



**ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛ/ΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**

Πτυχιακή Εργασία
Προβατάς Άγγελος

Θέμα
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ
ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Λούβρος Σπυρίδων
Επίκουρος Καθηγητής

Ναύπακτος 2010

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Ευχαριστίες

Η παρούσα Διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων και Δικτύων του ΤΕΙ Μεσολογγίου, στο πλαίσιο αυτό θα ήθελα, να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους, ξεκινώντας από τα πιο σημαντικά πρόσωπα στην προσπάθεια μου αυτή.

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Κύριο Σπύρο Λούβρο για τις συμβουλές του και την καθοριστική βοήθεια που μου προσέφερε, όποια στιγμή και αν την χρειάστηκα, τις συμβουλές του και τις πολύτιμες υποδείξεις του, που χωρίς αυτές δεν θα κατάφερνα να ολοκληρώσω την προσπάθεια μου.

Ιδιαίτερος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την κατανόηση που επέδειξαν κατά την διάρκεια της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας αλλά, και για όλες τις θυσίες που έκαναν για έχω ένα αξιοπρεπές επίπεδο διαβίωσης παρά τις δυσκολίες που υπήρχαν κατά την διάρκεια της φοίτησης μου.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους μου Γιάννη Βασίλη και Σπύρο για την στήριξη και την βοήθεια στις δύσκολες περιόδους κατά την διάρκεια της φοίτησης μου. Ιδιαίτερος Τον φίλο μου Κωνσταντίνο για την υποστήριξη και την φιλοξενία του.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	6
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ	6
1.1 Εισαγωγή.....	6
1.2 Τα συστήματα 2ης γενιάς.....	7
1.2.1 Τα κυριότερα συστήματα.....	8
1.2.2 Η κυτταρική ιδέα	10
1.3 Γενικά για το GSM.....	12
1.3.1 Το σύστημα Global System for Mobile communication (G.S.M.).....	13
1.4 The GSM Numbering Plan.....	20
1.4.1 Mobile Station Integrated Services Digital Network Number (MSISDN).....	21
1.4.2 Διεθνής Ταυτότητα Συνδρομητών Κινητής Τηλεφωνίας – International Mobile Subscriber Identity (IMSI)	21
1.4.3 Αριθμός Περιαγωγής Κινητού Σταθμού – The Mobile Station Roaming Number (MSRN)	22
1.4.4 Διεθνής Ταυτότητα Συσκευών Κινητής Τηλεφωνίας - International Mobile Equipment Identity (IMEI).....	22
1.4.5 7.5 Προσωρινή Ταυτότητα Κινητού Συνδρομητή – Temporary Mobile Subscriber Identity (TIMSI)	23
1.4.6 Ταυτότητα Περιοχής Εντοπισμού – Location Area Identity (LAI).....	23
1.4.7 Cell Global Identity (CGI).....	23
1.4.8 Ο Κωδικός Ταυτότητας Σταθμού Βάσης – Base Station Identity Code (BSIC)	24
1.4.9 Παγκόσμιοι Τίτλοι – Global Titles (GT's)	24
1.4.10 Mobile Global Titles (MGT's).....	24
1.4.11 Χρησιμοποιώντας τους διαφορετικούς τύπους αριθμών	24
1.4.12 Μέτρα ασφαλείας – the security measures	25
1.4.13 Περιγραφή του συστήματος.....	25
1.4.14 Προσφερόμενες Υπηρεσίες	27
1.5 Το σύστημα DCS-1800	29
1.6 Η εξέλιξη της 2ης γενιάς – Η γενιά 2.5.....	30
1.6.1 Τεχνολογία EDGE (2.7G) - (Enhanced Data rates for GSM Evolution)..	33
Πρότυπα.....	33

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Χαρακτηριστικά.....	33
1.7 Τα Συστήματα Τρίτης Γενιάς.....	35
1.7.1 Εισαγωγή σε υπηρεσία.....	35
1.7.2 Στόχοι συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3 ^{ης} γενιάς.....	36
1.7.3 Κύρια χαρακτηριστικά συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3 ^{ης} γενιάς.....	37
1.8 Βασικά πρότυπα συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3 ^{ης} γενιάς.....	39
1.8.1 Υπηρεσίες και δυνατότητες συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3 ^{ης} γενιάς.....	42
1.9 Το Σύστημα 3 ^{ης} Γενιάς UMTS.....	45
1.9.1 Εισαγωγή σε υπηρεσία του συστήματος UMTS.....	45
1.9.2 Στόχοι του συστήματος UMTS.....	46
1.9.3 Βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος UMTS.....	47
1.10 UMTS ΈΚΔΟΣΗ 4.....	54
1.11 UMTS ΈΚΔΟΣΗ 5.....	55
1.12 Ολοκλήρωση του UMTS με το B-ISDN.....	55
1.13 Διαδίκτυο και UMTS.....	57
1.14 Συμπεράσματα.....	57
Κεφάλαιο 2.....	58
2 Μελετη των Λειτουργικών Διαδικασιών των Κυτταρικών Συστημάτων Κινητής Τηλεφωνίας.....	58
2.1 Εισαγωγή.....	58
2.2 Οι Λειτουργικές Διαδικασίες συνοπτικά.....	59
2.3 Διαδικασία αποκατάστασης και διακοπής των κλήσεων.....	59
2.3.1 Αποκατάσταση των κλήσεων.....	60
2.3.2 Διακοπή των κλήσεων.....	62
2.4 Διαδικασίες σχετικές με τη διαχείριση κινητικότητας.....	63
2.4.1 Ενημέρωση Θέσης – Location Updating.....	63
2.4.2 Πιστοποίηση και ασφάλεια.....	64
2.5 Λειτουργικές διαδικασίες σε θέματα ραδιο-διαύλων.....	64
2.5.1 Καταχώρηση ραδιο-διαύλων.....	65
2.5.2 Κωδικοποίηση ομιλίας.....	66
2.5.3 Πολυοδική ισοστάθμιση.....	66
2.5.4 Μεταπήδηση συχνοτήτων (frequency hopping).....	67

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

2.5.5	Ασυνεχής μετάδοση και λήψη	68
2.7.6	Έλεγχος ισχύος	69
2.6	Αλγόριθμοι ισόρροπης κατανομής του επικοινωνιακού φορτίου	69
2.6.1	Υπολογισμός του επικοινωνιακού φορτίου	71
2.7	Συμπεράσματα	73
Κεφαλαίο 3	74
3	Οργάνωση κλήσης, Λήξη κλήσης	74
3.1	Εισαγωγή	74
3.2	Φάση Ερώτησης	75
3.3	Οργάνωση Κλήσης στο Gsm	76
3.3.1	ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ RR	78
3.4	ΑΙΤΗΜΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	82
3.4.1	ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ	86
3.4.2	Ανεπιτυχής επικύρωση	87
3.4.3	ΑΝΑΔΙΑΝΟΜΗ TMSI	90
3.5	ΕΝΑΡΞΗ ΚΛΗΣΗΣ	91
3.5.1	ΑΝΑΘΕΣΗ ενός ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	92
3.5.2	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΚΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΚΛΗΣΕΙΣ	94
3.5.3	ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΚΛΗΣΗΣ	95
3.6	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑΣ	97
3.7	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ	100
Κεφαλαίο 4	104
4	Μεθοδοί τυχαίας Προσπελάσης Μεσου.	104
4.1	Πρωτοκόλλο Aloha	104
4.2	Βασικά στοιχεία του ALOHA	106
4.3	Ανάλυση των μεθόδων πρόσβασης Slotted ALOHA.	107
4.3.1	Οψεις σταθερότητας στο Slotted- ALOHA	111
4.3.2	Slotted-ALOHA με πλαίσια τυχαίας πρόσβασης	113
4.3.3	Σενάριο με σταθερό μήκος πλαισίου	114

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Κεφάλαιο 1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Τα πρώτα κυτταρικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας, εισήχθησαν στις αρχές της δεκαετίας του '80. Τα συστήματα αυτά ονομάστηκαν συστήματα πρώτης γενιάς (1st Generation systems – 1G), είχαν αναλογικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και υποστήριζαν την υπηρεσία μετάδοσης φωνής. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα σε πολλά μέρη του κόσμου, παρόλο το περιορισμένο ραδιοφάσμα και τη χαμηλή της ποιότητα.

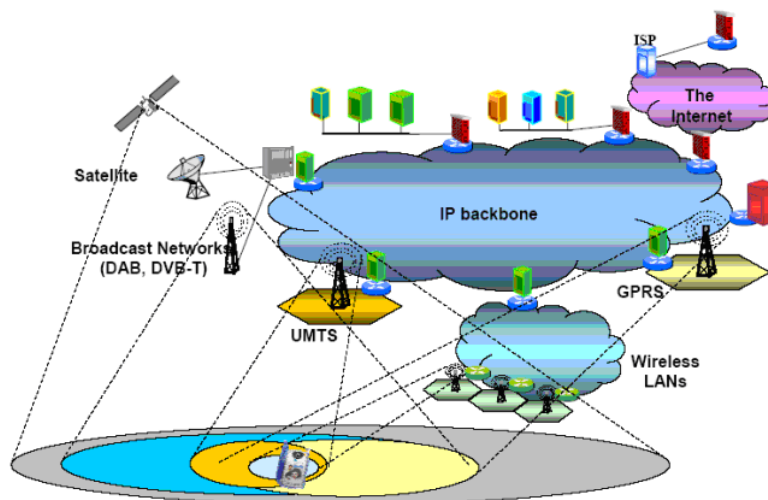
Η ολοένα και αυξανόμενη απαίτηση για καλύτερη ποιότητα επικοινωνίας και περισσότερες υπηρεσίες, δημιούργησε τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), τα οποία έχουν αναβαθμισμένη τεχνολογία σε σχέση με τα αρχικά συστήματα. Τα συστήματα 2nd γενιάς χρησιμοποιούνται κυρίως για μετάδοση φωνής, αλλά και για περιορισμένες χρήσεις μετάδοσης δεδομένων. Έχουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης και παρέχουν καλύτερη ποιότητα .

Οι απαιτήσεις όμως για μεγαλύτερες ταχύτητες στη μετάδοση δεδομένων ολοένα και πολλαπλασιάζονται. Επιπλέον, δημιουργούνται νέες υπηρεσίες, όπως υπηρεσίες πολυμέσων, οι οποίες απαιτούν νέα και πιο γρήγορα συστήματα, ώστε να μπορέσουν να εφαρμοστούν στην πράξη. Για το λόγο αυτό, τυποποιήθηκαν και αναπτύχθηκαν τα συστήματα τρίτης γενιάς (3G). Τα συστήματα αυτά βασίζονται σε μικρό-κυτταρική (micro-cellular) και Πίκο-κυτταρική (Pico-cellular) δομή, ενώ οι τελικές συχνότητες λειτουργίας τους ανήκουν στη φασματική περιοχή των 50-60 GHz, προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτούμενοι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων. Η ανάπτυξη των κυτταρικών συστημάτων τρίτης γενιάς οριοθετεί την προέκταση, σε ασύρματο επίπεδο, της τακτικής για την παροχή ενός βελτιωμένου και πλήρως συμβατού ολοκληρωμένου συστήματος προσωπικών επικοινωνιών. Η ολοκλήρωση αυτή επιτυγχάνεται μέσα από τη διασύνδεσή τους με το ενσύρματο δίκτυο, του οποίου κύριος εκφραστής θα είναι το B-ISDN.

Η ραγδαία εξάπλωση του ιντερνέτ δημιούργησε απαιτήσεις για πιο μεγάλες ταχύτητες στα κινητά δίκτυα φέρνοντας τα δίκτυα 4ης γενιάς (4G). Τα δίκτυα αυτά είναι ο διάδοχος του 2G και 3G προτύπων, με σκοπό να παρέχει ένα ευρύ φάσμα των ταχυτήτων στην μεταφορά δεδομένων (gigabit speed) από το ιντερνέτ στο κινητό,

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

όπως ακριβώς απολαμβάνουν οι χρήστες σταθερών σταθμών. Ένα δίκτυο τέταρτης γενιάς πρέπει να έχει στόχο οι ταχύτητες στο σημείο αιχμής μεταφοράς των δεδομένων να είναι κατά προσέγγιση 100mbps για υψηλή φορητότητα, και 1 gbit για χαμηλή φορητότητα, όπως η Νομαδική/τοπική ασύρματη πρόσβαση σύμφωνα με τις ITU προδιαγραφές. Η τέταρτη γενιά θα προσεγγίσει περισσότερο τις προσωπικές επικοινωνίες παρέχοντας επικοινωνία οποιαδήποτε μορφής, σε κάθε χώρο και χρόνο, με οποιονδήποτε. Θα απαιτήσει επίσης καλή απόδοση επικοινωνίας, που θα αφορά κυρίως media παρά φωνή. Στις εφαρμογές τα τερματικά της τέταρτης γενιάς δε θα παρέχουν μόνο ομιλία ή εικόνα αλλά επιπλέον θα προειδοποιεί και θα ενημερώνει το χρήστη. Τα τερματικά μπορεί ακόμα να γίνουν μέρος του ανθρώπινου σώματος, ενημερώνοντας το χρήστη για την πίεσή του, τη θερμοκρασία του κ.α. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα δίκτυο 4η γενιάς.



Στο κεφάλαιο αυτό, αφού αναφερθούν τα υπάρχοντα συστήματα 2^{ης} γενιάς, γίνεται μια ανάλυση της κυτταρικής ιδέας, δεδομένου ότι είναι αναγκαία προϋπόθεση για την κατανόηση των σημερινών και των μελλοντικών συστημάτων κινητών επικοινωνιών. Ακολουθεί μια λεπτομερής περιγραφή των συστημάτων 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς και παρουσιάζονται τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους. Τέλος, γίνεται εστίαση στα συστήματα GSM και UMTS, μιας και αυτά αποτελούν τους κυριότερους εκπρόσωπους κάθε γενιάς.

1.2 Τα συστήματα 2ης γενιάς

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

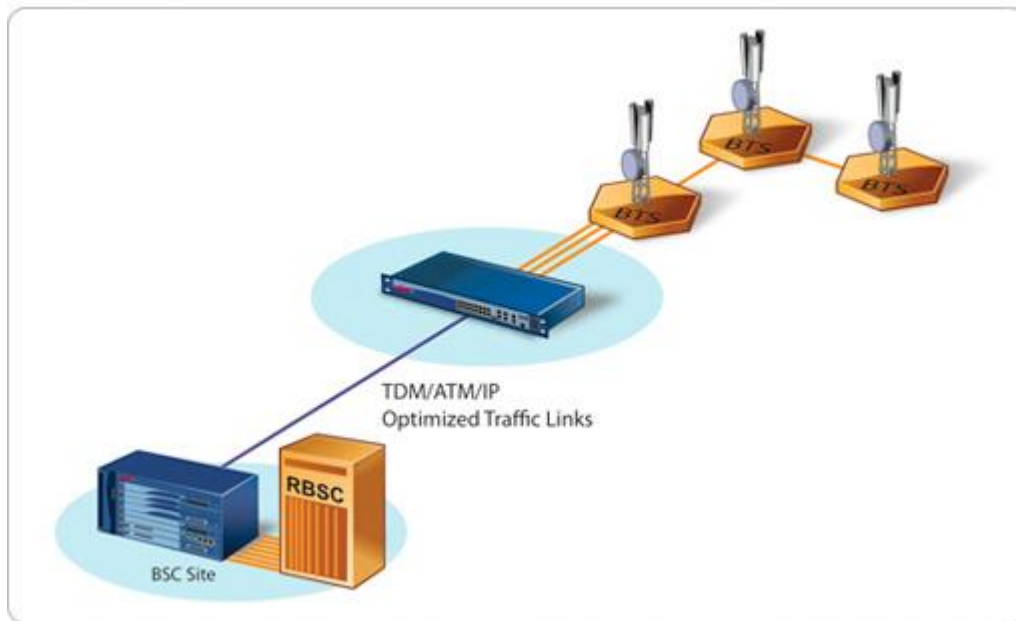
1.2.1 Τα κυριότερα συστήματα

Τα συστήματα 2ης γενιάς παρέχουν υπηρεσίες κινητών επικοινωνιών με τεχνολογία σε ψηφιακή μορφή. Τα χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών είναι: η πολύ-ιεραρχική λειτουργική δομή τους, η υψηλή χωρητικότητα από πλευράς εξυπηρέτησης χρηστών, η δυναμική διαχείριση του ράδιο-φάσματος των συχνοτήτων και το κυτταρικό μοτίβο επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων (frequency re-use pattern). Έτσι, μπορούν να παρέχουν βελτιωμένη ποιότητα φωνής και μεγάλη κάλυψη συνδρομητών. Τα συστήματα 2ης γενιάς έχουν τυποποιηθεί για να παρέχουν υπηρεσίες μετάδοσης φωνής αλλά και χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων. Τα συστήματα αυτά διατηρούν τη μέθοδο μεταγωγής κυκλώματος (circuit switching) των αναλογικών συστημάτων, η οποία δεν είναι πολύ αποτελεσματική για μετάδοση δεδομένων. Με αυτή τη μέθοδο δημιουργείται μια σύνδεση των συνδρομητών, δηλαδή καθορίζεται συγκεκριμένος ραδιοδιάυλος, ο οποίος παραμένει στην αποκλειστική διάθεσή τους για όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας. Με τη μεταγωγή κυκλώματος όμως, γίνεται ικανοποιητική η μετάδοση φωνής, η οποία είναι ο κύριος σκοπός των συστημάτων κινητών επικοινωνιών, καθώς οι καθυστερήσεις που εισάγονται είναι πολύ μικρές.

Τα τέσσερα πιο διαδεδομένα πρότυπα ψηφιακής, κινητής τηλεφωνίας 2ης γενιάς σε όλο τον κόσμο είναι τα εξής: GSM, TDMA (IS-136), CDMA (cdmaOne ή IS-95-B) και PDC. Όλα τα παραπάνω υποστηρίζουν ρυθμούς μετάδοσης μέχρι τα 9.6 Kbps.

Το Global System for Mobile communications (GSM), δημιουργήθηκε το 1992 και είναι το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο πρότυπο συστήματος. Το GSM χρησιμοποιεί μέθοδο μεταγωγής κυκλώματος. Η δυνατότητα χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων (< 9.6 Kbps) που υποστηρίζει, χρησιμοποιήθηκε για πολλές εμπορικές υπηρεσίες που παρέχει το δίκτυο, αλλά τελικά περισσότερο από όλες επικράτησε η αποστολή e-mail από τους φορητούς υπολογιστές των χρηστών. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται από το πρότυπο GSM είναι τα 900 MHz και τα 1.8 GHz στην Ευρώπη, και τα 1.9 GHz στις ΗΠΑ. Το δίκτυο GSM και η επέκτασή του, το DCS-1800, είναι αυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο στον κόσμο, αλλά και τα δίκτυα που αναπτύχθηκαν στην Ελλάδα. Γι' αυτό το λόγο, θα περιγραφούν αναλυτικά πιο κάτω.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Σχήμα 1.1: Δίκτυο 2ης Γενιάς

Το πρότυπο Πολλαπλής Πρόσβασης με Διαίρεση Χρόνου (Time Division Multiple Access), αρχικά γνωστό ως IS-54 και τώρα ως IS-136 (TDMA IS-136), αναφέρεται μερικές φορές ως το ψηφιακό πρότυπο της «Βορείου Αμερικής». Παρόλα αυτά, αναπτύχθηκε στη Λατινική Αμερική, στις Ανατολικές ακτές της Ασίας και στην Ανατολική Ευρώπη.

Το πρότυπο Προσωπικών Ψηφιακών Επικοινωνιών (Personal Digital Communications – PDC) είναι το κυρίαρχο πρότυπο στην Ιαπωνία, και λειτουργεί στα 800 MHz και 1 GHz.

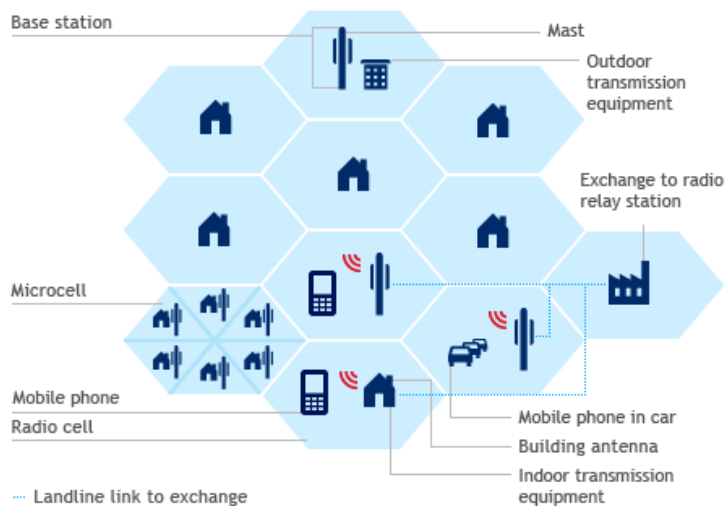
Τέλος, το IS-95 βασίζεται σε τεχνολογία Πολλαπλής Πρόσβασης με Επιμερισμό Κώδικα (Code Division Multiple Access – CDMA) στενής ζώνης. Αναφέρεται ως στενής ζώνης διότι μέσα από αυτά τα δίκτυα μεταδίδονται μικρές ποσότητες πληροφοριών. Η μέθοδος CDMA επιτρέπει στους συνδρομητές να χρησιμοποιήσουν τον ίδιο ραδιοδιάυλος και την ίδια χρονοθυρίδα (time-slot) δίνοντας τους έναν κωδικό, τον οποίο χρησιμοποιεί ο δέκτης για να διαχωρίσει το επιθυμητό σήμα. Το IS-95 λειτουργεί είτε στη συχνότητα των 800 MHz είτε στα 1.9 GHz. Το πρωτόκολλο IS-95-B υποστηρίζει μετάδοση δεδομένων μέχρι 115 Kbps χρησιμοποιώντας δέσμη 8 καναλιών. Είναι δημοφιλές στη Νότια Κορέα και στη Βόρειο Αμερική.

Προτού όμως προχωρήσουμε στην επιμέρους ανάλυση των παραπάνω συστημάτων κρίνεται χρήσιμη η ανάλυση του βασικότερου ίσως χαρακτηριστικού των παραπάνω συστημάτων, της κυτταρικής διάσπασης, καθώς και στα πλεονεκτήματα που πηγάζουν από αυτή.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

1.2.2 Η κυτταρική ιδέα

Σύμφωνα με την τεχνολογία της συμβατικής κινητής τηλεφωνίας, μία γεωγραφική περιοχή καλύπτεται ηλεκτρομαγνητικά από ένα μόνο σταθμό βάσης. Για την επιλογή της συγκεκριμένης θέσης, όπου αυτός θα τοποθετηθεί, υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες, όπως η ιδιομορφία του γεωγραφικού ανάγλυφου και οι κλιματολογικές συνθήκες. Η υψομετρική στάθμη του σταθμού βάσης έπρεπε να είναι τέτοια, ώστε να είναι δυνατόν να καλύψει όλη την προς εξυπηρέτηση περιοχή. Επίσης, η ισχύς εκπομπής έπρεπε να είναι μεγάλη για να προκύψει στο δέκτη αξιόπιστο σήμα. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των συμβατικών συστημάτων ήταν ότι όλοι οι σταθμοί βάσης διαχειρίζονταν τις ίδιες συχνότητες και, επομένως, η μεταξύ τους απόσταση έπρεπε να είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να μην παρουσιάζονται έντονα προβλήματα παρεμβολών.



Σχήμα 1.2: κυτταρική δομή δικτύου

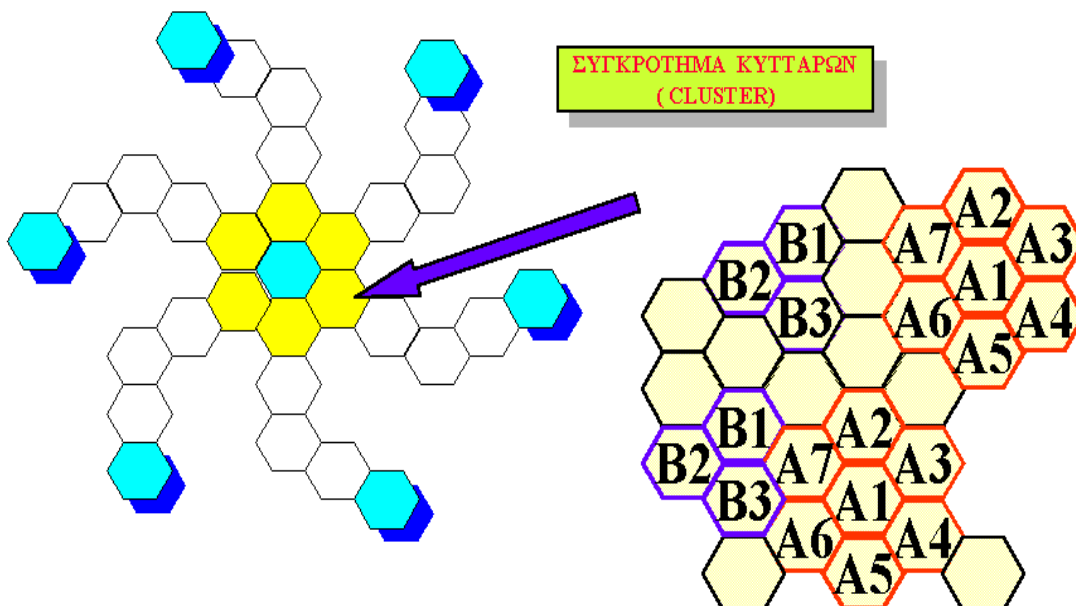
Ένα κυτταρικό Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών, υποστηρίζει ένα σύνολο από επικοινωνιακές υπηρεσίες εντός των γεωγραφικών ορίων της ενεργούς τηλεπικοινωνιακής περιοχής. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαίρεση της λειτουργικής περιοχής σε ένα συγκεκριμένο αριθμό γειτονικών κυττάρων (κυψέλες), στο καθένα από τα οποία ανατίθεται ένας ορισμένος αριθμός συχνοτήτων. Το πλεονέκτημα της κυτταρικής δομής είναι ότι οι συχνότητες, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε ένα κύτταρο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε οποιοδήποτε άλλο, αρκεί να ισχύει ο εξής περιορισμός:

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3N} \quad (1.1)$$

όπου D είναι η απόσταση των κέντρων δύο διαδοχικών κυττάρων που χρησιμοποιούν τις ίδιες συχνότητες και R η ακτίνα του κυττάρου, ενώ N είναι ο αριθμός των κυττάρων ανά κυτταρικό συγκρότημα.

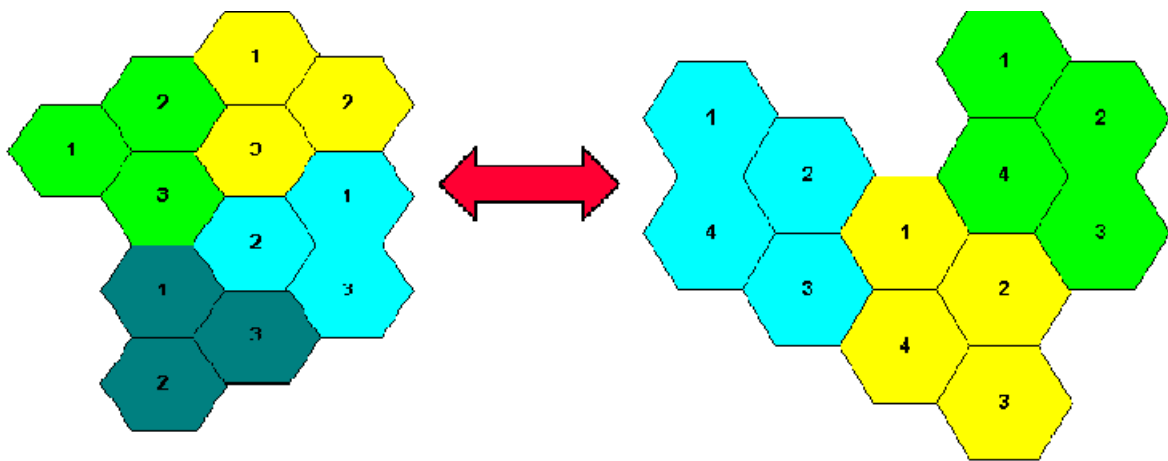
Η σχέση αυτή προκύπτει από την απαίτηση της ικανοποιητικής απόστασης μεταξύ των ιδίων καναλιών, προκειμένου να αποφεύγεται η ομοκαναλική παρεμβολή (co-channel interference). Το σύνολο των γειτονικών κυττάρων που χρησιμοποιούν διαφορετικές συχνότητες καλείται cluster. αξίζει να σημειωθεί ότι, η έννοια της **επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων** μετά από κάποια απόσταση, αυτό δεν είναι μια καινοτομία των σχεδιαστών των κυτταρικών συστημάτων κινητών επικοινωνιών. Μιας και παρόμοια τεχνική είχε εφαρμοστεί αρκετά χρόνια νωρίτερα στη ραδιοφωνία της μπάντας των FM και αυτή η τεχνική ισχύει βέβαια και στις μέρες μας. Μία ιδέα της επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων και της πρακτικής εφαρμογής της παραπάνω σχέσης στην κυτταρική κινητή τηλεφωνία φαίνεται στο σχήμα 1.3 που ακολουθεί:



Σχήμα 1.3: Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Ακόμα μια θεμελιώδης έννοια των κυτταρικών συστημάτων είναι η **κυτταρική διάσπαση**. Είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση του προβλήματος της αύξησης της τηλεπικοινωνιακής κίνησης σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, σε ώρες αιχμής η λειτουργία του συστήματος καθίσταται αρκετές φορές προβληματική. Στην περίπτωση αυτή, οι καταχωρημένες συχνότητες σε ένα κύτταρο δεν επαρκούν για την εξυπηρέτηση των χρηστών. Τότε υφίσταται στο σύστημα κυτταρική διάσπαση με τέτοιο τρόπο, ώστε η διάταξη του νέου σχηματισμού κυττάρων να επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση των διαθέσιμων συχνοτήτων.



Σχήμα 1.4: Κυτταρική διάσπαση

Το σχήμα 1.4 παρουσιάζει ένα παράδειγμα κυτταρικής διάσπασης από τάξη συγκροτήματος κυττάρων 3 σε τάξη 4 και αντίστροφα. Έτσι, με τις τεχνικές της επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων και της κυτταρικής διάσπασης το σύστημα είναι ικανό να αντεπεξέλθει σε συνθήκες υψηλής τηλεπικοινωνιακής κίνησης και να εξυπηρετήσει το μεγάλο αριθμό συνδρομητών με τις περιορισμένες διαθέσιμες συχνοτήτες.

1.3 Γενικά για το GSM

Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο (European Telecommunications Standards Institute) το 1982, άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G). Αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM).

Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε το 1993 από την WIND Hellas (πρώην TIM ή πρώην TELESTET).

Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλευόμενο διάφορες ζώνες συχνοτήτων.

1.3.1 Το σύστημα Global System for Mobile communication (G.S.M.)

Το πανευρωπαϊκό πρότυπο GSM, το οποίο λειτουργεί στη ζώνη των 900 MHz του ενεργού ράδιο-φάσματος, έχει τυποποιηθεί από την ειδική συσταθείσα επιστημονική ομάδα για θέματα κινητών επικοινωνιών της Ευρωπαϊκής ένωσης, γνωστής με την ονομασία Groupe Special Mobile. Πρόκειται για το πιο διαδεδομένο σύστημα της 2ης γενιάς κινητών επικοινωνιών. Το GSM, είναι το πρώτο διεθνές πρότυπο για παροχή υπηρεσιών στον τομέα των κινητών επικοινωνιών, το οποίο προσφέρει στους χρήστες πλήρη πρόσβαση σε ανομοιογενή δίκτυα, στις χώρες που έχουν αποδεχτεί το πρότυπο αυτό. Είναι χαρακτηριστικό ότι GSM δίκτυα λειτουργούν σε 195 χώρες περίπου, στην Ευρώπη, την Άπω Ανατολή, Αφρική, Αμερική, Ινδία, Ρωσία και Αυστραλία. Μάλιστα, σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του Απριλίου του 2003, τα GSM δίκτυα απαριθμούν 847,3 εκατομμύρια συνδρομητές καλύπτοντας το 72% της παγκόσμιας ψηφιακής αγοράς και το 70% της παγκόσμιας αγοράς ασυρματικών δικτύων! Επίσης, το GSM είναι το πρώτο σύστημα κινητών επικοινωνιών στο οποίο τα σήματα φωνής, η σηματοδότηση και ο έλεγχος των λειτουργιών, επεξεργάζονται ψηφιακά. Έτσι, μπορούν πλέον να διεκπεραιωθούν υπηρεσίες όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή μετάδοση δεδομένων, ασυρματικά μέσω της κυτταρικής κινητής τηλεφωνίας.

Γενικά το GSM δίκτυο ικανοποιεί τις εξής απαιτήσεις:

- Καλή ποιότητα φωνής
- Χαμηλό κόστος εξοπλισμού και υπηρεσιών
- Υποστήριξη διεθνούς περιαγωγής

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

- Υποστήριξη νέων υπηρεσιών και ευκολιών
- Αποδοτικότητα του ράδιο-φάσματος
- Συμβατότητα με το ISDN

1.3.1.1 Κωδικοποίηση Φωνής

Το GSM, είναι ένα καθαρά ψηφιακό δίκτυο, οπότε τα αναλογικά σήματα ήχου, θα πρέπει να περάσουν από την διαδικασία της ψηφοποίησης. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται από το ISDN και τα υπάρχοντα τηλεφωνικά δίκτυα είναι η PCM η οποία όμως βγάζει σαν αποτέλεσμα, ροή 64Kbps, αρκετά υψηλή για να μεταφερθεί με ραδιοζεύξη. Το GSM τελικά κατέληξε στην χρήση ενός διαφορετικού πρωτόκολλου του **RPE-LPC**, το οποίο παίρνει τις πληροφορίες από τα προηγούμενα δείγματα φωνής, τα οποία δεν αλλάζουν αρκετά γρήγορα και προβλέπει την τρέχον δειγματοληψία. Η φωνή, χωρίζεται σε δείγματα των 20 milliseconds, κωδικοποιημένα στα 260bits, δίνοντας συνολική ροή δεδομένων 13Kbps.

1.3.1.2 Κωδικοποίηση και Διαμόρφωση Καναλιών

Λόγω των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών, η κωδικοποιημένη φωνή και τα δεδομένα που μεταφέρονται μέσω ραδιοκυμάτων, θα πρέπει να προστατευθούν. Μετά από αντικειμενικές δοκιμές, βρέθηκε ότι κάποια συγκεκριμένα bits ήταν και τα πιο σημαντικά για την διατήρηση τις ποιότητας του ήχου. Αυτά τα bits, χωρίστηκαν σε 3 κλάσεις :

Κλάση Ia 50 bits - μεγαλύτερη ευαισθησία σε λάθη των bit

Κλάση Ib 132 bits - μέτρια ευαισθησία σε λάθη των bit

Κλάση II 78 bits - μικρή ευαισθησία σε λάθη των bit

Τα ψηφία της κλάσης Ia, έχουν ένα 3ψηφίο πλεονάζον κυκλικό κώδικα, ο οποίος έχει προστεθεί για την διόρθωση των λαθών. Αν βρεθεί κάποιο λάθος, το πλαίσιο κρίνεται φθαρμένο για μεταφορά και απορρίπτεται. Αντικαταστέεται απο μια εξασθαινωμένη έκδοση του προηγούμενου σωστού πλαισίου. Τα 53 αυτά ψηφία, μαζί με τα 132 ψηφία της κλάσης Ib και 4 ψηφία για το κλείσιμο τις ακολουθίας, δίνονται σε έναν κωδικοποιητή και κάθε ψηφίο μετατρέπεται σε 2, βασισμένο σε συνδυασμό των 4 προηγούμενων ψηφίων. Ο κωδικοποιητής έχει σαν αποτέλεσμα 378 ψηφία, τα οποία προστίθονται στα απομένοντα ψηφία της κλάσης II. Έτσι κάθε 20 ms ομιλίας κωδικοποιούνται σε 456bits, δίνοντας ροή δεδομένων 22.8kbps. Τα 456 αυτά ψηφία χωρίζονται σε 8 μπλόκ των 57 ψηφίων και το καθένα από αυτά διανέμεται σε μια μονάδα χρόνου. Αφού κάθε μονάδα χρόνου μπορεί να μεταφέρει δύο μπλοκ των 57 ψηφίων, μεταφέρονται δύο διαφορετικά δείγματα φωνής.

Το ψηφιακό σήμα διαμορφώνεται σε αναλογικές συχνότητες με εύρος φάσματος 200KHz, χρησιμοποιώντας ψηφιακή διαμόρφωση GMSK (Gaussian-filtered Minimum Shift Keying). Το GMSK επιλέχθηκε, καθώς αποτελεί ένα πολύ καλό συμβιβασμό μεταξύ εξοικονόμησης φάσματος, πολυπλοκότητα του πομπού και περιορισμένες ανεπιθύμητες παρεμβολές σε γειτονικά κανάλια, ώστε να μπορεί να συνυπάρχει με τα αναλογικά δίκτυα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

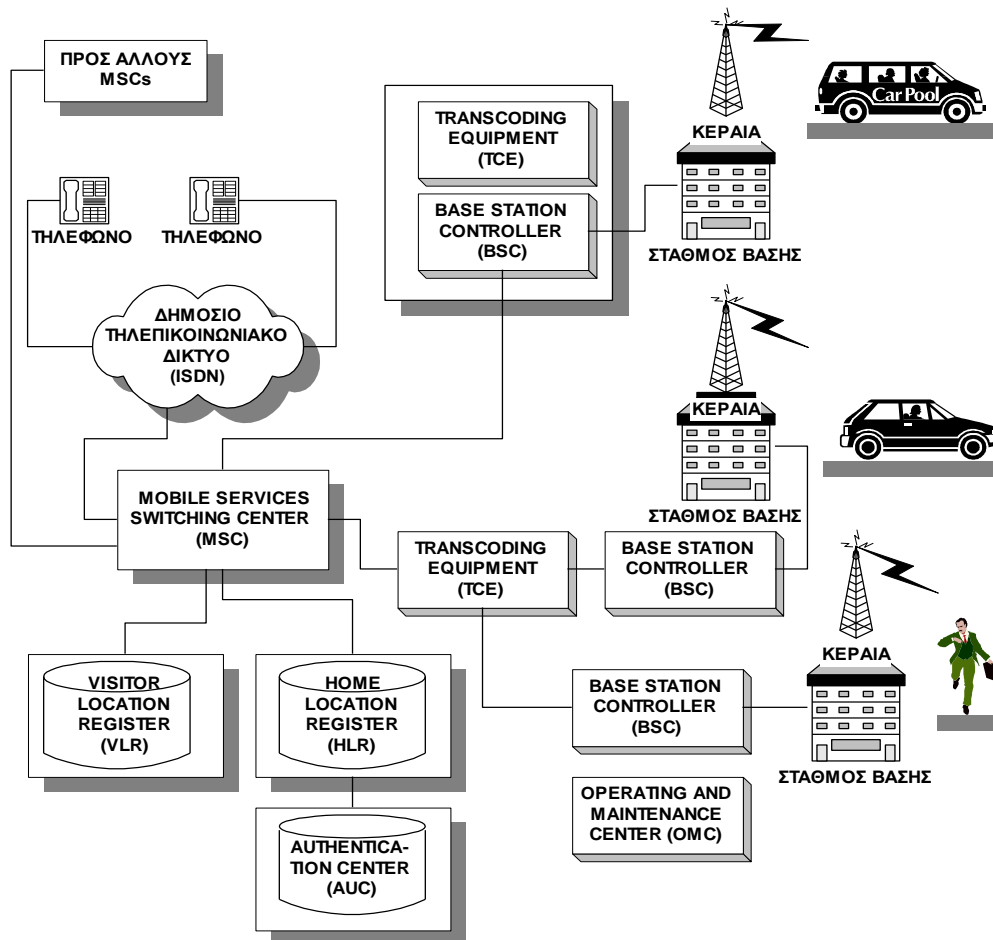
Στους 900MHz τα ραδιοκύματα ανακλούνται σε φυσικά εμπόδια, όπως κτίρια, αμάξια, φυσικά εμπόδια κ.α. Έτσι δημιουργούνται πολλά αντανακλώμενα σήματα, που φτάνουν στην κεραία με διαφορετική φάση και μέσα από τα οποία πρέπει να ανακτηθεί το σωστό σήμα της ομιλίας. Έτσι στην μέση κάθε πλαισίου το GSM αποστέλει ένα καθορισμένο 26bit σήμα και με διάφορους αλγορίθμους επεξεργάζεται το σήμα, ώστε να είναι όσο το δυνατόν ποιο σωστό γίνεται.

Για να αυξηθεί η απόδοση του συστήματος και επίσης για να μην υπάρχουν αρκετές παρεμβολές στις συχνότητες, χρησιμοποιείται η μή συνεχόμενη μετάδοση δεδομένων (DTX). Το DTX εκμεταλεύεται τα κενά που υπάρχουν στην ομιλία, κλείνοντας σε εκείνες τις περιόδους τον πομπό, εξοικονομώντας παράλληλα ενέργεια στην κινητή μονάδα.

1.3.1.3 Τα βασικά τμήματα του δικτύου

Το GSM και ο διάδοχός του, το DCS-1800, έχουν ένα κύριο χαρακτηριστικό: την υψηλή τεχνολογία που χρησιμοποιούν, τόσο στο υλικό των ραδιο-μονάδων, όσο και στο υλικό της ευρύτερης τηλεπικοινωνιακής πλατφόρμας, καθώς επίσης και την ευφυή επεξεργασία της εμπλεκόμενης πληροφορίας που διεκπεραιώνουν. Οι μεγάλες εταιρίες στην πλειοψηφία τους στο χώρο της ευρωπαϊκής βιομηχανίας τηλεπικοινωνιών, έχουν συμμετάσχει στην ανάπτυξη του GSM και έχουν ήδη διαθέσει στην αγορά διάφορα προϊόντα τους. Στο σχήμα 1.3, φαίνονται τα διάφορα τμήματα και μονάδες διεπαφών (interfaces) όπως αυτά καθορίζονται από το πρότυπο του GSM. Από πλευράς αγοραστικού κοινού, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κινητής (φορητής) ραδιο-μονάδας παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΛΑΣΗΣ



Σχήμα 1.5 : GSM

Ένα GSM δίκτυο χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη:

- 1) Τον Κινητό Σταθμό (Mobile Station):
- 2) Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (Base Station Subsystem):
- 3) Το Υποσύστημα Δικτύου μεταγωγής:

Παρακάτω περιγράφονται τα βασικά τμήματα του δικτύου.

★ Η κινητή ραδιο-μονάδα και η έξυπνη κάρτα του χρήστη

Έχει οπωσδήποτε πομπό-δέκτη, κεραία, οθόνη και την κάρτα SIM. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής στην Ευρώπη μιας κινητής μονάδας είναι στα 2 Watt ενώ σε Αυστραλία και Αμερική είναι 1,6W, οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία. Οι κινητές (φορητές) ραδιο-μονάδες διατίθενται στην αγορά με ένα μεγάλο εύρος τεχνικών χαρακτηριστικών και επιλογών, όπως ενσωματωμένο ραδιόφωνο, διαδραστικά παιχνίδια, ημερολόγιο κτλ., αλλά το βάρος και οι διαστάσεις τους είναι οι κύριοι παράγοντες έλξης για τους υποψήφιους χρήστες. Οι διαστάσεις των ραδιο-μονάδων εξαρτώνται από τον χρησιμοποιούμενο τύπο μπαταριών, ενώ η σημερινή τεχνολογία

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

στον τομέα αυτό επιτρέπει τη λειτουργία της συσκευής για 4 ως 5 μέρες, με μόνο μια απλή φόρτιση, χρησιμοποιώντας μπαταρίες μικρών διαστάσεων. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ανεξάρτητα των διαστάσεων των κινητών μονάδων, αυτές πρέπει να συνεργάζονται με όλα τα Ευρωπαϊκά δίκτυα, σύμφωνα με τα προκαθορισμένα πρότυπα. Μέσα στην κινητή μονάδα τοποθετείται μία «έξυπνη» κάρτα, η συνδρομητική κάρτα ταυτότητας (Subscriber Identity Module – SIM), η οποία περιλαμβάνει τον κώδικα ασφαλείας του συνδρομητή και είναι τυποποιημένη για να συνεργάζεται με όλα τα ραδιο-συστήματα GSM. Στην κάρτα αυτή είναι μόνιμα αποθηκευμένα τα δεδομένα του συνδρομητή (π.χ. ο διεθνής αριθμός του [International Mobile Subscriber Identity – IMSI], ο προσωπικός κωδικός αριθμός [Personal Identification Number – PIN], κλπ.) και διάφορες άλλες παράμετροι (π.χ. η ταυτότητα της τελευταίας περιοχής εντοπισμού [LAI], η κλειδα K_i, οι αλγόριθμοι πιστοποίησης και ελέγχου του συνδρομητή [authentication], κλπ.). Η κάθε κινητή μονάδα έχει επίσης και έναν μοναδικό αριθμό ταυτότητας, τον διεθνή αριθμό κινητού εξοπλισμού (International Mobile Equipment Identity – IMEI).

★ Ο Σταθμός Βάσης (ΣΒ)

Ο Σταθμός Βάσης (Base Station – BS) περιέχει όλο τον ραδιο-εξοπλισμό (πομποί, δέκτες και μονάδες ελέγχου), ο οποίος είναι απαραίτητος για τον έλεγχο των επικοινωνιών στην ενεργό περιοχή ενός κυττάρου. Ο εξοπλισμός του σταθμού αυτού τοποθετείται σε ειδικές συγκεκριμένες τοποθεσίες (π.χ. σε επαγγελματικές στέγες, στα δώματα των πολυκατοικιών, σε containers κλπ.). Η διάταξη του παραπάνω εξοπλισμού πρέπει να είναι συμπαγής και να δίνεται η δυνατότητα για έλεγχο και ενεργοποίηση της λειτουργίας του από απόσταση (π.χ. από το ψηφιακό κέντρο). Ουσιαστικά, ο ΣΒ αποτελείται από δύο τμήματα, τον Σταθμό Εκπομπής - Λήψης (Base Transceiver Station – BTS) και τον Ελεγκτή Σταθμού Βάσης (Base Station Controller – BSC).

Ο BTS περιέχει τους πομπούς και τους δέκτες, που χρειάζονται για την κάλυψη ενός κυττάρου. Το **Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BTS)** φροντίζει την επικοινωνία μεταξύ του δικτύου GSM και του κινητού σταθμού. Ένα BTS μπορεί να ελέγχει μια ή περισσότερες κεραιές. Η ισχύς των κεραιών σε ένα BTS μπορεί είναι 40W έως 500W. Όταν ένας χρήστης A θέλει να πραγματοποιήσει μια κλήση σε έναν άλλο συνδρομητή B, ο σταθμός βάσης μεταβιβάζει το σήμα με το αίτημά του A για αναζήτηση και εντοπισμό του άλλου συνδρομητή B στο τηλεπικοινωνιακό κέντρο της εταιρείας του A. Το κέντρο της εταιρείας εντοπίζει την κυψέλη στην οποία βρίσκεται ο B και στέλνει το σήμα στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Από εκεί, πάλι με τη χρήση των

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

διαθέσιμων συχνοτήτων, στέλνεται το σήμα στο κινητό του Β κι έτσι μπορεί να επικοινωνήσει μαζί του ο Α. Το πεδίο μιας GSM κεραίας ενός σταθμού βάσης ή κινητής μονάδας, είναι παλμικό με κανάλια διάρκειας 4,616 ή 9,232 msec το καθένα, που είναι χωρισμένα σε 8 ή 16 διαστήματα-χρονοθυρίδες, διάρκειας 0.577 msec η καθεμία (8X0,577 ή 16X0,577) . Κάθε χρήστης χρησιμοποιεί για μια τηλεφωνική κλήση από μια χρονοθυρίδα άρα ένα κανάλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέχρι και απο 8 ή 16 συνδρομητές. Οι 8 ή 16 χρονοθυρίδες που χωρίζονται σε ένα κανάλι αποκαλούνται πλαίσιο TDMA ενώ κάθε χρονοθυρίδα αντιστοιχεί σε 156 bits.

