

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ:

ΑΝΤΡΕΑΣ ΣΜΕΡΑΙΔΟΣ (0850)

ΝΤΟΥΡΟΥΚΗΣ ΣΠΥΡΟΣ (1254)

ΘΕΜΑ: ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ 3G



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΣΑΡΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ

ΑΝΤΙΠΡΙΟ 2014

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....σελ 3
Περίληψη δικτύου GSM.....σελ 4
Μετάφραση &Περίληψη για GPRS/EDGE.....σελ 38
Σχεδίαση & κάλυψη χωρητικότητας δικτύου.....σελ105
Μεταγενέστερες τεχνολογίες.....σελ 124
Επίλογος.....σελ 129
Βιβλιογραφία.....σελ 130

Εισαγωγή

Στην πτυχιακή εργασία μας θα ασχοληθούμε με τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας GSM και ποιο συγκεκριμένα με τα GPRS/EDGE κανάλια.

Το πρώτο κεφάλαιο ασχολείται με τα GSM δίκτυα. Αναλύει την δομή τους δηλαδή τρόπου διαμόρφωσης, τα κανάλια εκπομπής, τεχνικές μετάδοσης, τεχνικές κωδικοποίησης και τρόπος σύνδεσης της φορητής μονάδος με το δίκτυο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφερόμαστε στην αρχιτεκτονική του δικτύου GPRS/EGPRS, στην λειτουργία των κύριων κόμβων του GPRS. Εξηγεί τα σενάρια και τις αλλαγές του διαδικτύου που σχετίζονται με της Τεχνική EDGE και αναφέρετε στις βασικές διαφορές μεταξύ GPRS και EGPRS.

Το τρίτο κεφάλαιο είναι ουσιαστικά το πρακτικό κομμάτι όπου σχεδιάσαμε ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας το οποίο υποστηρίζει GPRS και EDGE κίνηση.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στις τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν και αναπτύσσονται ακόμα πάνω στην αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

***Περίληψη κεφαλαίου 12-13 από
το βιβλίο Το Δίκτυο Κινητής
Τηλεφωνίας GSM***

Κεφάλαιο 12

2 Η ιδέα της πολλαπλής πρόσβασης

2.1 Γενικές ιδέες

Στη σύγχρονη τηλεφωνία μιλάς και ακούς ταυτόχρονα (duplexing). Αυτό γίνεται με την τεχνική της φασματικής διαίρεσης, Frequency Division Duplex (FDD), η οποία παρέχει μια ζώνη uplink και μια ζώνη downlink. Η τεχνική του χρονικού διαμερισμού TDD χρησιμοποιεί το χρόνο αντί της συχνότητας, χωρίς η διαφορά να γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο αυτί.

2.2 Βασική ιδέα πολλαπλής πρόσβασης

Οι 3 πιο σημαντικές τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης είναι οι εξής:

- 1. πρόσβαση με διαίρεση συχνότητας (FDMA)**
- 2. πρόσβαση με διαίρεση χρόνου (TDMA)**
- 3. πρόσβαση με διαίρεση κώδικα (CDMA)**

Διάκριση των τεχνικών πολλαπλής πρόσβασης:

Συστήματα Περιορισμένης Ζώνης (narrow band systems)

Το διαθέσιμο ραδιοφάσμα διαιρείται σε μεγάλο αριθμό καναλιών περιορισμένης ζώνης. Τα κανάλια αυτά, συνήθως, χρησιμοποιούν την τεχνική FDD. Για την ελαχιστοποίηση των παρεμβολών οι χρησιμοποιούμενες συχνότητες ζέχουν φασματική απόσταση. Στα FDMA συστήματα ο χρήστης χρησιμοποιεί αποκλειστικά ένα κανάλι και εάν δεν χρησιμοποιείται και η τεχνική FDD (δηλαδή ξεχωριστό φάσμα στο uplink και στο downlink τότε το σύστημα καλείται FDMA/FDD. Αντίθετα, στο σύστημα TDMA οι χρήστες μοιράζονται το κανάλι, το οποίο ο καθένας έχει για μια μοναδική χρονική στιγμή. Στα συστήματα TDMA χρησιμοποιείται είτε FDD είτε TDD και ονομάζονται TDMA/FDD ή TDMA/TDD.

Συστήματα Ευρείας Ζώνης (wide band systems)

Το εύρος της μετάδοσης του καναλιού είναι πολύ μεγαλύτερο από το εύρος ζώνης συνοχής του καναλιού. Κατά συνέπεια, η εξασθένηση πολλαπλών διαδρομών δεν έχει μεγάλες επιπτώσεις στο λαμβανόμενο σήμα σε ένα κανάλι ευρείας ζώνης και η

εξασθένηση επιλεγμένης συχνότητας εμφανίζεται μόνο σε μικρό μέρος του εύρους ζώνης.

2.3 Τεχνικές Πολλαπλής Πρόσβασης

2.3.1 Πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση συχνότητας(FDMA)

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της FDMA:

- Το κανάλι εξυπηρετεί μόνο 1 συνδρομητή τη φορά καθώς αποδίδεται αποκλειστικά σε 1 χρήστη.
- Εάν 1 κανάλι FDMA δεν είναι σε χρήση παραμένει ανενεργό, γιατί δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άλλους χρήστες (40% speech frames, 60% silence period).
- Μετά την ανάθεση ενός καναλιού φωνής, ο σταθμός βάσης και η φορητή συσκευή μεταδίδουν πληροφορίες ταυτόχρονα στο uplink και downlink.
- Το εύρος ζώνης είναι στενό καθώς κάθε κανάλι υποστηρίζει μόνο 1 κύκλωμα ανά ζεύξη.
- Ο χρόνος μετάδοσης συμβόλων είναι μεγάλος σε σύγκριση με τη μέση καθυστέρηση διάδοσης.
- Η πολυπλοκότητα των FDMA συστημάτων είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με τα TDMA συστήματα.
- Το κόστος σχεδιασμού και υλοποίησης ενός συστήματος επικοινωνιών με πολλαπλή πρόσβαση FDMA είναι υψηλότερο σε σύγκριση με τα συστήματα TDMA.

2.3.2 Πολλαπλή Πρόσβαση με διαίρεση χρόνου (TDMA)

Τα συστήματα TDMA διαιρούν το ράδιο-φάσμα σε χρονοθυρίδες και σε κάθε κομμάτι μόνο ένας χρήστης έχει το δικαίωμα να μεταδώσει ή να λάβει πληροφορίες. Στα συστήματα αυτά η μετάδοση είναι ασυνεχής.

Στα TDMA/TDD συστήματα οι μισές χρονοθυρίδες χρησιμοποιούνται για uplink και οι άλλες μισές για downlink. Αντίθετα, στα TDMA/FDD ένα πλαίσιο εκπέμπεται σε ένα φάσμα με συχνότητα f_1 για uplink και για downlink σε μια συχνότητα $f_2=f_1+G$. Στα ασύρματα συστήματα ο διαχωρισμός uplink και

downlink επιτυγχάνεται με τη χρήση της TDMA/FDD τεχνικής. Σε ένα σύστημα FDD απαιτούνται duplexers. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει πάντοτε, γιατί αν το σύστημα διαχωρίσει το uplink από το downlink με καθυστέρηση Δt , τότε προλαβαίνει να συντονιστεί στην f_1 για να εκπέμψει και μετά στην f_2 για να λάβει.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της TDMA:

- Χρησιμοποιεί μια ενιαία συχνότητα για πολλούς χρήστες ,όπου κάθε χρήστης χρησιμοποιεί τις χρονοθυρίδες.
- Η μετάδοση είναι ασυνεχής με μορφή διακριτών χρονικών ριπών.
- Η διαδικασία μεταγωγής T είναι απλούστερη για ένα συνδρομητή.
- Χρησιμοποιεί μια διαφορά χρόνου μεταξύ uplink και downlink.
- Κάθε ριπή θα πρέπει να έχει ένα χρονικό διάστημα ασφαλείας guardperiod.
- Οι πομποδέκτες οφείλουν να έχουν καλό συγχρονισμό.
- Διάθεση περισσότερων από μιας χρονοθυρίδας, ύστερα από απαίτηση του χρήστη.

2.4 Η τεχνική FDMA/TDMA/FDD στο GSM

Καθώς δεν είναι δυνατόν ολόκληρο το διαθέσιμο φάσμα να χρησιμοποιηθεί από έναν πάροχο , αναπτύχθηκαν τεχνικές επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων. Για την τεχνική αμφίδρομης επικοινωνίας FDD υπάρχει διαχωρισμός uplink και downlink. Ο φασματικός διαχωρισμός μεταξύ 2 φερόντων είναι 200kHz επομένως έχουμε:

- 124 ζευγάρια στη ζώνη GSM 900
- 374 ζευγάρια στη ζώνη GSM 1800
- 299 ζευγάρια στη ζώνη GSM 1900

Κάθε πομποδέκτης υλοποιεί ένα φέρον συχνότητας f και εύρους 200kHz και κάθε φέρον είναι μια συχνότητα στην ορολογία του GSM.

Ο φασματικός διαχωρισμός μεταξύ uplink και downlink είναι επιβεβλημένος ώστε να έχουμε φασματική απομόνωση, Αν είχαμε μόνο FDMA πολυπλεξία κάθε συνδρομητής θα καταλάμβανε 1 TRX και έτσι θα έπρεπε να αυξήσουμε τον αριθμό των TRX. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε την τεχνική FDMA/TDMA. Σε κάθε TRX, λοιπόν, αντιστοιχούν 8 χρονοθυρίδες, δηλαδή 8 ταυτόχρονοι συνδρομητές. Ένα time frame διαρκεί 4,615 ms και κάθε χρονοθυρίδα 577 μs. Έτσι ο συνδρομητής στέλνει στο δίκτυο την πληροφορία του με ασυνεχές τρόπο, δηλαδή στέλνει πληροφορία διάρκειας 577 μs κάθε 4,615 ms.

3 Φυσικά κανάλια και λογικά κανάλια

Μια χρονοθυρίδα καλείται φυσικό κανάλι. Αυτές χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν πληροφορία φωνής, δεδομένων και σηματοδότησης στον αέρα δια μέσου των λογικών καναλιών, τα οποία ποικίλουν. Για το λόγο αυτό λοιπόν, τα λογικά κανάλια χρειάζονται τα φυσικά κανάλια για να μεταφερθούν στη διεπαφή αέρα.

3.1 Κανάλια Έλεγχου (control channels)

Χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση μηνυμάτων σηματοδότησης και πληροφορίας και χωρίζονται σε κανάλια εκπομπής, κανάλια έλεγχου κοινής χρήσης και αφιερωμένα κανάλια έλεγχου.

3.1.1 Κανάλια Εκπομπής (broadcasting channels BCH)

Αυτά τα λογικά κανάλια περιλαμβάνουν τα κανάλια **FCCH**, **SCH** και **BCCH** τα οποία χρησιμοποιούνται στο downlink.

FCCH: Περιέχει αδιαμόρφωτη πληροφορία από συνεχείς ακολουθίες μηδενικών. Αυτό γίνεται γιατί η συσκευή διαβάζοντάς τη καταλαβαίνει την ύπαρξη καναλιού BCCH στο TS0 και μπορεί ταυτόχρονα να ανακτήσει τη συχνότητα του φέροντος TRX.

SCH: Διαβάζοντας αυτό το κανάλι, η φορητή μονάδα συγχρονίζεται στη δομή του πλαισίου των 8 χρονοθυριδων, το οποίο περιέχει την ταυτότητα του κυττάρου (frequency, BSIC, LAC).

BCCH: Αποτελεί ένα από τα βασικότερα κανάλια του δικτύου. Ο κυτταρικός σχεδιασμός περιλαμβάνει ξεχωριστές συχνότητες για το BCCH και ξεχωριστές για τα κανάλια ομιλίας. Περιέχει πληροφορίες για τη λειτουργία της φορητής μονάδας, για παραμέτρους επιλογής κυττάρου εξυπηρέτησης, για επανεκλογή κυττάρου, για παραμέτρους υπολογισμού λειτουργικών διαδικασιών, για γειτονικές συχνότητες και για BSIC κυττάρων, για το PLMN-id, και τη μέγιστη ισχύ επιτρεπόμενης εκπομπής.

3.1.2 Κοινά κανάλια ελεγχου (common control channels CCCH)

Χρησιμοποιούνται στο uplink/downlink. Περιλαμβάνει το κανάλι τηλεειδοποίησης (**PCH**), το κανάλι τυχαίας πρόσβασης (**RACH**) και το κανάλι απόδοσης πρόσβασης (**AGCH**).

PCH: Χρησιμοποιείται για να ελέγχει σε τακτά χρονικά διαστήματα αν το δίκτυο θέλει να ειδοποιήσει τη φορητή συσκευή για κάποια τερματιζόμενη υπηρεσία.

RACH: Είναι το κανάλι το οποίο χρησιμοποιείται από μια φορητή συσκευή για να ζητήσει άδεια να επικοινωνήσει με το δίκτυο.

AGCH: Παίξει το ρόλο δανειοδότησης έναρξης επικοινωνίας. Μόλις ο σταθμός βάσης λάβει το RACH δεσμεύει ένα κανάλι επικοινωνίας και στέλνει AGCH για έναρξη επικοινωνίας.

3.1.3 Αφιερωμένα κανάλια ελεγχου (dedicated control channels DCCH)

Περιλαμβάνει το αφιερωμένο κανάλι ελέγχου αμφιδρόμου επικοινωνίας **SDCCH**, το κανάλι ελέγχου **SACCH**, το κανάλι ελέγχου **FACCH** και το κανάλι μετάδοσης πληροφορίας εντός του κυττάρου **CBCH**. Χρησιμοποιούνται στο uplink/downlink.

SDCCH: Χρησιμοποιείται για αποστολή και λήψη μηνυμάτων σηματοδότησης στη φάση call setup, καθώς και για αποστολή και λήψη μηνυμάτων SMS.

SACCH: Χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια σύνδεσης της φορητής μονάδας με το δίκτυο. Στέλνει μετρήσεις στο σταθμό βάσης, κάνει έλεγχο της ισχύς εκπομπής και του time alignment. Ακόμα όταν ο συνδρομητής μιλάει χρησιμοποιείται για εκπομπή SMS.

FACCH Χρησιμοποιείται για Handover. Υποκλέπτει 20 ms από την φωνητική πληροφορία για αποστολή της απαραίτητης πληροφορίας διασύνδεσης στο target cell.

FACCH: Χρησιμοποιείται για Handover. Υποκλέπτει 20ms από την φωνητική πληροφορία για αποστολή της απαραίτητης πληροφορίας διασύνδεσης στο target cell

CBCH: Χρησιμοποιείται μόνο στο downlink για να μεταφέρει μηνύματα broadcasting.

3.2 Καναλίες πληροφορίας [traffic channels (TCH)]

Χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση πληροφορίας φωνής ή δεδομένων και έχει 4 βασικές μορφές κωδικοποίησης:

Full rate speech TCH με ρυθμό 13 kbps

Half rate speech TCH με ρυθμό 5,6 kbps

Enhanced Full Rate

Adaptive Multirate AMR

4 Η δομή της διεπαφής αέρα

4.1 Εισαγωγή

Κάθε χρονοθυρίδα σε ένα TDMA πλαίσιο συγκεκριμένης συχνότητας ονομάζεται φυσικό κανάλι και το πλαίσιο της διεπαφής αέρα αποτελείται από 8 φυσικά κανάλια ανά συχνότητα. Τα λογικά κανάλια είναι οι φορείς μηνυμάτων σηματοδότησης μεταξύ BSC και φορητής μονάδας και απεικονίζονται στο 1^ο επίπεδο σηματοδότησης στο λογικό επίπεδο της διεπαφής αέρα.

4.2 Παρουσίαση της χρονικής πολυπλεξίας-Air Interface

Χρονική πολυπλεξία σημαίνει ότι η συχνότητα χωρίζεται σε 8 χρονοθυρίδες και η πληροφορία μεταδίδεται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Κάθε χρονοθυρίδα διαρκεί 576,9μs και χρησιμοποιείται για μετάδοση πληροφορίας μεταξύ BTS και φορητού σταθμού. Η πληροφορία είναι διαμορφωμένη με την τεχνική Gaussian Minimum Shift Keying, με ρυθμό 270,833 kbps. Άρα, ο ρυθμός μετάδοσης είναι 156,25 bits ανά 576,9μs. Επομένως η δομή των 8 χρονοθυρίδων καλείται TDMA frame και έχει συνολική διάρκεια 4,615ms.

4.3 Παρουσίαση του προφίλ ισχύος εκπομπής

Στη χρονική διάρκεια μιας χρονοθυρίδας έχουμε διαφορετικές ριπές ανάλογα με την απεικόνιση λογικών καναλιών στα φυσικά. Επίσης, κάθε πληροφορία μπορεί να χρειάζεται περισσότερη ή λιγότερη προστασία. Αυτό μεταφράζεται στα λογικά κανάλια ως διαφορετική ριπή με διαφορετική διάταξη των bits. Έτσι χωρίζουμε το διάστημα των 576,9μs σε μικρότερα υποδιαστήματα. Αυτό οφείλεται στη δυσκολία απότομης αύξησης της ισχύος από πολύ χαμηλές τιμές σε μεγαλύτερες σε πολύ μικρό χρόνο. Έτσι γίνεται κατανομή ισχύος, γιατί αν μια μονάδα δε λειτουργήσει σύμφωνα με τις προδιαγραφές, θα έχουμε διασυμβολική παρεμβολή. Μια φορητή συσκευή πρέπει να ανοιγοκλείσει σε

576,9μs και να ξεκινήσει την εκπομπή εντός πολύ μικρού χρονικού υποδιαστήματος των 28μs επιτυγχάνοντας εύρος ενίσχυσης 70db., το οποίο όμως μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση της κινητής μονάδος από το σταθμό βάσης. Εν συνεχεία, η φορητή μονάδα έχει διάστημα 542,8 μs για να μεταδώσει την πληροφορία των 148 bits (156,25 bits -8,25 bits guard period), 8,25 bits guard period =30 μs.

4.4 Παρουσίαση της ιεραρχίας χρονικής πολυπλεξίας

Στη διεπαφή αέρα έχουμε 2 τύπους πολύ-πλαισίων:

- **Το πολυπλαισιο των λογικών καναλιών έλεγχου (Controlchannelmultiframe).** Αποτελείται από 51 TDMAframes και έχει χρονική διάρκεια $51 \times 4,615 \text{ ms} = 235,4 \text{ ms}$.
- **Το πολυπλαισιο των καναλιών μετάδοσης πληροφορίας (TrafficChannelmultiframe).** Αποτελείται από 26 TDMAframes και έχει χρονική διάρκεια $26 \times 4,615 \text{ ms} = 120 \text{ ms}$.

Μετά ακολουθεί η δομή του Μεγαπλαισίου (Superframe), η οποία αποτελείται από πολλαπλό αριθμό πολυπλαισιων.

Έχουμε 2 είδηsuper frames:

- **To controlchannelSuperframe.** Αποτελείται από 26 πολυπλαισια και διαρκεί 6,12 δευτερόλεπτα.
- **To trafficchannelSuper frame.** Αποτελείται από 51 πολυπλαισια και διαρκεί 6,12 δευτερόλεπτα.

Τέλος έχουμε τη δομή του υπερπλαισιου (Hyperframe) που αποτελείται από 2048 super frames και διαρκεί 3 ωρες, 28 λεπτα, 53s, 76ms.

4.5 Απεικόνιση λογικών καναλιών στα φυσικά κανάλια-Οι ριπές (Bursts)στη διεπαφή αέρα

Κάθε ριπή ενσωματώνει 148 bits πληροφορίας και 8,25 bits guard period. Υπάρχουν 4 είδη ριπών στη διεπαφή αέρα: **Normal Burst (NB)**, **Frequency Correction Burst (FB)**, **Synchronization Burst (SB)**, **Access Burst (AB)**.

4.5.1 Normal Burst

Τα bits που στέλνονται στη διάρκεια των 576,9μs είναι: **Tailbits (T)**: Είναι μια μικρή ομάδα από 3+3 στην αρχή και στο τέλος του NB και χρησιμοποιείται ως επιπλέον χρονική διάρκεια προστασίας.

Κωδικοποιημένα συνδρομητικά δεδομένα-

Coded Data: Είναι 2 ομάδες από 57 bits εκατέρωθεν της training sequence. Περιλαμβάνει την πληροφορία του συνδρομητή κάθε 20ms από τον transcoder, τα οποία είναι κωδικοποιημένα και πολυπλεγμένα bits φωνής και κώδικα. Εκτός όμως από τη φωνή μπορεί να περιλαμβάνει user fax/data, signaling control data κλπ.

Stealing Flag (S): Είναι 2 bits εκατέρωθεν της training sequence τα οποία υποδεικνύουν στον αποκωδικοποιητή εάν η ριπή στις 2 ομάδες των 57 bits είναι συνδρομητική πληροφορία ή σηματοδότηση.

Training sequence: Αυτή είναι μια προκαθορισμένη ακολουθία από 26 bits. Αυτή πριν από οποιαδήποτε επικοινωνία στο δίκτυο σηματοδοτείται έμμεσα από το σταθμό βάσης στο downlink, στη περιοχή του κυττάρου κάλυψης, μέσω του λογικού καναλιού εκπομπής SCH και αποκωδικοποιείται αντιστοίχως από τη φορητή μονάδα στο downlink.

Guard Period (GP): Είναι τα 8,25 bits τα οποία έχουν διάρκεια 30μs. Επομένως, για να υπολογίσουμε τον ρυθμό μετάδοσης από τα 576.9 bits για αποστολή, τα 114 bits είναι δεδομένα. Άρα, ο απαιτούμενος ρυθμός είναι 197,607 kbps

και ο συνολικός ρυθμός μετάδοσης σε χρονική περίοδο ενός πλαισίου είναι $197,607/8=24,7\text{kbps}$.

4.5.2 Frequency Correction Burst

Χρησιμοποιείται για το συντονισμό της φορητής συσκευής στη συχνότητα του πομποδέκτη του κυττάρου ο οποίος εκπέμπει το λογικό κανάλι BCCH. Αποτελείται από 142 συνεχόμενων λογικών 0. Το σύνολο είναι $142+2 \times TB=142 + 6=148$ bits.

4.5.3 Synchronization Burst

Όταν μια συσκευή ξεκινήσει το συγχρονισμό με το δίκτυο, εφόσον εντοπίσει τη συχνότητα, πρέπει να αποκωδικοποιήσει το πλαίσιο της διεπαφής αέρα. Το κλειδί για την αποκωδικοποίηση είναι μια ακολουθία από 64bits η οποία αποκαλείται Synchronization Sequence (SC). Στα άλλα 2 πεδία της ριπής μεταφέρεται από 39 bits κωδικοποιημένη πληροφορία BSIC του σταθμού βάσης.

4.5.4 Access Burst

Είναι η ριπή η οποία χρησιμοποιείται για να προβλέψει την απόσταση της φορητής μονάδος και τη χρονική υστέρηση λόγω αυτής της απόστασης. Η Synchronizationsequence είναι 41 bit μεγαλύτερη από τα 26 bits της TC.

4.5.4.1 Access Burst Guard Period

H guardperiod της ριπής AB είναι 252 μs . Έτσι μπορούμε να βρούμε τη μέγιστη απόσταση στην οποία θα μπορούσε να βρίσκεται μια φορητή συσκευή από το σταθμό βάσης. Σε κοντινή απόσταση θα λάβουμε όλα τα bits χωρίς καθυστέρηση, ενώ σε απόσταση κοντά στα όρια θα λάβουμε μόνο τα $TB + \text{Synchronizationbits} + D\text{tabits} + TB$. Σε μεγαλύτερη απόσταση θα έχουμε διασυμβολική παρεμβολή.

4.5.4.2 Λειτουργία Timing Advance σε κατειλημμένη κατάσταση

Μετά το συγχρονισμό της ριπής AccessBurst μεταξύ της φορητής μονάδος και του σταθμού βάσης, ο τελευταίος οφείλει να μπορεί να μετρήσει τη μεταβαλλόμενη απόσταση της φορητής μονάδος καθώς αυτή κινείται στην περιοχή ευθύνης του κυττάρου. Σκοπός του είναι να μπορεί να συγχρονίζει τις ριπές NormalBurst όπου αποστέλλεται η συνδρομητική πληροφορία. Δεδομένου ότι $d=550m$, ο σταθμός βάσης συγχρονίζεται για να μην έχει χρονική καθυστέρηση των εκπεμπόμενων ρίπων NormalBurst για τη συγκεκριμένη απόσταση.

4.5.4.3 RACH request τυχαία πρόσβαση στο δίκτυο

Για να συνδεθεί η φορητή μονάδα στο δίκτυο πρέπει να αιτηθεί για έγκριση προσπέλασης στο σταθμό βάσης μέσω του λογικού καναλιού RACH. Μπορεί όμως πολύ συχνά 2 χρήστες να αιτηθούν πρόσβαση στο δίκτυο, οπότε έχουμε σύγκρουση συμφερόντων. Η μέθοδος προσπέλασης που χρησιμοποιείται είναι το slotted ALOHA.

4.6 Χαρτογράφηση λογικών καναλιών στο πλαίσιο της διεπαφής αέρα - Οι δομές των χρονικών πολυπλαισιων.

Καθώς δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όλα τα λογικά κανάλια σε τόσο λίγες χρονοθυρίδες, χρησιμοποιούμε χρονική πολυπλεξία. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν μόνο ορισμένοι συνδυασμοί λογικών καναλιών που επιτρέπονται για χαρτογράφηση σε μια χρονοθυρίδα.

- ❖ TCH/F+FACCH/F+SACCH/TF
- ❖ TCH/H(0,1)+FACCH/H(0,1)+SACCH/TH(0,1)
- ❖ TCH/H(0)+FACCH/H(0)+SACCH/TH(0)+TCH/H(1)
- ❖ FCCH+SCH+BCCH+CCCH

- ❖ FCCH+SCH+BCCH+CCCH+SDCCH/4(0....3)+SACCH/C4(0....3)
- ❖ BCCH+CCCH
- ❖ SDCCH/8(0....7)+SACCH/C8(0....7)
- ❖ TCH/F+FACCH/F+SACCH/M
- ❖ TCH/F+SACCH/M
- ❖ TCH/FD+SACCH/MD

5Παρουσιαση της μετάδοσης στη διεπαφη αέρα

Η βασική ιδέα της πρόσβασης με τη χρήση της χρονικής πολυπλεξίας στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας είναι ο διαμερισμός ενός καναλιού συγκεκριμένης συχνότητας και φάσματος 200 KHz σε 8 χρονοθυρίδες. Τώρα λοιπόν, στην PCMέχουμε 1 φυσικό φορέα στην διεπαφή αέρα. Ο συνδρομητής στέλνει αδιαλείπτως την πληροφορία στο σταθμό βάσης, ο επεξεργαστής της συσκευής στέλνει την πληροφορία ,σιωπά για 7 χρονικά διαστήματα και ξανά στέλνει στην όγδοη χρονοθυρίδα. Ο ρυθμός μετάδοσης είναι 33,8kb/s.Ουσιαστικά ο ρυθμός που χρησιμοποιείται είναι 13kb/s ενώ τα υπόλοιπα bits είναι κωδικοποίηση καναλιού για αντιμετώπιση θορύβου και διαλείψεων. Έτσι χρησιμοποιούμε τον διακοδικτοποιητή TC ο οποίος κατεβάζει το ρυθμό μετάδοσης από 64 kb/s σε 13 kb/s + 3 kb/signaling =16 kb/s.Έτσι μπορούμε θεωρητικά να έχουμε N κανάλια. Ένας συνδρομητής εισάγει φωνητική πληροφορία μέσω ενός μικροφώνου στο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων της φορητής συσκευής. Εκεί η φωνή ψηφιοποιείται και τα δείγματα κάθε 20 ms εισάγονται στο vocoder. Αυτός επεξεργάζεται τη φωνή και αλλάζει τα 64kb/s σε 16kb/s.Στη συνέχεια εισάγεται κώδικας για προστασία από θόρυβο και παρεμβολή. Τέλος εισάγεται σε μια ριπή και αποστέλλεται στον αέρα. Στο downlinkχρειαζόμαστε 1 πολυπλεκτη για να πολυπλέξει τα σήματα και να τα στείλει στον TRX.Στο uplink ο πομποδέκτης πρέπει να συντονιστεί στο πλαίσιο και να αποστείλει τα δεδομένα στην αντίστοιχη χρονοθυρίδα στο σωστό χρόνο. Οι λειτουργικές

διαδικασίες για τη μεταφορά των ψηφιοποιημένων πληροφοριών φωνής μέσω του φυσικού καναλιού στη ράδιο-επαφή αέρα είναι:

- Κωδικοποίηση καναλιού για ανεύρεση σφαλμάτων με κώδικα CRC
- Διόρθωση σφαλμάτων με χρήση κώδικα FEC
- Προστασία πληροφορίας με χρήση τεχνικών κρυπτογράφησης
- Δημιουργία της δομής της ριπής
- GMSK modulation

5.1 MS to BTS – Uplink μετάδοση πληροφορίας

5.1.1 Κωδικοποίηση φωνής-Vocoding

Αρχικά ο συνδρομητής στέλνει την φωνή του στο μικρόφωνο της ψηφιακής συσκευής, όπου περνάει από Δειγματοληψία, Κβαντιση και κωδικοποίηση για να γίνει ψηφιακό σήμα. Για τη μετάδοση της φωνής χρειαζόμαστε 104 kbps που είναι πολύ μεγάλος ρυθμός. Για να τον ελαττώσουμε λοιπόν, χρησιμοποιούμε τον vocoder ο οποίος παίρνει δείγματα κάθε 20ms. Αυτά τα 2080 bits που λαμβάνονται είναι το αποτέλεσμα διέγερσης του φίλτρου. Αντί λοιπόν να στείλει όλα αυτά τα bits στέλνει την ακολουθία που απαιτείται για την διέγερση του φίλτρου και την παράγωγη των 2080 / 20 ms (13kbps). Στη λήψη ο δεκτής διαβάζει τα 13 kbps, υλοποιεί το φίλτρο και παράγει 2080 bits / 20ms. Έτσι μπορούμε να στείλουμε $8 \times 13 \text{ kbps} = 104 \text{ kbps}$. Αυτή η διαδικασία γίνεται στο λογισμικό της φορητής μονάδος στο uplink. Αντίθετα, στο downlink γίνεται στον transcoder μεταξύ του BSC και MSC.

5.1.21 Κωδικοποίηση ασυρμάτου καναλιού-Channel Coding

Κατά τη διάρκεια της διάδοσης πληροφορίας στο ασύρματο κανάλι, είτε λόγω παρεμβολών είτε λόγω πολυόδευσης, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τα ληφθέντα bits στο δεκτή να έχουν υποστεί αλλοίωση με αποτέλεσμα να μην αντιστοιχούν

στην αναμενόμενη πληροφορία και ο δέκτης να κάνει λάθος στην επιλογή του. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε Block και Convolutional κώδικες για να προστατεύουμε τα bits στο ασύρματο κανάλι. Τα Block χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση λαθών ενώ οι convolutional για διόρθωση σφαλμάτων. Τα 260 bits που είναι για αποστολή χωρίζονται σε 3 ομάδες ανάλογα με την αξία τους. Στα πρώτα 50 πιο σημαντικά bits προστίθενται 3 bits ιστιμίας. Στα 132 bits της 2^{ης} ομάδας 4 tail bits. Άρα μαζί με τα 78 bits της 3^{ης} ομάδας έχουμε 267 bits. Τα 189 σημαντικά bits εισέρχονται στον convolutional coder ο οποίος προσθέτει άλλα τόσα για την διόρθωση σφαλμάτων στη λήψη και μαζί με τα 78 υπόλοιπα bits (σύνολο 456) αποστέλλονται στον αέρα. Αξίζει να αναφέρουμε την κωδικοποίηση AMR η οποία προσαρμόζει την κωδικοποίηση των καναλιών λεκτικού κωδικοποιητή- αποκωδικοποιητή σύμφωνα με το ράδιο-περιβάλλον καθιστώντας το κανάλι ανθεκτικότερο στα σφάλματα. Μπορούμε να μετρήσουμε το QOS και το BER και τη μεταξύ τους σχέση. Σκοπός της λεκτικής κωδικοποίησης AMR είναι η βελτιστοποίηση του QOS. Αυτή η ανθεκτική συλλογική κωδικοποίηση καθιστά την επικοινωνία μεταξύ MS και BTS πιο ποιοτική, άρα ο σχεδιαστής του δικτύου έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί τις συχνότητες του ράδιο-φάσματος πιο συχνά. Υπάρχουν 8 λεκτικοί κώδικες FullRate ή HalfRate. Αυτοί χρησιμοποιούνται στον transcoder στο downlink ή στο vocoder στο uplink. Κάθε κατασκευαστής ακολουθεί συγκεκριμένους τυποποιημένους κανόνες υλοποίησης οι όποιοι δεν μπορούν να αποκλίνουν. Κατά τη διάρκεια μιας κλήσης χρησιμοποιούνται 2FR και 2HR λεκτικοί κώδικες και η επιλογή τους γίνεται από παραμέτρους προσδιορισμού κατωφλιών, παραμέτρων του εκαστοτε κατασκευαστή.

5.1.3 Στάδιο Interleaving

Επόμενο στάδιο είναι το στάδιο interleaving στο οποίο προστίθεται περαιτέρω προστασία στα δεδομένα στο κανάλι της διεπαφής αέρα για αποφυγή σφαλμάτων από φαινόμενα

παρεμβολών, από θόρυβο υποβάθρου, θόρυβο στενού φάσματος και θόρυβο ευρέος φάσματος. Η τεχνική που χρησιμοποιείται για αποστολή στον αέρα είναι η QPSK, ένα ορθογώνιο διάγραμμα με 4 σημεία, δηλαδή 4 φάσεις. Αυτό σημαίνει πως χωρίζουμε την πληροφορία σε δυάδες και την αντιστοιχούμε στο κατάλληλο σημείο με την κατάλληλη φάση. Υπάρχουν όμως και κάποια κατεστραμμένα σήματα λήψης τα οποία δεν αντιστοιχίζονται πάντα σωστά, με αποτέλεσμα την εμφάνιση BER. Άλλο πρόβλημα είναι οι απώλειες διάλειψης γιατί το σήμα υπόκειται σε πολλές ανακλάσεις πριν φτάσει στο δεκτή. Οι διαλείψεις δεν αντιμετωπίζονται από τους κώδικες καναλιού και η χρήση τεχνικής interleaving καθίσταται απαραίτητη. Κατά την τεχνική αυτή ο πομπός ανακατεύει χρονικά (scrambling) τα bits της ομάδας των 456 bits και τα στέλνει εκτός χρονικής τάξης για να μη χαθούν πολλά από αυτά, γιατί αλλιώς δεν θα μπορέσει να ανακατασκευάσει την αρχική πληροφορία. Και με τη χρήση πινάκα έχουμε βελτίωση σε σχέση με πριν. Για καλύτερη αντιμετώπιση των διαλείψεων χρησιμοποιείται και δεύτερο στάδιο interleaving όπου οι προτάσεις-συλλαβές ανακατεύονται με προηγούμενες και επόμενες με αποτέλεσμα την αποστολή μεγαλύτερων χρονικών διαστημάτων εκτός χρόνου. Με το 2^ο στάδιο interleaving έχουμε τεραστία βελτίωση στην επανασύνδεση της πληροφορίας στη λήψη. Έτσι στη διεπαφή αέρα στο 1^ο στάδιο interleaving έχουμε τη δημιουργία 8 ομάδων από 57bits=456bits, δηλαδή όσα τα bits των ομάδων του normalburst. Κανονικά θα χρειαζόμασταν 4 συνεχόμενα normalburst άλλα υπάρχει ο κίνδυνος μιας διάλειψης που θα επηρέαζε και τα 456 bits. Γι' αυτό, χρησιμοποιούμε το 2^ο στάδιο interleaving. Έτσι αντί για 4 στέλνουμε 8 συνεχόμενα burst. Στέλνονται οι πρώτες 4 ομάδες και οι υπόλοιπες 4 ομάδες στέλνονται με τις 4 της επόμενης ομάδας.

