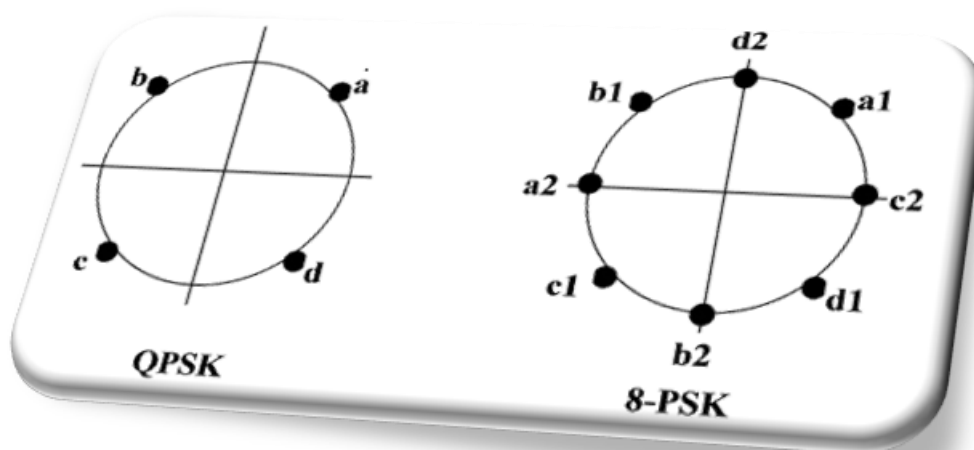


ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ II

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Εργαστηριακή Άσκηση 10

Πολλαπλή διαμόρφωση φάσης - MPSK



Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς

Επίκουρος Καθηγητής

Βασίλειος Τσακανίκας – Χρήστος Τσίνο

Πανεπιστημιακοί Υπότροφοι

Περιεχόμενα

1	Κωδικοποίηση MPSK - Σκοπός	3
2	Προσδοκώμενα αποτελέσματα.....	3
3	Τι θα χρειαστεί	3
4	Έννοιες κλειδιά	3
5	Πείραμα: Μέτρηση BER για διαμορφωση MPSK παρουσία Λευκού Προσθετικού Θορύβου (AWGN).....	3
5.1	Δημιουργία Project	3
5.2	Ορισμός Καθολικών Ρυθμίσεων Συστήματος	4
5.3	Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος	4
5.4	Προσθήκη Block στο διάγραμμα συστήματος	5
5.5	Διασύνδεση των Μπλοκ Στοιχείων και Προσθήκη Σημείων Ελέγχου.....	10
5.6	Ορισμός Παραμέτρων των Μπλοκ Στοιχείων.....	12
5.7	Δημιουργία Γραφήματος	13
5.8	Προσθήκη Μέτρησης.....	14
6	Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη	16

1 Κωδικοποίηση MPSK - Σκοπός

Σκοπός τη άσκησης είναι να εξοικειωθούν οι σπουδαστές με την προσομοίωση διαμόρφωσης MPSK.

2 Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Πιο συγκεκριμένα, μετά την εκτέλεση της παρούσης, οι φοιτητές θα πρέπει να:

- Γνωρίζουν πως να δημιουργήσουν ένα σύστημα διαμόρφωσης/αποδιαμόρφωσης MPSK.
- Εξάγουν τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις.

3 Τι θα χρειαστεί

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό AWR 10.08

4 Έννοιες κλειδιά

- Ψηφιακή Διαμόρφωση
- MPSK

5 Πείραμα: Μέτρηση BER για διαμορφωση MPSK παρουσία Λευκου Προσθετικού Θορύβου (AWGN)

Σε αυτό το παράδειγμα ένα τυχαίο ψηφιακό σήμα διαμορφώνεται κατά MPSK και αποστέλλεται μέσω ενθόρυβου καναλιού σε δέκτη, στον οποίο μετράται ο ρυθμός εσφαλμένων bits (BER). Για κάθε είδους διαμόρφωση παράγεται το αντίστοιχο διάγραμμα BER και ακολούθως επαναλαμβάνεται η προσομοίωση με αυξημένο το μέσο επίπεδο θορύβου για την εξέταση της επίδρασής του στην επίδραση του συστήματος.

Οι δραστηριότητες στο παρόν παράδειγμα περιλαμβάνουν:

1. Τη δημιουργία ενός νέου έργου (Project)
2. Τον ορισμό προκαθορισμένων ρυθμίσεων συστήματος
3. Τη δημιουργία ενός διαγράμματος συστήματος (system block)
4. Την προσθήκη ηλεκτρονικών στοιχείων (blocks) στο διάγραμμα συστήματος
5. Τον ορισμό των παραμέτρων προσομοίωσης
6. Την προσθήκη γραφημάτων και μετρήσεων
7. Την εκτέλεση της προσομοίωσης και την ανάλυση των αποτελεσμάτων

5.1 Δημιουργία Project

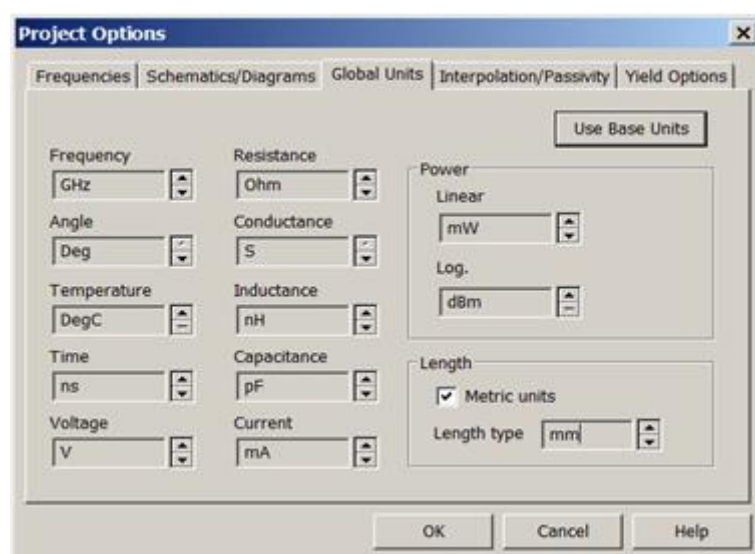
- Βήμα 1^ο: Πάμε στο **File > New Project**
- Βήμα 2^ο: Επιλέγουμε **File > Save Project As**. Το παράθυρο διαλόγου Save As εμφανίζεται
- Βήμα 3^ο: Επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε το Project.
- Βήμα 4^ο: Δίνουμε μία ονομασία της επιλογής μας, π.χ. “PSK-QAM” το νέο Project, στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται. Αποθηκεύουμε πατώντας **Save**.

Σημείωση: Συνίσταται να αποθηκεύουμε κάθε νέο Project σε ξεχωριστό φάκελο.

5.2 Ορισμός Καθολικών Ρυθμίσεων Συστήματος

Πριν δημιουργήσουμε μια προσομοίωση πρέπει να ορίσουμε τις καθολικές ρυθμίσεις του συστήματος. Για να τις ορίσουμε κάνουμε τα εξής βήματα:

1. Από το οριζόντιο μενού επιλέγουμε **Option > Project Options**
2. Πηγαίνουμε στην καρτέλα **Global Units** και επιβεβαιώνουμε ότι οι ρυθμίσεις αντιστοιχούν με αυτές που δίνονται στην Εικόνα 1.
3. Πατάμε OK για να αποθηκεύσουμε τις ρυθμίσεις.



