FireWire). Dla każdego typu interfejsu dostępne są dwie wersje — USB 1.1 i USB 2.0 oraz IEEE 1394a (FireWire 400) i IEEE 1394b (FireWire 800). Porty USB i IEEE 1394 należą do rodziny portów komunikacyjnych o dużej szybkości, których możliwości znacznie przewyższają te, które dostępne są w starszych standardowych portach szeregowych i równoległych. Mogą wręcz służyć jako alternatywa dla cenionego połączenia SCSI, zwłaszcza gdy rozważamy podłączanie urządzeń zewnętrznych. Poza wydajnością, istotną cechą tych rozwiązań jest uniwersalność urządzeń wejścia-wyjścia — z jednego rodzaju portu mogą korzystać wszystkie rodzaje urządzeń peryferyjnych.

Dlaczego szeregowo?

Była już mowa o tym, że technologia stojąca za magistralami USB i IEEE 1394 ma charakter magistrali szeregowo. Obecna tendencją wysoko wydajnych rozwiązań komunikacyjnych jest rozwój architektury szeregowo, której wyróżnikiem jest przesyłanie pojedynczych bitów danych. Ponieważ architektura równoległa korzysta z 8, 16 lub większej liczby połączeń (umożliwia przesyłanie 8, 16 lub większej liczby bitów jednocześnie),

jest zasadniczo rozwiązaniem wydajniejszym, umożliwiającym uzyskanie większej szybkości przesyłania danych przy tej samej szybkości zegara taktującego. Okazuje się, że magistrala szeregową wciąż wykazuje przewagę nad magistralą równoległą, zwłaszcza dlatego, że zwiększenie szybkości zegara łącza szeregowego jest znacznie prostsze niż zwiększenie szybkości zegara łącza równoległego, więc strata na zrównolegleniu transmisji bitów jest rekompensowana większymi szybkościami magistral szeregowych.

Ogólnie rzecz biorąc, połączenia równoległe sprawiają kilka istotnych problemów, z których podstawowe to przesunięcie i drżenie sygnału. Jest to podstawowa przyczyna, która sprawia, że wysoko wydajne magistrale równoległe, takie jak SCSI, nie mogą obsługiwać połączeń dłuższych niż 3 m. Mimo że 8 czy 16 bitów danych zostaje wysłanych w tym samym czasie, opóźnienia transmisji sygnału sprawiają, że część z nich dociera do odbiornika później niż pozostałe. Im dłuższy kabel, tym większy jest różnica w czasie pomiędzy przybyciem pierwszego bitu a ostatniego. Różnica taka jest określana jako *przesunięcie sygnału* (ang. *signal skew*). Unie możliwa ona uzyskanie wyższych szybkości przesyłania danych i stosowanie dłuższych połączeń. *Drżenie* (ang. *jitter*) to z kolei tendencja do fluktuacji napięcia sygnału, bezpośrednio po osiągnięciu przezeń oczekiwanego potencjału.

W przypadku magistrali szeregowych kolejne bity danych są wysyłane pojedynczo. Ponieważ nie ma tu konieczności obsługi równoległego odbioru wielu bitów równocześnie i związanych z nią problemów, szybkość zegara taktującego może być wielokrotnie wyższa. Skutkiem tego, kiedy szybkość transmisji danych przez port równoległy EPP/ECP może wynosić 2,77 MB/s, szybki port szeregowy IEEE 1394a pozwala osiągnąć 400 Mb/s (50 MB/s) — co oznacza 25-krotnie wyższą wydajność. Port USB 2.0 pozwala korzystać z szybkości 480 Mb/s (60 MB/s), 30-krotnie wyższej niż port równoległy. Nowsze porty IEEE 1394b (FireWire800) oferują szybkość transmisji wynoszącą 800 Mb/s (100 MB/s), co oznacza, że są około 50 razy szybsze od portów równoległych!

Przy wyższych szybkościach zegara taktującego sygnały przesyłane równoległe ulegają zjawisku interferencji. W przypadku połączenia szeregowego, gdy stosowany jest tylko jeden lub dwa przewody, interferencja czy prześłuch są znikome.

Produkcja okablowania równoległego jest droższa. Poza koniecznością użycia większej ilości przewodów, ich konstrukcja musi zapobiegać przesłuchowi i interferencji pomiędzy sąsiadującymi kanałami danych. Stąd wysoka cena okablowania SCSI. Przeciwnieństwem tego jest okablowanie szeregowo. Poczynając od mniejszej ilości przewodów, nawet przy dużej szybkości przesyłania danych nie jest wymagane stosowanie wyrafinowanych technologii ekranowania. Znacznie ułatwia to transmisję danych na duże odległości. Dopuszczalne długości połączeń równoległych są znacznie niższe.

Wymienione tu cechy charakterystyczne obu typów połączeń — w połączeniu z rosnącym zapotrzebowaniem na interfejsy automatycznie konfigurowanych urządzeń zewnętrznych i ograniczenie ilości złączy komputerów przenośnych — doprowadziły do opracowania nowych technologii wysoko wydajnych magistral komunikacji szeregowych. USB jest już standardem, którego obsługę zapewnia praktycznie każdy komputer. Jest to uniwersalny, szybki interfejs urządzeń zewnętrznych. Nie sprawia problemów związanych ze zgodnością urządzeń i jest powszechnie dostępny. Coraz popularniejszy staje się również interfejs IEEE 1394 (bardziej znany jako FireWire). Mimo że zakres jego zastosowań jest jeszcze dość wąski — jak przyłączanie cyfrowych kamer wideo — jest coraz częściej stosowany na tych nowych obszarach, gdzie wymagana jest najwyższa wydajność, jak komunikacja ze skanerami wysokiej rozdzielczości, zewnętrznymi dyskami twardymi czy siecią.

Porównanie IEEE 1394 i USB 1.1/2.0

Pełne omówienie magistral USB i IEEE 1394 znajduje się nieco dalej, dobrze będzie jednak zacząć od porównania obu interfejsów. Podobieństwo implementacji oraz funkcji portów USB i 1394 powoduje nieco zamieszania dotyczącego różnic występujących pomiędzy nimi. W tabeli 15.1 przedstawione jest podsumowanie różnic między tymi technologiami.

Obecnie USB jest najpopularniejszym z nowoczesnych interfejsów urządzeń peryferyjnych. Pod tym względem nie można go porównać z żadnym innym. Zadbła o to firma Intel, która zaprojektowała interfejs i wprowadziła jego obsługę we wszystkich układach płyt głównych już w 1996 roku, a wkrótce podobną drogą poszli inni znaczący producenci podzespołów dla komputerów PC. Nieliczne płyty główne z interfejsami 1394a i 1394b są trudne do kupienia — na rynku masowym praktycznie nie istnieją. Koszt dodatkowego obwodu (i wymaganej

Tabela 15.1. Porównanie IEEE 1394 i USB

	IEEE 1394a/i.Link/ FireWire 400	IEEE 1394b/ FireWire 800	USB 1.1	USB 2.0
Wymagana stacja główna — komputer PC	Nie	Nie	Tak	Tak/Nie ¹
Największa liczba urządzeń	63	63	127	127
Hot-swap (podłączanie „na gorąco”)	Tak	Tak	Tak	Tak
Największa długość kabla łączącego urządzenia	4,5 metra	4,5 metra (9-stykowy kabel miedziany), 100 metrów (kabel światłowodowy) ²	5 metrów	5 metrów
Szybkość przesyłania danych	400 Mb/s (50 MB/s)	800 Mb/s (100 MB/s)	12 Mb/s (1,5 MB/s)	480 Mb/s (60 MB/s)
Szybkości proponowane dla przyszłych modeli	Brak	1600 Mb/s (400 MB/s), 3200 Mb/s (800 MB/s)	Brak	Brak
Typowe urządzenia	Kamery DV, aparaty cyfrowe wysokiej rozdzielczości, HDTV, przystawki do telewizorów, wydajne stacje dysków, skanery wysokiej rozdzielczości, elektroniczne instrumenty muzyczne	Wszystkie urządzenia zgodne ze standardem 1394a	Klawiatury, myszy, joysticki, aparaty cyfrowe niskiej rozdzielczości, stacje dysków o niskiej szybkości transmisji, modemy, drukarki, skanery niskiej rozdzielczości	Wszystkie urządzenia USB 1.1, kamery DV, aparaty cyfrowe wysokiej rozdzielczości, HDTV, przystawki do telewizorów, wydajne stacje dysków, skanery wysokiej rozdzielczości

¹ Zgodność z USB On-The-Go oznacza możliwość pracy bez komputera PC.² W przypadku szybkości 100 Mb/s (maksymalnie 100 m) można zastosować kabel UTP CAT 5, natomiast przy szybkościach 100 i 200 Mb/s (maksymalnie 50 m) światłowód o profilu skokowym, wykonany z tworzywa sztucznego.

przez firmę Apple opłaty licencyjnej wynoszącej za każdy system 0,25 dolara, czyli jakieś 80 groszy), w połączeniu z faktem, że we wszystkich płytach jest już dostępny interfejs USB, znacznie ogranicza popularność magistrali 1394 (FireWire).

Interfejs 1394 ma jedną przewagę nad interfejsami USB 1.1 i USB 2.0: nie wymaga obecności tak zwanego hosta magistrali, czyli urządzenia zarządzającego magistralą, którym najczęściej jest komputer PC. Urządzenia zgodne z USB 1.1 i USB 2.0 mogą się komunikować ze sobą wyłącznie za pośrednictwem komputera PC albo innego urządzenia implementującego funkcje zarządzania magistralą. Dla porównania: interfejs 1394 przewiduje łączenie par urządzeń bezpośrednio ze sobą i każde z tych urządzeń może pełnić rolę kontrolera magistrali i zarządzać transferami. Ma to pewien wpływ na wydajność interfejsu, ponieważ przepustowość transferu pomiędzy urządzeniami komunikującymi się przez magistralę USB jest ściśle zależna od wydajności komputera pośredniczącego w transferze — w przypadku interfejsu FireWire transfer jest niezależny od pośredniczącego kontrolera i jest ograniczony jedynie wydajnością połączonych ze sobą urządzeń. Na przykład interfejs 1394 można wykorzystać do bezpośredniego połączenia kamery DV z magnetowidem DV-VCR. Podobną możliwość, czyli połączenie bez pośrednictwa kontrolera zarządzającego magistralą dla urządzeń USB, wprowadził suplement standardu USB 2.0, tzw. USB-On-The-Go, opracowany w 2001 roku. Ale standard USB-On-The-Go nie był projektowany jako konkurencja dla FireWire. USB-On-The-Go miał raczej na celu ułatwienie łączenia ze sobą coraz większej ilości urządzeń elektronicznych, jakie wykorzystujemy w codziennym życiu i pracy — cyfrowych aparatów fotograficznych, telefonów komórkowych i cyfrowych odtwarzaczy dźwięku i wideo; dzięki temu urządzenia te mogą wymieniać informacje bezpośrednio ze sobą, mogą być też np. podłączane bezpośrednio do drukarek: w ten sposób można wydrukować zdjęcia wprost z aparatu fotograficznego, bez konieczności włączania komputera PC.

Ostatni standard z rodziny USB to USB bezprzewodowe — Certified Wireless USB, wprowadzone w 2005 roku; do dziś jednak nie udało się spopularyzować tego standardu i zapewne nastąpi to dopiero w najbliższej przyszłości.

Ponieważ zarówno USB, jak i 1394 (FireWire) zapewniają zbliżone lub identyczne możliwości i wydajność, kryterium wyboru powinien być rodzaj podłączanych urządzeń. Jeżeli cyfrowa kamera wideo dysponuje wyłącznikiem złącza 1394 (i.Link/FireWire), niezbędne będzie zainstalowanie w komputerze karty 1394 FireWire (o ile nie dysponujemy złączem na płycie głównej). Większość urządzeń pamięci masowej, wejścia-wyjścia i innych, przeznaczonych przede wszystkim do współpracy z komputerem PC, to urządzenia USB. Urządzenia należące do grupy sprzętu wyposażone są zazwyczaj w złącze 1394. Mimo to wiele urządzeń jest obecnie wyposażonych zarówno w interfejs USB 2.0, jak i 1394, co umożliwia zastosowanie ich w jak największej liczbie komputerów.

Wydajność — mity i fakty

Jakiś czas temu otrzymałem list od pewnego dociekliwego ucznia, który na klasówce z informatyki miał odpowiedzieć na następujące pytanie: „Co jest szybsze: USB 2.0 czy FireWire 400 (1394a)?”. Jako prawidłową odpowiedź podał USB 2.0, ponieważ standard USB 2.0 przewiduje nominalnie przepustowość magistrali rzędu 480 Mb/s (60 MB/s), a FireWire 400 to nominalnie 400 Mb/s (50 MB/s). Cóż, kiedy przyszło do ogłoszenia ocen, ów uczeń był zaszokowany punktacją za to pytanie. W klasie doszło do dyskusji, nauczyciel potwierdził specyfikacje standardów, ale argumentował, że szybkość transferu zależy również od wewnętrznych narzutów protokołów i magistral — i że w praktyce złącze FireWire okazuje się szybsze niż USB, mimo że papierowa wydajność przemawia wyraźnie na rzecz USB. Zostałem więc zapytany o brzmienie prawidłowej odpowiedzi na tak postawione pytanie.

Wahałem się — testy nie powinny zawierać takich pytań, ponieważ tak sformułowane nie są jednoznaczne i w zasadzie można by się upierać przy obu odpowiedziach. Na przykład nie było doprecyzowane znaczenie słowa „szybsze” — nie wiadomo, czy miało się odnosić do nominalnych transferów jednej i drugiej magistrali, czy może do wydajności obserwowanej w praktyce, np. przy wymianie plików pomiędzy urządzeniami. A jeśli chodziło o wydajność rzeczywistą, to w jakich okolicznościach miałyby być mierzona? W konfrontacji z tego rodzaju pytaniami trzeba wybrać jedną z odpowiedzi i najlepiej nie główkować przy tym zbyt wiele. Ale jeśli wziąć pod uwagę, że pomiary wydajności w warunkach rzeczywistych są obciążone niepewnością wielu zmiennych, najlepiej trzymać się transferów nominalnych, określonych w standardach — taka odpowiedź będzie najprostsza i najbliższa prawdy. W tym przypadku wybór właściwej odpowiedzi byłby więc prosty: USB 2.0 oferuje transfer z szybkością 480 Mb/s (60 MB/s), a 1394a osiąga transfer rzędu 400 Mb/s (50 MB/s), więc USB jest szybsze.

Zdaję sobie sprawę, że niejeden z Czytelników nie zgodzi się z tym stanowiskiem (a na pewno nie zgodzi się z nim ów nauczyciel, który egzaminował uczniów z wyższości USB nad FireWire i odwrotnie). Wiele osób uważa (wykazują to zresztą również liczne testy), że podczas gdy USB jest szybsze nominalnie, w praktyce wydajniejszy jest jednak interfejs FireWire. Nie chciałbym rzucać niepopartych niczym stwierdzeń, ale na pewno można powiedzieć tyle, że na wydajność każdego interfejsu czy magistrali w komputerze PC wpływa wiele rozmaitych czynników, których nie da się wywnioskować z gołej specyfikacji. Ale jeśli nawet wielu ludzi obserwuje praktyczną wyższość FireWire nad USB, trzeba pamiętać o tym, że architektury USB i FireWire są znacząco od siebie różne i niekoniecznie da się je wprost porównać, a już na pewno nie w każdych warunkach jeden interfejs będzie szybszy od drugiego — nie można tego zakładać, nie znając szczegółowych warunków transferu.

