

# Home LANS

Georgakarakou Chrisanthi

13/2/2004

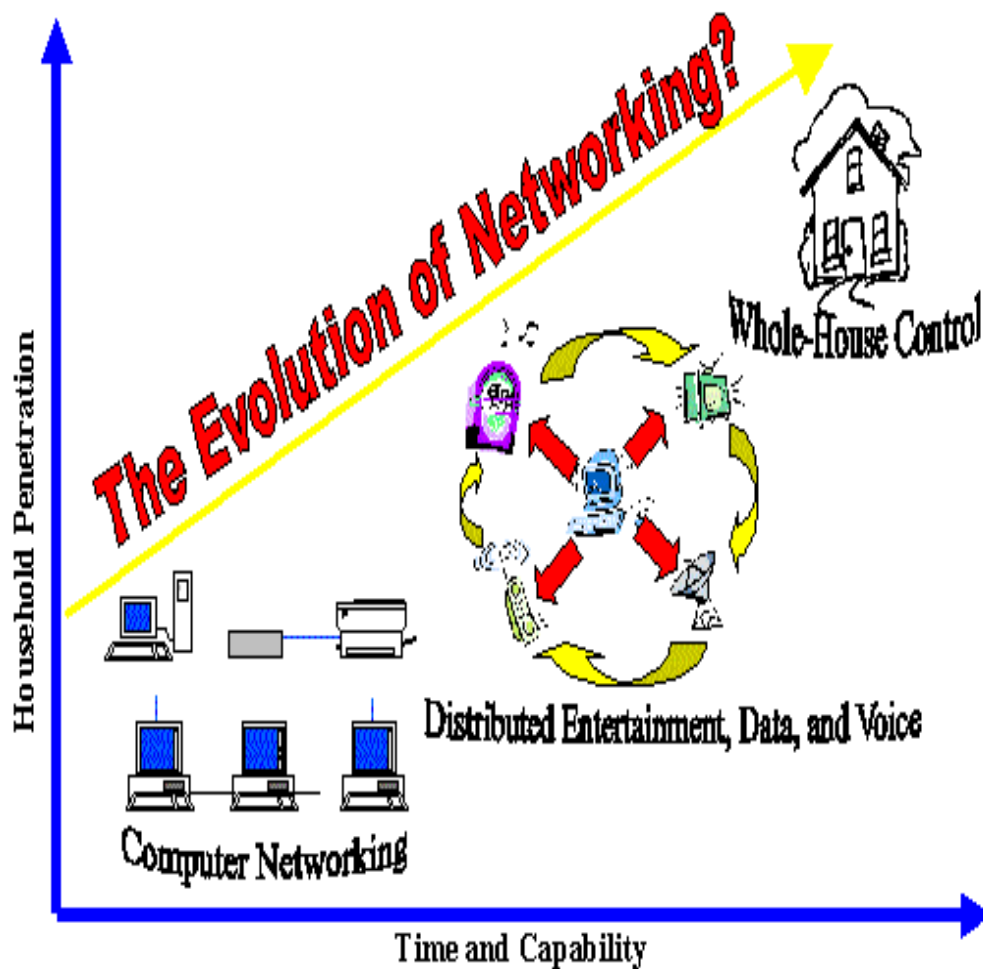
University of Macedonia

Master Information Systems

Networking Technologies

Professors: A.A. Economides &

A.Pomportsis



# Οικιακά Δίκτυα

Γεωργακαράκου Χρυσάνθη

13/2/2004

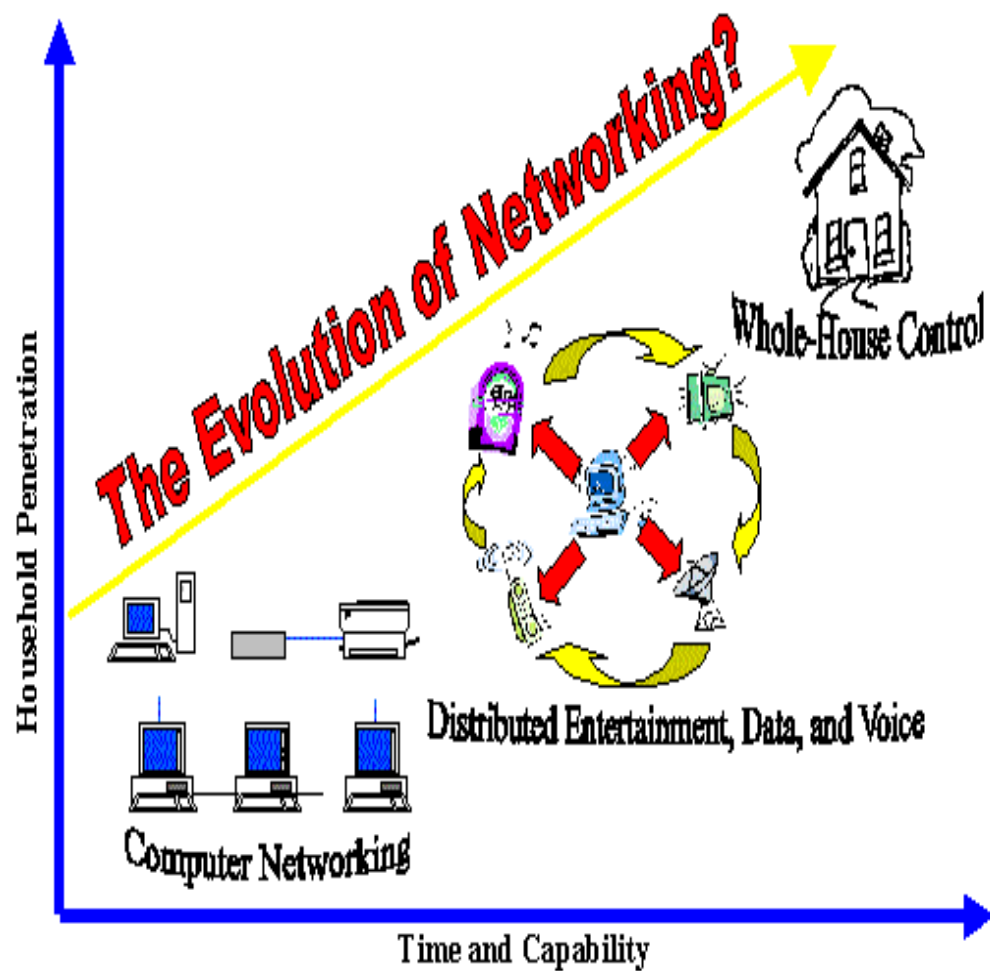
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων

Καθηγητές: Α.Α.Οικονομίδης &

Α. Πομπόρτσης



© 1998 Parks Associates

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για έναν αυξανόμενο αριθμό ανθρώπων οι υπολογιστές είναι όπως τα τσιπ πατατών - είναι δύσκολο να υπάρξει ακριβώς ένα. Οι πιθανότητες είναι ότι είμαστε κάτοχοι ή ελπίζουμε ότι είμαστε κάτοχοι περισσότερων από ενός υπολογιστών, οπότε προκύπτει το ερώτημα γιατί να μην τους συνδέσουμε στο σπίτι μας; Τα οικιακά τοπικά δίκτυα **Home LANs (Local Area Networks)** γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλή για διάφορους λόγους. Ένα δίκτυο μας δίνει τη δυνατότητα να μοιραστούμε τα αρχεία, τις περιφερειακές μονάδες και την πρόσβαση Διαδικτύου που είναι όχι μόνο κατάλληλη αλλά και οικονομική. Υπάρχουν διάφορες διαφορετικές τεχνολογίες δικτύων διαθέσιμες και πολλές επιλογές για το υλικό. Αυτό μας δίνει την ευελιξία να διαμορφώσουμε ένα τοπικό δίκτυο LAN όσο το δυνατόν καλύτερα για να ταιριάζει στις ανάγκες μας και στις οικιακές μας δραστηριότητες. Οι δυο κύριες κατηγορίες δικτύων είναι τα ενσύρματα και τα ασύρματα. Τα ενσύρματα δίκτυα Wired LANs χρησιμοποιούν καλώδια ενώ τα ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν τα ραδιοκύματα ή την προϋπάρχουσα καλωδίωση στο σπίτι μας

## Abstract

For an increasing number of people , computers are like potatoes chips,it is difficult to be just one. The possibilities are that we are owners or we hope to be owners of more than one computers, so there is the query ‘ why not to connect computers in our home’. Home LANs (Local Area Networks) become more and more popular for several reasons. A network gives us the opportunity to share files, peripheral devices and to access into the Internet which is not only appropriate but chip. There are several network technologies available and many choises for the hardware. This gives us the flexibility to make a local area network that best fits to our needs and to our home activities. The two basic network categories are wireless networks and wired networks. Wired LANs used cables, although wireless networks use microwaves or the existing home cabling.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>2</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>3</b>
<b>ΟΙΚΙΑΚΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ(Home LANs)</b>	<b>5</b>
• Αρχιτεκτονική Δικτύου	6
<b>Ενσύρματα Δίκτυα</b>	<b>6</b>
• USB	6
• Ethernet Networks	
• Τεχνικά χαρακτηριστικά δικτύου Ethernet	9
Δομή του πλαισίου 802.3	10
<b>Οικιακό τοπικό Ethernet</b>	<b>12</b>
1. Hubs	12
2. Διακόπτες	13
3. Κάρτες Δικτύου Διεπαφής(Network Interface Cards NIC)	13
4. Ethernet Kits	14
5. Δίκτυα Mac	14
6. LocalTalk Δίκτυα	14
<b>Τηλεφωνικές Γραμμές και Τηλεφωνικά Δίκτυα</b>	<b>15</b>
<b>Ασύρματα Δίκτυα(Wireless Networks)</b>	<b>15</b>
Τεχνολογικό υπόβαθρο WLAN	15
Στρατηγικές εφαρμογών ασυρμάτων δικτύων	16
1. Υπέρυθρη	16
2. Εκπομπή RF ευρέως φάσματος (spread spectrum)	16
3. Τεχνολογία RadioLAN/10	17
<b>Ασύρματες Οικιακές Εξαρτήσεις</b>	<b>21</b>
<b>Τηλεφωνικά Δίκτυα</b>	<b>21</b>
1. Διεπαφές	21
2. Απόδοση	22
3. Τιμή	22
Δίκτυα μέσου ηλεκτροφόρων καλωδίων (Power Line Networks)	22
Δίκτυα Ραδιοκυμμάτων (Radio Wave Networks)	23
Wireless LAN Interoperability Forum(WLIF)	26
<b>BLUETOOTH</b>	<b>28</b>
<b>HIPERLAN/2</b>	<b>31</b>
HIPERLAN/2 και Οικιακό δίκτυο	33
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ</b>	<b>34</b>
<b>Αναφορές ( Περιοδικά – Internet-Βιβλία)</b>	<b>37</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογική εξέλιξη των δικτύων υπολογιστών που γνωρίζει αλματώδη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διαχωρισμό των δικτύων σε τρεις γενιές, κάθε μια από τις οποίες διαθέτει τα δικά της χαρακτηριστικά και το δικό της τρόπο λειτουργίας. Αυτές οι γενιές των τοπικών δικτύων, σε γενικές γραμμές είναι οι ακόλουθες :

**Τοπικά δίκτυα υπολογιστών πρώτης γενιάς (1970-1984)** : Τα δίκτυα αυτής της γενιάς, χαρακτηρίζονται από τη χρησιμοποίηση τεχνολογιών εκπομπής (broadcasting) και περιλαμβάνουν περισσότερους από έναν σταθμούς, οι οποίοι εκπέμπουν δεδομένα, μέσα από ένα και μοναδικό μέσο μετάδοσης, κοινό για όλους τους σταθμούς. Η μέθοδος πρόσβασης των σταθμών στο μέσο μετάδοσης, στηρίζεται στη χρήση πρωτοκόλλων, τα οποία λειτουργούν είτε με τη μέθοδο του ανταγωνισμού (contention protocols) (πρότυπο 802.3) είτε με τη μέθοδο της διαιτησίας η οποία οδηγεί σε εκπομπή χωρίς συγκρούσεις (collision free protocols) (πρότυπα 802.4 και 802.5). Τα δίκτυα αυτής της γενιάς είναι κατάλληλα για μετάδοση μόνο δεδομένων, με ρυθμούς που δεν υπερβαίνουν τα 20Mbps και σε αποστάσεις μικρότερες των 50 Km. Εφ' όσον τα δίκτυα αυτά λειτουργούν με τη μέθοδο του ανταγωνισμού, θα πρέπει να διασφαλίζεται η αρχή της ισομοιρίας (fair share) που δίνει τη δυνατότητα σε κάθε κόμβο να έχει τις ίδιες ευκαιρίες με τους υπόλοιπους όσον αφορά τη δέσμευση του καναλιού.

**Τοπικά δίκτυα υπολογιστών δεύτερης γενιάς (1985-1990)** : Η δεύτερη γενιά τοπικών δικτύων, χαρακτηρίζεται από την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων (packet switching) του προτύπου IEEE 802.5 καθώς και από την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, προκειμένου να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διαθέσιμη χωρητικότητα στις εφαρμογές. Αυτά τα δίκτυα επιτρέπουν τη μετάδοση μόνο δεδομένων, αλλά με ταχύτητες που φτάνουν τα 155 Mbps, και χρησιμοποιούνται ως κορμός στη διασύνδεση των τοπικών δικτύων με άλλα τοπικά δίκτυα, και άλλα δίκτυα ευρείας περιοχής. Παραδείγματα προτύπων τοπικών δικτύων δεύτερης γενιάς, είναι τα δίκτυα διεπαφής κατανεμημένων δεδομένων με οπτική ίνα (FDDI I και FDDI II) που είχαν και τη μεγαλύτερη ζήτηση σε σχέση με άλλες τοπολογίες που αναπτύχθηκαν στο ίδιο χρονικό διάστημα.

**Τοπικά δίκτυα υπολογιστών τρίτης γενιάς (1990-2000)** : Η τρίτη γενιά τοπικών δικτύων χαρακτηρίζεται από την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων του προτύπου 802.3, καθώς και από την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών προκειμένου να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διαθέσιμη χωρητικότητα από αυτή των 150Mbps των δικτύων της προηγούμενης γενιάς. Παραδείγματα προτύπων τοπικών δικτύων αυτής της γενιάς, είναι Fast Ethernet, το ISO-Ethernet, το 100Base VGAnyLAN και το Gigabit Ethernet.

Τέλος, από το 1990 και μετά οι προσπάθειες επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη δικτύων νέας γενιάς που βασίζονται σε νέες τεχνολογίες, όπως είναι η ATM (Asynchronous Transfer Mode) καθώς και η τεχνική της εξομοίωσης τοπικών δικτύων (LAN Emulation).

Η αγορά δικτύωσης, βοηθούμενη από την τεχνολογία που επιτρέπει στα δίκτυα τοπικής εμβέλειας - ή LAN- να λειτουργούν πάνω από το ήδη εγκατεστημένο τηλεφωνικό καλώδιο, γνώρισε μεγάλη άνθηση φτάνοντας σε μεγέθη αρκετών δισεκατομμυρίων δολαρίων σήμερα. Δυστυχώς, καθώς οι εταιρίες στηρίζονται όλο και περισσότερο στα LAN, οι περιορισμοί που τίθενται από τα

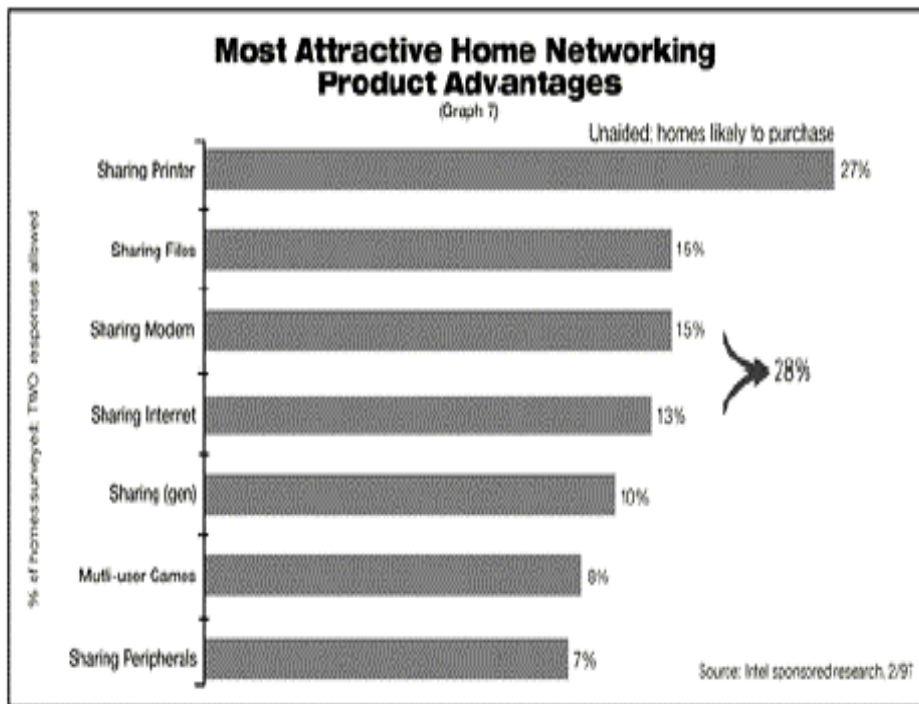
συστήματα καλωδίου γίνονται όλο και εντονότεροι. Τα δίκτυα σήμερα έχουν μεγάλη δυναμική που χαρακτηρίζεται από συνεχείς μεταβολές, προσθήσεις και τοπολογικές αλλαγές ώστε το σύστημα να λειτουργεί με τη μέγιστη απόδοση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης καθώς οι χρήστες επιχειρούν να διατηρήσουν τον γρήγορο ρυθμό μεταβολής της τεχνολογίας αυτής. Οι χρήστες, κατά συνέπεια, αναζητούν πιο εύκαμπτες λύσεις δικτύωσης που να εξυπηρετούν γρήγορους ρυθμούς αλλαγών εύκολα, αξιόπιστα και οικονομικά. Αυτή η λύση είναι η τεχνολογία ασυρμάτων LAN υψηλής ταχύτητας.

Τα ασύρματα LAN υψηλής ταχύτητας ξεκίνησαν να εμφανίζονται στο τέλος της δεκαετίας του '90. Η νέα τεχνολογία προσέφερε μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση σε υπάρχοντα περιβάλλοντα ενσύρματων LAN, όπου:

- Ο μέσος χρόνος σχεδίασης και εγκατάστασης ενός LAN 30-κόμβων είναι τρεις εβδομάδες
- Περισσότερα από 35% των προβλημάτων σε LAN τα οποία χρησιμοποιούν hubs και δομημένη καλωδίωση, και 70% σε LAN χωρίς hubs και δομημένη καλωδίωση, οφείλονται στην καλωδίωση
- Το κόστος μετακίνησης της καλωδίωσης μιας LAN σύνδεσης ανά κόμβο (σε ανταλλακτικά και εργατικά) για καλώδιο UTP ξεπερνάει τα 500\$.
- Περισσότερο από 60% του κόστους επαναδιάρθρωσης ενός LAN οφείλεται σε εργατικά

## ΟΙΚΙΑΚΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ(Home LANs)

Για έναν αυξανόμενο αριθμό ανθρώπων οι υπολογιστές είναι όπως τα τσιπ πατατών - είναι δύσκολο να υπάρξει ακριβώς ένα. Οι πιθανότητες είναι ότι είμαστε κάτοχοι ή ελπίζουμε ότι είμαστε κάτοχοι περισσότερων από ενός υπολογιστών, οπότε προκύπτει το ερώτημα γιατί να μην τους συνδέσουμε στο σπίτι μας; Τα οικιακά τοπικά δίκτυα **Home LANs (Local Area Networks)** γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλή για διάφορους λόγους. Ένα δίκτυο μας δίνει τη δυνατότητα να μοιραστούμε τα αρχεία, τις περιφερειακές μονάδες και την πρόσβαση Διαδικτύου που είναι όχι μόνο κατάλληλη αλλά και οικονομική. Υπάρχουν διάφορες διαφορετικές τεχνολογίες δικτύων διαθέσιμες και πολλές επιλογές για το υλικό. Αυτό μας δίνει την ευελιξία να διαμορφώσουμε ένα τοπικό δίκτυο LAN όσο το δυνατόν καλύτερα για να ταιριάζει στις ανάγκες μας και στις οικιακές μας δραστηριότητες. Οι δυο κύριες κατηγορίες δικτύων είναι τα ενσύρματα και τα ασύρματα. Τα ενσύρματα δίκτυα Wired LANs χρησιμοποιούν καλώδια ενώ τα ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν τα ραδιοκύματα ή την προϋπάρχουσα καλωδίωση στο σπίτι μας



Σχήμα : Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα οικιακά προϊόντα δικτύωσης

## Αρχιτεκτονική Δικτύου

Ουσιαστικά όλα τα εγχώρια δίκτυα χρησιμοποιούν μια όμοιος με όμοιο αρχιτεκτονική σε αντιδιαστολή με το πρότυπο πελατών/κεντρικών υπολογιστών που χρησιμοποιούνται στα εταιρικά δίκτυα. Στα όμοιος με όμοιο δίκτυα, οι υπολογιστές συνδέονται ο ένας με τον άλλον άμεσα χωρίς έναν κεντρικό υπολογιστή ως μεσάζων. Στην αρχιτεκτονική πελατών/κεντρικών υπολογιστών, όλοι οι υπολογιστές συνδέονται με έναν κεντρικό υπολογιστή που παρέχει τις υπηρεσίες όπως την πρόσβαση Διαδικτύου, τις εφαρμογές και τη διανομή αρχείων. Οι περισσότεροι υπολογιστές μπορούν να συνδέθουν σε ένα δίκτυο πελατών/κεντρικών υπολογιστών από μια όμοιος με όμοιο αρχιτεκτονική.

## Ενσύρματα Δίκτυα

Τα συνδεδεμένα με καλώδιο δίκτυα (ενσύρματα δίκτυα) είναι ο αρχικός τύπος του τοπικού LAN και συνήθως η λιγότερη ακριβή επιλογή. Ο πιο βασικός τρόπος να συνδεθούν δύο PCs είναι με ένα παράλληλο καλώδιο ή το μηδενικό καλώδιο διαμορφωτών τμημάτων. Χρησιμοποιώντας το άμεσο λογισμικό σύνδεσης καλωδίων με τις θύρες, είμαστε σε θέση να μοιραστούμε τα αρχεία και έναν εκτυπωτή. Αυτή η γρήγορη μέθοδος είναι αργή, περίπου 40-70 Kbps (KB/s), αλλά μπορούμε να αγοράσουμε το καλώδιο φτηνά και το λογισμικό είναι ελεύθερο. Σχεδιάστηκε για τους χρήστες για να συνδέσει τα lap-top τους με τα υπολογιστικά συστήματα γραφείου τους για τις περιστασιακές μεταφορές αρχείων.