Εικόνα 1 – Ορισμός προκαθορισμένων ρυθμίσεων συστήματος

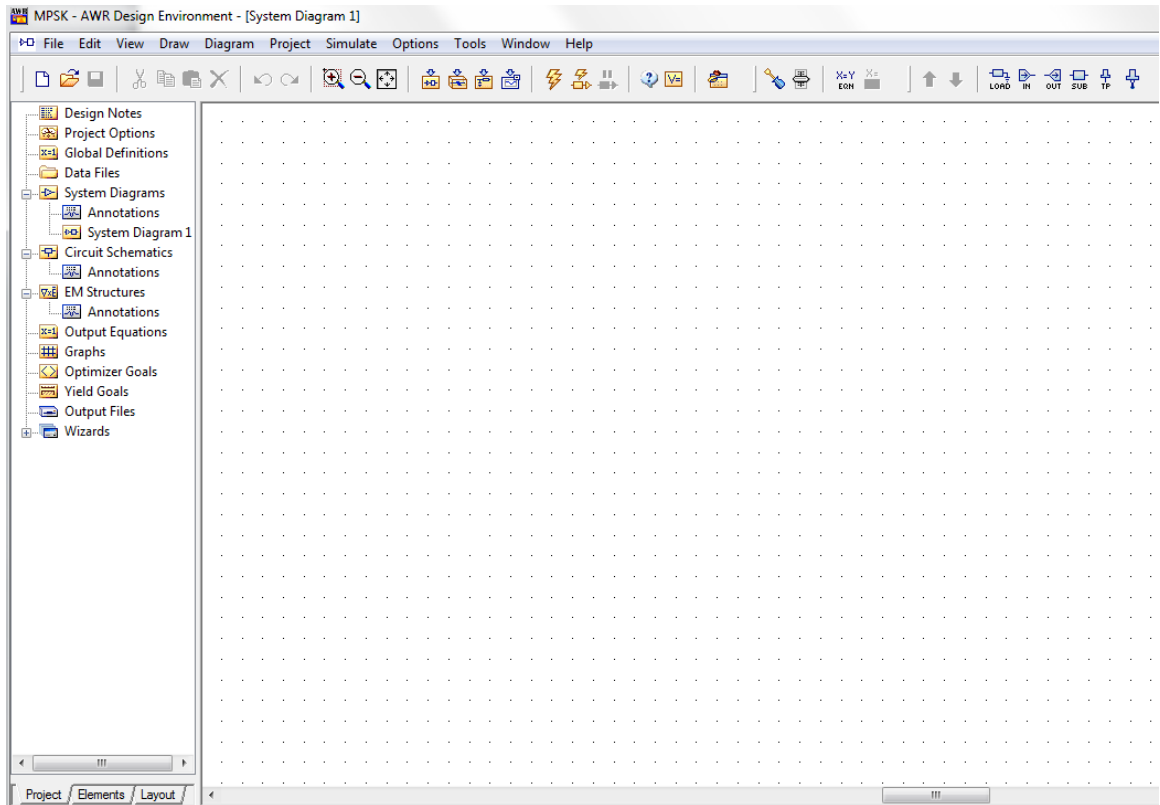
5.3 Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος

Το διάγραμμα συστήματος είναι το πλέον βασικό τμήμα του περιβάλλοντος εργασίας, καθώς αποτελεί τον καμβά στον οποίο χτίζουμε εξ' ολοκλήρου (end-to-end) τα συστήματα επικοινωνιών και υλοποιούμε αλγορίθμους με γραφικό τρόπο χρησιμοποιώντας τα block συμπεριφοράς (behavioral blocks) του VSS. Ένα VSS project μπορεί να περιλαμβάνει πολλαπλά διαγράμματα συστήματος, γραμμικά και μη-γραμμικά σχηματικά, και netlists.

Για να δημιουργήσουμε ένα διάγραμμα συστήματος:

1. Επιλέγουμε **Project > Add System Diagram > New System Diagram**. Εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου του νέου διαγράμματος συστήματος.
2. Πληκτρολογούμε “MPSK ” και πατάμε **Create**. Ένα παράθυρο διαγράμματος συστήματος εμφανίζεται στον χώρο εργασίας (workspace) και το “ MPSK ”

διάγραμμα συστήματος εμφανίζεται κάτω από τα System Diagrams στον πλοηγό Project.