Żeby nie być gołosłownym, przeprowadziłem na własną rękę kilka testów i zapisałem ich wyniki. Wykorzystałem w nich dysk firmy Maxtor, o pojemności 250 MB i prędkości obrotowej 7200 obr./min w obudowie zewnętrznej obsługującej zarówno interfejs FireWire 400 (1394a), jak i interfejs USB 2.0. Dysk był sformatowany tak, że zawierał pojedynczą partycję FAT32 i był mniej więcej w połowie wypełniony danymi. Utworzyłem na nim folder tymczasowy, skopiowałem do niego 300-megabajtowy plik wideo i nazwałem go *TEMP1.AVI*. Celowo wybrałem duży plik, żeby nie zmieścił się we wszelkich buforach i pamięciach podręcznych, czy to systemu, do którego podłączałem dysk, czy też samego dysku.

W testach wykorzystałem dwa różne komputery; oba posiadały złącza FireWire 400 i USB 2.0. Były to:

- ♦ komputer nr 1: komputer osobisty z procesorem Pentium 4 3,6 GHz i 1 GB pamięci RAM (z systemem Windows XP);
- ♦ komputer nr 2: laptop z procesorem Pentium M 1,7 GHz i 1 GB pamięci RAM (z systemem Windows XP).

Test przepustowości interfejsu polegał na skopiowaniu pliku *TEMP1.AVI* do pliku *TEMP2.AVI* (w tym samym folderze tymczasowym) i pomiarze czasu wykonania operacji (w sekundach). Takie kopiowanie oznacza najpierw odczytanie całego pliku, a potem zapis tego pliku z powrotem na dysku zewnętrznym (pod inną nazwą), a więc obejmuje dwukierunkowy transfer danych o znacznej objętości. Do testu wykorzystałem dwa różne polecenia (COPY i XCOPY); każde z nich uruchamiałem czterokrotnie, odrzucając wynik pierwszego pomiaru i zapisując trzy kolejne. Oto kompletne polecenia inicjujące kopiowanie plików:

```
COPY /Y TEMP1.AVI TEMP2.AVI
XCOPY /Y TEMP1.AVI TEMP2.AVI
```



Przełącznik /Y w poleceniach kopiujących wymusza nadpisanie pliku docelowego bez pytania o zezwolenie, dzięki czemu można było powtarzać polecenie wielokrotnie bez konieczności potwierdzania kopiowania i tym samym bez opóźniania wykonania polecenia.

Do zmierzenia czasu wykonania poszczególnych operacji kopiowania wykorzystane zostało narzędzie Timelt — jest to narzędzie uruchamiane z poziomu wiersza poleceń, służące właśnie do pomiaru czasu wykonania. Program *Timelt.exe* znajduje się w zestawie narzędzi dodatkowych dla systemu Windows Server 2003 (Resource Kit Tools); można je też pobrać ze strony firmy Microsoft, spod adresu <http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=4544>.

Czasy (w sekundach) wykonania poszczególnych operacji kopiowania w poszczególnych przebiegach na szybkim komputerze osobistym podaje tabela 15.2.

Tabela 15.2. Zestawienie czasów kopiowania 300-megabajtowego pliku pomiędzy dyskiem zewnętrznym a komputerem osobistym (3,6 GHz)

Komputer osobisty (procesor Pentium 4 3,6 GHz)		USB 2.0 [s]	FireWire 400 [s]
COPY (plik 300 MB):	pierwsze wykonanie	20,65	23,23
	drugie wykonanie	20,60	23,45
	trzecie wykonanie	20,76	23,28
	średnio:	20,67	23,32
USB kontra FireWire		12,82%	−11,36%
XCOPY (plik 300 MB):	pierwsze wykonanie	12,41	15,66
	drugie wykonanie	12,47	15,60
	trzecie wykonanie	12,69	15,60
	średnio:	12,52	15,62
USB kontra FireWire		24,73%	−19,83%
XCOPY kontra COPY		65,05%	49,30%

Jak widać, na szybkim komputerze kopiowanie plików było od 13% (przy użyciu polecenia COPY) do 25% (przy użyciu polecenia XCOPY) szybsze w przypadku interfejsu USB niż w przypadku interfejsu FireWire. Przy okazji warto odnotować, że niezależnie od interfejsu polecenie XCOPY było szybsze od polecenia COPY (od 49% do 65%).

Czasy wykonania testowych poleceń dla wolniejszego komputera — laptopa z procesorem 1,7 GHz — wymienia tabela 15.3.

Tutaj z kolei widać, że kiedy transfer dotyczy wolniejszego komputera — laptopa — kopiowanie pliku po magistrali USB okazuje się od 21% (za pomocą polecenia COPY) do 18% (za pomocą polecenia XCOPY) wolniejsze, niż w przypadku magistrali FireWire. Przy okazji widać, że w takiej konfiguracji polecenie XCOPY jest od 52% do 57% szybsze niż COPY — wyższość XCOPY jest wyraźna niezależnie od interfejsu.

Tabela 15.3. Zestawienie czasów kopiowania 300-megabajtowego pliku pomiędzy dyskiem zewnętrznym a komputerem osobistym (1,7 GHz)

Laptop (procesor Pentium M 1,7 GHz)		USB 2.0 [s]	FireWire 400 [s]
COPY (plik 300 MB):	pierwsze wykonanie	30,59	23,95
	drugie wykonanie	30,48	24,66
	trzecie wykonanie	30,42	23,79
	średnio:	30,50	24,13
USB kontra FireWire		-20,87%	26,37%
XCOPY (plik 300 MB):	pierwsze wykonanie	19,83	15,71
	drugie wykonanie	19,16	15,81
	trzecie wykonanie	19,12	15,98
	średnio:	19,37	15,83
USB kontra FireWire		-18,26%	22,34%
XCOPY kontra COPY		57,44%	52,42%

Który z interfejsów okazuje się więc szybszy „w praktyce”? W naszym eksperymencie przy kopiowaniu pliku z szybkiego komputera PC i na ten komputer przewagę wykazywała magistrala USB 2.0; z kolei na wolniejszym komputerze szybsze było złącze FireWire. Ale to nie wszystko — zauważyłem też inny interesujący szczegół: względna wydajność komputera miała znaczny wpływ na efektywność transferu w przypadku USB 2.0, a praktycznie wcale nie wpływała na prędkość kopiowania za pomocą złącza FireWire. Widać to dobrze w tabeli 15.4.

Tabela 15.4. Porównanie czasu kopiowania 300-megabajtowego pliku na stacjonarnym komputerze Pentium 4 3,6 GHz i na laptopie Pentium M 1,7 GHz

Operacja	USB 2.0	FireWire 400
COPY (plik 300 MB)	47,54% szybciej	3,49% szybciej
XCOPY (plik 300 MB)	54,67% szybciej	1,37% szybciej

Komputer z szybszym procesorem (i ogólnie wydajniejszy, jako stacjonarny) wykazywał wyraźne przyspieszenie kopiowania pliku po magistrali USB 2.0 (w porównaniu z wolniejszym laptopem o 48% i 55%); z kolei zależność wydajności złącza FireWire od wydajności komputera wynosiła zaledwie od 1% do 3%. Innymi słowy, czasy transferów po złączu FireWire były praktycznie identyczne na komputerze stacjonarnym i na laptopie, mimo że oba systemy mocno różnią się wydajnością ogólną. To jednak zrozumiałe, skoro magistrala FireWire operuje połączeniami bezpośrednimi, bez konieczności zarządzania transferem przez komputer (w roli kontrolera magistrali). Innymi słowy, różnice w konstrukcji obu magistral powodują, że w przypadku magistrali USB na wydajność transferu duży wpływ ma ogólna wydajność komputera, a w przypadku FireWire wydajność jest niezależna od wydajności komputera.

Kolejna ciekawa obserwacja: metoda kopiowania pliku w ramach testu (raz poleceniem COPY, raz poleceniem XCOPY) miała większe znaczenie dla szybkości kopiowania, niż zastosowany interfejs i ogólna wydajność komputera. Prowokuje to do kolejnych pytań: czy pojawiłyby się jeszcze jakieś różnice, gdyby testować kopiowanie na różne formaty partycji (np. NTFS i FAT32)? Czy robiłoby różnicę kopiowanie wielu mniejszych plików zamiast jednego dużego? I jeszcze, czy wyniki byłyby inne, gdyby w obu komputerach zamontowane były identyczne chipsety obsługujące USB i FireWire (wymagałoby to pewnie przeprowadzenia testu na dwóch komputerach stacjonarnych, z zamontowanymi identycznymi kartami rozszerzeń ze złączami USB 2.0 i FireWire)?

Więc jaka jest właściwa odpowiedź na pytanie z klasówki? Jeśli pytanie brzmiało dosłownie: „Co jest szybsze, USB 2.0 czy FireWire 400 (1394a)?”, odpowiedziałbym USB, opierając się wyłącznie na danych technicznych (480 Mb/s kontra 400 Mb/s). Gdyby zaś pytanie brzmiało: „Co jest szybsze przy kopiowaniu 300-megabajtowego pliku na dysku z partycją FAT32 w systemie Windows XP: USB 2.0 czy FireWire 400 (1394a)?”, odpowiedziałbym, że zależnie od użytego sprzętu i metody kopiowania plików każde z nich może być szybsze. Jedyną

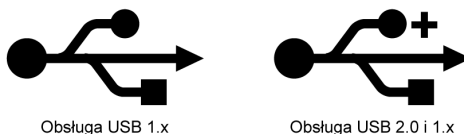
wadą klasówki, od której zaczęły się wszystkie te dywagacje, był brak świadomości nauczyciela, że wszelkie testy i pomiary wymagają uwzględnienia znacznej liczby zmiennych i okoliczności — nie ma prostych odpowiedzi na niejednoznaczne pytania!

Universal Serial Bus (USB)

Universal Serial Bus (USB, uniwersalna magistrala szeregową) to magistrala urządzeń peryferyjnych, zaprojektowana pod kątem zapewnienia możliwości korzystania z mechanizmów *Plug and Play* urządzeniom zewnętrznym. Magistrala USB pozwala uniknąć korzystania z portów specjalizowanych, ogranicza potrzebę korzystania z dodatkowych kart wejścia-wyjścia (dzięki czemu dołączenie nowego urządzenia nie wymaga rekonfigurowania komputera) i zasobów sprzętowych komputera, takich jak linie żądania przerwania (IRQ). Niezależnie od liczby przyłączonych do portów USB urządzeń wykorzystywana jest tylko jedna linia IRQ. Urządzenia USB są automatycznie wykrywane i konfigurowane w momencie ich fizycznego przyłączenia do komputera, bez konieczności ponownego uruchamiania systemu czy uruchamiania specjalnych programów. Pojedyncza magistrala USB umożliwia podłączenie do 127 urządzeń. Urządzenia takie jak klawiatura czy monitor mogą pełnić funkcję „rozdzielników” — tzw. koncentratorów. Kable, złącza, koncentratory i urządzenia USB oznaczane są jednolitymi piktogramami, przedstawionymi na rysunku 15.1. Zwróćmy uwagę na znak plusa, obecny na jednym z piktogramów. Sygnalizuje on zgodność ze specyfikacją USB 2.0 (Hi-Speed USB). Podzespoły zgodne z tą specyfikacją mogą również współpracować ze starszymi, zgodnymi z USB 1.x. Praktycznie wszystkie komputery wyprodukowane w ciągu kilku ostatnich lat posiadają porty w obu standardach, więc „plusik” przy logo USB 2.0 bywa już często pomijany.

Rysunek 15.1.

Piktogramy opisujące kable, złącza, koncentratory i urządzenia peryferyjne USB



Podstawą popularności USB było zainteresowanie się nim przez firmę Intel. Włączyła ona obsługę USB do wszystkich swoich chipsetów, poczynając od układu mostka południowego PIIX3 (wprowadzonego w 1996 roku). Pozostali producenci chipsetów szybko dopasowali swoje układy. Wynikiem tego jest powszechność występowania magistrali USB w komputerach stacjonarnych i przenośnych, dorównująca powszechności tradycyjnych portów szeregowych i równoległych.

Poza firmą Intel w pracach nad specyfikacją nowej magistrali brały udział firmy Compaq, Digital, IBM, Microsoft, NEC i Northern Telecom. Założyły one organizację o nazwie USB Implementers Forum (USB-IF, forum wytwórców USB), której zadaniem było opracowanie, rozwijanie i promocja architektury USB.

◀◀ Zajrzyj do podrozdziału „Chipsety” znajdującego się na stronie 295.

Organizacja USB-IF ogłosiła specyfikację USB 1.0 w styczniu 1996 roku, USB 1.1 we wrześniu 1998 roku, a USB 2.0 w kwietniu 2000 roku. Wersja 1.1 była jedynie uzupełnieniem, mającym na celu wyjaśnienie niejasności związanych z implementacją koncentratorów i kilkoma innymi elementami specyfikacji. Zgodność z USB 1.1 zapewniać powinna większość urządzeń, nawet jeżeli powstały jeszcze przed ogłoszeniem tej wersji standardu. W wersji 2.0 wprowadzono już poważne zmiany, umożliwiając korzystanie z 40-krotnie wyższej przepustowości bez utraty zgodności z urządzeniami zaprojektowanymi wcześniej. Porty USB można instalować w starszych komputerach, przy użyciu kart rozszerzeń (w przypadku komputerów stacjonarnych) lub kart PC (w komputerach przenośnych z obsługą Cardbus). W podobny sposób można zapewnić obsługę USB 2.0 w komputerze wyposażonym standardowo w złącza USB 1.1. W połowie 2002 roku obsługa czterech lub większej liczby portów USB 2.0 stała się standardem architektury płyt głównych. W przypadku komputerów przenośnych trzeba było trochę więcej czasu. Dopiero z początkiem 2003 r. większość notebooków i laptopów była standardowo wyposażona w porty USB 2.0.

Zasady funkcjonowania magistrali USB

USB 1.1 umożliwia transmisję z szybkością 12 Mb/s (1,5 MB/s) przy użyciu prostego, 4-żyłowego kabla. Do głównego koncentratora magistrali przyłączyć można 127 urządzeń (zarówno urządzeń funkcyjnych, jak i koncentratorów). Topologia połączeń ma charakter warstwowo-gwiazdowy. Wykorzystywane są w niej koncentratory, które mogą znajdować się wewnątrz komputera lub dowolnego z urządzeń, mogą też być elementami samodzielnymi.

Warto zwrócić uwagę, że przy teoretycznej możliwości przyłączenia 127 urządzeń wszystkie korzystają z tego samego, 12-megabajtowego, pasma przepustowości. Oznacza to, że każde nowe, aktywne urządzenie zmniejsza wydajność komunikacji pozostałych. W praktyce rzadko stosowane są konfiguracje złożone z większej liczby urządzeń niż 8.

Dla urządzeń niewymagających dużej szybkości komunikacji, takich jak urządzenia wskazujące (mysz) i klawiatury, architektura magistrali przewiduje wolniejszy kanał komunikacyjny, o wydajności 1,5 Mb/s.