5.2 BTS to MS-Downlink μετάδοση πληροφορίας

Στη διαδικασία της μετάδοσης από το δίκτυο στη φορητή μονάδα έχουμε παρόμοιες διαδικασίες με κάποιες διαφορές.

Αρχικά η φωνή στέλνεται ψηφιοποιημένη από το MSC προς το BSC με ρυθμό 64kbps. Πολλοί συνδρομητές στέλνουν την πληροφορία τους και το κέντρο MSC πρέπει να δρομολογήσει τις κλήσεις. Η πληροφορία υπόκειται μια μορφή κωδικοποίησης φωνής στον transcoder ο οποίος είναι μια λειτουργική μονάδα με απώτερο σκοπό την ελάττωση της πληροφορίας της ψηφιοποιημένης φωνής, ώστε να καταλαμβάνει λιγότερο φάσμα χωρίς να χαθεί μέρος φωνητικής πληροφορίας.

Ο επεξεργαστής του transcoder μαζί με μια κάρτα ET παραλαμβάνει μια PCM, 32 χρονοθυρίδες με 8 bits. Συγχρονίζεται στο πλαίσιο και λαμβάνει πληροφορία 20 ms στέλνοντας τα bits στον vocoder όπου κωδικοποιείται η φωνή με ρυθμό 13kbps και μαζί προστίθενται άλλα 3kbps σηματοδοσίας η οποία χρησιμοποιείται για επικοινωνία μεταξύ transcoder και BTS. Η πληροφορία δρομολογείται στο BSC το οποίο έχει δημιουργήσει τις διασυνδέσεις με την αντίστοιχη ET κάρτα του BTS που βρίσκεται ο συνδρομητής. Η μονάδα ET χρησιμοποιείται για συγχρονισμό με το πλαίσιο της PCM και την ανάγνωση χρονοθυρίδων. Η χρονοθυρίδα 0 χρησιμοποιείται για συγχρονισμό του BTS με την ET κάρτα του BSC. Οι υπόλοιπες για επικοινωνία με τους TRX του σταθμού βάσης, ενώ μια χρονοθυρίδα χρησιμοποιείται για επικοινωνία του BSC με το BTS, απαραίτητη επικοινωνία για έλεγχο και συντήρηση του BTS. Έτσι η ET κάρτα στέλνει 16 kbps τα οποία λαμβάνει ο TRX και από τα οποία τα 3 kbps είναι για σηματοδοσία TRX και transcoder ενώ τα άλλα 13 είναι πληροφορία συνδρομητή. Στη συνέχεια στον TRX η πληροφορία κωδικοποιείται και περνά 2 σταδία interleaving. Τέλος, αυτή στέλνεται από τον κυματοδηγό στην κεραία και από εκεί στην διεπαφή αέρα και τη φορητή μονάδα, η οποία διαβάζει 114bits από μια χρονοθυρίδα του TRX.

6. Προβλήματα στη διεπαφή αέρα-τρόποι αντιμετώπισης

Η μεγάλη διαφορά του GSM με το PSTN είναι ότι η πληροφορία γίνεται ασύρματα, έτσι η χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων παρουσιάζει ποικίλα

προβλήματα. Το σημαντικότερο από αυτά είναι στην αναζήτηση σήματος το οποίο είναι εξασθενημένο λόγω κακού σχεδιασμού, παρεμβολών και λόγω φαινομένων σκίασης, προβλήματα για τα οποία υπάρχουν εν γένει λύσεις. Το δίκτυο GSM έχει υιοθετήσει και κάποιες άλλες τεχνικές αντιμετώπισης προβλημάτων στη διεπαφή αέρα. Ωστόσο, τα προβλήματα της σκέδασης Rayleigh δεν αντιμετωπίζονται.

6.1 Φαινόμενα εξασθένησης ισχύος

Η εξασθένηση σήματος παρατηρείται όταν το σήμα εξασθενεί λόγω της απομάκρυνσης του δεκτή από το σταθμό. Σε ατμοσφαιρικές συνθήκες έχω απώλειες από την καμπυλότητα της γης και από τα φαινόμενα απορρόφησης. Το φαινόμενο της αργά μεταβαλλόμενης σκίασης γίνεται αντιληπτό από φυσικά και τεχνητά εμπόδια (βουνά, δάση, κτήρια). Οι ελάχιστες ισχύς λήψης που παρατηρούνται μέσα στην περιοχή σκίασης λέγονται **βυθίσματα σκίασης**. Αυτά εμφανίζονται σε μικρή συχνότητα σε σχέση με ένα άλλο είδος σκίασης, τη σκίαση Rayleigh. Στο φαινόμενο αυτό το σήμα λαμβάνεται απευθείας από την κεραία μαζί όμως με ανακλώμενα από γειτονικά κτίρια με αποτέλεσμα το σήμα που λαμβάνεται να αθροίζεται και φυσικά να μηδενίζεται ενώ αν η φάση διαφέρει τότε παραμορφώνεται. Αυτό είναι αντιληπτό με διαλείψεις στην ομιλία.

6.2 Χρονική διάχυση- TimeDispersion

Το φαινόμενο της χρονικής διάχυσης παρουσιάζει ομοιότητες με τη σκίαση Rayleigh με τη μόνη διαφορά ότι οι ανακλάσεις προέρχονται από απομακρυσμένα εμπόδια. Έτσι η πληροφορία λαμβάνεται με μεγάλη χρονική καθυστέρηση και θεωρείται παρεμβολή.

6.3 Συγχρονισμός πλαισίου-TimeAlignment

Η φορητή συσκευή οφείλει να εκπέμπει στο σωστό χρόνο και στον υπόλοιπο χρόνο να σιωπά. Όταν οι φορητές συσκευές είναι κοντά στο σταθμό βάσης έχουν μικρές καθυστερήσεις

και επομένως μικρές απώλειες συγχρονισμού πλαισίου. Αντιθέτως, σε μακρινή απόσταση έχουν μεγάλες καθυστερήσεις με αποτέλεσμα Intersymbolinterference.

6.4 Αντιμετώπιση Προβλημάτων

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούμε για αντιμετώπιση των προβλημάτων είναι:

- Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εξασθένησης του σήματος συναρτήσει της απόστασης η λύση είναι η κυτταρική ιδέα. Στα όρια των 2 κυτταρικών καλύψεων θα έχουμε ή επιλογή και επανεκλογή ή μεταγωγή κλήσης, δηλαδή θα έχουμε επιλογή άλλου κυττάρου.
- Επίσης, μέσω της διαφορικής λήψης στο uplink, έχουμε καλύτερη ισχύς λήψης. Χρησιμοποιώντας 2 κεραίες λήψης ελαχιστοποιούμε τα φαινόμενα σκέδασης Rayleigh διότι η πιθανότητα να υποστούν διάλεια και οι 2 κεραίες ταυτόχρονα είναι μικρή.
- Στη φορητή συσκευή είναι ανέφικτη η χρήση διπλής κεραίας και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται είναι η μεταπήδηση συχνότητας, δηλαδή αν μια συχνότητα εμφανίσει βύθιση αλλάζει συχνότητα για βελτίωση του σήματος λήψης.
- Το ψηφιακό σήμα εκπέμπεται στον αέρα, ο οποίος αποτελεί το κανάλι για αυτή τη μετάδοση. Όμως στον αέρα έχουμε παρεμβολές από καιρικά φαινόμενα και άλλα σήματα με αποτέλεσμα τη δημιουργία BER. Με τη χρήση λοιπόν της κωδικοποίησης καναλιού βρίσκουμε αυτά τα λάθη και διορθώνουμε κάποια από αυτά.
- Στην περίπτωση των Rayleighσκιάσεων και παρεμβολών χάνονται αρκετά burst εκπομπής. Ο τρόπος για να αντιμετωπίσουμε αυτές τις διαλείψεις που δημιουργούνται είναι το interleaving.
- Κάθε κανάλι στη διεπαφή αέρα έχει τις ιδιαιτερότητες του στις οποίες ο δέκτης πρέπει να προσαρμόζεται για να περάσει η πληροφορία χωρίς απόσβεση. Με μαθηματικά μοντέλα έχουν δημιουργηθεί 8 τέτοια κανάλια με 26 bits ακολουθία το καθένα. Αυτή η ακολουθία ονομάζεται **trainingsequence** και

εκπέμπεται από το BSC στο κανάλι SCHγια ανάγνωση από τη φορητή μονάδα. Ο δέκτης λαμβάνει το normalburst και από την trainingsequence δημιουργεί ένα φίλτρο. Έτσι γνωρίζοντας την είσοδο και την έξοδο μπορώ να βρω την κρουστική απόκριση. Όταν τη βρω, γνωρίζοντας την έξοδο, ψάχνω να βρω την είσοδο η οποία διεγείρει το κανάλι και παράγει την έξοδο. Έτσι με την χρησιμοποίηση του Viterbi δεν χρειάζεται να περάσουμε και τα 57bits από το φίλτρο άλλα ένα μέρος τους.

- Για τη λύση του timealignment χρησιμοποιούμε το timeadvance το οποίο, με τη βοήθεια του καναλιού SACCH, μετράει την απόσταση της συσκευής και καθυστερεί όσο χρειάζεται για να συγχρονιστεί στο πλαίσιο.

7.Κωδικοποίηση καναλιών έλεγχου (ControlChannels) στη διεπαφή αέρα Um

Η διαδικασία κωδικοποίησης εκπέμπει στο δεύτερο επίπεδο σηματοδοσίας και η επεξεργασία δεδομένων είναι συνθετότερη. Και αυτό γιατί η πληροφορία μπορεί να είναι φωνητικά δεδομένα τα οποία στέλνονται μέσω των Control-Trafficchannels ή δεδομένα σηματοδοσίας μέσω Logical channels-Control channels.Η διαδικασία που ακολουθείτε στην επεξεργασία δεδομένων είναι παρόμοια, αλλά ισχυρότερη γιατί τα δεδομένα είναι πιο ευαίσθητα. Η πληροφορία που ανταλλάσσεται μεταξύ φορητής μονάδας και δικτύου δημιουργείται από 3 υπό-επίπεδα του τρίτου επιπέδου η οποία εισέρχεται στα χαμηλότερα στρώματα για περαιτέρω επεξεργασία. Επομένως,ο αναγνώστης θα πρέπει να κατανοήσει ότι διαφορετικές λειτουργίες λάμβαναν χώρα σε διαφορετικά πρωτοκόλλα και επίπεδα και σε διαφορετικά μέρη του δικτύου. Η Umδιασύνδεση μεταξύ του MS και του σταθμού βάσης ακολουθεί το μοντέλο σηματοδοσίας OSI με 3 επίπεδα. Κάθε στρώμα έχει αυτόνομες βασικές οντότητες αρμόδιες για συγκεκριμένες διαδικασίες, οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους με μηνύματα με συγκεκριμένο πρωτόκολλο. Αντιθέτως, για επικοινωνία σε γειτονικά στρώματα χρησιμοποιούν

υπηρεσίες αρχέτυπων, τα οποία μεταφέρουν την πληροφορία στα όρια των γειτονικών στρωμάτων και αναγνωρίζονται από την τιμή του Ενδεικτικού Αριθμού Αναγνώρισης Πρόσβασης.

7.1 Τα πρωτόκολλα του επιπέδου Layer 3

Οι λειτουργίες του επιπέδου 3 είναι:

- Λειτουργίες εγκατάστασης κλήσεις(**RR,CM**)
- Λειτουργίες για διατήρηση και εκτέλεση μεταγωγών διαμέσου του GSM ή άλλων δικτύων συνδεδεμένων με το GSM (**RR,CM**)
- Λειτουργίες υποστήριξης για συμπληρωματικές υπηρεσίες(**CM**)
- Λειτουργίες authentication, ciphering, IMSI attach / detach(**MM**)
- Λειτουργίες για υποστήριξη υπηρεσιών ελέγχου SMS(**CM**)
- Λειτουργίες για διαχείριση κινητικότητας και διαχείριση πόρων ράδιο-δικτύου(**RR**).

Τα 3 επίπεδα υπάρχουν σε όλα τα στοιχεία του GSM. Είναι ενσωματωμένα στη φορητή μονάδα ενώ διαμέσου του BTS μπορεί να στέλνει μηνύματα προς το BSC και το MSC.

7.1.1 Connection management

Οι λειτουργίες του υπο επιπέδου CM είναι:

- Έλεγχος κλήσης(Call Control CC)
- Υπηρεσία γραπτών μηνυμάτων(SMS)
- Διαχείριση συμπληρωματικών υπηρεσιών(Supplementary Services SS)
πχ.1 SMS δημιουργείται στο επίπεδο 3 περνάει στο επίπεδο 2 και από 1 control channel θα αποκτήσει κατάλληλη δομή για να στείλει μέσω burst στο φυσικό κανάλι στο επίπεδο 1.

7.1.2 Mobility Management

Οι 3 τύποι διαδικασιών του MM:

- Διαδικασία υποστήριξης της κινητικότητας της φορητής συσκευής
- Κοινές διαδικασίες υποστήριξης της εμπιστευτικότητας και της ασφάλειας της επικοινωνίας
- Συνεργασία με υπο επίπεδο RR κατά την έναρξη μιας κλήσης

7.1.3 Radio Resource Management RR

Τα υπο επίπεδα δεν είναι κατανομημένα σε τυχαία σειρά. Μεγαλύτερη σημασία έχει το CM το οποίο χρησιμοποιεί το MM και αυτό με τη σειρά του το RR, το οποίο στέλνει μηνύματα στο 2^ο επίπεδο LppDm. Το RR διαχωρίζει τα μηνύματα των RR,MM,CM, προσφέρει υπηρεσίες στο MM και επικοινωνεί άμεσα με το επίπεδο 1 για ανταλλαγή πληροφοριών. Σκοπός του RR είναι να υποστηρίξει την εγκατάσταση, τη διατήρηση και την απόλυση συνδέσεων μεταξύ φορητής μονάδας και δικτύου. Μια RR σύνδεση που ξεκινά από το MS γίνεται ύστερα από αίτηση του MM.

7.2 Η δομή των μηνυμάτων του Layer 3

Τα μηνύματα των υποεπιπέδων RR,CM,MM έχουν συγκεκριμένη δομή:

- **Protocol Discriminator (PD):** είναι τα bits 1 μέχρι 4 του 1^{ου} octet
- **Transaction Identifier & Skip Indicator:** Είναι τα bits 5 μέχρι 8 κάθε CM μηνύματος και κάθε RR η MM έχει συγκεκριμένη κωδικοποίηση 0000
- **Τύπος μηνύματος-Message Type:** συγκεκριμένα μηνύματα μεταξύ MM,CM,RR και φορητής μονάδας.

7.3 Τα πρωτόκολλα του επιπέδου Layer 2

Οι διαδικασίες προσβασιμότητας στο Dm κανάλι είναι λειτουργίες πρωτοκόλλου του δεύτερου στρώματος και χρησιμοποιούνται για πληροφορία σηματοδότησης μεταξύ του ράδιο-περιβάλλοντος και του ασύρματου καναλιού Dm. Μόνο

το RACH δεν χρησιμοποιεί το LapDm. Παρέχει αξιόπιστη σύνδεση σήματος. Το LapDm χρησιμοποιείται στη διεπαφή αέρα γιατί είναι πολύ μεγάλο για να αποσταλεί στη διασύνδεση του ραδίου 200KHz. Το μήνυμα σηματοδοσίας των 151 octets χωρίζεται σε ομάδες των 23 octet έκαστος. Έτσι μεταξύ επιπέδου 1 και 2 έχουμε μέχρι 23 octets, εκτός του SACCH όπου στέλνονται 21. Σε κάθε octet προστίθεται η κατάλληλη επικεφαλίδα:

- **BCCHandCCCHinformationframes**: προσθέτει την επικεφαλίδα με όνομα lengthindicatorfield με μέγεθος 1 octet και περιέχει διαφορετική πληροφορία.

Τα πεδία εντός της address field είναι:

EL: length indicator field extension bit. Τιμή EL=0

M: more data bit: χρησιμοποιείται για την υπόδειξη περαιτέρω κατάτμησης

L: LengthIndicator. Αποτελείται από 6 bits και δείχνουν τον αριθμό των octet στο informationfield.

- **FACCHandSDCCHinformationframes**: Προσθέτει μια επικεφαλίδα η οποία αποτελείται από το **addressfield**, το **controlfield** και το **lengthindicatorfield** συνολικού μεγέθους 3 octet.

Πεδία εντός της address field octet:

SAPI: χρησιμοποιείται στη διάκριση της απεικόνισης της πληροφορίας του δεύτερου επιπέδου.

EA: επιτρέπει την δυνατότητα επέκτασης της πληροφορίας σε περισσότερα πακέτα. EA=0 ακολουθεί άλλο τμήμα. EA=1 τελευταίο κομμάτι του octet.

C/R: υποδεικνύει αν το μήνυμα είναι απεσταλμένη εντολή ή απάντηση *uplink*: C/R=0 στέλνει εντολή, C/R=1 απαντάει *Downlink*: C/R=1 στέλνει εντολή, C/R=0 απαντάει

LPD: λαμβάνει τιμή 0 για οποιοδήποτε μήνυμα σηματοδοσίας εκτός SMS ή Cell broadcast

Οι 3 τύποι προδιαγραφών:

- **Numbered information frames(I format)**
- **Supervisory functions(S format)**
- **Unnumbered information and control functions(U format)**

Πεδία εντός της fieldoctet:

SACCHinformationframes: Στο LapDm προσθέτει μια επικεφαλίδα 3 μερών και αφήνεται κενό 2 octet για περαιτέρω χρήση από το φυσικό επίπεδο. Το δεύτερο επίπεδο βοηθάει να εγκαθιδρυθεί μια data link επικοινωνία με μηνύματα τα οποία δημιουργούνται στο επίπεδο 3 και τα πρωτόκολλα RR,CM,MM. Στην εγκατάσταση επικοινωνίας με το δίκτυο στέλνει μέσω του RACH αίτημα διασύνδεσης. Στη συνέχεια στέλνει αίτημα στο φυσικό κανάλι το οποίο λαμβάνεται από το BTS και από εκεί, μέσω του LapDm, πάει στο επίπεδο 3. Στη συνέχεια γίνεται η αντίθετη διαδικασία και μόλις γίνει η εγκατάσταση στη φορητή συσκευή στέλνει μήνυμα και από το BTS στο επίπεδο 3. Το BTS στέλνει και προωθεί μηνύματα χωρίς να τα διαβάζει απλά και μόνο γιατί υλοποιεί το φυσικό επίπεδο επικοινωνίας.

Κεφάλαιο 13

1 Εισαγωγή

Μια ενεργοποιημένη συσκευή η οποία δεν χρησιμοποιεί πόρους του δικτύου βρίσκεται σε κατάσταση idle mode. Αυτή η συσκευή περιφέρεται στο δίκτυο:

- Εκτελεί κάποιες βασικές μετρήσεις ισχύος για να εγκαθιδρυθεί στο κύτταρο ή να αλλάξει κύτταρο
- Λαμβάνει μηνύματα σηματοδότησης με παραμέτρους του κυττάρου και του δικτύου
- Λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη σηματοδότηση paging.

Σε κατάσταση idlemode η φορητή συσκευή αποφασίζει μόνη της για επιλογή/επανεπιλογή κυττάρου. Τα BTS,BSC,MSC δεν ελέγχουν τη φορητή συσκευή.

2 Ενεργοποίηση της φορητής μονάδος στο δίκτυο

Κατά την ενεργοποίηση της φορητής συσκευής, αυτή ακολουθεί μια συγκεκριμένη διαδικασία για την εγκατάσταση της σε 1 κύτταρο. Συγκεκριμένα:

- Θα προσπαθήσει να εντοπίσει της βασικές συχνότητες του ράδιο-φάσματος του δικτύου
- Θα εκτελέσει μετρήσεις και θα τις κατατάξει βάσει ισχύος λήψης
- Θα προσπαθήσει να συντονιστεί στην πρώτη συχνότητα και να διαβάσει τα χαρακτηριστικά του κυττάρου.
- Θα λάβει το PLMNίδτου δικτύου για να δει αν μπορεί να το χρησιμοποιήσει
- Θα προσπαθήσει να εγκατασταθεί στο κύτταρο με τη διαθέσιμη συχνότητα
- Με τους ράδιο-πόρους του δικτύου θα προσπαθήσει να εγκαθιδρύσει σύνδεση σηματοδοσίας με το δίκτυο.
- Τέλος, αν τα καταφέρει, εμφανίζεται στην οθόνη η ένδειξη του δικτύου χρήσης.

2.1 Εντοπισμός συχνοτήτων ράδιο-φάσματος GSM

Όταν η φορητή συσκευή ενεργοποιηθεί εξερευνά για κατάλληλη συχνότητα GSMη οποία όμως πρέπει να είναι συχνότητα BCCH:

- 1^η περίπτωση
Πριν την ενεργοποίηση μιας συσκευής, αυτή έχει κρατήσει την τελευταία BCCH συχνότητα που είχε συντονιστεί, καθώς επίσης και τις συχνότητες των γειτονικών κυττάρων. Με αυτό τον τρόπο, όταν ενεργοποιηθεί θα ελέγξει πρώτα αυτές τις συχνότητες και αν δεν συνδεθεί θα ελέγξει σε μεγαλύτερο ράδιο-φάσμα. Έτσι, αν κλείσουμε την φορητή συσκευή και την ανοίξουμε στο ίδιο μέρος θα συνδεθεί πολύ γρήγορα. Αντιθέτως, αν την ανοίξουμε αλλού θα αργήσει.

- 2^η περίπτωση
Αν δεν εντοπίσει την προ χρησιμοποιηθείσα συχνότητα προσπαθεί να εντοπίσει τις γειτονικές συχνότητες γιατί τα κύτταρα έχουν εμβέλεια μέχρι 2-3km. Έτσι, είναι πιθανό αν μετακινηθεί να βρίσκεται εντός γειτονικών συχνοτήτων.
- 3^η περίπτωση
Αν αποτύχει να εντοπίσει κάποια αποθηκευμένη συχνότητα θα ξεκινήσει διαδικασία εξεύρεσης διαθέσιμων συχνοτήτων. Για επιβεβαίωση μπορείτε να κάνετε το εξής πείραμα:
Κλείνετε και ανοίγετε τη συσκευή σας (θα συνδεθεί αμέσως)
Κλείνετε-μετακινήστε-ανοίγετε (θα αργήσει λίγο)
Κλείνετε-μετακινήστε περισσότερο από 10km-ανοίγετε (θα αργήσει πολύ).

2.2 Εκτέλεση μετρήσεων ισχύος

Στη 2^η φάση της 3^{ης} περίπτωσης η συσκευή εκτελεί μετρήσεις ισχύος, δηλαδή μετρά **μόνο την καθαρή και απόλυτη ισχύ λήψης**. Στη συνέχεια, κατατάσσει τις μετρήσεις σε αξιολογη λίστα χωρίς να γνωρίζει αν είναι **BCCH** συχνότητες και χωρίς να γνωρίζει το είδος και τα χαρακτηριστικά τους.

2.3 Διαδικασία ανεύρεσης BCCH φορέα

Στη 3^η φάση η συσκευή θα προσπαθήσει να συνδεθεί στην 1^η συχνότητα του πίνακα αξιολόγησης. Αν δεν είναι BCCH τότε πάει στην αμέσως επόμενη. Η φορητή συσκευή καταλαβαίνει αν είναι η συχνότητα BCCH γιατί στο φυσικό κανάλι θα εμφανίζει ένα πολυπλάσιο με τα λογικά κανάλια ECCH, SCH και BCCH. Η συσκευή χρειάζεται να αναγνωρίσει μόνο το κανάλι ECCH το οποίο δεν απαιτεί συγχρονισμό σε πολυπλάσιο ή frame. Η φορητή συσκευή ψάχνει το BCCH γιατί στο uplink περιέχει το RACH το οποίο χρησιμοποιείται για αίτηση εισόδου στο δίκτυο.

2.4 Διαδικασία συγχρονισμού στον BCCH φορέα

Στην 4^η φάση προχωράει στην ανάγνωση των παραμέτρων του SCH από το πολυπλάσιο του BCCH γιατί:

- Περιέχει πληροφορίες συγχρονισμού στο πλαίσιο

- Περιέχει την παράμετρο BSIC η οποία αποτελείται από $BSIC=BCC+NCC$, όπου $BCC=TSC$, η οποία χρησιμεύει στον Viterbi equalizer για διόρθωση σφαλμάτων και για την αποστολή RACH αιτήματος στο κανάλι.

2.5 Ανάγνωση System information από το BCCH

Στη 5^η φάση η συσκευή διαβάσει το BCCH, δηλαδή πληροφορίες που αφορούν παραμέτρους του κυττάρου, καθώς και την συμπεριφορά της μέσα στο κύτταρο. Η κάθε πληροφορία διευθετείται σε SIBS και αν η συσκευή θέλει θα τις διαβάσει. Οι ομαδοποιημένες πληροφορίες ονομάζονται **System information** και η αποστολή τους ακολουθεί συγκεκριμένο αλγόριθμο τον οποίο γνωρίζει το λογισμικό της φορητής συσκευής. Για να δούμε την πληροφορία θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ειδικά λογισμικά τα οποία εμφανίζουν την κρυμμένη πληροφορία σε ευανάγνωστη μορφή από 1 μηχανικό του δικτύου. Η πληροφορία του SIB 1 περιλαμβάνει παραμέτρους σχετικά με την περιγραφή του κυττάρου και τη μετάδοση στο πολυπλάσιο, την μπάντα του κυττάρου, τη συχνότητα φορέα BCCH και τα μηνύματα που λαμβάνονται μέχρι 3 προσπάθειες. Στο SIB 2 βρίσκουμε πληροφορίες σχετικές με τις γειτονικές συχνότητες και την πληροφορία του επιτρεπόμενου συνδυασμού NCC από την πληροφορία BSIC. Βλέπουμε την μπάντα και την συχνότητα ενώ το RACH επαναλαμβάνεται όπως στο SIB 1, ενώ βλέπουμε και τις γειτονικές συχνότητες. Στο SIB 3 βρίσκουμε παραμέτρους του δικτύου και του κυττάρου αλλά και σχετικές με τη διαδικασία Location Update. Πράγματι βρίσκουμε τη μπάντα, το φορέα αλλά και παραμέτρους όπως CI, MCC, MNC και LAC. Επιπλέον, εκτελεί το IMSI Attach/Detach (παράμετρος **ATT**) και Periodic Location Update κάθε 2 ώρες (παράμετρος **T3212**). Στο SIB 3 υπάρχει πληροφορία σχετικά με τη δομή του BCCH. Για τη δομή του εκπέμπονται ο αριθμός των φυσικών καναλιών BPC, αν χρησιμοποιείται combined BCCH ή όχι και ο αριθμός πολυπλαισίων που συνθέτουν έναν πλήρη κύκλο paging.

Στο πολυπλαίσιο υπάρχει 1 κανάλι BCCH, 1 κανάλι AGCH και ξεχωριστός αριθμός καναλιών SDCCH/8. Ένας πλήρης κύκλος paging διαρκεί 6 περιόδους πολυπλαισίου. Στο κύτταρο δεν υπάρχει power control και η φορητή μονάδα στο uplink χρησιμοποιεί Discontinuous Transmission. Ακόμα περιλαμβάνει παραμέτρους cell selection/reselection και τέλος στην παράμετρο του GPRS RAC δεν αποστέλλονται πληροφορίες για 3G κύτταρα. Στο SIB 4 βρίσκουμε πληροφορίες για Location Area Identification, cell selection parameters και CBCH παραμέτρους του δικτύου και του κυττάρου. Πράγματι βλέπουμε τη μπάντα, το φορέα και την αποστολή CBCH μηνυμάτων.

2.6 Επιλογή του κατάλληλου PLMN

Στην 6^η φάση η συσκευή εξετάζει την παράμετρο PLMNid για να χρησιμοποιήσει τους πόρους του δικτύου. Στη SIM αποθηκεύονται τα επιτρεπτά και μη δίκτυα στα οποία, αν η συσκευή προσπαθήσει να συνδεθεί, σταματά αμέσως και δεν ξαναμπαίνει, εκτός κι αν γίνει χειροκίνητη επιλογή, οπότε ξαναπροσπαθεί. Η διαδικασία ελέγχου της συμβατότητας του PLMNid με βάσεις δεδομένων Permitted και Forbidden χωρίζεται σε υποφάσεις:

Στην 1^η υποφάση ελέγχει μέσω του PLMN αν είναι επιτρεπτό ή όχι το δίκτυο για χρήση. Οι περιπτώσεις είναι δύο:

1) Η συσκευή του συνδρομητή έχει εντοπίσει BCCH στη συχνότητα του οικείου δικτύου, οπότε συνεχίζεται η διαδικασία.

2) Η συσκευή έχει εντοπίσει BCCH συχνότητα ξένου δικτύου. Άρα, α) αν επιτρέπεται το roaming στη χώρα του, συνεχίζει τη διαδικασία εισδοχής στο δίκτυο. β) στην αντίθετη περίπτωση, δεν επιτρέπεται να συνεχίσει την εισδοχή.

2^η Περίπτωση

Έχουμε ενεργοποίηση συσκευής σε άλλη χώρα. Η συσκευή ελέγχει ίσχυες λήψεις και διαβάσει το PLMNid. Αν ανήκει στην permitted βάση συνεχίζει, αλλιώς επιλέγει την επόμενη στη λίστα.

2^η υποφάση

Θα προσπαθήσει να εκτελέσει IMSIAttach, δηλαδή να ενημερώσει τις βάσεις δεδομένων σχετικά με τη θέση του στο δίκτυο. Μόλις το PLMN ληφθεί και διαβαστεί θα εμφανιστεί στην οθόνη το textualinfo του δικτύου. Στη διαδικασία ImsiAttach, η συσκευή θα στείλει 1 RACH για αίτημα σύνδεσης, το locationupdate. Το μήνυμα θα αξιολογηθεί μέσω του BTS και BSC και θα δεσμευτούν πόροι για επικοινωνία και αποστολή μηνυμάτων σηματοδοσίας μεταξύ MS και BTS/BSC. Στη συνέχεια ακολουθεί αποστολή σηματοδοσίας μέσω του BTS/BSC προς το MSC και περιέχει το IMSI και τη CGI/LAC της μνήμης SIM. Η VLR ελέγχει αν υπάρχει αρχείο στη βάση με τον συνδρομητή.

- Αν υπάρχει, ελέγχει αν είναι ίδιος ο αριθμός από το **LocationUpdateRequest** με αυτόν του κυττάρου του συνδρομητή (CGI/LAC). Αν είναι ίδιοι, δεν χρειάζεται ενημέρωση.
- Αν δεν είναι αρχίζει η ενημέρωση θέσης
- Αν δεν υπάρχει εγγραφή η VLR έρχεται σε επαφή με την HLR και την προηγούμενη MSC/VLR και ζητάει ένα αντίγραφο των δεδομένων του συνδρομητή. Έχοντας πλέον όλα τα στοιχεία, ενημερώνει τη βάση ή κάνει νέα εγγραφή. Τέλος, ενημερώνεται και η φορητή συσκευή. Εάν η διαδικασία ενημέρωσης αποτύχει, θα οδηγηθεί η συσκευή σε επανεκλογή νέου PLMN, ενώ αν επιτύχει, θα εμφανιστεί στην οθόνη το textualformat του PLMNid και θα συνεχίσει η διαδικασία της cellcamping, χωρίς να είναι βέβαιο ότι ο συνδρομητής θα εγκατασταθεί σε αυτό το κύτταρο.

2.7 Έλεγχος παραμέτρων κυττάρου

Στην 7^η φάση της διαδικασίας η φορητή συσκευή θα ελέγξει τους πόρους του κυττάρου, δηλαδή αν είναι κλειδωμένο ή αν πλήρη της προϋποθέσεις χρήσης. Η εξίσωση CI εξαρτάται από 4 παραμέτρους:

- Τη λαμβανόμενη ισχύ στο Downlink από το BTS η οποία καλείται **ReceiveLevelAverage**.

- Από τη ληφθείσα παράμετρο **RXLEV_ACCESS_MIN**, SIB 3 η όποια προσδιορίζει την ελάχιστη ισχύ εκπομπής της φορητής μονάδας στο και την οποία πρέπει να λάβει η κεραία του BTS
- Από τη ληφθείσα παράμετρο **MS_TXPWR_MAX_CCH**, SIB 3 η όποια προσδιορίζει την ελάχιστη ισχύ εκπομπής της φορητής μονάδας μέσα στο κύτταρο κατά τη διαδικασία αίτησης εισόδου χρησιμοποιώντας το κανάλι RACH
- Από την παράμετρο **MSclassmark** σχετική με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ εκπομπής της φορητής συσκευής, η οποία περιορίζεται από το hardware της. Εν τέλει, εάν η συνθήκη $C1 > 0$ ισχύει για το κύτταρο, τότε πλήρη τις προϋποθέσεις και η φορητή μονάδα το επιλέγει για εγκατάσταση.

3 Διαδικασία cell reselection

Στην κατάσταση αναμονής και αμέσως μετά την διαδικασία εγκατάστασης σε 1 κύτταρο η φορητή συσκευή εκτελεί 2 βασικές

λειτουργίες:

1. Η φορητή συσκευή μετράει τη στάθμη λήψης του κυττάρου εξυπηρέτησης καθώς και των γειτονικών BCCH συχνοτήτων με απώτερο σκοπό τον υπολογισμό της μέσης ισχύος λήψης.

2. Έχοντας υπολογίσει το C1 υπολογίζει το C2 με τον εξής τύπο:

$$C2 = C1 + \text{CELL_RESELECT_OFFSET_TEMPORARY} \\ \text{OFFSET} * H \text{ (PENALTY_TIME - T)} \text{ για PENALTY_TIME} \neq$$

11111 (σε δεκαδική τιμή 31)

$$C2 = C1 + \text{CELL_RESELECT_OFFSET}$$

για PENALTY_TIME = 11111 (σε δεκαδική τιμή 31)

Η παράμετρος cellReselectionOffset χρησιμοποιείται από το σχεδιαστή ώστε να αυξήσει την τελική τιμή της C. Στόχος

είναι η συσκευή να επιλέγει για reselection το συγκεκριμένο κύτταρο ή να παραμείνει στο κύτταρο που θέλουμε.

4. Διαδικασίες Location Update

Κάθε φορά που αλλάζει ο συνδρομητής LAC έχουμε την αναγκαία διαδικασία ενημέρωσης της νέας θέσης στο δίκτυο.

4.1 IMSI ATTACH

Ενεργοποιούμε τη συσκευή. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι:

- Η συσκευή θα στείλει ένα RR μήνυμα το **Channel Request** στο λογικό κανάλι RACH
- Το δίκτυο απαντά με μήνυμα **Immediate Assignment** στο κανάλι RACH και ενημερώνει για τη χρήση κατάλληλου SDCCH
- Η φορητή μονάδα συντονίζεται στη συχνότητα στο sub-block του SDCCH και στέλνει μήνυμα **Location Update Request** προς το BSC για το MSC περικλείοντας το IMSI ή το TMSI και το LAC πριν την ενεργοποίηση
- Το δίκτυο απαντά μέσω του SDCCH με μήνυμα **Request Acknowledged Message** ενημερώνοντας ότι το BTS έχει λάβει μήνυμα **Location Update Request**.
- Το δίκτυο προωθεί το **Location Update Request** στο MSC/VLR και από εκεί στην HLR στην AUC βάση δεδομένων παράγοντας τις τριπλές ασφαλείας οι οποίες στέλνονται και αποθηκεύονται στη VLR του συνδρομητή.
- Το δίκτυο λαμβάνει από την τριπλέτα τη RAND και μέσω της SDCCH προωθείται στη συσκευή.
- Η συσκευή με το RAND υπολογίζει τον αριθμό τρίπλετας SRES και το στέλνει στο BTS-BSC-MSC/VLR. Αν ταιριάζει με αυτόν στη VLR έχουμε πλήρη ταυτοποίηση.
- Το MSC/VLR στέλνει μέσω του SDCCH το **Set Cipher Mode**, δηλαδή τους αριθμούς Kc και A5/1 ή A5/2 για να μπορεί η συσκευή να αποκρύψει τα δεδομένα της.
- Το BTS στέλνει το Kc στη συσκευή και αυτή μόλις το λάβει με το A5/1 αποκρύπτει τα δεδομένα και απαντά στο δίκτυο.