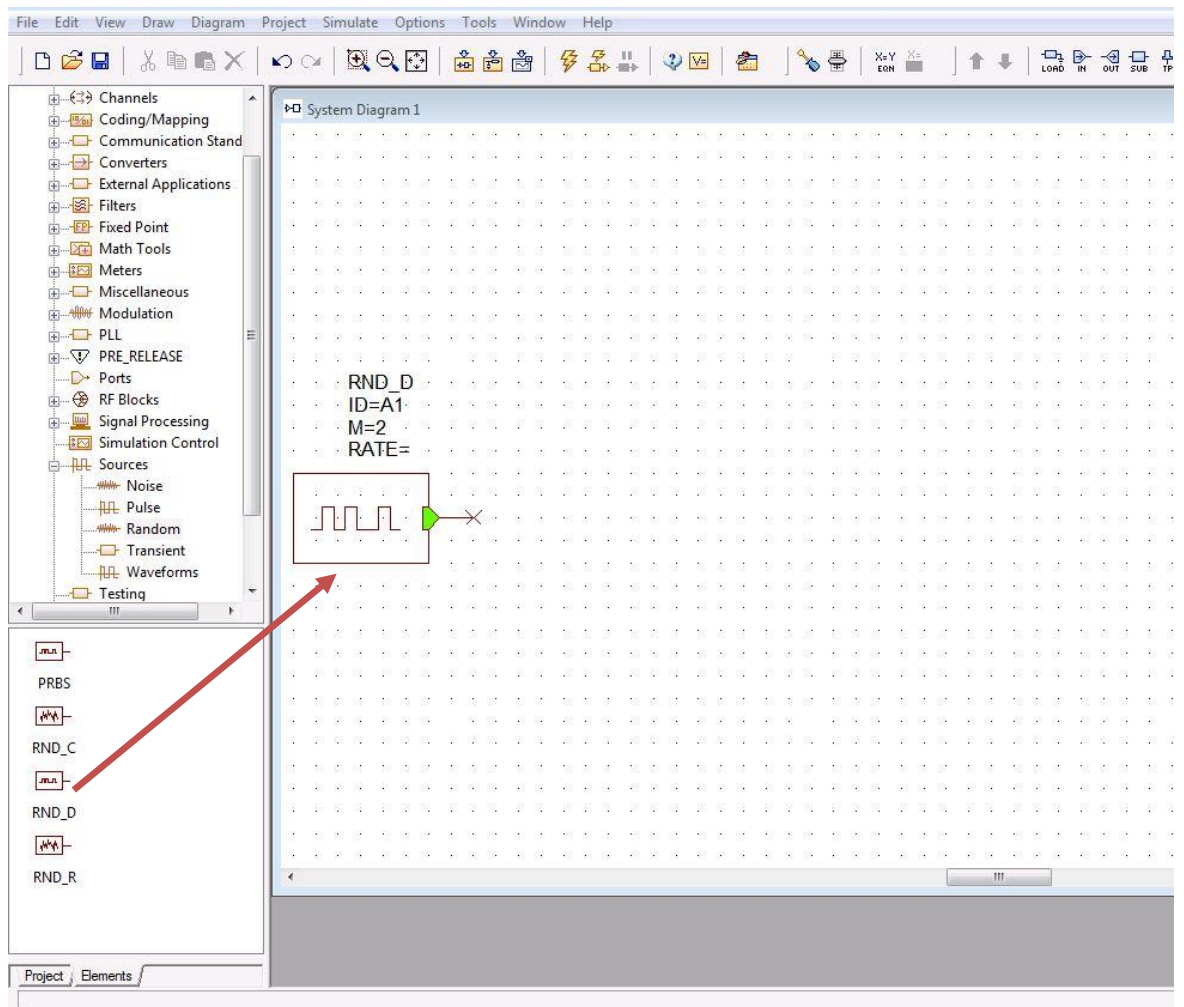
Εικόνα 2 – Διάγραμμα Συστήματος

5.4 Προσθήκη Block στο διάγραμμα συστήματος

Ο **κατάλογος στοιχείων** (elements catalog) είναι μία βάση που περιέχει πολλά δομικά μπλοκ (ηλεκτρικά/ ηλεκτρονικά στοιχεία), τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα διαγράμματα συστήματος ώστε να συνθέσουμε ένα σύστημα ή έναν αλγόριθμο επικοινωνίας.

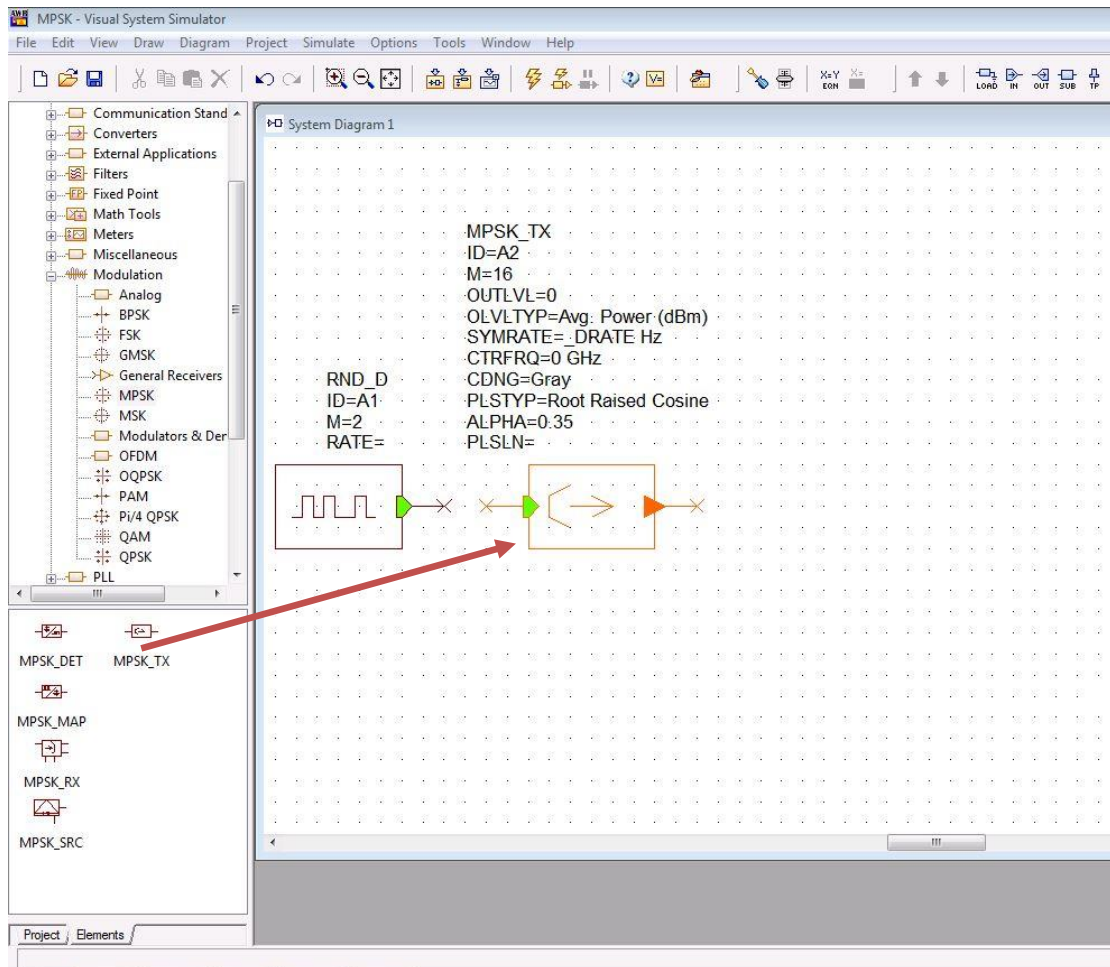
Για να τοποθετήσουμε ένα μπλοκ στο διάγραμμα συστήματος ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Πατάμε στην καρτέλα **Elements** (κάτω αριστερά) ώστε να εμφανιστεί ο κατάλογος στοιχείων.
2. Πατάμε στο σύμβολο + αριστερά του System Block για να επεκτείνουμε το δέντρο του καταλόγου.
3. Επιλέγουμε την κατηγορία **Sources**, από τα **Random** επιλέγουμε το **RND_D** (Εικόνα 3) και το σύρουμε (drag 'ή' drop) στο διάγραμμα συστήματος.