Przy przesyłaniu danych wykorzystywane jest kodowanie o nazwie *Non Return to Zero Invert* (NRZI, kodowanie odwrotne bez powrotu do zera). Jest to metoda kodowania danych szeregowych, w której jedynki i zera są reprezentowane przy użyciu zmian poziomu napięcia, bez powrotu do poziomu odniesienia pomiędzy kolejnymi kodowanymi bitami. Binarne zero reprezentuje zmiana poziomu sygnału, przy przesyłaniu jedynki napięcie nie zmienia się. Ciąg zer powoduje więc serię zmian poziomu sygnału NRZI, a ciąg jedynek — długi okres niezmiennego stanu napięcia. Efektywność takiego rozwiązania polega na uniknięciu wprowadzania dodatkowych impulsów zegara, które wymagałyby większej szerokości pasma i dodatkowego czasu.

Urządzenia USB to albo *koncentratory* (ang. *hub*), albo *urządzenia funkcyjne* (ang. *function*). Urządzenia funkcyjne to właściwe urządzenia peryferyjne: klawiatura, mysz, kamera, drukarka, telefony itd. Koncentrator wprowadza dodatkowe punkty przyłączeniowe, umożliwiające dołączenie do magistrali dalszych urządzeń funkcyjnych lub koncentratorów. Port komputera PC to *koncentrator główny* (ang. *root hub*). Wyznacza on punkt początkowy magistrali. Większość płyt głównych ma dwa, trzy lub cztery porty USB. Każdy z nich można łączyć z urządzeniami funkcyjnymi lub dodatkowymi koncentratorami. Zasadniczo na każdy koncentrator główny przypadają po dwa porty USB.

W niektórych komputerach jeden lub dwa porty USB umieszcza się na przedniej ścianie obudowy, co ułatwia podłączanie urządzeń, które nie są stałym elementem systemu — jak kamery cyfrowe lub czytniki kart pamięci. Zewnętrzne koncentratory (nazywane też koncentratorami rodzajowymi) to przede wszystkim rozdzielacze połączeń. Można do nich przyłączać kolejne urządzenia, tworząc układ gwiazdowy. Każdy punkt przyłączeniowy koncentratora określa się jako *port* (ang. *port*). Większość koncentratorów ma cztery lub osiem portów, dopuszczalna jest jednak większa ich liczba. Jeżeli wymagana jest większa ilość połączeń, do portów koncentratora można przyłączać dalsze koncentratory. Koncentrator odpowiada zarówno za komunikację, jak i dostarczanie zasilania do przyłączanych do niego urządzeń.

Koncentrator to jednak nie tylko dodatkowe gniazda. Koncentrator może również zapewniać zasilanie urządzeń peryferyjnych. Po automatycznym wykryciu podłączenia nowego urządzenia, koncentrator dostarcza 0,5 W mocy, co ma umożliwić inicjalizację urządzenia. Oprogramowanie zainstalowane na komputerze może później podwyższyć ilość dostarczanej energii do wielkości niezbędnej do pracy urządzenia. Górną granicą jest 2,5 W.

Różne urządzenia USB wymagają zasilania różną mocą, mierzoną w miliamperach (mA). Urządzenia USB zasilane wyłącznie z magistrali (nieposiadające własnego zasilania sieciowego ani baterijnego) mogą wymagać nawet 500 mA (to maksymalna moc dostępna za pośrednictwem portu USB) albo zaledwie 100 mA (i mniej). Urządzenia z własnym zasilaniem również pobierają pewną moc z portu USB, ale zazwyczaj są to wartości rzędu 2 mA i mniej.

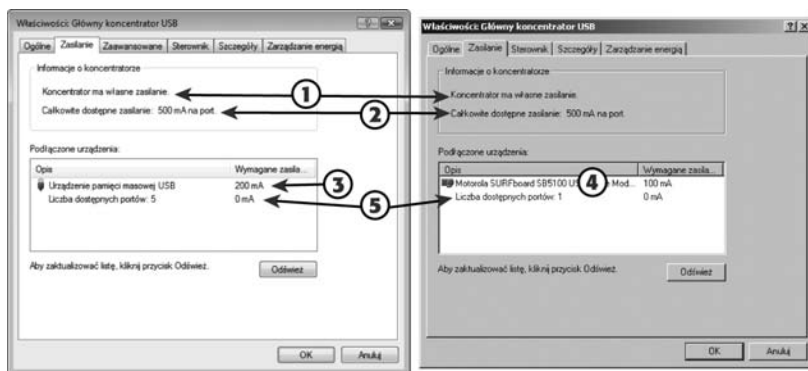
Wcielenie do USB cech technologii PnP pozwala systemowi odpytywać podłączone urządzenia o ich wymagania co do zasilania i wystosowywać ostrzeżenia w przypadku, kiedy dopuszczalne poziomy mocy zostają przekroczone. Jest to szczególnie istotne w przypadku USB w systemach przenośnych (laptopy itd.), ponieważ pozwala na ograniczanie energii alokowanej dla urządzeń zewnętrznych podłączonych przez USB.

Koncentratory główne i koncentratory z własnym zasilaniem (baterijnym albo sieciowym) udostępniają na każdym porcie pełne 500 mA mocy. Jednak koncentratory zasilane z magistrali (czyli pozbawione własnego zasilania baterijnego czy sieciowego) pozwalają rozprawić na porty już zaledwie po 100 mA, bo same korzystają z mocy udostępnianej na porcie USB i rozdzielają tę moc na wszystkie pozostałe. Podłączenie do takiego koncentratora urządzenia zasilanego z USB może się okazać nieskuteczne. W najgorszym przypadku może dojść do uszkodzenia tego urządzenia — na przykład wiele tzw. kluczy USB (pamięci Flash), wymagających do poprawnej pracy zasilania prądem od 200 mA do 500 mA, można uszkodzić przez podłączenie do koncentratora zasilanego z magistrali USB (który oferuje po 100 mA na port). Niektórzy producenci zabezpieczają swoje urządzenia przed skutkami takich podłączeń, ale osobiście nigdy nie podłączam pamięci Flash USB ani czytnika kart na USB do koncentratora nieposiadającego własnego zasilania.

Aby określić wymagania prądowe danego urządzenia USB przed zakupem, należałoby zapoznać się ze specyfikacją urządzenia albo skontaktować się z jego producentem. Aby określić moc dostępną na poszczególnych portach, a także bieżące zużycie prądu przez urządzenia podłączone do poszczególnych portów, wystarczy w systemie Windows otworzyć Panel sterowania i poszukać w Menedżerze urządzeń kart właściwości dla każdego z koncentratorów głównych; na kartach tych znajdują się zakładki *Zasilanie*. Jest tam podany typ koncentratora (zasilany z magistrali albo z zasilaniem własnym) oraz ilość energii przydzielanej na port. W sekcji dołączonych urządzeń widać wszystkie urządzenia podłączone do koncentratora, wraz z wymaganą przez nie mocą (jak na rysunku 15.2).

Rysunek 15.2.

Przykłady monitorowania parametrów zasilania koncentratora i urządzeń podłączonych do portów USB w systemach Windows Vista (po lewej) i Windows XP (po prawej)



1. Typ koncentratora
2. Zasilanie (na port)
3. Urządzenia dużego poboru mocy
4. Urządzenia małego poboru mocy
5. Pozostałe porty

Z racji dużej rozpiętości wymagań rozmaitych urządzeń USB co do zasilania, a także ze względu na ryzyko uszkodzenia w przypadku podłączenia do niewłaściwego koncentratora osobiście zalecałbym stosowanie wyłączanie koncentratorów posiadających własne zasilanie, nigdy zaś koncentratorów zasilanych z magistrali. Warto pamiętać, że niektóre koncentratory USB dostępne w sklepach nie posiadają swojego zasilacza sieciowego; można też jeszcze natknąć się na koncentratory obsługujące USB 1.1. Taki koncentrator będzie obsługiwał podłączone do niego urządzenia klasy USB 2.0 z prędkością typową dla USB 1.1.

Urządzenia pobierające moc większą niż 100 mA (na przykład kamery internetowe czy urządzenie pamięci masowej pokazane na rysunku 15.2) muszą być podłączane do koncentratorów głównych albo do koncentratorów posiadających własne zasilanie — świetnie nadają się do tego koncentraty montowane na przykład w niektórych klawiaturach i w monitorach.

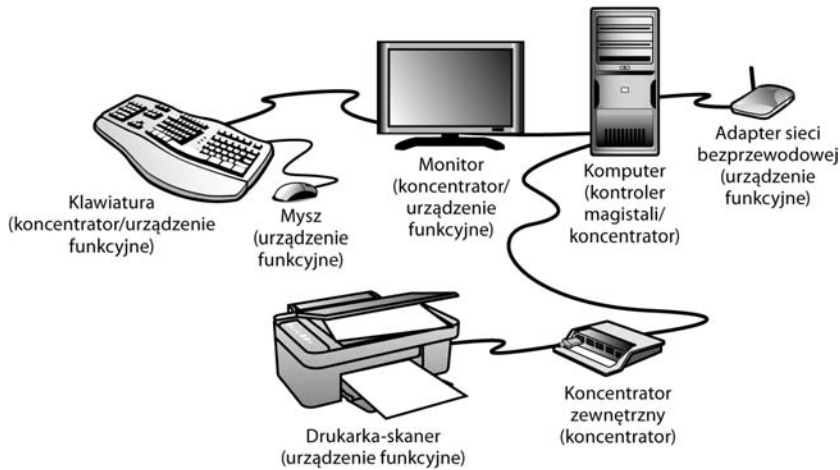


Ostrzeżenie

Jeśli urządzenie podłączone do koncentratora z własnym zasilaniem przestanie działać, należy sprawdzić, czy koncentrator faktycznie jest podłączony do zasilania — może poluzowała się wtyczka, a może zasilacz koncentratora uległ uszkodzeniu. W takich przypadkach koncentrator zmienia się z zasilanego zasilaniem własnym na koncentrator zasilany z magistrali i może udostępniać na portach jedynie po 100 mA zamiast po 500 mA.

Nowy koncentrator otrzymuje jednoznaczny adres. Koncentratory można łączyć kaskadowo, tworząc w ten sposób do pięciu poziomów magistrali (patrz rysunek 15.3). Koncentrator pracuje jako dwukierunkowy wtórnik (wzmacniak), w zależności od potrzeb powielając sygnały USB zarówno „w górę” (do komputera), jak i „w dół” (do urządzeń). Przekazywane sygnały są monitorowane — koncentrator wykrywa sygnały kierowane do niego i wykonuje polecenia sterujące. Wszystkie pozostałe transakcje są przekazywane urządzeniom. Na rysunku 15.3 kontrolerem magistrali jest komputer PC. Koncentratorami są komputery PC, samodzielne koncentratory USB (z własnym zasilaniem) oraz urządzenia zawierające wbudowany koncentrator USB. Urządzeniami funkcyjnymi są zaś urządzenia USB podłączane do koncentratorów USB (głównych i zewnętrznych).

Rysunek 15.3.
Typowy komputer PC może współpracować z wieloma urządzeniami USB przyłączanymi do wielu różnych koncentratorów w konfiguracji dostosowanej do wymagań środowiska pracy



 **Uwaga**

Koncentratory USB 1.1 obsługują transfery z prędkościami 12 Mb/s (tryb full-speed) oraz 1,5 Mb/s (tryb ow-speed). Koncentrator USB 2.0 obsługuje oba tryby typowe dla standardu USB 1.1 (12 Mb/s i 1,5 Mb/s) oraz macierzysty tryb urządzeń USB 2.0 o prędkości transferu do 480 Mb/s (tzw. tryb high-speed).

Największa dopuszczalna długość kabla łączącego dwa urządzenia, lub urządzenie i koncentrator, korzystające z tak zwanego trybu high-speed (USB 2.0 — 480 Mb/s) albo z trybu pełnej szybkości przesyłania danych (USB 2.0 i 1.1 — 12 Mb/s) to 5 metrów. Wymagany jest wówczas kabel ekranowany, oznaczony cyfrą 20. Największa dopuszczalna długość kabla dla urządzeń o niskiej szybkości komunikacji (1,5 Mb/s) to 3 metry. Stosowany jest wówczas kabel nieekranowany. Jeżeli połączenie jest krótsze, można stosować inne rodzaje kabli (patrz tabela 15.5).

Tabela 15.5. *Największa dopuszczalna długość dla różnych typów kabli*

Oznaczenie kabla	Oporność	Dopuszczalna długość
28	0,232 Ω/m	0,81 m
26	0,145 Ω/m	1,31 m
24	0,091 Ω/m	2,08 m
22	0,057 Ω/m	3,33 m
20	0,036 Ω/m	5,00 m

Mimo że USB 1.1 nie zapewnia równie dużej wydajności jak połączenia FireWire lub SCSI, pozostaje magistralą więcej niż wystarczającą dla urządzeń, pod kątem których została zaprojektowana. Przepustowość wersji 2.0 jest 40-krotnie większa i pozwala przesyłać dane z szybkością 480 Mb/s, czyli 60 MB/s, dzięki czemu nieźle nadaje się do podłączania zewnętrznych dysków twardych, kart pamięci Flash, drukarek fotograficznych i skanerów. Z nielicznymi wyjątkami praktycznie wszystkie współczesne płyty główne oraz karty rozszerzeń USB obsługują szybszy tryb USB 2.0 (Hi-Speed USB). Większość koncentratorów magistrali USB dostępnych na rynku

również cechuje się zgodnością z USB 2.0, choć do dziś kilku producentów sprzedaje również koncentratory USB 1.1. Dodatkową zaletą tej specyfikacji jest wprowadzenie możliwości współbieżnego przesyłania danych, co pozwoli nawet urządzeniom USB 1.1 przysłać równocześnie dane, bez blokowania magistrali.

►► Więcej informacji o USB 2.0 można znaleźć w podrozdziale „USB 2.0/Hi-Speed USB” na stronie 1032.

Rodzina specyfikacji USB (USB 1.1, USB 2.0 i USB On-the-Go) obejmowała rozmaite rodzaje wtyczek i gniazd, wprowadzane na przestrzeni lat rozwoju standardu. Pierwotnie zdefiniowano cztery główne rodzaje złączy: *serii A*, *serii B*, *Mini-A* i *Mini-B*. Złącza serii A służą do łączenia urządzenia ze stacją główną lub koncentratorem. W ten typ wyposażone są niemal wszystkie koncentratory i porty USB płyt głównych. Złącza serii B zaprojektowane zostały dla urządzeń i umożliwiają częste ich odłączanie. Złącza „mini” są mniejsze od zwyczajnych i jako takie zostały przewidziane głównie do stosowania w mniejszych urządzeniach, jak aparaty cyfrowe, komputerki PDA czy odtwarzacze muzyczne. Dla urządzeń USB On-the-Go opracowano złącze Mini-AB, pozwalające urządzeniu występować zarówno jako urządzenie nadrzędne, jak i jako urządzenie (względem drugiego podłączonego urządzenia) podrzędne magistrali.

W kwietniu 2006 roku do grona oficjalnych złączy dołączyły złącza Micro-B i Micro-A, a w maju następnego roku z listy zatwierdzonych złączy standardu USB usunięto złącza Mini-A i Mini-B. Dlatego urządzenia, które pojawiły się po pierwszej połowie 2007 roku powinny wykorzystywać wyłącznie nowy oficjalny zestaw złączy: A, B, Mini-B, Micro-B i Micro-AB (Micro-AB tylko w produktach OTG).

