



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Κινητές Τεχνολογίες

Διάλεξη 5η: Δίκτυο κινητής τηλεφωνίας (συνέχεια)

Γ. Καρυδάκης

Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Περιεχόμενα ενότητας

- Διάδοση ραδιοκυμάτων
- Αρχιτεκτονική κυψελωτού δικτύου
- Κατανομή και επαναχρησιμοποίηση καναλιών
- Θέση και κινητικότητα κινητών μονάδων

Διάλεξη 5

Δίκτυο κινητής τηλεφωνίας (συνέχεια)

Σύνοψη προηγούμενης διάλεξης

- Δομή δικτύου
 - σταθμοί
 - κανάλια
 - Κόμβοι
- Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων
- Μέθοδοι πολυπλεξίας
 - TDMA
 - FDMA
 - Direct Sequence CDMA
 - Frequency Hopping CDMA
- απόσταση κυψελών και παρεμβολή
- αύξηση χωρητικότητας

Σταθμοί

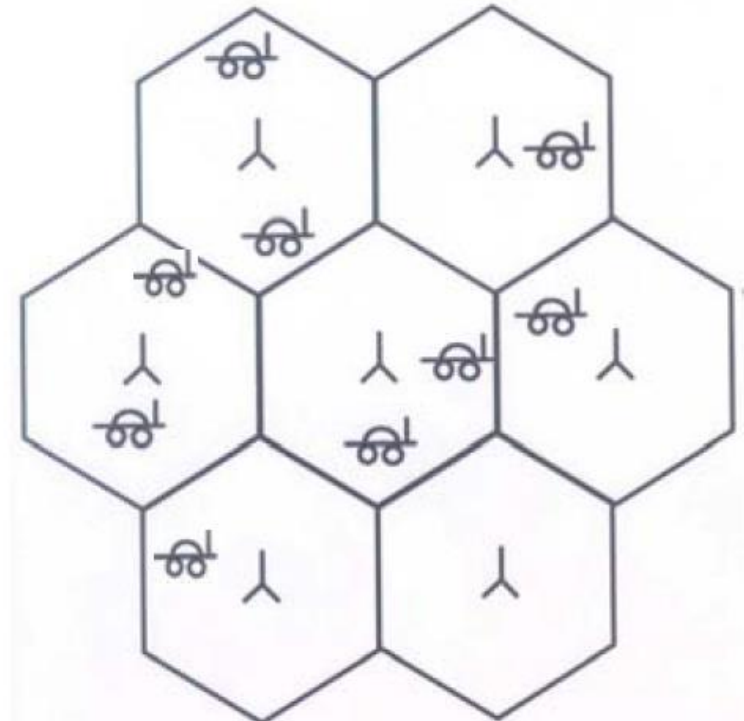
Σταθμός βάσης
(base station)



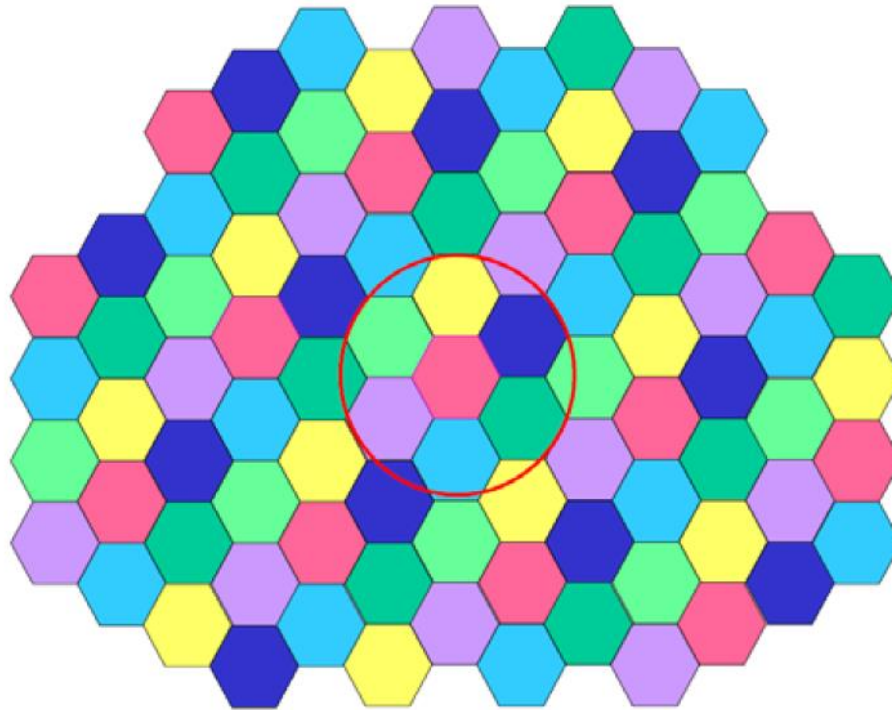
Κινητός σταθμός
(mobile station)



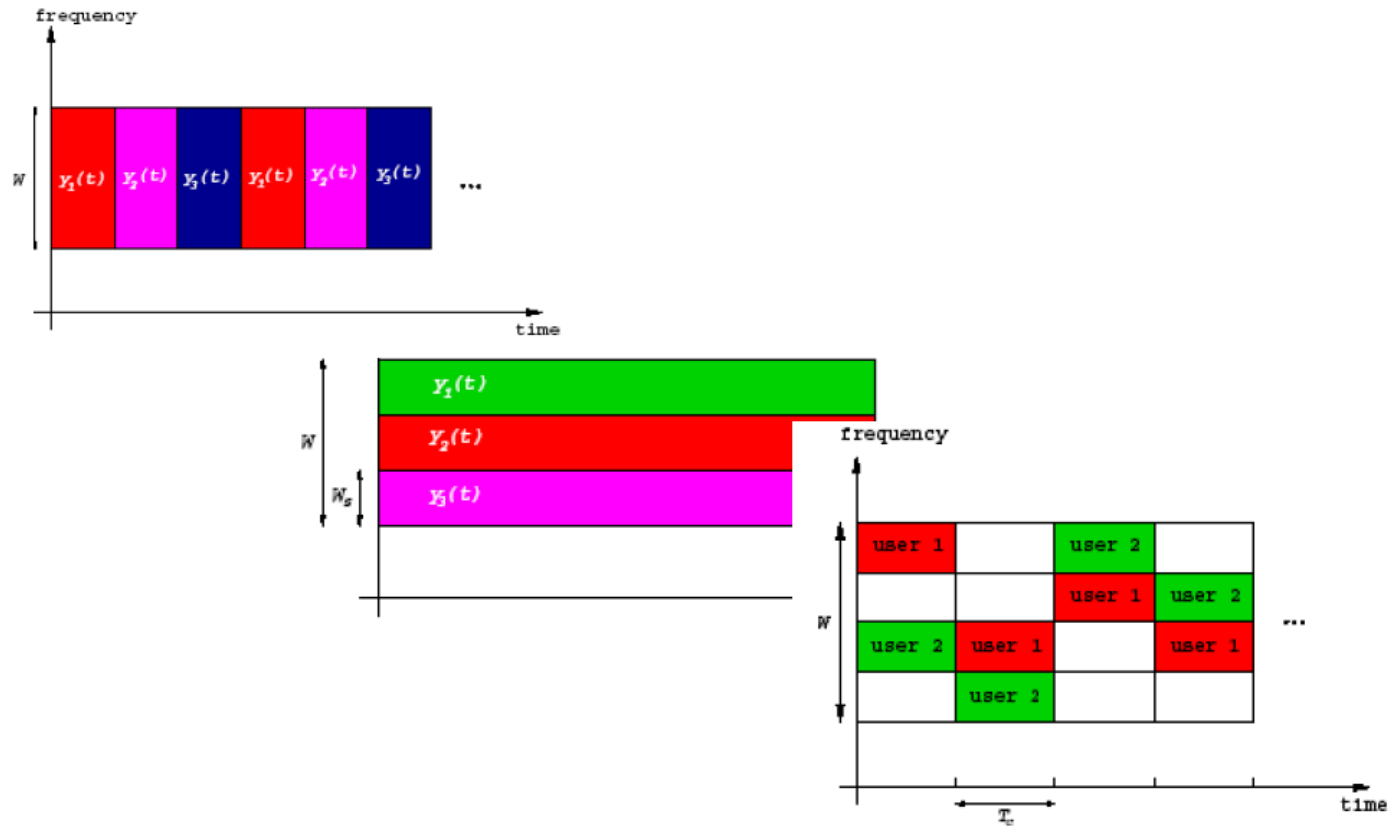
MSC ή MTSO Κινητό
Κέντρο μεταγωγής
(Mobile Switching
Center ή mobile
Telephone Switching
Office)



