Γιώργος Λαγογιάννης - Άρης Αλεξόπουλος

Διπλ. Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί

ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Δέκατη Έκδοση

Αθήνα 2016

" Απαγορεύεται η αναπαραγωγή όλου ή μέρους του παρόντος βιβλίου με οποιοδήποτε μηχανικό, ηλεκτρονικό ή άλλο μέσο και σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς την γραπτή άδεια των δυο συγγραφέων. "

Άρης Κων. Αλεξόπουλος
Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Καραολή και Δημητρίου 19 - Γαλάτσι 111 46

Γιώργος Παν. Λαγογιάννης
Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Κύπρου 85 - Παπάγου 156 89
Εκδόσεις Γιαλός τηλ. 210 6546089
www. gialosbooks.gr

Επιμέλεια εξωφύλλου: Γ. Ματθιόπουλος
Εκτύπωση: ΛΥΧΝΟΣ Ε.Π.Ε. 210 5156300

ISBN : 978-618-82021-1-5

© Copyright 1991-2016 Α. Αλεξόπουλος, Γ. Λαγογιάννης

1η έκδοση 1991
2η έκδοση 1992
3η έκδοση 1994
4η έκδοση 1997
5η έκδοση 1999
6η έκδοση 2003
7η έκδοση 2009
8η έκδοση 2012
9η έκδοση 2015
10η έκδοση 2016

ΣΥΝΤΟΜΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 27

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 31

2. ΧΡΗΣΙΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 41

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ 77

4. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ (INTERFACES) 119

5. ΕΝΣΥΡΜΑΤΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ 155

6. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ 187

7. ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ 217

8. ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ 303

9. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ 367

10. ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΕΙΣ PDH - SDH 439

11. ΔΙΚΤΥΑ, ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ & ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ 457

12. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ FRAME RELAY - ATM - MPLS 535

13. ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ 587

14. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 655

15. TCP/IP 677

16. ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 735

17. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ (INTERNET) 773

18. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ 799

19. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ 819

20. ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ & VOIP *839*

21. ISDN *903*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

22. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΩΝ *923*

23. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ *929*

24. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ *933*

25. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ *949*

26. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ / INDEX *953*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 27

Στόχοι της έκδοσης 27
Τρόπος παρουσίασης 28
Ορολογία 28
10η έκδοση 29

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 31

1.1 ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ 31
Ορισμός και ιστορική αναδρομή 31
Επικοινωνίες Δεδομένων 35
Μοντέλο επικοινωνιακού συστήματος 36
Η ανάγκη των δικτύων 38
Κατηγοριοποίηση 39
Σύγκλιση 40

2. ΧΡΗΣΙΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 41

2.1 ΚΩΔΙΚΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ 42
2.1.1 Κώδικας Morse 44
2.1.2 Κώδικας Baudot (Μπωντό) 44
2.1.3 ASCII 47
2.1.4 Unicode 49
2.1.5 Κώδικας EBCDIC 54
2.1.6 Λοιποί Κώδικες 54
Ansi - Win 1253 54

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΣΗΣ – ΔΕΚΑΕΞΑΔΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ 55

2.3 ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ, DECIBEL 59
2.3.1 Λογάριθμος 59
2.3.2 Bel 60
2.3.3 Decibel (dB) 61

2.4 ERLANG - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 67
2.4.1 Τι είναι το Erlang 67

2.4.2 Υπολογισμός της πιθανότητας εμπλοκής ... 69
2.4.2.1 Erlang B ... 70
2.4.2.2 Extended Erlang B ... 73
2.4.2.3 Erlang C ... 73

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ 77

3.1 ΜΟΡΦΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ... 78
3.1.1 Σειριακή μετάδοση ... 78
3.1.2 Παράλληλη μετάδοση ... 78

3.2 ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ... 79
3.2.1 Ασύγχρονη μετάδοση ... 80
3.2.2 Σύγχρονη μετάδοση ... 82
Σύγκριση σύγχρονης και ασύγχρονης μετάδοσης ... 83

3.3 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ HALF / FULL DUPLEX ... 84
Simplex (μονής κατεύθυνσης) ... 84
Half Duplex (Αμφίδρομη, μη ταυτόχρονη) ... 85
Full Duplex (Ταυτόχρονα αμφίδρομη) ... 85

3.4 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ... 86
3.4.1 Point to point / Multipoint ... 86
3.4.2 Πολύπλεξη (Multiplexing) ... 87
3.4.2.1 Πολύπλεξη χρόνου TDM ... 88
3.4.2.2 Στατιστική Πολύπλεξη (STDM) ... 89
3.4.2.3 Πολύπλεξη Συχνότητας FDM ... 90

3.5 ΤΑΧΥΤΗΤΑ (ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ) ... 92
Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (Data signalling rate - Bit rate) ... 92
Ρυθμός μετάδοσης διαμορφωμένου σήματος (Baud rate). ... 93
Ρυθμός μετάδοσης καθαρής πληροφορίας (Info transfer rate) ... 94
Χωρητικότητα καναλιού (Channel capacity) ... 94

3.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ... 97
3.6.1 Φυσιολογία του σφάλματος ... 97
3.6.2 Ρυθμοί εμφάνισης σφαλμάτων ... 98
3.6.3 Αναγνώριση σφαλμάτων ... 99
3.6.3.1 Ισοτιμία (Parity) ... 100
3.6.3.2 Διδιάστατες τεχνικές ελέγχου ισοτιμίας ... 101
3.6.3.3 Κυκλικοί κώδικες ... 103
3.6.3.4 Κώδικες σταθερού λόγου (Constant ratio codes) ... 106
3.6.4 Αντιμετώπιση σφαλμάτων ... 106
3.6.4.1 Υποκατάσταση συμβόλου ... 106

3.6.4.2 Μέθοδοι επανεκπομπής (Backward error correction) ... 107
Stop and wait ARQ ... 107
Συνεχής ARQ ... 107
Go-back-N ... 107
Επιλεκτική επανεκπομπή (selective retransmission) ... 108
3.6.4.3 Αυτόματη διόρθωση (Forward Error Correction - FEC) ... 108

