



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ

ΔΙΚΤΥΩΝ

ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΑΓΚΑΛΟΣ

A.M 1047077

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	I
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	III
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. ΤΙ ΟΡΙΖΟΥΜΕ ΩΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	1
1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	2
1.3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	4
1.3.1 ΚΕΡΑΙΑ	5
1.3.2 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΣΥΣΚΕΥΗ	6
1.4. ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	9
2.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	10
2.2. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	11
2.3. ΤΟ ΒΛΥΕΤΟΟΤΗ ΚΑΙ ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ	12
2.4. ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ IEEE 802.11	14

2.5. Ad Hoc ΔΙΚΤΥΑ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΆΛΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	21
3.1. WiMAX	21
3.2. ZigBee	24
3.3. 3G, 4G, 5G.....	26
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	29

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

OSI = Open Systems Interconnection

WWAN = Wireless Wide Area Network

WMAN = Wireless Metropolitan Area Networks

WLAN = Wireless Local area network

WPAN = Wireless Personal area network

NASA = National Aeronautics and Space Administration

TCP = Transmission Control Protocol

IP = Internet Protocol

IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers

RF = Radio Frequency

dBi = Decibel Isotropic

USB = Universal Serial Bus

ADSL = Asymmetric Digital Subscriber Line

DHCP = Dynamic Host Configuration Protocol

NAT = Network Address Translation

PCI = Peripheral Component Interconnect

FTP = File Transfer Protocol

AP = Access Point

PDA = Personal Digital Assistant

MAC = Media Access Control

FHSS = Frequency Hopping Spread Spectrum

GPS = Global Positioning System

MIMO = Multiple Input Multiple Output

PHY = Physical Layer Device

MANET = Mobile Ad Hoc Network

LTE = Long Term Evolution

TD-LTE = Time Division-Long Term Evolution

GSM = Global System for Mobile Communications

UMTS = Universal Mobile Telecommunications System

ITU International Telecommunications Union

ITU-R = ITU Radiocommunication Sector

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τι ορίζουμε ως ασύρματο δίκτυο

Ασύρματο δίκτυο χαρακτηρίζεται ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο στο οποίο η μεταφορά πληροφορίας επιτυγχάνεται μέσω ραδιοκυμάτων μεταξύ των δικτυακών κόμβων και όχι με χρήση καλωδίων όπως στην ενσύρματη επικοινωνία. Τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, με συχνότητα φέροντος η οποία εξαρτάται κάθε φορά από τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται να υποστηρίζει το δίκτυο. Σήμερα, όλα τα ασύρματα δίκτυα βασίζονται σε ψηφιακή τεχνολογία και επομένως κατά μία έννοια, είναι ουσιαστικώς δίκτυα υπολογιστών, σε αντίθεση με παλαιότερες εποχές που τα τηλεφωνικά δίκτυα ήταν αναλογικά. Τα ασύρματα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα υλοποιούνται γενικά και διαχειρίζονται με χρήση ραδιοεπικοινωνιών. Αυτή η υλοποίηση λαμβάνει χώρα στο φυσικό επίπεδο (στρώμα) της δομής δικτύου μοντέλου OSI.

Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, οι δορυφορικές επικοινωνίες, τα ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής (WWAN), τα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (WMAN), τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) και τα ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPAN) εντάσσονται στα ασύρματα δίκτυα. Η τηλεόραση και το ραδιόφωνο, ως τηλεπικοινωνιακά μέσα είναι εκ φύσεως ασύρματα, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν συμπεριλαμβάνονται στα ασύρματα δίκτυα, καθώς η μετάδοση γίνεται προς πάσα κατεύθυνση χωρίς να υπάρχει κάποιο δομημένο «δίκτυο» τηλεπικοινωνιακών κόμβων (συσκευών) με τη συνήθη έννοια. Επιπλέον, τα μεταφερόμενα δεδομένα συνήθως είναι αναλογικά και, επομένως, δεν μπορούν να θεωρηθούν δίκτυα υπολογιστών[3][8].

1.2 Ιστορικά στοιχεία

Η πρωταρχική μορφή ασύρματης επικοινωνίας που υπήρξε ποτέ ήταν ο ασύρματος τηλεγράφος του Μαρκόνι. Ο Γουλιέλμο Μαρκόνι ήταν Ιταλός εφευρέτης, γνωστός ως ο πατέρας της εκπομπής ραδιοκυμάτων σε μεγάλη απόσταση, και για την ανάπτυξη του Νόμου του Μαρκόνι και ενός ραδιοτηλεγραφικού συστήματος. Το 1901 παρουσιάστηκε από τον ίδιο ένας ασύρματος τηλεγράφος για επικοινωνία μεταξύ πλοίων και ξηράς με χρήση κώδικα Μορς, με τις τελείες και της παύλες να είναι κι αυτά ένα δυαδικό σύστημα, ο τηλεγράφος του Μαρκόνι αποτέλεσε βασική ιδέα για τα σύγχρονα ψηφιακά ασύρματα[4].

Ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος εκτοξεύτηκε από τη NASA στις 12 Αυγούστου το 1960, γεγονός που αποτελεί μεγάλο άλμα στον τομέα των τηλεπικοινωνιών. Λόγω της χρήσης δορυφόρων, η διασύνδεση απομακρισμένων περιοχών της υδρογείου έγινε ευκολότερη, καθώς, η χρήση συρμάτων αγωγών μήκους πολλών χιλιομέτρων και ισχυρών επίγειων αναμεταδοτών αποτελούσε πλέον παρελθόν.

Τα πρώτα ασύρματα δίκτυα που εμφανίστηκαν ήταν τα ραδιοδίκτυα δεδομένων βασισμένα στο πρωτόκολλο TCP/IP. Οι πρώτες τεχνικές μεταγωγής πακέτων αναπτύχθηκαν γύρω στο 1964, ενώ ο όρος Packet” προτάθηκε από τον D. W. Davies του National Physical Laboratory της Μεγάλης Βρετανίας. Η τεχνολογία των ασυρμάτων δικτύων μετάδοσης πακέτων άρχισε να αναπτύσσεται στην δεκαετία 1970-1980, αν και η μεγάλη ανάπτυξή της συμπίπτει με την διάδοση των μικροϋπολογιστών στην δεκαετία 1980-1990. Εδώ αξίζει να αναφέρουμε ότι το πρώτο ολοκληρωμένο WLAN κατασκευάστηκε στο πανεπιστήμιο της Χαβάης στα πλαίσια ενός project που λέγονταν ALOHNET[3]. Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του μέσου μεταδόσεως τα ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν εξειδικευμένα πρωτόκολλα για το υποεπίπεδο πρόσβασης μέσου (Medium Access Control) και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (Data Link Layer) και συχνά και για ανώτερα επίπεδα (π.χ. δρομολόγηση πακέτων). Η αμφίδρομη τοπολογία αστέρα του συστήματος περιελάμβανε επτά υπολογιστές διασκορπισμένους σε τέσσερα νησιά, οι οποίοι επικοινωνούσαν με τον κεντρικό υπολογιστή στα νησί Oahu χωρίς τη χρήση

τηλεφωνικών γραμμών. Η ασύρματη επικοινωνία χρησιμοποιεί τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία μεταδίδονται στη γήινη ατμόσφαιρα ή στο διάστημα.

Σήμερα, η παγκόσμια αγορά της τεχνολογίας απαρτίζεται από πληθώρα συσκευών και προϊόντων ασύρματης επικοινωνίας που βασίζονται σε νέες τεχνολογίες και νέα πρότυπα. Τα τελευταία χρόνια οι φορητοί υπολογιστές, smartphones και tablet αποτελούν χρηστικά εργαλεία για τους περισσότερους επαγγελματίες, αλλά εξυπηρετούν και την καθημερινή μας ζωή όντας ελκυστικοί και διαθέσιμοι για το ευρύ κοινό, αφού πλέον το κόστος, η υπολογιστική ισχύς και η ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας είναι συγκρίσιμα με έναν σταθερό υπολογιστή. Όλα αυτά έχουν σα συνέπεια την έρευνα και ανάπτυξη των προτύπων για χρήση και βελτίωση της ασύρματης επικοινωνίας.

Αυτή τη στιγμή η ασύρματη δικτύωση βασίζεται σε κάποια ανταγωνιστικά πρότυπα . Τα πιο δημοφιλή για εμπορική αλλά και για οικιακή χρήση είναι οι διάφορες εκδόσεις του IEEE 802.11 προτύπου. Μερικά από αυτά είναι το 802.11b, το 802.11a, το 802.11g με το τελευταίο να είναι το πιο διαδεδομένο πρότυπο φυσικού επιπέδου σήμερα. Το παραπάνω εκπέμπει στη ζώνη συχνοτήτων των 2.4GHz και είναι συμβατό με το 802.11b. Η επικοινωνία μεταξύ συσκευών εξοπλισμένων με κάρτες 802.11b και 802.11g γίνεται στην υψηλότερη δυνατή κοινή ταχύτητα, δηλαδή μέχρι 54 Mbps.

Στις αρχές του 2000 με τη διάδοση του WiFi έκανε την εμφάνισή της μία νέα μέθοδος σύνδεσης στον ιστό. Μία ψηφιακή συσκευή εξοπλισμένη με ασύρματη κάρτα δικτύου WiFi, μπορεί να συνδεθεί στο διαδίκτυο με μόνη προϋπόθεση να βρίσκεται σε ακτίνα κάλυψης ασύρματου δικτύου το οποίο θα είναι συνδεδεμένο στο internet (Access Point)[8].

