

Γιώργος Λαγογιάννης - Άρης Αλεξόπουλος

Διπλ. Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί

ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Ένατη Έκδοση

Αθήνα 2015

"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: Pressious - ΑΡΒΑΝΙΤΙΔΗΣ Α.Β.Ε.Ε τηλ. 216 100 5 100

ISBN : 978-618-82021-0-8

© Copyright 1991-2015 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

ΣΥΝΤΟΜΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	27
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	31
2. ΧΡΗΣΙΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ	41
3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	67
4. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ (INTERFACES)	109
5. ΕΝΣΥΡΜΑΤΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	145
6. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ	177
7. ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ	207
8. ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ	293
9. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ	357
10. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	429
11. ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	447
12. ΔΙΚΤΥΑ, ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ & ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	481
13. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ FRAME RELAY - ATM - MPLS	559
14. ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	611
15. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	679
16. TCP/IP	701
17. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ (INTERNET)	759
18. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ	785
19. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	805

20. ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ & VOIP	825
---------------------------------------	------------

21. ISDN	889
-----------------------	------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

22. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΩΝ	909
--	------------

23. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ	915
-------------------------------------	------------

24. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	919
---------------------------------	------------

25. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	935
-------------------------------	------------

26. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ / INDEX	939
---	------------

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	27
Στόχοι της έκδοσης	27
Τρόπος παρουσίασης	28
Ορολογία	28
9η 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
Utf-8	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	58
2.3.1 Λογάριθμος	58
2.3.2 Bel	59
2.3.3 Decibel (dB)	60

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	67
3.1 ΜΟΡΦΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	68
3.1.1 Σειριακή μετάδοση	68
3.1.2 Παράλληλη μετάδοση	68
3.2 ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ	69
3.2.1 Ασύγχρονη μετάδοση	70
3.2.2 Σύγχρονη μετάδοση	72
Σύγκριση σύγχρονης και ασύγχρονης μετάδοσης	73
3.3 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ HALF / FULL DUPLEX	74
Simplex (μονής κατεύθυνσης)	74
Half Duplex (Αμφίδρομη, μη ταυτόχρονη)	75
Full Duplex (Ταυτόχρονα αμφίδρομη)	75
3.4 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	76
3.4.1 Point to point / Multipoint	76
3.4.2 Πολύπλεξη (Multiplexing)	77
3.4.2.1 Πολύπλεξη χρόνου TDM	78
3.4.2.2 Στατιστική Πολύπλεξη (STDM)	79
3.4.2.3 Πολύπλεξη Συχνότητας FDM	80
3.5 ΤΑΧΥΤΗΤΑ (ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ)	82
Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (Data signalling rate - Bit rate)	82
Ρυθμός μετάδοσης διαμορφωμένου σήματος (Baud rate)	83
Ρυθμός μετάδοσης καθαρής πληροφορίας (Info transfer rate)	84
Χωρητικότητα καναλιού (Channel capacity)	84
3.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ	87
3.6.1 Φυσιολογία του σφάλματος	87
3.6.2 Ρυθμοί εμφάνισης σφαλμάτων	88
3.6.3 Αναγνώριση σφαλμάτων	89
3.6.3.1 Ισοτιμία (Parity)	90
3.6.3.2 Διδιάστατες τεχνικές ελέγχου ισοτιμίας	91
3.6.3.3 Κυκλικοί κώδικες	93
3.6.3.4 Κώδικες σταθερού λόγου (Constant ratio codes)	96
3.6.4 Αντιμέτωση σφαλμάτων	96
3.6.4.1 Υποκατάσταση συμβόλου	96
3.6.4.2 Μέθοδοι επανεκπομπής (Backward error correction)	97
Stop and wait ARQ	97
Συνεχής ARQ	97
Go-back-N	97
Επιλεκτική επανεκπομπή (selective retransmission)	98
3.6.4.3 Αυτόματη διόρθωση (Forward Error Correction - FEC)	98

3.7 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	100
3.7.1 Τεχνικές συμπίεσης δεδομένων	101
Συνοπτικά	102
3.7.2 Συμπίεση Εικόνας και Video	103
H.261	103
H.263	103
H.264	104
H.265	104
Τυποποιήσεις από ISO/IEC	104
JPEG (Joint Photographic Experts Group)	104
MPEG 1-2-3-4 (Motion Picture Experts Group)	105
MPEG-1	105
MPEG-2	105
MPEG-3	106
MPEG-4	106
MPEG-H	106
MP3	107
MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding)	108
AC-3 (Dolby Digital 5.1)	108
MPEG-4	108

4. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ (Interfaces)

4.1 V.24/V.28 (RS-232)	110
Στάθμες τάσης (Voltage)	113
Σήματα της V.24	114
Αναλυτική περιγραφή των κυριότερων σημάτων της V.24	114
Χρονική ακολουθία των σημάτων σε εκπομπή data από DTE	116
Χρονική ακολουθία των σημάτων σε λήψη data από DCE	117
Cross καλώδιο ή Null Modem	117
4.2 USB INTERFACE (UNIVERSAL SERIAL BUS)	119
4.3 ΛΟΙΠΕΣ ΣΕΙΡΙΑΚΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	123
4.3.1 V.10 / RS-423	124
4.3.2 V.11 / RS-422	125
4.3.3 RS-485	126
4.3.4 RS-449 / RS-422 / RS-423	127
4.3.5 EIA / RS-530	128
4.3.6 X.21	129
4.3.7 G.703	131
4.3.8 FireWire (IEEE 1394)	133

4.4 ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	136
4.4.1 Centronics	136
4.5 HDMI, ΨΗΦΙΑΚΗ AUDIO-VIDEO ΣΥΝΔΕΣΗ	137
4.6 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	140
4.6.1 Bluetooth - IEEE 802.15	140
4.6.2 Οπτική διασύνδεση Irda	142
4.7 ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	143
5. ΕΝΣΥΡΜΑΤΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	145
5.1 ΣΥΝΕΣΤΡΑΜΜΕΝΑ ΖΕΥΓΗ	146
5.1.1 Δισύρματα συνεστραμμένα καλώδια	146
5.1.2 Βασικά χαρακτηριστικά ενσύρματων γραμμών	147
Ωμική αντίσταση	147
Επαγωγική και χωρητική αντίσταση (reactance)	148
Σύνθετη αντίσταση (impedance)	150
Προσαρμογή σύνθετης αντίστασης	150
5.1.3 Μονάδες μετρήσεων, χρήση dB και dBm	151
5.1.4 Παράμετροι Τηλεφωνικών Γραμμών	154
Εξασθένηση	154
Παραμόρφωση πλάτους	155
Παραμόρφωση φάσης (Group delay)	155
Αρμονικές	156
Θόρυβος	156
Λόγος σήματος προς θόρυβο	158
Παραδιαφωνία (Crosstalk)	158
Ηχώ (Echo)	159
Αστάθεια φάσης (Phase jitter)	159
Ολίσθηση συχνότητας	160
Κρουστικές παραμορφώσεις	160
Κρουστικοί θόρυβοι (Impulse hits)	160
Στιγμαίεις μεταβολές πλάτους (Amplitude hits)	161
Στιγμαίεις μεταβολές φάσης (Phase hits)	161
Μικροδιακοπές (Drop outs)	161
5.1.5 Διορθωτικές Τεχνικές	161
Ενισχυτές	162
Προσαρμοστές	162
Φίλτρα	163
Ισοσταθμιστές (Equalizer)	163
Συσκευές απαλοιφής ηχούς (Echo cancellers)	164

