

**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)**

Αγγελίδης Γεώργιος , Αρβανίτης Νικήτας

Εισηγητής: Καμπούρης Χρήστος, Εργαστηριακός Συνεργάτης

**ΑΘΗΝΑ
ΜΑΙΟΣ 2017**

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ
ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

Αγγελίδης Γεώργιος

A.M. 38545

Αρβανίτης Νικήτας

A.M. 38543

Εισηγητής:

Καμπούρης Χρήστος, Εργαστηριακός Συνεργάτης

Εξεταστική Επιτροπή:

Καθηγητής

Επίκουρος Καθηγητής

Ημερομηνία εξέτασης

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ
ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Αγγελίδης Γεώργιος, του Δημητρίου, με αριθμό μητρώου 38545 και ο Αρβανίτης Νικήτας, του Αντωνίου, με αριθμό μητρώου 38543 φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβουμε την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μας, δηλώνουμε ότι ενημερωθήκαμε για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ
ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της σχεδίασης κυκλωμάτων μέσω προγραμμάτων Προσομοίωσης. Την προσπάθειά μας αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μας, τον οποίο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε πάρα πολύ.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσουμε την οικογένειες μας και τους φίλους μας που θα ήθελαν ,όσο και εμείς ,και μας βοήθησαν σε ότι χρειαστήκαμε για να τελειώσουμε την φοιτητική μας ζωή και να βγούμε στην αγορά εργασίας.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ
ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την σύγκριση δυνατοτήτων των προγραμμάτων προσομοίωσης τυπωμένων πλακετών (pcb) και συγκεκριμένα των δύο προγραμμάτων eagle και orcad. Τα κριτήρια σύγκρισης που θέσαμε είναι η απλότητα, η ευχρηστία σε μη εξοικειωμένο χρήστη και ο μέσος χρόνος που απαιτείται για την πλήρη ολοκλήρωση ενός κυκλώματος. Ως κύκλωμα αναφοράς χρησιμοποιήσαμε ένα κύκλωμα με τον επεξεργαστή 8086 σε συνδεσμολογία minmode. Κατά την σχεδίαση του κυκλώματος μας στα δύο προγράμματα που προαναφέραμε καταλήξαμε σε κάποια συμπεράσματα τα οποία παραθέτουμε μέσα από την πτυχιακή μας εργασία.

ABSTRACT

The present final thesis deals with the comparison of possibilities of specially focused programs for the design, simulation and production of printed circuit boards (pcb). More precisely between eagle and orcad programs. As factors of comparison we used simplicity, user inexperience mean time for a circuit completion. The circuit which was used is a 8086 based minmode setup. At the designing of our circuit in the two programs that we mentioned before we led to certain conclusions which we mention through our final work.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1	Περιγραφή του αντικειμένου της πτυχιακής εργασίας	15
1.2	Ιστορική αναδρομή	15
2.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ	17
2.1	Τι είναι τα προγράμματα Προσομοίωσης κυκλωμάτων.....	17
	Κατηγορίες προγραμμάτων Προσομοίωσης κυκλωμάτων.....	18
	Προσομοίωση εναντίων πραγματικότητας.....	18
2.2	Διαδεδομένα Προγράμματα Προσομοίωσης.....	19
2.3:	Προσομοίωση εναντίον Εξομοίωσης.....	24
3.	ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΩΝ.....	25
3.1	Πίνακας αναλογίας ρεύματος με πάχος αγωγών.....	34
3.2	Πίνακας αναλογίας voltage με board	34
4.	ΤΥΠΩΜΕΝΕΣ ΠΛΑΚΕΤΕΣ (PCB)	35
4.1	Ορισμός.....	35
4.2	Ταξινόμηση PCB.....	35
	Τυπωμένη πλακέτα μονής όψης (single-sided PCB)	36
	Τυπωμένη πλακέτα διπλής όψης (double-sided PCB)	36
	Τυπωμένη πλακέτα κυκλωμάτων πολλαπλών επιπέδων (Multi-layer PCB)	37
4.3	Παραλλαγές σχεδίασης PCBs	38
	Κυκλώματα με οπές μεταξύ των επιπέδων (Through-hole circuits)	38
	Τεχνολογία επιφανειακής στήριξης (Surface Mount Technology-SMT) ..	39
5.	ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ORCAD PSPICE.....	41
6.	ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ EAGLE.....	65
7.	ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΑΣ(minmode8086)	79
7.1	Σχεδίαση με eagle.....	79
7.2	Σχεδίαση στο orcad.....	81
7.3	Σύγκριση δυνατοτήτων των δύο προγραμμάτων Προσομοίωσης eagle και orcad.....	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Τυπωμένη πλακέτα μονής όψης (single-sided PCB).....	36
Σχήμα 2: Τυπωμένη πλακέτα διπλής όψης (double-sided PCB)...	37
Σχήμα 3: Τυπωμένη πλακέτα κυκλωμάτων πολλαπλών επιπέδων (Multi-layer PCB)	38
Σχήμα 4: Through-hole Technology.....	39
Σχήμα 5: Surface mount Technology.....	39
Σχήμα 6: Παράθυρο εισαγωγής ονόματος της εργασίας καθώς και του χώρου αποθήκευσης αυτής ζητείται στο χρήστη να δώσει ένα όνομα στο σχηματικό καθώς και το μονοπάτι αποθήκευσης.....	48
Σχήμα 7: Create PSpice Project.....	52
Σχήμα 8: Κεντρικό παράθυρο του σχηματικού.....	52
Σχήμα 9: Δεξιά μπάρα του κεντρικού παραθύρου του CaptureCis	53
Σχήμα 10: Εύρεση στοιχείου.....	54
Σχήμα 11: Αναζήτηση στοιχείου μέσω του κωδικού ονόματός του	56
Σχήμα 12: Αλλαγή τιμών εξαρτήματος.....	57
Σχήμα 13: Επιλογή τρόπου Προσομοίωσης.....	58
Σχήμα 14: Το παράθυρο του χώρου Προσομοίωσης.....	60
Σχήμα 15: Παράθυρο επιλογής μεταβλητών και συναρτήσεων...	61
Σχήμα 16: Προσαρμογή κλίμακας αξόνων.....	62
Σχήμα 17: Συνδυασμός δύο μεταβλητών σε ξεχωριστούς άξονες.	63

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 2.2.1: Περιβάλλον Ltspice.....	20
Εικόνα 2.2.2: Περιβάλλον NI Multisim.....	21
Εικόνα 2.2.3: Περιβάλλον Quite Universal Circuit Simulator.....	21
Εικόνα 2.2.4: Περιβάλλον Oregano.....	22
Εικόνα 2.2.5: Περιβάλλον circuitlab.....	23
Εικόνα 3.1 : Καταγραφή από το μενού DRC όπου ρυθμίζουμε το πάχος του χαλκού του κάθε επιπέδου της πλακέτας.....	27
Εικόνα 3.2 : Ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των αγωγών πάνω στα στρώματα. Πολύ κρίσιμος παράγοντας που έρχεται σε απευθείας συνάρτηση με τον εξοπλισμό παραγωγής.....	27
Εικόνα 3.3: Ρύθμιση διαστάσεων μεταξύ αγωγών και πραγματικών αντικειμένων.....	28
Εικόνα 3.4: Ρύθμιση μεγέθους αγωγών-σημάτων.....	28
Εικόνα 3.5: Ρύθμιση ελάχιστης και μέγιστης διαμέτρου του pad συγκόλλησης.....	29
Εικόνα 3.6: Ρύθμιση σχήματος pads και smds.....	29
Εικόνα 3.7: Ρύθμιση πάχους για το thermal Isolation όταν χρησιμοποιούμε πολύ μεγάλες νησίδες γειώσεως ιδιαίτερα απαραίτητο κατά την διαδικασία συγκόλλησης.....	30
Εικόνα 3.8: Ρύθμιση των τιμών της μάσκας των εξαρτημάτων.....	30
Εικόνα 3.9: Ρύθμιση του μεγέθους πλέγματος για την τοποθέτηση των εξαρτημάτων.....	31
Εικόνα 3.10: Επιλογή ενεργών επιπέδων.....	31
Εικόνα 3.11: Επιλογές Autoroute.....	32
Εικόνα 3.11: Επιλογές Autoroute.....	32
Εικόνα 3.12: Επιλογές Autoroute.....	33
Εικόνα 3.13: Επιλογές Autoroute.....	33

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

3.1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΑΧΟΣ ΑΓΩΓΩΝ.....	34
3.2 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ VOLTAGE ΜΕ BOARD	34

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

PCB Printed Circuit Board

TH Through-hole

SMT Surface Mount Technology

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας και γίνεται μια ιστορική αναδρομή.

1.1 Περιγραφή του αντικειμένου της πτυχιακής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η σύγκριση των προγραμμάτων eagle και orcad. Στο τέλος θα υπάρχει σύνοψη των συμπερασμάτων που θα έχουμε καταλήξει μετά την υλοποίηση του κυκλώματος μας και στα δύο προγράμματα.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Πριν την ανάπτυξη των προγραμμάτων Προσομοίωσης όλα τα σχέδια, οι μελέτες και οι αναλύσεις κυκλωμάτων γινόντουσαν μετά την υλοποίηση του κυκλώματος με αποτέλεσμα τα κυκλώματα για να τελειοποιηθούν να περνάνε από πολλά πειραματικά στάδια. Η διαδικασία αυτή ήταν αρκετά χρονοβόρα και ασύμφορη οικονομικά. Έτσι με την ανάπτυξη προγραμμάτων Προσομοίωσης ξεπεράστηκε αυτό το πρόβλημα με αποτέλεσμα πλέον να αποτελούν μεγάλο κομμάτι στην μελέτη και ανάλυση κυκλωμάτων. Τα προγράμματα Προσομοίωσης επηρέασαν την εξέλιξη της ηλεκτρονικής βιομηχανίας και κατά συνέπεια και στους ρυθμούς της ανάπτυξης της τεχνολογίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Προγράμματα Προσομοίωσης Κυκλωμάτων

2.1 Τι είναι τα προγράμματα Προσομοίωσης κυκλωμάτων

Τα προγράμματα Προσομοίωσης κυκλωμάτων χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα για να αναπαράγουν τη συμπεριφορά μιας πραγματικής ηλεκτρονικής συσκευής ή κάποιου κυκλώματος. Το λογισμικό Προσομοίωσης δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης της λειτουργίας του κυκλώματος και αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο ανάλυσης. Η ικανότητα του λογισμικού να πραγματοποιεί εξαιρετικά ακριβείς μοντελοποιήσεις οδήγησε πολλά πανεπιστήμια να το χρησιμοποιήσουν για την εκπαίδευση ηλεκτρολόγων και ηλεκτρολόγων μηχανικών.

Η προσομοίωση ενός κυκλώματος πριν την πραγματική δημιουργία του μπορεί να συμβάλει στην αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού. Συγκεκριμένα στα ολοκληρωμένα κυκλώματα, τα υλικά είναι ακριβά, τα breadboards δεν είναι πρακτικά, και η λεπτομερής συμπεριφορά των εσωτερικών σημάτων είναι πολύ δύσκολη, γι' αυτό το λόγο ο σχεδιασμός ολοκληρωμένων κυκλωμάτων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην Προσομοίωση. Ο πιο γνωστός προσομοιωτής αναλογικών κυκλωμάτων είναι το SPICE και οι πιο γνωστοί Προσομοιωτές ψηφιακών κυκλωμάτων είναι αυτοί που βασίζονται στην Verilog και στην VHDL.

Μερικά λογισμικά Προσομοίωσης παρέχουν ένα πρόγραμμα επεξεργασίας σχηματικού, μια μηχανή προσομοίωσης, πρόγραμμα εμφάνισης κυματομορφών στην οθόνη του υπολογιστή και τη δυνατότητα να φτιάξει ο χρήστης πιθανά σενάρια εύκολα και άμεσα. Το λογισμικό περιέχει βιβλιοθήκες με όλα τα γνωστά εξαρτήματα και μοντέλα για τον σχεδιασμό και την Προσομοίωση ενός κυκλώματος, οι βιβλιοθήκες ενημερώνονται από τους προγραμματιστές του προγράμματος Προσομοίωσης αλλά και από κάθε εταιρία παραγωγής εξαρτημάτων χρήσιμων για τη δημιουργία κυκλωμάτων.

Κατηγορίες προγραμμάτων Προσομοίωσης κυκλωμάτων

Τα προγράμματα Προσομοίωσης κυκλωμάτων χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

Προσομοίωσης Αναλογικών Κυκλωμάτων

Προσομοίωσης Ψηφιακών Κυκλωμάτων

Αν και υπάρχουν προγράμματα Προσομοίωσης μόνο για αναλογικά κυκλώματα οι πιο γνωστοί προσομοιωτές συνήθως περιλαμβάνουν και αναλογική και ψηφιακή Προσομοίωση, και είναι γνωστοί ως μικτής λειτουργίας προσομοιωτές (mixed-mode simulators). Αυτό σημαίνει ότι κάθε Προσομοίωση μπορεί να περιέχει εξαρτήματα αναλογικά , ψηφιακά ή συνδυασμό τους.

Προσομοίωση εναντίων πραγματικότητας

Μετά την κατασκευή του κυκλώματος σε πυρίτιο πιθανών να προκρίψουν διακυμάνσεις στη λειτουργία του , αυτό γίνεται γιατί οι προσομοιωτές δεν λαμβάνουν υπ' όψη τους τις διαφορές που θα προκρίψουν αφού το κύκλωμα κατασκευαστεί σε πυρίτιο. Οι διαφορές αυτές μπορεί να είναι μικρές, αλλά αν συγκεντρωθούν πολλές μπορούν να επηρεάσουν την έξοδο ενός chip δραματικά. Ο παράγοντας της θερμοκρασίας μπορεί να υπολογιστεί και να προσομοιωθεί.

2.2 Διαδεδομένα Προγράμματα Προσομοίωσης

· **SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)**

Ο simulator SPICE είναι ένα πρόγραμμα Προσομοίωσης που η λειτουργία του έλαβε χώρα πριν από σαράντα περίπου χρόνια. Στα μέσα της δεκαετίας του '60 η IBM ανέπτυξε το πρόγραμμα ECAP, το οποίο αρκετά αργότερα χρησιμοποιήθηκε ως σημείο αναφοράς από το πανεπιστήμιο του Berkeley για την ανάπτυξη του προγράμματος CANCER. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '70 δεν υπήρχαν εργαλεία για την αυτόματη ανάλυση των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, γεγονός που είχε ως επακόλουθο κάθε τέτοια διαδικασία να εφαρμόζεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από το ανθρώπινο δυναμικό, παρ' ότι η πολυπλοκότητα τους αυξανόταν ολοένα και περισσότερο. Η διαρκής εξέλιξη, λοιπόν, των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων έδωσε το έναυσμα σε μια ομάδα του πανεπιστημίου του Berkeley να αναπτύξει την πρώτη έκδοση του SPICE (Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis), με βάση το πρόγραμμα CANCER. Ουσιαστικά, δημιούργησε έναν simulator γενικού σκοπού, ο οποίος επέτρεπε την ανάλυση αναλογικών κυκλωμάτων δίχως την ανάγκη της κατασκευής τους.

Στο SPICE, το κύκλωμα και η εκάστοτε απαιτούμενη ανάλυση βρίσκονται σε ένα κείμενο μαζί με δηλώσεις και εντολές. Το κείμενο αυτό διαβάζεται από το SPICE και έχοντας ως προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν λάθη στις δηλώσεις, στις εντολές και στην σύνδεση του κυκλώματος, δημιουργεί την Προσομοίωση.

Η επιτυχία του προγράμματος αυτού οφείλεται στην γενικότητα που παρείχε, οδηγώντας σταδιακά στην δημιουργία μιας σειράς από εκδόσεις του SPICE. Το 1984 κατασκευάστηκε από την MicroSim Corporation η πρώτη έκδοση για προσωπικούς υπολογιστές, το PSPICE. Οι εκδόσεις του PSPICE με την πάροδο των χρόνων ανανεώνονταν διαρκώς, έχοντας φτάσει σήμερα στην έκδοση 9.x.

Το SPICE, όντας, πλέον, ένα από τα κυριότερα εργαλεία Προσομοίωσης των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, αποτελεί αναφορά και βάση για πλήθος προγραμμάτων ανάλογων εφαρμογών που κυκλοφορούν.

- **Verilog**

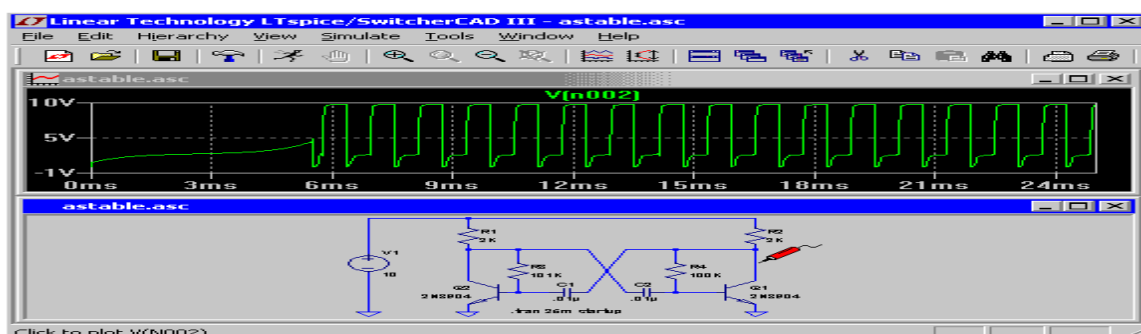
Η Verilog είναι μια γλώσσα περιγραφής υλικού (Hardware Description Language) και χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση ηλεκτρονικών συστημάτων. Η Verilog χρησιμοποιείται κατά βάση για τη σχεδίαση, επαλήθευση και εκτέλεση ψηφιακών και λογικών κυκλωμάτων. Χρησιμοποιείται επίσης για την επαλήθευση των αναλογικών και μικτού σήματος κυκλωμάτων. Εξίσου γνωστή γλώσσα είναι και η VHDL.

- **PSpice**

Το PSpice είναι ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο του SPICE για την προσομοίωση ψηφιακών και αναλογικών κυκλωμάτων στο λειτουργικό σύστημα Microsoft Windows. Το όνομα του σημαίνει: Personal computer Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis (Πρόγραμμα προσομοίωσης με έμφαση στα ολοκληρωμένα κυκλώματα για προσωπικούς υπολογιστές).

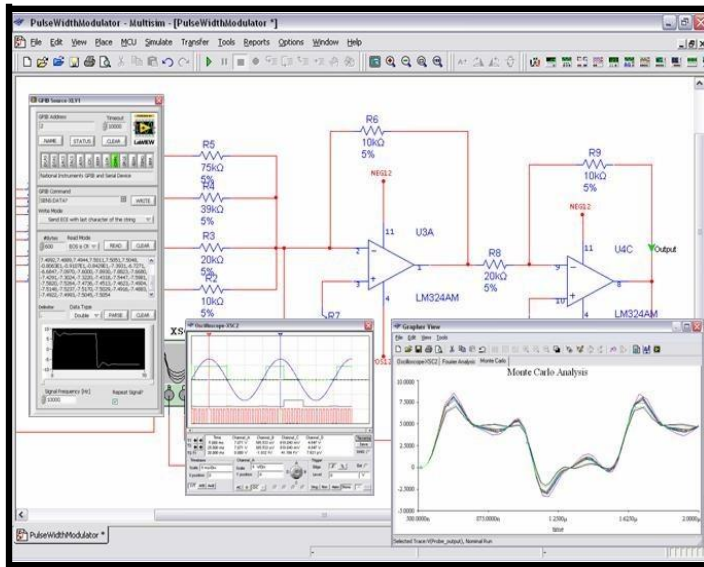
- **Ltspice**

Το Ltspice είναι ένα δωρεάν υψηλής απόδοσης λογισμικό Προσομοίωσης με την χρήση του SPICE. Το Ltspice παρέχει ακόμα ένα λογισμικό σχηματικού και ένα λογισμικό προβολής κυματομορφών.



Εικόνα 2.2.1: Περιβάλλον Ltspice

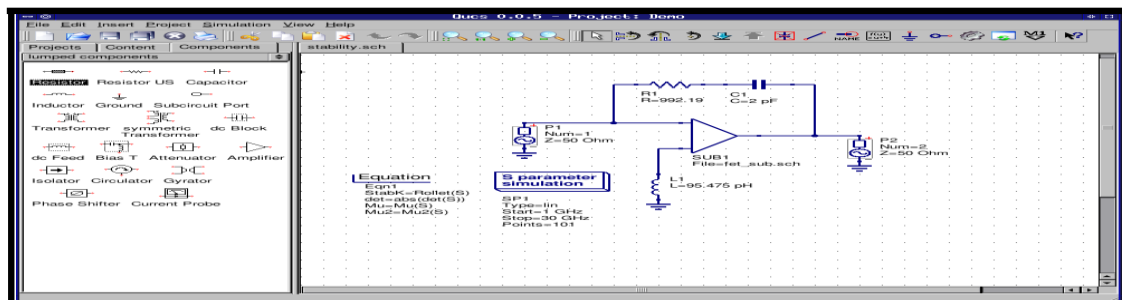
- **NI Multisim**



Εικόνα 2.2.2: Περιβάλλον NI Multisim

- **Quite Universal Circuit Simulator (Qucs)**

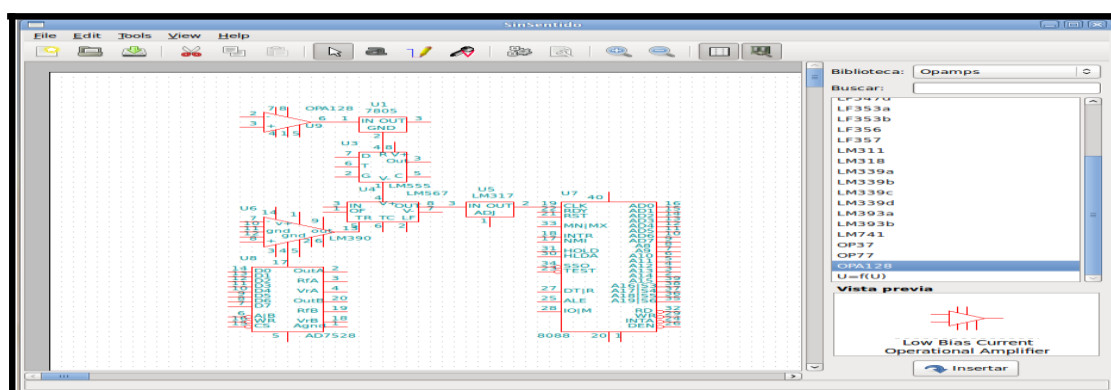
Το Qucs είναι ένα ανοιχτού κώδικα λογισμικό προσομοίωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων της εταιρίας GPL. Παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας κυκλώματος με γραφική διεπαφή χρήστη και την προσομοίωση του μεγάλου σήματος, μικρού σήματος και τη συμπεριφορά θορύβου του κυκλώματος. Οι καθαρά ψηφιακές προσομοιώσεις υποστηρίζονται επίσης με τη χρήση της VHDL και της Verilog. Το Qucs υποστηρίζει μια αυξανόμενη λίστα αναλογικών και ψηφιακών εξαρτημάτων καθώς και τα υποκυκλώματα του SPICE. Προορίζεται να είναι πολύ πιο απλό στη χρήση και το χειρισμό από τους άλλους προσομοιωτές κυκλωμάτων.



Εικόνα 2.2.3: Περιβάλλον Quite Universal Circuit Simulator

- **Oregano**

Το Oregano είναι ένα πρόγραμμα για σχεδιασμό σχηματικού αλλά και Προσομοίωση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Προορίζεται για λειτουργικά συστήματα ανοιχτού κώδικα τύπου UNIX και υλοποιεί την προσομοίωση με την χρήση μηχανών όπως το ngspice και το Gnucap. Παρόμοιο λογισμικό είναι και το gEDA.



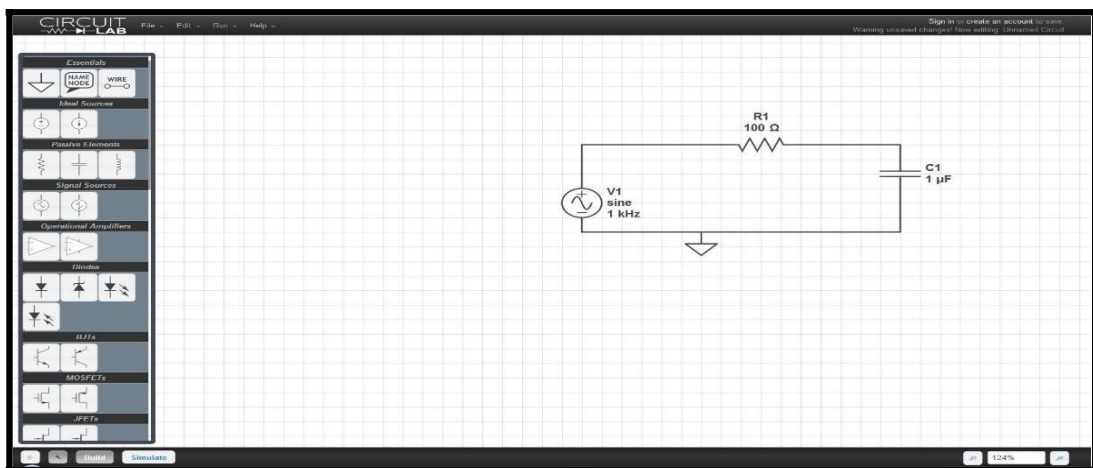
Εικόνα 2.2.4:Περιβάλλον Oregano

- **CircuitLogix**

Το CircuitLogix είναι λογισμικό προσομοίωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων που χρησιμοποιεί το PSpice για να Προσομοιώσει χιλιάδες ηλεκτρονικές συσκευές, μοντέλα και κυκλώματα. Το CircuitLogix υποστηρίζει προσομοίωση σε αναλογικά, ψηφιακά και μικτού σήματος κυκλώματα, και η Προσομοίωση με την χρήση του SPICE δίνει ακριβή αποτελέσματα που συμβαδίζουν με πραγματικές μετρήσεις. Η επαγγελματική έκδοση του CircuitLogix περιλαμβάνει πάνω από 10.000 μοντέλα συσκευών, ακόμα περιλαμβάνει 8 εικονικά όργανα. Περιλαμβάνει επίσης το 3D Lab, ένα λογισμικό που συνδυάζει ένα εκπαιδευτικό διαδραστικό περιβάλλον τριών διαστάσεων με ηλεκτρονικές συσκευές και εργαλεία για να ενισχύσει την κατανόηση των ηλεκτρονικών από τον χρήστη.