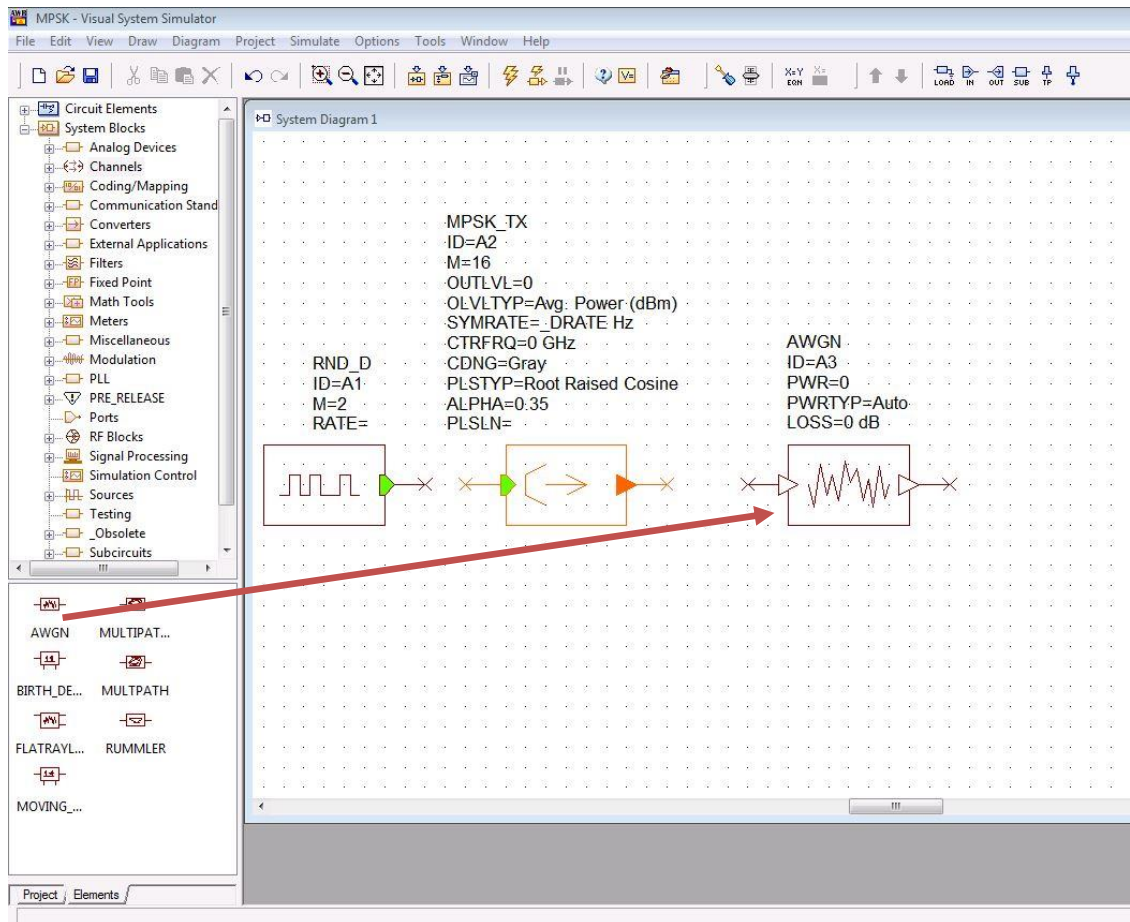
Εικόνα 3 – Τοποθέτηση του μπλοκ στοιχείου στο διάγραμμα συστήματος

4. Επεκτείνουμε την κατηγορία **Modulation** και επιλέγουμε το **MPSK_TX** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα συστήματος όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.



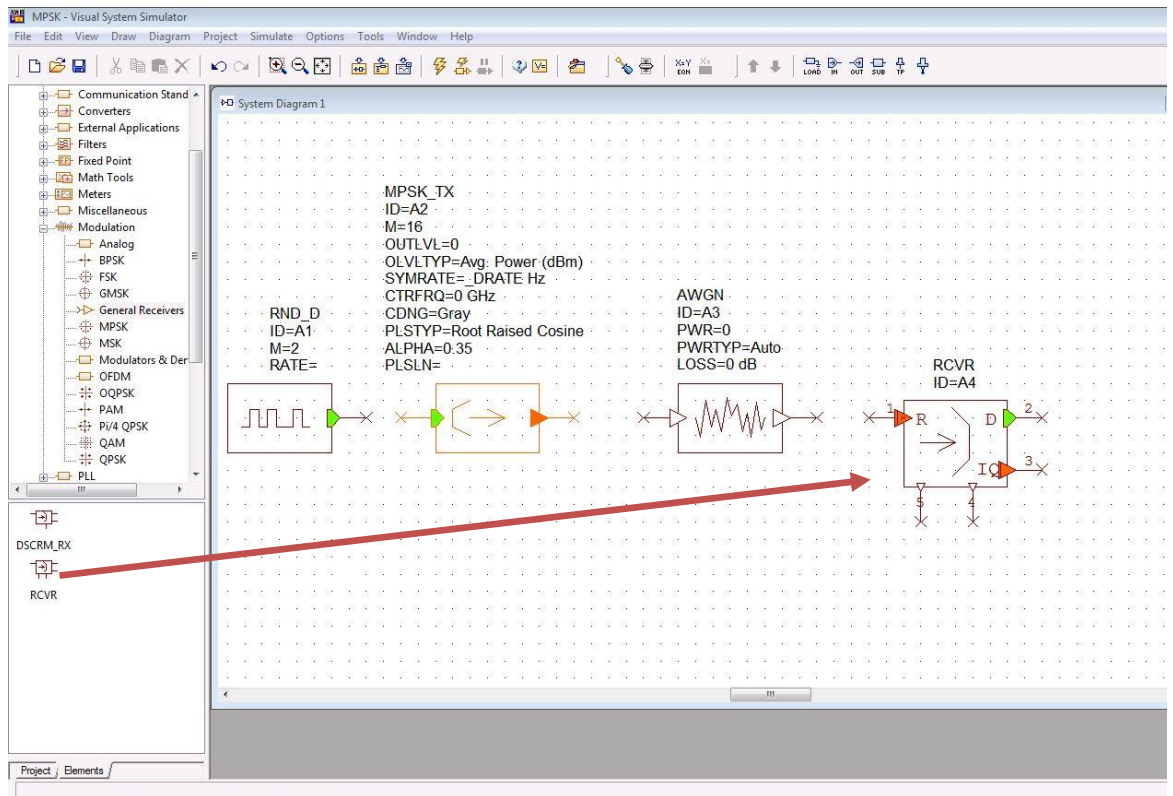
Εικόνα 4 – Τοποθέτηση του MPSK_TX στο διάγραμμα συστήματος

5. Επεκτείνουμε την κατηγορία **Channels**, και επιλέγουμε το **AWGN**, το οποίο προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος.



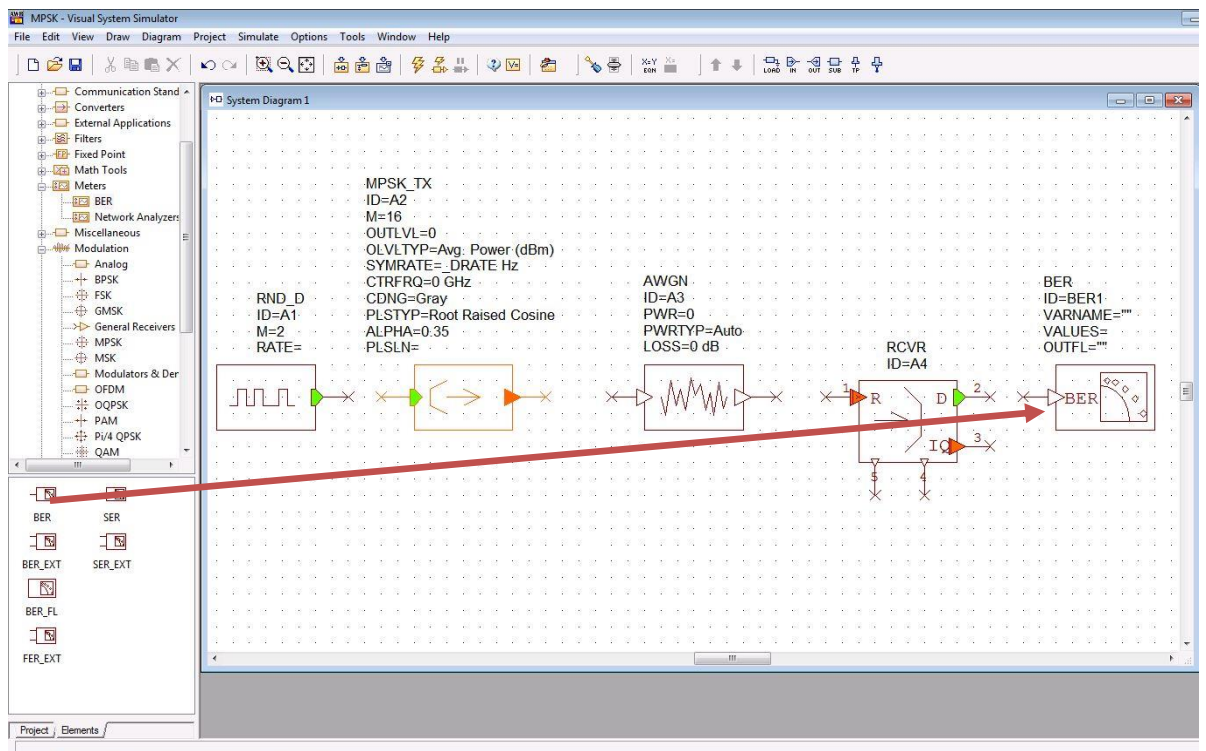
Εικόνα 5– Τοποθέτηση του AWGN στο διάγραμμα συστήματος