Η λειτουργία του ΣΒ πραγματοποιείται από τον ελεγκτή του ΣΒ, με την απαραίτητη σηματοδότηση, τους ραδιο-διαύλους φωνής και με τη βοήθεια της διεπαφής (standard interface) A-bis. Ο Ελεγκτής του ΣΒ (Base Station Controller – BSC), είναι ένα από τα βασικά τμήματα του ευρύτερου ραδιο-υποσυστήματος του GSM. Η μονάδα BSC ελέγχει τις λειτουργίες διαχείρισης διαφόρων ΣΒ, σύμφωνα με το αποκεντρωτικό σενάριο διεργασιών του GSM, ανακουφίζοντας κατ' αυτό τον τρόπο το κέντρο MSC. Ελέγχει τα σήματα παίρνοντας τα από ένα ή περισσότερα BTS ενώ εκχωρεί και απελευθερώνει κανάλια. Τα σήματα που λαμβάνει τα κατευθύνει στο MSC- Mobile Switching Centre και όταν χρειάζεται μετατρέπει τα 16kbps φωνής που είναι στην κινητή τηλεφωνία σε 64kbps που χρησιμοποιείται στην σταθερή τηλεφωνία.(σχήμα) Ελέγχει ένα μέγιστο αριθμό 120 κεραίων. Η μονάδα αυτή συνεργάζεται με το κωδικοποιητικό σύστημα, μετατρέποντας τα σήματα φωνής κωδικοποιημένα με ρυθμούς μετάδοσης 13 Kbps, σε αντίστοιχα σήματα των 64 Kbps, σύμφωνα με τα πρότυπα του Δημόσιου Επιλογικού Τηλεφωνικού Δικτύου (PSTN).

★ Το Διακοπτικό Κέντρο Κινητών Επικοινωνιών και οι βάσεις δεδομένων

Το Κέντρο Διαμονής (Mobile Switching Center), είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση, τον έλεγχο και την δρομολόγηση εισερχόμενων/εξερχόμενων κλήσεων μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ενός άλλου δικτύου ή άλλων. Όταν ένα MSC συνδέεται με ένα δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας θα πρέπει να δέχεται 64kbps φωνής, όταν όμως ο MSC συνδέεται με ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας τότε θα πρέπει να γνωρίζει που βρίσκεται εκείνη τη δεδομένη χρονική στιγμή ο χρήστης, αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια καταχωρητών VLR (Visitor Locator Register), Home Locator Register (HLR). Ο πάτριος καταχωρητής θέσης αναζήτησης ή τοπικά κέντρα εγγραφής-HLR έχει μια Βάση Δεδομένων που κρατά στοιχεία προφίλ ενός συνδρομητή και πληροφορίες για την τρέχουσα θέση του, κάθε τέτοιο κέντρο η εμπέλεια του είναι σε τοπικό επίπεδο. Έτσι π.χ. όταν ένας συνδρομητής από το Πέραμα το HLR του χρήστη είναι το "HLR Πέραμα", επίσης σε μια πιο

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

πυκνοκατοικημένη περιοχή μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από ένα τοπικά κέντρα εγγραφής πχ. το Περιστέρι. Ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης επισκεπτών ή εικονικό κέντρο εγγραφής χρήστη (VLR): Όταν ο συνδρομητής βγει από τα όρια της τοπικής περιοχής που καλύπτει το HLR δηλαδή είναι πολύ μακριά από το σπίτι του τότε αναλαμβάνει τον χρήστη ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης ή εικονικό κέντρο εγγραφής - VLR ο οποίος έχει μια βάση δεδομένων, ο οποίος συγκρατεί προσωρινά δεδομένα καθώς και την τρέχουσα θέση του, αναλαμβάνοντας τις κλήσεις του καλύτερα κατά τις ώρες αιχμής στο κέντρο της πόλης. Το κέντρο πιστοποίησης (Authentication Centre – AuC) ο ρόλος του οποίου έγκειται στη διαχείριση δεδομένων για την πιστοποίηση της ταυτότητας του χρήστη. Υπάρχει και μία άλλη βάση δεδομένων, στην οποία καταγράφεται ο κωδικός του κινητού και χρησιμοποιείται για την ασφάλεια και την πιστοποίηση, η οποία ονομάζεται EIR (Equipment Identity Register).

★ Κέντρο πιστοποίησης

Τα καθήκοντα του Κέντρου Πιστοποίησης (Authentication Center – AC), είναι να ελέγχει και να διαχειρίζεται την πληροφορία ασφάλειας ολόκληρου του δικτύου του συστήματος. Ο συνδρομητής εισάγει τον προσωπικό του PIN αριθμό, την κάρτα χρέωσης, και κάθε φορά που ο συνδρομητής εγγράφεται για επικοινωνιακή εξυπηρέτηση, ενεργοποιείται μια διαδικασία διαλόγου υπό μορφή ανταλλαγής λογικών σημάτων μεταξύ του κέντρου AC και της SIM κάρτας, στα πλαίσια της πιστοποίησης για τη διασφάλιση του απορρήτου της επικοινωνίας. Η προαναφερθείσα ανταλλαγή μηνυμάτων, ελέγχεται από έναν τυχαίο αριθμό, οπότε είναι δύσκολη η επανασύμπτωσή του. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βάση VLR χρησιμοποιεί τον επιλεγέντα τυχαίο αριθμό, προκειμένου να τροποποιήσει την ταυτότητα του εμπλεκόμενου συνδρομητή. Εάν ο συνδρομητής κατόπιν πραγματοποιήσει μια κλήση, τότε η κλήση κωδικοποιείται με ένα κώδικα ο οποίος αλλάζει σε κάθε πραγματοποιούμενη εγγραφή και ο οποίος δεν πρέπει να μεταδίδεται από τον καταχωρηθέντα ραδιοδιάυλο. Επίσης, τόσο το κέντρο AC όσο και η κάρτα SIM, διαχειρίζονται τον κώδικα αυτόν ανεξάρτητα από τον επιλεγέντα τυχαίο αριθμό.

★ Κέντρο Συντήρησης και Λειτουργιών

Υπάρχει και ένα άλλο κέντρο στο σύστημα εκτός από το MSC, το οποίο λέγεται Κέντρο Συντήρησης και Λειτουργιών (Operations and Maintenance Center – OMC).

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Το κέντρο αυτό έχει το κατάλληλο λογισμικό διαχείρισης και κάνει αυτόματα ελέγχους στο σύστημα. Γενικά, επιβλέπει τη σωστή λειτουργία και εγκατάσταση του δικτύου, ενώ είναι υπεύθυνο και για τις χρεώσεις.

* Καταχωρητής Θέσης Οικίων – Home Location Register (HLR)

Το σύστημα περιλαμβάνει βάσεις δεδομένων στο δίκτυο που ελέγχουν τη θέση του κινητού. Η πιο βασική είναι ο HLR (Καταχωρητής Θέσης Οικείων). Αποτελεί την λειτουργική μονάδα που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των κινητών συνδρομητών. Ένα δίκτυο μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή και περισσότερους HLR ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του δικτύου: το μέγεθος και την πολυπλοκότητά του. Όταν κάποιος γίνεται συνδρομητής σε έναν από τους παροχείς GSM καταχωρείται στον HLR που περιέχει πληροφορίες συνδρομητών όπως: συμπληρωματικές υπηρεσίες (supplementary services) και παραμέτρους αυθεντικότητας (authentication) καθώς και τη θέση του κινητού (δηλαδή ο προσδιορισμός σε τίνος MSC την περιοχή βρίσκεται), η οποία προφανώς αλλάζει καθώς το κινητό κινείται και άρα ο HLR πρέπει να ενημερώνεται (διαμέσου του MSC/VLR).

Δύο τύποι πληροφορίας αποθηκεύονται στον HLR: Πληροφορίες για τους συνδρομητές και μέρος της πληροφορίας εντοπισμού θέσης, ώστε να επιτραπεί στις εισερχόμενες κλήσεις να δρομολογηθούν στο ελέγχον κέντρο μεταγωγής. Οποιαδήποτε πράξη του τηλεπικοινωνιακού φορέα όσον αφορά δεδομένα που αφορούν στο συνδρομητή, εκτελείται στον HLR. Στον HLR αποθηκεύονται: η ταυτότητα IMSI, ο αριθμός MSISDN, η διεύθυνση του VLR, και τα δεδομένα συνδρομητών (παραδείγματος χάριν, συμπληρωματικές υπηρεσίες).

* Καταχωρητής Θέσης Επισκεπτών – Visitor Location Register (VLR)

Ο VLR συνδέεται με ένα ή περισσότερα κέντρα μεταγωγής. Ο VLR αποτελεί την λειτουργική μονάδα, όπου αποθηκεύονται με δυναμικό τρόπο οι πληροφορίες συνδρομητών, όταν ο συνδρομητής εντοπίζεται στην περιοχή που καλύπτεται από τον συγκεκριμένο VLR που με τη σειρά του ελέγχεται από ένα συγκεκριμένο MSC. Όταν ένας ενεργοποιημένος κινητός σταθμός που βρίσκεται σε περιαγωγή (roaming) εισέλθει σε μια περιοχή ενός άλλου (καινούριου) MSC, ο VLR ζητά πληροφορίες για το νέο κινητό σταθμό (MS) από τους HLRs του δικτύου. Έτσι ο HLR εντοπίζει την καινούρια θέση του MS και η παλιά καταχώρηση του MS στον άλλο VLR θα ακυρωθεί. Για τον εκάστοτε κινητό σταθμό σε περιαγωγή εκτελείται μια διαδικασία εγγραφής, η οποία περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες:

1.4 The GSM Numbering Plan

Όλο το GSM/PLMN χωρίζεται σε numbering plan areas, όπου κάθε συνδρομητής μπορεί να εντοπιστεί αρκεί να κληθεί ο αριθμός (Subscriber Number), που του έχει χορηγηθεί από τον τηλεπικοινωνιακό φορέα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

1.4.1 Mobile Station Integrated Services Digital Network Number (MSISDN)

Οι παραπάνω περιοχές μπορούν να διαιρεθούν παραιτέρω με τη χρησιμοποίηση του National Destination Code (NDC). Ο αριθμός Mobile Station Integrated Services Digital Network Number (MSISDN) είναι ο αριθμός που πρέπει να κληθεί από οποιοδήποτε μέρος στον κόσμο προκειμένου να εντοπιστεί ο κινητός συνδρομητής.

Παράδειγμα:

Κλήση από plmn της Σουηδίας σε κινητό συνδρομητή της Vodafone Αγγλίας.

009 (44-385-106099) δηλαδή MSISDN ≤ 15 ψηφία

009: διεθνείς κλήσεις από τη Σουηδία

44: κωδικός χώρας (Αγγλία) - country code

385: ο κωδικός Αγγλίας Vodafone (που παραπέμπει στο δίκτυο της Vodafone)-National Destination Code

106099: αριθμός καλούμενου – SN Subscriber Number

(τα στοιχεία είναι πραγματικά και παρουσιάζουν τον ακριβή τρόπο κλήσης τη χρονιά 1992.)

1.4.2 Διεθνής Ταυτότητα Συνδρομητών Κινητής Τηλεφωνίας – International Mobile Subscriber Identity (IMSI)

Ένα τερματικός κινητός σταθμός έχει διάφορες ταυτότητες συμπεριλαμβανομένης της: Διεθνούς Ταυτότητας Συσκευών Κινητής Τηλεφωνίας – International Mobile Equipment Identity (IMEI), της Διεθνούς Ταυτότητας Κινητού Συνδρομητή – International Mobile Subscriber Identity (IMSI) και του ISDN αριθμού.

Η ταυτότητα IMSI αποθηκεύεται στην κάρτα SIM και στον HLR και προσωρινά στον VLR της κάθε περιοχής εντοπισμού. Η κάρτα SIM περιέχει όλες τις σχετικές με τον συνδρομητή πληροφορίες, οι οποίες αποθηκεύονται στην ασύρματη διεπαφή στην πλευρά του χρήστη. Η ταυτότητα IMSI είναι ο αριθμός που προσδιορίζει τον κινητό συνδρομητή τόσο κατά τη διάρκεια της ραδιομετάδοσης όσο και στο υπόλοιπο GSM/PLMN στο δίκτυο. Η ταυτότητα IMSI δίδεται σε ένα κινητό σταθμό τη στιγμή της συνδρομής του χρήστη. Έτσι προσδιορίζεται μοναδικά ένας συγκεκριμένος κινητός σταθμός. Η IMSI θα μεταδοθεί μέσω της ασύρματης διεπαφής (ραδιοκύματα) μόνο εάν είναι απαραίτητο. Η IMSI περιέχει 15 ψηφία και περιλαμβάνει 3 μέρη:

234-15-1021000819 ≤ 15 ψηφία

234: Κώδικας Κινητού χώρας – Mobile Country Code (MCC) — 3 ψηφία (οικεία χώρα).

15: Κώδικας Κινητού δικτύου – Mobile Network Code (MNC) — 2 ψηφία (κωδικός για το οικείο plmn / GSM δίκτυο).

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

1021000819: ταυτότητα του κάθε συνδρομητή – Mobile Subscriber Identification Number (**MSIN**) (Προσδιορισμός Κινητών Συνδρομητών).

Η IMSI στέλνεται από το MS μέσω του BTS και του BSC και φτάνει στον MSC κατά τη διάρκεια μιας κλήσης π.χ. από κινητό σε σταθερό.

Στέλνεται ακόμα από τον BSC μέσω ραδιοκυμάτων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αναζήτησης του κινητού. Χρησιμοποιώντας την IMSI μπορούμε να πραγματοποιήσουμε περιαγωγή σε άλλα GSM δίκτυα εθνικά και διεθνή. Ο αριθμός αυτός μπορεί να αναγνωριστεί ανεξάρτητα.

1.4.3 Αριθμός Περιαγωγής Κινητού Σταθμού - The Mobile Station Roaming Number (**MSRN**)

Ο MSRN χρησιμεύει για να δρομολογήσει την κλήση σε ένα κινητό, όταν το κινητό συνδέεται στον VLR. Ο HLR γνωρίζει σε ποιον MSC/VLR ανήκει το MS. Ο αριθμός MSISDN δείχνει όμως μόνο την HLR διεύθυνση, άρα χρειαζόμαστε έναν προσωρινό αριθμό που να δρομολογεί την κλήση στο σωστό προορισμό. Όταν ο HLR παραλάβει τον MSRN τον στέλνει στον GMSC, ο οποίος πλέον γνωρίζει που πρέπει να δρομολογηθεί η κλήση. Στη μορφή, εφόσον κιάλας συμπληρώνει τον MSISDN, μοιάζει με αυτόν.

Παράδειγμα:

44-385-020059 ≤ 15 ψηφία

44: κωδικός χώρας – (CC) country code

385: National Destination Code (NDC)

020059: Subscriber Number (SN)

Στο σύστημα GSM ο MSRN χρησιμοποιείται μόνο κατά την κλήση του κινητού και ακόλουθα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για κάποιον άλλο MS.

1.4.4 Διεθνής Ταυτότητα Συσκευών Κινητής Τηλεφωνίας - International Mobile Equipment Identity (**IMEI**)

Η IMEI προσδιορίζει μοναδικά την εκάστοτε συσκευή των κινητών σταθμών και χρησιμοποιείται για την αναγνώριση του κινητού τερματικού. Ορίζεται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού. Η IMEI περιέχει 15 ψηφία:

ABCDEF – GH – IJKLMN

ABCDEF: The Type Approval Code (TAC) (κώδικας έγκρισης τύπου)—6 ψηφία

GH: The Final Assembly Code (FAC)—2 ψηφία

IJKLMN: (SNR) (ψηφία αύξοντος αριθμού)—6 ψηφία

A Spare (SP) (εφεδρικό ψηφίο)—1 ψηφίο

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Έτσι το σύστημα είναι σε θέση να γνωρίζει ποια τερματικά χρησιμοποιούν το δίκτυο και μπορεί να ελέγξει αν είναι νόμιμα ή όχι. Οι IMEI όλων των τερματικών θα αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων EIR.

1.4.5 Προσωρινή Ταυτότητα Κινητού Συνδρομητή - Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI)

Η ταυτότητα TMSI δίδεται σε ένα κινητό σταθμό από τον VLR. Η TMSI προσδιορίζει μοναδικά ένα συγκεκριμένο κινητό σταθμό μέσα στην περιοχή που ελέγχεται από το δεδομένο VLR. Ο μέγιστος αριθμός ψηφίων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την TMSI είναι 32. Η ταυτότητα TMSI χρησιμοποιείται για να εμποδίσει τις υποκλοπές στην ραδιοσυχνότητα. Χρησιμοποιείται μαζί με την ταυτότητα περιοχής εντοπισμού Location Area Identity (LAI) που έχει τοπική σημασία.

1.4.6 Ταυτότητα Περιοχής Εντοπισμού - Location Area Identity (LAI)

Η LAI αναγνωρίζει μια συγκεκριμένη περιοχή μέσα στο GSM δίκτυο. Είναι η μικρότερη περιοχή εντός της οποίας ένα μήνυμα αναζήτησης, μια κλήση προς ένα τερματικό μπορεί να αποσταλεί.

LAI: ZZZ – 01 – 1

- **ZZZ:** Mobile Country Code (MCC).
- **01:** Mobile Network Code (MNC).
- **1:** Location Area Code (LAC), που υποδηλώνει τη συγκεκριμένη περιοχή εντοπισμού.

1.4.7 Cell Global Identity (CGI)

Η CGI αναγνωρίζει μια κυψέλη σε μια περιοχή εντοπισμού και περιέχει:

CGI: ZZZ – 01 – 1 – 439

ZZZ: MCC

01: MNC

1: LAC

439: Cell Identity (CI), που αποκλειστικά αναγνωρίζει την κυψέλη μέσα στην περιοχή εντοπισμού.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

1.4.8 Ο Κωδικός Ταυτότητας Σταθμού Βάσης - Base Station Identity Code (BSIC)

Ο BSIC επιτρέπει σε ένα κινητό να ξεχωρίζει ανάμεσα σε γειτονικά BS και διαφορετικά δίκτυα.

BSIC: 6 – 4

6: National Colour Code (NCC), αναγνωρίζει το συγκεκριμένο GSM δίκτυο.

4: Base Station Colour Code (BCC), αναγνωρίζει το συγκεκριμένο σταθμό βάσης.

1.4.9 Παγκόσμιοι Τίτλοι - Global Titles (GT's)

Τα GT's χρησιμοποιούνται στο δίκτυο σηματοδότησης. Όλες οι οντότητες όπως οι HLR, VLR, MSC, AUC, EIR θα απευθύνονται και θα αναγνωρίζονται από διεθνή τύπου MSISDN νούμερα.

Το νούμερο αυτό αποτελείται από:

GT: Country Code (CC) – Network Destination Code (NDC) – Serial Number (SNR).

Το τελευταίο μέρος είναι και αυτό, που με μοναδικό τρόπο αναγνωρίζει την κάθε οντότητα.

1.4.10 Mobile Global Titles (MGT's)

Χρησιμοποιούνται για ενημέρωση ανάμεσα στον VLR και στον HLR. Το σύστημα συνδυάζει τους αριθμούς MSISDN και τους IMSI και κατασκευάζει έναν άλλο αριθμό που είναι γνωστός σαν MGT. Ο MGT στην πραγματικότητα εκφράζει μια μετατροπή ή μετάφραση του IMSI σε έναν αριθμό που κατανοείται από όλες τις οντότητες του δικτύου.

MGT: 44 – 385 – 1021000899

44 : CC

385: NDC

1021000899 : MSIN

Τα δύο πρώτα μέρη του αριθμού προέρχονται από τον MSISDN και το τελευταίο από τον IMSI.

1.4.11 Χρησιμοποιώντας τους διαφορετικούς τύπους αριθμών

Ο MSISDN είναι το μόνο νούμερο που γνωρίζει ο χρήστης του εξωτερικού δικτύου είτε είναι pstn είτε isdn είτε κάποιο άλλο plmn δίκτυο. Αυτός ο αριθμός λαμβάνεται από το GMSC και στέλνεται στον HLR. Ο HLR έχει λίστα όλων των MSISDN και των σχετικών με αυτούς IMSI αριθμούς και την τοποθεσία εντοπισμού τους (VLR διευθύνσεις). Ο HLR στέλνει σήμα που περιλαμβάνει τον IMSI στον

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

συγκεκριμένο VLR ο οποίος επιστρέφει στον GMSC, μέσω του HLR, τον MSRN. Ο τελευταίος χρησιμοποιείται από τον GMSC για να δρομολογήσει την κλήση στο MSC προορισμού. Τότε ο MSRN «μεταφράζεται» από τον VLR → σε IMSI (ή TMSI) και διαδοχικά μεταφέρεται σε →BSC→BTS→ οπότε μέσω της ατμόσφαιρας το κινητό λαμβάνει τα μηνύματα αναζήτησης.

1.4.12 Μέτρα ασφαλείας - the security measures

Οι ραδιοδιάλογοι προστατεύονται μέσω κρυπτογράφησης που «μπερδεύει» τα δεδομένα και τα «επαναφέρει» ξανά στο άλλο άκρο. Ο σκοπός του συστήματος είναι να κάνει δυνατό το απόρρητο τόσο της πληροφορίας που μεταδίδει ο χρήστης όσο και της σηματοδότησης που εντάσσεται σε αυτή τη διαδικασία.

Ο HLR περιέχει την πληροφορία για το που βρίσκεται το κινητό και αυτή η πληροφορία πρέπει συνεχώς να ανανεώνεται. Το AUC περιέχει πληροφορία του κάθε συνδρομητή για να ελέγχει την αυθεντικότητα, διότι χρειάζεται ασφάλεια και για το συνδρομητή και για το δίκτυο. Παρέχονται και μια σειρά από συμπληρωματικές υπηρεσίες: Η κάρτα SIM, το PIN και η πιστοποίηση στο δίκτυο κάθε φορά που ανανεώνεται η τοποθεσία του κινητού.

Μια σειρά μέτρων λαμβάνονται λοιπόν για την διασφάλιση των πληροφοριών:

Ο IMSI είναι αριθμός μοναδικός για κάθε κάρτα SIM και στέλνεται μόνο μια φορά με την ενεργοποίηση της μπαταρίας του τερματικού για να μην είναι δυνατή η υποκλοπή και η αντιγραφή του. Ένας TMSI αριθμός τοποθετείται εκείνη τη στιγμή και αλλάζει τουλάχιστον κάθε φορά που η θέση του κινητού ανανεώνεται. Μαζί με τον IMSI υπάρχει και ένα Κλειδί Πιστοποίησης Συνδρομητή (Subscriber Authentication Key), που αποθηκεύεται στην SIM και στο AUC ώστε να γίνεται η κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση των ψηφίων (bits). Η πιστοποίηση πρέπει να γίνεται σε κάθε διαδικασία εγγραφής, κλήσης, ανανέωσης θέσης κ.λ.π.

1.4.13 Περιγραφή του συστήματος

Οι ζώνες συχνοτήτων που έχουν παραχωρηθεί στο σύστημα GSM είναι για την άνω ζεύξη (uplink) 890-915 MHz, με ένα εύρος ζώνης 25 MHz, και για την κάτω ζεύξη (downlink) 935-960 MHz, επίσης με 25 MHz εύρος ζώνης. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε πολλές χώρες δεν χρησιμοποιείται όλο το φάσμα των συχνοτήτων. Η απόσταση των φερουσών συχνοτήτων (carrier separation) είναι 200 KHz, οπότε λαμβάνουμε ένα συνολικό αριθμό 124 φερουσών στη ζώνη του GSM. Κάθε μία από

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

αυτές τις φέρουσες συχνότητες χωρίζεται στο πεδίο του χρόνου, σύμφωνα με την πολύπλεξη TDMA. Έτσι, ο κάθε ραδιοδιάυλος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα από 8 κινητούς συνδρομητές (δημιουργία 8 χρονοθυρίδων – time slots σε κάθε ραδιοδιάυλο), οπότε συνεπάγεται ότι ο συνολικός αριθμός των διαθέσιμων φυσικών ραδιοδιαύλων (physical channels) είναι 992. Μεταξύ των 992 φυσικών ραδιοδιαύλων, υπάρχουν και 12 λογικοί ραδιοδιαύλοι (logical channels), οι οποίοι πολυπλέκονται και χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς (2 για κίνηση, 9 για έλεγχο σηματοδοσίας και 1 για την κατανομή του μηνύματος). Οι ραδιοδιαύλοι κίνησης (traffic channels - TCH), χρησιμοποιούνται για την αποστολή/ λήψη ομιλίας και δεδομένων. Ανάλογα με το ρυθμό μετάδοσης χωρίζονται σε πλήρους ρυθμού (full rate) για μετάδοση με ρυθμό της τάξης των 9.6 Kbps, και σε μισού ρυθμού (half rate) για μετάδοση με 4.8 Kbps. Επίσης, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τύποι ραδιοδιαύλων ελέγχου (control channels):

a) Ραδιοδιαύλοι Εκπομπής (Broadcast Channels – BCH)

1. Ραδιοδιάυλος Διόρθωσης Συχνότητας (Frequency Correction Channel – FCCH). Αυτός χρησιμοποιείται για τη διόρθωση της συχνότητας της κάτω ζεύξης της Κινητής Μονάδας.

2. Ραδιοδιάυλος Συγχρονισμού (Synchronization Channel – SCH). Ο ραδιοδιάυλος αυτός μεταφέρει πληροφορία για τον αριθμό του TDMA πλαισίου της κάτω ζεύξης, για τη μονάδα εκπομπής/λήψης του σταθμού βάσης (BTS).

3. Ραδιοδιάυλος Ελέγχου Εκπομπής (Broadcast Control Channel – BCCH). Με τον BCCH μεταδίδεται ειδική πληροφορία προς την ΚΜ και αναφέρεται στην κάτω ζεύξη.

b) Ραδιοδιαύλοι Κοινού Ελέγχου (Common Control Channel – CCCH)

1. Ραδιοδιάυλος Τηλε-ειδοποίησης (Paging Channel – PCH). Ο ραδιοδιάυλος αυτός αναφέρεται στην κάτω ζεύξη και χρησιμοποιείται για τηλε-ειδοποίηση της ΚΜ.

2. Ραδιοδιάυλος Τυχαίας Πρόσβασης (Random Access Channel – RACH). Αναφέρεται στην άνω ζεύξη, και χρησιμοποιείται από την ΚΜ για να ζητήσει καταχώρηση ενός Αυτόνομου Αφιερωμένου Ραδιο-διαύλου Ελέγχου SDCCH, προκειμένου να το χρησιμοποιήσει σαν «απάντηση τηλε-ειδοποίησης», ή πρόσβαση σε έναρξη/εγγραφή κλήσης της ΚΜ. Είναι και το κομμάτι που θα μελετήσουμε στην τρέχουσα πτυχιακή εργασία.

3. Ραδιοδιάυλος Άμεσου Καθορισμού (Access Grant Channel – AGCH). Ο ραδιοδιάυλος αυτός χρησιμοποιείται για την καταχώρηση ενός SDCCH στην ΚΜ και αναφέρεται μόνο στην κάτω ζεύξη.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

c) Αφιερωμένοι Ραδιοδιαύλοι Ελέγχου (Dedicated Control Channels – DCCH)

1. Αυτόνομος Αφιερωμένος Ραδιοδιαύλος Ελέγχου (Stand Alone Dedicated Control Channel – SDCCH). Χρησιμοποιείται για τη σηματοδότηση του συστήματος κατά τη διάρκεια της έναρξης ή εγγραφής της κλήσης. Αναφέρεται τόσο για την κάτω ζεύξη όσο και για την άνω ζεύξη.

2. Αργός Συσχετισμένος Ραδιοδιαύλος Ελέγχου (Slow Associated Control Channel – SACCH). Ο ραδιοδιαύλος ελέγχου συσχετίζεται με έναν ραδιοδιαύλο TCH ή με έναν SDCCH, τόσο στην άνω όσο και στην κάτω ζεύξη. Σε αυτόν τον ραδιοδιαύλο στέλνονται πληροφορίες οι οποίες αφορούν καταγραφή μετρήσεων από την κινητή μονάδα στον BTS.

3. Γρήγορος Συσχετισμένος Ραδιοδιαύλος Ελέγχου (Fast Associated Control Channel – FACCH). Ο ραδιοδιαύλος αυτός είναι συσχετισμένος με έναν TCH, της κάτω ή της άνω ζεύξης.

d) Κυτταρικός Ραδιοδιαύλος Εκπομπής (Cell Broadcast Channel – CBCH)

1. Κυτταρικός Ραδιοδιαύλος Εκπομπής (Cell Broadcast Channel – CBCH). Ο ραδιοδιαύλος αυτός αναφέρεται μόνο στην κάτω ζεύξη και χρησιμοποιείται για τη διεκπεραίωση της Υπηρεσίας Μικρών Μηνυμάτων (Short Message Service).

1.4.14 Προσφερόμενες Υπηρεσίες

Τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας με τεχνολογία GSM, επιτρέπουν την υποστήριξη των παρακάτω υπηρεσιών:

- Αναμονή Κλήσεων (Call Waiting and Call Hold): Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει την απάντηση σε μια νέα εισερχόμενη κλήση, ενώ υπάρχει κάποιος άλλος συνομιλητής στη γραμμή. Έτσι, όταν κατά τη διάρκεια μιας συνομιλίας δεχτεί ο συνδρομητής μια δεύτερη κλήση, ακούγεται ένα ηχητικό σήμα που τον ειδοποιεί για τη νέα κλήση. Αυτός τότε μπορεί να δεχτεί τη νέα και να βάλει σε αναμονή την αρχική κλήση, ή να πραγματοποιήσει αυτός μια κλήση ενώ η αρχική είναι στην αναμονή, και να επιστρέψει αργότερα σε αυτήν.

- Τηλεφωνική Συνδιάσκεψη (Conference Call): Η υπηρεσία αυτή δίνει τη δυνατότητα σε τρεις ή περισσότερους (μέγιστος αριθμός 5) συνδρομητές να συνομιλούν ταυτόχρονα. Οι συμμετέχοντες ομιλητές μπορεί να ανήκουν σε διαφορετικά δίκτυα GSM (εσωτερικού ή εξωτερικού) ή ακόμα σε σταθερό τηλεφωνικό δίκτυο (εσωτερικού ή εξωτερικού). Κατά τη χρονική εξέλιξη της τηλεσυνδιάσκεψης υπάρχουν πολλές δυνατότητες, όπως κλήση ενός συνδρομητή

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

εκτός συνδιάσκεψης, δημιουργία κατ' ιδίαν επικοινωνίας με έναν από τους συμμετέχοντες κ.α.

- Πληροφόρηση Κόστους Συνδιάλεξης (Advice of Charge): Η υπηρεσία αυτή δίνει τη δυνατότητα πληροφόρησης για τη χρέωση κάθε κλήσης που πραγματοποιείται από την ΚΜ του συνδρομητή. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα προσδιορισμού του κόστους για κάθε κλήση (εθνική ή διεθνή) διαβιβάζοντας τις πληροφορίες χρέωσης από την οθόνη της ΚΜ, οι οποίες αναφέρονται στη συγκεκριμένη κλήση, πριν ακόμη αυτή πραγματοποιηθεί.

- Υπηρεσία Σύντομων Μηνυμάτων (Short Message Service): Ο στόχος της υπηρεσίας αυτής είναι η αποστολή σύντομων μηνυμάτων (μέχρι 160 χαρακτήρες), κατευθειαν από το σύστημα διαχείρισης μηνυμάτων ή το κέντρο εξυπηρέτησης, ή από οποιοδήποτε άλλο συνδρομητή μέσω του κέντρου αυτού, προς την ΚΜ του εμπλεκόμενου συνδρομητή και αντίστροφα. Αν η ΚΜ είναι εκτός λειτουργίας ή ο χρήστης βρίσκεται εκτός περιοχής κάλυψης, τότε το μήνυμα αποθηκεύεται στο δίκτυο και μεταδίδεται μόλις η ΚΜ τεθεί σε λειτουργία ή ο χρήστης βρεθεί και πάλι εντός περιοχής κάλυψης. Αν η ΚΜ είναι κατελιμμένη, τότε το μήνυμα αποθηκεύεται στην κάρτα SIM και μπορεί να ανακληθεί αργότερα μετά το τέλος της συνομιλίας. Επιπλέον, η λήψη του μηνύματος κοινοποιείται στον αποστολέα με ένα μήνυμα αναφοράς λήψης.

- Εκπομπή Μηνυμάτων Τοπικής Εμβέλειας (Cell Broadcast): Με την υπηρεσία αυτή υπάρχει η δυνατότητα εκπομπής σύντομου μηνύματος (μέχρι 93 χαρακτήρες) από το κέντρο εξυπηρέτησης σε όλες τις ΚΜ σε ένα κύτταρο ή σε μια ομάδα κυττάρων. Οι ΚΜ πρέπει να είναι σε κατάσταση λειτουργίας ή σε αδρανή κατάσταση για να λάβουν το μήνυμα. Με τον τρόπο αυτό, μεταδίδονται πληροφορίες σε ενδιαφερόμενους συνδρομητές οι οποίες αφορούν την κίνηση σε συγκεκριμένους δρόμους, πρόγνωση και δελτίο καιρού, εφημερεύοντα πρατήρια βενζίνης κλπ.

- Υπηρεσία Μετάδοσης Δεδομένων και Fax (Data and Fax Transmission): Ο στόχος της υπηρεσίας αυτής είναι η παροχή στους συνδρομητές, της δυνατότητας μετάδοσης δεδομένων με ρυθμούς της τάξης των 9.6 Kbps. Εκτός από τη φορητή ραδιο-μονάδα, ο συνδρομητής πρέπει να έχει έναν προσαρμογέα μετάδοσης δεδομένων (Data Service Adapter – DSA) ή την ειδική κάρτα PCMCIA (Personal Computers Memory Card International Association), και ένα φορητό υπολογιστή ή μια μηχανή Fax. Η μονάδα DSA χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση της φορητής ραδιο-μονάδας με τη σειριακή θύρα του υπολογιστή, και με ένα Group 3 μηχάνημα Fax. Η κάρτα PCMCIA χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση της φορητής ραδιο-μονάδας με ένα φορητό υπολογιστή ή με ένα κινητό μηχάνημα Fax. Η κάρτα αυτή

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

έχει τις διαστάσεις μιας πιστωτικής κάρτας και τη λειτουργικότητα ενός modem, όσον αφορά την αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω του δικτύου GSM.

- Υπηρεσία Φωνητικής Πληκτρολόγησης: Η υπηρεσία αυτή δίνει τη δυνατότητα στο συνδρομητή να ενεργοποιεί τη ραδιο-μονάδα του με τη φωνή του, χωρίς να χρειάζεται να πληκτρολογεί τον αριθμό κλήσης με τα χέρια του. Στα πλαίσια της υπηρεσίας αυτής δημιουργείται ένα αρχείο το οποίο περιέχει τους συνδρομητές με τα τηλέφωνα τους, που καλούνται πιο συχνά.

1.5 Το σύστημα DCS-1800

Το ψηφιακό σύστημα DCS-1800 (Digital Cellular System –1800) δεν αποτελεί ξεχωριστό πρότυπο, καθώς βασίζεται στη θεμελιώδη τεχνολογία του κυτταρικού συστήματος κινητής τηλεφωνίας GSM, ενώ έχει κάποιες τροποποιήσεις και βελτιώσεις σε σχέση με το υπάρχον GSM. Το σύστημα DCS-1800 είναι μικροκυτταρικής μορφής. Έχει τη δυνατότητα να εξασφαλίσει υψηλή ποιότητα επικοινωνίας σε συνδρομητές που κινούνται σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και παρέχει υψηλή χωρητικότητα από πλευράς εξυπηρέτησης χρηστών. Το κόστος της ολοκληρωμένης τεχνικής είναι αρκετές τάξεις μεγαλύτερο, από το αντίστοιχο κόστος του GSM. Λαμβανομένου όμως υπόψη της υψηλής χωρητικότητάς του στην πλήρη ανάπτυξη του συστήματος και με δεδομένο το προσδοκώμενο πλήθος χρηστών, το υπολογισθέν κόστος ανά συνδρομητή σε ικανό βάθος χρόνου, δίνει θετικές τάσεις απόσβεσης και κέρδους.

Μία από τις βασικές διαφορές των ανταγωνιστικών συστημάτων GSM και DCS-1800, είναι η περιοχή συχνοτήτων λειτουργίας, οι οποίες επηρεάζουν σε τελική φάση τα χαρακτηριστικά της αντίστοιχης Η/Μ διάδοσης (ολίσθηση Doppler, χαρακτηριστικά διαλείψεων). Συγκεκριμένα, η εκπομπή σήματος από την ΚΜ προς τον ΣΒ πραγματοποιείται στο τμήμα του ραδιο-φάσματος από 1710 MHz έως 1785 MHz, ενώ η εκπομπή από ένα ΣΒ σε μια ΚΜ επιτυγχάνεται στην περιοχή από 1805 MHz έως 1880 MHz. Όπως φαίνεται, το εύρος ζώνης είναι 75 MHz και είναι τριπλάσιο από το αντίστοιχο εύρος ζώνης του συστήματος GSM, το οποίο είναι 25 MHz. Επίσης, η ελάχιστη απόσταση των διαδοχικών ραδιο-διαύλων είναι 200 KHz και υπάρχει μια απόσταση ασφαλείας εύρους 200 KHz στο κατώτερο όριο της κάθε υποζώνης.

Άλλη διαφορά είναι το μέγεθος της ισχύος εκπομπής των ΚΜ και των ΣΒ. Η ισχύς εκπομπής της ΚΜ στο DCS είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

συστήματος GSM, δηλαδή η μέγιστη ισχύς εκπομπής είναι: 1 W (30 dBm) και 0.25 W (24 dBm). Η διαβάθμιση των μέγιστων ισχύων εκπομπής για το GSM είναι: 20 W (43 dBm), 8 W (39 dBm), 5 W (37 dBm), 2 W (33 dBm) και 0.8 W (29 dBm). Οι ΚΜ μπορούν να μειώνουν την ισχύ εξόδου των πομπών τους με βήματα των 2 dB κατόπιν εντολής του οικείου ΣΒ. Οι κατηγορίες της ισχύος εκπομπής του ΣΒ του DCS ανήκουν στις κατώτερες κατηγορίες των ισχύων εκπομπής του συστήματος GSM. Συγκεκριμένα, ανάλογα με το μέγεθος του κυττάρου κάλυψης, η διαβάθμιση των μέγιστων ισχύων εκπομπής είναι: 20 W, 10 W, 5 W, και 2.5 W. Η αντίστοιχη διαβάθμιση των μέγιστων ισχύων των ΣΒ του GSM είναι: 320 W, 160 W, 80 W, 40 W, 20 W, 10 W, 5 W και 2.5 W. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της ισχύος εκπομπής, ώστε να επιτρέπεται μείωση αυτής από τη μέγιστη στάθμη, με 6 στάθμες των 2 dB και με ακρίβεια της τάξης του 1 dB. Με τον τρόπο αυτό, υπάρχει δυνατότητα «μικρορύθμισης» της κάλυψης από τον φορέα εκμετάλλευσης για τη βέλτιστη λειτουργία ολόκληρου του δικτύου.

Τα γενικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά των δεκτών του συστήματος DCS περιγράφονται στη σύσταση GSM 05.05 – DCS, όπου παρέχονται τα χαρακτηριστικά της φραγής, της παρεμβολής ενδοδιαμόρφωσης και της στάθμης των παρασιτικών εκπομπών. Στην προκειμένη περίπτωση για τους δέκτες των ΣΒ, δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις στάθμες των 2 nW για την περιοχή συχνοτήτων από 9 KHz έως 1 GHz, και 20 nW για συχνότητες από 1 GHz έως 12.75 GHz. Το κατώφλι ευαισθησίας ενός δέκτη προσδιορίζεται ανάλογα με το είδος του ραδιο-διαύλου και τις τοπικές συνθήκες της Η/Μ διάδοσης. Το κατώφλι αυτό για τους κινητούς δέκτες και τους δέκτες των ΣΒ του DCS είναι: -100 dBm (42 dBμV/m) και -104 dBm (38 dBμV/m) αντίστοιχα. Τα αντίστοιχα κατώφλια για το GSM είναι: -102 dBm (35 dBμV/m) και -104 dBm (33 dBμV/m) αντίστοιχα.

Επίσης, υπάρχουν και άλλες τροποποιήσεις που πραγματοποιούνται στον τομέα της σηματοδοσίας του DCS, και αναφέρονται στη σύσταση GSM 04.08 – DCS. Οι τροποποιήσεις αναφέρονται στην περιγραφή ραδιοδιαύλου σε συγκεκριμένο κύτταρο, στην περιγραφή γειτονικού κυττάρου, στην εντολή καταχώρησης ραδιοδιαύλων και σε πληροφορίες του συστήματος.

1.6 Η εξέλιξη της 2ης γενιάς – Η γενιά 2.5

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε, οι τεχνολογίες της 2ης γενιάς σχεδιάστηκαν αρχικά για μετάδοση φωνής αλλά τελικά τους προστέθηκαν νέες δυνατότητες όσον αφορά τη μετάδοση δεδομένων. Ο όρος «γενιά 2.5» (2.5G), δηλώνει τις αρχιτεκτονικές που συμπληρώνουν την υποδομή της 2ης γενιάς, παρέχοντας νέες υπηρεσίες που απαιτούν μεγαλύτερο εύρος ζώνης και αυξημένη χωρητικότητα. Ουσιαστικά οι τεχνολογίες της γενιάς 2.5 σχεδιάστηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να επεκτείνουν τις ικανότητες των υπάρχοντων συστημάτων 2ης γενιάς, και να προετοιμάσουν τη μετάβαση στην 3η γενιά κινητών επικοινωνιών. Η γενιά 2.5 έχει «χτιστεί» πάνω στα πρότυπα της 2ης γενιάς και παρέχει υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων που κυμαίνονται από 57.6 Kbps έως 171.2 Kbps. Παρακάτω θα αναφερθούν μερικά πρότυπα της γενιάς αυτής.

Είναι γνωστό ότι το GSM δίκτυο βασίζεται στην τεχνολογία μεταγωγής κυκλώματος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής σε περιβάλλον του GSM είναι το πρότυπο Υψηλής Ταχύτητας μετάδοσης Δεδομένων με Μεταγωγή Κυκλώματος (*High Speed Circuit Switched Data – HSCSD*). Το HSCSD χρησιμοποιεί για τη μετάδοση τέσσερις συνεχόμενες χρονοθυρίδες του GSM, η κάθε μία από τις οποίες είναι ικανή να υποστηρίξει ρυθμό μετάδοσης 14.4 Kbps. Έτσι το HSCSD μπορεί να μεταδώσει δεδομένα πάνω από ένα GSM δίκτυο με ρυθμό 57.6 Kbps.

Το πρότυπο *D-AMPS IS-136B* που βασίζεται σε Πολλαπλή Πρόσβαση με Επιμερισμό Χρόνου (Time Division Multiple Access – TDMA), αποτελεί το ενδιάμεσο βήμα για το Universal Wireless Communication (UWC-136) το οποίο είναι πρότυπο της 3ης γενιάς. Σε πρώτη φάση το D-AMPS θα παρέχει ρυθμό μετάδοσης μέχρι τα 64 Kbps. Η δεύτερη φάση του προτύπου θα παρέχει μέχρι τα 115 Kbps μετάδοση σε κινητό περιβάλλον.

Ένα άλλο πρότυπο αυτής της γενιάς είναι το *General Packet Radio System (GPRS)*. Το GPRS αποτελεί το εξελικτικό μονοπάτι για το GSM και το IS-136 TDMA προς το UWC-136 το οποίο είναι πρότυπο 3ης γενιάς. Ουσιαστικά είναι μία επέκταση του GSM χρησιμοποιώντας τη μέθοδο μεταγωγής πακέτων. Το πλεονέκτημα της τεχνολογίας GPRS εντοπίζεται κυρίως στην αύξηση της ταχύτητας διακίνησης των δεδομένων, που από τα 9.6 Kbps του GSM φτάνει τα 115 Kbps, ταχύτητα που υπολείπεται ελαφρώς από εκείνη που παρέχουν οι ενσύρματες ISDN συνδέσεις των 128 Kbps. Το δεύτερο σημαντικό χαρακτηριστικό του GPRS είναι η διαρκής σύνδεση του κινητού τηλεφώνου με το δίκτυο, με τη χρέωση να πραγματοποιείται μόνο όταν ο χρήστης ζητά κάποια πληροφορία. Αντίθετα, στα δίκτυα GSM αλλά και στις ενσύρματες συνδέσεις, ο χρήστης χρεώνεται με βάση το χρόνο που παραμένει συνδεδεμένος στο δίκτυο, ανεξαρτήτως εάν το χρησιμοποιεί.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Όπως αναφέραμε, το GPRS είναι μια υπηρεσία του GSM που χρησιμοποιεί μέθοδο μεταγωγής πακέτων. Αυτό σημαίνει, ότι οι πόροι του συστήματος (πχ. ραδιοδιαύλοι) χρησιμοποιούνται μόνο όταν οι χρήστες στέλνουν ή λαμβάνουν δεδομένα. Χρησιμοποιώντας το GPRS, η πληροφορία τεμαχίζεται και τοποθετείται σε πακέτα πριν μεταδοθεί, ενώ στο δέκτη γίνεται η αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή αποπακετοποιείται και συναρμολογείται η αρχική πληροφορία. Το GPRS επιτρέπει στην πληροφορία να μεταδοθεί και να ληφθεί μέσα από πολλαπλά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Τυπικά, συμπληρώνει τις σημερινές υπηρεσίες μετάδοσης δεδομένων με μεταγωγή κυκλώματος και τις υπηρεσίες συντόμων μηνυμάτων. Το πρώτο πράγμα που θα χρειαστεί να αλλάξει ο καταναλωτής την εποχή του GPRS είναι το κινητό του τηλέφωνο, καθώς υπάρχουν ήδη στην αγορά συσκευές που υποστηρίζουν ταχύτητες για λήψη δεδομένων από το δίκτυο προς το τηλέφωνο μεταξύ 25 Kbps και 56 Kbps. Για την αντίστροφη πορεία η ταχύτητα θα φτάνει τα 14.4 Kbps.

