

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων

Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

4G ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ



Μπραζιώτης Κωνσταντίνος

A.M.: M 20/07

E-mail: mis0720@uom.gr

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2008

University of Macedonia

Master Information Systems

Networking Technologies

Professor: A.A. Economides

4G WIRELESS NETWORKS



Braziotis Konstantinos

Student ID: M 20/07

E-mail: mis0720@uom.gr

Thessalonica, January 2008

Περιεχόμενα

- Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων
- Χαρακτηριστικά
- Ορισμός
- Στόχοι
- Σημαντικής σημασίας ζητήματα
- Νέες προκλήσεις
- Τα κίνητρα που οδήγησαν στην έρευνα των 4G
- Σύγκριση βασικών χαρακτηριστικών 4G και 3G

Περιεχόμενα

- Τι χρειάζεται για τη δημιουργία των 4G ασύρματων δικτύων του μέλλοντος
- Ταξινόμηση ολοκληρωμένων δικτύων
- Ολοκληρωμένα μοντέλα για διαφορετικά στρώματα
- Πρότυπα ολοκλήρωσης στρώματος δικτύου
- Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL
- Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G
- Πιθανές αρχιτεκτονικές των 4G
- Radio Access Network planning aspects for 4G networks
- Έρευνα της In-Stat

Contents

- The evolution of wireless networks
- Features of 4G Wireless Systems
- Definition
- Object
- Higher Layer Issues in 4G
- New challenges in 4G
- Motivation for 4G wireless networks research
- Comparing Key Parameters of 3G with 4G

Contents

- What is needed to Build 4G Networks of Future
- Integrated networks taxonomy
- Integration models for different Layers
- Network layer integration modes
- LCE-CL testbed architectures
- A solid solution for integration of 4G
- Possible architectures
- Radio Access Network planning aspects for 4G networks
- In-Stat Research

Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων

Πρώτη γενιά: Τα συστήματα αυτής της γενιάς ήταν αναλογικά συστήματα όπου η φωνή θεωρούνταν η κύρια κυκλοφορία. Αυτά τα συστήματα συχνά μπορούσαν να τα αφουγκραστούν τρίτοι. Τέτοια είναι:

- NMT
- AMPS
- Hicap
- CDPD
- Mobitex
- DataTac

Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων

Δεύτερη γενιά: Τα πρότυπα που ανήκουν σε αυτή την γενιά είναι εμπορικής χρήσης και ψηφιακής μορφής. Τέτοια είναι:

- GSM
- Iden
- D-AMPS
- IS-95
- PDC
- CSD
- PHS
- GPRS
- HSCSD
- WiDEN

Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων

Τρίτη γενιά: Τα 3G πρότυπα άρχισαν να αναπτύσσονται λόγω της μεγάλης ζήτησης και του ρυθμού που αξιώνει μεγάλη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων.

- ❖ Τα 3G πρότυπα είναι ένας γραμμικός εμπλουτισμός των 2G.

Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων

Τα πρότυπα της τρίτης γενιάς βασίζονται σε δύο παράλληλες θεμελιωμένες υποδομές:

- ❖ Μια αποτελείται από ένα κύκλωμα διακοπτόμενων κόμβων(circuit switched nodes).
- ❖ Η άλλη αποτελείται από πακέτα προσανατολισμένων κόμβων(packet oriented nodes).

Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων

Χαρακτηριστικά πρότυπα τρίτης γενιάς είναι:

- ❖ CDMA 2000
- ❖ W-CDMA ή UMTS(3GSM)
- ❖ FOMA
- ❖ 1xEV-DO/IS-856
- ❖ TD-SCDMA
- ❖ GAN/UMA

Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων

Τέταρτη γενιά: Η υποδομή και τα τερματικά των 4G προτύπων θα έχουν όλα τα κριτήρια που έχουν εφαρμοστεί από τα 2G μέχρι τα 4G.

- ❖ Η υποδομή τους θα είναι βασισμένη στα πακέτα, όλα τα IP.

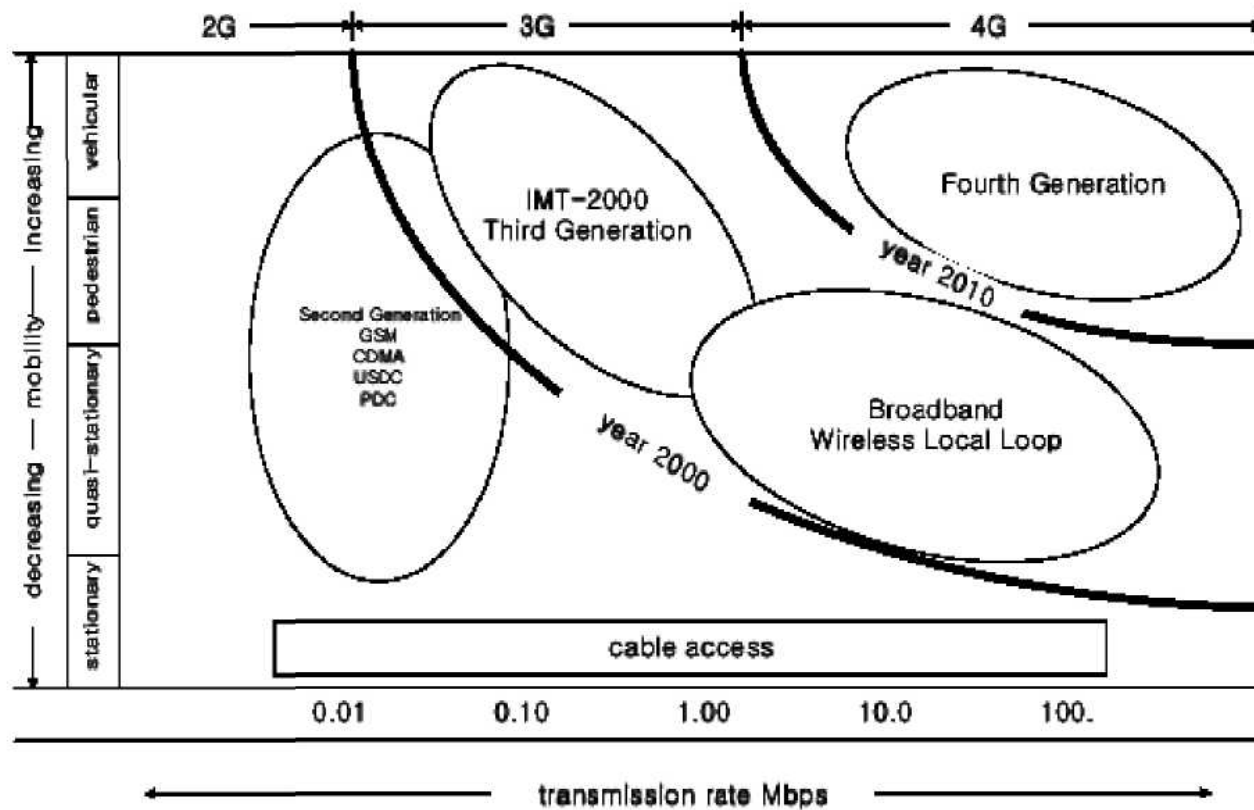
Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων

Οι τεχνολογίες που θεωρούνται ως προ-4G, χρησιμοποιούνται στα παρακάτω πρότυπα:

- ❖ WiMax
- ❖ WiBro
- ❖ 3GPP(Long Term Evolution)
- ❖ 3GPP2(Ultra Mobile Broadband)

(Allen H. Kupetz & K. Terrell Brown, 2004)

Η εξέλιξη των ασύρματων συστημάτων



Χαρακτηριστικά των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Υποστήριξη αλληλεπιδρώντων πολυμέσων, φωνής, βίντεο, ασύρματου διαδικτύου και άλλων ευρείας ζώνης υπηρεσιών.
- ❖ Μεγάλη ταχύτητα, μεγάλη χωρητικότητα και χαμηλό κόστος ανά bit .
- ❖ Παγκόσμια κινητικότητα, φορητότητα υπηρεσιών, αυξομειώσιμο κινητό δίκτυο.

Χαρακτηριστικά των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Ποικιλία υπηρεσιών βασισμένη στην αξίωση της Ποιότητας των Υπηρεσιών(Quality of Service).
- ❖ Καλύτερες τεχνικές ελέγχου και προγραμματισμού της διαθεσιμότητας του δρομολογητή ή της γραμμής.
- ❖ Ad hop δίκτυα και multi-hop δίκτυα.

Ορισμός 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Τα 4G ασύρματα συστήματα είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή του επόμενου βήματος στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες.
- ❖ Τα 4G συστήματα θα είναι ικανά να παρέχουν μια περιεκτική IP λύση όπου η φωνή, τα δεδομένα και η συνεχής ροή πολυμέσων θα παρέχονται στους χρήστες οποιαδήποτε ώρα και οπουδήποτε και μάλιστα σε μεγαλύτερη περιοχή ρυθμών δεδομένων από προηγούμενες γενιές.
- ❖ Τα 4G συστήματα θα είναι πλήρως IP-βασισμένα σε ενοποιημένα συστήματα και θα μπορούν να παρέχουν 100 Mbit/s και 1 Gbit/s ταχύτητες τόσο σε εσωτερικό όσο και σε υπαίθριο χώρο με επιπλέον ποιότητα και μεγαλύτερη ασφάλεια.

Στόχοι των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Φασματικά αποδοτικά συστήματα (σε bits/s/Hz και bits/s/Hz/site).
- ❖ Μεγάλη δικτυακή χωρητικότητα, περισσότεροι ταυτόχρονοι χρήστες ανά κελί.
- ❖ Μια περιοχή δεδομένων των 100 Mbit/s ενώ ο πελάτης κινείται σε μεγάλες ταχύτητες όσον αφορά το σταθμό και 1 Gbits/s ενώ ο πελάτης και ο σταθμός είναι σε σχετικά σταθερή θέση όπως αναφέρεται από το ITU-R.

Στόχοι των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Περιοχή ρυθμού δεδομένων τουλάχιστον 100 Mbit/s ανάμεσα σε οποιαδήποτε δυο σημεία στο κόσμο.
- ❖ Ομαλή μεταπομπή διαμέσου ετερογενούς δικτύου.
- ❖ Συνδετικότητα χωρίς ένωση και παγκόσμια περιπλάνηση διαμέσου πολλαπλού δικτύου.
- ❖ Μεγάλη ποιότητα υπηρεσιών για τις επόμενες γενιές υποβοήθησης των πολυμέσων (πραγματικός χρόνος ακοής, μεγάλης ταχύτητας δεδομένων, κινητή τηλεόραση).
- ❖ Διαλειτουργικότητα με υπάρχοντα ασύρματα πρότυπα.
- ❖ Ένα πλήρως IP, πακέτο διακοπτόμενου δικτύου.

Σημαντικής σημασίας ζητήματα όσον αφορά τα 4G ασύρματα δίκτυα

- ❖ Τα 4G θα είναι ένα δίκτυο βασισμένο σε πακέτα.
- ❖ Αφού θα μεταφέρει φωνή και επιπρόσθετα θα ρυθμίζει την διαδικτυακή κίνηση θα πρέπει να παρέχει διαφορετικό επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών.
- ❖ Η διαχείριση της κινητικότητας, ο έλεγχος συμφόρησης και οι εγγυητές της ποιότητας υπηρεσιών αποτελούν σημαντικά θέματα στα 4G ασύρματα δίκτυα που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής.

