



Douglas E. Comer

SIECI

komputerowe i intersieci

KOMPENDIUM WIEDZY
KAŻDEGO ADMINISTRATORA!

WYDANIE V

Helion



Tytuł oryginału: Computer Networks and Internets, Fifth Edition

Tłumaczenie: Marek Pałczyński

Projekt okładki: Jan Paluch

ISBN: 978-83-246-3607-5

Authorized translation from the English language edition, entitled:
Computer Networks and Internets, Fifth Edition, ISBN 0136061273,
by Douglas E. Comer, published by Pearson Education, Inc,
publishing as Prentice Hall,
Copyright © 2009, 2004, 2001, 1999, 1997 by Pearson Education, Inc

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education Inc.

Polish language edition published by Helion S.A.
Copyright © 2012

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock Images LLC.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie/skint5>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

Przedmowa 19

Część I Wprowadzenie do sieci komputerowych i aplikacji internetowych 27

Rozdział 1. Wprowadzenie 29

- 1.1. Rozwój sieci komputerowych 29
- 1.2. Dlaczego komunikacja sieciowa wydaje się trudna? 30
- 1.3. Pięć kluczowych zagadnień sieciowych 30
- 1.4. Publiczne i prywatne obszary internetu 34
- 1.5. Sieci, współdzielenie i standardy 36
- 1.6. Stos protokołów i modele warstwowe 37
- 1.7. Przekazywanie danych między warstwami 39
- 1.8. Nagłówki i warstwy 40
- 1.9. Organizacja ISO i siedmiowarstwowy model odniesienia OSI 40
- 1.10. Kulisy standaryzacji 41
- 1.11. Pozostała część książki 42
- 1.12. Podsumowanie 43

Rozdział 2. Kierunki rozwoju internetu 45

- 2.1. Wprowadzenie 45
- 2.2. Współdzielenie zasobów 45
- 2.3. Rozwój internetu 46
- 2.4. Od współdzielenia zasobów do komunikacji 47
- 2.5. Od tekstu do multimediów 49
- 2.6. Najnowsze trendy 50
- 2.7. Podsumowanie 51

Rozdział 3. Aplikacje internetowe i programowanie sieciowe 55

- 3.1. Wprowadzenie 55
- 3.2. Dwa podstawowe pojęcia związane z internetem 56
- 3.3. Komunikacja połączeniowa 57
- 3.4. Model klient-serwer 58

3.5. Cechy aplikacji klienckich i serwerowych	59
3.6. Programy serwerowe oraz komputery pełniące rolę serwerów	59
3.7. Żądania, odpowiedzi i kierunek przepływu danych	60
3.8. Wiele aplikacji klienckich i serwerowych	60
3.9. Identyfikacja serwerów i demultipleksacja	61
3.10. Praca współbieżna serwerów	62
3.11. Pętla zależności między serwerami	63
3.12. Odwołania peer-to-peer	63
3.13. Programowanie sieciowe i interfejs gniazd	64
3.14. Gniazda, deskryptory i sieciowe operacje wejścia-wyjścia	64
3.15. Parametry i interfejs gniazd	65
3.16. Odwołania do gniazd w aplikacjach klienckich i serwerowych	66
3.17. Funkcje gniazda wykorzystywane po stronie klienta i serwera	66
3.18. Funkcja połączenia wykorzystywana jedynie po stronie klienta	68
3.19. Funkcje gniazd wykorzystywane jedynie po stronie serwera	69
3.20. Funkcje gniazd wykorzystywane w transmisji komunikatów	71
3.21. Inne funkcje gniazd	73
3.22. Gniazda, wątki i dziedziczenie	73
3.23. Podsumowanie	74

Rozdział 4. Typowe aplikacje internetowe

79

4.1. Wprowadzenie	79
4.2. Protokoły warstwy aplikacji	79
4.3. Reprezentacja i transfer danych	80
4.4. Protokoły WWW	81
4.5. Reprezentacja dokumentów w standardzie HTML	81
4.6. Ujednolicony format adresowania zasobów i odsyłacze	83
4.7. Dostarczanie dokumentów za pomocą protokołu HTTP	84
4.8. Buforowanie stron w przeglądarkach	87
4.9. Budowa przeglądarki	88
4.10. Protokół transferu plików (FTP)	88
4.11. Komunikacja FTP	89
4.12. Poczta elektroniczna	92
4.13. Prosty protokół dostarczania poczty (SMTP)	93
4.14. Dostawcy usług internetowych, serwery pocztowe i dostęp do poczty elektronicznej	95
4.15. Protokoły dostępu do poczty (POP, IMAP)	96
4.16. Standardy zapisu wiadomości e-mail (RFC2822, MIME)	97
4.17. System nazw domenowych (DNS)	98
4.18. Nazwy domenowe rozpoczynające się od www	100
4.19. Hierarchia DNS i model powiązań serwerowych	101
4.20. Odwzorowanie nazw	101
4.21. Buforowanie danych w systemie DNS	103
4.22. Rodzaje wpisów DNS	104
4.23. Aliasy nazw i rekordy CNAME	105
4.24. Skrót w systemie DNS	106
4.25. Znaki narodowe w nazwach domenowych	106
4.26. Rozszerzalne formaty reprezentacji danych (XML)	107
4.27. Podsumowanie	108

Część II Wymiana danych	111
Rozdział 5. Podstawowe informacje na temat transmisji danych	113
5.1. Wprowadzenie	113
5.2. Istota transmisji danych	114
5.3. Założenia i zakres zagadnienia	114
5.4. Teoretyczne elementy systemu komunikacyjnego	115
5.5. Elementy modelu transmisji danych	116
5.6. Podsumowanie	118
Rozdział 6. Sygnały i źródła informacji	121
6.1. Wprowadzenie	121
6.2. Źródła informacji	121
6.3. Sygnały analogowe i cyfrowe	122
6.4. Sygnały okresowe i nieokresowe	122
6.5. Przebieg sinusoidalny i cechy sygnału	123
6.6. Sygnał zespolony	124
6.7. Znaczenie sygnałów zespolonych i sinusoidalnych	125
6.8. Reprezentacja sygnału w dziedzinie czasu i częstotliwości	126
6.9. Szerokość pasma sygnału analogowego	127
6.10. Sygnały cyfrowe i ich poziomy	127
6.11. Body i bity na sekundę	129
6.12. Przekształcenie sygnału cyfrowego w sygnał analogowy	130
6.13. Szerokość pasma sygnału cyfrowego	131
6.14. Synchronizacja i uzgodnienia odnośnie sygnałów	131
6.15. Kodowanie liniowe	132
6.16. Wykorzystanie kodowania Manchester w sieciach komputerowych	134
6.17. Przekształcenie sygnału analogowego w sygnał cyfrowy	135
6.18. Twierdzenie Nyquista i częstotliwość próbkowania	136
6.19. Twierdzenie Nyquista w transmisji telefonicznej	137
6.20. Kodowanie i kompresja danych	137
6.21. Podsumowanie	138
Rozdział 7. Media transmisyjne	141
7.1. Wprowadzenie	141
7.2. Transmisja przewodowa i bezprzewodowa	141
7.3. Podział ze względu na rodzaj energii	142
7.4. Zakłócenia elektromagnetyczne i szum	142
7.5. Skrętka miedziana	143
7.6. Ekranowanie — kabel współosiowy oraz skrętka ekranowana	145
7.7. Kategorie skrętek	146
7.8. Media przenoszące energię świetlną oraz włókna światłowodowe	146
7.9. Rodzaje włókien i transmisji światłowodowych	148
7.10. Porównanie włókien światłowodowych i kabli miedzianych	149
7.11. Technologie komunikacji w podczerwieni	150

7.12. Laserowa komunikacja punkt-punkt	150
7.13. Komunikacja z wykorzystaniem fal elektromagnetycznych (radiowa)	151
7.14. Propagacja sygnału	152
7.15. Rodzaje satelitów	153
7.16. Geostacjonarne satelity komunikacyjne	153
7.17. Pokrycie obszaru Ziemi przez satelity geostacjonarne	155
7.18. Satelity niskoorbitowe i ich klastry	156
7.19. Wybór medium transmisyjnego	156
7.20. Pomiary parametrów medium transmisyjnego	157
7.21. Wpływ szumu na komunikację	157
7.22. Znaczenie pojemności kanału	158
7.23. Podsumowanie	159

Rozdział 8. Niezawodność i kodowanie kanałowe

163

8.1. Wprowadzenie	163
8.2. Trzy główne przyczyny błędów transmisyjnych	163
8.3. Wpływ błędów transmisyjnych na dane	164
8.4. Dwie strategie obsługi błędów	165
8.5. Kody blokowe i splotowe	166
8.6. Przykład kodu blokowego — pojedyncza kontrola parzystości	167
8.7. Matematyka kodów blokowych i notacja (n,k)	168
8.8. Odległość Hamminga — miara siły kodu	168
8.9. Odległość Hamminga między elementami książki kodowej	169
8.10. Kompromis między detekcją błędów a narzutem transmisyjnym	170
8.11. Korekcja błędów — parzystość wierszy i kolumn	170
8.12. 16-bitowa suma kontrolna stosowana w internecie	171
8.13. Cykliczny kod nadmiarowy (CRC)	173
8.14. Sprzętowa implementacja algorytmu CRC	175
8.15. Mechanizmy automatycznego powtarzania żądań (ARQ)	175
8.16. Podsumowanie	176

Rozdział 9. Tryby transmisji danych

179

9.1. Wprowadzenie	179
9.2. Podział trybów transmisji danych	179
9.3. Transmisja równoległa	180
9.4. Transmisja szeregową	181
9.5. Kolejność wysyłania bitów i bajtów	182
9.6. Zależności czasowe w transmisji szeregowej	182
9.7. Transmisja asynchroniczna	183
9.8. Asynchroniczna transmisja znaków — RS-232	183
9.9. Transmisja synchroniczna	184
9.10. Bajty, bloki i ramki	185
9.11. Transmisja izochroniczna	186
9.12. Simpleks, półdupleks i duplex	186
9.13. Urządzenia DCE i DTE	187
9.14. Podsumowanie	188

Rozdział 10. Modulacja i modemy**191**

- 10.1. Wprowadzenie 191
- 10.2. Częstotliwość, fala nośna i propagacja 191
- 10.3. Modulacja analogowa 192
- 10.4. Modulacja amplitudy 192
- 10.5. Modulacja częstotliwości 193
- 10.6. Modulacja fazy 194
- 10.7. Modulacja amplitudy i twierdzenie Shannona 194
- 10.8. Modulacja, sygnał cyfrowy i kluczowanie 194
- 10.9. Kluczowanie fazy 195
- 10.10. Przesunięcie fazowe i diagram konstelacji 195
- 10.11. Kwadraturowa modulacja amplitudy 198
- 10.12. Modem — urządzenie do modulacji i demodulacji 198
- 10.13. Modemy optyczne i radiowe 200
- 10.14. Modemy telefoniczne 200
- 10.15. Modulacja QAM w telefonii 201
- 10.16. Modemy V.32 i V.32bis 201
- 10.17. Podsumowanie 202

Rozdział 11. Multipleksacja i demultipleksacja**205**

- 11.1. Wprowadzenie 205
- 11.2. Multipleksacja 205
- 11.3. Podstawowe rodzaje multipleksacji 206
- 11.4. Multipleksacja z podziałem częstotliwości (FDM) 206
- 11.5. Zakres częstotliwości w kanale komunikacyjnym 208
- 11.6. Hierarchia FDM 209
- 11.7. Multipleksacja z podziałem długości fali 210
- 11.8. Multipleksacja z podziałem czasu 211
- 11.9. Synchroniczne zwielokrotnienie TDM 211
- 11.10. Ramkowanie w telefonicznych systemach TDM 212
- 11.11. Hierarchia TDM 213
- 11.12. Wada synchronicznego systemu TDM — puste szczeliny czasowe 214
- 11.13. Statystyczny algorytm TDM 215
- 11.14. Odwrotna multipleksacja 216
- 11.15. Multipleksacja kodowa 216
- 11.16. Podsumowanie 218

Rozdział 12. Technologie łączы dostępowych i rdzeniowych**221**

- 12.1. Wprowadzenie 221
- 12.2. Dostęp do internetu 221
- 12.3. Wąskopasmowe i szerokopasmowe technologie dostępne 222
- 12.4. Łącze abonenckie i ISDN 223
- 12.5. Technologie cyfrowych linii abonenckich (DSL) 224
- 12.6. Charakterystyka łącza abonenckiego i mechanizmy adaptacyjne 225
- 12.7. Przepustowość łącza ADSL 226
- 12.8. Instalacja ADSL i filtry 227