Πάντως, το GPRS δεν είναι η μόνη εξέλιξη από όσες προηγήθηκαν των συστημάτων 3ης γενιάς. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα συστήματα Αυξημένου Ρυθμού Μετάδοσης Δεδομένων για Παγκόσμια Εξέλιξη

(Enhanced Data rates for Global Evolution – EDGE). Τα συστήματα EDGE χρησιμοποιούν ένα νέο τρόπο διαμόρφωσης, συγκεκριμένα μια τροποποιημένη διαμόρφωση φάσης 8PSK, και επιτυγχάνουν ταχύτητες μεγαλύτερες του GPRS της τάξης των 384 Kbps. Ένα από τα χαρακτηριστικά του EDGE είναι ότι χρησιμοποιεί την υπάρχουσα υποδομή του GSM δικτύου για να παρέχει μερικές υπηρεσίες 3ης γενιάς, όπως είναι η ταχύτερη μετάδοση δεδομένων των 384 Kbps. Συγκεκριμένα, υπάρχει η δυνατότητα της εύκολης και γρήγορης αναβάθμισης των σταθμών βάσης του GSM. Όπως χαρακτηριστικά σημειώνουν οι εταιρίες, η αναβάθμιση αυτή ολοκληρώνεται από τεχνικό σε 2-3 λεπτά, ενώ δεν απαιτείται η δέσμευση πρόσθετης συχνότητας. Το EDGE είναι μια τεχνολογία που θα μπορούσε να καλύψει το κενό μεταξύ της 2ης και της 3ης γενιάς. Όμως, η τεχνολογία αυτή δεν γνώρισε μεγάλη εξάπλωση στην Ευρώπη αφού η τεχνολογία WCDMA που χρησιμοποιείται στα συστήματα UMTS σε πολλές χώρες του κόσμου, είναι πιο κατάλληλη για εφαρμογές 3ης γενιάς. Έτσι, αποδείχτηκε δημοφιλέστερη η αναβάθμιση του GSM με GPRS τεχνολογία και προοδευτική επικάλυψη από το WCDMA. Πρακτικά, το παραπάνω γίνεται για πυκνοκατοικημένες περιοχές, ενώ οι αραιοκατοικημένες θα μπορούσαν να εξυπηρετούνται από το EDGE.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

1.6.1 Τεχνολογία EDGE (2.7G) - (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Το EDGE είναι μια ενδιάμεση μεταβατική τεχνολογία πριν το 3G και αυτό είναι τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει στα δίκτυα 2G να έχουν τριπλάσια χωρητικότητα δικτύου με πολύ υψηλές ταχύτητες μετάδοσης για την παροχή υπηρεσιών 3G, όπως video streaming, πραγματικό Internet browsing κτλ.. Το EDGE είναι μια αναβάθμιση του GPRS αλλά δεν μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα ενώ η αναβάθμιση και η εγκατάσταση του EDGE δεν απαιτεί την χρήση νέου εξοπλισμού από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας αλλά την βελτίωση του ήδη υπάρχοντος. Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας EDGE σε σχέση με το ήδη υπάρχον GSM δίκτυο, είναι η χρήση μίας διαφορετικής μεθόδου διαμόρφωσης των δεδομένων. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται 8PSK (8 Phase Shift Keying modulation) επιτρέποντας τη μεταφορά 3 bit δεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Η τεχνολογία που παρέχουν τα απλά δίκτυα GSM με υποστήριξη υπηρεσιών GPRS, χρησιμοποιεί τη μέθοδο GMSK (Gaussian pre-filtered Minimum Shift Keying) η οποία βασίζεται στη μέθοδο Gauss για την εκθετική μείωση των πιθανοτήτων λάθους κατά τη μεταφορά των δεδομένων, αλλά επιτρέπει τη μεταφορά μόνο ενός bit δεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται είναι 384Kbps ή και 768kbps με στόχο όμως να φτάσει τα 2Mbps. Επίσης το EDGE έχει την ικανότητα αναμετάδοσης ενός πακέτου πληροφοριών, που δεν κωδικοποιήθηκε σωστά, με ένα περισσότερο ισχυρό σχήμα κωδικοποίησης, ενώ στο GPRS τα πακέτα θα έπρεπε να αποστέλλονται με το ίδιο σχήμα κωδικοποίησης ακόμη και αν το περιβάλλον μεταβάλλεται με αποτέλεσμα τις αποσυνδέσεις και τα προβλήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές με αυξημένη ζήτηση.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα πιο σημαντικά πρότυπα που προτάθηκαν από τη βιομηχανία κατά τη μετάβαση στη γενιά 2.5. Να σημειωθεί ότι η υποδομή της 2ης γενιάς παραμένει και λειτουργεί όπως πριν, ακόμα και αν εμπλέκεται με τη τεχνολογία της γενιάς 2.5. Έτσι φαίνονται παρακάτω τα πρότυπα της 2ης γενιάς με τις αναβαθμίσεις τους σε γενιά 2.5.

Πρότυπα	Χαρακτηριστικά
GSM	-2ης γενιάς με χρήση μεθόδου Πολλαπλής Πρόσβασης με Επιμερισμό Χρόνου (TDMA) και με μεταπήδηση συχνοτήτων
HSCSD	-High Speed Circuit Switched Data -Συνδυασμός μέχρι 4 χρονοθυρίδων -Ρυθμός μετάδοσης 56 Kbps

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

	-Χρησιμοποιεί την υπάρχουσα υποδομή
GPRS	-General Packet Radio Services -Χρησιμοποιεί την υπάρχουσα υποδομή για μετάδοση φωνής -Προσθέτει νέα υποδομή με μέθοδο μεταγωγής πακέτων για μετάδοση δεδομένων -Βελτιωμένη χρήση των RF πόρων, ρυθμός μετάδοσης 115-160 Kbps -Κατανέμει τον όγκο των δεδομένων όπως χρειάζεται
EDGE	-Enhanced Data Rates for GSM -Ρυθμός μετάδοσης 384 Kbps -Τροποποιημένη διαμόρφωση φάσης 8PSK
EGPRS	-Enhanced GPRS -Συνδυασμός GSM GPRS με διαμόρφωση EDGE
PDC	-2ης γενιάς με τεχνολογία (TDMA)
IS-136 (TDMA)	-2ης γενιάς με τεχνολογία (TDMA)
TDMA/NA DC	-2ης γενιάς με τεχνολογία (TDMA)
IS-136B/HS	-Αρχιτεκτονική GPRS για ANSI-136 -Διαμόρφωση EDGE -Ρυθμός μετάδοσης 9.6 Kbps με χρήση μιας χρονοθυρίδας και διαμόρφωση QPSK -14.4 Kbps με μια χρονοθυρίδα και διαμόρφωση 8PSK -43.2 Kbps με τρεις χρονοθυρίδες και διαμόρφωση 8PSK
CdmaOne	-2ης γενιάς με τεχνολογία Πολλαπλής Πρόσβασης με Επιμερισμό Κώδικα (CDMA)
IS-95B	-Συνδυασμένη κωδικοποίηση καναλιών, επιτυγχάνει ρυθμό 64 Kbps

Πίνακας 1.1: Μέθοδοι ασύρματης μετάδοσης δεύτερης γενιάς και αναβαθμίσεις της γενιάς 2.5.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

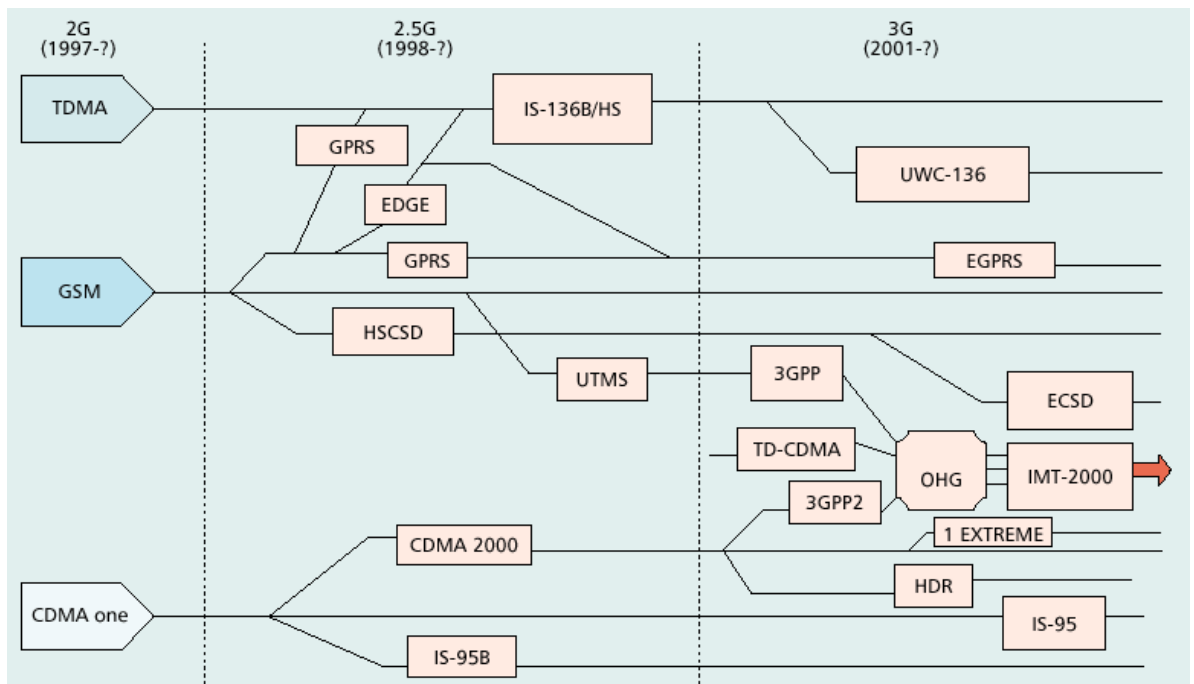
1.7 Τα Συστήματα Τρίτης Γενιάς

1.7.1 Εισαγωγή σε υπηρεσία

Από το έτος 2000 και μέχρι το έτος τερματισμού το 2010, αναμενόταν να λειτουργήσουν τα κυτταρικά συστήματα της τρίτης γενιάς (3G). Λόγω της τεράστιας διείσδυσης των συστημάτων 2^{ης} γενιάς αλλά και της αμφιβολίας για το ποια θα ήταν η αντίστοιχη με τα SMS, «killer application» που θα δικαιολογούσε τις τεράστιες επενδύσεις που καλούνταν να κάνουν οι παροχοί κινητής τηλεφωνίας. Τα συστήματα της 3ης γενιάς σχεδιάστηκαν ώστε να μεταφέρουν το ίδιο καλά φωνή και δεδομένα. Τα προτεινόμενα συστήματα για την 3η γενιά, προσπαθούν να ξεπεράσουν τους τεχνικούς περιορισμούς των προηγούμενων τεχνολογιών και οτιδήποτε εμπόδιζε την ανάπτυξη υπηρεσιών, όπως το ασύρματο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), η αναζήτηση στο διαδίκτυο κλπ. Επίσης, κάνουν εφικτή την εφαρμογή υπηρεσιών όπως η τηλεδιάσκεψη, το ηλεκτρονικό εμπόριο και τα πολυμέσα. Η 3η γενιά δεν αποτελεί μια τεχνολογία ή ένα πρότυπο, αλλά ένα γενικό όρο που περιγράφει μια ποικιλία μεθόδων, που φέρνουν υπηρεσίες διαδικτύου μεγάλης ταχύτητας στα κυτταρικά δίκτυα τηλεφωνίας. Η διαχρονική εξέλιξη των συστημάτων 3ης γενιάς θα οδηγήσει σε μετάδοση των δεδομένων με ρυθμούς της τάξης των 155 Mbps.

Η μετάβαση από τη 2η γενιά στην 3η, έφερε περισσότερη εξέλιξη στις τεχνολογίες σε σχέση με τις δύο προηγούμενες γενιές. Η μετάβαση αυτή, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.5, ξεκινάει από πολλές παράλληλες διαδρομές της 2ης γενιάς που απεικονίζουν τις είδη ανεπτυγμένες τεχνολογίες.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Σχήμα 1.6: Η πορεία προς την τρίτη γενιά.

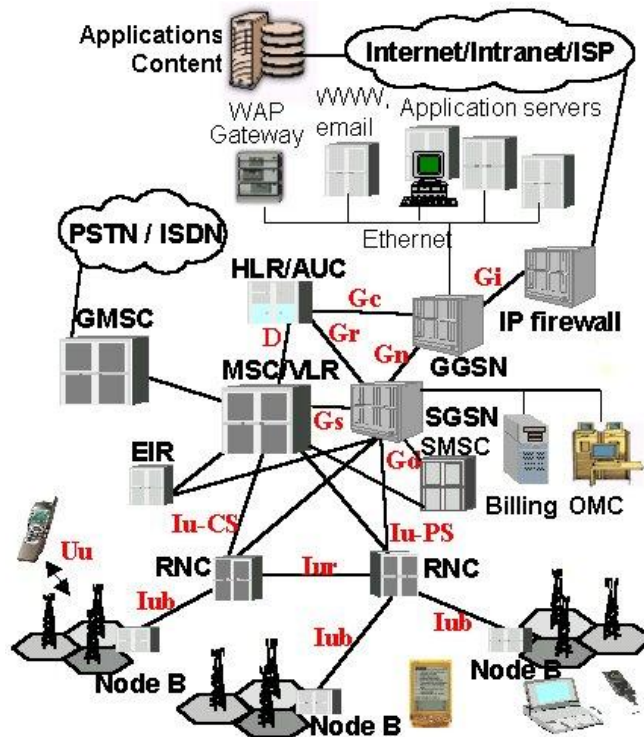
1.7.2 Στόχοι συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3^{ης} γενιάς

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union – ITU), πρότεινε ένα σύνολο από στόχους που πρέπει να πληροί ένα ασύρματο σύστημα 3ης γενιάς, οι οποίοι ονομάζονται Διεθνείς Κινητές Τηλεπικοινωνίες για το έτος 2000 (International Mobile Telecommunications - IMT-2000). Οι κυριότερες απαιτήσεις για όλα τα είδη των τεχνολογιών που πρέπει να πληρούνται από συστήματα 3ης γενιάς είναι οι παρακάτω:

- Ποιότητα φωνής συγκρίσιμη με αυτή του δημόσιου επιλογικού δικτύου (PSTN)
- Ρυθμό μετάδοσης δεδομένων της τάξης των 144 Kbps για χρήστες σε ταχέως κινούμενα οχήματα σε μεγάλες περιοχές κάλυψης
- Ρυθμό μετάδοσης δεδομένων της τάξης των 384 Kbps για πεζούς, είτε ακίνητους, είτε αργά κινούμενους σε μικρές περιοχές κάλυψης
- Ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μέχρι τα 2.048 Mbps για χρήση μέσα σε γραφεία
- Υποστήριξη υπηρεσιών μεταγωγής πακέτου και μεταγωγής κυκλώματος

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

- Προσαρμογή της ασύρματης διασύνδεσης σύμφωνα με την ασύμμετρη φύση των πληροφοριών που μεταδίδονται από το Internet, μεγαλύτερο εύρος ζώνης για την κάτω ζεύξη (downlink) από ότι για την άνω ζεύξη (uplink).
- Πιο αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου ραδιο-φάσματος
- Υποστήριξη μεγάλης ποικιλίας κινητού εξοπλισμού
- Ευέλικτη εισαγωγή νέων υπηρεσιών και τεχνολογιών



Σχήμα 1.7 πως μπορεί ένα δίκτυο Umts 3G να δομηθεί.

1.7.3 Κύρια χαρακτηριστικά συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3ης γενιάς

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών, είναι ότι βασίζονται σε μικρο-κυτταρική (micro-cellular) και πικο-κυτταρική (pico-cellular) δομή. Μάλιστα, αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν πολλούς τύπους κυττάρων, ανάλογα με τη στιγμιαία τους θέση. Η σύνδεσή τους είναι δύο επιπέδων στις περισσότερες περιοχές (πχ. εθνικές οδοί, πυκνοκατοικημένες περιοχές κλπ.), αλλά και τριών

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

επιπέδων (πχ. εντός κτιρίων). Οι κατηγορίες των κυττάρων που χρησιμοποιούνται είναι οι παρακάτω:

- Κύτταρα μεγίστης κάλυψης (overlay cells): Τα κύτταρα αυτά έχουν ακτίνα κάλυψης, η οποία φτάνει μέχρι μερικές εκατοντάδες Km και χρησιμοποιούνται στη δορυφορική κινητή τηλεφωνία, προκειμένου να καλυφτούν επικοινωνιακά οι κινητές μονάδες που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές.

- Υπερκύτταρα (hyper cells): Τα κύτταρα αυτά έχουν ακτίνα κάλυψης μεγαλύτερη από 20 Km και χρησιμοποιούνται για την επικοινωνιακή κάλυψη κινητών μονάδων, οι οποίες βρίσκονται εντός επαρχιακών περιοχών.

- Μακροκύτταρα (macro cells): Τα κύτταρα αυτά έχουν ακτίνα κάλυψης η οποία έχει ελάχιστη τιμή 1 Km και μέγιστη τιμή 20 Km. Η δομή αυτή χρησιμοποιείται για την επικοινωνιακή κάλυψη κινητών μονάδων που κινούνται σε οδούς εκτός πόλεων, καθώς και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.

- Μικροκύτταρα (micro cells): Τα κύτταρα αυτά έχουν ακτίνα κάλυψης με ελάχιστη τιμή 100 m και μέγιστη τιμή 1 Km. Η δομή αυτή χρησιμοποιείται για την κάλυψη των επικοινωνιακών αναγκών των κινητών μονάδων που βρίσκονται και κινούνται στις κεντρικές περιοχές των πόλεων.

- Πικοκύτταρα (pico cells): Τα κύτταρα αυτά έχουν ακτίνα κάλυψης μικρότερη από 100 m. Η δομή αυτή χρησιμοποιείται για την κάλυψη των επικοινωνιακών αναγκών των χρηστών με φορητές μονάδες οι οποίοι κινούνται γενικά εντός κτιρίων (πχ. γραφεία, κατοικίες, κλπ.) και ειδικότερα αυτών που βρίσκονται εντός λεωφορείων, τρένων, πλοίων και αεροπλάνων.

Παρακάτω φαίνεται το περιβάλλον της ραδιο-κάλυψης σε παγκόσμιο επίπεδο.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Σχήμα 1.8: Το περιβάλλον της παγκόσμιας ασύρματης πρόσβασης τον 21ο αιώνα.

1.8 Βασικά πρότυπα συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3ης γενιάς

Μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες στα συστήματα 3ης γενιάς είναι η Ευρείας Ζώνης Πολλαπλή Πρόσβαση με Επιμερισμό Κώδικα (*Wideband Code Division Multiple Access – WCDMA*). Έχει σχεδιαστεί για να παραδίδει υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας μετάδοσης δεδομένων και ιδιαίτερα πακέτα δεδομένων βασισμένα στο Internet. Φτάνει ένα ρυθμό μετάδοσης μέχρι 2 Mbps σε περιβάλλον γραφείου και μέχρι τα 384 Kbps σε κινητό περιβάλλον. Υποστηρίζει επικοινωνίες, είτε με μέθοδο μεταγωγής πακέτου, είτε με μεταγωγή κυκλώματος, όπως πρόσβαση στο Internet και στις ενσύρματες τηλεφωνικές υπηρεσίες. Η WCDMA κάνει αποτελεσματική χρήση του ραδιο-φάσματος και δεν χρειάζεται ανάθεση συχνοτήτων, με αποτέλεσμα να παρέχει μεγαλύτερη χωρητικότητα και κάλυψη σε σχέση με τις τωρινές διασυνδέσεις. Είναι επίσης συμβατή με τις τεχνολογίες της 2ης γενιάς. Χρησιμοποιεί δομή (σηματοδοσία) του πρωτοκόλλου δικτύου παρόμοια με αυτή του GSM. Έτσι, η τεχνολογία GSM μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί σε WCDMA τεχνολογία 3ης γενιάς σύμφωνα με την υλοποίηση EDGE. Επίσης, στο WCDMA βασίζεται και το πρότυπο UMTS το οποίο θα αναλυθεί εκτενώς παρακάτω.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Επίσης, αναπτύχθηκε και ένα ακόμα πρότυπο με βάση το CDMA, το οποίο ονομάζεται *CDMA-2000*. Το πρότυπο αυτό αποτελεί εξέλιξη του CDMA One της 2ης γενιάς. Υποστηρίζει ένα πλήθος από συχνότητες καναλιών, οι οποίες είναι: 1.25, 3.75, 7.5, 11.25, και 15 MHz. Έτσι μπορεί να εξυπηρετεί ένα πλήθος από ρυθμούς δεδομένων καθώς επίσης και μεγάλο αριθμό χρηστών. Προσφέρει στους διαχειριστές δικτύων 2ης γενιάς με CDMA One συστήματα, ένα ομαλό μονοπάτι μετάβασης που να κάνει εφικτή οικονομικά την αναβάθμιση σε υπηρεσίες 3ης γενιάς μέσα στην ίδια κατανομή ραδιο-φάσματος. Το CDMA-2000 έχει χωριστεί σε δύο φάσεις. Οι δυνατότητες της πρώτης φάσης καθορίζονται με το πρότυπο 1X, και μεταδίδουν με ταχύτητες 144 Kbps πακέτα δεδομένων. Η δεύτερη φάση είναι γνωστή με το πρότυπο 3X και ενσωματώνει τις δυνατότητες του 1X. Επιπλέον, υποστηρίζει όλα τα μεγέθη καναλιών και παρέχει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων μέχρι τα 2 Mbps. Τέλος, ενσωματώνει αναβαθμισμένες δυνατότητες πολυμέσων.

Υπάρχουν και πρότυπα που χρησιμοποιούν τη μέθοδο Πολλαπλής Πρόσβασης με Επιμερισμό Χρόνου (TDMA). Ένα από αυτά είναι το *TD-CDMA*, το οποίο ουσιαστικά πρόκειται για συνδυασμό των μεθόδων TDMA και CDMA στο ίδιο σύστημα. Αυτή η προσέγγιση διατηρεί κάποιες από τις λειτουργικές παραμέτρους του GSM-TDMA, όπως τη δομή του πλαισίου και των χρονοθυρίδων. Την ίδια στιγμή, η CDMA τεχνολογία προσθέτει καλύτερο μέσο όρο παρεμβολών και ποικιλία συχνοτήτων. Ο συνδυασμός των δύο μεθόδων συνενώνει την αποτελεσματικότητα του ραδιο-φάσματος από το CDMA και τις αρχές σχεδιασμού και τα εύκολα κατανοητά χαρακτηριστικά του GSM δικτύου, το οποίο βασίζεται σε TDMA.

Επιπροσθέτως, υπάρχει και ένα πρότυπο που είναι ένα από τα λίγα αυθεντικά TDMA πρότυπα, χωρίς καθόλου στοιχεία από το CDMA. Αυτό το πρότυπο ονομάζεται *UWC-136*. Αποτελεί τον εξελικτικό δρόμο για το σύστημα Advanced Mobile Phone System (AMPS) και για τις τεχνολογίες 2ης γενιάς TIA/EIA-136, που σχεδιάστηκαν ειδικά για να είναι συμβατές με το AMPS. Το πρότυπο UWC-136 είναι πολύ σημαντικό, αν σκεφτούμε ότι το AMPS το χρησιμοποιούν οι περισσότερες συσκευές στον κόσμο σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο δίκτυο, εκτός από το GSM. Στις αρχές του 1999, η Παγκόσμια Συνεργασία Ασυρμάτων Επικοινωνιών (Universal Wireless Communications Consortium – UWCC) ανακοίνωσε ένα πλαίσιο σύμπλευσης με το GSM. Αυτή η ανακοίνωση προώθησε την ικανότητα της τεχνολογίας ασύρματης μετάδοσης UWC-136, η οποία προτείνει μια χαμηλού κόστους εξέλιξη και ανάπτυξη για τους διαχειριστές συστημάτων AMPS και TIA/EIA-136. Η τεχνολογία αυτή αναπτύχθηκε σε μια αρκετά μεγάλη μπάντα

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

συχνοτήτων, από 500 MHz έως 2.5 GHz. Οι ρυθμοί μετάδοσης των δεδομένων για τα συστήματα UWC-136 κυμαίνονται από τα 48.6 Kbps έως τα 5.2 Mbps.

Συνοπτικά, τα πρότυπα κινητών επικοινωνιών της 3ης γενιάς, παρουσιάζονται στον πίνακα 1.2:

Πρότυπα	Χαρακτηριστικά
UMTS	<ul style="list-style-type: none"> -Παγκόσμιο Σύστημα Κυτταρικών Κινητών Επικοινωνιών (Universal Mobile Telephone Service) -Εκδοχή του 3GPP τυποποιημένη από τον ETSI -Μέρος του UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) -W-CDMA με τεχνολογία Direct Sequence Spread Spectrum -3.84 Mcps/sec -Μέχρι 2 Mbps ρυθμός μετάδοσης
ARIB	<ul style="list-style-type: none"> -Association of Radio Industries and Businesses -Ιαπωνική εκδοχή του 3GPP -W-CDMA με τεχνολογία Direct Sequence Spread Spectrum -3.84 Mcps/sec -Μέχρι 2 Mbps ρυθμός μετάδοσης
UWC-136	<ul style="list-style-type: none"> -Παγκόσμια Συνεργασία Ασυρμάτων Επικοινωνιών (Universal Wireless Communications Consortium) -Συμβατό με AMPS, IS-54, ANSI-136, ANSI-41, GSM -Τεχνολογία Πολλαπλής Πρόσβασης με Επιμερισμό Χρόνου (TDMA) -Ρυθμός μετάδοσης από 48.6 Kbps έως 5.2 Mbps
TD-CDMA	<ul style="list-style-type: none"> -Μέθοδος Διπλής Πρόσβασης με Επιμερισμό Χρόνου (Time Division Duplex Access) -Εκπομπή/ λήψη στην ίδια συχνότητα -W-CDMA στα 3.84 Mcps
Cdma2000	<ul style="list-style-type: none"> -Συμβατό με IS-95 και ANSI-4
1X	<ul style="list-style-type: none"> -Πρώτη φάση του Cdma2000 -Ρυθμός μετάδοσης πακέτων στα 144 Kbps, εμπρόσθια σύνδεση

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

	-1 φορέας στα 1.2288 Mcps, εμπρόσθια και ανάστροφη σύνδεση
3X	-Δεύτερη φάση του Cdma2000 -3 φορείς στα 1.2288 Mcps ο καθένας, εμπρόσθια σύνδεση -1 φορέας στα 3.6864 Mcps, ανάστροφη σύνδεση
3GPP	-Εργασία Τυποποίησης 3ης γενιάς (Third Generation Partnership Project) που καθορίζει τις τεχνικές τυποποιήσεις για συστήματα 3 ^{ης} γενιάς βασισμένα σε GSM δίκτυα κορμού
3GPP2	- Εργασία Τυποποίησης 3ης γενιάς (Third Generation Partnership Project 2) που καθορίζει τις τεχνικές τυποποιήσεις για ένα σύστημα 3ης γενιάς, το cdma2000

Πίνακας 1.2: Μέθοδοι ασύρματης μετάδοσης 3ης γενιάς.

1.8.1 Υπηρεσίες και δυνατότητες συστημάτων κινητής τηλεφωνίας 3^{ης} γενιάς

Με τα συστήματα της 3ης γενιάς, δημιουργείται ένα πλήθος από νέες υπηρεσίες που επιτρέπουν την επικοινωνία, την ψυχαγωγία και τη μετάδοση πληροφοριών μεταξύ των τερματικών, οπουδήποτε και αν βρίσκονται οι χρήστες. Είναι χαρακτηριστικό, ότι οι νέες προσωπικές επικοινωνιακές συσκευές είναι συνδυασμός της μονάδας του φορητού υπολογιστή και του κυτταρικού φορητού τηλεφώνου. Η υβριδική αυτή συσκευή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη για αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων, τηλε-ομοιοτυπία, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, λήψη φωτογραφιών και video, τηλε-ειδοποίηση, μετάδοση φωνής, καθώς επίσης δυνατότητες οργάνωσης και διαχείρισης της πληροφορίας. Ένα παράδειγμα συσκευής 3ης γενιάς φαίνεται στο σχήμα 1.9.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Σχήμα 1.9: Κινητό τηλέφωνο τρίτης γενιάς.

Όπως αναφέραμε παραπάνω, το κινητό τηλέφωνο θα μπορεί να μετατραπεί σε τηλεόραση, η μετάδοση φωτογραφιών θα διαρκεί λίγα δευτερόλεπτα, ενώ θα είναι δυνατή η τηλεσυνδιάσκεψη μέσω του κινητού. Κάποιες από τις νέες υπηρεσίες που θα φέρουν τα δίκτυα 3ης γενιάς είναι:

➤ Ηλεκτρονικό Πορτοφόλι (E-Wallet): Η πληρωμή των λογαριασμών θα μπορεί να γίνεται απευθείας μέσω του κινητού.

➤ Διακοπές-Ταξίδια: Χρησιμοποιώντας το κινητό του, ο συνδρομητής θα μπορεί να ελέγξει αν υπάρχουν κενές θέσεις σε αεροπλάνα ή πλοία, να κάνει κράτηση σε ξενοδοχεία, ή να ενημερώνεται για τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου.

➤ Εντοπισμός Θέσης: Σε έκτακτες περιπτώσεις, π.χ. βλάβης αυτοκινήτου, θα μπορεί η να εντοπίζεται ο χρήστης και να του παρέχεται βοήθεια. Επίσης, θα μπορεί να ενημερώνεται για καταστήματα που έχει επιλέξει και που βρίσκονται κοντά στην περιοχή που κινείται εκείνη τη στιγμή.

➤ Ηλεκτρονικό Εμπόριο (E-Commerce): Μέσω του κινητού του, ο χρήστης θα μπορεί να ενημερώνεται για τις προσφορές της ημέρας και για τα καταστήματα που κάνουν τις προσφορές. Επίσης, θα μπορεί να πραγματοποιεί τις αγορές απευθείας μέσω του κινητού, απλώς με την πληκτρολόγηση του αριθμού της πιστωτικής κάρτας.

➤ Ενημέρωση-Διασκέδαση: Θα υπάρχουν αμφίδρομα ηλεκτρονικά παιχνίδια, όπου οι παίκτες θα συναντώνται μέσω κινητού στο διαδίκτυο. Επίσης, θα υπάρχουν on-line ειδήσεις και υπηρεσίες πληροφοριών, ζωντανές μεταδόσεις καινούργιων τραγουδιών, κρατήσεις θέσεων σε κινηματογράφους κλπ.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Οι δυνατότητες της κινητής τηλεφωνίας 3ης γενιάς, παρουσιάζονται στον πίνακα 1.3.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ					
ΕΙΔΗΣΕΙΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	ΟΔΗΓΟΣ ΠΟΛΗΣ	ΜΙΚΡΕΣ ΑΓΓΕΛΙΕΣ & ΑΓΟΡΕΣ	ΤΑΞΙΔΙΑ	ΕΙΔΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ
- Επικαιρότητα - Πολιτικά - Οικονομικά & Επιχειρήσεις - Πολιτιστική ενημέρωση - Ειδήσεις Προπό-Λόττο κλπ	-Δείκτες χρηματιστηρίου -Τιμές μετοχών -Stock alert -Τιμές συναλλάγματος -Επιτόκια Ισολογισμοί -Πιστωτικό υπόλοιπο -Μεταφορές χρημάτων -Πληρωμές λογαριασμών -Αγορά/ Πώληση μετοχών κλπ.	-Ταξί - Εστιατόρια -Σινεμά - Θέατρα - Συναυλίες - Εκθέσεις - Νυχτερινά κέντρα - Πρώτες βοήθειες - Φαρμακεία -Καιρός - Εντοπισμός ATM	- Προσωπικά - Αυτοκίνητα -Ακίνητα -Εργασία - Πλειστηριασμοί -Shopping -Μικρά αντικείμενα - Διαφημιστικές καμπάνιες -Εισιτήρια	-Κίνηση στους δρόμους -Μέσα μεταφοράς - Δρομολόγια τρένων -Οδικοί χάρτες - Αεροπορικές πτήσεις - Ξενοδοχεία -Πακέτα διακοπών	-Κινητή τηλεφωνία -Σελίδες στο Internet - Computers και λογισμικό
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ					
SMS	E-MAIL	FAX	ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ		
-Αποστολή/λήψη SMS μηνυμάτων -Ευχετήριες κάρτες	-Αποστολή/λήψη E-mail -Φωνητικά μηνύματα	-Αποστολή/λήψη Fax -Ειδικές εφαρμογές (Παραλαβή κειμένων και αποθήκευση για επεξεργασία)	-Μηνύματα και ειδήσεις σε ομάδες με κοινά ενδιαφέρο-ντα		
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ					
ORGANIZERS	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΣ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ		

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

	ΒΟΗΘΟΣ					
-Αποστολή/ λήψη μηνυμάτων SMS -Ευχετήριες κάρτες	-Διαχείριση τηλεφωνημάτων -Υπηρεσίες μετάφρασης		-Calculator -Λεξικό -Μεταφραστής -Μετατροπέας συναλλάγματος		-Πληρωμή σε αυτόματα μηχανήματα -Ηλεκτρονική ταυτότητα	
ΔΙΑΣΚΕΛΑ ΣΗ						
ΜΟΥ ΣΙΚΗ	TV	LIF E ST YLE	ΔΙΑΣΚΕ ΔΑΣΗ	ΕΙΚ ΟΝΕΣ	ΠΑΙΧ ΝΙΔΙΑ	ΑΣΤΡΟΛ ΟΓΙΑ
-Ήχοι για κινητά - Βίντεοκλιπ	- Πρόγραμμα - Στιγμιότυπα	- Γαστρονομία - Χόμπι - Μόδα	-Ανέκδοτα -Ρητά - Ονειροκρίτης	- Εικόνες - Σήματα - Καρτ ποστάλ	-Παζλ -Κουίζ - Τζόγος	- Ωροσκόπιο - Βιορυθμοί

Πίνακας 1.3: Οι δυνατότητες της κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς

1.9 Το Σύστημα 3ης Γενιάς UMTS

1.9.1 Εισαγωγή σε υπηρεσία του συστήματος UMTS

Το Παγκόσμιο Σύστημα Κυτταρικών Κινητών Επικοινωνιών (Universal Mobile Telephone System – UMTS), ανήκει, όπως έχει ήδη αναφερθεί, στα συστήματα επικοινωνίας της τρίτης γενιάς, αποτελεί την Ευρωπαϊκή εκδοχή των συστημάτων 3ης γενιάς.

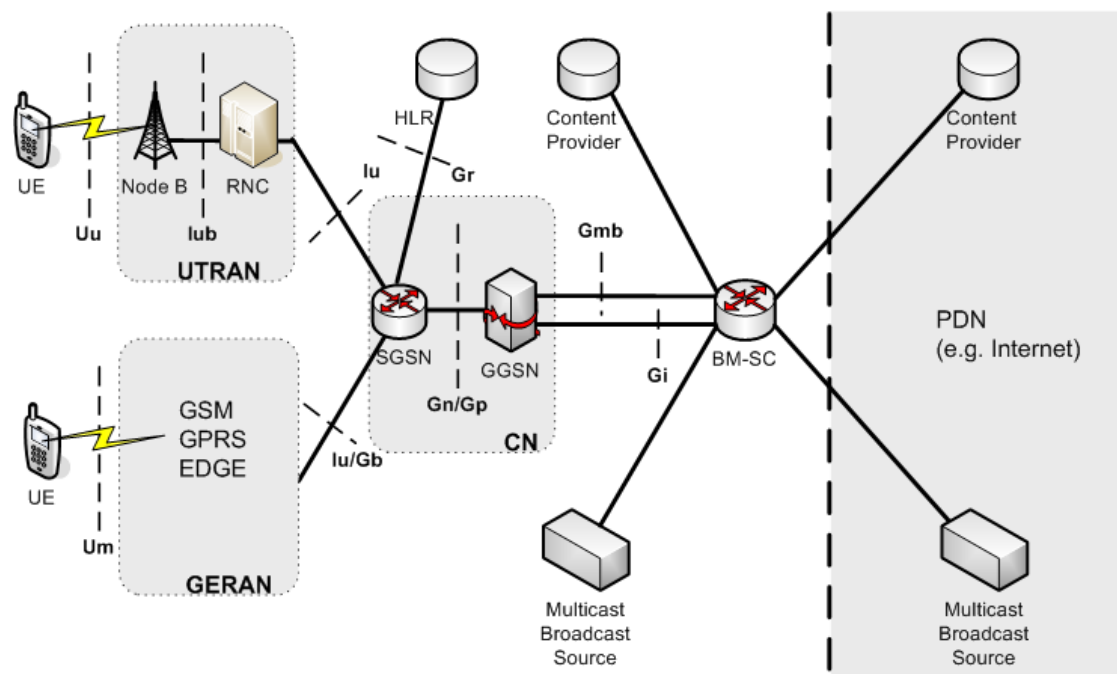
Πρόκειται για την εξέλιξη σε σχέση με την χωρητικότητα, την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων και την ύπαρξη νέων υπηρεσιών, των κινητών δικτύων δεύτερης γενιάς. Σήμερα, περισσότερα από εξήντα 3G/UMTS δίκτυα που χρησιμοποιούν την WCDMA τεχνολογία λειτουργούν σε 25 χώρες. Για την οργάνωση του όλου εγχειρήματος έχει θεσπιστεί ειδικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός με την ονομασία Third Generation Partnership Project (3GPP) του οποίου

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

μέλημα είναι η παρακολούθηση και η καθοδήγηση των εξελίξεων στην συγκεκριμένη τεχνολογική περιοχή.

Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα των UMTS δικτύων ξεχωρίζουμε τους αυξημένους ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων και την ταυτόχρονη υποστήριξη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων και φωνής. Πιο συγκεκριμένα, το UMTS δίκτυο στην αρχική του φάση, θεωρητικά προσφέρει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως και 384 kbps σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα του χρήστη. Αντίθετα, όταν ο χρήστης παραμένει ακίνητος οι ρυθμοί μετάδοσης αυξάνουν κατά πολύ φθάνοντας την τιμή των 2 Mbps.

Εκτιμάται ότι στο μέλλον θα υπάρξει περαιτέρω αύξηση των ρυθμών μετάδοσης δεδομένων. Ήδη, ο 3GPP έχει θέσει σαν standard δύο νέες τεχνολογίες. Πρόκειται για το High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) και το High Speed Uplink Packet Access (HSUPA) αντίστοιχα. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες ουσιαστικά αποτελούν εξέλιξη του UMTS, αφού υπόσχονται ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων έως και 14,4 Mbps στο downlink και 5.8 Mbps στο uplink.



Σχημα 1.10: Αρχιτεκτονική Umts

1.9.2 Στόχοι του συστήματος UMTS

Ο πρωταρχικός στόχος είναι να ικανοποιήσει τις ανάγκες για αναβαθμισμένες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες ενός μεγάλου αριθμού χρηστών που εργάζονται σε διαφορετικά υλικά και λογισμικά περιβάλλοντα. Στην περίπτωση αυτή, οι διάφορες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες (πχ. τηλε-ειδοποίηση, ασύρματη τηλεφωνία κλπ), οι

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

οποίες στη φάση αυτή παρέχονται από διαφορετικά συστήματα, πρόκειται να ολοκληρωθούν σε ένα και μοναδικό τηλεπικοινωνιακό σύστημα, το οποίο θα φέρει την ονομασία UMTS.

Οι κυριότεροι αντικειμενικοί στόχοι του συστήματος αυτού είναι:

- να υποστηρίξει την υπάρχουσα τεχνολογία στις κινητές και σταθερές τηλεπικοινωνίες (ISDN και B-ISDN), προκειμένου να διεκπεραιώνονται οι αντίστοιχες ψηφιακές υπηρεσίες με ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων από 2 Mbps μέχρι 155 Mbps. Οι ραδιο-συχνότητες του ασυρματικού τμήματος του συστήματος είναι άνω των 2 GHz (τα ραδιο-φασματικά παράθυρα είναι υπό διερεύνηση).

- να υποστηρίξει εξειδικευμένες κινητές υπηρεσίες (πχ. εντοπισμός οχήματος, φόρτος οδικής κίνησης, κλπ.), οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία υψηλού δείκτη ενδιαφέροντος όχι μόνο στην παν-Ευρωπαϊκή, αλλά και στην παγκόσμια διεθνή αγορά.

- να υποστηρίξει τη χρήση τερματικών μονάδων οπουδήποτε και αν αυτές βρίσκονται (πχ. στην κατοικία, στο γραφείο, εν κινήσει σε αστικό, ημιαστικό και μη αστικό περιβάλλον).

- να υποστηρίξει (τεχνολογικά) τη συν-λειτουργία ανομοιογενών τεχνολογιών στα κινητά τερματικά, προκειμένου να προωθούνται οι προκεχωρημένες υπηρεσίες video και δεδομένων.

- τέλος, να υποστηρίξει βέλτιστες και αξιόπιστες διαδικασίες περιαγωγής των κινητών μονάδων κατά τη μετάβαση τους από κύτταρο σε κύτταρο.

1.9.3 Βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος UMTS

Πρέπει να σημειωθεί, ότι η φιλοσοφία της ολοκλήρωσης του συστήματος UMTS είναι αναβάθμιση των υπάρχοντων συστημάτων κινητής τηλεφωνίας και η βασική απαίτηση της «συνέχειας» των επικοινωνιών σε περιβάλλον μη ομογενών συστημάτων. Η ιδέα της ολοκλήρωσης δεν αναφέρεται μόνο σε επίπεδο επικοινωνιακών υπηρεσιών, αλλά αναφέρεται και σε επίπεδο λειτουργιών συστήματος και πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Επομένως, η αποκτηθείσα εμπειρία από τη λειτουργία των υπάρχοντων συστημάτων κινητής τηλεφωνίας, θα αποτελέσει τον θεμελιώδη πυρήνα των αρχικών συνθηκών, σε όλα τα λειτουργικά επίπεδα, του συστήματος UMTS. Μερικές από τις σχεδιαστικές επιλογές του συστήματος αυτού είναι:

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

- Η αυτονομία του. Ο σχεδιασμός του συστήματος αυτού πραγματοποιείται χωρίς την υποχρεωτική επαναχρησιμοποίηση υλικών και λογισμικών μονάδων των ήδη υπαρχόντων συστημάτων. Η ενεργοποίηση των κλήσεων μεταξύ των χρηστών του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου και των χρηστών του συστήματος UMTS, θα πραγματοποιείται μέσω ειδικής πύλης (gateway).

- Η υιοθέτηση των υπηρεσιών των συστημάτων της δεύτερης γενιάς. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η τεχνολογία του προτύπου GSM έχει χρησιμοποιηθεί προκειμένου να παρέχει τις υπηρεσίες του UMTS. Επιπλέον, οι προδιαγραφές των συστημάτων της 2ης γενιάς θα χρησιμοποιηθούν σαν το αρχικό επίπεδο προδιαγραφών του σχεδιασμού του συστήματος αυτού.

- Η ολοκλήρωση με ένα σταθερό δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή, η τεχνολογική υποδομή και οι αντίστοιχες υπηρεσίες του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου χρησιμοποιούνται και από το UMTS. Οι υλικές και λογισμικές οντότητες του UMTS θα συνδεθούν στις ίδιες προσαρμοστικές μονάδες όπως οι αντίστοιχες οντότητες του σταθερού δικτύου (πχ. PSTN, N-ISDN και B-ISDN).

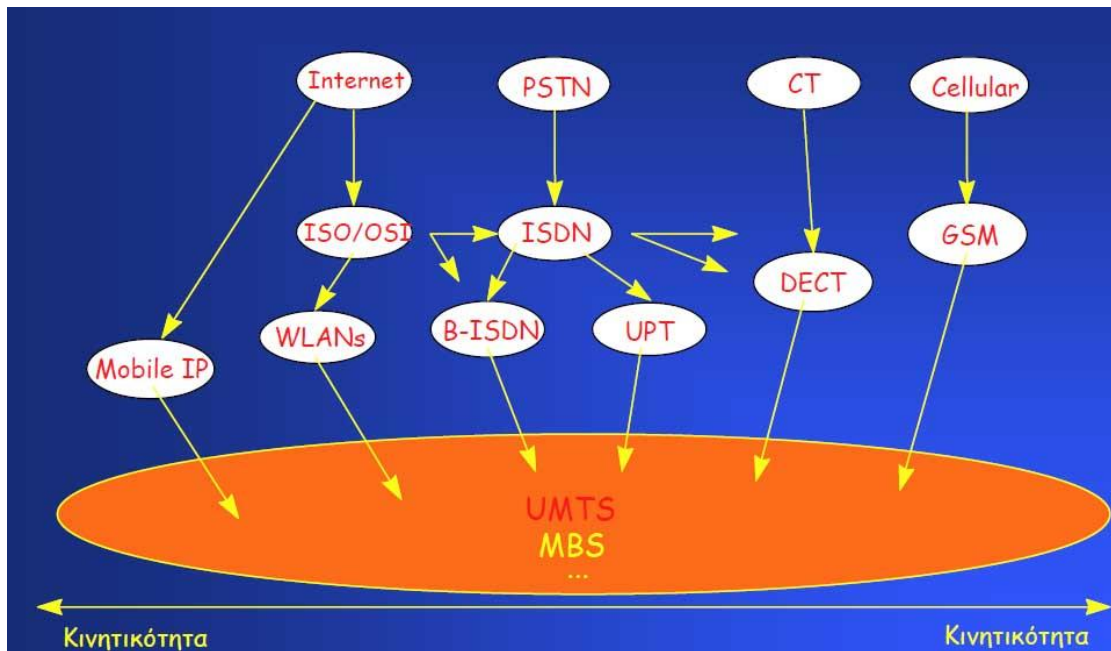
Με μια πρώτη ματιά, κατά την αξιολόγηση των προαναφερθέντων σχεδιαστικών επιλογών καθίσταται εμφανές, ότι η «αναγέννηση» του UMTS από τα κυτταρικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας 2ης γενιάς, δεν αποτελεί την πλέον αποδεκτή λύση. Σχεδιάζοντας το σύστημα αυτό με βάση τα συστήματα της 2ης γενιάς, δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα διότι περιορίζεται η λειτουργικότητα αυτού

Το πλεονέκτημα του «αυτόνομου» σχεδιασμού του UMTS δίνει δυνατότητες βέλτιστων και μη περιοριστικών διαδικασιών σε επίπεδο δομής και παροχής υπηρεσιών. Η αυτοδυναμία, όμως, οδηγεί σε δαπανηρή υποδομή λόγω (σε μερικές περιπτώσεις) της διπλής επικάλυψης υλικών και λογισμικών μονάδων.

Η περίπτωση της ολοκλήρωσης του UMTS με ένα σταθερό δίκτυο, είναι μια πολύ καλή λύση. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι η μείωση του κόστους. Η επαναχρησιμοποίηση διαφόρων τμημάτων άλλων συστημάτων δίνει θετικούς δείκτες στη μείωση του κόστους, τόσο στο σχεδιαστικό όσο και στο λειτουργικό επίπεδο του UMTS. Ένα άλλο βασικό πλεονέκτημα της ολοκλήρωσης αυτής είναι η μεγαλύτερη ικανοποίηση των αναγκών των χρηστών, διότι θα δίνεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης του σταθερού δικτύου και του δικτύου των κινητών επικοινωνιών. Εφόσον το UMTS πρόκειται να χρησιμοποιήσει ένα υποσύνολο των υπηρεσιών του

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

B-ISDN, τότε το B-ISDN είναι το άμεσα υποψήφιο σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί για την ολοκλήρωση του μελλοντικού συστήματος κινητών επικοινωνιών.



Σχημα 1.11: Παραδειγμα ολοκληρωσης Umts

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα της ολοκλήρωσης, έχουμε τις παρακάτω παρατηρήσεις:

➤ Κοινή χρήση της ενδο-διαδικτύωσης. Εάν χρησιμοποιηθούν δύο διαφορετικά συστήματα, ένα για τους σταθερούς χρήστες και ένα για τους κινητούς συνδρομητές, τότε η επιλογή αυτή δεν αποτελεί την καλύτερη λύση, λαμβανομένης υπόψη της ανοδικής τάσης του ρυθμού αύξησης των κινητών συνδρομητών. Επομένως η ανεξαρτητοποίηση των B-ISDN και του UMTS, όπου στην πραγματικότητα καλύπτουν την ίδια γεωγραφική περιοχή, θα είχε σαν αποτέλεσμα τη συνολική αύξηση του κόστους της υποδομής. Στην περίπτωση αυτή, η χρήση κοινής υποδομής θα είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους. Η ελάττωση του κόστους αναφέρεται τόσο σε επίπεδο εγκατάστασης (λιγότερο υλικό για εγκατάσταση), όσο και σε λειτουργικό επίπεδο (μόνο ένα δίκτυο για λειτουργία και συντήρηση).