5.1.6 Τηλεφωνικές γραμμές	165
5.1.6.1 Τύποι γραμμών	165
Επιλεγόμενες γραμμές	165
Αφιερωμένες γραμμές	165
5.1.7 Τυποποιήσεις γραμμών	167
Γραμμές M.1020	167
Γραμμές M.1025	169
Γραμμές M.1030	171
Γραμμές M.1040	171
5.2 ΟΜΟΑΞΟΝΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ	172
ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ	177
<hr/>	
6.1 ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ	178
6.1.1 Χαρακτηριστικά του συστήματος	178
6.1.2 Τυποποιήσεις	181
6.1.3 Υποσύστημα θέσης εργασίας	182
Καλώδια Σύνδεσης	182
Σύνδεσμοι (Modular Connector)	184
6.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ	185
6.2.1 UTP καλώδια	185
Εξασθένιση (Attenuation ή Insertion Loss)	189
Παραδιαφωνία NEXT (Near End Cross Talk)	190
Λόγος εξασθένισης / παραδιαφωνίας (ACR)	193
6.2.2 Οπτικές ίνες	196
6.2.3 Σημεία προσοχής στην οριζόντια καλωδίωση	197
6.3 ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΕΣ	199
6.3.1 Ενδιάμεσος κατανεμητής ορόφου	200
6.3.2 Κεντρικός κατανεμητής	201
6.3.3 Οπτικοί κατανεμητές	201
6.4 ΔΙΚΤΥΟ ΚΟΡΜΟΥ	202
6.4.1 Εσωτερικό δίκτυο κορμού	202
Χαρακτηριστικά UTP καλωδίωσης κορμού	203
6.4.2 Εξωτερικό δίκτυο κορμού (campus)	203
6.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	203
6.5.1 Χώροι συσκευών	205
6.5.2 Τεκμηρίωση	205

7. ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ	207
Μοντέλο οπτικής μετάδοσης.....	208
7.1 ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ	209
Πλεονεκτήματα / μειονεκτήματα.....	211
Εφαρμογές μετάδοσης με οπτικές ίνες.....	212
7.1.1 Βασικές έννοιες από την οπτική	213
Ανάκλαση και διάθλαση του φωτός.....	213
Δείκτης διάθλασης.....	214
Ο νόμος του Snell.....	215
Γωνία υποδοχής / Αριθμητικό άνοιγμα (Numeric Aperture).....	217
7.1.2 Οπτική μετάδοση στο γυαλί	218
7.1.3 Τρόποι μετάδοσης στην ίνα	221
7.1.4 Πολύτροπη μετάδοση	222
7.1.5 Μονότροπη μετάδοση	223
7.2 ΘΕΜΑΤΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	224
7.2.1 Βασικές έννοιες, ορισμοί	224
7.2.2 Εξασθένιση	235
7.2.3 Διασπορά	238
7.2.3.1 Χρωματική διασπορά	239
Διασπορά υλικού.....	239
Διασπορά κυματοδηγού.....	245
7.2.3.2 Διασπορά πόλωσης	246
7.2.3.3 Πολυτροπική διασπορά	247
7.2.4 Μη γραμμικά φαινόμενα	248
7.2.5 Απώλειες ανακλάσεων	249
7.2.6 Απώλειες κάμψης	251
7.2.7 Διαφορική καθυστέρηση στρεβλών ακτίνων	252
7.2.8 Πολυτροπικό εύρος ζώνης οπτικών ινών (Modal Bandwidth)	254
7.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	254
7.3.1 Είδη και τυποποιήσεις οπτικών ινών	254
7.3.1.1 Τύποι πολύτροπης ίνας	255
7.3.1.2 Τύποι μονότροπης ίνας	256
7.3.1.3 Πλαστικές Οπτικές ίνες	258
7.3.2 Οπτικά καλώδια	258
7.3.3 Οπτικοί σύνδεσμοι (connector)	261
7.3.4 Μόνιμοι σύνδεσμοι συγκόλλησης (splices)	265
7.3.5 Λοιπά στοιχεία οπτικών συνδέσεων	266
7.3.5.1 Οπτικοί πομποί	266
Διαμόρφωση οπτικού σήματος.....	267
Χαρακτηριστικά πομπών.....	268
7.3.5.2 Εξωτερικοί οπτικοί διαμορφωτές	278
Διαμορφωτές διάθλασης.....	279

Διαμορφωτές ηλεκτροαπορρόφησης.....	280
7.3.5.3 Οπτικοί Δέκτες.....	280
Χαρακτηριστικά δεκτών.....	282
7.3.5.4 Διακλαδωτές (splitters και couplers).....	283
7.3.5.5 Οπτικοί Ενισχυτές.....	284
7.4 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ.....	285
Απώλειες στην οπτική ίνα.....	286
Απώλειες στους συνδέσμους (connector + splices).....	286
Παράδειγμα προϋπολογισμού ισχύος.....	287
7.5 ΠΟΛΥΠΛΕΞΗ ΣΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ.....	288
7.5.1 Αραιή πολύπλεξη CWDM.....	288
7.5.2 Πυκνή πολύπλεξη DWDM.....	290
8. ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ.....	293
8.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ.....	294
8.1.1 Χαρακτηριστικά των Η/Μ κυμάτων.....	296
8.1.2 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα συχνοτήτων.....	299
8.2 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΟΣΗ.....	301
8.2.1 Κεραίες.....	301
8.2.1.1 Χαρακτηριστικά κεραιών.....	302
8.2.1.2 Είδη κεραιών.....	311
8.2.2 EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power).....	315
8.2.3 Εξασθένηση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.....	316
8.2.3.1 Εξασθένηση ισχύος - Νόμος του αντιστρόφου τετραγώνου.....	316
8.2.3.2 Εξασθένηση ηλεκτρικού πεδίου με την απόσταση.....	317
8.2.3.3 Εξασθένηση μεταξύ πομπού-δέκτη. (Free Space Loss).....	318
8.3 ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΖΕΥΞΕΙΣ.....	320
8.3.1 Μικροκυματικές ζώνες.....	321
8.3.2 Προϋπολογισμός ισχύος μικροκυματικής ζεύξης.....	321
8.3.3 Υπολογισμός της τάσης στην είσοδο του δέκτη.....	323
8.3.4 Υπολογισμός ραδιοκυματικού ορίζοντα.....	324
8.3.5 Η ζώνη Fresnel (Φρενέλ).....	325
8.3.6 Μικροκυματικοί πομποί.....	327
8.3.7 Διαμορφώσεις σε μικροκυματικά συστήματα.....	327
8.4 ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.....	328
8.4.1 Troposcatter.....	328
8.4.2 Meteor Burst.....	330