Wszystkie typy wtyków USB są stosunkowo małe. W przeciwieństwie do typowych wtyków tradycyjnych portów szeregowych i równoległych, mocowanie w gnieździe USB nie jest wzmacniane śrubami czy zaciskami. Nie ma też wystających cienkich nóżek, które mogą się zgiąć czy ułamać. Cechy te zapewniają użytkownikowi dużą wygodę. Na rysunku 15.4 widać gniazda USB poszczególnych rodzajów, wraz z pasującymi do nich wtyczkami USB.

Gniazdo *Mini-AB* umożliwia korzystanie z wtyków Mini-A i Mini-B. Analogicznie gniazdo Micro-AB jest gniazdem uniwersalnym, do którego pasują wtyczki Micro-A i Micro-B (nie istnieje samodzielne gniazdo Micro-A). Nowsze wtyki i gniazda Mini i Micro mają wewnątrz elementy plastikowe, które — zgodnie ze specyfikacją — winny być oznaczone kolorami (patrz tabela 15.6).

W tabelach 15.7 i 15.8 przedstawiony jest rozkład styków i kolory poszczególnych żył kabli USB. Większość komputerów ze złączami USB ma z tyłu jedną lub dwie pary gniazd serii A. W niektórych jedna lub dwie pary złączy są dostępne na przedniej ścianie obudowy, co ułatwia przyłączanie urządzeń wykorzystywanych przez krótki czas.

Magistrala USB pozostaje zgodna ze specyfikacją *Plug and Play* firmy Intel, co obejmuje również funkcję *hot plugging*, a to oznacza, że urządzenia mogą być przyłączane dynamicznie, bez wyłączania zasilania czy ponownego uruchamiania komputera. Po włożeniu wtyku do gniazda, kontroler USB komputera wykrywa urządzenie, po czym automatycznie rozpoznaje i przypisuje mu niezbędne zasoby i programy obsługi.

Systemy Windows 95B i 95C wyposażone zostały w podstawowe mechanizmy obsługi USB 1.1. Odpowiednich sterowników nie znajdziemy we wcześniejszych wersjach, Windows 95 i 95A. Instalacja Windows 95B wymaga samodzielnego zainstalowania sterownika dołączonego na dysku instalacyjnym. Jest on w pełni włączony jedynie do ostatniej odmiany, Windows 95C. Wiele urządzeń USB nie będzie pracować z **jakąkolwiek** odmianą Windows 95, nawet po zainstalowaniu sterowników USB.

W Windows 98 i nowszych obsługa USB 1.1 jest standardem. Dodatkowych sterowników wymaga natomiast obsługa USB 2.0. W większości przypadków można je pobrać z witryny firmy Microsoft przy użyciu funkcji Windows Update. Oczywiście system Windows Vista obsługuje standard USB 2.0.

Aby korzystać z klawiatury lub myszy USB (i urządzeń pokrewnych) niezbędna jest obsługa USB przez BIOS komputera. Zapewniają to wszystkie płyty główne z wbudowanymi portami USB. Dla komputerów starszych można zakupić karty PCI lub PCMCIA (PC Card). Poza obsługą drukarek, zewnętrznym pamięci masowych, modemów, skanerów, telefonów i kontrolerów gier umożliwią one również korzystanie z klawiatury, myszy czy trackballa USB.

Rysunek 15.4.
Wtyczki i gniazda USB

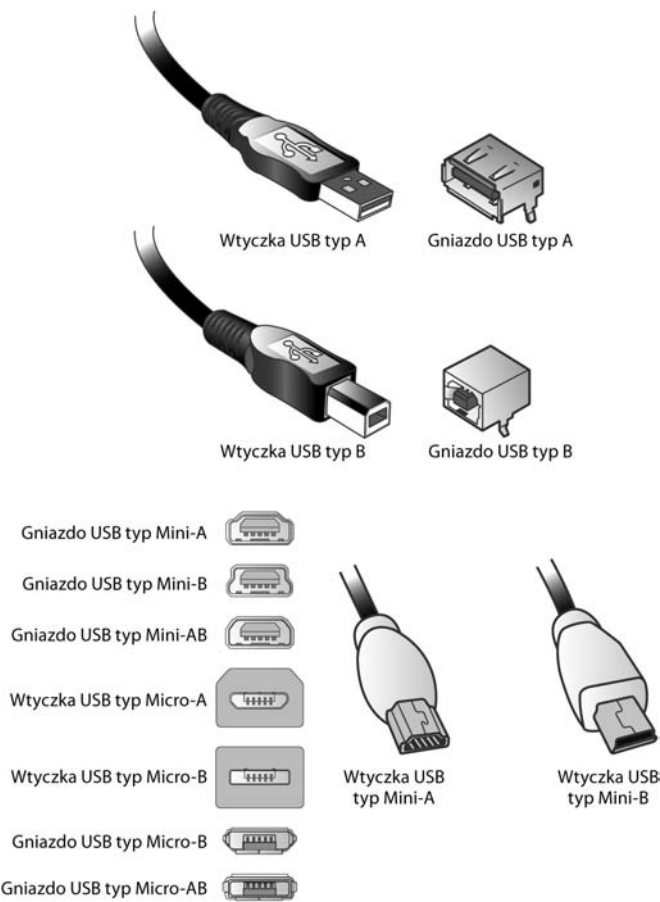


Tabela 15.6. *Oznaczenia miniaturowych wtyków i gniazd USB*

Złącze	Kolor
Gniazdo Mini-A	Biały
Wtyk Mini-A lub Micro-A	Biały
Gniazdo Mini-B lub Micro-B	Czarny
Wtyk Mini-B lub Micro-B	Czarny
Gniazdo Mini-A/B lub Micro-AB	Szary

Tabela 15.7. *Rozkład styków dla złączy serii A i B*

Numer	Nazwa	Kolor przewodu	Opis
1	<i>VBUS</i>	Czerwony	Zasilanie
2	<i>– Data</i>	Biały	Dane
3	<i>+ Data</i>	Zielony	Dane
4	<i>Ground</i>	Czarny	Uziemienie
Ośłona	<i>Shield</i>	—	Ekran

Tabela 15.8. Rozkład styków dla złączy Mini-A i Mini-B

Numer	Nazwa	Kolor przewodu	Opis
1	<i>VBUS</i>	Czerwony	Zasilanie
2	<i>– Data</i>	Biały	Dane
3	<i>+ Data</i>	Zielony	Dane
4	<i>ID</i>	—	Identyfikacja A/B*
4	<i>Ground</i>	Czarny	Uziemienie
Ośłona	<i>Shield</i>	—	Ekran

* Używany do rozróżniania pomiędzy złączem Mini-A a Mini-B albo pomiędzy złączem Micro-A a Micro-B. We wtyku Mini-A lub Micro-A styk *ID* jest połączony z uziemieniem, we wtyku Mini-B lub Micro-B pozostaje nie połączony.

Inną zaletą specyfikacji USB jest automatyczne przypisywanie urządzeniom identyfikatorów, cecha znacznie ułatwiająca instalację — użytkownik nie musi wprowadzać oznaczeń ręcznie. Dodatkowo, urządzenia można przyłączać i odłączać bez wyłączania komputera ani nawet restartu systemu. Aby jednak zapobiec utracie danych przechowywanych w urządzeniach masowych USB, konieczne będzie użycie funkcji *Odlączenie lub wysuwanie urządzenia* lub *Bezpieczne usuwanie sprzętu*, dostępnej z poziomu paska zadań systemu Windows. Po kliknięciu ikony urządzenia z menu należy wybrać pozycję *Zatrzymaj*, a następnie kliknąć przycisk *OK* i przed odłączeniem urządzenia poczekać, aż system poinformuje o zatrzymaniu.



Uwaga

Co prawda urządzenia USB obsługują technologię PnP, ale niekiedy po podłączeniu urządzenia do komputera konieczne jest doinstalowanie sterowników odpowiednich dla tego urządzenia. Jeśli dokumentacja czy instrukcja do danego urządzenia zawiera nakaz uprzedniego zainstalowania oprogramowania, należy to zrobić, ponieważ w przeciwnym razie system nie będzie mógł zidentyfikować urządzenia. Ale jeśli nawet sterownik urządzenia znajduje się na dołączonej do urządzenia płycie, zalecałbym sprawdzenie, czy na stronie producenta udostępniane są zaktualizowane wersje sterowników.

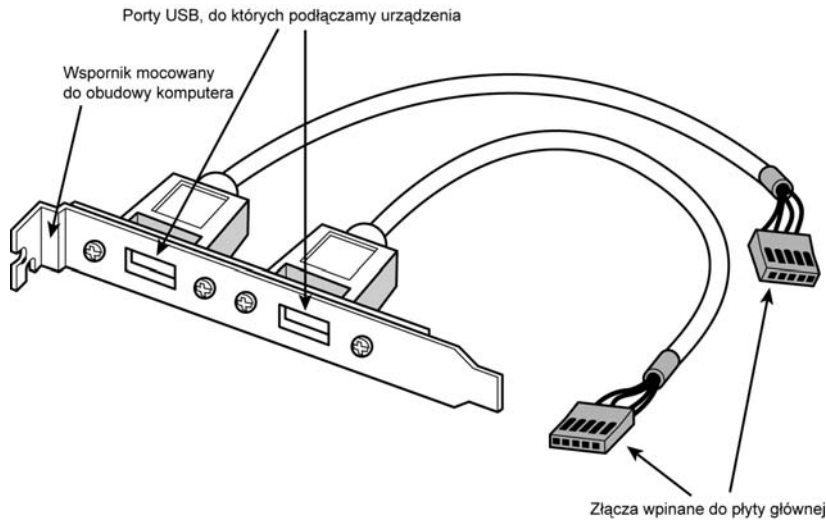
Włączanie obsługi USB

Wiele systemów wyprodukowanych jeszcze przed wprowadzeniem systemu Windows 98 w połowie 1998 roku miało porty USB, ale pozostawały one fabrycznie wyłączone. W wielu przypadkach, zwłaszcza w przypadku płyt głównych Baby-AT, nie ma możliwości stwierdzenia, bez zdejmowania obudowy, czy obsługa USB została w konstrukcji płyty uwzględniona. Płyty były sprzedawane bez odpowiednich kabli i złączy, wyprowadzanych na tylną ściankę obudowy komputera.

Jeżeli obsługa USB została wyłączona w BIOS-ie komputera, restartujemy komputer i wyszukujemy grupę ustawień (ekran) BIOS-u, w której umieszczone zostały opcje związane z USB. Zmieniamy ustawienie opcji „onboard USB” na „Enable”. Jeżeli dostępna jest osobna opcja, związana z IRQ, również powinniśmy ją włączyć. Po ponownym uruchomieniu komputera, jeżeli używamy systemu Windows 98 lub nowszego, „nowy” koncentrator główny powinien zostać automatycznie wykryty. Konsekwencją będzie automatyczne zainstalowanie odpowiednich sterowników. W przypadku późniejszych odmian systemu Windows 95 sterowniki trzeba najczęściej zainstalować samodzielnie. W pierwszym wydaniu systemu Windows XP nie zawarto sterowników USB 2.0 — były dostępne za pośrednictwem witryny aktualizacji systemu oraz w kolejnych pakietach serwisowych. Posiadacze takich systemów powinni zaktualizować system za pomocą mechanizmów aktualizacji Windows. Do niektórych kart USB 2.0 dołączane są osobne sterowniki udostępniane przez producentów kart.

Jeżeli komputer został wyposażony w złącza USB, „nowe” porty będzie można wykorzystać od razu po zainstalowaniu programów obsługi USB. Jeżeli złącza nie zostały do płyty głównej dołączone, musimy wybrać się do sklepu. Warto wcześniej sprawdzić układ złącza na płycie głównej. Złącze standardowe to dwa rzędy po pięć styków. Jeżeli nie ma możliwości zakupu odpowiedniego elementu u producenta płyty głównej lub komputera, dzwoniśmy do najbliższych sklepów. Rysunek 15.5 przedstawia typowy zestaw przeznaczony do połączenia z płytą główną i montażu na tylnej ścianie obudowy komputera.

Rysunek 15.5.
Typowy zestaw portów USB przyłączany do płyty głównej



Jedną z największych zalet interfejsu USB jest to, że w każdej konfiguracji wykorzystuje tylko jedną linię przerwania (IRQ) komputera. Oznacza to, że żadne ze 127 urządzeń, ile teoretycznie możemy przyłączyć do jednej magistrali, nie będzie wymagało przydzielania dodatkowych zasobów. Nie byłoby to możliwe, gdyby każde z nich korzystało z osobnego złącza.

Interfejs USB może też zostać przystosowany do starszych urządzeń peryferyjnych. Więcej informacji na ten temat zawarto w dalszej części rozdziału w podpunkcie „Adaptery USB”.

USB 2.0/Hi-Speed USB

USB 2.0 (nazywane też Hi-Speed USB) to rozszerzenie specyfikacji USB 1.1, zapewniające pełną zgodność ze starszymi urządzeniami. Wykorzystywane są te same kable, złącza i interfejs programowy. Nowa specyfikacja umożliwia jednak 40-krotnie szybszą komunikację niż wersje 1.0 i 1.1. Duża szybkość komunikacji umożliwia wykorzystanie tych samych, zgodnych z *Plug and Play*, metod instalowania urządzeń do przyłączania wysokiej rozdzielczości kamer videokonferencyjnych (WWW), skanerów i drukarek. Z punktu widzenia użytkownika, USB 2.0 nie różni się od USB 1.1 niczym, za wyjątkiem możliwości korzystania z szerszej gamy urządzeń. Wszystkie urządzenia USB 1.1 mogą pracować z magistralą USB 2.0 — dostępne są oba zdefiniowane wcześniej tryby wymiany danych. Zestaw trybów komunikacji magistrali USB 2.0 podsumowuje tabela 15.9.

Tabela 15.9. *Szybkości przesyłania danych USB*

Interfejs	Szybkość w megabitach na sekundę	Szybkość w megabajtach na sekundę
USB 1.1 mała szybkość	1,5 Mb/s	0,1875 MB/s
USB 1.1 pełna szybkość	12 Mb/s	1,5 MB/s
USB 2.0 duża szybkość	480 Mb/s	60 MB/s

Jeśli płyta główna lub komputer dysponuje portami zgodnymi ze standardem USB 2.0 (Hi-Speed USB), może być konieczne włączenie ich obsługi w układzie BIOS i zainstalowanie odpowiedniego sterownika. W przeciwnym razie tego typu porty zostaną rozpoznane jako zgodne ze standardem USB 1.1.

◀◀ Szczegóły można znaleźć w podrozdziale „Konfiguracja USB”, znajdującym się na stronie 508.

Obsługa szybkich urządzeń standardu USB 2.0 wymaga obecności w systemie koncentratora USB 2.0. Do magistrali wciąż można przyłączać koncentratory USB 1.1, jednak wszystkie podłączone do nich urządzenia i kolejne koncentratory nie będą mogły uzyskać większej szybkości komunikacji niż dopuszczalna dla USB 1.1,

12 Mb/s (1,5 MB/s). Urządzenia przyłączone do koncentratorów USB 2.0 będą mogły korzystać z pełnej wydajności 480 Mb/s (60 MB/s). Wyższe szybkości przesyłania są negocjowane z każdym urządzeniem niezależnie. Jeżeli pewne urządzenie nie umożliwia pracy z wyższą szybkością, pozostaje przy wolniejszym trybie komunikacji.