Η εξάπλωση του internet αποτελεί φαινόμενο διαρκές και αυξανόμενο, αιτία αυτής της εξάπλωσης είναι η διαρκής ανάγκη για γρηγορότερη και πιο αποτελεσματική διακίνηση της πληροφορίας. Έχει υπολογιστεί ότι η ποσότητα της πληροφορίας που διακινείται παγκόσμια διπλασιάζεται κάθε 6 με 7 χρόνια. Η χρήση των υπολογιστών και η νέα τεχνολογία δικτύων είναι απαραίτητη για την ταχύτατη επεξεργασία, οργάνωση και αποστολή αυτού του όγκου πληροφορίας. Επιπλέον, η εδραίωση των δικτύων, έχει επιφέρει δραστικές αλλαγές και στις υπηρεσίες που

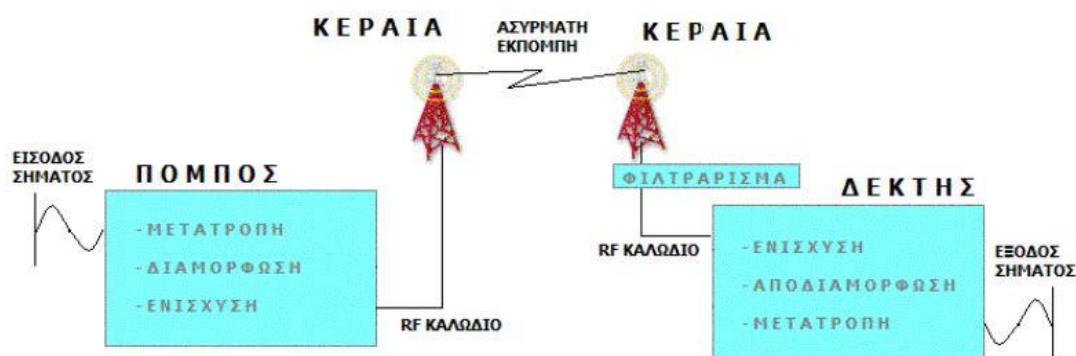
προσφέρονται, με αποτέλεσμα να έχουν εμφανιστεί πληθώρα από δικτυακές εφαρμογές και καινούργιες υπηρεσίες[3].

1.3 Εξοπλισμός Ασύρματου Δικτύου

Βάση της υλοποίησης ενός ασύρματου δικτύου αποτελεί ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί. Ο εξοπλισμός θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της υλοποίησης, να ακολουθεί τους κανονισμούς, να τηρεί κάποιες προδιαγραφές, ενώ παράλληλα να έχει ένα λογικό κόστος.

Μία ασύρματη συσκευή και το αντίστοιχο κεραιοσύστημα είναι τα πιο βασικά στοιχεία για την δημιουργία ενός ασύρματου συστήματος. Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία συσκευών και κεραιών διαφόρων τύπων με διαφορετικές προδιαγραφές όπως η ποιότητα κατασκευής και το κόστος.

Στο σχήμα της εικόνας 1.2.1 βλέπουμε ένα απλό διάγραμμα λειτουργίας ενός ασύρματου συστήματος. Κατά της διάρκεια της λήψης η κεραία λαμβάνει ηλεκτρομαγνητικό κύμα, το οποίο μετατρέπει σε ηλεκτρικό και μέσω κατάλληλου καλωδίου το μεταφέρει στο δέκτη. Στη συνέχεια, γίνεται ενίσχυση του σήματος, φιλτράρισμα ώστε να απορριφθούν τα γειτονικά κανάλια και αποδιαμόρφωσή του. Έτσι, το ανακτώμενο ψηφιακό σήμα οδηγείται μέσω κατάλληλης διεπαφής προς τον υπολογιστή. Κατά την εκπομπή, το σήμα πληροφορίας μεταφέρεται στην ασύρματη συσκευή, όπου διαμορφώνεται στο κατάλληλο RF σήμα. Αυτό οδηγείται στην κεραία όπου και εκπέμπεται με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο χώρο[18].



Εικόνα 1.2.1 Ασύρματο Σύστημα

<http://www.ebusinessforum.gr/old/content/downloads/Wi-Fi-Guide-final.part1.pdf>

1.3.1 Κεραία

Η κεραία κατέχει πρωταρχικό ρόλο στις ασύρματες επικοινωνίες. Ο ρόλος της είναι να μετατρέπει τα ηλεκτρικά σήματα σε ραδιοκύματα στην περίπτωση της εκπομπής και το αντίστροφο στην κατεύθυνση της λήψης.

Στην περίπτωση κάλυψης εσωτερικών χώρων ή για χρήση σε μικρές αποστάσεις, η κεραία είναι ενσωματωμένη στη συσκευή, όπως συμβαίνει με τις περισσότερες ασύρματες συσκευές. Συχνά, παρατηρείται ύπαρξη δύο τέτοιων κεραιών ώστε να αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά το φαινόμενο των ανακλάσεων που είναι έντονο σε εσωτερικού χώρους.

Αντιθέτως, για κάλυψη εξωτερικών χώρων ή για αυξημένη εμβέλεια χρησιμοποιούνται εξωτερικές κεραιές, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να συγκεντρώνουν την ακτινοβολία προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι η προσθήκη εξωτερικής κεραίας σε μια συσκευή, αυτόματα αλλάζει τα χαρακτηριστικά εκπομπής της, κρίνοντας την ακατάλληλη. Για αυτό το λόγο, πρέπει να γίνεται σε εξοπλισμό που προβλέπει την προσθήκη εξωτερικής κεραίας και λαμβάνοντας υπόψη το ρυθμιστικό πλαίσιο, αλλά και τους κανόνες καλής σχεδίασης[18].

Οι κεραιές χωρίζονται σε κάποιους βασικούς τύπους οι οποίοι καθορίζονται βάσει του εύρους γωνιών εκπομπής. Σε περιπτώσεις ζεύξεων σε μεγάλες αποστάσεις χρησιμοποιούνται κατευθυντικές κεραιές οι οποίες συγκεντρώνουν την εκπομπή τους σε μία κατεύθυνση με το εύρος του κύριου λοβού ακτινοβολίας να είναι λίγες μοίρες, παρέχοντας έτσι μεγάλο κέρδος. Επιπλέον, υπάρχουν οι ομοιοκατευθυντικές κεραιές, οι οποίες εκπέμπουν προς κάθε κατεύθυνση (εύρος 360°). Καλό θα ήταν να αποφεύγονται αυτές οι κεραιές, διότι σε με μεγάλες αποστάσεις προκαλούνται μεγάλα ποσά θορύβου. Τέλος οι κεραιές τομέα έχουν γωνία οριζόντιας κάλυψης από 40 έως 180 μοίρες[18].

Ένα ενδεικτικό χαρακτηριστικό για την κατευθυντικότητα της κεραίας είναι το κέρδος το οποίο μετρείται σε dBi. Αυτή η μονάδα εκφράζει την ενίσχυση της εκπομπής προς μια κατεύθυνση σε σχέση με την περίπτωση που η εκπομπή γίνεται ομοιόμορφα και προς όλες τις κατευθύνσεις.

Εκτός από τον τύπο της κεραίας και το κέρδος της θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και κάποιοι άλλοι παράγοντες για την επιλογή της καταλληλότερης κεραίας. Οι διαφορετικές συνθήκες εγκατάστασης, η ποιότητα κατασκευής, το μέγεθος, αλλά και το κόστος είναι πολλές φορές καθοριστικοί παράγοντες.

1.3.2 Ασύρματη συσκευή

Οι ασύρματες συσκευές κατηγοριοποιούνται βάσει του προτύπου που υλοποιούν, με αποτέλεσμα να υπάρχουν διαφορετικές συσκευές για κάθε ένα από τα πρότυπα 802.11b, 802.11g, 802.11a, ενώ παράλληλα παρατηρείται η εμφάνιση συσκευών που υλοποιούν περισσότερα από ένα πρότυπα. Αναλόγως των ιδιαιτεροτήτων του προτύπου επιλέγουμε την κατάλληλη λύση για την εφαρμογή μας.

Μία ασύρματη συσκευή είναι είτε σε μορφή κάρτας ή ως αυτόνομη συσκευή. Η τελευταία χρησιμοποιεί διεπαφές ethernet ή USB για τη σύνδεση με το υπόλοιπο δίκτυο και υπάρχει δυνατότητα να εκτελούν κάποιες επιπρόσθετες δικτυακές λειτουργίες όπως να ενσωματώνουν ένα switch ή ένα ADSL modem ή να υλοποιούν πρωτόκολλα όπως το DHCP ή το NAT. Η αντίστοιχη συσκευή-κάρτα τοποθετείται σε μία θέση pci, mini-pci, pcmcia του υπολογιστή μας αναλαμβάνοντας και κάποιες επιπρόσθετες λειτουργίες όπως για παράδειγμα δρομολόγηση, firewalling, και διάφορες υπηρεσίες όπως web hosting, ftp server κ.α.