12.9. Modemy kablowe	228
12.10. Przepustowość modemów kablowych	228
12.11. Instalacja modemu kablowego	229
12.12. Sieć HFC	229
12.13. Światłowodowe technologie dostępne	230
12.14. Terminologia związana z modemami	231
12.15. Technologie dostępu bezprzewodowego	231
12.16. Wysokowydajne połączenia rdzenia internetowego	231
12.17. Zakończenie obwodu, moduły CSU/DSU i NIU	233
12.18. Standardy łączności cyfrowych	234
12.19. Standardy DS i ich przepustowości	235
12.20. Obwody o największej pojemności (standardy STS)	235
12.21. Standardy łączności optycznych	235
12.22. Sufiks C	236
12.23. Synchroniczna sieć optyczna (SONET)	236
12.24. Podsumowanie	238

Część III Przelączanie pakietów i technologie sieci komputerowych **241**

Rozdział 13. Sieci lokalne — pakiety, ramki, topologie **243**

13.1. Wprowadzenie	243
13.2. Przelączanie obwodów	243
13.3. Przelączanie pakietów	245
13.4. Rozległe sieci pakietowe	246
13.5. Standardy formatów i identyfikatorów pakietów	247
13.6. Model i standardy IEEE 802	248
13.7. Sieci punkt-punkt i wielodostępne	250
13.8. Topologie sieci LAN	250
13.9. Identyfikacja pakietów, demultipleksacja i adresy MAC	252
13.10. Adresy w emisji pojedynczej, multiemisji i w rozgłoszeniach	253
13.11. Rozgłoszenia, multiemisja i efektywne dostarczanie danych do wielu jednostek	254
13.12. Ramki i proces ich formowania	255
13.13. Nadziewanie bajtami i bitami	256
13.14. Podsumowanie	257

Rozdział 14. Podwarstwa MAC **261**

14.1. Wprowadzenie	261
14.2. Podział mechanizmów regulujących dostęp do medium	261
14.3. Statyczna i dynamiczna alokacja kanałów	262
14.4. Protokoły alokacji kanałów	263
14.5. Protokoły sterowania dostępem	264
14.6. Protokoły dostępu swobodnego	266
14.7. Podsumowanie	272

Rozdział 15. Przewodowe technologie LAN (Ethernet i 802.3)**275**

- 15.1. Wprowadzenie 275
- 15.2. Ethernet 275
- 15.3. Format ramki ethernetowej 276
- 15.4. Pole typu i demultipleksacja 276
- 15.5. Ethernet w wersji IEEE (802.3) 277
- 15.6. Połączenia sieci LAN i karty sieciowe 278
- 15.7. Rozwój Ethernetu — gruby Ethernet 278
- 15.8. Cienki Ethernet 279
- 15.9. Skrętka i koncentratory ethernetowe 280
- 15.10. Fizyczna i logiczna topologia Ethernetu 281
- 15.11. Okablowanie budynkowe 281
- 15.12. Odmiany okablowania i przepustowości 281
- 15.13. Złącza kabli ethernetowych 283
- 15.14. Podsumowanie 284

Rozdział 16. Technologie sieci bezprzewodowych**287**

- 16.1. Wprowadzenie 287
- 16.2. Podział sieci bezprzewodowych 287
- 16.3. Sieci osobiste (PAN) 288
- 16.4. Pasma ISM w sieciach LAN i PAN 288
- 16.5. Technologie bezprzewodowych sieci lokalnych i Wi-Fi 289
- 16.6. Techniki rozpraszania widma 290
- 16.7. Inne standardy bezprzewodowych sieci LAN 291
- 16.8. Architektura bezprzewodowej sieci LAN 292
- 16.9. Nakładanie obszarów, stwarzanie się urządzeń i format ramki 802.11 293
- 16.10. Koordynacja działań punktów dostępowych 293
- 16.11. Rywalizacja o dostęp i obsługa bezkolidyjna 294
- 16.12. Technologie bezprzewodowych sieci MAN i standard WiMAX 296
- 16.13. Technologie i standardy sieci PAN 298
- 16.14. Inne technologie komunikacji na niedużych odległościach 300
- 16.15. Technologie bezprzewodowych sieci WAN 300
- 16.16. Klastery komórek i wielokrotne wykorzystywanie częstotliwości 302
- 16.17. Generacje technologii komórkowych 303
- 16.18. Technologia satelitarna VSAT 306
- 16.19. Satelity GPS 307
- 16.20. Radio programowe i przyszłość technologii bezprzewodowych 308
- 16.21. Podsumowanie 309

Rozdział 17. Rozszerzenie sieci LAN — modemy optyczne, regeneratory, mosty i przełączniki**313**

- 17.1. Wprowadzenie 313
- 17.2. Budowa sieci LAN i ograniczenia w jej zasięgu 313
- 17.3. Modemy optyczne 314
- 17.4. Regeneratory 315
- 17.5. Mosty 315

17.6. Filtrowanie ramek	316
17.7. Dlaczego warto używać mostów?	317
17.8. Rozproszone drzewo rozpinające	318
17.9. Przełączanie i przełączniki warstwy 2.	319
17.10. Przełączniki sieci VLAN	321
17.11. Funkcje mostu w innych urządzeniach	322
17.12. Podsumowanie	322

Rozdział 18. Technologie sieci WAN i routing dynamiczny

325

18.1. Wprowadzenie	325
18.2. Sieci rozległe	325
18.3. Tradycyjna architektura sieci WAN	326
18.4. Budowanie sieci WAN	327
18.5. Zasada „zapisz i przekaz”	328
18.6. Adresacja w sieciach WAN	329
18.7. Wyznaczanie następnego skoku	330
18.8. Niezależność od źródła	332
18.9. Dynamiczne aktualizacje informacji o routingu w sieci WAN	332
18.10. Trasy domyślne	333
18.11. Wypełnianie tablicy przekazywania	334
18.12. Rozproszone mechanizmy wyznaczania tras	335
18.13. Wyznaczenie najkrótszej trasy w grafie	337
18.14. Problemy routingu	340
18.15. Podsumowanie	340

Rozdział 19. Technologie sieciowe — przeszłość i teraźniejszość

345

19.1. Wprowadzenie	345
19.2. Technologie łączy dostępowych	345
19.3. Technologie sieci LAN	347
19.4. Technologie sieci WAN	349
19.5. Podsumowanie	352

Część IV Sieci TCP/IP

353

Rozdział 20. Internet — koncepcje, architektura i protokoły

355

20.1. Wprowadzenie	355
20.2. Przyczyny powstania internetu	355
20.3. Idea jednolitych usług	356
20.4. Jednolite usługi w heterogenicznym świecie	356
20.5. Internet	357
20.6. Fizyczne łączenie sieci za pomocą routerów	357
20.7. Architektura internetu	358
20.8. Wdrażanie jednolitych usług	359
20.9. Wirtualna sieć	359
20.10. Protokoły internetowe	361

20.11. Warstwy stosu TCP/IP	361
20.12. Stacje sieciowe, routery i warstwy protokołów	362
20.13. Podsumowanie	362

Rozdział 21. IP — adresowanie w internecie

365

21.1. Wprowadzenie	365
21.2. Adresy wirtualnego internetu	365
21.3. Schemat adresowania IP	366
21.4. Hierarchia adresów IP	367
21.5. Klasy adresów IP	367
21.6. Notacja dziesiętna z kropkami	368
21.7. Podział przestrzeni adresowej	369
21.8. Organizacje zarządzające przydziałem adresów	370
21.9. Adresowanie bezklasowe i podsieci	370
21.10. Maski adresów	371
21.11. Notacja CIDR	373
21.12. Przykład notacji CIDR	374
21.13. Adresy stacji w notacji CIDR	375
21.14. Adresy IP o specjalnym znaczeniu	375
21.15. Zestawienie adresów IP o specjalnym znaczeniu	378
21.16. Adres rozgłoszeniowy w formacie Berkeley	378
21.17. Routery i zasady adresowania IP	379
21.18. Stacje o wielu interfejsach sieciowych	380
21.19. Podsumowanie	380

Rozdział 22. Przekazywanie datagramów

383

22.1. Wprowadzenie	383
22.2. Usługa transmisji bezpołączeniowej	383
22.3. Wirtualne pakiety	384
22.4. Datagram IP	384
22.5. Format nagłówka datagramu IP	385
22.6. Przekazywanie datagramu IP	387
22.7. Odczytywanie prefiksów sieci i przekazywanie datagramów	388
22.8. Dopasowanie o najdłuższym prefiksie	389
22.9. Adresy docelowe i adresy następnego skoku	389
22.10. Brak gwarancji dostarczenia datagramu	390
22.11. Enkapsulacja IP	391
22.12. Transmisja datagramu w internecie	391
22.13. MTU i fragmentowanie datagramu	393
22.14. Odtwarzanie datagramu z fragmentów	394
22.15. Rejestrowanie fragmentów datagramu	395
22.16. Konsekwencje utraty pakietu	395
22.17. Fragmentowanie fragmentów	396
22.18. Podsumowanie	397

Rozdział 23. Protokoły i technologie uzupełniające	401
23.1. Wprowadzenie	401
23.2. Odzworowanie adresów	401
23.3. Protokół odzworowania adresu (ARP)	403
23.4. Format komunikatu ARP	403
23.5. Enkapsulacja ARP	405
23.6. Buforowanie ARP i przetwarzanie komunikatów	406
23.7. Teoretyczna granica stosowania adresów	408
23.8. Internetowy protokół komunikatów sterujących (ICMP)	408
23.9. Format komunikatu i enkapsulacja ICMP	410
23.10. Oprogramowanie, parametry i konfiguracja protokołu	411
23.11. Protokół dynamicznej konfiguracji stacji (DHCP)	411
23.12. Działanie protokołu DHCP i optymalizacja pracy	413
23.13. Format komunikatu DHCP	414
23.14. Pośrednictwo w dostępie do serwera DHCP	415
23.15. Translacja adresów sieciowych (NAT)	415
23.16. Działanie usługi NAT i adresy prywatne	416
23.17. Translacja NAT na poziomie warstwy transportowej (NAPT)	418
23.18. Operacja NAT a dostęp do serwerów	419
23.19. Oprogramowanie NAT i systemy przeznaczone do sieci domowych	420
23.20. Podsumowanie	420
 Rozdział 24. Przyszłość protokołu IP (IPv6)	 425
24.1. Wprowadzenie	425
24.2. Sukces protokołu IP	425
24.3. Potrzeba zmian	426
24.4. Model klepsydry i trudności we wprowadzaniu zmian	427
24.5. Nazwa i numer wersji	428
24.6. Funkcje IPv6	428
24.7. Format datagramu IPv6	429
24.8. Format podstawowego nagłówka protokołu IPv6	429
24.9. Jawny i niejawny rozmiar nagłówka	431
24.10. Fragmentacja, odtwarzanie datagramów i MTU trasy	431
24.11. Przeznaczenie wielokrotnych nagłówków	433
24.12. Adresacja IPv6	434
24.13. Zapis adresów IPv6 w formacie szesnastkowym z dwukropkami	435
24.14. Podsumowanie	436
 Rozdział 25. UDP — usługa transportu datagramów	 439
25.1. Wprowadzenie	439
25.2. Protokoły transportowe i komunikacja między jednostkami końcowymi	439
25.3. Protokół datagramów użytkownika	440
25.4. Zasada komunikacji bezpołączeniowej	441
25.5. Przetwarzanie komunikatów	441
25.6. Przebieg komunikacji UDP	442
25.7. Rodzaje interakcji i dostarczanie rozgłoszeniowe	443

- 25.8. Identyfikacja punktów końcowych za pomocą numerów portów 444
- 25.9. Format datagramu UDP 444
- 25.10. Suma kontrolna UDP i pseudonagłówki 445
- 25.11. Enkapsulacja komunikatu UDP 445
- 25.12. Podsumowanie 446

Rozdział 26. TCP — usługa niezawodnego transportu danych

449

- 26.1. Wprowadzenie 449
- 26.2. Protokół sterowania transmisją 449
- 26.3. Usługi TCP świadczone na rzecz aplikacji 450
- 26.4. Usługi aplikacji końcowych i połączenia wirtualne 451
- 26.5. Techniki wykorzystywane w pracy protokołów transportowych 452
- 26.6. Techniki unikania przeciążeń 456
- 26.7. Sztuka projektowania protokołu 458
- 26.8. Obsługa utraconych pakietów w protokole TCP 458
- 26.9. Adaptacyjne retransmisje 460
- 26.10. Porównanie czasów retransmisji 460
- 26.11. Bufory, sterowanie przepływem i okna 461
- 26.12. Trójetapowe porozumienie 462
- 26.13. Kontrola przeciążenia 464
- 26.14. Format segmentu TCP 465
- 26.15. Podsumowanie 466

