

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕ ΘΕΜΑ**

**«Μελέτη ενός Δέκτη WiMAX ΙΕΕΕ 802.16e»**

**ΙΩΑΝΝΑ ΧΡΗΣΤΑΚΙΔΟΥ**

**ΑΕΜ:3335**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Δρ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ**



# **ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη ενός δέκτη συστήματος WiMAX (IEEE802.16e) με τη βοήθεια του λογισμικού ADS 2009.**

# **ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Το θεωρητικό μέρος της εργασίας περιλαμβάνει:**

- 1. Την ανάπτυξη του προτύπου IEEE 802.16**
- 2. Τη δομή και τα χαρακτηριστικά ενός WiMAX δικτύου.**
- 3. Την επισκόπηση του φυσικού επιπέδου του WiMAX.**

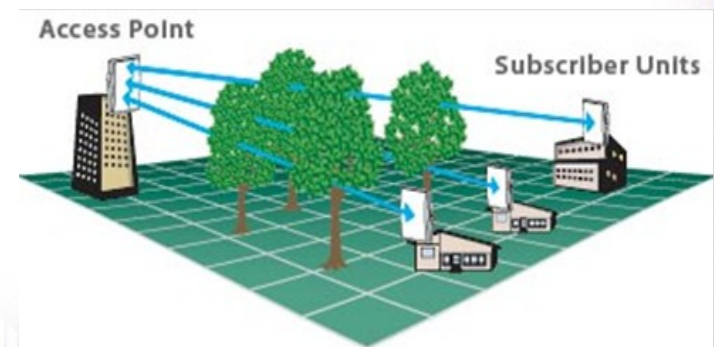
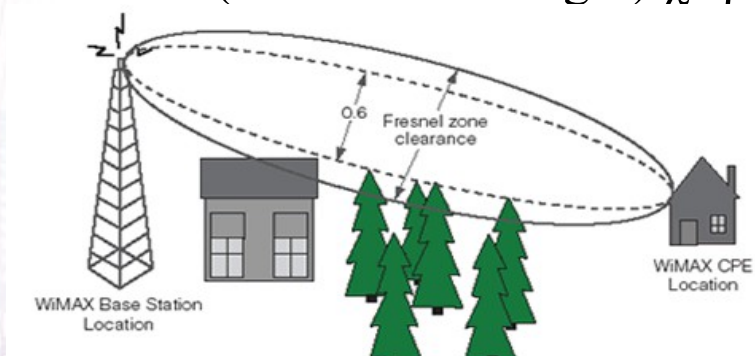
**Το εργαστηριακό μέρος της εργασίας περιλαμβάνει την προσομοίωση του δέκτη με τη βοήθεια του λογισμικού ADS2009. Θα παρουσιάσουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:**

- 1. BER (BIT ERROR RATE) ΡΥΘΜΟΣ ΕΣΦΑΛΜΕΝΩΝ BIT.**
- 2. FER (FRAME ERROR RATE) ΡΥΘΜΟΣ ΕΣΦΑΛΜΕΝΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ στο δέκτη όταν το κανάλι έχει διάλειαση (fading) και έχουμε κίνηση του κινητού με ταχύτητα 5km/h, 20km/h, 60km/h και 120km/h.**

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WiMAX (1/2)

## (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

- Υιοθετήθηκε απο την IEEE το 2001.
- Λειτουργεί σε μια ευρεία περιοχή συχνοτήτων απο 2 έως 66 GHz.
- Αποτελείται απο ένα σταθμό βάσης και το σταθμό του συνδρομητή.
- Παρέχει ρυθμούς μετάδοσης που αγγίζουν τα 70 Mbps στον αέρα και κάλυψη που μπορεί να φτάσει τα 50km σε περίπτωση επικοινωνίας σημείου προς σημείο (οπτική επαφή).
- Παρέχει δύο τρόπους ασύρματης υπηρεσίας:
  1. LOS (Line Of Sight) με οπτική επαφή (εικόνα 1).
  2. NLOS (Non Line Of Sight) χωρίς οπτική επαφή (εικόνα 2).

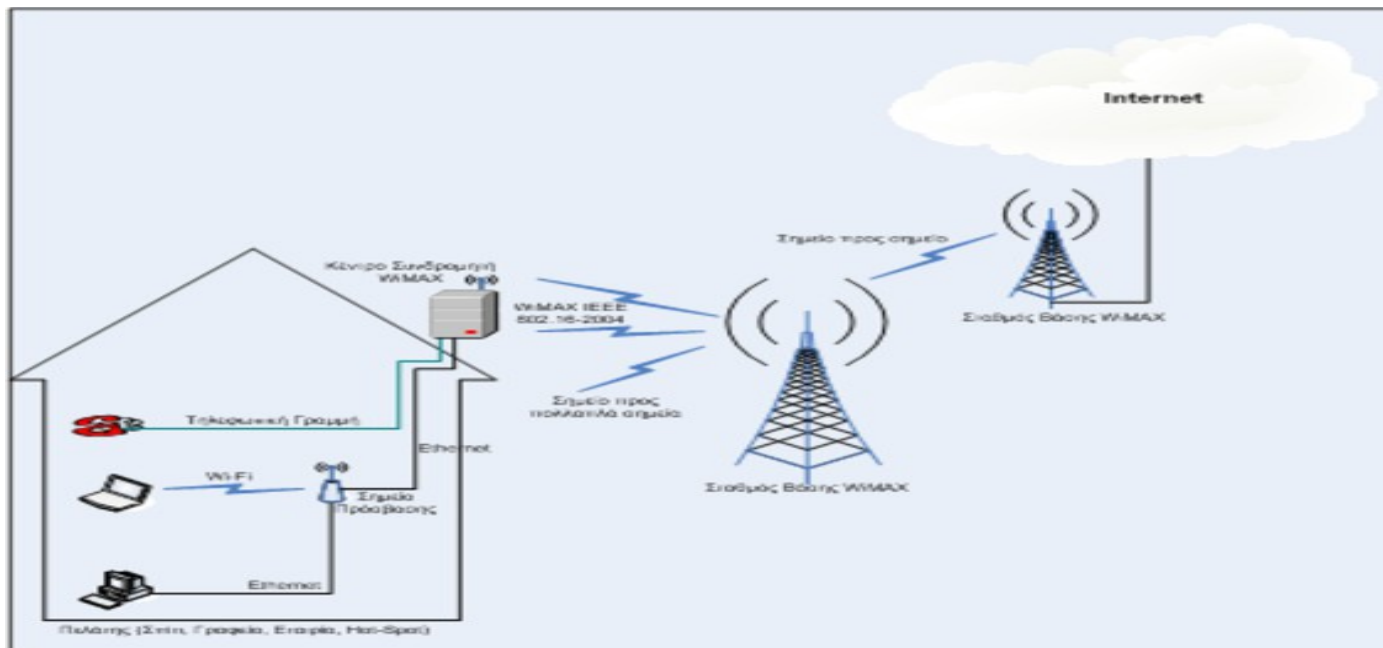


Σέρρες Οκτώβριος 2017

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WiMAX(2/2)

## (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

- Παρέχει δυνατότητα επικοινωνίας σημείου προς σημείο (Point to Point), όταν το WiMAX χρησιμοποιείται ως «δίκτυο κορμού» και δυνατότητα επικοινωνίας σημείου προς πολλαπλά σημεία (Point To Multipoint), όταν χρησιμοποιείται ως «δίκτυο πρόσβασης».



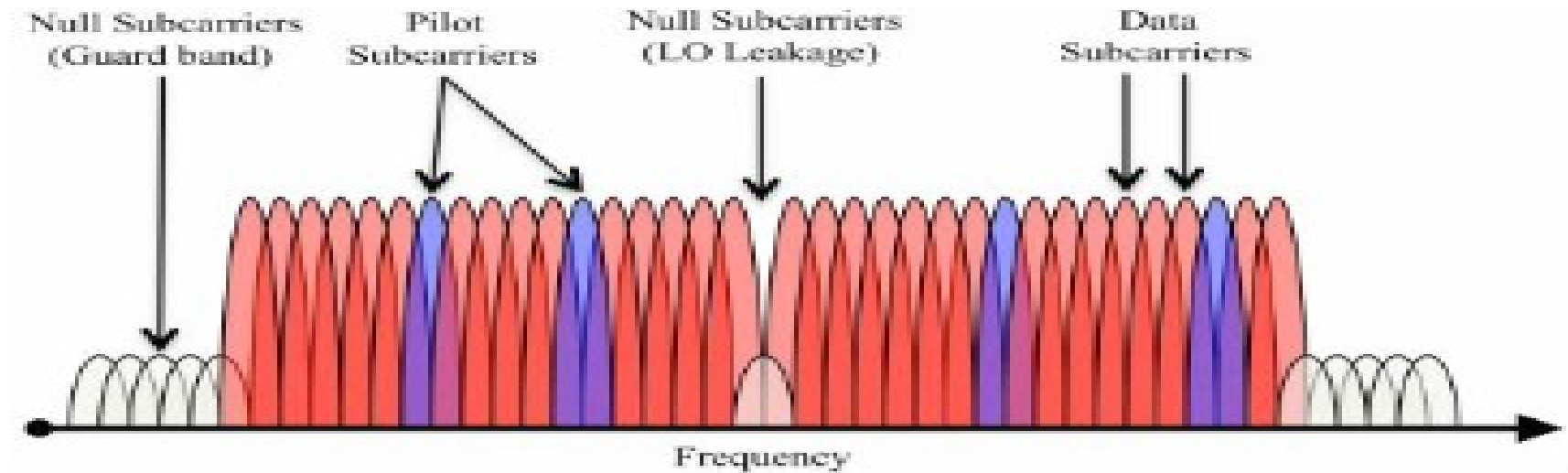
# ΠΡΟΤΥΠΑ WiMAX IEEE802.16e

## IEEE 802.16e

- Το 2005 εκδόθηκε το πρότυπο IEEE 802.16e το **κινητό WiMAX** .
- Παγιώνεται η χρήση της πολυπλεξίας με ορθογώνια διαίρεση συχνότητας (OFDM) για βελτιωμένη απόδοση σε περιβάλλον μη οπτικής επαφής (NLOS) με πολυδιαδρομική διάδοση (multipath propagation).
- Ένας κινητός χρήστης μπορεί να συνεχίσει να εξυπηρετείται από το δίκτυο ακόμα και όταν κινείται με ταχύτητες οι οποίες προσεγγίζουν τα 120 km/h.
- Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης που υποστηρίζεται στην κάτω ζεύξη (downlink) μπορεί να φτάσει τα 63 Mbps και uplink έως 28 Mbps σε κανάλι εύρους 10 MHz.

