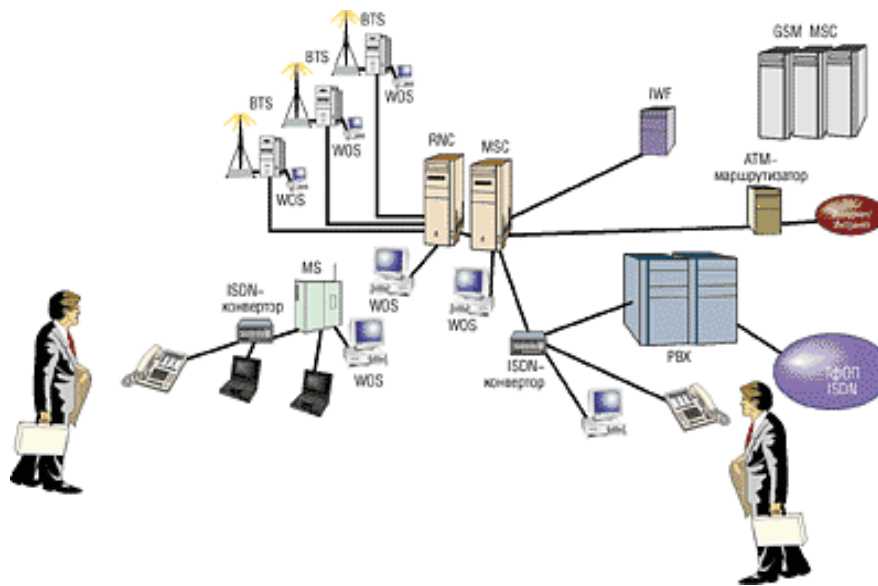


Πτυχιακή Εργασία

« Τεχνολογία WCDMA »

Επιμέλεια: Κολλιόπουλος Σταύρος



Τ.Ε.Ι ΗΠΕΙΡΟΥ

Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας
Τμήμα Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης

Εισηγητής : Αθανάσιος Λάμπρου

Άρτα 2003

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΔΙΚΤΥΑ 3G

1.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ	4
1.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ 3^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ	5
I. ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	8
II. ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	10
III. ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ	12
1.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΓΩΓΗ	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ WCDMA

2.1 ΤΥΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ WCDMA	23
2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ	23
2.3 ΒΑΣΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	24
2.4 ΦΥΣΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ	25
2.5 ΦΥΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΝΑΛΙΩΝ	25
2.5.1 UPLINK ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ	26
2.5.2 ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ DOWNLINK	27
2.5.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ DOWNLINK ΚΑΙ UPLINK	28
2.6 UPLINK ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ	28
2.7 ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ DOWNLINK	29
2.8 ΟΙ UPLINK ΔΙΑΔΙΔΟΝΤΑΣ ΚΩΔΙΚΕΣ	30
2.9 UPLINK ΚΩΔΙΚΕΣ ΑΝΑΜΕΙΞΗΣ	33
2.10 ΚΩΔΙΚΕΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ DOWNLINK	34
2.11 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ WCDMA	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΝΑΛΙΩΝ

3.1 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	36
3.2 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	37

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ
ΡΑΔΙΟ-ΔΙΚΤΥΟΥ**

4.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΡΑΔΙΟ-ΔΙΚΤΥΟ	38
4.1.1 POWER CONTROL	38
4.1.2 SOFT AND SOFTER HANDOVER	39
4.1.3 HANDOVER TO GSM	40
4.2 RADIO ACCESS NETWORK	41
4.2.1 RADIO NETWORK CONTROLLER	41
4.2.2 RADIO BASE STATION	44
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΡΑΔΙΟ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	44
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΔΙΚΤΥΑ 3^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας της κινητής τηλεφωνίας έχει γίνει με τέτοια επιτάχυνση, που δημιούργησε την ανάγκη διαφοροποίησης μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Έτσι η βιομηχανία τηλεπικοινωνιών έχει διαχωρίσει αυτές τις διαφοροποιημένες εποχές αναφερόμενη στον κοινώς αποδεκτό όρο “γενιά”. Η πρώτη γενιά συστημάτων είναι τα κυψελωτά συστήματα τα οποία τυπικά ήταν αναλογικά. Σ’ αυτήν την γενιά περιλαμβάνονται το σύστημα AMPS (Advanced Mobile Phone Systems) στην βόρεια Αμερική, το σύστημα TACS (Total access Systems) στις περισσότερες χώρες της βρετανικής κοινοπολιτείας (εκτός του Καναδά) και την Ιταλία, και τα συστήματα NMT (Nordic Mobile Telephone) 450 και 900 τα οποία ήταν δημοφιλή στις σκανδιναβικές χώρες. Αυτά τα συστήματα υπήρχαν στα τέλη της δεκαετίας του ’70 και καθ’ όλη την διάρκεια της δεκαετίας του ’80.

Στις αρχές της δεκαετίας του ’90 τα πρώτα ψηφιακά συστήματα άρχισαν να κάνουν την εμφάνιση τους. Αυτά ήταν το D-AMPS και το PCS (Personal Communication Systems) 1900 στην βόρεια Αμερική και το GSM στην Ευρώπη. Αυτά τα συστήματα από τότε αναφέρονται σαν συστήματα δεύτερης γενιάς και βρίσκονται σήμερα σε ενέργεια (είναι αξιοσημείωτο ότι στην βόρεια Αμερική καθώς και σε άλλα μέρη του κόσμου μπορούμε να βρούμε μικτές λύσεις αναλογικών συστημάτων πρώτης γενιάς και ψηφιακών συστημάτων δεύτερης γενιάς). Τα συστήματα δεύτερης γενιάς στην Ευρώπη, υφίστανται βελτιώσεις που θα τα καταστήσουν ικανά να διαχειρίζονται ευκολότερα και με μεγαλύτερη ταχύτητα δεδομένα, περιλαμβανομένων της μετάδοσης αρχείων και της εισαγωγής προηγμένων υπηρεσιών που θα κάνουν πραγματικότητα την ύπαρξη εφαρμογών όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce). Αυτή η βελτίωση θα έχει την μορφή των τεχνολογιών GPRS (General Packet Radio Services) και Edge (Enhanced Data Rate for Global Evolution), οι οποίες θα δώσουν την δυνατότητα στα υπάρχοντα συστήματα να μεταβιβάζουν δεδομένα με ταχύτητα έως 115 kb/s μέσω του GPRS και τελικά έως 384 kb/s μέσω του Edge.

Οι τεχνολογίες GPRS και Edge είναι βασισμένες στο σύστημα GSM και κοινώς αναφέρονται σαν συστήματα 2,5 γενιάς. Στο παρόν χρονικό διάστημα, οι

Operators κινητής τηλεφωνίας στήνουν την δικτυακή υποδομή των συστημάτων GPRS στην Ελληνική αγορά.

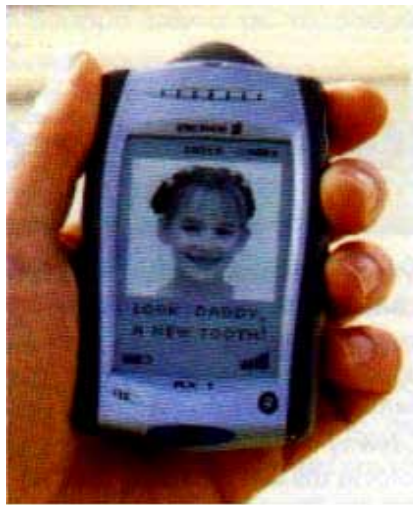
Μετά την εγκατάσταση των συστημάτων GPRS/EDGE από τους operators, το επόμενο λογικό βήμα δεν αντιπροσωπεύει πλέον μία επιμηκυνόμενη εξέλιξη των ψηφιακών δικτύων κινητής τα τηλεφωνίας αλλά μάλλον μια τεχνολογική επανάσταση που θα προσφέρει την δυνατότητα παροχής εντελώς νέων υπηρεσιών και ταχύτητας μετάδοσης των δεδομένων 100 φορές ταχύτερη από αυτή των σημερινών συστημάτων. Έτσι θα έχουμε την δυνατότητα της ταχείας μετάδοσης δεδομένων μέσω του internet, την παροχής ενοποιημένων και ευκολόχρηστων υπηρεσιών ταχυδρομείου καθώς και την ταχεία και ολοκληρωμένη μετάδοση εικόνων υψηλής ανάλυσης. Αυτά είναι τα κοινώς αποκαλούμενα δίκτυα 3^{ης} γενιάς.

1.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

Το κύριο όχημα για τα δίκτυα τρίτης γενιάς είναι η επερχόμενη σύγκλιση μεταξύ της πληροφορικής των πολυμέσων του internet και του τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Σήμερα η κυριότερη πηγή εσόδων για τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας είναι από τις φωνητικές κλήσεις και την μετάδοση σύντομων γραπτών μηνυμάτων (sms) η οποία είναι μια αρχέγονη μορφή χαμηλής ταχύτητας επικοινωνίας με αποστολή και λήψη κειμένων μέσω των τερματικών συσκευών. Η επιτυχία του SMS και των εφαρμογών που βασίζονται στο SMS (για παράδειγμα πληροφορίες για τις τιμές των μετοχών κλπ) καθώς και της ιαπωνικής τεχνολογίας i-mode (μια πιο προηγμένη και επιτυχημένη μορφή αποστολής και λήψης δεδομένων), υποδηλώνουν την ύπαρξη μίας τεραστίας αγοράς για εφαρμογές βασισόμενες στην συναλλαγή πληροφοριών μέσω κινητών συσκευών, με την προϋπόθεση ότι η υποδομή που θα τις υποστηρίξει, θα εγγυάται την ταχύτητα, την αξιοπιστία, την φιλικότητα ως προς τον χρήστη και την πρόσβαση από αυτόν στις συναλλαγές αυτές οποτεδήποτε, και η δε τιμή τους θα είναι προσιτή στο ευρύ κοινό.

Αυτές είναι οι κύριες απαιτήσεις στις οποίες βασίζεται ο σχεδιασμός ενός δικτύου 3^{ης} γενιάς. Δηλαδή τα δίκτυα 3^{ης} γενιάς προσφέρουν τα ακόλουθα :

- **Μια πλήρη ποικιλία υπηρεσιών.** Από απλή φωνητική επικοινωνία στενής ζώνης έως υπηρεσίες πολυμέσων ευρείας ζώνης σε πραγματικό χρόνο, διατηρώντας όμως τις υπηρεσίες φωνής σαν την κύρια εφαρμογή.
- **Υποστήριξη για μετάδοση πακέτων δεδομένων με υψηλή ταχύτητα και για υψηλής ταχύτητας εφαρμογές του internet.** Αυτές περιλαμβάνουν δυνατότητες εξερεύνησης του διαδικτυου , “push pull” τεχνικές, εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου, απομακρυσμένη πρόσβαση σε internets και intranets, εφαρμογές τηλεμετρίας και τοποθεσίας , καθώς και εφαρμογές ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και μετάδοσης ήχου και εικόνας (audio/video) σε πραγματικό χρόνο.



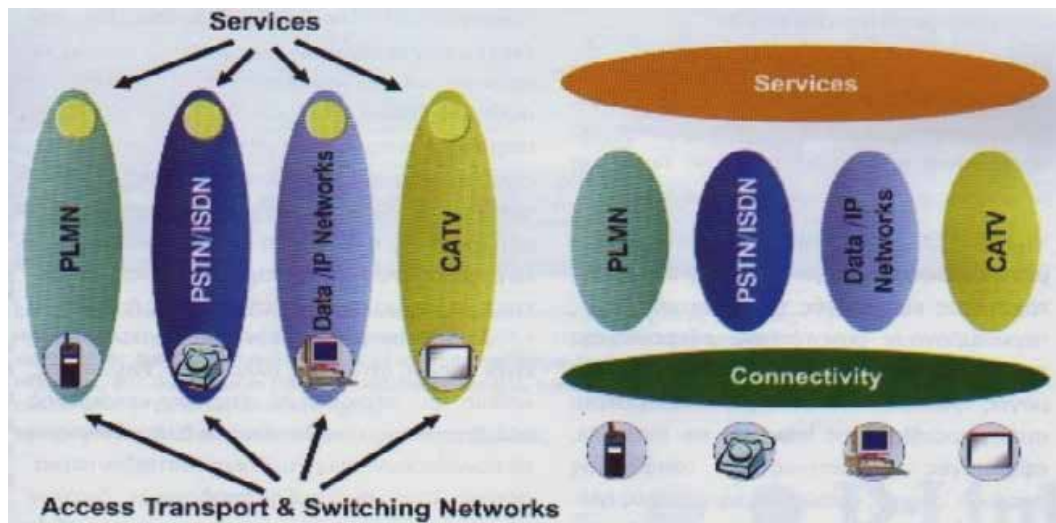
Εικόνα 1

Αυτό σημαίνει ότι τα νέα και μικρά τερματικά που είναι ήδη διαθέσιμα στην ελληνική αγορά υποστηρίζουν αυτή την νέα τεχνολογία.(Εικόνα 1).

1.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ 3^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ.

Οι σημερινές τεχνολογίες 2^{ης} και 2.5 γενιάς βασίζονται στην αποκαλούμενη αρχιτεκτονική κάθετου τύπου. Πιο συγκεκριμένα τα σημερινά τηλεπικοινωνιακά και πληροφοριακά δίκτυα είναι αυτόνομα και έχουν τα δικά τους “ιδιόκτητα” χαρακτηριστικά και λειτουργικότητα και απαιτούν διαφορετικές τεχνολογίες διεπαφής (interface) για να επικοινωνούν μεταξύ τους. Εάν εστιάσουμε στην τηλεπικοινωνιακή υποδομή η οποία βασίζεται σε δικτυακούς κόμβους που αποκαλούνται “μεταγωγείς” (switches), αυτοί οι μεταγωγείς συμβιβάζουν τον έλεγχο του δικτύου (δηλαδή την λογική που απαιτείται για τις

αποφάσεις σχετικά με την διαχείριση μίας κλήσης), τον έλεγχο της σύνδεσης (δηλαδή πως αυτοί οι μεταγωγείς συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους) καθώς και τον έλεγχο των υπηρεσιών / εφαρμογών , καθώς το software και το hardware για την εκτέλεση συγκεκριμένων εφαρμογών τα οποία είναι εγκαταστημένα σ' αυτούς τους μεταγωγείς μαζί με τις απαραίτητες πληροφορίες για τους συνδρομητές του δικτύου. Το σύνολο αυτών των μεταγωγέων, η σύνδεση μεταξύ τους και το λογισμικό ελέγχου απαρτίζουν ένα συγκεκριμένο δίκτυο (κινητής τηλεφωνίας ή άλλο).(Εικόνα 2)



Εικόνα 2

Ο λόγος για τον τύπο αυτόν της αρχιτεκτονικής είναι κυρίως ιστορικός αλλά και τεχνολογικός , καθώς οι περιορισμοί της συγκεκριμένης εποχής που αυτά τα δίκτυα (και τα στάνταρ που τα συνοδεύον) αναπτύχθηκαν , εστίαζαν περισσότερο στην ανάπτυξη αποδοτικών δικτύων φωνητικής επικοινωνίας που εγγυούνται αξιόπιστης διασύνδεσης μεταξύ τους, παρά στις υπηρεσίες πολυμέσων. Με τον ίδιο τρόπο, άλλοι τύποι δικτύων ,όπως αυτά που εστιάζουν στην αξιόπιστη ανταλλαγή πληροφοριών (π.χ x.25), η τα συγκεκριμένα τύπου εφαρμογής μέσων (π.χ CATV), αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα , με τα δικά τους στάνταρ και ποιότητα υπηρεσιών (Quality of service), καθιστώντας την αρχική σύγκλιση δύσκολη αν όχι αδύνατη, περιορίζοντας τις οικονομίες κλίμακας σε περιπτώσεις που η ζήτηση απαιτεί διαφορετικά δίκτυα συνεργαζόμενα μεταξύ τους (π.χ video on demand και οπτικοακουστική συζήτηση μέσω ενός κοινού τηλεφωνικού δικτύου και ενός τερματικού πρόσβασης όπως η τηλεόραση).