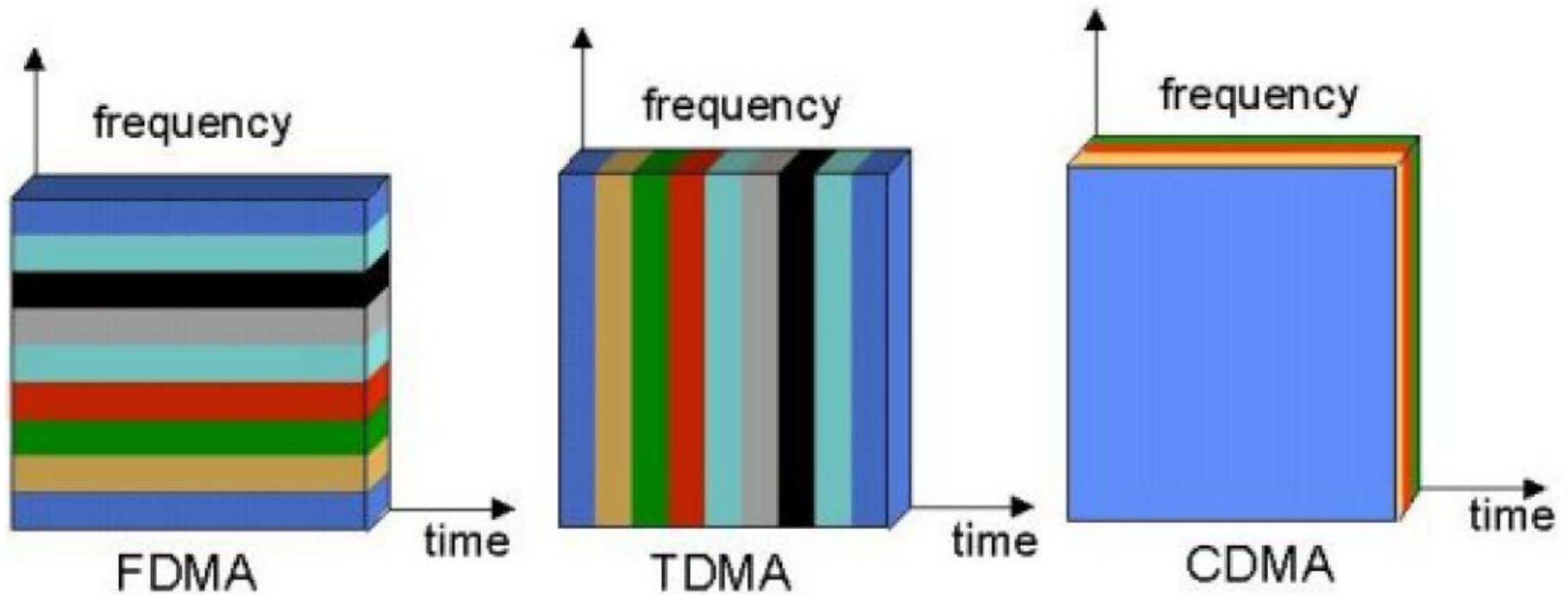
Επαναχρησιμοποίηση καναλιών



Μέθοδοι πολυπλεξίας



Μέθοδοι πολυπλεξίας



Τρόποι αύξησης χωρητικότητας

- Πρόσθεση νέων καναλιών
- Δανεισμός καναλιών (Channel borrowing)
- Διαχωρισμός Κυψελών (Cell splitting)
- Cell sectoring
- μικροκυψέλες (Microcells)

Σύνοψη διάλεξης

- General Packet Radio Service (GPRS)
- Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)
- Εισαγωγή στην Τέταρτη Γενιά δικτύων επικοινωνιών (4G)
- Μεταπομπή (handoff)
- Θέση και κινητικότητα κινητών μονάδων
- Διαχείριση θέσης

Ιστορική αναδρομή (1/2)

1G

- Advanced Mobile Phone System
- Nordic Mobile Telephone
- Total Access Communication System

2G

- Digital-AMPS
- GSM
 - GSM900
 - GSM1800
 - GSM1900
- CDMA

Ιστορική αναδρομή (2/2)

2G+

- Customized Application for Mobile Enhanced Logic (CAMEL)
- High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)
- General Packet Radio Service (GPRS)
- Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE)

3G

- Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)
- CDMA 2000

4G

- All-IP Networks

GSM - ανάπτυξη

- Η ανάπτυξη του GSM ξεκίνησε το 1982.
- Η συχνότητα λειτουργίας του ορίστηκε στα 900MHz.
- Το 1989, η αρμοδιότητα για το GSM περιήλθε στο ETSI (European Telecommunication Standards Institute).
- Η εμπορική εκμετάλλευση ξεκίνησε στα μέσα του 1991.
- Στις αρχές του 1994 υπήρχαν 1.3 εκατομμύρια συνδρομητές παγκοσμίως, που ανήλθαν σε 55 εκατομμύρια το 1997.

