



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάλυση των λειτουργιών του Micro-Cap με παραδείγματα σε
αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα**

Παρασκευοπούλου Κωνσταντίνα Βάσω
A.M. 711131053

Εισηγητής: Δρ Στυλιανός Βουτσινάς

(Κενό φύλλο)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάλυση των λειτουργιών του Micro-Cap με παραδείγματα σε αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα

**Παρασκευοπούλου Κωνσταντίνα Βάσω
Α.Μ. 711131053**

Εισηγητής:

Δρ Στυλιανός Βουτσινάς, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ Στυλιανός Βουτσινάς	
Αμοργίνος Ιωάννης	
Βογιατζής Ιωάννης	

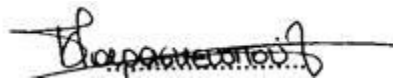
Ημερομηνία εξέτασης 09/03/2023

(Κενό φύλλο)

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Παρασκευοπούλου Κωνσταντίνα-Βάσω, του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 711131053, φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



(Κενό φύλλο)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της ανάλυσης λειτουργιών του προσομοιωτή Micro-Cap και της εφαρμογής πρακτικών παραδειγμάτων σε αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου, Στυλιανός Βουτσινάς, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για το χρόνο και την βοήθεια του οποιαδήποτε στιγμή και αν τη ζήτησα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Διοίκηση και όλους τους καθηγητές του τμήματος για τις γνώσεις και την υποστήριξή τους στα χρόνια φοίτησης μου στο τμήμα. Τέλος, την οικογένειά μου, τον σύντροφό μου, καθώς και όλους τους συμφοιτητές μου για την κατανόηση και τη στήριξη που έδειξαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

(Κενό φύλλο)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την ανάλυση των λειτουργιών του προσομοιωτή Micro-Cap και χρησιμοποιεί παραδείγματα σε αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα. Ανάμεσα σε αρκετά παρόμοιους προσομοιωτές του ίδιου σκοπού, το Micro-Cap έρχεται να δείξει τις δυνατότητες που προσφέρουν οι αμέτρητες λειτουργίες του και να αποτελέσει ένα ξεχωριστό εργαλείο για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, που μελετάνε και διδάσκουν την προσομοίωση και ανάλυση αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων. Μέσω του συγκεκριμένου οδηγού χρήσης Micro-Cap, η ιστορία, η χρήση, η λειτουργικότητα, ο σκοπός, καθώς και τα υπέρ και τα κατά του προσομοιωτή αναλύονται σε βασικό επίπεδο και με τις απαραίτητες προδιαγραφές, δίνοντας έτσι την δυνατότητα σε φοιτητές και επαγγελματίες του κλάδου να κατανοήσουν, να αφομοιώσουν και να εκμεταλλευτούν τις λειτουργίες του συγκεκριμένου εργαλείου.

ABSTRACT

This thesis deals with the analysis of functions of the Micro-Cap simulator and uses examples in analog and digital circuits. Among quite similar simulators of the same purpose, Micro-Cap comes to show the possibilities offered by its countless functions and to be a special tool for educational institutions, which study and teach the simulation and analysis of analog and digital circuits. Through this specific Micro-Cap user guide, the simulator's history, usage, functionality, purpose, as well as its pros and cons, are analyzed at a basic level and with the necessary specifications, thus enabling students and industry professionals to understand, assimilate and exploit the functions of the specific tool.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Ανάλυση λειτουργιών ενός προσομοιωτή και εφαρμογή παραδειγμάτων σε αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Micro-Cap, Simulation, Circuits, Subcircuits, SPICE, Probe, Scope, Panning, Analysis, AC, DC, Transient, Monte Carlo, Macros, Schematic, Animation, Plots, Printing, Sliders, Προσομοιωτής, Αναλογικά κυκλώματα, Ψηφιακά κυκλώματα, Τάση, Ρεύμα, Αντίσταση, Γείωση, Κυματομορφή, Εξαρτήματα.

(Κενό φύλλο)

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1. Σκοπός των Προσομοιωτών	15
Κεφάλαιο 2. Εισαγωγή στον Προσομοιωτή.....	17
2.1. Προ-Έναρξη.....	17
2.1.1. Λογισμικό Spectrum και Micro-Cap	18
2.2. Εξερευνώντας τα Βασικά	21
2.2.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου	21
2.2.2. Τρόπος έναρξης του Micro-Cap	21
2.2.3. Συνοπτικός οδηγός.....	21
2.2.4. Γραμμή εντολών και αρχεία batch.....	32
2.2.5. Όροι και έννοιες.....	37
2.2.6. Κλειδιά λειτουργίας	41
18.1.1. Συναρτήσεις Undo και Redo	42
Κεφάλαιο 3. Εξοικείωση με τον Προσομοιωτή.....	43
3.1. Δημιουργία και Επεξεργασία Απλών Κυκλωμάτων	43
3.1.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου	43
3.1.2. Δημιουργία απλού κυκλώματος	43
3.1.3. Επεξεργασία παραμέτρων των εξαρτημάτων και κειμένου.....	53
3.1.4. Διαγραφή αντικειμένων	55
3.1.5. Λειτουργίες Undoing και Redoing	56
3.1.6. Το πρόχειρο	56
3.1.7. Επιλογή	57
3.1.8. Αντιγραφή με Drag and Drop	58
3.1.9. Πλοήγηση μεγάλων σχηματικών.....	59
3.1.10. Δημιουργία και επεξεργασία αρχείων κειμένου SPICE	62
3.1.11. Σύνοψη	64
3.2. Παροδική Ανάλυση (Transient Analysis).....	66
3.2.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου	66
3.2.2. Το κουτί διαλόγου ορίων της παροδικής ανάλυσης	66
3.2.3. Επιλογή καμπύλης για σχεδίαση και εκτύπωση	72
3.2.4. Το κουτί διαλόγου ιδιοτήτων της σχεδίασης.....	76
3.2.5. Μεταβλητές κατάστασης και αρχικοποίησης	80
3.2.6. Επεξεργαστής μεταβλητών κατάστασης.....	81

3.2.7.	Χρησιμοποιώντας ρυθμιστικά (Sliders)	84
3.2.8.	Χρησιμοποιώντας τον ρυθμιστή κυματομορφής (Waveform Buffer)	86
3.3.	Ανάλυση Εναλλασσόμενου Ρεύματος (AC Analysis)	88
3.3.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	88
3.3.2.	Τι συμβαίνει στην ανάλυση AC	89
3.3.3.	Το κουτί διαλόγου ορίων της ανάλυσης AC	91
3.3.4.	Πειραματισμός με τις επιλογές και τα όρια	97
3.3.5.	Αριθμητική έξοδος	99
3.3.6.	Σχεδιαγράμματα θορύβου (Noise Plots)	100
3.3.7.	Σχεδιαγράμματα Nyquist (Nyquist Plots)	102
3.3.8.	Διαγράμματα Smith (Smith Charts)	103
3.3.9.	Σχεδιάγραμμα Polar (Polar Plots)	104
3.4.	Ανάλυση Συνεχούς Ρεύματος (DC Analysis)	105
3.4.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	105
3.4.2.	Τι συμβαίνει στην ανάλυση DC	106
3.4.3.	Το κουτί διαλόγου ορίων της ανάλυσης DC	107
3.5.	Χρησιμοποιώντας Παλμογράφο (Scope)	112
3.5.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	112
3.5.2.	Πειραματισμός με παλμογράφο	113
3.5.3.	Μεγεθύνοντας	114
3.5.4.	Μετατόπιση (Panning)	115
3.5.5.	Λειτουργία ποντικιού (Cursor Mode)	116
3.5.6.	Μετατόπιση και κλιμάκωση λειτουργίας ποντικιού	117
3.5.7.	Τοποθέτηση ποντικιού	118
3.5.8.	Προσθήκη κειμένου στα σχεδιαγράμματα	123
3.5.9.	Προσθήκη ετικετών στα σχεδιαγράμματα	125
3.5.10.	Λειτουργίες επίδοσης	126
3.5.11.	Ετικέτες επίδοσης	130
3.5.12.	Ανάλυση με κινούμενη εικόνα (Animation)	131
3.6.	Χρησιμοποιώντας Ελεγκτή (Probe)	132
3.6.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	132
3.6.2.	Πως λειτουργεί ο έλεγχος	133
3.6.3.	Μεταβλητές παροδικής ανάλυσης	135

3.6.4.	Ελέγχοντας τάσεις κόμβου	137
3.6.5.	Ελέγχοντας τάσεις lead-to-lead	137
3.6.6.	Πλοήγηση σχηματικού (Schematic).....	138
3.6.7.	Παράδειγμα AC	140
3.6.8.	Παράδειγμα DC	141
3.6.9.	Ελέγχοντας ένα αρχείο SPICE	144
3.6.10.	Ελέγχοντας τα Macros και τα Υποκυκλώματα.....	144
3.6.11.	Συμβουλές για εύκολο έλεγχο.....	146
3.7.	Βηματισμός Παραμέτρων των Εξαρτημάτων	147
3.7.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	147
3.7.2.	Πως λειτουργεί ο βηματισμός παραμέτρων.....	147
3.7.3.	Βηματισμός στην παροδική ανάλυση.....	149
3.7.4.	Παράδειγμα AC και DC	152
3.7.5.	Βηματισμός κειμένου.....	154
3.7.6.	Σύνοψη βηματισμού	155
3.8.	Χρησιμοποιώντας την Ανάλυση Monte Carlo	157
3.8.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	157
3.8.2.	Πως λειτουργεί η ανάλυση Monte Carlo	158
3.8.3.	Κατανομές	159
3.8.4.	Λειτουργίες επίδοσης	160
3.8.5.	Επιλογές.....	162
3.8.6.	Παράδειγμα.....	163
3.8.7.	Στατιστική σύνοψη.....	171
3.9.	Εργασία με Macros	171
3.9.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	171
3.9.2.	Τι είναι το Macro	171
3.9.3.	Δημιουργία αρχείου του κυκλώματος Macro	172
3.9.4.	Επιλογή κατάλληλου σχήματος για το Macro	173
3.9.5.	Εισαγωγή Macro στην βιβλιοθήκη εξαρτημάτων.....	174
3.9.6.	Χρησιμοποιώντας το Macro σε κύκλωμα	176
3.9.7.	Εύκολος τρόπος για την δημιουργία των Macros	177
3.10.	Εργασία με Υποκυκλώματα (Subcircuits)	180
3.10.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	180

3.10.2.	Τι είναι Υποκύκλωμα	181
3.10.3.	Δημιουργία αρχείου του κειμένου Υποκυκλώματος	181
3.10.4.	Επιλογή κατάλληλου σχήματος για το Υποκύκλωμα	182
3.10.5.	Εισαγωγή Υποκυκλώματος στην βιβλιοθήκη εξαρτημάτων	183
3.10.6.	Χρησιμοποιώντας το Υποκύκλωμα ως ένα εξάρτημα.....	185
3.10.7.	Χρήση "Add Part" για την προσθήκη εξαρτημάτων "subckt"	186
3.11.	Εκτύπωση	188
3.11.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	188
3.11.2.	Εκτύπωση σχηματικών	189
3.11.3.	Παράδειγμα εκτύπωσης σχηματικών	191
3.11.4.	Εκτύπωση σχεδιαγράμματος ανάλυσης	193
3.12.	Χρησιμοποιώντας Λειτουργία Κινούμενης Εικόνας.....	197
3.12.1.	Περιεχόμενα κεφαλαίου	197
3.12.2.	Πως λειτουργεί το Animation Mode	198
3.12.3.	Εξαρτήματα Animation	198
3.12.4.	Κουτί διαλόγου επιλογών Animation	200
3.12.5.	Παράδειγμα παροδικής ανάλυσης	201
3.12.6.	Παράδειγμα δυναμικού DC.....	203
Κεφάλαιο 4.	Συμπεράσματα για τον Προσομοιωτή.....	204
Βιβλιογραφία – Πηγές		205

Κεφάλαιο 1. Σκοπός των Προσομοιωτών

Ένα Πρόγραμμα Ανάλυσης Ηλεκτρονικών Κυκλωμάτων, ή αλλιώς μια Προσομοίωση Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, αποτελεί μια διαδικασία κατά την οποία ένα μοντέλο ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος δημιουργείται και αναλύεται, χρησιμοποιώντας διάφορους αλγόριθμους λογισμικού, οι οποίοι προβλέπουν και επαληθεύουν τη συμπεριφορά και την απόδοση του κυκλώματος. Δεδομένου ότι η κατασκευή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, ιδιαίτερα ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (ICs – Integrated Circuits), είναι δαπανηρή και χρονοβόρα, είναι ταχύτερο και οικονομικότερο να επαληθεύεται η συμπεριφορά και η απόδοση του κυκλώματος χρησιμοποιώντας έναν προσομοιωτή κυκλώματος πριν από την κατασκευή (Synopsys, 2022).

Σκοπός των λογισμικών προσομοίωσης κυκλωμάτων, είναι να δοκιμάσουν σενάρια πραγματικού κόσμου που περιλαμβάνουν εικονικά ηλεκτρονικά κυκλώματα. Η δυναμότητα πρόσβασης σε τέτοια λογισμικά, δίνει την δυνατότητα στους μαθητές, καθώς και σε όσους έχουν εργαστεί στον κλάδο για χρόνια, να γίνουν πιο ικανοί στην αντιμετώπιση προβλημάτων των προβληματικών κυκλωμάτων, χωρίς τους προφανείς περιορισμούς που σχετίζονται με την εργασία με τα πραγματικά κυκλώματα.

Εκτός του απαιτούμενου κόστους και του απαιτούμενου χρόνου, ο σκοπός αυτών των προγραμμάτων/προσομοιωτών δεν σταματάει εκεί. Η χρήση τους σχετίζεται και με βιομηχανικούς – εμπορικούς σκοπούς. Σε έναν κόσμο που βασίζεται στην αστραπιαία πρόσβαση σε πληροφορίες (ηλεκτρονικά χειριστήρια, φορητές συσκευές κλπ), είναι αρκετά σημαντικό οι κατασκευαστές να διασφαλίζουν ότι τα κυκλώματα που αποτελούν τα προϊόντα τους, είναι κατασκευασμένα αποτελεσματικά και συμμορφώνονται με τα βιομηχανικά πρότυπα. Καθώς υπάρχουν πολλά διαφορετικά προϊόντα που κυκλοφορούν καθημερινά στην αγορά, το λογισμικό προσομοίωσης κυκλώματος είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση ότι αυτά τα βασικά εξαρτήματα κατασκευάζονται και λειτουργούν αποτελεσματικά, σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (George Brown College, 2022).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι προσομοιωτών κυκλώματος, οι οποίοι καλύπτουν ποικίλες ανάγκες σε όλο το φάσμα ακρίβειας και απόδοσης ή χωρητικότητας. Στο ένα άκρο του φάσματος, υπάρχουν αναλογικοί προσομοιωτές που λύνουν ακριβείς αναπαραστάσεις των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Προσφέρουν κυρίως υψηλή ακρίβεια και χρησιμοποιούνται συνήθως για την προσομοίωση

μικρών κυκλωμάτων. Στο άλλο άκρο του φάσματος, υπάρχουν οι ψηφιακοί προσομοιωτές που χρησιμοποιούν λειτουργικές αναπαραστάσεις ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, ενώ συνήθως περιγράφονται χρησιμοποιώντας γλώσσες περιγραφής υλικού (HDL – Hardware Description Languages). Αυτά προσφέρουν την υψηλότερη απόδοση και χωρητικότητα, αλλά σε σχετικά χαμηλότερα επίπεδα ακρίβειας. Επίσης, οι ψηφιακοί προσομοιωτές χρησιμοποιούνται συνήθως για την προσομοίωση πολύ μεγάλων κυκλωμάτων.

Οι Προσομοιωτές Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, διαθέτουν κάποιες λειτουργίες και δυνατότητες ως λογισμικά στον χρήστη, που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα κατηγοριών. Οι χρήστες μπορούν να αλλάξουν τα μοντέλα και τη συνολική συμπεριφορά του προσομοιωτή, κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προσομοιωτή, έτσι ώστε να υπάρχουν πολλαπλά επίπεδα προσομοίωσης και να εξερευνώνται οι περιορισμοί του κυκλώματος από τον χρήστη. Η αλλαγή των τιμών των εξαρτημάτων γίνεται αρκετά εύκολη, ενώ επιπρόσθετα ο χρήστης μπορεί να ελέγξει το κύκλωμα για διαφορετικές παραμέτρους εισόδου (π.χ. τάσεις, ρεύματα). Οι χρόνοι ανάγνωσης (read) και εγγραφής (write), καθώς και η καθυστέρηση των μονάδων μνήμης, γίνονται πολύ εύκολα με την αποκλειστική αναλογική προσομοίωση. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί προσομοιωτές για την ανάλυση θορύβου (noise) και του cross talk, σε σύνθετα RF (Radio Frequency) και υψηλής ταχύτητας σχέδια. Οι προσομοιωτές διαθέτουν επίσης εργαλεία για τη δοκιμή σχεδίων τροφοδοσίας (SMPS - Switched-Mode Power Supply) και συστημάτων διανομής ισχύος (Power Distribution Systems). Τέλος, οι ψηφιακοί προσομοιωτές ελέγχουν τα επίπεδα τάσης για το logic 0 και το logic 1, ενώ ο χρήστης χρησιμοποιεί τους Αναλογικούς Προσομοιωτές, ενώ μπορεί να ελέγξει τη διάρκεια μετάβασης μεταξύ αυτών των λογικών επιπέδων.

Μεταξύ του προσομοιωτή Micro-Cap (συγκεκριμένα της έκδοσης V11) και άλλων παρόμοιων προσομοιωτών, όπως το KiCAD, το LTspice, το Proteus, το EasyEDA ή το TINA TI, εμφανίζονται μερικές διαφορές με βάση τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που αποτελούν. Με βάση το κομμάτι του προσομοιωτή, οι χρήστες δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στους παραπάνω προσομοιωτές, έναντι του Micro-Cap. Με βάση το κομμάτι του εργαλείου, οι χρήστες δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στον Micro-Cap, έναντι των άλλων προσομοιωτών. Με βάση το κομμάτι των ηλεκτρονικών ειδών, οι χρήστες δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στους παραπάνω προσομοιωτές, έναντι του Micro-Cap και τέλος, με βάση την εκπαίδευση και την αναφορά, οι χρήστες δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στον Micro-Cap, έναντι των άλλων προσομοιωτών.

Αξίζει επίσης να τονιστεί, πως ο προσομοιωτής Micro-Cap διαθέτει παραπάνω από 30.000 εξαρτήματα στην βιβλιοθήκη του (ως βασικό πλεονέκτημα), ενώ παράλληλα δεν παρέχεται περαιτέρω συντήρηση λογισμικού (ως βασικό μειονέκτημα).

Κεφάλαιο 2. Εισαγωγή στον Προσομοιωτή

2.1. Προ-Έναρξη

Το Micro-Cap 12 είναι ένα πρόγραμμα ανάλυσης μικτών αναλογικών-ψηφιακών κυκλωμάτων για προσωπικούς υπολογιστές (Penchev, 2010). Το Micro-Cap 12, είναι η δωδέκατη γενιά ενός προγράμματος που ξεκίνησε το 1982 με την κυκλοφορία του Micro-Cap. Από τότε, έχει αποκτήσει πολλές βελτιώσεις, τηρώντας πάντα τον πρωταρχικό του στόχο να παρέχει μια εύκολη στη χρήση, σκιαγράφιση και προσομοίωση περιβάλλοντος.

Το Micro-Cap 12 συνεχίζει αυτή την παράδοση παρέχοντας:

- Μια σύγχρονη, βασισμένη σε Windows, εύκολη στην εκμάθηση διεπαφή χρήστη
- Ένας ισχυρός σχηματικός επεξεργαστής
- Ένας γρήγορος αναλογικός-ψηφιακός προσομοιωτής
- Υποστήριξη Threading για πολλαπλούς πυρήνες CPU
- Ανάλυση χειρότερης περίπτωσης χρησιμοποιώντας ανάλυση RSS, Monte Carlo και Extreme Value Analysis
- Ανάλυση Smoke / Stress για τον προσδιορισμό των μέγιστων συνθηκών λειτουργίας
- Ανάλυση σταθερότητας που χρησιμοποιεί μεθόδους Tian ή Middlebrook
- Εξελιγμένες Αναλύσεις Παραμόρφωσης Αρμονικών και Διατροποποίησης
- Μια επιλογή PSS ή Periodic Steady State για κυματομορφές χωρίς transient
- Τα πιο πρόσφατα μοντέλα συσκευών, συμπεριλαμβανομένου του Hefner IGBT, του Meextram BJT και του εγκεκριμένου από την CMC μοντέλου PSP MOSFET
- Βελτιστοποιητής για τις τιμές του κυκλώματος μικρορύθμισης
- Σχηματική ανίχνευση κυματομορφών με διαδραστική ανάλυση και επεξεργασία
- Γρήγορη, ακριβής δημιουργία μοντέλου συσκευής από φύλλα δεδομένων

- Μια μεγάλη βιβλιοθήκη συσκευών με περισσότερα από 33 αναλογικά και ψηφιακά εξαρτήματα
- Αναλογικά και ψηφιακά χαρακτηριστικά μοντελοποίησης συμπεριφοράς
- 13 μοντέλα MOSFET, συμπεριλαμβανομένων των BSIM3, BSIM4, EKV, MOS 11 και PSP
- Τρία διπολικά μοντέλα, συμπεριλαμβανομένων των τυπικών Gummel-Poon, Meextram και Modella
- Τέσσερα μοντέλα GAASFET, συμπεριλαμβανομένων των Curtice, Raytheon ή Statz, Triquint και Parker-Skellern.
- Μοντελοποίηση IBIS
- Ισχυρές λειτουργίες μέτρησης απόδοσης και σχεδίασης
- Μια διεπαφή netlist με δημοφιλή πακέτα PCB
- Ενσωματωμένη λειτουργία σχεδίασης ενεργού και παθητικού φίλτρου
- Κινούμενη οθόνη ανάλυσης
- Δυναμική, σχηματική απεικόνιση της τάσης, του ρεύματος και της ισχύος DC και AC

Το Micro-Cap, σας επιτρέπει να περιγράφετε τα κυκλώματά του με τον πιο φυσικό τρόπο. Μπορείτε να σχεδιάσετε ένα σχηματικό ή να πληκτρολογήσετε μια περιγραφή κειμένου SPICE (Bürmen, 2010).

2.1.1. Λογισμικό Spectrum και Micro-Cap

Η Spectrum Software ιδρύθηκε τον Φεβρουάριο του 1980 από τον Andy Thompson, με σκοπό να παρέχει λογισμικό για προσωπικούς υπολογιστές. Αρχικά, η εταιρεία επικεντρώθηκε στην παροχή λογισμικού για συστήματα Apple II.

Ένα από τα πρώτα προϊόντα της, ήταν το Logic Designer and Simulator (Λογικός Σχεδιαστής και Προσομοιωτής). Κυκλοφόρησε τον Ιούνιο του 1980, ενώ αποτελούσε το πρώτο ολοκληρωμένο πρόγραμμα επεξεργασίας κυκλωμάτων και σύστημα λογικής προσομοίωσης, που διατίθεται για προσωπικούς υπολογιστές. Από πολλές απόψεις, αποτελούσε τον πρόδρομο των προϊόντων Micro-Cap. Πρωταρχικός στόχος του, ήταν να παρέχει ένα περιβάλλον «δημιουργίας και προσομοίωσης κυκλώματος» για ψηφιακή προσομοίωση.

Τον Αύγουστο του 1981, κυκλοφόρησε το αναλογικό αντίστοιχο του πρώτου προγράμματος, Circuit Designer and Simulator (Σχεδιαστής Κυκλωμάτων και Προσομοιωτής). Ο ολοκληρωμένος

επεξεργαστής κειμένου που διέθετε, δημιούργησε περιγραφές κυκλωμάτων για έναν απλό, γραμμικό, αναλογικό προσομοιωτή (Donald & Mayaram, 1991).

Τον Σεπτέμβριο του 1982, κυκλοφόρησε το πρώτο πακέτο Micro-Cap. Αποτελεί το πρώτο πρόγραμμα που πρόσφερε ένα μοτίβο «Σκίτσο και Προσομοίωση» και παρείχε ένα σχηματικό πρόγραμμα επεξεργασίας, που δημιούργησε λίστες δικτύου για ανάλυση από τον συνοδευτικό προσομοιωτή. Περιλάμβανε επίσης, έναν βελτιωμένο μη γραμμικό προσομοιωτή, βασισμένο στην τροποποιημένη σύνθεση ενός κομβικού κυκλώματος και στις backward (προς τα πίσω) τεχνικές ολοκλήρωσης του Euler. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του, ήταν η δυνατότητα δυναμικής απεικόνισης των αποτελεσμάτων κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Επειδή ο χρήστης μπορούσε να δει τι συνέβαινε, μπορούσε συχνά να τερματίσει την εκτέλεση πολύ πριν ολοκληρωθεί, εξοικονομώντας πολύτιμο χρόνο. Κυκλοφόρησαν και οι δύο εκδόσεις Apple II και IBM του προϊόντος.

Τον Νοέμβριο του 1984, η Spectrum κυκλοφόρησε το πακέτο Micro-Cap II. Βελτιώθηκε σημαντικά σε σχέση με τον προηγούμενο σχηματικό επεξεργαστή και περιλάμβανε βελτιωμένα μοντέλα. Οι εκδόσεις v2.0, v3.0 και v4.0 παρουσιάστηκαν το 1985, 1986 και 1987 αντίστοιχα, και περιλάμβαναν υποστήριξη για οθόνες υψηλότερης ανάλυσης, συνεπεξεργαστές και plotters (προβολή σχεδιαγραμμάτων). Κυκλοφόρησαν και οι δύο εκδόσεις Macintosh και IBM του προϊόντος.

Το Micro-Cap III κυκλοφόρησε τον Δεκέμβριο του 1988. Χτισμένο γύρω από τη χρήση του ποντικιού και των παραθύρων και παρείχε ένα πολύ εύκολο περιβάλλον, σχετικά με την εκμάθηση. Ο προσομοιωτής του, αν και δεν είναι 100% συμβατός με το SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis – Πρόγραμμα προσομοίωσης με έμφαση στο ολοκληρωμένο κύκλωμα), βασίστηκε πολύ στενά στο μοντέλο UC Berkeley SPICE 2G. Τα τυπικά μοντέλα συσκευών, περιλάμβαναν το μοντέλο διπολικού τρανζίστορ Gummel-Poon, το μοντέλο JFET και τα μοντέλα MOSFET επιπέδου 1 και επιπέδου 3. Οι μεταγενέστερες αναθεωρήσεις το μετέτρεψαν στη γλώσσα προγραμματισμού C και πρόσθεσαν πολυάριθμες βελτιώσεις, καθώς και επεκτάσεις στα μοντέλα SPICE 2G. Αυτά περιλαμβάνουν μοντέλα για αναλογικές πηγές συμπεριφοράς (Laplace και μη γραμμική συνάρτηση), μη γραμμικούς μαγνητικούς πυρήνες, GaAsFETs (Gallium arsenide Field-Effect Transistors) και OPAMP (Operational Amplifier – Τελεστικός Ενισχυτής). Περιλάμβανε επίσης, πολλές άλλες προηγμένες λειτουργίες, όπως την ανάλυση Monte Carlo και τον Βηματισμό Παραμέτρων.

Τον Φεβρουάριο του 1992, η Spectrum παρουσίασε το Micro-Cap IV. Εκτός από έναν πολύ βελτιωμένο σχηματικό επεξεργαστή, το Micro-Cap IV περιλάμβανε και έναν προσομοιωτή, που μπορούσε να διαβάσει και να αναλύει απευθείας αρχεία κειμένου SPICE 2G. Ο σχηματικός επεξεργαστής παρουσίασε πολλές νέες βελτιώσεις, συμπεριλαμβανομένου ενός προχείρου (clipboard). Η έκδοση DOS του προσομοιωτή, ήταν ταχύτερη από οποιονδήποτε προσομοιωτή που βασίζεται σε DOS και η εκτεταμένη έκδοση DOS ήταν ακόμη πιο γρήγορη. Το τελευταίο, χρησιμοποιούσε έως και 16 Megabyte εκτεταμένης μνήμης RAM και χειριζόταν κυκλώματα με μέγεθος όσο δέκα χιλιάδες τρανζίστορ. Ο προσομοιωτής πυρήνα, ήταν πανομοιότυπος με το SPICE 2G, με βελτιώσεις που προέρχονται από τις εξελίξεις του SPICE 3 και του Spectrum. Οποιοσ χρήστης χρειαζόταν μοντέλα συσκευών που δεν βρίσκονται στη μεγάλη βιβλιοθήκη,

συμπεριλήφθηκε μια βελτιστοποιημένη γεννήτρια μοντέλων που μετέτρεπε τη δημιουργία μοντέλων από φύλλα δεδομένων σε εύκολη και με ακρίβεια. Τα τυπικά μοντέλα συσκευών, περιελάμβαναν όλα τα μοντέλα SPICE 2G, τους αναλογικές πηγές συμπεριφοράς (Laplace και μη γραμμική συνάρτηση), τους μη γραμμικούς μαγνητικούς πυρήνες, τα GaAsFETs και τον OPAMP. Η δυνατότητα ανίχνευσης, επιτρέπει στους χρήστες να διερευνούν το σχηματικό (schematic) με το ποντίκι για να εμφανίζουν κυματομορφές σε ένα «πεδίο» (scope). Η χρήση μαθηματικών εκφράσεων, παρείχε μεγάλη ευελιξία στην γραφική παράσταση και τον ορισμό μοντέλων στοιχείων. Οι εκφράσεις περιελάμβαναν όλους τους συνηθισμένους αριθμητικούς (arithmetic), υπερβατικούς (transcendental), υπερβολικούς (hyperbolic), Boolean και τους σχεσιακούς τελεστές (relational operators), καθώς και μερικούς ειδικούς, όπως ο μπροστινός (forward) και ο αντίστροφος (inverse) μετασχηματισμός Fourier, η συσχέτιση (correlation), η αυτοσυσχέτιση (auto-correlation), η συνοχή (coherence), η αριθμητική ολοκλήρωση (numerical integration) και η διαφοροποίηση (differentiation).

Τον Αύγουστο του 1995, η Spectrum παρουσίασε την πρώτη έκδοση των Windows, το Micro-Cap V. Το Micro-Cap V, περιλάμβανε όλες τις δυνατότητες του Micro-Cap IV και προστέθηκε ένα ενσωματωμένο PSpice®, συμβατό με 5-state (5 συμβάντα) event-driven (γύρω από τα γεγονότα) ψηφιακό λογικό προσομοιωτή, συγχρονισμένο με τον χρόνο, με την εσωτερική μηχανή αναλογικής προσομοίωσης. Η διεπαφή χρήστη ήταν παρόμοια με αυτή του Micro-Cap IV, αλλά ενημερώθηκε για να συμμορφώνεται με το πρότυπο διεπαφής των Windows. Προστέθηκαν επίσης, πρόσθετα μοντέλα εξαρτημάτων, συμπεριλαμβανομένων των γραμμών μετάδοσης, με απώλειες και διακόπτες ελεγχόμενης τάσης και ρεύματος. Η σχηματική δομή, βελτιώθηκε με την προσθήκη μιας ξεχωριστής περιοχής κειμένου, για να συγκρατήσει το κείμενο που απαιτείται σε ένα αρχείο προσομοίωσης. Τα σχηματικά (Schematics), γενικεύτηκαν σε έγγραφα πολλών σελίδων, χρησιμοποιώντας συνδέσεις μεταξύ των σελίδων. Οι νέες εντολές επεξεργασίας, περιελάμβαναν κατοπτρισμό περιοχής (region mirroring), περιστροφή (rotating) και αναστροφή (flipping) γύρω από τους άξονες X και Y. Τα εξαρτήματα (Components) απέκτησαν πρόσθετα χαρακτηριστικά, το καθένα με ανεξάρτητο κινητό κείμενο. Οι γραμμές (Lines) έγιναν καλώδια, με τη νέα ιδιότητα να συνδέονται μόνο στα τελικά τους σημεία, ένα βασικό χαρακτηριστικό για την πυκνή διασύνδεση των λογικών σχηματικών. Η ανάλυση (Analysis) σχεδιάζει γραφικά αντικείμενα, κείμενο και ετικέτες για την επισήμανση των μεμονωμένων σημείων δεδομένων και των διαφορών μεταξύ σημείων δεδομένων.

Τον Ιούνιο του 1997, κυκλοφόρησε το Micro – Cap v2.0. Περιλάμβανε πλήρη μοντέλα MOSFET (Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor – Τρανζίστορ Πεδίου Ημιαγωγού Οξειδίου-Μετάλλου) BSIM (Berkeley Short-channel IGFET Model – Μοντέλο IGFET βραχυπρόθεσμου καναλιού Berkeley), τρισδιάστατη γραφική παράσταση (3D plotting), σχεδίαση συναρτήσεων απόδοσης (performance function plotting), πολυδιάστατο βηματισμό παραμέτρων (multidimensional parameter stepping), συμβολικό βηματισμό (symbolic stepping) και κινούμενες οθόνες (animated displays). Οι κινούμενες οθόνες, περιλάμβαναν οθόνες επτά τμημάτων που αναβοσβήνουν, LED, καταστάσεις κόμβων (node states) και διακόπτες (switches).

2.2. Εξερευνώντας τα Βασικά

2.2.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Αυτό το κεφάλαιο, καλύπτει τις βασικές αρχές λειτουργίας του προγράμματος. Προϋποθέτει κυρίως, ότι ο χρήστης είναι εξοικειωμένος με τη διεπαφή χρήστη των Windows και του δείχνει πώς η Micro-Cap χρησιμοποιεί αυτή τη διεπαφή για τη δημιουργία και την ανάλυση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Το κεφάλαιο εξετάζει επίσης, τους βασικούς όρους και τις έννοιες, που είναι κεντρικές για τη λειτουργία του προγράμματος.

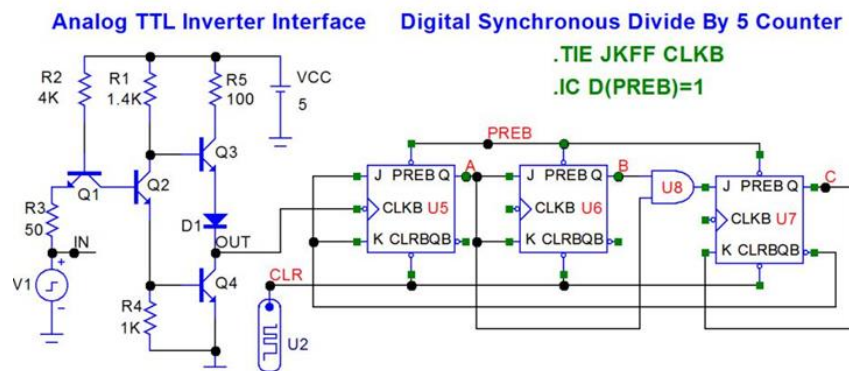
2.2.2. Τρόπος έναρξης του Micro-Cap

Το Micro-Cap ενεργοποιείται με τον συνήθη τρόπο, εάν τα Windows είναι ήδη ενεργά, κάνοντας διπλό κλικ στο εικονίδιο του.

Πριν εκτελέσετε το Micro-Cap, τοποθετήστε το κλειδί ασφαλείας σε μία από τις θύρες USB. Το κλειδί πρέπει να είναι συνδεδεμένο σε μια θύρα για να ξεκινήσει και πρέπει να παραμένει εκεί κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Εάν χρησιμοποιείται η έκδοση LAN, το κόκκινο κλειδί LAN θα πρέπει να βρίσκεται σε μια θύρα διακομιστή USB.

2.2.3. Συνοπτικός οδηγός

Για μια σύντομη περιήγηση στο πρόγραμμα, ξεκινήστε με διπλό κλικ στο εικονίδιο Micro-Cap 12. Για να ξεκινήσει η περιήγηση, θα φορτώσετε ένα από τα δείγματα αρχείων κυκλώματος που παρέχονται με τελεία (.). Επιλέξτε Open από το μενού File. Όταν εμφανιστεί η προτροπή αρχείου, πληκτρολογήστε το όνομα αρχείου MIXED4. Κάντε κλικ στο Open και το πρόγραμμα φορτώνει το κύκλωμα και το εμφανίζει:

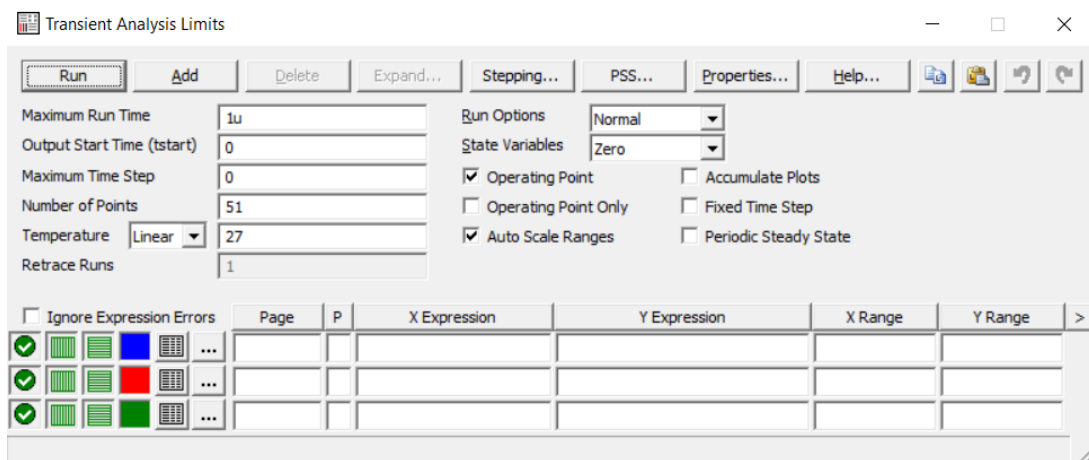


Εικόνα 2.1. Δείγμα Κυκλώματος MIXED4

Το κύκλωμα χρησιμοποιεί έναν αναλογικό μετατροπέα TTL, για να οδηγεί έναν ψηφιακό μετρητή τριών σταδίων σύγχρονης "διαίρεσης με πέντε". Η είσοδος ψηφιακού ρολογιού στο πρώτο flip-flop JK καθοδηγείται από την αναλογική έξοδο TTL, ενώ ο παλμός αρχικοποίησης CLR για τα flip-flop προέρχεται από μια ψηφιακή πηγή, την U2. Οι είσοδοι CLK συνδέονται μαζί με μια εντολή .TIE. Οι προκαθορισμένοι κόμβοι flip-flop συνδέονται μεταξύ τους με ένα καλώδιο και ο κόμβος φέρει την ετικέτα PREB με κείμενο πλέγματος. Αυτός ο κόμβος αρχικοποιείται σε κατάσταση '1' με μια εντολή .IC (Cadence, 2013). Οι καταστάσεις ψηφιακής πηγής καθορίζονται σε μια εντολή εντολής .DEFINE, που βρίσκεται στην περιοχή σχηματικού κειμένου. Η περιοχή κειμένου είναι μια ιδιωτική κρυφή μνήμη σε κάθε σχηματικό για την αποθήκευση κειμένου. Μπορείτε να αλλάξετε την οθόνη μεταξύ των περιοχών σχεδίασης και κειμένου πατώντας CTRL + G, ή κάνοντας κλικ στην καρτέλα Text, στην κάτω γραμμή κύλισης της σελίδας. Αυτός ο συνδυασμός αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων αντιμετωπίζεται εύκολα από το πρόγραμμα, καθώς περιέχει μια εγγενή μηχανή ψηφιακής προσομοίωσης που βασίζεται σε γεγονότα, εσωτερικά συγχρονισμένα με τη μηχανή αναλογικής προσομοίωσης που βασίζεται στο SPICE.

Οθόνη Ανάλυσης Transient

Επιλέξτε Transient από το μενού Analysis. Το Micro-Cap 12, παρουσιάζει το κουτί διαλόγου Όρια Ανάλυσης (Analysis Limits), όπου καθορίζει το χρονικό εύρος προσομοίωσης, κάνει τις επιλογές σχεδίασης και προσομοίωσης και επιλέγει τις κυματομορφές που θα γραφούν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης.



Εικόνα 2.2.. Το κουτί διαλόγου Ορίων της Ανάλυσης (Dialog Box)



Επιλέξατε να σχεδιάσει τις κυματομορφές αναλογικής τάσης στην πηγή παλμού εισόδου, την έξοδο του αναλογικού τμήματος και αρκετές από τις ψηφιακές κυματομορφές. Γενικά, το Micro-Cap 12, μπορεί να σχεδιάσει οποιαδήποτε έκφραση χρησιμοποιώντας ως μεταβλητές οποιαδήποτε τάση ή κατάσταση κόμβου, ή οποιαδήποτε τάση ή ρεύμα τερματικού συσκευής.

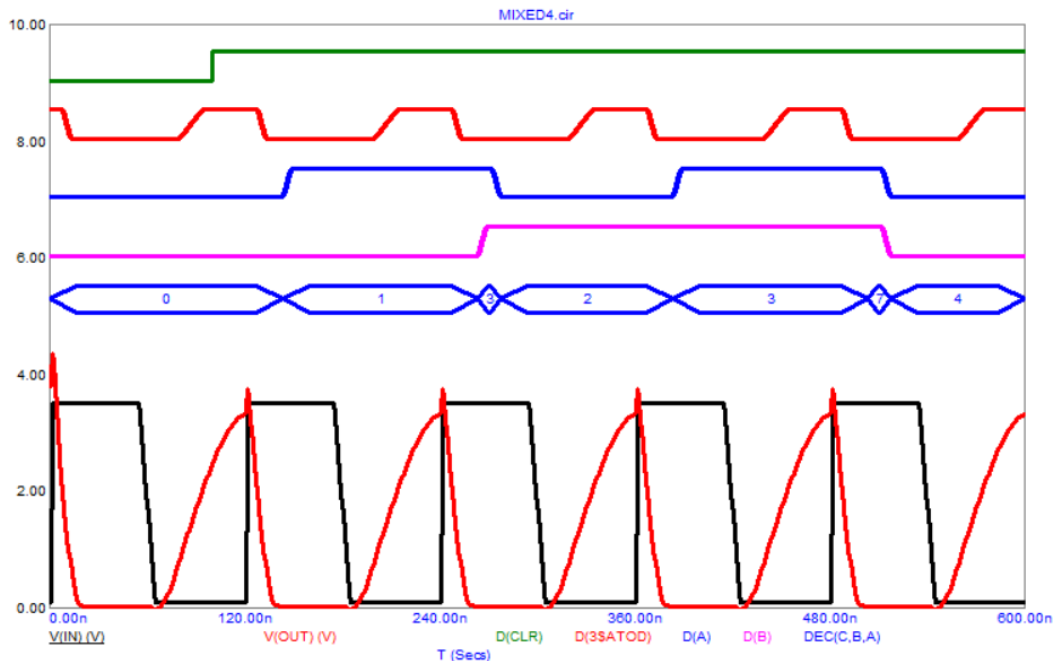
Ακολουθούν μερικές άλλες εκφράσεις που θα μπορούσαν να είχαν σχεδιαστεί σε αυτό το κύκλωμα:

d(CLR)	Κυματομορφή ψηφιακής κατάστασης στον κόμβο CLR.
--------	---

hex(CLR,PB,1,2)	Εξαγωνική κυματομορφή στους κόμβους CLR,PB,1,2.
vbe(q3)	Τάση βάσης-εκπομπού τρανζίστορ q3.
I(VCC)	Εκτελείται μέσω της πηγής VCC.
PG(VCC)	Ισχύς που παράγεται από την πηγή VCC.
qbe(q1)	Φόρτιση αποθηκευμένη στο καπάκι βάσης-εκπομπού του q1.
cbe(q4)	Χωρητικότητα βάσης συλλέκτη q4.

Υπάρχουν πολλές άλλες μεταβλητές διαθέσιμες για σχεδίαση. Κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού σε οποιοδήποτε από τα πεδία Έκφραση Y, για να δείτε τη λίστα με τις μεταβλητές που είναι διαθέσιμες για σχεδίαση ή εκτύπωση. Έπειτα, κάντε κλικ έξω από το μενού για να το καταργήσετε.

Στη συνέχεια, εκτελέστε την πραγματική προσομοίωση. Κάντε κλικ στο κουμπί Run  ή πατήστε F2 για να ξεκινήσει η προσομοίωση. Το Micro-Cap 12, σχεδιάζει τα αποτελέσματα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Η εκτέλεση μπορεί να σταματήσει ανά πάσα στιγμή, κάνοντας κλικ στο κουμπί Διακοπή  ή πατώντας ESC.



Εικόνα 2.3. Παροδική Ανάλυση του Κυκλώματος

Τα τελικά διαγράμματα κυματομορφής, μοιάζουν με την **Εικόνα 2.3**. Κάθε κυματομορφή μπορεί να έχει ένα μοναδικό διακριτικό, πλάτος, μοτίβο και χρώμα. Αυτές οι επιλογές ορίζονται από το

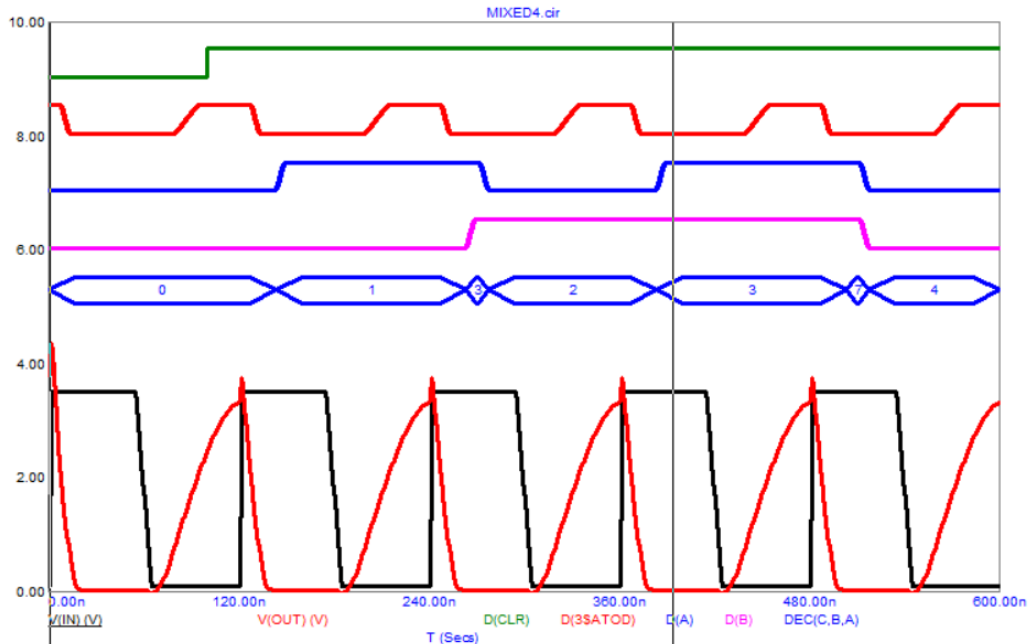
Options / Default Properties for New Circuits, για νέα κυκλώματα και από το κουτί διαλόγου Properties (F10), για το τρέχον κύκλωμα. Οι κυματομορφές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ένα ή περισσότερα διαγράμματα. Η ομαδοποίηση ελέγχεται από τον αριθμό γραφήματος που έχει εκχωρηθεί σε κάθε κυματομορφή. Ο αριθμός γραφήματος είναι ο αριθμός στη στήλη P του κουτιού διαλόγου Analysis Limits. Μπορείτε να αντιστοιχίσετε όλες τις κυματομορφές σε ένα μόνο διάγραμμα ή να τις ομαδοποιήσετε σε όσα γραφήματα χωρούν στην οθόνη. Για να αντιστοιχίσετε πολλές κυματομορφές στην ίδια γραφική παράσταση, δώστε σε όλες τον ίδιο αριθμό γραφήματος. Για να δημιουργήσετε πολλά διαγράμματα, χρησιμοποιήστε διαφορετικούς αριθμούς γραφικών παραστάσεων. Για να απενεργοποιήσετε τη σχεδίαση μιας κυματομορφής, εισάγετε ένα κενό για τον αριθμό γραφήματος.

Σε αυτό το παράδειγμα, όλες οι κυματομορφές στην ομάδα γραφικών μοιράζονται μια κοινή κατακόρυφη κλίμακα. Για να χρησιμοποιήσετε διαφορετικές κλίμακες, απενεργοποιείτε την επιλογή **Plot Properties (F10) / Scales and Formats / Same Y Scales for Each Plot Group** για κάθε ομάδα γραφικής παράστασης και εισάγει τις κλίμακες που θέλει στο πεδίο Εύρος Y. Όλες οι κυματομορφές σε μια ομάδα γραφικών, μοιράζονται την οριζόντια κλίμακα ή την κλίμακα X.

Οι ψηφιακές και οι αναλογικές κυματομορφές μπορούν να αναμειχθούν ή να διαχωριστούν. Οι χωριστές ψηφιακές κυματομορφές δείχνουν την έκφραση στα αριστερά, δίπλα στο διάγραμμα. Οι μικτές ψηφιακές κυματομορφές, εμφανίζουν την έκφραση στο κάτω μέρος της γραφικής παράστασης μαζί με τις αναλογικές εκφράσεις, με τη σειρά εμφάνισής τους στο κουτί διαλόγου Analysis Limits.

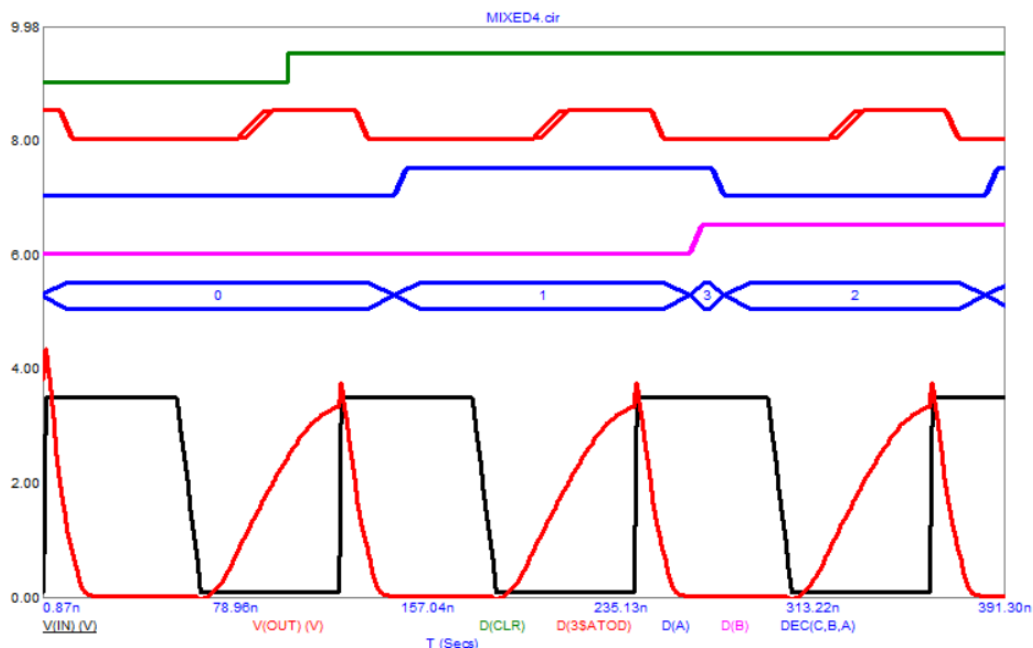
Μεγέθυνση σε μια Κυματομορφή

Τοποθετήστε το ποντίκι κοντά στην κορυφή των κυματομορφών. Πατήστε το αριστερό κουμπί του ποντικιού και κρατώντας το πατημένο, σύρετε το ποντίκι προς τα κάτω και προς τα δεξιά για να δημιουργήσετε ένα πλαίσιο περιγράμματος όπως φαίνεται στην παρακάτω **Εικόνα 2.4.** Αφήστε το κουμπί του ποντικιού και το Micro-Cap 12 θα μεγεθύνει και θα επανασχεδιάσει την περιοχή του πλαισίου.



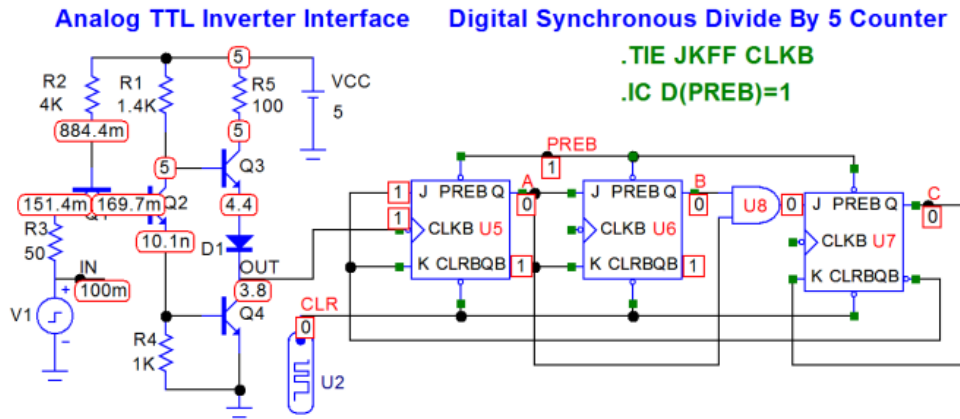
Εικόνα 2.4. Μεγέθυνση Κοματομορφής με τη χρήση Κέρσορα (Cursor)

Εάν κάνετε λάθος, πατήστε CTRL + HOME και δοκιμάστε ξανά.



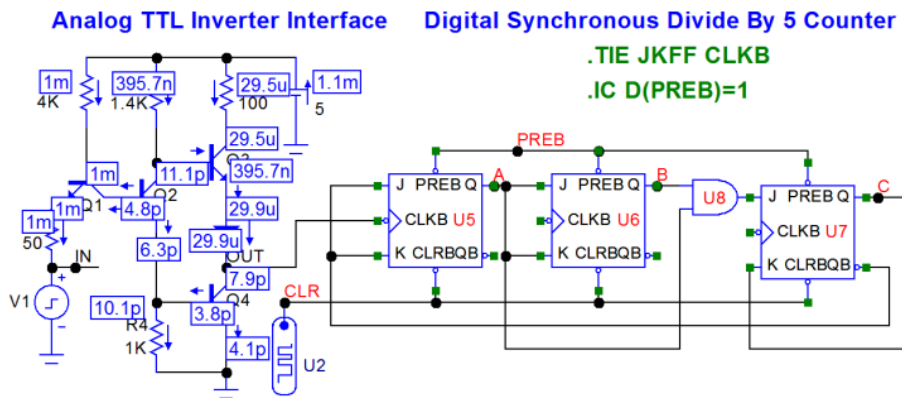
Εικόνα 2.5. Μεγεθυμένη Περιοχή

Πατήστε F3 για να τερματίσετε την ανάλυση. Επιλέξτε Dynamic DC από το μενού Analysis και κάντε κλικ στο κουμπί OK. Αυτό εκτελεί ένα σημείο λειτουργίας DC και εμφανίζει την τάση του κόμβου και τις ψηφιακές καταστάσεις ως εξής:



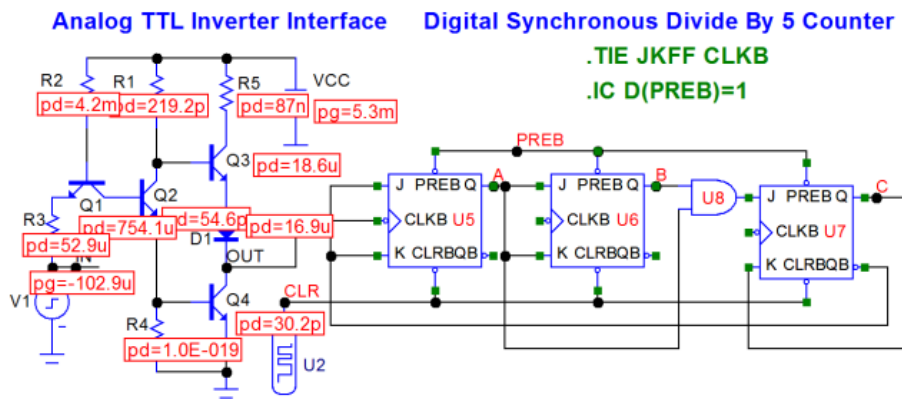
Εικόνα 2.6. Τάσεις και Καταστάσεις Κόμβου Λειτουργικού Σημείου

Κάντε κλικ στο για να απενεργοποιήσετε τις τάσεις και κάντε κλικ στο για να εμφανίσετε ρεύματα όπως παρακάτω:





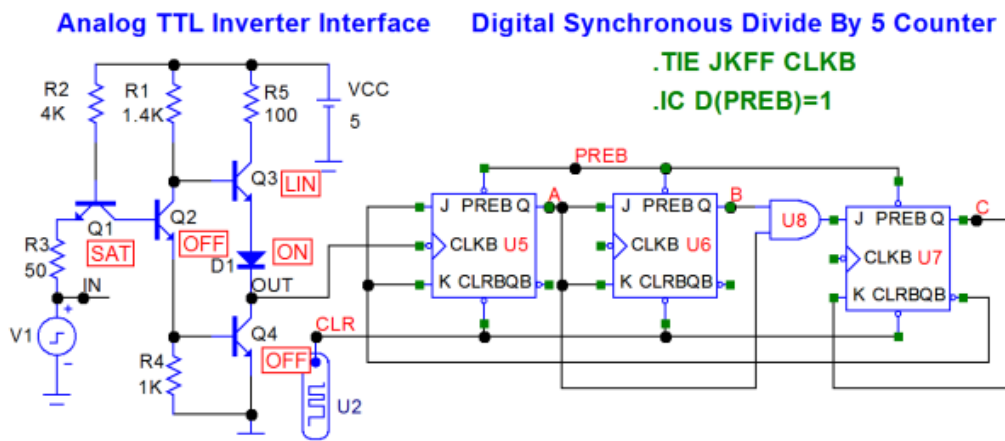
Εικόνα 2.7. Ρεύματα Συνεχούς Τάσης Λειτουργικού Σημείου

Στην συνέχεια, κάντε κλικ στο για να απενεργοποιήσετε τα ρεύματα και κάντε κλικ στο για να εμφανίσετε τους όρους ισχύος όπως παρακάτω:



Εικόνα 2.8. Όροι Ισχύος Συνεχούς Τάσης Λειτουργικού Σημείου

Στην συνέχεια, κάντε κλικ στο  για να απενεργοποιήσετε την τροφοδοσία και κάντε κλικ στο  για να εμφανίσετε συνθήκες όπως αυτή:

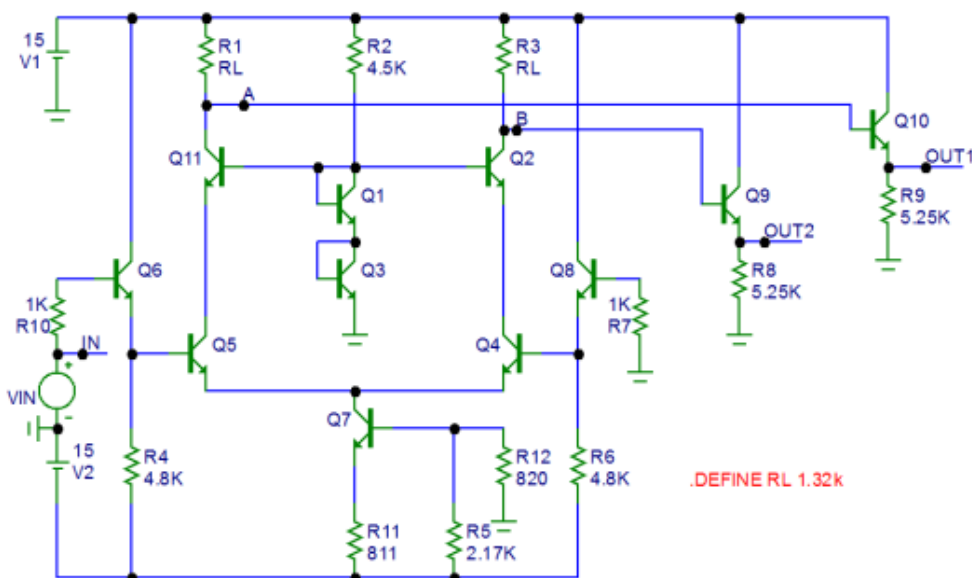


Εικόνα 2.9. Συνθήκες Συνεχούς Τάσης Λειτουργικού Σημείου

Η τάση, το ρεύμα, η ισχύς και η κατάσταση είναι οι τελευταίες τιμές στον τομέα χρόνου, οι οποίες σε αυτήν την περίπτωση είναι το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού σημείου λειτουργίας DC.

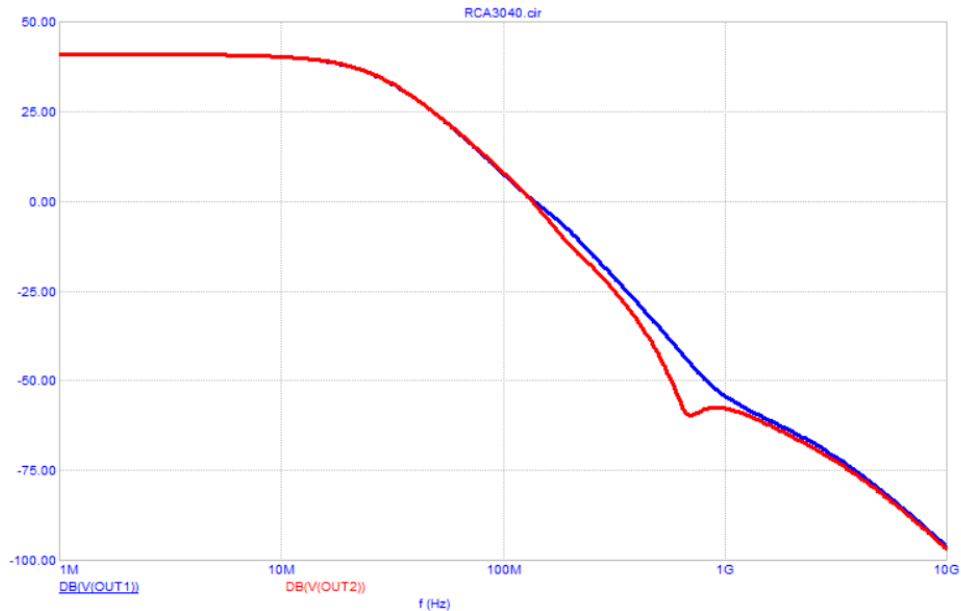
Ανάλυση AC

Απενεργοποιήστε τη λειτουργία δυναμικής ανάλυσης DC από το μενού Analysis. Αφαιρέστε το κύκλωμα MIXED4 επιλέγοντας Close από το μενού File. Φορτώστε ένα νέο αρχείο επιλέγοντας Open από το μενού File. Πληκτρολογήστε RCA3040 για το όνομα και κάντε κλικ στο Open.



Εικόνα 2.10. Κύκλωμα RCA3040

Επιλέξτε AC από το μενού Analysis. Όπως και πριν, εμφανίζεται ένα κουτί διαλόγου ανάλυσης ορίων. Επιλέξτε να σχεδιάσετε την τάση των δύο κόμβων, Out1 και Out2, σε dB. Κάντε κλικ στο κουμπί Run και η γραφική παράσταση ανάλυσης θα μοιάζει με την παρακάτω εικόνα:




Εικόνα 2.11. Σχεδιάγραμμα Ανάλυσης AC

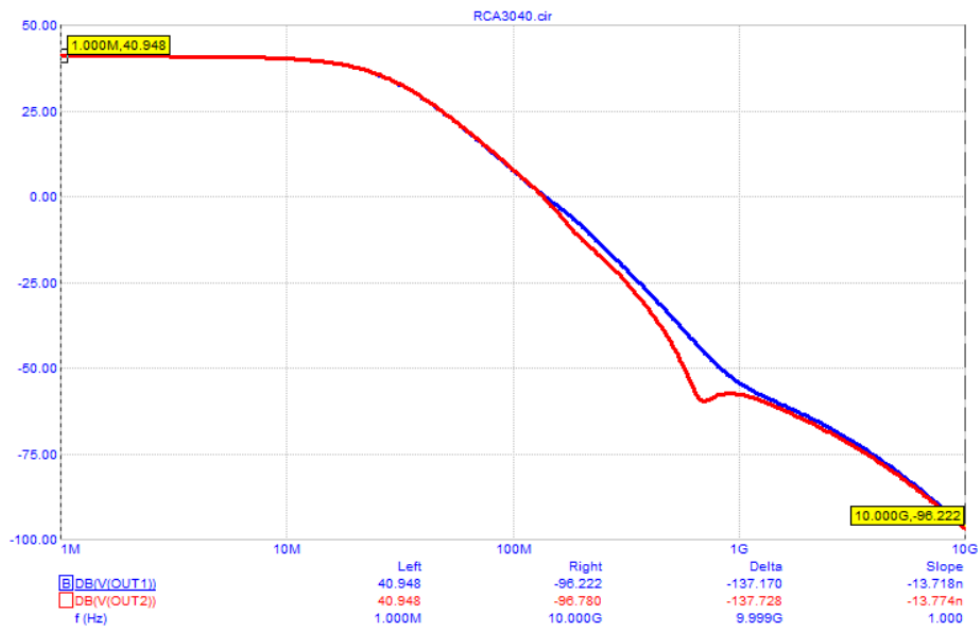
Το ίδιο πλούσιο σύνολο εκφράσεων που είναι διαθέσιμο σε παροδική/μεταβατική ανάλυση, είναι επίσης διαθέσιμο στην ανάλυση AC. Επιπλέον, οι παρακάτω χειριστές είναι πολύ χρήσιμοι:

db(c)	Βρίσκει την τιμή ντεσιμπέλ της μιγαδικής έκφρασης γ .
re(c)	Βρίσκει την πραγματική τιμή της μιγαδικής παράστασης γ .
im(c)	Βρίσκει τη φανταστική τιμή της μιγαδικής έκφρασης γ .
ph(c)	Βρίσκει τη φάση σε μοίρες της μιγαδικής έκφρασης γ .
gd(c)	Βρίσκει την ομαδική καθυστέρηση της μιγαδικής έκφρασης γ .
inoise	Βρίσκει τον θόρυβο εισόδου που ανακλάται στον κόμβο εισόδου.
onoise	Βρίσκει τον θόρυβο εξόδου στον κόμβο εξόδου.

Πεδίο Εφαρμογής Λειτουργίας Κέρσορα (Cursor Mode)

Κάντε κλικ στο κουμπί Λειτουργία δρομέα  στη γραμμή εργαλείων ή πατήστε F8. Σε αυτήν τη λειτουργία, δύο δρομείς τοποθετούνται στο γράφημα και μπορούν να μετακινηθούν. Ο πίνακας

κάτω από τα διαγράμματα, δείχνει τις τιμές κυματομορφής σε κάθε έναν από τους δύο δρομείς, τη διαφορά μεταξύ τους και την κλίση. Η οθόνη πρέπει να είναι η εξής:

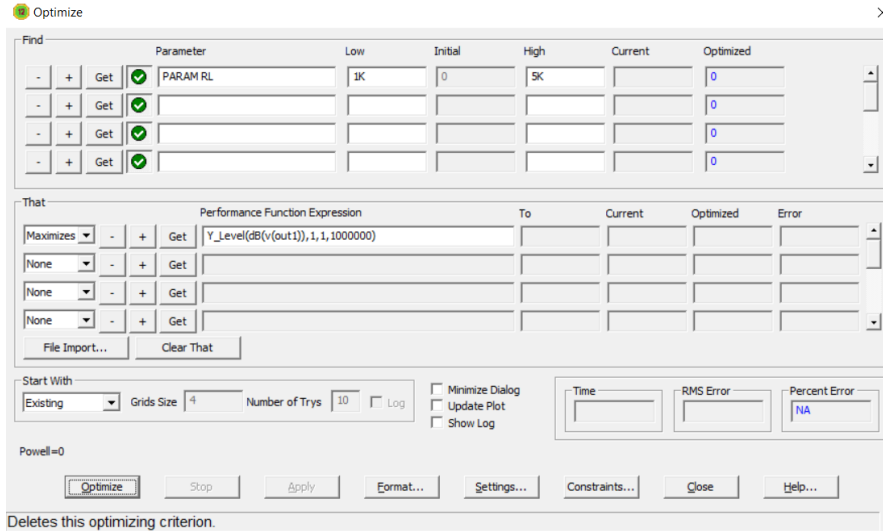


Εικόνα 2.12. Λειτουργία Cursor

Το αριστερό κουμπί του ποντικιού ελέγχει τον αριστερό δρομέα και το δεξί κουμπί ελέγχει τον δεξιό δρομέα. Τα πλήκτρα ← και → ελέγχουν επίσης τους δρομείς. Καθώς οι δρομείς μετακινούνται, η αριθμητική οθόνη ενημερώνεται συνεχώς για να εμφανίζει την τιμή των κυματομορφών, την αλλαγή στις κυματομορφές μεταξύ των δύο δρομέων και την κλίση της κυματομορφής μεταξύ των δύο δρομέων. Οι προαιρετικοί δρομείς παρακολούθησης παρακολουθούν επίσης τις τιμές X και Y, καθώς μετακινούνται οι δρομείς.

Βελτιστοποιητής (Optimizer)

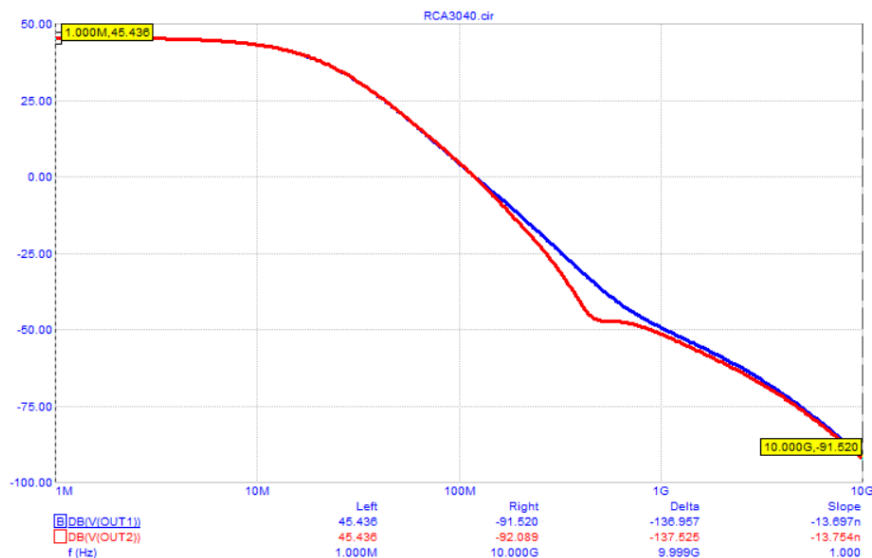
Σημειώνεται από την **Εικόνα 2.10.**, ότι οι αντιστάσεις φορτίου R1 και R3 έχουν ρυθμιστεί σε RL, μια συμβολική μεταβλητή που ορίζεται ως 1,32K. Βελτιστοποιήστε την τιμή του RL για να μεγιστοποιήσετε το κέρδος 1MHz. Πατήστε CTRL + F11 για να εμφανιστεί το Optimizer. Μοιάζει με την παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 2.13. Το κουτί διαλόγου του Βελτιστοποιητή

Αυτές οι ρυθμίσεις αναζητούν την τιμή του RL που μεγιστοποιεί τη συνάρτηση απόδοσης $Y_Level(DB(V(OUT1)), 1, 1, 1E6)$. Από την **Εικόνα 2.13**, η τιμή του $DB(V(OUT1))$ στα 1,0 MHz πριν από τη βελτιστοποίηση είναι 40,9 dB. Κάντε κλικ στο κουμπί Optimize. Ο βελτιστοποιητής βγάζει μια βέλτιστη τιμή 2,3K.

Κάντε κλικ στα κουμπιά Apply και Close. Πατήστε F2 για να εκτελέσετε ξανά την ανάλυση, μετά F8 και θα δείτε ότι με $RL=2,3K$, το $DB(V(OUT1))$ στο 1MHz είναι τώρα 45,4dB (καθαρό κέρδος 4,5dB). Πατήστε F3 για έξοδο από τη ρουτίνα ανάλυσης AC. Επιλέξτε Close από το μενού File για να ξεφορτώσετε το κύκλωμα.

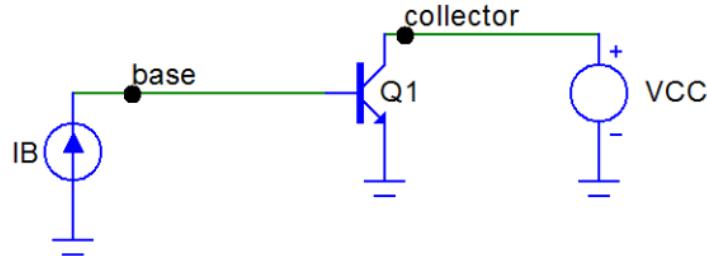


Εικόνα 2.14. Το κουτί διαλόγου του Βελτιστοποιητή

Ανάλυση Συνεχούς Ρεύματος (DC)

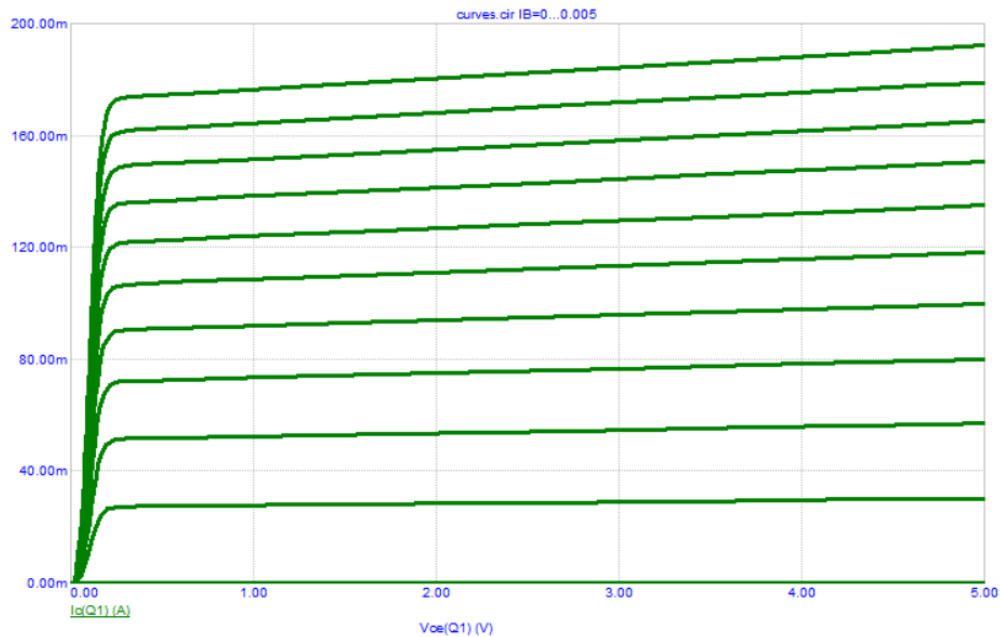
Επιλέξτε Open από το μενού File, για να φορτώσετε ένα νέο κύκλωμα και, στη συνέχεια, πληκτρολογήστε "CURVES" και κάντε κλικ στο κουμπί Open.

BJT IV curve tracer circuit



Εικόνα 2.15. Κύκλωμα Καμπυλών

Αυτό δημιουργεί ένα σύνολο διπολικών καμπυλών τρανζίστορ IV. Επιλέξτε DC από το μενού Analysis. Κάντε κλικ στο κουμπί Run. Θα εμφανιστεί όπως στην εικόνα:



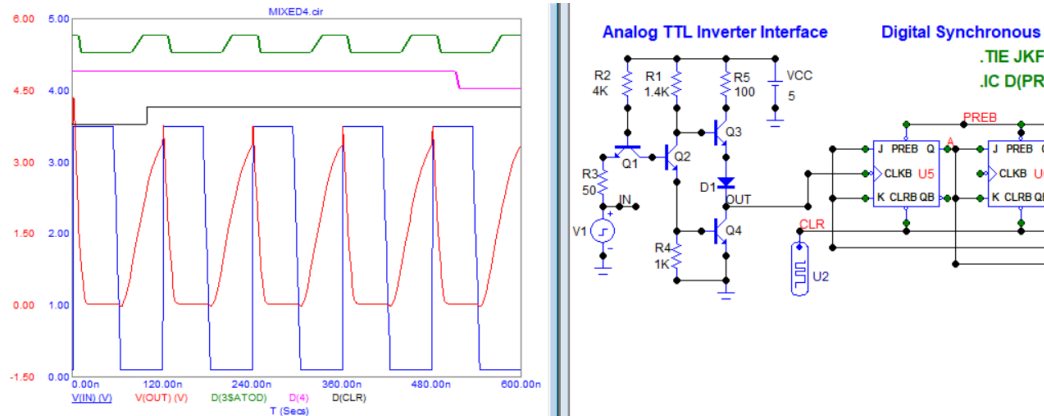
Εικόνα 2.16. Καμπύλες IV ενός Διπολικού Τρανζίστορ

Πατήστε F3 για έξοδο από την ανάλυση DC και, στη συνέχεια, ξεφορτώστε το κύκλωμα με CTRL + F4.