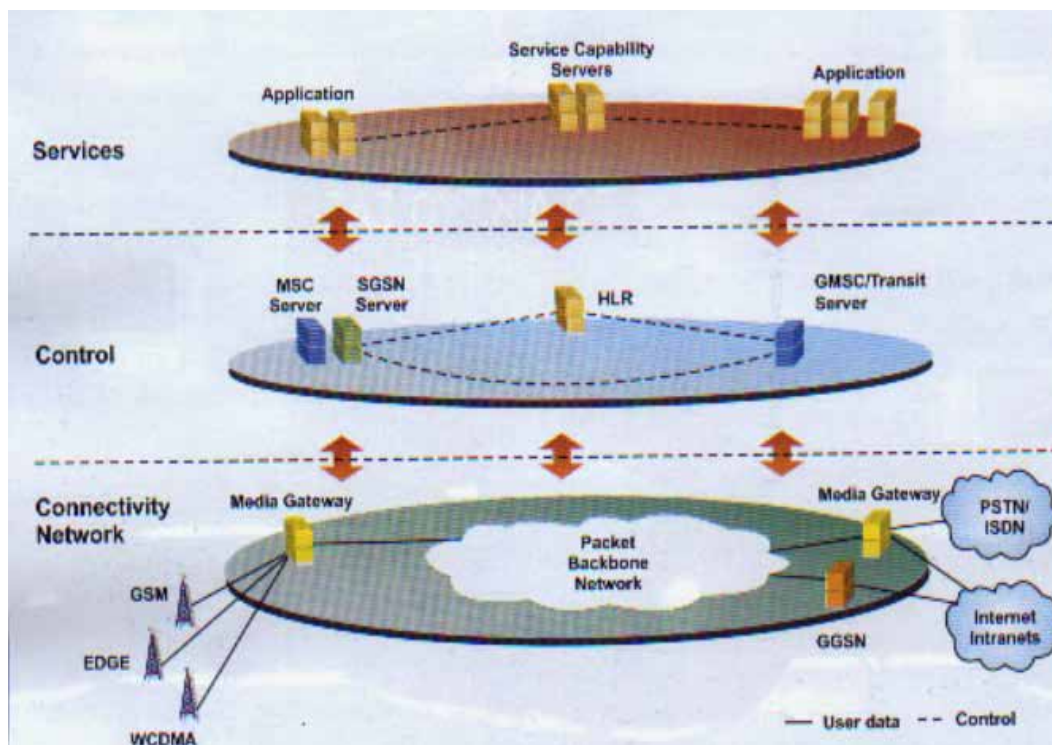
Επιπροσθέτως εκτός του περιορισμού της ποικιλίας των χαρακτηριστικών που θα ήταν το αποτέλεσμα της συνέργειας της κατάλληλης σύγκλισης μεταξύ των

τεχνολογιών προς τον τελικό χρήστη, η κάθετη προσέγγιση κατέστησε την διαχείριση και την εξέλιξη του δικτύου δύσκολη, αφού η εισαγωγή τεχνολογικών βελτιώσεων συχνά σήμαινε την ξεχωριστή ενημέρωση κάθε κόμβου.

Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα σε κάποιες περιπτώσεις να επηρεάζονται μέρη του δικτύου που δεν είχαν καμία σχέση με αυτή την τεχνολογική καινοτομία κάτι που μπορεί να είναι χρονοβόρο εάν το δίκτυο αποτελείται από 500 διαφορετικούς κόμβους διεσπαρμένους σε γεωγραφικές αποστάσεις όπως είναι κάποιες δικτυακές τοπολογίες στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Για την διευκόλυνση των περιπτώσεων που αναφέρονται παραπάνω, ένας οριζόντιο σκεπτικό (concert) έχει ξεχωρίσει και είναι αυτό που θα επικρατήσει στα δίκτυα 3^{ης} γενιάς. Το σκεπτικό (concert) του οριζόντιου δικτύου αποτελείται από τα ακόλουθα δικτυακά στρώματα (επίπεδα). (Εικόνα 3).

- Το στρώμα εφαρμογών.
- Το στρώμα έλεγχου του δικτύου.
- Το στρώμα της διασύνδεσης των δικτύων.



Εικόνα 3. Στρώματα δικτύου 3G

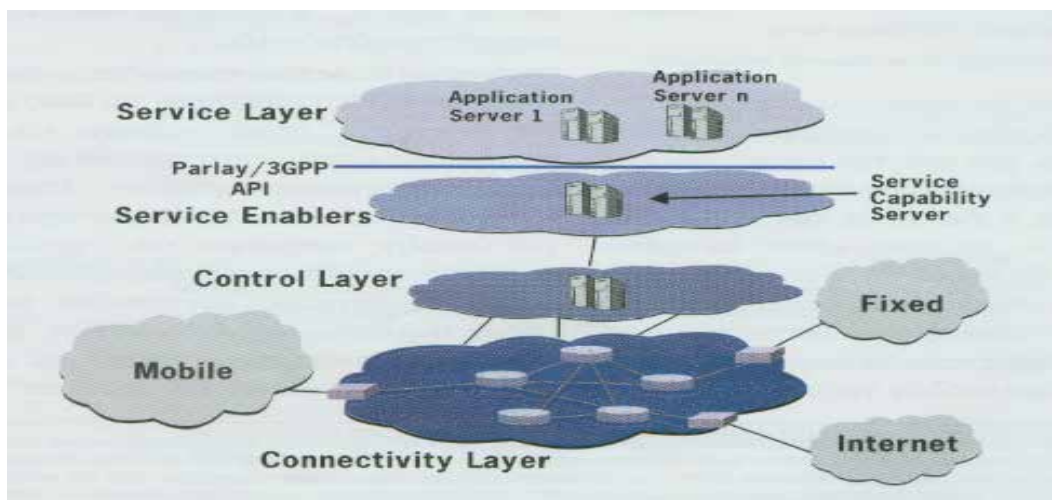
Αυτά τα στρώματα είναι χωρισμένα μεταξύ τους όσον αφορά την λειτουργικότητα την εξέλιξη και τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω πιστοποιημένων πρωτοκόλλων.

Αυτό επιτρέπει σε κάθε στρώμα να εξελίσσεται ανεξάρτητα από τα άλλα στρώματα κάνοντας έτσι χρήση των καλύτερων διαθέσιμων τεχνολογιών σε κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο καθιστώντας εφικτό το σκεπτικό της σύγκλισης των πληροφοριών.

ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

Το στρώμα εφαρμογών αναλαμβάνει τον κύριο ρόλο να προσφέρει στην βάση πελατών, λειτουργίες / υπηρεσίες που βασίζονται στις ανάγκες αυτών, και θα μπορούν να είναι προσπελάσιμες ανεξαρτήτως τοποθεσίας, λειτουργικότητας και επίπεδο υπηρεσιών από ένα home network ή μέσω roaming. Αυτή η δυνατότητα κοινώς αναφέρεται σαν "virtual home environment – (VHE)".

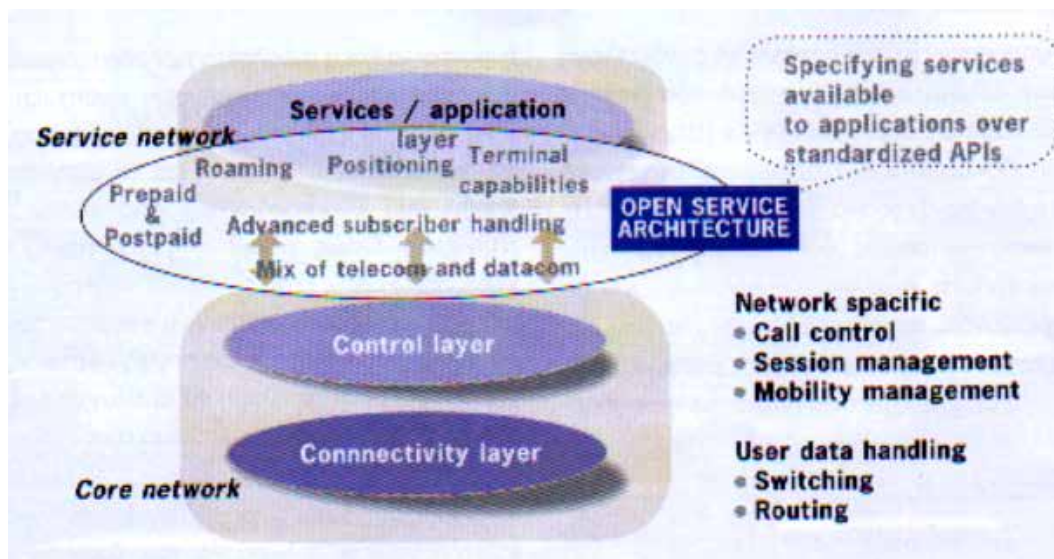
Οι εικόνες 4,5 δείχνουν λεπτομερώς την αρχιτεκτονική του στρώματος εφαρμογών και του υπάρχοντος δικτύου υπηρεσιών. Όπως φαίνεται στις εικόνες, το στρώμα εφαρμογών αποτελείται από έναν αριθμό servers που ο καθένας "στεγάζει" μία συγκεκριμένη εφαρμογή η οποία θα "τρέξει" σ' όλο το φάσμα του δικτύου 3^{ης} ΓΕΝΙΑΣ. Το στρώμα εφαρμογών διεφάπτεται με τους service capability servers που παρέχουν υπηρεσίες και καθιστούν δυνατή την παροχή υπηρεσιών (service enablers), (εικόνα 5). Αυτοί οι service capability servers προστατεύουν το στρώμα υπηρεσιών από παραμέτρους που σχετίζονται με το δίκτυο, καθιστώντας το στρώμα αυτό "γενικό", απλοποιώντας έτσι την ανάπτυξη εφαρμογών και συγχρόνως επικαλύπτοντας πρωτόκολλα που σχετίζονται με το δίκτυο και παρέχουν την σύνδεση τόσο με δίκτυα μεταγωγής κυκλωμάτων όσο και με τα δίκτυα μεταγωγής πακέτων.



Εικόνα 4. Στρώμα Εφαρμογών

Επιπροσθέτως οι service capability servers προστατεύουν το δίκτυο κορμού από κακή χρήση μέσω καταλλήλων διανεμημένων "firewalls".

Λειτουργίες όπως "mobile positioning", "over – the air activation", "camel" υποστήριξη για δίκτυα μεταγωγής, καθώς και για υποστήριξη του WAP, "Multi – Message Streaming" και " mobile e-pay", εδρεύουν στους service capability servers και καθιστούν δυνατή την παροχή υπηρεσιών για οποιαδήποτε εφαρμογή /server εφαρμογών που διεφάπτονται κατάλληλα με τους απαιτούμενους service capability servers.



Εικόνα 5.

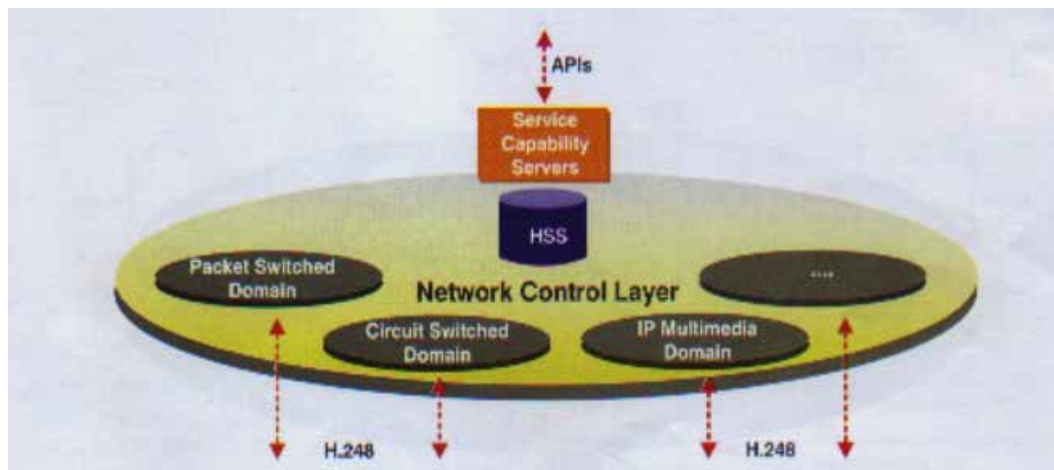
Η αποδοτικότερη επικοινωνία μεταξύ του στρώματος υπηρεσιών και των υφισταμένων service capability servers, οφείλεται στο concept του Open Service Architecture (OSA). Το OSA ορίζει ένα πλαίσιο πρόσβασης συγκεκριμένων πόρων του δικτύου μέσω διάφορων API's ανοιχτών στάνταρ, όπως ορίζεται στο 3GPP (παράδειγμα: Parlay). Αυτό το πλαίσιο επιτρέπει οποιαδήποτε εφαρμογή τρίτου κατασκευαστή να χρησιμοποιήσει τους πόρους υποστήριξης που διατίθενται από τα εργαλεία που καθιστούν δυνατή την παροχή υπηρεσιών τα οποία εδρεύουν στους service capability servers και εκτελούν διάφορες λειτουργίες όπως πιστοποίηση, πρόσβαση / εξουσιοδότηση, ανακάλυψη υπηρεσιών, καταγραφή υπηρεσιών κλπ... καθώς επίσης και δυνατότητες που σχετίζονται με τον έλεγχο των κλήσεων και την συνδιαλλαγή των χρηστών.

Τέλος η αρχιτεκτονική του στρώματος υπηρεσιών πρέπει να διευκολύνει την παροχή περιβάλλοντος εξατομίκευσης των υπηρεσιών, ανεξαρτήτως του τύπου πρόσβασης, που συσχετίζει τις υπηρεσίες με τις συνδρομές και ορίζει την συμπεριφορά και παρουσίαση αυτών των υπηρεσιών με την κατάλληλη συνδιαλλαγή με τον πελάτη σ' όλο το φάσμα του δικτύου (VHE).

Δηλαδή, εξατομικευμένες πληροφορίες θα αποθηκεύονται σαν προφίλ χρήστη και θα υπάρχουν κανόνες για τον τρόπο που οι ζητούμενες υπηρεσίες θα εμφανίζονται στον τελικό χρήστη, πως θα προσφέρονται και θα διαχειρίζονται, σε ποιο μέρος του δικτύου των υπηρεσιών θα εδρεύουν (π.χ σε portal) και την αντεπίδραση τους με τις σχετικές εφαρμογές.

ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Το ΕΕΔ περιέχει όλες τις λειτουργίες που χρειάζονται για να παρέχει απροσδόκητες και υψηλού επιπέδου λειτουργίες ανεξάρτητα από τους τύπους των δικτύων. Αυτοί οι διαφορετικοί τύποι των δικτύων μπορούν να χαρακτηριστούν σαν ένα σύνολο από περιοχές (domains), όπου κάθε περιοχή περιέχει τους συγκεκριμένους κόμβους ελέγχου για το δίκτυο. Ορισμένες από τις περιοχές που βλέπουμε εικόνα 6, είναι η παραδοσιακή περιοχή μεταγωγής κυκλώματος, βασισμένη στην τεχνολογία GSM, που χρησιμοποιεί σηματοδοσία ISUP. Επίσης φαίνεται η περιοχή μεταγωγής πακέτων βασισμένη στην τεχνολογία GPRS και η περιοχή Διαδικτυακών Πολυμέσων (Internet Multimedia) που εισάγεται στην έκδοση 2000 της 3GPP. Άλλες περιοχές μπορούν επίσης να υπάρχουν όπως Σταθερή Πρόσβαση, Καλωδιακή Τηλεόραση, κλπ.



Εικόνα 6. Στρώμα Ελέγχου

Γενικά, το ΕΕΔ περιέχει ένα αριθμό από δικτυακούς κόμβους ελέγχου διαφορετικών τύπων. Αυτοί οι κόμβοι ελέγχου είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο, για παράδειγμα, της κινητικότητας των συνδρομητών, έναρξης και διεκπεραίωσης κλήσεων και άλλων παρόμοιων λειτουργιών. Αυτές οι περιοχές μπορούν να ανήκουν είτε εξ' ολοκλήρου σε έναν operator είτε σε διαφορετικό.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΝΑΣ ΚΟΜΒΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ;

Ένας κόμβος ελέγχου είναι ένα στοιχείο του δικτύου που ανήκει στο ΕΕΔ. Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, το ΕΕΔ μπορεί να έχει διάφορες περιοχές και ένας κόμβος ελέγχου, τυπικά ανήκει σε μία περιοχή μόνο. Οι κόμβοι ελέγχου επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω πρωτοκόλλων όπως BICC, GTP-C, SIP και MAP. Επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών περιοχών υπάρχει, μπορεί όμως να θεωρηθεί σαν εξαίρεση στον κανόνα.

Ένας κόμβος ελέγχου έχει μόνο τον έλεγχο μιας κλήσης, όχι την σχετική πληροφορία (user plane streams). Αυτή βρίσκεται μόνο στο ΕΔ και οι κόμβοι ελέγχου ενεργούν επάνω της μέσω του πρωτοκόλλου ελέγχου GCP.

Ο MSC Server βασίζεται στην περιοχή μεταγωγής κυκλώματος και χειρίζεται λειτουργίες σχετικές με υπηρεσίες μεταγωγής κυκλώματος μεταξύ του ραδιοδικτύου και του δικτύου κορμού. Ο MSC Server έχει τις εξής κύριες κοινές λειτουργίες για UMTS και GSM:

- Call Control and related Supplementary Services, CAMEL and IN Services, Roaming, Handover, Media Gateway Control Function, Integrated VLR and Subscriber Data Management και Control Signaling.

Επιπλέον αυτών των λειτουργιών ο MSC Server μπορεί επίσης να έχει τις λειτουργίες των GMSC Server και TSC Server.

Στην περιοχή μεταγωγής πακέτων υπάρχει ο λογικός SGSN Server. Σε αυτό το επίπεδο δεν έχει ακόμα υλοποιηθεί ο φυσικός διαχωρισμός σε Server και Media Gateway, καθώς ακόμα δεν έχει τυποποιηθεί από την 3GPP. Ας σημειώσουμε επίσης ότι το GGSN θεωρείται ένα στοιχείο του δικτύου που χειρίζεται κατά κύριο λόγο πληροφορία (user plane stream) και για αυτό το λόγο βρίσκεται στο ΕΔ σαν ειδικευμένο Media Gateway.

