

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

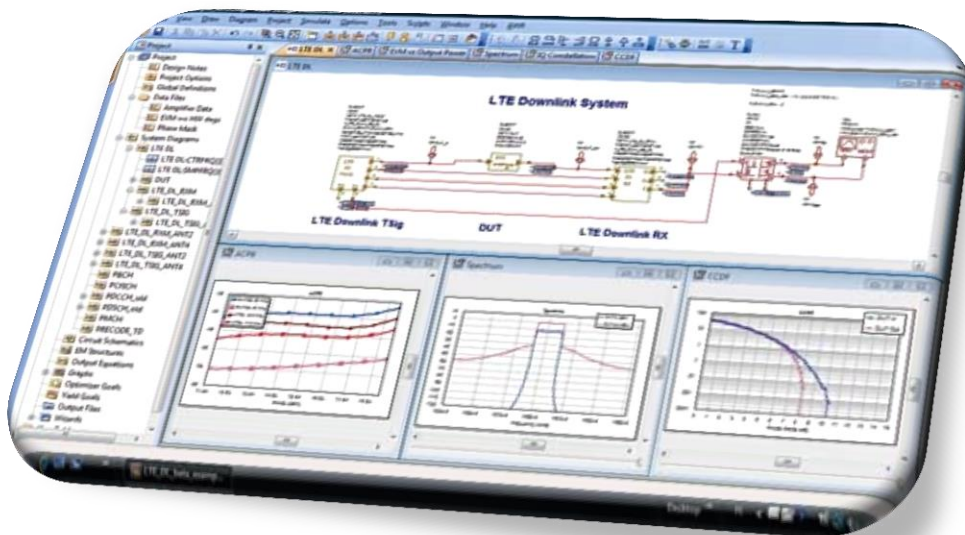
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε.

ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Εργαστηριακή Άσκηση 1

Εισαγωγή σχεδιαστικό περιβάλλον AWR



Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς

Επίκουρος Καθηγητής

Βασίλειος Τσακανίκας

Πανεπιστημιακός Υπότροφος

Σεπτέμβριος 2014

Πίνακας περιεχομένων

1. Σκοπός	3
2. Προσδοκώμενα αποτελέσματα	3
3. Τι θα χρειαστείτε	3
4. Έννοιες κλειδιά	3
5. Εισαγωγικές Παρατηρήσεις	3
6. Περιβάλλον Εργασίας AWR	4
7. Πείραμα: Διαμόρφωση Πλάτους (Amplitude Modulation – AM)	5
7.1 Δημιουργία Project	5
7.2 Ορισμός καθολικών ρυθμίσεων συστήματος	5
7.3 Δημιουργία διαγράμματος συστήματος	6
7.4 Προσθήκη Block στο διάγραμμα συστήματος	7
7.5 Διασύνδεση των Block Στοιχείων και Προσθήκη Ελέγχου	8
7.6 Ορισμός Παραμέτρων των Block στοιχείων	9
7.7 Ορισμός των Παραμέτρων Προσομοίωσης	10
7.7 Δημιουργία γραφήματος	11
7.8 Προσθήκη μέτρησης	12
7.8 Εκτέλεση Προσομοίωσης	13
8. Δραστηριότητες	13
8.1 Απλές δραστηριότητες	13
8.2 Προχωρημένες δραστηριότητες	14
9. Λίστα ελέγχου γνώσεων	14
10. Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη	14
11. Χρήσιμοι σύνδεσμοι	14

Έκδοση: 1.1

Επιμέλεια φυλλαδίου: Ζαρούχας Θωμάς, Βασίλης Τσακανίκας και
Παρασκευάς Μιχάλης

1. Σκοπός

Το AWR Design Environment (AWRDE) είναι ένα προηγμένο περιβάλλον προσομοίωσης και μοντελοποίησης τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση γίνεται εισαγωγή στην λειτουργία του περιβάλλοντος με στόχο την εξοικείωση των φοιτητών με την διεπαφή χρήστη του λογισμικού.

2. Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει την παρούσα εργαστηριακή άσκηση, θα μπορείτε να:

- Δημιουργείτε ένα νέο Project
- Πλοηγηθείτε στις εργαλειοθήκες και να χρησιμοποιείτε τα στοιχεία που διατίθενται
- Παραμετροποιείτε διάφορες μεταβλητές του περιβάλλοντος προσομοίωσης
- Προσομοιώνετε απλά τηλεπικοινωνιακά κυκλώματα και να εξάγετε γραφικές παραστάσεις από τις κυματομορφές που παράγονται.