### USB

Μια άλλη μέθοδος για να συνδέσουμε δύο υπολογιστές είναι μέσω των **USB (Universal Serial Bus)** θυρών τους. Εάν έχουμε δύο μηχανές που τρέχουν εκδόσεις USB των Windows (Win 95 OSR2 ή πιο πρόσφατες), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια εξάρτηση δικτύων USB που περιλαμβάνει ένα καλώδιο, ένα λογισμικό εγκαταστάσεων και ένα Διαδίκτυο(Internet) που μοιράζονται το λογισμικό. Το μήκος καλωδίων είναι 4-6 m(12-20 ft) και η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς είναι μόνο περίπου 4 Mbps. Χωρίς την εγκατάσταση της κάρτας δικτύου, αυτό είναι ένας απλός τρόπος να συνδεθούν δύο υπολογιστές στο ίδιο δωμάτιο ή να συνδεθεί γρήγορα ένα lap-top με έναν υπολογιστή γραφείου. Τα εξαρτήματα κοστίζουν περίπου \$100,

## Ethernet Networks

Σε ένα τοπικό δίκτυο (Local Area Network, LAN), οι υπολογιστές είναι εφοδιασμένοι με μια κάρτα δικτύου που συνδέεται με το καλώδιο του δικτύου. Οι υπολογιστές, μαζί με έναν εξυπηρετητή αρχείων (file server) ο οποίος παρέχει αποθηκευτικό χώρο, και τις υπόλοιπες περιφερειακές συσκευές, όπως οι εκτυπωτές, αποτελούν τους κόμβους (nodes) του δικτύου. Όλοι οι κόμβοι ενός τοπικού δικτύου βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε μια περιορισμένη γεωγραφικά περιοχή, ως πούμε σε μια ακτίνα μερικών εκατοντάδων μέτρων. Η πληροφορία μεταδίδεται σε κομμάτια που ονομάζονται πλαίσια (frames) και η μετάδοση τους γίνεται στη βασική ζώνη. Τα πλαίσια μεταδίδονται σε χρονικές σχισμές (time slices) που παρέχονται στους σταθμούς προσωρινά. Οι σχισμές δεν παρέχονται σύμφωνα με κάποιο πρόγραμμα, αλλά κάθε σταθμός τις δεσμεύει δυναμικά, ανάλογα με τις ανάγκες του.

Τα τελευταία χρόνια, οι προσωπικοί υπολογιστές δικτυώνονται με όλο και μεγαλύτερους ρυθμούς. Μέχρι το 1994 το 40% όλων των υπολογιστών που χρησιμοποιούνται σε επιχειρήσεις αποτελούσαν κόμβους κάποιου είδους τοπικού δικτύου. Ταυτόχρονα, ο μέσος αριθμός των χρηστών LAN αυξάνει συνεχώς, πράγμα που σημαίνει μικρότερο εύρος ζώνης ανά χρήστη.

Οι πιο δημοφιλείς τύποι LAN είναι το Ethernet και το Token Ring, τα οποία ακολουθούν τις τοπολογίες αρτηρίας και δακτυλίου αντίστοιχα. Ο σχεδιασμός αυτών των αρχιτεκτονικών είναι



παλιός και αρχικά προορίζονταν για συνήθεις εφαρμογές και για μεταφορά αρχείων περιορισμένου όγκου. Ο βασικός περιορισμός αυτών των δικτύων βρίσκεται στο γεγονός ότι πολλοί κόμβοι μοιράζονται το ίδιο φυσικό μέσο. Αυτό οδηγεί αναπόφευκτα σε συγκρούσεις, που είτε οδηγούν στην αναμονή κάποιου αποστολέα ή σε απώλεια των δεδομένων και επαναποστολή των δεδομένων αργότερα. Με άλλα λόγια, ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι συνήθως μικρότερος από την ταχύτητα πρόσβασης του δικτύου και μικραίνει όσο μεγαλώνει η κίνηση στο δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι η αποστολή μεγάλων όγκων από ένα χρήστη, έχει επιπτώσεις για όλους τους χρήστες του δικτύου. Επιπλέον, η στατιστική φύση των καθυστερήσεων μεταφοράς δυσχεραίνει την αποστολή χρονικά εξαρτώμενης πληροφορίας. Ένα πλεονέκτημα του κοινού μέσου μεταφοράς είναι η εγγενής υποστήριξη του multicasting, γιατί κάθε πλαίσιο φθάνει σε όλους τους σταθμούς.

Το Ethernet είναι ένας τύπος δικτύου υπολογιστών που ακολουθεί το μοντέλο OSI στα δύο πρώτα επίπεδα του, δηλαδή στο φυσικό επίπεδο και στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων. Αρχικά δημιουργήθηκε από τον Robert Metcalfe και τον David Boggs στην εταιρία Xerox Corporation με σημείο αφηρησίας τη διδακτορική διατριβή του πρώτου στο M.I.T με θέμα πάνω στα LANs. Την ονομασία του την πήρε από το luminiferous ether (φωτεινό αιθέρα) μέσω του οποίου θεωρούνταν ότι μεταδιδόταν η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Το Ethernet γρήγορα έγινε αποδεκτό από πολλές εταιρίες και αργότερα η INTEL κατασκεύασε γι' αυτόν έναν ελεγκτή του ενός chip.

Μέσα σε λίγο χρονικό διάστημα το Ethernet καθιερώθηκε ως το de-facto πρότυπο των τοπικών δικτύων. Επειδή το Ethernet της Xerox ήταν τόσο επιτυχές, η Xerox, η DEC και η INTEL σχεδίασαν ένα πρότυπο για Ethernet των 10Mb/sec. Το πρότυπο αυτό είναι η βάση για το 802.3. Το πρότυπο 802.3 διαφέρει από τις προδιαγραφές του Ethernet στο ότι επεξηγεί μια ολόκληρη οικογένεια από συστήματα, 1 επίμονο CSMA/CD που τρέχουν με ταχύτητες από 1 έως 10 Mb/sec σε διάφορα μέσα μετάδοσης.

Αξίζει επίσης να πούμε ότι το IEEE έχει τρία πρότυπα για LANs και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι παράλληλα πολλές μεγάλες εταιρίες ανέπτυξαν τοπικά δίκτυα ανάλογα με τις ανάγκες τους και έτσι στάθηκε αδύνατον να επιλεγεί μόνο το ένα από αυτά. Η δικαιολογία για την αναγνώριση τριών προτύπων 802.3 (*Ethernet*), 802.4 (*αρτηρία με κουπόνι*), 802.5 (*Token Ring*) ήταν καλύτερα τρία από το να μην υπάρχει κανένα !!

Ο λόγος επικράτησης οφείλεται στην υψηλή ταχύτητα μετάβασης δεδομένων που κατάφερε να πραγματοποιεί από τα τέλη της δεκαετίας του '70 και να φτάνει το ρυθμό των 10Mb/sec όταν τα εναλλακτικά δίκτυα που υπήρχαν πρόσφεραν ταχύτητες λίγο πάνω από τα 4Mb/sec. (Για την ιστορία το Arcnet είχε ρυθμό 1Mb/sec, ενώ το Token Ring είχε ρυθμό λίγο πάνω από τα 4Mb/sec)

Με το καιρό τα δύο παραπάνω δίκτυα αύξησαν τους ρυθμούς τους σε 20 και 16 Mb/sec αντίστοιχα, αυξάνοντας βέβαια και το κόστος δημιουργίας τέτοιων δικτύων έγινε φανερό ότι για να παραμείνει το Ethernet στη κορυφή έπρεπε να βρεθούν λύσεις που να είναι πολύ γρηγορότερες.

Έτσι την θέση του Ethernet το οποίο πλέον ονομάζεται shared Ethernet, παίρνει το switched Ethernet. Το shared είναι μία ετικέτα για τις παλιές τεχνικές που χρησιμοποιούσε το Ethernet. Η καινοτομία στο switched Ethernet είναι το λεγόμενο CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection) δηλαδή πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και ανίχνευση σύγκρουσης. Με λίγα λόγια το παραπάνω πρωτόκολλο ακούει και βρίσκει την συσκευή η οποία εκπέμπει και επομένως καταλαμβάνει το κανάλι επικοινωνίας. Μόλις εκείνη η συσκευή σταματήσει να εκπέμπει και το κανάλι μένει ελεύθερο, τότε η πρώτη συσκευή που παρακολουθούσε το κανάλι βάζει το πακέτο των δεδομένων στο κανάλι και τα εκπέμπει. Παράλληλα εξακολουθεί να ακούει το κανάλι για το ενδεχόμενο κατά το οποίο και μια άλλη συσκευή έχει αρχίσει να εκπέμπει την ίδια στιγμή. Το ενδεχόμενο αυτό ονομάζεται σύγκρουση και θα μιλήσουμε στη συνέχεια. Η τεχνική αυτή η οποία δεν είναι πολλά χρόνια στο εμπόριο δίνει την δυνατότητα ταχύτητας 10Mb/sec στο τέλος κάθε συσκευής που είναι συνδεδεμένη σε μια πόρτα μεταγωγής χωρίς συγκρούσεις που προκαλούνται από πολλές άλλες συσκευές που μοιράζονται το κανάλι ενός δικτύου Ethernet.

Η ανάγκη όμως για ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες είχε ως αποτέλεσμα την περαιτέρω ανάπτυξη του δικτύου Ethernet. Το *100Base-T* σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει και να διευρύνει το δίκτυο Ethernet. Έτσι περάσαμε στο fast Ethernet. Το fast Ethernet υποδιαιρείται σε πολλά υποσύνολα δικτύων τα οποία ομαδοποιούνται με βάση το φυσικό μέσο επικοινωνίας, τη δομή, τη φόρμα του δικτύου και την προς τα πάνω /κάτω και πλευρική συμβατότητα. Το 100Base-T, 100VG-AnyLAN, iso-NET είναι μερικά από αυτά.

## Τεχνικά χαρακτηριστικά δικτύου Ethernet

Επειδή το όνομα Ethernet παραπέμπει στο καλώδιο (τον αιθέρα) αρχίζουμε την παρουσίαση μας από εκεί. Δυο τύποι ομοαξονικού καλωδίου συνήθως χρησιμοποιούνται. Αυτοί είναι ευρύτατα γνωστοί ως χοντρό (thick) Ethernet και λεπτό (thin) Ethernet.

Το χοντρό Ethernet μοιάζει σαν ένας κίτρινος σωλήνας ποτίσματος με σημάδια κάθε 2,5 μέτρα για να δείχνουν που θα γίνουν οι διακλαδώσεις (taps). (το πρότυπο 802.3 δεν απαιτεί το καλώδιο να είναι κίτρινο αλλά το συνιστά).

Το λεπτό Ethernet είναι μικρότερο και περισσότερο εύκαμπτο, και χρησιμοποιεί τους τυπικούς βιομηχανικούς συνδετήρες BNC για την δημιουργία συνδέσμων T, αντί να χρησιμοποιεί διακλαδώσεις. Το λεπτό Ethernet είναι πολύ φτηνότερο, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για κοντινές αποστάσεις. Κάτω από συγκεκριμένες περιορισμένες συνθήκες μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ένα συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων αντί του ομοαξονικού.

Τα ομοαξονικά καλώδια χαρακτηρίζονται από μεγάλο εύρος ζώνης και υψηλή αναισθησία στο θόρυβο. Τερματιζόμενα με την χαρακτηριστική τους αντίσταση (50 ή 75 ohms) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ψηφιακή μετάδοση βασικής ζώνης (όπως είναι τα Ethernet) μέχρι και 10Mb/sec σε αποστάσεις μέχρι και 1 km. Υψηλότεροι ρυθμοί είναι δυνατοί για μικρότερα μήκη. Η διασύνδεση σε τοπολογίες ενός προς πολλαπλά σημεία επιτυγχάνεται με συνδέσμους τύπου T, που προϋποθέτουν κοπή του καλωδίου, ή με συνδέσεις επαφής (vampire taps) που γίνονται με διεϊσδυση του αγωγού διασύνδεσης μέχρι τον πυρήνα, χωρίς να κοπεί το καλώδιο.

Τα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων παρουσιάζουν αυξημένη παράλληλη χωρητικότητα που περιορίζει το εύρος ζώνης και έχουν υψηλή αντίσταση σειράς και συνεπώς μεγάλη απόσβεση.

Ο εντοπισμός των κομμένων καλωδίων, των κακών συνδέσεων ή των χαλαρών συνδετήρων μπορεί να είναι ένα μεγάλο πρόβλημα σε όλα τα είδη των μέσων. Για το λόγο αυτό, έχουν δημιουργηθεί διάφορες τεχνικές για τον εντοπισμό τους. Βασικά, ένας παλμός γνωστής μορφής διαχέεται μέσα στο καλώδιο. Εάν ο παλμός χτυπήσει σ' ένα εμπόδιο ή στο τέλος του καλωδίου, θα δημιουργηθεί ηχώ η οποία επιστρέφει πίσω. Χρονομετρώντας προσεκτικά το διάστημα μεταξύ χρόνου αποστολής του παλμού και χρόνου λήψης της ηχούς είναι δυνατός ο εντοπισμός της πηγής δημιουργίας της ηχούς με μεγάλη ακρίβεια. Η τεχνική αυτή ονομάζεται μέτρηση χρόνου ανάκλασης (time domain reflectometry).

Όλες οι υλοποιήσεις του 802.3, συμπεριλαμβανομένου και του Ethernet χρησιμοποιούν άμεση κωδικοποίηση Manchester. Η παρουσία μιας μετάβασης στο μέσο κάθε bit, δίνει την δυνατότητα στον δέκτη να συγχρονίζεται με το πομπό. Σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, το καλώδιο μπορεί να είναι σε μία από τις τρεις καταστάσεις :

- μεταδίδοντας ένα bit 0 (χαμηλό ακολουθούμενο από υψηλό)
- μεταδίδοντας ένα bit 1 (υψηλό ακολουθούμενο από χαμηλό)
- αδρανές (idle)

Το υψηλό σήμα είναι +0.85 Volts και το χαμηλό είναι -0.85 Volts.

Η συνήθης σύνδεση για το Ethernet έχει ως εξής. Ο πομποδέκτης (transceiver) σφισμένος με ασφάλεια στο καλώδιο έτσι ώστε η διακλάδωση να έρχεται σε επαφή με το εσωτερικό του πυρήνα. Ο πομποδέκτης περιέχει τα ηλεκτρονικά τα οποία χειρίζονται την ανίχνευση του φέροντος και των συγκρούσεων. Όταν ο πομποδέκτης ανιχνεύει μια σύγκρουση, τοποθετεί ένα ειδικό άκυρο σήμα στο καλώδιο, έτσι ώστε να βεβαιωθεί ότι όλοι οι άλλοι πομποδέκτες αντιλαμβάνονται κι αυτοί ότι έγινε σύγκρουση.

Το καλώδιο του πομποδέκτη (transceiver cable) συνδέει τον πομποδέκτη με μια κάρτα διασύνδεσης μέσα στον υπολογιστή. Το καλώδιο του πομποδέκτη μπορεί να έχει μήκος 50 μέτρα και περιέχει πέντε ανεξάρτητα προστατευμένα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων. Δύο από τα ζεύγη είναι για είσοδο και έξοδο δεδομένων αντίστοιχα. Δύο επιπλέον ζευγάρια είναι για είσοδο και έξοδο σημάτων ελέγχου. Το πέμπτο ζευγάρι, το οποίο δεν χρησιμοποιείται πάντοτε, επιτρέπει στον υπολογιστή να τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα τον πομποδέκτη. Μερικοί πομποδέκτες επιτρέπουν μέχρι και οκτώ σε μικρή απόσταση υπολογιστές να συνδεθούν με αυτούς για να ελαττωθεί αν χρειάζεται ο αριθμός των πομποδεκτών που χρειάζονται.

Το καλώδιο του πομποδέκτη τερματίζει σε μία κάρτα διασύνδεσης μέσα στον υπολογιστή. Η κάρτα διασύνδεσης περιέχει ένα chip ελεγκτή (controller chip) το οποίο μεταδίδει και λαμβάνει πλαίσια προς και από τον πομποδέκτη. Ο ελεγκτής είναι υπεύθυνος για την συναρμογή των δεδομένων στην κατάλληλη μορφή πλαισίου, καθώς επίσης και για τον υπολογισμό του αθροίσματος ελέγχου των εξερχόμενων πλαισίων και τον έλεγχο αυτού στα εισερχόμενα πλαίσια. Μερικοί ελεγκτές διαχειρίζονται επίσης μια ομάδα από ενδιάμεσες μνήμες (buffers) για τα εισερχόμενα πλαίσια, μια ουρά από ενδιάμεσες μνήμες με δεδομένα που θα μεταδοθούν, μεταφορές DMA με τους hosts, και άλλα θέματα διαχείρισης δικτύου.

Επειδή σύμφωνα με το πρότυπο 802.3 το επιτρεπόμενο μέγιστο μήκος καλωδίου είναι 500 μέτρα και στην πράξη πολλές φορές χρειάζεται να συνδέσουμε μέρη του δικτύου που απέχουν αρκετά παραπάνω μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πολλά καλώδια συνδεδεμένα μεταξύ τους με επαναλήπτες (repeaters). Ο επαναλήπτης είναι μια μονάδα του φυσικού επιπέδου. Αυτός λαμβάνει, ενισχύει και αναμεταδίδει μηνύματα και προς τις δυο κατευθύνσεις. Όσον αφορά όμως το λογισμικό, μια σειρά από τμήματα καλωδίων που συνδέονται μεταξύ τους με επαναλήπτες δεν διαφέρουν από το ένα και μοναδικό καλώδιο (εκτός από κάποια καθυστέρηση που προκαλείται από τους επαναλήπτες). Ένα σύστημα μπορεί να περιέχει πολλά τμήματα καλωδίων και πολλούς επαναλήπτες αλλά δυο πομποδέκτες δεν μπορούν να είναι σε απόσταση μεγαλύτερη από 2,5 km μεταξύ τους και καμιά διαδρομή δεν μπορεί να διασχίσει περισσότερους από 4 επαναλήπτες. Ο επαναλήπτης, απλώς προωθεί bits από το ένα καλώδιο στο άλλο κάνοντας τα δυο καλώδια να φαίνονται λογικά σαν ένα. Οι επαναλήπτες είναι κουτοί (dumb) και δεν έχουν λογισμικό. Απλώς αντιγράφουν bits, πολλές φορές μετακινούν και τις κυματομορφές χρονικά για λόγους χρονισμού, αλλά δεν αντιλαμβάνονται τι κάνουν. Δεν γνωρίζουν τίποτα από διευθύνσεις ή προώθηση και γι αυτό δεν μπορούν να μειώσουν την κίνηση όπως κάνουν οι γέφυρες.

Οι (bridges) (ονομάζονται και επιλεκτικοί επαναλήπτες) σε αντίθεση με τους απλούς επαναλήπτες, οι οποίοι όπως αναφέραμε απλώς περνούν bits διαμέσου αυτών χωρίς να τα εξετάζουν, οι γέφυρες εξετάζουν κάθε πλαίσιο και προωθούν μόνο εκείνα που χρειάζεται να φτάσουν στο άλλο τμήμα. Οι γέφυρες πρέπει να γνωρίζουν τις θέσεις όλων των σταθμών ώστε να γνωρίζουν εάν θα πρέπει να αντιγράψουν ένα πλαίσιο ή όχι σε κάποιο συγκεκριμένο τμήμα. Η γέφυρα χρησιμοποιείται στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων. Οι γέφυρες είναι έξυπνες (με λογισμικό). Μπορούν να προγραμματιστούν για την αντιγραφή πλαισίων επιλεκτικά και για την εκτέλεση αναγκαίων τροποποιήσεων κατά την διάρκεια αυτής της λειτουργίας.

### **Δομή του πλαισίου 802.3**

Κάθε πλαίσιο αρχίζει με μια ακολουθία συγχρονισμού (preamble) των 7 bytes που κάθε μία περιέχει την δυαδική ακολουθία 10101010. Η ακολουθία αυτή των bytes δημιουργείται από το chip ελεγκτή. Η κωδικοποίηση, κατά Manchester, αυτής της ακολουθίας παράγει έναν τετραγωνικό παλμό των 10 MHz διάρκειας 5.6 msec διάρκειας ικανής να επιτρέψει τον συγχρονισμό των ρολογιών του δέκτη και του πομπού. Κατόπιν ακολουθεί το byte Αρχής πλαισίου (start of frame delimiter - SFD) που περιέχει το 10101011 για να δείξει την αρχή του ίδιου του πλαισίου.

Το πλαίσιο περιέχει δύο διευθύνσεις, μία για το προορισμό και μία για την πηγή. Το πρότυπο επιτρέπει διευθύνσεις των 2 και των 6 bytes, αλλά οι παράμετροι που καθορίστηκαν για το πρότυπο ζώνης των 10Mb/sec χρησιμοποιούν διευθύνσεις των 6 bytes. Το υψηλότερης τάξης

bit της διεύθυνσης προορισμού είναι 0 για τις συνήθεις διευθύνσεις και 1 για τις ομαδικές διευθύνσεις. Όταν ένα πλαίσιο στέλνεται στη διεύθυνση μιας ομάδας, το λαμβάνουν όλοι οι σταθμοί της ομάδας. Η αποστολή σε μια ομάδα σταθμών ονομάζεται πολλαπλή αποστολή (multicast). Η διεύθυνση που αποτελείται από το σύνολο των bits 1 δεσμεύεται αποκλειστικά για εκπομπή (broadcast). Το πλαίσιο που περιέχει όλο 1, στο πεδίο προορισμού του φτάνει σε όλους τους σταθμούς και διαδίδεται απ' όλες τις γέφυρες.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα δυνατότητα διευθυνσιοδότησης είναι η χρήση του bit 46 (δίπλα από το bit υψηλότερης τάξης) για να ξεχωρίζει τις τοπικές από τις καθολικές διευθύνσεις. Οι τοπικές διευθύνσεις εκχωρούνται από την IEEE για να εξασφαλίσει ότι δεν υπάρχουν ούτε δύο σταθμοί οπουδήποτε στον κόσμο με την ίδια καθολική διεύθυνση.

Θα πρέπει εδώ να ανοίξουμε μια παρένθεση και να πούμε ότι τα δίκτυα μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες :

- αυτά που χρησιμοποιούν κανάλια εκπομπής (όπως το 802.3)

- και σε αυτά που χρησιμοποιούν συνδέσεις από σημείο σε σημείο.