6. Επεκτείνουμε την κατηγορία **Modulation**, επιλέγουμε την υποκατηγορία **General Receivers**. Επιλέγουμε το **RCVR** και το προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος.



Εικόνα 6 – Τοποθέτηση του RCVR στο διάγραμμα συστήματος

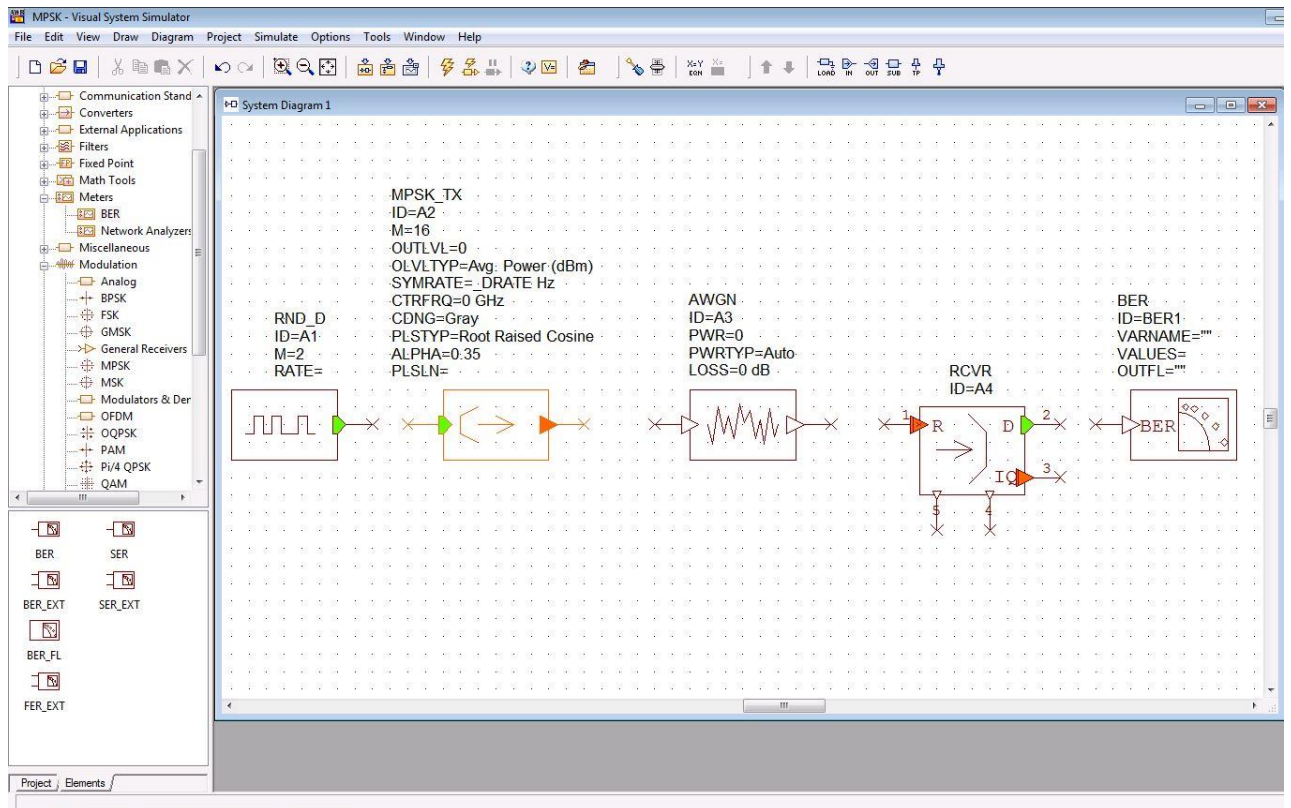
- Επεκτείνουμε την κατηγορία **Meters**, επιλέγουμε την υποκατηγορία **BER**. Επιλέγουμε **BER** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα συστήματος.



Εικόνα 7 – Τοποθέτηση του BER στο διάγραμμα συστήματος

8. Πάμε File > Save Project.

Το διάγραμμα συστήματος πρέπει να φαίνεται όπως στην Εικόνα 8, χωρίς όμως τις διασυνδέσεις μεταξύ των μπλοκ, τις οποίες θα τοποθετήσουμε στη συνέχεια.



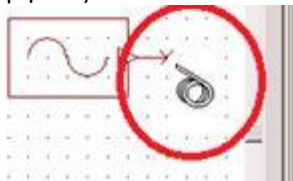
Εικόνα 8–Διάγραμμα συστήματος

5.5 Διασύνδεση των Μπλοκ Στοιχείων και Προσθήκη Σημείων Ελέγχου

Για να διασυνδέσουμε μεταξύ τους τα μπλοκ στοιχεία του διαγράμματος, ώστε να δημιουργήσουμε ένα συνεκτικό διάγραμμα συστήματος ακολουθούμε τα εξής βήματα:

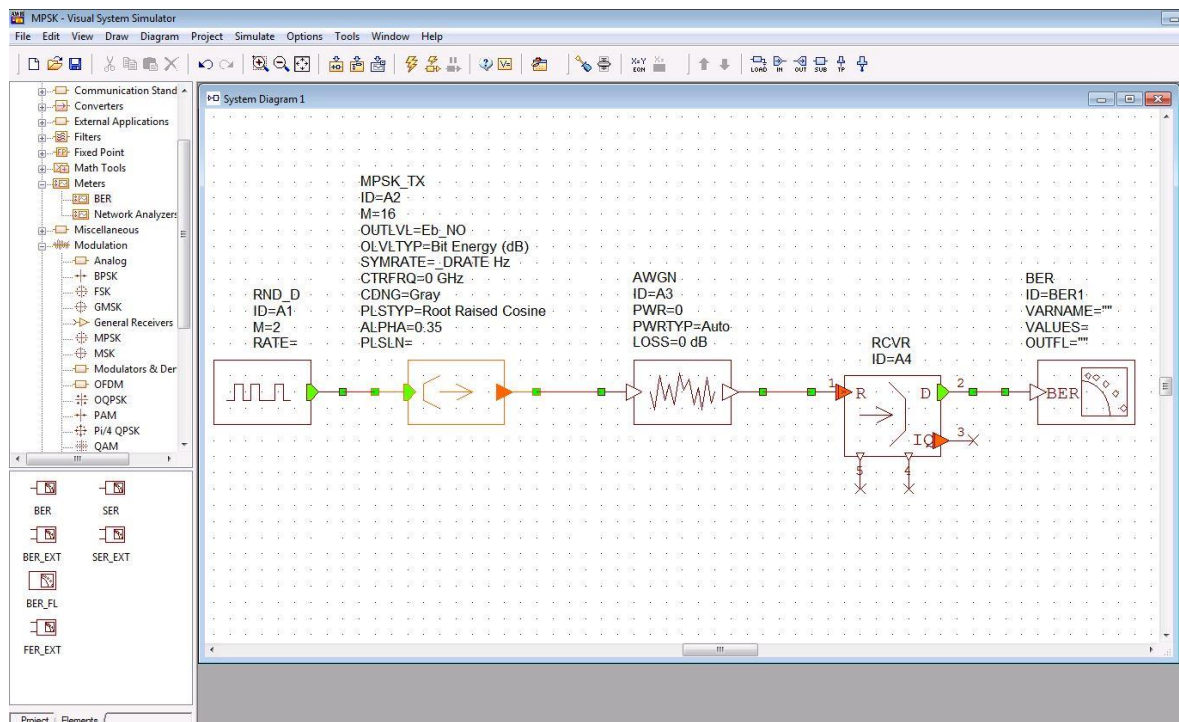
1. Τοποθετούμε τον δρομέα (cursor) στη διεπαφή του μπλοκ στοιχείου (Εικόνα 9).