· www.circuitlab.com

Το Circuit Lab αποτελεί μια καινοτομία στον τομέα της Προσομοίωσης, είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή προσομοίωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Ο χρήστης χωρίς να χρειαστεί να κάνει κάποια εγκατάσταση ανοίγει τον διαδικτυακό περιηγητή του και απλά μπαίνει στην ιστοσελίδα www.circuitlab.com. Εκεί εισέρχεται σε ένα γραφικό περιβάλλον σχεδίασης σχηματικού (Capture) και αφού σχεδιάσει το κύκλωμα του έχει τη δυνατότητα να κάνει Προσομοίωση του κυκλώματος και να το αναλύσει.



Εικόνα 2.2.5:Περιβάλλον circuitlab

2.3: Προσομοίωση εναντίον Εξομοίωσης

Σε αυτό υποκεφάλαιο θα θέλαμε να διευκρινήσουμε την διαφορά μεταξύ προσομοίωσης και εξομοίωσης:

-Το "προσομοίωση", "προσομοιωτής" είναι η μετάφραση στα ελληνικά των "simulation", "simulator".

-Το "εξομοίωση", "εξομοιωτής" είναι η μετάφραση στα ελληνικά των "emulation", "emulator".

Μάλλον ο "εξομοιωτής" κάνει συγχρόνως και "προσομοίωση".

Τώρα, σαν χρήση από την τεχνολογική πλευρά: ο "εξομοιωτής" είναι μια ιδεατή ή εικονική (virtual στα αγγλικά) μηχανή που μπορεί να περιγράψει την συμπεριφορά ή λειτουργία μιας πραγματικής μηχανής ή διάταξης ή συστήματος μηχανής - περιβάλλοντος.

Από την άλλη πλευρά η "προσομοίωση" έχει να κάνει με την ιδεατή περιγραφή ενός φαινομένου και την εικονική αναπαράστασή του. Με αυτή την έννοια, ένας εξομοιωτής κάνει και προσομοίωση.

Πηγή: <http://users.sch.gr/symfo/sholio/sizitontas/o/17.exomiosi.htm>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΩΝ

Πριν προχωρήσουμε στην κατασκευή μιας πλακέτας πρέπει να ακολουθήσουμε κάποιους κανόνες ώστε να ελαχιστοποιήσουμε την πιθανότητα αποτυχίας, οι οποίοι είναι οι εξής:

- Οι διαδρομές των σημάτων και της τροφοδοσίας θα πρέπει να σύντομες με το ελάχιστο δυνατό μήκος.
- Να εξασφαλίσετε το μέγιστο δυνατό πλάτος για τις διαδρομές της τροφοδοσίας και της γείωσης και να βρίσκονται κοντά μεταξύ τους.
- Ελάχιστος αριθμός των περασμάτων (vias).
- Κρατήστε τους ακροδέκτες των εξαρτημάτων στο ελάχιστο μήκος.
- Προτεινόμενες διαδρομές για τις αλλαγές κατεύθυνσης είναι γωνίες των 45 μοιρών αντί 90.
- Συνδέστε έναν κεραμικό πυκνωτή (ceramic capacitor) περίπου 0.1 μF κατά μήκος της τροφοδοσίας V_{cc} σε κάθε ψηφιακό ολοκληρωμένο.
- Τα διαφορετικά επίπεδα πρέπει να υποδηλώνονται στο σχέδιο της πλακέτας (π.χ.) διαδρομές εξαρτημάτων κ.τ.λ.
- Να χρησιμοποιείται ετικέτα προσδιορισμού της πλακέτας.

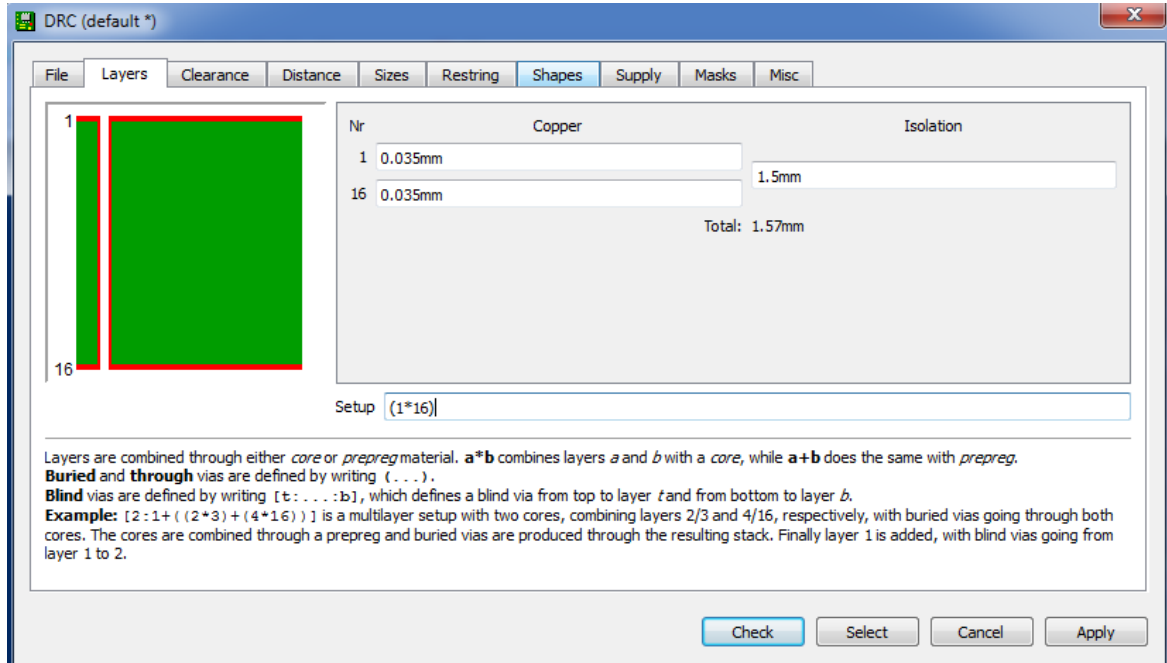
- Προτινόμενες ελάχιστες αποστάσεις 10 mils μεταξύ των traces.
- Χρησιμοποιήστε νησίδες (πίστες-pads) τουλάχιστον 60 mils για όλα τα εξαρτήματα. (1 mil=0.001 inch)
- Αποφυγή σχεδιασμού πλακέτας με μικρές διαστάσεις. Όσο μεγαλύτερη η πλακέτα τόσο λιγότερα προβλήματα θα εμφανιστούν όταν θα συγκολλήσετε τα εξαρτήματα. (Το μέγεθος της PCB είναι ανάλογο με το συνολικό κόστος. Οι μέγιστες διαστάσεις να μην υπερβαίνουν τις 9" x 12" ("= ίντσα=2.54 cm)).
- Για την διασύνδεση των εξαρτημάτων χρησιμοποιούμε ιδανικά αγωγίμες διαδρομές (tracks ή traces) με πλάτος μεγαλύτερο από 12 mils.
- Το μέγεθος της τρύπας για TH ή της νησίδας για SMT εξαρτήματα θα εξαρτάται από τις διαστάσεις του εξαρτήματος.
- Για να πετύχουμε το ελάχιστο κόστος της πλακέτας προτίνεται να χρησιμοποιούμε τρύπες ενός μεγέθους και αγωγίμες διαδρομές ενός πλάτους.
- Πάντα να χρησιμοποιείτε μια γραμμή για τον καθορισμό της περιοχής «εκτός πλακέτας». Αυτή η γραμμή πρέπει να περικλείει όλη την πλακέτα και να καθορίζει τις τελικές διατάσεις της.

Πηγή κανόνων σχεδίασης:

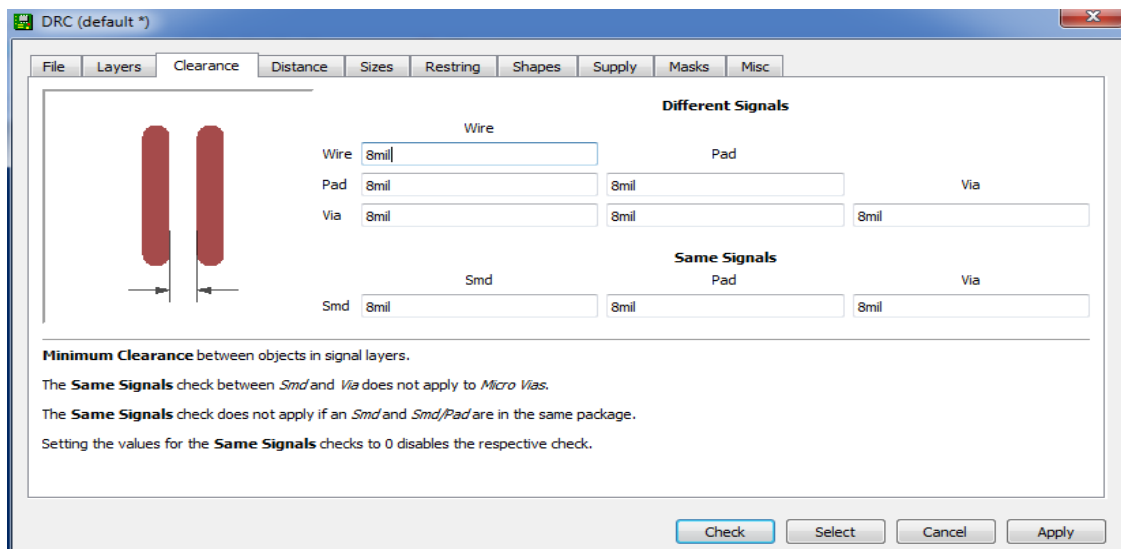
http://www.electronics.teipir.gr/PersonalPages/papageorgas/download/2/shmeiwseis/pcb_fuse_translation_3.pdf

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

Παρακάτω παραθέτουμε κάποιες φωτογραφίες μέσα από τις οποίες βλέπουμε τους τρόπους για να συμμορφωθούμε με τους γενικούς κανόνες σχεδίασης, που προαναφέραμε, ανάλογα και με τις απαιτήσεις του μηχανήματος σε κάθε περίπτωση :

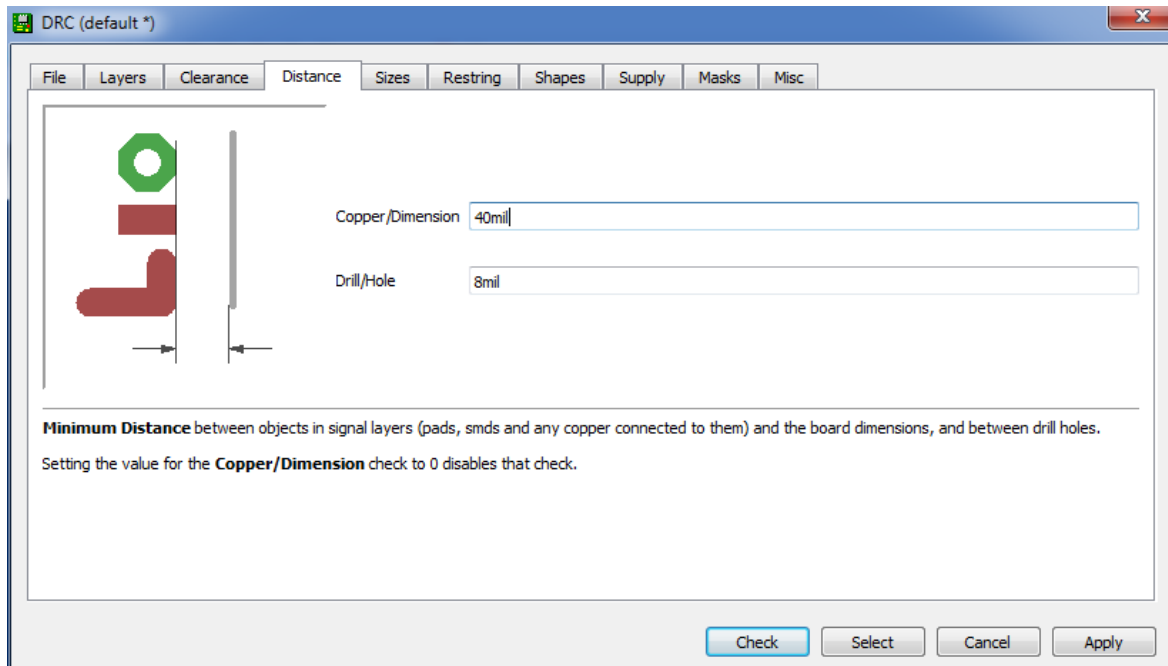


Εικόνα 3.1 : Καταγραφή από το μενού DRC όπου ρυθμίζουμε το πάχος του χαλκού του κάθε επιπέδου της πλακέτας.

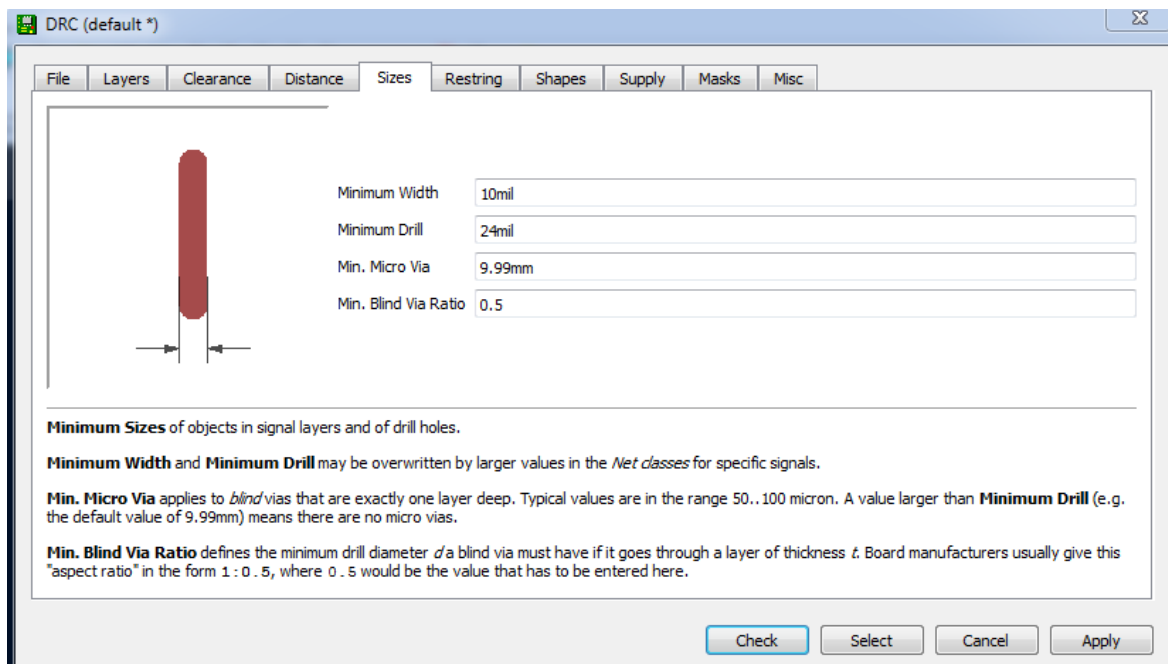


Εικόνα 3.2 : Ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των αγωγών πάνω στα στρώματα. Πολύ κρίσιμος παράγοντας που έρχεται σε απευθείας συνάρτηση με τον εξοπλισμό παραγωγής.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

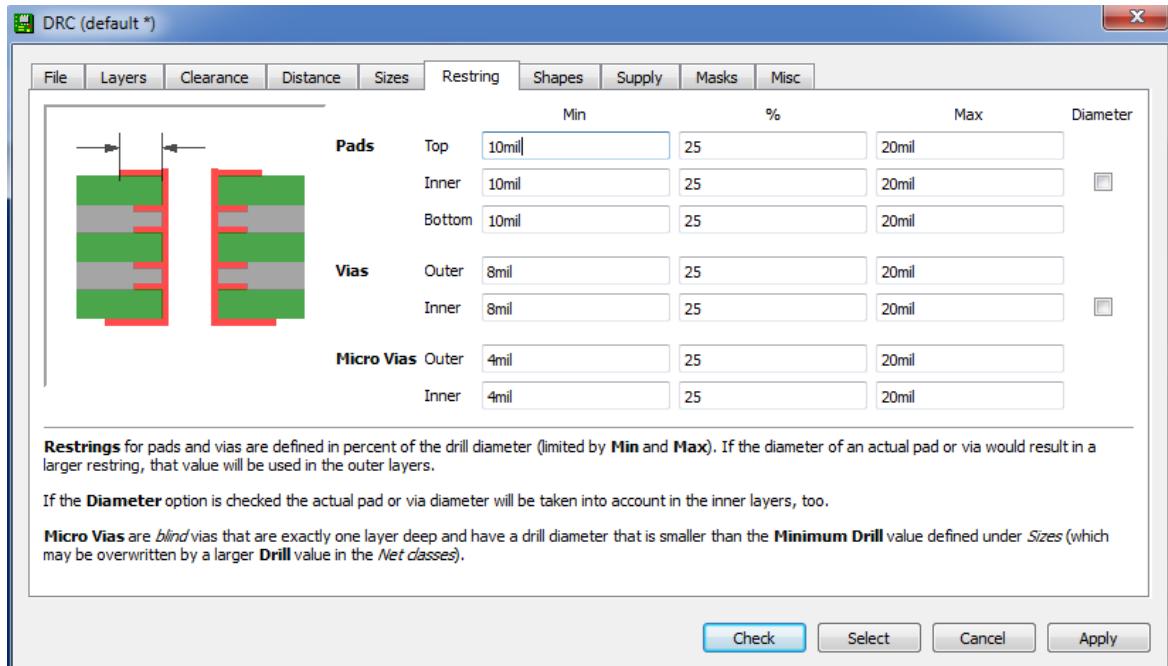


Εικόνα 3.3: Ρύθμιση διαστάσεων μεταξύ αγωγών και πραγματικών αντικειμένων.

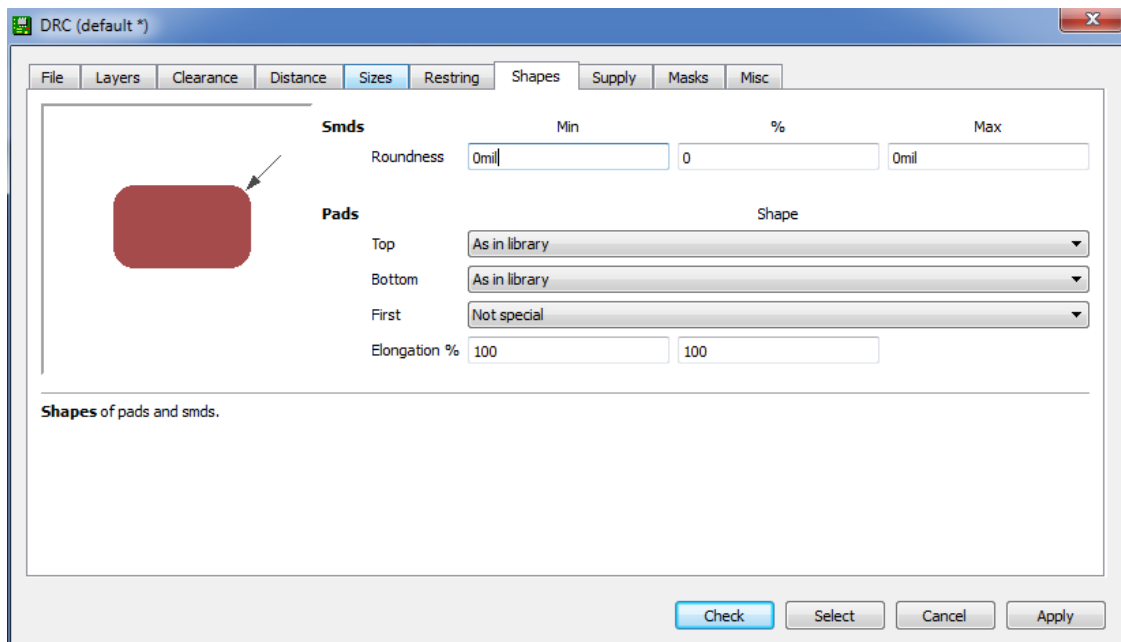


Εικόνα 3.4: Ρύθμιση μεγέθους αγωγών-σημάτων.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

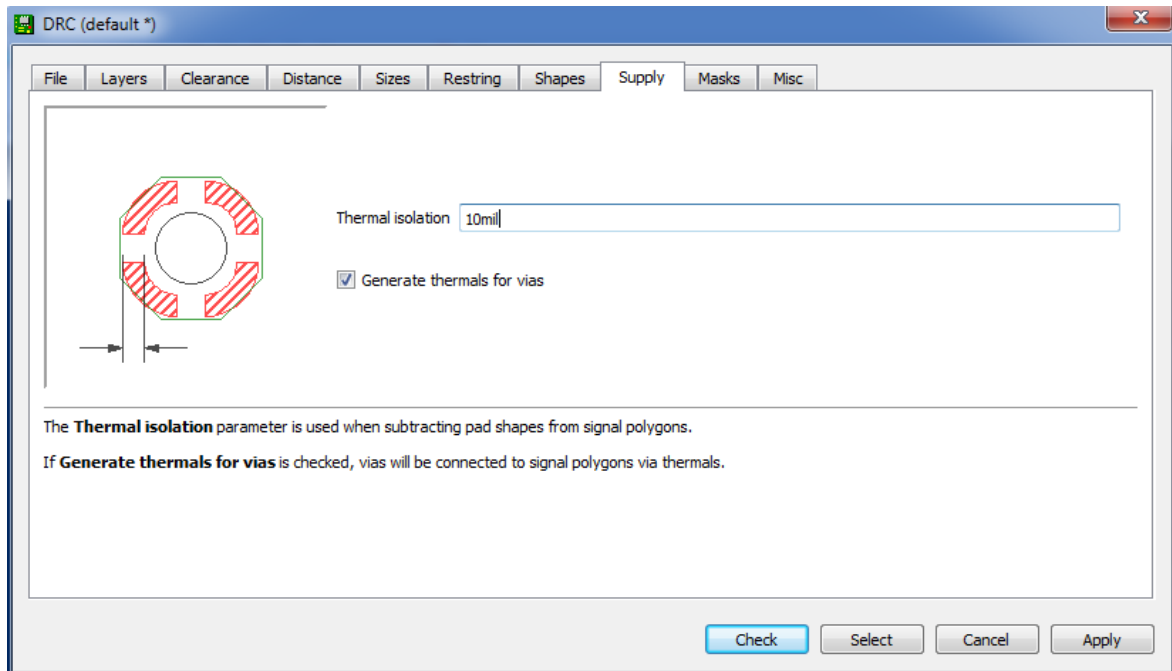


Εικόνα 3.5: Ρύθμιση ελάχιστης και μέγιστης διαμέτρου του pad συγκόλλησης.

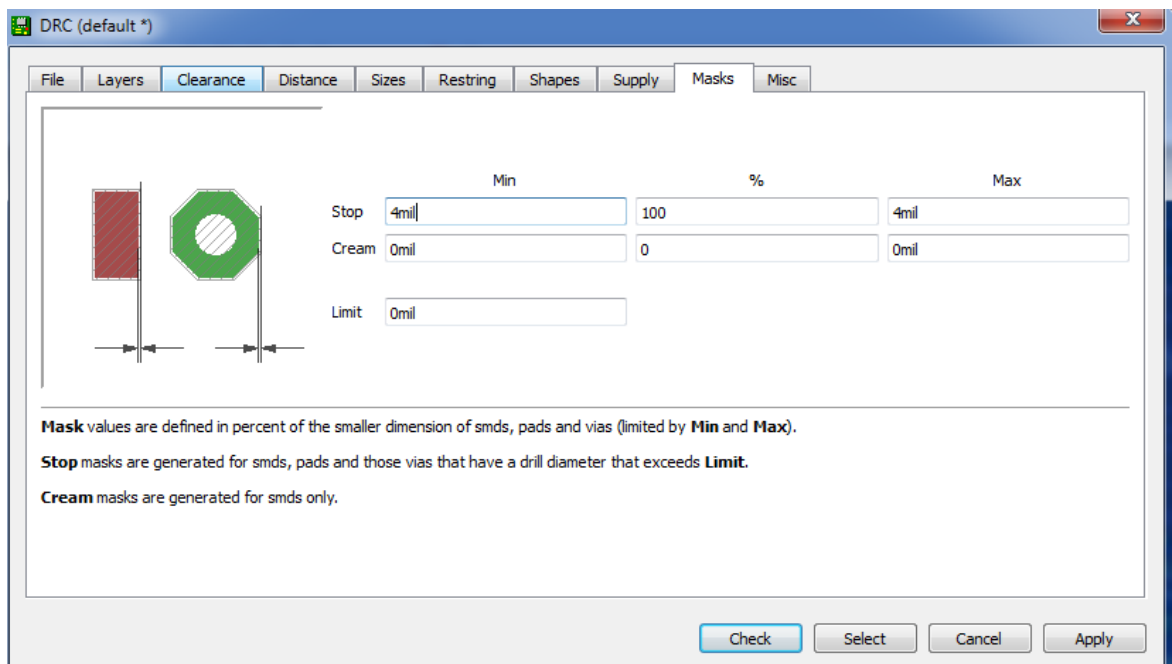


Εικόνα 3.6: Ρύθμιση σχήματος pads και smds.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

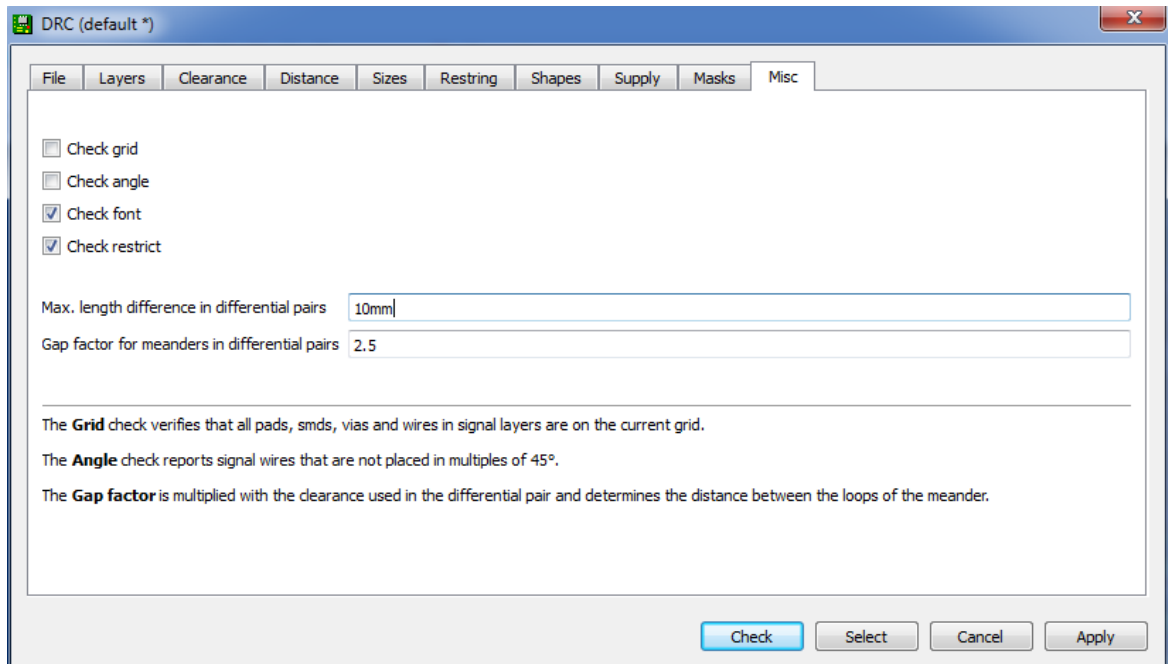


Εικόνα 3.7: Ρύθμιση πάχους για το thermal isolation όταν χρησιμοποιούμε πολύ μεγάλες νησίδες γειώσεως ιδιαίτερα απαραίτητο κατά την διαδικασία συγκόλλησης.