Ελεγκτής (Probe)

Πατήστε CTRL + O και μετά πληκτρολογήστε "MIXED4". Κάντε κλικ στο Open. Επιλέξτε Probe Transient από το μενού Analysis. Εάν χρειάζεται, το Micro-Cap 12 εκτελεί την ανάλυση, την αποθηκεύει στο δίσκο και παρουσιάζει την οθόνη Probe. Μπορείτε να μετακινήσετε το σχηματικό ή να το μετακινήσετε με ένα κλικ και να σύρετε το δεξί κουμπί του ποντικιού και στη συνέχεια να

ανιχνεύστε οποιονδήποτε κόμβο ή στοιχείο με ένα κλικ του αριστερού κουμπιού του ποντικιού. Μετακινήστε το ποντίκι στην πηγή παλμού και κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί στην κουκκίδα κοντά στον κόμβο IN και η κυματομορφή τάσης λαμβάνεται από το δίσκο και σχεδιάζεται. Κάντε κλικ με το ποντίκι στον κόμβο OUT, τον ακροδέκτη CLKB, τον κόμβο J και τον κόμβο CLR του πρώτου flip-flop. Αυτό σχεδιάζει την αναλογική είσοδο και έξοδο, το ρολόι J, καθώς και καθαρές ψηφιακές κυματομορφές. Η αναλογική και η ψηφιακή κυματομορφή τοποθετούνται στην ίδια γραφική παράσταση, όταν δεν είναι επιλεγμένη η επιλογή Separate Analog and Digital στο μενού Probe.



Εικόνα 2.17. Οθόνη Probe

Η ανίχνευση σε έναν κόμβο παράγει είτε κυματομορφές τάσης αναλογικού κόμβου, είτε κυματομορφές κατάστασης ψηφιακού κόμβου. Η ανίχνευση μεταξύ των καλωδίων μιας αναλογικής συσκευής, παράγει κυματομορφές τάσης ακροδεκτών ακροδεκτών από ακροδέκτη, όπως το VBE(Q4). Η ανίχνευση σε μια ψηφιακή συσκευή παράγει μια λίστα με τα ονόματα των κόμβων. Η επιλογή ενός ονόματος κόμβου από αυτήν τη λίστα σχεδιάζει την ψηφιακή κυματομορφή σε αυτόν τον κόμβο. Για αναλογικά μέρη, είναι επίσης διαθέσιμες οι κυματομορφές ρεύματος, όπως το φορτίο, η χωρητικότητα, η επαγωγή, η ροή και όλες οι συνήθεις μεταβλητές. Επιπλέον, μπορείτε να εισαγάγετε εκφράσεις που περιλαμβάνουν μεταβλητές κυκλώματος.

2.2.4. Γραμμή εντολών και αρχεία batch

Παρόλο που το Micro-Cap 12 έχει σχεδιαστεί για να εκτελείται κυρίως σε διαδραστική λειτουργία, μπορεί επίσης να εκτελεστεί ως διαδικασία δέσμης από τη γραμμή εντολών του Program Manager. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε από τις δύο μορφές.

Μορφή Γραμμής Εντολών

`MC12 [F1[.EXT]]...[FN[.EXT]]`

`MC12 [/S | /R] [/P] [/PC] [/PA] [@BATCH.BAT]`

Στην πρώτη μορφή, τα F1, ...FN είναι τα ονόματα ενός ή περισσότερων αρχείων κυκλώματος που πρέπει να φορτωθούν. Το πρόγραμμα φορτώνει τα αρχεία του κυκλώματος και αναμένει περαιτέρω εντολές.

Στη δεύτερη μορφή, τα κυκλώματα μπορούν να προσομοιωθούν σε λειτουργία παρτίδας συμπεριλαμβάνοντας το όνομα του κυκλώματος και τον τύπο ανάλυσης, **/T(transient)**, **/A(AC)** ή **/D(DC)** σε μια γραμμή σε ένα αρχείο κειμένου.

Η σύνταξη της γραμμής κυκλώματος μέσα στο αρχείο δέσμης είναι η εξής:

```
cname [/DEF "x val"] [/NOF "fn"] [analysis] [/S | /R] [/P] [/PC]
```

Μορφή Λειτουργίας Batch

[/PA]	Επιλογές εντολών για ανάλυση.
/T	Εκτελέστε μεταβατική ανάλυση στο κύκλωμα.
/A	Εκτελέστε ανάλυση AC στο κύκλωμα.
/D	Εκτελέστε ανάλυση DC στο κύκλωμα.
/HD	Εκτέλεση ανάλυσης αρμονικής παραμόρφωσης στο κύκλωμα.
/ID	Εκτέλεση Intermodulation Distortion ανάλυσης στο κύκλωμα.
/DYNAMIC_AC	Εκτελέστε δυναμική ανάλυση AC στο κύκλωμα.
/DYNAMIC_DC	Εκτελέστε δυναμική ανάλυση DC στο κύκλωμα.
/STABILITY	Εκτελέστε την ανάλυση σταθερότητας στο κύκλωμα.
/WC	Run Worst Case Analysis στο κύκλωμα.

Επιλογές εντολών για ανάλυση χειρότερης περίπτωσης

BEGIN_COMMAND

```
cname /WC /DCOP OR / T OR /AC OR /DC /Output=expression
```

```
    /RSS_LOW /Value=v1 /ErrorTol=e1
```

```
    /RSS_HIGH /Value=v2 /ErrorTol=e2
```

```
    /MCA_LOW /Value=v3 /ErrorTol=e3
```

```
    /MCA_HIGH /Value=v4 /ErrorTol=e4
```

```
    /EVA_LOW /Value=v5 /ErrorTol=e5
```

```
    /EVA_HIGH /Value=v6 /ErrorTol=e6
```

END_COMMAND

Αυτό εκτελεί την ανάλυση χειρότερης περίπτωσης, που ζητήθηκε για το cname και εκτυπώνει τα αποτελέσματα RSS, MCA και EVA στο αρχείο cname.owc, δημιουργώντας μηνύματα σφάλματος, εάν οι καθορισμένες τιμές δεν βρίσκονται εντός της τιμής ErrorTol.

Άλλες εντολές

- /S Αποθηκεύστε την εκτέλεση ανάλυσης στο δίσκο για μελλοντική ανάκληση.
- /R Ανακτήστε την εκτέλεση της ανάλυσης από το δίσκο και σχεδιάστε τις κυματομορφές που καθορίζονται στο κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης.
- /PC Εκτυπώστε το διάγραμμα κυκλώματος.
- /PA Εκτυπώστε το διάγραμμα ανάλυσης κυκλώματος.
- /P Εκτυπώστε το διάγραμμα κυκλώματος και το διάγραμμα ανάλυσης.
- /DEF "x val" Ορίζει τη μεταβλητή x σε val, για χρήση στο cname. Το cname πρέπει να έχει δήλωση .DEFINE X.
- /NOF "fn" Παρέχει ένα μοναδικό όνομα αρχείου αριθμητικής εξόδου, fn, έτσι ώστε οι πολλαπλές εκτελέσεις του cname να μην αντικαθιστούν το τυπικό cname αρχείου αριθμητικής εξόδου.*NO. fn είναι το επιθυμητό όνομα αρχείου χωρίς επέκταση. Το Micro-Cap 12 θα προσθέσει την κατάλληλη επέκταση (.TNO, .ANO ή .DNO) στο fn.

Οι εντολές αποθήκευσης, ανάκτησης και εκτύπωσης μπορούν να εφαρμοστούν καθολικά για όλα τα κυκλώματα του αρχείου δέσμης τοποθετώντας τα στη γραμμή εντολών του Program Manager, ή τοπικά σε ένα συγκεκριμένο αρχείο κυκλώματος τοποθετώντας τα σε μια γραμμή κυκλώματος μέσα στο αρχείο δέσμης.

Εντολές εικόνας

/IC Page="<page name>" Output="<file name>"

Δημιουργεί ένα αρχείο εικόνας της καθορισμένης σχηματικής σελίδας.

/IC Page="<page name>" Section="<section name>" Output="<file name>"

Δημιουργεί ένα αρχείο εικόνας της καθορισμένης σχηματικής σελίδας στην καθορισμένη ενότητα μακροεντολών.

/IA Page="<page name>" Output="<file name>"

Δημιουργεί ένα αρχείο εικόνας των γραφημάτων ανάλυσης στην καθορισμένη σελίδα ανάλυσης.

/IP Window="<window name>" Output="<file name>"

Δημιουργεί μια εικόνα του καθορισμένου παραθύρου σχεδίου απόδοσης.

/IF Window="<window name>" Output="<file name>"

Δημιουργεί μια εικόνα του καθορισμένου παραθύρου γραφικής παράστασης FFT.

```
/I3 Window="<window name>" Output="<file name>"
```

Δημιουργεί μια εικόνα του καθορισμένου παραθύρου τρισδιάστατης σχεδιαγράμματος.

```
/IH Window="<window name>" Output="<file name>"
```

Δημιουργεί μια εικόνα του καθορισμένου παραθύρου γραφικής παράστασης ιστογράμματος.

Το Output καθορίζει το όνομα αρχείου εικόνας που πρόκειται να δημιουργηθεί. Ο τύπος του αρχείου εικόνας που δημιουργείται βασίζεται στην επέκταση του ονόματος αρχείου. Οι τύποι των διαθέσιμων αρχείων εικόνας είναι οι ίδιοι με εκείνους που είναι διαθέσιμοι στο Copy ολόκληρου του παραθύρου σε αρχείο εικόνας στο μενού Edit. Η παράμετρος Window χρησιμοποιεί το όνομα της γραφικής παράστασης απόδοσης, της γραφικής παράστασης FFT, της γραφικής παράστασης 3D ή της γραφικής παράστασης ιστογράμματος. Αυτό το όνομα ορίζεται στο πεδίο Title στη σελίδα Plot του κουτιού διαλόγου Properties για κάθε διάγραμμα. Οι εντολές εικόνας παραθύρου ανάλυσης / γραφικής παράστασης, πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με την κατάλληλη επιλογή εντολής για μια ανάλυση.

Για παράδειγμα:

```
Diffamp /t /ic Page="Page1" Output="cir.gif" /ia Page="Main" Output="tran.jpg"
```

Το παραπάνω θα εξάγει το σχηματικό στη σελίδα με το όνομα Page1, σε ένα αρχείο GIF που ονομάζεται cir.gif. Στη συνέχεια, θα εκτελέσει μεταβατική ανάλυση και θα εξάγει τα διαγράμματα ανάλυσης στη σελίδα ανάλυσης Main σε ένα αρχείο JPEG, που ονομάζεται tran.jpg. Αξίζει να σημειωθεί, ότι όταν οι εντολές εικόνας χρησιμοποιούνται σε μια γραμμή, θα πρέπει να καθορίζεται μόνο μία επιλογή εντολής ανάλυσης. Εάν θέλετε να εκτελέσετε πολλές αναλύσεις σε ένα κύκλωμα κατά την αποθήκευση των αρχείων εικόνας, κάθε ανάλυση θα πρέπει να έχει τη δική της σειρά δέσμης.

Στη δεύτερη μορφή, το Micro-Cap 12 πρέπει να καλείται με το όνομα του αρχείου δέσμης πριν από τον χαρακτήρα '@'. Για παράδειγμα, σκεφτείτε ένα αρχείο κειμένου που ονομάζεται TEST.BAT και περιέχει τις παρακάτω γραμμές:

```
PRLC /A /T
```

```
SENSOR.CKT /A /IA Page="Main" Output="Sense.jpg"
```

```
LOGIC /DEF "DELAY 1E-7" /NOF "DELAYA" /T
```

```
LOGIC /DEF "DELAY 2E-7" /NOF "DELAYB" /T
```

Εάν το Micro-Cap 12 καλείται με τη γραμμή εντολών, Micro-Cap 12 @TEST.BAT, τότε:

1. Φορτώστε το κύκλωμα PRLC.CIR και εκτελέστε ανάλυση εναλλασσόμενου ρεύματος και παροδικής ανάλυσης.

2. Φορτώστε το κύκλωμα SENSOR.CKT και εκτελέστε ανάλυση AC. Δημιουργήστε ένα αρχείο JPEG που ονομάζεται Sense.jpg που περιέχει μια εικόνα των γραφημάτων ανάλυσης στη σελίδα ανάλυσης που ονομάζεται Main.
3. Φορτώστε το κύκλωμα LOGIC.CIR με τη μεταβλητή DELAY ρυθμισμένη στο 1E-7 και, στη συνέχεια, εκτελέστε την ανάλυση μεταβατικής λειτουργίας. Αποθηκεύστε την αριθμητική έξοδο στο αρχείο DELAYA.TNO.
4. Φορτώστε το κύκλωμα LOGIC.CIR με τη μεταβλητή DELAY ρυθμισμένη στο 2E-7 και, στη συνέχεια, εκτελέστε την ανάλυση μεταβατικής λειτουργίας. Αποθηκεύστε την αριθμητική έξοδο στο αρχείο DELAYB.TNO.

Κατά τη διάρκεια των εκτελέσεων, οι εκφράσεις που καθορίζονται στο αρχείο κυκλώματος, θα σχεδιάζονταν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης και θα ήταν ορατές στην οθόνη, αλλά τα αποτελέσματα δεν θα αποθηκεύονταν στο δίσκο. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η προεπιλεγμένη επέκταση ονόματος αρχείου κυκλώματος είναι .CIR.

Προσθέτοντας ένα '/S' στη γραμμή εντολών, το καθορισμένο θα εκτελεστεί και τα αποτελέσματα θα αποθηκευτούν στο δίσκο για μεταγενέστερη ανάκληση.

Με την προσθήκη ενός '/R' στη γραμμή εντολών, οι αναλύσεις παρακάμπτονται και τα αποτελέσματα απλώς ανακαλούνται και σχεδιάζονται.

Προσθέτοντας ένα '/P' στη γραμμή εντολών, θα εκτελεστούν όλες οι αναλύσεις που καθορίζονται στο αρχείο δέσμης και θα εκτυπωθούν το κύκλωμα και η γραφική παράσταση ανάλυσης.

Στο αρχείο δέσμης, μια γραμμή μπορεί να είναι μεγάλη εάν εφαρμοστούν πολλές εντολές. Το ομαδικό αρχείο μπορεί να χρησιμοποιεί τις λέξεις-κλειδιά *BEGIN_COMMAND* και *END_COMMAND* για να κάνει μια γραμμή πιο ευανάγνωστη. Όλο το κείμενο εντός αυτών των λέξεων-κλειδιών θα θεωρείται ότι είναι απλώς μια γραμμή εντολών.

Για παράδειγμα, το παρακάτω παράγει το ίδιο αποτέλεσμα με το προηγούμενο παράδειγμα:

```
PRLC /A /T  
SENSOR.CKT /A /IA Page="Main" Output="Sense.jpg"  
BEGIN_COMMAND  
LOGIC /DEF "DELAY 1E-7"  
    /NOF "DELAYA" /T  
END_COMMAND  
LOGIC /DEF "DELAY 2E-7" /NOF "DELAYB" /T
```

Ακολουθεί μια περίπτωση που φορτώνει ένα κύκλωμα που ονομάζεται batch1.cir, εκτελεί ανάλυση εναλλασσόμενου ρεύματος και αποθηκεύει εικόνες του κυκλώματος, το διάγραμμα ανάλυσης, δύο γραφήματα απόδοσης και μια τρισδιάστατη γραφική παράσταση.

BEGIN_COMMAND

;Run AC analysis

batch1.cir /a

;Save the Schematic Page Main as batch1.jpg

/ic Page="Main" Output="batch1.jpg"

;Save the AC analysis Page a as batch1_ac.jpg

/ia Page="a" Output="batch1_ac.jpg"

;Save the Peak performance plot as batch1_acpf1.jpg

/ip Window="Peak_Y(RE(v(OUT)),1,1) vs Temperature" Output="batch1_acpf1.jpg"

;Save the Valley performance plot as batch1_acpf2.jpg

/ip Window="Valley_Y(IM(v(OUT)),1,1) vs Temperature" Output="batch1_acpf2.jpg"

;Save the 3D plot as batch1_ac_3d.jpg. Only one 3d Plot so no need to specify the Window

/i3 Output="batch1_ac_3d.jpg"

END_COMMAND

2.2.5. Όροι και έννοιες

Ακολουθούν μερικοί από τους πιο σημαντικούς όρους και έννοιες που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα:

Χαρακτηριστικό / Ιδιότητα

Τα εξαρτήματα χρησιμοποιούν χαρακτηριστικά για να αναγνωρίσουν ονόματα εξαρτημάτων, ονόματα μοντέλων και άλλα καθοριστικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά δημιουργούνται και επεξεργάζονται στο κουτί διαλόγου Attribute, στο οποίο έχετε πρόσβαση κάνοντας διπλό κλικ στο στοιχείο.

Κουτί

Το κουτί είναι μια ορθογώνια περιοχή ενός κυκλώματος ή μιας γραφικής παράστασης ανάλυσης. Δημιουργείται με λειτουργία σύρματος, ορίζει περιοχές γραφικής παράστασης προς μεγέθυνση ή περιοχές κυκλώματος που πρέπει να βηματιστούν, να διαγραφούν, να περιστραφούν, να μετακινηθούν, να μετατραπούν σε μακροεντολή ή να αντιγραφούν στο πρόχειρο.

Κλικ στο ποντίκι

Τα περισσότερα ποντίκια έχουν δύο ή περισσότερα κουμπιά. «Κάντε κλικ στο ποντίκι» σημαίνει να πατήσετε και να αφήσετε το αριστερό ή το δεξί κουμπί. Το μεσαίο κουμπί δεν χρησιμοποιείται.

Πρόχειρο

Αυτή είναι μια προσωρινή περιοχή αποθήκευσης για ολόκληρα ή μερικά κυκλώματα από ένα σχηματικό ή κείμενο από οποιοδήποτε πεδίο εισαγωγής κειμένου. Τα στοιχεία αντιγράφονται στο πρόχειρο με την εντολή Copy (CTRL + C) και επικολλούνται από το πρόχειρο στο τρέχον σχηματικό πεδίο ή πεδίο δεδομένων με την εντολή Paste (CTRL + V). Οτιδήποτε κόβεται αντιγράφεται επίσης στο πρόχειρο. Οτιδήποτε διαγράφεται ή διαγράφεται δεν αντιγράφεται στο πρόχειρο.

Εξάρτημα

Εξάρτημα είναι οποιοδήποτε αντικείμενο ηλεκτρικού κυκλώματος. Αυτό περιλαμβάνει συνδέσμους, μακροεντολές και όλες τις ηλεκτρικές συσκευές. Εξαιρούνται κείμενο πλέγματος, καλώδια, εικόνες και αντικείμενα γραφικών.

Αντίγραφο

Αυτή η εντολή (CTRL + C) αντιγράφει κείμενο από ένα πεδίο κειμένου ή αντικείμενα κυκλώματος από ένα σχηματικό στο πρόχειρο για χρήση με την εντολή Paste (CTRL + V).

Ποντίκι

Το ποντίκι επισημαίνει το σημείο εισαγωγής. Όταν ένα αντικείμενο εισάγεται σε ένα κύκλωμα ή κείμενο εισάγεται σε ένα πεδίο εισαγωγής κειμένου, τοποθετείται στην τοποθεσία του δρομέα. Ο σχηματικός κέρσορας είναι ένα βέλος του ποντικιού ή το πραγματικό σχήμα του στοιχείου, ανάλογα με μια επιλογή που έχει επιλέξει ο χρήστης. Ο δρομέας κειμένου είναι μια κατακόρυφη γραμμή που αναβοσβήνει.

Απενεργοποιημένο

Αυτό σημαίνει ότι είναι προσωρινά μη διαθέσιμο. Δείτε το κομμάτι "Ενεργοποιημένο".

Σύρσιμο

Μια λειτουργία μεταφοράς περιλαμβάνει το πάτημα του κουμπιού του ποντικιού και ενώ κρατάτε πατημένο, σύρετε το ποντίκι σε μια νέα θέση. Η μεταφορά με το δεξί κουμπί χρησιμοποιείται για μετατόπιση ενδείξεων σχήματος, σχηματικά κυκλώματα και γραφικά ανάλυσης. Η μεταφορά με το αριστερό κουμπί χρησιμοποιείται για την επιλογή περιοχής πλαισίου, την αντιγραφή με σύρσιμο, τη μετακίνηση αντικειμένων κυκλώματος και τη μεγέθυνση μιας περιοχής γραφικής παράστασης ανάλυσης.

Ενεργοποιημένο

Ένα χαρακτηριστικό κουμπιού πλαισίου ελέγχου ενεργοποιείται κάνοντας κλικ σε αυτό με το ποντίκι. Εμφανίζει ένα X ή ένα σημάδι επιλογής όταν είναι ενεργοποιημένο. Μια λειτουργία

στοιχείου μενού ενεργοποιείται κάνοντας κλικ για να εμφανιστεί ένα σημάδι επιλογής. Μια λειτουργία κουμπιού ενεργοποιείται κάνοντας κλικ σε αυτήν για να καταργήσετε το πάτημα του κουμπιού. Οι λειτουργίες κουμπιών απενεργοποιούνται κάνοντας κλικ σε αυτές για να απελευθερωθεί το κουμπί. Άλλες λειτουργίες απενεργοποιούνται όταν δεν εμφανίζουν ούτε X ούτε σημάδι επιλογής.

ESC

Το κλειδί ESC χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση μεμονωμένου κλειδιού για να κλείσετε τα παράθυρα διαλόγου **Shape editor, Component editor, Stepping, Monte Carlo και State Variables** και να σταματήσετε μια προσομοίωση. Είναι ισοδύναμο με το Cancel σε ένα παράθυρο διαλόγου.

Πλέγμα

Το πλέγμα είναι μια ορθογώνια διάταξη θέσεων σε ίσες αποστάσεις στο κύκλωμα που ορίζει όλες τις πιθανές θέσεις για την προέλευση των αντικειμένων του κυκλώματος. Μπορείτε να δείτε το πλέγμα κάνοντας κλικ στο εικονίδιο Grid.

Κείμενο πλέγματος

Αυτό αναφέρεται σε οποιοδήποτε κείμενο τοποθετείται σε ένα σχηματικό. Ονομάζεται κείμενο πλέγματος για να το διακρίνει από το κείμενο χαρακτηριστικών συστατικού. Το κείμενο πλέγματος μπορεί να τοποθετηθεί οπουδήποτε. Το κείμενο χαρακτηριστικών βρίσκεται πάντα δίπλα στο στοιχείο και κινείται μαζί με το στοιχείο. Όταν το κείμενο πλέγματος τοποθετείται σε έναν κόμβο, δίνει στον κόμβο ένα όνομα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εκφράσεις. Το κείμενο πλέγματος μπορεί να μετακινηθεί εμπρός και πίσω μεταξύ μιας σχηματικής σελίδας και της περιοχής σχηματικού κειμένου επιλέγοντας το κείμενο και πατώντας CTRL + B.

Καλώδιο

Τα καλώδια συνδέουν έναν ή περισσότερους κόμβους μεταξύ τους. Τα καλώδια διασταύρωσης δεν συνδέονται. Τα καλώδια που καταλήγουν σε άλλα καλώδια συνδέονται μεταξύ τους. Μια κουκκίδα που υποδηλώνει μια σύνδεση τοποθετείται εκεί όπου ένα καλώδιο συνδέεται με ένα άλλο καλώδιο ή με μια ακίδα εξαρτήματος. Δύο καλώδια τοποθετημένα από άκρο σε άκρο συγχωνεύονται σε ένα μόνο καλώδιο.

Μακροεντολή

Μια μακροεντολή είναι ένα σχηματικό, που δημιουργείται και αποθηκεύεται σε δίσκο για να χρησιμοποιείται ως στοιχείο σε άλλα σχηματικά. Χρησιμοποιεί ονόματα ακίδων για να καθορίσει τις συνδέσεις του με το κύκλωμα κλήσης.

Κόμβος

Ένας κόμβος είναι ένα σύνολο σημείων που συνδέονται με έναν ή περισσότερους ακροδέκτες στοιχείων. Όλα τα σημεία σε έναν κόμβο έχουν την ίδια τάση ή ψηφιακή κατάσταση. Όταν ενώνονται αναλογικοί και ψηφιακοί κόμβοι, εισάγεται ένα κύκλωμα διασύνδεσης και

δημιουργείται ένας πρόσθετος κόμβος. Η διαδικασία περιγράφεται λεπτομερώς στο Εγχειρίδιο Αναφοράς.

Όνομα κόμβου

Ένα όνομα κόμβου μπορεί να είναι είτε ένας αριθμός κόμβου που έχει εκχωρηθεί από το Micro-Cap 12 είτε ένα κομμάτι κειμένου πλέγματος τοποθετημένο κάπου στον κόμβο. Το κείμενο πλέγματος βρίσκεται σε έναν κόμβο εάν η κουκκίδα σύνδεσης της καρφίτσας βρίσκεται στον κόμβο. Η κουκκίδα βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία του πλαισίου που περιγράφει το κείμενο όταν είναι επιλεγμένο. Για να εμφανίσετε τις συνδέσεις pin, επιλέξτε την επιλογή Pin Connections από το στοιχείο View στο κύριο μενού Options. Οι κόμβοι που έχουν το ίδιο κείμενο συνδέονται μεταξύ τους.

Αριθμός κόμβου

Ένας αριθμός κόμβου είναι ένας αριθμός αναγνωριστικού που εκχωρείται από το σύστημα. Μπορείτε να αναφερθείτε σε κόμβους είτε με αριθμό είτε με όνομα. Ωστόσο, τα ονόματα είναι καλύτερα, καθώς οι αριθμοί κόμβων μπορούν να αλλάξουν όταν αλλάζετε το σχηματικό.

Αντικείμενο

Ένα αντικείμενο είναι ένας γενικός όρος για οτιδήποτε τοποθετείται σε ένα σχηματικό. Αυτό περιλαμβάνει στοιχεία, καλώδια, κείμενο πλέγματος, σημαίες, αρχεία εικόνων και αντικείμενα γραφικών.

Μετατόπιση (Pan)

Μετατόπιση είναι η διαδικασία μετακίνησης της προβολής ενός σχήματος, σχηματικής ή γραφικής παράστασης ανάλυσης. Μοιάζει με κύλιση, εκτός από το ότι είναι πανκατευθυντική. Η μετατόπιση γίνεται με λειτουργία σύρματος χρησιμοποιώντας το δεξί κουμπί του ποντικιού.

Επικόλληση


Η εντολή Paste (CTRL + V) αντιγράφει τα περιεχόμενα του πρόχειρου στην τρέχουσα θέση του δρομέα. Η επικόλληση είναι διαθέσιμη για σχηματικά και πεδία κειμένου. Για να ελέγξετε τη θέση μιας λειτουργίας επικόλλησης, κάντε πρώτα κλικ στο σχηματικό πεδίο ή στο πεδίο κειμένου όπου θέλετε να βρίσκεται η επάνω αριστερή γωνία της περιοχής επικόλλησης και μετά κάντε επικόλληση.

Καρφίτσα

Ένας πείρος είναι ένα σημείο στο σχήμα ενός εξαρτήματος όπου γίνονται ηλεκτρικές συνδέσεις με άλλα εξαρτήματα. Οι καρφίτσες δημιουργούνται και επεξεργάζονται χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα επεξεργασίας στοιχείων.

Επιλογή

Ένα στοιχείο επιλέγεται έτσι ώστε να μπορεί να τροποποιηθεί, να μετακινηθεί, να περιστραφεί, να διαγραφεί ή να αλλάξει με άλλο τρόπο. Η γενική διαδικασία είναι:

1. Εάν το στοιχείο είναι οτιδήποτε άλλο εκτός από κείμενο σε ένα πεδίο κειμένου, ενεργοποιήστε τη λειτουργία Επιλογή κάνοντας κλικ στο κουμπί Select Mode .
2. Επιλέξτε το στοιχείο.
3. Αλλάξτε το.

Στοιχείο σημαίνει οποιοδήποτε χαρακτηριστικό του κουτιού διαλόγου, τμήμα κειμένου σε ένα πεδίο κειμένου ή οποιοδήποτε αντικείμενο στο πρόγραμμα επεξεργασίας σχήματος, σχηματικό παράθυρο ή γραφική παράσταση ανάλυσης. Τα στοιχεία επιλέγονται με το ποντίκι μετακινώντας το βέλος του ποντικιού στο αντικείμενο και κάνοντας κλικ στο αριστερό κουμπί. Τα στοιχεία επιλέγονται με το πληκτρολόγιο πατώντας το πλήκτρο TAB μέχρι να επιλεγεί το επιθυμητό στοιχείο. Η επιλογή πληκτρολογίου είναι διαθέσιμη μόνο για αντικείμενα κειμένου και λειτουργίες κουτιού διαλόγου. Η σκίαση, το περίγραμμα ή η επισήμανση χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό επιλεγμένων στοιχείων.

Σχήμα

Όλα τα στοιχεία αντιπροσωπεύονται από σχήματα. Αυτά δημιουργούνται, τροποποιούνται και διατηρούνται από τον επεξεργαστή Shape.



2.2.6. Κλειδιά λειτουργίας

3. Το F1 χρησιμοποιείται για την κλήση του συστήματος Βοήθειας. Έχει πρόσβαση σε μια βάση δεδομένων πληροφοριών με βάση τα περιεχόμενα και με αλφαβητικό ευρετήριο.
4. Το F2 χρησιμοποιείται για να ξεκινήσει μια ανάλυση αφού επιλέξετε τον τύπο ανάλυσης από το μενού Analysis.
5. Το F3 εγκαταλείπει την ανάλυση και επιστρέφει στο Σχηματικό πρόγραμμα επεξεργασίας. Επαναλαμβάνει την τελευταία αναζήτηση όταν βρίσκεται στο Σχηματικό πρόγραμμα επεξεργασίας.
6. Το F4 εμφανίζει το διάγραμμα ανάλυσης.
7. Το CTRL + F4 κλείνει το ενεργό παράθυρο.
8. Το F5 εμφανίζει το παράθυρο Numeric Output (Αριθμητικής Εξόδου).
9. Το F6 κλιμακώνει και απεικονίζει την επιλεγμένη ομάδα γραφικών αναλύσεων. Κλιμακώνει επίσης αυτόματα το σχηματικό.
10. Το CTRL + F6 εναλλάσσονται από τα ανοιχτά παράθυρα.
11. Το F7 αλλάζει την γραφική παράσταση ανάλυσης σε λειτουργία κλίμακας.
12. Το F8 αλλάζει την γραφική παράσταση ανάλυσης σε λειτουργία δρομέα.

13. Το F9 εμφανίζει το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης για ανάλυση AC, DC ή παροδική ανάλυση ή τους ισοδύναμους ανιχνευτές του.
14. Το CTRL + F9 διαγράφει τις κυματομορφές στο Probe και καλεί το κουτί διαλόγου Analysis Limits όταν βρίσκεται σε μια ενότητα ανάλυσης.
15. Το F10 καλεί το κουτί διαλόγου Properties για το μπροστινό παράθυρο. Ο τύπος του παραθύρου διαλόγου εξαρτάται από τον τύπο του μπροστινού παραθύρου.
16. Το F11 καλεί το κουτί διαλόγου Stepping Parameter.
17. Το CTRL + F11 καλεί το κουτί διαλόγου Optimizer (Βελτιστοποιητή).
18. Το F12 καλεί τον επεξεργαστή State Variables (Μεταβλητές Κατάστασης).

18.1.1. Συναρτήσεις Undo και Redo

Το Micro-Cap 12 έχει δυνατότητα αναίρεσης και επανάληψης πολλαπλών βημάτων. Όλες οι επεξεργασίες κειμένου και σχηματικών παραθύρων μπορούν να αναιρεθούν στο σημείο όπου φορτώθηκε το αρχείο ή αν είναι νέο αρχείο, στο σημείο δημιουργίας. Γενικά, η αναίρεση του πεδίου κειμένου περιορίζεται στην τελευταία κατάσταση. Η μοναδική εξαίρεση σε αυτό είναι το πρόγραμμα επεξεργασίας στοιχείων, όπου οι επεξεργασίες πεδίων κειμένου είναι πολλαπλών βημάτων.

Η αναίρεση ολοκληρώνεται κάνοντας κλικ στο κουμπί Undo  ή πατώντας CTRL + Z. Η λειτουργία Undo εμφανίζεται κάτω από το μενού Επεξεργασία. Η επανάληψη ολοκληρώνεται κάνοντας κλικ στο κουμπί Redo  ή πατώντας το CTRL + Y. Η λειτουργία Redo εμφανίζεται κάτω από το μενού Edit. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι φορτώνετε ένα κύκλωμα και προσθέτετε μια δίοδο σε αυτό, αλλάζετε μια τιμή αντίστασης από 1K σε 2K και μετά διαγράφετε έναν πυκνωτή. Πατώντας το Undo μία φορά επαναφέρεται ο πυκνωτής. Πατώντας ξανά Undo επαναφέρει την τιμή της αντίστασης στο 1K. Πατώντας ξανά το Undo αφαιρείται η δίοδος, επαναφέροντας το σχηματικό στην αρχική του κατάσταση. Πατώντας το Redo μια φορά επαναφέρει τη δίοδο. Πατώντας το ξανά, η αντίσταση επαναφέρεται στα 2K και ένα τρίτο πάτημα διαγράφει τον πυκνωτή. Μόνο η μνήμη περιορίζει το βάθος της αναίρεσης/εκ νέου. Ως πρακτικό θέμα, μπορείτε συνήθως να αναιρέσετε/επαναλάβετε σε εκατοντάδες επίπεδα. Οι σχηματικές επεξεργασίες μπορούν να αναιρεθούν ακόμη και μετά την εκτέλεση μιας ανάλυσης. Μπορείτε να διαγράψετε μια περιοχή κυκλώματος από ένα κύκλωμα, να εκτελέσετε μια ανάλυση και, στη συνέχεια, να επιστρέψετε στο Σχηματικό πρόγραμμα επεξεργασίας και να χρησιμοποιήσετε τη συνάρτηση Undo για να επαναφέρετε το κύκλωμα στην προηγούμενη κατάσταση.

Σημειώστε ότι η εντολή Revert στο μενού File, λειτουργεί επίσης σαν μια εντολή αναίρεσης μεγάλης κλίμακας. Φορτώνει την υπάρχουσα έκδοση του αρχείου του μπροστινού παραθύρου από το δίσκο, απορρίπτοντας τυχόν αλλαγές στο μπροστινό παράθυρο που έγιναν από τη φόρτωσή του.

Κεφάλαιο 3. Εξοικείωση με τον Προσομοιωτή

3.1. Δημιουργία και Επεξεργασία Απλών Κυκλωμάτων

3.1.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Αυτό το κεφάλαιο, δείχνει πώς να δημιουργείτε και να επεξεργάζεστε απλά κυκλώματα. Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να εισαγάγει τις βασικές τεχνικές και να τις βελτιώσει σε δεξιότητες εργασίας, με εξάσκηση σε κυκλώματα δειγμάτων.

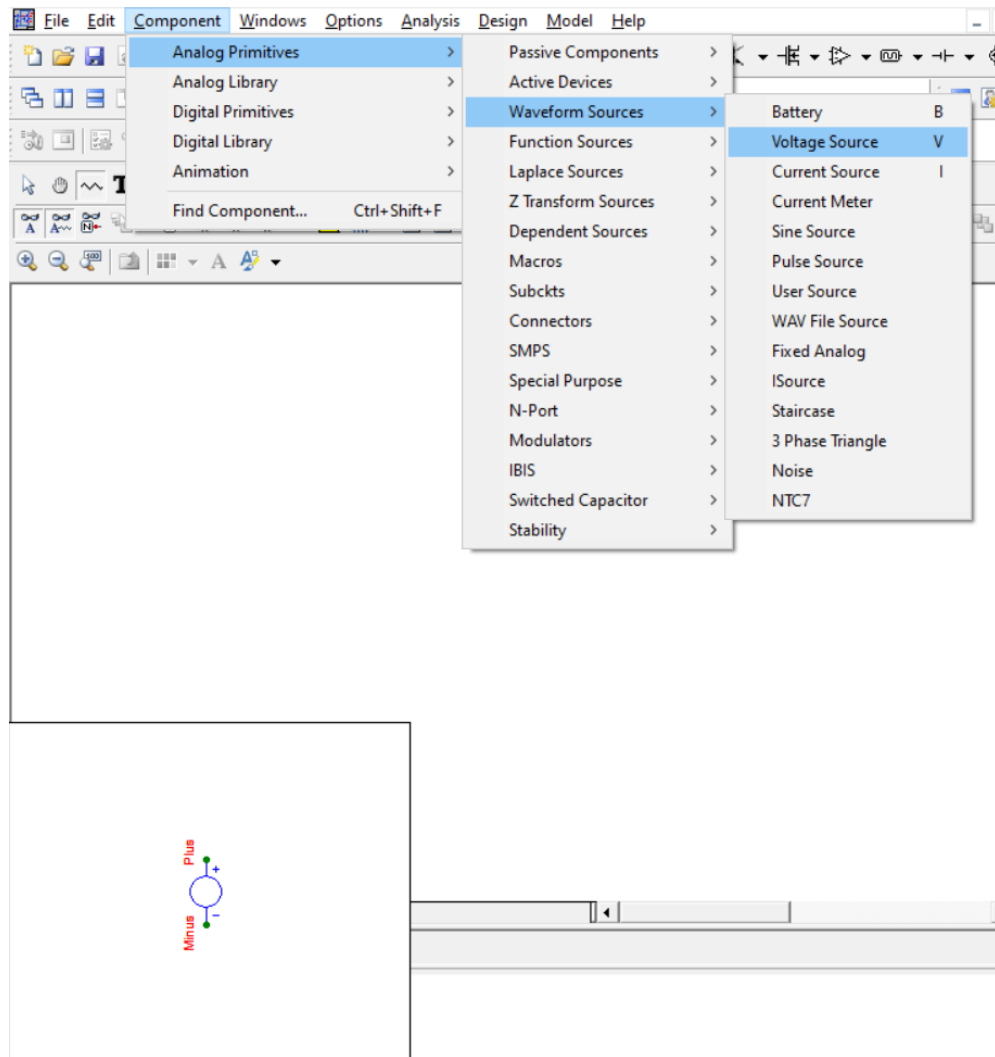
Τα συγκεκριμένα θέματα που καλύπτονται είναι τα εξής:

- Σχηματική δημιουργία
 - Προσθήκη εξαρτημάτων
 - Εισαγωγή παραμέτρων στοιχείων
 - Σύνδεση εξαρτημάτων με καλώδια
 - Χρήση εντολών ορισμού και μοντέλου
 - Προσθήκη ονομάτων κόμβων
- Σχηματική επεξεργασία
 - Λειτουργίες επεξεργασίας κειμένου
 - Επεξεργασία παραμέτρων στοιχείων και κειμένου
 - Διαγραφή αντικειμένων
 - Το πρόχειρο
 - Επιλογή
 - Προβολή μεγάλων σχηματικών
 - Δημιουργία και επεξεργασία αρχείων κειμένου SPICE

3.1.2. Δημιουργία απλού κυκλώματος

Ξεκινήστε κάνοντας διπλό κλικ με το ποντίκι στο εικονίδιο Micro – Cap 12. Το πρόγραμμα ανοίγει αυτόματα ένα νέο παράθυρο κυκλώματος και το ονομάζει CIRCUIT1. Από τον πίνακα Component, επιλέξτε **Analog Primitives \ Waveform Sources \ Voltage Source**.

Το ποντίκι αλλάζει σε σχήμα πηγής τάσης. Κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί του ποντικιού και κρατήστε το πατημένο.

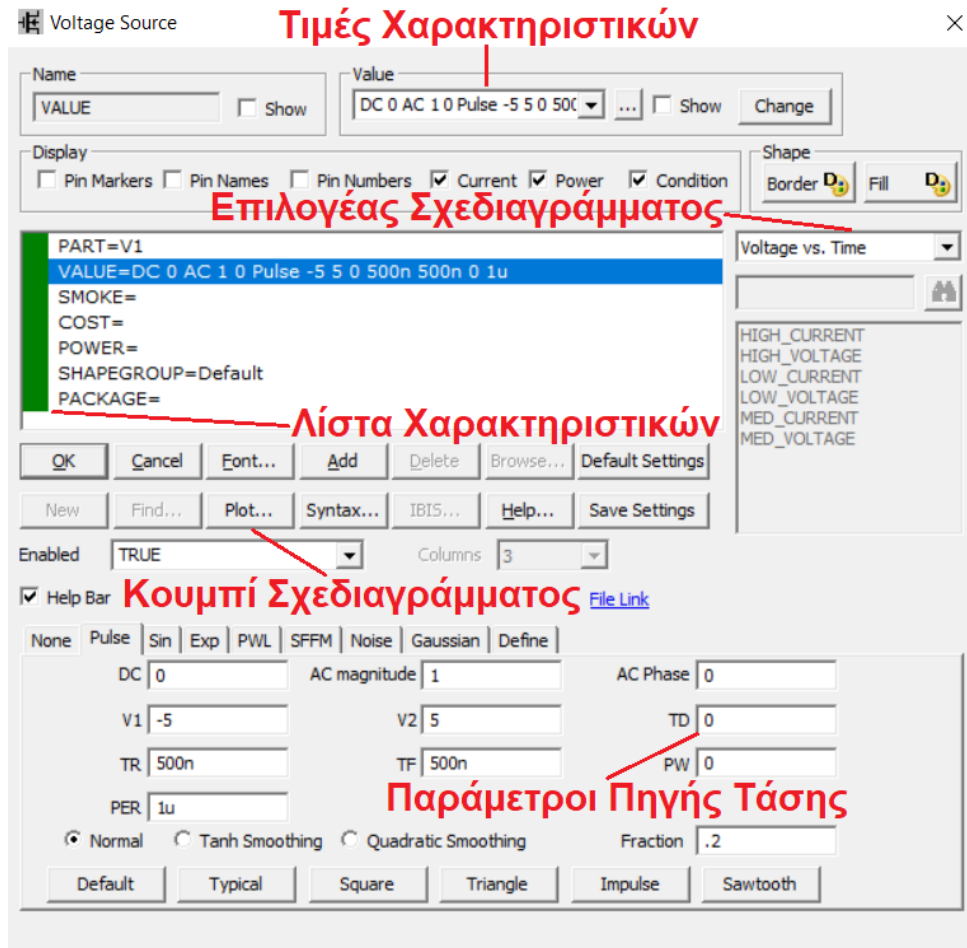


Εικόνα 3.1. Επιλογή Εξαρτήματος από το πλαίσιο εξαρτημάτων

Η επιλογή ενός τμήματος από τον πίνακα αλλάζει τη λειτουργία σε Component, προβλέποντας την τοποθέτηση του εξαρτήματος στο σχηματικό. Πατήστε το δεξί κουμπί του ποντικιού και το σχήμα περιστρέφεται. Οκτώ κλικ του δεξιού κουμπιού του ποντικιού, παράγουν τους οκτώ πιθανούς προσανατολισμούς. Ενώ κρατάτε ακόμα πατημένο το κουμπί του ποντικιού, σύρετε την πηγή σε μια θέση στη μέση του παραθύρου του κυκλώματος και κοντά στην αριστερή άκρη του παραθύρου. Περιστρέψτε το έως ότου το σύμβολο συν είναι στην κορυφή και το σύμβολο μείον στο κάτω μέρος. Αφήστε το κουμπί του ποντικιού. Αυτό ενεργοποιεί το κουτί διαλόγου Attribute όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3.2.**

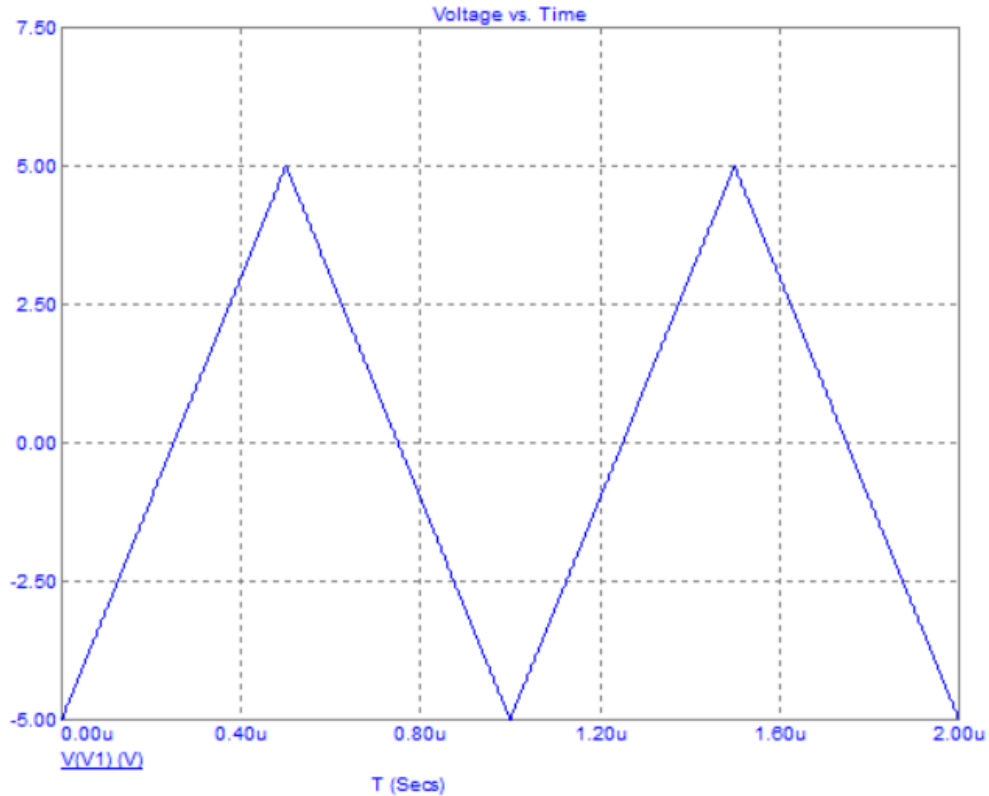
Για αυτόν τον τύπο πηγής υπάρχουν δύο σημαντικά χαρακτηριστικά, το όνομα του τμήματος και η τιμή. Το Micro – Cap 12 δημιουργεί ένα κατάλληλο όνομα τμήματος, σε αυτήν την περίπτωση V1, το οποίο μπορείτε να αποδεχτείτε ή να επεξεργαστείτε. Σε αυτόν τον τύπο πηγής, το

χαρακτηριστικό value ενσωματώνει όλες τις απαραίτητες παραμέτρους. Μπορείτε να εισαγάγετε ένα νέο χαρακτηριστικό τιμής, να επεξεργαστείτε το υπάρχον ή να επιλέξετε μια διαφορετική πηγή από έναν συνδυασμό καρτελών και κουμπιών. Κάθε καρτέλα επιλέγει έναν από τους οκτώ βασικούς τύπους πηγών, None, Pulse, Sin, Exp, PWL, SFFM, Noise ή Gaussian. Κάθε ένα από τα κουμπιά επιλέγει ένα κοινό σχήμα κύματος. Επιλέξτε την καρτέλα Pulse και το κουμπί TRIANGLE. Μπορείτε να αλλάξετε τις τιμές παραμέτρων και το όνομα που σχετίζονται με οποιοδήποτε κουμπί, κάνοντας κλικ στο κουμπί Save Settings.



Εικόνα 3.2. Το κουτί διαλόγου Ιδιοτήτων

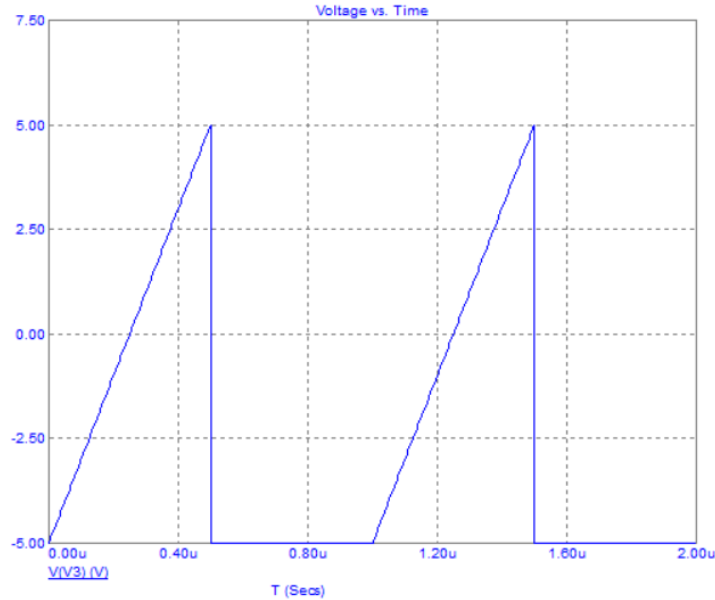
Μπορείτε να δείτε την κυματομορφή της πηγής παλμού, κάνοντας κλικ στο κουμπί Plot. Για αυτό το σύνολο παραμέτρων η κυματομορφή μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 3.3. Χαρακτηριστικό Σχεδιάγραμμα της Πηγής

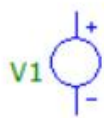
Το κουμπί Plot παράγει από μηδέν έως τρία διαγράμματα για κάθε βασικό τύπο εξαρτήματος. Δημιουργούνται, εν κινήσει, από μίνι προσομοιώσεις δοκιμαστικών κυκλωμάτων που έχουν σχεδιαστεί για να παράγουν το εν λόγω σχεδιάγραμμα. Ορισμένα μέρη, όπως αυτή η πηγή, έχουν μια απλή προσομοίωση και μια ενιαία γραφική παράσταση. Άλλα, όπως το NPN, έχουν πολλά σχεδιαγράμματα που μπορούν να επιλεγούν από τον επιλογέα γραφήματος. Ορισμένα μέρη, όπως οι μακροεντολές και τα δευτερεύοντα, δεν έχουν καθόλου γραφική παράσταση αφού είναι αδύνατο να γνωρίζουμε ποια θα ήταν η σχετική γραφική παράσταση για ένα γενικό μέρος. Μόλις ολοκληρωθεί η γραφική παράσταση, αποκρίνεται δυναμικά στις τροποποιήσεις παραμέτρων. Αλλάξτε την τιμή του TF σε 1n και πατήστε το πλήκτρο Tab.

Το σχεδιάγραμμα μοιάζει με την **Εικόνα 3.4.** Κάντε κλικ στο OK.




Εικόνα 3.4. Χαρακτηριστικό Σχεδιάγραμμα της Πηγής (με $TF = 1n$)

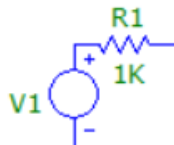
Ένας άλλος τρόπος για να επιλέξετε εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται συχνά, είναι η παλέτα Component. Αυτές οι παλέτες εξαρτημάτων που έχουν επιλεγεί από τον χρήστη μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν με ένα μόνο πλήκτρο. Κάνετε κλικ στο τμήμα που θέλετε και, στη συνέχεια, αφήνετε την παλέτα στην οθόνη ή την εξαφανίζετε με το ίδιο πλήκτρο που την επικαλέστηκε. Οι παλέτες, με αριθμό 1 έως 9, ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται με CTRL + αριθμός. Η ιδιότητα μέλους σε μια παλέτα καθορίζεται με τον επεξεργαστή Component. Θα χρησιμοποιήσουμε μια παλέτα για να προσθέσουμε μια αντίσταση. Πατήστε CTRL + 1 για να καλέσετε την παλέτα 1. Η οθόνη θα πρέπει τώρα να μοιάζει με την παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3.5. Παλέτα του Χρήστη

Κάντε κλικ στο όνομα της αντίστασης στην παλέτα. Πατήστε CTRL + 1 για να αφαιρέσετε την παλέτα. Σύρετε την αντίσταση στην πηγή και περιστρέψτε την μέχρι να είναι οριζόντια. Όταν ένα από τα καλώδια της αντίστασης αγγίζει το πάνω μέρος της πηγής, αφήστε το κουμπί του ποντικιού. Εάν η επιλογή Node Snap είναι ενεργοποιημένη, το καλώδιο της αντίστασης χρειάζεται μόνο να βρίσκεται κοντά στην πηγή. Το καλώδιο της αντίστασης θα κουμπώσει στον πλησιέστερο κόμβο. Αφήστε το κουμπί του ποντικιού και θα εμφανιστεί το κουτί διαλόγου Χαρακτηριστικό. Το Micro-Cap 12 προτείνει το όνομα R1 το οποίο θα δεχθούμε. Πληκτρολογήστε "1K" για το χαρακτηριστικό RESISTANCE και πατήστε ENTER.

Το SPACEBAR εναλλάσσεται μεταξύ της τρέχουσας λειτουργίας και της λειτουργίας επιλογής. Ας μετακινήσουμε το κείμενο του χαρακτηριστικού της αντίστασης. Για να μετακινήσουμε οτιδήποτε πρέπει να είμαστε σε λειτουργία επιλογής. Για να ενεργοποιήσετε τη λειτουργία επιλογής, κάντε κλικ στο κουμπί Select Mode  στο επάνω αριστερό τμήμα της γραμμής εργαλείων ή απλώς πατήστε το πλήκτρο SPACEBAR. Σύρετε το όνομα της αντίστασης, R1, και την τιμή της 1K, μέχρι να κεντραριστούν, αντίστοιχα, πάνω και κάτω από το σώμα της αντίστασης. Το κείμενο χαρακτηριστικών μπορεί να μετακινηθεί σε σχέση με το τμήμα αλλά σύροντάς το στην επιθυμητή θέση. Η αρχική θέση του κειμένου χαρακτηριστικών σε σχέση με το σχήμα προσδιορίζεται στη βιβλιοθήκη Component. Αφού τοποθετηθεί το τμήμα, τα χαρακτηριστικά κειμένου του (π.χ. ΟΝΟΜΑ και ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ) μπορούν να μετακινηθούν όπως επιθυμείτε. Η ορατότητα χαρακτηριστικών μπορεί επίσης να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί από το κουτί διαλόγου Χαρακτηριστικό.



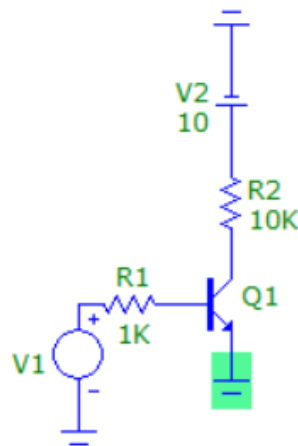
Εικόνα 3.6. Μετά την Μετακίνηση της Ιδιότητας RESISTANCE

Για να απεικονίσετε έναν τρίτο τρόπο επιλογής εξαρτημάτων, κάντε κλικ στην καρτέλα Αναζήτηση του πίνακα στοιχείων. Κάντε κλικ στο πεδίο κειμένου. Τύπος 2N4013. Καθώς πληκτρολογείτε το Micro-Cap 12 παραθέτει τα ονόματα που ταιριάζουν από τη βιβλιοθήκη εξαρτημάτων στο παρακάτω πεδίο. Κάντε κλικ στο 2N4013 από τη λίστα. Αυτό επιλέγει το 2N4013, ένα προ-μοντελοποιημένο διπολικό τρανζίστορ NPN. Σύρετε το NPN έτσι ώστε ο πομπός του να δείχνει προς τα κάτω και η βάση του να αγγίζει το δεξιό καλώδιο αντίστασης. Κάντε κλικ στο ποντίκι. Το κουτί διαλόγου Attribute δεν εμφανίζεται, καθώς όλα τα στοιχεία στις ομάδες Βιβλιοθήκη αναλογικού καταγραφής και Ψηφιακή βιβλιοθήκη έχουν οριστεί σημαίες Αντιστοίχιση ονόματος στοιχείου στο ΜΟΝΤΕΛΟ. Αυτό ορίζει το χαρακτηριστικό MODEL στο όνομα του στοιχείου. Όταν επιλέγετε το όνομα εξαρτήματος 2N4013, το όνομα του μοντέλου είναι γνωστό ότι είναι το ίδιο και οι παράμετροι του μοντέλου είναι άμεσα διαθέσιμες στις βιβλιοθήκες μοντέλων. Δεδομένου ότι το όνομα του εξαρτήματος και το όνομα του μοντέλου είναι ήδη γνωστά, το κουτί διαλόγου δεν χρειάζεται και δεν εμφανίζεται. Είναι ευκολότερο να χρησιμοποιήσετε ένα

τμήμα από τις ενότητες Αναλογική Βιβλιοθήκη και Ψηφιακή Βιβλιοθήκη παρά από τις ενότητες Αναλογικά Πρωτόγονα και Ψηφιακά Πρωτότυπα. Απλώς επιλέγετε ένα μέρος από τη βιβλιοθήκη και το ρίχνετε στο σχηματικό. Δεν απαιτούνται αποφάσεις μοντελοποίησης. Τα μέρη που επιλέγονται από το αρχικό τμήμα της βιβλιοθήκης, όπως η πηγή τάσης, απαιτούν ένα συγκεκριμένο όνομα μοντέλου ή σύνολα παραμέτρων, τα οποία μπορούν να επιλεγούν από τις βιβλιοθήκες ή να εισαχθούν με επεξεργασία, εάν είναι επιθυμητό.



Επιλέξτε ένα νέο τμήμα από το μενού Component ή την παλέτα χρήστη μόνο εάν το τμήμα είναι διαφορετικό από το τελευταίο που επιλέχθηκε.


Καλέστε ξανά την παλέτα 1 με CTRL + 1. Επιλέξτε Resistance από την παλέτα. Κάντε κλικ στο σχηματικό και προσθέστε μια αντίσταση 10K. Στρέψτε το προς τα πάνω από το καλώδιο συλλέκτη. Επιλέξτε Battery από την παλέτα και τοποθετήστε μια μπαταρία κατακόρυφα έτσι ώστε το θετικό της καλώδιο να αγγίζει το καλώδιο της επάνω αντίστασης. Ορίστε την τιμή του σε 10. Από την παλέτα, επιλέξτε Ground. Τοποθετήστε μια γείωση κάθετα με το καλώδιο της να αγγίζει το αρνητικό καλώδιο της μπαταρίας. Προσθέστε γείωση στον πομπό και στην πηγή παλμού μείον το καλώδιο. Απενεργοποιήστε την παλέτα με CTRL +1. Το κύκλωμα θα πρέπει τώρα να μοιάζει με την **Εικόνα 3.7**.




Εικόνα 3.7. Κύκλωμα μετά την Προσθήκη του Διπολικού Σταδίου

Χρησιμοποιήστε την εντολή Αναζήτηση πίνακα στοιχείων για να επιλέξετε το OP08_AD. Τοποθετήστε το opamp στα δεξιά του NPN. Κάντε διπλό κλικ σε αυτό και από το κουτί διαλόγου χαρακτηριστικών κάντε κλικ στην επιλογή Pin Names. Κάντε κλικ στο OK.

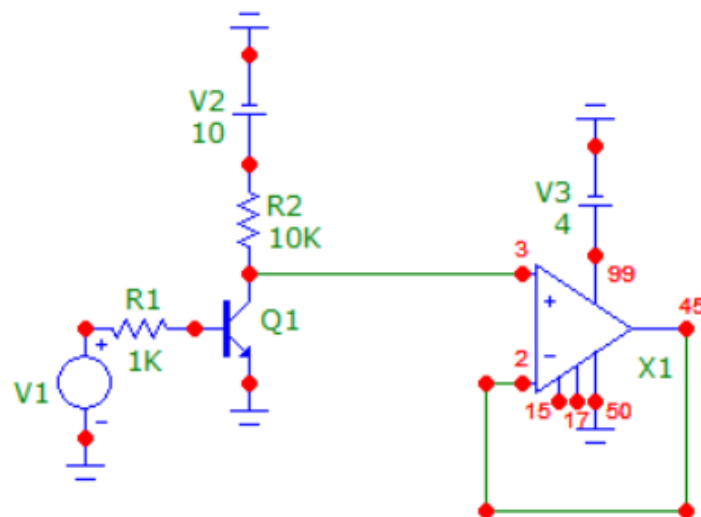
Για να απεικονίσετε μια άλλη μέθοδο επιλογής ανταλλακτικών, κάντε κλικ στο κουμπί μπαταρίας  στη μέση της επάνω σειράς της γραμμής εργαλείων. Κάντε κλικ στο σχηματικό και τοποθετήστε μια μπαταρία 4,0 volt κατακόρυφα, έτσι ώστε το θετικό της καλώδιο να αγγίζει το καλώδιο '99' ή 'VCC' του OP08_AD. Κάντε κλικ στο κουμπί γείωσης  στη γραμμή εργαλείων. Τοποθετήστε μια γείωση στο αρνητικό καλώδιο αυτής της μπαταρίας και στο καλώδιο '50' ή 'VEE' του OP08_AD. Πατήστε το δεξί κουμπί του ποντικιού για να περιστρέψετε το σχήμα όπως χρειάζεται.

Για να συνδέσει ένα καλώδιο δύο καλώδια μεταξύ τους, τα τελικά σημεία πρέπει να καταλήγουν σε ένα καλώδιο ή ένα καλώδιο συνδεδεμένο σε ένα καλώδιο εξαρτήματος. Για να δείτε πού βρίσκονται οι απαγωγές, κάντε κλικ στο κουμπί Pin Connections . Αυτό σχεδιάζει μια μικρή κουκκίδα σε κάθε καλώδιο στοιχείου. Μπορείτε να εμφανίσετε ονόματα καρφίτσων και συνδέσεις ξεχωριστά για κάθε εξάρτημα, ενεργοποιώντας τις επιλογές Εμφανιζόμενα ονόματα καρφίτσων και δείκτες καρφίτσας από το κουτί διαλόγου Attribute.

Η λειτουργία Wire σας επιτρέπει να συνδέσετε στοιχεία σύροντας το ποντίκι για να δημιουργήσετε ένα καλώδιο.

Κάντε κλικ στο κουμπί Wire mode  στη γραμμή εργαλείων ή πατήστε CTRL + W. Αυτό αλλάζει τη λειτουργία έτσι ώστε σύροντας το ποντίκι να τραβήξετε ένα καλώδιο. Τοποθετήστε το ποντίκι στο καλώδιο «3» ή «συν είσοδος». Κάντε κλικ στο κουμπί του ποντικιού και ενώ το κρατάτε πατημένο, σύρετε το ποντίκι οριζόντια προς τα αριστερά μέχρι το καλώδιο να αγγίξει τη διασταύρωση μεταξύ του καλωδίου συλλέκτη και του καλωδίου αντίστασης. Αφήστε το κουμπί του ποντικιού. Αυτό συνδέει τους δύο αγωγούς μεταξύ τους.

Συνδέστε το καλώδιο '2' ή 'μείον εισόδου' στο καλώδιο '45' ή 'έξοδος' κάνοντας κλικ κοντά στο καλώδιο εξόδου και σύροντας ένα καλώδιο κατευθείαν προς τα κάτω μέχρι να βρεθεί κάτω από το opamp. Ενώ εξακολουθείτε να κρατάτε πατημένο το κουμπί, σύρετε το ποντίκι προς τα αριστερά μέχρι να βρίσκεται ακριβώς κάτω από το καλώδιο «2». Αφήστε το ποντίκι. Αυτό δημιουργεί ένα ορθογώνιο καλώδιο που εκτείνεται από την έξοδο σε ένα ενδιάμεσο σημείο κάτω από το καλώδιο εισόδου. Κάντε κλικ ξανά σε αυτό το ενδιάμεσο σημείο για να ξεκινήσει ένα δεύτερο καλώδιο. Σύρετε το στο καλώδιο «2» και αφήστε το ποντίκι.



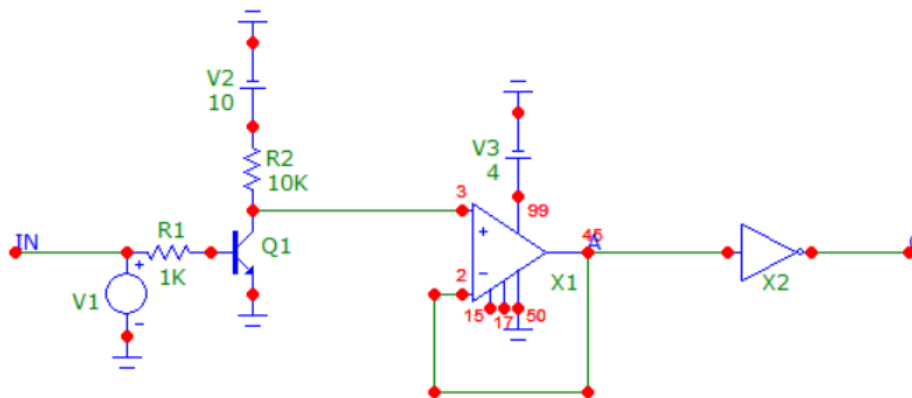
Εικόνα 3.8. Κύκλωμα μετά την Καλωδίωση του OP08

Χρησιμοποιήστε την εντολή Αναζήτηση πίνακα στοιχείων για να επιλέξετε τον Hex Inverter 7404. Τοποθετήστε το buffer οριζόντια έτσι ώστε το καλώδιο εισόδου του να βρίσκεται στα δεξιά του OP08. Σχεδιάστε ένα καλώδιο από το καλώδιο εξόδου OP08 στο καλώδιο εισόδου 7404. Σχεδιάστε ένα άλλο καλώδιο από το καλώδιο εξόδου 7404 οριζόντια προς τα δεξιά. Τραβήξτε το τελικό καλώδιο από την πηγή παλμού συν το καλώδιο οριζόντια προς τα αριστερά.


Η λειτουργία κειμένου σάς επιτρέπει να τοποθετείτε κείμενο πλέγματος οπουδήποτε στο σχηματικό. Το κείμενο πλέγματος χρησιμοποιείται κυρίως για την ονομασία κόμβων. Το κείμενο δεν κάνει διάκριση πεζών-κεφαλαίων. Το 1u είναι το ίδιο με το 1U.

Κάντε κλικ στο κουμπί Text **T** ή πατήστε CTRL + T για να μεταβείτε στη λειτουργία κειμένου. Αυτή η λειτουργία μας επιτρέπει να προσθέσουμε κείμενο στο σχηματικό. Το κείμενο που τοποθετείται απευθείας στους κόμβους δίνει στον κόμβο ένα όνομα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναφέρεται σε αυτόν όταν σχεδιάζεται η τάση του κόμβου ή η ψηφιακή του κατάσταση.

Κάντε κλικ στο οριζόντιο καλώδιο που μόλις προστέθηκε στην πηγή παλμού. Όταν εμφανιστεί το παράθυρο διαλόγου, πληκτρολογήστε "IN" και κάντε κλικ στο κουμπί OK. Το κάτω άκρο του πλαισίου επιλογής που περιγράφει το κείμενο "IN" πρέπει απλώς να αγγίζει το καλώδιο. Εάν δεν αγγίζει, ενεργοποιήστε τη λειτουργία επιλογής και σύρετε το κείμενο μέχρι να αγγίζει. Προσθέστε το κείμενο "A" στο καλώδιο που συνδέει τον συλλέκτη NPN με το καλώδιο εισόδου OP08 plus. Προσθέστε το κείμενο "C" στο καλώδιο που είναι συνδεδεμένο στην έξοδο 7404. Το κύκλωμα θα πρέπει τώρα να μοιάζει με την **Εικόνα 3.9**.



Εικόνα 3.9. Ολοκληρωμένο Κύκλωμα

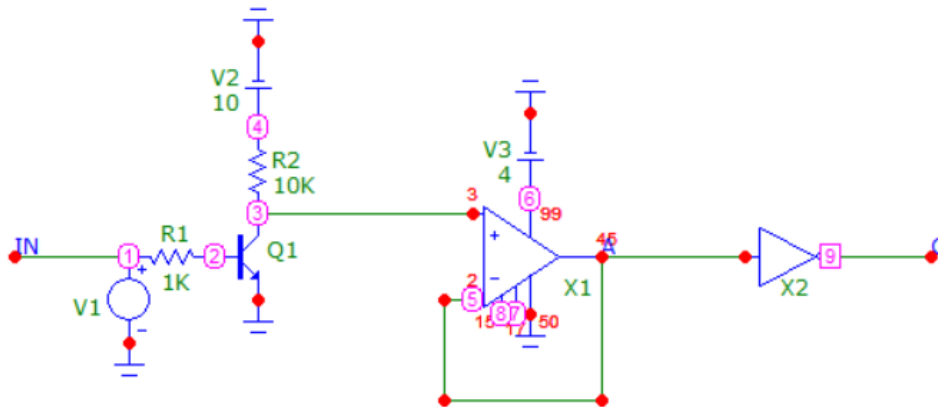
Το Micro-Cap 12 εκχωρεί αριθμούς κόμβων σε κάθε αναλογικό και ψηφιακό κόμβο για να τους αναγνωρίσει. Για να δείτε τους αριθμούς κόμβων, κάντε κλικ στο κουμπί Node Numbers  στη γραμμή εργαλείων. Το κύκλωμα πρέπει να μοιάζει με την **Εικόνα 3.10**.

Ονόματα και Αριθμοί Κόμβων

Το πρόγραμμα εκχωρεί αυτόματα αριθμούς στους κόμβους του κυκλώματος όταν ζητείται ανάλυση ή όταν το κύκλωμα αποθηκεύεται στο δίσκο. Τα εμφανίζει στο σχηματικό μόνο όταν είναι ενεργοποιημένη η επιλογή Node Numbers. Όταν θέλετε να σχεδιάσετε ή να εκτυπώσετε την


κυματομορφή τάσης ενός κόμβου, αναφέρεστε στην κυματομορφή ως V(όνομα κόμβου), όπου το όνομα του κόμβου μπορεί να είναι είτε ο αριθμός κόμβου που έχει εκχωρηθεί από το πρόγραμμα είτε ένα όνομα κειμένου που έχει εκχωρηθεί από εσάς.

Για να γνωρίζει το πρόγραμμα τα ονόματα των κόμβων, πρέπει να τοποθετηθούν απευθείας στον κόμβο. Η κάτω αριστερή γωνία του πλαισίου περιγράμματος κειμένου πρέπει να τοποθετηθεί απευθείας στο κόμβο.



Εικόνα 3.10. Αριθμοί Κόμβων


Το Node Snap, εάν είναι ενεργοποιημένο, το διευκολύνει μετακινώντας το κείμενο στον πλησιέστερο κόμβο μέσα σε ένα πλέγμα. Η επιλογή Node Snap επιλέγεται από το μενού **Options / Preferences / Options / Circuit**. Το σύστημα εκχωρεί και εμφανίζει αριθμούς κόμβων σύμφωνα με τους ακόλουθους κανόνες:

1. Σε κάθε κόμβο που συνδέεται με ένα σύμβολο γείωσης  εκχωρείται ο αριθμός 0, αλλά ο αριθμός του κόμβου του δεν εμφανίζεται ποτέ.
2. Οι άλλοι κόμβοι αριθμούνται από το 1 έως τον υψηλότερο αριθμό κόμβου.
3. Όταν ένας αναλογικός κόμβος και ένας ψηφιακός κόμβος αγγίζουν ή συνδέονται με ένα καλώδιο, σε κάθε κόμβο εκχωρείται ένας μοναδικός αριθμός. Το Micro-Cap 12 εισάγει αυτόματα ένα κύκλωμα διασύνδεσης μεταξύ των δύο κόμβων. Το κύκλωμα διασύνδεσης δημιουργεί έναν κόμβο διασύνδεσης της μορφής <num>\$ATOD ή <num>\$DTOA ανάλογα με το εάν ο ψηφιακός κόμβος είναι είσοδος ή έξοδος, αντίστοιχα. Εάν ο κόμβος διεπαφής είναι προσβάσιμος (μπορεί να αναφέρεται σε μια παράσταση γραφικής παράστασης), θα εκτυπωθεί στο σχηματικό. Γενικά, οι κόμβοι διασύνδεσης μεταξύ αναλογικών εξαρτημάτων και ψηφιακών αρχέγονων είναι προσπελάσιμοι εκτός εάν εμφανίζονται σε διεπαφή

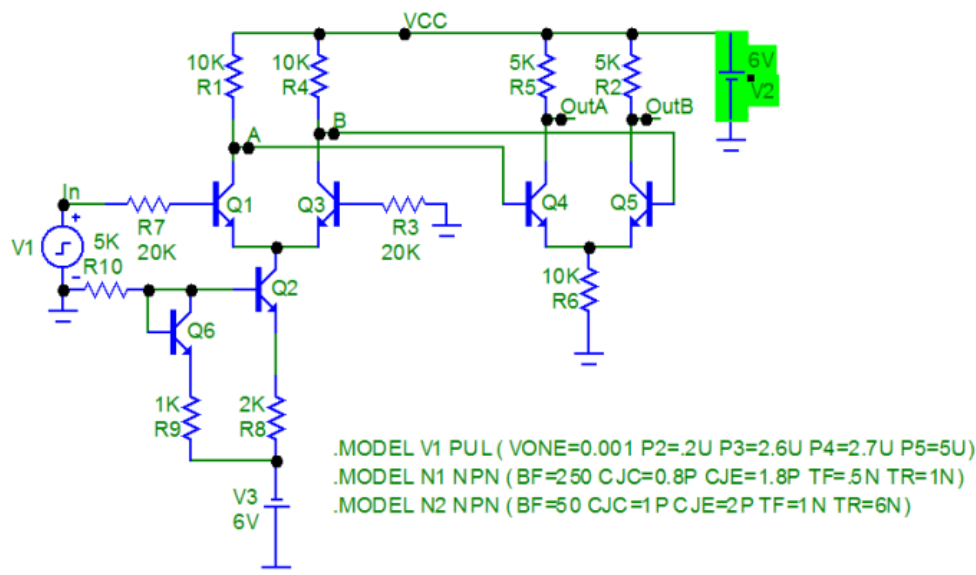
υποκυκλώματος. Δεδομένου ότι ο κόμβος διασύνδεσης σε αυτό το κύκλωμα εμφανίζεται σε μια διεπαφή υποκυκλώματος, δεν είναι προσβάσιμος.

4. Οι αριθμοί αναλογικών κόμβων εμφανίζονται σε πλαίσιο με στρογγυλεμένες γωνίες ενώ οι αριθμοί ψηφιακού κόμβου εμφανίζονται σε πλαίσιο με τετράγωνες γωνίες.
5. Οι κόμβοι με το ίδιο όνομα κόμβου κειμένου συνδέονται μεταξύ τους. Αυτό γίνεται για να παρέχει έναν βολικό τρόπο σύνδεσης μεγάλου αριθμού κοινών κόμβων.

3.1.3. Επεξεργασία παραμέτρων των εξαρτημάτων και κειμένου

Τα σχήματα αποτελούνται από στοιχεία, κείμενο, γραφικά αντικείμενα, αρχεία εικόνων και καλώδια. Για να επεξεργαστείτε οποιοδήποτε από αυτά τα στοιχεία, πρέπει να επιλεγεί το στοιχείο. Για να επιλέξετε ένα στοιχείο, το Micro-Cap 12 πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία επιλογής. Για να ενεργοποιήσετε τη λειτουργία επιλογής, πατήστε CTRL + E, κάντε κλικ στο κουμπί Select  στη γραμμή εργαλείων ή πατήστε SPACEBAR.

Μόλις βρεθείτε στη λειτουργία επιλογής, μπορούν να επιλεγούν αντικείμενα ή περιοχές για επεξεργασία, μετακίνηση ή διαγραφή. Για παράδειγμα, φορτώστε το δείγμα κυκλώματος DIFFAMP και κάντε κλικ στο κουμπί Select στη γραμμή εργαλείων. Μετακινήστε το ποντίκι στην μπαταρία 6V στο επάνω δεξιό μέρος του σχηματικού. Κάντε κλικ στο ποντίκι στο κέντρο της μπαταρίας. Αυτό επιλέγει και ανασύρει την μπαταρία. Η λειτουργία εμφάνισης, Επιλογή ή Επιλογή Αποκλεισμού, μπορεί να αλλάξει μέσω του κουτιού διαλόγου Preferences. Το χρώμα Επιλογή ή Επιλογή Αποκλεισμού μπορεί να αλλάξει στο κουτί διαλόγου Attributes (F10).

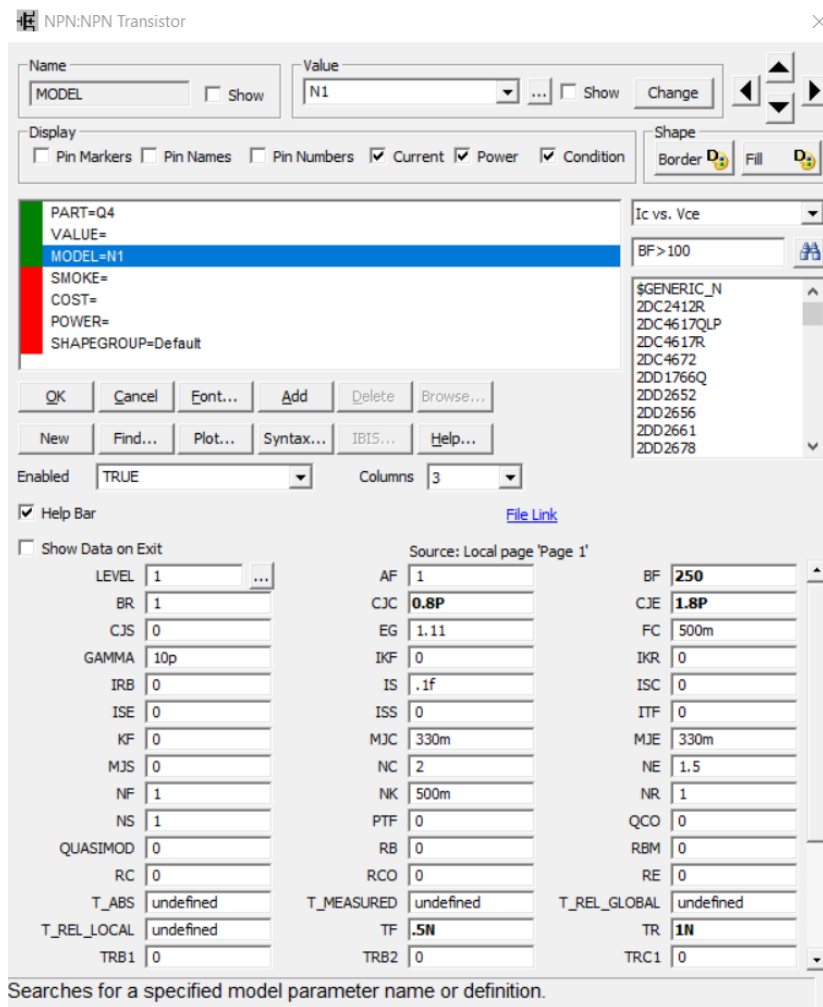


Εικόνα 3.11. Επιλογή Μπαταρίας για Επεξεργασία

Κάνοντας διπλό κλικ σε ένα επιλεγμένο στοιχείο ενεργοποιείται το κουτί διαλόγου Attribute που σας επιτρέπει να επεξεργαστείτε τα χαρακτηριστικά του. Κάντε διπλό κλικ στην μπαταρία. Το Micro-Cap 12 παρουσιάζει το κουτί διαλόγου που δείχνει το χαρακτηριστικό τιμής 6V και περιμένει τις αλλαγές σας. Πληκτρολογήστε "6.5". Κάντε κλικ στο OK. Έτσι αλλάζετε την παράμετρο αυτού του απλού εξαρτήματος.