Εμφανίζεται ένα καλώδιο.



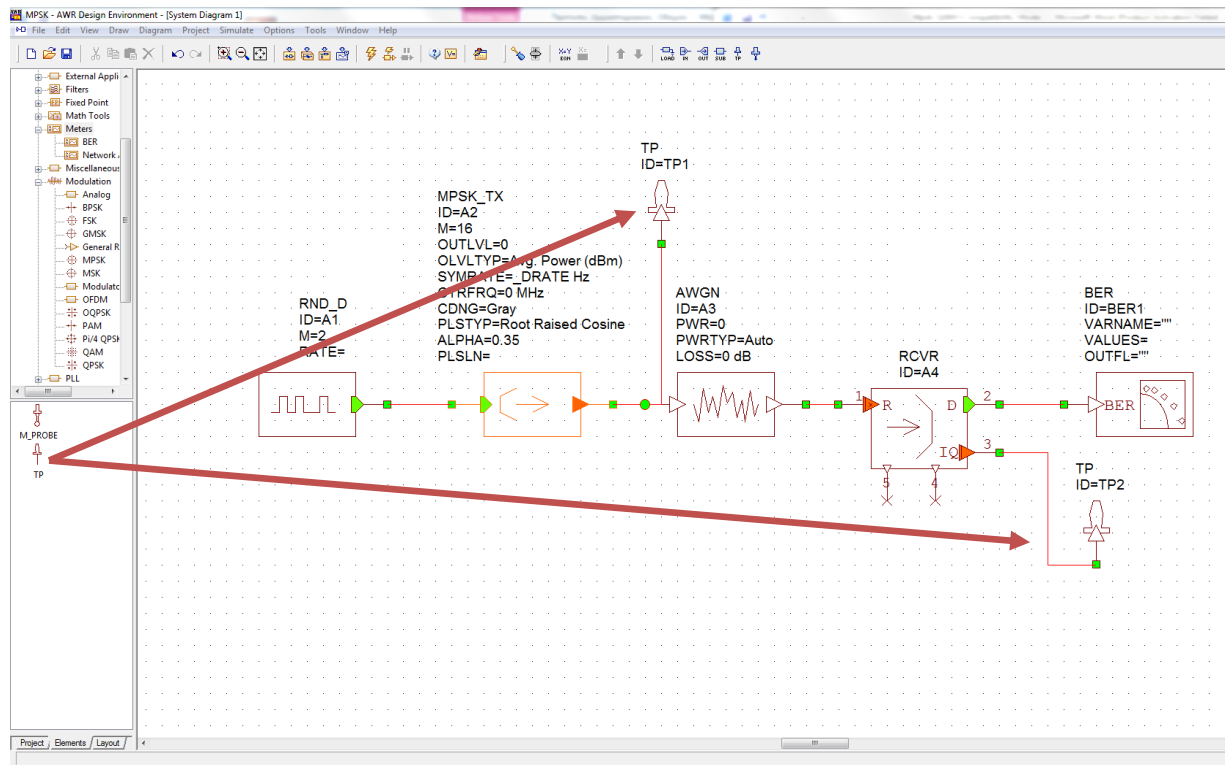
Εικόνα 9

2. Διασυνδέουμε όλα τα μπλοκ στοιχεία του διαγράμματος συστήματος όπως φαίνεται στην Εικόνα 10:



Εικόνα 10– Διασύνδεση των μπλοκ στοιχείων

3. Για να τοποθετήσουμε σημεία ελέγχου (**Test Points TP**) σε επιλεγμένα σημεία του διαγράμματος, πάμε στην κατηγορία **Meters**. Επιλέγουμε και προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος τρία σημεία ελέγχου, όπως φαίνονται στην Εικόνα 11.



Εικόνα 11 – Προσθήκη Test Points

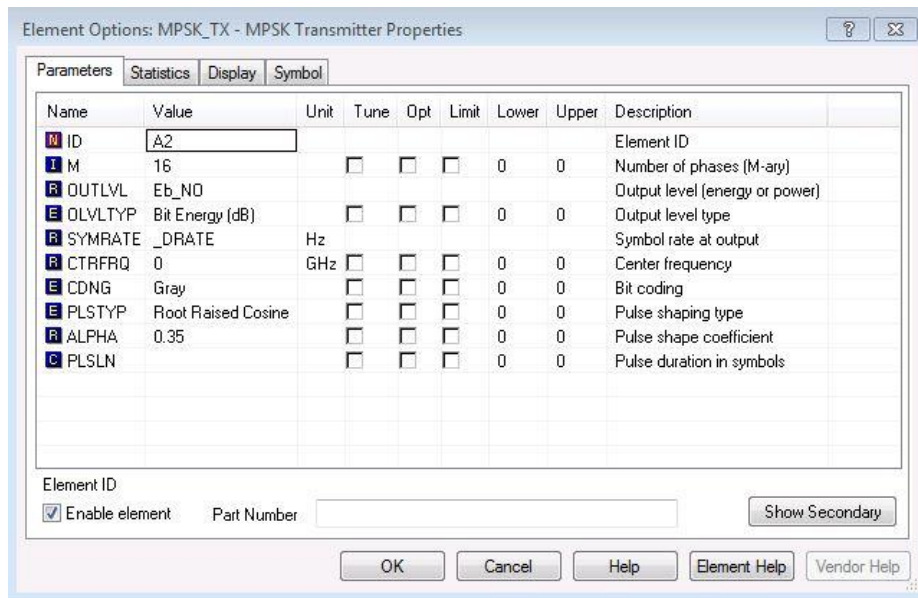
Προσοχή: Σε κάθε μπλοκ στοιχείο μέτρησης παρατηρούμε έναν αριθμό ID. Π.χ. ID = TP1 ID = TP2 κτλ. Θα πρέπει να τα τοποθετήσουμε **με την σειρά** που φαίνεται στην εικόνα, διότι αυτά τα ID αποτελούν παράμετρο στη δημιουργία των γραφημάτων αργότερα.