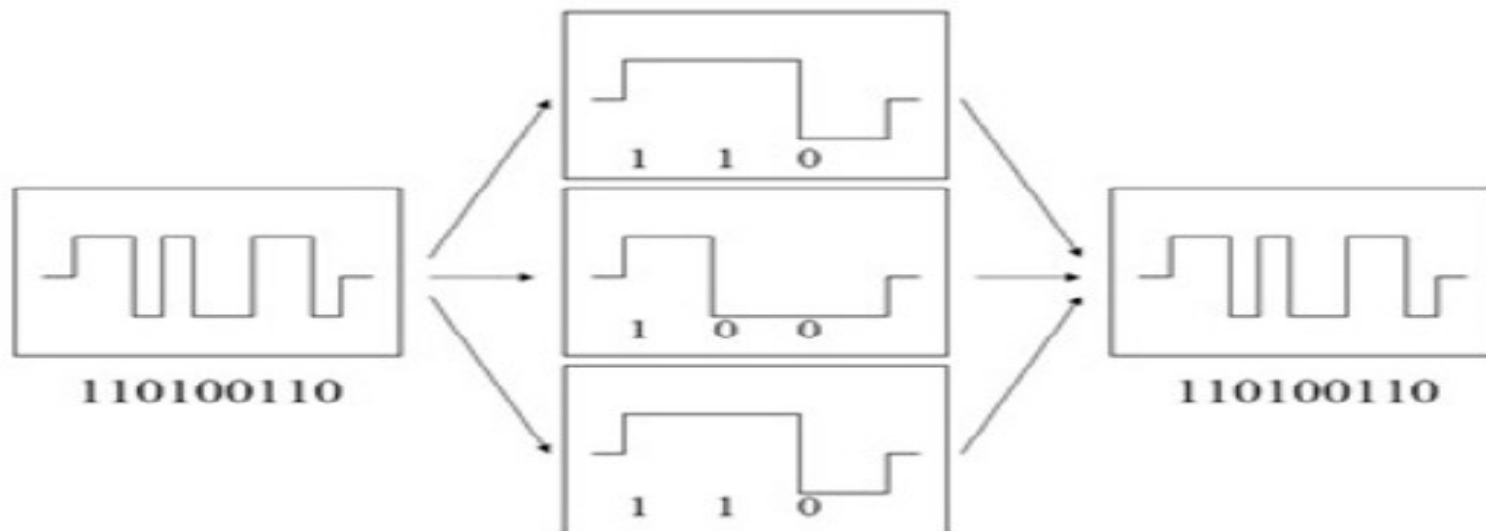
# ΦΥΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ WiMAX-OFDM(1/3)

- Χρησιμοποιεί OFDM η οποία είναι κατάλληλη για συνθήκες NLOS.
- Χωρίζει το διαθέσιμο φάσμα του καναλιού σε περισσότερα υποκανάλια.
- Στέλνει ταυτόχρονα πολλά διαμορφωμένα ραδιοσήματα στις διπλανές συχνότητες.
- Το πλάτος της κεντρικής συχνότητας του κάθε υποκαναλιού συμπίπτει με το μηδενικό πλάτος των άλλων γειτονικών υποκαναλιών.



# ΦΥΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ WIMAX-OFDM(2/3)

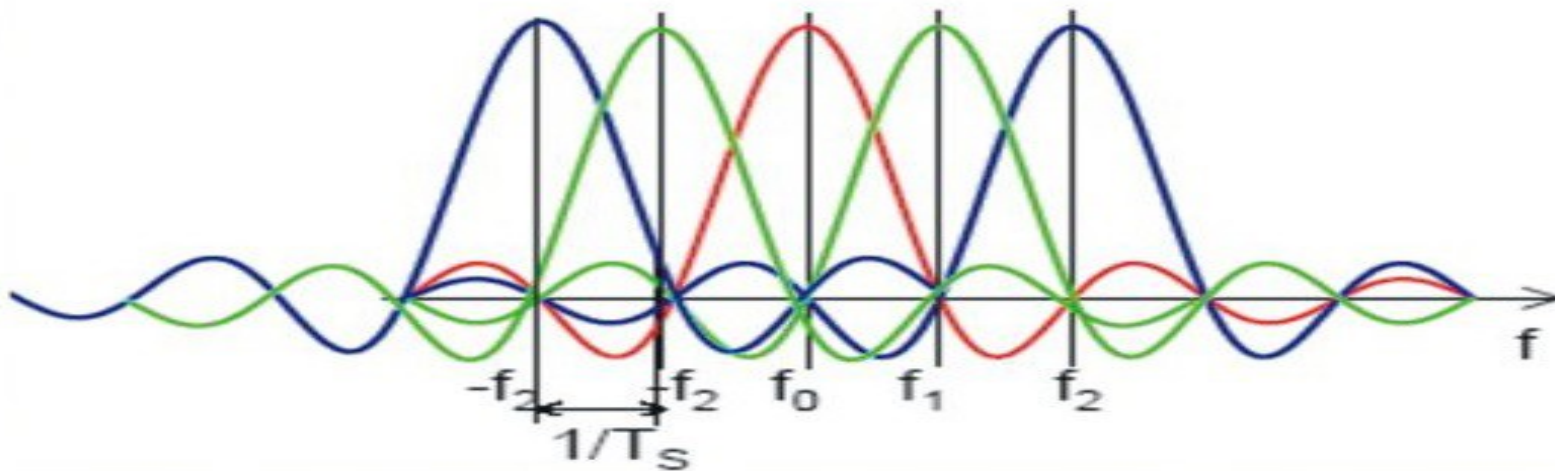
- Μικρά κομμάτια πληροφορίας μεταδίδονται σε διαφορετικά υποκανάλια δηλαδή χωρίζει το προς μετάδοση μήνυμα σε τμήματα, αντί όλη η πληροφορία να μεταδίδεται σε ένα βασικό κανάλι.





# ΦΥΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ WIMAX-OFDM(3/3)

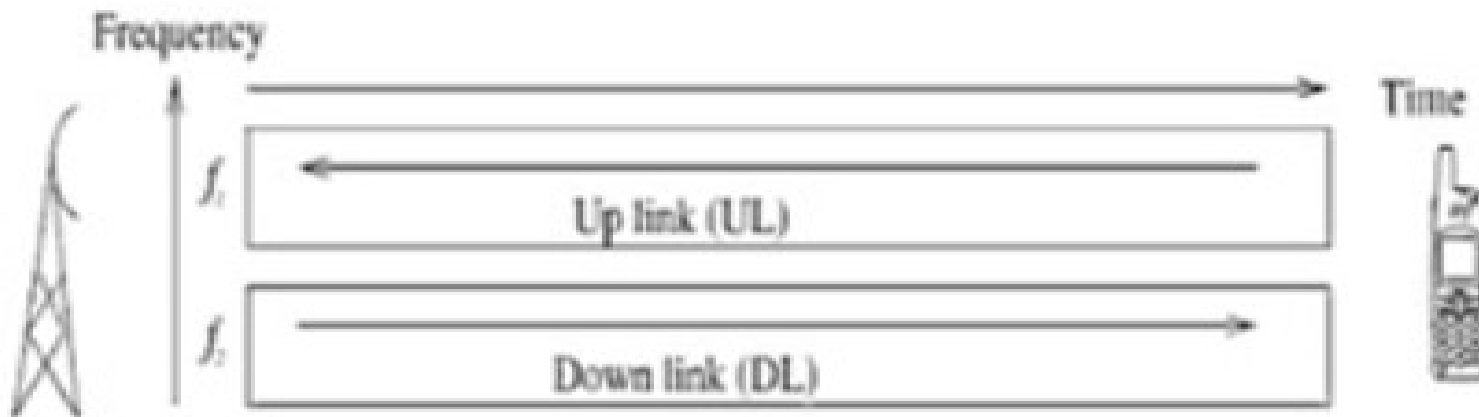
- Τα κανάλια της OFDM είναι ορθογώνια μεταξύ τους , έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν θα παρεμβάλλονται το ένα στο άλλο.
- Τα δεδομένα μεταφέρονται παράλληλα αντι να εκπέμπονται σειριακά , ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τρόποι διαμόρφωσης.
- Έχει μεγάλη αντοχή σε περιβάλλον όπου το σήμα εξασθενεί.



# ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΜΦΙΔΡΟΜΗΣΗΣ

## FDD

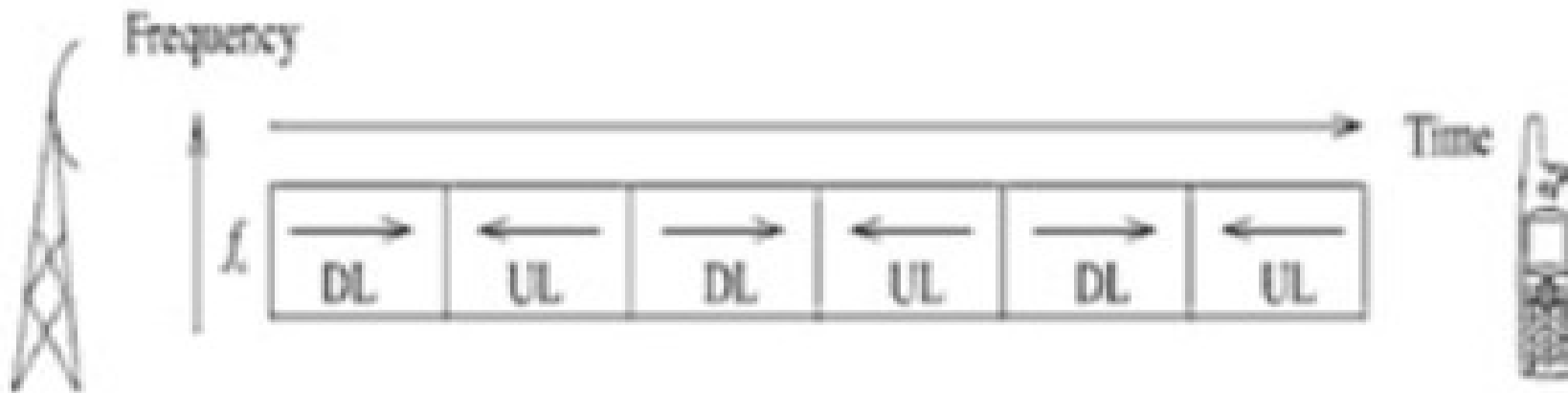
- **Αμφιδρόμηση με διαίρεση συχνότητας (FDD):** Ο πομπός και ο δέκτης λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες του φέροντος.
- Ο σταθμός πρέπει να μπορεί να στέλνει και να λαμβάνει μια μετάδοση ταυτόχρονα. Χρησιμοποιείται άλλο υποκανάλι για uplink και άλλο για downlink.