➤ Κοινή χρήση λειτουργιών και πρωτοκόλλων. Στην περίπτωση της μερικής ή ολικής ολοκλήρωσης, η λειτουργικότητα μοιράζεται μεταξύ των συστημάτων B-ISDN και UMTS.

➤ Κοινές υπηρεσίες. Στην περίπτωση αυτή, το σύνολο των παρεχόμενων υπηρεσιών θα είναι το ίδιο, τόσο για τους κινητούς, όσο και για τους σταθερούς χρήστες. Εδώ θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι πιθανόν ένα μέρος των προσφερόμενων υπηρεσιών να μην είναι διαθέσιμο στους κινητούς χρήστες, λόγω

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

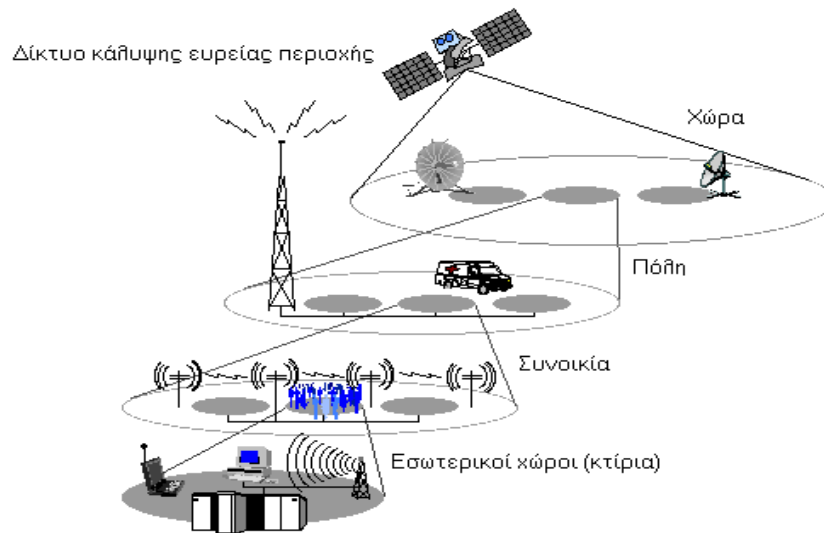
του περιορισμού του εύρους ζώνης του ασυρματικού δικτύου. Από την πλευρά του χρήστη, το σύστημα UMTS, θα μπορούσε να θεωρηθεί σαν την κινητή επέκταση του B-ISDN.

Το χαρακτηριστικό του συστήματος UMTS είναι ότι διαχειρίζεται την πληροφορία, η οποία θα προέρχεται από ένα πολύπλοκο κυτταρικό περιβάλλον, τόσο σε θέσεις εξωτερικών χώρων όσο και σε θέσεις εσωτερικών χώρων. Μερικές από τις ενδεικτικές τιμές ισχύων εκπομπής των αντίστοιχων Σταθμών Βάσης είναι:

- Ισχύς πομπού Σταθμού Βάσης εσωτερικού χώρου για πικοκυτταρικό περιβάλλον: είναι της τάξης του 0.01 W
- Ισχύς πομπού Σταθμού Βάσης εξωτερικού χώρου για μικροκυτταρικό περιβάλλον: είναι της τάξης του 0.2 W
- Ισχύς πομπού Σταθμού Βάσης εξωτερικού χώρου για μακροκυτταρικό περιβάλλον: είναι της τάξης του 1 W
- Ισχύς πομπού Σταθμού Βάσης εξωτερικού χώρου για περιπτώσεις μεγάλων κυττάρων (πχ. ανοικτές αγροτικές περιοχές): είναι της τάξης του 1-20 W.

Το κυτταρικό σύστημα κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς UMTS, βασίζεται σε μια ιεραρχική κυψελοειδή δομή για βαθμιαία υποστήριξη πολλών, μεγάλου φάσματος εφαρμογών. Τα συστήματα δεύτερης γενιάς είναι δομής ενός επιπέδου, με αποτέλεσμα να επιβάλλονται περιορισμοί στην συχνότητα και την ευελιξία της ραδιομετάδοσης, μη επιτρέποντας έτσι ταχείς ρυθμούς μετάδοσης. Η πολυεπίπεδη κυψελοειδής δομή του UMTS χρησιμοποιεί πικοκυτταρικά, μικροκυτταρικά και μακροκυτταρικά (ακόμα και παγκόσμια με τη βοήθεια δορυφόρων) συστήματα για την κάλυψη μιας ευρείας περιοχής. Οι διαφορές των κυττάρων στο μέγεθος, το κανάλι και τα χαρακτηριστικά μετάδοσης έχει ως αποτέλεσμα την υποστήριξη μιας πλατιάς γκάμας υπηρεσιών. Η ιεραρχική αυτή δομή του UMTS μπορεί να φανεί στο σχήμα 1.10.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



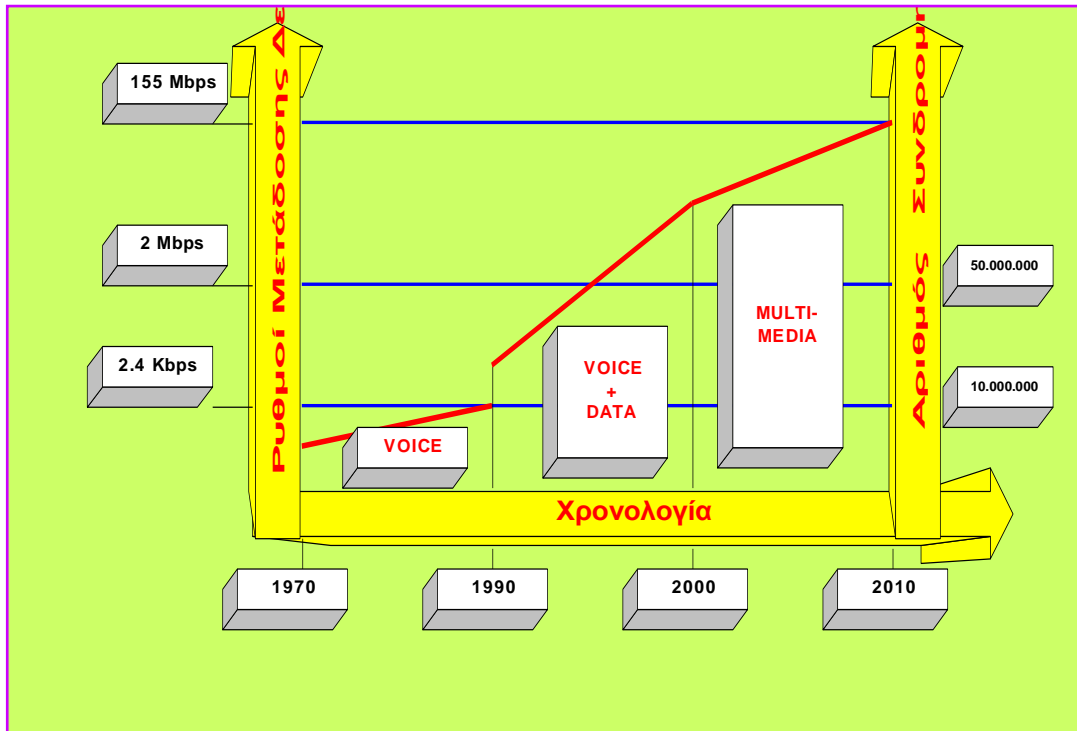
Σχήμα 1.12 : Πολυεπίπεδη κυτταρική δομή του UMTS

Με την επικράτηση του UMTS, υπηρεσίες που τρέχουν σε διάφορα περιβάλλοντα εξυπηρετούνται από ένα μόνο τηλεπικοινωνιακό σύστημα με ταχύτητες που ξεπερνούν τα 2 Mbps και σε συχνότητες των 2-3 GHz, με προοπτική να φτάσουμε σε συχνότητες των 60 GHz και ταχύτητες των 155 Mbps.

Το UMTS που λειτουργεί με WCDMA τεχνολογία δεσμεύει για την άνω και κάτω ζεύξη το φάσμα των 1920-1980 και 2110-2170 MHz αντίστοιχα, διατηρώντας την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών καναλιών στα 5MHz. Ο διαχειριστής του δικτύου, κρατώντας για τον εαυτό του τρία με τέσσερα κανάλια (2x15 ή 2x20 MHz) είναι σε θέση να λειτουργήσει ένα δίκτυο υψηλής ταχύτητας και χωρητικότητας. Τέλος για το δορυφορικό uplink and downlink που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια του συστήματος κινητής τηλεφωνίας 3^{ης} γενιάς το αντίστοιχο φάσμα συχνοτήτων είναι 1980-2010 και 2170-2200MHz. Επομένως, για επίγειες εφαρμογές το σύστημα αρκείται με ένα εύρος ζώνης ίσο με 120MHz ενώ για δορυφορικές με 60MHz. Αξίζει ακόμα να αναφέρουμε ότι το UMTS WCDMA χρησιμοποιεί τη διαμόρφωση Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) με φίλτρα σχηματισμού παλμών συνημίτονου (Root-raised cosine pulse shaping filters) με συντελεστή roll off = 0.22

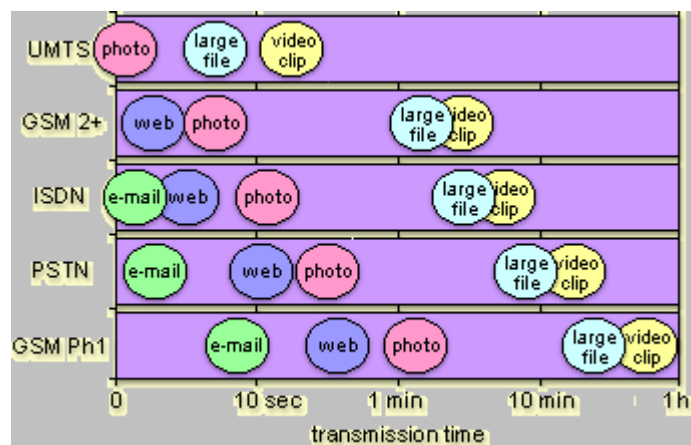
Στο σχήμα 1.9 μπορούμε να παρατηρήσουμε την ιστορική εξέλιξη των υπηρεσιών, τους ρυθμούς που αναμένεται να καλύψει το νέο σύστημα και τις προοπτικές για τον μελλοντικό αριθμό κινητών συνδρομητών.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Σχήμα 1.13 : Ιστορική εξέλιξη του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων και του αριθμού των συνδρομητών

Μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την εξέλιξη της δυνατότητας μετάδοσης δεδομένων, εικόνας και video δίνει το σχήμα 1.13, φανερώνοντας τη συμπίεση του χρόνου μετάδοσης που επιτυγχάνει το UMTS.



Σχήμα 1.14 : Εξέλιξη του χρόνου μετάδοσης σε διάφορα συστήματα

Αποτυπώνοντας σφαιρικά τις επιδόσεις του UMTS και συμπληρώνοντας το παραπάνω σχήμα, οφείλουμε να αναφερθούμε και στις ταχύτητες μετάδοσης που

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

πετυχαίνει το UMTS ανάλογα με το είδος της υπηρεσίας και του κυττάρου μέσα στο οποίο δρομολογείται. Οι διάφοροι ρυθμοί μετάδοσης λοιπόν ανέρχονται σε:

- 2.048Mb/s για πικοκυτταρικές (και μικροκυτταρικές) εφαρμογές
- 384kb/s για μεσαίου μεγέθους κύτταρα. (μικροκύτταρα και μικρά μακροκύτταρα)
- 144kb/s και 64kb/s για μακροκυτταρικές και υπερκυτταρικές εφαρμογές
- 14.4kb/s για εφαρμογές συνεχούς, χαμηλής ταχύτητας μετάδοσης δεδομένων σε υπερκύτταρα.
- 12.2kb/s για ομιλία (4.75kb/s - 12.2kb/s)
- 9.6kb/s για δορυφορικές εφαρμογές (Παγκόσμια κάλυψη)

Με το UMTS επιτυγχάνεται η ολοκλήρωση των υπηρεσιών μέσα από άλλα συστήματα. Η ολοκλήρωση αυτή βασίζεται στην ιδέα της επαναχρησιμοποίησης τμημάτων άλλων συστημάτων για το UMTS, με σκοπό την μείωση του κόστους, αλλά ταυτόχρονα και την ικανοποίηση των αναγκών των χρηστών. Το B-ISDN προβάλλει ως το επικρατέστερο ενσύρματο δίκτυο για τη συγκεκριμένη ολοκλήρωση, για τον απλούστατο λόγο ότι τόσο το UMTS όσο και το B-ISDN θα υποστηρίζουν τις ίδιες υπηρεσίες.

Λόγω του ότι το UMTS θα εξυπηρετεί ένα πολύ μεγάλο αριθμό χρηστών, το μέγεθος του κυττάρου απαιτείται να είναι μικρό. Όμως, αυτό συνεπάγεται πολλές προσπάθειες μεταγωγής με κίνδυνο η ποιότητα της επικοινωνίας να πέσει γρήγορα. Επίσης, ένα πλήθος μεταγωγών σημαίνει αποτελεσματική σηματοδότηση. Επομένως, η ιδέα ενός κεντρικού ελέγχου πρέπει να εγκαταλειφθεί και ο έλεγχος για μεταγωγή να πραγματοποιείται σε κατώτερα επίπεδα του δικτύου.

Προτού ένας χρήστης είναι σε θέση να ανταλλάξει δεδομένα με ένα εξωτερικό PDN (Public Data Network), πρέπει να εγκαθιδρύσει μία εικονική σύνδεση με αυτό το PDN. Από την στιγμή που ο συγκεκριμένος κινητός χρήστης γίνει γνωστός στο δίκτυο, τα πακέτα μεταφέρονται μεταξύ αυτού και του δικτύου, βασισμένα στο packet data protocol (PDP), το οποίο αποτελεί το πρωτόκολλο του επιπέδου δικτύου του UMTS. Ένα στιγμιότυπο του PDP ονομάζεται PDP context και περιέχει όλες τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν την σύνδεση με το εξωτερικό δίκτυο όπως τις διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη καθώς και την ποιότητα της υπηρεσίας. Ένα PDP context εγκαθιδρύεται για όλες τις εφαρμογές που κατευθύνονται προς ή προέρχονται από μία IP διεύθυνση. Μία ενεργοποίηση ενός PDP context ουσιαστικά

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

αποτελεί μία διαδικασία αίτησης - απάντησης μεταξύ του κινητού χρήστη (UE) και του GGSN. Μία επιτυχής PDP context ενεργοποίηση οδηγεί στην δημιουργία δύο GPRS tunneling protocol (GTP) συνόδων για τον εκάστοτε χρήστη. Η πρώτη GTP σύνοδος δημιουργείται μεταξύ του GGSN και του SGSN πάνω από την διεπαφή Gn, ενώ η δεύτερη δημιουργείται μεταξύ του SGSN και του RNC πάνω από την διεπαφή Iu. Τα IP πακέτα τα οποία προορίζονται για μία εφαρμογή, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα GTP contexts, προσαρτώνται σε αυτά και μέσω του PDP μεταφέρονται στο αντίστοιχο SGSN. Το SGSN ανακτά τα IP πακέτα, ζητά το κατάλληλο PDP context βασισμένο στο UE και στο PDP και προωθεί τα πακέτα στο κατάλληλο RNC. Παράλληλα, το RNC διατηρεί έναν φορέα ασύρματης πρόσβασης (RAB - radio access bearer). Αντίστοιχα με τα PDP context, ένα RAB context επιτρέπει στο RNC να ανακτήσει την ταυτότητα του αποστολέα που έχει συσχετιστεί με ένα GTP. Αφού πλέον, το RNC έχει ανακτήσει το πακέτο, το προωθεί στο κατάλληλο Node B. Τέλος, χρησιμοποιείται ένας tunnel endpoint identifier (TEID) στις διεπαφές Gn και Iu έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωριστεί το τέλος του tunnel στον κόμβο που δέχεται τα πακέτα.

Συνοψίζοντας τους σκοπούς αυτού του συστήματος θα μπορούσαμε να πούμε ότι:

→ Το νέο σύστημα αποτελεί τη βάση για την ενοποίηση των διαφόρων, ανομοιογενών, υλικών και λογισμικών περιβαλλόντων που υπάρχουν σήμερα. Το UMTS θα αξιοποιήσει την υπάρχουσα τεχνολογία των σταθερών και κινητών επικοινωνιών με σκοπό να υποστηρίξει υπηρεσίες φωνής, δεδομένων, εικόνας και βίντεο με μεγαλύτερες ταχύτητες, που εξασφαλίζουν ποιότητα στην μετάδοση και πραγματικού χρόνου υπηρεσίες.

→ Θα ικανοποιήσει την καθολική απαίτηση για αξιόπιστες επικοινωνίες χωρίς χρονικούς και χωρικούς περιορισμούς

→ Θα εξασφαλίσει τη βέλτιστη δρομολόγηση και συνέχεια των συνδιαλέξεων οποιασδήποτε μορφής με προηγμένες διαδικασίες μεταγωγής κατά την διέλευση των κινητών μονάδων από κύτταρο σε κύτταρο και ανάμεσα σε διαφορετικά περιβάλλοντα

Θα εξυπηρετήσει υψηλού δείκτη ενδιαφέροντος υπηρεσίες σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο.

1.10 UMTS ΈΚΔΟΣΗ 4

Σαν επόμενο βήμα, έχει διασπαστεί η σύνδεση και ο έλεγχος την σύνδεσης από το CS – CN. Τα δεδομένα του χρήστη μεταφέρονται μέσω Media Gateways (MGW), ένα νέο στοιχείο που εισαγάγεται στο CS-CN, και τον έλεγχο των συνδέσεων θα

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

διαχειρίζεται ο MSC Εξυπηρετητής, ξεχωριστό στοιχείο που αναπτύχθηκε από το MSC/VLR. Η MGW θα είναι υπεύθυνη για την διατήρηση -Επεξεργασία της Πληροφορίας της σύνδεσης και το switching, ενώ ο MSC εξυπηρετητής θα ελέγχει την σύνδεση.

Χάρη σε αυτό, το CS – CN θα είναι πιο κλιμακωτό (αυξομειώσιμο), και αν χρειάζεται περισσότερη δυνατότητα switching, προσθέτονται MGWs αν χρειάζεται περισσότερη δυνατότητα ελέγχου, προστίθεται ένας MSC εξυπηρετητής. Η MGW μπορεί να αλλάζει circuit switched συνδέσεις σε packet switched συνδέσεις (voice over IP). Για να γίνουν δυνατές αυτού του είδους οι συνδέσεις έχει προστεθεί επίσης και το IP Multimedia System (IMS) στο δίκτυο. Η λειτουργία του είναι ενδιάμεση των CS – CN και PS – CN για μεγαλύτερη ομοιομορφία δικτύου. Το IMS θα χρησιμοποιείται επίσης και για IP based

υπηρεσίες πολυμέσων. Τέλος, στην Έκδοση 4 το CAMEL έχει μια σύνδεση στα PS – CN στοιχεία και παρέχεται επίσης η δυνατότητα εισαγωγής του GSM/EDGE Δίκτυο Ράδιο Πρόσβασης (Radio Access Network – GERAN) σαν μέρος του UTRAN.

1.11 UMTS ΈΚΔΟΣΗ 5

Καθώς οι εξελίξεις συνεχίζονται, όλη η κίνηση που έρχεται από τον κινητό κόμβο πρέπει να γίνει IP based. Αυτό χρειάζεται κι άλλες βελτιώσεις (κυρίως σε λογισμικό, αφού νέοι τύποι στοιχείων δικτύων δεν είναι αναγκαίοι) και απαιτούνται εντελώς καινούργια τοπικά IP τερματικά (native IP terminals). Η σημαντική καινοτομία της Έκδοσης 5 με λίγα λόγια, είναι η διαμόρφωση του δικτύου σε ένα σημείο προς σημείο packet switch cellular δίκτυο. Για παράδειγμα, γίνεται χρήση του SIP (Session Initiation Protocol) πρωτοκόλλου για την δημιουργία φωνητικών κλήσεων από κινητούς χρήστες που λειτουργούν σε packet mode κι έτσι οι φωνητικές κλήσεις δεν είναι υπευθυνότητα του CS-CN πλέον. Παρουσιάζονται δυο κύριες λειτουργίες που εισήχθησαν στην Έκδοση 5, η Call Session Control Function (CSCF) και η Media Gateway Control Function (MGCF). Το CSCF, παράλληλα με αυτά που ανέφερα προηγουμένως, κυρίως επεξεργάζεται μηνύματα σήμανσης (signaling) για έλεγχο των session πολυμέσων. Για ένα συγκεκριμένο session, χρησιμοποιείται το CSCF για την δημιουργία του και παροχή των διάφορων features του session, ενώ το PS-CN χρησιμοποιείται για υποστήριξη του μονοπατιού φορέα (bearer path) . Επίσης η MGCF χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ενός ή περισσότερων MGWs. Χρησιμοποιείται για διαχείριση της σύνδεσης μεταξύ του PSTN και του IP stream. Η MGCF σε συνδυασμό με SIP μηνύματα που δημιουργούνται από την CSCF, καθορίζει πως θα χρησιμοποιηθούν τα MGWs

1.12 Ολοκλήρωση του UMTS με το B-ISDN

Η βασική ιδέα πίσω από την ολοκλήρωση είναι η επαναχρησιμοποίηση τμημάτων άλλων συστημάτων από το UMTS. Η ολοκλήρωση αυτή δεν περιορίζεται μόνο στο φυσικό επίπεδο, αλλά επεκτείνεται και σε άλλες όψεις του συστήματος,

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

όπως οι υπηρεσίες, οι λειτουργίες και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται η λειτουργική διασύνδεση των οντοτήτων του ενσύρματου και ασυρματικού δικτύου στις ίδιες επιφάνειες εργασίας μέσα από διαφορετικά περιβάλλοντα.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η στήριξη της οικοδόμησης των συστημάτων τρίτης γενιάς στα υπάρχοντα δίκτυα δεύτερης γενιάς δεν αποτελεί μία αποδεκτή λύση. Αυτό συμβαίνει, διότι περιορίζεται σημαντικά η λειτουργικότητα του UMTS. Από την άλλη, η αυτόνομη σχεδίαση ενός συστήματος, ενώ παρουσιάζει το προφανές πλεονέκτημα της μη επιβολής περιορισμών από την ολοκλήρωση με άλλα συστήματα, είναι αρκετά πολυδάπανη, καθώς για την τηλεπικοινωνιακή κάλυψη μιας συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής θα απαιτούνται περισσότερα του ενός συστήματα. Φυσιολογικά λοιπόν, καταλήγουμε στην πολλά υποσχόμενη λύση της ολοκλήρωσης του UMTS με το σταθερό δίκτυο.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα από αυτή τη λύση είναι, βέβαια, η αισθητή μείωση του κόστους κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος. Η επαναχρησιμοποίηση τμημάτων άλλων συστημάτων είναι οικονομικά αποτελεσματική τόσο στη φάση της σχεδίασης όσο και στην λειτουργική φάση του UMTS. Ένα άλλο πλεονέκτημα της ολοκλήρωσης είναι ότι προσφέρει περισσότερες πιθανότητες να ικανοποιήσει τις ανάγκες των χρηστών, καθώς αυτοί κάνουν χρήση και του σταθερού και του κινητού δικτύου.

Το δίκτυο B-ISDN είναι το επικρατέστερο δίκτυο για την επίτευξη της επιθυμητής ολοκλήρωσης. Ο λόγος είναι πολύ απλός. Τόσο το B-ISDN όσο και το UMTS σχεδιάζονται για την υποστήριξη υπηρεσιών μεγάλων ταχυτήτων, όπως βίντεο και δεδομένα. Συνεπώς, είναι λογικό να επιζητήσουμε την ολοκλήρωση αυτών των δικτύων, αφού θα μπορούν να δρομολογούν τις υπηρεσίες από το ένα στο άλλο.

Στην περίπτωση της ολοκλήρωσης του UMTS με το B-ISDN η λειτουργικότητα μοιράζεται ανάμεσα σε δύο δίκτυα. Σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε τον έλεγχο μίας κλήσης από ένα μόνο τοπικό κέντρο, το οποίο θα μπορεί να υποστηρίζει κλήσεις σε σταθερό και κινητό επίπεδο. Αυτό σημαίνει ότι ορισμένα πρωτόκολλα θα χρειαστεί να αναπτυχθούν μία μόνο φορά και, επομένως, το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του λογισμικού στο κέντρο είναι μικρότερο.

Η φιλοσοφία της ολοκλήρωσης περιλαμβάνει και την προσαρμογή των συστημάτων που εμπλέκονται. Καθώς η απαίτηση για αποκλειστικά σταθερά δίκτυα χωρίς προεκτάσεις κινητής τηλεφωνίας είναι υπαρκτή, συμπεραίνουμε ότι πρέπει να προσαρμόσουμε τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του UMTS σε εκείνα για πρόσβαση σε σταθερό δίκτυο. Η έννοια του έξυπνου δικτύου (intelligent network IN) παρέχει

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

ένα τρόπο για να προσθέσουμε την απαιτούμενη λειτουργικότητα σε ένα υπάρχον δίκτυο, χωρίς να χρειάζεται να επεμβούμε με δραστικές αλλαγές στην αρχική λειτουργικότητα.

1.13 Διαδίκτυο και UMTS

Η τεχνολογία των συστημάτων τρίτης γενιάς αποτελεί το σημείο σύγκλισης δύο τάσεων, της κινητής τηλεφωνίας και του διαδικτύου. Με τα συστήματα αυτά, μπορούμε να πετύχουμε γρήγορη και αξιόπιστη πρόσβαση από την κινητή μονάδα στο διαδίκτυο και η ασύρματη επικοινωνία να γίνεται με ικανοποιητική απόδοση και χαμηλό κόστος.

Μία πληθώρα υπηρεσιών παρέχεται σήμερα μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας διαδικτύου (Internet Protocol - IP). Σκοπός είναι, να διαχειρευτούμε το σύνολο των επικοινωνιών και των υπηρεσιών μέσα από περιβάλλοντα IP πρωτοκόλλων και οι εταιρίες παροχής υπηρεσιών διαδικτύου συμβάλλουν αποφασιστικά στην ανάπτυξη υπηρεσιών και εφαρμογών που στηρίζονται στα συστήματα τρίτης γενιάς.

1.14 Συμπεράσματα

Με τα συστήματα κυτταρικής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς, μπορούμε να έχουμε μετάδοση φωνής με καλή ποιότητα, αλλά δυστυχώς η μετάδοση δεδομένων είναι χαμηλού ρυθμού. Έτσι, παρόλη την ψηφιακή μορφή τους και την υψηλή χωρητικότητα από πλευράς εξυπηρέτησης χρηστών, έφτασε η εποχή που τα δίκτυα αυτής της μορφής καθίστανται ανεπαρκή. Οι χρήστες θέλουν όλο και μεγαλύτερες ταχύτητες ενώ νέες υπηρεσίες έρχονται στο προσκήνιο. Έτσι άρχισε η δημιουργία συστημάτων τρίτης γενιάς. Για να γίνει όμως ομαλή η μετάβαση από γενιά σε γενιά χρειάστηκε μια ενδιάμεση περίοδος με τον τίτλο «γενιά 2.5». Οι τεχνολογίες αυτής της γενιάς σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να επεκτείνουν τις δυνατότητες των υπάρχοντων συστημάτων 2^{ης} γενιάς.

Η τρίτη γενιά επηρεάζει τον τρόπο ζωής και την εργασία μας. Η πρόσβαση σε συστήματα 3ης γενιάς επιτρέπει στους χρήστες να έχουν επικοινωνία καλής ποιότητας, να μεταδίδουν πληροφορίες με μεγάλη ταχύτητα καθώς και να ψυχαγωγούνται μέσα από την κινητή τους συσκευή. Πολλά είναι. Η κολοσιαία εταιρία τηλεπικοινωνιών της Ιαπωνίας η DoCoMo έχει ξεκινήσει την εφαρμογή του πρώτου WCDMA 3G συστήματος τον Οκτώβρη του 2001, ενώ η Telenor της Νορβηγίας έστησε το πρώτο Ευρωπαϊκό εμπορικό UMTS δίκτυο το Δεκέμβρη του

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

ίδιου έτους. Πάντως, ενώ θα περιμέναμε η τρίτη γενιά να είναι μία επανάσταση, τελικά θα είναι απλά μία εξέλιξη προς τα επόμενα μελλοντικά συστήματα, της τέταρτης (εκτιμήσεις προσδιορίζουν την πιλοτική λειτουργία τέτοιων συστημάτων το 2012) και πέμπτης γενιάς.

Κεφάλαιο 2

2 Μελετη των Λειτουργικών Διαδικασιών των Κυτταρικών Συστημάτων Κινητής Τηλεφωνίας

2.1 Εισαγωγή

Οι κλήσεις των Κινητών Μονάδων (ΚΜ) είναι γεγονοτα που μπορούν να συμβουν τυχαια μεσα στον χωροχρονο. Επομένως, πρέπει να υπάρχει τρόπος αμφιδρομης αποκατάστασης της επικοινωνίας προς τις ΚΜ, οι οποίες κινούνται απρόβλεπτα σε όλη τη γεωγραφική περιοχή που καλύπτει το σύστημα. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται η «συνέχεια» των κλήσεων οι οποίες βρίσκονται σε εξέλιξη. Για την ικανοποίηση των παραπάνω απαιτήσεων, αναπτύχθηκαν διάφοροι αλγόριθμοι – διαδικασίες βασικών λειτουργιών του συστήματος, όπως:

- Αποκατάσταση και διακοπή των κλήσεων.
- Διαδικασίες σχετικές με τη διαχείριση κινητικότητας (Mobility management)
- Εξασφάλιση της συνέχειας των συνομιλιών οι οποίες βρίσκονται σε εξέλιξη, όταν οι ΚΜ μετακινούνται από κύτταρο σε κύτταρο (Μεταγωγή – Handoff) ή όταν αλλάζουν δίκτυο (Περιοαγωγή – Roaming).
- Διαδικασίες που αναφέρονται στους ραδιοδιαύλους επικοινωνίας (κωδικοποίηση, καταχώρηση ραδιοδιαύλων, πολυοδική ισοστάθμιση κ.α.)
- Βέλτιστη δυνατή κατανομή του επικοινωνιακού φορτίου.

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τις λειτουργικές διαδικασίες των κυτταρικών συστημάτων κινητής τηλεφωνίας. Ενώ θα αναφερομε τις περισσότερες των διαδικασιών που εκτελούνται στα σύγχρονα συστήματα, το κύριο βάρος θα δοθεί στην έννοια της μεταγωγής, λόγω της μεγάλης σημασίας της τελευταίας. Έτσι, αφού δοθεί μία γενική ταξινόμηση των λειτουργιών που εκτελούνται από ένα τέτοιο σύστημα, θα περιγραφούν διεξοδικά τα βήματα για την επιτυχή αποκατάσταση και

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

τον τερματισμό των κλήσεων και θα αναλυθεί η δρομολόγηση και η διαχείριση της διαδικασίας της μεταγωγής. Επίσης, γίνεται μία αναφορά στην έννοια της περιαγωγής, ενώ το κεφάλαιο ολοκληρώνονται με κάποιες συμπληρωματικές μεν, απαραίτητες δε, διαδικασίες του δικτύου.

2.2 Οι Λειτουργικές Διαδικασίες συνοπτικά

Πριν ξεκινήσουμε την ανάλυση των βασικών λειτουργικών διαδικασιών, κρίνεται χρήσιμο να αναφέρουμε τις στοιχειώδεις λειτουργίες ενός συστήματος που είναι οι ακόλουθες:

1. Αποκατάσταση μιας κλήσης
2. Τερματισμός μιας κλήσης
3. Λειτουργίες σηματοδοσίας κατά την ενεργό κατάσταση της κινητής μονάδας
4. Διαδικασίες ενημέρωσης του χρήστη
5. Διαδικασίες επαναδιευθέτησης μίας κλήσης

Για την απρόσκοπτη λειτουργία του δικτύου απαιτείται και ένα εξελιγμένο σύστημα ελέγχου και σηματοδοσίας, οι βασικότερες λειτουργίες του οποίου είναι:

1. Απλές διαδικασίες διαχείρισης κινητικότητας
2. Διαδικασίες πιστοποίησης και αναγνώρισης
3. Ανίχνευση συνδρομητικής κάρτας αναγνώρισης και ασφάλειας
4. Ειδικές διαδικασίες διαχείρισης κινητικότητας
5. Ενημέρωση της θέσης της κινητής μονάδας κατά περιοδικά διαστήματα
6. Διαχείριση κινητικότητας κατά την αποκατάσταση μίας σύνδεσης
7. Διαχείριση κινητικότητας κατά την μεταφορά της πληροφορίας
8. Διαχείριση κινητικότητας κατά την φάση αποδέσμευσης της σύνδεσης
9. Γενικές διαδικασίες ραδιο-εξυπηρέτησης με την χρήση πακέτων (General Packet Radio Service GPRS).

2.3 Διαδικασία αποκατάστασης και διακοπής των κλήσεων

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

2.3.1 Αποκατάσταση των κλήσεων

Τα κυτταρικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας επιτρέπουν τις κλήσεις προς όλες τις κατευθύνσεις, δηλαδή από τις ΚΜ σε συνδρομητές του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου, από τους συνδρομητές του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου προς τις ΚΜ, και μεταξύ των ΚΜ. Υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι αποκατάστασης των κλήσεων με μικρές διαφορές μεταξύ τους. Σε γενικές γραμμές, ακολουθείται το μοντέλο που περιγράφεται παρακάτω για κάθε περίπτωση ξεχωριστά.

2.3.1.1 Κλήσεις από ΚΜ σε συνδρομητές του σταθερού δικτύου

Οι διαδοχικές ενέργειες οι οποίες ακολουθούνται σε περίπτωση κλήσεων αυτής της κατηγορίας είναι:

1. Ο συνδρομητής πληκτρολογεί στην ΚΜ τον αριθμό του συνδρομητή του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου, με τον οποίο επιθυμεί να επικοινωνήσει.
2. Η ΚΜ επιχειρεί να προσπελάσει τον διάυλο σηματοδοσίας (Signaling channel – SC). Αν η προσπάθεια είναι επιτυχής, ένα μήνυμα το οποίο καθορίζει την προέλευση και την ταυτότητα της ΚΜ λαμβάνεται από τον SC, ο οποίος το μεταφέρει με τη σειρά του στο Διακοπτικό Κέντρο Κινητών Επικοινωνιών (MSC).
3. Το MSC αυτόματα αναγνωρίζει την ταυτότητα της ΚΜ, η οποία ζητά επικοινωνία και αποδέχεται ή όχι τον καλούμενο αριθμό.
4. Όταν τα παραπάνω αρχικά αναγνωριστικά βήματα ολοκληρωθούν, το MSC παραχωρεί έναν αδρανή (idle) ραδιοδιάυλο φωνής (Voice Channel) στον Σταθμό Βάσης (ΣΒ), από τον οποίο προέρχεται η κλήση.
5. Αποστέλλεται από το MSC προς τον SC του επιλεγμένου ΣΒ, ένα μήνυμα αποκατάστασης (set-up) ραδιοδιαύλου, το οποίο προετοιμάζει τον επιλεγμένο ραδιοδιάυλο επικοινωνίας, για να πραγματοποιήσει την κλήση.
6. Ο ραδιοδιάυλος φωνής των μονάδων επικοινωνίας του ΣΒ ενεργοποιεί τον πομπό του και αποστέλλει ένα ειδικό ακουστικό σήμα SAT (Supervisory Audio Tone) στην ΚΜ.
7. Την ίδια χρονική στιγμή ο SC αποστέλλει ένα μήνυμα αρχικού καθορισμού του ραδιοδιαύλου φωνής (initial voice channel designation) στην ΚΜ, μέσω του ραδιοδιαύλου σηματοδοσίας. Το μήνυμα αυτό ενημερώνει την ΚΜ σε ποιον ραδιοδιάυλο να συντονιστεί.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

8. Όταν η ΚΜ συντονιστεί στο σωστό ραδιοδιάυλο, τότε απαντά με ένα σήμα SAT στο ΣΒ, μέσω του ραδιοδιαύλου φωνής, με το οποίο τον ενημερώνει ότι συντονίστηκε στο σωστό ραδιοδιάυλο.

9. Ο ΣΒ αναφέρει την ύπαρξη του σήματος αυτού στο MSC μέσω του SC.

10. Η ΚΜ η οποία ζητά την κλήση παράγει έναν χαρακτηριστικό ήχο, ο οποίος δείχνει ότι η κλήση έγινε αποδεκτή.

11. Τέλος, το MSC επικοινωνεί με το σταθερό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο και καλεί τον τηλεφωνικό αριθμό τον οποίο ζητά η ΚΜ. Στην περίπτωση αυτή, αν υπάρξει απάντηση, η διαδικασία αποκατάστασης της κλήσης τελειώνει και αρχίζει η φάση της συνομιλίας.

Η παραπάνω διαδικασία διαρκεί μόνο 2 έως 3 δευτερόλεπτα από την εισαγωγή του καλούμενου αριθμού στην ΚΜ, μέχρι η συσκευή του συνδρομητή η οποία ανήκει στο σταθερό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο να αρχίσει να ηχεί (ringing).

2.3.1.2 Κλήσεις από συνδρομητές του σταθερού δικτύου σε χρήστες της ΚΜ.

Όταν ένας συνδρομητής του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου επιχειρήσει να καλέσει μια ΚΜ ακολουθείται γενικά η παρακάτω διαδικασία:

1. Ο συνδρομητής του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου πληκτρολογεί την κατάλληλη αριθμητική ακολουθία (αριθμός) της ΚΜ.

2. Το σταθερό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, μέσω του τοπικού κέντρου, αποστέλλει τον αριθμό στο MSC, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη διεπαφή (interface).

3. Το MSC προσπαθεί να ειδοποιήσει τις ΚΜ, στέλνοντας μια αίτηση – ειδοποίηση (page) σε όλους τους SCs. Μέσω του ραδιοδιαύλου σηματοδοσίας SC μεταφέρεται ο αριθμός της καλούμενης ΚΜ στο MSC.

4. Κάθε ΚΜ λαμβάνει το σήμα ειδοποίησης (page) και συγκρίνει τον καλούμενο αριθμό με τον δικό του. Αν οι δύο αριθμοί είναι ταυτόσημοι, τότε η ΚΜ επιχειρεί να απαντήσει με ένα σήμα απόκρισης (page response).

5. Όταν το σήμα «page response» ληφθεί από το MSC, τότε παραχωρείται ένας ελεύθερος ραδιοδιάυλος στο SC, ο οποίος μετέδωσε το σήμα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

6. Ένα μήνυμα αποκατάστασης επικοινωνίας (set-up) αποστέλλεται από το MSC στον SC χρησιμοποιώντας την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε στο τμήμα i).

7. Ο SC μεταδίδει ένα σήμα ενεργοποίησης (alert) στην ΚΜ μέσω του ραδιοδιαύλου φωνής.

8. Η ΚΜ αρχίζει να ηχεί, ενώ ταυτόχρονα απαντά στον SC με ένα ειδικού σκοπού σήμα.

9. Όταν ο κινητός συνδρομητής απαντήσει στην κλήση που του γίνεται, σταματά η αποστολή του προηγούμενου σήματος και ένα μήνυμα απάντησης (answer) αποστέλλεται προς τον SC, ο οποίος με τη σειρά του το μεταφέρει στο MSC.

10. Η διαδικασία της κλήσης έχει τελειώσει και αρχίζει η φάση της συνομιλίας.

2.3.1.3 Κλήσεις μεταξύ ΚΜ

Στην περίπτωση των κλήσεων μεταξύ κινητών συνδρομητών, οι παραπάνω διαδικασίες συνδυάζονται, το σταθερό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο δεν παρεμβάλλεται και όλες τις ενέργειες αποκατάστασης των κλήσεων τις διαχειρίζεται το MSC.

2.3.2 Διακοπή των κλήσεων

Πραγματοποιούνται διαδοχικά μια σειρά από ενέργειες:

1. Καλείται ο αριθμός και δρομολογείται στο διαβιβαστικό MSC.

2. Ο αριθμός αναλύεται (B-number analysis) στο GMSC και με την λειτουργία εντοπισμού δεδομένων μεταδίδεται ο αριθμός MSISDN στον καταχωρητή HLR με την αίτηση απόδοσης ενός αριθμού MSRN (ώστε να δρομολογήσει την κλήση) μέσω ενός σήματος σηματοδότησης CCITT7. Ο HLR «μεταφράζει» τον MSISDN σε έναν IMSI αριθμό που μπορεί το GSM να χειριστεί.

3. Ο HLR εντοπίζει την MSC/VLR περιοχή, στην οποία βρίσκεται το τερματικό και στέλνει τον IMSI αριθμό με ταυτόχρονη αίτηση απόδοσης ενός αριθμού MSRN.

4. Ο VLR προσωρινά προσδιορίζει έναν αριθμό περιαγωγής MSRN στο τερματικό και τον μεταδίδει στον HLR.

5. Ο HLR μεταδίδει τον MSRN στον GMSC.

6. Ο GMSC τώρα κατέχοντας τον MSRN μπορεί να δρομολογήσει την κλήση προς το MSC/VLR προορισμού.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

7. Ο VLR έχει τον αριθμό της ταυτότητας LAΙ όπου βρίσκεται το τερματικό. Στέλνει μηνύματα αναζήτησης σε όλη την περιοχή (μέσω όλων των BTS's) ώστε να αποκριθεί

2.4 Διαδικασίες σχετικές με τη διαχείριση κινητικότητας

Ο όρος **διαχείριση κινητικότητας** (Mobility management), αναφέρεται στον χειρισμό των λειτουργιών που εμφανίζονται από την κινητικότητα του συνδρομητή, όπως θέματα που αφορούν την ασφάλεια και την πιστοποίηση. Επίσης, υπάρχουν και διαδικασίες που ενεργοποιούν το σύστημα ώστε να ξέρει ανά πάσα στιγμή την τοποθεσία μιας κινητής μονάδας για να μπορέσει να δρομολογήσει μια εισερχόμενη κλήση.

2.4.1 Ενημέρωση Θέσης - Location Updating

Αφού έχει αλλάξει LA υπάρχουν δύο περιπτώσεις όπου ο MSC/VLR θα πρέπει να ενημερώσει και άλλες οντότητες του δικτύου για αλλαγές.

1^η Αν το κινητό μετακινηθεί μεταξύ κυψελών που ανήκουν σε διαφορετικούς σταθμούς βάσης (BSC's), του ίδιου όμως MSC/VLR. Η LA ενός MS είναι καταχωρημένη στον MSC/VLR.

Τότε η ανανέωση γίνεται σε 3 στάδια.

1. Το κινητό στέλνει μια αίτηση ανανέωσης στον MSC.
2. Ο αριθμός IMSI του τερματικού θα πάρει ένα νέο LA στον VLR, και τελικά
3. Ένα μήνυμα ότι πραγματοποιήθηκε η ανανέωση θα σταλεί στο τερματικό.

2^η Το κινητό μεταφέρεται σε κυψέλη άλλου BSC που ανήκει σε διαφορετικό MSC/VLR. Αυτό σημαίνει ότι και η δρομολόγηση μιας εισερχόμενης κλήσης προς το κινητό θα αλλάξει. Για να βρεθεί η σωστή δρομολόγηση το δίκτυο θα ρωτήσει τον HLR, άρα ο HLR θα πρέπει να ανανεωθεί με την καινούρια MSC/VLR διεύθυνση του τερματικού. Μετά η παλιά διεύθυνση θα ακυρωθεί με μήνυμα του VLR στον αρχικό MSC/VLR.

Θα πραγματοποιηθεί μια αίτηση Ενημέρωσης Θέσης - Location Update Request από το τερματικό που μετακινείται από τη μια περιοχή (LA) στην άλλη (LA). Αφού το MSC είναι «καινούριο» πρέπει και ο HLR ανανεωθεί και έτσι η απαίτηση μεταφέρεται και στον HLR. Η διαδικασία είναι επιτυχής και ένα στοιχείο αναγνώρισης στέλνεται στο τερματικό. Η παλαιά καταχώρηση πρέπει να ακυρωθεί..

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

2.4.2 Πιστοποίηση και ασφάλεια

Εφ' όσον στα ασύρματα μέσα μετάδοσης μπορεί να έχει πρόσβαση ο καθένας, πρέπει να υπάρχει διαδικασία πιστοποίησης των χρηστών που να αποδεικνύει ότι είναι πράγματι αυτοί που ισχυρίζονται ότι είναι. Η πιστοποίηση εμπλέκει δύο λειτουργικές οντότητες, την κάρτα SIM του κινητού και το κέντρο πιστοποίησης (AC). Ένας χρήστης για να μπορέσει να χρησιμοποιήσει το δίκτυο τότε το δίκτυο θα πρέπει πρώτα να τον πιστοποιήσει. Καταρχήν για να γίνει αυτό κάθε κινητό θα πρέπει να διαθέτει ένα κρυμμένο κλειδί το οποίο βρίσκεται συγκεκριμένα στην κάρτα SIM του και στο Κέντρο Πιστοποίησης (AC). Όταν ενεργοποιείται το κινητό, το Κέντρο Πιστοποίησης στέλνει ένα τυχαίο αριθμό στο κινητό και αυτόν τον αριθμό τον χρησιμοποιούν μαζί με το κρυμμένο κλειδί και με έναν κρυπτογραφημένο αλγόριθμο για την δημιουργία ενός νέου αριθμού. Το κινητό στέλνει πίσω στον κέντρο πιστοποίησης τον αριθμό αυτό και το κέντρο πιστοποίησης με την σειρά του ελέγχει αν είναι ίδιος με αυτόν που έφτιαξε. Αν ο αριθμός είναι ίδιος τότε ο χρήστης πιστοποιήθηκε ειδάλλως τον ειδοποιεί ότι διαδικασία εγγραφής στο δίκτυο ήταν ανεπιτυχής. Κάθε κινητό τηλέφωνο έχει την δικιά του ταυτότητα IMEI (ταυτότητα τηλεφώνου). Η ταυτότητα αυτή είναι ένας μοναδικός 16ψήφιος για κάθε συσκευή που αντιστοιχεί στην μάρκα του κινητού, αριθμός σειράς, στοιχεία κατόχου, ημερομηνία αγοράς συσκευής κ.α. Ένα δίκτυο τηλεφωνίας GSM αποθηκεύει σε 3 διαφορετικές λίστες τα IMEI των συνδρομητών της. 1η λίστα είναι η λευκή λίστα που υπάρχουν όλα τα IMEI το κινητών που λειτουργούν φυσιολογικά και μπορούν να συνδεθούν δίκτυο με ασφάλεια. 2η λίστα είναι η γκρι λίστα που υπάρχουν τα IMEI των κινητών που είναι υπό-παρακολούθηση λόγω πιθανόν προβλημάτων που δημιουργούν. 3η λίστα είναι η μαύρη λίστα που υπάρχουν τα IMEI των κινητών που έχουν δηλωθεί από τους κατόχους τους σαν κλεμμένους ή απολεσθέν τους και ανάλογα την περίπτωση διενεργείται παρακολούθηση των κινητών αυτών αν χρησιμοποιούνται ή την άρνηση εγγραφής τους με το δίκτυο, λειτουργίες αυτές ανήκουν στο MSC.

2.5 Λειτουργικές διαδικασίες σε θέματα ραδιο-διαύλων

Εκτός από τις λειτουργικές διαδικασίες του δικτύου που έχουν αναφερθεί ως τώρα, υπάρχουν και διαδικασίες που σχετίζονται με τους ραδιοδιαύλους. Οι διαδικασίες αυτές είναι απαραίτητες για την υλοποίηση των υπολοίπων διαδικασιών

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

του συστήματος, καθώς και για τη συνολική και αξιόπιστη λειτουργία του. Για το GSM δίκτυο οι διαδικασίες αυτές αναλύονται παρακάτω.