- Το MSC/VLR στέλνει το μήνυμα **LocationUpdatingAccept(LUA)** στο δίκτυο και από εκεί στη συσκευή μαζί με το νέο TMSI.
- Το δίκτυο διατάζει τη συσκευή να αποδεσμεύσει το κανάλι και να γυρίσει σε ανενεργή κατάσταση.

4.2 IMSIDetach

Για απενεργοποίηση της συσκευής μετά από χρήση έχουμε:

- Η φορητή συσκευή συνδέεται για να ενημερώσει το δίκτυο για την αποσύνδεση και απενεργοποίησή της
- Η φορητή μονάδα στέλνει στο δίκτυο το **IMSIDetach** μέσω του SDCCCH και από εκεί στο MSC/VLR.
- Το MSC/VLR στέλνει στην HLR **LocationcancelRequest** και η HLR αλλάζει την κατάσταση από **IMSAttached** σε **IMSDetached**. Έτσι όποια κλήση φτάσει θα τερματίσει στην HLR αποτελώντας ηχητικό μήνυμα σε αυτόν που καλεί
- Το MSC/VLR στέλνει **DetachAcknowledged** η οποία όταν το λάβει απενεργοποιείται.

4.3 Normal Location update –new MSC/VLR

Στην ανάλυση ενημέρωσης θέσης ισχύει ότι κατά την μετακίνηση μπορεί να έχουμε αλλαγή LAC. Για το λόγο αυτό, πρέπει άμεσα να ενημερωθεί το MSC/VLR και η HLR για να καταγραφούν οι νέες θέσεις στις εγγραφές του συνδρομητή, έτσι ώστε να καταλήξει σωστά μια κλήση στο σωστό LAC και στο σωστό MSC/VLR.

Η διαδικασία έχει ως ακολούθως:

- Η φορητή συσκευή κινείται και αλλάζει LAC. Καθώς κινείται ακούει το BCCH και συγκρίνει την τιμή LAC με αυτή που ισχύει. Αν διαφέρει πρέπει να κάνει ενημέρωση **normallocationupdate**.
- Αρχικά η φορητή μονάδα στέλνει μήνυμα RR, το **ChannelRequest** μέσω του καναλιού RACH στο δίκτυο

- Το μήνυμα περνάει από το BTS στο BSC. Το BTS θα δεσμεύσει ένα SDCCH κανάλι και θα απαντήσει μέσω του AGCH με μήνυμα **ImmediateAssignment**
- Η συσκευή θα συντονιστεί και θα στείλει μέσω του SDCCH το μήνυμα **LocationUpdateRequest** για το MSC περικλείοντας το IMSI ή TMSI και το LAC που είναι αποθηκευμένο στη SIM. Το δίκτυο απαντά μέσω του SDCCH με **Requestacknowledged** ότι το BTS έλαβε το τελευταίο μήνυμα
- Το MSC/VLR δεν αναγνωρίζει το TMSI/IMSI γιατί η συσκευή ήταν σε άλλο MSC/VLR. Επομένως θα ψάξει να βρει τη LAC στη βάση δεδομένων με όλες τις LAC. Έτσι, θα βρει το παλιό MSC/VLR και θα συγκρίνει το IMSI-TMSI.
- Εν συνεχεία από το IMSI βρίσκεται η HLR του συνδρομητή. Η νέα MSC/VLR εκτελεί IMSI analysis και βρίσκει το DPC της HLR και ενημερώνει το προφίλ του IMSI μέσω μηνύματος MSU.
- Στη συνέχεια ξεκινάει διαδικασία authentication. Εκτελείται με δύο τρόπους και εξαρτάται από μια παράμετρο του VLR.
 1. Για να μην εκτελείται εκ νέου authentication στο νέο MSC/VLR, το MSC/VLR λαμβάνει από το παλιό τα SRES και RAND. Το RAND στέλνεται στη συσκευή, παράγεται νέα τριολέτα SRES και στέλνεται στο uplink. Αν ο συνδρομητής απενεργοποιήσει τη συσκευή του και την ενεργοποίηση ξανά πιθανόν να έχει επιτυχή ταυτοποίηση. Στην περίπτωση που δεν έχει, το πρόβλημα βρίσκεται στη SIM του.
 2. Στη 2^η περίπτωση κάθε φορά που εκτελείται Location Update πρέπει να εκτελείται και authentication. Το δίκτυο χρησιμοποιεί τους αλγορίθμους A3 και A8 για πιστοποίηση, οι οποίοι βρίσκονται στη SIM και AUC. Μια γεννήτρια ψευδοτυχαίων αριθμών παράγει το RAND, όπου μαζί με το K1 και τον A8 παράγει το Kc. Ο RAND μαζί με το K1 και τον A3 δημιουργεί το SRES. Η τριπλέτα RAND, SRES και Kc αποστέλλονται στο MSC/VLR. Μόλις τις λάβει μέσω του καναλιού SDCCH, στέλνει την SRES στη φορητή συσκευή. Έτσι, η SIM έχοντας λάβει τη RAND και μαζί με την K1 και τους A3 και A8

δημιουργεί ξανά την τριπλέττα, την αποθηκεύει και στέλνει μέσω του SDCCH την παράμετρο SRES. ΗVLR συγκρίνει τις πληροφορίες και αν ταιριάζουν, έχουμε επιτυχημένη διαδικασία authentication. Στη συνέχεια, η Kc στην SIM και η Kc στην VLRμαζί με τον A5 παράγουν διαδικασία απόκρυψης δεδομένων. Το MSC/VLR στέλνει το **SetCipherMode** στο ράδιο-δίκτυο και από εκεί στη συσκευή. Στο uplink τα Data + Kc και ο A5 παράγουν πληροφορία scrambled. Στο downlink χρησιμοποιούνται πακέτα από το transcoderData + Kc και μαζί με τον A8 αποκρύπτει την πληροφορία.

- Αν είναι επιτυχής η επικύρωση ενημερώνεται η MSC/VLR και η HLRκαι εγγράφεται στην MSC/VLR
- Η συσκευή λαμβάνει την σηματοδosisία **LocationUpdatingAccept**, δηλαδή επιτυχή ενημέρωση στη βάση δεδομένων. Μετά τη λήψη του νέου TMSI απαντάει με **TMSIReallocationComplete**. ΤοBSS μέσω του BTS διατάζει τη φορητή μονάδα να μεταβεί σε ανενεργή κατάσταση και το BTS αποδεσμεύει το κανάλι SDCCH στην διεπαφή αέρα.

ΚΕΦΆΛΑΙΟ 2^ο

GPRS/EGPRS ΔΙΚΤΥΟ

Εισαγωγή

Το σύστημα GPRS / EGPRS παρέχει μια λύση για το πρωτόκολλο δικτύου(InternetProtocol) το οποίο επικοινωνεί μεταξύ του χρήστη (UserEquipment) και ενός Παρόδου υπηρεσιών δικτύου(ISP) ή ενός εταιρικού δικτύου LAN. Όπως θα διαπιστώσετε παρακάτω τοGPRS είναι ένα σύστημα για την μεταφορά πακέτων δεδομένων σε ένα δίκτυο GSM.

Η Ενισχυμένες ταχύτητες δεδομένων για την Παγκόσμια Εξέλιξη ή αλλιώς EnhancedDataRateforGlobalEvolution (EDGE) είναι η εξέλιξη του GSM και του IS- 136 πακέτων δεδομένων υπηρεσίας.

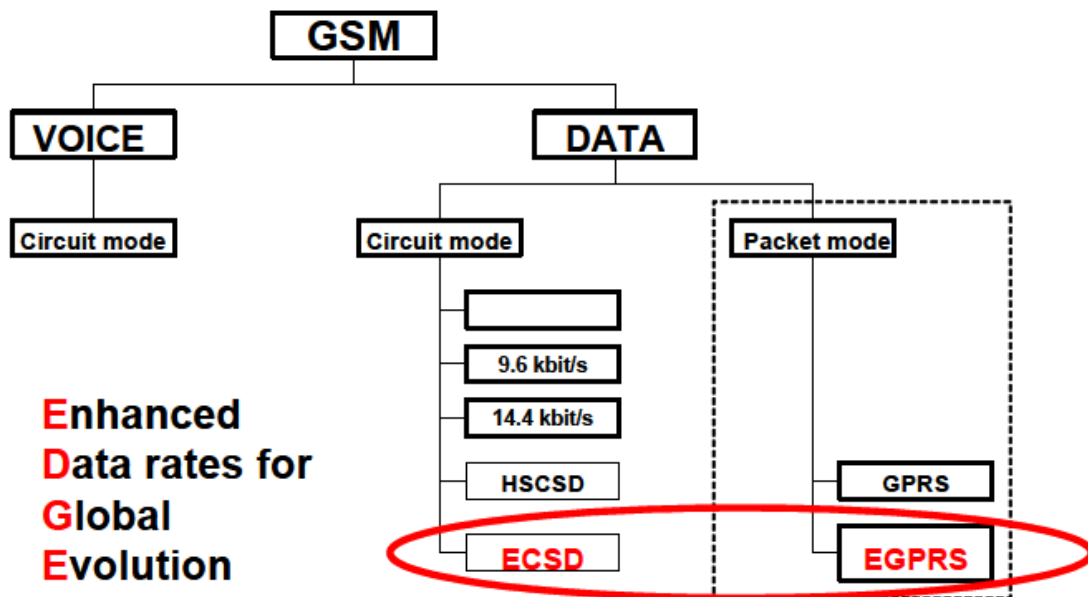
Η EDGE υπηρεσία χωρίζεται σε 2 υποκατηγορίες την CS (ECSD) και την PS (EGPRS). Το GPRS σημαίνει Γενική Υπηρεσία Ράδιο Πακέτων και EGPRS σημαίνει Ενισχυμένες Γενική Υπηρεσία Ράδιο Πακέτων.

Με την εισαγωγή της EDGE υπηρεσίας στο GSM φάση 2+, οι υπάρχουσες υπηρεσίες όπως GPRS και υψηλής ταχύτητας μεταγωγής κυκλώματος δεδομένα (HSCSD) είναι ποιο ενισχυμένες προσφέροντας ένα νέο φυσικό επίπεδο. Οι υπηρεσίες δεν έχουν τροποποιηθεί. Η EDGE υπηρεσία υπάγεται στο πλαίσιο των προϋπάρχων προδιαγραφών και περιγραφών και δεν δημιουργούνται νέες.

Ο ρυθμός των δεδομένων μέσω της διασύνδεσης αέρα ποικίλλει ανάλογα με την κωδικοποίηση. Το υψηλότερο ποσοστό δεδομένων για το GPRS είναι 20 kbps ανά χρονοθυρίδα, ενώ για το EGPRS είναι 59,2 kbps ανά TS.

Η κωδικοποίηση εκτελείται χρησιμοποιώντας σχεδιαγράμματα κωδικοποίησης. Για το GPRS, υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά σχεδιαγράμματα κωδικοποίησης, που ορίζεται από CS1 έως CS4.

Για το EGPRS, υπάρχουν εννέα διαφορετικές διαμόρφωσης κώδικα, που ορίζεται από MCS1 έως MCS9.

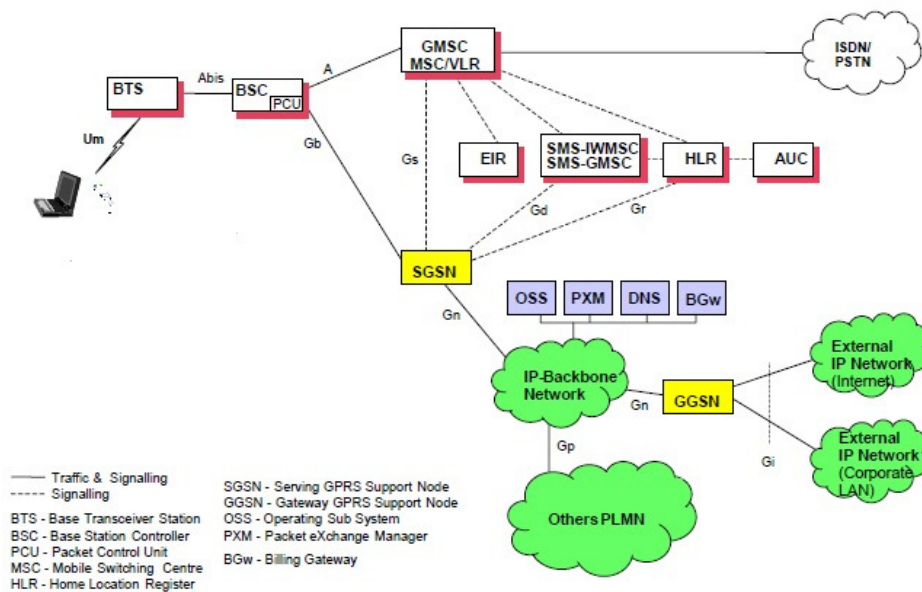


Σχήμα 1-2. EDGE

Αρχιτεκτονική Δικτύου GPRS / EGPRS

Προκειμένου να παρέχει η απαιτούμενη λειτουργικότητα στο GPRS, δύο τύποι στήριξης κόμβων GPRS απαιτούνται:

- Ο κόμβος εξυπηρέτησης Υποστήριξης GPRS (SGSN)
- Ο κόμβος Υποστήριξης GPRS (GGSN)
- Επιπλέον, ο BSC πρέπει να αναβαθμιστεί σε μονάδα ελέγχου πακέτων.



Εικόνα 1-3. αρχιτεκτονική του δικτύου

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα αρκετοί άλλοι κόμβοι είναι διαθέσιμοι για να υποστηρίξουν τον χρήστη για PS και CS υπηρεσίες. Αυτά είναι τα εξής:

- MSC / VLR, ένας σημαντικός κόμβος του δικτύου GSM, ο οποίος ελέγχει: την διαχείριση της κινητικότητας του δικτύου, κάνει έλεγχο των κλήσεων, και διαχειρίζεται την φόρτιση και μεταγωγή για της κλήσεις της CS υπηρεσίας.
- Η HLR αποθηκεύει το προφίλ του συνδρομητή και περιέχει πληροφορίες για την διαχείριση της κινητικότητας αυτού.
- AUC παρέχει τις παραμέτρους ελέγχου ταυτότητας που χρησιμοποιείται στην διαδικασία ελέγχου ταυτότητας.
- Οι κόμβοι SMS, χειρίζονται τα SMS μέσω GPRS / EGPRS δικτύου.

- Οι EIR αποθηκεύουν πληροφορίες που σχετίζονται με την ταυτότητα του εξοπλισμού.
- Οι OSS (OSS-RC) χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του GSM / GPRS δικτύου.
- Οι PXM είναι το στοιχείο διαχείρισης για τους κόμβους του GPRS δικτύου.
- Διακομιστής Ονομάτων Τομέων ή Χώρων ή Περιοχών, DNS. Όταν μια κλήση απαιτηθεί αυτός ο κόμβος χρησιμοποιείται από το SGSN για να βρει τον GGSN παρέχοντας την σύνδεση στον ISP (APN ανάλυση). Όταν η MS εκτελεί μια μεταγωγή ο DNS μάλλον θα χρησιμοποιηθεί για την επίλυση της διεύθυνσης του προηγούμενου SGSN παρόδου (παλιού SGSN).
- BGW είναι οι βοηθητικοί κόμβοι στήριξης.

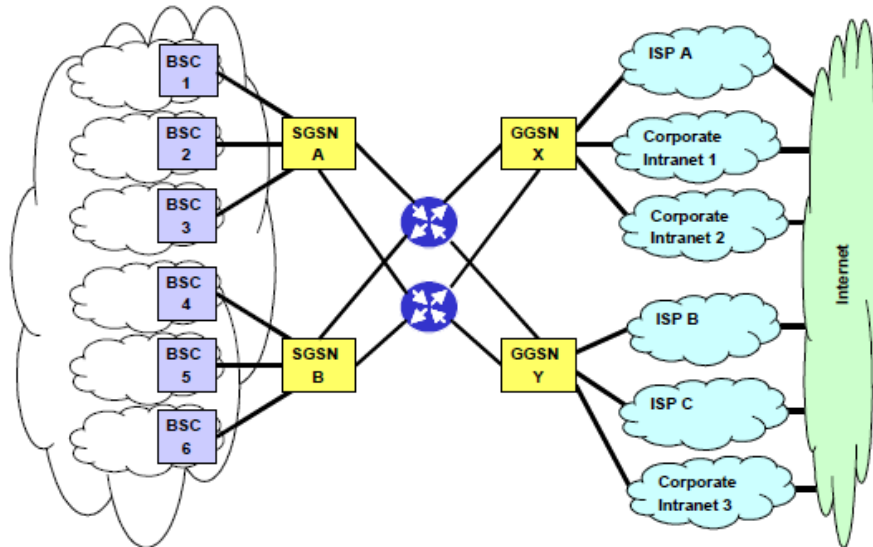
Ο DNS και ο PXM εισάγονται στο δίκτυο GSM για την υποστήριξη του GPRS / EGPRS. Όλοι οι άλλοι είναι κοινά και για τις δύο CS και PS υπηρεσίες.

Η διακομιστές GSN (SGSN) ενεργούν ως σημείο πρόσβασης των χρηστών στο δίκτυο GPRS, και εφαρμόζουν τις αρχές για την διαχείριση της σύνδεσης αυτών (CM) και της Διαχείρισης της Κινητικότητας (MM). Ο GGSN λειτουργεί ως πύλη προς τα απαιτούμενα εξωτερικά πακέτων του δικτύου, όπως ο ISP's ή ο Corporate Intranet.

Η συμμετοχή ενός συγκεκριμένου SGSN σε μια κλήση PS για κάθε δεδομένο χρήστη ,προσδιορίζεται μόνο με βάση την τοποθεσία του χρήστη εντός τα ραδιοδικτύου GSM και την τοπολογία του δικτύου (SGSN Serving Area ή SGSN Routing Area).

Για την υπηρεσία PM, ο επιλεγμένος χρήστης ISP ή ο CorporateLAN καθορίζει τη συμμετοχή του GGSN. Εάν ένας χρήστης ήθελε να "σερφάρει στο διαδίκτυο" χρησιμοποιώντας ISP A, τότε ο GGSN X θα πρέπει να συμμετέχει στον PMπάροχο υπηρεσιών. Εάν ο ίδιος χρήστης θέλε να έχει πρόσβαση στον εταιρικό του e-mail για τον Εταιρικό δίκτυο 3 (παρακάτω σχήμα), τότε ο GGSN Y ενεργεί ως πύλη. Κάθε μία από αυτές τις

εξωτερικές οντότητες που προσδιορίζονται με μοναδικό AccessPointName (APN), η οποία παρέχει επίσης μια Συγκεκριμένη Ποιότητα Εξυπηρέτησης (QoS) για να διαπραγματευτεί τους πόρους του δικτύου.



Σχήμα 1-4. GPRSSupportNodes

Πέρα από τη επανάθεση της λειτουργικότητας ,η δομή της διεπαφής αέρα και ο ρόλος του GSNs και του BSC /PCU περιγράφονται παρακάτω:

ΟΡΟΛΟΣ ΤΟΥ SGSN

Το SGSN είναι ένα κύριο στοιχείο στο δίκτυο GSM χρησιμοποιώντας το GPRS δίκτυο. Το SGSN προωθεί τα εισερχόμενα και εξερχόμενα πακέτα IP που απευθύνεται σε / από ένα MS που είναι συνδεδεμένο με μια SGSN περιοχή λειτουργίας. Το SGSN παρέχει δρομολόγηση και μεταφορά

πακέτων από και προς τηνSGSNπεριοχή λειτουργίας. SGSNεξυπηρετεί όλους τους συνδρομητές GPRS που βρίσκονται εντός της γεωγραφικής περιοχής λειτουργίας του SGSN.Ενας GPRS συνδρομητής μπορεί να εξυπηρετείται από ένανSGSN στο δίκτυο, ανάλογα με την τοποθεσία. Η κίνηση δρομολογείται από τονSGSNπρος τοBSC, μέσω των BTS προς ταMS.Ο SGSN εξυπηρετεί τα αιτήματα του τελικού χρήστη, παρέχοντας τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Κρυπτογράφηση, έλεγχο ταυτότητας και IMEI έλεγχο. Το SGSN ενεργοποιεί τη διαδικασία πιστοποίησης με την αποστολή της αίτησης ελέγχου ταυτότητας στην AUC μέσω της διεπαφής Gr και του MS μέσω της διεπαφής αέρα(Gb-Abis-Um).
- Η διαχείριση της κινητικότητας . ΟSGSN κόμβος είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση της κινητικότητας, στην αρχιτεκτονική του GPRS . Είναι ισοδύναμο του Circuit Mode(CM), το στρώμα ελέγχου τηςPS υπηρεσίες θα πρέπει να γνωρίζουν τη θέση ενός χρήστη στο ράδιο δίκτυο του GSM και πρέπει να ασχοληθείτε με την ενημέρωση της θέσης του χρήστη όταν μετακινείτε? Ηκαταχώρηση της τωρινής θέσης (HomeLocationRegister) θα πρέπει να ενημερώνονται για την τρέχουσα θέση του χρήστη.

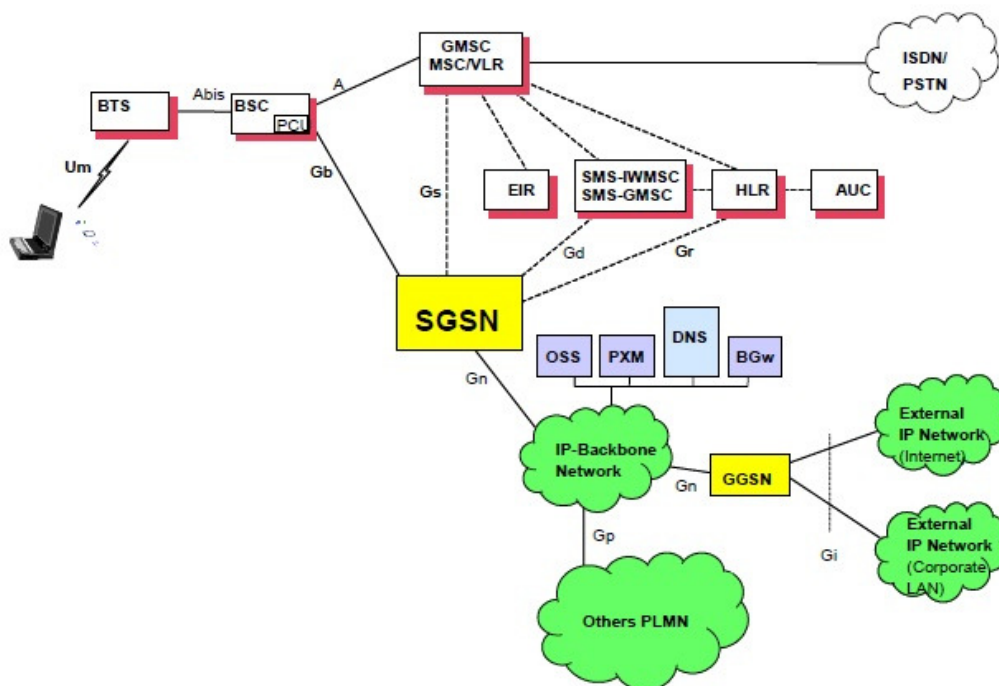
Το SGSN επικοινωνεί με τηνHLR κατά τη διάρκεια της ενημέρωσης της τοποθεσίας καθώς και με τον Χρήστη (UE) για την ενημέρωση των γενικών διεργασιών Διαχείρισης Κινητικότητας .

- Λογική σύνδεση και διαχείριση της σύνδεσης προς τοMS .ΟSGSN χρησιμοποιεί τις ράδιο πηγές οι οποίες ελέγχονται από το BSSγια να καθιδρύνουν μια σύνδεση με το MS . Μια τέτοια λογική σύνδεση χαρακτηρίζει ένα χρήστη μέσω του δικτύου πρόσβασης . Μια συνεδρία είναι μια σύνδεση μέσω της διεπαφής Gn .Κατά τον έλεγχο της Ericsson , μόνο το UE

/ MS μπορεί να δημιουργήσει μια σύνδεση PS και όταν γίνει, αποστέλει ένα μήνυμα Setup για να το SGSN . Κάνει έλεγχο του συστήματος του GSM στα BSC προκειμένου να διαθέσει το GPRS πόρους που θα χρησιμοποιηθούν από το MS.

- Charging Data. Το SGSN είναι επίσης υπεύθυνη για τη δημιουργία των Charging Data Records σχετικά με τη χρήση της διεπαφής αέρα. Αυτό ενσωματώνετε πλέον βάσει του chargingData όχι όπως συνήθως με βάση του chargingtime. Δεδομένου ότι δεν είμαστε συνδεδεμένη με ένα ειδικό πόρο για τη διάρκεια μιας " μεταγωγής πακέτου κλήσης " .

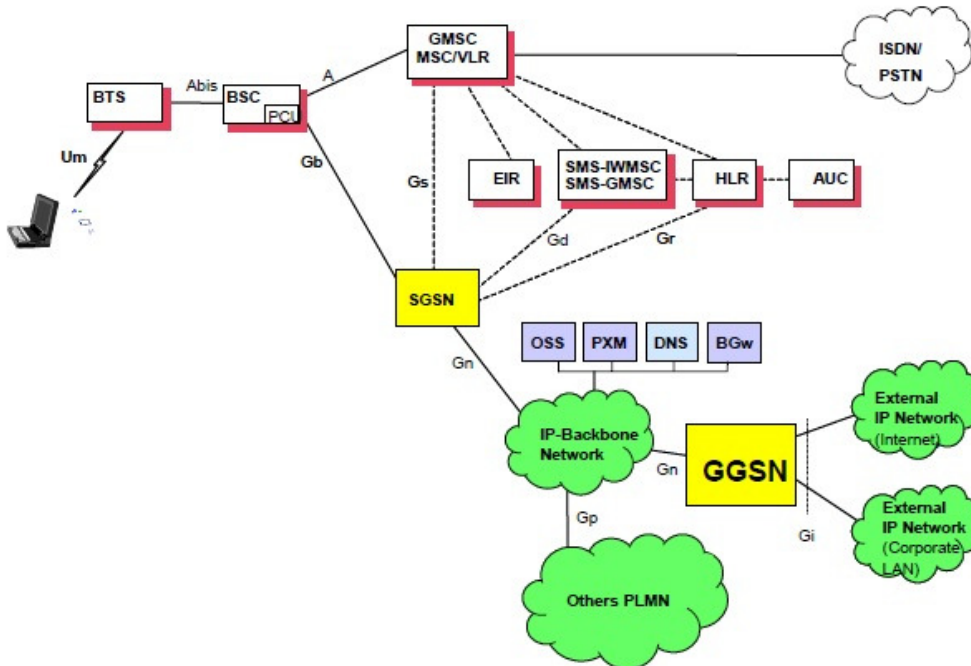
- δρομολόγηση πακέτων και μεταφορά. Το SGSN χειρίζεται το πακέτο δρομολόγησης για τη σωστή λειτουργίας BSC και του GGSN. Περί του BSC και της λειτουργίας handover ακολουθεί την MS, καθώς κινείται στην δικτύου. Η δρομολόγηση στο GGSN επιτυγχάνετε στην έναρξη της διασύνδεσης με το PS, όταν ένα πλαίσιο ενεργοποιείται για κάποιον χρήστη. Ένα μέρος της σύνδεσης της ταυτότητα πλαίσιο PDP, χρησιμοποιείται για τα πακέτα δρομολόγησης προς τον GGSN.



Σχήμα 1-5. Εξυπηρετούν GPRS Support Node - SGSN.

ΟΡΟΛΟΣΤΟΥGGSN

Όπως και το SGSN, το Gateway GPRS Support Node (GGSN) είναι ένα κύριο σύστημα τροφοδότησης του δικτύου GPRS.



Σχήμα 1-6. Πύλη GPRS Support Node (GGSN).

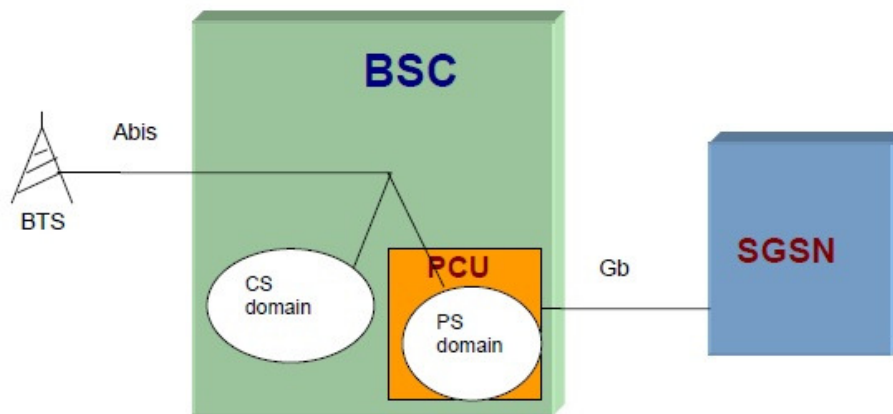
Το GGSN προβλέπει τα εξής:

- Η διασύνδεση προς τα εξωτερικά δίκτυα IP πακέτων. Συνεπώς ο GGSN περιέχει λειτουργικότητά πρόσβασης που διασύνδετε με εξωτερικές ISP (Internet Service Provider) λειτουργίες όπως , δρομολογητές και RADIUS (Remote Access Dial-In User Service) παρόδους , τα οποία χρησιμοποιούνται για λόγους ασφαλείας. Από την πλευρά του εξωτερικού δικτύου IP, το GGSN ενεργεί ως δρομολογητής για τις διευθύνσεις IP όλων των συνδρομητών που εξυπηρετούνται από το δίκτυο GPRS. Έτσι το GGSN ανταλλάσει πληροφορίες δρομολόγησης με το εξωτερικό δίκτυο.
- διαχείριση συνόδου GPRS, εγκαθιστά επικοινωνία προς εξωτερικό δίκτυο.

- Λειτουργικότητα για τη συμμετοχή των συνδρομητών στο σωστόSGSN.
- Το GGSN παρέχει υποστήριξη των πρωτοκόλλων δρομολόγησης, όπωςRIP και OSPF να προσαρμόσει δυναμική δρομολόγησης στο δικτύου τους (εσωτερικού και εξωτερικού δικτύου) σε ασυνήθιστες συνθήκες.
- Αποφυγή τιμολόγησης δεδομένων. Το GGSN συλλέγει χρέωσης πληροφορίες για κάθε UE, που σχετίζονται με τα εξωτερικά δεδομένα χρήσης του δικτύου. Τόσο το GGSNόσο και το SGSN συλλογή πληροφορίες χρήσης των πόρων του GPRS δικτύου.

BSCκαιPCU

Το BSC ελέγχει τους πόρους της διεπαφής αέρα που στεγάζει την αντίστοιχη λειτουργικότητα. Οι χρονοθυρίδες της διεπαφής αέρα διαχειρίζονται από το CS ή τονPS πάροχους το οποίο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. κανονικά, ο CS πάροχος ορίζεται ως κύριος πάροχος και προκαταλαμβάνει τονPS πάροχο των προσωρινών πόρων.



Σχήμα 1-7. ΕΑ στην BSC

Η CPU αποτελείται από

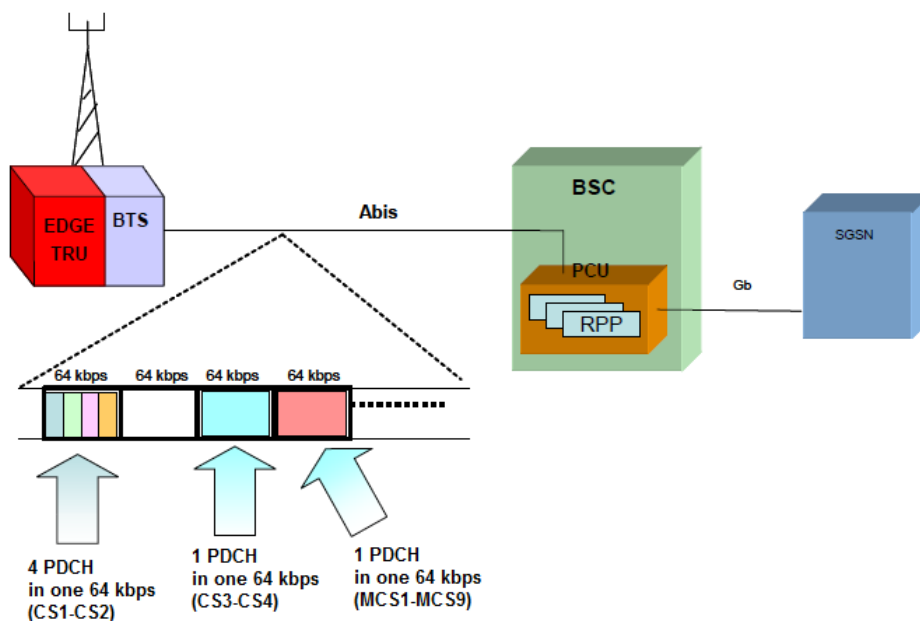
- Το λογισμικό του πυρήνα(CP)
- Πρόσθετες πλακέτες
- Περιφερειακά λογισμικού σχετικά με τις πρόσθετες πλακέτες.

Η κύρια πρόσθετη πλακέτα καλείται RPP. Η λειτουργία της RPP πλακέτας είναι να διανέμει τα πακέτα δεδομένων μεταξύ Gb και του Abis. Η PCU είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση του BSSGP καναλιού και της Υπηρεσία Στρώματος Δικτύου (Network Service Layer) της διεπαφής GB και το Radio Layer Control (RLC), Medium Access Control (MAC) και τα φυσικά στρώματα πρωτόκολλο σχετικά με την διεπαφή Abis. Η PCU διανέμει τα πακέτα δεδομένων μεταξύ της διεπαφής Gb και της διεπαφής Abis με κατάτμηση / συναρμολόγηση ενός πλαισίου LLC σε/από RLC/MAC ραδιοπλαίσιο.

Η PCU μπορεί να επεκταθεί ώστε να περιλαμβάνει πολλές διασυνδέσεις RPP. Κάθε RPP έχει δύο DL2 συνδέσεις, DL2-0 και

DL2-1, κάθε μία αποτελείται μέσω 32 64 kbps GPH-συσκευές. Κάθε GPH συσκευή μπορεί να ρυθμιστεί για τη διεπαφή Abis ή για την διεπαφή Gb.

Το μάθημα αυτό επικεντρώνεται στη μετάδοση αέρα έτσι και ο χειρισμός της συσκευής Gb και οι διαστάσεις δεν θα αναφερθούν. Μια Abis GPH (ακόμη ονομάζεται GSL) αντιστοιχεί σε ένα PDCH.



Σχήμα 1-8. Abis αξιοποίηση

Μια PDCH για GPRS χρησιμοποιώντας CS1 και CS2 καταλαμβάνει το $\frac{1}{4}$ του το 64 kbps κανάλι, στη διεπαφή Abis.