Υπάρχουν αυτόνομες συσκευές που έχουν τη λειτουργικότητα ενός σημείου πρόσβασης, άλλες που έχουν αυτή ενός ασύρματου σταθμού. Επίσης κάποιες μας δίνουν την δυνατότητα επιλογής του τρόπου λειτουργίας και κάποιες ενσωματώνουν επιπρόσθετους τρόπους λειτουργίας όπως αυτές του επαναλήπτη (repeater) ή της ασύρματης γέφυρας (bridge). Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι οι τρόποι λειτουργίας που υπόσχονται οι κατασκευαστές και είναι εκτός προτύπου δουλεύουν μόνο μεταξύ προϊόντων του ίδιου κατασκευαστή και κατά συνέπεια δεν θα πρέπει να αποτελούν κριτήριο για την επιλογή μας. Οι ασύρματες κάρτες από την άλλη πλευρά υλοποιούν μόνο τη λειτουργία του ασύρματου σταθμού. Εξάιρεση αποτελούν οι κάρτες που φέρουν Prism chipset, οι οποίες σε λειτουργικό Linux με χρήση κατάλληλων οδηγών μπορούν να λειτουργήσουν και σαν σημείο πρόσβασης (AP)[18].

Υπάρχουν διαφορετικά ήδη συσκευών ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται. Για παράδειγμα, συσκευές οι οποίες προορίζονται για χρήση σε εξωτερικούς χώρους πρέπει να έχουν μεγαλύτερη ανοχή για τη θερμοκρασία λειτουργίας και μπορούν να δουλέψουν σε αντίξοο περιβάλλον, βέβαια αυτό συνεπάγεται αρκετά υψηλότερη τιμή .

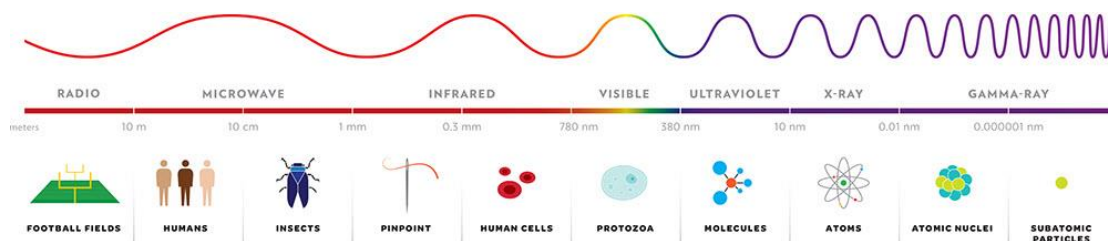
Οι διαφορετικές συσκευές που κυκλοφορούν στο εμπόριο διαφοροποιούνται αναφορικά με τις δυνατότητες τους. Μερικές από αυτές είναι η ρύθμιση ισχύος εκπομπής, η μέτρηση της στάθμης λήψης και του θορύβου, η ενσωμάτωση επιπλέον λειτουργιών ασφαλείας, η λήψη στατιστικών κ.α. Η διαχείριση τους μπορεί να γίνει μέσω web διεπαφής, με telnet, με snmp, με κάποιο χρηστικό πρόγραμμα από τον κατασκευαστή.

Προτεραιότητες στις επιλογές μας είναι η ασφάλεια και η τήρηση των κανονισμών καλής σχεδίασης ραδιοδικτύου. Η περιοχή εκπομπής πρέπει να είναι αυτή που θέλουμε να καλύψουμε, με χρήση κατάλληλων κεραιών με μικρούς παρασιτικούς λοβούς και ποιοτικές συσκευές.

1.4 Ασύρματες επικοινωνίες και τρόποι μετάδοσης

Τα ραδιοκύματα είναι ένα είδος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας παρόμοιο με το ορατό φως και τα ηχητικά κύματα, ανήκουν στις χαμηλές συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που εκτείνονται περίπου από τα 3 KHz ως τα 300 GHz. Διαφέρει από άλλα υλικά κύματα όσον αφορά στη μορφή, στο πώς παράγονται και ανιχνεύονται και στον τρόπο που διαδίδονται στο διάστημα (με μια ταχύτητα περίπου 300.000 km/s, όπως είναι η ταχύτητα του φωτός). Τα ραδιοκύματα μπορούν να ανακλαστούν, να περιθλαθούν και να διαθλασθούν[7]. Οι ασύρματες τηλεπικοινωνίες γίνονται συνήθως με ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής (από τα 30 MHz ως το 1 GHz), ή μικροκύματα (από τα 2 GHz ως τα 40 GHz). Τα ραδιοκύματα χαμηλότερων συχνοτήτων γενικά εξασθενούν σχετικά γρήγορα, αφού συγκριτικά μεταφέρουν λίγη ενέργεια, αλλά έχουν την ικανότητα να διαπερνούν τα φυσικά εμπόδια. Τα κύματα υψηλότερων συχνοτήτων διαδίδονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, αλλά ανακλώνται ευκολότερα από φυσικά εμπόδια. Επίσης, όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα ενός κύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η

κατευθυντικότητα του (μπορεί δηλαδή να εκπεμφθεί σε μία σχετικά στενή δέσμη αντί προς πάσα κατεύθυνση). Έτσι, μιλώντας γενικά, τα μικροκύματα είναι κατευθυντικά ενώ τα ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής όχι.



Εικόνα 1.4 Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα <http://teachnuclear.ca/wp-content/uploads/2014/05/Electromagnetic-spectrum.jpg>

Παρακάτω περιγράφονται οι **τέσσερις βασικοί τρόποι διάδοσης κυμάτων** στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες:

- **Διάδοση στο έδαφος:** Γίνεται σε χαμηλές συχνότητες έως 2 MHz οι οποίες ακολουθούν την κυρτή επιφάνεια της γης λόγω της διάθλασης τους από την ατμόσφαιρα, επομένως μπορούν να καλύψουν ικανοποιητικές αποστάσεις, αν και έχουν το μειονέκτημα της ταχείας εξασθένησης.
- **Διάδοση στην ατμόσφαιρα:** Μεταδίδονται με υψηλές συχνότητες σε μεγάλες αποστάσεις μέσω διαδοχικών ανακλάσεων από την ιονόσφαιρα στο έδαφος έως ότου φτάσουν στον παραλήπτη.
- **Διάδοση στη Γραμμή Όρασης:** Πολύ μεγάλες συχνότητες οι οποίες δεν έχουν την ιδιότητα της ανάκλασης από τις επιφάνειες. Είναι ένας τρόπος που αποδίδει καλύτερα σε επικοινωνίες μακριά από την επιφάνεια της γης καθώς δουλεύει σε σημεία που δε μεσολαβούν φυσικά εμπόδια ανάμεσα στις κεραίες.

- **Ανάκλαση εδάφους δύο ακτίνων:** Η διάδοση από τον πομπό στο δέκτη γίνεται με δύο συνιστώσες: Απευθείας μετάδοση μέσω οπτικής επαφής και έμμεση λήψη μετά από ανάκλαση στο έδαφος. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που η επικοινωνία γίνεται σε μικρή απόσταση και κοντά στην επιφάνεια του εδάφους όπως, για παράδειγμα, στα ασύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών.

Η διάδοση πληροφορίας με ασύρματα μέσα εμπεριέχει διάφορους παράγοντες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για διάφορα προβλήματα στην επικοινωνία όπως η ατμόσφαιρα και η διάθλαση που επηρεάζουν το σήμα, οι μεγάλες αποστάσεις που κάνουν το σήμα να εξασθενεί κ.α. Αυτοί οι παράγοντες έχουν διαφορετικά αποτελέσματα σε σήματα με διαφορετικές συχνότητες. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται στρέβλωση και πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Επιπλέον, ό,τι δεν ανήκει στο σήμα μετάδοσης ονομάζεται θόρυβος και συνήθως είναι είτε θερμικός (από κεραίες), είτε από άλλες εκπομπές και τις παρεμβολές τους[5].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΣΥΡΜΑΤΑ

ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ

ΔΙΚΤΥΑ

2.1 Πλεονεκτήματα ασύρματων τοπικών δικτύων

Η ασύρματη επικοινωνία και πιο συγκεκριμένα τα ασύρματα δίκτυα έχουν φέρει αλλαγή στη δικτύωση των υπολογιστών, αλλά και στη μεταξύ επικοινωνία των χρηστών τους. Ο συνεχώς αυξανόμενος αριθμός των συσκευών που αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές, σε συνδυασμό με τα ασύρματα δίκτυα που 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 κάνουν την καθημερινότητά μας ευκολότερη. Με τη χρήση των ασύρματων δικτύων η επικοινωνία γίνεται πιο άμεση, το δίκτυο παρέχει κάλυψη χωρίς περιορισμούς και η επέκταση του γίνεται πολύ πιο εύκολα και με αμελητέο κόστος. Παρακάτω αναφέρεται μία σειρά από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα[9].

- Οι χρήστες που συνδέονται ασύρματα σε ένα δίκτυο έχουν μια εύκολη, «διαφανή» δικτυακή εμπειρία παρόμοια με αυτή που έχουν οι χρήστες των (συνέχεια συνδεδεμένων) κινητών τηλεφώνων. Ένα καλά σχεδιασμένο δίκτυο επιτρέπει την πρόσβαση με μια φορητή συσκευή ασχέτως από την τοποθεσία του χρήστη. Σήμερα, υψηλές ταχύτητες αλλά και η συνύπαρξη πολλών τύπων δεδομένων , όπως streaming voice over ip είναι γεγονός.
- Τα ασύρματα δίκτυα επιτρέπουν εύκολη και γρήγορη επέκταση του δικτύου σε μέρη που η καλωδίωση είναι δύσκολη ή υπάρχει δυσκολία στην επέκταση της προϋπάρχουσας.