Για να αλλάξετε την προώθηση beta ενός τρανζίστορ απλά κάντε διπλό κλικ στη συσκευή και όταν εμφανιστεί το κουτί διαλόγου Χαρακτηριστικό, επεξεργαστείτε την παράμετρο BF. Η επεξεργασία εντοπίζει πάντα τις παραμέτρους. Εάν οι παράμετροι του μοντέλου ενός τρανζίστορ είναι καθολικές, η επεξεργασία θα τις κάνει τοπικές. Η τοπική προσαρμογή υλοποιείται με την τοποθέτηση μιας δήλωσης μοντέλου με τις επεξεργασμένες παραμέτρους στην περιοχή κειμένου του κυκλώματος.

Για να το δείξετε, κάντε διπλό κλικ στο τρανζίστορ Q5. Αυτό καλεί το παράθυρο διαλόγου Χαρακτηριστικό το οποίο θα πρέπει να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 3.12. Επεξεργασία Παραμέτρων Μοντέλου (κουτί διαλόγου Ιδιότητων)

Σε αυτήν την περίπτωση, το Micro-Cap 12 αναζήτησε τη δήλωση μοντέλου του Q5, N1, και την εμφάνισε στην περιοχή επεξεργασίας του κουτιού διαλόγου. Κατά την αναζήτηση της δήλωσης μοντέλου, το Micro-Cap 12 αναζητά πρώτα στη σχηματική περιοχή και στην περιοχή κειμένου. Εάν δεν το βρει εκεί, αναζητά σε βιβλιοθήκες που αναφέρονται από μια πρόταση .LIB, συμπεριλαμβανομένου του προεπιλεγμένου κύριου ευρετηρίου, NOM.LIB. Εάν εξακολουθεί να μην βρίσκει τη δήλωση μοντέλου, δημιουργεί μία από τις προεπιλεγμένες τιμές παραμέτρων και την αντιγράφει στην περιοχή κειμένου.

Αφού εντοπίσει τη δήλωση μοντέλου (ή δημιουργήσει μια κατάλληλη προεπιλογή), το Micro-Cap 12 εμφανίζει τις τιμές των παραμέτρων στα πεδία επεξεργασίας. Μπορείτε να κάνετε κύλιση στις παραμέτρους, επεξεργάζοντάς τις όπως θέλετε. Όταν κάνετε κλικ στο OK, το Micro-Cap 12 ενημερώνει το τοπικό αντίγραφο της δήλωσης μοντέλου. Το πρόγραμμα δεν τροποποιεί ποτέ καμία καθολική βιβλιοθήκη ως αποτέλεσμα αυτών των τροποποιήσεων. Τροποποιεί μόνο τις παραμέτρους του μοντέλου τοπικά στο κύκλωμα.

Μπορείτε να κάνετε κλικ σε οποιοδήποτε όνομα μοντέλου στο πλαίσιο λίστας μοντέλου. Επιλέγοντας ένα από αυτά κάνοντας κλικ σε αυτό θα αλλάξει το χαρακτηριστικό όνομα μοντέλου του εξαρτήματος.

Εάν πληκτρολογήσετε ένα όνομα μοντέλου που δεν βρίσκεται στη βιβλιοθήκη μοντέλου, το Micro-Cap 12 φορτώνει ένα σύνολο προεπιλεγμένων παραμέτρων. Εάν επιλέξετε ένα εξάρτημα από τη λίστα Μοντέλο, το Micro-Cap 12 διαβάζει τις παραμέτρους του μοντέλου από το αρχείο προέλευσης της βιβλιοθήκης. Είτε έτσι είτε αλλιώς οι παράμετροι εμφανίζονται για έλεγχο και επεξεργασία. Οι παράμετροι του μοντέλου που εμφανίζονται για το μοντέλο N1 NPN είναι τοπικές, όπως μπορείτε να δείτε από τη γραμμή: Source: Local 'Page 1'

Αυτό δείχνει πώς το Micro-Cap 12 έχει πρόσβαση σε δεδομένα μοντέλου, όπως περιγραφές υποκυκλωμάτων και παραμέτρους μοντέλου: Τα δεδομένα μοντέλου είναι καθολικά μέχρι να επεξεργαστούν όταν γίνουν τοπικά στο κύκλωμα. Καθολική σημαίνει ότι οι πληροφορίες αποθηκεύονται στους φακέλους της βιβλιοθήκης Micro-Cap 12. Κάθε φορά που εκτελείτε μια ανάλυση, το Micro-Cap 12 χρησιμοποιεί τις καθολικές βιβλιοθήκες για να δημιουργήσει τη βάση δεδομένων προσομοίωσης. Τοπικό σημαίνει ότι οι πληροφορίες αποθηκεύονται μέσα στο κύκλωμα. Κάθε φορά που εκτελείτε μια ανάλυση, το Micro-Cap 12 χρησιμοποιεί το τοπικό αντίγραφο εντός κυκλώματος των μοντέλων για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων προσομοίωσης.

3.1.4. Διαγραφή αντικειμένων

Το Clear αποθηκεύει τα περιεχόμενα του προχείρου. Το Cut αντικαθιστά τα περιεχόμενα του προχείρου με διαγραμμένα αντικείμενα. Μπορούμε τώρα να επεξεργαστούμε τις παραμέτρους κειμένου και στοιχείων. Όπως η επεξεργασία, έτσι και η διαγραφή απαιτεί την επιλογή των αντικειμένων. Αφού επιλεγούν, μπορούν να διαγραφούν με μία από τις δύο εντολές. Cut and Clear. Το Clear, που ενεργοποιείται με το πλήκτρο Del, διαγράφεται χωρίς αντιγραφή στο πρόχειρο. Αποκοπή, ενεργοποιημένη με CTRL + X, διαγράφει και αντιγράφει στο πρόχειρο. Για

παράδειγμα, επιλέξτε την πηγή παλμού στο κύκλωμα DIFFAMP κάνοντας κλικ σε αυτήν. Ως συνήθως, το πρόγραμμα το χρωματίζει για να δείξει ότι είναι επιλεγμένο. Πατήστε το πλήκτρο Del και το πρόγραμμα αφαιρεί την πηγή.

3.1.5. Λειτουργίες Undoing και Redoing


Το Micro-Cap 12 παρέχει λειτουργίες αναίρεσης και επανάληψης πολλαπλών σταδίων για την αντιστροφή των αποτελεσμάτων των σχηματικών επεξεργασιών και μια απλή λειτουργία αναίρεσης ενός σταδίου για τα περισσότερα πεδία κειμένου. Για απεικόνιση, πατήστε CTRL + Z για να αναιρέσετε τη διαγραφή. Η πηγή, που μόλις διαγράψαμε, εμφανίζεται ξανά. Πατήστε CTRL + Y για να επαναλάβετε την αλλαγή και η πηγή εξαφανίζεται ξανά.

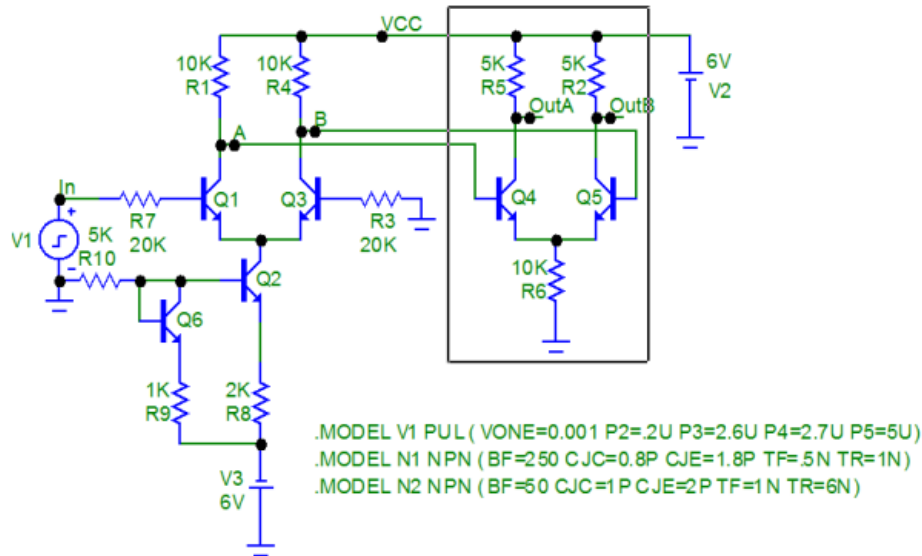
3.1.6. Το πρόχειρο

Το Micro-Cap 12 διατηρεί δύο πρόχειρα για προσωρινή αποθήκευση. Το ένα είναι για σχηματικά και το άλλο για πεδία κειμένου. Υπάρχουν δύο σημαντικές λειτουργίες του προχείρου.

Για να αντιγράψετε κάτι στο πρόχειρο, επιλέξτε το και, στη συνέχεια, πατήστε CTRL + C.

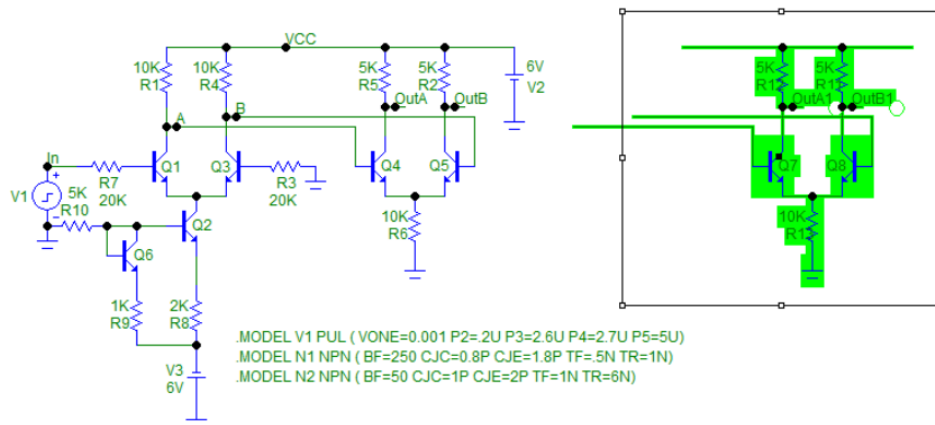
Για να επικολλήσετε τα περιεχόμενα του προχείρου σε ένα σχηματικό, κάντε κλικ με το ποντίκι στο σχηματικό στο επιθυμητό σημείο εισαγωγής και πατήστε CTRL + V. Στη συνέχεια, τα περιεχόμενα του προχείρου αντιγράφονται στο σχηματικό και επιλέγονται. Μπορούν να μετακινηθούν σύροντας σε οποιοδήποτε επιλεγμένο αντικείμενο της ομάδας. Κάνοντας κλικ σε οποιοδήποτε αποεπιλεγμένο αντικείμενο καταργείται η επιλογή όλων των αντικειμένων.

Για να το επεξηγήσετε, κάντε κλικ στο κουμπί Select  στη γραμμή εργαλείων. Τοποθετήστε το ποντίκι επάνω αριστερά στο δεύτερο διαφορετικό στάδιο του κυκλώματος DIFFAMP. Σύρετε το ποντίκι κάτω δεξιά μέχρι η οθόνη να μοιάζει με την **Εικόνα 3.13**. Με την απελευθέρωση του κουμπιού του ποντικιού, επιλέγονται αντικείμενα που προέρχονται από το πλαίσιο περιγράμματος. Τα αντικείμενα που προέρχονται εκτός του πλαισίου δεν επιλέγονται.



Εικόνα 3.13. Επιλογή Περιοχής για Αντιγραφή στο Πρόχειρο

Τώρα πατήστε CTRL + C για να αντιγράψετε την επιλεγμένη περιοχή στο πρόχειρο. Μετακινήστε το ποντίκι στα δεξιά της μπαταρίας και κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί. Αυτό μετακινεί το σημείο εισαγωγής. Πατήστε CTRL + V για να επικολλήσετε τα περιεχόμενα του προχείρου στο σημείο εισαγωγής. Το κύκλωμά σας θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 3.14. Μετά την Επικόλληση του Περιεχομένου του Προχείρου

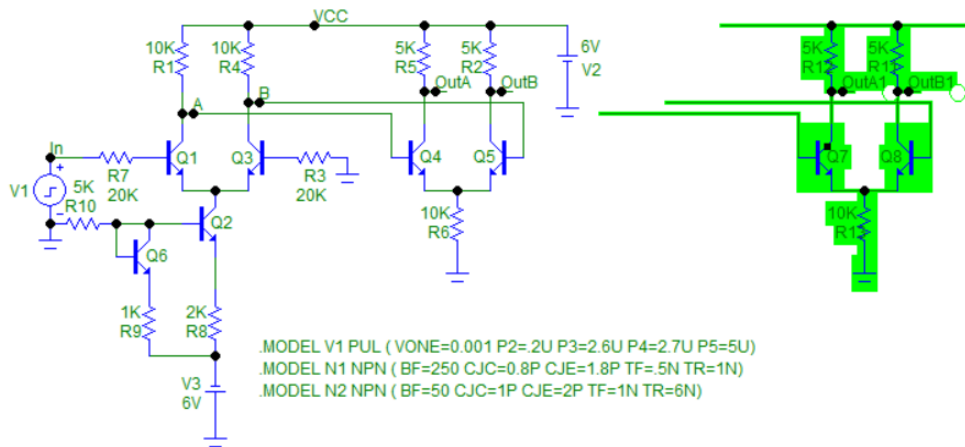
Η επιλεγμένη περιοχή έχει αντιγραφεί ή επικολληθεί από το πρόχειρο στο κύκλωμα.

3.1.7. Επιλογή

Μπορούν να επιλεγούν μεμονωμένα αντικείμενα ή ολόκληρες περιοχές για επεξεργασία, διαγραφή, μετακίνηση, περιστροφή, κατοπτρισμό, βήμα ή αντιγραφή. Μπορούν να επιλεγούν ή να αποεπιλεγούν μεμονωμένα ή ομαδικά. Κάνοντας κλικ σε ένα αντικείμενο ή περιοχή ενώ το

πλήκτρο SHIFT είναι πατημένο, αλλάζει η κατάσταση επιλογής. Εάν το αντικείμενο ή η περιοχή είχε επιλεγεί στο παρελθόν, καταργείται η επιλογή του. Εάν είχε αποεπιλεγεί στο παρελθόν, γίνεται επιλεγμένο.

Για απεικόνιση, πατήστε το πλήκτρο SHIFT και κρατήστε το πατημένο. Κάντε κλικ στο τρανζίστορ Q7 στην επιλεγμένη ομάδα. Προσέξτε να μην κάνετε κλικ στο όνομα Q7, καθώς αυτό θα επιλέξει το χαρακτηριστικό PART και όχι το ίδιο το τμήμα. Αφήστε το πλήκτρο SHIFT και το κύκλωμα μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 3.15. Μερική Επιλογή (SHIFT + Κλικ Ποντικιού)

Το τρανζίστορ Q7 έχει πλέον αποεπιλεγεί. Εάν πατήσετε το πλήκτρο Del, το Q7 θα παραμείνει αλλά η υπόλοιπη επιλεγμένη περιοχή θα διαγραφεί. Πατήστε το πλήκτρο SHIFT και κάντε κλικ στο ίδιο τρανζίστορ και επιλέγεται ξανά. Εάν πατήσετε τώρα το πλήκτρο Del, ολόκληρη η επιλεγμένη περιοχή θα διαγραφεί.


Χρησιμοποιώντας μερική επιλογή, σχεδόν οποιοδήποτε υποσύνολο ενός σχηματικού μπορεί να επιλεγεί για επεξεργασία, αντιγραφή, διαγραφή ή μετακίνηση.

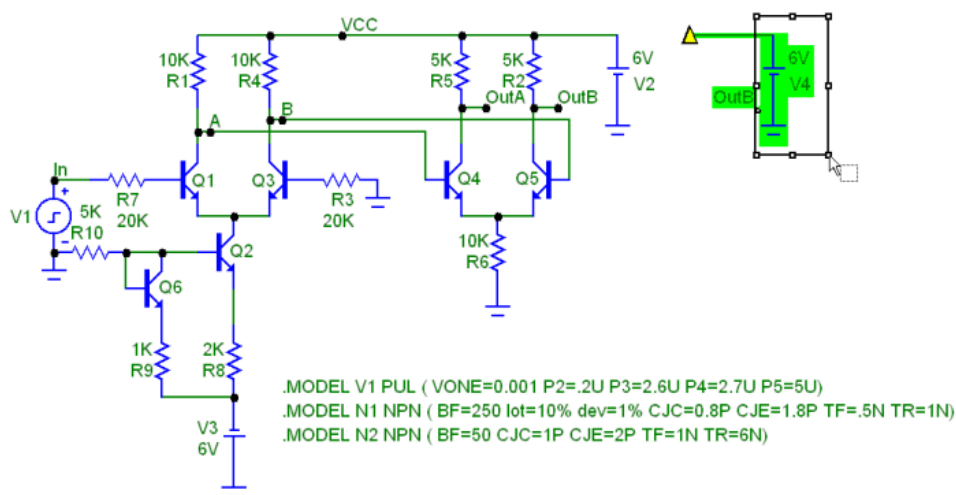
Για να ολοκληρώσετε αυτό το μέρος του σεναρίου, κάντε κλικ στην επιλογή Επαναφορά από το μενού File για να επαναφέρετε το κύκλωμα DIFFAMP.

3.1.8. Αντιγραφή με Drag and Drop

Συνήθως, όταν σύρετε ένα επιλεγμένο αντικείμενο ή ομάδα αντικειμένων, ολόκληρη η ομάδα μετακινείται με το ποντίκι. Ωστόσο, εάν κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο CTRL ενώ σύρετε, το Micro-Cap 12 αφήνει τα αρχικά επιλεγμένα αντικείμενα στη θέση τους, δημιουργεί ένα αντίγραφο και σύρει το αντίγραφο μαζί με το ποντίκι. Είναι σαν να σκίζεις ένα φύλλο από ένα μπλοκ με τυπωμένα αντίγραφα. Όπως και με το βήμα και την επικόλληση στο πρόχειρο, τα ονόματα των εξαρτημάτων προσαυξάνονται μόνο εάν είναι ενεργοποιημένη η επιλογή **Options/Preferences/Options/Circuit/Text Increment**.

Για απεικόνιση με το κύκλωμα DIFFAMP, κάντε κλικ στο κουμπί Επιλογή και σύρετε ένα πλαίσιο περιοχής γύρω από την μπαταρία V2 επάνω δεξιά. Αφήστε το κουμπί. Πατήστε CTRL. Κάντε κλικ στην επιλεγμένη περιοχή και σύρετέ την προς τα δεξιά. Σημειώστε ότι δημιουργείται ένα αντίγραφο της επιλεγμένης περιοχής όπως φαίνεται παρακάτω.

Δεδομένου ότι το καλώδιο της μπαταρίας συν δεν είναι συνδεδεμένο σε τίποτα, η Προειδοποίηση Σύνδεσης  επισυνάπτεται σύμβολο.



Εικόνα 3.16. Αντιγραφή Drag

Η αντιγραφή με μεταφορά είναι σχεδόν πάντα πιο βολική από την αντιγραφή και επικόλληση στο πρόχειρο, ειδικά όταν χρειάζεται να κάνετε μόνο ένα αντίγραφο. Η λειτουργία του σε ένα βήμα είναι ταχύτερη και πιο απλή στη χρήση.

3.1.9. Πλοήγηση μεγάλων σχηματικών

Παρακάτω ακολουθούν οι τρόποι πλοήγησης ενός μεγάλου σχηματικού.



Μετακίνηση σημαίνει μετακίνηση της προβολής παραθύρου

1. Panning: Αυτή είναι μακράν η πιο εύκολη μέθοδος. Για μετατόπιση του ποντικιού, σύρετε το δεξί κουμπί του ποντικιού. Είναι σαν να σύρετε ένα κομμάτι χαρτί σε μια επιφάνεια εργασίας. Η μετατόπιση πληκτρολογίου χρησιμοποιεί CTRL + <οποιοδήποτε πλήκτρο ποντικιού> για να μετακινήσει την προβολή προς την κατεύθυνση του βέλους.

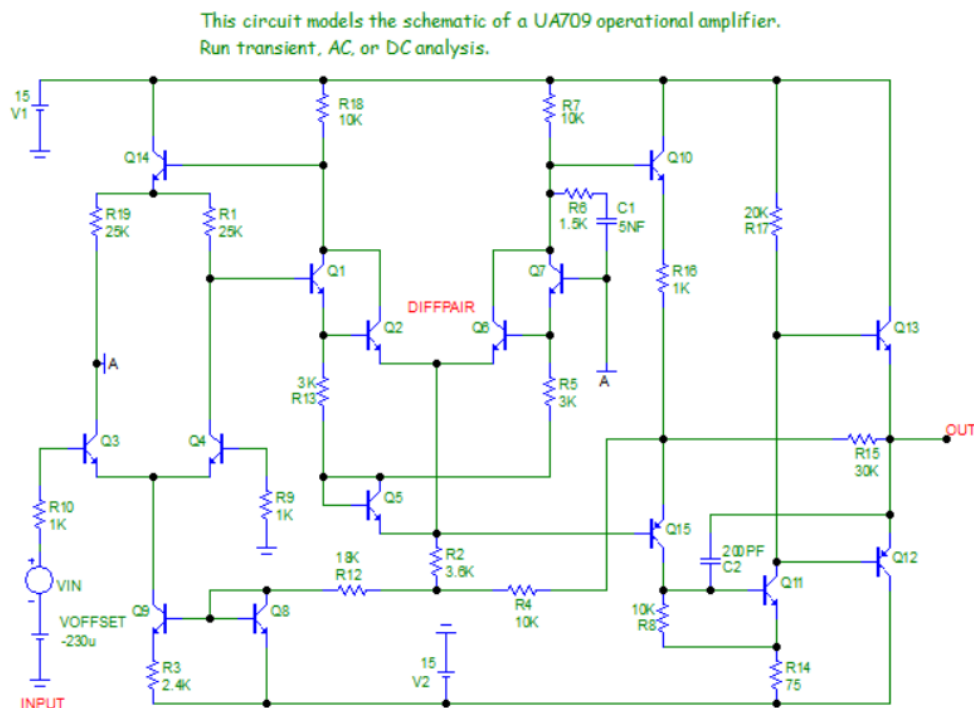
2. Scroll bars: Χρησιμοποιήστε τις σχηματικές γραμμές κύλισης. Αυτό είναι αργό αλλά σίγουρο.

3. Relocation: Χρησιμοποιήστε τη μέθοδο SHIFT + κλικ για μετεγκατάσταση και αλλαγή προβολών. Ενώ κρατάτε πατημένο το κουμπί SHIFT, κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στο σημείο που θέλετε το παράθυρο να είναι στο κέντρο. Κάνοντας κλικ εναλλάσσεται η κλίμακα μεταξύ υψηλής και χαμηλής μεγέθυνσης και κεντράρει το σχηματικό στη θέση του ποντικιού.

4. Χρησιμοποιήστε τη γραμμή κύλισης Page εάν η επιθυμητή περιοχή βρίσκεται σε άλλη σελίδα ή χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα CTRL + PAGE UP και CTRL + PAGE DOWN για πλοήγηση στις σελίδες.

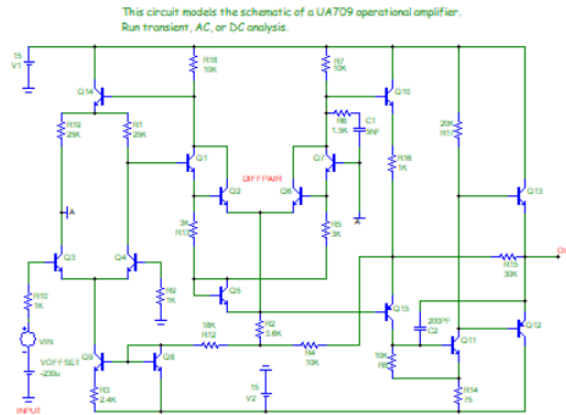
5. Τοποθετήστε σημαίες όπου θέλετε χρησιμοποιώντας το κουμπί Flag Mode . Στη συνέχεια επιλέξτε μια σημαία από τη λίστα κάνοντας κλικ στο κουμπί Move to Flag .

6. Χρησιμοποιήστε τα κουμπιά Zoom-Out  ή Zoom-In  στη γραμμή εργαλείων.



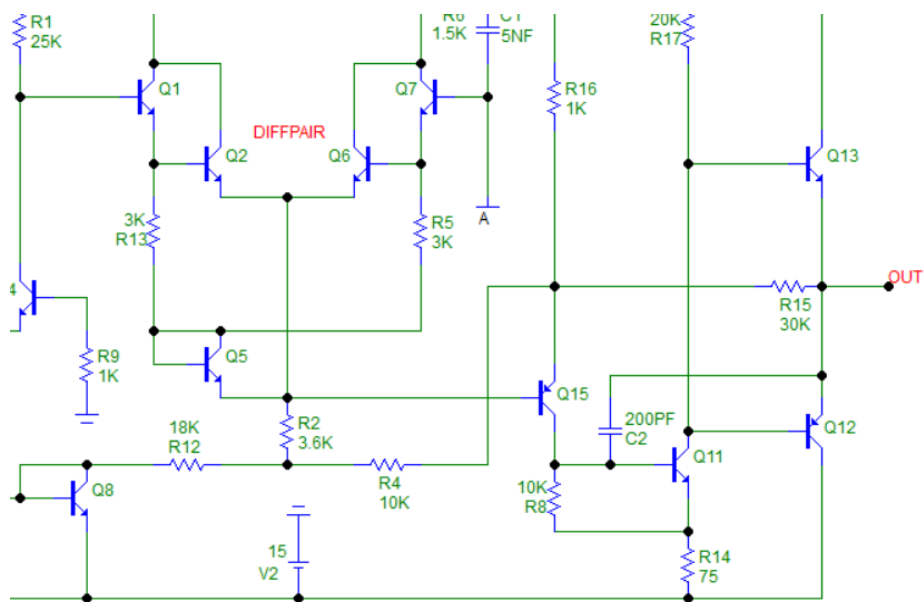
Εικόνα 3.17. Κύκλωμα UA709

Για να επεξηγήσετε αυτές τις μεθόδους, φορτώστε το κύκλωμα UA709. Μοιάζει με την **Εικόνα 3.17**. Σε ανάλυση 1024 X 768, είναι πολύ μεγάλο για να το δείτε στην προεπιλεγμένη κλίμακα, επομένως συρρικνώστε την κλίμακα του κάνοντας δύο φορές κλικ στο κουμπί Zoom-Out. Σε αυτή την κλίμακα το κύκλωμα μοιάζει με αυτό: **Το κουμπί Zoom-In αυξάνει το μέγεθος της εικόνας. Το κουμπί Zoom-Out μειώνει το μέγεθος της εικόνας**



Εικόνα 3.18. Μετά το πάτημα του Κουμπιού Zoom-Out

Πατήστε ταυτόχρονα το πλήκτρο SHIFT και κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού κάτω δεξιά, κοντά στα δύο τρανζίστορ. Αυτό κεντράρει το σχηματικό στη θέση του ποντικιού και το επανασχεδιάζει σε κανονική κλίμακα.



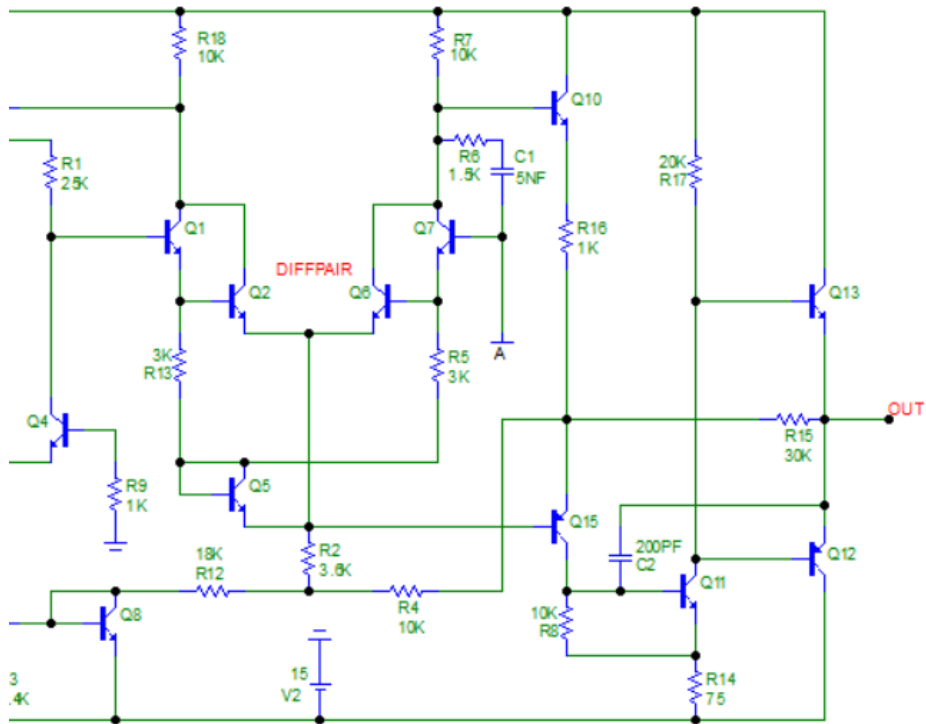
Εικόνα 3.19. Το UA709 μετά την Επανατοποθέτηση

Ένα άλλο κλικ SHIFT + επανασχεδιάζει το κύκλωμα στη χαμηλή κλίμακα μεγέθυνσης. Ένα τελικό SHIFT + κλικ κοντά στην επάνω αριστερή γωνία επιστρέφει το σχηματικό σε κλίμακα 1:1.

Η μετατόπιση χρησιμοποιεί τα πλήκτρα του δρομέα του πληκτρολογίου ή το δεξί κουμπί σύρτετε το ποντίκι για να μετακινήσετε το σχηματικό

Το ranning είναι ίσως η πιο εύκολη και ισχυρή μέθοδος μετακίνησης γύρω από τα περισσότερα σχηματικά. Για μετατόπιση, σύρτετε οπουδήποτε στο σχηματικό χρησιμοποιώντας το δεξί κουμπί του ποντικιού. Ενώ κρατάτε πατημένο το κουμπί, σύρτετε το ποντίκι και μετακινήστε το σχηματικό. Όταν το ποντίκι βρίσκεται κοντά ή στην άκρη του παραθύρου, αφήστε το κουμπί του

ποντικιού. Επαναλάβετε τη διαδικασία έως ότου το σχηματικό είναι στην επιθυμητή θέση. Μετακινήστε το κύκλωμα UA709 κάνοντας κλικ κοντά στο κέντρο και σύροντας προς τα αριστερά. Αυτό μετακινεί το σχηματικό προς τα αριστερά, εκθέτοντας μεγαλύτερο μέρος του δεξιού τμήματος. Τέλος, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε σημαίες για να περιηγηθείτε στο σχηματικό. Αυτή η μέθοδος είναι πιο χρήσιμη για πολύ μεγάλα σχηματικά, όπου η μετατόπιση μπορεί να απαιτήσει πολλές προσπάθειες για να εκτείνεται ολόκληρο το σχηματικό. Σε αυτή τη μέθοδο τοποθετείτε σημαίες στο σχηματικό σημείο όπου αναμένετε να θέλετε να επισκεφτείτε στο μέλλον. Στη συνέχεια, απλά επιλέγοντας τη σημαία από τη λίστα κεντράρετε τη σχηματική προβολή γύρω από την επιλεγμένη σημαία. Για απεικόνιση, επιλέξτε **Edit / Go to Flag**. Επιλέξτε τη σημαία «OUTPUT» από τη λίστα. Αυτό επανασχεδιάζει το σχηματικό, κεντραρισμένο στη σημαία, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 3.20. Πλοήγηση με Σημαίες

3.1.10. Δημιουργία και επεξεργασία αρχείων κειμένου SPICE

Το Micro-Cap 12 μπορεί να δημιουργήσει και να αναλύσει περιγραφές κυκλωμάτων αρχείων κειμένου SPICE καθώς και σχηματικά. Τα αρχεία κειμένου SPICE μπορούν να δημιουργηθούν εξωτερικά με επεξεργαστή κειμένου ή πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου ή εσωτερικά χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου Micro-Cap 12. Για να επεξηγήσετε τη διαδικασία δημιουργίας ενός αρχείου κειμένου, επιλέξτε την επιλογή New από το μενού File. Αυτό παρουσιάζει ένα παράθυρο διαλόγου όπου καθορίζετε τον τύπο του αρχείου που θέλετε να

δημιουργήσετε. Κάντε κλικ στην επιλογή SPICE File και μετά στο κουμπί OK. Αυτό ανοίγει ένα νέο παράθυρο κειμένου και τοποθετεί τον κέρσορα κειμένου επάνω αριστερά.

Πληκτρολογήστε τα παρακάτω:

CHOKE.CKT

V1 1 0 SIN (0 100 50)

V2 0 3 SIN (0 100 50)

D112DIO

D232DIO

L1425

R10210K

R20410K

C1042UF

.MODEL DIO D (IS=1E-14 CJO=10PF)

.TRAN .2m 0.05 0 .2m

.TEMP 27

.PLOT TRAN V(1) V(2) V(3) V(4) -150,200

.END

Αποθηκεύστε το κύκλωμα με το όνομα CHOKE1.CKT χρησιμοποιώντας την επιλογή Αποθήκευση ως από το μενού File. Σημειώστε ότι τα ονόματα αρχείων κυκλωμάτων SPICE δεν απαιτούν ούτε υποθέτουν επέκταση. Δεν υπάρχει προεπιλεγμένη επέκταση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε επέκταση εκτός από το "CIR". Η επέκταση "CIR" δεσμεύεται για σχηματικά αρχεία. Κατά σύμβαση, το Micro-Cap 12 χρησιμοποιεί το "CKT" για αρχεία SPICE, αλλά οποιαδήποτε επέκταση εκτός από το "CIR" θα το κάνει.

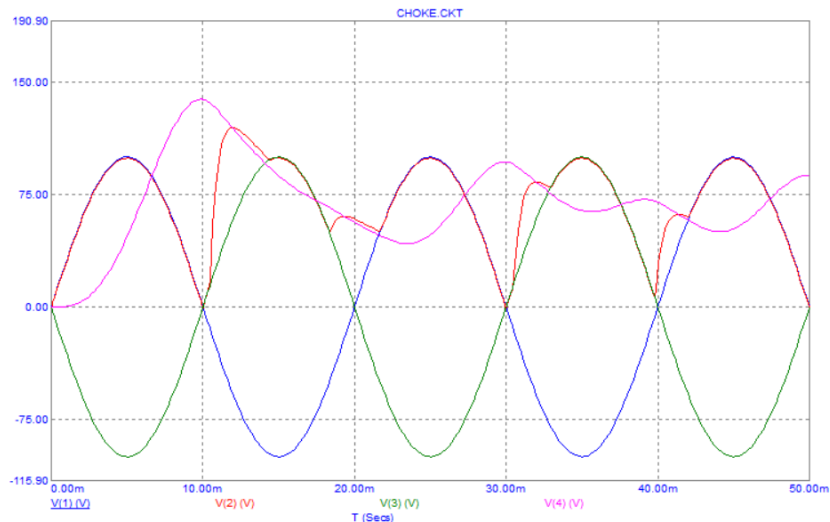
```

CHOKE.CKT
V1 1 0 SIN (0 100 50)
V2 0 3 SIN (0 100 50)
D1 1 2 DIO
D2 3 2 DIO
L1 4 2 5
R1 0 2 10K
R2 0 4 10K
C1 0 4 2UF
.MODEL DIO D (IS=1E-14 CJO=10PF)
.TRAN .2m 0.05 0 .2m
.TEMP 27
.PLOT TRAN V(1) V(2) V(3) V(4) -150,200
.END

```

Εικόνα 3.21. Δείγμα Κυκλώματος SPICE

Το κύκλωμα κειμένου SPICE θα πρέπει να μοιάζει με το σχήμα 3-21. Πατήστε ALT + 1 για να εκτελέσετε μια παροδική ανάλυση. Όταν εμφανιστεί το κουτί διαλόγου Analysis Limits, πατήστε F2 για να εκτελέσετε την ανάλυση. Τα αποτελέσματα πρέπει να μοιάζουν με την **Εικόνα 3.22**.



Εικόνα 3.22. Παροδική Ανάλυση του Κυκλώματος SPICE

Μετά την ανάλυση, το πρόγραμμα καθορίζει αυτόματα τις κατάλληλες κλίμακες εάν χρειάζεται και σχεδιάζει τις ζητούμενες κυματομορφές όπως καθορίζεται στην δήλωση .PLOT. Βγείτε από την ανάλυση πατώντας F3 και μετά κλείστε το αρχείο με CTRL + F4.

3.1.11. Σύνοψη

Οι πιο σημαντικές ιδέες και μέθοδοι που καλύπτονται σε αυτό το κεφάλαιο είναι:

- Για να ανοίξετε ένα νέο σχηματικό, χρησιμοποιήστε το στοιχείο New στο μενού File ή χρησιμοποιήστε αυτό που ανοίγει αυτόματα κατά την πρώτη εκκίνηση του προγράμματος.
- Αλλάξτε το προεπιλεγμένο στοιχείο εάν είναι διαφορετικό από αυτό που θέλετε να προσθέσετε. Τα προεπιλεγμένα στοιχεία επιλέγονται από το μενού Component, μια παλέτα Component ή ένα από τα κουμπιά εξαρτημάτων στο μενού Tool.
- Για να προσθέσετε ένα στοιχείο, πατήστε CTRL + D ή κάντε κλικ στο κουμπί Component Mode. Επιλέξτε το στοιχείο που θέλετε από το μενού Component, την παλέτα χρήστη ή το κουμπί της γραμμής εργαλείων. Κάντε κλικ με το ποντίκι στο σχηματικό και σύρετέ το στη θέση του. Εάν χρειάζεται, αλλάξτε τον προσανατολισμό του με το δεξί κουμπί του ποντικιού.
- Πατήστε CTRL + W ή κάντε κλικ στο στοιχείο Wire στη γραμμή εργαλείων για να προσθέσετε καλώδια.
- Τα εξαρτήματα συνδέονται με καλώδια. Για να προσθέσετε ένα καλώδιο, κάντε κλικ σε ένα τελικό σημείο, σύρετε το ποντίκι στο άλλο τελικό σημείο και, στη συνέχεια, αφήστε το. Τα καλώδια διασταύρωσης δεν συνδέονται.
- Πατήστε CTRL + T ή κάντε κλικ στο κουμπί Text στη γραμμή εργαλείων για να προσθέσετε κείμενο.
- Προσθέστε κείμενο σε κόμβους για να τους ονομάσετε για εύκολη αναφορά ή χρησιμοποιήστε τους αριθμούς κόμβων. Συνδέονται κόμβοι με το ίδιο όνομα.
- Για να επεξεργαστείτε, να μετακινήσετε, να αντιγράψετε στο πρόχειρο ή να διαγράψετε ένα αντικείμενο, πρέπει πρώτα να επιλεγεί. Για να επιλέξετε ένα αντικείμενο, πατήστε το συνδυασμό πλήκτρων CTRL + E για να εισέλθετε στη λειτουργία επιλογής και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στο αντικείμενο. Για να επιλέξετε μια περιοχή, σύρετε το ποντίκι πάνω από την περιοχή. Χρησιμοποιήστε το SHIFT + κλικ για να αποεπιλέξετε ένα αντικείμενο σε μια επιλεγμένη ομάδα.
- Τα επιλεγμένα αντικείμενα αντιγράφονται στο πρόχειρο με CTRL + C και επικολλούνται στη θέση του δρομέα με CTRL + V.
- CTRL + σύρσιμο αντιγράφει και μετονομάζει επιλεγμένα αντικείμενα.
- Η πλοήγηση σε ένα σχηματικό γίνεται με κύλιση, μετατόπιση, αλλαγή κλίμακας, τοποθέτηση με SHIFT + κλικ, χρήση σημαιών και κύλιση σελίδας.

3.2. Παροδική Ανάλυση (Transient Analysis)

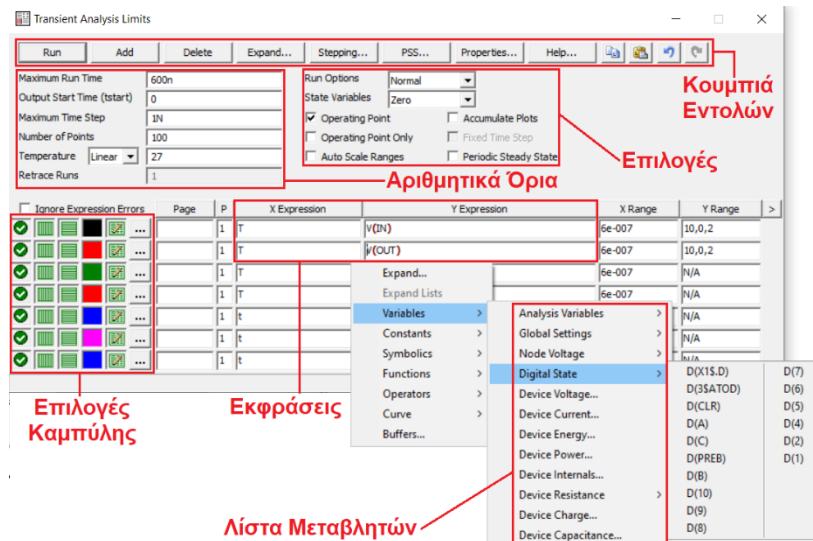
3.2.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Η παροδική ανάλυση είναι το θέμα αυτού του κεφαλαίου. Χρησιμοποιώντας το κύκλωμα MIXED4, διερευνώνται οι δυνατότητες του προσομοιωτή πεδίου χρόνου. Ο στόχος είναι να εισαγάγουμε και να οικοδομήσουμε μια σωστή κατανόηση αυτών των βασικών θεμάτων:

- Έλεγχος της ανάλυσης μέσω του κουτιού διαλόγου Analysis Limits
- Επιλογή καμπυλών για σχεδίαση ή εκτύπωση
- Μεταβλητές κατάστασης και αρχικοποίηση
- Πρόγραμμα επεξεργασίας μεταβλητών κατάστασης
- Χρήση ρυθμιστικών

3.2.2. Το κουτί διαλόγου ορίων της παροδικής ανάλυσης

Φορτώστε το αρχείο κυκλώματος MIXED4 και επιλέξτε Transient από το μενού Analysis. Το Micro-Cap 12 εξάγει τις απαραίτητες πληροφορίες κυκλώματος απευθείας από το σχηματικό. Απαιτούνται περισσότερες πληροφορίες πριν ξεκινήσει η ανάλυση και αυτές οι πληροφορίες παρέχονται από το κουτί διαλόγου Analysis Limits.




Εικόνα 4.1. Το κουτί διαλόγου Ορίων της Ανάλυσης

Το κουτί διαλόγου Analysis Limits έχει πέντε κύριες περιοχές: Κουμπιά εντολών, Αριθμητικά όρια, Επιλογές καμπύλης, Εκφράσεις και Επιλογές.

Κουμπιά Εντολών

Τα κουμπιά Command, που βρίσκονται ακριβώς πάνω από το πεδίο Numeric limits, περιέχουν επτά εντολές.

Run: Αυτή η εντολή ξεκινά την εκτέλεση ανάλυσης. Κάνοντας κλικ στο κουμπί Run  της γραμμής εργαλείων ή πατώντας το F2 θα ξεκινήσει επίσης η εκτέλεση.

Add: Αυτή η εντολή προσθέτει ένα άλλο πεδίο επιλογών καμπύλης και γραμμή πεδίου έκφρασης μετά τη γραμμή που περιέχει τον δρομέα. Η γραμμή κύλισης στα δεξιά του πεδίου Expression μετακινείται στις καμπύλες όταν υπάρχουν περισσότερες από αυτές που μπορούν να εμφανιστούν.

Delete: Αυτή η εντολή διαγράφει το πεδίο επιλογής Curve και τη γραμμή πεδίου έκφρασης όπου βρίσκεται ο δρομέας κειμένου.

Expand: Αυτή η εντολή επεκτείνει το πεδίο κειμένου όπου βρίσκεται ο δρομέας κειμένου σε ένα μεγάλο κουτί διαλόγου για επεξεργασία ή προβολή. Για να χρησιμοποιήσετε τη δυνατότητα, κάντε κλικ με το ποντίκι στο πεδίο κειμένου που θέλετε και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί Develop.

Stepping: Αυτή η εντολή καλεί το κουτί διαλόγου Stepping. Το βήμα καλύπτεται σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

PSS: Αυτό έχει πρόσβαση στο παράθυρο διαλόγου PSS όπου μπορείτε να ορίσετε τις παραμέτρους PSS: Αριθμός περιόδων σταθεροποίησης, Μέγιστος αριθμός επαναλήψεων και μέγιστο σφάλμα.

Properties: Αυτή η εντολή καλεί το κουτί διαλόγου Properties που σας επιτρέπει να ελέγχετε το παράθυρο γραφικής παράστασης ανάλυσης και τον τρόπο εμφάνισης των καμπυλών.

Help: Αυτή η εντολή καλεί την οθόνη βοήθειας. Το σύστημα Βοήθειας παρέχει πληροφορίες ανά ευρετήριο και θέμα.

Αριθμητικά Όρια

Το πεδίο Αριθμητικά όρια παρέχει έλεγχο του χρονικού εύρους ανάλυσης, του χρονικού βήματος, τον αριθμό των εκτυπωμένων σημείων και τη θερμοκρασία(ες) που θα χρησιμοποιηθεί.

- **Time Range:** Αυτό το πεδίο καθορίζει την ώρα έναρξης και διακοπής της ανάλυσης. Η μορφή του πεδίου είναι:

<tmax> [,<tstart>]

Η εκτέλεση ξεκινά με χρόνο που έχει οριστεί ίσο με το μηδέν και τελειώνει όταν ο χρόνος ισούται με <tmax>. Η συλλογή δεδομένων ξεκινά στο <tstart>.

- **Maximum Time Step:** Αυτό το πεδίο ορίζει το μέγιστο χρονικό βήμα που επιτρέπεται να χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα. Η προεπιλεγμένη τιμή, (<tmax>)/50, χρησιμοποιείται όταν η καταχώρηση είναι κενή ή 0.
- **Number of Points:** Τα περιεχόμενα αυτού του πεδίου καθορίζουν τον αριθμό των εκτυπωμένων τιμών στην αριθμητική έξοδο. Η προεπιλεγμένη τιμή είναι 51. Λάβετε υπόψη ότι αυτός ο αριθμός συνήθως ορίζεται σε μια περιττή τιμή για να δημιουργήσει ένα ζυγό διάστημα εκτύπωσης. Το διάστημα εκτύπωσης είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ διαδοχικών εκτυπώσεων. Το διάστημα εκτύπωσης που χρησιμοποιείται είναι (<tmax> - <tstart>)/([αριθμός σημείων] - 1).
- **Temperature:** Αυτό το πεδίο καθορίζει την παγκόσμια θερμοκρασία(εις) της διαδρομής(ών) σε βαθμούς Κελσίου. Αυτή η θερμοκρασία χρησιμοποιείται για κάθε συσκευή, εκτός εάν καθορίζονται μεμονωμένες θερμοκρασίες συσκευής. Εάν το πλαίσιο λίστας Θερμοκρασία εμφανίζει Γραμμικό ή Καταγραφή, η μορφή είναι:

<high> [, <low> [, <step>]]

Η προεπιλεγμένη τιμή του <low> είναι <high> και η προεπιλεγμένη τιμή του <step> είναι <high> - <low> (γραμμική λειτουργία) ή high/low (λειτουργία καταγραφής). Οι τιμές θερμοκρασίας ξεκινούν από το <low> και είτε αυξάνονται (γραμμική λειτουργία) είτε πολλαπλασιάζονται (λειτουργία καταγραφής) επί <βήμα> έως ότου επιτευχθεί το <high>.

Εάν το πλαίσιο λίστας θερμοκρασίας εμφανίζει Λίστα, η μορφή είναι:

<t1> [, <t2> [, <t3>] [, ...]]




όπου t1, t2,.. είναι μεμονωμένες τιμές θερμοκρασίας.



Γίνεται μία ανάλυση σε κάθε καθορισμένη θερμοκρασία, δημιουργώντας έναν κλάδο καμπύλης για κάθε εκτέλεση.



- **Retrace Runs:** Αυτό το πεδίο καθορίζει τον αριθμό των εκτελέσεων επανάληψης παρακολούθησης.


Curve Options


Το πεδίο Επιλογές καμπύλης βρίσκεται κάτω από το πεδίο Αριθμητικά όρια και στα αριστερά του πεδίου Εκφράσεις. Κάθε επιλογή καμπύλης επηρεάζει μόνο την καμπύλη στη σειρά της. οι επιλογές λειτουργούν ως εξής:

Η πρώτη επιλογή εναλλάσσεται μεταξύ Αποθήκευση και Σχεδίαση , Αποθήκευση και Μη Σχεδίαση , και Μη αποθηκεύετε ή σχεδιάζετε . Εάν αποθηκεύσετε αλλά δεν σχεδιάσετε, μπορείτε αργότερα να προσθέσετε το σχέδιο ξανά στην οθόνη από το κουτί διαλόγου F10.

Η δεύτερη επιλογή αλλάζει τον άξονα X μεταξύ ενός γραμμικού  και ενός ημερολογιακού  σχεδίου. Τα διαγράμματα καταγραφής απαιτούν εύρη θετικής κλίμακας.

Η τρίτη επιλογή αλλάζει τον άξονα Y μεταξύ ενός γραμμικού  και ενός ημερολογιακού  σχεδίου. Τα διαγράμματα καταγραφής απαιτούν εύρη θετικής κλίμακας.

Η επιλογή  ενεργοποιεί το χρωματικό μενού. Υπάρχουν 64 επιλογές χρωμάτων για μια μεμονωμένη καμπύλη. Το χρώμα του κουμπιού είναι το χρώμα της καμπύλης.

Η επιλογή  εκτυπώνει έναν πίνακα με τις αριθμητικές τιμές της καμπύλης. Ο αριθμός των τιμών που εκτυπώνονται ορίζεται από την τιμή του Number of Points. Ο πίνακας εκτυπώνεται στο παράθυρο Numeric Output και αποθηκεύεται στο αρχείο CIRCUITNAME.TNO.

Οι καταχωρήσεις σελίδας τοποθετούν κυματομορφές σε παράθυρα γραφικής παράστασης με όνομα, τα οποία μπορούν να επιλεγούν από μια καρτέλα. Αυτό σας επιτρέπει να ομαδοποιήσετε τα σχετικά σχεδιαγράμματα και να τα προβάλετε με βολικό τρόπο. Για παράδειγμα, μπορείτε να ονομάσετε μια σελίδα Ρεύμα και μια άλλη Τάση.

Ένας αριθμός από το 1 έως το 9 στη στήλη (P) τοποθετεί την καμπύλη σε μια αριθμημένη ομάδα γραφημάτων. Όλες οι καμπύλες με παρόμοιους αριθμούς τοποθετούνται στην ίδια ομάδα γραφικών. Εάν η στήλη P είναι κενή, η καμπύλη δεν σχεδιάζεται.

Εκφράσεις

Τα πεδία Έκφραση X και Έκφραση Y καθορίζουν τις οριζόντιες (X) και κάθετες (Y) εκφράσεις. Το Micro-Cap 12 μπορεί να αξιολογήσει και να σχεδιάσει μια μεγάλη ποικιλία εκφράσεων για οποιαδήποτε κλίμακα. Συνήθως πρόκειται για μεμονωμένες μεταβλητές όπως T (χρόνος), V(10) (τάση στον κόμβο 10) ή D(OUT) (ψηφιακή κατάσταση του κόμβου OUT), αλλά οι εκφράσεις μπορεί να είναι πιο περίπλοκες όπως $V(2,3) * I(V1) * \sin(2 * \text{PI} * 1\text{E}6 * T)$.

Λίστα Μεταβλητών

Κάνοντας κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στο πεδίο έκφρασης Y καλείται η λίστα Μεταβλητές που σας επιτρέπει να επιλέξετε μεταβλητές, σταθερές, συναρτήσεις και τελεστές ή να επεκτείνετε το πεδίο για να επιτρέψετε την επεξεργασία μεγάλων εκφράσεων. Κάνοντας κλικ στο δεξί κουμπί

του ποντικιού στα άλλα πεδία καλείται ένα απλούστερο μενού που δείχνει τις κατάλληλες επιλογές.

Τα πεδία X Range και Y Range καθορίζουν τις αριθμητικές κλίμακες που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη σχεδίαση των παραστάσεων X και Y. Η μορφή είναι:

<high> [,<low>] [,<grid spacing>] [,<bold grid spacing>]

Το <low> είναι προεπιλογή μηδέν. Το [,<διάστημα πλέγματος>] ορίζει την απόσταση μεταξύ των πλεγμάτων. Το [,<έντονη απόσταση πλέγματος>] ορίζει την απόσταση μεταξύ των έντονων πλεγμάτων. Η τοποθέτηση του "AUTO" στο εύρος της κλίμακας υπολογίζει αυτόματα αυτό το μεμονωμένο εύρος. Η επιλογή Auto Scale Ranges υπολογίζει τις κλίμακες για όλα τα εύρη κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης και ενημερώνει τα πεδία X και Y Range. Η εντολή Auto Scale (F6) κλιμακώνει αμέσως όλες τις καμπύλες, χωρίς να αλλάζει τις τιμές εύρους, επιτρέποντάς σας να τις επαναφέρετε με CTRL + HOME εάν θέλετε. Σημειώστε ότι το <διάστιχο πλέγματος> και το <έντονη απόσταση πλέγματος> χρησιμοποιούνται μόνο σε γραμμικές κλίμακες. Οι λογαριθμικές κλίμακες χρησιμοποιούν φυσική απόσταση πλέγματος 1/10 των κύριων τιμών πλέγματος και δεν χρησιμοποιείται έντονη γραφή. Η Αυτόματη Κλίμακα χρησιμοποιεί τον αριθμό των πλεγμάτων που καθορίζονται στο κουτί διαλόγου **Properties (F10) / Scales and Formats / Auto / Static Grids**.

Επιλογές

Οι μεταβατικές επιλογές περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- **Run Options**

- **Normal:** Εκτελεί την προσομοίωση χωρίς να την αποθηκεύσει.
- **Save:** Εκτελεί την προσομοίωση και την αποθηκεύει στο δίσκο, χρησιμοποιώντας την ίδια μορφή όπως στο Probe. Το όνομα του αρχείου είναι CIRCUITNAME.TSA.
- **Retrieve:** Αυτό φορτώνει μια προηγουμένως αποθηκευμένη προσομοίωση και την σχεδιάζει και εκτυπώνει σαν να ήταν μια νέα εκτέλεση. Το όνομα του αρχείου είναι CIRCUITNAME.TSA.

- **State Variables**

Αυτές οι επιλογές καθορίζουν τις μεταβλητές κατάστασης στην αρχή της επόμενης εκτέλεσης.

- **Zero:** Ορίζει τις αρχικές τιμές της μεταβλητής κατάστασης (τάσεις κόμβου, ρεύματα πηνίου, ψηφιακές καταστάσεις) σε μηδέν ή X.
- **Read:** Αυτό διαβάζει ένα σύνολο μεταβλητών κατάστασης που έχετε αποθηκεύσει προηγουμένως και τις χρησιμοποιεί ως αρχικές τιμές για την εκτέλεση.
- **Leave:** Αυτό αφήνει μόνες τις τρέχουσες τιμές των μεταβλητών κατάστασης. Διατηρούν τις τελευταίες τους αξίες. Εάν αυτή είναι η πρώτη εκτέλεση, είναι μηδέν. Εάν μόλις εκτελέσατε μια ανάλυση χωρίς να επιστρέψετε στο Σχηματικό πρόγραμμα επεξεργασίας, αυτές είναι οι τιμές στο τέλος της εκτέλεσης. Εάν η εκτέλεση ήταν μόνο ένα σημείο λειτουργίας, οι τιμές είναι το σημείο λειτουργίας C.
- **Retrace:** Εκτελεί την ανάλυση N φορές, όπου N είναι ο αριθμός στο πεδίο Retrace Runs. Για την πρώτη εκτέλεση, γίνεται κανονική προετοιμασία και, εάν ζητηθεί, υπολογίζεται το σημείο λειτουργίας. Οι αρχικές συνθήκες διατηρούνται για τις επόμενες εκτελέσεις, είτε καλούνται χειροκίνητα με το F2 είτε αυτόματα, χρησιμοποιώντας έναν αριθμό μεγαλύτερο από 1 στο πεδίο Εκτέλεση Επανάληψης.
- **Ignore Expression Errors:** Εάν επιλεγεί, τα σφάλματα έκφρασης αγνοούνται. Αυτό είναι χρήσιμο όταν θέλετε να απενεργοποιήσετε προσωρινά τμήματα του σχηματικού, αλλά δεν χρειάζεται να διαγράψετε τις εκφράσεις γραφικής παράστασης τους.
- **Operating Point:** Υπολογίζει ένα σημείο λειτουργίας DC. Χρησιμοποιεί τις μεταβλητές αρχικής κατάστασης ως σημείο εκκίνησης και υπολογίζει ένα νέο σύνολο που αντιπροσωπεύει την απόκριση σταθερής κατάστασης DC του κυκλώματος στις τιμές $T=0$ όλων των πηγών.
- **Operating Point Only:** Υπολογίζει μόνο ένα σημείο λειτουργίας DC. Δεν γίνεται παροδική εκτέλεση. Οι μεταβλητές κατάστασης μένουν με τις τελικές τιμές σημείου λειτουργίας τους.
- **Auto Scale Ranges:** Ορίζει το εύρος X και Y σε AUTO για κάθε νέα εκτέλεση ανάλυσης. Εάν δεν είναι ενεργοποιημένο, χρησιμοποιούνται οι υπάρχουσες τιμές κλίμακας από τα πεδία X και Y Range.

- **Accumulate Plots:** Αυτό συσσωρεύει γραφήματα λόγω τροποποιήσεων κυκλώματος. Συνήθως χρησιμοποιείται με το κύκλωμα και το διάγραμμα ανάλυσης με πλακάκια για να επιτραπούν οι χειροκίνητες επεξεργασίες στο κύκλωμα με τη σελίδα γραφικής παράστασης να δείχνει τα αντίστοιχα διαγράμματα.
- **Fixed Time Step:** Αυτή η επιλογή αναγκάζει το πρόγραμμα να χρησιμοποιήσει ένα σταθερό βήμα χρόνου ίσο με το καθορισμένο Μέγιστο χρονικό βήμα. Αυτή η δυνατότητα είναι διαθέσιμη για θεωρητική μελέτη και δεν χρησιμοποιείται συχνά. Το εγγενές χρονικό βήμα μεταβλητής που βασίζεται στη θεωρία τοπικών σφαλμάτων περικοπής είναι πολύ πιο αποτελεσματικό.
- **Periodic Steady State:** Αυτή η επιλογή χρησιμοποιεί μια μέθοδο λήψης για την εξάλειψη των παροδικών και την παραγωγή κυματομορφών σταθερής κατάστασης. Για να μελετήσετε τη χρήση του, ανατρέξτε στο κεφάλαιο για την Περιοδική Σταθερή Κατάσταση στο Εγχειρίδιο Αναφοράς.

Αλλαγή μεγέθους

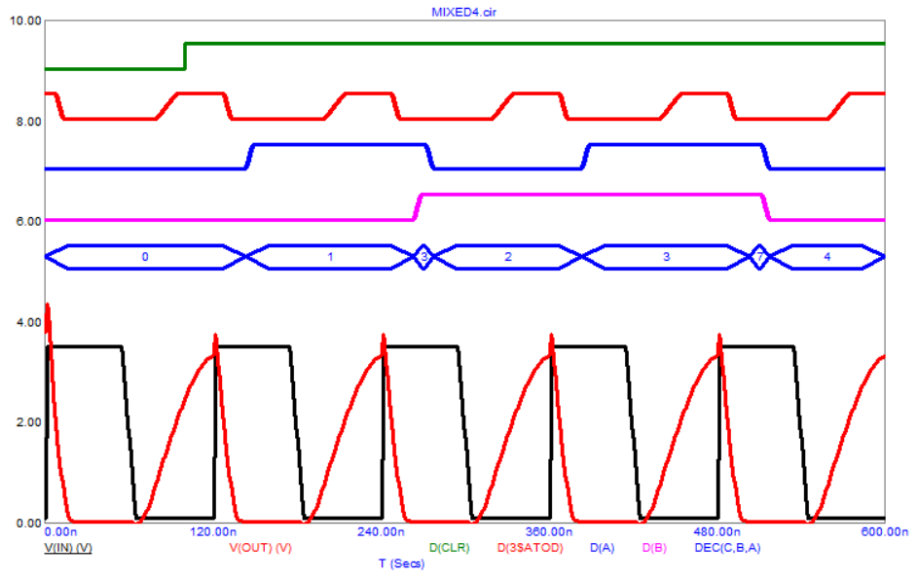
- **Field size adjustment:** Μπορείτε να προσαρμόσετε τα μεγέθη πεδίων σύροντας τις γραμμές που χωρίζουν τους τίτλους των στηλών (π.χ. Έκφραση X, Έκφραση Y, κ.λπ.).
- **Auto-size:** Κάνοντας κλικ στο κουμπί Auto μέγεθος προσαρμόζεται αυτόματα το μέγεθος πεδίων για να ταιριάζουν με τα υπάρχοντα μήκη εκφράσεων.
- **Grow:** Σύρετε το εικονίδιο Grow για να αυξήσετε το μέγεθος του κουτιού διαλόγου.

3.2.3. Επιλογή καμπύλης για σχεδίαση και εκτύπωση

Το Micro-Cap 12 επιλέγει αρχικά τις καμπύλες τάσης των δύο πρώτων ονομαζόμενων κόμβων για γραφική παράσταση

Το Micro-Cap 12 δημιουργεί αυτόματα ένα σύνολο ορίων ανάλυσης για νέα κυκλώματα. Προσπαθεί να μαντέψει ποιες καμπύλες μπορεί να θέλετε να δείτε και ποιες επιλογές σχεδίασης και ανάλυσης μπορεί να θέλετε. Συνήθως, είναι απαραίτητο να αλλάξουμε αυτές τις αρχικές εικασίες. Οι αλλαγές που κάνετε σε οποιαδήποτε καταχώρηση στο κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης αποθηκεύονται με το αρχείο κυκλώματος, επομένως δεν χρειάζεται να τις εισάγετε κάθε φορά που εκτελείτε.

Κάντε κλικ στο κουμπί Run για να κάνετε την μεταβατική ανάλυση του κυκλώματος MIXED4.



Εικόνα 4.2. Παροδική Ανάλυση του MIXED4

Οι πέντε πρώτες καμπύλες είναι ψηφιακές και δείχνουν την είσοδο CLR, την είσοδο ρολογιού, τις εξόδους κατάστασης των δύο πρώτων flip-flop και την δεκαδική τιμή των τριών εξόδων flip-flop. Οι επόμενες δύο καμπύλες είναι γραφικές παραστάσεις της τάσης στην πηγή παλμού εισόδου και της εξόδου του αναλογικού τμήματος. Γενικά, το V(A) απεικονίζει την τάση σε έναν αναλογικό κόμβο A. Το D(B) απεικονίζει την κατάσταση ενός ψηφιακού κόμβου B.

Σχεδιάζοντας άλλες Καμπύλες

Μπορείτε να σχεδιάσετε παραστάσεις χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μεταβλητών, όπως τάση κόμβου ή τάση ή ρεύμα τερματικού συσκευής. Για να σχεδιάσετε διαφορετικές καμπύλες, μπορείτε να προσθέσετε νέα πεδία καμπυλών ή μπορείτε να αλλάξετε τα υπάρχοντα. Για απεικόνιση, πατήστε F9 για να εμφανιστεί το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης. Κάντε κλικ σε οποιαδήποτε στήλη της τελευταίας σειράς. Κάντε κλικ στο κουμπί Add στο επάνω μέρος του παραθύρου διαλόγου. Αυτό προσθέτει μια νέα σειρά καμπύλης και μετακινεί τον κέρσορα κειμένου στη στήλη Page της νέας σειράς. Επίσης, αντιγράφει τα περιεχόμενα όλων των πεδίων της παραπάνω σειράς. Κάντε κλικ στο κουμπί Delete. Αυτό διαγράφει την καμπύλη που μόλις προστέθηκε. Κάντε κλικ στο κουμπί Add για να προσθέσετε τη σειρά καμπύλης πίσω. Εφόσον θέλουμε οι νέες καμπύλες να τοποθετούνται σε ξεχωριστή ομάδα γραφικών, αλλάξτε το '1' στη στήλη P σε '2'. Πατήστε το πλήκτρο Tab δύο φορές ή κάντε κλικ στο ποντίκι στο πεδίο Έκφραση Y. Πληκτρολογήστε την παρακάτω έκφραση:

$$IC(Q4)*VCE(Q4)$$

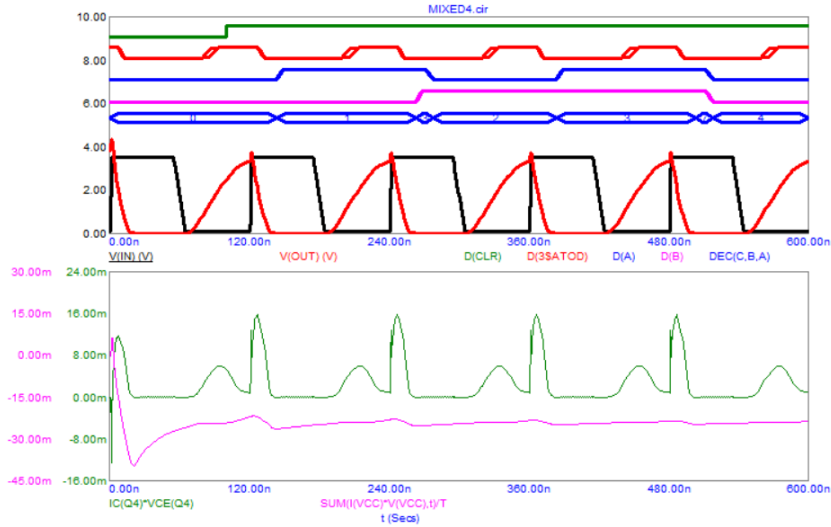
Πατήστε δύο φορές το πλήκτρο Tab για να μετακινήσετε τον κέρσορα στο πεδίο Y Range και πληκτρολογήστε "Auto". Αυτό λέει στο πρόγραμμα να προσδιορίσει αυτόματα το εύρος της κλίμακας Y, μετά την εκτέλεση. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, το Micro-Cap 12 χρησιμοποιεί μια προεπιλεγμένη κλίμακα για να ξεκινήσει η γραφική παράσταση. Πολλές φορές κατά τη διάρκεια του τρεξίματος θα αναθεωρήσει τις κλίμακες με βάση τις καμπύλες. Όταν ολοκληρωθεί

η εκτέλεση, το Micro-Cap 12 καθορίζει την κλίμακα που είναι απαραίτητη για να εμφανιστούν οι πλήρεις καμπύλες, την σχεδιάζει και εισάγει τις νέες κλίμακες στα πεδία εύρους X και Y.

Χρησιμοποιήστε τη λίστα Μεταβλητές για να επιλέξετε ονόματα συναρτήσεων και μεταβλητών που είναι δύσκολο να θυμάστε

Εάν δεν μπορείτε να θυμηθείτε τη μεταβλητή ή το όνομα της συνάρτησης που θέλετε, χρησιμοποιήστε τις μεταβλητές. Για να το επεξηγήσετε, κάντε ξανά κλικ στο κουμπί Add. Κάντε κλικ στο πεδίο νέας έκφρασης Y με το αριστερό κουμπί του ποντικιού. Πληκτρολογήστε CTRL + A για να επιλέξετε ολόκληρη την έκφραση Y. Κάντε κλικ σε οποιοδήποτε μέρος της επιλεγμένης παράστασης Y με το δεξί κουμπί του ποντικιού. Αυτό καλεί τη λίστα Μεταβλητές, ένα μικρό αναδυόμενο μενού που σας επιτρέπει να επιλέξετε μεταβλητές, συναρτήσεις και τελεστές. Σας επιτρέπει επίσης να επεκτείνετε την περιορισμένη περιοχή επεξεργασίας κειμένου σε ένα κουτί διαλόγου επεξεργασίας κειμένου πλήρους μεγέθους. Αυτό είναι βολικό για σύνθετες εκφράσεις με πολλές παρενθέσεις. Κάντε κλικ στο Variables και μετά στο Device Current. Αυτό εμφανίζει ένα κουτί διαλόγου με μια λίστα με τα διαθέσιμα ρεύματα της συσκευής στο κύκλωμα. Επιλέξτε Spice Source από το πεδίο Type και I(VCC) από το πεδίο Functions και μετά στο OK. Το κείμενο "I(VCC)" εισάγεται στο πεδίο Έκφραση Y και ο κέρσορας τοποθετείται στα δεξιά του κειμένου. Η έκφραση Y θα μοιάζει τώρα με αυτό: I(VCC). Πληκτρολογήστε "*". Κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού και επιλέξτε Variables / Device Voltage / V(VCC). Κάντε κλικ στο OK. Η έκφραση Y θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό: I(VCC)*V(VCC). Πατήστε το πλήκτρο Home για να μετακινήσετε τον κέρσορα στην αρχή του πεδίου. Κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού και κάντε κλικ στην επιλογή Συναρτήσεις / Λογισμός / Αθροισμα. Το SUM είναι ο τελεστής ολοκλήρωσης. Ενσωματώνει την έκφραση στα δεξιά του δρομέα κειμένου, σε σχέση με τη μεταβλητή έκφρασης X, T. Πατήστε το πλήκτρο End για να βάλετε τον κέρσορα στο τέλος του πεδίου και πληκτρολογήστε "/T". Αυτό παράγει μια έκφραση για τη μέση ισχύ που παρέχεται από την μπαταρία VCC. Η έκφραση Y θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό: $SUM(I(VCC)*V(VCC),T)/T$

Εφόσον η νέα καμπύλη δημιουργήθηκε με Auto στο πεδίο Y Range, το Micro-Cap 12 θα καθορίσει το πραγματικό εύρος μετά την εκτέλεση και θα υπολογίσει μια κατάλληλη κλίμακα Y. Επειδή υπάρχουν δύο καμπύλες που μοιράζονται την ίδια ομάδα γραφικών, μπορεί να το κάνει με δύο τρόπους. Πρώτον, βρίσκοντας μια κοινή κλίμακα αρκετά μεγάλη ώστε να εμφανίζει όλα τα δύο γραφήματα, ή δεύτερον, βρίσκοντας μια μεμονωμένη κλίμακα για κάθε καμπύλη και εκτυπώνοντας δύο κλίμακες Y. Η επιλογή καθορίζεται από την επιλογή Same Y Scales For Every Plot Group στο μενού Score. Εάν είναι ενεργοποιημένη αυτή η επιλογή, τότε όλες οι καμπύλες σε κάθε ομάδα γραφικών θα μοιράζονται μια κοινή κλίμακα αρκετά μεγάλη ώστε να σχεδιάζονται όλα τα μέρη κάθε καμπύλης. Αυτό ισχύει ανεξάρτητα από το εάν χρησιμοποιούνται ζυγαριές που καθορίζονται από τον χρήστη ή τον αυτόματο. Εάν ορίσετε αυτήν την επιλογή, το Micro-Cap 12 σχεδιάζει μία μόνο κλίμακα χρησιμοποιώντας τη μεγαλύτερη από τις καθορισμένες ή υπολογισμένες κλίμακες. Κάντε κλικ στο κουμπί Run. Δείτε πώς φαίνεται η νέα εκτέλεση όταν η επιλογή είναι απενεργοποιημένη.

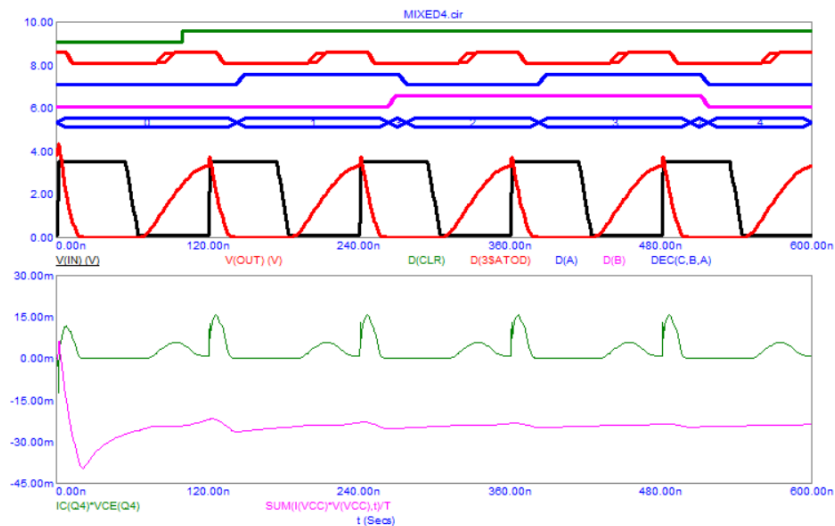


Εικόνα 4.3. Παροδική Ανάλυση με δύο ομάδες Σχεδιαγράμματος

Οι αναλογικές και ψηφιακές καμπύλες μπορούν να ομαδοποιηθούν μαζί ή χωριστά. Όταν ομαδοποιούνται, οι ψηφιακές καμπύλες σχεδιάζονται με την ίδια σειρά που εμφανίζονται στο κουτί διαλόγου, ξεκινώντας από την κορυφή του γραφήματος. Οι αναλογικές καμπύλες σχεδιάζονται χρησιμοποιώντας τις κλίμακες εύρους, οι οποίες ισχύουν μόνο για τις αναλογικές καμπύλες. Αυτό μπορεί να προκαλέσει την επικάλυψη των καμπυλών. Η επικάλυψη μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη συμπίεση των αναλογικών καμπυλών με μια μεγάλη τιμή εύρους Y. Ο διαχωρισμός των αναλογικών και ψηφιακών καμπυλών σε ομάδες αποφεύγει την επικάλυψη, αλλά είναι λιγότερο βολικό όταν συγκρίνονται τα δύο σύνολα καμπυλών ταυτόχρονα.

Ίδιες Κλίμακες Y


Για να δείτε πώς θα φαίνεται η γραφική παράσταση με τις κοινές κλίμακες Y, ενεργοποιήστε την επιλογή Same Y Scales For Every Plot Group στο μενού Scope. Το σχεδιάγραμμα μοιάζει με αυτό:

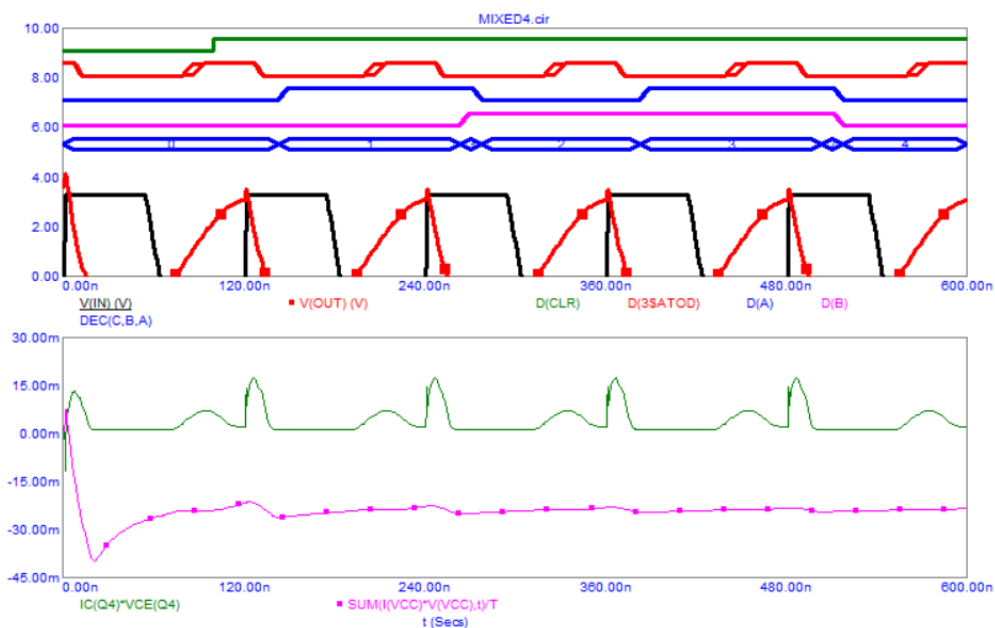


Εικόνα 4.4. Σχεδιάγραμμα (με Ίδιες Κλίμακες)

Οι δύο κλίμακες έχουν συμπυχθεί σε μια κοινή κλίμακα, που περιέχει τις μεγαλύτερες και μικρότερες τιμές κλίμακας από την καθεμία.