MCS 1-9 χρησιμοποιούν ένα PDCH για να μεταφερθούν και χρειάζονται μόνο μια χρονοθυρίδα Abis 64 kbps TS, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Μια τέτοια χρονοθυρίδα PDCH αποκαλείται ακόμη EPDCH. Το ίδιο γίνεται όταν χρησιμοποιούμε CS3 και CS4.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ GPRS / EGPRS ΥΠΕΡ-ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Η παρακάτω λίστα δίνει τις λογικές λειτουργίες που πραγματοποιούνται εντός πάροχου πακέτων δίκτυο . Διάφορες λειτουργικές ομάδες (meta-functions) ορίζουν για το καθένα έναν αριθμό από ατομικές λειτουργίες :

- Λειτουργίες ελέγχου πρόσβασης δικτύου . Πρόσβαση στο δίκτυο είναι ένα μέσο με το οποίο ένας χρήστης συνδέεται με ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο έτσι ώστε να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες ή τις εγκαταστάσεις που δικτύου .

- Δρομολόγηση πακέτων και Λειτουργία Μεταφοράς . Μια διαδρομή είναι ένας κατάλογος από κόμβους που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των μηνυμάτων εντός και μεταξύ των PLMN. Κάθε διαδρομή αποτελείται από έναν πηγαίο (αρχικό) κόμβο, από κανέναν ή περισσότερους κόμβους αναμετάδοσης και έναν κόμβο προορισμού. Δρομολόγηση είναι η διαδικασία που καθορίζει τον προορισμό και την χρήση , σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων , και την διαδρομή για τη μετάδοση ενός μηνύματος εντός και μεταξύ των PLMN (ες).

- Λειτουργίες Διαχείρισης Κινητικότητας . Η Διαχείριση Κινητικότητας (MM) δραστηριότητες που σχετίζονται με ένα συνδρομητή που χαρακτηρίζεται από ένα από τρεις διαφορετικές κατάστασης MM . Οι καταστάσεις MM για GPRS συνδρομητών είναι σε αδράνεια , σε κατάσταση αναμονής ή σε κατάσταση λειτουργίας. Κάθε κατάσταση περιγράφει ένα ορισμένο επίπεδο λειτουργικότητας και πληροφορίες θέσης. Οι πληροφορίες σύνολα που συγκεντρώθηκαν στο MS και του SGSN σημειώνονται στο MM πλαίσιο.

- Διαχείριση Συναρτήσεων Λογικών Συνδέσμων. Διαχείριση Συναρτήσεων Λογικών Συνδέσμων που ασχολούνται με τη συντήρηση ενός επικοινωνιακού καναλιού μεταξύ ενός

προσωπικού MS και του PLMN όλων των ραδιοσυχνοτήτων. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν την συντονισμό των πληροφοριών κατάστασης σύνδεσης μεταξύ του MS και του PLMN , καθώς και της επίβλεψης της δραστηριότητας μεταφοράς δεδομένων μέσω των λογικών συνδέσεων .

- Λειτουργίες διαχείρισης του δικτύου . Η διαχείριση λειτουργίες του δικτύου παρέχει μηχανισμούς για τη στήριξη O&M λειτουργίες σχετίζονται με τον πάροχο πακέτων .
- Λειτουργίες Διαχείρισης ραδιοπόρων. Η λειτουργία διαχείριση των ραδιοπόρων ασχολούνται με την κατανομή και συντήρηση των μονοπατιών Της ραδιοεπικοινωνίας, και εκτελούνται από το AccessNetwork. Υπάρχουν δύο είδη GPRS ραδιοπόρων.

Κατάσταση αναμονής πακέτων, είναι η κατάσταση κατά την οποία δεν μεταφέρονται πακέτα. Στην κατάσταση αναμονής πακέτων, η MS ακούει στο PBCCH και για την σελιδοποίηση του υπό-καναλιού για την ομάδα σελιδοποίηση της MS ανήκει στην κατάσταση αναμονής. Αν το PCCCH δεν είναι παρέχετε στο κύτταρο κινητός σταθμός ακούει το BCCH και η σελιδοποίηση σε ένα υποκαναλο του. Όταν τα MS είναι σε ανενεργή λειτουργία, μπορεί ακόμα να τεθεί σε κατάσταση λειτουργίας για το επίπεδο κινητικότητα, αν το χρονόμετρο κατάστασης λειτουργίας δεν έχει λήξει. Στην κατάσταση αυτή η MS δεν θα έχει TFI και δεν υπάρχει TBF.

Λειτουργία Μεταφοράς Πακέτων. Μια μεταβίβαση πακέτου μπορεί να βρίσκετε σε εξέλιξη στο uplink, στο downlink ή και στις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα. Όταν επιλέγετε ένα νέο κύτταρο, ο κινητός σταθμός φεύγει από την λειτουργία μεταφοράς πακέτων, και εισέρχεται στην κατάσταση αναμονής πακέτο και έπειτα μεταβαίνει στο νέο κύτταρο, διαβάζει τις πληροφορίες του συστήματος και μπορεί στη συνέχεια να συνεχίσει την λειτουργία μεταφοράς πακέτων στο νέο κύτταρο . Η μεταφορά πακέτων συνεχίζεται και η

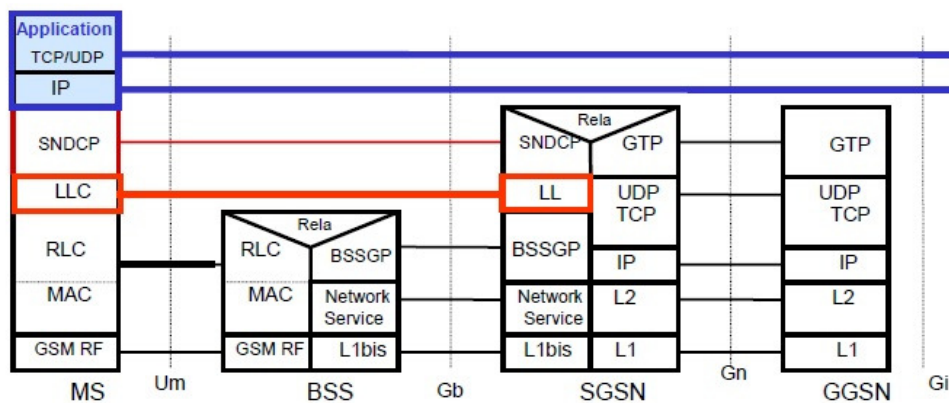
MS έχει ένα ανατεθεί σε μια TFI.Η οποία είναι πάντα σε κατάσταση ετοιμότητας για την κινητικότητα του δικτύου.

Οι Λειτουργίες Διαχείρισης ραδιοπύρων περιέχουν της εξής υπολειτουργίες:

- Επιλογή των κυττάρων και Επανεκλογής
- Ρύθμιση ρεύματος

Διεπαφή Αέρα

Στο GPRS η διεπαφή αέρα ονομάζεται Um όπως στο GSM. Η διαμόρφωση πλαισίου TDMA χρησιμοποιείται στην δομή του GSM πάντα, αλλά τα φυσική κανάλια (δηλαδή, οι ραδιόπυροι) το διαχειρίζεται διαφορετικά. Η μετάδοση (ωφέλιμο φορτίο) για το σύστημα GPRS φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

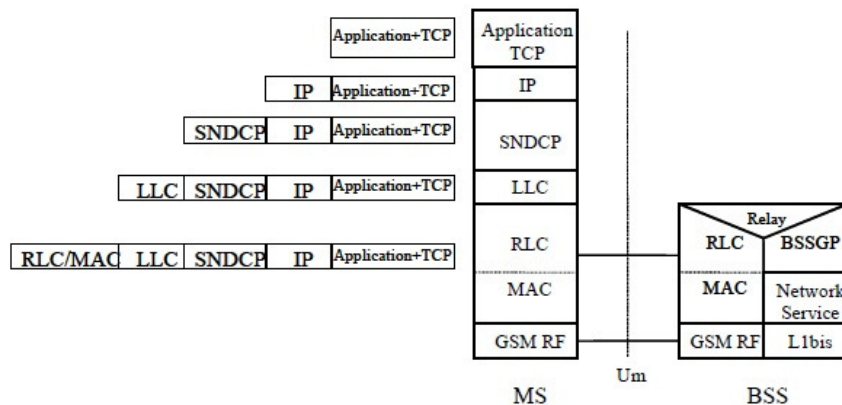


Σχήμα 1-9. στρώματα του πρωτοκόλλου

Κάθε πλαίσιο προσθέτει μία κεφαλίδα στο μεταδιδόμενο πακέτο. Η διάσταση του τμήματος ραδιοσυχνότητας χειρίζεται το RLC και τα πλαίσια κάτω από αυτό και αντιμετωπίζει το LLC ως μέρος του

πακέτου. Το πρωτόκολλο της κεφαλίδας παίρνει την κεφαλίδα πάνω από το LLC όπως φαίνεται παρακάτω:

- TCP Header = 20 Byte
- IP Header = 20 Byte
- SNDCP Header = 4 Byte
- LLC Header = 6 Byte



Σχήμα 1-10. Τα γενικά έξοδα σε στοιβία GPRS πρωτόκολλο

Σημείωση: Το μέγεθος της κεφαλίδας μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την λειτουργία αναγνώρισης ή μη αναγνώρισης που χρησιμοποιείται.

Application

Η εφαρμογή αποτελείται από μονάδες πακέτων δεδομένων που παράγονται από το λογισμικό του πελάτη στο MS. Ο πελάτης εφαρμογής θεσπίζει σύνδεσης στο επίπεδο εφαρμογής για να βρει έναν διακομιστή εφαρμογών στο IP δίκτυο έξω από το GPRS. Ένας πελάτης HTTP (περιηγητής) του MS για παράδειγμα, επικοινωνεί με τον διακομιστή HTTP στο IP δικτύου (ISP ή Corporate).

SNDC

Υποδίκτυο Εξαρτημένης Σύγκλισης (SNDC) αυτό το πρωτόκολλο βρίσκεται κάτω από το επίπεδο δικτύου και πάνω από το επίπεδο την λογική σύνδεση των πλαισίων ελέγχου της MS και στο SGSN. Ένα είδος των πλαισίων του δικτύου υποστηρίζονται, πχ, IP και X.25. Στο επίπεδο δικτύου των πακέτων δεδομένων πρωτόκολλων, μοιράζονται την ίδια SNDC η οποία υποστηρίζει πολυπλεξίας των δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικές πηγές που πρέπει να αποστέλλουν στην LLC.

LLC

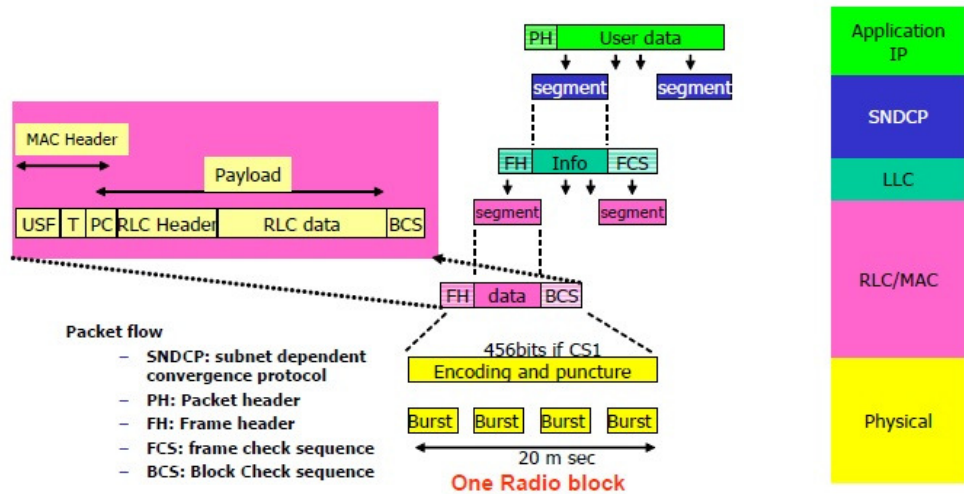
Η λογική ελέγχου σύνδεσης (LLC), αυτό το πρωτόκολλο παρέχει μια αξιόπιστη λογική σύνδεση μεταξύ των MS και του SGSN. Όπως φαίνεται στην προηγούμενο σχήμα, το LLC πλαίσιο βρίσκεται κάτω από το πλαίσιο SNDC.

Η σύνδεση LLC διατηρείται καθώς οι MS κινούνται μεταξύ των κυττάρων αλλά εξυπηρετούνται από το ίδιο SGSN. Όταν η MS μετακινείται σε ένα κύτταρο και εξυπηρετείται από ένα διαφορετικό SGSN, η υπάρχουσα σύνδεση απελευθερώνεται και μια νέα λογική σύνδεση εγκαθιδρύεται με ένα νέο SGSN.

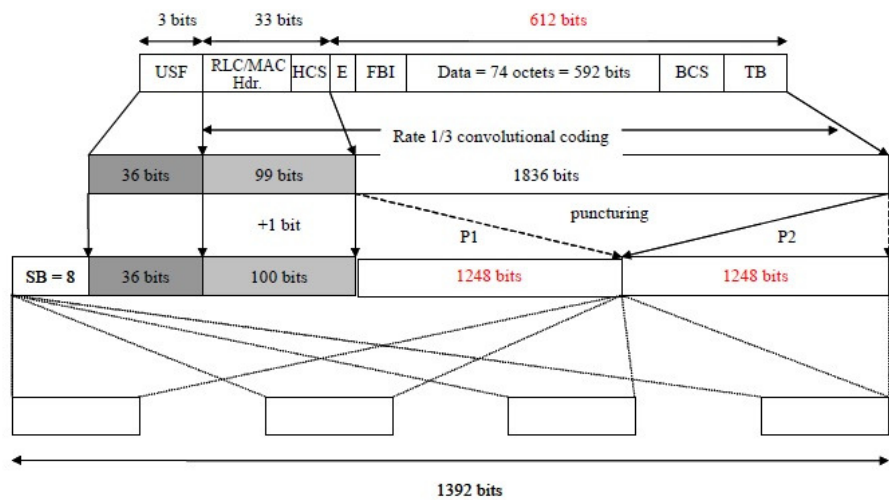
RLC / MAC στρώμα

Το RLC / MAC στρώμα περιέχει δύο λειτουργίες, της RadioLinkControl (RLC) και της MediumAccessControl (MAC). Η λειτουργία RLC παρέχει μια ράδιο-λύση-εξαρτάται από μια αξιόπιστη σύνδεση. Η λειτουργία MAC ελέγχει τη πρόσβαση σηματοδοσίας (κατόπιν αιτήματος και παραχώρησης) τις διαδικασίες για το ράδιο-κανάλι, και για την χαρτογράφηση

του LLC πλαισίου πάνω στο GSM φυσικό στρώμα (που αναφέρεται επίσης ως GSMRF).



Σχήμα 1-11 . GPRS Τμηματοποίηση Packet Radio



Σχήμα 1-12 . EGPRS Τμηματοποίηση των ραδιοπακέτων. Κωδικοποίηση για MCS - 6 ? ένα RLCblock ανά 20 ms

Κάθε ράδιο πακέτο αποστέλλεται σε τέσσερις συνεχόμενες ριπές σε μία χρονοθυρίδα (TS) . Για παράδειγμα , εάν ένας MS έχει κατοχυρώσει τις χρονοθυρίδες ένα έως τέσσερα, ένα ράδιο πακέτο αποστέλλεται σε τέσσερις ριπές στην χρονοθυρίδα ένα, ένα δεύτερο ράδιο πακέτο αποστέλλεται σε τέσσερις ριπές στη χρονοθυρίδα δύο κλπ.

Η μετάδοση των πακέτων προς ή από ένα ορισμένο MS ονομάζεται TemporaryBlockFlow(TBF). Η αντιστοιχία σε ένα κύκλωμα μεταγωγής κατά την διαδικασία της εγκατάστασης μιας κλήσης είναι μια ανάθεση ενός uplink ή downlink TBF για μεταφορά πακέτων. Η MS μπορεί να έχει μια TBF σε μια κατεύθυνση ή ένα σε κάθε μια κατεύθυνση. Κάθε TBF απευθύνεται σε μια TemporaryFlowIdentity(TFI), που αποδίδεται από το δίκτυο. Όταν ένα TBF εκχωρηθεί, το MS ενημερώνεται για το ποιά χρονοθυρίδα (εξ) να χρησιμοποιήσει και ποιά TFI διεύθυνση. Ορισμένα MS μπορούν να εκχωρήσουν πόρους στην ίδια χρονοθυρίδα(εξ). Η κεφαλίδα του κάθε downlink μονάδος κυκλοφορίας περιέχει ένα TFI που δείχνει τα MS έχουν συνδεθεί και με κάποια ράδιο κελιά. Η κεφαλίδα της κάθε downlink μονάδος κυκλοφορίας περιέχει επίσης την σημαία κατάστασης του Uplink(USF) . Η USF χρησιμοποιείται για να ενημερώσει την MS στο uplink TBFs μέσω μιας χρονοθυρίδας, που μια από αυτές μπορεί να στείλει ένα uplink ραδιοπακέτων στην επόμενη ομάδα από τις τέσσερις ριπές.

Το RLC / MAC πλαίσιο εκτελεί αναμετάδοση των εσφαλμένων ραδιοπακέτων. Για παράδειγμα, αν MCS 9 χρησιμοποιεί, μια χαμηλότερη MCS που ανήκει στην ίδια οικογένεια θα χρησιμοποιηθεί για την αναμετάδοση, για παράδειγμα MCS 6 .

GSMRF - Φυσικό στρώμα ζεύξης

Ο σκοπός του φυσικού στρώματος ζεύξης είναι για να παρέχει πληροφορίες σε όλες τις διεπαφές στην ραδιοσυχνότητα του GSM δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των RLC / MAC πληροφοριών.

Το φυσικό επίπεδο Σύνδεσης υποστηρίζει πολλαπλές MS και μοιράζονται ένα ενιαίο φυσικό κανάλι. Το φυσικό στρώμα σύνδεσης παρέχει επικοινωνία μεταξύ της MS και του Δικτύου. Το φυσικό στρώμα διασύνδεσης ελέγχει τις λειτουργίες που είναι αναγκαίες για την παροχή υπηρεσιών για τη διατήρηση της δυνατότητα επικοινωνίας πάνω από σε ένα φυσικό ράδιο-κανάλι μεταξύ το Δίκτυο και των MS. Ο έλεγχος μεταγωγής κυκλώματος δικτύου δεν χρησιμοποιείται στην υπηρεσία GPRS. Η MS εκτελούν επανεπιλογή κυψέλης.

Το φυσικό στρώμα εφαρμόζει κωδικοποίηση TDMA στις χρονοθυρίδες. καθένα TS ορίζεται στην πίσίνα των πόρων του BSC. Η πίσίνα των φυσικών διαθέσιμων καναλιών σε ένα κύτταρο μοιράζεται μεταξύ υπηρεσιών μεταγωγής κυκλώματος και GPRS. Η κατανομή αυτών των φυσικών καναλιών σε GPRS είναι σταθερό (δηλαδή, σε ειδικές περίπτωσης) ή δυναμική (δηλαδή, σε μεγάλη ζήτηση) .

Ένα φυσικό κανάλι μεταφοράς GPRS / EGPRS κυκλοφορίας ονομάζεται PDCH .

- Αφοσιωμένα PDCHs διατίθενται και κυκλοφορούν σύμφωνα με εντολές του διαχειριστή
- Μεγάλη ζήτηση έχουν τα PDCHs, που χρησιμεύουν ως δυναμικούς προσωρινούς GPRS πόρους, που διατίθενται και κυκλοφορήσε ανάλογα με την κίνηση GPRS ζήτηση .

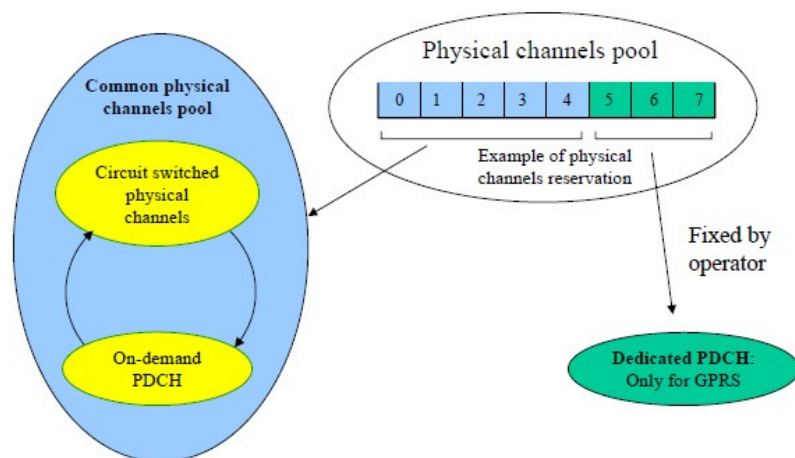
Τα κανάλια που θα διατεθούν για GPRS (PDCH) διατίθενται σε σετ, με μέγιστες χρονοθυρίδες οκτώ ανά φορέα. Ένα τέτοιο σύνολο ονομάζεται PSET και μπορεί να αποτελείται τόσο από αφοσιωμένο όσο και σε μεγάλη ζήτηση PDCH. Όλα τα κανάλια σε μια PSET είναι στην ίδια συχνότητα ή μεταπηδούν στο ίδιο

σύνολο συχνοτήτων μεταπήδησης. Σε ένας κινητός σταθμός μπορεί να αποδοθεί μόνο ένα PDCH από ένα σύνολο PSET. Επί του παρόντος, αυτό περιορίζει των μέγιστο αριθμό των εκχωρημένων χρονοθυρίδες σε τέσσερις. Επιπρόσθετα δεν υπάρχει κανένα όριο σχετικά με τον αριθμό των PDCH του που μπορεί να διατίθενται σε ένα κύτταρο , με εξαίρεση των αριθμό των διαθέσιμων TCH του κυττάρου.

DEDICATEDPDCHS

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για GPRS / EGPRS.Ο χειριστής μπορεί να ορίζει από μηδέν έως οκτώ PDCHs ανά κύτταρο. Τα PDCHs αυτά μεριμνούν ώστε να υπάρχουν πάντα πόροι GPRS στο κύτταρο.

Ο χειριστής μπορεί να ορίσει, σε κάποιο βαθμό, όπου θέλει, κάποια από τα PDCH να βρίσκεται.



Σχήμα 1-13. Αφιερωμένο ή On-demandGPRS φυσικά κανάλια

ON-DEMANDPDCH

Τα On-demandPDCHs διατίθενται από το κύκλωμα μεταγωγής πλάσας φυσικού καναλιού, που ονομάζεται επίσης GSD

(CircuitSwitchedDomain), μόνο όταν υπάρχει ανάγκη για περισσότερα PDCHs για την κυκλοφορία PS (PacketSwitched).

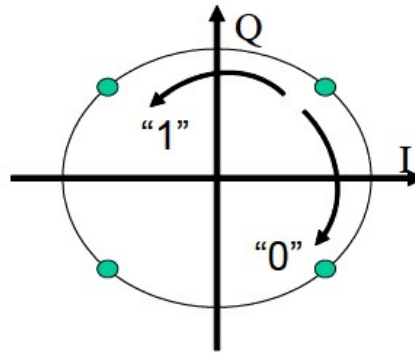
On-demand PDCHs είναι διαθέσιμα μόνο προσωρινά για GPRS και επιστρέφουν στο CSD, όταν δεν είχαν κίνηση για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.

διαμόρφωση

Το φυσικό στρώμα έχει διαχωριστεί σε δύο διακριτά υποστρώματα που καθορίζονται από τις λειτουργίες τους:

- Φυσική στρώμα RF εκτελεί τη διαμόρφωση της φυσικής κυματομορφής με βάση την ακολουθία των δυαδικών ψηφίων που λαμβάνονται από την Ζεύξη του Φυσικού επιπέδου. Το φυσικό επίπεδο RF αναδιαμορφώνει την λαμβανόμενη κυματομορφή σε μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων, τα οποία μεταφέρονται στη ζεύξη του φυσικού επιπέδου για να ερμηνευτεί (αποκωδικοποιηθεί).

Ο τύπος διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται στο GSM και το GPRS είναι η Gaussian μεταθέσεως ελάχιστων όρων/κλειδιών (GMSK), η οποία είναι ένα είδος διαμόρφωση φάσης. Αυτό μπορεί να απεικονιστεί σε ένα I / Q διάγραμμα που δείχνει τις πραγματικές (I) και φανταστικών (Q) συνιστώσες στο μεταδιδόμενο σήμα (Σχήμα παρακάτω).



Σχήμα 1-14. GMSK Modulation: 1 bit ανά σύμβολο

- Το φυσικό στρώμα ζεύξης παρέχει υπηρεσίες για τη μεταφορά πληροφοριών πάνω από το φυσικό κανάλι μεταξύ μίας MS και του δικτύου. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν δεδομένα μονάδα διαμόρφωσης, κωδικοποίησης των δεδομένων, καθώς και την εντοπισμό και τη διόρθωση σφαλμάτων μέσω της φυσικής μετάδοσης. Το φυσικό στρώμα ζεύξης χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες το Φυσικό επίπεδο του RF.

GPRS / EGPRS Κατανομή Ράδιο Πόρων

Όταν μια σύνδεση είναι να δημιουργηθεί ή μια σύνδεση η οποία χρησιμοποιείτε πρέπει να αλλάξει για κάποιο λόγο, ένα κατάλληλο σύνολο καναλιών πρέπει να επιλεγεί και να εντοπιστεί η θέση του.

Στο GPRS, στο downlink και uplink οι ραδιοπόροι μπορούν να διατεθούν χωριστά σε διαφορετικά MSs.

Στο downlink, όταν η PCU λάβει ένα καρτέ από το SGSN, το PCU ελέγχει εάν ο συγκεκριμένο MS έχει ήδη εμπλακεί σε μια μεταφορά πακέτων:

- Αν η MS ήδη λαμβάνει πόρους στο downlink, τα νέα πλαίσια που λαμβάνει μπαίνουν σε μια ουρά με τα άλλα πλαίσια της MS.
- Εάν η MS δεν έχει στο downlink διαθέσιμους πόρους, ένα πακέτο για εκχώρηση Downlink πόρων αποστέλλεται στο κινητό τηλέφωνο. Αυτό το μήνυμα περιέχει τις χρονοθυρίδες που θα χρησιμοποιηθούν για την ζεύξη στο downlink και αποστέλλεται στην MS μια προσωρινή ταυτότητα η οποία ονομάζεται TFI. Αυτή η ταυτότητα είναι αναγκαία, για να μην μοιραστούν πολλά MS την ίδια χρονοθυρίδα.

Μόλις ένα MS λάβει το μήνυμα για εκχώρηση Downlink πόρων με τη λίστα των χρονοθυρίδων που θα χρησιμοποιήσει και τις ταυτότητες του TFI, διαβάζει την κεφαλίδα των ραδιοπακέτων που αποστέλλονται στις εν λόγω χρονοθυρίδες.

Εάν η TFI εμφανιστεί στην κεφαλίδα, και είναι η ίδια με την TFI τις MS, τότε η MS ξέρει ότι αυτό το ραδιοπακέτο ανήκει σε αυτή την συσκευή. Εάν όχι, η MS αγνοεί τα υπόλοιπα πακέτα.

Τεχνικές διαφορές μεταξύ GPRS και EGPRS

εισαγωγή

Ενισχυμένες ταχύτητες δεδομένων για την παγκόσμια εξέλιξη (EDGE) είναι η εξέλιξη του GSM και του IS - 136 πακέτων δεδομένων υπηρεσιών 3G.

Ο στόχος της νέας τεχνολογίας είναι να αυξήσει την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων και την αποδοτικότητα του φάσματος και να διευκολυνθούν οι νέες εφαρμογές και να αυξημένη η χωρητικότητα του δικτύου για τις κινητές συσκευές.

Με την εισαγωγή του EDGE στα δίκτυα GSM φάση 2+ , οι υπάρχουσες υπηρεσίες όπως GPRS και υψηλής ταχύτητας μεταγωγής κυκλώματος δεδομένα (HSCSD) ενισχύονται προσφέροντας ένα νέο φυσικό επίπεδο . Οι υπηρεσίες παραμένουν οι ίδιες και δεν έχουν τροποποιηθεί . Η EDGE εισάγεται στο πλαίσιο των υπάρχων προδιαγραφών και χρησιμοποιεί τις ίδιες περιγραφές και δεν δημιουργούνται νέες.

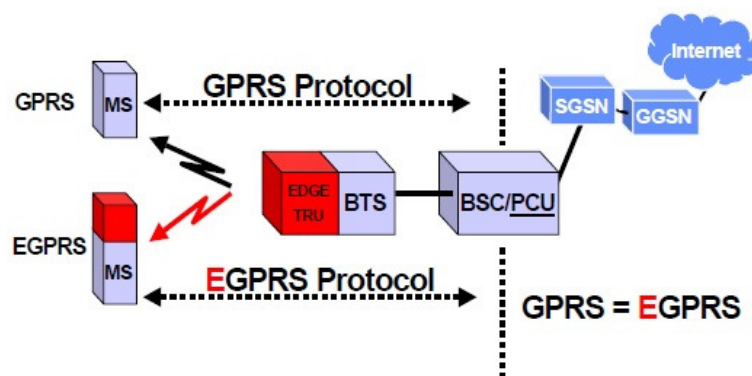
Αυτό το κεφάλαιο επικεντρώνεται στην βελτίωση της μεταγωγής πακέτων για το GPRS , που ονομάζεται EGPRS . Το GPRS επιτρέπει ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων από 115 kbps και , θεωρητικά, μέχρι και 160 kbps για το φυσικό επίπεδο . Το EGPRS μπορεί να προσφέρει ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων από 384 kbps και , θεωρητικά , μέχρι σε 473,6 kbps . Είναι μια νέα τεχνική διαμόρφωσης , διαθέτη ποιο ανεκτική μέθοδο για την καταπολέμηση των σφαλμάτων

μετάδοσης , σε συνδυασμό με μηχανισμούς για καλύτερη δυνατή προσαρμογή, έτσι επιτυγχάνουν το EGPRS να είναι σε θέση να παρέχει τις ταχύτητες αυτές. Αυτό είναι το κλειδί για την αύξηση αποδοτικότητα του φάσματος και βελτίωση των εφαρμογών , όπως την ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο, e-mail και μεταφορά αρχείων .Αυξημένες ταχύτητες μετάδοσης για συγκεκριμένους ραδιοπόρους ενισχύουν την χωρητικότητα του δικτύου, επιτρέποντας μεγαλύτερη κίνηση τόσο για υπηρεσίες μεταγωγής κυκλώματος/πακέτων.

Δεδομένου ότι η τρίτη γενιά του έργου (3GPP) συνεχίζει τις τυποποίησης προς το GSM / EDGE δίκτυο ασύρματης πρόσβασης(GERAN) ,το GERAN θα είναι σε θέση να προσφέρει τις ίδιες υπηρεσίες όπως το WCDMA , σύνδεσης στον ίδιο πυρήνα δικτύου. Αυτό γίνεται Παράλληλα που σημαίνει ότι θα αυξηθεί η φασματική απόδοση. Ο στόχος είναι να επιτευχθεί η ενίσχυση της χωρητικότητας του συστήματος , τόσο σε πραγματικό χρόνο και καλύτερη παροχή υπηρεσιών , και να ανταγωνιστούν αποτελεσματικά άλλες υπηρεσίες όπως, της τρίτης γενιάς ασύρματης πρόσβασης δικτύου WCDMA και CDMA2000 .

Θεωρείται ως ένα υποσύστημα στο πρότυπο GSM, το GPRS έχει εισάγει την μεταγωγή πακέτων στα δίκτυα GSM. πολλά νέα πρωτόκολλα και πολλοί νέοι κόμβοι έχουν εισαχθεί για να υπάρχει αυτή η δυνατότητα. Το EDGE είναι μια μέθοδος για να αυξηθεί η ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων στο ράδιο-δίκτυο για το GSM. Βασικά, το EDGE εισάγει μόνο μια νέα τεχνική διαμόρφωσης και μια νέα κωδικοποίηση καναλιού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση και τα δύο,

μεταγωγή πακέτων και μεταγωγής κυκλωμάτων υπηρεσιών φωνής και δεδομένων. Το EDGE είναι επομένως ένα επιπρόσθετο σύστημα για το GPRS και δεν μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα. Το GPRS έχει μεγαλύτερη επίπτωση στο σύστημα GSM από ότι έχει το EDGE. Με την προσθήκη της νέας διαμόρφωσης και κωδικοποίησης στο GPRS, και κάνοντας προσαρμογές των πρωτοκόλλων ραδιοζεύξης, το EGPRS προσφέρει σημαντικά υψηλότερη απόδοση και χωρητικότητα.



Σχήμα 1-15 .το EGPRS εισάγει τροποποιήσεις στο GPRS μόνο στο σταθμό βάσης, του συστήματος του δικτύου .

Το GPRS και το EGPRS έχουν διαφορετικά πρωτόκολλα και διαφορετική συμπεριφορά στο σταθμό βάσης του συστήματος. Ωστόσο, από την πλευρά του πυρήνα του δικτύου, το GPRS και το EGPRS μοιράζονται τα ίδια πρωτόκολλα χειρισμού πακέτων ,επομένως , συμπεριφέρονται κατά τον ίδιο τρόπο. Επαναχρησιμοποιούν την υπάρχων υποδομή του πυρήνα του GPRS (η υπηρεσία υποστήριξης GPRS κόμβων/θυρών , GPRS στήριξης κόμβου) τονίζοντας το γεγονός ότι το EGPRS είναι μόνο μία "επέκταση" του συστήματος σταθμού βάσης και είναι επομένως πολύ πιο εύκολο να εισαχτεί στο δίκτυο από ότι το GPRS (παραπάνω εικόνα) .

Εκτός από την ενίσχυση της απόδοσης δεδομένων του κάθε χρήστη , το EDGE επίσης, αυξάνει την χωρητικότητα του δικτύου. Με το EDGE , η ίδια χρονοθυρίδα μπορεί να υποστηρίξει περισσότερους χρήστες. Αυτό μειώνει τον αριθμό των απαιτούμενων ραδιοπόρων για την υποστηρίξει της ίδια κίνηση του δικτύου, έτσι απελευθερώνεται χωρητικότητα για περισσότερα δεδομένα ή φωνητικές υπηρεσίες . Το EDGE καθιστά ευκολότερη την συνύπαρξη της μεταγωγής κύκλωμα και την κυκλοφορία μεταγωγής πακέτων, ενώ κάνει πιο αποτελεσματική την χρήση των ίδιων ραδιοπόρων. Έτσι βοηθάει τα μικρά σε σχεδιασμό δίκτυα με περιορισμένο φάσμα ,το EDGE μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως επέκταση χωρητικότητας για την κυκλοφορία των δεδομένων .

Τεχνολογία EDGE

Η EDGE αξιοποιεί τη γνώση που έχει αποκτηθεί μέσω της χρήσης των υπάρχων GPRS πρότυπο για να επιφέρουν σημαντικές τεχνικές βελτιώσεις .

	GPRS	EDGE
Modulation	GMSK	8-PSK/GMSK
Symbol rate	270 ksym/s	270 ksym/s
Modulation bit rate	270 kb/s	810 kb/s
Radio data rate per time slot	22,8 kb/s	69,2 kb/s
User data rate per time slot	20 kb/s (CS4)	59,2 kb/s (MCS9)
User data rate (8 time slots)	160 kb/s	473,6 kb/s
	(182,4 kb/s)	(553,6 kb/s)

Σχήμα 1-16 . GPRS και EDGE : Μια σύγκριση των τεχνικών δεδομένων . (8PSK :8 – κωδικοποίησης μεταπήδησης φάσης? GMSK : Γκαουσιανή διαμόρφωση μεταπήδησης ελάχιστων κλειδιών? MCS :Διαμόρφωση συστήματος κωδικοποίησης)

Το σχήμα παραπάνω συγκρίνει τα βασικά τεχνικά στοιχεία του GPRS και EDGE . Αν και ,το GPRS και το EDGE μοιράζονται τον ίδιο ρυθμό συμβόλων ,ο ρυθμός διαμόρφωσης διαφέρει .Το EDGE μπορεί να μεταδώσει τρεις φορές περισσότερα bits από ότι το GPRS κατά την ίδια χρονική περίοδο. Αυτός είναι το κύριο λόγο για τον οποίο το EDGE έχει υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης .

Οι διαφορές μεταξύ του ραδιοσυχνότητας και του ρυθμού δεδομένων του χρήστη είναι το αποτέλεσμα του κατά πόσον ή όχι οι κεφαλίδες των πακέτων ,λαμβάνονται υπόψη .Αυτοί οι διαφορετικοί τρόποι υπολογισμού της απόδοσης(throughput)συχνά προκαλούν παρανόηση σχετικά με την πραγματική απόδοση (throughput)στοιχείων για το GPRS και το EGPRS .

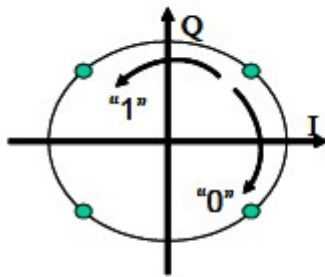
Ο ρυθμός δεδομένων των 384 kbps χρησιμοποιείται συχνά σε σχέση με το EDGE. ΗΔιεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) έχει ορίσει τα 384kbps ως όριο ρυθμού δεδομένων που απαιτούνται για μια υπηρεσία για να πληρή τα πρότυπα των Διεθνών κινητών τηλεπικοινωνιών - 2000 (IMT-2000) για ένα πεζό περιβάλλον.Τα 384 kbps ρυθμός μετάδοσης δεδομένων αντιστοιχεί σε 48 kbps ανά χρονοθυρίδα , θεωρώντας πως 8χρονοθυρίδες αντιστοιχούν σε ένα τερματικό.

EDGE τεχνική διαμόρφωσης

Ο τύπος διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται στα δίκτυα GSM είναι η Γκαουσιανή διαμόρφωση ελάχιστης μετατόπισης (GMSK), η οποία είναι ένα είδος διαμόρφωσης φάσης. Αυτό μπορεί να απεικονιστεί σε

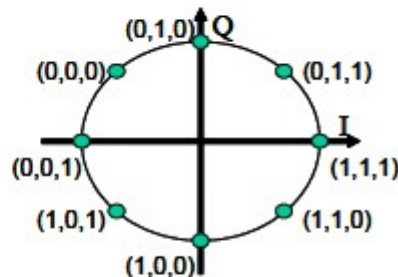
ένα I / Q διάγραμμα που δείχνει την πραγματική (I) και την φανταστική (Q) των συνιστωσών του μεταδιδόμενου σήματος (στο παρακάτω Σχήμα). Άμα γίνει μετάδοση μηδενικού bit ή ενός bit τότε εκπροσωπείται από την αλλαγή φάσης με αυξήσεις των $+_ \rho$. Κάθε σύμβολο που μεταδίδεται παριστάνει ένα bit? δηλαδή, κάθε μετατόπιση στη φάση αντιπροσωπεύει ένα bit

GMSK Modulation



“1 bit per symbol”

8PSK Modulation



“3 bits per symbol”

.Σχήμα 1-17 . I / Q διάγραμμα που δείχνει τα οφέλη της διαμόρφωσης EDGE .

Για να επιτευχθούν υψηλότεροι ρυθμοί μετάδοσης bit ανά χρονοθυρίδα από εκείνες που είναι διαθέσιμες σε GSM / GPRS , η μέθοδος διαμόρφωσης απαιτεί αλλαγή. Το EDGE ορίζεται για την επαναχρησιμοποίηση της δομής του καναλιού , το πλάτος του καναλιού, την κωδικοποίηση του κανάλι με τους υπάρχων μηχανισμούς και για την λειτουργικότητα του GPRS και του HSCSD . Το πρότυπο διαμόρφωσης που επιλέγεται για το EDGE είναι , 8 –φάσεων μετάθεσης φάσης (8PSK) ,και πληρή όλες αυτές τις απαιτήσεις .Η 8PSK διαμόρφωση έχει τις ίδιες ιδιότητες όσον αφορά την παραγωγή παρεμβολών σε γειτονικά κανάλια , όπως η GMSK .

Αυτό καθιστά δυνατό να ενσωματώσει τα κανάλια EDGE σε ένα υπάρχον δίκτυο συχνοτήτων και να εκχωρηθούν νέα κανάλια EDGE με τον ίδιο τρόπο όπως και στα πρότυπα GSM κανάλια.

Η 8PSK μέθοδος διαμόρφωσης είναι μια γραμμική μέθοδος στην οποία τρεις διαδοχικά bits αντιστοιχίζονται σε ένα σύμβολο στην περιοχή I / Q . Ο ρυθμός συμβόλων, ή ο αριθμός των συμβόλων αποστέλλετε μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα του χρόνου, το οποίο παραμένει το ίδιο όπως και για το GMSK , αλλά κάθε σύμβολο τώρα αντιπροσωπεύει τρία δυαδικά ψηφία αντί για ένα. Ο συνολικός ρυθμός δεδομένων είναι συνεπώς αυξημένος κατά τριπλάσιο ρυθμό. Η απόσταση μεταξύ των διαφορετικών συμβόλων είναι μικρότερη με την χρήση 8PSK διαμόρφωση από' τι όταν χρησιμοποιείτε GMSK. Οι μικρότερες αποστάσεις αυξάνουν τον κίνδυνο παρεμβολής των σύμβολων διότι είναι πιο δύσκολο για το δέκτη να ανιχνεύσει το σύμβολο που έχει λάβει . Κάτω από καλές συνθήκες ραδιοεπικοινωνίας , αυτό δεν έχει σημασία . Υπό κακές συνθήκες ραδιοεπικοινωνίας , όμως , υπάρχει πρόβλημα . Τα "έξτρα" bits θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να προστεθεί καλύτερη ανίχνευση διόρθωση των λαθών κωδικοποίησης , έτσι ώστε οι σωστές πληροφορίες να μπορούν να ανακτηθούν. Μόνο υπό πολύ άσχημες περιβαλλοντικές συνθήκες ραδιοεκπομπής η διαμόρφωση GMSK πιο αποτελεσματική . Συνεπώς, το EDGE συστήματα κωδικοποίησης είναι ένα μείγμα των GMSK και 8PSK .

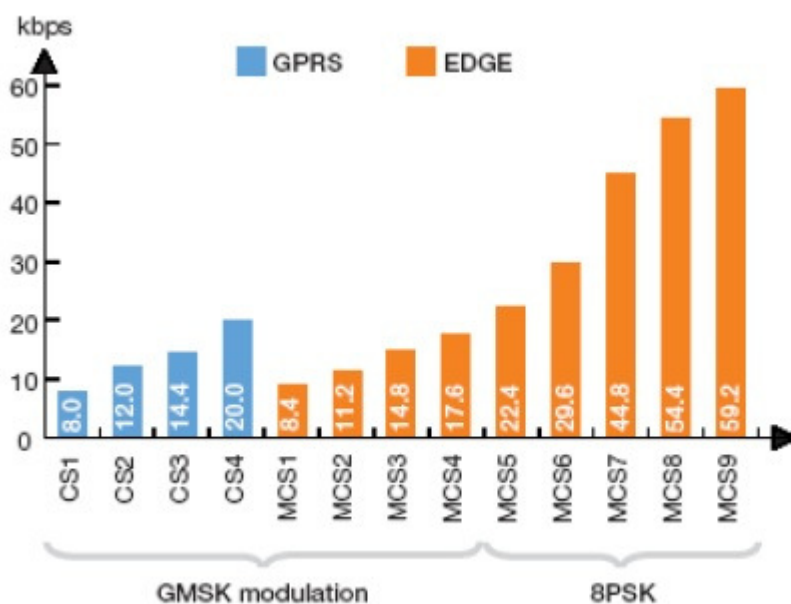
συστήματα κωδικοποίησης

Για το GPRS , υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά συστήματα κωδικοποίησης , που ορίζεται CS1 έως CS4. Καθένα από αυτά έχει διαφορετική

ποσότητα bits για την διόρθωσης σφαλμάτων κωδικοποίησης, τα οποία χρησιμοποιούνται για διαφορετικά περιβάλλοντα ραδιοεπικοινωνίας . Για το EGPRS , υπάρχουν 9 διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης κωδικοποίησης , που ορίζεται MCS1 έως MCS9. Αυτά επιτελούν την ίδια διεργασία, όπως για τα GPRS συστήματα κωδικοποίησης . Τα τέσσερα χαμηλότερα EGPRS συστήματα κωδικοποίησης(MSC1 έως MSC4) χρησιμοποιούνται GMSK , ενώ το ανώτερο πέντε (MSC5 έως MSC9) χρησιμοποιούν την 8PSK διαμόρφωση . Το Σχήμα 4 δείχνει τόσο για το GPRS όσο για το EGPRS το σύστημα κωδικοποίησης , μαζί με τις μέγιστες αποδόσεις τους .

Οι GPRS αποδόσεις χρήστης φτάνει σε κορεσμό σε ένα μέγιστο όριο των 20 kbps με το CS4 , ενώ ο ρυθμός μετάδοσης bit για το EGPRS συνεχίζει να αυξάνεται καθώς αυξάνετε ποιότητα ραδιο-εκπομπής , μέχρι η απόδοση να φθάνει στο σημείο κορεσμού σε 59,2kbps . Τόσο στο GPRS το CS1 έως το CS4 και στο EGPRS από MCS1 έως MCS4 χρησιμοποιούν Διαμόρφωση GMSK με ελαφρώς διαφορετικά απόδοση. Αυτό οφείλεται σε διαφορές στο μέγεθος κεφαλίδας (και μεγέθους ωφέλιμου φορτίου) των πακέτων EGPRS . Αυτό καθιστά δυνατή την ανακατάμηση των EGPRS πακέτων . Ένα πακέτο που αποστέλλεται με καλύτερο σύστημα κωδικοποίησης (χειρότερη διόρθωσης σφαλμάτων) που δεν έχει λάβει σωστά , μπορεί να τα αναμεταδώσει με χειρότερο σύστημα κωδικοποίησης (καλύτερη διόρθωση σφάλματος) εάν το νέο περιβάλλον ραδιο-κάλυψης το απαιτεί . Αυτή η ανακατάμηση(αναμετάδοση με ένα άλλο σύστημα κωδικοποίησης) απαιτεί αλλαγές στο μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου των

ράδιο-πακέτων, το οποίο είναι ο λόγος που το EGPRS και GPRS δεν έχουν την ίδια απόδοση για την διαμόρφωση GSMK συστημάτων κωδικοποίησης. Η ανακατάτμηση αυτή δεν είναι δυνατή με GPRS συστήματα.

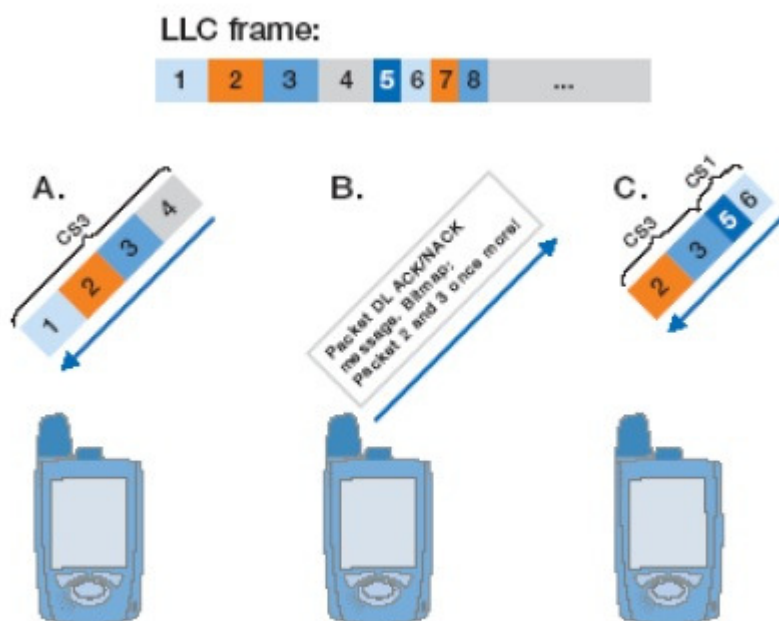


Σχήμα 1-18. Σύστημα κωδικοποίησης για GPRS και EGPRS (ρυθμός μεταφοράς δεδομένων χρήστη).

χειρισμός πακέτων

Άλλη μία βελτίωση που έχει σημειωθεί στο EGPRS πρότυπο είναι η ικανότητα να αναμεταδίδει ένα πακέτο που δεν έχει αποκωδικοποιηθεί σωστά με ένα πιο ισχυρό σύστημα κωδικοποίησης. Για το GPRS, η ανακατάτμηση δεν είναι δυνατή. Εάν ένα πακέτο έχει σταλεί, πρέπει να αναμεταδοθεί χρησιμοποιώντας το αρχικό σχήμα κωδικοποίησης ακόμη και αν το περιβάλλον της ράδιο-ζεύξης έχει αλλάξει. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στην απόδοση, όταν ο αλγόριθμος

αποφασίζει το επίπεδο εμπιστοσύνης με τις οποίες η ζεύξης (LA) πρέπει να λειτουργήσει.



Σχήμα 1-19. Μεταφορά πακέτων και αναμετάδοση για GPRS. (ACK/ NACK, αναγνωρισμένο / μη αναγνωρισμένο)

Παρακάτω είναι ένα παράδειγμα της μεταφοράς πακέτων και αναμετάδοσης για GPRS (που σχετίζονται από το παραπάνω σχήμα).

A. Το GPRS τερματικό λαμβάνει δεδομένα από το δίκτυο στο downlink. Λόγω της αναφοράς μέτρησης GPRS που έλαβε προηγουμένως, ο αλγόριθμος προσαρμογής της σύνδεσης στον σταθμό βάσης ελέγχου ,αποφασίζει να στείλει στις επόμενες κυψέλες (π.χ., αριθμοί 1 έως 4) με το CS3. Κατά τη διάρκεια της αναμετάδοσης αυτών των πακέτων, ο λόγος μεταγωγέας ως προς την παρεμβολή (C / I) μειώνεται δραματικά, αλλάζοντας το περιβάλλον της ραδιοζεύξης. Αφού τα πακέτα έχουν μεταδοθεί, το δίκτυο εκτελεί νέες έκθεσης μέτρησης, συμπεριλαμβάνοντας τον χάρτη αναγνώρισης/ μη-αναγνώρισης bit που λέει το δίκτυο πια ραδιο-πακέτα ελήφθησαν σωστά.

Β. Οι GPRS συσκευή απαντά με Downlink Packet αναγνωρισμένα / μη αναγνωρισμένη μήνυμα που περιέχει τις πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα της σύνδεσης και του χάρτη τωνbits . σε αυτό το σενάριο, υποθέτουμε ότι τα πακέτα 2 και 3 εστάλησαν λανθασμένα .

Γ. Με βάση τα νέα στοιχεία της ποιότητας σύνδεσης , ο αλγόριθμος προσαρμογής σύνδεση GPRS θα προσαρμόσει το σύστημα κωδικοποίησης με το νέο περιβάλλον ράδιο-ζεύξης, χρησιμοποιώντας από το CS1 για τα νέα πακέτα 5 και 6. Ωστόσο , επειδή το GPRS δεν μπορεί να ανακατάμηση τα παλιά πακέτα ,τα πακέτα 2 και 3 πρέπει να αναμεταδοθούν με την χρήση του CS3, παρόλο που υπάρχει ένας σημαντικός κίνδυνος ότι αυτά τα πακέτα μπορεί να μην αποκωδικοποιηθούν σωστά.

Ως αποτέλεσμα, η προσαρμογές ζεύξης για το GPRS απαιτεί προσεκτική επιλογή από το σύστημα κωδικοποίησης προκειμένου να αποφευχθούν όσο το δυνατόν λιγότερες αναμεταδόσεις. Με το EGPRS ,οι ανακατατμήσεις είναιεφικτές . Τα πακέτα αποστέλλονται με την ελάχιστη προστασία σφάλματων, και μπορεί να αναμεταδοθούν με περισσότερη προστασία λαθών, εφόσον απαιτείται από το νέο περιβάλλον ράδιο-ζεύξης. Το ταχέως μεταβαλλόμενο περιβάλλον ραδιοσυχνοτήτων έχει πολύ μικρότερη επίδραση στο πρόβλημα της επιλογής του λάθους συστήματος κωδικοποίησης για την επόμενη ακολουθία ράδιο-πακέτα, επειδή η ανακατάμηση είναι δυνατή. Ωστόσο , οι αλγόριθμοι EGPRS ελεγκτές δικτύου μπορεί να είναι πολύ επιθετική κατά την επιλογή της διαμόρφωσης συστήματος κωδικοποίησης .

Παράθυρο διευθυνσιοδότησης

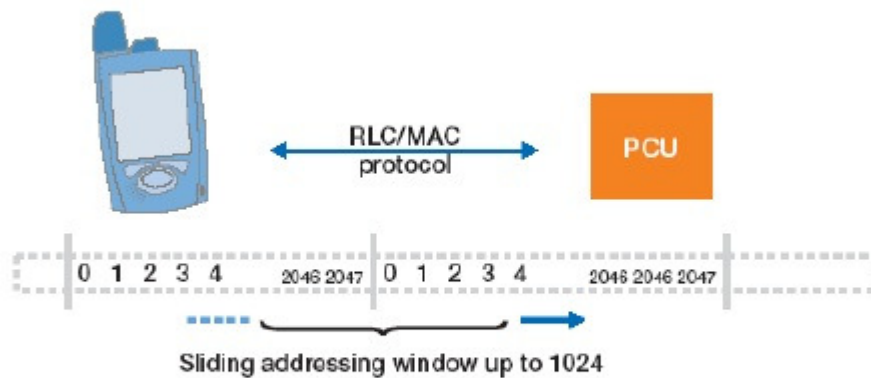
Πριν από μια ακολουθία από κωδικοποιημένα πακέτα ελέγχου δικτύου ή από radio-blocks τα οποία να μπορέσουν να μεταδοθούν μέσω του Um (ζεύξη αέρα) διεπαφής ,ο

πομπός πρέπει να διευθυνσιοδοτήσει τα πακέτα με τον αριθμό ταυτοποίησης τους. Αυτή η πληροφορία περιλαμβάνεται στην κεφαλίδα κάθε πακέτου. Τα πακέτα στο GPRS αριθμούνται από 1 έως 128.

Μετά την μετάδοση μιας ακολουθίας πακέτων (π.χ. , 10 πακέτα), ο πομπός ζητεί από το δέκτη για ταχτοποιήσει την ορθότητα των πακέτων που έλαβε υπό τη μορφή έκθεσης αναγνωρισμένων / μη αναγνωρισμένων. Η έκθεση αυτή ενημερώνει τον πομπό ποίο πακέτο ή ποία πακέτα δεν αποκωδικοποιήθηκαν επιτυχώς και πρέπει να αναμεταδοθούν .Δεδομένου ότι ο αριθμός των πακέτων περιορίζεται σε 128 και το παράθυρο διευθυνσιοδότησης έχει 64 , η διαδικασία αποστολή πακέτων μπορεί να ξεμείνει από διευθύνσεις μετά από τα επόμενα 64πακέτα.

Εάν ένα λάθος αποκωδικοποιημένο πακέτο πρέπει να αναμεταδοθεί, μπορεί να έχει τον ίδιο αριθμό (ουράς) όπως ένα νέο πακέτο στην ουρά. Αν ναι, το πρωτόκολλο μεταξύ του τερματικού και του δικτύου αναβάλλεται, και όλα τα πακέτα που ανήκουν στο χαμηλό επίπεδο ικανότητας πλαισίου θα πρέπει να αναμεταδοθεί.

Στο EGPRS, οι αριθμοί διευθυνσιοδότησης αυξήθηκε σε 2048 και το παράθυρο έχει αυξηθεί σε 1024, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος διακοπής της αποστολής. Αυτό, με τη σειρά του, ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο αναμετάδοσης χαμηλού επιπέδου πλαίσια και αποτρέπει την μείωση της απόδοσης (παρακάτω σχήμα).



Σχήμα 1-20. Πρωτόκολλο στασιμότητας. (MAC: Κινητό κανάλι κατανομής, PCU: μονάδα ελέγχου πακέτων. RLC: ελέγχου σύνδεσης δικτύου)

Ακρίβεια μέτρησης

Όπως στο GSM περιβάλλον, το GPRS μετρά το ράδιο-περιβάλλον αναλύοντας το κανάλι για ένταση φορέα, ποσοστό σφάλματος bit, κτλ. Η κινητή συσκευή χρειάζεται χρόνο να εκτελέσει αυτές τις μετρήσεις, διαδικασία η οποία δεν προκαλεί ανησυχία στην ομιλία γιατί η ίδια κωδικοποίηση χρησιμοποιείται συνέχεια.

Σε ένα περιβάλλον μεταγωγής πακέτων, είναι απαραίτητο να αναλύσει τη ράδιο-ζεύξη γρήγορα προκειμένου να προσαρμόσει την κωδικοποίηση προς το νέο περιβάλλον. Η διαδικασία ανάλυσης καναλιού που χρησιμοποιείται για το GPRS κάνει την επιλογή του κατάλληλου συστήματος κωδικοποίησης δύσκολη δεδομένου ότι οι μετρήσεις για παρεμβολή εκτελούνται μόνο κατά τη διάρκεια αδρανών ριπών.

Ως αποτέλεσμα, οι μετρήσεις μπορούν να εκτελούνται μόνο δύο φορές

κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 240 millisecond. Για το EGPRS, το πρότυπο δεν

βασίζεται στον ίδιο "αργό" μηχανισμό μέτρησης. Μετρήσεις λαμβάνονται σε κάθε ριπή μέσα στον ισοσταθμιστή του

τερματικού ,με αποτέλεσμα την εκτίμηση της πιθανότητας σφάλματος bit (BER).

Εκτιμώντας κάθε ριπή, το BER είναι μια αντανάκλαση της τρέχουσας C / I, δηλαδή της διασποράς χρόνου του σήματος και της ταχύτητας του τερματικού. Η διακύμανση της τιμής του BER σε κάποια ριπή θα παρέχει επίσης πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την ταχύτητα και τη συχνότητα μεταπήδησης. Στη συνέχεια μια πολύ ακριβής εκτίμηση του BER είναι δυνατό να επιτευχθεί.

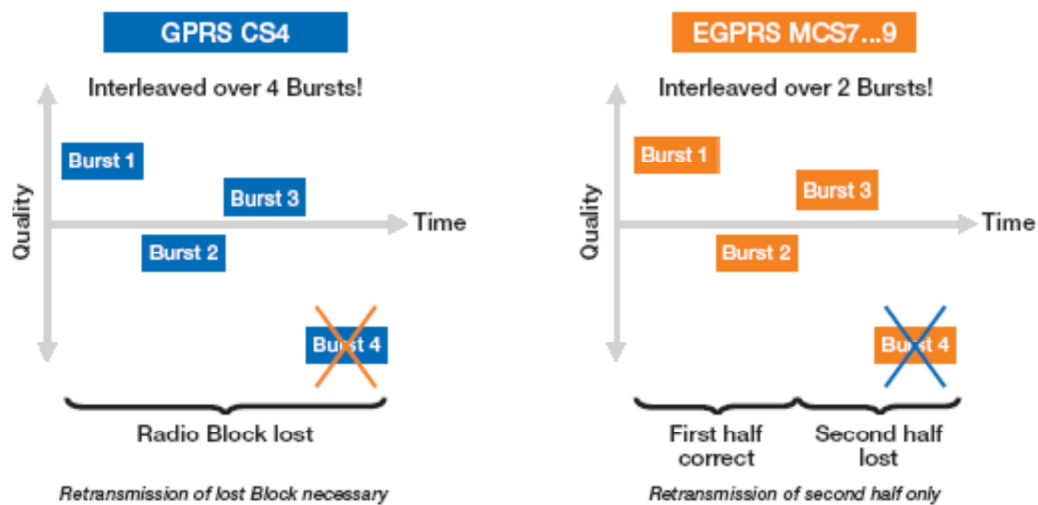
Μια μέση τιμή BER υπολογίζεται ανά ράδιο-μπλοκ(τέσσερις ριπές) καθώς και η μεταβολή(τυπική απόκλιση της εκτίμησης του BER διαιρούμενο με το μέσο BER) πάνω από τις τέσσερις ριπές. Αυτά τα αποτελέσματα στη συνέχεια φιλτράρονται για όλα τα απεσταλμένα ράδιο-μπλοκ εντός της περιόδου μέτρησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα εξαιρετικά ακριβείς μετρήσεις ακόμα και κατά τη διάρκεια σύντομων

περιόδων μέτρησης. Οι σύντομες περίοδοι μέτρησης, με τη σειρά τους, επιτρέπουν γρήγορες αντιδράσεις στις αλλαγές του ράδιο-περιβάλλοντος. Είναι επομένως δυνατό να επιτευχθεί μια καλύτερη και πιο ευέλικτη προσαρμογή ζεύξης για το EGPRS.

Παρεμβολή

Για να αυξηθεί η απόδοση από τα υψηλότερα συστήματα κωδικοποίησης στο EGPRS(MCS7 προς MCS9) ακόμη και σε χαμηλό C/I, η διαδικασία παρεμβολής έχει αλλάξει εντός του πρότυπου EGPRS.

Όταν χρησιμοποιείται μεταπήδηση συχνότητας (frequency hopping), το ράδιο-περιβάλλον αλλάζει ανά επίπεδο ριπής. Επειδή ένα ράδιο-μπλοκ παρεμβάλλεται και μεταδίδεται για πάνω από τέσσερις ριπές για το GPRS, κάθε ριπή μπορεί να εμφανίσει ένα εντελώς διαφορετικό περιβάλλον παρεμβολών. Αν τουλάχιστον μία από τις τέσσερις ριπές δεν έχει ληφθεί σωστά, τότε ολόκληρο το ράδιο- μπλοκ δεν θα αποκωδικοποιηθεί σωστά και θα πρέπει να αναμεταδοθεί. Στην περίπτωση του CS4 για GPRS, δεν χρησιμοποιείται σχεδόν καθόλου προστασία λαθών.



Εικόνα 1-21. Παρεμβολή

Με EGPRS, το πρότυπο χειρίζεται το υψηλότερο σύστημα κωδικοποίησης

με διαφορετικό τρόπο από ότι με GPRS για την καταπολέμηση αυτού του προβλήματος. MCS7, MCS8 και MCS9 στην πραγματικότητα μεταδίδουν δύο ράδιο-μπλοκ κατά τη διάρκεια των τεσσάρων ριπών και η παρεμβολή εμφανίζεται πάνω σε δυο ριπές αντί για τέσσερεις. Αυτό μειώνει τον αριθμό των ριπών που πρέπει να αναμεταδοθούν αν προκύψουν λάθη. Η πιθανότητα λήψης δύο διαδοχικών χωρίς σφάλματα ριπών είναι υψηλότερη από την παραλαβή τεσσάρων διαδοχικών χωρίς σφάλματα ριπών. Αυτό σημαίνει ότι τα υψηλότερα συστήματα κωδικοποίησης για EDGE έχουν μια καλύτερη ευρωστία όσον αφορά τη συχνότητα μεταπήδησης.

EGPRS σύνδεσμος λειτουργίας ελέγχου

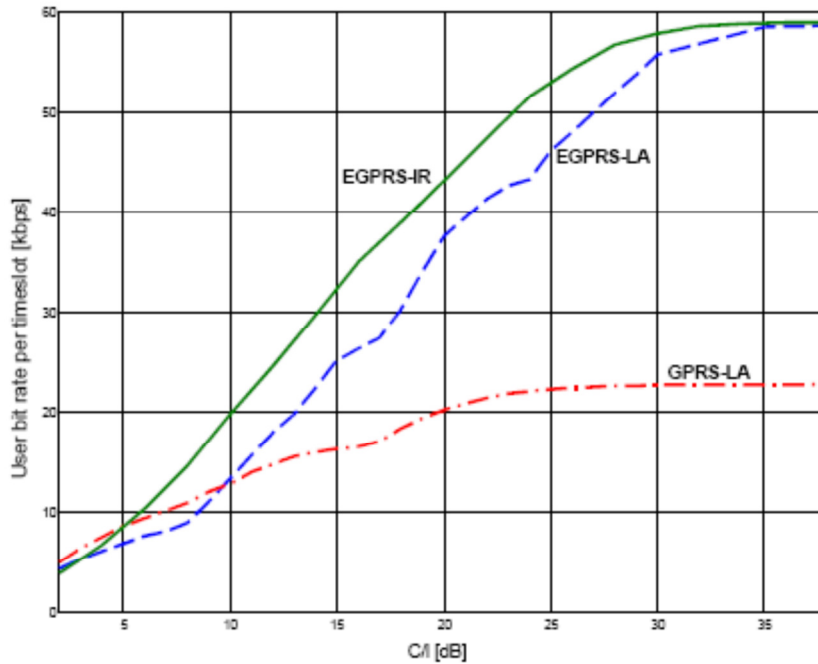
Για τη βελτιστοποίηση της ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων το πρωτόκολλο EGPRS χρησιμοποιεί τα σχέδια διαμόρφωσης και κωδικοποίησης (MCS-1 προς MCS-9). Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για να βελτιστοποιηθεί η ταχύτητα δεδομένων στο EGPRS είναι ο αποκαλούμενος Σύνδεσμος Ποιοτικού Ελέγχου (Link Quality Control-LQC). Ο LQC αλγόριθμος προσαρμόζει την προστασία των δεδομένων με την ποιότητα καναλιού, τροποποιώντας τη κωδικοποιημένη τιμή που χρησιμοποιήθηκε.

Στο EGPRS, ένα υβριδικό σύστημα αυτόματης αίτησης επαναλήψεως (Automatic Repeat reQuest-ARQ) χρησιμοποιείται για την εκτέλεση LQC. Διακρίνονται δύο μέθοδοι για τη προσαρμογή του υβριδικού συστήματος ARQ με τις συνθήκες ραδιοεπικοινωνίας. Ένα καθαρός αλγόριθμος Προσαρμογής ζεύξης (Link Adaptation-LA, όπως είναι γνωστός από τοGPRS) επιλέγει MCS μεγιστοποιώντας την ταχύτητα δεδομένων, ανάλογα με την εκτίμηση της τρέχουσας C / I. Μια άλλη μέθοδος είναι ο Στοιχειώδης Πλεονασμός (Incremental Redundancy -IR), ο οποίος αυθαίρετα ξεκινά με την αποστολή ενός μπλοκ δεδομένων με χαμηλό ποσοστό κώδικα εμπρόσθιου έλεγχου λάθους (Forward Error Control-FEC). Για εσφαλμένα αποκωδικοποιημένα μπλοκ, η μετάδοση των επιπλέον υποομάδων (με αυξανόμενη κωδικοποίηση τιμής) ζητείται, λαμβάνεται και συνδυάζεται με το πρώτο μπλοκ. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου η αποκωδικοποίηση επιτευχθεί δίνοντας μια βηματική αύξηση του ποσού πλεονασμού.



Εικόνα 1-22. *Σύνδεσμος Ελέγχου Ποιότητας EGPRS. Δύο τρόποι για να γίνει.*

Σε σύγκριση με ένα καθαρό σύνδεσμο προσαρμογής ζεύξης, αυτός ο συνδυασμός προσαρμογής ζεύξης και μηχανισμών αυξητικών πλεονασμών βελτιώνει σημαντικά την απόδοση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 1-23. Καμπύλες απόδοσης για τα συστήματα GPRS και EGPRS.

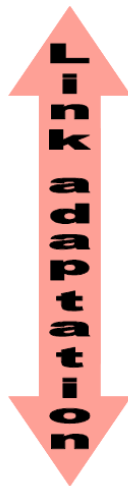
προσαρμογή ζεύξης

Η προσαρμογή ζεύξης χρησιμοποιεί την ποιότητα της ραδιο-ζεύξης, μετρημένη είτε από τον κινητό σταθμό, σε μια μεταφορά downlink από το σταθμό βάσης σε μια

uplink μεταφορά, για να επιλέξει το πιο κατάλληλο σχήμα διαμόρφωσης κωδικοποίησης για τη μετάδοση της επόμενης ακολουθίας πακέτων. Για μια uplink

μεταφορά πακέτων, το δίκτυο πληροφορεί τον κινητό σταθμό ποιο σύστημα κωδικοποίησης να χρησιμοποιήσει για τη διαβίβαση της επόμενης ακολουθίας πακέτων. Το σύστημα διαμόρφωσης κωδικοποίησης μπορεί να αλλάξει για κάθε ραδιο-μπλοκ (τέσσερις ριπές), αλλά μια αλλαγή δρομολογείται συνήθως από νέα εκτίμηση ποιότητας. Γι αυτό το λόγο το πρακτικό ποσοστό προσαρμογής έχει ως εκ τούτου αποφασιστεί από το διάστημα μέτρησης.

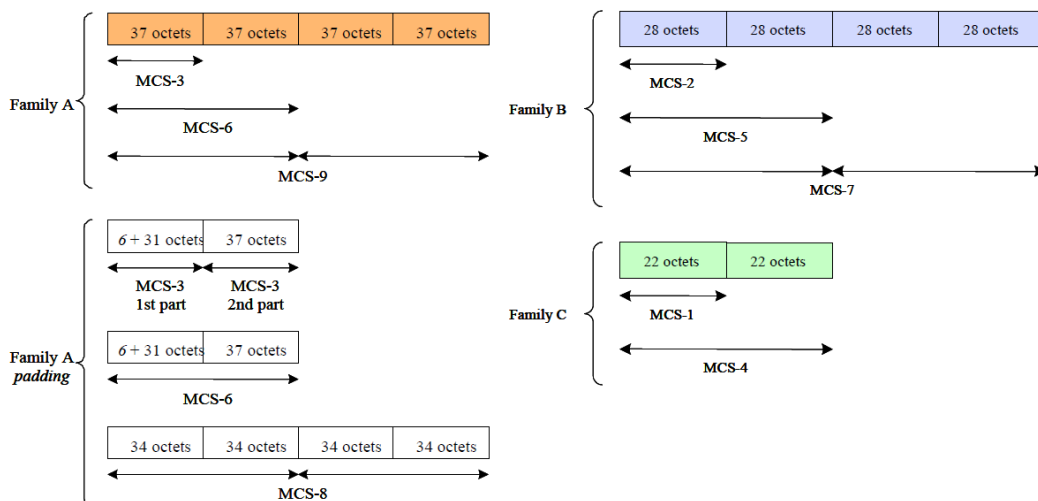
Έχουν οριστεί τρεις οικογένειες: A, B και C. Μέσα σε κάθε οικογένεια, υπάρχει μια σχέση μεταξύ των μεγεθών του ωφέλιμου φορτίου, γεγονός που καθιστά τον ανακαταμερισμό για αναμεταδόσεις ικανό.



Scheme	Modulation	Maximum rate [kbps]	Octets	Blocks per 20 ms	Family
MCS-9	8PSK	59.2	2*74	2	A
MCS-8		54.4	2*68	2	A
MCS-7		44.8	2*56	2	B
MCS-6		29.6	74	1	A
MCS-5		22.4	56	1	B
MCS-4	GMSK	16.8	44	1	C
MCS-3		14.8	37	1	A
MCS-2		11.2	28	1	B
MCS-1		8.4	22	1	C

Εικόνα 1-24. Σχέδια Κωδικοποίησης Καναλιού.

Το μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου ανά οικογένεια φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 1-25. Οικογένειες MCS.

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα η προσαρμογή ζεύξης της οικογένειας A χρησιμοποιεί μπλοκ των 37 οκτάδων και γέμισμα αν χρειαστεί. Η οικογένεια B χρησιμοποιεί 28 οκτάδες και η C 22 οκτάδες.

