



ΤΕΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

«Μελέτη και εργαστηριακές μετρήσεις ενός πομποδέκτη LTE μονού φέροντος»

Επιμέλεια: **ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ**
ΑΕΜ:3048

ΝΙΚΟΣ ΤΟΥΤΖΙΑΡΗΣ
ΑΕΜ:2461

Επιβλέπων καθηγητής: **Δρ. Δημήτριος Ευσταθίου**

Σέρρες, Οκτώβριος 2016

Σκοπός της Πτυχιακής Εργασίας

- Μελέτη της τεχνολογίας LTE
 1. Ιστορία
 2. Χαρακτηριστικά
 3. Αρχιτεκτονική
 4. Βασικές τεχνικές

- Εργαστηριακές μετρήσεις
 1. Σχεδιασμός σήματος με τη χρήση του λογισμικού Signal Studio
 2. Με την χρήση του φασματικού αναλυτή σημάτων N9010A EXA και του λογισμικού ανάλυσης σημάτων 89600 Vector Signal Analysis Software πραγματοποιούνται μετρήσεις (EVM και διάχυση ισχύος στα γειτονικά κανάλια (ACLR))

Ενότητες παρουσίασης

- Γενιές δικτύων κινητής τηλεφωνίας
- LTE(Long Term Evolution)
- Εργαστηριακές μετρήσεις

Γενιές δικτύων κινητής τηλεφωνίας

Τεχνολογία	Εφαρμόστηκε	Υπηρεσίες	Πρότυπα	Ρυθμός δεδομένων	Δίκτυο
1G	1981	Αναλογικές υπηρεσίες φωνής	TACS, NMT, AMPS	-	PSTN
2G	1991	Ψηφιακές υπηρεσίες φωνής	GSM, CDMA, TDMA	14.4kbps	PSTN
3G	2001	Υψηλής ταχύτητας μετάδοση δεδομένων μοιρασμένων σε πακέτα	CDMA 2000 , UMTS, W- CDMA	2Mbps	Πακέτα Δικτύου

- Τα συστήματα 2G και 3G οδήγησαν στην ανάγκη για LTE


Οι λόγοι ήταν:


1. Αύξηση χωρητικότητας
2. Μείωση κόστους
3. Πολυπλοκότητα UMTS, GSM

LTE

(Long Term Evolution)

- Το πρώτο δημόσιο δίκτυο LTE που εγκαταστάθηκε στο κόσμο, ήταν στο [Όσλο](#) και τη [Στοκχόλμη](#) από την εταιρεία TeliaSonera στις 14 Δεκεμβρίου 2009.
- Αναπτύχθηκε από τον οργανισμό 3GPP
- Χρησιμοποιείται για την ασύρματη επικοινωνία και δικτύωση των κινητών συσκευών με υψηλές ταχύτητες
- Βασίζεται στα δίκτυα GSM/EDGE και UMTS/HSPA
- Δεν πληρούσε τις προϋποθέσεις του ITU-R
- Αναβαθμίστηκε σε LTE Advanced

- Κύρια διεπαφή  E-UTRA
- Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων
Καθοδική ζεύξη 299,6 Mbps
Ανοδική ζεύξη 75,4 Mbps
- Χαμηλή καθυστέρηση
- Βελτιωμένη υποστήριξη στις κινητές συσκευές
- Υποστήριξη υπηρεσιών

Στόχος  Αύξηση ταχύτητας, χωρητικότητας
χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές

Αρχιτεκτονική του Δικτύου LTE

3 κύρια συστήματα:

1. Εξοπλισμός χρήστη (User Equipment)
2. Δίκτυο επικοινωνίας (Evolved UTRAN Terrestrial Radio Access Network)
3. Εξελιγμένος πυρήνας πακέτων (The Core Network)

- Ο όρος LTE αναφέρεται κυρίως στην εξέλιξη της τεχνολογίας ασύρματης πρόσβασης μέσω του eUTRAN (Evolved-Universal Terrestrial Radio Access Network)
- Παρέχει συνεχή IP συνδεσιμότητα μεταξύ της κινητής συσκευής (User Equipment - UE) και του δικτύου Πακέτων Δεδομένων (Packet Data Network-PDN)
- Το LTE μαζί με το SAE σχηματίζουν το Evolved Packet System (EPS)