Rozdział 27. Routing internetowy i protokoły routingu

469

- 27.1. Wprowadzenie 469
- 27.2. Routing statyczny a routing dynamiczny 469
- 27.3. Routing statyczny w komputerze i trasa domyślna 470
- 27.4. Routing dynamiczny i routery 471
- 27.5. Routing w globalnym internecie 472
- 27.6. Idea systemu autonomicznego 473
- 27.7. Dwa rodzaje protokołów routingu internetowego 473
- 27.8. Trasy i transport danych 476
- 27.9. Protokół bram granicznych (BGP) 476
- 27.10. Protokół informowania o trasach (RIP) 478
- 27.11. Format pakietu RIP 479
- 27.12. Otwarty protokół wyznaczania najkrótszych tras (OSPF) 479
- 27.13. Przykład grafu OSPF 481
- 27.14. Obszary OSPF 482
- 27.15. Protokół systemów pośrednich (IS-IS) 482
- 27.16. Routing w multiemisji 483
- 27.17. Podsumowanie 487

Część V Inne aspekty funkcjonowania sieci komputerowych **489**

Rozdział 28. Wydajność sieci (QoS i DiffServ) **491**

- 28.1. Wprowadzenie 491
- 28.2. Miary wydajności 491
- 28.3. Opóźnienie 492
- 28.4. Przepustowość, pojemność i efektywna szybkość dostarczania danych 494
- 28.5. Zrozumienie przepustowości i opóźnień 495
- 28.6. Fluktuacja opóźnienia 496
- 28.7. Zależność między opóźnieniem a przepustowością 497
- 28.8. Pomiar opóźnienia, przepustowości i fluktuacji opóźnienia 499
- 28.9. Pomiar pasywny, małe pakiety i mechanizm NetFlow 500
- 28.10. Jakość usługi (QoS) 501
- 28.11. Ogólna i szczegółowa specyfikacja QoS 502
- 28.12. Implementacja mechanizmów QoS 505
- 28.13. Internetowe technologie QoS 506
- 28.14. Podsumowanie 508

Rozdział 29. Multimedia i telefonia IP (VoIP) **513**

- 29.1. Wprowadzenie 513
- 29.2. Transmisja w czasie rzeczywistym 513
- 29.3. Opóźnione odtwarzanie i bufor fluktuacji opóźnienia 514
- 29.4. Protokół transportowy czasu rzeczywistego (RTP) 515
- 29.5. Enkapsulacja RTP 516
- 29.6. Telefonia IP 517
- 29.7. Sygnalizacja i standardy sygnalizacji VoIP 518
- 29.8. Elementy składowe systemu telefonii IP 519
- 29.9. Podsumowanie protokołów i podział na warstwy 523
- 29.10. Charakterystyka protokołu H.323 523
- 29.11. Warstwy systemu H.323 524
- 29.12. Charakterystyka protokołu SIP 524
- 29.13. Przebieg sesji SIP 525
- 29.14. Odzworowanie numerów telefonicznych i routing 525
- 29.15. Podsumowanie 527

Rozdział 30. Bezpieczeństwo sieci **531**

- 30.1. Wprowadzenie 531
- 30.2. Działalność przestępcza i ataki sieciowe 531
- 30.3. Polityka bezpieczeństwa 534
- 30.4. Odpowiedzialność za dane i nadzór nad nimi 536
- 30.5. Technologie związane z bezpieczeństwem 536
- 30.6. Generowanie skrótów — weryfikacja spójności danych i uwierzytelnianie 537
- 30.7. Kontrola dostępu i hasła 538
- 30.8. Szyfrowanie — podstawowa technika zabezpieczeń 538
- 30.9. Szyfrowanie z użyciem klucza prywatnego 539

30.10. Szyfrowanie z użyciem klucza publicznego	539
30.11. Uwierzytelnianie z wykorzystaniem podpisów cyfrowych	540
30.12. Organa zarządzające kluczami i certyfikaty cyfrowe	541
30.13. Zapory sieciowe	543
30.14. Zapory sieciowe z filtrowaniem pakietów	544
30.15. Systemy wykrywania włamań	545
30.16. Skanowanie treści i szczegółowa inspekcja pakietów	546
30.17. Wirtualne sieci prywatne (VPN)	547
30.18. Wykorzystanie technologii VPN w pracy zdalnej	549
30.19. Szyfrowanie pakietów a tunelowanie	550
30.20. Rozwiązania z zakresu bezpieczeństwa sieci	552
30.21. Podsumowanie	553

Rozdział 31. Zarządzanie siecią (SNMP)

557

31.1. Wprowadzenie	557
31.2. Zarządzanie intranetem	557
31.3. Model FCAPS	558
31.4. Przykładowe elementy sieci	560
31.5. Narzędzia do zarządzania siecią	561
31.6. Aplikacje do zarządzania siecią	562
31.7. Prosty protokół zarządzania siecią	563
31.8. Zasada „pobierz-zapisz” w protokole SNMP	564
31.9. Baza MIB i nazwy obiektów	565
31.10. Różnorodność zmiennych MIB	565
31.11. Zmienne tablicowe w bazie MIB	566
31.12. Podsumowanie	567

Rozdział 32. Trendy w technologiach sieciowych i sposobach wykorzystywania sieci

571

32.1. Wprowadzenie	571
32.2. Zapotrzebowanie na skalowalne usługi internetowe	571
32.3. Buforowanie treści (Akamai)	572
32.4. Rozkładanie obciążenia serwerów WWW	572
32.5. Wirtualizacja serwerów	573
32.6. Komunikacja P2P	573
32.7. Rozproszone centra danych i replikacja	574
32.8. Jednolita reprezentacja danych (XML)	574
32.9. Sieci społecznościowe	575
32.10. Mobilność i sieci bezprzewodowe	575
32.11. Cyfrowy przekaz wideo	575
32.12. Multiemisja	576
32.13. Dostęp szerokopasmowy i przełączanie	576
32.14. Przełączanie optyczne	577
32.15. Sieć w biznesie	577
32.16. Czujniki w domu i otoczeniu	577
32.17. Sieci ad hoc	578

32.18. Procesory wielordzeniowe i sieciowe	578
32.19. IPv6	578
32.20. Podsumowanie	579

Dodatek A	Uproszczony interfejs programistyczny	581
------------------	--	------------

Wprowadzenie	581
Model komunikacji sieciowej	582
Model klient-serwer	582
Zasady komunikacji	582
Przykładowy interfejs programistyczny	583
Intuicyjna praca z interfejsem API	584
Opis interfejsu API	584
Kod aplikacji echo	588
Kod serwera aplikacji echo	589
Kod klienta aplikacji echo	590
Kod serwera czatu	592
Aplikacja WWW	597
Kod klienta WWW	597
Kod serwera WWW	599
Obsługa wielu połączeń z użyciem funkcji select	603
Podsumowanie	604

Skorowidz	607
------------------	------------

Podstawowe informacje na temat transmisji danych

5.1. Wprowadzenie

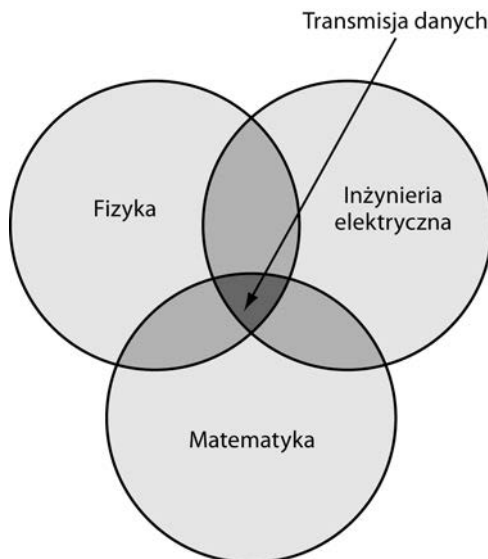
Pierwsza część książki dotyczyła programowania sieciowego oraz aplikacji internetowych. W rozdziale poświęconym gniazdom omówiony został interfejs programistyczny, który jest implementowany w systemie operacyjnym i udostępniany aplikacjom sieciowym. Z zamieszczonych tam informacji wynika, że programiści mogą z niego korzystać bez konieczności dogłębnego poznawania mechanizmów transmisji sieciowej. W dalszych częściach książki zaprezentowane zostaną jednak protokoły i technologie, które zapewniają komunikację między jednostkami sieciowymi. Zapoznając się z tymi zagadnieniami, będzie się można przekonać, że zrozumienie wszelkich niuansów w funkcjonowaniu opisywanych mechanizmów może znacznie poprawić jakość pisanego kodu.

W tej części publikacji omówione zostało zagadnienie transmisji informacji w mediach takich jak przewody, włókna optyczne i fale radiowe. Choć szczegóły implementacji poszczególnych rozwiązań są różne, ogólne zasady przekazywania informacji i zapewnienia komunikacji urządzeń są niezmiennie niezależnie od formy transmisji. Transmisja danych jako dziedzina nauki zapewnia pojęciowe i analityczne narzędzia ułatwiające opracowanie spójnego modelu działania systemów komunikacyjnych. Ponadto umożliwia zestawienie tego, jakie rodzaje transmisji są teoretycznie możliwe, a jakie można praktycznie zrealizować.

Rozdział ten zawiera ogólne omówienie idei transmisji danych oraz komponentów pełnego systemu komunikacyjnego. Uszczegółowienie poszczególnych zagadnień znajduje się natomiast w kolejnych rozdziałach.

5.2. Istota transmisji danych

Co kryje się pod pojęciem transmisji danych? Zgodnie z rysunkiem 5.1 zagadnienie to jest niezwykle ciekawym połączeniem idei pochodzących z trzech różnych dyscyplin naukowych.



Rysunek 5.1. Transmisja danych jest elementem wspólnym fizyki, matematyki i inżynierii elektrycznej

Z uwagi na przekazywanie informacji w medium fizycznym, wymiana danych obejmuje elementy fizyki. Bazuje na technikach związanych z przepływem prądu, propagacją światła oraz innymi formami emisji fal elektromagnetycznych. Przechowywanie i przenoszenie informacji w postaci cyfrowej sprawia, że w transmisji danych niezbędne są odwołania do matematyki i różnych rodzajów analiz matematycznych. Ponieważ jednak ostatecznym celem każdego projektu jest opracowanie i zbudowanie systemu przesyłania danych, konieczne jest uwzględnienie w tym procesie również rozwiązań z dziedziny inżynierii elektrycznej.

Mimo że transmisja danych jako dziedzina nauki odwołuje się do matematyki i fizyki, nie ogranicza się do formułowania abstrakcyjnych teorii. Zapewnia natomiast podstawy teoretyczne do budowy praktycznych systemów komunikacyjnych.

5.3. Założenia i zakres zagadnienia

Trzy podstawowe założenia transmisji danych wyznaczają jednocześnie zakres tego zagadnienia.

- Źródła danych mogą mieć dowolny charakter.
- Transmisja bazuje na wykorzystaniu fizycznego systemu.
- Medium transmisyjne może być wykorzystywane przez wiele źródeł danych.

Pierwszy punkt jest szczególnie istotny, jeśli weźmie się pod uwagę fakt upowszechniania się aplikacji multimedialnych. Zgodnie z nim informacja nie jest ograniczona jedynie do bitów przechowywanych w komputerze. Może natomiast być pozyskiwana z otaczającego nas świata i mieć charakter przekazu dźwiękowego lub wizyjnego. Konieczne wydaje się więc poznanie potencjalnych źródeł i form przekazu informacji, a także zasad przekształcania jednej formy przekazu w inną.

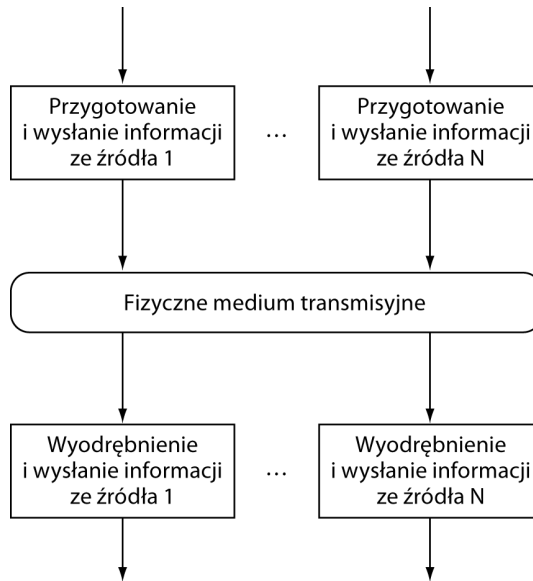
Drugi punkt stanowi, że do przekazu informacji muszą być wykorzystywane naturalne zjawiska, takie jak elektryczność i promieniowanie elektromagnetyczne. Ważne są więc rozróżnianie rodzajów mediów transmisyjnych oraz umiejętność interpretacji ich właściwości. Ponadto projektant systemu komunikacyjnego musi rozumieć sposób wykorzystania zjawisk fizycznych do przekazywania informacji w medium transmisyjnym oraz znać zależności między przepływem danych a wykorzystywaną techniką transmisji. Niezbędne jest również poznanie ograniczeń fizycznych systemu, problemów, które mogą wystąpić w trakcie przekazywania danych, oraz technik, które można wykorzystać do wykrywania i rozwiązywania problemów.