3.7 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ... 110
3.7.1 Τεχνικές συμπίεσης δεδομένων ... 111
Συνοπτικά ... 112
3.7.2 Συμπίεση Εικόνας και Video ... 113
H.261 ... 113
H.263 ... 113
H.264 ... 114
H.265 ... 114
Τυποποιήσεις από ISO/IEC ... 114
JPEG (Joint Photographic Experts Group) ... 114
MPEG 1-2-3-4 (Motion Picture Experts Group) ... 115
MPEG-1 ... 115
MPEG-2 ... 115
MPEG-3 ... 116
MPEG-4 ... 116
MPEG-H ... 116
MP3 ... 117
MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding) ... 118
AC-3 (Dolby Digital 5.1) ... 118
MPEG-4 ... 118

4. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ (Interfaces) 119

4.1 V.24/V.28 (RS-232) ... 120
Στάθμες τάσης (Voltage) ... 123
Σήματα της V.24 ... 124
Αναλυτική περιγραφή των κυριότερων σημάτων της V.24 ... 124
Χρονική ακολουθία των σημάτων σε εκπομπή data από DTE ... 126
Χρονική ακολουθία των σημάτων σε λήψη data από DCE ... 127
Cross καλώδιο ή Null Modem ... 127

4.2 USB INTERFACE (UNIVERSAL SERIAL BUS) ... 129

4.3 ΛΟΙΠΕΣ ΣΕΙΡΙΑΚΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ... 133
4.3.1 V.10 / RS-423 ... 134
4.3.2 V.11 / RS-422 ... 135
4.3.3 RS-485 ... 136

4.3.4 RS-449 / RS-422 / RS-423 ... 137
4.3.5 EIA / RS-530 ... 138
4.3.6 X.21 ... 139
4.3.7 G.703 ... 141
4.3.8 FireWire (IEEE 1394) ... 143

4.4 ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ... 146
4.4.1 Centronics ... 146

4.5 HDMI, ΨΗΦΙΑΚΗ AUDIO-VIDEO ΣΥΝΔΕΣΗ ... 147

4.6 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ... 150
4.6.1 Bluetooth - IEEE 802.15 ... 150
4.6.2 Οπτική διασύνδεση Irda ... 152

4.7 ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ... 153

5. ΕΝΣΥΡΜΑΤΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ 155

5.1 ΣΥΝΕΣΤΡΑΜΜΕΝΑ ΖΕΥΓΗ ... 156
5.1.1 Δισύρματα συνεστραμμένα καλώδια ... 156
5.1.2 Βασικά χαρακτηριστικά ενσύρματων γραμμών ... 157
Ωμική αντίσταση ... 157
Επαγωγική και χωρητική αντίσταση (reactance) ... 158
Σύνθετη αντίσταση (impedance) ... 160
Προσαρμογή σύνθετης αντίστασης ... 160
5.1.3 Μονάδες μετρήσεων, χρήση dB και dBm ... 161
5.1.4 Παράμετροι Τηλεφωνικών Γραμμών ... 164
Εξασθένηση ... 164
Παραμόρφωση πλάτους ... 165
Παραμόρφωση φάσης (Group delay) ... 165
Αρμονικές ... 166
Θόρυβος ... 166
Λόγος σήματος προς θόρυβο ... 168
Παραδιαφωνία (Crosstalk) ... 168
Ηχώ (Echo) ... 169
Αστάθεια φάσης (Phase jitter) ... 169
Ολίσθηση συχνότητας ... 170
Κρουστικές παραμορφώσεις ... 170
Κρουστικοί θόρυβοι (Impulse hits) ... 170
Στιγμιαίες μεταβολές πλάτους (Amplitude hits) ... 171
Στιγμιαίες μεταβολές φάσης (Phase hits) ... 171
Μικροδιακοπές (Drop outs) ... 171
5.1.5 Διορθωτικές Τεχνικές ... 171

Ενισχυτές ... 172
Προσαρμοστές ... 172
Φίλτρα ... 173
Ισοσταθμιστές (Equalizer) ... 173
Συσκευές απαλοιφής ηχούς (Echo cancellers) ... 174
5.1.6 Τηλεφωνικές γραμμές ... 175
5.1.6.1 Τύποι γραμμών ... 175
Επιλεγόμενες γραμμές ... 175
Αφιερωμένες γραμμές ... 175
5.1.7 Τυποποιήσεις γραμμών ... 177
Γραμμές M.1020 ... 177
Γραμμές M.1025 ... 179
Γραμμές M.1030 ... 181
Γραμμές M.1040 ... 181

5.2 ΟΜΟΑΞΟΝΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ... 182

6. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ 187

6.1 ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ... 188
6.1.1 Χαρακτηριστικά του συστήματος ... 188
6.1.2 Τυποποιήσεις ... 191
6.1.3 Υποσύστημα θέσης εργασίας ... 192
Καλώδια Σύνδεσης ... 192
Σύνδεσμοι (Modular Connector) ... 194

6.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ... 195
6.2.1 UTP καλώδια ... 195
Εξασθένηση (Attenuation ή Insertion Loss) ... 199
Παραδιαφωνία NEXT (Near End Cross Talk) ... 200
Λόγος εξασθένησης / παραδιαφωνίας (ACR) ... 203
6.2.2 Οπτικές ίνες ... 206
6.2.3 Σημεία προσοχής στην οριζόντια καλωδίωση ... 207

6.3 ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΕΣ ... 209
6.3.1 Ενδιάμεσος κατανεμητής ορόφου ... 210
6.3.2 Κεντρικός κατανεμητής ... 211
6.3.3 Οπτικοί κατανεμητές ... 211

6.4 ΔΙΚΤΥΟ ΚΟΡΜΟΥ ... 212
6.4.1 Εσωτερικό δίκτυο κορμού ... 212
Χαρακτηριστικά UTP καλωδίωσης κορμού ... 213
6.4.2 Εξωτερικό δίκτυο κορμού (campus) ... 213