Koncentrator USB 2.0, który pozwala korzystać z transakcji o dużej szybkości, musi przekazywać dane do innych urządzeń USB 2.0, jak również urządzeń USB 1.1. Konieczność takiej współpracy wymusza większą złożoność koncentratora i konieczność buforowania odbieranych danych. Przy komunikacji między urządzeniami USB 2.0, rola koncentratora ogranicza się do powielania sygnałów. Gdy podejmowane są próby komunikacji z urządzeniami USB 1.1, koncentrator musi buforować i zarządzać wymianą danych pomiędzy kontrolerem głównym USB 2.0 (wewnątrz komputera), a mniej wydajnym urządzeniem USB 1.1 za pomocą mechanizmu zwanego translatorem transakcji (TT). Funkcja ta powoduje, że urządzenia USB 1.1 mogą pracować jednocześnie z urządzeniami USB 2.0 bez wykorzystywania dodatkowej części pasma przepustowego. Niektórzy producenci kart rozszerzeń z portami USB 2.0 umieszczają na nich zarówno porty zewnętrzne, jak i wewnętrzne.

**Uwaga**

Jeśli koncentrator posiada tylko jedno urządzenie TT dla wszystkich obsługiwanych portów, wydajność dostępu do urządzeń USB 1.1 będzie wyraźnie zmniejszona. Aby osiągnąć najwyższą możliwą wydajność, należy zaopatrzyć się w taki koncentrator, który posiada osobne TT dla każdego portu USB. Oczywiście takie koncentratory są droższe niż modele z pojedynczym TT.

Jak sprawdzić, które urządzenia zostały przystosowane do obsługi danej wersji USB i czy uzyskały certyfikację forum implementatorów USB USB-IF (USB Implementers Forum)? Przede wszystkim należy poszukać znaków USB na urządzeniach — ich obecność świadczy o przejściu testów zgodności z USB, USB OTG albo Wireless USB.

USB On-The-Go

W grudniu 2001 roku forum USB-IF opublikowało suplement specyfikacji USB 2.0 nazwany *USB On-The-Go* (w skrócie USB OTG albo po prostu OTG). Był on związany z główną wadą USB: wymogiem pośrednictwa komputera PC w komunikacji między urządzeniami. Innymi słowy, nie można wykorzystać złącza USB lub Hi-Speed USB do połączenia dwóch kamer i wymiany zdjęć, jeżeli nie dysponujemy komputerem PC, który będzie zarządzał taką operacją. Urządzenia zgodne ze specyfikacją USB On-The-Go mają zachować swoje funkcje jako urządzenia USB, zyskując jednocześnie możliwość wymiany danych z innymi urządzeniami, które obsługują nowszy standard.

Mimo że funkcja ta może być wykorzystana przez urządzenia peryferyjne komputerów PC, została wprowadzona przede wszystkim z myślą o rynku elektroniki użytkowej, gdzie komputer nie zawsze jest dostępny. Korzystając z USB On-The-Go cyfrowe magnetowidy mogą wymieniać między sobą filmy, a elektroniczne organizery — listy kontaktów czy spotkań. Uzupełnienie specyfikacji USB 2.0 znacznie poszerza zakres zastosowań i możliwości złącza USB zarówno w świecie komputerów, jak elektroniki użytkowej.

Obecnie obowiązująca wersja USB OTG (wersja 1.3) została opublikowana w grudniu 2006 roku; ujęła ona szereg zmian w stosunku do poprzednich edycji, w tym wspomniane już zastąpienie złączy typu Mini złączami Micro. Wybór pomniejszonych portów w specyfikacji USB OTG 1.3 pozwala na konstruowanie mniejszych i poręczniejszych urządzeń przenośnych ze złączami USB.

Wireless USB

W obliczu upowszechniania się technologii magistrali szeregowej USB przy równoczesnym upowszechnianiu się bezprzewodowych sieci komputerowych mariaż technologii bezprzewodowej z szeregową był tylko kwestią czasu. Powstały nawet dwie konkurujące specyfikacje bezprzewodowego USB bazujące na różnych technologiach radiowych w paśmie UWB:

- ♦ CableFree USB,
- ♦ Certified Wireless USB.

Specyfikacja CableFree USB powstała w firmie FreeScale Semiconductor i zakłada wykorzystywanie sygnalizacji UWB-DS opracowanej przez UWB Forum. Technologia CableFree USB została jednak dość powszechnie zignorowana przez producentów sprzętu, a najbardziej udanym produktem angażującym tę technologię był bezprzewodowy koncentrator USB Belkin CableFree wprowadzony na rynek w 2006 roku.

Specyfikacja Certified Wireless USB została zaprezentowana przez komitet USB-IF w 2004 roku. W maju 2005 roku zaprezentowano wersję 1.0 specyfikacji, z licznymi uzupełnieniami i poprawkami. Certified Wireless USB wykorzystuje technologię radiową Wi-Media MB-OFDM, opracowaną przez WiMedia Alliance (www.wimedia.org), bazującą na częstotliwościach od 3,1 GHz do 10,6 GHz. Wykorzystanie częstotliwości w paśmie powyżej 2,4 GHz (wykorzystywanej przez większość sieci bezprzewodowych standardu 802.11) pozwala uniknąć interferencji z mnóstwem urządzeń używanych popularnie w domach i biurach. Dokonano też podziału wykorzystywanego pasma na kanały o szerokości 528 MHz, co pozwala na dostosowanie transmisji UWB do regulacji i restrykcji telekomunikacyjnych obowiązujących w różnych krajach.

Certified Wireless USB oferuje transmisje z prędkościami do 480 Mb/s (podobnymi, jak w przypadku przewodowej wersji USB w trybie Hi-Spee) w odległości do trzech metrów; powiększenie zasięgu transmisji do 10 metrów powoduje spadek prędkości transmisji do 110 Mb/s. Pierwsze produkty klasy Certified Wireless USB zostały wprowadzone na rynek w 2007 roku. Co ciekawe, i w tym przypadku pionierem była firma Belkin ze swoimi koncentratorami (dla przypomnienia, ta sama firma wprowadziła na rynek urządzenia konkurencyjnego standardu CableFree US).

Oba standardy bezprzewodowych magistral szeregowych wymagają od użytkownika poprzedzania transmisji operacją kojarzenia urządzeń, niejednokrotnie za pomocą jednorazowego połączenia kablowego; pozwala to na zestawienie bezpiecznego, szyfrowanego połączenia pomiędzy urządzeniami.

Adaptory USB

Jeżeli wciąż posiadamy różnorodne urządzenia peryferyjne starszego typu, ale z pewnych względów korzystne będzie podłączenie ich do złącza USB, możemy użyć różnego rodzaju przetworników. Dzięki nim port USB może zastąpić:

- ◆ port równoległy (drukarki),
- ◆ port szeregowy,
- ◆ adapter SCSI,
- ◆ adapter sieci Ethernet,
- ◆ złącze klawiatury i myszy,
- ◆ wyjście telewizyjne (video).

Większość z wymienionych adapterów to niewiele więcej niż kabel z wtykiem USB z jednej strony (umieszczany w porcie USB) i odpowiednim interfejsem z drugiej. W niektórych przypadkach do niezależnego adaptera.

To oczywiście pozory. Jeśli moduł jest urządzeniem jednoczęściowym, w jego wnętrzu ukryte są aktywne elementy elektroniczne. Korzystają one z zasilania magistrali i zapewniają odpowiednią konwersję sygnału. Jeśli dla urządzenia nie jest możliwe zainstalowanie odpowiedniej karty, zastąpienie jej za pomocą portu USB i adaptera jest znacznie lepsze niż brak możliwości użycia urządzenia. Przykładowo adapter zastępujący kartę Ethernet, umożliwia podłączenie komputera pozbawionego gniazd rozszerzających do urządzenia oferującego szerokopasmowy internet, takiego jak modem kablowy lub modem DSL.

Jednak rozwiązania tego rodzaju mają kilka wad. Adapter portu równoległego współpracuje wyłącznie z drukarką, ale już nie z innymi urządzeniami, np. skanerem, aparatem fotograficznym, zewnętrznym dyskiem itp. Zanim zakupimy jeden z tego rodzaju adapterów musimy upewnić się, że będzie pracował z naszym urządzeniem. Jeżeli urządzeń starego typu jest więcej, można rozważyć zakup specjalnego koncentratora, wyposażonego w zestaw różnych portów. Tego typu koncentratory USB czasami nazywa się *wielofunkcyjnymi*, *replikatorami portów USB* lub *stacjami dokującymi USB*. Będzie on oczywiście droższy niż zwykły koncentrator USB, może jednak okazać się rozsądnym rozwiązaniem, gdy porównamy wydatek z kosztem koncentratora i dwóch lub większej liczby adapterów.

Innym typem adaptera jest kabel do bezpośredniego łączenia komputerów, umożliwiający utworzenie prostej, dwukomputerowej sieci. Rozwiązanie to znajduje zastosowanie przy przesyłaniu plików. Połączenie USB będzie co najmniej tak dobre jak połączenie równoległe. Dostępne są również przełączniki USB, umożliwiające przyłączenie jednego urządzenia do dwóch komputerów. Warto zwrócić uwagę, że specyfikacja USB nie przewiduje ani połączenia bezpośredniego między komputerami, ani przyłączania jednego urządzenia do dwóch magistral USB.

IEEE 1394

Rada ds. Standardów Instytutu Inżynierów Elektroniki i Elektrotechniki (ang. *Institute of Electrical and Electronic Engineers*) ogłosiła specyfikację IEEE 1394 (lub, krócej, 1394) pod koniec 1995 roku. Była to 1394. specyfikacja ogłoszona przez tę organizację. Miała ona być odpowiedzią na wysokie wymagania w zakresie transmisji danych stawiane przez współczesne urządzenia multimedialne. Podstawową zaletą magistrali 1394 jest niezwykła szybkość, umożliwiająca przesyłanie dużych ilości danych. Połączenia IEEE 1394 zapewniają przepustowość sięgającą 400 Mb/s.

Odmiany magistrali 1394

Bieżąca wersja standardu 1394 to formalnie 1394a lub 1394a-2000, od roku, w którym została wprowadzona. Wersja 1394a rozwiązać ma właściwe pierwotnej specyfikacji problemy ze współdziałaniem urządzeń i zgodność. Nie uległa zmianie konstrukcja złączy i wydajność.

Urządzenia zgodne z rodziną specyfikacji 1394 (obejmującą również standard 1394b) pojawiły się na rynku z początkiem 2003 r. Początkowo standard ten oferował szybkość transmisji danych rzędu 800 Mb/s, ale w kolejnych wersjach może ona osiągnąć 3200 Mb/s. 1394b osiąga prędkości dużo wyższe niż obecne możliwości standardów 1394/1394a i będzie wykorzystywał również technologie sieciowe, takie jak szklane i plastikowe kable światłowodowe i UTP kategorii 5. Zastosowanie tych ostatnich będzie się wiązać ze zwiększeniem dopuszczalnej odległości między urządzeniami i poprawioną technologią przesyłania sygnałów. Zapewniona jest zarazem zgodność z urządzeniami 1394a.

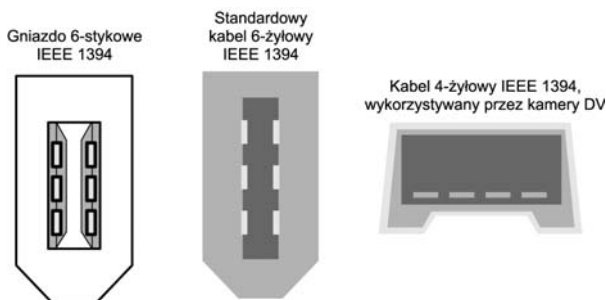
Do standardu 1394 odnoszą się również dwie inne, popularne nazwy: i.Link i FireWire. *i.Link* to nazwa wprowadzona przez firmę Sony i jest wynikiem dążenia do nadania technologii bardziej przyjaznej nazwy. Większość producentów sprzętu dla PC zaakceptowała tę inicjatywę. Początkowo nazwa *FireWire* była znakiem towarowym firmy Apple, która później zaczęła innym producentom udzielać na nią płatnej licencji. Jednak w maju 2002 r. firma Apple i organizacja 1394 Trade Association poinformowały o porozumieniu, które umożliwiło tej organizacji udzielanie darmowej licencji na znak towarowy FireWire, umieszczany na tych produktach zgodnych ze standardem 1394, które pomyślnie przeszły testy wykonywane przez organizację. Firma Apple w dalszym ciągu korzysta z nazwy FireWire, spełniającej funkcję marketingowego identyfikatora urządzeń opartych na standardzie IEEE 1394. Nazwy FireWire 400 i FireWire 800 odnoszą się odpowiednio do produktów firmy Apple zgodnych ze standardami IEEE 1394a i 1394b.

Zasady funkcjonowania magistrali 1394a

Specyfikacja IEEE 1394a przewiduje trzy szybkości przesyłania danych — 100 Mb/s, 200 Mb/s i 400 Mb/s (12,5 MB/s, 25 MB/s i 50 MB/s). Co prawda szybkości urządzeń mogą być różne, ale większość kart adapterów dla komputerów PC zapewnia obsługę prędkości 400 Mb/s (50 MB/s). Do jednej karty adaptera można przyłączyć do 63 urządzeń łączonych w łańcuch, z możliwością tworzenia rozgałęzień. W przeciwieństwie do USB, urządzenia 1394 mogą być przyłączane „jedno za drugim” bez stosowania koncentratorów. Koncentratory są jednak zalecane dla urządzeń dołączanych i odłączanych bez ponownego uruchamiania komputera. Wykorzystywane złącza oparte są na wykorzystywanych wcześniej w Nintendo GameBoy. Okablowanie jest 6-żyłowe: cztery przewody przenoszą dane, dwa zapewniają zasilanie. Połączenie z płytą główną zapewnia albo dedykowany interfejs IEEE 1394, albo karta adaptera PCI. Rysunek 15.6 przedstawia kabel, gniazdo i wtyk 1394/1394a.

Rysunek 15.6.

*Elementy magistrali
IEEE 1394: gniazdo,
kabel 6-żyłowy
i kabel 4-żyłowy*



Architektura 1394 została oparta na magistrali FireWire, która została stworzona w laboratoriach firm Apple i Texas Instruments. Magistrala 1394 wykorzystuje proste okablowanie sześćżyłowe z dwoma różnicowymi zegarami i liniami danych oraz dwoma żyłami zasilania. Widoczny na rysunku 15.6 kabel czterożyłowy wykorzystują urządzenia o własnym zasilaniu, takie jak kamery DV. Podobnie jak USB, magistrala 1394 jest w pełni zgodna z *Plug and Play*, z opcją *hot plugging*, czyli możliwością przyłączania i odłączania urządzeń bez wyłączania zasilania. W przeciwieństwie do znacznie bardziej złożonej magistrali SCSI, magistrala 1394 nie wymaga kończenia łańcucha (terminatorów), a urządzenia mogą pobierać z niej prąd o natężeniu do 1,5 A.