Trzeci punkt wskazuje współdzielenie medium jako fundamentalny element systemu transmisji danych. W praktyce istotnie dostęp do wspólnego medium stanowi podstawę funkcjonowania większości sieci komputerowych. Sieć pozwala bowiem na to, aby wiele par jednostek komunikowało się ze sobą jednocześnie w ramach pojedynczego medium transmisyjnego. Istotne jest więc zrozumienie zasad współdzielenia komponentów odpowiedzialnych za wymianę danych, zalet i wad poszczególnych rozwiązań oraz wynikających z nich form komunikacji.

5.4. Teoretyczne elementy systemu komunikacyjnego

Aby zrozumieć ideę transmisji danych, należy sobie wyobrazić działający system komunikacyjny, który składa się z wielu źródeł informacji i umożliwia każdemu źródłu wysyłanie danych do innej jednostki docelowej. Wydawałoby się, że komunikacja między jednostkami nie jest szczególnie skomplikowana. Każde źródło musi dysponować mechanizmami zbierania informacji, przygotowania ich do transmisji oraz wysyłania ich za pośrednictwem współdzielonego medium. Analogiczne mechanizmy są niezbędne do wyodrębnienia danych po stronie odbiorczej i dostarczenia ich do jednostki docelowej. Opisany schemat postępowania został przedstawiony na rysunku 5.2.

W rzeczywistości transmisja danych jest znacznie bardziej skomplikowana, niż można by wywnioskować z diagramu widocznego na rysunku 5.2. Z uwagi na różnorodność źródeł informacji konieczne jest stosowanie różnych technik przetwarzania danych źródłowych. Przed przekazaniem informacji do medium transmisyjnego trzeba przekształcić je do postaci cyfrowej, a następnie uzupełnić o dodatkowe dane, które zapewnią informacji ochronę przed błędami. W rozwiązaniach wymagających zachowania wysokiego poziomu



Rysunek 5.2. Uproszczony obraz systemu komunikacyjnego obejmującego wiele źródeł danych

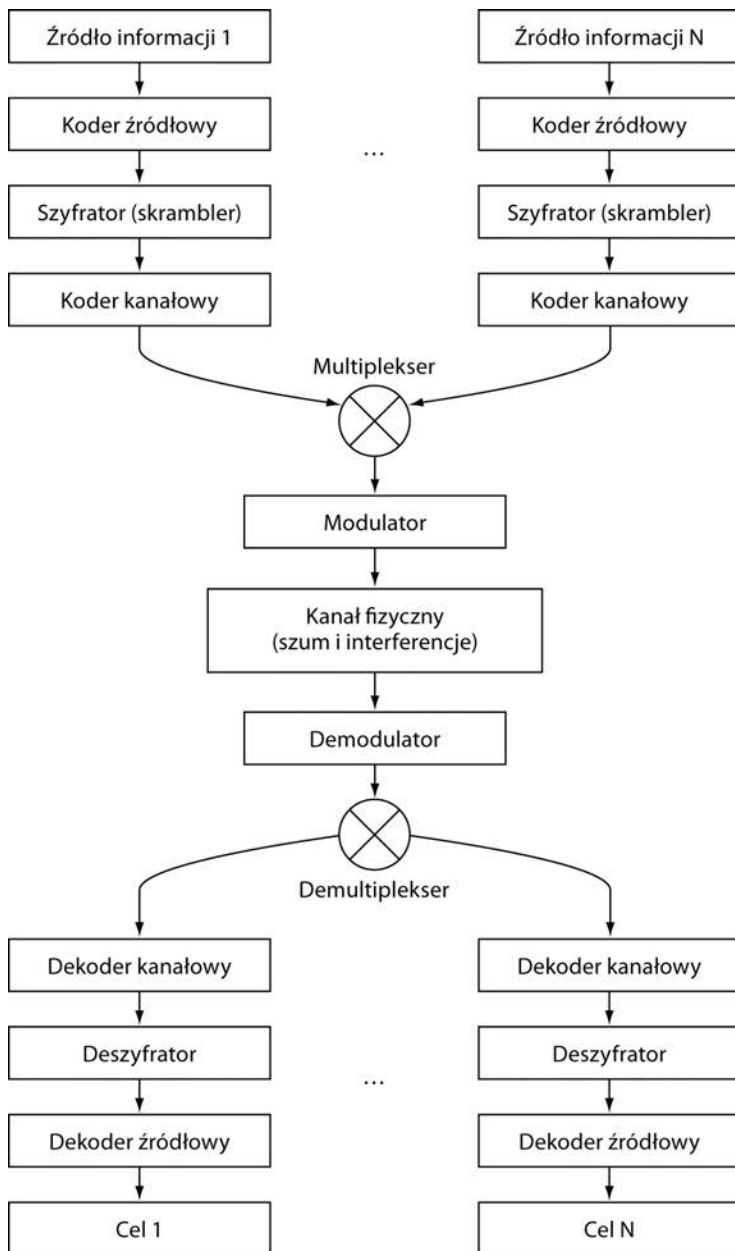
poufności konieczne okazuje się uwzględnienie szyfrowania. Z kolei możliwość przekazywania wielu strumieni danych z różnych źródeł w ramach wspólnego medium oznacza obowiązek oznaczania danych w sposób pozwalający na identyfikację źródła, a także na zaimplementowanie mechanizmów przeplatania informacji pochodzących z różnych źródeł na czas transmisji. Niezbędny jest więc system identyfikacji źródeł danych, który zagwarantuje, że informacje generowane przez określoną jednostkę nie zostaną nieodwracalnie wplecione w informacje innej jednostki.

Aby wyjaśnić najważniejsze elementy procesu transmisji danych, inżynierowie opracowali teoretyczny model systemu, który pozwala na zrozumienie funkcji pełnionych przez poszczególne elementy systemu komunikacyjnego. Każdy komponent modelu można więc analizować niezależnie, a zrozumienie zasad działania każdego z nich pozwala na zrozumienie całego mechanizmu. Wspomniany model pokazano na rysunku 5.3.

5.5. Elementy modelu transmisji danych

Każdy element widoczny na rysunku 5.3 odpowiada jednemu zagadnieniu z dziedziny transmisji danych. W kolejnych punktach zamieszczono wyjaśnienie wykorzystanej terminologii. Szczegółowe omówienie poszczególnych bloków znajduje się natomiast w następnych rozdziałach książki.

- **Źródła informacji.** Źródła informacji mogą mieć charakter analogowy lub cyfrowy. Do ich najważniejszych cech należy zaliczyć charakterystykę przetwarzanych sygnałów, czyli amplitudę, częstotliwość, fazę oraz przynależność do grupy sygnałów okresowych lub nieokresowych. W źródłach danych realizowana jest również konwersja danych analogowych na dane cyfrowe.



Rysunek 5.3. Teoretyczny model funkcjonowania systemu wymiany danych. Wiele jednostek nadawczych przekazuje informacje do wielu jednostek odbiorczych za pośrednictwem wspólnego kanału fizycznego

- **Koder źródłowy i dekodek źródłowy.** Po sprowadzeniu informacji do formatu cyfrowego można je poddawać dalszemu przetwarzaniu i kolejnym transformacjom. Mechanizmy implementowane w blokach kodera źródłowego i dekodera źródłowego odpowiadają za kompresję danych i jej wpływ na samą komunikację.

- **Szyfrator i deszyfrator.** Szyfrowanie informacji przed wysłaniem oraz rozszyfrowywanie ich po odbiorze pozwala na ochronę danych i zachowanie ich poufności. Do najważniejszych zagadnień związanych z tym elementem modelu należą techniki i algorytmy kryptograficzne.
- **Koder kanałowy i dekoder kanałowy.** Kodowanie kanałowe jest techniką wykorzystywaną do wykrywania i usuwania błędów transmisyjnych. Wśród najważniejszych związanych z nią zagadnień są metody detekcji i ograniczania błędów transmisyjnych oraz techniki sprawdzania parzystości, generowania sum kontrolnych oraz cyklicznych kodów nadmiarowych, które są stosowane powszechnie w sieciach komputerowych.
- **Multiplekser i demultiplekser.** Multipleksacja jest operacją przeplatania informacji pochodzących z różnych źródeł podczas przesyłania ich we wspólnym medium transmisyjnym. Szczególnie istotne zagadnienia z nią związane to techniki wspólnego korzystania z medium transmisyjnego oraz zasady wyznaczania kolejności w dostępie do medium.
- **Modulator i demodulator.** Terminem „modulacji” określa się technikę wykorzystania fal elektromagnetycznych do przenoszenia informacji. W analizie zagadnienia trzeba uwzględnić rodzaje modulacji analogowych i cyfrowych oraz urządzenia nazywane modemami, które wykonują operacje modulacji i demodulacji sygnałów.
- **Kanał fizyczny i transmisja danych.** Te określenia obejmują media transmisyjne oraz tryby transmisji danych. Do ich opisu wykorzystuje się pojęcia szerokości pasma, szumu i interferencji, pojemności kanału, a także trybów transmisji (szeregowych lub równoległych).

5.6. Podsumowanie

Wykorzystanie fizycznego medium transmisyjnego oraz operowanie informacjami cyfrowymi sprawia, że transmisja danych jest dziedziną zależną od matematyki i fizyki. Stanowi jednocześnie podstawę wszelkich technik, które umożliwiają inżynierom projektowanie użytecznych systemów komunikacyjnych.

Chcąc uprościć prace projektowe, inżynierowie opracowali teoretyczny model systemu transmisji danych. Dzięki temu złożony problem został podzielony na kilka niezależnych zagadnień, których szczegółowy opis znajduje się w kolejnych rozdziałach książki.

ZADANIA

- 5.1. Jakie trzy dyscypliny naukowe stanowią podstawę transmisji danych?
- 5.2. Jakie są założenia transmisji danych?
- 5.3. Wymień elementy modelu opisującego system transmisji danych.
- 5.4. Który z elementów systemu transmisji danych przetwarza analogowe dane wejściowe?
- 5.5. Który z elementów systemu transmisji danych zabezpiecza przekaz przed błędami i przekłamaniami informacji?

Skorowidz

100BaseT, 282
10Base2, 279
10Base5, 278
10BaseT, 282
16-PSK, 198
2-PSK, 198
3-way handshake, 462
4-PSK, 198

A

ABR, Available Bit Rate, 503
ACK, Acknowledgement, 453
ACL, Access Control List, 538
administrator sieci, 557
adres, 252

- docelowy, 389, 393
- emisji pojedynczej, 254
- IP, 61, 366, 379
- MAC, 366
- multiemisji, 254
- następnego skoku, 389
- ograniczonego rozgłaszania, 377
- pętli zwrotnej, 377
- rozgłoszeniowy, 253, 254, 378
- sieci, 367
- URL, 83
- własny komputera, 377
- źródłowy, 393

adresacja

- CIDR, 376
- IPv6, 434
- w sieciach WAN, 329

adresowanie

- bezklasowe, 370
- hierarchiczne, 329
- klastrowe, 434

adresy

- IP o specjalnym przeznaczeniu, 375, 378
- MAC, 254
- nieroutowalne, 416
- prywatne, 416
- rozgłoszenia kierowanego, 376
- stacji, 375

ADSL, 225

- DMT, 226
- filtry, 227
- instalacja, 227
- łącza adaptacyjne, 225
- podkanał, 226
- podział pasma, 225
- przepustowość łączy, 226

agent, 567
algorytm

- cieknącego wiadra, 507
- CRC, 173
- CSMA/CA, 295
- CSMA/CD, 270, 280
- Dijkstry, 336, 337
- drzewa rozpinającego, 319
- karuzelowy, 212, 506
- karuzelowy deficytowy, 507
- karuzelowy ważony, 507
- klucza prywatnego, 539
- klucza publicznego, 539
- obliczania sumy kontrolnej, 172
- parzystości wierszy i kolumn, 171
- powolnego startu, 465
- RAC, 171
- statystyczny TDM, 215
- wektora odległości, 338
- wiadra z żetonami, 507
- wyboru tras, 332

ALOHA, 267

alokacja

- kanalów, 262
- kanalów częstotliwościowych, 208
- kanalów dynamiczna, 263
- kanalów statyczna, 262
- rodzaje protokołów, 263
- subkanałów, 209

analyzer ruchu NetFlow, 562

antena paraboliczna, 306

API, Application Programming Interface, 64, 583

aplikacja

- czatu, 592
- echo, 588
- FTP, 494
- kliencka, 58
- serwerowa, 58
- WWW, 597

aplikacje do zarządzania siecią, 562

aplikacje internetowe, 50

aplikacje sieciowe, 31

aproxymacja sygnału, 130

architektura

- bezwodowodowej sieci LAN, 292
- internetu, 358
- przełącznika, 321
- sieci WAN, 326