5.6 Ορισμός Παραμέτρων των Μπλοκ Στοιχείων

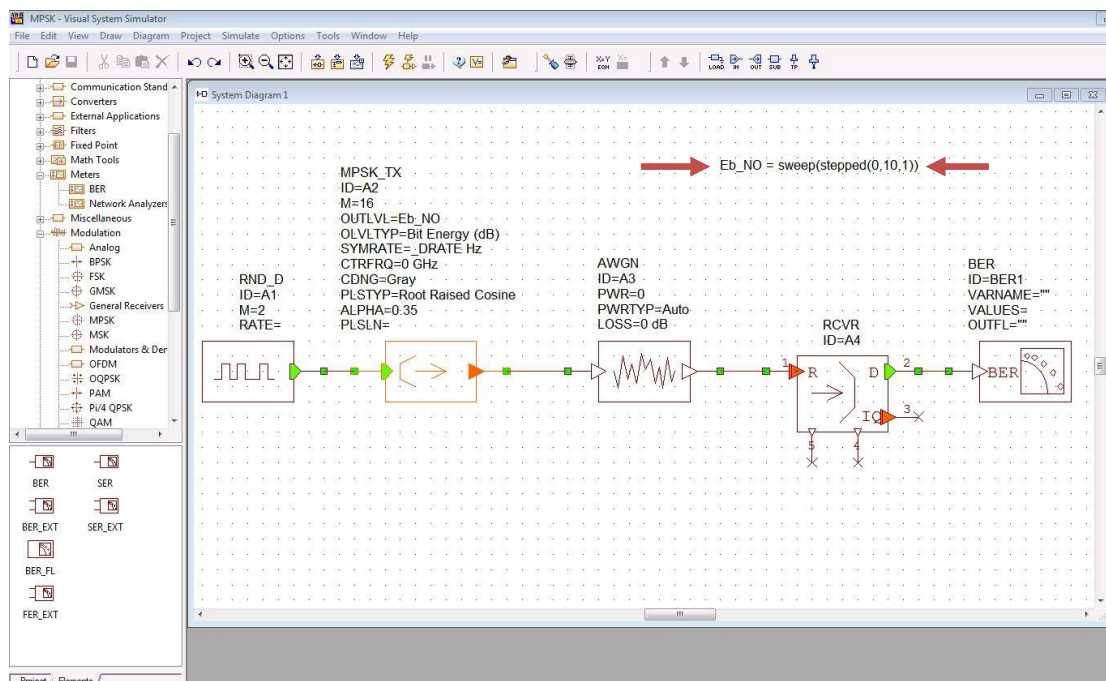
Για να παραμετροποιήσουμε τις επιλογές των μπλοκ στοιχείων του διαγράμματος συστήματος, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Στο διάγραμμα συστήματος κάνουμε διπλό click στο **MPSK_TX** μπλοκ. Οι επιλογές του στοιχείου εμφανίζονται στην Εικόνα 12.
2. Από το μενού επιλογών επιλέγουμε **Draw > Add Equation**. Με δεξί κλικ σε ένα οποιοδήποτε κενό σημείο της παλέτα του διαγράμματος εμφανίζεται ένα κενό πλαίσιο στο οποίο πληκρολογούμε : $E_b/NO = \text{sweep}(\text{stepped}(0,10,1))$

(Εικόνα 12)



Εικόνα 12 – Ιδιότητες ημιτονοειδούς πηγής



Εικόνα 13 – Εισαγωγή συνάρτησης

Σημείωση: Μπορούμε να τροποποιήσουμε απευθείας τις παραμέτρους των μπλοκ στοιχείων από τη λίστα που εμφανίζεται άνωθεν του κάθε στοιχείου, κάνοντας click στην τιμή της κάθε παράμετρου.

5.7 Δημιουργία Γραφήματος

Ο VSS επιτρέπει να δούμε τα αποτελέσματα μιας προσομοίωσης με διάφορα **γραφήματα**. Πριν εκτελέσουμε μια προσομοίωση πρέπει να δημιουργήσουμε ένα γράφημα και να καθορίσουμε τα **δεδομένα** και τις **παραμέτρους** που επιθυμούμε να απεικονίσουμε.

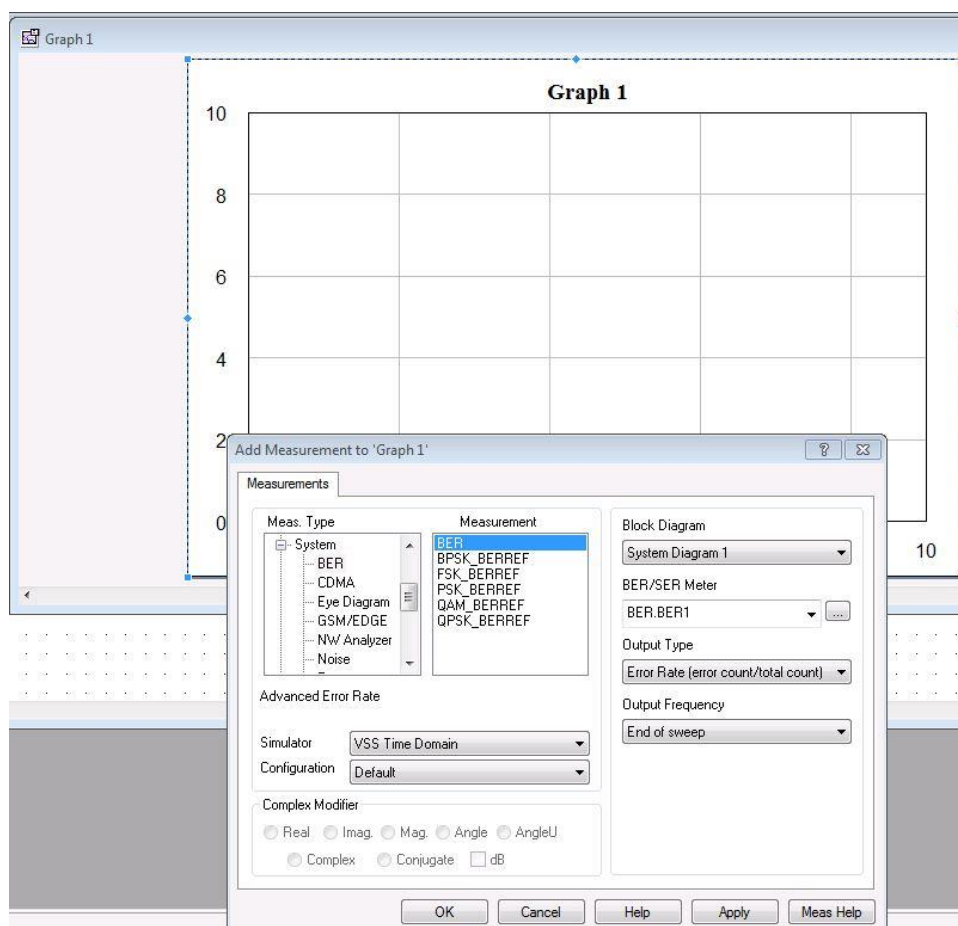
Για να δημιουργήσουμε ένα γράφημα κάνουμε τα ακόλουθα βήματα:

1. Πάμε στην καρτέλα **Project** (κάτω αριστερά), ώστε να εμφανίσουμε τον πλοηγό Project.
2. Κάνουμε δεξί click στην κατηγορία **Graphs** και επιλέγουμε **Add Graph**. Το παράθυρο διαλόγου Creat Graph εμφανίζεται. Δίνουμε όνομα της επιλογής μας, π.χ. "BER", επιλέγουμε **Rectangular** σαν τύπο γραφήματος και πατάμε **OK**.
3. Το γράφημα εμφανίζεται στον χώρο εργασίας και σαν καταχώρηση κάτω από την κατηγορία Graphs στον πλοηγό Project .