GSM - Υπηρεσίες

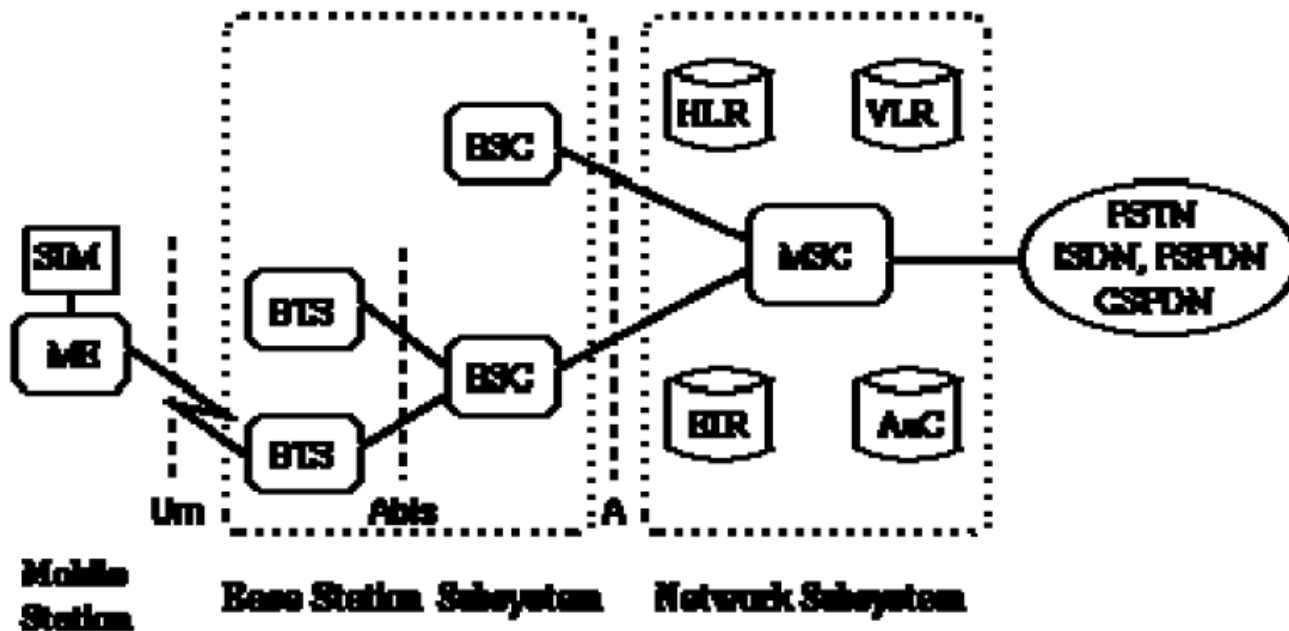
- Καλύτερη ποιότητα φωνής
 - ισοδύναμη ή καλύτερη σε σχέση με αυτή της κυψελωτής αναλογικής τεχνολογίας
- Χαμηλό κόστος τερματικών, λειτουργίας και υπηρεσίας.
- Υψηλό επίπεδο ασφάλειας.
- Διεθνής περιήγηση (roaming).
- Ποικιλία νέων υπηρεσιών και ευκολίες δικτύου.
- Συμβατότητα με το ISDN.

GSM – αρχιτεκτονική (1/2)

Το δίκτυο διαιρείται σε τρία μέρη:

- **Κινητός Σταθμός (Mobile Station, MS).** Είναι η συσκευή που φέρει ο συνδρομητής.
- **Υποσύστημα Σταθμού Βάσης (Base Station Subsystem, BSS).** Ελέγχει τον ραδιο-σύνδεσμο (radio link) με τον MS.
- **Υποσύστημα Δικτύου.** Το κύριο του τμήμα οποίου είναι το Κέντρο μεταγωγής Κινητών Υπηρεσιών (Mobile services Switching Center, MSC). Εκτελεί την μεταγωγή των κλήσεων ανάμεσα στους κινητούς χρήστες και ανάμεσα στους κινητούς χρήστες και τους χρήστες του σταθερού τηλεφωνικού δικτύου. Επίσης το MSC χειρίζεται τις λειτουργίες διαχείρισης κινητικότητας.

GSM – αρχιτεκτονική (2/2)



SIM Subscriber Identity Module	BSC Base Station Controller	MSC Mobile services Switching Center
ME Mobile Equipment	HLR Home Location Register	EIR Equipment Identity Register
BTS Base Transceiver Station	VLR Visitor Location Register	AuC Authentication Center

GSM – Φάσμα

- Uplink: 890-915 MHz
- Downlink: 935-960 MHz
- Η ζώνη συχνοτήτων των 2x25 MHz χωρίζεται σε ζώνες των 200 kHz με FDMA.
- Κάθε ζώνη των 200 kHz χωρίζεται σε 8 Slots με TDMA.
- 8 Slots αποτελούν 1 Frame. Κάθε frame έχει διάρκεια 4,615ms.

GPRS – Κύρια Χαρακτηριστικά

- Ταχύτητα
 - το GPRS δύναται να προσφέρει ταχύτητες από 14400 – 115000 bps, που επιτρέπουν άνετη πρόσβαση στο Διαδίκτυο με τη χρήση ασύρματων συσκευών.
- Αμεσότητα
- Νέες, Καλύτερες εφαρμογές
 - Το GPRS διευκολύνει διάφορες νέες εφαρμογές που παλαιότερα δεν ήταν διαθέσιμες στα δίκτυα GSM, λόγω των περιορισμών ταχύτητας στα Δεδομένα μεταγωγής Κυκλώματος (9.6 kbps) και το μήκος μηνύματος των 160 χαρακτήρων του SMS.

GPRS-Δικτυακά Χαρακτηριστικά (1/4)

μεταγωγή Πακέτου

- Το GPRS επικαλύπτει το υπάρχον GSM δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος κυκλώματος, με μία διεπαφή βασιζόμενη σε πακέτα.
- Παρέχεται στους συνδρομητές ένα δίκτυο το που υποστηρίζει τόσο μεταγωγή κυκλώματος όσο και μεταγωγή πακέτου.

GPRS-Δικτυακά Χαρακτηριστικά (2/4)

- αποδοτικότητα Φάσματος
 - Η μεταγωγή πακέτου, συνεπάγεται ότι οι πόροι του συστήματος χρησιμοποιούνται μόνο όταν οι χρήστες στέλνουν ή δέχονται δεδομένα.
 - αντί να αφιερώνεται ένα ασύρματο κανάλι σε κάποιον χρήστη, για μία σταθερή χρονική περίοδο, οι διαθέσιμοι πόροι μπορούν να μοιραστούν σε πολλούς χρήστες ταυτόχρονα.

GPRS-Δικτυακά Χαρακτηριστικά (3/4)

- αποδοτικότητα Φάσματος ...
 - Διανέμει τους πόρους πιο αποδοτικά, υποστηρίζοντας εικονική συνδεσιμότητα.
 - μεταφέρει κυκλοφορία που διακινείτο μέσω Δεδομένων μεταγωγής Κυκλώματος στο GPRS, και μειώνει το φόρτο του κέντρου SMS και του καναλιού σηματοδότησης.