8.5 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	331
8.5.1 Δορυφορικές επικοινωνίες VSAT	334
8.5.1.1 Βασικά στοιχεία ενός συστήματος VSAT	334
8.5.1.2 Τοπολογίες VSAT	336
Τοπολογία αστέρα	336
Τοπολογία mesh	336
8.5.1.3 Τεχνικές πρόσβασης VSAT	337
TDMA (Time Division Multiple Access)	337
FDMA (Frequency Division Multiple Access)	338
DAMA (Demand Assigned Multiple Access)	338
CDMA (Code Division Multiple Access)	339
8.5.2 DVB και DVB-RCS	339
8.5.2.1 Αρχιτεκτονική	340
8.5.2.2 Ροή μεταφοράς MPEG-2 TS (Transport Stream)	341
8.5.2.3 Ενθυλάκωση IP στο MPEG-2 TS	343
8.5.2.4 Ενθυλάκωση MPE (Multi Protocol Encapsulation)	344
8.5.2.5 Ενθυλάκωση ULE (Ultra Lightweight Encapsulation)	344
8.5.2.6 Padding και Section packing	345
8.5.3 DVB-S2	345
8.5.3.1 Διαμορφώσεις DVB-S2	346
8.6 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ	348
8.6.1 Ιονίζουσες ακτινοβολίες	348
8.6.2 Μη ιονίζουσες ακτινοβολίες	350
8.6.3 Όρια έκθεσης σε μη ιονίζουσες ακτινοβολίες	351
9. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ	357
9.1 ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΑ, ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ	358
9.1.1 Διαμόρφωση Πλάτους AM	359
9.1.2 Διαμόρφωση Συχνότητας FM	362
9.1.3 Διαμόρφωση Φάσης PM	365
9.2 ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ	367
9.2.1 Ψηφιακή διαμόρφωση πλάτους ASK	367
9.2.2 Ψηφιακή διαμόρφωση συχνότητας FSK	368
Ο πομπός FSK	368
Απαιτούμενο εύρος ζώνης για την FSK	369
Ο δέκτης FSK	371
FSK με συνέχεια φάσης (Continuous phase FSK - CPFSK)	372
9.2.3 Ψηφιακή διαμόρφωση φάσης PSK	373
9.2.3.1 BPSK (Binary PSK)	373
Ο πομπός BPSK	374
Ο δέκτης BPSK	376

9.2.3.2 PSK τεσσάρων φάσεων - Quad PSK (QPSK)	377
Ο πομπός QPSK	377
Απαιτήσεις της QPSK σε εύρος ζώνης συχνοτήτων	379
Ο δέκτης QPSK	380
9.2.3.3 PSK οκτώ φάσεων (8PSK)	381
Ο πομπός 8PSK	382
Απαιτήσεις της 8PSK σε εύρος ζώνης συχνοτήτων	382
Ο δέκτης 8PSK	383
9.2.3.4 Διαφορική διαμόρφωση φάσης - Differential PSK (DPSK)	383
Ο πομπός DPSK	384
Ο δέκτης DPSK	384
Χρήσεις της DPSK	385
9.2.4 QAM (Quadrature Amplitude Modulation)	386
9.2.5 TCM (Trellis Code Modulation)	389
Κωδικοποιητής TCM	390
Αποκωδικοποίηση TCM	393
Παράδειγμα κωδικοποίησης - αποκωδικοποίησης	396
9.3 ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ	401
9.3.1 Non Return to Zero (NRZ)	404
9.3.2 Return to Zero (RZ)	404
9.3.3 Biphas	405
9.3.4 Delay Modulation	406
Συμπεριφορά σε θόρυβο	406
9.3.5 Multi Level Transmit 3 (MLT-3)	407
9.3.6 Κώδικες γραμμής	407
9.4 ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ	407
9.4.1 Διαμορφώσεις Παλμών	408
Παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM)	409
9.4.2 Θεώρημα Δειγματοληψίας	409
9.4.3 Παλμοκωδική Διαμόρφωση PCM	411
Κώδικες PCM	411
Λόγος σήματος προς θόρυβο (ΛΣΘ) στα συστήματα PCM	414
Μη γραμμικοί κώδικες PCM	415
Συμπίεση - αποσυμπίεση PCM	416
Αναλογική συμπίεση - αποσυμπίεση	416
Συμπίεση - αποσυμπίεση τύπου-μ	417
Συμπίεση - αποσυμπίεση τύπου-Α	418
Ψηφιακή συμπίεση - αποσυμπίεση	419
Διαφορικό PCM (DPCM)	422
Adaptive DPCM	422
9.4.4 Διαμόρφωση Δέλτα	422
Ο διαμορφωτής Δέλτα	423
Ο αποδιαμορφωτής Δέλτα	424

Αυτοπροσαρμοζόμενη (Adaptive) Δέλτα	425
9.5 MODEM	426
10. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	429
10.1 ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ T1	430
10.2 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ E1	431
Κώδικας γραμμής E1	432
Κώδικας HDB3	433
Κώδικας B8ZS	434
10.3 ΠΛΗΣΙΟΧΡΟΝΗ ΠΟΛΥΠΛΕΞΗ	434
10.4 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ	436
10.4.1 SDH (Synchronous Digital Hierarchy)	437
STM - Synchronous Transport Module	439
Συσκευές του SDH	444
10.4.2 SONET	444
11. ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	447
11.1 DSL (DIGITAL SUBSCRIBER LINE)	448
11.1.1 ADSL	450
ADSL2, ADSL2+	454
11.1.2 VDSL, VDSL2	454
11.1.3 ΛΟΙΠΕΣ DSL	455
11.2 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ LMDS	456
Χωρητικότητα LMDS	458
Προβλήματα μετάδοσης	460
Σχεδιασμός περιοχής σταθμού βάσης (κελιού)	460
Εξοπλισμός	461
11.3 WIMAX	462
11.3.1 Τυποποιήσεις - WiMax Forum	463
11.3.2 Φυσικό επίπεδο WiMax	464
OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)	464
Κατανομή φάσματος WiMax	467
Διαμόρφωση σήματος	469
Μετάδοση Duplex	469
11.3.3 Το επίπεδο MAC	470