ARP, Address Resolution Protocol, 403

- buforowanie, 406

- enkapsulacja, 405

- format komunikatu, 403

- przetwarzanie, 406

ARPA, Advanced Research Projects Agency, 46

ARPANET, 46, 349

ARQ, Automatic Repeat reQuest, 165

- komunikat potwierdzenia, 175

- retransmisja wiadomości, 175

arytmetyka uzupełnień do jedności, 172

ASK, Amplitude Shift Keying, 195

asynchroniczna transmisja RS-232, 185

atak DoS, 533

atak man-in-the-middle, 534

ataki sieciowe, 531

ATM, 351

audio, 518

autentyczność wiadomości, 541

automatyczne powtarzanie żądania, 165

B

bajt, 185

baza MIB, 565

best-effort, 390

bezpieczeństwo

- autoryzacja, 536

- dostępność danych, 535

- DPI, 546

- filtr pakietów, 544

- IDS, 545

- kontrola, 536

- poufność danych, 536

- prywatność, 536

- rejestrwanie zdarzeń, 536

- skanowanie plików, 546

- spójność danych, 535

- uwierzytelnienie, 536

- zapory sieciowe, 543

bezpieczeństwo sieci, 552

- HTTPS, 553

- IPSec, 553

- PGP, 552

- RADIUS, 553

- SSH, 552

- SSL, 552

- TLS, 553

- WEP, 553

BGP, Border Gateway Protocol, 476

- cechy protokołu, 477

biblioteka API, 585, 587

bit, 129

bit LSB, 182

bit MSB, 182

bit parzystości, 167

bit startu, 183

bit stopu, 184

bitowa reprezentacja maski, 388

blok, 185

Bluetooth, 288, 299

błąd synchronizacji, 132

błędy powtórzeniowe, replay errors, 453

błędy transmisyjne, 163

- automatyczne powtarzanie żądania, 165

- błąd pojedynczego bitu, 165

- interferencje, 164

- kodowanie korekcyjne, 165

- obsługa błędów, 165

- tłumienie, 164

- usunięcie, 165
- zbitka błędów, 165
- zniekształcenia, 164
- bod, baud, 129
- BOOTP, Bootstrap Protocol, 412
- BPSK, Binary Phase Shift Keying, 198
- brama, gateway, 521
- budowa przeglądarki, 88
- budowa przełącznika, 320
- budowa sieci LAN, 313
- buforowanie ARP, 406
- buforowanie danych, 103
- buforowanie stron, 87
- buforowanie treści (Akamai), 572
- bufory fluktuacji opóźnienia, 514

C

- CBR, Constant Bit Rate, 503
- CCITT, Consultative Committee for International Telephone and Telegraph, 349
- CCITT, Consultative Committee for International Telephone and Telegraph, 41
- CDDI, 348
- CDM, Code Division Multiplexing, 216
- CDMA, Code Division Multi-Access, 216, 263
- CDMA 2000, 305
- cechy transmisji radiowej, 308
- centrala sieci komórkowej, 301
- CIDR, Classless Interdomain Routing, 373
- cienki Ethernet, 279
- CMTS, Cable Modem Termination System, 231
- CNAME, 105
- Comer Douglas, 23
- COPS, Common Open Policy Services, 506
- CRC, Cyclic Redundancy Code, 173
 - cechy kodu, 173
 - implementacja sprzętowa algorytmu, 175
 - wielomian generującym kod, 175
- CSMA/CA, 267, 271
- CSMA/CD, 267
- CSU/DSU, Channel Service Unit/Data Service Unit, 233
- cyfrowa linia abonencka, 224
- cyfrowa modulacja wielotonowa, 226
- cyfrowe obwody dzierżawione, 233
- cyfrowe obwody punkt-punkt, 232
- cyfrowy procesor sygnałowy, 308
- cyfrowy przekaz wideo, 575

- cyfrowy sygnał informacyjny, 196
- cykliczny kod nadmiarowy, 173, 176
- czarna lista adresów URL, 547
- czas dzierżawy, 413
- czas oczekiwania na potwierdzenie, 461
- czas retransmisji, 460
- czas wstrzymania transmisji, 269
- częstotliwość próbkowania, 136
- częstotliwość radiowa, Radio Frequency, 151
- czujniki, 577

D

- datagram IP, 384
 - fragmentowanie, 393
 - nagłówek, 385
 - przekazywanie datagramu, 387
 - rejestrowanie fragmentów, 395
- datagram IPv6, 429, 432
- datagram UDP, 444
- DCF, Distributed Coordination Function, 294
- decybele (dB), 157
- dekoder kanałowy, 118
- dekoder źródłowy, 117
- demodulator, 118, 198
- demultipleksacja, 205, 252
- demultipleksacja FDM, 207
- demultiplekser, 118, 205
- deskryptor, 64
- deszyfrator, 118
- detekcja błędów, 170
- detekcja kolizji, 268
- DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol, 412
- diagram konstelacji, 195, 197, 199
- DiffServ, Differentiated Services, 507
- DMT, Discrete Multi Tone, 226
- DNS, Domain Name System, 98
 - aliasy nazw, 105
 - buforowanie danych, 103
 - CNAME, 105
 - drzewa nazw, 102
 - hierarchia, 101
 - odpowiedzi, 103
 - odzworowywanie nazwy na adres, 104
 - rodzaje wpisów, 104
 - serwery główne, 101
 - skrót, 106
 - znaki narodowe, 106
 - żądania, 103

docelowy adres IP, 544
 DOCSIS, Data Over Cable System Interface Specification, 231
 dokument
 RFC 1889, 528
 RFC 2663, 421
 RFC 2766, 421
 RFC 2916, 528
 RFC 3216, 528
 domeny administracyjne telefonii IP, 527
 domeny najwyższego poziomu, 99
 domeny rozgłoszeniowe, 321
 dopasowanie o najdłuższym prefiksie, 389
 dostarczanie datagramu, 390
 dostawca treści, 575
 dostawca usług, 34, 221
 dostęp do internetu, 222
 szerokopasmowy, 222
 wąskopasmowy, 222
 DPI, Deep Packet Inspection, 546
 drzewa nazw DNS, 102
 drzewo rozpinające, 318
 DSL, Digital Subscriber Line, 224, 346
 DSL lite, 227
 DSP, Digital Signal Processors, 308
 DSSS, 290
 DST, Distributed Spanning Tree, 318
 duplex, 186
 DVR, Distance Vector Routing, 335, 336
 DWDM, Dense Wavelength Division Multiplexing, 210
 dwustronna translacja NAT, Twice NAT, 419
 dynamiczne aktualizacje informacji
 o routingu, 332
 dziedziczenie, 73

E

efektywna szybkość dostarczania danych, 494
 EGP, Exterior Gateway Protocols, 474
 EGPRS, Enhanced GPRS, 304
 ekran, 143
 ekranowanie, 145
 element sieci, 560
 enkapsulacja
 ARP, 405
 ICMP, 410
 IP, 391
 RTP, 516
 UDP, 445

ENUM, 526
 ethernet, 268, 348
 ethernet skrętkowy, 280

F

fala nośna, 191, 196
 faza, 194
 FDDI, 348
 FDM, Frequency Division Multiplexing, 206
 FDMA, 263
 FEC, Forward Error Correction, 165
 FHSS, 290
 filtrowanie pakietów, 544
 filtrowanie ramek, 316
 firma
 Cisco, 22, 501
 Linksys, 420
 fluktuacja opóźnień, 496, 514
 format
 Berkeley, 378
 komunikatu ARP, 403
 ramki 802.11, 293, 294
 ramki ethernetowej, 276
 ramki IEEE 802.3, 277
 forum WiMAX, 296
 Fourier, 130
 fragment, 394
 fragmentowanie fragmentów, 396
 Frame Relay, 350
 FSK, Frequency Shift Keying, 195
 FTP, File Transfer Protocol, 89
 konto anonimowe
 hasło guest, 91
 nazwa anonymous, 91
 sesja, 90
 ustanawianie połączenia, 91
 FTTB, 230
 FTTC, 230
 FTTH, 230
 FTTN, 231
 funkcja
 accept, 70
 appname_to_appnum, 583, 585
 await_contact, 583, 585
 bind, 69
 bram sygnalizacji, 522
 bramy mediów, 522
 close, 68

funkcja

cname_to_comp, 583, 586
 connect, 68
 gethostbyaddr, 73
 gethostbyname, 73, 101
 gethostname, 73
 getsockopt, 73
 gniazda, 66
 interfejsu API gniazd, 65
 kontrolera bram mediów, 522
 listen, 70
 make_contact, 583, 585
 modułu połączenia, 522
 NetFlow, 501
 obsługi kont, 522
 read, 68
 readln, 595
 recv, 67, 583, 586
 recvfrom, 72
 recvln, 583, 586, 595
 recvmsg, 72
 routing, 522
 rozszyfrowująca, 539
 select, 603
 send, 67, 583, 586
 send_eof, 583, 587
 sendmsg, 72
 sendto, 71
 serwera aplikacji, 522
 serwera mediów, 522
 setsockopt, 73
 skrótu, 537
 socket, 66
 sterowania usługami, 522
 sygnalizacji w bramie dostępowej, 522
 zysfrująca, 540
 write, 68
 współpracy z innymi sieciami, 522

G

GEO, Geostationary Earth Orbit, 154
 geostacjonarne satelity komunikacyjne, 153
 GET, 85
 gęsta multipleksacja z podziałem długości fali, 210
 Gig-E, 283
 globalny system komunikacji mobilnej, 304
 gniazdo, 64
 GNU Radio, 309

GPRS, General Packet Radio Service, 304
 GPS, Global Positioning System, 307
 graf, 333
 graf OSPF, 481
 graf z wagami przypisanymi do krawędzi, 338
 granica stosowania adresów, 408
 gruby Ethernet, 278
 GSM, Global System for Mobile Communications, 304

H

harmonogramowanie ruchu, 507
 HEAD, 85
 HFC, Hybrid Fiber Coax, 229
 hierarchia
 DNS, 101
 FDM, 209
 synchronicznych systemów cyfrowych, 237
 TDM, 213
 HTML, HyperText Markup Language, 81
 HTTP, HyperText Transfer Protocol, 81
 HTTPS, 553
 hub, 280

I

ICANN, Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, 99, 370
 ICMP, Internet Control Message Protocol, 409
 enkapsulacja, 410
 komunikaty, 409
 konfiguracja, 411
 identyfikacja pakietów, 252
 identyfikacja serwerów, 61
 identyfikator mostu, 319
 identyfikatory standardów sieci LAN, 249
 IDNA, Internationalizing Domain Names in Applications, 106
 IDS, Intrusion Detection System, 545
 IEEE, Institute for Electrical and Electronic Engineers, 247
 IGMP, Internet Group Multicast Protocol, 484
 IGP, Interior Gateway Protocols, 474
 iloczyn logiczny maski i adresu docelowego, 388
 iloczyn opóźnienia i przepustowości, 498
 impuls świetlny, 148
 indeks modulacji, 194
 InfraRed, 300

instalacja ADSL, 227
 instalacja modemu kablowego, 229
 inteligentny interfejs, 320
 interfejs
 API, 581, 584
 API gniazd, 64, 65
 programistyczny, 583
 programistyczny aplikacji, API, 64
 programowania aplikacji, 583
 przyłączeniowy, 278
 sieciowy, 380
 interferencje, 164
 internet, 357
 internetowe technologie QoS, 506
 internetowy protokół grup multemisji, 484
 internetowy protokół komunikatów sterujących (ICMP), 409
 intranet, 557
 IntServ, Integrated Services, 504
 IPSec, 553
 IPTV, 575
 IPv4, Internet Protocol wersja 4, 365
 IPv6, 578
 IR, Infra Red, 150
 ISDN, Integrated Services Digital Network, 224
 IS-IS, Intermediate System to Intermediate System, 482
 ISM, Industrial, Scientific and Medical, 288
 ISO, International Organization for Standardization, 41
 ISP, Internet Service Provider, 34, 221
 ITAD, IP Telephone Administrative Domains, 527
 ITU, International Telecommunications Union, 349
 ITU-T, International Telecommunications Union — Telecommunication Standardization Sector, 41

J

jakość usługi (QoS), 501
 jawny i niejawny rozmiar nagłówka Ipv6, 431
 jednolita usługa, 356
 jednostki obsługi danych, 233
 jednostki obsługi kanału, 233
 język znacznikowy, 82
 jitter, 186, 496