3. Τι θα χρειαστείτε

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό AWR 10.08

4. Έννοιες κλειδιά

- Σήμα
- Συχνότητα
- Κυματομορφή
- Διαμόρφωση Πλάτους
- Δείκτης Διαμόρφωσης

5. Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

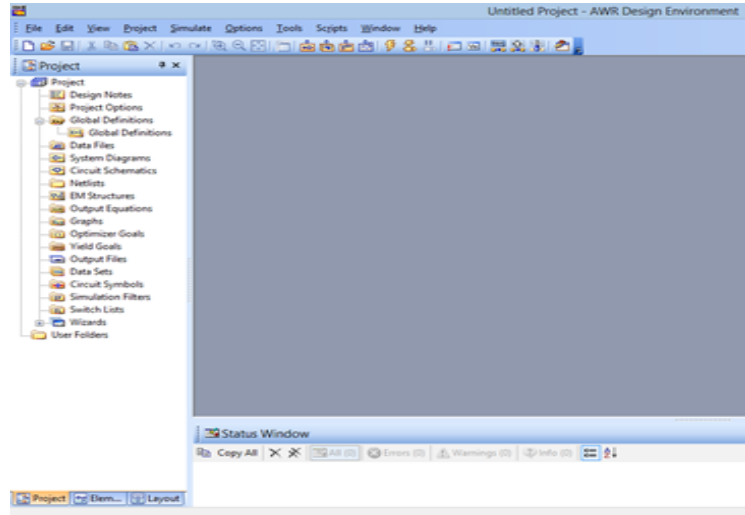
Το AWR Design Environment αποτελείται από τρία επιμέρους εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κοινού: 1) Visual System Simulator (VSS), 2) Microwave Office και 3) Analog Office. Τα παραπάνω εργαλεία είναι πλήρως ενσωματωμένα στην πλατφόρμα AWR Design Environment και επιτρέπουν τον σχεδιασμό συστημάτων και κυκλωμάτων σε ένα ενιαίο περιβάλλον εργασίας. Το εργαλείο Visual System Simulator επιτρέπει τον σχεδιασμό και την ανάλυση από-άκρο-σε-άκρο (end-to-end) συστημάτων επικοινωνιών.

Τα εργαλεία Microwave Office και Analog Office δίνουν την δυνατότητα σχεδίασης κυκλωμάτων που αποτελούνται από σχηματικά διαγράμματα και δομές ηλεκτρομαγνητικών δομικών στοιχείων. Διατίθεται μια εκτενής βάση μοντέλων ηλεκτρικών στοιχείων και μπορούν να παραχθούν διαγράμματα απεικόνισης των συστημάτων που υλοποιούνται.

Τέλος διατίθεται ένα μεγάλο σύνολο μηχανών προσομοίωσης οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη της συμπεριφοράς των συστημάτων που μοντελοποιούνται.

6. Περιβάλλον Εργασίας AWR

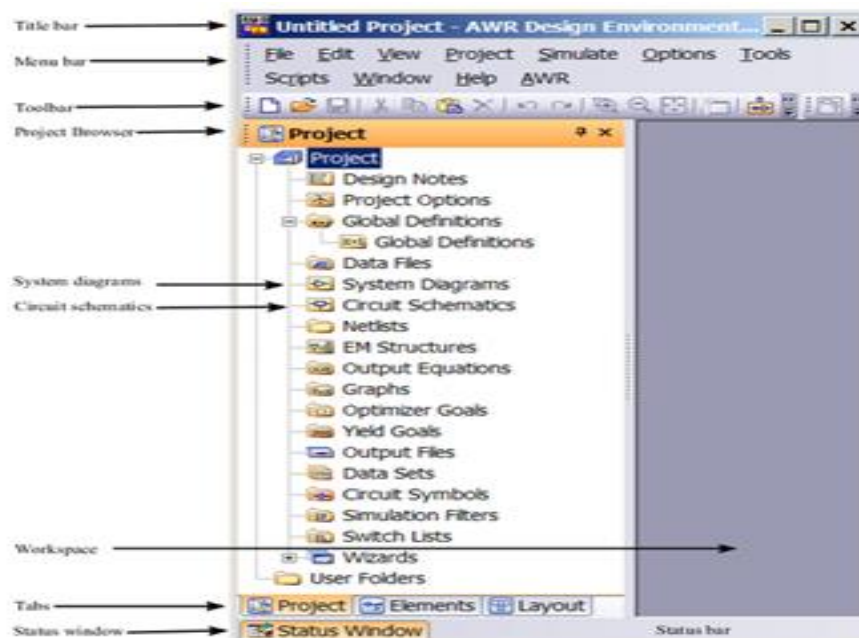
Στην **Εικόνα 1** φαίνεται το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού AWR. Ξεκινώντας το λογισμικό AWRDE φορτώνεται ένα προκαθορισμένο κένο Project (Untitled Project). Μόνο ένα project μπορεί να είναι ενεργό κάθε φορά.



Εικόνα 1 – Περιβάλλον εργασίας του AWR Design Environment

Το περιβάλλον του λογισμικού AWRDE αποτελείται από παράθυρα, διάφορα μενού και εργαλειοθήκες, τον πλοηγό Project και τις βιβλιοθήκες δομικών ηλεκτρονικών στοιχείων και κυκλωμάτων ώστε να καθιστά εύκολη και φιλική προς τον χρήστη την προσομοίωση και μοντελοποίηση επικοινωνιακών συστημάτων.