Στοιχειώδης πλεονασμός

Ο Στοιχειώδης πλεονασμός (Incremental redundancy) χρησιμοποιεί αρχικά ένα σύστημα κωδικοποίησης, όπως το MCS9, με πολύ χαμηλή προστασία σφάλματος και χωρίς να λαμβάνετε υπόψη για την πραγματική ποιότητα ράδιο-ζεύξης. Όταν οι πληροφορίες λαμβάνονται λανθασμένα, συμπληρωματική κωδικοποίηση μεταδίδεται και στη συνέχεια συνδυάζεται στον δέκτη με τις προηγούμενες ληφθείσες πληροφορίες. Απαλοί συνδυασμοί αυξάνουν την πιθανότητα αποκωδικοποίησης των πληροφοριών. Η διαδικασία αυτή θα επαναλαμβάνεται έως ότου η πληροφορία έχει αποκωδικοποιηθεί επιτυχώς. Αυτό σημαίνει ότι οι πληροφορίες για τη ράδιο-ζεύξη δεν είναι αναγκαίες για τη στήριξη του στοιχειώδη πλεονασμού. Για τους κινητούς σταθμούς, η υποστήριξη του στοιχειώδη πλεονασμού είναι υποχρεωτική στο πρότυπο.

Use same MCS for retransmissions

MCS9 becomes more robust than MCS5 for similar bitrate

Scheme	Modulation	Maximum rate [kbps]	P1	P1+P2	P1+P2+P3
MCS-9	8PSK	59.2	1.0	0.5	0.33
MCS-8		54.4	0.92	0.46	0.31*
MCS-7		44.8	0.76	0.38	0.25*
MCS-6		29.6	0.49	0.24*	-
MCS-5		22.4	0.37	0.19*	-
MCS-4	GMSK	16.8	1.0	0.5	0.33
MCS-3		14.8	0.85	0.42	0.28*
MCS-2		11.2	0.66	0.33	-
MCS-1		8.4	0.53	0.26*	-

Εικόνα 1-26. Στοιχειώδης πλεονασμός

Εφαρμόζοντας τον στοιχειώδη πλεονασμό καθιστά δυνατή τη χρήση πολύ

λίγης κωδικοποίησης στην αρχή και στη συνέχεια μπορεί να αυξηθεί αν είναι απαραίτητο.

Ο δέκτης χρησιμοποιεί απαλό συνδυασμό για να κερδίσει από αυτή τη λειτουργία. Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα το MCS9 γίνεται όλο και πιο ισχυρό από το, MCS5 για παρόμοιο ρυθμό bit.

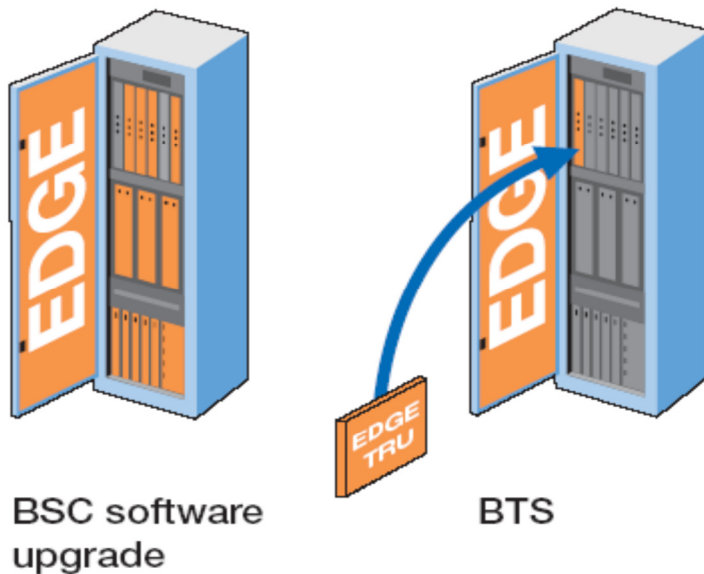
Επιπτώσεις του EGPRS στα υπάρχοντα δίκτυα GSM / GPRS

Λόγω των μικρών διαφορών μεταξύ GPRS και EGPRS, ο αντίκτυπος του EGPRS στο υπάρχον GSM / GPRS δίκτυο περιορίζεται στο σύστημα του σταθμού βάσης. Ο σταθμός βάσης επηρεάζεται από τη νέα μονάδα πομποδέκτη, ικανή να χειρίζεται διαμόρφωση EDGE, καθώς και από το νέο λογισμικό, που καθιστούν ικανό το νέο πρωτόκολλο για τα πακέτα πάνω από τη ραδιο-επαφή τόσο στο σταθμό βάσης όσο και στον ελεγκτή του σταθμού βάσης. Το κεντρικό δίκτυο δεν απαιτεί προσαρμογές. Λόγω αυτής της απλής αναβάθμισης, ένα δίκτυο ικανό για EDGE μπορεί να αναπτυχθεί με περιορισμένες επενδύσεις και μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Απαιτήσεις για EDGE

Από την αρχή, η τυποποίηση του EDGE περιορίστηκε στο φυσικό στρώμα και στην εισαγωγή ενός νέου συστήματος διαμόρφωσης. Από τότε που το EDGE προοριζόταν ως εξέλιξη της υφιστάμενης τεχνολογίας ραδιο-πρόσβασης GSM οι απαιτήσεις του τέθηκαν αναλόγως:

- EDGE-και μη-EDGE-ικανή κινητοί σταθμοί θα πρέπει να είναι σε θέση να μοιράζονται μια και την ίδια χρονοθυρίδα.
- EDGE-και μη-EDGE-ικανή πομποδέκτες θα πρέπει να αναπτύσσονται στο ίδιο φάσμα.
- Μια μερική εισαγωγή του EDGE θα πρέπει να είναι δυνατή. Για να διευκολυνθεί η εφαρμογή των νέων τερματικών σταθμών λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τα ασύμμετρα χαρακτηριστικά των περισσότερων υπηρεσιών που επί του παρόντος είναι διαθέσιμα, αποφασίστηκε επίσης ότι δύο κατηγορίες τερματικών σταθμών θα πρέπει να υποστηρίζονται από το πρότυπο EDGE
- ένα τερματικό που παρέχει ικανότητα 8PSK μόνο στο downlink.
- ένα τερματικό που παρέχει 8PSK στο uplink και στο downlink. Από την άποψη του δικτύου BSS η εισαγωγή του EGPRS επηρεάζει τα BTS και BSC. Τα νέα ικανά TRUs του EGPRS πρέπει να προστεθούν για να το υποστηρίξουν. Η χρησιμοποίηση στο Abis αλλάζει επίσης για να ταιριάζει με το νέο εύρος ζώνης. Ως εκ τούτου, το λογισμικό των BSC έχει επίσης αναβαθμιστεί.



Εικόνα 1-27. Αναβάθμιση του συστήματος.

Ποιος είναι ο αντίκτυπος στη ρυθμαπόδοση (THROUGHPUT) των GPRS / EGPRS

Τα ράδιο-μπλοκ μεταδίδονται μέσω της διασύνδεσης αέρα, έτσι είναι υποβαθμισμένα εξαιτίας των παρεμβολών και της εξασθένησης του σήματος.

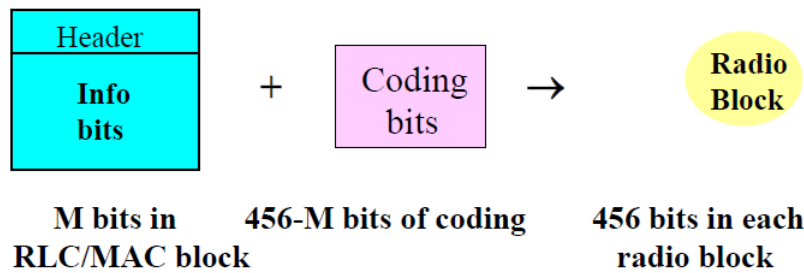
Οι περιττές πληροφορίες προστίθενται στις πληροφορίες που εκπέμπονται προκειμένου να εντοπίζονται και τελικά να διορθώνονται τα λάθη που εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια της ράδιο-μετάδοσης. Τα περιττά bits πληροφορίας ονομάζονται bits κωδικοποίησης.

Το μέγεθος του ράδιο-μπλοκ είναι πάντα 456 bits. Ως εκ τούτου, για να αυξηθεί ο αριθμός των bits κωδικοποίησης πρέπει ο αριθμός των bits πληροφορίας να μειωθεί. Τα συστήματα κωδικοποίησης (CS και MCS) έχουν οριστεί αντιστοίχως σε διαφορετική αναλογία bits κωδικοποίησης και bits πληροφορίας.

Περισσότερα bits κωδικοποίησης προστίθενται? Περισσότερη μετάδοση είναι εξασφαλισμένη, αλλά το ποσοστό των bits πληροφορίας μειώνεται.

Ως εκ τούτου το CS 1 είναι το πιο ασφαλές σύστημα κωδικοποίησης, αλλά παρέχει το χαμηλότερο ποσοστό πληροφοριών (9.04 kbps). Το CS 4 είναι το λιγότερο

αξιόπιστο σύστημα κωδικοποίησης, αλλά έχει το υψηλότερο ποσοστό των bits πληροφοριών (21,4kbps).



Coding	Max no of Info bits	Max data rate per TS (kbps)	Target C/I (dB)
CS-1	181	9.05	~6
CS-2	268	13.4	~9
CS-3	312	15.6	~12
CS-4	428	21.4	~17

Εικόνα 1-28. Δομή Radio block του GPRS

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο στόχος της διαστασιοποίησης του δικτύου είναι να καθορίσει το ποσό της χωρητικότητας του δικτύου, η οποία είναι απαραίτητη για την παροχή μιας δεδομένης ποιότητας υπηρεσίας σε ένα δεδομένο αριθμό συνδρομητών.

Η είσοδος της διαδικασίας διαστασιοποίησης GPRS είναι πιο συχνά μια κατευθυντήρια γραμμή διαστασιοποίησης, η οποία παρέχει την αξία της ποιότητας της υπηρεσίας, μετρημένη σε διάφορα επίπεδα φορτίου του δικτύου. Η διαδικασία διαστασιοποίησης τότε αρχίζει, αναζητώντας τη κατευθυντήρια γραμμή διαστασιοποίησης για το φορτίο του συστήματος, το οποίο αφήνεται να ικανοποιεί την απαιτούμενη ποιότητα περιορισμών της υπηρεσίας. Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστεί η συνολική κίνηση υποβαλλόμενη από τον προβλεπόμενο αριθμό των συνδρομητών, και, τέλος, να καθοριστεί το ύψος των πόρων

του δικτύου, οι οποίοι είναι απαραίτητοι ώστε να αποφευχθεί να πιεστεί το δίκτυο από το φορτίο πάνω από το όριο που επιτρέπεται από την δεδομένη ποιότητα των περιορισμών υπηρεσίας.

Στατιστικές μετρήσεις, αναλυτικές εγγραφές κλήσεων (CDRs) χρησιμοποιούνται μαζί με το QoS και τις απαιτήσεις της επιχειρηματικής ανάπτυξης για να υπολογίσουν το δίκτυο GPRS / EGPRS. Με βάση την εξέλιξη του δικτύου των πελατών είναι τρεις περιπτώσεις που αντιμετωπίζονται σε αυτό το βιβλίο.

- Εισαγωγή του GPRS / EGPRS στο υπάρχον δίκτυο GSM

Κατά την εισαγωγή του GPRS / EGPRS στο δίκτυο η έλλειψη στατιστικών μετρήσεων για τα αποτελέσματα της κίνησης μεταγωγής πακέτων στη χρήση των προσομοιωμένων τιμών που να αφορούν την διακίνηση, συναρτήσει του φορτίου πόρων GPRS του αέρα. Αυτό το είδος της διαστασιοποίησης περιγράφεται στο υποκεφάλαιο "Η αρχική διαστασιοποίηση GPRS / EGPRS".

- Αναβάθμιση από CS2 σε ικανόCS4 GPRS

Έχοντας την εμπειρία της κίνησης CS1-CS2 του GPRS, το δίκτυο μπορεί να διαστασιοπληθεί για να υποστηρίξει CS3 και CS4 χρησιμοποιώντας στατιστικά στοιχεία και CDRs μαζί με δεδομένα test drive. Αυτό εξηγείται στο υποκεφάλαιο «Διαστασιοποίηση Ράδιο- Δικτύου, υπόθεση CS1-CS4».

- Εισαγωγή EGPRS.

Η διαστασιοποίηση του EGPRS πρέπει να αντιμετωπίζεται διαφορετικά. Η εγκατεστημένη αρχή του EGPRS σε ικανά δίκτυα και οι συσκευές δεν είναι πολλές στην αγορά σήμερα. Στατιστικές μετρήσεις δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διαστασιοποίηση. Ως εκ τούτου, το τμήμα EGPRS του παρόντος κεφαλαίου βασίζεται σε προσομοιώσεις.

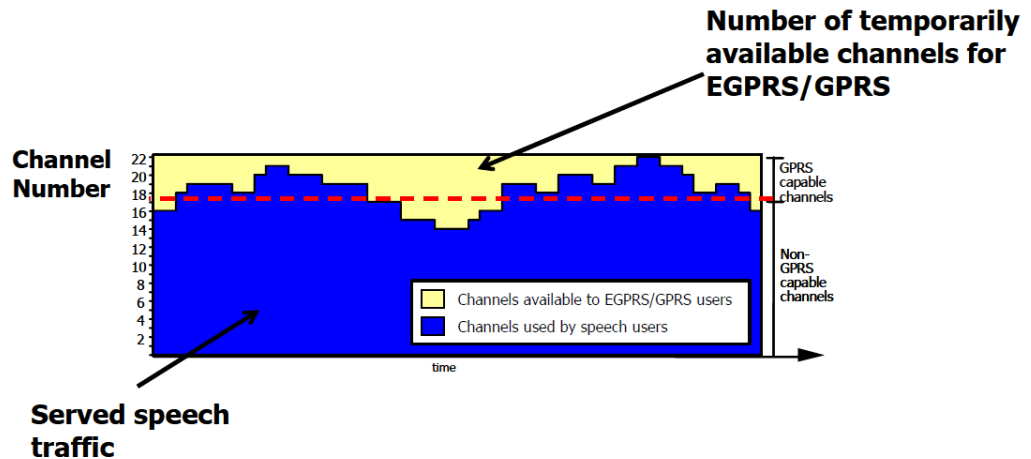
Παραδοχές

Το εύρος ζώνης που υπολογίζεται σε αυτό το κεφάλαιο είναι το εύρος ζώνης της ράδιο-ζεύξης, δεν είναι το επίπεδο ρυθμαπόδοσης της εφαρμογής σε ένα φορτωμένο σύστημα και περιορισμένο από παρεμβολές. Το εύρος ζώνης αντιστοιχεί στο συνολικό μέσο χρόνο "ταχύτητα μόντεμ" σε όλη την ασύρματη διεπαφή. Αυτό το εύρος ζώνης μοιράζεται μεταξύ όλων των χρηστών στο κύτταρο.

Εκτός από το εύρος ζώνης της ράδιο-ζεύξης το επίπεδο ρυθμαπόδοσης που παίρνει ο κάθε χρήστης εξαρτάται από τον αριθμό των χρηστών που έχουν πρόσβαση στο δίκτυο. Το επίπεδο εφαρμογής ρυθμαπόδοσης επηρεάζεται περαιτέρω από παράγοντες εκτός του ελέγχου του GPRS, π.χ. επικεφαλίδα IP και TCP, απώλεια πακέτων και οι χρόνοι μεταφοράς στο Διαδίκτυο, καθώς και αργοί servers. Το εύρος ζώνης που παράγεται εδώ δεν περιλαμβάνει τις επιπτώσεις της ράδιο-κατάστασης, επιλογή του συστήματος κωδικοποίησης και την εκ νέου μετάδοση και προστασία κωδικοποίησης από σφάλματα σε επίπεδο RLC. Το εύρος ζώνης δεν λαμβάνεται υπόψη για επικεφαλίδα στο πρωτόκολλο από επίπεδα πάνω από το RLC / MAC πρωτόκολλο (ιδίως το επίπεδο LLC). Ωστόσο, εκτός από εφαρμογές σύντομων-πακέτων η επικεφαλίδα LLC επηρεάζει το εύρος ζώνης με λιγότερο από 2%. Το εύρος ζώνης που παράγονται για BCCH κανάλια δεν περιλαμβάνει μείωση ισχύος 8-PSK.

ΑΡΧΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΠΟΙΗΣΗ GPRS / EGPRS

Η εισαγωγή στις υπηρεσίες του GPRS στο δίκτυο GSM πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις στο ράδιο-δίκτυο. Ως εκ τούτου, η κίνηση CS πρέπει να εκτιμηθεί ή να υπολογιστεί από στατιστικές. Η χωρητικότητα που έχει απομείνει θα χρησιμοποιηθεί για GPRS ,ορίζοντας τη λειτουργία διαχείρισης του καναλιού όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 2-2. Τα διαθέσιμα κανάλια για GPRS

Το παραπάνω σχήμα δείχνει ένα παράδειγμα ενός κυττάρου που παρέχει περίπου 18 E CS κυκλοφορίας κατά την ώρα αιχμής. Τέσσερις χρονοθυρίδες θα μπορούσαν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για GPRS δεδομένου την ακόλουθη σχέση.

$$\text{mean PDCH} = \# \text{ TCH} - \text{mean speech traffic (served)}$$

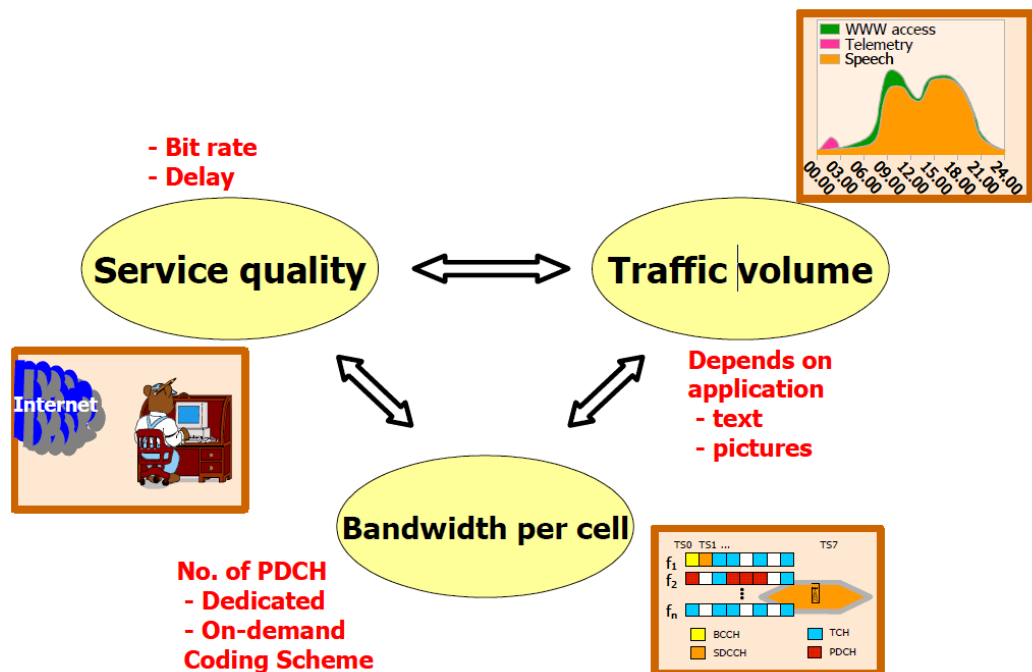
Ένα cell με 3 TRX, 22 TCH και GOS = 2% μπορεί να εξυπηρετήσει κίνηση 14,9 Erl.

Τα διαθέσιμα TCHs για την GPRS κίνηση χρησιμοποιούνται από τη λειτουργία διαχείρισης διαύλου και μπορεί να οριστεί είτε αποκλειστικά είτε αν και όταν ζητηθεί. Τα αφιερωμένα κανάλια διατίθενται μόνιμα για πακέτων δεδομένων. Τα κανάλια on demand έχουν διατεθεί προσωρινά για πακέτων δεδομένων.

Οι On-demand PDCHs διατίθενται από τον διακόπτη κυκλώματος του τομέα σε σύνολο οκτώ διαδοχικών χρονοθυρίδων, το λεγόμενο PSET.

Όταν ένα on-demand PDCH τίθεται σε αδράνεια, τοποθετείται στην "αδρανή λίστα" του PSD. Ένα χρονόμετρο που ονομάζεται PILTIMER έχει ξεκινήσει, PILTIMER είναι ανά TS. Όταν ο timer λήξει, το TS επιστρέφει στον τομέα CS. Εκτός από το PILTIMER, μια λειτουργία προτίμησης ορίζεται για να αποφασίζει κατά τη διάρκεια των on-demand TSs. Η διαστασιοποίηση του GPRS είναι πιο περίπλοκη από ό, τι η διαστασιοποίηση της συμβατικής ομιλίας και οφείλεται σε διάφορους λόγους. Πρώτα από όλα, αρκετοί χρήστες μπορούν να μοιράζονται το ίδιο PDCH και πολλές

τάξεις multislot είναι διαθέσιμες. Επιπλέον, η απόδοση του GPRS εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό σχετικά με την επιλεγμένη εφαρμογή. Η ποιότητα των υπηρεσιών? Το διαθέσιμο Bit rate θα εξαρτάται φυσικά από την εφαρμογή και επίσης από το άλλο άκρο.



Εικόνα 2-3. αλληλένδετοι παράγοντες στην διαστασιοποίηση

Η διαστασιοποίηση του ασύρματου δικτύου EGPRS / GPRS γίνεται στο κυτταρικό επίπεδο δηλαδή κύτταρα με διαφορετικό αριθμό πομποδεκτών διερευνούνται ξεχωριστά. Ως πρώτο βήμα, συνιστάται να ερευνηθεί η απόδοση του EGPRS / GPRS με το υπάρχον hardware χρησιμοποιώντας on-demand PDCHs. Αυτό θα δείξει αν απαιτούνται επιπλέον πομποδέκτες για EGPRS / GPRS. Το παρακάτω παράδειγμα δείχνει πώς να υπολογίσουμε την ρυθμαπόδοση με το υπάρχον υλικό.

Είσοδος:

Εφαρμογή: WWW

2400 kb / χρήστη κατά την ώρα αιχμής

4-slot κινητά

Χαρακτηριστικά δικτύου:

1/3 Επαναχρησιμοποίηση μοτίβου

50k GPRS χρήστες

1500 κύτταρα, 3 TRX (κατά μέσο όρο)

Κίνηση ομιλίας, 2% GoS

Συχνότητα Φορτίου 8

Έξοδος:

1) δίκτυο

1/3 Επαναχρησιμοποίηση μοτίβου

2) Φορτίο GPRS στο κύτταρο

2400 kb κατέβασμα κατά τη διάρκεια της ώρας αιχμής

1 h = 3600 s

μέσος ρυθμός bitrate = $2400/3600 \blacksquare 0.67$ kbps

50k ενεργοί χρήστες

1500 cells $\blacksquare 50k/1500 \blacksquare 33$ χρήστες ανά κύτταρο

WWW φορτίο $33 * 0.67 = 22.1$ kbps

3&4) Αριθμός PDCHs ανά κύτταρο

3 TRX $\rightarrow 22$ TCH

2% GoS $\rightarrow 14.6$ (κίνηση που έχει εξυπηρετηθεί)

PDCH = $22 - 14.6 \rightarrow 7.4$ (κατά μέσο όρο)

5) Υπολογίστε το φορτίο GPRS ανά PDCH

7.4 PDCH ανά κύτταρο

WWW κίνηση – 22.1 kbps /7.4■3.0 kbps/pdch

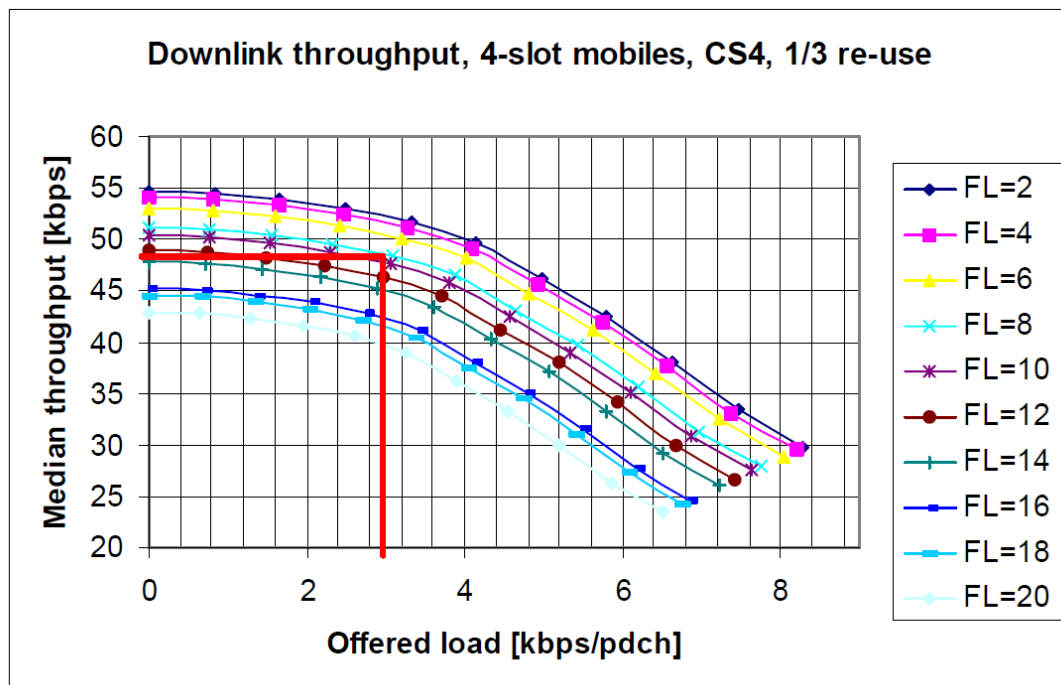
6) Μπορεί το φορτίο να αντιμετωπιστεί;

$1.1 \times 3.0 \text{ kbps} = 3.3 \text{ kbps} < 20 \text{ kbps}$. ΟΚ

7) Υπολογίζουμε το φορτίο συχνότητας.

Το φορτίο συχνότητας δίνεται ως 8%

8) Βρείτε εκτιμώμενη ρυθμαπόδοση από το "χαρτογραφημένο" γράφημα.



Απάντηση: Ρυθμαπόδοση με την υπάρχουσα HW: 48 kbps

Διαστασιοποίηση Ράδιο-δικτύου-GPRS CS1-CS4 CASE

Η Διαστασιοποίηση GPRS (κύτταρο) έχει μέχρι στιγμής γίνει με προσομοίωση ή προσεγγίζοντας αναλυτικές βάσεις μοντελοποίησης. Για την παραγωγή της κατευθυντήριας γραμμής της διαστασιοποίησης, για παράδειγμα με βάση τις προσομοιώσεις, χρειάζεται ένα λεπτομερές μοντέλο προσομοίωσης του συστήματος, η συμπεριφορά των συνδρομητών και η κίνηση της εφαρμογής. Τρέχοντας πολλαπλές προσομοιώσεις, το φορτίο του δικτύου αυξάνεται σταδιακά αυξάνοντας τον αριθμό των συνδρομητών και η ποιότητα υπηρεσίας υπολογίζεται στο τέλος κάθε προσομοίωσης. Η κατευθυντήρια γραμμή διαστασιοποίησης καταρτίζεται από τις τιμές της μετρούμενης ποιότητας υπηρεσίας ως συνάρτησης του αυξανόμενου φορτίου του δικτύου.

RND βασισμένα σε στατιστικές μετρήσεις

Πολλοί από τους παρόδους κινητής τηλεφωνίας έχουν οργανώσει και λειτουργήσει GPRS σύστημα με αξιοπρεπή αριθμό συνδρομητών. Μετρώντας δεδομένα και κίνηση σηματοδότησης σε λειτουργικά δίκτυα GPRS μπορεί να αποδειχθεί μια

καλύτερη βάση για τη διαστασιοποίηση του δικτύου σε σύγκριση με μοντέλα προσομοίωσης ή αναλυτικούς υπολογισμούς. Οι κανόνες Διαστασιοποίησης που βασίζονται σε συνεχιζόμενες διαδικασίες μετρήσεων θα προσαρμοστούν αυτόματα

σε αλλαγές για την σύνθεση της κυκλοφορίας, ρυθμίσεις παραμέτρων στο δίκτυο, και ως εκ τούτου θα λαμβάνουν πάντοτε αξιόπιστα αποτελέσματα επιτρέποντας στους φορείς για την ακριβή (επανα)-χρησιμοποίηση των δικτύων τους.

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να περιγράψει μια μέτρηση που βασίζεται σε μεθοδολογία για διαστασιοποίηση GPRS δικτύου (κύτταρο). Η μεθοδολογία βασίζεται σε εύκολη απόκτηση μετρήσεων δεδομένων και οδηγεί σε μια κατευθυντήρια γραμμή διαστασιοποίησης για GPRS κύτταρα. Για να είναι σε θέση να

αντλήσει κάποιος κανόνες διαστασιοποίησης, οι παρακάτω πληροφορίες απαιτούνται:

- Η διαμόρφωση του κύτταρου που είναι ο αριθμός των καναλιών κυκλοφορίας (TCH) και τα Fixed Packed Data Channels (FPDCH) (FPDCH) τα οποία διατίθενται στο κύτταρο.
- Ο αριθμός των TCHs που καταλαμβάνεται από το κύκλωμα μεταγωγής της κυκλοφορίας.
- Η συνολική κίνηση GPRS φορτώνεται στα υπόλοιπα κανάλια της κυκλοφορίας
- Χρήστης αντιλαμβάνεται το A από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εφαρμογές.

Διαστασιοποίηση ράδιο-δικτύου. Ζήτημα EGPRS

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει πώς να υπολογίσετε το εύρος ζώνης ανά κύτταρο (σε μονάδες kbps) σε ένα ράδιο-δίκτυο GSM υποστήριξης του EGPRS. Περιγράφει επίσης τον τρόπο για τον υπολογισμό της χωρητικότητας σε κάθε επιμέρους κανάλι EGPRS και την υπηρεσία κάλυψης που απαιτείται για ορισμένο εύρος ζώνης της ράδιο-ζεύξης. Για να συνοψίσουμε, θα περιγραφούν οι ακόλουθες βασικές ιδιότητες ράδιο-δικτύου :

1. Η κάλυψη εύρους ζώνης της ράδιο-ζεύξης EGPRS σε ένα κύτταρο.
2. Μέση τιμή εύρους ζώνης του ράδιο-δικτύου EGPRS ανά PDCH σε ένα κύτταρο.
3. Μέσος αριθμός των διαθέσιμων PDCHs του EGPRS σε ένα κύτταρο.
4. Συνολικό μέση τιμή εύρους ζώνης της ράδιο-ζεύξης EGPRS σε ένα κύτταρο, το οποίο είναι το προϊόν του μέσου αριθμού των διαθέσιμων PDCHs του EGPRS και της μέσης τιμής εύρους ζώνης του ράδιο-δικτύου EGPRS ανά PDCH σε ένα κύτταρο.

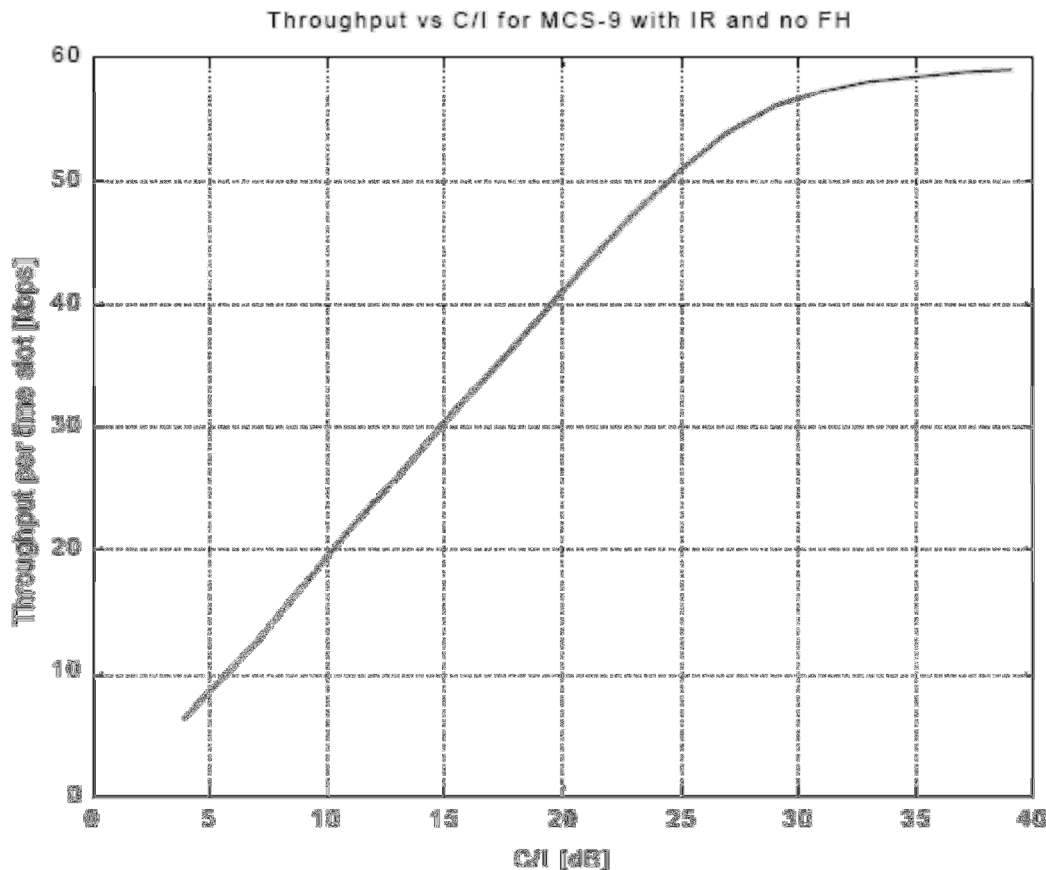
Τα εύρη ζώνης στο (1), (2), και (4) είναι κοινά σε όλους τους χρήστες στο κύτταρο ανάλογα τον τρόπο διαμόρφωσης μεταγωγής πακέτων του συστήματος. Η ποιότητα των υπηρεσιών που παίρνει κάθε χρήστης εξαρτάται και από άλλους παράγοντες εκτός από το εύρος ζώνης της ράδιο-ζεύξης κυρίως σχετικά με τον αριθμό των ενεργών χρηστών στο κύτταρο και το προφίλ QoS του κάθε χρήστη.

Η ρυθμαπόδοση του EGPRS ανά κανάλι εξαρτάται από τη θέση του κινητού στο κύτταρο. Ως εκ τούτου, κινητά κοντά στα σύνορα κυττάρων νιώθουν γενικά χαμηλότερη ρυθμαπόδοση από τα κινητά στο κέντρο του κυττάρου. Στο κεφάλαιο αυτό, αν μη τι άλλο να λέγεται, υποτίθεται ότι τα τερματικά διανέμονται ομοιόμορφα σε κάθε κύτταρο. Σε αυτό το κεφάλαιο, χρησιμοποιείται MCS-9 με IR με μέγιστη ρυθμαπόδοση ανά χρονοθυρίδα, 59.2 kbps.

Η ρυθμαπόδοση EGPRS ανά κανάλι εξαρτάται από τη θέση του κινητού στο
το κύτταρο.

