



ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (Θ)

Ενότητα 10: ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ευσταθίου Δημήτριος

Διδάκτορας Κινητών τηλεπικοινωνιών

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ





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 ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» 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.





Ενότητα 10

ΕΥΡΙΖΟΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

**ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΔΙΔΑΚΤΟΡΑΣ ΚΙΝΗΤΩΝ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



Περιεχόμενα ενότητας

1. **LONG TERM EVOLUTION (LTE)**
2. **Περιγραφή του LTE**
3. **Πλεονεκτήματα του LTE**
4. **Τεχνικά χαρακτηριστικά του LTE**
5. **LTE OFDM**
6. **LTE στην κάτω ζεύξη (downlink)**
7. **LTE SC-FDMA στην άνω ζεύξη (uplink)**
8. **LTE Σχήματα Αμφιδρόμησης (Duplex Schemes)**



Σκοποί ενότητας



Ευρυζωνικά Δίκτυα

Ενότητα 10^η



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κεντρικής Μακεδονίας

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ

LTE

Long Term Evolution



LONG TERM EVOLUTION (LTE)

- Το 3GPP Long Term Evolution (LTE) είναι δημιούργημα του οργανισμού **3rd Generation Partnership Project** (3GPP).
- Το LTE είναι το τελευταίο βήμα στη **μετάβαση** από τις κυψελωτές 3G υπηρεσίες (δηλ. GSM → UMTS→ HSPA→LTE) στις κυψελωτές 4G υπηρεσίες.
- Το LTE αναφέρεται πιο επίσημα και ως Evolved UMTS Terrestrial Radio Access (E-UTRA) και Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) (Δίκτυο Πρόσβασης).



LONG TERM EVOLUTION (LTE)

- Ενεργοποιεί την ανάπτυξη νέων και πιο απαιτητικών εφαρμογών που θα εκμεταλλεύονται το πολλαπλάσιο εύρος ζώνης του συστήματος.

- Οι στόχοι του LTE είναι ως εξής:
 - Αυξημένος μέγιστος ρυθμός ροής δεδομένων για uplink/downlink.
 - Κλιμάκωση στο εύρος ζώνης.
 - Βελτιωμένη φασματική απόδοση.
 - Μεταφορά δεδομένων και φωνής βασισμένη στο IP (Internet Protocol)



Περιγραφή του LTE

- Το LTE έχει οριστικοποιηθεί στο 3GPP Release 8. Η προδιαγραφή αναφέρεται σε λανθάνουσα χρονική καθυστέρηση (round-trip RAN) λιγότερο από 10 ms.

Category		1	2	3	4	5
Peak rate Mbps	DL	10	50	100	150	300
	UL	5	25	50	50	75
Capability for physical functionalities						
RF bandwidth	20MHz					
Modulation	DL	QPSK, 16QAM, 64QAM				
	UL	QPSK, 16QAM				QPSK, 16QAM, 64QAM
Multi-antenna						
2 Rx diversity	Assumed in performance requirements.					
2x2 MIMO	Not supported	Mandatory				
4x4 MIMO	Not supported					Mandatory



Περιγραφή του LTE

- ❑ Το LTE υποστηρίζει:
- ❑ κλιμακούμενο εύρος ζώνης από 1,4MHz έως 20MHz
- ❑ υποστηρίζει και FDD (Frequency Division Duplexing) και TDD (Time Division Duplexing).
- ❑ Η αρχιτεκτονική του IP δικτύου-κορμού SAE (System Architecture Evolution) σχεδιάστηκε για να αντικαταστήσει το GPRS δίκτυο κορμού και να εξασφαλίσει διαλειτουργικότητα μεταξύ μελλοντικών τεχνολογιών ή μη-3GPP συστημάτων



Πλεονεκτήματα του LTE

- ❑ Τα κύρια πλεονεκτήματα του LTE είναι:
 - ❑ Η υψηλή **ρυθμο-απόδοση**
 - ❑ Ο χαμηλός χρόνος **λανθάνουσας καθυστέρησης** (latency)
 - ❑ Η υψηλή **χωρητικότητα** τομέα και κυψέλης
 - ❑ Η **συνύπαρξη** FDD και TDD στην ίδια πλατφόρμα
 - ❑ Η απλή **αρχιτεκτονική δικτύου κορμού**, που έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερο λειτουργικό κόστος.