Στην **Εικόνα 2** βλέπουμε τα διάφορα συστατικά που δομούν το περιβάλλον εργασίας.



Εικόνα 2 – Συνθετικά μέρη του περιβάλλοντος εργασίας

Για την εξοικείωση με το περιβάλλον εργασίας θα χρησιμοποιήσουμε ένα παράδειγμα προσομοίωσης της Διαμόρφωσης Πλάτους (Amplitude Modulation – AM).

7. Πείραμα: Διαμόρφωση Πλάτους (Amplitude Modulation – AM)

Σε αυτό το παράδειγμα ένα ημιτονοειδές σήμα συχνότητας 2 GHz διαμορφώνεται από έναν ημιτονικό φορέα συχνότητας 40 GHz.

Η διαμόρφωση AM περιγράφεται μαθηματικά ως:

$$X_{AM}(t) = C[A + m(t)] \cos(\omega_c t) \quad (7.1)$$

όπου $m(t)$ είναι το πληροφοριακό σήμα βασικής ζώνης, δηλαδή το σήμα που μεταφέρει την χρήσιμη πληροφορία. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε ένα απλό ημιτονοειδές σήμα συχνότητας 2 GHz, το οποίο μαθηματικά περιγράφεται από τη σχέση:

$$m(t) = B \cos(\omega t) \quad (7.2)$$

Το A αναπαριστά τη συνεχή συνιστώσα (DC offset) του διαμορφωμένου σήματος, ενώ το B και το C αναπαριστούν το πλάτος του πληροφοριακού σήματος και του φορέα, αντίστοιχα.

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

7.1 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.

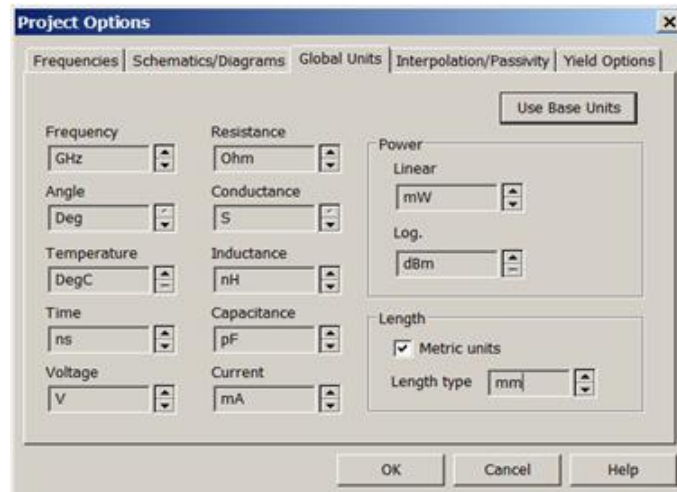
Βήμα 4^ο: Δίνουμε μία ονομασία της επιλογής μας, π.χ. “AM” το νέο Project, στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται. Αποθηκεύουμε πατώντας **Save**.

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

7.2 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 **Options > Project Options**
2. Πηγαίνουμε στην καρτέλα **Global Units** και επιβεβαιώνουμε ότι οι ρυθμίσεις αντιστοιχούν με αυτές που δίνονται στην **Εικόνα 3**.
3. Πατάμε OK για να αποθηκεύσουμε τις ρυθμίσεις.



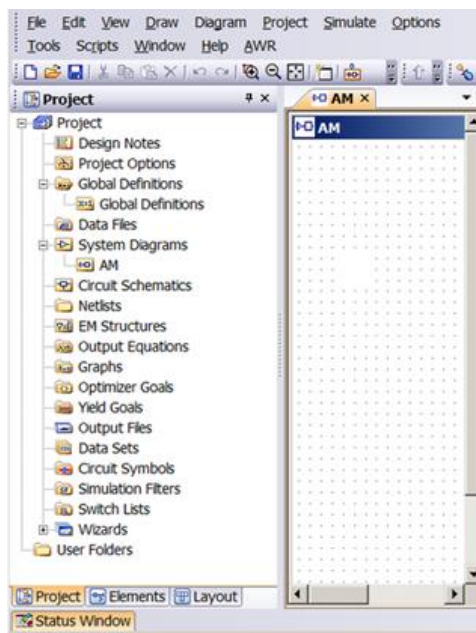
Εικόνα 3 – Ορισμός προκαθορισμένων ρυθμίσεων συστήματος

7.3 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 "AM" και πατάμε **Create**. Ένα παράθυρο διαγράμματος συστήματος εμφανίζεται στον χώρο εργασίας (workspace) και το "AM" διάγραμμα συστήματος εμφανίζεται κάτω από τα System Diagrams στον πλοηγό Project (βλ. Εικόνα 4).



