

## ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διδάσκων

Δρ. Μιχαήλ Παρασκευάς  
Επίκουρος Καθηγητής

## Συντελεστές δημιουργίας οδηγού

---

Θεοδοσίου Παναγιώτα

Κωνσταντινόπουλος Άρης

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΧΟΜΕΝΩΝ

Διδάσκων.....	0
Δρ. Μιχαήλ Παρασκευάς Επίκουρος Καθηγητής.....	0
<b>ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ.....</b>	<b>0</b>
<b>Συντελεστές δημιουργίας οδηγού .....</b>	<b>1</b>
<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>5</b>
Εργαστηριακή Άσκηση 1 .....	6
<b>Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης .....</b>	<b>7</b>
<b>Τι θα χρειαστεί.....</b>	<b>7</b>
<b>Περιβάλλον Εργασίας AWR .....</b>	<b>7</b>
<b>Εισαγωγικές Παρατηρήσεις .....</b>	<b>8</b>
<b>Πείραμα: Διαμόρφωση Πλάτους (Amplitude Modulation – AM).....</b>	<b>9</b>
<b>Εργαστηριακή διαδικασία .....</b>	<b>9</b>
Δημιουργία Project .....	10
Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.....	10
Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος.....	11
Προσθήκη Block στο διάγραμμα συστήματος.....	12
Διασύνδεση των Μπλοκ Στοιχείων και Προσθήκη Σημείων Ελέγχου .....	13
Ορισμός Παραμέτρων των Μπλοκ Στοιχείων .....	15
Ορισμός των Παραμέτρων Προσομοίωσης .....	15
Δημιουργία Γραφήματος .....	16
Προσθήκη Μέτρησης .....	16
Εκτέλεση Προσομοίωσης.....	18
<b>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων.....</b>	<b>19</b>
<b>Δραστηριότητες .....</b>	<b>19</b>
Απλές Δραστηριότητες.....	19
<b>Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι.....</b>	<b>19</b>
Εργαστηριακή Άσκηση 2 .....	20
<b>AM-DSB διαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης.....</b>	<b>21</b>
<b>Προσδοκώμενα αποτελέσματα .....</b>	<b>21</b>
<b>Τι θα χρειαστεί.....</b>	<b>21</b>
<b>Έννοιες κλειδιά .....</b>	<b>21</b>
Εισαγωγικές Παρατηρήσεις .....	21
<b>Πείραμα: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-DSB .....</b>	<b>23</b>

Δημιουργία Project .....	23
Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.....	24
Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος.....	24
Εκτέλεση Προσομοίωσης.....	31
<b>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων.....</b>	<b>31</b>
<b>Δραστηριότητες .....</b>	<b>32</b>
Απλές Δραστηριότητες.....	32
Προχωρημένες Δραστηριότητες .....	32
<b>Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι.....</b>	<b>33</b>
Εργαστηριακή Άσκηση 3 .....	34
<b>AM-DSB Αποδιαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης.....</b>	<b>35</b>
<b>Προσδοκώμενα αποτελέσματα .....</b>	<b>35</b>
<b>Τι θα χρειαστεί.....</b>	<b>35</b>
<b>Έννοιες κλειδιά .....</b>	<b>35</b>
Εισαγωγικές Παρατηρήσεις .....	35
<b>Πείραμα: ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-DSB.....</b>	<b>35</b>
Δημιουργία Project .....	36
Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.....	36
Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος.....	37
Εκτέλεση Προσομοίωσης.....	41
<b>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων.....</b>	<b>41</b>
<b>Δραστηριότητες .....</b>	<b>41</b>
Απλές Δραστηριότητες.....	41
Προχωρημένες Δραστηριότητες .....	41
<b>Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι.....</b>	<b>42</b>
Εργαστηριακή Άσκηση 4 .....	43
<b>AM-SSB Διαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης.....</b>	<b>44</b>
<b>Προσδοκώμενα αποτελέσματα .....</b>	<b>44</b>
<b>Τι θα χρειαστεί.....</b>	<b>44</b>
<b>Έννοιες κλειδιά .....</b>	<b>44</b>
Εισαγωγικές Παρατηρήσεις .....	44
<b>Πείραμα: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-SSB .....</b>	<b>45</b>
Δημιουργία Project .....	45
Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.....	45

Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος .....	46
Εκτέλεση Προσομοίωσης .....	51
<b>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</b> .....	51
<b>Δραστηριότητες</b> .....	51
Απλές Δραστηριότητες .....	51
Προχωρημένες Δραστηριότητες .....	51
<b>Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι</b> .....	52
Εργαστηριακή Άσκηση 5 .....	53
<b>AM-SSB Αποδιαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης</b> .....	54
<b>Προσδοκώμενα αποτελέσματα</b> .....	54
<b>Τι θα χρειαστεί</b> .....	54
<b>Έννοιες κλειδιά</b> .....	54
Εισαγωγικές Παρατηρήσεις .....	54
<b>Πείραμα: ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-SSB</b> .....	54
Δημιουργία Project .....	55
Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.....	55
Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος.....	56
Εκτέλεση Προσομοίωσης .....	61
<b>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</b> .....	61
<b>Δραστηριότητες</b> .....	61
Απλές Δραστηριότητες .....	61
Προχωρημένες Δραστηριότητες .....	61
<b>Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι</b> .....	62
<b>Τελικά Συμπεράσματα</b> .....	62

## Εισαγωγή

---

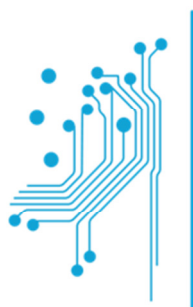
Η συλλογή προγραμμάτων AWR Design Environment που συμπεριλαμβάνει το Microwave Office, το Analog Office, και το λογισμικό Visual System Simulator είναι ένα πολυδύναμο και ολοκληρωμένο εργαλείο σχεδιασμού και ανάλυσης για επικοινωνίες RF, μικροκύματα, αναλογικές και σχεδιασμών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (RFIC) που επιτρέπει να ενσωματώσεις κυκλωματικά σχέδια σε συστημικό σχεδιασμό χωρίς αλλαγή περιβάλλοντος (AWRDE).

Το Microwave Office (MWO) και το Analog Office (AO) επιτρέπουν τη δημιουργία περίπλοκων σχεδίων κυκλωμάτων που αποτελούνται από γραμμικές, μη γραμμικές και ηλεκτρομαγνητικές διατάξεις. Η ανάλυση μπορεί να γίνεται με γραμμικά ή μη γραμμικά μέσα, σειρές Volterra, βοηθητικά εργαλεία όπως APLAC, Analyst και HSPICE.

Το Visual System Simulator (VSS) είναι το εργαλείο σχεδιασμού σε συστημικό επίπεδο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάλυση ενός πλήρους επικοινωνιακού συστήματος από κωδικοποίηση πηγής μέχρι μετάδοση, λήψη και αποκωδικοποίηση.

Παρακάτω, υπάρχουν βήματα για τη δημιουργία ενός νέου απλού προγράμματος στο AWR, όπως και ασκήσεις για καλύτερη εμπέδωση.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός εργαστηριακού οδηγού ο οποίος θα επιτρέπει στους φοιτητές να εξοικειωθούν με το AWR και να μπορούν να προσομοιώσουν ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα.



Τμήμα  
Μηχανικών  
Πληροφορικής τ.ε.

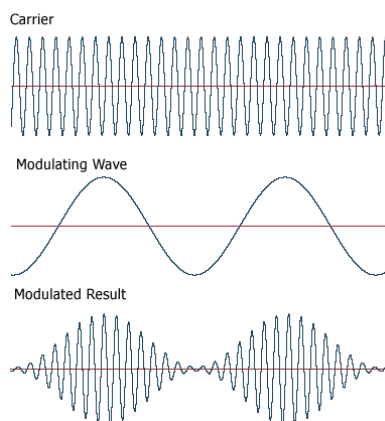
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα  
Δυτικής Ελλάδας

# ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

### Εργαστηριακή Άσκηση 1

Εξοικείωση με το περιβάλλον του AWR



**Διδάσκων**

**Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς**

*Επίκουρος Καθηγητής*

**Ιούνιος 2015**

# Άσκηση 1 -ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ AWR

## Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης

Στόχος της παρούσας άσκησης είναι η εξοικείωση των σπουδαστών με το λογισμικό , που θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουν στη συνέχεια για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές.

Έτσι, στο πρώτο μέρος θα μάθουν πως να χειρίζονται τις στοιχειώδεις λειτουργίες του προγράμματος, ενώ στο δεύτερο θα κληθούν να δημιουργήσουν κάτι δικό τους, δημιουργώντας τα δικά τους projects.

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

- Γνωρίζουν πως να δημιουργήσουν και να αποθηκεύσουν ένα νέο Project.
- Μπορούν να πλοηγηθούν στις εργαλειοθήκες και να χρησιμοποιήσουν τα στοιχεία που διατίθενται.
- Παραμετροποιήσουν διάφορες μεταβλητές του περιβάλλοντος προσομοίωσης (π.χ. μονάδες μέτρησης , επιλογή συχνότητας κτλ.).
- Εξάγουν γραφικές παραστάσεις από τις κυματομορφές που παράγονται.

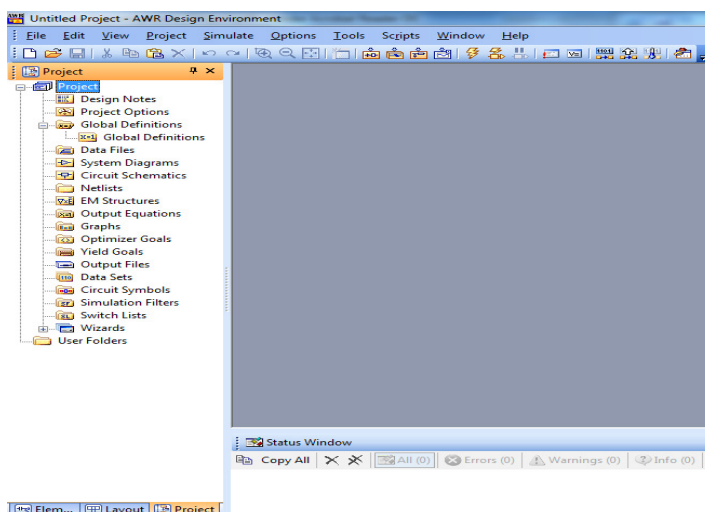
## Τι θα χρειαστεί

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό AWR 10.08

## 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.



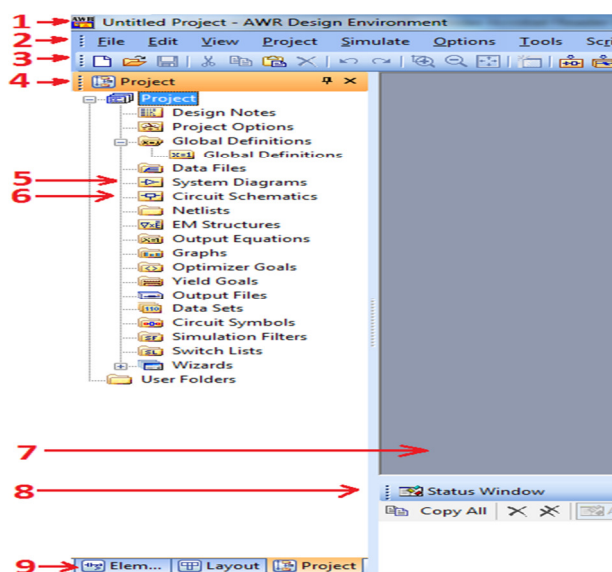
Εικόνα 1– Περιβάλλον εργασίας του λογισμικού AWR Design Environment

Το περιβάλλον του λογισμικού AWR DE 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.

1. Title bar
2. Menu bar
3. Toolbar
4. Project Browser
5. System diagrams
6. Circuit schematics
7. Workspace
8. Status Window
9. Tabs



Εικόνα 2 - Συνθετικά μέρη του περιβάλλοντος εργασίας

## Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Ο σκοπός ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος είναι η μεταφορά πληροφορίας με τη μορφή σήματος μέσω ενός καναλιού το οποίο χωρίζει τον πομπό από τον δέκτη. Το κανάλι μπορεί να είναι είτε κάποια μορφή ενσύρματου μέσου (καλώδιο – ομοαξονικό, οπτική ίνα, κτλ...) είτε ο ελεύθερος χώρος που χωρίζει τις 2 κεραίες. Το σήμα μπορεί να είναι είτε αναλογικό, είτε ψηφιακό (ψηφιακό μπορεί να γίνει και κάθε αναλογικό σήμα με την κατάλληλη κωδικοποίηση μέσω διαδικασιών δειγματοληψίας). Παρά το γεγονός ότι είναι τεχνικά δυνατό να γίνει η μεταφορά όλων των σημάτων μέσω ψηφιακού σήματος, υπάρχουν και χρησιμοποιούνται σήμερα πολλές εφαρμογές που χρησιμοποιούν αναλογικές εκπομπές (π.χ. ραδιοφωνικό και τηλεοπτικό σήμα).

Στις τηλεπικοινωνίες **διαμόρφωση** ονομάζεται η διαδικασία μεταβολής ενός περιοδικού σήματος, συνήθως υψίσυχνου, με στόχο την κωδικοποίηση σε αυτό ενός σήματος χαμηλής συχνότητας το οποίο μεταφέρει κωδικοποιημένη πληροφορία. Το υψίσυχνο σήμα τότε καλείται φέρον και συνήθως είναι σήμα απλής συχνότητας (π.χ. μία ημιτονοειδής κυματομορφή). Η διαμόρφωση απαιτείται για να μπορέσει να διέλθει ένα σήμα από κάποιο τηλεπικοινωνιακό κανάλι (ένα καλώδιο, στις ενσύρματες επικοινωνίες, ή ο ελεύθερος χώρος, στις ασύρματες επικοινωνίες) το εύρος ζώνης του οποίου δεν επικαλύπτεται με το εύρος ζώνης του σήματος. Στο άλλο άκρο της επικοινωνίας, στον παραλήπτη, λαμβάνει χώρα η ανάστροφη διαδικασία προκειμένου να ανακτηθεί το αρχικό σήμα, η **αποδιαμόρφωση**.

Οπότε η μετατροπή του σήματος της πηγής σε σήμα το οποίο είναι κατάλληλο για μετάδοση από το χρησιμοποιούμενο μέσο λέγεται διαμόρφωση (modulation). Η αντίστροφη διαδικασία στο δέκτη για τη μετατροπή του λαμβανόμενου σήματος στο βασικό σήμα ονομάζεται αποδιαμόρφωση (demodulation).

Στις αναλογικές διαμορφώσεις το σήμα πληροφορίας που διαμορφώνεται είναι σε αναλογική μορφή. Οι κυριότερες μέθοδοι των αναλογικών διαμορφώσεων είναι οι:

Διαμόρφωση πλάτους (AM)

- Διαμόρφωση απλής ζώνης (SSB)
- Διαμόρφωση διπλής ζώνης (DSB)

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

Η διαμόρφωση Πλάτους (AM - Amplitude Modulation) είναι μία αναλογική διαμόρφωση σήματος. Στην διαμόρφωση AM μεταβάλλεται το πλάτος του υψίσυχνου φέροντος κύματος ανάλογα με το πλάτος του σήματος πληροφορίας (ακουστικού σήματος). Το διαμορφωμένο σήμα AM που προκύπτει έχει σταθερή συχνότητα και μεταβαλλόμενο πλάτος.

Σκοπό της εργαστηριακής άσκησης αποτελεί η μελέτη των βασικών αρχών της κλασικής διαμόρφωσης πλάτους (AM-Amplitude Modulation). Τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες της, θα μελετηθούν με την βοήθεια εργαλείων προσομοίωσης σε επίπεδο συστήματος, που προσφέρει το AWR. Θα μελετηθεί η επίδραση των παραμέτρων της διαμόρφωσης τόσο στην χρονική εικόνα του σήματος όσο και στο φάσμα του. Επιπλέον, στόχο αποτελεί η εξοικείωση στην σχεδίαση συστημάτων με διαμορφώσεις πλάτους.

## Πείραμα: Διαμόρφωση Πλάτους (Amplitude Modulation – AM)

Σε αυτό το παράδειγμα ένα ημιτονοειδές σήμα συχνότητας 1GHz διαμορφώνεται από έναν ημιτονικό φορέα συχνότητας 10 GHz.

Η διαμόρφωση AM περιγράφεται μαθηματικά ως:

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

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:

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

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.

## Εργαστηριακή διαδικασία

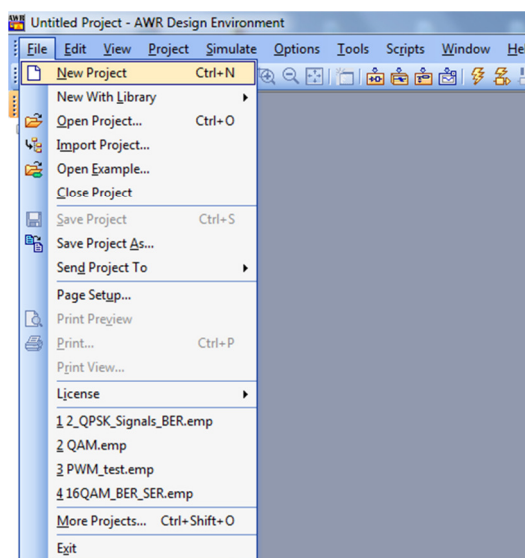
Οι δραστηριότητες στο παρόν παράδειγμα περιλαμβάνουν:

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 .

## Δημιουργία Project

Επιλέγουμε File > Save Project As. Το παράθυρο διαλόγου Save As εμφανίζεται. Επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε το Project. Δίνουμε μία ονομασία της επιλογής μας, π.χ. "AM" το νέο Project, στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται. Αποθηκεύουμε πατώντας Save.

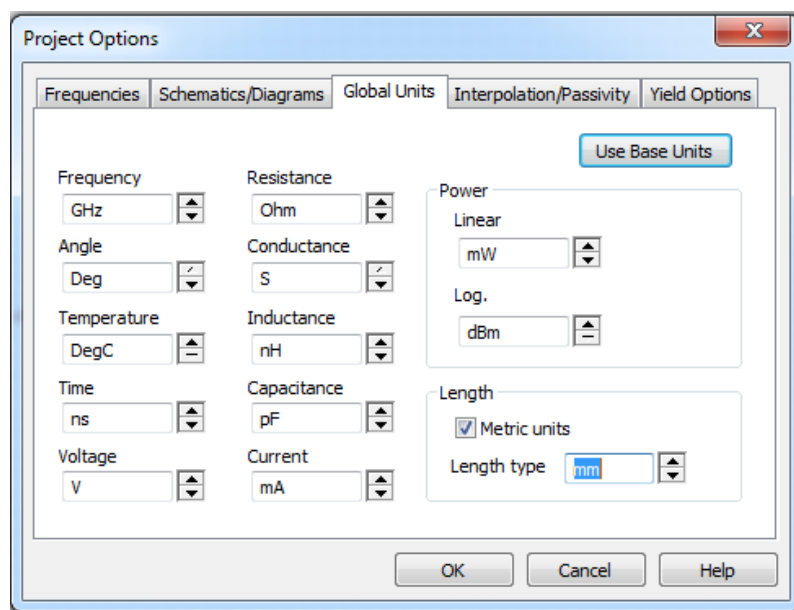
Σημείωση: Συνιστάται να αποθηκεύουμε κάθε νέο Project σε ξεχωριστό φάκελο.



## Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.

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

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

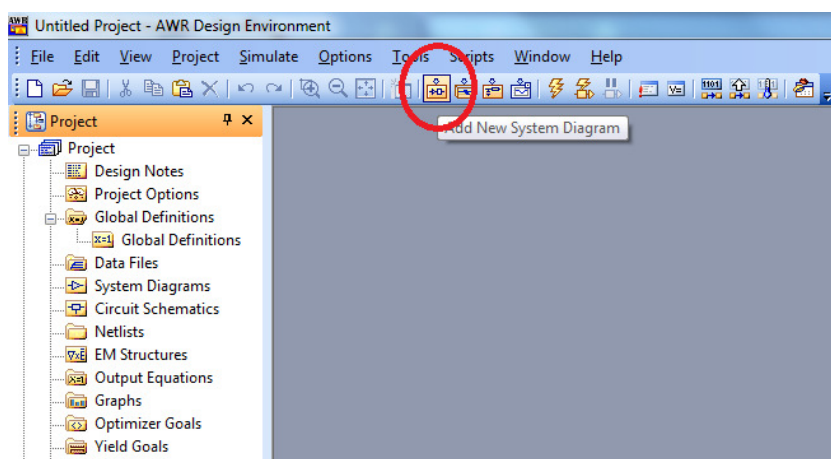


Εικόνα 3 – Ορισμός προκαθορισμένων ρυθμίσεων συστήματος

## Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος

Το διάγραμμα συστήματος είναι το πλέον βασικό τμήμα του περιβάλλοντος εργασίας, καθώς αποτελεί τον καμβά στον οποίο χιζουμε 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 τη δημιουργία διαγράμματος συστήματος υπάρχουν δύο τρόποι.

### 1. Επιλογή του Add New System Diagram

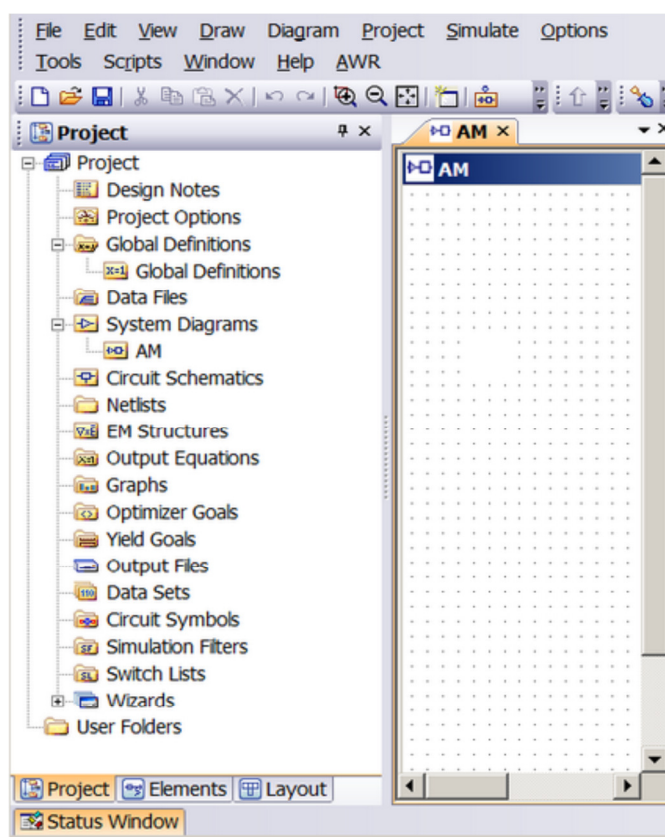


### 2. Επιλέγουμε Project > Add System Diagram > New System Diagram.

Εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου του νέου διαγράμματος συστήματος.

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.



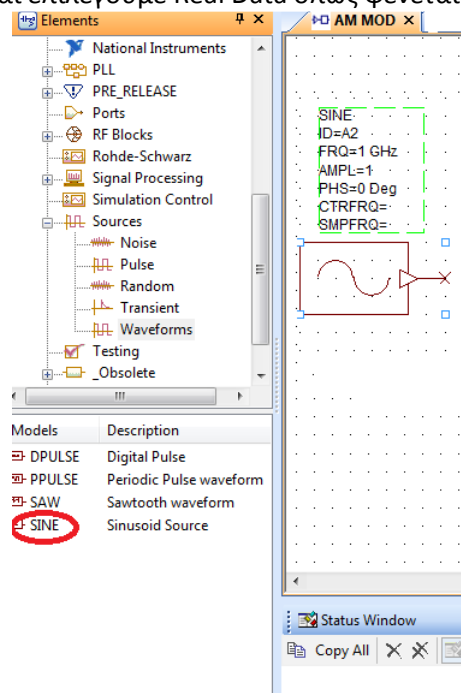
Εικόνα 4 – Διάγραμμα Συστήματος

## Προσθήκη Block στο διάγραμμα συστήματος

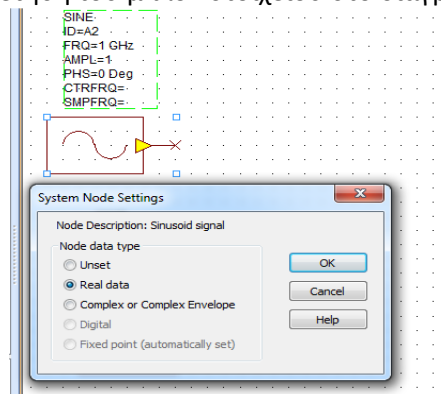
Ο κατάλογος στοιχείων (elements catalog) είναι μία βάση που περιέχει πολλά δομικά μπλοκ (ηλεκτρικά/ ηλεκτρονικά στοιχεία), τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα διαγράμματα συστήματος ώστε να συνθέσουμε ένα σύστημα ή έναν αλγόριθμο επικοινωνίας.

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 Waveforms επιλέγουμε το Sine(Εικόνα 5) και το σύρουμε (drag 'n' drop) στο διάγραμμα συστήματος .Στο τρίγωνο πατάμε και επιλέγουμε Real Data όπως φένεται εικόνα 6.

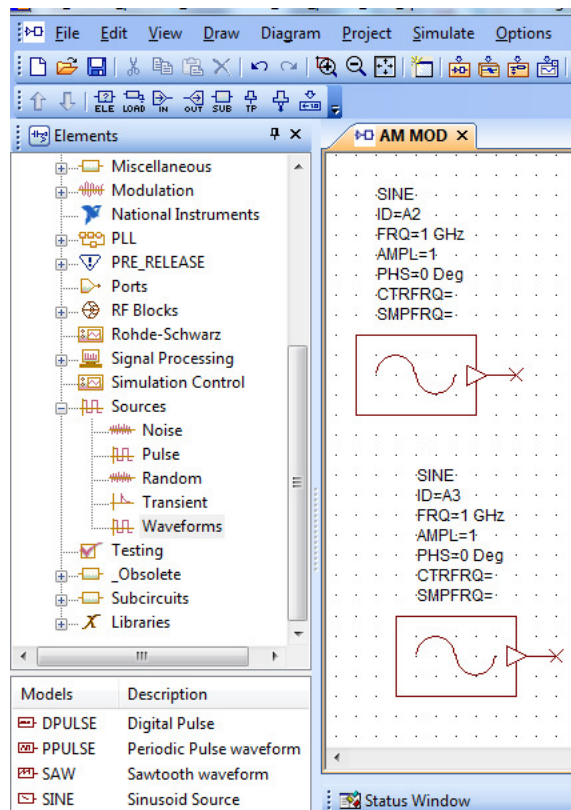


Εικόνα 5– Τοποθέτηση του μπλοκ στοιχείου στο διάγραμμα συστήματος



Εικόνα 6-Αλλαγή sine σε Real Data

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



Εικόνα 7 – Τοποθέτηση του Sine Block στο διάγραμμα συστήματος

- Επεκτείνουμε την κατηγορία Modulation, επιλέγουμε την υποκατηγορία Analog. Επιλέγουμε το AM\_MOD block και το προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος.
- Επεκτείνουμε την κατηγορία Converters, επιλέγουμε την υποκατηγορία Complex Envelope. Επιλέγουμε το CE2R block και το προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος.
- Πάμε File > Save Project.

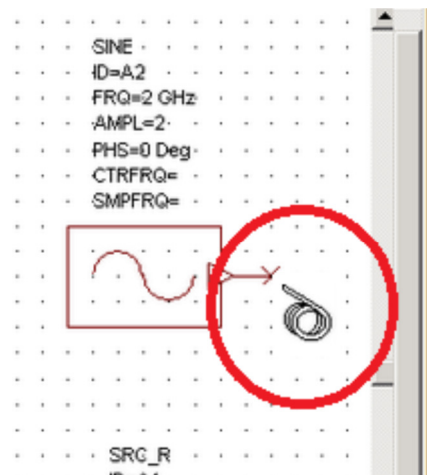
Το διάγραμμα συστήματος πρέπει να φαίνεται όπως στην Εικόνα 9, χωρίς όμως τις διασυνδέσεις μεταξύ των μπλοκ, τις οποίες θα τοποθετήσουμε στη συνέχεια.

### 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:

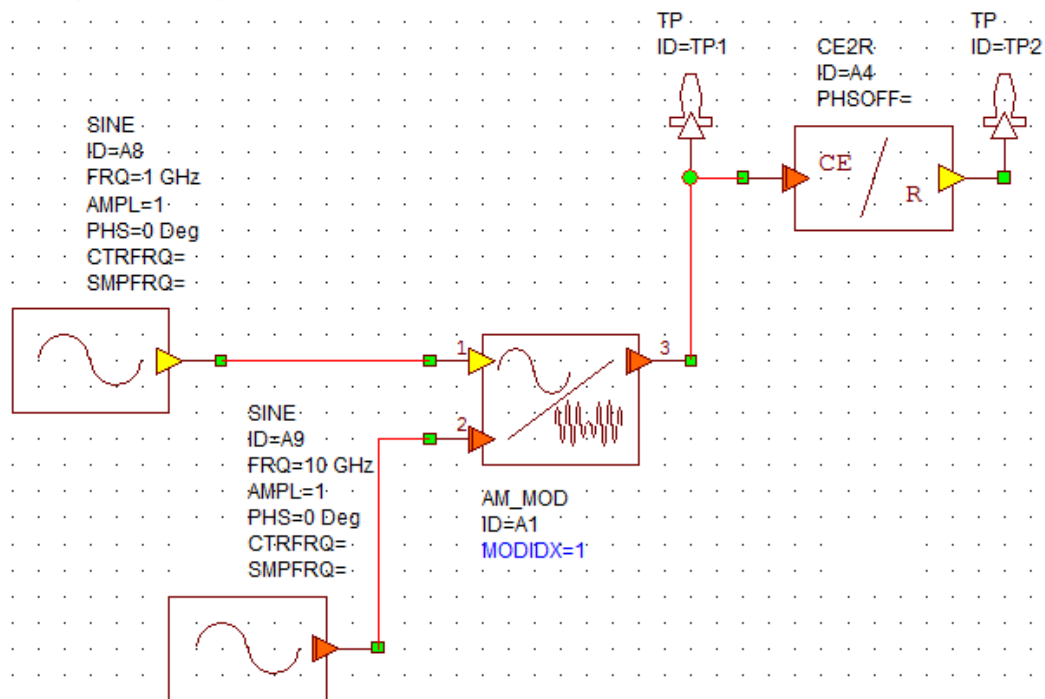
- Τοποθετούμε τον δρομέα (cursor) στη διεπαφή του μπλοκ στοιχείου (Εικόνα 8). Εμφανίζεται ένα καλώδιο.
- Κάνουμε Click και κρατώντας πατημένο το πλήκτρο στο ποντίκι σέρνουμε και διασυνδέουμε κατάλληλα στην διεπαφή ενός άλλου μπλοκ στοιχείου.





Εικόνα 8 – Σύνδεση στοιχείου

- Διασυνδέουμε όλα τα μπλοκ στοιχεία του διαγράμματος συστήματος όπως φαίνεται στην Εικόνα 9:



Εικόνα 9 – Διασύνδεση των μπλοκ στοιχείων- Προσθήκη Test Points

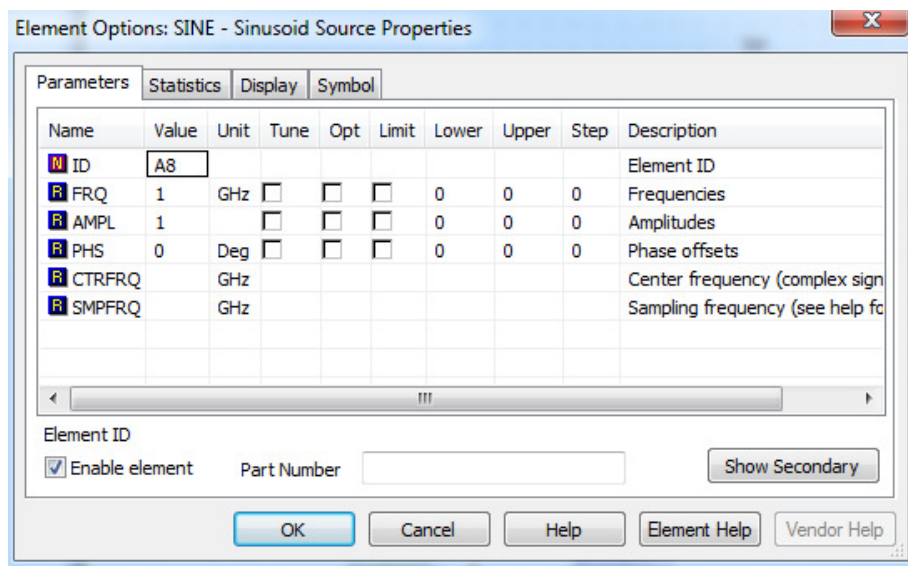
- Για να τοποθετήσουμε σημεία ελέγχου (Test Points TP) σε επιλεγμένα σημεία του διαγράμματος, πάμε στην κατηγορία Meters. Επιλέγουμε και προσθέτουμε στο διάγραμμα συστήματος τρία σημεία ελέγχου, όπως φαίνονται στην Εικόνα 9.

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.

## 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 Sine Block . Οι επιλογές του στοιχείου εμφανίζονται στην Εικόνα 10.



Εικόνα 10 – Ιδιότητες ημιτονοειδούς πηγής

2. Πατάμε στο Show Secondary για να εμφανιστούν και οι δευτερεύουσες παράμετροι του στοιχείου. Επεξεργαζόμαστε τις παραμέτρους όπως φαίνεται στην Εικόνα 10.

4. Κάνουμε διπλό click στο SINE που είναι το φέρον μας και αλλάζουμε την τιμή της παραμέτρου FRQ σε “10”. Πατάμε OK.

5. Κάνουμε διπλό click στο AM\_MOD μπλοκ και θέτουμε την τιμή της παραμέτρου MODIDX σε “1”. Πατάμε OK.

Οι τιμές που ορίσαμε στο παράθυρο διαλόγου της ημιτονοειδούς πηγής πρέπει να συμφωνούν με αυτές τις Εικόνας 10.

**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.

## Ορισμός των Παραμέτρων Προσομοίωσης

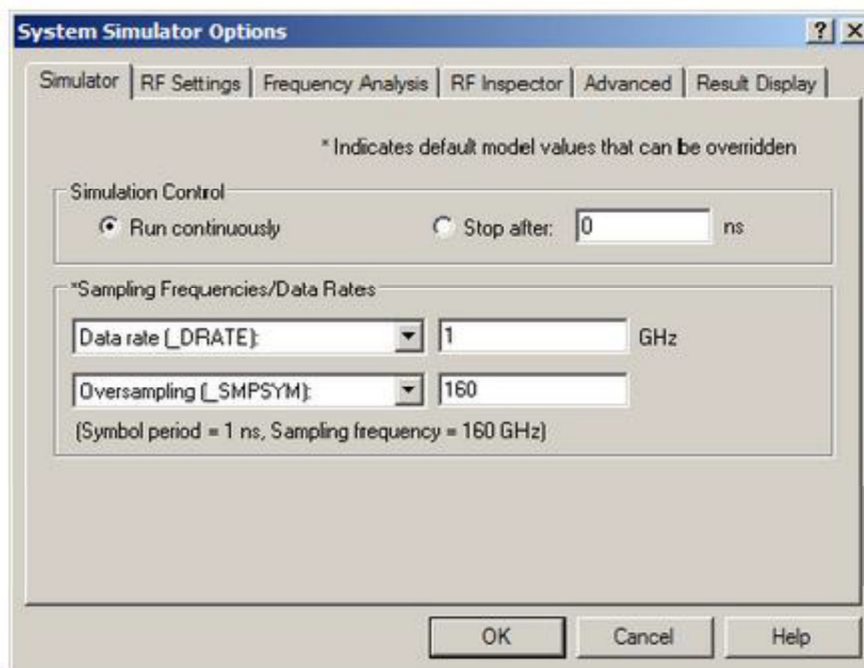
Για να ορίσουμε τις παραμέτρους προσομοίωσης κάνουμε τα παρακάτω βήματα:

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 11). Πατάμε OK.





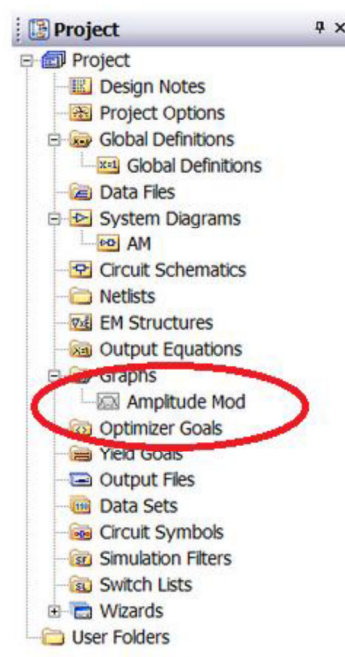
Εικόνα 11 – Ιδιότητες προσομοιωτή συστήματος

### 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 12).

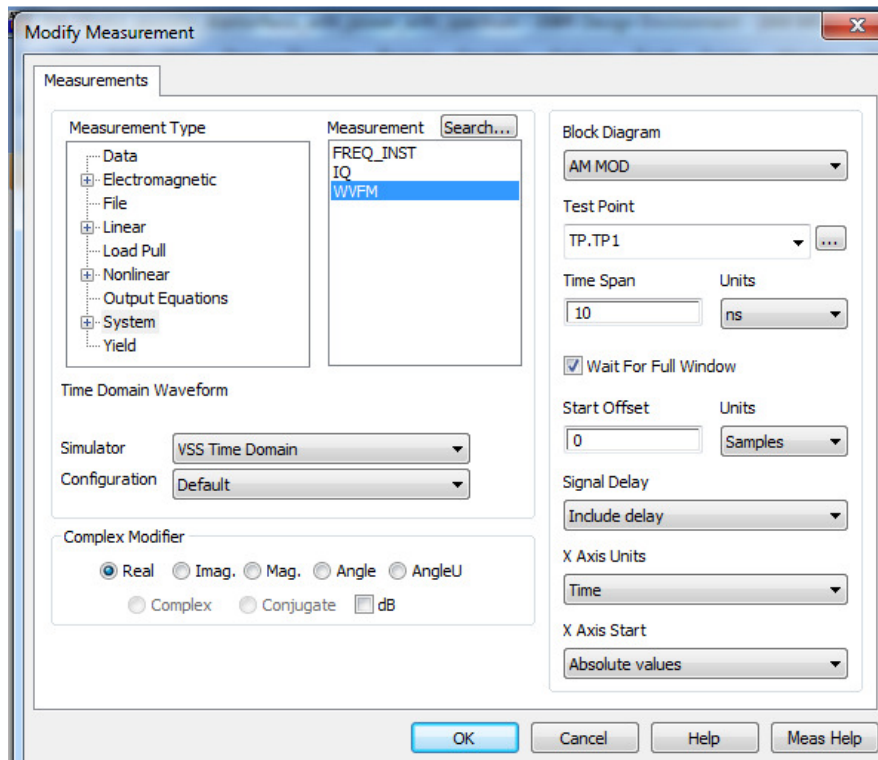


Εικόνα 12 – Προσθήκη νέου γραφήματος

### Προσθήκη Μέτρησης

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

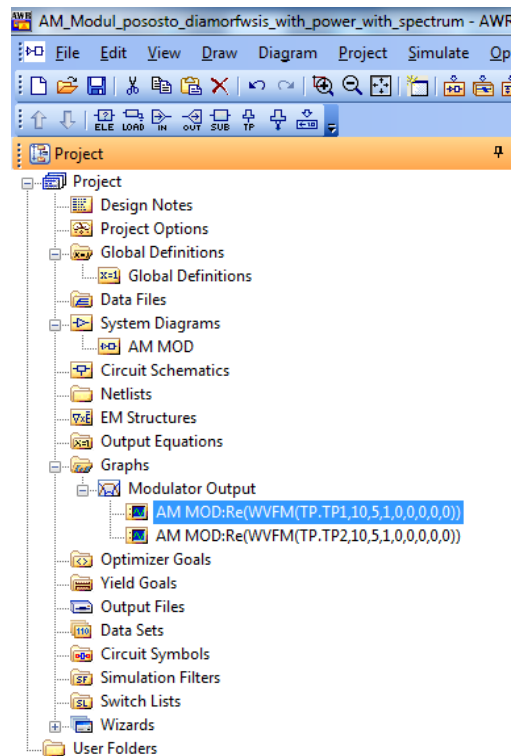
1. Κάνουμε δεξί click στο γράφημα “Amplitude Mod” στον πλοηγό Project, και επιλέγουμε Add Measurement. Το παράθυρο διαλόγου του Add Measurement εμφανίζεται (Εικόνα 13).



Εικόνα 13 – Προσθήκη μέτρησης σε γράφημα

2. Για τον τύπο της μέτρησης επιλέγουμε System και για την μέτρηση επιλέγουμε WVFM.
3. Θέτουμε την τιμή “10” 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.TP1,10,5,1,0,0,0,0)) έχει εισαχθεί κάτω από το γράφημα “Amplitude Mod” στον πλοηγό Project.
6. Επιλέγουμε στο Test Point TP.TP2 και πατάμε Apply.

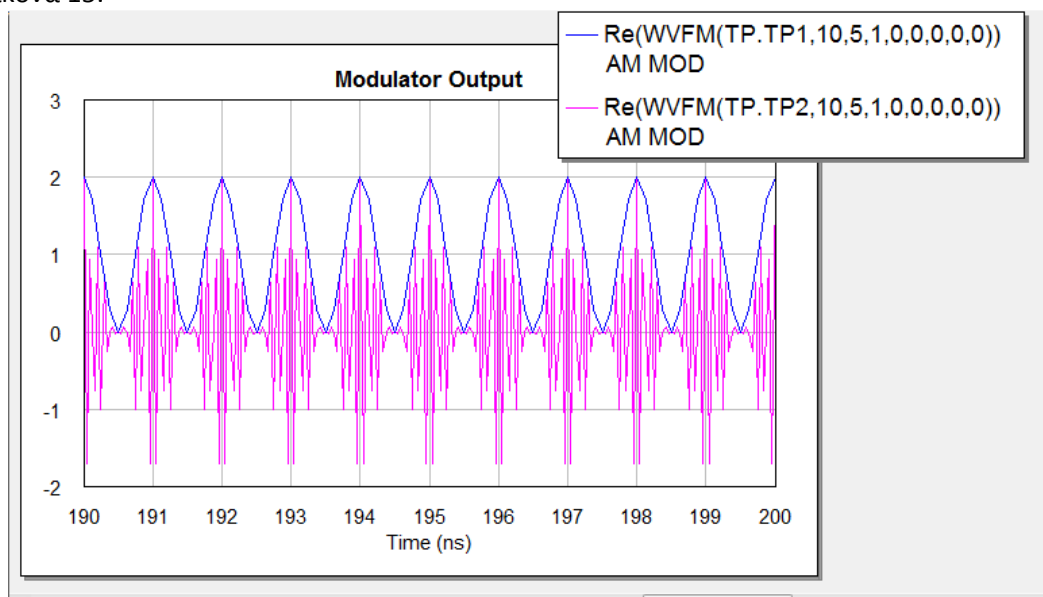
Στον πλοηγό Project μπορούμε να δούμε ότι οι μετρήσεις έχουν προστεθεί στο γράφημα (Εικόνα 14).



Εικόνα 14 – Μετρήσεις που έχουν εισαχθεί στο γράφημα

### 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 Simulators. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης πρέπει να φαίνεται στο γράφημα όπως στην Εικόνα 15.



Εικόνα 15 – Αποτέλεσμα προσομοίωσης

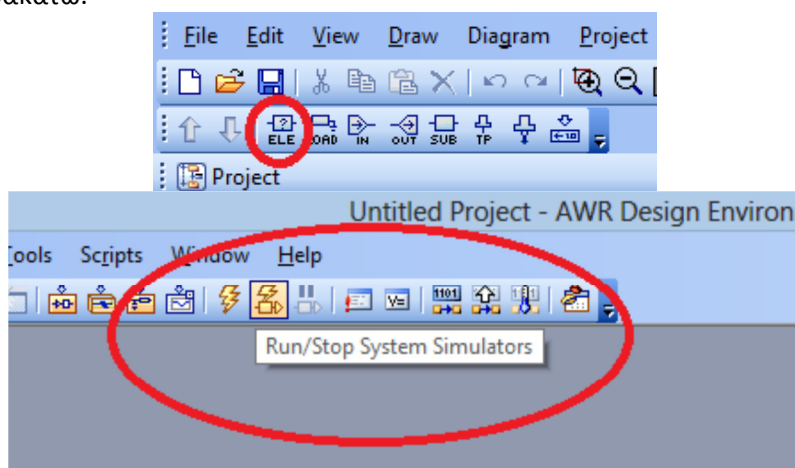
## Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

1. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει πως δημιουργούμε και αποθηκεύουμε ένα νέο Project.
2. Βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε πως να πλοηγηθείτε στην βιβλιοθήκη block στοιχείων του AWR και να εντοπίσετε διάφορα κυκλώματα, π.χ. γεννήτριες σημάτων, διαμορφωτές, πηγές τάσεως κτλ.
3. Βεβαιωθείτε ότι μπορείτε να απεικονίσετε κυματομορφές σε διάφορα σημεία του κυκλώματος.
4. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει τη σημασία των καθολικών παραμέτρων του συστήματος και πως αυτές επιδρούν στα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

## Δραστηριότητες

### Απλές Δραστηριότητες

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. Επίσης για να αναζητήσουμε κάποιο ELEMENT μπορούμε παλι απο την εργαλειοθήκη όπως φέρεται παρακάτω.



Εικόνα 17 – Συντόμευση εκτέλεσης προσομοίωσης

1. Καλείστε να μελετήσετε το γραφικό περιβάλλον και να εντοπίσετε τις διάφορες συντομεύσεις εκτελώντας ξανά το πείραμα της διαμορφώσεως AM.
2. Στο διαμορφωτή AM\_MOD αλλάξτε τη τιμή του MODIDX(ποσοστό διαμόρφωσης) για περίπτωση  $<1$ ,  $=1$ ,  $>1$ . Τι παρατηρείται ;

## Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- Freznel L. E. (1999), Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Hsu H. P. (2002), Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Σημειώσεις Μαθήματος Τηλεπικοινωνιών Ι, Ζαρούχας Θωμάς, Τσακανίκας Βασίλειος και Παρασκευάς Μιχάλης.
- Εισαγωγή στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, Γ. Κοκκινάκης, 2004

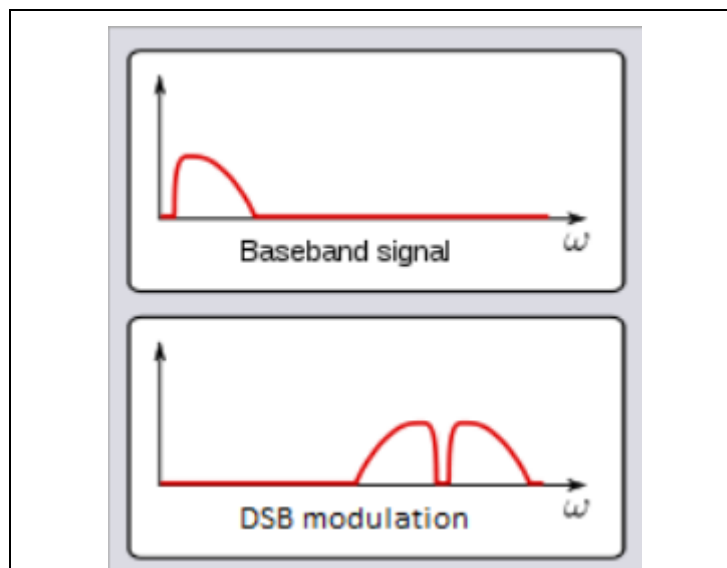


# ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

### Εργαστηριακή Άσκηση 2

AM-DSB ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ



Διδάσκων

Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς

Επίκουρος Καθηγητής

Ιούνιος 2015

## Άσκηση 2- AM-DSB ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ (Διπλοπλευρική διαμόρφωση)

### AM-DSB διαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης

Σκοπός τη άσκησης είναι να εξοικειωθούν οι σπουδαστές με την προσομοίωση διαμόρφωσης AM-DSB ακουστικού σήματος , έτσι ώστε να μελετηθεί η διαμόρφωση πλάτους διπλής ζώνης.

### Προσδοκώμενα αποτελέσματα

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

- Περιγράψουν την έννοια της διαμόρφωσης .
- Να απεικονίζουν τα σήματα στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο της συχνότητας.
- Χρησιμοποιούν το AWR για τη προσομοίωση των διαφόρων τεχνικών διαμόρφωσης πλάτους.
- Παραμετροποιήσουν διάφορες μεταβλητές του περιβάλλοντος προσομοίωσης (π.χ. μονάδες μέτρησης κτλ.).
- Εξάγουν γραφικές παραστάσεις από τις κυματομορφές που παράγονται.

### Τι θα χρειαστεί

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό AWR 10.08

### Έννοιες κλειδιά

- Αναλογική Διαμόρφωση
- Διαμόρφωση κατά πλάτος
- Σήμα
- Συχνότητα

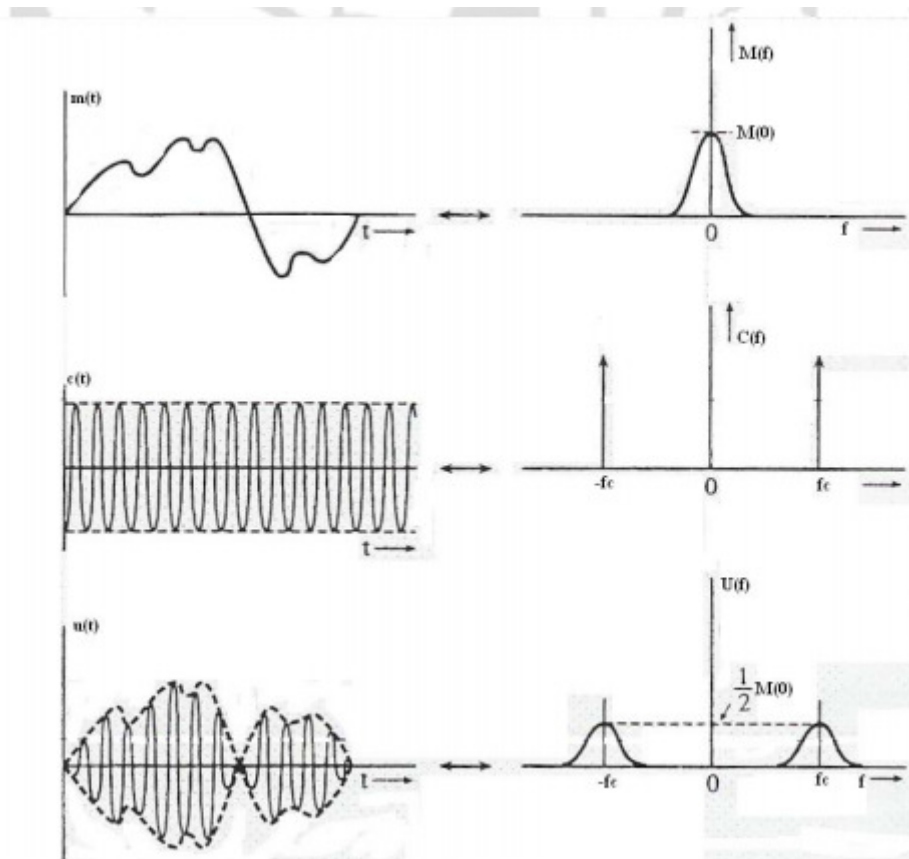
### Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η σπατάλη ενέργειας κατά τη διαμόρφωση AM που είδαμε, λόγω μεταφοράς του φορέα μαζί με την ωφέλιμη πληροφορία των πλευρικών συχνοτήτων, οδηγεί στη σκέψη απομάκρυνσης του φορέα κατά τη διαμόρφωση.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν πολλαπλασιάσουμε το σήμα  $m(t)$  με το φορέα  $c(t) = A\cos(2\pi f_c t)$ .

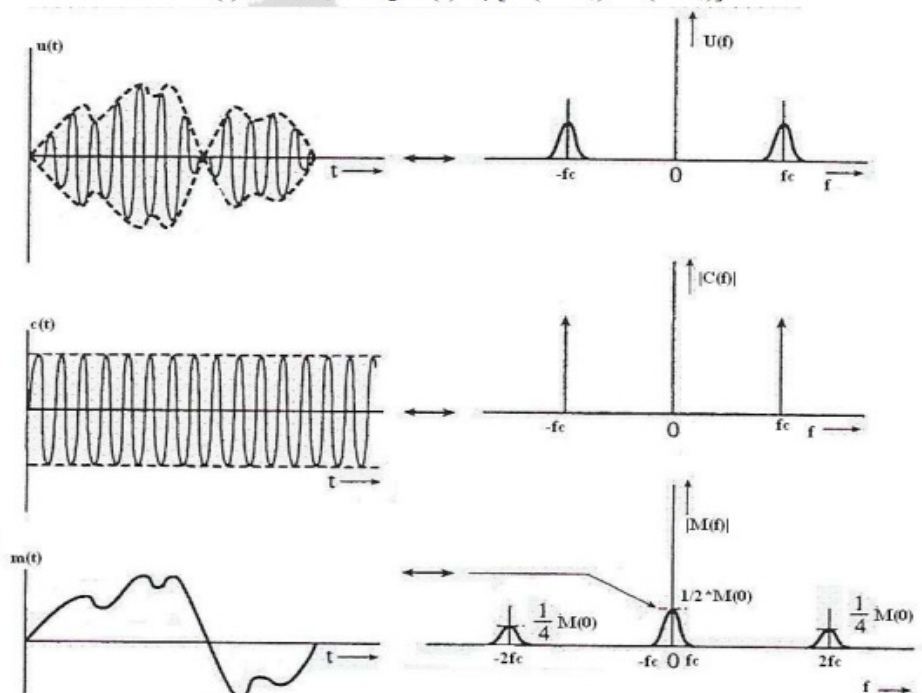
Άρα στο DSB-SC έχουμε:  $u(t) = Am(t)\cos 2\pi f_c t$ .

Στο πεδίο της συχνότητας αν  $M(f)$  είναι ο μετασχηματισμός Fourier της  $m(t)$ , τότε  $U(f) = \frac{1}{2} [M(f-f_c) + M(f+f_c)]$ .



Παρατηρούμε ότι το σήμα βασικής ζώνης μετατοπίζεται στις θέσεις  $+f_c, -f_c$ , δεν εμφανίζεται όμως ξεχωριστά το φέρων σήμα όπως στην απλή διαμόρφωση AM. Η αποδιαμόρφωση πραγματοποιείται πολλαπλασιάζοντας το διαμορφωμένο σήμα πάλι με  $\cos 2\pi f_c t$ , οπότε προκύπτει το σήμα

$$m(t)(\cos^2 2\pi f_c t). \text{ Στο πεδίο της συχνότητας έχουμε: } m(t)\cos^2 2\pi f_c t \leftrightarrow \frac{1}{2} M(f) + \frac{1}{4} [M(f+2f_c) + M(f-2f_c)]$$





Παρατηρούμε ότι το φάσμα μετατέθηκε στη θέση  $f=0$ , με πλάτος  $\frac{1}{2} M(0)$  και επίσης στις θέσεις  $2fc, -2fc$  με πλάτος  $\frac{1}{4} M(0)$ . Με τη βοήθεια ενός κατωδιαβατού φίλτρου εύκολα λαμβάνεται το φάσμα  $M(f)$ , ενώ αποκόπτονται τα υπόλοιπα.

Ο πολλαπλασιασμός στο δέκτη με ένα σήμα  $\cos 2\pi fct$  προκειμένου να επιτευχθεί αποδιαμόρφωση του σήματος βασικής ζώνης προϋποθέτει τη δημιουργία στο δέκτη ενός σήματος με συχνότητα και φάση ίση με αυτή του φέροντος σήματος που έχει δημιουργηθεί στον πομπό. Αν ένα από τα δύο έχει απόκλιση από τα αντίστοιχα του φέροντος σήματος τότε προκαλείται παραμόρφωση του σήματος.

Ένας τρόπος για να εξασφαλισθεί η πιστότητα συχνότητας και φάσης μεταξύ των σημάτων στον πομπό και το δέκτη σε συστήματα με κατεσταλμένο φέρον, είναι η μετάδοση μαζί με το ωφέλιμο σήμα ενός μικρού ποσοστού του φέροντος κύματος που ονομάζεται πιλότος (ή τόνος πιλότος). Στο δέκτη ο πιλότος διαχωρίζεται με ένα φίλτρο στενής ζώνης, ενισχύεται και «κλειδώνει» τη φάση ενός τοπικού ταλαντωτή που παράγει το φορέα. Μία εναλλακτική μέθοδος επίλυσης του προβλήματος είναι να δημιουργήσουμε από το λαμβανόμενο σήμα ένα ημιτονοειδές φέρον με κλειδωμένη φάση, με τη βοήθεια ενός βρόχου κλειδώματος φάσης (phase locked loop – PLL).

## Πείραμα: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-DSB

Σε αυτό το πείραμα φτιάχνουμε και κάνουμε εξομοίωση μιας διαμόρφωσης AM-DSB για τη μελέτη και την εξοικείωση με την τεχνική διαμόρφωσης πλάτους διπλής ζώνης. Δηλαδή τη πραγματοποίηση του κυκλώματος με την μορφή δομικού διαγράμματος, με σκοπό την παρατήρηση της συμπεριφοράς του σήματος (πληροφορία) τόσο στο πεδίο του χρόνου, όσο και στο πεδίο των συχνοτήτων (φάσμα).

Το πρόγραμμα στο τέλος θα χρησιμοποιεί:

- Ένα σήμα πληροφορίας (στην προκειμένη περίπτωση 1 ημίτονο).
- Ένα ημιτονικό σήμα ως φέρον.
- Έναν πολλαπλασιαστή (Product) .

Οι διαδικασίες σε αυτό το παράδειγμα περιλαμβάνουν:

- Έλεγχο της κυματομορφής του σήματος της πληροφορίας τόσο πριν πολλαπλασιαστεί με το φέρον, μετά τον πολλαπλασιασμό (δηλαδή μετά την διαμόρφωση), πάλι χρονικά και συχνοτικά.
- Ρύθμιση του πλάτους με σκοπό την παρατήρηση στην αλλαγή του σήματος τόσο στο πλάτος αλλά και στην ισχύ στην οποία θα χρειαστεί να μεταδοθεί.

## Δημιουργία Project

**Βήμα 1<sup>ο</sup>:** Πάμε στο File>New Project

**Βήμα 2ο:** Επιλέγουμε File > Save Project As. Το παράθυρο διαλόγου Save As εμφανίζεται.

**Βήμα 3ο:** Επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε το Project.

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

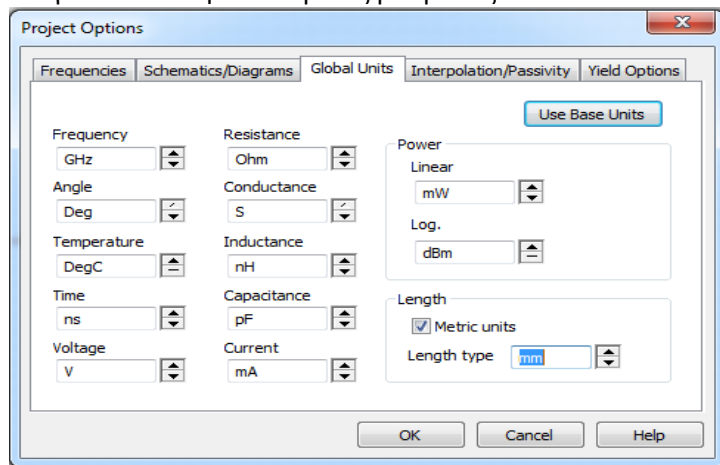
**Σημείωση:** Συνιστάται να αποθηκεύουμε κάθε νέο Project σε ξεχωριστό φάκελο.



## Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.

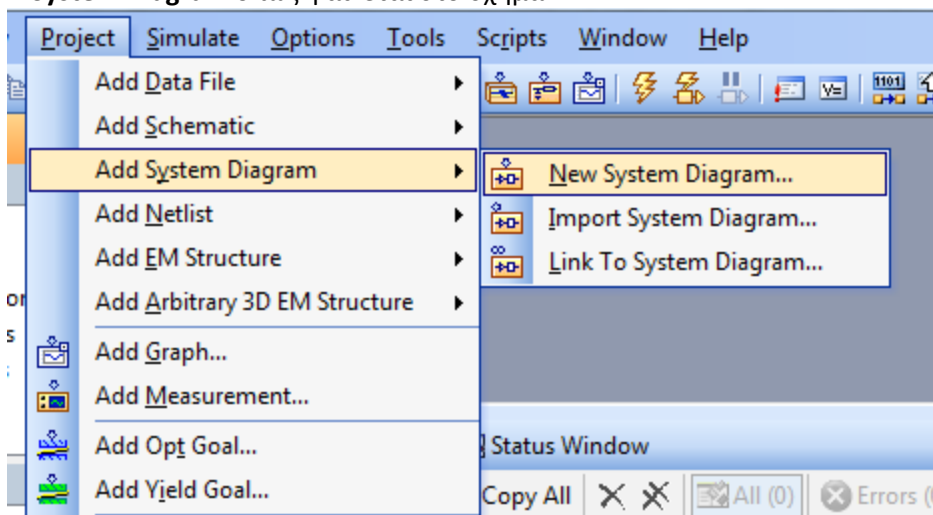
Πριν δημιουργήσουμε μια προσομοίωση πρέπει να ορίσουμε τις καθολικές ρυθμίσεις του συστήματος. Για να τις ορίσουμε κάνουμε τα εξής βήματα:

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

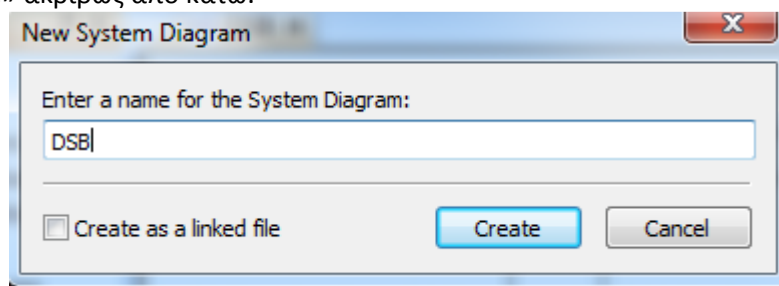


## Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος

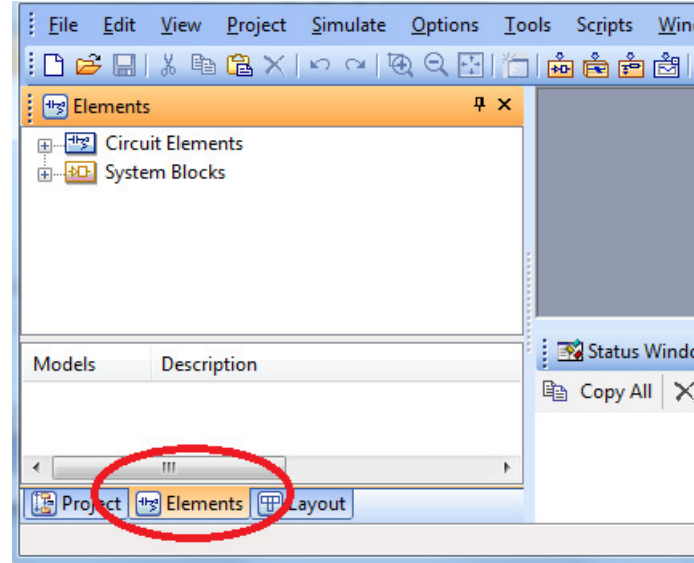
- Στο μενού **Project**, κάτω από την επιλογή **Add System Diagram**, επιλέγουμε την επιλογή **New System Diagram** όπως φαίνεται στο σχήμα.



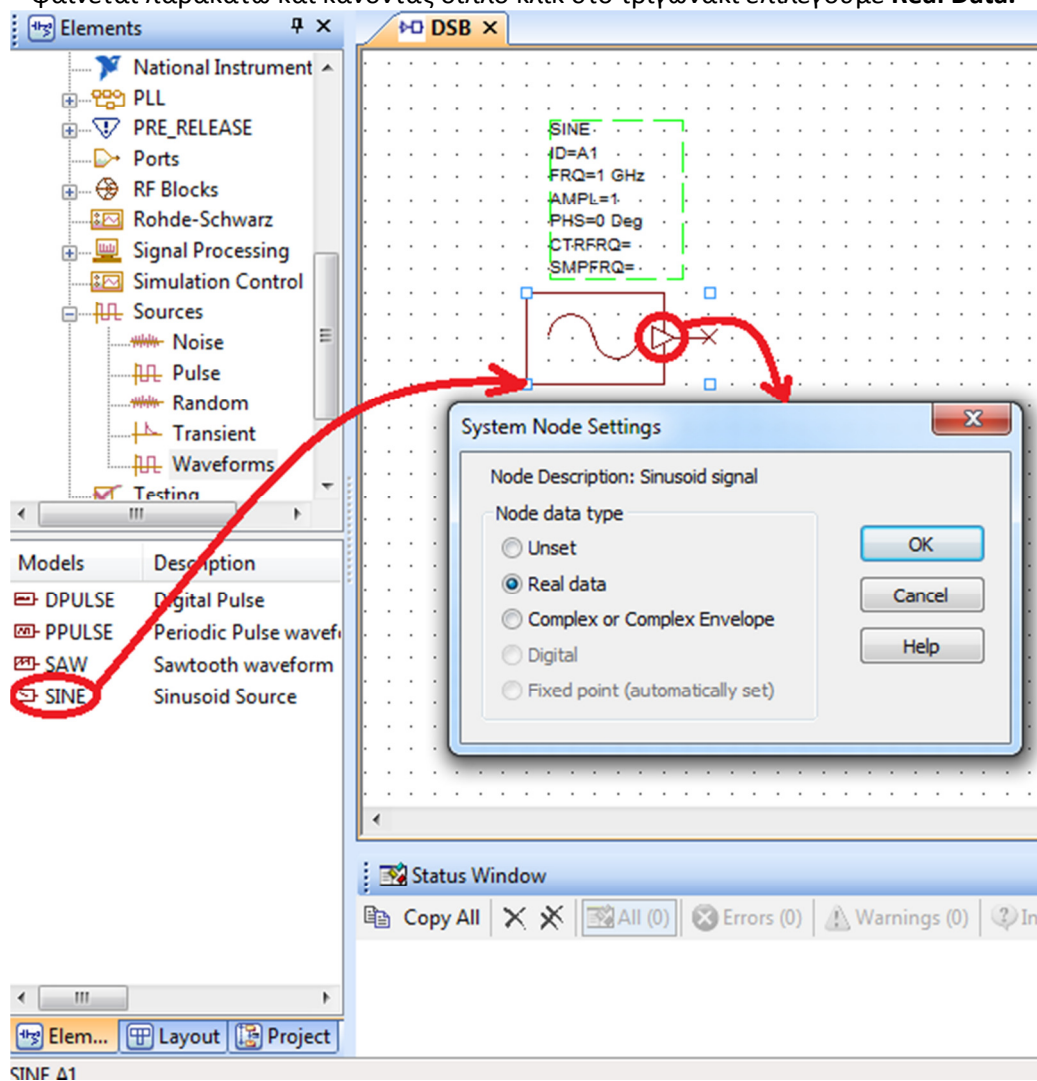
- Πληκτρολογούμε "DSB " ή "DSB MOD" στο πεδίο κειμένου κι πατάμε το κουμπί «Create» ακριβώς από κάτω.



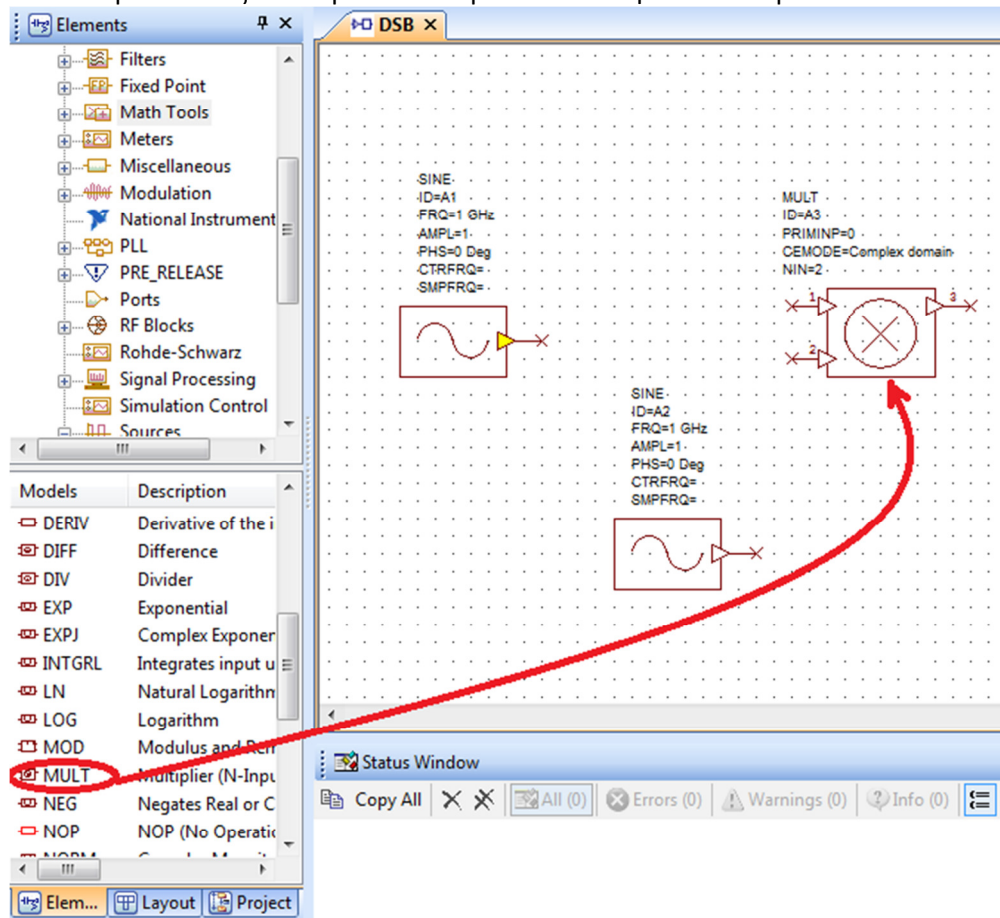
- Πηγαίνουμε στο **Elements tab** που βρίσκεται στα αριστερά.



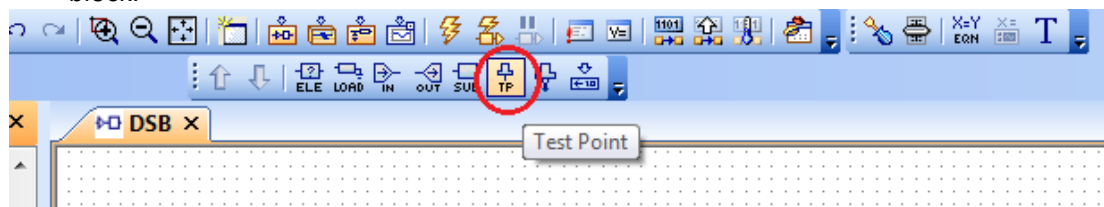
- Αφού αναπτύξουμε το **Systems blocks**, στην κατηγορία **Sources** επιλέγουμε όπως φαίνεται με κόκκινο στο παρακάτω σχήμα την υπο-ομάδα **Waveforms**. Στη συνέχεια επιλέγουμε το στοιχείο **SINE** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα, σύροντάς το, όπως φαίνεται παρακάτω και κάνοντας διπλό κλικ στο τριγωνάκι επιλέγουμε **Real Data**.



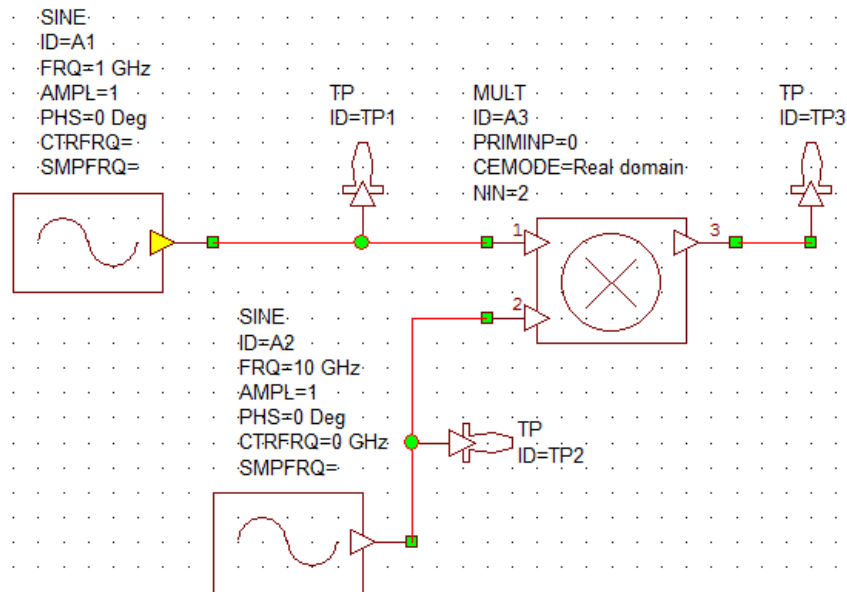
- Από την ίδια κατηγορία **Sources** προσθέτουμε άλλο ένα **SINE** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα μας σύροντας το και αυτό χωρίς να αλλάξουμε το τύπο του.
- Στην κατηγορία **Math Tools** στη συνέχεια, επιλέγουμε να βάλουμε στο διάγραμμα με τον ίδιο τρόπο όπως και παραπάνω το μπλοκ **MULT** φαίνεται παρακάτω.



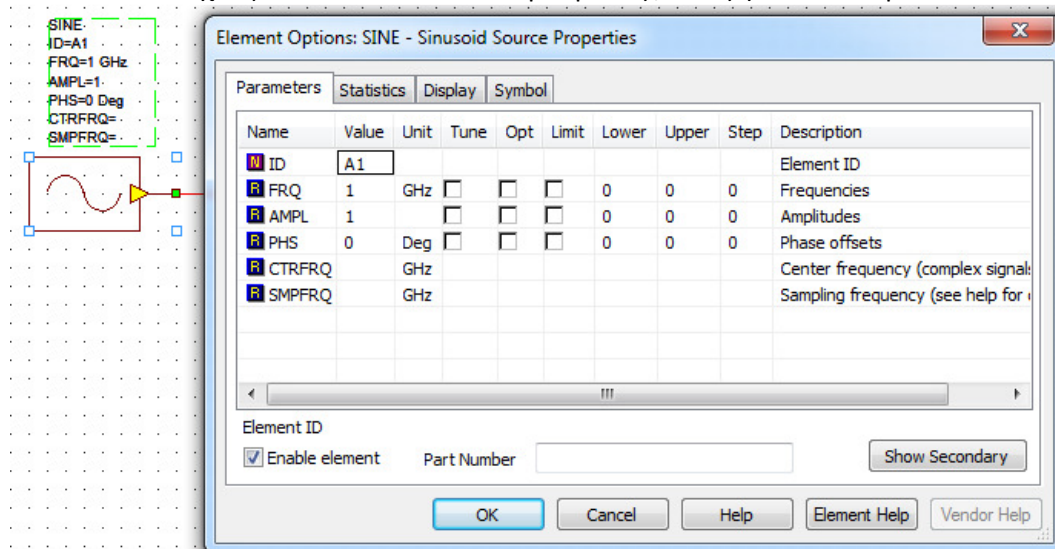
- Μετά πηγαίνουμε στο **toolbar** και πιέζουμε το **Test Point** button (=κουμπί). Τοποθετούμε ανάμεσα στα **SINE** και στο **MULT** block που έχουμε βάλει στο διάγραμμα. Βάζουμε άλλο ένα **Test Point** με τον ίδιο τρόπο στην έξοδο του **MULT** block.



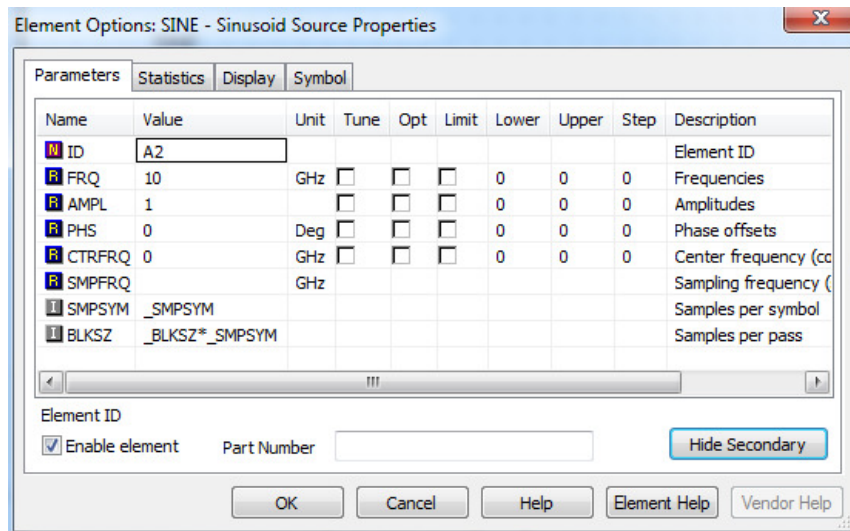
- Συνδέουμε τα blocks και τα test points όπως φαίνεται παρακάτω. Αυτό σημαίνει ότι μεταφέρεται σήμα από το ένα block (στοιχείο) στο άλλο. Η σύνδεση στοιχείου με στοιχείου γίνεται κάνοντας κλικ στην έξοδο του προηγούμενου και στη συνέχεια κλικ στην είσοδο του επόμενου. Ένα στοιχείο μπορεί να δίνει σήμα σε πάνω από ένα στοιχεία.



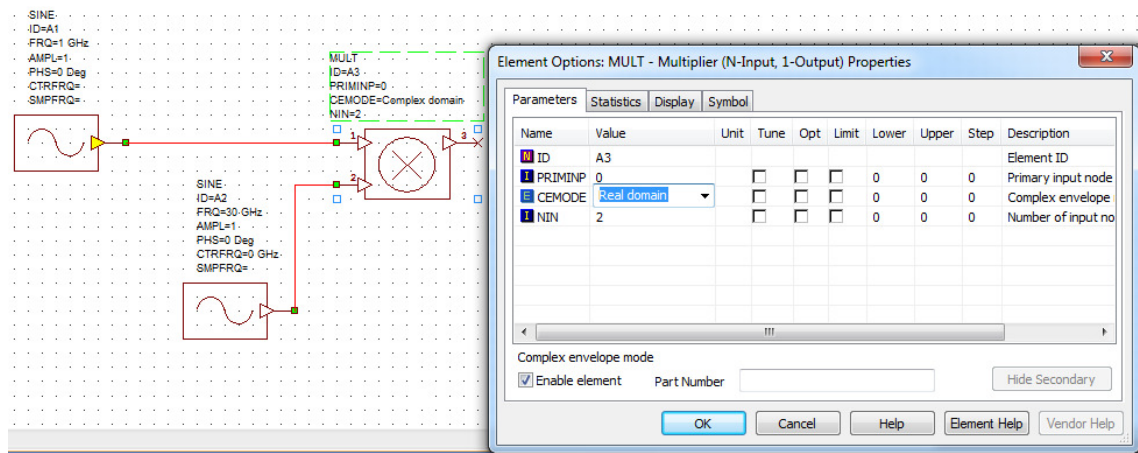
- Κάνουμε διπλό click στο **SINE** block(ID A1) (τα ονόματα φαίνονται στο κείμενο πάνω από κάθε στοιχείο). έτσι ώστε να είναι οι ρυθμίσεις, όπως φαίνεται παρακάτω.



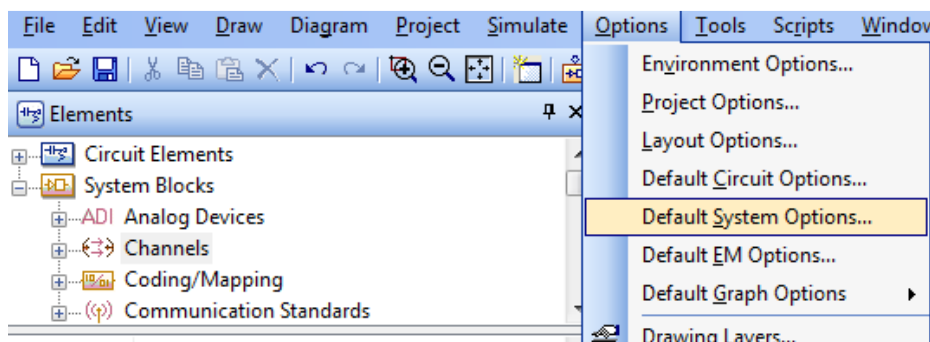
- Κάνουμε διπλό click στο **SINE** block(ID A2). Βάζουμε "0" στο FRQ και "0" στο CTRFRQ, όπως φαίνεται παρακάτω.

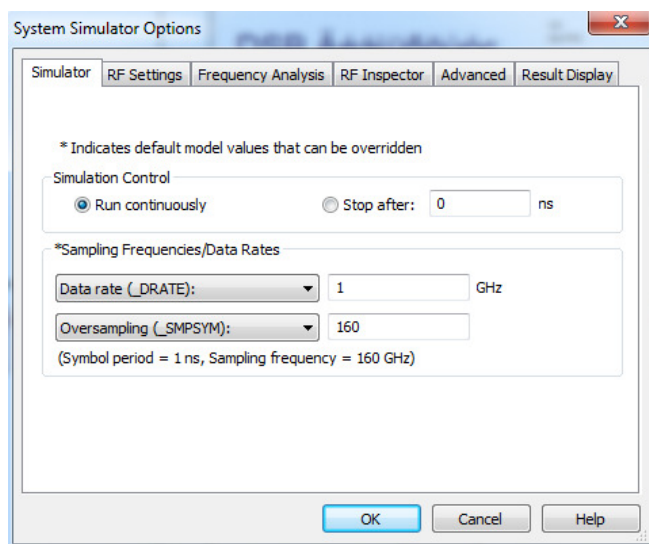


- Κάνουμε διπλό click στο **MULT** block. Βάζουμε "Real domain" στο CEMODE και "0" στο CTRFRQ , όπως φαίνεται παρακάτω.

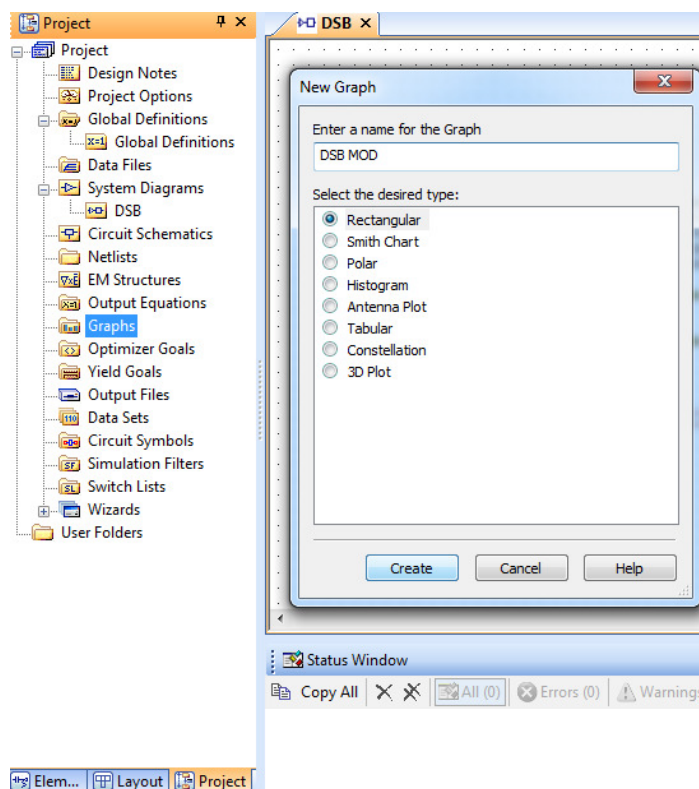


1. Στο μενού Options επιλέγουμε Default System Options. Οι παράμετροι πρέπει να είναι όπως παρακάτω:



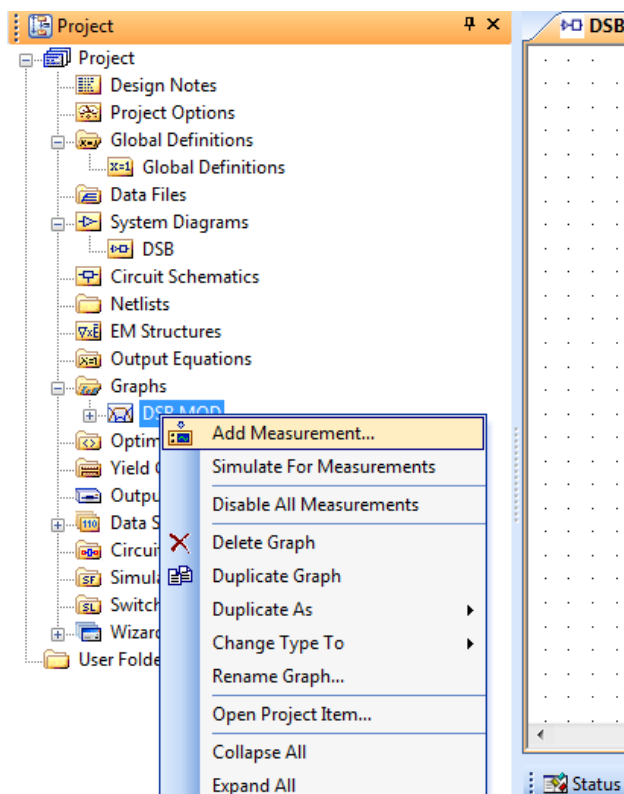


2. Στον **Project Browser**, κάνουμε **δεξί** click στα **Graphs** και μετά επιλέγουμε **New Graph**. Πληκτρολογούμε "DSB MOD" σαν όνομα και επιλέγουμε **Rectangular** σαν **graph type**. Μετά κάνουμε click στο **Create**. Όλα αυτά φαίνονται παρακάτω.

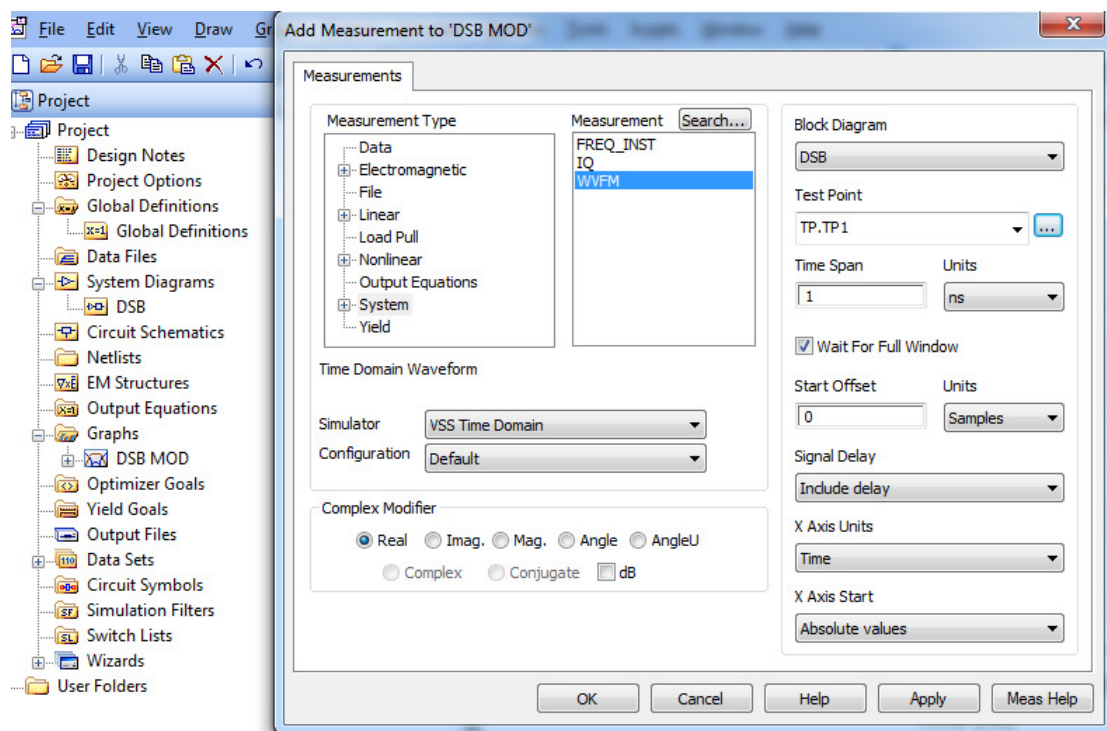


3. Στον **Project Browser** κάνουμε **δεξί** click στο "DSB MOD" και επιλέγουμε **Add Measurement**.

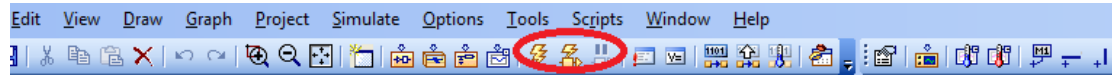




1. Στο παράθυρο που θα ανοίξει, επιλέγουμε System σαν **Measurement Type** και WWFM σαν **Measurement**.
2. Επίσης επιλέγουμε TP.TP1 σαν **Test Point**, και **Time Span** = "1". Το **Units** πρέπει να "ns". Τέλος κάνουμε click στο **OK** για να αποθηκεύσουμε τις αλλαγές. Τα ίδια κάνουμε και για το TP.TP2 και TP.TP3.

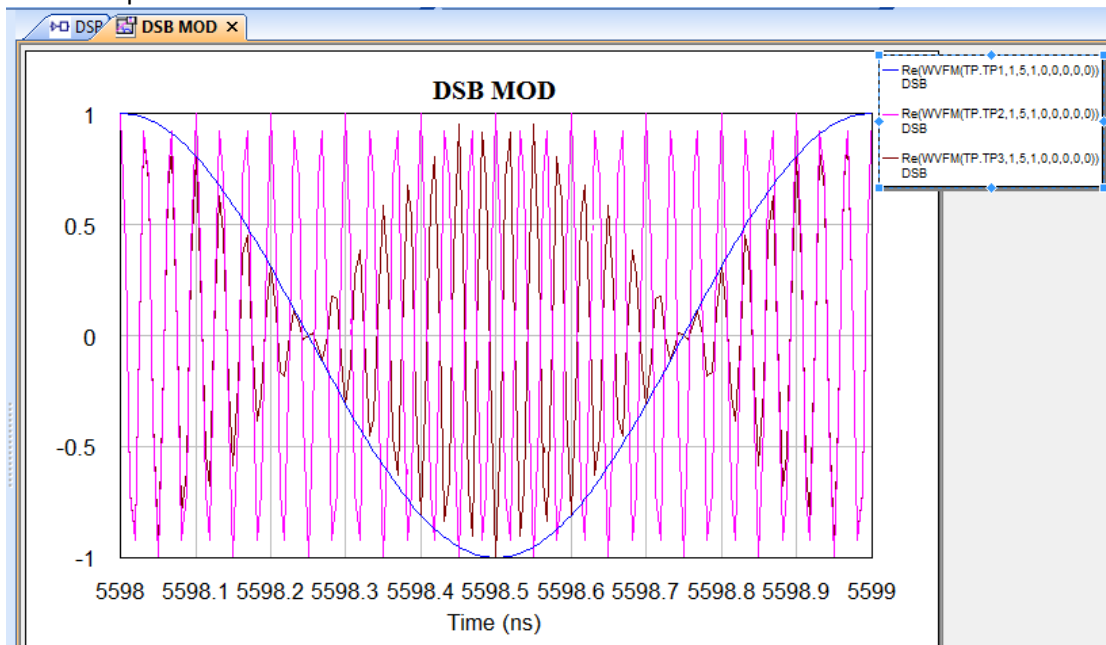


**Σημείωση:** Το κύκλωμα είναι έτοιμο για προσομοίωση. Η προσομοίωση (για να ληφθεί το διάγραμμα) γίνεται πιέζοντας το αντίστοιχο κουμπί στο toolbar, όπως φαίνεται παρακάτω.



### 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 Simulators. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης πρέπει να φαίνεται στο γράφημα όπως στην Εικόνα παρακάτω.



Εικόνα – Αποτέλεσμα προσομοίωσης

### Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

1. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει τη διαμόρφωση DSB και μπορείτε να εντοπίσετε τα διάφορα κυκλώματα.
2. Βεβαιωθείτε ότι μπορείτε να απεικονίσετε κυματομορφές σε διάφορα σημεία του κυκλώματος.
3. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει τη σημασία των καθολικών παραμέτρων του συστήματος και πως αυτές επιδρούν στα αποτελέσματα της προσομοίωσης.



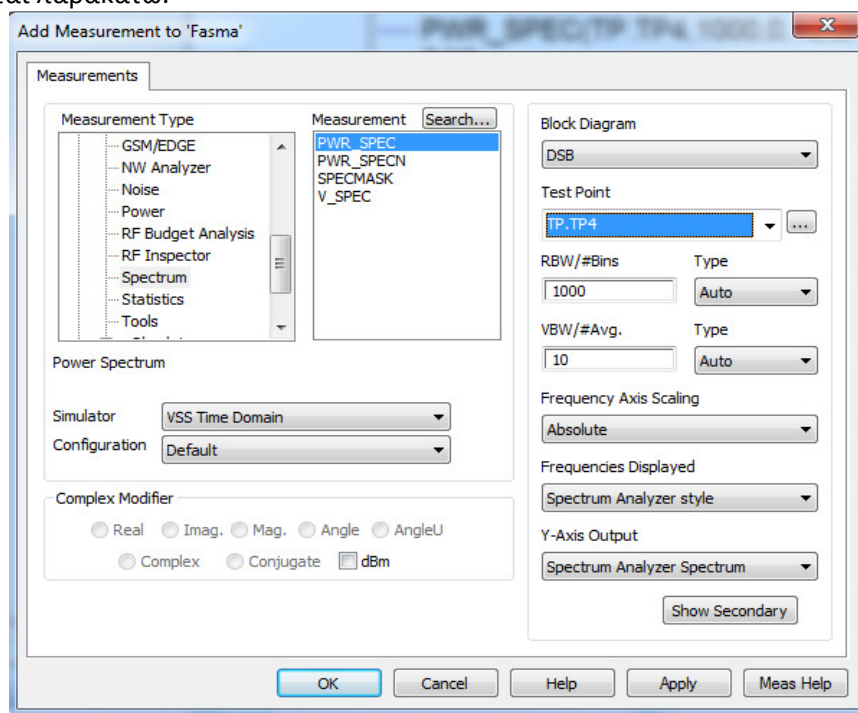
## Δραστηριότητες

### Απλές Δραστηριότητες

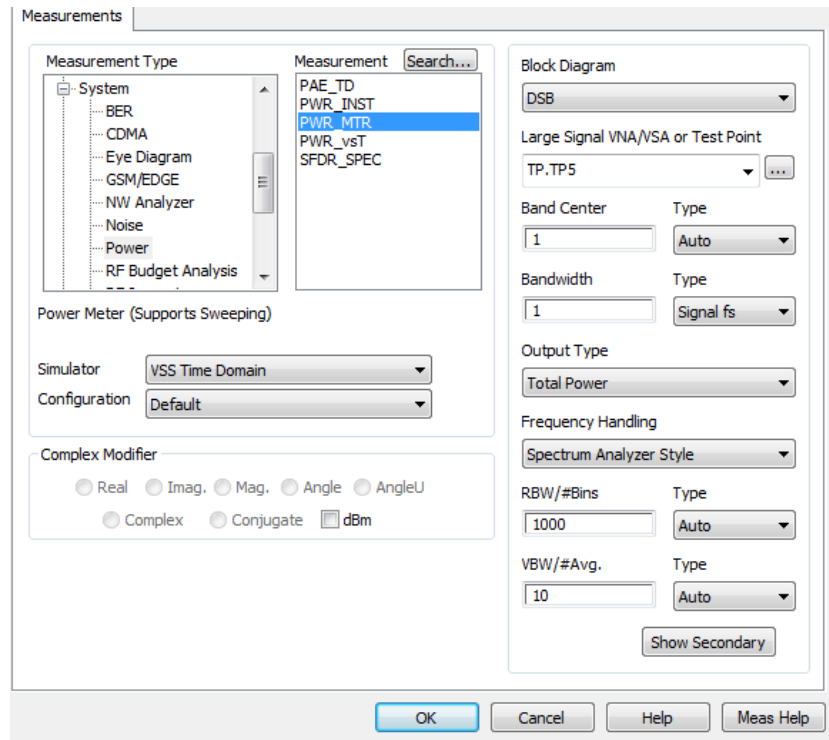
1. Καλείστε να μελετήσετε το γραφικό περιβάλλον και να εντοπίσετε τις διάφορες συντομεύσεις εκτελώντας ξανά το πείραμα της διαμορφώσεως AM-DSB.
2. Στο πείραμα της διαμορφώσεως AM-DSB απεικονίσαμε 3 κυματομορφές στο ίδιο γράφημα. Καλείστε να δημιουργήσετε 3 διαφορετικά γραφήματα στο χώρο εργασίας, ένα για κάθε κυματομορφή.

### Προχωρημένες Δραστηριότητες

1. Στο πείραμα που εκτελέστηκε σε αυτήν την άσκηση προσθέστε ένα επιπλέον γράφημα που να απεικονίζει το φάσμα του διαμορφωμένου σήματος. New Graph->Add Measurement->Measurement Type επιλογή Spectrum όπως φένεται παρακάτω.

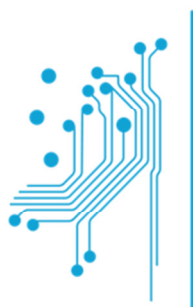


2. Στο πείραμα που εκτελέστηκε σε αυτήν την άσκηση προσθέστε ένα επιπλέον γράφημα που να απεικονίζει την ισχύ του διαμορφωμένου σήματος. New Graph->Add Measurement->Measurement Type όπως φένεται παρακάτω.



## Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- [https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting\\_Started/](https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting_Started/)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- Freznel L. E. (1999), Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Hsu H. P. (2002), Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Σημειώσεις Μαθήματος Τηλεπικοινωνιών Ι, Ζαρούχας Θωμάς, Τσακανίκας Βασίλειος και Παρασκευάς Μιχάλης.
- Εισαγωγή στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, Γ. Κοκκινάκης, 2004.



Τμήμα  
Μηχανικών  
Πληροφορικής τ.ε.

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα  
Δυτικής Ελλάδας

# ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

### Εργαστηριακή Άσκηση 3

AM-DSB ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ



**Διδάσκων**

**Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς**

*Επίκουρος Καθηγητής*

**Ιούνιος 2015**

## Άσκηση 3- AM-DSB ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

### AM-DSB Αποδιαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης

Σκοπός τη άσκησης είναι να εξοικειωθούν οι σπουδαστές με την προσομοίωση αποδιαμόρφωσης AM-DSB ακουστικού σήματος, έτσι ώστε παρατηρηθεί το λαμβανόμενο σήμα τόσο χρονικά, όσο και φασματικά.

### Προσδοκώμενα αποτελέσματα

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

- Περιγράψουν την έννοια της διαμόρφωσης .
- Να απεικονίζουν τα σήματα στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο της συχνότητας.
- Χρησιμοποιούν το AWR για τη προσομοίωση των διαφόρων τεχνικών διαμόρφωσης πλάτους
- Παραμετροποιήσουν διάφορες μεταβλητές του περιβάλλοντος προσομοίωσης (π.χ. μονάδες μέτρησης κτλ.).
- Εξάγουν γραφικές παραστάσεις από τις κυματομορφές που παράγονται.

### Τι θα χρειαστεί

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό AWR 10.08

### Έννοιες κλειδιά

- Αναλογική Διαμόρφωση
- Αποδιαμόρφωση κατά πλάτος
- Σήμα
- Συχνότητα

### Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η λήψη και η αποδιαμόρφωση ενός σήματος αποτελεί την αντίστροφη διαδικασία της διαμόρφωσης και της εκπομπής. Συνεπώς, η τηλεπικοινωνιακή αλυσίδα που περιγράφηκε στις προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις αντιστρέφεται στην πλευρά του δέκτη μέχρι την ανακατασκευή του ακουστικού σήματος.

### Πείραμα: ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-DSB

Σε αυτό το πείραμα φτιάχνουμε και κάνουμε εξομοίωση μια αποδιαμόρφωση AM-DSB αντίστοιχα, με σκοπό την παρατήρηση του λαμβανόμενου σήματος τόσο χρονικά, όσο και φασματικά.

Το πρόγραμμα στο τέλος θα χρησιμοποιεί:

- Ένα σήμα πληροφορίας (στην προκειμένη περίπτωση 1 ημίτονο).
- Ένα ημιτονικό σήμα ως φέρον.
- Έναν πολλαπλασιαστή (Product).
- Ένα lowpass filter (χαμηλοδιαβατό φίλτρο).

Οι διαδικασίες σε αυτό το παράδειγμα περιλαμβάνουν:

- Έλεγχος της κυματομορφής του σήματος της πληροφορίας μετά την διαμόρφωση, μετά τον πολλαπλασιασμό πάλι με το φέρον, καθώς και μετά το χαμηλοδιαβατό φίλτρο.
- Ρύθμιση του πλάτους με σκοπό την παρατήρηση στην αλλαγή του σήματος τόσο στο πλάτος αλλά και στην ισχύ στην οποία θα χρειαστεί να μεταδοθεί .
- Παρατήρηση του τι συμβαίνει, με την αλλαγή φάσης στο τελικό σήμα, καθώς και τι μεταβόλες στο πλάτος και στην περίοδο υπάρχουν και γιατί.

## Δημιουργία Project

**Βήμα 1<sup>ο</sup>:** Πάμε στο File>New Project

**Βήμα 2ο:** Επιλέγουμε File > Save Project As. Το παράθυρο διαλόγου Save As εμφανίζεται

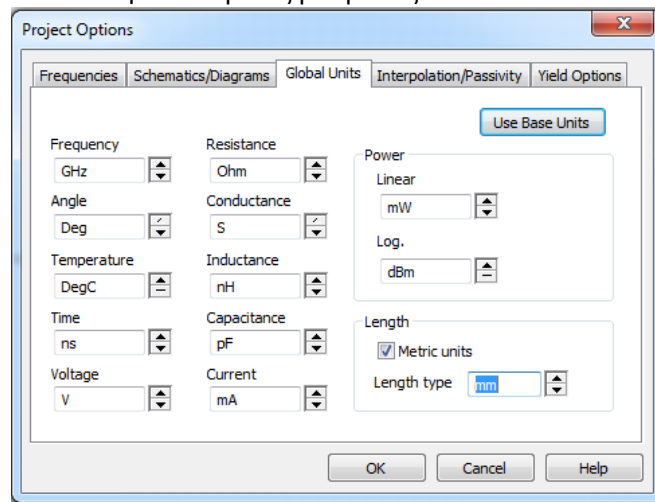
**Βήμα 3ο:** Επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε το Project.

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

## Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.

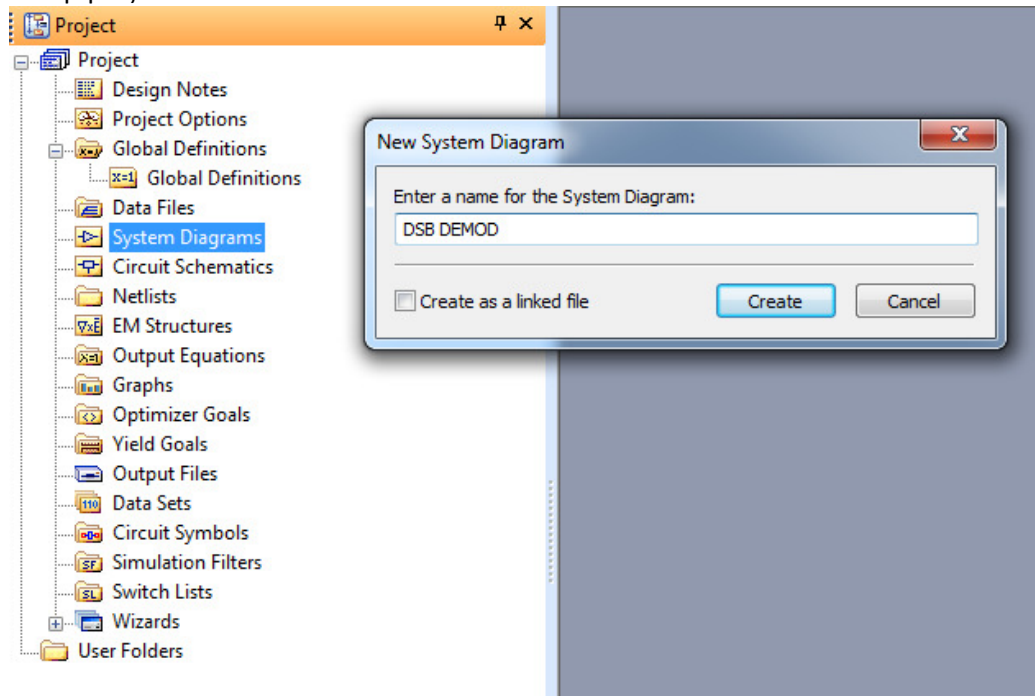
Πριν δημιουργήσουμε μια προσομοίωση πρέπει να ορίσουμε τις καθολικές ρυθμίσεις του συστήματος. Για να τις ορίσουμε κάνουμε τα εξής βήματα:

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

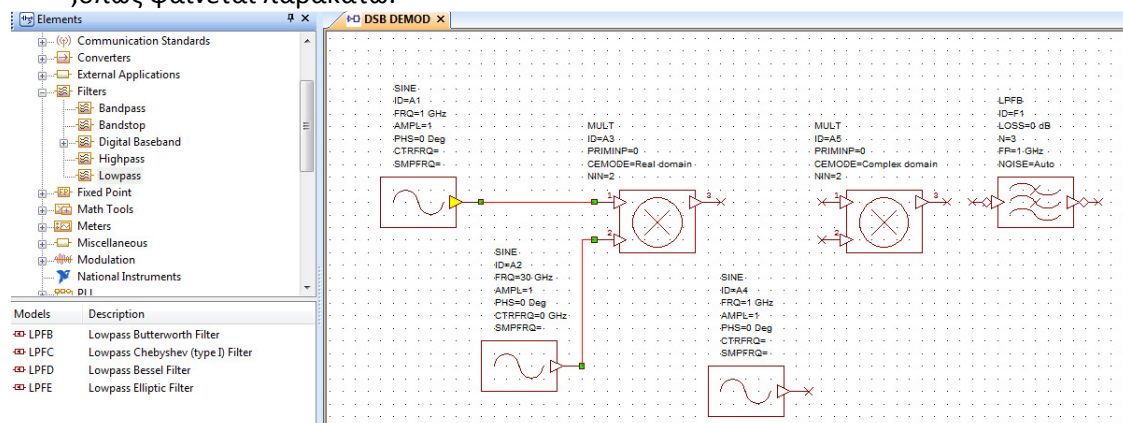


## Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος

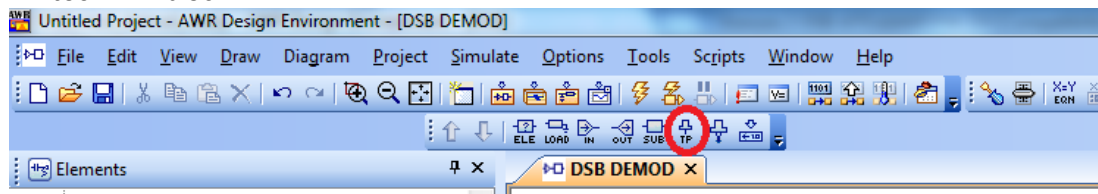
- Στο μενού **Project**, δεξί κλικ στο System Diagrams , επιλέγουμε την επιλογή **New System Diagram**.
- Πληκτρολογούμε "DSB DEMOD" στο πεδίο κειμένου κι πατάμε το κουμπί «**Create**» ακριβώς από κάτω.



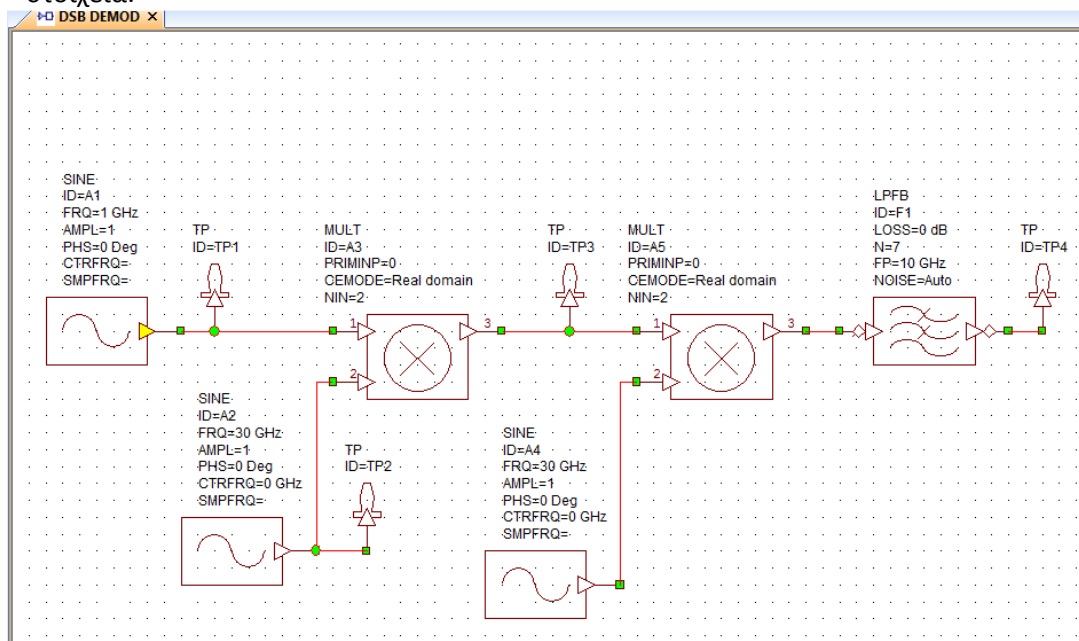
- Για την δημιουργία της DSB αποδιαμόρφωσης προσθέτουμε ακόμα 3 blocks στη διαμόρφωση της.
  - Προσθέτουμε ένα MULT.
  - Προσθετούμε ένα SINE.
  - Προσθέτουμε ένα φίλτρο LPFB.
- Αφού αναπτύξουμε το **Systems blocks**, στην κατηγορία **Sources** επιλέγουμε την υπο-ομαδα **Waveforms**. Στη συνέχεια επιλέγουμε το στοιχείο **SINE** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα, σύροντάς το, προσθέτουμε με τον ίδιο τρόπο από το **Math Tools** το **MULT** block και από τη κατηγορία **Filters**, στην υπό-ομαδα **Lowpass** το φίλτρο **LPFB** block ,όπως φαίνεται παρακάτω.



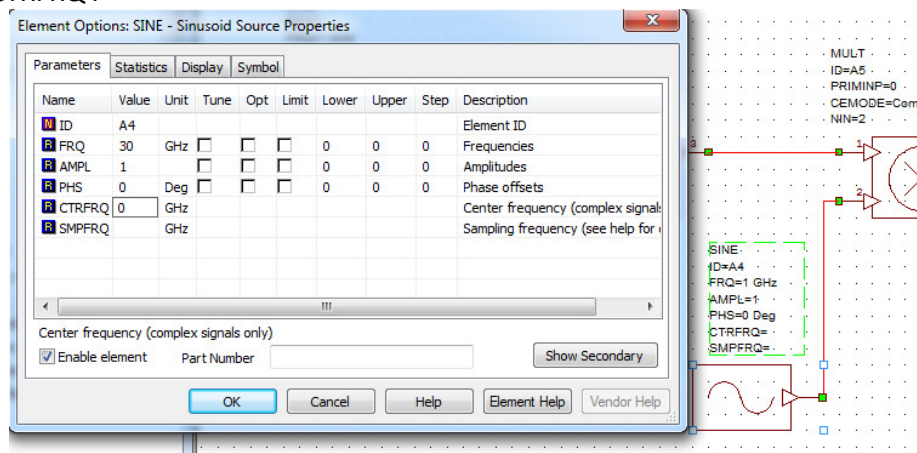
- Μετά πηγαίνουμε στο **toolbar** και πιέζουμε το **Test Point** button (=κουμπί). Το τοποθετούμε ανάμεσα στα **SINE** και στα **MULT** block που έχουμε βάλει στο διάγραμμα, ανάμεσα στα δύο **MULT** . Βάζουμε άλλο ένα **Test Point** με τον ίδιο τρόπο στην έξοδο του **LPFB** block.



- Συνδέουμε τα blocks και τα test points όπως φαίνεται παρακάτω. Αυτό σημαίνει ότι μεταφέρεται σήμα από το ένα block (στοιχείο) στο άλλο. Η σύνδεση στοιχείου με στοιχείο γίνεται κάνοντας κλικ στην έξοδο του προηγούμενου και στη συνέχεια κλικ στην είσοδο του επόμενου. Ένα στοιχείο μπορεί να δίνει σήμα σε πάνω από ένα στοιχεία.

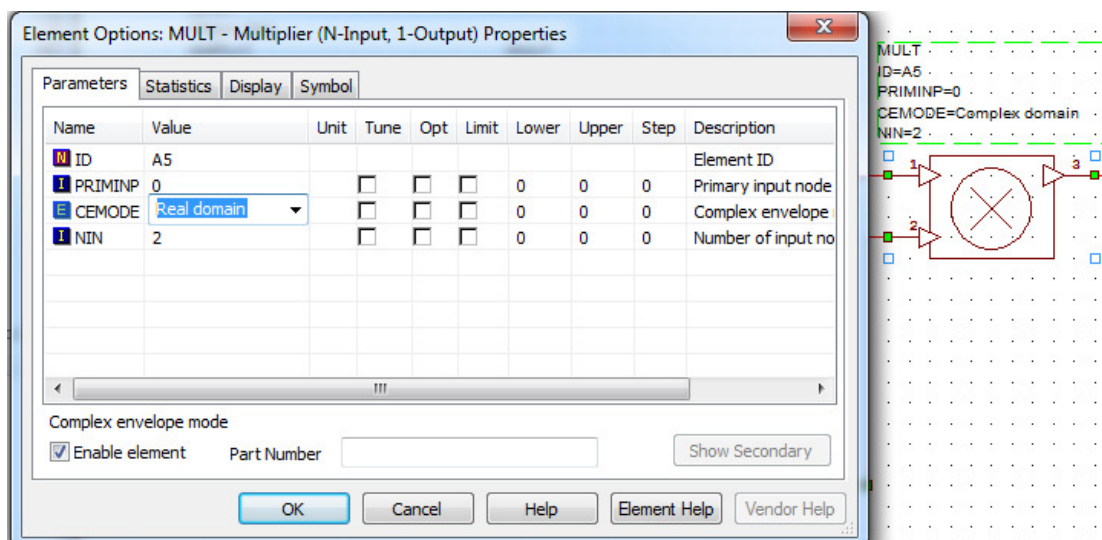


- Κάνουμε διπλό click στο **SINE** block (ID A4). Βάζουμε "30" για τιμή του FRQ, "0" για τιμή του CTRFRQ.

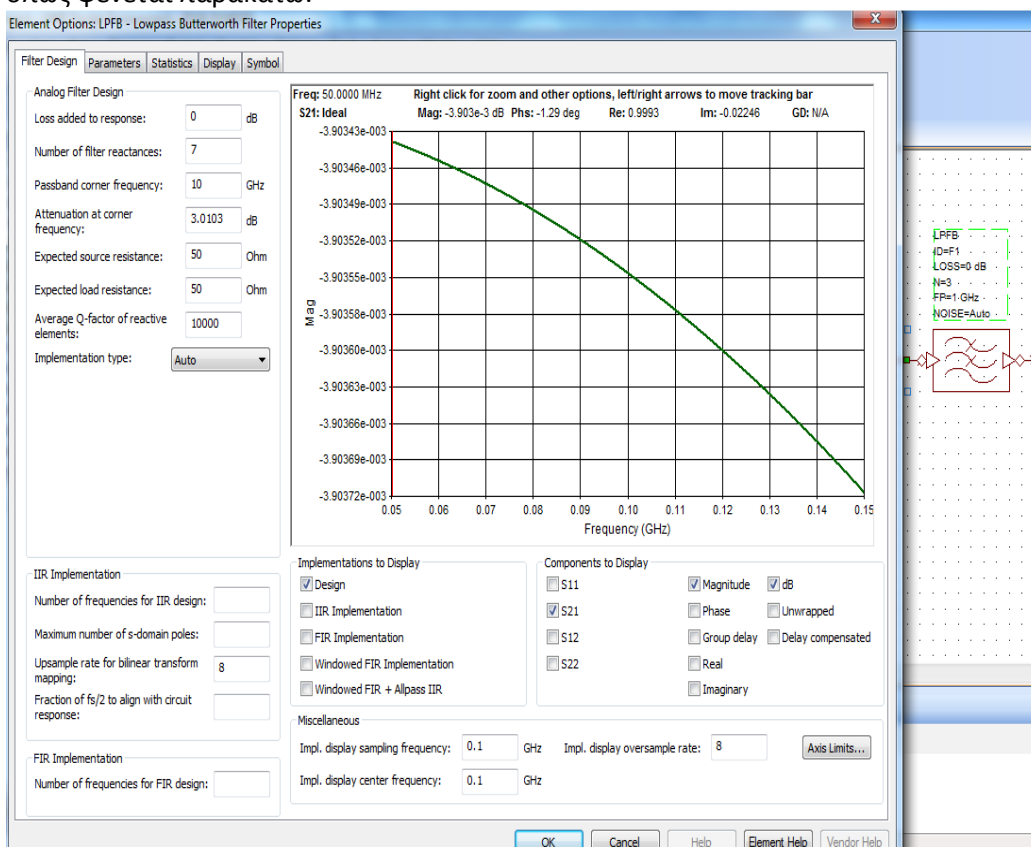


- Κάνουμε διπλό click στο **MULT** block. Βάζουμε "Real domain" για το CEMODE.



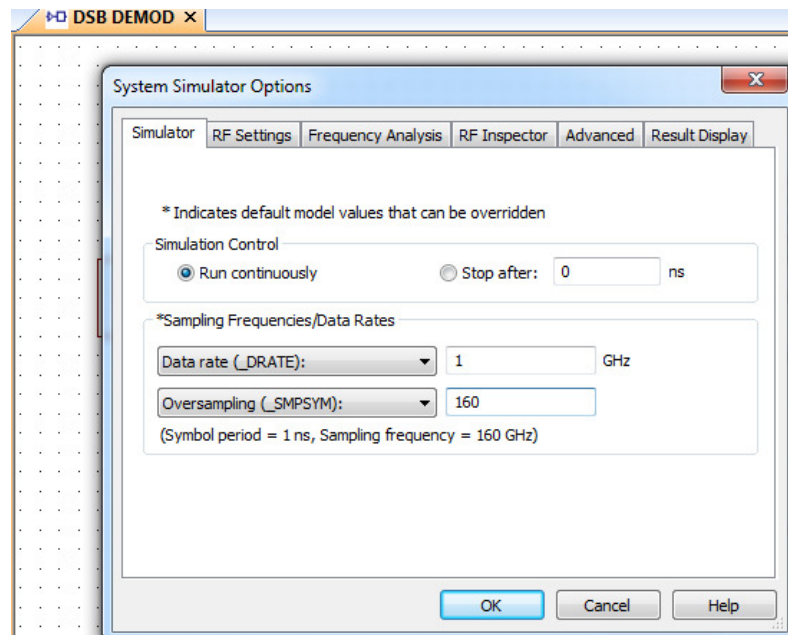


- Κάνουμε διπλό click στο **LPFB** block. Βάζουμε "7" για τιμή του N, "10" για τιμή του FP, όπως φέρεται παρακάτω.

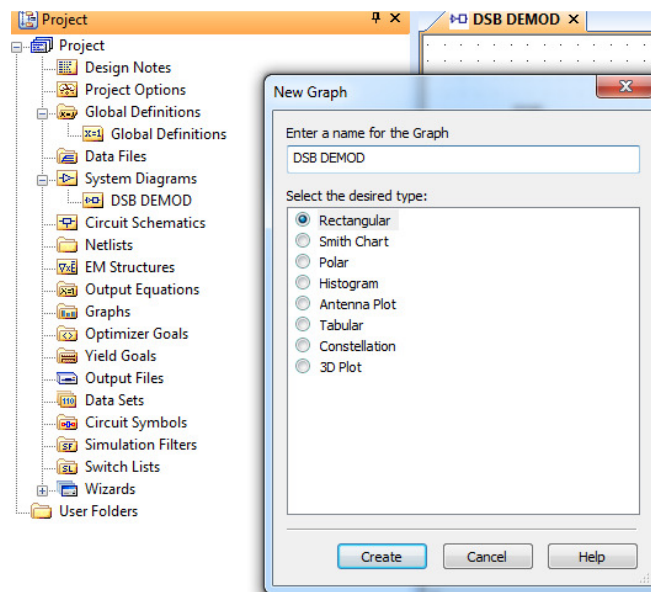


4. Στο μενού **Options** επιλέγουμε **Default System Options**. Οι παράμετροι πρέπει να είναι όπως παρακάτω:

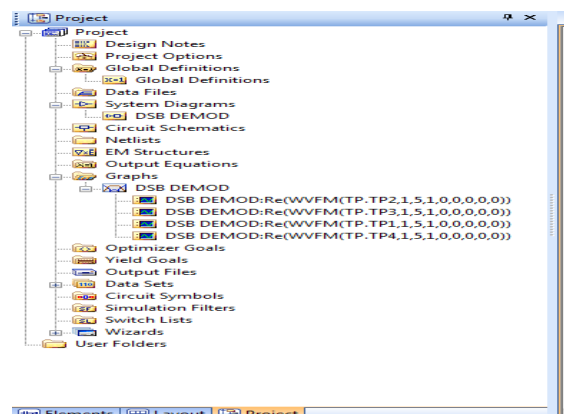




5. Στον **Project Browser**, κάνουμε **δεξί** click στα **Graphs** και μετά επιλέγουμε **New Graph**. Πληκτρολογούμε "DSB DEMOD" σαν όνομα και επιλέγουμε **Rectangular** σαν graph type. Μετά κάνουμε click στο **Create**. Όλα αυτά φαίνονται παρακάτω.

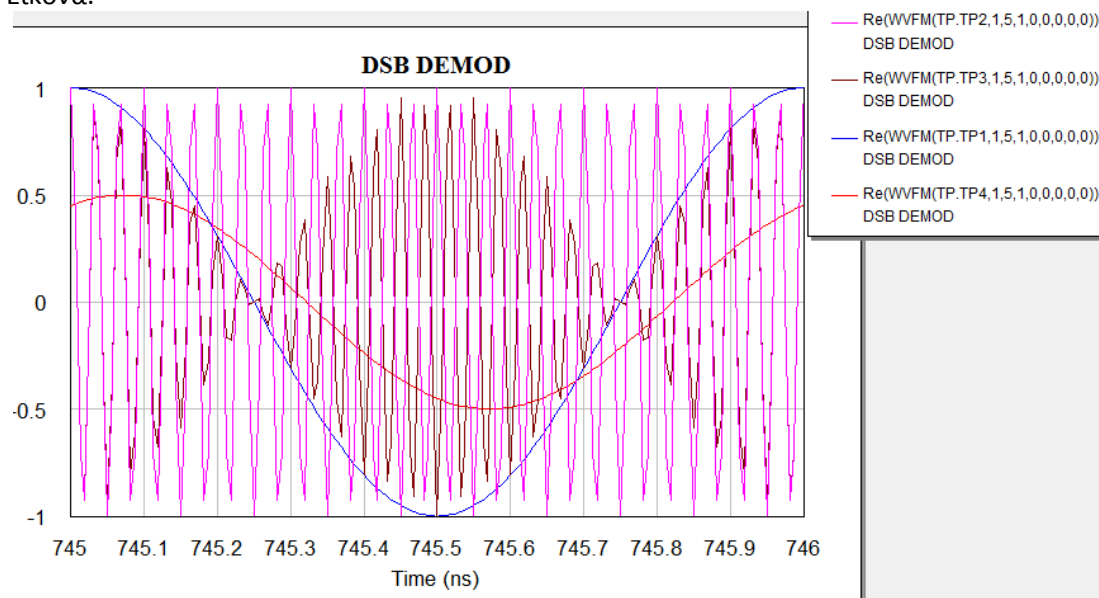


- Στον **Project Browser** κάνουμε **δεξί** click στο "DSB DEMOD" και επιλέγουμε Add Measurement.
  - Στο παράθυρο που θα ανοίξει, επιλέγουμε System σαν **Measurement Type**
- Επίσης επιλέγουμε TP.TP1 σαν **Test Point**, και **Time Span** = "1". Το **Units** πρέπει να είναι "ns". Τέλος κάνουμε click στο **OK** για να αποθηκεύσουμε τις αλλαγές. Το ίδιο κάνουμε και για τα υπόλοιπα Test Point (TP.TP2, TP.TP3, TP.TP4).



## 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 Simulators. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης πρέπει να φαίνεται στο γράφημα όπως στην Εικόνα.



Εικόνα – Αποτέλεσμα προσομοίωσης

## Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

1. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει την αποδιαμόρφωση της DSB.
2. Βεβαιωθείτε ότι μπορείτε να απεικονίσετε κυματομορφές σε διάφορα σημεία του κυκλώματος.
3. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει τη σημασία των φίλτρων, τις παραμετροποιήσεις που απαιτούν και πως αυτές επιδρούν στα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

## Δραστηριότητες

### Απλές Δραστηριότητες

1. Στο πείραμα της αποδιαμορφώσεως AM-DSB απεικονίσαμε 4 κυματομορφές στο ίδιο γράφημα. Καλείστε να δημιουργήσετε 4 διαφορετικά γραφήματα στο χώρο εργασίας, ένα για κάθε κυματομορφή.

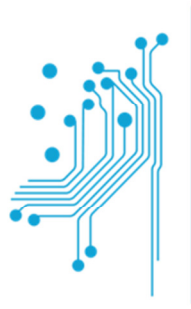
### Προχωρημένες Δραστηριότητες

1. Στο πείραμα που εκτελέστηκε σε αυτήν την άσκηση προσθέστε ένα επιπλέον γράφημα που να απεικονίζει το φάσμα του διαμορφωμένου σήματος καθώς και ένα για την ισχύ του.
2. Στην διάταξη που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την άσκηση εκτελέστε την προσομοίωση μεταβάλλοντας σταδιακά το πλάτος του φορέα. Τι συμπεραίνετε;

## Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι

---

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- [https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting\\_Started/](https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting_Started/)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- Freznel L. E. (1999), Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα.
- Hsu H. P. (2002), Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα.
- Σημειώσεις Μαθήματος Τηλεπικοινωνιών Ι, Ζαρούχας Θωμάς, Τσακανίκας Βασίλειος και Παρασκευάς Μιχάλης.
- Εισαγωγή στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, Γ. Κοκκινάκης, 2004.



Τμήμα  
Μηχανικών  
Πληροφορικής τ.ε.

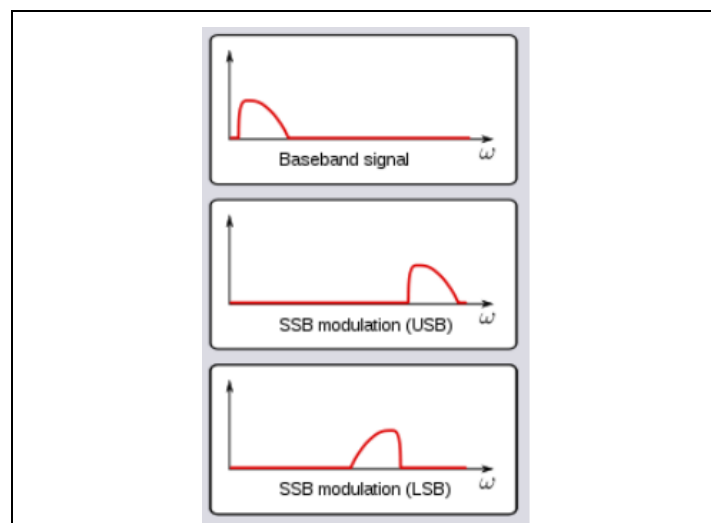
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα  
Δυτικής Ελλάδας

# ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

### Εργαστηριακή Άσκηση 4

ΑΜ-SSB ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ



Διδάσκων

Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς

Επίκουρος Καθηγητής

Ιούνιος 2015

## Άσκηση 4- AM-SSB ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ (Μονοπλευρική διαμόρφωση)

### AM-SSB Διαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης

Σκοπός της άσκησης είναι να εξοικειωθούν οι σπουδαστές με την προσομοίωση διαμόρφωσης AM-SSB ακουστικού σήματος, έτσι ώστε να μελετηθεί η διαμόρφωση πλάτους απλής ζώνης.

### Προσδοκώμενα αποτελέσματα

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

- Περιγράψουν την έννοια της διαμόρφωσης.
- Να απεικονίζουν τα σήματα στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο της συχνότητας.
- Χρησιμοποιούν το AWR για τη προσομοίωση των διαφόρων τεχνικών διαμόρφωσης πλάτους
- Παραμετροποιήσουν διάφορες μεταβλητές του περιβάλλοντος προσομοίωσης (π.χ. μονάδες μέτρησης κτλ.).
- Εξάγουν γραφικές παραστάσεις από τις κυματομορφές που παράγονται.

### Τι θα χρειαστεί

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό AWR 10.08

### Έννοιες κλειδιά

- Αναλογική Διαμόρφωση
- Διαμόρφωση κατά πλάτος
- Σήμα
- Συχνότητα

### Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Οι μέθοδοι διαμόρφωσης πλάτους που εξετάσαμε έως τώρα απαιτούν εύρος ζώνης καναλιού διπλάσιο από το εύρος ζώνης του σήματος βασικής ζώνης. Αποδεικνύεται ότι η εκπομπή οποιασδήποτε από τις δύο πλευρικές ζώνες είναι αρκετή για να ανακατασκευασθεί το σήμα μηνύματος  $m(t)$  στο δέκτη. Με αυτό τον τρόπο μειώνουμε το εύρος ζώνης του εκπεμπόμενου σήματος στην τιμή του εύρους του σήματος βασικής ζώνης.

Αν σε ένα DSB διαμορφωμένο από φέρον κυκλικής συχνότητας  $\omega_c$  (όπου  $\omega_c = 2\pi f_c$ ) σήμα αποκόψουμε τη μία πλευρική ζώνη (για παράδειγμα την κάτω) και κατόπιν πολλαπλασιάσουμε με  $\cos\omega_c t$  (όπου  $\omega_c = 2\pi f_c$ ) θα παραχθεί ένα σήμα στη συχνότητα  $2f_c$  και η αρχική φασματική συνιστώσα στην αρχική συχνότητα του σήματος. Άρα προφανώς μπορούμε χρησιμοποιώντας μόνο τη μία πλευρική ζώνη να ανακτήσουμε το αρχικό μας σήμα.

Η αποδιαμόρφωση του SSB σήματος γίνεται με τον ίδιο τρόπο με αυτή της DSB-SC, δηλαδή απαιτείται στο δέκτη η δημιουργία σήματος με συχνότητα ίδια με αυτή του φέροντος. Προφανώς, η ύπαρξη απόκλισης στη γωνία (φάση ή συχνότητα) του δημιουργούμενου σήματος δημιουργεί και σε αυτή την περίπτωση παραμόρφωση στο ανακτημένο σήμα βασικής ζώνης. Συνεπώς και σε αυτή την περίπτωση πρέπει να βρεθούν παρόμοιες τεχνικές για το συντονισμό του πομπού με το δέκτη.

## Πείραμα: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-SSB

Σε αυτό το πείραμα φτιάχνουμε και κάνουμε εξομοίωση μια διαμόρφωση AM-SSB για τη μελέτη και την εξοικείωση με την τεχνική διαμόρφωσης πλάτους απλής ζώνης. Η δημιουργία του κυκλώματος θα γίνει με την μορφή δομικού διαγράμματος, με σκοπό την παρατήρηση της συμπεριφοράς του σήματος (πληροφορία) τόσο στο πεδίο του χρόνου, όσο και στο πεδίο των συχνοτήτων (φάσμα).

Το πρόγραμμα στο τέλος θα χρησιμοποιεί:

- Ένα σήμα πληροφορίας (στην προκειμένη περίπτωση 1 ημίτονο).
- Ένα ημιτονικό σήμα ως φέρον.
- Έναν πολλαπλασιαστή (Product).
- Ένα ζωνοδιαβατό φίλτρο (Bandpass filter).

Οι διαδικασίες σε αυτό το παράδειγμα περιλαμβάνουν:

- Έλεγχος της κυματομορφής του σήματος της πληροφορίας τόσο πριν πολλαπλασιαστεί με το φέρον, μετά τον πολλαπλασιασμό (δηλαδή μετά την διαμόρφωση), καθώς και μετά την έξοδο του ζωνοδιαβατού φίλτρου πάλι χρονικά και συχνοτικά.
- Ρύθμιση του πλάτους με σκοπό την παρατήρηση στην αλλαγή του σήματος τόσο στο πλάτος αλλά και στην ισχύ στην οποία θα χρειαστεί να μεταδοθεί.
- Εναλλαγή στις συχνότητες του φίλτρου με σκοπό να κόψουμε τότε την δεξιά πλευρική και τότε την αριστερή ανάλογα με το τι θέλουμε.

## Δημιουργία Project

**Βήμα 1<sup>ο</sup>:** Πάμε στο File>New Project.

**Βήμα 2<sup>ο</sup>:** Επιλέγουμε File > Save Project As. Το παράθυρο διαλόγου Save As εμφανίζεται.

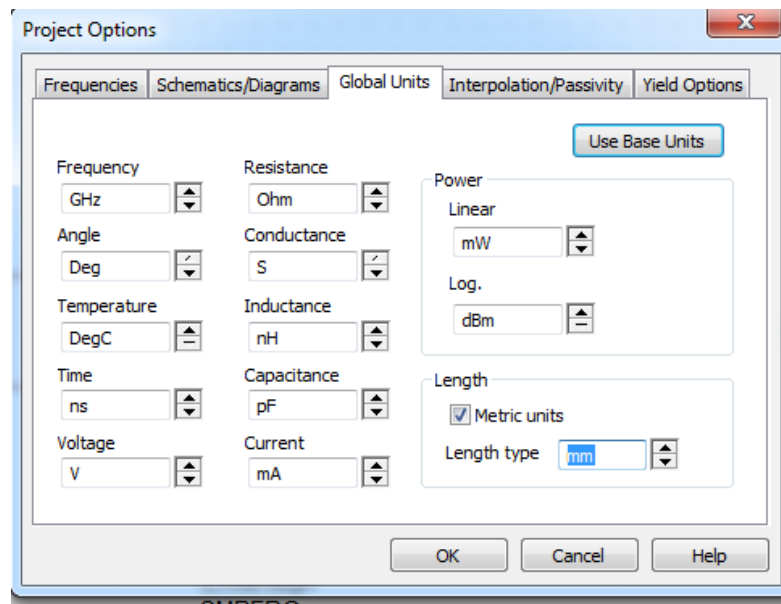
**Βήμα 3<sup>ο</sup>:** Επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε το Project.

**Βήμα 4<sup>ο</sup>:** Δίνουμε μία ονομασία της επιλογής μας, π.χ. "SSB MOD" το νέο Project, στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται. Αποθηκεύουμε πατώντας Save.

## Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.

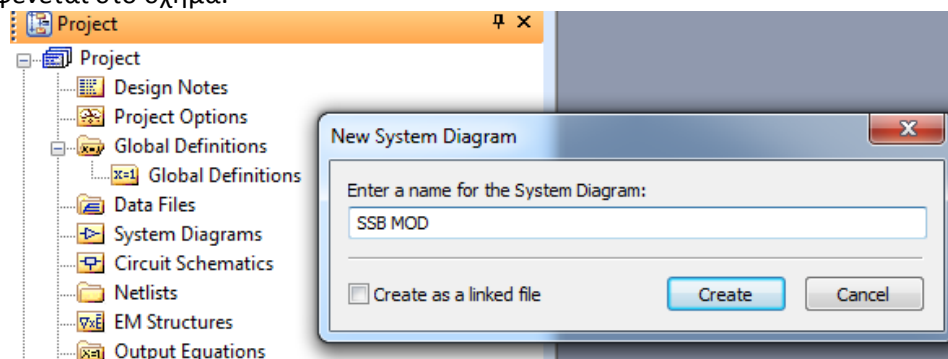
Πριν δημιουργήσουμε μια προσομοίωση πρέπει να ορίσουμε τις καθολικές ρυθμίσεις του συστήματος. Για να τις ορίσουμε κάνουμε τα εξής βήματα:

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



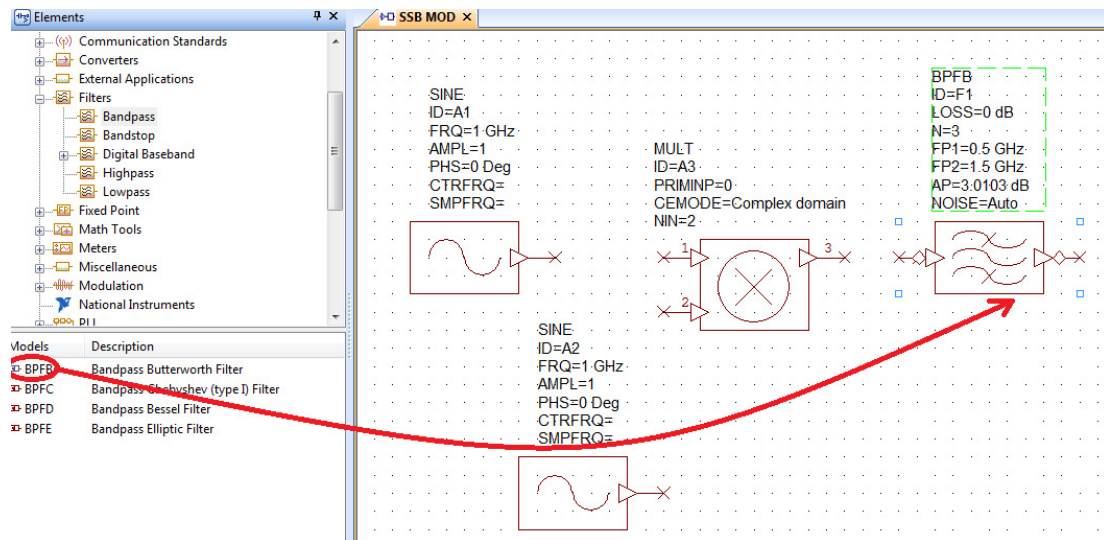
## Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος

- Στο μενού **Project**, δεξί κλικ στο **System Diagrams**, επιλέγουμε την επιλογή **New System Diagram**.
- Πληκτρολογούμε "SSB MOD" στο πεδίο κειμένου κι πατάμε το κουμπί «**Create**» όπως φέεται στο σχήμα.

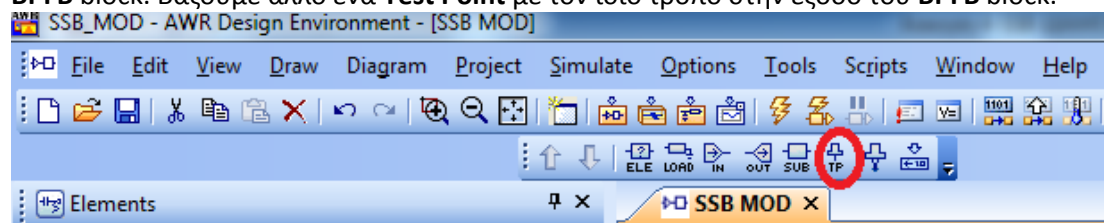


- Πηγαίνουμε στο **Elements tab** που βρίσκεται στα αριστερά.
- Αφού αναπτύξουμε το **Systems blocks**, στην κατηγορία **Sources** επιλέγουμε την υποομαδα **Waveforms**. Στη συνέχεια επιλέγουμε δύο στοιχεία **SINE** και τα τοποθετούμε στο διάγραμμα, σύροντάς τα, (το ένα θα επιλέξουμε να είναι **Real Data**).
- Αφού αναπτύξουμε το **Math Tools**, επιλέγουμε το **MULT** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα.
- Τέλος, πρέπει να προσθέσουμε ένα **Bandpass Filter** όπως φέεται παρακάτω. Το BPF block.

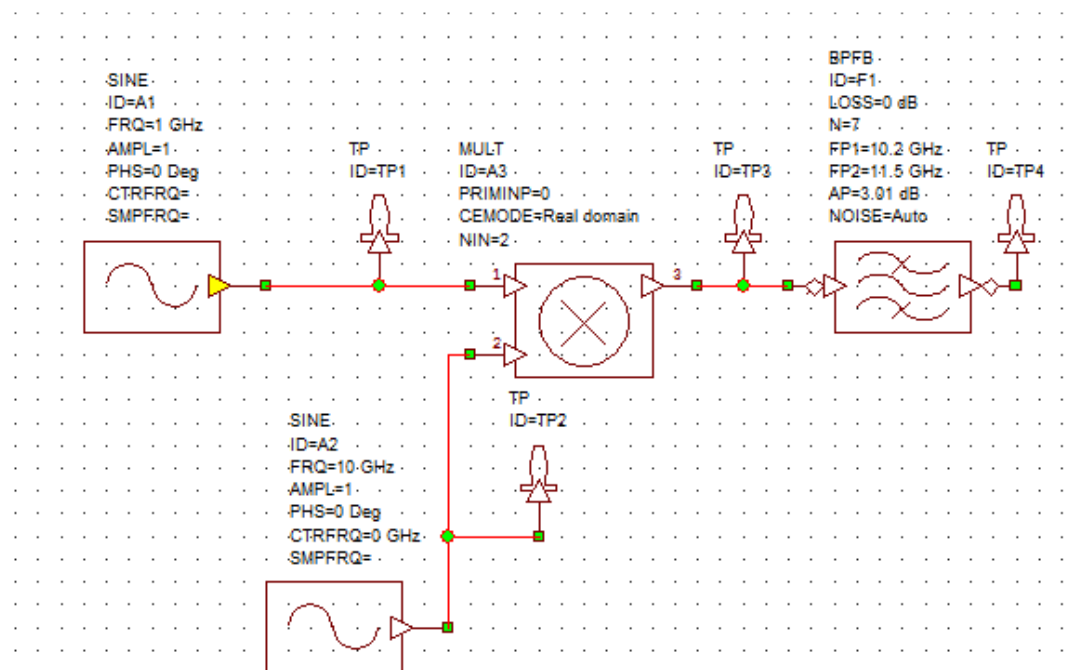




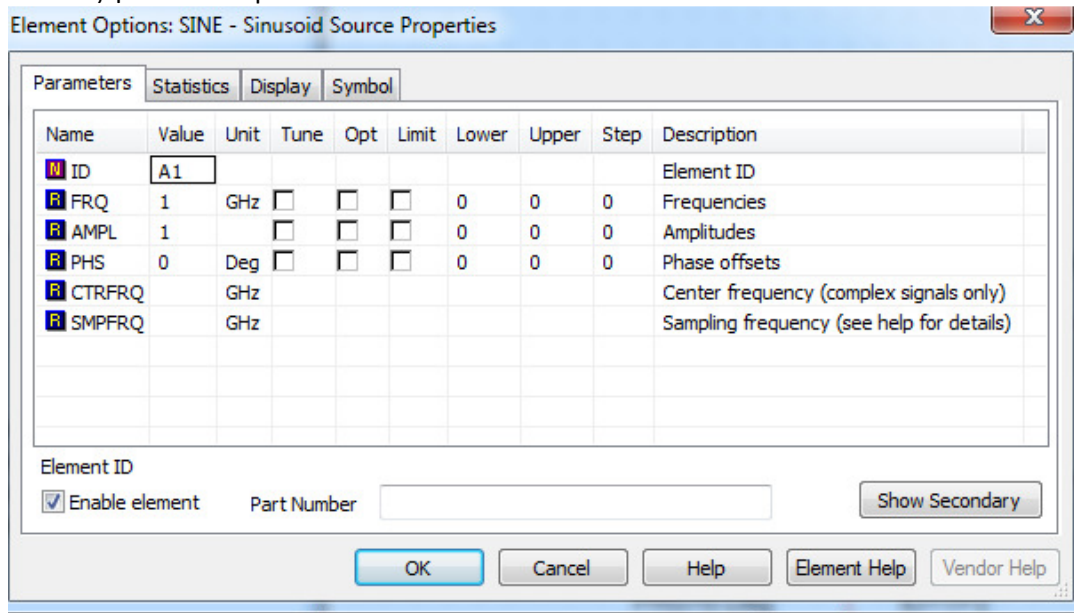
Μετά πηγαίνουμε στο **toolbar** και πιέζουμε το **Test Point** button (=κουμπί). Το τοποθετούμε ανάμεσα στα **SINE** και στο **MULT** block που έχουμε βάλει στο διάγραμμα, στο **MULT** και στο **BPFB** block. Βάζουμε άλλο ένα **Test Point** με τον ίδιο τρόπο στην έξοδο του **BPFB** block.



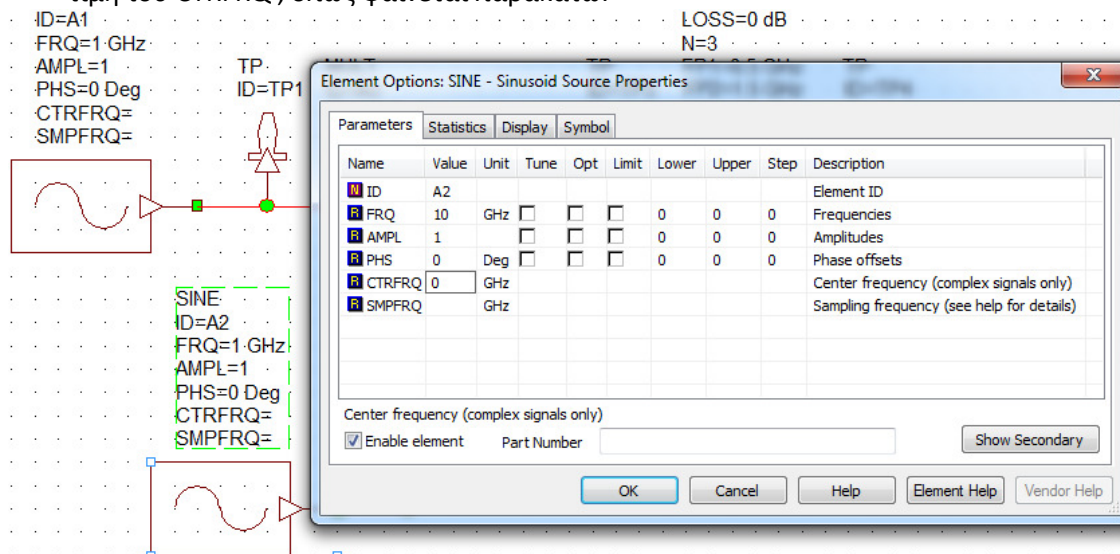
Συνδέουμε τα blocks και τα test points όπως φαίνεται παρακάτω. Αυτό σημαίνει ότι μεταφέρεται σήμα από το ένα block (στοιχείο) στο άλλο. Η σύνδεση στοιχείου με στοιχείο γίνεται κάνοντας κλικ στην έξοδο του προηγούμενου και στη συνέχεια κλικ στην είσοδο του επόμενου. Ένα στοιχείο μπορεί να δίνει σήμα σε πάνω από ένα στοιχεία.



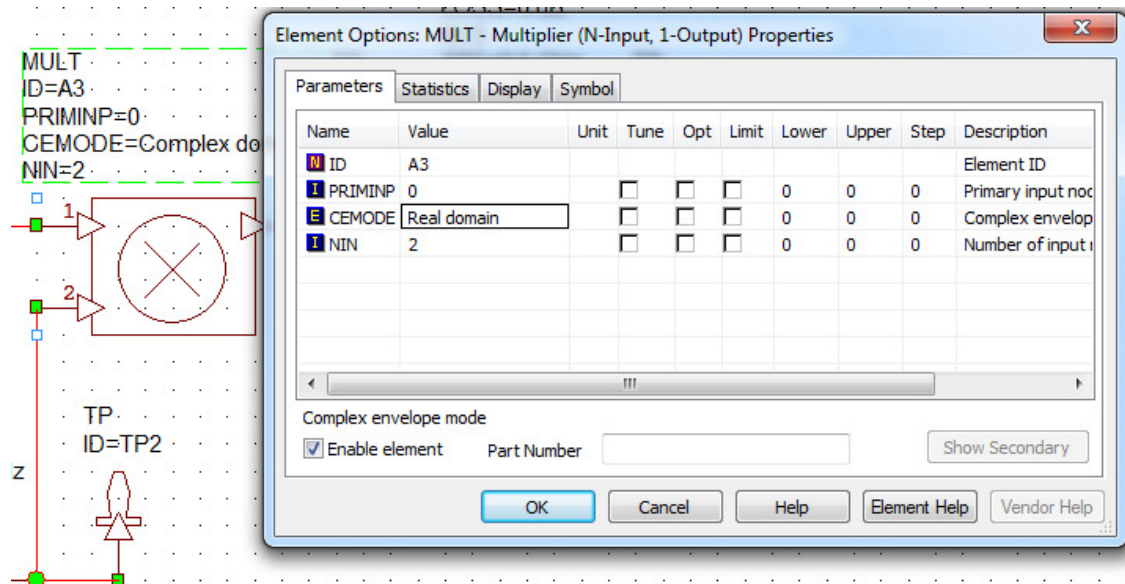
- Κάνουμε διπλό click στο **SINE** block(ID A1). Θέλουμε οι παραμετροποιήσεις να είναι όπως φαίνεται παρακάτω.



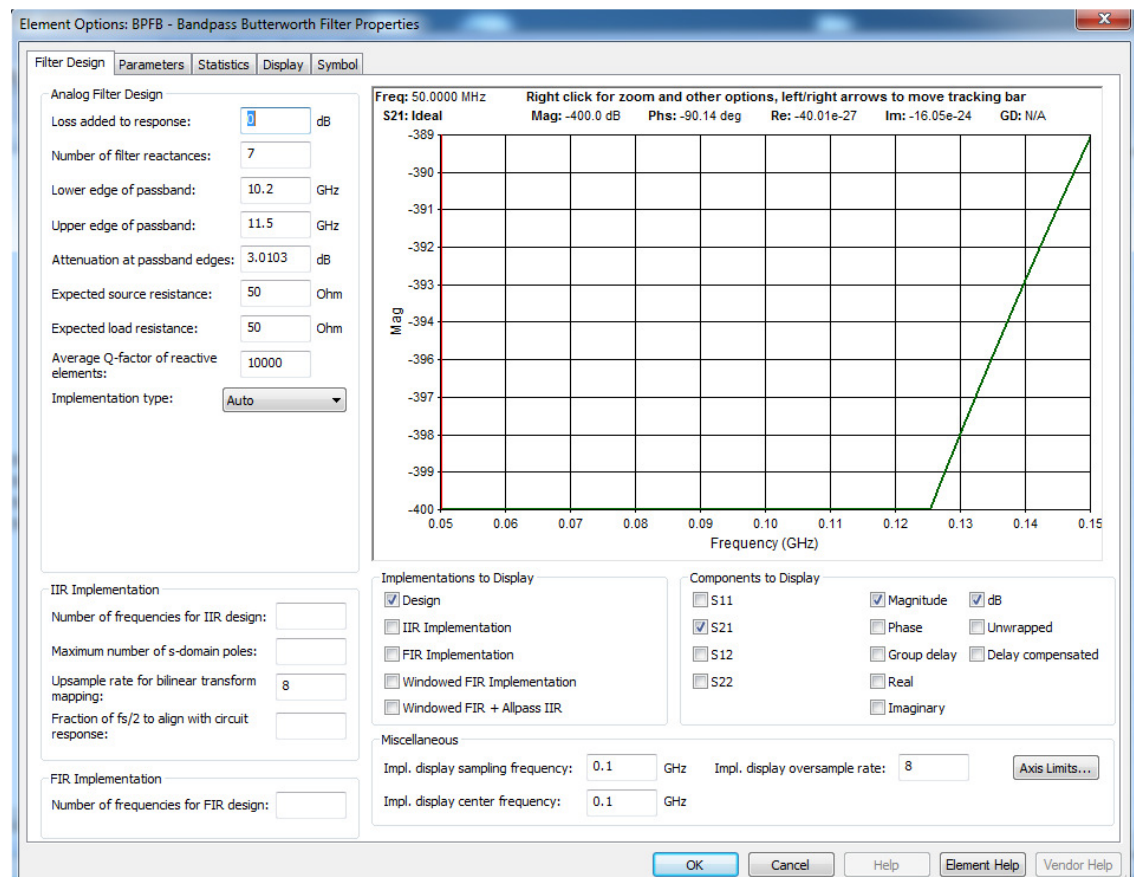
- Κάνουμε διπλό click στο **SINE** block(ID A2). Βάζουμε "10" για τιμή του FRQ και "0" για τιμή του CTRFRQ, όπως φαίνεται παρακάτω.



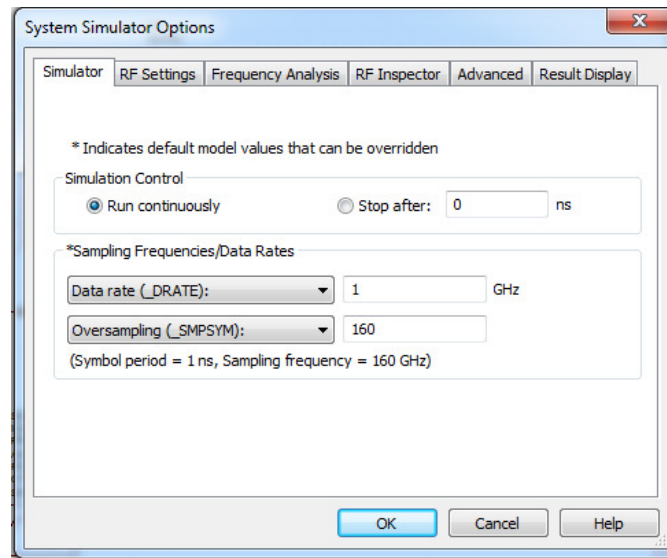
- Κάνουμε μετά διπλό click στο **MULT** και οι παράμετροι πρέπει να είναι όπως παρακάτω:



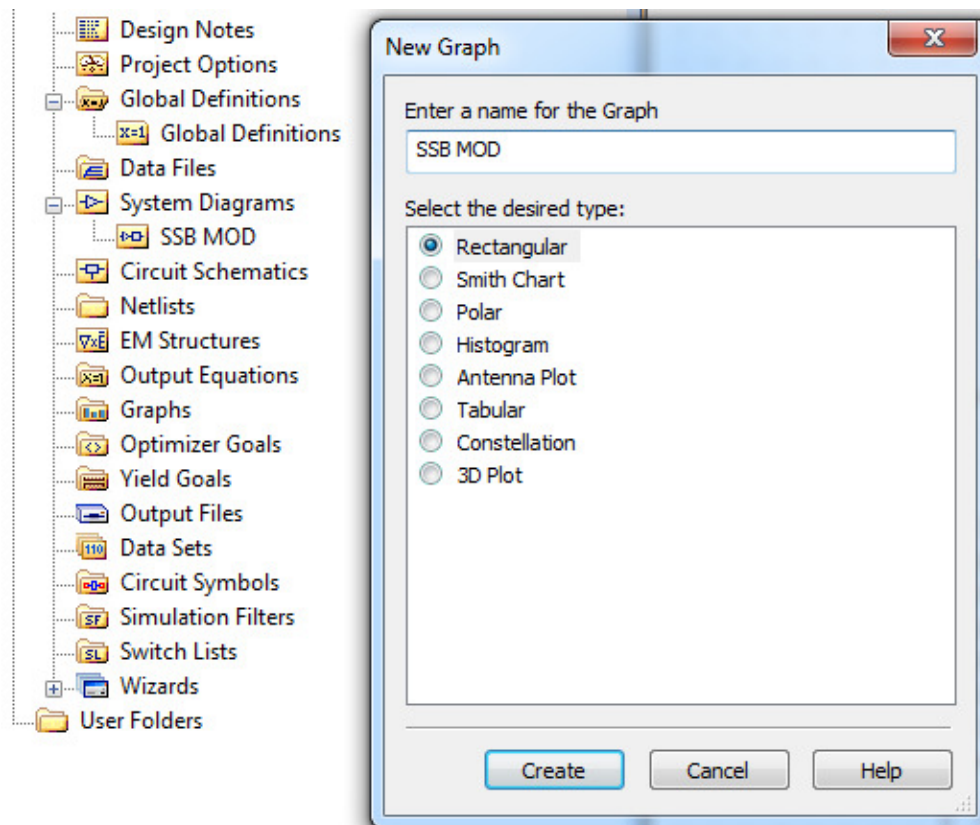
- Κάνουμε μετά διπλό click στο **BPFB** και οι παράμετροι πρέπει να είναι όπως παρακάτω:



- Στο μενού **Options** επιλέγουμε **Default System Options**. Οι παράμετροι πρέπει να είναι όπως παρακάτω:



- Στον **Project Browser**, κάνουμε **δεξί** click στα **Graphs** και μετά επιλέγουμε **New Graph**. Πληκτρολογούμε "SSB MOD" σαν όνομα και επιλέγουμε **Rectangular** σαν **graph type**. Μετά κάνουμε click στο **Create**. Όλα αυτά φαίνονται παρακάτω.

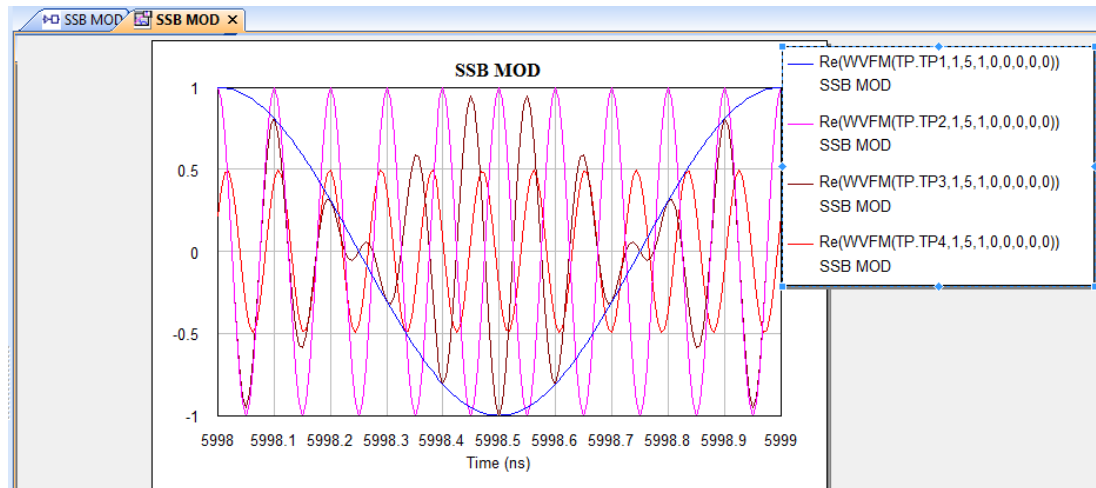


- Στον **Project Browser** κάνουμε **δεξί** click στο "SSB MOD" και επιλέγουμε Add Measurement.
- Στο παράθυρο που θα ανοίξει, επιλέγουμε System σαν **Measurement Type** και WVFM σαν **Measurement**.

- Επίσης επιλέγουμε TP.TP1 σαν **Test Point**, και **Time Span** = "1". Το **Units** πρέπει να είναι Symbols. Τέλος κάνουμε click στο **OK** για να αποθηκεύσουμε τις αλλαγές. Το ίδιο κάνουμε και για τα υπόλοιπα Test Point (TP.TP2, TP.TP3, TP.TP4).

## 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 Simulators. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης πρέπει να φαίνεται στο γράφημα όπως στην Εικόνα.



Εικόνα– Αποτέλεσμα προσομοίωσης

## Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

- Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει πως δημιουργούμε μια SSB διαμόρφωση.
- Βεβαιωθείτε ότι μπορείτε να απεικονίσετε κυματομορφές σε διάφορα σημεία του κυκλώματος.

## Δραστηριότητες

### Απλές Δραστηριότητες

- Στο πείραμα της διαμορφώσεως AM-SSB απεικονίσαμε 3 κυματομορφές στο ίδιο γράφημα. Καλείστε να δημιουργήσετε 3 διαφορετικά γραφήματα στο χώρο εργασίας, ένα για κάθε κυματομορφή.

### Προχωρημένες Δραστηριότητες

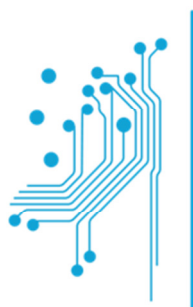
- Στο πείραμα που εκτελέστηκε σε αυτήν την άσκηση προσθέστε ένα επιπλέον γράφημα που να απεικονίζει το φάσμα του διαμορφωμένου σήματος καθώς και ένα με την ισχύ του.
- Στην διάταξη που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την άσκηση εκτελέστε την προσομοίωση μεταβάλλοντας σταδιακά το πλάτος του φορέα. Τι συμπεραίνετε;

## Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι

---

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- [https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting\\_Started/](https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting_Started/)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- Freznel L. E. (1999), Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Hsu H. P. (2002), Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Σημειώσεις Μαθήματος Τηλεπικοινωνιών Ι, Ζαρούχας Θωμάς, Τσακανίκας Βασίλειος και Παρασκευάς Μιχάλης.
- Εισαγωγή στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, Γ. Κοκκινάκης, 2004.





Τμήμα  
Μηχανικών  
Πληροφορικής τ.ε.

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα  
Δυτικής Ελλάδας

# ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

### Εργαστηριακή Άσκηση 5

ΑΜ-SSB ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ



**Διδάσκων**

**Δρ. Μιχάλης Παρασκευάς**

*Επίκουρος Καθηγητής*

**Ιούνιος 2015**



## Άσκηση 5- AM-SSB ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

### AM-SSB Αποδιαμόρφωση - Στόχοι Εργαστηριακής Άσκησης

Σκοπός τη άσκησης είναι να εξοικειωθούν οι σπουδαστές με την προσομοίωση αποδιαμόρφωσης AM-SSB ακουστικού σήματος , έτσι ώστε να μελετηθεί το λαμβανόμενο σήμα τόσο χρονικά, όσο και φασματικά.

### Προσδοκώμενα αποτελέσματα

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

- Περιγράφουν την έννοια της διαμόρφωσης .
- Να απεικονίζουν τα σήματα στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο της συχνότητας.
- Χρησιμοποιούν το AWR για τη προσομοίωση των διαφόρων τεχνικών διαμόρφωσης πλάτους.
- Παραμετροποιήσουν διάφορες μεταβλητές του περιβάλλοντος προσομοίωσης (π.χ. μονάδες μέτρησης κτλ.).
- Εξάγουν γραφικές παραστάσεις από τις κυματομορφές που παράγονται.

### Τι θα χρειαστεί

Για την επιτυχή εκτέλεση της άσκησης θα χρειαστείτε τα παρακάτω:

- Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό AWR 10.08

### Έννοιες κλειδιά

- Αναλογική Διαμόρφωση
- Διαμόρφωση κατά πλάτος
- Σήμα
- Συχνότητα

### Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η λήψη και η αποδιαμόρφωση ενός σήματος αποτελεί την αντίστροφη διαδικασία της διαμόρφωσης και της εκπομπής. Συνεπώς, η τηλεπικοινωνιακή αλυσίδα που περιγράφηκε στις προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις αντιστρέφεται στην πλευρά του δέκτη μέχρι την ανακατασκευή του ακουστικού σήματος.

### Πείραμα: ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ AM-SSB

Σε αυτό το πείραμα φτιάχνουμε και κάνουμε εξομοίωση μιας αποδιαμόρφωση AM-SSB ,αντίστοιχα για να τη μελετούμε με σκοπό την παρατήρηση του λαμβανόμενου σήματος τόσο χρονικά, όσο και φασματικά.

Το πρόγραμμα στο τέλος θα χρησιμοποιεί:

- Ένα σήμα πληροφορίας (στην προκειμένη περίπτωση 1 ημίτονο).
- Ένα ημιτονικό σήμα ως φέρον.
- Έναν πολλαπλασιαστή (Product) .
- Ένα lowpass filter (χαμηλοδιαβατό φίλτρο).

Οι διαδικασίες σε αυτό το παράδειγμα περιλαμβάνουν:

- Έλεγχος της κυματομορφής του σήματος της πληροφορίας μετά την διαμόρφωση, μετά τον πολλαπλασιασμό πάλι με το φέρον, καθώς και μετά το χαμηλοδιαβατό φίλτρο.
- Ρύθμιση του πλάτους με σκοπό την παρατήρηση στην αλλαγή του σήματος τόσο στο πλάτος αλλά και στην ισχύ στην οποία θα χρειαστεί να μεταδοθεί.
- Παρατήρηση του τι συμβαίνει, με την αλλαγή φάσης στο τελικό σήμα, καθώς και τι μεταβολές στο πλάτος και στην περίοδο υπάρχουν και γιατί.

## Δημιουργία Project

**Βήμα 1<sup>ο</sup>:** Πάμε στο File>New Project

**Βήμα 2<sup>ο</sup>:** Επιλέγουμε File > Save Project As. Το παράθυρο διαλόγου Save As εμφανίζεται

**Βήμα 3<sup>ο</sup>:** Επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε το Project.

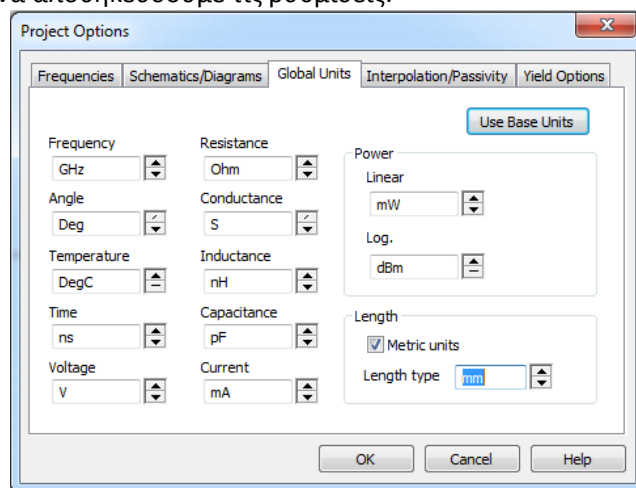
**Βήμα 4<sup>ο</sup>:** Δίνουμε μία ονομασία της επιλογής μας, π.χ. “SSB DEMOD” το νέο Project, στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται. Αποθηκεύουμε πατώντας Save.

## Ρύθμιση των καθολικών ρυθμίσεων και δημιουργία διαγράμματος συστήματος.

Πριν δημιουργήσουμε μια προσομοίωση πρέπει να ορίσουμε τις καθολικές ρυθμίσεις του συστήματος.

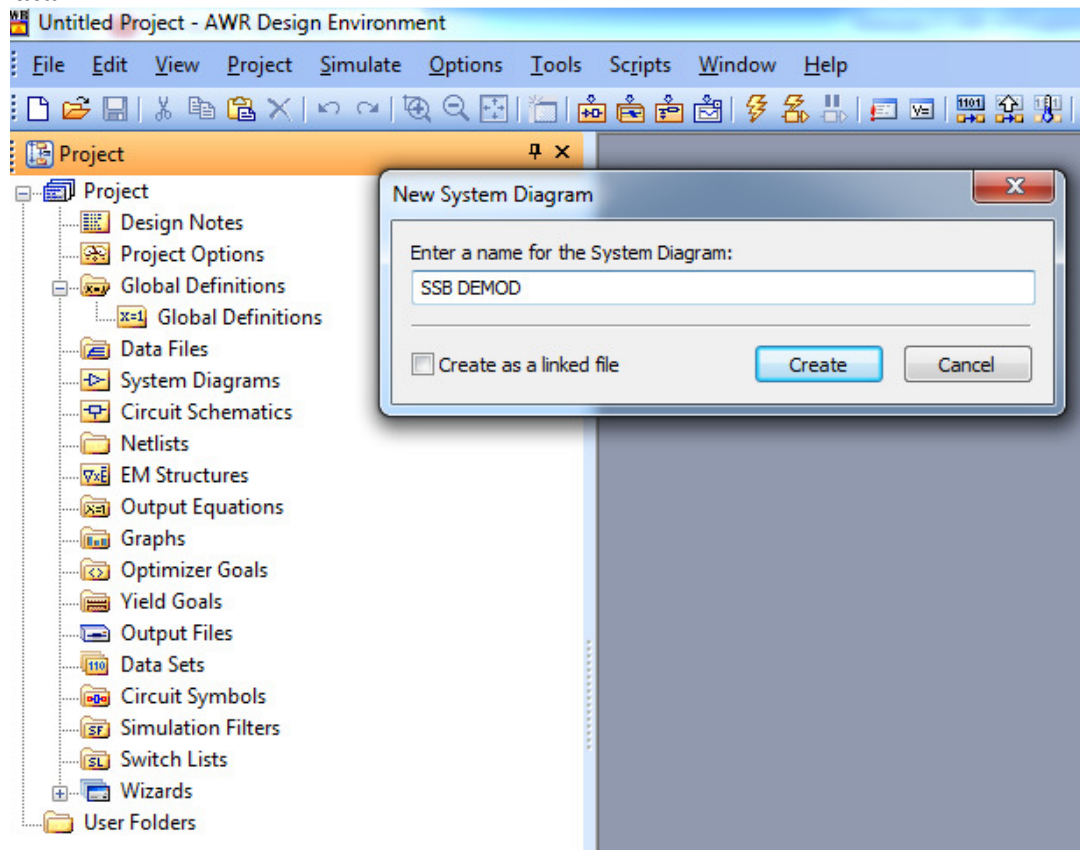
Για να τις ορίσουμε κάνουμε τα εξής βήματα:

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

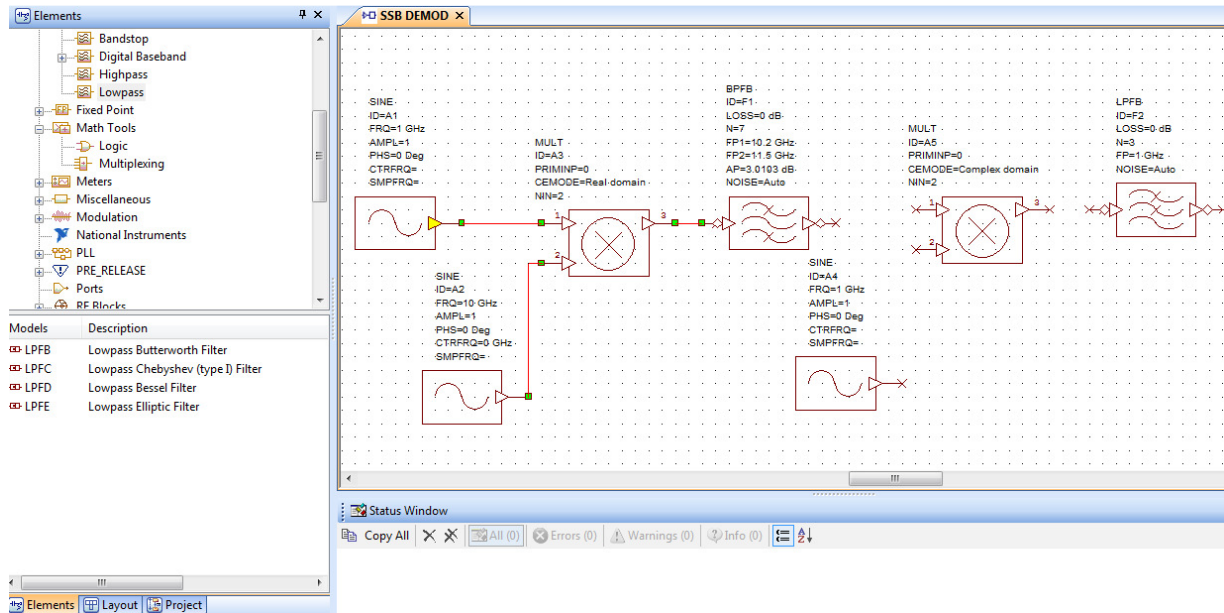


## Δημιουργία Διαγράμματος Συστήματος

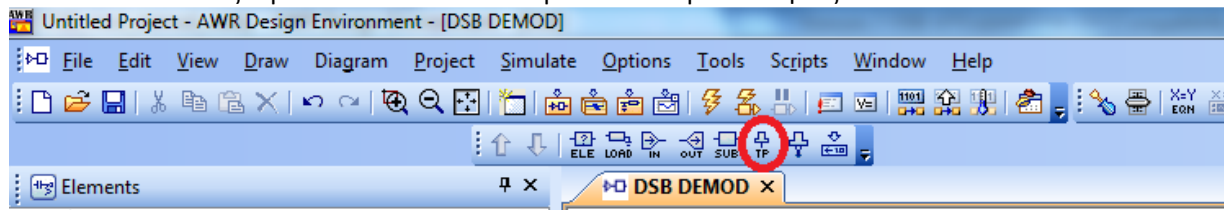
- Στο μενού **Project**, δεξί κλικ στο System Diagrams , επιλέγουμε την επιλογή **New System Diagram**.
- Πληκτρολογούμε "SSB DEMOD" στο πεδίο κειμένου κι πατάμε το κουμπί «**Create**» ακριβώς από κάτω.



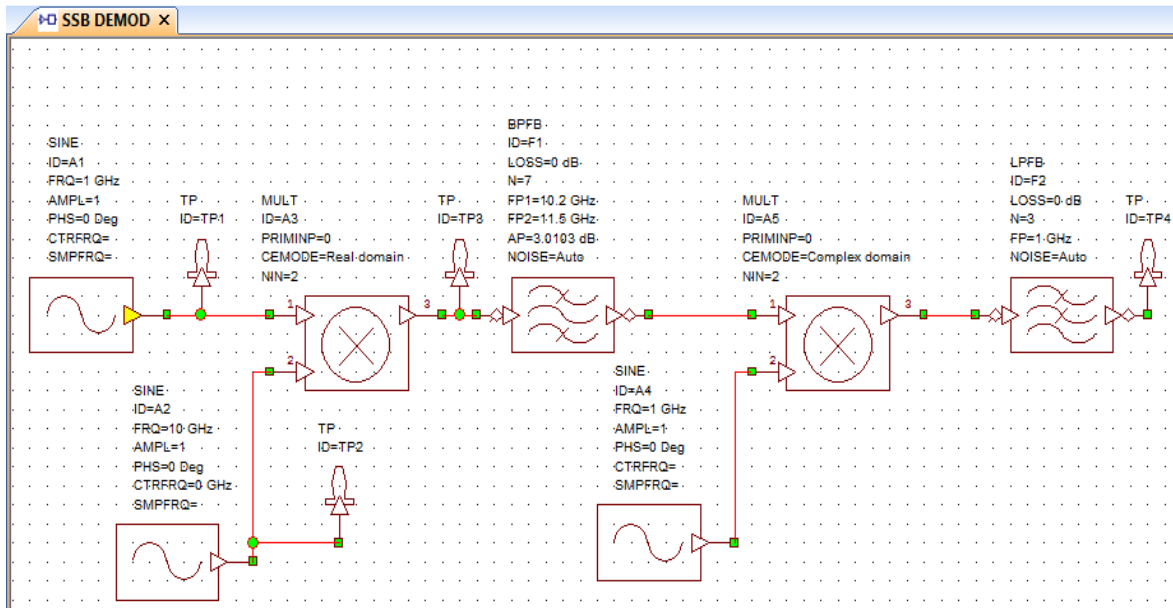
- Για την δημιουργία της SSB αποδιαμόρφωσης προσθέτουμε ακόμα 3 blocks στη διαμόρφωση της.
  - Προσθέτουμε ένα MULT.
  - Προσθετούμε ένα SINE.
  - Προσθέτουμε ένα φίλτρο LPFB.
- Αφού αναπτύξουμε το **Systems blocks**, στην κατηγορία **Sources** επιλέγουμε την υπο-ομαδα **Waveforms**. Στη συνέχεια επιλέγουμε το στοιχείο **SINE** και το τοποθετούμε στο διάγραμμα, σύροντάς το, προσθέτουμε με τον ίδιο τρόπο από το **Math Tools** το **MULT** block και από τη κατηγορία **Filters** ,στην υπό-ομαδα **Lowpass** το φίλτρο **LPFB** block ,όπως φαίνεται παρακάτω.



- Μετά πηγαίνουμε στο **toolbar** και πιέζουμε το **Test Point** button (=κουμπί). Το τοποθετούμε ανάμεσα στα **SINE** και στα **MULT** block που έχουμε βάλει στο διάγραμμα, ανάμεσα στο **MULT** και **BPF** block. Βάζουμε άλλο ένα **Test Point** με τον ίδιο τρόπο στην έξοδο του **LFPB** block.



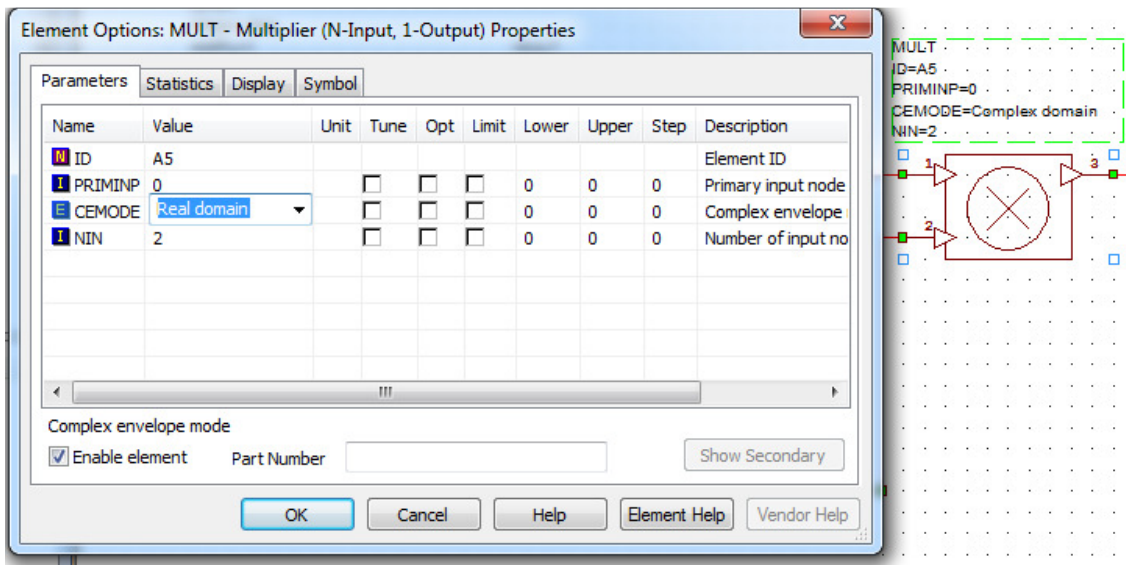
- Συνδέουμε τα blocks και τα test points όπως φαίνεται παρακάτω. Αυτό σημαίνει ότι μεταφέρεται σήμα από το ένα block (στοιχείο) στο άλλο. Η σύνδεση στοιχείου με στοιχείο γίνεται κάνοντας κλικ στην έξοδο του προηγούμενου και στη συνέχεια κλικ στην είσοδο του επόμενου. Ένα στοιχείο μπορεί να δίνει σήμα σε πάνω από ένα στοιχεία.



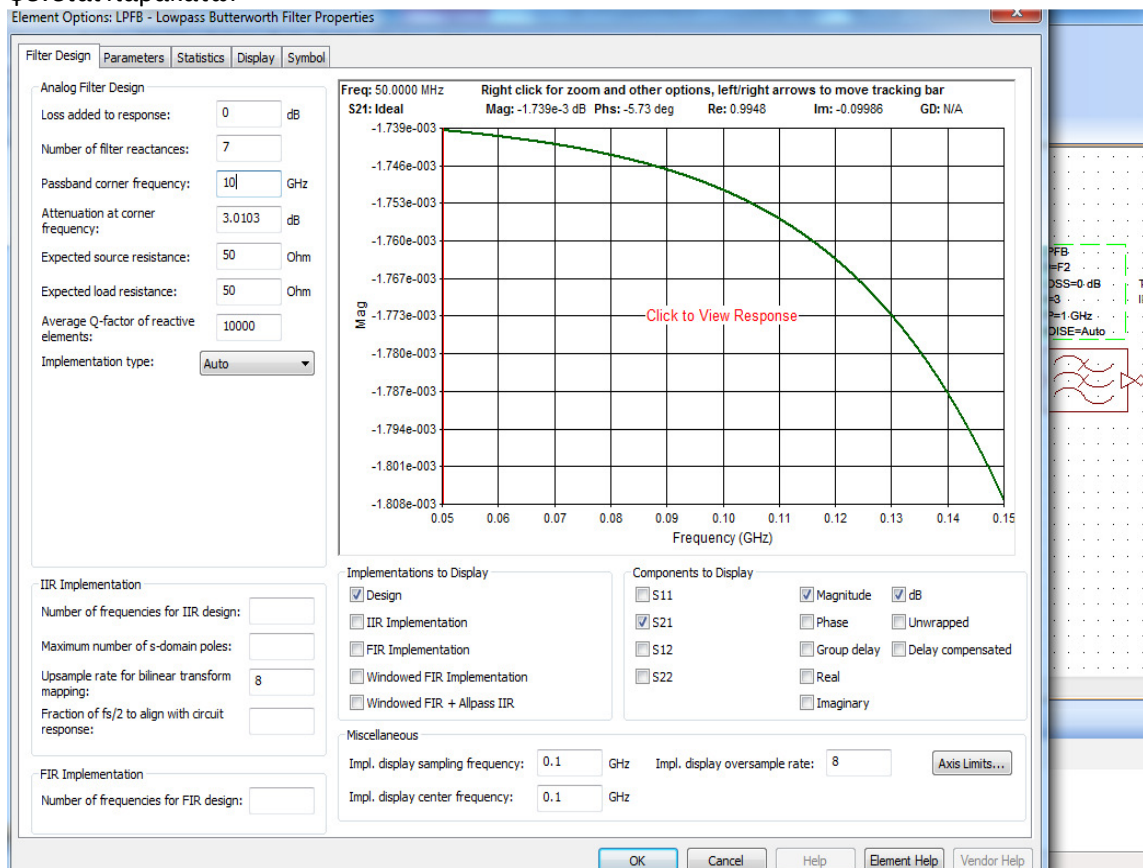
- Κάνουμε διπλό click στο **SINE** block(ID A4). Βάζουμε "10" για τιμή του FRQ,"0" για τιμή του CTRFRQ .

Name	Value	Unit	Tune	Opt	Limit	Lower	Upper	Step	Description
ID	A4								Element ID
FRQ	10	GHz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	Frequencies
AMPL	1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	Amplitudes
PHS	0	Deg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0	0	Phase offsets
CTRFRQ	0	GHz							Center frequency (complex sign
SMPFRQ		GHz							Sampling frequency (see help fo

- Κάνουμε διπλό click στο **MULT** block. Βάζουμε "Real domain" για το CEMODE.

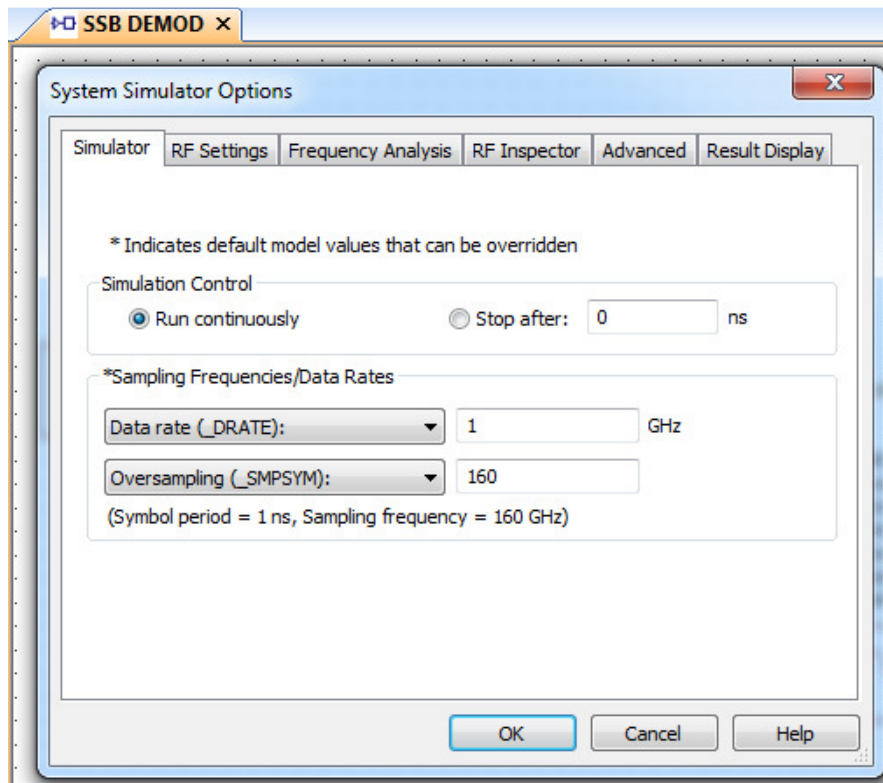


- Κάνουμε διπλό click στο **LFPB** block. Βάζουμε "7" για τιμή του N, "10" για τιμή του FP, όπως φέρεται παρακάτω.



6. Στο μενού **Options** επιλέγουμε **Default System Options**. Οι παράμετροι πρέπει να είναι όπως παρακάτω:





7. Στον **Project Browser**, κάνουμε **δεξί** click στα **Graphs** και μετά επιλέγουμε **New Graph**. Πληκτρολογούμε "SSB DEMOD" σαν όνομα και επιλέγουμε **Rectangular** σαν graph type. Μετά κάνουμε click στο **Create**.

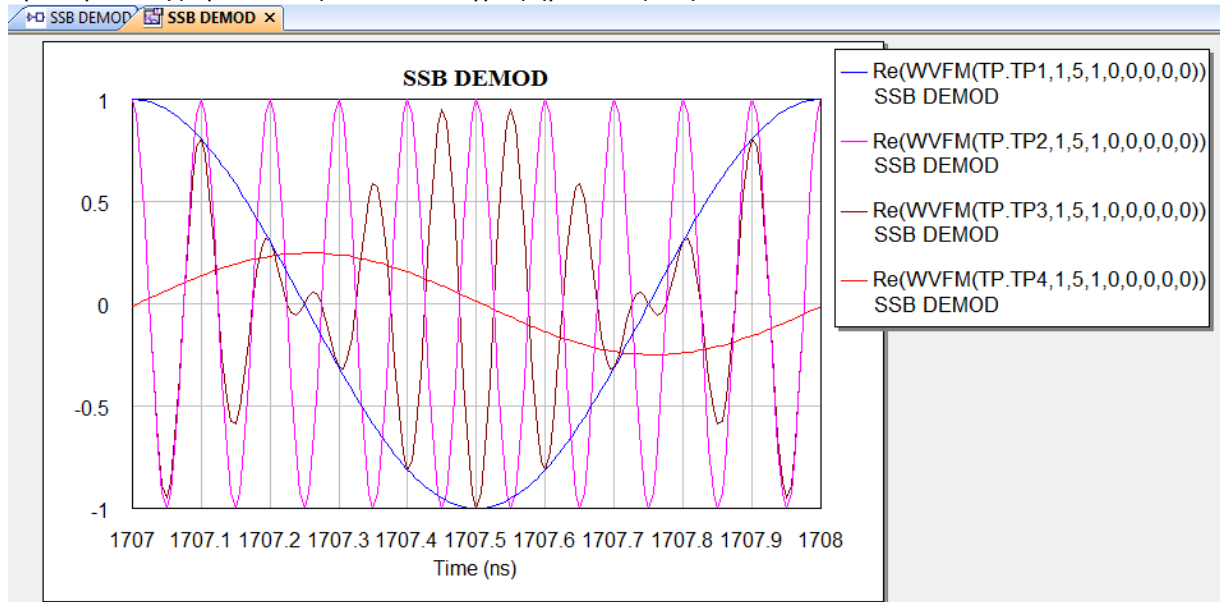
- Στον **Project Browser** κάνουμε **δεξί** click στο "SSB DEMOD" και επιλέγουμε Add Measurement.
- Στο παράθυρο που θα ανοίξει, επιλέγουμε System σαν **Measurement Type**.

Επίσης επιλέγουμε TP.TP1 σαν **Test Point**, και **Time Span** = "1". Το **Units** πρέπει να είναι "ns". Τέλος κάνουμε click στο **OK** για να αποθηκεύσουμε τις αλλαγές. Το ίδιο κάνουμε και για τα υπόλοιπα Test Point (TP.TP2, TP.TP3, TP.TP4).



## 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 Simulators. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης πρέπει να φαίνεται στο γράφημα όπως στην Εικόνα.



Εικόνα – Αποτέλεσμα προσομοίωσης

## Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

1. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει την αποδιαμόρφωση της AM-SSB.
2. Βεβαιωθείτε ότι μπορείτε να απεικονίσετε κυματομορφές σε διάφορα σημεία του κυκλώματος.
3. Βεβαιωθείτε ότι έχετε κατανοήσει τη σημασία των καθολικών παραμέτρων του συστήματος και πως αυτές επιδρούν στα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

## Δραστηριότητες

### Απλές Δραστηριότητες

1. Καλείστε να μελετήσετε το γραφικό περιβάλλον και να εντοπίσετε τις διάφορες συντομεύσεις εκτελώντας ξανά το πείραμα της διαμορφώσεως AM.
2. Στο πείραμα της αποδιαμορφώσεως AM-SSB απεικονίσαμε 4 κυματομορφές στο ίδιο γράφημα. Καλείστε να δημιουργήσετε 4 διαφορετικά γραφήματα στο χώρο εργασίας, ένα για κάθε κυματομορφή.

### Προχωρημένες Δραστηριότητες

1. Στο πείραμα που εκτελέστηκε σε αυτήν την άσκηση προσθέστε ένα επιπλέον γράφημα που να απεικονίζει το φάσμα του διαμορφωμένου σήματος καθώς και ένα με την ισχύ του.

2. Στην διάταξη που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την άσκηση εκτελέστε την προσομοίωση μεταβάλλοντας σταδιακά το πλάτος του φορέα. Τι συμπεραίνετε;

## Βιβλιογραφία-Οδηγός για περαιτέρω μελέτη -Χρήσιμοι σύνδεσμοι

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- [https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting\\_Started/](https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Getting_Started/)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)
- Freznel L. E. (1999), Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Hsu H. P. (2002), Αναλογικές και Ψηφιακές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα
- Σημειώσεις Μαθήματος Τηλεπικοινωνιών Ι, Ζαρούχας Θωμάς, Τσακανίκας Βασίλειος και Παρασκευάς Μιχάλης.
- Εισαγωγή στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, Γ. Κοκκινάκης, 2004.

## Τελικά Συμπεράσματα

Παρατηρούμε πως για την ίδια διαθέσιμη τελική ισχύ εκπομπής, η αποτελεσματικότητα των διαμορφώσεων έχει ως εξής:

- SSBsc
- DSBsc
- AM

διότι η διαθέσιμη τελική ισχύ εκπομπής στην SSBsc πάει όλη στο κομμάτι που μεταφέρει την πληροφορία, στην DSBsc ναι μεν πάει στο κομμάτι που πάει στην πληροφορία αλλά έχουμε δύο ζώνες στο φάσμα άρα πλεονασμό και στην AM σπαταλιέται έξτρα ισχύς και για το φέρον. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα και από τα διαγράμματα του φάσματος και της ισχύος.

Παρόλα αυτά μπορεί να «γλυτώνουμε» αρκετά με την SSBsc σε θέμα ισχύος, αλλά χάνουμε γιατί το κύκλωμα που θα πρέπει να δημιουργήσουμε είναι αρκετά μεγαλύτερο και πιο απαιτητικό στον σχεδιασμό του. Σαν αποτέλεσμα θα πρέπει ανάλογα με την περίπτωση και το τι χρειαζόμαστε να διαλέξουμε την βέλτιστη διαμόρφωση ώστε να έχουμε την σωστή αναλογία σε θέμα ισχύος-σχεδιασμού κυκλώματος.

Παρατηρούμε επίσης πώς όσο περισσότερο πλάτος έχουμε στην πληροφορία μας, αυτό έχει επιπτώσεις και στο πλάτος του διαμορφωμένου σήματος μας με αποτέλεσμα να χρειαζόμαστε και μεγαλύτερη ισχύ εκπομπής.

Μια ακόμα χρήσιμη παρατήρηση είναι πως ποσοστό διαμόρφωσης έχουμε μόνο στην AM. Επομένως με την AM μπορούμε να διαλέξουμε με τι ποσοστό διαμόρφωσης μπορούμε να στείλουμε την πληροφορία μας. Σε περίπτωση που η πληροφορία μας είναι απλή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα σχετικά χαμηλό ποσοστό διαμόρφωσης έτσι ώστε να γλυτώσουμε αρκετή ενέργεια.