(Fundamental Changes Required in Modulation and Signal Processing for 4G, July 2001).

Διαχείριση κινητικότητας

- ❖ Η διαχείριση της κινητικότητας περιλαμβάνει καταχώρηση τοποθεσίας, σελιδοποίηση και παράδοση.
- ❖ Το κινητό τερματικό θα πρέπει να έχει πρόσβαση στις υπηρεσίες σε κάθε δυνατό μέρος.
- ❖ Η παγκόσμια περιπλάνηση μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια των multi-hop δικτύων στα οποία περιλαμβάνονται τα WLANs ή η δορυφορική κάλυψη απομακρυσμένων περιοχών.

Έλεγχος συμφόρησης

- ❖ Ο έλεγχος συμφόρησης θα είναι σημαντικό ζήτημα στην απόδοση των 4G ασύρματων δικτύων.
- ❖ Δυο βασικές προσεγγίσεις μπορούν να ληφθούν έναντι του ελέγχου συμφόρησης:
 - Αποφυγή ή αποτροπή της συμφόρησης.
 - Ανίχνευση και ανάκτηση μετά την συμφόρηση.

Έλεγχος συμφόρησης

- Αποφυγή ή αποτροπή της συμφόρησης.

Απαιτεί από το δίκτυο κατάλληλα να εκτελέσει έναν έλεγχο εισόδου και προγραμματισμένες τεχνικές.

- Ανίχνευση και ανάκτηση μετά την συμφόρηση.

Απαιτεί από το δίκτυο έλεγχο ροής και διαχείριση της επανεξετασμένης κυκλοφορίας.

Ποιότητα υπηρεσιών

- ❖ Τα 4G ασύρματα δίκτυα αναμένεται να παρέχουν υπηρεσίες σε πραγματικό χρόνο.
- ❖ Οι υπηρεσίες σε πραγματικό χρόνο μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο είδη:
 - *Εγγυημένες.*
 - *Καλύτερες από την καλύτερη προσπάθεια.*

Ποιότητα υπηρεσιών

- Εγγυημένες

Προ-υπολογίσιμα όρια καθυστέρησης απαιτούνται για αυτές τις υπηρεσίες.

- Καλύτερες από την καλύτερη προσπάθεια

Διακρίνονται με την σειρά τους σε:

- Προφητικές.
- Ελεγχόμενη καθυστέρηση.
- Ελεγχόμενη φόρτωση.

Ποιότητα υπηρεσιών

➤ Προφητικές

Οι υπηρεσίες χρειάζονται ανώτερα όρια στην από άκρη σε άκρη καθυστέρηση.

➤ Ελεγχόμενη καθυστέρηση

Οι υπηρεσίες μπορεί να επιτρέπουν δυναμική μεταβλητή καθυστέρηση.

➤ Ελεγχόμενη φόρτωση

Οι υπηρεσίες χρειάζονται πόρους (εύρος ζώνης και επεξεργασία πακέτων).

❖ Εγγυημένες και ελεγχόμενης φόρτωσης υπηρεσίες προτάθηκαν να εμφανιστούν στα 4G ασύρματα δίκτυα.

Νέες προκλήσεις στα 4G wireless δίκτυα

- ❖ Πολλαπλή πρόσβαση διασύνδεσης, συγχρονισμός και ανάκτηση.
- ❖ Επαναχρησιμοποίηση υψηλών συχνοτήτων οδηγεί σε μικρότερα κελιά τα οποία μπορεί να προκαλέσουν παρέμβαση ενδιάμεσων κελιών ή να προκαλέσουν μεγάλους θορύβους λόγω των μειωμένων επιπέδων ισχύος.

Νέες προκλήσεις στα 4G wireless δίκτυα

- ❖ Η μετατροπή του ψηφιακού σε αναλογικό σήμα σε υψηλούς ρυθμούς δεδομένων, έξυπνες κεραίες και πολύπλοκες τεχνικές ελέγχου καθώς και δυναμική περιπλάνηση.
- ❖ Διασύνδεση με ad hoc δίκτυα πρέπει να εκλείψει, μιας και τα 4G ασύρματα δίκτυα αναμένεται να αλληλεπιδρούν με άλλα δίκτυα όπως το Bluetooth, το hiperlan, και το IEEE802.11b.

Νέες προκλήσεις στα 4G wireless δίκτυα

- ❖ Φωνή πάνω σε multi-hop δίκτυα, μιας και η φωνή αξιώνει μια αυστηρή καθυστέρηση.
- ❖ Ασφάλεια.
- ❖ Ένα νέο IP πρωτόκολλο πιθανώς να χρειάζεται λόγω των συνεχών μεταβολών της ποιότητας υπηρεσιών, επίσης το δίκτυο πρέπει να κάνει περισσότερα από την καλύτερη προσπάθεια.

Νέες προκλήσεις στα 4G wireless δίκτυα

- ❖ Τα δικτυακά πρωτόκολλα θα πρέπει να προσαρμόζονται δυναμικά στις αλλαγές της κατάστασης των καναλιών.
- ❖ Περιπλάνηση και μεταφορά υπηρεσιών με συνδετικότητα χωρίς ένωση.

Τα κίνητρα που οδήγησαν στην έρευνα των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Η απόδοση των 3G συστημάτων δεν είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες μελλοντικών εφαρμογών όπως των πολυμέσων, του βίντεο πλήρης κίνησης και της ασύρματης τηλεσύσκεψης.
- ❖ Χρειάζεται μια τεχνολογία δικτύου που να επεκτείνει την 3G χωρητικότητα με μια νέα τάξη μεγέθους.

Τα κίνητρα που οδήγησαν στην έρευνα των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Χρειάζεται μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων.
- ❖ Υπάρχουν πολλαπλά πρότυπα για τα 3G συστήματα, πράγμα που δυσκολεύει την περιπλάνηση και τη διαλειτουργικότητα στα δίκτυα.
- ❖ Χρειάζεται παγκόσμια κινητικότητα και μεταφερσιμότητα υπηρεσιών.

Τα κίνητρα που οδήγησαν στην έρευνα των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Τα 3G συστήματα βασίζονται κυρίως σε μια ευρείας έκτασης αρχή.
- ❖ Χρειάζεται η δημιουργία υβριδικών δικτύων που χρησιμοποιούν τόσο την ασύρματη LAN αρχή όσο και κελιού ή σταθμού βάσης ευρείας έκτασης δικτυακό σχεδιασμό.

Τα κίνητρα που οδήγησαν στην έρευνα των 4G ασύρματων συστημάτων

- ❖ Οι ερευνητές δημιούργησαν φασματικά αποδοτική διαμόρφωση σχημάτων που δεν μπορούν να μετασκευαστούν σε 3G υποδομές.
- ❖ Χρειάζεται ψηφιακό πακέτο δικτύου που χρησιμοποιεί τα IP στην πλήρη μορφή με συγκεκλιμένη φωνή και δυνατότητα δεδομένων.

(Suk Yu Hui,Hau Yeung,December 2003)

Σύγκριση βασικών χαρακτηριστικών 3G και 4G

	3G (including 2.5G, sub3G)	4G
Major Requirement Driving Architecture	Predominantly voice driven - data was always add on	Converged data and voice over IP
Network Architecture	Wide area cell-based	Hybrid - Integration of Wireless LAN (WiFi, Bluetooth) and wide area
Speeds	384 Kbps to 2 Mbps	20 to 100 Mbps in mobile mode
Frequency Band	Dependent on country or continent (1800-2400 MHz)	Higher frequency bands (2-8 GHz)
Bandwidth	5-20 MHz	100 MHz (or more)
Switching Design Basis	Circuit and Packet	All digital with packetized voice
Access Technologies	W-CDMA, 1xRTT, Edge	OFDM and MC-CDMA (Multi Carrier CDMA)
Forward Error Correction	Convolutional rate 1/2, 1/3	Concatenated coding scheme
Component Design	Optimized antenna design, multi-band adapters	Smarter Antennas, software multiband and wideband radios
IP	A number of air link protocols, including IP 5.0	All IP (IP6.0)

Τι χρειάζεται για τη δημιουργία των 4G ασύρματων δικτύων του μέλλοντος

- ❖ Χαμηλή τιμή.
- ❖ Περισσότερος συντονισμός μεταξύ των ρυθμιστών φάσματος σε όλο τον κόσμο.
- ❖ Περισσότερη ακαδημαϊκή έρευνα.
- ❖ Τυποποίηση των ασύρματων δικτύων.
- ❖ Επιχειρησιακά μοντέλα βασισμένα όχι στη φωνή αλλά σε εφαρμογές δεδομένων.
- ❖ Ολοκλήρωση στις διαφορετικές τοπολογίες δικτύων.
- ❖ Μη διασπαστική εφαρμογή.

(4G - Beyond 2.5G and 3G Wireless Networks, 2007)

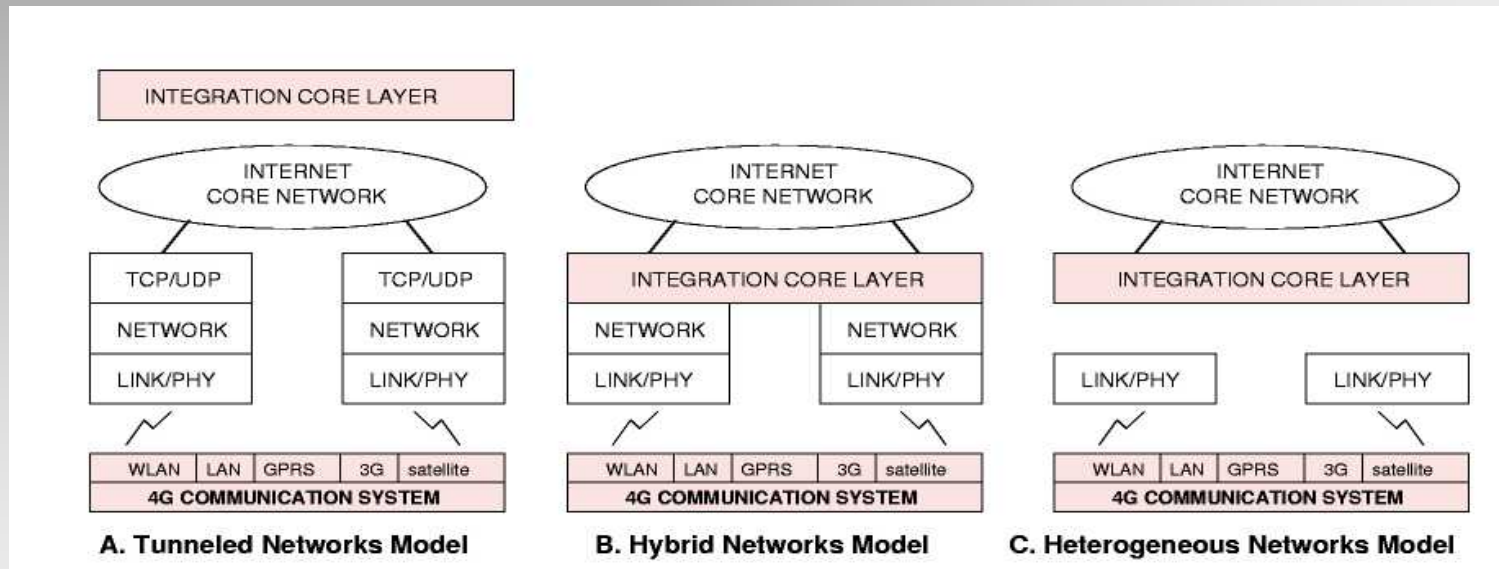
Ταξινόμηση ολοκληρωμένων δικτύων

- ❖ Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των 4G συστημάτων είναι η λειτουργικότητα πολλαπλών radio access technologies(RATs).
- ❖ Σε αντίθεση με τα ομογενή περιβάλλοντα πολλές προσεγγίσεις μπορούν να ληφθούν βασιζόμενες στα επίπεδα ολοκλήρωσης διαφορετικών RATs.

