



Ο Οδηγός της Cisco για τη Δικτύωση

Δεύτερη αμερικανική έκδοση

- Κατακτήστε το σύγχρονο κόσμο της δικτύωσης Cisco ακολουθώντας την προσέγγιση αυτού του εικονογραφημένου, πλήρως ενημερωμένου βιβλίου
- Εύκολο για τους αρχάριους, αλλά και περιεκτικό για τους επαγγελματίες της δικτύωσης
- Καλύπτει τα πιο πρόσφατα θέματα δικτύωσης — από την αρχιτεκτονική δικτύων και την ασφαλή ασύρματη δικτύωση, μέχρι τις ενοποιημένες επικοινωνίες και την τηλεπαρουσία



Jim Doherty • Neil Anderson • Paul Della Maggiora

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	13
Μέρος I: Βασικές αρχές δικτύωσης	17
Πώς επικοινωνούν οι υπολογιστές.....	18
Το μοντέλο OSI.....	19
Ανοιχτά και αποκλειστικά συστήματα.....	19
Επτά επίπεδα.....	19
Με μια ματιά: Το μοντέλο OSI	21-23
Υποδομή του Διαδικτύου: Πώς συνδέονται όλα	24-25
TCP/IP και διευθυνσιοδότηση IP.....	26
Υπολογιστές που μιλούν την ίδια γλώσσα	27
Τι είναι οι διευθύνσεις;	27
Δυναμική αντιστοίχιση διευθύνσεων IP	28
Ονόματα περιοχών και συσχέτιση με διευθύνσεις IP	28
Αντιστοίχιση ονομάτων περιοχών με διευθύνσεις IP	29
Με μια ματιά: TCP/IP	30-32
Με μια ματιά: Διευθυνσιοδότηση IP	33-35
Με μια ματιά: IPv6	36-38
NAT και PAT.....	39
Εφαρμογές Διαδικτύου	40
Το Διαδίκτυο και οι εφαρμογές του.....	41
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.....	41
Περιήγηση στον Ιστό.....	43
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.....	44
Κοινή χρήση αρχείων μεταξύ χρηστών	45

Μέρος II: Υποδομή δικτύωσης	47
Ethernet	48
Ιστορία του Ethernet.....	49
Τι είναι το Ethernet;	49
Η εξέλιξη του Ethernet	50
Με μια ματιά: Ethernet	52-54
Μείωση συγκρούσεων σε δίκτυα Ethernet	55
Μεταγωγή LAN	56
Οι γρήγοροι υπολογιστές χρειάζονται γρηγορότερα δίκτυα.....	57
Τα βασικά της μεταγωγής: Να μια γέφυρα.....	57
Ethernet μεταγωγής	59
Οι μεταγωγείς κυριεύουν τον κόσμο	59
Με μια ματιά: Μεταγωγή.....	60-62
Συνδετικό δένδρο.....	64
Βρόχοι δικτύου	65
Μερικές φορές η Γη είναι “επίπεδη”	65
Αποτροπή βρόχων δικτύου	65
Βασικά στοιχεία του Πρωτοκόλλου Συνδετικού Δένδρου	65
Με μια ματιά: Συνδετικό δένδρο.....	67-69
Δρομολόγηση	70
Δρομολογητές	71
Οι δρομολογητές επικοινωνούν μεταξύ τους για να βρίσκουν δρομολόγια	71
Οι δρομολογητές δρομολογούν πακέτα	71
Οι δρομολογητές γεφυρώνουν και οι μεταγωγείς δρομολογούν	72
Με μια ματιά: Δρομολόγηση	73-75
Δρομολόγηση και μεταγωγή.....	76-77

Μέρος III: Σχεδιασμός δικτύου	79
Δίκτυα συγκροτημάτων και ιεραρχικός σχεδιασμός	80
Δόμηση δικτύων με στόχο την ευχρηστία	81
Με μια ματιά: Ιεραρχικός σχεδιασμός δικτυακών συγκροτημάτων	82-85
Σχεδιασμός δικτύων WAN	86
Μεταφορά κυκλοφορίας στο δρόμο και στον κόσμο	87
Υπηρεσίες WAN	87
Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών	88
Frame Relay	88
ATM	88
MPLS	89
Ευρυζωνικές υπηρεσίες	89
Εικονικά Ιδιωτικά Δίκτυα	89
Συσκευές WAN	90
Με μια ματιά: Frame Relay	91-93
Με μια ματιά: Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (ATM)	94-96
Υπηρεσίες MPLS	97
Με μια ματιά: MPLS	98-100
Διαχωρισμός κυκλοφορίας MPLS	101
Ευρυζωνικές τεχνολογίες	102
Μόνιμη πρόσβαση	103
Η εξέλιξη της ευρυζωνικής τεχνολογίας	103
Με μια ματιά: ISDN	105-107
Με μια ματιά: Ευρυζωνικότητα	108-110
Εικονικά ιδιωτικά δίκτυα	112
Ασφαλής δικτύωση μέσω του Διαδικτύου	113
Με μια ματιά: Ιδιωτικά εταιρικά δίκτυα (VPN)	115-118
Δημιουργία σύνδεσης VPN	119-120

Με μια ματιά: Κρυπτογράφηση	121-123
Πιστοποίηση πελάτη	124-125
Οπτικές τεχνολογίες	126
LAN, WAN — και τώρα MAN	127
SONET, DWDM, και DPT	127
Με μια ματιά: Μητροπολικά οπτικά δίκτυα	129-131
Σχεδιασμός δικτύων υποκαταστημάτων	132
Κατανομή εργατικού δυναμικού	133
Προκλήσεις των κατανεμημένων γραφείων	133
Με μια ματιά: Σχεδιασμός υποκαταστημάτων	134-137
Μέρος IV: Διαθεσιμότητα δικτύου	139
Υψηλή διαθεσιμότητα	140
Με μια ματιά: Υψηλή διαθεσιμότητα	144-146
Επίπεδο ελέγχου	148
Όταν χαλάνε τα καλά δίκτυα	149
Προστασία του επιπέδου ελέγχου	149
Με μια ματιά: Προστασία επιπέδου ελέγχου	150-151
Ποιότητα υπηρεσιών και διαθεσιμότητα δικτύου	152
Ποιότητα υπηρεσιών ως μέσο προστασίας του δικτύου;	153
QoS Εκκαθάρισης	153
Με μια ματιά: Χρήση QoS για ανθεκτικότητα του δικτύου	154-156
Ανάκαμψη από καταστροφές	158
Τι συμβαίνει όταν το δίκτυο παύει να λειτουργεί	159
Σχεδιασμός ανάκαμψης από καταστροφές	159
Ανθεκτικότητα και υπηρεσίες υποστήριξης	160

Έλεγχος ετοιμότητας.....	160
Με μια ματιά: Ανάκαμψη από καταστροφή/συνέχιση επιχειρηματικών δραστηριοτήτων	161-163
Ανάκαμψη από καταστροφή	164
Διαχείριση δικτύου	166
Διατήρηση της λειτουργίας του δικτύου από απόσταση	167
Τεκμηρίωση δικτύου: Απαραίτητη	168
Πρωτόκολλα διαχείρισης δικτύου	168
Εργαλεία αντιμετώπισης προβλημάτων	169
Με μια ματιά: Διαχείριση δικτύου	170-171
Διαχείριση δικτύου	172
 Μέρος V: Προστασία του δικτύου	175
Ασφάλεια δικτύου.....	176
Ταυτότητα.....	177
Περιμετρική ασφάλεια	177
Απόρρητο δεδομένων	177
Παρακολούθηση της ασφάλειας	178
Επιβολή πολιτικών	178
Με μια ματιά: Ασφάλεια δικτύου	179-181
Με μια ματιά: Παραβιάσεις ασφαλείας	182-184
Επιθέσεις DoS	185-186
Κατασκόπευση και παραπλάνηση	187
 Τείχη προστασίας.....	188
Προστασία της περιμέτρου	189
Αποσυνδεθείτε από το Διαδίκτυο!	189
Τείχος προστασίας για την ασφάλειά σας	189
Προσωπικά τείχη προστασίας	190

Με μια ματιά: Τείχη προστασίας και συστήματα εντοπισμού εισβολών	191-193
Ασφάλεια πρόσβασης και περιεχομένου	194
 Συστήματα αποτροπής εισβολών	196
Συστήματα εντοπισμού εισβολών	197
Συστήματα πρόληψης εισβολών.....	197
Το πρόβλημα με τις εσφαλμένες προειδοποιήσεις	197
Με μια ματιά: Εντοπισμός εισβολών	198-199
 Ασφάλεια βασισμένη σε θύρες	200
Αντιμετώπιση επιθέσεων πρόσβασης.....	201
Με μια ματιά: Ασφάλεια που βασίζεται σε θύρες	202-204
 Δικτύωση βασισμένη σε ταυτότητες	206
Ο γρίφος της πρόσβασης στο δίκτυο	207
Δικτύωση που βασίζεται σε ταυτότητες	207
802.1x.....	207
Με μια ματιά: Ταυτότητα	208-210
Πιστοποίηση	211
 Έλεγχος Άδειας Εισόδου στο Δίκτυο	212
Αντιμετώπιση επιθέσεων ιών.....	213
Αξιολόγηση της “υγείας” των συσκευών.....	213
Έλεγχος άδειας εισόδου στο δίκτυο.....	214
Με μια ματιά: Έλεγχος Άδειας Εισόδου στο Δίκτυο	215-217
 Φιλτράρισμα URL: Αποτροπή πρόσβασης σε ανεπιθύμητες ιστοσελίδες.....	218
Πρόσβαση στο Διαδίκτυο και θέματα υπαιτιότητας	219
Επιβολή εταιρικών πολιτικών για τη χρήση του Διαδικτύου.....	219
Με μια ματιά: Φιλτράρισμα URL	220-222
Φιλτράρισμα URL και τείχη προστασίας	223

Εξονυχιστική επιθεώρηση πακέτων: Έλεγχος ανεπιθύμητων εφαρμογών	224
Πώς συλλαμβάνουμε τους εγκληματίες όταν όλοι φορούν μάσκα;	225
Εξονυχιστική επιθεώρηση πακέτων	225
Με μια ματιά: Εξονυχιστική επιθεώρηση πακέτων	226-228
Επιθεώρηση πακέτων	229
Τηλεμετρία: Αναγνώριση και απομόνωση προελεύσεων επιθέσεων	230
Κανονική και μη κανονική λειτουργία	231
Χρήση τηλεμετρίας για την αντιμετώπιση επιθέσεων	231
Με μια ματιά: Τηλεμετρία	232-233
Φυσική ασφάλεια: Παρακολούθηση με βίντεο IP	234
Κλειδωμά των θυρών	235
Κάμερες παρακολούθησης	235
Με μια ματιά: Φυσική ασφάλεια	236-237
Φυσική και λογική ασφάλεια	238
Μέρος VI: Κέντρα δεδομένων και δικτύωση εφαρμογών	241
Αποδοτική μεταφορά δεδομένων	241
Κέντρα δεδομένων	242
Αποθήκευση μία φορά, χρήση συχνά	243
Μοντέλο <i>n</i> επιπέδων	243
Λειτουργίες και απαιτήσεις	243
Με μια ματιά: Κέντρα δεδομένων	245-248
Εφαρμογή κέντρου δεδομένων: Εταιρικό σύστημα δαπανών	249
Δίκτυα περιοχής αποθήκευσης	250
Διάθεση σημαντικών δεδομένων με αποδοτικό τρόπο	251
Κανάλια οπτικών ινών και IP	251