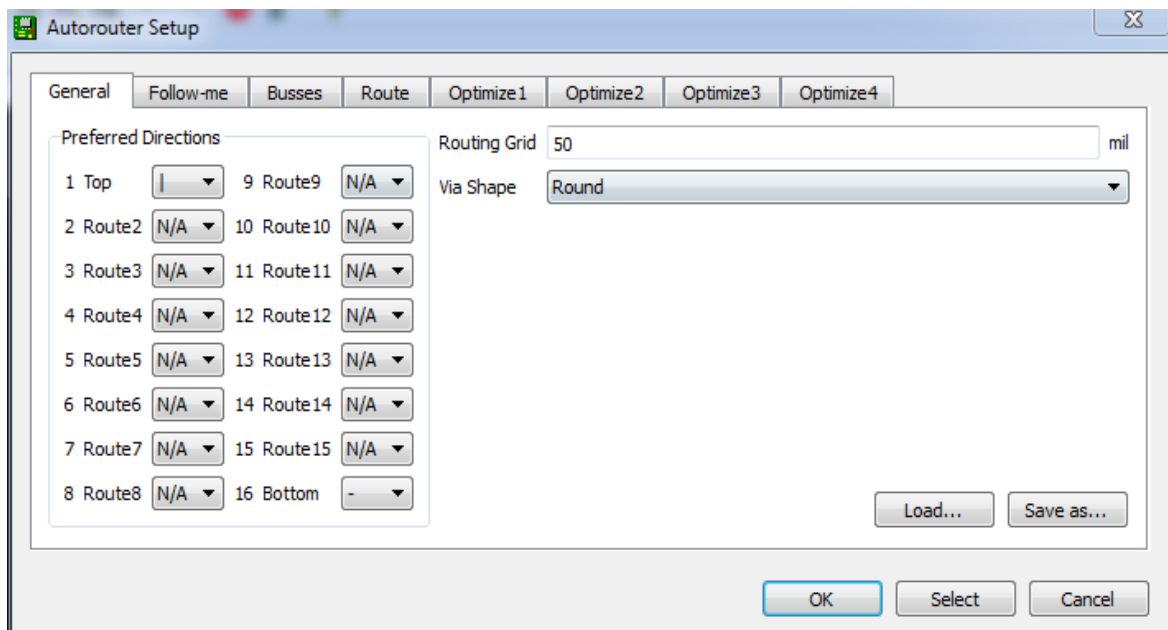


Εικόνα 3.8: Ρύθμιση των τιμών της μάσκας των εξαρτημάτων.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

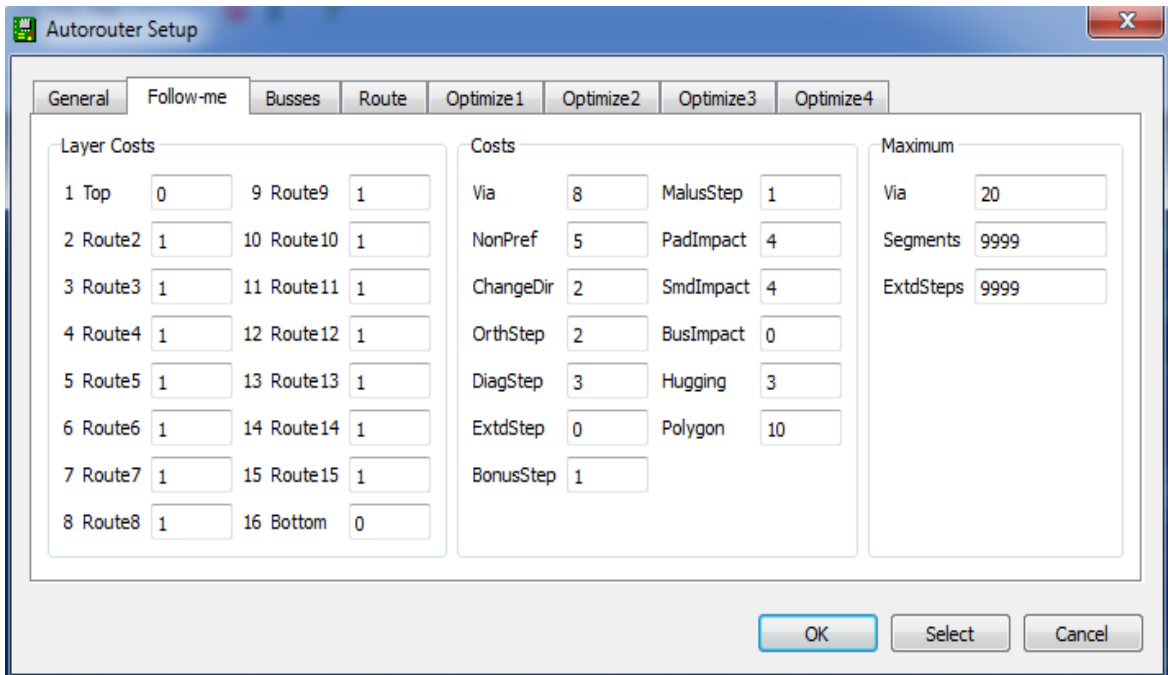


Εικόνα 3.9: Ρύθμιση του μεγέθους πλέγματος για την τοποθέτηση των εξαρτημάτων.

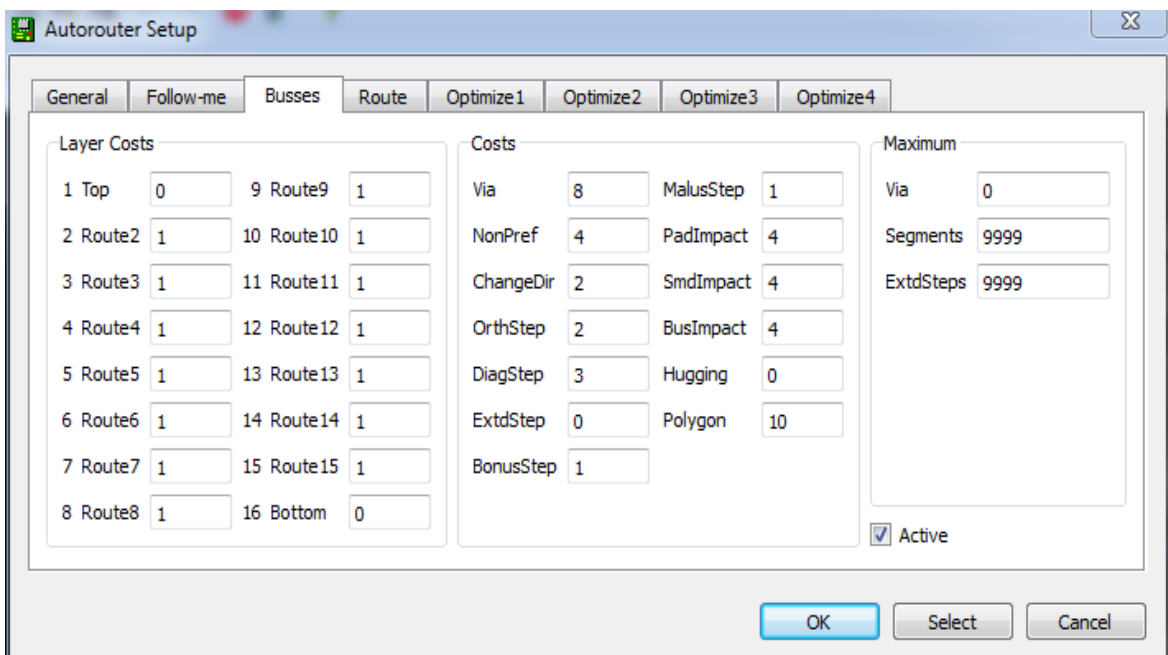


Εικόνα 3.10: Επιλογή ενεργών επιπέδων.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

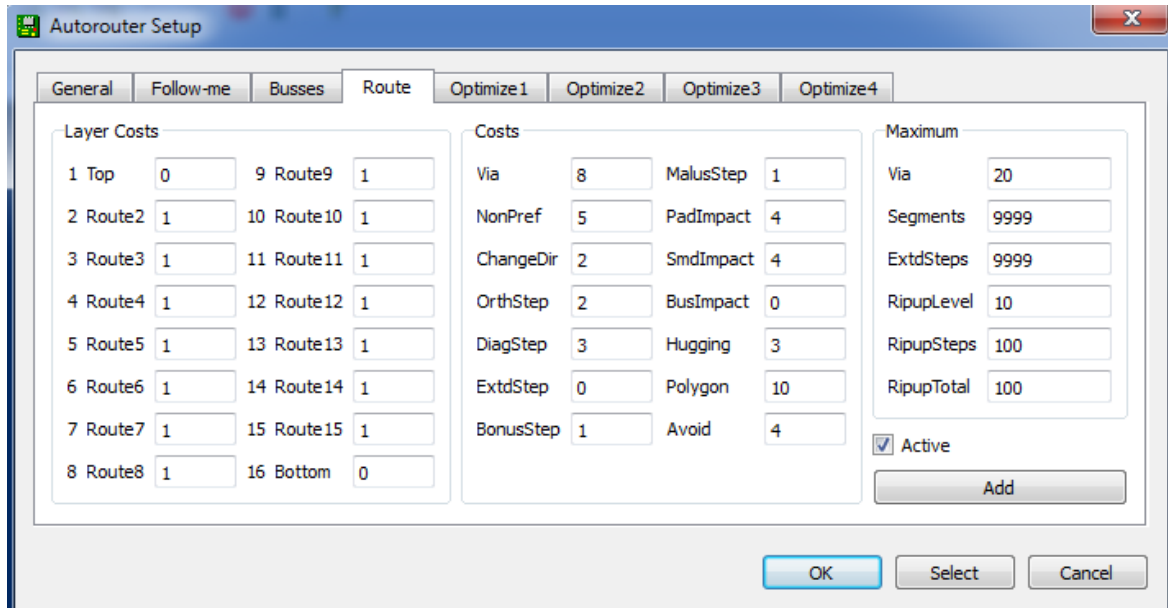


Εικόνα 3.11: Επιλογές Autoroute.

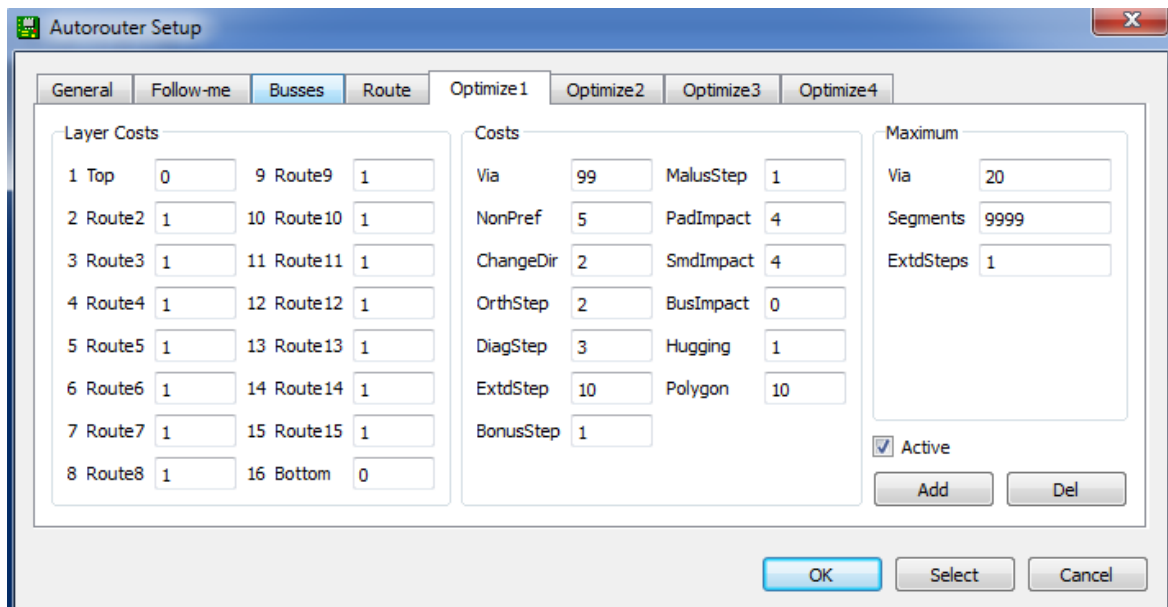


Εικόνα 3.11: Επιλογές Autoroute.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)



Εικόνα 3.11: Επιλογές Autoroute.



Εικόνα 3.11: Επιλογές Autoroute.

3.1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΑΧΟΣ ΑΓΩΓΩΝ

AMPERE	ΠΑΧΟΣ ΑΓΩΓΩΝ(mm)
1	0.25
2	0.76
3	1.27
4	2.03
5	2.79
6	3.81
7	4.57
8	5.59
9	6.60
10	7.62

3.2 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ VOLTAGE ΜΕ BOARD

VOLTAGE	BOARD (mm)
0-50	0.13
51-100	0.13
101-150	0.40
151-250	0.40
251-500	0.75
>500	0.00305mm/V

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΥΠΩΜΕΝΕΣ ΠΛΑΚΕΤΕΣ (PCB)

4.1 Ορισμός

Μία πλακέτα τυπωμένου κυκλώματος (Printed Circuit Board PCB ή Printed Wiring Board PWB ή Perforated Circuit Board) στην πιο απλή της μορφή είναι μία λεπτή πλακέτα από μονωτικό υλικό που περιλαμβάνει τα εξαρτήματα του κυκλώματος και τους αγωγούς για την σύνδεση τους.

Οι ακροδέκτες των εξαρτημάτων είναι συνδεδεμένοι με τις νησίδες ή πίστες, οι οποίες είναι τμήματα της διαδρομής των αγωγών με αρκετό χώρο ώστε να πραγματοποιηθεί η κόλληση μεταξύ του εξαρτήματος και του αγωγού. Για να επιτυγχάνεται η στήριξη των εξαρτημάτων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο υπάρχουν δύο επιλογές, είτε να έχουν τρύπες και να διαπερνούν την πλακέτα (through-hole) ή το εξάρτημα να τοποθετείται και να γίνεται απευθείας η κόλλησή του στην πίστα (surface-mount).

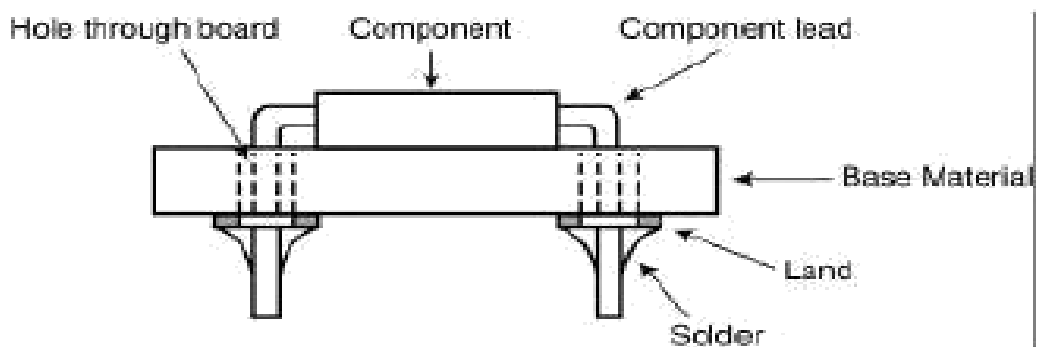
4.2 Ταξινόμηση PCB

Οι συνεχείς βελτιώσεις στην τεχνολογία κατασκευής PCB μας οδηγούν στο να υπάρχει μια ποικιλία στους τύπους PCB ανάλογα με την συμβατότητα με τα νέα σχέδια των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Οι διαφορετικές τεχνολογίες PCB έχουν σαν αποτέλεσμα να παρουσιάζονται αρκετές επικαλύψεις μεταξύ τους και κάνουν τον διαχωρισμό τους αρκετά δύσκολο. Με την λίστα που ακολουθεί προσπαθούμε να τοποθετήσουμε όλους τους τύπους PCB στις τρεις κύριες κατηγορίες παρακάτω:

- Τυπωμένη πλακέτα μονής ή απλής όψης (single-sided PCB)
- Τυπωμένη πλακέτα διπλής όψης (Double-sided PCB)
- Τυπωμένη πλακέτα πολλαπλών στρωμάτων (Multi-layer PCB)

Τυπωμένη πλακέτα μονής όψης (single-sided PCB)

Σε μία πλακέτα μονής όψης στις περισσότερες περιπτώσεις όλες οι αγώγιμες διαδρομές τοποθετούνται στην μια πλευρά ενώ τα εξαρτήματα στην άλλη. Υπάρχει όμως και η πιθανότητα τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα να βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τις διαδρομές ή και στις δύο πλευρές ανάλογα με την πολυπλοκότητα του σχεδίου.



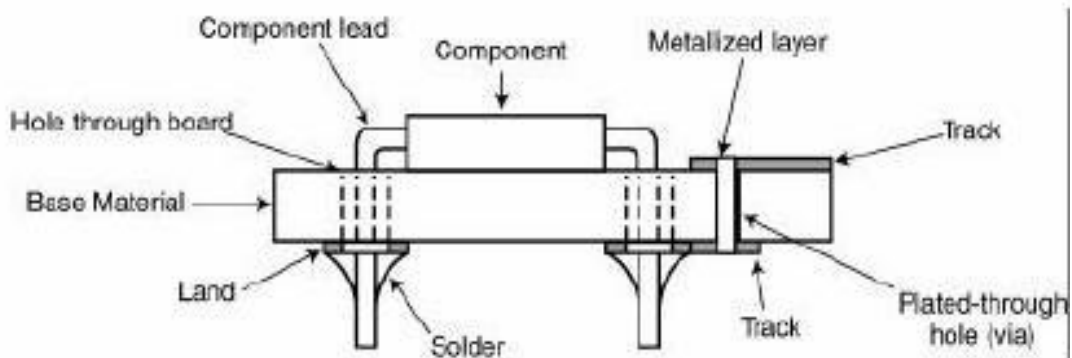
Σχήμα 1: Τυπωμένη πλακέτα μονής όψης (single-sided PCB)

Πηγή: http://www.electronics.teipir.gr/PersonalPages/papageorgas/download/2/shmeiwseis/pcb_fuse_translation_3.pdf

Τυπωμένη πλακέτα διπλής όψης (double-sided PCB)

Οι πλακέτες PCB της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούν αγώγιμες διαδρομές και στις δύο πλευρές της πλακέτας. Όπως και στην προηγούμενη κατηγορία τα εξαρτήματα μπορούν να τοποθετηθούν σε όποια πλευρά επιθυμούμε ή και στις δύο. Ο συνδυασμός αυτός έχει ως αποτέλεσμα να εξασφαλίζουμε μεγαλύτερη πυκνότητα εξαρτημάτων σχετικά με τα PCB μονής όψης. Οι συνδέσεις μεταξύ των διαδρομών των αγωγών στα δύο επίπεδα της πλακέτας επιτυγχάνεται με τις εξής διαφορετικές μεθόδους όπως, ακίδες μεταξύ των επιπέδων, καλώδια, τους ακροδέκτες των εξαρτημάτων και επιμεταλλωμένες τρύπες. Η τελευταία μέθοδος είναι και η πιο συνηθισμένη στις μέρες μας και η

υλοποίησή της γίνεται με την επικάλυψη του τοιχώματος της οπής με αγώγιμο υλικό. Οι επιμεταλλωμένες τρύπες οι οποίες χρησιμοποιούνται μόνο για την διασύνδεση αγώγιμων διαδρομών μεταξύ των δύο αντίθετων επιπέδων της πλακέτας είναι γνωστές σαν «περάσματα» (vias).

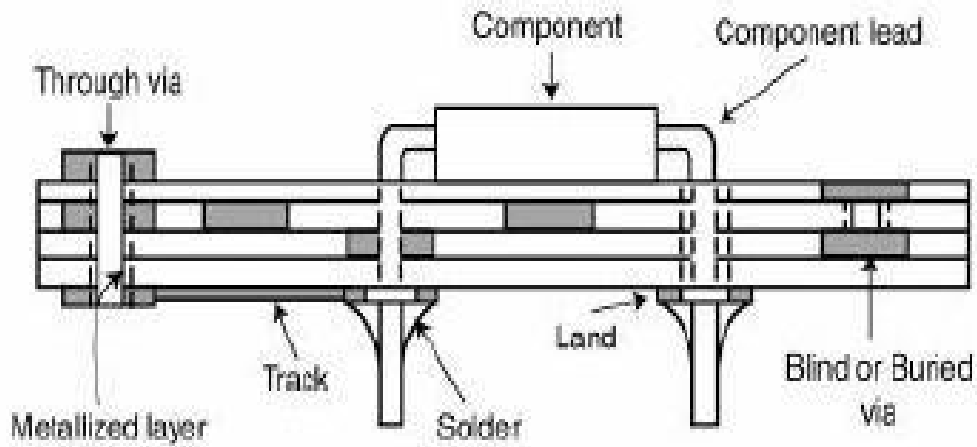


Σχήμα 2: Τυπωμένη πλακέτα διπλής όψης (double-sided PCB)

Πηγή: http://www.electronics.teipir.gr/PersonalPages/papageorgas/download/2/shmeiwseis/pcb_fuse_translation_3.pdf

Τυπωμένη πλακέτα κυκλωμάτων πολλαπλών επιπέδων (Multi-layer PCB)

Όπως φαίνεται και από την ονομασία οι πλακέτες αυτές έχουν πολλά επίπεδα με αγώγιμες διαδρομές, δύο από τις οποίες βρίσκονται στις επιφάνειες της πλακέτας. Τα άλλα επίπεδα βρίσκονται μεταξύ των δύο εξωτερικών επιπέδων και η κατασκευή τους επιτυγχάνεται με ένα αριθμό αγώγιμων διαδρομών που συνδυάζονται με μονωτικά επίπεδα. Οι συνδέσεις αυτών των αγώγιμων διαδρομών υλοποιείται με «περάσματα» μεταξύ των επιπέδων “through via” είτε με κρυφές διαδρομές «buried via». Η διαφορά τους είναι ότι ένα πέρασμα μεταξύ των επιπέδων απλά διαπερνά την πλακέτα ενώ ένα κρυφό πέρασμα συνδέει εσωτερικές αγώγιμες διαδρομές.



Σχήμα 3: Τυπωμένη πλακέτα κυκλωμάτων πολλαπλών επιπέδων (Multi-layer PCB)

Πηγή: http://www.electronics.teipir.gr/PersonalPages/papageorgas/download/2/s_hmeiwseis/pcb_fuse_translation_3.pdf

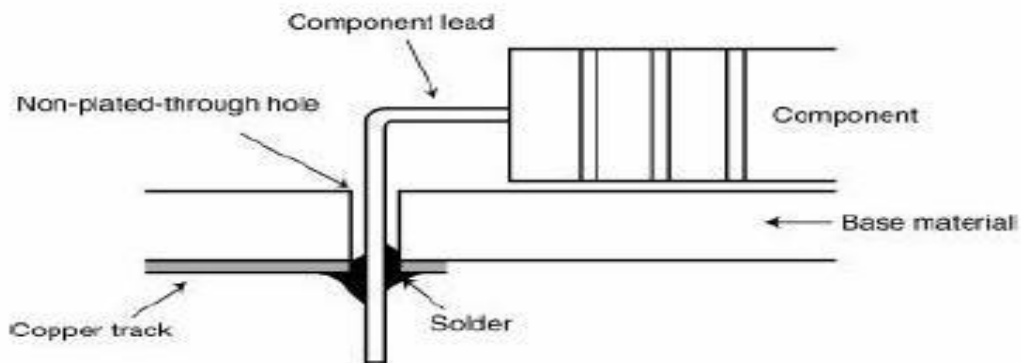
4.3 Παραλλαγές σχεδίασης PCBs

Οι παραλλαγές στην σχεδίαση των PCBs που ακολουθούν σύμφωνα με τα παραπάνω είναι οι ακόλουθες:

- Κυκλώματα με οπές μεταξύ των επιπέδων (Through-hole circuits)
- Κυκλώματα με εξαρτήματα επιφανειακής στήριξης (Surface mounted circuits)

Κυκλώματα με οπές μεταξύ των επιπέδων (Through-hole circuits)

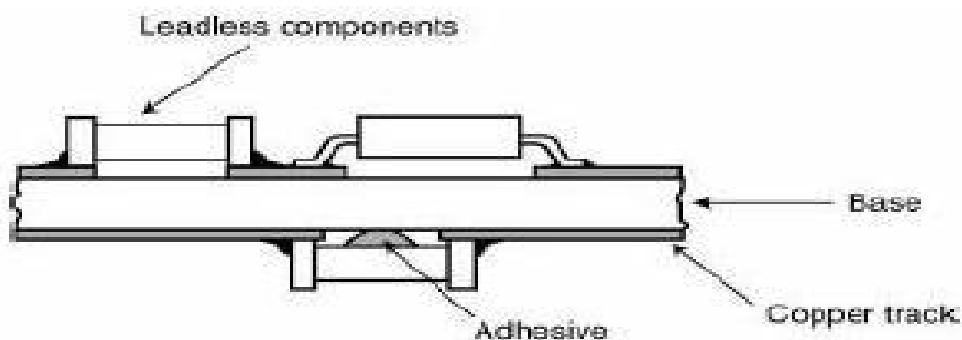
Τα εξαρτήματα αυτού του τύπου έχουν ακροδέκτες οι οποίοι τοποθετούνται σε οπές στο PCB, γι'αυτό και χρησιμοποιείται ο όρος "τεχνολογία οπών μεταξύ των επιπέδων". Η αγωγιμότητα εξασφαλίζεται με την κόλληση των ακροδεκτών στα δύο επίπεδα της πλακέτας.