2.5.1 Καταχώρηση ραδιο-διαύλων

Κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία ενός κυτταρικού συστήματος κινητής τηλεφωνίας, απαιτείται η κατάλληλη επιλογή της στρατηγικής που θα ακολουθηθεί για την καταχώρηση των ραδιοδιαύλων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα που αφορούν τη χωρητικότητα του συστήματος και τον αναγκαίο ραδιο-εξοπλισμό. Η διαδικασία της καταχώρησης των ραδιοδιαύλων, προσδιορίζει εάν ένας ραδιοδιάυλος είναι διαθέσιμος να εξυπηρετήσει μια εισερχόμενη τηλεφωνική κλήση. Η επιλογή του ραδιοδιαύλου πρέπει να γίνει κάτω από τους περιορισμούς που θέτει το κριτήριο επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων.

Οι πιο γνωστές διαδικασίες καταχώρησης ραδιοδιαύλων είναι: η Σταθερή (Fixed), η Δυναμική (Dynamic) και η Υβριδική (Hybrid).

Τα συστήματα τα οποία υιοθετούν την Σταθερή Διαδικασία Καταχώρησης Ραδιοδιαύλων (Fixed Channel Allocation Process), χρησιμοποιούν συγκεκριμένα υποσύνολα διαθέσιμων ραδιοδιαύλων σε κάθε κύτταρο. Τα υποσύνολα αυτά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε άλλα κύτταρα, με την προϋπόθεση ότι ισχύει το κριτήριο επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων. Να σημειωθεί ότι στην περίπτωση αυτή, η επικοινωνιακή κίνηση σ' ένα συγκεκριμένο κύτταρο, εξυπηρετείται μόνο από τους συγκεκριμένους ραδιοδιαύλους που έχουν καταχωρηθεί στο κύτταρο αυτό. Όταν όλοι οι ραδιοδιάυλοι ενός κυττάρου είναι κατειλημμένοι, τότε οι επιπλέον νέες κλήσεις των συνδρομητών δεν εξυπηρετούνται από το σύστημα ακόμα και αν υπάρχουν αδρανείς ραδιοδιάυλοι σε γειτονικά κύτταρα.

Για τα συστήματα που υιοθετούν την Δυναμική Διαδικασία Καταχώρησης Ραδιοδιαύλων (Dynamic Channel Allocation Process), ο κάθε ραδιοδιάυλος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε κύτταρο του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή, ανάλογα με το φορτίο της επικοινωνιακής κίνησης και με τη βοήθεια ειδικών αλγορίθμων, το σύστημα καταχωρεί τους ραδιοδιαύλους στα αντίστοιχα κύτταρα. Όταν μια κλήση τερματιστεί, τότε ο αντίστοιχος ραδιοδιάυλος αδρανοποιείται και το σύστημα τον καταχωρεί στο ίδιο ή σε άλλο κύτταρο, ανάλογα με τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης χρονικής στιγμής. Στα πλαίσια της δυναμικής καταχώρησης, υπάρχει δικλείδα ασφαλείας για τη διασφάλιση του κριτηρίου επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες δημιουργίας συγκαναλικής παρεμβολής.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Σύμφωνα με την Υβριδική Καταχώρηση Ραδιοδιαύλων (Hybrid Channel Allocation Process), ένα υποσύνολο των διαθέσιμων ραδιοδιαύλων καταχωρείται στα κύτταρα του συστήματος σύμφωνα με τους κανόνες της σταθερής καταχώρησης, οι δε υπόλοιποι ραδιοδιαύλοι καταχωρούνται στο σύστημα με βάση τους κανόνες της δυναμικής καταχώρησης.

Υπάρχει και μια νέα στρατηγική καταχώρησης ραδιοδιαύλων, η οποία βασίζεται στην τεχνική της Δυναμικής Διάσπασης Συγκροτήματος (ή Υπερκυττάρων) των Κυττάρων (Cell Cluster Size Splitting Technique). Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να υφίσταται μετάπτωση σε διάφορους κυτταρικούς σχηματισμούς π.χ. από συγκρότημα τάξης 7, σε συγκρότημα τάξης 4, και έπειτα σε τάξης 3, ανάλογα με τις απαιτήσεις του στιγμιαίου επικοινωνιακού φορτίου κίνησης της συγκεκριμένης περιοχής.

2.5.2 Κωδικοποίηση ομιλίας

Για να γίνει μετάδοση ομιλίας, η οποία είναι αναλογική, μέσα από ψηφιακά κυτταρικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας, όπως είναι το GSM, απαιτείται η μετατροπή της σε ψηφιακή μορφή. Η μέθοδος η οποία έχει εφαρμοστεί στο ISDN δίκτυο και στα σύγχρονα τηλεφωνικά συστήματα για πολύπλεξη φωνής μέσα από υψηλής ταχύτητας κυκλώματα και γραμμές οπτικών ινών είναι η Παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM). Η παροχή δεδομένων στην έξοδο για το PCM είναι 64 Kbps, πολύ υψηλή για να είναι εφικτή μέσα από μια ασύρματη σύνδεση. Το σήμα αυτό των 64 Kbps, παρόλο που είναι εύκολο να παραχθεί, περιέχει πολύ πλεονασμό. Έτσι, απαιτείται διαφορετική κωδικοποίηση που ποικίλει από σύστημα σε σύστημα, και έχει διαφορετικούς ρυθμούς. Για παράδειγμα το GSM έχει ρυθμό κωδικοποίησης ομιλίας 13 Kbps, το AMPS που εφαρμόστηκε στις ΗΠΑ έχει 8 Kbps, και ένα σύστημα της Ιαπωνίας έχει 7 Kbps.

2.5.3 Πολυοδική ισοστάθμιση

Στη συχνότητα των 900 MHz που βρίσκεται το GSM, τα ραδιοσήματα ανακλώνται πάνω σε οποιοδήποτε αντικείμενο υπάρχει στο χώρο, δηλαδή κτίρια, λόφους, αεροπλάνα κτλ. Έτσι, το τελικά λαμβανόμενο σήμα προκύπτει από τη σύνθεση όλων των ανακλώμενων ραδιοσημάτων τα οποία έχουν και διαφορετική φάση. Η πολυοδική ισοστάθμιση (Multipath equalization) χρησιμοποιείται για να

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

εξάγει το επιθυμητό σήμα από τις ανεπιθύμητες ανακλάσεις. Λειτουργεί ανακαλύπτοντας πώς αλλάζει ένα γνωστό μεταδιδόμενο σήμα λόγω της πολυοδικής εξασθένησης, και κατασκευάζοντας ένα αντίστροφο φίλτρο ώστε να εξάγει το επιθυμητό σήμα. Αυτό το γνωστό σήμα είναι μια σειρά 26 bit που μεταδίδονται στη μέση κάθε ριπής της χρονοθυρίδας. Η ακριβής υλοποίηση του ισοσταθμιστή δεν αναφέρεται στη τυποποίηση του GSM.

2.5.4 Μεταπήδηση συχνοτήτων (frequency hopping)

Μία από τις διευκολύνσεις που το πρότυπο GSM προσφέρει είναι να επιτρέπει έναν τρόπο λειτουργίας ονομαζόμενο μεταπήδηση συχνοτήτων. Αυτό είναι αποτελεσματικά ένας τρόπος λειτουργίας μετάδοσης φάσματος. Ουσιαστικά όταν το σήμα χρησιμοποιεί τη λειτουργία αυτή μετακινείται από τη μία συχνότητα στην άλλη, παραμένοντας σε μία συχνότητα για ένα μικρό χρονικό διάστημα χρόνου,

- 19 - *Κυψελοειδής διάσπαση λόγω αύξησης της κίνησης σε αστικό περιβάλλον (3G)* ικανοποιητικό για να στείλει ένα burst δεδομένων. Έπειτα μετακινείται σε μία άλλη συχνότητα, όπου αποστέλλει ένα ακόμα burst δεδομένων. Για λειτουργήσει με αυτό τον τρόπο, πομπός και δέκτης θα πρέπει να ακολουθήσουν το ίδιο πρότυπο μεταπήδησεων έτσι ώστε να βρίσκονται στην ίδια συχνότητα την ίδια χρονική στιγμή.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα της μεταπήδησης συχνοτήτων. Είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται από το στρατό για να προλαμβάνει μπλοκάρισμα από εχθρικές πηγές σήματος, και επίσης προλαμβάνει από υποκλοπή επειδή τα σήματα δεν μπορούν να λαμβάνονται εύκολα εκτός κι αν το πρότυπο μεταπήδησεων είναι γνωστό. Για εφαρμογές όπως οι κινητές τηλεπικοινωνίες, αρχικά χρησιμοποιείτο επειδή υπολογίζω κατά μέσω όρο το βαθμό παρεμβολής. Επιπλέον μειώνει τα αποτελέσματα της επιλεκτικής σκίασης. Ένα κανάλι που φτάνει σε ένα κινητό ή σε ένα σταθμό βάσης θα είναι το άθροισμα από τον πομπό φτάνοντας στον δέκτη πολλά κανάλια σαν αποτέλεσμα της αντανάκλασης. Καθώς το μήκος των καναλιών μπορεί να διαφέρει, μερικές φορές τα σήματα θα προστεθούν παράγοντας ένα μεγαλύτερο σήμα, ενώ άλλες φορές θα τείνουν να ακυρώνουν το ένα το άλλο. Καθώς αυτό μπορεί να εξαρτάται από τη συχνότητα που χρησιμοποιείται, η μετακίνηση σε ένα άλλο κανάλι μπορεί να διευκολύνει την κατάσταση. Οπότε και πάλι και αυτό το πρόβλημα επιλύεται.

Η μεταπήδηση συχνοτήτων είναι σχετικά εύκολη να εφαρμοστεί στο GSM επειδή το τμήμα RF του κινητού ήδη μετακινείται μεταξύ διαφορετικών συχνοτήτων για τη μετάδοση και λήψη, αλλάζοντας τη συχνότητα κατά τη διάρκεια αδρανών περιόδων όταν ούτε η λήψη ούτε η εκπομπή είναι ενεργή.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Για τον συγχρονισμό των καναλιών λήψης και εκπομπής και για τη διαβεβαίωση ότι ο σταθμός βάσης και η μεταπήδηση του κινητού είναι υπό συγχρονισμό, ο αλγόριθμος μεταπήδησης μεταδίδεται ευρέως στο κανάλι ελέγχου ευρείας ζώνης.

Ο κινητός σταθμός πρέπει να έχει «ευκινησία» στη συχνότητα με το νόημα ότι μπορεί να μετακινηθεί μεταξύ μιας χρονοθυρίδας μετάδοσης, μιας χρονοθυρίδας λήψης και μιας παρακολούθησης και ελέγχου, μέσα σε ένα TDMA πλαίσιο, οι οποίες κανονικά βρίσκονται σε διαφορετικές συχνότητες. Το GSM χρησιμοποιεί την ευκινησία αυτή για να υλοποιήσει αργή μεταπήδηση συχνοτήτων (frequency hopping), όπου το κινητό και ο BTS μεταδίδουν κάθε TDMA πλαίσιο σε διαφορετική συχνότητα φορέα. Ο αλγόριθμος της μεταπήδησης συχνοτήτων μεταδίδεται μέσω του Ραδιοδιαύλου Ελέγχου Εκπομπής (BCCH). Αφού η πολυοδική εξασθένιση εξαρτάται από τη συχνότητα φορέα, η αργή μεταπήδηση συχνοτήτων βοηθάει στη μείωση του προβλήματος.

2.5.5 Ασυνεχής μετάδοση και λήψη

Η ελαχιστοποίηση της συγκαναλικής παρεμβολής είναι ένας στόχος για τα κυτταρικά συστήματα, αφού επιτρέπει καλύτερη εξυπηρέτηση σε ένα κύτταρο συγκεκριμένου μεγέθους ή τη χρήση μικρότερων κυττάρων με αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής χωρητικότητας του συστήματος. Η ασυνεχής μετάδοση (Discontinuous transmission -DTX) είναι μία μέθοδος που εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι ένα άτομο μιλάει λιγότερο από 40 % του χρόνου μιας κανονικής συζήτησης, κλείνοντας τον πομπό κατά τη διάρκεια των σιωπηλών περιόδων της συνομιλίας. Ένα πλεονέκτημα της DTX είναι ότι γίνεται εξοικονόμηση της ισχύος του κινητού.

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της DTX είναι βεβαίως η ανίχνευση φωνής. Πρέπει να γίνεται διαχωρισμός μεταξύ της φωνής και του θορύβου, το οποίο δεν είναι τόσο ασήμαντο και εύκολο διότι υπάρχει και θόρυβος του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της συνομιλίας. Αν ένα σήμα φωνής παρερμηνευτεί ως θόρυβος, ο πομπός σταματά τη λειτουργία του και ακούγεται ένας ενοχλητικός ήχος στον δέκτη. Αν τώρα ο θόρυβος παρερμηνεύεται πολύ συχνά ως σήμα φωνής, η αποτελεσματικότητα της DTX μειώνεται δραματικά. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι όταν κλείσει ο πομπός, ακούγεται μια πλήρης ησυχία στον δέκτη, εξ 'αιτίας της ψηφιακής φύσης του GSM. Για να βεβαιωθεί ο δέκτης ότι δεν έχει κοπεί η σύνδεση, δημιουργείται ένα είδος θορύβου στο άκρο του δέκτη, που προσπαθεί να προσαρμοστεί στα χαρακτηριστικά του περιβαλλοντικού θορύβου του δέκτη.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Μία άλλη μέθοδος για εξοικονόμηση της ισχύος του κινητού είναι η ασυνεχής λήψη (discontinuous reception). Ο ραδιοδιάυλος τηλε-ειδοποίησης (PCH) που χρησιμοποιείται από το σταθμό βάσης για την τηλε-ειδοποίηση της κινητής μονάδας για μια εισερχόμενη κλήση, χωρίζεται σε υποκανάλια. Ο κάθε ένας κινητός σταθμός χρειάζεται να «ακούει» μόνο από το δικό του υποκανάλι. Στο χρόνο μεταξύ διαδοχικών υποκαναλιών τηλε-ειδοποίησης, το κινητό μπορεί να είναι σε ανενεργή μορφή (sleep mode), όπου δεν χρησιμοποιεί σχεδόν καθόλου ισχύ.

2.7.6 Έλεγχος ισχύος

Υπάρχουν τέσσερις τύποι κινητών μονάδων στο GSM σύμφωνα με τη μέγιστη ισχύ εκπομπής τους, η διαβάθμιση της οποίας είναι: 20, 8, 5, 2, και 0.8 Watts. Για να ελαχιστοποιηθεί η συγκαταλική παρεμβολή και να εξοικονομηθεί ισχύς, τα κινητά αλλά και οι BTS λειτουργούν στην κατώτερη στάθμη ισχύος η οποία διατηρεί μια αποδεκτή ποιότητα σήματος. Τα επίπεδα ισχύος μπορούν να μειωθούν ή να αυξηθούν με βήματα των 2 dB, από τη μέγιστη ισχύ έως την κατώτερη των 13 dBm (20milliwatts).

Ο κινητός σταθμός μετράει την ένταση του σήματος ή την ποιότητά του, και μεταδίδει την πληροφορία στον BSC, ο οποίος τελικά αποφασίζει αν και πότε θα αλλάξει η ισχύς. Ο έλεγχος της ισχύος πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά, καθώς υπάρχει η πιθανότητα να υπάρξει αστάθεια. Αυτή η πιθανότητα αυξάνεται με την ύπαρξη κινητών σε συγκαταλικά κύτταρα, τα οποία εκ-περιτροπής αυξάνουν την ισχύ τους σε απάντηση στην μεγάλη συγκαταλική παρεμβολή που έχει προκληθεί από την αύξηση της ισχύος του άλλου κινητού. Αυτό είναι μάλλον απίθανο να συμβεί στην πράξη αλλά μελετώνται όλα τα ενδεχόμενα.

2.6 Αλγόριθμοι ισόρροπης κατανομής του επικοινωνιακού φορτίου

Παράλληλα με τους αλγόριθμους που υλοποιούν τη διαδικασία της μεταγωγής, αναπτύχθηκαν και αλγόριθμοι ισόρροπης κατανομής (load balancing) του επικοινωνιακού φορτίου, με σκοπό τη βέλτιστη εκμετάλλευση των προσφερόμενων ραδιοδιαύλων επικοινωνίας.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Στα πλαίσια της διερεύνησης του επικοινωνιακού φορτίου, χρησιμοποιήθηκαν κλασικά μοντέλα κίνησης (π.χ. το BCC) προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα της ολικής κατάληψης ραδιοδιαύλων και προφανώς η αντίστοιχη πιθανότητα αναμονής για εξυπηρέτηση των RF ραδιοδιαύλων φωνής (voice channels). Επίσης, αναπτύχθηκαν τεχνικές στηριζόμενες στη θεωρία ουρών, προκειμένου να ελαττωθούν οι καθυστερήσεις στο ραδιοδιάυλο σηματοδοσίας (signaling channel).

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνιακή διάταξη των κυτταρικών συστημάτων, δηλαδή τα μοντέλα κίνησης, είναι οι παρακάτω:

a) Μέθοδος Blocked Calls Cleared – BCC: Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή και σαν Erlang B. Σύμφωνα με αυτή, οι καλούντες θα σταματήσουν την προσπάθεια για επικοινωνία όταν λάβουν ένα ειδικό σήμα το οποίο τους πληροφορεί ότι τα κυκλώματα είναι απασχολημένα.

b) Μέθοδος Blocked Calls Delayed – BCD: Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή και σαν Erlang C. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, οι καλούντες θα πρέπει να περιμένουν θεωρητικά απεριόριστο χρόνο, προκειμένου να λάβουν το αντίστοιχο σήμα για να σταματήσουν την προσπάθεια για επικοινωνία.

c) Μέθοδος Blocked Calls Held – BCH: Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή και σαν μέθοδος Poisson. Βασίζεται στην παραδοχή ότι οι καλούντες δεν περιμένουν για την αποκατάσταση της επικοινωνίας περισσότερο χρόνο από τη μέση τιμή της διάρκειας της κλήσης.

Η διαδικασία της ισόρροπης κατανομής του επικοινωνιακού φορτίου λαμβάνει χώρα όταν η δυναμική του κύτταρου εισέρχεται στην κατάσταση της *κατευθυνόμενης επανάληψης προσπάθειας* ή της *κατευθυνόμενης μεταγωγής*. Στην πρώτη κατάσταση, οι νέες αιτήσεις για επικοινωνία ανατίθενται στα γειτονικά κύτταρα. Με τον τρόπο αυτό, αφήνεται ελεύθερο πεδίο στο κύτταρο ώστε να δεχτεί κλήσεις που έχουν υποστεί τη διαδικασία της μεταγωγής. Στη δεύτερη κατάσταση, η ευθύνη μιας κλήσης η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη, μεταφέρεται σε γειτονικό κύτταρο ώστε να μείνουν ελεύθεροι ραδιοδιάυλοι για εξυπηρέτηση επειγόντων αιτήσεων για μεταγωγή, από KM στις οποίες η μετρούμενη ένταση του σήματος είναι μικρότερη από κάποια καθορισμένη στάθμη.

Πρέπει να σημειωθεί ότι όταν το επικοινωνιακό φορτίο σε ένα κύτταρο αυξάνει, τότε το κύτταρο οδηγείται δυναμικά από την Κανονική Κατάσταση στην Κατάσταση Κατευθυνόμενης Επανάληψης Προσπάθειας και ακολούθως στην Κατάσταση Κατευθυνόμενης Μεταγωγής. Επίσης, όταν ο αριθμός των κατειλημμένων

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

ραδιοδιαύλων φωνής υπερβεί κάποιο καθορισμένο όριο, τότε το κύτταρο το οποίο βρίσκεται στην κανονική κατάσταση δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις λειτουργίες της έναρξης και τερματισμού μιας κλήσης, καθώς και την υποδοχή κλήσεων που έχουν υποστεί μεταγωγή. Στο σημείο αυτό, το κύτταρο εισέρχεται στην κατάσταση κατευθυνόμενης επανάληψης προσπάθειας, όπου όλες οι αιτήσεις για νέες κλήσεις ανατίθενται σε γειτονικά κύτταρα αφήνοντας κατ'αυτόν τον τρόπο ελεύθερους ραδιοδιαύλους για υποδοχή κλήσεων που έχουν υποστεί μεταγωγή. Όταν ο αριθμός των κατειλημμένων ραδιοδιαύλων αυξηθεί πέραν ενός ορισμένου σημείου, τότε το κύτταρο εισέρχεται στην κατάσταση κατευθυνόμενης μεταγωγής, όπου οι υπάρχουσες κλήσεις σε εξέλιξη μεταφέρονται αυτόματα σε γειτονικά κύτταρα. Επιπλέον, οι ραδιοδιαύλοι οι οποίοι ελευθερώνονται χρησιμοποιούνται για την υποδοχή των κλήσεων που έχουν υποστεί γνήσια μεταγωγή.

Συνοψίζοντας, είναι φανερό ότι μία αύξηση του αριθμού των ραδιοδιαύλων οι οποίοι χρησιμοποιούνται για υποδοχή κατευθυνόμενης μεταγωγής, οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας, μια κλήση που έχει υποστεί μεταγωγή να αναμένει για εύρεση νέου ραδιοδιαύλου προκειμένου να εξυπηρετηθεί.

Στα πλαίσια του ελέγχου της ικανότητας των αλγορίθμων ισόρροπης κατανομής του επικοινωνιακού φορτίου, αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές εξομοίωσης των κυτταρικών συστημάτων κινητής τηλεφωνίας. Οι τεχνικές αυτές, ανάμεσα σε όλες τις εμπλεκόμενες παραμέτρους, λαμβάνουν υπόψη τους και τις εξής παρακάτω:

- a) Την ανομοιόμορφη κατανομή του επικοινωνιακού φορτίου
- b) Τις υφιστάμενες παρεμβολές μεταξύ των κυττάρων, λόγω της χρησιμοποίησης των ίδιων ραδιοδιαύλων (συγκαναλική παρεμβολή)
- c) Την τυχαιότητα που χαρακτηρίζει τις μετακινήσεις των ΚΜ

2.6.1 Υπολογισμός του επικοινωνιακού φορτίου

Σε ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιο μοντέλο τηλεφωνικής «κίνησης» με σκοπό την υψηλή ποιότητα παροχής υπηρεσιών. Το μοντέλο αυτό σχεδιάζεται βάσει κάποιων πραγματικών παρατηρήσεων με βάση την τηλεφωνική συμπεριφορά των συνδρομητών της εταιρίας. Για την κατασκευή του μοντέλου αυτού παίρνονται υπόψη διάφοροι παράγοντες, όπως ο αριθμός των συνδρομητών, το πόσο συχνά και σε ποιες περιοχές κάνουν χρήση του κινητού τους (τις ώρες αιχμής-γιορτές), τη μέση διάρκεια μιας τηλεφωνικής συνδιάλεξης κ.α. παράγοντες έτσι ώστε να εξασφαλισθεί εκ των προτέρων η ικανοποίηση των χρηστών. Για να υπολογιστεί η τηλεφωνική "κίνηση" χρησιμοποιείται μια μονάδα μέτρησης, το Erlang. Ένα Erlang δείχνει το φορτίο κίνησης που μεταφέρεται από ένα

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

κανάλι που είναι δεσμευμένο. Αν, δηλαδή, ένα κανάλι χρησιμοποιείται για μία ώρα και 30 λεπτά, κατά την διάρκεια μιας ώρας μεταφέρει 5,0 Erlangs. Εάν Q κλήσεις, μέσης διάρκειας T, πραγματοποιούνται κατά το χρονικό διάστημα t, τότε η τηλεφωνική κίνηση A δίνεται από τη σχέση:

$$A = \frac{QT}{t} \text{Erlangs}$$

Αν έχουμε 100 χρήστες από τους οποίους οι 30 κάνουν 2 κλήσεις την ώρα διάρκειας 3 λεπτών 15 να κάνουν 4 κλήσεις την ώρα διάρκειας 8 λεπτών και 55 να κάνουν 30 κλήσεις την ώρα διάρκειας ενός λεπτού τότε ο συνολικός φόρτος κίνησης είναι 38,5 Erlangs με μέση κίνηση/χρήστη να είναι 38,5 mErlangs. (30X2X3=180, 180/60min=3 Erlangs) (15X4X8=480, 480/60min=8 Erlangs) (55X30X1=1650, 1650/60min=27,5 Erlangs) (0,1 Erlangs=6min, 1 Erlangs=60min)

«Η τηλεφωνική κίνηση/συνδρομητή ορίζεται ως η μέση πιθανότητα για ένα συγκεκριμένο συνδρομητή να κάνει χρήση του τηλεφώνου του κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, σε ώρες αιχμής.» Μετρήσεις που έχουν γίνει σε δίκτυα GSM έχουν δείξει ότι 0,025 Erlang/συνδρομητή είναι υπεραρκετά για να καλύψουν τις ανάγκες της συνδρομητικής βάσης. Αυτό σημαίνει ότι κάθε συνδρομητής μπορεί να κάνει μία κλήση διάρκειας 90 δευτερολέπτων/ώρα. Στην πράξη κανένα, τηλεπικοινωνιακό δίκτυο στον κόσμο δεν μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα όλους τους συνδρομητές του, σε συνθήκες καταγιστικής ζήτησης π.χ.σε περίπτωση σεισμού. Με βάση τα παραπάνω τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας έχουν σχεδιάσει τα δίκτυα τους να έχουν Gos { (Grade of Service) - η πιθανότητα να μπλοκαριστεί μια κλήση} λιγότερο από 2%. Έτσι αν είχαμε 100 συνδρομητές με Gos 2% με μέση κίνηση/χρήστη να είναι 38.5 mErlangs τότε έχουμε 100X0,0385.5E=3,85 Erlangs με Gos 2% χρειάζονται 9 κανάλια σύμφωνα με έναν ειδικό πίνακα Erlang blocking probability. Το Erlang πήρε το όνομά του από τον Δανό μηχανικό τηλεπικοινωνιών A.K.Erlang.

Ο σχεδιασμός των MSC που θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις και τις ανάγκες των ψηφιακών κυτταρικών συστημάτων κινητής τηλεφωνίας, απαιτεί τον υπολογισμό του ρυθμού (συχνότητας) με τον οποίο η ΚΜ χρησιμοποιεί το σύστημα. Η συχνότητα αυτή εκφράζεται σε Erlangs ή σε Hundred Call Seconds – HCS. Ένα Erlang αντιπροσωπεύει ένα κύκλωμα το οποίο απασχολείται για μία ώρα, ενώ ένα HCS αντιπροσωπεύει ένα κύκλωμα το οποίο απασχολείται για 100 δευτερόλεπτα. Η σχέση μεταξύ τους είναι:

$$1 \text{ Erlang} = 36 \text{ HCS} \quad (2.2)$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Η χρήση του συστήματος από την ΚΜ καθορίζεται από τους τρεις παρακάτω κύριους παράγοντες:

- Τον μέσο αριθμό των κλήσεων, τον οποίο πραγματοποιεί η ΚΜ σε χρονική διάρκεια μιας μέρας
- Τη μέση χρονική διάρκεια κάθε κλήσης
- Τον αριθμό των κλήσεων της ΚΜ την ώρα αιχμής (busy hour) της ημέρας. Σημειώνεται ότι κατά τη διάρκεια (60 λεπτά) της ώρας αιχμής πραγματοποιούνται οι περισσότερες κλήσεις.

Για παράδειγμα, αν ο μέσος αριθμός κλήσεων της ΚΜ είναι 6 την ημέρα, η μέση χρονική διάρκεια κάθε κλήσης είναι 120 δευτερόλεπτα και το 1/8 των κλήσεων πραγματοποιήθηκαν την ώρα αιχμής, τότε το επικοινωνιακό φορτίο που δημιουργεί ο κινητός συνδρομητής είναι:

$$6 \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{120}{3600} = 0.025 \text{ Erlangs ή } 0.96 \text{ HCS} \quad (2.3)$$

Το φορτίο αυτό αντιπροσωπεύει το επί τοις εκατό του χρόνου, όπου η ΚΜ χρησιμοποιεί το σύστημα την ώρα αιχμής. Δηλαδή σύμφωνα με το παράδειγμα, η ΚΜ χρησιμοποιεί το σύστημα για 2.5 % του χρόνου κατά τη διάρκεια αιχμής. Στα ήδη εγκατεστημένα συστήματα το πιο συνηθισμένο φορτίο είναι περίπου 1 HCS ανά ΚΜ. Για τον υπολογισμό του ολικού φορτίου ενός κυττάρου, πολλαπλασιάζουμε το μέσο φορτίο των ΚΜ, με τον αριθμό των ΚΜ του κυττάρου. Επίσης πρέπει να σημειωθεί, ότι όταν το ολικό HCS φορτίο ενός κυττάρου είναι γνωστό, τότε χρησιμοποιούνται πιθανοτικές μέθοδοι για τον καθορισμό του απαιτούμενου αριθμού των ραδιοδιαύλων φωνής στο κύτταρο αυτό.

2.7 Συμπεράσματα

Λαμβάνοντας υπόψη την τυχαιότητα των συνδρομητικών κλήσεων στο χώρο και στο χρόνο, θα πρέπει να υλοποιηθούν αλγόριθμοι οι οποίοι θα εξασφαλίζουν αφενός να μην τη «συνέχεια» της επικοινωνίας μεταξύ των συνδρομητών (κινητών και ακίνητων) και αφετέρου την ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών. Στο

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

κεφάλαιο αυτό αναλύθηκαν οι λειτουργικές διαδικασίες στα κυτταρικά συστήματα κινητών επικοινωνιών. Τον πρωταγωνιστικό ρόλο στις λειτουργικές διαδικασίες τον έχει η διαδικασία της μεταγωγής. Κι αυτό γιατί μόνο μέσα από τη μεταγωγή είναι εφικτή η κινητικότητα των χρηστών, που είναι η κύρια απαίτηση για τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας. Επίσης, μέσα από τη μεταγωγή μπορεί να γίνει και ισόρροπη κατανομή του επικοινωνιακού φορτίου σε ένα σύστημα ώστε να μειωθεί η πιθανότητα μπλοκαρίσματος σε κάθε κύτταρο του συστήματος.

Κεφαλαίο 3 3 Οργάνωση κλήσης, Λήξη κλήσης

3.1 Εισαγωγή

Η οργάνωση κλήσης μέσα στο GSM αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια βήματα:

- Καθιέρωση σύνδεσης RR
- Αίτημα υπηρεσιών
- Επικύρωση
- Λογαριασμός της ρύθμισης τρόπου
- Έλεγχος IMEI
- TMSI-αναδιανομή
- Έναρξη κλήσης
- Ανάθεση ενός καναλιού κίνησης
- Συναγερμός χρηστών
- Κλήση αποδεκτή

Τα παραπάνω μέτρα λαμβάνονται και για την δημιουργία και για το τέλος μιας κλήσεως. Εντούτοις, για την λήξη μιας κλήσης πρέπει να προηγηθεί μια φάση ερώτησης.

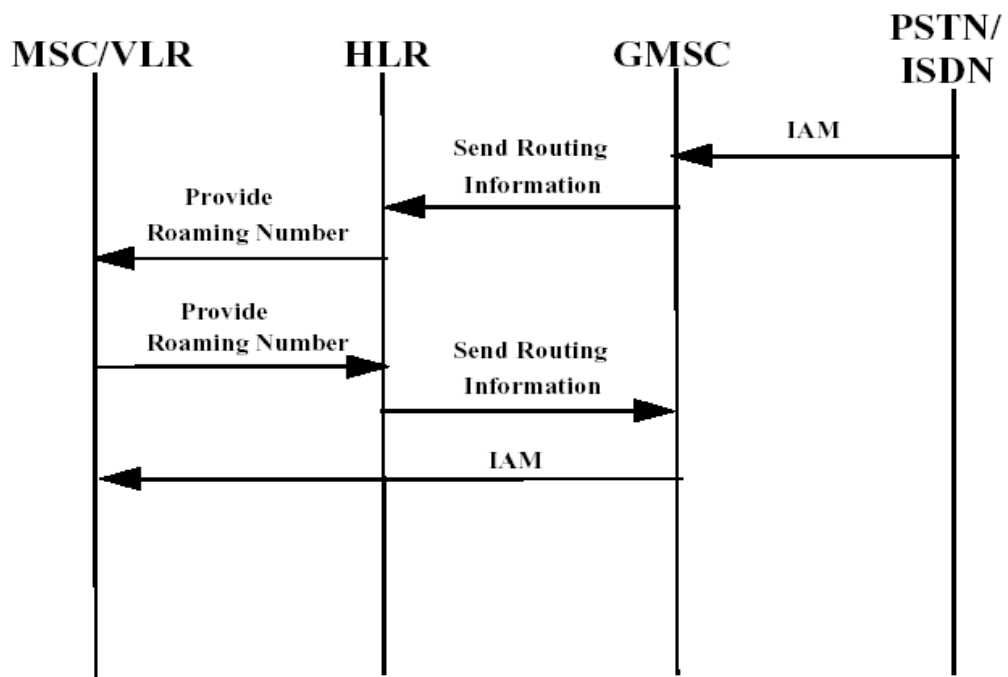
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

3.2 Φάση Ερώτησης

Όταν γίνεται μια λήξη κλήσης ένα πρόσθετο αρχικό στάδιο απαιτείται. Προτού να γίνει η καθοδήγηση της κλήσης σε έναν συνδρομητή, το σύστημα πρέπει πρώτα να ανακαλύψει που βρίσκεται ο συνδρομητής εκείνη την στιγμή. Αυτό καλείται φάση ερώτησης.

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, το GMSC ρωτά το HLR του συνδρομητή για να ανακαλύψει που βρίσκεται.

Η φάση ερώτησης παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Πίνακας 3.1: Ερώτηση HLR

Το GMSC χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που λαμβάνει στο αρχικό μήνυμα διευθύνσεων (IAM) από μια σταθερή ανταλλαγή για να καθορίσει ποιο HLR πρέπει να ρωτηθεί. (Μέρος του MSISDN χρησιμοποιείται για να καθορίσει ποιο HLR πρέπει να ρωτηθεί.)

Στο σύστημα GSM της Ericsson, το GMSC μπορεί να έρθει σε επαφή με τον εύκαμπτο κόμβο καταλόγων αρίθμησης (FNR) και τη διεύθυνση SCCP που χρησιμοποιείται στις πληροφορίες δρομολόγησης θα αλλάξουν από το MSISDN σε MGT όπως καθορίζεται στη βάση δεδομένων FNR.

Μετά από αυτό το αίτημα στέλνεται περαιτέρω προς το HLR. Αυτό επιτρέπει τις πιο εύκαμπτες ανάθεση και τις αλλαγές του ανεξάρτητου αριθμών MSISDN του αριθμού IMSI του συνδρομητή.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Στο σύστημα GSM της Ericsson τα στοιχεία συνδρομητών μπορούν να κρατηθούν ταυτόχρονα και να ενημερωθούν σε δύο HLRs. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα καλείται πλεονασμός HLR.

Το ερχόμενο σε επαφή HLR πρέπει να επιστρέψει μια απάντηση: ένας αριθμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοδηγήσει την κλήση από GMSC σε MSC/VLR.

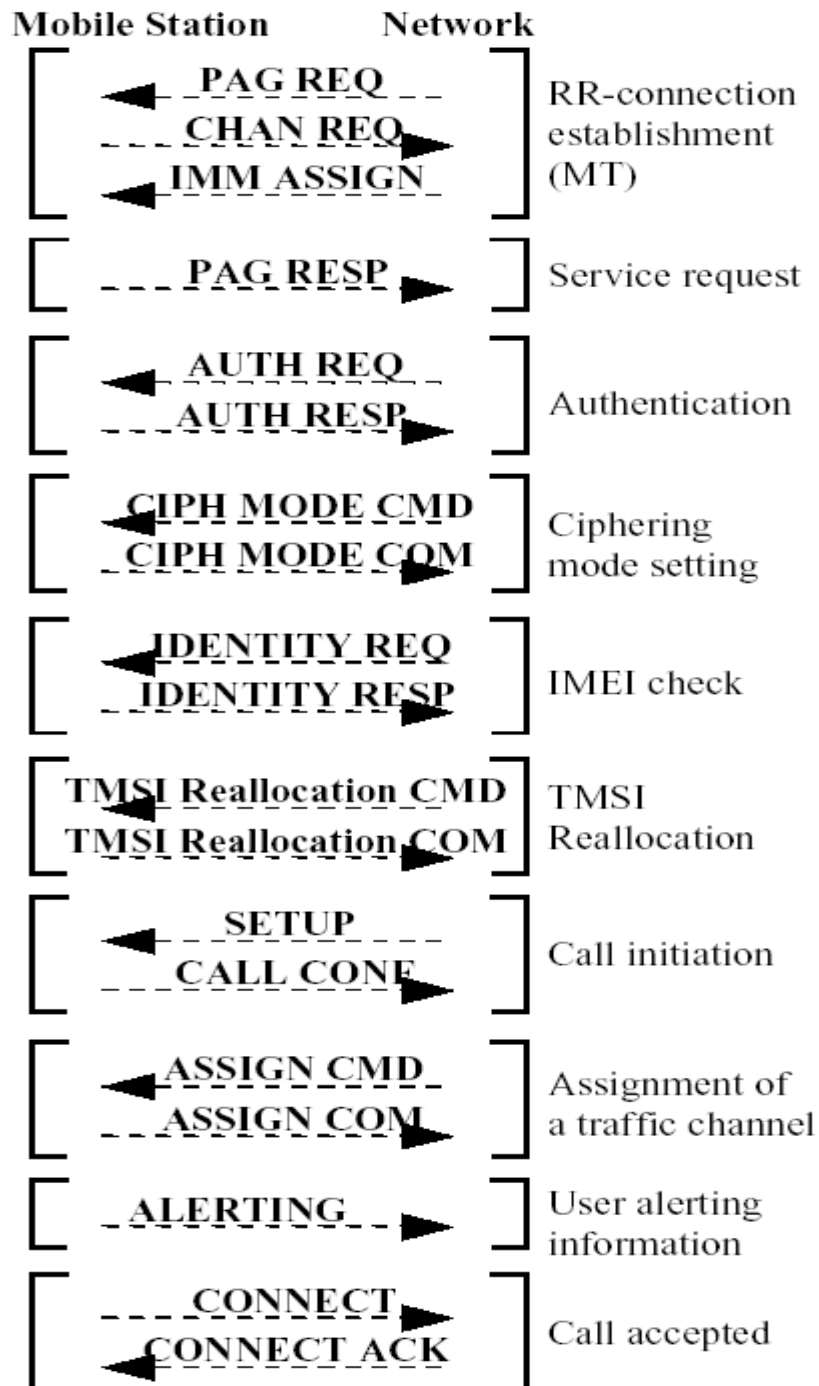
Αυτό μπορεί είτε να είναι ένας C - αριθμός εάν η κλήση που διαβιβάζει την απεριόριστη υπηρεσία ενεργοποιείται, ή συχνότερα το MSRN. Δεδομένου ότι ο αριθμός περιπλάνησης δεν είναι μέρος των πληροφοριών που αποθηκεύονται στο HLR, πρέπει να ανακτηθεί από το κατάλληλο MSC/VLR.

Η δρομολόγηση κλήσης μεταξύ του GMSC και του MSC/VLR εκτελείται χρησιμοποιώντας το αρχικό μήνυμα διευθύνσεων. Αυτή είναι μία από τις λίγες πιθανές καταστάσεις στις οποίες δύο κόμβοι GSM χρησιμοποιούν τα συγκεκριμένα πρωτόκολλα (π.χ. ISUP ή TUP) για να επικοινωνήσουν ο ένας με τον άλλον αντί της χρησιμοποίησης του χαρτη επικοινωνίας.

3.3 Οργάνωση Κλήσης στο Gsm

Μετά από τη φάση ερώτησης η κλήση καθοδηγείται στο MSC/VLR. Το υπόλοιπο της οργάνωσης κλήσης εκτελείται σύμφωνα με τα βήματα που περιγράφονται νωρίτερα σε αυτό το κεφάλαιο. Δείτε το παρακάτω σχήμα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Πίνακας 3.2: Επισκόπηση οργάνωσης κλήσης

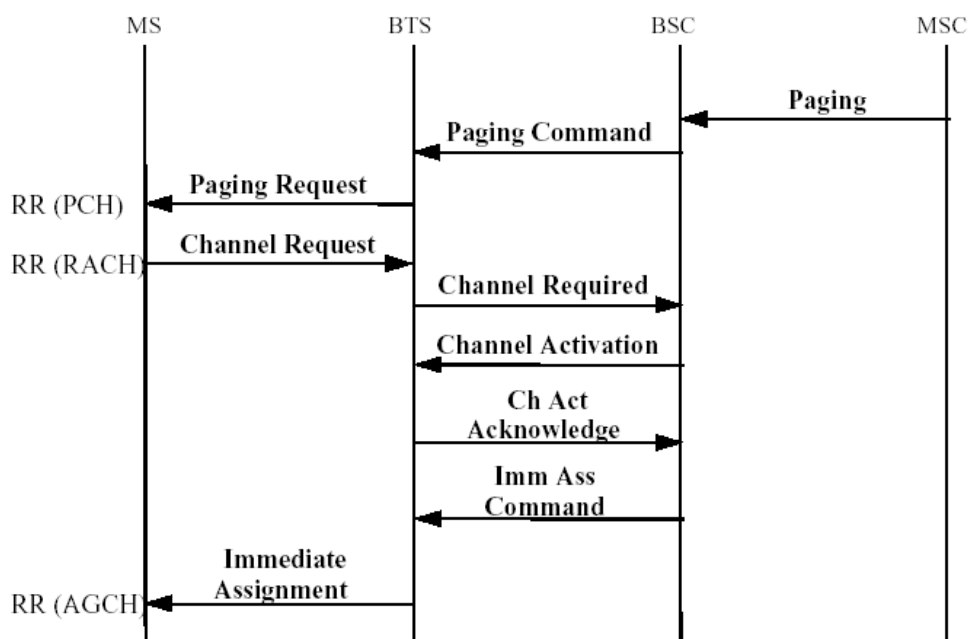
Τα ακόλουθα τμήματα περιγράφουν την σηματοδοσία λεπτομερώς, με έμφαση στο επίπεδο 3 μηνύματος.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Αναφορές:

- Um L3: GSM (04.08)
- A-BRI L3: GSM (08.58)
- L3: GSM (08.08)

3.3.1 ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ RR



.Πίνακας 3.3: Καθιέρωση σύνδεσης RR

Το MSC/VLR κινεί τη διαδικασία οργάνωσης κλήσης με την αποστολή του μηνύματος σελιδοποίησης στο σχετικό BSCs (δείτε το παραπάνω σχήμα).

Οι πραγματικές πληροφορίες που περιλαμβάνονται στο μήνυμα σελιδοποίησης εξαρτώνται από εάν IMSI ή TMSI που χρησιμοποιείται στο μήνυμα αιτήματος σελιδοποίησης. Το IMSI, εντούτοις, στέλνεται πάντα επειδή το BSC χρειάζεται το IMSI για να υπολογίσει τη σωστή ομάδα σελιδοποίησης .

Τα MS μπορούν να σελιδοποιηθούν σε όλα τα κύτταρα μιας συγκεκριμένης περιοχής ή συνολικά σε όλα τα κύτταρα στην περιοχή υπηρεσιών MSC/VLR ανάλογα με το πώς η κατάλληλη ιδιοκτησία ανταλλαγής (οι ιδιότητες ανταλλαγής είναι παράμετροι ανταλλαγής που τίθενται από το χειριστή) καθορίζεται στο Msc.

Εάν το BSC δεν έχει τις πληροφορίες για το ποια κύτταρα ανήκουν σε ποιο LAs, το Msc πρέπει να παρέχει τη συγκεκριμένη CGI.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Διαφορετικά είναι αρκετό να παρέχει το LAI. Αυτό συμβαίνει στο GSM δεδομένου ότι το BSC έχει έναν πίνακα μετατροπής για να μετατρέψει το LAI στη CGI. Σημειώστε ότι μόνο ένα μέλος μπορεί να σελιδοποιηθεί σε ένα μήνυμα στην Α-διεπαφή.

Το BSC ανιχνεύει το μήνυμα σελιδοποίησης και μεταφράζει το LAI σε μια σφαιρική ταυτότητα κυττάρων (CGI) εάν το κύτταρο δεν έχει παρασχεθεί στο μήνυμα σελιδοποίησης.

Το BSC στέλνει το μήνυμα εντολής σελιδοποίησης στο σχετικό BTS. Αυτό το μήνυμα περιέχει το IMSI ή το TMSI, τον αριθμό καναλιών (τύπος καναλιών και αριθμός σχισμών χρόνου), και την ομάδα σελιδοποίησης.

Σε αυτήν την περίπτωση, ο τύπος καναλιών είναι downlink CCCH (PCH). Η ομάδα σελιδοποίησης καθορίζεται από το IMSI και δύο άλλες παραμέτρους που καθορίζονται από το BSC και τη ραδιοφωνική μετάδοση ως πληροφορίες συστημάτων.

Η ομάδα σελιδοποίησης είναι ένας τρόπος να διαδοθεί έξω η σελιδοποίηση πέρα από ορισμένα πλαίσια. Όταν το MS λαμβάνει τις πληροφορίες συστημάτων και ξέρει το IMSI του, υπολογίζει τότε η ομάδα σελιδοποίησης της θα εμφανιστεί και αφουγκράζεται τη σελιδοποίηση μόνο όταν αναμένεται.

Τέλος, το BTS στέλνει το μήνυμα αιτήματος σελιδοποίησης στο MS. Στέλνεται στο PCH, και καταλαμβάνει τέσσερις bursts. Με τη χρησιμοποίηση TMSI αντί IMSI, μέχρι τέσσερα MS μπορούν να σελιδοποιηθούν στο μήνυμα μιας σελιδοποίησης όπως φαίνεται στο σχήμα.

Message	Number of mobiles using IMSI	Number of mobiles using TMSI	Total
Paging Request type 1	0, 1, 2	0, 1, 2	≤ 2
Paging Request type 2	0, 1	2, 3	3
Paging Request type 3	0	4	4

Πίνακας 3.4: Αίτημα σελιδοποίησης σχήμα, τύπος - 1 - 3

Όταν το σελιδοποιημένο MS λαμβάνει ένα μήνυμα αιτήματος σελιδοποίησης αποκρίνεται με την αποστολή ενός μηνύματος αιτήματος καναλιών, με αυτόν τον τρόπο ζητώντας ένα κανάλι σηματοδοσίας για την οργάνωση κλήσης. Το μήνυμα αιτήματος καναλιών στέλνεται στο κανάλι τυχαίας προσπέλασης (**RACH**) και

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

αποτελείται από 8 μπιτ πληροφοριών: ένας τυχαίος αριθμός (5 μπιτ) και μια καθιέρωση αιτίας (3 μπιτ).

Στις προδιαγραφές GSM η φάση 2, ο αριθμός κομματιών που χρησιμοποιούνται για να καθιερώσουν την αιτία μπορεί να είναι από 3 μέχρι 6. Συνεπώς, ο τυχαίος αριθμός θα περιγραφεί χρησιμοποιώντας από 5 μέχρι 2 μπιτ.