K

kabel
 miedziany, 149
 prosty, 283
 współosiowy, 145
 z przeplotem, 283
 kanał, 206
 kanał fizyczny, 118
 kanał komunikacyjny, 208
 kanał ramkowania, 213
 kanał w dół, downstream, 222
 kanał w górę, upstream, 222
 karta sieciowa, 278
 kategorie parametrów QoS, 503
 kategorie sieci, 247
 kategorie skrętek, 146
 kąt krytyczny, 147
 klastry, 156, 302
 klastry komórek, 303
 klasy adresów IP, 367
 klient i serwer, 60
 klucz deszyfrujący, 539
 klucz prywatny, 539
 klucz publiczny, 539
 klucz szyfrujący, 539
 kluczowanie, 195
 kluczowanie amplitudy, 196
 kluczowanie częstotliwości, 196
 kluczowanie fazy, 195
 kod CRC, 173
 kod RAC, 171
 kod uwierzytelniający wiadomość, 537
 koder kanałowy, 118
 koder źródłowy, 117
 kodowanie
 liniowe, 132
 bipolarne, 133
 unipolarne, 133
 wielopoziomowe, 133
 Manchester, 134
 różnicowe Manchester, 134
 kodowanie kanałowe, 167
 kodowanie korekcyjne, 165, 176
 kodowanie wierszy i kolumn, 171
 kody blokowe, 166, 176
 bez pamięci, 166
 nadmiarowość, 166
 notacja (n,k), 168
 pojedyncza kontrola parzystości, 167

kody splotowe, 166
 z pamięcią, 166
 kolizja, 268
 kompresja bezstratna, 137
 kompresja stratna, 137
 komunikacja
 bezpółłączeniowa, 441
 FTP, 89
 laserowa, 150
 P2P, 573
 przezroczysta, 415
 punkt-punkt, 159
 radiowa, 151
 satelitarna, 306
 sieciowa, 50
 UWB, 299
 w paśmie ISM, 288
 komunikat, 56
 ARP, 403
 DHCP, 414
 DVR, 337
 sterujący, 463
 UDP, 444
 koncentrator, hub, 280
 konfiguracja systemu pocztowego, 95
 konfiguracja zapory sieciowej, 545
 konstelacja modulacji QAM, 201, 202
 kontrola dostępu, 538
 korekcja błędów, 170, 175
 korekcja pojedynczego błędu, 171
 koszt administracyjny, 475
 kryptografia, 538
 książka kodowa, 168
 kwadraturowa modulacja amplitudy, 198
 kwantowanie, 135

L

LAN, Local Area Network, 42, 247
 laser, 150
 LEO, Low Earth Orbit, 154
 liczba komputerów, 370
 liczba przeskoków, 475
 liczba sieci, 370
 licznik TTL, 410
 lista kontroli dostępu, 538
 lista masek podsieci, 373
 LOS, Line-Of-Sight, 297
 LSR, Link-State Routing, 335

Ł

łącza ADSL, 225
 łącza satelitarne VSAT, 347
 łącza typu trunk, 235
 łącze abonenckie, 223

M

MAC, Media Access Control, 252
 MAC, Message Authentication Code, 537
 magistrala, 235
 maksymalna jednostka transmisyjna, 393
 MAN, Metropolitan Area Network, 247
 martwa strefa, 293
 maska adresu, 371
 maska podsieci, 371
 maszyna wirtualna, Virtual Machine, 573
 MCU, Multipoint Control Unit, 521
 mechanizm
 ALOHA, 267
 CSMA/CA, 270
 CSMA/CD, 268
 detekcji błędów, 166
 dystrybucji kluczy, 542
 nadziewania bajtami, 256
 NetFlow, 500
 połączeniowy, 58
 start-stop, 456
 medium transmisyjne, 141
 opóźnienie propagacyjne, 157
 parametry, 157
 pojemność kanału, 157
 wybór medium, 156
 menedżer, 567
 MEO, Medium Earth Orbit, 154
 metryka routingu, 475
 MGCP, Media Gateway Control Protocol, 519
 MIB, Management Information Base, 565
 MIME, Multi-purpose Internet Mail
 Extensions, 97
 MIMO, Multiple-Input Multiple-Output, 309
 MISTP, Multiple Instance Spanning Tree
 Protocol, 319
 mobile IP, 575
 mobilność, 575
 mobilny WiMAX, 296
 model
 FCAPS, 558
 IEEE 802, 275
 klient-serwer, 58, 582

- model
 - OSI, 41
 - powiązań serwerowych, 101
 - transmisji danych, 116
 - warstwowy, 37
 - modem, 198
 - czołowy, 231
 - kablowy, 228, 346
 - instalacja, 229
 - przepustowość, 228
 - końcowy, 231
 - optyczny, 200, 314
 - radiowy, 200
 - telefoniczny, 200
 - V.32, 201
 - V.32bis, 201
 - wewnętrzny, 201
 - zewnętrzny, 201
 - modulacja
 - 16QAM, 199
 - amplitudy, 192
 - analogowa, 192
 - częstotliwości, 193
 - delta, 136
 - kumulowanie błędów, 136
 - fazy, 194
 - impulsowo-kodowa (PCM), 135, 518
 - QAM, 198
 - QAM w telefonii, 201
 - modulator, 118, 198
 - moduł interfejsu sieciowego, 234
 - monitorowanie sieci, 500, 558
 - most, 315
 - most adaptacyjny, 316
 - most uczący się, 316
 - MPLS, Multiprotocol Label Switching, 351, 507
 - MSC, Mobile Switching Center, 301
 - MSTP, Multiple Spanning Tree Protocol, 319
 - MTU, Maximum Transmission Unit, 393
 - multicast, 253
 - multimedijska, 576
 - multimedijska IP, 483
 - multimedia, 49, 513
 - multimedia czasu rzeczywistego, 513
 - multipleksacja, 205
 - kodowa, 216
 - odwrotna, 216
 - przestrzenna, 309
 - statystyczna, 215
 - z podziałem czasu, 211
 - z podziałem częstotliwości, 206
 - z podziałem długości fali, 210
 - multiplexer, 118, 205
 - multiplexer add/drop, 346
- ## N
- naciąganie, 532
 - nadajnik, 192
 - nadpróbkowanie, 136
 - nadziewanie bajtami, 256, 257
 - nadziewanie bitami, 233, 256
 - nadziewanie znakami, 256
 - nadzorca, gatekeeper, 521
 - nagłówki, 40
 - datagramu IP, 386
 - odpowiedzi, 86
 - protokołu IPv6, 429
 - najbardziej znaczący bit, MSB, 182
 - najmniej znaczący bit, LSB, 182
 - nakładanie obszarów, 293
 - NAPT, Network Address and Port Translation, 418
 - narzędzia do zarządzania siecią, 561
 - narzut protokołów, 494
 - narzut transmisyjny, 170
 - narzut transmisyjny i fragmentacja, 552
 - następny skok, next hop, 330
 - NAT, Network Address Translation, 91, 415
 - dostęp do serwerów, 419
 - działanie usługi, 416
 - forma podstawowa, 417
 - oprogramowanie, 420
 - tablica translacji, 418
 - warstwa transportowa, 418
 - NetFlow, 501
 - NIC, Network Interface Card, 252
 - nieciągłe wartości sygnału, 194
 - niezależna obsługa ruchu, 327
 - niezależność od źródła, 332
 - niezawodny transport danych, 450
 - NLOS, Non-Line-Of-Sight, 297
 - notacja (n,k), 168
 - notacja ASN.1, 564
 - notacja CIDR, 373, 374
 - notacja dziesiętna z kropkami, 368, 369
 - numer portu, 61, 444
 - numeracja telefoniczna, 525
 - numerowanie, 452
 - Nyquist, 137

O

obsługa błędów, 165
 obszary OSPF, 482
 obwód, 192
 obwody przełączane, 244
 obwody trwałe, 244
 obwody wirtualne, 244
 OC, Optical Carrier, 235
 odległość do celu, 336
 odległość Hamminga, 168
 odległość Hamminga minimalna, 169
 odmowa obsługi, 532
 odpowiedź
 DHCP, 412
 DNS, 103
 echa, 421
 HTTP, 86
 odpytywanie, 264
 odtwarzanie datagramu z fragmentów, 394
 odwołania do gniazd, 66
 odwołania peer-to-peer, 63
 odwzorowanie adresów, 401, 402
 odwzorowanie nazw, 101
 OFDM, 290
 ogólna usługa pakietowej transmisji radiowej, 304
 okablowanie, 281
 okno przesuwne, 454, 455
 okno zerowe, 461
 oktet, 369
 operacja przekazania, 328
 operacja zapisu, 328
 opóźnienie, 492, 551
 0,2 s, 155
 dostępu do medium, 492, 493
 kolejkowania, 492, 493
 propagacyjne, 492
 przełączania, 492, 493
 serwera, 492, 493
 transmisji, 460
 oprogramowanie routingu, 332
 orbita geostacjonarna, 154
 organ zarządzający kluczami, 542
 organizacja
 IEEE, 247
 IETF, 106, 436, 518
 ISO, 41
 ITU, 41, 518
 nadzorcza, 473
 normalizacyjna, 41

OSI, Open System Interconnection, 41
 OSPF, Open Shortest Path First, 479, 480
 cechy protokołu, 480
 graf, 481
 obszary, 482
 otwarty protokół wyznaczania najkrótszych tras (OSPF), 479, 480
 OUI, Organizationally Unique ID, 253

P

P2P, peer-to-peer, 574
 pakiet, 245
 pakiet RIP, 479
 PAN, Personal Area Network, 288
 parametr
 DIFS, 295
 QoS, 502
 SIFS, 295
 pasma ochronne, 207
 pasmo danych, 201
 pasmo głosowe, 201
 pasmo ISM, 288
 PCF, Point Coordination Function, 294
 PCM, Pulse Code Modulation, 135
 peer-to-peer (P2P), 64, 574
 pętla routingu, 340
 pętla zwrotna, 233
 PGP, 552
 Phishing, 532
 plik
 chatclient.c, 595
 chatserver.c, 593
 echoclient.c, 590
 echoserver.c, 589
 webcontent.c, 597
 webserver.c, 599
 poczta elektroniczna, 92
 algorytm, 92
 aplikacja interfejsu, 93
 dostęp do poczty, 95
 IMAP, 96
 kolejka poczty wychodzącej, 93
 MIME, 97
 POP3, 96
 protokoły, 93
 RFC2822, 97
 skrzynka pocztowa, 93
 SMTP, 93

- podczerwień, IR, Infra Red, 150, 288
- podpis cyfrowy, 540
 - autentyczność wiadomości, 541
 - zaufany nadawca, 541
- podpróbkowanie, 136
- podsieć, 370
- podwarstwa
 - LLC, 248
 - MAC, 248, 261
 - sterowania dostępem do medium, 248
 - sterowania połączeniem logicznym, 248
- podział na klasy, 504
- podział protokołów, 262
- podział sieci bezprzewodowych, 287
- podział warstwy 2, 248
- pojedyncza kontrola parzystości, 167
- pojemność, 494
- pojemność kanału, 158
- pojemność warstwy sprzętowej, 494
- pole elektromagnetyczne, 144
- polecenie ping, 105
- polityka bezpieczeństwa, 535, 537
- połączenia
 - danych, 90
 - optyczne (OC), 346
 - routera bezprzewodowego, 420
 - sterujące, 90
 - wirtualne, 451
- połączenie, 57
 - dwóch modemów, 199
 - dwóch sieci fizycznych, 357
 - klient-serwer, 60
- pomiar
 - fluktuacji opóźnienia, 499
 - opóźnienia, 499
 - pasywny, 500
 - przepustowości, 499
 - wydajności sieci, 499
- port, 61
 - docelowy, 466
 - źródłowy, 466
- POST, 85
- poszukiwanie MTU trasy, 433
- pośrednik DHCP, 415
- POTS, 225
- potwierdzenie, 453
- powiadomienia ICMP, 421
- półdupleks, 187
- prawo Keplera, 153
- prefiks, 434
- prefiks bezklasowy, 372
- prefiks klasy C, 372
- prefiks sieci, 388
- problem dystrybucji kluczy, 542
- problem ostatniej mili, 231
- problem ukrytej stacji, 270
- procesory sieciowe, 578
- program
 - dostarczania poczty, 93
 - Wireshark, 22, 561
 - zróżnicowanych usług, 507
- programowanie sieciowe, 31, 583
- projektowanie protokołu, 458
- promieniowanie elektromagnetyczne, 143
- propagacja fal elektromagnetycznych, 152
- propagacja sygnału, 152
- prosty protokół zarządzania siecią, 563
- protokoły
 - alokacji kanałów, 263
 - dostępu do poczty, 96
 - dostępu swobodnego, 266
 - ALOHA, 267
 - CSMA/CA, 270
 - CSMA/CD, 268
 - internetowe, 361
 - multimedijsji, 486
 - CBT, 486
 - DVMRP, 486
 - MOSPF, 486
 - PIM-DM, 486
 - PIM-SM, 486
 - routingu wewnętrznego, 474
 - routingu zewnętrznego, 474
 - sterowania dostępem, 264
 - odpytywanie, 264
 - przekazywanie znacznika, 266
 - rezerwacja, 265
 - strumieniowania, 496
 - TCP/IP, 362 *Patrz także* stos protokołów TCP/IP
 - transportowe, 439, 452
 - WWW, 81
- protokół
 - ALOHA, 267
 - ARP, 391, 403
 - BGP, bram granicznych, 476
 - CBT, 486
 - CDMA, 263, 264