11.4 ΟΠΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	472
Αρχιτεκτονική δικτύων πρόσβασης	473
11.4.1 Δίκτυα απλού αστέρα (Point to Point Star)	474
11.4.2 Δίκτυα ενεργού αστέρα (Active Star)	475
11.4.3 Παθητικά Οπτικά Δίκτυα (PON)	476
11.4.4 Παθητικά Οπτικά Δίκτυα WDM-PON	479
12. ΔΙΚΤΥΑ, ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ & ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	481
12.1 ΠΕΡΙ ΔΙΚΤΥΩΝ	481
12.1.1 Γεωγραφική διαίρεση δικτύων	482
Δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide area network - WAN)	482
Τοπικά δίκτυα (Local Area Networks - LAN)	484
Αστικά δίκτυα (Metropolitan Area Networks - MAN)	484
12.1.2 Τοπολογική διαίρεση δικτύων	484
Ακτινωτά δίκτυα (Star)	484
Δίκτυα κοινής αρτηρίας (Bus)	485
Δίκτυα δακτυλίου (Ring)	486
Δίκτυα βρόχου (Mesh)	486
Κομβικά σύνθετα δίκτυα (Nodal)	487
12.1.3 Τεχνικές δικτύων	488
12.1.3.1 Δίκτυα μεταγωγής (Switching)	488
Μεταγωγή κυκλώματος (Circuit switching)	489
Μεταγωγή μηνυμάτων (Message switching)	490
Μεταγωγή πακέτων (Packet switching)	492
12.1.3.2 Δίκτυα Ακρόασης (Broadcasting)	494
Τεχνικές ελέγχου προσπέλασης	495
12.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ OSI	497
12.2.1 OSI - Open Systems Interconnection	498
Περιγραφή προτύπου OSI	500
12.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	507
12.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ Β' ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΙ LAPB	511
12.4.1 Ορισμός ζεύξης δεδομένων (Data link)	511
12.4.2 Link Access Procedure Balanced (LAPB)	514
Λειτουργίες του LAPB	515
12.4.2.1 Μορφές και είδη πλαισίων στο LAPB	516
Η δομή του πλαισίου	517
Flag	517
Πεδίο διεύθυνσης (Address field)	519
Πεδίο ελέγχου (Control field)	520
Πεδίο πληροφορίας (Information field)	522

Πεδίο ελέγχου σφαλμάτων (FCS).....	522
12.4.2.2 Τύποι πλαισίων	522
Supervisory frames	522
Receive Ready (RR).....	522
Receive Not Ready (RNR).....	523
Πλαίσιο Reject (REJ).....	523
Unnumbered frames	525
Set Asynchronous Balanced Mode (SABM).....	525
Disconnect (DISC).....	525
Disconnect Mode (DM).....	525
Unnumbered Acknowledgement (UA).....	526
Frame Reject (FRMR).....	526
12.4.2.3 Οι φάσεις της λογικής σύνδεσης	526
Αποκατάσταση λογικής σύνδεσης (Link set-up).....	526
Μεταφορά δεδομένων.....	527
Τερματισμός λογικής σύνδεσης.....	530
12.4.2.4 Μηχανισμοί επανόρθωσης	530
12.5 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ Γ' ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΙ Χ.25	532
Γενική περιγραφή λειτουργίας 3ου επιπέδου.....	532
Νοητά κυκλώματα (Virtual circuits).....	533
Νοητά κυκλώματα και λογικά κανάλια.....	534
12.5.1 Το πακέτο Χ.25	536
Προμετωπίδα πακέτων (Header).....	537
General Format Identifier (GFI).....	537
Logical Channel Identifier (LCI).....	538
Packet Type Identifier (PTI).....	539
Πεδίο διεύθυνσης.....	539
Πεδίο διευκολύνσεων (facilities).....	540
Πεδίο δεδομένων στα πακέτα κλήσης (call user data).....	541
12.5.2 Τύποι πακέτων	542
Πακέτα έναρξης κλήσης.....	542
Πακέτα διακοπής κλήσης.....	542
Πακέτα Πληροφορίας.....	544
Πακέτα διακοπής.....	544
Πακέτα ελέγχου ροής.....	546
Πακέτο reset.....	546
Πακέτα restart.....	546
Διαγνωστικό πακέτο.....	546
Πακέτα εγγραφής.....	547
12.5.3 Λειτουργίες γ' επιπέδου	547
Φάση αποκατάστασης κλήσης (Call Set-up).....	548
Σύγκρουση κλήσεων.....	548
Φάση μεταφοράς δεδομένων.....	549
Η διαδικασία reset.....	549

Η διαδικασία restart	550
Έλεγχος ροής με πακέτα RR και RNR	551
Τοπική και από άκρου σε άκρο επιβεβαίωση	553
Η διαδικασία integrity	553
Φάση διακοπής της σύνδεσης	555
Αντιμετώπιση εσφαλμένων καταστάσεων (error recovery).....	556
Διαδικασίες αποκατάστασης	556
12.5.4 Παράμετροι γ' επιπέδου	557
Μέγεθος πακέτου (PS).....	557
Μέγεθος παραθύρου (W).....	557
Χρονιστές	558
Περίληψη επιπέδου 3 στο X.25.....	558

13. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ FRAME RELAY - ATM - MPLS

559

13.1 FRAME RELAY	559
13.1.1 Το πλαίσιο του Frame relay	560
13.1.2 Frame relay Interface	563
13.1.3 Τυποποιήσεις	563
13.1.4 Έλεγχος συμφόρησης (Congestion)	564
Πρόληψη συμφόρησης.....	564
Αναγνώριση και αντιμετώπιση συμφόρησης.....	565
13.1.5 Τεχνικές σύνδεσης	566
13.1.6 LMI - Local Management Interface	567
13.1.7 Ενθυλάκωση άλλων πρωτοκόλλων	568
13.1.8 Συσκευές	569
13.2 ATM	570
13.2.1 Η τεχνική μετάδοσης ATM	571
13.2.2 Το κελί της ATM	572
13.2.3 Μεταγωγή κελιών	574
Τεχνικές μεταγωγής κόμβων	575
Time division.....	576
Space division.....	576
13.2.4 Επίπεδα της ATM	577
13.2.4.1 Το φυσικό επίπεδο	577
13.2.4.2 Επίπεδο ATM	579
Τύποι των κελιών	581
13.2.4.3 ATM Adaptation Layer	581
13.2.4.4 Τύποι υπηρεσιών	582
Κλάσεις ATM	583
Τύποι AAL	584
13.2.5 Τυποποιήσεις	585
13.2.6 Σήμανση	585