Ολοκληρωμένα μοντέλα για διαφορετικά στρώματα

- ❖ Υπάρχουν πολλές αρχιτεκτονικές που χρησιμοποιούν διαφορετικά RATs τα βασικά μοντέλα φαίνονται παρακάτω:

(G.Wu, P.Havinga and M.Mizuno, November 2001).



Υπόγεια δίκτυα(Tunneled network)

- ❖ Τα υψηλότερα στρώματα έχουν πρόσβαση σε διαφορετικές τεχνολογίες ανεξάρτητα.
- ❖ Το καλύτερο δίκτυο επιλέγεται, και το ολοκληρωμένο στρώμα διοχετεύει την κίνηση δια μέσου του Διαδικτύου και του επιλεγμένου RAT.

Υπόγεια δίκτυα(Tunneled network)

- ❖ Καμιά τροποποίηση δεν απαιτείται στους υπάρχοντες δικτυακούς σωρούς.
- ❖ Η υπηρεσία λανθάνουσας κατάστασης αυξάνεται κυρίως λόγω της λειτουργίας αναπαραγωγής σε πανομοιότυπο και έλλειψης ολοκλήρωσης στα κατώτερα στρώματα.

Υβριδικά δίκτυα(Hybrid networks)

- ❖ Ξεχωριστά RATs εκτελούν τα τρία κατώτερα επίπεδα (Φυσικό, σύνδεσης και δικτύου).
- ❖ Υπάρχει ένα υβριδικό βασικό τμήμα που αλληλεπιδρά μεταξύ του διαδικτύου και διαφορετικών ασύρματων δικτύων πρόσβασης.

Υβριδικά δίκτυα (Hybrid networks)

- ❖ Κύριο μειονέκτημα του μοντέλου είναι ότι οι δικτυακές δραστηριότητες αντιγράφονται, παρόλα αυτά ο σωρός δεν χρειάζεται να τροποποιηθεί.
- ❖ Η λανθάνουσα κατάσταση μειώνεται γιατί δεν υπάρχει τόσο πλεονασμός στη λειτουργικότητα όσο στα υπόγεια δίκτυα.

Ετερογενείς δίκτυα (Heterogeneous networks)

- ❖ Ένα βασικό στρώμα αναλαμβάνει όλες τις δικτυακές δραστηριότητες και λειτουργεί σαν ένα μοναδικό δίκτυο με τα παραπάνω στρώματα.
- ❖ Διαφορετικά RATs εκτελούνται μόνο στο φυσικό και επίπεδο σύνδεσης.
- ❖ Κύριο εμπόδιο αυτού του μοντέλου είναι ότι διαφορετικά δίκτυα πρόσβασης, πρέπει να συγκριθούν, πράγμα που απαιτεί τεράστιες προσπάθειες τυποποίησης και διαχειριστικής αφοσίωσης.

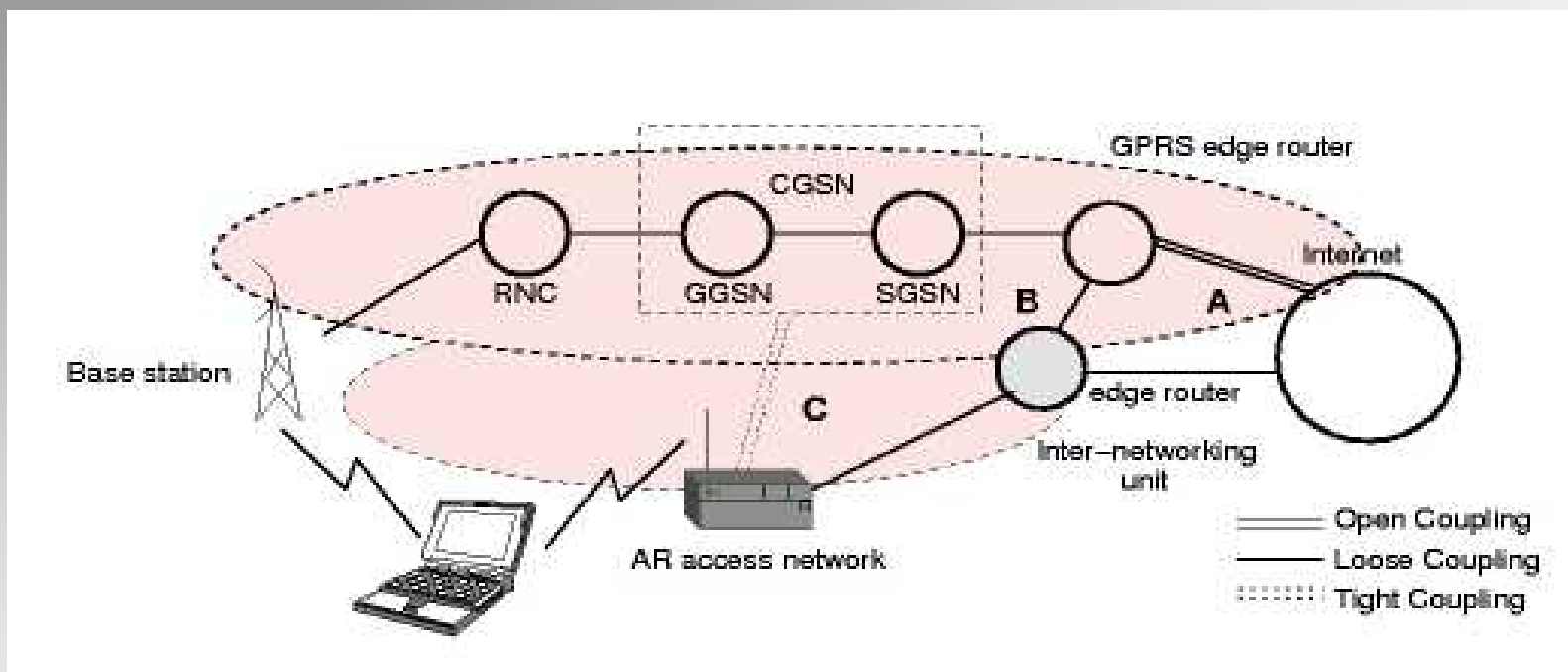
Συμπεράσματα για τα παραπάνω μοντέλα

- ❖ Τα ετερογενή δίκτυα είναι μια υποσχόμενη λύση στα 4G συστήματα.
- ❖ Η ολοκλήρωση μπορεί να βασιστεί στα κινητά IP, σαν ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για διαχείριση θεμάτων κινητικότητας, με κάποιες μικρές τροποποιήσεις για να μειώσουν την λανθάνουσα κατάσταση.

Συμπεράσματα για τα παραπάνω μοντέλα

- ❖ Η τροποποίηση των ισχύων πρωτοκόλλων δεν είναι τελείως φανταστική, μπορεί να ακολουθήσει ένα module-based σχέδιο για να μειώσει την επιρροή στον ισχύων σωρό.

Πρότυπα ολοκλήρωσης στρώματος δικτύου



Πρότυπα ολοκλήρωσης στρώματος δικτύου

- ❖ Η σύνδεση μέσω δικτύων μεταξύ ασύρματων τεχνολογιών εξετάστηκε από τη 3GPP TSG ομάδα εργασίας(3GPP TSG/WG,2003).
- ❖ Παρουσίασαν τέσσερα επίπεδα ολοκλήρωσης μεταξύ RATs.
(Pablo Vidales, Glenford Mapp, Frank Stajano, Jon Crowcroft,2005).
- ❖ Τα κύρια σενάρια ολοκλήρωσης είναι:
 - *Ανοιχτή σύζευξη(Open Coupling)*
 - *Χαλαρή σύζευξη(Loose Coupling)*
 - *Σφιχτή σύζευξη(Tight Coupling)*
 - *Πλήρως ενσωματωμένη σύζευξη(Fully Integrated Coupling)*

Ανοιχτή σύζευξη(Open Coupling)

- ❖ Δεν υπάρχει καμιά πραγματική προσπάθεια ολοκλήρωσης μεταξύ δύο ή περισσότερων τεχνολογιών πρόσβασης.
- ❖ Χωρισμένες υπό-διαδικασίες πραγματοποιούνται.
- ❖ Το σύστημα τιμολόγησης είναι κοινό μεταξύ των δικτύων.
- ❖ Αυτά τα πρότυπα δεν επιτρέπουν τις χωρίς ένωση παραδόσεις.
- ❖ Η σύνοδος τερματίζεται όταν μια αλλαγή στο χρησιμοποιούμενο RAT που χρησιμοποιείται εμφανίζεται.

Χαλαρή σύζευξη (Loose Coupling)

- ❖ Είναι η χρησιμοποίηση από ένα γενικό RAT(π.χ.WLAN) ως ένα συμπληρωματικό δίκτυο πρόσβασης, στα 3G δίκτυα πρόσβασης.
- ❖ Χρησιμοποιεί μια κοινή βάση δεδομένων συνδρομητών χωρίς οποιοδήποτε επίπεδο χρηστών IU διεπαφής δηλαδή που αποφεύγει τους SGSN, GGSN κόμβους.
- ❖ Τα RATs ενσωματώνονται στο στρώμα δικτύων με την προσθήκη ειδικών τμημάτων σύνδεσης μέσω δικτύων σκοπού.

Σφιγτή σύζευξη (Tight Coupling)

- ❖ Το βασικό χαρακτηριστικό αυτού του προτύπου είναι ότι τα γενικά δίκτυα πρόσβασης(π.χ. WLAN) είναι συνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο(π.χ. GSM/GPRS) που μοιράζει τις IU διεπαφές.
- ❖ Το επίπεδο ολοκλήρωσης επιδρά στα τμήματα των πυρήνων, επιτρέποντας την ολοκλήρωση των περισσότερων λειτουργικών ικανοτήτων σε μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα.