Σε οποιοδήποτε δίκτυο εκπομπής, το βασικό είναι πως θα καθοριστεί αυτός που θα κάνει χρήση του καναλιού, όταν υπάρχει ανταγωνισμός, δηλαδή όταν περισσότεροι από έναν σταθμοί του δικτύου υπάρχει πρόθεση χρησιμοποίησης του καναλιού εκπομπής. Πολλά πρωτόκολλα είναι γνωστά για την επίλυση αυτού του προβλήματος. Τα κανάλια εκπομπής συχνά αναφέρονται ως κανάλια πολλαπλής προσπέλασης (multiaccess channels) ή κανάλια τυχαίας προσπέλασης (random access channels).

Επίσης πρέπει να αναφέρουμε τις πέντε βασικές υποθέσεις που περιγράφονται παρακάτω :

- Μοντέλο σταθμού. Το μοντέλο σταθμού αποτελείται από N ανεξάρτητους σταθμούς (υπολογιστές ή τερματικά), που ο καθένας έχει ένα πρόγραμμα ή ένα χρήστη που παράγει πλαίσια για μετάδοση. Η πιθανότητα παραγωγής ενός πλαισίου σ' ένα χρονικό διάστημα μήκους  $\Delta t$  είναι  $\lambda \Delta t$ , όπου  $\lambda$  είναι μια σταθερά (ρυθμός άφιξης νέων πλαισίων). Από τη στιγμή της παραγωγής ενός πλαισίου ο σταθμός μπλοκάρεται και δεν κάνει τίποτα μέχρις ότου το πλαίσιο μεταδοθεί με επιτυχία.

- Υπόθεση μονού Καναλιού (single channel assumption). Ένα μόνο κανάλι είναι διαθέσιμο για την όλη επικοινωνία. Όλοι οι σταθμοί μπορούν να μεταδίδουν και να λαμβάνουν απ' αυτό. Όσον αναφορά το υλικό όλοι οι σταθμοί είναι ισοδύναμοι, αν και το λογισμικό των πρωτοκόλλων μπορεί να καθορίζει σε αυτούς προτεραιότητες.

- Υπόθεση σύγκρουσης (collision assumption) Εάν δυο πλαίσια μεταδίδονται ταυτόχρονα, επικαλύπτονται χρονικά και το προκύπτον σήμα είναι παραποιημένο. Αυτό το συμβάν ονομάζεται, όπως ήδη έχουμε προαναφέρει σύγκρουση. Όλοι οι σταθμοί μπορούν να ανιχνεύουν συγκρούσεις. Το πλαίσιο που συγκρούστηκε θα πρέπει να μεταδοθεί ξανά αργότερα. Δεν υπάρχουν άλλα σφάλματα εκτός από τις συγκρούσεις.

- Συνεχείς χρόνος (Continuous Time). Η μετάδοση του πλαισίου μπορεί να αρχίσει οποιαδήποτε στιγμή. Δεν υπάρχει κάποιο κύριο ρολόι για τον διαχωρισμό του χρόνου σε διακεκριμένα διαστήματα

- Ανίχνευση φέροντος (carrier sense). Οι σταθμοί μπορούν να πουν αν το κανάλι είναι σε χρήση, πριν προσπαθήσουν να το χρησιμοποιήσουν. Εάν το κανάλι ανιχνεύει σαν απασχολημένο, κανένας σταθμός δεν θα προσπαθήσει να το χρησιμοποιήσει πριν μείνει ελεύθερο.

Γυρίζοντας πίσω μετά από αυτή τη μικρή παρένθεση και βασιζόμενη σε αυτά μπορούμε να πούμε ότι ο τρόπος που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των σταθμών που ανήκουν σε δίκτυα 802.3, που χρησιμοποιούν όπως είπαμε κανάλια εκπομπής είναι με την διεύθυνση MAC. Η διεύθυνση αυτή είναι ένας μοναδικός δεκαεξαδικός σειριακός αριθμός που καθορίζεται σε κάθε σταθμό ενός δικτύου Ethernet για να αναγνωρίζεται μονοσήμαντα από το δίκτυο. Η διεύθυνση αυτή είναι μόνιμη και προκαθορισμένη από τον κατασκευαστή, αν και μπορεί με λογισμικό να αλλάζει, κάτι το οποίο δεν συνίσταται για πολλούς λόγους.

Ο λόγος για τον οποίο ο MAC είναι μοναδικός, είναι διότι με το να έχει κάθε σταθμός ενός δικτύου Ethernet τον δικό του προσωπικό αριθμό MAC μπορεί αποκλειστικά να επιλέγει και να παίρνει πακέτα από το κανάλι επικοινωνίας που το αφορούν. Εάν δεν υπήρχε ο μοναδικός

αυτός αριθμός για κάθε σταθμό ενός δικτύου Ethernet δεν θα μπορούσαμε να διακρίνουμε δυο σταθμούς μεταξύ τους και έτσι δεν θα μπορούσαμε να επικοινωνούμε με τον σταθμό που πραγματικά μας ενδιαφέρει.

Ο αριθμός MAC έχει έναν ειδικό τρόπο με τον οποίο δημιουργείται. Είναι ακριβώς 6 bytes σε μήκος και γράφεται σε δεκαεξαδική μορφή όπως προαναφέραμε (π.χ. 12:34:AB:90:1A:44). Κάθε κατασκευαστής ελεγκτών Ethernet έχει μία προκαθορισμένη περιοχή αριθμών από την οποία τους αντλεί για την χρησιμοποίησή τους στους ελεγκτές. Έτσι τα τρία πρώτα bytes μιας διεύθυνσης MAC καθορίζουν το κατασκευαστή.

## Οικιακό τοπικό Ethernet

Τα στοιχεία που χρειάζονται για ένα Ethernet τοπικό LAN είναι κάρτες διεπαφών δικτύων (NICs) για τους υπολογιστές μας, καλώδιο ethernet και μια κεντρική hub.

Υπάρχουν διάφορα πρότυπα ή πρωτόκολλα ethernet που υποστηρίζουν τις διαφορετικές ταχύτητες και τους διαφορετικούς τύπους χρήσης καλωδίων. Ένα από τα αρχικά πρότυπα **10Base2** χρησιμοποιεί το καλώδιο λεπτού ομοαξονικού ή "λεπτού ethernet" που μοιάζει με μια μικρότερη έκδοση του καλωδίου της τηλεορασίας μας. Σε ένα λεπτό ομοαξονικό δίκτυο οι υπολογιστές (μέχρι 30) συνδέονται στη σειρά με ένα κοινό κεντρικό καλώδιο. Αυτή η ρύθμιση, καλούμενη και τοπολογία λεωφορείου, δεν απαιτεί μια Hub. Το 10Base2 είναι το παλαιότερο, λιγότερο εύκαμπτο πρότυπο και πλέον έχει μπει στο περιθώριο.

Ο δημοφιλέστερος τύπος χρήσης δικτύων ethernet χρησιμοποιεί καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους όπως το τηλεφωνικό καλώδιο μέσα στους τοίχους του σπιτιού μας. Το καλώδιο είναι λεπτότερο και πιο εύκαμπτο από το λεπτό ομοαξονικό αλλά όχι και τόσο προστατευόμενο από την ηλεκτρομαγνητική διεπαφή. Τα καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους διατίθενται σε πέντε κατηγορίες. CAT3, 4 και 5 καλώδια που χρησιμοποιούνται για τα δίκτυα ethernet έχουν RJ- 45 συνδετήρες που μοιάζουν με τους μεγάλους τηλεφωνικούς γρύλους.

Τα καλώδια CAT3 και CAT5 είναι τα πιο κοινά και μεταφέρουν τα δεδομένα σε ένα μέγιστο 16 Mbps και 100 Mbps αντίστοιχα. Το καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους μπορεί να είναι είτε απροστάτευτο (UTP) είτε προστατευμένο (STP). Ο τελευταίος τύπος καλωδίου έχει ένα στρώμα μετάλλων που περικλύβει στην ηλεκτρομαγνητική παρέμβαση στα θορυβώδη περιβάλλοντα. Το UTP χρησιμοποιείται περισσότερο στα οικιακά LANs επειδή είναι ανέξοδο και η παρέμβαση είναι ασυνήθιστο φαινόμενο.

Και στα 10BaseT(10 Mbps)και 100BaseT(100Mbps) ethernet πρότυπα, το "T" αντιπροσωπεύει το καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους. Ένα δίκτυο 10BaseT μπορεί να συνδεθεί με καλώδιο είτε τύπου CAT3 είτε τύπου 5, αλλά ένα δίκτυο 100BaseT απαιτεί καλώδιο μόνο τύπου CAT5. Αυτά τα δύο πρότυπα ethernet χρησιμοποιούν μια τοπολογία αστέρα όπου κάθε υπολογιστής συνδέεται με μια κεντρική Hub. Οι Hubs είναι συσκευές υλικού με πολλαπλές θύρες που ενεργούν ως κεντρικά σημεία σύνδεσης σε ένα δίκτυο. Χαρακτηριστικά, η σύνδεση περισσότερων από δύο υπολογιστών σε ένα δίκτυο ethernet απαιτεί μια Hub.

Εντούτοις μπορούμε να συνδέσουμε δύο υπολογιστές άμεσα ο ένας με τον άλλον χωρίς τη χρησιμοποίηση μιας Hub, χρησιμοποιώντας ένα ειδικό καλώδιο διασταυρώσεων UTP. Αυτό είναι λιγότερο αξιόπιστο αλλά φτηνότερο από ένα δίκτυο Hub. Οι χρήστες παιχνιδιών μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτήν την πρόσφορη μέθοδο για γρηγορότερο χρόνο απόκρισης. Τα καλώδια διασταυρώσεων χρησιμοποιούνται επίσης για να συνδέσουν τις Hub μεταξύ τους. Ένα καλώδιο διασταυρώσεων στοιχίζει από \$5-25 ανάλογα με το μήκος του.

## Hubs

Με περισσότερους από δύο υπολογιστές θα χρειαστούμε μια Hub. Αυτές οι συσκευές ποικίλλουν στο μέγεθος, την ταχύτητα και τον αριθμό των θυρών. Το μέσο οικιακό δίκτυο χρησιμοποιεί ένα σύστημα 10BaseT με μια Hub 10 Mbps. Για τα 100BaseT(γρήγορο Ethernet)

δίκτυα , θα χρειαστούμε μια Hub 100 Mbps. Η διπλή ταχύτητα 10/100 Mbps Hubs με τον αυτόματο αισθητήρα επιτρέπει στους χρήστες να χρησιμοποιήσουν οποιαδήποτε ταχύτητα επιθυμούν.

Οι Hubs έχουν πολλαπλές θύρες που ξεκινούν από τέσσερις και φτάνουν πάνω από 20 σε μια ενιαία συσκευή. Για κάθε θύρα, η Hub έχει ένα φωτεινό δείκτη έτσι ώστε εάν ένα τμήμα του καλωδίου ή του NIC σταματήσει μπορούμε να υπολογίσουμε ποιος υπολογιστής έχει το πρόβλημα. Ένα δίκτυο τοπολογίας αστέρα με μια Hub θα συνεχίσει να λειτουργεί ακόμα και όταν μια από τις συνδέσεις καταρρεύσει.

Για το οικιακό τοπικό LAN, θα χρησιμοποιήσουμε πιθανώς μια αυτόνομη Hub με 4 έως 12 θύρες. Οι αυτόνομες Hubs μπορούν να συνδεθούν για να επεκτείνουν το δίκτυό μας. Τα μεγαλύτερα δίκτυα χρησιμοποιούν τις stackable ή μορφοματικές Hubs που μπορούν να προσαρμόσουν πολλούς περισσότερους υπολογιστές. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιήσουμε μια τυποποιημένη, ανέξοδη Hub παρά μια διαχειριζόμενη που έρχεται με τα προηγμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που απαιτούνται από τα μεγαλύτερα δίκτυα.

Μια Hub 10 Mbps με 4-5 θύρες μπορεί να κοστίσει μεταξύ \$60-120. Ένα μοντέλο 8-θυρών κοστίζει κατά προσέγγιση \$130-160. Μια διπλή 10/100 Mbps Hub είναι δαπανηρότερη από μια Hub 10 Mbps με τον ίδιο αριθμό θυρών. Γρηγορότερες των 100 Mbps Hubs είναι οι ακριβότερες. Μπορούμε επομένως να γλιτώσουμε κάποια χρήματα με το να πάρουμε μια εξάρτηση οικιακής δικτύωσης που περιλαμβάνει χαρακτηριστικά μια μικρή Hub 4-5 θυρών συν τις κάρτες NIC.

### **Διακόπτες**

Οι διακόπτες είναι συσκευές που εκτελούν την ίδια λειτουργία με τις hubs αλλά λειτουργούν αποτελεσματικότερα. Όταν στέλνουμε τα δεδομένα μέσω μιας Hubs διαβιβάζονται σε ολόκληρο το τοπικό LAN ,κατόπιν διαβάζονται από τον υπολογιστή για τον οποίο προορίζονται. Ένας διακόπτης στέλνει τα δεδομένα μόνο στον υπολογιστή για τον οποίο απευθύνονται, μειώνοντας την κυκλοφορία δικτύου και αυξάνει την χωρητικότητα. Οι Hubs μπορούν είτε να στείλουν είτε να λάβουν τα δεδομένα αλλά δεν μπορούν να κάνουν και τα δύο συγχρόνως. Με έναν διακόπτη, ένας υπολογιστής μπορεί ταυτόχρονα να στείλει και να λάβει τα δεδομένα, που αυξάνουν την ταχύτητα του δικτύου. Οι διακόπτες είναι συνήθως ακριβότεροι από τις Hubs, αλλά μερικές εταιρίες προσφέρουν τώρα έναν διακόπτη στην ίδια τιμή με μια Hub.

### **Κάρτες Δικτύου Διεπαφής(Network Interface Cards NIC)**

Για να συνδέσουμε τους υπολογιστές μεταξύ τους σε ένα δίκτυο, κάθε υπολογιστής χρειάζεται μια NIC. Οι κάρτες δικτύων σχεδιάζονται συνήθως για έναν συγκεκριμένο τύπο πρωτοκόλλου δικτύων (ethernet, γρήγορο Ethernet) και μέσων (τύπος καλωδίου). Μερικές κάρτες μπορούν να υποστηρίξουν τα πολλαπλά πρωτόκολλα ή τα πολλαπλά μέσα. Παραδείγματος χάριν, μπορούμε να πάρουμε κάρτες που έχουν μαζί RJ-45 και BNC θύρες για είτε καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους είτε λεπτό ομοαξονικό καλώδιο.

Μερικά PCs έχουν σχεδιαστεί με ενσωματωμένες τις NICs αλλά τα περισσότερα απαιτούν την προσθήκη μιας κάρτας χρησιμοποιώντας είτε την ISA ή την σχισμή μιας επέκτασης PCI. Αυτό που θα επιλέξουμε θα υπαγορευθεί από τον τύπο της σχισμής επέκτασης που είναι διαθέσιμες. Η διεπαφή PCI είναι αποδοτικότερη, αλλά οι παλαιότεροι υπολογιστές μπορούν να μην έχουν τις ελεύθερες αυλακώσεις PCI. Τα lap-top μπορούν να χρησιμοποιήσουν NICs που ταιριάζουν στην σχισμή καρτών PC.

Οι κάρτες διατίθενται με πολλαπλές ταχύτητες: 10 Mbps, 100 Mbps και 10/100 Mbps. Συνήθως, η ταχύτητα μιας NIC πρέπει να ταιριάζει με την ταχύτητα του τοπικού LAN, αλλά είναι δυνατό να συνδεθεί ένας υπολογιστής με μια κάρτα 10 Mbps σε ένα δίκτυο 100 Mbps. Οι NICs έχουν επίσης διαφορετικά πλάτη που καθορίζουν πόσα δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν σε και από τον υπολογιστή μας συγχρόνως. Όσο μεγαλύτερο το πλάτος τόσο το

καλύτερο. Οι κάρτες κυμαίνονται στην τιμή από \$20-\$300 με γρηγορότερο 100 Mbps και 10/100 Mbps NICs που είναι και ακριβότερες.

Ένας άλλος τρόπος σύνδεσης με το τοπικό ethernet LAN είναι με το USB-σε Ethernet προσαρμογέα. Αυτοί οι προσαρμογείς μας δίνουν τη δυνατότητα να προσθέσουμε έναν υπολογιστή σε ένα υπάρχον ethernet δίκτυο χωρίς προσθήκη μιας NIC. Ο προσαρμογέας συνδέεται με τη θύρα USB ενός υπολογιστή στο ένα άκρο και με ένα καλώδιο ethernet στο άλλο. Εντούτοις, ο προσαρμογέας μπορεί μόνο να μεταφέρει τα δεδομένα σε 4 Mbps και δεν εκμεταλλεύεται την πλήρη ταχύτητα δικτύωσης του ethernet.

### **Ethernet Kits**

Οι κατασκευαστές θεωρούν ευκολότερο να εγκαταστήσουν το οικιακό ethernet τοπικό LAN με την προσφορά των εξαρτημάτων. Αυτές οι εξαρτήσεις περιλαμβάνουν συνήθως μια μικρή Hub 4-5 θυρών, δύο κάρτες NICs, την καλωδίωση και το λογισμικό. Οι τιμές για μια 10 Mbps Kits αρχίζουν περίπου από τα \$70 ενώ οι 10/100 Mbps Kits αρχίζουν περίπου από τα \$150. Φυσικά, μπορούμε να αγοράσουμε τα στοιχεία του δικτύου και χωριστά. Αντίθετα με τα ασύρματα προϊόντα δικτύων, τα προϊόντα ethernet από τους διαφορετικούς κατασκευαστές είναι απολύτως συμβατά. Μια καλή εξάρτηση πρέπει επίσης να περιλάβει τις οδηγίες για την εγκατάσταση του υλικού και τη διαμόρφωση του λειτουργικού συστήματός μας για την πρόσβαση στο δίκτυο.

### **Δίκτυα Mac**

Το πρωτόκολλο Mac έχει τις βασικές ικανότητες δικτύωσης από τότε που δημιουργήθηκαν οι σκληροί δίσκοι. Όλο το Mac έρχεται με ένα ενσωματωμένο πρωτόκολλο δικτύωσης αποκαλούμενο AppleTalk. Το Mac μπορεί να χρησιμοποιήσει AppleTalk πέρα από ένα ethernet ή ένα δίκτυο LocalTalk. Το LocalTalk συνδέει παλαιότερο Mac μέσω του modem ή των σειριακών θυρών των εκτυπωτών. Το νέας τεχνολογίας Mac έχει σχεδιαστεί με ενσωματωμένους τους προσαρμογείς ethernet.

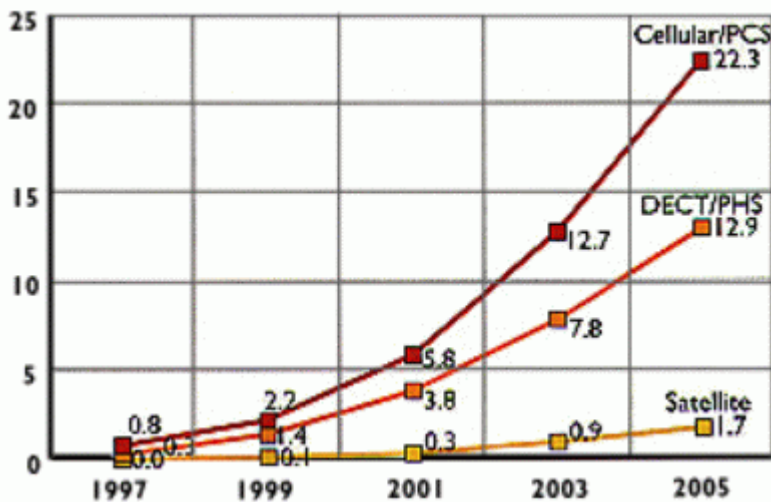
### **LocalTalk Δίκτυα**

Τα LocalTalk δίκτυα χρησιμοποιούν είτε τα καλώδια εκτυπωτών MAC είτε τον συνηθισμένο τηλεφωνικό καλώδιο. Εάν έχουμε διάφορα Macs ή περιφερειακές μονάδες να συνδέσουμε, μπορούμε να το πραγματοποιήσουμε με την σύνδεση μαργαρίτα, οι συσκευές μας με το τηλεφωνικό καλώδιο (RJ-11) και τους προσαρμογείς PhoneNet. Αυτοί συνδέονται σε μια σειριακή θύρα (συνήθως τη θύρα του εκτυπωτή) στο ένα άκρο και έχουν δύο τηλεφωνικούς παροχείς στο άλλο. Το LocalTalk μεταφέρει μόνο τα δεδομένα σε 230 Kbps που απέχει πολύ από το ethernet, αλλά τα καλώδια του εκτυπωτή, το τηλεφωνικό καλώδιο και οι προσαρμογείς PhoneNet (περίπου \$20) είναι ανέξοδοι. Το Mac με το ethernet αλλά χωρίς τις θύρες του εκτυπωτή μπορεί να συνδεθεί με ένα δίκτυο LocalTalk με έναν προσαρμογέα ethernet - localTalk.

## Τηλεφωνικές Γραμμές και Τηλεφωνικά Δίκτυα

### Ασύρματα Δίκτυα(Wireless Networks)

Αν και τα συνδεδεμένα με καλώδιο δίκτυα (ενσύρματα δίκτυα) είναι τα δημοφιλέστερα είναι όχι πάντα τα καταλληλότερα. Όταν οι υπολογιστές βρίσκονται μακριά και ευρέως σε όλο το σπίτι, είναι δύσκολη η χρησιμοποίηση καλωδίων επάνω στα σκαλοπάτια ή τη διάτρηση των τρυπών μέσω των τοίχων.



Σχήμα . Εκτιμώμενος αριθμός συνδρομητών σε ασύρματες υπηρεσίες τοπικού βρόχου παγκοσμίως, μέχρι το 2005 (σε εκατ.).