Δομή μηνύματος Q.2931	585
13.2.7 ATM LAN Emulation	587
13.2.8 Πρωτόκολλα FUNI & DXI	589
ATM πρόσβαση με FUNI	591
ATM πρόσβαση με DXI	592
13.3 MPLS	593
13.3.1 Ορισμός MPLS	594
Ιστορία του MPLS	595
13.3.2 Αρχιτεκτονική MPLS	595
13.3.2.1 Πινακίδες (Labels)	596
13.3.2.2 Νοητό μονοπάτι LSP	598
13.3.2.3 Διανομή πινακίδων (Label)	600
13.3.3 Μεταφορά δεδομένων στο MPLS	600
13.3.3.1 Control & Data Forwarding Planes	602
13.3.4 VPN σε δίκτυα MPLS	603
13.3.4.1 VPN Επιπέδου 3 (L3)	604
13.3.4.2 VPN Επιπέδου 2 (L2)	606
13.3.5 Εγγύηση ποιότητας	608
Traffic Engineering (TE)	609
Πλεονεκτήματα του MPLS	609
Συμπερασματικά	610
14. ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	611
<hr/>	
14.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	611
14.2 ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	613
14.2.1 Συνεστραμμένα ζεύγη	613
14.2.2 Ομοαξονικά καλώδια	613
14.2.3 Οπτικές ίνες	614
14.2.4 Ασύρματες ζεύξεις	614
14.3 ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ	614
14.3.1 Ακτινωτή τοπολογία (Star)	615
14.3.2 Τοπολογία bus & bus/tree	616
14.3.3 Τοπολογία δακτυλίου (Ring)	617
14.3.4 Τρόποι μετάδοσης	618
Δίκτυα βασικής ζώνης (baseband)	618
Δίκτυα ευρείας ζώνης (broadband)	618
14.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ	620
14.4.1 Τεχνικές για τοπολογία BUS	621
CSMA/CD	621

Token Bus.....	623
14.4.2 Τεχνικές για τοπολογία δακτυλίου.....	624
14.4.3 Τυποποιήσεις.....	625
14.4.4 IEEE 802.2 LLC.....	625
SAP - Service Access Points.....	627
Το πεδίο ελέγχου.....	628
Γνωστά τυποποιημένα τοπικά δίκτυα.....	628
14.5 ETHERNET.....	629
Διάφοροι τύποι Ethernet.....	629
Το πλαίσιο του Ethernet.....	630
Το πλαίσιο IEEE 802.3.....	631
MAC Address.....	632
14.5.1 Thick Ethernet 10Base-5.....	634
Το σήμα στο Ethernet.....	636
Ethernet και CSMA/CD.....	636
14.5.2 Thin Ethernet 10Base-2.....	638
14.5.3 10Base-T (Twisted pair Ethernet).....	638
14.5.4 Το πρώτο Fiber Ethernet (10Base-F).....	642
14.5.5 Fast Ethernet.....	643
100Base-T.....	643
14.5.6 Gigabit Ethernet.....	644
14.5.7 10Gigabit Ethernet.....	649
14.5.8 40 και 100 Gigabit Ethernet.....	651
Metro Ethernet.....	652
14.6.1 Το πλαίσιο του Token Ring.....	655
14.6.2 Διαχείριση δακτυλίου.....	657
14.7 FDDI.....	658
14.7.1 Επίπεδα του FDDI.....	659
14.7.2 Σταθμοί FDDI.....	659
14.8 ΑΣΥΡΜΑΤΑ LAN.....	662
14.8.1 Πρότυπα.....	663
14.8.2 Στοιχεία Wi-Fi δικτύου.....	663
14.8.3 Φυσικό Επίπεδο.....	665
14.8.3.1 Εύρος ζώνης - κανάλια.....	665
14.8.3.2 Διαμόρφωση.....	667
Spread Spectrum DSSS.....	667
Spread Spectrum FHSS.....	668
OFDM – Ορθογώνια Πολύπλεξη συχνότητας.....	669
14.8.4 Υλοποιήσεις της 802.11.....	669
Ακτίνα Δράσης.....	669
14.8.5 Πρόσβαση στο κοινό μέσο (επίπεδο MAC).....	670
Το πλαίσιο.....	670

Διαχείριση προσπέλασης	671
14.8.6 Διαδικασία Σύνδεσης Σταθμού	673
Περιοδεία (Roaming)	674
14.8.7 Ασφάλεια	674
Πιστοποίηση	675
Κρυπτογράφηση	675
Πρότυπα Ασφάλειας WEP / WPA	676
Αποκάλυψη SSID	676
Έλεγχος Mac Address	677
14.8.8 Πρακτικές εφαρμογές	677
15. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	679
15.1 ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΕΣ (REPEATERS)	679
Hub	680
15.2 ΓΕΦΥΡΕΣ (BRIDGES)	681
15.3 ETHERNET SWITCH	685
Η λειτουργία του switch	685
Layer 3 (L3) και Multilayer Switches	689
Αρχιτεκτονική υλοποίησης μεγάλων LAN	689
Αποφυγή βρόχων / STP-Spanning Tree Protocol	692
RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol), IEEE 802.1w	693
PVST (Per-VLAN Spanning Tree)	693
MISTP (Multiple Instance STP), IEEE 802.1s	693
15.4 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ (ROUTER)	694
15.5 ΠΥΛΕΣ (GATEWAYS)	694
15.6 VLAN	695
Τύποι VLAN	696
VLAN βάσει φυσικής θύρας	696
VLAN με βάση τη διεύθυνση MAC	696
VLAN με βάση το πρωτόκολλο	696
Policy based VLAN	696
Κομβικές συνδέσεις και σήμανση πλαισίων	697
EtherChannel (IEEE 802.3ad)	699
16. TCP/IP	701
16.1 IPV4 (INTERNET PROTOCOL)	702

16.1.1 Το ιεραρχικό μοντέλο του Ίντερνετ	702
16.1.2 Λειτουργίες στο πρωτόκολλο IPv4	703
16.1.3 Δομή του πακέτου IPv4	705
16.1.4 Διευθυνσιοδότηση σε δίκτυα IPv4	707
Διεύθυνση δικτύου - Διεύθυνση υπολογιστή	709
Παράδειγμα διευθυνσιοδότησης	712
Ειδικές διευθύνσεις IP	712
Δημόσιες - Ιδιωτικές IPv4 Διευθύνσεις	713
16.2 ΥΠΟΔΙΚΤΥΑ IPV4 (SUBNETS)	714
Μάσκα	715
Παράδειγμα εφαρμογής	720
Υπερδικτύωση IPv4– CIDR (Supernet addressing)	722
Πρακτικές διευθυνσιοδότησης δικτύων IP	722
16.3 IPV6	723
16.3.1 Δομή του πακέτου	724
IPv6 header	724
Extension Header	726
16.3.2 Διευθυνσιοδότηση στο IPv6	727
EUI-64	730
16.3.3 Μετάπτωση IPv4 σε IPv6	731
16.4 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ (ROUTER)	732
16.4.1 Βασικές λειτουργίες των router	734
Default gateway	735
Πίνακας δρομολόγησης	736
Παράδειγμα εφαρμογής στατικής δρομολόγησης	737
16.4.2 Πρωτόκολλα δρομολόγησης	738
Distance vector	739
Link State	739
16.4.2.1 RIP (Routing Information Protocol)	740
RIP Version 2	742
16.4.2.2 OSPF (Open Shortest Path First)	743
Το πακέτο OSPF	743
Λειτουργία OSPF	744
16.5 TCP	746
Έναρξη της σύνδεσης	749
Μεταφορά δεδομένων	750
Κλείσιμο της TCP σύνδεσης	752
16.6 UDP	753
16.7 ΛΟΙΠΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	754