Ο λογικός SGSN Server βρίσκεται στην περιοχή μεταγωγής πακέτων και χειρίζεται λειτουργίες σχετικές με υπηρεσίες μεταγωγής πακέτων μεταξύ του

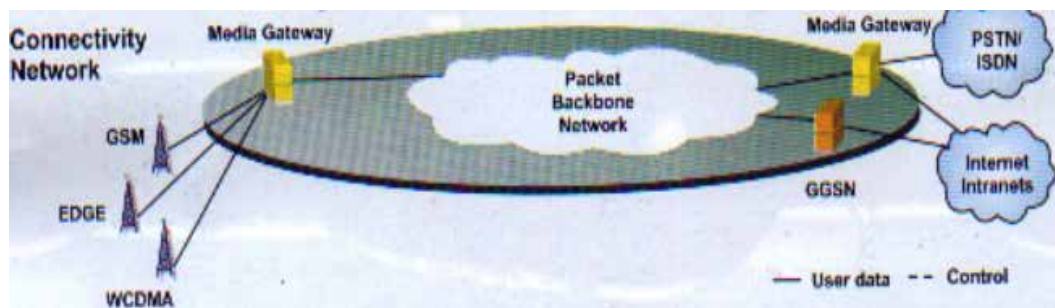
ραδιοδικτύου και του δικτύου κορμού. Ο λογικός SGSN Server έχει τις εξής κύριες κοινές λειτουργίες για UMTS και GPRS.

- Session Management, Mobility Management, Domain Name Server (DNS) Cache, GGSN Interface, Map and Ranap/Bssgp Control Signaling και User plane handling.

Ο CSCF Server βρίσκεται σε αυτή την περιοχή και χειρίζεται κλήσεις Πολυμέσων (multimedia calls) χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο SIP (Session Initiation Protocol). Το SIP είναι ένα πρωτόκολλο ελέγχου εφαρμογών για την δημιουργία, τροποποίηση και τερματισμό κλήσεων με έναν ή περισσότερους συμμετέχοντες. Αυτές οι κλήσεις μπορεί να είναι κλήσεις Πολυμέσων, κλήσεις συνδιασκέψεων ή διαμοιρασμών (conferences or distributions), όπως επίσης και “κανονικές” τηλεφωνικές κλήσεις. Καθώς ο ορισμός του CSCF Server είναι ακόμα υπό συζήτηση στην 3GPP, αυτή η περιγραφή αντανακλά το τωρινό καθεστώς.

ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ

Το Επίπεδο Διασύνδεσης (ΕΔ)(Εικόνα 7) είναι καθαρά ένας μηχανισμός μεταφοράς ικανός να μεταφέρει κάθε είδους πληροφορία (φωνής, δεδομένων κλπ), ενώ ταυτόχρονα παρέχει το απαιτούμενο QoS για να ικανοποιήσει τους χρήστες αλλά και τις εφαρμογές που υπάρχουν στο δίκτυο. Ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες : **Κορμού (core)** και **Άκρης (Edge)**, όπως φαίνεται στην εικόνα 8.



Εικόνα 7. Επίπεδο Διασύνδεσης

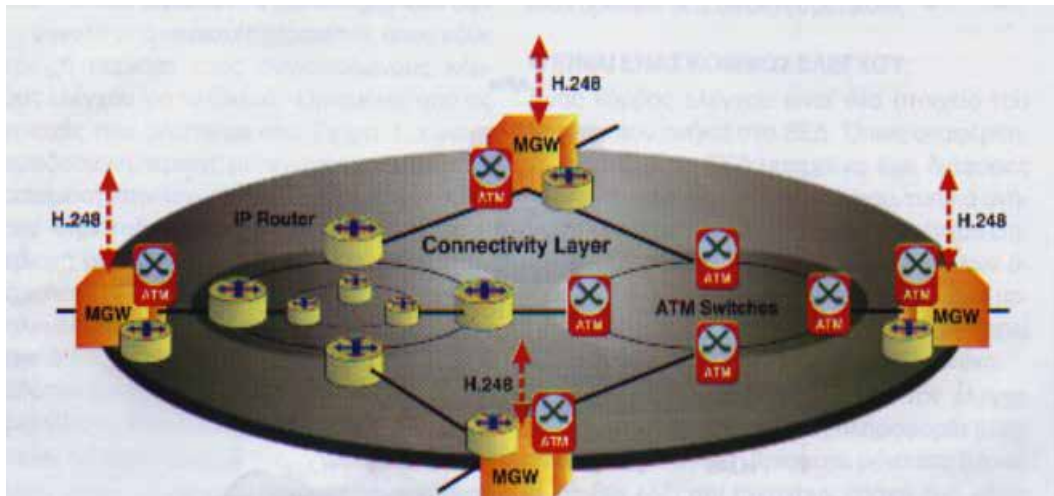
Ο εξοπλισμός κορμού μεταφέρει συγκεκριμένη κίνηση μεταξύ κόμβων στην άκρη του Δικτύου. Είναι συνήθως ένας backbone router ή ένας backbone switch που χειρίζεται την κίνηση είτε βασισμένος σε πολύ απλές αρχές

κατηγοριοποίησης είτε ο operator προκαθορίζει αυτές τις αρχές στον εξοπλισμό κορμού χρησιμοποιώντας για παράδειγμα traffic engineering.

Ο εξοπλισμός άκρης παρέχει single bit-pipes με την ικανότητα, πρώτον να εγγυάται την κατάλληλη Ποιότητα Υπηρεσίας Επικοινωνίας (QoS) και δεύτερον να συγκεντρώνει συγκεκριμένες πληροφορίες και στατιστικά με σκοπό αυτά να χρησιμοποιηθούν για χρεωστικούς και λογιστικούς σκοπούς. Ο εξοπλισμός άκρης είναι τυπικά ένα Media Gateway (MGW), το οποίο λειτουργεί κάτω από τον πλήρη έλεγχο των κόμβων ελέγχου που βρίσκονται στο ΕΕΔ. Επιπλέον το MGW μπορεί να χειριστεί τη ροή πληροφορίας (bit-stream) που διέρχεται από αυτόν, για παράδειγμα κωδικοποιώντας / αποκωδικοποιώντας την φωνή ή προσφέροντας μετατροπή μεταξύ πρωτοκόλλων σε διαφορετικές τεχνολογίες μεταφοράς. Αυτοί οι χειρισμοί είναι επίσης κάτω από τον συνεχή έλεγχο των κόμβων ελέγχου (Servers) που βρίσκονται στο ΕΕΔ. Ο δι' αποστάσεως έλεγχος των MGWs γίνεται με τη βοήθεια ενός συγκεκριμένου πρωτοκόλλου που ονομάζεται Gateway Control Protocol (GCP).

Είναι τυποποιημένο στην ITU-T σαν H.248 και στην IETF σαν RFC 2885. Το GCP είναι ένα βασικό πλαίσιο σηματοδότησης και μια λογική εικόνα του μοντέλου εσωτερικής σύνδεσης, με σκοπό να επιτρέπει έλεγχο εκ του μακρόθεν. Εντούτοις, διαφορετικοί τύποι Media Gateway πιθανόν να έχουν υλοποιηθεί σε εξοπλισμό (hardware) που έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Αυτές οι διαφοροποιήσεις μπορούν να καλυφθούν από το πρωτόκολλο, καθότι αυτό επιτρέπει επιλεγμένες ιδιότητες, γεγονότα και σήματα (optional Properties, Events and Signals) να πραγματοποιούνται στα MGWs με σκοπό να επιτευχθεί διασυνεργασία μεταξύ Servers και Media Gateway. Τέτοιες επιλογές είναι συγκεντρωμένες σε πακέτα (Packages) που επεκτείνουν το βασικό πρωτόκολλο GCP. Ένας Server μπορεί να “εξετάσει” ένα Media Gateway για να καταλάβει ποια πακέτα έχει αυτό το Media Gateway υλοποιημένα. Αυτός ο έλεγχος μέχρι το bit-stream, επιτρέπει στην πληθώρα των υπηρεσιών και των εφαρμογών που βρίσκονται στις διάφορες περιοχές του ΕΕΔ να ολοκληρώνονται μέσω ενός κοινού ΕΔ. Την ίδια στιγμή οι υπηρεσίες και οι εφαρμογές γίνονται ανεξάρτητες από την τεχνολογία μεταφοράς που υπάρχει στο Δίκτυο, τεχνολογία η οποία άλλωστε μπορεί να διαφοροποιείται μέσα στο ίδιο Δίκτυο ή να εξελίσσεται/αλλάζει με τον χρόνο.

Λύσεις για το ΕΔ μπορούν να βασιστούν σε τεχνολογίες μεταφοράς όπως το ATM ή το IP (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Το Επίπεδο Διασύνδεσης βασισμένο σε ATM και /ή IP

Είναι γενικά αποδεκτό ότι τελικά ο ρόλος του ATM ως τεχνολογία μεταφοράς θα μειώνεται και το IP θα είναι η ευρέως προτιμώμενη και χρησιμοποιούμενη τεχνολογία μεταφοράς. Οι λύσεις όσον αφορά το UMTS είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε ο operator να μπορεί να διαλέξει ποια τεχνολογία μεταφοράς προτιμά αλλά ταυτόχρονα να μπορεί να μεταφερθεί σε άλλη χωρίς να υπάρχουν τεχνικά ζητήματα κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Ας πούμε λοιπόν και λίγα λόγια για το Media Gateway (MGW), μια και αυτός ο νέος κόμβος έχει σημαντικότατο ρόλο μέσα στην νέα αρχιτεκτονική του Δικτύου. Ο Media Gateway βρίσκεται στο ΕΔ, στα σημεία διασύνδεσης μεταξύ διαφορετικών δικτύων. Ελέγχεται πλήρως από MSC Servers μέσω του πρωτοκόλλου H.248. Ο Media Gateway έχει ως αντικείμενο να προσαρμόζει το δίκτυο πρόσβασης (access network) προς το δίκτυο κορμού. Προσαρμογή χρειάζεται στους ακόλουθους τομείς:

- Μετατροπή από ATM σε IP ως τεχνολογία μεταφοράς.
- Μετατροπή από QoS βασισμένο σε ATM (constant bit rate), σε QoS βασισμένο σε IP, χρησιμοποιώντας DiffServ.

- Μετατροπή του μηχανισμού πλαισίωσης (framing mechanism) που χρησιμοποιείται στην Iu διεπαφή προς την τυποποιημένη πλαισίωση IP βασισμένη σε RTP.
- Για να επιτρέψει traffic engineering στο δίκτυο κορμού, το Media Gateway πρέπει να διαλέξει ένα κατάλληλο δρόμο MPLS προς τον τελικό προορισμό. Το MPLS είναι ένας μηχανισμός προώθησης δευτέρου επιπέδου που χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό source routing στον εξοπλισμό άκρης και label substitution στους routers κορμού για να συμπληρώσει την IP δρομολόγηση με traffic engineering.

Το ΕΔ επιτρέπει στους operators να διαλέξουν την τεχνολογία μετάδοσης όπως καλύτερα εξυπηρετούνται οι ανάγκες τους, ανεξάρτητα αν αυτή είναι ATM, IP, TDM ή μια μίξη αυτών. Το MGW είναι η λύση που προσφέρει τα παραπάνω μοναδικά πλεονεκτήματα.. Έχει σχεδιαστεί με γνώμονα τις τωρινές ανάγκες αλλά καλύπτει και τις μελλοντικές, καθώς είναι σχεδιασμένο έχοντας ως τελικό στόχο τα “ΑΠ-IP” δίκτυα του μέλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εσωτερικό σχεδιασμό του (ενσωματωμένος real-time IP router και ATM/AAL2 switch) καθώς και με την εκτεταμένη υποστήριξη μηχανισμών QoS και traffic engineering. Στο μέλλον, το ίδιο Media Gateway μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει υπηρεσίες διασύνδεσης σε δίκτυα UMTS αλλά και σε δίκτυα GSM.

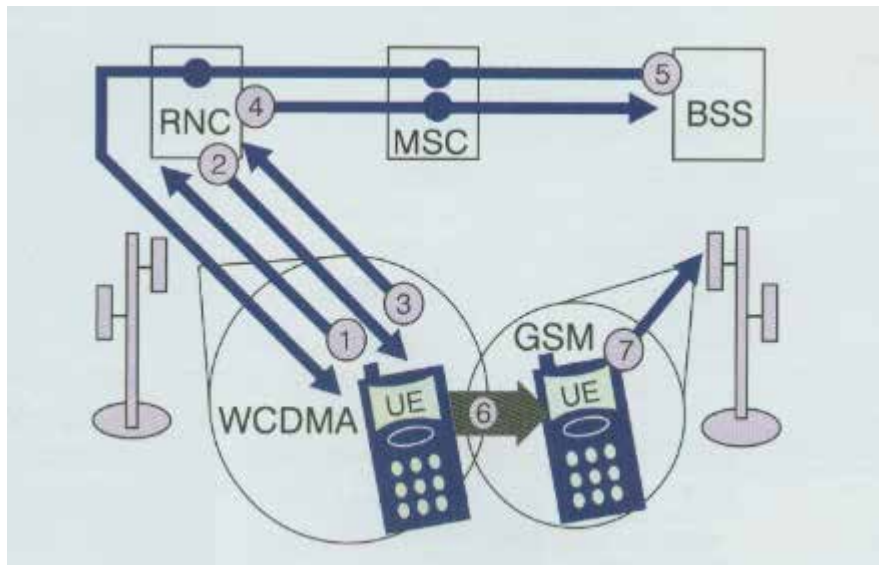
1.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΓΩΓΗ

Κατά την μεταγωγή από τα δίκτυα 2G σε 3G δημιουργήθηκαν ορισμένα προβλήματα. Το πιο σημαντικό από αυτά ήταν το πρόβλημα του Handover δηλ. η εισαγωγή στα 3G εξαρτάται από την ικανότητα εναλλαγής μεταξύ συστημάτων 3G WCDMA και 2G GSM . Το πρότυπο WCDMA είναι σχεδιασμένο για να υποστηρίζει τη διαλειτουργικότητα με το GSM.

Πρόσφατα παρουσιάστηκε η δυνατότητα Handover μεταξύ WCDMA και GSM τα αποτελέσματα μίας δεκαετίας εργασιών και έρευνας και ανάπτυξης, για την δημιουργία προτύπων που συμπεριλάμβαναν την ανάπτυξη μίας πατενταρισμένης λύσης εντός των πλαισίων του οργανισμού προτυποποίησης 3GPP για το WCDMA.

Η λύση, η οποία ονομάζεται "λειτουργία συμπίεσης" (compressed mode), επιτρέπει σε τηλέφωνα WCDMA να μετρούν το σήμα σε κυψέλες GSM, χωρίς να διαθέτουν πρόσθετο δέκτη. Στο GSM, το οποίο βασίζεται σε timeslots, το τηλέφωνο χρησιμοποιεί κενά timeslots.

Επειδή το WCDMA δεν διαθέτει timeslots είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα κενό στη συνεχή ροή των πλαισίων δεδομένων. Αυτό επιτυγχάνεται αλλάζοντας έναν κωδικό ευρέως φάσματος ενώ ταυτοχρόνως διπλασιάζεται ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (και η ισχύς μετάδοσης) για την παραγωγή πλαισίων (frame) που, για παράδειγμα είναι διάρκειας πέντε milliseconds αντί των 10 και από τα οποία προηγούνται αλλά και ακολουθούν περισσότερα δεδομένα.



Εικόνα 9. Ακολουθία σημάτων για το handover από WCDMA σε GSM

Σε ένα δίκτυο WCDMA, όλες οι κλήσεις πραγματοποιούνται στην ίδια συχνότητα και διαχωρίζονται μεταξύ τους από κωδικούς. Για να αυξηθεί η χωρητικότητα του δικτύου, ο πάροχος μπορεί να χρησιμοποιήσει δύο συχνότητες. Τα Handovers τότε είναι είτε soft, χρησιμοποιώντας την ίδια συχνότητα, είτε hard, όταν εμπλέκονται δύο συχνότητες. Τα hard Handovers χρησιμοποιούνται για την μετάβαση από WCDMA σε GSM.

Η μετάβαση από WCDMA σε GSM απαιτεί αρκετά βήματα. Η συσκευή του χρήστη (UE, User Equipment) σε μία κυψέλη WCDMA εντοπίζει ότι το σήμα εξασθενεί. Εξαιτίας όμως του ό,τι το υπάρχον δίκτυο GSM προσφέρει καλύτερη κάλυψη, θα υπάρχουν αρκετές κυψέλες GSM σε κοντινή απόσταση.

Το RNC που ελέγχει το σταθμό βάσης στο δίκτυο WCDMA, λαμβάνει πληροφορία από τη συσκευή του χρήστη ότι η σύνδεση αποτυγχάνει και στέλνει εντολές στη συσκευή να χρησιμοποιήσει την λειτουργία συμπίεσης. Η συσκευή του χρήστη αρχίζει τότε να παρακολουθεί τις κυψέλες του GSM, βρίσκει κάποια που να έχει σήμα ικανοποιητικής έντασης και επιστρέφει μία αναφορά της εύρεσης αυτής στο RNC. Το RNC τότε ενημερώνει το σύστημα του σταθμού βάσης στο δίκτυο GSM, το οποίο διαθέτει πόρους για Handover και στέλνει εντολές για GSM Handover στην συσκευή του χρήστη μέσω του Κέντρου Μεταγωγής Κινητής τηλεφωνίας (MSC, Mobile Switching Center) και του RNC που εμπλέκονται στη διαδικασία. Το τηλέφωνο αλλάζει λειτουργία από WCDMA σε GSM και συνδέεται στην κυψέλη GSM. Το Handover επιβεβαιώνεται με πρόσθετα σήματα μεταξύ των κόμβων.