6.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ... 213
6.5.1 Χώροι συσκευών ... 215
6.5.2 Τεκμηρίωση ... 215

7. ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ 217

Μοντέλο οπτικής μετάδοσης ... 218

7.1 ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ... 219
Πλεονεκτήματα / μειονεκτήματα ... 221
Εφαρμογές μετάδοσης με οπτικές ίνες ... 222
7.1.1 Βασικές έννοιες από την οπτική ... 223
Ανάκλαση και διάθλαση του φωτός ... 223
Δείκτης διάθλασης ... 224
Ο νόμος του Snell ... 225
Γωνία υποδοχής / Αριθμητικό άνοιγμα (Numeric Aperture) ... 227
7.1.2 Οπτική μετάδοση στο γυαλί ... 228
7.1.3 Τρόποι μετάδοσης στην ίνα ... 231
7.1.4 Πολύτροπη μετάδοση ... 232
7.1.5 Μονότροπη μετάδοση ... 233

7.2 ΘΕΜΑΤΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ... 234
7.2.1 Βασικές έννοιες, ορισμοί ... 234
7.2.2 Εξασθένηση ... 245
7.2.3 Διασπορά ... 248
7.2.3.1 Χρωματική διασπορά ... 249
Διασπορά υλικού ... 249
Διασπορά κυματοδηγού ... 255
7.2.3.2 Διασπορά πόλωσης ... 256
7.2.3.3 Πολυτροπική διασπορά ... 257
7.2.4 Μη γραμμικά φαινόμενα ... 258
7.2.5 Απώλειες ανακλάσεων ... 259
7.2.6 Απώλειες κάμψης ... 261
7.2.7 Διαφορική καθυστέρηση στρεβλών ακτίνων ... 262
7.2.8 Πολυτροπικό εύρος ζώνης οπτικών ινών (Modal Bandwidth) ... 264

7.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ... 264
7.3.1 Είδη και τυποποιήσεις οπτικών ινών ... 264
7.3.1.1 Τύποι πολύτροπης ίνας ... 265
7.3.1.2 Τύποι μονότροπης ίνας ... 266
7.3.1.3 Πλαστικές Οπτικές ίνες ... 268
7.3.2 Οπτικά καλώδια ... 268
7.3.3 Οπτικοί σύνδεσμοι (connector) ... 271
7.3.4 Μόνιμοι σύνδεσμοι συγκόλλησης (splices) ... 275

7.3.5 Λοιπά στοιχεία οπτικών συνδέσεων ... 276
7.3.5.1 Οπτικοί πομποί ... 276
Διαμόρφωση οπτικού σήματος ... 277
Χαρακτηριστικά πομπών ... 278
7.3.5.2 Εξωτερικοί οπτικοί διαμορφωτές ... 288
Διαμορφωτές διάθλασης ... 289
Διαμορφωτές ηλεκτροαπορρόφησης ... 290
7.3.5.3 Οπτικοί Δέκτες ... 290
Χαρακτηριστικά δεκτών ... 292
7.3.5.4 Διακλαδωτές (splitters και couplers) ... 293
7.3.5.5 Οπτικοί Ενισχυτές ... 294

7.4 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ... 295
Απώλειες στην οπτική ίνα ... 296
Απώλειες στους συνδέσμους (connector + splices) ... 296
Παράδειγμα προϋπολογισμού ισχύος ... 297

7.5 ΠΟΛΥΠΛΕΞΗ ΣΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ... 298
7.5.1 Αραιή πολύπλεξη CWDM ... 298
7.5.2 Πυκνή πολύπλεξη DWDM ... 300

8. ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ 303

8.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ... 304
8.1.1 Χαρακτηριστικά των Η/Μ κυμάτων ... 306
8.1.2 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα συχνοτήτων. ... 309

8.2 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ... 311
8.2.1 Κεραίες ... 311
8.2.1.1 Χαρακτηριστικά κεραιών ... 312
8.2.1.2 Είδη κεραιών ... 321
8.2.2 EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power) ... 325
8.2.3 Εξασθένηση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ... 326
8.2.3.1 Εξασθένηση ισχύος - Νόμος του αντιστρόφου τετραγώνου. ... 326
8.2.3.2 Εξασθένηση ηλεκτρικού πεδίου με την απόσταση. ... 327
8.2.3.3 Εξασθένηση μεταξύ πομπού-δέκτη. (Free Space Loss) ... 328

8.3 ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΖΕΥΞΕΙΣ ... 330
8.3.1 Μικροκυματικές ζώνες ... 331
8.3.2 Προϋπολογισμός ισχύος μικροκυματικής ζεύξης ... 331
8.3.3 Υπολογισμός της τάσης στην είσοδο του δέκτη ... 333
8.3.4 Υπολογισμός ραδιοκυματικού ορίζοντα ... 334
8.3.5 Η ζώνη Fresnel (Φρενέλ) ... 335
8.3.6 Μικροκυματικοί πομποί ... 337

8.3.7 Διαμορφώσεις σε μικροκυματικά συστήματα ... 337

8.4 ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ... 338
8.4.1 Troposcatter ... 338
8.4.2 Meteor Burst ... 340

8.5 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ... 341
8.5.1 Δορυφορικές επικοινωνίες VSAT ... 344
8.5.1.1 Βασικά στοιχεία ενός συστήματος VSAT ... 344
8.5.1.2 Τοπολογίες VSAT ... 346
Τοπολογία αστέρα ... 346
Τοπολογία mesh ... 346
8.5.1.3 Τεχνικές πρόσβασης VSAT ... 347
TDMA (Time Division Multiple Access) ... 347
FDMA (Frequency Division Multiple Access) ... 348
DAMA (Demand Assigned Multiple Access) ... 348
CDMA (Code Division Multiple Access) ... 349
8.5.2 DVB και DVB-RCS ... 349
8.5.2.1 Αρχιτεκτονική ... 350
8.5.2.2 Ροή μεταφοράς MPEG-2 TS (Transport Stream) ... 351
8.5.2.3 Ενθυλάκωση IP στο MPEG-2 TS ... 353
8.5.2.4 Ενθυλάκωση MPE (Multi Protocol Encapsulation) ... 354
8.5.2.5 Ενθυλάκωση ULE (Ultra Lightweight Encapsulation) ... 354
8.5.2.6 Padding και Section packing ... 355
8.5.3 DVB-S2 ... 355
8.5.3.1 Διαμορφώσεις DVB-S2 ... 356