16.7.1 ARP	754
16.7.2 DHCP	755
16.7.3 SLIP	757
16.7.4 PPP	757
17. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ (INTERNET)	759
17.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	760
Έλεγχος του Ίντερνετ	760
17.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ INTERNET	761
17.2.1 Το πρωτόκολλο IP - Internet Protocol	762
17.2.2 Τα πρωτόκολλα μεταφοράς (Transport protocols)	762
UDP - User Datagram Protocol	763
TCP - Transmission Control Protocol	763
17.2.3 Οι θύρες μεταφοράς (ports)	763
17.2.4 DNS - Domain Name Services	764
17.2.5 NAT	767
17.2.6 Συστήματα πρόσβασης στο Internet PPPoA, PPPoE	770
PPPoA - PPP over ATM	772
PPPoE - PPP over Ethernet	773
17.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	776
17.3.1 Telnet	776
17.3.2 FTP - File Transfer Protocol	776
17.3.3 Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (E-mail)	776
17.3.4 www - World Wide Web	778
17.4 INTERNET OF THINGS (ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ)	780
17.5 ΝΕΦΟΣ (CLOUD)	781
17.6 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ	783
18. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ	785
Ορισμός	785
18.1 ΑΠΕΙΛΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	786
18.1.1 Αντιμετώπιση απειλών	787
18.1.2 Δικαιοδοσία πρόσβασης	787
18.1.3 Ταυτοποίηση (Authentication)	788
Password Authentication Protocol (PAP)	788

Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP).....	789
18.1.4 Κρυπτογράφηση	789
Συμμετρική και Ασύμμετρη κρυπτογράφηση.....	790
18.1.5 Ψηφιακή Υπογραφή	793
PKI - Public Key Infrastructure.....	794
Certification Authority (CA).....	795
Ψηφιακά πιστοποιητικά.....	795
18.1.6 Firewalls	796
18.2 VPN	798
Tunneling.....	799
VPN και Firewall.....	800
18.3 IPSEC	801
19. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	805
19.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	806
19.1.1 Έλεγχος λειτουργίας δικτύου.....	806
19.1.2 Διοίκηση δικτύου.....	807
19.1.3 Ανάλυση και βελτιστοποίηση δικτύου.....	807
19.1.4 Σχεδιασμός & Capacity planning.....	808
19.2 ΜΟΝΤΕΛΟ OSI ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	808
19.3 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	809
19.3.1 Συστήματα διαχείρισης.....	809
19.3.2 Μοντέλο Agent/Manager.....	810
Δομή πληροφοριών διαχείρισης (SMI).....	811
Βάση πληροφοριών διαχείρισης (MIB).....	812
Πρωτόκολλα διαχείρισης.....	812
19.3.3 SNMP.....	813
Μηνύματα του SNMP (PDU).....	814
Η μορφή του Request/Response PDU.....	815
Μορφή μηνύματος Trap.....	816
SNMP version 2.....	818
SNMP version 3.....	818
RFC που σχετίζονται με το SNMP.....	819
19.3.4 CMIP.....	819
19.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ	820
19.4.1 Δείκτες ποιότητας εξυπηρέτησης.....	820
Διαθεσιμότητα.....	820
Χρόνος απόκρισης.....	821

Αξιοπιστία	822
19.4.2 Δείκτες απόδοσης	822
Διαμετακομιστική ικανότητα	823
Βαθμός χρήσης (utilisation)	824
20. ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ & VoIP	825
20.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	825
20.1.1 Τηλεφωνικές συσκευές	826
20.1.2 Ακραίο δίκτυο	828
20.1.3 Ζευκτικό δίκτυο	829
20.1.4 Τηλεφωνικά κέντρα	829
Είδη κέντρων	829
Κατηγορίες κέντρων	830
20.2 ΣΗΜΑΝΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ	831
20.2.1 Σήμανση κέντρου - τηλεφωνικής συσκευής	831
Καταστάσεις τηλεφωνικής συσκευής	832
Επιλογή καλούμενου	833
Κωδωνισμός	833
20.2.2 Σήμανση μεταξύ κέντρων	833
20.2.3 Αναλογική σήμανση - E&M	834
20.2.3.1 Τύποι E&M συνδέσεων	836
Συνδέσεις E&M τύπου I	836
Συνδέσεις E&M τύπου II	837
Συνδέσεις E&M τύπου III	837
Συνδέσεις E&M τύπου IV	839
Συνδέσεις E&M τύπου V	839
20.2.3.2 Πρωτόκολλα διασύνδεσης E&M	840
Delay start	840
Wink start	842
Immediate start	842
20.2.4 Ψηφιακή διασύνδεση PCM	843
20.2.4.1 CAS	845
20.2.4.2 Σήμανση κοινού καναλιού CCS	845
Q.931	846
DPNSS (Digital Private Network Signaling System)	846
Q.sig	846
20.2.4.3 Πρωτόκολλο SS#7	847
User part	847
Περιγραφή του πλαισίου	848
20.3 ΨΗΦΙΑΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΦΩΝΗΣ	849
20.3.1 Vocoders - Codec	850

Μοντέλο φωνής	851
Μέθοδοι συμπίεσης φωνής	852
Ποιότητα	854
20.3.2 Ταυτόχρονη μετάδοση φωνής - data	855
Χαρακτηριστικά μετάδοσης φωνής	856
Δίκτυα μετάδοσης φωνής	856
20.4 VOIP - VOICE OVER IP	857
20.4.1 Λειτουργία του VoIP	858
Συστατικά στοιχεία στο VoIP	860
20.4.2 Τυποποιήσεις / Πρωτόκολλα	862
20.4.2.1 Συμπίεση - Codecs	863
20.4.2.2 Πρωτόκολλα σήμανσης	864
SIP	864
ITU H.323	866
MGCP / megaco / H.248	868
20.4.2.3 Πρωτόκολλα μετάδοσης	868
20.4.3 Θέματα εφαρμογής	870
20.4.3.1 Power over Ethernet (PoE)	870
20.4.3.2 Υπολογισμός απαιτούμενης χωρητικότητας	871
20.4.3.3 Ποιότητα στο VoIP	872
Πλεονεκτήματα VoIP	873
20.5 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ	874
20.5.1 GSM 900	875
20.5.2 DCS - 1800 (Digital Communication System)	878
20.5.3 GPRS	879
20.5.4 UMTS	881
20.5.5 DECT	882
Λειτουργία του συστήματος DECT	884
Ιδιότητες του συστήματος	885
20.5.6 TETRA	885
21. ISDN	889
21.1 ΓΕΝΙΚΑ	890
21.1.1 Στόχοι του ISDN	890
Υπηρεσίες του ISDN	890
21.2 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ISDN	892
21.2.1 Οντότητες και συσκευές διασύνδεσης	893
Συσκευή TE	893
Συσκευή TA	893
Συσκευή NT2	893