Ένα άλλο σημαντικό θέμα είναι η διαλειτουργικότητα : Ο εξοπλισμός από διαφορετικούς προμηθευτές πρέπει να είναι συμβατός ώστε να εξασφαλίζεται άριστη συνεργασία στο δίκτυο. Πολλές εταιρείες κινητής τηλεφωνίας έχουν αρχίσει και συνεργάζονται με τους προμηθευτές τηλεφώνων για να εξασφαλίσουν μια μεγάλη γκάμα συσκευών όταν οι πάροχοι θα ξεκινήσουν την διάθεση των υπηρεσιών τους. Έχουν αναπτυχθεί προτυποποιημένες προδιαγραφές συσκευών, καθώς και ένα πρόγραμμα πιστοποίησης στο πλαίσιο του 3GPP και του Παγκόσμιου Forum Πιστοποίησης, και έχουν γίνει εξαντλητικές δοκιμές σε περιβάλλοντα εργαστηρίου και στα δίκτυα των παροχών, πριν αυτά χρησιμοποιηθούν για πλήρη εμπορική εκμετάλλευση.

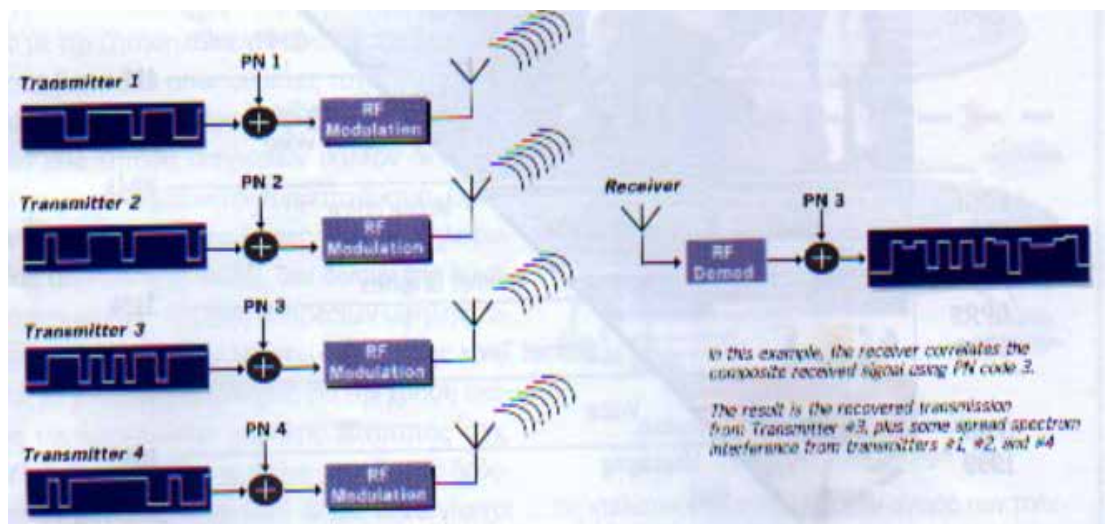
Από την πλευρά των συστημάτων, είναι σε πλήρη εξέλιξη οι εργασίες ολοκλήρωσης πολλαπλών προμηθευτών σε υπάρχοντα δίκτυα. Το πρώτο Ευρωπαϊκό εμπορικό δίκτυο 3G, που λειτούργησε η Mobilkom στην Αυστρία τον Σεπτέμβριο, ήταν επίσης και το πρώτο δίκτυο όπου εξοπλισμός από διαφορετικούς προμηθευτές ολοκληρώθηκε από την αρχή, αποδεικνύοντας έτσι ότι υπάρχει ένα αξιόπιστο πρότυπο 3G με υψηλή ποιότητα λειτουργίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ WCDMA

Το WCDMA έχει επιλεγεί από το ETSI ως η τεχνολογία ράδιο-πρόσβασης (radio access) , που θα χρησιμοποιηθεί για τις υπηρεσίες πολυμέσων υψηλής ταχύτητας της 3^{ης} ΓΕΝΙΑΣ ενώ συγχρόνως προσφέρει βελτιωμένες υπηρεσίες φωνής. Τυπικά το WCDMA θα “τρέξει” σαν μία υπηρεσία ευρείας περιοχής σε ένα ζευγάρι FDD συχνοτήτων όπου τα 1920-1980 MHz χρησιμοποιούνται για την κατεύθυνση ανόδου, και τα 2110-2170 MHz για την κατεύθυνση καθόδου της σύνδεσης. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε ένα εύρος ζώνης 60 MHz και αν υπολογίσουμε ότι παίρνουμε 5 MHz ως το απαιτούμενο εύρος ζώνης για υπηρεσίες δεδομένων υψηλής ταχύτητας, τότε μπορούμε να έχουμε 12 διαφορετικές ζώνες που μπορούν να κατανεμηθούν στις υπηρεσίες 3^{ης} ΓΕΝΙΑΣ. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα έχουμε κατανεμημένες 9 τέτοιες ζώνες για μελλοντική χρήση. Θα πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι η τεχνολογία TD/CDMA, έχει επιλεγεί για ιδιωτικές, κλειστές υπηρεσίες στις αζευγάρωτες TDD συχνοτήτες των 2010-2025 MHz (και μπορούν επίσης να περιλάβουν τα 1900-1920 MHz).

Τα σημερινά δίκτυα που βασίζονται στην τεχνολογία TDMA (συμπεριλαμβανομένων των AMPS/D-AMPS δικτύων της Βόρειας Αμερικής, και το δίκτυο GSM), βασίζονται στην ιδέα του διαχωρισμού του ράδιο-φάσματος σε ζώνες συχνότητας που κατόπιν χωρίζουν αυτές τις ζώνες σε χρόνο-θυρίδες προς χρήση, ώστε ένα σετ από χρόνο-θυρίδες να κατανέμεται σε κάποιο συγκεκριμένο συνδρομητή. Το GPRS λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο, με την εξαίρεση όμως (με βάση τη μορφή πρόσβασης που χρησιμοποιείται) ότι ένα σετ από ομαδοποιημένες χρόνο-θυρίδες, μπορούν να μοιραστούν μεταξύ ενός ή περισσότερων συνδρομητών συγχρόνως κατά περιορισμένο τρόπο (in a limited way). Παρεμπιπτόντως, τα συστήματα 2G και 2.5G, βασίζουν την επικοινωνία τους στην ιδέα του λόγου σήματος προς θόρυβο (S/N, bit error rate), το οποίο σημαίνει ότι όσο πιο δυνατό είναι το σήμα τόσο λιγότερος θα είναι ο θόρυβος, και στην ιδέα του σχεδιασμού της κυψέλης που βασίζεται στο ό,τι δύο γειτονικές κυψέλες πρέπει να έχουν συχνότητες που να απέχουν όσο το δυνατό περισσότερο μεταξύ τους, και στο ότι ένας συγκεκριμένος τομέας πρέπει να κάνει χρήση όσο το δυνατό περισσότερων συχνοτήτων αν όχι όλων .

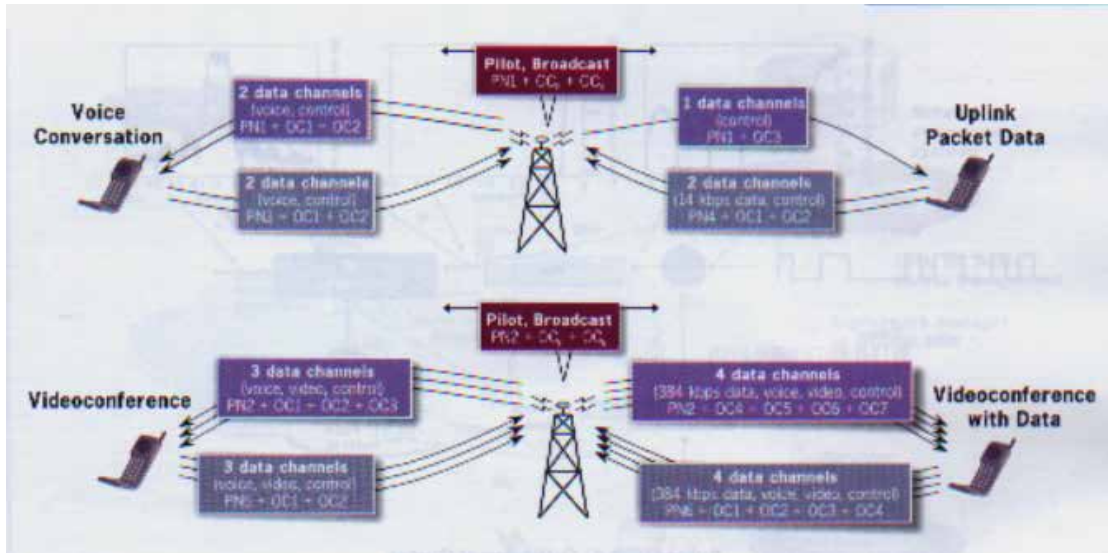
Δυο παρακείμενοι τομείς μπορεί να έχουν τις ίδιες συχνότητες αλλά διαφορετικούς colour codes (ή “digital verification”). Με άλλα λόγια, για να έχουμε ένα καθαρό και ευανάγνωστο σήμα, πρέπει να μειώσουμε τον θόρυβο εξασφαλίζοντας ένα δυνατό σήμα (μεγιστοποίηση του S/N), και να επιβεβαιώσουμε ότι ο σχεδιασμός των κυψελών ελαχιστοποιεί την παρεμβολή των καναλιών με ίδια ή γειτονική συχνότητα (μεγιστοποίησης του λόγου C/I). Γειτονικές κυψέλες δεν πρέπει να έχουν τις ίδιες συχνότητες και πρέπει να έχουν γειτονικές συχνότητες που να απέχουν όσο τον δυνατό περισσότερο μεταξύ τους (όσο επιτρέπει ο σχεδιασμός των κυψέλων). Επίσης κυψέλες που έχουν την ίδια συχνότητα πρέπει να απέχουν αρκετά μεταξύ τους ώστε να μην παρεμβάλλονται, και για διπλή ασφάλεια πρέπει να έχουν διαφορετικούς colour codes. Το radio network του WCDMA προϋποθέτει την χρήση μίας ζώνης όπου όλοι οι σταθμοί βάσης εκπέμπουν την ίδια κατανεμημένη συχνότητα και παρέχουν το απαιτούμενο εύρος ζώνης των 5 MHz. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι κινητές συσκευές και όλοι οι σταθμοί βάσης (Base station-BS) σε μία συγκεκριμένη περιοχή επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας την ίδια συχνότητα και εύρος ζώνης. Δυο σημαντικά ζητήματα που προκύπτουν είναι πώς ένα κινητό (τερματικό) αναγνωρίζει με ποιο σταθμό βάσης επικοινωνεί σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, και από την στιγμή που αυτός ο σταθμός βάσης επιλέγεται, πώς ένα κινητό και ένας σταθμός βάσης διαχωρίζουν το κανάλι επικοινωνίας τους από τα υπόλοιπα.(εικόνα 10)



Εικόνα 10. Περιγραφή αναγνώρισης σταθμού βάσης

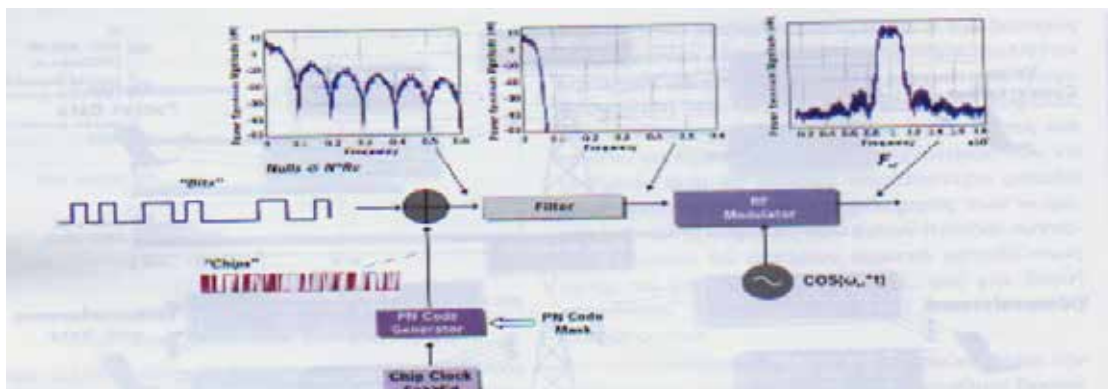
Η διαφοροποίηση μεταξύ των σταθμών βάσεων και κινητών τερματικών είναι γνωστή σαν “Spread Spectrum Multiple Access”. Αυτό υποθέτει ότι κατά την διάρκεια του σχεδιασμού του δικτύου, η κατανομή του ψευδό-θορύβου (PN ή “gold code” που παράγεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να έχουμε καλή αυτό-συσχέτιση –“auto-correlation”-και χαμηλές τιμές δια-συσχέτιση – “cross-correlation” – που δεν εξαρτώνται από την χρονική ευθυγράμμιση) σε κάθε σταθμό βάσης και κινητό, γίνεται έτσι ώστε κατά την διάρκεια επικοινωνίας του κινητού με τον σταθμό βάσης ένα συγκεκριμένο κινητό μπορεί να αναγνωρίσει τον σταθμό βάσης (και αντιστρόφως) και έτσι θα δημιουργηθεί μια σύνοδος επικοινωνίας (communication session). Επομένως η αναγνώριση του σταθμού βάσης γίνεται δια μέσου των PN codes. Εδώ παραμένει η πρόκληση για αναγνώριση του κατάλληλου καναλιού επικοινωνίας σ’ αυτόν τον σταθμό βάσης, διότι όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένας σταθμός βάσης χρησιμοποιεί τις ίδιες συχνότητες για να επικοινωνήσει με όλα τα κινητά τερματικά μέσα στην περιοχή δικαιοδοσίας του. Για την επίλυση αυτού του ζητήματος, χρησιμοποιείται η ιδέα (concept) του “orthogonal code correlation”. Βασικά ένας “orthogonal code” δημιουργείται και εισάγεται μέσα στο κανάλι δεδομένων και αυτός ο “orthogonal code” χρησιμοποιείται για την αναγνώριση συγκεκριμένης συνδρομής μεταξύ του σταθμού βάσης και του κινητού (αυτή η μέθοδος είναι κοινώς γνωστή ως “orthogonal variable spreading factor” ή OVVSF (βλέπε 3.4).

Οι OVVSF κωδικοί πρέπει να παράγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπουν δυνατές τιμές αυτό-συσχέτισης και δια-συσχέτισης. Με άλλα λόγια ο συγκεκριμένος κωδικός πρέπει να επιτρέπει συσχέτιση κοντά στο 100% όταν συσχετίζεται με τον ίδιο, ενώ πρέπει να είναι κοντά στο 0% όταν συσχετίζεται με άλλο OVVSF κωδικό, επιτρέποντας έτσι τον διαχωρισμό των καναλιών επικοινωνίας. Επίσης είναι αξιοσημείωτο ότι η χρονική ευθυγράμμιση είναι επιτακτική για να επιτρέψει ισχυρή δια-συσχέτιση (μέσω του “RAKE receiver”), ενώ οι “PN codes” είναι αδιάφοροι ως προς τα θέματα χρονικής ευθυγράμμισης. Πρέπει να τονίσουμε ότι διαφορετικός “PN code” χρησιμοποιείται για το κανάλι ανόδου και καθόδου, ενώ ο ίδιος “orthogonal code” για τα κανάλια καθόδου και ανόδου μίας συγκεκριμένης συνόδου επικοινωνίας του σταθμού βάσης προς τον κινητό σταθμό. Η εικόνα 11 συνοψίζει τα παραπάνω.



Εικόνα 11. Κωδικοί OVSF

Όπως έχει αναφερθεί ανωτέρω, τα 5 MHz θεωρούνται επαρκές εύρος ζώνης που απαιτείται για την κάλυψη των προβλεπόμενων υπηρεσιών που θα είναι η κινητήριος δύναμη για την επιτυχία των συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3^{ης} ΓΕΝΙΑΣ. Αυτό το εύρος ζώνης θα καλυφθεί από ένα σταθερό “bit rate” των 3.84 Mcips/s. Αυτό υποθέτει ότι όλα τα σήματα της “base-band” θα επιταχυνθούν και θα μεταβιβασθούν σ’ αυτήν την σταθερή “chip rate”. Για παράδειγμα ένα προσαρμόσιμο “multi-rate” σήμα των 12.2 kb/s ως συνήθως θα περάσει μέσω του “convolution coder” με το output των 60 kb/s που προκύπτει. Κατόπιν αυτό το “bit-rate” χρήστη θα πολλαπλασιαστεί με το “orthogonal variable spreading factor” που έχει τιμή 64, με αποτέλεσμα μία επιταχυνόμενη “data rate” των 3.84 Mcips/s, όπου η “fourrier power spectral density” μένει μέσα στα 5 MHz, ενώ συγχρόνως εξασφαλίζει “channel orthogonality”(Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Επιτάχυνση σήματος

Ένα από τα σημαντικά ζητήματα ενός WCDMA δικτύου είναι η απαιτούμενη αποτελεσματικότητα στον έλεγχο ισχύος, ώστε να κρατηθεί η παρεμβολή σε ανεκτά επίπεδα. Μια συγκεκριμένη περιοχή τυπικά εξυπηρετείται από ένα σετ σταθμών βάσεων τα οποία περιλαμβάνουν ένα αριθμό κινητών τερματικών που όλα επικοινωνούν μεταξύ τους με την ίδια συχνότητα. Μία σημαντική παράμετρος σ' αυτήν την επικοινωνία είναι το επίπεδο ισχύος που απαιτείται ώστε να καταστήσει την επικοινωνία όσο το δυνατό πιο αποτελεσματική και χωρίς παρεμβολές.