FDD Operation

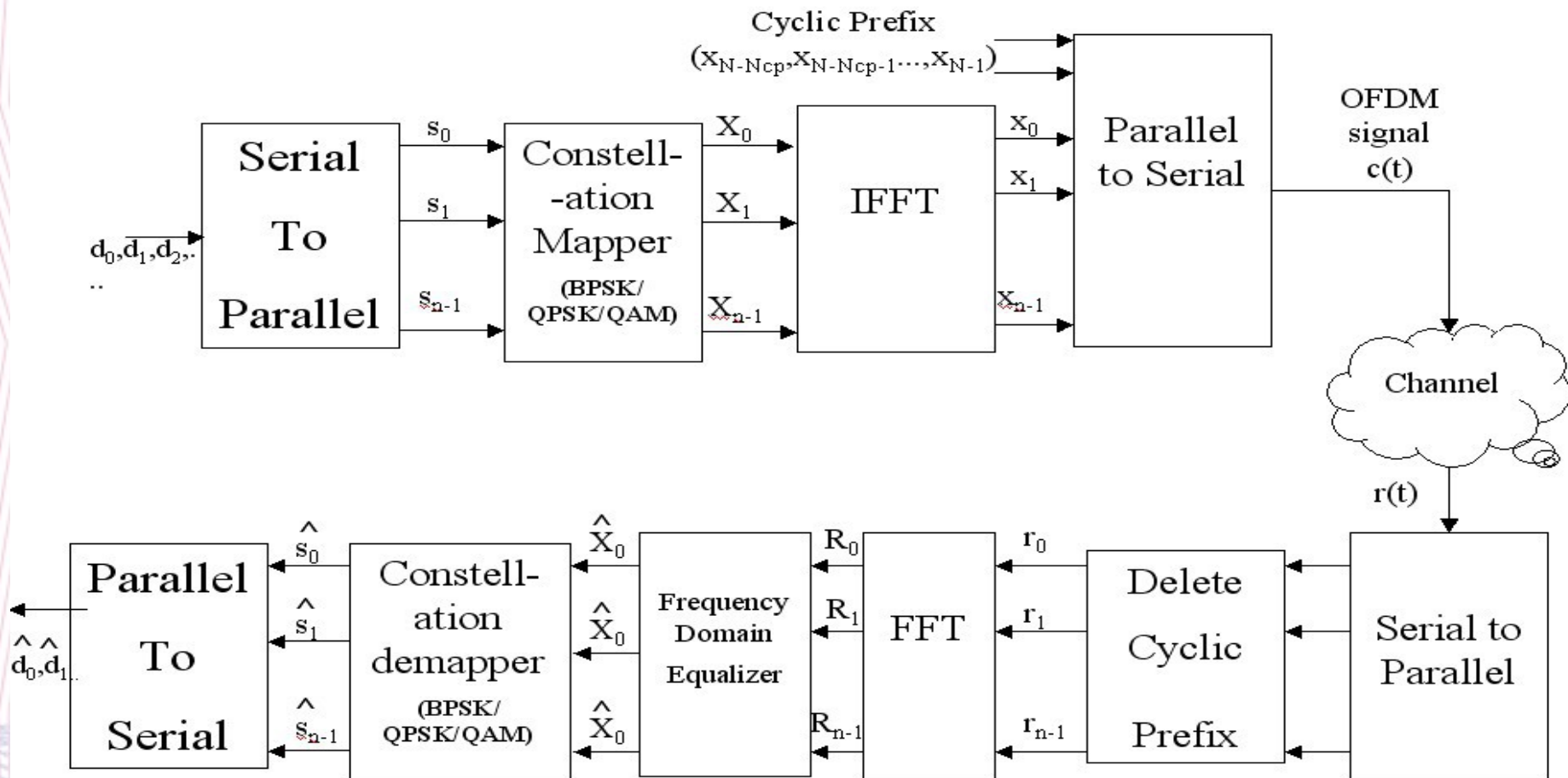
# ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΜΦΙΔΡΟΜΗΣΗΣ TDD

**Αμφιδρόμηση με διαίρεση χρόνου (TDD):** Ο πομπός και ο δέκτης λειτουργούν στην ίδια συχνότητα. Χρησιμοποιείται το ίδιο υποκανάλι και για uplink και για downlink.



TDD Operation

# BLOCK ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΟΜΠΟΥ ΔΕΚΤΗ OFDM ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