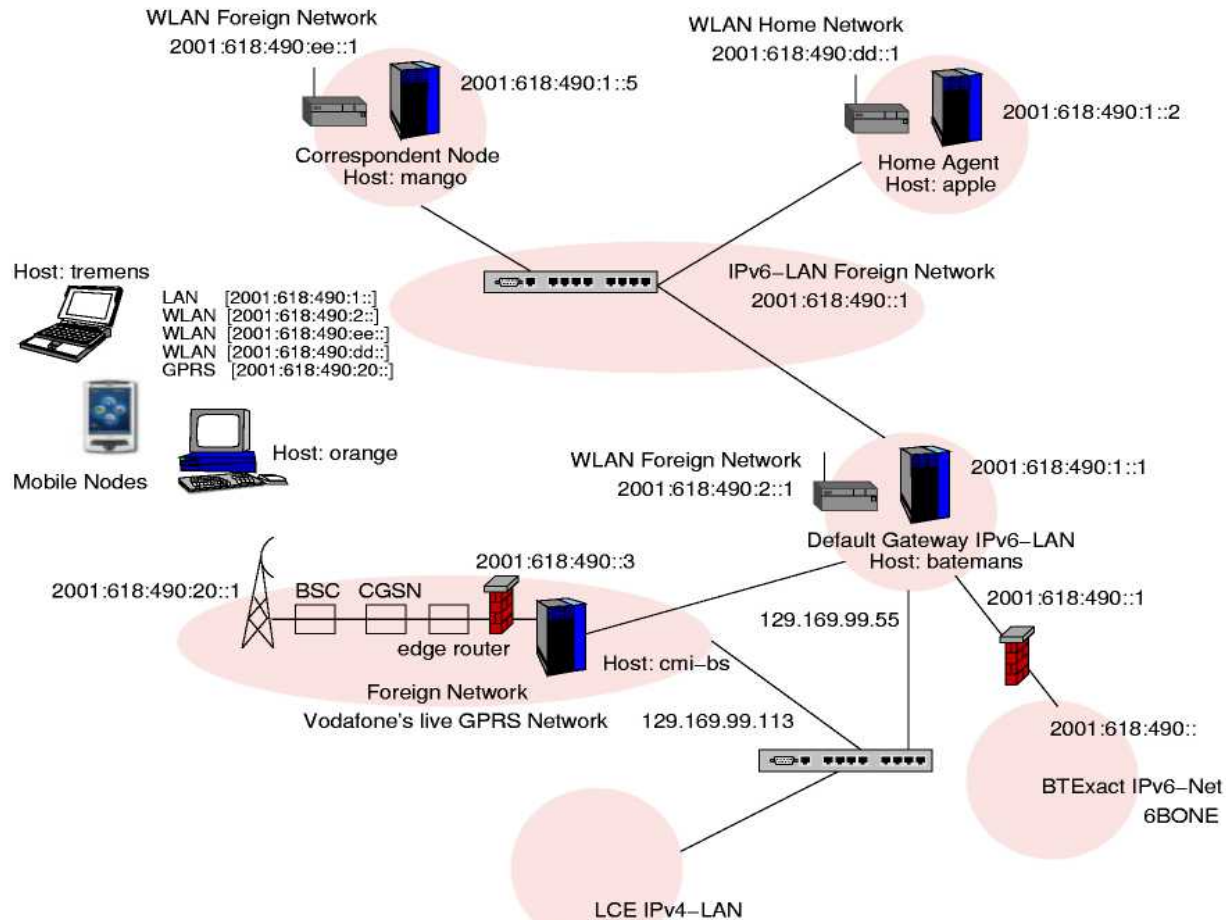
Πλήρως ενσωματωμένη σύζευξη (Fully Integrated Coupling)

- ❖ Έχει τα ίδια μειονεκτήματα με τη σφιχτή σύζευξη, αλλά η ολοκλήρωση πραγματοποιείται στα τμήματα πυρήνων και των δύο δικτύων.

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Η δοκιμή είναι λειτουργική από το Μάρτιο του 2003 και επιδεικνύει πώς βελτιστοποιούμε τις κάθετες παραδόσεις(R.Chakravorty, P.Vidales, K.Subramanian, I.Pratt and J.Crowcoft,2004) .
- ❖ Αποτελείται από μια αόριστα- συνδεδεμένη, κινητή IPv6 βασισμένη σε GPRS-WLAN-LAN.
- ❖ Η κυψελοειδής υποδομή δικτύων GPRS που χρησιμοποιείται είναι το Vodafone UK's GPRS Network.
- ❖ Τα WLAN σημεία πρόσβασης (APs) είναι τα IEEE 802.11.

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL



Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Η υποδομή GPRS περιλαμβάνει τους σταθμούς βάσεων (Base Stations BSs) που συνδέονται με το SGSN-Serving GPRS Support Node (που εξυπηρετεί τον κόμβο υποστήριξης GPRS), που συνδέεται έπειτα με ένα GGSN-Gateway GPRS Support Node (κόμβος υποστήριξης GPRS διαφυγής).

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Ο SGSN και ο GGSN κόμβοι, συνδυάζονται σε μια μοναδική CGSN-Combined GPRS Support Node(συνδυασμένος κόμβος υποστήριξης GPRS).
- ❖ Το ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο(Virtual private network VPN) συνδέει το δίκτυο εργαστηρίων με το backbone της Vodafone μέσω μιας υπόγειας διόδου IPSec μέσω του δημόσιου Διαδικτύου.

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Ένας χωριστός κεντρικός υπολογιστής ακτίνας φροντίζει να επικυρώνει τους κινητούς χρήστες/τερματικά GPRS και να ορίζει επίσης τις IP διευθύνσεις.
- ❖ Για την πρόσβαση στα 4G δίκτυα, οι κινητοί κόμβοι(π.χ. τα laptop) συνδέονται με το τοπικό δίκτυο και ταυτόχρονα με το GPRS μέσω τηλεφώνου/PCCard modem.

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Η εφαρμογή του κινητού κόμβου MIPv6 είναι βασισμένη σε αυτήν που αναπτύσσεται από το πρόγραμμα MediaPoli (MIPL. Mobile IP for Linux (MIPL)).
- ❖ Ένα ημιμόνιμο υποδίκτυο IPv6 από το BTExact's IPv6 δίκτυο μας συνδέει με το 6BONE. Χρησιμοποιώντας αυτό το διάστημα διευθύνσεων, είμαστε σε θέση να διαθέσουμε τις στατικές διευθύνσεις IPv6 σε όλους τους IPv6 κινητούς κόμβους

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Ένας δρομολογητής στο εργαστήριο ενεργεί μία από άκρη σε άκρη υπόγεια διαδρομή IPv6/IPv4 με το BTExact's IPv6 δίκτυο.
- ❖ Η δρομολόγηση στο εργαστήριο έχει διαμορφωθεί έτσι ώστε όλη η κυκλοφορία χρηστών GPRS/WLAN που πηγαίνει σε και από κινητούς πελάτες, να περνά μέσω του εσωτερικού δρομολογητή, επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο να εκτελείται ο έλεγχος κυκλοφορίας.

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

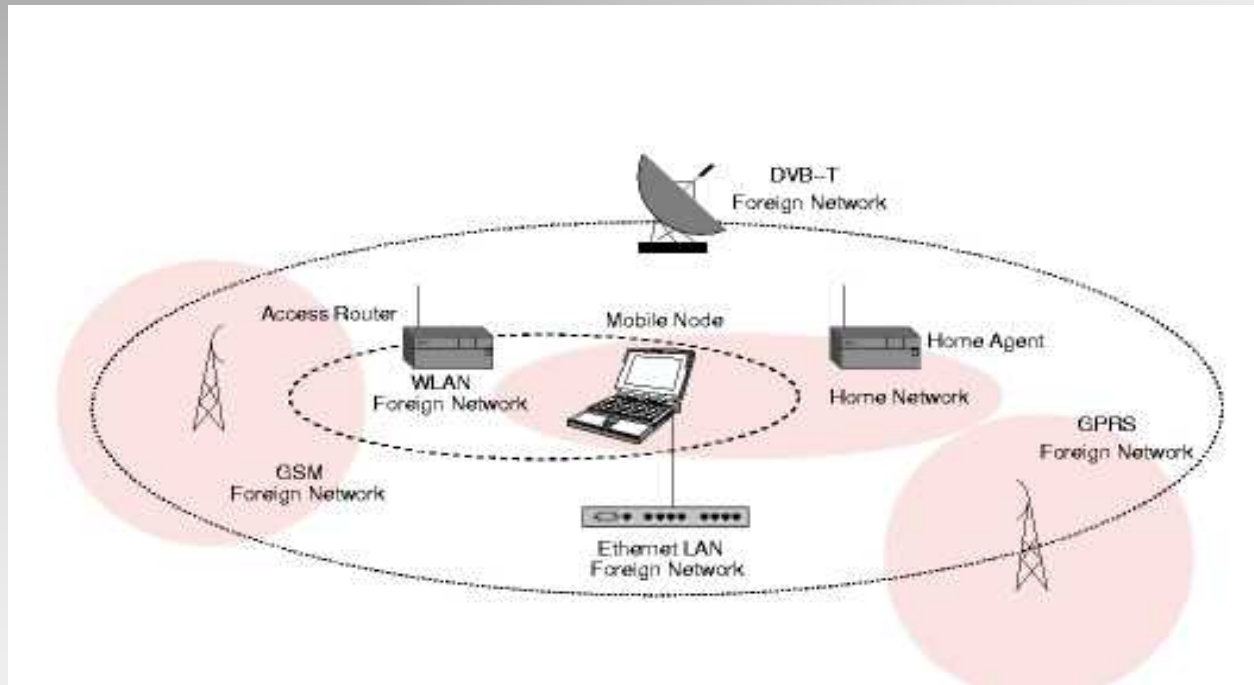
- ❖ Με το SIT-Simple Internet Translation(απλή μετάφραση Διαδικτύου) στέλνουμε υπόγεια όλα τα IPv6 πακέτα ως IPv4 πακέτα, μεταξύ του κινητού κόμβου και μιας μηχανής που παρέχουν την IPv6 καθιστώντας την λειτουργία των δρομολογητών πρόσβασης εξ' ονόματος του GPRS.

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Τέλος η δοκιμή ενσωματώνει διάφορα ανεξάρτητα δίκτυα IP, συμπεριλαμβανομένων:
 - Τριών IEEE 802.11b υποδίκτυα.
 - Το δίκτυο Vodafone's GSM/GPRS.
 - Το δίκτυο τοπικής περιοχής (Local Area Network-LCE's).

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Το παρακάτω σχήμα επεξηγεί πώς μια συσκευή μπορεί να αλλάξει χωρίς ένωση, το σημείο πρόσβασης της μεταξύ δύο ράδιο τεχνολογιών πρόσβασης radio access technologies(δηλ. εκτελεί μια κάθετη παράδοση).



Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

- ❖ Ο Home Agent του κινητού κόμβου παρέχει τη συνδετικότητα δικτύων μέσω ενός IEEE 802.11b AP.
- ❖ Τα ξένα δίκτυα (π.χ., IEEE 802.11b υποδίκτυα, το δίκτυο της Vodafone GSM/GPRS, DVB-T Link και Ethernet LAN) επιτρέπουν στον κινητό κόμβο να μένει συνδεδεμένος με τον Home Agent.