Συσκευή NT1	894
LT (Line Termination)	894
ET ή ST	894
21.2.2 Σημεία αναφοράς	894
Σημείο αναφοράς R	894
Σημείο αναφοράς S	894
Σημείο αναφοράς T	895
Σημεία αναφοράς U, V	896
21.2.3 Κανάλια μετάδοσης	896
21.2.4 Ρυθμοί μετάδοσης	897
21.2.5 S interface	897
21.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ISDN	899
21.3.1 Φυσικό επίπεδο	899
21.3.2 Επίπεδο ζεύξης (2ο επίπεδο)	903
Data Link πρωτόκολλο (LAP D)	903
21.3.3 Επίπεδο δικτύου (3ο επίπεδο)	905
21.4 ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ISDN	906
Euro-ISDN	906
21.5 ISDN ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ (B-ISDN)	906
User Interface	906

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

22. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΩΝ	909
23. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ	915
24. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	919
25. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	935
26. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ / INDEX	939

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη των Τηλεπικοινωνιών, της Πληροφορικής και του Ίντερνετ ακολουθεί αλματώδεις ρυθμούς και κατά συνέπεια δημιουργούνται αυξημένες απαιτήσεις εκπαίδευσης τόσο των φοιτητών όσο και των επαγγελματιών του κλάδου.

Η έκδοση αυτή φιλοδοξεί να συμβάλει στην κάλυψη τέτοιων εκπαιδευτικών αναγκών με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Στόχοι της έκδοσης

Πρώτος στόχος της έκδοσης αυτής είναι η δομημένη παρουσίαση του αντικειμένου των τηλεπικοινωνιών, πράγμα που θεωρούμε πολύ χρήσιμο για την κατανόηση των σχετικών θεμάτων, ιδίως όταν αυτά βρίσκονται σε φάση συνεχούς εξέλιξης.

Δεύτερος στόχος είναι η αναλυτική αναφορά στα σημαντικότερα από τα βασικά θέματα και αρχές των σύγχρονων Τηλεπικοινωνιών και το ξεκαθάρισμα διαφόρων ασαφειών που συχνά δυσκολεύουν τους φοιτητές.

Τρίτος στόχος είναι η παρουσίαση αυτόνομων τεχνολογικών θεμάτων (π.χ. IP, Wi-Fi, Οπτική μετάδοση, Ασύρματες επικοινωνίες, Ethernet, MPLS, VoIP) που έχουν ευρεία χρήση στην πράξη και θα μπορούσαν να αποτελέσουν ακόμη και ιδιαίτερη έκδοση.

Τέλος δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην παρουσίαση των τρεχόντων τυποποιήσεων και στην έκθεση οργανωμένων πληροφοριών σε πίνακες και σχήματα που ξεπερνούν τα 500 σε όλο το βιβλίο, πιστεύοντας ότι τέτοιας μορφής πληροφορίες πολλές φορές μπορεί να αντικαταστήσουν αρκετές σελίδες κειμένου.

Αναπόφευκτα η έκδοση αυτή έχει απέναντί της τις μεγάλες διεθνείς εκδόσεις τις οποίες ανταγωνίζεται ευθέως όχι μόνο διότι είναι γραμμένη στα ελληνικά αλλά γιατί πιστεύουμε ότι έχει κάτι παραπάνω να προσφέρει. Σημειώστε ότι ολόκληρο το βιβλίο είναι σαφώς προσαρμοσμένο στην Ελληνική και Ευρωπαϊκή πραγματικότητα. Οι τυποποιήσεις, οι εφαρμογές, οι συσκευές, τα interfaces είναι προσανατολισμένα στα ευρωπαϊκά πρότυπα.

Το βιβλίο προορίζεται για τους επαγγελματίες της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών, ενώ ταυτόχρονα απευθύνεται σε διδάσκοντες και σπουδαστές των αντίστοιχων κατευθύνσεων. Εν γένει απευθύνεται σε όλους εκείνους που θα ήθελαν ένα βιβλίο βοήθημα, εισαγωγικό και παράλληλα θεματικό, βιβλίο αναφορά σε σχέση με τα βασικά θεωρητικά και πρακτικά θέματα που σχετίζονται με τις σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα.

Τρόπος παρουσίασης

Όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η παρουσίαση των θεμάτων διαλέξαμε τον κατά το δυνατόν απλούστερο που μερικές φορές ίσως φανεί απλοϊκός, καθώς θεωρούμε ότι οι γνώσεις δεν τεκμηριώνονται και μεταφέρονται μέσα από σοβαροφανή και δύστροπα πονήματα, αλλά από την απλότητα και σαφήνεια που διακρίνει άλλωστε και αυτή την ίδια τη γνώση. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι δεν υπάρχουν δύσκολα θέματα στο βιβλίο, όμως έχουμε κάνει και γι' αυτά μια προσπάθεια να τα απλοποιήσουμε κατά το δυνατόν.

Από τη μια πλευρά το βιβλίο πρέπει να είναι εντελώς κατανοητό βοήθημα σε αναγνώστες που θέλουν να εισέλθουν στα θέματα της Τηλεπληροφορικής και από την άλλη να είναι χρήσιμο για κάποιον προχωρημένο που θέλει να το συμβουλευθεί για ένα συγκεκριμένο θέμα.

Ορολογία

Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα της ελληνικής βιβλιογραφίας που ασχολείται με την σύγχρονη τεχνολογία και που αντιμετωπίσαμε και εμείς, είναι οι τεχνικοί όροι και η μετάφρασή τους στα ελληνικά. Πολλές φορές έχουμε συναντήσει εκδόσεις που έκαναν προσπάθεια μετάφρασης όλων μα όλων των όρων ταυτόχρονα, χωρίς παράλληλη ύπαρξη αγγλικών όρων, με αποτέλεσμα τη δυσκολία κατανόησης του περιεχομένου.