### Τεχνολογικό υπόβαθρο WLAN

Υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης ηλεκτρικής ενέργειας για τη μετάδοση ορισμένων μορφών πληροφορίας μέσω καλωδίων ή μέσω οπτικών κυμάτων ή ραδιοκυμάτων. Η συχνότητα (ή αριθμός κύκλων ανά δευτερόλεπτο) ενός σήματος αντιπροσωπεύεται από την μέτρηση των hertz (Hz), όπου ένα Hz ισούται με έναν κύκλο ανά δευτερόλεπτο. Η ηλεκτρονική τεχνολογία επιτρέπει την παρατήρηση μεταβολών στο πλάτος, την συχνότητα, τη φάση και των μοτίβων ή συνδυασμών αυτών των χαρακτηριστικών που το σήμα μπορεί να παρουσιάσει. Λογικά βγαίνει το συμπέρασμα ότι για μια δεδομένη συχνότητα, μπορεί να μεταφερθεί μόνο ένα συγκεκριμένο ποσό πληροφορίας μέσω της χρησιμοποίησης των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών, όπου ένα σήμα αντιπροσωπεύει κάποιο συγκεκριμένο κώδικα ή μήνυμα. Σε ένα περιβάλλον χωρίς παρεμβολές, ένα σήμα 1 Hz αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο ποσό πληροφοριών εντός μιας καθορισμένης μονάδας χρόνου. Ένα σήμα 1 KHz (1000 Hz) μπορεί λοιπόν να μεταφέρει ένα πολύ μεγαλύτερο ποσό πληροφορίας από ένα σήμα 1 Hz. Η χωρητικότητα του σήματος συνεχίζει να αυξάνεται φτάνοντας στα MHz ( $10^6$  Hz), τα GHz ( $10^9$  Hz) κτλ. Στην πραγματικότητα, το ποσό της πληροφορίας που θα μεταφερθεί θα είναι λίγο μικρότερο από την θεωρητική τιμή χωρίς παρεμβολές ανάλογα και με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Μέσα από το φάσμα της ηλεκτρικής ενέργειας, οι συχνότητες και το εύρος που χρησιμοποιούνται για



ασύρματη δικτύωση κυμαίνονται από το άνω άκρο της συχνότητας UHF (900 MHz) μέσω των συχνοτήτων μικροκυμάτων (2.4 GHz, 5.8 GHz and 18 GHz) και μέχρι το φάσμα του υπέρυθρου φωτός (TertraHz). Καθώς η ηλεκτρική ενέργεια αυξάνει σε συχνότητα, σε συνδυασμό με το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται, η δυνατότητα μετάδοσης δεδομένων ανά μονάδα χρόνου θα αλλάξει βάσει της σχεδίασης. Σε αυτό το σημείο χρειάζεται ειδική προσοχή ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση και να επιτευχθεί ο στόχος των 10 Mbps ή και περισσότερο που αναζητά η αγορά.

### **Εξασθένηση**

Η βασική διαφορά μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών μετάδοσης είναι η διαπέραση εμποδίων. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα, τόσο πιο μεγάλη είναι η εξασθένηση του σήματος (ή τάση για εξασθένηση σε μεγάλες αποστάσεις) καθώς συγκρούεται με ένα φυσικό εμπόδιο. Το πραγματικό ποσό εξασθένησης καθορίζεται από την αντίσταση που συναντάται στην τροχιά μετάδοσης. Οι συχνότητες κάτω από τα 900 MHz, σε γενικές γραμμές εκπέμπονται καλά, ακόμα και μέσα από τοίχους και άλλα εμπόδια. Καθώς η συχνότητα ενός σήματος αυξάνεται, πλησιάζοντας τη συχνότητα του φωτός, αρχίζει να αποκτά περισσότερες από τις ιδιότητες των φωτεινών κυμάτων από πλευράς μετάδοσης. Τα ραδιοκύματα καθώς και τα μικροκύματα εξασθενούν λιγότερο από τα υπέρυθρα σήματα. Στην πραγματικότητα, η υπέρυθρη ακτινοβολία πάσχει από εξασθένηση της τάξεως του 100% στην επαφή με ημι-διαφανή εμπόδια. Οι ραδιοσυχνότητες έχουν επίσης περιορισμένη διαπεραστική δυνατότητα. Συγκεκριμένα, υπάρχει η δυνατότητα μετάδοσης σε αρκετά χιλιόμετρα, αλλά μόνο εφόσον υπάρχει ανεμπόδιστη οπτική επαφή μεταξύ των συσκευών. Σε περιβάλλον γραφείου η εξασθένηση πέφτει σε εμβέλεια από 18 έως 270 μέτρα.

### **Μετάδοση**

Οι κεραίες κατευθυντικής εκπομπής μεταδίδουν τα σήματα με μεγαλύτερη ενέργεια σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, ή δέχονται σήματα πιο εύκολα από μια κατεύθυνση σε σχέση με τις υπόλοιπες. Οι κεραίες κυκλικής εκπομπής παρουσιάζουν μορφή εκπομπής λήψης κατά τον οριζόντιο άξονα που είναι κυκλικού σχήματος. Ο τύπος της μεθόδου μετάδοσης που χρησιμοποιείται έχει άμεσο αντίκτυπο στην εφαρμογή και τη σχεδίαση ενός ασύρματου δικτύου.

### **Στρατηγικές εφαρμογών ασυρμάτων δικτύων**

Τα προϊόντα ασύρματης δικτύωσης (WLAN) λειτουργούν στις παρακάτω συχνότητες: 900 MHz, 2.4 GHz και 5.8 GHz. Αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς ειδική άδεια από την ομοσπονδιακή επιτροπή επικοινωνιών (FCC). Στην Ελλάδα, το φάσμα των 900 MHz χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας. Ως εκ τούτου, η χρήση του απαγορεύεται. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν χαμηλά επίπεδα μετάδοσης ισχύος λιγότερο από 1 Watt και είναι σχεδιασμένες να μεταδίδουν το σήμα τους μεταξύ 100 και 270 μέτρων. Ειδικές κεραίες κατεύθυνσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τα συστήματα αυτά προκειμένου να φτάνουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις, ειδικά σε εφαρμογές που μπορεί να περιέχουν ζεύξεις μεταξύ κτιρίων, ή ασύρματη πρόσβαση σε περιβάλλον ανοιχτού χώρου.

Τα ασύρματα LAN σήμερα εστιάζονται σε τρεις τεχνολογίες:

Spread spectrum UHF

Υπέρυθρη

Narrow band RF

## Υπέρυθρη

Το υπέρυθρο φως βασικά παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά μιας ακτίνας φωτός. Αυτές οι συχνότητες είναι βασικά τα ίδια σήματα τα οποία χρησιμοποιούνται στις περισσότερες ζευξεις οπτικών ινών σήμερα: αφαιρώντας το φυσικό μέσο τα σήματα είναι πανομοιότυπα. Η δυνατότητα μετάδοσης δεδομένων της υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι μεγάλη. Τα σημερινά συστήματα θα μπορούσαν να φθάσουν στα 10 Mbps. Στην μετάδοση φωτεινής συχνότητας δεν υπάρχει έλεγχος και τα συστήματα αυτά δεν χρειάζονται άδεια για να λειτουργήσουν. Ο πιο προφανής περιορισμός της υπέρυθρης τεχνολογίας είναι η ανάγκη ύπαρξης ανεμπόδιστης οπτικής επαφής. Παρόλο που είναι αδύνατον η υπέρυθρη ακτινοβολία να διαπεράσει τοίχους, κουρτίνες ή ομίχλη, είναι δυνατόν να γεμίσουμε ένα δωμάτιο με υπέρυθρα κύματα προκειμένου να υποστηριχθούν ?κινητοί? χρήστες. Στην ουσία, το σήμα αντανακλάται στους τοίχους, το ταβάνι, τα παράθυρα κτλ. Όμως, οι διεσπαρμένοι δέκτες εξαρτώνται πάντοτε από ανεμπόδιστη οπτική επαφή με τον πομποδέκτη. Όπως φαίνεται, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι πολύπλοκες και οι εφαρμογές περιορισμένες καθώς είναι εξαιρετικά δύσκολο και δύσχρηστο να κατασκευαστεί ένας ιστός υπέρυθρων ακτινών για την κάλυψη ενός και μόνο χώρου.

## Εκπομπή RF ευρέως φάσματος (spread spectrum)

Η εκπομπή ευρέως φάσματος υπάρχει από τον Β Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ για να προσφέρει έναν ασφαλή τρόπο τηλεπικοινωνίας για το στρατό. Η τεχνική spread spectrum που χρησιμοποιούνταν εκείνη την εποχή ονομαζόταν frequency hopping (διαπίδυση συχνότητας), μια μέθοδος στην οποία η μετάδοση <<πηδάει>>από συχνότητα σε συχνότητα βασισμένη σε ένα συγκεκριμένο αλγόριθμο. Ο χρόνος θυρίδας, χρόνος στον οποίο η μετάδοση μένει σε μια συχνότητα, ήταν σύντομος- στιγμές του δευτερολέπτου- κάνοντας δύσκολη την παρεμβολή ή την εντόπιση της μετάδοσης από τον εχθρό. Ένας δεύτερος τύπος εκπομπής ευρέως φάσματος ονομάζεται Direct Sequence Modulation, or DSM. Το DSM, αντί να χοροπηδάει από συχνότητα σε συχνότητα, <<απλώνει>> την μετάδοση σε μια ευρύτερη συχνότητα. Χρησιμοποιώντας ορθογώνιους ψηφιακούς κωδικούς εξάπλωσης, πολλοί χρήστες μπορούν να χρησιμοποιούν την ίδια ζώνη. Η τεχνική direct sequence αντί να αποφεύγει τις παρεμβολές, περιορίζει την επίδραση παρεμβολής στενού εύρους διασπείροντας την εκπομπή σε όλη τη ζώνη στο δέκτη.

## Προβλήματα εφαρμογής

Προφανώς, όλες οι υπάρχουσες λύσεις LAN έχουν από κάποια μειονεκτήματα: πολύ αργές, περιορισμένες σε ορισμένα περιβάλλοντα, πολύ ακριβές. Σε έναν ιδανικό κόσμο, η βέλτιστη λύση ασύρματης δικτύωσης θα ελαχιστοποιούσε αυτά τα μειονεκτήματα, παρουσιάζοντας τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Εύκολη εγκατάσταση

Απόδοση 10Mbps

Οικονομικά

Συμβατά με υπάρχον Ethernet εξοπλισμό

Κανένα από τα σημερινά ασύρματα LAN δεν μπορεί να ικανοποιήσει όλες τις παραπάνω ανάγκες. Ορισμένα μάλιστα δεν ικανοποιούν ούτε μία. Στον ορίζοντα όμως υπάρχει μια λύση που καλύπτει όλες τις παραπάνω απαιτήσεις- μια επαναστατική νέα τεχνολογία που ξεκάθαρα είναι η πιο προηγμένη εφαρμογή σε ασύρματες επικοινωνίες LAN.

## Τεχνολογία RadioLAN/10

### *Μικροκυματική συχνότητα χαμηλής ισχύος <<στενού εύρους>> ζώνης*

Η RadioLAN το 1996 εισήγαγε το 10BaseRadio. Συνδυάζοντας το στενό εύρος ζώνης και τη μετάδοση σε μια συχνότητα με χαμηλή ισχύ, το 10BaseRadio μπορεί να επιτύχει ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων 10 Mbps αντί των μέγιστων 1-2Mbps του Spread Spectrum. Τα βασικά χαρακτηριστικά του 10BaseRadio είναι: Χαμηλή ισχύς, μετάδοση <<στενού εύρους>> ζώνης με, single-frequency modulation, συχνότητα 5 GHz, ρυθμό μεταφοράς δεδομένων 10Mbps, εμβέλεια μετάδοσης έως 45 μέτρα σε γραφεία, πάνω από 100 μέτρα σε ημιανοιχτούς χώρους, αντίσταση σε παρεμβολές από ανακλάσεις, θόρυβο και εξασθένιση σκιάς, χρήση του πρωτοκόλλου CSMA/CA και συμβατότητα με δίκτυα 802.3.

### **Η οικογένεια προϊόντων RadioLAN/10**

Η οικογένεια προϊόντων RadioLAN/10 προσφέρει απόδοση 10Mbps σε ασύρματα και 10BaseT LANs. Χρησιμοποιώντας μια μέθοδο peer-to-peer distributed access, ένα RadioLAN/10 Wireless Interface Node (WIN) προσφέρει ασύρματη σύνδεση 10 Mbps σε δίαυλο ISA. Το Ασύρματο Access Point (WAP), που υποστηρίζει και την τοπολογία peer-to-peer, μπορεί να χρησιμεύσει σαν ασύρματος κόμβος 10BaseT ή ένα access point δικτύου. Κάθε μονάδα RadioLAN/10 αποτελείται από μια κάρτα PC Network Interface Card (NIC), έναν πομποδέκτη 5.8-GHz και το λογισμικό 10BaseRadioLINK. Το 10BaseRadioLINK είναι το ασύρματο λειτουργικό σύστημα που προσφέρει την τεχνολογία η οποία φροντίζει να λειτουργεί το ασύρματο δίκτυο σε άριστα επίπεδα. Το λογισμικό εγκαθίσταται στον υπολογιστή μέσα από μεθοδολογίες ανάλογες με την εγκατάσταση μιας κάρτας Ethernet.

Η μη επαγγελματική συχνότητα των 5.8-GHz επελέγχθη για λειτουργία 10BaseRadio για τρεις βασικούς λόγους.

Πρώτον, η συχνότητα των 2.4-GHz είναι εξαιρετικά συνωστισμένη. Τα ασύρματα LAN που χρησιμοποιούν τη συχνότητα αυτή συναγωνίζονται με τα ασύρματα τηλέφωνα, τους φούρνους μικροκυμάτων και άλλες συσκευές, αυξάνοντας δραματικά τις πιθανότητες παρεμβολών παρά τη χρήση τεχνικών spread spectrum.

Δεύτερον, το υπάρχον εύρος ζώνης στα 5.8-GHz κάνει δυνατή την μετάδοση με Ethernet ταχύτητα 10Mbps σε ένα ασύρματο περιβάλλον.

Τρίτον, στα 5.8 GHz είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν συστοιχίες κεραιών για την αντιμετώπιση ανακλάσεων (μειώνοντας το θόρυβο και την ανάκλαση, προβλήματα υπαρκτά στις ηλεκτρομαγνητικές επικοινωνίες) χωρίς να αυξάνει ιδιαίτερα το μέγεθος του πομποδέκτη. Η τεχνική και εμπορική πρόκληση για τα ασύρματα LAN τρίτης γενιάς είναι ο συνδυασμός μικροκυματικής τεχνολογίας υψηλών συχνοτήτων με πολύ χαμηλή ισχύ. Η Radiolan αντιμετώπισε αυτή την πρόκληση χρησιμοποιώντας κρυστάλλους Ga-As με συνδυασμό σιλικόνης. Για αυτό το λόγο τα προϊόντα της Radiolan παράγουν πολύ μικρότερη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από άλλες ασύρματες τεχνολογίες. Για παράδειγμα, η σειρά RadioLAN/10 εκπέμπει 10% της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας (EMI) ενός κινητού τηλεφώνου, κάνοντας τα RadioLAN/10 αποτελεσματικά σε λειτουργία και ασφαλή στη χρήση.

### **10BaseRadioLINK: Distributed Access Protocol**

Το 10BaseRadioLINK (η απλά RadioLINK) είναι ένα ασύρματο πρωτόκολλο που διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ των σταθμών RadioLAN/10. Σχεδιασμένο να κάνει το σχεδιασμό, την εγκατάσταση και λειτουργία των ασυρμάτων LAN εύκολο και οικονομικό, περιέχει όλους τους

απαραίτητους οδηγούς και το λογισμικό διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων collision control για έλεγχο του σταθμού μετάδοσης, επανεκπομπής και packet acknowledgment. Το RadioLINK διαχειρίζεται το ασύρματο LAN δυναμικά, έτσι ώστε η πρόσθεση ή μετακίνηση ενός κόμβου δεν απαιτεί την επανασχεδίαση ή τις διορθώσεις ενός ενσύρματου δικτύου. Το RadioLINK είναι ένα πρωτόκολλο κατανομής πρόσβασης (distributed access protocol) το οποίο χρησιμοποιεί ένα μηχανισμό ανίχνευσης κύματος, όπως και στα Ethernet LAN, ώστε να μοιράσει την απόφαση μετάδοσης σε όλους τους σταθμούς. Όταν ο μηχανισμός ανίχνευσης δει ότι το μέσο είναι κατειλημμένο, ο πομπός περιμένει για μικρό χρονικό διάστημα μέχρι να επιχειρήσει να ξαναστείλει. Το πρωτόκολλο πρόσβασης και οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται, εξασφαλίζουν την ίδια πρόσβαση σε όλους τους σταθμούς. Όπως το Ethernet, το RadioLINK μεταδίδει δεδομένα σε πακέτα. Κάθε πακέτο δεδομένων έχει μια επικεφαλίδα (header) 16-byte που προπορεύεται του συνηθισμένου πακέτου Ethernet. Η επικεφαλίδα με το πακέτο μπορούν ταυτόχρονα να μεταφέρουν μέχρι 1.514 bytes δεδομένων (τα πακέτα που μεταφέρονται μέσω του ενσύρματου δικτύου είναι απλά Ethernet και δεν περιέχουν την επικεφαλίδα της RadioLAN). Ειδικά πακέτα του πρωτοκόλλου RadioLINK δίνουν τη δυνατότητα ελέγχου και αλλαγών του συστήματος δυναμικά. Έτσι, ένα σύστημα αξιόπιστης ασύρματης ζεύξης σχεδιάστηκε πάνω σε τεχνικές πρωτοκόλλων με επιβεβαίωση. Κάθε ασύρματος σταθμός, ή κόμβος, RadioLAN καθορίζεται από μια μοναδική MAC διεύθυνση και μπορεί να ανακαλύψει με δυναμικό τρόπο άλλους κόμβους RadioLAN nodes στο ασύρματο υποδίκτυο. Ολόκληρο το δίκτυο μπορεί να περιέχει μέχρι 128 συκοινωνούντες κόμβους. Τα 10 Mbps ραδιοφωνικού εύρους μοιράζονται από όλους τους κόμβους σε ένα υποδίκτυο, καθώς και από κόμβους που είναι εντός εμβέλειας σε άλλα υποδίκτυα. Δεν χρειάζεται επαναπροσδιορισμός κάθε φορά που προστίθεται ένας νέος σταθμός ή μετακινείται ένας παλιός. Οι οδηγοί ODI και NDIS του RadioLINK προσφέρουν υποστήριξη για τις συνηθισμένες λειτουργίες διαχείρισης SNMP MIB II και είναι συμβατοί με συστήματα διαχείρισης SNMP.

Οι βασικές λειτουργίες του RadioLINK περιέχουν:

#### **Αξιόπιστο πρωτόκολλο ζεύξης**

Εξαιτίας συγκρούσεων λόγω ταυτόχρονης εκπομπής πολλών σταθμών, παρεμβολών που υφίστανται λόγω μεγάλων αποστάσεων ή λόγω του περιβάλλοντος στους χώρους εγκατάστασης, τα πακέτα που κινούνται μεταξύ δύο σταθμών μπορεί ορισμένες φορές να χαθούν ή να αλλοιωθούν. Το αξιόπιστο πρωτόκολλο ζεύξης RadioLINK βελτιώνει σημαντικά την ακεραιότητα της κομβικής επικοινωνίας στις παραπάνω συνθήκες. Το αξιόπιστο πρωτόκολλο ζεύξης εγγυάται την παράδοση πακέτων στέλλοντας επιβεβαίωση για κάθε ομάδα πακέτων που λαμβάνεται. Μια βεβαίωση αποτυχημένης αποστολής έχει ως αποτέλεσμα την άμεση επαναμετάδοση.

#### **Συστοιχία κεραιών και ανακλάσεις**

Οι ανακλάσεις (multipath interference ή σκέδαση Rayleigh) συμβαίνουν όταν κάποια ραδιοκύματα ανακλώνται σε επιφάνειες αντικειμένων και δημιουργούν πολύπλοκους συνδυασμούς παρεμβολών, οι οποίοι φτάνοντας στο δέκτη αναιρούν ή αλλοιώνουν το κεντρικό σήμα. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζει μια σχεδιαστική πρόκληση για τα ασύρματα συστήματα. Σε αυτό οφείλεται η ?πτώση? του σήματος σε χρήστες ασύρματων τηλεφώνων, όταν περνούν μια ?νεκρή ζώνη? (πρόβλημα που λύνεται όταν ο χρήστης μετακινηθεί λίγο). Μια μέθοδος ελαχιστοποίησης του παραπάνω φαινομένου είναι η χρήση δύο ή περισσότερων κεραιών για την αύξηση της πιθανότητας λήψης του σήματος. Εάν η μία κεραία αντιμετωπίζει πτώση του σήματος, η άλλη χρησιμοποιείται αυτόματα. Η λύση αυτή, συχνά χρησιμοποιείται στις βάσεις ασύρματων σταθμών, όπου συστοιχίες κεραιών χρησιμοποιούνται για να ελαχιστοποιήσουν την πτώση του σήματος. Καθώς οι μικροκυματικές συχνότητες, όπως των 5.8 GHz, που χρησιμοποιούνται από το RadioLINK έχουν μικρά μήκη κύματος, δύο κεραιές μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα πομποδέκτη χωρίς να αυξάνουν σημαντικά το μέγεθός του. Το RadioLINK υποστηρίζει συστοιχία κεραιών και για την λήψη και για την μετάδοση.

Παρακολουθεί την απόδοση του σήματος και στις δύο κατευθύνσεις και, ανά πακέτο, διαλέγει δυναμικά την κεραία με το ισχυρότερο σήμα. Εάν δεν ληφθούν πακέτα σε μια συγκεκριμένη περίοδο, η μονάδα αυτόματα ψάχνει από τη μια κεραία στην άλλη.

Η λύση RadioLAN/10 είναι εύκολη στην εγκατάσταση και τη χρήση, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να στήσουν ένα ασύρματο δίκτυο σε πλήρη λειτουργία σε λίγα μόνο λεπτά. Το RadioLAN/10 χρησιμοποιεί ένα πομποδέκτη υψηλής συχνότητας και μια ψηφιακή κάρτα με ενσωματωμένο επεξεργαστή για υποστήριξη ασύρματης διασύνδεσης. Οι χρήστες απλά συνδέουν την κάρτα στον υπολογιστή τους και τοποθετούν τον πομποδέκτη σε σημείο τέτοιο ώστε να επικοινωνεί με τις υπόλοιπες συσκευές της Radiolan. Το λογισμικό RadioLINK αυτόματα εξασφαλίζει σωστή επικοινωνία μεταξύ των ασυρμάτων σταθμών και ελέγχει συνεχώς για καινούργιους χρήστες, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στο προϊόν να λειτουργήσει σε οποιοδήποτε περιβάλλον γραφείου. Εάν ο χρήστης αλλάξει θέση ή γίνουν αλλαγές στο δίκτυο, ο εξοπλισμός της Radiolan απλά μετακινείται και εγκαθίσταται στη νέα θέση εργασίας. Η εγκατάσταση κυριολεκτικά ολοκληρώνεται σε ελάχιστα λεπτά χωρίς κανένα καλώδιο ή επανεγκατάσταση ολόκληρου του δικτύου.