5.8 Προσθήκη Μέτρησης

Για να προσθέσουμε μια μέτρηση στο γράφημα που δημιουργήσαμε ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Κάνουμε δεξί click στο γράφημα "BER" στον πλοηγό Project, και επιλέγουμε **Add Measurement**. Το παράθυρο διαλόγου του Add Measurement εμφανίζεται

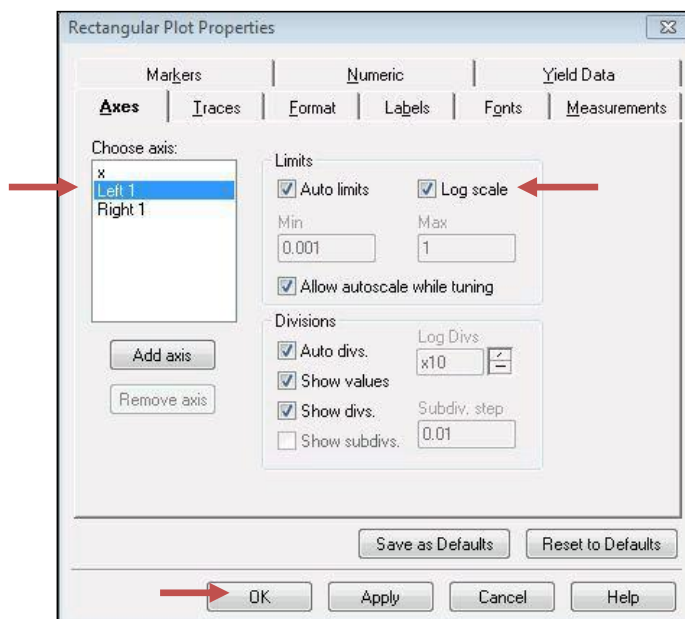


Εικόνα 14 – Προσθήκη μέτρησης σε γράφημα

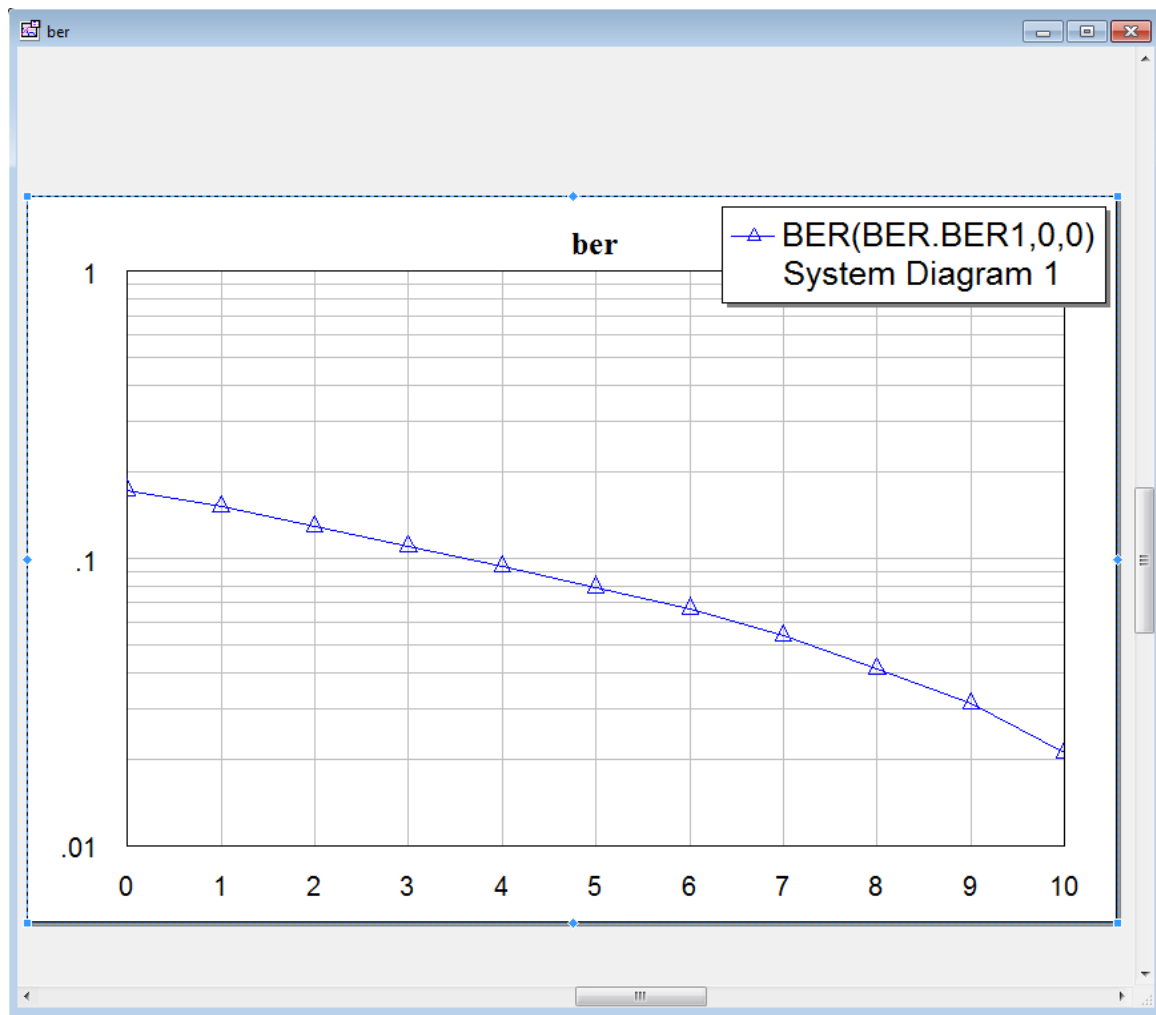
2. Για τον τύπο της μέτρησης επιλέγουμε **System** και για την μέτρηση επιλέγουμε **BER**.

3. Στο γράφημα BER που δημιουργήθηκε , με δεξί κλικ επιλέγουμε Properties :

- Axis → Left1
- Limits → Long scale
- Apply → OK



Εικόνα 15 – Προσθήκη παραμέτρων



6 Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη

- [1] Hsu H. P. (2002), *Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες*, Εκδόσεις Τζιόλα
- [2] Jayant N .S. and Noll P. (1984), *Digital Coding of Waveforms: Principles and Applications to Speech and Video*, Prentice Hall
- [3] Proakis J. G. and Salehi M. (2008), *Digital Communications (5th Ed.)*, McGraw-Hill Higher Education
- [4] Prandoni P. and Vetterli M. (2008), *Signal Processing for Communications*, EPFL Press (<http://www.sp4comm.org/getit.html>)