- Η εγκατάσταση / τοποθέτηση είναι μία διαδικασία που δεν απαιτεί πολύ χρόνο για την περάτωση της. Ένα ασύρματο δίκτυο είναι ευέλικτο και μπορεί να παρέχει δικτυακή διασύνδεση σε αρκετούς χρήστες χωρίς το χρόνο και τα έξοδα που χρειάζεται η καλωδίωση για να παρέχει τα ίδια σε κάθε χρήστη.
- Το κόστος χρήσης είναι κατά βάσει χαμηλό. Αν και το αρχικό κόστος για το υλικό που θα υποστηρίξει ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ενός ενσύρματου δικτύου, το συνολικό κόστος για τα έξοδα εγκατάστασης, καθώς και το κόστος χρήσης είναι αρκετά μικρότερο. Σε περιπτώσεις δυναμικών χώρων εργασίας, τα οφέλη είναι ακόμα μεγαλύτερα.
- Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι η συμβατότητα καθώς με τη χρήση τους καθίσταται δυνατή η σύνδεση με ενσύρματα τοπικά δίκτυα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται συνδυασμός των πλεονεκτημάτων και των δύο τεχνολογιών.
- Η λειτουργικότητα είναι ένα ακόμα ζήτημα το οποίο καλύπτεται ικανοποιητικά από τη χρήση των ασύρματων τοπικών δικτύων κυρίως σε επιχειρησιακούς χώρους, όπου η χρήση καλωδίων για την επικοινωνία θα επέβαλε καλωδίωση.
- Επιπλέον, ο εξοπλισμός είναι εντελώς ακίνδυνος για τον ανθρώπινο οργανισμό καθώς η ακτινοβολία δεν είναι ιονίζουσα και τα επίπεδα αυτής είναι πολύ πιο χαμηλά από τα επιτρεπτά όρια. Αρκεί να αναφέρουμε ότι μια ασύρματη κάρτα δικτύου (802.11b) ακτινοβολεί ισχύ 50 - 100 mwatt, τη στιγμή που ένα κινητό τηλέφωνο φτάνει και τα 2000 mwatt[10].

2.2 Εφαρμογές ασύρματων τοπικών δικτύων

Μέχρι πρόσφατα, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα δεν είχαν μεγάλη ζήτηση. Μερικές από τις αιτίες ήταν το υψηλό κόστος, η χαμηλή χωρητικότητα μεταφοράς δεδομένων, η απαίτηση κατοχής ειδικής άδειας για τη μετάδοση σε συγκεκριμένες περιοχές συχνοτήτων, κλπ. Με την αντιμετώπιση όμως όλων αυτών των προβλημάτων η δημοτικότητα της ασύρματης τοπικής δικτύωσης αυξήθηκε σημαντικά.

Συνήθεις εφαρμογές του WiFi είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης, όπως π.χ. στη μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές[11].

Παρακάτω αναφέρονται μερικές ακόμα εφαρμογές των ασύρματων τοπικών δικτύων:

- Ασύρματο τοπικό δίκτυο ως επέκταση ενός τοπικού
- Χρήση του δικτύου ως «διασυνδετικός κρίκος» για τοπικά δίκτυα που βρίσκονται σε διαφορετικά κτήρια (διακτηριακή διασύνδεση τοπικών δικτύων)
- Νομαδική πρόσβαση
- Δίκτυο ειδικού σκοπού (Ad Hoc Wireless LAN)

2.3 Το Bluetooth και οι εφαρμογές του

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 ψηφιακές κάμερες, οι ψηφιακοί βοηθοί (PDAs), κ.α. αποκτούν μια κοινή επικοινωνιακή δομή χωρίς ειδική άδεια ραδιοσυχνότητας. Η οικογένεια πρωτοκόλλων Bluetooth αποτελεί το πιο σημαντικό πρότυπο στο χώρο αυτό. Σχεδιάστηκε από μία ομάδα εταιριών και στη συνέχεια υιοθετήθηκε από την IEEE ως το πρότυπο 802.15 για προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (WPAN).

Όσον αφορά τις προδιαγραφές, αφορούν το φυσικό επίπεδο και το υποεπίπεδο MAC, όπου έχουν δημιουργηθεί διαφορετικά πρωτόκολλα για διαφορετικές εφαρμογές, που ονομάζονται προφίλ. Μερικά από αυτά εφαρμόζονται στο ασύρματο τηλέφωνο, εκτυπωτές, φωτογραφία και το αυτοκίνητο. Κάθε προφίλ περιλαμβάνει πρότυπα για όλα τα επίπεδα και προσφέρει λύσεις για τη διασύνδεση με διαφορετικά δίκτυα μεγαλύτερης κλίμακας.

Το Bluetooth λειτουργεί περίπου σε συχνότητα 2.4GHz χρησιμοποιώντας τη μέθοδο διασποράς φάσματος FHSS, με την συχνή εναλλαγή της συχνότητας να καθορίζεται ψευδοτυχαία από έναν κεντρικό κόμβο (Master) προδιαγράφοντας τρία επίπεδα ισχύος εκπομπής, τα οποία μεταβάλουν τη εμβέλεια (έως 10 μέτρα). Στις «αντενδείξεις» να αναφέρουμε ότι λόγω της μετάδοσης στην προαναφερθείσα συχνότητα εμφανίζονται παρεμβολές όταν χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα περισσότερες από μια συσκευές που χρησιμοποιούν το πρότυπο[1][2].

Η τεχνολογία του Bluetooth, καθιστά τη χρήση καλωδίων περιττή σε αντίθεση με παλαιότερα που τα καλώδια ήταν απαραίτητα για να επιτευχθεί διασύνδεση μεταξύ των συσκευών. Παρακάτω θα δούμε μερικές από τις πολυπληθής εφαρμογές του προτύπου:

- Ασύρματη σύνδεση μεταξύ υπολογιστών (σε περιορισμένο χώρο)
- Διασύνδεση περιφερειακών Η/Υ (εκτυπωτές, πληκτρολόγια, ποντίκια ακουστικά και μικρόφωνα)
- Μεταφορά δεδομένων μεταξύ κινητών τηλεφώνων και PDA
- Ασύρματα ακουστικά για κινητά τηλέφωνα
- Ορισμένες συσκευές GPS
- Χρήση στο αυτοκίνητο για κλήσεις μέσω κινητού τηλεφώνου
- Έξυπνες συσκευές (π.χ. smartwatch)

2.4 Οικογένεια προτύπων IEEE 802.11

Το IEEE 802.11 αποτελεί αρχικό πρότυπο στην ασύρματη δικτύωση με ρυθμό μετάδοσης έως 2Mbps, το οποίο δημιουργήθηκε τον Ιούνιο του 1997. Το πρότυπο περιγράφει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα τοπικά δίκτυα, είναι μία οικογένεια προδιαγραφών που αναπτύχθηκαν από ομάδες εργασίας του ινστιτούτου ηλεκτρολόγων και ηλεκτρονικών μηχανικών, το γνωστό institute of electrical and electronics engineers (IEEE).

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[6].

Σε πρώτη φάση το πρότυπο θεσπίστηκε με σκοπό να εξυπηρετήσει τις ανάγκες μικρών δικτύων υπολογιστών WLAN. Η τεχνολογία Spread Spectrum χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του πρωτοκόλλου αλλά και των διαδόχων του. Η Spread Spectrum είναι μια τεχνολογία διαμόρφωσης σήματος που διαδίδει τα προς εκπομπή δεδομένα σε όλο το διαθέσιμο φάσμα συχνοτήτων. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν υποπρότυπα του IEEE 802.11, όπως το IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11e, IEEE 802.11f, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, τα οποία θα μελετήσουμε παρακάτω. Σήμερα τα ασύρματα δίκτυα που βασίζονται σε αυτήν την οικογένεια προτύπων είναι τα πλέον διαδεδομένα, ενώ κυκλοφορεί μεγάλη ποικιλία σχετικών προϊόντων στην αγορά.

Η βασική δομική μονάδα ενός δικτύου IEEE 802.11 ονομάζεται βασικό σύνολο εξυπηρέτησης (Basic Service Set - BSS). Το βασικό σύνολο εξυπηρέτησης αποτελείται από ένα σύνολο σταθμών, οι οποίοι βρίσκονται κάτω από τον έλεγχο μιας συνάρτησης συντονισμού, είτε της DCF(Distributed coordination function) ή της PCF(Point coordination function), οι οποίες συντονίζουν την λειτουργία των 6 IEEE 802.1 σταθμών μέσα στο δίκτυο. Έτσι οι σταθμοί μπορούν να επικοινωνούν

απευθείας μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το κοινό μέσο, δηλαδή τον αέρα ή μέσω μιας ενδιάμεσης συσκευής που αναλαμβάνει τον κεντρικό έλεγχο της επικοινωνίας. Η γεωγραφική περιοχή μέσα στην οποία μπορούν τα μέλη ενός βασικού συνόλου εξυπηρέτησης να επικοινωνούν μεταξύ τους είναι γνωστή ως βασική περιοχή εξυπηρέτησης (Basic Service Area - BSA), και είναι ανάλογη της «κυψέλης» που χρησιμοποιούν τα κυψελωτά δίκτυα επικοινωνίας. Αν κάποιος σταθμός βγει από αυτή την περιοχή, τότε πλέον δεν αποτελεί μέλος του συγκεκριμένου βασικού συνόλου εξυπηρέτησης και άρα δεν μπορεί να επικοινωνήσει πλέον με τους υπόλοιπους σταθμούς. Αντίστοιχα αν κάποιος σταθμός εισέλθει στην βασική περιοχή εξυπηρέτησης ενός βασικού συνόλου εξυπηρέτησης, τότε μπορεί να αρχίσει την επικοινωνία με τα υπόλοιπα μέλη του[6].