Η Καθιέρωση αιτίας μπορεί να είναι:

- Απάντηση στη σελίδα
- Δημιουργούμενος κλήση
- Ενημέρωση θέσης
- Κλήση έκτακτης ανάγκης
- Άλλοι, παραδείγματος χάριν IMSI αποσυνδέουν, SMS, συμπληρωματική διαχείριση υπηρεσιών

Η Καθιέρωση αιτίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να θέσει την προτεραιότητα εάν υπάρχουν πολυάριθμα αιτήματα. Οι κλήσεις έκτακτης ανάγκης μπορούν παραδείγματος χάριν, να έχουν την προτεραιότητα πέρα από την απάντηση στη σελίδα, η οποία με τη σειρά της έχει την προτεραιότητα πέρα από τις δημιουργούμενες κλήσεις.

Όταν το BTS ανιχνεύει μια burst πρόσβασης, στέλνει ένα απαραίτητο μήνυμα καναλιού στο BSC για να ζητήσει σηματοδοσία καναλιού για το MS. Αυτό το μήνυμα περιέχει την καθυστέρηση πρόσβασης της burst και την παράμετρο αναφοράς αιτήματος. Αυτή η παράμετρος περιέχει τα οκτώ μπιτ από την burst πρόσβασης (ο τυχαίος αριθμός και καθιερώνει την αιτία) και τον αριθμό πλαισίων TDMA όταν ανιχνεύθηκε η burst πρόσβασης.

Το BSC συγκρίνει την αξία καθυστέρησης πρόσβασης με τη μέγιστη επιτρεπόμενη αξία παραμέτρου προόδου συγχρονισμού. Η παράμετρος προόδου συγχρονισμού καθορίζεται για κάθε κύτταρο στο BSC για να εξασφαλίσει ότι το MS είναι μέσα στη σειρά. Το BSC καθορίζει έπειτα ποιο κανάλι θα χρησιμοποιηθεί και στέλνει στην ταυτότητα αυτού του καναλιού στο BTS στο μήνυμα ενεργοποίησης καναλιών.

Το περιεχόμενο αυτού του μηνύματος είναι:

- λόγος για την κατανομή
- μια πλήρης περιγραφή του καναλιού που περιλαμβάνει το στοιχείο πληροφοριών περιγραφής καναλιών, σύμφωνα με το σχήμα παραπάνω
- DTX που εφαρμόζεται ή όχι
- Δύναμη MS

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

- Δύναμη των BS
- Πρόοδος συγχρονισμού (TA)

Το BTS ενεργοποιεί έπειτα το κανάλι και επιβεβαιώνει ότι αυτό με την αποστολή της ενεργοποίησης καναλιών αναγνωρίζει το μήνυμα.

7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Channel Description Information Element Identifier								Channel Description Information Element Identifier							
Channel type and TDMA offset				TN				Channel type and TDMA offset				TN			
TSC			H=1	MAIO (High part)				TSC			H=0	Spare		ARFCN (High part)	
MAIO (Low part)		HSN						ARFCN (Low part)							
H = 1 ! RF hopping channel (Frequency hopping)								H = 0 ! Single RF channel							

Ο τύπος καναλιών και TDMA αντιστάθμιση :

Bits

7 6 5 4 3

0 0 0 0 1 Bm + ACCHs

0 0 0 1 T Lm + ACCHs

0 0 1 T T SDCCH/4 + SACCH/4 + or CBCH (SDCCH/4)

0 1 T T T SDCCH/8 + SACCH/8 + or CBCH (SDCCH/8)

T = Indicates subchannel number

ARFCN Απόλυτος αριθμός καναλιών ραδιοσυχνότητας

TN Timeslot αριθμός 0 - 7

TSC Κώδικας ακολουθίας κατάρτισης

MAIO : Mobile Allocation Index Offset.

Κατά διαμόρφωση μιας Hopping ομάδας που χρησιμοποιεί τις συχνότητες ν , το κανάλι είναι διατιθέμενο MAIO από 0 έως $\nu-1$, που χρησιμοποιείται στη διαδικασία εκλογής που αναφέρεται κάτω από HSN για να χωρίσει τα κανάλια. Σειρά: 0 - 63.

HSN : Hopping Sequence Number

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Ένας αριθμός από 0 έως 63, προσδιορίζοντας μια «ψευδο τυχαία γεννήτρια» που χρησιμοποιείται από τα MS και το δίκτυο, για να επιλέξει την επόμενη συχνότητα στο Hopping. HSN = 0 δίνουν κυκλικό hopping δηλ. το Hopping σύνολο συχνότητας (HFS), που είναι το σύνολο συχνοτήτων μεταξύ του οποίου ένα Hop Chanel, διαβαίνει επανειλημμένα κατά σειρά ανόδου τον αριθμό συχνότητας. Σειρά: 0 - 63.

Το BSC στέλνει έπειτα το άμεσο μήνυμα εντολής ανάθεσης που περιέχει ένα μήνυμα άμεσης ανάθεσης στον κινητό σταθμό. Το μήνυμα λέει στο MS να μεταπηδήσει στη διατιθέμενη σηματοδοσία καναλιού (SDCCH+SACCH). Το μήνυμα περιέχει:

- το στοιχείο πληροφοριών περιγραφής καναλιών που παρουσιάζεται στο σχήμα σε περίπτωση hopping καναλιού, παρέχετε ένας κατάλογος συχνοτήτων μεταπήδησης μεταξύ των MS .

- ο αριθμός πλαισίων όταν απαιτήσε το κανάλι το μήνυμα ανιχνεύθηκε

- την τυχαία αναφορά και την αιτία καθιερώσεων από την burst πρόσβασης

- το TA που τα MS θα χρησιμοποιήσουν

Το MS συγκρίνει την τυχαία αναφορά και τον αριθμό πλαισίων με εκείνους που αποθηκεύονται στο MS. Εάν αντιστοιχούν, το MS πηγαίνει στο βήμα αιτήματος υπηρεσιών.

Στα επόμενα τμήματα, μόνο το στρώμα μηνύματος 2 που δεν φέρνουν το στρώμα 3 μηνύματος ως αρχική λειτουργία (διαστιγμένο βέλος) και το στρώμα μηνύματος 3 (γεμισμένα βέλη) συζητείται.

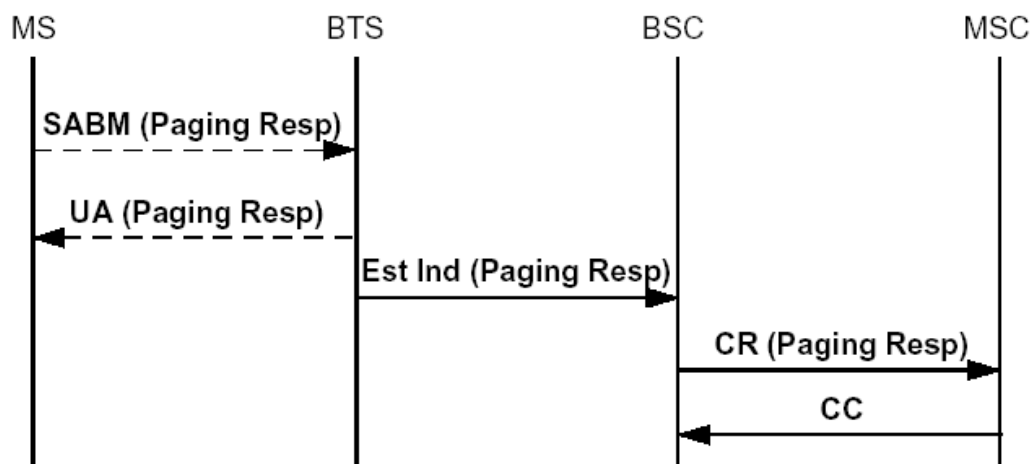
Όταν ο τομέας πληροφοριών σε ένα τέτοιο στρώμα μηνύματος 2 περιλαμβάνει ένα στρώμα μηνύματος 3, δηλ., κατά piggybacking χρησιμοποιείται, το στρώμα μηνύματος 3 απεικονίζεται εντός παρενθέσεως.

3.4 ΑΙΤΗΜΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η απάντηση σελιδοποίησης επιστρέφει πίσω στα MS σε ένα μη αριθμημένο πλαίσιο αναγνώρισης (UA). Αυτό επιβεβαιώνει ότι μόνο ένα MS χρησιμοποιεί το κανάλι. Εάν η απάντηση σελιδοποίησης δεν επιστρέφεται η ακόλουθη περίπτωση εμφανίζεται

Το στρώμα 2 καθορισμένος ασύγχρονος ισορροπημένος τρόπος μηνυμάτων (SABM) στέλνεται στο BTS μόλις συντονίσει το MS νέο κανάλι (δείτε το ακόλουθο σχήμα). Το SABM μπορεί να περιέχει ένα στρώμα μηνύματος 3 αιτήματος υπηρεσιών. Σε αυτήν την περίπτωση, ο τομέας πληροφοριών σε SABM περιέχει το μήνυμα απάντησης σελιδοποίησης.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Πίνακας 3.5: Αίτημα υπηρεσιών

Το μήνυμα SABM χρησιμοποιείται για να αρχίσει τον αναγνωρισμένο τρόπο στο κανάλι SDCCH. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι οι μετρητές για στέλνουν και λαμβάνουν τους αριθμούς ακολουθίας επαναρυθμίζονται σε μηδέν.

Το μήνυμα απάντησης σελιδοποίησης που παραλαμβάνεται πληροφορίες από τα MS περιέχει τα ακόλουθα :

- Ταυτότητα MS (IMSI ή TMSI)
- τον αριθμό ακολουθίας λογαριασμού (CKSN)
- ο κινητός σταθμός classmark 2, δηλ., ο τύπος σταθμού MS που χρησιμοποιείται

Το CKSN μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το Msc για να αρχίσει χωρίς επικύρωση. (περιγράφεται αργότερα στο «λογαριασμό του θέτοντας» τμήματος τρόπου).

Όταν η απάντηση σελιδοποίησης φθάνει στο BTS, διαβιβάζεται στο BSC σε ένα Establish μήνυμα ένδειξης. Αυτό το μήνυμα λέει το BSC ότι μια αλλαγή στον αναγνωρισμένο τρόπο έχει γίνει.

Το BSC ενεργοποιεί τη ραδιο ποιτική επίβλεψη σύνδεσης στο χειριστή πομποδεκτών (TRH) που αρχίζει τη λειτουργία εντόπισης σε SDCCH. Αρχίζει επίσης τον αλγόριθμο ελέγχου δύναμης για το δυναμικό έλεγχο δύναμης MS.

Η απάντηση σελιδοποίησης είναι ένα αρχικό μήνυμα MS , έτσι σημαίνει ότι προορίστηκε αρχικά να σταλεί διαφανώς στο Msc.

Εντούτοις, το BSC προσθέτει τη CGI πριν διαβιβάζει την απάντηση σελιδοποίησης στο Msc ως πλήρες L3 μήνυμα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

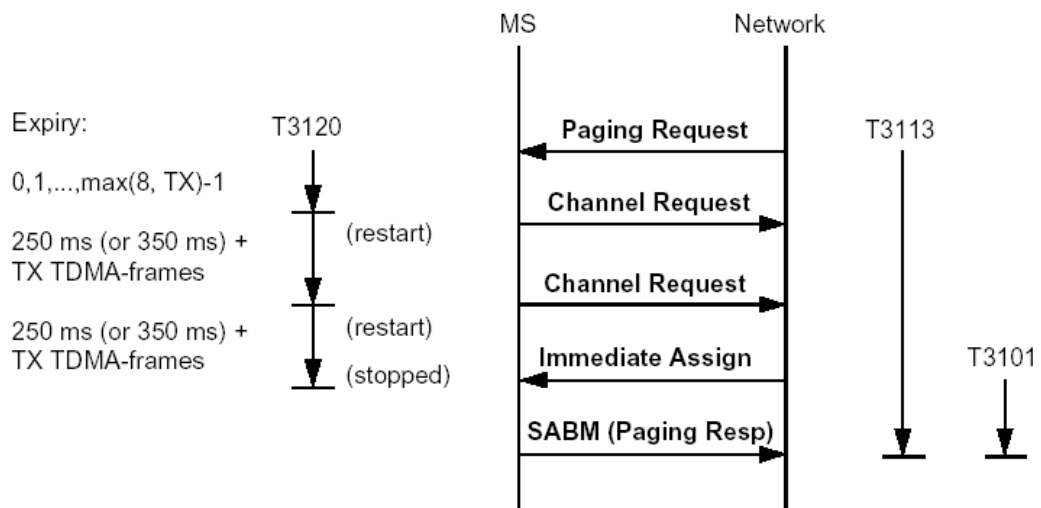
Δύο MSs έχουν πρόσβαση στο σύστημα στον ίδιο αριθμό πλαισίων, με το ίδιο καθιερώστε την αιτία και την ίδια τυχαία αναφορά (υπάρχουν μόνο 32). Εάν και το δύο MSs είναι ισχυρά, πρέπει να στείλουν μια άλλη πρόσβαση που εκρήγνυται σύμφωνα με τη διαδικασία Aloha, η οποία είναι ένας τρόπος να διαδοθούν έξω οι τυχαίες προσβάσεις προκειμένου να αποφευχθούν οι διαδοχικές συγκρούσεις. : Εντούτοις, εάν ένα από το MSs είναι αδύνατο,

το σήμα δεν φθάνει στο BTS. Αγνοώντας το, το MS λαμβάνει την απάντηση που στέλνεται στα άλλα MS μετά από την προσπάθεια πρόσβασής του. Το MS συντονίζεται στο κανάλι, στέλνει το μήνυμα απάντησης σελιδοποίησης και αφουγκράζεται έπειτα την απάντηση σελιδοποίησης που επιστρέφει. Τώρα το MS ακούει ότι η ταυτότητα MS που δίνεται δεν είναι η δική του και αφήνει το κανάλι.

Το BSC θέτει μια λογική σύνδεση SCCP προς το Msc με την αποστολή του μηνύματος αιτήματος σύνδεσης (GSM (08.06)) συμπεριλαμβανομένου ενός πλήρους στρώματος 3 πληροφορίες - το μήνυμα απάντησης σελιδοποίησης piggybacked. Η σύνδεση SCCP επιβεβαιώνει το μήνυμα (GSM (08.06)) επιστρέφεται στο BSC που σημαίνει ότι η σύνδεση προσανατολισμένης σηματοδότησης καθιερώνεται στη διεπαφή A.

Χρονόμετρα για το αίτημα καθιερώσεων και υπηρεσιών σύνδεσης RR (ALOHA)

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει χρονόμετρα που χρησιμοποιούνται στην καθιέρωση σύνδεσης RR στα MS και από την πλευρά δικτύων.



Πίνακας 3.6: Χρονόμετρα για την καθιέρωση σύνδεσης RR

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Για να αποφύγει τις συγκρούσεις στο BTS όταν περισσότεροι του ενός κινητού προσπαθεί να προσεγγιστεί το σύστημα, παραδείγματος χάριν όταν σελιδοποιούνται σε ένα μήνυμα η διαδικασία Aloha χρησιμοποιείται για να διαδώσει έξω τις προσβάσεις. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιεί το χρονόμετρο T3120 στο MS.

Όταν το MS λαμβάνει ένα μήνυμα σελιδοποίησης ή όταν αποφασίζει να έχει πρόσβαση στο σύστημα για άλλους λόγους, το MS παράγει έναν τυχαίο αριθμό μεταξύ 0 και 8 και μιας ακέραιας αξίας που καθορίζεται από την παράμετρο αποκαλούμενη TX μείον 1. Κατόπιν αρχίζει το χρονόμετρο T3120, το οποίο λήγει μετά από αυτόν τον τυχαίο αριθμό tDMA-πλαισίων. Όταν το χρονόμετρο λήγει, το MS στέλνει την burst τυχαίας προσπέλασης με το αίτημα καναλιών βλέπε το παραπάνω σχήμα.

Το MS ξαναξεκινά T3120 και περιμένει μια διαταγή (άμεση ανάθεση) από το δίκτυο να πάει σε ένα SDCCCH όπου η σηματοδότηση μπορεί να συνεχιστεί. Σύμφωνα με την προδιαγραφή GSM, στη φάση 1, το MS περιμένει 250 ms στην περίπτωση ενός μη-συνδυασμένου SDCCCH και 350 ms στην περίπτωση ενός συνδυασμένου CCCH/SDCCCH, συν έναν νέο τυχαίο αριθμό tDMA-πλαισίων. Ο νέος τυχαίος αριθμός παράγεται στα MS, αυτή τη φορά κυμαινόμενος μεταξύ 0 και TX.

Η παράμετρος TX, που είναι ραδιοφωνική μετάδοση στο BCCH, έχει μια μέγιστη αξία 50. Στη φάση 2 προδιαγραφών GSM, ο χρόνος που τα MS πρέπει να περιμένουν μετά από το καινούριο ξεκίνημα εξαρτάτε από τον χειρηστή ή από τον συνδυασμό SDCCCH και την αξία TX. Εάν το MS δεν λαμβάνει μια άμεση ανάθεση από το δίκτυο προτού να λήξει T3120, στέλνει μια νέα burst τυχαίας προσπέλασης με ένα αίτημα καναλιών. Ο αριθμός χρόνων που τα MS μπορούν να προσπαθήσουν για να έχουν πρόσβαση στο σύστημα είναι περιορισμένος. Το MS ξέρει τι το όριο είναι από τις πληροφορίες συστημάτων που διαβάζονται για το BCCH.

Το T3120 σταματά όταν παραλαμβάνεται το άμεσο μήνυμα ανάθεσης. Σε περίπτωση κατάστασης υπερφόρτωσης το BSC μπορεί να στείλει ένα μήνυμα «άμεσων απορριμάτων ανάθεσης» στο MS. Σε εκείνη την περίπτωση τα MS δεν θα στείλουν εκ νέου το μήνυμα «αιτήματος καναλιών» και θα ενημερώσουν το χρήστη ότι το δίκτυο δεν είναι προσιτό προς το παρόν.

Από την πλευρά δικτύων υπάρχουν δύο χρονόμετρα:

- Το T3113 το οποίο ξεκινά όταν στέλνεται το αίτημα σελιδοποίησης και σταματά όταν η απάντηση σελιδοποίησης παραλαμβάνεται.

- Το T3101, το οποίο εποπτεύει την κατανομή ενός καναλιού και ως εκ τούτου αρχίζει όταν στέλνεται το άμεσο μήνυμα ανάθεσης και σταματά όταν παραλαμβάνεται το πλαίσιο SABM.

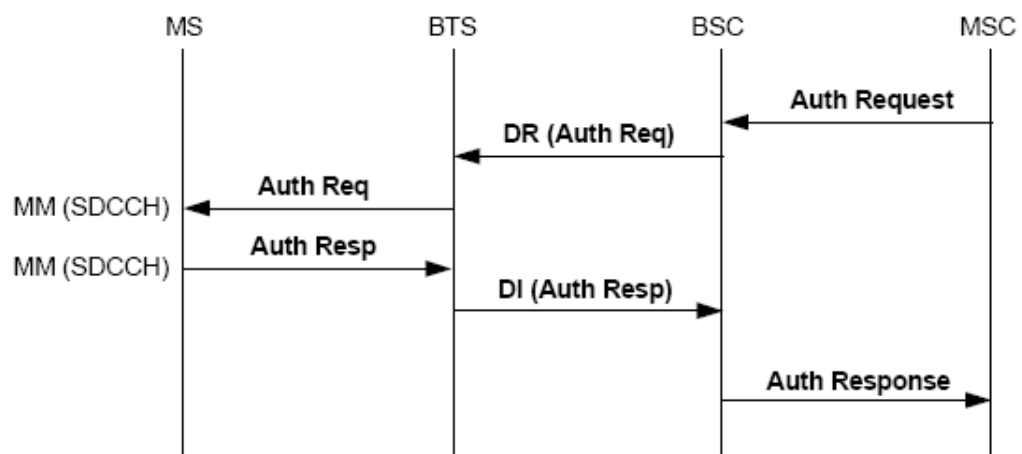
Εάν το T3113 λήγει προτού να παραληφθεί η απάντηση σελιδοποίησης, το μήνυμα αιτήματος σελιδοποίησης μπορεί να σταλεί πάλι σύμφωνα με μια παράμετρο

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

ανταλλαγής που τίθεται από το χειριστή. Εάν το T3101 λήγει εντούτοις, το αίτημα ακυρώνεται και το κανάλι απελευθερωμένος.

3.4.1 ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ

Η διαδικασία επικύρωσης παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα



Πίνακας 3.7: Επικύρωση

Μια ιδιαίτερη ανταλλαγή στο Msc/VLR καθορίζει εάν η επικύρωση πρόκειται να πραγματοποιηθεί ή όχι. Ένα αίτημα επικύρωσης στέλνεται διαφανώς στο MS. Οι παράμετροι στο Auth. Req. μήνυμα είναι ο τυχαίος αριθμός (RAND), 128 bit, και CKSN, 3 bit.

Όταν το MS λαμβάνει το Auth. Req. μήνυμα αυτό αποθηκεύει το CKSN, το οποίο πρόκειται να σταλεί στο επόμενο μήνυμα αιτήματος υπηρεσιών. Υπολογίζει έπειτα την παράμετρο SRES επικύρωσης εισάγοντας Ki, το κλειδί επικύρωσης συνδρομητών που αποθηκεύεται μέσα στη κάρτα SIM και RAND στον αλγόριθμο αριθμού A3 καθώς επίσης και kc εισάγοντας Ki και RAND στον αλγόριθμο A8.

Η παράμετρος SRES επιστρέφεται στο Msc/VLR σαν μήνυμα απάντησης επικύρωσης.

Το Data Indication (DI) πακέτο χρησιμοποιείται για να στείλει ένα επίπεδο 3ων μηνυμάτων φανερά στην κατεύθυνση από BTS σε BSC. Στην αντίθετη κατεύθυνση, χρησιμοποιείται το Data Request (DR) πακέτο.

Η επικύρωση «επιβλέπεται» από το χρονόμετρο T3260 στη πλευρά του δικτύου. Ρυθμίζεται στο Msc όταν Auth. Req. στέλνεται και σταματάει όταν δέχεται Auth Resp.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Στην πρώτη παύση Auth. Req. στέλνεται πάλι, αλλά στη δεύτερη παύση το κανάλι απελευθερώνεται.

3.4.2 Ανεπιτυχής επικύρωση

Εάν η επικύρωση αποτυγχάνει δηλαδή, SRES από το MS δεν ανταποκρίνεται με την τιμή SRES που αποθηκεύεται στο Msc/VLR, το δίκτυο μπορεί να διακρίνει μεταξύ δύο διαφορετικών τρόπων προσδιορισμός που χρησιμοποιείται από το MS:

- TMSI
- IMSI

Εάν χρησιμοποιείται TMSI, το δίκτυο μπορεί να αρχίσει την διαδικασία προσδιορισμού, όπου το MS έχει την υποχρέωση να στείλει την τιμή IMSI. Εάν το IMSI που δίνεται από το MS διαφέρει από αυτό που αποθηκεύεται στο δίκτυο, η επικύρωση ξανά ξεκινά χρησιμοποιώντας σωστές παραμέτρους. Εάν το IMSI που παρέχετε είναι το αναμενόμενο, το Msc πρέπει να συνεχίσει όπως περιγράφεται κατωτέρω.

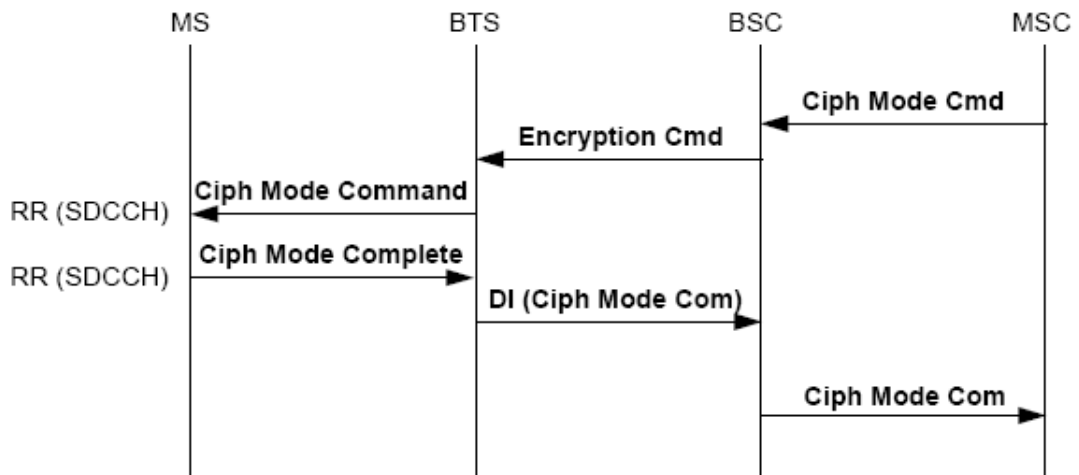
Εάν το IMSI έχει χρησιμοποιηθεί ή το δίκτυο αποφασίζει να μην χρησιμοποιήσει τη διαδικασία προσδιορισμού, ένα μήνυμα Authentication Reject στέλνεται στο MS. Όλες οι συνδέσεις υπό εξέλιξη απελευθερώνονται. Το MS λαμβάνει το Auth. Rej. μήνυμα διαγράφοντας το TMSI, LAI, Kc, και CKSN και switches στη "IDLE no IMSI" κατάσταση. Σε αυτή τη κατάσταση, το MS επιτρέπεται μόνο να εκτελέσει το παραβαίνων κύτταρο επιλογής, και μόνο οι κλήσεις έκτακτης ανάγκης επιτρέπονται.

Αυτό είναι μια σοβαρή περίπτωση επειδή αποκλείει την κάρτα SIM από τη χρήση της. Για να αποτρέψει αυτό να συμβεί επειδή οφείλεται στο bit error ή software errors, τα συστήματα GSM έχουν μια ανταλλαγή παραμέτρων που ελέγχει την ανεπιτυχή επικύρωση. Εάν ρυθμίσουμε αυτούς τους παραμέτρους, τότε το Msc δεν στέλνει μήνυμα Authentication Reject, αλλά αντί αυτού απορρίπτει το MS την προσέγγιση στο σύστημα με την αποστολή ενός από τα ακόλουθα μηνύματα ανάλογα με την αιτία (εντός παρενθέσεως):

- "IMSI άγνωστο σε VLR" (Προερχόμενη κινητή κλήση)
- Κανένα μήνυμα, μόνο αποσύνδεση (Τελειώνοντας τη κινητή κλήση)
- "PLMN που δεν επιτρέπεται" (Θέση που ενημερώνεται)
- "IMSI άγνωστο σε VLR" (Υποστηρίζει υπηρεσίες ελέγχου λειτουργίας)

CIPHERING MODE SETTING

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Πίνακας 3.8: Τρόπος ρύθμισης κρυπτογραφίας

Εάν η διαδικασία επικύρωσης εκτελείται επιτυχώς, η διαδικασία ρύθμισης κρυπτογραφίας μπορεί να αρχίσει από το MSC/VLR (ανάλογα με την ανταλλαγή που ρυθμίζεται στο MSC/VLR), το οποίο στέλνει έπειτα την εντολή τρόπου κρυπτογράφησης (Ciphering Mode Command) στο BSC (βλέπε σχήμα). Αυτό είναι ένα μήνυμα BSSMAP που περιέχει το K_c . Το K_c διαβιβάζεται από BSC στο BTS.

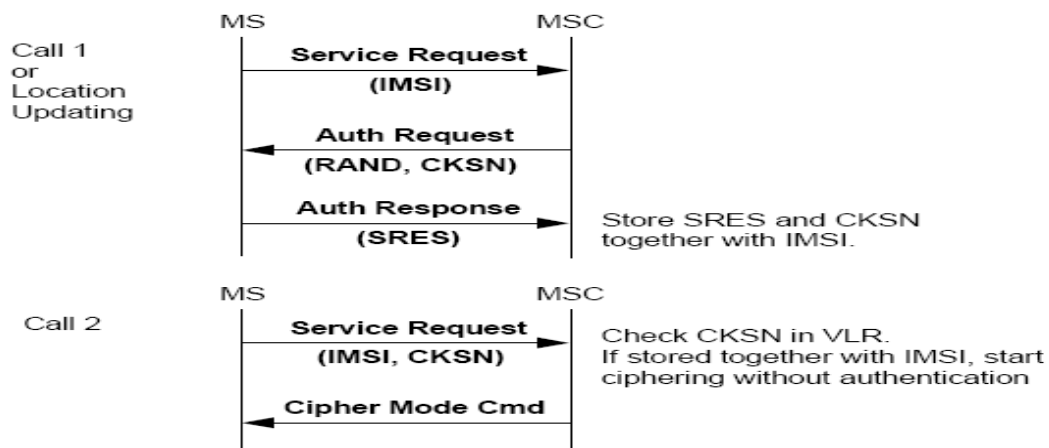
Το BTS αποθηκεύει το K_c και λέει στο MS να αρχίσει την κρυπτογράφηση. Το BTS αρχίζει την αποκρυπτογράφηση. Το μήνυμα εντολής τρόπου κρυπτογράφησης στάλθηκε από BTS στο MS μη-κρυπτογραφημένο.

Το MS εισάγει K_c και TDMA πακέτα αριθμών στον αλγόριθμο A5, όπου παράγει μια ακολουθία κρυπτογράφησης που προστίθεται στο μήνυμα για να σταλεί. Το μήνυμα καλείται Ciphering Mode Complete, και δεν έχει καμία παράμετρο. Λέει μόνο στο BTS ότι η κρυπτογράφηση έχει αρχίσει.

Όταν το BTS λαμβάνει το Ciphering Mode Complete μήνυμα ή οποιοδήποτε άλλο σωστά αποκρυπτογραφημένο επίπεδο 2 πακέτο, η κρυπτογραφία αρχίζει στη πλευρά του δικτύου. Ciphering Mode Complete στάλθηκε σε ένα DI πακέτο στο Msc.

Ciphering Key Sequence Number

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Πίνακας 3.9: Χρήση CKSN

Το CKSN χρησιμοποιείται με τον ακόλουθο τρόπο:

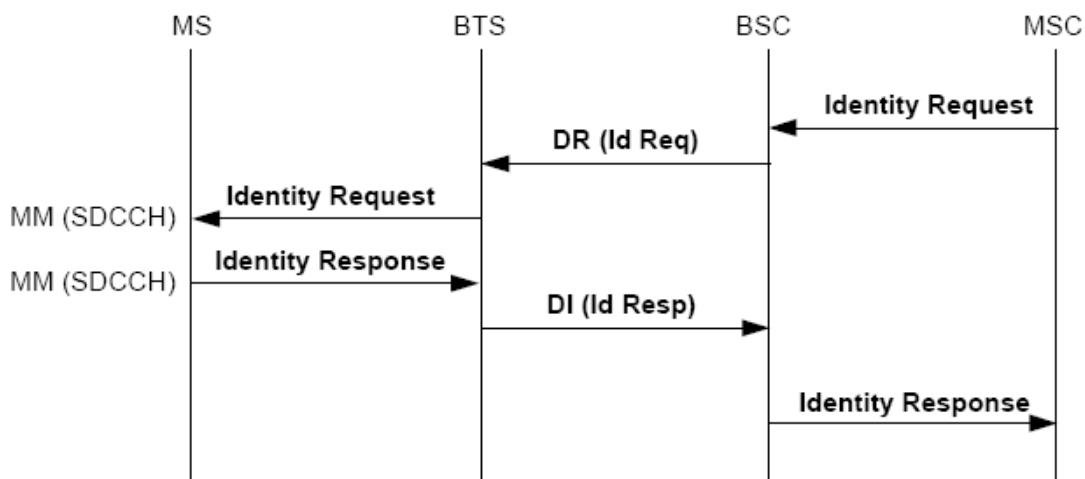
Το μήνυμα επικύρωσης που στέλνεται από το MSC/VLR περιέχει τον αριθμό RAND και το CKSN. CKSN αποθηκεύεται σε VLR μαζί με το K_c . Δείτε το σχήμα 13-10.

Όταν το MS λαμβάνει το μήνυμα επικύρωσης υπολογίζει το SRES και K_c , αποθηκεύοντας το K_c μαζί με το CKSN στη SIM κάρτα. Την επόμενη φορά το MS θέλει να έχει πρόσβαση στο σύστημα, στέλνει το CKSN στην υπηρεσία αίτησης μηνυμάτων. Τώρα το MSC ξέρει ποιο K_c αποθηκεύεται στο MS, και επομένως δεν πρέπει να στείλει το μήνυμα αιτήματος επικύρωσης που περιέχει το RAND. Αντί αυτού, το MSC μπορεί να πάει άμεσα στη διαδικασία κρυπτογράφησης. Αυτό καλείται επιλεκτική επικύρωση. Αυτό σημαίνει ότι η επικύρωση δεν πραγματοποιείται κάθε φορά. Αυτή η λειτουργία είναι καθορισμένοι από έναν αριθμό ανταλλαγής ιδιοτήτων, που ρυθμίζονται από MSC/VLR, κατάλληλα για διαφορετικές περιπτώσεις κίνησης και συχνότητα της επανάληψης της επικύρωσης.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

ΈΛΕΓΧΟΣ

IMEI



Πίνακας 3.10: Έλεγχος IMEI

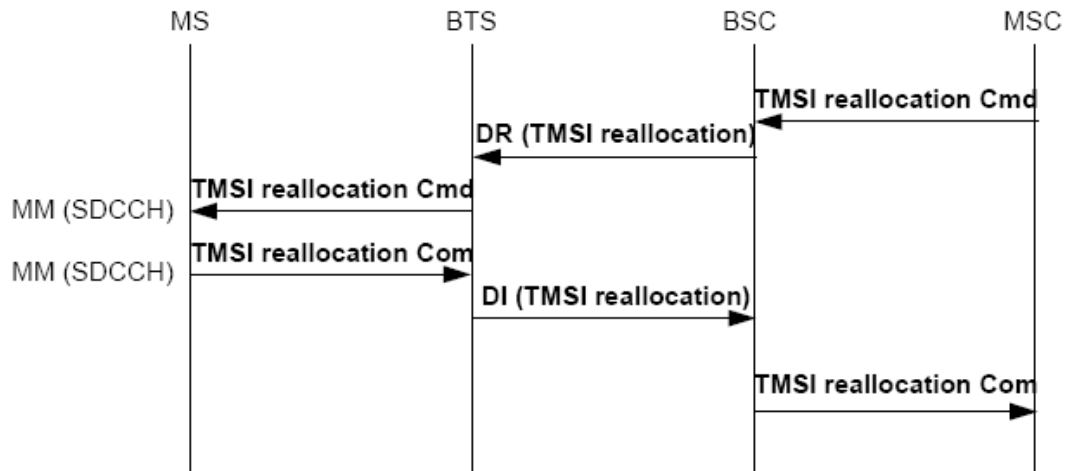
Οι ιδιότητες ανταλλαγής στο MSC/VLR καθορίζουν πότε να εκτελείται ο έλεγχος IMEI. Εάν είναι, το MSC/VLR διατάζει το κινητό σταθμό να στείλει τον αριθμό IMEI. Το downlink μήνυμα, το Identity Request, (παραπάνω σχήμα) περιέχει πληροφορίες για το τι πρέπει να στείλει ο κινητός. Σε περίπτωση ελέγχου IMEI, ο κινητός λαμβάνει ένα αίτημα να σταλεί ο αριθμός IMEI του. Το ίδιο μήνυμα Identity Request μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες καταστάσεις για να διατάξουν το κινητό να στείλει τον αριθμό IMSI του.

Το IMEI που στέλνεται από το κινητό ελέγχεται σε σχέση με τις πληροφορίες μέσα στο Equipment Identity Register του δικτύου (EIR). Εάν το EIR επιστρέφει την απάντηση "λευκή καταγραφή" το κινητό επιτρέπεται να χρησιμοποιήσει το δίκτυο. Εάν το κινητό είναι "μαύρη καταγραφή" θα απορριφθεί. Το EIR μπορεί επίσης να επιστρέψει την απάντηση "γκρι καταγραφή" ή "άγνωστη". Σε αυτές τις περιπτώσεις ο χειριστής μπορεί να αποφασίσει εάν ο κινητός είναι επιτρεπόμενη πρόσβαση στο δίκτυο.

3.4.3 ΑΝΑΔΙΑΝΟΜΉ TMSI

Ανταλλαγή ιδιοτήτων, καθώς επίσης και το αποτέλεσμα της IMSI σειράς ανάλυσης, καθορίζει εάν TMSI χρησιμοποιείται για μια ιδιαίτερη περίπτωση κίνηση και ένα ιδιαίτερο IMSI. TMSI διατίθεται από το λογισμικό Msc και στέλνεται φανερά στο MS όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το TMSI αποθηκεύεται στην κάρτα SIM και TMSI πλήρης αναδιανομή, το μήνυμα επιστρέφεται από το MS.

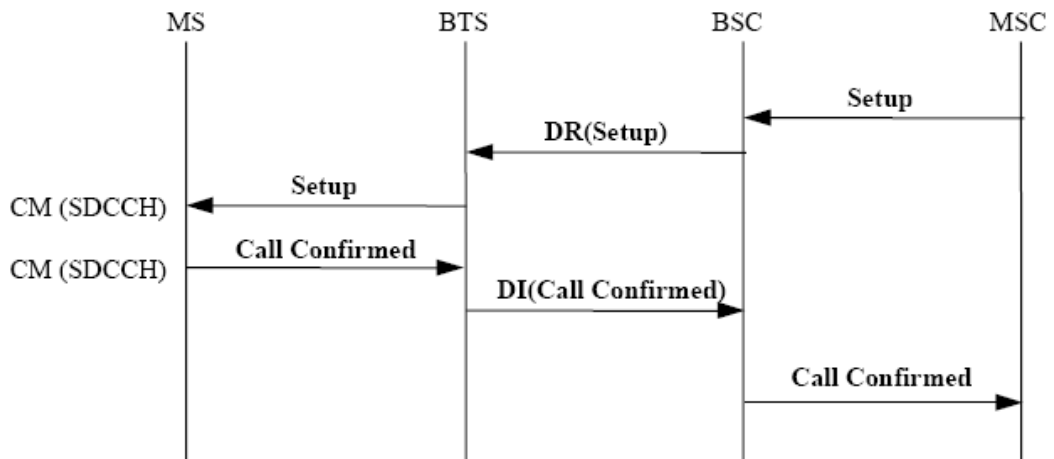
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Πίνακας 3.11: Αναδιανομή TMSI

Σημείωση: Η αναδιανομή TMSI κατά τη διάρκεια της οργάνωσης κλήσης δεν εφαρμόζεται στο σύστημα Ericsson GSM.

3.5 ΕΝΑΡΞΗ ΚΛΗΣΗΣ



Πίνακας 3.12: Έναρξη κλήσης

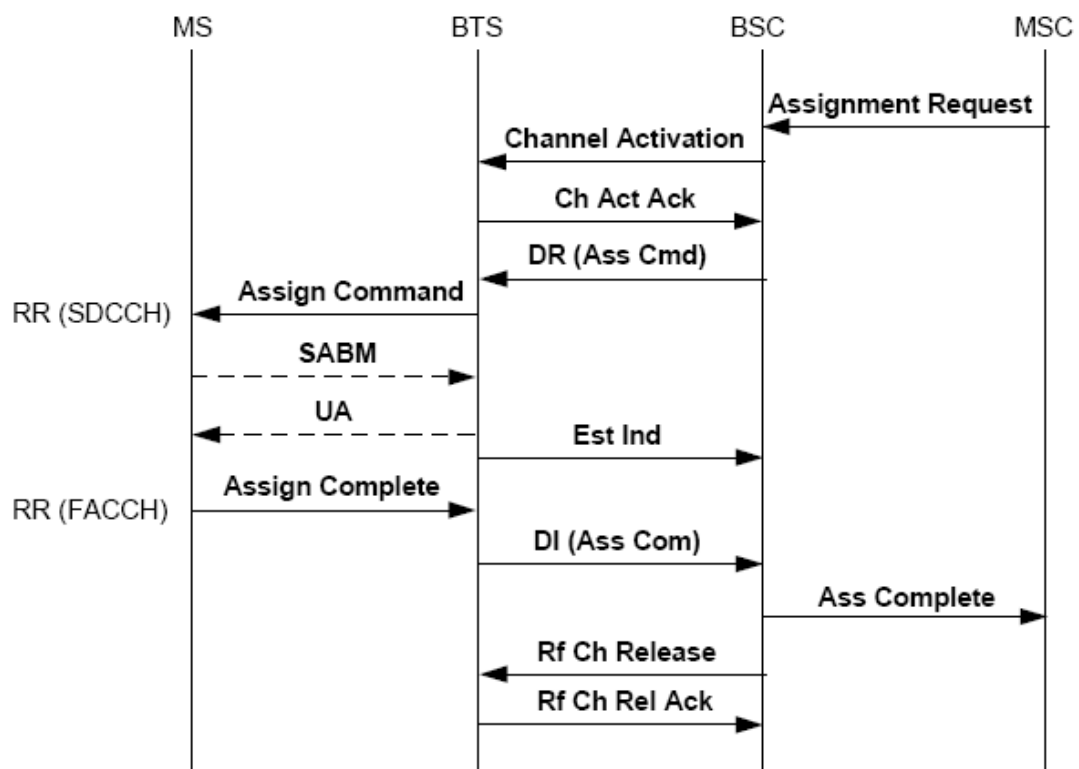
Η έναρξη κλήσης αρχίζει όταν στέλνει το MSC το μήνυμα οργάνωσης στο MS. Δείτε το σχήμα. Αυτό το μήνυμα περιέχει ένα αίτημα για τις υπηρεσίες φορέων (GSM-ικανότητες φορέων). Δηλαδή ομιλία, δεδομένα, fax, ποσοστό δυαδικών ψηφίων, κ.λπ. Εάν το MS μπορεί να χειριστεί την απαραίτητη υπηρεσία, στέλνει ένα

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

μήνυμα επιβεβαίωση κλήσης στο MSC. Εάν το MS δεν μπορέσει να χειριστεί τις απαιτούμενες υπηρεσίες φορέων, στέλνει μήνυμα πλήρης απελευθέρωση στο MSC απορρίπτοντας την αιτία με τον αριθμό 88, "ασυμβίβαστος προορισμός". Το MSC απελευθερώνει έπειτα τη σύνδεση στο MS και απελευθερώνει επίσης τη σύνδεση με τη κλήση του συνδρομητή με την αιτία αριθμού 88.

Η διαδικασία έναρξης κλήσης επιβλέπεται στην πλευρά του δικτύου με το χρονόμετρο T303. Αυτό το χρονόμετρο ρυθμίζεται όταν το setup μήνυμα στέλνεται και σταματά όταν το μήνυμα επιβεβαίωσης κλήσης λαμβάνεται. Εάν το δίκτυο δεν λάβει το μήνυμα επιβεβαίωσης κλήσης πριν λήξει το χρονόμετρο T303 απελευθερώνει τη σύνδεση καλώντας το συνδρομητή με αιτία τον αριθμό 18, "κανένας χρήστης δεν αποκρίνεται". Αυτό επίσης απελευθερώνει τη σύνδεση στο MS. Το Setup μήνυμα είναι το μόνο που στάλθηκε μια φορά.

3.5.1 ΑΝΑΘΕΣΗ ενός ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ



Πίνακας 3.13: Ανάθεση ενός καναλιού κίνησης

Η διαδικασία ανάθεσης κινείται από το MSC, το οποίο στέλνει το μήνυμα αιτήματος ανάθεσης στο BSC. Δείτε το σχήμα.

Αυτό το μήνυμα περιέχει:

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

- προτεραιότητα (μια τιμή μεταξύ 1 και 14)
- CIC για επιλογή κορμού να μεταφέρει την κίνηση (ομιλία ή στοιχεία) μεταξύ του MSC και BSC
- μια σημαία DTX που δείχνει εάν DTX πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε downlink
- προαιρετικά, ταυτότητα ράδιο-καναλιών

Με τη χρησιμοποίηση αυτής της παραμέτρου το MSC μπορεί να αναγκάσει το BSC να επιλέξει ένα ιδιαίτερο ράδιο-κανάλι.

Το BSC μπορεί έπειτα, με το φυσικό αίτημα συναφών μηνυμάτων, να ρωτήσει το BTS για τις φυσικές πληροφορίες. Δηλαδή, ισχύς BS, MS ισχύς και πρόοδος συγχρονισμού. Το φυσικό αίτημα συναφών είναι εντούτοις μην χρησιμοποιούμενο στο σύστημα GSM Ericsson.

Ο κατάλογος από τη λειτουργία εντόπισης αξιολογείται έπειτα στο BSC και ανάλογα με το αποτέλεσμα, μια από την ακόλουθη ανάθεση διαδικασιών αρχίζει:

- Ανάθεση στην εξυπηρέτηση του κυττάρου
- Ανάθεση σε ένα άλλο κύτταρο στο ίδιο BSC
- Ανάθεση σε ένα εξωτερικό κύτταρο

Μόνο η ανάθεση στην εξυπηρέτηση του κυττάρου περιγράφεται κατωτέρω. Το λογισμικό BSC διαβάζει την τιμή της προόδου συγχρονισμού και υπολογίζει το επίπεδο ισχύος MS από τη λειτουργία εντόπισης, επιλέγει μια μη απασχολούμενη κίνηση καναλιών και στέλνει την ενεργοποίηση καναλιών στο BTS. Η ενεργοποίηση καναλιών είναι ο ίδιος τύπος μηνύματος που χρησιμοποιείται για την ανάθεση SDDCH + SACCH στην RR καθιέρωση σύνδεσης (βλ. παρακάτω σχήμα). Αλλά σε αυτήν την περίπτωση ο τύπος καναλιών ρυθμίζεται BM + ACCH που σημαίνει το πλήρες ποσοστό TCH + SACCH + FACCH. Το BTS αναγνωρίζει την κατανομή του λεκτικού καναλιού με την αποστολή του μηνύματος ενεργοποίησης καναλιών αναγνώρισης.

Το BSC εγκαθιδρύει έπειτα μια διαδρομή μέσω της ομάδας switch, και εξασφαλίζει ότι δεν θα υπάρξει καμία αποσύνδεση εξαιτίας έλλειψης αναφορών μέτρησης (Measurement Reports) από το MS όταν εξαφανίζεται το MS από το

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

παλαιό κανάλι. Το BSC στέλνει την εντολή ανάθεσης προς το MS, που λέει στον κινητό σταθμό να στραφεί στο νέο κανάλι (TCH + SACCH + FACCH). Αυτό το μήνυμα στέλνεται στο SDCCH, και αυτό αποτελείται από μια πλήρη περιγραφή καναλιών.

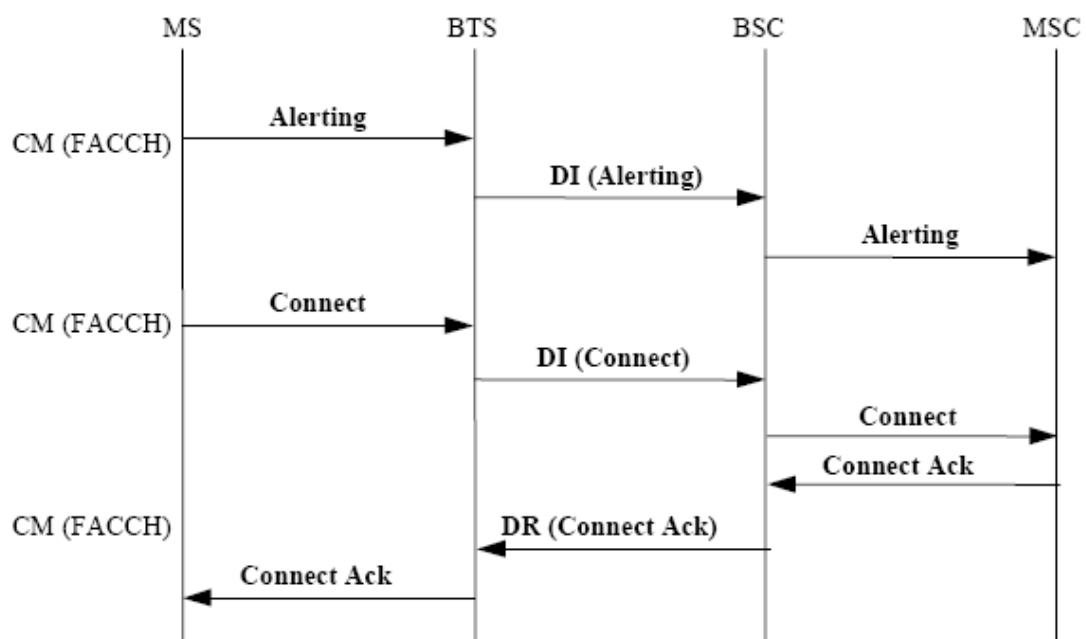
Το MS συντονίζει το νέο φυσικό κανάλι και στέλνει SABM (στο FACCH) για να δείξει ότι το κανάλι καταλαμβάνεται σωστά και αυτό το SACCH αρχίζει έπειτα τον αναγνωρισμένο τρόπο. Σαν BTS λαμβάνει αυτό το μήνυμα, επιστρέφει UA στο MS και στέλνει ένα μήνυμα Establish Indication στο BSC.