Αρχιτεκτονική δοκιμών LCE-CL

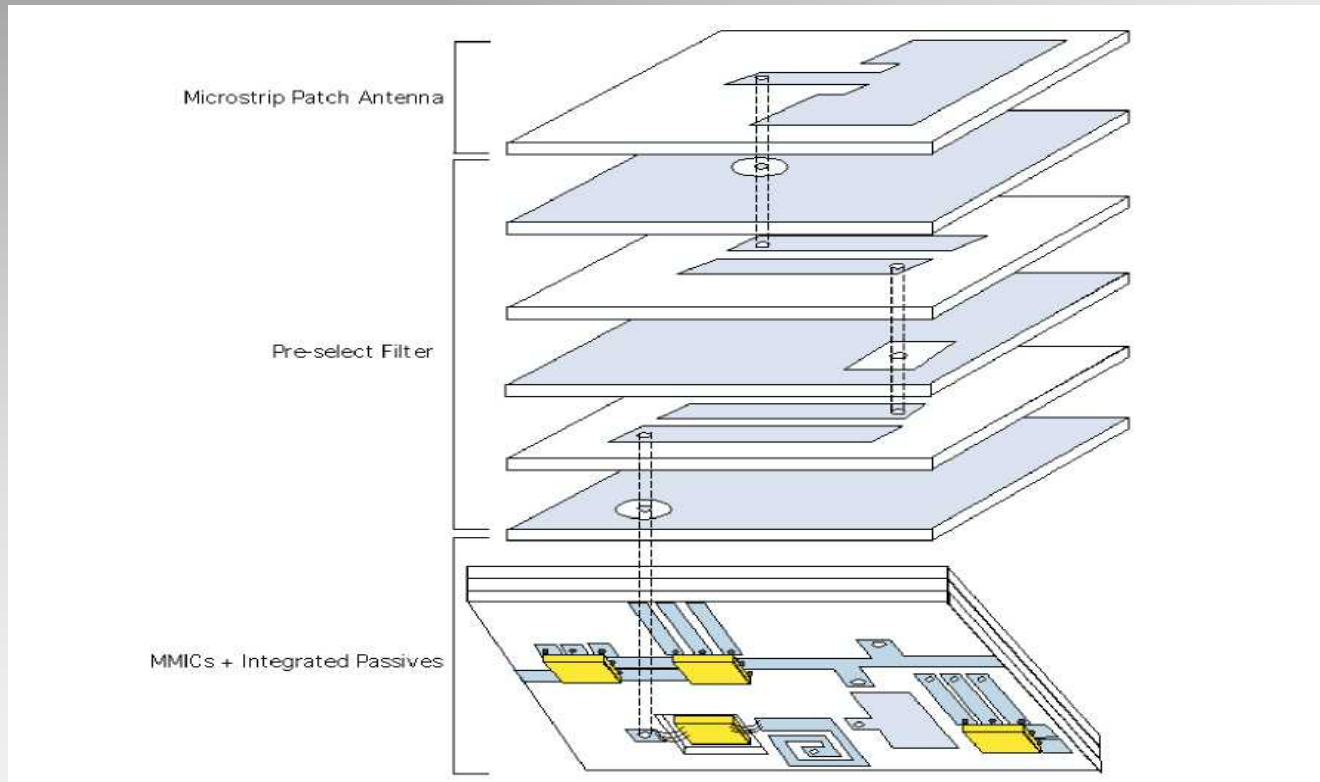
- ❖ Ο Home Agent εκπέμπει τις διαφημίσεις δρομολογητών Router Advertisements(RA) και που παρέχει μια δευτεροβάθμια ράδιο κάλυψη.
- ❖ Αυτή η πειραματική δοκιμή επιτρέπει στον κινητό κόμβο να εκτελέσει την χωρίς ένωση περιπλάνηση μεταξύ ετερογενών τεχνολογιών, και να διατηρεί την συνδετικότητα με τους αντίστοιχους κόμβους της.

Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G

- Σύστημα σε συσκευασία(System on Package-SOP)
- ❖ Αρχιτεκτονικές μεγάλης πυκνότητας σε πολλαπλά επίπεδα και σε διαφορετικές τεχνολογίες με κάθετη ολοκλήρωση διασυνδέσεων και στοιχείων είναι βασική για τη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός πετυχημένου RF συστήματος(Δρ. Μάνος Μ.Τεντζέρης,2001).

Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G

- Διάγραμμα ασύρματου SOP front-end μεγάλης πυκνότητας και ολοκλήρωσης σε περιβάλλον συσκευασίας πολλαπλών επιπέδων (multilayer packaging).



Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G

- ❖ Το βασικό στοιχείο σε αυτή την αρχιτεκτονική είναι η βέλτιστη χρήση της κάθετης ολοκλήρωσης των διαφόρων στοιχείων.
- ❖ Η κάθετα τροφοδοτούμενη κεραία βρίσκεται στο ανώτερο επίπεδο της διάταξης ώστε να είναι σε επαφή με τον αέρα και μπορεί να υλοποιηθεί ως επίπεδη μικροταινιακή κεραία (microstrip patch) ή ως δίπολο.

Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G

- ❖ Το φίλτρο προεπιλογής έχει υλοποιηθεί σε ταινιογραμμή(stripline) και έχει παρασκευασθεί στο μεσαίο επίπεδο όπου υπάρχει πλήρης επικάλυψη από την κεραία.
- ❖ Η κάθετη τροφοδοσία της κεραίας που διέρχεται από το επίπεδο γης(ground plane) της μικροταινίας χρησιμεύει όχι μόνο ως σύνδεση με την είσοδο του φίλτρο, αλλά και ως σημαντικό κομμάτι της προσαρμογής της κεραίας.

Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G

- ❖ Η έξοδος του φίλτρου συνδέεται κάθετα με το υπόλοιπο κομμάτι του συστήματος που έχει υλοποιηθεί στο κατώτερο επίπεδο και αποτελείται από MMICs και ολοκληρωμένα παθητικά στοιχεία.
- ❖ Υπάρχουν δύο δημοφιλείς τρόποι σύνδεσης του MMIC στην πλακέτα:
 - Bondwires
 - flip-chip

Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G

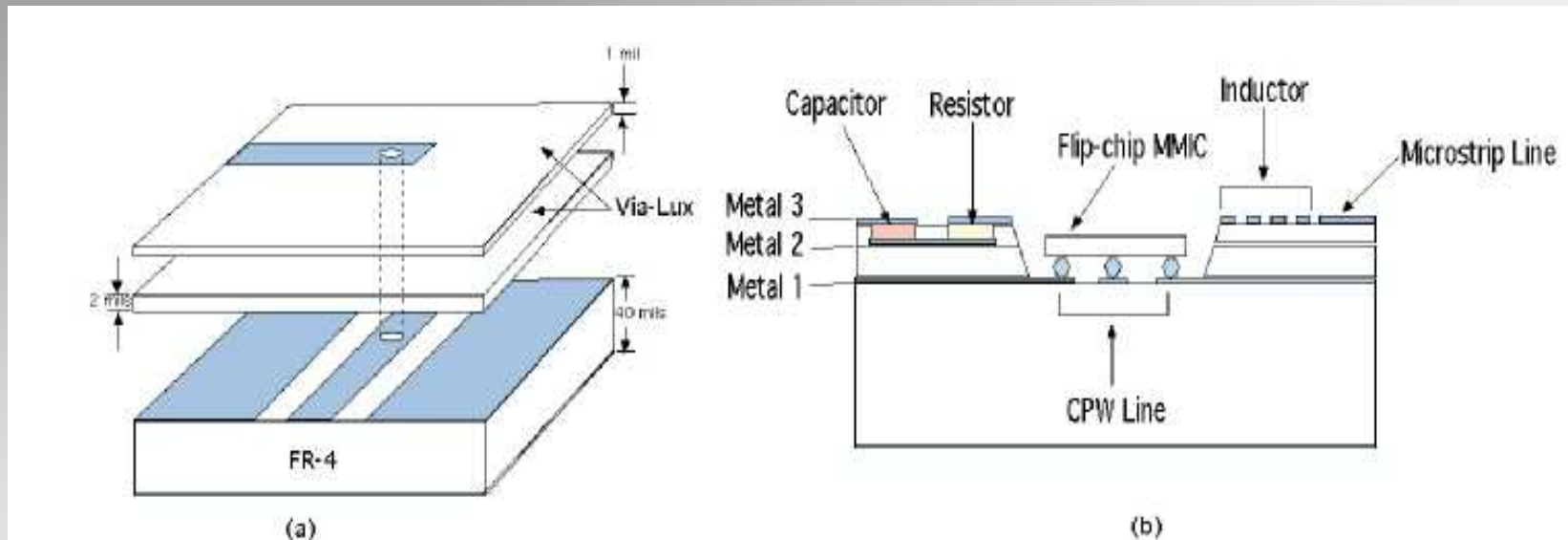
- ❖ Η ύπαρξη επιπρόσθετων διηλεκτρικών επιπέδων καθιστά δυνατή την τρισδιάστατη υλοποίηση άλλων ολοκληρωμένων παθητικών στοιχείων όπως, διακριτών πηνίων, πυκνωτών και αντιστάσεων, καθώς και φίλτρων σε ενδιάμεσες συχνότητες (IF).

Μια συμπαγής λύση για την ολοκλήρωση συστημάτων 4G

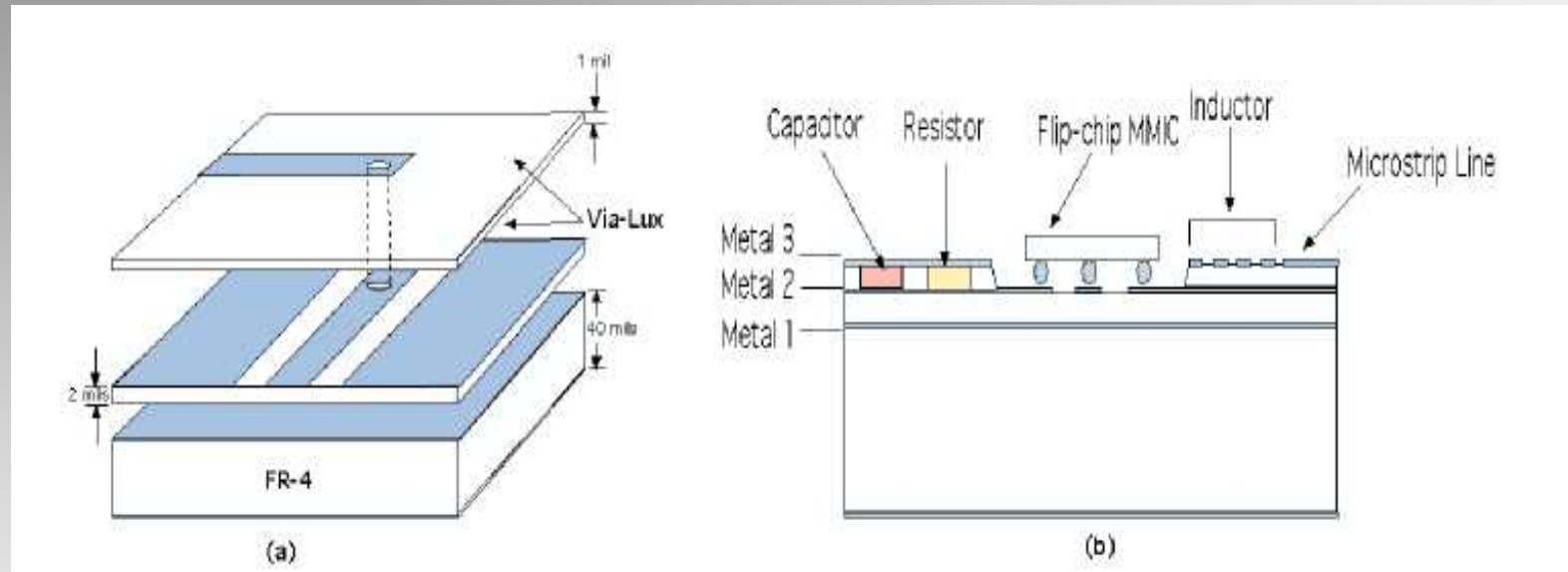
- ❖ Η προσαρμογή εισόδου του ενισχυτή χαμηλού θορύβου και η προσαρμογή εισόδου και εξόδου ενός ενισχυτή ισχύος που υλοποιείται συνήθως με διακριτά παθητικά στοιχεία μπορεί να αντικατασταθεί με ολοκληρωμένα παθητικά στοιχεία.

