



ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ
ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ
ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ

ΚΙΝΗΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

ΓΚΑΝΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
Α.Μ 1046077

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ.....	1
ΓΚΑΝΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	1
<i>ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ</i>	1
ΠΑΤΡΑ 2018	1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	2
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΚΙΝΗΤΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	8
1.1 ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.	8
1.1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΙΝΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	10

2.1	Η ΦΥΣΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	10
2.1.1	ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	11
2.1.2	ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ	12
2.2	ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ.....	13
2.2.1	ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	14
2.2.2	ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ	15
2.3	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΑΤΟΣ	17
Κεφάλαιο 3: Τεχνολογική εξέλιξη κινητών δικτύων.....		18
3.1	Αναδρομή στην εξέλιξη	18
3.2	1^η Γενιά (1G)	19
3.2.1	NMT (NORDIC MOBILE TECHNOLOGY).....	19
3.2.2	AMPS (ADVANCED MOBILE PHONE SYSTEMS)	20
3.3	2^η Γενιά (2G).....	21

3.3.1	D-AMPS DIGITAL MOBILE PHONE SYSTEM	22
3.3.2	GPRS.....	23
3.3.3	EDGE (ENHANCED DATA RATE FOR GSM EVOLUTION).....	24
3.3.4	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 2G	24
3.4	3^Η ΓΕΝΙΑ (3G)	25
3.4.1	W-CDMA(WIDEBAND-CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS).....	25
3.5	3.5G – HSPA (H+).....	27
3.5.1	HSDPA (HIGH SPEED DOWNLOAD PACKET ACCESS).....	27
3.5.2	HSUPA (HIGH SPEED UPLINK PACKET ACCESS)	29
3.6	4^Η ΓΕΝΙΑ (4G).....	29
3.6.1	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	29
3.6.2	WiMAX (IEEE 802.16)	31
3.6.3	LTE.....	32

3.6.4	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ IMT-A (INTERNATIONAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS) ...	33
3.6.5	ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΤΗΣ 4G ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	34
1	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	35

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

PDA : Personal Digital Assistant
LAN : Local Area Network
MAN : Metropolitan Area Network
WAN : Wide Area Network
TDMA : Time-Division Multiple Access
FDMA : Frequency-Division Multiple Access
LTE : Long-Term Evolution
GSM : Global System for Mobile communications
MIMO : Multiple-Input and Multiple-Output
GSM : Global System for Mobile communications
UMTS : Universal Mobile Telecommunications System
RBS : Robbed Bit Signaling
MSC : Mobile Switching Center
PSTN : Public Switched Telephone Network
GPRS : General Packet Radio Service
LTE : Long Term Evolution
EDGE : Enhanced Data rate for GSM Evolution
IMT-A : International Mobile Telecommunications – Advanced
WiMAX : Worldwide Interoperability for Microwave Access
HSDPA : High Speed Downlink Packet Access
HSUPA : High Speed Uplink Packet Access
3GPP : 3rd Generation Partnership Project

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΚΙΝΗΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

1.1 ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.

Ένα κυψελοειδές δίκτυο ή ένα κινητό δίκτυο είναι ένα δίκτυο επικοινωνιών όπου ο τελευταίος σύνδεσμος είναι ασύρματος. Κυψελωτό δίκτυο είναι δίκτυο [κινητής τηλεφωνίας](#) με κυψελοειδή μορφή, που χάρις στην οργανωμένη δομή του και τα εύχρηστα τεχνικά χαρακτηριστικά του, αυξάνει τη συνδρομητική χωρητικότητα του συστήματος, παρέχει ουσιαστική εκμετάλλευση του προσφερόμενου [φάσματος ραδιοσυχνοτήτων](#) και δίνει παράλληλα δυνατότητα ραδιοκάλυψης σχετικά μεγάλων γεωγραφικών περιοχών, προσφέροντας στους συνδρομητές της κινητής τηλεφωνίας ποιότητα στην επικοινωνία με αποδεκτό κόστος.(1)

1.1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Ευκολία

Πρόσβαση στους πόρους του δικτύου σας από οποιαδήποτε τοποθεσία στην περιοχή κάλυψης του ασύρματου δικτύου ή από οποιοδήποτε σημείο πρόσβασης Wi-Fi.

Φορητότητα

Δεν απαιτείται ενσύρματη σύνδεση.

Παραγωγικότητα

Η ασύρματη πρόσβαση στο Internet και στις βασικές εφαρμογές και πόρους της εταιρείας σας βοηθά το προσωπικό σας να κάνει τη δουλειά και ενθαρρύνει τη συνεργασία.

Εύκολη εγκατάσταση

Δεν χρειάζεται σύνδεση καλωδίων, επομένως η εγκατάσταση μπορεί να είναι γρήγορη και οικονομικά αποδοτική.

Ανάπτυξη

Εύκολη επέκταση με τον υπάρχοντα εξοπλισμό, ενώ ένα ενσύρματο δίκτυο μπορεί να χρειαστεί πρόσθετη καλωδίωση.

Ασφάλεια

Οι προσδοκίες στα ασύρματα δίκτυα παρέχουν ισχυρή προστασία ασφαλείας.

Κόστος

Επειδή τα ασύρματα δίκτυα εξαλείφουν ή μειώνουν τα έξοδα καλωδίωσης, μπορούν να κοστίζουν λιγότερο για να λειτουργούν από τα ενσύρματα δίκτυα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΙΝΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

2.1 Η ΦΥΣΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ο σταθμός βάσης στο κέντρο κάθε ομάδας κυττάρων λειτουργεί ως ο κόμβος για τα κύτταρα - όχι ολόκληρου του δικτύου, αλλά του συγκεκριμένου τμήματος του δικτύου. Τα σήματα ραδιοσυχνοτήτων μεταδίδονται από ένα μεμονωμένο τηλέφωνο και λαμβάνονται από τον σταθμό βάσης, όπου στη συνέχεια μεταδίδονται εκ νέου από το σταθμό βάσης σε άλλο κινητό τηλέφωνο. Η μετάδοση και η λήψη γίνεται σε δύο ελαφρώς διαφορετικές συχνότητες.

Οι σταθμοί βάσης συνδέονται μεταξύ τους μέσω κεντρικών κέντρων μεταγωγής, τα οποία παρακολουθούν τις κλήσεις και τα μεταφέρουν από ένα σταθμό βάσης σε ένα άλλο, καθώς οι καλούντες κινούνται μεταξύ των κυψελών. η μεταβίβαση είναι (ιδανικά) απρόσκοπτη και απαρατήρητη. Κάθε σταθμός βάσης συνδέεται επίσης με το κύριο τηλεφωνικό δίκτυο και μπορεί έτσι να μεταδίδει κλήσεις κινητής τηλεφωνίας σε σταθερά τηλέφωνα. (2)

Όλη αυτή η μετάδοση μέσα σε ένα κυψελοειδές δίκτυο προέρχεται από το φορητό κινητό τηλέφωνο. Ένα κινητό τηλέφωνο είναι στην πραγματικότητα ένα αμφίδρομο ραδιόφωνο, που περιέχει τόσο πομπό χαμηλής ισχύος (για τη μετάδοση δεδομένων) όσο και δέκτη (για λήψη δεδομένων).

Όταν λέμε χαμηλή ισχύς, εννοούμε χαμηλή ισχύς - πραγματικά χαμηλή ισχύς. Το τυπικό κινητό τηλέφωνο περιλαμβάνει έναν πομπό διπλής αντοχής, ικανό να μεταδίδει σήματα 0,6-watt ή 3-watt. Σε σύγκριση, ένας μεγαλύτερος ραδιοφωνικός σταθμός AM τυπικά θα εκπέμπει σήμα 50.000 watt. ακόμη μικρότεροι σταθμοί AM μεταδίδουν σήματα 5.000 Watt. Το σήμα 3-watt ενός κινητού τηλεφώνου είναι συγκρίσιμο.

Ο λόγος για τον οποίο τα κινητά τηλέφωνα μπορούν να περάσουν με τέτοιους πομπούς χαμηλής κατανάλωσης είναι ότι εκπέμπουν μέσα σε ένα σχετικά περιορισμένο εύρος τιμών - εντός της τρέχουσας κυψέλης δικτύου. Δεν είναι απαραίτητο ή επιθυμητό το σήμα ενός τηλεφώνου να εκτείνεται πέρα από το τρέχον κελί. Με αυτόν τον τρόπο, οι ίδιες συχνότητες εκπομπής μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πολλαπλά κελιά χωρίς κίνδυνο παρεμβολών.