Infiniband	252
Με μια ματιά: Δικτύωση συσκευών αποθήκευσης	253-255
Αποθήκευση επικεντρωμένη σε διακομιστές	256
Προαποθήκευση	258
Μετακίνηση περιεχομένου προς το χρήστη	259
Πώς λειτουργεί η προαποθήκευση	259
Προαποθήκευση και άλλου περιεχομένου εκτός ιστοσελίδων	259
Προαποθήκευση σε αποθηκευτικά μέσα: Από το δίσκο στη μνήμη	260
Ζητήματα που επηρεάζουν την προαποθήκευση	260
Προαποθήκευση	261
Υπηρεσίες αρχείων ευρείας περιοχής	262
Ο κανόνας των υποκαταστημάτων	263
Συγκεντρωτισμός αποθηκευτικών μέσων	263
Εισαγωγή στις υπηρεσίες αρχείων ευρείας περιοχής (WAFS)	263
Με μια ματιά: Υπηρεσίες αρχείων ευρείας περιοχής	264-266
Υπηρεσίες εφαρμογών ευρείας περιοχής	268
Συγκέντρωση εφαρμογών	269
Εισαγωγή στις υπηρεσίες εφαρμογών ευρείας περιοχής (WAAS)	269
Με μια ματιά: Υπηρεσίες εφαρμογών ευρείας περιοχής	270-272
Μέρος VII: Ενοποιημένες επικοινωνίες	275
Φωνή μέσω IP	278
Πραγματοποίηση κλήσεων μέσω του Ιστού	279
Ενοποίηση επικοινωνιών	279
Επίπεδο πελάτη	280
Επίπεδο υποδομής	280
Επίπεδο επεξεργασίας κλήσεων	281

Επίπεδο εφαρμογών	281	Τηλεπαρουσία	318
Μοντέλα διάθεσης.....	282	Απλούστευση των συνδιασκέψεων.....	319
Με μια ματιά: Φωνή μέσω IP	283-285	Το βίντεο έσβησε το άστρο της ραδιομετάδοσης	319
Φωνή μέσω IP	286	Αν δεν μπορούμε να παρευρεθούμε, η καλύτερη εναλλακτική είναι.....	319
Με μια ματιά: Ενοποιημένες επικοινωνίες.....	287-288	Με μια ματιά: Τηλεπαρουσία	320-321
Φωνή μέσω IP: Αποφυγή υπεραστικών χρεώσεων	289		
Ποιότητα υπηρεσιών.....	290	Τηλεπαρουσία και υπηρεσίες βάσει θέσης	322
Συγκλίνοντα δίκτυα και QoS	291	Αισθάνομαι μια παρουσία	323
Τι είναι το QoS;.....	291	Η σπουδαιότητα της θέσης	323
QoS και ενοποιημένες επικοινωνίες	291	Με μια ματιά: Υπηρεσίες τηλεπαρουσίας και υπηρεσίες βάσει θέσης.....	324-326
Με μια ματιά: QoS	293-295		
Πώς ορίζεται η προτεραιότητα των πακέτων.....	296	Τηλεφωνικό κέντρο IP	328
Ενοποιημένες προσωπικές επικοινωνίες.....	298	Γιατί δεν μπορώ να μιλήσω κατευθείαν με κάποιον;.....	329
Πολλές επικοινωνίες, λίγος χρόνος.....	299	Η ανατομία ενός κέντρου επικοινωνίας.....	329
Ενοποίηση.....	299	Από τον καλούντα στον εκπρόσωπο, και αντίστροφα	330
Cisco Unified Personal Communicator (CUPC).....	299	Αποδοτική διαχείριση της επικοινωνίας του πελάτη με τον εκπρόσωπο	331
Με μια ματιά: Ενοποιημένες επικοινωνίες.....	300-302	Νέες μέθοδοι για αλληλεπίδραση με τους πελάτες	331
Χώρος συνεργασίας σε συσκευές.....	304	Με μια ματιά: Κέντρο τηλεπικοινωνίας.....	332-333
Συσκευές, συσκευές, συσκευές	305	Τηλεφωνική τεχνική υποστήριξη.....	334
Οι συσκευές είναι δραστηριότητα, όχι μέρος	305	Τηλεφωνικές πωλήσεις	335
Με μια ματιά: Συνεργασία μέσω συσκευών	306-308		
Παραδοσιακή μέθοδος βιντεοδιασκέψεων	310	Πολυεκπομπή και εκπομπή IPTV	336
Σε βλέπω	311	Παρακολούθηση ταινιών χωρίς να μπουκώνει το σύμπαν.....	337
Βίντεο μέσω δικτύων IP.....	311	Με μια ματιά: Πολυεκπομπή IP.....	339-341
Με μια ματιά: Βιντεοδιάσκεψη IP.....	313-315	Πολυεκπομπή	342
Βιντεοδιάσκεψη	316	Μέρος VIII: Φορητότητα.....	345
Εφαρμογή ηλεκτρονικής μάθησης με βιντεοδιάσκεψη	317	Ασύρματος κόσμος	345

Φορητότητα και ασύρματα δίκτυα	346
Κατάργηση των περιοριστικών καλωδίων	347
Με μια ματιά: Ασύρματα LAN	348-350
Ενσύρματα LAN	351
Ασύρματα LAN.....	352
Επιλογή και δημιουργία ασύρματων δικτύων	354
Σχεδιασμός ασύρματου δικτύου	355
Με μια ματιά: Σχεδιασμός ασύρματων δικτύων	356-359
Προστασία ασύρματων δικτύων	360
Κλείδωμα του ασύρματου δικτύου	361
Εξισορρόπηση της ασφάλειας και της πρόσβασης.....	361
Με μια ματιά: Προστασία ασύρματων δικτύων	362-365
Εξωτερικά και κοινοτικά ασύρματα δίκτυα	366
Μοιάζει με κτήριο, μόνο που είναι πολύ μεγαλύτερο	367
Με μια ματιά: Κοινοτικά ασύρματα δίκτυα.....	368-370
VoIP μέσω ασύρματων δικτύων.....	372
Ασύρματο VoIP	373
Με μια ματιά: Ασύρματο VoIP	374-376
Ασύρματο VoIP	377
Ασύρματη πρόσβαση επισκεπτών	378
Το σπίτι μου είναι και δικό σου σπίτι	379
Με μια ματιά: Ασύρματη πρόσβαση επισκεπτών	380-381
RFID και υπηρεσίες εντοπισμού θέσης	382
Πώς να βρίσκετε τα πράγματά σας	383
Ασύρματα LAN: Πλέον δεν είναι μόνο χρήσιμα για τον έλεγχο της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας στην τουαλέτα!	383

Με μια ματιά: Υπηρεσίες εντοπισμού	384-386
Υπηρεσίες ασύρματου εντοπισμού θέσης	387

Μέρος IX: Εικονικοποιημένα δίκτυα

389

Εικονικοποίηση κέντρων δεδομένων

390

Ανάπτυξη του κέντρου δεδομένων	391
Εικονικοποίηση κέντρων δεδομένων	391
Με μια ματιά: Εικονικά κέντρα δεδομένων.....	392-394

Εικονικοποίηση υποδομής δικτύου

396

Αξιοποίηση του υπάρχοντος εξοπλισμού δικτύου	397
Το δίκτυο είναι πάντα δίκτυο	397
Εικονικοποίηση υποδομής δικτύου.....	397
Με μια ματιά: Υποδομή εικονικού δικτύου	398-401

Εφαρμογές εικονικοποιημένων δικτύων

402

Τι μπορείτε να κάνετε με τα εικονικοποιημένα δίκτυα;.....	403
“Καθαρά” και “βρώμικα” δίκτυα εταιρικών υπαλλήλων	403
Δίκτυα επισκεπτών και συνεργατών	403
Απομόνωση ειδικών συσκευών και εφαρμογών	403
Εξισορρόπηση φόρτου	403
Φιλοξενούμενα δίκτυα οντοτήτων μέσα σε άλλες οντότητες	403
Εικονικά δίκτυα τμημάτων.....	404
Προκλήσεις που προκύπτουν με τα εικονικά δίκτυα	404
Με μια ματιά: Εφαρμογές εικονικοποιημένων δικτύων	405-408
Εξέλιξη των εικονικών δικτύων	409-410

Ευρετήριο

412



Ethernet



Ιστορία του Ethernet

Ο Robert Metcalfe ανέπτυξε το Ethernet στο διάσημο ερευνητικό κέντρο Xerox Palo Alto Research Center (PARC) το 1972. Οι εργαζόμενοι στο κέντρο PARC της Xerox είχαν δημιουργήσει έναν προσωπικό σταθμό εργασίας με διασύνδεση γραφικών με το χρήστη. Ωστόσο, χρειαζόνταν μια τεχνολογία για να δικτυώσουν αυτούς τους σταθμούς εργασίας με τους εκτυπωτές τους λέιζερ που είχαν δημιουργήσει πρόσφατα. (Μην ξεχνάτε ότι ο πρώτος προσωπικός υπολογιστής, ο MITS altair, παρουσιάστηκε στο κοινό το 1975.)

Ο Metcalfe αρχικά ονόμασε αυτό το δίκτυο Alto Aloha Network, όμως το άλλαξε σε Ethernet το 1973 για να γίνει σαφές ότι σε αυτό το είδος δικτύου μπορούσε να συνδεθεί οποιοσδήποτε τύπος συσκευής. Επέλεξε τον όρο “ether” (αιθέρας) επειδή σε αυτό το δίκτυο τα bit μεταφέρονταν σε κάθε σταθμό εργασίας με τον ίδιο τρόπο που οι επιστήμονες πίστευαν κάποτε ότι μεταδίδονταν τα κύματα στο διάστημα μέσω του “αιθέρα”.

Η πρώτη εξωτερική δημοσίευση του Metcalfe σχετικά με το Ethernet έγινε διαθέσιμη στο κοινό το 1976. Ο Metcalfe έφυγε από τη Xerox, και το 1979 έπεισε τις εταιρείες Digital Equipment Corporation (DEC), Intel, και Xerox να συμφωνήσουν σε ένα κοινό πρότυπο Ethernet, το οποίο ονομάστηκε DIX. Το 1982, το Ίδρυμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE) υιοθέτησε ένα πρότυπο που βασιζόταν στο Ethernet του Metcalfe.

Το Ethernet γνώρισε ευρύτατη αποδοχή από ακαδημαϊκά και ορισμένα εταιρικά δίκτυα, αφού ήταν οικονομικό και επέτρεπε την εκτέλεση ελεύθερα διαθέσιμων πρωτοκόλλων, όπως το IP (Internet Protocol – Πρωτόκολλο Διαδικτύου). Ωστόσο, μια άλλη εταιρεία (η IBM) προσπαθούσε να επιβάλλει στον κόσμο την υιοθέτηση του δικού της πρωτοκόλλου, του Token Ring. Πριν την εμφάνιση της μεταγωγής, η αντιμετώπιση προβλημάτων στο Ethernet είχε περισσότερες δυσκολίες απ’ ό,τι στο Token Ring. Επίσης, παρόλο που το Ethernet ήταν φθηνότερο στην υλοποίησή του, οι μεγαλύτερες εταιρείες προτιμούσαν το Token Ring εξαιτίας της σχέσης τους με την IBM και της δυνατότητας που τους παρείχε το συγκεκριμένο πρωτόκολλο να αντιμετωπίζουν ευκολότερα τα προβλήματα.

Στο αρχικό Ethernet χρησιμοποιούνταν ομοαξονικά καλώδια. Μάλιστα, ένα δίκτυο μπορούσε κυριολεκτικά να αποτελείται μόνο από ένα μεγάλο, συνεχόμενο ομοαξονικό καλώδιο στο οποίο συνδέονταν πολλοί υπολογιστές. (Το καλώδιο αυτό ήταν γνωστό ως Thinnnet ή Thicknet, ανάλογα με το πάχος του.) Όταν κάποιος χρήστης τραβούσε κατά λάθος το καλώδιο κάτω από το γραφείο με τα πόδια του, αυτό συχνά προκαλούσε μια μικρή διακοπή στο δίκτυο. Η διακοπή αυτή, όμως, είχε αποτέλεσμα να μην μπορεί να επικοινωνήσει κανένας χρήστης του δικτύου και όχι μόνο ο κακομοίρης που είχε κάνει τη ζημιά. Για την επίλυση του προβλήματος, συνήθως κάποιος έπρεπε να συρθεί κάτω από τα γραφεία και να εξετάσει το καλώδιο μέχρι να βρει το σημείο από το οποίο είχε αποσυνδεθεί.

Αντίθετα, το Token Ring διέθετε πιο εξελιγμένα εργαλεία (τουλάχιστον σε σχέση με το σύρσιμο στο πάτωμα) για τον εντοπισμό τέτοιων διακοπών. Συνήθως ήταν αρκετά εμφανές σε ποιο σημείο δεν μεταβιβαζόταν το “τεκμήριο” (token) και έτσι το πρόβλημα μπορούσε να επιλυθεί εύκολα.

Η μάχη για τα τοπικά δίκτυα συνεχίστηκε για περισσότερο από δέκα χρόνια μέχρι που τελικά επικράτησε το Ethernet. Αδιαμφισβήτητα, η ευρύτερη αποδοχή της μεταγωγής Ethernet ήταν αυτή που έβαλε το τελευταίο καρφί στην κάσα του Token Ring. Παρόλο που εμφανίστηκαν, και εξακολουθούν να εμφανίζονται, και άλλες τεχνολογίες LAN, όπως το AppleTalk και το Novell IPX, το Ethernet αποτελεί την κυρίαρχη τεχνολογία για τοπική συνδεσιμότητα υψηλών ταχυτήτων.

Ευτυχώς, η εποχή των ομοαξονικών καλωδίων έχει παρέλθει και τώρα πλέον χρησιμοποιούνται πιο εξελιγμένες τεχνολογίες.

Τι είναι το Ethernet;

Το Ethernet περιγράφει ένα σύστημα με το οποίο συνδέονται οι υπολογιστές σε ένα κτήριο ή μια τοπική περιοχή. Αποτελείται από υλικό (κάρτες δικτύου), λογισμικό, και καλώδια τα οποία συνδέουν τους υπολογιστές. Όλοι οι υπολογιστές σε ένα δίκτυο Ethernet είναι συνδεδεμένοι σε ένα σύνδεσμο δεδομένων (data link), σε αντίθεση με τα παραδοσιακά δίκτυα σημείου προς σημείο όπου μία μόνο συσκευή συνδέεται με μια άλλη.

Επειδή στο Ethernet όλοι οι υπολογιστές χρησιμοποιούν τον ίδιο σύνδεσμο δεδομένων, το δίκτυο χρειάζεται ένα πρωτόκολλο που να χειρίζεται τον ανταγωνισμό (contention) όταν πολλοί υπολογιστές θέλουν να μεταδώσουν δεδομένα ταυτόχρονα αφού, για να μην προκαλούνται παρεμβολές, μόνο ένας υπολογιστής επιτρέπεται να στέλνει δεδομένα κάθε φορά. Με την επινόηση του Metcalfe παρουσιάστηκε το πρωτόκολλο CSMA/CD (carrier sense multiple access collision detect – πολλαπλή πρόσβαση μέσω ανίχνευσης φέροντος σήματος με εντοπισμό συγκρούσεων). Το CSMA/CD ορίζει τον τρόπο με τον οποίο ένας υπολογιστής πρέπει να “ακούει” το δίκτυο πριν μεταδώσει οποιαδήποτε δεδομένα. Έτσι, αν στο δίκτυο υπάρχει “ησυχία”, ο υπολογιστής μπορεί να ξεκινήσει τη μετάδοση των δεδομένων. Ωστόσο, όταν περισσότεροι από ένας υπολογιστές “ακούνε” το δίκτυο, διαπιστώνουν ότι υπάρχει “ησυχία”, και ξεκινούν τη μετάδοση ταυτόχρονα, δημιουργείται ένα πρόβλημα: τα δεδομένα συγκρούονται. Το τμήμα εντοπισμού συγκρούσεων του πρωτοκόλλου CSMA/CD ορίζει μια μέθοδο με την οποία οι υπολογιστές που μεταδίδουν δεδομένα εισέρχονται σε κατάσταση αναμονής όταν προκύπτουν συγκρούσεις και επιχειρούν με τυχαία σειρά να ξεκινήσουν πάλι τη μετάδοση. Το Ethernet αρχικά λειτουργούσε σε ταχύτητα 3 Mbps, όμως σήμερα φτάνει ταχύτητες που κυμαίνονται από 10 Mbps (δηλαδή, 10 εκατομμύρια bit το δευτερόλεπτο) μέχρι 10 Gbps (10 δισεκατομμύρια bit το δευτερόλεπτο).

Η εξέλιξη του Ethernet

Όταν ο Metcalfe δημιούργησε το Ethernet, οι υπολογιστές συνδέονταν σε ένα μόνο καλώδιο χαλκού. Οι φυσικοί περιορισμοί που υπήρχαν στη μεταφορά ηλεκτρικών σημάτων μέσω καλωδίων χαλκού δεν επέτρεπαν τη σύνδεση υπολογιστών σε ένα Ethernet όταν αυτοί βρίσκονταν σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους. Στην αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών στην απόσταση βοήθησαν οι επαναλήπτες (repeaters), οι οποίοι είναι μικρές συσκευές που αναπαράγουν τα

ηλεκτρικά σήματα διατηρώντας την ισχύ τους. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την υλοποίηση δικτύων Ethernet σε χώρους όπου οι αποστάσεις μεταξύ των υπολογιστών μπορεί να υπερβαίνουν τα όρια του Ethernet.

Επίσης, η προσθήκη ή η αφαίρεση μιας συσκευής στο καλώδιο Ethernet διαταράσσει τη λειτουργία του δικτύου για όλες τις άλλες συνδεδεμένες συσκευές. Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα έρχεται να δώσει μια συσκευή που ονομάζεται ομφαλός (hub) Ethernet. Πρώτον, κάθε θύρα σε έναν ομφαλό είναι στην ουσία ένας επαναλήπτης. Δεύτερον, οι ομφαλοί επιτρέπουν τη σύνδεση ή αποσύνδεση υπολογιστών χωρίς να προκαλούνται διαταράξεις στο δίκτυο. Τέλος, οι ομφαλοί απλοποιούν την αντιμετώπιση προβλημάτων και τη διαχείριση του Ethernet. Καθώς τα δίκτυα αναπτύσσονται, οι επιχειρήσεις πρέπει να προσθέτουν όλο και περισσότερους υπολογιστές στο δίκτυο Ethernet. Όμως, καθώς αυξάνει ο αριθμός των υπολογιστών, αυξάνει και ο αριθμός των συγκρούσεων στο δίκτυο. Αυτή η αύξηση των συγκρούσεων έχει αποτέλεσμα τη μείωση της ωφέλιμης κυκλοφορίας του δικτύου (αυξάνεται όμως η κυκλοφορία που αφορά διαχειριστικές εργασίες αφού μεταδίδονται πολλά μηνύματα ασφαλείας). Έτσι, όταν προκαλούνται πάρα πολλές συγκρούσεις, τα δίκτυα τελικά παύουν να λειτουργούν.

Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τις γέφυρες (bridges) Ethernet οι οποίες χωρίζουν με φυσικό τρόπο ένα Ethernet σε δύο ή περισσότερα τμήματα (segments). Με μια τέτοια διάταξη, οι συσκευές που επικοινωνούν στη μια πλευρά της γέφυρας δεν έρχονται σε σύγκρουση με τις συσκευές οι οποίες επικοινωνούν στην άλλη πλευρά. Οι γέφυρες επίσης έχουν τη δυνατότητα να μαθαίνουν ποιες συσκευές βρίσκονται σε κάθε πλευρά και να μεταδίδουν κυκλοφορία μόνο στο τμήμα του δικτύου όπου βρίσκεται η συσκευή προορισμού. Επιπλέον, μια γέφυρα με δύο θύρες επιφέρει διπλασιασμό του διαθέσιμου εύρους ζώνης (bandwidth), αφού καθεμιά αποτελεί ένα ξεχωριστό Ethernet.

Οι γέφυρες Ethernet έχουν εξελιχθεί και πλέον λύνουν το πρόβλημα της σύνδεσης δικτύων Ethernet σε δίκτυα Token Ring. Αυτή η διαδικασία μετάφρασης ενός πακέτου από μια τεχνολογία LAN σε μια άλλη ονομάζεται *μεταφραστική γεφύρωση* (translational bridging).

Καθώς τα δίκτυα Ethernet μεγαλώνουν συνεχώς μέσα στις επιχειρήσεις, γίνονται όλο και πιο σύνθετα, συνδέοντας εκατοντάδες ή χιλιάδες συσκευές. Οι μεταγωγείς Ethernet επιτρέπουν στους διαχειριστές δικτύων να χωρίζουν με δυναμικό τρόπο τα δίκτυα σε πολλά τμήματα.

Αρχικά, οι μεταγωγείς λειτουργούσαν ως γέφυρες Ethernet πολλών θυρών, όμως τελικά, καθώς το κόστος ανά θύρα αυξήθηκε σημαντικά, οι μεταγωγείς Ethernet αντικατέστησαν τους ομφαλούς στους οποίους κάθε συνδεδεμένη συσκευή έχει αποκλειστικό εύρος ζώνης. Με τους μεταγωγείς, οι συγκρούσεις δεν αποτελούν πλέον πρόβλημα επειδή οι συνδέσεις μεταξύ των υπολογιστών και του μεταγωγέα μπορούν να ορίζονται ως συνδέσεις σημείου προς σημείο, και έτσι το Ethernet έχει τη δυνατότητα να στέλνει και να λαμβάνει κυκλοφορία ταυτόχρονα. Αυτή η δυνατότητα της ταυτόχρονης αποστολής και λήψης ονομάζεται *πλήρως αμφίδρομη* (full duplex) επικοινωνία, σε αντίθεση με το παραδοσιακό Ethernet στο οποίο η επικοινωνία ήταν *ημιαμφίδρομη* (half duplex). Η ημιαμφίδρομη επικοινωνία σημαίνει ότι μια συσκευή μπορεί είτε να λαμβάνει είτε να μεταδίδει κυκλοφορία στο δίκτυο, όμως όχι και τα δύο ταυτόχρονα. Αν συμβεί κάτι τέτοιο, τότε προκαλείται σύγκρουση.

Αυτό διαφέρει από την υποδικτύωση (subnetting) κατά διάφορους ξεχωριστούς τρόπους. Καταρχάς, το Ethernet είναι ένα πρωτόκολλο Επιπέδου 2, και η υποδικτύωση έχει να κάνει με τη διευθυνσιοδότηση IP (η οποία είναι μια λειτουργία Επιπέδου 3). Δεύτερον, η διευθυνσιοδότηση IP αποτελεί μια μέθοδο λογικού κατακερματισμού ενώ η μεταγωγή είναι ένας τρόπος φυσικού διαχωρισμού, αφού σε κάθε τελικό σταθμό αντιστοιχίζεται μια αποκλειστική φυσική θύρα στο μεταγωγέα.

Με μια ματιά: Ethernet

Γιατί πρέπει να ενδιαφερθώ για το Ethernet;

Το Ethernet αναπτύχθηκε το 1972 για τη σύνδεση υπολογιστών νέας τεχνολογίας σε εκτυπωτές λέιζερ νέας τεχνολογίας. Ακόμα και εκείνη την εποχή, αναγνωρίστηκε ως μια αξιοσημείωτη τεχνολογική καινοτομία. Ωστόσο, λίγοι ήταν εκείνοι που θα στοιχημάτιζαν ότι η δυνατότητα σύνδεσης υπολογιστών και συσκευών θα άλλαζε τον τρόπο επικοινωνίας των ανθρώπων στον ίδιο βαθμό που τον άλλαξε και η εφεύρεση του τηλεφώνου, καθώς και ότι θα άλλαζε την αγορά στην ίδια έκταση που την άλλαξε η Βιομηχανική Επανάσταση. Από το 1972 έχουν εμφανιστεί αρκετά ανταγωνιστικά πρωτόκολλα, όμως το Ethernet παραμένει το κυρίαρχο πρότυπο για τη σύνδεση υπολογιστών σε τοπικά δίκτυα (local-area network — LAN). Επίσης, το Ethernet επικρατούσε για πολλά χρόνια και στα οικιακά δίκτυα. Απλώς τώρα έχει αντικατασταθεί κυρίως από τεχνολογίες ασύρματης δικτύωσης. Η ασύρματη δικτύωση, ή αλλιώς Wi-Fi, καλύπτεται στο Μέρος VIII, “Τεχνολογίες ασύρματης δικτύωσης”.

Ποια προβλήματα πρέπει να επιλυθούν;

Το Ethernet είναι ένας κοινόχρηστος πόρος με τον οποίο όλοι οι τελικοί σταθμοί (υπολογιστές, διακομιστές, και ούτω καθεξής) έχουν ταυτόχρονη πρόσβαση στο μέσο μετάδοσης. Το αποτέλεσμα είναι ότι μόνο μία συσκευή μπορεί να στέλνει πληροφορίες μια δεδομένη στιγμή. Γι’ αυτόν τον περιορισμό υπάρχουν δύο πρακτικές λύσεις:

- Η χρήση ενός μηχανισμού κοινής χρήσης πληροφοριών: Αν όλοι οι τελικοί σταθμοί είναι αναγκασμένοι να χρησιμοποιούν από κοινού το ίδιο καλώδιο, πρέπει να υπάρχουν κανόνες που να διασφαλίζουν ότι κάθε σταθμός θα περιμένει τη σειρά του πριν ξεκινήσει τη μετάδοση. Επίσης, σε περίπτωση που υπάρξουν ταυτόχρονες μεταδόσεις, θα πρέπει να εφαρμόζονται άλλοι κανόνες για την αναμετάδοση.
- Διαχωρισμός και μόνωση των κοινόχρηστων τμημάτων: Μια άλλη λύση στους περιορισμούς των κοινόχρηστων πόρων είναι η χρήση συσκευών για τη μείωση του πλήθους των τελικών σταθμών που μοιράζονται έναν πόρο μια συγκεκριμένη στιγμή.

Συγκρούσεις Ethernet

Σε ένα παραδοσιακό LAN, μία θύρα συσκευής δικτύου χρησιμοποιείται από πολλούς χρήστες οι οποίοι ανταγωνίζονται για τη χρήση πόρων (εύρος ζώνης). Ο βασικός περιορισμός μιας τέτοιας διευθέτησης είναι ότι μόνο μία συσκευή μπορεί να μεταδώσει πληροφορίες κάθε φορά. Τα τμήματα που μοιράζονται πόρους κατ’ αυτόν τον τρόπο ονομάζονται περιοχές σύγκρουσης (collision domains) επειδή αν δύο (ή περισσότερες) συσκευές ξεκινήσουν τη μετάδοση την ίδια στιγμή, οι πληροφορίες θα “συγκρουστούν”, και έτσι θα πρέπει να τις στείλουν πάλι (όμως σε διαφορετικούς χρόνους). Συνήθως και οι δύο συσκευές περιμένουν για ένα τυχαίο χρονικό διάστημα πριν επιχειρήσουν αναμετάδοση. Αυτή η μέθοδος λειτουργεί καλά όταν υπάρχει μικρός αριθμός χρηστών σε ένα τμήμα και κάθε χρή-

στης έχει σχετικά μικρές απαιτήσεις σε εύρος ζώνης. Με την αύξηση των χρηστών, όμως, η αποδοτικότητα των περιοχών σύγκρουσης μειώνεται ραγδαία, μέχρι το σημείο κορεσμού του δικτύου εξαιτίας υπερβολικής κυκλοφορίας (που αφορά τόσο τη διαχείριση όσο και τον έλεγχο).

Μικρότερα τμήματα

Τα τμήματα μπορούν να διαιρούνται προκειμένου να μειώνεται ο αριθμός των χρηστών και να αυξάνεται το εύρος ζώνης που είναι διαθέσιμο σε κάθε χρήστη ενός τμήματος. Κάθε νέο τμήμα που δημιουργείται ορίζεται ως μια νέα περιοχή σύγκρουσης. Η κυκλοφορία από ένα τμήμα ή μια περιοχή σύγκρουσης δεν παρεμβάλλεται στην κυκλοφορία άλλων τμημάτων, και επομένως αυξάνεται το διαθέσιμο εύρος ζώνης για κάθε τμήμα. Στην επόμενη εικόνα κάθε τμήμα έχει περισσότερο εύρος ζώνης, όμως όλα τα τμήματα εξακολουθούν να βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο κορμού (backbone) και έτσι πρέπει να μοιράζονται το διαθέσιμο εύρος ζώνης. Αυτή η προσέγγιση λειτουργεί καλύτερα όταν λαμβάνονται μέτρα ώστε οι χρήστες που χρησιμοποιούν το περισσότερο εύρος ζώνης να τοποθετούνται σε ξεχωριστά τμήματα.

Υπάρχουν ορισμένες βασικές μέθοδοι για την κατάτμηση ενός δικτύου LAN Ethernet σε περισσότερες περιοχές σύγκρουσης:

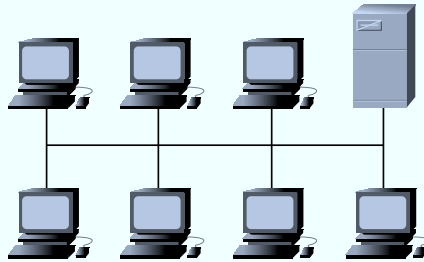
- Χρήση γεφυρών για το διαχωρισμό των περιοχών σύγκρουσης.
- Χρήση μεταγωγέων για την αντιστοίχιση αποκλειστικών περιοχών σε κάθε υπολογιστή υπηρεσίας (host).

Με μια ματιά: Ethernet

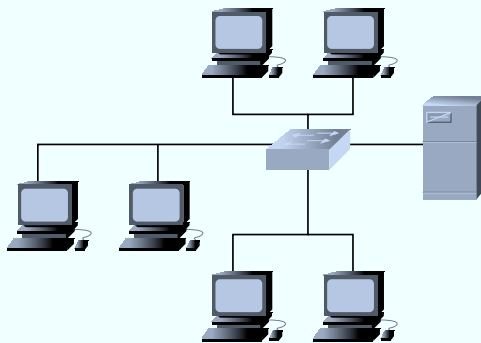
- Χρήση δρομολογητών για τη δρομολόγηση της κυκλοφορίας μεταξύ περιοχών (και για να αποφεύγεται η δρομολόγηση κυκλοφορίας σε τμήματα που δεν τη χρειάζονται).

Σε αυτή τη σελίδα περιγράφεται η κατάτμηση με τη χρήση γεφυρών και δρομολογητών (η μεταγωγή καλύπτεται στο επόμενο κεφάλαιο).

Ένα τμήμα, πολλές περιοχές σύγκρουσης



Πολλά τμήματα, πολλές περιοχές σύγκρουσης

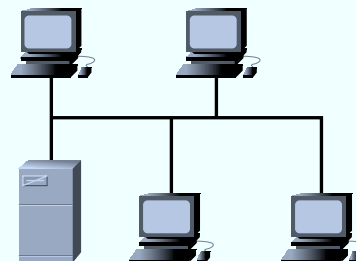


Αύξηση του εύρους ζώνης

Εκτός από τη δημιουργία πρόσθετων τμημάτων για την αύξηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα ταχύτερο μέσο, όπως μια οπτική ίνα ή Gigabit Ethernet. Παρόλο που οι συγκεκριμένες τεχνολογίες προσφέρουν μεγαλύτερες ταχύτητες, απαιτούν και αυτές την κοινή χρήση μέσων, με αποτέλεσμα να εξακολουθούν να υπάρχουν περιοχές σύγκρουσης και έτσι τελικά προκαλούνται τα ίδια προβλήματα που προκαλούνται με μέσα χαμηλότερων ταχυτήτων.

Τμήματα Ethernet

Το τμήμα είναι η απλούστερη μορφή δικτύου, στο οποίο συνδέονται απευθείας όλες οι συσκευές. Σε μια τέτοια διάταξη, αν αποσυνδεθεί κάποιος υπολογιστής, ή προστεθεί ένας νέος, το τμήμα απενεργοποιείται.



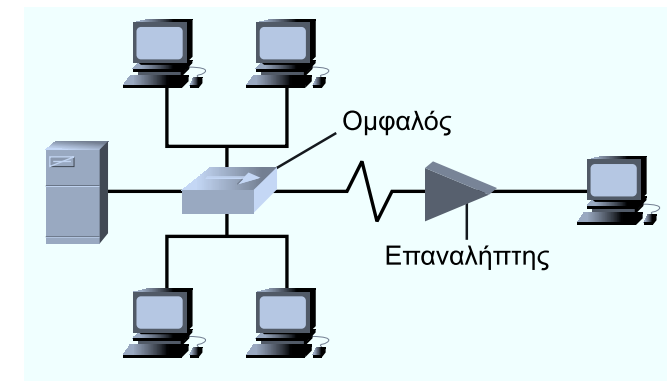
Τμήμα

Ομφαλοί

Οι ομφαλοί σας δίνουν τη δυνατότητα να προσθέτετε και να αφαιρείτε υπολογιστές χωρίς να απενεργοποιείται το δίκτυο, όμως δεν δημιουργούν πρόσθετες περιοχές σύγκρουσης.

Επαναλήπτες

Οι επαναλήπτες απλώς αυξάνουν την απόσταση μετάδοσης ενός τμήματος Ethernet.

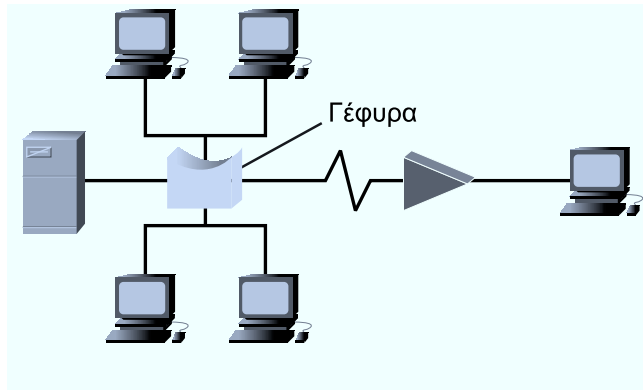


Γέφυρες

Οι γέφυρες είναι απλές συσκευές Επιπέδου 2 που δημιουργούν νέα τμήματα, με αποτέλεσμα να μειώνουν τις συγκρούσεις. Οι γέφυρες πρέπει να μαθαίνουν τις διευθύνσεις των υπολογιστών σε κάθε τμήμα ώστε να αποφεύγουν την προώθηση κυκλοφορίας σε ακατάλληλες θύρες. Σε αντίθεση με τους ομφαλούς, οι οποίοι συνήθως χρησιμοποιούνται σε

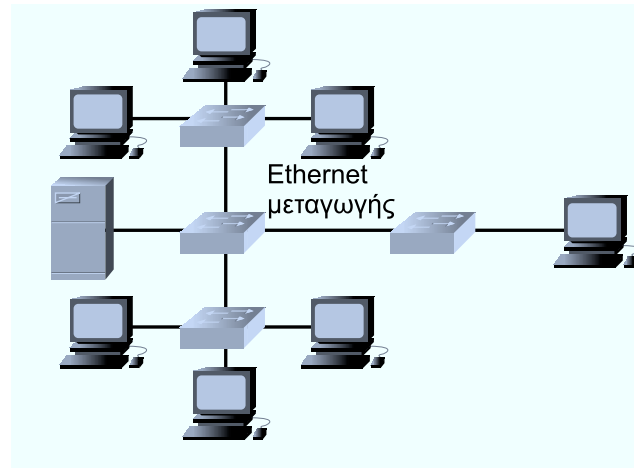
Με μια ματιά: Ethernet

δίκτυα με λίγους τελικούς σταθμούς (4 έως 8), οι γέφυρες μπορούν να χειρίζονται πολύ μεγαλύτερα δίκτυα με δεκάδες τελικούς σταθμούς.



Ethernet μεταγωγής

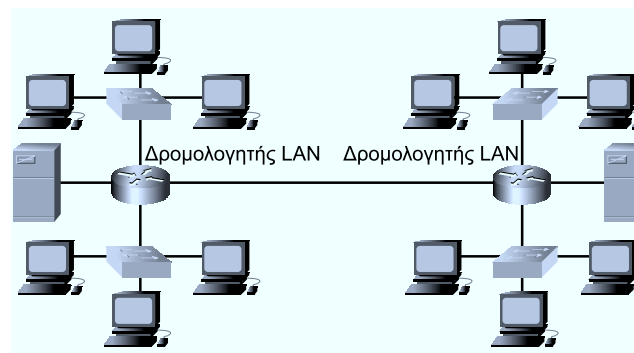
Οι μεταγωγείς LAN μπορούν να θεωρηθούν ως γέφυρες υψηλής ταχύτητας με πολλές θύρες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να “σκέφτονται”. Οι μεταγωγείς δεν επιτρέπουν απλώς σε κάθε τελικό σταθμό να έχει μια αποκλειστική θύρα (το οποίο σημαίνει ότι δεν δημιουργούνται συγκρούσεις), αλλά δίνουν επίσης τη δυνατότητα στους σταθμούς να μεταδίδουν και να λαμβάνουν δεδομένα ταυτόχρονα (χρησιμοποιώντας πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία), το οποίο αυξάνει σημαντικά την αποδοτικότητα του LAN.



Δρομολογητές LAN

Οι δρομολογητές που βασίζονται στα LAN αυξάνουν σε μεγάλο βαθμό την ταχύτητα, την απόσταση, και την ευφύια των τοπικών δικτύων. Επίσης, επιτρέπουν την αποστολή κυκλοφορίας μέσω πολλών διαδρομών.

Οι δρομολογητές, όμως, απαιτούν τη χρήση ενός κοινού πρωτοκόλλου για την επικοινωνία με τελικούς σταθμούς.



Τι μας χάρισαν

Το 1970 η Xerox Corporation συγκρότησε μια ομάδα από ταλαντούχους ερευνητές για να ασχοληθούν με νέες τεχνολογίες. Αυτή η νέα ομάδα εργαζόταν στο πρόσφατα εγκαταστημένο ερευνητικό κέντρο Palo Alto Research Center (PARC), αρκετά μακριά από τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας στο Connecticut.

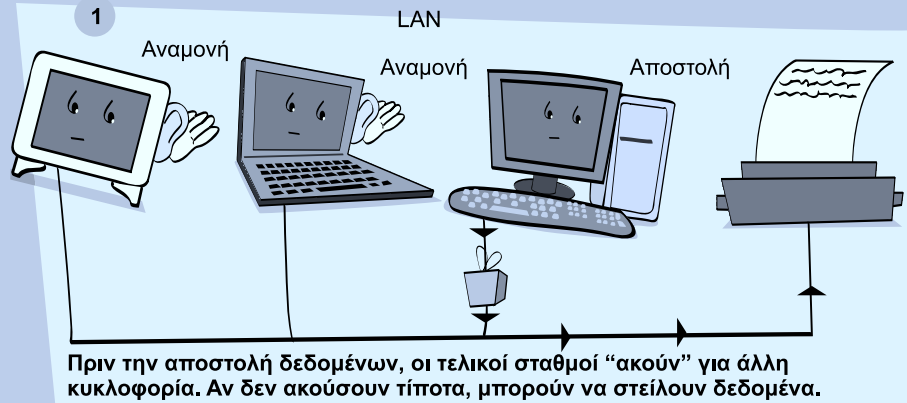
Εκτός από την ανάπτυξη του Ethernet, οι εξαιρετικοί άνθρωποι του PARC ανακάλυψαν την τεχνολογία με την οποία δημιουργήθηκαν οι προσωπικοί υπολογιστές (PC), οι διασυνδέσεις γραφικών με το χρήστη (graphical user interfaces), οι εκτυπωτές λέιζερ, και η ενοποίηση συστημάτων πολύ μεγάλης κλίμακας (very-large-scale integration – VLSI).

Κατά ανεξήγητο τρόπο, η Xerox Corporation δεν αναγνώρισε τη σπουδαιότητα (και τις εμπορικές ευκαιρίες που θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί) πολλών από αυτές τις “οικιακές” καινοτομίες και άφησε να ξεφύγουν από τα χέρια της.

Για να σας δώσω μια ιδέα της απίστευτης ευκαιρίας που έχασε η Xerox, ο παγκόσμιος προϋπολογισμός για την αγορά εξοπλισμού Ethernet ήταν μεγαλύτερος από 7 δισεκατομμύρια δολάρια το 2006, και αναμενόταν να ξεπεράσει τα 10 δισεκατομμύρια μέχρι το 2009. Απλώς φανταστείτε αν μία μόνο εταιρεία είχε στην κατοχή της τα προϊόντα των Apple, Intel, Cisco, HP, και Microsoft. Για την ακρίβεια, λίγο έλειψε να υπάρξει μια τέτοια εταιρεία. Το όνομά της είναι Xerox.

Μείωση συγκρούσεων σε δίκτυα Ethernet

Όταν οι τελικοί σταθμοί χρησιμοποιούν έναν μόνο μεταγωγέα

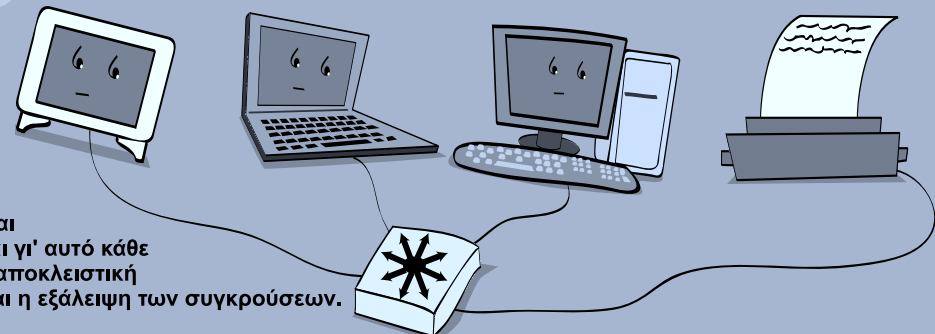


Αυτό προκαλεί τη σύγκρουση των πλαισίων δεδομένων, με αποτέλεσμα την καταστροφή όλων των πλαισίων (τα οποία πρέπει να σταλούν πάλι).



Η εναλλακτική επιλογή με θύρες μεταγωγέων

Οι θύρες μεταγωγέων είναι πλέον σχετικά φθηνές, και γι' αυτό κάθε τελικός σταθμός έχει μια αποκλειστική θύρα. Το αποτέλεσμα είναι η εξάλειψη των συγκρούσεων.





Μεταγωγή LAN



Οι γρήγοροι υπολογιστές χρειάζονται γρηγορότερα δίκτυα

Ο προσωπικός υπολογιστής (PC) καθιερώθηκε ως ο συνηθέστερος επιτραπέζιος υπολογιστής τη δεκαετία του '80. Αντίστοιχα, τα τοπικά δίκτυα (LAN) καθιερώθηκαν ως ένας τρόπος δικτύωσης υπολογιστών σε μια κοινή θέση. Οι τεχνολογίες δικτύωσης, όπως τα Token Ring και Ethernet, επέτρεψαν στους χρήστες να χρησιμοποιούν από κοινού πόρους, όπως εκτυπωτές, και να ανταλλάσσουν αρχεία μεταξύ τους. Κατά τον αρχικό ορισμό τους, τα Ethernet και Token Ring παρείχαν πρόσβαση δικτύου σε πολλές συσκευές στον ίδιο τομέα ή δακτύλιο (ring) του δικτύου. Αυτές οι τεχνολογίες LAN έχουν εγγενείς περιορισμούς όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να συνδέονται πολλές συσκευές στο ίδιο τμήμα, καθώς και τη φυσική απόσταση μεταξύ υπολογιστών. Οι επιτραπέζιοι υπολογιστές έγιναν ταχύτεροι, ο αριθμός των υπολογιστών αυξήθηκε, τα λειτουργικά συστήματα απέκτησαν τη δυνατότητα *πολυδιεργασίας* (multitasking — δηλαδή η ταυτόχρονη εκτέλεση πολλών εργασιών), και οι εφαρμογές άρχισαν να αναπτύσσονται με μεγαλύτερη έμφαση στη δικτύωση. Όλες αυτές οι εξελίξεις οδήγησαν στη συμφόρηση των τοπικών δικτύων.

Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, δημιουργήθηκαν δύο τύποι συσκευών: οι επαναλήπτες (repeaters) και οι γέφυρες (bridges). Οι *επαναλήπτες* είναι συσκευές Επιπέδου 1 του OSI που επιτρέπουν στα δίκτυα να εκτείνονται πέρα από τα καθορισμένα φυσικά όριά τους (μέχρι 50 μέτρα χωρίς τη χρήση επαναλήπτη).

Οι *γέφυρες* είναι συσκευές Επιπέδου 2 του OSI που χωρίζουν με φυσικό τρόπο ένα τμήμα σε δύο, μειώνοντας έτσι την κυκλοφορία σε κάθε πλευρά των γεφυρών. Αυτή η διευθέτηση επιτρέπει τη σύνδεση περισσότερων συσκευών στο τοπικό δίκτυο (LAN) και μειώνει τη συμφόρηση. Ως φυσική προέκταση της γεφύρωσης εμφανίστηκαν οι μεταγωγείς LAN, οι οποίοι έφεραν επανάσταση στην έννοια της τοπικής δικτύωσης.

Τα βασικά της μεταγωγής: Να μια γέφυρα

Οι συσκευές δικτύου έχουν ένα βασικό σκοπό: να μεταβιβάζουν κυκλοφορία δικτύου από ένα τμήμα σε ένα άλλο. (Βέβαια υπάρχουν και εξαιρέσεις, όπως οι αναλυτές δικτύων που ελέγχουν την κυκλοφορία κατά τη διέλευσή της.) Όταν

χρησιμοποιούνται συσκευές που παίρνουν αυθαίρετες αποφάσεις προώθησης, η κυκλοφορία μπορεί να μεταφέρεται από την προέλευση στον προορισμό της. Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο του μοντέλου OSI στο οποίο λειτουργεί μια συσκευή, τόσο πιο εξονυχιστικά εξετάζει ένα πακέτο προκειμένου να πάρει μια απόφαση προώθησης. Παρόμοιο παράδειγμα αποτελούν και οι μηχανισμοί αλλαγής γραμμών στα σιδηροδρομικά δίκτυα. Οι μηχανισμοί αυτοί επιτρέπουν στα τρένα να εισέρχονται στη σωστή διαδρομή προκειμένου να φτάνουν στον προορισμό τους. Αν δεν γίνει σωστή εναλλαγή των γραμμών, το τρένο ενδέχεται να καταλήξει σε άλλον προορισμό ή να ταξιδεύει σε κύκλους.

Η τεχνολογία μεταγωγής εμφανίστηκε ως αντικαταστάτρια της γεφύρωσης. Οι μεταγωγείς παρέχουν όλες τις λειτουργίες της παραδοσιακής γεφύρωσης και ακόμα περισσότερες. Σε σύγκριση με τις γέφυρες, οι μεταγωγείς έχουν ανώτερη διεκπεραιωτική ικανότητα, υψηλότερη πυκνότητα θυρών, και χαμηλότερο κόστος ανά θύρα.

Στους διάφορους τύπους γεφύρωσης περιλαμβάνονται οι εξής:

- Διαφανή γεφύρωση που εφαρμόζεται κυρίως σε δίκτυα Ethernet.
- Γεφύρωση προέλευσης δρομολογίων που υλοποιείται σε δίκτυα Token Ring.
- Μεταφραστική γεφύρωση που εφαρμόζεται μεταξύ διαφορετικών μέσων. Για παράδειγμα, μια μεταφραστική γέφυρα μπορεί να συνδέει ένα δίκτυο Token Ring με ένα δίκτυο Ethernet.

Η γεφύρωση και η μεταγωγή λειτουργούν στο επίπεδο συνδέσμου δεδομένων (Επίπεδο 2 του μοντέλου OSI), το οποίο σημαίνει ότι οι γέφυρες ελέγχουν τη ροή των δεδομένων, παρέχουν δυνατότητα χειρισμού σφαλμάτων μετάδοσης, και επιτρέπουν την προσπέλαση φυσικών μέσων. Η βασική γεφύρωση δεν είναι περίπλοκη: μια γέφυρα ή ένας μεταγωγέας αναλύει ένα εισερχόμενο πλαίσιο, καθορίζει πού πρέπει να το προωθήσει σύμφωνα με την κεφαλίδα του (στην οποία περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με τις διευθύνσεις προέλευσης και προορισμού), και το προωθεί στον προορισμό του. Με τη διαφανή γεφύρωση, λαμβάνονται αποφάσεις προώθησης σε κάθε άλμα (ή τμήμα δικτύου). Με τη γεφύρωση δρομολογίων προέλευσης, το πλαίσιο περιέχει μια προκαθορισμένη διαδρομή προς τον προορισμό.

Οι γέφυρες και οι μεταγωγείς χωρίζουν τα δίκτυα σε μικρότερες, αυτοδύναμες μονάδες. Επειδή προωθείται μόνο ένα τμήμα της κυκλοφορίας, η γεφύρωση μειώνει τη συνολική κυκλοφορία που διέρχεται από τις συσκευές σε κάθε συνδεδεμένο δίκτυο. Επίσης, οι γέφυρες ενεργούν ως ένα είδος τείχους προστασίας (firewall) αφού αποτρέπουν τη μετάδοση σφαλμάτων σε επίπεδο πλαισίου από ένα τμήμα σε κάποιο άλλο. Επίσης, επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ περισσότερων συσκευών απ' όσες υποστηρίζονται σε ένα μόνο τμήμα ή δακτύλιο.

Οι γέφυρες και οι μεταγωγείς, ουσιαστικά, επεκτείνουν το πραγματικό μήκος ενός τοπικού δικτύου, επιτρέποντας την επικοινωνία περισσότερων σταθμών εργασίας στην ίδια περιοχή εκπομπής. Η βασική διαφορά μεταξύ των μεταγωγών και των γεφυρών είναι ότι οι γέφυρες χωρίζουν ένα LAN σε λίγα μικρότερα τμήματα. Οι μεταγωγείς, μέσω της αυξημένης πυκνότητας θυρών και ταχύτητας που παρέχουν, επιτρέπουν την κατάτμηση σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα. Οι μεταγωγείς που χρησιμοποιούνται σήμερα σε εταιρικά δίκτυα διαθέτουν εκατοντάδες θύρες (σε αντίθεση με τις τέσσερις που υπάρχουν συνήθως στα μόντεμ ευρυζωνικών συνδέσεων). Επιπλέον, οι σύγχρονοι μεταγωγείς διασυνδέουν τμήματα LAN που λειτουργούν σε διαφορετικές ταχύτητες.

Η μεταγωγή περιγράφει τεχνολογίες οι οποίες αποτελούν επέκταση των παραδοσιακών γεφυρών. Οι μεταγωγείς συνδέουν δύο ή περισσότερα τμήματα LAN και λαμβάνουν αποφάσεις προώθησης σχετικά με το αν πρέπει να μεταδώσουν πακέτα από ένα τμήμα σε κάποιο άλλο. Όταν παραλαμβάνεται ένα πλαίσιο, ο μεταγωγέας εξετάζει τις διευθύνσεις προορισμού και προέλευσης MAC (Media Access Control — Έλεγχος Προσπέλασης Μέσων) στο πακέτο. (Αυτό είναι ένα παράδειγμα *μεταγωγής με αποθήκευση και προώθηση* — store-and-forward

switching.) Έπειτα, προσθέτει μια καταχώριση σε έναν πίνακα που υποδεικνύει ότι η διεύθυνση προέλευσης MAC βρίσκεται έξω από τη διασύνδεση του μεταγωγέα όπου παραλήφθηκε το πακέτο. Στη συνέχεια, η γέφυρα αναζητά στον ίδιο πίνακα μια καταχώριση για τη διεύθυνση προορισμού MAC. Αν υπάρχει κάποια καταχώριση για τη διεύθυνση προορισμού MAC, και η καταχώριση υποδεικνύει ότι η διεύθυνση βρίσκεται σε διαφορετική θύρα απ' αυτήν όπου παραλήφθηκε το πακέτο, ο μεταγωγέας προωθεί το πλαίσιο στη συγκεκριμένη θύρα.

Αν ο πίνακας του μεταγωγέα υποδεικνύει ότι η διεύθυνση προορισμού MAC ανήκει στην ίδια διασύνδεση όπου παραλήφθηκε το πλαίσιο, τότε η γέφυρα δεν προωθεί το πλαίσιο. Γιατί όμως ένα πλαίσιο να σταλεί πίσω στο τμήμα δικτύου από το οποίο προήρθε; Αυτή είναι μια απόφαση που παίρνει ο μεταγωγέας για να μειώνει τη συμφόρηση στο δίκτυο. Τέλος, αν η διεύθυνση προορισμού MAC δεν υπάρχει στον πίνακα του μεταγωγέα, αυτό σημαίνει ότι ο μεταγωγέας δεν έχει συναντήσει κάποιο πλαίσιο που προορίζεται για τη συγκεκριμένη διεύθυνση MAC και, σε αυτή την περίπτωση, προωθεί τα πλαίσια προς όλες τις άλλες θύρες (αυτό ονομάζεται *κατακλυσμός* — flooding) εκτός από αυτή στην οποία παρέλαβε το πακέτο.

Στη βάση τους, οι μεταγωγείς είναι γέφυρες με πολλές θύρες. Ωστόσο, έχουν μεταμορφωθεί ριζικά σε “έξυπνες” συσκευές, αντικαθιστώντας τόσο τις γέφυρες όσο και τους ομφαλούς. Οι μεταγωγείς όχι μόνο μειώνουν την κυκλοφορία χρησιμοποιώντας πίνακες γεφυρών, αλλά παρέχουν και νέες λειτουργίες που υποστηρίζουν συνδέσεις υψηλών ταχυτήτων, εικονικά LAN, ακόμα και δρομολόγηση με τον παραδοσιακό τρόπο.

Ethernet μεταγωγής

Καθώς οι θύρες Ethernet έγιναν πιο προσιτές οικονομικά, οι μεταγωγείς αντικατέστησαν τους ομφαλούς στους φοριαμούς καλωδίωσης. Αρχικά, όταν πρωτοεμφανίστηκαν οι μεταγωγείς, οι διαχειριστές δικτύων συνέδεαν στις θύρες των μεταγωγέων ομφαλούς (στους οποίους συνδέονταν πολλοί υπολογιστές). Τελικά, όμως, η απευθείας σύνδεση των υπολογιστών σε θύρες μεταγωγέων αποδείχθηκε συμφέρουσα οικονομικά. Η διάταξη αυτή παρέχει σε κάθε υπολογιστή το δικό του αποκλειστικό Ethernet και εξαλείφει την πιθανότητα συγκρούσεων. Επειδή σε μια αποκλειστική σύνδεση μεταγωγέα χρησιμοποιούνται μόνο δύο συσκευές (ο μεταγωγέας και ο υπολογιστής), κάθε θύρα μεταγωγέα Ethernet μπορεί να διευθετηθεί για πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία. Αυτό σημαίνει ότι κάθε συσκευή έχει τη δυνατότητα να δέχεται εισερχόμενη κυκλοφορία, αλλά και να μεταδίδει κυκλοφορία ταυτόχρονα. Έτσι, οι τελικοί σταθμοί έχουν πολύ περισσότερο εύρος ζώνης όταν χρησιμοποιούν μεταγωγείς. Το Ethernet μπορεί να λειτουργεί σε διάφορες ταχύτητες: 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, και 10 Gbps. Επομένως, οι μεταγωγείς μπορούν να παρέχουν σε αυτές τις ταχύτητες. Ωστόσο, οι δικτυακές εφαρμογές και ο Ιστός προκαλούν σημαντικά περισσότερη κυκλοφορία δικτύου, δημιουργώντας έτσι νέα προβλήματα συμφόρησης. Για την αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων, οι μεταγωγείς μπορούν να χρησιμοποιούν ποιότητα υπηρεσιών (quality of service — QoS) και άλλους μηχανισμούς.

Οι μεταγωγείς κυριεύουν τον κόσμο

Με την καθιέρωση των μεταγωγέων στα δίκτυα, οι κατασκευαστές τούς πρόσθεσαν αυξημένη λειτουργικότητα. Οι σύγχρονοι μεταγωγείς μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις προώθησης με βάση τη δρομολόγηση στο Επίπεδο 3, καθώς και στο Επίπεδο 4 και στα επίπεδα επάνω από αυτό. Παρόλο που οι μεταγωγείς μπορούν να εκτελούν τις λειτουργίες άλλων συσκευών υψηλότερων επιπέδων, όπως δρομολογητές και μεταγωγείς περιεχομένου (content switches), οι λειτουργίες τους πρέπει να διαχωρίζονται ώστε να μη δημιουργούνται μεμονωμένα σημεία αστοχίας. Οι μεταγωγείς είναι η ατμομηχανή των δικτύων, παρέχοντας λειτουργικότητα σε όλα σχεδόν τα επίπεδα του μοντέλου OSI με αξιοπιστία και ταχύτητα. Επίσης, επιτρέπουν τη λειτουργία συσκευών, όπως τηλέφωνα IP, με την ίδια σύνδεση Ethernet. Και πάλι, αυτό ισχύει για πολύ μεγάλους μεταγωγείς οι οποίοι εξυπηρετούν εταιρικά δίκτυα και όχι για μεταγωγείς που χρησιμοποιούνται σε μικρά γραφεία ή σπίτια.

Με μια ματιά: Μεταγωγή

Γιατί πρέπει να ενδιαφερθώ για τη μεταγωγή;

Οι πρόοδοι στην τεχνολογία μεταγωγής σε συνδυασμό με τη μείωση των τιμών των μεταγωγέων έχουν μετατρέψει τα δίκτυα υπολογιστών σε ένα συνηθισμένο και ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο των επιχειρήσεων.

Ποια προβλήματα πρέπει να επιλυθούν;

- **Εκμάθηση διευθύνσεων MAC:** Οι μεταγωγείς πρέπει να έχουν επίγνωση του δικτύου προκειμένου να παίρνουν έξυπνες αποφάσεις. Εξαιτίας του μεγέθους και της μεταβαλλόμενης φύσης των δικτύων, οι μεταγωγείς έχουν μάθει πώς να ανακαλύπτουν διευθύνσεις και να παρακολουθούν τις αλλαγές στο δίκτυο. Αυτό το επιτυγχάνουν εντοπίζοντας τις πληροφορίες διευθύνσεων που περιέχονται στα πλαίσια τα οποία μεταδίδονται μέσω του δικτύου, και συντηρούν ιδιωτικούς πίνακες με αυτές τις πληροφορίες.
- **Προώθηση και φιλτράρισμα:** Οι μεταγωγείς πρέπει να αποφασίζουν πώς να χειρίζονται την κυκλοφορία με βάση τις πληροφορίες που έχουν για το δίκτυο.
- **Κατάτμηση τελικών σταθμών:** Οι μεταγωγείς πρέπει επίσης να διαθέτουν μηχανισμούς για το διαχωρισμό χρηστών σε λογικές ομάδες (εικονικά LAN – VLAN ή περιοχές εκπομπής) προκειμένου να υπάρχει αποδοτική μέριμνα (provisioning) για υπηρεσίες.

Περιοχές σύγκρουσης και εκπομπής

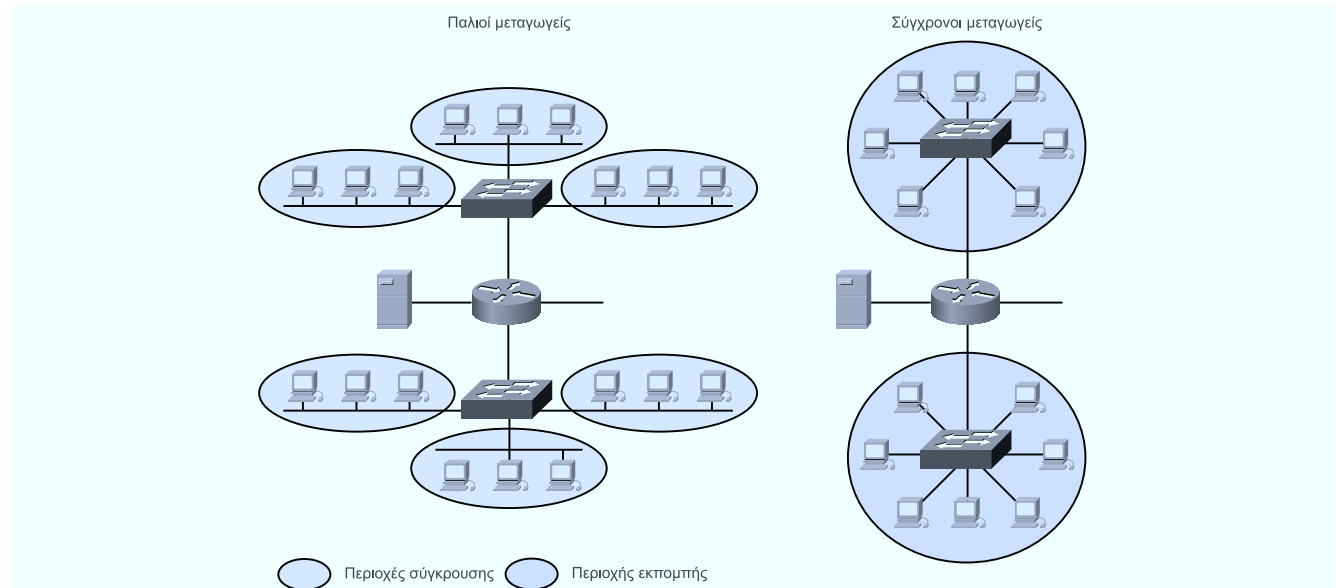
Κατά διαστήματα, μια συσκευή στο δίκτυο θα χρειάζεται να επικοινωνεί με όλες τις άλλες “τοπικές” συσκευές ταυτόχρονα. Συνήθως, αυτό συμβαίνει όταν κάποια συσκευή θέλει να αναζητήσει στο δίκτυο μια διεύθυνση IP, όταν συνδέεται για πρώτη φορά στο δίκτυο, ή όταν γίνεται μια αλλαγή στο δίκτυο.

Η ομάδα συσκευών που λαμβάνει όλα τα μηνύματα εκπομπής από μέλη της συγκεκριμένης ομάδας ονομάζεται περιοχή εκπομπής (broadcast domain). Οι περιοχές εκπομπής δικτύων συνήθως χωρίζονται με συσκευές Επιπέδου 3 (δρομολογητές).

Για να κατανοήσετε καλύτερα τι είναι μια περιοχή εκπομπής, φανταστείτε πως στέκεστε στην αυλή σας και φωνάζετε όσο πιο δυνατά μπορείτε. Οι γείτονες που θα σας ακούσουν βρίσκονται μέσα στην περιοχή εκπομπής σας.

Προώθηση και φιλτράρισμα

Όσον αφορά την αποδοτικότητα ενός δικτύου, γίνεται εύκολα κατανοητό γιατί το δίκτυο λειτουργεί πολύ καλύτερα όταν ο μεταγωγέας γνωρίζει όλες τις διευθύνσεις σε κάθε θύρα. Ωστόσο, δεν είναι πάντοτε πρακτικό να καταχωρίζετε αυτές τις πληροφορίες με μη αυτόματο τρόπο. Καθώς ένα δίκτυο μεγαλώνει και γίνονται αλλαγές, η διαχείριση των διευθύνσεων γίνεται σχεδόν αδύνατη.



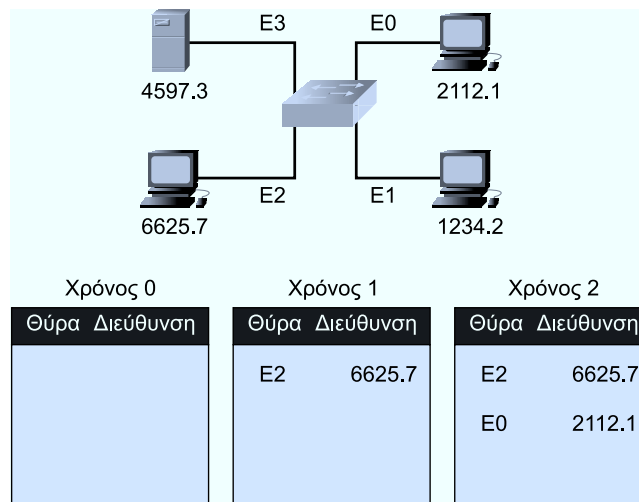
Με μια ματιά: Μεταγωγή

Ο μεταγωγέας εκτελεί πάντα μια ενέργεια όταν λαμβάνει κυκλοφορία. Η συνηθισμένη ενέργεια είναι η αποστολή της κυκλοφορίας από μια συγκεκριμένη θύρα (φιλτράρισμα), αλλά αυτό γίνεται μόνο όταν είναι γνωστή η θέση του επιθυμητού προορισμού. Όταν η διεύθυνση προορισμού είναι άγνωστη, ο μεταγωγέας προωθεί την κυκλοφορία προς όλες τις θύρες εκτός από αυτή στην οποία την παρέλαβε. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως κατακλυσμός (flooding). Μπορείτε να παρομοιάσετε αυτή τη διαδικασία με έναν τύπο ο οποίος γνώρισε μια κοπέλα, πήρε τον αριθμό τηλεφώνου της, αλλά επειδή τον έχασε τηλεφωνεί σε κάθε αριθμό που βρίσκει στον τηλεφωνικό κατάλογο.