## Standards

Η επιτροπή IEEE 802.11 έχει εγκρίνει ένα standard για ασύρματα LAN. Το standard αυτό καθορίζει τη λειτουργία σε συχνότητες 2.4 GHz χρησιμοποιώντας τεχνολογία spread spectrum με αναμενόμενους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων 1-2 Mbps ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής. Παρόλα αυτά η επιτροπή δήλωσε πως δεν θα υποστηρίξει κάποια συγκεκριμένη τεχνολογία υπέρυθρη, spread spectrum ή μικροκυμάτων έναντι κάποιας άλλης. Δεν θα υποστηρίξει επίσης μια εκ των δύο ασύρματων τεχνικών spread spectrum, το frequency hopping και το direct sequence. Κατά πάσα πιθανότητα λοιπόν, τα προϊόντα ανταγωνιστικών εταιριών δε θα είναι συμβατά στον αέρα, αλλά μόνο στο ενσύρματο δίκτυο. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις χαμηλές ταχύτητες των παραπάνω λύσεων, ώθησε κάποιους ειδικούς στην εκτίμηση της δημιουργίας ενός νέου, de facto standard μέσα στα επόμενα χρόνια. Στην Ευρώπη, το European Telecommunications Standards Institute (ETSI) κάλεσε μια ομάδα να καθορίσει ένα LAN standard υψηλής ταχύτητας με λειτουργία στα 5.2 GHz, με υπολογιζόμενη ταχύτητα 23 Mbps. Το HiperLAN, όπως το 10BaseRadio, επιδιώκει να επιτύχει υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων χωρίς να χρησιμοποιεί τεχνολογία spread spectrum.

## Ασφάλεια

Οι υπάρχουσες οδηγίες ANSI C95.1-1982 ασχολούνται με την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με το ανθρώπινο σώμα. Ο οδηγός προστασίας ANSI είναι ίσως το πιο διαδεδομένο και τεχνικά υποστηριζόμενο standard που υπάρχει μέχρι τώρα. Το standard αυτό αναπτύχθηκε σε μια περίοδο πολλών ετών από επιστήμονες και μηχανικούς με σημαντική εμπειρία και γνώση στον τομέα των βιολογικών επιπτώσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και σχετικών θεμάτων. Οι προτάσεις βασίστηκαν στη θεωρία ότι το όριο για επικίνδυνα βιολογικά αποτελέσματα είναι περίπου τέσσερα Watt ανά κιλό (4W/kg). Στη συνέχεια, εισήχθη ένας παράγοντας 10 για να φτάσουμε στις τελικές προτεινόμενες οδηγίες προστασίας. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως αν κάποιος ζει σε μια αστική περιοχή και ένα μέσο τεχνολογικό περιβάλλον, η έκθεσή του σε ραδιοσυχνότητες (από ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς) είναι μεγαλύτερη από αυτήν σε περιβάλλον γραφείου χρησιμοποιώντας το σύστημα RadioLAN/10.

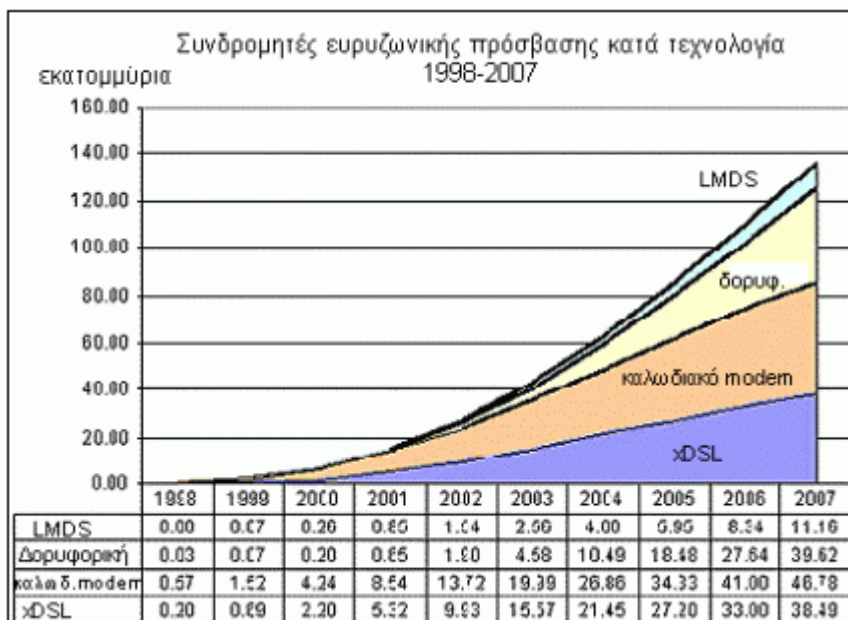
## Ασύρματες Οικιακές Εξαρτήσεις

Οι ασύρματες εξαρτήσεις οικιακών δικτύων έχουν μπει στην αγορά και έχουν έρθει σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες: τηλεφωνικές γραμμές, καλωδίωση εναλλασσόμενου ρεύματος ή ραδιοκύματα.

### Τηλεφωνικά Δίκτυα

Εάν όλοι οι υπολογιστές βρίσκονται μέσα στην εύκολη απόσταση ενός τηλεφωνικού παροχέα(μπρίζα) , ένα δίκτυο τηλεφωνικών γραμμών μπορεί να είναι μια καλή επιλογή. Αν και αυτή η τεχνολογία καλείται "ασύρματη" χρησιμοποιεί πραγματικά την εσωτερική τηλεφωνική καλωδίωση του σπιτιού για να συνδέσει έναν υπολογιστή με έναν άλλο. Τα περισσότερα δίκτυα τηλεφωνικών γραμμών απαιτούν ότι όλοι οι υπολογιστές συνδέονται με την ίδια τηλεφωνική γραμμή. Μερικοί κατασκευαστές έχουν το υλικό που μας επιτρέπει να συνδέσουμε τους υπολογιστές σε δύο διαφορετικές γραμμές μέσα στο ίδιο σπίτι.

Μια τηλεφωνική γραμμή μπορεί να μεταφέρει πολλαπλά σήματα σε διαφορετικές συχνότητες και αυτός είναι ο λόγος που μπορούμε να μιλάμε στο τηλέφωνο και να χρησιμοποιούμε ακόμα έναν modem DSL για την πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Η κυκλοφορία δικτύων πέρα από τις τηλεφωνικές γραμμές χρησιμοποιεί τις υψηλότερες συχνότητες από τις ζώνες DSL ή φωνής. Τα πρότυπα βιομηχανίας για αυτήν την τεχνολογία καθορίζονται από το **HomePNA (Phoneline Networking Alliance)** . Το πρότυπο HomePNA 1,0 μεταφέρει σε ένα μέγιστο 1 Mbps ενώ η έκδοσης 2.0 μεταφέρει σε 10 Mbps, που υποστηρίζουν μέχρι 150 m (500 ft) της καλωδίωσης μεταξύ των συσκευών. Σχεδόν όλα τα σπίτια μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δίκτυα HomePNA 1,0, αλλά η χαμηλής ποιότητας καλωδίωση στα παλαιότερα σπίτια μπορεί να παρεμποδίσει τα δίκτυα της έκδοσης 2.0.



Σχήμα . Συνδρομητές υπηρεσιών ευρυζωνικής πρόσβασης κατά τεχνολογία για τα έτη 1998 - 2007 (πηγή: Pioneer Consulting).

### **Διεπαφές**

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να συνδεθεί ο υπολογιστής με ένα δίκτυο τηλεφωνικών γραμμών: παράλληλη θύρα, USB, NIC ή PC κάρτα. Εφ' όσον όλο το υλικό του δικτύου είναι συμβατό στο πρότυπο HomePNA, μπορούμε να τα αναμίξουμε και να τα ταιριάξουμε μέσα σε ένα δίκτυο. Έτσι μπορούμε να έχουμε έναν παλαιότερο υπολογιστή με έναν παράλληλο προσαρμογέα θύρας και έναν καινούργιο με έναν προσαρμογέα Ethernet. Τα προϊόντα HomePNA είναι ευρέως διαθέσιμα και υποστηριγμένα από διάφορους κατασκευαστές.

### **Απόδοση**

Στην πραγματικότητα είναι απίθανο να επιτύχουμε τα μέγιστα ποσοστά μεταφοράς που αναφέρονται από το HomePNA. Ούτε τα δίκτυα HomePNA 2,0 δεν είναι τόσο γρήγορα όπως τα παραδοσιακά 10 Mbps ethernet. Ανάλογα με τον υπολογιστή, η διεπαφή που επιλέγουμε και η καλωδίωση στο σπίτι, η απόδοση κυμαίνεται από 20-70% της εκτιμημένης ταχύτητας. Γενικά, οι προσαρμογείς PCI είναι γρηγορότεροι από USB και τους παράλληλους προσαρμογείς.

### **Τιμή**

Η λιγότερη ακριβή επιλογή είναι μια εσωτερική κάρτα PCI που αρχίζει περίπου από τα \$60 για ένα 1Mbps μοντέλο και φτάνει τα \$80 έως \$100 για μια κάρτα 10 Mbps. Οι προσαρμογείς USB είναι ελαφρώς ακριβότεροι ξεκινώντας από τα \$100. Μπορούμε συνήθως να κερδίσουμε κάποια χρήματα με την αγορά μιας εξάρτησης με δύο προσαρμογείς. Όταν αγοράζουμε μια εξάρτηση δικτύου πρέπει να μας παρέχονται κανονικά οι οδηγίες, το λογισμικό, τα προϊόντα για την εγκατάσταση του Διαδικτύου αφαιρώντας πολλή άσκοπη προσπάθεια για την εγκατάσταση.

### **Δίκτυα μέσω ηλεκτροφόρων καλωδίων (Power Line Networks)**

Δεδομένου ότι οι ηλεκτρικές παροχές είναι πιά διαδεδομένες σε ένα σπίτι από τον τηλεφωνικό παροχέα, ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί την ηλεκτρική καλωδίωση θα μπορούσε να είναι πρακτικότερο. Τα δίκτυα ηλεκτροφόρων καλωδίων στέλνουν τα σήματα δεδομένων μέσω των υπαρχόντων ηλεκτροφόρων καλωδίων εναλλασσόμενου ρεύματός. Το πρόβλημα είναι ότι η μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιεί την ίδια συχνότητα με τις οικιακές συσκευές. Συνεπώς, τα ηλεκτροφόρα καλώδια πάσχουν από πολλούς θόρυβο και παρέμβαση που μπορούν να καταστήσουν τα δίκτυα ηλεκτροφόρων καλωδίων ασταθή και αναξιόπιστα. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα εάν το σπίτι έχει την παλαιά καλωδίωση ή ενεργοποιούμε σημαντικές συσκευές ενώ βρισκόμαστε στο δίκτυο.

Μέχρι σήμερα, υπάρχει περιορισμένος αριθμός προϊόντων δικτύων που χρησιμοποιεί τα ηλεκτροφόρα καλώδια. Οι εξαρτήσεις με δύο προσαρμογείς αρχίζουν περίπου από \$200. Η οργάνωση είναι απλή, αλλά η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς είναι μόνο 340 Kbps και η απόδοση μπορεί να υποβιβασθεί εάν ο στεγνωτήρας ή το πλυντήριο πιάτων δουλεύει συγχρόνως. Όπως το HomePNA, υπάρχει μια συμμαχία ρευματοδοτών HomePlug που αποτελείται από μερικά από τα μεγαλύτερα ονόματα στη δικτύωση. Αναπτύσσουν τα πρότυπα για μια δεύτερη γενεά των προϊόντων δικτύων ηλεκτροφόρων καλωδίων με 10 Mbps ταχύτητα μεταφοράς και αυξανόμενη αξιοπιστία.

### **Δίκτυα Ραδιοκυμάτων (Radio Wave Networks)**

Το πραγματικό οικιακό ασύρματο τοπικό LAN (WLAN) χρησιμοποιεί τα ραδιοκύματα χαμηλής συχνότητας για να μεταδώσει τα δεδομένα μεταξύ των υπολογιστών. Κάθε

υπολογιστής έχει έναν προσαρμογέα που στέλνει και λαμβάνει τα ραδιο σήματα. Δεδομένου ότι οι ραδιοσυχνότητες μπορούν να διαπεράσουν τους περισσότερους εσωτερικούς τοίχους και εμπόδια, δεν απαιτείται μια οπτική επαφή μεταξύ των υπολογιστών.

Ακριβώς όπως η ραδιο υποδοχή υποβιβάζει όσο μακρύτερα βρισκόμαστε από τη συσκευή αποστολής σημάτων έτσι οι ταχύτητες δικτύων επιβραδύνονται όσο μακρύτερα βρισκόμαστε από τους άλλους δικτυωμένους υπολογιστές. Η απόδοση δικτύων μπορεί επίσης να επηρεαστεί από τον τύπο κατασκευής του σπιτιού μας. Παραδείγματος χάριν, είναι δυσκολότερο για τα ραδιοκύματα να διαπεράσουν το σκυρόδεμα από τον τοίχο του σπιτιού και όσο περισσότεροι τοίχοι χωρίζουν τους υπολογιστές μας, τόσο πιο αργό είναι το δίκτυο μας.

## **Ραδιοκύματα RF**

Μέχρι σήμερα στα Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (Wireless Local Area Networks - WLANs) για την επικοινωνία των φορητών τερματικών με το υπολογιστικό σύστημα που "τρέχει" την εφαρμογή, γίνεται χρήση των παρακάτω τεχνολογιών μετάδοσης ραδιοκυμάτων (RFDC):

- Narrow Band (NB) στα 450 MHz
- Spread Spectrum στα 900 MHz
- Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) στα 2.4 GHz
- Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) στα 2.4 GHz
- Infrared

Η κάθε μία από τις παραπάνω τεχνολογίες έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε ό,τι αφορά την ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων, μέγιστη απόσταση και ασφάλεια κάλυψης ασύρματης επικοινωνίας. Οι διαφορές μεταξύ των διαφόρων RFDC συστημάτων είναι πάρα πολλές και γι' αυτό θα γίνει αναφορά μόνο στις πιο ουσιαστικές. Συγκεκριμένα, καθώς η συχνότητα αυξάνεται, αυξάνει και η ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων αλλά η ισχύς (και κατά συνέπεια η κάλυψη) μειώνεται, και σε πολλές περιπτώσεις αυξάνεται το συνολικό κόστος του εξοπλισμού. Κάθε μία από αυτές ή ο συνδυασμός τους αποτελεί βέλτιστη λύση ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής. Από τις παραπάνω τεχνολογίες τρεις μόνο είναι ευρύτερα διαδεδομένες: narrow band (450-470 MHz), spread spectrum (902-928 MHz) και spread spectrum (2.4-2.5 GHz).

Αν και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον τελευταία έχει εστιαστεί στα spread spectrum συστήματα, οι αναλυτές υπολογίζουν ότι το 50% των νέων εφαρμογών γίνονται με narrow band συστήματα. Γιατί; Γιατί το narrow band καλύπτει ακόμη με επιτυχία πολλές εφαρμογές.

### **Narrow Band (450-470 MHz)**

Τα συστήματα αυτά έχουν τη μεγαλύτερη εμβέλεια (περίπου 300 έως 1.500 μέτρα), τη μεγαλύτερη ισχύ (2 Watt) και τη μικρότερη ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων (48-96 Kbps). Συνολικά το κόστος του συστήματος είναι συνήθως χαμηλότερο σε σχέση με άλλα RFDC συστήματα, γιατί τα επιμέρους εξαρτήματα είναι φθηνότερα και απαιτούνται λιγότερες κεραίες (base stations ή radio frequency units). Απαιτείται όμως άδεια χρήσης της συχνότητας από την αρμόδια κρατική αρχή για να εξασφαλιστεί ότι δεν λειτουργεί άλλο σύστημα με την ίδια συχνότητα στην περιοχή.

### **Spread Spectrum (902-928 MHz)**

Τα συστήματα αυτά έχουν ενδιάμεση εμβέλεια (περίπου 150 έως 300 μέτρα), μέση ισχύ (0.25 έως 1 Watt) και μεγαλύτερες ταχύτητες ανταλλαγής δεδομένων (60-600 Kbps). Η ζώνη αυτή μοιράζεται και από άλλες ασύρματες συσκευές και έτσι υπάρχει το ενδεχόμενο παρεμβολών. Οι συχνότητες αυτές είναι διαθέσιμες μόνο στη Βόρειο Αμερική και την Αυστραλία.

### **Spread Spectrum (2.4-2.5 GHz)**

Αυτά αποτελούν τα νεότερα RFDC συστήματα, σχεδιασμένα να προσφέρουν δυνατότητες χρήσης σε εγκαταστάσεις και στη Βόρειο Αμερική και στον υπόλοιπο κόσμο. Έχουν τη



μικρότερη εμβέλεια από όλα τα ασύρματα συστήματα (περίπου 75 έως 250 μέτρα), τη μικρότερη ισχύ (0.1 Watt) και τις μεγαλύτερες ταχύτητες ανταλλαγής δεδομένων (500 Kbps έως 2Mbps). Δεν χρειάζονται άδεια χρήσης και οι συχνότητες είναι ή θα είναι διαθέσιμες στις περισσότερες χώρες.

Υπάρχει (και θα συνεχίσει να υπάρχει) αντιπαράθεση σε ότι αφορά τα πλεονεκτήματα του narrow band σε αντίθεση με το spread spectrum. Οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν και τις δύο λύσεις για τον απλούστατο λόγο ότι και οι δύο έχουν πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Με άλλα λόγια, καμία τεχνολογία δεν αποτελεί την «τέλεια» λύση για όλες τις εφαρμογές. Όμως, η μεγαλύτερη αντιπαράθεση σήμερα αφορά τις δύο διαφορετικές τεχνικές του spread spectrum:

- Frequency hopping
- Direct sequence

Μέχρι πρόσφατα, τα τεχνικά εμπόδια περιόριζαν τις λύσεις με ασύρματα δίκτυα στα 900MHz ή 2.4 GHz, αν και από το 1985 είχε εγκριθεί και η ζώνη των 5.8 GHz για βιομηχανική και επιστημονική χρήση. Οι χρήστες λοιπόν είχαν τη δυνατότητα μεταφοράς μικρών αρχείων ή τη διεκπεραίωση απλών ανταλλαγών δεδομένων. Πέρα από αυτό όμως οτιδήποτε άλλο δημιουργούσε προβλήματα στην επικοινωνία. Επιπλέον, η χαμηλή ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων που υποστηρίζουν αυτές οι τεχνολογίες κάνουν τα ασύρματα αυτά δίκτυα ακατάλληλα για μετάδοση φωνής, εικόνας και τηλεσυνδιασκέψεων. Έτσι, για τα ασύρματα δίκτυα, αν και προσέφεραν μεγαλύτερη ευελιξία από τα καλωδιωμένα, η αγορά παρέμενε περιορισμένη.

Η κατάσταση άρχισε να αλλάζει πριν περίπου δύο χρόνια, όταν εμφανίστηκαν τα πρώτα δίκτυα στα 5.8 GHz. Σήμερα έχουν διατεθεί τρεις ζώνες εύρους 100 MHz η καθεμία στο φάσμα των 5 GHz (5.2 GHz, 5.3 GHz και 5.775 GHz) για την ανάπτυξη υψηλής ταχύτητας ασύρματων τοπικών δικτύων. Λύσεις ασύρματων δικτύων που βασίζονται σε αυτές τις υψηλότερες συχνότητες διαφέρουν σημαντικά από αυτά που βασίζονται σε χαμηλότερες συχνότητες.

Οι λύσεις αυτές έρχονται τώρα να καταρρίψουν αποδεκτές παραδοχές που αφορούν τις δυνατότητες ενός ασύρματου δικτύου και να φτάσουν αυτές των καλωδιωμένων δικτύων. Μία σημαντική διαφορά είναι το διαθέσιμο εύρος της ζώνης μεταξύ των δυο λύσεων. Στα 5 GHz υπάρχουν διαθέσιμες τρεις ζώνες των 100-MHz, ενώ στα 2.4 GHz υπάρχει μια ζώνη των 83-GHz. Ένα ασύρματο δίκτυο με εύρος ζώνης 100- MHz μπορεί να μεταφέρει δεδομένα με μεγαλύτερη ταχύτητα από ένα με εύρος ζώνης 83- MHz και σαν συνέπεια μπορεί να υποστηρίξει απαιτητικές εφαρμογές, όπως τηλεσυνδιάσκεψη και εικόνα.

Μια άλλη σημαντική διαφορά μεταξύ των χαμηλής ταχύτητας και υψηλής ταχύτητας λύσεων είναι και οι παρεμβολές. Στις χαμηλές συχνότητες το εύρος ζώνης είναι συνωστισμένο με ανταγωνιζόμενες συχνότητες από πολλές και διαφορετικές συσκευές, όπως ασύρματα τηλέφωνα στα 900 MHz, φούρνοι μικροκυμάτων στα 2.4 GHz. Για την αποφυγή τέτοιων παρεμβολών στις χαμηλές συχνότητες, το FCC όρισε τεχνικές διαμόρφωσης spread spectrum. Ωστόσο, το FCC δεν προσδιόρισε ποια τεχνική να χρησιμοποιηθεί: frequency-hopping (FHSS) ή direct-sequence (DSSS). Οι δύο τεχνικές δημιουργούν παρεμβολές μεταξύ τους, ενώ ασύρματες συσκευές που κάνουν χρήση αυτών των τεχνικών δεν είναι συμβατές σε ότι αφορά τη μετάδοση των ραδιοκυμάτων, αλλά μόνο σε ότι αφορά την καλωδιακή υποδομή, δημιουργώντας έτσι ένα περιβάλλον όπου είναι δύσκολο να συνυπάρχουν προϊόντα διαφορετικών κατασκευαστών.

Τέλος, η διαμόρφωση spread-spectrum είναι ακριβή και έτσι δεν αποτελεί αποδεκτή και μακροχρόνια λύση στο πρόβλημα των παρεμβολών. Γενικά, τα υψηλής ταχύτητας ασύρματα τοπικά δίκτυα είναι λιγότερο ευπαθή σε παρεμβολές, επειδή ακριβώς δεν υπάρχουν -είτε φυσικές είτε τεχνητές- πηγές συχνοτήτων στην 5-GHz περιοχή. Επιπλέον, δεν υπάρχουν προβλήματα παρεμβολών από ασύμβατες τεχνικές διαμόρφωσης. Η δυνατότητα διαπέρασης εμποδίων (π.χ. τοίχοι, χωρίσματα κλπ.), αποτελεί άλλη μία ουσιαστική διαφορά μεταξύ χαμηλών και υψηλών συχνοτήτων. Όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα, τόσο μικρότερη είναι η ικανότητα του σήματος να διαπερνά φυσικά εμπόδια.

Για το λόγο αυτό συχνότητες κάτω από τα 900 MHz γενικά προσφέρουν πολύ καλλίτερη κάλυψη, επειδή έχουν τη δυνατότητα να διαπερνούν τοίχους και άλλα φυσικά εμπόδια. Σε έναν τυπικό χώρο γραφείων, συχνότητες μεγαλύτερες των 900 MHz έχουν μικρότερη δυνατότητα να διαπερνούν εμπόδια και έτσι προσφέρουν κάλυψη σε χώρο ακτίνας 15 έως 250 μέτρων.