2.1.1 ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

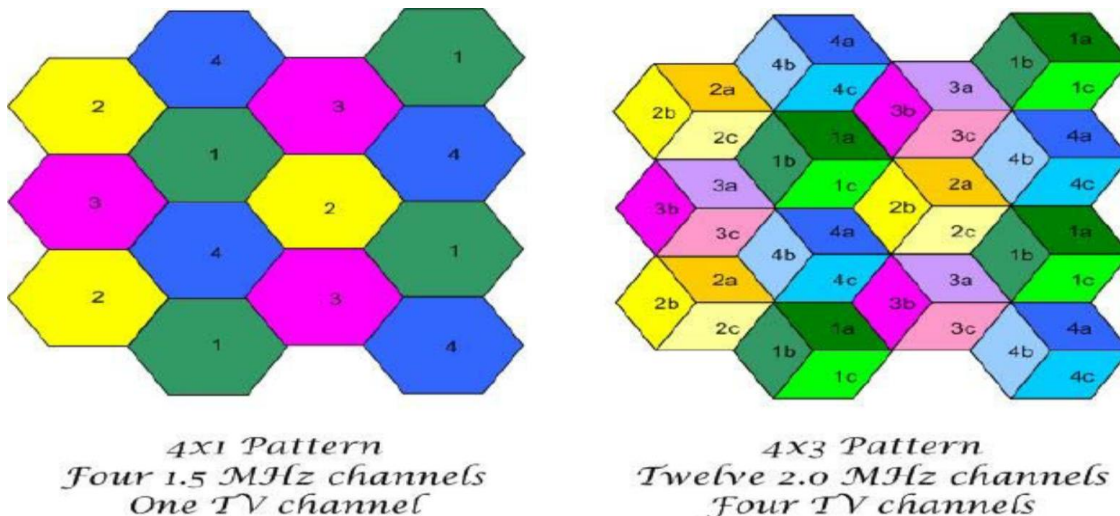
Η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας είναι η διαδικασία χρήσης των ίδιων ραδιοσυχνοτήτων σε τοποθεσίες ραδιοπομπών σε μια γεωγραφική περιοχή που χωρίζονται από επαρκή απόσταση ώστε να προκαλούν ελάχιστες παρεμβολές μεταξύ τους. Η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας επιτρέπει τη δραματική αύξηση του αριθμού των πελατών που μπορούν να εξυπηρετηθούν (χωρητικότητα) σε μια γεωγραφική περιοχή σε περιορισμένο αριθμό ραδιοφάσματος (περιορισμένος αριθμός ραδιοφωνικών καναλιών). Η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας επιτρέπει στους διαχειριστές συστημάτων WiMAX να επαναχρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα σε διαφορετικά σημεία κυψελών εντός της περιοχής λειτουργίας του συστήματος.

Ο αριθμός των επαναλήψεων μιας συχνότητας καθορίζεται από το μέγεθος της παρεμβολής που μπορεί να ανεχθεί ένας ραδιοφωνικός σταθμός από κοντινούς πομπούς που λειτουργούν με την ίδια συχνότητα (αναλογία φορέα / παρεμβολής).

Επίπεδο φορέα σε παρεμβολή (C / I) είναι το επίπεδο παρεμβολής από όλα τα ανεπιθύμητα παρεμβαλλόμενα σήματα σε σύγκριση με το επιθυμητό σήμα φορέα. Ο λόγος C / I εκφράζεται συνήθως σε dB. Διαφορετικοί τύποι συστημάτων μπορούν να ανεχθούν διαφορετικά επίπεδα παρεμβολών ανάλογα με τον τύπο διαμόρφωσης και τα συστήματα προστασίας σφαλμάτων. Ο τυπικός λόγος C / I για κινητά ραδιοσυστήματα στενής ζώνης κυμαίνεται από 9 dB (GSM) έως 20 dB (αναλογική κυψελοειδής). Τα συστήματα WiMAX μπορούν να είναι πολύ πιο ανεκτά σε επίπεδα παρεμβολών (πιθανώς κάτω από 3 dB C / I) όταν χρησιμοποιούνται συστήματα OFDM και προσαρμοστικών κεραιών.

Τα συστήματα WiMAX μπορούν επίσης να επαναχρησιμοποιήσουν συχνότητες μέσω της χρήσης κυτταρικών τομέων. Η τοποθέτηση είναι μια διαδικασία διαίρεσης μιας γεωγραφικής περιοχής (όπως μια περιοχή κάλυψης ραδιοσυχνοτήτων) όπου η αρχική γεωγραφική περιοχή (π.χ., περιοχή κάλυψης της περιοχής κυψέλης) χωρίζεται σε μικρότερες περιοχές κάλυψης (τομείς) χρησιμοποιώντας εξοπλισμό εστίασης (π.χ.

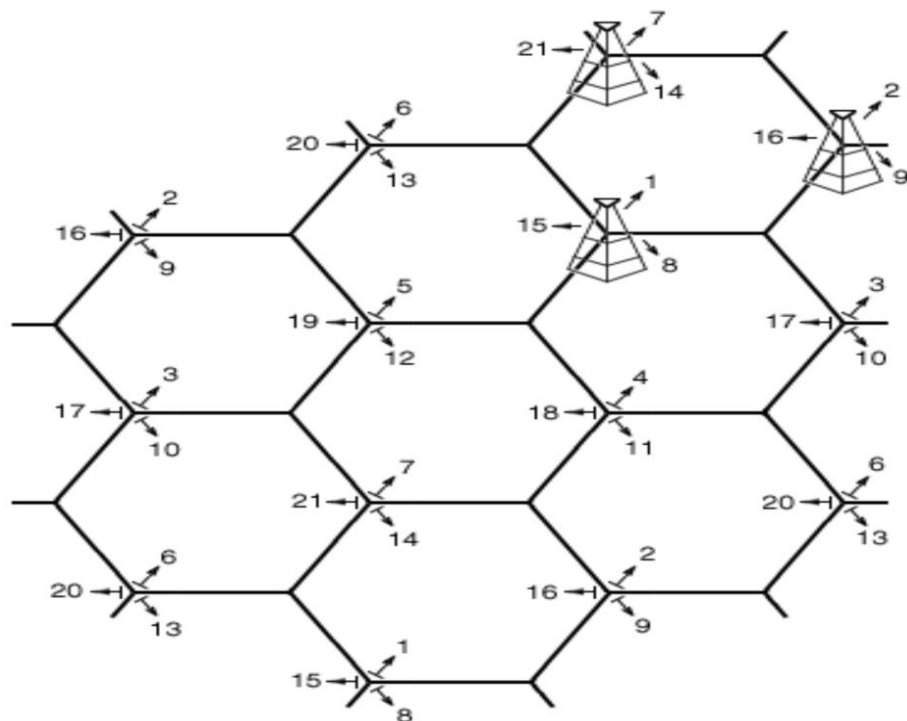
Η ένταση σήματος ραδιοφωνικού καναλιού μειώνεται εκθετικά με την απόσταση. Ως αποτέλεσμα, τα κινητά που χωρίζονται από μεγάλη απόσταση μπορούν να χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα ραδιοφωνικού καναλιού με ελάχιστη παρεμβολή.



2.1.2 ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ

Οι πύργοι κυψελών συχνά χρησιμοποιούν σήμα κατεύθυνσης για τη βελτίωση της υποδοχής σε περιοχές με μεγαλύτερη κυκλοφορία. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η FCC περιορίζει τα σήματα πύλης κυψελοειδούς κυψελίδας σε 100 watts ισχύος. Εάν ο πύργος διαθέτει κατευθυντικές κεραιές, η FCC επιτρέπει στον φορέα εκμετάλλευσης να εκπέμπει έως και 500 watt αποτελεσματικής ακτινοβολούμενης ισχύος (ERP).

Ενας κυτταρικός χάρτης μπορεί να σχεδιαστεί με πύργους κυψελοειδών τηλεφώνων που βρίσκονται στις γωνίες των εξαγώνων όπου συγκλίνουν τα κύτταρα. Κάθε πύργος έχει τρία σύνολα κατευθυντικών κεραιών που προορίζονται σε τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις με 120 μοίρες για κάθε κελί (συνολικά 360 μοίρες) και λήψη / μετάδοση σε τρία διαφορετικά κελιά σε διαφορετικές συχνότητες. Αυτό παρέχει τουλάχιστον τρία κανάλια και τρεις πύργους για κάθε κελί και αυξάνει σημαντικά τις πιθανότητες λήψης ενός χρησιμοποιήσιμου σήματος από τουλάχιστον μία κατεύθυνση.



Οι αριθμοί στην εικόνα είναι αριθμοί καναλιών, που επαναλαμβάνονται κάθε 3 κελιά. Τα μεγάλα κελιά μπορούν να υποδιαιρεθούν σε μικρότερα κελιά για περιοχές μεγάλου όγκου.

Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν επίσης αυτό το κατευθυντικό σήμα για τη βελτίωση της υποδοχής κατά μήκος των εθνικών οδών. (3)

2.2 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ

Σε ένα κυψελοειδές σύστημα, καθώς οι καταμεμημένοι κινητοί πομποδέκτες κινούνται από κυψέλη σε κύτταρο κατά τη συνεχή επικοινωνία, η μετάβαση από μία συχνότητα κυψέλης σε μια διαφορετική κυψελική συχνότητα γίνεται ηλεκτρονικά χωρίς διακοπή και χωρίς χειριστή σταθμού βάσης ή

χειροκίνητη μεταγωγή. Αυτό ονομάζεται παράδοση ή μεταβίβαση. Τυπικά, ένα νέο κανάλι επιλέγεται αυτόματα για την κινητή μονάδα στο νέο σταθμό βάσης που θα το εξυπηρετήσει. Στη συνέχεια, η κινητή μονάδα μεταβαίνει αυτόματα από το τρέχον κανάλι στο νέο κανάλι και η επικοινωνία συνεχίζεται.

Οι ακριβείς λεπτομέρειες της μετακίνησης του κινητού συστήματος από το ένα σταθμό βάσης στο άλλο ποικίλλουν σημαντικά από σύστημα σε σύστημα.

Σε ένα πρωτόγονο σύστημα ταξί, όταν το ταξί απομακρύνθηκε από έναν πρώτο πύργο και πιο κοντά σε έναν δεύτερο πύργο, ο οδηγός ταξί μετατόπισε το χέρι από τη μία συχνότητα στην άλλη, όπως ήταν απαραίτητο. Εάν μια επικοινωνία διακοπεί λόγω απώλειας σήματος, ο οδηγός ταξί ζήτησε από τον χειριστή του σταθμού βάσης να επαναλάβει το μήνυμα σε διαφορετική συχνότητα.