8.6 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ ... 358
8.6.1 Ιονίζουσες ακτινοβολίες ... 358
8.6.2 Μη ιονίζουσες ακτινοβολίες ... 360
8.6.3 Όρια έκθεσης σε μη ιονίζουσες ακτινοβολίες ... 361

9. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ 367

9.1 ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΑ, ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ ... 368
9.1.1 Διαμόρφωση Πλάτους AM ... 369
9.1.2 Διαμόρφωση Συχνότητας FM ... 372
9.1.3 Διαμόρφωση Φάσης PM ... 375

9.2 ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ ... 377
9.2.1 Ψηφιακή διαμόρφωση πλάτους ASK ... 377
9.2.2 Ψηφιακή διαμόρφωση συχνότητας FSK ... 378
Ο πομπός FSK ... 378
Απαιτούμενο εύρος ζώνης για την FSK ... 379

Ο δέκτης FSK ... 381
FSK με συνέχεια φάσης (Continuous phase FSK - CPFSK) ... 382
9.2.3 Ψηφιακή διαμόρφωση φάσης PSK ... 383
9.2.3.1 BPSK (Binary PSK) ... 383
Ο πομπός BPSK ... 384
Ο δέκτης BPSK ... 386
9.2.3.2 PSK τεσσάρων φάσεων - Quad PSK (QPSK) ... 387
Ο πομπός QPSK ... 387
Απαιτήσεις της QPSK σε εύρος ζώνης συχνοτήτων ... 389
Ο δέκτης QPSK ... 390
9.2.3.3 PSK οκτώ φάσεων (8PSK) ... 391
Ο πομπός 8PSK ... 392
Απαιτήσεις της 8PSK σε εύρος ζώνης συχνοτήτων ... 392
Ο δέκτης 8PSK ... 393
9.2.3.4 Διαφορική διαμόρφωση φάσης - Differential PSK (DPSK) ... 393
Ο πομπός DPSK ... 394
Ο δέκτης DPSK ... 394
Χρήσεις της DPSK ... 395
9.2.4 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) ... 396
9.2.5 TCM (Trellis Code Modulation) ... 399
Κωδικοποιητής TCM ... 400
Αποκωδικοποίηση TCM ... 403
Παράδειγμα κωδικοποίησης - αποκωδικοποίησης ... 406

9.3 ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ ... 411
9.3.1 Non Return to Zero (NRZ) ... 414
9.3.2 Return to Zero (RZ) ... 414
9.3.3 Biphase ... 415
9.3.4 Delay Modulation ... 416
Συμπεριφορά σε θόρυβο ... 416
9.3.5 Multi Level Transmit 3 (MLT-3) ... 417
9.3.6 Κώδικες γραμμής ... 417

9.4 ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ ... 417
9.4.1 Διαμορφώσεις Παλμών ... 418
Παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM) ... 419
9.4.2 Θεώρημα Δειγματοληψίας ... 419
9.4.3 Παλμοκωδική Διαμόρφωση PCM ... 421
Κώδικες PCM ... 421
Λόγος σήματος προς θόρυβο (ΛΣΘ) στα συστήματα PCM ... 424
Μη γραμμικοί κώδικες PCM ... 425
Συμπίεση - αποσυμπίεση PCM ... 426
Αναλογική συμπίεση - αποσυμπίεση ... 426
Συμπίεση - αποσυμπίεση τύπου-μ ... 427
Συμπίεση - αποσυμπίεση τύπου-Α ... 428

Ψηφιακή συμπίεση - αποσυμπίεση ... 429
Διαφορικό PCM (DPCM) ... 432
Adaptive DPCM ... 432
9.4.4 Διαμόρφωση Δέλτα ... 432
Ο διαμορφωτής Δέλτα ... 433
Ο αποδιαμορφωτής Δέλτα ... 434
Αυτοπροσαρμοζόμενη (Adaptive) Δέλτα ... 435

9.5 MODEM ... 436

10. ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΕΙΣ PDH - SDH 439

10.1 ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ T1 ... 440

10.2 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ E1 ... 441
Κώδικας γραμμής E1 ... 442
Κώδικας HDB3 ... 443
Κώδικας B8ZS ... 444

10.3 ΠΛΗΣΙΟΧΡΟΝΗ ΠΟΛΥΠΛΕΞΗ ... 444

10.4 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ ... 446
10.4.1 SDH (Synchronous Digital Hierarchy) ... 447
STM - Synchronous Transport Module ... 449
Συσκευές του SDH ... 454
10.4.2 SONET ... 454

11. ΔΙΚΤΥΑ, ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ & ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ 457

11.1 ΠΕΡΙ ΔΙΚΤΥΩΝ ... 457
11.1.1 Γεωγραφική διαίρεση δικτύων ... 458
Δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide area network - WAN) ... 458
Τοπικά δίκτυα (Local Area Networks - LAN) ... 460
Αστικά δίκτυα (Metropolitan Area Networks - MAN) ... 460
11.1.2 Τοπολογική διαίρεση δικτύων ... 460
Ακτινωτά δίκτυα (Star) ... 460
Δίκτυα κοινής αρτηρίας (Bus) ... 461
Δίκτυα δακτυλίου (Ring) ... 462
Δίκτυα βρόχου (Mesh) ... 462
Κομβικά σύνθετα δίκτυα (Nodal) ... 463
11.1.3 Τεχνικές δικτύων ... 464
11.1.3.1 Δίκτυα μεταγωγής (Switching) ... 464
Μεταγωγή κυκλώματος (Circuit switching) ... 465