- Το EPS αποτελείται από το δίκτυο κορμού (Core Network-CN) EPC και το δίκτυο ασύρματης πρόσβασης (eUTRAN)

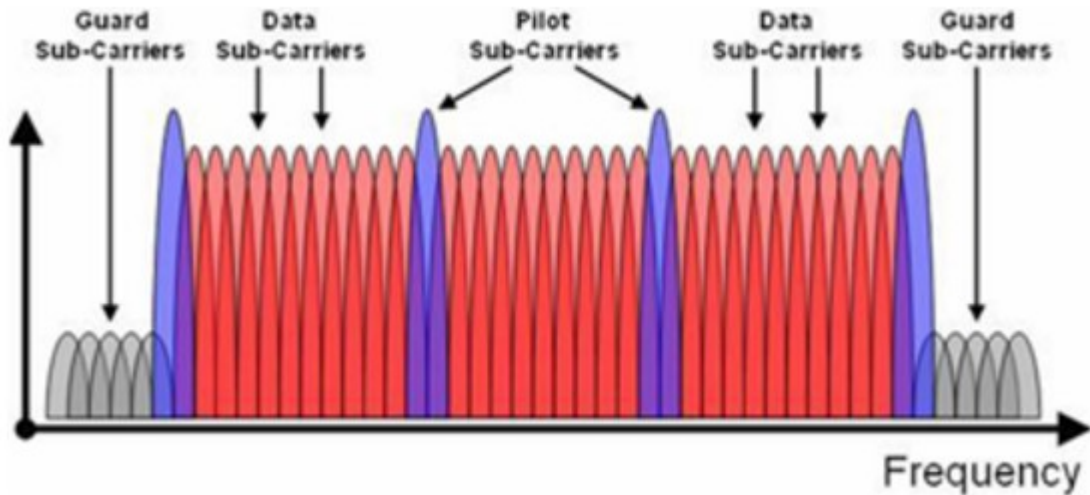
- User Equipment  Mobile Equipment

- Το eUTRAN είναι υπεύθυνο για όλες τις λειτουργίες σχετικές με το ασύρματο κομμάτι του δικτύου, οι οποίες είναι:
 - Διαχείριση των ασύρματων πόρων
 - Συμπύεση επικεφαλίδων, ώστε να εξασφαλιστεί η αποδοτική χρήση της ασύρματης διεπαφής
 - Ασφάλεια
 - Συνδεσιμότητα με το EPC
- Το Core Network αποτελείται από πολλούς κόμβους
- Το eUTRAN και το EPC σε συνεργασία εγκαθιστούν και διαχειρίζονται τους bearers ανάλογα με τις απαιτήσεις
- Ένας bearer είναι μία ροή IP πακέτων με ένα καθορισμένο επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών (Quality of Service-QoS)

Βασικές Τεχνολογίες

Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)

- Το LTE χρησιμοποιεί την τεχνολογία OFDM για το downlink
- Υποδιαίρεση της μεταδιδόμενης πληροφορίας(subcarriers)
- Οι φορείς ονομάζονται subcarriers και είναι ορθογώνιοι μεταξύ τους



Orthogonal frequency-division multiple access (OFDMA)

- Η κατερχόμενη ζεύξη του LTE
- Επεκτείνει την τεχνολογία του OFDM και τη βελτιώνει στις παρεμβολές

SC-FDMA

- Η ανερχόμενη ζεύξη του LTE
- Αποτέλεσε λύση στο μειονέκτημα της OFDMA που είναι το υψηλό Peak to Average Power Ratio (PAPR)
- Έχει πολλά κοινά με την OFDMA