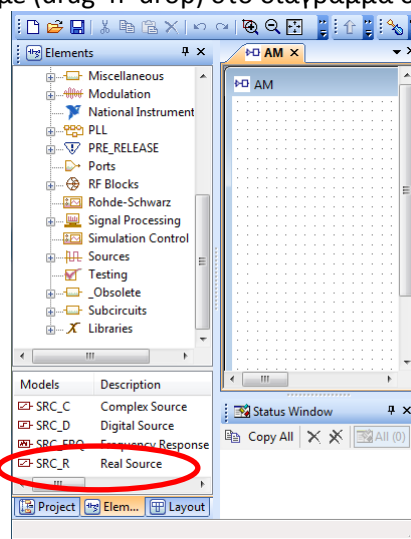
Εικόνα 4 – Διάγραμμα συστήματος

7.4 Προσθήκη Block στο διάγραμμα συστήματος

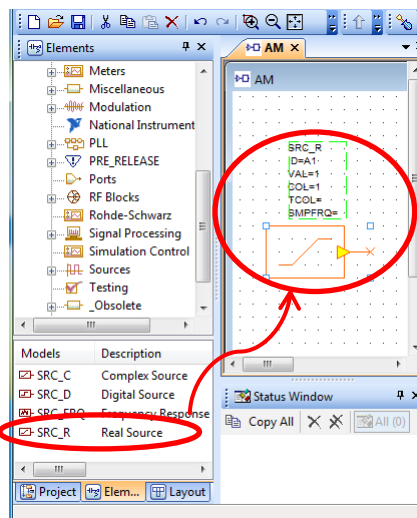
Ο **κατάλογος στοιχείων** (elements catalog) είναι μία βάση που περιέχει πολλά δομικά μπλοκ (ηλεκτρικά/ ηλεκτρονικά στοιχεία), τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα διαγράμματα συστήματος ώστε να συνθέσουμε ένα σύστημα ή έναν αλγόριθμο επικοινωνίας.

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**. Και από τα **Models** επιλέγουμε το **SRC_R** (Εικόνα 5) και το σύρουμε (drag 'n' drop) στο διάγραμμα συστήματος (Εικόνα 6).

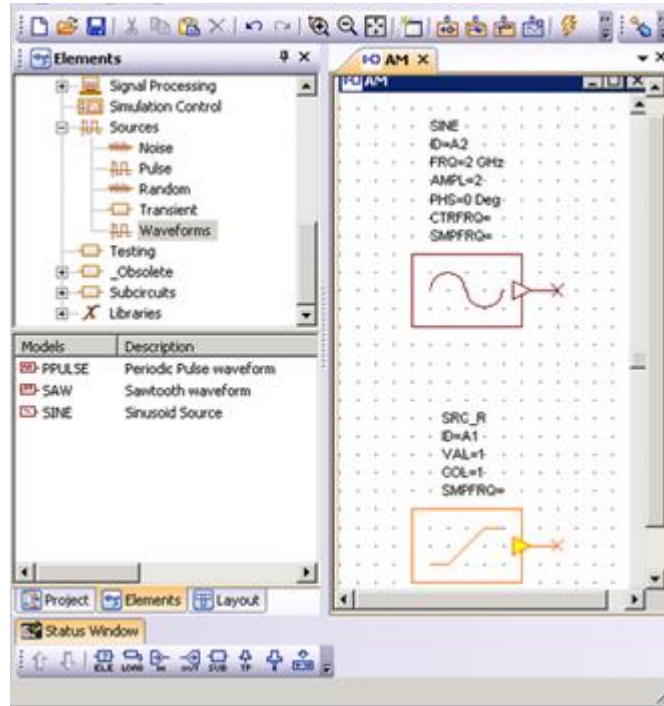


Εικόνα 5 – Block στοιχείο πηγής



Εικόνα 6 – Τοποθέτηση του block στοιχείου στο διάγραμμα του συστήματος

4. Επεκτείνουμε την κατηγορία **Sources** και από την υποκατηγορία **Waveforms** επιλέγουμε το **Sine block** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα συστήματος όπως φαίνεται στην Εικόνα 7



Εικόνα 7 –Τοποθέτηση του Sine Block στο διάγραμμα συστήματος

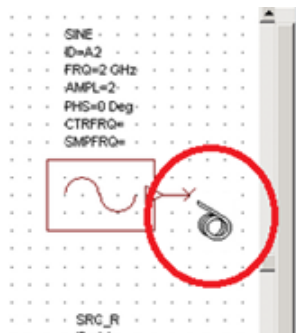
5. Επεκτείνουμε την κατηγορία **Math Tools**, και επιλέγουμε το **ADD block**, το οποίο προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος
6. Επεκτείνουμε την κατηγορία **Modulation**, επιλέγουμε την υποκατηγορία **Analog**. Επιλέγουμε το **AM_MOD block** και το προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος
7. Επιλέγουμε το **Sine block** στο διάγραμμα συστήματος. Πάμε στην μπάρα Menu στην καρτέλα Edit και εκτελούμε: **Edit > Copy** και στην συνέχεια **Edit > Paste**.
8. Πάμε **File > Save Project**.