Μεταγωγή μηνυμάτων (Message switching) ... 466
Μεταγωγή πακέτων (Packet switching) ... 468
11.1.3.2 Δίκτυα Ακρόασης (Broadcasting) ... 470
Τεχνικές ελέγχου προσπέλασης ... 471

11.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ OSI ... 473
11.2.1 OSI - Open Systems Interconnection ... 474
Περιγραφή προτύπου OSI ... 476

11.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ... 483

11.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ Β' ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΙ LAPB ... 487
11.4.1 Ορισμός ζεύξης δεδομένων (Data link) ... 487
11.4.2 Link Access Procedure Balanced (LAPB) ... 490
Λειτουργίες του LAPB ... 491
11.4.2.1 Μορφές και είδη πλαισίων στο LAPB ... 492
Η δομή του πλαισίου ... 493
Flag ... 493
Πεδίο διεύθυνσης (Address field) ... 495
Πεδίο ελέγχου (Control field) ... 496
Πεδίο πληροφορίας (Information field) ... 498
Πεδίο ελέγχου σφαλμάτων (FCS) ... 498
11.4.2.2 Τύποι πλαισίων ... 498
Supervisory frames ... 498
Receive Ready (RR) ... 498
Receive Not Ready (RNR) ... 499
Πλαίσιο Reject (REJ) ... 499
Unnumbered frames ... 501
Set Asynchronous Balanced Mode (SABM) ... 501
Disconnect (DISC) ... 501
Disconnect Mode (DM) ... 501
Unnumbered Acknowledgement (UA) ... 502
Frame Reject (FRMR) ... 502
11.4.2.3 Οι φάσεις της λογικής σύνδεσης ... 502
Αποκατάσταση λογικής σύνδεσης (Link set-up) ... 502
Μεταφορά δεδομένων ... 503
Τερματισμός λογικής σύνδεσης ... 506
11.4.2.4 Μηχανισμοί επανόρθωσης ... 506

11.5 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ Γ' ΕΠΙΠΕΔΟΥ - X.25 ... 508
Γενική περιγραφή λειτουργίας 3ου επιπέδου ... 508
Νοητά κυκλώματα (Virtual circuits) ... 509
Νοητά κυκλώματα και λογικά κανάλια ... 510
11.5.1 Το πακέτο X.25 ... 512
Προμετωπίδα πακέτων (Header) ... 513

General Format Identifier (GFI) ... *513*
Logical Channel Identifier (LCI) ... *514*
Packet Type Identifier (PTI) ... *515*
Πεδίο διεύθυνσης ... *515*
Πεδίο διευκολύνσεων (facilities) ... *516*
Πεδίο δεδομένων στα πακέτα κλήσης (call user data) ... *517*
11.5.2 Τύποι πακέτων ... *518*
Πακέτα έναρξης κλήσης ... *518*
Πακέτα διακοπής κλήσης ... *518*
Πακέτα Πληροφορίας ... *520*
Πακέτα διακοπής ... *520*
Πακέτα ελέγχου ροής ... *522*
Πακέτο reset ... *522*
Πακέτα restart ... *522*
Διαγνωστικό πακέτο ... *522*
Πακέτα εγγραφής ... *523*
11.5.3 Λειτουργίες γ' επιπέδου ... *523*
Φάση αποκατάστασης κλήσης (Call Set-up) ... *524*
Σύγκρουση κλήσεων ... *524*
Φάση μεταφοράς δεδομένων ... *525*
Η διαδικασία reset ... *525*
Η διαδικασία restart ... *526*
Έλεγχος ροής με πακέτα RR και RNR ... *527*
Τοπική και από άκρου σε άκρο επιβεβαίωση ... *529*
Η διαδικασία interrupt ... *529*
Φάση διακοπής της σύνδεσης ... *531*
Αντιμετώπιση εσφαλμένων καταστάσεων (error recovery) ... *532*
Διαδικασίες αποκατάστασης ... *532*
11.5.4 Παράμετροι γ' επιπέδου ... *533*
Μέγεθος πακέτου (PS) ... *533*
Μέγεθος παραθύρου (W) ... *533*
Χρονιστές ... *534*
Περίληψη επιπέδου 3 στο X.25 ... *534*

12. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ FRAME RELAY - ATM - MPLS ... 535

12.1 FRAME RELAY ... *535*
12.1.1 Το πλαίσιο του Frame relay ... *536*
12.1.2 Frame relay Interface ... *539*
12.1.3 Τυποποιήσεις ... *539*
12.1.4 Έλεγχος συμφόρησης (Congestion) ... *540*
Πρόληψη συμφόρησης ... *540*
Αναγνώριση και αντιμετώπιση συμφόρησης ... *541*
12.1.5 Τεχνικές σύνδεσης ... *542*

12.1.6 LMI - Local Management Interface ... 543
12.1.7 Ενθυλάκωση άλλων πρωτοκόλλων ... 544
12.1.8 Συσκευές ... 545

12.2 ATM ... 546
12.2.1 Η τεχνική μετάδοσης ATM ... 547
12.2.2 Το κελί της ATM ... 548
12.2.3 Μεταγωγή κελιών ... 550
Τεχνικές μεταγωγής κόμβων ... 551
Time division ... 552
Space division ... 552
12.2.4 Επίπεδα της ATM ... 553
12.2.4.1 Το φυσικό επίπεδο ... 553
12.2.4.2 Επίπεδο ATM ... 555
Τύποι των κελιών ... 557
12.2.4.3 ATM Adaptation Layer ... 557
12.2.4.4 Τύποι υπηρεσιών ... 558
Κλάσεις ATM ... 559
Τύποι AAL ... 560
12.2.5 Τυποποιήσεις ... 561
12.2.6 Σήμανση ... 561
Δομή μηνύματος Q.2931 ... 561
12.2.7 ATM LAN Emulation ... 563
12.2.8 Πρωτόκολλα FUNI & DXI ... 565
ATM πρόσβαση με FUNI ... 567
ATM πρόσβαση με DXI ... 568