Για κάθε υπηρεσία συνδρομητή ο σκοπός είναι να λάβει ο σταθμός βάσης το ίδιο επίπεδο ισχύος από όλες τις συσκευές που βρίσκονται στην κυψέλη ανεξαρτήτως της απόστασης τους από τον σταθμό βάσης. Για την εξασφάλιση καλής απόδοσης, διενεργείται έλεγχος ισχύος στην σύνδεση και των δύο κατευθύνσεων. Τόσο η ισχύς εξόδου των συσκευών, όσο και του σταθμού βάσης, ενημερώνονται συχνά μέσω του μηχανικού ελέγχου ισχύος που ελέγχει τα επίπεδα ισχύος 1500 φορές το δευτερόλεπτο. Όταν ο αριθμός συνδρομητών σε μία κυψέλη είναι χαμηλός τότε η καλή ποιότητα μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και σε μεγάλη απόσταση από τον σταθμό βάσης, ενώ όταν ο αριθμός των χρηστών σε μια κυψέλη είναι υψηλός ο αυξημένος αριθμός συνδρομητών δημιουργεί υψηλά επίπεδα παρεμβολής και οι συνδρομητές πρέπει να έρθουν πιο κοντά στον σταθμό βάσης για να πετύχουν καλή ποιότητα.

Ένα τερματικό έχει την δυνατότητα να “ακούει” συγχρόνως περισσότερους από ένα σταθμό βάσης (και έτσι να επεξεργάζεται εντολές από κάθε σταθμό βάσης), αλλά ο αριθμός τους δεν ξεπερνάει τους 4 σταθμούς. Για να εξασφαλισθεί η ευρωστία του συστήματος (λαμβάνοντας υπ' όψη το γεγονός ότι το κινητό τερματικό χρειάζεται να επεξεργαστεί π.χ. 1500 εντολές κανονισμού της ισχύος, όπου $n=1$ έως 4 σταθμοί βάσης, καθώς και από το γεγονός ότι αυτό μπορεί να αυξήσει το φορτίο *lub* διεπαφής κατά 30%) η μη αντιληπτή από τον χρήστη εναλλαγή κυψέλης (*soft hand-over*), πρέπει να ρυθμιστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο όριο που μπορεί να είναι αποτέλεσμα της υπερφόρτωσης. Με το “*soft hand – over*” το κινητό μπορεί να επικοινωνήσει συγχρόνως με περισσότερους από ένα σταθμούς βάσης, διατηρώντας μ' αυτόν τον τρόπο την συνέχεια της συνόδου επικοινωνίας (*session continuity*) και την ποιότητα, καθώς κινείται από τον ένα σταθμό βάσης στον άλλο (με το “*softer hand-over*”, ένα κινητό μπορεί να ακούει και να κινείται από

την μία κυψέλη στην άλλη μέσω του ιδίου σταθμού βάσης). Τέλος σε περιοχές υψηλής χωρητικότητας, όπου δραστηριοποιούνται πολλαπλοί WCDMA 'φορείς' των 5 MHz, μπορεί να μπει σε εφαρμογή η εναλλαγή (hand-over) των συχνοτήτων τους με τρόπο παρόμοιο μ' αυτόν που έχουμε και στα συστήματα GSM.

2.1 Τύποι σύνδεσης τεχνολογίας WCDMA

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι σύνδεσης που ονομάζονται :

- Τμήμα διπλής συχνότητας(FDD)
- Διπλό χρονικό τμήμα(TDD)

Δεδομένου ότι οι διαφορετικές περιοχές συχνότητας έχουν διαφορετικά σχέδια κατανομής της συχνότητας αυτής, η δυνατότητα κάλυψης για να λειτουργήσει είτε στον τρόπο FDD είτε στον TDD επιτρέπει την αποδοτικότερη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου φάσματος. Ένας συνοπτικός καθορισμός των τρόπων FDD και TDD δίνεται πιο κάτω.

FDD: Τα uplink και downlink μηνύματα υιοθετούν δύο χωρισμένες περιοχές συχνότητας για αυτήν την διπλή μέθοδο. Ένα ζευγάρι των περιοχών συχνότητας με τον προσδιορισμένο χωρισμό ανατίθεται για μια σύνδεση.

TDD: Σε αυτή την διπλή μέθοδο, uplink και downlink, τα μηνύματα μεταφέρονται πέρα από την ίδια περιοχή συχνότητας με τη χρησιμοποίηση των συγχρονισμένων χρονικών διαστημάτων. Έτσι οι χρονικές αυλακώσεις σε ένα φυσικό κανάλι είναι διαιρεμένες σε μέρος μεταφοράς (διαβίβασης) και λήψης.

2.2 WCDMA Βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ράδιο διασύνδεσης WCDMA εμφανίζονται παρακάτω.

- Υποστήριξη της υψηλής μεταφοράς ποσοστού στοιχείων: 384 kbps με την ευρεία κάλυψη περιοχή, 2 Mbps με την τοπική κάλυψη.

- Υψηλή ευελιξία υπηρεσιών: υποστήριξη των πολλαπλάσιων παράλληλων μεταβλητών υπηρεσιών ποσοστού σε κάθε σύνδεση.
- Δομημένο για την υποστήριξη του μελλοντικού δυναμικού μονάδας και την κάλυψη ενισχυμένων τεχνολογιών όπως τις προσαρμοστικές κεραιές, τις προηγμένες δομές δεκτών και την ποικιλομορφία συσκευών αποστολής σημάτων.
- Η υποστήριξη της μοιραζόμενης συχνότητας μεταφέρεται σε άλλα συστήματα, συμπεριλαμβανομένου και της μεταφοράς στο GSM.
- Αποδοτική πρόσβαση πακέτων.

2.3 WCDMA Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά.

Ο ακόλουθος πίνακας εμφανίζει τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ραδιο διασύνδεσης WCDMA:

Multiple Access Scheme	DS-CDMA
Duplex Scheme	FDD/TDD
Packet Access	Dual mode (Combined and dedicated channel)
Multirate/Variable rate scheme	Variable spreading factor and multi-code
Chip Rate	3.84 Mcps
Carrier Spacing	4.4-5.2 MHz (200 kHz carrier raster)
Frame Length	10 ms
Inter Base Station synchronization	FDD: No accurate synchronization needed TDD: Synchronization required
Channel Coding Scheme	Convolutional Code (rate 1/2 and 1/3) Turbo code

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά.

Το ποσοστό chip μπορεί να επεκταθεί δύο ή τρεις φορές στα πρότυπα 3.84 Mcps για να προσαρμόσει τα στοιχεία που έχουν ποσοστά υψηλότερα από 2 Mbps. Το raster μεταφορέων έχει επιλεγεί για να διευκολύνει τη συνύπαρξη και τη διαλειτουργικότητα με το GSM.

2.4 Φυσικό στρώμα WCDMA.

Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται το φυσικό στρώμα.. Περιγράφεται δηλ. το δίκτυο ράδιο πρόσβασης ενός συστήματος WCDMA που λειτουργεί με τον τρόπο FDD. Τα δεδομένα uplink και downlink για το DPCHs παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Η διαδίδουσα δομή διαμόρφωσης και δεδομένων για ένα Φυσικό τυχαίο κανάλι πρόσβασης (PRACH), για ένα κανάλι συγχρονισμού (SCH), κλπ... αναφέρεται αναλυτικά παρακάτω μαζί με εκείνους του DPDCHs.

2.5 Φυσική δομή καναλιών

Το WCDMA καθορίζει δύο αφιερωμένα φυσικά κανάλια και στις δύο συνδέσεις:

- Αφιερωμένο φυσικό κανάλι στοιχείων (DPDCH): για να φέρουν τα αφιερωμένα στοιχεία που παράγονται στο στρώμα 2 και άνω.
- Αφιερωμένο φυσικό κανάλι ελέγχου (DPCCH): για να φέρουν στο στρώμα 1 πληροφορίες ελέγχου.

Σε κάθε σύνδεση διατίθενται ένα DPCCH και μηδέν, ή ένα και περισσότερα DPDCHs. Επιπλέον, υπάρχουν κοινά φυσικά κανάλια που ορίζονται ως:

- Πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια κοινά φυσικά κανάλια ελέγχου (CCPCH) για να μεταφέρουν το downlink σε κοινά κανάλια.
- Κανάλια συγχρονισμού (SCH) για εύρεση πυρήνα.
- Φυσικό τυχαίο κανάλι πρόσβασης (PRACH)

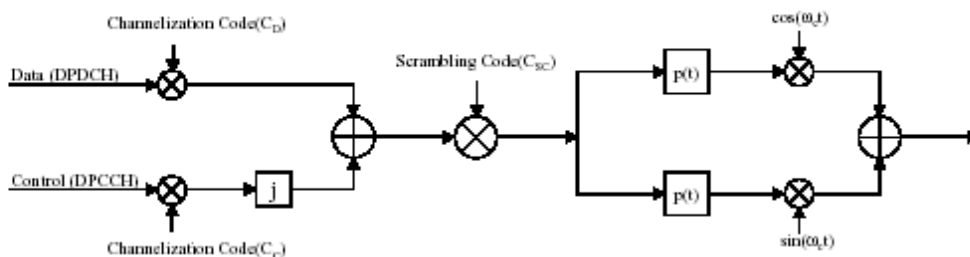
Η διάδοση και η διαμόρφωση για το DPDCH και το DPCCH και για τις δύο συνδέσεις περιγράφονται στις ακόλουθες δύο υπό ενότητες.

2.5.1 Uplink διάδοση και διαμόρφωση.

Στην Uplink κατάσταση η διαμόρφωση στοιχείων του DPDCH και του DPCCH είναι δυαδική διαμόρφωση μετατόπισης φάσης (BPSK). Το διαμορφωμένο DPCCH χαρτογραφείται σε ένα q-channel, ενώ το πρώτο t DPDCH χαρτογραφείται σε ένα I-channel. Στη συνέχεια τα προστιθέμενα DPDCHs χαρτογραφούνται εναλλακτικά στο I ή Q-channel.

Η διαδιδόμενη διαμόρφωση εφαρμόζεται μετά από τη διαμόρφωση στοιχείων και πριν από τη διαμόρφωση σφυγμού. Η διαδιδόμενη διαμόρφωση που χρησιμοποιείται στο uplink είναι διπλού καναλιού QPSK και αποτελείται από δύο διαφορετικές διαδικασίες. Η πρώτη διαδικασία διαδίδει όπου κάθε σύμβολο στοιχείων διαδίδεται σε διάφορα chip που δίνονται από τον διαδιδόμενο παράγοντα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται το εύρος ζώνης συχνοτήτων του σήματος.

Η δεύτερη διαδικασία χρησιμοποιεί ένα σύνθετο κώδικα ανάμειξης για να μεταβιβάσει το σήμα. Η εικόνα 2.1 εμφανίζει τη διάδοση και τη διαμόρφωση για έναν uplink χρήστη. Ο uplink χρήστης έχει ένα DPDCH και ένα DPCCH.



Σχήμα 2.1 Διάδοση και Διαμόρφωση uplink

Τα διπολικά σύμβολα στοιχείων στα κανάλια I και Q πολλαπλασιάζονται ανεξάρτητα από τους διαφορετικούς κώδικες διοχέτευσης. Οι κώδικες διοχέτευσης είναι γνωστοί ως ορθογώνιοι μεταβλητοί διαδιδόμενοι κώδικες παράγοντα (OVSF).

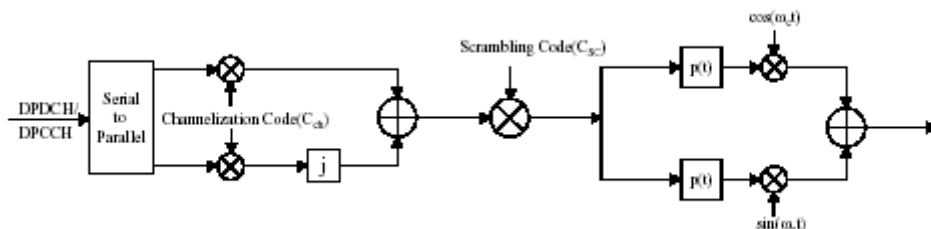
Το επακόλουθο σήμα πολλαπλασιάζεται με έναν σύνθετο κώδικα ανάμειξης. Ο σύνθετος αυτός κώδικας ανάμειξης έχει μια μοναδική υπογραφή για κάθε κινητό σταθμό. Το αναμιγμένο πλέον αυτό σήμα έχει πάρει την μορφή σφυγμού. Η Τετραγωνική-ρίζα των αυξημένων φίλτρων συνημίτονου με τον

παράγοντα μείωσης 0,22 είναι υιοθετημένα έτσι ώστε να έχουμε την καλύτερη διαμόρφωση του σφυγμού. Το σήμα διαμορφωμένου σφυγμού φαίνεται στην εικόνα 2.1.

Η εφαρμογή ενός σύνθετου κώδικα ανάμειξης με τη διάδοση της διαμόρφωσης όπως περιγράφεται πιο πάνω καλείται συνήθως ως υβριδική διαμόρφωση μετατόπισης φάσης (HPSK). Η HPSK μειώνει τη μέγιστη-μέση ισχύ του κινητού σταθμού από την παραγωγή της σύνθετης ακολουθίας ανάμειξης με έναν ειδικό τρόπο. Ο διαδιδόμενος παράγοντας για το κανάλι ελέγχου είναι πάντα καθορισμένος στην υψηλότερη αξία που είναι 256. Αυτό βελτιώνει την μείωση θορύβου στο κανάλι ελέγχου για να εκμεταλλευθεί το υψηλότερο πιθανό κέρδος επεξεργασίας.

2.5.2 Διάδοση και διαμόρφωση downlink.

Η τεσσάρων καταστάσεων διαμόρφωση μετατόπισης φάσης (QPSK) εφαρμόζεται για τη διαμόρφωση στοιχείων στο downlink. Κάθε ζευγάρι των 2 bit είναι τμηματικώς παράλληλο μετατρεμμένο και ταξινομημένο στα κανάλια I και Q αντίστοιχα. Τα στοιχεία στα κανάλια I και Q διαδίδονται στο ποσοστιαίο chip από τον ίδιο κώδικα διοχέτευσης. Ο κώδικας διοχέτευσης είναι ο ίδιος κώδικας OVSF που αναφέραμε παραπάνω. Αυτό το σήμα διάδοσης αναμειγνύεται στην συνέχεια από έναν συγκεκριμένο κώδικα διάδοσης στοιχείων. Οι εικόνα 2.2 εμφανίζει τη διάδοση και τη διαμόρφωση για έναν χρήστη downlink. Ο χρήστης downlink έχει ένα DPDCH και ένα DPCCH. Πρόσθετο DPDCHs είναι στα QPSK που διαμορφώνονται και διαδίδονται με τους διαφορετικούς κώδικες διοχέτευσης.



Σχήμα 2.2: Διάδοση και διαμόρφωση downlink.

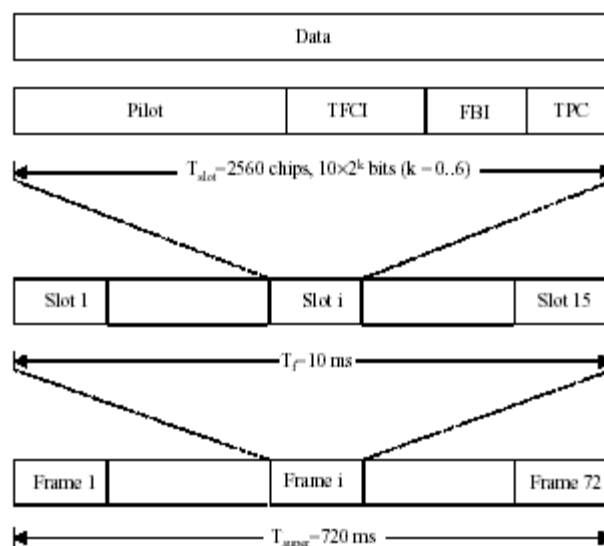
2.5.3 Διαφορές μεταξύ downlink και uplink.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε μερικές διαφορές μεταξύ της διάδοσης και της διαμόρφωσης στο downlink από αυτής του uplink. Η διαφορές είναι οι εξής:

- Η διαμόρφωση στοιχείων είναι QPSK στο downlink ενώ είναι BPSK για το uplink.
- Τα ποσοστά στοιχείων στα I και τα Q-κανάλια είναι το ίδιο πράγμα στην downlink σύνδεση ενώ τα ποσοστά στοιχείων στα I και Q-κανάλια του uplink μπορούν να είναι διαφορετικά.
- Ο κώδικας ανάμειξης είναι στοιχείο συγκεκριμένο στην downlink σύνδεση, ενώ στην uplink είναι συγκεκριμένος κινητός σταθμός .

2.6 Uplink δομή πλαισίων.

Η κύρια δομή πλαισίων των ειδικού προορισμού uplink φυσικών καναλιών έχει ως εξής: Κάθε πλαίσιο των 10ms είναι χωρισμένο σε 15 αυλακώσεις. Κάθε αυλάκωση είναι μήκους 2560 chip, που αντιστοιχούν σε μια περίοδο ελέγχου ισχύος. Το πέρα από το κανονικό μήκος πλαισίων είναι 720ms δηλ. ένα πέρα από το κανονικό πλαίσιο αντιστοιχεί σε 72 πλαίσια.



Σχήμα 2.3: Δομή πλαισίων για uplink DPDCH / DPCCH

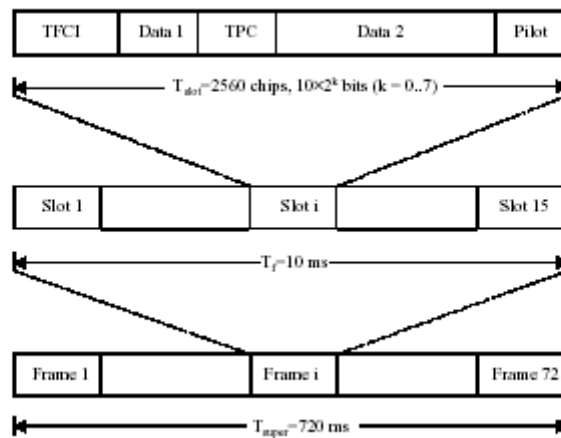
Τα δυαδικά ψηφία βοηθούν στη συνεπή αποδιαμόρφωση και την εκτίμηση των καναλιών. Το TFCI συμβολίζει το δείκτη συνδυασμού μορφής και χρησιμοποιείται για να δείξει και να προσδιορίσει διάφορες ταυτόχρονες υπηρεσίες. Τα δυαδικά ψηφία πληροφοριών ανατροφοδότησης (FBI) πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για να υποστηρίξουν τις τεχνικές που απαιτούνται στην ανατροφοδότηση. Το TPC συμβολίζει τον έλεγχο ισχύος μετάδοσης και χρησιμοποιείται για τους σκοπούς ελέγχου ισχύος. Ο ακριβής αριθμός δυαδικών ψηφίων αυτών των διαφορετικών uplink DPCCCH πεδίων δίνεται από τον παρακάτω τύπο. Η παράμετρος K καθορίζει τον αριθμό δυαδικών ψηφίων σε κάθε αυλάκωση.

$$SF = \frac{256}{2^k}$$

Ο διαδιδόμενος σταθερός όρος επιλέγεται σύμφωνα με το ποσοστό των δεδομένων.

2.7 Δομή πλαισίων downlink.

Το σχήμα 2.4 εμφανίζει την κύρια δομή πλαισίων των ειδικού προορισμού downlink φυσικών καναλιών. Όπως και στο uplink, κάθε πλαίσιο των 10ms είναι χωρισμένο σε 15 αυλακώσεις. Κάθε αυλάκωση είναι μήκους 2560 chip, που αντιστοιχούν σε μια περίοδο ελέγχου ισχύος.



Σχήμα 2.4: Δομή πλαισίων για το downlink DPCH.

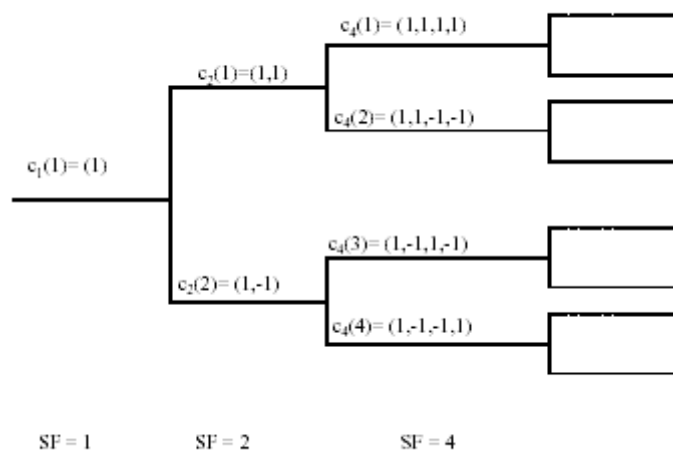
Ο ακριβής αριθμός δυαδικών ψηφίων αυτών των διαφορετικών downlink DPCH πεδίων δίνεται από τον παρακάτω τύπο. Η παράμετρος K καθορίζει τον αριθμό δυαδικών ψηφίων σε κάθε αυλάκωση.

$$SF = \frac{512}{2^k}$$

Ο διαδιδόμενος σταθερός όρος επιλέγεται σύμφωνα με το ποσοστό των δεδομένων έκταση από 4 σε 512. Τα διαφορετικά δυαδικά ψηφία ελέγχου έχουν παρόμοια έννοια με εκείνων του uplink.

2.8 Οι Uplink διαδίδοντας κώδικες.

Ο διαδίδοντας κώδικας, όπως το όνομα προτείνει, διαδίδει τα στοιχεία στο ποσοστιαίο chip 3,84 mega τσιπ ανά δεύτερο (Mcps). Ο σημαντικότερος σκοπός του διαδίδοντα κώδικα είναι να βοηθήσει να συντηρήσει την ορθογωνικότητα μεταξύ των διαφορετικών φυσικών καναλιών του uplink χρήστη. Όπως θα δούμε παρακάτω οι κώδικες OVSF είναι υιοθετημένοι ως uplink διαδίδοντας κώδικες. Οι κώδικες OVSF μπορούν να εξηγηθούν χρησιμοποιώντας το δέντρο κώδικα που εμφανίζεται στον επόμενο σχήμα.



Σχήμα 2.5: Κώδικας για την παραγωγή των κωδικών OVSF.

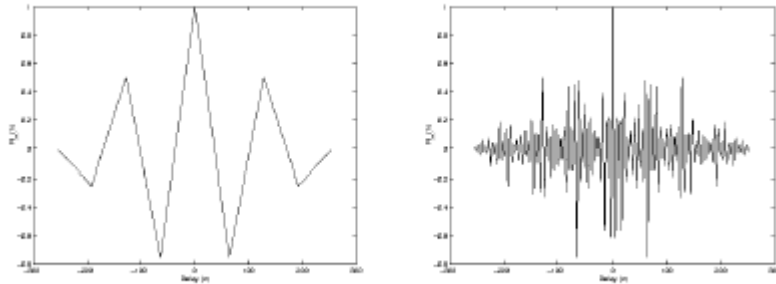
Κάθε επίπεδο στο δέντρο κώδικα καθορίζει τους διαδίδοντας κώδικες του μήκους SF, που αντιστοιχεί σε έναν ιδιαίτερο διαδίδοντα παράγοντα SF.

Ο αριθμός κωδικών για έναν ιδιαίτερο διαδίδοντα παράγοντα είναι ίσος με τον ίδιο τον διαδίδοντα παράγοντα. Όλοι οι κώδικες του ίδιου επιπέδου αποτελούν ένα σύνολο και είναι ορθογώνιοι ο ένας προς τον άλλο. Παραδείγματος χάριν οι κώδικες c16 (2), c8 (1) και c4 (1) είναι όλοι οι κώδικες μητέρων c32 (3) και ως εκ τούτου δεν είναι ορθογώνιοι c32 σε (32). Κατά συνέπεια όλοι οι κώδικες μέσα στο δέντρο κώδικα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα από έναν κινητό σταθμό. Ένας κώδικας μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα κινητό σταθμό εάν και μόνο εάν κανένας άλλος κώδικας στο μονοπάτι από το συγκεκριμένο κώδικα στη ρίζα του δέντρου ή υπό-δέντρο κάτω από το συγκεκριμένο κώδικα δεν χρησιμοποιείται από άλλους κινητούς σταθμούς. Η μέθοδος παραγωγής του OVSF μπορεί να εξηγηθεί με τη βοήθεια των ακόλουθων εξισώσεων μιτρών:

$$\begin{aligned}
 [c_1(1)] &= 1 \\
 \begin{bmatrix} c_2(1) \\ c_2(2) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_1(1) & c_1(1) \\ c_1(1) & \overline{c_1(1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \\
 \begin{bmatrix} c_4(1) \\ c_4(2) \\ c_4(3) \\ c_4(4) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_2(1) & \overline{c_2(1)} \\ c_2(1) & \overline{c_2(1)} \\ c_2(2) & \overline{c_2(2)} \\ c_2(2) & \overline{c_2(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \\
 &\quad \bullet \\
 &\quad \bullet \\
 \begin{bmatrix} c_N(1) \\ c_N(2) \\ \vdots \\ c_N(N-1) \\ c_N(N) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_{N/2}(1) & \overline{c_{N/2}(1)} \\ c_{N/2}(1) & \overline{c_{N/2}(1)} \\ \vdots & \vdots \\ c_{N/2}(N/2) & \overline{c_{N/2}(N/2)} \\ c_{N/2}(N/2) & \overline{c_{N/2}(N/2)} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Στην ανωτέρω σημείωση μιτρών, μια ράβδος πλεονάσματος δείχνει το δυαδικό συμπλήρωμα (e.g. $1 - 1 = -$ και $- = 1 - 1$) και το N είναι μια ακέραια ισχύς των δύο. Οι κώδικες OVSF δεν έχουν μια ενιαία, στενή αιχμή αυτό συσχέτισης όπως φαίνεται στο σχήμα 2.6. Σαν αποτέλεσμα αυτό έχει ένας κώδικας συνέπειας να μπορεί να γίνει πάρα πολύ δύσκολος.

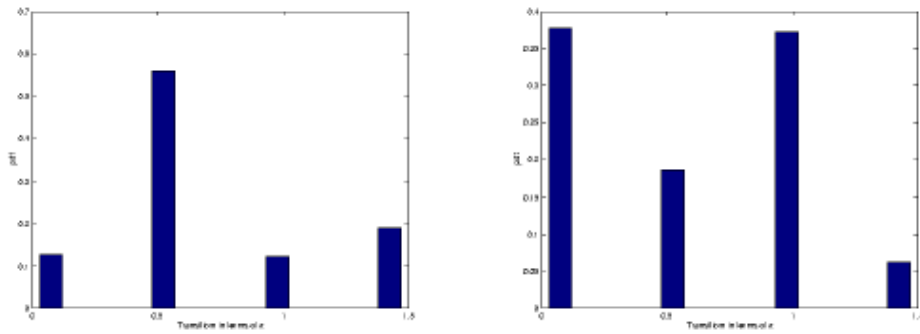
Οι κώδικες OVSF εκθέτουν τέλεια ορθογωνικότητα μόνο σε μηδενικές καθυστερήσεις. Αυτό άλλωστε είναι και το πλεονέκτημα στους κώδικες OVSF . Αυτό χάνεται όμως όταν δεν συγχρονίζονται όλοι οι χρήστες σε μια ενιαία χρονική βάση ή όταν μία σημαντική πολυγωνία είναι παρούσα.



Σχήμα 2.6. Αυτό-συσχέτιση δύο OVSF

Ο πρώτος κώδικας οποιουδήποτε δέντρου κώδικα όπως περιγράφεται σε αυτό το τμήμα χρησιμοποιείται για να διαδώσει το DPCCH. Αυτό είναι μια ακολουθία του 1 για οποιοδήποτε SF. Το πρώτο DPDCH διαδίδεται από τον αριθμό κώδικα $(SF/4+1)$ όπου SF είναι ο διαδίδοντας παράγοντας για το κανάλι στοιχείων. Όπως παραδείγματος χάριν, ο 5ος κώδικας χρησιμοποιείται για τη διάδοση του πρώτου DPDCH για έναν διαδίδοντα παράγοντα 16.

Έτσι ο διαδίδοντας κώδικας για το πρώτο DPDCH είναι πάντα μια επανάληψη $\{1, 1, -1, -1\}$. Στη συνέχεια προστιθέμενα DPDCHs για την μεταφορά πολύ-κωδικών διαδίδονται από τους κώδικες στην κατάταξη ανόδου που αρχίζει από τον κώδικα αριθμό 2 εξαιρέσει του κώδικα που χρησιμοποιείται για την πρώτη επιλογή κώδικα DPDCH. Με αυτόν τον τακτικό τρόπο μαζί με την κατάλληλη επιλογή των αυξήσεων κώδικα διάδοσης, τη φασματική αποδοτικότητα με τον περιορισμό των διαγώνιων μεταβάσεων στην συγκέντρωση σημάτων, οδηγούμαστε στην αποδοτική χρήση του ενισχυτή ισχύος. Τα σχήματα 2.7 και 2.7 εμφανίζουν την πιθανολογούμενη λειτουργία πυκνότητας των μεταδόσεων στην συγκέντρωση σήματος του αναμεμιγμένου σήματος.



Σχήματα 2.7,2.8 Λειτουργία πυκνότητας μεταδόσεων σήματος.

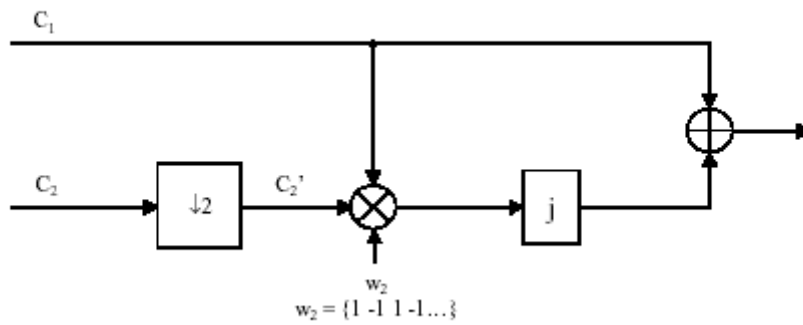
Η μετάδοση του π υποδεικνύει την μη διαγώνια μετάδοση στη συγκέντρωση σήματος. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η κατάλληλη επιλογή του διαδίδοντα κώδικα μπορεί να μειώσει τις διαγώνιες μεταβάσεις στην συγκέντρωση σήματος σε έναν σημαντικό ποσό.

2.9 Uplink κώδικες ανάμειξης.

Οι κωδικοί διάδοσης Uplink διατηρούν το χωρισμό μεταξύ των διαφορετικών κινητών σταθμών. Είτε οι μικροί είτε η μεγάλοι κώδικες διάδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο uplink. Οι κώδικες διάδοσης(και μικροί και μεγάλοι) μπορούν να καθοριστούν με τη βοήθεια της ακόλουθης εξίσωσης.

$$C_{sc} = C_1(w_1 + jw_2C_2')$$

Το ακόλουθο διάγραμμα ομάδων δεδομένων εμφανίζει την εφαρμογή της παραπάνω εξίσωσης .



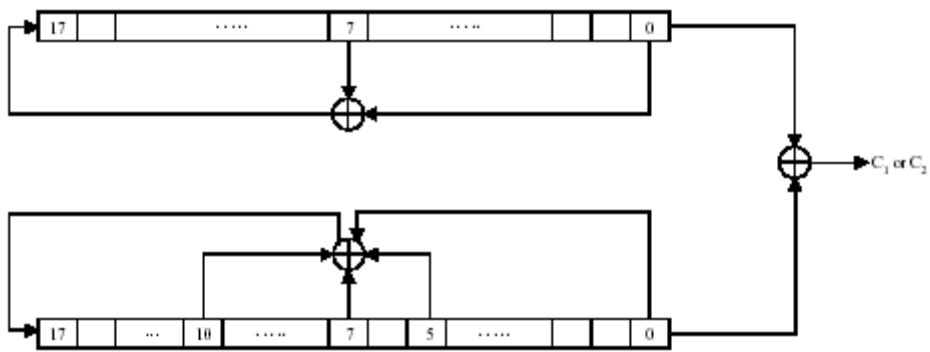
Σχήμα 2.9: Παραγωγή των κωδικών διάδοσης.

Υπάρχουν δύο διαφορετικές επιλογές για την περίοδο των κωδικών διάδοσης. Το ETSI υποστηρίζει μια περίοδο 10ms ή 1 πλαισίου όπου η πρόταση ARIB καλεί για μια περίοδο 36864 ράδιο πλαισίων ή 29 έξτρα πλαισίων.

2.10 Κώδικες διάδοσης downlink

Οι κώδικες διάδοσης downlink χρησιμοποιούνται για να διατηρήσουν τον πυρήνα ή τον τομέα χωρισμένο. Ο συνολικός αριθμός διαθέσιμων κωδικών διάδοσης είναι 512. Αυτοί οι κώδικες είναι διαιρεμένοι σε 32 ομάδες κωδικών με 16 κώδικες σε κάθε ομάδα. Η ομαδοποίηση γίνεται για να διευκολύνει τη γρήγορη αναζήτηση στοιχείων από το κινητό. Διάφοροι κώδικες διάδοσης μπορούν να ανατεθούν σε έναν πυρήνα για την περίπτωση που χρησιμοποιηθούν προσαρμοστικές κεραιές για να αυξήσουν το δυναμικό μονάδας. Οι κώδικες διάδοσης downlink παράγονται με τον ίδιο τρόπο όπως οι uplink κώδικες διάδοσης. Εντούτοις τα πολυώνυμα γεννητριών είναι διαφορετικά. Όπως παραδείγματος χάριν η ακολουθία X κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας το πρωτόγονο πολυώνυμο $1.7.18 + + X X$ και η ακολουθία Y κατασκευάζεται από $1.5.7.10.18 + + + + X X$ το $X X$.

Το παρακάτω σχήμα εμφανίζει την παραγωγή των κωδικών διάδοσης downlink :



Σχήμα 3.0 Διάδοση Downlink

2.11 Παράμετροι της διαμόρφωσης WCDMA.

Μπορούμε να συνοψίσουμε τα παραπάνω σχετικά με τη διαμόρφωση που εφαρμόζεται στα αφιερωμένα φυσικά κανάλια στον ακόλουθο πίνακα.

Spreading Modulation	Dual Channel QPSK for UL Balanced QPSK for DL
Data Modulation	BPSK for UL QPSK for DL
Spreading	OVSF codes. 4-256 spreading factor for UL 4-512 spreading factor for DL
Scrambling	Complex Scrambling
Frame Length	10 ms
Chip Rate	3.84 Mcps
Pulse Shaping	Raised Cosine with 0.22 roll off

Πίνακας 2. Παράμετροι σήματος WCDMA

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΝΑΛΙΩΝ

Ο βασικός σκοπός της κωδικοποίησης καναλιών είναι να εισαχθεί επιλεκτικά ο πλεονασμός στα διαβιβασθέντα στοιχεία και να βελτιωθεί η ασύρματη απόδοση συνδέσεων στη διαδικασία. Οι κώδικες καναλιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνεύσουν καθώς επίσης και να διορθώσουν τα σφάλματα. Τα συστήματα WCDMA έχουν την παροχή και για την ανίχνευση και για τη διόρθωση σφάλματος. Το σχέδιο κωδικοποίησης καναλιών στο σύστημα WCDMA είναι ένας συνδυασμός ανίχνευσης σφάλματος, διόρθωση σφάλματος, μαζί με τα κανάλια ταιριάσματος ποσοστού, παρεμβολής και μεταφοράς χαρτογραφημένος επάνω στο διαχωρισμό από τα φυσικά κανάλια. Αυτό το τμήμα δίνει μια συνοπτική περιγραφή στα σχέδια ανίχνευσης και διορθώσεων σφάλματος που συστήνονται για τα σύστημα WCDMA.

3.1 Ανίχνευση σφάλματος.

Η ανίχνευση σφάλματος παρέχεται από έναν κυκλικό κώδικα ελέγχου πλεονασμού (κέντρο ανίχνευσης και ελέγχου). Το κέντρο ανίχνευσης και ελέγχου είναι 24,16,8 ή 0 bits. Το ολόκληρο διαβιβασθέν πλαίσιο χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τα δυαδικά ψηφία ισότητας. Οποιαδήποτε από τα παρακάτω κυκλικά πολυώνυμα γεννητριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατασκευάσουν τα δυαδικά ψηφία ισότητας:

$$g_{24}(D) = D^{24} + D^{23} + D^6 + D^5 + D + 1$$

$$g_{16}(D) = D^{16} + D^{12} + D^5 + D + 1$$

$$g_8(D) = D^8 + D^7 + D^4 + D^3 + D + 1$$

3.2 Διόρθωση σφάλματος.

Δύο εναλλακτικά σχέδια διορθώσεων σφάλματος έχουν προσδιοριστεί για το σύστημα WCDMA. Αυτά είναι :

- Convolutional κωδικοποίηση
- Turbo κωδικοποίηση

Για τις πρότυπες υπηρεσίες που απαιτούν τα BER μέχρι 10^{-3} , το οποίο είναι η περίπτωση για τις εφαρμογές φωνής, η Convolutional κωδικοποίηση πρόκειται να εφαρμοστεί.

Ενώ για τις υψηλής ποιότητας υπηρεσίες που απαιτούν τα BER από 10^{-3} έως 10^{-6} , η turbo κωδικοποίηση απαιτείται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ ΡΑΔΙΟ ΔΙΚΤΥΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

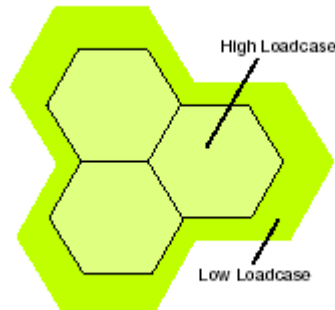
4.1 Λειτουργίες Ράδιο Πρόσβασης

Για τη βέλτιστη λειτουργία ενός πλήρους ασύρματου συστήματος UMTS δηλ. από την τηλεφωνική συσκευή μέχρι το δίκτυο ράδιο πρόσβασης. Υπάρχουν διάφορες λειτουργίες που είναι απαραίτητες για να ελέγξουν το ράδιο δίκτυο και τις τηλεφωνικές συσκευές που το χρησιμοποιούν. Όλες οι λειτουργίες περιγράφονται παρακάτω και είναι ουσιαστικές και επομένως απαραίτητες για ένα σύστημα UMTS - WCDMA.

4.1.1 Power control

Ο έλεγχος ισχύος ρυθμίζει την ισχύ μετάδοσης του σταθμού τερματικών και βάσεων, ο οποίος οδηγεί στη λιγότερη παρέμβαση και επιτρέπει στους περισσότερους χρήστες τον ίδιο μεταφορέα. Για κάθε υπηρεσία συνδρομητών ο στόχος είναι ότι ο σταθμός βάσεων θα λάβει το ίδιο επίπεδο ισχύος από όλες τις τηλεφωνικές συσκευές ανεξάρτητα από την απόσταση από τον σταθμό βάσεων. Εάν το επίπεδο ισχύος από τις τηλεφωνικές συσκευές είναι υψηλότερο από το απαιτούμενο, η ποιότητα θα είναι υπερβολική, παίρνοντας ένα δυσανάλογο μερίδιο των στοιχείων συμπεριφοράς και παράγοντας την περιττή παρέμβαση με τους άλλους συνδρομητές στο δίκτυο. Αφ' ετέρου, εάν τα επίπεδα ισχύος είναι επίσης χαμηλά αυτό θα οδηγήσει στη φτωχή ποιότητα. Προκειμένου να κρατηθεί η λαμβανόμενη ισχύς σε ένα κατάλληλο επίπεδο, η WCDMA έχει έναν γρήγορο έλεγχο ισχύος που ενημερώνει τα επίπεδα ισχύος σε 1500 χρόνους ανά κάθε δευτερόλεπτο. Για να εξασφαλίσει την καλή απόδοση, ο έλεγχος ισχύος εφαρμόζεται και στην up-link αλλά και στην κατιούσα σύνδεση, το οποίο σημαίνει ότι και η εκάστοτε ισχύς, εξόδου στις τηλεφωνικές συσκευές και του σταθμού βάσεων ενημερώνονται συχνά. Ο έλεγχος ισχύος προκαλεί επίσης ένα φαινόμενο αποκαλούμενο "cell breathing". Αυτό είναι η ανταλλαγή μεταξύ της κάλυψης και του δυναμικού μονάδας, το οποίο σημαίνει ότι το μέγεθος του στοιχείου ποικίλλει ανάλογα με το φορτίο κυκλοφορίας. Όταν ο αριθμός συνδρομητών στο στοιχείο είναι χαμηλός (χαμηλό φορτίο), η καλή ποιότητα μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και σε μια μεγάλη τηλεφωνική απόσταση από το σταθμό βάσεων. Αφ' ετέρου, όταν ο αριθμός χρηστών στο στοιχείο είναι υψηλός,

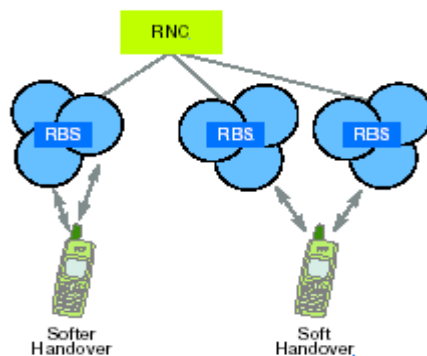
ο μεγάλος αριθμός συνδρομητών παράγει ένα υψηλό επίπεδο παρέμβασης και οι συνδρομητές πρέπει να πάρουν από πιο κοντά στο σταθμό βάσεων για να επιτύχουν την καλή ποιότητα



Εικόνα 13. Power Control

4.1.2 Soft and softer handover

Με την soft λειτουργία παράδοσης η τηλεφωνικές συσκευές μπορούν να επικοινωνήσουν ταυτόχρονα με δύο ή περισσότερα στοιχεία σε δύο ή περισσότερους σταθμούς βάσεων. Η Soft και Softer παράδοση επιτρέπει στις τηλεφωνικές συσκευές να διατηρήσουν τη συνοχή και την ποιότητα της σύνδεσης ενώ κινούνται από το έναν σταθμό στον άλλο. Κατά τη διάρκεια της Soft ή Softer παράδοσης, η τηλεφωνική συσκευή θα ρυθμιστεί προς την ισχύ του σταθμού βάσεων που απαιτεί το μικρότερο ποσό ισχύος μετάδοσης και έτσι το προτιμώμενο στοιχείο μπορεί να αλλάξει πολύ γρήγορα. Η διαφορά μεταξύ της Soft και της Softer παράδοσης είναι ότι κατά τη διάρκεια της Soft παράδοσης, η τηλεφωνική συσκευή συνδέεται με τα πολλαπλάσια στοιχεία σε διαφορετικούς σταθμούς βάσεων, ενώ κατά τη διάρκεια της Softer παράδοσης, η τηλεφωνική συσκευή συνδέεται με τα πολλαπλάσια στοιχεία στον ίδιο σταθμό βάσεων.

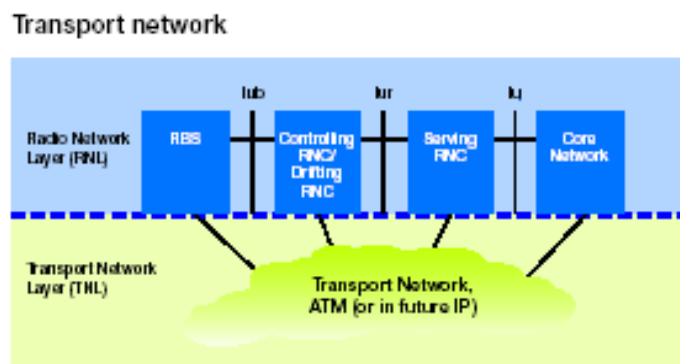


Εικόνα 14. Soft and softer handover

4.1.3 Handover to GSM (inter-system handover)

Όταν το WCDMA τυποποιήθηκε μια βασική πτυχή ήταν να εξασφαλιστεί πως οι υπάρχουσες επενδύσεις που υπήρχαν θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο. Το ένα παράδειγμα είναι παράδοση μεταξύ του νέου δικτύου (WCDMA) και του υπάρχοντος δικτύου (GSM), τα οποία μπορούν να προκληθούν από τις απαιτήσεις κάλυψης, δυναμικού μονάδας ή υπηρεσιών. Εάν παραδείγματος χάριν οι αριθμοί συνδρομητών στο δίκτυο GSM είναι κοντά στο όριο δυναμικού μονάδας σε μια περιοχή, η παράδοση μερικών συνδρομητών στο δίκτυο WCDMA μπορεί να εκτελεσθεί.

Μια άλλη λειτουργία που είναι σχετική είναι ο συμπιεσμένος τρόπος. Δηλ. κατά την εκτέλεση της παράδοσης στο GSM, οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν προκειμένου να προσδιοριστεί το στοιχείο GSM στο οποίο θα γίνει η παράδοση. Ο συμπιεσμένος τρόπος χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει τις περιόδους μέτρησης για τις τηλεφωνικές συσκευές και για να κάνει τις απαραίτητες μετρήσεις. Αυτό επιτυγχάνεται χαρακτηριστικά με τη διαβίβαση όλων των πληροφοριών κατά τη διάρκεια των πρώτων 5 χιλιοστών του δευτερολέπτου του πλαισίου με τα υπόλοιπα 5 χιλιοστά του δευτερολέπτου που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις.

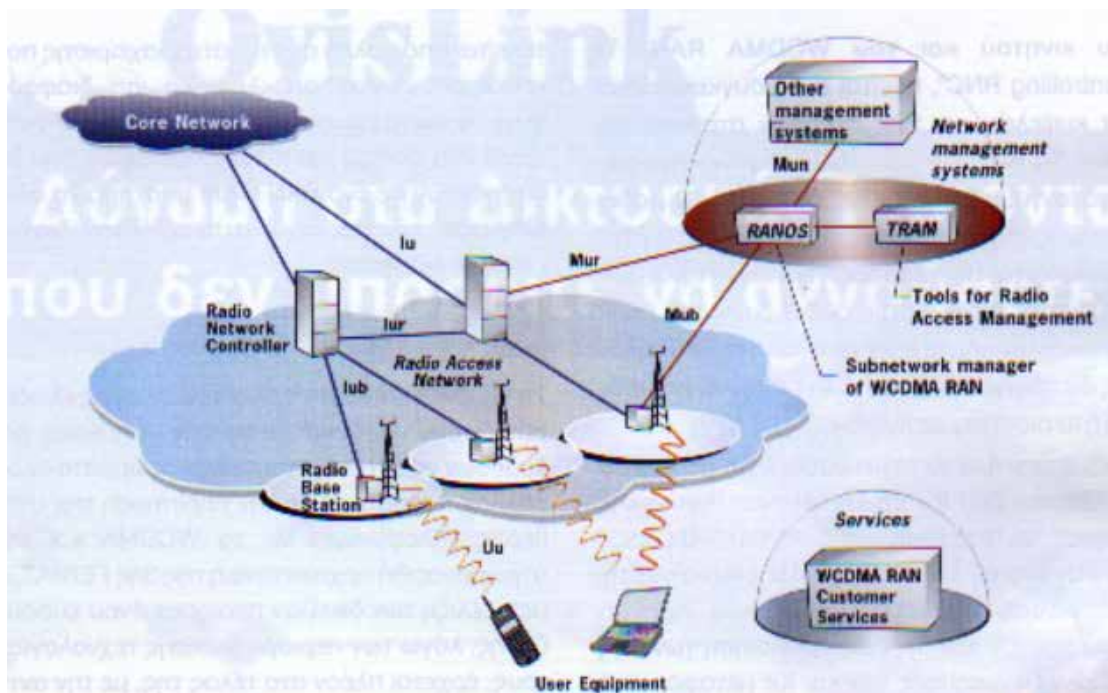


Εικόνα 15. Handover to GSM

4.2 Radio Access Network (RAN)

Ο βασικός σκοπός του ράδιο δικτύου πρόσβασης WCDMA είναι να παρασχεθεί μια σύνδεση μεταξύ του andset και του δικτύου πυρήνων και να απομονωθούν όλα τα ράδιο ζητήματα από το δίκτυο πυρήνων.

Το πλεονέκτημα είναι ένα δίκτυο πυρήνων που υποστηρίζει τις πολλαπλάσιες τεχνολογίες πρόσβασης. Παρακάτω βλέπουμε ένα δίκτυο ράδιο πρόσβασης.



Εικόνα 16. Δίκτυο ράδιο πρόσβασης

Ένα ράδιο δίκτυο πρόσβασης αποτελείται από δυο τύπους κόμβων.

- Radio Network Controller (RNC)
- Radio Base Station (RBS)

4.2.1 Radio Network Controller (RNC)

Ο κόμβος του Ελεγκτή Ράδιο Δικτύου (RNC, Radio Network Controller) είναι ο σχετικός άγνωστος "ακούραστος εργάτης" στα δίκτυα WCDMA. Μικρός αλλά ισχυρός, το RNC διαχειρίζεται τις περισσότερες από τις λειτουργίες που αφορούν το κομμάτι radio του δικτύου.

Όταν λειτούργησαν τα πρώτα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στις αρχές της δεκαετίας του '80, ένας σταθμός βάσης ήταν αρκετός για την επικοινωνία με τα

κινητά τηλέφωνα και με τα κέντρα μεταγωγής κινητής τηλεφωνίας που έχουν πλήρη έλεγχο της συνδρομητικής βάσης και παρακολουθούν τις μετακινήσεις των συνδρομητών στο δίκτυο. Όταν όμως ξεκίνησε το GSM, η κίνηση είχε αυξηθεί σε τέτοιο σημείο που ήταν απαραίτητος ο διαχωρισμός του ραδιοδικτύου από τις υπηρεσίες και από το δίκτυο κορμού. Τότε εισήχθη ένας νέος τύπος κόμβου, ο Ελεγκτής Σταθμών Βάσης (BSC, Base Station Controller), που αναλάμβανε την μείωση του φόρτου των σταθμών μεταγωγής κινητής τηλεφωνίας. Το RNC είναι ο κόμβος του δικτύου WCDMA, ο αντίστοιχος προς το BSC.

Ελέγχει το ραδιοδίκτυο, δημιουργεί ραδιοζεύξεις ρυθμίζει την ισχύ εκπομπής, εξασφαλίζει ότι οι κινητές συσκευές είναι συνδεδεμένες με το σωστό σταθμό βάσης και αναθέτει τους σωστούς κωδικούς για κάθε σύνδεση. Το RNC μπορεί να διαχειριστεί έως και 500 σταθμούς βάσης, πράγμα που σημαίνει ότι ένα δίκτυο 10.000 σταθμών βάσης, ο καθένας από τους οποίους μπορεί να διεκπεραιώσει αρκετές εκατοντάδες κλήσεις, περιέχει 20 έως 30 κόμβους RNC. Αυτοί οι κόμβοι συχνά τοποθετούνται κεντρικά, κοντά στα κέντρα μεταγωγής. Παρόλο που το RNC είναι παρόμοιο με το BSC υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μιας και το WCDMA χρησιμοποιεί ραδιοτεχνολογία DS-CDMA, σε αντίθεση με το GSM που χρησιμοποιεί TDMA.