Σημαντική τεχνική στο LTE αποτελεί

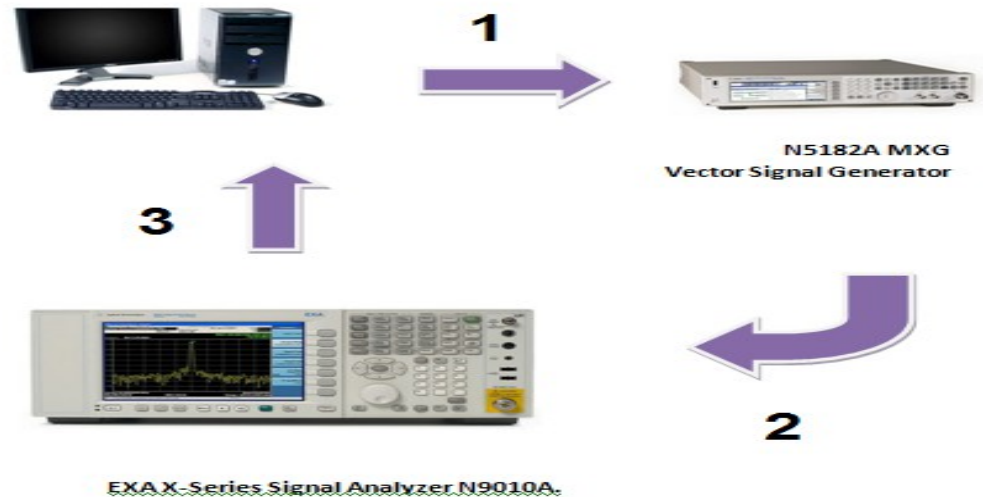
- Η χρήση τεχνολογιών πολλαπλών κεραιών (MIMO) επιτρέπει την εκμετάλλευση του χωρικού πεδίου σαν μία άλλη νέα διάσταση
- Ανάλογα με την εφαρμογή στο LTE χρησιμοποιούνται οι αμφιδρομήσεις
 1. FDD
 2. TDD

Στην αμφίδρομη μετάδοση μπορεί να χωριστεί το uplink κανάλι από το downlink

Εργαστηριακές μετρήσεις

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήσαμε:

- Υπολογιστής
- Γεννήτρια N5182A MXG Vector Signal Generator
- Αναλυτής EXA X-Series Signal Analyzer N9010A



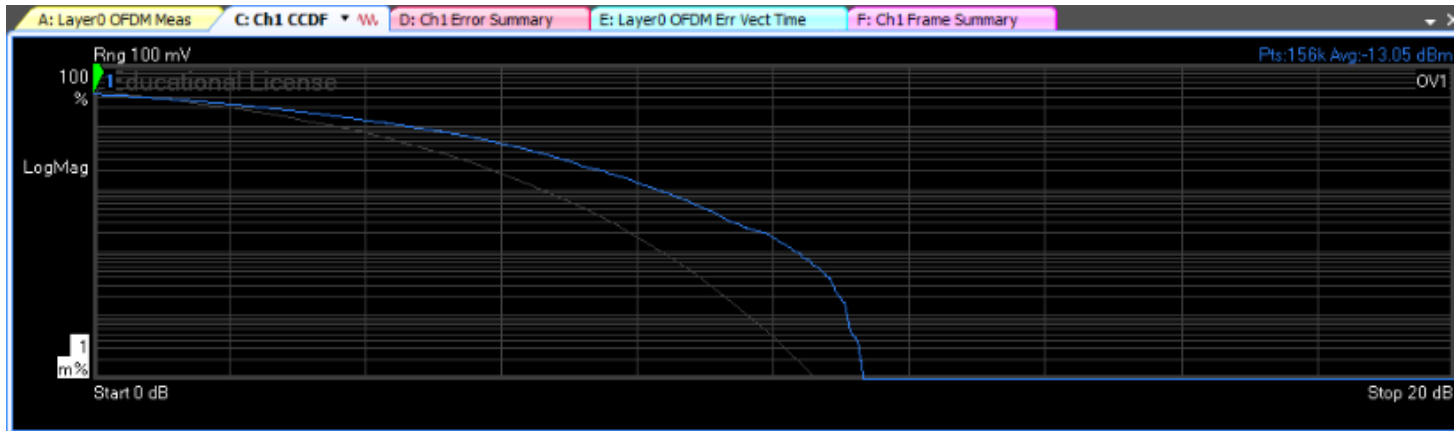
- Πρόγραμμα **Agilent Signal Studio for LTE LTE – Advanced TDD**

Με κατάλληλες ρυθμίσεις δημιουργείται το σήμα

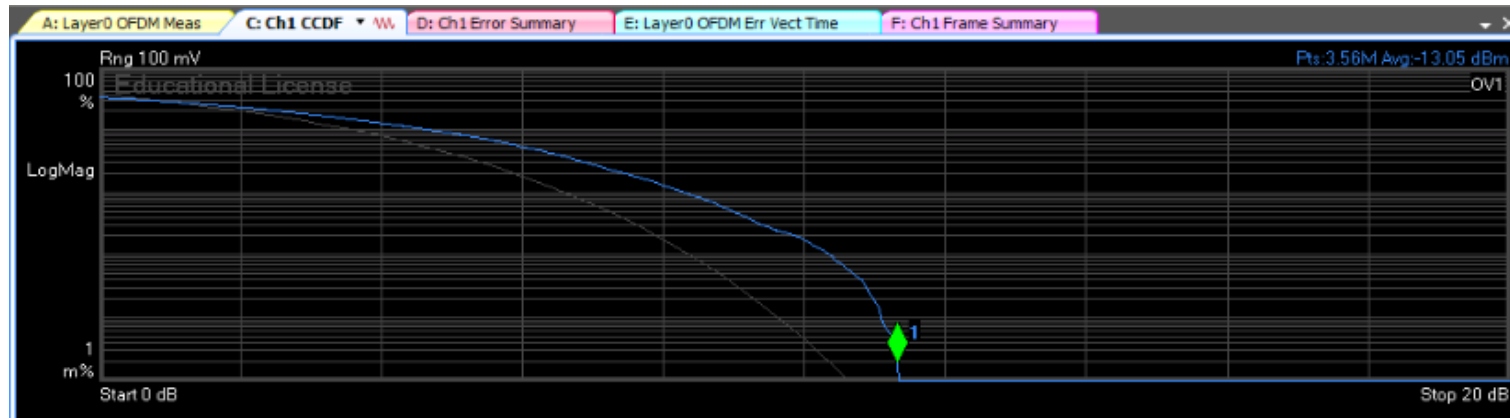
- **Vector Signal Analyzer (VSA 89600a)**

Γίνεται ανάλυση του σήματος για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις

PAPR (Peak to Average Power Ratio)

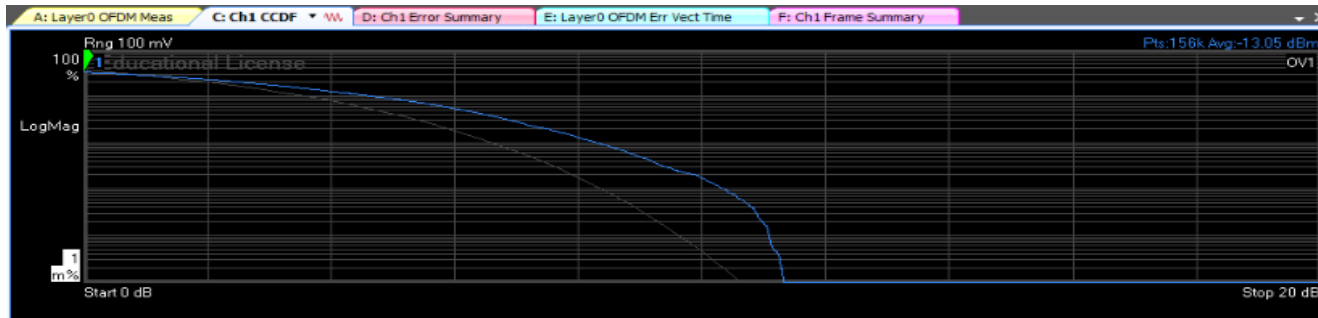


Trace C Mkr 1: 0 dB 33.504

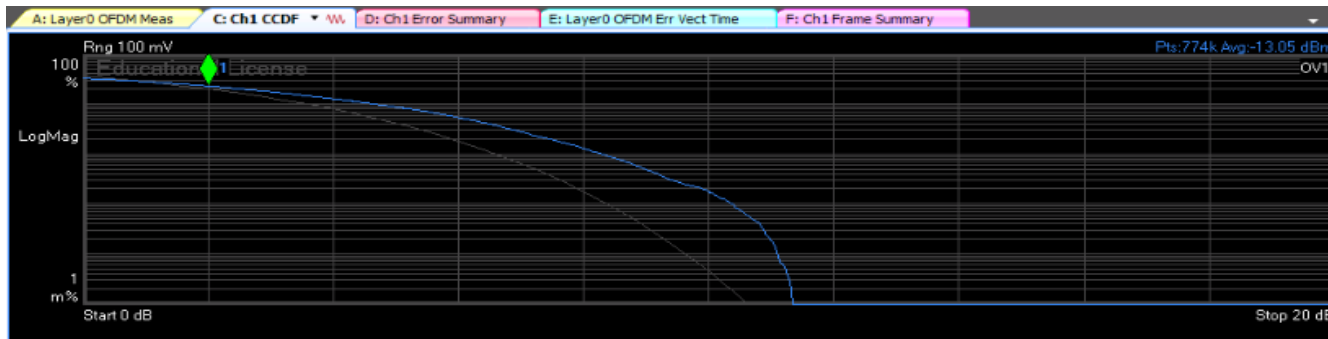


Trace C Mkr 1: 11.32 dB 1.7703 m%

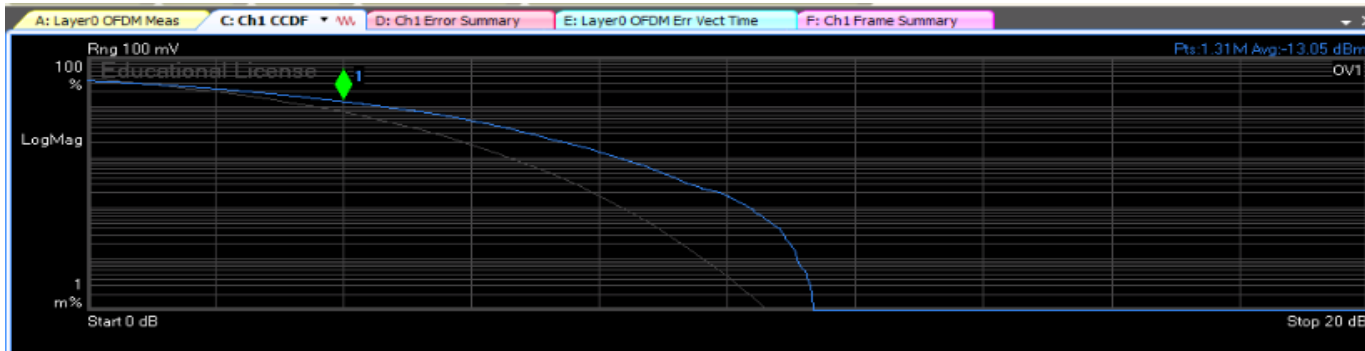
CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function)



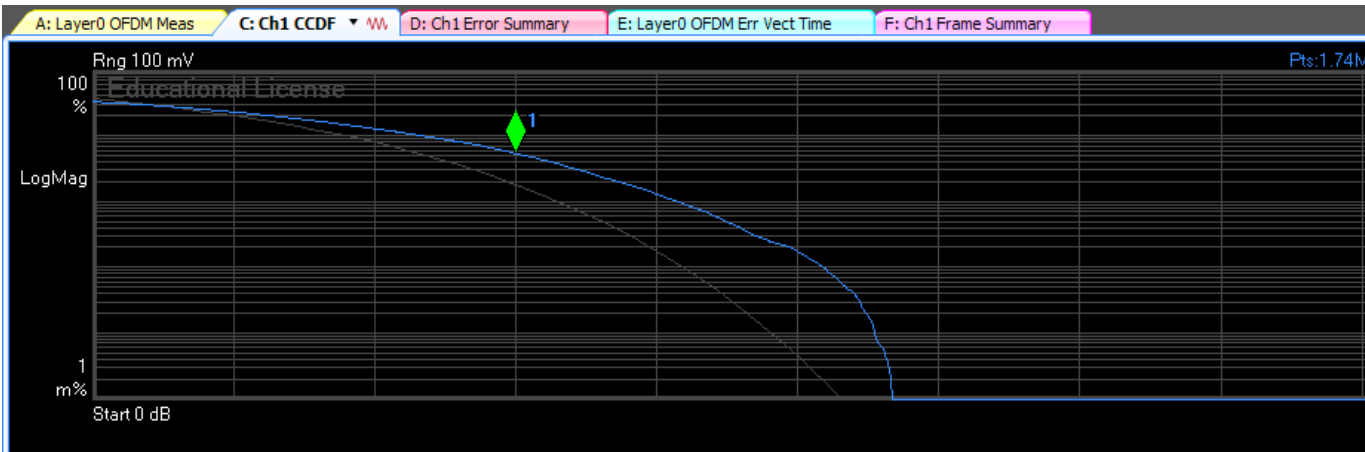
Trace C Mkr 1: 0 dB 33.504 %



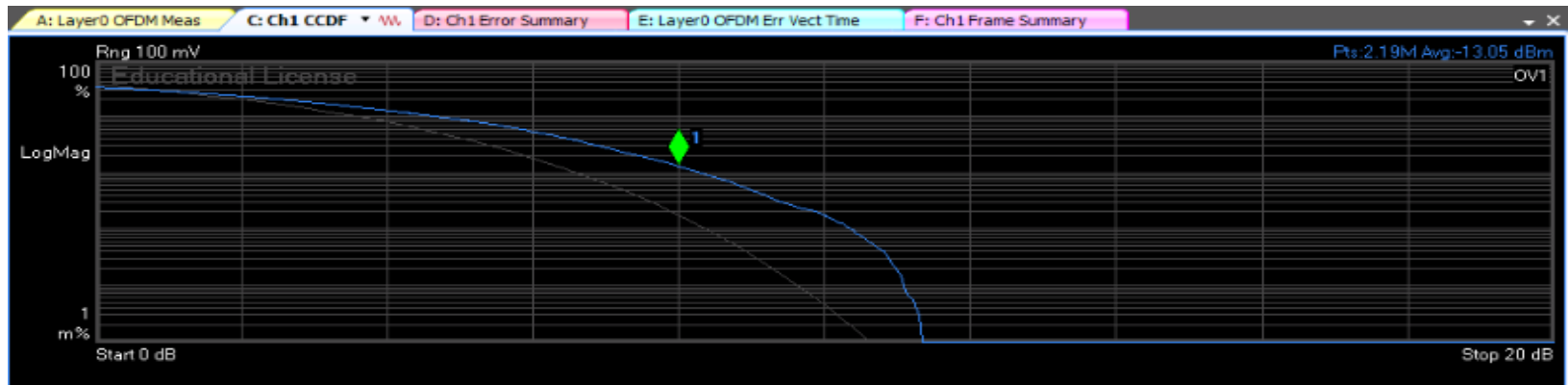
Trace C Mkr 1: 2 dB 23.5494 %



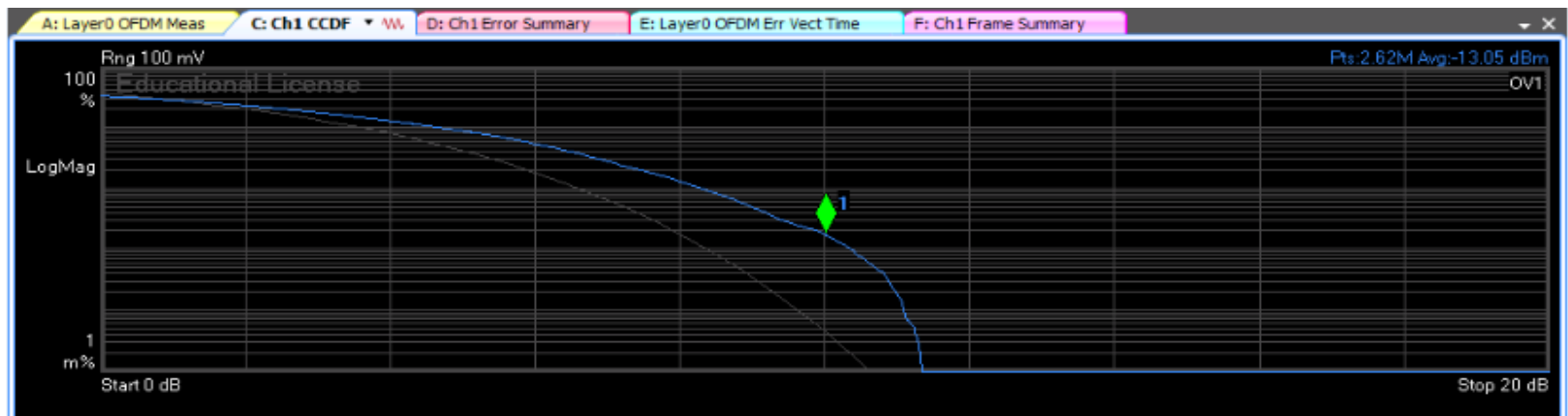
Trace C Mkr 1: 4 dB 13.0051 %



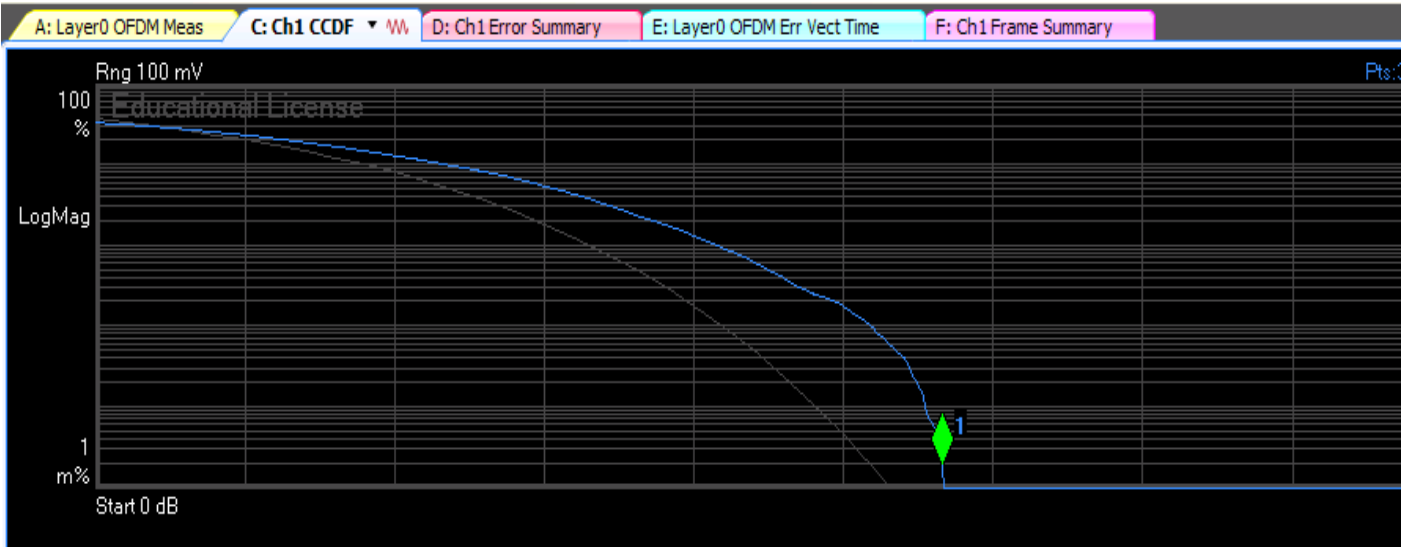
Trace C Mkr 1: 6 dB 5.483 %



Trace C Mkr 1: 8 dB 1.3312 %



Trace C Mkr 1: 10 dB 175.0915 m%



Trace C	Mkr	1:	11.32	dB	1.7703	m%
---------	-----	----	-------	----	--------	----

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Σχετικά με τις τιμές στο γράφημα της μέτρησης CCDF , παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το κατώφλι, τόσο μειώνεται ο αριθμός των κορυφών που βρίσκεται πάνω από αυτό.
- Ανάλογα με το Test Model και το εύρος ζώνης σε κάθε περίπτωση, έχουμε διαφορετικά γραφήματα και αποτελέσματα.

Δυσκολίες που συναντήσαμε...

- Στη σύνδεση των μηχανημάτων
- Στη χρήση των λογισμικών
- Στις ρυθμίσεις των προγραμμάτων

Πως τις αντιμετωπίσαμε...

- Με συχνή επανάληψη των μετρήσεων
- Βελτιώνοντας τη χρήση των ρυθμίσεων στα προγράμματα μέσα από οδηγίες που αποκομίσαμε

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!!!