Σχήμα 4:Through-hole Technology

Τεχνολογία επιφανειακής στήριξης (Surface Mount Technology-SMT)

Η τεχνολογία επιφανειακής στήριξης είναι στην ουσία μια τυπωμένη πλακέτα κυκλωμάτων που πάνω της στηρίζονται τα εξαρτήματα όπως στην TH με την διαφορά ότι σ' αυτή την τεχνολογία οι ακροδέκτες δεν διαπερνούν την πλακέτα αφού στα εξαρτήματα αυτού του τύπου δεν υπάρχουν ακροδέκτες με ακίδες. Τα εξαρτήματα τοποθετούνται έτσι ώστε οι ακροδέκτες να κολλούνται στις αντίστοιχες αγώγιμες νησίδες.



Σχήμα 5:Surface Mount Technology

Πηγή:http://www.electronics.teipir.gr/PersonalPages/papageorgas/download/2/s_hmeiwseis/pcb_fuse_translation_3.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Γνωριμία με OrCad PSpice

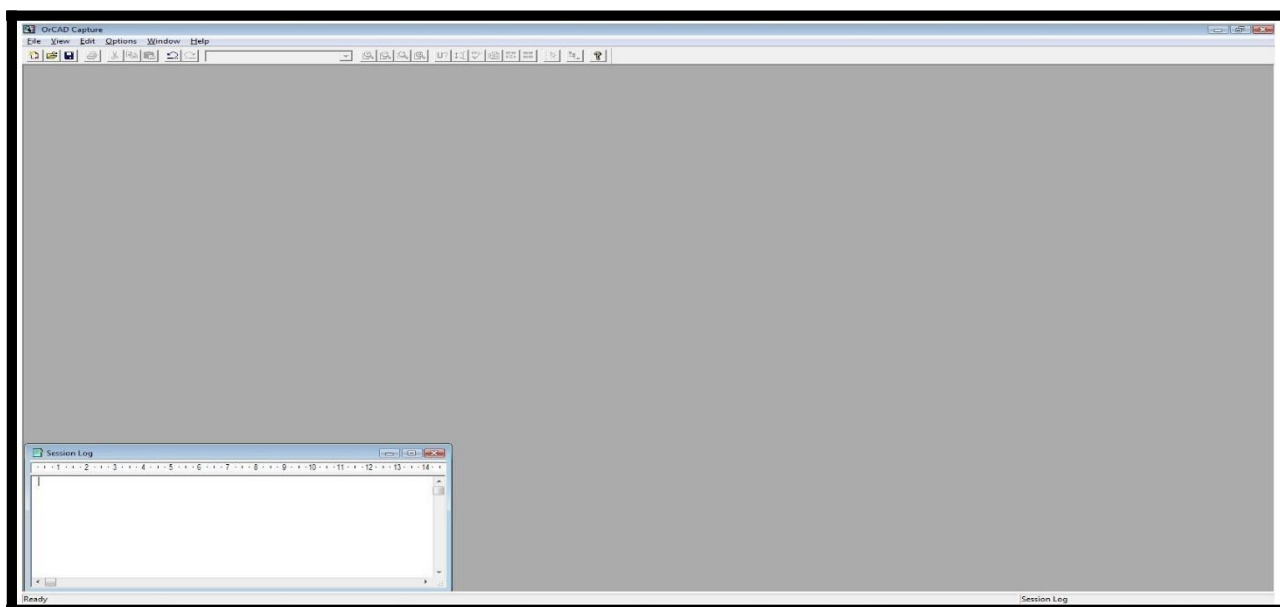
Τι είναι το ORCAD-PSPICE lite edition και γιατί χρησιμοποιείται ευρέως

Το Orcad-PSpice είναι ένα ευρέως διαδεδομένο και διεθνώς αποδεκτό πρόγραμμα, το οποίο χρησιμοποιείται για την Προσομοίωση της συμπεριφοράς των κυκλωμάτων σε επίπεδο μοντέλων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ανάλυση πολύπλοκων κυκλωμάτων σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, οδηγώντας σε αποτελέσματα πολύ ακριβή, πάντα μέσα στα πλαίσια των προσεγγίσεων. Από τη στιγμή που ο σχεδιασμός ενός κυκλώματος έχει γίνει σε πρώτη προσπάθεια με κλασσικές διαδικασίες, η επαλήθευση της λειτουργίας του κυκλώματος, μπορεί να γίνει με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, μέσω του προγράμματος ανάλυσης PSpice. Επαναληπτικές τροποποιήσεις και αναλύσεις του κυκλώματος μπορεί να οδηγήσουν γρήγορα και εύκολα στον τελικό σχεδιασμό. Έτσι πραγματοποιείται ο σχεδιασμός κυκλωμάτων, μέσω προγραμμάτων ανάλυσης.

Η εξοικείωση με τα προγράμματα ανάλυσης κυκλωμάτων, συμπεριλαμβανομένου και του προγράμματος PSpice, δημιουργεί την αυτοπεποίθηση για τη μελέτη πολύπλοκων κυκλωμάτων και συστημάτων. Ταυτόχρονα παρέχει τη βεβαιότητα ότι, τα αποτελέσματα Προσομοίωσης των κυκλωμάτων θα βρίσκονται κοντά στα προσδοκώμενα αποτελέσματα στην πράξη. Ένας επιπλέον λόγος που συνηγορεί στο σχεδιασμό κυκλωμάτων με τη χρήση προγραμμάτων ανάλυσης είναι, ότι ο σχεδιασμός στον πάγκο δεν παρέχει στο χρήστη τα διαθέσιμα στοιχεία ως διακριτά, με αποτέλεσμα στη σημερινή εποχή να είναι αδιανόητο να προχωρήσει κανείς στο σχεδιασμό ηλεκτρονικών κυκλωμάτων χωρίς τη χρήση υπολογιστών.

Έτσι λοιπόν το Orcad PSpice Lite Edition, αλλά και κάθε έκδοση του προγράμματος Spice, έχει ως σκοπό την Προσομοίωση κυκλωμάτων για μη γραμμικές dc, μη γραμμικές transient και γραμμικές ac αναλύσεις. Τα κυκλώματα μπορεί να περιλαμβάνουν αντιστάσεις, πυκνωτές, πηνία, αμοιβαίους επαγωγείς, ανεξάρτητες και εξαρτημένες πηγές ρεύματος και τάσεως, όπως επίσης και ημιαγωγά στοιχεία, λόγω χάρη διόδους και τρανζίστορ.

Περιβάλλον Εργασίας (Graphical User Interface)



Κατόπιν της εκκίνησης του προγράμματος (Capture.exe) εισερχόμαστε στο περιβάλλον αυτού. Για την ακρίβεια πρόκειται για ένα περιβάλλον εισαγωγής στο οποίο δεν είναι άμεσα δυνατή οποιαδήποτε ενέργεια – λειτουργία έχει σχέση με την Προσομοίωση κυκλωμάτων. Σε αυτό το στάδιο είναι εφικτή μόνο η διεξαγωγή ρυθμίσεων που αφορούν το περιβάλλον εργασίας (ρυθμίσεις διαστάσεων της

σελίδας σχεδίασης, χρωματικών επιλογών, γραμματοσειρών, επιλογών εστίασης, κτλ.), η εκκίνηση νέων ή η το άνοιγμα παλαιών εργασιών (projects), η εκτύπωση (και οι ρυθμίσεις αυτής) φύλλων εργασιών κτλ. Αυτό αποδίδεται στην εικόνα που ακολουθεί:

Τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν το εισαγωγικό περιβάλλον του προγράμματος όπως φαίνεται και από την παραπάνω εικόνα είναι ένα **menu επιλογών**, κάποια button συντόμευσης (**γραμμή εργαλείων - toolbar**), τη **γραμμή κατάστασης (status bar)**, και ένα επιπλέον πλαίσιο διαλόγου (**Session Log**), το οποίο και αποτελεί το τρέχον ημερολόγιο του προγράμματος.

Menu Επιλογών

Από το menu επιλογών διεξάγονται όλες οι λειτουργίες και οι ρυθμίσεις του προγράμματος είτε αυτές σχετίζονται είτε με την διαχείριση και την προσπέλαση των αρχείων ενός project, είτε με τον καθορισμό κάποιων χαρακτηριστικών του προγράμματος, είτε τέλος, με τις διάφορες διαδικασίες Προσομοίωσης και προβολής των αποτελεσμάτων. Αποτελεί δηλαδή τον κύριο και βασικό τρόπο χειρισμού του προγράμματος από το χρήστη.

Συγκεκριμένα, κατά την εκκίνηση του προγράμματος, παρατηρούμε την ύπαρξη των πεδίων: **File, View, Edit, Options, Window** και **Help**. Υπάρχουν και άλλα πεδία τα οποία δεν εμφανίζονται στην παρούσα φάση. Αυτά κυρίως περιέχουν τις επιλογές σχεδίασης και Προσομοίωσης οι οποίες αποκτούν ενδιαφέρον στη συνέχεια. Τα κυριότερα από αυτά τα πεδία περιγράφονται παρακάτω:

- **File**

Το πεδίο αυτό σχετίζεται με μια σειρά υπό-επιλογών που αφορούν τη διαχείριση και την προσπέλαση των αρχείων Προσομοίωσης. Με την υπό-επιλογή “Import” είναι δυνατή η εισαγωγή δεδομένων για Προσομοίωση υπό μορφή σχηματικού διαγράμματος από συμβατά προγράμματα. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη κατάλληλου output file από το έτερο πρόγραμμα.

- **Edit**

Σε αυτό το πεδίο, γενικά, είναι δυνατή η επεξεργασία των διαφόρων τμημάτων και προ-επιλεγμένων αντικειμένων του project. Πρέπει επίσης να επισημανθεί το γεγονός ότι μέσω της επιλογής PSpice Stimulus καθίσταται δυνατή η ρύθμιση των ιδιοτήτων των AC Stimulus πηγών κατά τη διαδικασία δημιουργίας σχηματικού διαγράμματος στο αντίστοιχο παράθυρο (Schematic Editor).

- **View**

Σε αυτό το πεδίο διεξάγονται οι ρυθμίσεις προβολής του περιβάλλοντος εργασίας. Κατά την εκκίνηση του προγράμματος είναι δυνατή μόνο η ρύθμιση εμφάνισης/απόκρυψης της γραμμής εργαλείων (toolbar). Από το πεδίο αυτό επίσης, παρέχονται επιλογές για την προβολή των διαφόρων αποτελεσμάτων Προσομοίωσης καθώς και των output files.

- **Options**

Το πεδίο αυτό αφορά τις διάφορες ρυθμίσεις και επιλογές που σχετίζονται είτε με το περιβάλλον εργασίας, είτε με κάποιο προ-επιλεγμένο αντικείμενο.

- **Window**

Το πεδίο αυτό περιέχει ρυθμίσεις που κατά κανόνα αφορούν την προβολή των διαφόρων παραθύρων του προγράμματος. Μια ολοκληρωμένη διαδικασία Προσομοίωσης περιλαμβάνει πολλά στάδια εργασίας και επεξεργασίας αποτελεσμάτων. Ξεκινώντας από τη δημιουργία του σχηματικού διαγράμματος και τη δημιουργία αρχείου Bias Point, μέχρι την AC Transient και Sweep Ανάλυση.

- **Tools**

Σε αυτό το πεδίο περιέχονται χρήσιμες λειτουργίες του συστήματος. Με την επιλογή Bill of Materials δημιουργείται αυτόματα από το πρόγραμμα η λίστα των υλικών που απαιτούνται για την υλοποίηση της σχεδίασης. Με την επιλογή Create Netlist δημιουργείται το κατάλληλο αρχείο διασύνδεσης των πληροφοριών του σχηματικού διαγράμματος (Capture) με το συμβατό πακέτο σχεδίασης τυπωμένων κυκλωμάτων (OrCAD Layout) ή άλλα συμβατά πακέτα δημιουργίας PCB, ενώ με την επιλογή Design Rules Check ελέγχεται η ορθότητα της σχεδίασης.

- **Pspice**

Στο παρών πεδίο διεξάγονται οι ρυθμίσεις, η εκτέλεση και η προβολή των αποτελεσμάτων μιας Προσομοίωσης. Επίσης με την επιλογή “Create Netlist” δημιουργείται το κατάλληλο αρχείο διασύνδεσης των πληροφοριών του σχηματικού διαγράμματος (Capture) με το συμβατό πακέτο σχεδίασης τυπωμένων κυκλωμάτων (OrCAD Layout) ενώ με την επιλογή “View Netlist” είναι δυνατή η προβολή του αρχείου αυτού.

- **Place**

Το πεδίο αυτό εμφανίζεται μόνο στο σχηματικό συντάκτη (Schematic Editor) και περιέχει τις επιλογές των στοιχείων για τη δημιουργία του σχηματικού διαγράμματος. Μέσω αυτών καθίσταται δυνατή η τοποθέτηση των διαφόρων εξαρτημάτων - στοιχείων και η καλωδίωση τους στο σχηματικό διάγραμμα.

- **Simulation**

Το πεδίο αυτό εμφανίζεται μόνο στα παράθυρα απεικόνισης των αποτελεσμάτων Προσομοίωσης. Από εδώ είναι εφικτές οι βασικές επιλογές και λειτουργίες της Προσομοίωσης. Μέσω κατάλληλων ρυθμίσεων είναι δυνατή η επιλογή του τύπου της Προσομοίωσης, η επιλογή του χρονικού διαστήματος καθώς και λειτουργίες ελέγχου όπως η εκτέλεση, η παύση και η διακοπή αυτής.

- **Trace**

Το πεδίο αυτό εμφανίζεται μόνο στα παράθυρα απεικόνισης των αποτελεσμάτων Προσομοίωσης. Από εδώ καθίσταται δυνατή η επιλογή των διαφόρων προς απεικόνιση μεγεθών - στοιχείων (τάσεις, ρεύματα) όπως και η ενεργοποίηση cursor για την εύκολη και ακριβή προβολή των τιμών στα διάφορα σημεία των κυματομορφών.

Επίσης παρέχεται η δυνατότητα προβολής - μετασχηματισμού των αποτελεσμάτων από το πεδίο του χρόνου στο πεδίο της συχνότητας (Fourier) και αντίστροφα.

- **Plot**

Το πεδίο αυτό ενεργοποιείται μόνο στα παράθυρα απεικόνισης των αποτελεσμάτων Προσομοίωσης(OrCAD PSpice A/D). Μέσω των επιλογών του είναι δυνατή η κατ' επιλογή γραφική απεικόνιση παραστάσεων με επιλεγμένες εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές ($y=F(x)$). Με άλλα λόγια είναι εφικτή η επιλογή των μεγεθών στους άξονες X και Y. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για περιπτώσεις όπου απαιτείται η απεικόνιση του σήματος εξόδου συναρτήσει του σήματος εισόδου όπως συμβαίνει για τις περιπτώσεις ελέγχου της γραμμικότητας των κυκλωμάτων. Επίσης, από την επιλογή αυτή είναι δυνατή η ρύθμιση της κλίμακας των αξόνων όπως και η προσθήκη ετικετών, γραμμών και γραφικών σχεδίων επί της γραφικής απεικόνισης των αποτελεσμάτων.

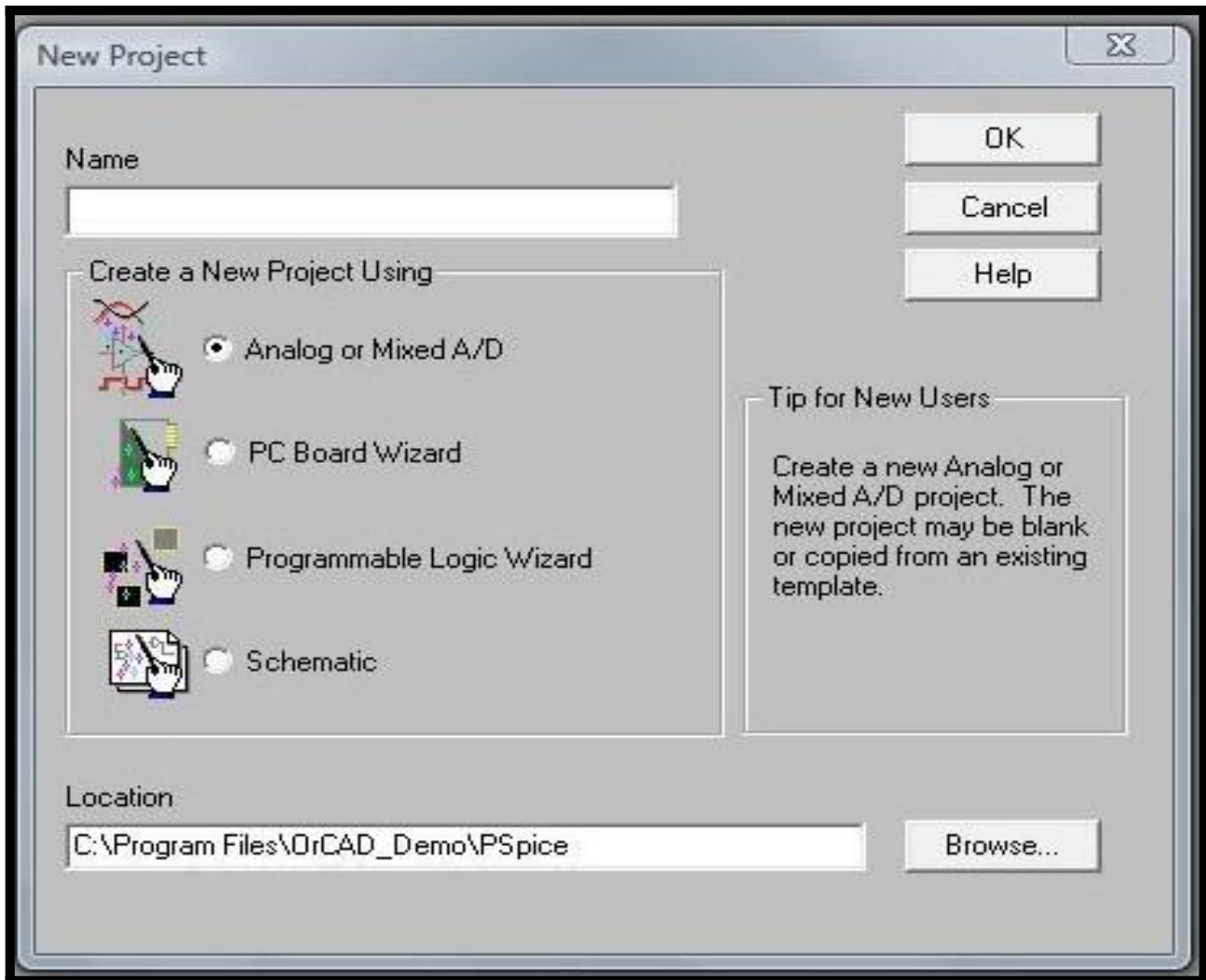
- **Help**

Το πεδίο αυτό αφορά τη χρήση βοήθειας σχετικά με τη λειτουργία και τις πιθανές παραμέτρους του προγράμματος. Η επιλογή αυτή αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στοιχείο, καθώς απευθύνεται σε όλους τους χρήστες (αρχάριους και μη) ανάλογα με το είδος και τη φυσιολογία του προβλήματος που συνάντησαν.

Γραμμή Εργαλείων (toolbar)

Η γραμμή Εργαλείων (Toolbar) στην ουσία απαρτίζεται από button που αποτελούν τις συντομεύσεις των πιο κοινών λειτουργιών του προγράμματος. Ο σκοπός της γραμμής εργαλείων (Toolbar) είναι να διευκολύνει και μόνο το χρήστη καθώς κάθε πιθανή λειτουργία που περιέχεται στη γραμμή εργαλείων.

Δημιουργία Εργασίας-Project



Σχήμα 6: Παράθυρο εισαγωγής ονόματος της εργασίας καθώς και του χώρου αποθήκευσης αυτής ζητείται στο χρήστη να δώσει ένα όνομα στο σχηματικό καθώς και το μονοπάτι αποθήκευσης.

Προκειμένου να γίνει χρήση του προγράμματος (και των δυνατοτήτων που αυτό παρέχει) για την Προσομοίωση κάποιου ηλεκτρικού ή ηλεκτρονικού κυκλώματος απαιτείται η δημιουργία ενός νέου project στο πρόγραμμα. Ως project ουσιαστικά ορίζεται το σύνολο των αρχείων που φέρουν το ίδιο όνομα (το όνομα που έχει προσδώσει ο χρήστης στο project) και περιέχουν τις διάφορες σχεδιαστικές πληροφορίες του συγκεκριμένου ηλεκτρικού – ηλεκτρονικού κυκλώματος ή ακόμα και τα αποτελέσματα Προσομοίωσης αν αυτή έχει ήδη πραγματοποιηθεί. Δηλαδή, τα αρχεία του σχηματικού διαγράμματος, τα αρχεία Προσομοίωσης κτλ. ενός κυκλώματος απαρτίζουν ένα project.

Το πλήθος των αρχείων αυτών δεν είναι συγκεκριμένο αλλά μπορεί να μεταβάλλεται από project σε project ανάλογα με το μέγεθος (αριθμό) και το είδος των αναλύσεων – Προσομοιώσεων που έχουν διεξαχθεί. Για την δημιουργία ενός νέου project στο πρόγραμμα (PSpice 9.1 - Student Version) επιλέγουμε διαδοχικά:

File → New → Project

Στη συνέχεια εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου (New Project). Σε αυτό είναι ορατή η δυνατότητα δημιουργίας project μέσω των επιλογών: **Analog or Mixed A/D**, **PC Board Wizard**, **Programmable Logic Wizard** και **Schematic**. Κάθε επιλογή αποσκοπεί σε συγκεκριμένη χρήση των δυνατοτήτων του προγράμματος ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Έτσι έχουμε:

- **Analog or Mixed A/D**

Η επιλογή αυτή αποσκοπεί σε χρήση του παραγόμενου σχηματικού διαγράμματος για Προσομοίωση αναλογικών ή υβριδικών (ψηφιακών και αναλογικών) ηλεκτρονικών διατάξεων. Για το σκοπό αυτό, εκτός από τα στοιχεία των σχηματικών σχεδίων των βιβλιοθηκών του προγράμματος (OrCAD PSpice), γίνονται διαθέσιμα και δεδομένα που αφορούν την ηλεκτρική συμπεριφορά των εξαρτημάτων.

- **PC Board Wizard**

Με την επιλογή αυτή παρέχεται η δυνατότητα περαιτέρω αξιοποίησης του σχηματικού διαγράμματος για την δημιουργία μακετών τυπωμένων κυκλωμάτων (PCB - Printed Circuit Board). Αυτό ωστόσο είναι εφικτό μόνο με τη χρήση ενός κατάλληλου συμβατού προγράμματος, του “OrCAD Layout”. Οι πληροφορίες διασύνδεσης των εξαρτημάτων μεταφέρονται από το σχηματικό διάγραμμα (Capture) στο πρόγραμμα “OrCAD Layout” με τη βοήθεια ενός ειδικού αρχείου (netlist), όπου σε συνδυασμό με τα “footprints” των διαφόρων εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται για να αποδώσουν τη μακέτα του τυπωμένου κυκλώματος (PCB).

- **Programmable Logic Wizard**

Με την επιλογή αυτή παρέχεται η δυνατότητα σχεδίασης και υλοποίησης διατάξεων που περιέχουν προγραμματιζόμενες λογικές διατάξεις (CPLD, FPGA). Αυτό όμως, προϋποθέτει και την συμπληρωματική χρήση ενός κατάλληλου συμβατού προγράμματος, του “OrCAD Express”.

- **Schematic**

Με την ενεργοποίηση της επιλογής αυτής καθίσταται δυνατή η δημιουργία μόνο σχηματικών διαγραμμάτων των κυκλωμάτων χωρίς καμία μετέπειτα δυνατότητα επεξεργασίας. Αυτό συμβαίνει γιατί έτσι γίνονται διαθέσιμα (φορτώνονται) στο πρόγραμμα μόνο τα δεδομένα των βιβλιοθηκών που σχετίζονται με τα σχηματικά σύμβολα των στοιχείων και όχι αυτά που περιέχουν την ηλεκτρική συμπεριφορά των χρησιμοποιούμενων εξαρτημάτων.

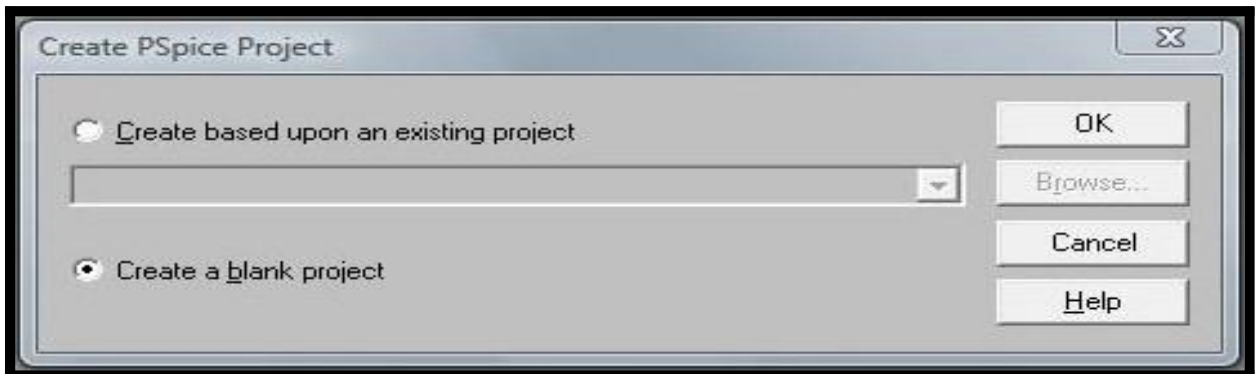
Κατά τη δημιουργία ενός νέου project (στο πλαίσιο διαλόγου “new project”), εκτός από το πεδίο που αφορά τις σχεδιαστικές επιλογές, εμφανίζονται και άλλα πεδία που αφορούν την καταχώρηση και αποθήκευση των δημιουργούμενων αρχείων. Έτσι, στο πεδίο “name” δίνουμε το όνομα του Project, ενώ στο πεδίο “Location” με τη βοήθεια του File Manager (πλήκτρο Browse) δίνουμε τον προορισμό “path” του φακέλου στον οποίο θα περιέχονται τα διάφορα αρχεία του εν λόγω project.

Κάνοντας κλικ στην επιλογή Analog or Mixed A/D και εν συνεχεία πατώντας OK εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 7, όπου εκεί επιλέγοντας την ένδειξη **Create a blank project** παρουσιάζεται το κεντρικό παράθυρο του Capture Cis (Σχήμα 8). Βέβαια το κεντρικό παράθυρο δύναται να παρουσιαστεί με απευθείας κlickάρισμα στην επιλογή **Schematic** του σχήματος 1. Όταν όμως πρόκειται το σχεδιαζόμενο κύκλωμα να χρησιμοποιηθεί για Προσομοίωση τότε επιλέγεται απαραίτητως η πρώτη διαδικασία.