Επιλογή Συμβόλων (Tokens)

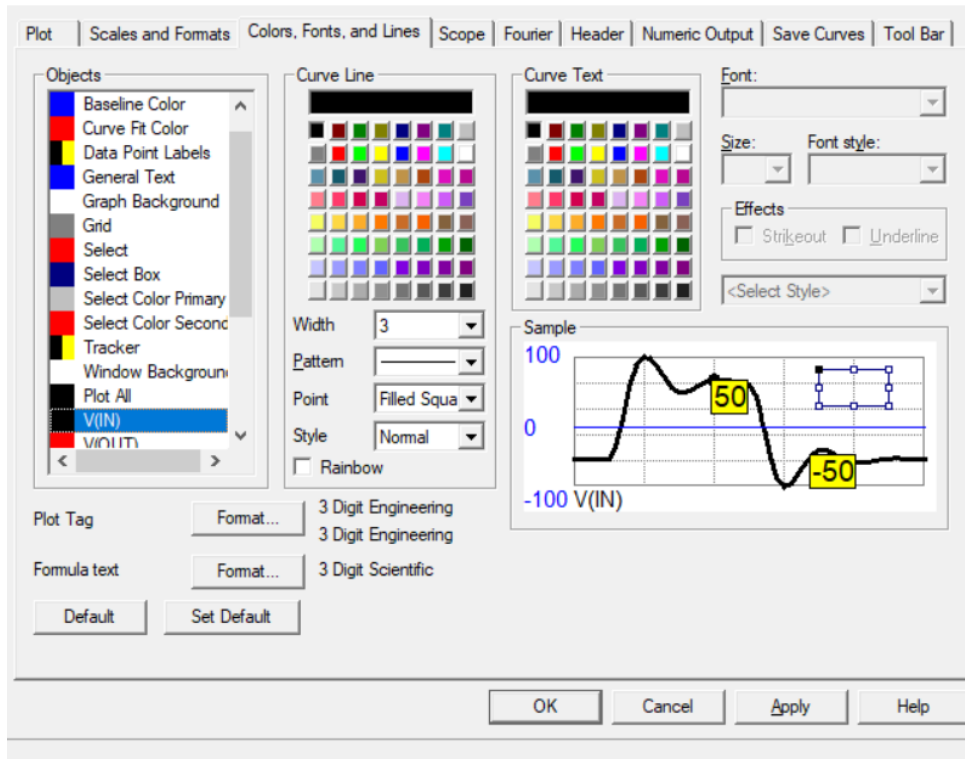
Ενώ το χρώμα προσδιορίζει μεμονωμένες καμπύλες, οι ασπρόμαυροι εκτυπωτές δημιουργούν γραφικά όπου είναι δύσκολο να ξεχωρίσεις τις καμπύλες. Τα διακριτικά μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό των διαφορετικών καμπυλών. Για να το επεξηγήσετε, κάντε κλικ στο κουμπί Tokens .




Εικόνα 4.5. Σχεδιάγραμμα (με Σύμβολα)

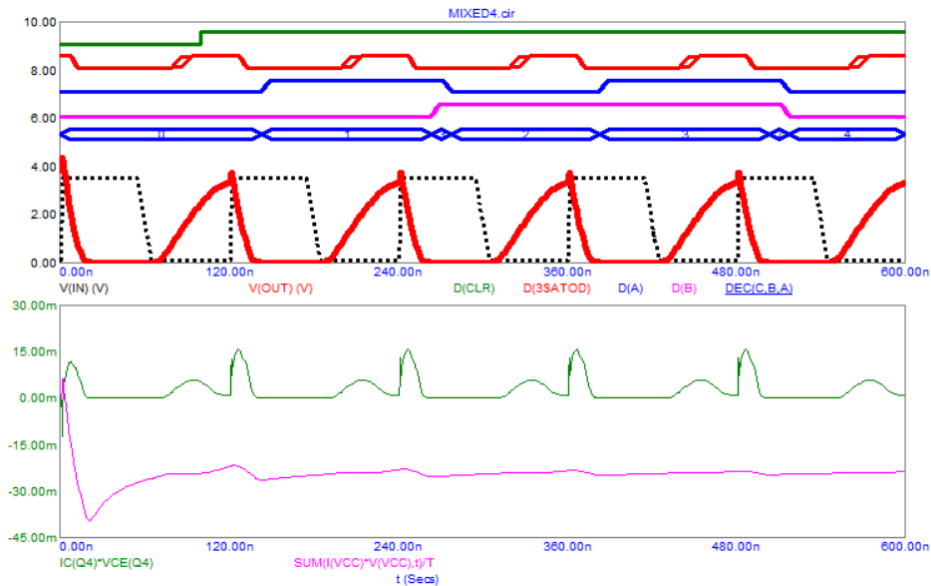
3.2.4. Το κουτί διαλόγου ιδιοτήτων της σχεδίασης

Η εμφάνιση και η μορφή καμπύλης μπορούν να αλλάξουν με το κουτί διαλόγου Plot properties. Πατήστε F10 για να καλέσετε το κουτί διαλόγου για την γραφική παράσταση. Μοιάζει με αυτό:




Εικόνα 4.6. Το κουτί διαλόγου Ιδιοτήτων

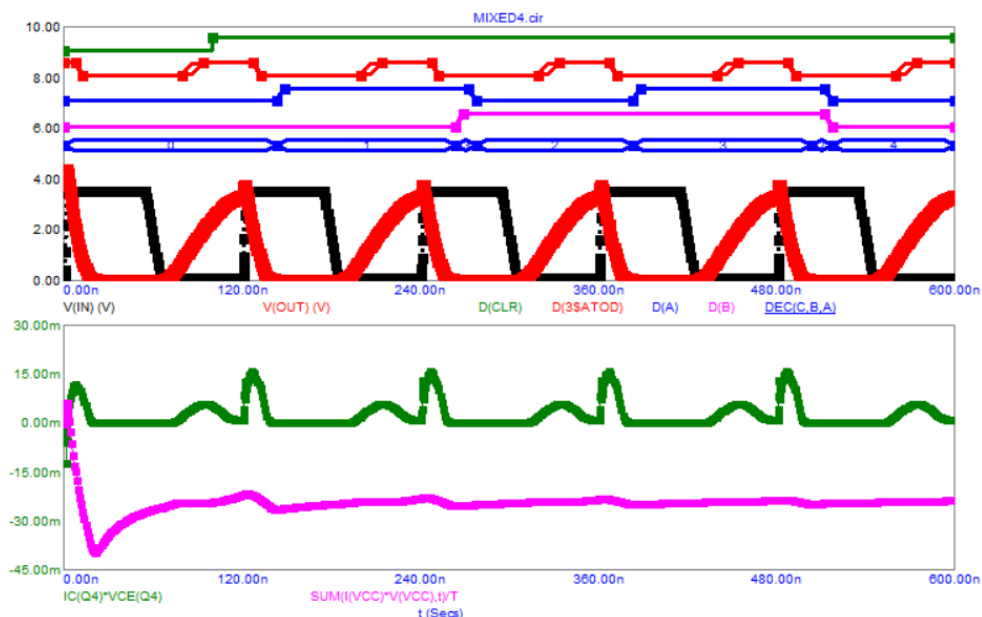
Επιλέξτε V(OUT) από την ενότητα Αντικείμενα του πίνακα Colors, Fonts, and Lines και από την ενότητα Curve Line επιλέξτε ένα πλάτος 5. Κάντε κλικ στο V(IN) και επιλέξτε το τρίτο μοτίβο στη λίστα. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Απενεργοποιήστε τα διακριτικά κάνοντας κλικ στο κουμπί Tokens  στη γραμμή εργαλείων. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 4.7. Χρήση Πλάτους Γραμμής και Μοτίβου

Επιλογή Σημείων Δεδομένων

Ας πειραματιστούμε με μερικές από τις άλλες επιλογές. Κάντε κλικ στο κουμπί Data Points . Αυτό αλλάζει την εμφάνιση των εικονιδίων δεικτών για τα υπολογισμένα σημεία δεδομένων. Δεδομένου ότι η επιλογή ήταν αρχικά απενεργοποιημένη, κάνοντας κλικ στο κουμπί ενεργοποιείται και τα εικονίδια δείκτη σημείου δεδομένων προστίθενται δημιουργώντας μια γραφική παράσταση που μοιάζει με αυτό:





Εικόνα 4.8. Σχεδιάγραμμα (με Σημεία Δεδομένων)

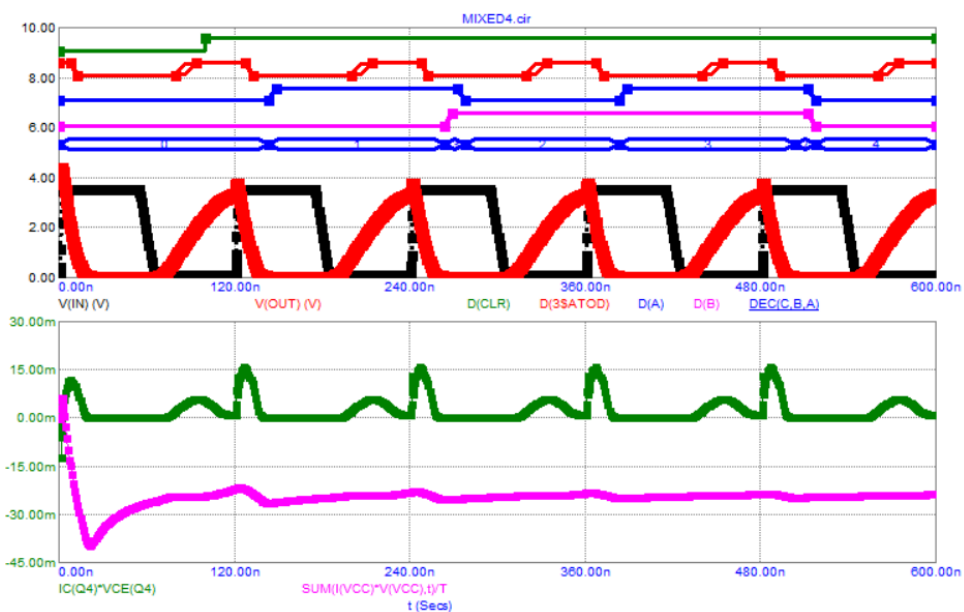
Εφόσον ο προσομοιωτής χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο μεταβλητού χρονικού βήματος για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων και την επιτάχυνση της εκτέλεσης, τα πραγματικά χρονικά σημεία δεν θα απέχουν τακτικά. Οι δείκτες σημείων δεδομένων τοποθετούνται στα πραγματικά υπολογισμένα χρονικά σημεία. Υπάρχουν τουλάχιστον δύο περιπτώσεις όπου μπορεί να θέλετε να δείτε αυτές:

Ανεπαρκής δειγματοληψία καμπύλης: Αυτό μπορεί να συμβεί σε μεταβατική ανάλυση όταν ο προσομοιωτής ξεπεράσει ένα όριο μεταγωγής. Μπορεί επίσης να συμβεί να θέλετε περισσότερα σημεία δεδομένων για να "συμπληρώσετε" καμπύλες πηγής που φαίνονται ασταθείς. Παρόλο που το σφάλμα χρέωσης ελέγχεται αυστηρά από τις εσωτερικές ρουτίνες σφαλμάτων περικλοπή, η δειγματοληψία δεδομένων μπορεί να φαίνεται ανεπαρκής. Τα εικονίδια σημείων δεδομένων δείχνουν πού βρίσκονται τα σημεία δεδομένων και αν θα βοηθήσουν περισσότερο. Στην ανάλυση AC, το σχεδιάγραμμα μπορεί να χάσει μια απότομη ακίδα σε ένα στενό πέρασμα ή να απορρίψει τη ζώνη. Τα εικονίδια σημείων δεδομένων δείχνουν εάν ο προσομοιωτής έκανε πραγματικά έναν υπολογισμό εντός της ζώνης.

Προσδιορισμός πραγματικών αιχμών καμπυλών: Μερικές φορές βλέπετε αιχμές στις καμπύλες. Εάν η καμπύλη αλλάξει κατεύθυνση από το ένα σημείο δεδομένων στο επόμενο, είναι πιθανό οι αιχμές να είναι απλώς τεχνουργήματα των ρουτινών ενσωμάτωσης. Ο μόνος τρόπος να το καταλάβετε είναι να επισημάνετε τα σημεία δεδομένων. Εάν είναι τεχνουργήματα ενοποίησης, μπορείτε να τα μειώσετε μειώνοντας το RELTOL ή το ελάχιστο χρονικό βήμα ή και τα δύο.

Πειραματισμός με Επιλογές

Για να δείξετε κάποιες άλλες επιλογές, κάντε κλικ στα κουμπιά πλέγματος οριζόντιου άξονα  και πλέγματος κάθετου άξονα . Το σχεδιάγραμμα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 4.9. Προσθήκη Πλεγμάτων στο Σχεδιάγραμμα

Πατήστε F9 και, στη συνέχεια, ενεργοποιήστε τις επιλογές Operating Point και Operating Point Only. Αυτό λέει στο πρόγραμμα να κάνει έναν υπολογισμό σημείων λειτουργίας και μετά να σταματήσει. Ένας υπολογισμός σημείου λειτουργίας θέτει όλες τις πηγές στις καθορισμένες αρχικές τους τιμές, αφαιρεί όλους τους πυκνωτές και αντικαθιστά όλους τους επαγωγείς με βραχυκυκλώματα. Στη συνέχεια υπολογίζει τις τιμές συνεχούς ρεύματος σταθερής κατάστασης των μεταβλητών κατάστασης (τάσεις κόμβων, ρεύματα πηνίου και ψηφιακές καταστάσεις) στο αρχικό χρονικό σημείο. Αυτό το σύνολο τιμών αναφέρεται ως σημείο λειτουργίας DC. Πατήστε F2 για να εκτελέσετε μόνο το σημείο λειτουργίας. Δεδομένου ότι κάνουμε μόνο ένα σημείο λειτουργίας, δεν θα εμφανιστεί κανένα σχέδιο. Βγείτε από την ανάλυση πατώντας F3. Κάντε κλικ στο κουμπί Node Voltage και το Micro-Cap 12 εμφανίζει τις τελευταίες υπολογιζόμενες καταστάσεις και τάσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, εφόσον μόλις ολοκληρώσαμε έναν υπολογισμό μόνο του σημείου λειτουργίας, αυτές είναι οι τιμές των σημείων λειτουργίας.

3.2.5. Μεταβλητές κατάστασης και αρχικοποίησης

Οι μεταβλητές κατάστασης ορίζουν την κατάσταση ή την κατάσταση του μαθηματικού συστήματος που αναπαριστά το κύκλωμα σε οποιαδήποτε στιγμή. Αυτές οι μεταβλητές πρέπει να αρχικοποιηθούν σε κάποια τιμή πριν από την έναρξη της ανάλυσης. Δείτε πώς το Micro-Cap 12 κάνει την προετοιμασία:

Αρχικοποίηση εγκατάστασης:

Όταν επιλέγετε για πρώτη φορά μια ανάλυση μεταβατικής, AC ή DC, όλες οι μεταβλητές κατάστασης ορίζονται στο μηδέν και όλα τα ψηφιακά επίπεδα στο X. Αυτό ονομάζεται προετοιμασία εγκατάστασης.

Εκτέλεση αρχικοποίησης:

Κάθε νέα εκτέλεση προκαλεί την αρχικοποίηση εκτέλεσης με βάση την επιλογή Μεταβλητές κατάστασης από το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης. Αυτό περιλαμβάνει κάθε τρέξιμο, είτε ξεκινά πατώντας το F2, κάνοντας κλικ στο κουμπί Run, βηματικές παραμέτρους, χρησιμοποιώντας Monte Carlo ή βηματική θερμοκρασία. Υπάρχουν τρεις επιλογές:

Zero: Οι μεταβλητές αναλογικής κατάστασης, συμπεριλαμβανομένης της φόρτισης, της ροής, των τάσεων κόμβου και των ρευμάτων πηνίου έχουν ρυθμιστεί στο 0. Τα ψηφιακά επίπεδα ορίζονται σε X ή στην περίπτωση εξόδων Flip-flop Q και QB, ορίζονται σε 0, 1 ή X ανάλογα με την τιμή του DIGINITSTATE. Αυτή η τιμή ορίζεται στο κουτί διαλόγου Καθολικές ρυθμίσεις. Αυτή είναι η μόνη επιλογή στην ανάλυση DC.

Read: Το Micro-Cap 12 διαβάζει τις μεταβλητές από το αρχείο CIRCUITNAME.TOP. Το ίδιο το αρχείο δημιουργείται από την εντολή State Variables editor Write.

Leave: Το Micro-Cap 12 δεν κάνει τίποτα στις μεταβλητές αρχικής κατάστασης. Απλώς τους αφήνει ήσυχους. Υπάρχουν τρεις πιθανότητες:

First run: Εάν οι μεταβλητές δεν έχουν επεξεργαστεί με το πρόγραμμα επεξεργασίας μεταβλητών κατάστασης, διατηρούν ακόμη τις τιμές αρχικοποίησης εγκατάστασης.

Later run: Εάν οι μεταβλητές δεν έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία με τον επεξεργαστή State Variables, διατηρούν τις τελικές τιμές από την τελευταία εκτέλεση.

Edit: Εάν οι μεταβλητές έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία με τον Επεξεργαστή μεταβλητών κατάστασης, είναι οι τιμές που εμφανίζονται στον επεξεργαστή.

Retrace: Το Micro-Cap 12 δεν κάνει τίποτα στις μεταβλητές αρχικής κατάστασης. Απλώς τους αφήνει ήσυχους.

Αρχικοποίηση συσκευής

Η προετοιμασία της συσκευής είναι το τρίτο βήμα. Γίνεται πάντα για την πρώτη εκτέλεση και για τις επόμενες εκτελέσεις εάν δεν είναι ενεργοποιημένα ούτε το Leave ούτε το Retrace.

Μετά την επεξεργασία της επιλογής State Variables, γίνεται επεξεργασία των δηλώσεων .IC. Οι δηλώσεις IC συσκευής, όπως αυτές για το ρεύμα πηνίου και την τάση πυκνωτή, αντικαθιστούν τις δηλώσεις IC εάν βρίσκονται σε σύγκρουση.

Σημειώστε ότι οι δηλώσεις .IC καθορίζουν τιμές που παραμένουν σε όλη τη διάρκεια του αρχικού υπολογισμού του σημείου πόλωσης.

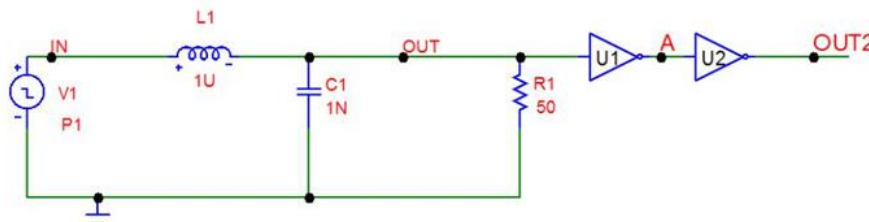
Είναι πιο ανθεκτικές από τις απλές αρχικές τιμές που μπορούν (και συνήθως αλλάζουν) μετά την πρώτη επανάληψη του σημείου πόλωσης. Αυτό μπορεί να είναι καλό ή κακό ανάλογα με το τι προσπαθείτε να επιτύχετε.

Χρησιμοποιώντας αυτές τις αρχικές τιμές, μπορεί να γίνει ένας προαιρετικός υπολογισμός του σημείου λειτουργίας και οι μεταβλητές κατάστασης ενδέχεται να αλλάξουν. Εάν δεν πραγματοποιηθεί κανένα σημείο λειτουργίας, οι μεταβλητές κατάστασης παραμένουν αμετάβλητες από τη διαδικασία αρχικοποίησης. Εάν γίνει μόνο ένα σημείο λειτουργίας, οι τιμές της μεταβλητής κατάστασης λήξης είναι ίσες με τις τιμές του σημείου λειτουργίας.

Η μεταβατική ανάλυση ξεκινά μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, της εκτέλεσης και των αρχικοποιήσεων της συσκευής.

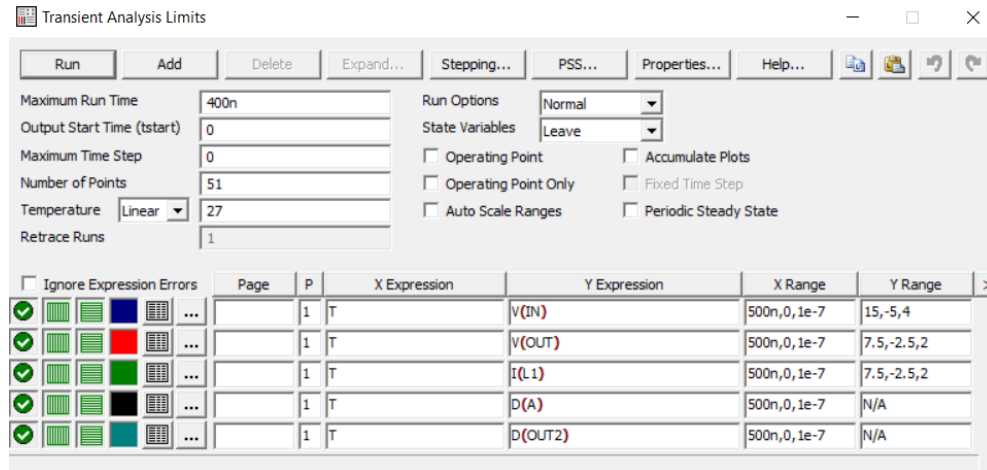
3.2.6. Επεξεργαστής μεταβλητών κατάστασης

Για να απεικονιστεί ο επεξεργαστής State Variables φορτώστε το κύκλωμα, MIXED1. Μοιάζει με αυτό:



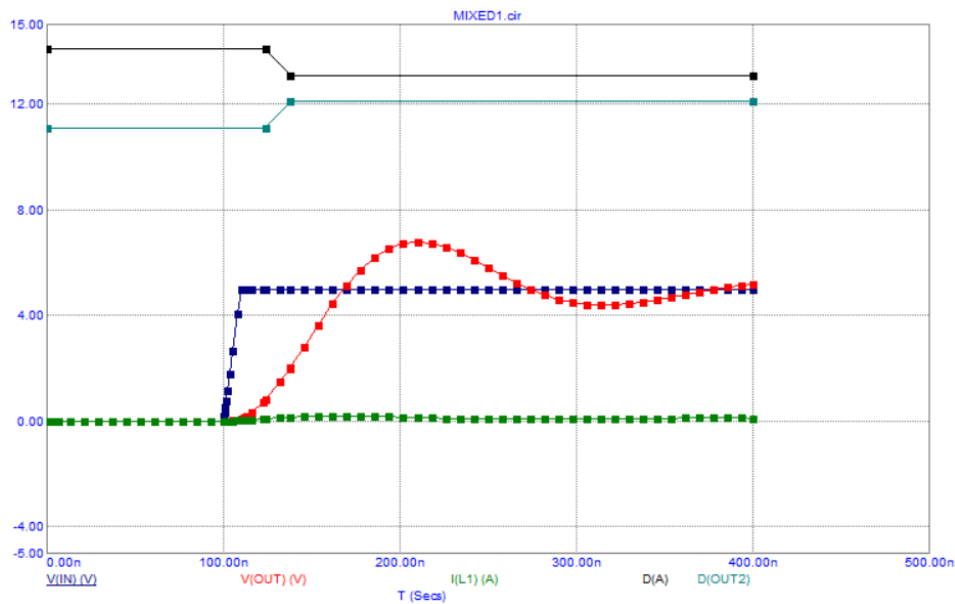
Εικόνα 4.10. Κύκλωμα MIXED1

Αυτό το κύκλωμα περιέχει ένα αναλογικό τμήμα που οδηγεί ένα ψηφιακό τμήμα. Επιλέξτε Transient από το μενού Analysis. Τα όρια ανάλυσης μοιάζουν με αυτό:



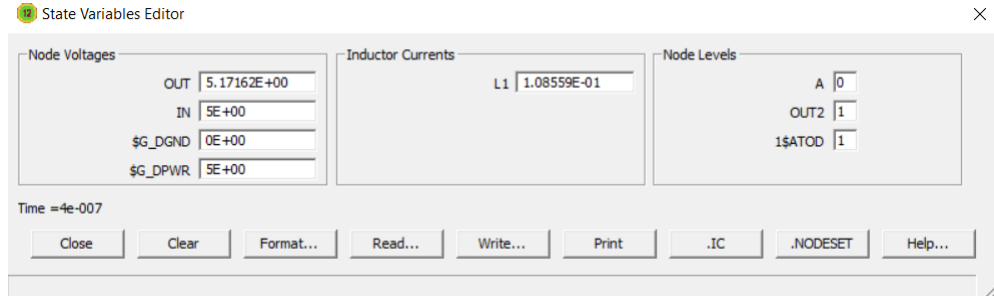
Εικόνα 4.11. Όρια Ανάλυσης MIXED1

Πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση. Τα αποτελέσματα μοιάζουν με αυτό:



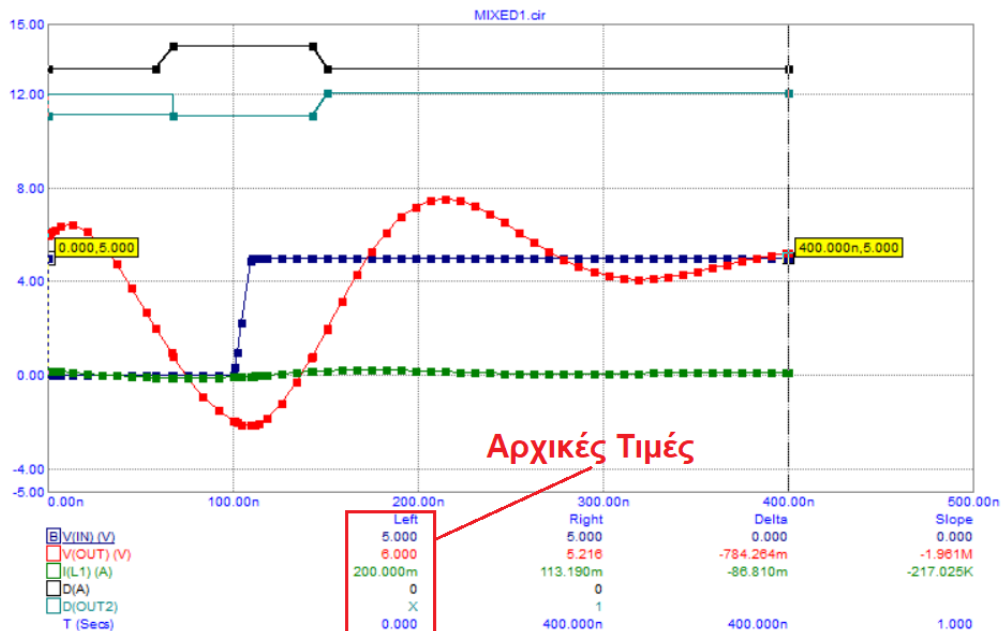
Εικόνα 4.12. Εκτέλεση της Παροδικής Ανάλυσης

Επιλέξτε το State Variables Editor από το μενού Transient. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 4.13. Επεξεργαστής των Μεταβλητών Κατάστασης

Ας πειραματιστούμε με αυτές τις τιμές. Κάντε διπλό κλικ με το ποντίκι στο πεδίο του επαγωγέα L1 και πληκτρολογήστε ".2". Αυτό ρυθμίζει το ρεύμα του επαγωγέα στα 0,2 amp. Κάντε διπλό κλικ στο πεδίο OUT voltage και πληκτρολογήστε "6". Αυτό θέτει τον κόμβο OUT στα 6,0 βολτ. Κάντε διπλό κλικ στο πεδίο επιπέδου ψηφιακού κόμβου OUT2 και πληκτρολογήστε "X". Αυτό ορίζει το επίπεδο κόμβου OUT2 σε X. Κάντε κλικ στο κουμπί Close. Οι Επιλογές εκτέλεσης από το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης έχουν ρυθμιστεί να παραλείπουν το σημείο λειτουργίας και να αφήνουν τις μεταβλητές κατάστασης όταν ξεκινάμε την εκτέλεση. Αυτές οι επιλογές λένε στο πρόγραμμα να χρησιμοποιήσει τις τιμές των μεταβλητών τρέχουσας κατάστασης, τις οποίες μόλις επεξεργαστήκαμε, για τις αρχικές τιμές. Εφόσον δεν έχουμε ζητήσει κανένα σημείο λειτουργίας, το αρχικό σημείο στην γραφική παράσταση πρέπει να αντικατοπτρίζει τις τιμές στον επεξεργαστή State Variables. Πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση. Όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση, πατήστε το πλήκτρο F8 για να τοποθετήσετε την οθόνη σε λειτουργία δρομέα. Τα αποτελέσματα μοιάζουν με αυτό:




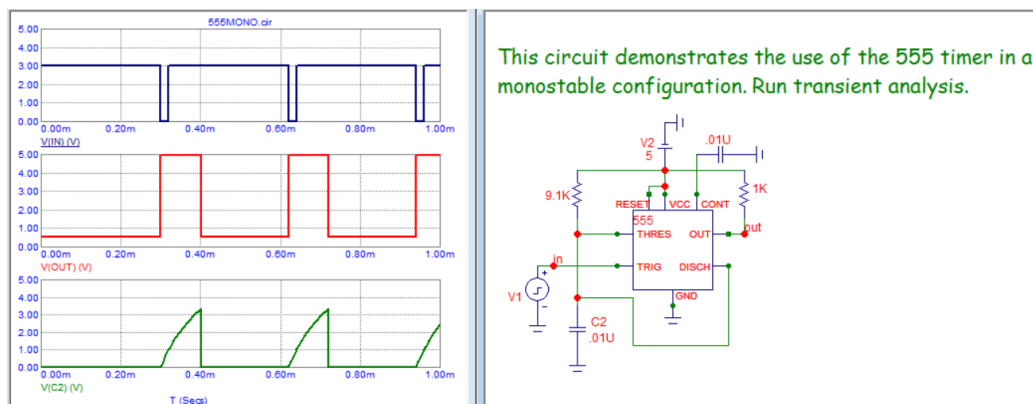
Εικόνα 4.14. Νέα Εκτέλεση (Λειτουργία Κέρσρα)

Σημειώστε ότι η αρχική τιμή του V(OUT) (εμφανίζεται κάτω από τη στήλη Αριστερή δρομέα), είναι τα 6,0 βολτ που καθορίσαμε στο πρόγραμμα επεξεργασίας μεταβλητών κατάστασης. Ομοίως, η αρχική τιμή του ρεύματος του επαγωγέα είναι 0,2 και η αρχική τιμή του ψηφιακού επιπέδου του κόμβου OUT2 είναι X. Βγείτε από την ανάλυση με F3 και κλείστε το αρχείο κυκλώματος με CTRL + F4.

3.2.7. Χρησιμοποιώντας ρυθμιστικά (Sliders)

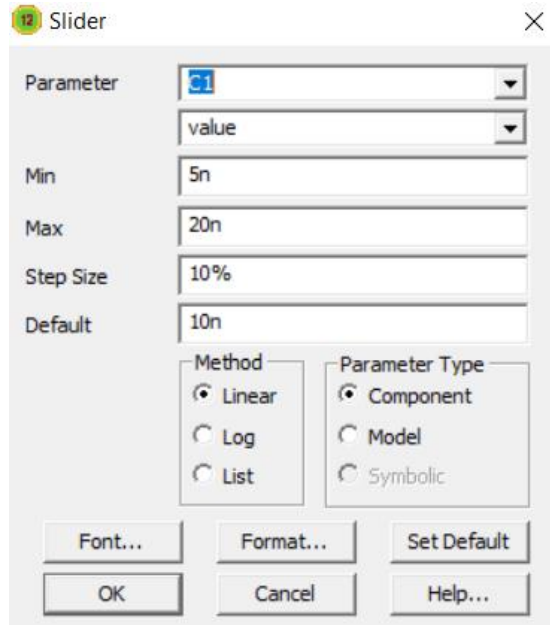
Τα ρυθμιστικά είναι γραφικά στοιχεία ελέγχου που χρησιμοποιούνται για την αλλαγή των τιμών των στοιχείων ή των παραμέτρων του μοντέλου με άμεσο και άμεσο τρόπο. Όπως το βήμα, δείχνουν πώς οι τιμές των παραμέτρων επηρεάζουν την καμπύλη ανάλυσης, αλλά ένα ρυθμιστικό το κάνει με αυθόρμητο και διαισθητικό τρόπο. Τα ρυθμιστικά είναι διαθέσιμα σε όλους τους τρόπους ανάλυσης.

Για να δείξετε τη χρήση των ρυθμιστικών, φορτώστε το κύκλωμα 555MONO.CIR. Επιλέξτε Transient από το μενού Analysis και κάντε κλικ στο κουμπί Tile Vertical . Πατήστε F2 για να εκτελέσετε την ανάλυση. Θα πρέπει να μοιάζει με αυτό:



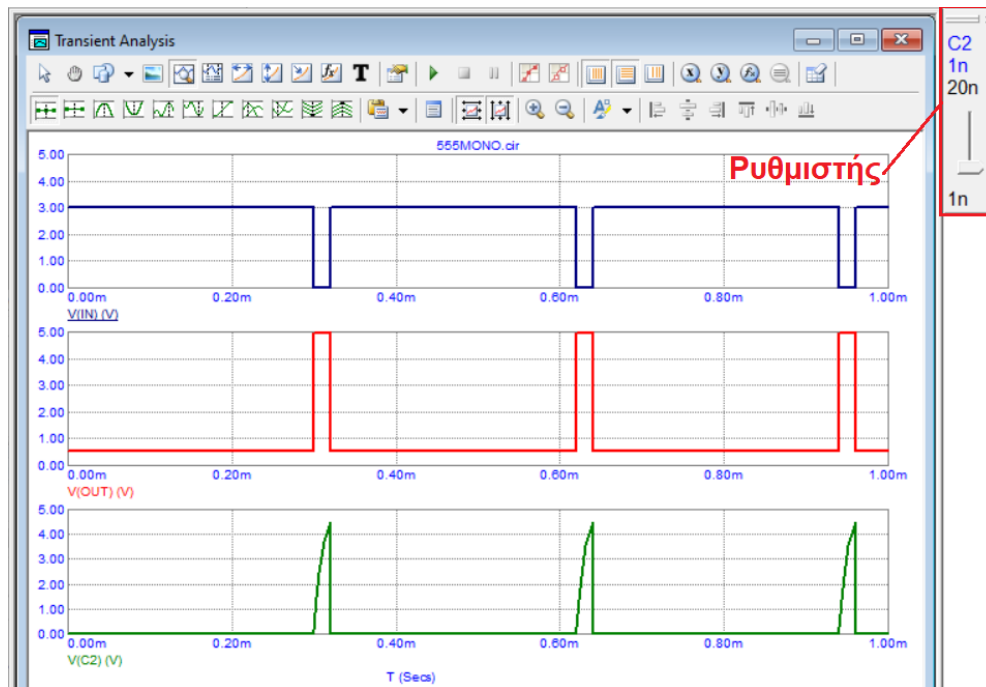
Εικόνα 4.15. Παροδική Ανάλυση του 555MONO

Επιλέξτε Transient/Slider/Add Slider. Το παράθυρο διαλόγου του μοιάζει με αυτό:



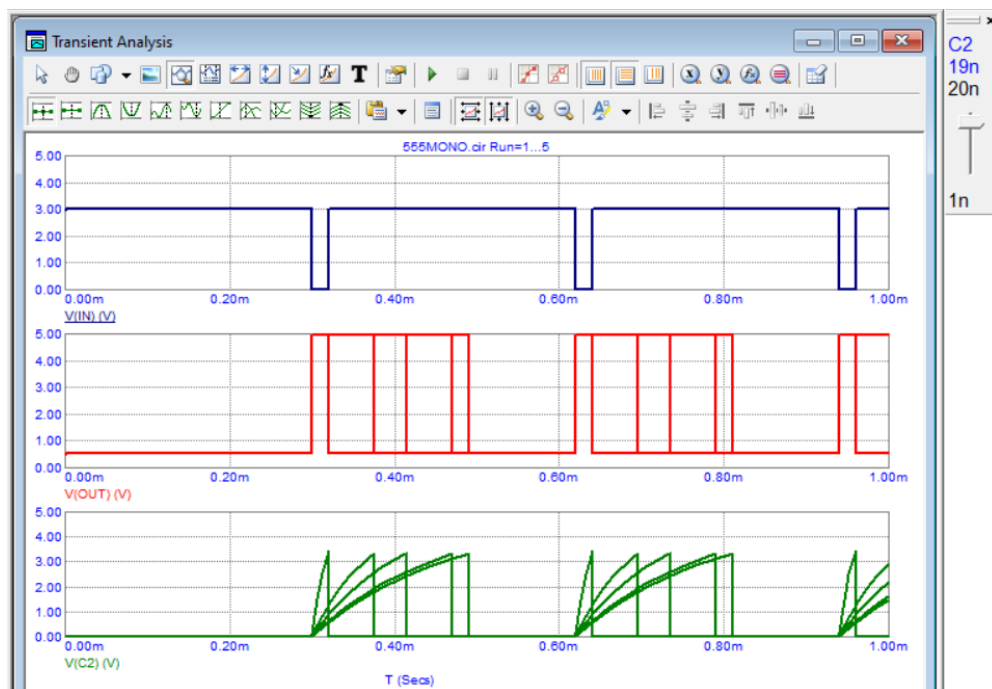
Εικόνα 4.16. Το κουτί διαλόγου του Ρυθμιστή

Επιλέξτε C2 από τη λίστα Parameter. Εισαγάγετε 1n στο πεδίο Min και 20n στο πεδίο Max. Κάντε κλικ στο OK. Κάντε κλικ στο πλαίσιο Slider. Πατήστε το κάτω πλήκτρο του κέρσορα μέχρι η τιμή του C2 να μειωθεί στο 1n. Η οθόνη θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 4.17. Αποτέλεσμα Sliding (Τιμή C2 στο 1n)

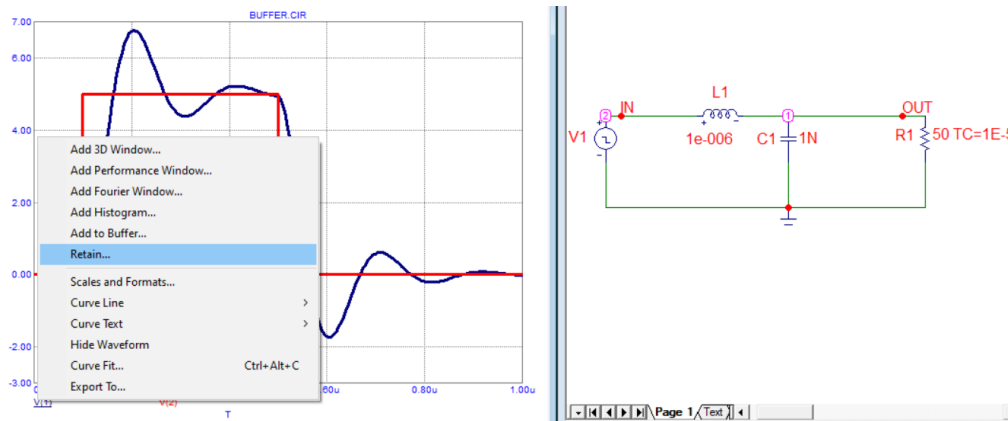
Ο παλμός έχει περιοριστεί με τη μείωση του C2 από το αρχικό του 10n στο 1n. Πατήστε F9 και ενεργοποιήστε την επιλογή Accumulate Plots. Κάντε κλικ στο πλαίσιο Slider και, στη συνέχεια, πατήστε το πλήκτρο δρομέα επάνω βέλους έως ότου η τιμή του C2 αυξηθεί στα 20n. Η οθόνη θα συγκεντρώσει κάθε ένα από τα σχεδιαγράμματα και θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 4.18. Sliding (Τιμή C2 από το 1n στο 20n)

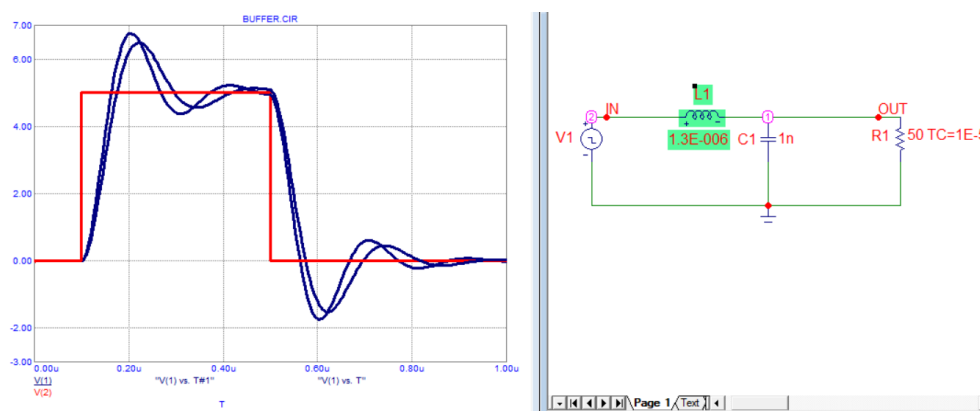
3.2.8. Χρησιμοποιώντας τον ρυθμιστή κυματομορφής (Waveform Buffer)

Το Waveform Buffer παρέχει μια περιοχή αποθήκευσης για κυματομορφές. Για επεξήγηση, φορτώστε το αρχείο BUFFER. Επιλέξτε μεταβατική ανάλυση και πατήστε F2. Κάντε δεξί κλικ στο V(1) στο κάτω μέρος. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 4.19. Παροδική Ανάλυση Ροθμιστή

Επιλέξτε την επιλογή Retain. Κάντε κλικ στο OK στο παράθυρο διαλόγου. Το Retain αποθηκεύει την κυματομορφή και προσθέτει την γραφική παράσταση της στα όρια ανάλυσης χρησιμοποιώντας το όνομα "V(1)". Τώρα κάντε κλικ στον επαγωγέα και πατήστε το πλήκτρο πάνω δρομέα τρεις φορές. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:

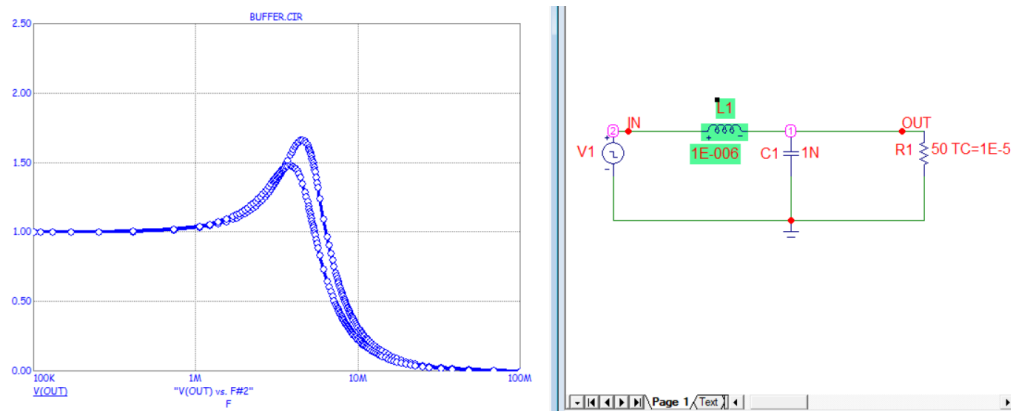


Εικόνα 4.20. Σχεδιάγραμμα Σύγκρισης Ροθμιστή

Η γραφική παράσταση δείχνει την αρχική κυματομορφή και τη νέα κυματομορφή που αντανακλά την αλλαγή της επαγωγής σε 1.3E-6.

Βγείτε με F3, εκτελέστε ανάλυση AC, πατήστε F2. Κάντε δεξί κλικ στο V(OUT) στο κάτω μέρος του σχεδιαγράμματος. Επιλέξτε Retain και πατήστε OK. Αυτό προσθέτει την καμπύλη V(OUT) έναντι F στο buffer και το διάγραμμα της στα όρια ανάλυσης AC ως "V(OUT)".

Τώρα κάντε κλικ στον επαγωγέα και πατήστε το πλήκτρο Down δρομέα τρεις φορές. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 4.21. Σχεδιάγραμμα Σύγκρισης Ρυθμιστή AC

Η γραφική παράσταση δείχνει την αρχική αποθηκευμένη καμπύλη "V(OUT)" και τη νέα καμπύλη, V(OUT), που αντικατοπτρίζει την αλλαγή στην επαγωγή πίσω στο 1E-6.

Το Waveform Buffer μπορεί να αποθηκεύσει καμπύλες ή κυματομορφές από ανάλυση AC, DC, Transient ή Harmonic ή Intermodulation Distortion. Μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να καταγράφει αυτόματα όλες τις γραφικές καμπύλες και τις κυματομορφές, με την επιφύλαξη μιας μέγιστης μνήμης που ορίζει ο χρήστης. Στην αυτόματη λειτουργία, οι καμπύλες διαγράφονται από την κορυφή της λίστας προς τα κάτω. Οι καμπύλες μπορούν να προστατεύονται από διαγραφή.

Η προσωρινή μνήμη κυματομορφής είναι προσβάσιμη με CTRL + SHIFT +B. Μπορεί επίσης να προσπελαστεί από το στοιχείο Buffers... στη λίστα μεταβλητών, το οποίο καλείται με δεξί κλικ σε ένα από τα πεδία έκφρασης X ή Y.

3.3. Ανάλυση Εναλλασσόμενου Ρεύματος (AC Analysis)

3.3.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Η ανάλυση AC είναι το θέμα αυτού του κεφαλαίου. Ειδικότερα, τα θέματα αυτά καλύπτονται:

- Ανάλυση AC
- Το παράθυρο διαλόγου AC Analysis Limits
- Πειραματισμός με τις επιλογές και τα όρια
- Επιλογή καμπυλών για σχεδίαση ή εκτύπωση
- Επιλογές σχεδιαγράμματος
- Αριθμητική έξοδος
- Διαγράμματα θορύβου εισόδου και εξόδου
- Σχεδιαγράμματα Nyquist

- Διαγράμματα Smith
- Πολικά σχεδιαγράμματα

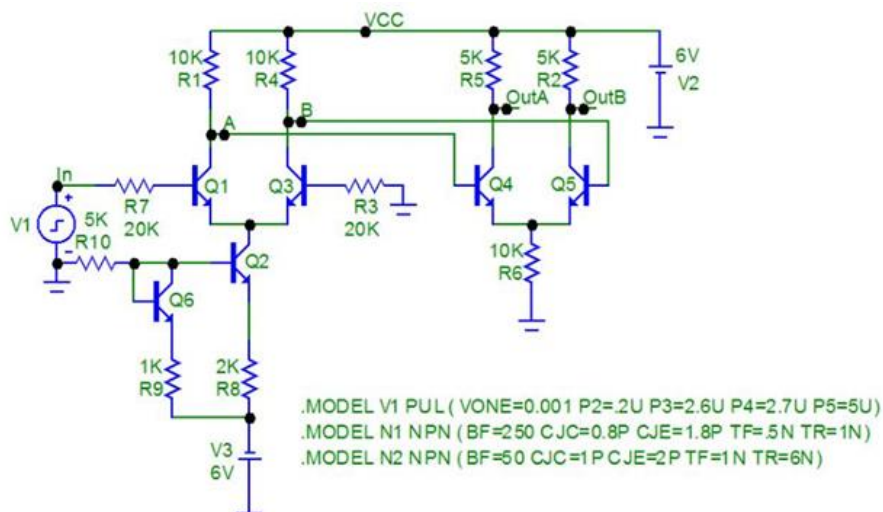
3.3.2. Τι συμβαίνει στην ανάλυση AC

Στην ανάλυση AC το προαιρετικό σημείο λειτουργίας DC και η προαιρετική Περιοδική Σταθερή Κατάσταση υπολογίζονται πρώτα. Οι ψηφιακοί κόμβοι σταθεροποιούν και δυνητικά επηρεάζουν τους αναλογικούς κόμβους στους οποίους μπορεί να συνδέονται. Στη συνέχεια δημιουργούνται γραμμικά μοντέλα AC μικρού σήματος για κάθε στοιχείο και εισάγονται σε ένα σύνολο γραμμικών εξισώσεων δικτύου. Αυτά λύνονται επανειλημμένα σε πολλά σημεία συχνότητας για να ληφθεί η μικρή απόκριση σήματος του κυκλώματος σε οποιαδήποτε διέγερση AC υπάρχει στο κύκλωμα. Το γραμμικό μοντέλο AC ενός ψηφιακού εξαρτήματος είναι ένα ανοιχτό κύκλωμα. Αυτό σημαίνει ότι τα ψηφιακά μέρη αγνοούνται κατά την ανάλυση μικρού σήματος.

Η διέγερση παρέχεται από μία ή περισσότερες ανεξάρτητες πηγές στο κύκλωμα. Οι πηγές παλμού και ημιτόνου παρέχουν ένα σταθερό, πραγματικό σήμα AC 1,0 volt. Οι πηγές χρηστών παρέχουν ένα σήμα που αποτελείται από τα πραγματικά και τα φανταστικά μέρη που καθορίζονται στα αρχεία τους. Οι ανεξάρτητες πηγές SPICE, V και I, παρέχουν εύρη πραγματικών σημάτων AC που καθορίζονται από τον χρήστη. Οι πηγές συναρτήσεων μπορούν να δημιουργήσουν ένα σήμα AC μόνο εάν έχουν έκφραση FREQ. Αυτές είναι οι μόνες πηγές που δημιουργούν διέγερση AC.

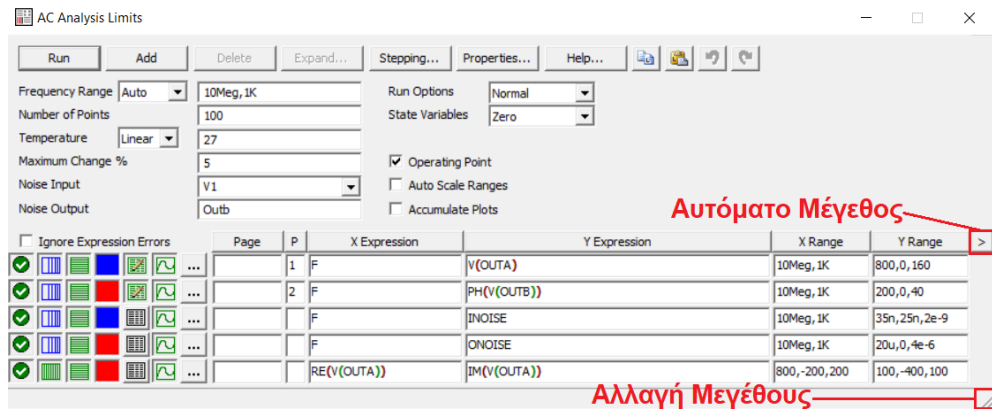
Η ανάλυση εναλλασσόμενου ρεύματος αντιπροσωπεύει τις μεταβλητές διέγερσης και συστήματος (τάσεις κόμβων και διάφορα ρεύματα διακλάδωσης) ως σύνθετα μεγέθη. Παρέχονται τελεστές, όπως RE (πραγματικό), IM (φανταστικό), dB ($20 * \text{Log}()$), MAG (μέγεθος), PH (φάση) και GD (καθυστέρηση ομάδας) για την εκτύπωση και τη σχεδίαση αυτών των σύνθετων ποσοτήτων .

Για να εξερευνήσετε την ανάλυση AC, φορτώστε το αρχείο DIFFAMP. Μοιάζει με αυτό:



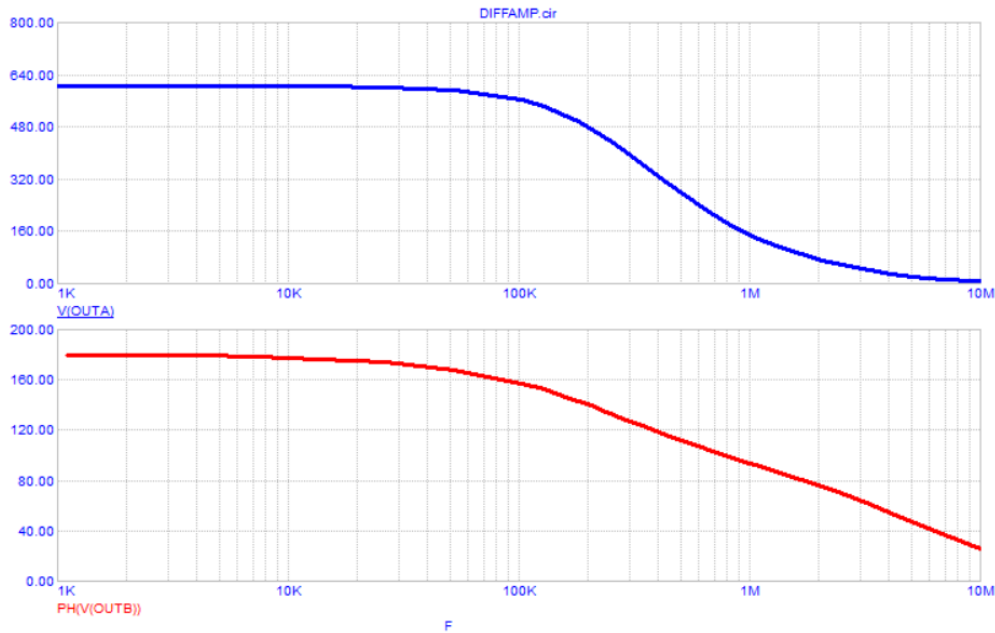
Εικόνα 5.1. Κύκλωμα DIFFAMP

Επιλέξτε AC από το μενού Analysis. Όταν εμφανιστεί το παράθυρο διαλόγου Analysis Limits AC, τα πεδία θα πρέπει να μοιάζουν με αυτό:



Εικόνα 5.2. Το κουτί διαλόγου Ορίων της Ανάλυσης AC

Σε αυτό το κύκλωμα, έχουμε μία μόνο πηγή που παρέχει ένα σήμα AC 1,0 volt. Το κουτί διαλόγου δίνει εντολή στο Micro-Cap 12 να σαρώσει τη συχνότητα από 1K σε 10 Meg και να παράγει γραφικές παραστάσεις του μεγέθους της τάσης στον κόμβο OUTA και της γωνίας φάσης της τάσης στον κόμβο OUTB. Πατήστε το F2 και το αποτέλεσμα φαίνεται ως εξής:



Εικόνα 5.3. Σχεδιάγραμμα Ανάλυσης AC

3.3.3. Το κουτί διαλόγου ορίων της ανάλυσης AC

Το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης χωρίζεται σε πέντε κύριες περιοχές: τα κουμπιά εντολών, τα αριθμητικά όρια, οι επιλογές καμπύλης, οι εκφράσεις και οι επιλογές.

Τα κουμπιά εντολών βρίσκονται ακριβώς πάνω από τα Αριθμητικά όρια.

Run

Αυτή η εντολή ξεκινά την εκτέλεση ανάλυσης. Κάνοντας κλικ στο κουμπί Run της γραμμής εργαλείων ή πατώντας το F2 θα ξεκινήσει επίσης η εκτέλεση.

Add

Αυτή η εντολή προσθέτει ένα άλλο πεδίο επιλογών καμπύλης και γραμμή πεδίου έκφρασης μετά τη γραμμή που περιέχει τον δρομέα. Η γραμμή κύλισης στα δεξιά του πεδίου Expression μετακινεί τις σειρές καμπυλών όταν χρειάζεται.

Delete

Αυτή η εντολή διαγράφει το πεδίο επιλογής Curve και τη γραμμή πεδίου έκφρασης όπου βρίσκεται ο δρομέας κειμένου.

Expand

Αυτή η εντολή επεκτείνει την περιοχή εργασίας για το πεδίο κειμένου όπου βρίσκεται αυτή τη στιγμή ο δρομέας κειμένου. Παρέχεται ένα κουτί διαλόγου για επεξεργασία ή προβολή. Για να χρησιμοποιήσετε τη δυνατότητα, κάντε κλικ σε ένα πεδίο έκφρασης και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί Ανάπτυξη.

Stepping

Αυτή η εντολή καλεί το κουτί διαλόγου Stepping. Το Stepping επανεξετάζεται σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

Properties

Αυτή η εντολή καλεί το κουτί διαλόγου Properties που σας επιτρέπει να ελέγχετε το παράθυρο γραφικής παράστασης ανάλυσης και τον τρόπο εμφάνισης των καμπυλών. Δείτε το άρθρο του κουτιού διαλόγου Properties γραφικής παράστασης στο Κεφάλαιο 4, "Παροδική Ανάλυση".

Help

Αυτή η εντολή καλεί την οθόνη βοήθειας. Το Σύστημα Βοήθειας παρέχει πληροφορίες ανά ευρετήριο και θέμα. Ο ορισμός κάθε στοιχείου στο πεδίο Αριθμητικά όρια είναι ο εξής:

- **Frequency step list box**

- **Auto:** Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί την πρώτη γραφική παράσταση της πρώτης ομάδας ως πιλοτική γραφική παράσταση. Εάν, από το ένα σημείο συχνότητας στο άλλο, το διάγραμμα έχει κατακόρυφη μεταβολή μεγαλύτερη από το [μέγιστη μεταβολή %] της πλήρους κλίμακας, το βήμα συχνότητας μειώνεται, διαφορετικά αυξάνεται. Το [maximum change %] είναι η τιμή από το τέταρτο αριθμητικό πεδίο του κουτιού διαλόγου AC Analysis Limits. Το Auto είναι η τυπική μέθοδος επειδή χρησιμοποιεί τον λιγότερο αριθμό σημείων δεδομένων για να δημιουργήσει την πιο ομαλή γραφική παράσταση.
- **Linear:** Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί ένα βήμα συχνότητας που παράγει σημεία δεδομένων σε οριζόντια ίση απόσταση σε γραμμική κλίμακα. Ο αριθμός των σημείων δεδομένων ελέγχεται από το πεδίο Αριθμός σημείων.
- **Log:** Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί ένα βήμα συχνότητας που παράγει οριζόντια ισαπέχοντα σημεία δεδομένων σε κλίμακα καταγραφής. Ο αριθμός των σημείων δεδομένων ελέγχεται από το πεδίο Αριθμός σημείων.
- **List:** Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί μια λίστα οριοθετημένη με κόμματα σημείων συχνότητας από το εύρος συχνοτήτων, όπως στα 1E8, 1E7, 5E6.

- **Frequency Range:** Αυτό το πεδίο ορίζει το εύρος συχνοτήτων για την ανάλυση.

- Για τις επιλογές Auto, Linear και Log η σύνταξη είναι:

<Highest Frequency> [, <Lowest Frequency>].

Εάν η <Lowest Frequency> δεν έχει καθοριστεί, το πρόγραμμα υπολογίζει ένα μόνο σημείο δεδομένων στην <Highest Frequency>.

- Για την επιλογή List η σύνταξη είναι:

<Frequency1> [, <Frequency2>] ... [, <FrequencyN>].

- **Number of Points:** Καθορίζει τον αριθμό των σημείων δεδομένων που εκτυπώνονται στο παράθυρο Αριθμητική έξοδος. Καθορίζει επίσης τον αριθμό των σημείων δεδομένων που πραγματικά υπολογίζονται εάν χρησιμοποιείται γραμμικό βήμα ή βήμα καταγραφής. Εάν επιλεγεί η μέθοδος Auto Step, ο αριθμός των πόντων που πραγματικά υπολογίζεται ελέγχεται από την τιμή <Maximum Percentage %>. Εάν έχει επιλεγεί Auto, η παρεμβολή χρησιμοποιείται για την παραγωγή του καθορισμένου αριθμού σημείων στην αριθμητική

έξοδο. Η προεπιλεγμένη τιμή είναι 51. Αυτός ο αριθμός συνήθως ορίζεται σε μια περιττή τιμή για να δημιουργήσει ένα ζυγό διάστημα εκτύπωσης.

Για τη Γραμμική μέθοδο, το βήμα συχνότητας και το διάστημα εκτύπωσης είναι: $(\langle \text{Highest Frequency} \rangle - \langle \text{Lowest Frequency} \rangle) / (\langle \text{Number of Points} \rangle - 1)$. Για τη μέθοδο Log, το βήμα συχνότητας και το διάστημα εκτύπωσης είναι: $(\langle \text{Highest Frequency} \rangle / \langle \text{Lowest Frequency} \rangle)^{1 / (\langle \text{Number of Points} \rangle - 1)}$

- **Temperature:** Αυτό το πεδίο καθορίζει την παγκόσμια θερμοκρασία(εις) της διαδρομής(ών) σε βαθμούς Κελσίου. Αυτή η θερμοκρασία χρησιμοποιείται για κάθε συσκευή, εκτός εάν καθορίζονται μεμονωμένες θερμοκρασίες συσκευής. Εάν το πλαίσιο λίστας Θερμοκρασία εμφανίζει Γραμμικό ή Καταγραφή, η μορφή είναι:

$\langle \text{high} \rangle [, \langle \text{low} \rangle [, \langle \text{step} \rangle]]$




Η προεπιλεγμένη τιμή του $\langle \text{low} \rangle$ είναι $\langle \text{high} \rangle$ και η προεπιλεγμένη τιμή του $\langle \text{step} \rangle$ είναι $\langle \text{high} \rangle - \langle \text{low} \rangle$ (linear mode) ή high/low (log mode). Οι τιμές θερμοκρασίας ξεκινούν από το $\langle \text{low} \rangle$ και είτε αυξάνονται (linear mode) είτε πολλαπλασιάζονται (log mode) επί $\langle \text{step} \rangle$ έως ότου επιτευχθεί το $\langle \text{high} \rangle$. Εάν το πλαίσιο λίστας θερμοκρασίας εμφανίζει Λίστα, η μορφή είναι:



$\langle \text{t1} \rangle [, \langle \text{t2} \rangle [, \langle \text{t3} \rangle] [, \dots]]$



όπου $\text{t1}, \text{t2}, \dots$ είναι μεμονωμένες τιμές θερμοκρασίας.


- **Maximum Change %:** Αυτή η τιμή ελέγχει το βήμα συχνότητας που χρησιμοποιείται όταν επιλέγεται Auto για τη μέθοδο Frequency Step.
- **Noise Input:** Αυτό είναι το όνομα της πηγής εισόδου που θα χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς θορύβου. Εάν οι μεταβλητές INOISE και ONOISE δεν χρησιμοποιούνται στα πεδία έκφρασης, αυτό το πεδίο αγνοείται.
- **Noise Option:** Αυτό το πεδίο περιέχει τα ονόματα ή τους αριθμούς των κόμβων εξόδου που θα χρησιμοποιηθούν για υπολογισμούς θορύβου. Εάν οι μεταβλητές INOISE και ONOISE δεν χρησιμοποιούνται στα πεδία έκφρασης, αυτό το πεδίο αγνοείται.


Οι επιλογές Curve βρίσκονται κάτω από τα αριθμητικά όρια και στα αριστερά των παραστάσεων. Κάθε επιλογή καμπύλης επηρεάζει μόνο την καμπύλη στη σειρά της. Οι επιλογές λειτουργούν ως εξής:



Η πρώτη επιλογή εναλλάσσεται μεταξύ Αποθήκευση και Σχεδίαση , Αποθήκευση και Μη Σχεδίαση , και Μη αποθηκεύετε ή σχεδιάζετε . Εάν αποθηκεύσετε αλλά δεν σχεδιάσετε, μπορείτε αργότερα να προσθέσετε το σχέδιο ξανά στην οθόνη από το κουτί διαλόγου F10.

Η δεύτερη επιλογή αλλάζει τον άξονα X μεταξύ ενός γραμμικού  και ενός ημερολογιακού σχεδίου . Τα διαγράμματα καταγραφής απαιτούν εύρη θετικής κλίμακας.

Η τρίτη επιλογή αλλάζει τον άξονα Y μεταξύ ενός γραμμικού  και ενός ημερολογιακού σχεδίου . Τα διαγράμματα καταγραφής απαιτούν εύρη θετικής κλίμακας.

Η επιλογή  ενεργοποιεί το χρωματικό μενού. Υπάρχουν 64 επιλογές χρωμάτων για μια μεμονωμένη καμπύλη. Το χρώμα του κουμπιού είναι το χρώμα της καμπύλης.

Η επιλογή  εκτυπώνει έναν πίνακα που δείχνει την αριθμητική τιμή της καμπύλης. Οι τιμές που εκτυπώνονται είναι αυτές που έχουν πραγματικά υπολογιστεί. Ο πίνακας εκτυπώνεται στο παράθυρο Numeric Output και αποθηκεύεται στο αρχείο CIRCUITNAME.ANO.

Η επιλογή  επιλέγει τον βασικό τύπο γραφήματος. Στην ανάλυση AC υπάρχουν τρεις διαθέσιμοι τύποι, ο ορθογώνιος , ο πολικός  και ο Smith .

Οι καταχωρήσεις σελίδων τοποθετούν καμπύλες σε παράθυρα γραφικής παράστασης με όνομα που επιλέγονται από μια καρτέλα. Αυτό σας επιτρέπει να ομαδοποιήσετε τα σχεδιαγράμματα και να τα προβάλετε με βολικό τρόπο. Για παράδειγμα, μπορείτε να ονομάσετε μια σελίδα Power και μια άλλη Currents.

Ένας αριθμός από το 1 έως το 9 στη στήλη P χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση των καμπυλών σε διαφορετικές ομάδες γραφικών παραστάσεων. Όλες οι καμπύλες με παρόμοιους αριθμούς τοποθετούνται στην ίδια ομάδα γραφικών. Εάν η στήλη P είναι κενή, η καμπύλη δεν σχεδιάζεται. Το πεδίο Εκφράσεις καθορίζει το εύρος και τις εκφράσεις της οριζόντιας (X) και της κάθετης κλίμακας (Y). Οι εκφράσεις αντιμετωπίζονται ως σύνθετες ποσότητες. Μερικές κοινές εκφράσεις είναι οι F (συχνότητα), $db(v(1))$ (τάση σε ντεσιμπέλ στον κόμβο 1) και $re(v(1))$ (πραγματική τάση στον κόμβο 1). Σημειώστε ότι ενώ οι εκφράσεις αξιολογούνται ως μιγαδικές ποσότητες, απεικονίζεται μόνο το μέγεθος της έκφρασης Y έναντι του μεγέθους της έκφρασης X. Εάν σχεδιάσετε την έκφραση $V(3)/V(2)$, το Micro-Cap 12 αξιολογεί την έκφραση ως μιγαδική ποσότητα και στη συνέχεια σχεδιάζει το μέγεθος του τελικού αποτελέσματος. Δεν είναι δυνατό να απεικονιστεί μια σύνθετη ποσότητα απευθείας σε σχέση με τη συχνότητα. Μπορείτε να σχεδιάσετε το φανταστικό μέρος μιας έκφρασης έναντι του πραγματικού της τμήματος (γραφική

παράσταση Nyquist) ή μπορείτε να σχεδιάσετε το μέγεθος, τα πραγματικά ή τα φανταστικά μέρη έναντι της συχνότητας (γραφική παράσταση Bode). Τα εύρη κλίμακας καθορίζουν τις κλίμακες που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη σχεδίαση των παραστάσεων X και Y. Η μορφή εύρους είναι:

<high> [,<low>] [,<grid spacing>] [,<bold grid spacing>]

Το <low> είναι προεπιλογή μηδέν. Το [,<grid spacing>] ορίζει την απόσταση μεταξύ των πλεγμάτων. Το [,<bold grid spacing>] ορίζει την απόσταση μεταξύ των έντονων πλεγμάτων. Η τοποθέτηση του "AUTO" στο εύρος της κλίμακας X ή Y υπολογίζει αυτόματα το εύρος του. Η επιλογή Auto Scale Ranges υπολογίζει τις κλίμακες για όλα τα εύρη κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης και ενημερώνει τα πεδία X και Y Range. Η εντολή Auto Scale (F6) κλιμακώνει αμέσως όλες τις καμπύλες, χωρίς να αλλάζει τις τιμές εύρους, επιτρέποντάς σας να τις επαναφέρετε με CTRL + HOME εάν θέλετε. Σημειώστε ότι το <διάστιχο πλέγματος> και το <έντονη απόσταση πλέγματος> χρησιμοποιούνται μόνο σε γραμμικές κλίμακες. Οι λογαριθμικές κλίμακες χρησιμοποιούν φυσική απόσταση πλέγματος 1/10 των κύριων τιμών πλέγματος και δεν χρησιμοποιείται έντονη γραφή. Η Αυτόματη Κλίμακα χρησιμοποιεί τον αριθμό των πλεγμάτων που καθορίζονται στο κουτί διαλόγου **Properties (F10)/Scales and Formats/Auto/Static Grid**. Κάνοντας κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στο πεδίο έκφρασης Y, καλείται η λίστα Variables. Σας επιτρέπει να επιλέξετε μεταβλητές, σταθερές, συναρτήσεις και τελεστές ή να επεκτείνετε το πεδίο για να επιτρέψετε την επεξεργασία μεγάλων εκφράσεων. Κάνοντας κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στα άλλα πεδία καλείται ένα απλούστερο μενού που δείχνει τις κατάλληλες επιλογές.

- **Run Options**

- **Normal:** Εκτελεί την προσομοίωση χωρίς να την αποθηκεύσει στο δίσκο.
- **Save:** Εκτελεί την προσομοίωση και την αποθηκεύει στο δίσκο σε μορφή Probe.
- **Retrieve:** Αυτό φορτώνει μια προηγούμενως αποθηκευμένη προσομοίωση και την σχεδιάζει και εκτυπώνει σαν να ήταν μια νέα εκτέλεση.

- **State Variables:** Αυτές οι επιλογές καθορίζουν τι συμβαίνει με τις μεταβλητές κατάστασης του τομέα χρόνου (τάσεις DC, ρεύματα και ψηφιακές καταστάσεις) πριν από το προαιρετικό σημείο λειτουργίας.

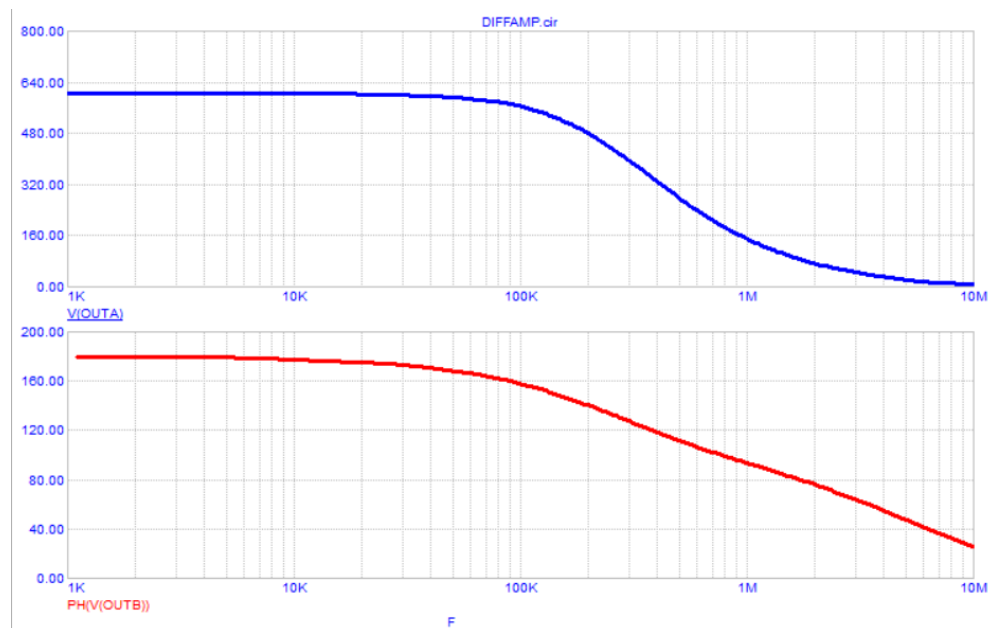
- **Zero:** Ορίζει τις αρχικές τιμές μεταβλητής κατάστασης (τάσεις κόμβου, ρεύματα επαγωγή, ψηφιακές καταστάσεις) σε μηδέν ή X. Αυτή η επιλογή επιβάλλει ένα σημείο λειτουργίας.
- **Read:** Αυτό διαβάζει ένα σύνολο μεταβλητών κατάστασης που έχετε αποθηκεύσει προηγουμένως και τις χρησιμοποιεί ως αρχικές τιμές για την εκτέλεση. Κανονικά, οι τιμές που διαβάζονται προέρχονται από ένα προηγούμενο σημείο λειτουργίας που εκτελέστηκε σε ανάλυση εναλλασσόμενου ρεύματος ή μεταβατική ανάλυση και είναι οι επιθυμητές συνθήκες πόλωσης για τις οποίες πρέπει να γραμμικοποιηθεί και να γίνει η ανάλυση AC. Εάν ναι, θα θέλατε να απενεργοποιήσετε την επιλογή Operating Point όταν χρησιμοποιείτε αυτήν τη δυνατότητα Read.
- **Leave:** Αυτό αφήνει μόνες τις τρέχουσες τιμές των μεταβλητών κατάστασης. Διατηρούν τις τελευταίες τους αξίες. Εάν αυτή είναι η πρώτη εκτέλεση, είναι μηδέν. Εάν μόλις εκτελέσατε μια ανάλυση χωρίς να επιστρέψετε στο Σχηματικό πρόγραμμα επεξεργασίας, αυτές είναι οι τιμές από αυτήν την εκτέλεση. Αυτή η επιλογή δεν επιβάλλει ένα σημείο λειτουργίας.
- **Ignore Expression Errors:** Εάν επιλεγεί, τα σφάλματα έκφρασης αγνοούνται. Αυτό είναι χρήσιμο όταν θέλετε να απενεργοποιήσετε προσωρινά τμήματα του σχηματικού, αλλά δεν χρειάζεται να διαγράψετε τις εκφράσεις γραφικής παράστασης τους.
- **Operating Point:** Υπολογίζει ένα σημείο λειτουργίας DC, αλλάζοντας ως αποτέλεσμα τις μεταβλητές κατάστασης. Εάν ένα σημείο λειτουργίας δεν έχει ολοκληρωθεί, οι μεταβλητές του τομέα χρόνου είναι αυτές που προκύπτουν από το βήμα αρχικοποίησης (μηδέν, αποχώρηση ή ανάγνωση). Η γραμμικοποίηση για την ανάλυση AC γίνεται χρησιμοποιώντας τις μεταβλητές κατάστασης μετά από αυτό το προαιρετικό σημείο λειτουργίας. Σε ένα μη γραμμικό κύκλωμα όπου δεν εκτελείται σημείο λειτουργίας, η εγκυρότητα της ανάλυσης μικρού σήματος εξαρτάται από την ακρίβεια των μεταβλητών κατάστασης που διαβάζονται από το δίσκο, έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία χειροκίνητα ή επιβάλλονται από τις αρχικές τιμές της συσκευής ή τις δηλώσεις .IC. Ο υπολογισμός ενός σημείου λειτουργίας μπορεί (και συνήθως κάνει) να αλλάξει τις μεταβλητές αρχικής κατάστασης.

- **Auto Scale Ranges:** Αυτό θέτει όλα τα εύρη σε Auto κάθε φορά που εκτελείται μια προσομοίωση. Εάν είναι απενεργοποιημένο, χρησιμοποιούνται οι τιμές από τα πεδία εύρους.
- **Accumulate Plots:** Αυτό συσσωρεύει γραφήματα λόγω τροποποιήσεων κυκλώματος.

Όλες οι επιλογές επηρεάζουν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Για να δείτε την επίδρασή τους, πρέπει να κάνετε μια εκτέλεση κάνοντας κλικ στο κουμπί εντολής Run.

3.3.4. Πειραματισμός με τις επιλογές και τα όρια

Οι μικροί κύκλοι στα διαγράμματα στην **Εικόνα 5.3**, επισημαίνουν τα πραγματικά σημεία που υπολογίζονται από το Micro-Cap 12 . Μπορούμε να δημιουργήσουμε μια πιο ομαλή γραφική παράσταση σε βάρος περισσότερων σημείων δεδομένων μειώνοντας την τιμή Μέγιστης % μεταβολής από 5% σε 1%. Πατήστε F9 για να εμφανιστεί το παράθυρο διαλόγου Όρια ανάλυσης AC. Κάντε διπλό κλικ με το ποντίκι στο πεδίο Maximum Change % και πληκτρολογήστε "1". Πατήστε F2 για να εκτελέσετε την ανάλυση. Μοιάζει με αυτό:



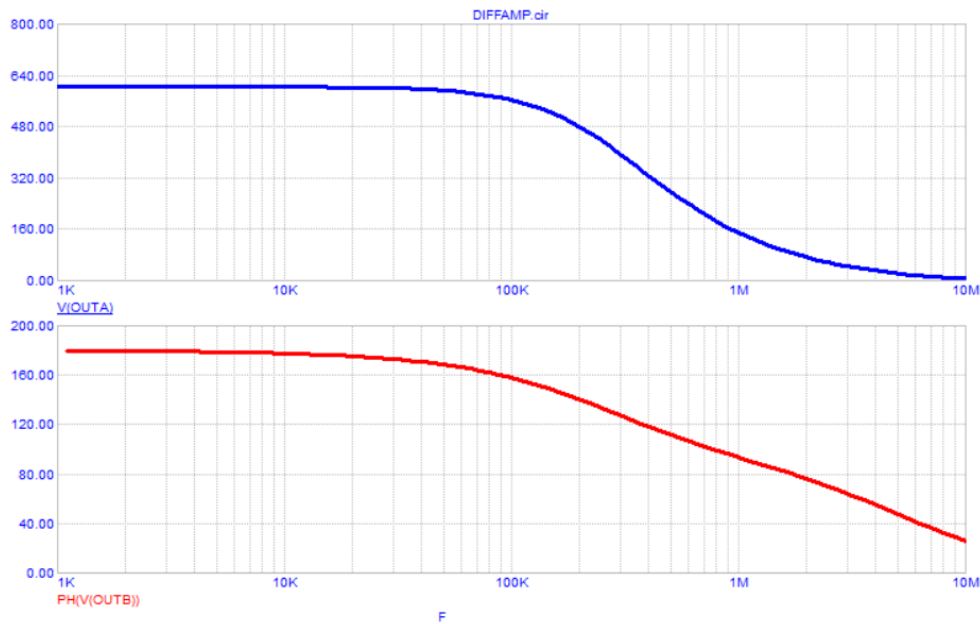
Εικόνα 5.4. Σχεδιάγραμμα με Μέγιστη Ποσοστιαία Αλλαγή (στο 1%)

Η χαμηλότερη τιμή 1% παράγει μια πιο ομαλή γραφική παράσταση υπολογίζοντας περισσότερα σημεία δεδομένων. Η τρέχουσα μέθοδος Βήματος Συχνότητας είναι Auto. Σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας, το βήμα συχνότητας προσαρμόζεται αυτόματα για να περιορίσει την αλλαγή από

σημείο σε σημείο τόσο της κατακόρυφης τιμής όσο και της ίδιας της γωνίας της γραφικής παράστασης σε μικρότερη από την καθορισμένη μέγιστη αλλαγή. Η μέθοδος Auto παράγει την πιο ομαλή γραφική παράσταση στη χαμηλότερη τιμή υπολογισμού για τις περισσότερες καμπύλες.