Δεδομένων των ουσιαστικών διαφορών μεταξύ των διαφορετικών τεχνικών, γίνεται σαφές ότι η καθεμία είναι κατάλληλη για διαφορετικές εφαρμογές. Ασύρματα δίκτυα χαμηλής συχνότητας είναι κατάλληλα για εφαρμογές όπως ανταλλαγή αρχείων ASCII και e-mail με κείμενο. Στο σημερινό επιχειρησιακό περιβάλλον, όπου τα δίκτυα *10BaseT Ethernet* αποτελούν πραγματικότητα, τα υψηλής ταχύτητας ασύρματα τοπικά δίκτυα στα 5GHz, αναφαίνονται ως η επιλογή.

### **Το Πρότυπο IEEE 802.11 των RF**

Το πιο πολυσυζητημένο θέμα στο RFDC φαίνεται πως είναι η ανάπτυξη των προτύπων. Αν και το θέμα αυτό αποτελεί ένα μεγάλο βήμα μπροστά, δεν είναι πανάκεια όπως πολλοί θέλουν να πιστεύουν. Υπάρχουν δύο δραστηριότητες σε εξέλιξη, η Wireless LAN Interoperability Forum (WLIF) και η IEEE 802.11, τις οποίες και θα δούμε στη συνέχεια.

Καθοριστικός είναι και ο ρόλος του προτύπου IEEE 802.11 που έχει αναπτύξει το Institute of Electrical and Electronics Engineers. Το πρότυπο αυτό αναπτύχθηκε για να ορίσει τα κριτήρια για σταθερές, φορητές και κινητές επικοινωνίες μέσα σε ένα WLAN. Το πρότυπο αυτό ορίζει τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ ασύρματων συσκευών σε επίπεδο συχνοτήτων δηλαδή το physical (PHY) layer και επιπλέον προσδιορίζει το πρωτόκολλο επικοινωνίας Media Access Control (MAC) layer. Το πρότυπο αυτό, που υιοθετήθηκε στις 26 Ιουνίου 1997, εν κατακλείδι, επιτρέπει την επικοινωνία ασύρματων συσκευών, που συμμορφώνονται με αυτό, να επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό όμως που έχει ενδιαφέρον είναι ότι η επικοινωνία θα είναι εφικτή μεταξύ ασύρματων συσκευών ανεξάρτητα από κατασκευαστή.

Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι το IEEE 802.11 καλύπτει τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις στο spread spectrum: 2.4 GHz frequency hopping, 2.4 GHz direct sequence και infrared. Δεν καλύπτει το spread spectrum στα 900 MHz και τα Narrow Band συστήματα. Υπάρχουν και κάποια άλλα θέματα τα οποία δεν καλύπτει. Το infrared είναι πιο διαδεδομένο στην Ευρώπη κυρίως εξαιτίας των κανονισμών που επιβάλλονται για τη χρήση συχνοτήτων στα διάφορα κράτη.

Το πρότυπο IEEE 802.11 αναφέρεται μόνον στο Media Access Control (MAC) layer του OSI μοντέλου. Με άλλα λόγια, αν και οι πομποδέκτες (radios) προσφέρουν τη δυνατότητα συνεργασίας, δεν σημαίνει ότι μπορούν να «μιλάνε» και μεταξύ τους.

Σκεφθείτε τα πρωτόκολλα του προτύπου IEEE 802.11 σαν κάποιο Ethernet πρότυπο, όπως το IEEE 802.3. Με άλλα λόγια μπορούμε να συνδέσουμε υπολογιστές που «τρέχουν» UNIX, Macintosh και Windows λειτουργικά συστήματα, στο ίδιο δίκτυο, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι θα έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους, εκτός εάν τρέχει στον host κατάλληλο λογισμικό και μετατροπείς πρωτοκόλλων. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για τα RFDC συστήματα.

Επίσης, το IEEE 802.11 δεν αναφέρεται στην ενδοεπικοινωνία μεταξύ των Access Points (κεραίες) - κάτι αντίστοιχο με την περιαγωγή (roaming) στην κινητή τηλεφωνία. Αν για την πλήρη κάλυψη μίας περιοχής απαιτείται περισσότερο από ένα access point (πράγμα σίγουρο, δεδομένης της μικρότερης εμβέλειας των 2.4 GHz συστημάτων), τότε όλα αυτά πρέπει να προέρχονται από τον ίδιο κατασκευαστή. Αν δεν είναι από τον ίδιο κατασκευαστή, τότε το φορητό τερματικό θα χάσει τη σύνδεσή του καθώς θα κινηθεί από το Access Point A στο Access Point B. Και πάλι, οι πομποδέκτες μπορεί να συνεργάζονται αλλά τα διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας στα τερματικά δεν επιτρέπουν τη συνεργασία μεταξύ των συσκευών.

### **Wireless LAN Interoperability Forum(WLIF)**

Η ομάδα αυτή υποστηρίζεται από την Proxim, μια από τις πρωτοπόρες κατασκευάστριες εταιρείες πομποδεκτών (radios). Ο σκοπός του WLIF είναι να εξασφαλίζει τη συνεργασία μεταξύ συσκευών που χρησιμοποιούν τους πομποδέκτες της Proxim.

Το ίδιο, αλλά με μικρότερη επιτυχία, έχουν κάνει ή προσπαθούν να κάνουν και άλλοι κατασκευαστές του χώρου. Πράγματι, από τότε που οι κατασκευαστές άρχισαν να τυποποιούν τη σχεδίαση των πομποδεκτών τους και προσαρμόζοντάς τις σε μεγέθη PC cards (ISA και PCMCIA) πολύ κατασκευαστές έχουν εκμεταλλευτεί το γεγονός και σχεδιάζουν πλέον τα τερματικά τους, ώστε να επιδέχονται αναβαθμίσεις πομποδεκτών με ευκολία. Αυτό σημαίνει ότι χρήστες συστημάτων WLIF μπορούν να αντικαταστήσουν τους πομποδέκτες τους με τέτοιους που είναι συμβατοί με το IEEE 802.11.

Μολονότι αυτό συνεπάγεται κάποιον κόστος επένδυσης, αυτό θα είναι πολύ μικρότερο σε σύγκριση με αυτό της αντικατάστασης ολόκληρου του τερματικού ή του συμβιβασμού με ένα σύστημα που έχει περιορισμένες δυνατότητες επέκτασης και αναβάθμισης. Η καθιέρωση προϊόντων που συνεργάζονται μεταξύ τους (=interoperable) αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την αποδοχή της WLAN τεχνολογίας από περισσότερες οριζόντιες αγορές.

Σήμερα, τα WLANs εξυπηρετούν αρκετές κάθετες αγορές, όπως reatail, warehousing, distribution, υγεία, εκπαίδευση. Οι κάθετες αυτές αγορές έχουν συγκεκριμένες ανάγκες για την ευελιξία και κινητικότητα που προσφέρουν οι LAN τεχνολογίες. Δυνητικοί χρήστες σε ολόκληρη την αγορά, ανησυχούν, αν το σύστημα της επιλογής τους θα υποστηρίζεται από την υπόλοιπη αγορά. Αυτοί οι χρήστες θέλουν η δυνατότητα συνεργασίας των συσκευών να λειτουργήσει ως εμπόδιο στην επιλογή «λάθους» εξοπλισμού.

Η δυνατότητα συνεργασίας των ασύρματων συσκευών θα βοηθήσει και στη μείωση των τιμών των WLAN συστημάτων. Η διαθεσιμότητα συσκευών με ίδια χαρακτηριστικά και επιδόσεις από διαφορετικούς κατασκευαστές θα οδηγήσει σε σκληρό ανταγωνισμό. Αυτό θα οδηγήσει στη μείωση των περιθωρίων κέρδους, το οποίο με τη σειρά του θα οδηγήσει τους κατασκευαστές να διαφοροποιηθούν από τους ανταγωνιστές τους. Για να μπορέσουν οι κατασκευάστριες εταιρείες να ανταγωνιστούν αποδοτικά στην αγορά των ασύρματων τοπικών δικτύων, θα πρέπει να εστιάσουν τις κινήσεις τους στον πελάτη, προσφέροντάς του τα χαρακτηριστικά και τις υπηρεσίες που επιθυμεί.

### **Ασύρματα Πρωτόκολλα**

Προς το παρόν υπάρχουν δύο ασύρματα πρωτόκολλα. Το HomeRF είναι λιγότερο ακριβό από τα δύο και μπορεί να μεταφέρει τα δεδομένα με ταχύτητα μέχρι και 1,6 Mbps, επιτρέποντας στους υπολογιστές να είναι μέχρι 50 μ (150 FT) χώρια. Το HomeRF παρέχει την επαρκή απόδοση για τους περισσότερους στόχους δικτύωσης αλλά είναι μικρής ισχύος όταν διαχειρίζεται τον ακατέργαστο ήχο του CD μέσω ενός δικτύου ή τη ροή οποιουδήποτε τηλεοπτικού περιεχομένου. Ευτυχώς μια έκδοση 10 Mbps HomeRF είναι τώρα διαθέσιμη και αξιόπιστη.

Το πρωτόκολλο 802.11b (WI-FI) κερδίζει στη δημοτικότητα και την υποστήριξη καθώς οι τιμές συνεχώς μειώνονται αν και είναι ακόμα μια ακριβή επιλογή για το σπίτι. Το WI-FI απαιτεί περισσότερο εξοπλισμό από το HomeRF γεγονός που συμβάλλει αποφασιστικά στο κόστος. Εντούτοις, με ταχύτητες μεταφοράς των δεδομένων σε 11 Mbps μέχρι 500m (1600 πόδια) μεταξύ των συσκευών είναι αρκετά ισχυρό για το ψηφιακό βίντεο πλήρους-κινήσεων. Υποστηρίζει επίσης άλλες συσκευές υπολογισμού όπως PDA.

Για το οικιακό δίκτυο με Macs, το WI-FI είναι μια καλή επιλογή επειδή τα πρόσφατα πρότυπα των μοντέλων Apple μπορούν να εγκατασταθούν με μια κάρτα, μια ανέξοδη επιλογή που χρησιμοποιεί τα πρότυπα 802.11b. Το WI-FI υιοθετείται επίσης για την ασύρματη συνδετικότητα στις δημόσιες θέσεις, τις πανεπιστημιούπολεις και τον εργασιακό χώρο, χρησιμοποιώντας τον ίδιο προσαρμοστή δικτύων που κάποιος θα χρησιμοποιούσε στο σπίτι. Οι φούρνοι μικροκυμάτων και τα φορητά τηλέφωνα 2.4GHz είναι μια πιθανή πηγή παρέμβασης με τα δίκτυα 802.11b αν και συχνά τα προβλήματα μπορούν να καθοριστούν με την κίνηση των συσκευών.

### **Διεπαφή**

Οι ασύρματοι προσαρμογείς βρίσκονται με διάφορες μορφές συμπεριλαμβανομένου USB, παραλλήλων θυρών , ISA, PCI και καρτών υπολογιστών . Η εξωτερική παράλληλη θύρα και οι προσαρμογείς USB έχουν ενσωματώσει τις ραδιοκεραίες και συνδέονται στον υπολογιστή μας. Οι εσωτερικές κάρτες δικτύων συνδέουν τις κεραίες άμεσα με τον υπολογιστή . Οι προσαρμογείς καρτών PC με τις συνημμένες κεραίες είναι διαθέσιμοι και για τα lap-top.

### **Σημεία Πρόσβασης**

Ένα σημείο πρόσβασης είναι μια συσκευή αποστολής σημάτων ή ένας δέκτης που μπορούν να συνδέσουν ένα δίκτυο 802.11b με το ενσύρματο τοπικό LAN. Τα σημεία πρόσβασης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να αυξήσουν τη σειρά που αναμεταδίδει ένα σήμα από ένα ασύρματο δίκτυο στο επόμενο. Το μέσο σπίτι πρέπει να είναι αρκετά μικρό για να επιτευχθεί χωρίς σημεία πρόσβασης που συνδέονται περισσότερο με την πανεπιστημιούπολη ή τις εταιρικές τοποθετήσεις με μια ετικέτα τιμών μεταξύ \$300-1000.

### **Απόδοση**

Δεδομένου ότι πολυάριθμοι παράγοντες επηρεάζουν την ασύρματη μετάδοση είναι πολύ σπάνιο να πλησιάσουμε τις μέγιστες ταχύτητες δικτύωσης που καθορίζονται από τα διάφορα ασύρματα πρωτόκολλα. Η μεταφορά δεδομένων μπορεί να ποικίλει μεταξύ 30-60% του δηλωμένου μεγίστου ανάλογα με τη διεπαφή των προσαρμογέων, την απόσταση μεταξύ των υπολογιστών και των εμποδίων . Το HomeRF είναι πιο αργό από ethernet, συνήθως κάτω από 1 Mbps. Τα WI-FI ασύρματα LANs διαβιβάζουν δεδομένα σε ένα εύρος 3,5 έως 4,5 Mbps.

### **Τιμή**

Η ασύρματη δικτύωση προσφέρει τη μέγιστη ευελιξία και κινητικότητα, αλλά σε μια ορισμένη τιμή. Οι εξαρτήσεις ποικίλλουν στο κόστος ανάλογα με τη διεπαφή και το πρωτόκολλο που επιλέγουμε. Οι λιγότερες ακριβές εξαρτήσεις (2 προσαρμογείς) είναι βασισμένες σε HomeRF με τιμές από \$150-300. Οι τιμές των εξαρτήσεων WI-FI είναι κατά \$300 ακριβότερες.

### **Διαλειτουργικότητα**

Ο πολλαπλασιασμός των ασύρματων προτύπων σημαίνει ότι η διαλειτουργικότητα είναι ένα μεγάλο ζήτημα. Θεωρητικά, τα προϊόντα από τους διαφορετικούς κατασκευαστές που εμμένουν στο ίδιο πρωτόκολλο και επιδεικνύουν το λογότυπο του ενός όπως οι οργανισμοί (όπως HomeRF ή WiFi) πρέπει να λειτουργήσουν μαζί, αλλά εκεί εμφανίζεται η δισλειτουργικότητα. Αν και οι διάφοροι οργανισμοί προσπαθούν να κάνουν το διαφορετικό ασύρματο συμβατό σύστημα προτύπων, πρέπει να αποφεύγουμε τα προϊόντα που χρησιμοποιούν τα διαφορετικά πρωτόκολλα.

### **Υβριδικά Δίκτυα**

Εάν έχουμε τη δυνατότητα χρήσης μαζί τόσο υπολογιστών Mac όσο και συμβατά PC , η επιλογή ενός ασύρματου δικτύου μπορεί να είναι λίγο πιο προκλητική. Οι εξαρτήσεις ηλεκτροφόρων καλωδίων δεν υποστηρίζουν τα Macs, όπως μερικά προϊόντα HomePNA. Ανάλογα με τον τύπο του Mac που διαθέτουμε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους προσαρμογείς PCI, USB ή Ethernet στους προσαρμογείς της τηλεφωνικής γραμμής για να δημιουργήσουμε ένα δίκτυο τηλεφωνικών γραμμών μέσου του Mac που διαθέτουμε.

Τα πραγματικά ασύρματα δίκτυα υποστηρίζουν επίσης τα δίκτυα διαγώνιων-πλατφορμών, αλλά τα περισσότερα προϊόντα είναι για μια πλατφόρμα μόνο. Παραδείγματος χάριν, τα προϊόντα της Apple είναι μόνο για Macs , και η πλειοψηφία των ασύρματων

εξαρτήσεων εγχώριων δικτύων είναι μόνο για συμβατά PC. Υπάρχουν μερικές εξαρτήσεις που λειτουργούν με τα συμβατά PC και Linux. Προς το παρόν κανένας κατασκευαστής δεν κατασκευάζει ένα προϊόν PCI ή USB που θα υποστηρίξει και τη MAC και το PC, αλλά η 3Com έχει δηλώσει ότι προγραμματίζει να προσθέσει την υποστήριξη στη MAC στα ασύρματα προϊόντα της στο μέλλον.

## **BLUETOOTH**

Bluetooth είναι το όνομα που δόθηκε σε ένα νέο πρότυπο το οποίο χρησιμοποιεί ραδιοζεύξεις μικρής εμβέλειας και πρόκειται να αντικαταστήσει τις καλωδιακές συνδέσεις μεταξύ των κινητών και των σταθερών ηλεκτρονικών συσκευών. Το πρότυπο αυτό, καθορίζει μια ομοιόμορφη δομή για ένα μεγάλο εύρος συσκευών, ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους με ελάχιστη προσπάθεια από το χρήστη. Οι κυριότερες ιδιότητές του είναι η ευρωστία, η μικρή πολυπλοκότητα, η χαμηλή ισχύς και το χαμηλό κόστος.

Η άμεση ανάγκη για Bluetooth όπως αναφέρεται νωρίτερα προήλθε από την επιθυμία να συνδεθούν οι περιφερειακές μονάδες και οι συσκευές χωρίς τα καλώδια. Η διαθέσιμη τεχνολογία - IRDA OBEX είναι βασισμένη στις υπέρυθρες συνδέσεις που είναι περιορισμένες στο LOS. Το Bluetooth τροφοδοτείται περαιτέρω από την ζήτηση για την κινητή και ασύρματη πρόσβαση σε LANs, το διαδίκτυο πάνω από κινητά και τα άλλα υπάρχοντα δίκτυα, όπου η υποδομή συνδέεται με καλώδιο αλλά τα διασυνδεδεμένα μέρη είναι ελεύθερα να κινούνται. Αυτό όχι μόνο καθιστά το δίκτυο ευκολότερο να χρησιμοποιηθεί, αλλά και επεκτείνει την προσιτότητά του. Τα πλεονεκτήματα και ο γρήγορος πολλαπλασιασμός των LANs έχουν ως αποτέλεσμα ότι η δημιουργία προσωπικών δικτύων περιοχής (**PANs**), δηλαδή συνδέσεις μεταξύ των συσκευών στην εγγύτητα του χρήστη, θα έχει πολλές ευεργετικές χρήσεις. Το Bluetooth θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί στις οικιακές δικτυακές εφαρμογές. Με τους αυξανόμενους αριθμούς σπιτιών που κατέχουν πολλαπλά PCs, η ανάγκη για τα δίκτυα που είναι απλά να εγκατασταθούν και να διατηρηθούν, διευρύνεται. Υπάρχει επίσης η εμπορική ανάγκη να παρασχεθούν οι δυνατότητες κάλυψης "προώθησης πληροφοριών", η οποία είναι σημαντική για τα *handhelds* και άλλες τέτοιες κινητές συσκευές και αυτό έχει ενσωματωθεί μερικώς στο Bluetooth. Η βασική δύναμη του Bluetooth είναι η δυνατότητά του να χειριστεί ταυτόχρονα και τα δεδομένα και τη μεταφορά φωνής, που επιτρέπουν καινοτόμες λύσεις όπως μια κινητή με ελεύθερα χέρια κάσκα για τις κλήσεις φωνής, δυνατότητα αποστολής φαξ, αυτόματος συγχρονισμός PDA και κινητού υπολογιστή και εφαρμογές βιβλίων τηλεφωνικών διευθύνσεων. Αυτές οι χρήσεις προτείνουν ότι μια τεχνολογία όπως το Bluetooth είναι εξαιρετικά χρήσιμη και θα έχει μια σημαντική επίδραση στον τρόπο που οι πληροφορίες προσεγγίζονται και χρησιμοποιούνται.

## **Εφαρμογές**

Λόγω της εξαιρετικής χρησιμότητας του Bluetooth, οι διάφοροι κατασκευαστές έχουν αρχίσει να προτείνουν εμπορικές εφαρμογές, οι ενδεικτικότερες από τις οποίες αναφέρονται στη συνέχεια:

- *Αυτόματος Συγχρονιστής*

Διαφανής σύνδεση μεταξύ του κινητού υπολογιστή, του PDA και του κινητού τηλεφώνου του χρήστη, η οποία θα δίνει τη δυνατότητα στις εφαρμογές να ενημερώνονται αυτόματα και να συγχρονίζουν τα προγράμματα και τα άλλα δεδομένα όταν πραγματοποιούνται αλλαγές σε κάποια από τις συσκευές.

- *Ασύρματες Συσκευές Χειρός*

Αυτές οι εφαρμογές θα δίνουν τη δυνατότητα πρόσβασης στις κινητές συσκευές του χρήστη, ακόμα κι αν αυτές βρίσκονται στην τσέπη του.

- *Τριπλή Χρήση Τηλεφωνικής Συσκευής*

Μια απλή συσκευή χειρός θα μπορεί να λειτουργεί σαν ενδοεπικοινωνία στο γραφείο (χωρίς χρέωση), σαν σταθερό τηλέφωνο PSTN, όταν υπάρχει αντίστοιχο σημείο πρόσβασης, και σαν κινητή συσκευή σε κάθε άλλη περίπτωση.

### Επίπεδο Ραδιοζεύξεων

Το επίπεδο αυτό δημιουργεί τις φυσικές συνδέσεις μεταξύ των συσκευών. Οι συνδέσεις αυτές λειτουργούν στη μπάντα ISM (2.4 GHz) και χρησιμοποιούν τεχνολογία FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) με 1600 hops/sec. Η επιλογή αυτής της τεχνολογίας έγινε γιατί σε αυτή την ελεύθερη μπάντα θα λειτουργούν πολλά διαφορετικά συστήματα και θα πρέπει με κάποιο τρόπο να προστατεύονται οι επικοινωνίες από παρεμβολές. Επιπλέον, η διαμόρφωση είναι GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying).

#### Επίπεδο Baseband

Το επίπεδο αυτό ουσιαστικά ελέγχει το επίπεδο ραδιοζεύξεων. Συγκεκριμένα, καθορίζει την ακολουθία των αλμάτων της συχνότητας (FH), πραγματοποιεί κρυπτογράφηση κατώτερου επιπέδου για ασφάλεια των ζεύξεων και διαχειρίζεται τα πακέτα δεδομένων όσον αφορά τον έλεγχο σφαλμάτων και την επαναμετάδοση. Επίσης, στο επίπεδο αυτό πραγματοποιούνται οι συνδέσεις και οι έλεγχοι των διευθύνσεων των γειτονικών συσκευών που αναφέρεται στην εγκατάσταση συνδέσεων. Επιπρόσθετα, υποστηρίζονται δύο ειδών υπηρεσίες:

- Υπηρεσίες με Σύνδεση (SCO):

Χρησιμοποιούνται για σύγχρονα δεδομένα όπως φωνή.

-Υπηρεσίες χωρίς Σύνδεση (ACL):

Χρησιμοποιούνται για εφαρμογές μεταφοράς δεδομένων που δεν απαιτούν σύγχρονες ζεύξεις.

