

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Υπεύθυνος Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

Σύγκριση: GPRS (General Packet Radio Services), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution)

Εργασία του μεταπτυχιακού φοιτητή Κοσμά Αδάμ

University of Macedonia

Master in Information Systems

Networking Technologies

Professor: A.A. Economides

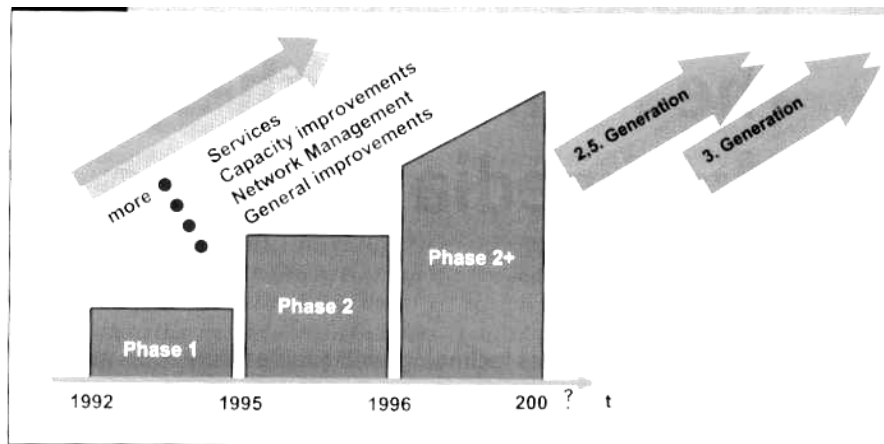
Comparison: GPRS (General Packet Radio Services), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution)

An essay written by Postgraduate Student: Kosmas Adam

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κυψελοειδείς κινητές τηλεπικοινωνίες αναπτύχθηκαν ταχύτητα, τόσο παγκοσμίως όσο και στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια. Με μια γρήγορη ματιά, από τα 117 δίκτυα και τους 12.5 εκατομμύρια συνδρομητές του 1995, φτάσαμε στα 375 δίκτυα και τους 440 εκατομμύρια συνδρομητές το 2000 παγκοσμίως. Η GSM Association προβλέπει 1 δισεκατομμύριο συνδρομητές για το 2005[20].

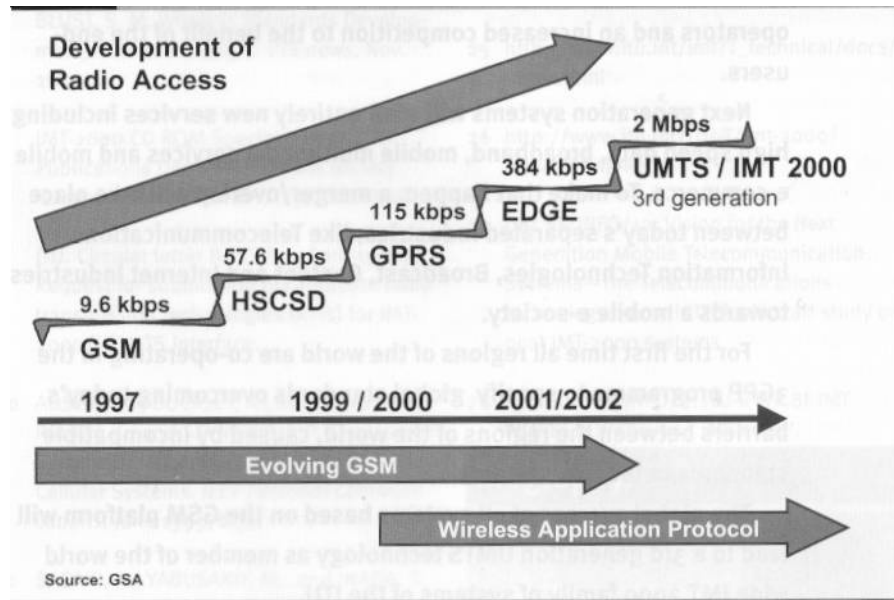
Στην εικόνα 1 δίνεται ένα περίγραμμα της εξέλιξης στον χώρο των κινητών επικοινωνιών. Ο στόχος της εξελικτικής αυτής πορείας είναι κυρίως η βελτίωση σε τομείς όπως οι νέες υπηρεσίες, η βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων και εφαρμογών. Εξαιρετική σημασία δίνεται κυρίως στο θέμα της μεταφοράς δεδομένων. Όσο η διείσδυση του GSM διευρύνεται, τόσο αυξάνει και η ζήτηση για υπηρεσίες δεδομένων, σε βαθμό συγκρίσιμο με τη ζήτηση για φωνητικές υπηρεσίες. Το GSM, προσφέρει χαμηλό ρυθμό ροής δεδομένων(9.6kbit/s) που προφανώς δεν επαρκεί. Όσο το Internet εισβάλλει στην καθημερινότητα μας, οι GSM συνδρομητές απαιτούν ένα πιο γρήγορο τρόπο πρόσβασης στο διαδίκτυο.



Εικόνα 1: Η εξέλιξη του GSM

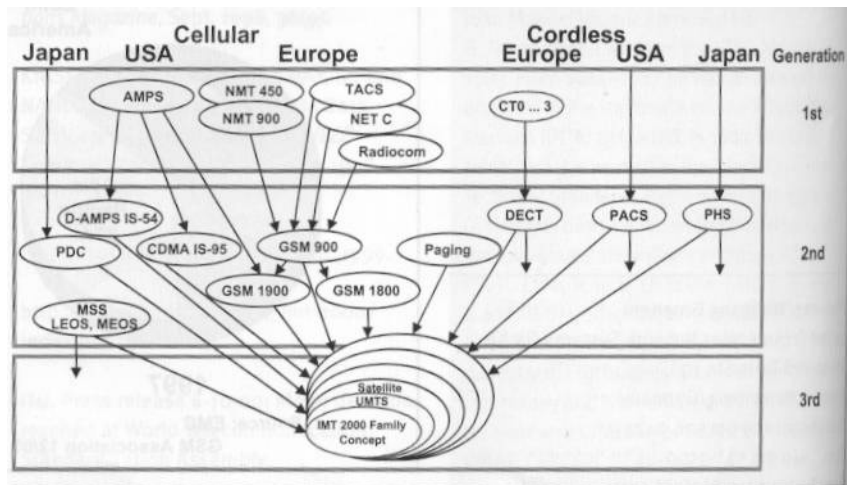
Από την παραπάνω εικόνα προκύπτει το συμπέρασμα, ότι στις κινητές επικοινωνίες, η πρόοδος αντιμετωπίζεται σαν εξέλιξη του GSM, πράγμα που εξασφαλίζει την συμβατότητα κάθε νέας πλατφόρμας με αυτό, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στις εταιρείες παροχής τέτοιων υπηρεσιών, να βασίσουν την πολιτική τους για την 2.5 και 3 γενιά κινητών επικοινωνιών στη σιγουριά που προσφέρει η τωρινή επιτυχία του GSM.

Οι σημερινές τάσεις όπως φαίνεται και από την εικόνα 2, δείχνουν ότι το GSM θα μετεξελιχθεί στο UMTS, με ενδιάμεσα βήματα τις πλατφόρμες GPRS και EDGE. Παράλληλα φαίνεται η τάση εξέλιξης στους ρυθμούς δεδομένων, από το ταπεινό 9.6kbps στα 2Mbps.



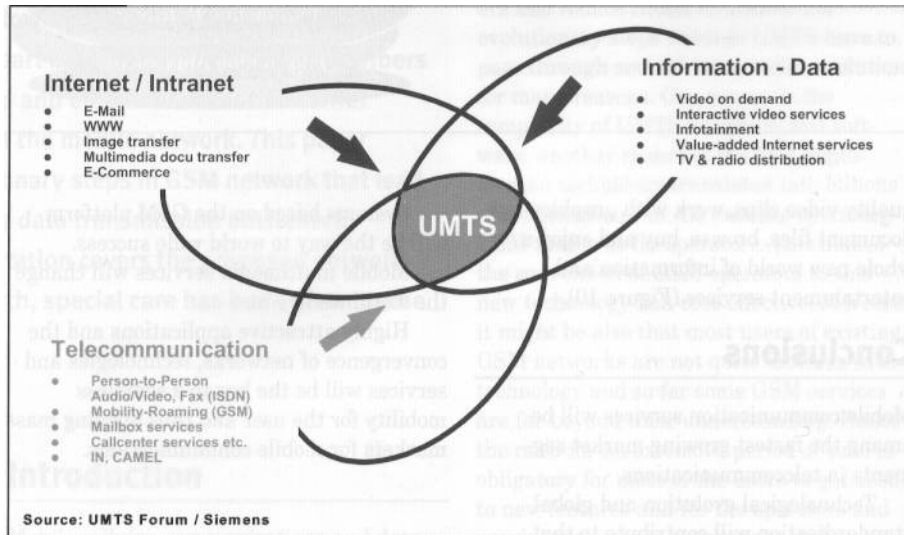
Εικόνα 2: Ο δρόμος για την 3^η γενιά

Εκτός όμως από το GSM, όλες οι πλατφόρμες κινητών και ασύρματων επικοινωνιών εμφανίζουν τάση μετάβασης προς το UMTS όπως φαίνεται στην εικόνα 3.



Εικόνα 3: Πορεία εξέλιξης των κινητών επικοινωνιών.

Ο τελικός στόχος είναι η ανάπτυξη μιας ενιαίας πλατφόρμας που να επιτρέπει την σύγκλιση Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών. Στην εικόνα 4 δίνεται η πιθανή μορφή αυτής της σύγκλισης[2].



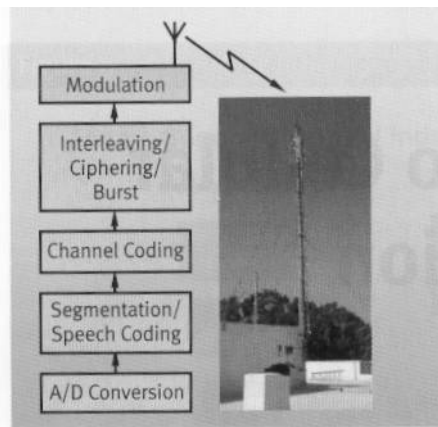
Εικόνα 4: Ολοκληρωμένες εφαρμογές Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών στο UMTS

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΦΩΝΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ GSM.

A. Μετάδοση φωνής

Μολονότι η περιγραφή του GSM δεν αποτελεί στόχο της συγκεκριμένης εργασίας κρίνεται σκόπιμο στο σημείο αυτό, να δοθεί μια συνοπτική περιγραφή του, τόσο για να εξηγηθεί το πρόβλημα του χαμηλού ρυθμού μεταγωγής δεδομένων όσο και για να έχουμε μια τεχνολογία αναφοράς για την σύγκριση με τις νεότερες τεχνολογίες.[1]

Στις εικόνες 1 και 2 δίνεται το βασικό διάγραμμα βαθμίδων της GSM μετάδοσης στον αέρα. Στην εικόνα 1 έχουμε την περίπτωση μετάδοσης από το κινητό προς το σταθμό βάσης(uplink), ενώ στην εικόνα 2 έχουμε την περίπτωση μετάδοσης από το σταθμό βάσης προς το κινητό(downlink).