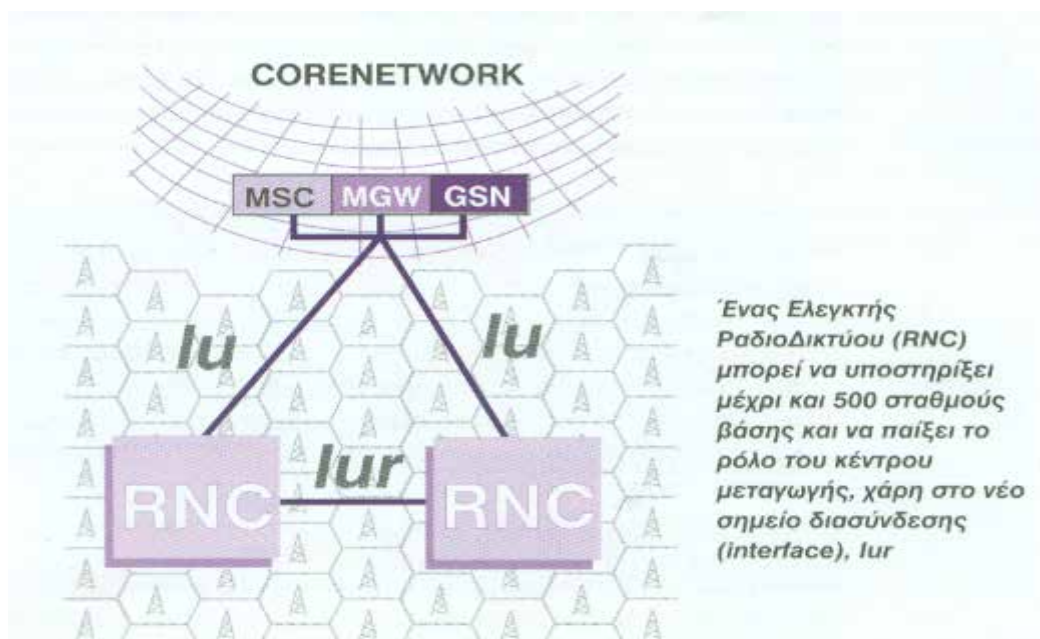
Στο CDMA όλες οι κλήσεις μεταφέρονται σε ένα μοναδικό ευρύ φάσμα συχνοτήτων και διακρίνονται από έναν κωδικό, μοναδικό για την καθεμία από αυτές. Όλες οι κυψέλες χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα και ο κωδικός λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε ο κάθε χρήστης να εκλαμβάνει τις υπόλοιπες κλήσεις σαν ασθενή θόρυβο. Μία συνέπεια αυτού του τρόπου λειτουργίας είναι ότι τα δίκτυα CDMA απαιτούν soft handover για κινητά που μετακινούνται μεταξύ δύο κυψελών ούτως ώστε να διατηρήσουν τη σωστή ρύθμιση ισχύος του σήματος. Αυτό σημαίνει ότι το κινητό τηλέφωνο θα αποσυνδεθεί από μία κυψέλη μόνον εφόσον έχει ήδη συνδεθεί στην επόμενη.

Η ίδια διαδικασία ισχύει και στην περίπτωση που το τηλέφωνο μετακινείται από μια περιοχή RNC σε άλλη. Γι' αυτό το λόγο ένα νέο σημείο διασύνδεσης (interface), το Iur, ορίστηκε μεταξύ διαφορετικών RNCs, έτσι ώστε τα RNC να λειτουργούν περισσότερο ως κέντρα μεταγωγής και κατά συνέπεια να αποφορτίζουν το MSC, το οποίο δε χρειάζεται να γνωρίζει όλη την κίνηση του δικτύου.

Μία άλλη σημαντική διαφορά είναι ότι ο κωδικοποιητής/αποκωδικοποιητής φωνής (speech codec), που συμπιέζει το σήμα της φωνής, έτσι ώστε πολλές διαφορετικές κλήσεις να μπορούν να μεταδοθούν από ένα δεδομένο φάσμα συχνοτήτων, έχει μεταφερθεί στα media gateways, που μπορούν να τοποθετηθούν στο σημείο διασύνδεσης με το δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας. Σαν αποτέλεσμα, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη οικονομία στη χωρητικότητα μετάδοσης.

Το RNC 3810 είναι το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο προϊόν αυτής της κατηγορίας που είναι πλήρως συμβατό με το πρότυπο 3GPP. Ένα από τα πλεονεκτήματα του RNC είναι ότι βασίζεται στην τεχνική πλατφόρμα 3CPP. Αυτό σημαίνει ότι με έναν περιορισμένο αριθμό συστατικών μερών (components) μπορούν να κατασκευαστούν πολλοί διαφορετικοί τύποι κόμβων, έχοντας ως αποτέλεσμα μεγάλο όγκο παραγωγής και αξιόπιστα προϊόντα. Ένας κόμβος συναρμολόγησης από τυποποιημένα ολοκληρωμένα κυκλώματα, γίνεται RNC απλώς φορτώνοντας του το σχετικό λογισμικό.

Το 3810 RNC είναι διαβαθμίσιμο και μπορεί να υποστηρίξει από 22 έως 375,000 χρήστες. Ο πάροχος μπορεί να αρχίσει χρησιμοποιώντας ένα μοναδικό magazine, και να την αναπτύξει ανάλογα με την αύξηση του αριθμού των συνδρομητών στο δίκτυο. Σε πλήρη ανάπτυξη (9 magazines σε 3 καμπίνες) , το σύστημα καταλαμβάνει επιφάνεια 0,75 τετραγωνικών μέτρων.



Εικόνα 17. RNC

4.2.2 Radio Base Station (RBS)

Η λειτουργία του Radio Base Station (RBS) είναι απλή δηλ. Ο RBS χειρίζεται τη ράδιο μεταφορά και λήψη σε και από την τηλεφωνική συσκευή πέρα από τη ράδιο διαπροσωπεία (Uu). Ελέγχεται βέβαια από τον ράδιο ελεγκτή δικτύων μέσω της διαπροσωπείας Iub. Ένας ράδιο σταθμός βάσεων μπορεί να χειριστεί ένα ή περισσότερα στοιχεία

4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΡΑΔΙΟ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

Η εικόνα 13 περιγράφει το δίκτυο ράδιο-πρόσβασης (RADIO ACCESS NETWORK (RAN). Το RAN αποτελείται από ένα αριθμό ελεγκτών που ονομάζονται radio network controllers-RNC οι οποίοι συνδέουν και ελέγχουν τους διάφορους σταθμούς βάσης και συνδέουν το ράδιο-δίκτυο του WCDMA με το κεντρικό δίκτυο (core network) μέσω των “media gateway” και μέσω της “Iu” διεπαφής. Υπάρχουν δύο διακριτοί ρόλοι για τους RNC, να εξυπηρετούν και να ελέγχουν (“server” and “control”). Ο “serving RNC”, έχει τον συνολικό έλεγχο του κινητού που είναι συνδεδεμένος στο RAN, ελέγχει την σύνδεση στην “Iu” διεπαφή για το κινητό και τερματίζει διάφορα πρωτόκολλα κατά την διάρκεια της επαφής μεταξύ του κινητού και του WCDMA RAN.

Το “controlling RNC”, ηγείται ενός συγκεκριμένου σετ κυψέλων και των σχετικών σταθμών βάσεων. Τα RNC και των δύο αυτών κατηγοριών συνδέονται μέσω της “Iur” διεπαφής. Ο ραδιοσταθμός βάσης (Radio base station – RBS) διαχειρίζεται την μετάδοση και λήψη προς / από το κινητό πάνω στην ραδιο-διεπαφή (radio interface Uu). Αυτό ελέγχεται από το RNC μέσω της διεπαφής Iub. Ένα RBS μπορεί να χειρισθεί μία ή περισσότερες κυψέλες.

Είναι σημαντικό να πούμε ότι στην έκδοση '99 του 3GPP (3rd Generation Partnership Project), το “transport network” του RAN ορίζεται σαν ένα εξ' ολοκλήρου ATM δίκτυο για την εξασφάλιση ποιότητας υπηρεσιών πραγματικού χρόνου και την διαφοροποίηση των υπηρεσιών. Οι διεπαφές Iub και Iur μεταφέρονται μέσω του ATM AAL2 για να εξασφαλίσουν ότι οι απαιτήσεις καθυστέρησης αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερο τρόπο κατά την διάρκεια της σειράς των εναλλαγών (τυπικά το AAL2 είναι παράγοντας της ποιότητας των υπηρεσιών -“QoS factor” - που χρησιμοποιείται μέσα στο RAN και έτσι εξηγείται η υψηλή χωρητικότητα / φορτίο που υπάρχει σε διάφορες χρονικές περιόδους, ιδιαίτερα κατά την διάρκεια του ‘soft handover’).

Η διεπαφή lu διενεργεί το ATM AAL5 για “Best effort” υπηρεσίες πακέτων, ενώ συγχρόνως διατηρείται το AAL2 για υπηρεσίες φωνής μέσω μεταγωγής κυκλωμάτων και άλλες “delay sensitive” υπηρεσίες. Η καθημερινή λειτουργία και συντήρηση καθώς και οι λειτουργίες ρύθμισης και βελτιστοποίησης, εκτελούνται τυπικά με την λύση της λειτουργίας και συντήρησης του RAN μέσω ενός O&M intranet. Το σύστημα λειτουργίας και συντήρησης λειτουργεί σαν κόμβος, προσφέροντας κεντρική και συντονισμένη διαχείριση στοιχείων του δικτύου, πολύπλοκων εργασιών όπως ο έλεγχος των ραδιο-σταθμών βάσεως, η συλλογή πληροφοριών του δικτύου, καθώς και άλλες πληροφορίες που μπορούν να επεξεργασθούν από το σύστημα διαχείρισης ή να προωθηθούν σε ένα εργαλείο σχεδιασμού. Καθώς το περιβάλλον διαχείρισης ενός Operator, αποτελείται από πολλά συστήματα διαχείρισης που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για διάφορα συγκεκριμένα μέρη του δικτύου, το 3GPP προτείνει έναν αριθμό προτύπων διεπαφών που θα επιτρέπουν σε ένα RAN O&M σύστημα να ολοκληρωθεί εύκολα σε ένα περιβάλλον διαχείρισης του Operator.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα δίκτυα 3^{ης} θα μεταφέρουν τον άνθρωπο στην αρχή μίας νέας εποχής όπου πραγματικές ασύρματες υπηρεσίες πολυμέσων θα προσφέρονται αδιάλειπτα σε ολόκληρο τον κόσμο. Με τον ίδιο τρόπο που το internet προσέφερε στον κοινό χρήστη πρόσβαση σε απεριόριστο όγκο πληροφοριών η τεχνολογία της 3^{ης} γενιάς θα προσφέρει οπτικούς και φωνητικούς μηχανισμούς πληροφοριών που θα δώσουν την δυνατότητα στους ανθρώπους ακόμα κι αν βρίσκονται στις πιο απομακρυσμένες περιοχές της Γης, να επικοινωνούν μεταξύ τους να ανταλλάσσουν ιδέες και να λύνουν διάφορα προβλήματα. Η απόσταση δεν θα είναι πια παράγοντας επικοινωνίας.

Αυτά είναι τα δίκτυα που θα καταστήσουν δυνατόν ένας ειδικός ιατρός που βρίσκεται στην Αυστρία να εκτελεί απομακρυσμένη διάγνωση σε κάποιο θύμα ατυχήματος το οποίο ακόμα βρίσκεται στον τόπο του ατυχήματος που συνέβη στην Νέα Υόρκη, ένας επιχειρηματίας να εμπλέκεται σε οπτικοακουστική συνάντηση διαπραγμάτευσης με την Αμερική καθώς βρίσκεται καθ' οδόν για το εξοχικό του σπίτι έξω από την Ρώμη, μία μητέρα που ζει στην Αθήνα να δει τα αξιοθέατα που ο γιος της και η κόρη της βλέπουν εκείνη ακριβώς την στιγμή στις διακοπές τους στο Κανκούν, ενώ την ίδια ώρα αισθάνεται ανακουφισμένη καθώς βλέπει ότι τα παιδιά της είναι καλά.

Το WCDMA και το RAN είναι τεχνολογίες κλειδιά που δίνουν την δυνατότητα στις υπηρεσίες πολυμέσων να εκτελούνται σε ένα ασύρματο περιβάλλον παρομοίως με την περίπτωση της σταθερής τηλεφωνίας. Με το WCDMA και την στρωματοειδή αρχιτεκτονική της 3^{ης} ΓΕΝΙΑΣ, η μετεξέλιξη των δικτύων περιορισμένου εύρους ζώνης, λόγω των περιορισμών της τεχνολογίας τους, έρχεται πλέον στο τέλος της, με την αντικατάσταση των δικτύων αυτών με μία νέα φιλοσοφία δικτύων η οποία είναι ανεξάρτητη από τις επικρατούσες τεχνολογίες και υπηρεσίες των καιρών και είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να διευκολύνει και να βελτιστοποιεί το δίκτυο. Δίκτυο ανταποκρινόμενο στις παρούσες και μελλοντικές ανάγκες των πελατών με τέτοιο τρόπο ώστε θα δώσει το κίνητρο στους πελάτες να το χρησιμοποιήσουν με τον πιο ευφάνταστο τρόπο.

Με αλλά λόγια η επικοινωνία των συνδρομητών και οι συνήθειες χρήσης των τερματικών δεν θα μπουν σε καλούπια λόγω των περιορισμών της τεχνολογίας των υφισταμένων δικτύων όπως συμβαίνει σήμερα (για παράδειγμα

μέχρι τώρα ο χρήστης πρέπει να μάθει ταχεία πληκτρολόγηση με ένα δάκτυλο για να στείλει ένα SMS), αλλά με τα νέα αυτά δίκτυα ο χρήστης είναι αυτός που θα αποφασίζει πώς το δίκτυο θα συμπεριφερθεί απέναντι στις προτιμήσεις του και το προσωπικό του προφίλ.

Με την ενότητα αυτή έκλεισε το θέμα μας για την τεχνολογία κινητής τηλεφωνίας 3^{ης} γενιάς. Ελπίζω να σας προσέφερα την δυνατότητα να κατανοήσετε αυτή την συναρπαστική τεχνολογία η οποία κυριολεκτικά μεταφέρει τη δύναμη του δικτύου στα δάκτυλα του τελικού χρήστη, και έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσφέρει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων με υψηλές ταχύτητες και με μία σειρά εξελιγμένων προϊόντων διαχείρισης δικτύου. Τα συστήματα κινητής 3^{ης} γενιάς θα έχουν την αρχιτεκτονική και την βάση για την εκπλήρωση των μελλοντικών αναγκών και απαιτήσεων των δικτύων που θα ενσωματωθούν στα συστήματα 4^{ης} γενιάς.

Βέβαια τα συστήματα 3^{ης} γενιάς αποτελούν ένα σημαντικό βήμα στην απέραντη σκάλα της εξέλιξης των δικτύων κινητής τηλεπικοινωνίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

<http://www.ericsson.gr>
www.nokia.com/nokia/0,8764,42871,00.html
www.siemens.ie/mobile/technologies/wcdma.htm
<http://library.ics.forth.gr/gr/newbooks.html>
<http://www.iti.gr/summit2002/program.html>
http://archivsi.ics.forth.gr/~vsiris/papers/cell_coverage.html
<http://www.techline.gr/sites/elec.html>
<http://www.techline.gr/ind/jun2001.html>
www.umtsworld.com/technology/wcdma.htm
www.ericsson.com/services/tems/wcdma_products.shtml
www.3gnewsroom.com/3g_news/jan_04/news_4114.shtml
www.umtsforum.org/servlet/dycon/ztumts/umts/Live/en/umts/
www.mobilefly.com/category.php?catid=6
www.dynatele.com/oem%20wcdma%20sing.htm
www.rohde-schwarz.com/technologies/wcdma.html
www.umtslink.at/UMTS/wcdma.html
www.infosync.no/resources/knowledge/lexicon/show.php?id=1
www.techlibrary.banktech.com/data/rlist?t=1016747981_83461841
www.devx.com/wireless/Door/11329
www.spirentcom.com/analysis/technology.cfm?SS=77
www.inspiracja.com/slownik/slownik,109,item.php
www.wileyeuropa.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470848251.html
www.pec-forum.com/umts/wcdma1.htm
www.swpark.or.th/mec/wcdma.asp
www.mobiledia.com/glossary/271.html
www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470844671.html
www.eurochina2002.com/docs/Online%20after%2024%20May%202002/Conference_Presentations/Jan_Uddenfeldt
www.cdmatech.com/solutions/products/radio_dual-band_gsm_umts.jsp

- www.alwayson-etwork.com/comments.php?id=1605_0_5_0_C
- www.siliconvalley.internet.com/news/article.php/1355331
- www.mobilecomms-technology.com/projects/sunrise/
- www.rtn.lt/rtn/0104/wcdma.html
- www.techlibrary.commweb.com/data/rlist?t=1016747981_83461841
- www.3gamericas.org/English/Technology_Center/umts.cfm
- www.mathworks.com/wbnr4874
- www.bitpipe.com/rlist/term/WCDMA.html
- www.mobilforum.hu/main/news/news.php?newsid=2517
- www.wsdmag.com/Globals/PlanetEE/Content/19065.pdf
- www.ericsson.com.br/wcdma/
- www.ontheweb.co.uk/uks/wcdma.html
- www.qualcomm.com/press/pr/releases2002/press1115.html
- www.ericsson.ro/network_operators/mobilesystems/Retele/wcdma.php
- www.Connecting Sites Electronics.html
- www.Qualcomm CDMA Technologies - Integrated Solutions - MSM5200™ Chipset Solution.htm

CDMA	Code Division Multiple Access	GSM BSS	GSM Base Station Subsystem
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	GSM BSC	GSM Base Station Controller
cdmaOne	Code Division Multiple Access as specified in IS-95	GSM BTS	GSM Base Transceiver Station
		TDMA	Time Division Multiple Access
CDMA 2000	Code Division Multiple Access as specified in IS-2000	RNC	Radio Network Controller
		RAB	Radio Access Bearer
ITU	International Telecommunication Union	QoS	Quality of Service
3GPP	3rd Generation Partnership Project	FDD	Frequency Division Duplex
Mcps	Mega chips per second	TDD	Time Division Duplex
GSM	Global System for Mobile Communication	MAC	Medium Access Control
RBS	Radio Base Station	RLC	Radio Link Control
Node B	Radio Base Station	RRC	Radio Resource Control
RAN	Radio Access Network	IP	Internet Protocol