Αντικειμενικός σκοπός της έκδοσης αυτής είναι ο αναγνώστης να κατανοήσει με τον ευκολότερο δυνατό τρόπο το περιεχόμενο. Συνεπώς θα πρέπει όλες οι εκφράσεις να είναι σε εύληπτη και καθαρή μορφή. Θα έλεγε λοιπόν κανείς ότι μόνο η χρήση των αμετάφραστων αγγλικών τεχνικών όρων μπορεί ίσως να προσφέρει τέτοια μορφή, διότι έτσι την πρωτάκουσε κάποιος και έτσι την συνήθισε.

Επιπρόσθετη όμως υποχρέωση του συγγραφέα ενός βιβλίου είναι η προώθηση και η τεκμηρίωση της γνώσης όχι μόνο ως προς το περιεχόμενο αλλά και ως προς τη μορφή της, την εμφάνισή της. Ειδικότερα επιβάλλεται η κατά το δυνατόν σωστή χρήση της γλώσσας και η συμβολή στην ελληνοποίηση διαφόρων όρων.

Πολλοί ισχυρίζονται ότι δεν χρειάζεται η ελληνοποίηση των ξένων τεχνικών όρων. Όμως θεωρούμε ότι αν ακολουθούσαμε την λογική της μη μετάφρασης και πριν από 150 χρόνια, όταν μια πλημμυρίδα λέξεων έφθανε στη χώρα μας με την βιομηχανική επανάσταση, το αποτέλεσμα θα ήταν σήμερα να μιλάγαμε μιαν άλλη γλώσσα. Η εφημερίδα θα λεγόταν γκαζέττα, ο υπουργός μίνιστρος, το αυτοκίνητο κάρο και το ψυγείο φρίγγος, οι κοινές δηλαδή σημερινές μας εκφράσεις θα ήταν ξενόγλωσσες.

Γνώμη μας είναι ότι η ελληνοποίηση των όρων πρέπει να γίνει με υπομονή, επιμονή και σοβαρότητα. Στην έκδοση αυτή κάνουμε μια προσπάθεια να εμφανίζουμε τους αγγλικούς

όρους παράλληλα ή σε εναλλαγή με τους προτεινόμενους Ελληνικούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις μαζικής επανάληψης κάποιου όρου και εφ' όσον νομίζουμε ότι έχουμε βρει κάποιο δόκιμο όνομα, χρησιμοποιούμε έντονα τον Ελληνικό όρο με στόχο να βοηθήσουμε στην επιβολή του στην καθημερινή τεχνική μας γλώσσα.

Άλλο κρίσιμο σημείο που μας απασχόλησε έντονα είναι το τι θα κάνουμε με εκφράσεις που καθιερώθηκαν ευρύτατα για κάποιους όρους, αλλά που τους εκφράζουν λανθασμένα. Κλασικό παράδειγμα είναι η λέξη “ταχύτητα” που συνήθως χρησιμοποιείται για να εκφράζει τον όρο bit rate. Όλοι χρησιμοποιούμε τη λέξη “ταχύτητα” αλλά όπως εξηγούμε και στο κεφάλαιο 3 αυτός είναι εσφαλμένος. Ο ορθότερος ελληνικός όρος για το bit rate είναι “ρυθμός μετάδοσης” που όπως θα δείτε τον επαναλαμβάνουμε πολύ για την εμπέδωσή του, αφήνοντας όμως σε μερικά σημεία και τον όρο ταχύτητα.

Ευχαριστούμε με την ευκαιρία, όλους εκείνους που με την πολύτιμη συμβολή τους βοήθησαν στην πραγμάτωση αυτού του εγχειρήματος. Επιπλέον θα εκτιμούσαμε τις παρατηρήσεις σας και την αυστηρή σας κρίση για τη βελτίωση αυτής της έκδοσης.

9η έκδοση

Πριν από όλα πρέπει να ευχαριστήσουμε τους αναγνώστες που με τόση ζέση περιέβαλαν τις οκτώ πρώτες εκδόσεις. Τα καλά τους σχόλια καθώς και το γεγονός ότι η έκδοση του βιβλίου συνεχίζεται για 25 περίπου χρόνια, συνεχώς βελτιούμενη, ενώ το βιβλίο είναι εντεταγμένο ως εγχειρίδιο σε πολλά Ανώτερα και Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα, προσδίδει σε εμάς ιδιαίτερη χαρά, αλλά και μεγάλη υποχρέωση και ευθύνες.

Ακολουθώντας τις απαιτήσεις των συνεχών εξελίξεων, προσθέσαμε νέα τμήματα και εμπλουτίσαμε τα υπάρχοντα, με στόχο το βιβλίο πέρα από τα θεωρητικά θέματα να παραμένει πάντα επίκαιρο και ενημερωμένο και με τα θέματα της τρέχουσας τεχνολογίας. Με βάση την πορεία της τεχνολογίας των Τηλεπικοινωνιών καθώς και τις παρατηρήσεις που έγιναν, οδήγησαν σε κάποια αναδιάταξη της ύλης με σκοπό την αρτιότερη εμφάνισή τους.

Με την παρούσα διανομή της ύλης, μέχρι και το κεφάλαιο 10 αναπτύσσονται τα βασικά θέματα μετάδοσης. Προστέθηκε ένα κεφάλαιο εισαγωγικών θεμάτων (κεφ.2) με τους κώδικες χαρακτήρων, τα αριθμητικά συστήματα, αλλά και την χρήση των decibel.

Η δομημένη καλωδίωση εμπλουτίστηκε, χωρίστηκε από την ενσύρματη μετάδοση και καταλαμβάνει το κεφάλαιο 6, η οπτική μετάδοση έχει αναπτυχθεί εκτενώς και αυτοτελώς στο κεφάλαιο 7 σε 85 σελίδες, ενώ η ασύρματη μετάδοση είναι αυτόνομη στο κεφάλαιο 8. Στο κεφάλαιο 11 τα δίκτυα ευρυζωνικής πρόσβασης ADSL, WiMax, LMDS, και τα δίκτυα οπτικής πρόσβασης PON. Στο κεφάλαιο 12 τα δίκτυα, οι αρχιτεκτονικές και τα πρωτόκολλα που επικαιροποιήθηκε, ενώ στο 13 συγκεντρώθηκαν τα αντιπροσωπευτικότερα πρωτόκολλα WAN (Frame Relay, ATM, MPLS). Στα 14 και 15 παραμένουν τα τοπικά δίκτυα LAN και οι διασυνδέσεις τους, στα 16 και 17 το TCP/IP και οι τεχνολογίες Ίντερνερτ, στο 18 η Ασφάλεια δικτύων, στο 19 θέματα διαχείρισης και στα τελευταία δυο κεφάλαια η σταθερή τηλεφωνία και VoIP, η κινητή τηλεφωνία και το ISDN.

Αθήνα, Νοέμβριος 2015