Παρακάτω, θα δούμε κάθε πρότυπο της οικογένειας IEEE 802.11:

- ❖ IEEE 802.11: Βρίσκει εφαρμογή στα ασύρματα τοπικά δίκτυα και φτάνει σε ταχύτητες μετάδοσης έως 2Mbps χρησιμοποιώντας τη συχνότητα των 2.4 GHz.
- ❖ IEEE 802.11a: Δημοσιεύτηκε το 1999, χρησιμοποιεί το ίδιο πρωτόκολλο στρώματος δεδομένων και μορφή πλαισίου ως το αρχικό πρότυπο, αλλά μια διεπαφή αέρα (φυσική στρώση). Λειτουργεί στη ζώνη των 5 GHz με μέγιστη ταχύτητα δεδομένων 54 Mbit/s. Έχει διαπιστωθεί εκτεταμένη παγκόσμια εφαρμογή, ιδιαιτέρως στο εταιρικό χώρο εργασίας.
- ❖ 802.11b: Το πρότυπο 802.11b έχει μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης 11 Mbit/s και χρησιμοποιεί την ίδια μέθοδο πρόσβασης μέσου που ορίζεται στο αρχικό πρότυπο. Τα προϊόντα 802.11b εμφανίστηκαν στην αγορά στις αρχές του 2000, δεδομένου ότι το 802.11b είναι μια άμεση επέκταση της τεχνικής διαμόρφωσης που ορίζεται στο αρχικό πρότυπο. Η δραματική αύξηση της απόδοσης του 802.11b (σε σύγκριση με το αρχικό πρότυπο) μαζί με ταυτόχρονη σημαντική μείωση των τιμών οδήγησε στην ταχεία αποδοχή του 802.11b ως την οριστική τεχνολογία ασύρματου LAN. Συσκευές που το χρησιμοποιούν είναι πιθανό να έχουν παρεμβολές από άλλες που λειτουργούν στη συχνότητα των 2.4 GHz όπως φούρνοι μικροκυμάτων, συσκευές Bluetooth, ασύρματα τηλέφωνα κ.α.

- ❖ 802.11g: Επικυρώθηκε το 2003, λειτουργεί κι αυτό στη ζώνη εκπομπής των 2.4 GHz. Λειτουργεί με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης φυσικού επιπέδου 54 Mbit/s, χωρίς κωδικούς διόρθωσης σφάλματος προς τα εμπρός, ή μέση απόδοση 22 Mbit/s. Το πρότυπο 802.11g υιοθετήθηκε ταχέως στην αγορά από τον Ιανουάριο του 2003, πολύ πριν την επικύρωση, λόγω της επιθυμίας για υψηλότερες ταχύτητες καθώς και για μείωση του κόστους παραγωγής. Όπως και οι συσκευές 802.11b, οι συσκευές 802.11g υφίστανται παρεμβολές από άλλα προϊόντα που λειτουργούν στη ζώνη 2.4 GHz.
- ❖ 802.11-2007: Το 2003, η ομάδα εργασίας TGma εξουσιοδοτήθηκε να "αναβαθμίσει" πολλές από τις τροπολογίες στην έκδοση του προτύπου 802.11 του 1999. Το REVma ή το 802.11ma, όπως ονομάστηκε, δημιούργησαν ένα ενιαίο έγγραφο που συγχώνευσε 8 τροποποιήσεις (802.11a, b, d, e, g, h, i, j) με το βασικό πρότυπο. Μετά την έγκριση στις 8 Μαρτίου 2007, το 802.11REVma μετονομάστηκε σε πρότυπο βασικής βάσης IEEE 802.11-2007.
- ❖ 802.11n: Το 802.11n είναι μια τροποποίηση που βελτιώνει τα προηγούμενα πρότυπα 802.11 προσθέτοντας κεραίες πολλαπλών εισόδων πολλαπλών εισόδων (MIMO). Το 802.11n λειτουργεί στις ζώνες των 2,4 GHz και των 5 GHz. Η υποστήριξη για ζώνες 5 GHz είναι προαιρετική. Οι ταχύτητες κυμαίνονται από 54 Mbit/s έως 600 Mbit/s. Η IEEE ενέκρινε την τροπολογία και δημοσιεύθηκε τον Οκτώβριο του 2009.
- ❖ 802.11ac-2013: Είναι μια τροποποίηση του IEEE 802.11 που δημοσιεύτηκε τον Δεκέμβριο του 2013 και βασίζεται στο 802.11n. Οι αλλαγές σε σύγκριση με το 802.11n περιλαμβάνουν ευρύτερα κανάλια (80 ή 160 MHz έναντι 40 MHz) στη ζώνη των 5 GHz, περισσότερες χωρικές ροές (μέχρι οκτώ έναντι τεσσάρων), διαμόρφωση υψηλότερης τάξης (μέχρι 256-QAM έναντι 64-QAM), καθώς και την προσθήκη πολλαπλών χρηστών MIMO (MU-MIMO). Από τον Οκτώβριο του 2013, οι υλοποιήσεις υψηλού επιπέδου υποστηρίζουν κανάλια 80 MHz, τρία χωρικά ρεύματα και 256-QAM, αποδίδοντας ρυθμό δεδομένων μέχρι 433,3 Mbit/s ανά χωρικό ρεύμα, συνολικά 1300 Mbit/s, σε κανάλια 80 MHz, στη ζώνη των 5 GHz.
- ❖ 802.11ad: είναι μια τροπολογία που ορίζει ένα νέο φυσικό στρώμα για δίκτυα 802.11 για λειτουργία στο φάσμα χιλιοστομετρικών κυμάτων 60 GHz. Αυτή η

ζώνη συχνοτήτων έχει σημαντικά διαφορετικά χαρακτηριστικά διάδοσης από τις ζώνες 2,4 GHz και 5 GHz όπου λειτουργούν τα δίκτυα Wi-Fi. Τα προϊόντα που εφαρμόζουν το πρότυπο 802.11ad κυκλοφορούν στην αγορά με το εμπορικό σήμα WiGig. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης του 802.11ad είναι 7 Gbit/s.

- ❖ 802.11af: Χρησιμοποιεί τη γνωστική ραδιοφωνική τεχνολογία για τη μετάδοση σε αχρησιμοποίητα τηλεοπτικά κανάλια, με το πρότυπο να λαμβάνει μέτρα για τον περιορισμό των παρεμβολών για πρωτεύοντες χρήστες, όπως η αναλογική τηλεόραση, η ψηφιακή τηλεόραση και τα ασύρματα μικρόφωνα. Τα σημεία πρόσβασης και οι σταθμοί καθορίζουν τη θέση τους χρησιμοποιώντας ένα δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης όπως το GPS και χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο για την αναζήτηση μιας βάσης δεδομένων γεωγραφικής κατανομής (GDB) που παρέχεται από μια περιφερειακή ρυθμιστική υπηρεσία για να ανακαλύψει ποια κανάλια συχνότητας είναι διαθέσιμα για χρήση σε δεδομένη χρονική στιγμή και θέση.
- ❖ 802.11ah: δημοσιεύθηκε το 2017, ορίζει ένα σύστημα WLAN που λειτουργεί σε ζώνες που δεν υπόκεινται σε αδειοδότηση υπο-1 GHz. Λόγω των ευνοϊκών χαρακτηριστικών διάδοσης των φασμάτων χαμηλής συχνότητας, το 802.11ah μπορεί να προσφέρει βελτιωμένη εμβέλεια μετάδοσης σε σύγκριση με τα συμβατικά δίκτυα 802.11 WLAN που λειτουργούν στις ζώνες 2,4 GHz και 5 GHz. Το 802.11ah μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένων δικτύων αισθητήρων μεγάλης κλίμακας, hotspot εκτεταμένης εμβέλειας και εξωτερικού Wi-Fi για εκφόρτωση κυψελοειδούς κυκλοφορίας, ενώ το διαθέσιμο εύρος ζώνης είναι σχετικά στενό. Το πρωτόκολλο σκοπεύει να είναι ανταγωνιστική η κατανάλωση με χαμηλή ισχύ Bluetooth, σε πολύ μεγαλύτερο εύρος.
- ❖ 802.11ax: είναι ο διάδοχος του 802.11ac και θα αυξήσει την αποδοτικότητα των δικτύων WLAN. Αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε εξέλιξη και έχει ως στόχο να παρέχει τετραπλή τη διακίνηση του 802.11ac στο επίπεδο χρήστη, έχοντας μόλις 37% υψηλότερες ονομαστικές ταχύτητες δεδομένων στο επίπεδο PHY[6].