# Γενικό διάγραμμα ροής της προσομοίωσης

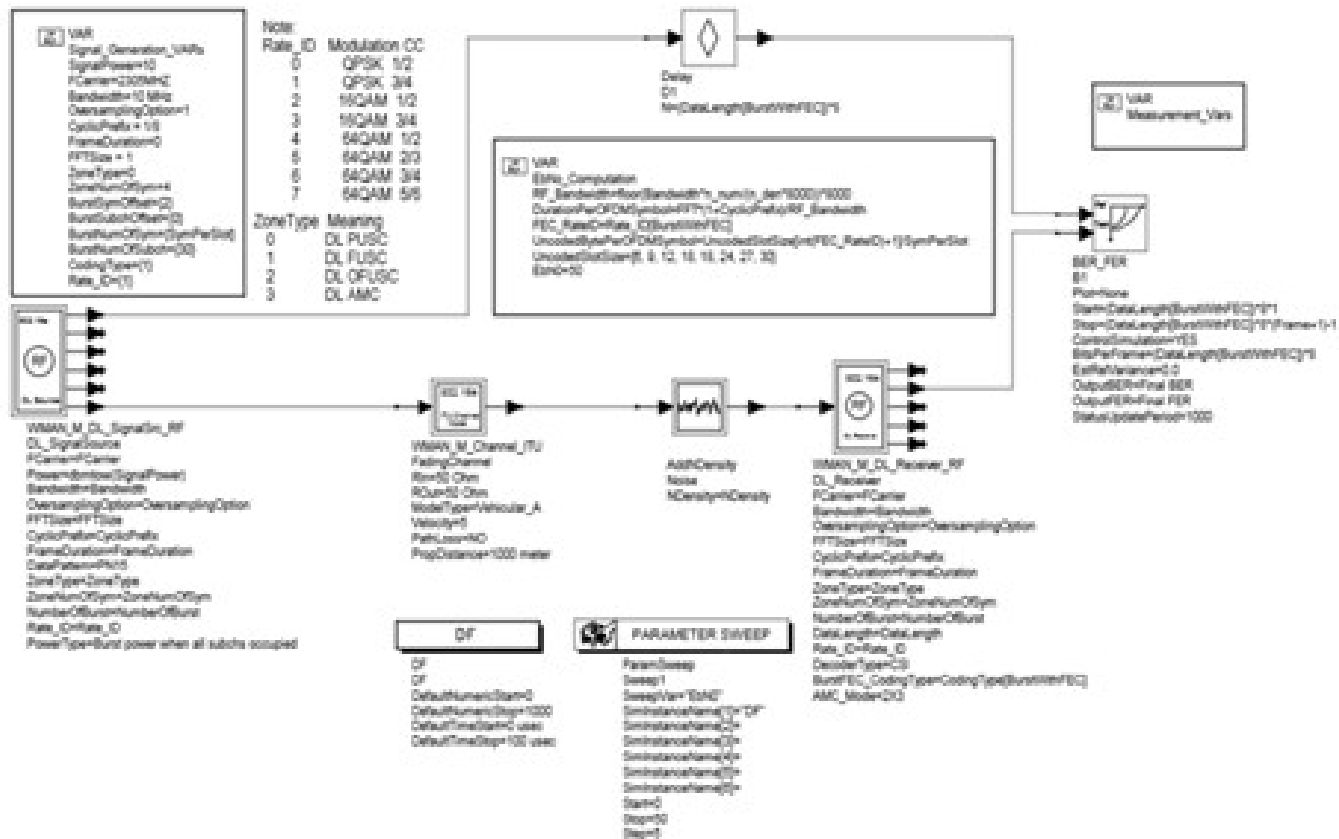
WMAN\_OFDMA\_DL\_Fading\_BER.dsn



Push into Info to see the information

WMAN\_OFDMA\_DL\_Fading\_BER\_Info  
Information

WMAN OFDMA: Downlink BER and PER Measurement on Fading Channel

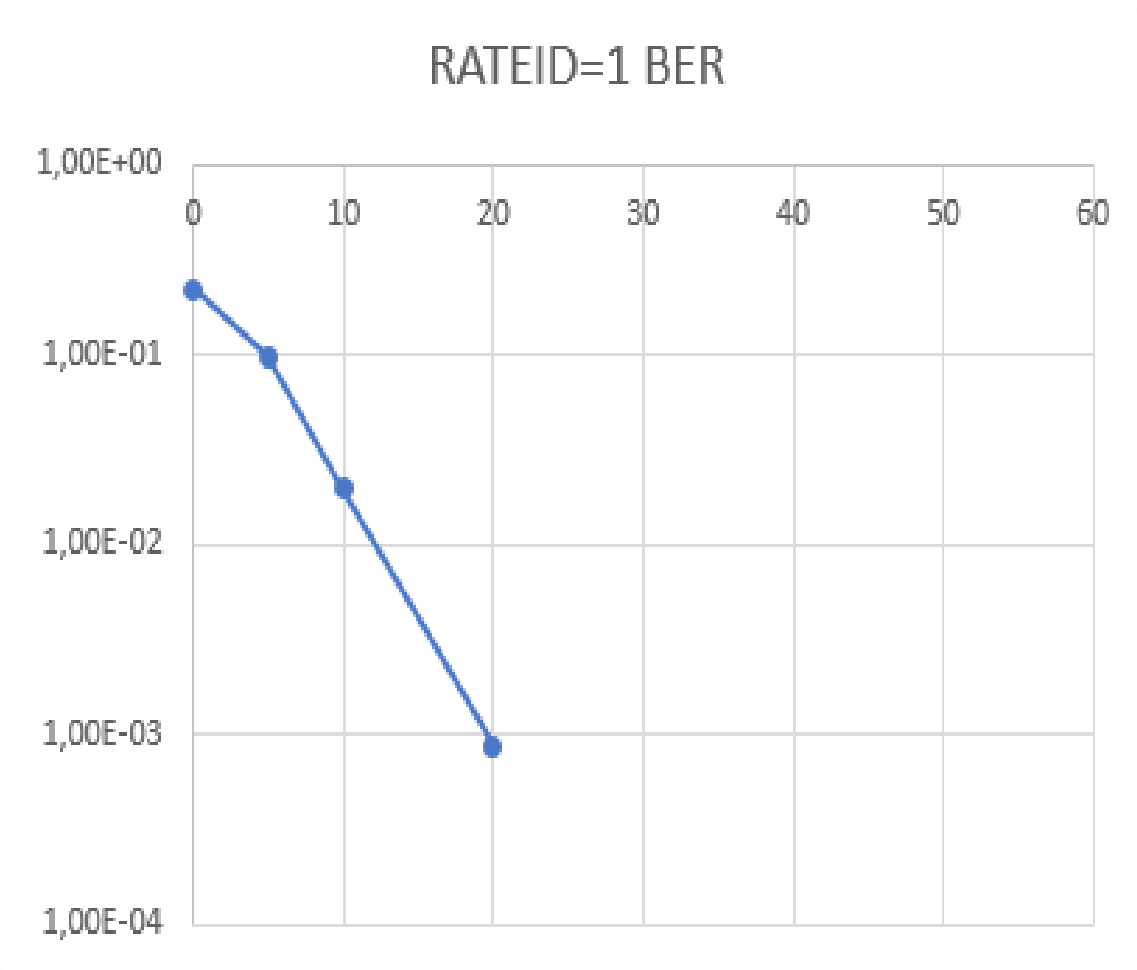


# Παράμετροι προσομοίωσης

- RATEID 1=QPSK 3/4
- RATEID 2=16-QAM 1/2
- RATEID 3=16-QAM 3/4
- RATEID 4=64-QAM 1/2
- RATEID 5=64-QAM 2/3

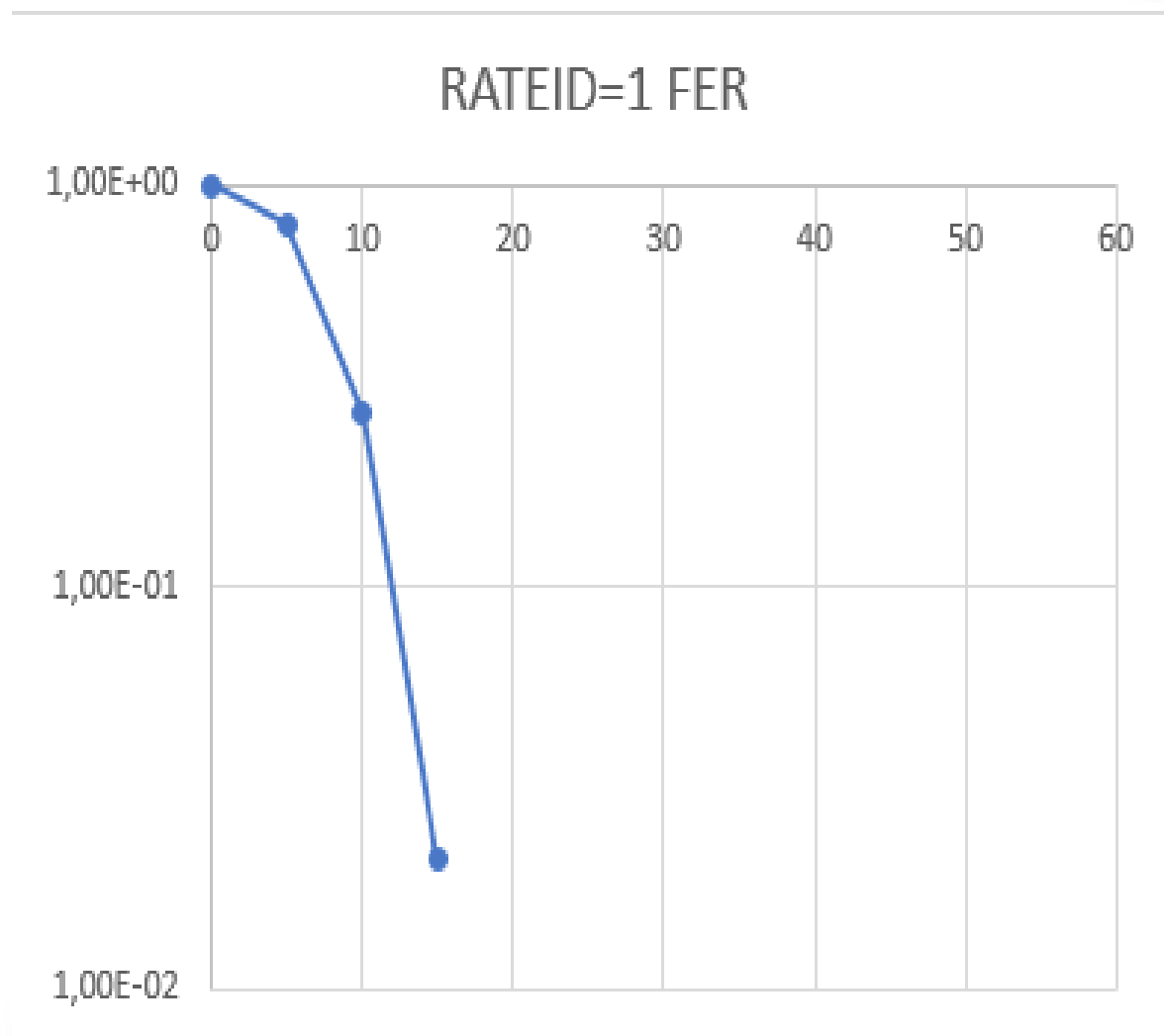
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ BER ΓΙΑ RATEID=1 ΑΡΑ  
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QPSK  $\frac{3}{4}$ , ΤΑΧΥΤΗΤΑ 5 km/h ΚΑΙ  
ΛΟΓΟ  $E_b/N_0$  ΑΠΟ 0 – 50 dB.**

BER DF EbN0	RATEID=1 BER
0	0,22327
5	0,09966
10	0,0198
15	0,00088125
20	0
25	0
30	0
35	0
40	0
45	0
50	0



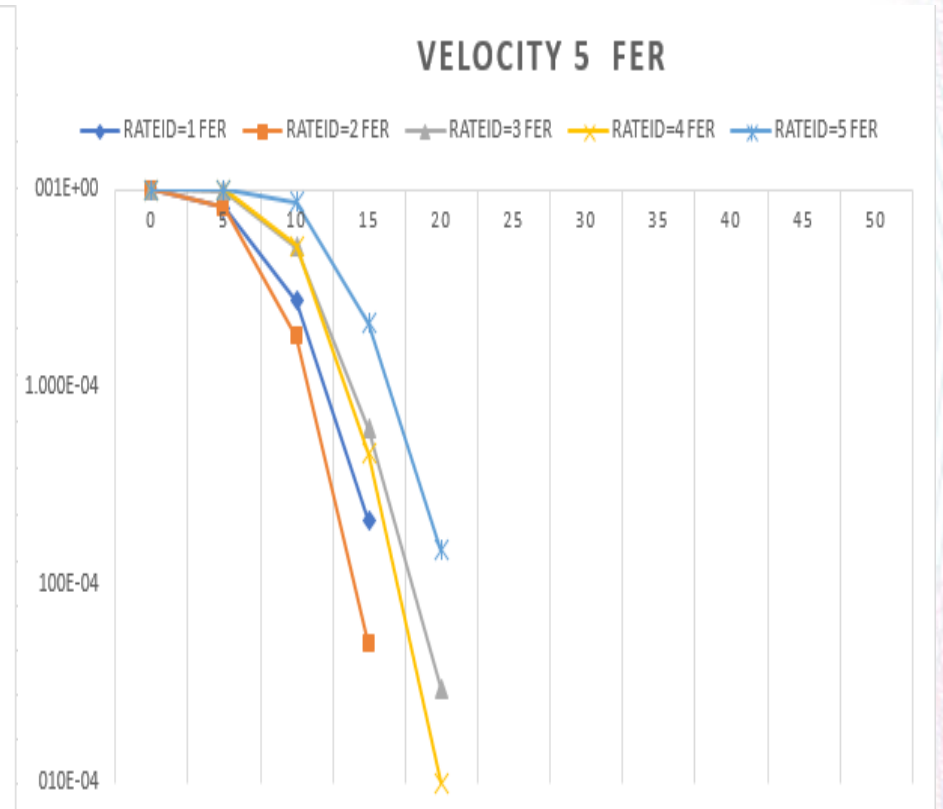
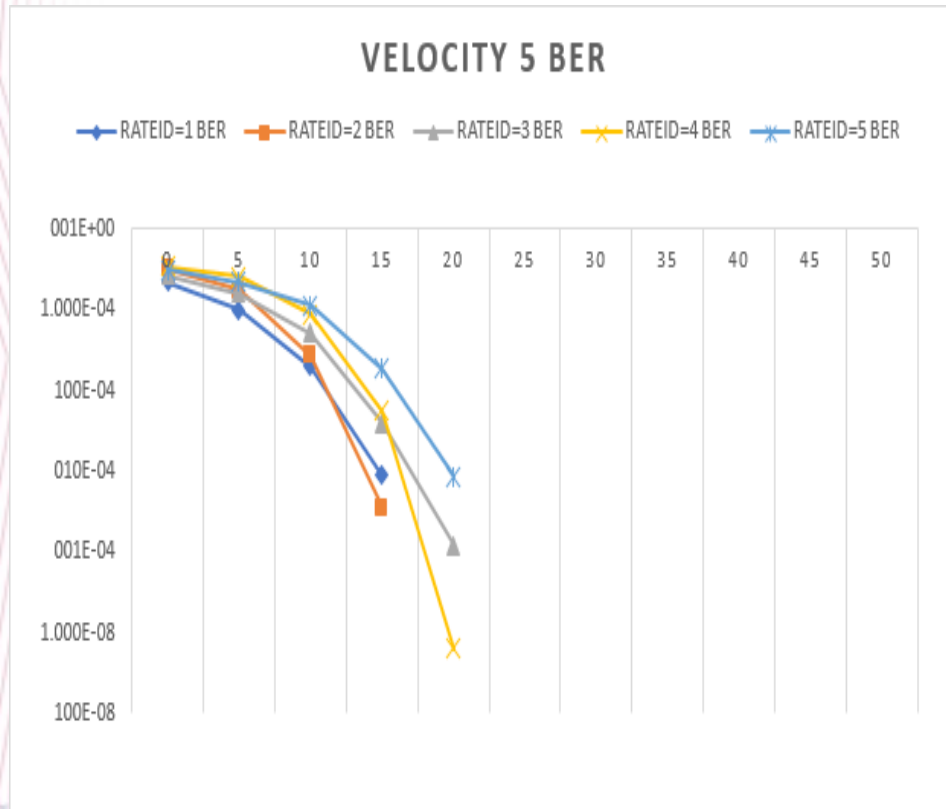
# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ FER ΓΙΑ RATEID=1 ΑΡΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QPSK 3/4, ΤΑΧΥΤΗΤΑ 5 km/h ΚΑΙ ΛΟΓΟ $E_b/N_0$ ΑΠΟ 0 – 50 dB.