Το MS στέλνει έπειτα ένα μήνυμα πλήρης ανάθεσης στο MSC που δείχνει ότι το κανάλι κίνησης είναι σε υπηρεσία.

Τέλος, το BSC λέει το BTS κάνοντας σηματοδοσία καναλιού δεν είναι απαραίτητο πια να σταλθεί το RF μήνυμα απελευθέρωσης καναλιών. Αυτό το μήνυμα αναγνωρίζεται μόλις είναι η σύνδεση απελευθερωθεί.

3.5.2 ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΚΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΚΛΗΣΕΙΣ

Η επιβεβαίωση κλήσης και αποδεκτές κλήσεις παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



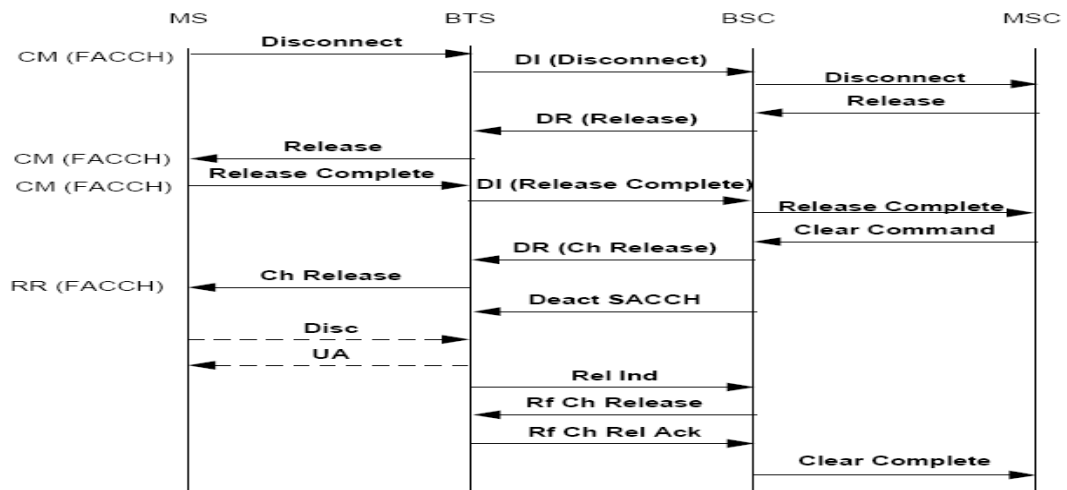
Πίνακας 3.14: Επιβεβαίωση κλήσης και κλήσεις αποδεκτές

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Οι ενάρξεις διαδικασίας επιβεβαίωσης κλήσης ως MS στέλνουν μήνυμα προειδοποίησης στο MSC. Αυτό το μήνυμα δείχνει πως ένας τόνος έχει παραχθεί στο MS και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για user-to-user σηματοδότηση ή για την επίκληση συμπληρωματικών υπηρεσιών. Το μήνυμα στέλνεται φανερά. Όταν το μήνυμα συναγεμού ληφθεί, το MSC/VLR στέλνει τη πλήρης διεύθυνση TUP (ACM) μηνύματος στον καλώντας συνδρομητή, ο οποίος μπορεί τώρα να ακούσει το τόνο που παράγεται στο MSC.

Όταν τα MS απαντήσεις χρηστών, το μήνυμα σύνδεσης στέλνεται στο MSC. Αυτό το μήνυμα περιέχει τη δυνατότητα, τη σηματοδοσία χρήστη προς χρήστη και το δείκτη προόδου. Όταν το μήνυμα λαμβάνεται στο MSC, μια σύνδεση αναγνώρισης στέλνεται πίσω στα MS, και η προερχόμενη ανταλλαγή ενημερώνεται με τη βοήθεια ενός TUP ή ενός ISUP. Απαντώντας στα μηνύματα και επίσης στη χρέωση πληροφοριών.

3.5.3 ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΚΛΗΣΗΣ



Πίνακας 3.15: Απελευθέρωση κλήσης

Το σχήμα παρουσιάζει τα μηνύματα στο τέλος της κλήσης. Σε αυτή τη περίπτωση η κλήση τερματίζει από το κινητό συνδρομητή.

Όταν το MSC λαμβάνει ένα μήνυμα αποσύνδεσης αρχίζει την απελευθέρωση της CM σύνδεσης. Αυτό γίνεται με ένα μήνυμα απελευθέρωσης, το οποίο αναγνωρίζεται, από την πλήρη απελευθέρωση μηνύματος από το MS. Εάν δεν υπήρξε καμία άλλη σύνδεση στο CM επίπεδο (π.χ. κράτηση τις κλήσεις, SMSs, κ.λπ.) το δίκτυο αρχίζει μια απελευθέρωση στο RR επίπεδο.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Το δίκτυο αρχίζει την απελευθέρωση καναλιών με την αποστολή ενός σαφούς μηνύματος εντολής στο BSC, συμπεριλαμβανομένης της αιτίας για την απελευθέρωση. Το BSC στέλνει έπειτα το μήνυμα απελευθέρωσης καναλιών φανερά στο MS. Το BTS δεν έχει μέχρι τώρα καμία γνώση σχετικά με την απελευθέρωση.

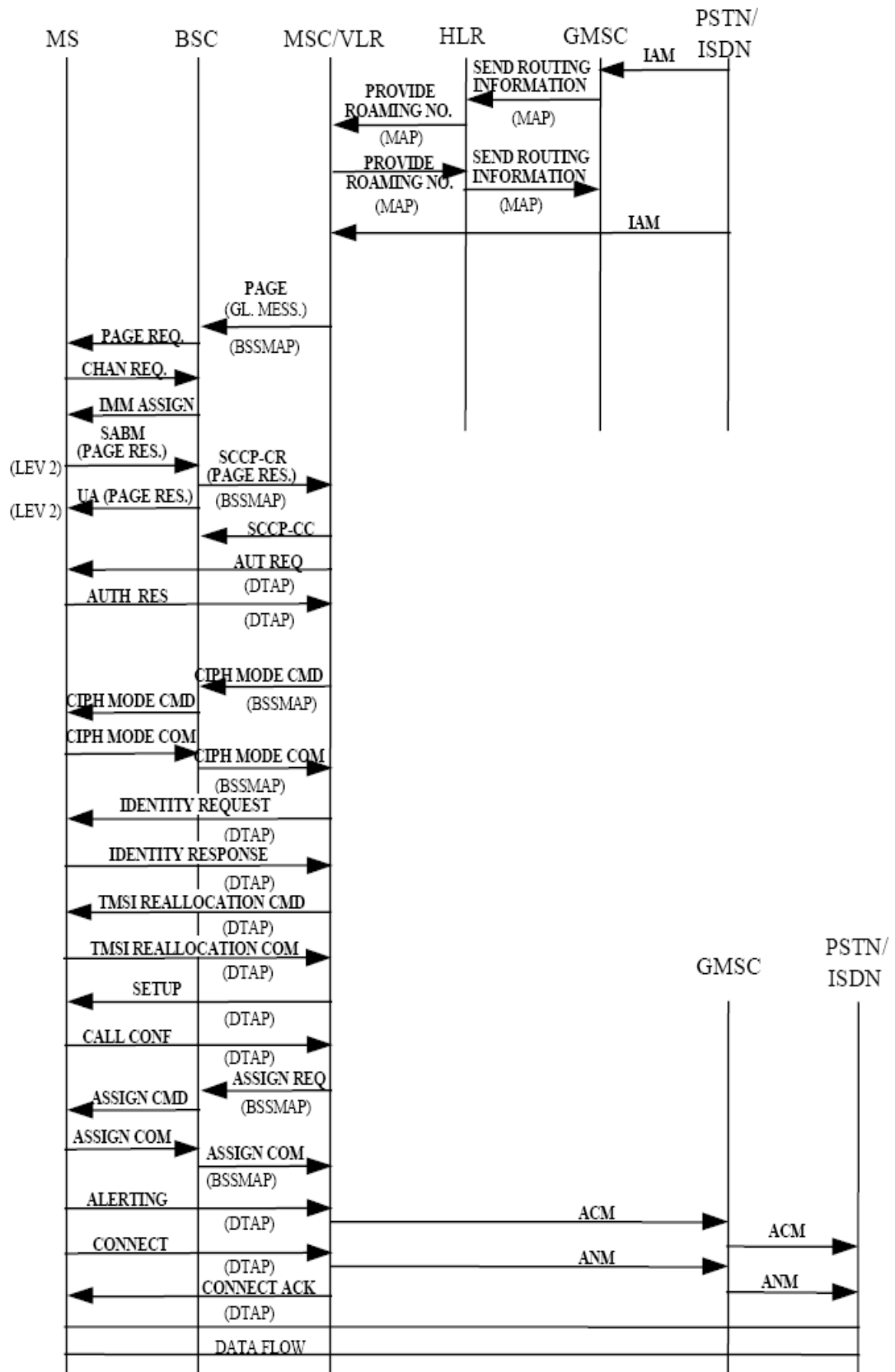
Το BSC στέλνει έπειτα Deactivate SACCH μήνυμα στο BTS, που λέει στο σταθμό βάσης να σταματήσει την αποστολή μηνυμάτων κάθε 480ms στο αργό σχετικό κανάλι ελέγχου.

Όταν το MS λαμβάνει το μήνυμα απελευθέρωσης καναλιών, αποσυνδέει τη κύρια σύνδεση σηματοδοσίας (εδώ TCH) και στέλνει το LAPDm αποσύνδεση πακέτου. Αυτό το μήνυμα δείχνει ότι η σύνδεση δεν είναι πια απαραίτητη στον αναγνωρισμένο τρόπο. Αυτό το μήνυμα είναι αναγνωρισμένο από ένα UA πακέτο.

Όταν η κύρια σύνδεση σηματοδοσίας αποσυνδεθεί, δηλαδή, όταν το BTS λαμβάνει το πακέτο δίσκων, στέλνει το μήνυμα Release Indication στο BSC. Τώρα η σύνδεση είναι αποσυνδεδεμένη, αλλά το ράδιο-κανάλι είναι ακόμα σε χρήση. Για να σταματήσει τη μετάδοση της ραδιοσυχνότητα, το BSC στέλνει το μήνυμα απελευθέρωσης καναλιών RF στο BTS, το οποίο αναγνωρίζεται ότι έχει το BTS σταματημένη μετάδοση στο ράδιο-κανάλι. Το χρονόμετρο T3111 άρχισε όταν το μήνυμα απελευθέρωσης καναλιών RF στάλθηκε. Μετά από αυτό το χρονόμετρο λήγει η πηγή που μπορεί να διατεθεί για έναν άλλο χρήστη.

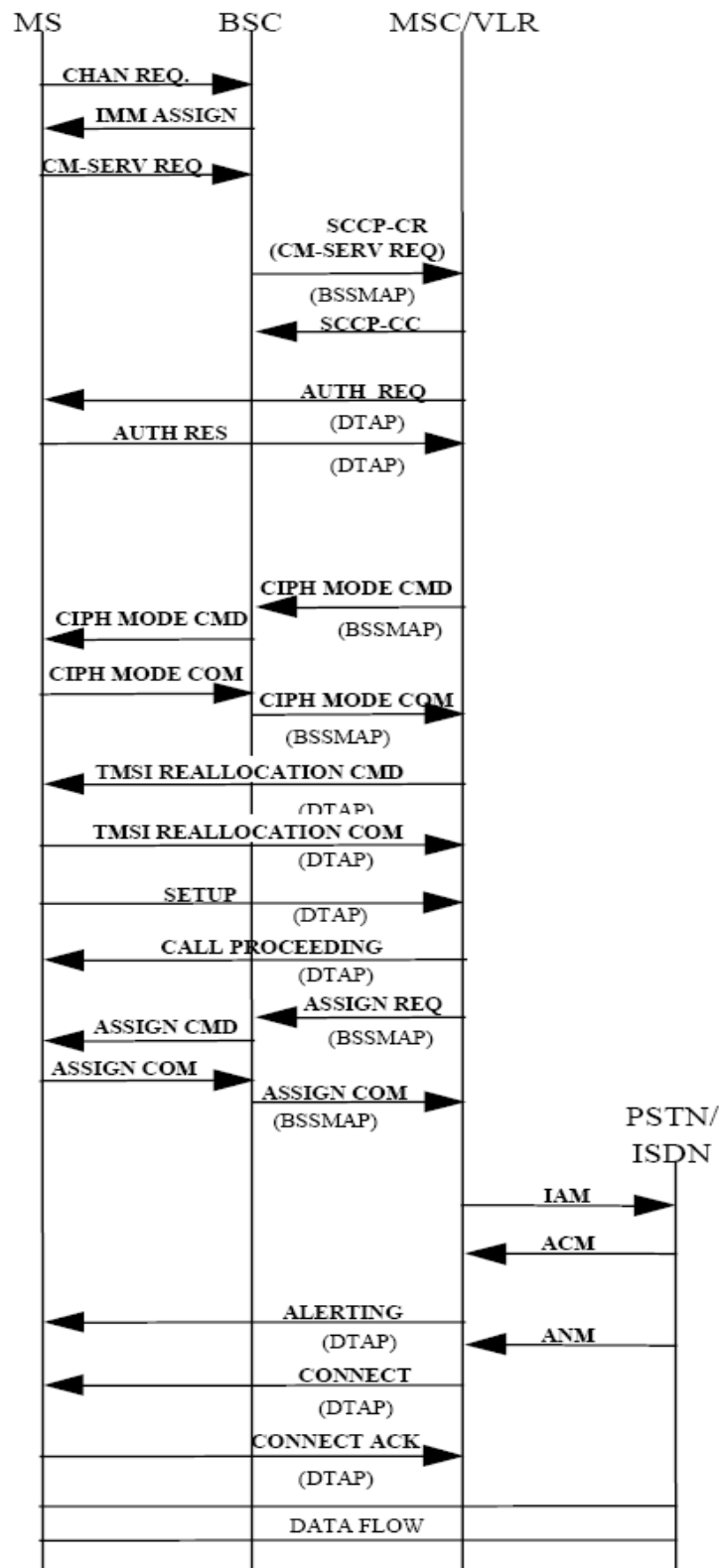
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

3.6 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑΣ



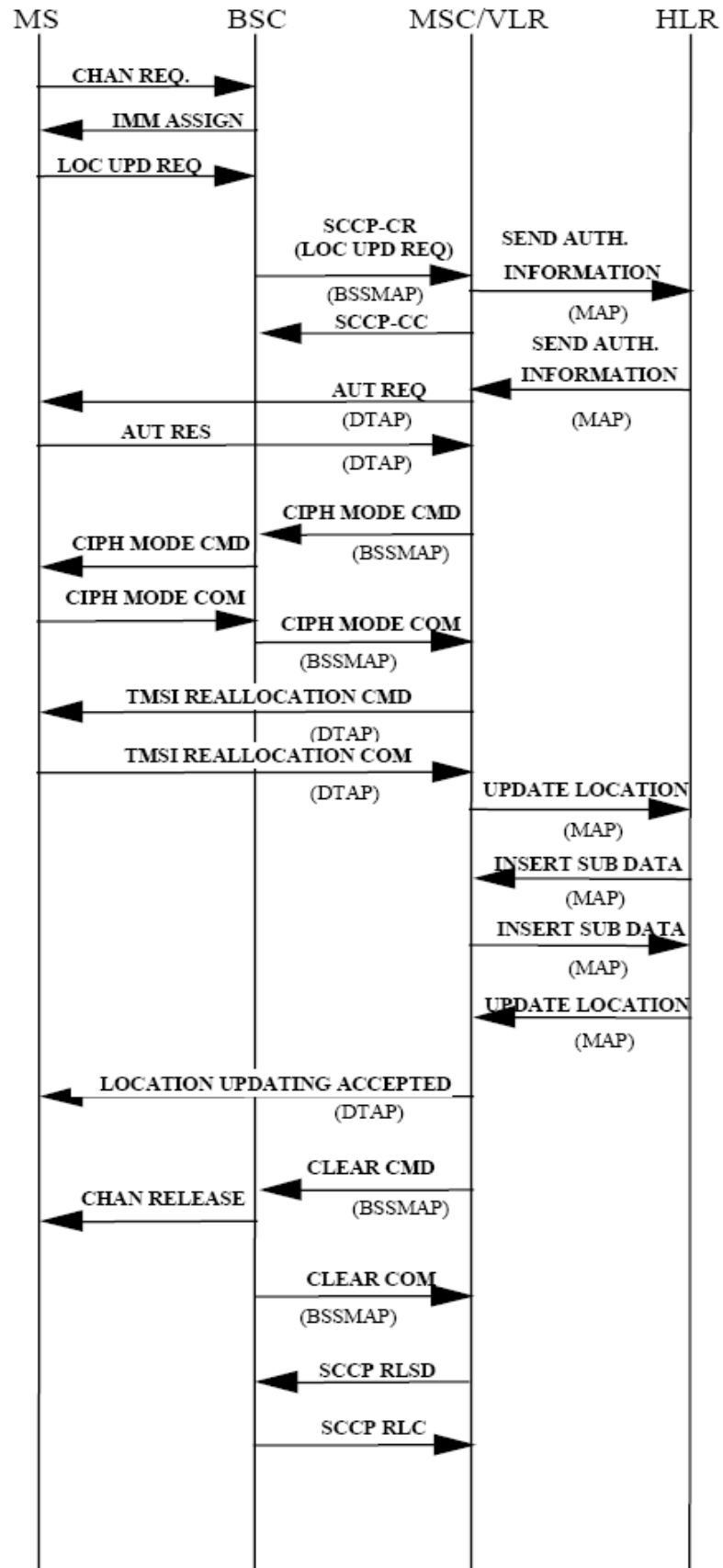
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Πίνακας 3.16: Κινητή ολοκληρωμένη κλήση, διάγραμμα ροής



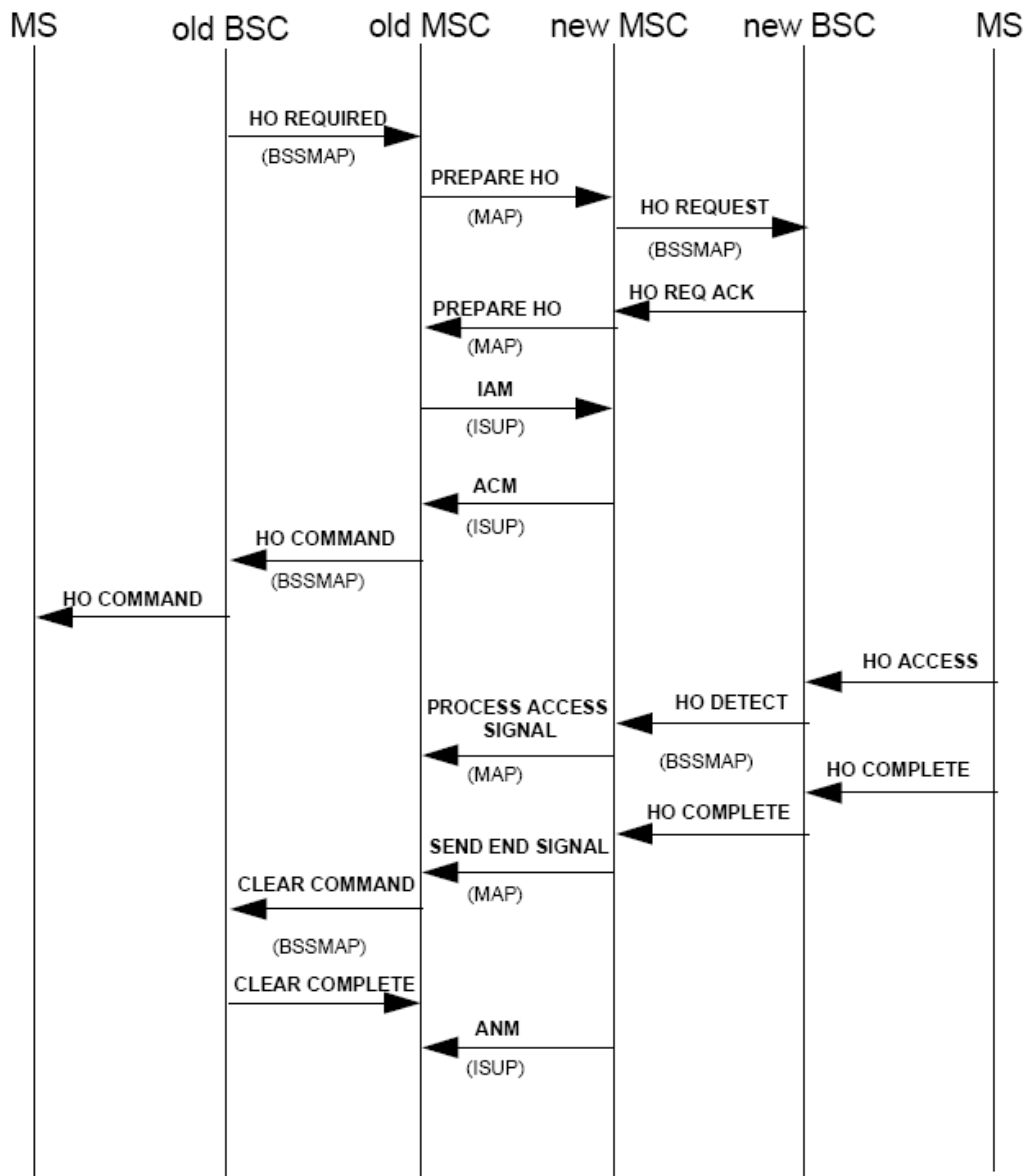
Πίνακας 317: Κινητή προερχόμενη κλήση, διάγραμμα ροής

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Πίνακας 3.18: Ενημέρωση θέσης, διάγραμμα ροής



Πίνακας 3.19: Παράδοση, διάγραμμα ροής

3.7 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Ο κατάλογος συντόμευσης εδώ χρησιμοποιείται πρώτιστα στα διαγράμματα αλλά μπορεί επίσης να εμφανιστεί στο κείμενο. Αφορούν τα μηνύματα και εντολές που στέλνονται προκειμένου να εκτελεσθούν set up και updating κλήσης. Σε μερικές περιπτώσεις, περισσότερες από μια συντομεύσεις υπάρχουν για την ίδια λέξη. Παραδείγματος χάριν, η λέξη "κανάλι" μπορεί να εμφανιστεί και ως "Chan" και ως "CH". Τέτοιες παραλλαγές έχουν υποδειχθεί στον κατάλογο για μερικές από τις λέξεις.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Abbreviation	Complete name	Interface
ACM	Address Complete Message	ISUP
ALERTING	Alerting	Transparent
ANM	Answer Message	ISUP
ASS(IGN) CMD	Assignment Command	A-bis RSL, Um R
ASS(IGN) COM	Assignment Complete	Transparent
ASS REQ	Assignment Request	A BSSMAP
AUTH REJ	Authentication Reject	Transparent
AUTH REQ	Authentication Request	Transparent
AUTH RESP	Authentication Response	Transparent
CALL CONF	Call Confirmed	Transparent
CC	Connection Confirmed	A SCCP
CH(AN) ACT	Channel Activation	A-bis RSL
CH(AN) ACT ACK	Channel Activation Acknowledge	A-bis RSL
CH(AN) REQ	Channel Request	Um
CH(AN) RQD	Channel Required	A-bis RSL
CIPH MOD(E) CMD	Cipher Mode Command	A RR
CIPH MOD(E) CMD	Ciphering Mode Command	Um RR
CIPH MOD(E) COM	Ciphering Mode Complete	Transparent
CONNECT	Connect	Transparent
CONNECT ACK	Connect Acknowledge	Transparent
CR	Connection Request	A SCCP

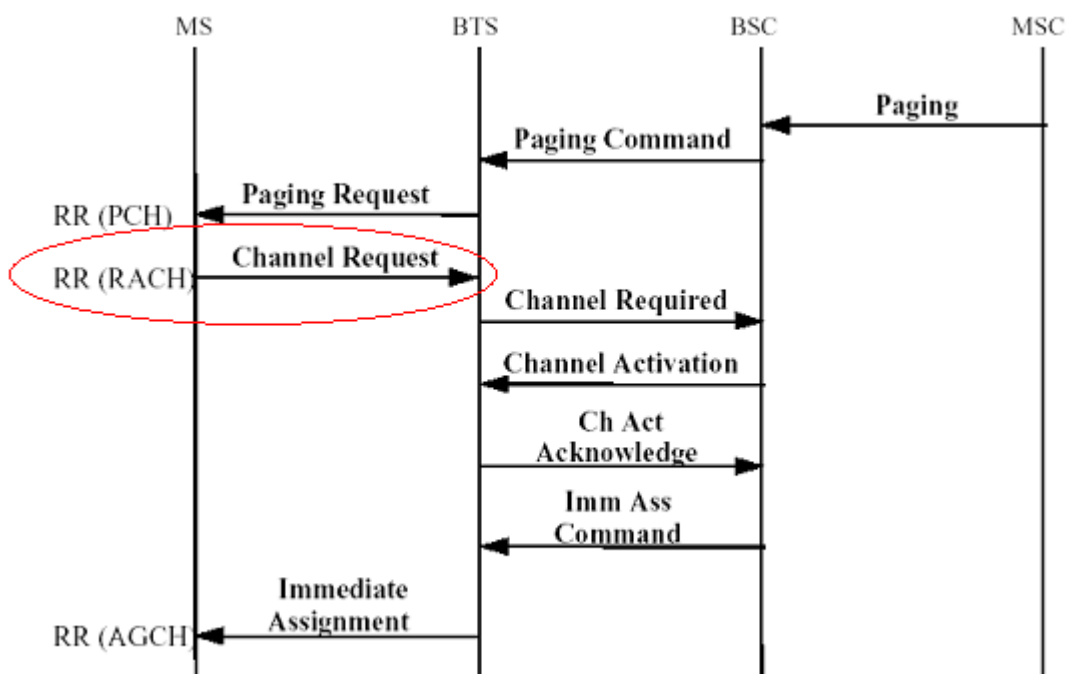
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Abbreviation	Complete name	Interface
DEACT SACCH	Deactivate SACCH	A-bis RSL
DI	Data Indication	A-bis RSL
DISC	Disconnect	Um LAPDm
DR	Data Request	A-bis RSL
ENCR CMD	Encryption Command	A-bis RSL
EST IND	Establish Indication	A-bis RSL
IAM	Initial Address Message	ISUP
IMM ASS CMD	Immediate Assignment Command	A-bis RSL
LOC UPD ACC	Location Updating Accepted	Transparent
LOC UPD REQ	Location Updating Request	Transparent*
PAG(ING) CMD	Paging Command	A-bis RSL
PAG(ING) REQ	Paging Request	Um
PAG(ING) RESP	Paging Response	Transparent*
(PHYS CONT CONF	Physical Context Confirm	A-bis RSL)
(PHYS CONT REQ	Physical Context Request	A-bis RSL)
REL IND	Release Indication	A-bis RSL
RF CH REL	Radio Frequency Channel Release	A-bis RSL
RF CH REL ACK	RF Channel Release Acknowledgment	A-bis RSL
SABM	Set Asynchronous Balanced Mode	Um LAPDm
SETUP	Setup	Transparent
TMSI REAL COM	TMSI Reallocation Complete	Transparent
UA	Unnumbered Acknowledgment	Um LAPDm

Κεφαλαίο 4

4 Μεθοδοι τυχαίας Προσπέλασης Μεσου.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε να μελετήσουμε μαθηματικά την διαδικασία πρόσβασης με την μέθοδο S-Aloha. Η πρόσβαση του κινητού τηλεφώνου στο δίκτυο επιτυγχάνεται με την προσπάθεια εξεύρεσης ενός τυχαίου καναλιού προσπέλασης RACH.



Σχῆμα 4.1: Καθιερωση Συνδεσης.

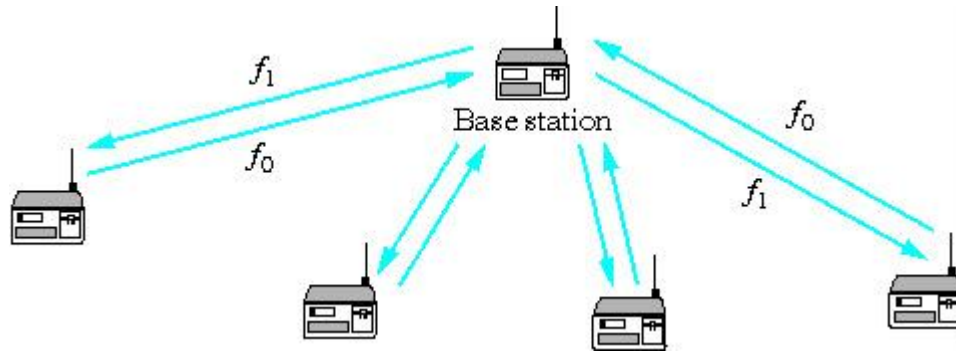
Ο μέσος χρόνος προσπέλασης T_{access} είναι μία πολύ σημαντική παράμετρος στο δίκτυο διότι καθορίζει πόσο γρήγορα περνάει η κλήση ενός συνδρομητή. Εάν δεν βρει ένα RACH κανάλι να στείλει το αίτημα Channel Request στο δίκτυο και να ξεκινήσει η διαδικασία διασύνδεσης/κλήσης, τότε επαναλαμβάνεται με τυχαίο τρόπο έως ότου ένας counter ολοκληρώσει την μέτρηση των προσπαθειών, και επομένως η κλήση τερματιστεί ως μη-ολοκληρωμένη!! Σε αυτό το κεφάλαιο θα υπολογίσουμε αυτόν τον μέσο χρόνο ως συνάρτηση των συνδρομητών που βρίσκονται στο δίκτυο και της τηλεπικοινωνιακής κίνησης που δημιουργεί κάθε συνδρομητής. Προφανώς λοιπόν υπάρχει κάποια πιθανότητα προσπέλασης και κάποια καθυστέρηση η οποία, όπως θα δούμε σε αυτό το κεφάλαιο, είναι συνάρτηση της τηλεπικοινωνιακής κίνησης.

4.1 Πρωτοκόλλο Aloha

Το πρωτόκολλο ALOHA είναι από τα πιο γνωστά πρωτόκολλα πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης με κυριότερο πλεονέκτημα του την πολύ απλή υλοποίησή του. Η αρχή

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

λειτουργίας του είναι απλή: Όποτε ένας σταθμός έχει πακέτο προς εκπομπή, πραγματοποιεί την εκπομπή αυτή αμέσως. Αν ο σταθμός αυτός είναι μεταξύ των λίγων ενεργών σταθμών ενός δικτύου τότε το πιο πιθανό είναι ότι η μετάδοσή του θα είναι επιτυχής. Αν όμως ο αριθμός των ενεργών σταθμών είναι μεγάλος το πιο πιθανό είναι ότι θα γίνει αλληλοεπικάλυψη των μεταδόσεων δύο ή περισσότερων σταθμών με αποτέλεσμα τα πακέτα τους να συγκρουστούν και να καταστραφούν.

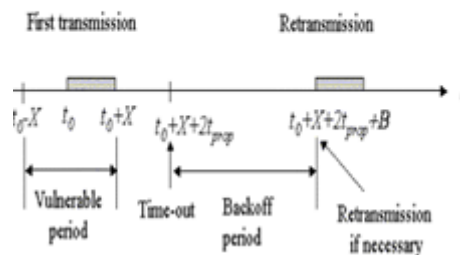


Σχήμα 4.2: Μεθοδος Aloha

Για να αποφευχθούν δυσάρεστα φαινόμενα συγχρονισμένων συγκρούσεων πακέτων, οι αναμεταδόσεις γίνονται σε τυχαία χρονικά σημεία, για τον κάθε χρήστη. Χρησιμοποιώντας ένα υποθετικό μοντέλο Poisson για τη μελέτη του συστήματος Aloha, ο Abramson κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο μέγιστος ρυθμός εξυπηρέτησης (Throughput) του συστήματος είναι μόλις το 18.4 % της διαθέσιμης χωρητικότητας. Δηλαδή, η υπόλοιπη χωρητικότητα του καναλιού ξοδεύεται για αναμεταδόσεις κατεστραμμένων πακέτων.

Το καθαρό Aloha (pure Aloha) βελτιώθηκε διπλασιάζοντας το μέγιστο ρυθμό εξυπηρέτησης στο 36.8% της ολικής χωρητικότητας του καναλιού και προέκυψε το Aloha με σχισμές (Slotted Aloha) εξαιτίας της σύγχρονης δομής με σχισμές (Time Slots) που χρησιμοποιούσε. Έτσι, στο Slotted Aloha οι συγκρούσεις μεταξύ των πακέτων περιορίζονται στο να συμβούν εντός της ίδιας χρονικής σχισμής.

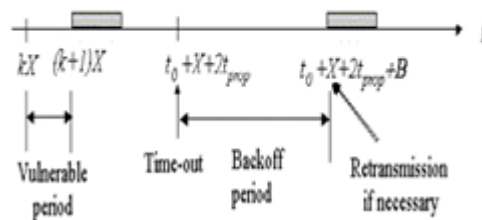
ALOHA Random Access Scheme



Σχήμα 4.3: Καθαρό ALOHA (pure ALOHA).

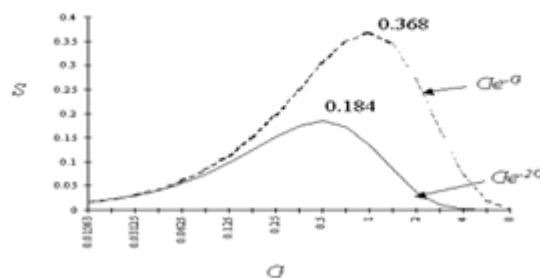
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Slotted ALOHA



Σχημα 4.4: ALOHA με σχισμές (Slotted ALOHA).

Throughput for ALOHA and Slotted ALOHA



Σχημα 4.5: Σύγκριση του καθαρού ALOHA και του ALOHA με σχισμές, με βάση τις επιδόσεις τους

4.2 Βασικά στοιχεία του ALOHA

Το πρωτόκολλο πρόσβασης ALOHA χρησιμοποιείται στα δίκτυα επικοινωνιών στα οποία ένας μεγάλος αριθμός μη συντονισμένων χρηστών ανταγωνίζονται για τα ίδια κανάλια. Η βασική ιδέα πίσω από ένα σύστημα ALOHA είναι απλώς ότι οι χρήστες επιτρέπεται να στέλνουν δεδομένα όποια στιγμή θέλουν.

Το πρωτόκολλο δεν αποκλείει την πιθανότητα συγκρούσεων, π.χ. τα γεγονός ότι μπορεί να εμφανιστεί ταυτόχρονη ή επικαλύπτουσα μετάδοση από διαφορετικούς σταθμούς που να μην μπορεί να αποκωδικοποιηθεί από την λήπτη. Τα συγκρουόμενα πακέτα πρέπει να ξανασταλθούν. Όμως, δεν μπορούν να ξανασταλθούν παρά μόνο αφού περάσει ένα χρονικό διάστημα που επιλέγεται τυχαία. Διαφορετικά οι ίδιοι σταθμοί θα συγκρουστούν ξανά.

Τα νέα πακέτα στέλνονται αφού δημιουργηθούν ώστε να διασφαλιστεί ότι υπάρχει όσο γίνεται μικρή καθυστέρηση με την αρχική πρόσβαση. Εάν υπάρξει σύγκρουση με άλλα μεταδιδόμενα πακέτα, το κανάλι θα είναι κατειλημμένο αλλά δεν θα έχει ρυθμαπόδοση. Τα συγκρουσθέντα και τα επιτυχή πακέτα μαζί δημιουργούν ένα κυκλοφοριακό φορτίο, που μετράται με τον ρυθμό άφιξης G (πακέτο/θυρίδα).

Σε αντίθεση με το pure ALOHA (μετάδοση οποιαδήποτε στιγμή), με το πρωτόκολλο Slotted ALOHA η μετάδοση μπορεί να γίνει μόνο στην αρχή της

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

χρονοθυρίδας με σταθερό μήκος. Επομένως είναι μια παραλλαγή του πρωτοκόλλου ALOHA με βάση το χρόνο που προσφέρει τη διπλή ποσότητα ρυθμαπόδοσης S_{out} . Εάν υποθέσουμε μια κατάσταση με ένα μεγάλο αριθμό ανεξάρτητων σταθμών, τότε η διαδικασία άφιξης για νέα πακέτα είναι η διαδικασία Poisson (με ρυθμό άφιξης λ). Εάν τα συγκρουσθέντα πακέτα αναμεταδοθούν μετά από μια ανεξάρτητη τυχαία καθυστέρηση, τότε το κανάλι βιώνει μια διαδικασία άφιξης Poisson με ρυθμό G και γίνεται φανερό ότι η ρυθμαπόδοση στο $G = 1$ φτάνει στο μέγιστο σημείο, που είναι $1/e = 0,368$. Η πιθανότητα η μετάδοση να είναι επιτυχής είναι:

$$S_{out} = Ge^{-G} \quad (4.1)$$

Ας υποθέσουμε ρυθμό άφιξης $\lambda < e^{-1}$ το σημείο ισορροπίας στο $G1$ αρχικά γίνεται σημαντικό και η ρυθμαπόδοση είναι $S_{out} = \lambda$. Όμως η ρυθμαπόδοση σε αυτό το σημείο αποτελεί απλώς μια μέση τιμή σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Εάν ο παρών ρυθμός κυκλοφορίας υπερβαίνει την τιμή $G1$ κατά λίγο, η ρυθμαπόδοση θα είναι κάπως υψηλότερη από το λ .

Επομένως, τα πακέτα δεδομένων αφήνουν το σύστημα ταχύτερα από ό,τι φθάνουν, πράγμα που οδηγεί τον ρυθμό πρόσβασης να επιστρέφει στο $G1$. Το σύστημα παραμένει σταθερό στο σημείο $(G1, \lambda)$, όσο ο ρυθμός κυκλοφορίας δεδομένων δεν αυξάνεται δραματικά σε μικρό διάστημα.

Εάν ο στιγμιαίος ρυθμός άφιξης λ και επομένως ο ρυθμός κυκλοφορίας αυξηθούν ακόμα περισσότερο, π.χ. στο $G=1$, τότε το σύστημα θα γίνει ασταθές (βλέπε το σημείο εργασίας στο $G2$). Εάν όμως ο στιγμιαίος ρυθμός άφιξης είναι κάπως χαμηλότερος από το λ , τότε η ρυθμαπόδοση S_{out} θα είναι επίσης χαμηλότερη από το ρυθμό άφιξης, και αυτό θα οδηγήσει σε αύξηση του αριθμού των συγκρουόμενων σταθμών. Όταν συμβεί αυτό, το G συνεχίζει να αυξάνεται και η ρυθμαπόδοση S_{out} πέφτει. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται: η ρυθμαπόδοση κινείται όλο και περισσότερο προς το 0. Αυτό είναι που κάνει το πρωτόκολλο πρόσβασης Slotted ALOHA ασταθές.

Επίσης γίνεται φανερό ότι η μέθοδος πρόσβασης Slotted ALOHA γίνεται ασταθής με δεδομένη πιθανότητα πρόσβασης ανά θυρίδα $p < 1$ όταν ο αριθμός των σταθμών που συμμετέχουν είναι πολύ μεγάλος. Η αστάθεια μπορεί να αποφευχθεί μέσω της χρήσης διαφορετικών προσβάσεων, όπως αναπτύσσεται παρακάτω.

4.3 Ανάλυση των μεθόδων πρόσβασης Slotted ALOHA.

Εάν ο ρυθμός του καναλιού πρόσβασης G ομαλοποιηθεί στο μήκος μιας χρονοθυρίδας (το G περιλαμβάνει νέες προσπάθειες μετάδοσης και αναμεταδόσεις λόγω σύγκρουσης), και χρησιμοποιηθεί η διαδικασία Poisson ως μοντέλο για κάθε πρόσβαση, τότε η πιθανότητα επιτυχούς προσπάθειας μετάδοσης ανά θυρίδα μπορεί

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

να περιγραφεί στη βάση της Εξίσωσης (4.1). Το σύστημα είναι σε κατάσταση ισορροπίας όταν $s_{out} = Ge^{-G}$ (το λ επίσης ομαλοποιείται σύμφωνα με την διάρκεια της θυρίδας). Αυτή η φόρμουλα δεν προσφέρει εμβάθυνση στη δυναμική συμπεριφορά ενός συστήματος, επειδή παράγεται ανατροφοδότηση που οφείλεται στον αριθμό των συγκρούσεων, που με τη σειρά της αλλάζει την τιμή G . Γενικά υπάρχουν πάρα πολλές μη χρησιμοποιούμενες θυρίδες αν το $G < 1$ και πάρα πολλές συγκρούσεις αν το $G > 1$.

Ο αριθμός m των σταθμών είναι τόσο μεγάλος ώστε η διαδικασία άφιξης μπορεί να προσεγγιστεί ως διαδικασία Poisson με ρυθμό λ . Επιπλέον, υποθέτουμε ότι κάθε σταθμός κάνει μια νέα προσπάθεια μετάδοσης ανά θυρίδα για το πακέτο που συγκρούστηκε με σταθερή πιθανότητα p_r . Επομένως, ο αριθμός i των θυρίδων μεταξύ μιας σύγκρουσης και μιας ανανεωμένης προσπάθειας κατανέμεται γεωμετρικά με πιθανότητα

$$P = (I = i)P_r(1 - P_r)^{i-1} \quad (4.2)$$

Εάν το n δείχνει τον αριθμό των συγκρουσθέντων σταθμών στην αρχή μιας συγκεκριμένης θυρίδας τότε καθένας από τους σταθμούς n , ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, μεταδίδει με πιθανότητα p_r . Καθένας από τους άλλους σταθμούς $m - n$ θα στείλει το πακέτο του σε αυτή τη θυρίδα εάν έχει φθάσει στο σταθμό στη διάρκεια της προηγούμενης θυρίδας. Επειδή οι διαδικασίες άφιξης για τα νέα πακέτα κάθε σταθμού επίσης είναι διαδικασίες Poisson με μέσο ρυθμό λ/m , η πιθανότητα να μη φθάνουν καθόλου δεδομένα είναι

$e^{-\lambda/m}$. Επομένως η πιθανότητα να στείλει το πακέτο του στην εν λόγω θυρίδα ένας σταθμός που δεν έχει ακόμα συγκρουστεί είναι $p_a = 1 - e^{-\lambda/m}$

Εάν το $P_a(i, n)$ είναι η πιθανότητα τα πακέτα i που δεν έχουν ακόμα συγκρουστεί να σταλούν σε μια συγκεκριμένη θυρίδα, και το $P_r(i, n)$ είναι η πιθανότητα τα πακέτα i που έχουν ήδη συγκρουστεί να σταλούν, τότε

$$P_a(i, n) = \binom{m-n}{i} (1 - p_a)^{m-n-i} P_a^i \quad (4.3)$$

$$P_r(i, n) = \binom{n}{i} (1 - p_r)^{n-i} p_r^i \quad (4.4)$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Από αυτή την υπόθεση, είναι δυνατόν να παραγάγουμε μια αλυσίδα διακριτού χρόνου (παραμέτρου) Markov στην οποία η μεταβλητή κατάσταση είναι ο αριθμός των συγκρουσθέντων σταθμών και η διάρκεια της θυρίδας είναι η μονάδα χρόνου. Σε κάθε μονάδα χρόνου η τιμή της μεταβλητής κατάσταση αυξάνει επί τον αριθμό των συγκρουσθέντων σταθμών στην αντίστοιχη θυρίδα, αλλά παραμένει η ίδια εάν μεταδοθεί με επιτυχία ένα νέο πακέτο ή δεν χρησιμοποιηθεί η θυρίδα, και μειώνεται κατά μία αν μεταδοθεί επιτυχώς ένα συγκρουσθέν πακέτο.

Μια προσπάθεια μετάδοσης είναι επιτυχής εάν

- δεν υπάρχει πακέτο που έχει ήδη συγκρουστεί και ένα πακέτο που μόλις έφτασε στέλνεται στην εν λόγω θυρίδα
- κανένα πακέτο δεν έφτασε και ένα συγκρουσθέν πακέτο στέλνεται στη εν λόγω θυρίδα

Επομένως, η πιθανότητα μετάβασης με την μετάβαση από την κατάσταση n στην κατάσταση $n + 1$ μπορεί να εκφραστεί μέσω των παρακάτω εξισώσεων .

- Εάν δύο ή περισσότερα πακέτα φτάσουν στη διάρκεια μιας θυρίδας, τότε

$$P_{n,n+1} = P_a(i, n), \quad 2 \leq i \leq (m - n) \quad (4.5)$$

- Με ακριβώς ένα νέο σταλθέν πακέτο και τουλάχιστον ένα συγκρουσθέν πακέτο που εστάλη ξανά,

$$P_{n,n+1} = P_a(1, n)[1 - P_r(0, n)] \quad (4.6)$$

- Με ακριβώς ένα νέο πακέτο που έφτασε και καμία προσπάθεια να ξανασταλούν πακέτα που έχουν ήδη συγκρουστεί ή με κανένα πακέτο που μόλις έφτασε και καμία επιτυχημένη προσπάθεια να ξανασταλεί ένα πακέτο που έχει ήδη συγκρουστεί, εφαρμόζεται το ακόλουθο:

$$P_{n,n} = P_a(0, n)[1 - P_r(1 - n)] \quad (4.7)$$

- Με ακριβώς μια προσπάθεια να σταλεί ένα πακέτο που έχει ήδη συγκρουστεί

$$P_{n,n-1} = P_a(0, n)P_r(1 - n) \quad (4.8)$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Ας υποθέσουμε ότι το D_n είναι η αναμενόμενη διαφορά στον αριθμό των συγκρουσθέντων σταθμών για την επόμενη θυρίδα σε κατάσταση n από τον επικαιροποιημένο αριθμό των συγκρουσθέντων σταθμών. Επομένως το D_n σε κατάσταση n αποτελείται από τον προσδοκώμενο αριθμό νέων σταθμών που μεταδίδουν, π.χ. $(m-n)p_a$, μείον τον προσδοκώμενο αριθμό των σταθμών που μεταδίδουν επιτυχώς μαζί σε μια συγκεκριμένη θυρίδα, που αντιστοιχεί στην πιθανότητα μιας επιτυχούς προσπάθειας μετάδοσης και ορίζεται με το P_{succ} . Έτσι,

$$D_n = (m - n)P_a - P_{succ} \quad (4.9)$$

Με

$$P_{succ} = P_a(1 - n)P_r(0, n) + P_a(0, n)P_r(1, n) \quad (4.10)$$

Εάν $G(n)$ είναι ο αριθμός των προσπαθειών μετάδοσης σε μια θυρίδα σε κατάσταση n , τότε

$$G(n) = (m - n)P_a + nP_r \quad (4.11)$$

Από την ανάλυση της αλυσίδας Markov, το P_{succ} (υπό την προϋπόθεση ότι το p_a και το p_r είναι χαμηλά) μπορεί να υπολογιστεί κατά μέσο όρο ως

$$P_{succ} \approx G(n)e^{-G(n)} \quad (4.12)$$

Με την πιθανότητα μιας κενής θυρίδας να είναι περίπου $e^{-G(n)}$. Αυτή η προσέγγιση επομένως επιβεβαιώνει την παραπάνω υπόθεση ότι το G είναι παράμετρος για μια κατανομή Poisson (βλέπε το αποτέλεσμα στην εξίσωση 4.1).