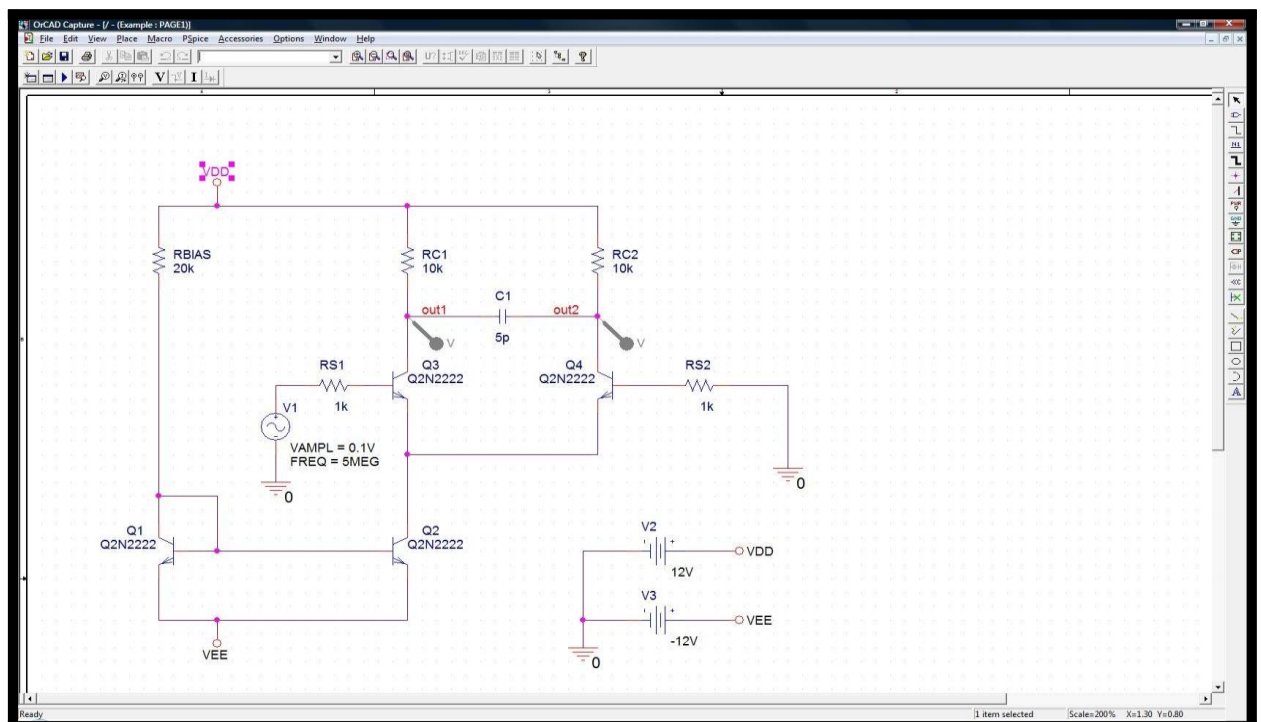
Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονίσουμε το γεγονός ότι δεν είναι δυνατή οποιαδήποτε μετέπειτα αλλαγή του προορισμού αποθήκευσης και ότι κάθε εκ' νέου μεταβολή των στοιχείων - δεδομένων των αρχείων του project (ή ακόμα και η προσθήκη νέων αρχείων ως αποτελέσματα περαιτέρω επεξεργασίας) θα γίνονται σε αυτόν τον προορισμό (path). (Η μόνη δυνατότητα μεταβολής του προορισμού αποθήκευσης ενός project είναι η

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

μεταφορά του συνόλου των αρχείων του σε άλλο προορισμό – φάκελο μέσα από το λειτουργικό σύστημα και εφ' όσον κανένα αρχείο του project αυτού δεν χρησιμοποιείται τη δεδομένη χρονική στιγμή από τον Η/Υ.)



Σχήμα 7: Create PSpice Project



Σχήμα 8: Κεντρικό παράθυρο του σχηματικού.

Δεξιά της οθόνης υπάρχει μία μπάρα όπου βρίσκονται όλες σχεδόν οι λειτουργίες του σχηματικού. Η μπάρα αυτή αποτελείται από συγκεκριμένα πλήκτρα, τα οποία φαίνονται καλύτερα στο σχήμα 9. Το πρώτο πλήκτρο είναι ένα βελάκι, το οποίο πρέπει να είναι πατημένο όταν ο χρήστης δουλεύει στον κεντρικό χώρο του σχηματικού. Όταν αυτός θελήσει να εισάγει στοιχείο του κυκλώματος πατάει το δεύτερο κουμπί. Τότε στο κέντρο της οθόνης εμφανίζεται ένα τετράγωνο όπως αυτό του σχήματος 5. Το τρίτο κατά σειρά πλήκτρο είναι για την καλωδίωση. Όταν είναι πατημένο μπορεί ο χρήστης να ενώσει με καλώδιο τα στοιχεία που ήδη έχει τοποθετήσει στο χώρο του σχηματικού.

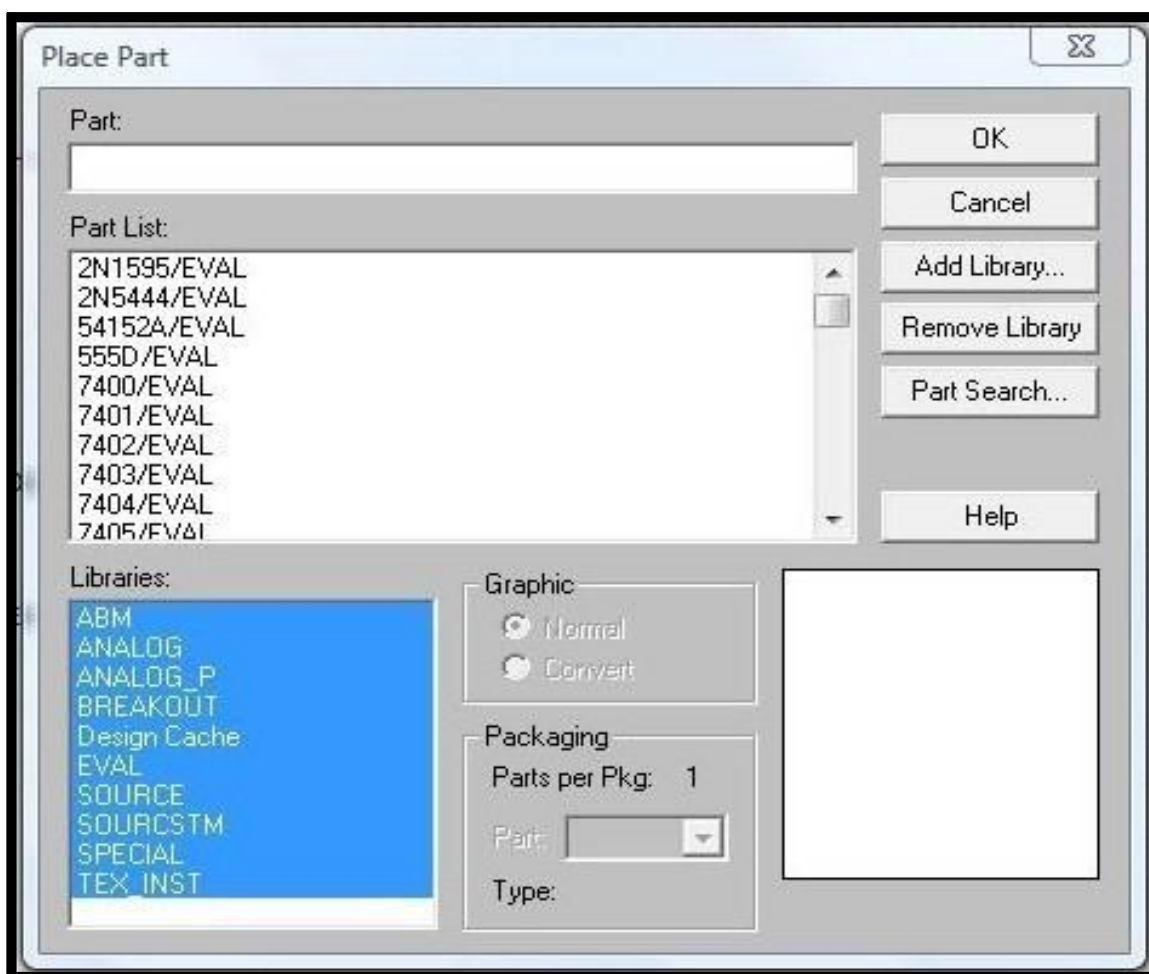
Με τα πλήκτρα PWR και GND γίνεται η δήλωση της ύπαρξης τροφοδοσίας και γείωσης. Τα έξι τελευταία πλήκτρα της δεξιάς αυτής μπάρας χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση σχημάτων και την εισαγωγή τίτλου (τελευταίο κουμπί).



Σχήμα 9: Δεξιά μπάρα του κεντρικού παραθύρου του Capture Cis.

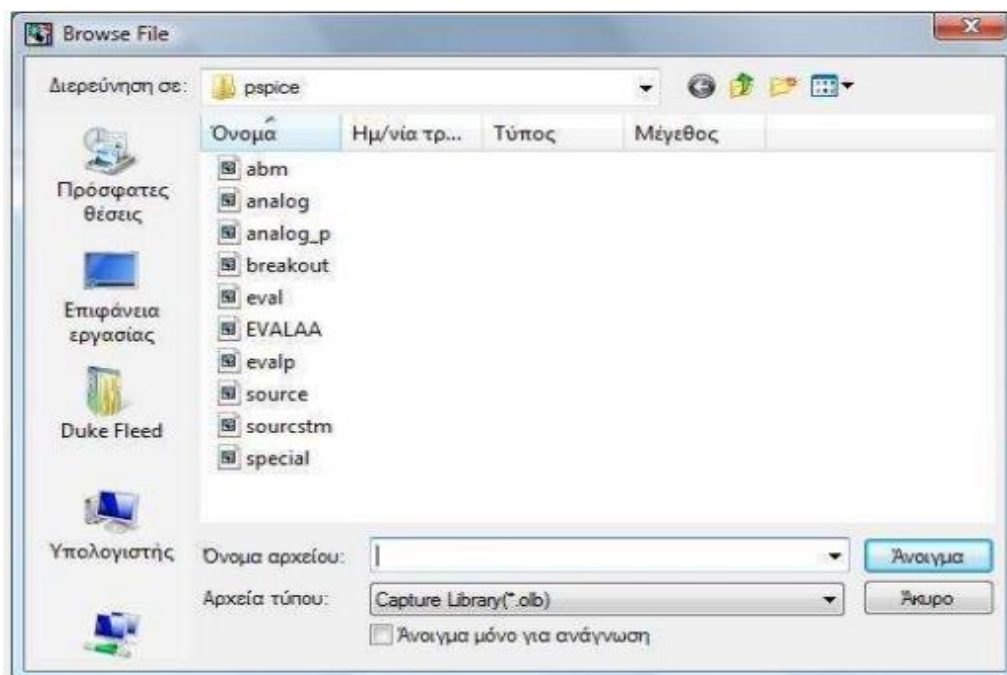
Επιλογή και εισαγωγή στοιχείου του κυκλώματος

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω με την επιλογή του δεύτερου πλήκτρου της δεξιάς μπάρας , εμφανίζεται στην οθόνη το παράθυρο του σχήματος 10.



Σχήμα 10: Εύρεση στοιχείου.

Στο χώρο αυτό εμφανίζονται τρία μικρότερα τετράγωνα. Στο κάτω αριστερά είναι η λίστα με τις υπάρχουσες βιβλιοθήκες. Με το πρώτο άνοιγμα του παραθύρου δεν υπάρχει καμία διαθέσιμη βιβλιοθήκη στο χρήστη, ενώ αυτές εμφανίζονται μέσω της επιλογής **Add Library** Εμφανίζεται το παράθυρο που απεικονίζεται στην Εικόνα από κάτω.

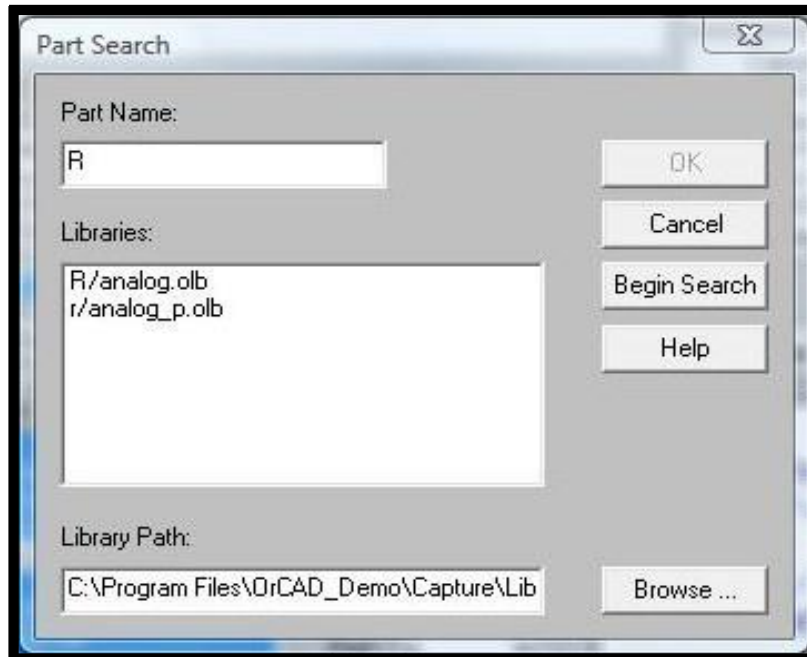


Με την ενεργοποίηση της ένδειξης **Remove Library** δίνεται η δυνατότητα μεταφοράς βιβλιοθηκών από το δεξί τετράγωνο του παραθύρου σε άλλο χώρο του προγράμματος.

Στο κεντρικό τετράγωνο υπάρχουν τα στοιχεία που περιέχει η βιβλιοθήκη που επέλεξε ο χρήστης, ενώ στο κάτω δεξιά τετράγωνο εμφανίζεται το αντίστοιχο σχηματικό κάθε στοιχείου. Με την εύρεση του επιθυμητού στοιχείου και επιλέγοντας την ένδειξη OK μεταφέρεται το στοιχείο στο σχηματικό.

Με το **Part Search** μπορεί ο χρήστης αν γνωρίζει τον κωδικό ενός στοιχείου να το αναζητήσει σε όλες τις διαθέσιμες βιβλιοθήκες του προγράμματος. Με το πάτημα του πλήκτρου εμφανίζεται στην οθόνη το παράθυρο του σχήματος 11. Στο πεδίο **Part Name** ζητείται από το χρήστη να εισάγει το κωδικό όνομα του στοιχείου που αναζητά. Η διαδικασία εύρεσης του στοιχείου ενεργοποιείται με την επιλογή **Begin Search**. Αν το στοιχείο είναι διαθέσιμο τότε κάτω από την ένδειξη **Libraries** παρουσιάζεται το όνομα της βιβλιοθήκης που το διαθέτει. Με διπλό δεξί κλικ πάνω στο όνομα της βιβλιοθήκης γίνεται αυτόματα η μεταφορά του στοιχείου στο χώρο του σχηματικού.

Τέλος με την επιλογή **Browse**, δίδεται η δυνατότητα αναζήτησης σε διαφορετικό χώρο στον υπολογιστή, όπου ενδεχομένως να υπάρχουν αποθηκευμένες βιβλιοθήκες.



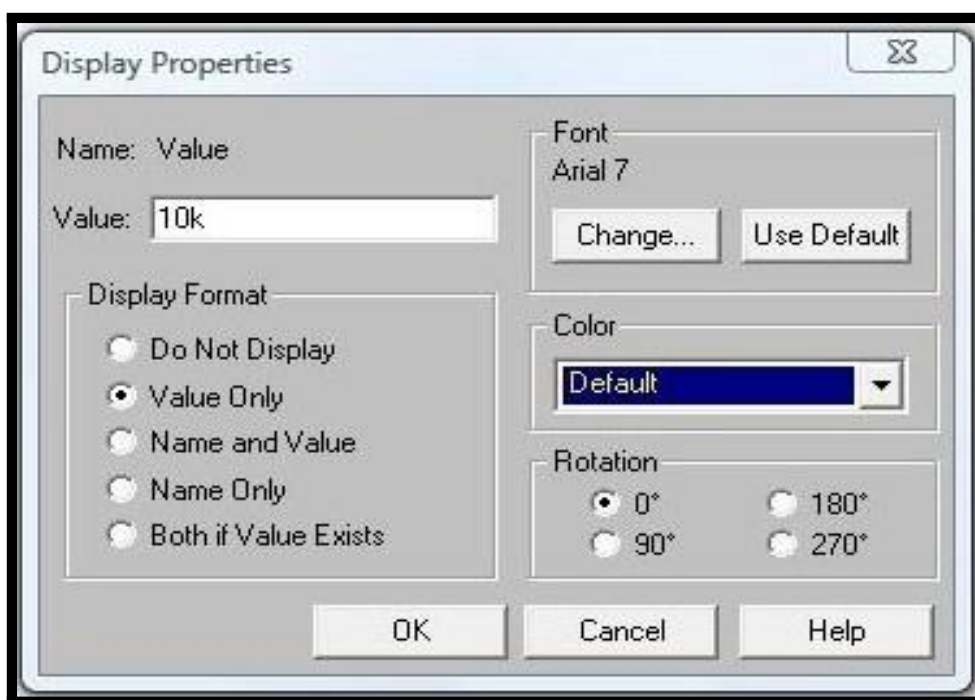
Σχήμα 11: Αναζήτηση στοιχείου μέσω του κωδικού ονόματός του.

Όλα τα εξαρτήματα που διαθέτει το OrCAD Capture είναι, οργανωμένα σε κατηγορίες, τις βιβλιοθήκες. Κάθε βιβλιοθήκη περιέχει εξαρτήματα συγκεκριμένου τύπου, κάθε ένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες προδιαγραφές, οι οποίες είναι απαραίτητες για να γίνει η σωστή προσομοίωση του εκάστοτε κυκλώματος.

Στοιχεία όπως πυκνωτές και αντιστάσεις εισέρχονται στο σχηματικό με προκαθορισμένες τιμές, π.χ οι αντιστάσεις εισέρχονται με τιμή 1ΚΩ, οι πυκνωτές με τιμή 1n κ.ο.κ. Για να αλλάξει ο χρήστης την τιμή αυτή, κάνει διπλό κλικ πάνω στην αρχική τιμή του στοιχείου, οπότε εμφανίζεται το κάτωθι παράθυρο (σχήμα 12). Κάνοντας κλικ στο βέλος που υπάρχει δεξιά της επιλογής **Default**, μπορεί ο χρήστης του προγράμματος να αλλάξει το χρώμα

της τιμής του στοιχείου. Ενώ με την ένδειξη **Change**, ο χρήστης ορίζει άλλη γραμματοσειρά και διαφορετικό μέγεθος, στην τιμή του στοιχείου.

Πρέπει να αναφερθεί ότι το ίδιο παράθυρο θα εμφανιστεί σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να αλλάξει τον κωδικό του στοιχείου, δηλαδή σε περίπτωση που επιδιώκει μια αντίσταση R1 να την μετονομάσει σε αντίσταση R5.

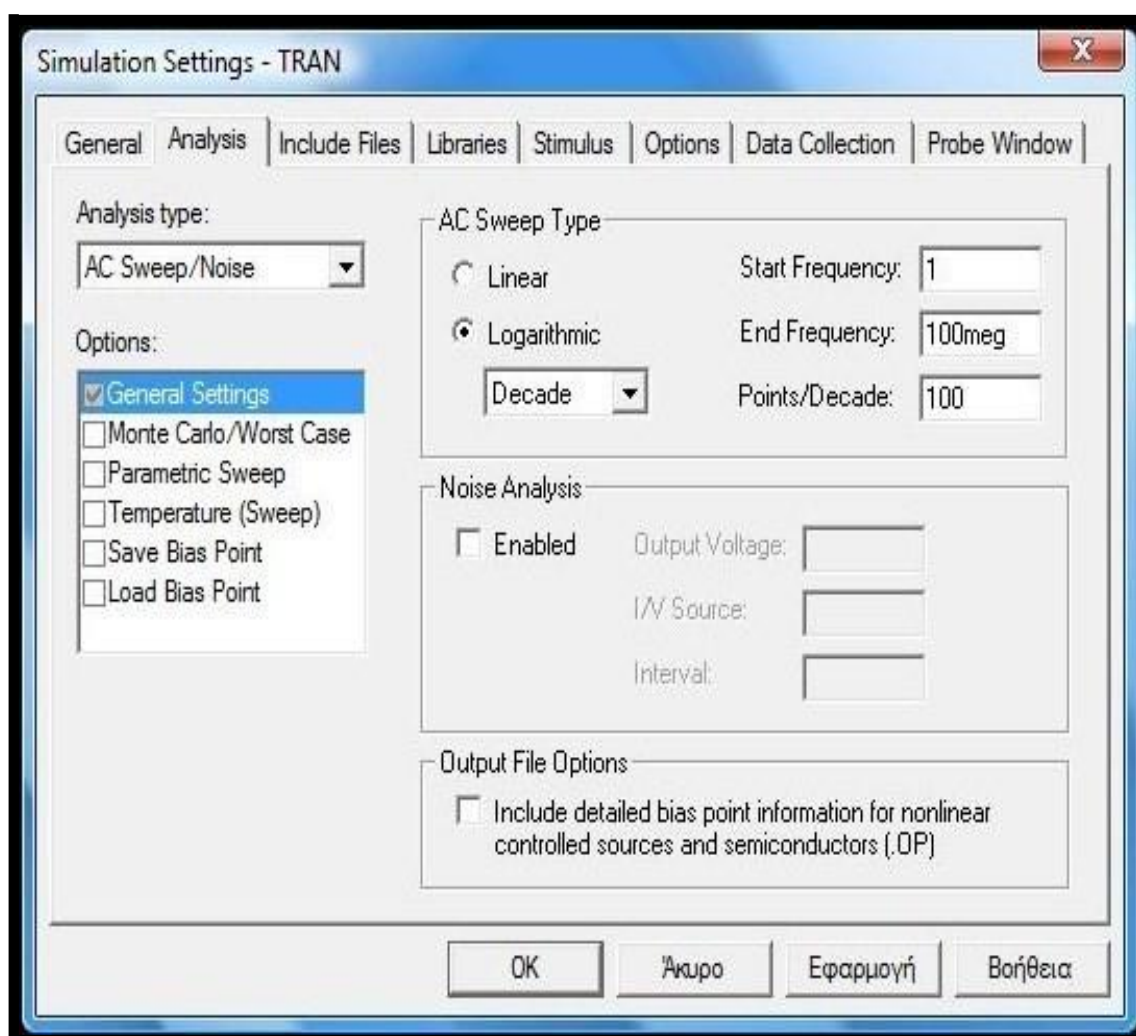


Σχήμα 12: Αλλαγή τιμών εξαρτήματος

Ορισμός ανάλυσης

Αφού ο χρήστης πραγματοποιήσει όλη την διαδικασία του προηγούμενου βήματος, είναι σε θέση τώρα να κάνει Προσομοίωση του κυκλώματος. Αυτό που επιβάλλεται να κάνει σε πρώτη φάση είναι να ορίσει τι είδους Προσομοίωση θέλει να πραγματοποιήσει. Έτσι από το κεντρικό μενού επιλέγει **PSpice** και εν συνεχεία **Edit Simulation Profile** και αυτόματα οδηγείται στο παράθυρο του σχήματος 13.

Είναι το παράθυρο που ο χρήστης θα ορίσει τον τύπο της ανάλυσης που επιθυμεί να πραγματοποιηθεί. Το παράθυρο αυτό βέβαια παρέχει και άλλες σημαντικές ρυθμίσεις,. Έτσι μέσω της επιλογής **Probe Window-> Last Plot**, δύναται ο χρήστης να κρατήσει προηγούμενες γραφικές παραστάσεις. Μετά από αυτή τη μικρή παρέμβαση θα γίνει επεξήγηση των δυνατοτήτων αυτού του παραθύρου γύρω από τους τύπους ανάλυσης που προσφέρει. Έτσι μέσα από την επιλογή **Analysis Type** προσφέρονται οι εξής επιλογές :



Σχήμα 13: Επιλογή τρόπου Προσομοίωσης

- **Bias Point**

όπου υπολογίζει τις τιμές των ρευμάτων, των τάσεων και της ισχύος σε όλους τους κόμβους και τα αποτελέσματα τα αποθηκεύει σε αρχείο. Η διαδικασία αυτή δεν ενεργοποιεί το κεντρικό παράθυρο Προσομοίωσης του PSpice.

- **Time Domain**

από όπου ο χρήστης μπορεί να πάρει γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων του χρόνου. Εδώ πρέπει να ορίσει τον χρόνο Προσομοίωσης, τη χρονική καθυστέρηση εκκίνησης του σήματος, όπως επίσης και το βήμα σάρωσης.

- **AC Analysis**

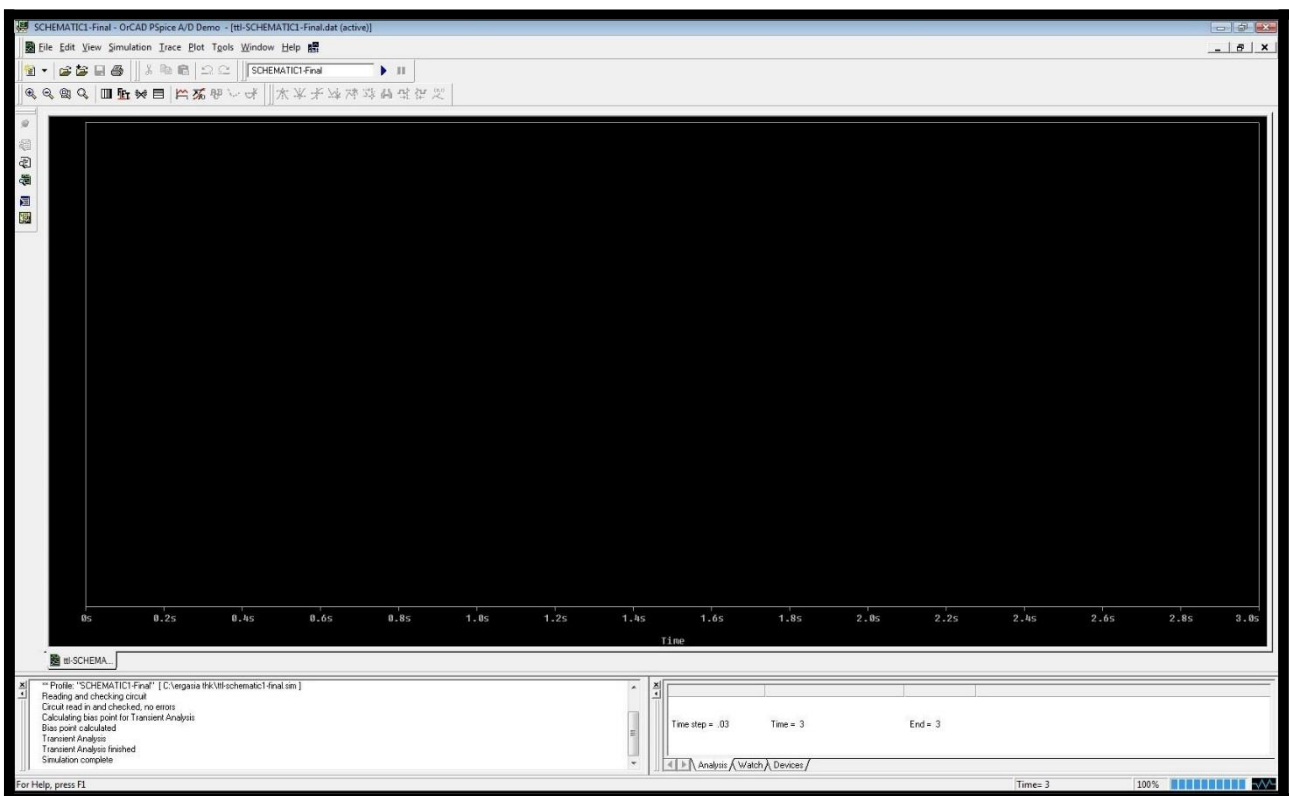
από όπου ο χρήστης μπορεί να πάρει γραφήματα σε συνάρτηση με τη συχνότητα. Για να πάρει το συγκεκριμένο γράφημα, πρέπει να ορίσει αρχική και τελική συχνότητα σάρωσης, όπως επίσης και το βήμα σάρωσης το οποίο θα είναι ορισμένο κατά οκτάδες ή κατά δεκάδες. Επίσης υπάρχει δυνατότητα ο άξονας της συνάρτησης να είναι σε γραμμική ή λογαριθμική μορφή. Η εισαγωγή των αποτελεσμάτων μπορεί να γίνει σε ξεχωριστό αρχείο.