Διασύνδεση ομοεπίπεδου κυματοδηγού (coplanar waveguide-CPW)

και μικροταινίας για μεγάλο εύρος ζώνης.



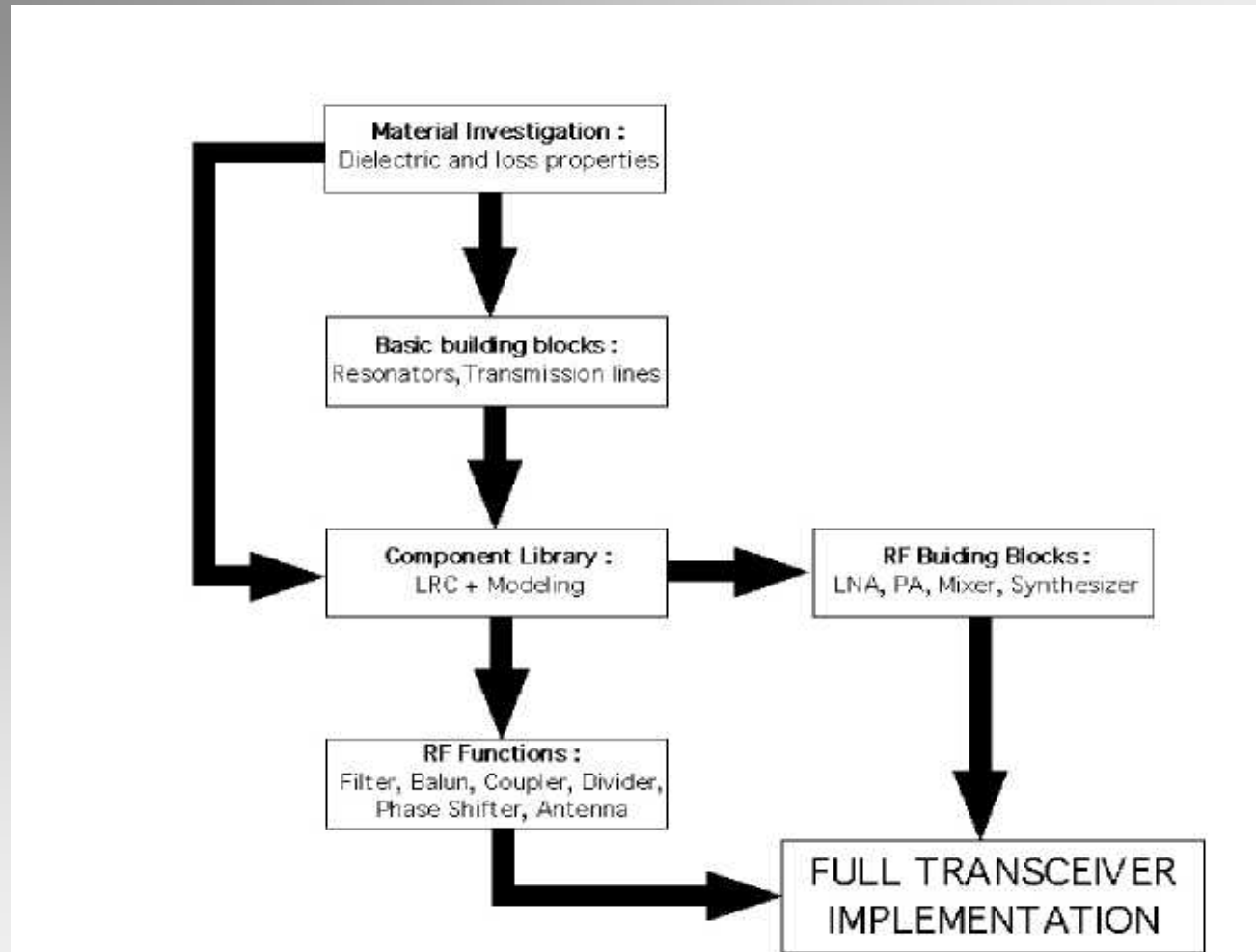
Διασύνδεση ομοεπίπεδου κυματοδηγού (coplanar waveguide-CPW)
και μικροταινίας για μεγάλο εύρος ζώνης.



*Διασύνδεση ομοεπίπεδου κυματοδηγού(coplanar waveguide-CPW)
και μικροταινίας για μεγάλο εύρος ζώνης.*

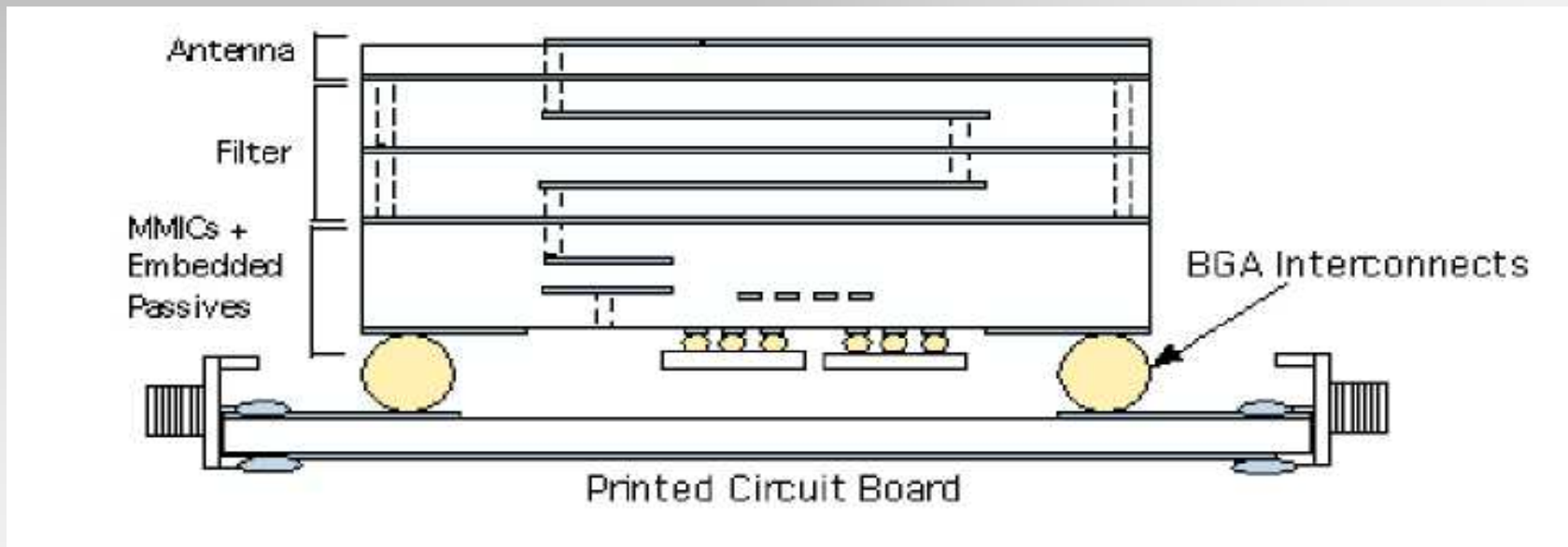
- ❖ Οι γραμμές CPW και στα δυο σχήματα παρασκευάζονται σε διηλεκτρικό υλικό με απώλειες, όπως το FR4, το οποίο είναι ηλεκτρικά απομονωμένο έτσι ώστε να διευκολύνει την τοποθέτηση του MMIC με τη χρήση τεχνολογίας flip-chip.
- ❖ Οι μικροταινιακές διασυνδέσεις που χρησιμοποιούν και τα δύο επίπεδα εδάφους για τις γραμμές CPW υλοποιούνται με τη χρήση οπής διέλευσης(via hole).

Διαδικασία σχεδίασης τηλεπικοινωνιακών συστημάτων 4G



Διαδικασία σχεδίασης τηλεπικοινωνιακών συστημάτων 4G

- ❖ Η υλοποίηση ενός πλήρους συστήματος είναι ένας συνδυασμός ολοκληρωμένων παθητικών στοιχείων με MMICs που αποτελούνται από ενεργά στοιχεία με ή χωρίς κυκλώματα προσαρμογής υλοποιημένα στο chip.



Διαδικασία σχεδίασης τηλεπικοινωνιακών συστημάτων 4G

- ❖ Μια προσεκτική σχεδίαση της τοποθέτησης των στοιχείων σε διαφορετικά επίπεδα είναι αναγκαία για τον προσδιορισμό των στοιχείων που πρέπει να ολοκληρωθούν στο ίδιο chip(on chip) ή στο ίδιο επίπεδο (on board). Η τεχνολογία BGA (Ball-Grid-Array) έχει επιδείξει ικανοποιητικά αποτελέσματα για συνδέσεις RF συστημάτων με τυπωμένα κυκλώματα για συχνότητες μέχρι 36 GHz (Δρ. Μάνος Μ.Τεντζέρης,2001).