Το διάγραμμα συστήματος πρέπει να φαίνεται όπως στην **Εικόνα 9**, χωρίς όμως τις διασυνδέσεις μεταξύ των μπλοκ, τις οποίες θα τοποθετήσουμε στη συνέχεια.

7.5 Διασύνδεση των Block Στοιχείων και Προσθήκη Ελέγχου

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

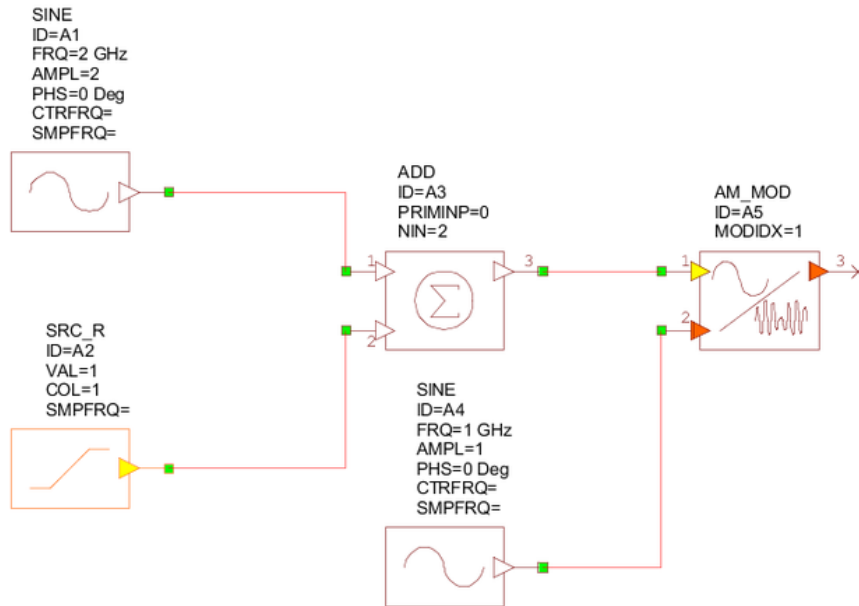
1. Τοποθετούμε τον δρομέα (cursor) στη διεπαφή του μπλοκ στοιχείου (**Εικόνα 8**). Εμφανίζεται ένα καλώδιο.



Εικόνα 8 – Σύνδεση στοιχείου

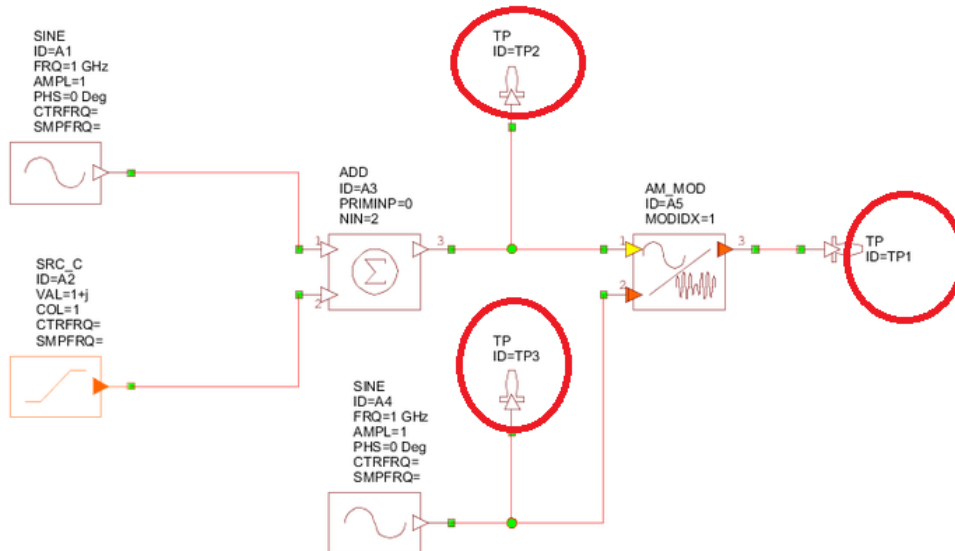
2. Κάνουμε Click και κρατώντας πατημένο το πλήκτρο στο ποντίκι σέρνουμε και διασυνδέουμε κατάλληλα στην διεπαφή ενός άλλου μπλοκ στοιχείου

3. Διασυνδέουμε όλα τα μπλοκ στοιχεία του διαγράμματος συστήματος όπως φαίνεται στην **Εικόνα 9**



Εικόνα 9 – Διασύνδεση των block στοιχείων

4. 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 10**.