Εκμάθηση διευθύνσεων

Ο μεταγωγέας πρέπει να μαθαίνει τις διευθύνσεις των συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε αυτόν. Πρώτα εξετάζει τη διεύθυνση προέλευσης της κυκλοφορίας που έχει διέλθει από αυτόν, και κατόπιν συσχετίζει τη θύρα όπου παραλήφθηκε η κυκλοφορία με τη διεύθυνση MAC που εντοπίζεται. Το επόμενο παράδειγμα εξηγεί αυτή τη διαδικασία. Οι διευθύνσεις MAC δεν έχουν σωστή μορφή και χρησιμοποιούνται μόνο για λόγους σαφήνειας:

- **Χρόνος 0:** Ο μεταγωγέας που παρουσιάζεται έχει άδειο πίνακα διευθύνσεων MAC.
- **Χρόνος 1:** Η συσκευή που είναι συνδεδεμένη στη θύρα 2 στέλνει ένα μήνυμα το οποίο προορίζεται για τη συσκευή στη θύρα 0. Αυτό έχει αποτέλε-



σμα την εκτέλεση δύο ενεργειών από το μεταγωγέα. Πρώτον, ο μεταγωγέας γνωρίζει πλέον τη διεύθυνση που σχετίζεται με τη συσκευή στη θύρα 2, και επομένως προσθέτει τις σχετικές πληροφορίες στον πίνακά του. Δεύτερον, επειδή δεν έχει κάποια αντιστοίχιση για τη συσκευή για την οποία προορίζεται η κυκλοφορία (ο υπολογιστής στη θύρα 0), ο μεταγωγέας “κατακλύζει” με το μήνυμα όλες τις θύρες εκτός από αυτή στην οποία το παρέλαβε.

- **Χρόνος 2:** Η συσκευή στη θύρα 0 απαντά στο μήνυμα και έτσι ο μεταγωγέας συσχετίζει τη διεύθυνση προέλευσης του μηνύματος με τη θύρα 0.

Στο εξής, σε κάθε μελλοντική επικοινωνία στην οποία θα εμπλέκεται οποιοσδήποτε από αυτούς τους τελικούς σταθμούς δεν θα απαιτούνται αυτά τα βήματα, αφού ο μεταγωγέας τώρα γνωρίζει με ποιες θύρες συσχετίζονται οι σταθμοί.

Αυτή η διαδικασία εκτελείται συνεχώς σε κάθε μεταγωγέα. Στους περισσότερους μεταγωγείς, όταν μια καταχώριση πίνακα φτάσει σε μια συγκεκριμένη “ηλικία” και δεν έχει γίνει πρόσφατα κάποια αναφορά σε αυτήν, η καταχώριση μπορεί να διαγραφεί. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται “γήρανση” (aging out).

Καταστάσεις μετάδοσης πλαισίων

Οι μεταγωγείς συνήθως είναι συσκευές Επιπέδου 2 (ορισμένοι όμως εκτελούν και λειτουργίες Επιπέδου 3 και υψηλότερων επιπέδων). Σύμφωνα με το μοντέλο OSI, η μονάδα δεδομένων την οποία επεξεργάζεται κάθε μεταγωγέας ονομάζεται πλαίσιο (frame). Οι μεταγωγείς πρέπει να εξισορροπούν την ταχύτητα και την ακρίβεια (χωρίς σφάλματα) κατά την επεξεργασία πλαισίων, αφού συνήθως οι επιδόσεις τους χαρακτηρίζονται και από τα δύο αυτά στοιχεία.

Οι τρεις κύριες καταστάσεις μεταγωγής πακέτων είναι οι εξής:

- **Άμεση (cut-through):** Επίσης γνωστή ως γρήγορης προώθησης (fast-forward). Σε αυτή την κα-

Ο Οδηγός της Cisco για τη Δικτύωση

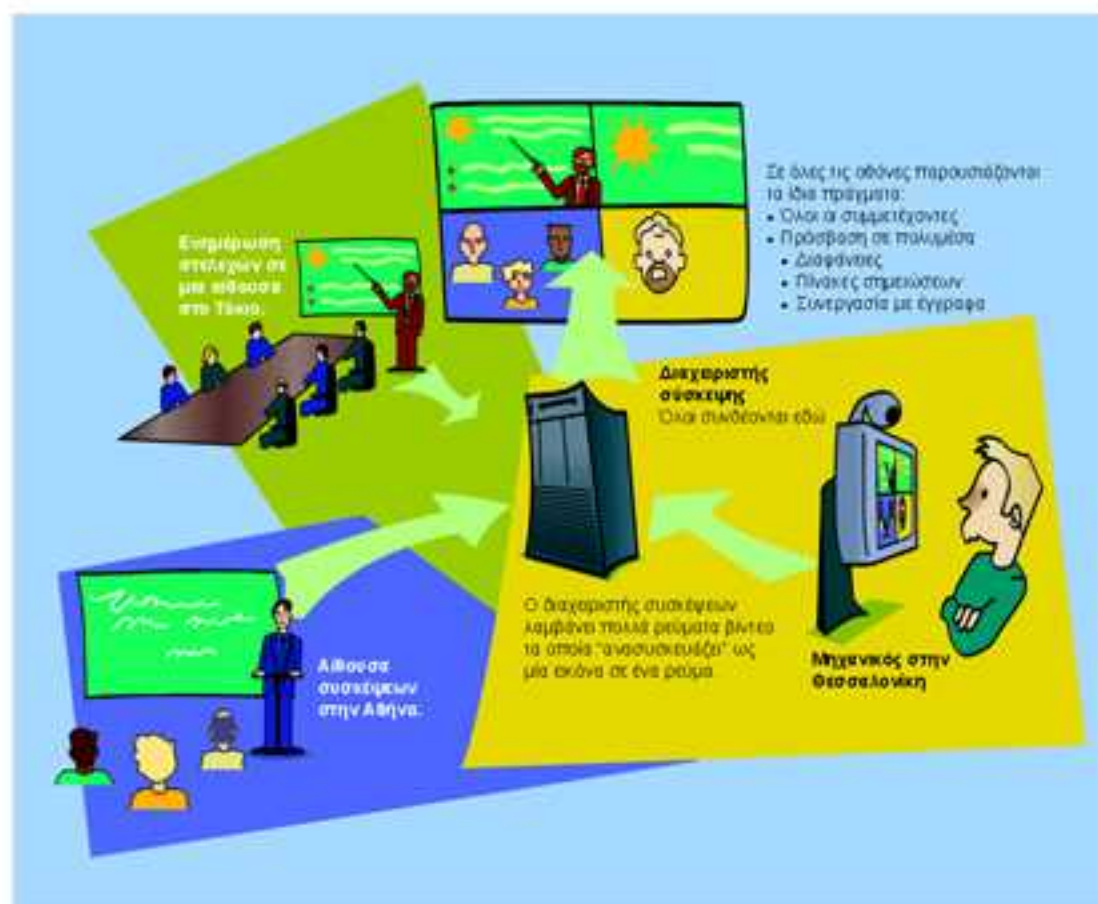
Δεύτερη αμερικανική έκδοση

Ένας πλήρης εποπτικός οδηγός για τις σύγχρονες τεχνολογίες δικτύωσης

Πλήρως ενημερωμένο για τις τελευταίες τεχνολογίες, αυτό το βιβλίο είναι ο πιο εύχρηστος εποπτικός οδηγός για τη δικτύωση Cisco. Ακόμα και αν δεν έχετε ασχοληθεί ποτέ με τη διευθέτηση ή τη διαχείριση δικτύων, ο *Ο Οδηγός της Cisco για τη Δικτύωση* θα σας βοηθήσει να κατανοήσετε γρήγορα τις απαραίτητες έννοιες. Τα διαγράμματα και οι ξεκάθαρες εξηγήσεις που περιέχονται στο βιβλίο δίνουν τη γενική εικόνα: πώς λειτουργεί κάθε σημαντική τεχνολογία δικτύωσης, πώς μπορείτε να την εκμεταλλευτείτε, και πώς «δένουν» όλα μαζί. Οι συγγραφείς καλύπτουν τα πάντα, από τα απλούστερα τοπικά δίκτυα (LAN) μέχρι τις μεγαλύτερες υποδομές επιχειρήσεων, παρέχοντας πρακτικές εξηγήσεις σε βασικές έννοιες – από την ασφάλεια και τη διαθεσιμότητα μέχρι τη φορητότητα και την εικονικοποίηση.

Εδώ θα βρείτε όλα όσα θέλατε να μάθετε για τη δικτύωση και διστάζατε να ρωτήσετε!

- Πώς λειτουργούν τα δίκτυα και το Διαδίκτυο
- Πώς σχεδιάζονται σταθερές και οικονομικές δικτυακές υποδομές
- Πώς πρέπει να σχεδιάζονται τα δίκτυα για μέγιστη αξιοπιστία και διαθεσιμότητα
- Τι πρέπει να γνωρίζετε για τα κέντρα δεδομένων και τη δικτύωση εφαρμογών
- Πώς πρέπει να προστατεύονται τα δίκτυα από τις σημερινές απειλές και επιθέσεις
- Πώς μπορείτε να εκμεταλλευτείτε τις πιο πρόσφατες τεχνολογίες φορητότητας
- Πώς μπορεί η εικονικοποίηση δικτύων (network virtualization) να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να αξιοποιήσουν ακόμα περισσότερο τις επενδύσεις τους στη δικτύωση
- Πώς συνδυάζονται οι δυνατότητες ανταλλαγής μηνυμάτων, ηλεκτρονικών ημερολογίων, τηλεφωνίας, μετάδοσης ήχου και βίντεο, και συνδιασκέψεων στον Ιστό σε μια αρχιτεκτονική ενοποιημένων επικοινωνιών



Εικονογράφηση: Nathan Clement



εκδόσεις
ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

Δομοκού 4, Σταθμός Λαρίσης, 10440 ΑΘΗΝΑ, Τηλ. 210-5237635

Επισκεφθείτε μας στο Internet:
www.klidarithmos.gr

ISBN 978-960-461-396-0