Topologia magistrali ma charakter łańcucha z opcjonalnymi rozgałęzieniami. Dopuszczalna liczba węzłów to 63, do każdego węzła można przyłączyć łańcuch 16 urządzeń. Jeżeli okaże się to niewystarczające, można skorzystać z możliwości utworzenia 1023 magistral mostkowanych, co pozwala na stworzenie układu łączącego 64 000 węzłów! Dodatkowo w magistrali 1394 dostępna jest możliwość obsługi urządzeń wymagających różnej szybkości przesyłania danych, korzystających z tej samej magistrali. Większość adapterów 1394 dysponuje trzema węzłami, z których każdy może obsłużyć 16 połączonych w łańcuch urządzeń. Niektóre adaptery zapewniają dodatkowo obsługę wewnętrznych urządzeń 1394.

Urządzenia przyłączane do komputera PC przy użyciu magistrali 1394 to przede wszystkim kamery wideo, wyposażenie do edycji wideo i wszystkie rodzaje napędów dysków: dyski twarde, napędy dysków magneto-optycznych, stacje dyskietek, napędy CD-ROM i nagrywarki DVD. Wbudowane interfejsy 1394 znajdziemy zarówno w kamerach cyfrowych, jak i w stacjach taśm, wysokiej rozdzielczości skanerach i innych wymagających dużej przepustowości urządzeniach. Magistrala 1394 jest instalowana w niektórych komputerach przenośnych i stacjonarnych jako uzupełnienie innych wysoko wydajnych magistral o dużej szybkości, takich jak USB.

Chipsety i adaptery PCI 1394 oferuje wielu producentów. Dostępne są również karty, na których znajdziemy zarówno złącza 1394, jak i inne rodzaje portów. Firma Microsoft zapewnia sterowniki magistrali 1394 dla wszystkich wersji Windows, od Windows 9x poczynając. Najpopularniejsze obecnie urządzenia IEEE 1394 to cyfrowe kamery wideo i magnetowidy. Jednym z pionierów była firma Sony, stosująca dla nowej technologii nazwę *i.Link*. Specyficzna jest nie tylko nazwa, ale i rodzaj użytego złącza. Przyłączenie 4-stykowego wtyku do standardowej karty adaptera wymaga dodatkowej „prześciółki” (w niektórych nowszych urządzeniach firmy Sony stosowane są standardowe 6-żyłowe złącza 139, ale wciąż pod nazwą *i.Link*). Inni więksi producenci urządzeń DV wykorzystujących komunikację IEEE 1394 to Panasonic, Sharp i JVC. Poza światem komputerów złącze 1394 jest stosowane w urządzeniach konferencyjnych DV do obsługi strumieni danych audio i wideo telewizji satelitarnej, w syntezatorach, odtwarzaczach DVD i innych urządzeniach pamięci masowych, które wymagają dużej szybkości.

Ze względu na to, że głównym zastosowaniem magistrali 1394 jest przesyłanie cyfrowego obrazu wideo, do wielu oferowanych obecnie kart FireWire dołącza się oprogramowanie do przechwytywania i edycji wideo. W połączeniu z kamerą DV i wyposażeniem do nagrywania, oprogramowanie to zapewnia dość duże możliwości w zakresie edycji wideo i łączenia obrazu z dźwiękiem.

Zasady funkcjonowania magistrali 1394b

IEEE 1394b jest drugą generacją standardu 1394. Pierwsze produkty oparte na standardzie 1394b (zewnętrzne dyski twarde o dużej wydajności) pojawiły się na rynku w styczniu 2003 r. W technologii tej wykorzystywany jest jeden z dwóch 9-żyłowych kabli i złączy obsługujących szybkości zawierające się w przedziale od 800 do 3200 Mb/s

(okablowanie miedziane lub światłowodowe). Poza oferowaniem większych szybkości przesyłania danych standard proponuje inne nowe funkcje. Oto one:

- ♦ *Samonaprawiające się pętle.* Jeśli w celu utworzenia pętli logicznej niepoprawnie połączy się ze sobą urządzenia 1394b, zamiast wystąpienia awarii — jak w przypadku standardu 1394a — interfejs 1394b usunie zaistniały problem.
- ♦ *Podwójna transmisja jednokierunkowa.* Każda z dwóch par żył przesyła dane do innego urządzenia, dzięki czemu szybkość pozostaje niezmienna.
- ♦ *Obsługa sieciowego okablowania światłowodowego i CAT 5, a także kabla miedzianego zgodnego ze standardami 1394a i 1394b.*
- ♦ *Poprawiony arbitraż sygnałów, umożliwiający uzyskanie lepszej wydajności i prowadzenie okablowania na większe odległości.*
- ♦ *Obsługa okablowania CAT 5, nawet mimo tego, że pary styków 1, 2, 7 i 8 są w nim używane wyłącznie w celu poprawienia niezawodności.* Nie jest wymagane stosowanie kabli krosujących.



Uwaga

System Windows Vista firmy Microsoft nie zawiera sterowników obsługujących standard 1394, ale zostaną one do niego dodane. W niektórych przypadkach można zresztą wykorzystać w systemie Windows Vista sterowniki przeznaczone dla systemu Windows XP 1394b.

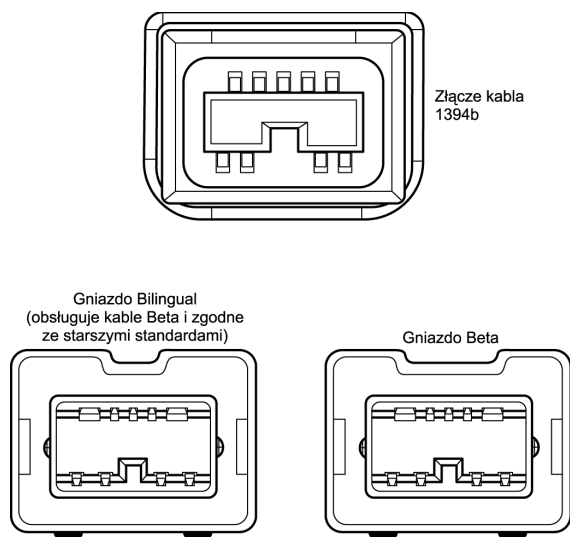
Wczesne implementacje standardu IEEE 1394b wykorzystywały 9-żyłowy interfejs, zawierający dwie pary żył sygnalizacyjnych. Aby jednak było możliwe podłączenie do portu 1394b urządzeń zgodnych ze standardem 1394a, powstały dwie różne wersje portu:

- ♦ Beta,
- ♦ Bilingual.

Złącza Beta obsługują wyłącznie urządzenia 1394b, natomiast złącza Bilingual zarówno urządzenia zgodne ze standardem 1394b, jak i 1394a. Na rysunku 15.7 widać, że złącza i kable mają jednakowe rozmieszczenie styków, ale różne wycięcia.

Rysunek 15.7.

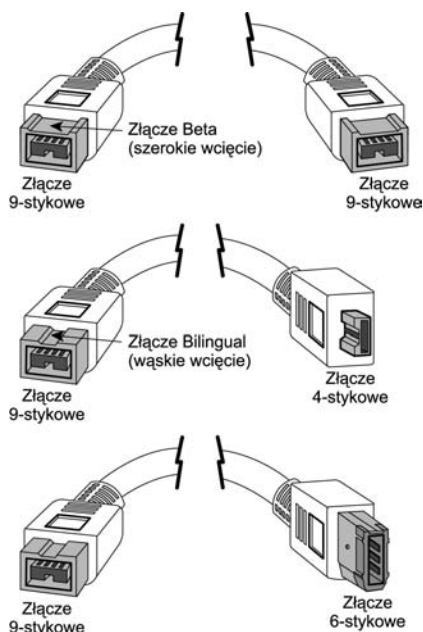
Złącza i kable Bilingual i Beta 1394b. Ze złączy obu typów korzysta się w wielu zastosowaniach opartych na standardzie 1394b



Warto zauważyć, że gniazda i kable Bilingual posiadają węższe wycięcie niż gniazda i kable Beta. Dzięki temu nie jest możliwe podłączenie kabla przeznaczonego dla urządzeń 1394a do gniazda Beta. Na rysunku 15.8 porównano kabel Beta-Beta 1394b z kablami Bilingual-1394a.

Rysunek 15.8.

Porównanie kabla
Beta-Beta (u góry)
z kablami
Bilingual-złącze
4-stykowe (w środku)
i Bilingual-złącze
6-stykowe (na dole),
stosowanymi
w urządzeniach 1394a



Porty szeregowe

Asynchroniczny interfejs szeregowy zaprojektowany został jako port służący do komunikacji między komputerami. Słowo *asynchroniczny* oznacza tu brak sygnału synchronizacji czy taktowania — kolejne znaki mogą być wysyłane w dowolnym odstępie czasu.

Każdy przesyłany przy wykorzystaniu połączenia szeregowego znak zostaje opatrzony dodatkowymi sygnałami, wskazującymi początek i koniec transmisji. Pojedynczy bit 0, *bit startowy*, umieszczany jest na początku — jest to informacja, że kolejnych osiem bitów to bajt przesyłanych danych. Zakończenie przesyłania znaku sygnalizuje jeden lub dwa *bity stopu*. Po stronie odbiorcy znaki rozpoznawane są w oparciu o sygnały startowy i stopu (a nie czas odebrania). Interfejs asynchroniczny zaprojektowany został pod kątem przesyłania znaków i 20% transmisji to informacje dodatkowe, umożliwiające rozpoznanie poszczególnych znaków.

Szeregowy oznacza przesyłanie danych przy użyciu pojedynczego przewodu. Kolejno przesyłane są pojedyncze bity informacji. Ten typ komunikacji powszechnie wykorzystuje się przy przesyłaniu danych łącami telefonicznymi.

Typowe lokalizacje portów szeregowych

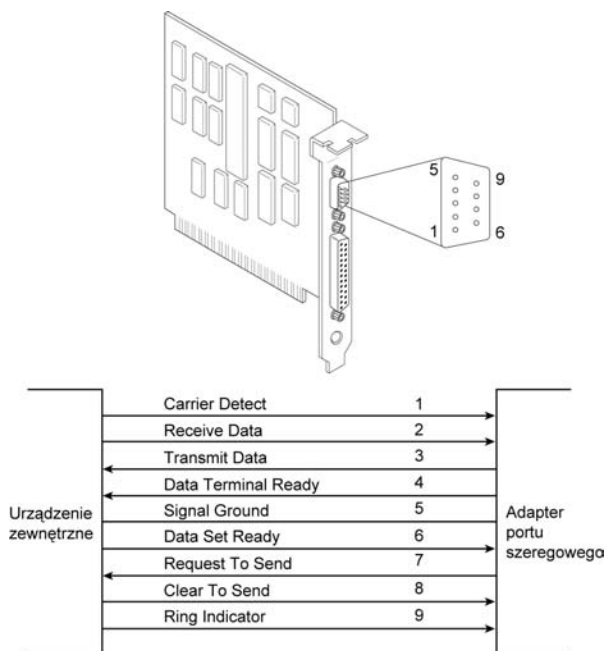
Typowe stacjonarne komputery PC posiadają jeden albo dwa porty szeregowy; ich złącza są zazwyczaj umieszczone na tylnej ścianie obudowy. Z kolei w laptopach zaprzestano montowania złącza szeregowego już jakiś czas temu i większość modeli nie zawiera portów szeregowych; w niektórych starszych komputerach montowano również porty szeregowy na panelu przednim, opisane jako złącza dla zdobywających wówczas popularność kamer cyfrowych, ale będące zwyczajnymi portami szeregowymi i działające jak zwyczajne porty szeregowy. Obecnie, jeśli komputer posiada w ogóle klasyczne porty szeregowy, są one obsługiwane przez zintegrowane układy mostka południowego płyty głównej.

Jeżeli pojawia się potrzeba korzystania z większej liczby portów szeregowych, można zakupić specjalną kartę, nazywaną najczęściej *Multi I/O*, która wzbogaci komputer o jeden lub dwa dodatkowe porty szeregowy i jeden lub dwa porty równoległe.

Niektóre modemy w postaci kart rozszerzeń również mogą posiadać port szeregowy jako składnik modemu (nie dotyczy to co prawda tak zwanych Win-modemów, czyli modemów programowych, z okrojoną implementacją sprzętową). Na rysunku 15.9 przedstawione jest standardowe, 9-stykowe złącze wykorzystywane przez większość nowoczesnych portów szeregowych. Na rysunku 15.10 widać stosowane pierwotnie złącze 25-stykowe.

Rysunek 15.9.

*Opis standardowego
9-stykowego złącza
portu szeregowego (AT)*



Porty szeregowy były swego czasu powszechnie stosowane do podłączania najrozmaitszych urządzeń: modemów, ploterów, drukarek, urządzeń dokujących, cyfrowych asystentów osobistych, innych komputerów, czytników kodu paskowego, wag i układów sterowania. Większość urządzeń podłączanych niegdyś przez port szeregowy obecnie wykorzystuje magistralę USB, wciąż jednak można znaleźć urządzenia z klasycznym interfejsem szeregowym.

Oficjalna specyfikacja RS-232 zaleca, aby długość kabla nie przekraczała 15 m. Czynnikiem ograniczającym jest całkowita pojemność kabla i obwodów wejściowych interfejsu. Największa dopuszczalna pojemność to 2500 pF (pikofaradów). Specjalne kable niskopojemnościowe umożliwiają stosowanie połączeń dłuższych, sięgających 150 m lub więcej. Dostępne są również wzmacniacze (lub wtórniki), umożliwiające dalsze zwiększanie odległości między urządzeniami. W tabelach 15.10, 15.11, 15.12 przedstawiony jest opis połączeń różnych rodzajów złączy szeregowych.



Uwaga

Starsze komputery Macintosh używały podobnego interfejsu szeregowego — RS-422 (nowsze maki z procesorami Power PC i wszystkie modele z procesorami nie posiadają już w ogóle portów szeregowych RS-422). Większość szeregowych, zewnętrznych modemów telefonicznych może pracować z oboma typami złączy. Gdy jednak mamy jakiegokolwiek wątpliwości, lepiej upewnić się, czy dany modem jest modemem przeznaczonym dla komputerów PC.

Układy UART

Sercem każdego portu szeregowego jest układ o nazwie *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART, uniwersalny asynchroniczny nadajnik-odbiornik). Realizuje on całość procesu zamiany oryginalnych danych, o naturze równoległej, na format komunikacji szeregowy, jak również procesu odwrotnego.