2.5 Ad Hoc Δίκτυα

Ένα ασύρματο Ad Hoc δίκτυο ή το MANET (Mobile ad hoc network) είναι ένας αποκεντρωμένος τύπος ασύρματου δικτύου. Το δίκτυο είναι ad hoc επειδή δεν βασίζεται σε προϋπάρχουσα υποδομή, όπως δρομολογητές σε ενσύρματα δίκτυα ή σημεία πρόσβασης σε ασύρματα δίκτυα διαχείρισης. Αντιθέτως, κάθε κόμβος συμμετέχει στη δρομολόγηση διαβιβάζοντας δεδομένα για άλλους κόμβους, οπότε ο προσδιορισμός των δεδομένων πορείας των κόμβων γίνεται δυναμικά με βάση τη συνδεσιμότητα δικτύου και τον αλγόριθμο δρομολόγησης που χρησιμοποιείται.

Στο λειτουργικό σύστημα Windows, το ad-hoc είναι μια λειτουργία επικοινωνίας που επιτρέπει στους υπολογιστές να επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους χωρίς ένα δρομολογητή.

Τα ασύρματα δίκτυα ad hoc για κινητά είναι αυτορυθμιζόμενα, δυναμικά δίκτυα στα οποία οι κόμβοι είναι ελεύθεροι να μετακινούνται. Τα ασύρματα δίκτυα στερούνται την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης και της διαχείρισης της υποδομής, επιτρέποντας στις συσκευές να δημιουργούν και να συμμετέχουν σε δίκτυα "on the fly", οπουδήποτε και οποτεδήποτε[12].

Ο χαρακτήρας των ασύρματων δικτύων ad-hoc τα καθιστά κατάλληλα για μια ποικιλία εφαρμογών καθώς μπορούν να βελτιώσουν την επεκτασιμότητα των δικτύων σε σύγκριση με τα ασύρματα διαχειριζόμενα δίκτυα. Η ελάχιστη διαμόρφωση και η ταχεία ανάπτυξη καθιστούν τα δίκτυα ad hoc κατάλληλα για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης όπως φυσικές καταστροφές ή στρατιωτικές συγκρούσεις. Η παρουσία δυναμικών και προσαρμοστικών πρωτοκόλλων δρομολόγησης επιτρέπει τη γρήγορη δημιουργία δικτύων ad hoc. Τα ασύρματα δίκτυα ad-hoc μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω από τις εφαρμογές τους:

- Κινητά δίκτυα: είναι ένα δίκτυο συνεχώς αυτορυθμιζόμενο και αυτοργανωμένο.
- Οχηματικά δίκτυα: χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και εξοπλισμού οδών. Τα ευφυή δίκτυα ad hoc για οχήματα (InVANET) είναι ένα είδος τεχνητής νοημοσύνης που βοηθά τα

οχήματα να συμπεριφέρονται με ευφυείς τρόπους κατά τη διάρκεια συγκρούσεων και ατυχημάτων. Τα οχήματα χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να επικοινωνούν μεταξύ τους, δημιουργώντας άμεσα δίκτυα επικοινωνίας, ενώ τα οχήματα βρίσκονται εν κινήσει στους δρόμους[12].

- Δίκτυα smartphones: χρησιμοποιεί το υπάρχον υλικό (κυρίως Wi-Fi και Bluetooth) και το λογισμικό (πρωτόκολλα) σε εμπορικά διαθέσιμα smartphones για τη δημιουργία ομότιμων δικτύων, χωρίς να στηρίζονται σε κυψελοειδή δίκτυα μεταφορέων, ασύρματα σημεία πρόσβασης ή παραδοσιακή υποδομή δικτύου. Πιο πρόσφατα, το iPhone της Apple με έκδοση 8.4 iOS και υψηλότερη έχει ενεργοποιηθεί με τη δυνατότητα δικτύωσης δικτύων ad hoc multi-peer, στα iPhones, επιτρέποντας σε εκατομμύρια έξυπνα τηλέφωνα να δημιουργούν ad hoc δίκτυα χωρίς να στηρίζονται στις κυψελοειδείς επικοινωνίες[12].
- Χρήση στο στρατό: Ο στρατός έχει ανάγκη για δικτύωση εν κινήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα ad hoc δίκτυα ικανοποιούν αυτή την ανάγκη, ιδίως λόγω της ταχείας εγκατάστασης και της λειτουργικότητάς τους. Τα στρατιωτικά MANETs χρησιμοποιούνται από τις στρατιωτικές μονάδες με στόχο την γρήγορη εγκατάσταση, την ασφάλεια, την εμπέλεια και την άμεση λειτουργικότητα.
- Δίκτυα ασύρματων αισθητήρων: Οι αισθητήρες είναι χρήσιμες συσκευές που συλλέγουν πληροφορίες που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη παράμετρο, όπως θόρυβος, θερμοκρασία, υγρασία, πίεση. Οι αισθητήρες συνδέονται ολοένα και περισσότερο μέσω ασύρματου δικτύου, επιτρέποντας τη συλλογή δεδομένων αισθητήρων σε μεγάλη κλίμακα. Με ένα μεγάλο δείγμα δεδομένων αισθητήρων, η επεξεργασία των αναλύσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση αυτών των δεδομένων. Η συνδεσιμότητα των ασύρματων δικτύων αισθητήρων βασίζεται στις αρχές των ασύρματων δικτύων ad hoc, δεδομένου ότι οι αισθητήρες μπορούν τώρα να αναπτυχθούν χωρίς σταθερούς ραδιοφωνικούς πύργους και τώρα μπορούν να σχηματίσουν δίκτυα σε εξέλιξη.

- Χρήση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης: Σε περιόδους καταστροφών (πλημμύρες, καταιγίδες, σεισμοί, πυρκαγιές κ.λπ.), είναι απαραίτητο ένα γρήγορο και άμεσο ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας. Ειδικά σε περιόδους σεισμών, όταν οι πύργοι ραδιοφώνου κατέρρευσαν ή καταστράφηκαν, μπορούν να σχηματιστούν ανεξάρτητα ασύρματα ad hoc δίκτυα. Οι πυροσβέστες και οι εργαζόμενοι διάσωσης μπορούν να χρησιμοποιούν δίκτυα ad hoc για να επικοινωνούν και να διασώζουν τους τραυματίες.
- Νοσοκομειακή χρήση: Τα ασύρματα δίκτυα ad hoc επιτρέπουν την ασύρματη ανάπτυξη ασύρματων αισθητήρων, βίντεο, οργάνων και άλλων συσκευών για την παρακολούθηση κλινικών και νοσοκομειακών ασθενών, ειδοποίησης γιατρού και νοσηλευτών καθώς και για την ταχεία συνειδητοποίηση κρίσιμων καταστάσεων, με αποτέλεσμα να σώζονται ζωές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

3.1 WiMAX

Το WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) είναι μια οικογένεια προτύπων ασύρματης επικοινωνίας που βασίζονται στο σύνολο προτύπων IEEE 802.16, τα οποία παρέχουν επιλογές πολλαπλών φυσικών στρώσεων (PHY) και Media Access Control (MAC). Το όνομα "WiMAX" δημιουργήθηκε από το φόρουμ WiMAX, το οποίο δημιουργήθηκε τον Ιούνιο του 2001 για την προώθηση της συμμόρφωσης και της διαλειτουργικότητας του προτύπου, συμπεριλαμβανομένου του ορισμού των προκαθορισμένων προφίλ συστημάτων για τους εμπορικούς πωλητές. Το φόρουμ περιγράφει το WiMAX ως "τεχνολογία βασισμένη στα πρότυπα που επιτρέπει την παράδοση ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης τελευταίου μήκους ως εναλλακτική λύση για το καλωδιακό και DSL". Το IEEE 802.16m ή το WirelessMAN-Advanced ήταν υποψήφιο για το 4G, σε ανταγωνισμό με το πρότυπο LTE Advanced.

Το WiMAX σχεδιάστηκε αρχικά για να παρέχει ταχύτητες δεδομένων 30 έως 40 Mbit/s, με την ενημέρωση του 2011 να παρέχει μέχρι 1 Gbit/s για σταθερούς σταθμούς. Η τελευταία έκδοση του WiMAX, η έκδοση WiMAX 2.1, γνωστή ως WiMAX 2+, είναι μια ομαλή, συμβατή με τη μετάβαση μετάβαση από προηγούμενες γενιές WiMAX. Είναι συμβατό και διαλειτουργικό με το TD-LTE[13].