Το προφίλ του εύρους ζώνης EGPRS μιας συχνότητας ομάδας

Ο ρυθμός μετάδοσης που παίρνει ο χρήστης σε όλη την ράδιο-διεπαφή κατά τη χρήση ενός PDCH του EGPRS εξαρτάται από την ποιότητα της ράδιο-ζεύξης. Το κύριο μέτρο της ποιότητας της ράδιο-ζεύξης είναι ο λόγος σήματος προς την παρεμβολή C / I. Η σχέση μεταξύ του C / I και του ρυθμού μετάδοσης της ράδιο-ζεύξης απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2-9. Προσομοίωση απόδοσης συνδέσμου EGPRS

Το προφίλ εύρους ζώνης ενός φορέα BCCH του EGPRS που έχει σχεδιαστεί σε ομάδα συχνοτήτων 4/12 απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Στον οριζόντιο άξονα

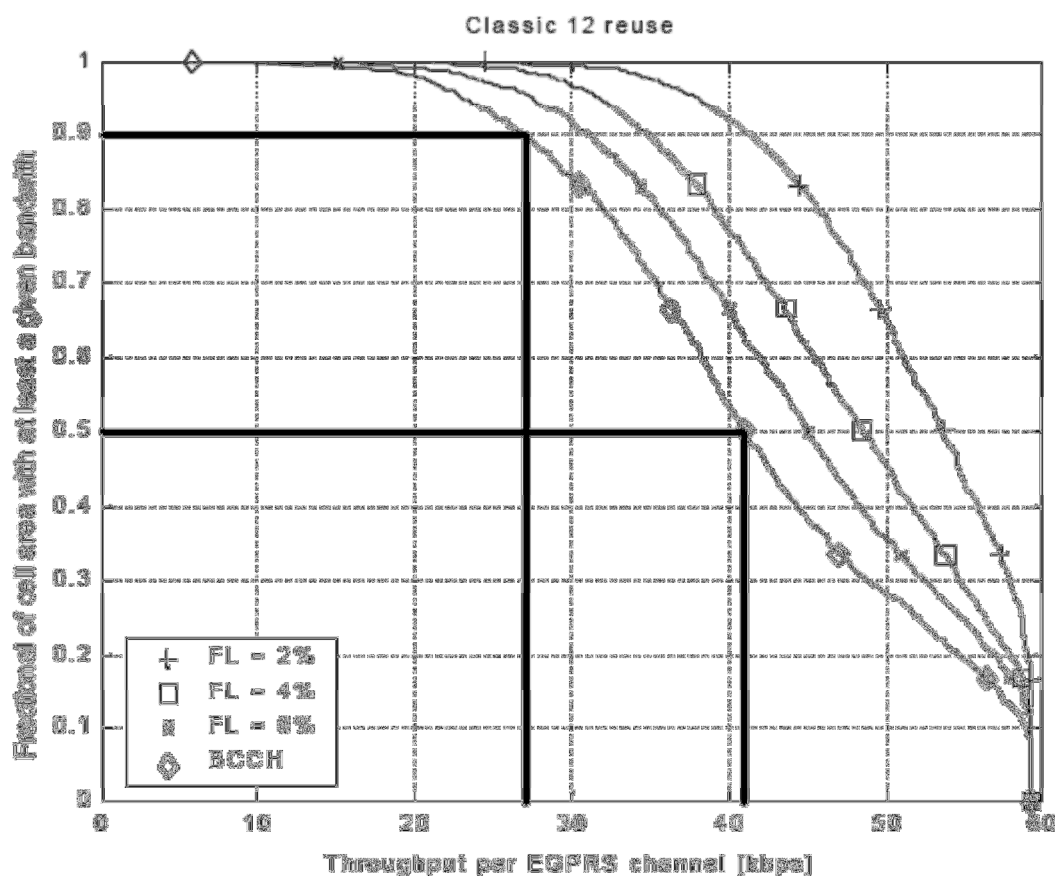
είναι το εύρος ζώνης ανά PDCH που κυμαίνεται από μηδέν έως 59,2 kbps. Στον

κατακόρυφο άξονα είναι το κλάσμα του κυτάρου όπου ένα μόνο PDCH του EGPRS

υποστηρίζει ένα δεδομένο εύρος ζώνης. Ως παράδειγμα, εντοπίζοντας την παχιά γραμμή στο σχήμα που ακολουθεί βλέπουμε ότι το 0,9 (90%) της κυτταρικής περιοχής του EGPRS υποστηρίζει τουλάχιστον 27 kbps / PDCH και 0,5 (50%) της περιοχής κυττάρων τουλάχιστον 41 kbps / PDCH. Υποθέτοντας μια ομοιογενής κατανομή των χρηστών αυτό είναι επίσης το κλάσμα των χρηστών στο κύτταρο που έχουν τουλάχιστον ένα δεδομένο εύρος ζώνης EGPRS ανά PDCH.

Από το παρακάτω γράφημα μπορούμε να διαβάσουμε την κάλυψη του εύρους ζώνης της ραδιο-ζεύξης σε ένα κύτταρο. Μπορούμε

επίσης να αποκομίσουμε το συνολικό εύρος ζώνης της .Μπορούμε επίσης να αποκομίσουμε το συνολικό εύρος ζώνης της ράδιο-ζεύξης στο κύτταρο, όταν ο μέσος αριθμός EGPRS καναλιών στο κύτταρο είναι γνωστά. Τα προφίλ εύρους ζώνης του EGPRS, όπως αυτό στο σχήμα είναι το βασικό συστατικό στη κατευθυντήρια γραμμή διαστασιοποίησης του EGPRS. Τα προφίλ εύρους ζώνης του EGPRS προέρχονται από προσομοιώσεις για ένα σετ από διαφορετικά ράδιο- περιβάλλοντα που καλύπτουν τα περισσότερα υφιστάμενα και σχεδιαζόμενα GSM / EGPRS ράδιο-δίκτυα.



Εικόνα2-10. Η Διανομή ρυθμαπόδοσης για ένα κλασικό μοτίβο επαναχρησιμοποίησης 12 με BCCH και διαφορετικό φορτίο συχνοτήτας

Ταξινόμηση των EGPRS καναλιών

Σε κάθε κελί, υπάρχουν μία ή περισσότερες ομάδες συχνοτήτων. Κάθε ομάδα συχνότητας ορίζεται από το σύνολο των περιλαμβανομένων συχνοτήτων και

τη μεταπήδηση ακολουθίας. Ένα τυπικό παράδειγμα θα μπορούσε να είναι ένα κύτταρο με μια ομάδα μη-μεταπήδησης συχνοτήτων ενός BCCH φορέα και ένα δεύτερο κανάλι ομάδας, όπου τα κανάλια μεταπηδούν τυχαία πάνω από δώδεκα

συχνότητες (synthesizer μεταπήδησης). Η παρεμβολή συνήθως διαφέρει από τη μία ομάδα συχνοτήτων στην άλλη, ακόμη και μέσα σε ένα κύτταρο, τόσο ώστε το προφίλ εύρους ζώνης του EGPRS πρέπει να υπολογίζεται για κάθε μια ομάδα συχνοτήτων ξεχωριστά. Το προφίλ του εύρους ζώνης του EGPRS σε μια ομάδα συχνοτήτων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Εδώ, τα ακόλουθα τρία κύρια χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται είναι:

- A. Είδος σχεδίου συχνοτήτων
- B. Φορτίο Συχνότητας
- Γ. Ποιότητα του σχεδίου του κυττάρου

Είδος σχεδίου συχνοτήτων

Αυτή είναι η φυσική επαναχρησιμοποίηση συχνότητας που δίνεται από το σχέδιο συχνοτήτων. Αυτό αντιπροσωπεύει το φυσικό διαχωρισμό μεταξύ των συχνοτήτων των συν-καναλιών. Σε αυτή την κατευθυντήρια γραμμή θεωρούμε τις κλασικές τακτικές συνήθειες επαναχρησιμοποίησης μοτίβου 4/12, και 7/21, τα μοτίβα επαναχρησιμοποίησης BCCH 4/12, καθώς και FLP (Κλασματικός Σχεδιασμός φορτίου, π.χ. 1/3 και 1/1).

Φορτίο Συχνότητας

Το φορτίο συχνότητας αντιπροσωπεύει πόσο μεγάλο κλάσμα του χρόνου μια συχνότητα θα εκπέμπεται από το κύτταρο (ή μια περιοχή), κοινωνικοποιημένη με

τη μέγιστη ισχύς εξόδου 8-PSK (downlink). Όσο υψηλότερο είναι το φορτίο συχνότητας, τόσο περισσότεροι χρήστες είναι ενεργοί στο κύτταρο, το οποίο οδηγεί

στο να έχουμε χαμηλότερη ρυθμική απόδοση ανά χρήστη στο κύτταρο. Το συνολικό φορτίο συχνότητας, FL_{tot} , μπορεί να υπολογιστεί από:

$$FL_{tot} = FL_{CS} + FL_{GPRS} + FL_{EGPRS}$$

όπου FL_{CS} , FL_{GPRS} και FL_{EGPRS} τα φορτία συχνότητας για μεταγωγή κυκλώματος, GPRS και EGPRS κίνηση, αντιστοίχως.

$$FL_{CS} = (TS \text{ utilization})_{CS} \times R_{PC} \times R_{DTX} \times B_{8-PSK} / f_{reuse}$$

$$FL_{GPRS} = (TS \text{ utilization})_{GPRS} \times B_{8-PSK} / f_{reuse}$$

$$FL_{EGPRS} = (TS \text{ utilization})_{EGPRS} \times B_{8-PSK} / f_{reuse}$$

Η χρησιμοποίηση TS είναι το κλάσμα του χρόνου, ένα TS είναι στην πραγματικότητα σε χρήση. Αυτό είναι 1 σε ένα φορέα BCCH (downlink). Για τις μη-BCCH ομάδες συχνοτήτων η χρησιμοποίηση TS των CS και PS ορίζεται ως εξής:

$$(TS \text{ utilization})_{CS} = \frac{\rho}{\#TS} \cdot \frac{\#TRX}{\#f}$$

$$(TS \text{ utilization})_{GPRS} = \frac{\# \text{ active PDCHs for GPRS}}{\#TS} \cdot \frac{\#TRX}{\#f}$$

$$(TS \text{ utilization})_{EGPRS} = \frac{\# \text{ active PDCHs for EGPRS}}{\#TS} \cdot \frac{\#TRX}{\#f}$$

Όπου

ρ είναι η εκτιμώμενη κυκλοφορία στην ομάδα συχνότητας σε Erlang.

#TS είναι ο αριθμός των χρονικών θυρίδων στην ομάδα συχνότητας.

TRX είναι ο αριθμός των TRXs στην ομάδα συχνότητας.

f είναι ο αριθμός των συχνοτήτων στην ομάδα συχνότητας.

Ενεργά PDCHs για GPRS είναι ο μέσος αριθμός PDCHs για την κίνηση του GPRS που χρησιμοποιείται για την κίνηση δεδομένων στην ομάδα συχνότητας.

Ενεργά PDCHs για EGPRS είναι ο μέσος αριθμός

PDCHs για την κίνηση του EGPRS που χρησιμοποιείται για την κίνηση δεδομένων στην ομάδα συχνότητας.

RPC είναι ο συντελεστής μείωσης παρεμβολών από το χαρακτηριστικό BTS PC. Αυτός ο παράγοντας είναι 1, αν το BTS PC δεν χρησιμοποιείται, και μπορεί να ληφθεί για να είναι 0.7 εάν το BTS PC είναι ενεργό στην ομάδα συχνοτήτων (υποθέτοντας μια μέση ρύθμιση προς τα κάτω των 2 dB).

RDTX είναι ο συντελεστής μείωσης παρεμβολών από το χαρακτηριστικό DTX. Αυτός ο παράγοντας είναι 1, αν το downlink DTX δεν χρησιμοποιείται, και μπορεί να ληφθεί για να είναι 0,5 εάν το downlink DTX δραστηριοποιηθεί στην συχνότητα group.4

B8-PSK είναι ο παράγοντας αποχώρησης που χρησιμοποιείται μόνο σε ορισμένες

ρύθμιση της ισχύος εξόδου στα BTS. Όταν η μέγιστη ισχύς εξόδου χρησιμοποιείται στα BTS, η ισχύς εξόδου για την διαμόρφωση 8-PSK μπορεί να είναι 3 dB κάτω από την ισχύ εξόδου για GMSK Σε μία ομάδας συχνότητας, όπου η ισχύς εξόδου του συνόλου της κίνησης βρίσκεται στο επίπεδο 8-PSK, αυτός ο παράγοντας είναι 1. Σε μια ομάδα συχνότητας όπου η ισχύς εξόδου GMSK είναι 3 dB πάνω από το επίπεδο 8-PSK (το BTS έχει ρυθμιστεί με μέγιστη ισχύς εξόδου), ο παράγοντας αυτός ισούται με 2. **freuse** είναι ο παράγοντας επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων για την ομάδα συχνοτήτων (π.χ. 12 για ένα 4/12 σχεδιασμένο φορέα BCCH και 1 για κάθε 1/1 FLP δικτύου).

Παράδειγμα 3:

Το φορτίο συχνότητας σε μια κλασική ομάδα συχνότητας 4/12 είναι επιθυμητό.

Υποθέστε 3 TRXs στην ομάδα συχνότητας με BTS PC και downlink DTX ενεργό. Ας υποθέσουμε περαιτέρω μια εκτιμώμενη κίνηση των 13,2 Erlang, δεν υπάρχουν ενεργά PDCHs με κίνηση GPRS και δεν υπάρχουν ενεργά PDCHs με EGPRS κίνηση στην ομάδα συχνοτήτων.

Από τις παραπάνω πληροφορίες που έχουμε:

$\rho = 13.2$, $\#TRX = 3$, $\#TS = 24$, $\#f = 3$, $f_{reuse} = 12$, $RPC = 0.7$,
 $RDTX = 0.5$ and $B8-PSK = 2$.

Τότε το συνολικό Φορτίο συχνότητας θα είναι:

$$FL_{CS} = \left(\frac{13.2}{24} \cdot \frac{3}{3} \right) \cdot \left(\frac{0.7 \cdot 0.5 \cdot 2}{12} \right) = 3.2\%$$

$$FL_{GPRS} = 0 \quad \& \quad FL_{EGPRS} = 0$$

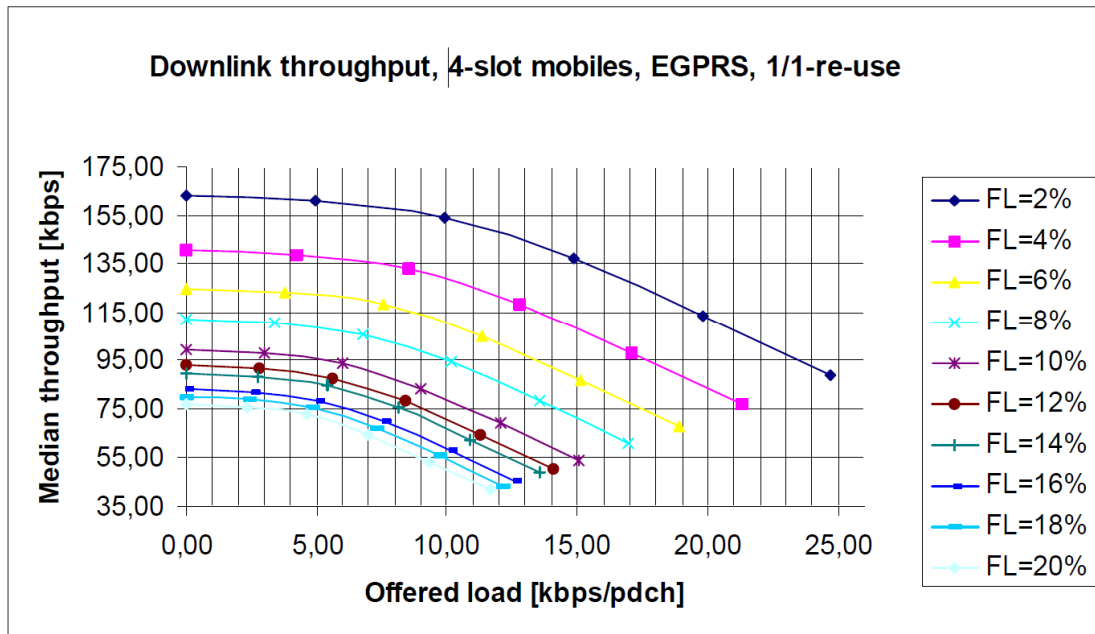
$$FL_{tot} = FL_{CS} + FL_{GPRS} + FL_{EGPRS} = 3.2 + 0 + 0 = 3.2\%$$

Ποιότητα του Σχεδίου των Κυττάρων

Η εμπειρία από τα εμπορικά ράδιο-δίκτυα GSM δείχνει ότι η ποιότητα του κυτταρικού σχεδίου επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την παρεμβολή του περιβάλλοντος. Για την ομιλία αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στα σχεδιασμένα ράδιο-δίκτυα FLP. Τα κυτταρικά σχέδια που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του εύρους ζώνης των ράδιο-ζεύξεων σε αυτό το μάθημα είναι ένα κυτταρικό σχέδιο με πλέγμα τοποθεσίας και κανονικές κατευθύνσεις κεραίας.

Προφίλ εύρους ζώνης EGPRS για επιλεγμένες ομάδες συχνοτήτων

Τα προφίλ εύρους ζώνης EGPRS για ένα επιλεγμένο σύνολο ομάδων συχνοτήτων έχει παραχθεί χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό προσομοιώσεων συστήματος του ράδιο-δικτύου και λεπτομερής προσομοιώσεις των επίπεδων-ζεύξης. Τα αποτελέσματα της πλοκής είναι παρόμοια με το ακόλουθα:



Περισσότερες πλοκές παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.

Μέσος Αριθμός EGPRS καναλιών σε ένα κύτταρο

Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι κίνησης που θα χρησιμοποιούν τα βασικά φυσικά κανάλια σε ένα κύτταρο: CS ομιλία, CS δεδομένα, GPRS δεδομένα και EGPRS δεδομένα. Κάθε κύτταρο πρέπει να έχει μια σειρά από EGPRS ικανά κανάλια, προκειμένου να στηρίξει EGPRS κίνηση. Ένα ικανό EGPRS κανάλι απαιτεί EGPRS με ικανό TRX και μια διαμόρφωση Abis που να υποστηρίζει EGPRS για τη συγκεκριμένη χρονοθυρίδα. Τα βασικά φυσικά κανάλια στο κύτταρο μπορεί να διαιρεθούν σε πέντε σύνολα:

1. Το πρώτο σύνολο αποτελείται από κανάλια που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για CS ομιλία, CS δεδομένα, δεδομένα GPRS ή EGPRS δεδομένα. Παραδείγματα αποτελούν χρονοθυρίδες αφιερωμένες για BCCH ή SDCCH και μπλοκαρισμένες οι δυσλειτουργικές χρονοθυρίδες.
2. Το δεύτερο σετ αποτελείται από αφιερωμένα PDCHs που δεν είναι ικανά για EGPRS.
3. Το τρίτο σετ αποτελείται από ειδικά PDCHs που είναι ικανά για EGPRS.

4. Το τέταρτο σετ αποτελείται από TCHs που μπορούν να διατεθούν δυναμικά για την CS ομιλία, CS δεδομένα και GPRS αλλά δεν είναι ικανά για EGPRS.
5. Το πέμπτο σετ αποτελείται από TCHs που μπορεί να διατεθούν δυναμικά για την CS ομιλία, CS δεδομένα, GPRS και EGPRS.

N_1, N_2, \dots είναι ο συμβολισμός για τον αριθμό των καναλιών στο πρώτο σετ, το δεύτερο σετ, κλπ. Μόνο τα κανάλια στο τρίτο σετ και το πέμπτο σετ συμβάλλουν στο εύρος ζώνης του EGPRS σε ένα κύτταρο. Ο συνολικός (μέσος) αριθμός ικανών καναλιών EGPRS στο κύτταρο είναι τότε:

$$N_{EGPRS} = N_3 + \overline{N_5}$$

Ο N_3 εξαρτάται μόνο από τη διαμόρφωση στο κύτταρο, ενώ ο N_5 (ο μέσος αριθμός των καναλιών στο πέμπτο σετ που χρησιμοποιούνται για EGPRS) εξαρτάται από την διαμόρφωση των κυττάρων και την κίνηση. Το μη τετριμμένο μέρος είναι να υπολογιστεί ο μέσος αριθμός των ικανών για ζήτηση καναλιών EGPRS, N_5 . Ωστόσο, αν υποθέσουμε ότι

- Η Κίνηση της φωνής χρησιμοποιεί ικανά EGPRS κανάλια μόνο ως τελευταία επιλογή, και ότι
- Ένα κανάλι EGPRS σε ζήτηση έχει ρυθμιστεί για EGPRS εμμέσως όταν δεν χρησιμοποιείται για την ομιλία.

Τότε ο N_5 λαμβάνει τη μορφή:

$$\overline{N_5} = \sum_{n=1}^{N_5} n \cdot P_n$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{M!}{(M-n)!} \cdot \frac{1}{\rho^n} \cdot E_M & \text{for } n < N_5 \\ 1 - \sum_{i=0}^{N_5-1} P_i & \text{for } n = N_5 \end{cases}$$

Όπου

P_n είναι η πιθανότητα να έχουμε ακριβώς n ζήτηση για κανάλι EDGE.

M είναι ο συνολικός αριθμός των καναλιών στα οποία CS κίνηση μπορεί να τεθεί στο κύτταρο:

$$M = (\# \text{ of TRXs} \times 8) - N_1 - N_2 - N_3$$

ρ είναι το φορτίο της CS κίνησης.

EM είναι η πιθανότητα αποκλεισμού (blocking probability), όταν όλα τα κανάλια M είναι ήδη κατειλημμένα από την CS κίνηση.

Η πιθανότητα αποκλεισμού EM μπορεί να βρεθεί σε ένα πίνακα πρότυπου Erlang B για τον αριθμό M των CS καναλιών κίνησης και ρ φορτίου κίνησης σε Erlang.

Παράδειγμα 4:

Είσοδος

Διαμόρφωση υλικού :6 TRXs (A, B, C, D, E, και F) εκ των οποίων ο TRX A είναι ικανός για EGPRS. Στον TRX A, όλα τα TSs είναι Abis ρυθμιζόμενα για EGPRS. Δεν υπάρχουν αποκλεισμένες ή δυσλειτουργικές χρονοθυρίδες

Λογική διάταξη: Το BCCH έχει ρυθμιστεί στο TRX A, TS 0. Το SDCCH ρυθμιστεί σε TRX B, TSS 0 και 1. Στο TRX A TSS 4 – 7 είναι αφιερωμένα για PDCHs.

Ρυθμίσεις κατανομής καναλιών: PDCHs στο TRX A, TS 1 - 3 ως πρώτη επιλογή. Ομιλία στα PDCHs TRX A, TS 1-3 τελευταία επιλογή.

Συνθήκες κίνησης: Κίνηση ομιλίας 32 Erlang

Από τα παραπάνω έχουμε

$N_1 = 3$ $N_2 = 0$ $N_3 = 4$ $N_4 = 38$ $N_5 = 3$ $\rho = 32$ $M = 41$ από τον παραπάνω τύπο

Από τον πίνακα Erlang η πιθανότητα αποκλεισμού για $M = 41$ και $\rho = 32$:

$$E_{41} = 0.021$$

Στη συνέχεια, παίρνουμε

$$P_0 = E_{41} = 0.021$$

$$P_1 = \frac{41}{32} \cdot E_{41} = 0.027$$

$$P_2 = \frac{41 \cdot 40}{32^2} \cdot E_{41} = 0.034$$

$$P_3 = 1 - \sum_{i=0}^2 P_i = 1 - P_0 - P_1 - P_2 = 1 - 0.082 = 0.918$$

βάζοντας τις παραπάνω πιθανότητες στον τύπο για το μέσο όρο N_5 , παίρνουμε το μέσο αριθμό καναλιών EGPRS ως εξής:

$$\overline{N_5} = 1 \cdot 0.027 + 2 \cdot 0.034 + 3 \cdot 0.918 = 2.85$$

Έτσι το σύνολο των διαθέσιμων καναλιών EGPRS θα είναι:

$$N_{EGPRS} = N_3 + \overline{N_5} = 4 + 2.85 = 6.85$$

Εύρος ζώνης της ράδιο-ζεύξης ανά κανάλι και το συνολικό εύρος ζώνης του EGPRS σε ένα κύτταρο

Το μέσο εύρος ζώνης για EGPRS είναι ο μέσος αριθμός των EGPRS καναλιών στα κύτταρα επί το μέσο εύρος ζώνης για EGPRS ανά PDCH.

$$EGPRS_BW_{Cell} = EGPRS_BW_{PDCH} \times N_{EGPRS}$$

Όπου

EGPRS_BW_{Cell} είναι το μέσο εύρος ζώνης EGPRS στο κύτταρο.
EGPRS_BW_{PDCH} είναι το μέσο εύρος ζώνης EGPRS ανά PDCH.
N_{EGPRS} είναι ο συνολικός μέσος αριθμός των EGPRS καναλιών στο κύτταρο.

Παράδειγμα 5:

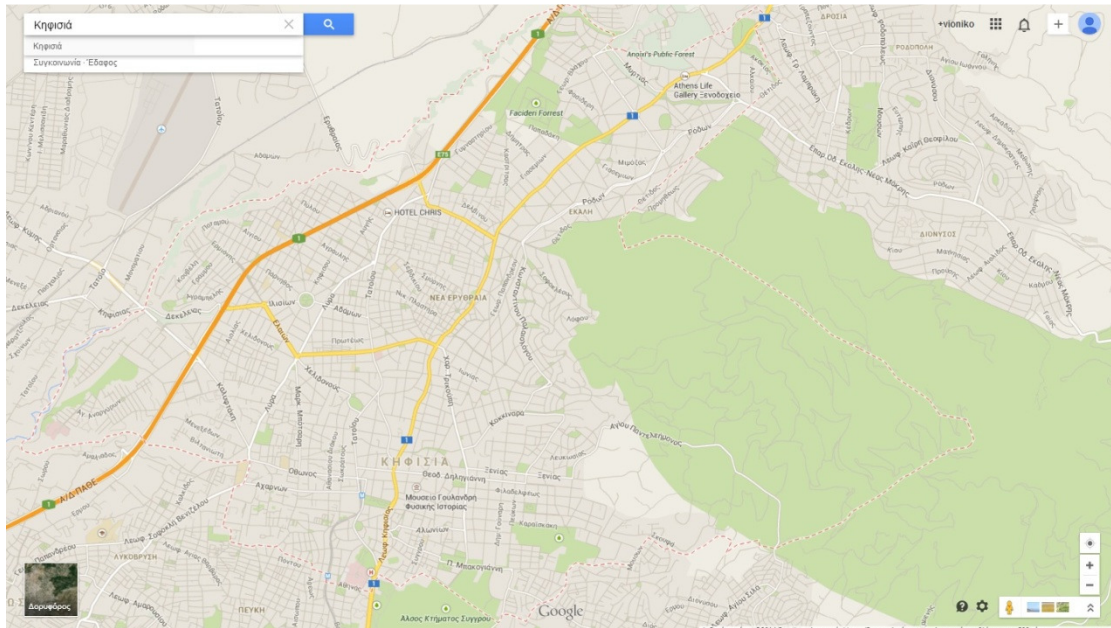
Θεωρείστε το κύτταρο στο παράδειγμα 4 ανωτέρω. Ας υποθέσουμε ότι τα κανάλια στο TRX A έχουν προγραμματιστεί σε μια ξεχωριστή ομάδα επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων BCCH 4/12. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε το μέσο εύρος ζώνης EGPRS για κάθε κανάλι EGPRS σε κάθε τέτοια ομάδα συχνοτήτων είναι 42 kbps. Στο Παράδειγμα 4 ότι ο μέσος αριθμός των EGPRS καναλιών στο κύτταρο είναι 6.85, έτσι εμείς υπολογίζουμε το συνολικό εύρος ζώνης της ραδιο-ζεύξης EGPRS στο κύτταρο ως εξής:

$$EGPRS_BW_{Cell} = EGPRS_BW_{PDCH} \times N_{EGPRS} = 42 \times 6.85 \text{ kbps} \\ \approx 288 \text{ kbps.}$$

ΚΕΦΆΛΑΙΟ 3^ο

Σχεδίαση & κάλυψη χωρητικότητας δικτύου

Αρχικά πήραμε μια περιοχή στην αθήνα στην κηφισια οπου θα στείσουμε το δίκτυο μας(οπως φαίνεται στην εικόνα)



Στην συνέχεια υπολογίζουμε τα παρακάτω:

Cellcoverage

Από το φάσμα που μας δίνεται βρίσκουμε το διαθέσιμο φάσμα που θα χρησιμοποιήσουμε

$$1810 - 1817.2 \text{ MHz} = 1817.2 - 1810 = 7.2 \text{ MHz}$$

Από τα δεδομένα μας Ξέρουμε ότι θα χρησιμοποιήσουμε

$$4 \text{ BTS} \times 3 \text{ cells} = 12 \text{ συχνότητες για macro}$$

$$15 \text{ BTS} \times 2 \text{ cells} = 30 \text{ συχνότητες για micro}$$

* (απο τις 30 οι 6 είναι μόνο για gprs και 2 ακόμα μόνο για edge)

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21
F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28
F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
F36	F37	F38	F39	F40	F41	F42

Ραδιοκάλυψη που καλύπτει υπηρεσίες σε πεζούς (pedestrians), εντός οικίας (indoor) και εποχούμενους (in car) συνδρομητές :

MACRO CELLS

$$\begin{aligned} SSR &= SSMR + Rmarg + IFmarg + Bmarg + logmarg \\ &+ Cmarg \Rightarrow SSR = -105 + 5 + 2 + 3 + 12 + 6 \\ &= -77dbm \end{aligned}$$

MICRO CELLS

$$\begin{aligned} SSR &= SSMR + Rmarg + IFmarg + Bmarg + logmarg \\ &+ Cmarg \Rightarrow SSR = -105 + 5 + 2 + 3 + 12 + 10 \\ &= -73dbm \end{aligned}$$

MICRO CELLS

$$\begin{aligned} SSdes &= -73dB + LNFm + BPLm + CPL \Rightarrow SSdes \\ &= -73dB + 9.9dB + 10dB + 6dB \Rightarrow SSdes \\ &= -48.1dBm \end{aligned}$$

MACRO CELLS

$$\begin{aligned} SSdes &= -77dB + 0.7dB + 6dB + 4dB \Rightarrow SSdes \\ &= -77dB + 10.7dB \Rightarrow SSdes = -66.3dBm \end{aligned}$$

MICROCELLS

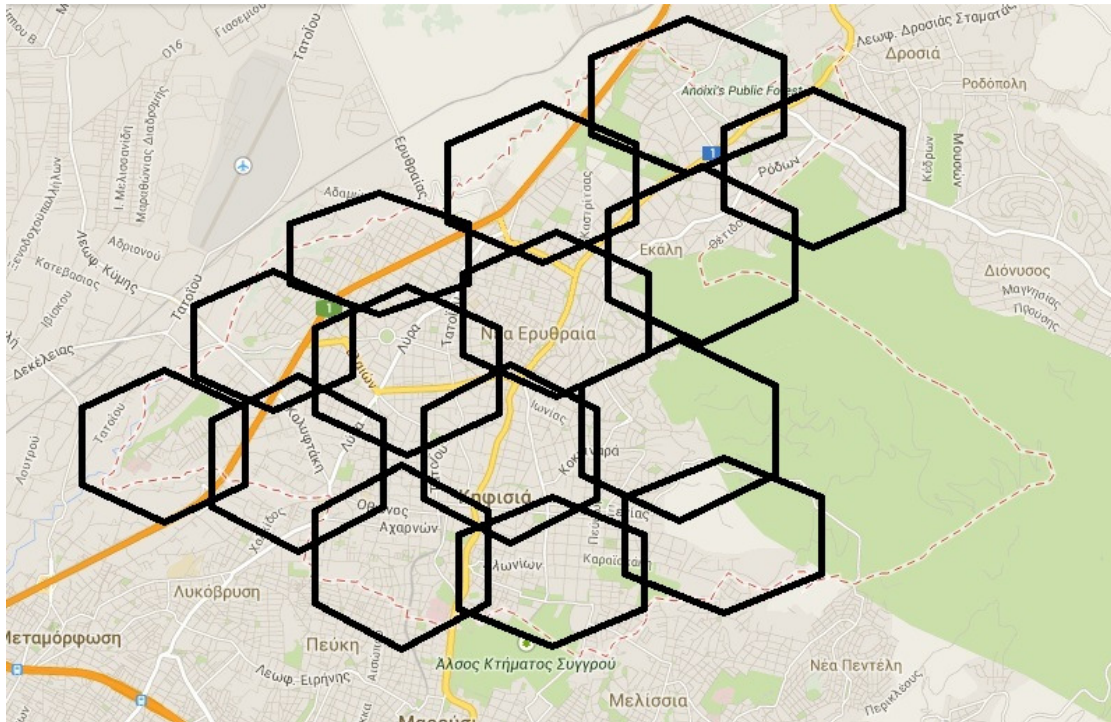
15*(16TIMESLOT-1BCCH-2SDCCH)

$$15BTS \times 13 \text{ timeslot} = \frac{195}{\mu s}$$

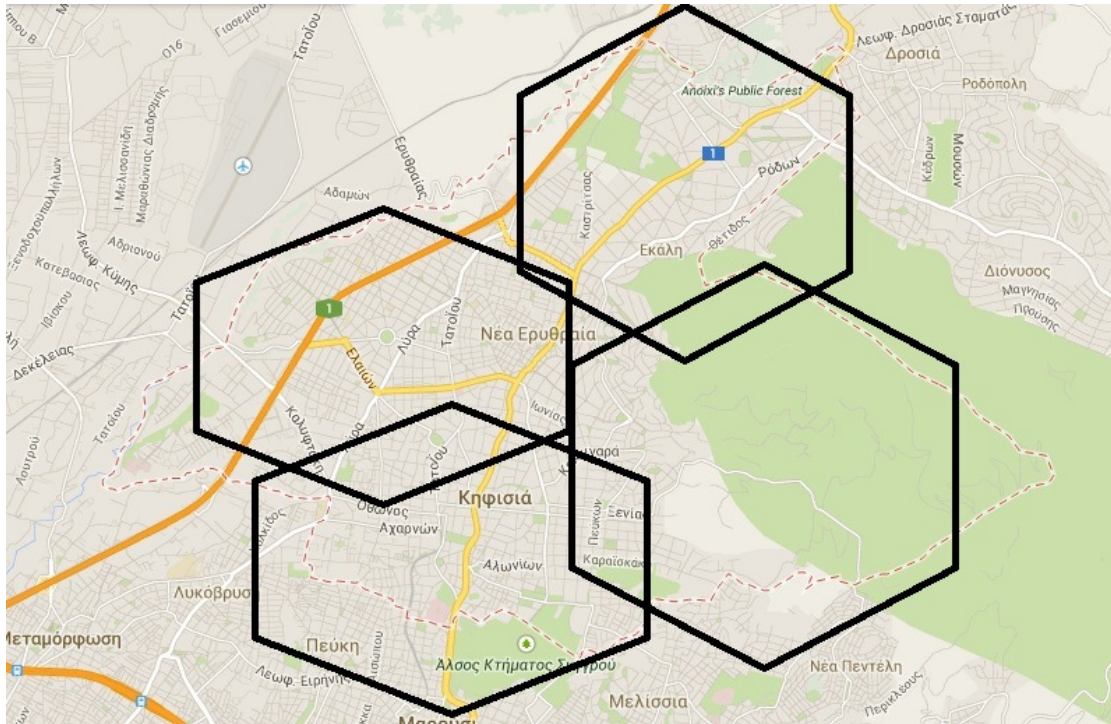
$$Gos = 1,56\% \quad Qos = 1 - Gos \Rightarrow Qos = 0,985$$

Αφου τελειώσαμε με τον υπολογισμό του cellcaverage χωρίζουμε την περιοχή σε κύτταρα και υπολογίζουμε το μεγεθός τους και το L_p :

Micro sell



Macro sell



MICRO CELL

1. Για το κύτταρο 1 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3,5 εκατοστά αρα=1030 μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 1030^2 = 2.705.295 \tau. \mu.$

2. Για το κύτταρο 2 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3,2 εκατοστά αρα=940μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 940^2 = 2.253.180\tau. \mu.$

3. Για το κύτταρο 3 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3,2 εκατοστά αρα=940μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 940^2 = 2.253.180\tau. \mu.$

4. Για το κύτταρο 4 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 2,9 εκατοστά αρα=850 μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 850^2 = 1.842.375\tau. \mu.$

5. Για το κύτταρο 5 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3 εκατοστά αρα=885 μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 885^2 = 1.997.223\tau. \mu.$

6. Για το κύτταρο 6 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3 εκατοστά αρα=885 μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 885^2 = 1.997.223\tau. \mu.$

7. Για το κύτταρο 7 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3,2 εκατοστά αρα=940 μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 940 = 2.253.180\tau. \mu.$

8. Για το κύτταρο 8 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 2,8 εκατοστά αρα=830 μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 830^2 = 1.756.695\tau. \mu.$

9. Για το κύτταρο 9 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3,4 εκατοστά αρα=1000 μέτρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 1000^2 = 2.550.000\tau. \mu.$

10. Για το κύτταρο 10 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3,7 εκατοστά αρα=1090μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3} R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3} 1090^2 = 3.029.655\tau. \mu.$

11. Για το κύτταρο 11 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 2,6 εκατοστά αρα=765μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}765^2 = 1.492.323\tau. \mu.$

12. Για το κύτταρο 12 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3 εκατοστά αρα=885μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}885^2 = 1.997.223\tau. \mu.$

13. Για το κύτταρο 13 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 2,7 εκατοστά αρα=795μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}795^2 = 1.611.663\tau. \mu.$

14. Για το κύτταρο 14 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι χ3,7εκατοστά αρα=1090μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}1090^2 = 3.029.655\tau. \mu.$

15. Για το κύτταρο1 έχουμε:

Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 3,4 εκατοστά αρα=1000μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}1000^2 = 2.550.000\tau. \mu.$

MACRO CELL

1. Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 7 εκατοστά αρα=2060μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}2060^2 = 10.821.180\tau. \mu.$

2. Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 7,2 εκατοστά αρα=2120μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}2120^2 = 11.460.720\tau. \mu.$

3. Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 6,1 εκατοστά αρα=1800μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}1800^2 = 8.262.000\tau. \mu.$

4. Το 1 εκατοστό είναι 500μέτρα

Το κύτταρο ένα είναι 7,3 εκατοστά αρα=2150μετρα

Από τον τύπο έχουμε :Area: $\frac{3}{2}\sqrt{3}R^2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}2150^2 = 11.787.375\tau. \mu.$

Μέχρι στιγμής έχουμε βρει το εμβαδόν (Area), οπότε τώρα θα πάμε να βρούμε το path

loss. Ο τύπος που μας δίνει το path loss είναι:

$$Lp = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM)$$

ΠΡΟΣΟΧΗ! Το A για macro cells είναι 146,8, ενώ για micro cells είναι 153,8 και το α είναι

πάντα σταθερό και ισούται με 3,76. Κάνοντας αυτές τις παραδοχές μπορούμε να

προχωρήσουμε στο να βρούμε το L_p για κάθε κύτταρο.