#### LMP (Link Manager Protocol)

Οι βασικότερες λειτουργίες του LMP κατατάσσονται ως εξής:

1. Διαχείριση των Piconets
2. Διαμόρφωση των Ζεύξεων
3. Λειτουργίες Ασφάλειας

Το *piconet* είναι ένα σύνολο συσκευών που συνδέονται σε ένα κοινό κανάλι και το οποίο αναγνωρίζεται από μια μοναδική ακολουθία αλμάτων στη συχνότητα. Η ακολουθία αυτή καθορίζεται από το εσωτερικό ρολόι του κόμβου που εκκίνησε τη δημιουργία του *piconet* (διαδικασία που θα αναλύσουμε στη συνέχεια) και αποκαλείται *master*. Με αυτό το *master* μπορούν να είναι συνδεδεμένες μέχρι επτά ενεργές συσκευές και μέχρι 255 συσκευές που θα βρίσκονται σε μια κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης ισχύος που ονομάζεται “parked mode”. Οι κόμβοι εκτός του *master* ονομάζονται *slaves*. Οι συσκευές σε ένα *piconet* επικοινωνούν με τις υπόλοιπες μέσω του *master* χρησιμοποιώντας ζεύξεις SCO και ACL. Η διαχείριση του καναλιού γίνεται από το *master* και συγκεκριμένα χρησιμοποιείται σχήμα TDMA/TDD (Time Division Multiple Access / Time Division Duplex), όπου ο κάθε *slave* επικοινωνεί σε εναλλασσόμενες χρονοθυρίδες με το *master*, μόνο όταν του δίνει το δικαίωμα ο δεύτερος. Το συγκεκριμένο σύστημα μετάδοσης αναφέρεται και ως *polling*.

Για την επικοινωνία δύο οποιωνδήποτε συσκευών απαιτείται η δημιουργία ενός *piconet*. Τα *piconets* εγκαθίστανται δυναμικά και αυτόματα καθώς οι συσκευές Bluetooth εισέρχονται ή εξέρχονται από την κοινή περιοχή κάλυψης. Με βάση το παραπάνω σκεπτικό, κάποιες συσκευές μπορούν να ανήκουν ταυτόχρονα σε περισσότερα *piconets* οπότε έχουμε τη δημιουργία των λεγόμενων *scatternets*. Βέβαια, οι κόμβοι μπορούν να είναι *slaves* σε πολλά *piconets*, αλλά *master* μόνο σε ένα.

Ο LMP δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης και αποσύνδεσης των *slaves*, εναλλαγής των ρόλων μεταξύ ενός *master* και ενός *slave* και εγκατάστασης SCO και ACL ζεύξεων. Επίσης, χειρίζεται τις καταστάσεις εξοικονόμησης ενέργειας - “hold”, “sniff”, “park” – που μπορούν να περιέλθουν οι συσκευές όταν δεν έχουν δεδομένα προς αποστολή.

Τα ζητήματα διαμόρφωσης ζεύξεων περιλαμβάνουν τον καθορισμό των παραμέτρων της ζεύξης και θέματα QoS και ελέγχου ισχύος εκπομπής, αν υποστηρίζονται από τη συσκευή. Επίσης, πραγματοποιείται πιστοποίηση των συνδεδεμένων συσκευών και διαχείριση των απαραίτητων κλειδιών.

### *L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol)*

Αυτό είναι το πρωτόκολλο με το οποίο αλληλεπιδρούν οι περισσότερες εφαρμογές. Οι βασικές λειτουργίες του είναι:

1. **Πολυπλεξία**: Επιτρέπει σε πολλές εφαρμογές να χρησιμοποιούν τη ζεύξη μεταξύ δύο συσκευών ταυτόχρονα.

2. **Τμηματοποίηση και Επανένωση**: Προσαρμόζει το μέγεθος των πακέτων των εφαρμογών σε αυτό που υποστηρίζεται από το επίπεδο *baseband* και αντίστροφα.

3. **QoS**: Ελέγχει αν είναι δυνατή η υποστήριξη από μια ζεύξη των απαιτήσεων σε παραμέτρους QoS (εύρος ζώνης, καθυστέρηση, διασπορά καθυστέρησης) που θέτουν οι ανώτερες εφαρμογές.

Ουσιαστικά το πρωτόκολλο L2CAP παρέχει τις λειτουργίες επιπέδου δικτύου (σύμφωνα με το OSI) στα ανώτερα πρωτόκολλα και τις εφαρμογές.

### **Επίπεδο Εφαρμογών**

Το επίπεδο L2CAP χρησιμοποιείται όπως είδαμε είτε από εφαρμογές είτε από ανώτερα πρωτόκολλα. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα παρακάτω:

- **RFCOMM**

Αποτελεί εξομοιωτή σειριακής θύρας

- **SDP (Service Discovery Protocol)**

Επιτρέπει στις συσκευές να ανακαλύπτουν ποιες υπηρεσίες είναι διαθέσιμες στους γειτονικούς κόμβους

- **TCS (Telephony Control Protocol)**

Περιγράφει τις διαδικασίες ελέγχου και σηματοδότησης για τα κανάλια φωνής.

Υπάρχουν, βέβαια, και άλλα ανώτερα πρωτόκολλα αλλά είναι γνωστά πρωτόκολλα που απλά έχουν εφαρμοστεί πάνω από την τεχνολογία Bluetooth.

### **Εγκατάσταση Συνδέσεων**

Η εγκατάσταση συνδέσεων στο Bluetooth όπως ήδη αναφέραμε, έχει να κάνει με τη δημιουργία *piconets*. Η όλη διαδικασία για τη δημιουργία ενός *piconet* μεταξύ δύο συσκευών – κόμβων μπορεί να περιγραφεί από μια εναλλαγή καταστάσεων στις οποίες περνάνε ακολουθιακά οι κόμβοι. Κατ' αρχήν, κάθε συσκευή έχει ως *default* κατάσταση την κατάσταση **Standby**. Αυτή είναι μια κατάσταση ελάχιστης κατανάλωσης ενέργειας. Οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να μεταπηδήσει ένας κόμβος τότε, είναι οι **Inquiry**, **Inquiry Scan**, **Page**, ή **Page Scan**.

#### ***Inquiry***

Σε αυτή την κατάσταση, η συσκευή προσπαθεί να εντοπίσει άλλες συσκευές που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο, μεταδίδοντας ένα κατάλληλο πακέτο σε συγκεκριμένες συχνότητες. Αν αυτή η διαδικασία γίνεται αυτόματα θα πρέπει να έχει ληφθεί μέριμνα ώστε να αποφευχθεί ο συγχρονισμός και κατ' επέκταση οι συγκρούσεις με τα αντίστοιχα πακέτα μια άλλης συσκευής.

#### ***Inquiry Scan***

Σε αυτή την κατάσταση, οι συσκευές που επιτρέπουν την ανακάλυψη τους από τις υπόλοιπες, εισέρχονται περιοδικά, και μπορούν να ακούσουν για μηνύματα Inquiry στις αντίστοιχες συχνότητες. Οι συσκευές μπορούν να εισέλθουν σε αυτή την κατάσταση από κατάσταση Inquiry ή από την κατάσταση Connected. Αν η είσοδος γίνεται από την τελευταία,

οι ζεύξεις SCO παραμένουν, ενώ οι ACL διακόπτονται. Η παρουσία ζεύξεων SCO μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια της διαδικασίας Inquiry.

### ***Inquiry Response***

Όταν ληφθεί ένα μήνυμα Inquiry, αποστέλλεται πίσω ένα μήνυμα που περιέχει τη διεύθυνση του κόμβου και στοιχεία του χρονισμού του. Τα στοιχεία αυτά αποθηκεύονται από τον κόμβο που εκκίνησε τη διαδικασία και θα χρησιμοποιηθούν όταν απαιτηθεί κάποια σύνδεση μεταξύ αυτών των δύο κόμβων. Μετά το τέλος αυτής της αρχικής διαδικασίας ο κάθε κόμβος έχει πληροφορίες για τις διευθύνσεις των γειτόνων του και όταν απαιτηθεί θα ξεκινήσει τη διαδικασία Page.

### ***Page***

Όπως είπαμε, ένας κόμβος που θα θελήσει να δημιουργήσει μια σύνδεση αναλαμβάνει έτσι το ρόλο του *master* θα περιέλθει στην κατάσταση **Page**. Ο *master*, θα αποστείλει ένα κατάλληλο μήνυμα σε προκαθορισμένες συχνότητες, ζητώντας να επικοινωνήσει με τον συγκεκριμένο κόμβο που επιθυμεί, του οποίου βέβαια γνωρίζει τη διεύθυνση. Η διαδικασία αυτή διαρκεί έως ότου ληφθεί μήνυμα **Page Response**.

### ***Page Scan***

Στην κατάσταση αυτή εισέρχονται περιοδικά οι συσκευές από τις καταστάσεις Standby και Connected. Ο *slave* ακούει στις κατάλληλες συχνότητες για πακέτα Page που φέρουν τη δική του διεύθυνση.

### ***Page Response***

Μετά τη λήψη ενός Page μηνύματος, ο *slave* εισέρχεται σε αυτή την κατάσταση. Σε περίπτωση αποδοχής της αίτησης του *master* για επικοινωνία, ο *slave* θα πρέπει να αποστείλει ένα κατάλληλο μήνυμα αποδοχής ώστε να περάσει και ο *master* στην ίδια κατάσταση. Τότε, ο *master* αποστέλλει ένα πακέτο το οποίο θα περιλαμβάνει πληροφορίες για το χρονισμό του και τη διεύθυνσή του, ώστε να μπορέσει ο *slave* να προσδιορίσει την ακολουθία των αλμάτων στη συχνότητα στην οποία θα πραγματοποιείται από εκείνη τη στιγμή και πέρα η επικοινωνία.

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της όλης διαδικασίας, ουσιαστικά έχει δημιουργηθεί ένα *piconet* μεταξύ του *master* και του *slave* και οι συσκευές περνούν στην κατάσταση Connected, οπότε μπορούν να εγκαταστήσουν τις απαραίτητες για την επικοινωνία ζεύξεις.

## **HIPERLAN/2**

Μέχρι σήμερα, τα ασύρματα δίκτυα είναι περισσότερο ή λιγότερο συνώνυμα με τα κυψελωτά δίκτυα ευρείας περιοχής που βασίζονται σε διαφορετικά πρότυπα, όπως, για παράδειγμα το GSM, το AMPS, κ.τ.λ. Έχουν οριστεί να έχουν ως κύριο στόχο την υποστήριξη φωνής, αν και κάποια προσφέρουν επίσης υπηρεσίες δεδομένων σε πολύ χαμηλή ταχύτητα (~10kbps).

Ασύρματες υπηρεσίες δεδομένων που προσφέρουν την αναγκαία ρυθμαπόδοση ώστε να ικανοποιήσουν τις πραγματικές απαιτήσεις για την πρόσβαση στο εσωτερικό του δικτύου ή στο διαδίκτυο βρίσκονται, μόλις, στο αρχικό στάδιο της αναμενόμενης εξέλιξής τους στην αγορά. Στο περιβάλλον των τοπικών δικτύων (Local Area Network – LAN), τα προϊόντα για τα ασύρματα δίκτυα (Wireless LAN – WLAN), που βασίζονται σε διαφορετικές αποχρώσεις του 802.11, διατίθενται στην αγορά. Ανάλογα με το εφαρμοζόμενο σχήμα μετάδοσης, τα προϊόντα μπορούν να προσφέρουν εύρος ζώνης από 1Mbps έως 11Mbps. Οι τιμές αναμένεται να πέσουν, γεγονός που θα καταστήσει τα ασύρματα τοπικά δίκτυα ολοένα και πιο σοβαρή εναλλακτική λύση στην σταθερή πρόσβαση Ethernet. Στην ευρεία περιοχή, οι υπηρεσίες GPR (General



Packet Radio) θα έχουν την δυνατότητα να αυξήσουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης μέχρι τα 64 kbps, καθιστώντας αυτού του είδους την υπηρεσία συγκρίσιμη με το *dial-in*.

Για να ικανοποιηθούν οι μελλοντικές απαιτήσεις των δικτύων, μία νέα γενιά τεχνολογιών που συνδυάζει ασύρματα τοπικά και κυβελωτά δίκτυα βρίσκεται υπό ανάπτυξη. Αυτές οι απαιτήσεις περιλαμβάνουν υποστήριξη για QoS (ώστε να κατασκευαστούν δίκτυα πολλαπλών υπηρεσιών), ασφάλεια, δυνατότητα μεταβίβασης κατά την κίνηση μεταξύ τοπικής και ευρείας περιοχής, αυξημένη ρυθμαπόδοση για την ανάγκη καλύτερης απόδοσης τόσο για τις υπηρεσίες δεδομένων όσο και για τις εφαρμογές video.

Η παράγραφος αυτή εισάγει τα χαρακτηριστικά στοιχεία της γενιάς της τεχνολογίας των ασύρματων τοπικών δικτύων που ονομάζεται HIPERLAN/2. Το HIPERLAN/2 είναι ένα πρότυπο-προδιαγραφή που αναπτύχθηκε από τον ETSI και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμια κλίμακα. Οι προδιαγραφές του HIPERLAN/2 είναι διαθέσιμες από τις αρχές του 2000.

Τα κινητά τερματικά (Mobile Terminals – MT) επικοινωνούν με τα σημεία πρόσβασης (Access Points – AP) ασύρματα – μέσω του αέρα – όπως ορίζεται από την προδιαγραφή του HIPERLAN/2. Υπάρχει, επίσης, ο απευθείας τρόπος επικοινωνίας μεταξύ δύο συσκευών. Ο χρήστης του κινητού τερματικού μπορεί να κινείται ελεύθερα στο δίκτυο του HIPERLAN/2, το οποίο και θα διασφαλίζει ότι ο χρήστης και το τερματικό θα λαμβάνουν την μέγιστη δυνατή απόδοση μετάδοσης. Ένα κινητό τερματικό, αφού συντελεστεί η σύνδεσή του με το δίκτυο, μπορεί να επικοινωνεί μόνο με ένα σημείο πρόσβασης κάθε φορά. Τα σημεία πρόσβασης είναι υπεύθυνα για την αυτόματη διαμόρφωση του ασύρματου δικτύου, αφού λάβουν υπόψη τους αλλαγές στην τοπολογία, π.χ. δεν υφίσταται ανάγκη για χειρονακτικό προγραμματισμό συχνοτήτων.

Τα χαρακτηριστικά και τα πρωτόκολλα του HIPERLAN/2 δικτύου περιγράφονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στις επόμενες παραγράφους.

### **Χαρακτηριστικά Στοιχεία του HIPERLAN/2**

Τα γενικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας του HIPERLAN/2 είναι τα παρακάτω:

- **Μετάδοση υψηλής ταχύτητας**

Το HIPERLAN/2 έχει έναν πολύ υψηλό ρυθμό μετάδοσης, που στο φυσικό επίπεδο φθάνει τα 54Mbps και στο τρίτο επίπεδο τα 25Mbps. Για να επιτευχθεί αυτό, το HIPERLAN/2 χρησιμοποιεί μία μέθοδο διαμόρφωσης που ονομάζεται ορθογώνια ψηφιακή πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM) για την μετάδοση αναλογικών σημάτων. Η OFDM είναι πολύ αποδοτική σε περιβάλλοντα διασποράς χρόνου, όπως, για παράδειγμα, μέσα σε γραφεία όπου τα μεταδιδόμενα σήματα αντανακλώνται από πολλά σημεία, με αποτέλεσμα να καταλήξουν με διαφορετικούς χρόνους διάδοσης, τελικά, στο σημείο λήψης. Πάνω από το φυσικό επίπεδο, το πρωτόκολλο ελέγχου πρόσβασης του μέσου (Medium Access Control – MAC) είναι στο σύνολό του νέο και εφαρμόζει μία μορφή δυναμικής διμερούς διαίρεσης χρόνου που επιτρέπει την πιο αποδοτική χρησιμοποίηση των ασύρματων πόρων.

- **Υπηρεσίες με σύνδεση**

Σε ένα HIPERLAN/2 δίκτυο, τα δεδομένα μεταδίδονται πάνω στις συνδέσεις μεταξύ του κινητού τερματικού και του σημείου πρόσβασης που έχουν εγκατασταθεί πριν την μετάδοση η οποία χρησιμοποιεί λειτουργίες του επιπέδου ελέγχου που σχετίζονται με την σηματοδότηση. Οι συνδέσεις πολυπλέκονται με διαίρεση χρόνου μέσω της διεπαφής του αέρα. Υπάρχουν δύο τύποι συνδέσεων, σημείο προς σημείο και σημείο προς πολλαπλά σημεία. Οι συνδέσεις σημείο προς σημείο είναι αμφίδρομες ενώ οι συνδέσεις σημείο προς πολλαπλά σημεία είναι μονοκατευθυντικές προς την κατεύθυνση του κινητού τερματικού. Επιπρόσθετα, υπάρχει ένα αφιερωμένο κανάλι ευρειακότητας, μέσω του οποίου, η κίνηση των δεδομένων που εκπέμπονται από το σημείο πρόσβασης φθάνει σε όλα τα τερματικά.

#### • Υποστήριξη QoS

Η φύση του HIPERLAN/2 με τις προσφερόμενες υπηρεσίες με σύνδεση, καθιστούν άμεση την εφαρμογή παραμέτρων για την υποστήριξη του QoS. Σε κάθε σύνδεση μπορεί να ανατεθεί μία συγκεκριμένη τιμή για QoS, για παράδειγμα σε όρους εύρους ζώνης, καθυστέρησης, μεταβλητότητας, ρυθμού σφαλμάτων, κ.τ.λ. Είναι, επίσης, δυνατή η χρήση μίας πιο απλοϊκής προσέγγισης, όπου σε κάθε σύνδεση μπορεί να παραχωρηθεί ένα επίπεδο προτεραιότητας σε σχέση με τις άλλες συνδέσεις.

Αυτή η υποστήριξη του QoS σε συνδυασμό με τον υψηλό ρυθμό μετάδοσης καθιστά πιο εύκολη την ταυτόχρονη εκπομπή πολλών διαφορετικών τύπων ροής πληροφορίας, π.χ. video, φωνή και δεδομένα.

#### • Αυτόματη κατανομή συχνότητων

Σε ένα HIPERLAN/2 δίκτυο, δεν υπάρχει ανάγκη για χειρονακτικό προγραμματισμό των συχνότητων όπως σε κυψελωτά δίκτυα σαν το GSM. Οι σταθμοί βάσης, που στο HIPERLAN/2 ονομάζονται σημεία πρόσβασης, υποστηρίζουν την αυτόματη επιλογή του κατάλληλου καναλιού για μετάδοση μέσα στα όρια της περιοχής κάλυψής τους. Ένα σημείο πρόσβασης ακούει τα γειτονικά σημεία πρόσβασης όπως επίσης και τις υπόλοιπες πηγές σημάτων στον περιβάλλοντα χώρο, και επιλέγει ένα κατάλληλο κανάλι βασιζόμενο τόσο στην πληροφορία για το ποια άλλα κανάλια χρησιμοποιούνται από τους γειτονικούς σταθμούς βάσης, όσο και στην ελαχιστοποίηση των παρεμβολών.

#### • Υποστήριξη ασφάλειας

Το HIPERLAN/2 δίκτυο έχει την δυνατότητα υποστήριξης πιστοποίησης και κρυπτογράφησης. Με την διαδικασία της πιστοποίησης τόσο το σημείο πρόσβασης όσο και το κινητό τερματικό μπορούν να πιστοποιήσουν το ένα το άλλο ώστε να διασφαλίσουν διαπιστευμένη πρόσβαση στο δίκτυο (από την πλευρά του σημείου πρόσβασης) ή να εξασφαλίσουν πρόσβαση σε έναν έγκυρο παροχέα υπηρεσιών του δικτύου (από την πλευρά του κινητού τερματικού). Η πιστοποίηση στηρίζεται στην ύπαρξη μίας βοηθητικής λειτουργίας, όπως μία υπηρεσία καταλόγου που, όμως, είναι έξω από τους σκοπούς του HIPERLAN/2.

Η κίνηση των δεδομένων στις συνδέσεις που έχουν εγκατασταθεί μπορεί να κρυπτογραφηθεί για την προστασία απέναντι, για παράδειγμα, στις περιπτώσεις υποκλοπών.

#### • Υποστήριξη κινητικότητας

Το κινητό τερματικό είναι υπεύθυνο για την αποστολή και την λήψη δεδομένων προς/από το “κοντινότερο” σημείο πρόσβασης, ή πιο σωστά, η συσκευή χρησιμοποιεί το σταθμό βάσης με το καλύτερο δυνατό σήμα όπως μετράται από τον σηματοθορυβικό λόγο. Επομένως, καθώς ο χρήστης και το κινητό τερματικό μετακινούνται, η συσκευή μπορεί να ανιχνεύσει ότι υπάρχει ένα εναλλακτικό σημείο πρόσβασης με καλύτερη απόδοση στη μετάδοση από ότι το σημείο πρόσβασης με το οποίο είναι μέχρι εκείνη την στιγμή συνδεδεμένη. Στην συνέχεια, το κινητό τερματικό θα προχωρήσει στην μεταβίβαση της ευθύνης της κλήσης του στο νέο

### **HIPERLAN/2 και Οικιακό δίκτυο**

Άλλο ένα παράδειγμα του HIPERLAN/2 είναι η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας σε ένα οικιακό περιβάλλον με σκοπό την δημιουργία μίας σταθερής δομής για τις οικιακές συσκευές (PC, VCR, κάμερες, εκτυπωτές κ.α). Η υψηλή ρυθμαπόδοση και τα στοιχεία QoS του HIPERLAN/2 μπορούν να υποστηρίξουν την μετάδοση ροών video σε σύνδεση με εφαρμογές

*datacom*. Το σημείο πρόσβασης μπορεί, σε αυτή την περίπτωση, να περιλαμβάνει μία “ανερχόμενη ζεύξη” για το δημόσιο δίκτυο, για παράδειγμα ένα καλωδιακό *modem*.

Η απόδοση σε όρους ρυθμαπόδοσης του χρήστη και της καθυστέρησης εξαρτάται από έναν αριθμό από παράγοντες, όπως είναι ο διαθέσιμος αριθμός συχνοτήτων, οι συνθήκες διάδοσης στο κτίριο και η παρουσία παρεμβολών (παρουσία άλλου HIPERLAN/2 συστήματος στην κοντινή γειτονιά).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η σειρά RadioLAN/10 προσφέρει την πρώτη λύση υψηλής ταχύτητας στο χώρο των ασύρματων LAN. Ξεπερνώντας τα εμπόδια που υπήρχαν σε προηγούμενες λύσεις ασύρματων LAN μειονεκτήματα κόστους, χαμηλής ταχύτητας και ασυμβατότητας η RadioLAN προσφέρει μια πρακτική, γρήγορη και οικονομικότερη λύση που θα φέρει μια νέα εποχή ευκολίας και αποτελεσματικότητας της ασύρματης επικοινωνίας. Υποστηρίζοντας λύσεις εταιρικές και ομάδων εργασίας, η σειρά RadioLAN/10 προσφέρει μια ασύρματη λύση για πληθώρα δικτυακών απαιτήσεων. Λειτουργώντας σε πραγματικές Ethernet ταχύτητες 10 Mbps, η σειρά RadioLAN/10 προσφέρει την υψηλότερη απόδοση από οποιαδήποτε άλλη ασύρματη λύση LAN. Πάνω από όλα, τα RadioLAN/10 είναι εύκολα σε εγκατάσταση, δίνοντας στους χρήστες άμεση ασύρματη συνδεσιμότητα εξαφανίζοντας το κόστος επανεγκατάστασης του δικτύου σε περίπτωση εσωτερικών αλλαγών ή πρόσθεσης νέων χρηστών σε υπάρχοντα ενσύρματα δίκτυα.