- **DC/Sweep Analysis**

όπου ο χρήστης μπορεί να κάνει και παραμετρική ανάλυση αρκεί να δηλώσει την μεταβλητή της ανάλυσης, την αρχική και τελική τιμή που θέλει να λάβει καθώς και το βήμα μεταβολής. Ακόμη μπορεί να δηλώσει αν ο άξονας των τιμών θέλει να έχει γραμμική ή λογαριθμική μορφή.

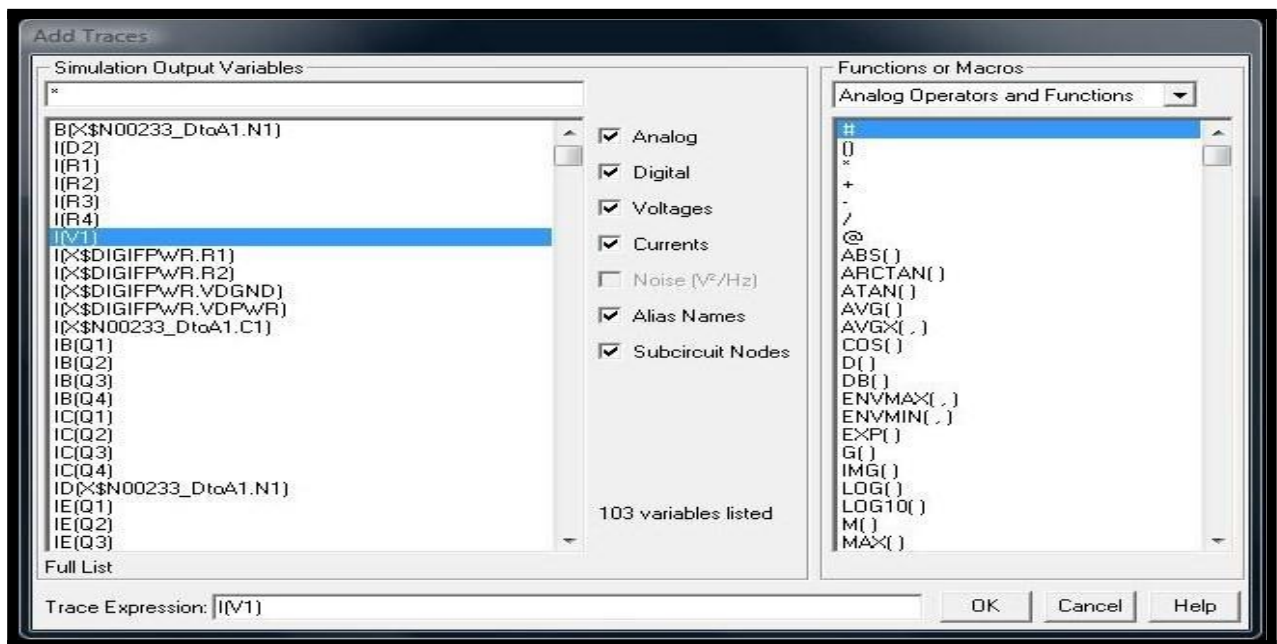
Απεικόνιση αποτελεσμάτων στην οθόνη

Η απεικόνιση αποτελεσμάτων στην οθόνη, είναι τα αποτελέσματα της Προσομοίωσης του κυκλώματος, η οποία ενεργοποιείται με την επιλογή **Run** από το κεντρικό μενυ ή από το μπλε βελάκι από τη γραμμή εργαλείων του βασικού μενυ ή ακόμα και από το πληκτρολόγιο μέσω του κουμπιού F11. Αυτόματα ανοίγει και το παράθυρο του PSpice το οποίο έχει τη μορφή του σχήματος 14. Η αριστερή του μπάρα βοηθάει το χρήστη να επιστρέψει στο αρχείο εισόδου ή να προχωρήσει στο αρχείο εξόδου, ενώ η μπάρα κάτω από το παράθυρο δείχνει την ολοκλήρωση της Προσομοίωσης, εφόσον βέβαια παρουσιαστεί το ποσοστό 100%, που φαίνεται ακολούθως.



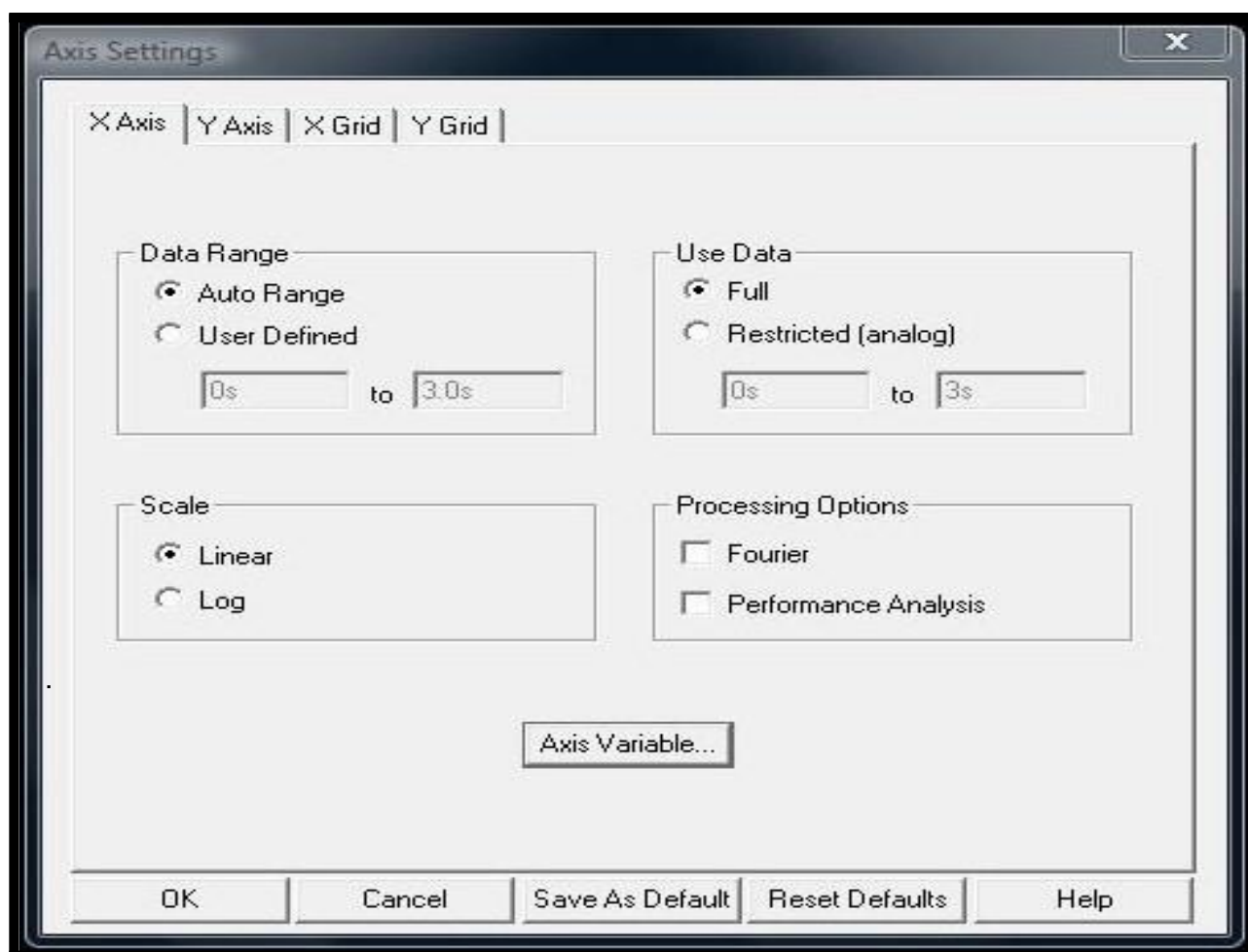
Σχήμα 14: Το παράθυρο του χώρου Προσομοίωσης.

Από το κεντρικό μενού επιλέγεται **Trace** και κατόπιν **Add Trace**, οπότε και εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 15. Παρατηρούμε ότι το παράθυρο χωρίζεται σε δύο επιμέρους παραθυράκια. Στο αριστερό παραθυράκι είναι όλες οι μεταβλητές του κυκλώματος, όπως τάσεις, ρεύματα, κ.α. Στη μέση των δύο παραθύρων είναι γραμμένος ο συνολικός αριθμός των μεταβλητών, με ταυτόχρονη ομαδοποίηση τους. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα κάνοντας κλικ δίπλα από την λέξη **Currents**, να εξαφανίσει από τη λίστα τα ρεύματα, δε μπορεί όμως να εξαφανίσει ορισμένα μόνο ρεύματα. Στο δεξί παραθυράκι και στην επιλογή **Analog Operators and Functions** υπάρχει μία λίστα από μαθηματικές συναρτήσεις. Επιλέγοντας πρώτα μια συνάρτηση από το δεξί παράθυρο και εν συνεχεία μία ή περισσότερες μεταβλητές από το αριστερό παράθυρο και κάνοντας κλικ στο OK, εμφανίζεται η γραφική παράσταση στο κεντρικό παράθυρο του PSpice.



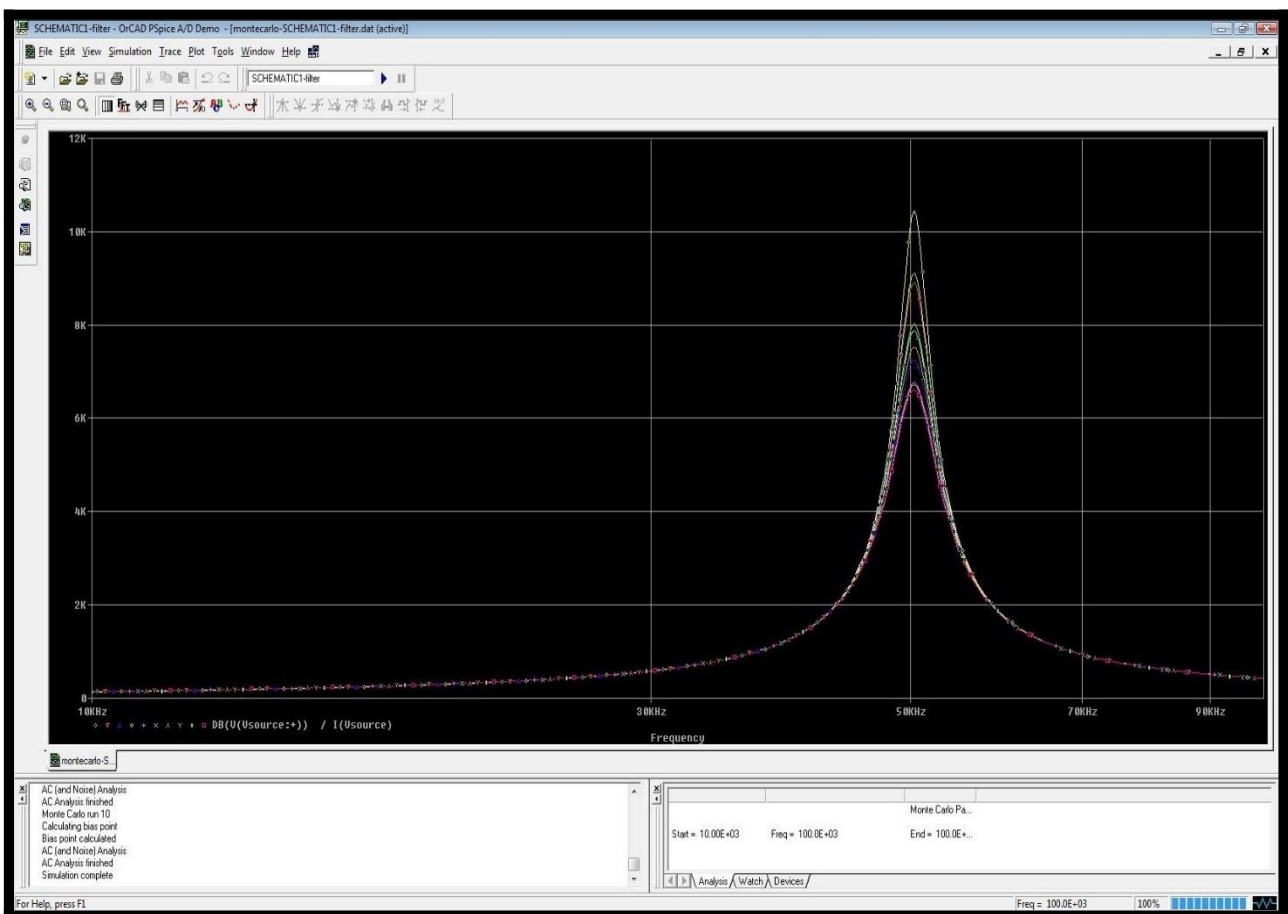
Σχήμα 15: Παράθυρο επιλογής μεταβλητών και συναρτήσεων

Ο κάθετος άξονας έχει ως μεταβλητή αυτή που όρισε ο χρήστης, ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι βαθμολογημένος στις μονάδες της μεταβλητής που σαρώνεται, σύμφωνα πάντα με την εντολή ανάλυσης. Δίνεται βέβαια στο χρήστη η δυνατότητα αλλαγής της μεταβλητής του οριζόντιου άξονα, αλλά και του καθέτου μέσω της επιλογής **Plot** από το κεντρικό menu Pspice και κατόπιν **Axis Settings** και **User Defined**, οπότε εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 16.



Σχήμα 16: Προσαρμογή κλίμακας αξόνων.

Τέλος παρέχεται δυνατότητα επιλογής γραμμικής ή λογαριθμικής κλίμακας για τον κάθε άξονα. Σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να έχει δύο γραφικές διαφορετικών μεταβλητών στην ίδια γραφική παράσταση, μπορεί να το πραγματοποιήσει επιλέγοντας **Plot** από το κεντρικό menu και εν συνεχεία **Add Y**. Μια εικόνα του γραφικού σε συνδυασμό με δύο κάθετους άξονες που αντιπροσωπεύουν διαφορετικές μεταβλητές, παρουσιάζεται αμέσως παρακάτω.(σχήμα 17).



Σχήμα 17: Συνδυασμός δύο μεταβλητών σε ξεχωριστούς Y άξονες.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ
ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

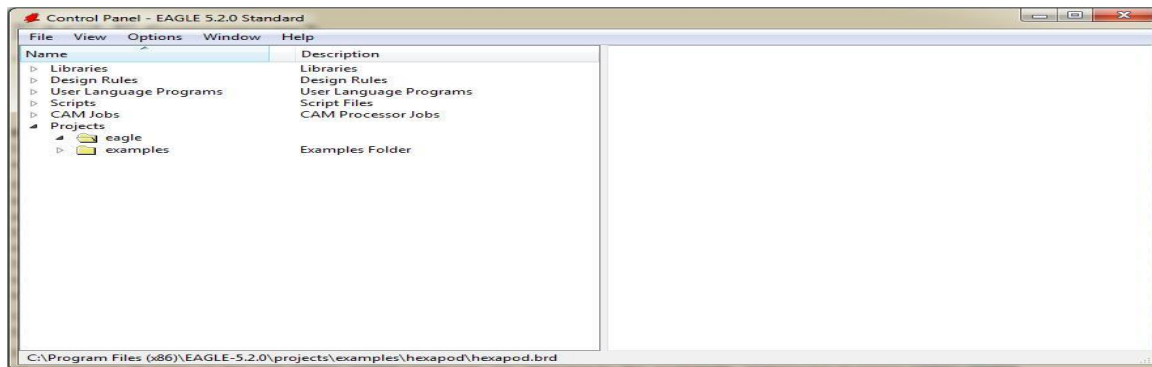
ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ EAGLE

Το πρόγραμμα Eagle της εταιρείας CadSoft είναι ένα περιβάλλον σχεδίασης σχηματικών ηλεκτρονικών διαγραμμάτων και πλακετών. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνει ένα σχεδιαστή διαγραμμάτων, ένα σχεδιαστή πλακέτας και τον αυτόματο δρομολογητή λωρίδων χαλκού. Η κατασκευή μιας πλακέτας ξεκινάει από τη δημιουργία του σχηματικού διαγράμματος του κυκλώματος, του οποίου θέλουμε να φτιάξουμε την πλακέτα, με τη βοήθεια του σχεδιαστή διαγραμμάτων. Στη συνέχεια δημιουργούμε το σχέδιο των λωρίδων χαλκού με τη βοήθεια του σχεδιαστή πλακέτας. Κάποιος μπορεί να ορίσει μόνος του τις διαδρομές του χαλκού ή να χρησιμοποιήσει τον αυτόματο δρομολογητή χάλκινων λωρίδων. Εάν το κύκλωμα είναι σχετικά μικρό, τότε κάποιος μπορεί να δημιουργήσει το σχέδιο της πλακέτας απευθείας στο σχεδιαστή πλακέτας χωρίς την δημιουργία σχηματικού διαγράμματος. Τέλος το σχέδιο αποτυπώνεται πάνω σε μια πλακέτα με διάφορες μεθόδους και ακολουθεί η αποχάλκωσή της.

Παρακάτω ακολουθούν οδηγίες βήμα προς βήμα για την δημιουργία μιας πλακέτας από την αρχή.

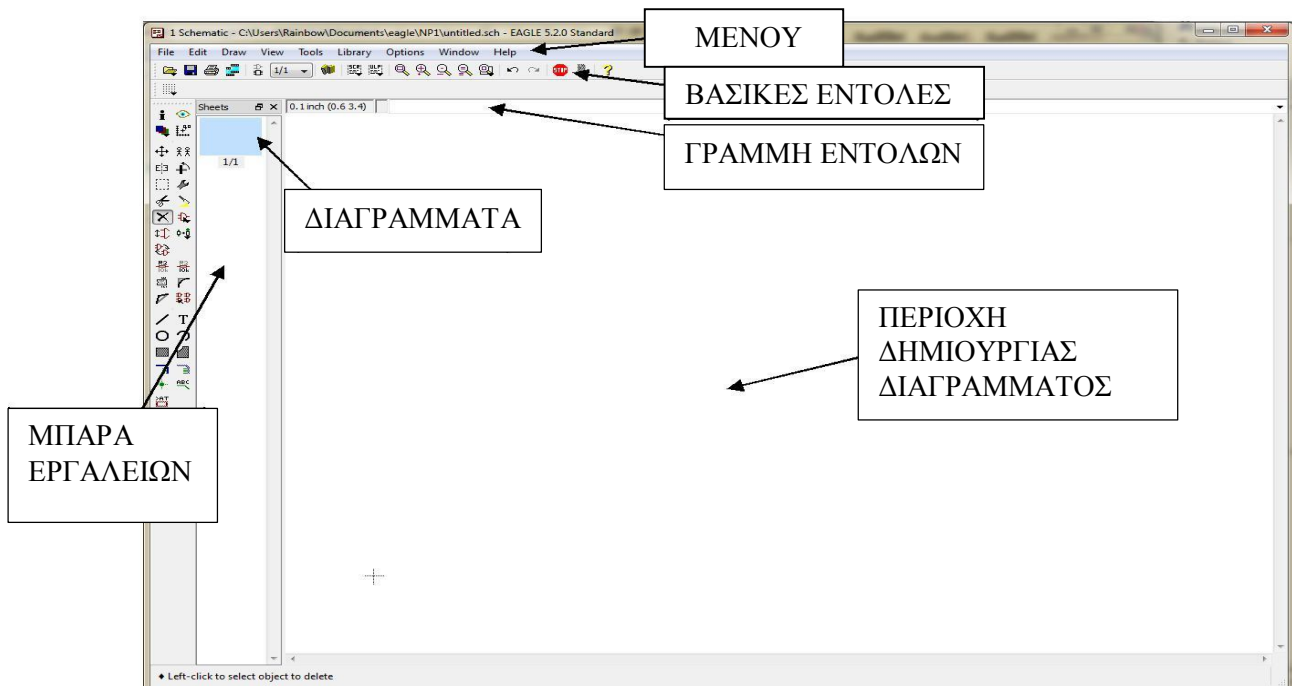
Αρχικά με το άνοιγμα του προγράμματος εμφανίζεται το Control Panel, σε αυτό βρίσκονται οι κύριες λειτουργίες όπως η διαχείριση των βιβλιοθηκών (Libraries), η δημιουργία νέων εργασιών (Project) και κάποια παραδείγματα ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)



Για να δημιουργήσουμε ένα νέο project επιλέγουμε File>New>Project

Τότε κάτω από την κατηγορία Projects δημιουργείται ένα νέο project στο οποίο δίνουμε ένα όνομα σχετικό με τη εργασία μας. Με δεξί κλικ πάνω στο project επιλέγουμε New>Schematic (ή αν είμαστε ήδη στο project επιλέγουμε από το μενού File>New>Schematic) και ανοίγουμε τον σχεδιαστή διαγραμμάτων (schematic editor).



Η βασική περιοχή του προγράμματος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των σχηματικών διαγραμμάτων. Οι περισσότερες λειτουργίες του προγράμματος εκτελούνται το λιγότερο με 3 τρόπους. Οι πιο εύχρηστοι από αυτούς είναι:


Επιλογή εντολής από τη γραμμή μενού.

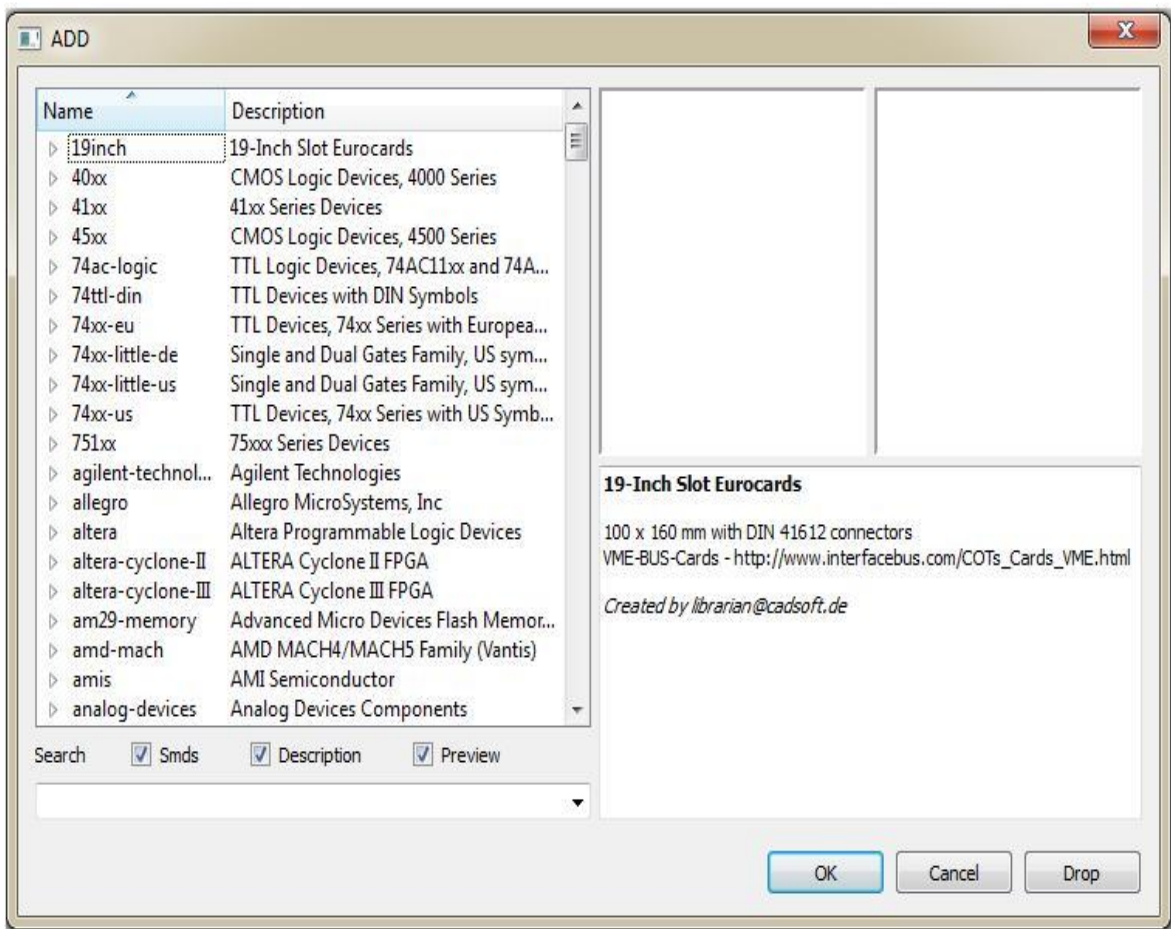
Επιλογή λειτουργίας από τη πλευρική μπάρα με τα εικονίδια εντολών ή από τη μπάρα των βασικών εντολών.

Πληκτρολόγηση και εκτέλεση εντολών στη γραμμή εντολών.


Με το άνοιγμα ενός νέου σχηματικού διαγράμματος το αποθηκεύουμε επιλέγοντας File>Save As. Γράφουμε το όνομα που επιθυμούμε και πατάμε Save.