2.2.1 ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ

Πρακτικά κάθε κυψελοειδές σύστημα έχει κάποιο είδος μηχανισμού εκπομπής. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για τη διανομή πληροφοριών σε πολλά κινητά. Συνήθως, για παράδειγμα, στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας, η πιο σημαντική χρήση των πληροφοριών εκπομπής είναι η δημιουργία καναλιών για επικοινωνία ένα προς ένα μεταξύ του φορητού πομποδέκτη και του σταθμού βάσης. Αυτό ονομάζεται τηλεειδοποίηση. Οι τρεις διαφορετικές διαδικασίες τηλεειδοποίησης που υιοθετούνται γενικά είναι η διαδοχική, παράλληλη και επιλεκτική τηλεειδοποίηση.

Comparison of Paging vs. Cellular Networks

Paging Architecture:

- Messages are simulcast from multiple towers
- Transmitters high off ground (up to 300ft)
- High power (up to 3500 watts ERP*)
- Connectivity to towers via satellite



Cellular Architecture:

- Transmission from a single tower
- Transmitters low to the ground (90ft)
- Weak power (100 watts ERP*)
- Connectivity via wireline telephone system



*ERP = Effective Radiating Power

Οι λεπτομέρειες της διαδικασίας τηλεειδοποίησης ποικίλουν κάπως από δίκτυο σε δίκτυο, αλλά συνήθως γνωρίζουμε έναν περιορισμένο αριθμό κυψελών όπου βρίσκεται το τηλέφωνο (αυτή η ομάδα κυψελών ονομάζεται περιοχή τοποθεσίας στο σύστημα GSM ή UMTS ή περιοχή δρομολόγησης εάν μια η δέσμη πακέτων δεδομένων περιλαμβάνεται · στο LTE, τα κελιά ομαδοποιούνται σε περιοχές παρακολούθησης). Η τηλεειδοποίηση πραγματοποιείται στέλνοντας το μήνυμα εκπομπής σε όλα αυτά τα κελιά. Τα μηνύματα τηλεειδοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά πληροφοριών. Αυτό συμβαίνει σε τηλεειδοποιητές, σε συστήματα CDMA για την αποστολή μηνυμάτων SMS και στο σύστημα UMTS όπου επιτρέπει χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση ζεύξης σε συνδέσεις που βασίζονται σε πακέτα.

2.2.ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

Το GSM (Global System for Mobile Communication) είναι ένα ψηφιακό κινητό δίκτυο που χρησιμοποιείται ευρέως από χρήστες κινητών τηλεφώνων στην Ευρώπη και σε άλλα μέρη του κόσμου.

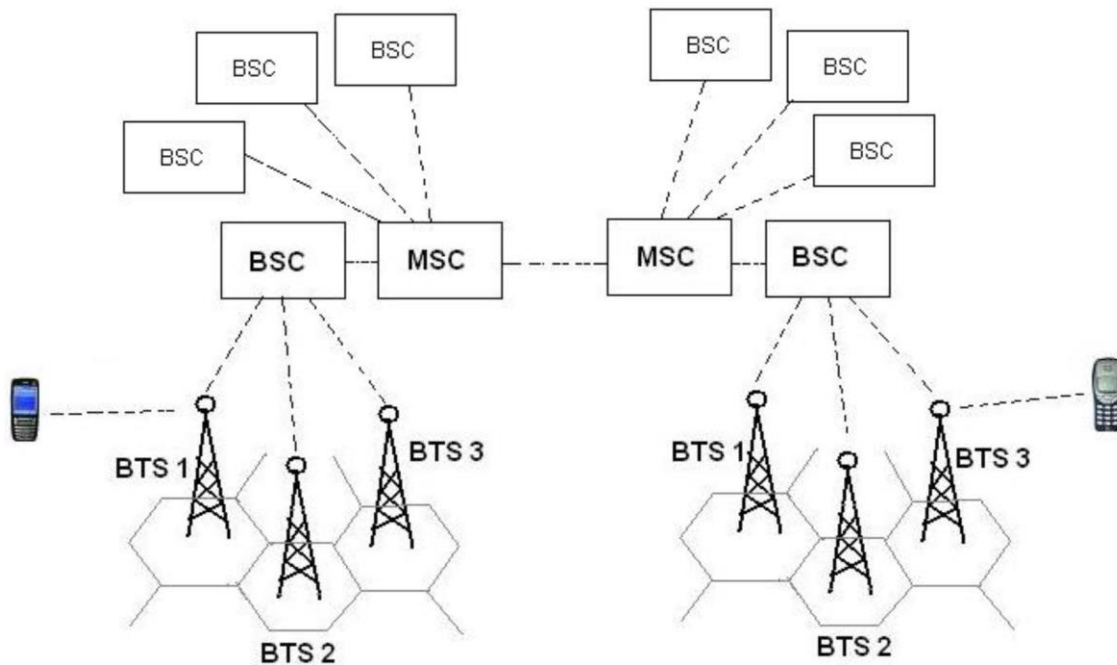
Το GSM χρησιμοποιεί μια παραλλαγή της πολλαπλής πρόσβασης διαίρεσης χρόνου (TDMA) και είναι η πιο διαδεδομένη από τις τρεις ψηφιακές τεχνολογίες

ασύρματης τηλεφωνίας: TDMA, GSM και πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση κώδικα (CDMA). Το GSM ψηφιοποιεί και συμπιέζει τα δεδομένα και στη συνέχεια στέλνει ένα κανάλι με δύο άλλα ρεύματα δεδομένων χρήστη, το καθένα στο δικό του χρονικό διάστημα. Λειτουργεί είτε στη ζώνη συχνοτήτων των 900 megahertz (MHz) είτε στα 1.800 MHz.

Το GSM, μαζί με άλλες τεχνολογίες, αποτελεί μέρος της εξέλιξης των ασύρματων κινητών τηλεπικοινωνιών που περιλαμβάνει τα δεδομένα High Speed Circuit Switched Data (HSCSD), τη γενική υπηρεσία πακέτων ραδιοσυχνοτήτων (GPRS), το βελτιωμένο περιβάλλον δεδομένων GSM (EDGE) και την υπηρεσία Universal Mobile Telecommunications UMTS).

Ιστορία

Οι προηγούμενοι υπολογιστές GSM, συμπεριλαμβανομένου του προηγμένου συστήματος κινητής τηλεφωνίας (AMPS) στις Ηνωμένες Πολιτείες και το σύστημα επικοινωνίας συνολικής πρόσβασης (TACS) στο Ηνωμένο Βασίλειο, κατασκευάστηκαν με αναλογική τεχνολογία. Ωστόσο, αυτά τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα δεν ήταν σε θέση να κλιμακώσουν με την υιοθέτηση περισσότερων χρηστών. Οι ανεπάρκειες αυτών των συστημάτων υποδεικνύουν την ανάγκη για μια πιο αποτελεσματική κυτταρική τεχνολογία που θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί διεθνώς.



Μια απλή προβολή του κυψελοειδούς δικτύου κινητής ραδιοσυχνότητας αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Ένα δίκτυο ραδιοφωνικών σταθμών βάσης που αποτελούν το υποσύστημα σταθμού βάσης.

- Το δίκτυο κυκλωμάτων μεταγωγής κυκλώματος για τη διαχείριση φωνητικών κλήσεων και κειμένου
- Ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων για χειρισμό δεδομένων κινητής τηλεφωνίας
- Το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής για τη σύνδεση συνδρομητών στο ευρύτερο δίκτυο τηλεφωνίας

2.3 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΑΤΟΣ

Το FDMA είναι η διαδικασία διαίρεσης ενός καναλιού ή εύρους ζώνης σε πολλαπλές μεμονωμένες ζώνες, το καθένα για χρήση από ένα μόνο χρήστη. Κάθε μεμονωμένη ζώνη ή δίαυλος είναι αρκετά ευρεία ώστε να δέχεται τα φάσματα σήματος των μεταδόσεων που πρόκειται να διαδοθούν. Τα προς μετάδοση δεδομένα διαμορφώνονται σε κάθε φορέα και όλα αυτά είναι γραμμικά αναμειγμένα μεταξύ τους (4)

Το TDMA είναι μια ψηφιακή τεχνική που χωρίζει ένα κανάλι ή μια μπάντα σε χρονικά διαστήματα. Κάθε υποδοχή χρόνου χρησιμοποιείται για τη μετάδοση ενός ψηφιολέκτη ή ενός άλλου ψηφιακού τμήματος κάθε σήματος σε διαδοχική μορφή σειριακών δεδομένων. Αυτή η τεχνική λειτουργεί καλά με αργά σήματα δεδομένων φωνής, αλλά είναι επίσης χρήσιμη για συμπιεσμένα βίντεο και άλλα δεδομένα υψηλής ταχύτητας.

Το CDMA είναι μια άλλη καθαρή ψηφιακή τεχνική. Είναι επίσης γνωστό ως spread spectrum επειδή παίρνει την ψηφιοποιημένη έκδοση ενός αναλογικού σήματος και το απλώνει σε ένα ευρύτερο εύρος ζώνης σε χαμηλότερο επίπεδο ισχύος. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται επίσης φάσμα διασποράς άμεσης αλληλουχίας (DSSS). Το ψηφιακό και συμπιεσμένο φωνητικό σήμα σε μορφή σειριακών δεδομένων μεταδίδεται με επεξεργασία του σε ένα κύκλωμα XOR μαζί με ένα σήμα τσιπ σε πολύ υψηλότερη συχνότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΙΝΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

3.1 ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα ασύρματα δίκτυα ασύρματης επικοινωνίας έχουν βιώσει αξιοσημείωτη αλλαγή. Η κινητή ασύρματη γενιά (G) γενικά αναφέρεται σε μια αλλαγή στη φύση του συστήματος, ταχύτητα, τεχνολογία, συχνότητα, χωρητικότητα δεδομένων, λανθάνουσα κατάσταση κλπ. Κάθε γενιά έχει κάποια πρότυπα, διαφορετικές ικανότητες, νέες τεχνικές και νέα χαρακτηριστικά που το διαφοροποιούν από το προηγούμενο.