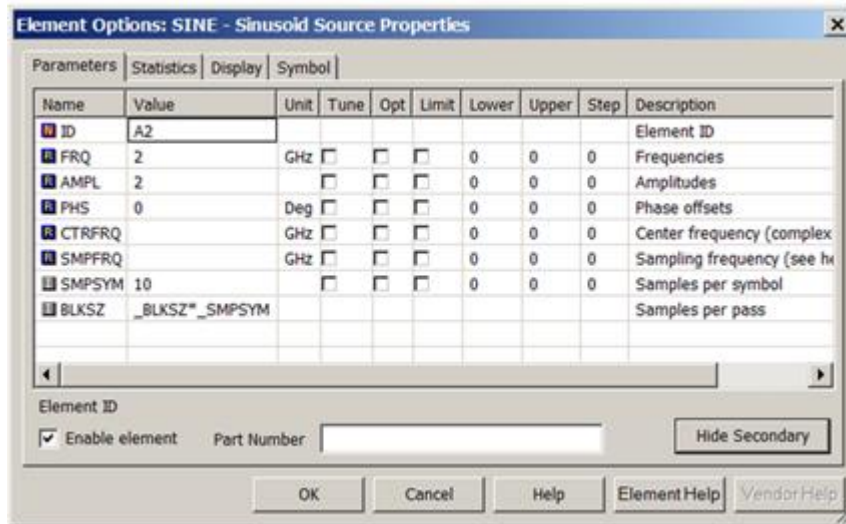
Εικόνα 9 – Διασύνδεση των block στοιχείων

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.

7.6 Ορισμός Παραμέτρων των Block στοιχείων

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

1. Στο διάγραμμα συστήματος κάνουμε διπλό click στο **Sine Block** το οποίο συνδέεται στο ADD μπλοκ. Οι επιλογές του στοιχείου εμφανίζονται στην **Εικόνα 11**.



Εικόνα 11 – Ιδιότητες ημιτονοειδούς πηγής

2. Πατάμε στο **Show Secondary** για να εμφανιστούν και οι δευτερεύουσες παράμετροι του στοιχείου. Επεξεργαζόμαστε τις παραμέτρους όπως φαίνεται στην Εικόνα 11.
3. Κάνουμε διπλό click στο **Sine block**, το οποίο συνδέεται στο **AM_MOD** μπλοκ. Εάν δεν εμφανίζονται οι δευτερεύουσες παράμετροι, τότε πατάμε **Show Secondary**. Αλλάζουμε την τιμή της παραμέτρου **FRQ** σε **"40"**, την **AMPL** σε **"3"**, την **CTRFRQ** σε **"0"**, και την **SMPSYM** σε **"10"**. Πατάμε **OK**.
4. Κάνουμε διπλό click στο **SRC_R** μπλοκ και αλλάζουμε την τιμή της παραμέτρου **SMPSYM** σε **"10"**. Πατάμε **OK**.
5. Κάνουμε διπλό click στο **AM_MOD** μπλοκ και θέτουμε την τιμή της παραμέτρου **MODIDX** σε **"2"**. Πατάμε **OK**.

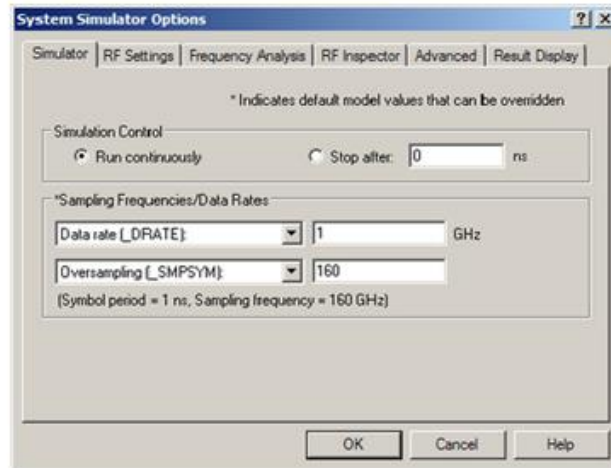
Οι τιμές που ορίσαμε στο παράθυρο διαλόγου της ημιτονοειδούς πηγής πρέπει να συμφωνούν με αυτές της Εικόνας 11.

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.

7.7 Ορισμός των Παραμέτρων Προσομοίωσης

Για να ορίσουμε τις παραμέτρους προσομοίωσης κάνουμε τα παρακάτω βήματα:

1. Επιλέγουμε **Options > Default System Options**. Το παράθυρο διαλόγου των παραμέτρων προσομοίωσης εμφανίζεται.
2. Πάμε στην καρτέλα **Simulator** και κάτω από το **Sampling Frequencies / Data Rates** επιλέγουμε **Data rate** στο πρώτο drop-down μενού και **Oversampling** στο δεύτερο drop-down μενού.
3. Θέτουμε **"1" GHz** το Data rate και **160** την τιμή του **Oversampling** (Εικόνα 12). Πατάμε **OK**.