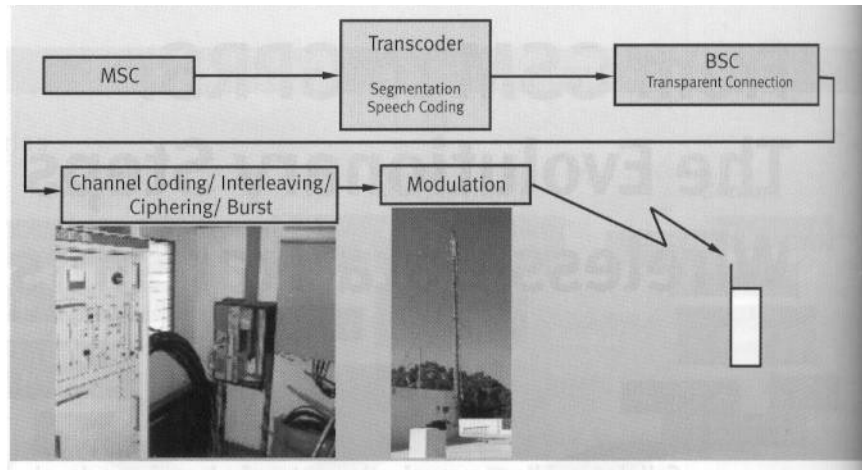
Εικόνα 1:Μετάδοση downlink

Στην περίπτωση του uplink παρατηρούμε ότι όλη η επεξεργασία της πληροφορίας γίνεται στο κινητό τηλέφωνο. Στην περίπτωση του downlink, η επεξεργασία γίνεται από το σταθμό βάσης και μια ειδική διάταξη που υπάρχει στα δίκτυα κινητής, που ονομάζεται transcoder.

Για λόγους συντομίας θα μελετήσουμε την περίπτωση του downlink, που είναι πιο περίπλοκη από το uplink.

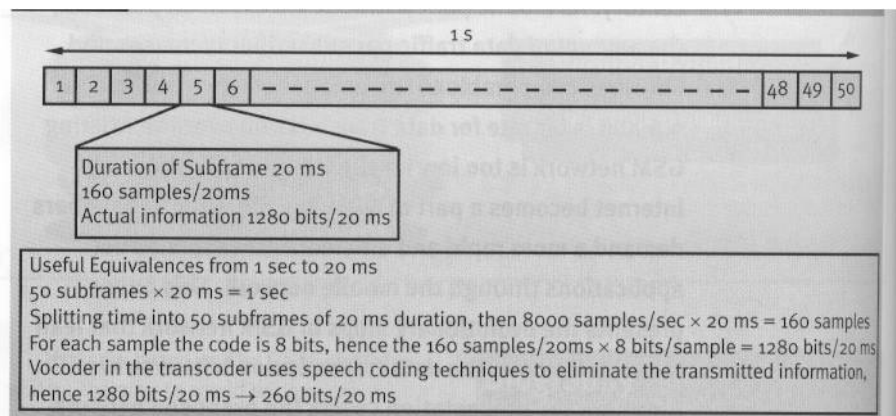
Ας υποθέσουμε ότι κάποιος καλεί το κινητό μας από σταθερό τηλέφωνο(PCM). Μια χρονοθυρίδα(timeslot) PCM, μεταφέρει πληροφορία σε ρυθμό 64kbps. Αυτός όμως ο ρυθμός είναι απαγορευτικός για το GSM. Το air interface του GSM, αποτελείται από 8 timeslots και έχει εύρος 200KHz. Αν λοιπόν το PCM timeslot συνέχιζε την πορεία του

στον αέρα, θα είχαμε $8 \times 64 = 512 \text{ kbps}$. Αυτός όμως ο ρυθμός υπερβαίνει τα 200 KHz . Έτσι, με κάποιο τρόπο ο ρυθμός του PCM timeslot, πρέπει να ελαττωθεί.



Εικόνα 2: Μετάδοση uplink

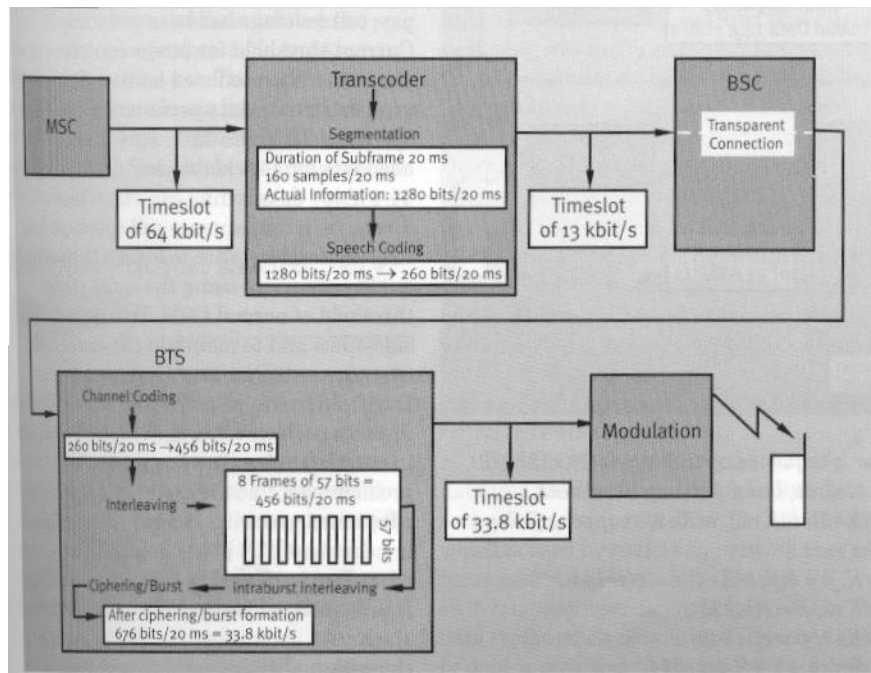
Η παραπάνω ελάττωση, επιτυγχάνεται με διάσπαση (segmentation) και κωδικοποίηση της φωνής που λαμβάνουν χώρα στον transcoder και φαίνεται στην εικόνα 3. Η όλη διαδικασία ονομάζεται αλγόριθμος Regular Pulse Excited with Long Term Prediction¹. Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής. Η φωνή στο PCM αποτελείται από δείγματα των 8bit με ρυθμό δειγματοληψίας 8000 δείγματα/sec. Ο παραπάνω ρυθμός είναι ισοδύναμος με 160 δείγματα/20ms. Η επιλογή του χρόνου των 20ms, ως χρόνου αναφοράς σχετίζεται με την φυσιολογία του ανθρώπινου διαφράγματος και συγκεκριμένα με την ιδιοσυχνότητα των φωνητικών χορδών που κυμαίνεται από 2-20msec[7].



Εικόνα 3: Τμηματοποίηση(segmentation)

Είναι δυνατό να αναπαραστήσουμε μαθηματικά τη φωνή, σαν ένα φίλτρο και μια ακολουθία διέγερσης. Έτσι στην πραγματικότητα αντί να μεταδώσουμε την φωνή μεταδίδουμε τις παραμέτρους του φίλτρου και πληροφορίες για την ακολουθία διέγερσης. Η μετάδοση αυτή γίνεται με περίοδο 20ms. Όπως είναι φυσικό, η διαδικασία εκτελείται αντιστρόφως στο κινητό και παράγεται το δείγμα φωνής. Έτσι από τα $160 \cdot 8 = 1280 \text{ bits/sec}$ που μεταφέρει το αρχικό timeslot, περιοριζόμαστε στα 260 bits/20ms ή 13 kbps για την φωνή².

Τα παραπάνω δίνονται στην εικόνα 4



Εικόνα 4: Μετάδοση φωνής στο GSM

B.Μετάδοση δεδομένων

Η μεγάλη διαφορά των δεδομένων με τη φωνή είναι ότι τα δεδομένα δεν υπόκεινται σε αλλαγή του ρυθμού μετάδοσης τους στον transcoder. Από την άλλη πλευρά όμως όπως είδαμε και πιο πάνω τα 64 kbps του PCM είναι αδύνατο να μεταδοθούν. Έτσι τα δεδομένα θα πρέπει με κάποιο τρόπο να προσαρμοστούν στα 13 kbps που αναφέραμε και πιο πάνω. Σύμφωνα με τις συστάσεις για το GSM τα

¹ Μία απόδοση του όρου στα Ελληνικά είναι η ακόλουθη: κωδικοποίηση γραμμικής πρόβλεψης ισοκατανεμημένης παλμοσειράς διέγερσης με πρόβλεψη σε βάθος χρόνου.

δεδομένα στον αέρα μεταδίδονται σε blocks των 60bits/5ms. Από τα 60 αυτά bits τα 48 είναι καθαρά δεδομένα ενώ τα 12 αφορούν το RS232 signaling.

Έτσι προκύπτει καθαρός ρυθμός 9.6kbps για τα δεδομένα και 2.4kbps για το signaling. Τα δεδομένα αυτά διέρχονται από τον transcoder ανά 4 blocks ώστε έχουμε και πάλι ρυθμό μεταγωγής με βάση τα 20ms. Έτσι έχουμε ρυθμό μεταγωγής 240bits/20ms. Κάθε τέτοιο block ακολουθείται από 4 επιπρόσθετα bits(tailing bits). Αυτό ανεβάζει τον ρυθμό στα 244bits/20ms. Με την χρήση συνελκτικού κώδικα κάθε block περιλαμβάνει 488bits/20ms. Από αυτά 32 bits δεν μεταδίδονται(punctured). Τα bit αυτά προκύπτουν από τον εξής κανόνα: Για κάθε 488bits ($c(1), c(2), \dots, c(488)$) τα punctured bits παράγονται από τον κανόνα $c(11+15i)$ όπου $i=0, 1, \dots, 31$. Έτσι απομένουν 456bits/20ms τα οποία σε τέσσερα διαδοχικά timeslots στον αέρα με τον ακόλουθο κανόνα: Για μια ακολουθία $c(i)$ 456 bits και τέσσερα διαδοχικά Tsl $b(k), b(k+1), b(k+2), b(k+3)$ στον αέρα, η μετάδοση γίνεται ως εξής

$$b(k,j)=c(j)$$

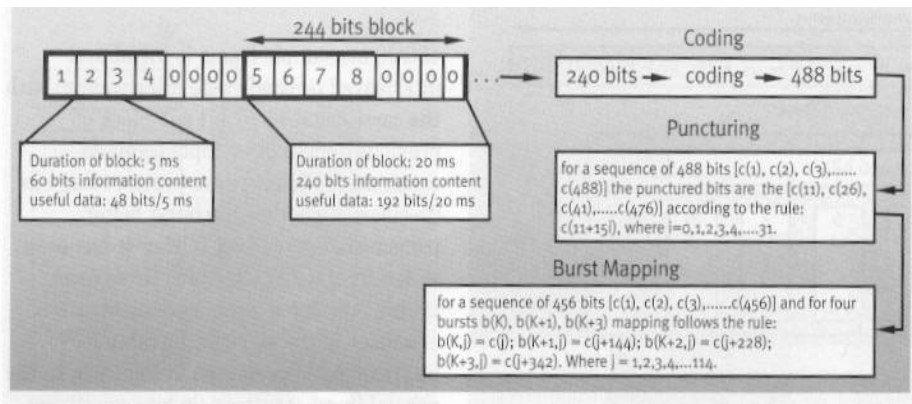
$$b(k+1,j)=c(j+144)$$

$$b(k+2,j)=c(j+228)$$

$$b(k+3,j)=c(j+342)$$

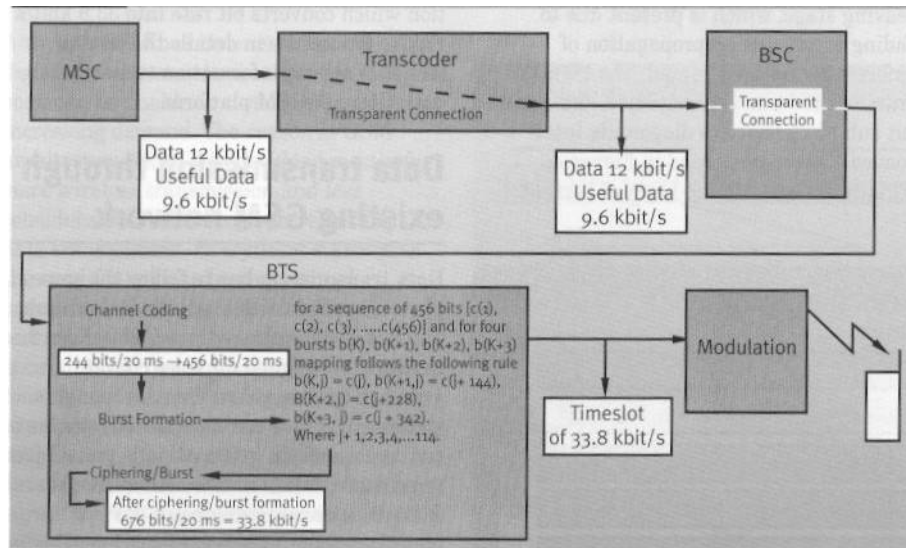
$$\text{όπου } j=1, 2, \dots, 114.$$

μαζί με τα bit ελέγχου φτάνουμε και πάλι σε ρυθμό μετάδοσης 33.8kbps στον αέρα. Τα παραπάνω αποτυπώνονται στις εικόνες 5 και 6.