Επιλογή εξαρτημάτων

Αρχικά το πρώτο βήμα της σχεδίασης του σχηματικού είναι η επιλογή των εξαρτημάτων. Στο Eagle επιλέγουμε ταυτόχρονα είδος εξαρτήματος και είδος συσκευασίας του εξαρτήματος. Για παράδειγμα εάν επιλέξουμε ένα απλό τρανζίστορ, θα πρέπει ταυτόχρονα να επιλέξουμε εάν η συσκευασία του είναι TO-18, TO-92, TO-3 κ.ά. Το παράθυρο των εξαρτημάτων ανοίγει είτε επιλέγοντας το εικονίδιο Add  από τα εικονίδια εντολών είτε πληκτρολογώντας ADD στη γραμμή εντολών.




Στο αριστερό παράθυρο βλέπουμε τις διαθέσιμες βιβλιοθήκες εξαρτημάτων του Eagle, το μεσαίο παράθυρο χρησιμεύει για το σύμβολο του εξαρτήματος στο σχηματικό διάγραμμα και το δεξί παράθυρο για τη φυσική μορφή του εξαρτήματος στην πλακέτα.

Για να σταματήσουμε την επιλογή των εξαρτημάτων επιλέγουμε το εικονίδιο Cancel .



Κύριες λειτουργίες του σχεδιαστή διαγραμμάτων

Μετακίνηση εξαρτήματος


Δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα και επιλογή Move.

- Επιλογή του εικονιδίου Move  και στη συνέχεια επιλογή του εξαρτήματος.

Μετακίνηση πολλών εξαρτημάτων


Αρχικά ξεκινάμε πατώντας το εικονίδιο Group , και στη συνέχεια επιλέγουμε τα εξαρτήματα που θέλουμε να μετακινήσουμε (κρατώντας πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού δημιουργούμε ένα ορθογώνιο μέσα στο οποίο θα υπάρχουν τα εξαρτήματα που θέλουμε). Επιλέγουμε το εικονίδιο Move  και στη συνέχεια κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Ctrl (Control) κάνουμε δεξί κλικ πάνω στα επιλεγμένα εξαρτήματα και τα μετακινούμε όπου θέλουμε. Εναλλακτικά μπορούμε να κάνουμε δεξί κλικ πάνω σε ένα από τα εξαρτήματα που διαλέξαμε και επιλέγουμε Move: Group

Περιστροφή εξαρτήματος


- Επιλογή Rotate κάνοντας δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα.
- Επιλέγουμε το Rotate  και στη συνέχεια το εξάρτημα.

Αντιστροφή εξαρτήματος



Για την δημιουργία του συμμετρικού σχήματος ενός εξαρτήματος κάνουμε τα εξής:

- Δεξί κλικ στο εξάρτημα και επιλέγουμε το Mirror.
- Επιλέγουμε το Mirror  και έπειτα το εξάρτημα.



Διαγραφή εξαρτήματος

- Δεξί κλικ στο εξάρτημα και επιλέγουμε το Delete.
- Επιλέγουμε το delete  και στη συνέχεια το εξάρτημα.

Πολλαπλή διαγραφή εξαρτημάτων

Επιλέγουμε το εικονίδιο , έπειτα επιλέγουμε τα εξαρτήματα που θέλουμε να διαγράψουμε (κρατώντας πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού σχηματίζουμε ένα ορθογώνιο μέσα στο οποίο θα υπάρχουν τα εξαρτήματα που θέλουμε να διαγράψουμε). Επιλέγουμε από την μπάρα εντολών το Delete  και στη συνέχεια κρατώντας πατημένο το Ctrl (Control) κάνουμε δεξί κλικ πάνω στα επιλεγμένα εξαρτήματα για τα διαγράψουμε. Εναλλακτικά μπορούμε να κάνουμε δεξί κλικ πάνω σε ένα από τα εξαρτήματα που διαλέξαμε και μετά να επιλέξουμε Delete: Group αντί για το συνδυασμό Ctrl και δεξί κλικ που χρησιμοποιήσαμε προηγουμένως.


Όνομα και τιμή εξαρτημάτων

Στα εξαρτήματα που έχουμε επιλέξει για το δικό μας κύκλωμα μπορούμε να δώσουμε ότι ονόματα εμείς επιθυμούμε. Επιπλέον μπορούμε σε κάποια εξαρτήματα (όπως για παράδειγμα αντιστάσεις) να δώσουμε συγκεκριμένες τιμές. Για την επιλογή ονόματος των εξαρτημάτων χρησιμοποιούμε το εικονίδιο Name  ή εναλλακτικά δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα και επιλέγουμε Name. Για όποια εξαρτήματα μπορούν να έχουν τιμή επιλέγουμε το εικονίδιο Value  ή κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα και στη συνέχεια Value.


Αντικατάσταση εξαρτήματος

Για να αντικαταστήσουμε τη συσκευασία ενός εξαρτήματος κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα και μετά επιλέγουμε Replace. Τότε ανοίγει ένα παράθυρο με τις διαφορετικές συσκευασίες του εξαρτήματός μας για να επιλέξουμε όποια εμείς επιθυμούμε.


Σύνδεση και έλεγχος εξαρτημάτων

Αφού τοποθετήσουμε τα εξαρτήματα στις θέσεις τους τα ενώνουμε μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το εικονίδιο Net  ή πληκτρολογούμε στη γραμμή εντολών την εντολή net. Τότε εμφανίζεται ένα μικρό μενού όπου μπορούμε να επιλέξουμε τη μορφή που θέλουμε να έχει το καλώδιό μας όταν θα σχηματίζει γωνίες.



Για την ένωση δύο εξαρτημάτων κάνουμε αριστερό κλικ στον ακροδέκτη του ενός εξαρτήματος και στη έπειτα αριστερό κλικ στον ακροδέκτη του άλλου. Μπορούμε να αλλάξουμε τη γωνία ενός καλωδίου κάνοντας αριστερό κλικ εκεί που χρειάζεται γωνία. Η γραμμή σταματάει πατώντας Esc (Escape) ή πατώντας το Cancel .


Τέλος μπορούμε να κάνουμε έλεγχο σφαλμάτων χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές εντολές:

- Έλεγχος συνδέσεων (ERC – Electrical Rule Check): Επιλέγουμε το εικονίδιο ERC  ή από το μενού Tools > ERC.

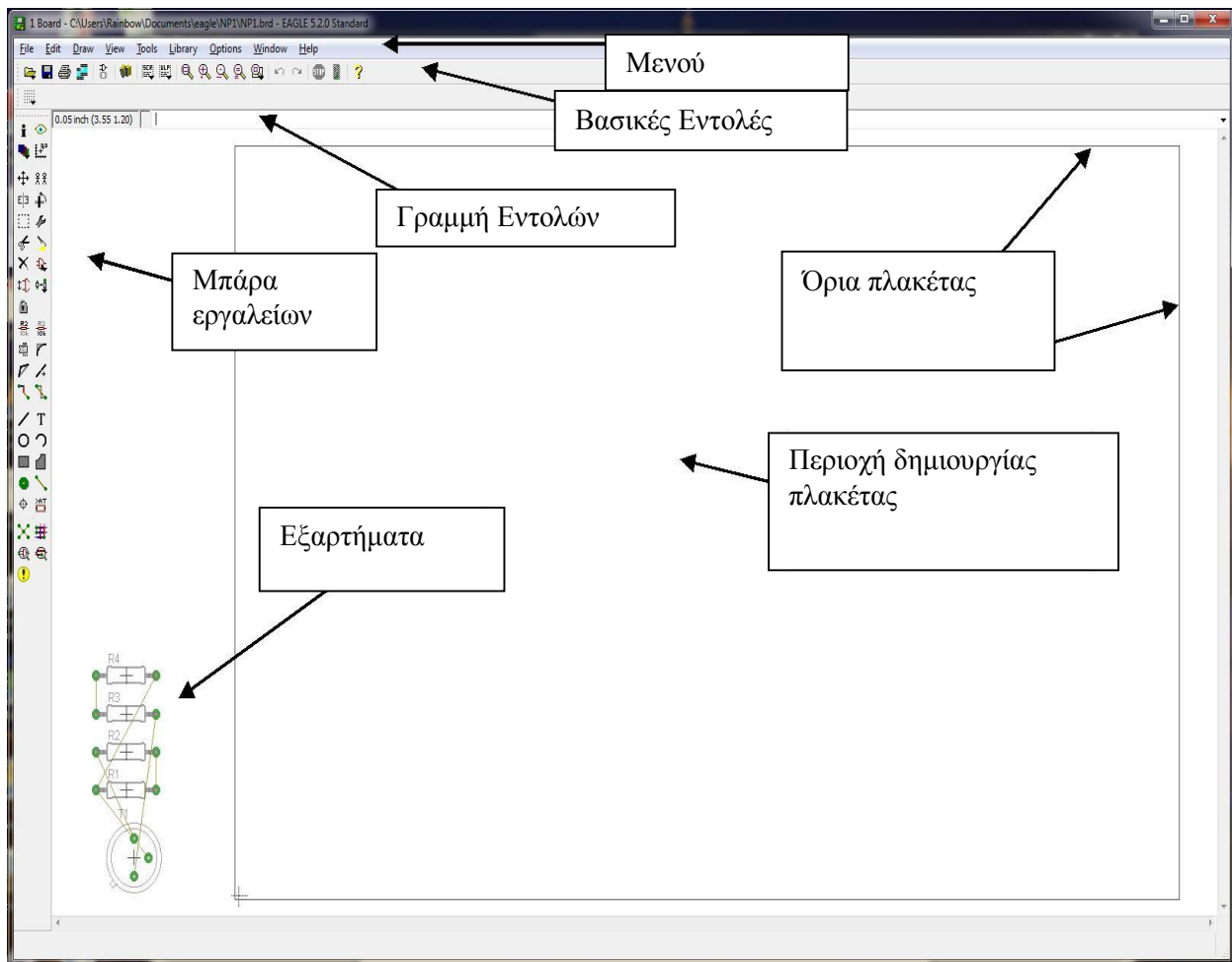
- Γενικός έλεγχος (Errors): Περιλαμβάνεται και ο έλεγχος συνδέσεων. Επιλέγουμε το εικονίδιο Errors  ή από το μενού Tools > Errors.

Αν δεν έχουμε λάθη μπορούμε να προχωρήσουμε στον σχεδιαστή πλακέτας.


Σχεδιαστής πλακέτας (PCB Editor)

Επιλέγουμε το εικονίδιο Board  και ανοίγει ένα παράθυρο το οποίο μας ενημερώνει ότι το αρχείο δεν υπάρχει (ανοίγει μόνο την πρώτη φορά που επιλέγουμε Board για ένα σχηματικό διάγραμμα). Απαντάμε Yes για την δημιουργία του αρχείου και τότε ανοίγει το παράθυρο του σχεδιαστή πλακέτας.

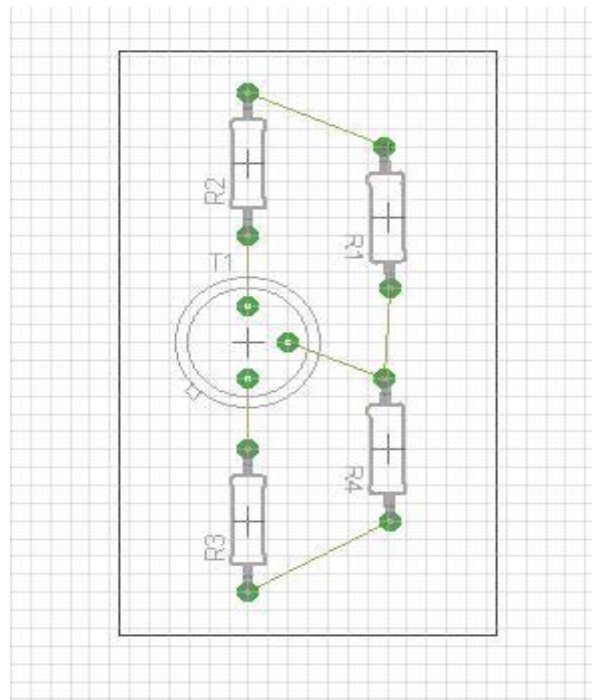
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)



Ο σχεδιαστής πλακέτας είναι παρόμοιος με το σχεδιαστή διαγραμμάτων και έχουμε πολλές κοινές λειτουργίες και στα δύο προγράμματα. Στο κάτω αριστερό μέρος του βρίσκονται τα εξαρτήματα που χρησιμοποιήσαμε στον σχεδιαστή διαγραμμάτων μαζί με τις συνδέσεις τους. Αυτές οι συνδέσεις θα μετατραπούν σε συνδέσεις χαλκού. Το μεγάλο ορθογώνιο μέσα στην περιοχή δημιουργίας της πλακέτας δηλώνει τις φυσικές διαστάσεις της.

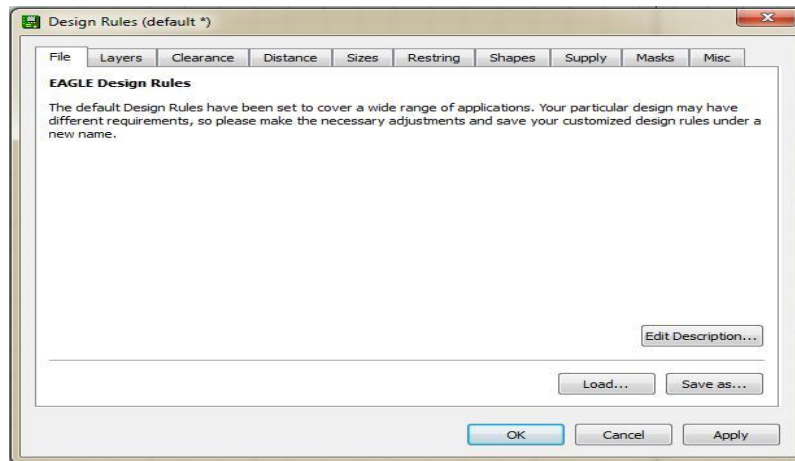
Αρχικά ορίζουμε το πλέγμα όπως και στο σχεδιαστή διαγραμμάτων Display >On και Size 0.05 inch. Τα εξαρτήματα τα χειριζόμαστε όπως ακριβώς και στο σχεδιαστή διαγραμμάτων, τα μεταφέρουμε πάνω στην πλακέτα όπου θέλουμε. Μια διαφορά υπάρχει στο Rotate, όπου τα εξαρτήματα μπορούν να περιστραφούν σε διάφορες γωνίες. Αν οι συνδέσεις είναι μπλεγμένες, τότε χρησιμοποιούμε την εντολή Ratsnest και γίνεται αυτόματη επιλογή της καλύτερης διαδρομής. Αυτό πραγματοποιείται με την επιλογή του εικονιδίου Ratsnet  ή επιλέγοντας από το μενού Tools>Ratsnet. Η θέση των συνδέσεων μεταξύ των εξαρτημάτων δεν επηρεάζει τις επιλογές μας για τη τοποθέτηση των γραμμών του χαλκού.

Αν πατήσουμε αριστερό κλικ πάνω στο μέσο ενός ορίου της πλακέτας και κρατώντας το πατημένο, μπορούμε να μεγαλώσουμε ή να μικρύνουμε το μέγεθος της πλακέτας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση τη μικραίνουμε.



Γενικοί Κανόνες Σχεδίασης

Πριν φτιάξουμε τις διαδρομές του χαλκού πρέπει να καθορίσουμε τους γενικούς κανόνες σχεδίασης. Επιλέγουμε λοιπόν Edit> Design Rules ή Tools> DRC από το μενού και ανοίγει το παράθυρο με τις παραμέτρους σχεδίασης.




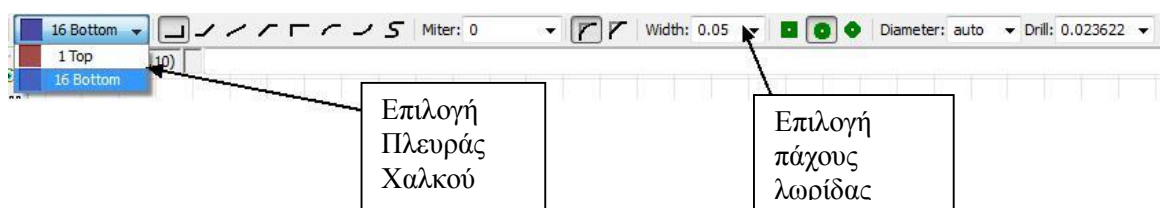
Ακολουθούν οι πιο σημαντικές επιλογές παρακάτω:

- Στο layers μπορούμε να καθορίσουμε τα επίπεδα της πλακέτας μας. Εάν κάνουμε κάποια αλλαγή, το Eagle θεωρεί ότι έχουμε πλακέτα διπλής όψης. Δεν θα το αλλάξουμε εφόσον μπορούμε να επιλέγουμε αργότερα σε ποια πλευρά της πλακέτας επιθυμούμε να έχουμε τις συνδέσεις χαλκού.
- Στο Clearance και στο Distance ρυθμίζουμε τις ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των περιοχών χαλκού.
- Στο Sizes ρυθμίζουμε το ελάχιστο πάχος των λωρίδων χαλκού (αυτό επηρεάζει περισσότερο την αυτόματη δρομολόγηση).
- Στο Restricting ρυθμίζουμε το ελάχιστο μέγεθος των περιοχών (pad) που θα κοληθούν τα εξαρτήματα.



Δρομολόγηση

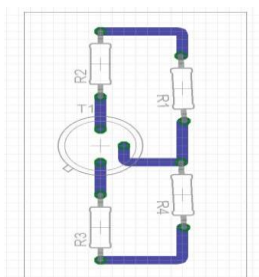
Δρομολόγηση είναι η διαδικασία που καθορίζουμε τις λωρίδες χαλκού (Routing) και γίνεται είτε χειροκίνητα, είτε αυτόματα, είτε με συνδυασμό των δύο.


Στη χειροκίνητη δρομολόγηση χρησιμοποιώ την εντολή Route επιλέγοντας το εικονίδιο Route  ή επιλέγοντας από το μενού Edit->Route. Τότε ανοίγει μια μπάρα με τις επιλογές της εντολής.

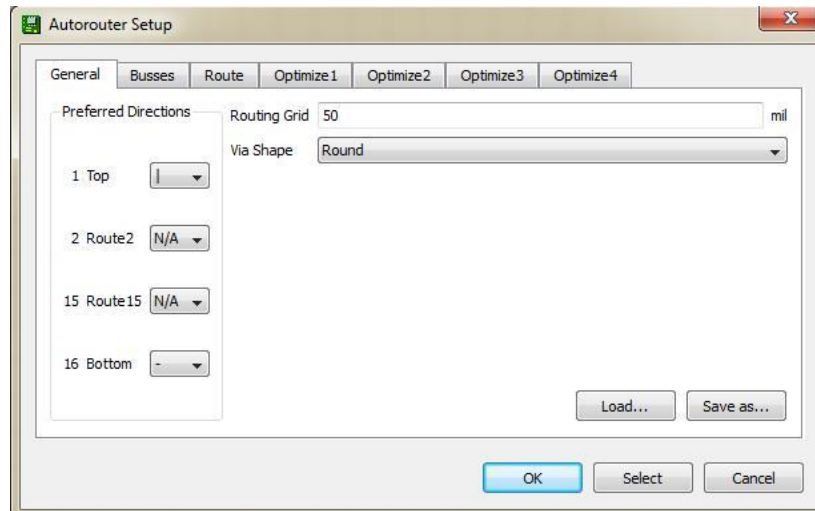


Οι σημαντικότερες επιλογές είναι το επιθυμητό πάχος της κάθε λωρίδας χαλκού και σε ποια πλευρά τις πλακέτας θα είναι οι λωρίδες. Επιλέγω λοιπόν την πλευρά 16 Bottom. Στη συνέχεια κάνω αριστερό κλικ στο ακροδέκτη ενός εξαρτήματος και αρχικοποιείται μια λωρίδα χαλκού. Κάνω γωνίες όπου θέλω πατώντας δεξί κλικ και την τερματίζω σε άλλον ακροδέκτη με αριστερό κλικ.

Εάν θέλω να σβήσω μια λωρίδα χαλκού τότε χρησιμοποιώ την εντολή Ripup επιλέγοντας το εικονίδιο Ripup  ή επιλέγοντας από το μενού Edit -> Ripup. Τώρα σε όποια λωρίδα χαλκού κάνω αριστερό κλικ αυτή σβήνει. Εάν θέλω να σβήσω όλες τις λωρίδες χαλκού τότε μετά την επιλογή της εντολής Ripup επιλέγω το εικονίδιο της εντολής GO  από τη μπάρα των βασικών εντολών.




Στην αυτόματη δρομολόγηση χρησιμοποιώ την εντολή Auto επιλέγοντας το εικονίδιο Auto  ή επιλέγοντας από το μενού Tools -> Auto. Τότε ανοίγει το παράθυρο επιλογών του αυτόματου δρομολογητή.

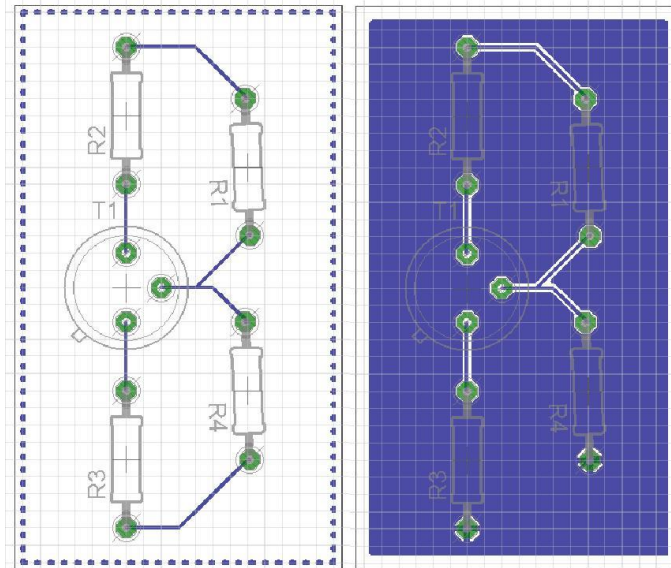


Η σημαντικότερη επιλογή είναι η επιλογή των επιπέδων τα οποία θα χρησιμοποιήσει ο αυτόματος δρομολογητής για να καθορίσει τις λωρίδες χαλκού. Στη θέση General -> Preferred Directions μπορούμε να αποκλείσουμε ένα επίπεδο δηλώνοντάς το ως N/A (Not Available). Τα υπόλοιπα σύμβολα που είναι διαθέσιμα για κάθε επίπεδο είναι τα |, -, /, \ και *. Τα 4 πρώτα σύμβολα δηλώνουν την κατεύθυνση των λωρίδων που επιθυμούμε για αυτό το επίπεδο. Ο αστερίσκος δηλώνει οποιαδήποτε κατεύθυνση. Έτσι επιλέγουμε για το 1^ο επίπεδο το N/A και για το 16^ο επίπεδο το * (μιας και έχουμε επιλέξει μόνο ένα επίπεδο δεν έχει σημασία τι κατεύθυνση επιλέξαμε για αυτό το επίπεδο). Επιλέγοντας OK οι λωρίδες του χαλκού καθορίζονται αυτόματα.

Έχουμε τη δυνατότητα να φτιάξουμε ένα αριθμό λωρίδων χειροκίνητα και τότε να επιλέξουμε τον αυτόματο δρομολογητή. Σε αυτή την περίπτωση θα δημιουργηθούν αυτόματα οι λωρίδες χαλκού χωρίς να πειραχθούν οι χειροκίνητες. Άρα εάν έχουμε συγκεκριμένες απαιτήσεις και κάποιες λωρίδες, τότε τις φτιάχνουμε μόνοι μας και τις υπόλοιπες τις κάνουμε αυτόματα

Μπορούμε να ελέγξουμε για λάθη, με την ίδια μέθοδο όπως και στο σχεδιαστή διαγραμμάτων.

Εάν επιθυμούμε να γεμίσουμε την πλακέτα με χαλκό (για γρήγορη αποχάλκωση ή RF κύκλωμα), τότε ακολουθούμε την εξής διαδικασία. Επιλέγουμε το εικονίδιο Polygon  ή επιλέγουμε Draw -> Polygon από το μενού. Κάνουμε αριστερό κλικ στις τέσσερις γωνίες της πλακέτας και δημιουργείται ένα περίγραμμα με διακεκομμένη γραμμή. Στη συνέχεια κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο περίγραμμα και επιλέγουμε Name. Δίνουμε σαν όνομα το GND εάν θέλουμε το γέμισμα να συνδέεται στη γείωση ή VCC για να συνδέεται στη τάση τροφοδοσίας. Τέλος εκτελούμε την εντολή Ratsnest, όπως έχουμε δει παραπάνω.



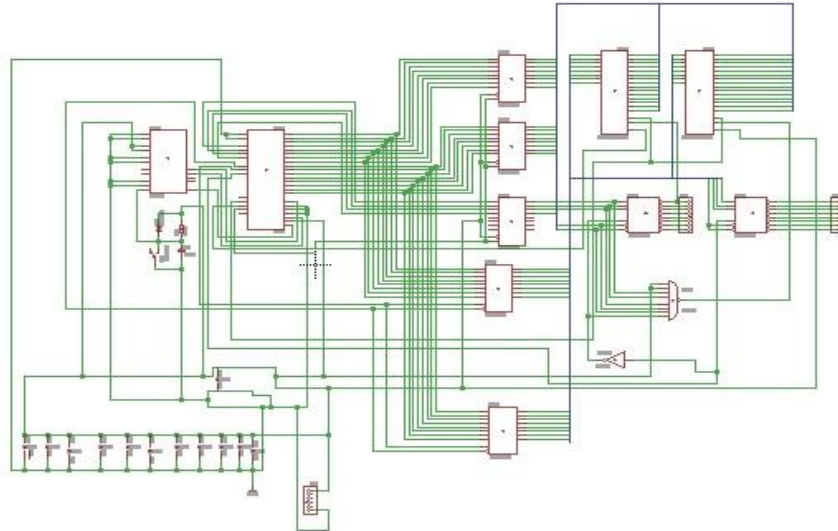
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΑΣ(8086)

Για να επιτύχουμε την σύγκριση των δύο προγραμμάτων, προχωρήσαμε στη σχεδίαση ενός κυκλώματος που περιλαμβάνει τον επεξεργαστή 8086.