MICRO CELL

- Για το κύτταρο 1 έχουμε

$$\begin{aligned}L_p &= A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) = \\153,8 - 13,82 \log 30 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 1,03 - 3,76 * 1,75) &= \\153,8 - 20,31 + (44,9 - 15,706) * (0,012) - 6,58 &= \\133,49 + (29,194) * (0,012) - 6,58 &= \\133,49 + 0,350 - 6,58 &= \\L_p &= 127,26 \text{ dB}\end{aligned}$$

- Για το κύτταρο 2 έχουμε

$$\begin{aligned}L_p &= A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) = \\153,8 - 13,82 \log 28 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,94 - 3,76 * 1,75) &= \\153,8 - 19,99 + (44,9 - 15,706) * (-0,02) - 6,58 &= \\133,9 + (29,194) * (-0,02) - 6,58 &= \\133,9 + (-0,58) - 6,58 &= \\L_p &= 126,74 \text{ dB}\end{aligned}$$

- Για το κύτταρο 3 έχουμε

$$L_p = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$\begin{aligned}
& 153,8 - 13,82 \log 22 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,94 - 3,76 * 1,75) = \\
& 153,8 - 18,55 + (44,9 - 15,706) * (-0,02) - 6,58 = \\
& 135,24 + (29,194) * (-0,02) - 6,58 = \\
& 135,24 + (0,58) - 6,58 =
\end{aligned}$$

$$Lp = 129,24dB$$

- Για το κύτταρο 4 έχουμε

$$\begin{aligned}
Lp &= A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) = \\
& 153,8 - 13,82 \log 240 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,85 - 3,76 * 1,75) = \\
& 153,8 - 19,07(44,9 - 15,706) * (-0,07) - 6,58 = \\
& 134,72 + (29,194) * (-0,07) - 6,58 = \\
& 134,72 - 2,04 - 6,58 =
\end{aligned}$$

$$Lp = 126,1dB$$

- Για το κύτταρο 5 έχουμε

$$\begin{aligned}
Lp &= A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) = \\
& 153,8 - 13,82 \log 32 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,885 - 3,3 * 1,75) = \\
& 153,8 - 20,81 + (44,9 - 15,706) * (-0,05) - 6,58 = \\
& 132,99 + (29,194) * (-0,05) - 6,58 = \\
& 132,99 - 1,45 - 6,58 =
\end{aligned}$$

$$Lp = 124,96dB$$

- Για το κύτταρο 6 έχουμε

$$\begin{aligned}
Lp &= A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) = \\
& 153,8 - 13,82 \log 21 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,885 - 3,3 * 1,75) =
\end{aligned}$$

$$153,8 - 18,27 + (44,9 - 15,706) * (-0,05) - 6,58 =$$

$$135,52 + (29,194) * (-0,05) - 6,58 =$$

$$135,52 - 1,45 - 6,58 =$$

$$L_p = 127,49dB$$

- Για το κύτταρο 7 έχουμε

$$L_p = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 25 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,94 - 3,3 * 1,75) =$$

$$153,8 - 33,02 + (44,9 - 15,706) * (-0,154) - 6,58 =$$

$$120,78 + (29,194) * (-0,02) - 6,58 =$$

$$120,78 - 0,58 - 6,58 =$$

$$L_p = 113,62dB$$

- Για το κύτταρο 8 έχουμε

$$L_p = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 280 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,83 - 3,76 * 1,75) =$$

$$153,8 - 17,92 + (44,9 - 15,706) * (-0,08) - 6,58 =$$

$$171,72 + (29,194) * (-0,08) - 6,58 =$$

$$171,72 - 2,33 - 6,58 =$$

$$L_p = 162,81dB$$

- Για το κύτταρο 9 έχουμε

$$L_p = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 23 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 1 - 3,76 * 1,75) =$$

$$153,8 - 18,81 + (44,9 - 15,706) * (0) - 6,58 =$$

$$134,98 + (29,194) * (0) - 6,58 =$$

$$134,98 - 6,58 =$$

$$L_p = 128,4dB$$

- Για το κύτταρο 10 έχουμε

$$L_p = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 28 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 1,09 - 3,76 * 1,75) =$$

$$153,8 - 19,99 + (44,9 - 15,706) * (0,03) - 6,58 =$$

$$133,8 + (29,194) * (0,03) - 6,58 =$$

$$133,8 + 0,87 - 6,58 =$$

$$L_p = 128,09dB$$

- Για το κύτταρο 11 έχουμε

$$L_p = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 25 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,765 - 3,3 * 1,75) =$$

$$153,8 - 19,31 + (44,9 - 15,706) * (-0,11) - 6,58 =$$

$$134,4 + (29,194) * (-0,11) - 6,58 =$$

$$134,4 - 3,21 - 6,58 =$$

$$L_p = 124,61dB$$

- Για το κύτταρο 12 έχουμε

$$L_p = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 30 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,885 - 3,3 * 1,75) =$$

$$153,8 - 20,41 + (44,9 - 15,706) * (-0,05) - 6,58 =$$

$$133,38 + (29,194) * (-0,05) - 6,58 =$$

$$133,38 - 1,45 - 6,58 =$$

$$Lp = 125,35dB$$

- Για το κύτταρο 13 έχουμε

$$Lp = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 24 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 0,795 - 3,3 * 1,75) =$$

$$153,8 - 32,89 + (44,9 - 15,706) * (-0,09) - 6,58 =$$

$$120,91 + (29,194) * (-0,09) - 6,58 =$$

$$120,91 - 2,62 - 6,58 =$$

$$Lp = 111,71dB$$

- Για το κύτταρο 14 έχουμε

$$Lp = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 330 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 1,09 - 3,3 * 1,75) =$$

$$153,8 - 19,07 + (44,9 - 15,706) * (0,03) - 6,58 =$$

$$134,72 + (29,194) * (0,03) - 6,58 =$$

$$134,72 + 0,87 - 6,58 =$$

$$Lp = 129,01dB$$

- Για το κύτταρο 15 έχουμε

$$Lp = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$153,8 - 13,82 \log 27 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 1 - 3,3 * 1,75) =$$

$$153,8 - 19,75 + (44,9 - 15,706) * (0) - 6,58 =$$

$$134,04 + (29,194) * (0) - 6,58 =$$

$$134,04 - 6,58 =$$

$$Lp = 127,46dB$$

MACRO CELL

- Για το κύτταρο 1 έχουμε

$$Lp = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$146,8 - 13,82 \log 270 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 2,06 - 3,3 * 1,75) =$$

$$146,8 - 33,60 + (44,9 - 15,706) * (0,31) - 6,58 =$$

$$113,2 + (29,194) * (0,31) - 6,58 =$$

$$113,2 + 9,05 - 6,58 =$$

$$Lp = 115,97dB$$

- Για το κύτταρο 2 έχουμε

$$Lp = A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) =$$

$$146,8 - 13,82 \log 320 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 2,12 - 3,76 * 1,75) =$$

$$146,8 - 34,62 + (44,9 - 15,706) * (0,32) - 6,58 =$$

$$113,661 + (29,194) * (0,32) - 6,58 =$$

$$111,38 + 9,34 - 6,58 =$$

$$Lp = 114,14dB$$

- Για το κύτταρο 3 έχουμε

$$\begin{aligned}
L_p &= A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) = \\
&146,8 - 13,82 \log 250 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 1,8 - 3,3 * 1,75) = \\
&146,8 - 33,139 + (44,9 - 15,706) * (0,25) - 6,58 = \\
&113,661 + (29,194) * (0,25) - 6,58 = \\
&113,661 + 7,29 - 6,58 =
\end{aligned}$$

$$L_p = 114,37dB$$

- Για το κύτταρο 4 έχουμε

$$\begin{aligned}
L_p &= A - 13,82 \log(hb) + (44,9 - 6,55 \log) * \log d - a(hM) = \\
&146,8 - 13,82 \log 280 + (44,9 - 6,55 \log) * (\log 2,15 - 3,3 * 1,75) = \\
&146,8 - 33,81 + (44,9 - 15,706) * (0,33) - 6,58 = \\
&113,661 + (29,194) * (0,33) - 6,58 = \\
&113,661 + 9,63 - 6,58 =
\end{aligned}$$

$$L_p = 116,71dB$$

GPRS planning

Αφου τελείωσαμε με τον υπολογισμό του κυττάρων προχωράμε στον υπολογισμό του gprs planning απο στοιχεία που πήραμε απο την cosmote για να καλύψουμε ανάλογη περιοχή με ίδιο traffic χρειαζόμαστε

MICRO CELLS

1. TRX:28
2. EDGE TRX: 2

Δεν υπάρχει διαχωρισμός GPRS και EDGE κίνησης, οπότε βλέπε dedicated GPRS και MAX GPRS capacity. Απλά οι EDGE κλήσεις στο Abis interface δρομολογούνται σε dedicated timeslots και όχι στα timeslots που βγαίνουν οι GPRS κλήσεις. (αυτή τουλάχιστον είναι η υλοποίηση σε ένα συγκεκριμένο προμηθευτή)

ABIS INTERFACE

	0	1	2	3
TRX-1	TSL-0	TSL-1	TSL-2	TSL-3
	TSL-4	TSL-5	TSL-6	TSL-7
TRX-2	TSL-0	TSL-1	TSL-2	TSL-3
	TSL-4	TSL-5	TSL-6	TSL-7
.
.
.
.
	EDGE			
	EDGE			

π.χ. μια GPRS κλήση η οποία βγαίνει στον “αέρα” από τα tsls 6&7 του TRX-1 θα γίνει mapped στα κόκκινα

tsls του Abis interface (16 kbps έκαστο), ενώ μια EDGE κλήση που βγαίνει από τα ίδια tsls στον

“αέρα” θα περάσει από τα μπλε tsls στο Abis interface.

Λογική διάταξη

1. **BCCH:** TRX-2, Timeslot-0
2. **SDCCH:** TRX-1, timeslot-0 / TRX-2, timeslot-1 / TRX-3, timeslot-0
3. **Dedicated GPRS timeslots:** έχουμε 14bts ταόποιαέχουν 2trx άρα 16timeslot τοκάθε bts απότασποίαοι 3timeslot χρησιμοποιούνταιγια 1bcch και 2sdcch άραέχουμε 240timeslot συνολικά απότασποίααφαιρούνται 45timeslot (bcch+sdccch) άρα 179 timeslot καθαράγια gprs+gsm.

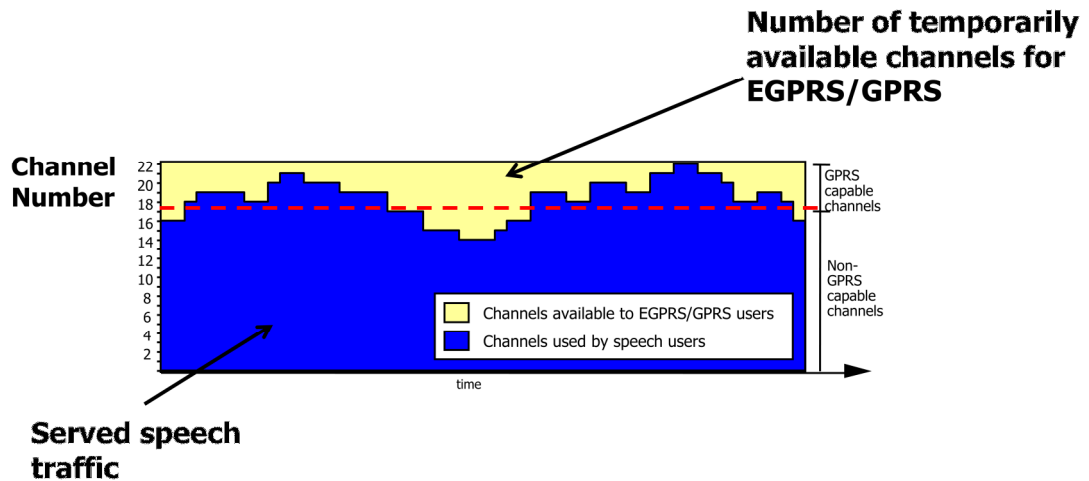
Άρα από τα 179 το 26% χρησιμοποιείτε για gprs**DedicatedGPRStimeslot το οποίο είναι 47timeslots.**

4. **Max GPRS capacity:** 100%. Αν δεν υπάρχει CS κίνηση, όλα τα κανάλια του cell μπορεί να χρησιμοποιηθούν για PS.

Για egprs έχουμε 18,38 Erlang το οποίο το βρίσκουμε από τον πίνακα:

n	.007	.008	.009	.01	.02	.03	.05	.1	.2	.4	n
24	14.709	14.922	15.116	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	15.519	15.739	15.939	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.334	16.561	16.768	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26
27	17.153	17.387	17.601	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	17.977	18.218	18.438	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28

Έχουμε 26timeslot και το βρησκουμε:2trx *13timeslot=26 meGos2%



132 timeslot τα χρησιμοποιούμε για κινητή τηλεφωνία.

Για GPRS Θέλουμε CS-4 το οποίο υποστηρίζει 21,4 Kbps

Ο αριθμός των Infobits είναι 428 και το C/I 17dbMaxDatarate 21.4 Kbps

Άρα επιτυγχάνετε

6TRX 39TCH και $Gos = 2\%$ μπορεί να υποστηρίξει κίνησης 30

$$PDCH = 39 - 30 = 9$$

Υπολογισμός GPRSload ανά PDCH:

PDCH ανά κύτταρο

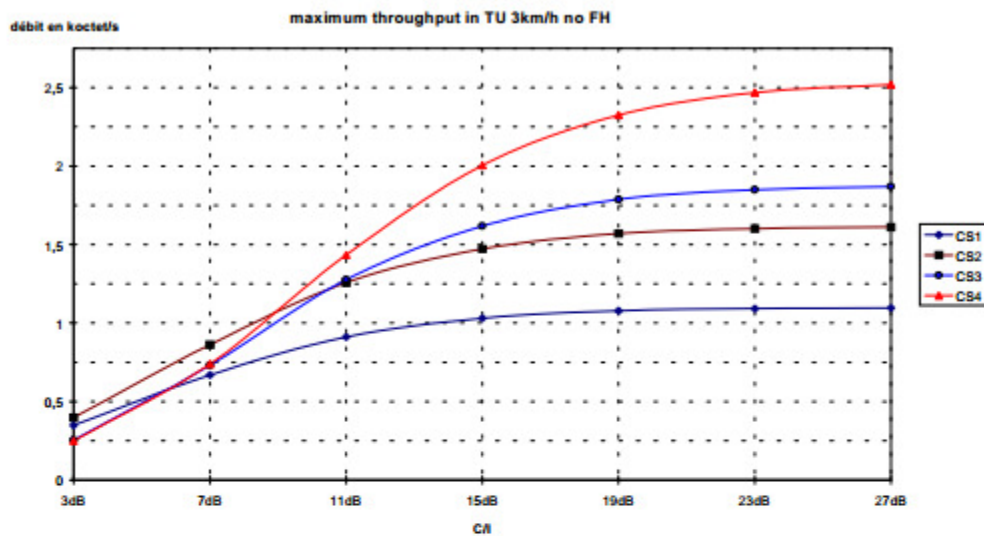
$$9 \text{ load} = \frac{21,4Kbps}{9} \cong 2,4/pdch$$

Loadυπολογισμός 1, 1*2, 4=2, 7kbps<21, 4

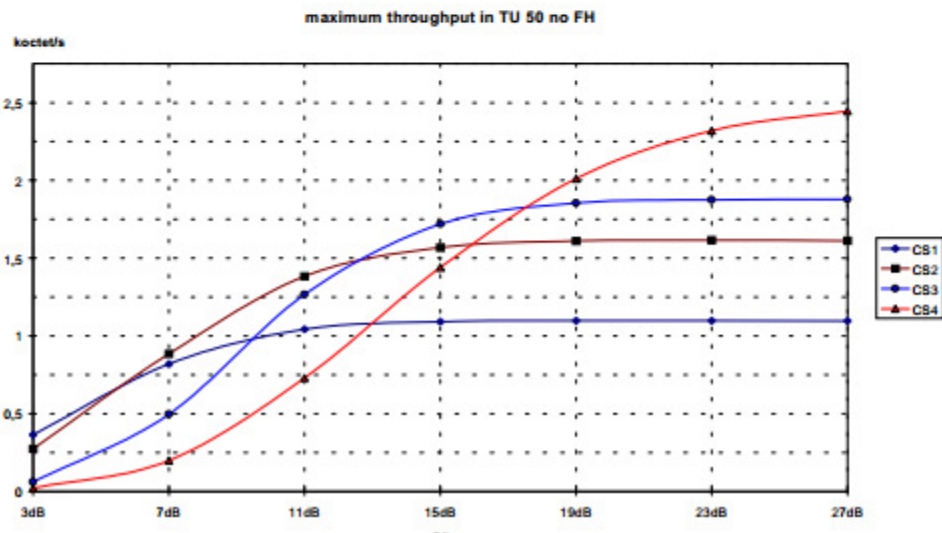
Αρα το loadμπορεί να υποστηριχτείγιατί είναι μικρότερο του 21,4kbps

Υπολογισμός του throughput:

Performances in TU 3 with a co-channel interferer



Performances in TU 50 with a co-channel interferer

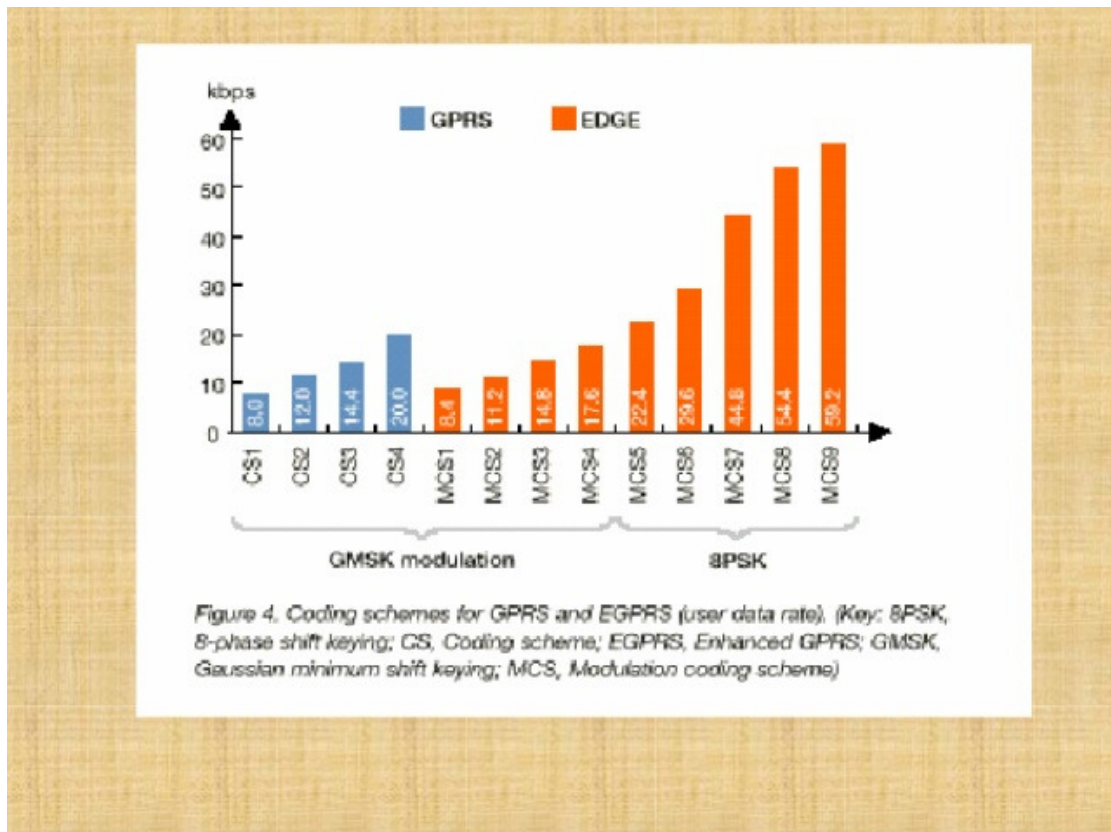


$$MaxThroughput = 8 * 2,4koctet/s = 19,2 < 21,4$$

Άρα επιτυγχάνετε

EDGE

Έχουμε 2trx που χρησιμοποιούν mcs9 το οποίο έχει ταχύτητα 59,2kbps με διαμόρφωση 8psk είναι μόνο για data άρα παρέχει όλη την ταχύτητα στον χρήστη.



Edge throughput: είναι τυποποιημένα και το throughput για το EDGE είναι 128kbps (το μέσο)

Table 14.5. Maximum, average and cell edge throughputs

	EGPRS	WCDMA	cdma2000 1X
Absolute maximum (standard)	473.6 kbps	2 Mbps	307 kbps
Average throughput	128 kbps	240 kbps	80 kbps
Cell edge throughput	128 kbps	384 kbps	128 kbps

Έχουμε ιδι υπολογίσει ποσο traffic περιμένουμε και έχουμε standar πομποδέκτες που θα χρησιμοποιήσουμε αρα και capacity το μονο που υπολογίζουμε είναι απο τα διαθέσιμα κανάλια που έχουμε αμα η κίνηση που περιμένουμε υποστηρίζεται,η οποία υποστηρίζεται απο το δίκτυο μας.

ΚΕΦΆΛΑΙΟ 4^ο

Μεταγενέστερες Τεχνολογίες

Η τελευταία τεχνολογία που αναπτύσσεται είναι τα δίκτυα LTE(**Long-TermEvolution**), στην αγορά έχει επικρατήσει η ονομασία **4GLTE**. Βασίζεται στην [GSM/EDGE](#) τεχνολογία και [UMTS/HSPA](#).

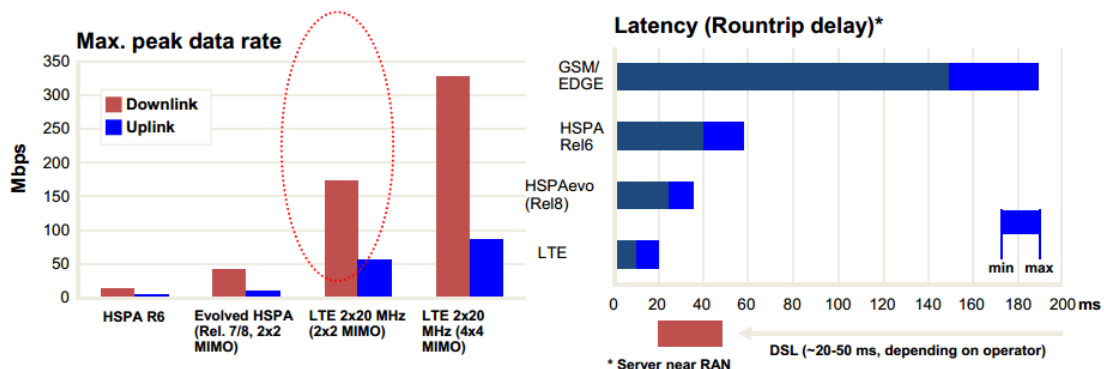
- Τι διάφορα έχει από της προηγούμενες τεχνολογίες ?

	GSM/ GPRS	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA / HSUPA	HSPA+	LTE
Max downlink speed bps	10-150 k	384 k	14 M	28 M	100M
Max uplink speed bps	10-150 k	128 k	5.7 M	11 M	50 M
Latency, time approx	600 ms	150 ms	100 ms	50ms (max)	~10 ms
3GPP releases	Rel 97	Rel 99/4	Rel 5 / 6	Rel 7	Rel 8
Approx years of initial roll out	1991	2003 / 4	2005 / 6 HSDPA 2007 / 8 HSUPA	2008 / 9	2009 / 10
Access methodology	TDMA/ FDMA	WCDMA	WCDMA	WCDMA	OFDMA / SC- FDMA
Bandwidth	200 KHz	5 MHz	5 MHz	5 MHz	1.4 ~20MHz
Modulation types supported	GMSK, 8-PSK	QPSK	QPSK, 16-QAM	QPSK, 16- QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM
Mobile/UE output power (dBm)	30~33	21	21	21	23

bytebeats.com

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε και στον πίνακα παραπάνω, από την πρώτη τεχνολογία gprs μέχρι την τελευταία LTE οι διαφορές είναι εντυπωσιακές. Έχει αυξηθεί η χωρητικότητα του δικτύου πάνω από 200χρήστες ανά κύτταρο, έχει αναπτυχτεί μια καινούρια διεπάφη αέρα με πολλές βελτιώσεις. Τα LTE δίκτυα είναι σε θέση να στείλουν έως 100Mbit/s (i.e. 5 bit/s/Hz) ενώ να λάβουν έως 50Mbit/s (ie. 2.5 bit/s/Hz). Επίσης η περιοχή κάλυψης ενός κυττάρου αυξήθηκε στα 5 km και με συγκεκριμένες συνθήκες μπορεί να φτάσει και τα 30km, υποστηρίζει και δίκτυα πάνω από τα 100 km με κατάλληλο

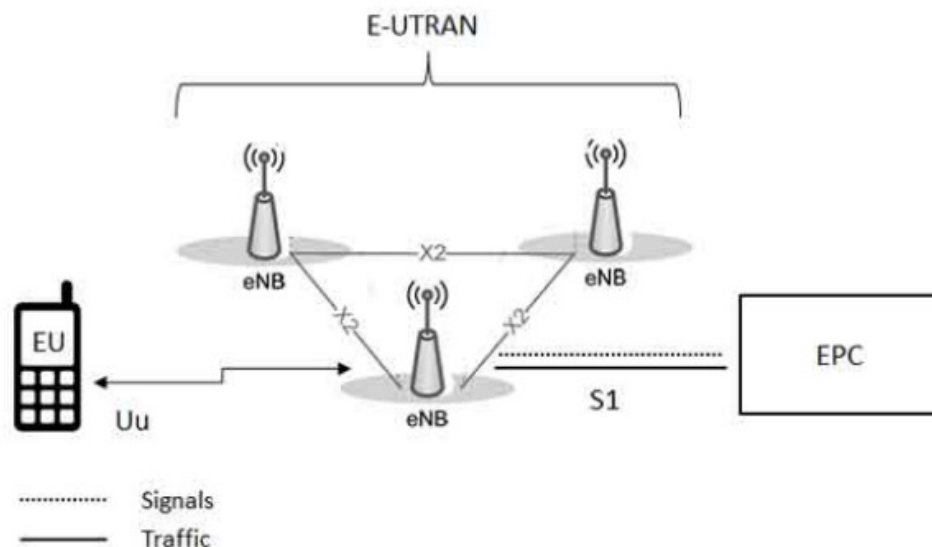
εξοπλισμό. Ακόμα έχουμε μεγάλη βελτιστοποίηση για χαμηλή κινητικότητα (0-15km /h) .Άμεση ανταπόκριση της τάξης: για χρήστη <5ms και σε επίπεδο ελέγχου <50 ms.



Όπως μπορούμε να διακρίνουμε στην εικόνα το Throughput έχει αυξηθεί και το Latency έχει μειωθεί σε σύγκριση με παλαιότερες τεχνολογίες.

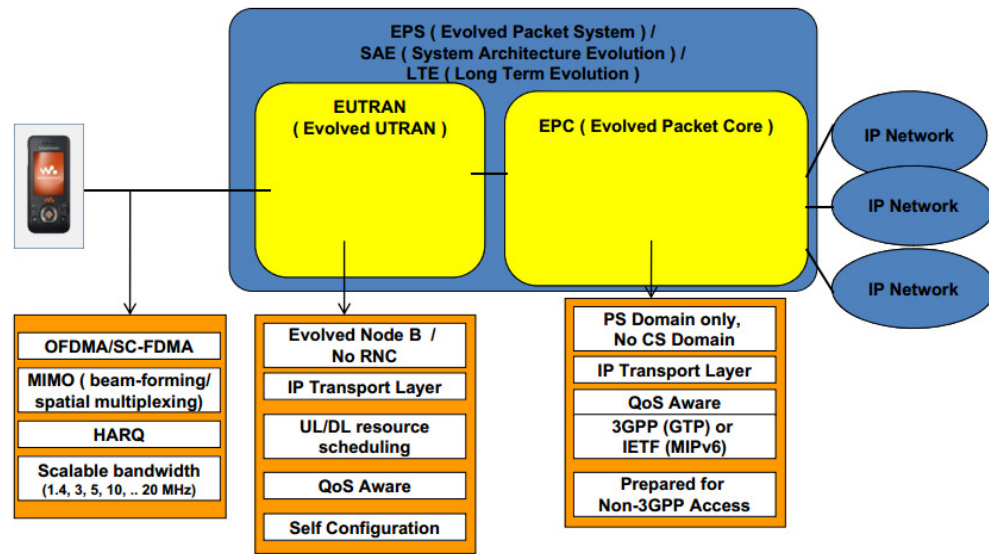
LTEArchitecture

Τα LTE είναι δομημένα με τον εξής τρόπο όπως φαίνετε στην φωτογραφία παρακάτω



Το E-UTRAN δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα σύνολο από ENB που χειρίζεται τις ραδιοεπικοινωνίες μεταξύ των κινητών και των εξελιγμένων σταθμών, που ονομάζονται eNodeB ή ENB* (EacheNB είναι μια βάση που ελέγχει τα κινητά σε ένα ή περισσότερα κύτταρα). Η EPC στέλνει και λαμβάνει

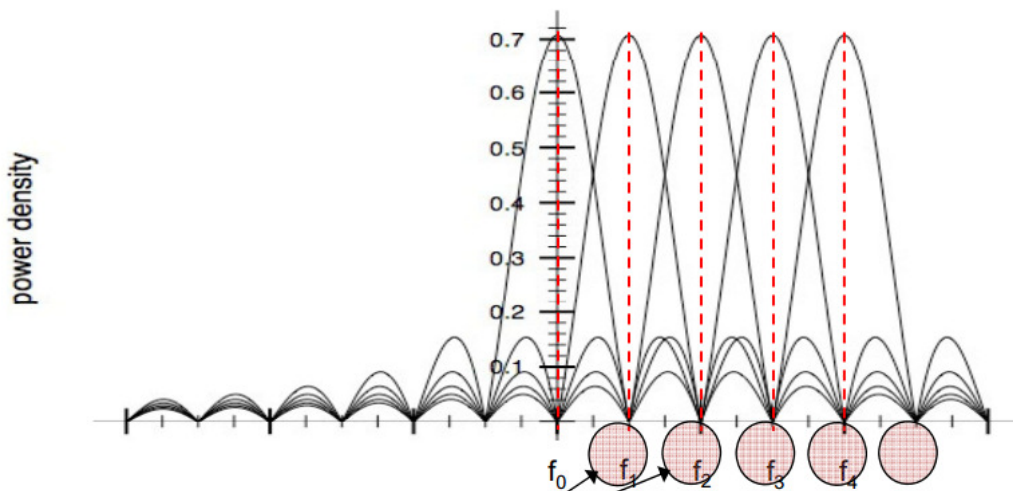
ραδιοφωνικές μεταδόσεις σε όλους. Τα ENB ελέγχουν τα χαμηλό επίπεδο λειτουργίας των κινητών τηλέφωνων.



Τα LTE δίκτυα χρησιμοποιούν Διαμόρφωση OFDM/OFDMA/SC-FDMA (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multi-Carrier)

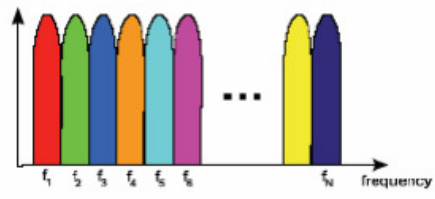
Spectrum Overlapping of multiple OFDM carriers

$$f_n = f_0 + n f_s = f_0 + n \frac{1}{T_s} \quad n = \dots -1, 0, 1, 2, \dots$$

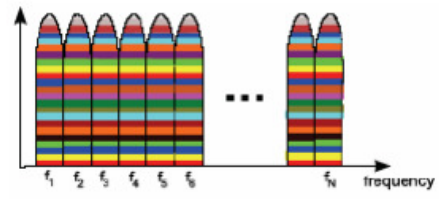


No ACI (Adjacent Carrier Interference)

Και εδώ μπορούμε να παρατηρήσουμε την διαφορά με το SC-FDMA:



(a) OFDM subcarriers



(b) DFT-s-OFDM subcarriers

Επίλογος

Είδαμε τη λειτουργία του δικτύου gsm για μετάδοση φωνής κ δεδομένων. Αναλύσαμε τη δομή του δικτύου gprs το οποίο ήταν η πρώτη τεχνική μετάδοσης δεδομένων και στη συνέχεια είδαμε την εξελιγμένη μορφή του το edge. Στη συνέχεια είδαμε την εφαρμογή των τεχνικών αυτών πάνω σε μια περιοχή (τεχνικά χαρακτηριστικά ,υλικά) και τέλος τις τρέχων τεχνολογίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Λουβρος Σπυρίδων, Κουγιάς Ιωάννης <Το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM> .2010

2. GPRS/EDGE Radio Dimensioning and Performance Workshop, STUDENT BOOK
LZT 123 7995 R4A, ERICSSON 2004

3. <http://www.3gpp.org/>

4. <http://en.wikipedia.org/>

5. <http://www.speedguide.net/>