Εικόνα 5: Μετάδοση δεδομένων στο GSM(1)

² Ο πραγματικός ρυθμός στον αέρα είναι 33.8kbps. Από αυτά τα 13Kbps όπως είδαμε αφορούν την φωνή ενώ τα υπόλοιπα αφορούν bit ελέγχου για την αντιμετώπιση των λαθών που εισάγονται κατά την διάδοση.



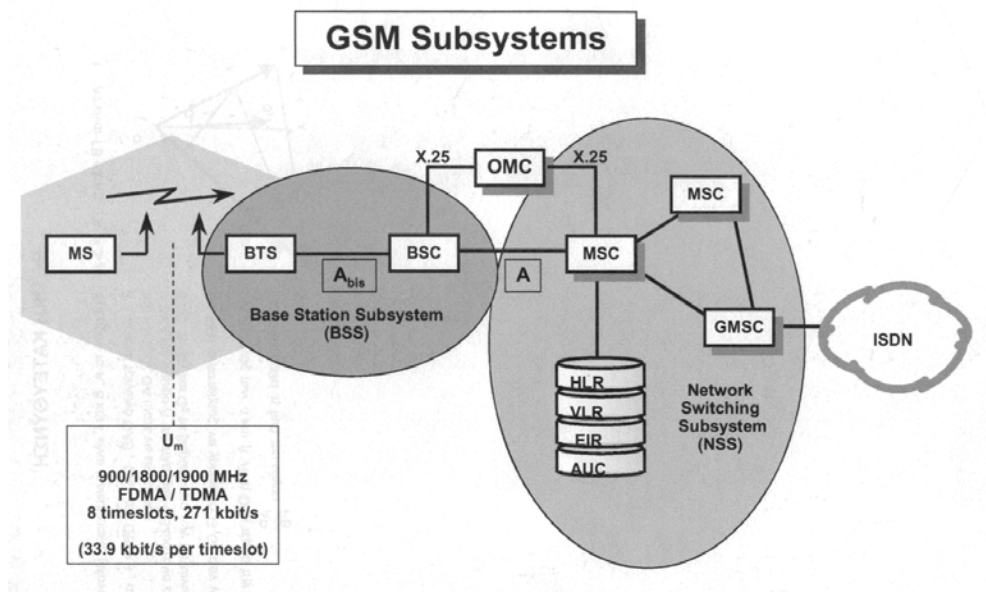
Εικόνα 6: Μετάδοση δεδομένων στο GSM(2)

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.

A. HSCSD

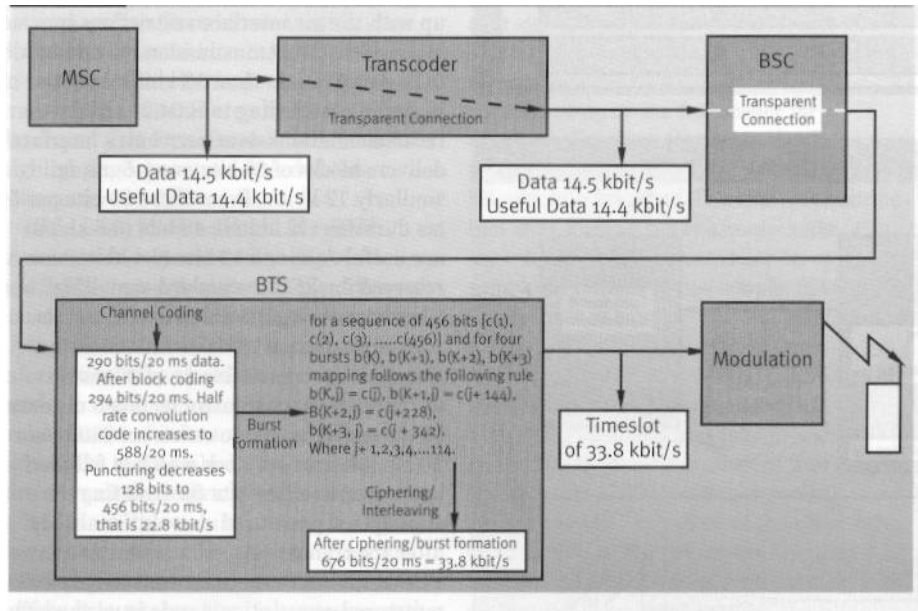
Η πρώτη προσπάθεια για βελτίωση του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων έγινε με την εισαγωγή της τεχνολογίας High Speed Circuit Switched Data. Για την υλοποίηση της τεχνολογίας αυτής απαιτούνται αλλαγές(Εικόνα 1) τόσο στο interface μεταξύ MSC και BSC(A interface), όσο και στο interface μεταξύ BSC και κινητού(air interface).

Εξετάζουμε αρχικά τις αλλαγές που χρειάζονται που γίνονται στο interface μεταξύ BSC-MSC[3][4].



Εικόνα 1: Τυπική δομή GSM δικτύου

Στο GSM, όπως ήδη αναφέραμε υπάρχει κάποια κωδικοποιημένα bit, που δεν μεταδίδονται(punctured). Αν αλλάξουμε τον αριθμό των punctured bits,στο interface μεταξύ MSC-BSC, μπορούμε να αυξήσουμε το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, από τα 12kbps στα 14.5kbps. Αυτό που στην πραγματικότητα συμβαίνει είναι ότι ένα μέρος από τα bit που χρησιμοποιούνται για την διόρθωση λαθών, χρησιμοποιούνται για την μεταφορά δεδομένων. Στην εικόνα 2 δίνεται η υλοποίηση της



Εικόνα 2: GSM δίκτυο με υποστήριξη HSCSD

Ας δούμε πως από τα 12kbps(ωφέλιμα τα 9.6) φτάνουμε στα 14.5kbps. Τα 14.5kbps σημαίνουν περίπου 288bits/20ms. Θυμίζουμε ότι τα 20ms είναι η χρονική διάρκεια του block του transcoder. Μαζί με τα συνοδευτικά bit, έτσι ώστε να σχηματιστούν τα blocks φτάνουμε στα 292bits/20ms. Με τη χρήση συνελεκτικού κώδικα προστίθενται ακόμα 296 bits. Έτσι συνολικά έχουμε 588 bits(στην πραγματικότητα έχουμε 584+4 για να ξεχωρίζει το block). Με punctuation σε 128 bits, έχουμε και πάλι 456bits/20ms, δηλαδή ένα κανονικό GSM burst.

Από την άλλη πλευρά, η ελάττωση των bit διόρθωσης λαθών, οδηγεί σε μικρότερη ακτίνα κάλυψης. Για να πετύχουμε ίδιο Quality of Service(Qos) θα πρέπει να αυξηθεί η ισχύς εκπομπής. Κάτι τέτοιο όμως θα είχε σαν συνέπεια την εμφάνιση παρεμβολών, ειδικά σε περιοχές με πολλούς συνδρομητές. Μία λύση στο πρόβλημα που εμφανίζεται στα HSCSD, είναι η χρήση μιας διαδικασίας προσαρμογής ανάλογα με την ποιότητα της ζεύξης μεταξύ κινητού τηλεφώνου και σταθμού βάσης. Έτσι στην πραγματικότητα η κωδικοποίηση αλλάζει, ανάλογα με το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων(9.6 ή 14.5bps).

Με την παραπάνω βελτίωση έχουμε ένα κέρδος 4.8kbps. Και πάλι όμως, για να αξιοποιηθεί η πληροφορία που έχει αποσταλεί με ένα PCM tsl των 64kbps, πρέπει να

βελτιώσουμε την πρόσβαση(access) του τελικού χρήστη στο δίκτυο. Έτσι λοιπόν απαιτούνται διορθώσεις στο interface μεταξύ κινητού και σταθμού βάσης(air interface).

Οι διορθώσεις αυτές αφορούν στην δυνατότητα που δίνει η τεχνολογία HSCSD, στον συνδρομητή να χρησιμοποιεί περισσότερα του ενός tsl στο air interface. Έτσι οι ρυθμοί μετάδοσης είναι μεταβλητοί όπως φαίνεται και στον πίνακα 1, ανάλογα με τα χρησιμοποιούμενα tsl.

Πίνακας 1

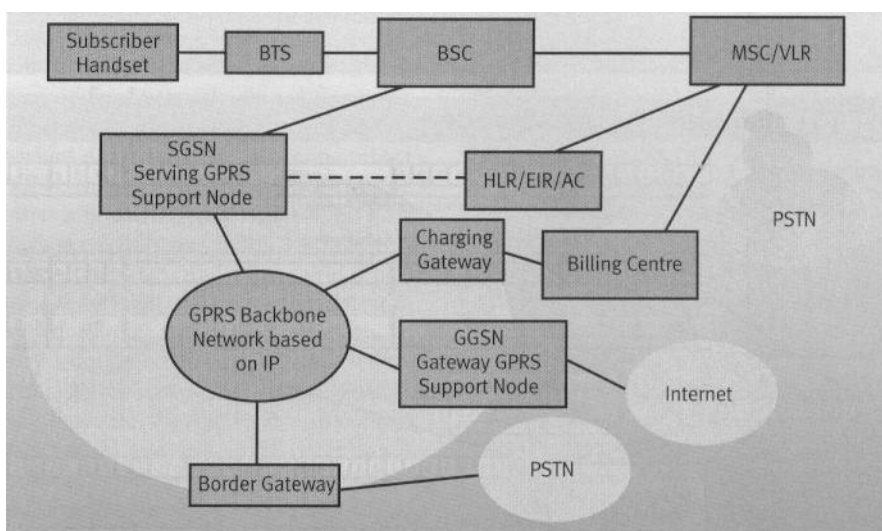
ΑΡΙΘΜΟΣ TSL	GSM(kbps)	HSCSD(kbps)
1	9.6	14.4
2	19.2	28.8
3	28.8	43.2
4	38.4	57.6

Η μεταβλητότητα στο ρυθμό μετάδοσης είναι απαραίτητη για να διατηρηθεί το QoS. Επίσης ο αριθμός των διαθέσιμων tsl, για τα HSCSD, εξαρτάται από τις ανάγκες μιας δεδομένης κυψέλης για φωνητικές κλήσεις. Από την στιγμή που το GSM, έχει σχεδιαστεί πρωτίστως για φωνητικές κλήσεις η προτεραιότητα στην διάθεση των tsl, αφορά την φωνή και όχι τα δεδομένα. Πάντως υποστηρίζονται, τόσο οι διαφανείς(transparent) όσο και οι αδιαφανείς(non transparent), ως προς το χρήστη υπηρεσίες δεδομένων.