12.3 MPLS ... 569
12.3.1 Ορισμός MPLS ... 570
Ιστορία του MPLS ... 571
12.3.2 Αρχιτεκτονική MPLS ... 571
12.3.2.1 Πινακίδες (Labels) ... 572
12.3.2.2 Νοητό μονοπάτι LSP ... 574
12.3.2.3 Διανομή πινακίδων (Label) ... 576
12.3.3 Μεταφορά δεδομένων στο MPLS ... 576
12.3.3.1 Control & Data Forwarding Planes ... 578
12.3.4 VPN σε δίκτυα MPLS ... 579
12.3.4.1 VPN Επιπέδου 3 (L3) ... 580
12.3.4.2 VPN Επιπέδου 2 (L2) ... 582
12.3.5 Εγγύηση ποιότητας ... 584
Traffic Engineering (TE) ... 585
Πλεονεκτήματα του MPLS ... 585
Συμπερασματικά ... 586

13. ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ 587

13.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 587

13.2 ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ 589
13.2.1 Συνεστραμμένα ζεύγη 589
13.2.2 Ομοαξονικά καλώδια 589
13.2.3 Οπτικές ίνες 590
13.2.4 Ασύρματες ζεύξεις 590

13.3 ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ LAN 590
13.3.1 Ακτινωτή τοπολογία (Star) 591
13.3.2 Τοπολογία bus & bus/tree 592
13.3.3 Τοπολογία δακτυλίου (Ring) 593
13.3.4 Τρόποι μετάδοσης 594
Δίκτυα βασικής ζώνης (baseband) 594
Δίκτυα ευρείας ζώνης (broadband) 594

13.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ 596
13.4.1 Τεχνικές για τοπολογία BUS 597
CSMA/CD 597
Token Bus 599
13.4.2 Τεχνικές για τοπολογία δακτυλίου 600
13.4.3 Τυποποιήσεις 601
13.4.4 IEEE 802.2 LLC 601
SAP - Service Access Points 603
Το πεδίο ελέγχου 604
Γνωστά τυποποιημένα τοπικά δίκτυα 604

13.5 ETHERNET 605
Διάφοροι τύποι Ethernet 605
Το πλαίσιο του Ethernet 606
Το πλαίσιο IEEE 802.3 607
MAC Address 608
13.5.1 Thick Ethernet 10Base-5 610
Το σήμα στο Ethernet 612
Ethernet και CSMA/CD 612
13.5.2 Thin Ethernet 10Base-2 614
13.5.3 10Base-T (Twisted pair Ethernet) 614
13.5.4 Το πρώτο Fiber Ethernet (10Base-F) 618
13.5.5 Fast Ethernet 619
100Base-T 619
13.5.6 Gigabit Ethernet 620
13.5.7 10Gigabit Ethernet 625
13.5.8 40 και 100 Gigabit Ethernet 627

Metro Ethernet ... 628

13.6 TOKEN RING ... 629
13.6.1 Το πλαίσιο του Token Ring ... 631
13.6.2 Διαχείριση δακτυλίου ... 633

13.7 FDDI ... 634
13.7.1 Επίπεδα του FDDI ... 635
13.7.2 Σταθμοί FDDI ... 635

13.8 ΑΣΥΡΜΑΤΑ LAN ... 638
13.8.1 Πρότυπα ... 639
13.8.2 Στοιχεία Wi-Fi δικτύου ... 639
13.8.3 Φυσικό Επίπεδο ... 641
13.8.3.1 Εύρος ζώνης - κανάλια ... 641
13.8.3.2 Διαμόρφωση ... 643
Spread Spectrum DSSS ... 643
Spread Spectrum FHSS ... 644
OFDM – Ορθογώνια Πολύπλεξη συχνότητας ... 645
13.8.4 Υλοποιήσεις της 802.11 ... 645
Ακτίνα Δράσης ... 645
13.8.5 Πρόσβαση στο κοινό μέσο (επίπεδο MAC) ... 646
Το πλαίσιο ... 646
Διαχείριση προσπέλασης ... 647
13.8.6 Διαδικασία Σύνδεσης Σταθμού ... 649
Περιαγωγή (Roaming) ... 650
13.8.7 Ασφάλεια ... 650
Πιστοποίηση ταυτότητας (Authentication) ... 651
Κρυπτογράφηση ... 651
Πρότυπα Ασφάλειας WEP / WPA ... 652
Αποκάλυψη SSID ... 652
Έλεγχος Mac Address ... 653
13.8.8 Πρακτικές εφαρμογές ... 653

14. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 655

14.1 ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΕΣ (REPEATERS) ... 655
Hub ... 656

14.2 ΓΕΦΥΡΕΣ (BRIDGES) ... 657

14.3 ETHERNET SWITCH ... 661
Η λειτουργία του switch ... 661
Layer 3 (L3) και Multilayer Switches ... 665
Αρχιτεκτονική υλοποίησης μεγάλων LAN. ... 665

Αποφυγή βρόχων / STP-Spanning Tree Protocol. ... 668
RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol), IEEE 802.1w ... 669
PVST (Per-VLAN Spanning Tree) ... 669
MISTP (MultIple Instance STP), IEEE 802.1s ... 669

14.4 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ (ROUTER) ... 670

14.5 ΠΥΛΕΣ (GATEWAYS) ... 670

14.6 VLAN ... 671
Τύποι VLAN ... 672
VLAN βάσει φυσικής θύρας ... 672
VLAN με βάση τη διεύθυνση MAC ... 672
VLAN με βάση το πρωτόκολλο ... 672
Policy based VLAN ... 672
Κομβικές συνδέσεις και σήμανση πλαισίων ... 673
EtherChannel (IEEE 802.3ad) ... 675