GPRS-Δικτυακά Χαρακτηριστικά (4/4)

- Γνωρίζει το Διαδίκτυο
 - Για πρώτη φορά, το GPRS επιτρέπει την λειτουργία των κινητών στο Διαδίκτυο, επιτρέποντας τη διαδικτύωση του Διαδικτύου και του νέου δικτύου GPRS.
- Υποστηρίζει το TDMA και GSM
 - Υποστηρίζει όχι μόνο το GSM αλλά και το IS – 136 TDMA, ιδιαίτερα δημοφιλές στην αμερικανική ήπειρο.

GPRS – Περιορισμοί (1/3)

- Μειωμένη χωρητικότητα κυψελών για όλους τους χρήστες.
 - Υπάρχουν περιορισμένοι πόροι που να μπορούν να αφιερωθούν σε διαφορετικές χρήσεις. Για παράδειγμα, οι φωνητικές κλήσεις και οι κλήσεις GPRS χρησιμοποιούν GPRS, και οι δύο τους ίδιους δικτυακούς πόρους.
- Οι πραγματικές ταχύτητες είναι πολύ μικρότερες.
 - Η επίτευξη του θεωρητικού μέγιστου ρυθμού μετάδοσης του GPRS, θα απαιτούσε από έναν και μόνο χρήστη να κατέχει και τις 8 χρονικές σχισμές, χωρίς προστασία από σφάλματα.
 - Το εύρος ζώνης που είναι πραγματικά διαθέσιμο, είναι σημαντικά περιορισμένο.

GPRS – Περιορισμοί (2/3)

- Καθυστερήσεις μεταφοράς.
 - Τα πακέτα του GPRS ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές για να φτάσουν στον ίδιο προορισμό. αυτό εμπεριέχει την πιθανότητα ένα ή περισσότερα πακέτα να χαθούν ή να υποστούν βλάβη κατά τη διάρκεια της μετάδοσης.
- Όχι αποθήκευση και προώθηση.
 - Ενώ η μηχανή αποθήκευσης και προώθησης είναι η καρδιά του κέντρου SMS και κύριο χαρακτηριστικό της υπηρεσίας SMS, δεν υπάρχει κάτι αντίστοιχο στο GPRS.

GPRS – Περιορισμοί (3/3)

- Μη βέλτιστη κωδικοποίηση.
 - Το GPRS βασίζεται σε μία κωδικοποίηση που καλείται GMSK.
 - Το EDGE και το UMTS βασίζονται σε έναν νέο τρόπο κωδικοποίησης, ονομαζόμενο 8 PSK, ο οποίος επιτρέπει ακόμα μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.

GPRS – Εφαρμογές (1/2)

- Υπηρεσίες συζήτησης μέσω κειμένου (chat)
- Πληροφορία σε οπτική μορφή και σε μορφή κειμένου
- Σταθερές εικόνες
- Κινούμενες εικόνες
- Περιήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό
- Διαμοίραση κειμένου / συνεργασία

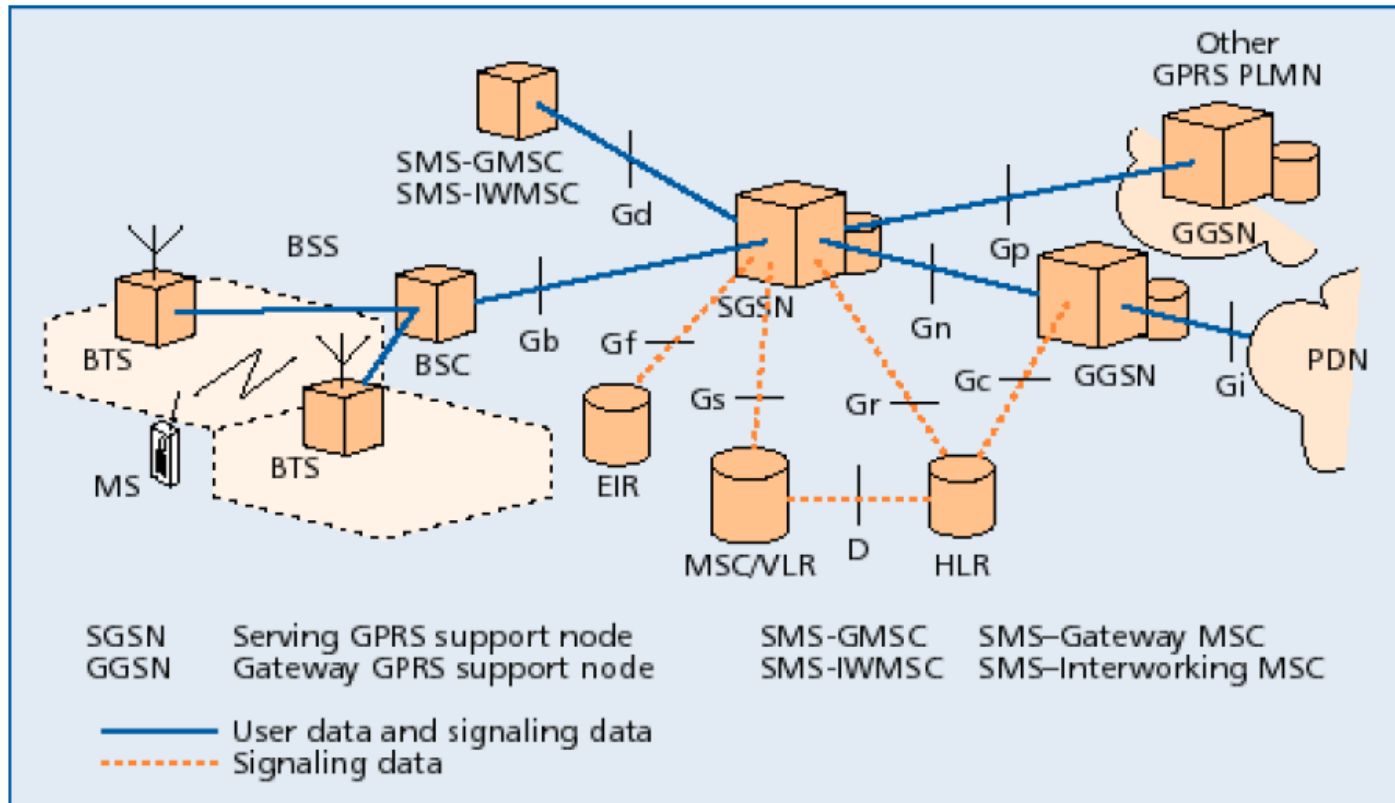
GPRS – Εφαρμογές (2/2)

- Ήχος υψηλής ποιότητας
- Εταιρικό Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο
- Διαδικτυακό Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο
- απομακρυσμένη πρόσβαση σε τοπικά δίκτυα
- μεταφορά αρχείων
- αυτοματοποίηση κατοικίας (home automation)