Στην εξίσωση (4.9) η παρέκκλιση D_n είναι η απόσταση ανάμεσα στην καμπύλη που αντιπροσωπεύει τα επιτυχώς μεταδοθέντα πακέτα δεδομένων και την ευθεία γραμμή που περιγράφει το ρυθμό άφιξης. Δύο σταθερές καταστάσεις ισορροπίας είναι εμφανείς.

Ας εξετάσουμε τις επιπτώσεις μεταβολής της παραμέτρου p_r . Εάν αυξηθεί η p_r , τότε η καθυστέρηση μέχρι τη νέα μετάδοση των συγκρουσθέντων πακέτων μειώνεται. Όμως, λόγω της γραμμικής εξάρτησης μεταξύ του n και της τιμής $G(n) = (m - n)p_a + nP_r = mp_a + n(P_r - P_a)$ το $G(n)$ επίσης αυξάνεται κατά το n εάν το p_r αυξηθεί και το $p_r < p_a$.

Εάν, από την άλλη, το p_r μειωθεί, η καθυστέρηση με την νέα προσπάθεια μετάδοσης θα είναι μεγαλύτερη, αν και δεν θα επιτευχθεί το ίδιο γρήγορα μια

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

κατάσταση ασταθούς ισορροπίας. Με τη μείωση του p_r , το γράφημα του $G e^{-G}$ διευρύνεται. Αυτό σημαίνει ότι το σημείο σταθερής ισορροπίας τώρα εντοπίζεται μόνο στην περιοχή των ευθειών. Αυτή η περιοχή έχει μεγάλο αριθμό σταθμών m σε κατάσταση σύγκρουσης, που σημαίνει ότι δεν μπορούν να σταλούν νέα δεδομένα από αυτούς τους σταθμούς. Αυτό έχει αρνητική επίπτωση στην καθυστέρηση των πρόσφατα δημιουργηθέντων πακέτων εκεί.

Η αναλογία των επιτυχώς μεταδοθέντων πακέτων P_{succ} πρέπει να ελέγχεται αν πρέπει να επιτευχθεί σταθερότητα. Όπως δείχνει καθαρά η εξίσωση (4.12), το μέγιστο είναι $G(n)=1$. Επομένως είναι επιθυμητό να αλλάξει δυναμικά η τιμή $G(n)$ ώστε να προσεγγίζει το δυνατόν το 1. Η δυσκολία σε αυτό είναι ότι το n δεν είναι γνωστό σε σταθμούς και μπορεί να προσεγγιστεί από αυτούς μόνο αν λάβουν ανάδραση.

4.3.1 Οψεις σταθερότητας στο Slotted-ALOHA

Οι ποιοτικές αναφορές που έγιναν στο προηγούμενο κεφάλαιο θα καλυφθούν λεπτομερέστερα σε αυτό το κεφάλαιο.

Πρώτον, θα γίνει ανάλυση του πόσο πιθανόν είναι να παραληφθεί με επιτυχία ένα μεταδιδόμενο πακέτο δεδομένων. Οι εξισώσεις (4.3) και (4.4) θα χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό. Η πιθανότητα ενός από τους σταθμούς m να μεταδώσει ένα νέο πακέτο σε θυρίδα και να μην ανήκει στους σταθμούς n που έχουν ήδη μεταδώσει ανεπιτυχώς ένα πακέτο και βρίσκονται σε κατάσταση σύγκρουσης είναι $p_a = \lambda/m$. Οι σταθμοί που αναλαμβάνουν άλλη μια προσπάθεια να στείλουν το πακέτο τους μεταδίδουν με πιθανότητα p_r .

Εάν το αποτέλεσμα της μετάδοσης στην k η θυρίδα σημειώνεται ως e_k , τότε

$$e_k = \begin{cases} 0, & \text{εάν κανένας σταθμός δεν μεταδίδει στην } k\text{η θυρίδα} \\ 1, & \text{εάν ακριβώς ένας σταθμός μεταδίδει στην } k\text{η θυρίδα} \\ c, & \text{εάν δύο ή περισσότεροι σταθμοί μεταδίδουν στην } k\text{η θυρίδα} \end{cases}$$

Υποθέτουμε ότι το e_k στην k η θυρίδα είναι γνωστό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ορίσει την πιθανότητα μετάδοσης για τους συγκρουσθέντες σταθμούς στην $(k+1)$ η θυρίδα.

Η ρυθμαπόδοση των συγκρουσθέντων σταθμών n μπορεί να υποδειχθεί από την πιθανότητα ότι ακριβώς ένα πακέτο δεδομένων θα σταλεί στη θυρίδα k . Αυτό βασίζεται στην πιθανότητα ότι ακριβώς ένας από τους n σταθμούς που συγκρούστηκαν προηγούμενα μεταδίδει αλλά κανένας σταθμός δεν μεταδίδει για πρώτη φορά, και την πιθανότητα ότι ακριβώς ένας σταθμός μεταδίδει για πρώτη φορά αλλά κανένας από τους συγκρουσθέντες σταθμούς n δεν μεταδίδει πακέτα δεδομένων. Επομένως η πιθανότητα ενός πακέτου δεδομένων που μεταδόθηκε επιτυχώς είναι

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

$$\begin{aligned}
 P &= e_k = 1 | n \geq 1 = P_a(1, n)P_r(o, n) + P_a(0, n)P_r(1, n) \\
 &= (m, n) \left(1 - \frac{\lambda}{m}\right)^{m-n-1} \frac{\lambda}{m} (1 - P_r)^n \\
 &\quad + \left(1 - \frac{\lambda}{m}\right)^{m-n} n P_r (1 - P_r)^{n-1}
 \end{aligned} \tag{4.14}$$

Υποθέτουμε εδώ ότι υπάρχει τουλάχιστον ένας σταθμός στο σύστημα που έχει ήδη συγκρουστεί. Για ένα ορισμένο ρυθμό άφιξης $\lambda = 0.2$ και έναν πεπερασμένο αριθμό 25 σταθμών, η πιθανότητα επιτυχούς πρόσβασης μπορεί να φανεί γραφικά. Η πιθανότητα επιτυχούς πρόσβασης μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως η στιγμιαία επιτεύξιμη ρυθμαπόδοση. Από το διάγραμμα αυτό, φαίνεται ότι για ένα συγκεκριμένο αριθμό συγκρουσθέντων σταθμών n (εκκρεμότητες) η αντίστοιχη πιθανότητα μετάδοσης είναι $p = p_r$ πράγμα το οποίο, στην εξεταζόμενη περίπτωση, έχει την μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχούς πρόσβασης.

Η υπόθεση εκεί είναι ότι υπάρχουν m χρήστες στο σύστημα και ότι οι μη συγκρουσθέντες σταθμοί παράγουν νέα πακέτα με την πιθανότητα p_a . Θα πρέπει να εξεταστεί το επίπεδο (n, λ) στο οποίο η ευθεία $\lambda = (m-n) p_a$ φαίνεται ως ευθεία γραμμή κυκλοφορίας. Για την ορισμένη τιμή p περιγράφεται μια καμπύλη ισορροπίας μέσω της ποσότητας των σημείων για τα οποία ο ρυθμός άφιξης δεδομένων I είναι ακριβώς ίση προς τον αναμενόμενη τιμή ρυθμαπόδοσης $S_{out}(n, \lambda)$.

Στην σκιασμένη περιοχή στην εικόνα, το $S_{out}(n, \lambda)$ είναι μεγαλύτερο από το λ . Εξω από αυτή την περιοχή, το λ είναι μεγαλύτερο από το $S_{out}(n, \lambda)$. Τρεις γραμμές κυκλοφορίας που αντιστοιχούν στους αριθμούς σταθμών m , m' και m'' έχουν χαραχθεί. Τα τόξα στις γραμμές κυκλοφορίας δείχνουν την κατεύθυνση (τάση) προς την οποία αναπτύσσεται ο αριθμός n . Μια γραμμή κυκλοφορίας μπορεί να διατέμνεται με την καμπύλη ισορροπίας σε αρκετά σημεία. Αυτά τα σημεία πρέπει να υποδεικνύονται ως σημεία ισορροπίας

(n_e, λ_e) . Ένα σημείο ισορροπίας περιγράφεται ως «ευσταθές» αν μπορεί να θεωρηθεί ως καταβόθρα (sink) σε σχέση με την τάση n . Η μπορεί να θεωρηθεί ως «ασταθές» αν το εξεταζόμενο σημείο έχει τα χαρακτηριστικά πηγής (source).

Ένα σταθερό σημείο ισορροπίας περιγράφεται ως σημείο εργασίας εάν το $n_e \leq n_{max}$. Μια γραμμή κυκλοφορίας θεωρείται σταθερή εάν έχει ακριβώς ένα σταθερό σημείο ευστάθειας. Διαφορετικά θεωρείται ασταθές. Σε ένα σταθερό κανάλι το σημείο (n_e, λ_e) καθορίζει την ρυθμαπόδοση και την καθυστέρηση πρόσβασης για

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

μια περιορισμένη χρονική περίοδο. Από την άλλη, ένα ασταθές κανάλι εμφανίζει «δισταθή» ποιότητα. Τότε η ρυθμαπόδοση επιτυγχάνεται μόνο για περιορισμένη χρονική περίοδο πριν το σημείο εργασίας μετακινηθεί στην κατεύθυνση του σημείου κορεσμού. Επομένως, η κυκλοφορία που παρέχεται στη βάση των σταθμών m είναι πολύ υψηλή με τις δεδομένες τιμές για το p_a και το p .

Παίρνοντας μια συγκεκριμένη γραμμή κυκλοφορίας, το p_0 μπορεί να θεωρηθεί ως η βέλτιστη πιθανότητα μετάδοσης (αυτό θα το εξηγήσουμε λεπτομερέστερα στα επόμενα κεφάλαια), όπου το n ελαχιστοποιείται στο σημείο εργασίας και το λ μεγιστοποιείται. Αυτή η τιμή του p μπορεί να προκαλέσει την αστάθεια του συστήματος. Η βέλτιστη ρυθμαπόδοση μπορεί να επιτευχθεί μόνο για περιορισμένη χρονική περίοδο. Μπορούμε να λάβουμε τα παρακάτω μέτρα για να σταθεροποιήσουμε το κανάλι πρόσβασης; (1) επιλογή μικρότερης τιμής για το p ή (2) μείωση του αριθμού των σταθμών m που τους επιτρέπεται να μεταδίδουν. Η πρώτη επιλογή παράγει υψηλότερη τιμή του n στο σημείο εργασίας, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε απαράδεκτα υψηλή καθυστέρηση πρόσβασης. Η δεύτερη επιλογή υπονοεί ότι το $\lambda \ll \lambda_{\max}$ (και έτσι $p_a \ll 1$) στο σημείο εργασίας. Ωστόσο, αυτό θα σήμαινε σπατάλη της χωρητικότητας του καναλιού. Ένας τρόπος να εμποδίσουμε το σύστημα να μετακινηθεί σε ένα φάσμα ασταθούς ισορροπίας είναι να το κάνουμε να δίνει οδηγίες στους σταθμούς να παραβλέπουν όλα τα πακέτα που είναι σε κατάσταση σύγκρουσης.

4.3.2 Slotted-ALOHA με πλαίσια τυχαίας πρόσβασης

Στα περισσότερα κινητά ραδιοσυστήματα με κανάλια FDM/TDM το κανάλι τυχαίας πρόσβασης δεν είναι συνεχώς διαθέσιμο στη διάρκεια του μήκους πλαισίου (FL) αλλά μόνο ορισμένες φορές. Οι μεμονωμένοι κινητοί σταθμοί είναι σε θέση να εκπέμπουν αυθόρμητα στο κανάλι πρόσβασης σε ένα διάστημα του μήκους των θυρίδων FL. Θα δούμε πιο προσεκτικά πώς δομούνται τα πλαίσια πρόσβασης με διαφορετικούς αριθμούς χρηστών και ρυθμούς κυκλοφορίας. Θα εξετάσουμε επίσης το γεγονός ότι οι θυρίδες που χρησιμοποιούνται για κρατήσεις και τη σήμανση δεδομένων δεν είναι διαθέσιμες για τυχαία πρόσβαση.

Με τις μεθόδους πρόσβασης που αναλύθηκαν εδώ ένας σταθμός-βάση στέλνει πληροφορίες για τις παραμέτρους πρόσβασης, που περιλαμβάνουν το πλαίσιο μήκους FL, σε όλους τους σταθμούς σε τακτικά διαστήματα. Για την πρώτη του προσπάθεια πρόσβασης ένας κινητός σταθμός εκπέμπει στην επόμενη διαθέσιμη θυρίδα. Μετά περιμένει για ένα χρονικό διάστημα για επιβεβαίωση από τον σταθμό βάση. Εάν ο κινητός σταθμός δεν λάβει επιβεβαίωση αυτό το χρονικό διάστημα (λόγω σύγκρουσης ή λάθους εκπομπής), περιμένει μέχρι την έναρξη του επόμενου πλαισίου πρόσβασης και μετά τυχαία προσεγγίζει μια από τις θυρίδες FL για νέα προσπάθεια. Ο σταθμός-βάση είναι σε θέση να ελέγχει την τιμή n των συγκρουσθέντων σταθμών

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

με τέτοιο τρόπο ώστε το κανάλι πρόσβασης να μην υπερφορτώνεται λόγω πάρα πολλών συγκρούσεων.

Στο εξεταζόμενο μοντέλο, συνυπάρχουν δύο τύποι κυκλοφορίας δεδομένων στο κανάλι πρόσβασης. Εκτός των θυρίδων τυχαίας πρόσβασης από τους κινητούς σταθμούς, υπάρχουν θυρίδες που είτε κρατούνται για δεδομένα ή χρησιμοποιούνται για πληροφορίες ελέγχου. Το θέμα πώς η διάταξη του καναλιού πρόσβασης με αυτούς τους διαφορετικούς τύπους δεδομένων επηρεάζει τη συμπεριφορά του συστήματος θα αναπτυχθεί επίσης.

4.3.3 Σενάριο με σταθερό μήκος πλαισίου

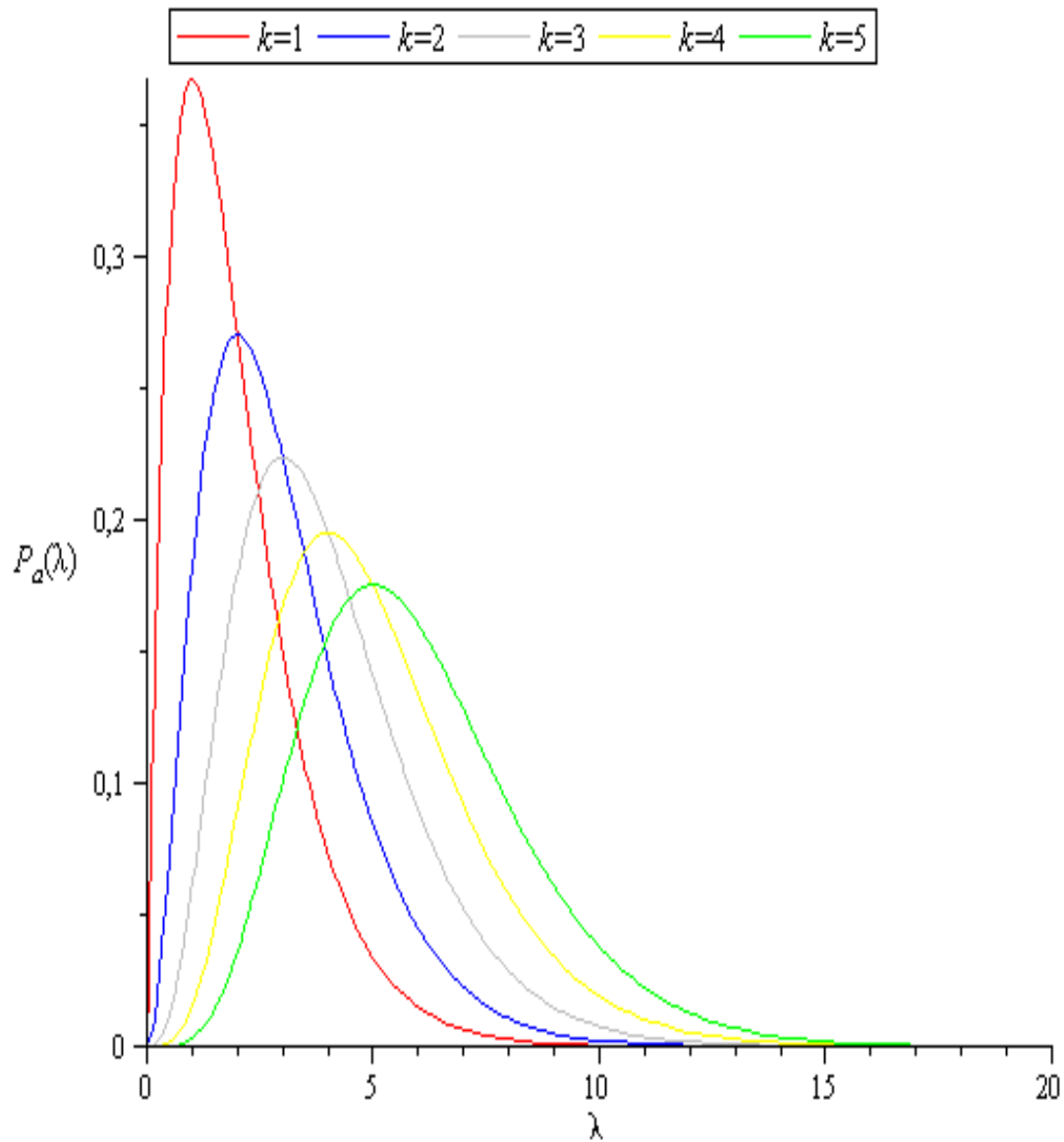
Η ανάλυση εξετάζει ιδιαίτερα τη σταθερότητα του συστήματος με ένα μέσο αριθμό συγκρουόμενων σταθμών. Μια βέλτιστη τιμή για το μήκος του πλαισίου πρόσβασης FL (σε θυρίδες) εξάγεται από την ανάλυση.

Η ανάλυση βασίζεται σε έναν ατελή αριθμό σταθμών, έτσι ώστε ο ρυθμός άφιξης λ των πακέτων να ακολουθεί μια διαδικασία Poisson. Επομένως η πιθανότητα οι σταθμοί k να μεταδίδουν σε μια θυρίδα είναι

$$P_a(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad (4.15)$$

Στο ακόλουθο σχήμα βλέπουμε την πιθανότητα μετάδοσης 1, 2, 3, 4, 5 ταυτόχρονα κινητά αντιστοίχως όταν η τηλεπικοινωνιακή κίνηση κυμαίνεται από $\lambda = 0$ έως και 20 erlang. Προφανώς αναμένουμε ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σταθμών βάσης που προσπαθούν να εκπέμψουν ταυτοχρόνως (η παράμετρος k) τόσο μικρότερη η πιθανότητα εκπομπής.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



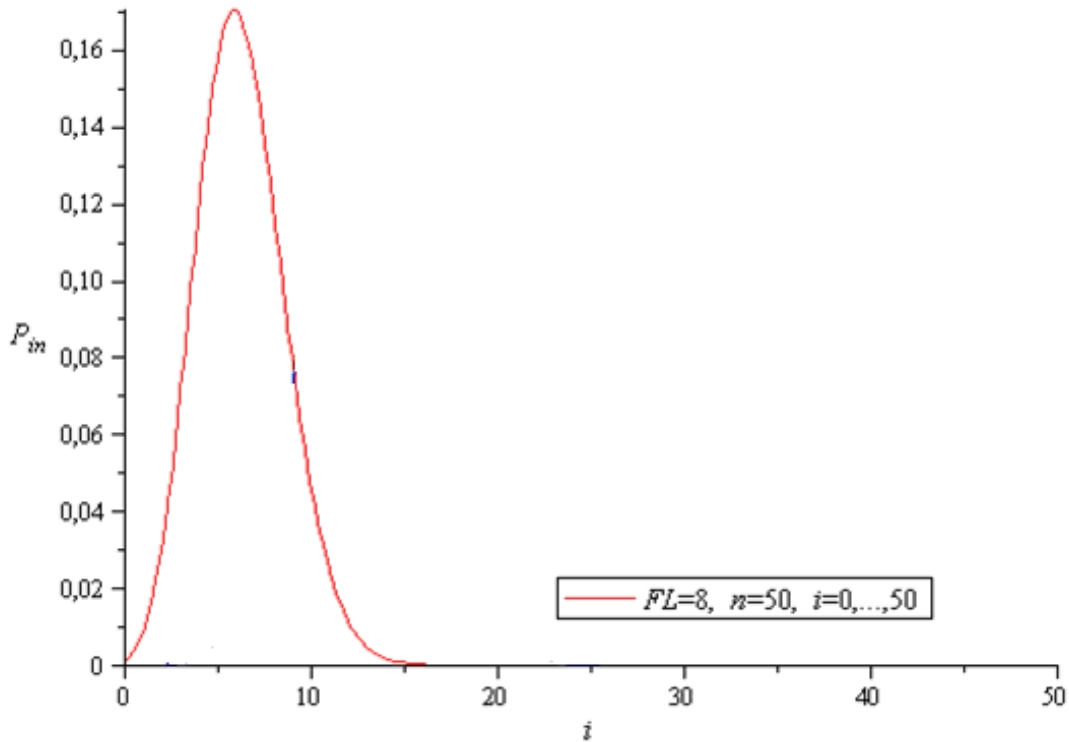
Σχημα 4.6: Ταυτοχρονη μεταδοση KM

Στην αρχή ενός πλαισίου πρόσβασης, συγκρουόμενοι σταθμοί n από το προηγούμενο πλαίσιο προσπαθούν να εκπέμψουν ισοδιανεμημένα σε μια από τις θυρίδες με μέγεθος πλαισίου FL . Η πιθανότητα να μεταδώσει ένας σταθμός σε συγκεκριμένη θυρίδα είναι ισοπίθانا επομένως $p = 1/FL$, και η πιθανότητα ότι οι i από τους n σταθμούς θα μεταδώσουν σε μια θυρίδα προέρχεται από την διωνυμική κατανομή :

$$P_{in} = \binom{n}{i} \left(\frac{1}{FL}\right)^i \left(1 - \frac{1}{FL}\right)^{n-i} \quad (4.16)$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζεται η καμπύλη της πιθανότητας ότι οι i από τους n σταθμούς θα μεταδώσουν σε μια θυρίδα για πλαίσιο οκτώ χρονοθυρίδων ($FL = 8$) και για αριθμό κινητών συνδρομητών $n = 50$ στο κύτταρο.



Σχημα 4.7

Η καμπύλη είναι συνάρτηση της ποσότητας i και είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι η πιθανότητα ότι i από τους n σταθμούς θα μεταδώσουν σε μια θυρίδα έχει μία μέγιστη τιμή $P_{in} = 0,17$ στο $i = 6$ περίπου. Αυτή είναι ουσιαστικά μία πολύ μικρή πιθανότητα, ακόμα και αν είναι η μέγιστη δυνατή. Η πιθανότητα να προσπαθήσουν και οι 50 συνδρομητές να μεταδώσουν σε μία χρονοθυρίδα είναι ουσιαστικά μηδέν!!

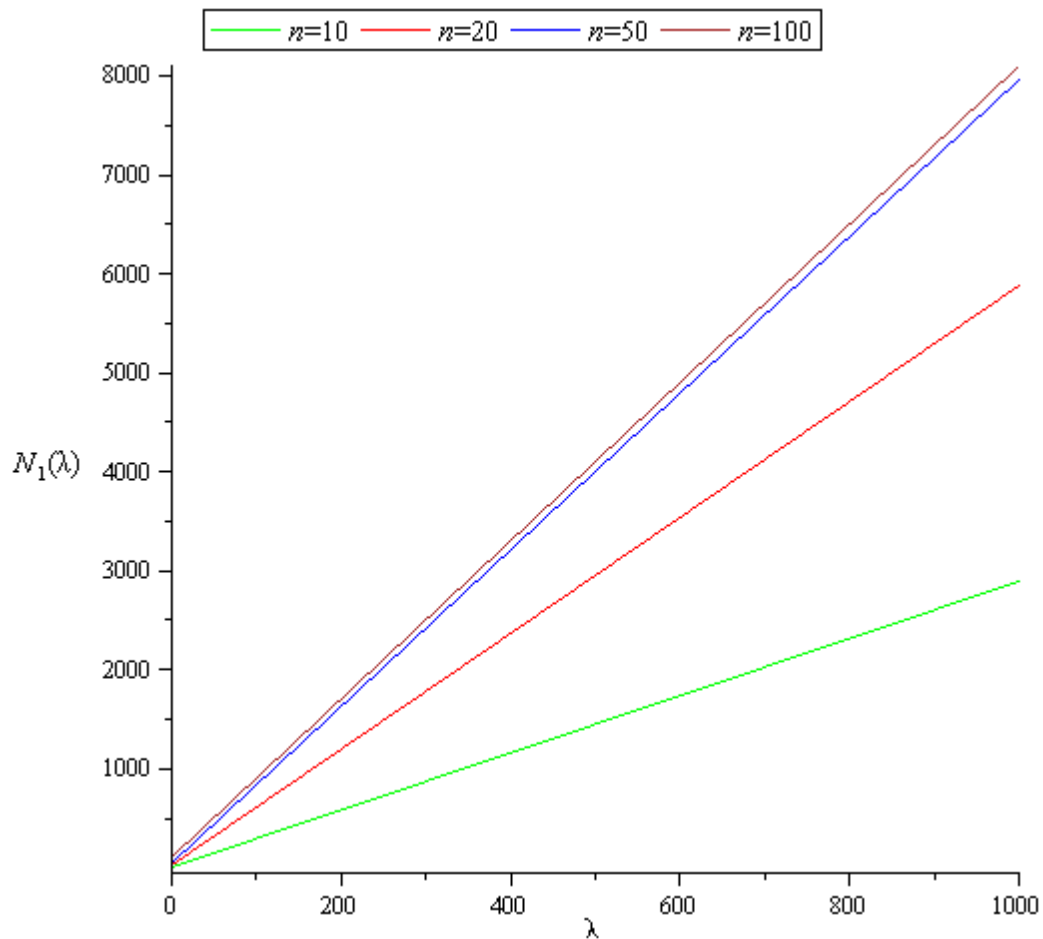
Εάν ο μέσος αριθμος συγκρουόμενων σταθμών ανά πλαίσιο πρόσβασης ορίζεται ως $N_{colliding}$, τότε η τιμή αυτή δημιουργείται από τη συμβολή τριών $N1$, $N2$, $N3$. Το μέρος $N1$ αποτελείται από τους σταθμούς που δεν ήταν επιτυχείς στο προηγούμενο πλαίσιο πρόσβασης και συγκρούστηκαν ξανά με το νέο πλαίσιο. Εάν i είναι ο αριθμός των συγκρουόμενων σταθμών από το προηγούμενο πλαίσιο πρόσβασης που μεταδίδουν ξανά στην εν λόγω θυρίδα (και συγκρούονται ξανά) και k είναι ο αριθμός των σταθμών που θέλουν να μεταδώσουν για πρώτη φορά στην εν λόγω θυρίδα, τότε ο αριθμός των σταθμών που συγκρούονται σε αυτή τη θυρίδα είναι ίσος προς:

$$N_{colliding} = \sum_{k=0}^{\infty} (k+i) \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad i \geq 2 \quad (4.17)$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

Ο μέσος αριθμός N_1 σταθμών που συγκρούονται πάλι είναι τότε

$$N_1 = FL \cdot \sum_{i=2}^n P_{in} \sum_{k=0}^{\infty} (k+i) p_a(k) \quad (4.18)$$



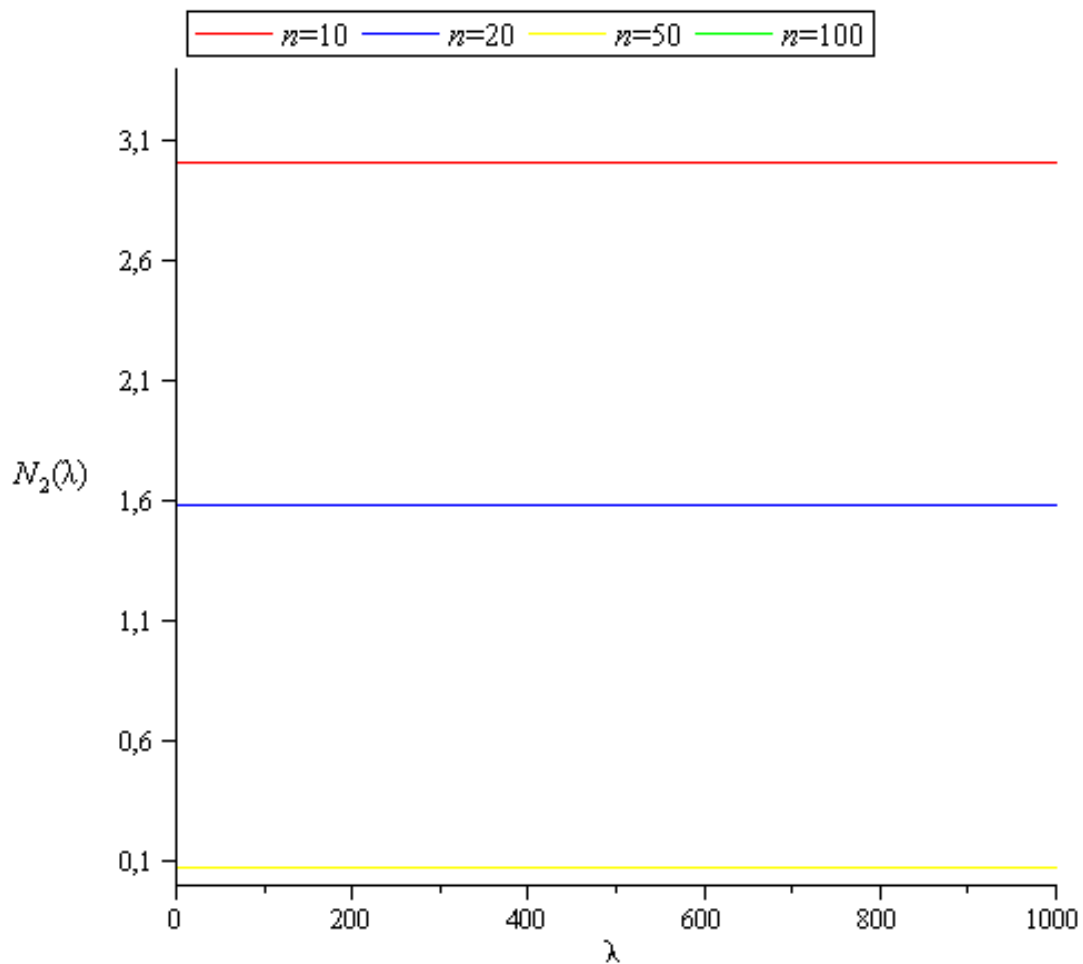
Σχήμα 4.8

Από το σχήμα βλέπουμε ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σταθμών βάσης στο κύτταρο (παράμετρος n) τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σταθμών βάσης που θα συγκρουσθούν πάλι για το ίδιο τηλεπικοινωνιακό φορτίο λ . Η εξάρτηση του αριθμού των σταθμών βάσης που θα συγκρουσθούν πάλι με το τηλεπικοινωνιακό φορτίο είναι γραμμική και η κλίση αυξάνει όσο αυξάνει ο αριθμός των σταθμών βάσης στο κύτταρο (παράμετρος n), πράγμα που σημαίνει αυξάνει ταχέως η πιθανότητα σύγκρουσης!!!

Η συμβολή N_2 περιλαμβάνει τους συγκρουόμενους σταθμούς στο προηγούμενο πλαίσιο καθώς και τους σταθμούς που μεταδίδουν τα πακέτα τους πρώτη φορά στην εν λόγω θυρίδα:

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

$$N_2 = FL \cdot P_{1n} \sum_{k=1}^{\infty} (k+1) p_a(k) \quad (4.19)$$



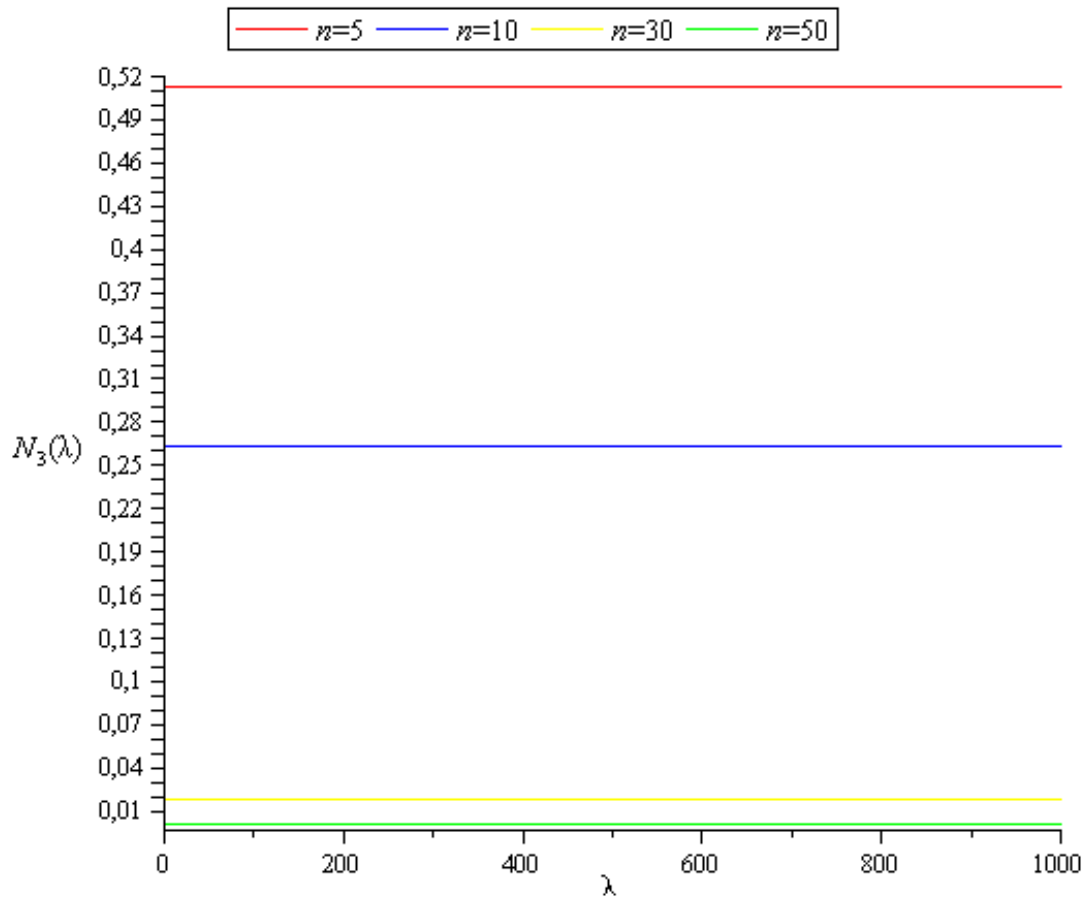
Σχήμα 4.9

Για την καμπύλη της N_2 βλέπουμε πράγματι ότι έχουμε σταθερή τιμή, ανεξάρτητη από την τηλεπικοινωνιακή κίνηση λ και εξαρτώμενη από την παράμετρο των κινητών στο κύτταρο (παράμετρος n)

Η συμβολή N_3 περιγράφει μια περίπτωση στην οποία δύο ή περισσότεροι σταθμοί μεταδίδουν για πρώτη φορά σε συγκεκριμένη θυρίδα και συγκρούονται. Επομένως ένα πλαίσιο πρόσβασης που είναι FL θυρίδες σε μήκος δίνει

$$N_3 = FL \cdot P_{0n} \sum_{k=2}^{\infty} k P_a(k) \quad (4.20)$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



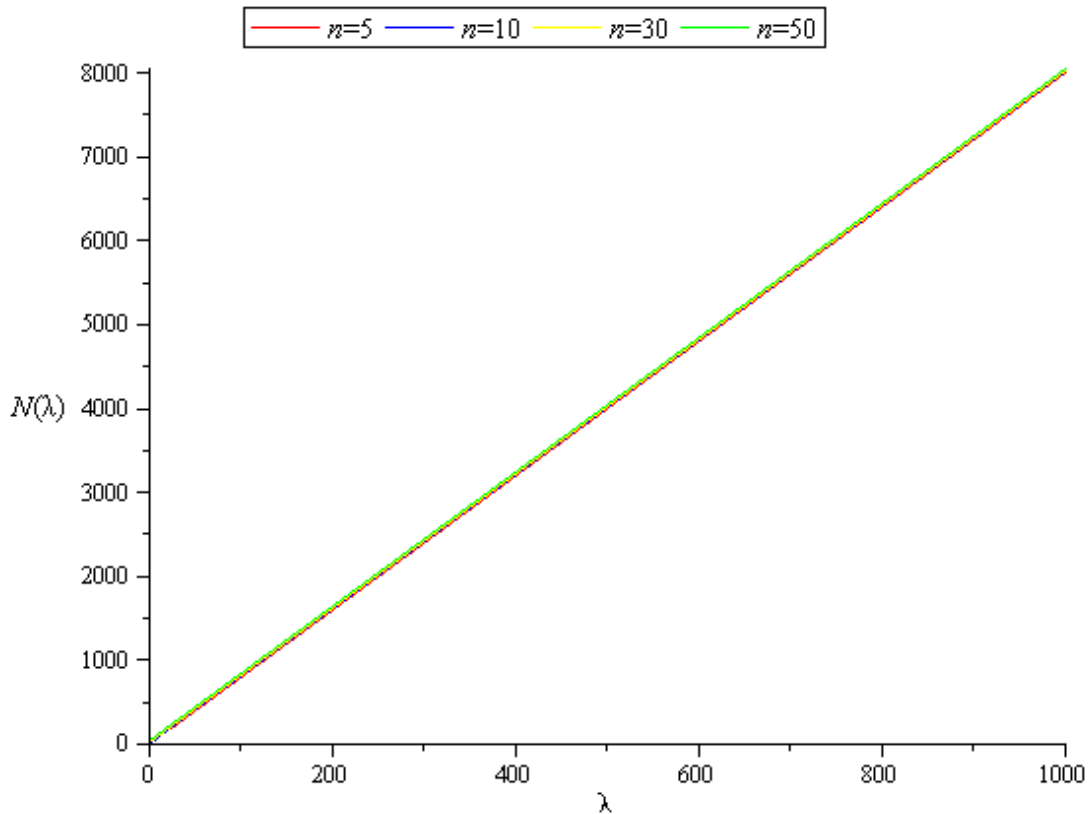
Σχήμα 4.10

Ο συνολικός αριθμός συγκρουόμενων σταθμών ανά πλαίσιο πρόσβασης είναι $N_1 + N_2 + N_3$, μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

$$N(\lambda) = N_1 + N_2 + N_3 =$$

$$\text{μετά από πράξεις} = FL \left\{ \lambda - \left(1 - \frac{1}{FL}\right)^{n-1} e^{-\lambda} \left[\left(1 - \frac{1}{FL}\right) \lambda + \frac{n}{FL} \right] \right\} + n \quad (4.21)$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Σχήμα 4.11.

Υπάρχει γραμμική εξάρτηση του συνολικού αριθμού συγκρουόμενων σταθμών ανά πλαίσιο πρόσβασης με το τηλεπικοινωνιακό φορτίο λ , πράγμα αναμενόμενο ενώ βλέπουμε ότι η εξάρτηση είναι ανεπηρέαστη από τον αριθμό των συνδρομητών στο κύτταρο. Και αυτό είναι αναμενόμενο καθότι κυρίως πόσες κλήσεις κάνουν οι συνδρομητές και όχι πόσοι συνδρομητές είναι στο κύτταρο.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος της μεθόδου πρόσβασης που ενδιαφέρει είναι ο μέσος χρόνος πρόσβασης T_m , ο οποίος προκύπτει από τον μέσο χρόνο αναμονής T_e μεταξύ συγκρούσεων του ίδιου πακέτου και του αριθμού όλων των πακέτων n_i που στέλνονται ανά πλαίσιο:

$$T_m = \frac{T_c}{n_i} \quad (4.22)$$

Μέχρι τώρα, η συνέπεια ήταν ότι τα πλαίσια πρόσβασης ακολουθούν το ένα το άλλο χωρίς σύνδεση και έχουν διάρκεια T_f

Όπως δείχνει η εικόνα 2.59, η καθυστέρηση μετά από μια θυρίδα που συγκρούστηκε κατανέμεται εξίσου σε ένα διάστημα μεταξύ 0 και $2T_f$

και επομένως το $T_e = n T_f$. Έτσι η εξίσωση (4.22) εκφράζεται ως

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

$$T_m = \frac{\sum_{i=1}^{N_1} n_i T_f}{GN_f \cdot FL} \quad (4.23)$$

Με το n_i να αφορά τον αριθμό των συγκρουσθέντων πακέτων στην θυρίδα, το N_f τον αριθμό των προηγούμενων πλαισίων και το G τον μέσο αριθμό των πακέτων που δημιουργούνται στη διάρκεια μιας χρονοθυρίδας μήκους T . Ο μέσος αριθμός των συγκρουόμενων πακέτων στη διάρκεια μιας θυρίδας είναι

$$N = \frac{1}{N_f} \sum_{i=1}^{N_1} n_i \quad (4.24)$$

και επομένως έπεται ότι το T_m είναι

$$T_m = \frac{T}{G} N = \frac{N}{\lambda} \quad (4.25)$$

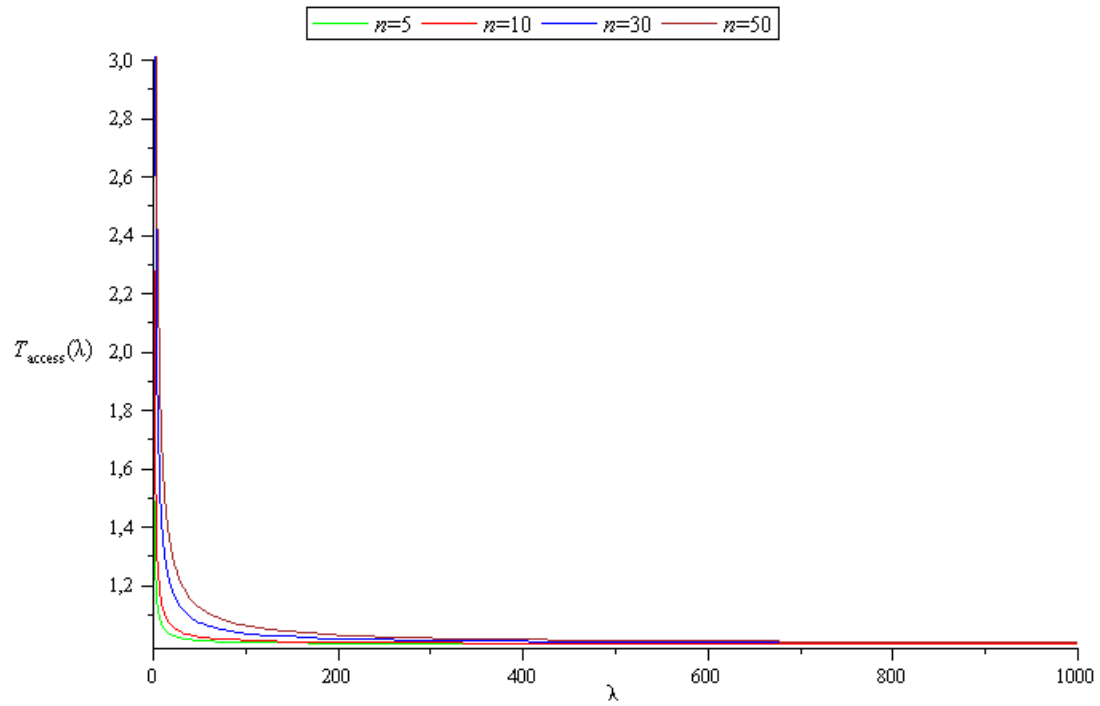
με το λ να ορίζει τον αριθμό των πακέτων που δημιουργήθηκαν ανά μονάδα χρόνου.

Είναι σαφές από την εξίσωση (4.25) ότι το T_m δεν εξαρτάται άμεσα από το FL , αλλά εξαρτάται έμμεσα από την παράμετρο N , η οποία σύμφωνα με την εξίσωση (4.21) εξαρτάται από το FL .

$$T_{access}(\lambda) = \frac{\sum_{i=1}^m n_i}{\lambda \cdot m} = \frac{\sum_{i=1}^{52} \left[\frac{FL \left\{ \lambda - \left(1 - \frac{1}{FL}\right)^{n-1} e^{-\lambda} \left[\left(1 - \frac{1}{FL}\right) \lambda + \frac{n}{FL} \right] \right\} + n}{FL} \right]}{52 \cdot \lambda} \quad (4.26)$$

Η επόμενη καμπύλη υπολογίζει τον μέσο χρόνο προσπέλασης $T_{access}(\lambda)$ σε sec στο δίκτυο GSM με σταθερό εύρος πλαισίου $FL = 8$ χρονοθυρίδες και 52 πλαίσια να περνούν ($m = 52$) πριν επανέλθει η προσπάθεια προσπέλασης. Ο μέσος χρόνος είναι συνάρτηση του λ και όσο αυξάνει η τηλεπικοινωνιακή κίνηση (δημιουργία πακέτων ανά συνδρομητή) ελαττώνεται ο μέσος χρόνος προσπέλασης διότι αυξάνουν οι συγκρούσεις των πακέτων και επομένως έχουμε καλλίτερη χρονική κατανομή των επαναπροσπαθειών πρόσβασης, με μεγαλύτερη πιθανότητα πρόσβασης. Τέλος όσο αυξάνει ο αριθμός των συνδρομητών στο κύτταρο (παράμετρος n) για το ίδιο φορτίο, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος προσπέλασης, πράγμα που είναι αναμενόμενο φυσικά!! Ο μέσος χρόνος προσπέλασης είναι λοιπόν για ένα κύτταρο με ενεργούς 50 συνδρομητές και τηλεπικοινωνιακή κίνηση 20 Erlang ίσος με 1,4 sec.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ



Σχήμα 4.12

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ RACH ΤΥΧΑΙΑΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ

5 Αναφορές

N. Abramson. The ALOHA system- Another alternative for computer communication. In full JOINT Computer Conference.

A.Baier, W Koch, potential of Cdma for 3rd generation mobile radio.

L.P. Clare control procedures for slotted ALOHA, systems tha achieve stability

A.B Corleial M. E. Hellman bistable behavior of ALOHA-Type Systems
IEEE Transactions on Communications

ITU Telecommunication Standarization sector (ITU –t) information technology-open systems interconnection.

G Benneli , G Cau A Radeli, a performance evaluation fo Slotted ALOHA multiple access algorithms with fixed and variable frames for radiomobile networks.

Βασίλειος Τριανταφύλλου, Δίκτυα 1, Πρωτόκολλο ALOHA

Σπυριδων Λουβρος, Δικτυα Κινητων επικοινωνιων.

[Http://www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

<http://www.cisco.com/web/learning/netacad>

www.artemis.cslab.ntua.gr

www.telecom.tuc.gr/courses/

www.neural.uom.gr/Documents/Networks/chapter8.pdf

<http://gaia.cti.gr/P84-broadband/el/umts.php>