Τεχνικά χαρακτηριστικά του LTE

- Κύρια στοιχεία του LTE είναι:
- Η χρήση του **OFDM** (Ορθογωνική Πολύπλεξη Διαίρεσης Συχνότητας) σαν φυσικό στρώμα.
- Η χρήση της τεχνικής πολλαπλής πρόσβασης, **OFDMA** (Πολλαπλή Πρόσβαση Ορθογωνικής Διαίρεσης Συχνότητας για την κίνηση κάτω ζεύξης (**downlink**)).

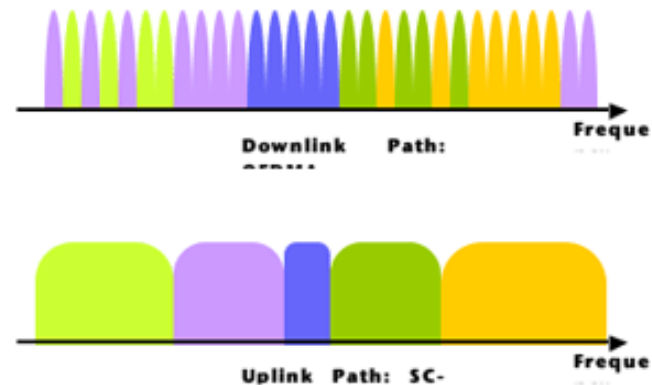


FIGURE 2 FREQUENCY DOMAIN REPRESENTATION OF DOWNLINK AND UPLINK LTE ACCESS TECHNOLOGIES.



Τεχνικά χαρακτηριστικά του LTE

- Η χρήση της τεχνικής SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access), Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Συχνότητας Μονού Φέροντος για την κίνηση άνω ζεύξης (**uplink**).

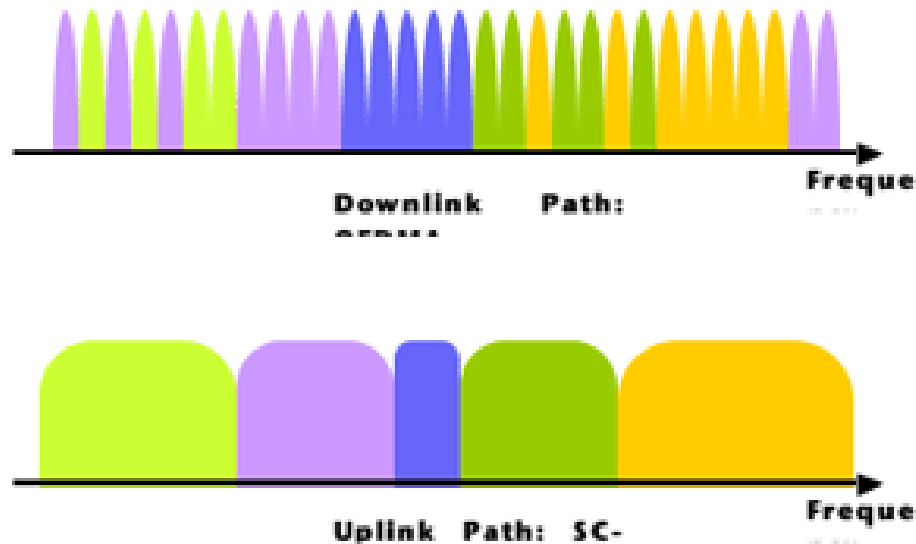
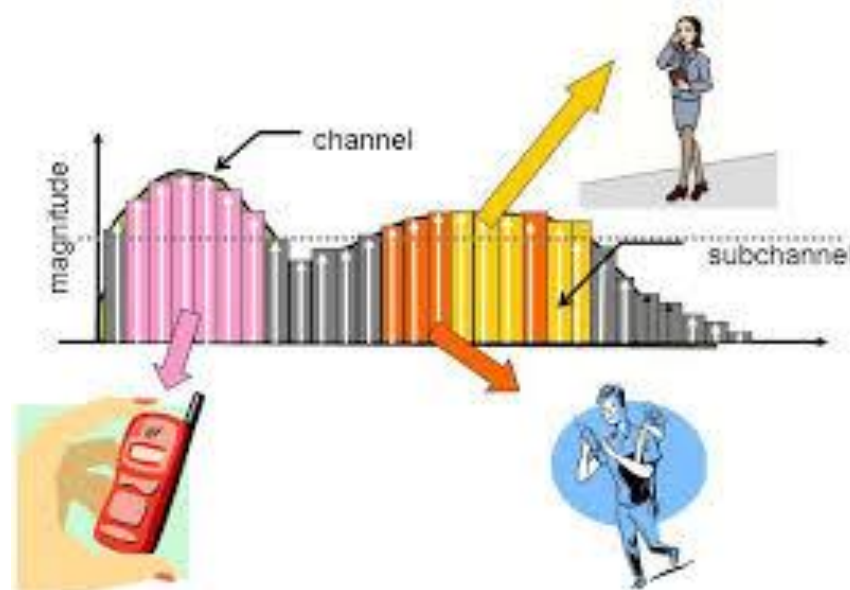