- CSMA/CA, 267, 272
- CSMA/CD, 267
- datagramów użytkownika, UDP, 419, 440
- DHCP, dynamicznej konfiguracji stacji, 411–414
 - format komunikatu, 414
- dostarczania poczty, 93
- drzewa rozpinającego, 318
- DVMRP, 486
- EGP, 474
- FDMA, 263
- FTP, 89
- H.323, 519, 521
 - brama, 521
 - cechy protokołu, 523
 - nadzorca, 521
 - terminal, 521
 - warstwy, 524
- HTTP, 84, 108
 - format nagłówka odpowiedzi, 86
 - kody statusowe, 86
 - żądania HTTP, 85
- IGMP, 484
- IGP, 474, 476, 479
- IMAP, 96
- informowania o politykach, 506
- informowania o trasach (RIP), 478
- inicjowania sesji, 519
- internetowy, 494
- internetowy IPv4, 425
- IPv6, 428
 - adresacja, 434
 - datagram, 431
 - format datagramu, 429
 - format nagłówka, 428, 429
 - fragmentacja, 431
 - MTU trasy, 431
 - nagłówki rozszerzające, 428
 - obsługa ruchu, 429
 - rodzaje adresów, 435
 - rozmiar adresu, 428
 - rozmiar nagłówka, 431
 - rozszerzalność protokołu, 429
 - zapis adresów, 435
- komunikacyjny, 36
- MOSPF, 486
- odwrotnego odwzorowania adresów, 411
- odwzorowania adresu (ARP), 391, 403
- PIM-DM, 486
- PIM-SM, 486
- POP, 96
- rezerwacji zasobów, 506
- RIP, 478
- routingu telefonicznego, 527
- routingu wewnętrznego (IGP), 474, 476, 479
- routingu zewnętrznego (EGP), 474
- RSVP, 506
- RTP, 515, 518
- sieciowy, 36, 494
- SIP, 520
 - cechy protokołu, 524
 - metody protokołu, 525
 - moduł użytkownika, 521
 - przebieg sesji, 525
 - serwer lokalizacji, 521
 - serwer pośredniczący, 521
 - serwer rejestrujący, 521
 - serwery przekierowań, 521
- SMTP, 93, 109
- sterowania bramami mediów, 519
- sterowania transmisją, TCP, 440, 450
- STP, Spanning Tree Protocol, 318
- systemów pośrednich (IS-IS), 482
- TCP, *Patrz* TCP, 440, 450
- TDMA, 263, 264
- transferu plików, *Patrz* FTP
- transportowy, 494
- transportowy czasu rzeczywistego (RTP), 515, 518
- UDP, *Patrz* UDP
- uruchomieniowy, 412
- warstwy aplikacji, 79, 494
 - reprezentacja danych, 80
 - transfer danych, 80
- wielu drzew rozpinających, 319
- próbkowanie, 135
- przeciążenie, congestion, 456, 457
- przejmowanie pakietów, 534
- przekazywanie danych między warstwami, 39
- przekazywanie znacznika, 266
- przełączanie, 319
- przełączanie obwodów, 243
- przełączanie optyczne, 577
- przełączanie pakietów, 32, 46, 245, 329
- przełącznik, 283
- przełącznik ethernetowy, 319
- przełącznik pakietów, 326, 327
- przełącznik sieci LAN, 320, 321

przełącznik VLAN, 321
 przełącznik warstwy 2, 319
 przepływność strumieni danych, 454
 przepustowość, 494, 497, 552
 przepustowość systemu, 495
 przestrzeń adresowa, 369
 przesunięcie fazy, 195
 przesyłanie datagramów, 485

- konfiguracja i tunelowanie, 485
- wyszukiwanie w rdzeniu, 485
- zalej i odetnij, 485

 przetwarzanie pakietów, 254
 przetwarzanie żądań, 62
 przydział adresów IP, 379
 pseudonagłówki, 445
 PSTN, Public Switched Telephone Network, 518
 publiczne sieci telefoniczne, 518
 punkt demarkacyjny, 234
 punkt dostępowy, 292
 punkt końcowy, 440
 PUT, 85
 PVST, Per-VLAN Spanning Tree, 319
 PVST+, 319

Q

QAM, Quadrature Amplitude Modulation, 198
 QoS, Quality of Service, 502

- ABR, 503
- CBR, 503
- ogólna specyfikacja, 502, 504
- przetwarzanie pakietów, 505
- szczegółowa specyfikacja, 502
- technologie internetowe, 506
- UBR, 503
- VBR, 503

R

RAC, Row And Column, 170
 RADIUS, 553
 ramka, 185

- nagłówki, 255
- pole danych, 255
- znak EOT, 256
- znak SOH, 256

 ramka ethernetowa, 276
 ramka SONET, 237
 ramkowanie, 185, 212, 255

RARP, Reverse Address Resolution Protocol, 411
 rdzeń, 232
 reasemblacja, 394
 regeneratory, 315
 reguły filtrowania, 546
 rejestracja domen, 99
 replikacja, 101
 reprezentacja bitu, 133
 retransmisja, 453
 retransmisja pakietu, 268, 459
 rezerwacja, 265
 rezerwacja zasobów sieciowych, 501
 RF, Radio Frequency, 151
 RFC, Request for Comments, 97
 RFID, Radio Frequency Identification, 300
 RIP, Routing Information Protocol, 478

- cechy protokołu, 478
- format pakietu, 479

 RJ45, 283
 rodzaje

- adresów IPv6, 435
- błędów, 165
- interakcji UDP, 443
- modulowania fali nośnej, 192
- multipleksacji, 206
- okablowania, 143
- opóźnień, 492
- protokołów alokacji kanałów, 263
- protokołów sterowania dostępem, 264
- przesyłanych danych, 49
- transmisji, 186
- włókien optycznych, 148

 router, 357
 router bezprzewodowy, 420
 routing, 332, 388, 472

- koszt administracyjny, 475
- liczba przeskoków, 475
- metryka routingu, 475

 routing dynamiczny, 334, 469, 471
 routing LSR, 335
 routing na bazie informacji o stanie łączy, 335
 routing SPF, 335
 routing statyczny, 334, 469, 470
 routing w multiemisji, 483
 routing z wykorzystaniem wektorów

- odległości, 335

 rozgłaszanie na podstawie tras powrotnych, 485
 rozgłoszenie okna, 461
 rozgłoszenie w formacie Berkeley, 378

rozkładanie obciążenia serwerów WWW, 572
rozłączanie połączenia TCP, 464
rozpraszania widma, 209, 290
 DSSS, 290
 FHSS, 290
 OFDM, 290
rozproszone centra danych, 574
rozproszone drzewo rozpinające, 318
rozproszony atak DoS, 533
rozszerzony GPRS, 304
rozwój internetu, 47
różnicowe kodowanie Manchester, 134
RPB, Reverse Path Broadcasting, 485
RS-232, 183
RSVP, Resource ReSerVation Protocol, 506
RTP, Real-time Transport Protocol, 515, 518
 enkapsulacja, 516
 nagłówki, 515

S

satelity GPS, 307
SDH, Synchronous Digital Hierarchy, 237
segment TCP, 465
serwer
 DHCP, 415
 DNS, 101, 109
 FTP, 100
 lokalizacji, location server, 521
 pocztowy, 93, 95
 pośredniczący, proxy server, 521
 przekierowań, redirect server, 521
 rejestrujący, registrar server, 521
 WWW, 100
serwery główne, root servers, 101
sesja FTP, 90
sesja SMTP, 94
sieci
 ad hoc, 578
 bezwodowodowe, 575
 domowe, 420
 energetyczne (PLC), 347
 izochroniczne, 496
 korporacyjne, 35
 lokalne, 247
 małych biur, 35
 małych przedsiębiorstw, 35
 metropolitarne, 247
 odbiorców prywatnych, 35

osobiste, PAN, 288
 Bluetooth, 288
 pasmo ISM, 288
 Podczerwień, 288
pakietowe, 246
punkt-punkt, 250
rozległe, 247, 325
społecznościowe, 575
wielodostępne, 250
sieć
 ALOHA-net, 267
 cyfrowa z integracją usług (ISDN), 352
 Ethernet, 275
 HFC, 229
 internetowa, 33
 komórkowa, 301
 LAN, 247
 MAN, 247
 optyczna (SONET/SDH), 346
 połączeń, fabric, 320
 prywatna, 35
 PSTN, 525
 publiczna, 34
 w biznesie, 577
 WAN, 247
 adresacja, 329
 cele sieci, 328
 graf sieci, 333
 tradycyjna architektura, 326
 wirtualna, 359
 z funkcją NAT, 416
 z przełączaniem obwodów, 244
siedmiowarstwowy model OSI, 40, 41
simplex, 186
SIP, Session Initiation Protocol, 519
skalowalne usługi internetowe, 571
skanowanie plików, 546
skanowanie portów, 546
skrętka, 280
skrętka ekranowana, 145
skrętka miedziana, 143
słowa danych, 168
słowa kodowe, 168
SMB, Small-To-Medium Business, 35
SMDS, 350
SMTP, Simple Mail Transfer Protocol, 93
SNMP, Simple Network Management Protocol, 563
SOHO, Small Office/Home Office, 35

- SONET, Synchronous Optical Network, 237
- SPC, Single Parity Check, 167
- specyfikacja DECNET V, 482
- specyfikacje, 36
- spektrum, 151
- spójność sieci, 340
- SSH, 552
- SSL, 552
- stacje sieciowe, 362
- stacje ukryte, 272
- Stały WiMAX, 296
- standard
 - ASCII, 256
 - ATP, 503
 - DIX, 268
 - DS, 235
 - E.164, 525
 - HTML, 81
 - IEEE, 289
 - IEEE 802.15, 299
 - IEEE 802.1q-2003, 319
 - IEEE 802.11, 291
 - IEEE 802.16, 296
 - IETF, 501
 - IP, 380
 - kodowania Base64, 97
 - Megaco (H.248), 519
 - MIME, 94, 98
 - RFC2822, 97
 - SNMP, 564
 - SONET, 238
 - STS, 235
 - WiMAX, 296
 - Zigbee, 299
- standardy
 - adresowania, 252
 - bezprowadowych sieci LAN, 291
 - bezprowadowych sieci MAN, 296
 - kommunikacji bezprowadowej, 289
 - kommunikacji telefonicznej, 518
 - łaczy cyfrowych, 234
 - łaczy optycznych, 235
 - sieci PAN, 298
 - usługi WWW, 81
 - zapisu wiadomości e-mail, 97
- statystyczna multipleksacja, 215
- sterowanie przepływem, 454
- stopień wykorzystania sieci, 497
- stos, 37
- stos protokołów, 37
- stos protokołów sieciowych, 247
- stos protokołów TCP/IP, 33, 42, 361–363
- STP, Spanning Tree Protocol, 318
- strumień, 56, 503
- STS, Synchronous Transport Signal, 235
- sufiks, 434
- sufiks C, 236
- suma kontrolna, 171
- suma kontrolna UDP, 445
- sygnalizacja, 518
- sygnał analogowy, 122
 - szerokość pasma, 127
- sygnał cyfrowy, 122, 127
 - poziomy napięcie, 128
 - szerokość pasma, 131
- sygnał nieokresowy, 122
- sygnał okresowy, 122
- sygnał sinusoidalny, 123
 - amplituda, 123
 - częstotliwość, 123
 - długość fali, 123
 - faza, 123
- sygnał zespolony, 124
- sygnały elementarne, 125
- synchroniczna sieć optyczna, 236
- synchroniczne sygnały transportowe, 235
- synchroniczne zwielokrotnienie TDM, 211
- synchronizacja nadajnika z odbiornikiem, 131, 184
- system
 - analizy treści, 546
 - autonomiczny, Autonomous System, 473
 - CATV, 228
 - EDGE, 304
 - EDGE Evolution, 304
 - IDS, 546
 - ISC, 522
 - AGS-F, 522
 - AS-F, 522
 - CA-F, 522
 - IW-F, 522
 - MGC-F, 522
 - MG-F, 522
 - MS-F, 522
 - R-F, 522
 - SC-F, 522
 - SG-F, 522
 - kommunikacyjny, 116

- komórkowy, 300
- nazw domenowych, 98
- priorytetowania, 502
- PSTN, 521
- satelitarny, 300
- sygnalizacji 7, 518
- telefoniczny, 212
- wykrywania włamań, 545
- zintegrowanych usług, 504
- szczegółowa inspekcja pakietów, 546
- szczelina nadawcza, 295
- szerokopasmowa technika CDMA, 305
- szerokość pasma, 127, 131, 495
- szum, 142, 157, 198
- szybki protokół drzewa rozpinającego, 319
- szybkość dostarczania danych, 494
- szybkość transmisji, 495
- szyfrator, 118
- szyfrowanie, 538
 - klucz deszyfrujący, 538, 539
 - klucz szyfrujący, 538, 539
 - szyfrogram, 538
 - tekst jawny, 538
- szyfrowanie pola danych, 550