Συγκρινόμενα με τα ενσύρματα δίκτυα, τα ασύρματα προσφέρουν ευκολία στην εγκατάσταση και τη διαχείριση και βέβαια μεγάλη ευελιξία στη χρήση. Όμως, για να απολαύσουμε τα πλεονεκτήματα αυτά απαιτείται προσοχή και μελέτη μίας σειράς θεμάτων, ώστε να είναι απρόσκοπτη και αποδοτική η λειτουργία του ασύρματου δικτύου μας ή της ασύρματης ζεύξης που υλοποιήσαμε.

Μπορεί, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, το συνολικό κόστος των ασύρματων λύσεων να είναι τελικά μικρότερο από αυτό των ενσύρματων, εάν δεν γίνει όμως σωστή μελέτη κατά την εγκατάστασή τους, είναι πιθανό έπειτα από ένα διάστημα να χρειαστούν αρκετές μετατροπές ή ακόμα και ολοκληρωτική αντικατάσταση του δικτύου. Στις περισσότερες περιπτώσεις μπορούν να εφαρμοστούν μία δεδομένη στιγμή αρκετές λύσεις που καλύπτουν τις τρέχουσες ανάγκες δικτύωσης. Όμως, εάν η μελέτη δεν είναι σωστή, στο μέλλον μπορεί να μην είναι ικανές να λειτουργήσουν ή να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις μας, με αποτέλεσμα να ανεβάσουν το κόστος σε πολύ υψηλά επίπεδα. Το θέμα λοιπόν δεν είναι απλά να υλοποιήσουμε ένα ασύρματο δίκτυο ή μια ασύρματη ζεύξη που να λειτουργεί σήμερα, αλλά για όσο καιρό τη χρειαζόμαστε. Τα σημεία που χρειάζονται προσοχή κατά την υλοποίηση ασύρματων δικτύων και ζεύξεων είναι τα ακόλουθα:

### • Βεληνεκές - Κάλυψη

Η απόσταση την οποία πρέπει να διανύσουν τα ηλεκτρομαγνητικά ή υπέρυθρα κύματα σε συνδυασμό με το προϊόν που θα χρησιμοποιηθεί (συμπεριλαμβανομένων της ισχύος μετάδοσης και του συστήματος λήψης), καθώς και η διάταξη του εσωτερικού χώρου για τις εγκαταστάσεις μέσα σε κτίρια είναι τα βασικά σημεία. Εμπόδια από μέταλλο, τοίχοι ή ακόμα και άνθρωποι μπορούν να επηρεάσουν το σήμα και κατ'επέκταση την απόδοση και την κάλυψη της εγκατάστασης. Τα ραδιοκύματα μπορούν να διαπεράσουν τοίχους και άλλες επιφάνειες, αλλά η τελική απόδοση εξαρτάται και από άλλα θέματα. Με τη χρήση κυψελοειδών συστημάτων επιτυγχάνουμε καλύτερη κάλυψη σε ευρύτερες περιοχές.

### • Απόδοση

Η απόδοση των ασύρματων δικτύων, όπως και στα ενσύρματα, εξαρτάται από τη συσκευή και τις ρυθμίσεις. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση είναι ο αριθμός των χρηστών, η διασπορά του σήματος, ο τύπος του συστήματος, οι καθυστερήσεις που προέρχονται από τα ενσύρματα τμήματα κλπ. Οι τυπικές ταχύτητες για τα ασύρματα δίκτυα είναι της τάξης του 1 έως και των 10 Mbps, είναι δε κατάλληλες για κάθε είδους εφαρμογές τοπικού δικτύου, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, της χρήσης προγραμμάτων και κατανεμημένων βάσεων δεδομένων, της πρόσβασης στο Internet κλπ.

#### • **Ακεραιότητα και αξιοπιστία**

Ασύρματα συστήματα χρησιμοποιούνται σε πολιτικές και στρατιωτικές εφαρμογές για περισσότερα από 50 χρόνια. Αν και οι παρεμβολές μπορούν να μειώσουν την απόδοση του συστήματος, τέτοιες παρεμβολές είναι σπάνιες στους χώρους εργασίας. Ακόμα και στις περιπτώσεις που υπάρξουν, με τη σωστή σχεδίαση μπορούν να ξεπεραστούν και να δώσουν σταθερές και αξιόπιστες συνδέσεις, ακόμα και καλύτερες των ενσύρματων.

#### • **Διασύνδεση με ενσύρματα δίκτυα**

Τα ασύρματα δίκτυα που χρησιμοποιούν τα standards 802.3 (για Ethernet) ή 802.5 (για Token Ring) δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα κατά τη διασύνδεση τους με υπάρχοντα ενσύρματα δίκτυα, τα οποία "βλέπουν" απολύτως διάφανα όπως το υπόλοιπο δίκτυο. Το ίδιο γίνεται και με την υποστήριξη των ασύρματων δικτύων από το λειτουργικό σύστημα.

#### • **Διασύνδεση με ασύρματα δίκτυα**

Η διασύνδεση ασύρματων δικτύων μεταξύ τους εξαρτάται από την τεχνολογία και τον προμηθευτή των συσκευών. Οι συσκευές που χρησιμοποιούν το IEEE 802.11 standard μπορούν να διασυνδεθούν χωρίς πρόβλημα μεταξύ τους, χωρίς να χρειάζονται ειδικές συσκευές από τους κατασκευαστές.

#### • **Παρεμβολές και συνύπαρξη με άλλα προϊόντα**

Επειδή δεν υπάρχει προστασία στο εύρος συχνοτήτων των ραδιοκυμάτων, είναι ενδεχόμενο άλλες συσκευές να εκπέμπουν στο ίδιο φάσμα συχνοτήτων με αυτό του δικτύου μας, προκαλώντας παρεμβολές. Με τις σωστές σχεδίαση και επιλογή προϊόντων μπορούν να συνυπάρχουν διάφορα αντίστοιχα προϊόντα στον ίδιο χώρο χωρίς προβλήματα.

#### • **Ευκολία χρήσης**

Το ασύρματο δίκτυο θα πρέπει να λειτουργεί για τους απλούς χρήστες όπως οποιοδήποτε άλλο ενσύρματο. Ο χρήστης δεν θα πρέπει να αντιλαμβάνεται καμία διαφορά που να οφείλεται στην τεχνολογία του δικτύου. Από την πλευρά του διαχειριστή του συστήματος, θα πρέπει από τη στιγμή που έχουν γίνει οι αρχικές ρυθμίσεις, το δίκτυο να λειτουργεί και να μπορεί να μεταφερθεί σε άλλο τόπο με ελάχιστες ή και καθόλου μετατροπές.

#### • **Ασφάλεια**

Επειδή η τεχνολογία των ασύρματων δικτύων προέρχεται από στρατιωτικές εφαρμογές, η ασφάλεια αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά στοιχεία της. Στα ασύρματα δίκτυα έχουν ενσωματωθεί διατάξεις ασφαλείας, καθιστώντας τα ασφαλέστερα ακόμα και από τα περισσότερα ενσύρματα δίκτυα. Είναι εξαιρετικά δύσκολο γι' αυτούς που υποκλέπτουν το σήμα ενός ασύρματου δικτύου να το αξιοποιήσουν, καθώς χρησιμοποιούνται πολύπλοκοι αλγόριθμοι κρυπτογράφησης.

#### • **Κόστος**

Στο κόστος μιας ασύρματης λύσης περιλαμβάνεται αυτό για τα σημεία λήψης και εκπομπής του σήματος (access points) καθώς και το κόστος για τους ασύρματους σταθμούς εργασίας των χρηστών. Ο αριθμός των access points έχει να κάνει με την περιοχή που πρέπει να καλύψουμε καθώς και με τον αριθμό των χρηστών. Οι σταθμοί εργασίας (είτε ολόκληροι είτε συσκευές για

χρήση σε υπάρχοντες σταθμούς εργασίας) εξαρτώνται από τον αριθμό των χρηστών που θέλουμε να έχουν πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο μας. Το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του ασύρματου δικτύου είναι γενικά μικρότερο από αυτό για ένα ενσύρματο δίκτυο για τρεις βασικούς λόγους: Δεν απαιτείται κόστος, πρώτον, για καλωδίωση (τοποθέτηση και συντήρηση), δεύτερον, για τη μετακίνηση του δικτύου ή την προσθήκη νέων κόμβων και, τρίτον, για την εκμίσθωση γραμμής.

#### • **Δυνατότητες επέκτασης**

Τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να επιτρέπουν εύκολα την αυξομειώση του αριθμού των χρηστών ή/και του αριθμού των ζεύξεων με άλλα ασύρματα ή ενσύρματα δίκτυα.

#### • **Διάρκεια μπαταρίας φορητών συσκευών**

Εάν χρησιμοποιούνται φορητές συσκευές με μπαταρία για ασύρματη πρόσβαση στο δίκτυο, πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να αξιοποιείται όσο το δυνατόν καλύτερα η μπαταρία των συσκευών, με ενεργοποίηση των όποιων συστημάτων αυξάνουν τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

#### • **Ασφάλεια προσωπικού**

Όπως αναφέραμε, η ισχύς των συστημάτων ασύρματης δικτύωσης είναι πολύ μικρή, ακόμα και σε σχέση με αυτή των κινητών τηλεφώνων. Τα ραδιοκύματα φθίνουν ραγδαίως, με αποτέλεσμα να υπάρχει ελάχιστη έκθεση του προσωπικού σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια. Πάντως, πρέπει να ακολουθούνται οι αυστηρότεροι κανονισμοί ασφαλείας για την ασφάλεια του προσωπικού, αν και δεν έχουν αποδοθεί ποτέ βλάβες στην υγεία εξαιτίας των ασύρματων δικτύων.

Η ευχρηστία που παρέχουν οι ασύρματες λύσεις, σε συνδυασμό με την απόδοση και την πληθώρα εφαρμογών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, μας δίνουν ένα σαφές μήνυμα ότι το μέλλον μας θα είναι περισσότερο ασύρματο. Είτε για μεταφορά δεδομένων υπολογιστών είτε για μεταφορά φωνής με διασύνδεση τηλεφωνικών κέντρων αλλά και δημιουργία ασύρματων local loops για τις ανάγκες σταθερής τηλεφωνίας, η χρήση των ασύρματων συνδέσεων θα γίνεται ολοένα πιο ευρεία, ξεπερνώντας ακόμα και το σημερινό βαθμό ωριμότητας και αξιοπιστίας. Με την αύξηση του αριθμού των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν ασύρματες λύσεις θα υπάρξει περισσότερη εμπιστοσύνη στα ασύρματα δίκτυα.

Η κινητή τηλεφωνία είναι ακόμα ένας χώρος που διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ασύρματη δικτύωση. Με τη χρήση των δικτύων κινητής τηλεφωνίας μπορούν να δημιουργηθούν ευρύτερα Virtual Private Networks, επιτρέποντας στους χρήστες να έχουν απόλυτη πρόσβαση στα δεδομένα τους σε οποιοδήποτε σημείο της χώρας ή ακόμα και του πλανήτη και εάν βρίσκονται. Η ολοκλήρωση της απελευθέρωσης των τηλεπικοινωνιών στην Ευρώπη θα σηματοδοτήσει νέες εξελίξεις για τα ασύρματα δίκτυα, καθώς θα δούμε εταιρίες να αξιοποιούν την τεχνολογία αυτή για παροχή τηλεφωνίας αλλά και ολοκληρωμένων τηλεπικοινωνιακών λύσεων.

Ολοκληρώνοντας, αξίζει να επισημάνουμε το γεγονός ότι στις μέχρι τώρα εγκαταστάσεις ασύρματων συνδέσεων έχουμε σημαντικό βαθμό ικανοποίησης για τη λειτουργικότητα των λύσεων, παρά την όποια επιφυλακτικότητα υπήρχε στην αρχή. Η πράξη δημιουργεί εμπιστοσύνη στην εν λόγω τεχνολογία, η οποία άλλωστε δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι είναι επαρκώς δοκιμασμένη σε εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων όπως οι στρατιωτικές.

## Αναφορές ( Περιοδικά – Internet-Βιβλία)

### [1][PracticallyNetworked](#)

Ο Tim Higgins παρέχει πρακτικές πληροφορίες και τις βαθμιαίες οδηγίες για την εγχώρια δικτύωση. Καλύπτει ethernet και ασύρματα δίκτυα με τις αναθεωρήσεις λογισμικού και υλικού των προϊόντων δικτύωσης. Τα πρόσθετα τμήματα εξετάζουν την ασφάλεια, την ανίχνευση λαθών και την εξυπηρέτηση δικτύων.

### [2][PCMechanicNetworking](#)

Ο οδηγός PC για τη δικτύωση αρχίζει με τα βασικά όπως τους τύπους δικτύων, πρωτοκόλλων δικτύων και αρχιτεκτονικών. Έπειτα, εξηγούνται τα διαφορετικά τμήματα υλικού σε ένα δίκτυο. Μπορούμε επίσης να μάθουμε για την υψηλή πρόσβαση Διαδικτύου ταχύτητας και πώς να την μοιραστούμε στο τοπικό LAN μας.

### [3][Threemacs.com](#)

Οι χρήστες της MAC μπορούν να βρουν τις πληροφορίες δικτύωσης για κλασικό Macs σε iMacs. Το σεμινάριο δικτύων συζητά τις βασικές έννοιες και την ορολογία δικτύων. Το τμήμα ίδρυσης περιγράφει τους διαφορετικούς τύπους δικτύων καθώς επίσης και μικτών δικτύων της MAC/PC. Υπάρχουν λύσεις που μας εξηγούν πως να προσθέσουμε έναν υπολογιστή σε ένα υπάρχον δίκτυο ή να λύσουμε τα προβλήματα δικτύων. Αλλα θέματα περιλαμβάνουν τις ασύρματες αναθεωρήσεις LANs, AppleTalk, LocalTalk, ασφάλειας και προϊόντων.

### [4][Networking101](#)

Αυτό το site μας δίνει τα προϊόντα πρώτης ανάγκης στα συνδεδεμένα με καλώδιο δίκτυα για Macs. Οι απλές οδηγίες μας λένε πώς να συνδέσουμε Macs μέσω του ethernet, LocalTalk και των τμηματικών καλωδίων.

### [5][homePCnetwork](#)

Το homePCnetwork χωρίζεται σε διάφορα τμήματα. Εξετάζει την καλωδίωση του σπιτιού με το καλώδιο ethernet, δικτύωση ένα lap-top στο τοπικό LAN.

### [6][CNETGlossary](#)

CNET προσφέρει ένα γλωσσάριο όρων δικτύωσης και υπολογισμού στα αγγλικά. Οι καταχωρήσεις καλύπτουν τις έννοιες από το εύρος ζώνης σε εικονικό LANs.

### [7][PCWorld](#)

Ο κόσμος των PC αξιολογεί το ενσύρματο και το ασύρματο υλικό δικτύωσης. Συκρίνει την απόδοση, την ευκολία της εγκατάστασης και την τιμή. Οι αναθεωρήσεις περιέχουν τις συνδέσεις με τα σχετικά άρθρα για τις διαφορετικές τεχνολογίες δικτύωσης.

**[8] Cisco Systems ([www.cisco.com/hellas](http://www.cisco.com/hellas))**

Η Cisco Systems προωθεί στην αγορά τη σειρά Aironet, μια επιχειρηματική λύση ασύρματων τοπικών δικτύων (LAN), συμβατή με το πρωτόκολλο 802.11(WiFi). Περιλαμβάνει access points, ασύρματες κάρτες δικτύου κτλ.

**[9] CPI([www.cpi.gr](http://www.cpi.gr))**

Η εταιρία CPI διαθέτει στην ελληνική αγορά μια σειρά προϊόντων ασύρματης δικτύωσης αντιπροσωπεύοντας γνωστούς διεθνείς οίκους. Συγκεκριμένα η εταιρία διαθέτει access points, ασύρματες κάρτες δικτύου κεραίες εξωτερικού και εσωτερικού χώρου και διαφορά αξεσουάρ(καλώδια, βάσεις στήριξης για κεραίες κτλ)

**[10] Digital Sima([www.digitalsima.gr](http://www.digitalsima.gr))**

Ευρεία γκάμα προϊόντων ασύρματης δικτύωσης. Συγκεκριμένα διαθέτει access points, USB adapters, Ethernet adapters, κεραίες κτλ.

**[11] Hewlett-Packard([www.hp.com](http://www.hp.com))**

Προϊόντα και υπηρεσίες που καλύπτουν ευρεία γκάμα αναγκών στην ασύρματη δικτύωση. Διαθέτει ασύρματα σημεία πρόσβασης, ασύρματα USB modules για επιτραπέζιους και φορητούς υπολογιστές ασύρματους print servers, κτλ

**[12] 1999: The year for home networking?**

*Ben Heskett, Staff Writer, CNET News.com*

URL: <http://news.cnet.com/category/0-1004-200-335666.html>

Άρθρο στο Cnet που παρουσιάζει εν συντομία την αγορά της οικιακής δικτύωσης με προϊόντα και τρόποι σύνδεσης, συσκευές ,τιμές κτλ

**[13] Multiple Home PCS Create Need for Home Networks**

*Intel Corporation*

URL: <http://www.intel.com/pressroom/archive/releases/hn111298.html>

Η πρόταση της Intel για την οικιακή δικτύωση μέσω των τηλεφωνικών γραμμών με προϊόντα υπηρεσίες ,τρόποι σύνδεσης.

**[14] Home Phonenumber Networking Alliance(HomePNA) Embarks Upon Second Generation Networking Standard Effort**

*HomePNA.org*

URL: <http://www.homepna.org/news/pressr9.htm>

Παρουσίαση των 97 εταιριών HomePNA για την έρευνα και ανάπτυξη οικιακής δικτύωσης σε τηλεφωνικές γραμμές.

**[15] Nortel Launch Improved Technology to Provide Data Service and Internet over**

**Electricity Lines**

*Nortel Networks Ltd*

URL: <http://www.nortelnetworks.com>

Παρουσίαση της πρότασης της Nortel για οικιακή δικτύωση σε γραμμές ρεύματος, τα προβλήματα που υπάρχουν και οι τρόποι αντιμετώπισής τους.

**[16] Control Networks and the Internet**

*Reza S. Raji, Echelon Corporation*

URL: <http://www.echelon.com>

Παρουσίαση της πρότασης της Echelon και του πρωτοκόλλου LonWorks για οικιακή δικτύωση επάνω σε γραμμές ρεύματος

[17] <http://technologyreports.net/nextinnovator/?articleID=969>

**[18] High-speed Home Networking Over AC Power Lines**

*Enikia Inc.*

URL: <http://www.enikia.com>

Παρουσίαση της πρότασης της εταιρίας Enikia για οικιακή δικτύωση επάνω σε γραμμές ρεύματος.

**[19] The Internet at home**

*Robert Kraut*

Communications of ACM 39, 12 (Dec. 1996), Pages 32

**[20] The IEEE 802.11 Wireless LAN Standard**

*The Wireless LAN Alliance*

URL: <http://www.wlana.com/intro/standard/intro.html>

Παρουσίαση του πρωτοκόλλου IEEE 802.11 για ασύρματη δικτύωση.

**[21] Wireless LAN Concepts**

*Breeze Wireless Communications Ltd.*

URL: <http://www.breezecom.com>

**[22] IEEE 802.11 Technical Tutorial**

*Breeze Wireless Communications Ltd.*

URL: <http://www.breezecom.com>

Παρουσίαση της πρότασης της εταιρίας Breeze Com. για ασύρματη οικιακή δικτύωση βασισμένη στο πρότυπο 802.11

**[23] Technical Summary of the SWAP Specification and Presentation Slides**

*Home RF Working Group*

URL: <http://www.homerf.org>

Παρουσίαση της πρότασης της ομάδας εργασίας HomeRF για οικιακή δικτύωση βασισμένη σε ραδιοκύματα

**[24] 'Tiny TP': A Flow-Control Mechanism for use with IrLMP**

*Infrared Data Association*

URL: <http://www.irda.org>

Παρουσίαση της πρότασης της μη κερδοσκοπικής ένωσης IrDA (Infrared Data Association) για οικιακή δικτύωση βασισμένη σε υπέρυθρες ακτίνες



**[25] WebShopper Home Networking Special Report καλό για ethernet**

*Steve Rosenthal*

URL: <http://www.webshopper.com>

Γενικό άρθρο του Internet περιοδικού WebShopper για την οικιακή δικτύωση

**[26] Powerline: The future of broadband?**

*John Borland, Staff Writer, CNET News.com*

URL: <http://news.cnet.com/>

Άρθρο σχετικά με τη χρήση των γραμμών ρεύματος στην οικιακή δικτύωση

**[27] WaveLAN Wireless LAN Technology and Market Backgrounder**

*Lucent Technologies, White Paper*

**[28] Home Networking -Technologies**

*Microsoft Corporation*

URL: <http://www.microsoft.com/homenet/technology.htm>

Η πρόταση και έρευνα της Microsoft για την υποστήριξη και δημιουργία οικιακής δικτύωσης με την τελική προσπάθεια της Universal Plug and Play μεθόδου εγκατάστασης

[29] <http://www.devx.com/wireless/Article/17090/0/page/1>

[30] <http://industryclick.com/magazinearticle.asp?releaseid=2400&magazinearticleid=5951&siteid=3&magazineid=9>

[31] <http://www.unimobile.com/Press/Articles/disparticle.asp?id=57&articledate=03/16/2001>

[32] <http://www.sensorsmag.com/articles/0203/38/main.shtml>

[34] <http://www.devx.com/wireless/Article/17090/0/page/1>

[35] <http://www.tmcnet.com/bizwatch/articles/110100a.htm>

[36] **Andrew.S.Tanenbaum <<Computer Networks>>**Prentice Hall, 3<sup>rd</sup> Edition,1996

[37] **Jean Warland <<Δίκτυα επικοινωνιών>>** Μετάφραση Μιλτιάδης Αναγνώστου.

Εκδ. Παπασωτηρίου Αθήνα 1997

[38] **Ανδρέας Πομπόρτσης <<Εισαγωγή στις νέες τεχνολογίες>>**Εκδ. Τζιόλα.

Θεσ/νίκη , 1997