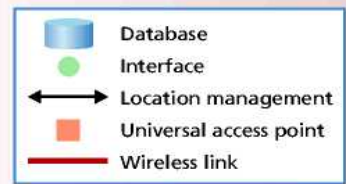
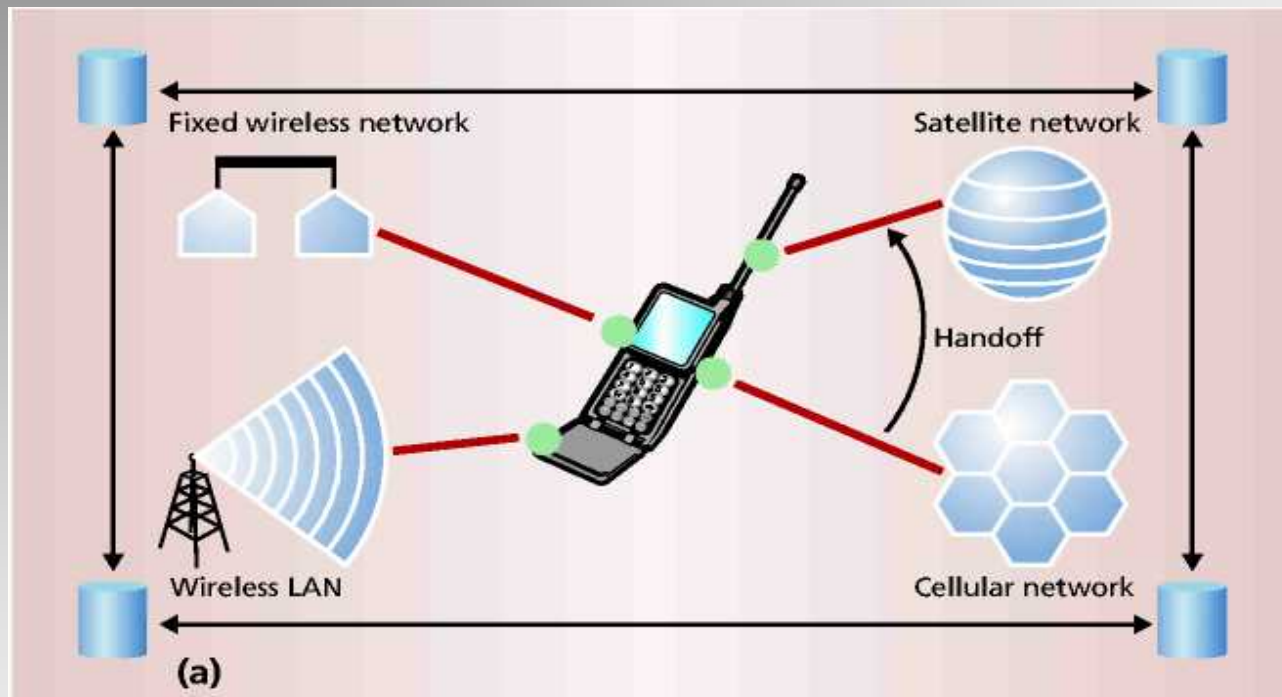
Πιθανές αρχιτεκτονικές των 4G

- ❖ Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η 4G τεχνολογία είναι το πώς θα έχει πρόσβασή σε κινητά και ασύρματα δίκτυα (Urkar Varshney and Radhika Jain, June 2001).
- ❖ Πιθανές αρχιτεκτονικές των 4G είναι:
 - Αρχιτεκτονική Multimode devices
 - Αρχιτεκτονική Overlay network
 - Αρχιτεκτονική Common access protocol

Αρχιτεκτονική Multimode devices

- ❖ Η αρχιτεκτονική αυτή χρησιμοποιεί ένα φυσικό τερματικό με πολλαπλή διασύνδεση για να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες σε διαφορετικά ασύρματα δίκτυα.
- ❖ Πρώιμα παραδείγματα τέτοιας αρχιτεκτονικής είναι τα υπάρχοντα τα υπάρχοντα προηγμένα κινητά τηλεφωνικά συστήματα.

Αρχιτεκτονική Multimode devices



Αρχιτεκτονική Multimode devices

- ❖ Θα βελτιώσει την κλήση και θα επεκτείνει αποτελεσματικά την καλυπτόμενη περιοχή.
- ❖ Η συσκευή ή το δίκτυο του χρήστη μπορεί να ξεκινήσει μεταπομπή μεταξύ δικτύων.

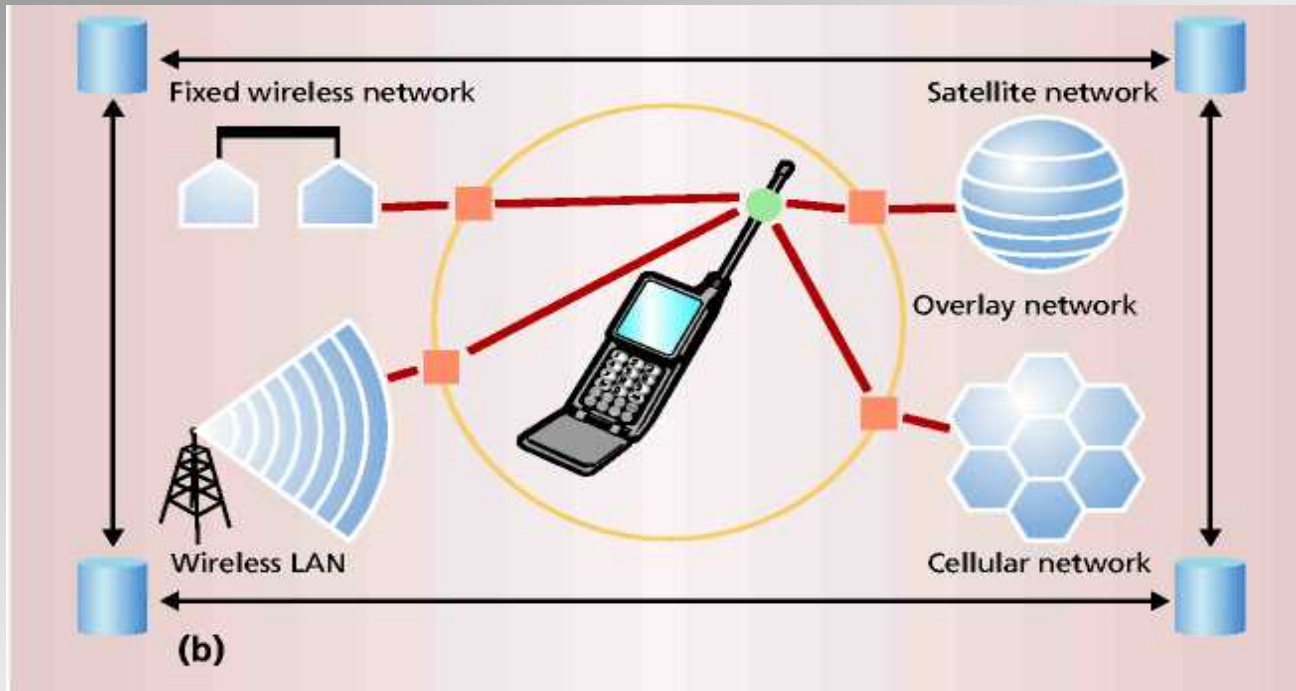
Αρχιτεκτονική Multimode devices

- ❖ Η συσκευή από μόνη της συγχωνεύει την περισσότερη πολυπλοκότητα χωρίς να απαιτεί τροποποίηση του ασύρματου δικτύου.
- ❖ Κάθε δίκτυο μπορεί να αναπτύσσει μια βάση που θα κρατά τα ίχνη της τοποθεσίας του χρήστη, τις ικανότητες της συσκευής, την κατάσταση του δικτύου και τις προτιμήσεις του χρήστη.

Αρχιτεκτονική Overlay network

- ❖ Στην αρχιτεκτονική αυτή, ο χρήστης έχει πρόσβαση σε ένα overlay network το οποίο αποτελείται από διάφορα παγκόσμια σημεία πρόσβασης.
- ❖ Αυτά τα παγκόσμια σημεία πρόσβασης με την σειρά τους επιλέγουν ένα ασύρματο δίκτυο με βάση την διαθεσιμότητα, την ποιότητα των υπηρεσιών, και καθορισμένες επιλογές από τον ίδιο τον χρήστη.

Αρχιτεκτονική Overlay network



(b)



Αρχιτεκτονική Overlay network

- ❖ Εκτελεί την μεταπομπή καθώς ο χρήστης μετακινείται από ένα παγκόσμιο σημείο πρόσβασης σε ένα άλλο.
- ❖ Αποθηκεύει πληροφορίες για τον χρήστη, το δίκτυο και την συσκευή καθώς και τις ικανότητες και τις προτιμήσεις.
- ❖ Λόγω του ότι κρατά αρχείο με τις διάφορες πηγές ο χρήστης χρησιμοποιεί, η αρχιτεκτονική αυτή απαιτεί συνδρομή.

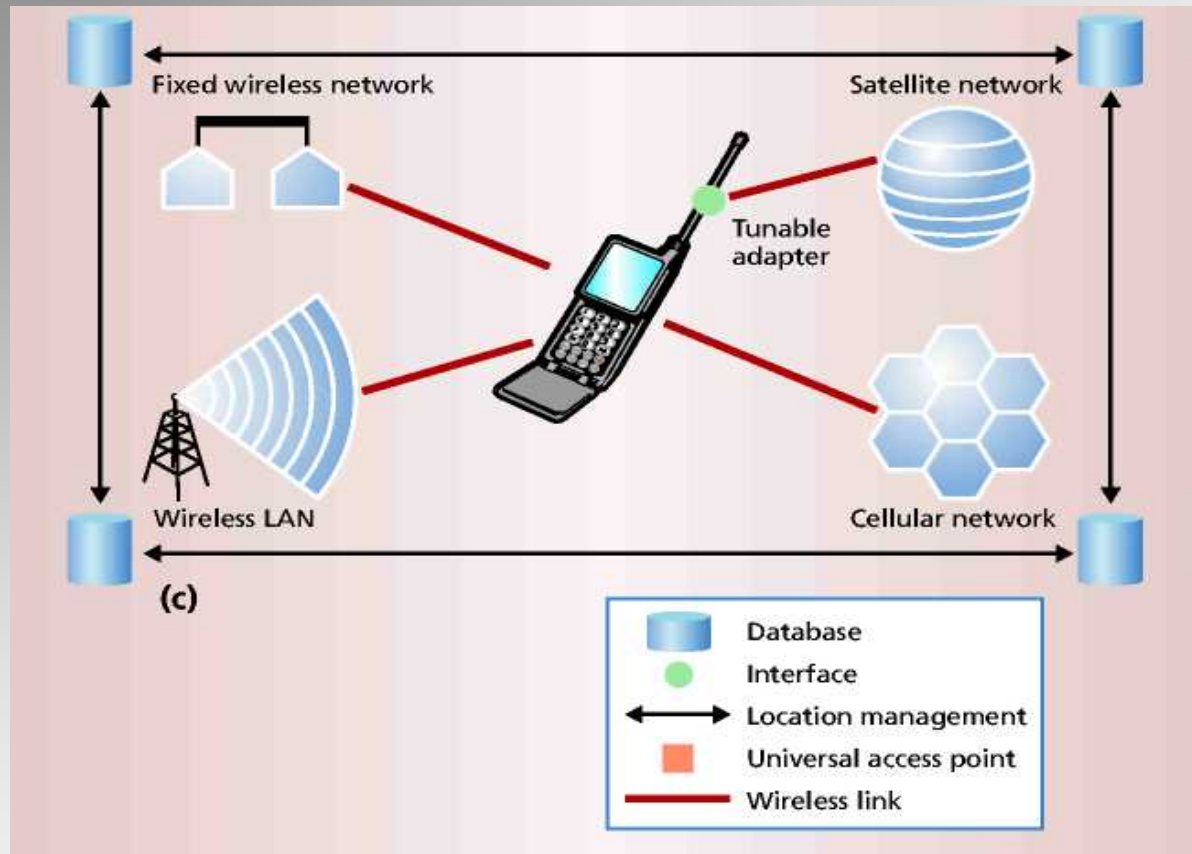
Αρχιτεκτονική Common access protocol

- ❖ Αυτό το πρωτόκολλο θα είναι ζωτικό αν τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να υποστηρίξουν ένα ή δύο αναγνωρισμένα πρωτόκολλα πρόσβασης.
- ❖ Μια πιθανή λύση η οποία θα απαιτεί διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών δικτύων, πρέπει να χρησιμοποιεί ασύρματο ασύγχρονο μέσο μετάδοσης.