Η διαφορά των διαφανών από τις μη διαφανείς υπηρεσίες, είναι ότι στην πρώτη περίπτωση έχουμε σταθερό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ο ρυθμός μεταβάλλεται ανάλογα με την τηλεπικοινωνιακή κίνηση . Έτσι οι διαφανείς συνδέσεις προσφέρονται για μετάδοση video, ή fax, ενώ οι μη διαφανείς χρησιμοποιούνται για μεταφορά αρχείων ή για πρόσβαση στο Internet.

B.General Packet Radio System(GPRS)

Τα υπάρχοντα GSM δίκτυα, βασίζονται σε τεχνικές μεταγωγής κυκλώματος. Είναι προφανές ότι για εφαρμογές Internet, η τεχνική αυτή είναι ελάχιστα αποδοτική και εξαιρετικά απαιτητική σε bandwidth. Έτσι το 1997 προστέθηκε στο GSM μια πλατφόρμα που διατηρεί τα κύρια χαρακτηριστικά του GSM(όσο αφορά την πρόσβαση του χρήστη στο δίκτυο) παρέχει όμως την δυνατότητα μεταγωγής πακέτων. Στην εικόνα 1 δίνεται η τυπική δομή ενός GPRS δικτύου[4][6].



Εικόνα 1: Τυπική δομή ενός GPRS δικτύου

Η τεχνική μεταγωγής πακέτου χωρίζει τα δεδομένα σε μικρότερα τμήματα που αποκαλούνται πακέτα. Το κάθε πακέτο έχει μια διεύθυνση. Τη διεύθυνση αυτή τη χρησιμοποιούν οι δρομολογητές ενός δικτύου για κατευθύνουν ένα πακέτο στο σωστό παραλήπτη. Η τεχνική αυτή είναι κατάλληλη όταν τα δεδομένα μεταδίδονται με bursts(είναι η ονομασία για τα tsl του TDMA) είτε όταν τα δεδομένα είναι ευαίσθητα σε λάθη. Το bandwidth δεν καταλαμβάνεται σε μόνιμη βάση, όπως συμβαίνει στις τεχνολογίες μεταγωγής κυκλώματος, αλλά μόνο όταν είναι αναγκαίο να μεταδοθεί κάτι(virtual connections). Από την σκοπιά των άλλα data networks το GPRS είναι ένα ακόμα υποδίκτυο εύκολα προσβάσιμο από δρομολογητές.

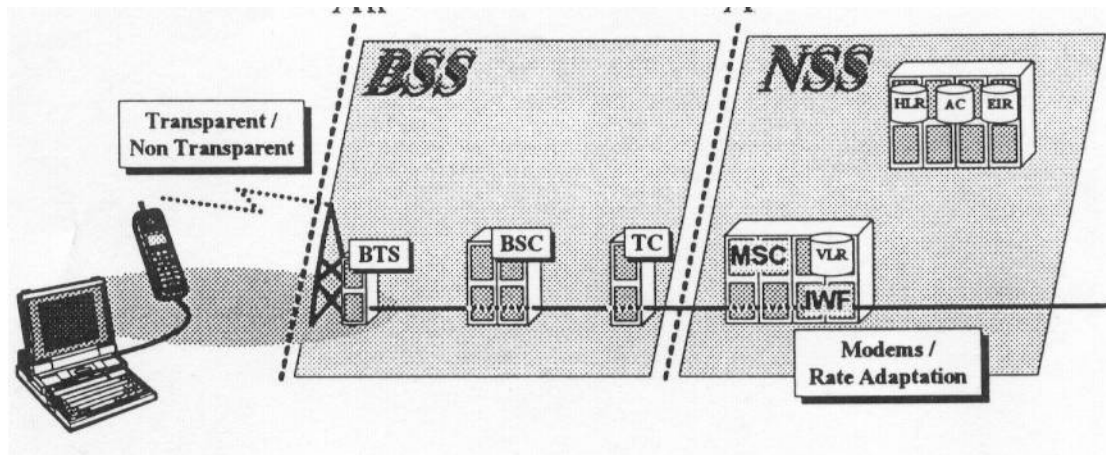
Στο GPRS, τα πακέτα είναι στατιστικώς πολυπλεγμένα στο air interface. Έτσι έχουμε καλύτερη εκμετάλλευση των διαθέσιμων ραδιοκαναλιών. Κάθε tsl στο GPRS air

interface μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολλούς χρήστες κάθε φορά που αυτοί έχουν μια μεταδώσουν δεδομένα. Έτσι ο αριθμός των χρηστών στο air interface του GPRS, σε αντίθεση με το GSM, δεν είναι καθορισμένος αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τον τηλεπικοινωνιακό φόρτο. Αυτή η στατιστική πολυπλεξία συνεπάγεται βέβαια κάποιες καθυστερήσεις στο δίκτυο, επομένως πρέπει να γίνει σωστός σχεδιασμός ώστε να υπάρχει ένα δεδομένο επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών.

Αν θελήσουμε να συγκρίνουμε το GPRS με το HSCSD, θα εντοπίζαμε την διαφορά στη τεχνολογία που χρησιμοποιούν(μεταγωγή πακέτου /μεταγωγή κυκλώματος). Από άποψης κόστους υλοποίησης το HSCSD επικάθεται σε ένα υπάρχον GSM δίκτυο ενώ το GPRS χρειάζεται νέες επενδύσεις σε Hardware και Software.

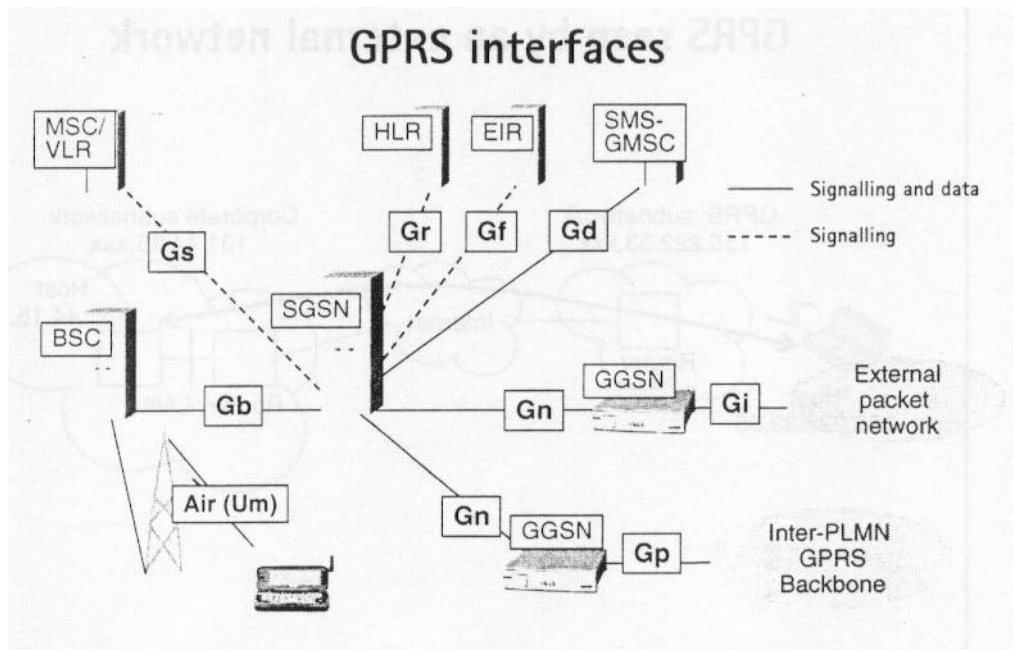
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ GPRS ΔΙΚΤΥΟΥ

Στο σημείο αυτό είναι και πάλι αναγκαία μια αναδρομή στο GSM. Η τυπική δομή ενός τέτοιου δικτύου δίνεται στην εικόνα 1. Στην εικόνα αυτή φαίνονται και τα interfaces που συνδέουν τα κύρια στοιχεία του δικτύου.

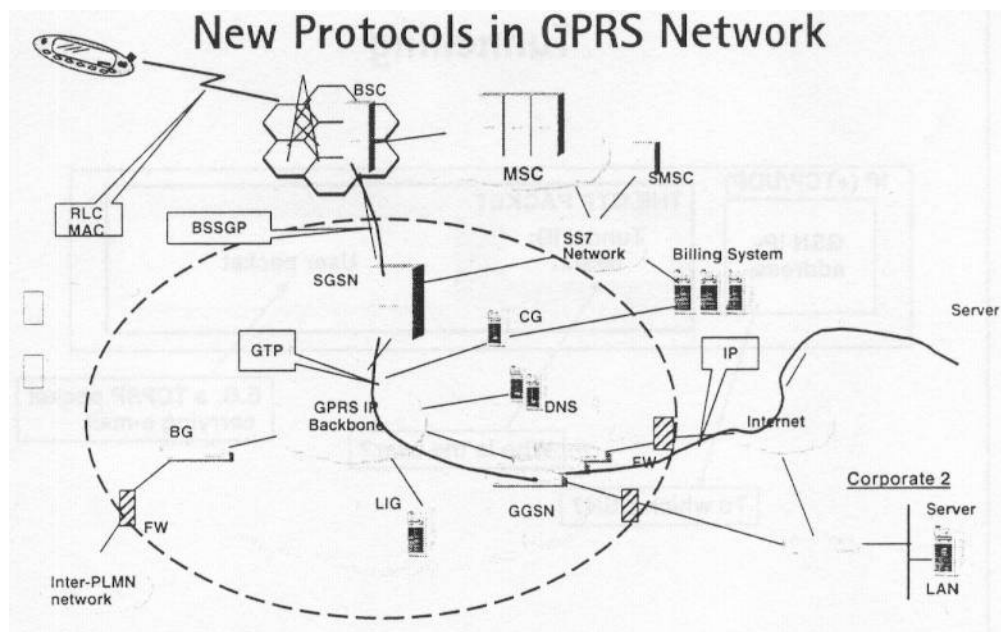


Εικόνα 1 : Τυπική δομή GPRS δικτύου

Για την υλοποίηση του GPRS, το υπάρχον GSM δίκτυο παίρνει την μορφή της εικόνας 2. Όπως προκύπτει από τις εικόνες 2 και 3 στο GPRS δίκτυο εισάγονται νέες λειτουργικές βαθμίδες, νέα interfaces και νέα πρωτόκολλα[6][14].



Εικόνα 2: Τα νέα interfaces



Εικόνα 3: Τα νέα πρωτόκολλα του GPRS

Οι νέες λειτουργικές βαθμίδες είναι το SGSN και το GGSN. Ο ρόλος στο δίκτυο είναι ο ακόλουθος.

A) Serving GPRS Support Node (SGSN)

- Μετατροπή πρωτοκόλων που χρησιμοποιούνται από την IP ραχοκοκκαλιά του δικτύου στα αντίστοιχα που χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο και το BSS.
- Συμπίεση και κρυπτογράφηση
- Επαλήθευση (authentication) των στοιχείων του συνδρομητή.
- Δρομολόγηση δεδομένων στο αντίστοιχο GGSN, κάθε φορά που απαιτείται σύνδεση με κάποιο εξωτερικό δίκτυο. Όλα τα πακέτα δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ δύο κινητών ακόμα και του ιδίου δικτύου πρέπει να διέλθουν από το GGSN.
- Ανταλλαγή πληροφοριών με το MSC/VLR και το HLR.
- Συλλογή των στοιχείων για την χρέωση του συνδρομητή καθώς και των στατιστικών της κίνησης.

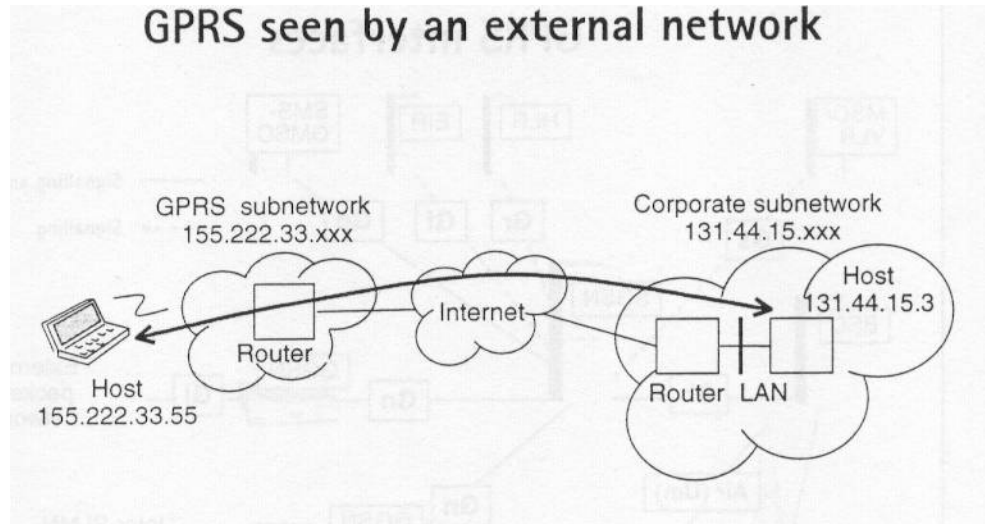
B) Gateway GPRS Support Node

- Δρομολογεί τα προερχόμενα από τα εξωτερικά δίκτυα πακέτα προς τον αντίστοιχο SGSN.
- Δρομολογεί τα πακέτα που εκπέμπονται από ένα κινητό προς ένα εξωτερικό δίκτυο
- Υλοποιεί τη διεπαφή σε εξωτερικά δίκτυα
- Συγκεντρώνει τα δεδομένα χρέωσης και τα στατιστικά κίνησης.
- Προσδιορίζει δυναμικές ή στατικές IP διευθύνσεις στα κινητά τηλέφωνα.

Για ένα εξωτερικό δίκτυο ο GGSN είναι ένας δρομολογητής προς ένα IP υποδίκτυο. Αυτό φαίνεται και στην εικόνα 4. Όπως φαίνεται και από την εικόνα, ο GGSN, λαμβάνει τα δεδομένα και τις διευθύνσεις αποστολής. Κατόπιν ελέγχει αν οι διευθύνσεις προς τις οποίες απευθύνονται τα πακέτα είναι ενεργές οπότε και προωθεί τα πακέτα στον SGSN. Σε άλλη περίπτωση τα αγνοεί.

Τα υπόλοιπα στοιχεία σε ένα GPRS δίκτυο συναντιούνται και στα υπόλοιπα δίκτυα δεδομένων. Δηλαδή υπάρχουν Domain Name Servers για την μετατροπή IP

διευθύνσεων σε IP ονόματα, Firewalls για την προστασία του IP δικτύου από εξωτερικές επιθέσεις.



Εικόνα 4 Ένα GPRS δίκτυο όπως φαίνεται από ένα άλλο δίκτυο δεδομένων.

Επίσης υπάρχει Border Gateway για την δημιουργία συνδέσεων με δίκτυα παροχής ανάλογων υπηρεσιών. Αυτό βοηθά τις εταιρείες κινητών τηλεπικοινωνιών να έχουν δρόμους για μεταγωγή δεδομένων, διαφορετικούς από το κοινό Internet.

Ένα ακόμα στοιχείο, που υπάρχει στα GPRS δίκτυα, είναι το Charging Gateway που συλλέγει τα στοιχεία για την χρέωση του συνδρομητή, τόσο από το SGSN, όσο και από το GGSN. Αφού γίνει μια πρώτη επεξεργασία τα προωθεί στο σύστημα έκδοσης λογαριασμών.

Ας μελετήσουμε τώρα τα interfaces, που συναντάμε στο GPRS δίκτυα[4][1].

i) Air interface: Όπως και στο GSM εξασφαλίζει την πρόσβαση(access) του συνδρομητή στο δίκτυο. Είναι περίπου το ίδιο με το αντίστοιχο του GSM με κάποιες διαφορές. Ιδιαίτερη αναφορά για το GPRS air interface υπάρχει σε χωριστή ενότητα.

ii) Gb interface: Εξασφαλίζει την επικοινωνία του BSS με το SGSN. Στην ουσία είναι ο φορέας της κίνησης και της σηματοδότησης του GPRS μεταξύ του GSM

ραδιοδικτύου και του GPRS. Ο έλεγχος της ροής σε αυτό το interface επιτυγχάνεται με τεχνολογίες frame relay.

iii) Gn interface: Είναι το interface μεταξύ του SGSN και του GGSN του ίδιου δικτύου(πρακτικά της ίδιας εταιρείας παροχής τέτοιων υπηρεσιών). Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι το GPRS Tunneling Protocol(GTP). Στην ουσία αυτό το πρωτόκολλο ενθυλακώνει την πληροφορία σε containers και τη μεταφέρει. Τα containers αυτά μπορούν να μεταφερθούν με κάθε είδους τεχνολογία, ATM, X.25, ή Frame Relay. Στην πράξη χρησιμοποιείται το IP.

iv) Gp interface: Λειτουργεί όπως και το Gn με τη διαφορά ότι μέσω του Border Gateway, και του Firewall, εξασφαλίζει την διασύνδεση διαφορετικών δικτύων(διαφορετικών GGSNs). Πρακτικά είναι Internet τύπου δίκτυο μεταξύ όλων των πάροχων τέτοιων υπηρεσιών. Υλοποιείται με GTP πρωτόκολλο.

v) Gr interface: Μεταξύ του SGSN και του HLR³. Εξασφαλίζει την πρόσβαση του SGSN στις πληροφορίες που σχετίζονται με κάποιο συνδρομητή.

vi) Ga interface: Εξασφαλίζει την επικοινωνία μεταξύ των GSNs και του Charging Gateway που αναφέρθηκε παραπάνω. Μέσα από αυτό διοχετεύεται όλη η απαιτούμενη πληροφορία για τη χρέωση ενός συνδρομητή. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι μια παραλλαγή του GTP το GTP'.

vii) Gs interface(προαιρετικό): Είναι το interface μεταξύ SGSN και MSC. Μέσω αυτού του interface ο SGSN μπορεί να στείλει πληροφορίες για το που βρίσκεται ένας συνδρομητής ή να ζητήσει να γίνει εντοπισμός(paging) σε κάποιο χρήστη. Στο interface αυτό χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο BSSAP+ το οποίο αποτελεί τροποποιημένη εκδοχή του BSSAP που χρησιμοποιείται στο GSM.

viii) Gd interface: Είναι το interface μεταξύ του κέντρου μηνυμάτων(τα γνωστά σε όλους SMS με το SGSN. Επίσης είναι το interface μεταξύ του SGSN και του IWC-MSC, το οποίο είναι το τμήμα εκείνο του MSC που προσφέρει υπηρεσίες τύπου fax. Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο MAP που χρησιμοποιείται στο κλασικό GSM για το signaling του MSC.

³ Home Location Register: Είναι το στοιχείο εκείνο σε ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας που έχει όλες τις πληροφορίες για τον χρήστη.

viii) Gf interface: Είναι το interface μεταξύ του SGSN και του Equipment Identification Register(EIR). Στο EIR καταγράφονται πληροφορίες για τους τύπους των κινητών τηλεφώνων που χρησιμοποιούνται. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να διαχωριστούν σε «μαύρες», «γκρίζες» και «λευκές» λίστες, ανάλογα αν το χρησιμοποιούμενο κινητό είναι κλεμμένο, υπό παρακολούθηση ή νόμιμο.

x) Gc interface(optional): Συνδέει το GGSN με το Home Location Register. Υπάρχει περίπτωση ο GGSN να ζητήσει από το HLR την πληροφορία για το ποια είναι η τρέχουσα θέση του συνδρομητή.

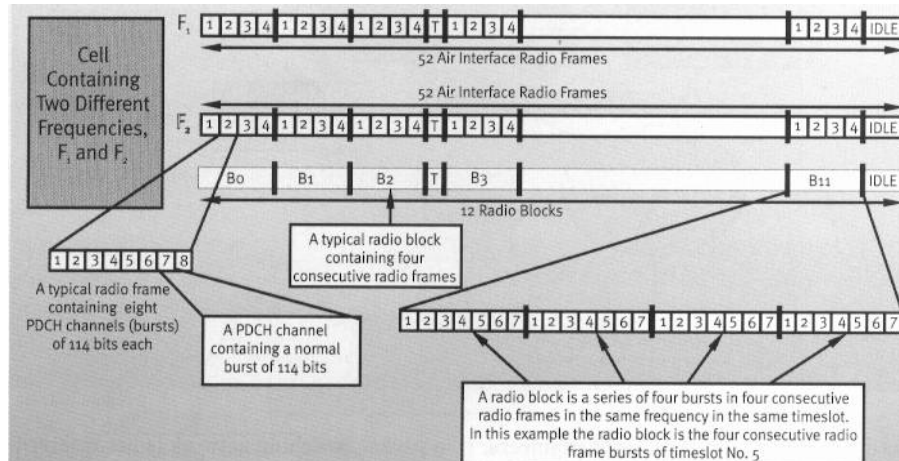
ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΣΤΟ GPRS ΔΙΚΤΥΟ(GPRS AIR INTERFACE)

Όπως ήδη αναφέραμε, το GPRS Air Interface, είναι παρόμοιο με αυτό του GSM. Υπάρχουν βέβαια και διαφορές⁴ Τα 8 TDMA tsl του GSM(TCH), ονομάζονται τώρα Packet Data Channel(PDTCH). Κάθε τέτοιο Tsl έχει 114 bits σε ρυθμό 33.8kbps. Κάθε PDCH, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολλούς χρήστες.[2]

Όπως και στο GSM, εκτός από τα φυσικά κανάλια, που ήδη αναφέραμε, υπάρχουν και τα λογικά κανάλια. Τα κανάλια αυτά είναι αντίστοιχα με τα λογικά κανάλια του GSM, γεγονός που πιστοποιείται και από την ονοματολογία τους όπου μπροστά από το κανάλι τοποθετείται το γράμμα P(εντός παρένθεσης είναι η GSM ονομασία. Αν μάλιστα δεν οριστεί σαφώς η ύπαρξη τους τότε χρησιμοποιούνται τα αντίστοιχα του GSM. Έτσι έχουμε το P(BCCH), P(CCCH), P(RACH), P(PCH), P(AGCH), P(ACCH), P(TCCH).

