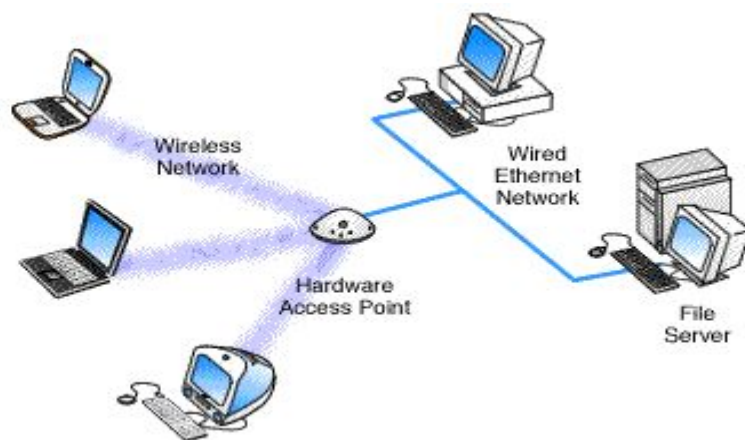




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ(Σ.Δ.Ο)
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Τεχνολογίες Ασύρματων Δικτύων



Σπουδάστρια: Δρακάκη Παναγιώτα
Εισηγητής: Γλαβάς Ευριπίδης

Άρτα - Μάιος 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΔΙΚΤΥΩΣΗ	4
ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	4
ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΔΙΚΤΥΩΣΗ.....	5
❖ Υπέρυθρες (Infrared light).	6
❖ Ραδιοσυχνότητες στενής ζώνης ή απλής συχνότητας (Narrow-band radio).	6
❖ Spread spectrum radio.....	6
ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ - ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	7
❖ IBSS, (Independent Basic Service Set) ή Peer to Peer ή Ad-Hoc	7
❖ Infrastructure Mode.....	8
❖ ESS, Extended Service Set	9
❖ Bridge Mode	10
❖ Repeater Mode.....	10
ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ HOTSPOTS	10
WIRELESS ISP - ΜΙΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΣΑ ΠΡΟΤΑΣΗ	12
Εύκολο roaming	13
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	14
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ.....	17
ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ	17
ΣΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ (ACCESS POINT)	17
ΑΝΑΓΚΑΙΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ	19
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	21
Access Point	21
LAN Adapters.....	22
Λογισμικό LAN Adapters.....	23
Άλλες Συσκευές.....	23
ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	25
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	33
IEEE 802.11	34
IEEE 802.11A.....	35
IEEE 802.11B.....	35
IEEE 802.11G.....	36
IEEE 802.11C.....	37
IEEE 802.11D.....	37
IEEE 802.11E	37
IEEE 802.11F	38
IEEE 802.11H.....	38
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	39
Κωδικοποίηση διασποράς φάσματος [Spread Spectrum]	40
Ορθογώνια πολυπλεξία συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing-OFDM)	42
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ 802.11	43
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 802.11.....	45
Α. Υπηρεσίες σταθμού	46
Ασφάλεια	46
Αυθεντικοποίηση	47
Απο-αυθεντικοποίηση	47
Ιδιωτικοποίηση	48
Μεταφορά δεδομένων	48
Β. Υπηρεσίες συστήματος διανομής.....	49
Ένωση	49

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Αποσύνδεση	49
Επανασυσχέτιση	50
Διανομή.....	50
Ολοκλήρωση.....	51
Περιοχή.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: BLUETOOTH ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΙΚΡΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ...	53
BLUETOOTH.....	53
<i>Σενάρια χρήσης</i>	57
Άλλα προτύπα ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	59
ΧΡΗΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΠΤΙΚΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ (INFRARED - IR LANS).....	62
ΘΕΜΑΤΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	67
ΑΣΦΑΛΕΙΑ	67
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ	68
ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	71
<i>Περιοχή 2,4GHz</i>	71
<i>Περιοχή 5GHz</i>	72
ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ WiFi.....	72
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ.....	74
<i>Ξένοδοχεία</i>	75
<i>Αεροδρόμια</i>	77
<i>Καφετέριες</i>	78
<i>Εκθεσιακοί χώροι</i>	79
<i>Νοσοκομεία</i>	80
ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	80
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	85
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	85
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86

Εισαγωγή

Οι ασύρματοι υπολογιστές αποτελούν τον πλέον γοργά αναπτυσσόμενο τομέα της βιομηχανίας υπολογιστών. Παραδείγματα αποτελούν οι φορητοί υπολογιστές, όπως είναι τα notebooks και τα laptops και οι προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί (Personal Digital Assistants - PDAs). Πολλοί από τους κατόχους ασύρματων υπολογιστών έχουν παράλληλα και προσωπικούς υπολογιστές γραφείου συνδεδεμένους σε κάποιο τοπικό δίκτυο, το οποίο μπορεί να βρίσκεται είτε στο σπίτι τους, είτε στο χώρο εργασίας τους. Αποτελεί πολύ συνηθισμένη περίπτωση αυτοί οι χρήστες να θέλουν να βρίσκονται συνδεδεμένοι με το δίκτυο αυτό, είτε όταν βρίσκονται σε κάποια άλλη τοποθεσία, είτε καθοδόν. Εφόσον είναι αδύνατη η ενσύρματη σύνδεση μέσα σε αυτοκίνητα, αεροπλάνα, πλοία, ή τράινα, υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για τα ασύρματα δίκτυα, καθώς η ασύρματη δικτύωση αποτελεί μια πιο ευέλικτη και πρακτική λύση.

Οι χρήσεις των ασύρματων δικτύων είναι πολλές. Η πιο κοινή είναι εκείνη του φορητού γραφείου. Οι χρήστες που βρίσκονται στη μέση ενός ταξιδιού πολύ συχνά θέλουν να χρησιμοποιούν τους φορητούς τους υπολογιστές, για να στέλνουν και να λαμβάνουν μηνύματα, τηλεφωνήματα, fax, να συνδέονται με το δίκτυο της εταιρείας τους, κλπ και θέλουν να μπορούν να το κάνουν αυτό, από οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκονται.

Η τεχνολογία των ασύρματων τοπικών δικτύων αλλάζει ουσιαστικά το τοπίο στο χώρο των δικτυακών επικοινωνιών. Η χρήση φορητών υπολογιστών και δικτυακών συσκευών, σε συνδυασμό με την επιθυμία των χρηστών για συνεχή σύνδεση στο δίκτυο χωρίς την παρέμβαση "καλωδίων", δημιουργούν έντονα την ανάγκη για την ανάπτυξη επιχειρησιακών ασυρμάτων τοπικών δικτύων, αλλά και τη δημιουργία ασύρματων Hotspots σε δημόσιους χώρους και χώρους αναμονής (π.χ. αεροδρόμια, Σιδηροδρομικοί σταθμοί, εμπορικά κέντρα κ.ο.κ.).

Κεφάλαιο 1: Ασύρματη Δικτύωση

Ιστορία των ασύρματων δικτύων

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι έβρισκαν τρόπους να επικοινωνούν από απόσταση. Ξεκινώντας από τους αγγελιοφόρους, δρομείς δηλαδή, που έκαναν τη μεταφορά προφορικών και γραπτών μηνυμάτων, περνώντας στις φρυκτωρίες που ήταν ένα σύστημα μεταβίβασης φωτεινών σημάτων με διαδοχικό άναμμα φωτιάς στις κορυφές βουνών και που χρησιμοποιήθηκαν για στρατιωτικούς κυρίως σκοπούς από την εποχή του τρωικού πόλεμου έως τους βυζαντινούς χρόνους από τους Έλληνες, και στις πυρσίδες που ήταν ο πρώτος οπτικός τηλεγράφος που αναφέρεται στην ιστορία, μέχρι τα ταχυδρομικά περιστέρια και τα τύμπανα των αφρικανικών φυλών και τα σήματα καπνού των Ινδιάνων, φτάσαμε τελικά στο πρώτο πραγματικά ασύρματο τρόπο επικοινωνίας σύμφωνα με τον ορισμό που χρησιμοποιούμε και σήμερα.

Ήταν ο ασύρματος του Μαρκόνι ο οποίος άρχισε να πειραματίζεται με τον ηλεκτρομαγνητισμό το 1894 και πέτυχε την πρώτη μετάδοση μηνύματος χωρίς την χρήση συρμάτων. Αυτή του η εφεύρεση χρησιμοποιήθηκε στα πλοία και χρησιμοποιούταν ακόμα και πριν από λίγα χρόνια. Συχνά δε τον ασυρματιστή του πλοίου τον αποκαλούσαν μαρκόνι.

Τον περασμένο αιώνα έγινε ένα μεγάλο άλμα τις τηλεπικοινωνίες. Κι αυτό έγινε με τη χρήση δορυφόρων που επέτρεψε την εύκολη διασύνδεση απομακρυσμένων περιοχών της υδρογείου και κατήργησε την ανάγκη χρήσης συρματινών αγωγών τεράστιου μήκους ή την χρήση πολλών και ισχυρών επίγειων αναμεταδοτών. Ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος εκτοξεύτηκε από τη NASA στις 12 Αυγούστου 1960.

Η ασύρματη επικοινωνία χρησιμοποιεί τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία μεταδίδονται στη γήινη ατμόσφαιρα ή στο διάστημα. Έτσι για παράδειγμα τα ραδιοκύματα (με συχνότητες από 3KHz μέχρι 300MHz), χρησιμοποιούνται στα ασύρματα τηλέφωνα, στην κινητή τηλεφωνία, στη ραδιοεπικοινωνία, τη ραδιοφωνική και τηλεοπτική μετάδοση. Τα μικροκύματα (με συχνότητες από 300MHz μέχρι 300GHz) χρησιμοποιούνται στη ραδιοφωνική και τηλεοπτική μετάδοση και σε διάφορες μικροκυματικές ζεύξεις.

Ακόμα και υπέρυθρη ακτινοβολία χρησιμοποιείται για ψηφιακή επικοινωνία σε δίκτυα περιορισμένης γεωγραφικής εμβέλειας.

Με την δημιουργία των πρώτων δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών, παράλληλα με τις μεθόδους που αναπτύχθηκαν για ενσύρματη σύνδεση των κόμβων, είχαμε και την προσπάθεια δημιουργίας ασύρματων τοπικών δικτύων που θα αποδέσμευε την επικοινωνία από τα ενσύρματα μέσα.

Σήμερα τα ασύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών, υλοποιούνται βασισμένα στις προδιαγραφές που ορίζει η οικογένεια πρωτοκόλλων του IEEE 802.11 και που στην ουσία είναι το πρότυπο Ethernet και το csma/ca (carrier sense multiple access with collision avoidance), δηλαδή το πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και αποφυγή συγκρούσεων. Ενδεικτικά αναφέρουμε το 802.11b που είναι τεχνολογία ασύρματης μετάδοσης που επιτρέπει ταχύτητες μέχρι 11Mbps και το 802.11g που είναι τεχνολογία ασύρματης μετάδοσης που επιτρέπει ταχύτητες μέχρι 54Mbps. Η κάρτα δικτύου που χρησιμοποιείται στην υλοποίηση, κάνοντας χρήση της ασύρματης τεχνολογίας επιτυγχάνει την ίδια δικτύωση με μια κλασσική κάρτα δικτύου, αλλά χωρίς καλώδια.

Ασύρματη Δικτύωση

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network - WLAN) είναι ένα επικοινωνιακό σύστημα που χρησιμοποιείται ως επέκταση ή εναλλακτική λύση ενός κοινού ενσύρματου δικτύου (Ethernet) και επιτρέπει στον κινητό χρήστη την ασύρματη μετάδοση και λήψη δεδομένων.

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση χρηστών μέσα σε ένα κτίριο ή σε ομάδα γειτονικών κτιρίων χωρίς τη χρήση καλωδίων. Η χρήση τους περιορίζεται σε τοπικό επίπεδο και αυτό τα διαχωρίζει από ασύρματες λύσεις ευρείας κάλυψης που επεκτείνονται σε μεγάλες αποστάσεις χρησιμοποιώντας κυψελοειδή ή δορυφορική τεχνολογία.

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα λειτουργούν με κανόνες ανάλογους με αυτούς που ισχύουν για τα ασύρματα τηλέφωνα που χρησιμοποιούμε στο σπίτι. Η μετάδοση δεδομένων γίνεται ελεύθερα, όπως ακριβώς και η μετάδοση

φωνής από την τερματική συσκευή ενός ασύρματου τηλεφώνου στο σταθμό βάσης.

Για την ασύρματη μετάδοση μεταξύ των σταθμών υπάρχουν τρεις τεχνικές:

❖ **Υπέρυθρες (Infrared light).**

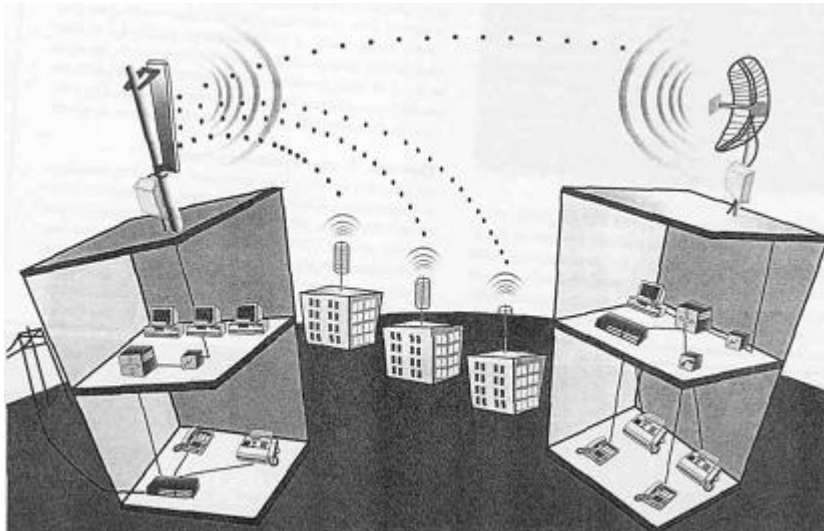
Αυτή η μέθοδος μπορεί να εκπέμπει σήματα σε πολύ μεγάλες ταχύτητες. Προϋπόθεση για αυτή την τεχνική είναι το ότι πομπός και δέκτης πρέπει να έχουν οπτική επαφή μεταξύ τους και να ευρίσκονται σε μικρές αποστάσεις 10 - 20 μέτρα. Τυπικές ταχύτητες με αυτή την τεχνική είναι 5 - 10 Mbps.

❖ **Ραδιοσυχνότητες στενής ζώνης ή απλής συχνότητας (Narrow-band radio).**

Πρόκειται για τεχνική παρόμοια με την εκπομπή ραδιοσταθμών που λειτουργεί στα 18,8 - 19 GHz. Ρυθμίζοντας σε μια συχνότητα πομπό και δέκτη και μη έχοντας την ανάγκη οπτικής επαφής, επιτυγχάνεται η επικοινωνία. Τυπικές ταχύτητες γύρω στα 4,8 Mbps, για αποστάσεις έως 50 μ. Μειονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι η λειτουργία σε μια απλή συχνότητα που κάνει την επικοινωνία ευαίσθητη σε παρεμβολές.

❖ **Spread spectrum radio.**

Με αυτή την τεχνική εκπέμπονται σήματα σε μια ευρεία ζώνη συχνοτήτων αποφεύγοντας τα προβλήματα της στενής ζώνης. Με έναν ειδικό κώδικα διαχέεται το σήμα στον αέρα και ο δέκτης χρησιμοποιεί τον ίδιο κώδικα για να το ανακτήσει. Τυπική ταχύτητα εδώ είναι τα 2 - 3 Mbps για αποστάσεις μέχρι 250μ.



Εικόνα 1: Ασύρματη δικτύωση

Τοπολογίες - Τρόποι λειτουργίας

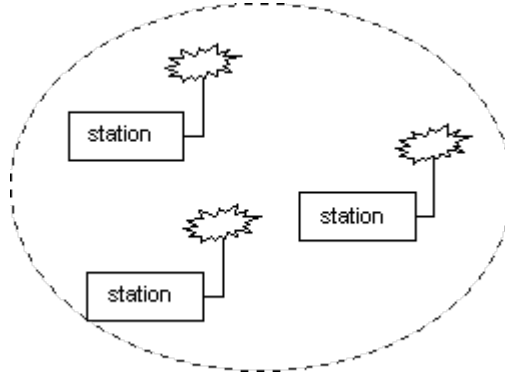
Η διάρθρωση ενός ασύρματου δικτύου μπορεί να είναι πολύ απλή ως και αρκετά σύνθετη, έχοντας δυνατότητα για κλιμάκωση. Ορίζονται οι εξής τοπολογίες (και οι επακόλουθοι τρόποι λειτουργίας):

❖ IBSS, (Independent Basic Service Set) ή Peer to Peer ή Ad-Hoc

Είναι η πιο βασική τοπολογία ασύρματου τοπικού δικτύου. Οι ασύρματοι σταθμοί επικοινωνούν κατευθείαν μεταξύ τους, ένας προς έναν (peer-to-peer), χωρίς να υπάρχει Access Point. Οι σταθμοί είναι ισότιμοι μεταξύ τους. Βασικός περιορισμός είναι ότι προκειμένου να γίνει επικοινωνία μεταξύ δύο σταθμών θα πρέπει να είναι ο ένας εντός της εμβέλειας του άλλου. Έτσι δεν υπάρχει η δυνατότητα μεταγωγής των δεδομένων ώστε τα δεδομένα να περάσουν με διαφανή τρόπο από κάποιο σταθμό. Έχει βασικό λόγο ύπαρξης, την γρήγορη και εύκολη διάρθρωση ενός ασύρματου δικτύου στην περίπτωση που δεν υφίσταται ασύρματη υποδομή ή και δεν χρειάζεται ή για κάλυψη μικρών περιοχών.

Πιο συγκεκριμένα, αυτός ο τύπος ασύρματου δικτύου αποτελείται από έναν αριθμό Η/Υ, εξοπλισμένων με κάρτα (interface) ασύρματου δικτύου. Ο κάθε Η/Υ μπορεί να συνδεθεί απ' ευθείας με άλλους που έχουν ίδια κάρτα

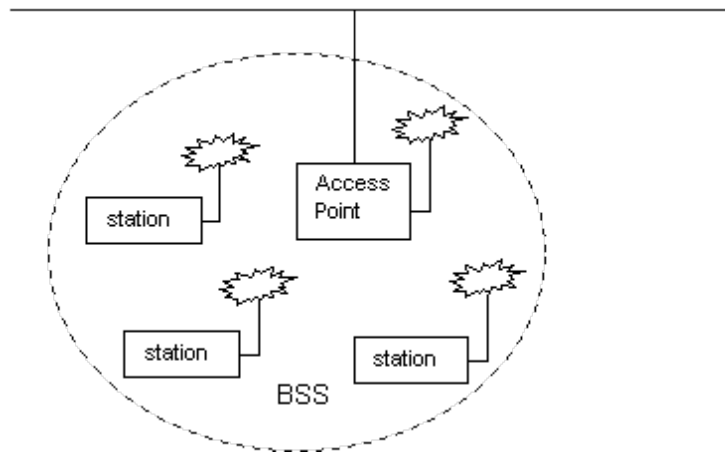
μοιράζοντας αρχεία, εκτυπωτές και άλλους πόρους. Για να συνδεθούν οι παραπάνω Η/Υ με ενσύρματα δίκτυα πρέπει ο ένας Η/Υ να είναι εξοπλισμένος με ειδικό λογισμικό και να λειτουργεί ως γέφυρα (bridging).



Εικόνα 2: Ad-hoc ή peer-to-peer ασύρματο δίκτυο

❖ Infrastructure Mode

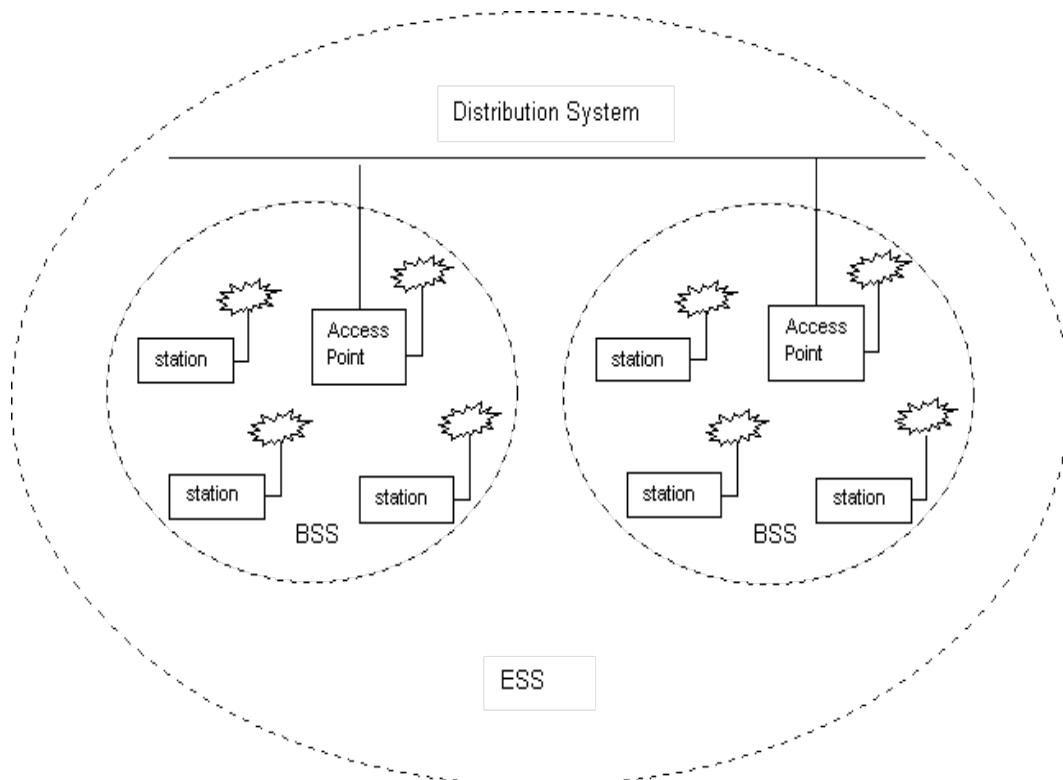
Αποτελείται από ένα στοιχείο δικτύου Access Point, το οποίο παρέχει τις λειτουργίες της μεταγωγής της κυψέλης και έναν αριθμό από σταθμούς που επικοινωνούν με το Access Point. Τα πλαίσια μέταγονται μεταξύ των ασύρματων σταθμών. Η εμβέλεια με αυτόν τον τρόπο είναι η διπλάσια από αυτήν του IBSS. Κάθε Access Point μπορεί να έχει αρκετούς πελάτες (Ένας τυπικός αριθμός για να μπορεί να λειτουργεί αποτελεσματικά είναι 15 - 50 πελάτες). Οι ασύρματοι σταθμοί που θα βρεθούν εντός της εμβέλειας του Access Point μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους μέσω του Access Point ή και με το ίδιο το Access Point. Το Access Point παρέχει τη λειτουργία της μεταγωγής των πακέτων μεταξύ των ασύρματων σταθμών, επομένως, μπορούμε να πούμε ότι επιτελεί τις λειτουργίες γέφυρας.



Εικόνα 3: Infrastructure Mode

❖ ESS, Extended Service Set

Ο σκοπός του είναι να μεγαλώσει την εμβέλεια ασύρματης κάλυψης. Αποτελείται από ένα αριθμό BSS, όπου τα Access Point είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους με μία δομή δικτύου μετάδοσης.



Εικόνα 4: ESS, Extended Service Set

❖ **Bridge Mode**

Ιδιοταγής τρόπος λειτουργίας. Παρόμοιος τρόπος λειτουργίας με το Ad-Hoc, οι συσκευές είναι ομότιμες.

❖ **Repeater Mode**

Ιδιοταγής τρόπος λειτουργίας. Η συσκευή κάνει απλή αναμετάδοση των πλαισίων που λαμβάνει. Χρησιμοποιείται για την αύξηση της εμβέλειας.

Ασύρματα δίκτυα και HotSpots

Μια ειδική περίπτωση που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα, είναι το hotspot, το οποίο είναι ένα ασύρματο σημείο μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στο Internet. Στην πραγματικότητα, δεν είναι απλώς ένα σημείο, αλλά μια περιοχή η οποία καλύπτεται από συσκευές που επιτρέπουν και διαχειρίζονται την ασύρματη πρόσβαση των χρηστών στο Internet.

Ένα hotspot μπορεί να έχει εμβέλεια από μερικά μέτρα και να φτάσει ακόμη και το ένα χιλιόμετρο κάλυψης, αν αυτό είναι επιθυμητό. Ένας χρήστης, εκμεταλλευόμενος τις δυνατότητες που του παρέχει η ασύρματη σύνδεση του με το hotspot, είναι σε θέση να πραγματοποιήσει στον υπολογιστή του οποιαδήποτε εργασία έχει σχέση με το Internet σαν να ήταν στο σπίτι του ή στο γραφείο του.

Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης του hotspot μπορεί να το χρησιμοποιήσει για τις ακόλουθες εργασίες:

- ο Πλοήγηση στο Διαδίκτυο (web surfing)
- ο Ανταλλαγή αρχείων και online επικοινωνία μεταξύ των χρηστών
- ο Πρόσβαση σε εφαρμογές πολυμεσικού περιεχομένου (multimedia), για τη λήψη εικόνων, διαδραστικού βίντεο και μουσικής
- ο Λήψη ενημερωτικού ή εκπαιδευτικού περιεχομένου

Μια τυπική διάταξη ασύρματου τοπικού δικτύου, μπορεί να περιλαμβάνει πλην των τερματικών σταθμών ένα ή περισσότερα σημεία

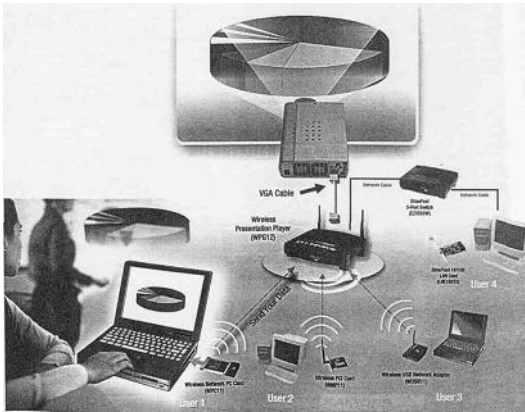
πρόσβασης, τα οποία μπορεί να συνδέονται για να παρέχουν μεγαλύτερη κάλυψη.