Η κλιμακωτή αρχιτεκτονική φυσικού στρώματος που επιτρέπει την εύκολη κλιμάκωση των δεδομένων με το διαθέσιμο εύρος ζώνης καναλιού και το εύρος WiMAX, το καθιστά κατάλληλο για τις ακόλουθες πιθανές εφαρμογές:

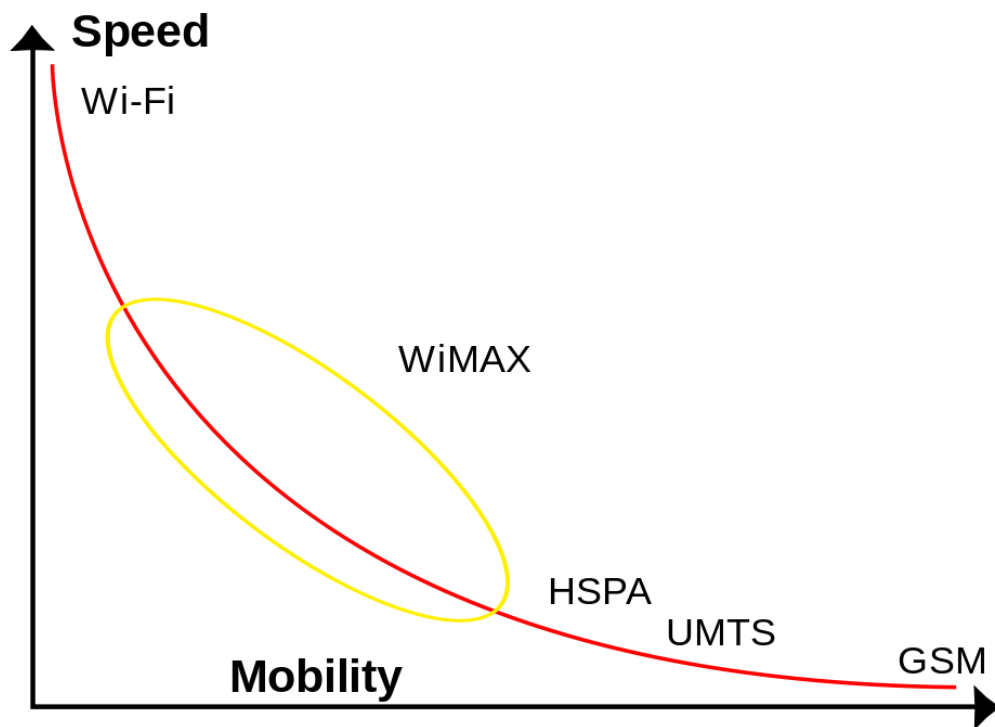
- Παροχή φορητής ευρυζωνικής σύνδεσης κινητής τηλεφωνίας σε διάφορες πόλεις και χώρες μέσω διάφορων συσκευών.
- Παροχή ασύρματης εναλλακτικής λύσης στην καλωδιακή και ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (DSL) για ευρυζωνική πρόσβαση.
- Παροχή δεδομένων, τηλεπικοινωνιών (VoIP) και υπηρεσιών IPTV (triple play).
- Παροχή σύνδεσης στο Διαδίκτυο ως μέρος ενός σχεδίου συνέχειας της επιχείρησης.
- Έξυπνα δίκτυα και μετρήσεις.

Το WiMAX μπορεί να παρέχει πρόσβαση σε οικιακό ή κινητό διαδίκτυο σε ολόκληρες πόλεις ή χώρες. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον ανταγωνισμό σε αγορές οι οποίες κατά κανόνα είχαν πρόσβαση μόνο μέσω ενός υπάρχον χειριστή DSL. Επιπλέον, δεδομένου του σχετικά χαμηλού κόστους που συνδέεται με την ανάπτυξη ενός δικτύου WiMAX (σε σύγκριση με 3G, HSDPA, xDSL, HFC ή FTTx), είναι πλέον οικονομικά βιώσιμο να παρέχεται πρόσβαση σε ευρυζωνικό Internet σε απομακρυσμένες τοποθεσίες[13].

Εντός της αγοράς, ο κύριος ανταγωνισμός για το WiMAX προήλθε από υπάρχουσες τεχνολογίες, ευρέως αναπτυγμένα ασύρματα συστήματα όπως το Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), το CDMA2000, το Wi-Fi και το netmesh (δικτύωση βρόγχου). Στο μέλλον, ο ανταγωνισμός θα είναι από την εξέλιξη των κυριότερων κυψελοειδών προτύπων σε δίκτυα 4G, υψηλού εύρους ζώνης και χαμηλής καθυστέρησης. Η παγκόσμια μετάβαση σε 4G για GSM / UMTS και AMPS / TIA (συμπεριλαμβανομένου του CDMA2000) είναι μια προσπάθεια LTE δικτύωση[13].

Το πρότυπο LTE ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2008, με την πρώτη εμπορική ανάπτυξη του LTE που πραγματοποιήθηκε από την TeliaSonera στο Όσλο και τη Στοκχόλμη τον Δεκέμβριο του 2009. Από τότε, η LTE έχει δει όλο και μεγαλύτερη υιοθέτηση από φορείς κινητής τηλεφωνίας σε όλο τον κόσμο. Σε ορισμένες περιοχές του κόσμου, η ευρεία διαθεσιμότητα του UMTS και η γενική επιθυμία για τυποποίηση κατέδειξαν ότι το φάσμα δεν έχει διατεθεί για το WiMAX:

τον Ιούλιο του 2005, η κοινοτική κατανομή συχνοτήτων για το WiMAX παρεμποδίστηκε[13].



Εικόνα 3.1 Speed vs. mobility of wireless systems

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/76/Wimax.svg/1024px-Wimax.svg.png>

3.2 Zigbee

Το Zigbee είναι μια προδιαγραφή που βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4 για μια σειρά πρωτοκόλλων επικοινωνίας υψηλού επιπέδου που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία δικτύων προσωπικών περιοχών με μικρά ψηφιακά ραδιόφωνα μικρής ισχύος, όπως για οικιακό αυτοματισμό, συλλογή δεδομένων ιατρικών συσκευών και άλλες χαμηλής ισχύος ανάγκες χαμηλού εύρους ζώνης, σχεδιασμένα για έργα μικρής κλίμακας που χρειάζονται ασύρματη σύνδεση. Ως εκ τούτου, το Zigbee είναι ασύρματο δίκτυο ad-hoc χαμηλής κατανάλωσης με χαμηλή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων.

Η τεχνολογία του Zigbee προορίζεται να είναι απλούστερη και λιγότερο δαπανηρή από άλλα ασύρματα δίκτυα προσωπικής περιοχής (WPAN), όπως το Bluetooth ή γενικότερες ασύρματες συνδέσεις όπως το Wi-Fi. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν ασύρματους διακόπτες φωτισμού, οθόνες οικιακής ενέργειας, συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και άλλους καταναλωτικούς και βιομηχανικούς εξοπλισμούς που απαιτούν ασύρματη μεταφορά δεδομένων χαμηλής ταχύτητας.

Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας περιορίζει τις αποστάσεις μετάδοσης σε οπτική επαφή 10-100 μέτρων, ανάλογα με την ισχύ εξόδου και τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Οι συσκευές Zigbee μπορούν να μεταδίδουν δεδομένα σε μεγάλες αποστάσεις μεταφέροντας δεδομένα μέσω ενός δικτύου μεσαίων συσκευών για να προσεγγίσουν πιο απομακρυσμένα. Το Zigbee χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές χαμηλού ρυθμού δεδομένων που απαιτούν μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και ασφαλή δικτύωση (τα δίκτυα Zigbee είναι ασφαλισμένα με συμμετρικά κλειδιά κρυπτογράφησης 128 bit). Το Zigbee έχει καθορισμένο ρυθμό 250 kbit/s, κατάλληλο για διαλείπουσες μεταδόσεις δεδομένων από αισθητήρα ή συσκευή εισόδου[14].

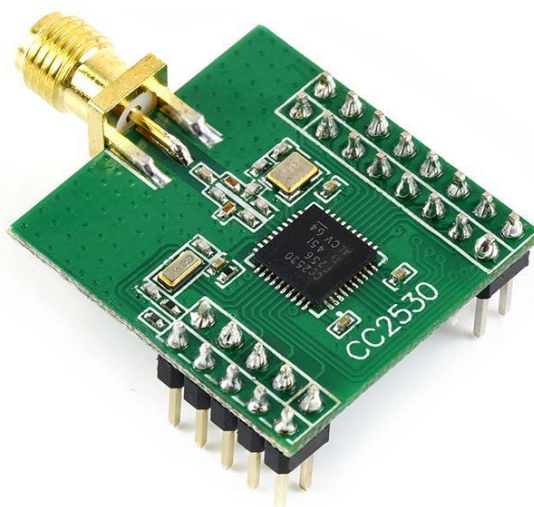
Τα πρωτόκολλα Zigbee προορίζονται για ενσωματωμένες εφαρμογές που απαιτούν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και ανοχή σε χαμηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων με το δίκτυο να χρησιμοποιεί πολύ λίγη ενέργεια. Μεμονωμένες συσκευές πρέπει να έχουν μπαταρία με διάρκεια ζωής τουλάχιστον δύο ετών για να περάσουν την πιστοποίηση Zigbee.

Παρακάτω σημειώνονται μερικές από τις εφαρμογές του:

- Αυτοματισμοί για οικιακή χρήση, έξυπνα φωτιστικά, ηλεκτρονικά θερμόμετρα και συστήματα ασφαλείας με χρήση αισθητήρων.
- Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων
- Βιομηχανικός έλεγχος
- Συλλογή ιατρικών δεδομένων
- Αισθητήρες καπνού και συστήματα πυρασφάλειας
- Αισθητήρες για εισβολείς

Το Zigbee δεν είναι κατάλληλο για καταστάσεις με υψηλή κινητικότητα μεταξύ των κόμβων. Ως εκ τούτου, δεν είναι κατάλληλο για τακτικά ad hoc ραδιοδίκτυα σε περιβάλλοντα που υπάρχει υψηλός ρυθμός δεδομένων και υψηλή κινητικότητα.