Το δίκτυο κινητής ασύρματης επικοινωνίας πρώτης γενιάς (1G) είναι αναλογικό που χρησιμοποιείται για φωνητικές κλήσεις μόνο. Η δεύτερη γενιά (2G) είναι μια ψηφιακή τεχνολογία και υποστηρίζει την ανταλλαγή μηνυμάτων κειμένου. Η τρίτη (3G) κινητής τεχνολογίας παρείχε υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, αυξημένη χωρητικότητα και παροχή υποστήριξης πολυμέσων. Η τέταρτη γενιά (4G) ενσωματώνει το 3G με σταθερό διαδίκτυο για υποστήριξη ασύρματου κινητού Διαδίκτυου, το οποίο είναι μια εξέλιξη στην κινητή τεχνολογία και ξεπερνά τους περιορισμούς του 3G. Αυξάνει επίσης το εύρος ζώνης και μειώνει το κόστος των πόρων. Το 5G αντιπροσωπεύει τη 5^η Generation Mobile τεχνολογία και πρόκειται να είναι μια νέα επανάσταση στην αγορά κινητής τηλεφωνίας που έχει αλλάξει τα μέσα για να χρησιμοποιήσει τα κινητά τηλέφωνα σε πολύ υψηλό εύρος ζώνης.

3.2 1^η ΓΕΝΙΑ (1G)

Η πρώτη γενιά τεχνολογίας ασύρματων τηλεπικοινωνιών είναι γνωστή ως 1G και εισήχθη το 1980. Η κύρια διαφορά μεταξύ των τότε υπάρχοντων συστημάτων και του 1G ήταν η εφεύρεση της κυψελοειδούς τεχνολογίας και ως εκ τούτου είναι επίσης γνωστή ως πρώτη γενιά αναλογικού κυψελοειδούς τηλεφώνου. Στην τεχνολογία ασύρματης τηλεπικοινωνίας 1G ή πρώτης γενιάς το δίκτυο περιέχει πολλά κελιά (η έκταση χωρίζεται σε μικρούς τομείς, κάθε τομέας είναι γνωστός ως κύτταρο, ένα κύτταρο καλύπτεται από ένα ασύρματο δίκτυο με έναν πομποδέκτη) και έτσι η ίδια συχνότητα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί χρόνοι που οδηγούν σε μεγάλη χρήση του φάσματος και έτσι αυξάνεται η χωρητικότητα του συστήματος, δηλαδή μεγάλος αριθμός χρηστών θα μπορούσε να φιλοξενηθεί εύκολα.

1G

- Based on Analog Telecommunication Standards.
- Started in 1980s in Europe & USA.
- Used Analog Radio signals.
- Range: 2.9KB/s to 5.6KB/s.
- First ever (cordless) phone to work on 1G network was Motorola DynaTAC 8000X.



3.2.1 NMT (NORDIC MOBILE TECHNOLOGY)

Το NMT (το σκανδιναβικό δίκτυο κινητής τηλεφωνίας) ξεκίνησε για χρήση από το ευρύ κοινό το 1981 από τους εθνικούς φορείς τηλεφωνίας της Σκανδιναβίας μετά από 10 χρόνια ανάπτυξης. Γρήγορα έγινε μια επιτυχία στην

αγορά. Το NMT έγινε επίσης πρωτότυπο για τα πιο προηγμένα κυψελοειδή συστήματα σήμερα. Από το 1982 ξεκίνησε μια βόρεια και ολλανδική πρωτοβουλία για τη συνέχιση της ανάπτυξης σε ευρωπαϊκό επίπεδο προς ένα ψηφιακό δίκτυο με ηπειρωτική κάλυψη - το GSM. Αποδείχθηκε ότι ήταν κάτι παραπάνω από αυτό. Το GSM και οι διάδοχοί του χρησιμοποιούνται πλέον από το 80% των κινητών τηλεφώνων παγκοσμίως.

Υπήρχαν πολλά πράγματα που ήταν καινοτόμα στην πρωτοβουλία Nordic trailblazing και είχαν τόσο αποφασιστική σημασία. Τα συστήματα τηλεφώνου αυτοκινήτων βρίσκονταν στην αγορά πολύ πριν από το 1981 - στη Σουηδία από το 1956. Ήταν αυτόματα και οι κλήσεις έγιναν με τη χρήση ενός dial χωρίς τη συμμετοχή ενός χειριστή. Είχαν, ωστόσο, γεωγραφικούς περιορισμούς. Τα τηλέφωνα ήταν συνδεδεμένα με έναν σταθμό βάσης. Αυτό δεν ήταν ένα σημαντικό πρόβλημα, εφόσον ήταν απλώς θέμα τοπικών χρηστών, όπως γιατροί, εταιρείες ταξί και πυροσβεστικές υπηρεσίες στις μεγαλύτερες πόλεις με έναν σταθμό βάσης ανά πόλη.

Η ομάδα NMT που εγκατέστησαν οι εθνικοί οργανισμοί τηλεφωνίας της Σκανδιναβίας είχε ως στόχο την κατασκευή ενός εξ ολοκλήρου αυτόματου δικτύου κινητής τηλεφωνίας για χρήση από το ευρύ κοινό στο οποίο «όλοι θα μπορούσαν να καλέσουν όλους» χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζουν εκ των προτέρων τη θέση (εντός της χώρας του ή σε γειτονικές χώρες) του προσώπου που ονομάζεται. Απαιτείται μηχανογραφημένο μητρώο για τη συνεχή παρακολούθηση των θέσεων των χρηστών (περιαγωγή).

3.2.2 AMPS (ADVANCED MOBILE PHONE SYSTEMS)

Η πρώτη γενιά αναλογικών κυψελοειδών συστημάτων ονομάστηκε AMPS(Advanced Mobile Phone Service) και χρησιμοποιεί αναλογική διαμόρφωση συχνότητας για μετάδοση φωνής. Τα συστήματα αυτά ακόμη και σήμερα χρησιμοποιούνται στην κυψελοειδή τηλεφωνία. Στο AMPS κάθε κλήση χρησιμοποιεί διαφορετικές συχνότητες, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα το οποίο ονομάζεται FDMA(Frequency Division/Multiple Access).

Στο AMPS, 50 Mhz του εύρους ζώνης στις μπάντες των 824-849 Mhz και 869-894Mhz είναι δεσμευμένα για κυψελοειδές κινητό ράδιο. Σε κάθε γεωγραφική περιοχή, υπάρχουν 2 carriers, ο "A" και ο "B", οι οποίοι ελέγχουν από 25Mhz ο καθένας. Αυτό το σφάσμα διαιρείται σε 832 κανάλια, το κάθε ένα από 30Khz. Για να αποφύγουν την ανάμιξη, οι γειτονικές κυψέλες χρησιμοποιούν διαφορετικά κανάλια. Τυπικά, μια κυψέλη έχει 6 γείτονες και γι' αυτό κάθε

κυψέλλη χρησιμοποιεί το 1/7 από τα 832 κανάλια. Αυτό το σχήμα ονόμαζεται 7 group re-use cluster. Αναλογικά, σε ένα σχήμα ομάδας 12 συχνοτήτων κάθε κυψέλη χρησιμοποιεί μόνο το 1/12 από το συνολικό εύρος συχνοτήτων και το εύρος που δεσμεύει είναι ανεξάρτητο από αυτό των 11 γειτονικών κυψελών.

3.3 2Η ΓΕΝΙΑ (2G)

Η πρώτη γενιά κινητών τηλεφώνων ήταν αναλογική· η δεύτερη ήταν ψηφιακή. Όπως δεν υπήρξε παγκόσμια τυποποίηση κατά την πρώτη γενιά, έτσι δεν υπήρξε τυποποίηση και κατά τη δεύτερη. Αυτή τη στιγμή είναι σε χρήση τέσσερα συστήματα: D-AMPS, GSM, CDMA, και PDC. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τα τρία πρώτα. Το PDC χρησιμοποιείται μόνο στην Ιαπωνία, και είναι ουσιαστικά το D-AMPS τροποποιημένο για συμβατότητα προς τα πίσω με το Ιαπωνικό αναλογικό σύστημα πρώτης γενιάς. Μερικές φορές χρησιμοποιείται στις διαφημίσεις ο όρος “Προσωπικές Τηλεπικοινωνιακές Υπηρεσίες” ή PCS (Personal Communications Services) για να υποδείξει ένα σύστημα δεύτερης γενιάς (δηλαδή, ψηφιακό). Αρχικά αυτό το όνομα σήμαινε ένα κινητό τηλέφωνο που χρησιμοποιούσε τη ζώνη των 1900 MHz, αλλά πλέον αυτή η διάκριση γίνεται σπάνια.



2G TECHNOLOGY

Features Includes:

- ✓ Phone Calls
- ✓ Send/Receive E-mail Messages
- ✓ Web Browsing
- ✓ Speed : 64-144 kbps
- ✓ Camera Phones
- ✓ Take a time of 6-9 mins to download a 3 mins Mp3 song



3.3.1 D-AMPS DIGITAL MOBILE PHONE SYSTEM

Το D-AMPS σχεδιάστηκε προσεκτικά για να συνυπάρχει με το AMPS, έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν ταυτόχρονα στην ίδια κυψέλη κινητά τηλέφωνα τόσο πρώτης όσο και δεύτερης γενιάς. Συγκεκριμένα, το D-AMPS χρησιμοποιεί τα ίδια κανάλια των 30 kHz όπως το AMPS και στις ίδιες συχνότητες, οπότε ένα κανάλι μπορεί να είναι αναλογικό και τα γειτονικά του να είναι ψηφιακά. Ανάλογα με το μείγμα τηλεφώνων σε μια κυψέλη, το MTSO της κυψέλης αποφασίζει ποια κανάλια είναι αναλογικά και ποια ψηφιακά, ενώ μπορεί να αλλάζει και τύπους καναλιών δυναμικά καθώς αλλάζει το μίγμα των τηλεφώνων στην κυψέλη.