Rysunek 15.10.
*Opis standardowego
25-stykowego złącza
portu szeregowego*

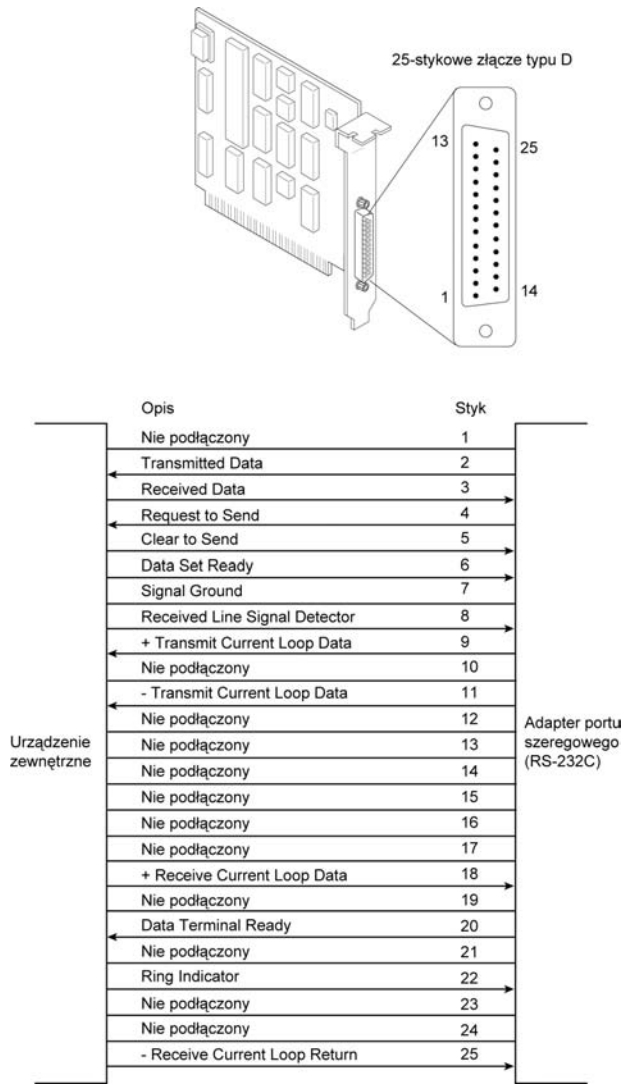


Tabela 15.10. Zestawienie styków 9-stykowego złącze portu szeregowego (AT)

Styk	Sygnał	Opis	Kierunek sygnału
1	CD	Wykrywanie sygnału nośnego.	Wejście
2	RD	Dane otrzymywane.	Wejście
3	TD	Dane wysyłane.	Wyjście
4	DTR	Urządzenie gotowe.	Wyjście
5	SG	Masa sygnałowa.	—
6	DSR	Gotowy zestaw danych.	Wejście
7	RTS	Gotowość wysyłania danych.	Wyjście
8	CTS	Gotowość przyjęcia danych.	Wejście
9	RI	Sygnał dzwonienia.	Wejście

Tabela 15.11. Zestawienie styków 25-stykowego złącze portu szeregowego (PC, XT i PS/2)

Styk	Sygnał	Opis	Kierunek sygnału
1	—	Masa ochronna.	—
2	TD	Dane wysyłane.	Wyjście
3	RD	Dane otrzymywane.	Wejście
4	RTS	Gotowość wysyłania danych.	Wyjście
5	CTS	Gotowość przyjęcia danych.	Wejście
6	DSR	Gotowy zestaw danych.	Wejście
7	SG	Masa sygnałowa (powrót).	—
8	CD	Wykrywanie sygnału nośnego.	Wejście
9	—	+ Transmisja (pętla prądowa).	Wyjście
11	—	– Transmisja (pętla prądowa).	Wyjście
18	—	+ Odbiór (pętla prądowa).	Wejście
20	DTR	Urządzenie gotowe.	Wyjście
22	RI	Sygnał dzwonienia.	Wejście
25	—	– Odbiór (pętla prądowa).	Wejście

Tabela 15.12. Połączenia adaptera złącza 25-stykowego dla gniazda 9-stykowego

9 styków	25 styków	Sygnał	Opis
1	8	CD	Wykrywanie sygnału nośnego.
2	3	RD	Dane otrzymywane.
3	2	TD	Dane wysyłane.
4	20	DTR	Urządzenie gotowe.
5	7	SG	Masa sygnałowa.
6	6	DSR	Gotowy zestaw danych.
7	4	RTS	Gotowość wysyłania danych.
8	5	CTS	Gotowość przyjęcia danych.
9	22	RI	Sygnał dzwonienia.

Na przestrzeni czasu podstawowy typ układu UART uległ jedynie kilku zmianom. Pierwsze komputery IBM PC i XT korzystały z układu 8250. Był on podstawą konstrukcji tanich kart szeregowych przez wiele lat. Wraz z wprowadzeniem systemów 16-bitowych zaczęto stosować UART 16450. Jediną różnicą między nimi jest poziom dostosowania do komunikacji o dużej szybkości. Dla większości oprogramowania oba układy pozostają identyczne. W komputerach IBM PS/2 wprowadzono model 16550, szybko przejęty przez systemy 386 i późniejsze. Innowacyjność układu 16550 polegała na wprowadzeniu 16-bitowego bufora danych, powszechnie określanego nazwą *FIFO* (ang. *First In First Out*, pierwsze dane wejściowe — pierwsze dane wyjściowe). Układ okazał się niedopracowany. Błędy poprawiono w wersji 16550A. Wersją najnowszą jest układ 16550D, wprowadzony w 1995 roku i produkowany przez firmę National Semiconductor.

◀◀ Zazrzyj do podrozdziału „Układy Super I/O” znajdującego się na stronie 387.

Kilka firm produkowało odmiany układu 16550, osiągającego maksymalną prędkość na poziomie 115 Kb/s, z powiększonymi buforami:

- ♦ 16650 ma bufor 32-bajtowy,
- ♦ 16750 ma bufor 64-bajtowy,

- ♦ 16850 ma bufor 128-bajtowy,
- ♦ 16950 ma bufor 128-bajtowy i może działać w trybie transmisji normalnej lub zwiększonej czterokrotnie.

Nie są to układy firmy National Semiconductor, jednak producenci zapewniają o zgodności z układem 16550. Wersje z rozbudowanym buforem umożliwiają pracę z szybkościami, odpowiednio, 230 kb/s (16650), 460 (16750) kb/s i 920 kb/s (16850 i 16950). Można je polecić, gdy wykorzystywane jest wysoko wydajne zewnętrzne łącze komunikacyjne, jak adapter terminala ISDN lub zewnętrzny modem 56 kb/s. Karty rozszerzeń z portami szeregowymi i równoległymi zawierającymi omawiane układy produkują między innymi firmy Lava Computer Mfg. i SIIG.

Karty portów szeregowych o dużej szybkości

Jeżeli używamy zewnętrznych urządzeń RS-232 zaprojektowanych do pracy z szybkościami wyższymi niż 115 kb/s (najwyższa szybkość układu 16550 i równoważnych), osiągnięcie pełnej wydajności uwarunkowane jest zastąpieniem standardowych portów szeregowych kartami rozszerzeń wyposażonymi w układy 16650, 16750, 16850 lub 16950. Umożliwiają one korzystanie z szybkości portu sięgającej 230 kb/s, 460 kb/s lub wyższej. Ma to istotne znaczenie przy podłączaniu takich urządzeń jak adapter terminala ISDN. Jeżeli układ portu szeregowego nie zapewnia pracy z szybkością 230 kb/s, nie można w pełni wykorzystać możliwości zewnętrznego modemu ISDN (adaptera terminala).

Konfiguracja portu szeregowego

Port szeregowy wymaga, aby komputer obsługiwał każdy odbierany bajt danych. Sytuacja taka sygnalizowana jest za pośrednictwem linii żądania przerwania (IRQ, *interrupt request line*). Systemy z 8-bitową magistralą ISA mają osiem takich linii, systemy z 16-bitową magistralą ISA — 16 linii. Żądania przerwania standardowo obsługuje kontroler przerw 8259 lub układ równoważny. W konfiguracji standardowej port COM1 korzysta z linii IRQ 4, a port COM2 z linii IRQ 3. Dla zachowania zgodności przypisania te pozostają nie zmienione nawet w najnowszych systemach PC.

Instalacja portu szeregowego w komputerze wymaga określenia wykorzystywanych przezeń adresów wejścia-wyjścia (nazywanych portami wejścia-wyjścia) i linii żądania przerwania (IRQ). Dobierając takie przypisania, można pozostać przy ustawieniach standardowych, przedstawionych w tabeli 15.13.

Tabela 15.13. Standardowe adresy wejścia-wyjścia i numery przerw portów szeregowych

Port COM	Porty wejścia-wyjścia	IRQ
COM1	3F8 – 3FFh	IRQ 4
COM2	2F8 – 2FFh	IRQ 3
COM3	3E8 – 3EFh	IRQ 4 ¹
COM4	2E8 – 2EFh ²	IRQ 3 ¹

¹ Warto zwrócić uwagę, że chociaż wiele portów szeregowych może zostać skonfigurowanych tak, aby współużytkowały IRQ 3 i 4 z portami COM1 i COM2, nie jest to zalecane. Jako alternatywne numery przerw można polecić IRQ 10 dla portu COM3 i IRQ 11 dla portu COM4 (o ile są dostępne). Jeżeli zamierzamy korzystać z więcej niż trzech portów szeregowych, polecić można zakup specjalnej karty z wieloma portami szeregowymi, najlepiej ze złączem PCI, która zapewni możliwość współużytkowania przerw bez konfliktów między urządzeniami.

² Ten adres wejścia-wyjścia może znaleźć się w konflikcie z rejestrami niektórych kart graficznych. W takiej sytuacji z portu COM4 nie będzie można skorzystać do momentu takiego skonfigurowania jego lub karty graficznej, że urządzenia te będą używać różnych zakresów adresowych portów wejścia-wyjścia.

Pamiętajmy, że gdy dołączamy do komputera więcej niż dwa podstawowe porty szeregowo (COM1 i COM2), powinny one mieć własne, niezależne numery przerw. Jeżeli instalujemy kartę portów szeregowych, nie powinna ona korzystać z przerw IRQ 3 i IRQ 4. Najnowsze karty adapterów, korzystające z magistrali PCI, umożliwiają współużytkowanie przez porty pojedynczego numeru IRQ bez konfliktów między nimi.

Producenci BIOS-ów nigdy nie włączają do nich obsługi portów COM3 i COM4. Uniemożliwia to korzystanie z dodatkowych portów w systemie DOS, którego podsystem wejścia-wyjścia opiera się na danych BIOS-u. BIOS identyfikuje zainstalowane urządzenia w trakcie inicjalizowania komputera. Wówczas rozpoznawane są tylko 2 pierwsze porty. Nie stanowi to problemu w systemie Windows 95 i późniejszych, których podsystem wejścia-wyjścia zapewnia obsługę 128 portów.

Standardowa w systemie Windows możliwość obsługi 128 portów ułatwia korzystanie z kart wieloportowych. Zapewniają one komputerowi możliwość wymiany danych z wieloma urządzeniami przy użyciu tylko jednego złącza i jednego numeru przerwania.

**Ostrzeżenie**

Współużytkowanie przerwań przez porty COM — lub inne urządzenia — funkcjonuje poprawnie jedynie w pewnych konfiguracjach. Nie zaleca się współużytkowania przerwań przez porty, których komunikacja z systemem opiera się na architekturze ISA. Dotyczy to portów na płycie głównej i modemach (lub innych urządzeniach) ze złączem ISA. Nawet jeżeli praca takiego układu jest możliwa, wyszukiwanie sterowników, poprawek do sterowników i najróżniejszych uaktualnień to zajęcie niezwykle frustrujące i czasochłonne.

◀◀ Zajrzyj do podrozdziału „Rozwiązywanie konfliktów zasobów” znajdującego się na stronie 441.

Testowanie portów szeregowych

Konfigurację portów szeregowych i równoległych można poddać kilku prostym testom. Są to zarówno testy wymagające wyłącznie odpowiedniego oprogramowania, jak i testy, w których wykorzystuje się dodatkowe elementy sprzętowe. Testy programowe umożliwiają narzędzia diagnostyczne, takie jak zakładka diagnostyki modemu w systemie Windows, natomiast testy sprzętowe obejmują między innymi zastosowanie specjalnej wtyczki wymuszającej zamknięcie linii i umożliwiającej test transmisji w tzw. pętli zwrotnej.

►► Zajrzyj do podpunktu „Testowanie przy użyciu pętli zwrotnej” znajdującego się na stronie 1044.

►► Zajrzyj do punktu „Testowanie portów równoległych” znajdującego się na stronie 1048.

Informacje o portach szeregowych w programie MSInfo32

Firma Microsoft dołączała do rozmaitych wersji systemu Windows program diagnostyczny, który można było wykorzystać również przy okazji testowania i konfigurowania portów szeregowych i równoległych. W systemach Windows NT i nowszych znajduje się narzędzie Informacje o systemie, znane też jako *WinMSD.exe* w systemie Windows NT albo *Msinfo32.exe* w systemach Windows 2000, XP i Vista. Dla systemów z rodziny MS-DOS 6.x, Windows 3.x, Windows 9x/Me dostępne było z kolei narzędzie Microsoft Diagnostics (MSD). Program Informacje o systemie jest kopiowany na dysk twardy komputera automatycznie przy instalacji systemów z rodziny Windows NT i nowszych. Aby go uruchomić, należy wywołać z menu *Start* polecenie *Run*, w okienku nazwy programu wpisać *Msinfo32*, a potem nacisnąć *OK*. Jeśli to nie zadziała, należy za pomocą narzędzia do wyszukiwania plików odnaleźć w systemie program *Msinfo32.exe* albo *WinMSD.exe* i uruchomić go z odnalezionej lokalizacji.

Za pomocą narzędzia Informacje o systemie można przeglądać dane o konfiguracji systemu, między innymi o typach posiadanych portów szeregowych; program poinformuje nas również o tym, jakie urządzenia wykorzystują poszczególne porty.

Takie narzędzia diagnostyczne są bardzo przydatne przy określaniu sprawności portów szeregowych i ich bieżącej konfiguracji.

Problemy z obsługą portów w systemie Windows

System Windows 9x/Me umożliwia określenie, czy porty szeregowo funkcjonują poprawnie. Pierwszą czynnością jest sprawdzenie, czy system operacyjny dysponuje niezbędnymi do obsługi portów plikami:

1. Sprawdzamy, czy w folderze *WINDOWS\SYSTEM* znajduje się 16-bitowy (*COMM.DRV*) i 32-bitowy sterownik portu szeregowego (*SERIAL.VXD*).
2. Sprawdzamy, czy w pliku *SYSTEM.INI* znajdują się następujące wpisy:

```
[boot]
comm.drv=comm.drv
[386enh]
device=*vcd
```

Warto pamiętać, że sterownik *SERIAL.VXD* nie jest ładowany poprzez użycie wpisu w pliku *SYSTEM.INI*. Odpowiedni wpis znajduje się w *Rejestrze*.

W przypadku systemów Windows 2000, XP i Vista:

Szukamy sterowników *SERIAL.SYS* i *SERENUM.SYS* w folderze *WINDOWS\SYSTEM32\DRIVERS* — to one obsługują w tych systemach urządzenia RS-232.