15. TCP/IP 677

15.1 IPV4 (INTERNET PROTOCOL) ... 678
15.1.1 Το ιεραρχικό μοντέλο του Ίντερνετ ... 678
15.1.2 Λειτουργίες στο πρωτόκολλο IPv4 ... 679
15.1.3 Δομή του πακέτου IPv4 ... 681
15.1.4 Διευθυνσιοδότηση σε δίκτυα IPv4 ... 683
Διεύθυνση δικτύου - Διεύθυνση υπολογιστή ... 685
Παράδειγμα διευθυνσιοδότησης ... 688
Ειδικές διευθύνσεις IP ... 688
Δημόσιες - Ιδιωτικές IPv4 Διευθύνσεις ... 689

15.2 ΥΠΟΔΙΚΤΥΑ IPV4 (SUBNETS) ... 690
Μάσκα ... 691
Παράδειγμα εφαρμογής ... 696
Υπερδικτύωση IPv4– CIDR (Supernet addressing) ... 698
Πρακτικές διευθυνσιοδότησης δικτύων IP ... 698

15.3 IPV6 ... 699
15.3.1 Δομή του πακέτου ... 700
IPv6 header ... 700
Extension Header ... 702
15.3.2 Διευθυνσιοδότηση στο IPv6 ... 703
EUI-64 ... 706
15.3.3 Μετάπτωση IPv4 σε IPv6 ... 707

15.4 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ (ROUTER) ... 708
15.4.1 Βασικές λειτουργίες των router ... 710
Default gateway ... 711
Πίνακας δρομολόγησης ... 712
Παράδειγμα εφαρμογής στατικής δρομολόγησης ... 713
15.4.2 Πρωτόκολλα δρομολόγησης ... 714
Distance vector ... 715
Link State ... 715
15.4.2.1 RIP (Routing Information Protocol) ... 716
RIP Version 2 ... 718
15.4.2.2 OSPF (Open Shortest Path First) ... 719
Το πακέτο OSPF ... 719
Λειτουργία OSPF ... 720

15.5 TCP ... 722
Έναρξη της σύνδεσης ... 725
Μεταφορά δεδομένων ... 726
Κλείσιμο της TCP σύνδεσης ... 728

15.6 UDP ... 729

15.7 ΛΟΙΠΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ... 730
15.7.1 ARP ... 730
15.7.2 DHCP ... 731
15.7.3 SLIP ... 733
15.7.4 PPP ... 733

16. ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 735

16.1 DSL (DIGITAL SUBSCRIBER LINE) ... 736
16.1.1 ADSL ... 738
ADSL2, ADSL2+ ... 742
16.1.2 VDSL - VDSL2 ... 743
16.1.3 ΛΟΙΠΕΣ DSL ... 747

16.2 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ LMDS ... 748
Χωρητικότητα LMDS ... 750
Προβλήματα μετάδοσης ... 752
Σχεδιασμός περιοχής σταθμού βάσης (κελιού) ... 752
Εξοπλισμός ... 753

16.3 WIMAX ... 754
16.3.1 Τυποποιήσεις - WiMax Forum ... 755
16.3.2 Φυσικό επίπεδο WiMax ... 756

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) ... *756*
Κατανομή φάσματος WiMax ... *759*
Διαμόρφωση σήματος ... *761*
Μετάδοση Duplex ... *761*
16.3.3 Το επίπεδο MAC ... *762*

16.4 ΟΠΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ... *764*
Αρχιτεκτονική δικτύων πρόσβασης ... *765*
16.4.1 Δίκτυα απλού αστέρα (Point to Point Star) ... *766*
16.4.2 Δίκτυα ενεργού αστέρα (Active Star) ... *767*
16.4.3 Παθητικά Οπτικά Δίκτυα (PON) ... *768*
16.4.4 Παθητικά Οπτικά Δίκτυα WDM-PON ... *771*

17. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ (INTERNET) *773*

17.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ... *774*
Έλεγχος του Ίντερνετ ... *774*

17.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ INTERNET ... *775*
17.2.1 Το πρωτόκολλο IP - Internet Protocol ... *776*
17.2.2 Τα πρωτόκολλα μεταφοράς (Transport protocols) ... *776*
UDP - User Datagram Protocol ... *777*
TCP - Transmission Control Protocol ... *777*
17.2.3 Οι θύρες μεταφοράς (ports) ... *777*
17.2.4 DNS - Domain Name Services ... *778*
17.2.5 NAT ... *781*
17.2.6 Συστήματα πρόσβασης στο Internet PPPoA, PPPoE ... *784*
PPPoA (PPP over ATM) ... *786*
PPPoE (PPP over Ethernet) ... *787*

17.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ... *790*
17.3.1 Telnet ... *790*
17.3.2 FTP - File Transfer Protocol ... *790*
17.3.3 Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (E-mail) ... *790*
17.3.4 www - World Wide Web ... *792*

17.4 INTERNET OF THINGS (ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ) ... *794*

17.5 ΝΕΦΟΣ (CLOUD) ... *795*

17.6 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ... *797*

18. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ 799
Ορισμός 799

18.1 ΑΠΕΙΛΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ 800
18.1.1 Αντιμετώπιση απειλών 801
18.1.2 Δικαιοδοσία πρόσβασης 801
18.1.3 Ταυτοποίηση (Authentication) 802
Password Authentication Protocol (PAP) 802
Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP) 803
18.1.4 Κρυπτογράφηση 803
Συμμετρική και Ασύμμετρη κρυπτογράφηση 804
18.1.5 Ψηφιακή Υπογραφή 807
PKI - Public Key Infrastructure 808
Certification Authority (CA) 809
Ψηφιακά πιστοποιητικά 809
18.1.6 Firewalls 810

18.2 VPN 812
Tunneling 813
VPN και Firewall 814

18.3 IPSEC 815

19. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ 819

19.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ 820
19.1.1 Έλεγχος λειτουργίας δικτύου 820
19.1.2 Διοίκηση δικτύου 821
19.1.3 Ανάλυση και βελτιστοποίηση δικτύου 821
19.1.4 Σχεδιασμός & Capacity planning 822