Αρχιτεκτονική Common access protocol

- ❖ Για να εφαρμοστεί ασύρματο ασύγχρονο μέσο μετάδοσης θα πρέπει κάθε ασύρματο δίκτυο να επιτρέπει την μετάδοση κελιών με επιπλέον headers ή κελιών που θα απαιτούν αλλαγές στα ασύρματα δίκτυα.
- ❖ Ένας, οι περισσότεροι τύποι δικτύων βασισμένων σε δορυφόρους μπορούν να χρησιμοποιούν ένα πρωτόκολλο ενώ ένα, οι περισσότερα επίγεια ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν κάποιο άλλο.

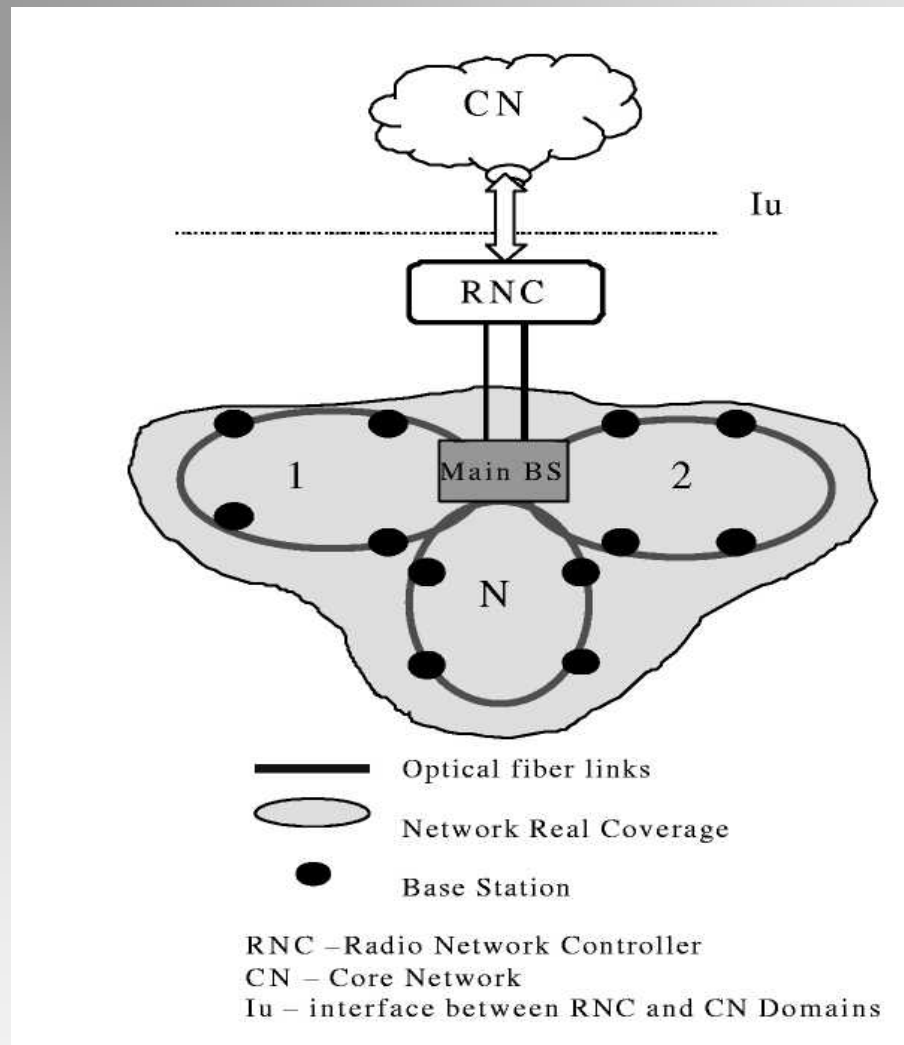
Αρχιτεκτονική Common access protocol



Radio Access Network planning aspects for 4G networks

- ❖ Αλλαγές στο 4G RAN (Andrey Krendzel, 2004).
 - Το ακτινωτό κελί του βασικού σταθμού(Base Station) αναμένεται να είναι μικρότερο.
 - Το 4G RAN θα αποτελείται από περισσότερους βασικούς σταθμούς(Base stations).
 - Συχνότερες αλλαγές δικτύων(handover) θα επιβαρύνουν την σύνδεση ανάμεσα στο βασικό σταθμό(BS) και τον ελεγκτή του Radio Network(RNC).

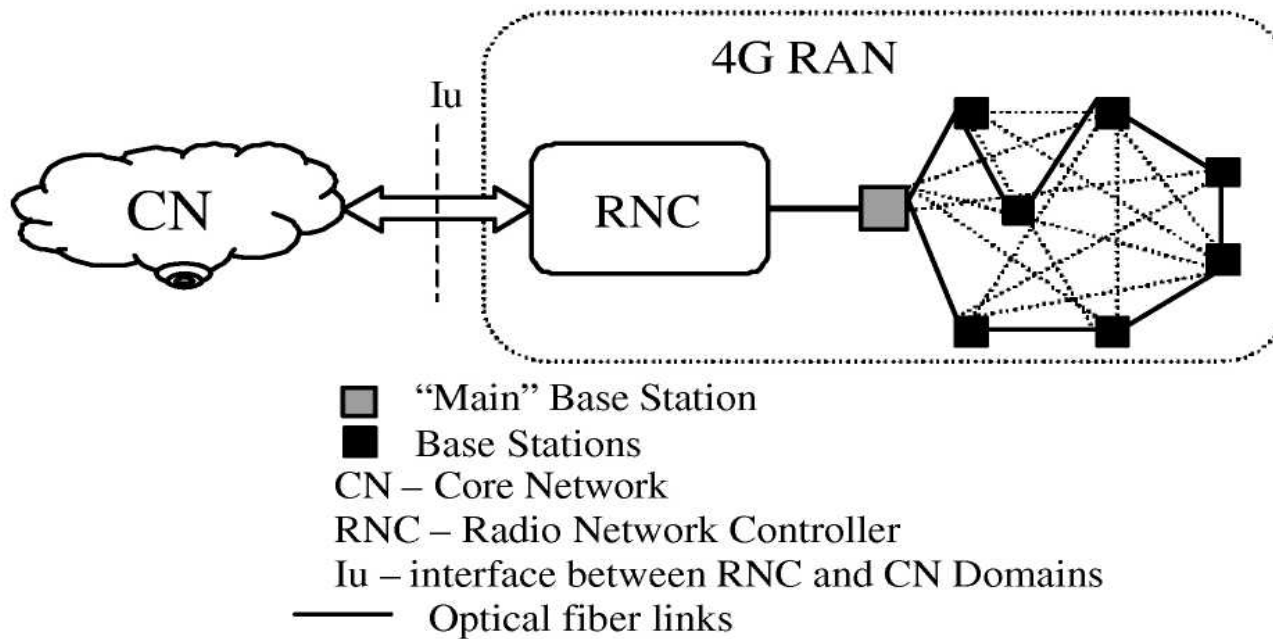
Radio Access Network planning aspects for 4G networks



Radio Access Network planning aspects for 4G networks

- ❖ Προβλήματα σχεδιασμού του 4G RAN
 - Η ποσοτική αποτίμηση του κόστους και της αξιοπιστίας διαφορετικών τοπολογιών Radio Access Network.
 - Η επίτευξη όσο το δυνατόν μικρότερου κόστους στην διαμόρφωση της φυσικής σύνδεσης μεταξύ των βασικών σταθμών στην 4G RAN τοπολογία δακτυλίου.

Radio Access Network planning aspects for 4G networks



Έρευνα της In-Stat

- ❖ Η δημοσιοποίηση των 4G προτύπων έγκειται να γίνει το 2010-2012. Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα 4G θα χρησιμοποιούν Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) και θα λειτουργούν στα 100 Mbps(Carl Weinschenk 2007).

Έρευνα της In-Stat

❖ Τα τρία υποψήφια σχέδια είναι:

- Long Term Evolution (LTE), υποστηρίζεται από την Ericsson
- Ultra Mobile Broadband (UMB), υποστηρίζεται από την Qualcomm
- 802.16m (WiMax), υποστηρίζεται από την Intel

Παραπομπές

- ❖ 4G-A look into the future of Wireless Communications, Rolling Business Journal, Allen H. Kupetz & K. Terrell Brown, January 2004.
- ❖ Fundamental Changes Required in Modulation and Signal Processing for 4G, Published in Communications Systems Design Magazine, July 2001.

Παραπομπές

- ❖ Challenges in the migration to 4G mobile systems, *Communications Magazine IEEE*, Suk Yu Hui, Hau Yeung, City Univ. of Hong Kong, China, December 2003.
- ❖ 4G - Beyond 2.5G and 3G Wireless Networks, One Stop Website for Mobile Computing & Wireless Information, www.mobileinfo.com,2007.

Παραπομπές

- ❖ Wireless Internet on Heterogeneous Networks, In Proceedings of the IEEE Global Telecommunications Conference, G.Wu, P.Havinga, M.Mizuno, San Antonio, November 2001.
- ❖ 3GPP TSG/WG Feasibility study on 3GPP System to Wireless Local Area Network (WLAN) interworking,2003.

Παραπομπές

- ❖ A Practical Approach for 4G Systems, Deployment of Overlay Networks, Pablo Vidales, Glenford Mapp, Frank Stajano, Jon Crowcroft, 2005.
- ❖ Performance issues with vertical handovers-experiences from gprs cellular and wlan hot-spots integration. In Proceedings of the Second IEEE International Conference on Pervasive Computing and Computing and Communications, R.Chakravorty, P.Vidales, K.Subramanian, I.Pratt, J.Crowcoft. 2004.

Παραπομπές

- ❖ MIPL. Mobile IP for Linux, Developed by HUT Laboratory for Theoretical Computer Science – GO/Core project <http://www.mobile-ipv6.org>.
- ❖ Ασύρματα 3^{ης} (3G) και 4^{ης} (4G) Γενιάς: Προκλήσεις του Μέλλοντος, Δρ. Μάνος Μ.Τεντζέρης, 2001.

Παραπομπές

- ❖ Issues in Emerging 4G Wireless Networks, Upkar Varshney, Radhika Jain, June 2001.
- ❖ Network Planning Aspects for 3G/4G Wireless Networks, Andrey Krendzel, 2004.
- ❖ Planners Beware: 4G Is Not as Far Away as It Seems, Carl Weinschenk, September 2007.