Η εμβέλεια των ασύρματων καρτών και συσκευών εξαρτάται από πολλές παραμέτρους: από την ποιότητα κατασκευής του προϊόντος (κυρίως από τον πομποδέκτη που ενσωματώνουν), από την τεχνολογία μετάδοσης που χρησιμοποιείται, από τον περιβάλλοντα χώρο και από την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων. Οποιαδήποτε στιγμή βρεθούν δύο ή περισσότεροι υπολογιστές στην ακτίνα δράσης των ασύρματων καρτών τους, αυτόματα συνθέτουν ένα ομότιμο δίκτυο (peer-to-peer). Αυτή είναι και η απλούστερη μορφή ενός ασύρματου δικτύου, η οποία εξυπηρετεί περιορισμένες ανάγκες και τη συναντάμε περισσότερο στα οικιακά δίκτυα ή σε μικρά δίκτυα στο γραφείο.

Τα ασύρματα δίκτυα έχουν φέρει αλλαγή στον τρόπο επικοινωνίας των υπολογιστών, αλλά και των χρηστών τους. Με την αύξηση του αριθμού των συσκευών που αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να προσφέρουν λύσεις, οι οποίες θα βελτιώσουν την επικοινωνία και θα αυξήσουν την αποδοτικότητα π.χ. σε ένα εργασιακό χώρο όπως μια εταιρεία, μια τράπεζα αλλά και μια σχολική μονάδα ή σε ένα νοσοκομείο.

Συγκεκριμένα, τα ασύρματα δίκτυα προσφέρουν διασύνδεση τοπικών δικτύων μεταξύ τους, όπως των καταστημάτων της επιχείρησης ή των εργαστηρίων ενός σχολικού εργαστηριακού κέντρου, επιτρέποντας τα ακόλουθα:

- Επικοινωνία των υπολογιστών συνολικά και ανεξάρτητα από την τοποθεσία, χωρίς τη χρήση και το κόστος της δομημένης καλωδίωσης
- Επέκταση του ήδη υπάρχοντος δικτύου με αμελητέο κόστος και υποδομή
- Χρήση ασύρματης τηλεφωνίας μέσα από το ήδη υπάρχον ασύρματο δίκτυο της επιχείρησης
- Φωνητική επικοινωνία μεταξύ των δικτύων χωρίς κόστος
- Μείωση των τηλεπικοινωνιακών εξόδων με το μοίρασμα μιας σύνδεσης με το Διαδίκτυο προς όλα τα υποδίκτυα
- Επισκόπηση χώρων χρησιμοποιώντας ασύρματες κάμερες
- Ως hotspot (ασύρματο σημείο πρόσβασης στο Internet).



Εικόνα 5: Χρήσεις ασύρματων δικτύων

Wireless ISP - Μια ενδιαφέρουσα πρόταση

Η ασύρματη δικτύωση παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον για τους παραδοσιακούς *παρόχους υπηρεσιών πρόσβασης*, τους γνωστούς *ISPs*, με βάση το ότι το σημαντικότερο ποσοστό αυτών έχει αναπτύξει ενσύρματη ιδιόκτητη υποδομή και άρα η παροχή υπηρεσιών πρόσβασης αναγκαστικά περιορίζεται στη γεωγραφική περιοχή που καλύπτει το δίκτυό τους.

Κατά συνέπεια, οι παρεχόμενες υπηρεσίες προς τους μετακινούμενους χρήστες είναι περιορισμένες, γιατί μόλις αυτοί οι χρήστες βρεθούν εκτός της γεωγραφικής περιοχής που καλύπτει ο πάροχός τους (που συνήθως είναι τα σύνορα του κράτους στο οποίο δραστηριοποιείται ο συγκεκριμένος *ISP*), προκύπτει η ανάγκη αναζήτησης τρίτου, προσωρινού παρόχου ανάλογων υπηρεσιών.

Και αφού αυτός βρεθεί, εμφανίζεται η ενοχλητική διαδικασία ρύθμισης των εργαλείων πρόσβασης ώστε να λειτουργήσουν - για το προσωρινό χρονικό διάστημα που ο χρήστης βρίσκεται εκτός συνόρων - με τα δεδομένα του προσωρινού παρόχου.

Φυσικά, αρκετοί *ISPs* παρέχουν *roaming* υπηρεσίες στους πελάτες τους, διευκολύνοντάς τους έτσι κατά τις μετακινήσεις τους. Αυτές, όμως, απαιτούν ειδικές αιτήσεις των χρηστών και προϋποθέτουν συνεργασίες μεταξύ των κατά τύπους *ISPs*.

Εύκολο roaming

Η ασύρματη δικτύωση και η δημιουργία πολλαπλών ασύρματων σημείων πρόσβασης (WiFi hotspots), όμως, δίνει μια σημαντική ευκαιρία για παροχή απρόσκοπτων υπηρεσιών πρόσβασης, άσχετα με το πού βρίσκεται ο κάθε χρήστης, κάθε στιγμή.

Υποθέτοντας πως ένας ISP έχει δημιουργήσει διάφορα ασύρματα σημεία πρόσβασης στο Internet, αυτό σημαίνει πως ταυτόχρονα έχει συνδέσει κάθε ένα από τα hotspots στο Internet και έχει δημιουργήσει την υποδομή πιστοποίησης, έγκρισης και χρέωσης (Authentication - Authorization - Accounting / AAA) των χρηστών που χρησιμοποιούν το δίκτυό του.

Αν θεωρήσουμε πως ο συγκεκριμένος ISP ασύρματης πρόσβασης έχει συνδέσει τα σημεία παροχής των υπηρεσιών του με τους κατά τόπους ISPs ενσύρματης υποδομής, τότε είναι σε θέση να προσφέρει απρόσκοπτο, συνεχές και χωρίς απαιτούμενες προσυνεννοήσεις roaming σε κάθε χρήστη του.

Οι χρήστες προμηθεύονται ένα λογαριασμό από τον ISP ασύρματης πρόσβασης και συνδέονται στην υποδομή του. Ανάλογα με το λογαριασμό που χρησιμοποιούν, ο πάροχος ασύρματης Internet πρόσβασης μπορεί να τους αναγνωρίσει και να τους κατευθύνει (μέσω των μισθωμένων γραμμών που έχει) στο δίκτυο του ISP ενσύρματης υποδομής που χρησιμοποιούν πάντα.

Η επιχειρηματική πρόκληση είναι προφανής και ο ιδιοκτήτης των hotspots ισχυροποιεί τη θέση του έναντι των "ενσύρματων" ISPs, αφού:

- ✓ οι μετακινούμενοι χρήστες προτιμούν να εγγραφούν ως χρήστες των δικών του υπηρεσιών με απρόσκοπτο roaming
- ✓ η χρήση δικτύων των άλλων ISPs γίνεται διαφανώς για αυτούς και όποτε αυτό είναι απαραίτητο
- ✓ οι χρεώσεις των υπηρεσιών γίνονται αποκλειστικά από τον ISP παροχής ασύρματων συνδέσεων
- ✓ μετατρέπεται σε σημαντικό συνεργάτη των ενσύρματων ISPs, από τους οποίους αγοράζει χονδρικά πρόσβαση στο Internet, καταβάλλοντας τέλη διασύνδεσης στο πλαίσιο διμερών συμβάσεων

Και όλα αυτά, χωρίς να είναι απαραίτητη η δική του άμεση διασύνδεση με το Internet. Καθώς οι παραδοσιακοί ISPs θα αυξάνουν τα hotspots που διαθέτουν και η ασύρματη πρόσβαση στο Internet θα αποτελεί όλο και πιο σημαντικό επιχειρηματικό πεδίο γι' αυτούς, είναι βέβαιο ότι θα δούμε κινήσεις και σχήματα όπως τα παραπάνω.

Επίσης, ένα τέτοιο μοντέλο επιτρέπει σε πολλούς, άσχετους μέχρι σήμερα με την παροχή πρόσβασης στο Internet, αλλά έχοντας σημεία που προσελκύουν χρήστες (π.χ. παγκόσμιες αλυσίδες ξενοδοχείων, καφέ κλπ), να επενδύσουν στην ανάπτυξη WiFi hotspots στις επιχειρήσεις τους, ώστε να προσδοκούν έσοδα και από τις υπηρεσίες roaming.

Πλεονεκτήματα από τη χρήση ασύρματων δικτύων

Η χρήση δικτύων υπολογιστών από ένα συνεχώς αυξανόμενο αριθμό επιχειρήσεων από όλο το φάσμα της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς και η ραγδαία ανάπτυξη του Internet και των διάφορων online υπηρεσιών, αποδεικνύουν τη μεγάλη σημασία που έχει στη σημερινή παγκόσμια οικονομία η δυνατότητα πρόσβασης σε απομακρυσμένες πληροφορίες.

Με ένα ασύρματο δίκτυο οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε δεδομένα χωρίς τους περιορισμούς των καλωδίων και διάφορων πολύπλοκων διαδικασιών εγκατάστασης.

Ως κυριότερα πλεονεκτήματα των ασύρματων τοπικών δικτύων σε σύγκριση με το «παραδοσιακό» Ethernet θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τα εξής:

➤ **Δυνατότητα κίνησης.** Τα ασύρματα δίκτυα προσφέρουν στους εργαζόμενους πρόσβαση πραγματικού χρόνου σε δεδομένα από οπουδήποτε κι αν βρίσκονται μέσα στην επιχείρησή τους ή όπου υπάρχει κάλυψη από το ασύρματο δίκτυο. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να αυξήσει δραματικά την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα των εργαζομένων.

- **Απλή και γρήγορη εγκατάσταση.** Η εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου μπορεί να γίνει εύκολα και γρήγορα χωρίς τα προβλήματα της καλωδίωσης που συνοδεύουν τα ενσύρματα δίκτυα.
- **Εύκολη προσαρμογή.** Η ασύρματη τεχνολογία επιτρέπει τη χρήση του δικτύου σε χώρους που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν καλώδια (π.χ. διατηρητέα κτίρια).
- **Μειωμένο κόστος χρήσης.** Ενώ το αρχικό κόστος για το υλικό (hardware) που θα υποστηρίξει ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο είναι μεγαλύτερο από αυτό ενός ενσύρματου δικτύου, τα συνολικά έξοδα εγκατάστασης, καθώς και το κόστος χρήσης, είναι σημαντικά μικρότερα. Μακροπρόθεσμα τα οφέλη είναι ακόμη μεγαλύτερα για περιπτώσεις δυναμικών χώρων εργασίας, οι οποίες απαιτούν συχνές μετακινήσεις και αλλαγές.
- **Δυνατότητα επέκτασης.** Τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να υποστηρίξουν μια μεγάλη ποικιλία από τοπολογίες προκειμένου να ανταποκριθούν στις ανάγκες συγκεκριμένων εφαρμογών. Οι τοπολογίες αυτές μπορούν εύκολα να αλλάξουν και περιλαμβάνουν από απλά ισότιμα δίκτυα κατάλληλα για μικρό αριθμό χρηστών, έως πλήρως εκτεταμένα δίκτυα με δυνατότητες περιαγωγής που μπορούν να υποστηρίξουν χιλιάδες χρήστες σε μεγάλες αποστάσεις.
- **Αβλαβής ακτινοβολία.** Ο κίνδυνος από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία για την ανθρώπινη υγεία είναι εξαιρετικά δύσκολο να εκτιμηθεί εργαστηριακά, καθώς σε πραγματικές συνθήκες η έκθεση είναι μακροχρόνια και με μικρής ισχύος κύματα. Όλες οι ασύρματες συσκευές που είναι βασισμένες στο 802.11b συνοδεύονται από έγκριση ασφαλείας από την ευρωπαϊκή ένωση. Συνολικά και με τα υπάρχοντα επιστημονικά δεδομένα τα ασύρματα δίκτυα κρίνονται ασφαλή. Η ακτινοβολία είναι μη ιονίζουσα και τα επίπεδα ακτινοβολίας είναι πολύ πιο χαμηλά από τα επιτρεπτά για τον ανθρώπινο οργανισμό όρια. Αρκεί να αναφέρουμε ότι μια ασύρματη κάρτα

δικτύου (802.11b) ακτινοβολεί ισχύ 50 - 100 mwatt, ενώ ένα κινητό τηλέφωνο φτάνει και τα 2000 mwatt.

Μειονεκτήματα ασύρματων δικτύων

Ενώ τα ασύρματα τοπικά δίκτυα παρέχουν τόσα πλεονεκτήματα, ωστόσο υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα που θα πρέπει να αναφέρουμε. Συνήθως έχουν χωρητικότητα των 1 - 2 Mbps, που είναι πολύ χαμηλότερη αυτής των ενσύρματων τοπικών δικτύων και οι ρυθμοί των λαθών, συγκριτικά, είναι συχνά πολύ υψηλότεροι.

Καταρχάς, όπως συμβαίνει με όλες τις εφαρμογές δικτύωσης, τα ασύρματα δίκτυα υστερούν στον τομέα παρεχόμενης ασφάλειας, καθώς υπάρχουν πολλοί τρόποι επίθεσης από επίδοξους εισβολείς. Ενδεικτικά αναφέρουμε την υπερχείλιση καναλιών στις ασύρματες συχνότητες (channel flood), το μπλοκάρισμα συχνοτήτων (signal jamming), την καταγραφή δεδομένων που κινούνται στο δίκτυο (sniffing) κ.ά.

Επιπλέον, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα, κυρίως όσα βρίσκονται σε ζώνες χαμηλής συχνότητας, είναι ευάλωτα στις παρεμβολές. Οι τελευταίες ενδέχεται να οφείλονται στην ύπαρξη γειτονικών ηλεκτρονικών συσκευών (για παράδειγμα, ασύρματα τηλέφωνα στα 900 MHz ή φούρνοι μικροκυμάτων στα 2.4 GHz), αλλά ακόμη και στην ίδια τη γεωμετρία του χώρου λειτουργίας.

Η χαμηλή, σχετικά, ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων και το υψηλό, προς το παρόν, κόστος του εξοπλισμού αποτελούν δύο ακόμη μειονεκτήματα. Ωστόσο, είναι θέμα χρόνου να βελτιωθεί η κατάσταση προς όφελος των χρηστών και να επεκταθεί η χρήση των ασύρματων τοπικών δικτύων. Η αλλαγή αυτή θα επέλθει φυσιολογικά ως απόρροια του αυξημένου ανταγωνισμού των κατασκευαστριών εταιρειών αλλά και εξαιτίας της επικράτησης στην αγορά συμβατών προϊόντων που θα συνεργάζονται μεταξύ τους (interoperable).

Κεφάλαιο 2: Απαιτούμενος Εξοπλισμός και Συσκευές Ασύρματης Δικτύωσης

Για τη δημιουργία ενός ασυρμάτου δικτύου απαιτούνται τα εξής:

- ❖ **Σταθερό Σημείο Πρόσβασης**, πάνω στο οποίο συνδέονται με ασύρματο τρόπο οι διάφορες ασύρματες συσκευές.
- ❖ **Κάρτες Ασύρματης Πρόσβασης**, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα στους υπολογιστές να επικοινωνούν ασύρματα με το Σημείο Πρόσβασης.

Με τον τρόπο αυτό, και χωρίς τη χρήση καλωδίων, επιτυγχάνεται η διασύνδεση όλων των υπολογιστικών συστημάτων του χώρου. Για την επέκταση του δικτύου απαιτείται απλά η εγκατάσταση ενός επιπλέον σημείου ασύρματης πρόσβασης.

Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση

Ως Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση (ΣΑΠ), ορίζεται η εφαρμογή της ασύρματης πρόσβασης, στην οποία η τοποθεσία του τερματισμού του χρήστη και του σημείου πρόσβασης του δημόσιου τηλεπικοινωνιακού δικτύου, στο οποίο συνδέεται ο χρήστης, είναι σταθερά, με χρήση αποκλειστικά και μόνο ραδιοσυχνοτήτων, που έχουν εκχωρηθεί για το σκοπό αυτό.

Σημεία Πρόσβασης (Access Point)

Η πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο είναι δυνατή από ένα σύνολο συσκευών συμβατών με τα κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως φορητοί υπολογιστές, έξυπνες συσκευές χειρός (handheld pdas, τηλέφωνα κλπ), ασύρματες κάμερες και οθόνες τηλε-προβολής κ.α.

Όλοι οι υπολογιστές σε ένα ομότιμο δίκτυο έχουν τα ίδια δικαιώματα και μοιράζονται εξίσου τους πόρους του δικτύου. Για την επικοινωνία πολλών ανεξάρτητων δικτύων, που θα συνδέονται μεταξύ τους ή για την επικοινωνία ενός ασύρματου δικτύου με ένα ενσύρματο, χρησιμοποιούνται τα λεγόμενα Access Point (Σημεία Πρόσβασης). Πρόκειται για ειδικές συσκευές μικρού κόστους. Είναι πομποδέκτες με μια ή δύο κεραίες, που διαθέτουν θύρα Ethernet και λειτουργούν κατά κάποιον τρόπο όπως οι διανομείς (hub), παρέχοντας όμως κάποιες επιπλέον δυνατότητες.



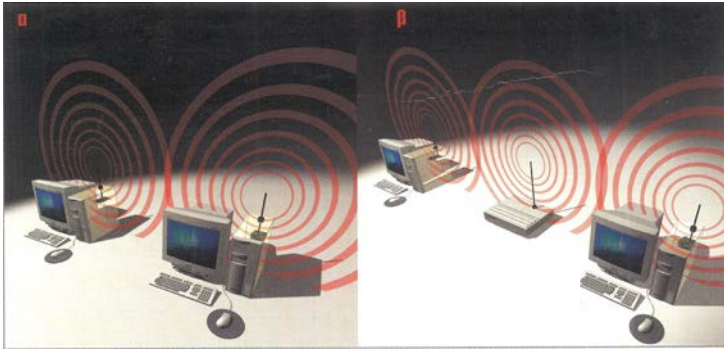
Συγκεκριμένα, το Access Point λειτουργεί σαν σταθμός βάσης κάνοντας συγκέντρωση της κίνησης από τους ασύρματους σταθμούς και κατευθύνοντας την προς το ενσύρματο δίκτυο. Παρέχουν επίσης τις λειτουργίες της ανίχνευσης σταθμού, της αυθεντικοποίησης κ.α.

Έχουν μεγαλύτερη ακτίνα δράσης από τις απλές ασύρματες κάρτες, επεκτείνοντας έτσι την εμβέλεια του ασύρματου δικτύου. Αυτό, με απλά λόγια σημαίνει ότι, αν δύο κόμβοι βρίσκονται έξω από την ακτίνα δράσης τους, είναι δυνατόν να επικοινωνήσουν μέσω του σημείου πρόσβασης.

Τα Access Point ελέγχουν την κίνηση του δικτύου, κατανέμουν ανάλογα με τον αριθμό των υπολογιστών το διαθέσιμο εύρος και φροντίζουν να κατευθύνουν τα πακέτα πληροφοριών. Για την εμβέλεια τους ισχύει ό,τι και για τις απλές ασύρματες κάρτες, ενώ ο αριθμός των κόμβων που μπορούν να "σηκώσουν" εξαρτάται από τον κατασκευαστή.

Επιπλέον, τα Access Point δουλεύουν με βάση κάποιο πρωτόκολλο (π.χ. το 802.11a) και μόνο με αυτό. Αν θελήσουμε κάποια στιγμή να αλλάξουμε πρωτόκολλο και να μεταβούμε σε κάποιο πιο καινούργιο θα πρέπει να αλλάξουμε και τα Access Point (όπως και όλες τις συσκευές που λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο). Για το λόγο αυτό πρέπει να επιλέγονται με προσοχή και με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες της εκάστοτε περίπτωσης.

Παρεμβάλλοντας ένα Σημείο Πρόσβασης (Access Point) μεταξύ δύο υπολογιστών μπορούμε, τουλάχιστον θεωρητικά, να διπλασιάσουμε το εύρος του ασύρματου δικτύου.



Εικόνα 6: Σημείο Πρόσβασης (Access Point) και εύρος του ασύρματου δικτύου

Σημείο πρόσβασης και ασύρματος σταθμός

Το σημείο πρόσβασης (Access Point) και ο ασύρματος σταθμός (wireless station) μπορεί να είναι και τα δύο ένα PC, ένας φορητός υπολογιστής ή κάποια συσκευή χειρός, είτε εφοδιασμένα με την κατάλληλη κάρτα είτε να είναι ξεχωριστή αυτόνομη συσκευή η οποία να επικοινωνεί με το PC με κάποιο interface (Ethernet ή Usb). Και τα δύο πρέπει να εμπεριέχουν τη λειτουργικότητα του 802.11 πρωτοκόλλου δηλαδή το MAC και το φυσικό επίπεδο. Οι λειτουργίες αυτές υλοποιούνται με υλικό και λογισμικό.

Οι ασύρματοι σταθμοί μπορεί να είναι PCI, PCMCIA, ISA NIC κάρτες σε ένα υπολογιστή, ή άλλου τύπου συσκευές, όπως τηλεφωνικές συσκευές με 802.11 λειτουργικότητα. Είναι απλούστεροι από τους σταθμούς βάσης.

Αναγκαίες Προϋποθέσεις

Ένα ασύρματο δίκτυο θα πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις, όπως της υψηλής χωρητικότητας, της ικανότητας κάλυψης μικρών αποστάσεων, της πλήρους συνδεσιμότητας και της δυνατότητας εκπομπής (broadcasting). Επιπρόσθετα, υπάρχουν και μερικές άλλες προϋποθέσεις, που θα πρέπει να πληρούνται αποκλειστικά από τα ασύρματα τοπικά δίκτυα, όπως:

- ✚ **Αποδοτική χρήση του μέσου μετάδοσης:** Το πρωτόκολλο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο, θα πρέπει να κάνει όσο το δυνατόν αποδοτικότερη χρήση του ασύρματου μέσου μετάδοσης, έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η χωρητικότητα.
- ✚ **Αριθμός Κόμβων:** Τα ασύρματα δίκτυα θα πρέπει να μπορούν να υποστηρίζουν συνδέσεις σε τοπικό δίκτυο μέχρι και εκατοντάδων κόμβων διαμέσου πολλών κελιών.
- ✚ **Σύνδεση σε ραχοκοκαλιά τοπικού δικτύου:** Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι απαραίτητο το ασύρματο δίκτυο να μπορεί να διασυνδεθεί με σταθμούς εργασίας που βρίσκονται σε κάποιο τοπικό δίκτυο «ραχοκοκαλιάς». Για δομημένα ασύρματα δίκτυα αυτό μπορεί εύκολα να επιτευχθεί με τη χρήση υπομονάδων ελέγχου, οι οποίες συνδέονται και στους δύο τύπους τοπικών δικτύων. Είναι επίσης πιθανό να πρέπει να προβλεφθεί και η περίπτωση εξυπηρέτησης «κινητών» χρηστών καθώς επίσης και περιπτώσεις Ad Hoc δικτύωσης.
- ✚ **Περιοχή Εξυπηρέτησης (Service area):** Ένα συνηθισμένο ασύρματο τοπικό δίκτυο θα πρέπει να μπορεί να εξυπηρετήσει χρήστες, που βρίσκονται σε διάμετρο από 100 μέχρι 300 μέτρα από τους κεντρικούς υπολογιστές.
- ✚ **Οικονομική κατανάλωση ενέργειας μπαταρίας:** Οι «κινητοί» χρήστες χρησιμοποιούν φορητούς υπολογιστές οι οποίοι χρειάζεται να έχουν μια αρκετά μεγάλη διάρκεια ζωής μπαταρίας. Αυτό υπονοεί ότι ένα πρωτόκολλο ελέγχου πρόσβασης στο διαμοιραζόμενο μέσο (MAC protocol), δε θα απαιτεί από τους κινητούς κόμβους να εποπτεύουν συνεχώς τα σημεία πρόσβασης στο μέσο, όπως συμβαίνει στα κλασικά πρωτόκολλα MAC, έτσι ώστε να εξοικονομείται όσο το δυνατόν περισσότερη ενέργεια για περισσότερο ουσιαστικές λειτουργίες.

Υλοποίηση

Access Point

Όπως αναφέραμε παραπάνω, την καρδιά του ασύρματου τοπικού δικτύου αποτελεί το Access Point. Εφόσον το ασύρματο δίκτυο υλοποιηθεί με Access Point τότε υλοποιείται με βάση την τεχνολογία Infrastructure. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή χωρίς την χρήση Access Point, υλοποιείται ως Ad-hoc.

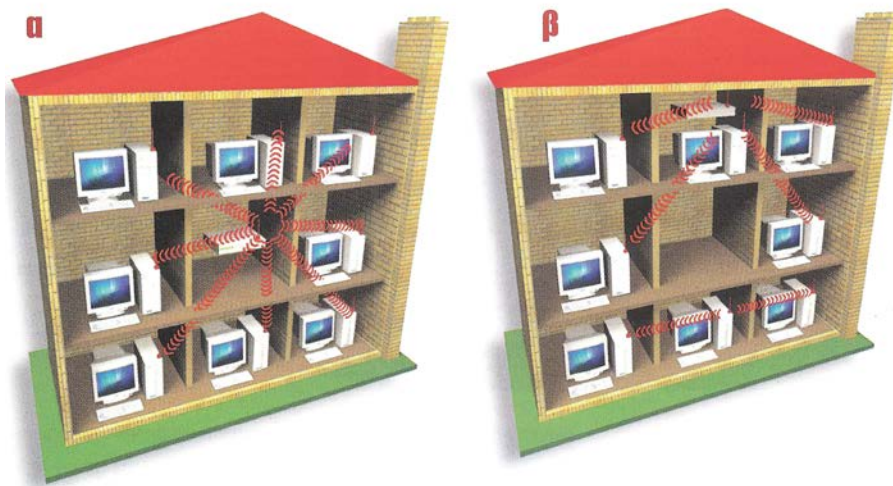


Σε επίπεδο τερματικού εξοπλισμού, ο χρήστης πρέπει να έχει κάποια συσκευή που να διαθέτει κατάλληλη κάρτα για επικοινωνία με το Access Point. Η κάρτα αυτή μπορεί να είναι είτε εξωτερική, δηλαδή να τοποθετείται σε κάποια θύρα επέκτασης, είτε εσωτερική, δηλαδή ενσωματωμένη στη συσκευή. Η χρήση Access Point είναι σχεδόν αναγκαία καθώς οι κάρτες ασύρματης δικτύωσης έχουν μικρή εμβέλεια και θέτουν περιορισμούς για την κατασκευή μεγαλύτερων δικτύων.

Με την παραπάνω λογική, ασύρματο τερματικό μπορεί να είναι ο οποιοσδήποτε υπολογιστής, φορητός ή σταθερός, καθώς υπάρχουν κάρτες για ασύρματη δικτύωση και για τους δύο τύπους υπολογιστών. Η πραγματική, όμως, επανάσταση έρχεται από μικρότερες συσκευές, οι οποίες έχουν ενσωματωμένα κυκλώματα για ασύρματη δικτύωση.

Προφανώς σημαντικό ρόλο παίζει και η τοποθέτηση του Σημείου Πρόσβασης μέσα στο χώρο. Η επιλογή της θέσης ενός Σημείου Πρόσβασης είναι μια δύσκολη υπόθεση, μια και μπορεί να μειώσει δραματικά την ακτίνα δράσης του. Στις περισσότερες περιπτώσεις θα πρέπει να τοποθετείτε στο κέντρο του χώρου που θέλουμε να καλύψουμε. Για παράδειγμα, στην τοπολογία που παρουσιάζεται στο σχήμα (α) όλοι οι υπολογιστές βρίσκονται εντός της εμβέλειας του Σημείου Πρόσβασης και έτσι μπορούν να επικοινωνήσουν. Αντιθέτως, στην τοπολογία του σχήματος (β), οι υπολογιστές

βρίσκονται εκτός ακτίνας δράσης και έτσι δεν μπορούν να συνδεθούν με τους υπόλοιπους υπολογιστές.



Εικόνα 7: Τοποθέτηση του σημείου πρόσβασης μέσα στο χώρο

LAN Adapters

Εκτός από τα Access Point για την σύνδεση όλων των συσκευών σε δίκτυο απαιτείται και ένα ασύρματο LAN Adapter.

Η κάρτα αυτή είναι ανάλογη και της συσκευής που θα συνδεθεί στο δίκτυο, δηλαδή άλλη συσκευή απαιτείται για Η/Υ και άλλη για προσωπικούς ψηφιακούς βοηθούς. Όσον αφορά τους προσωπικούς υπολογιστές η κάρτα αυτή είναι συνήθως PCI. Τέλος, να αναφέρουμε ότι είναι και αυτή δουλεύει με βάση κάποιο πρωτόκολλο και μόνο με αυτό.



Εικόνα 8: Δύο τυπικές συσκευές του εμπορίου

Λογισμικό LAN Adapters

Οι ασύρματοι LAN Adapters απαιτούν drivers για το Λειτουργικό Σύστημα στο οποίο θα κληθούν να δουλέψουν. Έτσι οι Adapters, που θα επιλέξουμε, θα πρέπει να είναι συμβατοί με το λειτουργικό σύστημα.

Τα Λειτουργικά Συστήματα που σήμερα υποστηρίζουν την ασύρματη δικτύωση είναι τα εξής:

- ✓ Windows 98/2000/ME/XP
- ✓ Windows NT (4.0 ή νεώτερο)
- ✓ Linux
- ✓ Palm OS
- ✓ MS Pocket PC OS

Άλλες Συσκευές

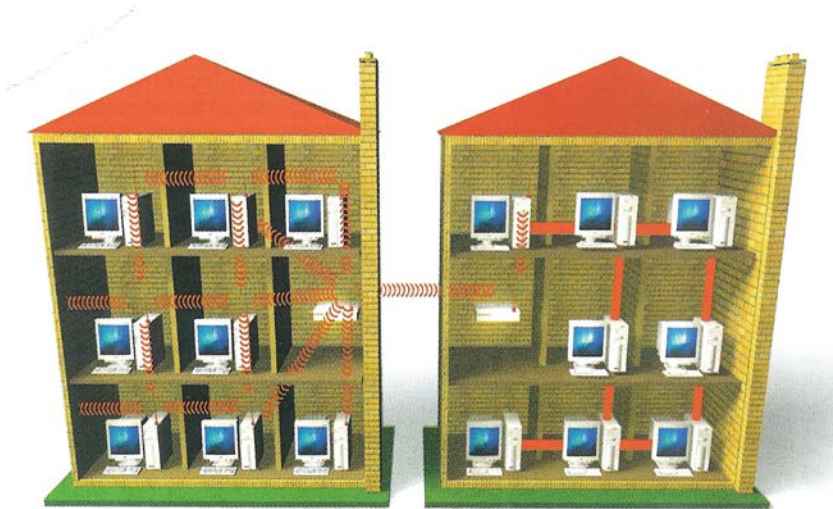
Επειδή τα δίκτυα και ιδιαίτερα τα ασύρματα, εξαιτίας της φύσης τους, δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια συσκευή firewall. Η συσκευή αυτή μπορεί να «ρυθμιστεί» με πολλούς τρόπους και έτσι να έχουμε διαδοχικά επίπεδα ασφαλείας και έτσι να επιτρέπεται κίνηση μόνο από συγκεκριμένους υπολογιστές. Για μια πιο οικονομική λύση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κάποιο software firewall, κυρίως για οικιακή χρήση και όχι σε μεγάλες εταιρείες.

Επίσης, υπάρχουν και οι συσκευές BCD (Broadband Connectivity Devices) οι οποίες δίνουν την δυνατότητα σε ένα ασύρματο δίκτυο να χρησιμοποιεί μια Broadband σύνδεση όπως η DSL. Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει κάποιος προσωπικός υπολογιστής (PC) που να έχει τον ρόλο διακομιστή αλλά τον ρόλο αυτό έχει αναλάβει ο ασύρματος διακομιστής (DSL ή ISDN).

Αν θέλουμε τώρα να επεκτείνουμε το δίκτυο, ενώνοντας είτε δύο ασύρματα τοπικά δίκτυα είτε ένα δίκτυο το οποίο βρίσκεται π.χ. σε άλλο κτίριο, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κάποιο διανομέα/μεταγωγέα (Hub/Switch) ή γέφυρα (Bridge).

Το HUB/Switch χρησιμοποιείται στην τοπολογία αστέρα. Προσθέτοντας ένα διανομέα στην πράξη προσθέτουμε έναν επιπλέον τρόπο σύνδεσης με το δίκτυο. Ο διανομέας λειτουργεί παρόμοια με το μεταγωγέα με μόνη διαφορά τον καταμερισμό του διαθέσιμου εύρους.

Οι γέφυρες χρησιμοποιούνται για την ασύρματη δικτύωση δυο τοπικών δικτύων τα οποία βρίσκονται σε κάποια απόσταση και έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια από τα απλά Access Point. Οι ασύρματες γέφυρες μας επιτρέπουν να «γεφυρώσουμε» δύο απομακρυσμένα ενσύρματα ή ασύρματα δίκτυα



Εικόνα 9:Τοποθέτηση της ασύρματης γέφυρας μέσα στο χώρο

Επιπλέον εξοπλισμός

Επιπλέον, τα στοιχεί τα οποία χρειάζεται ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο για να λειτουργήσει και να συνδεθεί στο ευρύτερο δίκτυο, είναι:

- ❖ **Προσαρμογείς**, λειτουργούν ως συνδετικά στοιχεία μεταξύ του τελικού εξοπλισμού του χρήστη και του σημείου ασύρματης πρόσβασης του δικτύου.
- ❖ **Γέφυρες**, οι οποίες παρέχουν την από σημείο σε σημείο ασύρματη σύνδεση μεταξύ δύο ασύρματων δικτύων, όπως μεταξύ δύο ορόφων.
- ❖ **Κόμβοι Διανομής**, οι οποίοι συγκεντρώνουν και συνδέουν πολλαπλά σημεία ασύρματης πρόσβασης με το ενσύρματο ή ασύρματο δίκτυο κορμού.
- ❖ **Κόμβοι κορμού**, οι οποίοι διασυνδέουν τους κόμβους διανομής. Καλύπτουν πολλούς χρήστες, λόγω του μεγάλου αριθμού των σημείων πρόσβασης που είναι συνδεδεμένα μέσω των κόμβων διανομής με αυτά. Σχεδόν πάντα επικοινωνούν μεταξύ τους, με περισσότερες από μία συνδέσεις, για να μειωθούν περιπτώσεις απώλειας επαφής.

Επίσης για την υλοποίηση του ασύρματου τοπικού δικτύου, χρειαζόμαστε εξοπλισμό ο οποίος να μπορεί να πραγματοποιεί σάρωση του ραδιοφάσματος (scan) και να μπορεί να μας δίνει τους σταθμούς που βρίσκει με κάποια στοιχεία για την ποιότητα και ισχύ του λαμβανόμενου σήματος, όπως:

➤ **Κάρτα**

Η κάρτα πρέπει να έχει υποδοχή για εξωτερική κεραία και όχι ενσωματωμένη κεραία. Κατάλληλος εξοπλισμός για αυτό είναι pcmcia κάρτες LMC34x, LMC35x, και όλες οι κάρτες που φοράνε prism ράδιο από διάφορους κατασκευαστές.

Οι κάρτες αυτές συνοδεύονται από κάποιο απλό λογισμικό με το οποίο μπορούμε να πραγματοποιούμε σάρωση και να βλέπουμε τη ισχύ του λαμβανόμενου σήματος από κάθε σταθμό.

Οι δύο πρώτες κάρτες μπορούν να πραγματοποιούν απόλυτες μετρήσεις της λήψης σε μονάδες ισχύος (dBm). Έχουν το μειονέκτημα ότι με το λογισμικό που τις συνοδεύει (Aironet Client Utility, ACU) δεν μπορώ να κάνω σάρωση, αλλά πιάνει τον πιο ισχυρό σταθμό. Με τις υπόλοιπες έχουμε μια σχετική μέτρηση του σήματος σε %.

Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις κάρτες μαζί με κάποιο ελεύθερο λογισμικό που να μας δίνει δυνατότητα μετρήσεων. Ιδιαίτερα δημοφιλές είναι το Netstumber, σε περιβάλλον Windows το οποίο μπορεί να συνεργαστεί με έναν μεγάλο αριθμό από κάρτες. Σε περιβάλλον Linux πολύ δυνατό είναι το Kismet αφού μπορεί να κάνει παθητική σάρωση του φάσματος και σε MacOSX το kismac, με airport κάρτα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποιος επιτραπέζιος υπολογιστής (desktop) αλλά προφανώς ο κόπος είναι πολλαπλάσιος. Ένα δανεικός φορητός υπολογιστής μας παρέχει τη δυνατότητα να δούμε ποια είναι η βέλτιστη θέση από την οποία το βλέπουμε. Κορυφαίες έχουν χαρακτηριστεί οι εξής κάρτες με τη ακόλουθη σειρά:

- Engenius - Senao EL/SL/NL-2511CD PLUS EXT2
- Cisco LMC352
- Agere Orinoco (Lucent WaveLAN)



Εικόνα 10: Βασικός εξοπλισμός για ένα ασύρματο δίκτυο

➤ Κεραία

Εκτός από την κάρτα χρειαζόμαστε μια κεραία με την οποία θα κάνουμε τη σάρωση. Τέτοιες κεραίες μπορεί να είναι ένα απλό πάνελ, μία biquad, μία cantenna, μία yuagi. Μπορεί να είναι είτε αυτοσχέδιες είτε αγοραστές. Οι κεραίες αυτές έχουν χαμηλό κέρδος 9 - 15dB και μεγάλο άνοιγμα σε μοίρες. Έτσι είναι κατάλληλες για σάρωση αφού δεν χρειάζεται ιδιαίτερο κεντράρισμα.

Τα μονόπολα που έχουν πολλές συσκευές είναι ακατάλληλα αφού θα μας δώσουν μόνο τους δυνατότερους σταθμούς και καμία ένδειξη της κατεύθυνσης από την οποία προέρχεται η εκπομπή. Ακατάλληλες είναι και οι κεραίες μεγάλου κέρδους, διότι χρειάζονται προσεκτική στόχευση.

Υπάρχουν δυο είδη κεραιών:

- οι **πολυκατευθυντικές κεραίες**, οι οποίες τοποθετούνται σε σημεία πρόσβασης ή σε κόμβους διανομής/κορμού και
- οι **κατευθυντικές κεραίες**, οι οποίες τοποθετούνται στους τελικούς χρήστες.

Οι πολυκατευθυντικές κεραίες είναι εξωτερικές και συνήθως βρίσκονται στις κορυφές κτιρίων στο κέντρο της περιοχής χρήσης. Ένας απλός χρήστης που θέλει μόνο να συνδεθεί, αλλά να μη διευκολύνει την ευρύτερη δικτύωση, χρειάζεται μία κατευθυντική κεραία. Με αυτή, μπορεί να εξασφαλίσει πρόσβαση από ένα σημείο πρόσβασης, ώστε να έχει σύνδεση στο τοπικό δίκτυο και ενδεχομένως και στο διαδίκτυο (αν το σημείο πρόσβασης παρέχει τέτοια δυνατότητα).

Ένας πιο ενεργός χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί δύο κατευθυντικές κεραίες, ώστε να φροντίζει για τη συνέχιση του δικτύου ή και μια πολυκατευθυντική για να λειτουργεί ο ίδιος σαν σημείο πρόσβασης άλλων χρηστών. Αν κάποιος κόμβος έχει πάνω από δύο κατευθυντικές κεραίες, μπορεί να διευκολύνει και την πολλαπλή δρομολόγηση. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να δημιουργηθεί ένα δίκτυο που να καλύπτει μία πύλη.

Τέλος, συνδέοντας ο χρήστης μία δική του γραμμή DSL με το ασύρματο τοπικό δίκτυο, θα μπορούσε να γίνει "πύλη" για το Διαδίκτυο και να επιτρέπει την πρόσβαση γειτονικών χρηστών σε αυτό.

➤ **Καλώδιο**

Τέλος χρειαζόμαστε ένα καλώδιο για τη σύνδεση της κάρτας με την κεραία. Αυτό ονομάζεται Pigtail και είναι ένα εύκαμπτο ομοαξονικό καλώδιο χαμηλών απωλειών με μήκος 20-100cm και έχει τους κατάλληλους συνδετήρες στα άκρα του προκειμένου να προσαρμόζεται στη μια άκρη με την κάρτα και στη άλλη με την κεραία.

Κριτήρια επιλογής εξοπλισμού

Αρχιτεκτονική – Υλικά

Πρέπει η αρχιτεκτονική, η σχεδίαση και η ποιότητα των υλικών να είναι τέτοια ώστε ο πομποδέκτης να είναι καλής ποιότητας, αφού αυτό είναι η κρισιμότερη παράμετρος για τη πραγματοποίηση επιτυχημένων ραδιοζεύξεων. Καλή επίδοση εννοούμε την ευαισθησία του δέκτη, το πόσο καλά φιλτραρισμένο ραδιοφάσμα εκπέμπει, τη δυνατότητα απόρριψης-φιλτραρισμάτων γειτονικών καναλιών και γειτονικών ζωνών.

Πρότυπο

Σήμερα διαθέσιμο για χρήση σε εξωτερικό χώρο (και αυτό υπό προϋποθέσεις) είναι μόνο το 802.11b/g. Το οποίο όσον αφορά την εκπομπή στους 5GHz δεν είναι ξεκάθαρο ακόμα. Όσον αφορά το 802.11g αυτό εκπέμπει ένα φάσμα αρκετά πιο γεμάτο με το ίδιο περίπου εύρος του b. Αυτό σε συνδυασμό με τις μέτριες ευαισθησίες και τη μέτρια ποιότητα των συσκευών που κυκλοφορούν στο εμπόριο, κάνουν το 802.11g ακατάλληλο για χρήση σε εξωτερικό χώρο. Κατά συνέπεια το μόνο πρότυπο το οποίο χρησιμοποιούμε είναι το 802.11b αυστηρά.

Ευαισθησία δέκτη

Βασική προδιαγραφή της ασύρματης συσκευής είναι η ευαισθησία του δέκτη. Αυτό είναι η ελάχιστη ισχύς του σήματος που απαιτεί να έχει ο δέκτης στην είσοδο του προκειμένου να αποδιαμορφώνει το σήμα με κάποιο ελάχιστο αριθμό λαθών και για συγκεκριμένο ρυθμό μετάδοσης. Καλύτερη ευαισθησία μεταφράζεται σε μεγαλύτερη εμβέλεια για τον ίδιο ρυθμό μετάδοσης, ή για την ίδια απόσταση μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης. Είναι εξαιρετικής σημασίας να χρησιμοποιούμε συσκευές καλής ευαισθησίας γιατί η απαιτούμενη εκπεμπόμενη ισχύς και η ρύπανση του ραδιοφάσματος θα είναι μικρότερη.

Ένας δέκτης από ένα επώνυμο κατασκευαστή θα έχει τις αντίστοιχες προδιαγραφές, ενώ από μια συσκευή χαμηλής ποιότητας οι αντίστοιχες τιμές συνήθως δεν δίνονται ή δεν έχουν καν μετρηθεί. Η ευαισθησία μετράται σε dBm και αναφέρεται σε ρυθμό λαθών $BER=10^{-5}$ (8%FER).

Ψηφιακή επεξεργασία σήματος

Η ποιότητα του δέκτη δεν καθορίζεται μόνο από το RF τμήμα, αλλά και από το τμήμα βασικής επεξεργασίας (baseband). Για παράδειγμα, σε αρκετές συσκευές μέσω ψηφιακής επεξεργασίας του σήματος, αντιμετωπίζεται η λήψη περισσότερου του ενός αντιγράφων του αρχικού σήματος, μέσω διαφορετικών διαδρομών. Έτσι σε μια ποιοτική συσκευή θα δίνεται και η αντίστοιχη προδιαγραφή για το delay spread. Επομένως, μπορεί δυο συσκευές να έχουν την ίδια ευαισθησία, αλλά η μία να εργάζεται καλύτερα σε περιβάλλον με ανακλάσεις, επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης.

Ισχύς εκπομπής

Μεγαλύτερη ισχύς εκπομπής δεν σημαίνει κατ' ανάγκη και μεγαλύτερη εμβέλεια αφού η εμβέλεια καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά και των δύο διαδρομών. Μπορεί πάντως αν και η άλλη συσκευή έχει παρόμοια χαρακτηριστικά, να μεταφραστεί σε καλύτερη ποιότητα ζεύξης. Το σημαντικότερο όμως χαρακτηριστικό είναι να ρυθμίζεται η ισχύς εκπομπής,

ώστε να εκπέμπουμε μόνο το ποσό της ισχύος που χρειάζεται για να έχουμε ένα ικανοποιητικό επίπεδο ζεύξης.

Έτσι οι συσκευές πρέπει να μπορούν να ρυθμίζουν την εκπεμπόμενη ισχύ με κάποιο τρόπο, είτε από το λογισμικό που τις συνοδεύει είτε με ειδικό λογισμικό είτε με κάποια επέμβαση στο υλικό ή λογισμικό της συσκευής. Επίσης υπάρχει και το σημαντικό θέμα των νόμιμων ορίων εκπεμπόμενης ισχύος, όπως αυτά καθορίζονται από αντίστοιχους ρυθμιστικούς κανονισμούς. Τις περισσότερες φορές μια μέγιστη ισχύς εκπομπής της τάξεως των 15dbm είναι υπεραρκετή.

Ευστάθεια συσκευής

Σημαντικός παράγοντας είναι και η σταθερότητα της συσκευής δηλαδή να μη κολλάει, να μην ανεβάζει θερμοκρασία, να μη παρουσιάζει ασύμβατη συμπεριφορά με το πρότυπο IEEE 802.11b.

Ευκολία χρήσης - εγκατάστασης

Το ασύρματο δίκτυο πρέπει να απαιτεί την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια από τους πελάτες του, όπως ακριβώς και το ενσύρματο. Έτσι η συσκευή πρέπει να παρέχει εργαλεία με τα οποία να είναι εύκολη η διάρθρωση της και ίσως και επιπρόσθετες δυνατότητες όπως DHCP server, που διευκολύνουν την διάρθρωση του δικτύου. Για παράδειγμα όταν ένας χρήστης διασχίζει το όριο μεταξύ δύο ασυρμάτων κόμβων, δεν θα πρέπει να χρειάζεται κάποια αναδιάρθρωση του συστήματος (π.χ. IP διευθύνσεις).

Αριθμός χρηστών

Ένας καλός ασύρματος κόμβος πρέπει να μπορεί να υποστηρίξει περίπου 60 χρήστες ταυτόχρονα. Οι περισσότερες συσκευές δεν έχουν κάποιο πρόβλημα στο σημείο αυτό.

Ασφάλεια

Είναι καλύτερη μια συσκευή που παρέχει πολλαπλά επίπεδα ασφαλείας, κωδικοποίηση των δεδομένων και αυθεντικοποίηση των χρηστών. Μία ασφαλής λύση θα παρέχει κωδικοποίηση με κλειδί τουλάχιστον 40-bit, ενώ τα πιο ασφαλή συστήματα παρέχουν λύση με κλειδί μήκους 128-bit .

Συνδεσιμότητα με κεραιοσύστημα

Οι συσκευές πρέπει να έχουν συνδετήρα για εξωτερική κεραία ή διαφορετικά αν είναι κατασκευασμένες με εσωτερική κεραία πρέπει να γίνεται επέμβαση στο εσωτερικό τους για την προσθήκη κατάλληλου βύσματος ή καλωδίου. Τέτοια επέμβαση δεν συνίσταται αν δεν ξέρουμε ακριβώς τι να κάνουμε, αφού μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή ή σε μειωμένη απόδοση της συσκευής.

Υποστήριξη - Εφαρμογές - οδηγοί υποστήριξης

Επιπλέον δυνατότητες που είναι χρήσιμες είναι η δυνατότητα πραγματοποίησης site survey, μετρήσεις και στατιστικά για την ποιότητα της ζεύξης, εύρεση του πιο κατάλληλου καναλιού για λειτουργία, δυνατότητα διαχείρισης της συσκευής μέσω Web Interface.

Σημαντικό να υπάρχουν οδηγοί σε όσο το δυνατό περισσότερα λειτουργικά με ενημερώσεις. Για κάποιες συσκευές ο κώδικας είναι ανοικτός από τον κατασκευαστή με αποτέλεσμα να υπάρχει η σημαντική υποστήριξη των ανοικτών κοινοτήτων.

Πολύ σημαντικό είναι η κάρτα μας να έχει οδηγούς οι οποίοι να φημίζονται για τη σταθερότητα τους. Για παράδειγμα όλες βασισμένες σε Prism κάρτες μπορούν να διαχειριστούν από τον οδηγό hostap σε περιβάλλον Linux, ο οποίος δίνει περισσότερες δυνατότητες, όπως τη λειτουργία της κάρτας σε τρόπο λειτουργίας Access Point.

Διαχείριση ισχύος και συνολική κατανάλωση ισχύος

Δυνατότητα χρήσιμη σε συσκευές που λειτουργούν από μπαταρίες. Το πιο σημαντικό είναι ο συνδυασμός κάρτας και πλατφόρμας να έχει την ελάχιστη κατανάλωση. Η κάρτα καταναλώνει σημαντική ενέργεια ιδίως όταν βρίσκεται σε κατάσταση εκπομπής. Επίσης, σημαντική κατανάλωση προκύπτει από την χρησιμοποίηση πόρων του συστήματος.

Κόστος

Θα πρέπει η συσκευή μας να τηρεί κάποιες ελάχιστες προδιαγραφές και να έχει κάποιες βασικές δυνατότητες. Από κει και πέρα υπάρχει μεγάλο εύρος συσκευών με πολλές να είναι σε λογικό κόστος, άλλες να είναι υπερτιμολογημένες λόγω ονόματος και άλλες να μπορούν να βρεθούν σε χαμηλότερες τιμές.

Κεφάλαιο 3: Πρωτόκολλα Ασύρματων Δικτύων

Κατά την επικοινωνία δύο υπολογιστικών συστημάτων ακολουθούνται προκαθορισμένες διαδικασίες για την ανταλλαγή των δεδομένων. Όλες αυτές οι διαδικασίες που τελικά αποβλέπουν στη σωστή ανταλλαγή μηνυμάτων, αποτελούν μια ξεχωριστή δραστηριότητα των υπολογιστών και είναι γνωστές σαν πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Η ανάγκη για ασύρματη δικτύωση είχε ως αποτέλεσμα να παρουσιαστούν μέσα σε λίγα χρόνια αρκετά πρότυπα ασύρματης επικοινωνίας. Τον Ιούνιο του 1997, μια ομάδα εργασίας του Ινστιτούτου ηλεκτρολόγων και ηλεκτρονικών μηχανικών, το γνωστό Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) οριστικοποίησε το αρχικό πρότυπο ασύρματης τοπικής δικτύωσης το IEEE 802.11.

Το πλέον διαδεδομένο αυτό πρότυπο ασύρματης δικτύωσης ξεκίνησε με αρχικό προσανατολισμό να αποτελέσει μια ασύρματη εκδοχή του Ethernet. Αυτό προέβλεπε λειτουργία στη ζώνη συχνοτήτων των 2.4GHz με ρυθμούς μετάδοσης 1 και 2Mbps. Η τεχνολογία που προέβλεπε ήταν η διασπορά με αλλαγή συχνότητας (Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS) ή η διασπορά ευθείας ακολουθίας (Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS).

Έκτοτε η ανάπτυξη του έχει προχωρήσει σημαντικά και αυτή την στιγμή υπάρχουν 11 ομάδες, υπεύθυνες να προτείνουν διάφορες επεκτάσεις και βελτιώσεις στο αρχικό πρότυπο για την αντιμετώπιση θεμάτων όπως η ασφάλεια και η βελτιστοποίηση των επιπέδων. Κάθε γράμμα αντιστοιχεί σε μία επέκταση και έτσι αναπαριστά την αντίστοιχη ομάδα εργασίας.

Πατέρας όλων θεωρείται το 802.11, πάνω στο οποίο βασίστηκαν τα υπόλοιπα. Όλα τα πρότυπα που περιλαμβάνει το 802.11, χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Ethernet και μέθοδο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και αποφυγή συγκρούσεων, το carrier sense multiple access with collision avoidance (csma/ca). Η μέθοδος διαμόρφωσης που χρησιμοποιήθηκε αρχικά ήταν το κλείδωμα μεταλλαγής φάσης ή διαμόρφωση διακριτής φάσης, phase-shift keying (psk). Σε νεότερες προδιαγραφές όμως, χρησιμοποιούνται και άλλα σχήματα ψηφιακής διαμόρφωσης, όπως το complementary code

keying (cck). Οι νεότερες μέθοδοι διαμόρφωσης παρέχουν μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων.

IEEE 802.11

Η 802.11 είναι μια οικογένεια πρωτοκόλλων που περιγράφουν τη λειτουργία ασύρματων τοπικών δικτύων. Περιγράφονται τα δύο πρώτα επίπεδα του OSI, δηλαδή το φυσικό επίπεδο (PHY, Physical Layer) και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (MAC, Medium Access Control Layer). Τα πρωτόκολλα αυτά δημοσιεύονται από την IEEE γεγονός που είναι σημαντικό για την διαλειτουργικότητα των συσκευών που το ακολουθούν. Περιγράφοντας μόνο τα δύο κατώτερα επίπεδα, επιτρέπει σε οποιαδήποτε εφαρμογή να εργάζεται πάνω σε συσκευή 802.11 όπως ακριβώς θα εργαζόταν πάνω από Ethernet. Δηλαδή τα πιο πάνω επίπεδα δεν γνωρίζουν και δεν απασχολούνται από το τι βρίσκεται πιο κάτω.

Η ιστορία του πρότυπου 802.11 ξεκινά το 1997, χρονιά κατά την οποία μπήκαν τα θεμέλια για τα πρώτα ασύρματα δίκτυα υπολογιστών με μέγιστη ταχύτητα διαμεταγωγής δεδομένων (ρυθμός μετάδοσης) 2Mbps στα 2.4GHz της μπάντας συχνοτήτων ISM. Υποστηρίζει ασύγχρονη, connectionless υπηρεσία. Στο φυσικό επίπεδο προβλέπει τεχνική FHSS ή DSSS σε ζώνες συχνοτήτων 915MHz, 2.4MHz, 5.2MHz ή υπέρυθρη μετάδοση στα 850nm ως 900nm. Επίσης, υποστηρίζει δυνατότητες όπως προτεραιοποίηση της κίνησης, υποστήριξη εφαρμογών πραγματικού χρόνου και διαχείριση ισχύος συσκευής.

Η τεχνολογία Spread Spectrum, τεχνολογία διαμόρφωσης σήματος που διαδίδει τα προς εκπομπή δεδομένα σε όλο το φάσμα συχνοτήτων, αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία στηρίχτηκε η ανάπτυξη του 802.11. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για στρατιωτικούς σκοπούς, που επέβαλαν τη χρήση ασφαλών γραμμών επικοινωνίας σε πολλαπλά επίπεδα για την αποφυγή υποκλοπών και παρεμβολών.

IEEE 802.11a

Το πρωτόκολλο αυτό είναι μια επέκταση του 802.11 και παρέχει ταχύτητα μετάδοσης από 6-54Mbps, στην ζώνη των 5GHz. Εγκρίθηκε το Δεκέμβριο του 1999.

Η μεγάλη ταχύτητα διαμεταγωγής δεδομένων βασίζεται την τεχνολογία OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Πρόκειται για μέθοδο σύμφωνα με την οποία τα bit των δεδομένων κωδικοποιούνται σε μορφή ραδιοκυμάτων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποστέλλονται από ένα κανάλι με ταχύτητα 54Mbps. Η χρήση της OFDM, έχει σαν αποτέλεσμα την πιο αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου φάσματος. Η λειτουργία στη ζώνη συχνοτήτων των 5GHz όπου υπάρχουν λιγότερες παρεμβολές και οι μεγάλοι ρυθμοί που υποστηρίζει το κάνουν μια καλή λύση για τις τωρινές και μελλοντικές ανάγκες, για εφαρμογές πολυμέσων σε πυκνό περιβάλλον.

Συνήθως όμως οι επικοινωνίες πραγματοποιούνται στα 6Mbps, 12Mbps ή στα 24Mbps και χρησιμοποιείται πολυπλεξία επιμερισμού συχνότητας. Αναμένεται ότι λόγω της καλύτερης επίδοσης του θα κυριαρχήσει στις ασύρματες εφαρμογές. Κυρίως χρησιμοποιείται για να συνδέσει δίκτυα σε μικρές επιχειρήσεις, σε ασύρματα δίκτυα ATM (Automatic Teller Machine), καθώς επίσης και στις ραδιοφωνικές συχνότητες.

IEEE 802.11b

Το πρωτόκολλο αυτό είναι γνωστό και ως υψηλών ταχυτήτων (High Rate) ή ασύρματη πιστότητα (Wireless Fidelity). Συνήθως το λέμε wi-fi και είναι συμβατό με το 802.11. Η μέθοδος διαμόρφωσης που επιλέχθηκε για το 802.11b είναι γνωστή ως complementary code keying (cck) και παρέχει μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων που φτάνουν τα 11Mbps στη συχνότητα των 2.4GHz.

Το 802.11b είναι σήμερα, το πιο δημοφιλές και το πιο ευρέως αναπτυσσόμενο W-LAN standard από τα μέλη της οικογένειας των πρωτοκόλλων ασύρματης δικτύωσης, με υποστήριξη από πολλούς

κατασκευαστές. Στην ουσία είναι το 802.11 με προσθήκη δύο μεγαλύτερων ρυθμών μετάδοσης, του 5.5Mbps και του 11Mbps. Είναι ένα στιβαρό, αποτελεσματικό και δοκιμασμένο πρότυπο με τη μεγαλύτερη διαλειτουργικότητα. Οι προσθήκες της 802.11b σε σχέση με την 802.11 αφορούν μόνο το φυσικό επίπεδο, ορίζοντας μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης και πιο στιβαρή συνδεσιμότητα.

Επίσης χρησιμοποιεί τη μέθοδο επικοινωνίας μέσω ραδιοκυμάτων με την κωδική ονομασία DSSS. Σύμφωνα με αυτή, για κάθε bit πληροφορίας που αποστέλλεται στο δέκτη από τον πομπό δημιουργείται ένα αντίστοιχο εφεδρικό bit. Κατ' αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη μεταφορά των δεδομένων ανά πάσα στιγμή, αφού σε περίπτωση απώλειας χρησιμοποιούνται άμεσα τα αντίστοιχα εφεδρικά bit.

Στο θέμα της ασφάλειας, αν στην ασύρματη επικοινωνία μεταξύ πομπού και δέκτη παρεμβληθεί για οποιονδήποτε λόγο κάποιος μη εξουσιοδοτημένος δέκτης, δεν θα είναι σε θέση να τα αποκωδικοποιήσει, αγνοώντας τα στη συνέχεια.

Να σημειωθεί ότι οι FHSS και DSSS είναι ασύμβατοι τρόποι μεταξύ τους και ότι οι συσκευές πλέον που κατασκευάζονται είναι 802.11b, ενώ το πρότυπο έχει διατηρήσει την διαλειτουργικότητα με τις παλιότερες 802.11 σε DSSS.

IEEE 802.11g

Δημιουργήθηκε το 2001. Το πρότυπο αυτό θα αντικαταστήσει το 802.11b που μεσουρανάει στο χώρο των ασύρματων δικτύων. Τα εχέγγυα της επιτυχίας του βασίζονται σε δύο σημαντικά πλεονεκτήματά του, που συνοψίζονται στη μεγαλύτερη ταχύτητα, της τάξης των 54Mbps καθώς και στη συμβατότητα με το πρότυπο 802.11b.

Χρησιμοποιεί την μπάντα των 2.4GHz, ενώ το εύρος του εκπεμπόμενου σήματος είναι της τάξης των 30MHz. Διαφέρει από το 802.11b γιατί χρησιμοποιεί και την τεχνολογία OFDM. Το τίμημα που πληρώνουμε προκειμένου να υπάρχει συμβατότητα με το 802.11b είναι η μειωμένη

διαπερατότητα λόγω του μηχανισμού RTS/CTS (request-to-send/clear-to-send) προκειμένου οι b σταθμοί να μην συγκρούονται με τους g.

IEEE 802.11c

Λειτουργία γεφύρωσης (bridging) πλαισίων 802.11. Οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν αυτό το πρότυπο όταν κατασκευάζουν Access Point .

IEEE 802.11d

Συγκεκριμένα ορίζει τις απαιτήσεις του φυσικού επιπέδου προκειμένου να ικανοποιούνται οι κανονισμοί και σε άλλες χώρες. Αυτό είναι σημαντικό ιδίως για τις ζώνες των 5GHz που οι συχνότητες διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

IEEE 802.11e

Το πρώτο ασύρματο πρότυπο για οικιακό ή εταιρικό δικτυακό περιβάλλον. Παρέχει χαρακτηριστικά ποιότητας υπηρεσιών και υποστήριξη πολυμέσων στα υπάρχοντα ασύρματα πρότυπα IEEE 802.11a και IEEE 802.11b ενώ ταυτόχρονα είναι και συμβατό με αυτά. Η ποιότητα υπηρεσιών και υποστήριξη πολυμέσων είναι ένας κρίσιμος παράγοντας στα ασύρματα οικιακά δίκτυα που θέλουμε να παρέχουν φωνή, video και ήχο (video on demand, audio on demand, voice over ip, υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο Internet). Υποστήριξη QoS στο MAC επίπεδο (EDCF, Enhanced DCF και HCF, Hybrid Coordination Function). Παρέχει μηχανισμό προτεραιοποίησης της κίνησης στο 802.11 έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η μετάδοση σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Το 802.11e υλοποιείται σε MAC επίπεδο οπότε η συμβατότητα παραμένει στο φυσικό επίπεδο. Σε κάποιες περιπτώσεις η επέκταση παρέχεται σαν μια απλή αναβάθμιση στο λειτουργικό των συσκευών.

IEEE 802.11f

Το IEEE 802.11 δεν ορίζει την υλοποίηση της επικοινωνίας ανάμεσα στα σημεία πρόσβασης προκειμένου να υλοποιηθεί η περιαγωγή του χρήστη. Σαν αποτέλεσμα δεν υπάρχει συμβατότητα ανάμεσα στους κατασκευαστές σε αυτό το θέμα. Η επέκταση αναφέρεται στο πρωτόκολλο IAPP, Inter Access Point Protocol, περιγράφοντας την πληροφορία που χρειάζεται να ανταλλάξουν τα σημεία πρόσβασης για να υποστηρίξουν λειτουργίες όπως της περιαγωγής.

IEEE 802.11h

Διαχείριση φάσματος στο 802.11a DCS, Dynamic Channel Selection και TPC, Transmit Power Control. Αναφέρεται στις απαιτήσεις των ευρωπαϊκών κανονιστικών πλαισίων. Συγκεκριμένα παρέχει ένα κανάλι DCS και TPC για τις συσκευές που εργάζονται στη ζώνη των 5GHz. Στην Ευρώπη υπάρχει το πρόβλημα της παρεμβολής με τις δορυφορικές επικοινωνίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως "primary use", ενώ στις περισσότερες χώρες η ασύρματη δικτύωση χαρακτηρίζεται σαν "secondary use". Με χρήση των DCS και TPC, αποφεύγονται οι παρεμβολές. Οι λειτουργίες αυτές απαιτούν αλλαγές σε φυσικό και σε MAC επίπεδο. Το 802.11h θα είναι το 802.11a επόμενης γενιάς, χωρίς όμως να χαθεί η διαλειτουργικότητα ανάμεσα τους.

IEEE 802.11i

Προσθέτει στο 802.11 πρότυπο ασύρματων τοπικών δικτύων, το πρωτόκολλο ασφάλειας advanced encryption standard (aes), δηλαδή παρέχει δυνατότερες τεχνικές κρυπτογράφησης. Παρέχει επεκτάσεις στο MAC επίπεδο για ενισχυμένη ασφάλεια, ώστε να αντιμετωπίσει τα θέματα ασφαλείας που έχουν προκύψει από το WEP. Το WEP αφορά χρήση αδύναμων στατικών κλειδιών χωρίς καμία διαχείριση της διανομής των κλειδιών.

Characteristics	802.11	802.11b	802.11a	802.11g
-----------------	--------	---------	---------	---------

Modulation	FH/DSSS	DSSS	OFDM	OFDM
Carrier Frequency	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz
Max Physical Rate	2 Mb/s	11 Mb/s	54 Mb/s	54 Mb/s
Max Data Rate, Layer 3	1.2 Mb/s	5 Mb/s	32 Mb/s	32 Mb/s
Medium Access Control / Media Sharing	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA
Connectivity	Conn.-less	Conn.-less	Conn.-less	Conn.-less
Multicast	Yes	Yes	Yes	Yes

Πίνακας 3.1: Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των βασικών προτύπων του πρωτοκόλλου IEEE 802.11

Τεχνολογίες

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο είναι αυτό στο οποίο ένας κινούμενος χρήστης μπορεί να συνδεθεί σε ένα τοπικό δίκτυο μέσω μια ασύρματης σύνδεσης. Σχεδόν όλα τα ασύρματα τοπικά δίκτυα στην πράξη λειτουργούν χρησιμοποιώντας τεχνολογία υπέρυθρης ακτινοβολίας ή spread spectrum. Όμως τα μειονεκτήματα της υπέρυθρης την περιορίζουν για εγκαταστάσεις εντός του αυτού δωματίου, για την αποφυγή των καλωδιώσεων. Οι τυποποιήσεις των ασυρμάτων δικτύων περιγράφονται από το IEEE 802.11 που καλύπτει τόσο μετάδοση με διάχυση υπερέυθρων όσο και με τεχνολογία κωδικοποίησης διασποράς φάσματος.

Το πρότυπο IEEE 802.11 περιγράφει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναφερθούμε σε δύο από τις κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα τοπικά δίκτυα.

Κωδικοποίηση διασποράς φάσματος [Spread Spectrum]

Η διασπορά φάσματος είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση δεδομένων σε περισσότερες από μία συχνότητες. Μετά την επιτυχημένη εφαρμογή της, επί δεκαετίες, στις στρατηγικές επικοινωνίες της εποχής του Ψυχρού Πολέμου, χρησιμοποιείται τώρα στα ασύρματα τοπικά δίκτυα.

Με αυτόν τον τύπο διαμόρφωσης, το σήμα είναι καλύτερα θωρακισμένο από το θόρυβο και τις παρεμβολές και επιτρέπει να μοιράζονται τις συχνότητες λειτουργίας της περιοχής 2,4GHz πολλοί χρήστες, με όσο το δυνατόν μικρότερες παρεμβολές από άλλους ή από συσκευές, (όπως οι φούρνοι μικροκυμάτων που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα λειτουργίας).

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι τεχνολογιών διασποράς φάσματος που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα δίκτυα. Είναι η διασπορά με αλλαγή συχνότητας (Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS) και η διασπορά ευθείας ακολουθίας (Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS).

Η **FHSS** χρησιμοποιεί ένα στενό φασματικό φέρον σήμα, το οποίο μεταβάλλει συνεχώς την κεντρική του συχνότητα, σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο πρότυπο. Το σήμα εξαπλώνεται, καθώς λειτουργεί σε μια συχνότητα για σύντομη χρονική διάρκεια και έπειτα μεταπηδά σε μια άλλη. Ο αλγόριθμος για τη μεταπήδηση της συχνότητας, είναι εκ των προτέρων γνωστός, τόσο στον πομπό όσο και στο δέκτη.

Η **DSSS** είναι μια τεχνολογία μετάδοσης φάσματος ευρείας ζώνης, η οποία χρησιμοποιεί ένα επιπλέον bit pattern για κάθε bit που μεταδίδεται. Αυτό το bit pattern, το οποίο έχει μεγαλύτερο ρυθμό (bitrate) από αυτόν των δεδομένων, καλείται chip ή chipping code. Όσο μεγαλύτερο μήκος ακολουθίας έχει το chip, τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα ανάκτησης των μεταδιδόμενων δεδομένων χωρίς σφάλμα. Η δυσμενής συνέπεια της χρησιμοποίησης μακρύτερων chip, είναι το ευρύτερο φάσμα που απαιτείται για τη μετάδοση. Ακόμα και αν κατά την αποστολή δεδομένων χαθούν κάποια bit, είναι δυνατόν να ανακτηθούν, χωρίς να είναι απαραίτητη η εκ νέου αποστολή τους, κάτι που θα επέφερε καθυστέρηση στη μεταφορά των δεδομένων και θα επιβάρυνε την

κίνηση στο δίκτυο. Αν κάποιος δέκτης λάβει τα σήματα χωρίς να είναι σε θέση να τα αποκωδικοποιήσει, θα τα "ερμηνεύσει" ως θόρυβο και θα τα αγνοήσει.

Στην FHSS, το 802.11 καθορίζει 79 κανάλια και 78 διαφορετικούς τρόπους εναλλαγής των καναλιών. Εάν το σήμα ληφθεί από κάποιον μη εξουσιοδοτημένο δέκτη, ερμηνεύεται ως μικρής διάρκειας θόρυβος και αγνοείται. Το FHSS, λόγω της τεχνικής μεταπήδησης συχνότητας, έχει μεγαλύτερη ανοχή στις παρεμβολές απ' ό,τι το DSSS, ενώ επίσης αποφεύγει την ταυτόχρονη δέσμευση μεγάλου μέρους του φάσματος. Η μετάδοση σημάτων FHSS απαιτεί μικρότερη ισχύ από την DSSS.

Το 802.11b καθορίζει δύο τρόπους ασύρματης επικοινωνίας, ανάλογα με το αν πρόκειται για ομότιμο δίκτυο ή δίκτυο με σημεία πρόσβασης. Στα ομότιμα δίκτυα οι υπολογιστές "μιλάνε" μεταξύ τους με την επικοινωνία "ad hoc", ενώ όταν υπάρχουν σημεία πρόσβασης γίνεται χρήση της επικοινωνίας "infrastructure".

Στην επικοινωνία "infrastructure", το ασύρματο δίκτυο αποτελείται από ένα τουλάχιστον σημείο πρόσβασης, το οποίο είναι συνδεδεμένο συνήθως σε ενσύρματο δίκτυο. Αντίθετα, στην Ad-hoc δικτύωση, οι υπολογιστές του ασύρματου δικτύου επικοινωνούν απευθείας ο ένας με τον άλλο, χωρίς τη χρήση σημείων πρόσβασης ή φυσικής σύνδεσης σε ενσύρματο δίκτυο. Η επιλογή μεταξύ "Ad-hoc" και "infrastructure" γίνεται από το λογισμικό που συνοδεύει την ασύρματη κάρτα. Έτσι, ανάλογα με το δίκτυο με το οποίο θέλει να συνδεθεί ο χρήστης, επιλέγει από το λογισμικό τον αντίστοιχο τρόπο επικοινωνίας.

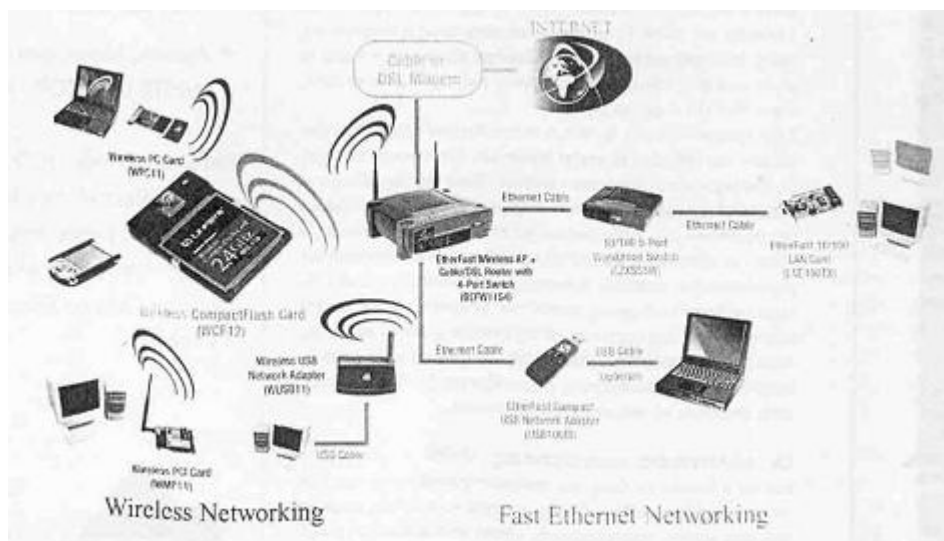
Μία σημαντική δυνατότητα του 802.11 είναι το "κλειδί" SSID (Service Set Identifier) για την πρόσβαση στο δίκτυο. Όλα τα σημεία πρόσβασης σε ένα ασύρματο δίκτυο έχουν το ίδιο SSID και επιτρέπουν πρόσβαση στο δίκτυο μόνο στους ασύρματους κόμβους που το διαθέτουν. Ο μηχανισμός αυτός, αν χρησιμοποιηθεί σωστά, παρέχει μία υποτυπώδη ασφάλεια στο δίκτυο, αφού απαιτείται η δήλωση στο λογισμικό της ασύρματης κάρτας του κωδικού SSID. Είναι μάλιστα εφικτό, ένας υπολογιστής να ρυθμιστεί με διαφορετικά SSID για την πρόσβαση σε διαφορετικά δίκτυα. Δυστυχώς, στα περισσότερα ασύρματα δίκτυα το SSID δεν αποτελεί δικλείδα ασφαλείας, άλλα ένα απλό αναγνωριστικό για την είσοδο στο δίκτυο. Εξάλλου, τα σημεία πρόσβασης

μπορεί να είναι ρυθμισμένα να εκπέμπουν το SSID τους, συνεπώς οποιοσδήποτε πλησιάσει στην εμβέλεια τους, θα αποκτήσει πρόσβαση στο δίκτυο.

Ορθογώνια πολυπλεξία συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing-OFDM)

Η κωδικοποίηση OFDM, είναι μια μορφή διαμόρφωσης πολλών φερόντων σημάτων και διαφέρει από αυτήν της διασποράς φάσματος. Η τεχνική αυτή χωρίζει το σήμα σε πολλά μικρότερα υποσήματα, τα οποία και εκπέμπει σε διαφορετικές συχνότητες. Αυτό μειώνει τη διαφωνία στις μεταδόσεις σημάτων, κάτι το οποίο καθιστά το OFDM πολύ χρήσιμο για τη μετάδοση υψίρρυθμων και ευρυζωνικών πληροφοριών. Επίσης, με τον τρόπο αυτό, η μετάδοση είναι πολύ ανθεκτική στις παρεμβολές.

Η IEEE επέλεξε να χρησιμοποιήσει OFDM στο πρότυπο 802.11a, με ταχύτητα μετάδοσης μέχρι 54Mbps. Η ίδια διαμόρφωση χρησιμοποιείται στην τεχνολογία ADSL, που πετυχαίνει υψηλότερες ταχύτητες στα κοινά τηλεφωνικά δίκτυα, αλλά και στην επερχόμενη ψηφιακή τηλεόραση. Είναι μια τεχνολογία, που ενώ είχε αναλυθεί σε θεωρητικό επίπεδο εδώ και χρόνια, έκανε ξαφνικά, δυναμική εμφάνιση στη σκηνή των ψηφιακών επικοινωνιών και κατέλαβε όλες τις νέες εφαρμογές.



Εικόνα 11: Εφαρμογές των ασύρματων δικτύων

Χαρακτηριστικά του 802.11

Η ζώνη των 2.4GHz γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής σήμερα. Ο λόγος γι' αυτό είναι ότι πρόκειται για ελεύθερη ζώνη και έχει κατάλληλα χαρακτηριστικά για μετάδοση σε μικρές αποστάσεις.

Παρεμβολές

Τα ασύρματο τοπικό δίκτυο μπορεί να δεχτεί και να προκαλέσει παρεμβολές σε άλλα 2.4GHz προϊόντα όπως μερικά ασύρματα τηλέφωνα ή φούρνοι μικροκυμάτων. Γενικά πάντως δεν έχει παρατηρηθεί να έχουν σημαντικό πρόβλημα με παρεμβολές από φούρνους μικροκυμάτων. Μπορεί επίσης να δεχθεί παρεμβολές από αρμονικές από συσκευές που εκπέμπουν σε υποπολλαπλάσια της συχνότητας λειτουργίας. Το σημαντικότερο πρόβλημα παρεμβολών πάντως προκύπτει από την κακή σχεδίαση ενός ασύρματου δικτύου (μεγαλύτερες ισχύεις εκπομπής από το αναγκαίο, κακές και ακατάλληλες κεραίες, λάθος επιλογή συχνοτήτων και τοποθεσίας, συσκευές με μικρή ευαισθησία κτλ).

Εμβέλεια

Η εμβέλεια ενός ασύρματου δικτύου σε περιβάλλον γραφείου μπορεί να είναι μερικές δεκάδες μέτρα. Τα ραδιοκύματα σε εσωτερικό χώρο έχουν να διαπεράσουν τοίχους και οροφές οπότε υφίστανται σημαντική απόσβεση. Δηλαδή όταν ένα ραδιοκύμα προσπέσει σε ένα τοίχο ένα μέρος της ισχύος του θα απορροφηθεί από το υλικό του τοίχου και ένα κομμάτι μόνο θα μπορεί να τον διαδοθεί. Επίσης το σήμα θα ανακλαστεί στις περιβάλλουσες επιφάνειες με αποτέλεσμα στο δέκτη τελικά να φτάσουν ένας αριθμός από αντίγραφα του αρχικού σήματος, όλα με διαφορετικά πλάτη και φάσεις. Από την άθροιση τους μπορεί να προκύψει αλληλοαναιρέση και το τελικό σήμα να έχει πολύ μικρότερη ισχύ με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας της ζεύξης.

Σε περιβάλλον όπου υπάρχει κατευθείαν οπτική επαφή, σε εξωτερικό χώρο, η εμβέλεια είναι πολύ μεγαλύτερη, εξαρτάται από την ισχύ εκπομπής,

την ευαισθησία του δέκτη, τις κεραίες, την απόσταση, την ευθυγράμμιση των κεραιών, το επίπεδο παρεμβολών και θορύβου. Πάντως αποστάσεις αρκετών χιλιομέτρων είναι δυνατό να επιτευχθούν με πολύ καλή ποιότητα ζεύξης.

Ρυθμός μετάδοσης

Η πραγματική διαπερατότητα του συστήματος εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων όπως οι παράμετροι ραδιομετάδοσης (εμβέλεια, ανακλάσεις, απορρόφηση, σκέδαση), όπως και από τον αριθμό των χρηστών. Για τις περισσότερες εφαρμογές το εύρος ζώνης (bandwidth) είναι επαρκές.

Ποιότητα επικοινωνίας

Έχοντας πίσω τους μισό αιώνα σε εμπορικές και κυρίως σε στρατιωτικές εφαρμογές οι ασύρματες τεχνολογίες έχουν γίνει πολύ στιβαρές και αξιόπιστες. Έτσι μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες συνδέσεις και μάλιστα ίσως σε καλύτερο επίπεδο από ότι οι αντίστοιχες στην κινητή τηλεφωνία.

Συμβατότητα με το υπάρχον δίκτυο

Τα περισσότερα ασύρματα τοπικά δίκτυα έχουν προτυποποιημένο τρόπο σύνδεσης με τα υπάρχοντα ενσύρματα δίκτυα. Συστήματα διαχείρισης επιβλέπουν τους ασύρματους κόμβους όπως και οποιοδήποτε άλλο στοιχείο δικτύου.

Διαλειτουργικότητα

Υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις στις οποίες οι συσκευές δεν συνεργάζονται μεταξύ τους:

- **Διαφορετικές τεχνολογίες.** Ένα ράδιο βασισμένο σε τεχνολογία FHSS δεν μπορεί να συνεργαστεί με κάποιο τεχνολογίας DSSS.
- **Διαφορετικές συχνότητες.** Προφανώς συσκευές 802.11a στους 5.7GHz δεν μπορούν να δουλέψουν μαζί με συσκευές 802.11b/g που εργάζονται στους 2.4GHz.

- **Διαφορετικές υλοποιήσεις.** Προϊόντα διαφορετικών κατασκευαστών μπορεί να μην συνεργάζονται ή να συνεργάζονται μερικώς μεταξύ τους. Για παράδειγμα υπάρχει ένας αριθμός προϊόντων βασισμένα σε chipsets της Texas Instruments τα οποία υποστηρίζουν ένα τρόπο μετάδοσης 22Mbps. Αυτός όμως ισχύει μόνο μεταξύ συσκευών της ίδιας εταιρίας. Για μία λύση του προβλήματος της διαλειτουργικότητας δημιουργήθηκε το Wifi πιστοποιητικό.

Υπηρεσίες Πρότυπου 802.11

Η IEEE 802.11 ορίζει υπηρεσίες που πρέπει να προσφέρονται, δεν ορίζει συγκεκριμένες υλοποιήσεις. Αφήνει έτσι τους κατασκευαστές να υλοποιήσουν με τον δικό τους τρόπο την κάθε υπηρεσία, αφήνοντας έτσι περιθώριο για κάτι πιο αποδοτικό.

Οι υπηρεσίες που περιγράφονται υλοποιούνται από το MAC επίπεδο και μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:

A. Υπηρεσίες σταθμού (SS, Station Service). Οι υπηρεσίες αυτές υλοποιούνται σε κάθε ασύρματο σταθμό.

- a) Αυθεντικοποίηση
- b) Απο-αυθεντικοποίηση
- c) Ιδιωτικοποίηση
- d) Μεταφορά δεδομένων

B. Υπηρεσίες συστήματος διανομής (DSS, Distribution System Service).

Οι υπηρεσίες αυτές υλοποιούνται μόνο στα Access Point .

- a) Ένωση
- b) Αποσύνδεση
- c) Διανομή

- d) Ολοκλήρωση
- e) Επανασυσχέτιση

Μπορεί να υποθέσει κανείς ότι η διαφορά ενός Access Point από έναν πελάτη (client) είναι μόνο η υλοποίηση των υπηρεσιών της δεύτερης κατηγορίας. Οι υπηρεσίες αυτές υλοποιούνται με λογισμικό και όχι με επιπλέον υλικό και έτσι η μεγάλη διαφορά κόστους που συνήθως υπάρχει ανάμεσα στις αντίστοιχες συσκευές δεν δικαιολογείται από την πλευρά του πραγματικού κόστους τους.

A. Υπηρεσίες σταθμού

Το 802.11 ορίζει έναν αριθμό από παρεχόμενες υπηρεσίες μεταξύ των σταθμών.

Ασφάλεια

Η λειτουργία της ασφάλειας είναι ευθύνη του MAC επιπέδου και περιλαμβάνει τον έλεγχο της πρόσβασης και τη λειτουργία της κωδικοποίησης και οι οποίες είναι γνωστές σαν WEP, Wired Equivalent Privacy. Η ονομασία είναι αρκετά πομπώδης και υπονοεί ότι καταφέρνει να εξασφαλίσει ισοδύναμο βαθμό ασφαλείας στο ασύρματο μέσο με αυτό του ενσύρματου.

Για τον έλεγχο της πρόσβασης κάθε Access Point προγραμματίζεται με ένα μοναδικό ESSID (WLAN Service Area ID). Κάθε σταθμός πρέπει να γνωρίζει το ESSID προκειμένου να συσχετιστεί με το Access Point. Αυτό έχει το νόημα ελέγχου αυθεντικότητας. Επίσης το Access Point έχει έναν πίνακα με MAC διευθύνσεις (Access Control List), και οι σταθμοί προκειμένου να μπορούν να συνδεθούν πρέπει να έχουν την MAC τους στον πίνακα αυτό. Επίσης ο πίνακας αυτός μπορεί να περιέχει τις διευθύνσεις που αποκλείονται από την πρόσβαση.

Αυθεντικοποίηση

Ορίζονται διαδικασίες αυθεντικοποίησης ώστε να ελεγχθεί η πρόσβαση στο ασύρματο τοπικό δίκτυο. Ο σκοπός της αυθεντικοποίησης είναι να παρέχει έλεγχο πρόσβασης όμοιο με αυτόν στα ενσύρματα τοπικά δίκτυα.

Παρέχει ένα μηχανισμό για ένα σταθμό να προσδιορίζει άλλον. Χωρίς απόδειξη της ταυτότητας του ένας σταθμός δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιεί το ασύρματο τοπικό δίκτυο. Όλοι οι 802.11 σταθμοί είτε είναι μέρος ενός ανεξάρτητου BSS ή ESS δικτύου πρέπει να χρησιμοποιήσουν την υπηρεσία αυτή πριν επικοινωνήσουν με άλλον σταθμό. Ορίζονται δύο τύποι αυθεντικοποίησης:

1. Open system authentication. Είναι ο εξ' ορισμού τρόπος, είναι πολύ απλός και έχει δύο βήματα. Πρώτα ο σταθμός που θέλει να κάνει την αυθεντικοποίηση στέλνει ένα πλαίσιο αυθεντικοποίησης το οποίο περιέχει την ταυτότητα του. Ο άλλος σταθμός στέλνει πίσω ένα πλαίσιο που περιέχει την πληροφορία αναγνώρισης ή μη της ταυτότητας του αποστολέα.
2. Shared key authentication. Ο κάθε σταθμός έχει λάβει ένα κρυφό κλειδί, μέσω ενός καναλιού το οποίο είναι ανεξάρτητο του 802.11 δικτύου. Οι σταθμοί κάνουν αυθεντικοποίηση μέσω της κοινής γνώσης του κρυφού κλειδιού. Η υλοποίηση αυτή απαιτεί την κρυπτογράφηση μέσω αλγορίθμου WEP, (Wired Equivalent Privacy).

Απο-αυθεντικοποίηση

Η υπηρεσία αυτή αφορά την απομάκρυνση ενός σταθμού που είχε προηγουμένα αυθεντικοποιηθεί από το δίκτυο. Για να αποκτήσει πάλι ο σταθμός πρόσβαση πρέπει να επαναληφθεί η διαδικασία αυθεντικοποίησης. Το μήνυμα απο-αυθεντικοποίησης έχει το νόημα ειδοποίησης και δεν μπορεί να απορριφθεί. Το αντίστοιχο πλαίσιο μπορεί να σταλεί από ένα σταθμό ή από το Access Point.

Ιδιωτικοποίηση

Το πρότυπο προτείνει για την κωδικοποίηση των δεδομένων τη χρήση κλειδιού μήκους 40-bit. Η υπηρεσία αυτή είναι προαιρετική. Ο αλγόριθμος είναι ο RC4 PRNG από την RSA Data Security. Όλα τα δεδομένα που στέλνονται και λαμβάνονται μεταξύ του Access Point και των συσχετιζόμενων σταθμών του, έχουν κωδικοποιηθεί με αυτό το κλειδί. Επιπρόσθετα όταν ένας σταθμός προσπαθήσει να συσχετιστεί με ένα Access Point, τότε αυτό το του στέλνει ένα κωδικοποιημένο πακέτο και ο σταθμός πρέπει κωδικοποιήσει την σωστή απάντηση χρησιμοποιώντας το κλειδί του, ώστε να κερδίσει πρόσβαση στο δίκτυο.

Η υπηρεσία αυτή έχει σκοπό να παρέχει ένα ισοδύναμο επίπεδο προστασίας με αυτό που παρέχεται στα ενσύρματα δίκτυα, όπου η φυσική πρόσβαση είναι περιορισμένη. Παρέχει προστασία στα δεδομένα στο κομμάτι της διαδρομής τους στο ασύρματο μέσο. Δεν παρέχει πλήρη προστασία από άκρο σε άκρο μεταξύ εφαρμογών που λειτουργούν σε ένα μικτό δίκτυο. Στο ασύρματο δίκτυο όλοι οι σταθμοί καθώς και άλλες συσκευές μπορούν να αφουγκραστούν τα δεδομένα που ανταλλάσσονται, και έτσι να θέσουν σημαντικά προβλήματα ασφαλείας στο δίκτυο. Το πρότυπο προσφέρει μία υπηρεσία η οποία αυξάνει την ασφάλεια του δικτύου και την κάνει παρόμοια με αυτή ενός ενσύρματου δικτύου. Έτσι κωδικοποιεί τα πακέτα δεδομένων καθώς και κάποια πακέτα διαχείρισης με ένα αλγόριθμο βασισμένο στον αλγόριθμο WEP, του 802.11.

Πέρα από τις υπηρεσίες ασφαλείας δευτέρου επιπέδου, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και υπηρεσίες ανωτέρων επιπέδων για έλεγχο της πρόσβασης και κωδικοποίηση, όπως το IPsec ή κωδικοποίηση επιπέδου εφαρμογής. Αυτές οι τεχνολογίες ανωτέρων επιπέδων μπορεί να δημιουργήσουν ένα δίκτυο ασφαλές από άκρο σε άκρο, που να περιλαμβάνει ασύρματες και ενσύρματες τεχνολογίες.

Μεταφορά δεδομένων

Η υπηρεσία αυτή παρέχει αξιόπιστη μεταφορά των πακέτων δεδομένων από το MAC του ενός σταθμού στο MAC ενός άλλου, με ελάχιστα διπλότυπα και αναδιατάξεις. Ο όρος αξιόπιστη μεταφορά σημαίνει ότι θα ζητηθεί επανεκπομπή των πακέτων αν διαπιστωθεί ότι αυτά έχουν λάθη. Ο λόγος που δεν αφήνουμε στα ανώτερα επίπεδα να χειριστούν το θέμα αυτό είναι ότι ο ραδιοφορέας είναι μη αξιόπιστος φορέας μετάδοσης και πολλά λάθη συμβαίνουν, άρα πολλές επανεκπομπές θα χρειαστούν να γίνουν.

B. Υπηρεσίες συστήματος διανομής

Παρέχουν διάφορες λειτουργίες στο σύστημα διανομής(Distribution System-DS). Τυπικά αυτές παρέχονται από τα Access Point.

Ένωση

Υπηρεσία με την οποία δημιουργείται μία λογική σύνδεση μεταξύ ενός ασύρματου σταθμού και ενός Access Point. Κάθε σταθμός σχετίζεται με ένα Access Point, πριν του επιτραπεί να στείλει δεδομένα μέσω του Access Point προς το DS. Η σύνδεση αυτή είναι απαραίτητη έτσι ώστε το DS να γνωρίζει που και πως θα παραδώσει δεδομένα στον ασύρματο σταθμό. Ο ασύρματος σταθμός επικαλείται την υπηρεσία αυτή μόνο μία φορά κατά την είσοδο του στο BSS. Κάθε σταθμός σχετίζεται με μόνο ένα Access Point και ένα Access Point μπορεί να σχετιστεί με πολλούς σταθμούς.

Αποσύνδεση

Υπηρεσία που σκοπό έχει να επιβάλλει σε σταθμό να εγκαταλείψει μία συσχέτιση με ένα Access Point ή για ένα σταθμό να ενημερώσει το Access Point ότι δεν χρειάζεται πλέον τις υπηρεσίες του DS. Όταν ένας σταθμός αποσυσχετιστεί, πρέπει να ξεκινήσει μία καινούργια συσχέτιση με ένα Access Point. Ένα Access Point μπορεί να αναγκάσει ένα ή περισσότερους σταθμούς να απομακρυνθούν, λόγω περιορισμένων πόρων ή γιατί το Access Point

απομακρύνεται από το δίκτυο. Όταν ο σταθμός ενημερωθεί ότι δεν θα έχει πλέον τις υπηρεσίες ενός Access Point, μπορεί να επικαλεστεί την υπηρεσία αποσυσχέτισης ώστε να ειδοποιήσει το Access Point ότι η λογική σύνδεση μεταξύ τους δεν απαιτείται πλέον. Οι σταθμοί πρέπει να αποσυσχετίζονται όταν αφήνουν το δίκτυο. Η αποσυσχέτιση έχει τη μορφή ειδοποίησης και μπορεί να σταλεί από οποιοδήποτε από τα συσχετιζόμενα μέρη και κανένα από τα δύο δεν μπορεί να την αρνηθεί.

Επανασυσχέτιση

Η επανασυσχέτιση επιτρέπει σε ένα σταθμό να αλλάξει τη τρέχουσα συσχέτιση του με ένα Access Point. Είναι παρόμοια υπηρεσία με τη συσχέτιση με τη διαφορά ότι περιέχει πληροφορία για το Access Point στο οποίο ο σταθμός ήταν πριν συσχετισμένος. Ένας σταθμός χρησιμοποιεί την υπηρεσία αυτή καθώς μετακινείται διαρκώς σε ένα ESS δίκτυο, χάνει την επαφή με το Access Point με το οποίο είχε συσχετιστεί και χρειάζεται να συσχετιστεί με κάποιο καινούργιο. Με την υπηρεσία αυτή, στέλνοντας πληροφορία για το προηγούμενο Access Point με το οποίο είχε συσχετιστεί, το καινούργιο Access Point μπορεί να επικοινωνήσει με το προηγούμενο και να αποκτήσει τα πακέτα τα οποία μπορεί να έχουν παραμείνει εκεί προς παράδοση στον σταθμό. Η υπηρεσία επανασυσχέτισης αρχικοποιείτε πάντα από τον σταθμό.

Διανομή

Η διανομή είναι βασική υπηρεσία η οποία παρέχεται από έναν 802.11 σταθμό. Ο σταθμός χρησιμοποιεί την υπηρεσία κάθε φορά που στέλνει ένα MAC πλαίσιο προς το σύστημα διανομής. Το σύστημα διανομής αναλαμβάνει τη διανομή του χρησιμοποιώντας την πληροφορία που έχει αποκτήσει με τις υπηρεσίες συσχέτισης. Ο σταθμός πρέπει να έχει συσχετιστεί με ένα Access Point ώστε να γίνει η προώθηση των πλαισίων σωστά.

Ολοκλήρωση

Η υπηρεσία αυτή συνδέει ένα δίκτυο 802.11 WLAN σε άλλα τοπικά δίκτυα ενσύρματα ή ασύρματα. Ένα portal είναι αυτό που υλοποιεί την υπηρεσία αυτή. Τυπικά βρίσκεται σε ένα Access Point, μπορεί όμως και να είναι τμήμα ενός διαφορετικού δικτύου. Η υπηρεσία αυτή μεταφράζει πλαίσιο 802.11 σε πλαίσια που μπορούν να μεταδοθούν σε άλλο δίκτυο και το ανάστροφο.

Περιοαγωγή

Μια από τις πιο κεντρικές έννοιες για τη διάδοση και χρήση των υπηρεσιών οι οποίες στηρίζονται σε τεχνολογίες όπως του WiFi είναι η περιοαγωγή (roaming). Με τον όρο αυτό ουσιαστικά αναφέρεται η δυνατότητα των χρηστών να απολαμβάνουν τις υπηρεσίες για τις οποίες έχουν δικαίωμα χρήσης σε ένα ασύρματο Hotspot αν μετακινηθούν σε κάποιο άλλο Hotspot. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αξία των υπηρεσιών που λαμβάνουν οι χρήστες και ταυτόχρονα αυξάνεται και ο αριθμός των δυνητικών πελατών – χρηστών των διαφόρων ασύρματο Hotspot.

Οι βάσεις πελατών των διαφορετικών διασυνδέονται μεταξύ τους είτε άμεσα, είτε μέσω μιας τρίτης ανεξάρτητης αρχής η οποία αναλαμβάνει να ολοκληρώσει τη διαδικασία ταυτοποίησης των χρηστών μεταξύ διαφορετικών Hotspot.

Η σημασία της περιοαγωγής είναι ιδιαίτερα μεγάλη κατά τα πρώτα στάδια εξάπλωσης των υπηρεσιών. Τα σημεία στα οποία παρέχονται υπηρεσίες ασύρματων δικτύων, σε αυτή την περίοδο, είναι λίγα. Έτσι ο τελικός χρήστης δυσκολεύεται να πληρώσει για τις υπηρεσίες αυτές. Η περιοαγωγή λύνει εν μέρει αυτό το πρόβλημα καθώς ο χρήστης πληρώνοντας μία φορά απολαμβάνει το δικαίωμα να μετακινείται μεταξύ των διαφορετικών ασύρματων τοπικών δικτύων.

Ταυτόχρονα όμως και για τις επιχειρήσεις η περιοαγωγή αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα κατά τα πρώτα στάδια εξάπλωσης των ασύρματων υπηρεσιών. Ο αριθμός των χρηστών που μπορούν να κάνουν χρήση των

υποδομών τους αυξάνεται ενώ προσελκύουν σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό πελατών σε σχέση με εγκαταστάσεις οι οποίες δεν έχουν συνάψει σχετικές συμφωνίες με άλλα ασύρματα τοπικά δίκτυα.

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η συσχέτιση ενός σταθμού με το Access Point είναι εργασία του MAC επιπέδου. Όταν ένας σταθμός βρεθεί εντός εμβέλειας ενός ή περισσότερων Access Point, διαλέγει εκείνο το οποίο έχει καλύτερο σήμα ή μικρότερο αριθμό λαθών. Η διαδικασία αυτή λέγεται Joining a Basic Service Set. Όταν γίνει αποδεκτή η συσχέτιση από το Access Point, ο σταθμός συντονίζεται στο κανάλι εκπομπής του Access Point. Περιοδικά γίνεται ανίχνευσή των καναλιών και στην περίπτωση που βρεθεί κανάλι με καλύτερα χαρακτηριστικά, γίνεται επανασυσχέτιση με το καινούργιο Access Point και συντονισμός του σταθμού στην καινούρια συχνότητα. Η επανασυσχέτιση μπορεί να γίνει λόγω φυσικής μετακίνησης του σταθμού ή μπορεί να γίνει σαν αποτέλεσμα υψηλού φόρτου στο δίκτυο. Η λειτουργία αυτή γνωστή ως «load balancing» κατανέμει τον συνολικό φόρτο του ασύρματου δικτύου με αποτελεσματικό τρόπο στην ασύρματη δομή του. Αυτός ο δυναμικός τρόπος συσχέτισης επιτρέπει την διάρθρωση ενός ασύρματου δικτύου με πολύ ευρεία κάλυψη απλώς δημιουργώντας μία σειρά από 802.11 κυψέλες. Για να πετύχει μια τέτοια σχεδίαση πρέπει οι κυψέλες να σχεδιαστούν σωστά, δηλαδή να γίνει επιλογή της τοποθεσίας, της συχνότητας, των κεραιών.

Κεφάλαιο 4: Bluetooth Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα Μικρών Αποστάσεων

Bluetooth

Το Bluetooth αναπτύσσεται από μία ομάδα, γνωστή με το όνομα «Bluetooth Special Interest Group» (Bluetooth SIG, Inc), η οποία δημιουργήθηκε το Μάιο του 1998. Τα ιδρυτικά μέλη ήταν οι εταιρείες Ericsson, Nokia, Intel, IBM και Toshiba. Έκτοτε, σχεδόν όλες οι μεγάλες εταιρείες της βιομηχανίας των τηλεπικοινωνιών, όπως για παράδειγμα οι Microsoft, Motorola, 3Com και Lucent προσχώρησαν στο Bluetooth SIG, το οποίο σήμερα αριθμεί συνολικά 2.500 μέλη. Η πρώτη έκδοση της προδιαγραφής Bluetooth εγκρίθηκε το καλοκαίρι του 1999, ενώ η τελευταία έκδοση 1.1 εγκρίθηκε το Φεβρουάριο του 2001.

Το Bluetooth αποτελεί ένα πρότυπο για τις ασύρματες επικοινωνίες, για μικρά, φθηνά και μικρού εύρους κάλυψης δίκτυα. Η τεχνολογία Bluetooth υπόσχεται την εξαφάνιση όλων εκείνων των συστατικών που περιπλέκουν την επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών, όπως είναι τα πολλά καλώδια, οι συζευκτήρες και τα πολλά είδη επικοινωνιακών πρωτοκόλλων. Με το Bluetooth, οι ασύρματες συσκευές όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα, οι τηλεειδοποιητές (pagers), οι ψηφιακές κάμερες, οι ψηφιακοί βοηθοί (PDAs), κ.α. αποκτούν μια κοινή επικοινωνιακή δομή.

Το Bluetooth αποτελεί ένα εύρωστο, χαμηλών απαιτήσεων, φθινό και ασφαλές πρότυπο, κατάλληλο για την υλοποίηση ασύρματων δικτύων υπολογιστών μικρού εύρους κάλυψης. Υποστηρίζει τη ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων, την multipoint επικοινωνία και είναι εύκολο στη χρήση. Το εύρος κάλυψης που υποστηρίζει είναι περίπου 10 μέτρα, το οποίο όμως μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση ενισχυτών.

Τα όρια μεταξύ προσωπικών και τοπικών ασύρματων δικτύων δεν είναι διακριτά. Ο διαχωρισμός είναι μάλλον τεχνητός, καθώς οι τεχνολογίες τοπικών ασύρματων δικτύων (WLAN) καλύπτουν πολύ ικανοποιητικά τις απαιτήσεις των προσωπικών ασύρματων δικτύων (WPAN). Το κόστος ανάπτυξης ενός δικτύου με τεχνολογία Bluetooth είναι άμεσα συγκρίσιμο με αυτό ενός τοπικού

ασύρματου δικτύου, ενώ τα ασύρματα τοπικά δίκτυα προσφέρουν πολύ μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης (π.χ., 11 Mbps το IEEE 802.11b). Για το λόγο αυτό, η τεχνολογία Bluetooth καλείται να ανταγωνιστεί και τεχνολογίες τοπικών ασύρματων δικτύων.

Οι χρήστες έχουν αυξημένο βαθμό ανησυχίας για θέματα ασφάλειας που εγείρονται σε ασύρματες μεταδόσεις. Συνήθως, αυτές οι ανησυχίες επιβραδύνουν σημαντικά τη μαζική αποδοχή μίας νέας τεχνολογίας, κυρίως ασύρματης όπου ο φόβος της παραβίασης της ιδιωτικότητας είναι ιδιαίτερα υψηλός. Έχοντας υπόψη τις ανησυχίες των χρηστών, το Bluetooth SIG όρισε δημοσίως την προδιαγραφή της τεχνολογίας και της ασφάλειάς της. Το Bluetooth SIG αλλά και ανεξάρτητοι ερευνητές έχουν περιγράψει την αρχιτεκτονική ασφάλειας που ενσωματώνεται στην προδιαγραφή του Bluetooth, σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας για ευκολότερη κατανόηση.

Λειτουργικά τμήματα

Ένα σύστημα που βασίζεται στο πρότυπο Bluetooth, απαρτίζεται από τέσσερα λειτουργικά μέρη:

1. Έναν ραδιοπομποδέκτη (radio transceiver), ικανό να μεταδίδει και να λαμβάνει φωνή και δεδομένα.
2. Μια μονάδα βασικής ζώνης ή ελέγχου καναλιού (baseband ή link control unit), η οποία είναι ικανή να επεξεργάζεται τα δεδομένα που λαμβάνονται και μεταδίδονται από τον ραδιοπομποδέκτη.
3. Λογισμικό διαχείρισης του επικοινωνιακού καναλιού, το οποίο διαχειρίζεται τις μεταδόσεις.
4. Λογισμικό εφαρμογών (Application Software)

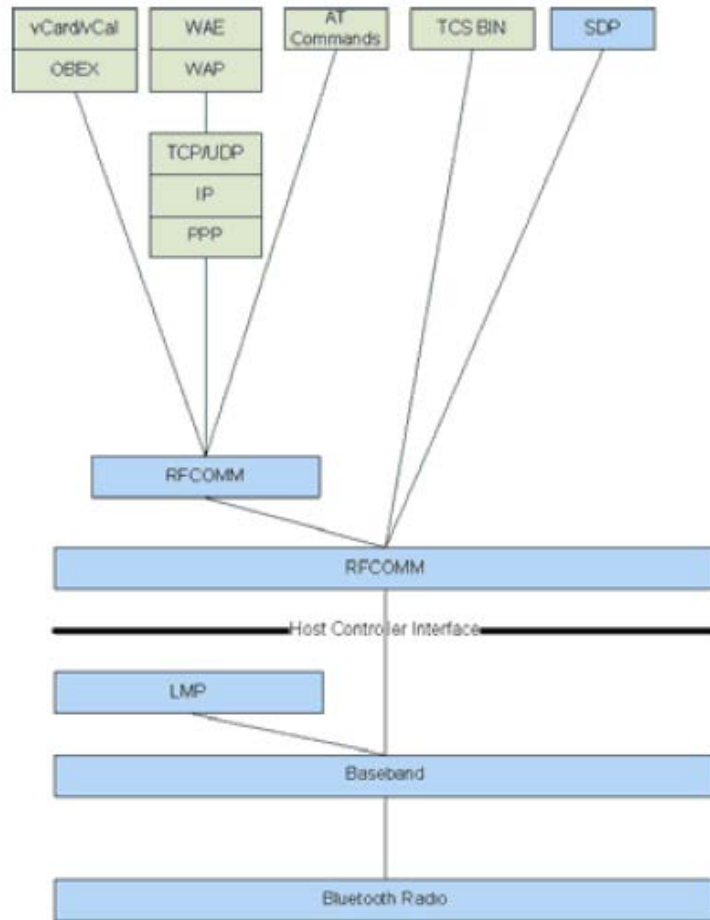
Ο ραδιοπομποδέκτης, αποτελεί μια συσκευή με μικρό εύρος κάλυψης και με χαμηλές απαιτήσεις σε κατανάλωση ισχύος, η οποία λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων 2,4 GHz της ISM. Θεωρώντας ως σημείο αναφοράς μια εικονική κεραία, η οποία έχει ισχύ μετάδοσης 0 dBm (1 mW), τότε το εύρος κάλυψης είναι 10 μέτρα. Το εύρος αυτό μπορεί να αυξηθεί στα 100 μέτρα

αυξάνοντας την ισχύ στα 20 dBm (100 mW). Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων είναι 1 Mbps, όμως οι επιβαρύνσεις που εισάγονται από τα επικοινωνιακά πρωτόκολλα περιορίζουν το ρυθμό αυτό περίπου στα 725 kbps.

Η μονάδα βασικής ζώνης (ή ελέγχου του καναλιού), είναι εκείνο το τμήμα υλικού το οποίο χρησιμοποιείται για το μετασχηματισμό των εισερχόμενων ραδιοκυμάτων σε ψηφιακή μορφή (bits), για να μπορούν να τα επεξεργαστούν οι εφαρμογές. Επίσης μετασχηματίζει τα ψηφιακά και τα φωνητικά δεδομένα σε μορφή κατάλληλη για μετάδοση από την κεραία. Επιπρόσθετα, η μονάδα βασικής ζώνης είναι υπεύθυνη για το μετασχηματισμό της μορφής των δεδομένων (π.χ. μετασχηματισμό της φωνής από αναλογική σε ψηφιακή μορφή), για τη συμπίεσή τους, για την τοποθέτησή τους στα εξερχόμενα και για την εξαγωγή τους από τα εισερχόμενα πακέτα και για τον έλεγχο λαθών.

Το Λογισμικό Διαχείρισης του Επικοινωνιακού Καναλιού (Link Manager Software), εκτελείται σε χωριστό μικροεπεξεργαστή και είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση της επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών Bluetooth. Το κάθε υπολογιστικό σύστημα Bluetooth έχει το δικό του διαχειριστή καναλιού, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τον εντοπισμό των άλλων διαχειριστών του τοπικού δικτύου, την εγκατάσταση και τον τερματισμό των συνδέσεων μεταξύ των σταθμών, την κρυπτογράφηση και την αποκρυπτογράφηση (αν λαμβάνει χώρα) των δεδομένων, την προσαρμογή του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων δυναμικά και τη διαπραγμάτευση των επικοινωνιακών επιλογών μεταξύ των σταθμών.

Το λογισμικό εφαρμογών, αποτελείται από όλες εκείνες τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν τη στοίβα πρωτοκόλλων του Bluetooth και βρίσκονται εγκατεστημένες σε κάθε ασύρματη συσκευή τεχνολογίας Bluetooth. Οι εφαρμογές αυτές επιτρέπουν σε όλες τις συσκευές ενός δικτύου Bluetooth να εκτελούν τις εργασίες τους (π.χ. επικοινωνία, μεταφορά αρχείων, κλπ). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η στοίβα πρωτοκόλλων του Bluetooth. Βλέπουμε πως στο ανώτερο επίπεδο υπάρχουν οι εφαρμογές των χρηστών οι οποίες χρησιμοποιούν τη στοίβα πρωτοκόλλων και η οποία θα πρέπει να είναι η ίδια σε κάθε συσκευή, έτσι ώστε να καθίσταται δυνατή η επικοινωνία.



Εικόνα 12: Στοιβά Πρωτοκόλλων Bluetooth

Αρχιτεκτονική της τεχνολογίας Bluetooth

Η στοίβα πρωτοκόλλων, που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, προδιαγράφει την αρχιτεκτονική της τεχνολογίας Bluetooth. Τα πρωτόκολλα που αφορούν στην τεχνολογία Bluetooth σημειώνονται με μπλε (θαλασσί) χρώμα. Συνοπτικά η λειτουργικότητα των πρωτοκόλλων είναι η εξής:

- **Baseband**: επιτρέπει τη φυσική σύνδεση μεταξύ δύο συσκευών Bluetooth.
- **L2CAP** (Logical Link Control and Adaptation Protocol): ενθυλακώνει τα πρωτόκολλα υψηλότερου επιπέδου για τη μετάδοσή τους μέσω του Baseband.
- **LMP** (Link Manager Protocol): δημιουργεί μία σύνδεση μεταξύ δύο συσκευών και καθορίζει το μέγεθος πακέτου μετάδοσης, τις υπηρεσίες

ασφάλειας και τη διαχείριση των κλειδιών κρυπτογράφησης που θα χρησιμοποιηθούν.

- **SDP** (Service Discovery Protocol): χρησιμοποιείται από τις συσκευές τεχνολογίας Bluetooth για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τους τύπους συσκευών, υπηρεσίες και προδιαγραφές υπηρεσιών που βρίσκονται στην εμβέλεια τους, ώστε να είναι εφικτή η δημιουργία συνδέσεων μεταξύ αυτών.

Επίσης, το πρότυπο του Bluetooth ορίζει και τη διεπαφή HCI (Host Controller Interface), μεταξύ του Baseband και του L2CAP, η οποία είναι απαραίτητη για την επικοινωνία των διεργασιών λογισμικού του L2CAP με τις διεργασίες του LMP και των άλλων ελεγκτών του υλικού (hardware).

Η αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων της τεχνολογίας Bluetooth έχει ορισθεί λαμβάνοντας υπόψη και άλλα πρωτόκολλα που ήδη χρησιμοποιούνται, όπως για παράδειγμα τα WAP, WAE, TCP/UDP/IP, PPP, vCard, vCal και IrMC. Επίσης, υποστηρίζονται πρωτόκολλα όπως το RFCOMM (για ασύρματη επικοινωνία) και οι εντολές AT (για πρωτόκολλα προσαρμογών τηλεφωνίας). Όλα αυτά τα πρωτόκολλα έχουν ενσωματωθεί στην προδιαγραφή του Bluetooth, ώστε να μπορεί το Bluetooth να ενσωματωθεί σε ήδη υπάρχουσες εφαρμογές και πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων, επιτυγχάνοντας ευρεία εξάπλωση της τεχνολογίας. Επίσης, η δομή αυτή των πρωτοκόλλων επιτρέπει την υλοποίηση ανεξάρτητων μηχανισμών ασφάλειας στο επίπεδο εφαρμογής, αν απαιτείται, και στα χαμηλότερα επίπεδα, όπου εκτελούνται τα πρωτόκολλα του Bluetooth.

Σενάρια χρήσης

Η τεχνολογία Bluetooth μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διασύνδεση σχεδόν οποιωνδήποτε συσκευών. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι η διασύνδεση ενός προσωπικού ψηφιακού βοηθού (PDA) ή ενός φορητού υπολογιστή με ένα κινητό τηλέφωνο. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να δημιουργούμε απομακρυσμένες συνδέσεις με προσωπικές συσκευές, χωρίς να χρειάζεται να βγάζουμε για παράδειγμα το τηλέφωνό μας από την τσέπη μας και χωρίς

συνδέσεις με καλώδια. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του Bluetooth σε τέτοιου είδους εφαρμογές, είναι ότι δεν απαιτείται οπτική επαφή μεταξύ των συσκευών, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με την τεχνολογία υπέρυθρων ακτινών (Infrared).

Η δημιουργία δικτύων piconet είναι χρήσιμη για παράδειγμα σε μία εταιρική συνάντηση, όπου όλοι οι συμμετέχοντες έχουν φορητούς υπολογιστές με υποστήριξη Bluetooth και διαμοιράζονται αρχεία μεταξύ τους. Σε ένα άλλο σενάριο, ένα τηλέφωνο με υποστήριξη Bluetooth μπορεί να εξυπηρετεί τρεις διαφορετικές λειτουργίες: στο γραφείο χρησιμοποιείται για τις εσωτερικές κλήσεις (χωρίς χρέωση από τον πάροχο τηλεφωνίας), στο σπίτι ως ασύρματο τηλέφωνο (όπως τα γνωστά τηλέφωνα DECT, με χρέωση κατά τον πάροχο σταθερής τηλεφωνίας) και σε εξωτερικούς χώρους ως κινητό τηλέφωνο (με χρέωση κατά τον πάροχο κινητής τηλεφωνίας).

Σε ένα άλλο σενάριο δημιουργίας piconet, ο φορητός υπολογιστής μπορεί να λαμβάνει ηλεκτρονικά μηνύματα, ενώ βρίσκεται στην τσάντα του κατόχου και να ειδοποιεί τον παραλήπτη των μηνυμάτων με ένα μήνυμα SMS στο κινητό του (το οποίο επίσης υποστηρίζει τεχνολογία Bluetooth).

Ένα τελευταίο σενάριο χρήσης, αφορά στον αυτόματο συγχρονισμό των δεδομένων μεταξύ διάφορων συσκευών (π.χ. σταθμού εργασίας, φορητού υπολογιστή, υπολογιστή παλάμης, προσωπικού ψηφιακού βοηθού και κινητού τηλεφώνου), χωρίς να απαιτείται κάποια ενέργεια από το χρήστη και η οποιαδήποτε διασύνδεση μεταξύ όλων αυτών των συσκευών με καλώδια.

Η τεχνολογία Bluetooth παρουσιάστηκε στην αγορά με σκοπό να προσφέρει την ευκολία που προσφέρουν οι ασύρματες επικοινωνίες στη δημιουργία δικτύων επικοινωνίας τοπικής εμβέλειας. Η ευκολία διασύνδεσης σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος είναι τα κύρια πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Bluetooth, συγκρινόμενη με τις ενσύρματες τεχνολογίες. Οι συσκευές, στις οποίες απευθύνεται η τεχνολογία, είναι τα περιφερειακά προσωπικών υπολογιστών και οι ενσωματωμένες συσκευές.

Άλλα πρότυπα Ασύρματων Δικτύων

High Performance Radio LAN (HiperLAN/1 και 2)

Το High Performance Radio LAN (HiperLAN) αναπτύχθηκε στις ευρωπαϊκές χώρες ως πρότυπο υψηλής ταχύτητας WLAN και είναι παρόμοιο με το αμερικάνικο πρότυπο IEEE 802.11. Υπάρχουν δύο τύποι προδιαγραφών, το HiperLAN/1 και το HiperLAN/2. Και τα δύο πρότυπα έχουν υιοθετηθεί από το ETSI.

Το HiperLAN/1 αναπτύχθηκε το 1996 και προσφέρει ταχύτητες δεδομένων μέχρι 20Mbps στη ζώνη των 5GHz του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων, κυρίως σε Ad-hoc δίκτυα και χωρίς να εγγυάται την ποιότητα υπηρεσιών. Το HiperLAN/2 προσφέρει ταχύτητες δεδομένων μέχρι 54Mbps στην ίδια ζώνη ραδιοσυχνοτήτων, καθώς και καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών.

Το φυσικό μέσο μετάδοσης είναι το ίδιο με αυτό του 802.11a και το ETSI συνεργάστηκε με το IEEE για την ανάπτυξη του. Δεδομένου ότι ο χαμηλότερος ρυθμός μετάδοσης του 802.11a περιορίζει τη χρήση του, ειδικά στις εφαρμογές πολυμέσων, η υψηλότερη ταχύτητα του HiperLAN, αν και είναι πιθανόν να κοστίζει περισσότερο, αποτελεί μια αποτελεσματική εναλλακτική τεχνολογία για ορισμένες εφαρμογές WLAN, ιδιαίτερα αυτές που περιλαμβάνουν μετάδοση τηλεοπτικών εικόνων.

Το HiperLAN είναι βασισμένο στην τεχνολογία ασύγχρονης μεταφοράς (ATM) και προσφέρει καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών από τις αντίστοιχες του 802.11.

WiMAX

Το WiMAX είναι μια νέα τεχνολογία, που θα πραγματοποιήσει την ευρυζωνική πρόσβαση του "τελευταίου μιλίου" - έκφραση που αναφέρεται στην τελική διασπορά των υπηρεσιών τηλεφωνίας και δεδομένων σε αστικά περιβάλλοντα - σε μια μεγαλύτερη γεωγραφική περιοχή από ότι το ασύρματο

δίκτυο, παρέχοντας στους επιχειρησιακούς πελάτες ευρυζωνικές υπηρεσίες τύπου T1 (1.544Mbps), ενώ στους απλούς χρήστες πρόσβαση ανάλογη του DSL. Με ακτίνα κάλυψης από 1,5 έως 9km, το WiMAX θα επιτρέψει μεγαλύτερη κινητικότητα στις εφαρμογές δεδομένων υψηλών ταχυτήτων.

Local Multipoint Distribution System (LMDS)

Το Local Multipoint Distribution System (LMDS), είναι η ευρυζωνική ασύρματη τεχνολογία, που χρησιμοποιείται για να μεταδώσει φωνή, δεδομένα/υπηρεσίες διαδικτύου και τηλεοπτικές υπηρεσίες στην περιοχή των 25CHz, καθώς και σε υψηλότερες συχνότητες. Ως αποτέλεσμα των χαρακτηριστικών διάδοσης του σήματος, σε αυτό το φάσμα, το LMDS χρησιμοποιεί μια κυψελοειδή δικτυακή αρχιτεκτονική, αν και οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι σταθερές και όχι κινητές.

Το LMDS είναι ένα σύστημα απευθείας μικροκυματικής μετάδοσης από μια τοπική κεραία στο σπίτι ή την επιχείρηση, εντός της ακτίνας οπτικής επαφής, αποτελώντας έτσι μια λύση στο αποκαλούμενο "πρόβλημα του τελευταίου μιλίου", προσφέροντας οικονομικές υπηρεσίες ευρείας ζώνης στους τελικούς χρήστες. Το LMDS αποτελεί εναλλακτική λύση στην εγκατάσταση οπτικής ίνας για προσφορά ευρυζωνικών υπηρεσιών (η δυνατότητα αυτή δεν υφίσταται σήμερα στην Ελλάδα). Ανάλογα με την εφαρμογή, το LMDS παρέχει ταχύτητα μέχρι 15Gbps προς το χρήστη (downstream) και 200Mbps από το χρήστη προς το δίκτυο (upstream), αν και ένας πιο ρεαλιστικός αριθμός είναι τα 38Mbps downstream. Το κόστος του LMDS θεωρείται πολύ χαμηλότερο από αυτό της εγκατάστασης οπτικών ινών ή της αναβάθμισης των συστημάτων καλωδιακής τηλεόρασης.

WiFi

Πολλοί κατασκευαστές προσφέρουν τα προϊόντα τους, χωρίς όμως να υπάρχει η εγγύηση ότι αυτά θα έχουν διαλειτουργικότητα μεταξύ τους. Για την αντιμετώπιση αυτού του διαφαινόμενου προβλήματος, σχηματίστηκε το 1999 μία ένωση η WECA, Wireless Ethernet Compatibility Alliance.

Στον οργανισμό αυτόν μετέχουν κατασκευαστές ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, παροχείς υπηρεσιών WLAN, κατασκευαστές υπολογιστών, κατασκευαστές λογισμικού. Μερικές από τις εταιρίες που μετέχουν είναι οι 3Com, Aironet, Apple, Breezecom, Compaq, Dell, Fujitsu, IBM, Intersil, Lucent Technologies, No Wires Needed, Nokia, Samsung, Symbol Technologies, Wayport, Zoom.

Η ένωση αυτή δημιούργησε μία ακολουθία από δοκιμές προκειμένου να δοκιμαστεί η διαλειτουργικότητα των IEEE 802.b προϊόντων. Οι συσκευές οι οποίες περνούσαν με επιτυχία τις δοκιμές αυτές, αποκτούσαν το λογότυπο Wi-Fi. Το λογότυπο αυτό αποτελεί κατά συνέπεια μία πιστοποίηση για τον υποψήφιο αγοραστή μιας συσκευής και μία εγγύηση για την επένδυση του.

Χρήσεις Πρωτοκόλλων

Κάθε τεχνολογία είναι σημαντική, για διαφορετικούς λόγους. Ενώ το ασύρματο τοπικό δίκτυο είναι ιδανικό για τις απομονωμένες περιοχές, το WiMAX προσφέρει ασύρματη κάλυψη σε μεγάλες αποστάσεις. Το LMDS από την άλλη πλευρά, προσφέρει πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, αλλά κυρίως σε σταθερούς προορισμούς, λόγω του σχετικά ογκώδους απαιτούμενου εξοπλισμού.

Δεδομένου ότι η πληροφορική και οι επικοινωνίες συγκλίνουν σε ευρυζωνικές ασύρματες πλατφόρμες και τεχνολογίες, η ανάγκη για αληθινή κινητικότητα θα γίνει επιτακτική. Όταν αυτό συμβεί, οι τεχνολογίες, η υποδομή, οι συσκευές και οι υπηρεσίες που θα επιτρέπουν στους χρήστες να μένουν συνδεδεμένοι, ακόμη και όταν αυτοί κινούνται σε οποιονδήποτε χώρο, θα πρέπει να είναι έτοιμες να λειτουργήσουν. Απώτερος σκοπός είναι πάντα η «καλύτερη δυνατή σύνδεση» του χρήστη (best connected), χρησιμοποιώντας τις προαναφερθείσες συμπληρωματικές ευρυζωνικές τεχνολογίες. Στην πραγματικότητα, η κινητικότητα που επιτρέπεται από την ασύρματη τεχνολογία, απαιτεί τη συμπληρωματικότητα των δικτύων και τη συνύπαρξη των τεχνολογιών - είτε αυτές είναι ενσύρματες είτε ασύρματες.

Κεφάλαιο 5: Οπτικά Ασύρματα Δίκτυα (InfraRed - IR LANs)

Η οπτική ασύρματη τεχνολογία κατέχει ορισμένα χαρακτηριστικά που ταιριάζουν απόλυτα σε ασύρματα δίκτυα εσωτερικών χώρων. Οι οπτικοί πομποί και δέκτες μπορούν να κατασκευαστούν με σχετικά χαμηλό κόστος, μικρό μέγεθος και χαμηλές απαιτήσεις κατανάλωσης ενέργειας. Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας σε περιβάλλοντα όπου η λειτουργία των εξαρτημάτων γίνεται με μπαταρίες. Ακόμη, οι οπτικοί διαμορφωτές/αποδιαμορφωτές (optical modems) είναι πολύ φθηνότεροι στην κατασκευή απ' ό,τι ο RF εξοπλισμός, με κόστος κοντά στο κόστος κατασκευής των modems καλωδίου. Επιπλέον, οι υπέρυθρες μεταδόσεις δεν παρεμβάλλονται από μεταδόσεις συστημάτων RF (όπως π.χ. με τη ραδιοφωνική λήψη) και οι περιοχές συχνοτήτων στις οποίες λειτουργούν δεν υπόκεινται στις ρυθμίσεις της FCC, οπότε και δίκτυα αυτού του τύπου μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς ειδική άδεια.

Επειδή τα υπέρυθρα σήματα δε μπορούν να διαπεράσουν τους τοίχους ενός δωματίου, τα οπτικά συστήματα παρέχουν έναν υψηλό βαθμό μυστικότητας και ασφάλειας από υποκλοπές, απλά και μόνο επειδή περιορίζουν τις μεταδόσεις σε ένα συγκεκριμένο χώρο, όπως είναι ένα δωμάτιο ή ένα μικρό γραφείο. Ο μόνος τρόπος με τον οποίο είναι δυνατός ο εντοπισμός των IR σημάτων έξω από την περιοχή εγκατάστασης είναι μέσω των παραθύρων, εμπόδιο που μπορεί όμως να ξεπεραστεί σχετικά εύκολα αν χρησιμοποιηθούν κουρτίνες ή ρολά. Ένα άλλο πλεονέκτημα της χρήσης οπτικών ασύρματων δικτύων είναι ότι πανομοιότυπα συστήματα (σε συχνότητα μετάδοσης, κ.λ.π.) μπορούν να βρίσκονται εγκατεστημένα σε γειτονικά δωμάτια, χωρίς οι μεταδόσεις του ενός να παρεμβάλλονται με του άλλου.

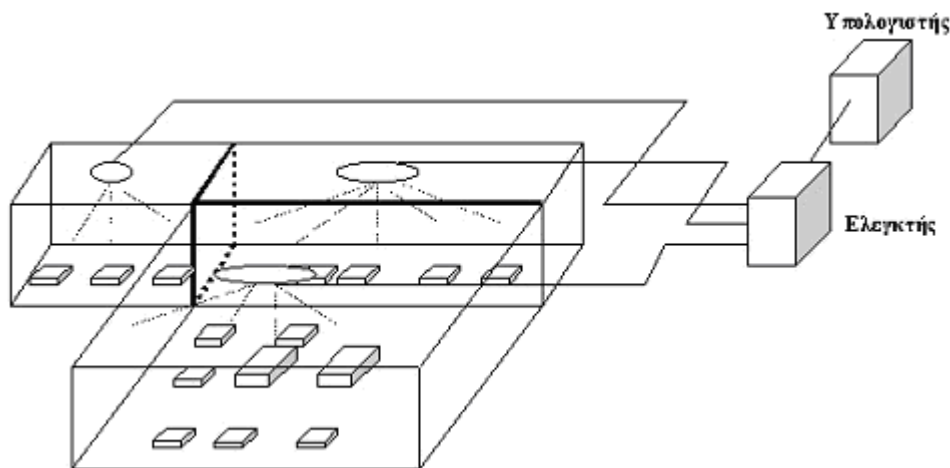
Σε ένα ασύρματο σύστημα υπέρυθρων ακτινών, οι σταθμοί εργασίας ενός κελιού επικοινωνούν με υπέρυθρες ακτίνες με έναν *κόμβο* ή «*δορυφόρο*», ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος στο ταβάνι και επικοινωνεί με το υπόλοιπο δίκτυο μέσω ενσύρματων (ομοαξονικό καλώδιο, σύστροφο ζεύγος, οπτική ίνα) ή ασύρματων συνδέσεων. Το κάθε κελί μπορεί να είναι είτε ένα μικρό γραφείο,

είτε ένα τμήμα ενός μεγαλύτερου γραφείου, ανάλογα με την αρχιτεκτονική του κτιρίου.

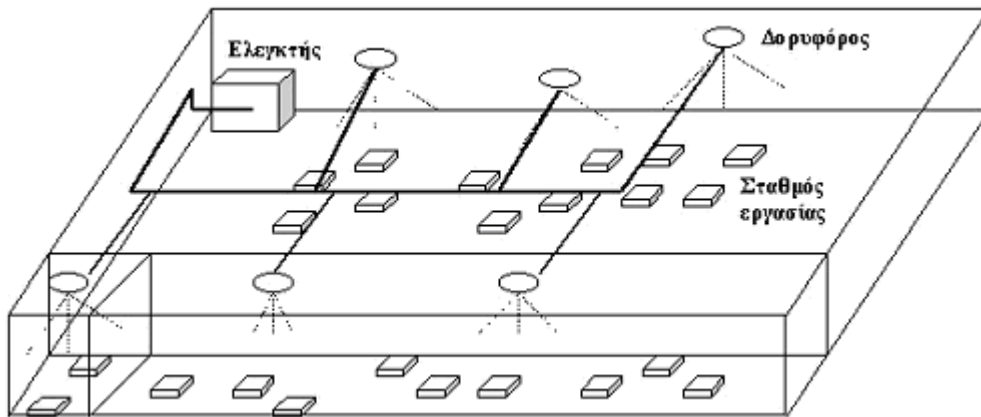
Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται δύο συνήθεις εγκαταστάσεις οπτικών ασύρματων δικτύων. Σύμφωνα με την πρώτη εγκατάσταση, ολόκληρος ο όροφος χωρίζεται σε μικρότερες περιοχές, όπου η καθεμία έχει το δικό της δορυφόρο. Οι δορυφόροι με τη σειρά τους είναι συνδεδεμένοι, μέσω καλωδίων, με ένα σταθμό-ελεγκτή, ο οποίος εκτελεί χρέη ελέγχου πρόσβασης στο μέσο. Στη δεύτερη εγκατάσταση, ο όροφος χωρίζεται σε τρεις περιοχές όπου στην καθεμία μπορούν να υπάρχουν περισσότεροι από ένας δορυφόροι. Και σε αυτή την περίπτωση, όλοι οι κόμβοι συνδέονται σε μια ραχοκοκαλιά που οδηγεί σε έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της υπέρυθρης επικοινωνίας είναι:

- ✓ Ο μικρός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων
- ✓ Οι εκτεταμένες διακυμάνσεις στην ισχύ των σημάτων
- ✓ Η ευαισθησία στις παρεμβολές από το φως του περιβάλλοντος



(α) Τρεις περιοχές, όπου η κάθε μια έχει το δικό της δορυφόρο



(β) Τρεις περιοχές, με έναν οι περισσότερους δορυφόρους σε κάθε περιοχή
Σχήμα 3: Δύο τυπικές εγκαταστάσεις οπτικών ασύρματων δικτύων

Θέματα Υλοποίησης

Η τεχνολογία η οποία χρησιμοποιούνταν περισσότερο παλαιότερα στα οπτικά ασύρματα δίκτυα, στηρίζεται στην **υπέρυθρη ακτινοβολία με διάχυση (Diffused Infrared - DFIR technology)**. Αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για εφαρμογές που απαιτούν φορητότητα, όπως είναι τα ασύρματα τηλέφωνα, οι ασύρματοι φορητοί υπολογιστές ή palmtop computers και οι ασύρματοι ψηφιακοί βοηθοί.

Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτεί την άμεση οπτική επαφή μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Αντ' αυτού, ο δέκτης «συλλέγει» και στη συνέχεια ανακατασκευάζει το σήμα που μεταδίδεται από το δορυφόρο, μέσω των αντανάκλασών του στους τοίχους, στα ταβάνια και στα άλλα αντικείμενα που υπάρχουν στο γύρω χώρο.

Μερικά από τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- ✓ Η υψηλή κατανάλωση ισχύος που απαιτείται για την κάλυψη ολόκληρου του χώρου εργασίας.
- ✓ Λόγω της ανακλάσεως των μεταδιδόμενων σημάτων εμφανίζεται το φαινόμενο του multipath fading, μιας και το σήμα μπορεί να φθάσει στον δέκτη από πολλά διαφορετικά μονοπάτια και με διαφορετική φάση. Αυτό

με τη σειρά του έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων.

- ✓ Η διάχυση αυξάνει τον κίνδυνο της έκθεσης των ματιών σε υπέρυθρη ακτινοβολία.
- ✓ Σε περιβάλλοντα αμφίδρομης επικοινωνίας, ο κάθε πομπός συλλέγει και το σήμα που μεταδίδει ο ίδιος, το οποίο είναι προφανώς ισχυρότερο από το σήμα που έρχεται από την άλλη πλευρά, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι παρεμβολές.

Μια εναλλακτική τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι αυτή της **κατευθυνόμενης ακτίνας (Directed beam IR - DBIR)**. Οι πομποί και δέκτες του δικτύου βρίσκονται σε άμεση οπτική επαφή.

Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- ✓ Απαιτεί χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος απ' ό τι η DFIR τεχνολογία, καλύπτοντας εργασιακούς χώρους με μεγαλύτερη έκταση.
- ✓ Δεν παρουσιάζει το πρόβλημα του multipath fading υποστηρίζοντας μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων.
- ✓ Μπορεί να χειριστεί την αμφίδρομη επικοινωνία πολύ καλύτερα απ' ό τι η τεχνολογία με διάχυση.

Μερικά από τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι:

- ✓ Η ανάγκη της ευθυγράμμισης του πομπού και του δέκτη
- ✓ Το σήμα παρουσιάζει διακοπές σε σκιερά σημεία (π.χ. σε σκοτεινές γωνίες).

Η μέθοδος DBIR χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα όπου οι τερματικοί σταθμοί βρίσκονται σε σταθερές τοποθεσίες. Στη συνήθη περίπτωση, οι σταθμοί τοποθετούνται σε υψηλά σημεία, έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα φωτοσκίασης. Σε εγκαταστάσεις DBIR είναι απαραίτητη η λήψη μέριμνας για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου της έκθεσης των ματιών στις υπέρυθρες ακτίνες.

Στα οπτικά ασύρματα δίκτυα, τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση των δεδομένων είναι είτε *δίοδοι laser (Laser Diodes - LDs)*, είτε *δίοδοι εκπομπής φωτός (Light Emitting Diodes - LEDs)*. Η δίοδος laser εκπέμπει μια στενή οπτική ακτίνα και αν χρησιμοποιείται η μέθοδος DFIR, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κάποιος φακός διάχυσης (diffusing lens) ή κάποιο άλλο οπτικό μέσο για να αυξηθεί η περιοχή κάλυψης. Οι πιο ακριβείς δίοδοι laser έχουν περισσότερο γραμμική απόκριση στην μετατροπή από ηλεκτρική-σε-οπτική ισχύ και παρέχουν υψηλότερη εκπομπή ισχύος. Οι δίοδοι εκπομπής φωτός, είναι φθηνότερες από τις διόδους laser και παρουσιάζουν χαμηλότερη ποιότητα στο εκπεμπόμενο φως.

Ένα άλλο θέμα που θα πρέπει να εξετασθεί κατά την υλοποίηση ενός οπτικού ασύρματου δικτύου είναι η επιλογή του μήκους κύματος που θα χρησιμοποιηθεί. Η χρήση μεγαλύτερων μηκών κύματος μειώνει τον κίνδυνο βλάβης των ματιών από τις υπέρυθρες ακτίνες και επιτρέπει τη μετάδοση μεγαλύτερης ισχύος, η οποία με τη σειρά της επιτρέπει την αύξηση του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων. Μερικά από τα μειονεκτήματα της χρήσης ακτινών μεγάλου μήκους κύματος είναι ότι οι συσκευές που λειτουργούν σε αυτές τις συχνότητες είναι πιο ακριβές και περισσότερο «θορυβώδεις» (ευαίσθητες στον εξωτερικό θόρυβο). Η σύγχρονη τεχνολογία υπέρυθρης μετάδοσης χρησιμοποιεί μήκη κύματος της τάξεως των 900 nm, ενώ σε εξέλιξη βρίσκονται και προϊόντα που λειτουργούν σε μήκη κύματος της τάξεως των 1,5 μm (1500 nm).

Κεφάλαιο 6: Ασφάλεια ασυρμάτων δικτύων

Ασφάλεια

Η ασφάλεια, όπως είναι φυσικό, είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες όταν αναφερόμαστε σε δικτύωση υπολογιστών. Τα ασύρματα δίκτυα μολονότι είναι εξαιρετικά εντυπωσιακά από άποψη εξυπηρέτησης και ανταλλαγής πληροφοριών είναι ιδιαίτερα ευάλωτα. Η ευκολία με τη οποία μπορεί κάποιος να εισβάλει σε αυτά είναι ένα φαινόμενο που επαληθεύεται κάθε μέρα. Ο κίνδυνος εισβολής στο δίκτυο μας είναι πάντα υπαρκτός. Υπάρχουν προβλήματα ασφαλείας στα ασύρματα δίκτυα και δικαίως ανησυχούν οι καχύποπτοι χρήστες.

Στο πρότυπο 802.11b, τα δεδομένα εκπέμπονται, όπως αναφέρθηκε, στη φασματική περιοχή των 2,4GHz, σε συχνότητες που μπορούν εύκολα να διαπεράσουν κάποια τυπική τοιχοποιία και μεταλλική κατασκευή. Το γεγονός ότι τα δεδομένα που διακινούνται ανά πάσα στιγμή στο δίκτυο, διαχέονται "ελεύθερα" στον περιβάλλοντα χώρο, επιτρέπει σε κάθε περαστικό, με ένα φορητό υπολογιστή να συνδεθεί στο δίκτυο και να το χρησιμοποιήσει με καλούς ή κακούς σκοπούς.

Γενικά, οι "επιθέσεις" που είναι πιθανόν να δεχτεί ένα ασύρματο δίκτυο, χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους. Ο πρώτος αποτελείται από επιθέσεις που έχουν βασικό σκοπό την υποκλοπή των πληροφοριών που διακινούνται. Στόχος των παραπάνω επιθέσεων είναι τις περισσότερες φορές τα εταιρικά δίκτυα, στα οποία ανταλλάσσονται αρκετά "ευαίσθητες", τόσο για την εταιρεία όσο και τους ανταγωνιστές της, πληροφορίες. Ο δεύτερος τύπος περιλαμβάνει επιθέσεις, με τις οποίες ένας "κακόβουλος" επισκέπτης προσπαθεί να αποκτήσει πρόσβαση και να χρησιμοποιήσει "προσωρινά" ένα ασύρματο δίκτυο.

Δεδομένων των παραπάνω κινδύνων και έχοντας ως στόχο την αύξηση της ασφάλειας των ασύρματων δικτύων, το IEEE έχει ενσωματώσει στο πρότυπο 802.11 μεθόδους, που συντελούν στην αύξηση της ασφάλειας του ασυρμάτου δικτύου (Basic Industry Standard Security). Η πρώτη και λιγότερο

ασφαλής, είναι η χρήση του "κωδικού του δικτύου" SSID (Secure Set Identifier). Πρόκειται για το χαρακτηριστικό όνομα ενός ασύρματου δικτύου, το οποίο χρησιμοποιείται για να διαφοροποιούνται τα δίκτυα, που ενδεχομένως λειτουργούν στον ίδιο χώρο.

Γενικά, όλες οι συσκευές ασύρματης σύνδεσης έχουν μια προκαθορισμένη τιμή του SSID, τυπική για κάθε μοντέλο. Για να διευκολυνθεί η διαδικασία σύνδεσης δύο συσκευών ασύρματων τοπικών δικτύων, κάθε συσκευή εκπέμπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα το SSID της. Έτσι, όταν δύο συσκευές βρεθούν μέσα στα όρια εμβέλειάς τους, αυτομάτως αναγνωρίζουν η μία την άλλη και στη συνέχεια, μπορούν, εφόσον έχουν το ίδιο SSID, να συνδεθούν. Αν και ο παραπάνω μηχανισμός απλοποιεί σημαντικά τη διαδικασία σύνδεσης δύο ή περισσότερων "φιλικών" υπολογιστών, εγκυμονεί κινδύνους, διότι βοηθά σημαντικά πιθανούς "εχθρούς" να εντοπίσουν το εν λόγω δίκτυο. Ο μόνος τρόπος με τον οποίο μπορεί να περιοριστεί ο παραπάνω κίνδυνος είναι να αποτραπεί η αυτόματη εκπομπή του SSID, μια δυνατότητα που προσφέρεται μόνο από τα Σημεία Πρόσβασης.

Συνοψίζοντας, όταν χρησιμοποιείται ένα Σημείο Πρόσβασης, ένα πρώτο μέτρο ασφάλειας που μπορεί κανείς να πάρει, είναι να απενεργοποιήσει την εκπομπή του SSID και να αλλάξει το όνομα του δικτύου, με κάποιο δύσκολο προβλεπόμενο.

Πιστοποίηση χρήστη

Το πρότυπο 802.11 ενσωματώνει δυο μεθόδους πιστοποίησης: **Open System** και **Shared Key**. Η πρώτη δεν παρέχει ουσιαστικά καμία πιστοποίηση, εκτός από την αναγνώριση της διεύθυνσης MAC των συσκευών. Έτσι, η συγκεκριμένη μέθοδος επιτρέπει σε όσες συσκευές έχουν το ίδιο SSID να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Η μέθοδος Shared Key επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων, μόνο ανάμεσα στις συσκευές που έχουν το ίδιο SSID και το ίδιο κλειδί κρυπτογράφησης (WEP Key). Όταν μια συσκευή προσπαθήσει να συνδεθεί με μια άλλη, τότε αυτή, θα απαντήσει στέλνοντας της ένα απλό αρχείο κειμένου. Στη συνέχεια, η συσκευή που επιχειρεί να

συνδεθεί, θα το κωδικοποιήσει, χρησιμοποιώντας το δικό της κλειδί κρυπτογράφησης και θα το στείλει πίσω. Η σύνδεση των δύο συσκευών θα είναι εφικτή, μόνο εάν το κείμενο έχει κρυπτογραφηθεί σωστά.

Μολονότι η μέθοδος Shared Key δίνει την αίσθηση ότι προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια από την Open System, η εφαρμογή της εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους. Το αδύνατο σημείο της Shared Key, είναι η αποστολή του απλού κειμένου. Αν, για παράδειγμα, κάποιος καταγράψει με κατάλληλο εξοπλισμό την επικοινωνία μεταξύ ενός σημείου πρόσβασης και των συσκευών που συνδέονται σε αυτά, θα καταφέρει να συγκεντρώσει έναν ικανοποιητικό αριθμό δεδομένων (απλό και κωδικοποιημένο κείμενο), από τα οποία είναι δυνατόν να υπολογίσει το κλειδί κρυπτογράφησης που χρησιμοποιείται. Εύλογα συμπεραίνει κανείς, ότι παρόμοιες μέθοδοι πιστοποίησης δεν διακρίνονται για το υψηλό επίπεδο ασφάλειας που προσφέρουν.

Κρυπτογράφηση δεδομένων

Το πρότυπο 802.11b περιλαμβάνει, εκτός από τις δύο μεθόδους πιστοποίησης που αναφέρθηκαν παραπάνω και μια μέθοδο κρυπτογράφησης δεδομένων, που ονομάζεται **WEP (Wireless Equivalent Privacy)**. Η WEP βασίζεται στον αλγόριθμο κρυπτογράφησης RC4, ο οποίος χρησιμοποιεί ένα κλειδί μεγέθους 40bit ή 104bit και έναν τυχαίο αριθμό, που ονομάζεται "διάνυσμα έναρξης" Initialization Vector και έχει μήκος 24bit. Οι συσκευές μάλιστα που ακολουθούν το πρότυπο 802.11b+ της Texas Instruments, υποστηρίζουν κωδικοποίηση με κλειδί μήκους 256bit (τυχαίος αριθμός 24bit και κλειδί 232bit). Λόγω όμως κάποιων εγγενών αδυναμιών του αλγορίθμου RC4, η υποκλοπή του χρησιμοποιούμενου κλειδιού είναι εφικτή. Μια τακτική που μπορεί να δυσκολέψει τους πιθανούς "εισβολείς" είναι να χρησιμοποιείται κλειδί μεγάλου μεγέθους (128bit ή 256bit), το οποίο πρέπει να αλλάζει αρκετά συχνά. Ένας οργανωμένος cracker, μπορεί, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία λογισμικού, όπως το AirSnort (airsnort.shmoo.com), να συλλέξει μερικά εκατομμύρια πακέτα κλειδιών και να "σπάσει" το WEP.

Βλέποντας τη μάλλον απαράδεκτη κατάσταση, οι εταιρείες προχώρησαν στην ενίσχυση της ασφάλειας, σχεδιάζοντας το WiFi Protected Access (WPA), το οποίο βελτιώνει το WEP. Η βελτίωση έχει δύο πυλώνες. Ο πρώτος συνίσταται στην αύξηση του μήκους του διανύσματος έναρξης σε 48bit (από 24), αυξάνοντας εκθετικά το χρόνο που απαιτείται για την παραβίαση του.

Ο δεύτερος είναι η αλλαγή του αλγόριθμου κρυπτογράφησης από τον πεπαλαιωμένο και αδύναμο πλέον RC4, στον TKIP (Temporal Key Integrity Protocol). Ο TKIP επιτρέπει το συχνό μετασχηματισμό των κλειδιών κρυπτογράφησης, με χρήση μιας συνάρτησης κατακερματισμού (hash function). Στη συνέχεια, διασφαλίζει ότι τα κλειδιά αυτά είναι αυθεντικά και όχι κάποια που προσπάθησε να "βάλει" στο κανάλι κάποιος "κακόβουλος". Παράλληλα, η πιστοποίηση όσων έχουν πρόσβαση στο δίκτυο, γίνεται με ένα σύστημα δημόσιου κλειδιού, ανάλογου με αυτό που χρησιμοποιείται στην κινητή τηλεφωνία.

Το WPA είναι αρκετά πιο ασφαλές από το διάτρητο WEP, αλλά σχετικές έρευνες έδειξαν ότι έχει και αυτό τις αδυναμίες του, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται συνθηματική φράση με λιγότερους από 20 χαρακτήρες. Η ασφάλεια σε απαιτητικά εταιρικά περιβάλλοντα, βελτιώνεται με τη χρήση κεντρικού διακομιστή ελέγχου της πρόσβασης. Η διαδικασία είναι περίπλοκη και περιγράφεται από την προδιαγραφή ασφαλείας RADIUS. Δυστυχώς, τέτοιοι μηχανισμοί δεν μπορούν εύκολα να προσαρμοσθούν σε μικρά "οικιακά" ασύρματα δίκτυα. Πάντως, όλοι αναμένουν με ανυπομονησία την προδιαγραφή 802.11i, που ελπίζεται ότι θα επιλύσει όλα τα προβλήματα ασφαλείας.

Κεφάλαιο 7: Υφιστάμενο Καθεστώς για τα Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα στην Ελλάδα

Δεδομένου του καθορισμού των ζωνών Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης με Υπουργική Απόφαση στα 3,6 και 26GHz και της χορήγησης των σχετικών αδειών με τη διαδικασία της δημοπρασίας το Δεκέμβριο του 2000, δεν έχει επιτραπεί μέχρι σήμερα η χρήση των 2,4GHz για την παροχή υπηρεσιών Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης.

Περιοχή 2,4GHz

Δεν απαιτείται Εκχώρηση Ραδιοσυχνότητας για τη λειτουργία Σταθμών Ραδιοεπικοινωνιών, οι οποίοι πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις (απόφαση ΕΕΤΤ 254/72, ΦΕΚ 895/Β/1672002/άρθρο 5):

1. Εκπέμπουν και λαμβάνουν στην περιοχή ραδιοσυχνοτήτων 2.400 - 2.483,5 MHz (ISM band).
2. Χρησιμοποιούν τεχνολογία διασποράς φάσματος (Spread Spectrum).
3. Είναι πλήρως συμβατοί με το εναρμονισμένο πρότυπο EN 300 328 του ETSI.

Χρειάζεται ειδική άδεια για παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, με τη χρήση αυτής της συχνότητας σε τρίτους. Στον Κάτοχο της Άδειας, δίδεται το δικαίωμα παροχής Δημόσιων Κινητών Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών Ασύρματων Τοπικών Δικτύων σε δημόσιους χώρους (hotspots), με χρήση ραδιοεξοπλισμού συμβατού με το πρότυπο EN 300 328 του ETSI, που χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες που βρίσκονται στη ζώνη 2.400-2.483,5MHz. Ο κάτοχος της άδειας αποδέχεται ότι στους σταθμούς ραδιοεπικοινωνιών που εγκαθίστανται και οι οποίοι λειτουργούν στη ζώνη 2.400-2.483,5MHz για την παροχή Δημόσιων Κινητών Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών Ασύρματων Τοπικών Δικτύων, δεν παρέχεται προστασία από τυχόν παρεμβολές, ούτε επιτρέπεται οι σταθμοί αυτοί να προκαλούν επιζήμιες παρεμβολές σε άλλους σταθμούς ραδιοεπικοινωνίας. Τέλος, ο κάτοχος της Άδειας δεν επιτρέπεται να παρέχει υπηρεσίες Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης (δεν επιτρέπεται η ζεύξη

σημείου προς σημείο) και δεν επιτρέπεται να αναπτύξει Δημόσιο Τηλεπικοινωνιακό Δίκτυο Κορμού, κάνοντας χρήση ραδιοσυχνοτήτων, που βρίσκονται στη ζώνη 2.400 - 2.483,5MHz.

Περιοχή 5GHz

Γενικά, για τις περιοχές 5.150-5.250, 5.250-5.350, 5.470-5.725MHz και 1 7,1 -1 7,3GHz, (ΦΕΚ 979/B11672003, παρ. 3/ιδ) επιτρέπεται χωρίς άδεια, η λειτουργία συσκευών μικρής εμβέλειας, οι οποίες είναι σύμφωνες με το Προεδρικό Διάταγμα 44/2002, τη Σύσταση ERC/REC 7003 και τα Πρότυπα EN 3008361, 2, 3 και 4, για την υλοποίηση τοπικών ασύρματων δικτύων με πρωτόκολλο HIPERLAN, σε εσωτερικούς μόνο χώρους. Η δημιουργία τέτοιων δικτύων σε εξωτερικούς χώρους, επιτρέπεται μόνο μετά από άδεια της ΕΕΤΤ, η οποία χορηγείται ύστερα από σύμφωνη γνώμη του Υπουργείου Εθνικής Αμύνης.

Παρομοίως, με την περιοχή των 2,4GHz, δεν επιτρέπονται ζεύξεις σημείου προς σημείο. Δοθέντος του γεγονότος ότι η εγκατάσταση δικτύων σε εξωτερικούς χώρους απαιτεί τη σύμφωνη γνώμη του ΓΕΕΘΑ, καθίσταται πολύ δύσκολη έως αδύνατη, η χορήγηση αδειών για παροχή υπηρεσιών στο κοινό, λόγω του ότι θα πρέπει οι παροχείς να καθορίζουν εκ των προτέρων και με την αίτηση τους, τους χώρους στους οποίους επιθυμούν να εγκαταστήσουν δίκτυα για την παροχή υπηρεσιών.

Ελληνικές κοινότητες WiFi

Έχει και η Ελλάδα τις δικές της ασύρματες κοινότητες, που στήνουν το ανεξάρτητο δίκτυο τους, στηριγμένο στο WiFi, χωρίς να ενοχλούν κανένα, εξασφαλίζοντας φθηνή και απρόσκοπτη επικοινωνία. Τέτοια δίκτυα (community networks) υπάρχουν σε αρκετές ελληνικές πόλεις (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Γιάννενα, Σέρρες, Ξάνθη, κ.ά.) ενώ υπάρχει στα σκαριά η διαμόρφωση πανελλήνιου δικτύου. Στη χώρα μας, οι επίσημοι κόμβοι WiFi έχουν πλέον αυξηθεί κατά πολύ (κυρίως στα αστικά κέντρα), ενώ πληθαίνουν τα hotspots σε ξενοδοχεία, καφετέριες και κάθε είδους επιχειρήσεις. Δυστυχώς,

τα ελληνικά ασύρματα δίκτυα παραμένουν ακόμη στην πρώτη εποχή του WiFi, δηλαδή του τοπικού δικτύου, αλλά αυτό δεν μειώνει καθόλου το ενδιαφέρον.

Το **Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο Αθηνών (AWMN)** είναι ένας μη κερδοσκοπικός σύλλογος, που καλύπτει τις περισσότερες περιοχές της Αθήνας (σύμφωνα με το αντίστοιχο site, 2257 κόμβοι τον Ιούλιο 2004) και συνεχώς επεκτείνεται. Είναι αξιοσημείωτη η ανάπτυξη ενός τέτοιου ασύρματου δικτύου σε τόσο μεγάλη γεωγραφική κλίμακα.

Το **Salonica Wireless Network (SWN)**, η ασύρματος δικτυωμένη κοινότητα της Θεσσαλονίκης, αυτοπροσδιορίζεται στην ιστοσελίδα της ως εξής: "Το SWN είναι μια ομάδα ατόμων, η οποία επεκτείνεται μέρα με τη μέρα, που ασχολούνται με τη δημιουργία ενός νόμιμου, ψηφιακού, ασύρματου δικτύου υψηλών ταχυτήτων, ελεύθερης πρόσβασης, στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Κύριος σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένα αξιοπρεπές, ελεύθερο δίκτυο, με υψηλό εύρος ζώνης (bandwidth) ανάμεσα στους κόμβους κάθε ενδιαφερόμενου, μέσω ενός κοινοτικού ασύρματου δικτύου. Η ασύρματη δικτυωμένη κοινότητα της Θεσσαλονίκης δεν θέτει ως στόχο του αυτήν τη στιγμή την παροχή Internet. Ως χρήσεις του τοπικού δικτύου που θέλει να στήσει, είναι η ανταλλαγή δεδομένων και αρχείων, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τα παιχνίδια, η ανταλλαγή υπηρεσιών, το voiceoverIP και η τηλεφωνία, η τηλεδιάσκεψη, το video streaming, οι συνομιλίες (chatting) και γενικά οποιαδήποτε λειτουργία μπορεί να αναπτυχθεί στο Internet. Ας μην ξεχνάμε πως και το Internet ξεκίνησε σαν τοπικό δίκτυο μεταξύ Πανεπιστημίων των ΗΠΑ, χωρίς να είναι βέβαιο το μέλλον του".

Το **Ακαδημαϊκό Ασύρματο Δίκτυο Ηρακλείου**, είναι άλλο ένα community network, που έχει δημιουργηθεί εξ ολοκλήρου από την ακαδημαϊκή κοινότητα του Πανεπιστημίου Ηρακλείου και παρουσιάζει σοβαρή ανάπτυξη. Στο Βόλο, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας έχει υλοποιήσει ένα ασύρματο δίκτυο, το οποίο συνδέει ευρυζωνικά όλα τα σχολεία της περιοχής, στο πλαίσιο του Πανελλήνιου Σχολικού Δικτύου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όλα τα Ασύρματα Δίκτυα της Ελλάδας, δεν έχουν εμπορική διάσταση, αλλά αυστηρά συνεργατική. Με βάση το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο, τα community networks εντάσσονται στο "καθεστώς ιδίας χρήσης", υπό την προϋπόθεση ότι δεν παρέχουν εμπορικές υπηρεσίες σε

τρίτους, δεν κάνουν δηλαδή εμπορική εκμετάλλευση του δικτύου, αλλά χρήση μόνο από τα μέλη τους. Μια εικόνα της ελληνικής ασύρματης κοινωνίας μπορείτε να έχετε, εάν ψάξετε στο Διαδίκτυο με τους κωδικούς Hellas Wireless Network.