GPRS – αρχιτεκτονική (1/4)

- μία νέα κλάση κόμβων δικτύου, οι οποίοι καλούνται «Κόμβοι Υποστήριξης GPRS (GPRS Support Nodes - GSN)» εισάγεται με γ μ σκοπό την ενσωμάτωση του GPRS στην υπάρχουσα αρχιτεκτονική του GSM.
- GSN (GPRS Support Node)
 - SGSN (Serving GPRS Support Node)
 - GGSN (Gateway GPRS Support Node)

GPRS – αρχιτεκτονική (2/4)



GPRS – αρχιτεκτονική (3/4)

- SGSN
 - Είναι υπεύθυνος για την μεταφορά των πακέτων δεδομένων, από και προς τους κινητούς σταθμούς που βρίσκονται στην περιοχή υπηρεσίας του.
 - Οι εργασίες του συμπεριλαμβάνουν:
 - Δρομολόγηση και μεταφορά πακέτων.
 - Έλεγχος κινητικότητας (προσάρτηση / αποπροσάρτηση και διαχείριση τοποθεσίας).
 - Διαχείριση λογικού συνδέσμου.
 - Λειτουργίες επιβεβαίωσης ταυτότητας και χρέωσης.

GPRS – αρχιτεκτονική (4/4)

- GGSN
 - Λειτουργεί ως διασύνδεση μεταξύ του κορμού του δικτύου GPRS και των εξωτερικών ξ ρ δικτύων δεδομένων πακέτων.
 - μετατρέπει τα πακέτα GPRS που προέρχονται από το SGSN σε πακέτα του κατάλληλου πρωτοκόλλου (PDP), για παράδειγμα X.25 ή IP και τα μεταδίδει στο κατάλληλο δίκτυο δεδομένων.

GPRS – QoS (1/2)

- Το GPRS επιτρέπει τον καθορισμό προφίλ QoS με βάση τις παραμέτρους:
 - ακολουθία εξυπηρέτησης
 - Προτεραιότητα μίας εξυπηρέτησης σε σχέση με μία άλλη. Υπάρχουν τρία είδη προτεραιότητας: Υψηλή, κανονική και χαμηλή.
- Ρυθμαπόδοση (throughput)
 - Καθορίζει το μέγιστο ρυθμό διεκπεραίωσης bits.

GPRS – QoS (2/2)

- αξιοπιστία
 - Υποδεικνύει τα χαρακτηριστικά μετάδοσης που απαιτούνται από μία εφαρμογή.
- Καθυστέρηση
 - Οι παράμετροι καθυστέρησης, ορίζουν μέγιστες τιμές για τη μέση καθυστέρηση και την καθυστέρηση του 95%

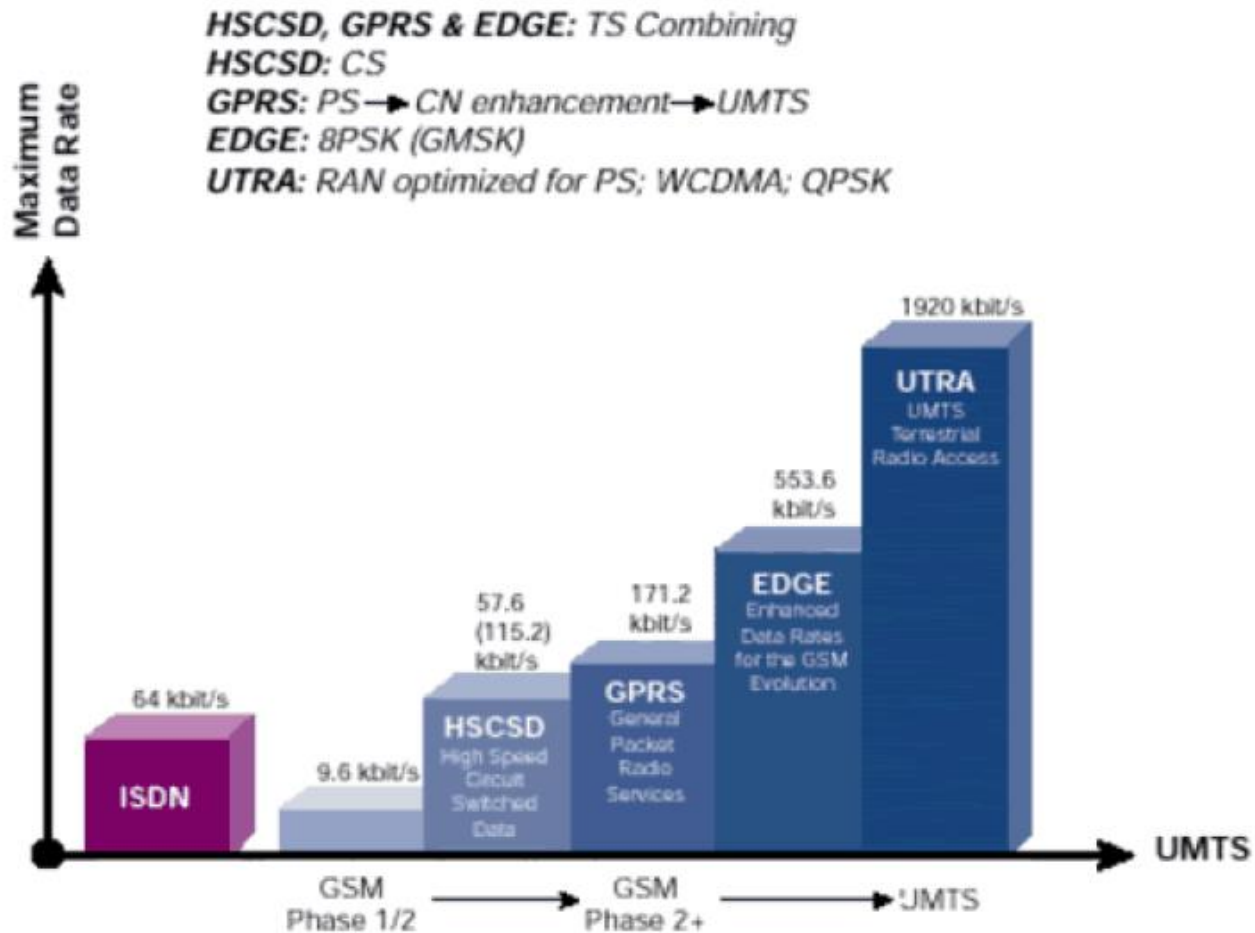
UMTS - Εισαγωγή

- Το UMTS επιδιώκει την επέκταση των δυνατοτήτων των σημερινών κινητών καθώς και την επέκταση των ασύρματων και δορυφορικών τεχνολογιών, παρέχοντας:
 - αυξημένη χωρητικότητα
 - υποστήριξη δεδομένων
 - μεγαλύτερο εύρος υπηρεσιών χρησιμοποιώντας ένα πρωτοποριακό σχήμα ράδιο-πρόσβασης και ένα προηγμένο αναπτυσσόμενο καλωδιακό δίκτυο.