Μία διαφορά με το GSM, εντοπίζεται στο multiframe. Ενώ στο GSM το multiframe αποτελείται από 51 frames(1 TDMA frame περιέχει 8 tsl), στο GPRS το multiframe αποτελείται από 52 frames. Κάθε τέτοιο multiframe αποτελείται από 12 radio blocks των 4 TDMA radio frames, 2 κενά frames και 2 frames για το PTCCCH. Τα παραπάνω φαίνονται στην εικόνα 1.

⁴ Η εισαγωγή της τεχνολογίας αυτής στη χώρα μας συνοδεύτηκε από αλλαγές μόνο στο επίπεδο των τηλεφωνικών κέντρων και όχι με αλλαγές στο Hardware των σταθμών βάσης. Αλλαγές σε αυτό το επίπεδο αναμένονται μόνο αν υιοθετηθεί το σύστημα EDGE ή η Τρίτη Γενιά.



Εικόνα 1: Δομή GPRS Air interface

Όπως φαίνεται και από την εικόνα το radio block στην ουσία αποτελείται από 4 tsl σε 4 διαδοχικά frames (tsl 2 στην εικόνα 1). Έτσι το ίδιο radio block μπορεί να χρησιμοποιηθεί από 8 διαφορετικούς χρήστες. Έτσι ένα multiframe μπορεί να εξυπηρετήσει 96 χρήστες.

Ο ρυθμός μετάδοσης εξαρτάται από τη μορφή κωδικοποίησης και τον αριθμό των tsl που χρησιμοποιούνται. Οι κωδικοποιήσεις (C1, C2, C3, C4) αυτές διαφέρουν στην δυνατότητα διόρθωσης λαθών. Η C1 έχει την υψηλότερη δυνατότητα ενώ, η C4 δεν παρέχει καμιά δυνατότητα διόρθωσης λαθών. Οι τιμές του bit rate κατά περίπτωση δίνονται στον πίνακα 1.

Number of reserved timeslots in radio frame	Coding scheme (all figures in kbit/s)			
	CS1	CS2	CS3	CS4
1	9.05	13.4	15.6	21.4
2	18.1	26.8	31.2	42.8
3	27.15	40.2	46.8	64.2
4	36.2	53.6	62.4	85.6
5	45.25	67	78	107
6	54.3	80.4	93.6	128.4
7	63.35	93.8	109.2	149.8
8	72.4	107.2	124.8	171.2

Πίνακας 1: Bit rate ανά σχήμα κωδικοποίησης και αριθμό tsl

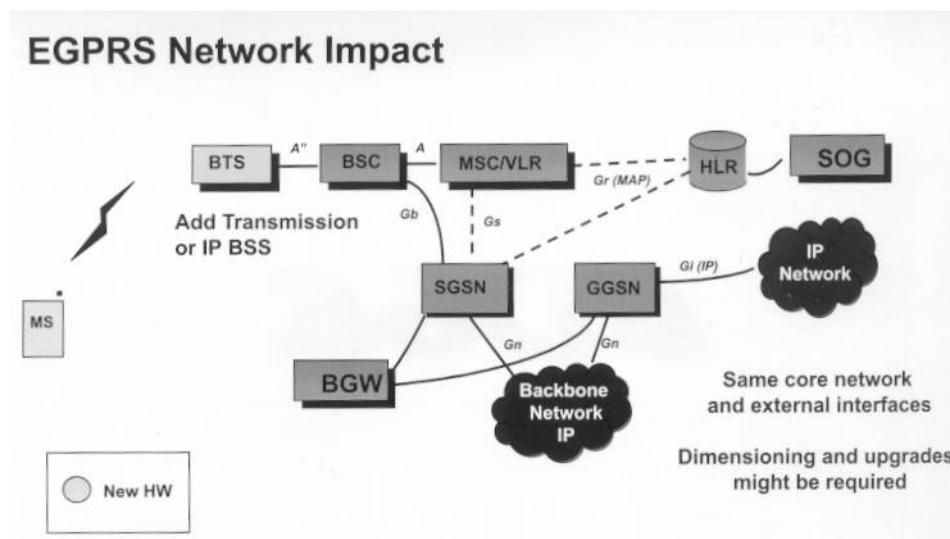
Από τον πίνακα 1 φαίνεται ότι ο GPRS συνδρομητής μπορεί να χρησιμοποιήσει περισσότερα του ενός tsl, κάτι που στο GSM δεν συμβαίνει. Οριακά μπορεί να χρησιμοποιήσει και τα 8 (Αυτό αποτελεί επιλογή της εταιρείας που προσφέρει τέτοιες υπηρεσίες).

Με το παραπάνω δεδομένο, μπορούν να διαμορφωθούν διαφορετικοί τρόποι σύνδεσης. Μπορούμε για παράδειγμα να έχουμε ασύμμετρους ρυθμούς στο uplink και στο downlink. Οι ρυθμοί μετάδοσης εξαρτώνται από το είδος της εφαρμογής και τον τηλεπικοινωνιακό φόρτο. Για παράδειγμα σε μια εφαρμογή video για το downlink χρειάζονται περισσότερα tsl, από ότι στο uplink. Και αν ακόμα ο χρήστης στο uplink χρειάζεται λιγότερο και από ένα tsl, αυτό μπορεί να διατεθεί με πολύπλεξη και σε άλλους.

Γ. ΣΥΣΤΗΜΑ EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

Το σύστημα αυτό προβλέπεται ότι θα είναι το τελευταίο βήμα πριν την οριστική εισαγωγή της Τρίτης Γενιάς κινητών επικοινωνιών. Αναμένεται να εμφανιστεί είτε ως ECSD(Enhanced Circuit Switched Data) δηλαδή βελτίωση του HSCSD, είτε ως EGPRS, δηλαδή βελτίωση του GPRS. Θεωρείται ως η καλύτερη λύση για εταιρείες που δεν θα λάβουν άδεια για υπηρεσίες τρίτης γενιάς στους σχετικούς διαγωνισμούς[6].

Στην εικόνα 1 φαίνεται ότι οι τροποποιήσεις στο δίκτυο αφορούν το σταθμό βάσης και το κινητό τηλέφωνο[5].



Εικόνα 1:Δομή EDGE δικτύου

Με το σύστημα αυτό οι ρυθμοί μετάδοσης μπορούν να φτάσουν τα 384kbps. Για το λόγο αυτό το σύστημα ονομάζεται GSM384. Η βασική διαφορά από το GSM, είναι η αλλαγή στη διαμόρφωση που χρησιμοποιείται στο air interface. Ενώ στο GSM χρησιμοποιείται το Gaussian Minimum Shift Keying(GMSK), στο EDGE χρησιμοποιείται το 8PSK. Μολονότι η διαμόρφωση αυτή περιορίζει την περιοχή κάλυψης(εικόνα 2), αυξάνει κατά πολύ το ρυθμό μεταγωγής δεδομένων. Στον πίνακα 1 δίνεται ο ανά ts1 ρυθμός μεταγωγής για τις προαναφερθείσες διαμορφώσεις και τα διάφορα σχήματα κωδικοποίησης[5].

Αξίζει να αναφέρουμε ότι στην περίπτωση των HSCSD η χρήση του EDGE αυξάνει το ρυθμό από τα 14.4kbps στα 38.4kbps για κάθε ts1.

Coding Schemes

Scheme	Modulation	Maximum rate [kbps]	Code Rate	Blocks per 20 ms	Family
MCS-9	8PSK	59.2	1.0	2	A
MCS-8		54.4	0.92	2	A
MCS-7		44.8	0.78	2	B
MCS-6		29.6	0.50	1	A
MCS-5		22.4	0.38	1	B
MCS-4	GMSK	16.8	1.0	1	C
MCS-3		14.8	0.89	1	A
MCS-2		11.2	0.69	1	B
MCS-1		8.4	0.53	1	C

A
B
C

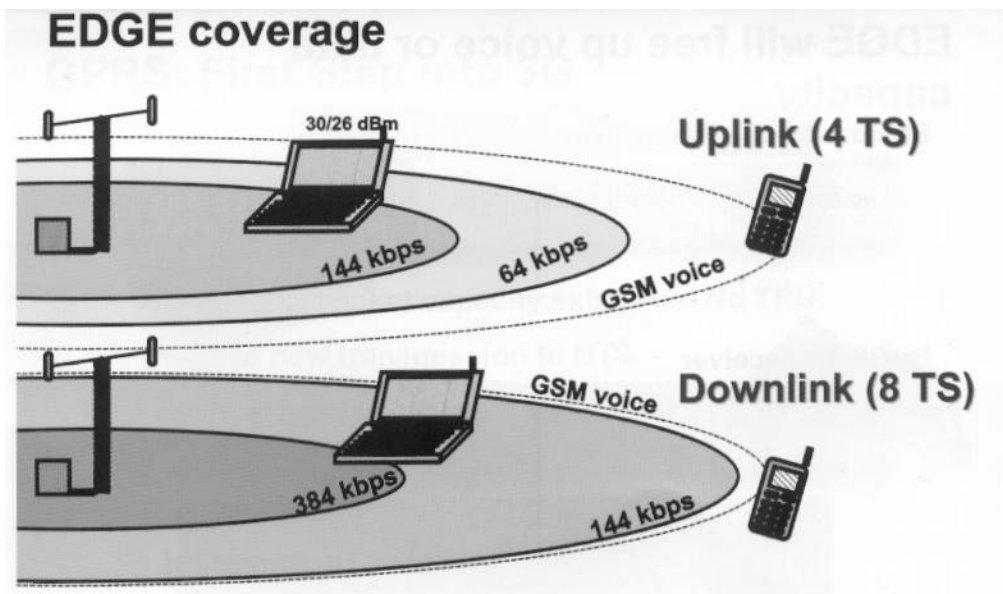
}

IR
LA

Πίνακας 1. Διαφορές στους ρυθμούς μετάδοσης μεταξύ EDGE και GSM

Αξίζει να αναφέρουμε ότι στην περίπτωση των HSCSD η χρήση του EDGE αυξάνει το ρυθμό από τα 14.4kbps στα 38.4kbps για κάθε tsl.

Εικόνα 2 18β ερικσον



Δ.Universal Mobile Telecommunications System(UMTS)

Το UMTS αποτελεί την κατάληξη της εξελικτικής πορείας στο χώρο των ασύρματων κυψελοειδών τηλεπικοινωνιών. Η εισαγωγή του έρχεται να καλύψει το κενό των κινητών επικοινωνιών σε B-ISDN, υπηρεσίες[11].

Επειδή η μετάβαση προς αυτό το σύστημα δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα, με εξαίρεση την Ιαπωνία για περιορισμένο αριθμό συνδρομητών, η μελέτη του θέματος παρουσιάζει κάποια δυσκολία.

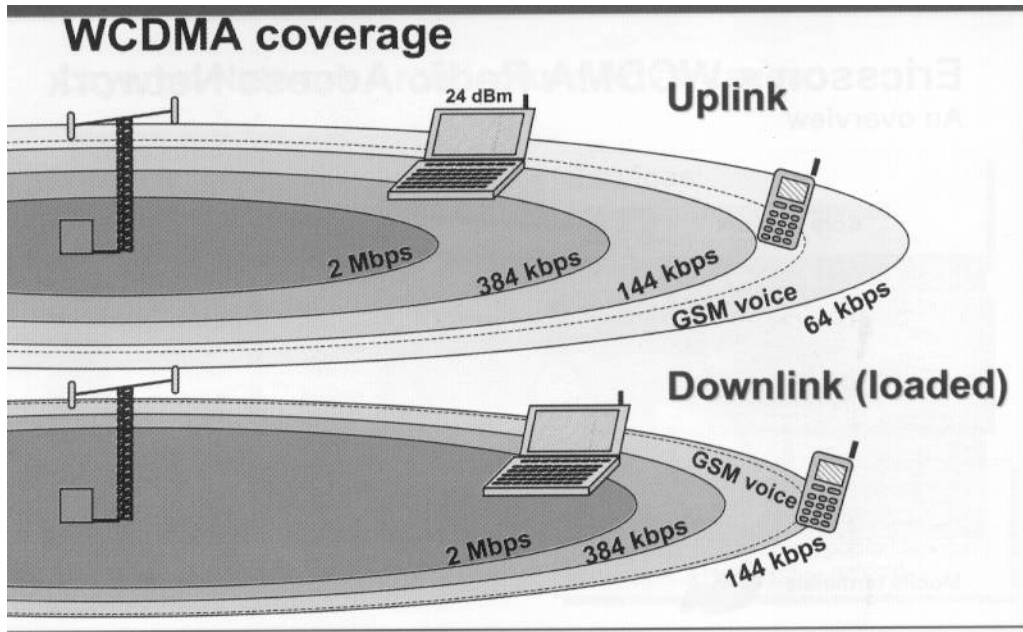
Η δυσκολία εντοπίζεται κυρίως στο προσδιορισμό της μορφής που θα έχουν τα δίκτυα τρίτης γενιάς. Ενώ για τα HSCSD, GPRS και EDGE, η κατάσταση είναι αρκετά ξεκαθαρισμένη, για το UMTS απομένουν λεπτομέρειες για να διευκρινιστούν. Έτσι είναι δύσκολο να γίνει άμεση αναφορά στα interface μεταξύ των διαφόρων στοιχείων των δικτύων όπως έγινε στο κεφάλαιο του GPRS.

Για την σχεδίαση λοιπόν των μελλοντικών δικτύων υπάρχουν τρεις κύριες προτάσεις[1]

- Independent design: Δηλαδή η σχεδίαση να γίνει από μηδενικής βάσης χωρίς να ληφθούν υπόψη τα υπάρχοντα δίκτυα.
- Second Generation Adaptation: Τα υπάρχοντα δίκτυα δεύτερης γενιάς να αποτελέσουν την βάση για τα μελλοντικά σχέδια και υπηρεσίες.
- Fixed Network Intergration: Η αρχιτεκτονική, η τεχνολογική υποδομή και οι υπηρεσίες θα αποτελέσουν τον οδηγό για την σχεδίαση των UMTS δικτύων. Όλα τα πρωτόκολλα το hardware, και το software θα είναι συνδεδεμένα στα σταθερά δίκτυα (B-ISDN, N-ISDN, PSTN).

Επειδή το κόστος της επένδυσης είναι τεράστιο⁵ λογικά οι εταιρείες θα κινηθούν με τη δεύτερη λύση. Το μόνο που μοιάζει να είναι σίγουρο είναι ότι το σχήμα πρόσβασης στο δίκτυο(air interface) θα είναι το w-cdma το οποίο και θα μελετήσομε σε χωριστή ενότητα.

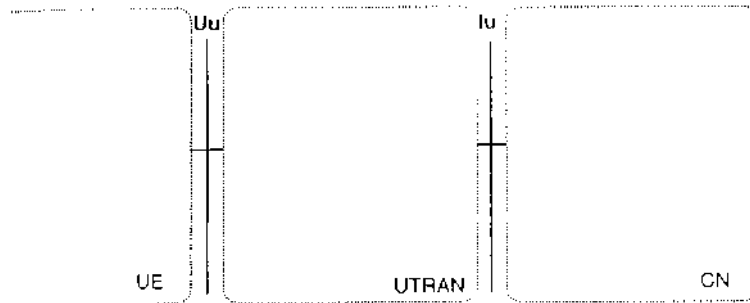
Από άποψη ρυθμού δεδομένων, η τρίτη γενιά υπόσχεται 2Mbit σε μικρές αποστάσεις(και ακίνητο ή με χαμηλή ταχύτητα συνδρομητή), 384kbps σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις και 144kbps στις πιο απομακρυσμένες. Τα παραπάνω φαίνονται στην εικόνα 1[6].



Εικόνα 1

ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

Ένα σχηματικό διάγραμμα των δικτύων τρίτης γενιάς δίνεται στην εικόνα 1[8]



Εικόνα 1: Διάγραμμα δικτύου 3^{ης} γενιάς

Το UE τμήμα, αποτελείται από δύο δομικά στοιχεία. Το Mobile Equipment (ME), και το UMTS Subscriber Identity Module (USIM). Το ME, είναι στην ουσία το κινητό τηλέφωνο τρίτης γενιάς που θα έχει ο χρήστης, και το USIM η κάρτα που θα του παρέχει η εταιρεία με τη σύνδεση. Η αναλογία με το GSM είναι προφανής.

Το UTRAN τμήμα αποτελείται από δύο δομικά στοιχεία. Το ένα είναι το Node B, πρακτικά ο σταθμός βάσης τρίτης γενιάς, και το δεύτερο είναι το RNC που αφενός

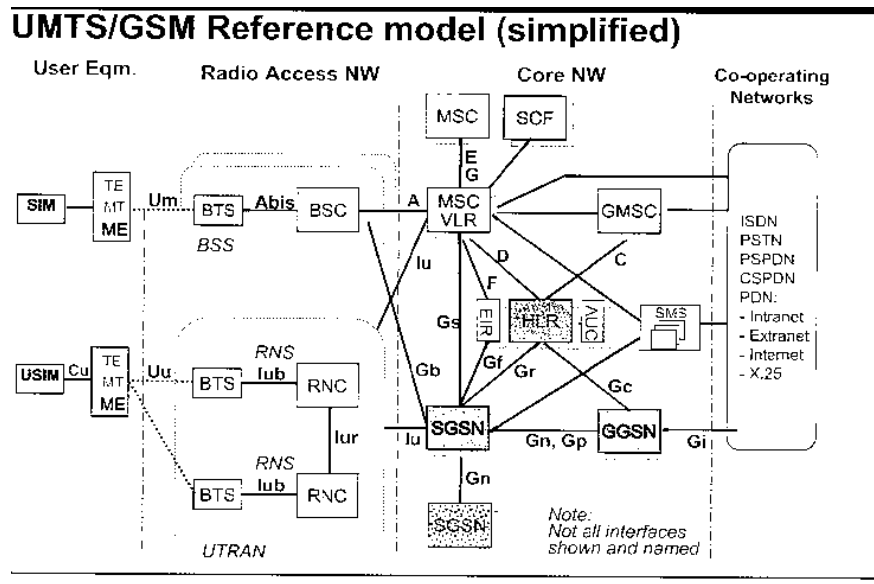
⁵ Στη χώρα μας 55 δις δρχ. κόστισε μόνο η άδεια για κάθε εταιρεία

ελέγχει την κίνηση στο αέρα, αφετέρου ανταλλάσσει δεδομένα με και σηματοδοσίες με το CN. Σε αναλογία με το GSM, Node B είναι ο σταθμός βάσης ενώ το RNC είναι το BSC

Το CN τμήμα είναι εντελώς ίδιο με το αντίστοιχο του GSM. Έτσι υπάρχουν

- Home Location Register(HLR), δηλαδή η βάση δεδομένων με τα στοιχεία του συνδρομητή, για παράδειγμα τι υπηρεσίες του παρέχονται π.χ. περιαγωγή, προώθηση κλήσης.
- Mobile Services Switching Centre/Visitor Location Register(MSC/VLR), δηλαδή ο βασικός μεταγωγέας του δικτύου και η βάση δεδομένων που συγκρατεί τα προσωρινά στοιχεία του συνδρομητή π.χ. τρέχουσα θέση του.
- Gateway MSC(GMSC) δηλαδή ο μεταγωγέας που συνδέει το UMTS δίκτυο με άλλα circuit switched δίκτυα.
- SGSN για τον χειρισμό των πακέτων δεδομένων(όπως στο GPRS)
- GGSN για την σύνδεση του δικτύου με άλλα packet δίκτυα

Στην εικόνα 2, φαίνονται αναλυτικότερα οι νέες λειτουργικές βαθμίδες, που θα προστεθούν στο υπάρχον GSM/GPRS δίκτυο.



Εικόνα 2 GSM/UMTS δίκτυο.

Τα interfaces που θα έχουν τα δίκτυα αυτά μεταξύ των δομικών τους στοιχείων είναι τα ακόλουθα[8][11].

Cu interface: Είναι το interface μεταξύ της κάρτας(USIM) και του κινητού (ME). Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι αυτό που ισχύει για τα smartcards.

Uu interface: Είναι το interface μεταξύ συνδρομητή και δικτύου. Όπως ανφέραμε και πιο πάνω είναι το WCDMA και περίληψη του δίνεται σε χωριστή ενότητα.

Iu interface: Συνδέει το UTRAN με το CN. Όπως φαίνεται και από την εικόνα 2 εξυπηρετεί τόσο τις packet συνδέσεις όσο και τις switch. Σε αναλογία με το GSM/GPRS θα λέγαμε ότι επιτελεί τις λειτουργίες του A interface και του Gb. Σημαντική διαφορά σε σχέση με αυτά τα interfaces είναι η χρήση του ATM αντί του PCM.

Iur interface: Συνδέει δύο διαφορετικά RNC. Έτσι δίνει την δυνατότητα για soft handover κάτι που δεν υπήρχε στο GSM. Handover είναι η διαδικασία στην οποία αλλάζει η κυψέλη που εξυπηρετεί τον συνδρομητή (π.χ. λόγω μετακίνησης του). Στο GSM η κυψέλη που εξυπηρετεί τον συνδρομητή είναι μοναδική κάθε φορά. Στο UMTS δίνεται η δυνατότητα να εξυπηρετηθεί από περισσότερα. Και σε αυτό το Interface χρησιμοποιείται ATM. Αξίζει να σημειωθεί ότι αντίστοιχο interface στο GSM (δηλαδή μεταξύ των BSC) δεν υπάρχει.

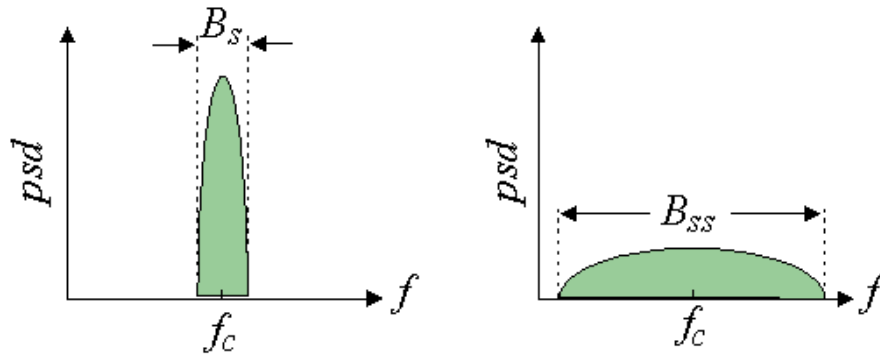
Iub interface: Συνδέει το σταθμό βάσης με το RNC. Από απόψεως πρωτοκόλλου παραμένει ανοιχτό και μάλλον κάθε εταιρεία θα εισάγει το δικό της.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ WCDMA.

Το WCDMA βασίζεται στις έννοιες Code Division Multiple Access και σήμα ευρέως φάσματος.

Η βασική ιδέα στα CDMA συστήματα περιγράφεται(Εικόνα 1) με τα ακόλουθα σημεία

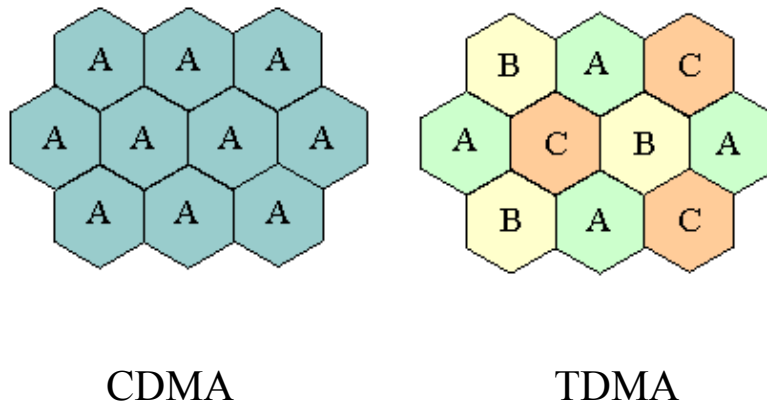
- Διεύρυνση του εύρους ζώνης κατά πολύ περισσότερο από το εύρος ζώνης της πληροφορίας.
- Τελικό εύρος ζώνης ανεξάρτητο από το εύρος ζώνης της αρχικής πληροφορίας.
- Η διεύρυνση (διασκορπισμός) πραγματοποιείται με τη χρήση σήματος / κώδικα ανεξάρτητου από το σήμα πληροφορίας.



Εικόνα 1

- Το τελικό σήμα έχει μορφή θορύβου (noise-like).

Αντίθετα με το TDMA, το Code Division Multiple Access(CDMA), δεν αποδίδει μια συγκεκριμένη συχνότητα σε κάθε χωριστή κυψέλη(Εικόνα 2). Αντίθετα αξιοποιεί όλο το διατιθέμενο φάσμα, για να διοχετευθούν πακέτα κωδικοποιημένων δεδομένων[15][19].



Εικόνα 2: Διαφορά CDMA/TDMA

Η ισχύς είναι μια κοινή πηγή για όλους τους χρήστες. Οι χρήστες χρησιμοποιούν τόση ισχύ ώστε η παρεμβολή να είναι ανεκτή.

Παραθέτουμε ακολούθως τις βασικές παραμέτρους του WCDMA[8][12].

- Το WCDMA είναι ένα ευρυζωνικό σύστημα διασπορά φάσματος ευθείας ακολουθίας(DS-SS-SS). Δηλαδή τα bit της πληροφορίας διαχέονται σε ένα μεγάλο εύρος ζώνης με πολλαπλασιασμό των δεδομένων με ημι-τυχαία bit (που ονομάζονται chips). Τα bit αυτά παράγονται από CDMA κώδικες διάχυσης.

- Ο ρυθμός μετάδοσης των chips είναι 3.84MHz. Ο ρυθμός αυτός απαιτεί ένα φέρον με εύρος ζώνης 5MHz. Ένα τόσο ευρύ φέρον μπορεί να υποστηρίξει υψηλούς ρυθμούς μεταγωγής δεδομένων και γενικότερα δίνει πολλά άλλα πλεονεκτήματα. Κάθε εταιρεία παροχής τέτοιων υπηρεσιών μπορεί να μισθώσει από το κράτος, περισσότερα του ενός φέροντα για να βελτιώσει την χωρητικότητα του δικτύου. Τα φέροντα αυτά απέχουν 200kHz, στην περιοχή 4.4 έως 5MHz.
- Το WCDMA υποστηρίζει την λειτουργία Bandwidth On Demand. Σε κάθε χρήστη διατίθενται frames των 10ms. Στο διάστημα αυτό ο ρυθμός μεταγωγής δεδομένων παραμένει σταθερός. Εν τούτοις η χωρητικότητα σε δεδομένα μεταξύ των χρηστών μεταβάλλεται από frame σε frame. Αυτή η γρήγορη μεταβολή της διατιθέμενης χωρητικότητας θα καθορίζεται από το δίκτυο έτσι ώστε ο ωφέλιμος ρυθμός ροής πληροφοριών να είναι ο βέλτιστος.
- Το WCDMA υποστηρίζει δύο βασικούς τρόπους λειτουργίας. Ο ένας είναι ο Frequency Division Duplex(FDD). Στο FDD, χρησιμοποιούνται διαφορετικά φέροντα για το uplink και το down link. Ο άλλος τρόπος είναι ο Time Division Duplex(TDD). Στο TDD και στο uplink και στο downlink χρησιμοποιείται η ίδια συχνότητα.
- Υποστηρίζει την δυνατότητα handover από το GSM

Στο UTRA τα δεδομένα των ανωτέρων επιπέδων (layers) μεταδίδονται στο Air-IF με τα κανάλια μεταφοράς. Κάθε κανάλι μεταφοράς αντιστοιχίζεται (διακινείται) σε συγκεκριμένο φυσικό κανάλι και συνοδεύεται από το TFI (Transport Format Indicator).

■ **Κοινά κανάλια μεταφοράς (common transport channels)**

Τα κοινά κανάλια χρησιμοποιούνται από όλους τους χρήστες ή ομάδες χρηστών εντός μιας κυψέλης.

BCH (Broadcast Control Channel)

FACH (Forward Access Channel)

PCH (Paging Channel)

RACH (Random Access Channel)

CPCH (Common Packet Channel)

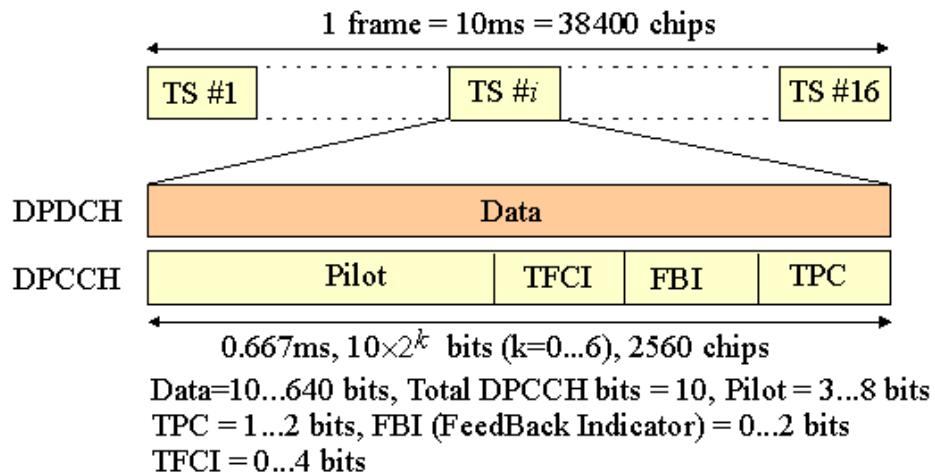
DSCH (Downlink Shared Channel)

■ Αποκλειστικά κανάλια μεταφοράς (dedicated transport channels)

Κάθε αποκλειστικό κανάλι διατίθεται σε συγκεκριμένο χρήστη.

Τα *DCH* (*Dedicated Channel*) αντιστοιχίζονται (διακινούνται) σε δύο φυσικά κανάλια:

- **DPDCH** (Dedicated Physical Data Channel)
- **DPCCH** (Dedicated Physical Control Channel)



Εικόνα 3 Κανάλια στο WCDMA

ΠΗΓΕΣ.

1. FITCE Telecommunications Congress Proceedings 2000
2. FITCE Telecommunications Congress Proceedings 2001
3. NOKIA System Training
4. NOKIA GPRS System Training
5. ERICSSON 3G WORKSHOP
6. www.etsi.org
7. Theodore Rappaport: Wireless Communications, Prentice Hall.
8. Harri Holma and Antti Toskala: WCDMA for UMTS
9. ACTERNA :GSM BASICS
10. An overview of air interface multiple access for IMT-2000/UMTS, IEEE Communications Magazine, September 1998, Vol 36 No.9
11. The 3GPP Proposal for IMT-2000, IEEE Communications Magazine, December 1999, Vol. 37 No.12
12. Ojampera and Prasad, Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications, Artech House, 1998
13. www.gsmdata.com
14. www.itu.org/imt
15. David Clack, Preparing for a New Generation of Wireless Data, Technological News
16. Werner Mohr and Walter Konhauser, Access Network Evolution Beyond Third Generation Mobile Communications, IEEE Communications Magazine December 2000
17. Qi Bi, I. Zysman, Hank Menkes, Wireless Mobile Communications at the Start of the 21st Century, IEEE Communications Magazine, January 2001
18. Leon W. Couch, Digital and Analog Communication Systems, Prentice Hall International
19. Taub, Schilling, Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα, Εκδόσεις Τζιόλα
20. www.gsmtoday.com

21. Αθ. Ιωσηφίδης, Workshop on Forward Error Correction Techniques and on CDMA Systems"

GPRS EDGE AND UMTS COMPARISON

Αντικείμενο της εργασίας, είναι η σύγκριση των παραπάνω τεχνολογιών που αποτελούν τα επόμενα βήματα στο χώρο των κυψελοειδών τηλεπικοινωνιών, μετά την επιτυχία του GSM. Το κοινό σημείο όλων των παραπάνω τεχνολογιών, είναι ότι εισάγονται στην προσπάθεια να βελτιωθούν οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων, που στο GSM είναι χαμηλοί. Ο τελικός στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η δυνατότητα παροχής B-ISDN υπηρεσιών, ασυρματικά(B-ISDN).

Αρχικά δίνεται μια εξήγηση για τους χαμηλούς ρυθμούς του GSM, που οφείλονται στο γεγονός ότι το σύστημα αυτό είναι προσανατολισμένο σε φωνητικές υπηρεσίες. Στην ίδια ενότητα εντάσσεται, και η πρώτη προσπάθεια για βελτίωση των επιδόσεων του GSM, με την εισαγωγή των HSCSD. Τα HSCSD δεν απαιτούν αλλαγές στο Hardware ενός υπάρχοντος GSM δικτύου. Η αλλαγή έγκειται στον περιορισμό του αριθμού των bit που προορίζονται για διόρθωση λαθών.

Στο δεύτερο κομμάτι της εργασίας, γίνεται η μελέτη του GPRS. Το GPRS, είναι σύστημα μεταγωγής πακέτου και όχι κυκλώματος όπως το GSM. Με αλλαγές στο Hardware(Εγκατάσταση SGSN και GGSN), και στο Software μπορούμε να πετύχουμε αυξημένους ρυθμούς μετάδοσης(π.χ 13.4kbps/tsl).

Το σύστημα EDGE, επόμενο βήμα προς την Τρίτη γενιά, είναι το επόμενο αντικείμενο μελέτης. Με μέγιστο ρυθμό μεταγωγής 384kbps, αποτελεί τη λύση για ευρυζωνικές εφαρμογές για εταιρείες που δε θα έχουν άδεια τρίτης γενιάς. Οι υψηλές αυτές επιδόσεις επιτυγχάνονται με αντικατάσταση της διαμόρφωσης GMSK, του GSM με την 8PSK. Η τεχνολογία αυτή απαιτεί αλλαγές σε ένα υπάρχον GSM δίκτυο.

Τελευταίο προς μελέτη θέμα είναι το UMTS. Ακριβή επένδυση που απαιτεί αρκετές αλλαγές στα υπάρχοντα δίκτυα, υποσχόμενη επιδόσεις από 144kbps για μετακινούμενους απομακρυσμένους συνδρομητές έως και 2Mbps για μικρές αποστάσεις και ακίνητους συνδρομητές. Το TDMA αντικαθίσταται από το WCDMA, ενώ παράλληλα οι PCM συνδέσεις μεταξύ των λειτουργικών στοιχείων του GSM αντικαθίστανται από ATM.