FIGURE 2 FREQUENCY DOMAIN REPRESENTATION OF DOWNLINK AND UPLINK LTE ACCESS TECHNOLOGIES.



LTE OFDM

- Τα προς μετάδοση δεδομένα διαμοιράζονται σε **όλα τα υποφέροντα**.
- Με τη χρήση τεχνικών διόρθωσης λαθών, αν κάποια από τα υποφέροντα χαθούν λόγω φαινομένων διαλείψεων πολλαπλών διαδρομών, τότε τα δεδομένα μπορούν να ανακατασκευαστούν.





LTE στην κάτω ζεύξη (downlink)

- ❑ Στο OFDM σήμα μπορεί να γίνει επιλογή μεταξύ τριών ειδών διαμόρφωσης:
 - ❑ QPSK 2 bits ανά σύμβολο
 - ❑ 16-QAM 4 bits ανά σύμβολο
 - ❑ 64-QAM 6 bits ανά σύμβολο

- ❑ Η ψηφιακή διαμόρφωση επιλέγεται βάσει της ποιότητας του ασύρματου μέσου διάδοσης.

- ❑ Μόνο όταν επιτευχθεί υψηλός σηματοθορυβικός λόγος (SNR), είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν τα υψηλότερα σχήματα διαμόρφωσης.



LTE στην κάτω ζεύξη (downlink)

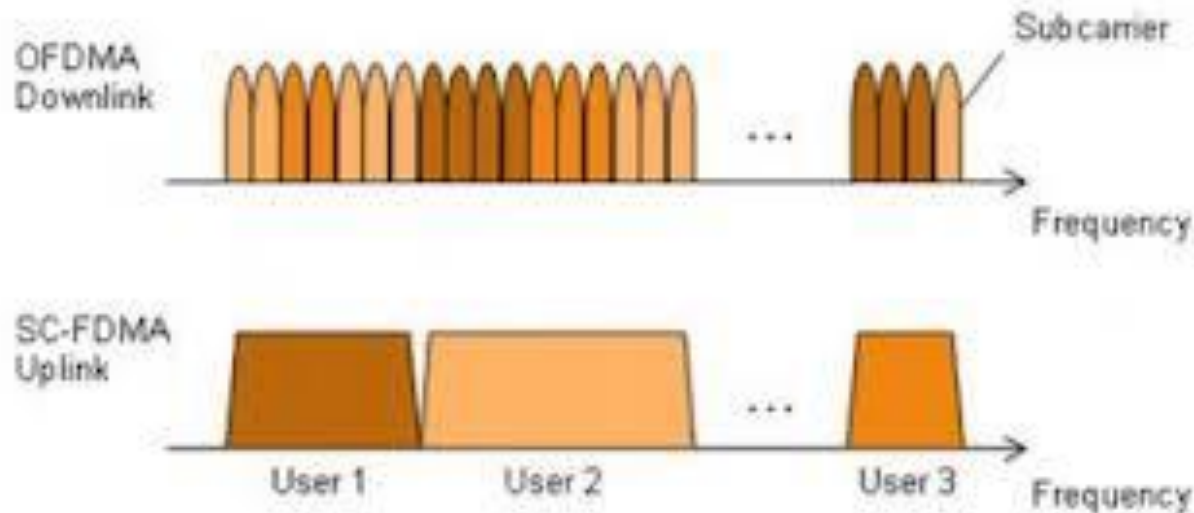
- Στην κάτω ζεύξη, τα υποφέροντα χωρίζονται σε **resource blocks**.
- Τα resource blocks αποτελούνται από **12 υποφέροντα**, ανεξαρτήτως του συνολικού εύρους ζώνης του LTE σήματος.
- Ταυτόχρονα, καλύπτουν μία χρονοσχισμή (slot) στο πλαίσιο του χρόνου (time frame). Αυτό σημαίνει ότι **διαφορετικά εύρη ζώνης** του LTE σήματος θα έχουν **διαφορετικούς αριθμούς από resource blocks**.