T

- tablica przekazywania, forwarding table, 330
- tablica routingu, 330, 387
- tablica translacji, 418
- TCP, Transmission Control Protocol, 440, 450
 - adaptacyjne retransmisje, 460
 - cechy protokołu, 450
 - format segmentu, 465
 - obsługa utraconych pakietów, 458
 - okno, 461
 - opóźnienie transmisji w obie strony, 460
 - rozgłoszenie okna, 461
 - segment FIN, 463
 - segment SYN, 463
 - sterowanie przepływem, 461
 - trójetapowe porozumienie, 462
- TDM, Time Division Multiplexing, 211
 - hierarchia, 213
 - ramkowanie, 212
 - systemy telefoniczne, 212
 - wady systemu, 214
 - zwielokrotnienie statyczne, 215
 - zwielokrotnienie synchroniczne, 211

- TDMA, 263
- technika dzielonego horyzontu, 340
- technika wieloprotokołowego przełączania
 - etykiet, 507
- techniki ataków, 533
 - DoS i DDoS, 533
 - falszowanie adresu, 533
 - falszowanie nazwy, 533
 - łamanie kluczy, 533
 - podsluchiwanie, 533
 - powtarzanie pakietów, 533
 - przejmowanie pakietów, 533
 - przepełnianie bufora, 533
 - skanowanie portów, 533
 - zalewanie pakietami SYN, 533
- techniki multipleksacji w sieciach Wi-Fi, 290
- techniki przesyłania pakietów, 484
- techniki unikania przeciążeń, 456
- technologia
 - ADSL, 225
 - dostępu do internetu, 221
 - DSL, 224
 - EVDO, 305
 - EVDV, 305
 - HSDPA, 305
 - RFID, 300, 577
 - VSAT, 306, 307
 - WiMAX, 297, 298
- technologie
 - bezprzewodowych sieci WAN, 300
 - dostępu bezprzewodowego, 231
 - komórkowe, 303
 - komórkowe drugiej generacji, 305
 - komórkowe trzeciej generacji, 305
 - łączy dostępowych, 345
 - rdzeniowe, 232
 - sieci LAN, 347
 - sieci PAN, 298
 - sieci WAN, 349
 - sieciowe, 33
 - szerokopasmowe, 223
 - światłowodowe, 230
 - FTTB, 230
 - FTTC, 230
 - FTTH, 230
 - FTTP, 231
 - wąskopasmowe, 223
- telefonía IP, 517
 - aparat telefoniczny, 519
 - brama mediów, 520

telefonia

- brama sygnalizacji, 520
- komponenty systemu, 519
- kontroler bram mediów, 520
- lokalizacja użytkowników, 525
- PCM, 518
- połączenia między komponentami, 520
- protokół RTP, 518
- zestawienie protokołów, 523

telewizja kablowa, 228

TLD, Top-level domain, 99

TLS, 553

tłumienie, 164

Token Ring, 347

topologia

- fizyczna Ethernetu, 281
- gwiazdy, 251
- logiczna Ethernetu, 281
- magistrali, 251
- pierścienia, 251
- siatki, 251

topologie sieci LAN, 250

transfer plików, 89

translacja adresów sieciowych (NAT), 415

translacja adresów sieciowych i portów, 418

translacja NAPT, 419

transmisja

- asynchroniczna, 182, 183
- bezprowadowa, 141
- danych, 114, 118
- danych, data communication, 31
- datagramu, 391
- izochroniczna, 182, 186
- naziemna, 153
- przewodowa, 141
- radiowa, 308
- RF, 151
- rodzaje energii, 142
- równoległa, 180
- spoza Ziemi, 153
- synchroniczna, 182, 184
- szeregowa, 179, 181
- w podzerwieni, 150
- znaków, 183

transport danych, 476

transport komunikatów, 57

transport strumieni, 56

trasa domyślna, 333, 470

trendy, 50

TRIP, Telephone Routing over IP, 527

trójetapowe porozumienie, 462

tryb transmisji, 179

tunel MPLS, 560

tunelowanie, 550

tunelowanie IP-w-IP, 550

tunelowanie IP-w-TCP, 551

twierdzenie Nyquista, 136

twierdzenie Shannona, 157, 194

U

UART, 181

UBR, Unspecified Bit Rate, 503

UDP, User Datagram Protocol, 419, 440

- cechy protokołu, 440
- enkapsulacja komunikatu, 445
- format datagramu, 444
- identyfikacja punktów końcowych, 444
- przebieg komunikacji, 442
- przetwarzanie komunikatów, 441
- pseudonagłówków, 445
- rodzaje interakcji, 443
- suma kontrolna, 445

ujednoliczone identyfikatory zasobów, 526

ujednolicony format adresowania zasobów, 83

UMTS, 305

unicast, 253

Universal Software Radio Peripheral, 309

uniwersalny pakiet wirtualny, 384

URI, Uniform Resource Identifier, 526

URL, Uniform Resource Locator, 81

Urząd Komunikacji Elektronicznej, 207

urządzenie DCE, 187

urządzenie DTE, 187

urządzenie terminalowe, 187

urządzenie transmisji danych, 187

USART, 181

usługa

- CLNS, 483
- DAYTIME, 80
- FTP, 89
- MMS, 304
- NAPT, 419
- NAT, 416
- SMS, 304
- VBR, 503
- PBR, 503
- PBS, 504
- SBR, 503

- SBS, 504
- WAP, 304
- WWW, 81
- usługi
 - bezpołączeniowe, 383
 - połączeniowe, 383
 - sieciowe, 31
 - wielopoziomowe, 502
- ustanawianie połączenia TCP, 463
- usuwanie gniazda, 73
- utrata danych, 532
- utrata kontroli, 532
- utrata pakietu, 395, 458
- uwierzytelnianie, 540

V

- VBR, Variable Bit Rate, 503
- Voice over IP (VoIP), 517
- VPN, Virtual Private Network, 547
 - fragmentacja, 552
 - internet, 548
 - narzut transmisyjny, 552
 - niezależne urządzenia, 549
 - obwody dzierżawione, 548
 - opóźnienie, 551
 - oprogramowanie, 549
 - praca zdalna, 549
 - przepustowość, 552
 - Szyfrowanie pola danych, 550
 - Tunelowanie IP-w-IP, 550
 - Tunelowanie IP-w-TCP, 551
- VSAT, Very Small Aperture Terminal, 306

W

- WAN, Wide Area Network, 42
- warstwa, 37
- warstwa 1 — fizyczna, 38
- warstwa 2 — interfejsu sieciowego, 38
- warstwa 3 — internetowa, 38
- warstwa 4 — transportowa, 38
- warstwa 5 — aplikacji, 38
- warstwy stosu TCP/IP, 361
 - warstwa 3. — internetowa, 361
 - warstwa 4. — transportowa, 361
- wartość MTU, 394
- wątek, 62
- wątek główny, 74
- wątek potomny, 74

- WCDMA, Wideband CDMA, 305
- WDM, Wavelength Division Multiplexing, 210
- wektor odległości, 336
- WEP, 553
- węzeł bezprzewodowy, 292
- wielodostęp, 270
- wielodostęp kodowy, 216
- wielozadaniowe rozszerzenia poczty
 - internetowej, 97
- Wi-Fi, 289, 346
- WiMAX, 296, 346
- wirtualizacja serwerów, 573
- wirtualna sieć prywatna (VPN), 547
- wirtualne pakiety, 384
- włókna światłowodowe, 146, 149
- wskazanie komputera, 61
- wskazanie usługi, 61
- współczynnik kodu, 170
- współdzielenie medium transmisyjnego, 206
- współdzielenie zasobów, 45
- wydajność sieci, 499
 - asymetryczne trasy, 499
 - technika pomiarowa, 499
 - warunki transmisji, 499
 - zbitki danych, 499
- wykreś sygnału w funkcji czasu, 126
- wykreś sygnału w funkcji częstotliwości, 126
- wykrywanie nośnej, 268
- wykrywanie stacji, 484
- wyłudzenia, 532
- wysyłanie bitów, 182
- wyznaczanie tras w sieci WAN, 332

X

- X.25, 349
- XML, Extensible Markup Language, 108, 574

Z

- zabezpieczenie sieci przed przeciążeniem, 546
- zabronione witryny, 547
- zagnieżdżenie nagłówków, 40
- zagrożenia internetowe, 532
 - naciąganie, 532
 - odmowa obsługi, 532
 - Phishing, 532
 - utrata danych, 532
 - utrata kontroli, 532
 - wyłudzenia, 532

- zalewanie pakietami SYN, 534, 546
- zapis adresów IPv6, 435
- zapory sieciowe, 543
- zarezerwowane przedziały częstotliwościowe, 288
- zarządzanie elementem, 560
- zarządzanie intranetem, 557
- zarządzanie siecią, 558, 561
 - agent, 567
 - aplikacje, 562
 - menedżer, 567
 - narzędzia, 561
 - protokół SNMP, 563
- zasada działania protokołów, 39
- zasada zapisz i przekaż, 328
- zasady adresowania IP, 379
- zasady komunikacji, 582
- zasięg sieci
 - LAN, 325
 - MAN, 325
 - PAN, 325
 - WAN, 325
- zasoby adresowe, 427
- zator, 63, 457
- zaufany nadawca, 541
- zdolność do współdziałania, 36
- zegar odtwarzania, reassembly timer, 396
- Zigbee, 299
- zliczanie pakietów, 501
- zliczanie referencji, 73
- zmienne MIB, 565
- zmienne tablicowe, 566
- znacznik czasu, 308, 514
- znacznik końca pliku, 80, 582
- znacznik, tags, 82
- znak EOT, 256
- znak SOH, 256
- znaki narodowe, 106
- zniekształcenia, 164

Ź

- źródła informacji, 116, 121
- źródłowy adres IP, 544

Z

- żądania współbieżnie, 62
- żądanie DHCP, 412
- żądanie DNS, 103
- żądanie echa, 421
- żądanie HTTP, 84
 - GET, 85
 - HEAD, 85
 - POST, 85
 - PUT, 85

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA WYDAWNICZA

 **Helion SA**

Autor bestsellerów i jeden z największych autorytetów w dziedzinie sieci komputerowych — Douglas E. Comer — przedstawia wszechstronny i kompletny przegląd technologii internetowych, które umożliwiają korzystanie z różnorodnych aplikacji, od przeglądarek internetowych, przez systemy telefonii IP, po programy multimedialne. Piąte wydanie obejmuje wiele nowych zagadnień, od protokołów komunikacji bezprzewodowej po problematykę wydajności sieci.

W tej książce znajdziesz odpowiedzi na niemal wszystkie pytania dotyczące funkcjonowania sieci komputerowych. Poznasz fundamenty ich działania (wielowarstwowy model ISO OSI) oraz zaznajomisz się z ich historią, rodzajami czy dostępnymi protokołami. Ponadto dowiesz się więcej o sposobach programowania aplikacji intensywnie korzystających z sieci, organizacji sieci Internet oraz najlepszych praktykach tworzenia aplikacji webowych. W części drugiej autor skupia się na fizycznych aspektach transmisji danych. Zrozumiesz, jak przesyłane są sygnały oraz jakie media transmisyjne masz do dyspozycji. To tylko niektóre zagadnienia poruszone w tym niezwykle kompendium wiedzy na temat sieci komputerowych, będącym lekturą obowiązkową dla każdego administratora.

W TEJ KSIĄŻCE ZNAJDZIESZ:

- szereg interesujących informacji na temat historii i rozwoju sieci komputerowych
- omówienie zagadnień związanych z aplikacjami internetowymi i programowaniem sieciowym
- bogaty zbiór informacji na temat przesyłania sygnałów i informacji
- prezentację dostępnych topologii sieci komputerowych
- opis zalet i wad sieci bezprzewodowych

Bogate i kompletne źródło informacji o sieciach komputerowych!

Nr katalogowy: 6816



Księgarnia internetowa

<http://helion.pl>



Zamówienia telefoniczne:

0 801 339900



0 601 339900



Helion

Sprawdź najnowsze promocje:

• <http://helion.pl/promocje>

Książki najchętniej czytane:

• <http://helion.pl/bestsellery>

Zamów informacje o nowościach:

• <http://helion.pl/nowosci>

Helion SA

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel.: 32 230 98 63

e-mail: helion@helion.pl

<http://helion.pl>

helion.pl
księgarnia
internetowa

Cena 89,00 zł

ISBN 978-83-246-3607-5



9 788324 636075

Informatyka w najlepszym wydaniu