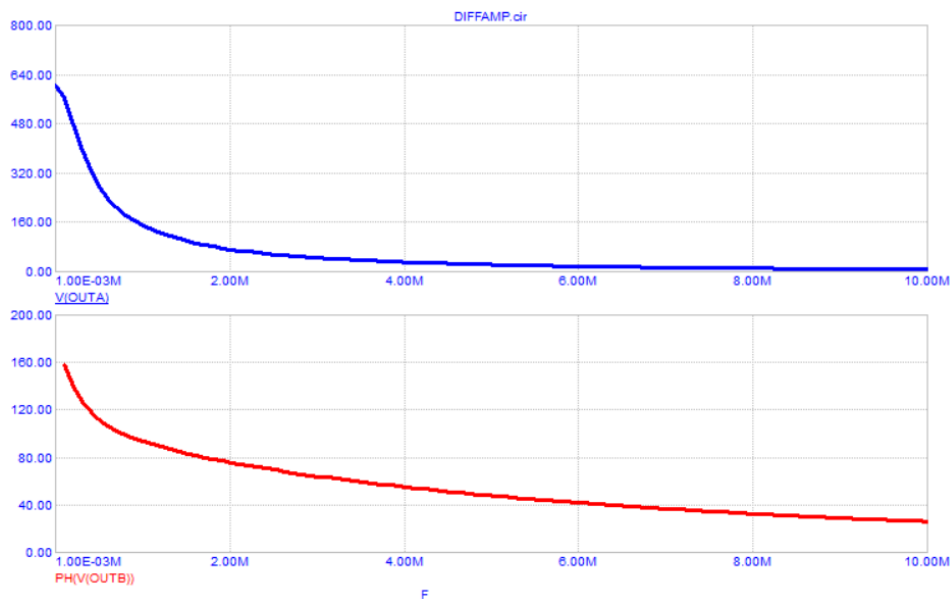
Αυτή η ανάλυση χρησιμοποιεί 1% και δημιουργεί περίπου τριπλάσιο αριθμό σημείων δεδομένων από την ανάλυση 5%. Εφόσον ο χρόνος ανάλυσης αυξάνεται σε ευθεία αναλογία με τον αριθμό των σημείων δεδομένων, είναι συνετό να διατηρείτε το Μέγιστο % μεταβολής όσο το δυνατόν μεγαλύτερο. Μια τιμή από 1 έως 5 είναι συνήθως κατάλληλη. Εάν η πρώτη καμπύλη είναι πολύ επίπεδη, μπορεί να θέλετε να δοκιμάσετε μια μέθοδο βήματος σταθερής συχνότητας.

Ας δοκιμάσουμε μία από αυτές τις μεθόδους. Πατήστε F9 για να εμφανιστεί το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης. Κάντε κλικ στο πλαίσιο λίστας Frequency Range. Όταν πέσει η λίστα, κάντε κλικ στην επιλογή Log. Πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση. Το αποτέλεσμα μοιάζει με την **Εικόνα 5.5**.




Εικόνα 5.5. Σχεδιάγραμμα (με Επιλογή Log)

Η σταθερή οριζόντια απόσταση μεταξύ των σημείων δεδομένων επιτυγχάνεται καθιστώντας κάθε νέα συχνότητα γινόμενο της προηγούμενης συχνότητας και σταθερό πολλαπλασιαστή. Δεδομένου ότι η χαμηλότερη συχνότητα σχηματίζει τη βάση που πολλαπλασιάζεται, δεν πρέπει να είναι μηδέν. Η επιλογή Linear χρησιμοποιείται μόνο όταν ο άξονας X είναι γραμμικός. Για απεικόνιση, πατήστε F9 και επεξεργαστείτε το πεδίο Εύρος συχνότητας σε 1E7,0. Αλλάξτε τη μέθοδο Εύρους συχνότητας σε Linear και αλλάξτε τις καταστάσεις καταγραφής X/Γραμμικό κουμπί των δύο πρώτων καμπυλών σε γραμμικές. Πατήστε F2 για εκτέλεση. Το αποτέλεσμα μοιάζει με την **Εικόνα 5.6**.





Εικόνα 5.6. Σχεδιάγραμμα (με Επιλογή Linear)

3.3.5. Αριθμητική έξοδος

Για να λάβετε έναν πίνακα των αριθμητικών τιμών, απλώς κάντε κλικ στην Αριθμητική έξοδο κουμπί  για κάθε καμπύλη για την οποία είναι επιθυμητή η αριθμητική έξοδος. Κάντε το τώρα για τις δύο πρώτες καμπύλες. Πατήστε F9 και μετά ενεργοποιήστε τα κουμπιά. Πατήστε F2 για να εκτελέσετε την ανάλυση. Όλο το κείμενο ή η αριθμητική έξοδος κατευθύνεται στο παράθυρο Numeric Output και σε ένα αρχείο δίσκου με το όνομα DIFFAMP.ANO. Πατήστε F5 για να δείτε το παράθυρο. Το πρώτο μέρος δείχνει τα αποτελέσματα του σημείου λειτουργίας DC. Κάντε κύλιση προς τα κάτω στην ενότητα Waveform Values. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:

Interpolated Waveform Values		
F	V(OUTA)	PH(V(OUTB))
0.000	604.232	NA
101.010K	563.355	157.697
202.020K	477.358	139.974
303.030K	393.532	127.321
404.040K	326.754	118.316
505.051K	275.993	111.658
606.061K	237.291	106.508
707.071K	207.253	102.353
808.081K	183.446	98.881
909.091K	164.197	95.895
1.010MEG	148.366	93.269
1.111MEG	135.110	90.909
1.212MEG	123.866	88.759
1.313MEG	114.212	86.776
1.414MEG	105.835	84.927
1.515MEG	98.497	83.189
1.616MEG	92.015	81.545
1.717MEG	86.248	79.980
1.818MEG	81.082	78.485
1.919MEG	76.427	77.050
2.020MEG	72.211	75.669
2.121MEG	68.373	74.337
2.222MEG	64.866	73.048
2.323MEG	61.647	71.799
2.424MEG	58.682	70.587
2.525MEG	55.943	69.409
2.626MEG	53.404	68.264
2.727MEG	51.045	67.148
2.828MEG	48.847	66.061
2.929MEG	46.794	65.001
3.030MEG	44.873	63.967
3.131MEG	43.072	62.957

Εικόνα 5.7. Αποτελέσματα Αριθμητικής Εξόδου

Μπορείτε να λάβετε μια εκτύπωση των δεδομένων στο παράθυρο Numeric Output από την επιλογή Print του μενού File. Για να εμφανίσετε το παράθυρο Analysis Plot, πατήστε F4 ή κάντε κλικ στο κουμπί Analysis Plot . Για να εμφανίσετε το παράθυρο Numeric Output, πατήστε F5 ή κάντε κλικ στο κουμπί Numeric Output .

3.3.6. Σχεδιαγράμματα θορύβου (Noise Plots)

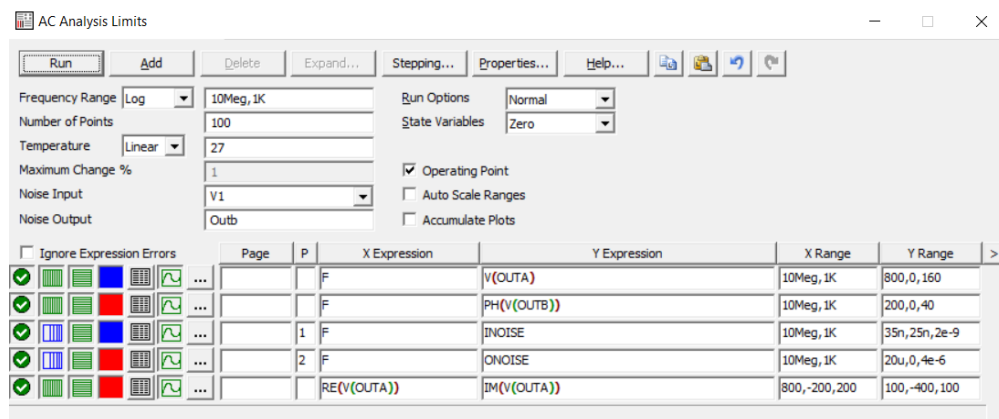
Το Micro-Cap 12 μοντελοποιεί τρεις τύπους θορύβου. θερμικός θόρυβος, πυροβολισμός και τρεμόπαιγμα. Ο θερμικός θόρυβος παράγεται από την τυχαία θερμική κίνηση των ηλεκτρονίων και συνδέεται πάντα με την αντίσταση. Οι διακριτές αντιστάσεις και η παρασιτική αντίσταση των ενεργών συσκευών συμβάλλουν στον θερμικό θόρυβο.

Ο θόρυβος πυροβολισμών προκαλείται από μια τυχαία διακύμανση στην παραγωγή ρεύματος από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένου του ανασυνδυασμού και της έγχυσης. Συνήθως συνδέεται με εξαρτημένες πηγές ρεύματος. Όλες οι συσκευές ημιαγωγών παράγουν θόρυβο βολής.

Ο θόρυβος τρεμοπαίζει από διάφορες πηγές. Στα BJT, η πηγή είναι παγίδες μόλυνσης και άλλα κρυσταλλικά ελαττώματα που απελευθερώνουν τυχαία τους συλλαμβανόμενους φορείς τους.

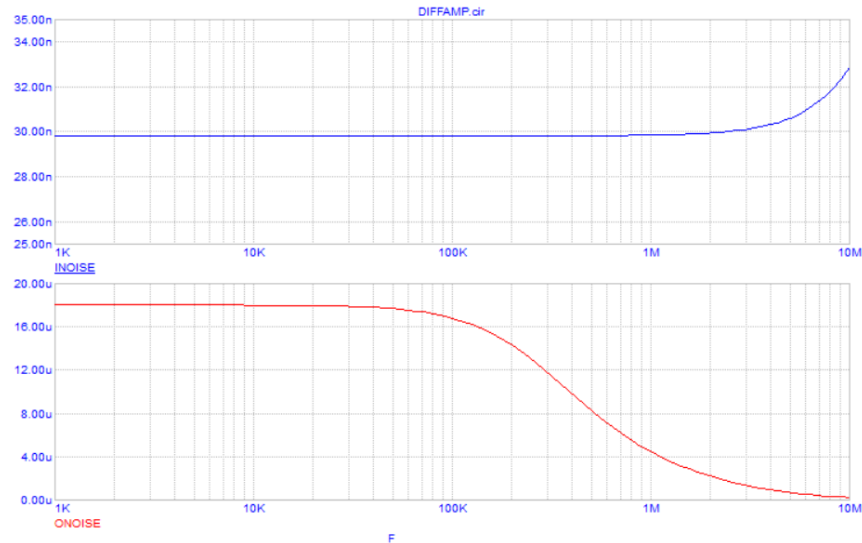
Η ανάλυση θορύβου υπολογίζει τη συνεισφορά από όλες αυτές τις πηγές όπως φαίνεται στην είσοδο και στην έξοδο. Ο θόρυβος εξόδου υπολογίζεται στον κόμβο εξόδου που καθορίζεται στο πεδίο Noise Output. Για να το σχεδιάσετε, καθορίστε το ONOISE ως την παράσταση Y. Ο θόρυβος εισόδου υπολογίζεται στους ίδιους κόμβους εξόδου που καθορίζονται στο πεδίο Έξοδος θορύβου, αλλά διαιρείται με το κέρδος από τον ή τους κόμβους που καθορίζονται στο πεδίο Εισαγωγή θορύβου στον κόμβο εξόδου. Για να σχεδιάσετε ή να εκτυπώσετε θόρυβο εισόδου, καθορίστε το INOISE ως την έκφραση Y.

Πατήστε F9 και επεξεργαστείτε τα όρια ανάλυσης ώστε να ταιριάζουν με την **Εικόνα 5.8**. Φροντίστε να απενεργοποιήσετε την αριθμητική έξοδο για τις δύο πρώτες καμπύλες και να επιλέξετε την επιλογή Log.



Εικόνα 5.8. Όρια Ανάλυσης για το Σχεδιάγραμμα Θορύβου

Πατήστε F2 για να εκτελέσετε την ανάλυση. Τα αποτελέσματα μοιάζουν με αυτό:



Εικόνα 5.9. Σχεδιάγραμμα Εισόδου και Εξόδου του Θορύβου

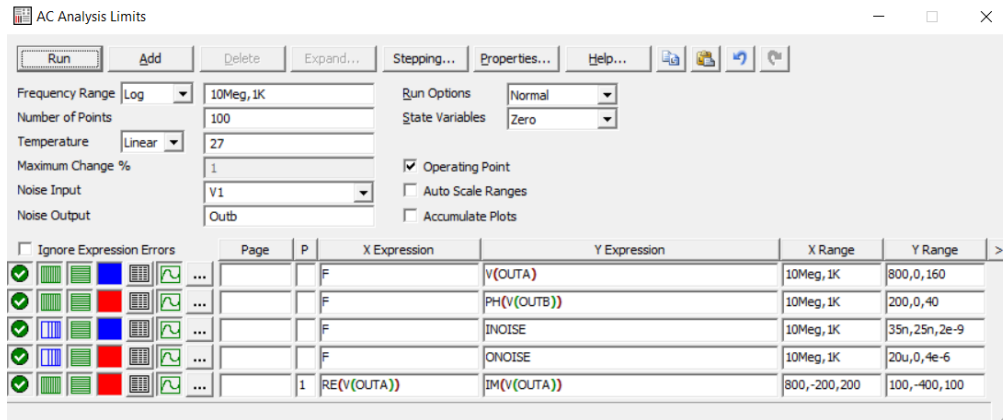
Σε αυτό το κύκλωμα, ο θερμικός θόρυβος δημιουργείται από τις αντιστάσεις. Ο θόρυβος βολής και τρεμούλιασμα δημιουργούνται από τα τρανζίστορ.

Επειδή οι εξισώσεις είναι δομημένες διαφορετικά για το θόρυβο, δεν είναι δυνατή η ταυτόχρονη σχεδίαση μεταβλητών θορύβου και άλλων τύπων μεταβλητών όπως η τάση και το ρεύμα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο απενεργοποιήσαμε τις άλλες καμπύλες τοποθετώντας ένα κενό στα πεδία P και απενεργοποιώντας το πεδίο Αριθμητικής εξόδου τους. Εάν επιχειρήσετε να σχεδιάσετε ή να εκτυπώσετε τόσο το θόρυβο όσο και άλλες μεταβλητές, το πρόγραμμα θα εκδώσει ένα μήνυμα σφάλματος.

Ο θόρυβος είναι μια ουσιαστικά τυχαία διαδικασία και ως αποτέλεσμα δεν φέρει καμία πληροφορία φάσης. Για το λόγο αυτό, ο θόρυβος ορίζεται ως ποσότητα RMS. Έτσι, οι τελεστές φάσης (PH) και καθυστέρησης ομάδας (GD) δεν θα παράγουν σημαντικά αποτελέσματα κατά τον θόρυβο γραφικής απεικόνισης. Με τον θόρυβο, μόνο τα μεγέθη έχουν νόημα. Οι μονάδες θορύβου είναι $V/\sqrt{\text{Hz}}$.

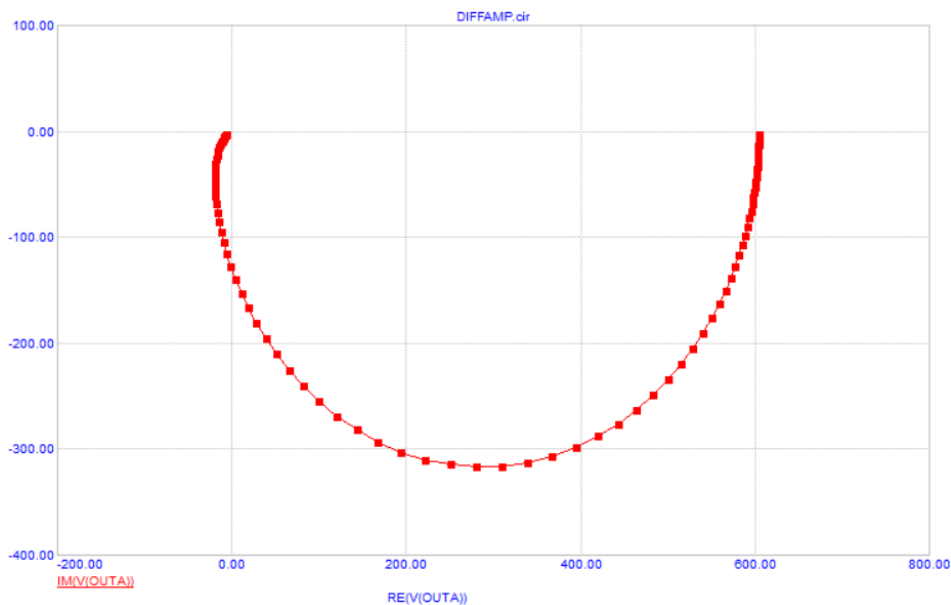
3.3.7. Σχεδιαγράμματα Nyquist (Nyquist Plots)

Ένα σχεδιάγραμμα Nyquist είναι εύκολο να δημιουργηθεί. Επεξεργαστείτε τα όρια ανάλυσης για να μοιάζουν με αυτά. Εδώ έχουμε ενεργοποιήσει την τελευταία καμπύλη και απενεργοποιήσαμε τις άλλες καμπύλες και επιλέξαμε το βήμα καταγραφής.



Εικόνα 5.10. Όρια Ανάλυσης για το Σχεδιάγραμμα Nyquist


Πατήστε F2 για να εκτελέσετε την ανάλυση. Το αποτέλεσμα μοιάζει με αυτό:

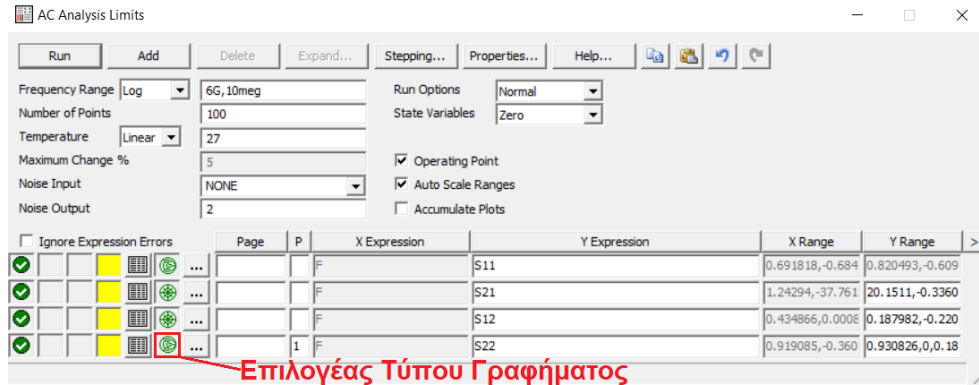


Εικόνα 5.11. Σχεδιάγραμμα Nyquist

Σημειώστε ότι η έκφραση X σε αυτή την περίπτωση ήταν $RE(V(OUTA))$, όχι F όπως είναι συνήθως. Γενικά, μπορεί να είναι οποιαδήποτε έκφραση που περιλαμβάνει οποιαδήποτε μεταβλητή AC.

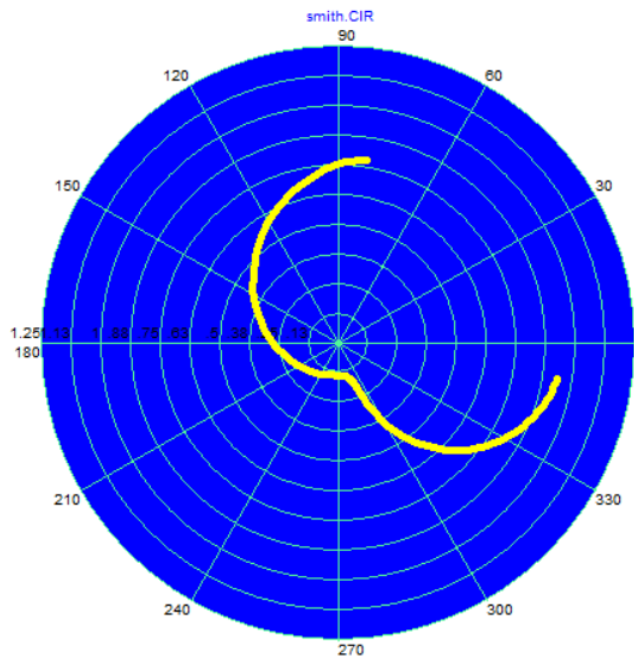
3.3.8. Διαγράμματα Smith (Smith Charts)

Για να δημιουργήσετε ένα διάγραμμα γραφήματος Smith, χρησιμοποιήστε την επιλογή  από τον επιλογέα τύπου γραφήματος, δίπλα στη στήλη P. Δείτε πώς φαίνεται το κουτί διαλόγου Analysis Limits όταν ρυθμίζεται για τη δημιουργία γραφήματος Smith για το S22, χρησιμοποιώντας το αρχείο SMITH.CIR.




Εικόνα 5.12. Όρια Ανάλυσης για το Σχεδιάγραμμα Smith

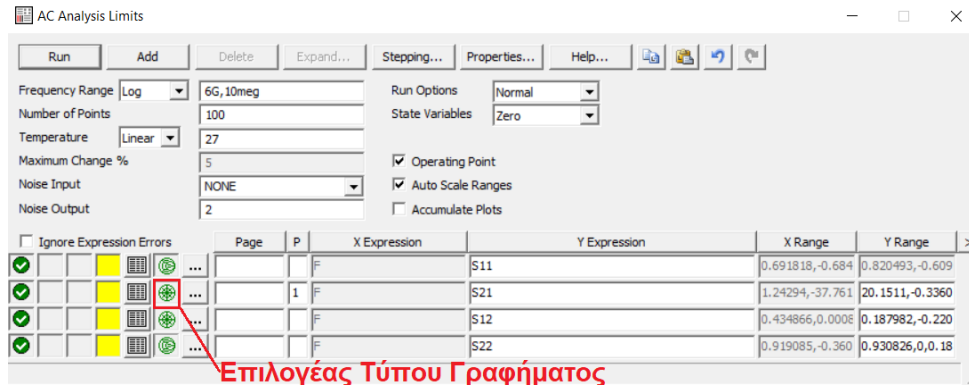
Σημειώστε ότι όταν είναι επιλεγμένη η επιλογή γραφήματος Smith, η έκφραση X πρέπει να είναι F, επομένως αυτό το πεδίο δεν είναι διαθέσιμο για επεξεργασία. Εδώ είναι η γραφική παράσταση S22 που προκύπτει.



Εικόνα 5.13. Γράφημα Smith του S22

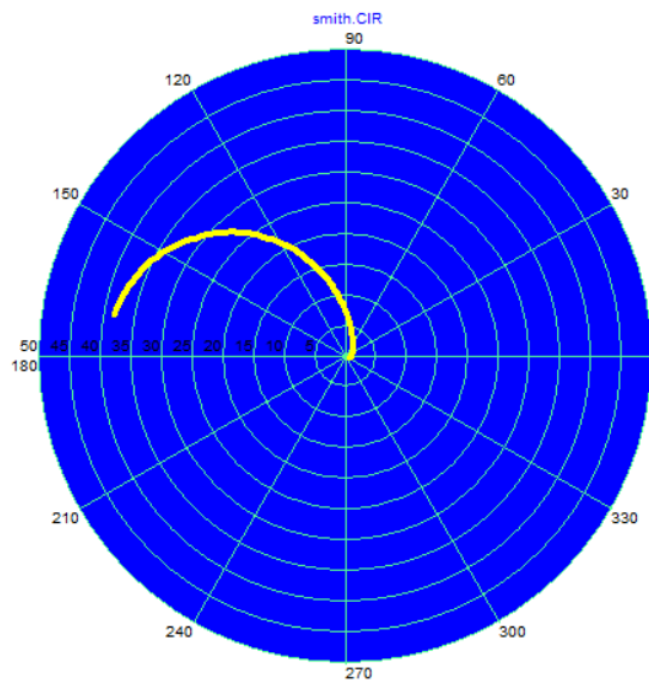
3.3.9. Σχεδιαγράμματα Polar (Polar Plots)

Για να δημιουργήσετε ένα πολικό σχεδιάγραμμα, χρησιμοποιήστε την επιλογή πολικό διάγραμμα . Δείτε πώς εμφανίζεται το κουτί διαλόγου όταν ρυθμίζεται για τη δημιουργία ενός πολικού σχεδίου για το S21 χρησιμοποιώντας το αρχείο SMITH.CIR.



Εικόνα 5.14. Όρια Ανάλυσης για το Σχεδιάγραμμα Polar

Όταν είναι επιλεγμένη η επιλογή πολικού σχεδίου, η έκφραση X πρέπει να είναι F, επομένως αυτό το πεδίο δεν είναι διαθέσιμο για επεξεργασία. Εδώ είναι το πολικό σχεδιάγραμμα που προκύπτει.



Εικόνα 5.15. Σχεδιάγραμμα Polar του S21

3.4. Ανάλυση Συνεχούς Ρεύματος (DC Analysis)

3.4.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Η ανάλυση DC είναι το θέμα αυτού του κεφαλαίου. Είναι ένα σύντομο σενάριο που καλύπτει αυτά τα θέματα:

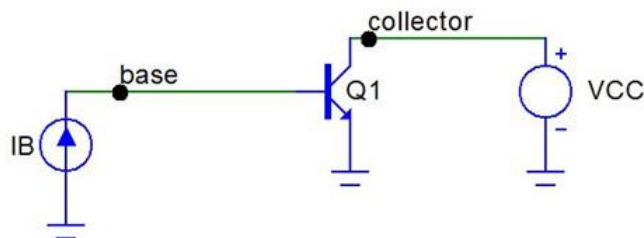
- Τι κάνει η ανάλυση DC

- Τι κάνουν τα όρια ανάλυσης DC
- Ένα απλό κύκλωμα για τη δημιουργία καμπυλών IV

3.4.2. Τι συμβαίνει στην ανάλυση DC

Στην ανάλυση DC, το πρόγραμμα αντιμετωπίζει τους πυκνωτές ως ανοιχτά κυκλώματα και τα επαγωγικά ως βραχυκυκλώματα. Σαρώνει την καθορισμένη μεταβλητή 1 και επιλύει τις τάσεις και τα ρεύματα διακλάδωσης του κόμβου συνεχούς ρεύματος σε σταθερή κατάσταση. Παρέχονται δύο βηματικοί βρόχοι για εύκολη δημιουργία παραμετρικών γραφημάτων όπως καμπύλες συσκευής IV. Η μεταβλητή για κάθε βρόχο μπορεί να είναι μια τιμή πηγής τάσης ή ρεύματος, θερμοκρασία, μια παράμετρος μοντέλου ή μια συμβολική μεταβλητή. Όπως και στις άλλες ρουτίνες ανάλυσης, το πλήρες σύνολο των μεταβλητών είναι διαθέσιμο για εκτύπωση και σχεδίαση, με προφανείς εξαιρέσεις του φορτίου, της ροής, της χωρητικότητας, της επαγωγής, του πεδίου B και του πεδίου H. Αυτές οι μεταβλητές δεν παρέχονται αφού η ροή και το φορτίο αγνοούνται στην ανάλυση DC. Για να εξερευνήσετε την ανάλυση DC, φορτώστε το αρχείο CURVES. Μοιάζει με αυτό:

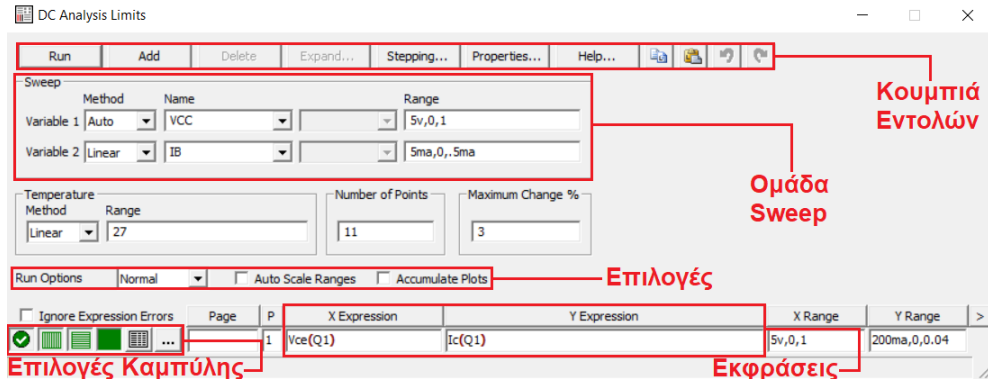
BJT IV curve tracer circuit



Εικόνα 6.1. Κύκλωμα Καμπυλών

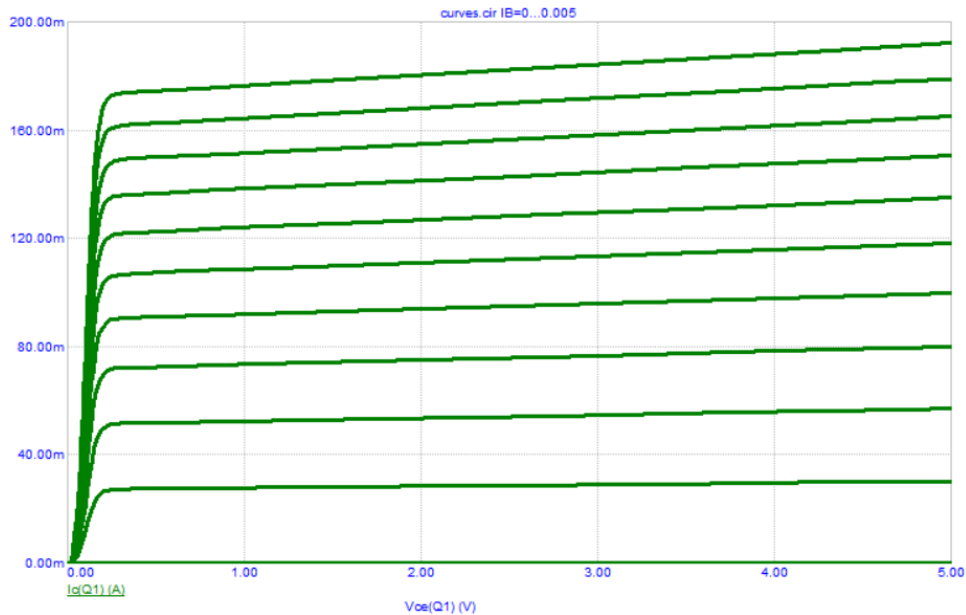
Αυτό το κύκλωμα χρησιμοποιείται για να σχεδιάσει τα χαρακτηριστικά I-V ενός διπολικού τρανζίστορ. Μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα σε άλλους τύπους συσκευών, όπως GaAsFets, MOSFET και JFET. Υπάρχει μια πηγή τάσης για τη σάρωση τάσης συλλέκτη και μια πηγή ρεύματος για τη σάρωση ρεύματος βάσης.

Αφού φορτώσετε το κύκλωμα, επιλέξτε DC από το μενού Analysis. Όταν εμφανιστεί το παράθυρο διαλόγου DC Analysis Limits, μοιάζει με την **Εικόνα 6.2**.



Εικόνα 6.2. Το κουτί διαλόγου Ορίων της Ανάλυσης DC

Το κουτί διαλόγου δίνει οδηγίες στο πρόγραμμα να αυξήσει την τιμή της τρέχουσας πηγής IB από 0 σε 5 ma, χρησιμοποιώντας μέγιστο μέγεθος βήματος 0,5 ma. Για κάθε τιμή της τρέχουσας πηγής, IB, η πηγή τάσης, VCC, πρέπει να σαρωθεί από 0 έως 5 βολτ, χρησιμοποιώντας μέγιστο μέγεθος βήματος 1. Εφόσον έχει επιλεγεί η μέθοδος Auto, το μέγεθος του βήματος μπορεί να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης σε βελτιστοποιήστε τη σύγκλιση και συμμορφωθείτε με τον περιορισμό <Maximum Change %>, αλλά ποτέ δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 1. Κάντε κλικ στο κουμπί εντολής Run και τα αποτελέσματα μοιάζουν με αυτό:




Εικόνα 6.3. Σχεδιάγραμμα Ανάλυσης DC των Χαρακτηριστικών IV

3.4.3. Το κουτί διαλόγου ορίων της ανάλυσης DC

Το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης χωρίζεται σε πέντε κύριες περιοχές: την Ομάδα Σάρωσης Εντολής, Επιλογές καμπύλης, Πεδία έκφρασης και Επιλογές.

Τα κουμπιά εντολών παρέχουν αυτές τις εντολές.

Run: Αυτή η εντολή ξεκινά την εκτέλεση ανάλυσης. Κάνοντας κλικ στο κουμπί Run  της γραμμής εργαλείων ή πατώντας το F2 θα ξεκινήσει επίσης η εκτέλεση.

Add: Αυτή η εντολή προσθέτει ένα άλλο πεδίο επιλογών καμπύλης και γραμμή πεδίου Expressions μετά τη γραμμή που περιέχει τον κέρσορα. Η γραμμή κύλισης στα δεξιά του πεδίου Expressions μετακινείται στις καμπύλες όταν χρειάζεται.

Delete: Αυτή η εντολή διαγράφει το πεδίο επιλογής Curve και τη γραμμή πεδίου Expressions όπου βρίσκεται ο δρομέας κειμένου.

Expand: Αυτή η εντολή επεκτείνει την περιοχή εργασίας για το πεδίο κειμένου όπου βρίσκεται αυτή τη στιγμή ο δρομέας κειμένου. Παρέχεται ένα κουτί διαλόγου για επεξεργασία ή προβολή. Για να χρησιμοποιήσετε τη δυνατότητα, κάντε κλικ σε ένα πεδίο έκφρασης και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί Expand.

Stepping: Αυτή η εντολή καλεί το κουτί διαλόγου Stepping. Το Stepping εξετάζεται σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

Properties: Αυτή η εντολή καλεί το κουτί διαλόγου Properties που σας επιτρέπει να ελέγχετε το παράθυρο γραφικής παράστασης ανάλυσης και τον τρόπο εμφάνισης των καμπυλών. Δείτε το άρθρο του κουτιού διαλόγου Properties γραφικής παράστασης στο Κεφάλαιο 4, "Παροδική Ανάλυση".

Help: Αυτή η εντολή καλεί πληροφορίες Βοήθειας για ανάλυση DC.

Ο ορισμός κάθε πεδίου σε αυτήν την ομάδα είναι ο εξής:

- **Μεταβλητή 1:** Αυτή η σειρά καθορίζει τα πεδία Μέθοδος, Όνομα και Εύρος για τη Μεταβλητή 1. Η τιμή της συνήθως απεικονίζεται κατά μήκος του άξονα X.
 - **Method:** Αυτό το πεδίο καθορίζει μία από τις τέσσερις μεθόδους για σάρωση ή βηματοδότηση της μεταβλητής: Auto, Linear, Log ή List.
 - **Auto:** Σε αυτήν τη λειτουργία ο ρυθμός του μεγέθους βήματος προσαρμόζεται για να διατηρείται η αλλαγή από σημείο σε σημείο μικρότερη από την τιμή Μέγιστη % αλλαγής.
 - **Linear:** Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιεί την ακόλουθη σύνταξη από τη στήλη Εύρος για αυτήν τη σειρά:
`<end> [,<start> [,<step>]]`

Ξεκινήστε τις προεπιλογές στο 0,0. Το βήμα προεπιλογή είναι $(start - end)/50$. Η μεταβλητή 1 ξεκινά από την αρχή. Οι επόμενες τιμές υπολογίζονται προσθέτοντας βήμα μέχρι να φτάσουμε στο τέλος.

- **Log:** Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιεί την ακόλουθη σύνταξη από τη στήλη Εύρος για αυτήν τη σειρά:
<end> [, <start> [, <step>]]

Έναρξη προεπιλογών στο $end/10$. Το βήμα είναι προεπιλεγμένο σε $\exp(\ln(end/start)/10)$. Η μεταβλητή 1 ξεκινά από την αρχή. Οι επόμενες τιμές υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας με βήμα μέχρι να επιτευχθεί το τέλος.

- **List:** Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιεί την ακόλουθη σύνταξη από τη στήλη Εύρος για αυτήν τη σειρά:
<v1> [, <v2> [, <v3>] ... [, <vn>]]

Η μεταβλητή απλώς ορίζεται σε καθεμία από τις τιμές v1, v2, .. vn.

- **Name:** Αυτό το πεδίο καθορίζει το όνομα της μεταβλητής 1. Η μεταβλητή μπορεί να είναι ρεύμα ή τάση πηγής, θερμοκρασία, παράμετρος μοντέλου ή συμβολική παράμετρος (που δημιουργείται με μια πρόταση .DEFINE). Το βήμα παραμέτρου μοντέλου απαιτεί όνομα μοντέλου και όνομα παραμέτρου μοντέλου.
- **Range:** Αυτό το πεδίο καθορίζει το αριθμητικό εύρος για τη μεταβλητή. Η σύνταξη εύρους εξαρτάται από το πεδίο Μέθοδος που περιγράφεται παραπάνω.
- **Μεταβλητή 2:** Αυτή η σειρά καθορίζει τα πεδία Μέθοδος, Όνομα και Εύρος για τη Μεταβλητή 2. Η σύνταξη είναι ίδια με τη Μεταβλητή 1, με τη διαφορά ότι οι επιλογές της μεθόδου βήματος περιλαμβάνουν Κανένα και εξαιρούν το Auto. Κάθε διακριτή τιμή της μεταβλητής 2 από το πεδίο περιοχής παράγει έναν πλήρη κλάδο.
 - **Temperature:** Αυτό το πεδίο καθορίζει την παγκόσμια θερμοκρασία(εις) της διαδρομής(ών) σε βαθμούς Κελσίου. Αυτή η θερμοκρασία χρησιμοποιείται για κάθε συσκευή, εκτός εάν καθορίζονται μεμονωμένες θερμοκρασίες συσκευής.

Εάν το πλαίσιο λίστας Μέθοδος θερμοκρασίας εμφανίζει Γραμμικό ή Καταγραφή, η μορφή είναι:
<high> [, <low> [, <βήμα>]]

Η προεπιλεγμένη τιμή του <low> είναι <high> και η προεπιλεγμένη τιμή του <step> είναι <high> - <low> (γραμμική λειτουργία) ή high/low (λειτουργία καταγραφής). Οι τιμές θερμοκρασίας ξεκινούν από το <low> και είτε αυξάνονται (γραμμική λειτουργία) είτε πολλαπλασιάζονται (λειτουργία καταγραφής) επί <step> έως ότου επιτευχθεί το <high>.

Εάν το πλαίσιο λίστας Μέθοδος θερμοκρασίας εμφανίζει Λίστα, η μορφή είναι:

<t1> [, <t2> [, <t3>] [, ...]]

όπου t1, t2,.. είναι μεμονωμένες τιμές θερμοκρασίας.

Παράγεται ένα τρέξιμο για κάθε θερμοκρασία. Λάβετε υπόψη ότι όταν η θερμοκρασία επιλέγεται ως μία από τις μεταβλητές σταδιακά (Μεταβλητή 1 ή Μεταβλητή 2), αυτό το πεδίο δεν είναι διαθέσιμο.

- **Number of Points:** Αυτός είναι ο αριθμός των σημείων δεδομένων που θα παρεμβληθούν και θα εκτυπωθούν εάν ζητηθεί αριθμητική έξοδος. Αυτός ο αριθμός είναι από προεπιλογή 51 και συνήθως ορίζεται σε μια περιττή τιμή για την παραγωγή ενός ζυγού διαστήματος εκτύπωσης. Η τιμή του είναι:

$(\langle \text{final1} \rangle - \langle \text{initial1} \rangle) / (\langle \text{Number of Points} \rangle - 1)$

Οι τιμές <Number of Points> εκτυπώνονται για κάθε τιμή της μεταβλητής 2.

- **Maximum Change:** Εάν η μέθοδος σάρωσης της μεταβλητής 1 είναι Αυτόματη, ο ρυθμός μεταβολής της περιορίζεται ώστε να διατηρείται η αλλαγή από σημείο σε σημείο στην πρώτη παράσταση Y μικρότερη από την τιμή % Μέγιστης αλλαγής.

Οι επιλογές της καμπύλης βρίσκονται κάτω από τα αριθμητικά όρια και στα αριστερά των εκτυπώσεων. Οι επιλογές καμπύλης επηρεάζουν την καμπύλη στην ίδια σειρά. Ο ορισμός κάθε επιλογής είναι ο εξής:

Η πρώτη επιλογή εναλλάσσεται μεταξύ Αποθήκευση και Σχεδίαση, Αποθήκευση και Μη Σχεδίαση, και Μη αποθήκευση ή σχεδίαση . Εάν αποθηκεύσετε αλλά δεν σχεδιάσετε, μπορείτε αργότερα να προσθέσετε το σχέδιο ξανά στην οθόνη από το κουτί διαλόγου F10.

Η δεύτερη επιλογή εναλλάσσει τον άξονα X μεταξύ ενός γραμμικού και ενός ημερολογιακού σχεδίου.

Τα διαγράμματα καταγραφής απαιτούν εύρη θετικής κλίμακας.

Η τρίτη επιλογή αλλάζει τον άξονα Y μεταξύ ενός γραμμικού και ενός ημερολογιακού σχεδίου.

Τα διαγράμματα καταγραφής απαιτούν εύρη θετικής κλίμακας.

Η επιλογή ενεργοποιεί το χρωματικό μενού. Υπάρχουν 64 επιλογές χρωμάτων για μια μεμονωμένη καμπύλη. Το χρώμα του κουμπιού είναι το χρώμα της καμπύλης.

Η επιλογή εκτυπώνει έναν πίνακα που δείχνει την αριθμητική τιμή της καμπύλης. Ο αριθμός των τιμών που εκτυπώνονται ελέγχεται από την τιμή του Number of Points. Ο πίνακας εκτυπώνεται στο παράθυρο Numeric Output και αποθηκεύεται στο αρχείο CIRCUITNAME.DNO.

Οι καταχωρήσεις σελίδας τοποθετούν κυματομορφές σε παράθυρα γραφικής παράστασης με όνομα, τα οποία μπορούν να επιλεγούν από μια καρτέλα.

Ένας αριθμός από το 1 έως το 9 χρησιμοποιείται στη στήλη Plot (P) για την ομαδοποίηση των καμπυλών σε διαφορετικά διαγράμματα. Όλες οι καμπύλες με παρόμοιους αριθμούς τοποθετούνται στο ίδιο διάγραμμα. Εάν η στήλη P είναι κενή, η καμπύλη δεν σχεδιάζεται.

Το πεδίο Εκφράσεις χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των οριζόντιων (X) και της κάθετης (Y) κλίμακας εύρη και εκφράσεις. Μερικές κοινές εκφράσεις που χρησιμοποιούνται είναι η VCE(Q1) (τάση συλλέκτη σε εκπομπό του τρανζίστορ Q1) ή IB(Q1) (ρεύμα βάσης του τρανζίστορ Q1).

Τα πεδία X Range και Y Range καθορίζουν τις κλίμακες που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη σχεδίαση των X και Y εκφράσεων. Η μορφή εύρους είναι:

<high> [,<low>] [,<grid spacing>] [,<bold grid spacing>]

Το <low> είναι προεπιλογή μηδέν. Το [,<grid spacing>] ορίζει την απόσταση μεταξύ των πλεγμάτων. Το [,<bold grid spacing>] ορίζει την απόσταση μεταξύ των έντονων πλεγμάτων. Η τοποθέτηση του "AUTO" στο εύρος της κλίμακας υπολογίζει αυτόματα αυτό το μεμονωμένο εύρος. Η επιλογή Auto Scale Ranges υπολογίζει τις κλίμακες για όλα τα εύρη κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης και ενημερώνει τα πεδία X και Y Range. Η εντολή Auto Scale (F6) κλιμακώνει αμέσως όλες τις καμπύλες, χωρίς να αλλάζει τις τιμές εύρους, επιτρέποντάς σας να τις επαναφέρετε με CTRL + HOME εάν θέλετε. Σημειώστε ότι το <grid spacing> και το <bold grid spacing> χρησιμοποιούνται μόνο σε γραμμικές κλίμακες. Οι λογαριθμικές κλίμακες χρησιμοποιούν φυσική απόσταση πλέγματος 1/10 των κύριων τιμών πλέγματος και δεν χρησιμοποιείται έντονη γραφή. Η Αυτόματη Κλίμακα χρησιμοποιεί τον αριθμό των πλεγμάτων που καθορίζονται στο κουτί διαλόγου Properties dialog box (F10)/Scales and Formats/Auto/Static Grids.

Κάνοντας κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στο πεδίο έκφρασης Y καλείται η λίστα Μεταβλητές που σας επιτρέπει να επιλέξετε μεταβλητές, σταθερές, συναρτήσεις και τελεστές ή να επεκτείνετε το πεδίο για να επιτρέψετε την επεξεργασία μεγάλων εκφράσεων. Κάνοντας κλικ στο δεξί κουμπί

του ποντικιού στα άλλα πεδία καλείται ένα απλούστερο μενού που δείχνει τις κατάλληλες επιλογές.

Οι Επιλογές είναι κάτω από τα Αριθμητικά όρια. Η επιλογή Auto Scale Ranges έχει ένα πλαίσιο ελέγχου. Κάνοντας κλικ στο ποντίκι στο πλαίσιο θα ενεργοποιηθούν ή θα απενεργοποιηθούν οι επιλογές με ένα σημάδι ελέγχου στο πλαίσιο που δείχνει ότι η επιλογή είναι ενεργοποιημένη. Οι επιλογές που είναι διαθέσιμες από εδώ είναι:

- **Run Options**
 - **Normal:** Εκτελεί την προσομοίωση χωρίς να την αποθηκεύσει στο δίσκο.
 - **Save:** Εκτελεί την προσομοίωση και την αποθηκεύει στο δίσκο.
 - **Retrieve:** Αυτό φορτώνει μια προηγούμενως αποθηκευμένη προσομοίωση και την σχεδιάζει και εκτυπώνει σαν να ήταν μια νέα εκτέλεση.
- **Auto Scale Ranges:** Αυτό θέτει το εύρος X και Y σε αυτόματο κάθε φορά που εκτελείται μια προσομοίωση. Εάν δεν είναι ενεργοποιημένο, οι τιμές του πεδίου εύρους θα χρησιμοποιηθούν για την κλίμακα της γραφικής παράστασης.
- **Accumulate Plots:** Αυτό συσσωρεύει γραφήματα λόγω τροποποιήσεων κυκλώματος.
- **Ignore Expression Errors:** Εάν επιλεγεί, τα σφάλματα έκφρασης αγνοούνται. Αυτό είναι χρήσιμο όταν θέλετε να απενεργοποιήσετε προσωρινά τμήματα του σχηματικού, αλλά δεν χρειάζεται να διαγράψετε τις εκφράσεις γραφικής παράστασης τους.

Πατήστε F3 και ξεφορτώστε το κύκλωμα CURVES χωρίς να το αποθηκεύσετε.

3.5. Χρησιμοποιώντας Παλμογράφο (Scope)

3.5.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Κάθε ρουτίνα ανάλυσης δημιουργεί καμπύλες ως μέρος της εκτέλεσης, με βάση τις οδηγίες στο κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης. Αφού ολοκληρωθεί η εκτέλεση, μπορείτε να επιθεωρήσετε, να χειριστείτε, να μεγεθύνετε και να σχολιάσετε την γραφική παράσταση, καθώς και να αναζητήσετε και να εμφανίσετε συγκεκριμένες αριθμητικές θέσεις ή τιμές για καθεμία από τις καμπύλες. Η συλλογή εργαλείων που σας βοηθά να το κάνετε αυτό ονομάζεται Πεδίο εφαρμογής.

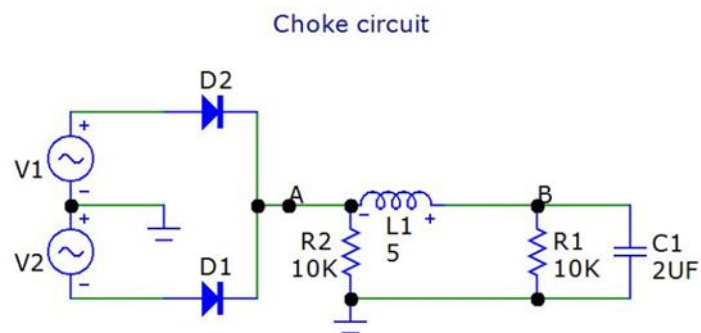
Αυτό το κεφάλαιο δείχνει πώς να χρησιμοποιήσετε αυτές τις δυνατότητες για να λάβετε τις μέγιστες πληροφορίες από μια εκτέλεση ανάλυσης. Τα θέματα περιλαμβάνουν:

- Πειραματισμός με το Scope
- Μεγεθυντικός

- Πανοραμική λήψη
- Λειτουργία δρομέα
- Μετατόπιση και κλιμάκωση σε λειτουργία δρομέα
- Τοποθέτηση δρομέα
- Προσθήκη κειμένου σε σχεδιαγράμματα
- Προσθήκη ετικετών σε σχεδιαγράμματα
- Λειτουργίες απόδοσης
- Εμφύχωση ανάλυσης

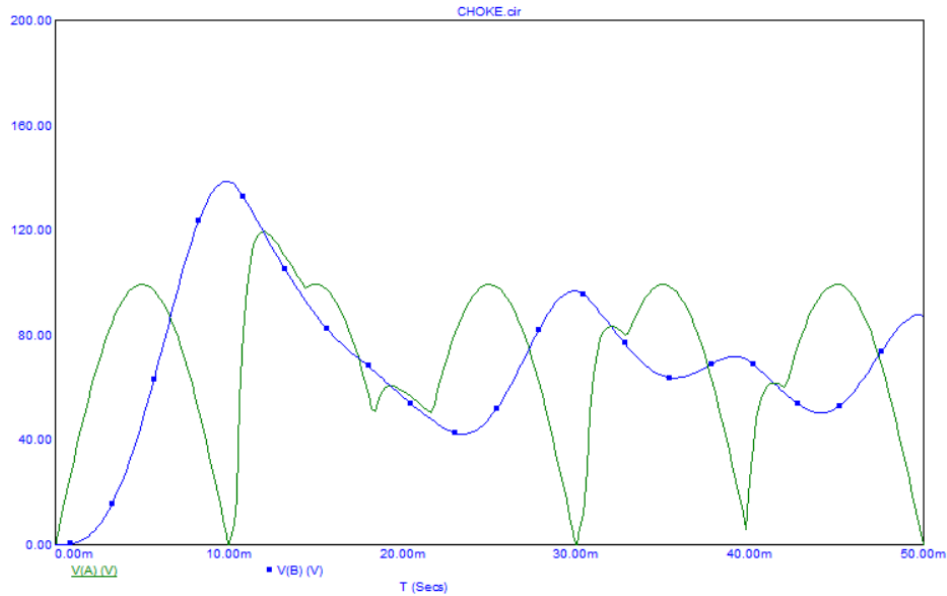
3.5.2. Πειραματισμός με παλμογράφο

Φορτώστε το αρχείο CHOKE. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 7.1. Κύκλωμα CHOKE

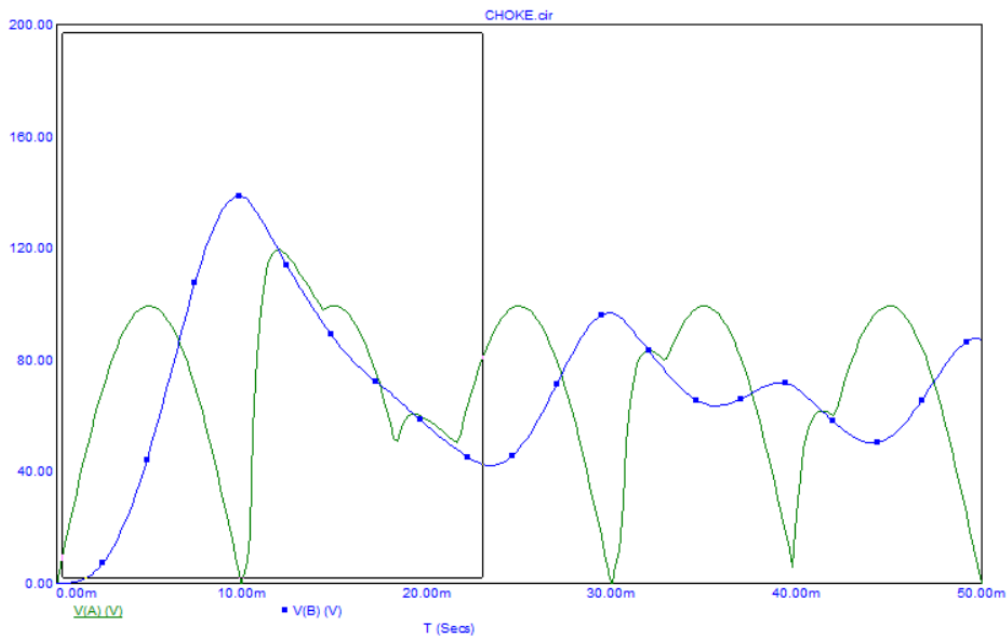
Μετά τη φόρτωση του κυκλώματος, επιλέξτε μεταβατική ανάλυση πατώντας ALT + 1. Πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση. Όταν τελειώσει, το σχεδιάγραμμα μοιάζει με την **Εικόνα 7.2**.



Εικόνα 7.2. Παροδική Ανάλυση του Κυκλώματος CHOKE

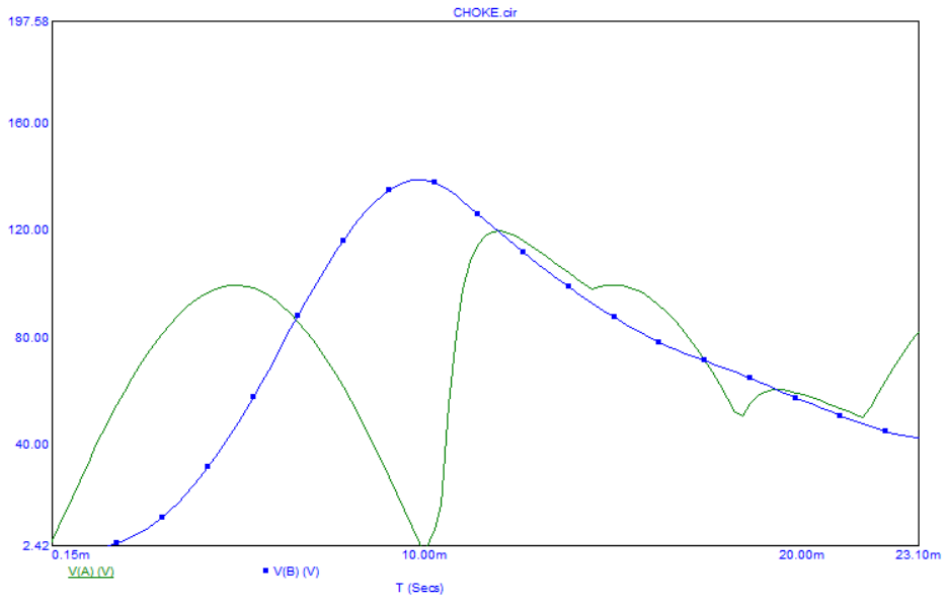
3.5.3. Μεγεθύνοντας

Κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί του ποντικιού ακριβώς πάνω και στα αριστερά της μεγάλης κορυφής της καμπύλης V(B). Ενώ κρατάτε πατημένο το αριστερό κουμπί, σύρετε το ποντίκι προς τα κάτω και προς τα δεξιά για να δημιουργήσετε ένα πλαίσιο μεγέθυνσης όπως αυτό που φαίνεται στην **Εικόνα 7.3**.



Εικόνα 7.3. Μεγεθύνοντας την Περιοχή Σχεδιαγράμματος

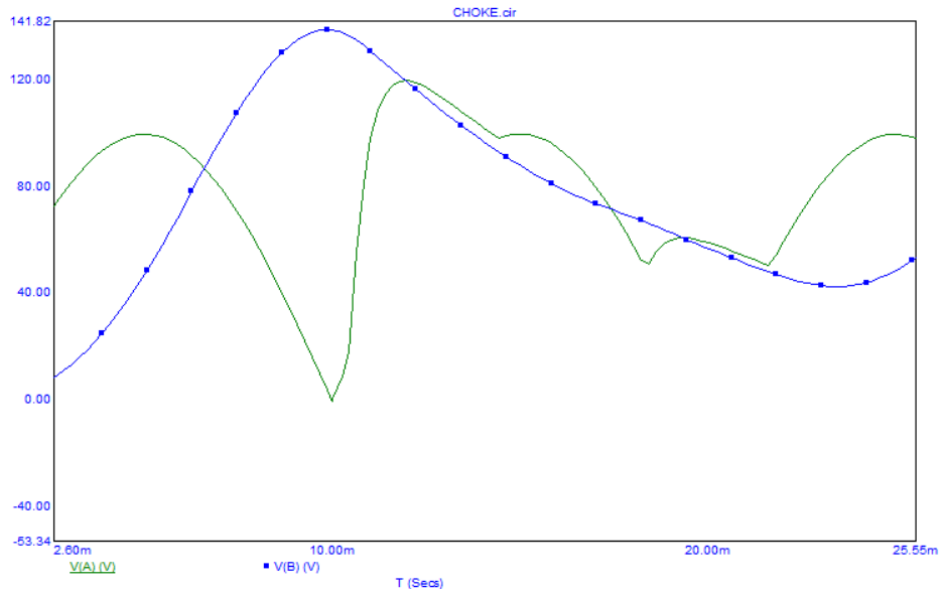
Αφήστε το κουμπί και το Micro-Cap 12 κλιμακώνει το διάγραμμα ώστε να ταιριάζει με το περίγραμμα του κουτιού.



Εικόνα 7.4. Μεγεθυμένη Περιοχή

3.5.4. Μετατόπιση (Panning)

Η μετατόπιση είναι σαν να κάνετε κύλιση σε ένα πεδίο κειμένου, με τη διαφορά ότι είναι πανκατευθυντική. Για απεικόνιση, κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στη μέση του σχεδιαγράμματος. Ο δρομέας βέλους του ποντικιού αλλάζει σε δρομέα χεριού. Ενώ κρατάτε πατημένο το δεξί κουμπί, σύρετε το ποντίκι αργά προς τα πάνω και προς τα αριστερά μέχρι να αγγίξει σχεδόν την επάνω αριστερή γωνία του παραθύρου του σχεδιαγράμματος. Το αποτέλεσμα είναι σαν να σύρετε ένα χαρτί πάνω από ένα γραφείο. Σύροντας το ποντίκι ενημερώνεται δυναμικά η οθόνη για να αντικατοπτρίζει την αλλαγή στην προβολή. Αφήστε το κουμπί και το σχεδιάγραμμα μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 7.5. Μεταφέροντας το Σχεδιάγραμμα

Όπως και με τη μετατόπιση στο Σχηματικό πρόγραμμα επεξεργασίας, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί το πληκτρολόγιο. Το πλήκτρο CTRL συν τα πλήκτρα βέλους μετακινούν την προβολή προς την κατεύθυνση του βέλους.

Ο συνδυασμός ranning και μεγέθυνσης επιτρέπει τη στενή επιθεώρηση οποιουδήποτε τμήματος των καμπυλών.

Λάβετε υπόψη ότι μπορείτε επίσης να κάνετε κλιμάκωση (μεγέθυνση) και μετατόπιση ενώ βρίσκεστε σε λειτουργία δρομέα:

Scaling: CTRL + αριστερό σύρσιμο του ποντικιού

Panning: CTRL + δεξί σύρσιμο του ποντικιού

Πατήστε CTRL + HOME ή επιλέξτε Restore Limit Scales από το μενού Scope για να επιστρέψετε την ανάλυση στην αρχική της μετατόπιση και κλίμακα.

3.5.5. Λειτουργία ποντικιού (Cursor Mode)

Κάντε κλικ στο κουμπί Λειτουργία δρομέα ή πατήστε F8 για να τοποθετήσετε το Scope στη λειτουργία δρομέα. Σε αυτή τη λειτουργία η οθόνη μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 7.6. Λειτουργία Κέρσορα

Τα πεδία τιμής δρομέα, που βρίσκονται κάτω από τα διαγράμματα, δείχνουν την αριθμητική τιμή κάθε καμπύλης ή έκφρασης και στις δύο θέσεις του δρομέα. Η τιμή έκφρασης X εμφανίζεται κάτω από τις τιμές έκφρασης Y. Ο σκοπός κάθε πεδίου είναι ο εξής:

- **Left:** Εμφανίζει την τιμή της έκφρασης Y της σειράς στον αριστερό δρομέα.
- **Right:** Εμφανίζει την τιμή της παράστασης Y της σειράς στο δεξιό δρομέα.
- **Delta:** Εμφανίζει την τιμή της έκφρασης Y της σειράς στον δεξιό δρομέα μείον την τιμή της παράστασης Y στον αριστερό δρομέα.
- **Slope:** Αυτό δείχνει την τιμή δέλτα της έκφρασης Y της γραμμής διαιρεμένη με την τιμή δέλτα της έκφρασης X. Εάν η έκφραση X είναι T (χρόνος), τότε αυτό το πεδίο προσεγγίζει τη χρονική παράγωγο της καμπύλης μεταξύ των δύο δρομέων. Ο υπολογισμός της κλίσης μπορεί να αλλάξει σε dB/Octave ή dB/Decade από **Properties/Scales and Formats**, εάν χρησιμοποιείται dB στην έκφραση Y και η F (συχνότητα) είναι η έκφραση X.

3.5.6. Μετατόπιση και κλιμάκωση λειτουργίας ποντικιού

Ποντίκι

Η κανονική κλιμάκωση και μετατόπιση ελεγχόμενη από το ποντίκι δεν είναι διαθέσιμες στη λειτουργία δρομέα, καθώς οι κινήσεις του ποντικιού σε αυτήν τη λειτουργία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του αριστερού και του δεξιού δρομέα καμπύλης. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας το πλήκτρο CTRL μαζί με το ποντίκι, μπορείτε να μετακινήσετε και να κλιμακώσετε εντός της λειτουργίας δρομέα ως εξής:

Κλιμάκωση: CTRL + αριστερό σύρσιμο του ποντικιού

Μετατόπιση: CTRL + δεξί σύρσιμο του ποντικιού

Για να κλιμακώσετε (μεγεθύνετε) τις καμπύλες, πατήστε το πλήκτρο CTRL προς τα κάτω και σύρετε με το αριστερό κουμπί του ποντικιού.

Για να μετακινήσετε τις καμπύλες, πατήστε το πλήκτρο CTRL και σύρετε με το δεξί κουμπί του ποντικιού.

Πληκτρολόγιο

Για να μετακινήσετε τις καμπύλες με το πληκτρολόγιο, ενώ κρατάτε πατημένο το CTRL, πατήστε τα πλήκτρα ←, →, ΠΑΝΩ ΒΕΛΟΣ ή ΚΑΤΩ ΒΕΛΟΣ για να μετακινήσετε την προβολή.



Δεν υπάρχει διαδικασία κλιμάκωσης με βάση το πληκτρολόγιο.










Σε όλες τις λειτουργίες εκτός από τον Δρομέα, ένα σύρσιμο του δεξιού κουμπιού του ποντικιού μετακινεί την γραφική παράσταση. Στη λειτουργία δρομέα, τα πλήκτρα CTRL + δεξί σύρσιμο του ποντικιού μεταφέρουν την γραφική παράσταση

Πατήστε το πλήκτρο SPACEBAR για εναλλαγή μεταξύ της τρέχουσας λειτουργίας και της λειτουργίας επιλογής

3.5.7. Τοποθέτηση ποντικιού

Σύρετε με το αριστερό κουμπί του ποντικιού για να ελέγξετε τον αριστερό δρομέα και το δεξί κουμπί για να ελέγξετε τον δεξιό δρομέα. Τα πλήκτρα ← και → μετακινούν τον αριστερό δρομέα και τα πλήκτρα SHIFT + δρομέα μετακινούν τον δεξιό κέρσορα. Το ποντίκι τοποθετεί τον κέρσορα οπουδήποτε, ακόμη και μεταξύ σημείων δεδομένων προσομοίωσης. Το πληκτρολόγιο μετακινεί τον κέρσορα σε ένα από τα σημεία δεδομένων προσομοίωσης, ανάλογα με τη λειτουργία προσδιορισμού θέσης. Η λειτουργία τοποθέτησης, που επιλέγεται με το κουμπί της γραμμής εργαλείων, επηρεάζει τη θέση του δρομέα την επόμενη φορά που θα πατηθεί ένα πλήκτρο δρομέα. Η τοποθέτηση του δρομέα επιλέγει θέσεις στην επιλεγμένη ή υπογραμμισμένη καμπύλη. Οι καμπύλες επιλέγονται με το πλήκτρο Tab ή κάνοντας κλικ στην παράσταση Y με το ποντίκι.

-  **Next Simulation Data Point:** Σε αυτήν τη λειτουργία, πατώντας τα πλήκτρα του δρομέα βρίσκετε το επόμενο πραγματικό σημείο δεδομένων προς την κατεύθυνση του βέλους του δρομέα από την εκτέλεση.
-  **Next Interpolated Data Point:** Σε αυτήν τη λειτουργία, πατώντας τα πλήκτρα του δρομέα βρίσκετε το επόμενο στρογγυλεμένο σημείο παρεμβολής δεδομένων προς την κατεύθυνση του βέλους του δρομέα.

-  **Peak:** Σε αυτήν τη λειτουργία, πατώντας τα πλήκτρα του δρομέα βρίσκετε την επόμενη τοπική κορυφή στην επιλεγμένη καμπύλη.
-  **Valley:** Σε αυτήν τη λειτουργία, πατώντας τα πλήκτρα του δρομέα βρίσκετε την επόμενη τοπική κοιλάδα στην επιλεγμένη καμπύλη.
-  **High:** Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί βρίσκετε το σημείο δεδομένων με τη μεγαλύτερη αλγεβρική τιμή στον τρέχοντα κλάδο της επιλεγμένης καμπύλης.
-  **Low:** Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί βρίσκετε το σημείο δεδομένων με τη μικρότερη αλγεβρική τιμή στον τρέχοντα κλάδο της επιλεγμένης καμπύλης.
-  **Inflection:** Σε αυτήν τη λειτουργία, πατώντας τα πλήκτρα του δρομέα βρίσκετε το επόμενο σημείο δεδομένων με το μεγαλύτερο μέγεθος κλίσης, ή την πρώτη παράγωγο, στην επιλεγμένη καμπύλη.
-  **Top:** Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί βρίσκετε το σημείο δεδομένων με τη μεγαλύτερη τιμή Y από όλους τους κλάδους της επιλεγμένης καμπύλης στην τρέχουσα θέση του δρομέα X.
-  **Bottom:** Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί βρίσκετε το σημείο δεδομένων με τη μικρότερη τιμή Y από όλους τους κλάδους της επιλεγμένης καμπύλης στην τρέχουσα θέση του δρομέα X.
-  **Global High:** Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί βρίσκετε το σημείο δεδομένων με τη μεγαλύτερη αλγεβρική τιμή Y από όλα τα σημεία δεδομένων σε όλους τους κλάδους της επιλεγμένης καμπύλης.
-  **Global Low:** Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί βρίσκετε το σημείο δεδομένων με τη μικρότερη αλγεβρική τιμή Y από όλα τα σημεία δεδομένων σε όλους τους κλάδους της επιλεγμένης καμπύλης.

Μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης ανάλυσης και την επιλογή της λειτουργίας δρομέα, συμβαίνουν μερικά συμβάντα προετοιμασίας. Η επιλεγμένη καμπύλη ορίζεται στην πρώτη ή στην επάνω καμπύλη. Η λειτουργία Next είναι ενεργοποιημένη. Κάνοντας κλικ σε ένα κουμπί λειτουργίας όχι μόνο αλλάζει η λειτουργία, αλλά μετακινεί και τον τελευταίο δρομέα προς την τελευταία κατεύθυνση. Ο τελευταίος δρομέας ορίζεται στον αριστερό δρομέα και η τελευταία κατεύθυνση είναι ρυθμισμένη στα δεξιά. Ο αριστερός δρομέας τοποθετείται στα αριστερά στο πρώτο σημείο δεδομένων. Ο δεξιός κέρσορας τοποθετείται στα δεξιά στο τελευταίο σημείο δεδομένων.

Τοποθέτηση δρομέων σε διαφορετικές καμπύλες

Και οι δύο δρομείς τοποθετούνται αρχικά στην ίδια καμπύλη. Μπορείτε να μετακινήσετε τους δρομείς σε άλλες καμπύλες στην ίδια ομάδα γραφικών κάνοντας κλικ στο πλαίσιο δίπλα στο όνομα ή το κείμενο της έκφρασης.


Για να τοποθετήσετε τον αριστερό δρομέα σε μια καμπύλη, κάντε κλικ στον αριστερό δρομέα του ποντικιού στο πλαίσιο. Το κείμενο του πλαισίου θα αλλάξει στη συνέχεια σε L για να υποδείξει ότι ο αριστερός δρομέας βρίσκεται σε αυτήν την καμπύλη.

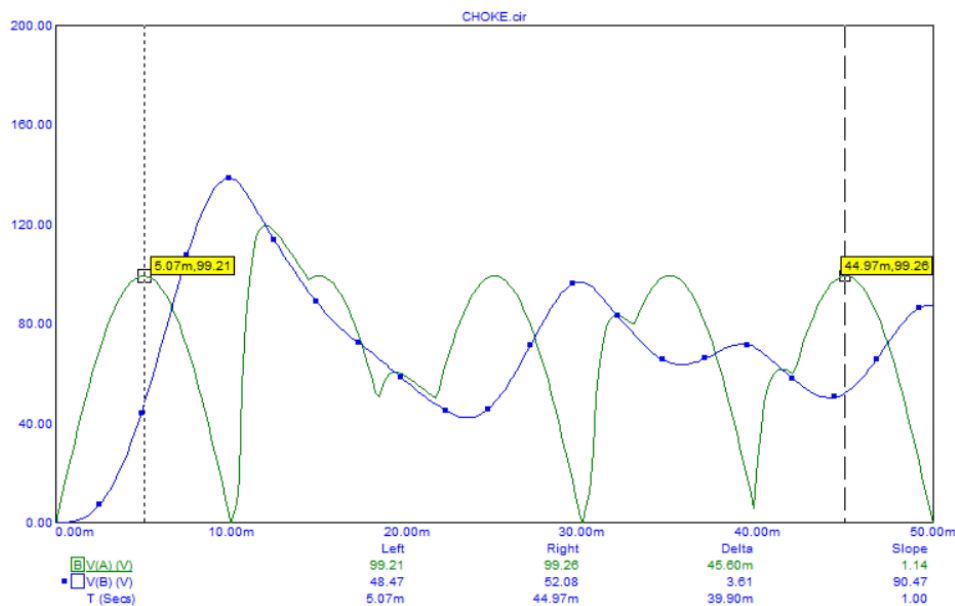
Για να τοποθετήσετε το δεξί δρομέα σε μια καμπύλη, κάντε κλικ στο δεξί δρομέα του ποντικιού στο πλαίσιο. Το κείμενο του πλαισίου θα αλλάξει στη συνέχεια σε R για να υποδείξει ότι ο σωστός κέρσορας βρίσκεται σε αυτήν την καμπύλη.

Για να τοποθετήσετε και τους δύο δρομείς σε μια καμπύλη κάντε κλικ στο κείμενο έκφρασής της. Το κείμενο του πλαισίου θα αλλάξει στη συνέχεια σε B για να υποδείξει ότι και οι δύο δρομείς βρίσκονται σε αυτήν την καμπύλη.


Σημειώστε ότι εάν ο αριστερός κέρσορας βρίσκεται ήδη σε μια καμπύλη, κάνοντας κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στο πλαίσιο θα τοποθετηθεί ο δεξιός δρομέας σε αυτήν την καμπύλη και επειδή ο αριστερός δρομέας ήταν ήδη στην καμπύλη, εκτυπώνεται ένα σύμβολο B για να δείξει ότι και οι δύο δρομείς βρίσκονται τώρα σε αυτή την καμπύλη.

Μια παρόμοια κατάσταση συμβαίνει όταν οι δρομείς αντιστρέφονται.

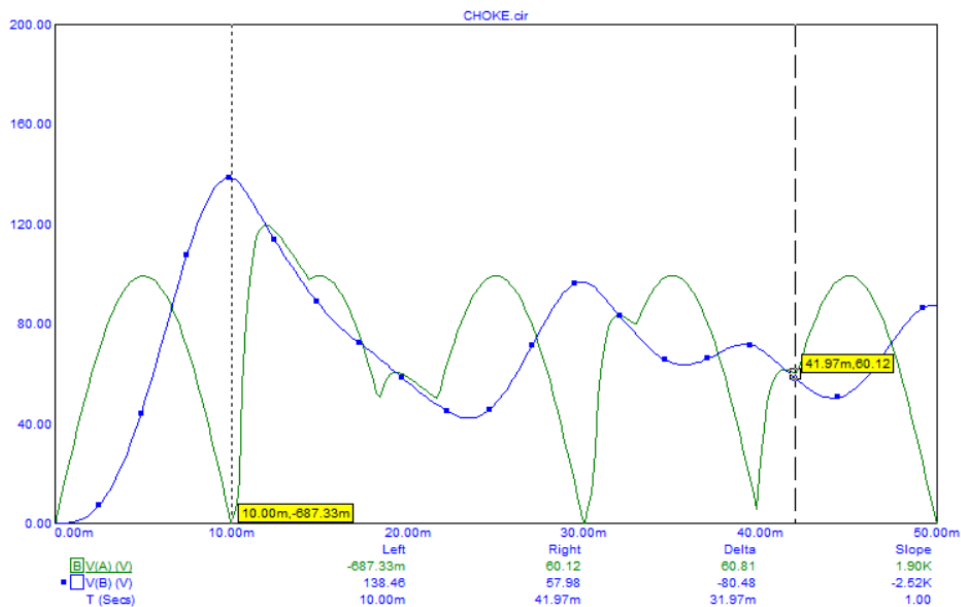
Κάντε κλικ στο κουμπί Peak . Ο αριστερός δρομέας μετακινείται στην πρώτη κορυφή στα δεξιά της τρέχουσας θέσης του στην επιλεγμένη καμπύλη, V(A). Πατήστε το πλήκτρο SHIFT + ←. Ο δεξιός κέρσορας μετακινείται στην πρώτη κορυφή στα αριστερά του.




Εικόνα 7.7. Λειτουργία Αιχμής

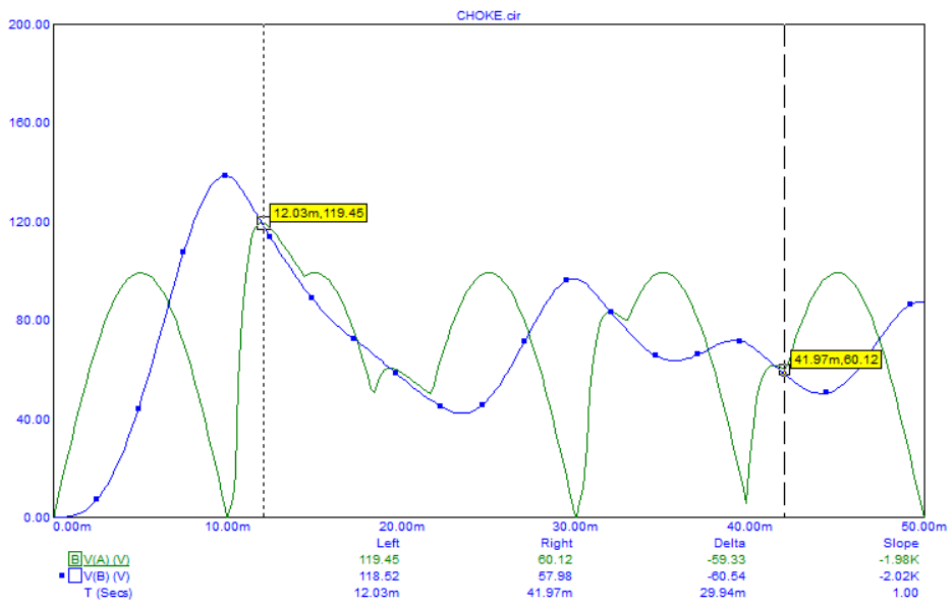
Κάντε κλικ στο κουμπί  για να επιλέξετε τη λειτουργία Valley. Πατήστε το πλήκτρο →.

Οι δρομείς τοποθετούνται στην επόμενη κοιλάδα προς τη δεξιά και την αριστερή κατεύθυνση.




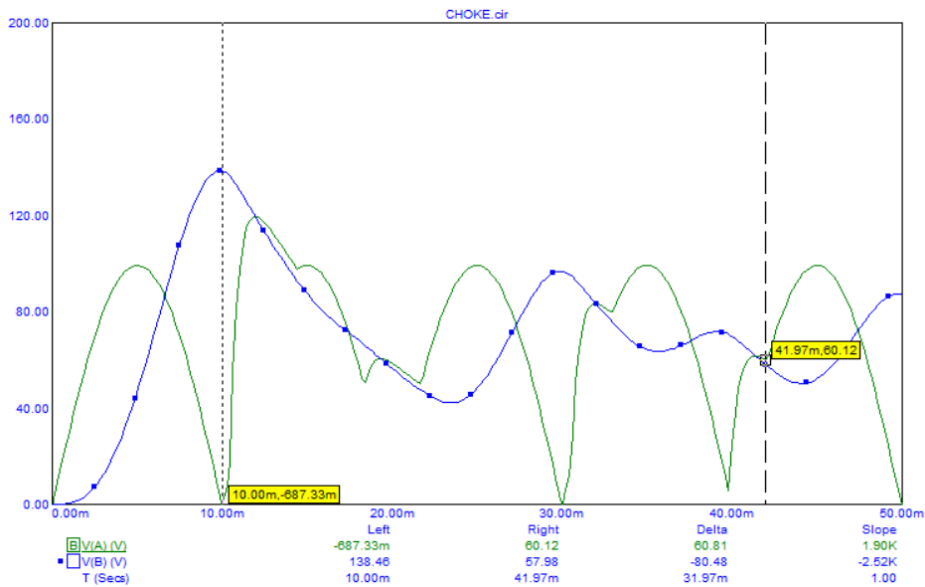
Εικόνα 7.8. Λειτουργία Κοιλάδας

Κάντε κλικ στο κουμπί High . Ο αριστερός δρομέας μετακινείται στο παγκόσμιο υψηλό στην επιλεγμένη καμπύλη.




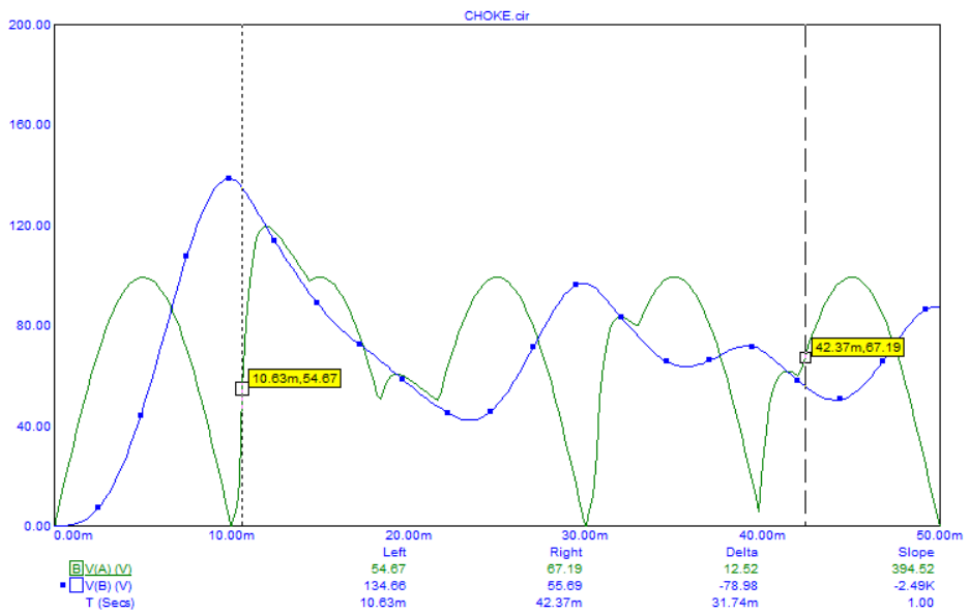
Εικόνα 7.9. Λειτουργία High

Κάντε κλικ στο κουμπί  για να επιλέξετε τη λειτουργία Low. Ο αριστερός δρομέας είναι τοποθετημένος στο παγκόσμιο χαμηλό για την καμπύλη.




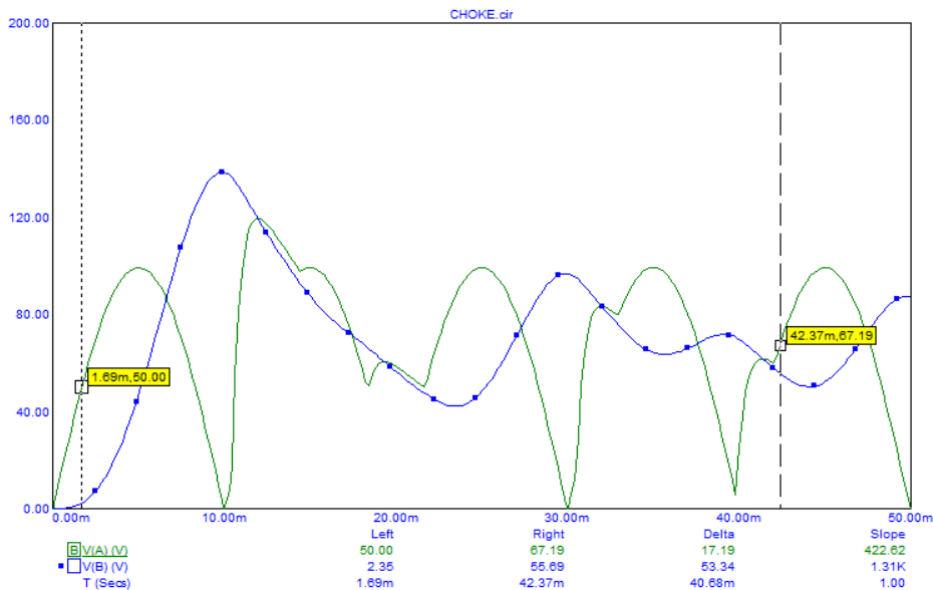
Εικόνα 7.10. Λειτουργία Low

Κάντε κλικ στο κουμπί Inflection . Ο αριστερός δρομέας μετακινείται στο επόμενο σημείο καμπής στην επιλεγμένη καμπύλη. Πατήστε SHIFT + πλήκτρο ΔΕΞΙΟΥ ΒΕΛΟΥΣ. Ο δεξιός δρομέας μετακινείται στο επόμενο σημείο καμπής στην επιλεγμένη καμπύλη κινούμενος από αριστερά προς τα δεξιά.



Εικόνα 7.11. Λειτουργία Καμπής

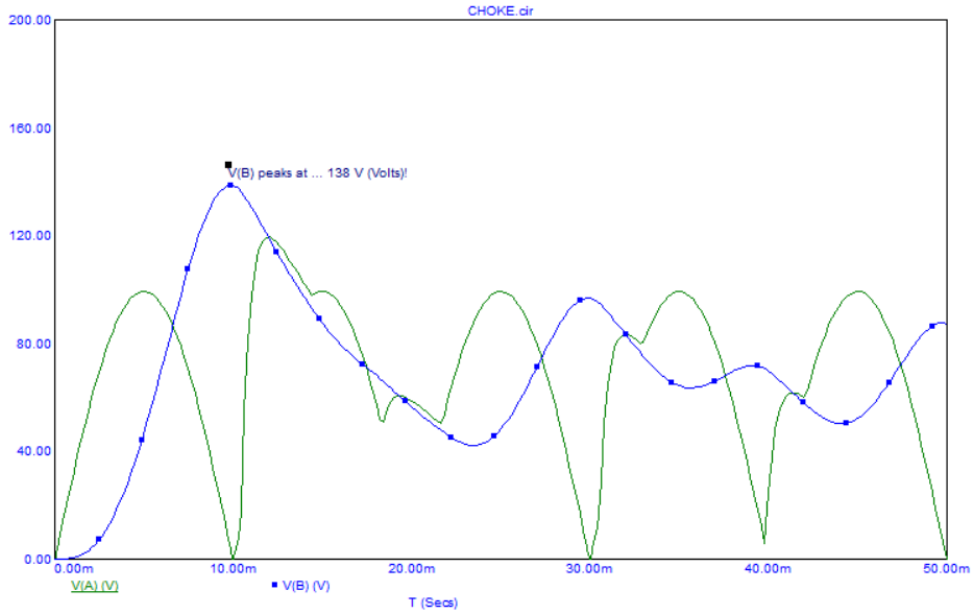
Κάντε κλικ στο κουμπί Go-to-Y . Πληκτρολογήστε "50" στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται και κάντε κλικ στο κουμπί "Αριστερά" στο κουτί διαλόγου. Ο αριστερός δρομέας είναι τοποθετημένος στην πρώτη πρόσπτωση 50,0 για την τιμή έκφρασης Y της επιλεγμένης καμπύλης.



Εικόνα 7.12. Λειτουργία Go-To-Y

3.5.8. Προσθήκη κειμένου στα σχεδιαγράμματα

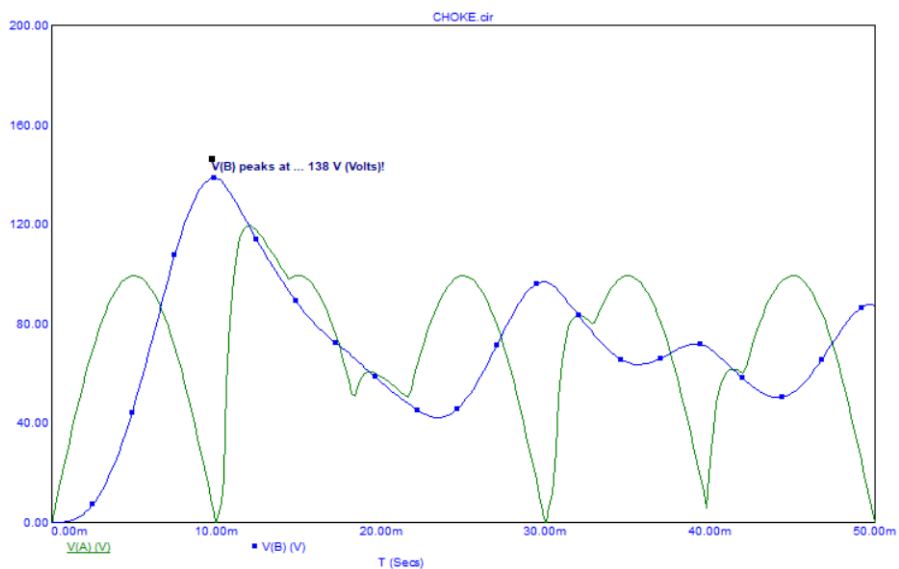
Η προσθήκη κειμένου σε μια γραφική παράσταση ανάλυσης είναι εύκολη. Κάντε κλικ στο κουμπί Close για έξοδο από τη λειτουργία Go-to-Y. Κάντε κλικ στο κουμπί για να επιλέξετε τη λειτουργία κειμένου. Κάντε κλικ με το ποντίκι κοντά στη μεγάλη κορυφή της καμπύλης V(B) και πληκτρολογήστε "V(B) κορυφές στα 138 βολτ.". Πατήστε SPACEBAR για είσοδο στη λειτουργία Select. Κάντε διπλό κλικ στο κείμενο και από την καρτέλα Γραμματοσειρά του κουτιού διαλόγου επιλέξτε 16 από τη λίστα Size. Κάντε κλικ στο OK. Η οθόνη μοιάζει με:



Εικόνα 7.13. Προσθήκη Κειμένου σε Σχεδιάγραμμα


Ίσως ήταν καλύτερο αν το κείμενο ήταν κεντραρισμένο πάνω από την κορυφή. Κάντε κλικ στο κείμενο με το αριστερό κουμπί και σύρετέ το προς τα πάνω και προς τα αριστερά μέχρι να κεντραριστεί. Αφήστε το κουμπί και το κείμενο σχεδιάζεται ξανά στη θέση του ποντικιού.

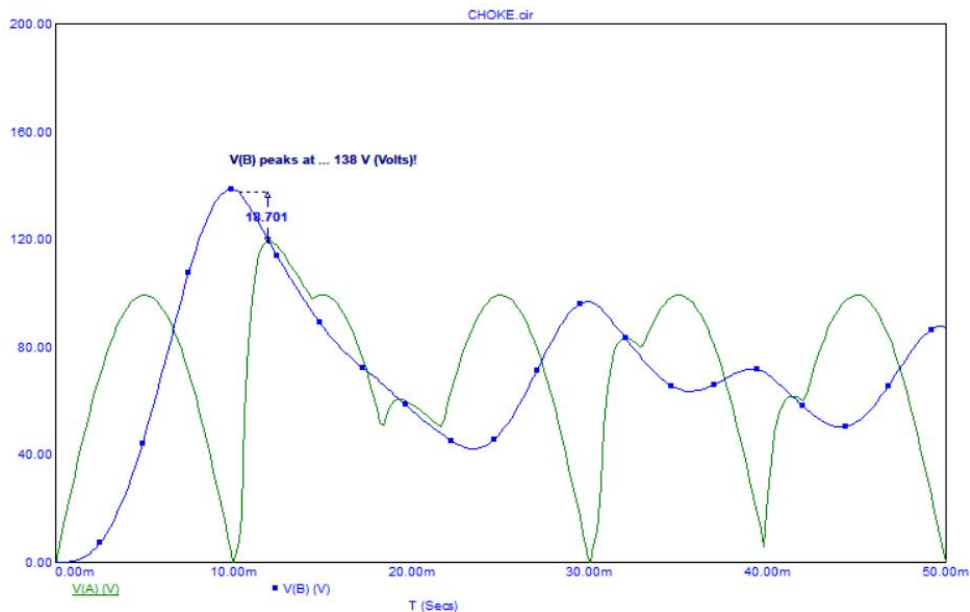
Ίσως το κείμενο να φαινόταν καλύτερα αν ήταν άλλο χρώμα ή με έντονη γραφή. Κάντε διπλό κλικ στο κείμενο και όταν εμφανιστεί το κουτί διαλόγου κειμένου, κάντε κλικ στο B στο κουτί διαλόγου. Αυτό το τμήμα του παραθύρου διαλόγου σας επιτρέπει να αλλάξετε τη γραμματοσειρά και πολλά χαρακτηριστικά γραμματοσειράς. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Το κείμενο θα πρέπει τώρα να εμφανίζεται όπως στην **Εικόνα 7.14**. Όλα τα χαρακτηριστικά γραμματοσειράς για κάθε παρουσία κειμένου μπορούν να αλλάξουν ανεξάρτητα.




Εικόνα 7.14. Αλλαγή Στυλ Γραμματοσειράς του Κειμένου


3.5.9. Προσθήκη ετικετών στα σχεδιαγράμματα

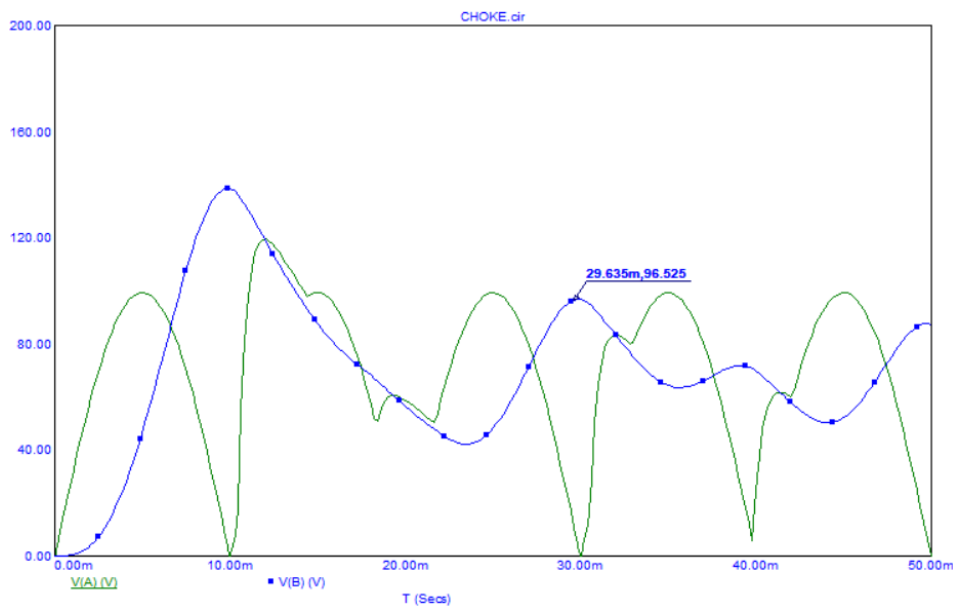
Κάντε κλικ στο κουμπί  για να ενεργοποιήσετε τη λειτουργία Vertical Tag. Κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί του ποντικιού κοντά στην υψηλότερη κορυφή του V(B). Σύρετε το ποντίκι στην υψηλότερη κορυφή του V(A) και αφήστε το κουμπί. Η ετικέτα δείχνει το κατακόρυφο δέλτα μεταξύ των δύο σημείων δεδομένων.



Εικόνα 7.15. Λειτουργία Κάθετης Ετικέτας

Με παρόμοιο τρόπο, η οριζόντια ετικέτα, ενεργοποιημένη από το κουμπί , μετρά το οριζόντιο δέλτα μεταξύ των δύο σημείων δεδομένων της ετικέτας. Είναι πιο χρήσιμο για τη μέτρηση της χρονικής διαφοράς μεταξύ δύο ψηφιακών συμβάντων, όπως το πλάτος ενός παλμού ή η χρονική καθυστέρηση μεταξύ δύο συμβάντων. Επιλέξτε **Delete all objects** από το μενού **Field** για να διαγράψετε το κείμενο και την ετικέτα.

Κάντε κλικ στο κουμπί  για να ενεργοποιήσετε τη λειτουργία Point Tag. Κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί του ποντικιού στη δεύτερη κορυφή του V(B) και σύρετε το ποντίκι. Η ετικέτα σημείου επισημαίνει το πραγματικό σημείο δεδομένων ανάλυσης που βρίσκεται πλησιέστερα στο αρχικό κλικ του ποντικιού. Η ετικέτα θα παρακολουθεί τις κινήσεις του ποντικιού. Αφήστε το κουμπί του ποντικιού όταν η σκιά βρίσκεται στο επιθυμητό σημείο. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με την *Εικόνα 7.16*.




Εικόνα 7.16. Χρήση της Ετικέτας Σημείου

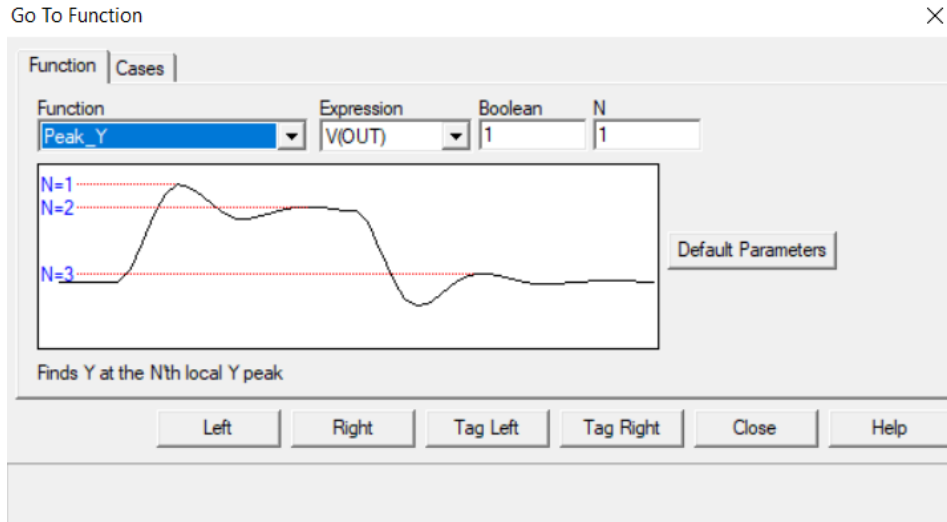
Όταν βρίσκεστε σε λειτουργία επιλογής, κάνοντας διπλό κλικ σε ένα στοιχείο ετικέτας καλείται το κουτί διαλόγου Ετικέτα. Αυτό το κουτί διαλόγου σας επιτρέπει να επεξεργαστείτε το στυλ βέλους, το βάρος, το χρώμα και τα χαρακτηριστικά της γραμματοσειράς του αριθμού. Όλες οι επιλογές ετικέτας είναι διαθέσιμες για κάθε παρουσία ενός στοιχείου ετικέτας.

Τόσο το σώμα κειμένου όσο και η άκρη του βέλους μιας ετικέτας μπορούν να επανατοποθετηθούν μετά την τοποθέτηση. Πατήστε SPACEBAR για εναλλαγή στη λειτουργία επιλογής. Κάντε διπλό κλικ στην ετικέτα και, στη συνέχεια, απενεργοποιήστε το στοιχείο Κλείδωμα στο κουτί διαλόγου. Κάντε κλικ στο OK. Σύρετε είτε τη λαβή του σώματος είτε τη λαβή της άκρης του βέλους. Η λαβή του σώματος είναι το μικρό ορθογώνιο κοντά στο κείμενο. Η λαβή της άκρης του βέλους είναι το μικρό ορθογώνιο στην άκρη του βέλους της ετικέτας.

Πατήστε F3 για έξοδο από την ανάλυση και μετά CTRL + F4 για να κλείσετε το αρχείο.

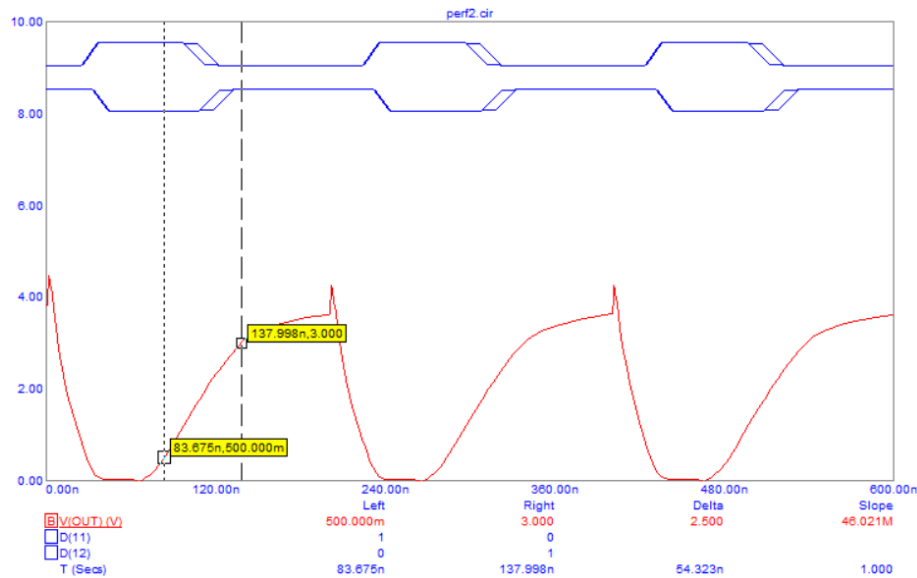
3.5.10. Λειτουργίες απόδοσης

Το Micro-Cap 12 παρέχει μια ομάδα συναρτήσεων για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών καμπύλης που σχετίζονται με την απόδοση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαγράμματα απόδοσης, ανάλυση Monte Carlo, τρισδιάστατη γραφική παράσταση και μπορούν επίσης να εφαρμοστούν απευθείας σε μεμονωμένες καμπύλες. Για παράδειγμα, φορτώστε το κύκλωμα PERF2 και εκτελέστε ανάλυση μεταβατικής περιόδου. Όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση, κάντε κλικ στο κουμπί Μετάβαση στην απόδοση  και σύρετε το κουτί διαλόγου επάνω δεξιά στην οθόνη. Το κουτί διαλόγου θα πρέπει να μοιάζει με αυτό:



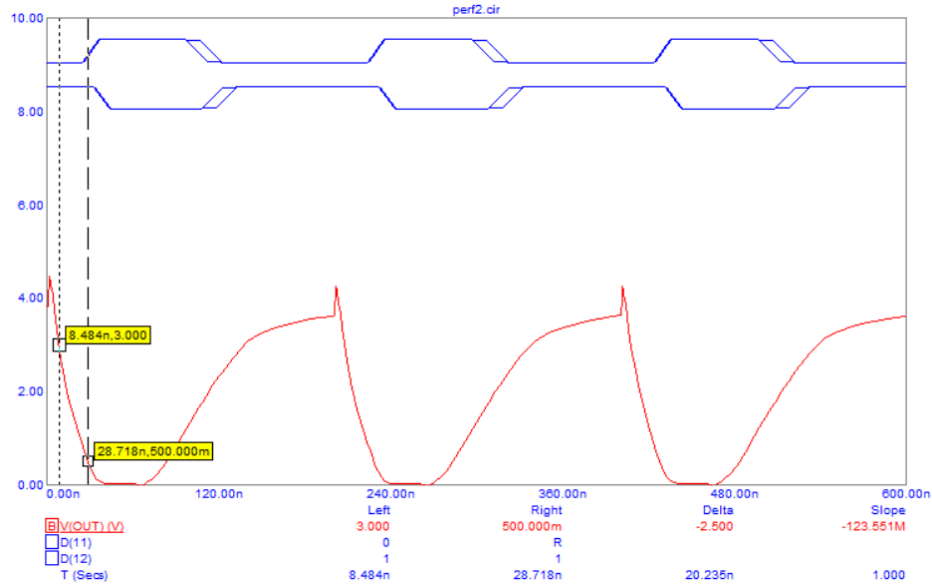
Εικόνα 7.17. Το κουτί διαλόγου Μετάβασης στην Απόδοση

Επιλέξτε Rise_Time από τη λίστα. Πληκτρολογήστε "3" στο πεδίο High, ".5" στο πεδίο Low και "1" στο πεδίο N. Κάντε κλικ στο κουμπί Μετάβαση σε. Η οθόνη μοιάζει με αυτό:



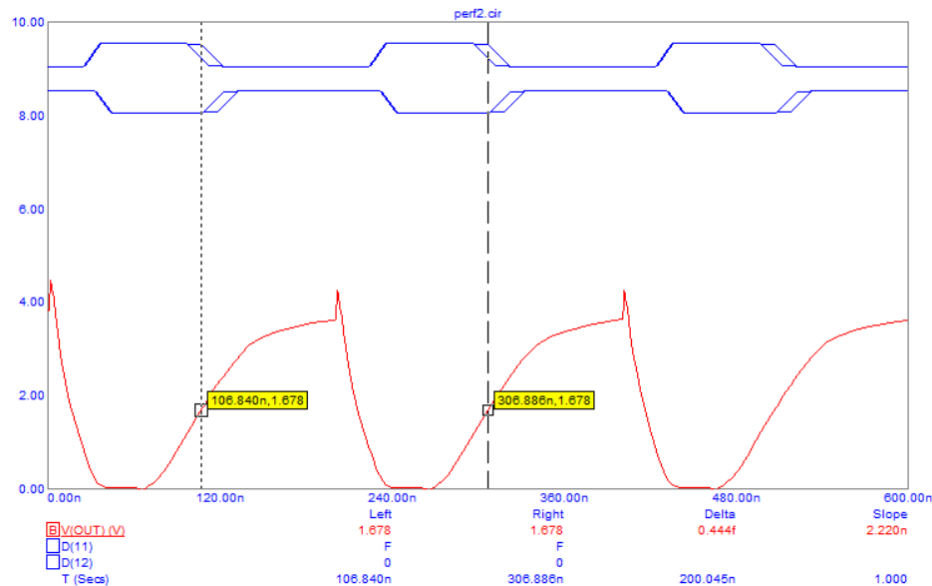
Εικόνα 7.18. Μέτρηση Χρόνου Ανύψωσης

Το N αυξάνεται για κάθε κλικ του κουμπιού Μετάβαση σε, επομένως τα διαδοχικά κλικ μετρούν τον χρόνο ανόδου των διαδοχικών παλμών. Επιλέξτε Fall_Time. Πληκτρολογήστε "1" στο πεδίο N, "3" στο πεδίο High και ".5" στο πεδίο Low. Κάντε κλικ στο κουμπί Μετάβαση σε δύο φορές. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με την **Εικόνα 7.19**.



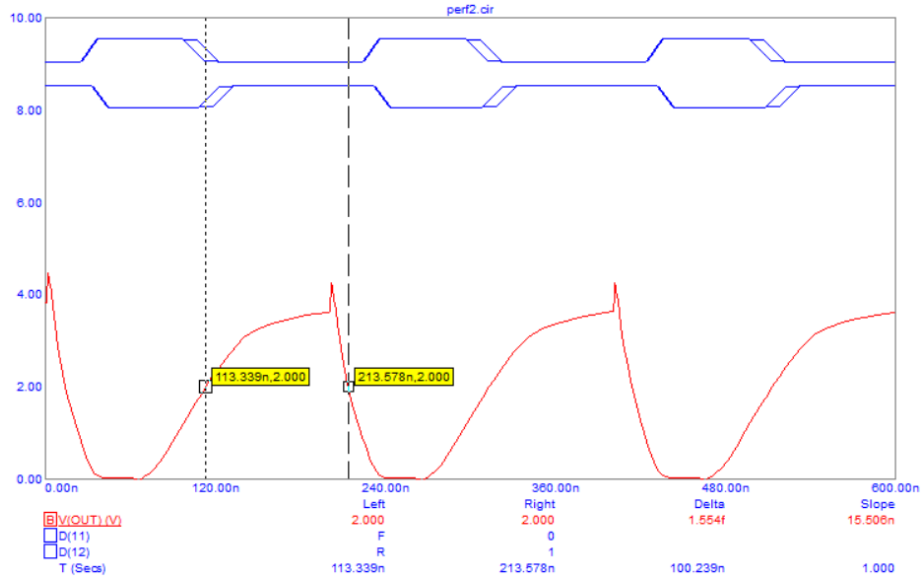
Εικόνα 7.19. Μέτρηση Χρόνου Πτώσης

Επιλέξτε τη συνάρτηση Περίοδος. Κάντε κλικ στο κουμπί Μετάβαση σε. Η οθόνη μοιάζει με αυτό:



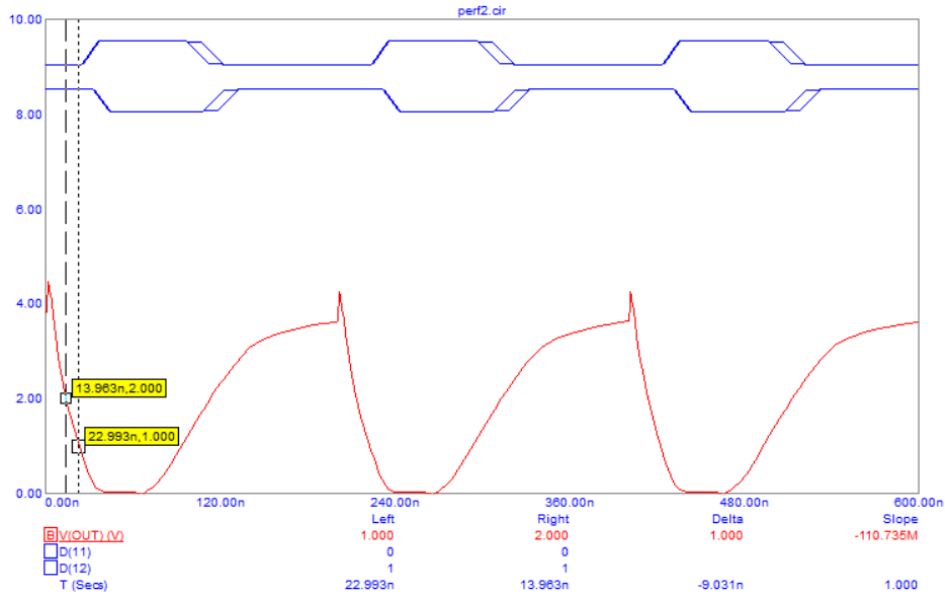
Εικόνα 7.20. Μέτρηση Περιόδου Παλμού

Επιλέξτε τη συνάρτηση Πλάτος και κάντε κλικ στο κουμπί Μετάβαση σε. Το πλάτος υπολογίζεται βρίσκοντας το Ν' ανερχόμενο στιγμιότυπο του επιπέδου τιμής και, στη συνέχεια, το Ν' φθίνον στιγμιότυπο του επιπέδου τιμής. Η συνάρτηση επιστρέφει τη διαφορά μεταξύ των τιμών έκφρασης X και τοποθετεί τους δρομείς στις δύο θέσεις. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:



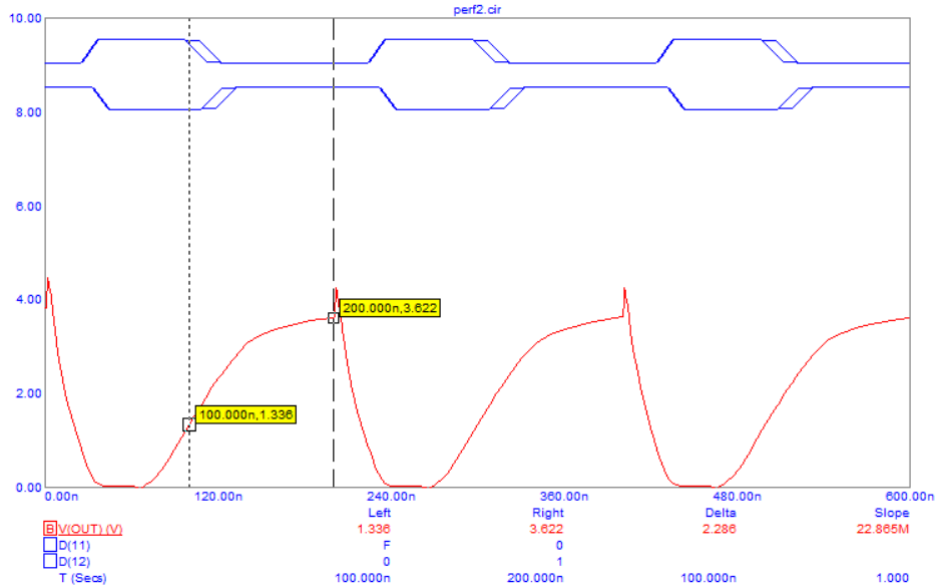
Εικόνα 7.21. Μέτρηση Πλάτους Παλμού

Επιλέξτε τη συνάρτηση X_Delta. Κάντε κλικ στο Μετάβαση σε. Η οθόνη μοιάζει με αυτό:



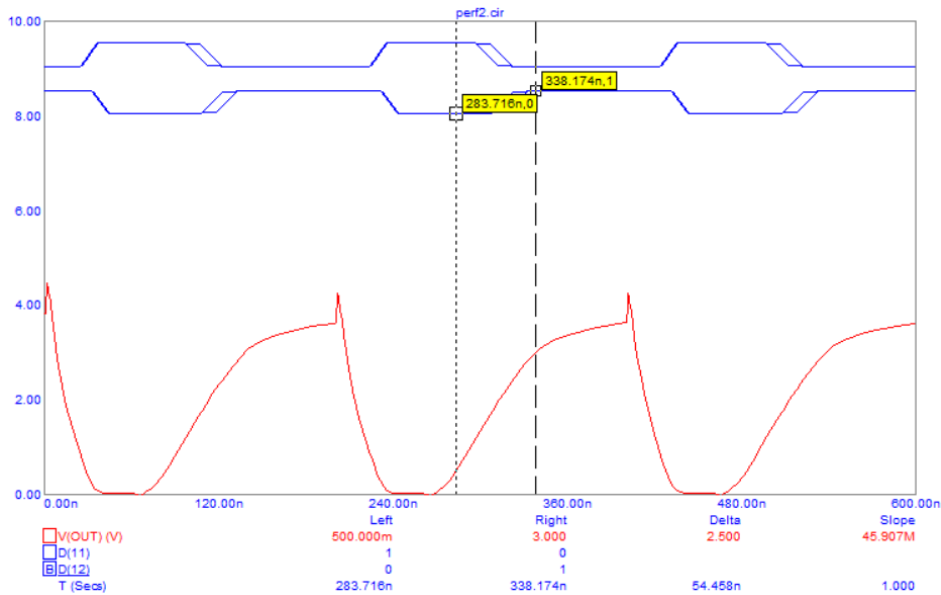
Εικόνα 7.22. Συνάρτηση X_Delta

Το X_Delta εντοπίζει το N' στιγμιότυπο των τιμών YLow και YHigh, τοποθετεί τους δρομείς στα σημεία δεδομένων και επιστρέφει τη διαφορά μεταξύ των τιμών έκφρασης X. Η συνάρτηση Y_Delta λειτουργεί παρόμοια. Επιλέξτε το και ορίστε XLow = 100n και XHigh = 200n και κάντε κλικ στο κουμπί Μετάβαση σε. Το αποτέλεσμα μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 7.23. Συνάρτηση Y_Delta


Οι λειτουργίες απόδοσης λειτουργούν επίσης σε ψηφιακές καμπύλες. Επιλέξτε D(12) από τη λίστα Expression και Rise_Time από τη λίστα Function. Ορίστε N=2 και κάντε κλικ στο κουμπί Μετάβαση σε. Το αποτέλεσμα μοιάζει με την **Εικόνα 7.24.** Κάντε κλικ στο Close.

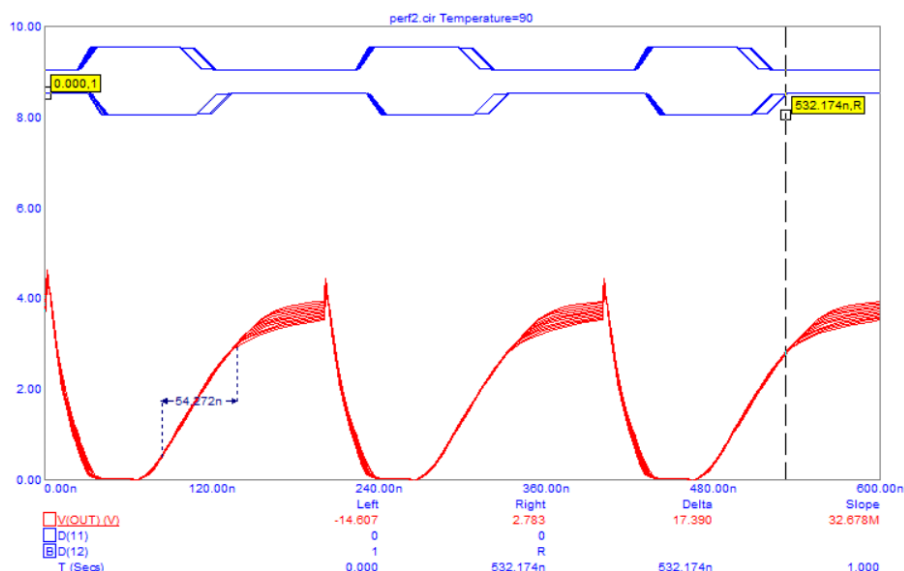


Εικόνα 7.24. Μέτρηση Χρόνων Ψηφιακής Ανόδου

3.5.11. Ετικέτες απόδοσης

Οι ετικέτες απόδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μόνιμα εργαλεία μέτρησης. Για απεικόνιση, πατήστε F9 και πληκτρολογήστε 100,0,10 στο πεδίο Θερμοκρασία. Πατήστε F2 και

όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση, κάντε κλικ στο κουμπί Performance Tag Mode . Κάντε κλικ στο σχεδιάγραμμα και στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται, κάντε κλικ στο κουμπί Λήψη. Επιλέξτε Rise_Time από τη λίστα. Επιλέξτε V(OUT) από τη λίστα Έκφραση. Εισαγάγετε 3.0 στο πεδίο High, 0.5 στο πεδίο Low και 1 στο πεδίο N. Κάντε κλικ στο κουμπί "Λήψη συνάρτησης απόδοσης" στο παράθυρο διαλόγου OK. Κάντε κλικ στο παράθυρο διαλόγου Ετικέτα απόδοσης OK. Πατήστε F2 για να εκτελέσετε την ανάλυση. Η επιλεγμένη ετικέτα μετρά το χρόνο ανόδου της πρώτης περίπτωσης θερμοκρασίας, 0 μίρες. Πατήστε F8 για να μπειτε στη λειτουργία δρομέα. Τώρα πατήστε το πλήκτρο δρομέα επάνω βέλους. Για κάθε πάτημα, το Micro-Cap 12 επιλέγει τον επόμενο κλάδο θερμοκρασίας και η ετικέτα μετρά τον χρόνο ανόδου. Μετά από πολλά πατήματα, η οθόνη μοιάζει με αυτό:






Εικόνα 7.25. Ετικέτες Επίδοσης

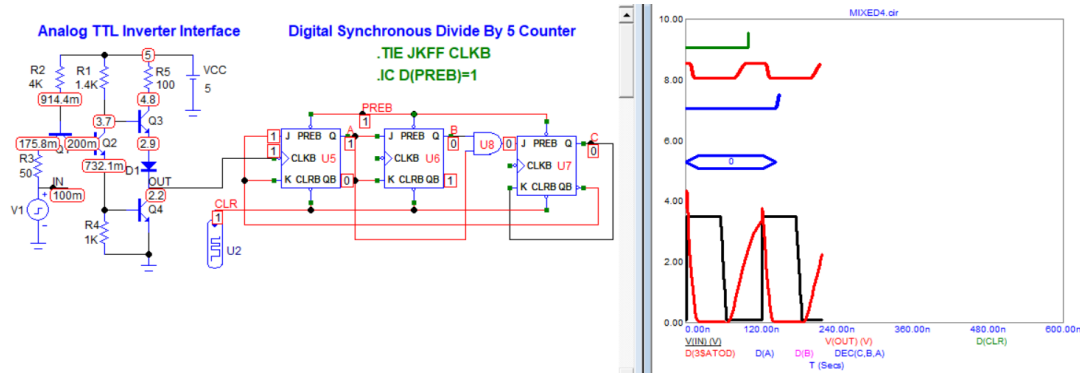
Κάθε φορά που εκτελείται μια ανάλυση, είτε πρόκειται για βήμα θερμοκρασίας ή παραμέτρου, είτε για εκτέλεση Monte Carlo, η ετικέτα θα συνεχίσει να μετρά την καθορισμένη συνάρτηση απόδοσης.

Όπως και με άλλες λειτουργίες απόδοσης, μπορείτε να σύρετε την ετικέτα από το μικρό πλαίσιο που εμφανίζεται όταν είναι επιλεγμένο.

3.5.12. Ανάλυση με κινούμενη εικόνα (Animation)

Συχνά είναι χρήσιμο να κάνετε μια ανάλυση τη φορά. Η λειτουργία κίνησης σάς επιτρέπει να το κάνετε αυτό και εμφανίζει τις τάσεις του κόμβου και τις ψηφιακές καταστάσεις στο σχηματικό σε κάθε χρονικό σημείο. Για να δείτε πώς λειτουργεί η λειτουργία, φορτώστε το αρχείο MIXED4. Επιλέξτε Transient από το μενού Analysis. Πατήστε ALT + F4 για να καταργήσετε το κουτί διαλόγου Analysis Limits. Κάντε κλικ στο κουμπί Tile Vertical . Επιλέξτε Scope/Animate Options ή κάντε κλικ στο κουμπί Animate . Επιλέξτε την επιλογή Wait for Key Press και

πατήστε OK. Ενεργοποιήστε τις τάσεις κόμβου . Πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση. Πατήστε παρατεταμένα τα πλήκτρα CTRL και SPACEBAR για να παρατηρήσετε κάθε νέο σημείο δεδομένων που υπολογίζεται και εκτυπώνεται στο σχηματικό.



Εικόνα 7.26. Κινοούμενη Εικόνα Ανάλυσης

Η παραπάνω εικόνα δείχνει πώς θα πρέπει να μοιάζει η οθόνη στη μέση της διαδρομής. Σε αυτήν τη λειτουργία, το Micro-Cap 12 υπολογίζει ένα μόνο σημείο δεδομένων, προαιρετικά εκτυπώνει τις ηλικίες/καταστάσεις τάσης, τα ρεύματα, την ισχύ και τις συνθήκες στο σχηματικό και, στη συνέχεια, αναμένει το πλήκτρο CTRL + SPACEBAR ή τη χρονική καθυστέρηση. Στη συνέχεια επαναλαμβάνει τον κύκλο υπολογισμού, εκτύπωσης και παύσης μέχρι να ολοκληρωθεί η εκτέλεση. Όταν η λειτουργία Animate ακυρώνεται κάνοντας κλικ στο κουμπί Don't Wait στο παράθυρο διαλόγου Animate, η εκτέλεση συνεχίζεται σε κανονική λειτουργία. Για να δείτε τόσο το σχηματικό όσο και το διάγραμμα ανάλυσης ταυτόχρονα, πρέπει να επιλέξετε είτε Horizontal είτε Vertical. Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη για ανάλυση εναλλασσόμενου ρεύματος, συνεχούς ρεύματος και μεταβατικής ανάλυσης, αν και είναι πιο χρήσιμη στην μεταβατική ανάλυση ψηφιακών και μικτών κυκλωμάτων. Πατήστε ESC για να σταματήσετε την εκτέλεση, F3 για έξοδο από την ανάλυση και CTRL + F4 για να κλείσετε το αρχείο.

3.6. Χρησιμοποιώντας Ελεγκτή (Probe)

3.6.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Το Probe είναι ένα εναλλακτικό εργαλείο για την προβολή των αποτελεσμάτων μιας ανάλυσης. Εκτελεί την επιλεγμένη ανάλυση, αποθηκεύει ολόκληρη την ανάλυση σε ένα αρχείο δίσκου και, στη συνέχεια, αφήνει τον χρήστη να διερευνήσει το σχηματικό. Σε αντίθεση με μια κανονική ανάλυση, όπου αποθηκεύονται μόνο οι καμπύλες που καθορίζονται στο κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης, το Probe αποθηκεύει τα πάντα, ώστε να μπορείτε να αποφασίσετε τι να σχεδιάσετε μετά την εκτέλεση της ανάλυσης. Μοιάζει πολύ με την ανίχνευση ενός πραγματικού κυκλώματος με παλμογράφο, αναλυτή φάσματος ή ανιχνευτή καμπυλών. Σε αυτό το κεφάλαιο επιδεικνύουμε τις δυνατότητες του Probe με πολλά παραδείγματα. Τα θέματα περιλαμβάνουν:

- Πώς λειτουργεί το Probe

- Μεταβατικές μεταβλητές ανάλυσης
- Πειραματισμός με το Probe
- Πλοήγηση στο σχηματικό
- Ένα παράδειγμα AC
- Ένα παράδειγμα DC
- Ανίχνευση αρχείων SPICE

3.6.2. Πως λειτουργεί ο έλεγχος

Το Probe είναι ένας τρόπος προβολής των αποτελεσμάτων προσομοίωσης. Σας επιτρέπει να δείξετε μια θέση σε ένα κύκλωμα και να δείτε τις καμπύλες. Λειτουργεί ακριβώς όπως μια κανονική προσομοίωση, αποθηκεύοντας όλες τις μεταβλητές σε κάθε σημείο λύσης σε ένα αρχείο δίσκου. Όταν κάνετε κλικ στο ποντίκι, το Probe καθορίζει πού βρίσκεται ο δείκτης του ποντικιού, εξάγει από το αρχείο τις κατάλληλες τιμές τόσο για τον κάθετο όσο και για τον οριζόντιο άξονα και σχεδιάζει την καμπύλη που προκύπτει. Μπορείτε επίσης να σχεδιάσετε παραστάσεις χρησιμοποιώντας μεταβλητές κυκλώματος όπως μπορείτε σε μια τυπική ανάλυση.

Για να απεικονίσετε το Probe, φορτώστε το αρχείο ECLGATE. Εάν υπάρχει το πλαίσιο Component, αφαιρέστε το με CTRL+ALT+X. Επιλέξτε Probe Transient από το μενού Analysis. Κάντε κλικ στο κουμπί Close του κουτιού διαλόγου Όρια ανάλυσης. Εάν ένα αρχείο αποτελεσμάτων τρέχουσας ανάλυσης δεν είναι ήδη διαθέσιμο, το πρόγραμμα εκτελεί μια μεταβατική ανάλυση στο κύκλωμα και αποθηκεύει τα αποτελέσματα σε ένα αρχείο που ονομάζεται ECLGATE.TSA. Στη συνέχεια, παρουσιάζει την οθόνη Probe. Κάντε κλικ στο μενού Probe. Παρέχει αυτές τις επιλογές:

- **Run:** (F2) Αυτή η επιλογή αναγκάζει μια νέα εκτέλεση. Το Probe εκτελεί αυτόματα μια νέα εκτέλεση όταν ο χρόνος της τελευταίας αποθηκευμένης εκτέλεσης είναι προγενέστερος από τον χρόνο της τελευταίας επεξεργασίας στο σχηματικό. Ωστόσο, εάν έχετε αλλάξει το RELTOL ή κάποια άλλη τιμή ή επιλογή Καθολικών ρυθμίσεων που μπορεί να επηρεάσει μια εκτέλεση προσομοίωσης, μπορεί να θέλετε να επιβάλετε μια νέα εκτέλεση χρησιμοποιώντας τη νέα τιμή.
- **Limits:** (F9) Ανοίγει το παράθυρο διαλόγου Όρια ανάλυσης για τον επιλεγμένο τύπο ανάλυσης. Από εδώ επιλέγετε ένα υποσύνολο των συνηθισμένων επιλογών ανάλυσης.
- **Stepping...:** (F11) Αυτό έχει πρόσβαση στο κουτί διαλόγου Stepping.
- **Operating Point Methods:** (CTRL + SHIFT + O) Σας επιτρέπει να επιλέξετε τη μέθοδο σημείου λειτουργίας που θα χρησιμοποιηθεί και τη σειρά με την οποία δοκιμάζεται το καθένα.

- **Reduce Data Points...:** Αυτό έχει πρόσβαση στο κουτί διαλόγου Reduce Data Points, το οποίο σας επιτρέπει να μειώσετε τα σημεία δεδομένων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια μιας εκτέλεσης προσομοίωσης Probe.
- **Add Curve:** Αυτή η επιλογή σας επιτρέπει να προσθέσετε μια γραφική παράσταση που ορίζεται από μια κυριολεκτική έκφραση χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε μεταβλητή κυκλώματος. Για παράδειγμα, μπορείτε να εισαγάγετε $VCE(Q1)*IC(Q1)$ για να σχεδιάσετε την ισχύ συλλέκτη ενός τρανζίστορ.
- **Delete Curves:** Αυτή η επιλογή σας επιτρέπει να αφαιρείτε επιλεκτικά καμπύλες.
- **Delete All Curves:** (CTRL + F9) Αυτό αφαιρεί όλες τις καμπύλες.
- **Separate Analog and Digital:** Αυτή η λειτουργία τοποθετεί την αναλογική και την ψηφιακή καμπύλη σε ξεχωριστές ομάδες γραφικών.
- **One Curve:** Σε αυτήν τη λειτουργία, απεικονίζεται μόνο μία καμπύλη. Κάθε φορά που γίνεται ανίχνευση του κυκλώματος, η παλιά καμπύλη αντικαθίσταται με τη νέα.
Μπορείτε να προσθέσετε περισσότερα από ένα ίχνη στη λειτουργία One Curve κρατώντας πατημένο το πλήκτρο CTRL ενώ κάνετε κλικ σε ένα αντικείμενο. Αυτό προσθέτει την καμπύλη εάν δεν έχει ήδη σχεδιαστεί ή τη διαγράφει εάν έχει ήδη σχεδιαστεί.
- **Many Curves:** Σε αυτήν τη λειτουργία, οι νέες καμπύλες δεν αντικαθιστούν τις παλιές, έτσι πολλές καμπύλες σχεδιάζονται μαζί, με κοινές ή μεμονωμένες κατακόρυφες κλίμακες. Η επιλογή κοινών ή μεμονωμένων κλιμάκων γίνεται ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας την επιλογή Same Y Scales For Every Plot Group από το μενού Scope.
- **Save All:** Αυτό αναγκάζει το Probe να αποθηκεύσει όλες τις μεταβλητές. Χρησιμοποιήστε το για να σχεδιάσετε ενέργεια, ισχύ, φορτίο, ροή, αντίσταση, χωρητικότητα, επαγωγή ή πεδίο B ή H.
- **Save V and I Only:** Κατά τη διάρκεια μιας εκτέλεσης, το Micro-Cap 12 δημιουργεί πολλές μεταβλητές. Η αποθήκευση όλων στο δίσκο για εμφάνιση από το Probe μπορεί να δημιουργήσει τεράστια αρχεία. Αυτή η επιλογή εξοικονομεί χώρο αρχείου και μειώνει τον χρόνο πρόσβασης εξοικονομώντας μόνο χρόνο, ψηφιακές καταστάσεις και μεταβλητές τάσης και ρεύματος. Απορρίπτει το υπόλοιπο, συμπεριλαμβανομένων των τιμών ενέργειας, ισχύος, φορτίου, ροής, χωρητικότητας, επαγωγής, αντίστασης, B και H.

- **3D Windows:** Αυτή η επιλογή, η οποία είναι διαθέσιμη μόνο εάν έχει οριστεί μια θερμοκρασία ή μια παράμετρος, σας επιτρέπει να προσθέσετε, να διαγράψετε ή να προβάλετε ένα παράθυρο 3D.
- **Performance Windows:** Αυτή η επιλογή, η οποία είναι διαθέσιμη μόνο εάν έχει οριστεί μια θερμοκρασία ή μια παράμετρος, σας επιτρέπει να προσθέσετε, να διαγράψετε ή να προβάλετε ένα παράθυρο απόδοσης.
- **FFT Windows:** Αυτή η επιλογή σας επιτρέπει να προσθέσετε, να διαγράψετε ή να προβάλετε ένα παράθυρο FFT.
- **Slider:** Αυτή η επιλογή σας επιτρέπει να προσθέσετε ένα ρυθμιστικό και να το αντιστοιχίσετε σε μια παράμετρο. Το ρυθμιστικό σας επιτρέπει να αλλάζετε ομαλά την τιμή της παραμέτρου και να παρακολουθείτε το εφέ σε επιλεγμένες κυματομορφές.
- **Plot Group:** Αυτή η επιλογή σας επιτρέπει να επιλέξετε την ομάδα γραφικών για να τοποθετήσετε την επόμενη καμπύλη. Την επόμενη φορά που θα προσθέσετε μια παράσταση ή θα κάνετε κλικ στο σχηματικό για να σχεδιάσετε μια καμπύλη, θα τοποθετηθεί στην καθορισμένη ομάδα γραφικών.
- **Exit Probe:** (F3) Αυτό βγαίνει από το Probe.

3.6.3. Μεταβλητές παροδικής ανάλυσης

Το μενού Vertical επιλέγει την κατακόρυφη μεταβλητή και το μενού Horizontal την οριζόντια μεταβλητή. Όπου η άκρη βέλους του δρομέα του ποντικιού αγγίζει το σχηματικό, το Probe καθορίζει εάν το αντικείμενο είναι κόμβος ή στοιχείο και αν είναι αναλογικό ή ψηφιακό.

Εάν το αντικείμενο είναι ψηφιακός κόμβος, το Probe σχεδιάζει την ψηφιακή κυματομορφή για τον κόμβο.

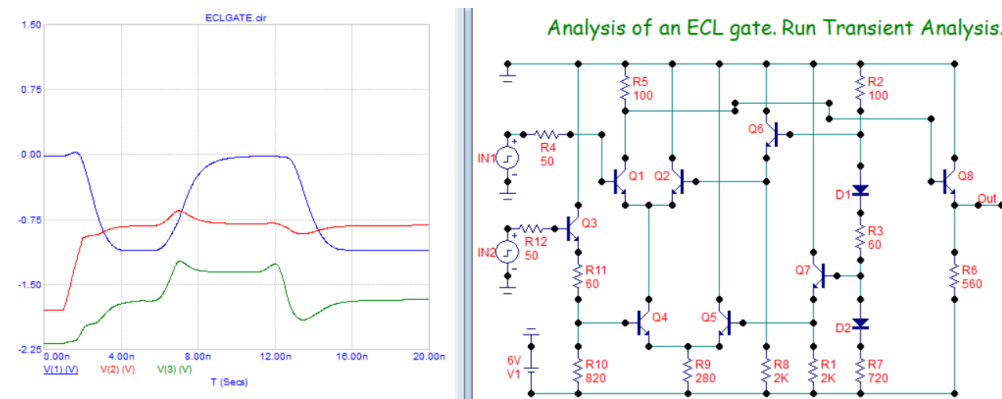
Εάν το αντικείμενο είναι αναλογικό, το Probe εξάγει τις κάθετες και οριζόντιες μεταβλητές που καθορίζονται από αυτά τα μενού και τις χρησιμοποιεί για να σχεδιάσει την αναλογική καμπύλη. Οι διαθέσιμες επιλογές στην παροδική ανάλυση περιλαμβάνουν:

- **All:** Εάν το ποντίκι κάνει ανίχνευση σε μια συσκευή, ένα κουτί διαλόγου εμφανίζει όλες τις διαθέσιμες μεταβλητές για τη συσκευή. Επιλέξτε ένα στοιχείο από τη λίστα και το Micro-Cap 12 το σχεδιάζει. Το <All currents> απεικονίζει όλα τα ρεύματα ακίδων στη συσκευή και το <All voltages> απεικονίζει όλες τις τάσεις από τον ακροδέκτη σε καρφίτσα για τη συσκευή.

- **Voltage:** Εάν το ποντίκι κάνει ανίχνευση σε έναν κόμβο, επιλέγεται μια τάση κόμβου. Εάν το ποντίκι ανιχνεύει το σχήμα ενός εξαρτήματος δύο απαγωγών, επιλέγεται η τάση στα άκρα του στοιχείου. Εάν το ποντίκι κάνει ανιχνευτή μεταξύ δύο απαγωγών μιας ενεργής συσκευής τριών ή τεσσάρων απαγωγών, επιλέγεται η διαφορά τάσης απαγωγής προς απαγωγή.
- **Current:** Εάν το ποντίκι ανιχνεύει το σχήμα ενός στοιχείου δύο απαγωγών, επιλέγεται το ρεύμα μέσω του στοιχείου. Εάν το ποντίκι ανιχνεύει ένα καλώδιο μιας ενεργής συσκευής τριών ή τεσσάρων απαγωγών, επιλέγεται το ρεύμα στο καλώδιο. Ο ανιχνευτής δεν μπορεί να σχεδιάσει απευθείας το ρεύμα σε μια ακίδα μακροεντολής ή υποκυκλώματος.
- **Energy:** Εάν το ποντίκι κάνει ανίχνευση σε ένα εξάρτημα, απεικονίζει την ενέργεια που διαχέεται (ED), παράγεται (EG) ή αποθηκεύεται (ES) σε αυτό το εξάρτημα. Εάν το στοιχείο έχει περισσότερα από ένα από αυτά, εμφανίζεται μια λίστα που επιτρέπει την επιλογή.
- **Power:** Εάν το ποντίκι κάνει ανίχνευση σε ένα εξάρτημα, απεικονίζει την ισχύ που καταναλώνεται (PD), δημιουργείται (PG) ή αποθηκεύεται (PS) σε αυτό το στοιχείο. Εάν το στοιχείο έχει περισσότερα από ένα από αυτά, εμφανίζεται μια λίστα που επιτρέπει την επιλογή.
- **Resistance:** Εάν το ποντίκι κάνει κλικ σε μια αντίσταση, επιλέγει την αντίστασή της.
- **Charge:** Εάν το ποντίκι κάνει κλικ σε έναν πυκνωτή, επιλέγεται η φόρτιση του πυκνωτή. Εάν ο ανιχνευτής εμφανίζεται μεταξύ των καλωδίων μιας συσκευής ημιαγωγών, επιλέγεται η φόρτιση του εσωτερικού πυκνωτή μεταξύ των δύο καλωδίων. Για παράδειγμα, ένα κλικ μεταξύ μιας βάσης NPN και του πομπού επιλέγει τη φόρτιση CBE.
- **Capacitance:** Αυτή είναι η χωρητικότητα που σχετίζεται με τη φόρτιση.
- **Flux:** Εάν το ποντίκι κάνει κλικ στο σώμα ενός επαγωγέα, αυτό επιλέγει τη ροή του.
- **Inductance:** Αυτή είναι η επαγωγή που σχετίζεται με τη ροή.
- **B Field:** Εάν το ποντίκι κάνει κλικ σε έναν πυρήνα, αυτό επιλέγει το πεδίο B του πυρήνα.
- **H Field:** Εάν το ποντίκι κάνει κλικ σε έναν πυρήνα, αυτό επιλέγει το πεδίο H του πυρήνα.
- **Time:** Επιλέγει τη μεταβατική μεταβλητή χρόνου προσομοίωσης ανάλυσης.
- **Linear:** Επιλέγει μια γραμμική γραφική παράσταση.
- **Log:** Επιλέγει ένα διάγραμμα καταγραφής.

3.6.4. Ελέγχοντας τάσεις κόμβου

Κάντε κλικ στο μενού Vertical και επιλέξτε Voltage. Επιλέξτε Time στο μενού Horizontal. Κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί του ποντικιού στην κουκκίδα πάνω από το καλώδιο συλλέκτη Q1. Ο ανιχνευτής σαρώνει το σχηματικό, προσδιορίζει ότι το ποντίκι δείχνει προς τον κόμβο 1 και σχεδιάζει το V(1) έναντι του χρόνου. Ανιχνεύστε τη βασική κουκκίδα του Q1 και, στη συνέχεια, ανιχνεύστε την κουκκίδα του εκπομπού. Η οθόνη θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό:



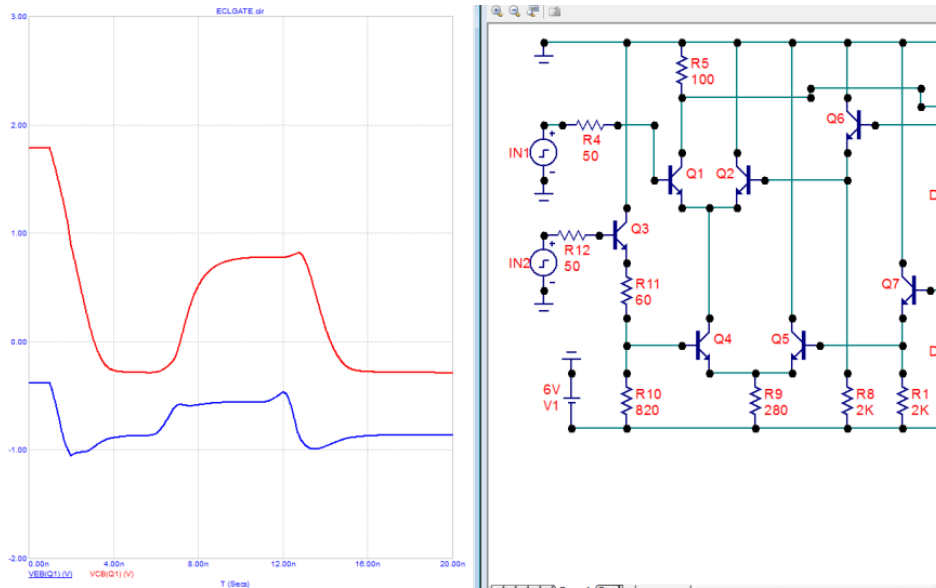
Εικόνα 8.1. Έλεγχος Τάσεων Κόμβου

Ο ανιχνευτής ελέγχει πρώτα εάν η θέση είναι εντός του περιγράμματος σχήματος ενός στοιχείου. Εάν ναι και εάν το στοιχείο είναι ένα ψηφιακό τμήμα, ένα subckt ή μια μακροεντολή, το Probe παρουσιάζει μια λίστα με ονόματα καρφιστών και σας επιτρέπει να επιλέξετε ένα. Εάν το εξάρτημα είναι οτιδήποτε άλλο (π.χ. ένα τυπικό αναλογικό εξάρτημα), το Probe προσπαθεί να αντιστοιχίσει τις επιλεγμένες κάθετες και οριζόντιες μεταβλητές, όπως τάση ή ρεύμα, με τις μεταβλητές που είναι διαθέσιμες από το εξάρτημα. Εάν υπάρχει αντιστοιχία, οι μεταβλητές εκχωρούνται και ανακτώνται από το αρχείο. Εάν δεν υπάρχει αντιστοιχία, το Probe ελέγχει εάν μία από τις επιλεγμένες μεταβλητές είναι τάση και η τοποθεσία βρίσκεται σε κόμβο που δεν είναι γείωση. Εάν είναι, εκχωρεί την ψηφιακή κατάσταση ή την αναλογική τάση του κόμβου στη μεταβλητή και ανακτά τις τιμές από το αρχείο.

Για να απεικονίσετε τη γραφική παράσταση των τάσεων απαγωγής προς απαγωγή, πατήστε CTRL + F9 για να αφαιρέσετε όλες τις καμπύλες. Κάντε κλικ στο ποντίκι στο μέσο της διαδρομής μεταξύ της κουκκίδας ηλεκτροδίου βάσης Q1 και της απαγωγής εκπομπού Q1. Αυτό απεικονίζει μια από τις καμπύλες, VBE(Q1) ή VEB(Q1), ανάλογα με το σε ποιο απαγωγό ήταν πιο κοντά ο ανιχνευτής. Μπορεί να χρειαστεί λίγη εξάσκηση για να καταλάβετε πού να διερευνήσετε. Προσθέστε την καμπύλη VBC(Q1) κάνοντας κλικ στη μέση μεταξύ των ακροδεκτών βάσης και συλλέκτη.

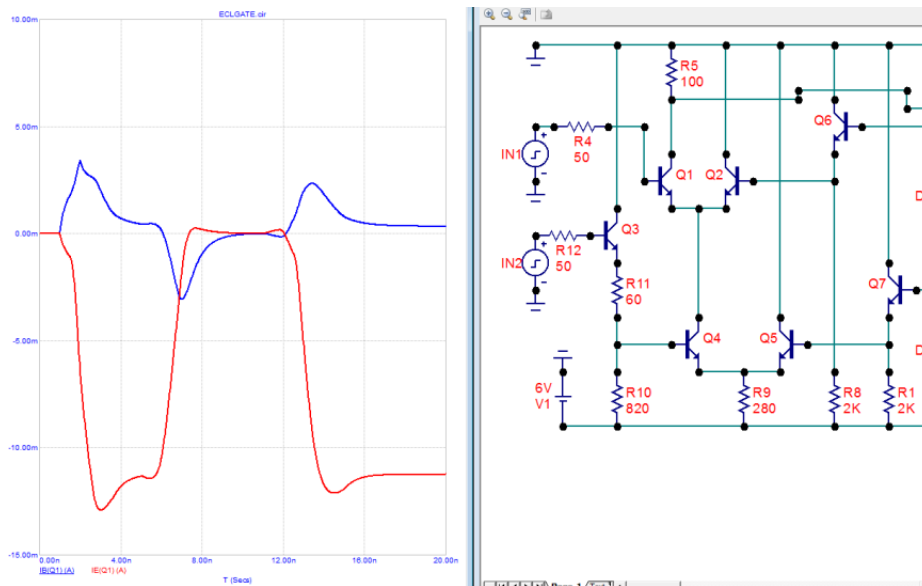
3.6.5. Ελέγχοντας τάσεις lead-to-lead

Οι καμπύλες τάσης απαγωγής προς απαγωγή μοιάζουν με αυτό:



Εικόνα 8.2. Έλεγχος Τάσεων Lead-To-Lead

Τα ρεύματα μολύβδου μπορούν να αποτυπωθούν εξίσου εύκολα. Επιλέξτε Current από το μενού Probe Vertical. Πατήστε CTRL + F9. Κάντε κλικ ακριβώς στα δεξιά της βάσης και ακριβώς πάνω από το καλώδιο εκπομπής του Q1. Οι καμπύλες που προκύπτουν δείχνουν το ρεύμα σε καθένα από αυτά τα καλώδια:



Εικόνα 8.3. Έλεγχος Lead Ρευμάτων

3.6.6. Πλοήγηση σχηματικού (Schematic)

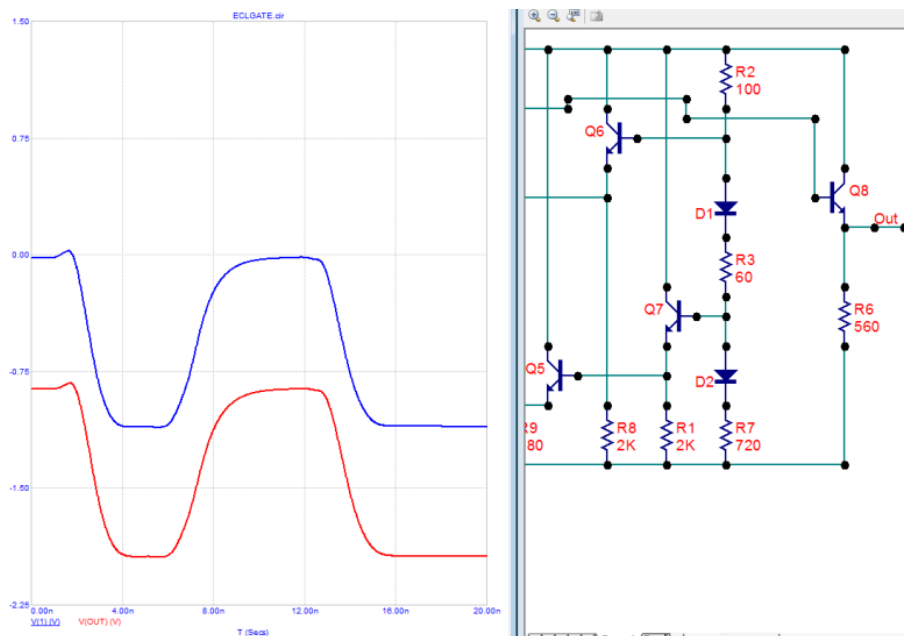
Ας υποθέσουμε ότι θέλετε να διερευνήσετε μια περιοχή του σχηματικού που δεν είναι ορατή; Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιαδήποτε από τις συνήθεις μεθόδους: γραμμές κύλισης,

μετατόπιση ποντικιού ή πληκτρολογίου, αλλαγή της κλίμακας, SHIFT + μετεγκατάσταση κλικ ή μετεγκατάσταση σημαίας.

Για να μετακινηθείτε γρήγορα, χρησιμοποιήστε τη μέθοδο SHIFT + κλικ. Πατήστε το πλήκτρο SHIFT και κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού σε οποιοδήποτε σημείο του κυκλώματος. Το κύκλωμα συρρικνώνεται. Μετακινήστε το ποντίκι σε άλλο μέρος του κυκλώματος και πατήστε SHIFT + κλικ. Η κλίμακα επανέρχεται στο κανονικό και η προβολή είναι κεντραρισμένη στη θέση του ποντικιού.

Η μετατόπιση πληκτρολογίου χρησιμοποιεί CTRL + οποιοδήποτε πλήκτρο βέλους για να μετακινήσει την προβολή προς την κατεύθυνση του βέλους. Τα πλήκτρα CTRL + PGUP και CTRL + PGDN μετακινούν την προβολή πάνω ή κάτω κατά μία σελίδα. Το παράθυρο κυκλώματος πρέπει να επιλεγεί για να μετατοπιστεί η προβολή κυκλώματος.

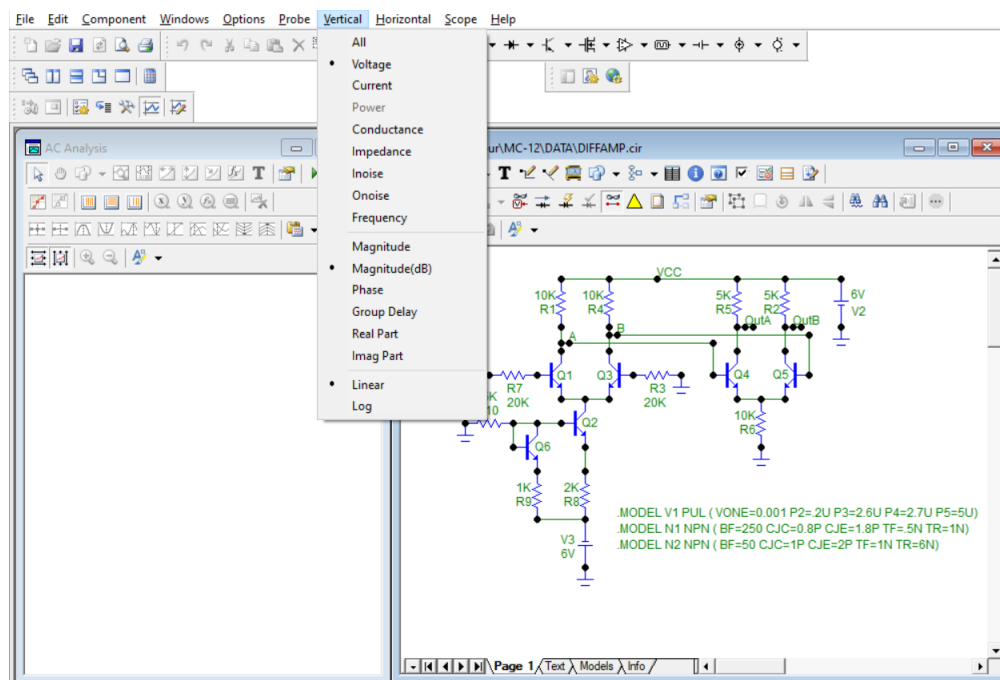
Η μετατόπιση του ποντικιού είναι ο καλύτερος τρόπος πλοήγησης σε μια τοπική περιοχή του σχηματικού. Για να το εξηγήσετε, κάντε κλικ στην οθόνη Probe και πατήστε CTRL + F9. Κάντε κλικ στο σχηματικό παράθυρο. Επιλέξτε Voltage από το μενού Probe Vertical. Κάντε κλικ στο αριστερό κουμπί του ποντικιού στην κουκκίδα συλλογής του Q1 για να σχεδιάσετε V(1) σε σχέση με το χρόνο. Τοποθετήστε το ποντίκι κοντά στη μέση του παραθύρου του κυκλώματος, κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού και κρατήστε το πατημένο. Σύρετε το ποντίκι προς τα αριστερά μέχρι το ποντίκι να βρίσκεται κοντά στο περίγραμμα του παραθύρου. Αφήστε το κουμπί και επαναλάβετε τη διαδικασία μέχρι να εμφανιστεί το τρανζίστορ Q8. Κάντε κλικ στην κουκκίδα από τον κόμβο με την ένδειξη Out. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 8.4. Καμπύλες από Ευρέως Διαχωρισμένες Περιοχές


3.6.7. Παράδειγμα AC

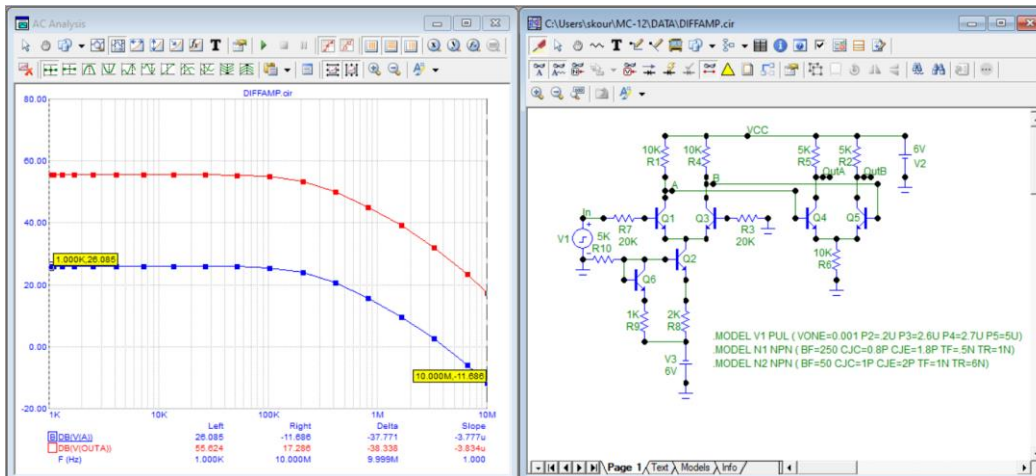
Τι θα λέγατε για το AC; Η βασική λειτουργία είναι η ίδια, αλλά υπάρχουν διαφορές. Για να απεικονίσετε τις διαφορές, πατήστε F3 για έξοδο από το Probe και κλείσιμο του κυκλώματος ECLGATE. Φορτώστε το αρχείο DIFFAMP. Επιλέξτε Probe AC από το μενού Analysis. Κάντε κλικ στο μενού Vertical. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 8.5. Μεταβλητές και Τελεστές Ελέγχου AC

Η λίστα των μεταβλητών περιλαμβάνει τις συνήθεις μεταβλητές τάσης και ρεύματος, αλλά εξαιρεί το φορτίο, τη χωρητικότητα, τη ροή, την επαγωγή, το B, H και τον χρόνο. Υπάρχουν πολλές νέες μεταβλητές. αγωγιμότητα, σύνθετη αντίσταση, INOISE, ONOISE και συχνότητα. Επιπλέον, είναι διαθέσιμοι οι σύνθετοι μαθηματικοί τελεστές, Magnitude, Magnitude (dB), Phase (PH), Group Delay (GD), Real Part (RE) και Imag Part (IM). Ένας από αυτούς τους χειριστές επιλέγεται πάντα. Όταν επιλέγετε μια μεταβλητή κυκλώματος κάνοντας κλικ στο σχηματικό, ο επιλεγμένος τελεστής εφαρμόζεται στη μεταβλητή κυκλώματος και σχεδιάζεται το αποτέλεσμα. Το Magnitude είναι ο προεπιλεγμένος τελεστής. Για παράδειγμα, το V(10) είναι το μέγεθος του V(10). Το PH(V(10)) είναι η φάση του V(10). Όπως και στην κανονική ανάλυση AC, οι μεταβλητές θορύβου δεν μπορούν να αναμειχθούν με άλλες μεταβλητές, όπως τάση ή ρεύμα.