Οι κύριες εφαρμογές των ελληνικών ασύρματων τοπικών δικτύων εντοπίζονται στα εξής: Τη δημιουργία hotspots και επομένως την εξυπηρέτηση κινούμενων χρηστών εντός μικρών και συγκεκριμένων περιοχών. Τη δημιουργία ζεύξεων σημείου προς σημείο με συγκεκριμένη χρήση. Την αντικατάσταση του ενσύρματου δικτύου στο οικιακό ή το επιχειρηματικό περιβάλλον.

Επιχειρηματικές ευκαιρίες στην ασύρματη πρόσβαση

Η τεχνολογία των ασύρματων τοπικών δικτύων αλλάζει ουσιαστικά το τοπίο στο χώρο των δικτυακών επικοινωνιών. Η χρήση φορητών υπολογιστών και δικτυακών συσκευών, σε συνδυασμό με την επιθυμία των χρηστών για συνεχή σύνδεση στο δίκτυο χωρίς την παρέμβαση "καλωδίων", δημιουργούν έντονα την ανάγκη για την ανάπτυξη επιχειρησιακών ασυρμάτων τοπικών δικτύων, αλλά και τη δημιουργία ασύρματων Hotspots σε δημόσιους χώρους και χώρους αναμονής (π.χ. αεροδρόμια, Σιδηροδρομικοί σταθμοί, εμπορικά κέντρα κ.ο.κ.).



Επιχειρήσεις σε ολόκληρο τον κόσμο εγκαθιστούν ασύρματα τοπικά δίκτυα, τόσο ως επέκταση των ήδη εγκατεστημένων δικτύων τους, όσο και ως αυτόνομα δίκτυα με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας των εργαζομένων. Οι υπεύθυνοι διαχείρισης των δικτύων εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία των ασύρματων δικτύων για την

ανάπτυξη ευέλικτων δικτύων, όπου απλοποιούνται διαδικασίες όπως η μετακίνηση χρηστών ή η προσθήκη νέων. Επιπρόσθετα η χρήση των ασύρματων τοπικών δικτύων επιτρέπει την υπέρβαση περιορισμών, που δημιουργούνται λόγω της κατάστασης παλαιών κτιρίων ή της στέγασης της εταιρίας σε προσωρινές εγκαταστάσεις.

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στο ηλεκτρονικό τους ταχυδρομείο, στην βάση δεδομένων της εταιρίας και σε διάφορες εφαρμογές σε οποιοδήποτε σημείο της εταιρίας ή του επιχειρηματικού πάρκου στο οποίο κινούνται, αλλά και όταν βρίσκονται σε δημόσιους χώρους που παρέχουν υπηρεσίες ασύρματης διαδίκτυωσης. Ουσιαστικά τα ασύρματα τοπικά δίκτυα επαναπροσδιορίζουν την έννοια του τοπικού δικτύου επεκτείνοντας την εμβέλειά του σε εκατοντάδες μέτρα ή και χιλιόμετρα αν η εγκατάσταση το απαιτεί, σε ταχύτητες που φτάνουν τα 54Mbps, με ελάχιστο κόστος εγκατάστασης.

Ας δούμε τώρα, μερικούς επιχειρηματικούς κλάδους που έχουν κάθε λόγο να επενδύσουν στην ασύρματη δικτυακή τεχνολογία. Οι απαραίτητες επενδύσεις δεν είναι τίποτα περισσότερο από ασύρματα δίκτυα (κυρίως WiFi IEEE802.11b) με σύνδεση προς το (παγκόσμιο) Internet. Τα αναμενόμενα κέρδη για τις επιχειρήσεις που ανήκουν σε κάθε κλάδο, είναι πολύ μεγαλύτερα.

Ξενοδοχεία

Η Ελλάδα είναι τουριστική χώρα και έτσι αρχίζουμε με τις ξενοδοχειακές μονάδες. Η ανάπτυξη ασύρματων δικτυακών υποδομών δημιουργεί ένα περιβάλλον αέναης εργασιακής απασχόλησης ή διασκέδασης των πελατών του ξενοδοχείου.

Οι φορητοί υπολογιστές των πελατών είναι διασυνδεδεμένα με το Διαδίκτυο σε όποιο σημείο του ξενοδοχείου κι αν βρίσκονται, και οι επαγγελματίες μπορούν να διεκπεραιώνουν σοβαρές εργασιακές διαδικασίες όχι αποκλεισμένοι στα δωμάτιά τους (που μέχρι σήμερα είχαν την υποδοχή για το καλώδιο του υπολογιστή τους) αλλά και μέσω άλλων συσκευών ασύρματης δικτύωσης.

Η ανάπτυξη της υποδομής μπορεί να γίνει σε συντομότατο χρονικό διάστημα, χωρίς να ανοιχτεί ούτε μια τρύπα σε τοίχο, χωρίς το υψηλότερο κόστος εγκατάστασης καλωδίων σε όλο το ξενοδοχείο. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε ξενοδοχειακές μονάδες που βρίσκονται σε λειτουργία, καθώς δε χρειάζεται να κλείσουν για να γίνουν οι εγκαταστάσεις, ούτε να περιμένουν μέχρι την επόμενη γενική ανακαίνιση.

Κάθε χώρος, κοινόχρηστος ή δωμάτιο φιλοξενίας, του ξενοδοχείου μπορεί να αποτελέσει "χώρο επιχειρηματικής συνάντησης" καταργώντας την ανάγκη κράτησης των περιορισμένων - και καθόλου ευχάριστων - ειδικών χώρων επαγγελματικών συναντήσεων. Τα οφέλη μιας ξενοδοχειακής μονάδας από μια ασύρματη δικτυακή εγκατάσταση είναι προφανή:

- Οι πελάτες είναι ευχαριστημένοι από την ευελιξία της δικτυακής υποδομής και παραμένουν πιστοί στο συγκεκριμένο ξενοδοχείο.
- Η μονάδα αποκτά έναν παράγοντα διαφοροποίησης από τον ανταγωνισμό.
- Οι πελάτες χρησιμοποιούν εντονότερα τη δικτυακή υποδομή, πράγμα που αυξάνει τα έσοδα του ξενοδοχείου ανά πελάτη.
- Δημιουργείται νέα πηγή εσόδων, από την ενοικίαση φορητών συσκευών πρόσβασης σε πελάτες που δεν έχουν φέρει τα δικά τους προσωπικά συστήματα ή δε διαθέτουν τέτοιο εξοπλισμό.
- Αξιοποιούνται καλύτερα οι χώροι δημόσιας χρήσης του ξενοδοχείου και κατανέμεται καλύτερα η χρήση αυτών.

Είναι χαρακτηριστικό ότι οι μεγαλύτερες αλυσίδες ξενοδοχείων στον κόσμο, η μία μετά την άλλη, υιοθετούν τεχνολογίες ασύρματης δικτύωσης για τα ξενοδοχεία τους, εγκαταλείποντας τελείως τις ενσύρματες συνδέσεις, ή περιορίζοντάς τις μόνο σε συγκεκριμένους χώρους. Καθώς ο φορητός υπολογιστής και γενικότερα οι φορητές συσκευές αποτελούν πλέον απαραίτητο εξοπλισμό για κάθε στέλεχος-πελάτη των ξενοδοχείων, δεν υπάρχει λόγος οι αλυσίδες ξενοδοχείων να μη διευκολύνουν εαυτούς και πελάτες, στρεφόμενοι σε ασύρματες λύσεις.

Αεροδρόμια

Χιλιάδες επιβάτες περιμένουν εκατοντάδες χιλιάδες ώρες για να έλθει η ώρα της πτήσης τους. Στο ενδιάμεσο διάστημα μετακινούνται μεταξύ των κοινόχρηστων χώρων του αεροδρομίου, αντιμετωπίζοντας αυτές τις ώρες ως "μη παραγωγικές". Τα business lounges αποτελούν μια λύση, αλλά σε όλες τις περιπτώσεις έχουν περιορισμένη χωρητικότητα και βέβαια περιορισμένους πόρους (υπολογιστές και συνδέσεις δικτύων).

Η εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου, που μπορεί να γίνει ταχύτατα και χωρίς οι μεγάλες αποστάσεις ενός σύγχρονου διεθνούς αεροδρομίου να αποτελούν πρόβλημα, μετατρέπει κάθε χώρο αναμονής σε ένα σύγχρονο επιχειρηματικό κέντρο. Μάλιστα, καθώς από κατασκευής τα αεροδρόμια έχουν μεγάλους και ανοικτούς χώρους, με ελάχιστες κεραίες μπορούν να καλυφθούν μεγάλες εκτάσεις.

Οι υπηρεσίες εξυπηρέτησης επαγγελματιών, που μέχρι σήμερα παρέχονται στους διακεκριμένους επιβάτες της πρώτης και επιχειρηματικής θέσης που έχουν πρόσβαση στα business lounges, παρέχονται πλέον σε όλους τους επιβάτες. Laptops, PalmPilots ή palmtops - σύντομα και κινητά τηλέφωνα με λειτουργικό σύστημα της Symbian - μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τερματικά πρόσβασης στο Internet ή το εταιρικό VPN.

Οι ώρες αναμονής μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε ώρες παραγωγικής ενασχόλησης ή διασκέδασης. Τα εστιατόρια και καφέ, αντί βιαστικών πελατών, αποκτούν πιστό κοινό που κάθεται στους χώρους τους περισσότερο και κάνει μεγαλύτερη κατανάλωση.



Ειδικές εφαρμογές του αεροδρομίου ενημερώνουν τους επιβάτες για την κατάσταση των πτήσεων εφόσον το ζητήσουν ή για τις ειδικές προσφορές που υπάρχουν στα καταστήματα του αεροδρομίου. Έτσι, το αεροδρόμιο, από

χώρος ταλαιπωρίας και άχαρης αναμονής, μεταβάλλεται σε χώρο εργασίας και αναψυχής. Οι επιβάτες:

- αναζητούν ενδιάμεσες πτήσεις μέσω του συγκεκριμένου αεροδρομίου, αυξάνοντας την επιβατική κίνηση.
- καταναλώνουν περισσότερα χρήματα, αφού είναι πάντα ενήμεροι για τα προϊόντα και τις προσφορές των επιχειρήσεων του αεροδρομίου.
- κάνουν καλύτερη χρήση των κοινόχρηστων χώρων, χωρίς να "στοιβάζονται" σε συγκεκριμένους χώρους που μπορούν να βρουν ενσύρματη σύνδεση με το Internet.
- δημιουργούν πρόσθετα έσοδα, αφού μερικές υψηλού επιπέδου υπηρεσίες διασύνδεσης μπορεί να χρεώνονται στην πιστωτική κάρτα του χρήστη.

Σήμερα λειτουργούν ασύρματες εγκαταστάσεις σε αρκετά μεγάλα αεροδρόμια, μεταξύ των οποίων και το Διεθνές Αεροδρόμιο Αθηνών "Ελευθέριος Βενιζέλος" (σε συνεργασία με την OTEnet), με θετικές εμπειρίες, τόσο από πλευράς επιβατών όσο και από πλευράς αεροδρομίων.

Καφετέριες

Μέχρι σήμερα, χώροι συνάθροισης και διάθεσης ελεύθερου χρόνου, με υποδομή ασύρματης πρόσβασης, τα πάσης φύσεως καφέ μετατρέπονται σε χώρους επαγγελματικής ενασχόλησης ή και ψυχαγωγίας, σε ένα ευχάριστο περιβάλλον.

Για τους πελάτες αποτελεί αξιοποίηση διαθέσιμου χρόνου, αφού το μόνο που έχουν να κάνουν είναι να ανοίξουν τη δικτυακή μεταφερόμενη συσκευή τους και να προσέξουν να μη χύσουν τον καφέ πάνω της. Για τα καφέ, η υπηρεσία σημαίνει περισσότεροι πελάτες και ένα ακόμα κέντρο εσόδων. Μην ξεχνάμε πως οι υπηρεσίες πρόσβασης έχουν ένα πολύ ξεκάθαρο και πραγματικό κόστος χρήσης, που φυσικά προστίθεται στο λογαριασμό, μαζί με τον εσπρέσο!

Στη χώρα μας, βλέπουμε όλο και περισσότερο την ύπαρξη ασύρματων δικτύων σε αρκετά καφέ ή χώρους γρήγορης εστίασης, μετά από πρωτοβουλία

μεγάλων εταιριών παροχής πρόσβασης στο Internet. Με τον τρόπο αυτό, οι ISPs μπορούν να πωλούν την πρόσβαση στο Internet με premium στην τιμή σε σχέση με το απλό dial-up και όλα αυτά με ελάχιστο κόστος εγκατάστασης.

Μάλιστα, στο κόστος αυτό μπορούν να συμμετέχουν οι ίδιοι οι καταστηματάρχες, με αντίτιμο κάποιας μορφής revenue sharing, χωρίς βέβαια να παραγνωρίζουμε και τα αυξημένα έσοδα από την κίνηση στα καταστήματα που θα διαθέτουν τις ασύρματες υποδομές. Και βέβαια, μια και αναφερόμαστε στην Ελλάδα, δεν πρέπει να παραγνωρίσουμε τον παράγοντα "επιδειξιμανίας" που διακρίνει τους Έλληνες.

Πολλοί θα είναι αυτοί που με καμάρι θα επιδεικνύουν στην παρέα τους σελίδες που θα κατεβάζουν εκείνη τη στιγμή από το Internet ή που θα προτιμούν για λόγους θέασης (ενεργητικής και παθητικής) να εργάζονται σε δημόσιους χώρους.

Εκθεσιακοί χώροι

Τα συνέδρια και οι εκθέσεις αποτελούν χώρους σύναξης επαγγελματικών στελεχών και σύναψης σημαντικών επιχειρηματικών συνεργασιών. Η ασύρματη δικτύωση επιτρέπει σε κάθε εκθεσιακό χώρο να διαθέσει "always on, always connected" υπηρεσίες στους επισκέπτες.

Μέσα από αυτές, τα φορητά συστήματα των στελεχών μετατρέπονται σε σταθμούς εργασίας των εταιρικών τους δικτύων και τους διευκολύνουν στην άμεση ολοκλήρωση σημαντικών συνεργασιών. Ειδικές εφαρμογές παρέχουν πληροφορίες για τα τεκταινόμενα κάθε στιγμή στην έκθεση σε όσους βρίσκονται στους χώρους αυτής, μεγιστοποιώντας τις παροχές προς τους εκθέτες.

Η ασύρματη δικτύωση μετατρέπεται σε απαραίτητη παροχή (όπως τα τηλέφωνα και η σύνδεση στο Internet) και αυξάνει τη χρέωση των εκθετών για το χώρο που χρησιμοποιούν κατά την εκδήλωση, αυξάνει την παραγωγικότητά τους και βελτιστοποιεί την ικανοποίησή τους.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ασύρματης δικτύωσης σε εκθεσιακό χώρο αποτελεί η πρωτοβουλία της FORTHnet για λειτουργία του Internet Cafe στην έκθεση Comdex με τη χρήση ασύρματης δικτύωσης. Σε άλλες περιπτώσεις

εκθέσεων θα μπορούσαμε να δούμε ασύρματη δικτύωση και σε άλλους χώρους, μειώνοντας την ανάγκη για ενσύρματη διασύνδεση και βέβαια έχοντας τα πλεονεκτήματα που αναφέραμε παραπάνω.

Νοσοκομεία

Τα νοσοκομεία αποτελούν περιβάλλοντα συνεχούς διακίνησης προσωπικού, υλικών και ασθενών. Εξίσου σημαντική είναι η ανάγκη για συνεχή διακίνηση πληροφοριών. Ένα περιβάλλον WiFi υποδομής παρέχει σημαντικές διευκολύνσεις.

Οι γιατροί και το νοσηλευτικό προσωπικό ανταλλάσσουν άμεσα πληροφορίες για έκτακτες καταστάσεις με τις επιταλάμιες συσκευές τους, οι προμηθευτές ιατρικού και φαρμακευτικού εξοπλισμού εκμηδενίζουν το χρόνο λήψης/εκτέλεσης παραγγελιών μέσω των φορητών υπολογιστών, υπάρχει απρόσκοπτη, άρα πλήρης και αξιόπιστη, καταγραφή των μετακινήσεων των ασθενών και των παρεχομένων προς αυτούς υπηρεσιών.

Η βελτίωση της παραγωγικότητας του προσωπικού, η άριστη εκμετάλλευση των υφιστάμενων πόρων του νοσοκομείου και η ικανότητα χρέωσης για όλες τις παρασχεθείσες υπηρεσίες είναι τα σημαντικά οφέλη από την ανάπτυξη της ασύρματης υποδομής.

Οι εταιρίες κατασκευής λογισμικού, έχοντας κατανοήσει το πόσο σημαντική είναι η πληροφορία σε όλους τους χώρους του νοσοκομείου, έχουν αναπτύξει λύσεις και ολοκληρωμένα portals για νοσοκομεία, τα οποία υποστηρίζουν φορητές συσκευές και κατά συνέπεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλον ασύρματης δικτύωσης.

Απόσβεση της επένδυσης

Μέχρι σήμερα, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, τα ασύρματα δίκτυα δεν αντικαθιστούν τις ενσύρματες εγκαταστάσεις, αλλά τις συμπληρώνουν. Ο βασικός στόχος όσων αποφασίζουν να τα ενσωματώσουν στο ήδη υπάρχον σύστημα είναι η αύξηση της παραγωγικότητας.

Πρόσφατα η Wireless LAN Alliance (WLANA), ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που δημιουργήθηκε για την προώθηση της τεχνολογίας των ασύρματων τοπικών δικτύων, πραγματοποίησε μια έρευνα σχετικά με το κόστος χρήσης και τα πλεονεκτήματα που επιφέρει η εγκατάσταση ενός ασύρματου τοπικού δικτύου σε μια επιχείρηση.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 34 επιχειρήσεις/οργανισμοί από τους χώρους της εκπαίδευσης (πανεπιστήμια), της υγείας (νοσοκομεία), της βιομηχανίας (παραγωγή, διανομή, συντήρηση, αποστολές, αποθήκες), της λιανικής (σημεία πώλησης), των επιχειρήσεων πληροφορικής και της οικονομίας (χρηματιστήρια, τράπεζες, σύμβουλοι).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας:

- 89% των επιχειρήσεων/οργανισμών θεωρεί ότι η εγκατάσταση του ασύρματου δικτύου ήταν απόλυτα επιτυχή.
- 92% πιστεύει ότι υπήρξαν συγκεκριμένα οικονομικά και επιχειρηματικά οφέλη μετά την εγκατάσταση.
- 97% συμφωνεί ότι το ασύρματο τοπικό δίκτυο συνετέλεσε στην ταχύτητα με την οποία πραγματοποιήθηκαν εργασίες που απαιτούσαν πραγματικού (ή σχεδόν πραγματικού) χρόνου πρόσβαση σε πληροφορίες.
- 92% δήλωσε ότι θα συνεχίσει να χρησιμοποιεί ασύρματη τεχνολογία και στο μέλλον λόγω των πλεονεκτημάτων που παρατηρήθηκαν.

Το κόστος εγκατάστασης αποσβέσθηκε μέσα σε λιγότερο από ένα χρόνο σε όλες τις εταιρίες/οργανισμούς που συμμετείχαν στην έρευνα. Για τον υπολογισμό του χρόνου απόσβεσης ελήφθη υπόψη ο χρόνος που απαιτείται ώστε οι επιπλέον ταμειακές ροές που προέκυψαν από την αύξηση της παραγωγικότητας, τη βελτίωση του τρόπου λειτουργίας της επιχείρησης και την αύξηση του κύκλου εργασιών να φθάσουν το ύψος της αρχικής επένδυσης.

Ένα άλλο σημαντικό εύρημα της έρευνας ήταν ότι, ενώ το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του δικτύου ποικίλλει (εξαρτώμενο από το είδος της επιχείρησης, το εάν αυτή χρειάστηκε να προμηθευτεί φορητούς υπολογιστές ή διέθετε ήδη κλπ), τα ετήσια οικονομικά οφέλη για ένα μέσο όρο 300 χρηστών ήταν περίπου 15.989 δολάρια ανά χρήστη. Με εφαρμογή της

ασύρματης δικτύωσης σε μεγάλη κλίμακα, αυτά τα οφέλη τελικά θα περάσουν στον τελικό καταναλωτή.

Επίλογος

Τα ασύρματα δίκτυα έχουν φέρει αλλαγή στον τρόπο επικοινωνίας των υπολογιστών, αλλά και των χρηστών τους. Με την αύξηση του αριθμού των συσκευών που αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να προσφέρουν λύσεις, οι οποίες θα βελτιώσουν την επικοινωνία και θα αυξήσουν την αποδοτικότητα στον εργασιακό χώρο.

Με τη χρήση των Ασύρματων Δικτύων η επικοινωνία γίνεται πιο άμεση, το δίκτυο παρέχει κάλυψη χωρίς περιορισμούς και η επέκτασή του γίνεται πολύ πιο εύκολα και με αμελητέο κόστος.

Τα ασύρματα δίκτυα είναι ένας τομέας πολλά υποσχόμενος. Ήδη πολλές εταιρίες, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, κινούνται προς την κατεύθυνση της παροχής υπηρεσιών ασύρματης πρόσβασης, ουσιαστικά διερευνώντας την αγορά, στη φάση αυτή τουλάχιστον.

Υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις σοβαροί λόγοι που μπορούν να οδηγήσουν την τεχνολογία των ασύρματων τοπικών δικτύων σε ραγδαία ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια.

Η ύπαρξη του προτύπου IEEE 802.11b και η αποδοχή του από τους κατασκευαστές καρτών για ασύρματα δίκτυα. Όπως κάθε πρότυπο, το IEEE 802.11b εξασφαλίζει στον τελικό καταναλωτή σταθερή τεχνολογία, συμβατότητα με προϊόντα άλλων κατασκευαστών και χαμηλότερο κόστος.

Οι τιμές των προϊόντων έχουν μειωθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια και προβλέπεται να μειωθούν ακόμη περισσότερο στο άμεσο μέλλον. Αυτές οι μειώσεις είναι φυσικό επακόλουθο του αυξημένου ανταγωνισμού που έχει επιφέρει η ύπαρξη ενός προτύπου, της ωριμότητας της τεχνολογίας και του συνεχώς αυξανόμενου όγκου παραγωγής τελικών προϊόντων.

Οι συνεχείς μειώσεις στις τιμές έχουν ως αποτέλεσμα τη χρήση ασύρματων δικτύων σε ολοένα περισσότερες εφαρμογές, κάτι που στο παρελθόν δεν μπορούσε να συμβεί λόγω υψηλού κόστους.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια μεγάλη στροφή στη βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών, η οποία στοχεύει πλέον να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του κινητού χρήστη. Αυτό ήταν φυσικό να συμβεί από τη στιγμή που ολοένα και

περισσότεροι επαγγελματίες και ιδιώτες χρήστες βασίζονται σε φορητές συσκευές για να πραγματοποιούν την εργασία τους. Είναι άλλωστε χαρακτηριστικό ότι οι εργαζόμενοι που χρησιμοποιούν φορητό υπολογιστή αντί του επιτραπέζιου σε καθημερινή βάση αυξάνονται συνεχώς.

Οι παραπάνω παράγοντες, σε συνδυασμό με τη δυναμική που έχει αναπτύξει ο κλάδος των ασύρματων δικτύων διεθνώς, θα δημιουργούν συνέχεια καινούργιες εφαρμογές και αυξανόμενες επενδύσεις σε λύσεις που θα υποστηρίζουν τη συγκεκριμένη τεχνολογία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ασύρματη δικτύωση	7
Εικόνα 2: Ad-hoc ή peer-to-peer ασύρματο δίκτυο.....	8
Εικόνα 3: Infrastructure Mode	9
Εικόνα 4: ESS, Extended Service Set	9
Εικόνα 5: Χρήσεις ασύρματων δικτύων	12
Εικόνα 6: Σημείο Πρόσβασης (Access Point) και εύρος του ασύρματου δικτύου	19
Εικόνα 7: Τοποθέτηση του σημείου πρόσβασης μέσα στο χώρο	22
Εικόνα 8: Δύο τυπικές συσκευές του εμπορίου.....	22
Εικόνα 9: Τοποθέτηση της ασύρματης γέφυρας μέσα στο χώρο.....	24
Εικόνα 10: Βασικός εξοπλισμός για ένα ασύρματο δίκτυο	26
Εικόνα 11: Εφαρμογές των ασύρματων δικτύων	42
Εικόνα 12: Στοιβά Πρωτοκόλλων Bluetooth	56

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1	39
-------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✚ OREILLY - Building Wireless Community Networks
ISBN: 0596002041
- ✚ OREILLY - 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide
ISBN: 0596001835
- ✚ WILEY - Building Secure Wireless Networks with 802.11
ISBN: 0471237159
- ✚ Syngress - Hack Proofing Your Wireless Network
ISBN: 1928994598
- ✚ "Wireless Communications: Principles and Practice", Theodore S. Rappaport,
Prentice Hall, (February 1996), ISBN: 0780311671.
- ✚ "The Comprehensive Guide to Wireless Technologies", Lawrence Harte, T.
Schaffnit, Steven Kellogg, Richard Dreher, Nancy Campbell, Steve Kellogg,
Lisa Gosselin, Judith Rourke-O'Briant, 1st Edition, A P D G Publishing,
(October 1998), ISBN: 0965065847.
- ✚ Bluetooth Special Interest Group, Inc. URL: <http://www.bluetooth.com>
- ✚ <http://www.athenswireless.net/>
- ✚ <http://www.salonicawireless.net/faq>
- ✚ <http://patraswireless.net/tutorial/>
- ✚ <http://www.nwfusion.com/research/wifi.html>
- ✚ <http://wirelessman.org>