Jeżeli pliki sterowników wydają się nienaruszone, możemy sprawdzić, czy właściwie zostały określone adresy wejścia-wyjścia i numery IRQ. Wykonujemy w tym celu następujące czynności:

1. Klikamy prawym przyciskiem myszy ikonę *Mój komputer* na pulpicie i wybieramy polecenie *Właściwości*. Inną możliwością jest otwarcie elementu *Panelu sterowania* o nazwie *System*. Wywołujemy okno *Menedżer urządzeń*, podwójnie klikamy *Porty (COM i LPT)* i wybieramy sprawdzany port (np. COM1). W systemie Windows 2000 wywołanie menedżera urządzeń wymaga kliknięcia przycisku *Menedżer urządzeń* na zakładce *Sprzęt*.
2. Klikamy przycisk *Właściwości* i wywołujemy zakładkę *Zasoby*. Spowoduje to wyświetlenie bieżących ustawień zasobów sprzętowych portu.
3. Zwracamy uwagę na ramkę *Lista urządzeń powodujących konflikty*, gdzie mogą znajdować się informacje o konfliktach z innymi urządzeniami. W przypadku, gdy takie konflikty występują, klikamy przycisk *Zmień ustawienia* i wybieramy konfigurację, w której problem taki nie będzie występował. Może to wymagać kilku prób.
4. Jeżeli ustawienia zasobów nie mogą zostać zmienione, w większości wypadków umożliwi to program konfiguracyjny BIOS-u komputera. Restartujemy komputer, wchodzimy do programu konfiguracyjnego i zmieniamy przypisanie zasobów portu.

◀◀ Zajrzyj do podrozdziału „Rozwiązywanie konfliktów zasobów” znajdującego się na stronie 441.

Testowanie przy użyciu pętli zwrotnej

Test przy użyciu pętli zwrotnej to jeden z najlepszych testów diagnostycznych. Umożliwia pełne sprawdzenie poprawności funkcjonowania portu i dołączonego kabla. Może to być test wewnętrzny (cyfrowy) lub zewnętrzny (analogowy). Test wewnętrzny sprowadza się do odłączenia kabla i uruchomienia odpowiedniego modułu programu diagnostycznego.

Test zewnętrzny ma większą skuteczność. Wymaga użycia specjalnego wtyku umieszczanego w złączu badanego portu. W trakcie testu do portu przesyłane są dane, które wtyk pętli zwrotnej przekazuje do styków odbiorczych gniazda. Port jednocześnie wówczas wysyła i odbiera dane. Wtyk pętli zwrotnej nie zawiera żadnych elementów poza odpowiednimi połączeniami styków. Wtyk taki można często znaleźć w pakiecie z programem diagnostycznym. W innym przypadku można go kupić lub nawet zrobić samemu.

Zainteresowanych dalszym testowaniem portów szeregowych zachęcam do lektury rozdziału 22., „Diagnostyka, testowanie i konserwacja komputera PC”, w którym opisywane jest między innymi rozmaite oprogramowanie testujące firm trzecich.

Porty równoległe

Porty równoległe służą przede wszystkim do przyłączania drukarek. Choć takie mogło być założenie początkowe ich projektantów, rozwiązanie okazało się z czasem znacznie bardziej uniwersalne i znalazło zastosowanie jako stosunkowo wydajny (zwłaszcza, gdy porównamy go z tradycyjnymi portami szeregowymi) interfejs ogólnego przeznaczenia. Jednak we współczesnych komputerach porty USB 2.0 wyparły już niemal całkowicie klasyczne porty równoległe — przez USB podłącza się obecnie również skanery, drukarki i napędy dysków zewnętrznych. I konieczność posiadania i korzystania z portów równoległych pojawia się w zasadzie jedynie przy serwisowaniu i konserwacji starszego osprzętu i starszych systemów.

Nazwa „port równoległy” wynika z faktu, że do przesyłania każdego bajta danych wykorzystywanych jest 8 równoległych linii sygnałowych.

W tabeli 15.14 przedstawiony jest rozkład styków standardowego portu równoległego komputerów PC.

Tabela 15.14. Zestawienie styków 25-stykowego złącza portu równoległego komputerów PC

Styk	Opis	Kierunek sygnału	Styk	Opis	Kierunek sygnału
1	– Strob	Wyjście	14	Automatyczne podawanie papieru.	Wyjście
2	+ Dane, bit 0	Wyjście	15	Błąd.	Wejście
3	+ Dane, bit 1	Wyjście	16	Inicjalizacja drukarki.	Wyjście
4	+ Dane, bit 2	Wyjście	17	Wybór wejścia.	Wyjście
5	+ Dane, bit 3	Wyjście	18	Dane, bit 0, masa.	Wejście
6	+ Dane, bit 4	Wyjście	19	Dane, bit 1, masa.	Wejście
7	+ Dane, bit 5	Wyjście	20	Dane, bit 2, masa.	Wejście
8	+ Dane, bit 6	Wyjście	21	Dane, bit 3, masa.	Wejście
9	+ Dane, bit 7	Wyjście	22	Dane, bit 4, masa.	Wejście
10	– Potwierdzenie	Wejście	23	Dane, bit 5, masa.	Wejście
11	+ Sygnał zajętości	Wejście	24	Dane, bit 6, masa.	Wejście
12	+ Brak papieru	Wejście	25	Dane, bit 7, masa.	Wejście
13	+ Wybieranie	Wejście			

Standard portu równoległego IEEE 1284

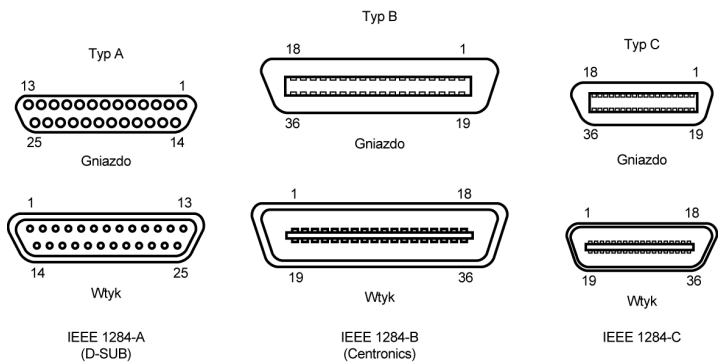
Standard IEEE 1284, o nazwie *Standard Signaling Method for a Bidirectional Parallel Peripheral Interface for Personal Computers* (standard wymiany sygnałów dla dwukierunkowego interfejsu równoległego urządzeń peryferyjnych komputerów osobistych), przyjęty został w marcu 1994 roku. Definiuje on fizyczną charakterystykę portu równoległego i obejmuje tryby przesyłania danych oraz specyfikacje natury fizycznej i elektrycznej. Standard IEEE 1284 przewiduje możliwość korzystania z wielu trybów i komunikacji 4-bitowej. Specyfikacja nie wymaga obsługi wszystkich trybów i uwzględnia w pewnym stopniu możliwość wprowadzania trybów dodatkowych.

Celem standardu IEEE 1284 jest standaryzacja połączenia między PC i przyłączanymi do portu urządzeniami, przede wszystkim drukarką. Ma też istotne znaczenie dla użytkowników urządzeń, takich jak stacje dysków wymiennych lub skanery.

Specyfikacja IEEE 1284 przewiduje wysoką przepustowość połączenia między komputerem a drukarką lub między dwoma komputerami. Pociąga to za sobą konieczność korzystania ze specjalnego kabla połączeniowego. Kabel drukarkowy IEEE 1284 wykorzystuje technikę „skrętki parowanej” (*twisted-pair*), umożliwiającą komunikację niezawodną i pozbawioną zakłóceń.

Specyfikacja IEEE 1284 definiuje również złącza portów równoległych. Opisane są zarówno dwa złącza wykorzystywane wcześniej, określane jako złącza *typu A* i *typu B*, jak i dodatkowa odmiana wysokiej gęstości, czyli *typ C*. Typ A to standardowe złącze DB25, obecne w większości komputerów. Typ B to 36-stykowe złącze *Centronics*, w które wyposażona jest większość drukarek. Typ C to złącze wysokiej gęstości, również 36-stykowe, w które wyposażało się niektóre drukarki (wykorzystuje je m.in. firma Hewlett-Packard). Złącza portu równoległego przedstawiamy na rysunku 15.11.

Rysunek 15.11.
*Trzy rodzaje złączy
portu równoległego
IEEE 1284*



Specyfikacja definiuje pięć trybów pracy portu, z których podstawowe to wydajne tryby EPP i ECP. Część trybów to tryby komunikacji jednokierunkowej — do lub z urządzenia. Określone połączenia tych trybów wyznaczają typ portu. Zestawienie typów portów przedstawione jest w tabeli 15.15.

Tabela 15.15. *Typy portów IEEE 1284*

Typ portu równoległego	Tryb wejścia	Tryb wyjścia	Uwagi
Standard Parallel Port (SPP, standardowy port równoległy).	Półbajtowy	Zgodności	4-bitowe wejście, 8-bitowe wyjście.
Bidirectional (dwukierunkowy).	Bajtowy	Zgodności	8-bitowe wejście i wyjście.
Enhanced Parallel Port (EPP, rozszerzony port równoległy).	EPP	EPP	8-bitowe wejście i wyjście.
Enhanced Capabilities Port (ECP, port z funkcjami rozszerzonymi).	ECP	ECP	8-bitowe wejście i wyjście, używa DMA.

Zestawienie trybów pracy, wraz z ogólną informacją o zapewnianej szybkości przesyłania danych, przedstawione jest w tabeli 15.16.

Tabela 15.16. *Tryby pracy portów IEEE 1284*

Tryb pracy	Kierunek	Szybkość przesyłania danych
Półbajtowy (4 bity)	Tylko wejście	50 kB/s
Bajtowy (8 bitów)	Tylko wejście	150 kB/s
Zgodności	Tylko wyjście	150 kB/s
EPP	Wejście-wyjście	500 kB/s – 2,77 MB/s
ECP	Wejście-wyjście	500 kB/s – 2,77 MB/s

Nowsze urządzenia przeznaczone do współpracy z portem równoległym korzystają prawie wyłącznie z trybów EPP i ECP opisanych w tabeli 15.16.

EPP — port rozszerzony

EPP to specyfikacja określana niekiedy jako *Fast Mode (tryb szybki)*. Została opracowana przez firmy Intel, Xircom i Zenith Data Systems i ogłoszona pod nazwą *Enhanced Parallel Port (rozszerzony port równoległy)* w październiku 1991 roku. Pierwszymi produktami wyposażonymi w porty EPP były komputery przenośne firmy Zenith Data Systems, zewnętrzne adaptory sieciowe firmy Xircom i układ wejścia-wyjścia 82360 SL firmy Intel. We współczesnych systemach posiadających jeszcze porty równoległe EPP jest jednym z obowiązkowo obsługiwanych trybów transmisji.

Tryb EPP pozwala na osiągnięcie szybkości niemal dorównującej magistrali ISA, umożliwiając 10-krotny wzrost wydajności w stosunku do rozwiązania konwencjonalnego. Konstrukcja portu EPP zapewnić miała komunikację z różnego rodzaju urządzeniami zewnętrznymi, jak adaptory LAN, stacje dysków i napędy taśm. EPP została włączona do normy IEEE 1284. Największa dostępna szybkość przesyłania danych to 2,77 MB/s.

Wersja 1.7 specyfikacji EPP (marzec 1992) to pierwsza popularna norma implementacji sprzętowej rozszerzonego portu szeregowego. Z niewielkimi zmianami została ona włączona do ogólniejszej specyfikacji IEEE 1284. Zakończyło to okres niezależnego rozwoju specyfikacji EPP. Wiele źródeł wspomina o wersji 1.9 specyfikacji EPP. Wersja taka nigdy naprawdę nie powstała i wszelkie odniesienie do odmiany EPP późniejszej niż 1.7 dotyczy standardu IEEE 1284.

Pozostałością „historyczną” są dwa nie do końca zgodne standardy portu EPP: opracowana przez *EPP Standards Committee* (Komitet standardu EPP) wersja 1.7 i opracowana przez IEEE 1284 Committee wersja ostateczna, częściej określana jako wersja 1.9 EPP. Obie są wystarczająco zbliżone, aby nowe urządzenia peryferyjne zapewniały obsługę każdej z nich, jednak urządzenia starsze, zaprojektowane pod kątem EPP 1.7 mogą nie współpracować z portami EPP 1284 (EPP 1.9). Stąd bierze się możliwość konfigurowania portu do pracy w trybie 1.7 lub 1.9 dostępna w większości programów konfiguracyjnych BIOS-u.

ECP — port z funkcjami rozszerzonymi

W 1992 roku firmy Microsoft i Hewlett-Packard ogłosiły nowy typ portu równoległego o dużej szybkości — *Enhanced Capabilities Port* (ECP, port z funkcjami rozszerzonymi). Podobnie jak EPP, port ECP zapewnia wysoką wydajność i wymaga specjalnych rozwiązań sprzętowych.

Podobnie jak EPP, specyfikacja ECP została włączona do standardu IEEE 1284. Istotną różnicą w stosunku do EPP jest brak optymalizacji pod kątem urządzeń peryferyjnych komputerów przenośnych. Port ECP zapewnić ma niedrogi sposób podłączania do komputerów PC wysoko wydajnych drukarek i skanerów. Co więcej, port ECP wymaga użycia kanału DMA, co może sprawiać problemy we współpracy z innymi urządzeniami, takimi jak karty dźwiękowe ISA lub bardzo wydajne adaptory magistrali SCSI/ISA, które również korzystają z transmisji DMA. Większość komputerów klasy PC zbudowanych po pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych poprzedniego stulecia obsługuje tryby EPP i ECP. Każdy, kto korzysta z urządzeń podłączanych do portu równoległego, powinien sprawdzić, czy port został ustawiony w tryb ECP (albo tryb kombinowany oznaczany jako EPP/ECP) — zapewni to możliwie dużą przepustowość łącza.

Przydział kanału DMA dla portu równoległego działającego w trybie ECP w przypadku portów wbudowanych płyty głównej odbywa się za pośrednictwem programu konfiguracyjnego BIOS-u; w niektórych starszych systemach konfiguracja może być jednak wykonywana za pośrednictwem zworek umieszczonych na płycie głównej.

Konfiguracja portu równoległego

Konfigurowanie portu równoległego jest prostsze niż portów szeregowych. Już oryginalny BIOS komputera IBM PC zapewniał obsługę trzech portów LPT. W tabeli 15.17 przedstawione są standardowe adresy wejścia-wyjścia i numery przerwań.

Ponieważ zarówno BIOS, jak i DOS zawsze zapewniały obsługę trzech portów równoległych, problemy z portami równoległymi są rzadkością.

Tabela 15.17. *Adresy wejścia-wyjścia i numery przerwań interfejsu szeregowego*

Standardowy port LPTx	Alternatywny port LPTx	Adresy wejścia-wyjścia	IRQ
LPT1	—	3BC – 3BFh	IRQ 7
LPT1	LPT2	378 – 37Ah	IRQ 5
LPT2	LPT3	278 – 27Ah	IRQ 5

Aby skonfigurować porty równoległe, korzystamy z programu konfiguracyjnego BIOS-u komputera (jeżeli obsługę portu zapewniają układy na płycie głównej) albo też programu konfiguracyjnego lub zworek na karcie adaptera portów. Ponieważ karty adaptera portów są dość zróżnicowane, informacji o sposobie konfigurowania portów równoległych musimy wówczas wyszukać w dokumentacji karty.

◀◀ Zajrzyj do podrozdziału „BIOS — urządzenia i oprogramowanie” znajdującego się na stronie 462.

Testowanie portów równoległych

Podstawowe procedury testowania portów równoległych są niemal identyczne. Jedyną różnicą jest wybieranie w oprogramowaniu diagnostycznym opcji portów równoległych, a nie szeregowych.

Podobnie jak w przypadku portów szeregowych, pomocny może być wtyk pętli zwrotnej. Różne oprogramowanie wymaga różnych wtyków.