19.2 ΜΟΝΤΕΛΟ OSI ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ 822

19.3 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ 823
19.3.1 Συστήματα διαχείρισης 823
19.3.2 Μοντέλο Agent/Manager 824
Δομή πληροφοριών διαχείρισης (SMI) 825
Βάση πληροφοριών διαχείρισης (MIB) 826
Πρωτόκολλα διαχείρισης 826
19.3.3 SNMP 827
Μηνύματα του SNMP (PDU) 828
Η μορφή του Request/Response PDU 829
Μορφή μηνύματος Trap 830
SNMP version 2 832

SNMP version 3 ... 832
RFC που σχετίζονται με το SNMP ... 833
19.3.4 CMIP ... 833

19.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ... 834
19.4.1 Δείκτες ποιότητας εξυπηρέτησης ... 834
Διαθεσιμότητα ... 834
Χρόνος απόκρισης ... 835
Αξιοπιστία ... 836
19.4.2 Δείκτες απόδοσης ... 836
Διαμετακομιστική ικανότητα ... 837
Βαθμός χρήσης (utilisation) ... 838

20. ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ & VoIP 839

20.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ... 839
20.1.1 Τηλεφωνικές συσκευές ... 840
20.1.2 Ακραίο δίκτυο ... 842
20.1.3 Ζευκτικό δίκτυο ... 843
20.1.4 Τηλεφωνικά κέντρα ... 843
Είδη κέντρων ... 843
Κατηγορίες κέντρων ... 844

20.2 ΣΗΜΑΝΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ... 845
20.2.1 Σήμανση κέντρου - τηλεφωνικής συσκευής ... 845
Καταστάσεις τηλεφωνικής συσκευής ... 846
Επιλογή καλούμενου ... 847
Κωδωνισμός ... 847
20.2.2 Σήμανση μεταξύ κέντρων ... 847
20.2.3 Αναλογική σήμανση - E&M ... 848
20.2.3.1 Τύποι E&M συνδέσεων ... 850
Συνδέσεις E&M τύπου I ... 850
Συνδέσεις E&M τύπου II ... 851
Συνδέσεις E&M τύπου III ... 851
Συνδέσεις E&M τύπου IV ... 853
Συνδέσεις E&M τύπου V ... 853
20.2.3.2 Πρωτόκολλα διασύνδεσης E&M ... 854
Delay start ... 854
Wink start ... 856
Immediate start ... 856
20.2.4 Ψηφιακή διασύνδεση PCM ... 857
20.2.4.1 CAS ... 859
20.2.4.2 Σήμανση κοινού καναλιού CCS ... 859
Q.931 ... 860

DPNSS (Digital Private Network Signaling System) ... 860
Q.sig ... 860
20.2.4.3 Πρωτόκολλο SS#7 ... 861
User part ... 861
Περιγραφή του πλαισίου ... 862

20.3 ΨΗΦΙΑΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΦΩΝΗΣ ... 863
20.3.1 Vocoders - Codec ... 864
Μοντέλο φωνής ... 865
Μέθοδοι συμπίεσης φωνής ... 866
Ποιότητα ... 868
20.3.2 Ταυτόχρονη μετάδοση φωνής - data ... 869
Χαρακτηριστικά μετάδοσης φωνής ... 870
Δίκτυα μετάδοσης φωνής ... 870

20.4 VOIP - VOICE OVER IP ... 871
20.4.1 Λειτουργία του VoIP ... 872
Συστατικά στοιχεία στο VoIP ... 874
20.4.2 Τυποποιήσεις / Πρωτόκολλα ... 876
20.4.2.1 Συμπίεση - Codecs ... 877
20.4.2.2 Πρωτόκολλα σήμανσης ... 878
SIP ... 878
ITU H.323 ... 880
MGCP / megaco / H.248 ... 882
20.4.2.3 Πρωτόκολλα μετάδοσης ... 882
20.4.3 Ειδικά θέματα VoIP ... 884
20.4.3.1 Power over Ethernet (PoE) ... 884
20.4.3.2 Υπολογισμός απαιτούμενης χωρητικότητας. ... 885
20.4.3.3 Ποιότητα στο VoIP ... 886
Πλεονεκτήματα VoIP ... 887

20.5 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ ... 888
20.5.1 GSM 900 ... 889
20.5.2 DCS - 1800 (Digital Communication System) ... 892
20.5.3 GPRS ... 893
20.5.4 UMTS ... 895
20.5.5 DECT ... 896
Λειτουργία του συστήματος DECT ... 898
Ιδιότητες του συστήματος ... 899
20.5.6 TETRA ... 899

21. ISDN ... 903

21.1 ΓΕΝΙΚΑ ... 904

21.1.1 Στόχοι του ISDN ... 904
Υπηρεσίες του ISDN ... 904

21.2 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ISDN ... 906
21.2.1 Οντότητες και συσκευές διασύνδεσης ... 907
Συσκευή TE ... 907
Συσκευή TA ... 907
Συσκευή NT2 ... 907
Συσκευή NT1 ... 908
LT (Line Termination) ... 908
ET ή ST ... 908
21.2.2 Σημεία αναφοράς ... 908
Σημείο αναφοράς R ... 908
Σημείο αναφοράς S ... 908
Σημείο αναφοράς T ... 909
Σημεία αναφοράς U, V ... 910
21.2.3 Κανάλια μετάδοσης ... 910
21.2.4 Ρυθμοί μετάδοσης ... 911
21.2.5 S interface ... 911

21.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ISDN ... 913
21.3.1 Φυσικό επίπεδο ... 913
21.3.2 Επίπεδο ζεύξης (2ο επίπεδο) ... 917
Data Link πρωτόκολλο (LAP D) ... 917
21.3.3 Επίπεδο δικτύου (3ο επίπεδο) ... 919

21.4 ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ISDN ... 920
Euro-ISDN ... 920

21.5 ISDN ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ (B-ISDN) ... 920
User Interface ... 920

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

22. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΩΝ 923

23. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ 929

24. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ 933

25. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 949

26. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ / INDEX 953