UMTS – Ταχύτητες (1/2)

- Το UMTS αυξάνει τις δυνατότητες του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και υποστηρίζει μεγάλους ρυθμούς μετάδοσης:
 - GSM (9.6Kbps)
 - GPRS (115Kbps)
 - EDGE (384 Kbps)
 - UMTS (2000 Kbps) Release 99
 - UMTS (10000 Kbps) Release 6

UMTS – Ταχύτητες (2/2)

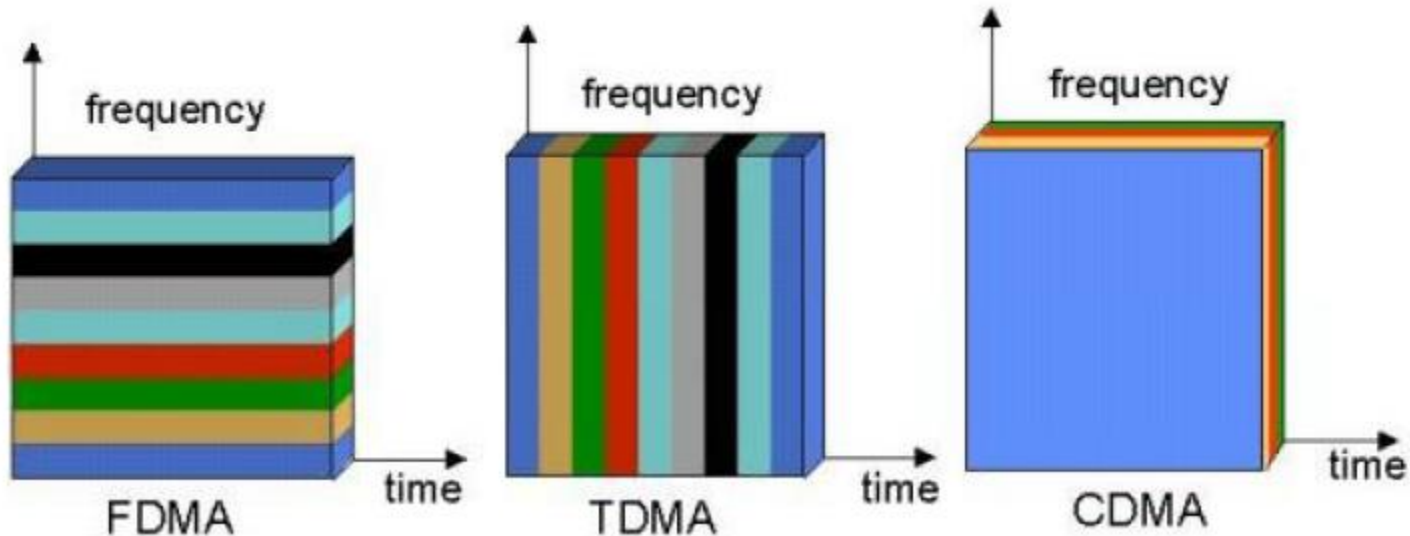


UMTS - Φάσμα

Frequency division duplex (FDD)		Time division duplex (TDD)	
Region 1 (e.g. Europe and Africa)		Region 1 (e.g. Europe and Africa)	
1920-1980 MHz	Uplink	1900 – 1920 MHz	Uplink and Downlink
2110-2170 MHz	Downlink	2010 – 2025 MHz	
Region 2 (e.g. America)		Region 2 (e.g. America)	
1850-1910 MHz	Uplink	1850 – 1910 MHz	Uplink and Downlink
1930-1990 MHz	Downlink	1930 – 1990 MHz	
		1910 – 1930 MHz	

UMTS – Πρόσβαση στο ασύρματο μέσο

- Στο GSM και GPRS η διαίρεση συχνότητας γινόταν με ένα συνδυασμό FDMA και TDMA.
- Στο UMTS χρησιμοποιείται το WCDMA.

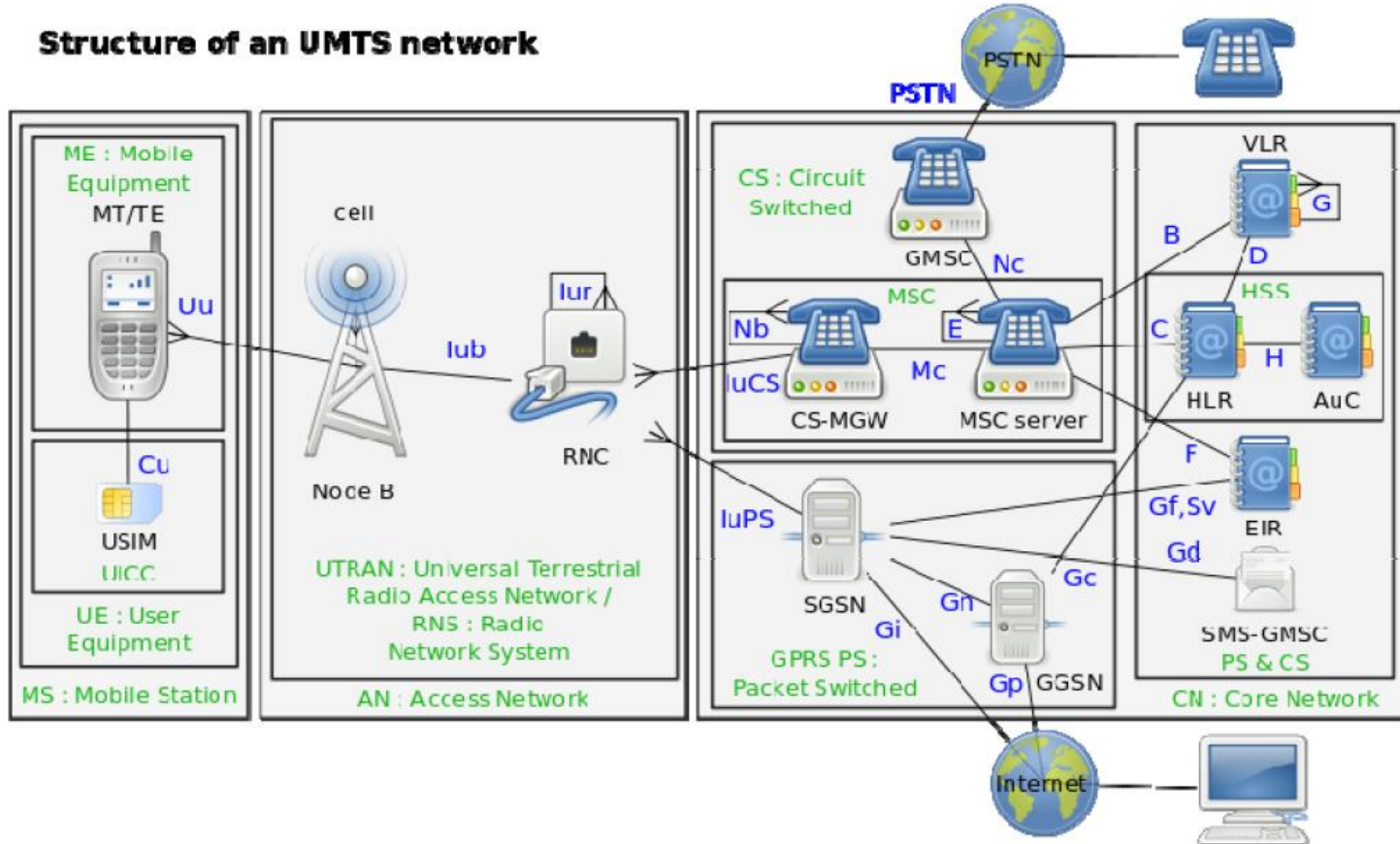


UMTS – αρχιτεκτονική (1/3)