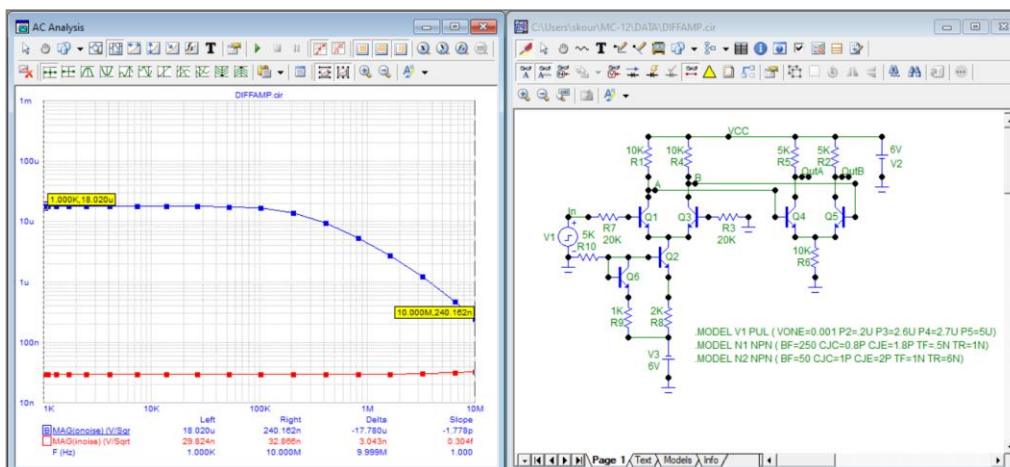
Κάντε κλικ στην κουκκίδα κοντά στον κόμβο με την ένδειξη A. Χρησιμοποιώντας το δεξί κουμπί του ποντικιού, μετακινήστε το σχηματικό προς τα αριστερά σύροντας στο σχηματικό. Μετακινήστε μέχρι να είναι ορατό το δεξιό τμήμα του diffamp. Κάντε κλικ στην κουκκίδα κοντά στον κόμβο με την ένδειξη OutA. Κάντε κλικ στο κουμπί Λειτουργία δρομέα  για να ενεργοποιήσετε τη λειτουργία δρομέα. Τα αποτελέσματα πρέπει να μοιάζουν με την **Εικόνα 8.6**.



Εικόνα 8.6. Ανάγνωση "Κερδών" AC (Λειτουργία Κέρσορα)

Ο δρομέας της αριστερής γραφικής παράστασης τοποθετείται αρχικά στο πρώτο σημείο δεδομένων, 1KHz. Το κέρδος χαμηλής συχνότητας στους δύο κόμβους A και OutA μπορεί να διαβαστεί απευθείας κάτω από την αριστερή στήλη. Χρησιμοποιήστε το αριστερό κουμπί του ποντικιού για να μετακινήσετε τον αριστερό δρομέα για να λάβετε πρόσθετες μετρήσεις. Ο δεξιός κέρσορας γραφικής παράστασης ελέγχεται με το δεξί κουμπί του ποντικιού.

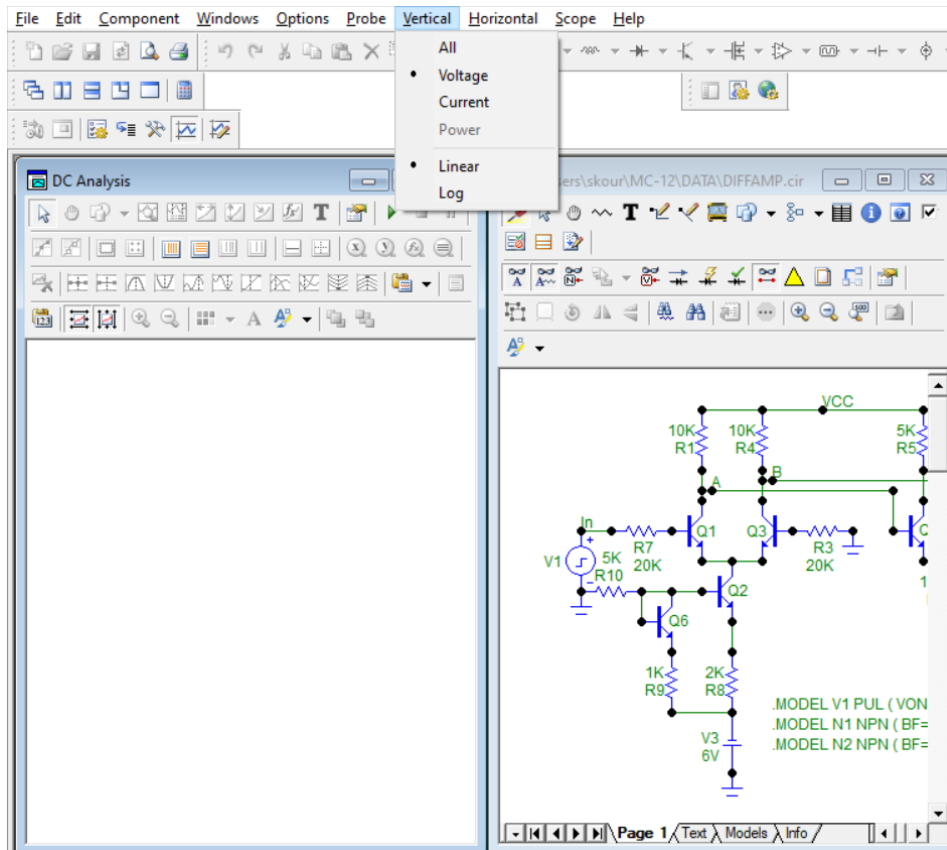
Πατήστε CTRL + F9. Επιλέξτε Magnitude, Log και ONOISE από το μενού Vertical και κάντε κλικ οπουδήποτε στο σχηματικό. Επιλέξτε INOISE από το μενού Vertical και κάντε κλικ οπουδήποτε στο σχηματικό. Αυτό απεικονίζει το θόρυβο εισόδου και εξόδου:



Εικόνα 8.7. Σχεδιαγράμματα Θορύβου AC

3.6.8. Παράδειγμα DC


Θα χρησιμοποιήσουμε το αρχείο DIFFAMP για να εξηγήσουμε τη χρήση του Probe στο DC. Βγείτε από τη ρουτίνα AC Probe πατώντας το F3. Επιλέξτε Probe DC από το μενού Analysis. Κάντε κλικ στο μενού Vertical. Μοιάζει με αυτό:

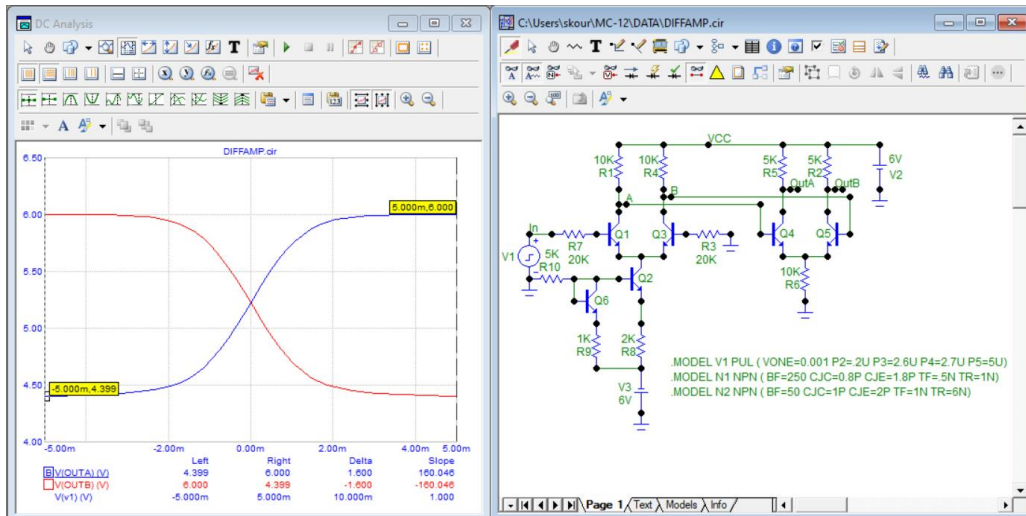


Εικόνα 8.8. Μεταβλητές Ελέγχου DC


Η λίστα των διαθέσιμων κάθετων μεταβλητών περιλαμβάνει την τάση, το ρεύμα και την ισχύ. Η οριζόντια μεταβλητή είναι αρχικά η τάση στην πηγή Variable1 όταν ξεκινάτε ή πατάτε CTRL + F9 για να καθαρίσετε τις καμπύλες. Η οριζόντια μεταβλητή μπορεί να αλλάξει μετά την τοποθέτηση της πρώτης καμπύλης, επιλέγοντας πρώτα το παράθυρο σχεδίασης και, στη συνέχεια, πατώντας το F10 για να καλέσετε το κουτί διαλόγου Properties. Απλώς πληκτρολογήστε μια νέα έκφραση στο πεδίο Έκφραση X.

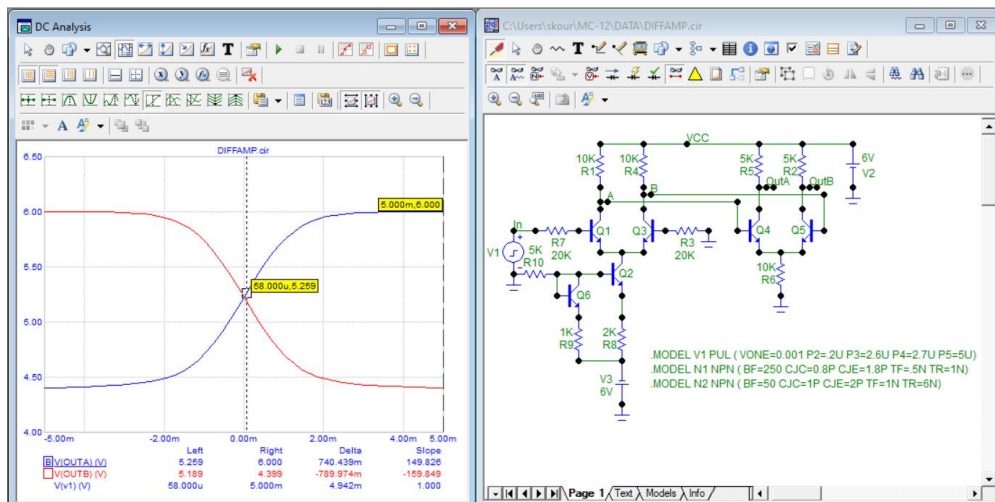
Πατήστε ESC για να αφαιρέσετε το μενού Vertical.

Κάντε κλικ στην κουκκίδα κοντά στον κόμβο με την ένδειξη OutA. Χρησιμοποιώντας το δεξί κουμπί του ποντικιού, μετακινήστε το σχηματικό προς τα αριστερά σύροντας στο σχηματικό. Μετακινήστε μέχρι να είναι ορατό το δεξιό τμήμα του diffamp. Κάντε κλικ στην κουκκίδα κοντά στον κόμβο με την ένδειξη OutB. Κάντε κλικ στο κουμπί δρομέα  για να ενεργοποιήσετε τη λειτουργία δρομέα. Τα αποτελέσματα πρέπει να μοιάζουν με την **Εικόνα 8.9.**



Εικόνα 8.9. Σχεδιάγραμμα Λειτουργίας Μεταφοράς DC

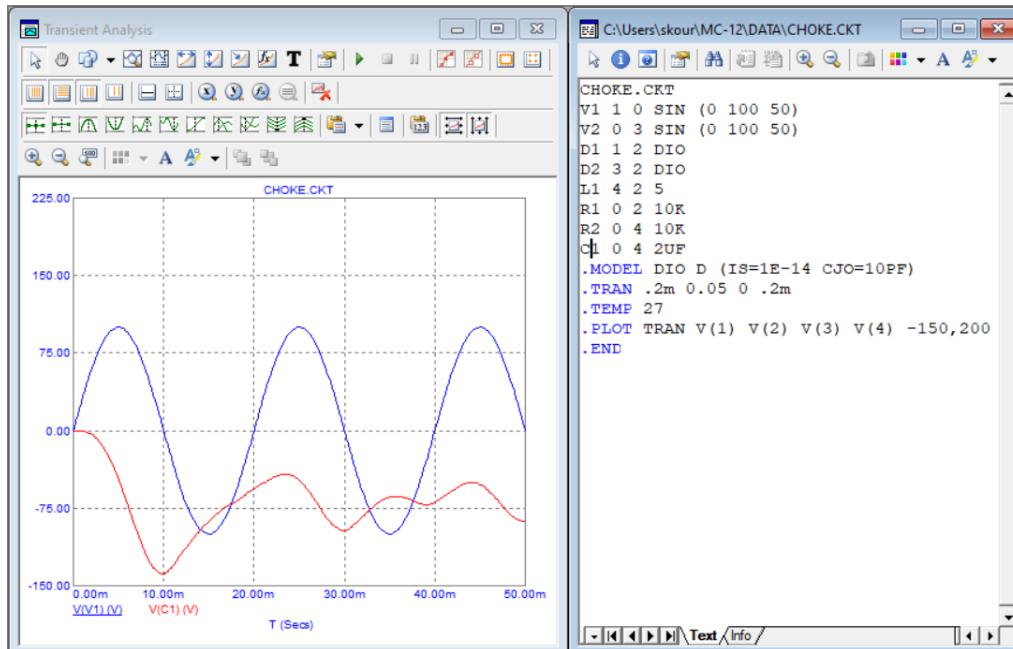
Κάντε κλικ στο κουμπί Inflection . Αυτό μετακινεί τον δρομέα της αριστερής γραφικής παράστασης στο επόμενο σημείο κάμψης στα δεξιά της τρέχουσας θέσης του (πρώτο σημείο δεδομένων). Κάντε κλικ στο δεξί κουμπί του ποντικιού στην περιοχή σχεδίασης και, στη συνέχεια, πατήστε το πλήκτρο SHIFT + ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΒΕΛΟΣ. Αυτό μετακινεί τον δρομέα της δεξιάς γραφικής παράστασης στο επόμενο σημείο κάμψης στα αριστερά της τρέχουσας θέσης του (τελευταίο σημείο δεδομένων). Το μέγιστο κέρδος 603, το οποίο εμφανίζεται κοντά στο σημείο κάμψης, μπορεί να διαβαστεί απευθείας στη στήλη Slope. Η λειτουργία κάμψης είναι χρήσιμη για τον προσδιορισμό της μέγιστης απολαβής DC ενός ενισχυτή.



Εικόνα 8.10. Εύρεση Μέγιστου "Κέρδους" (με Κέρσορες)

3.6.9. Ελέγχοντας ένα αρχείο SPICE

Το Micro-Cap 12 μπορεί επίσης να ανιχνεύσει αρχεία SPICE. Βγείτε από το DC Probe με το F3 και ανοίξτε το αρχείο CHOKE.CKT. Επιλέξτε Analysis/Probe Transient. Το Micro-Cap 12 παρουσιάζει το κουτί διαλόγου Όρια ανάλυσης για να σας επιτρέψει να αλλάξετε τις συνθήκες εκτέλεσης εάν θέλετε. Πατήστε ESC για να αφαιρέσετε το κουτί διαλόγου και κάντε κλικ στο κείμενο V1 και ξανά στο C1. Το Micro-Cap 12 απεικονίζει την τάση στην πηγή V1 και τον πυκνωτή C1.



Εικόνα 8.11. Έλεγχος Κυκλωμάτων SPICE


Κάνοντας κλικ σε συσκευές δύο τερματικών, όπως πηγές, αντιστάσεις, δίοδοι και παρόμοια, απεικονίζει την τάση κατά μήκος ή το ρεύμα μέσω της συσκευής, ανάλογα με το εάν η επιλογή Vertical έχει οριστεί σε Voltage ή Current.

Κάνοντας κλικ σε συσκευές τριών τερματικών, εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου όπου μπορείτε να επιλέξετε την επιθυμητή μεταβλητή τάσης ή ρεύματος.

Κάνοντας κλικ σε έναν αριθμό κόμβου απεικονίζεται η τάση του κόμβου.

3.6.10. Ελέγχοντας τα Macros και τα Υποκυκλώματα

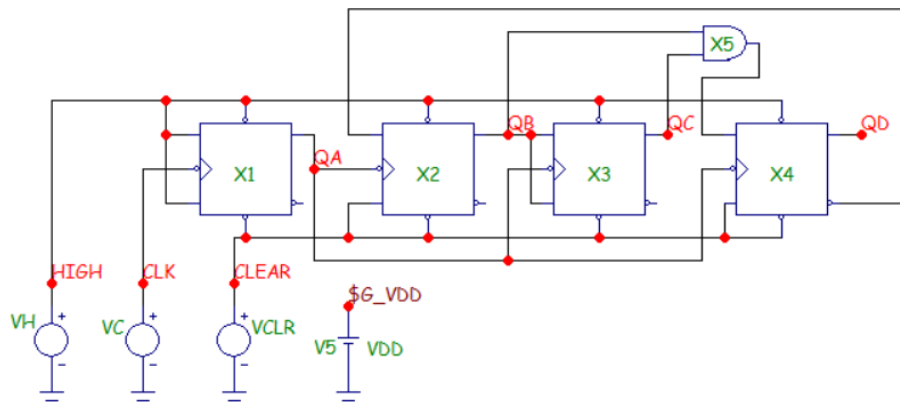
Σε παλαιότερες εκδόσεις, η ανίχνευση σε μια μακροεντολή καλούσε μια λίστα με τις διαθέσιμες μεταβλητές μέσα στο κύκλωμα μακροεντολών και τυχόν υπο-μακροεντολές. Τόσο το μέγεθος της λίστας όσο και η σύμβαση ονομασίας ήταν μερικές φορές τρομακτικά. Η διαδικασία είναι πλέον πολύ πιο εύκολη. Για να ελέγξετε μια μακροεντολή, απλώς κάντε κλικ σε αυτήν και εμφανίζεται

το σχηματικό της. Κάντε κλικ σε οποιονδήποτε κόμβο ή τμήμα μέσα στη μακροεντολή για να σχεδιάσετε την κατάλληλη κυματομορφή. Εάν υπάρχει μια μακροεντολή μέσα στη μακροεντολή, κάνοντας κλικ σε αυτήν θα εμφανιστεί το σχηματικό της, επιτρέποντας την ανίχνευση. Για να πλοηγηθείτε ένα επίπεδο πάνω, κάντε κλικ στο κουμπί Επάνω  γραμμή εργαλείων ή πατήστε ALT + επάνω βέλος.

Κάνοντας κλικ σε ένα υποκύκλωμα είναι παρόμοιο. Εμφανίζει τη λίστα δικτύου υποκυκλωμάτων, η οποία στη συνέχεια μπορεί να διερευνηθεί κάνοντας κλικ στα ονόματα κόμβων και εξαρτημάτων, όπως περιγράφεται στην ενότητα "Διερεύνηση αρχείου SPICE".

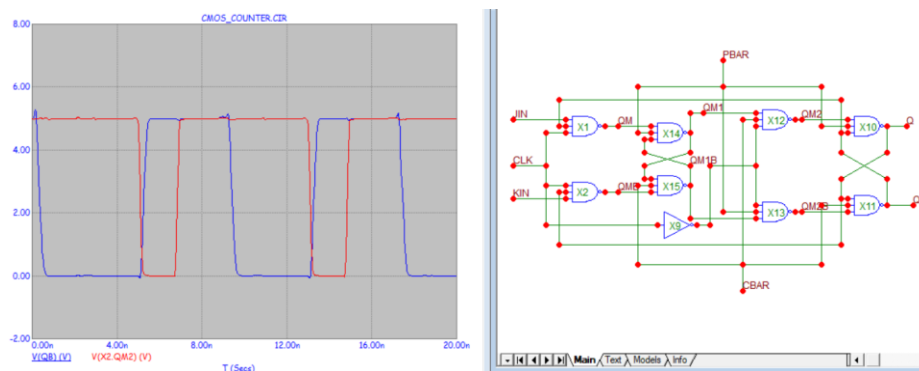
Για επεξήγηση, φορτώστε το αρχείο CMOS_COUNTER. Μοιάζει με αυτό:

CMOS DIVIDE BY 10 COUNTER USING DEFAULT BSIM3 MODEL



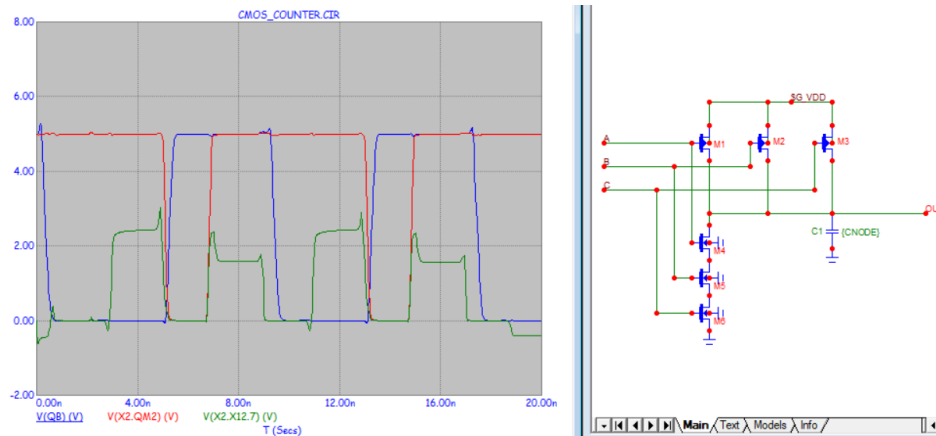
Εικόνα 8.12. Μετρητής CMOS

Επιλέξτε Probe Transient Analysis από το μενού Analysis. Όταν ολοκληρωθεί η ανάλυση, κάντε κλικ στον κόμβο QB. Στη συνέχεια, κάντε κλικ στο δεύτερο JK flip-flop (X2 mac-ro). Αυτό εμφανίζει το σχηματικό για τη μακροεντολή CJK για το δεύτερο JK. Κάντε κλικ στον κόμβο QM2 του. Η οθόνη θα μοιάζει τώρα με την **Εικόνα 8.13**.



Εικόνα 8.13. Έλεγχος του 2^{ου} JK

Κάντε κλικ στο X12 NAND3. Το σύστημα φορτώνει και εμφανίζει το σχηματικό του. Όλοι οι κόμβοι του είναι διαθέσιμοι στις εξωτερικές καρφίτσες, εκτός από τους εσωτερικούς κόμβους της στοίβας 3 nand. Κάντε κλικ σε ένα από αυτά, όπως στον κόμβο αποστράγγισης του M6. Η οθόνη θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 8.14. Έλεγχος του NAND3

Ας υποθέσουμε ότι θέλετε να επιστρέψετε στο επίπεδο JK. Κάντε κλικ στο κουμπί επάνω γραμμή εργαλείων ή πατήστε ALT + επάνω βέλος. Κάντε κλικ σε αυτό ξανά και επιστρέφεται στο σχηματικό επίπεδο ανώτατου επιπέδου.

3.6.11. Συμβουλές για εύκολο έλεγχο

Ακολουθούν ορισμένα πράγματα που πρέπει να θυμάστε για να διευκολύνετε την ανίχνευση:

- Επειδή το Micro-Cap 12 επιτρέπει πλέον τη ζωντανή επεξεργασία ενώ βρίσκεται στο Probe, η λειτουργία του πλήκτρου SPACEBAR έχει επεκταθεί.
- Χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα CTRL + SPACEBAR για γρήγορη εναλλαγή μεταξύ των διαθέσιμων λειτουργιών ανιχνευτή.

Σε εναλλασσόμενο ρεύμα ή συνεχές ρεύμα ή σε μεταβατικό όταν είναι επιλεγμένο το Save V and I Only, περνά μέσα από:

V() και I()

Σε μεταβατικό στάδιο, όταν είναι επιλεγμένη η Αποθήκευση όλων, περνάει από:

V(), I(), E(), P(), R(), Q(), C(), X(), L(), B() και H().

- Χρησιμοποιήστε το SPACEBAR για γρήγορη εναλλαγή μεταξύ της υπάρχουσας λειτουργίας ανίχνευσης και της λειτουργίας επιλογής. Αυτό γίνεται για να διευκολυνθεί η διαδραστική επεξεργασία και η διερεύνηση. Θυμηθείτε ωστόσο, κάθε τροποποίηση

προκαλεί το Probe να δημιουργήσει μια νέα εκτέλεση προσομοίωσης και αυτό απαιτεί χρόνο. Μπορείτε να απενεργοποιήσετε την αυτόματη εκτέλεση από:

Preferences/Options/Analysis/Dynamic Auto Run

Εάν είναι απενεργοποιημένη, πρέπει να ζητηθεί μη αυτόματα μια νέα εκτέλεση πατώντας το F2 ή κάνοντας κλικ στο κουμπί Run.

- Στη λειτουργία ανίχνευσης τάσης, πατήστε το πλήκτρο SHIFT και κάντε κλικ σε δύο κόμβους για να δείτε τη διαφορική τάση στους δύο κόμβους.
- Στη λειτουργία One Curve, πατήστε CTRL ενώ κάνετε ανίχνευση για να προσθέσετε μια νέα καμπύλη ή να διαγράψετε μια υπάρχουσα καμπύλη.

3.7. Βηματισμός Παραμέτρων των Εξαρτημάτων

3.7.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Βήμα είναι η διαδικασία συστηματικής αλλαγής μιας ή περισσότερων αριθμητικών παραμέτρων για να δούμε τι επίδραση μπορεί να έχει η παράμετρος(οι) στη συμπεριφορά του κυκλώματος. Μπορείτε να ορίσετε απλές παραμέτρους, όπως η τιμή μιας αντίστασης, μια παράμετρος δήλωσης μοντέλου, όπως η μπροστινή ενός τρανζίστορ ή μια συμβολική παράμετρος.

Σε αυτό το κεφάλαιο, δείχνουμε πώς να χρησιμοποιείτε το stepping σε πολλά αντικείμενα. Τα θέματα περιλαμβάνουν:


- Πώς λειτουργεί το βήμα παραμέτρων
- Βήμα σε μεταβατική ανάλυση
- Παραδείγματα AC και DC
- Σύνοψη βημάτων

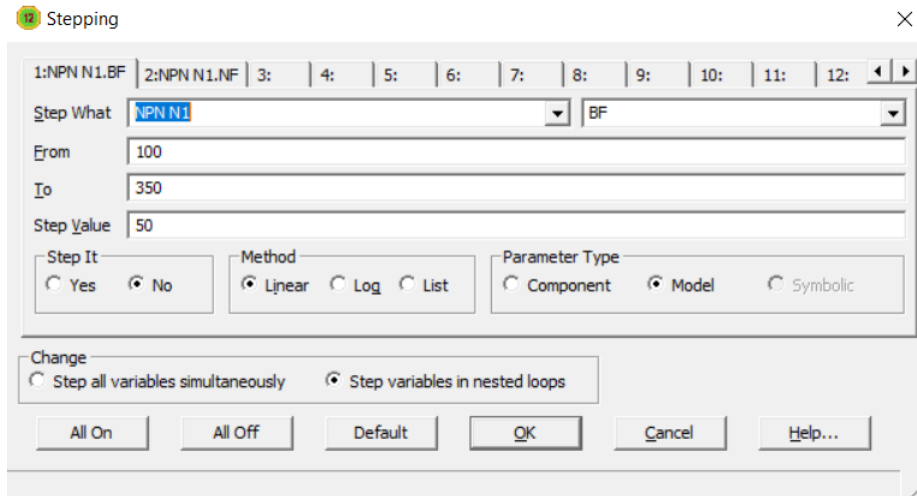
3.7.2. Πως λειτουργεί ο βηματισμός παραμέτρων

Το Stepping και το Monte Carlo αλληλοαποκλείονται. Μόνο ένα μπορεί να είναι ενεργό κάθε φορά.

Το Stepping αλλάζει συστηματικά την τιμή μιας ή περισσότερων παραμέτρων ενός ή περισσότερων στοιχείων και στη συνέχεια εκτελεί την ανάλυση, σχεδιάζοντας πολλαπλούς κλάδους για κάθε καμπύλη. Οι περισσότεροι τύποι παραμέτρων μπορούν να κλιμακωθούν, συμπεριλαμβανομένων παραμέτρων στοιχείων όπως η αντίσταση μιας αντίστασης, παραμέτρων μοντέλου όπως ένα τρανζίστορ βήτα και συμβολικές παραμέτρους που δημιουργούνται με μια εντολή .define ή .param. Εάν η παράμετρος αλλάξει τον πίνακα εξισώσεων, το Micro-Cap 12

απλώς αναδημιουργεί τις εξισώσεις. Για κάθε σύνολο παραμέτρων, γίνεται μια εκτέλεση και σχεδιάζονται οι καθορισμένες καμπύλες.

Για να απεικονίσετε το βήμα, φορτώστε το κύκλωμα DIFFAMP. Επιλέξτε Transient από το μενού Analysis. Πατήστε F11, κάντε κλικ στο κουμπί Stepping στο παράθυρο διαλόγου Όρια ανάλυσης ή κάντε κλικ στο κουμπί Stepping  για να εμφανιστεί το κουτί διαλόγου Stepping. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 9.1. Το κουτί διαλόγου Βηματισμού

Το κουτί διαλόγου παρέχει καρτέλες για έως και είκοσι παραμέτρους, αν και δύο ή τρεις είναι το πρακτικό μέγιστο. Κάθε καρτέλα έχει πρόσβαση σε έναν πίνακα που ελέγχει μία μόνο παράμετρο. Το βήμα για κάθε παράμετρο είναι ενεργοποιημένο όταν η επιλογή Step It έχει οριστεί σε Ναι.

Το αριστερό πλαίσιο λίστας Stepping καθορίζει το όνομα του μοντέλου, του στοιχείου ή του συμβόλου του οποίου η παράμετρος ή η τιμή πρόκειται να τοποθετηθεί. Δεδομένου ότι ανόμοια εξαρτήματα μπορούν να χρησιμοποιούν το ίδιο όνομα μοντέλου, ο ηλεκτρικός ορισμός εμφανίζεται μαζί με το όνομα. Αυτό φαίνεται στην **Εικόνα 9.1.** όπου το πρώτο στοιχείο είναι το NPN N1. Αυτό καθορίζει ότι θέλουμε να κάνουμε βήμα μία από τις παραμέτρους όλων των διπολικών τρανζίστορ NPN χρησιμοποιώντας το όνομα μοντέλου N1. Κάνοντας κλικ στο βέλος του πλαισίου λίστας εμφανίζεται μια λίστα με τα διαθέσιμα μοντέλα για βήμα. Για να επιλέξετε ένα μοντέλο, κάντε κλικ σε αυτό.

Το δεξί πλαίσιο λίστας Step What καθορίζει το όνομα της παραμέτρου μοντέλου που θα 'βηματιστεί'. Κάνοντας κλικ στο βέλος εμφανίζεται μια λίστα παραμέτρων που είναι διαθέσιμες για stepping. Για να επιλέξετε μια συγκεκριμένη παράμετρο, κάντε κλικ σε αυτήν. Σε αυτήν την περίπτωση θέλουμε να κάνουμε βήμα την παράμετρο BF (προώθηση beta), οπότε αφήστε την ως έχει.

Το πεδίο From σε κάθε πίνακα ορίζει την αρχική τιμή της παραμέτρου για την πρώτη εκτέλεση. Το πεδίο To καθορίζει την τελική τιμή της παραμέτρου για την τελευταία εκτέλεση. Το πεδίο Step Value καθορίζει πόσο αλλάζει η παράμετρος μεταξύ των βημάτων.

Η επιλογή Μέθοδος σε κάθε πίνακα ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο η τιμή βήματος επηρεάζει την τιμή της παραμέτρου. Το γραμμικό βήμα προσθέτει την τιμή βήματος στην τιμή της παραμέτρου. Το βήμα καταγραφής πολλαπλασιάζει την παράμετρο με την τιμή βήματος. Στο βήμα της λίστας εισάγετε ένα σύνολο συγκεκριμένων τιμών οριοθετημένο με κόμμα στο πεδίο From.

Η επιλογή Parameter Type σε κάθε πίνακα ορίζει εάν το πεδίο Stepping αναφέρεται σε όνομα μοντέλου, όνομα στοιχείου ή συμβολικό όνομα. Μπορείτε να κάνετε ένα βήμα μιας παραμέτρου μοντέλου ή όλες οι παρουσίες της παραμέτρου μοντέλου. Εάν η επιλογή Type έχει οριστεί σε Model, όλα τα στιγμιότυπα βηματοδοτούνται ταυτόχρονα. Εάν αυτή η επιλογή έχει οριστεί σε Στοιχείο και οι σημαίες PRIVATEANALOG/ PRIVATEDIGITAL (Options/Global Settings) είναι ενεργοποιημένες, τότε μόνο το στιγμιότυπο του οποίου το όνομα στοιχείου ταιριάζει με το πεδίο Stepping θα έχει την παράμετρό του.

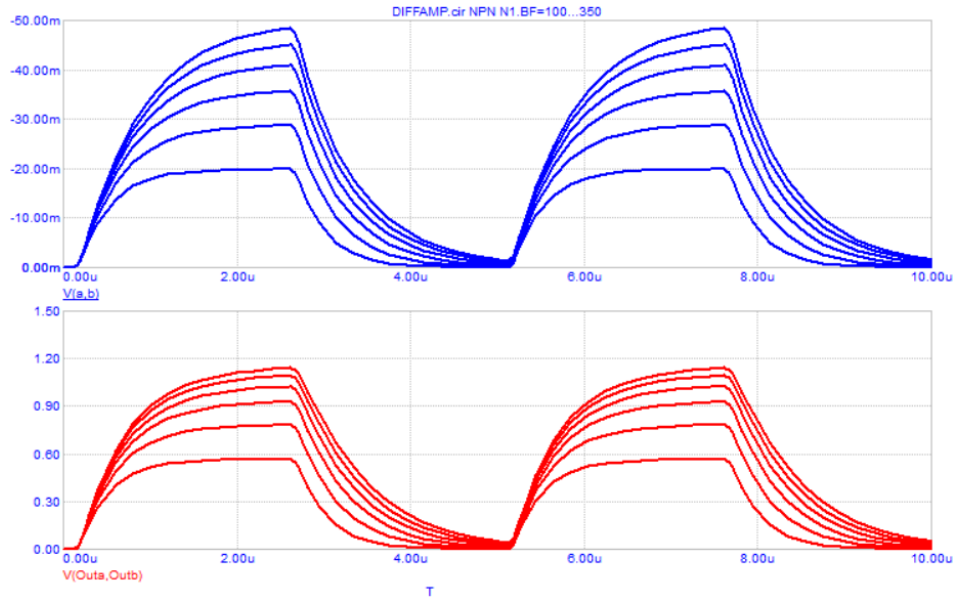
Η επιλογή Change μπαίνει στο παιχνίδι μόνο όταν βάζετε πολλές παραμέτρους. Ελέγχει εάν οι αλλαγές παραμέτρων θα είναι ένθετες ή ταυτόχρονες. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι περνάτε το R1 μέσω των τιμών 10 και 20. Ας υποθέσουμε επίσης ότι περνάτε το C2 μέσω των τιμών 1n και 5n. Το ταυτόχρονο βήμα θα δημιουργήσει δύο διαδρομές και το ένθετο βήμα θα παράγει τέσσερις διαδρομές όπως φαίνεται παρακάτω.

Nested	Simultaneous
<u>R1=10 C2=1n</u>	<u>R1=10 C2=1n</u>
R1=10 C2=5n	R1=20 C2=5n
R1=20 C2=1n	
R1=20 C2=5n	

Το ταυτόχρονο βήμα απαιτεί ίσο αριθμό βημάτων για κάθε παράμετρο. Χρησιμοποιήστε ένθετο βήμα όταν θέλετε όλους τους συνδυασμούς παραλλαγής παραμέτρων. Χρησιμοποιήστε ταυτόχρονο βήμα όταν θέλετε μόνο συγκεκριμένους συνδυασμούς.

3.7.3. Βηματισμός στην παροδική ανάλυση

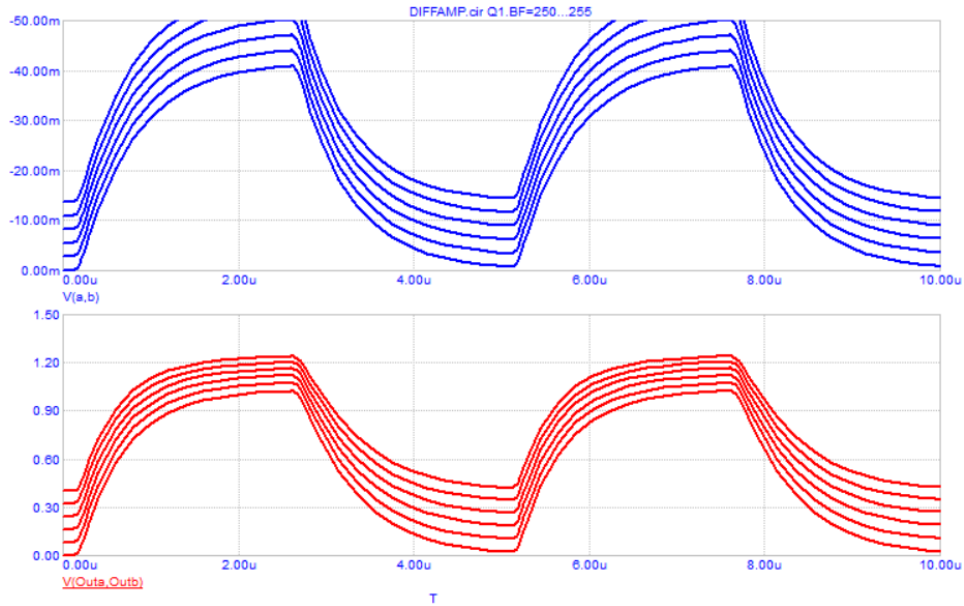
Για να δείτε πώς λειτουργεί το stepping στην ανάλυση παροδικής ανάλυσης, ενεργοποιήστε την επιλογή Yes στην ενότητα Step It του πίνακα παραμέτρων 1, κάντε κλικ στο OK και πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 9.2. Βηματισμός BF σε 4 Τρανζίστορ (ταυτόχρονα)

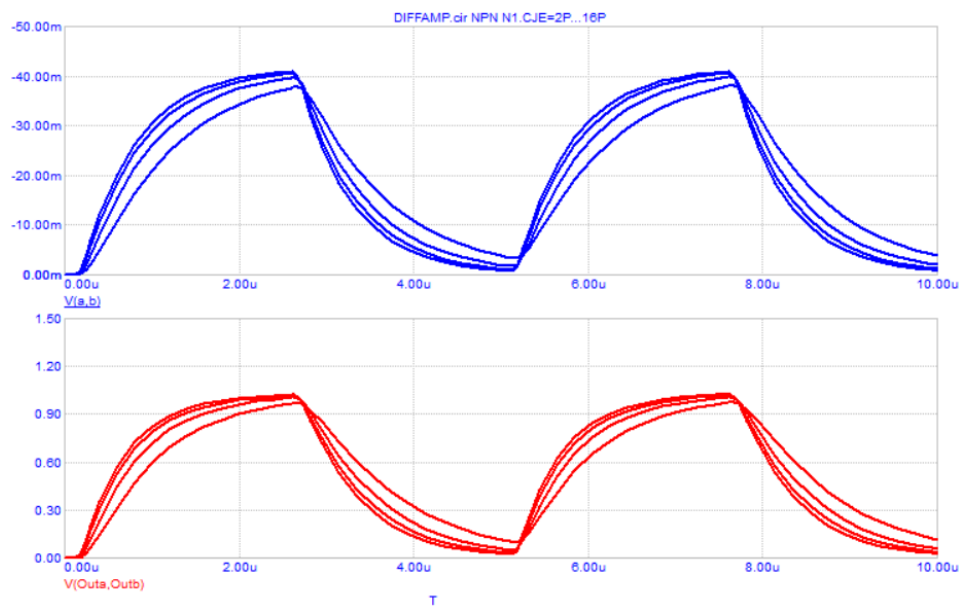
Σε αυτήν την εκτέλεση, κάθε συσκευή που χρησιμοποιεί το μοντέλο N1, το οποίο περιλαμβάνει τα τρανζίστορ Q1, Q3, Q4 και Q5, έχει το BF (προώθηση beta) της να περάσει τις τιμές 100, 150, ... 350. Για να δείτε ποιες Οι συσκευές χρησιμοποιούν το N1, κάντε διπλό κλικ σε κάθε συσκευή στο σχηματικό για να δείτε το παράθυρο διαλόγου Attribute. Από τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι η τάση μετατόπισης του V(OUTA,OUTB) δεν είναι ευαίσθητη σε μεγάλες αλλαγές στο BF, εάν και οι τέσσερις συσκευές έχουν την ίδια τιμή.

Τώρα θα βάλουμε το BF μόνο του Q1 για να δούμε πώς το κύκλωμα ανέχεται μικρές σχετικές διαφορές στο beta. Πατήστε F11 για πρόσβαση στο κουτί διαλόγου Stepping. Κάντε κλικ στο στοιχείο Component στην ομάδα Parameter Type. Από τη λίστα Step What, κάντε κλικ στο Q1 και από τη λίστα παραμέτρων επιλέξτε BF. Πληκτρολογήστε "250" στο πεδίο From, "255" στο πεδίο To και "1" στο πεδίο Step Value. Κάντε κλικ στο κουμπί OK και πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση. Το διάγραμμα, που φαίνεται στην **Εικόνα 9.3.**, δείχνει την ευαισθησία του κυκλώματος στη διαφορική βήτα. Όταν το BF του Q1 αλλάζει από 250 σε 255, ενώ όλα τα άλλα τρανζίστορ έχουν σταθερό BF, συμβαίνουν μεγάλες μετατοπίσεις στη μετατόπιση εξόδου και των δύο καμπυλών V(A,B) και V(OUTA,OUTB).



Εικόνα 9.3. Βηματισμός BF σε 1 Τρανζίστορ

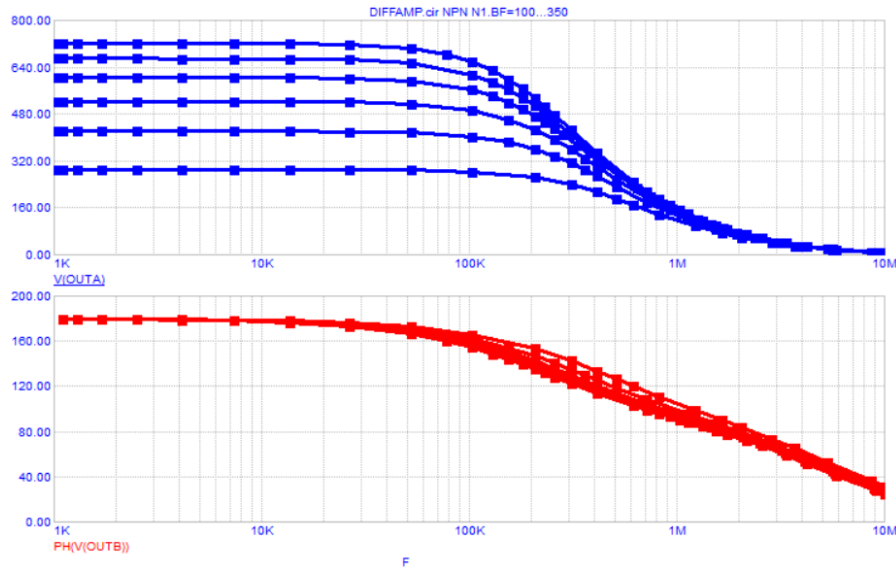
Τώρα θα χρησιμοποιήσουμε το CJE για να απεικονίσουμε το βήμα καταγραφής. Πατήστε F11 για πρόσβαση στο κουτί διαλόγου Stepping. Ενεργοποιήστε τις επιλογές Model και Log. Από το αριστερό πλαίσιο λίστας επιλέξτε NPN N1 και από το δεξί πλαίσιο λίστας επιλέξτε CJE. Πληκτρολογήστε "2P" στο πεδίο From, "16P" στο πεδίο To και "2" στο πεδίο Step Value. Κάντε κλικ στο OK. Πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση και μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 9.4. Log Βηματισμός CJE

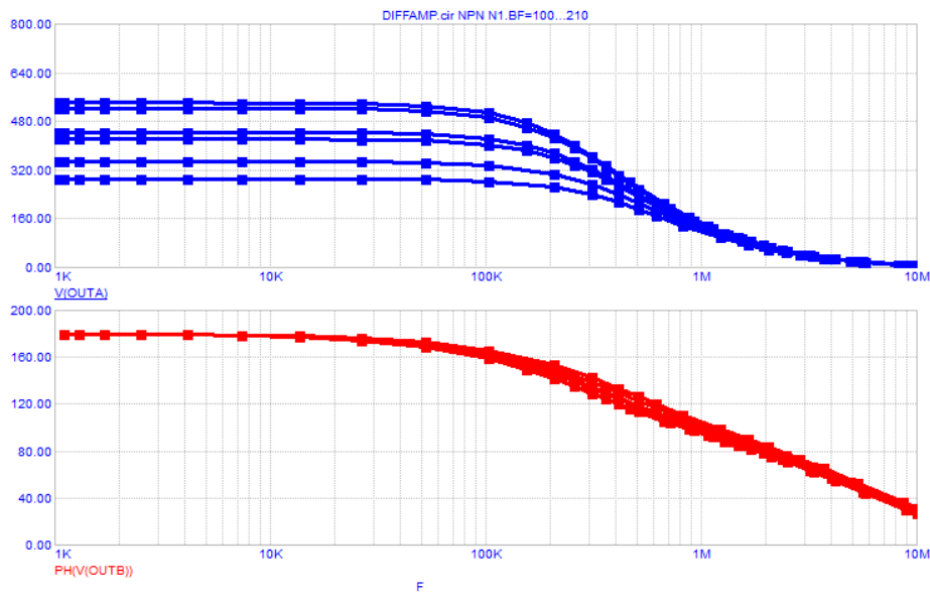
3.7.4. Παράδειγμα AC και DC

Πατήστε F3. Επιλέξτε Revert από το μενού File. Πατήστε ALT + 2 για να επιλέξετε AC. Πατήστε F11, ενεργοποιήστε την επιλογή Yes στην ομάδα Step It. Πατήστε Enter. Πατήστε F2.



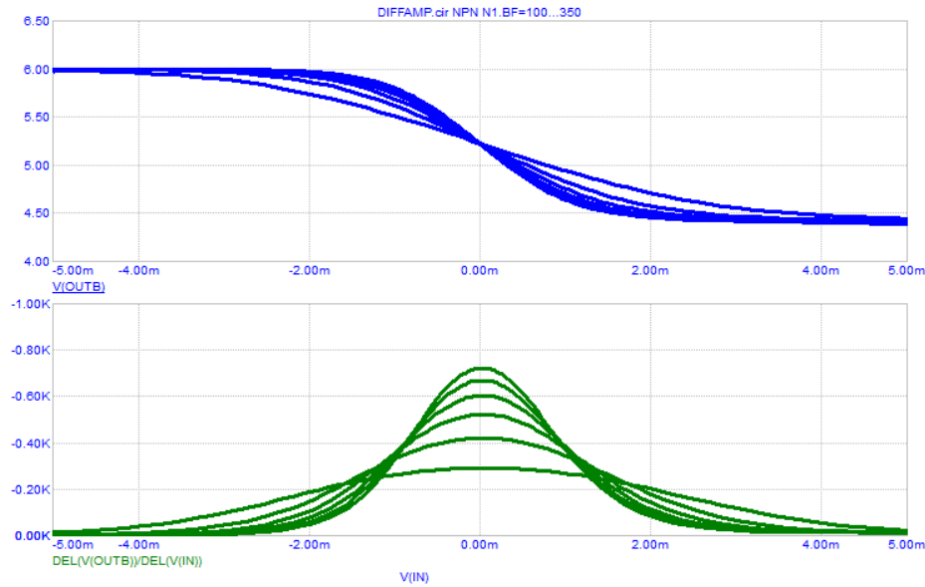
Εικόνα 9.5. Γραμμικός Βηματισμός Ανάλυσης AC

Για να απεικονίσετε το βήμα της λίστας, πατήστε F11. Κάντε κλικ στην επιλογή List στην ομάδα Method. Πληκτρολογήστε "100,120,150,160,200,210" στο πεδίο List. Πατήστε ENTER και μετά F2. Το τρέξιμο μοιάζει με αυτό:



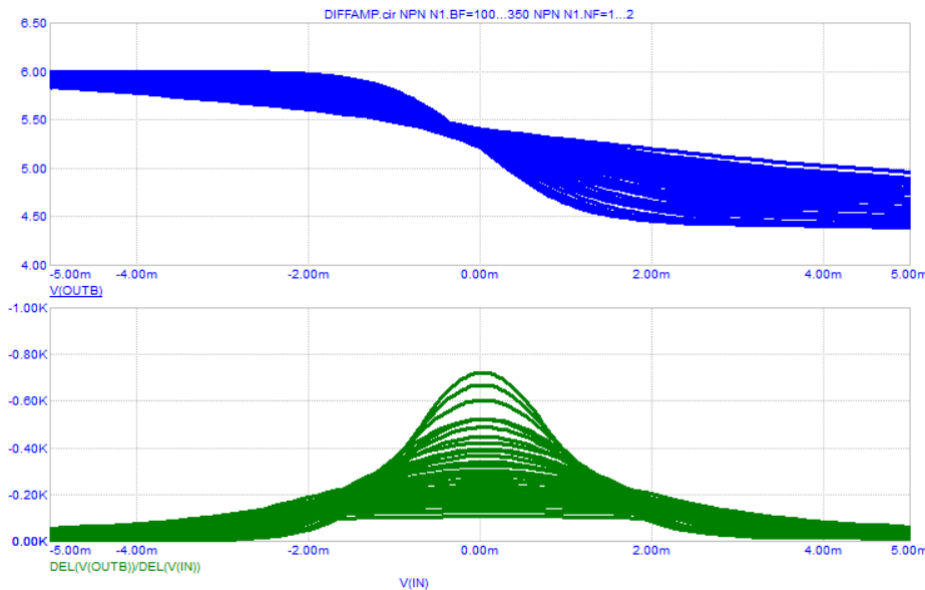
Εικόνα 9.6. Βηματισμός Λίστας Ανάλυσης AC

Για να απεικονίσετε το βήμα σε DC, πατήστε F3 για έξοδο από την ανάλυση. Πατήστε ALT + 3 για ανάλυση DC. Πατήστε F11, κάντε κλικ στην επιλογή Linear, κάντε κλικ στην επιλογή Ναι, κάντε κλικ στο OK και μετά πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση DC. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 9.7. Γραμμικός Βηματισμός Ανάλυσης DC

Για να απεικονίσετε το βήμα πολλαπλών παραμέτρων, πατήστε F11, κάντε κλικ στην επιλογή Yes στο πεδίο Step It της παραμέτρου 2. Πατήστε ENTER και μετά F2. Το τρέξιμο μοιάζει με αυτό:

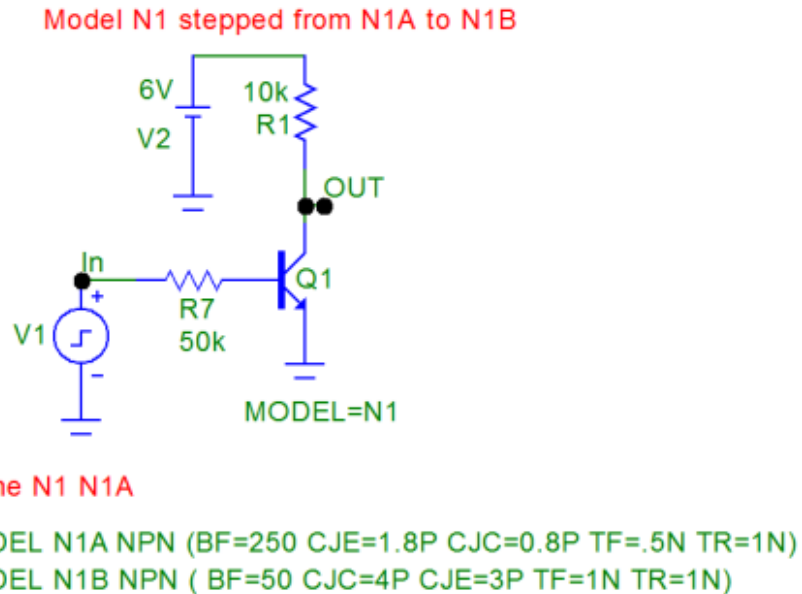


Εικόνα 9.8. Βηματισμός Πολλαπλών Παραμέτρων

Εδώ έχουμε εφαρμόσει stepping ταυτόχρονα BF και NF όλων των τρανζίστορ χρησιμοποιώντας το μοντέλο N1 NPN. Επιλέχθηκε ένθετο βήμα και κάθε παράμετρος έχει έξι τιμές, επομένως έγιναν $6 \cdot 6 = 36$ εκτελέσεις.

3.7.5. Βηματισμός κειμένου

Το κείμενο μπορεί επίσης να είναι κλιμακωτό. Εξετάστε το παρακάτω κύκλωμα:

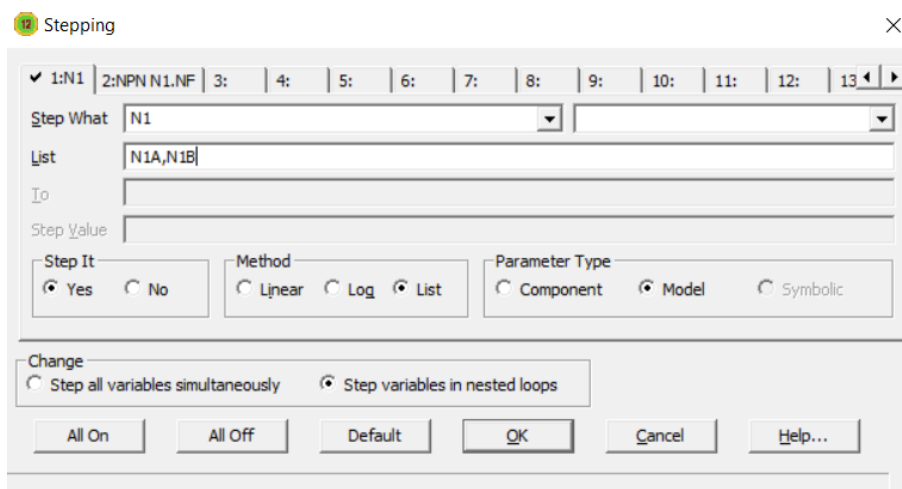


Εικόνα 9.9. Βηματισμός Μεταβλητής N1

Εδώ το μοντέλο του Q1 ορίζεται σε N1, το οποίο ορίζεται ως N1A μέσω της δήλωσης,

```
.DEFINE N1 N1A
```

Αν περάσουμε το N1 μέσα από μια λίστα που περιλαμβάνει N1A και N1B, θα έχουμε δύο προσομοιώσεις. Το ένα είναι για την περίπτωση που το N1 είναι N1A και χρησιμοποιεί το σύνολο παραμέτρων μοντέλου N1A. Το δεύτερο είναι για την περίπτωση που το N1 είναι N1B και χρησιμοποιεί το σύνολο παραμέτρων μοντέλου N1B. Το κουτί διαλόγου Stepping για αυτήν την περίπτωση φαίνεται παρακάτω.

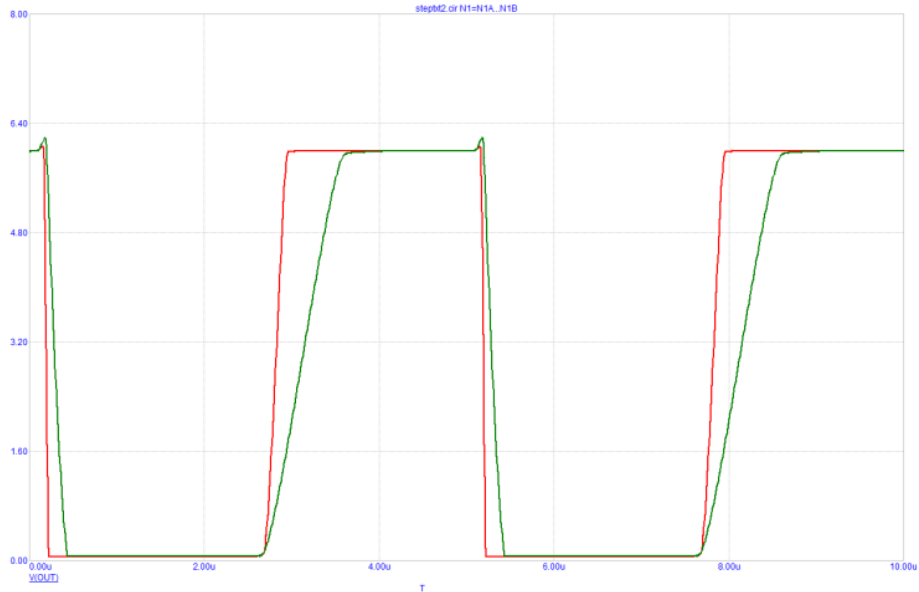


Εικόνα 9.10. Το κουτί διαλόγου Βηματισμού (Βηματισμός Κειμένου της NI)

Παρατηρήστε δύο πράγματα σχετικά με το βήμα κειμένου:

1. Το βήμα κειμένου γίνεται με μια συμβολική μεταβλητή που δημιουργείται και ορίζεται με μια πρόταση `.DEFINE`.
2. Το βήμα κειμένου γίνεται με τη μέθοδο `List`.

Εδώ είναι πώς φαίνεται η προσομοίωση για το καθορισμένο βήμα.



Εικόνα 9.11. Εκτέλεση Προσομοίωσης

Οι δύο εκτελέσεις χρησιμοποιούν δύο διαφορετικά σύνολα παραμέτρων μοντέλων και παράγουν δύο διαφορετικές καμπύλες εξόδου.

3.7.6. Σύνοψη βηματισμού

Τα πιο σημαντικά πράγματα που πρέπει να θυμάστε όταν χρησιμοποιείτε το stepping περιλαμβάνουν:

1. Οι παράμετροι αυτών των εξαρτημάτων δεν επιτρέπεται να είναι κλιμακωτές:
 - Μετασηματιστής
 - Πηγές χρήστη
 - Πηγές Laplace
 - Πηγές λειτουργιών
 - Πηγές που εξαρτώνται από SPICE (πηγές E,F,G,H)

- Διακόπτης MC4, ο οποίος έχει αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό από τους διακόπτες S και W. Οι παράμετροί τους μπορούν να κλιμακωθούν.

Η συμπεριφορά των πηγών User, Laplace, Function και SPICE ενσωματώνεται σε αλγεβρικούς τύπους και αριθμητικούς πίνακες και, ως εκ τούτου, δεν μπορεί να γίνει βήμα. Μπορείτε, ωστόσο, να ορίσετε συμβολικές παραμέτρους που με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται στις συναρτήσεις πηγής Laplace, Function και SPICE. Για παράδειγμα, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε,

```
.DEFINE TAY 5
```

Μια πηγή συνάρτησης Laplace όπως,

$$1/(1+TAU*S)$$

θα μπορούσε στη συνέχεια να αλλάξει με βήμα TAU.

Ομοίως σε μια πηγή πίνακα Laplace χρησιμοποιώντας μια μεταβλητή που ονομάζεται TAB:

```
.DEFINE TAB (1k,0,RVAL)
```

Χρησιμοποιώντας αυτόν τον ορισμό του RVAL,

```
.DEFINE RVAL 2.0
```

μπορείτε να αλλάξετε τη συμπεριφορά της πηγής Laplace πατώντας RVAL.

Η πηγή χρήστη λαμβάνει τα δεδομένα της από ένα εξωτερικό αρχείο δεδομένων και δεν έχει καμία παράμετρο που να μπορεί να οριστεί.

2. Στη λειτουργία Component, το βήμα επηρεάζει μια παράμετρο μιας συσκευής μόνο εάν είναι ενεργοποιημένες οι επιλογές PRIVATEANALOG και PRIVATEDIGITAL (Καθολικές ρυθμίσεις). Στη λειτουργία μοντέλου, το βήμα επηρεάζει μια παράμετρο όλων των συσκευών που χρησιμοποιούν αυτό το όνομα μοντέλου. Έτσι, δυνητικά επηρεάζετε πολλές συσκευές. Αυτό ισχύει ανεξάρτητα από την κατάσταση των σημαιών PRIVATEANALOG ή PRIVATEDIGITAL.
3. Η παράμετρος μοντέλου επιπέδου MOSFET μπορεί να είναι βαθμιδωτή, αλλά θα προκύψει σφάλμα εάν η δήλωση μοντέλου έχει δημιουργηθεί με παραμέτρους για τα επίπεδα 1, 2 ή 3 και το επίπεδο αλλάξει σε μοντέλο BSIM, EKV ή Philips μικρού καναλιού. Αυτά τα μοντέλα χρησιμοποιούν διαφορετικές παραμέτρους από τα μοντέλα επιπέδου 1, 2 και 3.

4. Το γραμμικό βήμα ξεκινά με την τιμή From και προσθέτει την τιμή βήματος μέχρι να φτάσει στην τιμή To. Το βήμα καταγραφής ξεκινά με την τιμή From και στη συνέχεια πολλαπλασιάζεται με την τιμή βήματος μέχρι να φτάσει στην τιμή To. Μια τιμή βήματος 2 είναι συχνά βολική και ονομάζεται βήμα οκτάβας. Μια τιμή βήματος 10 αναφέρεται μερικές φορές ως βήμα δεκάδας. Το βήμα λίστας χρησιμοποιεί απλώς τις τιμές που καθορίζονται στο πεδίο List.
5. Εάν πρόκειται να τεθούν ταυτόχρονα πολλαπλές παράμετροι, πρέπει η καθεμία να καθορίσει τον ίδιο αριθμό βημάτων. Εάν υπάρχει αναντιστοιχία, δημιουργείται ένα μήνυμα σφάλματος.
6. Τουλάχιστον δύο παράμετροι πρέπει να μεταβάλλονται για τη δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών παραστάσεων.
7. Η βηματοδότηση μιας αντίστασης, ενός πυκνωτή ή ενός επαγωγέα που χρησιμοποιεί μια έκφραση για την τιμή του, αντικαθιστά την τιμή που υπολογίζεται από την έκφραση με την τιμή βήματος. Με άλλα λόγια, η τιμή του βήματος έχει προτεραιότητα έναντι της υπολογιζόμενης τιμής.
8. Το βήμα κειμένου απαιτεί μια μεταβλητή που δημιουργήθηκε με μια πρόταση .DEFINE.

3.8. Χρησιμοποιώντας την Ανάλυση Monte Carlo

3.8.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Η ανάλυση Monte Carlo ελέγχει στατιστικά την απόδοση του κυκλώματος. Δημιουργεί μια παρτίδα κυκλωμάτων γεμάτη με εξαρτήματα με ανοχή. Μετά την ανάλυση κάθε κυκλώματος, χρησιμοποιεί συναρτήσεις επιλεγμένες από τον χρήστη για την εξαγωγή δεδομένων απόδοσης από καμπύλες που σχεδιάζονται ή εκτυπώνονται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Τα αποτελέσματα αναλύονται στατιστικά και απεικονίζονται με τη μορφή ιστογραμμάτων. Η προσεκτική εξέταση των δεδομένων μπορεί να δώσει πολύτιμες πληροφορίες για την αξιοπιστία, το κόστος και την ικανότητα κατασκευής του κυκλώματος.

Η στατιστική ανάλυση Monte Carlo είναι διαθέσιμη σε μεταβατική, AC και DC ανάλυση.

Το κεφάλαιο είναι οργανωμένο ως εξής:

- Πώς λειτουργεί το Monte Carlo
- Διανομές
- Λειτουργίες απόδοσης

- Επιλογές
- Ένα παράδειγμα
- Στατιστική περίληψη

3.8.2. Πως λειτουργεί η ανάλυση Monte Carlo

Το Monte Carlo λειτουργεί αναλύοντας πολλά κυκλώματα. Κάθε κύκλωμα κατασκευάζεται από στοιχεία που επιλέγονται τυχαία από πληθυσμούς που ταιριάζουν με τις καθορισμένες από τον χρήστη ανοχές και τον τύπο διανομής.

Οι ανοχές εφαρμόζονται στις παραμέτρους του αριθμητικού μοντέλου ενός στοιχείου. Μόνο οι παράμετροι του μοντέλου και οι συμβολικές παράμετροι μπορούν να γίνουν ανεκτές. Οι ανοχές καθορίζονται ως πραγματική τιμή ή ως ποσοστό της ονομαστικής τιμής της παραμέτρου.

Μπορούν να καθοριστούν τόσο οι απόλυτες (LOT) όσο και οι σχετικές (DEV) ανοχές. LOT ανοχή εφαρμόζεται απολύτως σε κάθε συσκευή. Στη συνέχεια εφαρμόζεται μια ανοχή DEV στην πρώτη έως την τελευταία συσκευή σε σχέση με την τιμή με ανοχή LOT που είχε αρχικά επιλεγεί για την πρώτη συσκευή. Με άλλα λόγια, η πρώτη συσκευή στη σχηματική λίστα λαμβάνει LOT ανοχή, εάν υπάρχει. Όλες οι συσκευές, συμπεριλαμβανομένης της πρώτης, λαμβάνουν τότε την τιμή της πρώτης συσκευής συν ή πλην της ανοχής DEV. Οι ανοχές DEV παρέχουν ένα μέσο για την παρακολούθηση ορισμένων συσκευών στις κρίσιμες τιμές παραμέτρων τους.

Και οι δύο ανοχές καθορίζονται συμπεριλαμβάνοντας τις λέξεις-κλειδιά LOT ή DEV μετά την παράμετρο μοντέλου:

[LOT[t&d]=<value>[%]] [DEV[t&d]=<value>[%]]

Για παράδειγμα, αυτή η δήλωση μοντέλου καθορίζει μια απόλυτη ανοχή 10% στο βήτα προς τα εμπρός του τρανζίστορ N1:

.MODEL N1 NPN (BF=300 LOT=10%)

Σε αυτό το παράδειγμα, για μια κατανομή στη χειρότερη περίπτωση, κάθε τρανζίστορ που χρησιμοποιεί τη δήλωση μοντέλου N1 έχει μια μπροστινή βήτα είτε 270 είτε 330. Εάν χρησιμοποιούνταν μια κατανομή Gauss, μια τυχαία τιμή θα επιλέγονταν από μια κατανομή Gauss με τυπική απόκλιση 30. Εάν χρησιμοποιήθηκε ομοιόμορφη κατανομή, θα επιλέγεται μια τυχαία τιμή από μια ομοιόμορφη κατανομή με μισό πλάτος 30.

Αυτό το παράδειγμα καθορίζει μια σχετική ανοχή 1% στο BF του μοντέλου N1:

.MODEL N1 NPN (BF=300 DEV=1%)

Η τιμή DEV καθορίζει τη σχετική ποσοστιαία διακύμανση μιας παραμέτρου. Μια σχετική ανοχή 0% συνεπάγεται τέλεια παρακολούθηση. Η ανοχή 1,0% DEV υποδηλώνει ότι το BF κάθε συσκευής N1 είναι το ίδιο με 1,0%.

Οι ανοχές DEV επιβάλλουν τη χρήση ιδιωτικών βιβλιοθηκών, ανεξάρτητα από την κατάσταση των σημειών PRIVATEANALOG ή PRIVATEDIGITAL στις καθολικές ρυθμίσεις.

Αυτό το δείγμα καθορίζει μια 10% απόλυτη και 1% σχετική ανοχή BF:

.MODEL N1 NPN (BF=300 LOT=10% DEV=1%)

Σε αυτό το παράδειγμα, υποθέτοντας μια κατανομή στη χειρότερη περίπτωση, στο πρώτο μοντέλο N1 εκχωρείται τυχαία μία από τις δύο τιμές 270 ή 330. Αυτές οι δύο τιμές υπολογίζονται από τη μέση τιμή 300 και 10% ανοχή LOT ως εξής:

$$BF = 270 = 300 - .1 \cdot (300)$$

$$BF = 330 = 300 + .1 \cdot (300)$$

Ας υποθέσουμε ότι η τιμή BF με ανοχή LOT επιλέχθηκε τυχαία να είναι 330. Τότε σε όλα τα τρανζίστορ N1, συμπεριλαμβανομένου του πρώτου, δίνεται τυχαία μία από αυτές τις τιμές, με βάση την ανοχή 1% DEV:

$$327 = 330 - .01 \cdot 300$$

$$333 = 330 + ,01 \cdot 300$$

Εάν η τιμή BF με ανοχή LOT είχε επιλεγεί τυχαία να είναι 270, τότε όλα τα τρανζίστορ N1, συμπεριλαμβανομένου του πρώτου, θα λάμβαναν τυχαία μία από αυτές τις τιμές, με βάση την ανοχή 1% DEV:

$$267 = 270 - .01 \cdot 300$$

$$273 = 270 + ,01 \cdot 300$$

Υποθέτοντας μια κατανομή στη χειρότερη περίπτωση, όλες οι τιμές BF σε οποιαδήποτε συγκεκριμένη εκτέλεση θα επιλέγονταν από το σύνολο {267, 273} ή το σύνολο {327, 333}.

Οι αντιστάσεις, οι πυκνωτές και οι επαγωγείς μπορούν να γίνουν ανεκτές μόνο μέσω της παραμέτρου του μοντέλου πολλαπλών πηνίων. Το παρακάτω παράδειγμα παρέχει μια ανοχή 5% LOT και μια ανοχή 0,2% DEV για έναν πυκνωτή.

.MODEL CMOD CAP(C=1 LOT=5% DEV=.2%)

Οποιοσδήποτε πυκνωτής που χρησιμοποιεί το μοντέλο CMOD θα έχει ανοχή, αφού ο πολλαπλασιαστής με ανοχή C θα πολλαπλασιάσει την τιμή της χωρητικότητάς του.

Δείτε το κεφάλαιο "Ανάλυση Monte Carlo" στο εγχειρίδιο αναφοράς για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση ανοχών.

3.8.3. Κατανομές

Οι πραγματικές τιμές που αποδίδονται σε μια παράμετρο με ανοχή εξαρτώνται όχι μόνο από την ανοχή, αλλά και από την κατανομή.

Μια κατανομή στη χειρότερη περίπτωση τοποθετεί όλες τις τιμές στα άκρα της ζώνης ανοχής.

Υπάρχουν μόνο δύο τιμές:

$$\text{Min} = \text{Mean} - \text{Tolerance}$$

$$\text{Max} = \text{Mean} + \text{Tolerance}$$

Η μέση τιμή είναι η τιμή της παραμέτρου του μοντέλου.

Μια ομοιόμορφη κατανομή τοποθετεί τις τιμές εξίσου στη ζώνη ανοχής. Οι τιμές δημιουργούνται με ίση πιθανότητα στο εύρος:

$$\text{From Mean} - \text{Tolerance to Mean} + \text{Tolerance}$$

Μια κατανομή Gauss παράγει μια ομαλή μεταβολή των παραμέτρων γύρω από τη μέση τιμή. Τιμές που είναι πιο κοντά στη μέση τιμή είναι πιο πιθανές από τις τιμές πιο μακριά. Η τυπική απόκλιση προκύπτει από την ανοχή με αυτόν τον τύπο:

$$\text{Standard Deviation} = \text{Sigma} = (\text{Tolerance} / 100) \cdot \text{Mean} / \Sigma.\Delta$$

SD (από το κουτί διαλόγου Καθολικές ρυθμίσεις) είναι ο αριθμός των τυπικών αποκλίσεων στη ζώνη ανοχής. Έτσι, η τυπική απόκλιση υπολογίζεται απευθείας από την τιμή ανοχής. Η επιλεγμένη τιμή εξαρτάται από το ποσοστό ενός κανονικού πληθυσμού που θα συμπεριληφθεί στη ζώνη ανοχής. Ακολουθούν ορισμένες τυπικές τιμές:

Τυπικές Αποκλίσεις	Ποσοστό Πληθυσμού
1.00	68.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.58	99.0
3.00	99.7
3.29	99.9

Εάν είστε βέβαιοι ότι το 99,9% όλων των αντιστάσεων 10% είναι εντός της ανοχής 10%, θα χρησιμοποιούσατε την τιμή 3,29. Χρησιμοποιώντας μια κατανομή Gauss, μια αντίσταση 1K 10% μπορεί να έχει τιμή κάτω από 900 ohms ή πάνω από 1200 ohms. Η πιθανότητα θα ήταν μικρότερη από 0,1% για SD 3,29, αλλά θα μπορούσε να συμβεί.

3.8.4. Λειτουργίες απόδοσης

Το Micro-Cap 12 αποθηκεύει όλες τις τιμές έκφρασης X και Y κάθε γραφικής παράστασης ή εκτυπωμένης παράστασης σε κάθε σημείο δεδομένων για κάθε εκτέλεση, ώστε να μπορείτε να δημιουργήσετε ιστογράμματα μετά την ολοκλήρωση των εκτελέσεων επιλέγοντας μια συνάρτηση

απόδοσης και μια έκφραση. Η συνάρτηση απόδοσης υπολογίζει έναν μόνο αριθμό από την επιλεγμένη παράσταση για κάθε εκτέλεση ανάλυσης. Όλοι οι αριθμοί συνδυάζονται για να σχηματίσουν έναν πληθυσμό ο οποίος αναλύεται στατιστικά και εμφανίζεται το ιστόγραμμά του. Οι λειτουργίες απόδοσης που παρέχονται με το Micro-Cap 12 περιλαμβάνουν:

- Rise_Time
- Fall_Time
- Peak_X
- Peak_Y
- Valley_X
- Valley_Y
- Peak_Valley
- Period
- Frequency
- Width
- High_X
- High_Y
- Low_X
- Low_Y
- X_Level
- Y_Level
- X_Delta
- Y_Delta
- X_Range
- Y_Range
- Slope
- Phase_Margin
- RMS
- Average

Για μια πιο λεπτομερή περιγραφή του τρόπου λειτουργίας των λειτουργιών απόδοσης, ανατρέξτε στο κεφάλαιο "Λειτουργίες απόδοσης" στο Εγχειρίδιο αναφοράς.

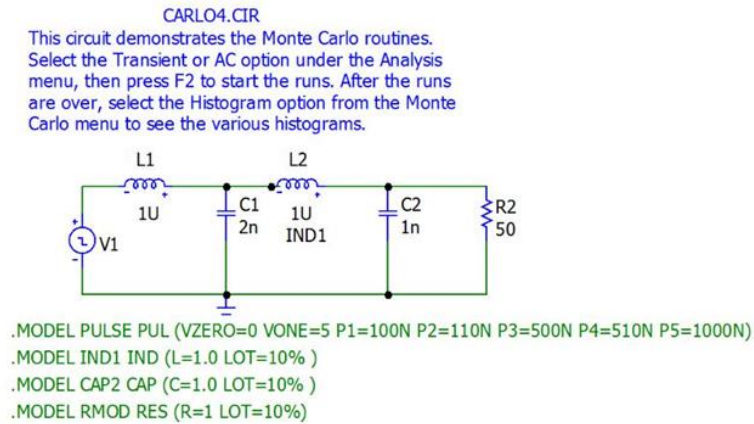
3.8.5. Επιλογές

Το κουτί διαλόγου Επιλογές Monte Carlo παρέχει αυτές τις επιλογές:

- **Distribution to Use:** Αυτή η επιλογή ελέγχει τον τύπο κατανομής που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των μεμονωμένων πληθυσμών παραμέτρων συστατικών.
 - Οι κατανομές Gauss διέπονται από την τυπική εξίσωση
$$f(x) = e^{-.5 \cdot s \cdot s / \sigma(2 \cdot \pi).5}$$
Όπου $s = x - \mu / \sigma$ και μ είναι η ονομαστική τιμή της παραμέτρου, σ είναι η τυπική απόκλιση και x είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή.
 - Οι ομοιόμορφες κατανομές έχουν ίσες πιθανότητες εντός των ορίων ανοχής. Κάθε τιμή από το ελάχιστο έως το μέγιστο είναι εξίσου πιθανή.
 - Οι κατανομές στη χειρότερη περίπτωση έχουν πιθανότητα 50% να παράγουν το ελάχιστο και 50% πιθανότητα να παράγουν το μέγιστο.
- **Status:** Η ανάλυση Monte Carlo ενεργοποιείται επιλέγοντας το κουμπί On. Για να το απενεργοποιήσετε, κάντε κλικ στο κουμπί Απενεργοποίηση.
- **Number of Runs:** Ο αριθμός των εκτελέσεων καθορίζει την εμπιστοσύνη στα στατιστικά στοιχεία που παράγονται. Περισσότερες διαδρομές παράγουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη ότι ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια την πραγματική κατανομή. Γενικά, απαιτούνται από 30 έως 300 διαδρομές για υψηλή αυτοπεποίθηση. Το μέγιστο είναι 30000 τρεξίματα.
- **Show Zero Tolerance Curve:** Εάν αυτή η επιλογή είναι ενεργοποιημένη, οι ανοχές πρώτης εκτέλεσης ορίζονται στο μηδέν για να παρέχουν ένα είδος γραμμής βάσης ή καμπύλης αναφοράς.
- **Report When:** Αυτό το πεδίο καθορίζει πότε να αναφέρετε μια αποτυχία. Η ρουτίνα δημιουργεί μια αναφορά αποτυχίας στο αριθμητικό αρχείο εξόδου όταν η έκφραση Boole σε αυτό το πεδίο είναι αληθής.
- **Seed:** Η σπόρος τυχαίων αριθμών ελέγχει απευθείας την ακολουθία τυχαίων αριθμών που δημιουργείται από το πρόγραμμα. Καθορίζοντας έναν ακέραιο αριθμό σπόρων μεγαλύτερο ή ίσο με 1, μπορείτε να αναγνωρίσετε και να ανακαλέσετε σε μεταγενέστερη προσομοίωση τους ίδιους τυχαίους αριθμούς που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή τιμών ανοχής και τα αντίστοιχα ιστογράμματα.