Επιπλέον, αναφορικά με την ασφάλεια, ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματά του, το Zigbee παρέχει εγκαταστάσεις για τη διεξαγωγή ασφαλών επικοινωνιών, την προστασία της εγκατάστασης και τη μεταφορά κρυπτογραφικών κλειδιών, πλαισίων κυψέλης και συσκευών ελέγχου. Βασίζεται στο βασικό πλαίσιο ασφαλείας που ορίζεται στο IEEE 802.15.4. Αυτό το τμήμα της αρχιτεκτονικής βασίζεται στη σωστή διαχείριση συμμετρικών κλειδιών και στη σωστή εφαρμογή μεθόδων και πολιτικών ασφαλείας[14].



Εικόνα 3.2 Zigbee module <https://www.exp-tech.de/media/image/47/42/85/Core2530-1.jpg>

3.3 3G, 4G, 5G

Το 3G ή third generation, είναι η τρίτη γενιά ασύρματης τεχνολογίας κινητών τηλεπικοινωνιών. Είναι η αναβάθμιση για δίκτυα GPRS 2G και 2.5G, για μεγαλύτερη ταχύτητα στο Internet. Αυτό βασίζεται σε ένα σύνολο προτύπων που χρησιμοποιούνται για κινητές συσκευές και υπηρεσίες για δίκτυα κινητής τηλεφωνίας που συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών για τις Διεθνείς Κινητές Τηλεπικοινωνίες-2000 (IMT-2000). Το 3G βρίσκει εφαρμογή στην ασύρματη φωνητική τηλεφωνία, την πρόσβαση στο κινητό Internet, τη σταθερή ασύρματη πρόσβαση στο Internet, τις βιντεοκλήσεις και την κινητή τηλεόραση.

Τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών 3G υποστηρίζουν υπηρεσίες που παρέχουν ρυθμό μετάδοσης πληροφοριών τουλάχιστον 0,2 Mbit/s. Οι μεταγενέστερες εκδόσεις του 3G, οι οποίες συχνά υποδηλώνονται με 3.5G και 3.75G, παρέχουν επίσης ευρυζωνική πρόσβαση κινητής τηλεφωνίας αρκετών Mbit/s σε smartphones και μόντεμ σε φορητούς υπολογιστές. Αυτό διασφαλίζει ότι μπορεί να εφαρμοστεί στην ασύρματη φωνητική τηλεφωνία, την πρόσβαση στο κινητό Internet, τη σταθερή ασύρματη πρόσβαση στο Internet, τις βιντεοκλήσεις και τις τεχνολογίες κινητής τηλεόρασης.

Μια νέα γενιά κυψελοειδών προτύπων εμφανίστηκε περίπου κάθε δέκατο έτος από τότε που τα συστήματα 1G εισήχθησαν το 1979 με τα πρώτα μέσα της δεκαετίας του 1980. Κάθε γενιά χαρακτηρίζεται από νέες ζώνες συχνοτήτων, υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων και τεχνολογία μετάδοσης που δεν είναι συμβατή με τις προηγούμενες. Τα πρώτα δίκτυα 3G εισήχθησαν το 1998 και τα δίκτυα 4G το 2008[15].

Το εύρος ζώνης και οι πληροφορίες θέσης που είναι διαθέσιμες σε συσκευές 3G δημιουργούν εφαρμογές που δεν ήταν προηγουμένως διαθέσιμες σε χρήστες κινητών τηλεφώνων. Μερικές από αυτές είναι:

- Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS)
- Υπηρεσίες βάσει τοποθεσίας
- Mobile TV
- Τηλεϊατρική

- Βιντεοδιασκέψεις

Η 4G είναι η τέταρτη γενιά της τεχνολογίας ευρυζωνικών κυψελοειδών δικτύων, που διαδέχθηκε το 3G. Ένα σύστημα 4G πρέπει να παρέχει δυνατότητες που ορίζονται από την ITU στο IMT-Advanced. Οι πιθανές και τρέχουσες εφαρμογές περιλαμβάνουν την τροποποιημένη πρόσβαση στο κινητό ιστό, την IP τηλεφωνία, τις υπηρεσίες τυχερών παιχνιδιών, την κινητή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας, την τηλεδιάσκεψη και τη 3D τηλεόραση.

Η πρώτη έκδοση του προτύπου Long-Term Evolution (LTE) κυκλοφόρησε στο Κοσσυφοπέδιο το 2009 στο Όσλο, τη Νορβηγία και τη Στοκχόλμη, και από τότε αναπτύχθηκε σε όλα τα μέρη του κόσμου.

Τον Μάρτιο του 2008, ο Διεθνής Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών (ITU-R) καθόρισε ένα σύνολο απαιτήσεων για τα πρότυπα 4G, με την ονομασία International Advanced Mobile Telecommunications Advanced (IMT Advanced), που καθορίζει απαιτήσεις αιχμής για την υπηρεσία 4G στα 100 megabits ανά δευτερόλεπτο (Mbit/s) (= 12,5 megabytes ανά δευτερόλεπτο) για επικοινωνία υψηλής κινητικότητας (όπως από τρένα και αυτοκίνητα) και 1 gigabit ανά δευτερόλεπτο (Gbit/s) για επικοινωνία χαμηλής κινητικότητας.

Οι πρώτες εκδόσεις του Mobile WiMAX και LTE υποστηρίζουν πολύ μικρότερο από 1 Gbit/s μέγιστου ρυθμού μετάδοσης, δεν είναι πλήρως συμβατές με το IMT-Advanced, αλλά συχνά φέρουν επωνυμία 4G από τους παρόχους υπηρεσιών. Στις 6 Δεκεμβρίου 2010, η ITU-R αναγνώρισε ότι αυτές οι δύο τεχνολογίες, καθώς και άλλες τεχνολογίες πέραν των 3G που δεν πληρούν τις απαιτήσεις του IMT-Advanced, θα μπορούσαν να θεωρηθούν "4G", υπό την προϋπόθεση ότι αποτελούν πρώιμες εκδόσεις και ένα σημαντικό επίπεδο βελτίωσης των επιδόσεων και των δυνατοτήτων σε σχέση με τα αρχικά συστήματα τρίτης γενιάς που αναπτύσσονται τώρα[16].

Η 5G είναι η πέμπτη γενιά κυψελοειδών κινητών επικοινωνιών. Επιτυγχάνει τα συστήματα 4G (LTE / WiMax), 3G (UMTS) και 2G (GSM). Η απόδοση 5G στοχεύει σε υψηλό ρυθμό δεδομένων, μειωμένη καθυστέρηση, εξοικονόμηση ενέργειας, μείωση κόστους, υψηλότερη χωρητικότητα συστήματος και μαζική συνδεσιμότητα συσκευών. Η πρώτη φάση των προδιαγραφών 5G στη Release-15 θα ολοκληρωθεί μέχρι τον Απρίλιο του 2019 για να διευκολυνθεί η έγκαιρη εμπορική

ανάπτυξη. Η δεύτερη φάση του Release-16 πρόκειται να ολοκληρωθεί μέχρι τον Απρίλιο του 2020 για υποβολή στη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) ως υποψήφια για την τεχνολογία IMT-2020.

Η προδιαγραφή ITU IMT-2020 απαιτεί ταχύτητες μέχρι 20 gigabits ανά δευτερόλεπτο, που μπορούν να επιτευχθούν με κύματα χιλιοστών 15 gigahertz και υψηλότερη συχνότητα. Το 3GPP πρόκειται να υποβάλει 5G NR ως πρόταση πρότυπου επικοινωνίας 5G. 5G NR μπορεί να περιλαμβάνει χαμηλότερες συχνότητες, από 600 MHz έως 6 GHz. Ωστόσο, οι ταχύτητες στις πρώτες εφαρμογές, χρησιμοποιώντας το λογισμικό 5G NR σε υλικό 4G (μη αυτόνομο), είναι μόνο ελαφρώς υψηλότερες από τα νέα συστήματα 4G, που υπολογίζονται σε 15% έως 50% ταχύτερα. Η προσομοίωση των αυτόνομων αναπτύξεων του eMBB έδειξε βελτιωμένη διακίνηση κατά 150% κάτω των 6 GHz και σχεδόν εικοσαπλάσια σε χιλιοστά κύματα[17].

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δημοσιεύσεις:

[1] Atmel Corp., Bluetooth General Information White Paper: Atmel Corp. (2000).

[2] Cisco Systems Inc., GPRS White Paper: Cisco Systems Inc. (2000)

URLs:

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_network

[4] https://el.wikipedia.org/wiki/Γουλιέλμο_Μαρκόνι

[5] http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/3o_Meros_Asymmata_thlematikh.pdf

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11#802.11g

[7] http://www.oocities.org/supercomgr/theory_freq.htm

[8] https://el.wikipedia.org/wiki/Ασύρματο_δίκτυο

[9] <http://users.sch.gr/pepoudi/site/pages/page12.html>

[10]

http://www.conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/teaching_m/WirelessNetworks-Web/Chapter111.html

[11]

http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2012/Ethernet%20LAN%20Technology.pdf

[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_ad_hoc_network

[13] <https://el.wikipedia.org/wiki/WiMAX>

[14] <https://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee>

[15] <https://en.wikipedia.org/wiki/3G>

[16] <https://en.wikipedia.org/wiki/4G>

[17] <https://en.wikipedia.org/wiki/5G>

[18]

<http://www.ebusinessforum.gr/old/content/downloads/Wi-Fi-Guide-final.part1.pdf>