- Το UMTS αποτελείται:
 - CN (Core Network)
 - SGSN
 - GGSN
 - Κόμβοι GSM
- UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network – RAN)
 - RNC (Radio Network Controller)
 - Node B
- UE (User Equipment)

UMTS – αρχιτεκτονική (2/3)

Structure of an UMTS network



Πομπός UMTS

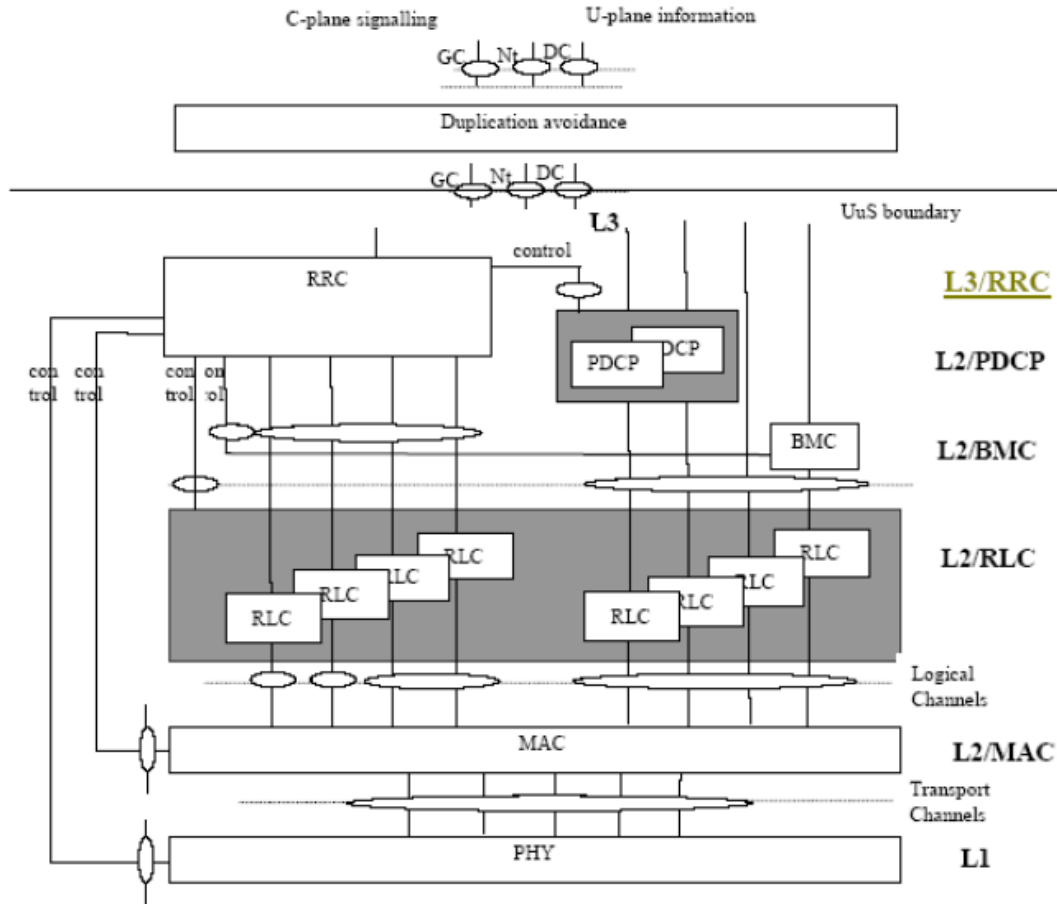
Ένας πομπός UMTS
στην οροφή ενός
κτηρίου



UMTS-αρχιτεκτονική Πρωτοκόλλου

- Packet Data Coverage Protocol (PDCP). Είναι υπεύθυνο για την αποστολή και παραλαβή των πακέτων δεδομένων (Packet Data Units - PDUs).
- Radio Link Control (RLC) layer. Είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των λαθών του δικτύου. Λειτουργεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους:
 - Acknowledged mode
 - Unacknowledged mode
 - Transparent mode
- Medium Access Control (MAC)
- Physical (PHY) layer

UMTS-αρχιτεκτονική Πρωτοκόλλου



UMTS Channels

- Logical Channels
 - Διασυνδέουν το RLC Layer με το MAC Layer.
- Transport Channels
 - Διασυνδέουν το MAC Layer με το PHY Layer.
- Physical Channels
 - μετάδοση δεδομένων στο ασύρματο μέσο.

UMTS - Υπηρεσίες

- Multimedia Messaging Service
- Location-Based Services
- Rich Voice Service
- Mobile Intranet/Extranet Access
- Customized Infotainment Services
- Mobile Internet Access

UMTS - QoS

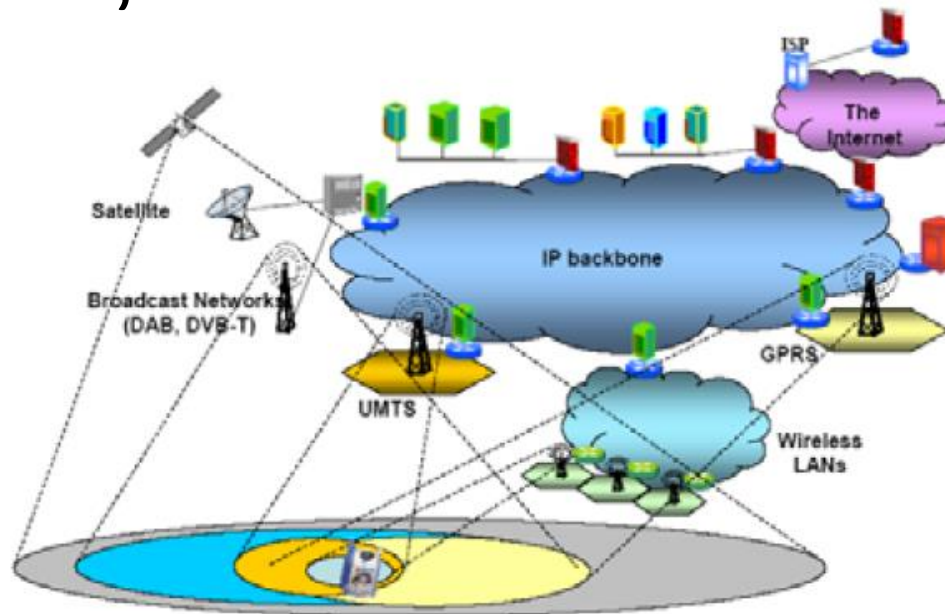
- Conversational class. Π.χ Φωνή. (Real Time)
- Streaming class. Π.χ Πολυμέσα. (Real Time)
- Interactive class. Π.χ Http. (Non Real Time)
- Background class. Π.χ FTP, E-mail. (Non Real Time)