Όταν το D-AMPS παρουσιάστηκε ως υπηρεσία, του διατέθηκε μια νέα ζώνη συχνοτήτων ώστε να ικανοποιηθεί το αναμενόμενο αυξημένο φορτίο. Τα ανερχόμενα κανάλια ήταν στη περιοχή 1850-1910 MHz, ενώ τα αντίστοιχα κατερχόμενα κανάλια ήταν στην περιοχή 1930-1990 MHz —πάλι σε ζεύγη, όπως στο AMPS. Στη ζώνη αυτή τα κύματα έχουν μήκος 16 cm, έτσι μια τυπική κεραία ίση με το 1/4 του κύματος έχει μήκος μόλις 4 cm, γεγονός που οδηγεί σε μικρότερα τηλέφωνα. Παρόλα αυτά, πολλά τηλέφωνα D-AMPS μπορούν να χρησιμοποιήσουν τόσο τη ζώνη των 850 MHz όσο και τη ζώνη των 1900 MHz, έτσι ώστε να έχουν μεγαλύτερο εύρος διαθέσιμων καναλιών.

Σε ένα κινητό τηλέφωνο D-AMPS το σήμα φωνής που λαμβάνεται από το μικρόφωνο ψηφιοποιείται και συμπιέζεται, μέσω ενός μοντέλου που είναι πιο προηγμένο από τα συστήματα διαμόρφωσης δέλτα και προγνωστικής κωδικοποίησης τα οποία μελετήσαμε νωρίτερα. Η συμπίεση λαμβάνει υπόψη τις ακριβείς ιδιότητες του ανθρώπινου φωνητικού συστήματος για να κατεβάσει το εύρος ζώνης από τα 56 kbps της τυπικής κωδικοποίησης PCM στα 8 kbps ή και λιγότερα. Η συμπίεση γίνεται από ένα κύκλωμα που ονομάζεται κωδικοποιητής φωνής (vocoder, Bellamy 2000). Η συμπίεση γίνεται στο τηλέφωνο, και όχι στο σταθμό βάσης ή στο τερματικό κέντρο, έτσι ώστε να μειωθεί το πλήθος των bits που στέλνονται μέσω της ασύρματης σύνδεσης. Στη σταθερή τηλεφωνία δεν υπάρχει κάποιο κέρδος από το να γίνεται η συμπίεση στο τηλέφωνο, αφού η μείωση της κίνησης στον τοπικό βρόχο δεν αυξάνει καθόλου τη χωρητικότητα του συστήματος.

Στην κινητή τηλεφωνία υπάρχει τεράστιο κέρδος από το να γίνεται η ψηφιοποίηση και η συμπίεση στο τηλέφωνο, τόσο μεγάλο που στο D-AMPS τρεις χρήστες μπορούν να μοιράζονται ένα μόνο ζεύγος συχνοτήτων χρησιμοποιώντας πολύπλεξη με διαίρεση χρόνου. Κάθε ζεύγος συχνοτήτων υποστηρίζει 25 πλαίσια/sec των 40 msec το καθένα. Κάθε πλαίσιο διαιρείται σε έξι χρονικές υποδοχές των 6,67 msec η κάθε μία.

3.3.2 GPRS

Ένα άλλο σύστημα 2,5G είναι η **Γενική Υπηρεσία Ραδιομεταγωγής Πακέτων ή GPRS** (General Packet Radio Service), η οποία είναι ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων πάνω από το D-AMPS ή το GSM. Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει στους κινητούς σταθμούς να στέλνουν και να λαμβάνουν πακέτα IP σε μια κυψέλη η οποία χρησιμοποιεί κάποιο σύστημα φωνής. Όταν υποστηρίζεται το GPRS, μερικές χρονικές υποδοχές σε κάποιες συχνότητες δεσμεύονται για κίνηση πακέτων δεδομένων. Το πλήθος και η θέση των χρονικών υποδοχών μπορεί να ορίζεται δυναμικά από το σταθμό βάσης, ανάλογα με το λόγο κίνησης φωνής προς δεδομένα στην κυψέλη.

Οι διαθέσιμες χρονικές υποδοχές διαιρούνται σε πολλά λογικά κανάλια, τα οποία χρησιμοποιούνται για διαφορετικές δουλειές. Ο σταθμός βάσης αποφασίζει ποια λογικά κανάλια θα αντιστοιχίζονται στις χρονικές υποδοχές. Ένα λογικό κανάλι χρησιμοποιείται για το κατέβασμα πακέτων από τον σταθμό βάσης προς τους κινητούς σταθμούς, με κάθε πακέτο να δείχνει για ποιον προορίζεται. Για να στείλει ένα πακέτο IP, ο κινητός σταθμός ζητά μία ή περισσότερες χρονικές υποδοχές στέλνοντας μια αίτηση στο σταθμό βάσης. Αν η αίτηση φτάσει χωρίς ζημιές, ο σταθμός βάσης ανακοινώνει τη συχνότητα και τη χρονική υποδοχή που έχει εκχωρηθεί στο κινητό για την αποστολή του πακέτου. Μόλις το πακέτο φτάσει στο σταθμό βάσης, μεταφέρεται στο Internet μέσω μιας ενσύρματης σύνδεσης. (5)

3.3.3 EDGE (ENHANCED DATA RATE FOR GSM EVOLUTION)

Ο περιορισμός του δικτύου GPRS εξαλείφθηκε σε κάποιο βαθμό από την εισαγωγή της τεχνολογίας EDGE. Το EDGE λειτουργεί σε συστήματα TDMA και GSM. Θεωρείται ότι είναι ένα υποσύνολο του GPRS, καθώς μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε σύστημα που έχει αναπτύξει GPRS σε αυτό. Δεν αποτελεί εναλλακτική λύση για το UMTS, αλλά μια δωρεάν τεχνολογία για αυτό. Στην υπηρεσία EDGE, οι υπηρεσίες 3G μπορούν να δοθούν με χαμηλότερο αλλά παρόμοιο ρυθμό δεδομένων με το UMTS με ρυθμούς δεδομένων μέχρι 500 kbps (θεωρητικά). Αυτό γίνεται με την εισαγωγή ενός νέου διαγράμματος διαμόρφωσης 8-PSK (keying shift phase) και θα συνυπάρχει με το GMSK που χρησιμοποιείται στο GPRS. Ωστόσο, το σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι τα υφιστάμενα δίκτυα GSM μπορούν να αναβαθμιστούν για το ίδιο, αποτρέποντας έτσι το τεράστιο κόστος που απαιτείται για την ανάπτυξη των δικτύων 3G και παράλληλα την παροχή υπηρεσιών όπως το 3G. Γενικά χαρακτηριστικά του EDGE περιλαμβάνουν ενισχυμένη απόδοση ανά χρονοθυρίδα (8,8 έως 59,2 kbps / χρονοθυρίδα) αλλαγές διαφοροποίησης από GMSK έως 8-PSK, μειωμένη ευαισθησία του σήματος 8-PSK και μεγαλύτερη χωρητικότητα και κάλυψη (5). Αν και, δεν είναι πολλές αλλαγές στο hardware που απαιτείται από EDGE, εκτός από κάποιες αναβαθμίσεις υλικού στο BTS και κάποια αναβάθμιση λογισμικού στο δίκτυο. Ωστόσο, το σύστημα δεύτερης γενιάς δεν είχαν την ικανότητα, την παγκόσμια περιαγωγή και την ποιότητα, για να μην αναφέρουμε την ποσότητα των δεδομένων που μπορεί να σταλεί. Όλα αυτά οδήγησαν στη βιομηχανία που εργάζονταν σε ένα σύστημα που είχε περισσότερη παγκόσμια εμβέλεια (π.χ. ο χρήστης δεν χρειαζόταν να αλλάξει τηλέφωνα όταν πηγαίνει στην Ιαπωνία ή τις ΗΠΑ από την ΝΑ Ασία ή την Ευρώπη). Αυτή ήταν η αρχή της εξέλιξης των συστημάτων τρίτης γενιάς.

3.3.4 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 2G

- Χαμηλά ποσοστά μεταφοράς. Τα δίκτυα 2G έχουν σχεδιαστεί κατά κύριο λόγο για να παρέχουν φωνητικές υπηρεσίες στους συνδρομητές. Έτσι, τα ποσοστά μεταφοράς που προσφέρονται από αυτά τα δίκτυα είναι χαμηλά. Αν και τα

ποσοστά ποικίλλουν μεταξύ των τεχνολογιών, ο μέσος ρυθμός είναι της τάξης των δεκάδων kilobit ανά δευτερολεπτο.

- Χαμηλή αποδοτικότητα για υπηρεσίες μεταγωγής πακέτων. Υπάρχει ζήτηση για πρόσβαση στο Internet, όχι μόνο στο σπίτι ή στο γραφείο αλλά και κατά την περιαγωγή. Η ασύρματη πρόσβαση στο Internet με δίκτυα 2G είναι αποτελεσματική.
- Πολλαπλά πρότυπα. Με το πλήθος ανταγωνιστικών προτύπων που υπάρχουν, ο χρήστης μπορεί να περιφέρεται μόνο σε εκείνα τα δίκτυα που υποστηρίζουν το ίδιο πρότυπο. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη περιορισμένη περιαγωγή. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία δικτύου 2G ήταν ημι-σφαιρική από την άποψη αυτή.