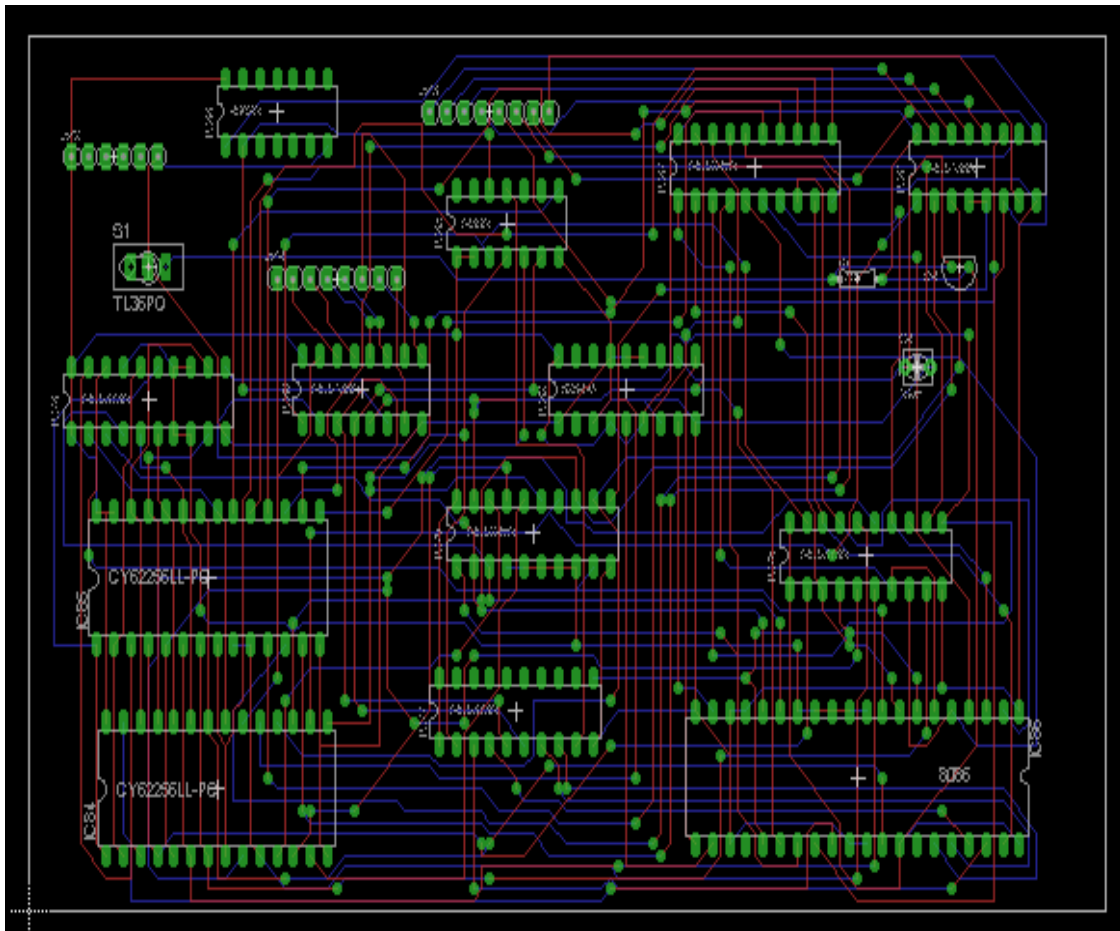
7.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ EAGLE

- Αρχικά ανοίγουμε ένα καινούργιο project
- File > New Project
- Φορτώνουμε όλες τις βιβλιοθήκες για την εύρεση όλων των εξαρτημάτων
- Βρίσκουμε ένα ένα το εξάρτημα από το button add που βρίσκεται αριστερά της οθόνης μας στην γραμμή εργαλείων
- Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε την εντολή invoke για να εμφανίσουμε τα power pins(ακροδέκτες τροφοδοσίας)
- Συνδέουμε όλα τα απαραίτητα pins των εξαρτημάτων με την εντολή net
- Δημιουργούμε τα address και τα data bus για να συνδέσουμε τις μνήμες με τον επεξεργαστή
- Αφού έχουμε ολοκληρώσει το schematic και έχουμε κάνει όλες τις απαραίτητες συνδέσεις ελέγχουμε για τυχόν λάθη με την εντολή erc error



Σχημα 18: Το σχηματικό του κυκλώματός μας στο Eagle.

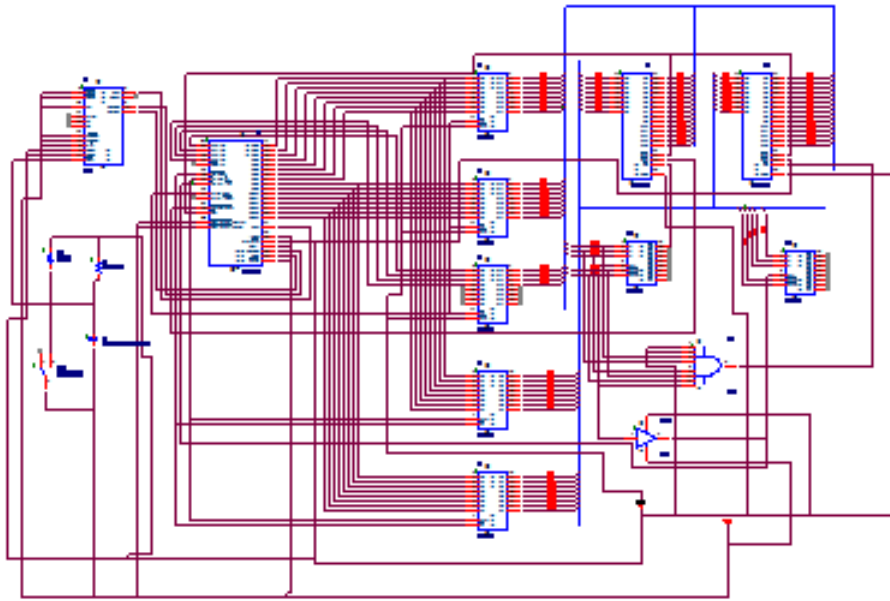
- Στην συνέχεια το μετατρέπουμε σε board με την εντολή switch to board που βρίσκεται στο menu στην επιλογή file (file > switch to board)
- Αυτό μας εμφανίζει το κύκλωμα μας σε επίπεδο pcb
- Στο τέλος ρυθμίζουμε τις παραμέτρους όπως π.χ. το μέγεθος, το υλικό και τον τύπο της πλακέτας που θα χρησιμοποιήσουμε και χρησιμοποιούμε την εντολή autoroute η οποία υλοποιεί την βέλτιστη διάταξη των εξαρτημάτων με βάση τους κανόνες σχεδίασης pcb.



Σχημα 19: Το κύκλωμά μας σε ultiboard στο Eagle.

7.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΤΟ ORCAD

- Αρχικά δημιουργούμε ένα καινούργιο project με την εντολή
- File> New Project
- Φορτώνουμε όλες τις βιβλιοθήκες για την εύρεση των εξαρτημάτων μας
- Βρίσκουμε όλα τα εξαρτήματα ένα ένα και τα τοποθετούμε με την εντολή place part η οποία βρίσκεται δεξιά στην γραμμή εργαλειών
- Ενώνουμε τα pins των εξαρτημάτων μας με την εντολή auto connect to points που βρίσκεται δεξιά στην γραμμή εργαλειών
- Στην συνέχεια τοποθετούμε τα address και data bus και τα συνδέουμε με την εντολή auto connect to bus
- Αφού έχουμε ολοκληρώσει το schematic κάνουμε προσομοίωση του κυκλώματος με την εντολή run psprice για να αναζητήσουμε τυχόν λάθη



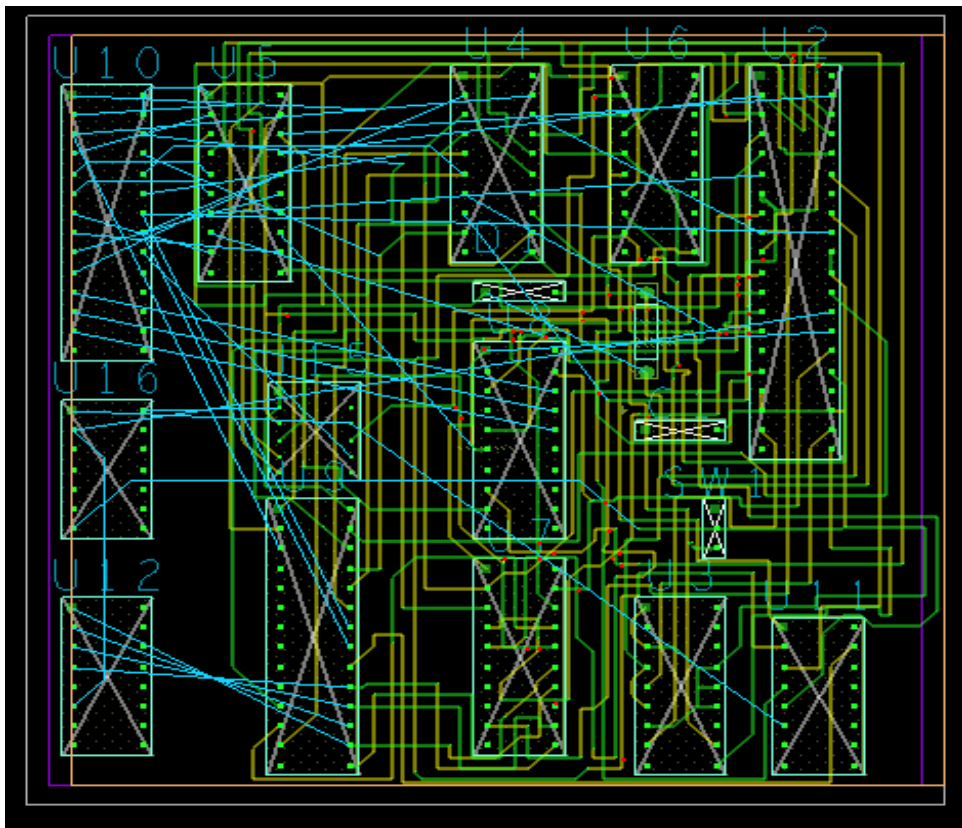
Σχήμα 20: Το σχηματικό του κυκλώματός μας σε Orcad.

-Έπειτα για την μετατροπή του schematic σε board ακολουθούμε τα εξής βήματα:

- i) Επιλέγουμε όλα τα εξαρτήματα
- ii) Right click> edit properties εκεί μας εμφανίζεται μια λίστα εξαρτημάτων και επίλεγοντας parts τοποθετούμε στην στήλη pcb footprints ένα ένα σε κάθε εξάρτημα το αντίστοιχο footprint ώστε όταν μεταφέρουμε το κύκλωμα σε board να έχουμε το σωστό αποτύπωμα για κάθε εξάρτημα
- iii) Χρησιμοποιούμε τις εντολές annotate και create net list από τα Tools που είναι απαραίτητες για να προχωρήσουμε στο άλλο πρόγραμμα και να εμφανίσουμε το board μας πατώντας ok στο παράθυρο που μας ανοίγει.
- iv) Ανοίγουμε το Allegro Pcb
- v) Από την πάνω μπάρα επιλέγουμε settings->outlines->board outline και πατάμε ok
- vi) Έπειτα επιλέγουμε place->quickplace στην πάνω μπάρα και μετά πατάμε place και ok
- vii) Στη συνέχεια επιλέγουμε ξανά setup-> constraints-> physical και κάνουμε έλεγχο αποστάσεων

viii) Επόμενο βήμα είναι να κάνουμε autoroute ώστε να τοποθετηθούν αυτόματα τα εξαρτήματα μας και οι αγωγοί με βάση τους κανόνες σχεδίασης, επιλέγοντας route->pcb router-> route automatic και πατάμε route

ix) Τέλος ελέγχουμε τις παραμέτρους από την επιλογή manufacture



Σχήμα 21: Το κύκλωμά μας σε ultiboard στο Orcad.

7.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ EAGLE ΚΑΙ ORCAD

Κατά την σχεδίαση και υλοποίηση του κυκλώματος μας στα δύο προγράμματα που προαναφέραμε (eagle και orcad) διαπιστώσαμε κάποιες λειτουργίες που θα τύχαιναν βελτίωσης. Το eagle είναι ένα πρόγραμμα που είναι πολύ πιο εύχρηστο και απλό σε αντίθεση με το orcad, αυτό του δίνει την

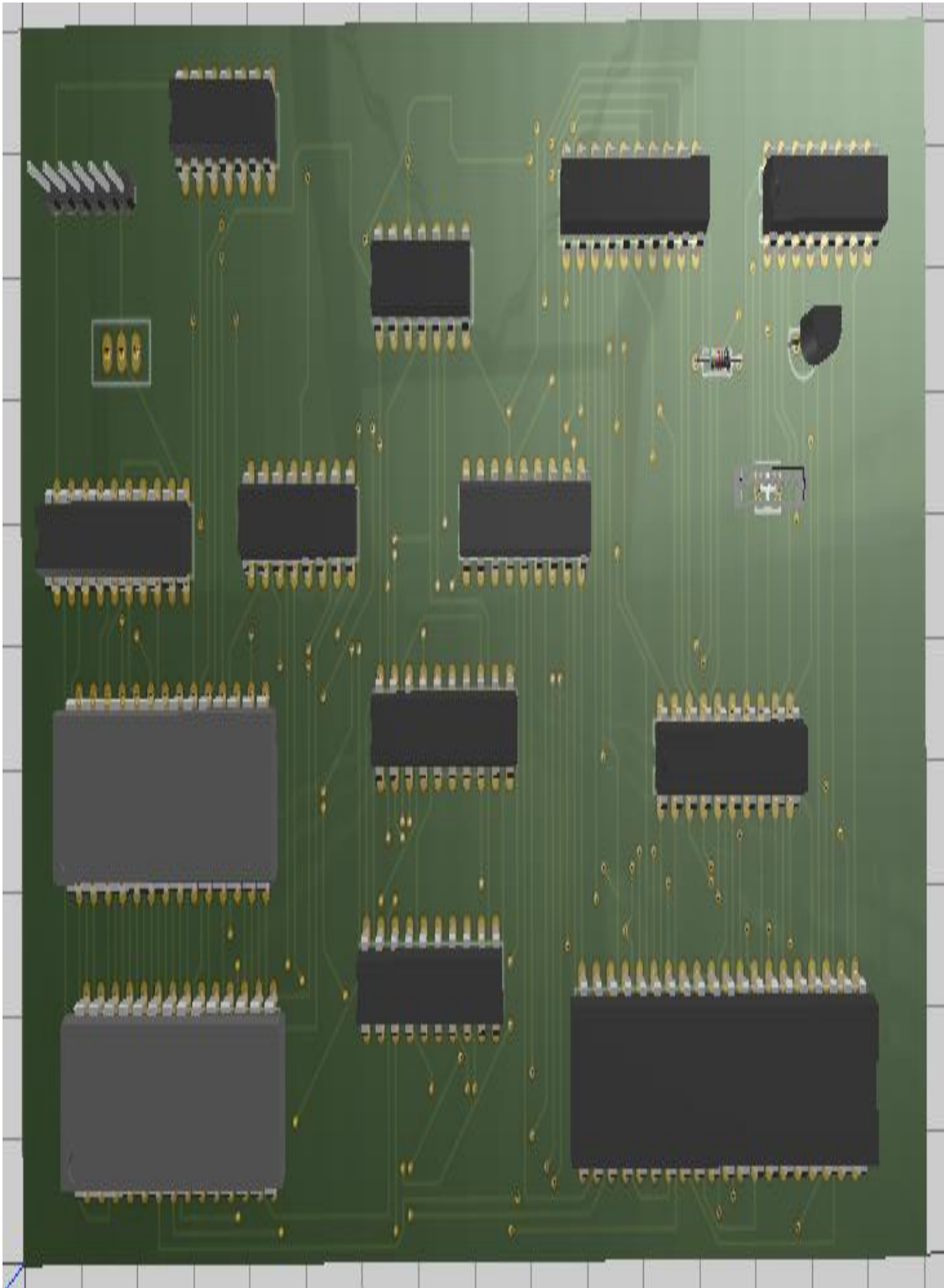
δυνατότητα να είναι προσβάσιμο από τον μαθητή μέχρι τον πιο έμπειρο σχεδιαστή. Σε αντίθεση με το orcad που ειδικά η μεταφορά του κυκλωματός μας από schematic σε board μας δυσκόλεψε πολύ επειδή χρειάζεται συνδυασμό προγραμμάτων για να το επιτύχεις. Επιπλέον το eagle μπορεί να βρεθεί πολύ οικονομικά, ακόμα και σε δωρεάν εκδόσεις. Από την άλλη το orcad είναι ένα πιο ακριβό εργαλείο αλλά πιο επαγγελματικό χρησιμοποιώντας περισσότερες βιβλιοθήκες.

Μία ακόμα διαφορά των δύο προγραμμάτων είναι στα αποτυπώματα των εξαρτημάτων λεγόμενα και ως footprints, που από την μία το eagle με το που τοποθετείς το κάθε εξάρτημα παίρνει το δικό του footprint απευθείας, ενώ στο orcad χρειάζεται αφού έχεις φτιάξει το schematic του κυκλώματος να πας σε κάθε εξάρτημα ξεχωριστά να τα τοποθετήσεις, βρισκοντάς τα ένα ένα, τα δικά τους footprints.

Όπως παρατηρήσατε και παραπάνω (στο σχήμα 21) κατά την λειτουργία του Autoroute στο Orcad δεν καταφέραμε να γίνει απόλυτα επιτυχής η διαδικασία παρόλο που δοκιμάσαμε αρκετές φορές την επανατοποθέτηση των εξαρτημάτων, ενώ στο Eagle είχαμε 100% επιτυχία από την πρώτη προσπάθεια. Επίσης μία ακόμα διαφορά των προγραμμάτων είναι και η δυνατότητα που υπάρχει για το eagle να χρησιμοποιεί επεκτάσεις που υπάρχουν στο διαδίκτιο για απεικόνιση των πλακετών σε τρισδιάστατη μορφή(3d). Από την άλλη η μεταφορά της πλακέτας μας από το orcad σε τρισδιάστατη μορφή είναι πιο πολύπλοκη.

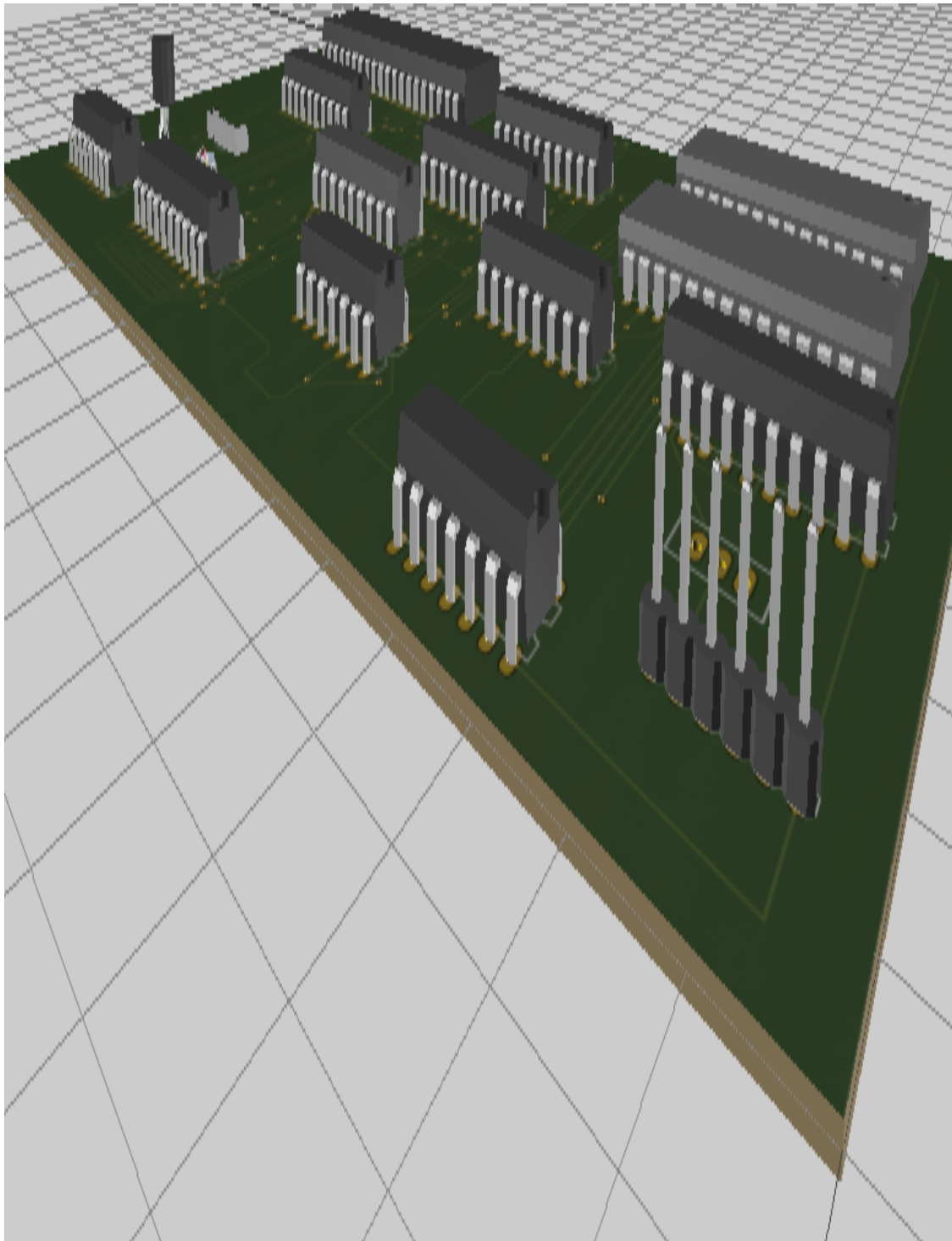
Μία ιστοσελίδα που μπορεί να εξυπηρετήσει αυτό το σκοπό είναι dbrdviewer.cyttec.bg μέσα από την οποία έγινε και η δικιά μας μετατροπή στο eagle και την παραθέτουμε παρακάτω.

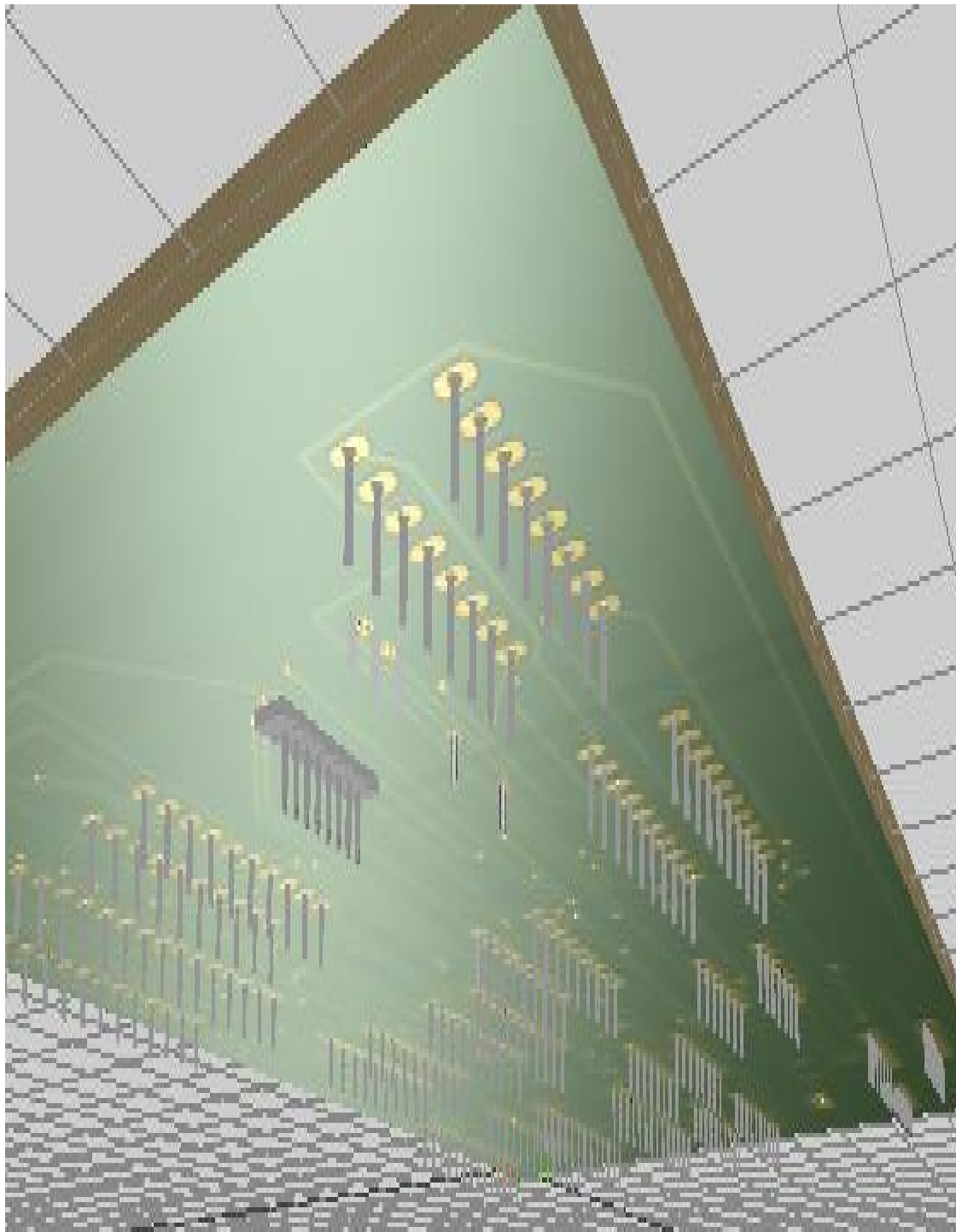
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)



ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)







Τέλος θα θέλαμε να αναφέρουμε την δυνατότητα που μας δίνεται μέσω του eagle να παράξουμε μέσω διαδικασιών/βημάτων αντίγραφο του σχεδίου μας συμβατό με άλλες γενεές προγραμμάτων(vector) ώστε να μπορούμε να το επεξεργαστούμε περαιτέρω. Για παράδειγμα ασχοληθήκαμε ιδιαίτερα με την διασύνδεση με το πρόγραμμα Autocad διατηρώντας και τις ιδιότητες των επιπέδων.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ
ΠΛΑΚΕΤΤΩΝ (PCB)

Βιβλιογραφία

Βιβλία :

1. Απόστολος Ι. Κοκκόσης, *Σχεδίαση CAD και Ηλεκτρονική Κατασκευή*, Σύγχρονη Εκδοτική, 2010
2. Μακρυθανάση Μαρία, *OrCad Σχηματικό τυπωμένο κύκλωμα*, Εκδόσεις ΙΩΝ, 1998

Διαδικτυακοί τόποι :

1. www.wikipedia.org
2. http://www.electronics.teipir.gr/PersonalPages/papageorgas/download/2/shmeiwseis/pcb_fuse_translation_3.pdf
3. http://users.sch.gr/asal1/material/2014_2015/Eagle%20New.pdf
4. www.cs.uoi.gr/~tsiatouhas/BEM/AnalogOrcad.pdf
5. students.ceid.upatras.gr/~chmichail/spice_manual.pdf
6. www.pi-schools.gr
7. www.elab.ntua.gr/hlektron2/PSpice.pdf