Channel bandwidth (MHz)	1,4	3	5	10	15	20
Number of resource blocks	6	15	25	50	75	100



LTE SC-FDMA στην άνω ζεύξη (uplink)

- Ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζει όλα τα κινητά τερματικά είναι ο χρόνος διάρκειας της μπαταρίας.
- Παρόλο που η απόδοση των μπαταριών ολοένα και βελτιώνεται, παραμένει αναγκαίο να επιδιώκουμε τα τερματικά να ξοδεύουν όσο το δυνατόν λιγότερη ενέργεια από τη μπαταρία.





LTE SC-FDMA στην άνω ζεύξη (uplink)

- ❑ Το OFDM έχει υψηλό λόγο κορυφή ισχύος προς μέση τιμή ισχύος. Αυτό, ενώ δεν είναι πρόβλημα για το σταθμό βάσης, είναι όμως μη-αποδεκτό για ένα κινητό σταθμό.
- ❑ Για αυτό το λόγο το LTE χρησιμοποιεί ένα υβριδικό σχήμα διαμόρφωσης, γνωστό και ως **SC-FDMA - Single Carrier Frequency Division Multiplex**.
- ❑ Αυτό συνδυάζει τα πλεονεκτήματα ως προς το λόγο **peak to average** που διατίθενται από συστήματα μονού φέροντος, με την ανθεκτικότητα ως προς την **παρεμβολή λόγω πολυόδευσης**, και την ευελιξία ως προς την κατανομή σε υποφέρουσες συχνότητες που παρέχει το OFDM.



LTE Σχήματα Αμφιδρόμησης (Duplex Schemes)

- Το LTE λειτουργεί:
- σε συνδυασμένο φάσμα (paired spectrum) για αμφιδρόμηση FDD (Frequency Division Duplex)
- σε μη-συνδυασμένο φάσμα (unpaired spectrum) για αμφιδρόμηση TDD (Time Division Duplex).

- Το **LTE FDD** με τη χρήση συνδυασμένου (paired) φάσματος αναμένεται να είναι το μονοπάτι για τη μετάβαση από τις τρέχουσες 3G υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες χώρες, μιας και οι πιο πολλές χειρίζονται FDD συνδυασμένου (paired) φάσματος.



LTE Σχήματα Αμφιδρόμησης (Duplex Schemes)

- Επίσης, έχει δοθεί έμφαση στη χρήση LTE TDD μη-συνδυασμένου (unpaired) φάσματος (TD-LTE), το οποίο θεωρείται ως το μονοπάτι για την αναβάθμιση από το TD-SCDMA.
- Εν όψει της αυξανόμενης σημασίας που τίθεται μεταξύ LTE TDD ή TD-LTE, τα νέα κινητά τηλέφωνα έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίζουν τόσο **FDD** όσο και **TDD** αμφιδρόμηση.



LTE Σχήματα Αμφιδρόμησης (Duplex Schemes)

- ❑ Εκτός, όμως, από τους τεχνικούς λόγους και τα πλεονεκτήματα για τη χρήση του LTE TDD / TD-LTE, υπάρχουν και εμπορικοί λόγοι. Με το TD-SCDMA να έχει διεισδύσει για τα καλά στην Κίνα, χρειάζεται να υπάρχει ένας 3,9G και αργότερα ένας 4G διάδοχος για την τεχνολογία.
- ❑ Με χρήση μη-συνδυασμένου φάσματος για την εκχώρηση του TD-SCDMA, όπως επίσης και για το UMTS TDD, είναι εύλογο να βρεθούν πολλοί πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που να θέλουν ένα μονοπάτι μετάβασης για τις τεχνολογίες, ώστε να επωφεληθούν από τις τεραστίως αυξημένες δυνατότητες σε ρυθμό μετάδοσης και τις βελτιωμένες λειτουργίες που προσφέρει το LTE.
- ❑ Λόγω του έντονου ενδιαφέροντος για το TD-SCDMA, έχουν ενσωματωθεί μια σειρά από χαρακτηριστικά στο σχήμα λειτουργίας του TD-LTE, ώστε να το κάνουν ένα μονοπάτι για την αναβάθμιση για το TD-SCDMA.



Τέλος Ενότητας