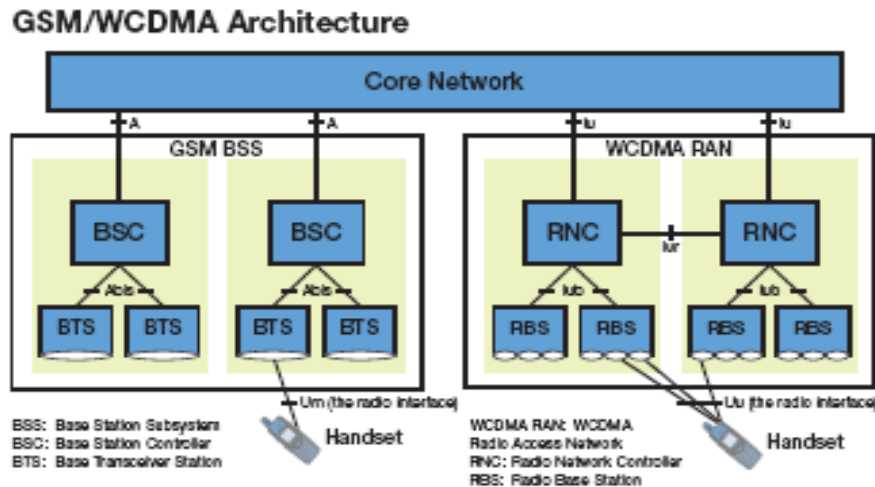
3.4 3^η ΓΕΝΙΑ (3G)

Το 3G είναι η τρίτη γενιά ασύρματων τεχνολογιών. Έρχεται με βελτιώσεις σε σχέση με τις προηγούμενες ασύρματες τεχνολογίες, όπως η μετάδοση υψηλής ταχύτητας, η προηγμένη πρόσβαση πολυμέσων και η παγκόσμια περιαγωγή. Το 3G χρησιμοποιείται κυρίως με κινητά τηλέφωνα και συσκευές χειρός ως μέσο για τη σύνδεση του τηλεφώνου στο διαδίκτυο ή σε άλλα δίκτυα IP, προκειμένου να πραγματοποιούνται κλήσεις φωνής και βίντεο, να γίνεται λήψη και μεταφόρτωση δεδομένων και να γίνεται πλοήγηση στο διαδίκτυο.

3.4.1 W-CDMA(WIDEBAND-CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS)

Έγιναν πολλές προτάσεις και, μετά από κάποια διαλογή, καταλήξαμε σε δύο κύριες λύσεις. Η πρώτη, η CDMA Ευρείας Ζώνης ή W-CDMA (Wideband) προτάθηκε από την Ericsson. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί εξάπλωση φάσματος άμεσης ακολουθίας του τύπου που περιγράψαμε προηγουμένως. Δουλεύει σε εύρος ζώνης 5 MHz και έχει σχεδιαστεί για να συνεργάζεται με δίκτυα GSM, αν και δεν είναι συμβατό προς τα πίσω με το GSM. Έχει όμως την ιδιότητα

ότι ένας χρήστης μπορεί να βγει από μια κυψέλη W-CDMA και να μπει σε μια κυψέλη GSM χωρίς να χαθεί η κλήση του. Αυτό το σύστημα προωθήθηκε έντονα από την Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία το ονόμασε **Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών ή UMTS** (Universal Mobile telecommunications System).



Υπάρχουν αρκετές διαφορές ανάμεσα στο σύστημα GSM και το W-CDMA, αλλά η ανάπτυξη του 2ου βασίστηκε στην συμβατότητα με το 1ο. Το GSM Base Station Subsystem (BSS) με το Radio Access Network (RAN) μπορούν να συνδεθούν στο ίδιο GSM κεντρικό δίκτυο (core network) για να παρέχουν ραδιοπρόσβαση στις συσκευές των χρηστών. Ευκολία στην σταδιακή αναβάθμιση των υποδομών. Επιπλέον και τα 2 συστήματα, BSS και RAN είναι βασισμένα πάνω στις ίδιες αρχές ενός κυψελικού ραδιο-συστήματος. Το GSM Base Station Controller (BSC) αντιστοιχεί στο WCDMA Radio Network Controller (RNC), το Base Transceiver Station (BTS) στο Radio Base Station και η A ήταν η βάση για την διεπαφή Iu που στο μόνο που διαφέρει είναι στις παρεχόμενες υπηρεσίες από το WCDMA.

Οι εμφανείς διαφορές των 2 συστημάτων είναι κυρίως στα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα. Το GSM χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Time Division Multiple Access. Μία τεχνολογία βασισμένη στην διαχείριση των χρονοκενών (timeslots). Σε αντίθεση με το wcdma που χρησιμοποιεί (εμφανέστατα) Code Division Multiple Access. (2)

3.5 3.5G – HSPA (H+)

Το SPA (υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο πακέτο) είναι τεχνολογία κινητής ευρυζωνικής επικοινωνίας τρίτης γενιάς (3G).

Ο όρος HSPA αναφέρεται στην πραγματικότητα σε δύο συγκεκριμένα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στην πρόσβαση σε πακέτα ταχείας σύνδεσης υψηλής ταχύτητας (HSDPA) και στην πρόσβαση σε πακέτα ανερχόμενης ζεύξης υψηλής ταχύτητας (HSUPA). Τα δίκτυα HSPA προσφέρουν μέγιστη απόδοση 14,4 megabyte ανά δευτερόλεπτο (Mbps) ανά κυψέλη.

Μια βελτιωμένη έκδοση της υψηλής ταχύτητας τεχνολογίας πρόσβασης πακέτων, γνωστή ως Evolved HSPA, προσφέρει ταχύτητα μεταφοράς 42 Mbps ανά κελί. Με τη χρήση διπλής κυψέλης και πολλαπλών εισόδων, πολλαπλής αρχιτεκτονικής εξόδου, τα δίκτυα HSPA + μπορούν να επιτύχουν μέγιστη απόδοση 168 Mbps συνολικά.

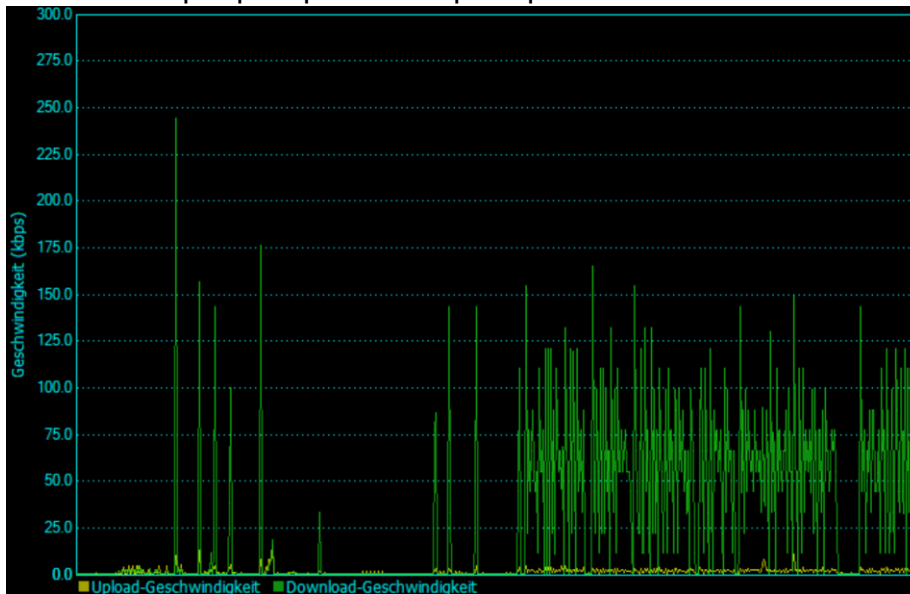
Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών αναγνώρισε το HSPA + ως Τεχνολογία 4ης Γενιάς (4G) το Δεκέμβριο του 2010. HSPA +, ωστόσο, προσφέρει σημαντικά χαμηλότερες ταχύτητες από την κυρίαρχη 4G πρότυπο μακροπρόθεσμης εξέλιξης (LTE).

3.5.1 HSDPA (HIGH SPEED DOWNLOAD PACKET ACCESS)

Το HSDPA είναι ένα πρωτόκολλο κινητών επικοινωνιών που ανήκει στην οικογένεια πρόσβασης υψηλής ταχύτητας πακέτων (HSPA). Το HSDP επιτρέπει στα δίκτυα που βασίζονται σε (UMTS) να έχουν υψηλότερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων.

Οι τρέχουσες αναπτύξεις HSDPA υποστηρίζουν ταχύτητες down-link 1,8MBPS, 3,6MBPS, 7,2MBPS και 14,4 MBPS. Στο εγγύς μέλλον, αυτές οι ταχύτητες θα πρέπει να αυξηθούν σημαντικά. Τα δίκτυα πρέπει στη συνέχεια να αναβαθμιστούν στο Evolved HSPA, το οποίο παρέχει ταχύτητες 42MBPS

downlink στην πρώτη απελευθέρωσή του.



Όντας μέρος του HSPA, το HSDPA είναι αποτέλεσμα των βελτιώσεων που έγιναν στο UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Επίσης, καθώς είναι αποτέλεσμα των πρωτοβουλιών 3GPP, η HSDPA είναι προσανατολισμένη προς τα εξελιγμένα δίκτυα πυρήνα GSM.

Η HSDPA είναι μόνο το ήμισυ της οικογένειας HSPA. Το άλλο μισό είναι HSUPA. Ενώ η HSDPA επικεντρώνεται περισσότερο στις υψηλές ταχύτητες downlink, η HSUPA έχει σχεδιαστεί για υψηλές ταχύτητες ανερχόμενης ζεύξης. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι τελικοί χρήστες του δικτύου HSPA εκτελούν περισσότερες λήψεις από τις μεταφορτώσεις, οι ταχύτητες HSDPA είναι φυσικά πολύ υψηλότερες από τις HSUPA. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο τα συστήματα HSDPA αναπτύσσονται πολύ πιο μπροστά από τους ομολόγους τους HSUPA.

Τα κορυφαία smartphones όπως το Apple iPhone 4, το Nokia N8, το BlackBerry Storm 2, το HTC Desire S και το LG Optimus 2X υποστηρίζουν το HSDPA. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι όχι όλες οι συσκευές που υποστηρίζουν HSDPA διαθέτουν τις ίδιες ταχύτητες downlink.

Η ταχύτητα downlink μιας συσκευής HSDPA θα εξαρτηθεί από τον αριθμό κατηγορίας της. Για παράδειγμα, μια συσκευή με κατηγορία 6 μπορεί να έχει ταχύτητα downlink 3,6 Mbps, ενώ μια συσκευή της κατηγορίας 8 μπορεί να επιτύχει downlink 7,2 Mbps.

3.5.2 HSUPA (HIGH SPEED UPLINK PACKET ACCESS)

Το HSUPA σημαίνει "Πρόσβαση πακέτων πρόσβασης υψηλών ταχυτήτων" και είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται στο σύστημα κινητής επικοινωνίας UMTS, η ταχύτητα φόρτωσης φτάνει τα 5,8 Mbit / s.

Η Πρόσβαση Πακέτων Υψηλής Ταχύτητας (HSUPA) είναι μια μέθοδος μετάδοσης του προτύπου κινητού ραδιοφώνου UMTS που επιτρέπει υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων στην ανερχόμενη ζεύξη και μειώνει τον χρόνο ταξιδιού (συχνά αναφέρεται ως ping). Η κατηγορία 6 της HSUPA ήταν μέχρι 5,76 Mbit / s και η κατηγορία 9 (Release 9) μπορεί να φτάσει τα 23 Mbit / s. Το HSUPA αποτελεί μέρος της έκδοσης 9 του UMTS.

3.6 4^η ΓΕΝΙΑ (4G)

Το 4G είναι η τέταρτη γενιά ασύρματης κυψελοειδούς υπηρεσίας. Το 4G είναι ένα μεγάλο βήμα από το 3G και είναι έως 10 φορές ταχύτερο από την υπηρεσία 3G. Η Sprint ήταν ο πρώτος φορέας που προσέφερε ταχύτητες 4G στις Η.Π.Α. ξεκινώντας από το 2009. Τώρα όλοι οι αερομεταφορείς προσφέρουν υπηρεσίες 4G στις περισσότερες περιοχές της χώρας, αν και ορισμένες αγροτικές περιοχές εξακολουθούν να έχουν μόνο την πιο αργή κάλυψη 3G. Καθώς τα smartphones και τα tablet ανέπτυξαν την ικανότητα να μεταδίδουν βίντεο και μουσική, η ανάγκη για ταχύτητα έγινε πολύ σημαντική. Ιστορικά, οι κυτταρικές ταχύτητες ήταν πολύ πιο αργές από αυτές που προσφέρουν οι ευρυζωνικές συνδέσεις υψηλής ταχύτητας στους υπολογιστές. Η ταχύτητα 4G συγκρίνεται ευνοϊκά με ορισμένες ευρυζωνικές επιλογές και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιοχές χωρίς ευρυζωνικές συνδέσεις.

3.6.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Έχει χρειαστεί περίπου 40 χρόνια για τα κινητά τηλέφωνα για να φτάσουν από βασικές αναλογικές, φωνητικές συνομιλίες έως 3.5G και 4G κινητές ευρυζωνικές συνδέσεις. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι τα καλύτερα τηλεφωνικά συστήματα βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη και δεν θα χρειαστεί πολύ μέχρι έχουμε 5G, 6G και πολλά άλλα! Υπάρχουν ήδη βελτιωμένα συστήματα που ονομάζονται HSDPA Evolved, προσφέροντας ταχύτητες λήψης 24-42 Mbps και

3G / 4G LTE (Long Term Evolution), υπόσχονται 50Mbps-100Mbps. Σε γενικές γραμμές, το 4G είναι περίπου 10-50 φορές ταχύτερο από το 3G.

Τι κάνει τη 4G καλύτερη από 3.5G και 3G; Παρόλο που υπάρχουν πολλές διαφορές, ένα από τα πιο σημαντικά είναι ότι το CDMA (ο τρόπος λήψης πολλών σημάτων για να μοιράζονται συχνότητες με την κωδικοποίησή τους) αντικαθίσταται από μια πιο αποδοτική τεχνολογία που ονομάζεται ορθογώνια πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης συχνότητας (OFDMA) χρήση του φάσματος συχνοτήτων. Στην πραγματικότητα, μπορούμε να σκεφτούμε το OFDMA ως εξέλιξη των τριών παλαιότερων τεχνολογιών, TDMA, FDMA και CDMA. Με το παραδοσιακό FDMA, το διαθέσιμο φάσμα συχνοτήτων χωρίζεται σε παράλληλα κανάλια που μπορούν να μεταφέρουν ξεχωριστές κλήσεις, αλλά πρέπει να υπάρχει κάποιος διαχωρισμός μεταξύ τους για να σταματήσουν να αλληλεπικαλύπτονται και να παρεμβαίνουν και αυτό σημαίνει ότι η συνολική ζώνη χρησιμοποιείται αναποτελεσματικά. Με το OFDMA, τα σήματα κωδικοποιούνται ψηφιακά, τεμαχίζονται σε δυαδικά ψηφία και αποστέλλονται σε χωριστά υποκανάλια σε διαφορετικές συχνότητες. Η κωδικοποίηση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα διαφορετικά σήματα να είναι ορθογώνια (τα μαθηματικά λένε ότι γίνονται "ανεξάρτητα" και "άσχετα" μεταξύ τους), ώστε να μπορούν να επικαλύπτονται πολύ περισσότερο χωρίς να προκαλούν παρεμβολές, δίνοντας καλύτερη χρήση του φάσματος (σημαντική εξοικονόμηση εύρους ζώνης) και υψηλότερες ταχύτητες δεδομένων. Το OFDMA είναι ένα παράδειγμα πολυπλεξίας, όπου πολλαπλές, διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων χρησιμοποιούνται για την αποστολή δεδομένων αντί για μία μόνο ζώνη συχνοτήτων. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του γεγονότος είναι ότι υπάρχει λιγότερη διακοπή σήματος από παρεμβολές (όπου επιλεγμένες συχνότητες μπορεί να καταστραφούν από μεταδόσεις από άλλες πηγές) και εξασθένιση (όπου τα σήματα χάνουν σταδιακά τη δύναμή τους καθώς ταξιδεύουν). τα χαμένα δεδομένα μπορούν να επανασυναρμολογηθούν με διάφορες τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων.

	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA / HSUPA	HSPA+	LTE	LTE ADVANCED (4G ADVANCED)
Max downlink speed bps	384 k	14 M	28 M	100M	1G
Max uplink speed bps	128 k	5.7 M	11 M	50 M	500 M
Latency round trip time approx	150 ms	100 ms	50ms (max)	~10 ms	less than 5 ms
3GPP releases	Rel 99/4	Rel 5 / 6	Rel 7	Rel 8	Rel 10
Approx years of initial roll out	2003 / 4	2005 / 6 HSDPA 2007 / 8 HSUPA	2008 / 9	2009 / 10	
Access methodology	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA / SC-FDMA	OFDMA / SC-FDMA

3.6.2 WiMAX (IEEE 802.16)

Μαζί με ένα ανταγωνιστικό πρότυπο που ονομάζεται "LTE", το WiMax αντιπροσωπεύει τη 4G ή την "τέταρτη γενιά" του ασύρματου Internet. Η νέα τεχνολογία είναι παρόμοια με το Wi-Fi, καθώς επιτρέπει στους χρήστες να συνδέονται στο Internet χωρίς καλώδια. Αντίθετα με το Wi-Fi που μπορεί να καλύψει ολόκληρο το κτίριο ή το μπλοκ της πόλης, το WiMax μπορεί να καλύψει τεράστιες αποστάσεις (όπως το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας) και παρέχει πρόσβαση στο Internet υψηλής ταχύτητας (όπως ευρυζωνική). Είναι ουσιαστικά, ασύρματη ευρυζωνική τεχνολογία. Αυτό σημαίνει για τους χρήστες του Διαδικτύου ότι έχουν τη δυνατότητα να είναι online χρησιμοποιώντας έναν επιτραπέζιο ή φορητό υπολογιστή από σχεδόν οποιαδήποτε γεωγραφική.

Ταχύτητα και Κάλυψη

Το δίκτυο WiMax λειτουργεί παρόμοια με μια σύνδεση Wi-Fi, αλλά με μερικές βασικές διαφορές. Το σύστημα έχει δύο βασικά στοιχεία: έναν πύργο WiMax και έναν δέκτη WiMax. Όπως το Wi-Fi, το WiMax μπορεί να συνδεθεί

απευθείας στο Internet στέλνοντας ένα σήμα από έναν πύργο WiMax σε έναν υπολογιστή μέσω ασύρματης σύνδεσης. Ωστόσο, ένας πύργος WiMax μπορεί επίσης να συνδεθεί με έναν δεύτερο πύργο - αυτό επιτρέπει στο δίκτυο να παρέχει ασύρματες υπηρεσίες μεγάλης εμβέλειας. Οι μεταδότες WiMax μπορούν να καλύψουν μια εκτιμώμενη ακτίνα 30 μιλίων ενώ η περιοχή Wi-Fi είναι περίπου 100 πόδια. Με άλλα λόγια, το WiMax μετατρέπει πολλά μικρά, διάσπαρτα hotspots σε ένα τεράστιο ασύρματο hotspot.