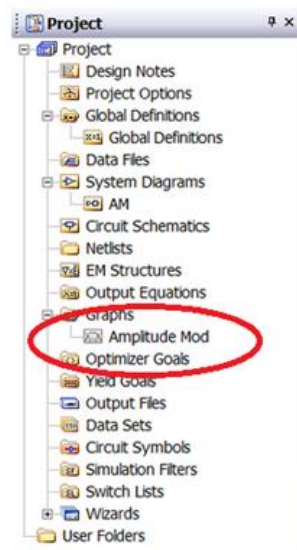
Εικόνα 12 – Ιδιότητες προσομοιωτή συστήματος

7.7 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 **New Graph**. Το παράθυρο διαλόγου New Graph εμφανίζεται. Δίνουμε όνομα της επιλογής μας, π.χ. "Amplitude Modulation", επιλέγουμε **Rectangular** σαν τύπο γραφήματος και πατάμε **Create**.
3. Το γράφημα εμφανίζεται στον χώρο εργασίας και σαν καταχώρηση κάτω από την κατηγορία Graphs στον πλοηγό Project (**Εικόνα 13**).

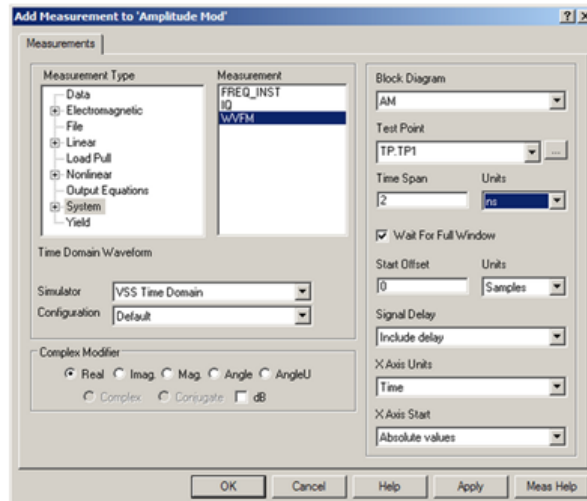


Εικόνα 13 - Προσθήκη νέου γραφήματος

7.8 Προσθήκη μέτρησης

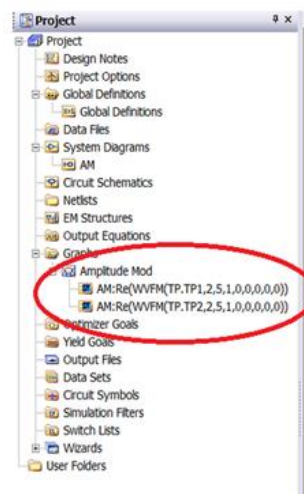
Για να προσθέσουμε μια μέτρηση στο γράφημα που δημιουργήσαμε ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Κάνουμε δεξί click στο γράφημα “Amplitude Mod” στον πλοηγό Project, και επιλέγουμε **Add Measurement**. Το παράθυρο διαλόγου του Add Measurement εμφανίζεται (Εικόνα 14).



Εικόνα 14 - Προσθήκη μέτρησης σε γράφημα

2. Για τον τύπο της μέτρησης επιλέγουμε **System** και για την μέτρηση επιλέγουμε **WVFM**.
3. Θέτουμε την τιμή “2” στο πεδίο **Time Span** και επιλέγουμε **ns** (nanosecond) σαν την μονάδα μέτρησης.
4. Επιλέγουμε **Real** σαν **Complex Modifier**.
5. Επιβεβαιώνουμε ότι το Test Point έχει οριστεί ως TP.TP1, και πατάμε **Apply**. Η μέτρηση $AM:Re(WVFM(TP.TP1,2,5,1,0,0,0,0))$ έχει εισαχθεί κάτω από το γράφημα “Amplitude Mod” στον πλοηγό Project.
6. Επιλέγουμε στο Test Point TP.TP2 και πατάμε **Apply**. Κάνουμε το ίδιο για TP.TP3. Στον πλοηγό Project μπορούμε να δούμε ότι οι μετρήσεις έχουν προστεθεί στο γράφημα (Εικόνα 15).

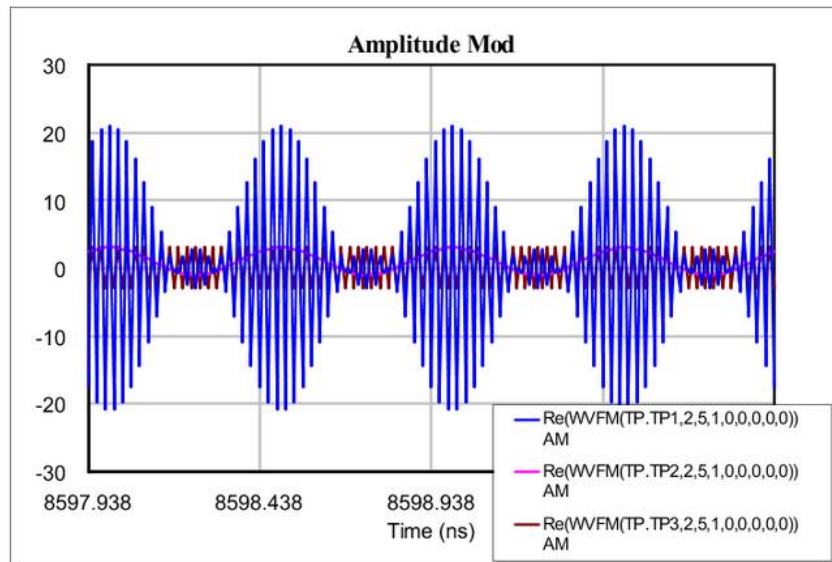


Εικόνα 15 – Μετρήσεις που έχουν εισαχθεί στο γράφημα

7.8 Εκτέλεση Προσομοίωσης

Μετά την επιτυχή υλοποίηση όλων των παραπάνω βημάτων, είμαστε πλέον έτοιμοι να θέσουμε σε λειτουργία την προσομοίωση του συστήματος. Για το σκοπό αυτό επιλέγουμε:

- **Simulate > Run/Stop System Simulators.** Αφήνουμε την προσομοίωση να τρέξει για 5 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια την διακόπτουμε με την επιλογή **Simulate > Run/Stop System Simulators.** Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης πρέπει να φαίνεται στο γράφημα όπως στην **Εικόνα 16**.

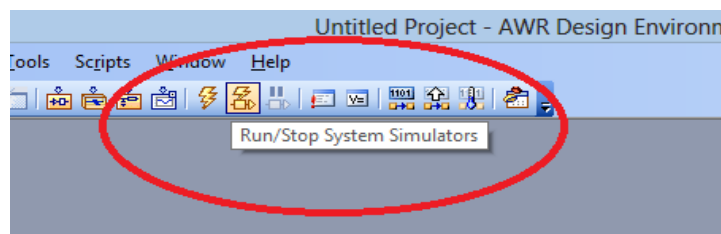


Εικόνα 16 – Αποτέλεσμα προσομοίωσης

8. Δραστηριότητες

8.1 Απλές δραστηριότητες

1. Το περιβάλλον του AWR διαθέτει μια πληθώρα συντομεύσεων για διάφορες λειτουργίες. Για παράδειγμα για να ξεκινήσουμε την προσομοίωση ενός συστήματος μπορούμε να πάμε από το μενού σε **Simulate > Run/Stop Simulators**, όμως μπορούμε επίσης να εκτελέσουμε την προσομοίωση από το πλήκτρο στην εργαλειοθήκη όπως φαίνεται στην **Εικόνα 17**.



Εικόνα 17 – Συντόμευση εκτέλεσης προσομοίωσης

Καλείστε να μελετήσετε το γραφικό περιβάλλον και να εντοπίσετε τις διάφορες συντομεύσεις εκτελώντας ξανά το πείραμα της διαμορφώσεως AM.

2. Στο πείραμα της διαμορφώσεως AM απεικονίσαμε 3 κυματομορφές στο ίδιο γράφημα. Καλείστε να δημιουργήσετε 3 διαφορετικά γραφήματα στο χώρο εργασίας, ένα για κάθε κυματομορφή.
3. Παρατηρήστε το αποτέλεσμα της προσομοίωσης του συστήματος που φαίνεται στην **Εικόνα 16**. Διακρίνουμε ότι το πλάτος του διαμορφωμένου σήματος κυμαίνεται από περίπου -20 έως 20 Volts. Αποδείξατε θεωρητικά ότι αυτές οι τιμές είναι σωστές βάσει των δεδομένων του πειράματος.

8.2 Προχωρημένες δραστηριότητες

1. Στο πείραμα που εκτελέστηκε σε αυτήν την άσκηση προσθέστε ένα επιπλέον γράφημα που να απεικονίζει το φάσμα του διαμορφωμένου σήματος.
2. Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες σχετικά με τον όρο “δείκτης διαμορφώσεως” (Modulation Index) ή “βάθος διαμορφώσεως” (Modulation Depth). Στην διάταξη που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την άσκηση εκτελέστε την προσομοίωση μεταβάλλοντας σταδιακά το πλάτος του φορέα. Τι συμπεραίνετε;
3. Πειραματιστείτε με την προσομοίωση διαμόρφωσης σημάτων σε άλλες συχνότητες. Θα πρέπει να τροποποιήσετε κατάλληλα τις καθολικές μεταβλητές προσομοίωσης για να απεικονίσετε σωστά τις κυματομορφές.

9. Λίστα ελέγχου γνώσεων

Αφού ολοκληρώσατε την εκτέλεση της παρούσας εργαστηριακής άσκησης, επιστρέψτε στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγξτε κατά πόσο:

- Έχετε εξοικειωθεί με το περιβάλλον του λογισμικού AWR.
- Μπορείτε να αξιοποιήσετε τις επιμέρους εργαλειοθήκες και βιβλιοθήκες δομικών ηλεκτρονικών στοιχείων του AWR.
- Είστε σε θέση να υλοποιείτε συγκεκριμένες συνδεσμολογίες βάσει καθορισμένων προδιαγραφών και παραμέτρων.
- Μπορείτε να δημιουργήσετε κατάλληλα γραφήματα με βάση τα αποτελέσματα μιας προσομοίωσης.

10. 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>)

11. Χρήσιμοι σύνδεσμοι

1. https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting_Started/
2. <http://www.awrcorp.com/awrtv-player>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation