



**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**

**Δημήτρης Π. Οικονόμου**  
Δρ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

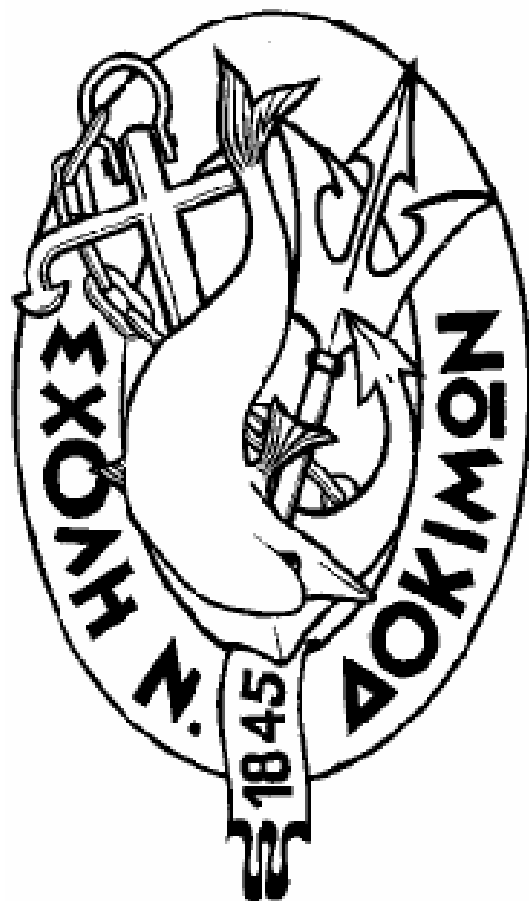
**Πλωτάρχης (Μ) Ν. Παναγόπουλος Π.Ν.**  
MSc, ELECTRICAL ENGINEER, NPS

**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ  
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2011**



## Περιεχόμενα

1. Η Βασική Γραμμή Εργαλείων (Toolbar).....	5
2. Πλέγμα (Grid).....	5
3. Ψηφιακή / Αναλογική Προσημείωση (Digital / Analog Simulation).....	6
4. Τοποθετώντας Συσκευές.....	7
5. Τοποθετώντας Καλωδιώσεις.....	8
6. Επισήμανση (Labeling) του Κυκλώματος.....	9
7. Επεξεργασία Δεδομένων Εξαρτημάτων.....	10
8. Εκτύπωση και Εξαγωγή Κυκλωμάτων.....	11
9. Σχεδιάζοντας το πρώτο σας Κύκλωμα.....	12
10. Αναλογική Προσομοίωση.....	15
10.1. Παράδειγμα Αναλογικής Προσομοίωσης.....	16
10.1.1. Δημιουργία του Κυκλώματος.....	16
10.1.2. Ρυθμίσεις Αναλογικής Ανάλυσης.....	18
10.1.3. Εκτελώντας Προσομοίωση.....	19
10.2. Η γεννήτρια Σήματος.....	23
10.3. The Multi-function Signal Generator.....	23
11. Απαντήσεις σε Κοινές Ερωτήσεις (Frequently Asked Questions).....	25

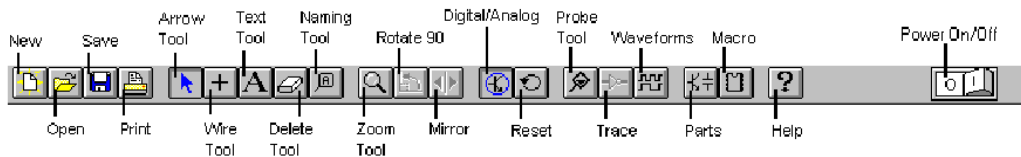


## Εισαγωγή

Το λογισμικό **"CircuitLogix"** είναι ένα ισχυρό, αλλά εύκολο στη χρήση, πρόγραμμα δημιουργίας σχηματικών κυκλωμάτων και εργαλείο προσομοίωσης που αναπτύχθηκε από τη Logic Design Inc. Οι δυνατότητές του θα σας επιτρέψουν την δημιουργία σχηματικών αναλογικών και ψηφιακών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Το λογισμικό επιπλέον επιτρέπει την προσομοίωση λειτουργίας του ψηφιακού τμήματος του κυκλώματος σας καθώς επίσης και να εκτελέσετε αναλογικές και μικτές αναλογικές / ψηφιακές προσομοιώσεις. Το CircuitLogix είναι ένα πρόγραμμα 32-bit που προορίζεται για χρήση με περιβάλλον Windows XP ή νεότερο.

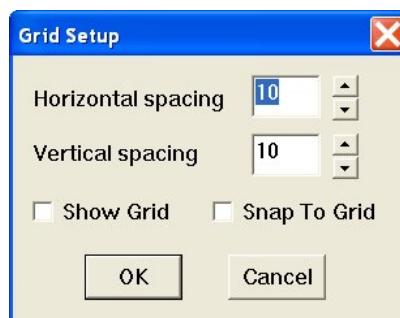
### 1. Η Βασική Γραμμή Εργαλείων (Toolbar)

Η εντολή "Display Toolbar " στο μενού Options δείχνει ή αποκρύπτει τη γραμμή εργαλείων στην κορυφή της εφαρμογής CircuitLogix. Όπως ο δείκτης (cursor) περνάει πάνω από κάθε κουμπί, η βασική λειτουργία του κάθε κουμπιού εμφανίζεται στη γραμμή τίτλου CircuitLogix. Πιέστε το πλήκτρο F1 για να εμφανιστεί η βοήθεια για το κουμπί που βρίσκεται ο δρομέας.



### 2. Πλέγμα (Grid)

Επιλέξτε "Drawing Grid.." στο μενού View για να ενεργοποιήσετε ή να απενεργοποιήσετε το grid ευθυγράμμισης στην επιφάνεια εργασίας σας. Το πλέγμα είναι χρήσιμο ως βοήθημα στην προσπάθειά σας να ευθυγραμμίσετε αντικείμενα. Το Snap-To-Grid επιτρέπει στις νέες συσκευές/εξαρτήματα (που δεν έχουν τοποθετηθεί στο κύκλωμα σας) να τοποθετηθούν πάνω στο καθορισμένο πλέγμα. Επιτρέπει επίσης στις παλιές συσκευές/εξαρτήματα (συσκευές που έχουν ήδη τοποθετηθεί) όταν αυτές μετακινηθούν να τοποθετηθούν πάνω στο καθορισμένο πλέγμα.



### 3. Ψηφιακή / Αναλογική Προσημείωση (Digital / Analog Simulation)

Το CircuitLogix είναι σε θέση να υλοποιεί δύο διαφορετικά είδη προσομοιώσεων και είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τις διαφορές τους. Το κουμπί Digital / Analog στη γραμμή εργαλείων (Toolbar) υποδεικνύει τη λειτουργία προσομοίωσης που έχει επιλεγεί.

#### Ψηφιακή (Digital) Προσομοίωση

Το δυαδικό 1 και 0 του υπολογιστή είναι στην πραγματικότητα τα υψηλά και τα χαμηλά επίπεδα τάσης των ηλεκτρονικών συσκευών γνωστών ως ολοκληρωμένα κυκλώματα. Η ψηφιακή προσομοίωση, γίνεται μια σχετικά απλή υπόθεση, λόγω του περιορισμένου αριθμού των ψηφιακών καταστάσεων κάθε ολοκληρωμένου κυκλώματος. Οι ψηφιακές συσκευές και τα όργανα στις βιβλιοθήκες - 74xxx συσκευές, Data Sequencer, κλπ. - προορίζονται για χρήση μόνο με το ψηφιακό προσομοιωτή. Ο ψηφιακός προσομοιωτής είναι γρήγορος και πλήρως διαδραστικός, που σημαίνει ότι μπορείτε να αναστρέψετε διακόπτες, αλλάζοντας το κύκλωμα κατά την διάρκεια της προσομοίωσης και αμέσως να παρατηρήσετε την απόκριση του κυκλώματος.

#### Αναλογική (Analog) Προσομοίωση

Αναλογικός είναι ο κλασικός κόσμος των ηλεκτρονικών. Η αναλογική προσομοίωση στο CircuitLogix παρέχει το μοντέλο προσομοίωσης για μια ευρεία ποικιλία αναλογικών συσκευών και εξαρτημάτων, συμπεριλαμβανομένων τόσο παθητικών όσο ενεργητικών συσκευών. Οι αναλογικές συσκευές, εξαρτήματα και όργανα στις βιβλιοθήκες (πυκνωτές, τρανζίστορ, γεννήτρια σήματος, κλπ.), προορίζονται για χρήση μόνο με τον αναλογικό προσομοιωτή. Ο αναλογικός προσομοιωτής δημιουργεί ένα σύνολο δεδομένων με βάση την ανάλυση των παραμέτρων που επιλέγονται από το χρήστη. Αυτά τα δεδομένα μπορεί στη συνέχεια να αναλυθούν μέσω γραφικού διαδραστικού περιβάλλοντος.

#### Μικτή (Mixed-mode) Προσομοίωση

Μερικές αναλογικές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον ψηφιακό εξομοιωτή και κάποιες ψηφιακές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον αναλογικό προσομοιωτή. Αυτό επιτρέπει την "Mixed-mode" προσομοίωση πολλών κυκλωμάτων. Για παράδειγμα, στοιχεία όπως αντιστάσεις και τα LED μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον ψηφιακό προσομοιωτή, καθώς επίσης έχουν προβλεφθεί μοντέλα / συσκευές SPICE όπως πύλες και flip-flops, ώστε αυτές να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν στον αναλογικό προσομοιωτή.

Στο παράθυρο διαλόγου Select Device, πάνω από την εικόνα του συμβόλου της συσκευής, αναγράφονται οι φράσεις Digital Only Device, Analog Only Device, Mixed-Mode Device, or Schematic Only Device. Αυτό υποδεικνύει τη λειτουργία προσομοίωσης για την οποία προορίζεται η συσκευή.

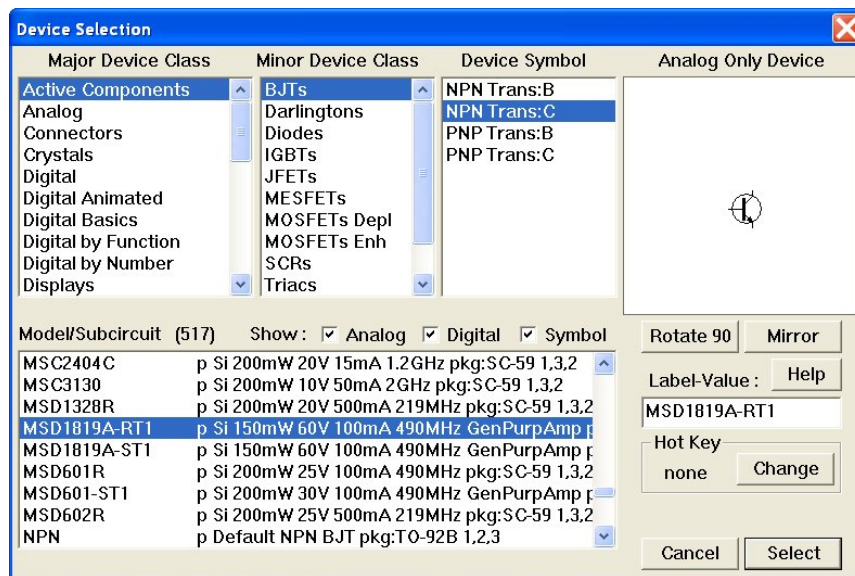
Ανατρέξτε στη βιβλιοθήκη συσκευών (Device Library) για την περιγραφή της κάθε

συσκευής και την λειτουργία προσομοίωσης για την οποία προορίζεται. Το παράθυρο διαλόγου Edit Device Data dialog περιέχει δύο checkboxes, το Analog και το Digital. Αν επιχειρήσετε να προσομοιώσετε μια συσκευή χρησιμοποιώντας μια λειτουργία προσομοίωσης για την οποία η συσκευή δεν προορίζεται, το CircuitLogix θα εμφανίσει ένα προειδοποιητικό μήνυμα ότι η συσκευή θα πρέπει να αγνοηθεί.

#### 4. Τοποθετώντας Συσκευές

Για να σχεδιάσετε το διάγραμμα του κυκλώματος μπορείτε απλά να χρησιμοποιήσετε το ποντίκι για να επιλέξετε τις συσκευές που το αποτελούν από τη Βιβλιοθήκη συσκευής. Οι Συσκευές μπορούν να επιλεγούν από την βιβλιοθήκη χρησιμοποιώντας το παράθυρο διαλόγου Device Selection. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται συχνά μπορούν να προστεθούν στο μενού Hotkeys, επιτρέποντάς να επιλέξετε τη συσκευή πατώντας ένα από τα καθοριζόμενα από το χρήστη Hotkeys πλήκτρα στο πληκτρολόγιο.

Για να ανοίξετε το παράθυρο διαλόγου Device Selection, κάντε κλικ στο κουμπί Parts στη γραμμή εργαλείων ή επιλέξτε "Library..." από το μενού Devices ή πατήστε το πλήκτρο "X" στο πληκτρολόγιο. Το ακόλουθο πλαίσιο διαλόγου θα εμφανιστεί:



Εντοπίστε τη συσκευή που θέλετε να χρησιμοποιήσετε επιλέγοντας πρώτα μια μείζονος σημασίας κατηγορία συσκευών (Major Device Class), μια ελάσσονος κατηγορία συσκευών (Minor Device Class), ένα σύμβολο συσκευών (Device Symbol), και εφόσον απαιτείται, ένα μοντέλο (Model) ή subcircuit. Εφεξής θα αναφερόμαστε στη κατηγορία μίας συσκευής (πχ. τρανζίστορ) ως [Major class/Minor class]. Για παράδειγμα, ένα 2N3904 θα μπορούσε να βρεθεί στο [Active Components/BJTs]. Κάντε κλικ στο κουμπί Select για να επιλέξετε τη συσκευή και να την τοποθετήσετε στο κύκλωμα σας (ή απλά κάντε διπλό κλικ πάνω στο αντικείμενο που θα επιλέξετε από τη λίστα the Device Symbol list ή τη λίστα Model/Subcircuit).

Τα checkboxes "Show:", "Analog", "Digital" και "Symbol" σας επιτρέπουν να φιλτράρετε τις συσκευές για να μειώσουν τον αριθμό των στοιχείων που θα πρέπει να ψάξετε. Εάν

μόνο το Analog έχει επιλεγθεί, μόνο οι συσκευές που λειτουργούν σε αναλογική λειτουργία προσομοίωσης θα εμφανιστούν. Εάν μόνο το Digital έχει επιλεγθεί, μόνο οι συσκευές που λειτουργούν σε ψηφιακή προσομοίωση θα εμφανιστούν. Εάν μόνο το Symbol έχει επιλεγθεί, μόνο οι μη προσομοιούμενες συσκευές θα εμφανίζονται. Για παράδειγμα, αν ψάχνετε για ψηφιακές συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν σε αναλογική λειτουργία προσομοίωσης, μπορείτε να καταργήσετε την επιλογή Digital ή/και την Symbol, για να κρύψετε όλες τις συσκευές που δεν θα τρέξουν σε αναλογική λειτουργία προσομοίωσης. Τουλάχιστον ένα από αυτά τα checkboxes πρέπει να έχει επιλεγεί ανά πάσα στιγμή.

Πάνω από την εικόνα του συμβόλου της συσκευής είναι οι εκφράσεις Digital Only Device, Analog Only Device, Mixed-mode Device ή Schematic Only Device. Αυτό δείχνει τη λειτουργία προσομοίωσης για την οποία η συσκευή προορίζεται.

Επίσης εμφανίζεται το σύμβολο που αντιστοιχεί στο επιλεγμένο στοιχείο στη λίστα Device Symbol. Η δυνατότητα Περιστροφή 90° (Rotate 90°) και τα κουμπιά των καθρεφτών (Mirror) που δίνεται στο πλαίσιο διαλόγου επιτρέπουν να δείτε κάθε συσκευή και σε άλλες κατευθύνσεις.

Το κουμπί Change σας επιτρέπει να ορίσετε ένα πλήκτρο άμεσης πρόσβασης (Hotkey) για την επιλεγμένη συσκευή.

## 5. Τοποθετώντας Καλωδιώσεις

Το Κύκλωμα σας πρέπει να είναι σωστά συνδεδεμένο, προκειμένου να λειτουργήσει. Το κύκλωμα δεν θα λειτουργήσει αν τοποθετήσετε απλά τις συσκευές σας και τα άκρα κάθε συσκευής ακουμπούν στα άκρα από τις άλλες συσκευές που θέλετε να συνδέσετε. Αντ' αυτού, πρέπει να τοποθετήσετε ένα καλώδιο μεταξύ των ακροδεκτών κάθε ακροδέκτη συσκευών που θέλετε συνδέονται μεταξύ τους. Όλα τα καλώδια μπορούν να δρομολογούνται κάθετα, οριζόντια, ή σε συνδυασμούς αυτών των δύο. Δεν είναι δυνατόν να καλωδιώσετε σε άλλη γωνία, όπως 45° ή 60° μοίρες.

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι δρομολόγησης της καλωδίωσης: Αυτόματη και Χειροκίνητη Δρομολόγηση.

Υπάρχει μία περιοχή σύνδεσης γύρω από κάθε έγκυρο σημείο σύνδεσης (ένα έγκυρο σημείο σύνδεσης είναι κάθε ακροδέκτης συσκευής ή καλωδίου). Όταν το εργαλείο wire (με σύμβολο το +) εισέρχεται σε μια περιοχή σύνδεσης, ένα ορθογώνιο εμφανίζεται, τονίζοντας το σημείο σύνδεσης. Το παράθυρο διαλόγου File->Preferences μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ορίσετε το μέγεθος της έγκυρης περιοχής σύνδεσης και εάν το ορθογώνιο θα εμφανίζεται ή όχι.

Όταν μια συσκευή που έχει καλώδια που συνδέονται σε αυτή κινείται (χρησιμοποιώντας το εργαλείο Arrow με σύμβολο το βέλος) μετακινούνται και τα καλώδια που συνδέονται με αυτή.

Για να επεκτείνετε ένα καλώδιο, επιλέξτε το εργαλείο Wire και τοποθετήστε το πάνω από το τέλος του καλωδίου και σχεδιάστε ένα-νέο καλώδιο. Για να συνδέσετε δύο καλώδια μαζί, σχεδιάστε ένα καλώδιο από το τέλος του πρώτου καλωδίου μέχρι το τέλος του δεύτερου καλωδίου.



Ένα μονό καλώδιο μπορεί επίσης να κοπεί (διααιρεθεί) σε δύο ξεχωριστά καλώδια. Για να κοπεί ένα καλώδιο, επιλέξτε το εργαλείο Delete, τοποθετήστε το πάνω από το καλώδιο που πρόκειται να κοπεί, κρατήστε πατημένο το πλήκτρο SHIFT και κάντε κλικ στο αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Το καλώδιο θα πρέπει να διαχωριστεί σε δύο επιμέρους καλώδια.

### **Αυτόματη Δρομολόγηση**

Η αυτόματη δρομολόγηση έχει το πλεονέκτημα ότι είναι γρήγορη και εύκολη στη χρήση. Απλά τοποθετήστε το εργαλείο wire (ή το εργαλείο Arrow αν η επιλογή Arrow / Wire είναι ενεργοποιημένη στο παράθυρο διαλόγου File->Preferences) σε ένα έγκυρο σημείο σύνδεσης (ένα έγκυρο σημείο σύνδεσης είναι κάθε ακροδέκτης συσκευής ή καλωδίου), στη συνέχεια, κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Σύρετε το ποντίκι στο άλλο έγκυρο σημείο σύνδεσης και αφήστε το πλήκτρο του ποντικιού. Το καλώδιο δρομολογείται αυτόματα μεταξύ των δύο σημείων.

Η αυτόματη δρομολόγηση απαιτεί δύο έγκυρα σημεία σύνδεσης. Δεν μπορείτε να σχεδιάσετε ένα καλώδιο με αυτόματη δρομολόγηση όταν δεν συνδέεται με κάτι και στις δύο άκρες.

### **Χειροκίνητη Δρομολόγηση**

Η χειροκίνητη δρομολόγηση έχει το πλεονέκτημα της δρομολόγησης καλωδίων ακριβώς όπου τα θέλετε, χωρίς να απαιτείται μετά αναπροσαρμογή στα καλώδια που έχουν τοποθετηθεί. Επίσης, σας επιτρέπει να τοποθετήσετε καλώδια στο κύκλωμα σας τα οποία δεν συνδέονται και στα δύο άκρα.

Μετακινήστε το εργαλείο wire (ή το εργαλείο Arrow αν η επιλογή Arrow / Wire είναι ενεργοποιημένη) στη θέση όπου θέλετε να ξεκινήσετε το καλώδιο, στη συνέχεια κάντε κλικ και αφήστε το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Ο δρομέας Tool Wire θα εξαφανιστεί μέχρι να αρχίσετε να σύρετε το ποντίκι. Στη συνέχεια θα αντικατασταθεί από ένα εκτεταμένο οριζόντιο grid το οποίο σας βοηθάει να ευθυγραμμίζετε με τις υπόλοιπες συσκευές του κυκλώματος σας. Κάντε κλικ μία φορά με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού για να περιστρέψετε 90 μοίρες και να συνεχίσετε σε κάθετη καλωδίωση ή κάντε διπλό κλικ στο τέλος του καλωδίου. Ένα καλώδιο μπορεί να ακυρωθεί ανά πάσα στιγμή ενώ είναι στο στάδιο της τοποθέτησης, πατώντας οποιοδήποτε πλήκτρο.

## **6. Επισήμανση (Labeling) του Κυκλώματος**

Διάφορες μέθοδοι της επισήμανσης του κυκλώματος σας είναι διαθέσιμες. Μια μέθοδος είναι να επιλέξετε το εργαλείο Text Tool, να κάνετε κλικ στο χώρο εργασίας όπου θέλετε να εμφανίζεται το κείμενο, και να πληκτρολογήσετε το κείμενο. Το κείμενο που εγγράφονται με τη μέθοδο αυτή μπορεί να είναι πολλαπλών γραμμών και πλήρως σχηματοποιημένο. Μπορεί επίσης να μετακινηθεί ανά πάσα στιγμή και να είναι πάντα ορατό.

Κάθε μία από τις συσκευές μπορεί επίσης να ονοματίζεται με τη χρήση του παράθυρου διαλόγου Edit Device Data που εμφανίζεται όταν κάνετε διπλό κλικ στη συσκευή. Οι ετικέτες που έχουν εισαχθεί με τη μέθοδο αυτή μπορεί να μετακινηθούν με το ποντίκι οπουδήποτε γύρω από τη συσκευή (εφόσον έχει επιλεγεί να είναι ορατές- visible),

σύροντάς τες με το εργαλείο Arrow και να παραμείνουν-συνδεδεμένες στη συσκευή όταν η συσκευή κινείται γύρω στη επιφάνεια εργασίας.

## 7. Επεξεργασία Δεδομένων Εξαρτημάτων

Το λογισμικό CircuitLogix λειτουργεί ως λογισμικό προσομοίωσης. Για να επιτευχθεί η αναλογική προσομοίωση του κυκλώματος θα πρέπει κάθε εξάρτημα του να παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες στο λογισμικό προσομοίωσης. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι χρήσιμες για την απλή σχηματική διάταξη, ακόμα κι αν δεν υπάρχει σκοπός προσομοίωσης του κυκλώματος.

Το παράθυρο διαλόγου Edit Device Data (Επεξεργασία Δεδομένων Εξαρτημάτων) εμφανίζεται όταν ο χρήστης κάνει διπλό κλικ σε ένα εξάρτημα. Αυτό το παράθυρο διαλόγου χρησιμοποιείται για να εισάγετε δεδομένα σχετικά με το εξάρτημα/ συσκευή και παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:

Field	Value	Visible	Analog	Digital
Device	Resistor	<input type="checkbox"/>		
Label-Value	870	<input checked="" type="checkbox"/>		
Designation		<input type="checkbox"/>		
Description		<input type="checkbox"/>		
Package	AXIAL0.4			
Auto Designation Prefix	R		<input checked="" type="checkbox"/>	
Spice Prefix Character(s)	R			<input checked="" type="checkbox"/>
Bus Data				
Parameters				
Spice Data	%D %1 %2 %V			
Exclude From PCB		<input type="checkbox"/>		
Exclude From Parts		<input type="checkbox"/>		

### Device

Αυτό είναι ένα μη επεξεργάσιμο πεδίο στο παράθυρο διαλόγου Edit Device data το οποίο δείχνει το όνομα του εξαρτήματος, όπως αυτό σώζεται στη Βιβλιοθήκη του λογισμικού. Το checkbox Visible μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κρύψει το όνομα στο κύκλωμα. Εάν είναι ορατό, θα διατηρεί τον ίδιο προσανατολισμό με το εξάρτημα όταν αυτό περιστρέφεται. Μερικά ονόματα των συσκευών όπως το "Resistor", δεν μπορεί να γίνει ορατό.

**Label-Value**

Αυτό το πεδίο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εισαγάγετε πληροφορίες σχετικά με τη συσκευή/ εξάρτημα, όπως ο τύπος της (πχ. 1N914, 2N3904, κλπ.) ή η τιμή της (πχ. 47k, 100u, κλπ.), είτε για την αντικατάσταση του υφιστάμενου ονόματος του εξαρτήματος. Η Label Value μπορεί να σύρεται γύρω από το εξάρτημα στην επιφάνεια εργασίας με το ποντίκι και παραμένει συνδεδεμένη στο εξάρτημα όταν μετακινείται.

Εάν το πλαίσιο ελέγχου Visible έχει οριστεί σε γκρι, το Label-Value θα αντικαταστήσει άμεσα το όνομα του εξαρτήματος και θα διατηρήσει τον ίδιο προσανατολισμό με το εξάρτημα όταν αυτό περιστρέφεται.

**Designation**

Αυτό το πεδίο χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει το εξάρτημα στο κύκλωμα, όπως U3, CR7, RLOAD, κλπ. Μπορεί να γίνει ορατό ενεργοποιώντας το Visible checkbox. Το πεδίο αυτό πρέπει να περιέχει την ονομασία του εξαρτήματος, προκειμένου να λειτουργήσει σωστά το netlisting και στη συνέχεια η προσομοίωση.

Το πεδίο συμπληρώνεται αυτόματα, όταν είναι ενεργοποιημένο το Auto Designation (Options->Auto Designation).

**Description**

Αυτό το πεδίο χρησιμοποιείται μόνο για επισήμανση στην επιφάνεια εργασίας. Μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε για να εμφανίσετε πρόσθετες πληροφορίες, όπως ανοχές, κλπ. Το πεδίο αυτό δεν επηρεάζει την προσομοίωση. Το πεδίο αυτό μπορεί να γίνει ορατό ενεργοποιώντας το Visible checkbox.

## 8. Εκτύπωση και Εξαγωγή Κυκλωμάτων

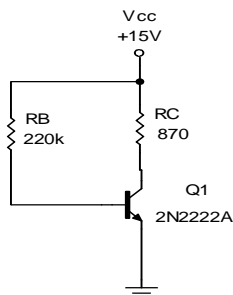
Όταν τελειώσετε το σχεδιασμό και τις προσομοιώσεις του κυκλώματος σας, μπορεί αυτό να εκτυπωθεί σε οποιοδήποτε συμβατό εκτυπωτή Windows. Αν το σχέδιό σας είναι μεγαλύτερο από ένα φύλλο χαρτιού τότε αυτό αυτομάτως θα εκτυπωθεί σε πολλά φύλλα χαρτιού. Άλλες επιλογές εκτύπωσης είναι επίσης διαθέσιμες, συμπεριλαμβανομένων κλίμακα εκτύπωσης και έγχρωμη εκτύπωση. Δείτε περισσότερα στο μενού File Menu -> Print Setup....

Ψηφιακά διαγράμματα χρονισμού και αναλογικές κυματομορφές μπορούν επίσης να εκτυπωθούν.

Το CircuitLogix παρέχει επίσης εύκολη χρήση μηχανισμών που σας επιτρέπουν τη εξαγωγή τόσο του κυκλώματος όσο και των κυματομορφών για χρήση σε επεξεργαστή κειμένου, ζωγραφικής, ή άλλα προγράμματα. Εξαγωγή του κυκλώματος και κυματομορφές γίνεται με τη χρήση του Clipboard ή αποθηκεύοντας το κύκλωμα ή τις κυματομορφές σε ένα αρχείο bitmap ή metafile.

## 9. Σχεδιάζοντας το πρώτο σας Κύκλωμα

Η σχεδίαση ενός κυκλώματος είναι απλή και μπορεί να επιτευχθεί αποκλειστικά με την χρήση ποντικιού. Ας δούμε ένα απλό παράδειγμα με την κατασκευή του κυκλώματος που φαίνεται παρακάτω:



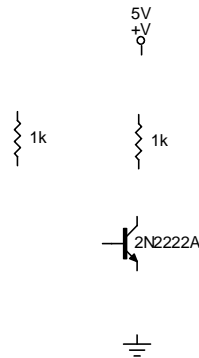
Αυτό είναι ένα πολύ απλό κύκλωμα που αποτελείται από ένα τρανζίστορ, δύο αντιστάσεις, μια πηγή τάσης και τη γείωση. Ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα για την κατασκευή του κυκλώματος:

1. Κάντε κλικ στο κουμπί "New" στη γραμμή εργαλείων για να καθαρίσετε την επιφάνεια εργασίας.
2. Κάντε κλικ στο κουμπί Parts στη γραμμή εργαλείων. Το παράθυρο διαλόγου Device Selection θα εμφανιστεί. Σε αυτό το παράθυρο αναφέρεται η θέση των συσκευών στη βιβλιοθήκη σε μείζονες και ελάσσονες κατηγορίες και ενδεχομένως το default hotkey τους, χρησιμοποιώντας τη μορφή: [Major Device Class / Minor Device Class]. Για παράδειγμα, μια μπαταρία μπορεί να βρεθεί στο [Analog / Power]. Συσκευές στις οποίες έχουν ανατεθεί hotkeys μπορούν να επιλεγούν πατώντας απλά το αντίστοιχο πλήκτρο στο πληκτρολόγιο.
3. Ας ξεκινήσουμε με το τρανζίστορ "2N2222A" [Active Components / BJTs]. Επιλέξτε Active Components στην Major Device Class. Επιλέξτε BJTs στη Minor Device Class. Επιλέξτε «NPN Trans: C» στη λίστα Device Symbol. Επιλέξτε 2N2222A από τη λίστα Model / Subcircuit. Τώρα κάντε κλικ στο κουμπί Select για να επιλέξετε αυτή τη συσκευή από τη βιβλιοθήκη. Τοποθετήστε το τρανζίστορ στο μέσο της επιφάνειας εργασίας σας και στη συνέχεια κάντε κλικ το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού μία φορά. Το τρανζίστορ θα τοποθετηθεί στην επιφάνεια εργασίας και δεν θα ακολουθεί πλέον το ποντίκι.
4. Ενεργοποιήστε τη λειτουργία Repeat On στο μενού Options (έτσι ώστε να έχει ένα σημάδι αριστερά από αυτήν).

Επιλέξτε μία αντίσταση (Resistor) [Passive Components / Resistors] ή με το πάτημα του πλήκτρου (hotkey) r στο πληκτρολόγιο. Παρατηρήστε ότι η αντίσταση είναι προσανατολισμένη σε οριζόντια θέση. Πιέστε το πλήκτρο R στο πληκτρολόγιο και πάλι (ή πατήστε το δεξί πλήκτρο του ποντικιού) για να περιστρέψετε τη συσκευή κατά 90°. Τοποθετήστε την αντίσταση πάνω και προς τα αριστερά του τρανζίστορ. Τώρα κάντε κλικ στο αριστερό πλήκτρο του ποντικιού μία φορά για να τοποθετήσετε τη αντίσταση. Αυτή θα είναι η RB. Μην ανησυχείτε για την τιμή ακόμα.

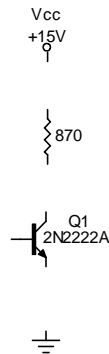


5. Επειδή έχετε ενεργοποιήσει την επιλογή Repeat On μια άλλη αντίσταση θα εμφανιστεί με τον ίδιο προσανατολισμό με την προηγούμενη. Τοποθετήστε αυτή την αντίσταση ακριβώς πάνω από το τρανζίστορ. Αυτή θα είναι η RC.
6. Μια άλλη αντίσταση θα εμφανιστεί. Πατήστε οποιοδήποτε πλήκτρο στο πληκτρολόγιο (εκτός E ή M) για να τη διαγράψετε.
7. Πατήστε Ctrl + R για να απενεργοποιήσετε την επιλογή Repeat On.
8. Επιλέξτε μία πηγή + V [Analog / Power] ή πατώντας το πλήκτρο 1 στο πληκτρολόγιο. Τοποθετήστε τη πάνω από την αντίσταση RC.
9. Επιλέξτε μία γείωση [Αναλογική / Power] ή πατώντας το πλήκτρο 0 στο πληκτρολόγιο. Τοποθετήστε την κάτω από το τρανζίστορ.



10. Κάντε διπλό κλικ στη συσκευή + V, χρησιμοποιώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Αυτό θα ανοίξει το παράθυρο διαλόγου Edit Device Data. Αλλάξτε την τιμή του Label-Value για να διαβάσετε "+15 V". Κάντε ένα κλικ στο πλαίσιο ελέγχου Visible δίπλα στην Label-Value του πεδίου για να αλλάξετε το μαύρο σημάδι ελέγχου σε ένα γκρι σημάδι ελέγχου. Αυτό θα προκαλέσει το "+15 V" να αντικαταστήσει το "+ V" για το κύκλωμα. Πληκτρολογήστε "Vcc" στο πεδίο Designation και κάντε κλικ μία φορά στο Visible κουτάκι δίπλα του, ώστε να υπάρχει ένα μαύρο σημάδι ελέγχου σε αυτό. Κάντε κλικ στο κουμπί OK για να κλείσετε το πλαίσιο διαλόγου.
11. Κάντε διπλό κλικ στην RB αντίσταση. Αλλάξτε το Label-Value πεδίο για να διαβάσει "220k". Πληκτρολογήστε το "RB" στο πεδίο Designation και να κάντε το ορατό. Κάντε κλικ στο κουμπί OK για έξοδο.
12. Κάντε διπλό κλικ στην αντίσταση RC. Αλλάξτε το Label-Value πεδίο για να διαβάσει "870". Πληκτρολογήστε " RC " στο πεδίο Designation και να κάντε το ορατό. Κάντε κλικ στο κουμπί OK για έξοδο.
13. Τώρα, κάντε διπλό κλικ στο τρανζίστορ. Το παράθυρο διαλόγου Model Selections θα εμφανιστεί. Δεδομένου ότι έχουμε ήδη επιλέξει το μοντέλο που θέλουμε να εμφανίζεται (2N2222A), απλά κάντε κλικ στο κουμπί Netlist... για να ανοίξετε το παράθυρο διαλόγου Edit Device Data. Πληκτρολογήστε "Q1" στο πεδίο Designation και κάντε τη ορατή. Κάντε κλικ στο κουμπί OK για να βγείτε, κάντε κλικ στο κουμπί Exit για να επιστρέψετε στο κύκλωμα.

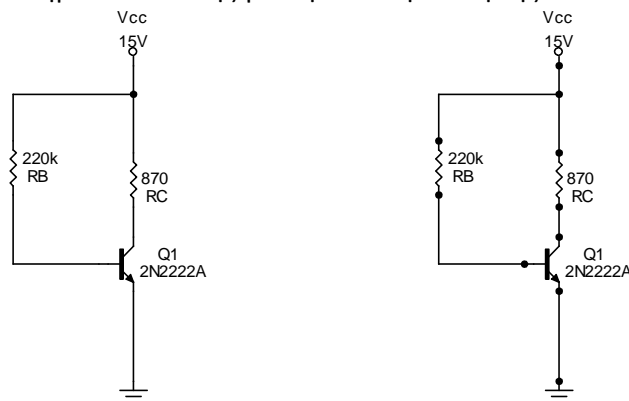
14. Εάν χρειαστεί, σύρετε τις συσκευές και τις ετικέτες (Labels) τους με το ποντίκι για να τις τοποθετήσετε σε κατάλληλες θέσεις. Η θέση των ετικετών μπορεί να επανέρθει στην αρχική τους θέση αν είναι απαραίτητο, επιλέγοντας την εντολή Place Selected Label(s) στο μενού Edit.



15. Στην συνέχεια τοποθετούμε την απαραίτητη καλωδίωση. Υπάρχουν δύο διαφορετικές μέθοδοι καλωδίωσης:

### Μέθοδος 1<sup>η</sup> - Αυτόματη Δρομολόγηση:

Επιλέξτε το εργαλείο wire από το Toolbar menu. Τοποθετήστε το δρομέα ποντικιού στο pin εκπομπός (το pin με το βέλος) του τρανζίστορ. Όταν ο δρομέας έρθει κοντά στο pin, ένα μικρό ορθογώνιο θα εμφανιστεί. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού, σύρετε το καλώδιο στην ακίδα του συμβόλου γείωσης. Αφήστε το κουμπί του ποντικιού για να κάνουν τη σύνδεση. Αν είναι ενεργοποιημένο το Show Pin Dots (έχει ένα σημάδι ελέγχου δίπλα του) στο μενού View, μια μικρή κουκίδα θα τοποθετηθεί σε κάθε σημείο σύνδεσης για την επαλήθευση της σύνδεσης.



Τώρα, τοποθετήστε το δρομέα στο κάτω μέρος της αντίστασης RC, στη συνέχεια, κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να ξεκινήσετε ένα νέο καλώδιο. Σύρετε το τέλος του καλωδίου στην ακίδα συλλέκτη του τρανζίστορ και αφήστε το πλήκτρο του ποντικιού. Στη συνέχεια, συνδέστε ένα καλώδιο από την κορυφή της αντίστασης RC στην Vcc. Συνδέστε ένα άλλο καλώδιο από το κάτω μέρος της αντίστασης RB στη βάση του τρανζίστορ. Τέλος, συνδέστε ένα καλώδιο από την

κορυφή της RB στη μέση του καλωδίου που συνδέει την Vcc με την RC. Οι συσκευές και τα καλώδια μπορούν να μετακινηθούν σύροντας τες με το ποντίκι.

### **Μέθοδος 2<sup>η</sup> -Χειροκίνητο Δρομολόγηση:**

Επιλέξτε το εργαλείο wire από το Toolbar. Τοποθετήστε το δρομέα ποντικιού στο pin εκπομπός (το pin με το βέλος) του τρανζίστορ. Όταν ο δρομέας έρθει κοντά στο pin, ένα μικρό ορθογώνιο θα εμφανιστεί. Κάντε σύντομο κλικ, απελευθερώστε το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού και μετακινήστε το ποντίκι προς τα κάτω. Η καλωδίωση θα εμφανιστεί ως μια οριζόντια γραμμή και ένα καλώδιο θα εμφανιστεί να ακολουθεί το ποντίκι. Συνεχίστε να μετακινήσετε το ποντίκι μέχρι η καλωδίωση να ευθυγραμμιστεί με το pin της γείωσης. Εάν χρειαστεί, κάντε κλικ μία φορά και το καλώδιο θα γυρίσει 90 μοίρες. Τώρα, μετακινήστε το ποντίκι πάνω από το καλώδιο μέχρι να φτάσει το pin πάνω από τη γείωση, στη συνέχεια, κάντε κλικ μία φορά για να συνδέσετε το καλώδιο. Αν το Show Pin Dots είναι ενεργοποιημένο στο μενού View, μια μικρή κουκίδα θα τοποθετηθεί σε κάθε σημείο σύνδεσης για την επαλήθευση της σύνδεσης (βλέπε παράδειγμα στο κύκλωμα πιο πάνω).

Τώρα, τοποθετήστε το δρομέα στο κάτω μέρος του pin RC, στη συνέχεια κάντε σύντομο κλικ και απελευθερώστε το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού για να ξεκινήσετε νέο καλώδιο. Συνδέστε αυτό το καλώδιο με τον συλλέκτη του τρανζίστορ χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο που χρησιμοποιήσατε για να συνδέσετε το pin εκπομπός στη γείωση. Εάν το καλώδιο δεν είναι ευθυγραμμισμένο με το pin, γυρίστε το καλώδιο 90 μοίρες, κάνοντας κλικ στο δεξί πλήκτρο του ποντικιού μία φορά. Στη συνέχεια, συνδέστε ένα καλώδιο από την RC στο Vcc. Συνδέστε ένα άλλο καλώδιο από το κάτω μέρος της RB στη βάση του τρανζίστορ. Τέλος, συνδέστε ένα καλώδιο από την RB στη μέση του καλωδίου που συνδέει την Vcc με την RC. Οι συσκευές και τα καλώδια μπορούν να μετακινηθούν σύροντας τα με το ποντίκι.

## **10. Αναλογική Προσομοίωση**

Για να γίνει αναλογική προσομοίωση πρέπει να υφίστανται SPICE DATA για κάθε εξάρτημα στο κύκλωμα σας. Μόνο τα εξαρτήματα που παρατίθενται ως αναλογικά συμβατά στο μενού των βιβλιοθηκών έχουν SPICE DATA που συνδέονται με αυτά. Και άλλα εξαρτήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα κύκλωματά σας, αλλά οι πληροφορίες SPICE για τα εξαρτήματα αυτά πρέπει να παρέχονται από τον χρήστη. Πληροφορίες SPICE μπορεί να προστεθούν στο πεδίο δεδομένων Spice του παράθυρου διαλόγου Edit Device Data (κάντε διπλό κλικ στη συσκευή για να ανοίξετε το παράθυρο διαλόγου). Το Analog checkbox στο Device Data παράθυρο διαλόγου του εξαρτήματος συσκευής υποδηλώνει ότι υπάρχουν δεδομένα προσομοίωσης SPICE για το εξάρτημα/συσκευή και ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναλογικές προσομοιώσεις. Εάν όχι, μια προειδοποίηση θα εμφανιστεί κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης και η συσκευή αυτή θα αγνοηθεί, αφήνοντας ανοικτό κύκλωμα στη θέση του εξαρτήματος.

Η αναλογική λειτουργία προσομοίωσης είναι επιλεγμένη όταν εμφανίζεται στο Digital / Analog κουμπί του Toolbar το εικονίδιο του τρανζίστορ.

Οι αναλογικές ρυθμίσεις προσομοίωσης τοποθετούνται στο παράθυρο διαλόγου Analog Analyses (Options-> Analog Analyses). Από προεπιλογή, κάθε φορά που επιλέγετε New από το μενού File για να δημιουργήσετε ένα νέο κύκλωμα, το Always Set Defaults είναι ενεργοποιημένο για την αναλογική προσομοίωση. Αυτό σημαίνει ότι θα ενεργοποιηθεί η ανάλυση σημείων λειτουργίας για απλά κυκλώματα DC (ψηφιακό πολύμετρο). Για πιο πολύπλοκα κυκλώματα, θα ενεργοποιηθεί η μεταβατική ανάλυση (transient analysis) και θα ρυθμιστούν οι παραμέτροι και του παλμογράφου. Υπό κανονικές συνθήκες, οι ρυθμίσεις αυτές σπάνια θα χρειαστεί να αλλάξουν.

Μόλις το κύκλωμα δημιουργηθεί και οι συνδέσεις των εξαρτημάτων είναι ορθές, εκτελέστε την προσομοίωση κάνοντας κλικ στο κουμπί Run/Stop στη γραμμή εργαλείων. Ένα διαδραστικό παράθυρο προσομοίωσης SPICE θα εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συλλογής δεδομένων SPICE το οποίο δείχνει την πρόοδο της προσομοίωσης. Όταν η προσομοίωση SPICE ολοκληρωθεί, ένα παράθυρο θα εμφανιστεί για κάθε μία από τις επιλεγμένες αναλύσεις (DC Analyses και / ή Transient Analyses).

## 10.1. Παράδειγμα Αναλογικής Προσομοίωσης

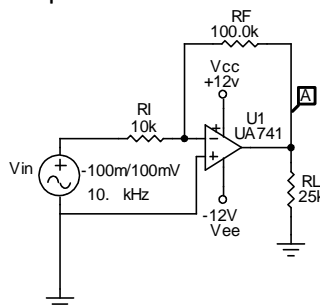
### 10.1.1. Δημιουργία του Κυκλώματος

Κατ' αρχάς, θα δημιουργήσουμε ένα απλό κύκλωμα ενισχυτή x10 χρησιμοποιώντας ένα τελεστικό ενισχυτή UA741. Το κέρδος τάσης του τελεστικού δίνεται από τη σχέση:

$$\text{κέρδος τάσης} = R_F / R_I$$

1. Επιλέξτε New από το μενού File. Αν ζητηθεί "Save Changes..." στο υπάρχον κύκλωμα, κάντε κλικ στο ΟΧΙ ή NO. Ένα παράθυρο με όνομα Untitled θα ανοίξει.

2. Επιλέξτε από την γραμμή εργαλείων αναλογική λειτουργία προσομοίωσης (Analog Simulation mode). Το εικονίδιο τρανζίστορ θα πρέπει να είναι ορατό στη γραμμή εργαλείων και όχι η πύλη. Αν και το εικονίδιο της πύλης εμφανίζεται στο Digital / Analog κουμπί, κάντε κλικ στο κουμπί.





3. Σχεδιάστε το κύκλωμα όπως φαίνεται (μην ανησυχείτε για τις τιμές), χρησιμοποιώντας τις παρακάτω συσκευές. Επιλέξτε: Signal Gen [Analog/Instruments] (πλήκτρο πρόσβασης: g) για την Vin στο κύκλωμα. Επιλέξτε: + V συσκευή [Analog / Power] (πλήκτρο πρόσβασης: 1) για τις Vcc και Vee. Επιλέξτε: Γείωση [Analog / Power] (πλήκτρο πρόσβασης: 0 (μηδέν)). Επιλέξτε: Αντιστάσεις [Passive Components / Resistor] (πλήκτρο πρόσβασης: r) για RI, RF και RL. Επιλέξτε: Op-Amp5 [Linear ICs / OPAMPs] (πλήκτρο πρόσβασης: o ) για U1. Οι συσκευές/εξαρτήματα μπορούν να περιστραφούν κατά 90° μοίρες, επιλέγοντας τη συσκευή με το ποντίκι και κάνοντας κλικ στο κουμπί Rotate 90° στο Toolbar. Χρησιμοποιήστε αυτήν τη μέθοδο για να περιστρέψετε τη -12V τροφοδοσία και την RL. Χρησιμοποιήστε το εργαλείο wire και καλωδιώστε τα εξαρτήματα για να φτιάξετε το κύκλωμα. Χρησιμοποιήστε το εργαλείο Arrow και σύρετε τις συσκευές, τα εξαρτήματα και τα καλώδια για να παρουσιάζεται με «όμορφο» τρόπο το κύκλωμα σας.

4. Επιλέξτε το εργαλείο Arrow από τη γραμμή εργαλείων και κάντε διπλό κλικ στον Op Amp. Επιλέξτε UA741 από τη λίστα των διαθέσιμων Subcircuits (είναι κοντά στο κάτω μέρος της λίστας) και κάντε κλικ στο κουμπί Select. Τώρα κάντε κλικ στο netlist... κουμπί. Ορίστε το πεδίο Designation να είναι «U1» και ορατό. Κάντε κλικ στο κουμπί OK και στη συνέχεια το κουμπί Exit.

5. Κάντε διπλό κλικ στην πάνω +V συσκευή. Ρυθμίστε το Label-Value πεδίο να είναι «+12 V» και ορατό. Ορίστε το πεδίο Designation να είναι «Vcc» και ορατό. Ορίστε το πεδίο Device να μην είναι ορατό. Κάντε κλικ στο κουμπί OK.

6. Κάντε διπλό κλικ στην κάτω + V συσκευή. Ρυθμίστε το Label-Value πεδίο να είναι «-12V» και ορατό. Ορίστε το πεδίο Designation να είναι «Vee» και ορατό. Ορίστε το πεδίο Device να μην είναι ορατό. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Κάντε κλικ και σύρετε τις ετικέτες έτσι ώστε να είναι τοποθετημένες όπως δείχνει το κύκλωμα στο σχήμα.

7. Κάντε διπλό κλικ σε κάθε αντίσταση για αλλαγή της Label-Value και της ονομασίας (Designation). Κάντε τα ορατά πατώντας το Visible. Ρυθμίστε τα ως κάτωθι:

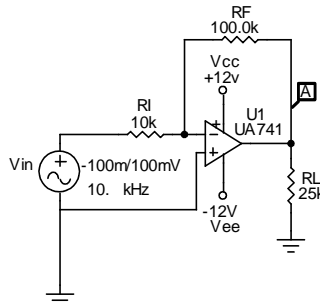
Resistor	Label-Value	Designation
Input	10k	RI
Feedback	100k	RF
Load	25k	RL

8. Κάντε διπλό κλικ στη γεννήτρια σήματος (Signal Generator). Ρυθμίστε το Peak Amplitude στο 0.1 V και την συχνότητα στα 10kHz. Κάντε κλικ πάνω στο Wave... κουμπί. Ενεργοποιήστε (κάντε κλικ) στο Source checkbox της πηγής για AC Analysis. Ορίστε Magnitude στα -0.1 V και φάση στο 0. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Η γεννήτρια σήματος μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για την ανάλυση AC. Κάντε κλικ στο netlist... κουμπί. Ορίστε το πεδίο Designation «Vin» και ορατό. Ελέγξτε ότι το πεδίο Label-Value περιέχει "-1/1V", το οποίο αντιπροσωπεύει την ελάχιστη και τη μέγιστη τάση εξόδου. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Και πάλι κάντε κλικ στο κουμπί OK για έξοδο.

### 10.1.2. Ρυθμίσεις Αναλογικής Ανάλυσης

Μόλις το κύκλωμα έχει δημιουργηθεί, θα ρυθμίσουμε τις παραμέτρους αναλογικής ανάλυσης. Όταν θα εκτελέσετε την προσομοίωση, τα αποτελέσματα θα είναι με βάση τις ρυθμίσεις που τοποθετείτε εδώ.

1. Επιλέξτε Analog Analyses... από το μενού Options.
2. Κάντε κλικ στο checkbox Always Set Defaults έτσι ώστε να είναι απενεργοποιημένο. Αυτό σας δίνει πρόσβαση στις ρυθμίσεις μεταβατικής (Transient) και DC ανάλυσης των σημείων λειτουργίας. Όταν αυτό το checkbox είναι επιλεγμένο, κάθε φορά που θα εκτελέσετε μια προσομοίωση χρησιμοποιούνται οι αυτόματες προεπιλογές.
3. Κάντε κλικ στο κουμπί Set Defaults για να επιλέξετε τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις αναλογικής ανάλυσης. Η επιλογή αυτή θα ρυθμίσει αυτόματα την προσομοίωση για να επιτύχει προσομοίωση για 5 κύκλους του σήματος εισόδου με 200 σημεία δεδομένων. Για την καλύτερη αξιοπιστία το Max Step πρέπει να είναι ίσο με το Time Step.



4. Επιλέξτε DC στην ενότητα Operating Point. Αυτό θέτει την αρχική λειτουργία προβολής του παραθύρου Ψηφιακών Μετρήσεων για μετρήσεις DC. Σημείωση: Η Transient Analysis πρέπει να είναι ενεργοποιημένη για να μπορεί το παραθύρου Ψηφιακών Μετρήσεων να μετρά τιμές DC AVG ή AC RMS. Το πλαίσιο Enabled στο Operating Point πρέπει να είναι ενεργοποιημένο για να ενεργοποιηθεί το παράθυρο Ψηφιακών Μετρήσεων κατά την ανάλυση του κυκλώματός σας.

5. Ενεργοποιήστε την DC Analysis. Ρυθμίστε τη ως εξής:

	Source Name	Start	Stop	Step
<b>Primary</b>	Vin	-1.5V	-0.7V	0.01V
<b>Secondary</b>	Vcc	10V	14V	1V

Αυτή η ρύθμιση θα σας επιτρέψει να σαρώσετε την τάση Vin σε κάθε ένα από τα 5 διαφορετικά επίπεδα της τάσης Vcc (10,11,12,13 και 14V).

6. Ενεργοποιήστε την AC Analysis. Ρυθμίστε τη ως εξής:

Start Frequency	Stop Frequency	Test Points	Sweep
1 Hz	1MegHz	100	Linear

Αυτή η ρύθμιση θα σας επιτρέψει να σχεδιάσετε την απόκριση συχνότητας του κυκλώματος.

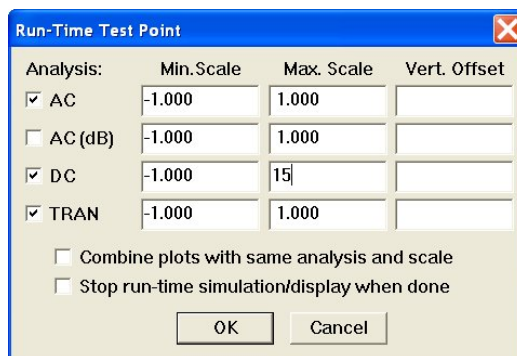
7. Κάντε κλικ στο κουμπί OK για να αποθηκεύσετε τις ρυθμίσεις.

8. Επιλέξτε Save As (Αποθήκευση ως ...) από το μενού Αρχείο. Αποθηκεύστε το κύκλωμα ως «MYAMP.CKT». Οι ρυθμίσεις ανάλυσης θα αποθηκευτούν μαζί με το κύκλωμα.

### 10.1.3. Εκτελώντας Προσομοίωση

Όταν εκτελείτε την προσομοίωση, ένα διαδραστικό παράθυρο προσομοίωσης SPICE θα εμφανιστεί δείχνοντας την πρόοδο του προγράμματος προσομοίωσης. Εάν έχουν τοποθετηθεί RUN-TIME TEST POINTS στο κύκλωμα σας, θα είστε σε θέση να παρακολουθήσετε τα αποτελέσματα, όπως η συλλογή δεδομένων. Διαφορετικά, θα δείτε μόνο ένα γράφημα που δείχνει την πρόοδο της προσομοίωσης. Ο χρόνος που χρειάζεται για να τελειώσει αυτή βασίζεται στις αναλύσεις που έχουν ενεργοποιηθεί, την πολυπλοκότητα του κυκλώματος, και την ταχύτητα του υπολογιστή σας.

1. Επιλέξτε το εργαλείο Probe στο Toolbar. Χρησιμοποιώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού, κάντε κλικ πάνω στο καλώδιο που είναι συνδεδεμένο με την έξοδο του Op-Amp. Ένα σημείο δοκιμής (Run-Time Test Point) θα τοποθετηθεί σε αυτόν τον κόμβο και ένα παράθυρο διαλόγου θα εμφανιστεί. Ενεργοποιήστε τα πλαίσια ελέγχου AC, DC και TRAN και αλλάξτε το Max Scale της γραφικής παράστασης DC στην τιμή 15. Κάντε κλικ στο κουμπί OK.

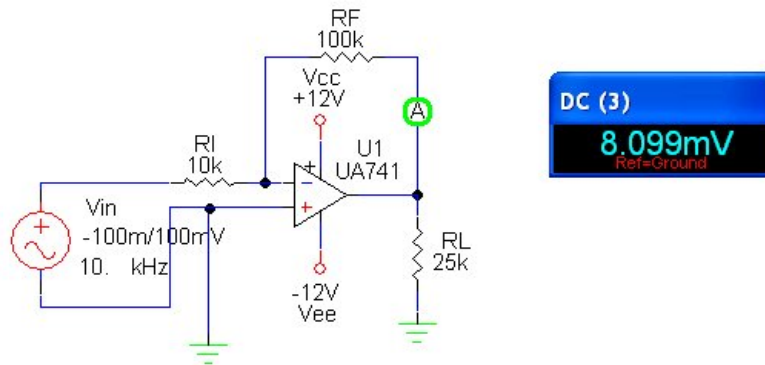


2. Κάντε κλικ στο κουμπί Run/Stop στη γραμμή εργαλείων για να ξεκινήσει η προσομοίωση. Ένα διαδραστικό παράθυρο προσομοίωσης SPICE θα εμφανιστεί δείχνοντας τις κυματομορφές, καθώς υπολογίζονται τα δεδομένα προσομοίωσης. Όταν η διαδικασία προσομοίωσης SPICE ολοκληρωθεί, τα παράθυρα ανάλυσης θα εμφανιστούν.

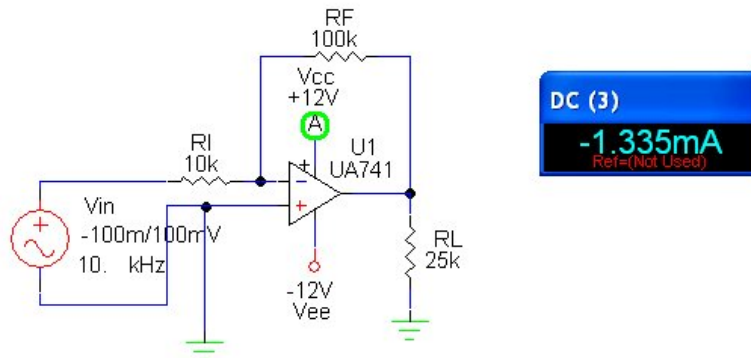
3. Πιέστε το πλήκτρο F2 και ρυθμίστε το zoom ώστε το κύκλωμα σας να είναι ορατό σε μέγεθος που δεν εμποδίζεται από τα υπόλοιπα παράθυρα.

4. Κάντε κλικ στο παράθυρο του DC πολυμέτρου για να το επιλέξετε. Κάντε κλικ σε

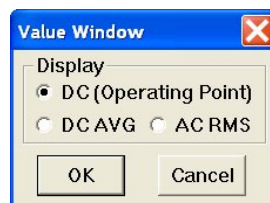
οποιοδήποτε καλώδιο του κυκλώματος με την άκρη του εργαλείου Probe. Η μετρούμενη DC τάση συνεχούς ρεύματος θα εμφανιστεί στο παράθυρο Value.



5. Κάντε κλικ στο "Pin" της τροφοδοσίας 12 V (κάντε κλικ πολύ κοντά στον κύκλο, αλλιώς μπορεί να πάρετε το καλώδιο αντί για το pin). Το συνεχές ρεύμα μέσω αυτής της τροφοδοσίας θα εμφανιστεί στο παράθυρο του DC πολυμέτρου. Η μέτρηση ρεύματος μπορεί να γίνει με αυτόν τον τρόπο και σε άλλες συσκευές, αν έχουν ενεργοποιηθεί κατάλληλα σημεία δοκιμής σε αυτές.

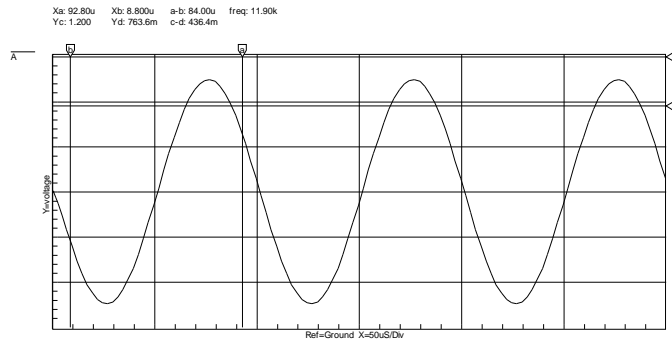


6. Κάντε διπλό κλικ μέσα στο παράθυρο του DC πολυμέτρου και αλλάξτε τη ρύθμιση σε AC RMS. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Τώρα, όταν κάνετε κλικ στο καλώδια στο κύκλωμα η τάση AC ή το AC ρεύμα θα μετριέται.

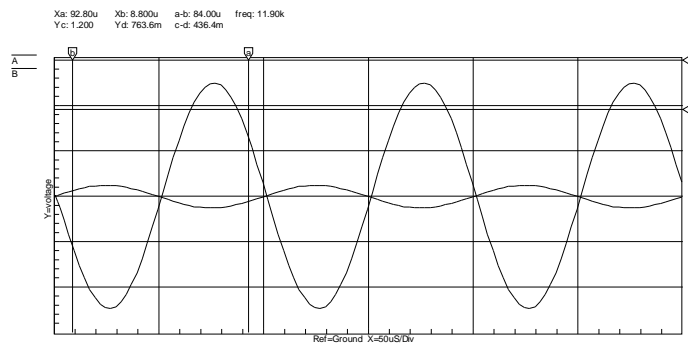


7. Κάντε κλικ στο παράθυρο Transient Analysis για να το επιλέξετε, κάντε κλικ στο καλώδιο που είναι συνδεδεμένο με την έξοδο της γεννήτριας σήματος με την άκρη του

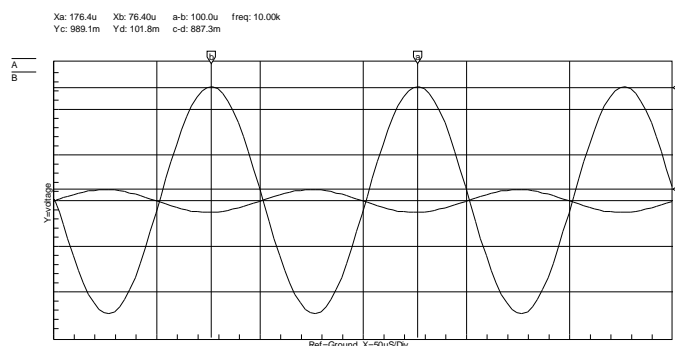
εργαλείου Probe. Μία κυματομορφή θα εμφανιστεί στο παράθυρο Transient Analysis, παρόμοια με αυτό που θα βλέπατε σε έναν παλμογράφο.



8. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο SHIFT και κάντε κλικ στο συνδεδεμένο καλώδιο με την έξοδο του Op Amp. Μία δεύτερη κυματομορφή θα εμφανιστεί στο παράθυρο Transient Analysis. Μια γρήγορη σύγκριση των δύο κυματομορφών θα επιβεβαιώσει ότι το πλάτος στην έξοδο του ενισχυτή είναι πολύ μεγαλύτερο από το πλάτος στην είσοδο.

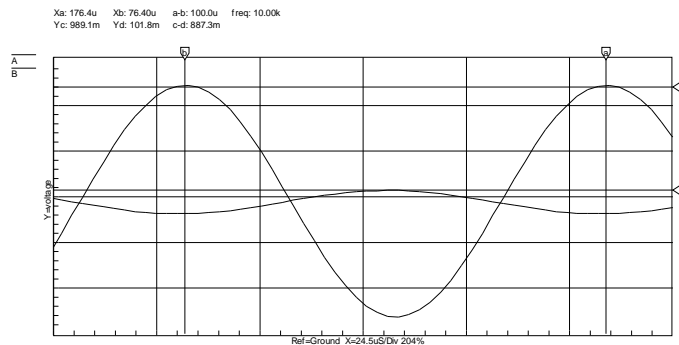


9. Κάντε κλικ στον "c" δρομέα στη δεξιά πλευρά του παραθύρου Transient Analysis και σύρετέ τον στην κορυφή της κυματομορφής εξόδου. Κάντε κλικ στο "d" κέρσορα και σύρετέ τον στην κορυφή της κυματομορφής εισόδου. Οι τάσεις κορυφής εμφανίζονται στο πάνω μέρος του γραφήματος ως "Yc" και "Yd". Παρατηρήστε με σύγκριση των τιμών "Yc" και "Yd" ότι το πλάτος στην έξοδο του ενισχυτή είναι 10 φορές μεγαλύτερο από το πλάτος στην είσοδο του ενισχυτή. Η διαφορά μεταξύ των δύο δρομέων Y εμφανίζεται ως "c-d".

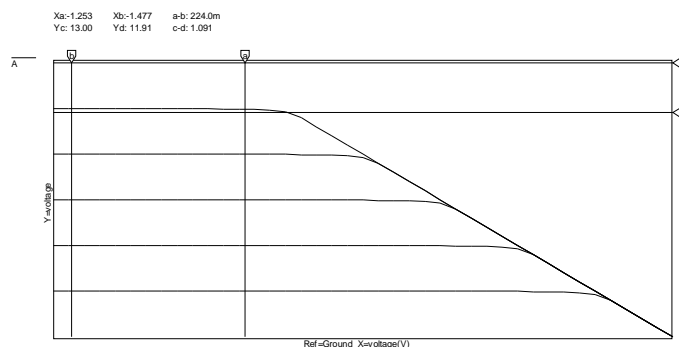


10. Κάντε κλικ στο "b" δρομέα στο πάνω μέρος του παραθύρου Transient Analysis και σύρετέ τον στην κορυφή του πρώτου ημιτόνου της κυματομορφής εξόδου. Κάντε κλικ στον "a" κέρσορα και σύρετέ τον στην κορυφή του δεύτερου ημιτόνου της κυματομορφής εξόδου. Το χρονικό διάστημα (Period = 1/frequency) του σήματος εμφανίζεται ως η διαφορά μεταξύ των δύο δρομεων X ως "a-b".

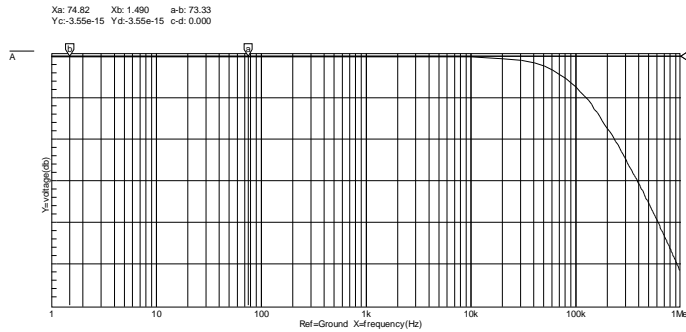
11. Κάντε κλικ και σύρετε ένα ορθογώνιο παράθυρο επιλογής στο Transient Analysis. Με αυτό τον τρόπο θα κάνετε zoom in στο επιλεγμένο τμήμα της κυματομορφής. Για να επαναφέρετε την αρχική προβολή, κάντε κλικ στο κουμπί Reset στο πάνω αριστερό μέρος του παραθύρου.



12. Κάντε κλικ στο παράθυρο DC Analysis για να το επιλέξετε και κάντε κλικ σε οποιοδήποτε καλώδιο στο κύκλωμα. Μια ανάλυση κυματομορφων DC θα εμφανιστεί στο παράθυρο. Οι δρομείς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να πάρετε μετρήσεις από τις κυματομορφές.



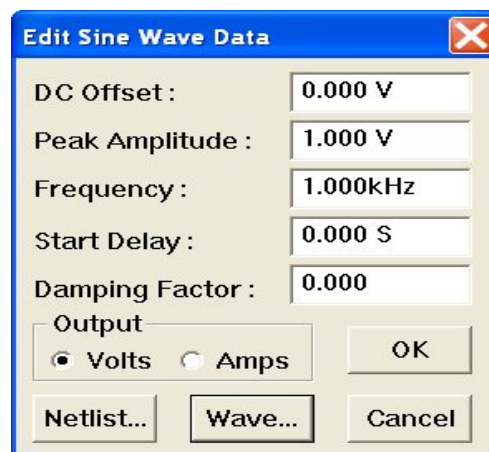
13. Κάντε κλικ στο παράθυρο AC Analysis για να το επιλέξετε, κάντε κλικ πάνω στο καλώδιο της εξόδου του Op Amp. Η κυματομορφή της AC ανάλυσης θα εμφανιστεί στο παράθυρο. Κάντε κλικ στο πλήκτρο Settings (κουμπί με σχήμα το διάγραμμα X-Y) στην πάνω αριστερή γωνία του παραθύρου AC Analysis. Επιλέξτε " Log" κλίμακα για το Grid X, επιλέξτε "Decibels" για τον άξονα Y και ενεργοποιήστε το " Show Wave Grid " checkbox. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Η κυματομορφή θα παρουσιάζει τώρα την ανταπόκριση του κυκλώματος γύρω από τις καθορισμένες συχνότητες. Οι δρομείς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να πάρετε μετρήσεις από τις κυματομορφές.



14. Κάντε κλικ στο κουμπί Start/Stop στο Toolbar για να σταματήσετε την προσομοίωση και να επιστρέψετε στη λειτουργία επεξεργασίας.

## 10.2. Η γεννήτρια Σήματος

Κάνοντας διπλό click σε μία γεννήτρια σήματος το ακόλουθο παράθυρο διαλόγου εμφανίζεται.



Όπου η παραγόμενη κυματομορφή εξόδου περιγράφεται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$V_{out} = V_o + V_a \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot (t - SD)) \cdot e^{-k \cdot (t - SD)}$$

Όπου

T=time (χρόνος),

V<sub>o</sub>=DC Offset,

V<sub>a</sub>=Peak Amplitude (Πλάτος ημιτόνου),

f=Frequency,

SD=Start Delay και

k= Damping factor (Συντελεστής εξασθένησης).

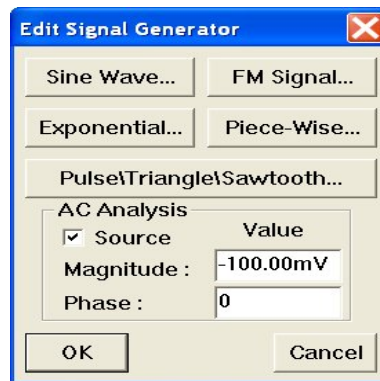
## 10.3. The Multi-function Signal Generator

Το λογισμικό CircuitLogix περιλαμβάνει μία multi-function signal generator. Μπορείτε να τοποθετήσετε όσες γεννήτριες σημάτων θέλετε στο κύκλωμα σας. Οι κυματομορφές

που μπορούν να παραχθούν περιλαμβάνουν Ημιτονοειδής, FM, Εκθετική, Pulse (συμπεριλαμβανομένων των Τρίγωνικής και Πριονωτής) κ.α. Οι ρυθμίσεις για κάθε μία από αυτές τις κυματομορφές γίνονται μέσω ξεχωριστών παράθυρων διαλόγου.

Επιλέξτε "Signal Gen" από τη βιβλιοθήκη (Instruments/ Analog/ Signal Gen) και τοποθετήστε τη στο κύκλωμα σας. Κάντε διπλό κλικ στη γεννήτρια σήματος. Ένα πλαίσιο διαλόγου θα εμφανιστεί δείχνοντας τις ρυθμίσεις για την τρέχουσα επιλεγμένη λειτουργία κυματομορφής.

Το παράθυρο διαλόγου κυματομορφής έχει ένα κουμπί Wave... το οποίο, όταν πατηθεί, εμφανίζει το παρακάτω παράθυρο διαλόγου, που σας επιτρέπει να ρυθμίσετε οποιαδήποτε από τις παραπάνω κυματομορφές εξόδου (η προεπιλογή είναι Sine Wave).





## 11. Απαντήσεις σε Κοινές Ερωτήσεις (Frequently Asked Questions)

Ακολουθούν μία σειρά από απαντήσεις σε κοινές ερωτήσεις σχετικά με το λογισμικό.

**Ερ.** Γιατί ορισμένα εξαρτήματα μου ενεργούν σαν να έχουν λάθος τιμή;

**Α:** Τα πιο συνηθισμένα προβλήματα εμφανίζονται λόγω λάθους σύνταξης:

- Το SPICE αναγνωρίζει την πρότυπη σημειογραφία πολλαπλασιαστών:

T = 1E+12, G = 1E+9, Meg = 1E+6, K = 1E+3,  
m = 1E-3, u = 1E-6, n = 1E-9, p = 1E-12, f = 1E-15

- Δεν μπορεί να υπάρξει κενό μεταξύ της αξίας και τον πολλαπλασιαστή. Για παράδειγμα, το "1,00 uF" θεωρείται ότι είναι 1 Farad.

- Μην συγχέετε τα Farads με τα femto. Για παράδειγμα, "1.0 F" σε έναν πυκνωτή σημαίνει 1 Farad, ενώ "1.0f" σημαίνει 1 femto Farad (1E-15).

- Μην συγχέετε το milli με το meg. Το SPICE, ο "m" ή "M" πολλαπλασιαστής σημαίνει χιλιοστά (1E-3). Το "Meg" είναι ο κατάλληλος πολλαπλασιαστής με έννοια το 1E +6. Για παράδειγμα, 1MHz στο SPICE σημαίνει 1 millihertz.

**Ερ.** Πως απεικονίζω πολλαπλές κυματομορφές σε ένα γράφημα;

**Α:** Οι κυματομορφές τοποθετούνται στα διαγράμματα κάνοντας κλικ στο κύκλωμα με το εργαλείο Probe. Κάθε φορά που κάνετε κλικ σε ένα νέο σημείο στο κύκλωμα, η προηγούμενη κυματομορφή αφαιρείται και μία νέα εμφανίζεται. Εάν κρατάτε πατημένο το πλήκτρο SHIFT όταν κάνετε κλικ στο κύκλωμα, οι υφιστάμενες κυματομορφές δεν θα καταργηθούν όταν θα προστεθεί η νέα. Αν κρατάτε το SHIFT και κάνετε κλικ σε ένα σημείο του κυκλώματος όπου ήδη βλέπετε την κυματομορφή του, τότε η κυματομορφή αυτή θα αφαιρεθεί από το γράφημα. Πατώντας CTRL και κάνοντας κλικ σε ένα σημείο στο κύκλωμα, η αναφορά (γείωση) για όλες τις κυματομορφές που εμφανίζονται στο γράφημα θα μετακινηθεί σε εκείνο το σημείο.

**Ερ.** Πώς μπορώ να ξέρω ποιές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην οποία προσομοίωση;

**Α:** Όταν κοιτάζουμε το σύμβολο της συσκευής στο παράθυρο διαλόγου Device Selection, ένα πεδίο κειμένου αμέσως πάνω από το σύμβολο της συσκευής στην επάνω δεξιά γωνία του πλαισίου διαλόγου θα δείχνει Digital Only Device", "Analog Only Device", "Analog/Digital Device", ή "Schematic Symbol Only". Εάν επιλέξετε τα checkbox Show Analog ή Digital μπορείτε να φιλτράρετε τις διαθέσιμες συσκευές για την

προσομοίωση που είναι διαθέσιμες. Για παράδειγμα, αν θέλετε να δείτε μόνο τις συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αναλογική προσομοίωση, αποεπιλέξτε το checkbox Digital.

**Ερ:** Κάποια από τα καλώδια στην επιφάνεια εργασίας μου δεν έχουν τελείες για να δείξει ότι είναι συνδεδεμένα. Τι συμβαίνει;

**Α:** Έχετε συνδέσει πολλαπλά καλώδια σε ένα pin και έχετε απενεργοποιήσει την επιλογή Show Pin Dots option στο μενού View. Αν θέλετε να δείτε αν ένα καλώδιο είναι συνδεδεμένο με ένα άλλο, θα πρέπει να το συνδέσετε στο καλώδιο, όχι σε pin.

**Ερ.** Γιατί παίρνω λάθη από το SPICE όταν βάλω ένα μετασχηματιστή στο κύκλωμα μου;

**Α.** Κάθε κόμβος σε ένα κύκλωμα πρέπει να έχει μια πορεία συνεχούς ρεύματος προς τη γη. Δεδομένου ότι ένας μετασχηματιστής απομονώνει ένα τμήμα του κυκλώματος από τα υπόλοιπα, θα πρέπει να διασφαλίσετε ότι εξακολουθεί να υπάρχει ένα μονοπάτι συνεχούς ρεύματος προς τη γη και για τα δύο τμήματα του κυκλώματος. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

- Τοποθετήστε γείωση και στις δύο πλευρές του μετασχηματιστή.
- Συνδέστε μια μεγάλη αντίσταση μεταξύ εισόδου και εξόδου του μετασχηματιστή.
- Συνδέστε μια μεγάλη αντίσταση μεταξύ της γείωσης και της floating πλευράς του μετασχηματιστή.
- Ενεργοποιήστε το χαρακτηριστικό Add Shunts στο παράθυρο διαλόγου Analog Options ώστε το λογισμικό αυτόματα να τοποθετεί μία μεγάλη αντίσταση μεταξύ όλων των κόμβων του κυκλώματος και της γείωσης.

**Ερ:** Γιατί δεν τα LED, οι λάμπες και τα Relays δεν λειτουργούν κατά την προσομοίωση;

**Α:** Τα LED, οι λάμπες και τα Relays είναι εξαρτήματα τα οποία είναι διαδραστικά μόνο κατά την λειτουργία ψηφιακής προσομοίωσης. Μπορούν, ωστόσο, να λειτουργούν σωστά και με τα εργαλεία ανάλυσης θα είστε σε θέση να μετρήσετε το ρεύμα που ρέει μέσα από αυτά όταν είναι ενεργοποιημένα, κλπ. Σημείωση: Κάθε συσκευή που έχει SPICE DATA που σχετίζονται με αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αναλογική προσομοίωση.