3.6.3 LTE

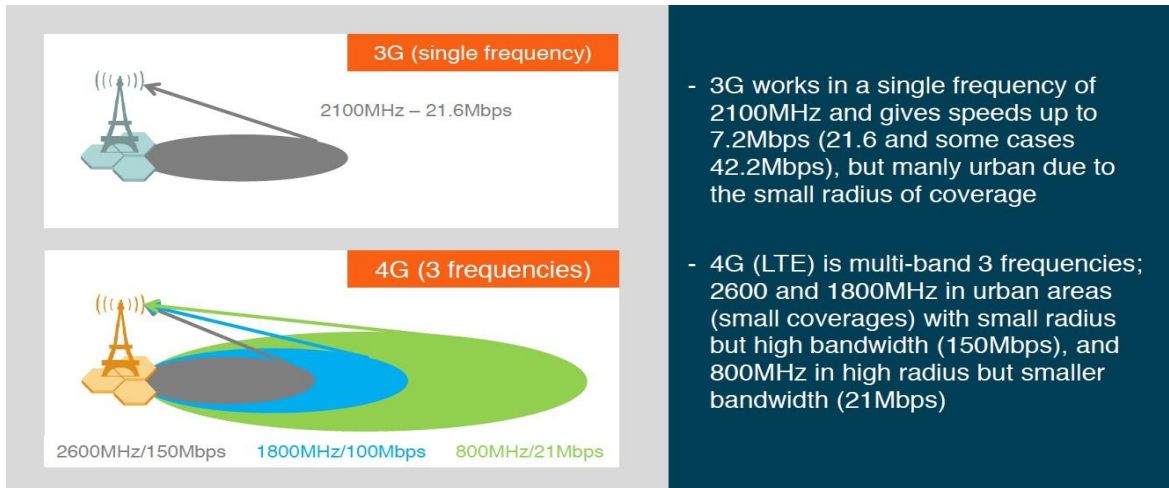
Οι πιο αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ του LTE και των προκατόχων του είναι οι αλλαγές στη συχνότητα και τη χρήση εύρους ζώνης. Υπάρχουν πολλές ζώνες 4G LTE, η χρήση των οποίων ποικίλει ανάλογα με τη χώρα και την τεχνολογία του συγκεκριμένου φορέα. Αυτές οι συχνότητες χωρίζονται σε εκτύπωση διπλής όψης με διαίρεση συχνότητας (FDD) και διπλής εκτύπωσης διαίρεσης χρόνου (TDD). Το φάσμα FDD απαιτεί ζώνες ζευγών, μία για uplink και μία για downlink. Το TDD χρησιμοποιεί μία μόνο ζώνη ως ανερχόμενη και κατερχόμενη ζεύξη με την ίδια συχνότητα, αλλά αυτές διαχωρίζονται χωριστά από το χρόνο. Υπάρχουν 31 ζεύγη ταινιών LTE που λειτουργούν μεταξύ 452 MHz και 3.600 MHz και επιπλέον 12 ζώνες TDD μεταξύ 703 MHz και 3.800 MHz. Οι υψηλότερες συχνότητες επιτρέπουν την ταχύτερη μετάδοση σε κατοικημένες περιοχές, ενώ οι χαμηλότερες συχνότητες προσφέρουν πρόσθετη απόσταση κάλυψης αλλά πιο περιορισμένο εύρος ζώνης. Αυτές οι ζώνες συνήθως προσφέρουν εύρος ζώνης μεταξύ 10 και 20 MHz για τη μεταφορά δεδομένων, αν και είναι επίσης συνήθως χωρισμένες σε μικρότερα τεμάχια 1,4, 3 και 5 MHz.

Το FDD είναι η διακύμανση LTE που παρατηρείται τακτικά στις αγορές της Βόρειας Αμερικής, της Ευρώπης και ορισμένων ασιατικών αγορών. Το TDD έχει εφαρμοστεί στην Κίνα και την Ινδία καθώς το ευρύτερο εύρος ζώνης επιτρέπει περισσότερους χρήστες ανά Mhz. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο απαιτείται προσοχή κατά την εισαγωγή τηλεφώνων από άλλες χώρες.

Το LTE χρησιμοποιεί δύο διαφορετικούς ραδιοζεύκτες για σύνδεση προς τα κάτω και προς τα πάνω - από πύργο στη συσκευή και αντίστροφα. Για την κατερχόμενη ζεύξη, το LTE χρησιμοποιεί μια OFDMA (πολλαπλή πρόσβαση ορθογώνιας διαίρεσης συχνότητας), η οποία απαιτεί MIMO. Το MIMO, το οποίο σημαίνει Multiple Input, Multiple Output, χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες κεραίες για να μειώσει σημαντικά την καθυστέρηση και να αυξήσει τις ταχύτητες εντός ενός συγκεκριμένου καναλιού. Το πρότυπο LTE μπορεί να φιλοξενήσει έως

και μια διαρρύθμιση 4×4 (το πρώτο ψηφίο είναι ο αριθμός των κεραιών μετάδοσης, και το δεύτερο, ο αριθμός των κεραιών λήψης).

Για την ανερχόμενη ζεύξη (από συσκευή σε πύργο), το LTE χρησιμοποιεί σήμα SC-FDMA (πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης συχνότητας φορέα). Το SC-FDMA είναι καλύτερο για την ανερχόμενη ζεύξη, επειδή έχει καλύτερη σχέση μεταξύ κορυφής και μέσου ισχύος. (6)



3.6.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ IMT-A (INTERNATIONAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS)

Ένα προηγμένο σύστημα IMT αναμένεται να παρέχει μια ολοκληρωμένη και ασφαλή λύση ευρυζωνικής σύνδεσης βασισμένη σε πρωτόκολλο Internet, σε ασύρματο μόντεμ, smartphones και άλλες κινητές συσκευές. Παροχές όπως η πρόσβαση σε υπερβολικά ευρυζωνικό Ίντερνετ, η φωνή μέσω IP, οι υπηρεσίες τυχερών παιχνιδιών και τα πολυμέσα με ροή μπορεί να παρέχονται στους χρήστες.

3.6.5 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΤΗΣ 4G ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Αθροιστικά η 4G κινητή τεχνολογία περιλαμβάνει τις ακόλουθες καινοτομίες:

- Οι κινητές επικοινωνίες περιλαμβάνουν δύο στάδια: πρόσβαση σε κινητές υπηρεσίες και πρόσβαση σε δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Στην εποχή 4G, η πρώτη θα είναι ανοικτή σε προγραμματιστές και παρόχους υπηρεσιών, έτσι ώστε εταιρείες όπως η GOOGLE, ORACLE κλπ να παρέχουν υπηρεσίες στους χρήστες χωρίς κανένα εμπόδιο.
- Η αρχιτεκτονική της κινητής συσκευής θα τροποποιηθεί για τη σύγκλιση πολλαπλών RTT (τεχνολογίες ραδιομετάδοσης) σε μία ίδια συσκευή. Όπως και με τους φορητούς υπολογιστές, το κινητό τηλέφωνο θα είναι εξοπλισμένο με ανοιχτή ασύρματη αρχιτεκτονική (OWA), η οποία επιτρέπει στους χρήστες να αλλάζουν ασύρματα πρότυπα χωρίς να αλλάζουν το τηλέφωνό τους. Κάποιος μπορεί να ενσωματώσει τηλέφωνο γραφείου, κινητό τηλέφωνο και οικιακό τηλέφωνο σε μια κοινή συσκευή που χρησιμοποιεί την τεχνολογία OWA ενσωματώνοντας πολλά ασύρματα συστήματα σε ένα sim RTT.
- Οποιαδήποτε φορητή ηλεκτρονική συσκευή καταναλωτών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κινητό τηλέφωνο, εισάγοντας την κάρτα κινητής τηλεφωνίας RTT της OWA.
- Μειώνει τις αναπροσαρμογές στη μετάδοση όταν κάποιος ταξιδεύει από το ένα δίκτυο στο άλλο.
- Περισσότερες τεχνολογίες ενσωματώνονται στην 4G για αποδοτική χρήση του ασύρματου φάσματος και καλύτερη διαχείριση δυναμικού και ανοικτού φάσματος.

1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Rappaport, T. S.**
Wireless communications: principles and practice (Vol. 2). New Jersey : prentice hall PTR, 1996.

2. **Bhalla, Mudit Ratana, and Anand Vardhan Bhalla.**
"Generations of mobile wireless technology: A survey." . 2010.

3. **Hossain, Ekram.**
"Molecular chaperones: the modular evolution of cellular networks.". Amsterdam : s.n., 2007.

4. **Karakayali, M. Kemal, Gerard J. Foschini, and Reinaldo A.** *"Network coordination for spectrally efficient communications in cellular systems."*. London : s.n., 2006.

5. **Baynat, Bruno, and Pierre Eisenmann.**
"Towards an Erlang-like law for GPRS/EDGE network engineering." . s.l. : IEEE International Conference on. Vol. 6. IEEE,, 2004.

6. **Dahlman, Erik, Stefan Parkvall, and Johan Skold.** *4G: LTE/LTE-advanced for*

mobile broadband. s.l. :
Academic press, 2013.

**7. Zhang, Jingjing, and
Nirwan Ansari.**

*"Toward energy-
efficient 1G-EPON and
10G-EPON with sleep-
aware MAC control and
scheduling.".* 2011.