Εξέλιξη (πορεία υιοθέτησης) 3G δικτύων

- Η υιοθέτηση των 3G δικτύων ήταν σχετικά αργή να εγκριθεί σε παγκόσμιο επίπεδο.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα δίκτυα 3G δεν χρησιμοποιούν τις ίδιες ραδιοσυχνότητες με τα 2G δίκτυα, άρα οι ιδιοκτήτες δικτύων (mobile network operators) πρέπει να εγκαταστήσουν εντελώς νέα δίκτυα και να αδειοδοτηθούν εντελώς νέες συχνότητες, ιδιαίτερα για την επίτευξη υψηλών ρυθμών μετάδοσης δεδομένων.
- Άλλες καθυστερήσεις οφείλονταν στα έξοδα της αναβάθμισης του υλικού μετάδοσης (transmission hardware), ειδικά για το UMTS, του οποίου η ανάπτυξη απαιτούσε την αντικατάσταση των περισσότερων κεραιών μετάδοσης.

Τέταρτη Γενιά

- All ip Networks
- Ενοποίηση όλων των υπαρχόντων δικτύων παγκοσμίως.



Εφαρμογές 4G δικτύων

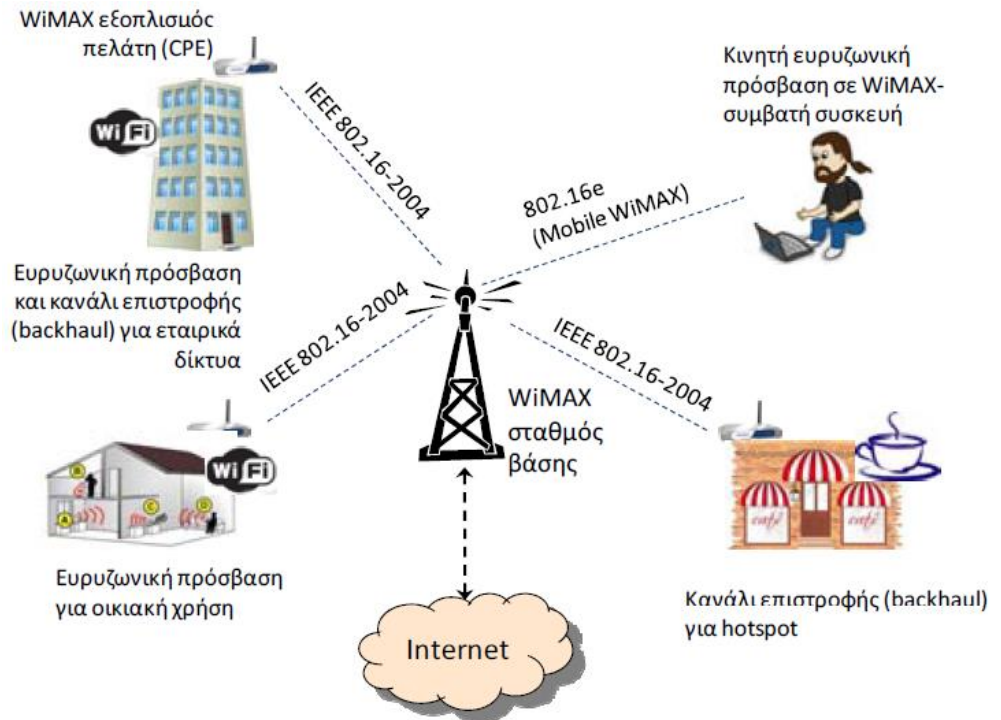
- Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν:
 - κινητή ευρυζωνική πρόσβαση στο διαδίκτυο
 - IP τηλεφωνία
 - τηλε-συνδιάσκεψη (video conference)
 - online παιχνίδια
 - κινητή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (high definition TV)
 - 3D τηλεόραση

Υποψήφια 4G συστήματα

- Δύο 4G υποψήφια και ευθέως ανταγωνιστικά συστήματα έχουν αναπτυχθεί εμπορικά:
- IEEE 802.16e (**Mobile WiMAX**)
 - πρώτη εγκατάσταση στη Νότιο Κορέα το 2006,
- Η ασύρματη τεχνολογία μακρόχρονης εξέλιξης (Long Term Evolution - **LTE**)
 - πρώτη εγκατάσταση στη Σκανδιναβία το 2009.
- Ήδη, από το 2007, οι δύο μεγαλύτεροι ιδιοκτήτες κυψελωτών δικτύων στη Βόρειο Αμερική (Verizon και AT&T) δήλωσαν ότι θα υποστηρίξουν την LTE, ως βάση των 4G δικτύων τους.
- Η LTE θεωρείται από πολλούς ως μία πιο ομαλή εξέλιξη των GSM / 3G δικτύων καθώς διαθέτει βελτιωμένη συμβατότητα με προϋπάρχουσες υποδομές (π.χ. επιτρέπει μεταπομπές μεταξύ LTE και 3G δικτύων).
- Ωστόσο, το WiMAX διαθέτει σημαντικό χρονικό προβάδισμα (έχει προτυποποιηθεί νωρίτερα) και διευρυμένη εγκατεστημένη βάση σε αρκετές χώρες, αφού προσφέρει οικονομικότερη εγκατάσταση σε περιοχές χωρίς προϋπάρχουσα 2G / 3G υποδομή

WiMAX

- Οι ιδιοκτήτες δικτύων WiMAX τυπικά παρέχουν WiMAX εξοπλισμό πελατών (Customer Premises Equipment - CPE) ο οποίος συνδέεται στο μητροπολιτικό WiMAX δίκτυο και μπορεί να παρέχει Wi-Fi κάλυψη σε οικιακό / επιχειρηματικό χώρο ή σε τοπικές συσκευές (π.χ., laptops, Wi-Fi συσκευές, έξυπνα τηλέφωνα), προσφέροντάς τους σύνδεση στο Internet.
- Ο χρήστης τοποθετεί το WiMAX CPE στην θέση με την καλύτερη λήψη (π.χ. στη στέγη) και χρησιμοποιεί το WiMAX δίκτυο από οποιοδήποτε σημείο στον χώρο καλύπτεται από την τοπική υποδομή Wi-Fi



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