FER DF EbN0	RATEID=1 FER
0	1
5	0,807
10	0,272
15	0,021
20	0
25	0
30	0
35	0
40	0
45	0
50	0



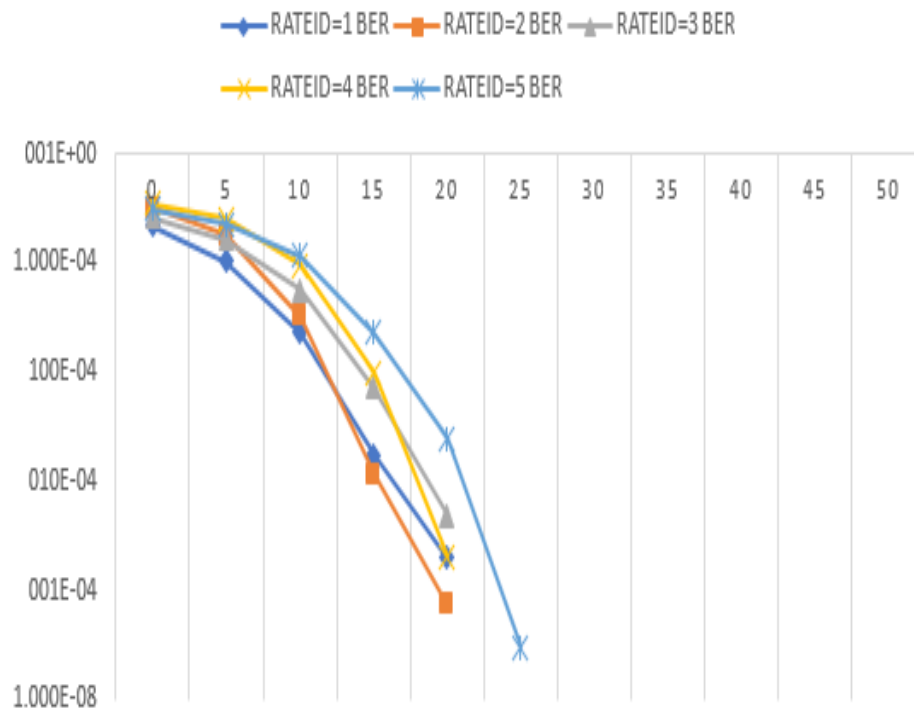


# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER & FER ΓΙΑ RATE ID 1-5 ΚΑΙ VELOCITY 5km/h.

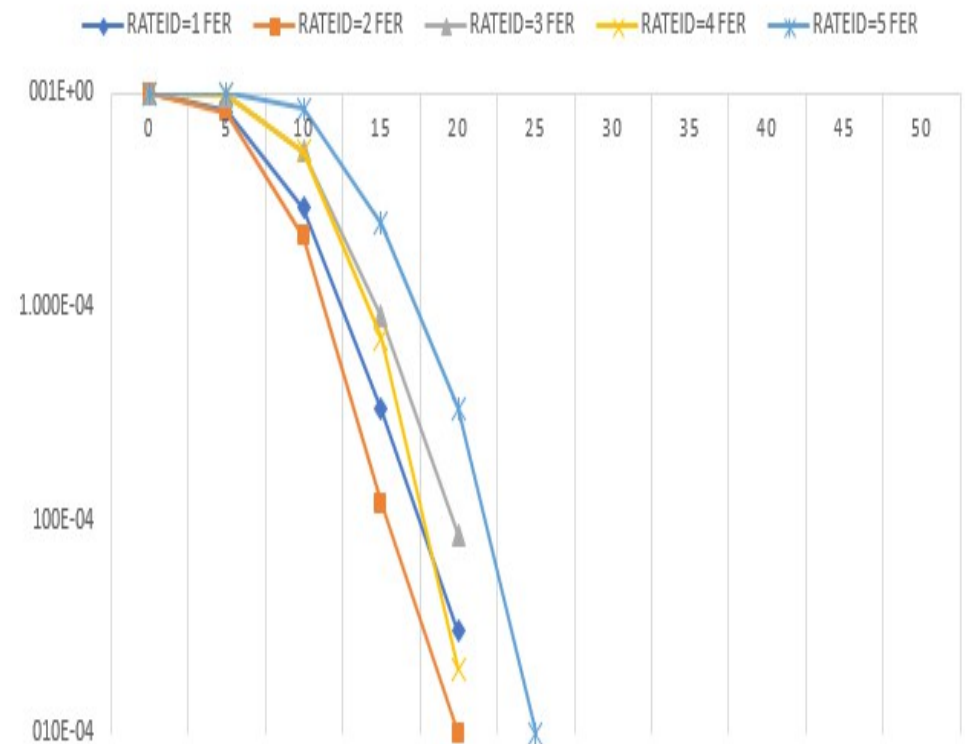


# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER & FER ΓΙΑ RATE ID 1-5 ΚΑΙ VELOCITY 20km/h.

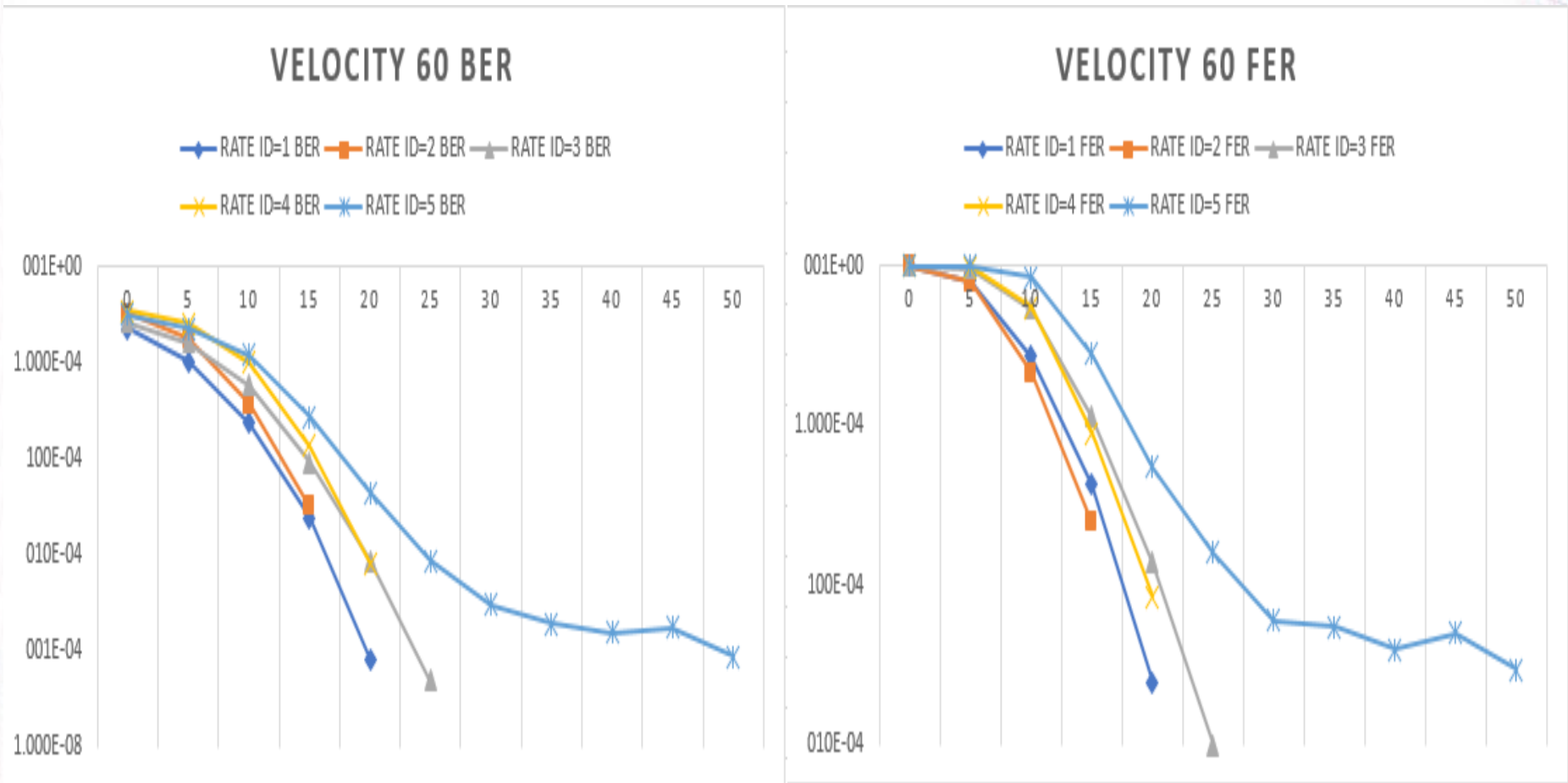
## VELOCITY 20 BER



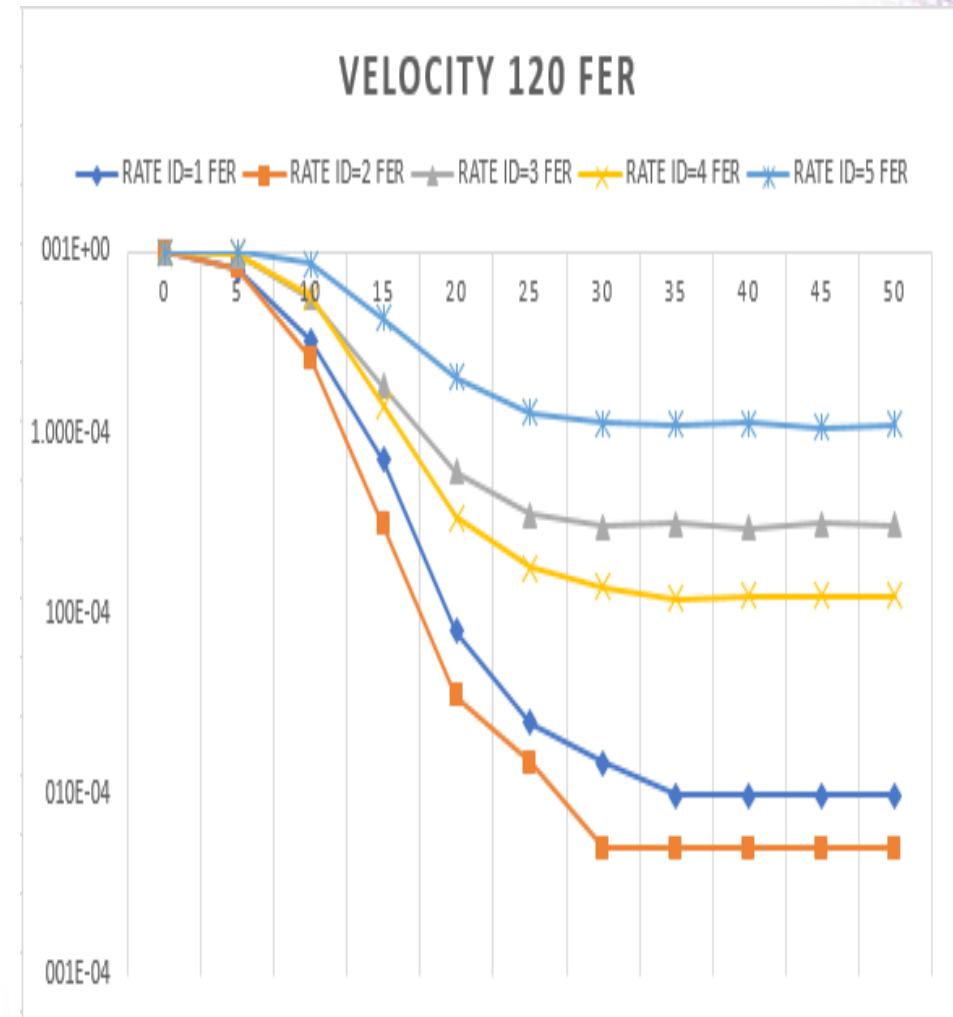
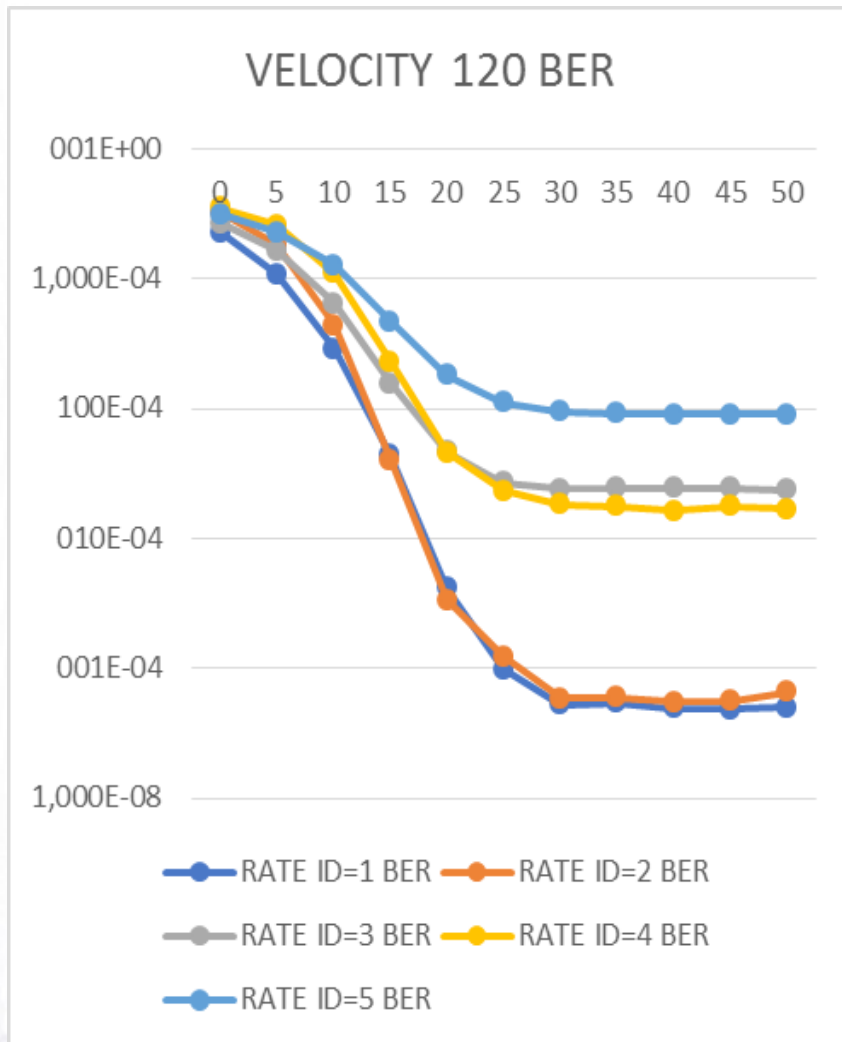
## VELOCITY 20 FER



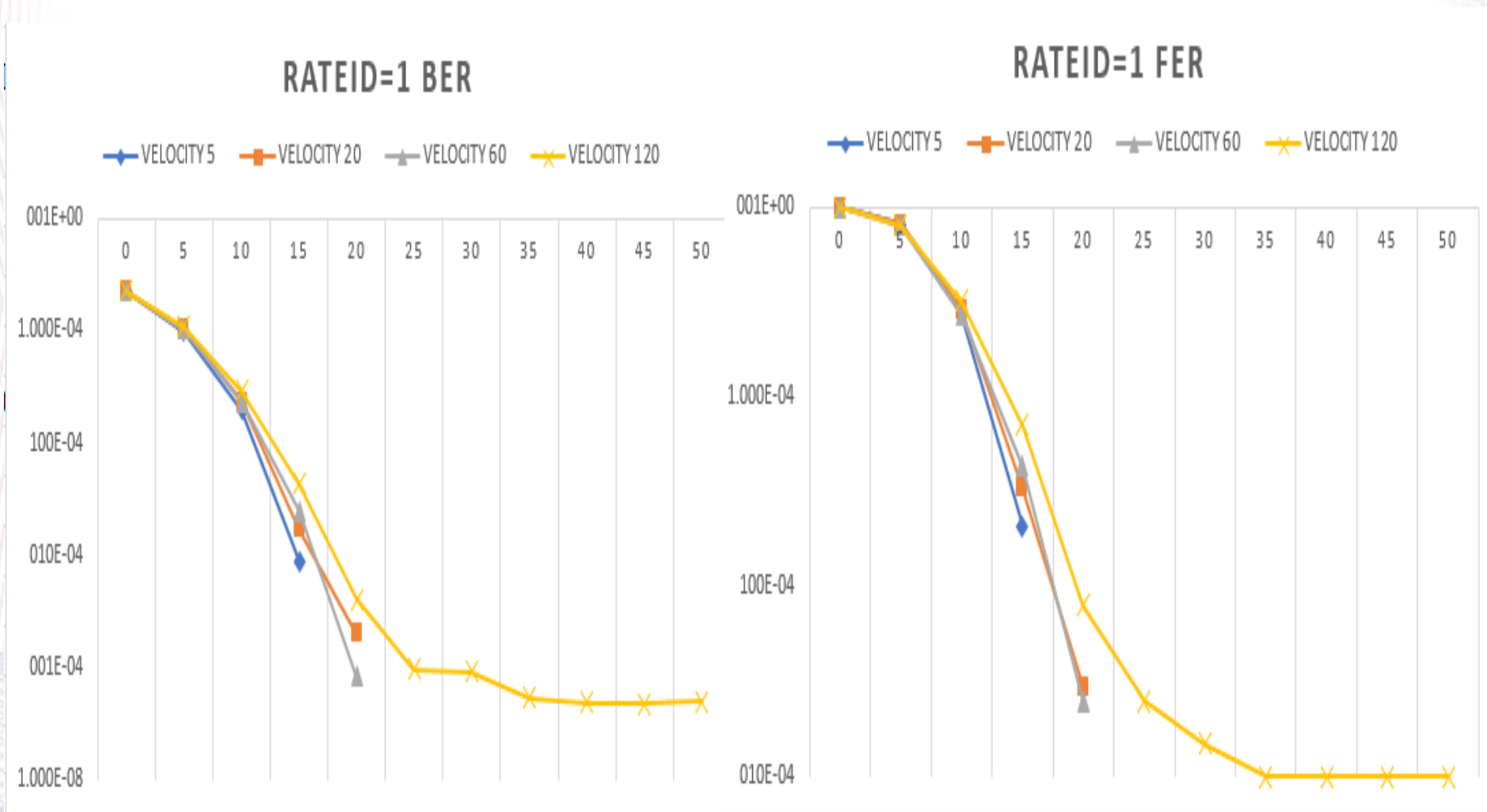
# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER & FER ΓΙΑ RATE ID 1-5 ΚΑΙ VELOCITY 60km/h.



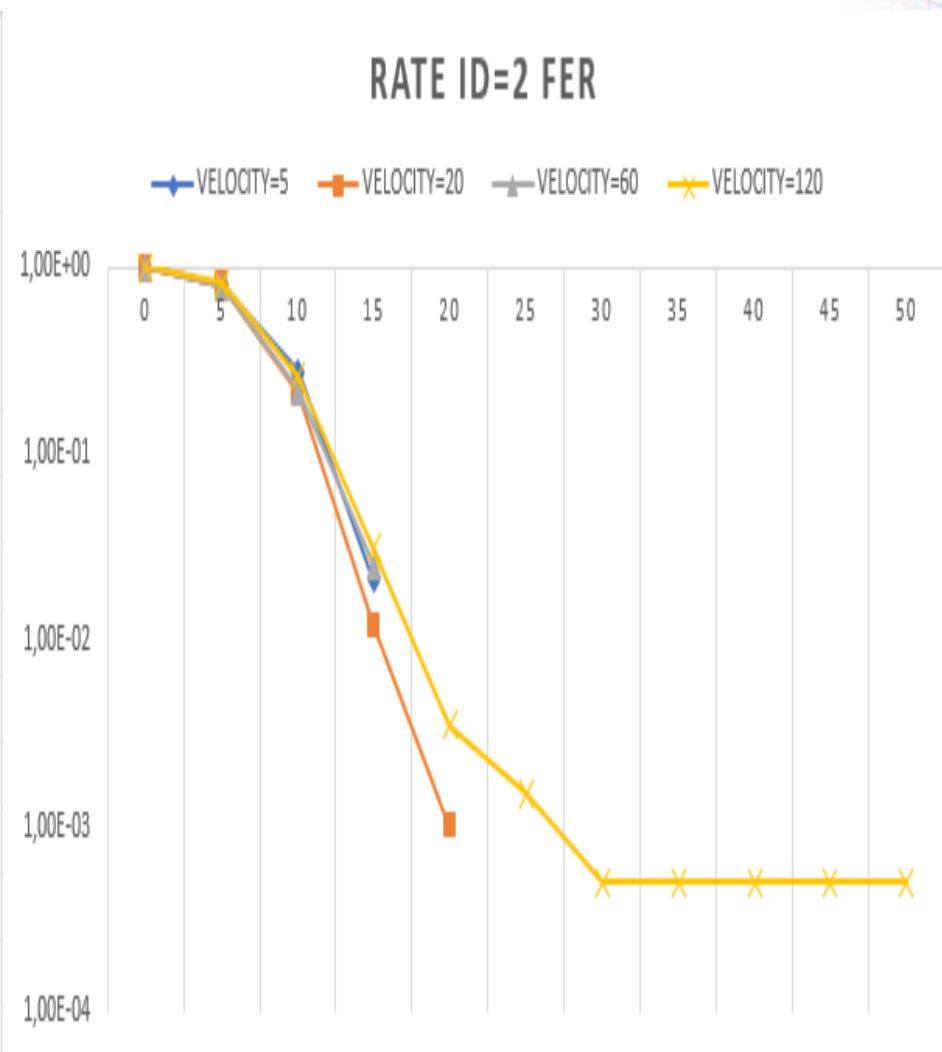
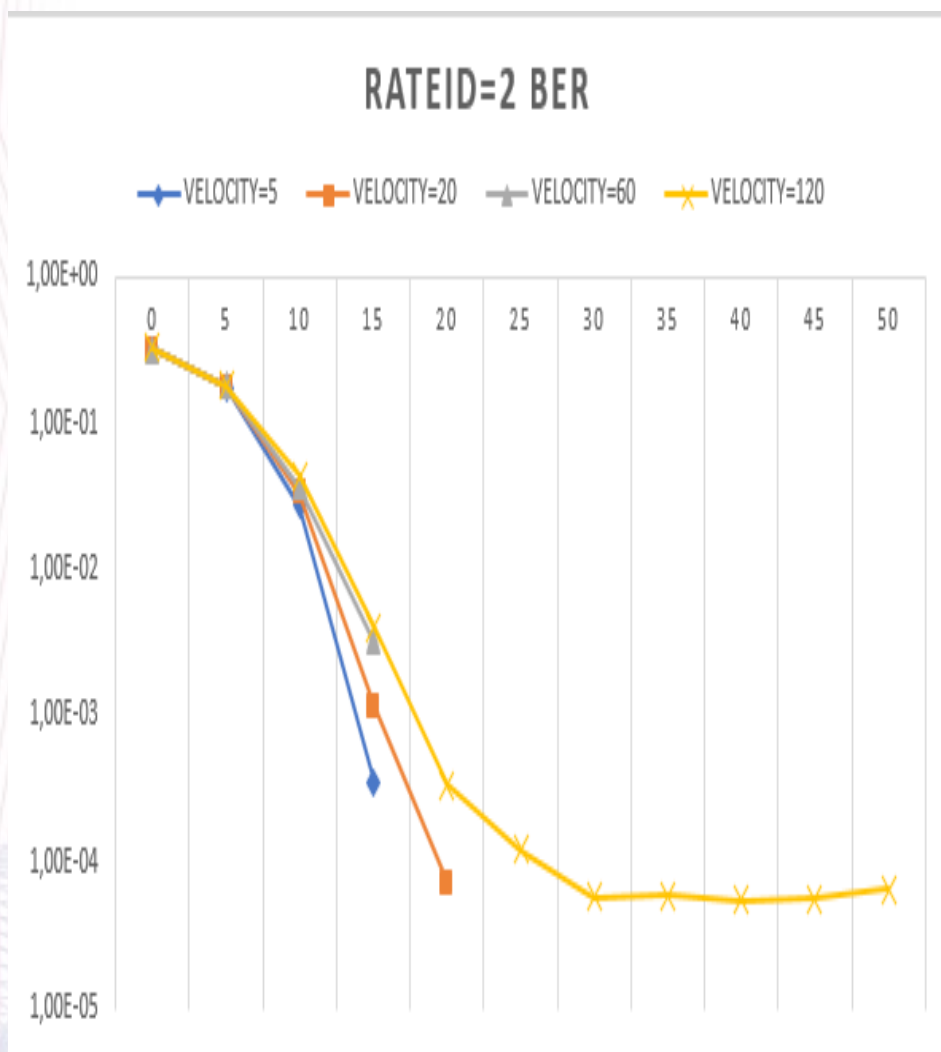
# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER & FER ΓΙΑ RATE ID 1-5 ΚΑΙ VELOCITY 120km/h.



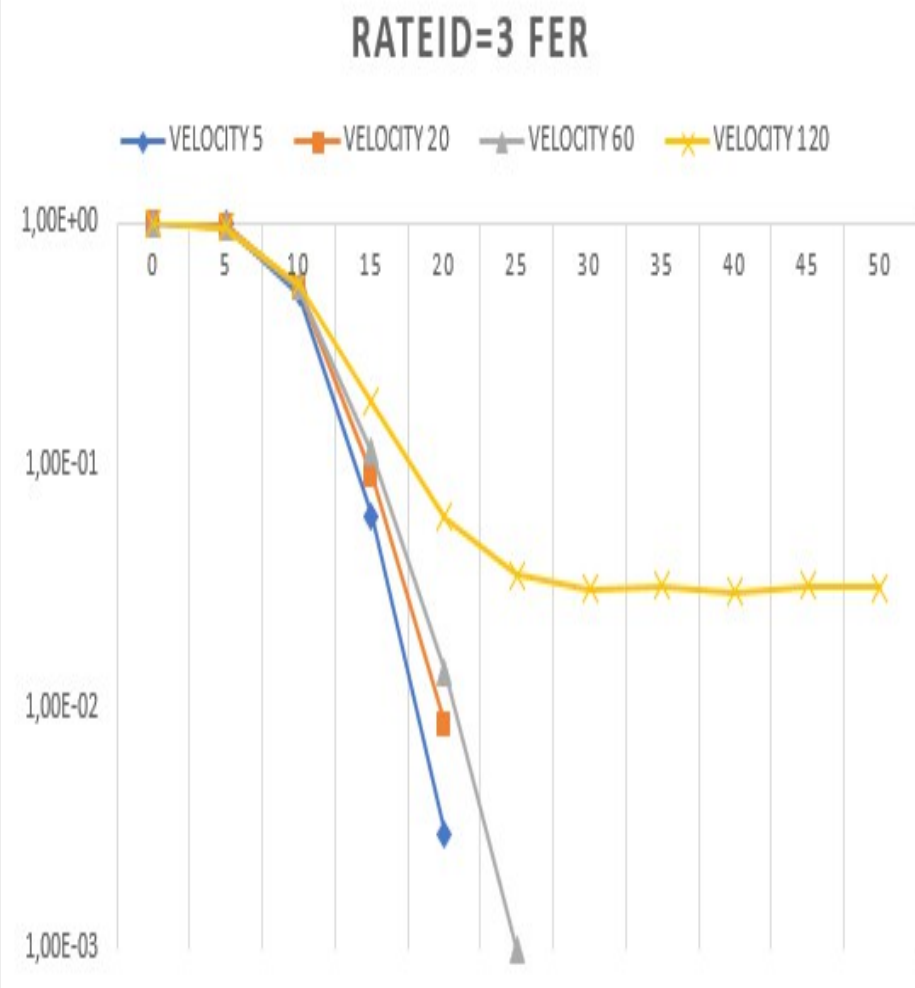
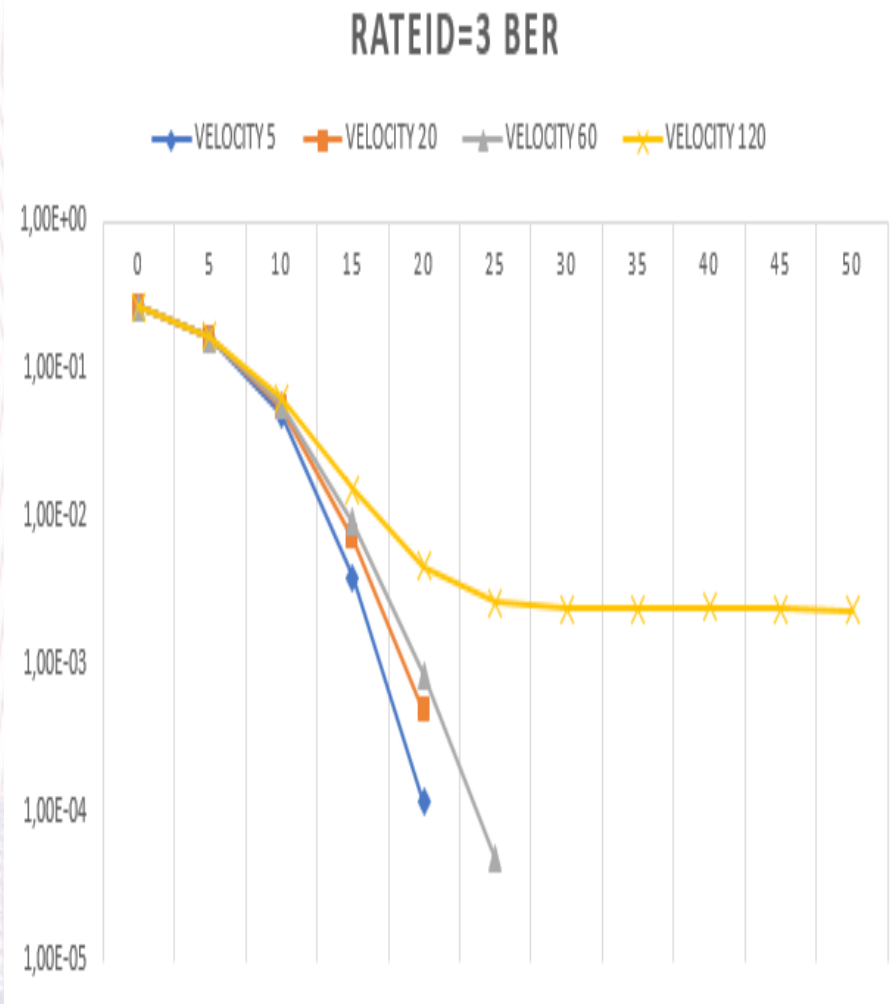
# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER&FER ΓΙΑ VELOCITY 5, 20, 60, 120km/h ΓΙΑ RATEID=1 ΔΗΛΑΔΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QPSK 3/4.



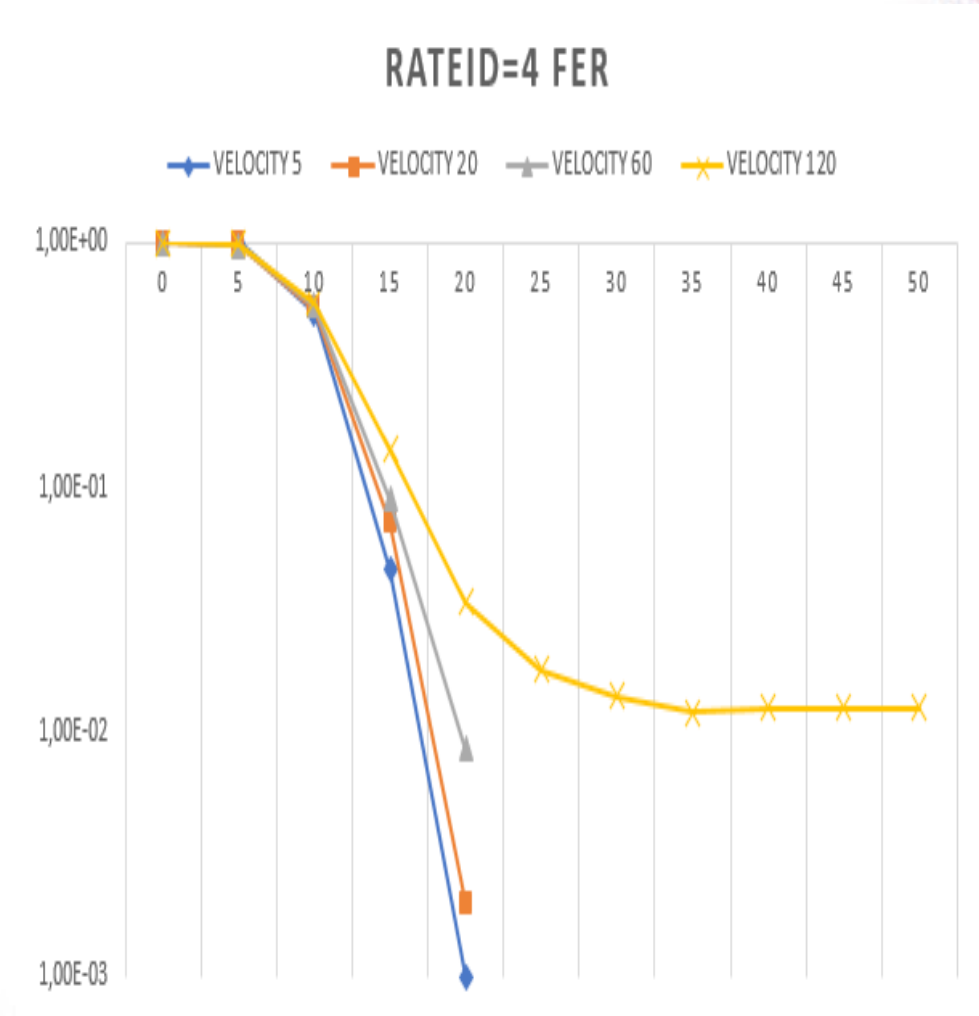
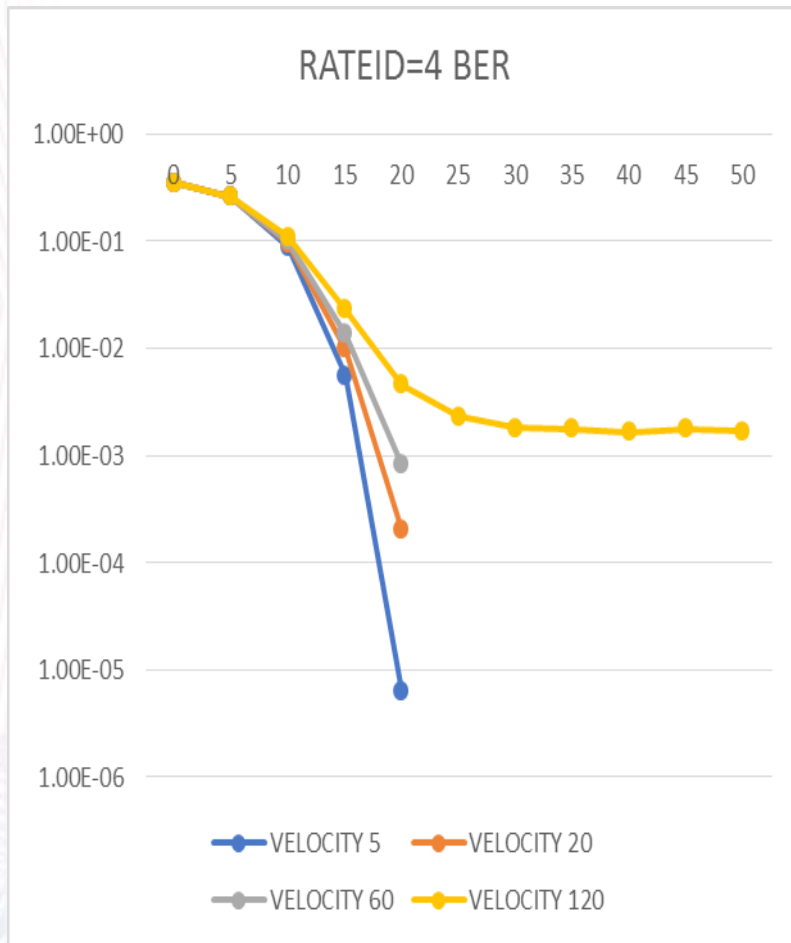
# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER&FER ΓΙΑ VELOCITY 5,20,60,120km/h ΓΙΑ RATEID=2 ΔΗΛΑΔΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ 16QAM 1/2.



# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER&FER ΓΙΑ VELOCITY 5,20,60,120km/h ΓΙΑ RATEID=3 ΔΗΛΑΔΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ 16QAM 3/4

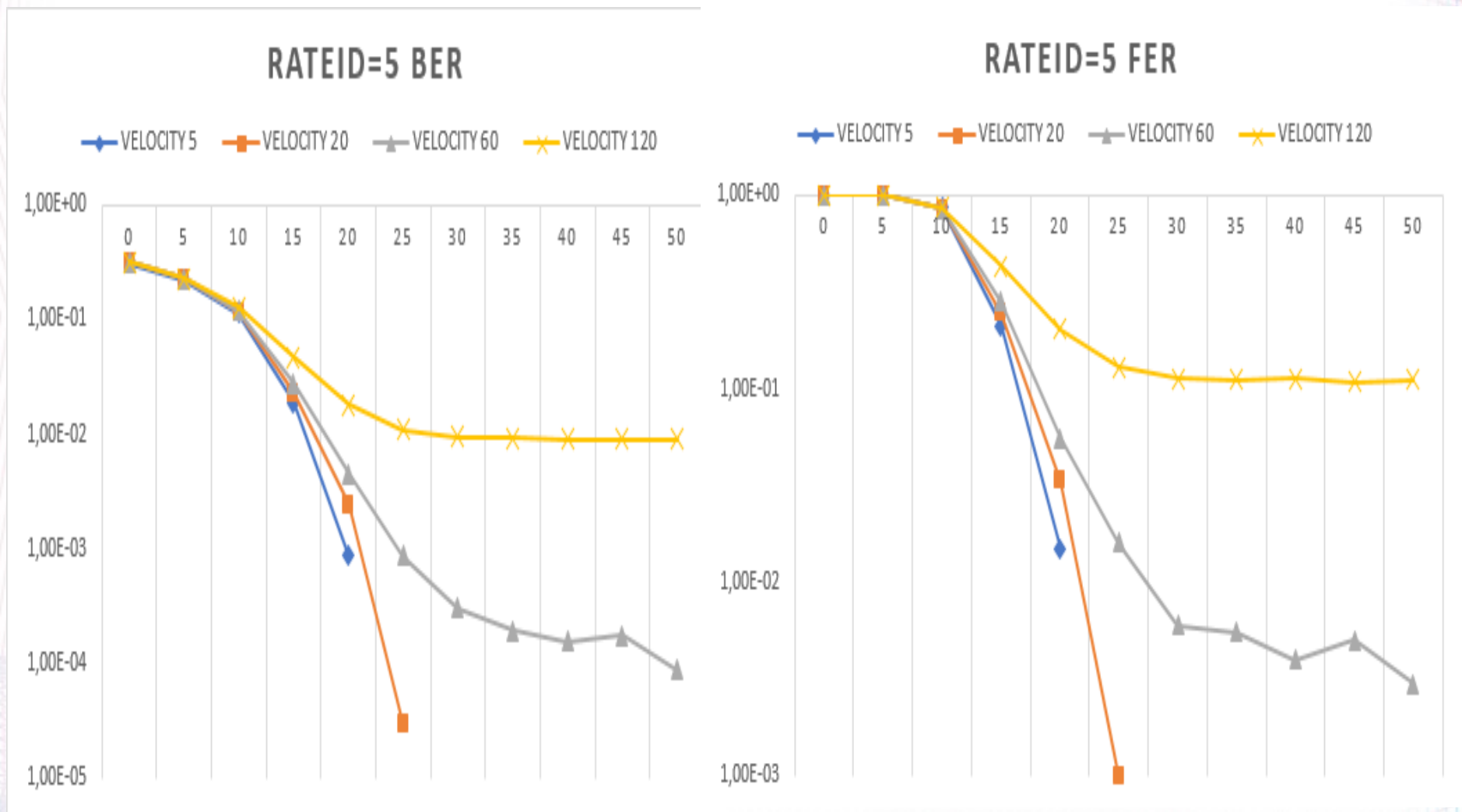


# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER&FER ΓΙΑ VELOCITY 5,20,60,120km/h ΓΙΑ RATEID=4 ΔΗΛΑΔΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ 64QAM 1/2





# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ BER&FER ΓΙΑ VELOCITY 5,20,60,120km/h ΓΙΑ RATEID=5 ΔΗΛΑΔΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ 64QAM 2/3



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Στις μετρήσεις μας παρατηρούμε ότι όσο πιο μικρός είναι ο λόγος  $E_b/N_0$  τόσο μεγαλύτερο είναι το BER και όσο αυξάνεται το  $E_b/N_0$  τόσο ελαττώνεται το BER το ίδιο συμβαίνει και με το FER.
- Επίσης, παρατηρούμε ότι όσο πιο σύνθετη είναι η ψηφιακή διαμόρφωση τόσο το BER αυξάνεται το ίδιο συμβαίνει και με το FER.
- Κάθε φορά που τρέχουμε την προσομοίωση και αλλάζουμε την ταχύτητα του κινητού παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα αρχικά από 5 km/h σε 20 km/h μετά 60 km/h και τέλος σε 120 km/h τόσο αυξάνεται το BER και το FER.

**ΤΕΛΟΣ**  
**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ**

Σέρρες Οκτώβριος 2017