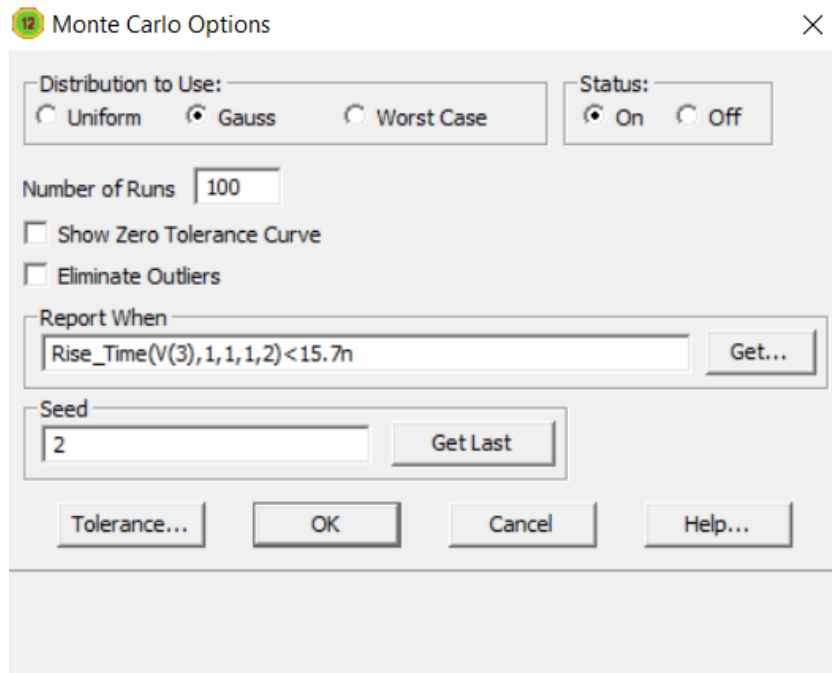
3.8.6. Παράδειγμα

Για να επεξηγήσετε τα χαρακτηριστικά του Monte Carlo, φορτώστε το αρχείο CARLO 4.FOR. Αυτό το αρχείο περιέχει μια απλή πηγή παλμού που οδηγεί ένα δίκτυο RLC. Το κύκλωμα μοιάζει με αυτό:



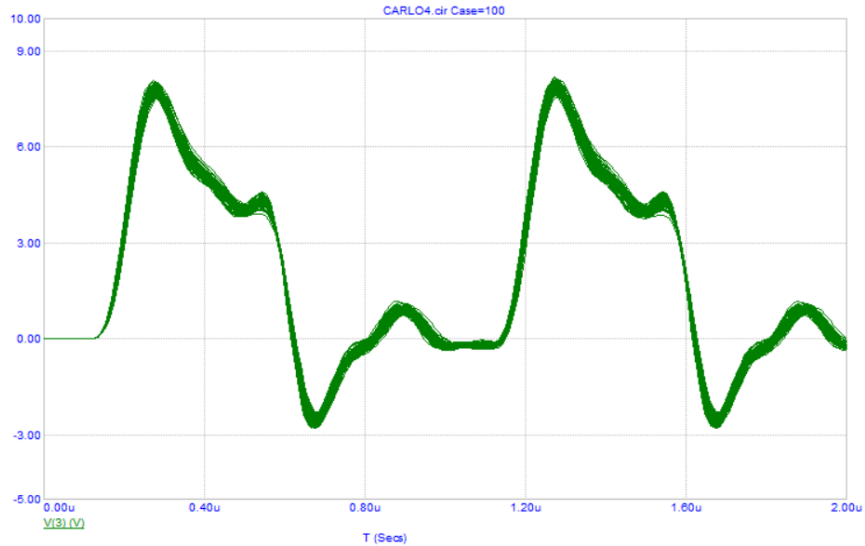
Εικόνα 10.1. Κύκλωμα CARLO4

Επιλέξτε μεταβατική ανάλυση και, στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το ποντίκι, κάντε κλικ στο στοιχείο Επιλογές από το μενού Monte Carlo. Θα πρέπει να μοιάζει με αυτό:



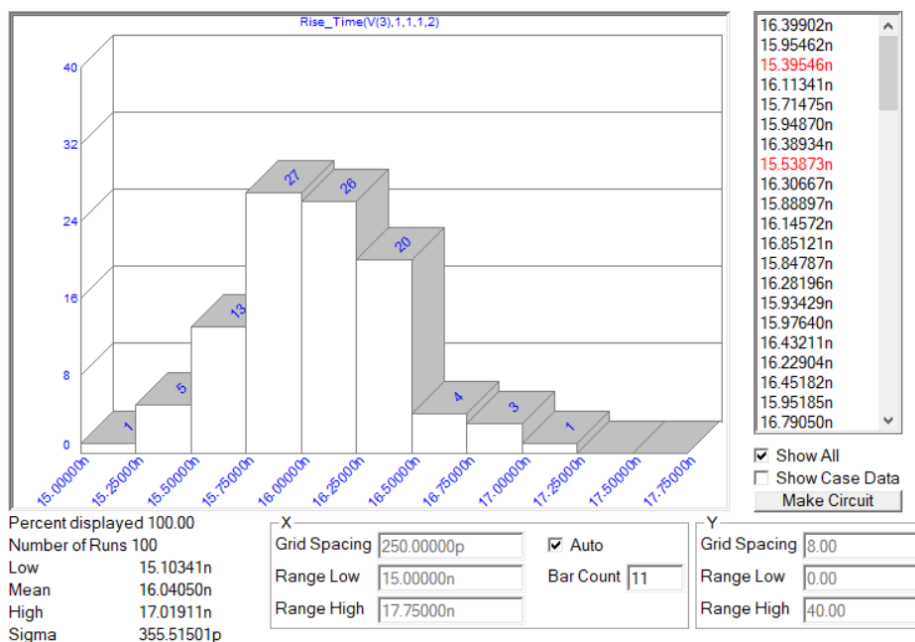
Εικόνα 10.2. Επιλογές Monte Carlo

Οι επιλογές Monte Carlo έχουν οριστεί να εκτελούν 100 διαδρομές χρησιμοποιώντας μια κατανομή Gauss. Χρησιμοποιείται ένας σπόρος των 2. Κάντε κλικ στο κουμπί OK και πατήστε F2 για να ξεκινήσετε τις εκτελέσεις. Οι καμπύλες συσσωρεύονται στην οθόνη και το αποτέλεσμα μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 10.3. Εκτέλεση Ανάλυσης

Επιλέξτε Monte Carlo - Histograms - Show Rise_Time(V(3),1,1,1,2). Αυτό επιλέγει το υπάρχον ιστόγραμμα Rise_Time που μοιάζει με αυτό:

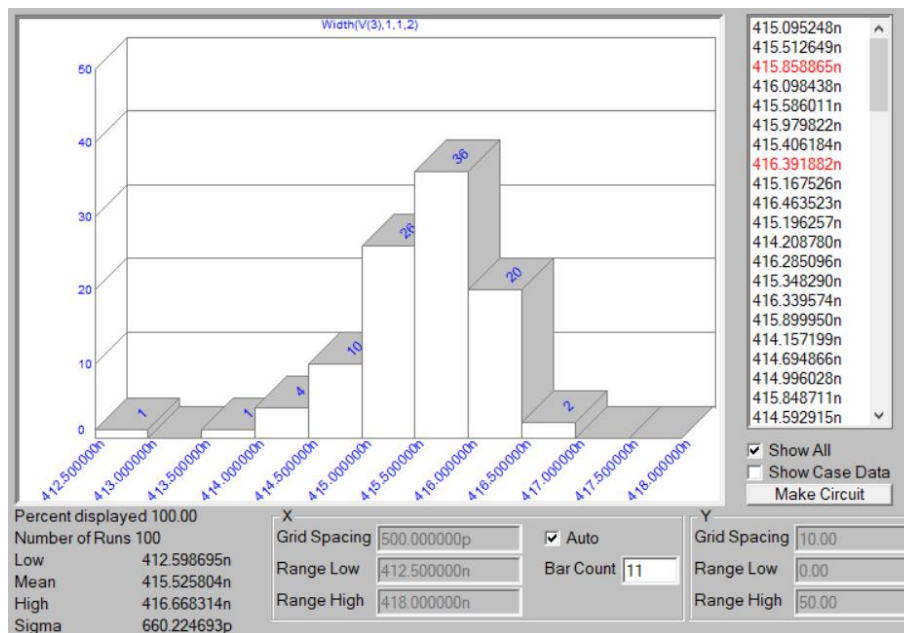


Εικόνα 10.4. Ιστόγραμμα Rise_Time

Αυτή η εικόνα δείχνει την κατανομή συχνότητας για τη συνάρτηση απόδοσης Rise_Time. Η συνάρτηση καθορίζεται για την καμπύλη V(3), με Boolean 1, που επιλέγει όλα τα σημεία

δεδομένων, τιμή N 1 που αναζητά τον πρώτο χρόνο ανόδου στην καμπύλη V(3), Χαμηλή τιμή 1,0, που ορίζει το πρώτο επίπεδο από το οποίο θα μετρηθεί ο χρόνος ανόδου και μια High τιμή 2,0, η οποία καθορίζει το δεύτερο επίπεδο από το οποίο θα μετρηθεί ο χρόνος ανόδου. Η συνάρτηση Rise_Time μέτρησε μία τιμή από καθεμία από τις 100 καμπύλες και τα αποτελέσματα εμφανίζονται εδώ σε μορφή ιστογράμματος. Η στατιστική περίληψη κάτω αριστερά δείχνει τη χαμηλότερη τιμή, την υψηλότερη τιμή, την τυπική απόκλιση και τη μέση ή μέση τιμή από τους 100 αριθμούς. Η λίστα στα δεξιά σας επιτρέπει να κάνετε κύλιση στις μεμονωμένες τιμές χρόνου ανόδου. Το Grid Spacing ορίζει το πλάτος της γραμμής του ιστογράμματος και καθορίζει έμμεσα τον αριθμό των ράβδων. Το Range High και το Range Low μπορούν να αλλάξουν για να εμφανιστεί το ποσοστό της συνολικής διανομής που περιλαμβάνεται στα όρια, προβλέποντας πώς αυτά τα όρια θα επηρεάσουν τις αποδόσεις παραγωγής.

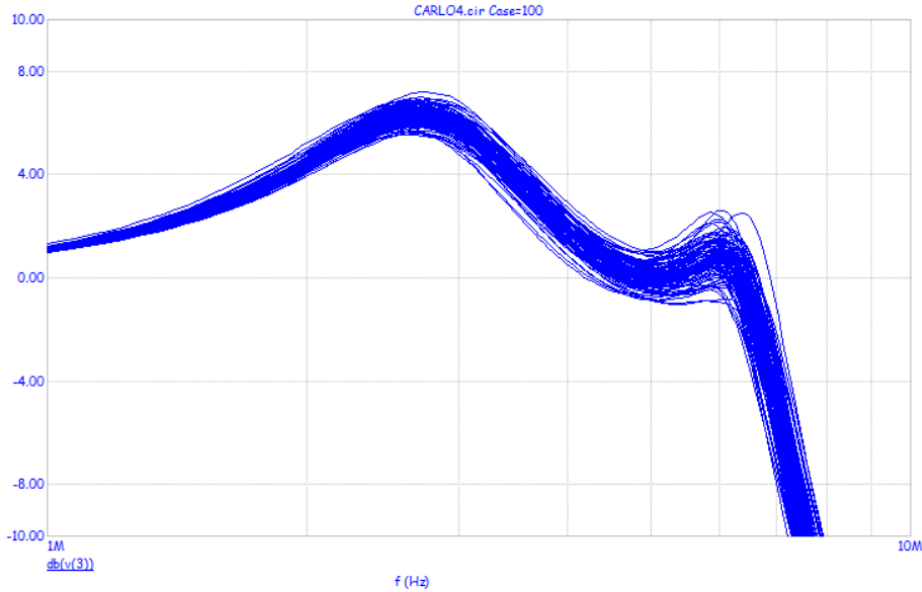
Τώρα θα προσθέσουμε ένα νέο ιστόγραμμα για να μετρήσουμε το πλάτος του παλμού. Επιλέξτε Monte Carlo - Histograms - Add histogram. Αυτό παρουσιάζει το παράθυρο διαλόγου Properties, το οποίο χρησιμοποιείτε για να επιλέξετε μια συνάρτηση απόδοσης. Κάντε κλικ στο κουμπί Get και επιλέξτε τη συνάρτηση απόδοσης πλάτους. Κάντε κλικ στο OK. Κάντε ξανά κλικ στο OK στο παράθυρο διαλόγου Properties και εμφανίζεται ένα νέο ιστόγραμμα.



Εικόνα 10.5. Ιστόγραμμα Πλάτους

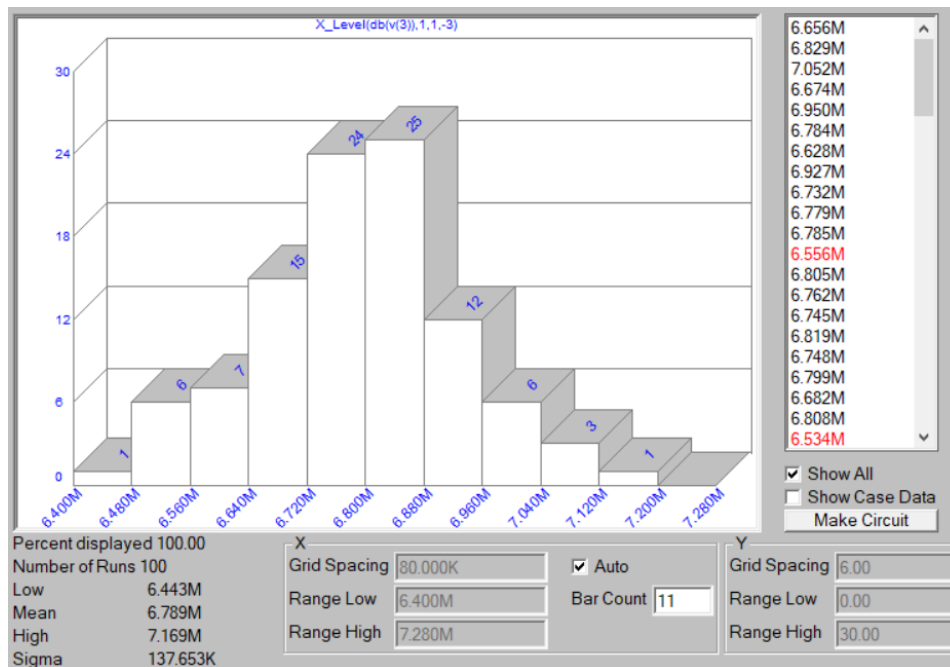
Η συνάρτηση Width καθορίζεται για την καμπύλη V(3), με Boolean 1, που επιλέγει όλα τα σημεία δεδομένων, τιμή N1 που αναζητά τον πρώτο παλμό στην καμπύλη V(3), Επίπεδο 2,0, η οποία ορίζει το επίπεδο στο οποίο θα μετρηθεί το πλάτος του παλμού.

Πατήστε F3 για έξοδο. Επιλέξτε AC από το μενού Analysis. Πατήστε F2 και η οθόνη θα πρέπει να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 10.6. Σχεδιαγράμματα (100) του DB(V(3))

Επιλέξτε Add histogram από το στοιχείο Histograms στο μενού Monte Carlo. Χρησιμοποιήστε το κουμπί Get για να επιλέξετε τη συνάρτηση X_Level για το πεδίο που θα σχεδιάσετε. Κάντε κλικ στο πεδίο Y Level και πληκτρολογήστε -3. Κάντε κλικ στο OK. Κάντε ξανά κλικ στο OK στο παράθυρο διαλόγου Properties και εμφανίζεται ένα νέο ιστόγραμμα.





Εικόνα 10.7. Ιστόγραμμα Εύρους Ζώνης AC (με Συνάρτηση X_Level)

Η συνάρτηση καθορίζεται για την καμπύλη DB(V(3)), με Boolean 1, που επιλέγει όλα τα σημεία δεδομένων, N τιμή 1 που βρίσκει την πρώτη παρουσία τιμής X στην καμπύλη, Y Επίπεδο -3,0, που ορίζει το επίπεδο στο οποίο θα μετρηθεί η τιμή X της καμπύλης. Δεδομένου ότι η καμπύλη

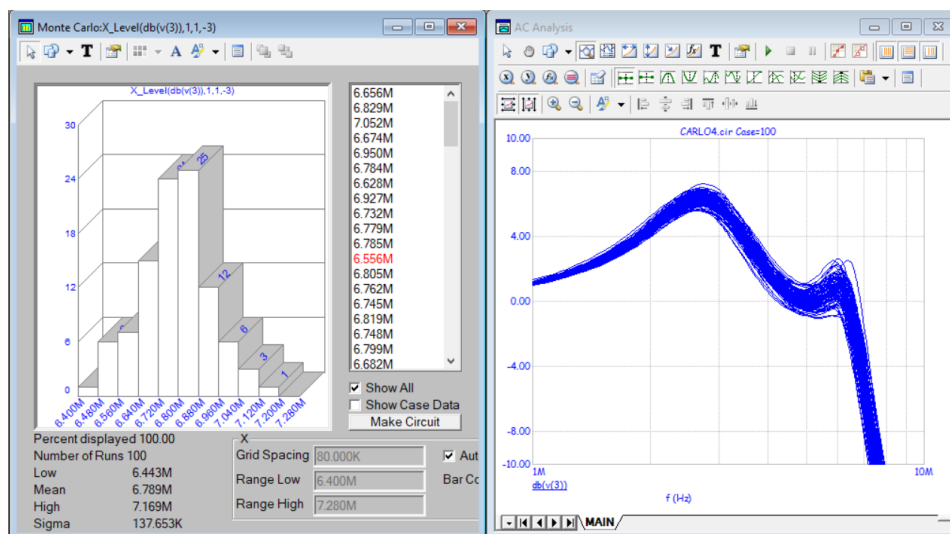
είναι μια γραφική παράσταση του κέρδους του κυκλώματος, που είναι ένα απλό φίλτρο χαμηλής διέλευσης, και αφού επιλέξαμε -3 για το επίπεδο, η συνάρτηση απόδοσης μετρά το εύρος ζώνης 3dB του φίλτρου.

Πατήστε F10 για να εμφανιστεί το κουτί διαλόγου Properties. Περιλαμβάνει στοιχεία παρόμοια με τα παράθυρα διαλόγου Ιδιότητες γραφήματος για τα διαγράμματα ανάλυσης.

Πατήστε Cancel για να κλείσετε το παράθυρο διαλόγου.

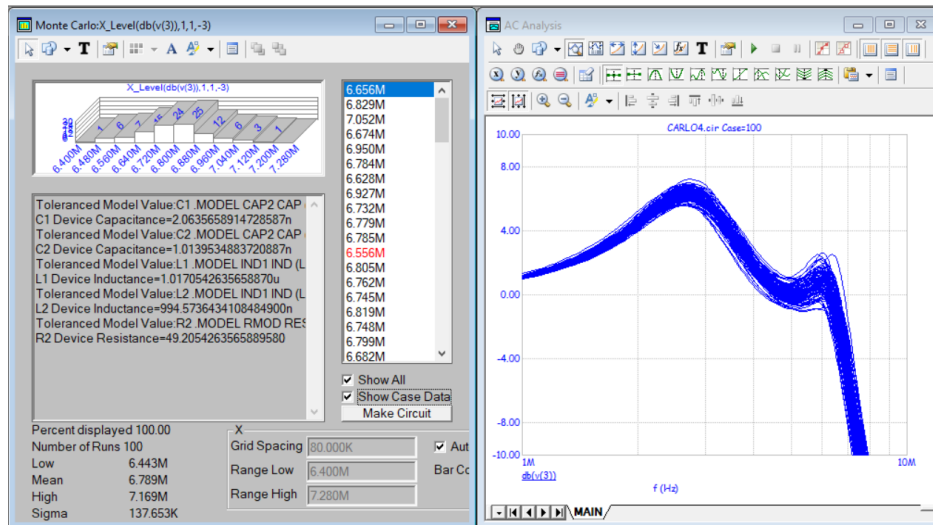
Κάντε κλικ στο κουμπί Tile Vertical  και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στο σχηματικό παράθυρο Minimize. Κάντε ξανά κλικ στο κουμπί Tile Vertical . Κάντε κλικ στη γραμμή τίτλου σχεδιαγράμματος. Πατήστε F2 για να δείτε το ιστόγραμμα αναδημιουργημένο δυναμικά με νέες 100 εκτελέσεις. Όταν ολοκληρώσετε, κάντε κλικ σε οποιαδήποτε θήκη στη λίστα Monte Carlo. Η γραφική παράσταση δείχνει τη μέτρηση της συνάρτησης απόδοσης X_Level για την περίπτωση που επιλέξατε. Πατήστε τα κουμπιά πάνω και κάτω βέλος για να επιλέξετε επιπλέον θήκες. Στην οθόνη επισημαίνεται η γραφική παράσταση για την επιλεγμένη περίπτωση.

Οι περιπτώσεις που δεν πληρούν την συνθήκη Report When εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα.



Εικόνα 10.8. Προβολή Ιστογράμματος (διαχωρισμένη οθόνη)

Κάντε κλικ στο κουμπί Show Case Data και η οθόνη μοιάζει με αυτό:



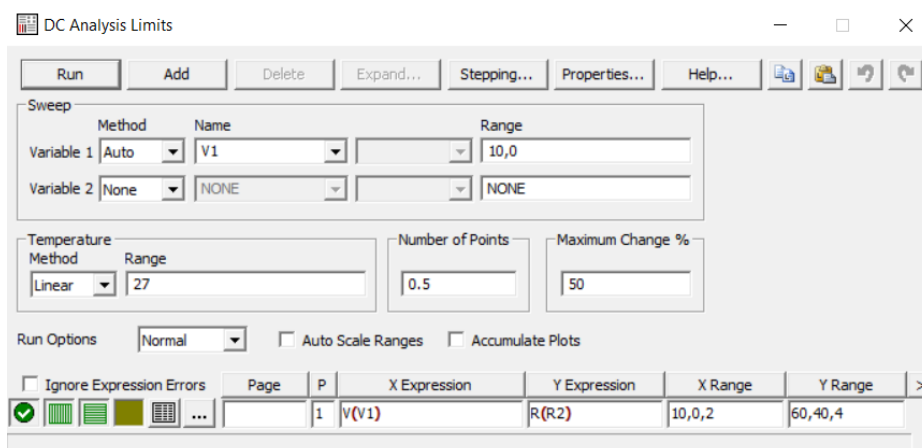
Εικόνα 10.9. Εμφάνιση Δεδομένων Περίπτωσης

Στην οθόνη εμφανίζονται τα αντικείμενα με ανοχή και οι τιμές ανοχής για την επιλεγμένη περίπτωση. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα πλήκτρα του κέρσορα Up/Down για να επιθεωρήσετε διαφορετικές περιπτώσεις.

Η Εμφάνιση όλων εμφανίζει όλες τις περιπτώσεις εάν κάνετε κλικ. Διαφορετικά, εμφανίζει μόνο τις περιπτώσεις που πληρούν την προϋπόθεση Report When. Αυτός είναι ένας εύκολος τρόπος για να εμφανίσετε μόνο περιπτώσεις που δεν πληρούν τις προδιαγραφές.

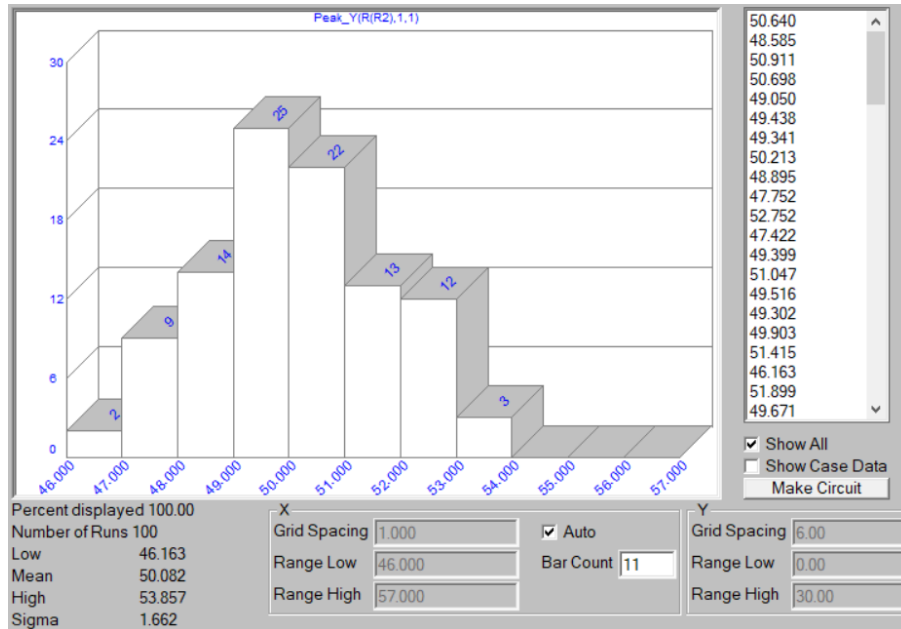
Το κουμπί Make Circuit δημιουργεί μια έκδοση του κυκλώματος που έχει ανεκτές παραμέτρους για την επιλεγμένη περίπτωση. Το κύκλωμα εμφανίζεται μόνο όταν βγείτε από την ανάλυση και επιστρέψετε στον σχηματικό επεξεργαστή.

Πατήστε F3. Επιλέξτε DC από το μενού Analysis. Τα όρια ανάλυσης μοιάζουν με αυτό:



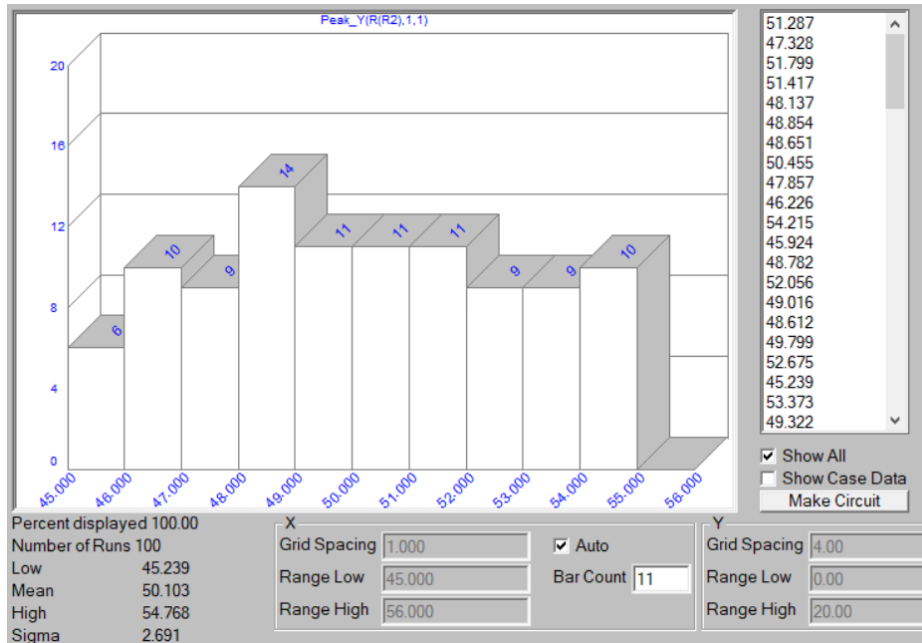
Εικόνα 10.10. Όρια Ανάλυσης DC

Αυτά τα όρια καθορίζουν ότι σχεδιάζουμε το R(R2) ενώ σαρώνουμε το V1. Το V1 δεν έχει καμία επίδραση στο R(R2). Ως αποτέλεσμα, τα σχεδιαγράμματα είναι μια σειρά από ευθείες γραμμές. Πατήστε F2 για να ξεκινήσει η εκτέλεση.



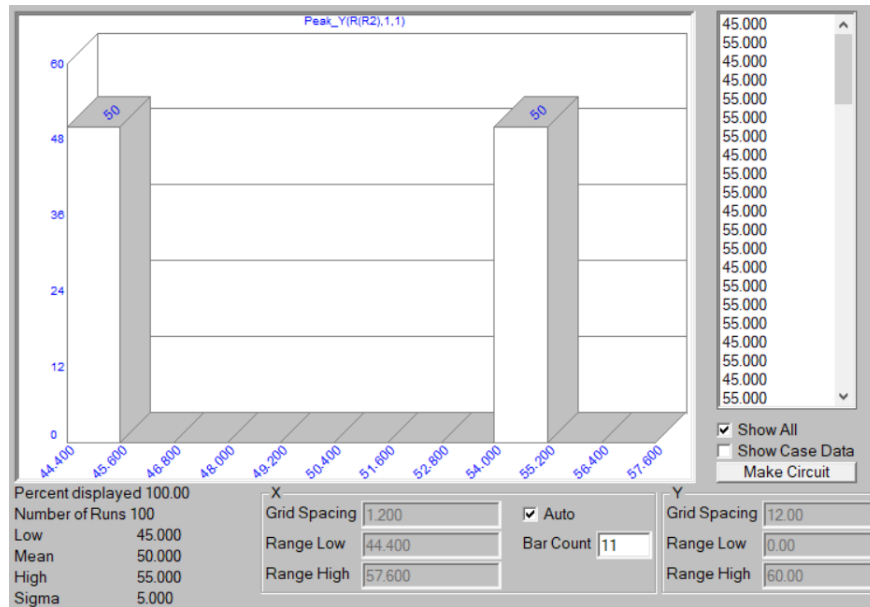
Εικόνα 10.11. Κατανομή Gaussian

Επιλέξτε το στοιχείο Εμφάνιση Peak_Y από το Monte Carlo - Histograms. Η συνάρτηση Peak_Y μετρά τη μεγαλύτερη τιμή του R(R2), που είναι απλώς η ανεκτή τιμή αντίστασης. Η κατανομή προσεγγίζει μια κατανομή Gauss.



Εικόνα 10.12. Ομοιόμορφη Κατανομή

Η επιλογή διανομής χειρότερης περίπτωσης παράγει ένα ιστόγραμμα όπως αυτό:



Εικόνα 10.13. Κατανομή Χειρότερης Περίπτωσης

Σε κάθε μία από τις τρεις περιπτώσεις, σχεδιάσαμε απευθείας την τιμή της αντίστασης, έτσι κάθε ιστόγραμμα εξόδου αντικατόπτριζε άμεσα τη συνάρτηση κατανομής που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της τιμής του.

Η κατανομή Gauss για την ανοχή της αντίστασης είχε ως αποτέλεσμα μια παρόμοια, Gaussian κατανομή εξόδου. Για μεγάλο αριθμό περιπτώσεων, το ιστόγραμμα προσεγγίζει στενά το σχήμα καμπάνας της τυπικής εξίσωσης Gauss.

Η ομοιόμορφη κατανομή για την αντίσταση παρήγαγε παρόμοια ομοιόμορφη κατανομή εξόδου, αν και με λίγα χτυπήματα. Εάν είχαμε εκτελέσει έναν πολύ μεγάλο αριθμό περιπτώσεων, θα περιμέναμε ένα απόλυτα επίπεδο ιστόγραμμα, που αντικατοπτρίζει την ίδια πιθανότητα όλων των εξόδων στην περιοχή.

Η κατανομή στη χειρότερη περίπτωση δημιούργησε μια κατανομή εξόδου που περιείχε τα δύο άκρα. Το ποσοστό που εμπίπτει στη χαμηλή ή υψηλή κατηγορία οφείλεται στην τύχη. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των διαδρομών, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα οι αναλογίες να είναι ίσες.

Σε πιο σύνθετα σχέδια που έχουν πολλά στοιχεία με ανοχές, οι κατανομές εξόδου προσεγγίζουν ένα τυπικό σχήμα Gauss, ακόμα κι αν η κατανομή εισόδου επιλέγεται να είναι ομοιόμορφη ή στη χειρότερη περίπτωση, λόγω του Θεωρήματος Κεντρικού ορίου των στατιστικών. Απλώς χρειάζονται περισσότερες περιπτώσεις για να παραχθεί μια κατανομή εξόδου με κανονική εμφάνιση.

Πατήστε F3 για έξοδο από την ανάλυση και κλείστε το αρχείο με CTRL + F4.

3.8.7. Στατιστική σύνοψη

Τα στατιστικά αποτελέσματα εκτυπώνονται σε αρχείο δίσκου. Τα ονόματα αρχείων που χρησιμοποιούνται είναι:

Transient Analysis CIRCUITNAME.TMC

Analysis AC CIRCUITNAME.AMC

Analysis DC CIRCUITNAME.DMC

Το περιεχόμενο του αρχείου μπορεί να προβληθεί επιλέγοντας Statistics από το μενού Monte Carlo όταν ένα ιστόγραμμα είναι το ενεργό παράθυρο.

3.9. Εργασία με Macros

3.9.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει τη χρήση των μακροεντολών. Ορίζεται ο όρος μακροεντολή και περιγράφονται τα τέσσερα βήματα δημιουργίας και χρήσης μακροεντολών. Αυτοί είναι:

- Δημιουργία του αρχείου κυκλώματος μακροεντολών
- Επιλογή ή δημιουργία κατάλληλου σχήματος για τη μακροεντολή
- Εισαγωγή της μακροεντολής στη βιβλιοθήκη Component
- Χρήση της μακροεντολής σε ένα κύκλωμα

3.9.2. Τι είναι το Macro

Οι μακροεντολές είναι κυκλώματα, που δημιουργούνται και αποθηκεύονται στο δίσκο για να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία από άλλα κυκλώματα. Το κύριο πλεονέκτημα των μακροεντολών είναι ότι η συμπεριφορά ενός μπλοκ σύνθετου κυκλώματος μπορεί να ενσωματωθεί και να αναπαρασταθεί από ένα μόνο στοιχείο.

Η πολυπλοκότητα και η λεπτομέρεια της μακροεντολής είναι κρυμμένη στο κύκλωμα κλήσης.

Όταν εκτελείται μια ανάλυση, το αρχείο μακροεντολής φορτώνεται από το δίσκο και αντικαθίσταται με τη μακροεντολή. Τα κυκλώματα μακροεντολών κατασκευάζονται με τον συνηθισμένο τρόπο, με δύο εξαιρέσεις.

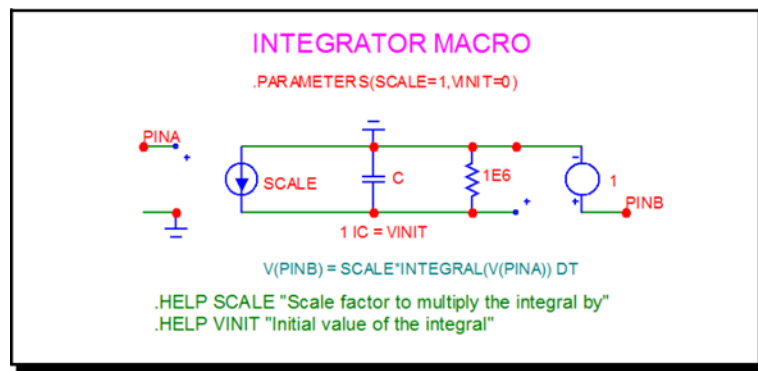
1. Οι μακροεντολές χρησιμοποιούν κείμενο εντολών της φόρμας,
.PARAMETERS(par1,par2,...),

για να ορίσετε παραμέτρους που θα μεταβιβαστούν στη μακροεντολή από το κύκλωμα κλήσης.

2. Οι μακροεντολές χρησιμοποιούν κείμενο πλέγματος σε κόμβους κυκλώματος για να καθορίσουν τους κόμβους (ονόματα ακίδων) που πρόκειται να συνδεθούν στο κύκλωμα χρήσης.

3.9.3. Δημιουργία αρχείου του κυκλώματος Macro

Το πρώτο βήμα στη χρήση μακροεντολών είναι η δημιουργία του ίδιου του κυκλώματος μακροεντολών. Δεν θα το κάνουμε αυτό εδώ. Αντίθετα, θα χρησιμοποιήσουμε ένα κύκλωμα μακροεντολής που παρέχεται με Micro-Cap 12 . Φορτώστε το κύκλωμα μακροεντολής INT. Είναι ένα κύκλωμα ολοκληρωτή και μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 11.1. Macro INT

Το πρώτο στάδιο του κυκλώματος μακροεντολών είναι μια πηγή ρεύματος ελεγχόμενης από τάση (IOFV). Η τιμή της διαγωγιμότητας, SCALE, μεταβιβάζεται ως αριθμητική παράμετρος από το κύκλωμα κλήσης. Το κύκλωμα που χρησιμοποιεί τη μακροεντολή αναφέρεται ως κύκλωμα κλήσης.

Το πρώτο στάδιο πολλαπλασιάζει το σήμα εισόδου με την τιμή SCALE και το μετατρέπει σε ρεύμα. Το ρεύμα ρέει απευθείας σε έναν πυκνωτή, δημιουργώντας μια τάση που είναι το αναπόσπαστο του κλιμακούμενου σήματος εισόδου. Ένα τελικό στάδιο απολαβής μονάδας απομονώνει την τάση του πυκνωτή από το φορτίο στο κύκλωμα κλήσης. Η αντίσταση υψηλής αξίας αποφεύγει άπειρες τάσεις στον πυκνωτή όταν εμφανίζονται τάσεις εισόδου DC. Περιορίζει επίσης το χρήσιμο εύρος της μακροεντολής σε συχνότητες πάνω από $1E-6$, οι οποίες θα ήταν αποδεκτές για όλες σχεδόν τις εφαρμογές.

Αυτό το κύκλωμα απεικονίζει τα δύο χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις μακροεντολές από τα συνηθισμένα κυκλώματα. Αρχικά, οι εξωτερικές συνδέσεις ακίδων ορίζονται τοποθετώντας το όνομα της ακίδας με τη μορφή κειμένου πλέγματος στον κόμβο όπου επιθυμείτε τη σύνδεση. Στο κύκλωμα INT, το κείμενο PINA, συνδέει τη θετική είσοδο της πηγής ρεύματος ελεγχόμενης τάσης

με το PINA του σχήματος μακροεντολής. Το κείμενο PINB, συνδέει την έξοδο του σταδίου buffer με το PINB του σχήματος μακροεντολής.

Το δεύτερο σημαντικό χαρακτηριστικό αυτής της μακροεντολής είναι ότι λαμβάνει παραμέτρους από το κύκλωμα κλήσης. Μια μακροεντολή δεν χρειάζεται να έχει περάσει παραμέτρους, αλλά οι περισσότερες το κάνουν. Μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη χρησιμότητα μιας μακροεντολής. Το πρώτο βήμα για τη μετάδοση παραμέτρων σε μια μακροεντολή είναι να συμπεριλάβετε τη δήλωση ελέγχου .PARAMETERS στο κύκλωμα μακροεντολής. Αυτό γίνεται συμπεριλαμβάνοντας ένα κομμάτι κειμένου στο κύκλωμα μακροεντολής χρησιμοποιώντας αυτήν τη μορφή:

```
.PARAMETERS (<parameter[=<value>]> [<parameter[=<value>]>]*)
```

Η μακροεντολή INT χρησιμοποιεί αυτήν τη συγκεκριμένη δήλωση παραμέτρων:

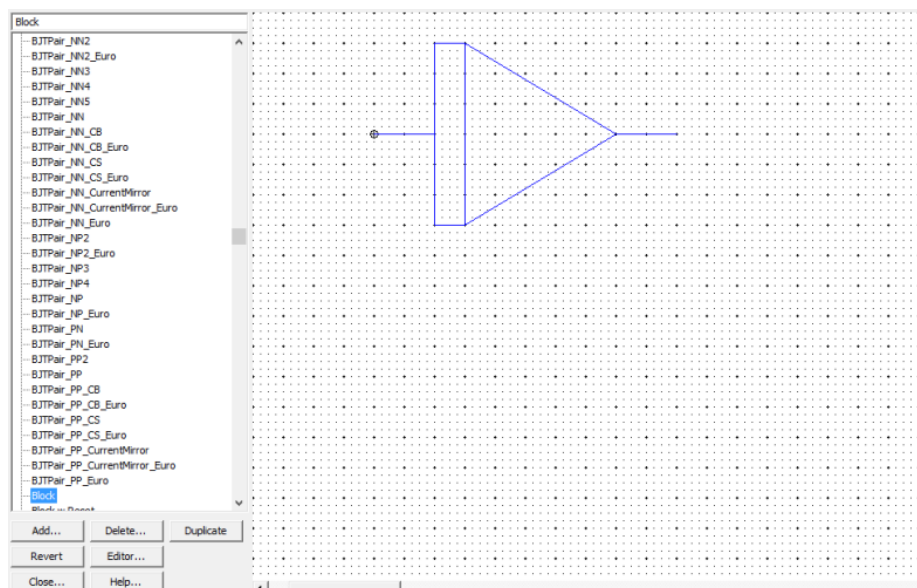
```
.PARAMETERS(SCALE=1,VINIT=0)
```

Η δήλωση ορίζει δύο παραμέτρους, SCALE και VINIT. Το SCALE χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό του σήματος εισόδου και ως εκ τούτου του ολοκληρώματος. Το VINIT χρησιμοποιείται για την παροχή μιας αρχικής τιμής στον πυκνωτή και ως εκ τούτου στην τιμή του ολοκληρώματος.

Η συνήθης διαδικασία είναι να δημιουργήσετε το κύκλωμα μακροεντολής INT και, στη συνέχεια, να το αποθηκεύσετε κάτω από το όνομα μακροεντολής στο φάκελο LIBRARY. Σε αυτήν την περίπτωση θα αποθηκευτεί με το όνομα INT.MAC.

3.9.4. Επιλογή κατάλληλου σχήματος για το Macro


Το δεύτερο βήμα στην κατασκευή μιας μακροεντολής είναι η επιλογή ή η δημιουργία ενός κατάλληλου σχήματος. Για το παράδειγμά μας, το σχήμα Block θα είναι αρκετό. Μοιάζει με αυτό:

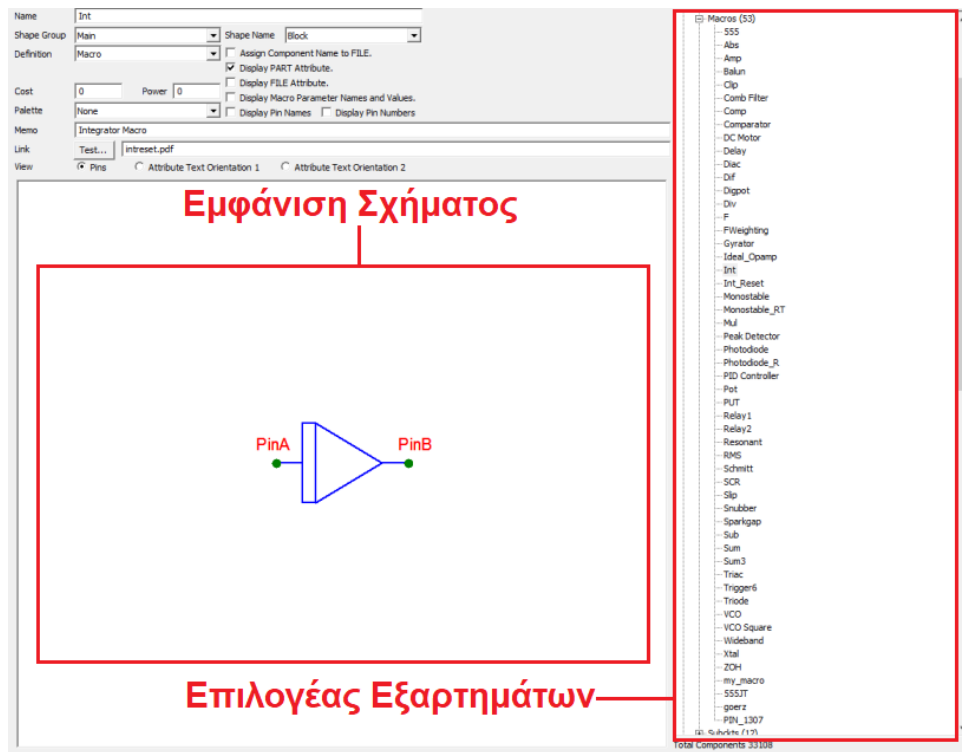


Εικόνα 11.2. Σχήμα Block

Το σχήμα δείχνει την οθόνη του Shape Editor για το σχήμα Block. Εάν δεν υπάρχουν κατάλληλα σχήματα στη βιβλιοθήκη, μπορείτε να δημιουργήσετε ένα νέο για να προτείνετε οπτικά τη λειτουργία της μακροεντολής.

3.9.5. Εισαγωγή Macro στην βιβλιοθήκη εξαρτημάτων

Το τρίτο βήμα είναι να εισαγάγετε τη μακροεντολή στη βιβλιοθήκη Component. Για να το κάνετε αυτό, επιλέξτε το Component Editor από το μενού των Windows. Από τον Component Editor, κάντε διπλό κλικ στο όνομα Macros στην ομάδα Analog Primitives. Σε αυτόν τον ιεραρχικό επιλογή, κάνοντας διπλό κλικ ανοίγει μια κλειστή ομάδα ή κλείνει μια ανοιχτή ομάδα. Κάντε κλικ στο όνομα INT. Αυτό επιλέγει και εμφανίζει το στοιχείο INT. Εάν προσθέσετε το INT ως νέα μακροεντολή, θα κάνετε πρώτα κλικ στη μακροεντολή για να το επιλέξετε και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί Add Part  για να προσθέσετε INT στην ομάδα μακροεντολών. Η οθόνη του στοιχείου INT μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 11.3. Είσοδος Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων (για το INT Macro)

Το πεδίο Name data είναι για το όνομα του στοιχείου. Αυτό είναι το ίδιο με το όνομα του αρχείου μακροεντολής χωρίς την επέκταση αρχείου. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήσαμε το όνομα INT.

Το πεδίο δεδομένων σχήματος είναι για το όνομα του σχήματος που θα χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση του macro. Τα ονόματα των σχημάτων προέρχονται από τη βιβλιοθήκη Shape, η οποία δημιουργείται και διατηρείται από τον επεξεργαστή Shape. Για να επιλέξετε ένα σχήμα, κάντε κλικ στο πεδίο Shape και πατήστε το πρώτο γράμμα του ονόματος του σχήματος μέχρι να εμφανιστεί αυτό που θέλετε ή χρησιμοποιήστε το βέλος δίπλα στη λίστα για περιήγηση. Εδώ επιλέξαμε το σχήμα Block.

Το πεδίο Definition καθορίζει τον ηλεκτρικό ορισμό. Για να επιλέξετε έναν ορισμό, κάντε κλικ στο πεδίο και πατήστε το πρώτο γράμμα του ονόματος ορισμού μέχρι να εμφανιστεί αυτό που θέλετε ή χρησιμοποιήστε το βέλος για περιήγηση. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να καθορίσουμε Macro για να υποδείξουμε ότι ο ηλεκτρικός ορισμός προέρχεται από ένα αρχείο κυκλώματος.

Το πεδίο Σημείωση είναι για περιγραφές ή σχόλια. Δεν έχει καμία επίδραση στην ηλεκτρική συμπεριφορά του εξαρτήματος.

Οι επιλογές προσανατολισμού κειμένου Χαρακτηριστικό δείχνουν τη θέση του κειμένου χαρακτηριστικού σε σχέση με το σχήμα. Κάθε σχήμα έχει δυνητικά οκτώ συνδυασμούς περιστροφής και ανάκλασης, που ονομάζονται προσανατολισμοί. Ο προσανατολισμός 1 είναι για τους τέσσερις οριζόντιους προσανατολισμούς. Ο προσανατολισμός 2 είναι για τους τέσσερις κατακόρυφους προσανατολισμούς. Το κείμενο χαρακτηριστικών για ένα στοιχείο μακροεντολής αποτελείται από το όνομα του τμήματος, το όνομα της μακροεντολής και τις προαιρετικές παραμέτρους. Αυτά εισάγονται μέσω του κουτιού διαλόγου Χαρακτηριστικό όταν το στοιχείο προστίθεται σε ένα σχηματικό. Μπορείτε να σύρετε το κείμενο με το αριστερό κουμπί του ποντικιού για να υποδείξετε πού θα τοποθετηθεί αρχικά το πρώτο (XX) και το δεύτερο (YY) κείμενο χαρακτηριστικών. Αφού το στοιχείο τοποθετηθεί αρχικά σε ένα κύκλωμα, το κείμενο του χαρακτηριστικού μπορεί να μεταφερθεί σύροντας το χαρακτηριστικό κειμένου με το ποντίκι.

Μια σημαντική πτυχή της εισαγωγής μιας μακροεντολής στη βιβλιοθήκη είναι να ορίσετε πού βρίσκονται οι καρφίτσες. Για ένα εξάρτημα όπως μια διάδος, τα ονόματα των ακροδεκτών προκαθορίζονται ως Άνοδος και Κάθοδος.

Για μια μακροεντολή, τα ονόματα καρφίτσων ορίζονται από τον χρήστη. Πρέπει να ταιριάζουν με τα πραγματικά ονόματα κόμβων όπως ορίζονται από το κείμενο πλέγματος στο κύκλωμα μακροεντολής.

Τα ονόματα ορίζονται κάνοντας κλικ στην εμφάνιση Shape/pin όταν η Προβολή έχει οριστεί σε Καρφίτσες. Αυτό ενεργοποιεί ένα κουτί διαλόγου Pin, επιτρέποντάς σας να εισαγάγετε ένα νέο όνομα pin και να καθορίσετε εάν είναι ψηφιακό ή αναλογικό. Το διπλό κλικ σε μια υπάρχουσα καρφίτσα σας επιτρέπει να την επεξεργαστείτε. Τόσο η κουκκίδα δείκτη καρφίτσας όσο και το όνομα της καρφίτσας μπορούν να μετακινηθούν ανεξάρτητα με το ποντίκι σε νέες τοποθεσίες.

3.9.6. Χρησιμοποιώντας το Macro σε κύκλωμα

Το τελευταίο βήμα είναι η χρήση της μακροεντολής. Αυτό είναι το πιο εύκολο κομμάτι. Μόλις η μακροεντολή έχει εισαχθεί στη βιβλιοθήκη Component, είναι διαθέσιμη για χρήση σε κυκλώματα. Η πρόσβαση γίνεται από μία από τις ομάδες στο μενού Component.

Για να το δείξουμε χρησιμοποιώντας μια μακροεντολή, θα δημιουργήσουμε ένα απλό κύκλωμα που περιέχει μια πηγή τάσης με μια τριγωνική κυματομορφή που οδηγεί μια μακροεντολή INT. Η έξοδος της μακροεντολής INT θα πρέπει να είναι το ολοκλήρωμα της κυματομορφής εισόδου.

Κλείστε το πρόγραμμα επεξεργασίας στοιχείων χωρίς να αποθηκεύσετε καμία αλλαγή. Κλείστε το κύκλωμα INT. Επιλέξτε Νέα από το μενού File και, στη συνέχεια, Σχηματικά από το παράθυρο διαλόγου New. Από το μενού **Component/Analog Primitives/Waveform Sources** επιλέξτε την Πηγή τάσης. Τοποθετήστε το στο σχηματικό με το σύμβολο συν να δείχνει προς τα πάνω.

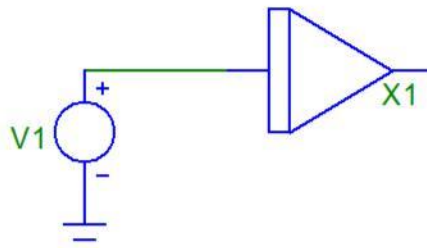
Από το παράθυρο διαλόγου Χαρακτηριστικό, επιλέξτε τον πίνακα Pulse και, στη συνέχεια, επιλέξτε το κουμπί ΤΡΙΓΩΝΟ. Κάντε κλικ στο κουμπί OK. Κάντε κλικ στο κουμπί Wire mode. Σχεδιάστε ένα καλώδιο από την κορυφή της πηγής παλμού προς τα δεξιά.

Από την ομάδα Macros της ενότητας Analog Primitives του μενού Component, επιλέξτε INT. Τοποθετήστε την είσοδο μακροεντολής INT στο τέλος της γραμμής που μόλις σχεδιάστηκε. Κάντε κλικ στο χαρακτηριστικό SCALE και πληκτρολογήστε "1E7" για την παράμετρό του. Κάντε κλικ στο χαρακτηριστικό VI-NIT και πληκτρολογήστε "1" για την παράμετρό του. Αυτό μεταβιβάζει μια τιμή κλίμακας 1E7 και μια αρχική τιμή 1 στη μακροεντολή. Κάντε κλικ στο OK. Τέλος, κάντε κλικ στο κουμπί Γείωσης στην επάνω γραμμή εργαλείων, περιστρέψτε το όπως χρειάζεται με το δεξί κουμπί του ποντικιού και τοποθετήστε το στο αρνητικό καλώδιο της πηγής παλμού.

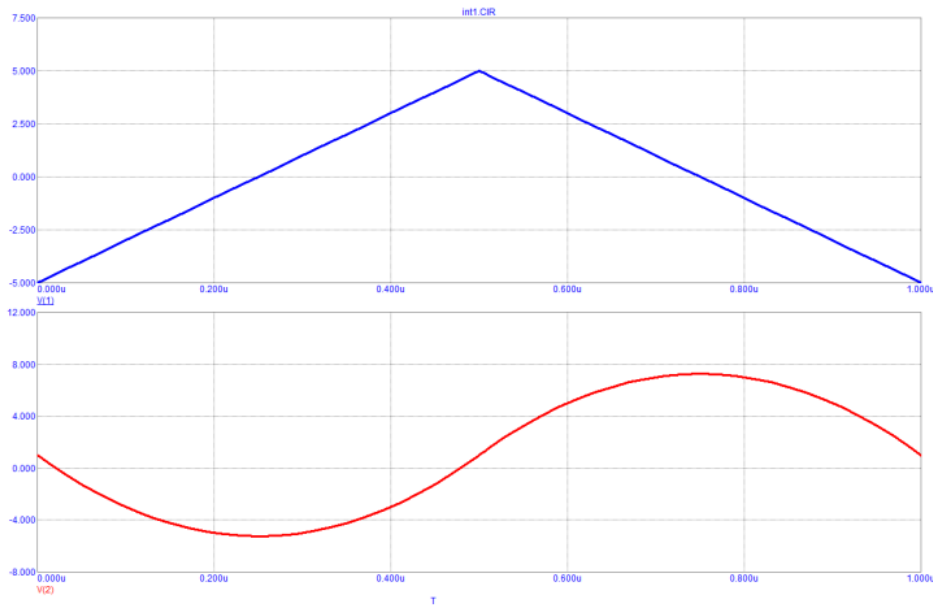
Τα βασικά σημεία σχετικά με την τοποθέτηση μιας μακροεντολής σε ένα κύκλωμα είναι:

1. Θυμηθείτε πού το τοποθετήσατε στην ιεραρχία Component. Οι μακροεντολές συνήθως τοποθετούνται και επιλέγονται από την ενότητα Analog Primitives/Macros του μενού Component, αλλά η τοποθεσία τους εξαρτάται από εσάς.
2. Το χαρακτηριστικό FILE περιέχει το όνομα του αρχείου κυκλώματος μακροεντολής χωρίς την επέκτασή του. Σε αυτή την περίπτωση είναι απλά INT. Αυτό το όνομα πρέπει να είναι το ίδιο ακριβώς όνομα με το οποίο αποθηκεύτηκε το κύκλωμα μακροεντολής, χωρίς την επέκταση .CIR ή .MAC.
3. Κάθε παράμετρος εισάγεται ως ξεχωριστό χαρακτηριστικό.

Το κύκλωμα και η μεταβατική του ανάλυση φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Για να δημιουργήσετε αυτό το διάγραμμα ανάλυσης, πρέπει πρώτον να απενεργοποιήσετε το σημείο λειτουργίας, δεύτερον να ενεργοποιήσετε την επιλογή Auto Scale και τρίτον να εισαγάγετε 1 και 2, αντίστοιχα, στις στήλες V(1) και V(2) P.



Εικόνα 11.4. Χρήση του INT Macro σε ένα Κύκλωμα



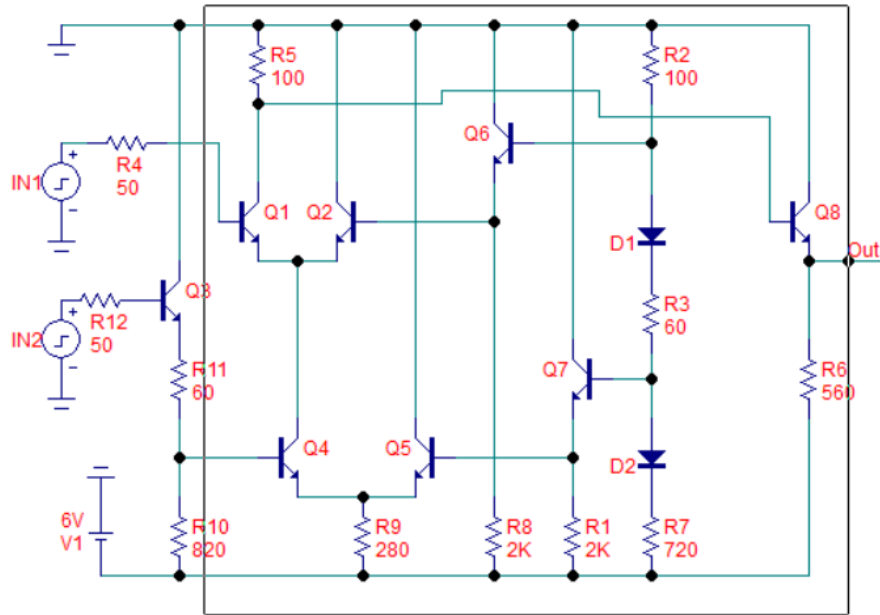
Εικόνα 11.5. Παροδική Ανάλυση Κυκλώματος

Πατήστε F3 και κλείστε το κύκλωμα.

3.9.7. Εύκολος τρόπος για την δημιουργία των Macros

Ένας άλλος τρόπος δημιουργίας μακροεντολών από υπάρχοντα κυκλώματα είναι να χρησιμοποιήσετε την εντολή δημιουργίας μακροεντολών. Για παράδειγμα, φορτώστε το αρχείο ECLGATE. Μπείτε στη λειτουργία επιλογής και σύρετε μια περιοχή πλαισίου στο κύκλωμα ως εξής:

Analysis of an ECL gate. Run Transient Analysis.

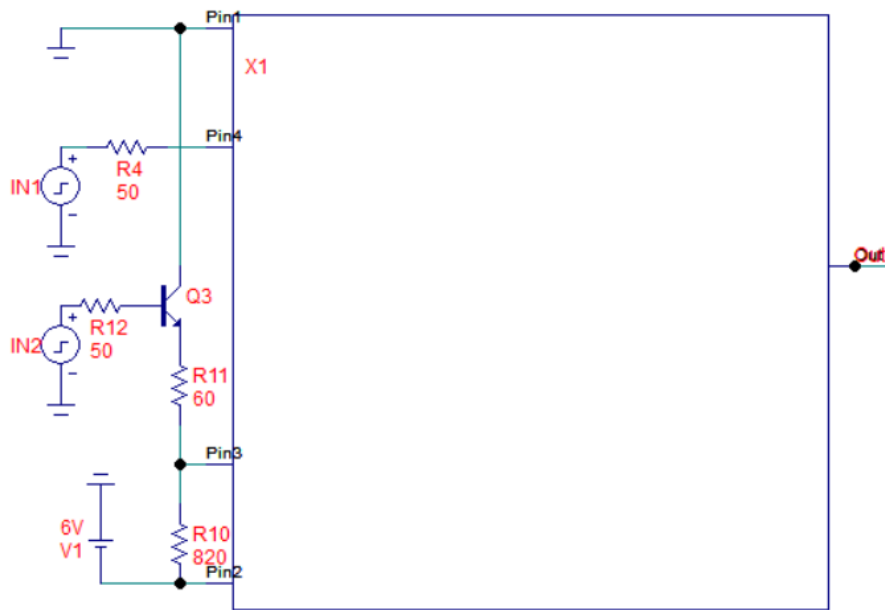


Εικόνα 11.6. Περιοχή Πλαισίου Macro ECLGATE

Φροντίστε να σχεδιάσετε την περιοχή του πλαισίου ακριβώς όπως φαίνεται παραπάνω. Τώρα πατήστε CTRL + M.

Κάντε κλικ στο OK στο παράθυρο διαλόγου. Η οθόνη πρέπει να μοιάζει με αυτό:

Analysis of an ECL gate. Run Transient Analysis.




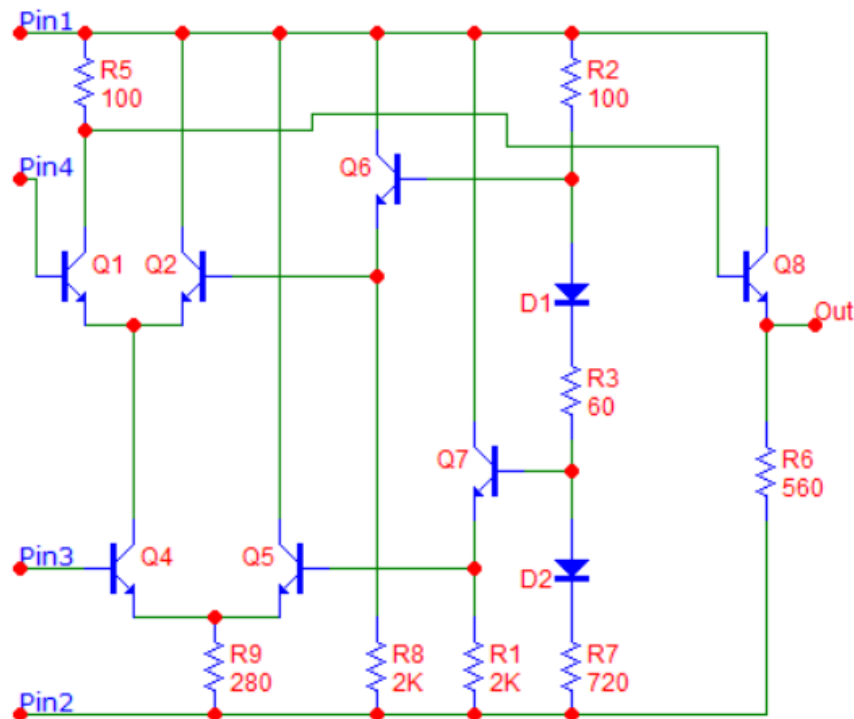
Εικόνα 11.7. Κύκλωμα ECLGATE (με Χρήση Macro)

Το πρόγραμμα έχει μετατρέψει το κύκλωμα στην περιοχή του κουτιού σε κύκλωμα μακροεντολής. Για να γίνει αυτό έκανε τα εξής:

1. Τοποθετήστε το κύκλωμα στην περιοχή του κουτιού σε ένα αρχείο που ονομάζεται ECLGATE.MAC.
2. Τοποθέτησε μια μακροεντολή ECLGATE στην τρέχουσα βιβλιοθήκη στοιχείων.
3. Τροποποιήστε το κύκλωμα ECLGATE στην οθόνη αντικαθιστώντας τα περιεχόμενα του πλαισίου περιοχής με μια μακροεντολή που ονομάζεται ECLGATE.

Ως αποτέλεσμα αυτής της ενέργειας, το κύκλωμα ECLGATE φαίνεται απλούστερο. Η πολυπλοκότητά του είναι κρυμμένη και ενσωματωμένη στο μπλοκ μακροεντολών που ονομάζεται ECLGATE. Επιπλέον, η μακροεντολή έχει εισαχθεί στη βιβλιοθήκη στοιχείων και είναι διαθέσιμη για χρήση από άλλα κυκλώματα.

Μπορείτε να δείτε το κύκλωμα μακροεντολής κάνοντας κλικ στο κουμπί Info  και στη συνέχεια κάνοντας κλικ στο μπλοκ μακροεντολής ECLGATE. Μοιάζει με αυτό:

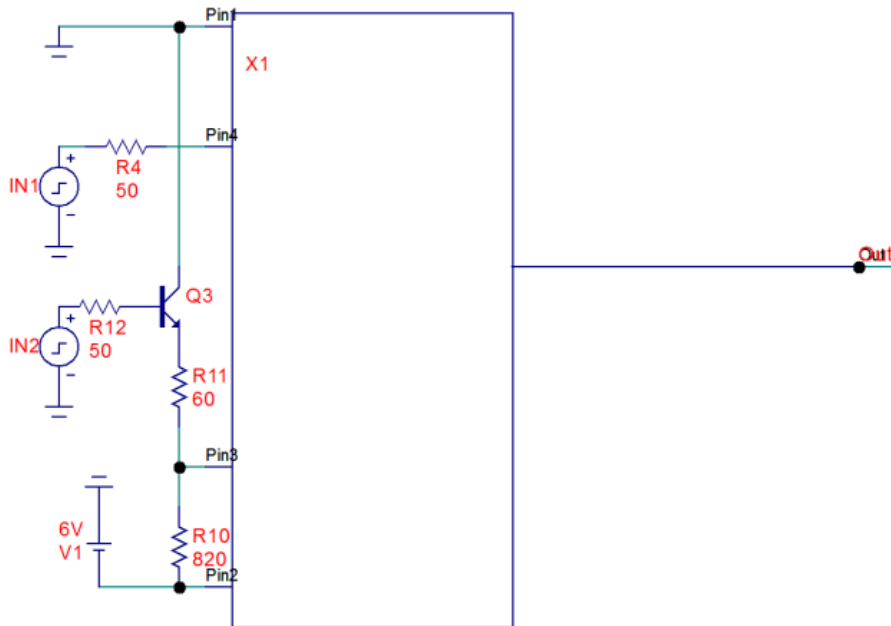


Εικόνα 11.8. Κύκλωμα Macro ECLGATE

Το πρόγραμμα έχει καθορίσει ότι χρειάζονται πέντε καρφίτσες και εντόπισε το κείμενο της καρφίτσας όπως απαιτείται. Αυτή η μορφή δημιουργίας μακροεντολών χρησιμοποιεί πάντα ένα ρυθμιζόμενο πλαίσιο μακροεντολής. Οι πλευρές και οι καρφίτσες του μπορούν να μετακινηθούν όπως επιθυμείτε. Ωστόσο, διατηρεί πάντα το ορθογώνιο σχήμα του.

Για να αλλάξετε τη θέση των ακίδων, επιλέξτε τη μακροεντολή κάνοντας κλικ σε αυτήν. Σύρετε την κουκκίδα στο τέλος της καρφίτσας στη νέα θέση και αφήστε την.

Για να αλλάξετε το σχήμα του πλαισίου μακροεντολής, επιλέξτε τη μακροεντολή κάνοντας κλικ σε αυτήν. Σύρετε μια γωνιακή κουκκίδα για να αλλάξετε το μήκος και το πλάτος. Σύρετε μια πλευρική κουκκίδα για να αλλάξετε μήκος ή πλάτος. Για παράδειγμα, η παρακάτω εικόνα δείχνει ένα παράδειγμα για το πώς μπορεί να τροποποιηθεί το σχήμα. Συγκρίνετε αυτό με την **Εικόνα 11.7**.



Εικόνα 11.9. Τροποποιημένο Σχήμα Πλαισίου Macro

Για παραδείγματα χρήσης ένθετων μακροεντολών, ανατρέξτε στο δείγμα αρχείου κυκλώματος CMOS_COUNTER.CIR.

3.10. Εργασία με Υποκυκλώματα (Subcircuits)

3.10.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει τη χρήση των υποκυκλωμάτων SPICE. Περιγράφονται τα βήματα δημιουργίας και χρήσης subckt. Αυτοί είναι:

- Δημιουργία του αρχείου κυκλώματος subckt
- Επιλογή ή δημιουργία κατάλληλου σχήματος για το subckt
- Εισαγωγή του subckt στη βιβλιοθήκη Component
- Χρήση του subckt σε ένα κύκλωμα

- Χρησιμοποιώντας τον οδηγό προσθήκης εξαρτημάτων για να προσθέσετε τμήματα δευτερεύοντος τμήματος

3.10.2. Τι είναι Υποκύκλωμα

Τα υποκυκλώματα είναι πλήρη κυκλώματα αρχείων κειμένου SPICE, που δημιουργούνται και αποθηκεύονται στο δίσκο για χρήση από άλλα κυκλώματα. Η μεγάλη αρετή των υποκυκλωμάτων είναι η ίδια όπως και για τις μακροεντολές. Η συμπεριφορά ενός μπλοκ σύνθετου κυκλώματος μπορεί να ενσωματωθεί και να αναπαρασταθεί από ένα μόνο στοιχείο. Η πολυπλοκότητα και η λεπτομέρεια είναι κρυμμένα στο κύκλωμα που χρησιμοποιεί το υποκύκλωμα.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι οι περισσότεροι πωλητές ανταλλακτικών χρησιμοποιούν το υποκύκλωμα SPICE ως το κύριο μέσο για τη μοντελοποίηση των εξαρτημάτων τους. Η πρόσβαση σε αυτά τα μοντέλα είναι ο βασικός λόγος για τη χρήση υποκυκλωμάτων.

3.10.3. Δημιουργία αρχείου του κειμένου Υποκυκλώματος

Το πρώτο βήμα είναι να δημιουργήσετε το ίδιο το κύκλωμα υποκυκλώματος. Δεν θα το κάνουμε αυτό εδώ. Αντ' αυτού, θα χρησιμοποιήσουμε ένα υπάρχον υποκύκλωμα, που παρέχεται με το Micro-Cap 12. Για να φορτώσετε το αρχείο SPICE, επιλέξτε το στοιχείο Open από το μενού File. Πληκτρολογήστε "..\LIBRARY\UA741.MOD". Το αρχείο μοιάζει με αυτό:

```
* UA741 operational amplifier "macromodel" subcircuit
* connections:  non-inverting input
*                | inverting input
*                | | positive power supply
*                | | | negative power supply
*                | | | | output
*                | | | | |
*                | | | | |
.subckt UA741 1 2 3 4 5
+PARAMS: GG=33
+PARAMS: resistance={100k*GG}
*
rr  91  0 {resistance}
c1  11 12 4.664E-12
c2   6  7 20.00E-12
dc   5 53 dx
de  54  5 dx
dlp  90 91 dx
dln  92 90 dx
dp   4  3 dx
egnd 99  0 poly(2) (3,0) (4,0) 0 .5 .5
fb   7 99 poly(5) vb vc ve vlp vln 0 10.61E6 -10E6 10E6 10E6 -10E6
ga   6  0 11 12 137.7E-6
gcm  0  6 10 99 2.574E-9
iee  10  4 dc 10.16E-6
hlim 90  0 vlim 1K
q1  11  2 13 qx
q2  12  1 14 qx
r2   6  9 100.0E3
rc1  3 11 7.957E3
rc2  3 12 7.957E3
rel  13 10 2.740E3
```

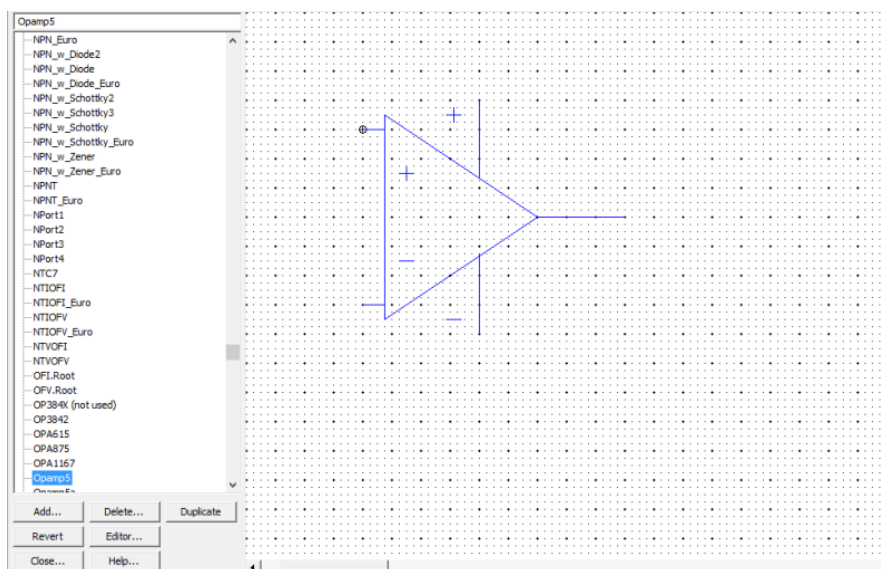
Εικόνα 12.1. Υποκύκλωμα UA741.MOD

Αυτό το υποκύκλωμα είναι ένα τυπικό μοντέλο τύπου Boyle για το κλασικό UA741. Το αρχείο κυκλώματος μπορεί να δημιουργηθεί με το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου Micro-Cap 12 SPICE ή χρησιμοποιώντας έναν εξωτερικό επεξεργαστή κειμένου. Συχνά, μπορεί να ληφθεί ως αρχείο κειμένου από έναν κατασκευαστή του εξαρτήματος. Πρέπει να τοποθετηθεί στον κατάλογο της βιβλιοθήκης και το όνομα του αρχείου να εισαχθεί στο αρχείο "NOM.LIB" για να είναι προσβάσιμο στο Micro-Cap 12. Το όνομα του αρχείου εισάγεται προσθέτοντας μια γραμμή όπως, .LIB "UA741.MOD"

στο αρχείο NOM.LIB. Το αρχείο NOM.LIB βρίσκεται στο φάκελο της βιβλιοθήκης.

3.10.4. Επιλογή κατάλληλου σχήματος για το Υποκύκλωμα

Το δεύτερο βήμα είναι η επιλογή ή η δημιουργία κατάλληλου σχήματος. Επιλέξτε το Shape Editor από το μενού των Windows. Για το παράδειγμά μας, το σχήμα Opamp5 θα τα πάει καλά. Μοιάζει με αυτό:

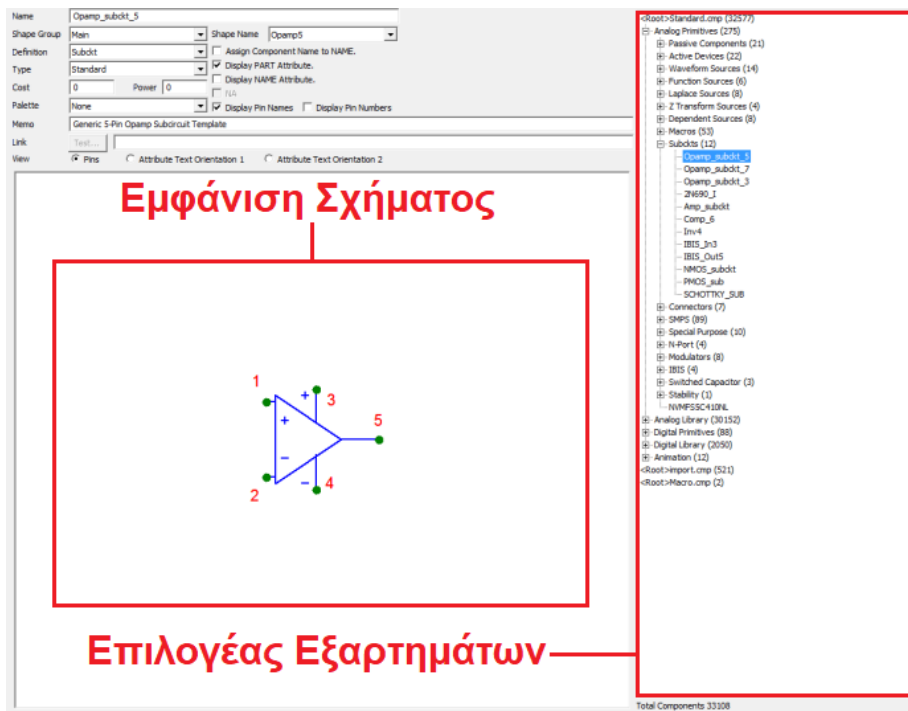


Εικόνα 12.2. Σχήμα OPAMP5

Εάν δεν υπάρχουν κατάλληλα σχήματα στη βιβλιοθήκη, μπορείτε να δημιουργήσετε ένα νέο για να προτείνετε οπτικά τη λειτουργία του υποκυκλώματος. Όλα τα σχήματα που δημιουργούνται προστίθενται και εμφανίζονται στο πεδίο λίστας σχήματος του προγράμματος επεξεργασίας στοιχείων.

3.10.5. Εισαγωγή Υποκυκλώματος στην βιβλιοθήκη εξαρτημάτων

Το τρίτο βήμα είναι να εισαγάγετε το υποκύκλωμα στη βιβλιοθήκη Component. Για να το κάνετε αυτό, επιλέξτε Component Editor από το μενού των Windows. Κάντε κλικ στην ομάδα Subckts της ομάδας Analog Primitives. Αυτό παρουσιάζει μια λίστα με τα υπάρχοντα υποκυκλώματα. Κάντε κλικ στο Opamp_subckt_5. Αυτό δείχνει το υπάρχον στοιχείο Opamp_subckt_5. Εάν προσθέσετε αυτό το στοιχείο ως νέο υποκύκλωμα, θα κάνετε πρώτα κλικ στην ομάδα Subckt για να το επιλέξετε, στη συνέχεια κάντε κλικ στο κουμπί Add μέρους για να προσθέσετε το στοιχείο Opamp_subckt_5 στην ομάδα μακροεντολών και θα είχατε επεξεργαστεί τα πεδία δεδομένων ώστε να μοιάζουν με αυτά:



Εικόνα 12.3. Είσοδος Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων subckt

Το πρώτο πεδίο δεδομένων είναι το όνομα στοιχείου. Αυτό μπορεί να είναι οποιοδήποτε αλφαριθμητικό όνομα. Είναι συνήθως το όνομα του subckt, αν και δεν χρειάζεται να είναι. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιήσαμε το γενικό όνομα, Opamp_subckt_5, αλλά θα μπορούσαμε επίσης να έχουμε επιλέξει το όνομα UA741.

Η καταχώρηση σχήμα είναι το όνομα του σχήματος που θα χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση της μακροεντολής. Εδώ έχουμε επιλέξει το σχήμα Opamp5. Κάντε κλικ στο κάτω βέλος για να δείτε μια λίστα με τα διαθέσιμα σχήματα από τη βιβλιοθήκη Shape.

Το πεδίο Definition είναι το σημείο όπου προσδιορίζετε τον ηλεκτρικό ορισμό. Σε αυτήν την περίπτωση, καθορίζουμε Subckt. Κάντε κλικ στο κάτω βέλος για να δείτε μια λίστα με τους διαθέσιμους ορισμούς.

Οι επιλογές προσανατολισμού κειμένου χαρακτηριστικού δείχνουν τη θέση του κειμένου χαρακτηριστικού σε σχέση με το σχήμα. Κάθε σχήμα έχει δυνητικά οκτώ συνδυασμούς περιστροφής και ανάκλασης, που ονομάζονται προσανατολισμοί. Ο προσανατολισμός 1 είναι για τους τέσσερις οριζόντιους προσανατολισμούς. Ο προσανατολισμός 2 είναι για τους τέσσερις κατακόρυφους προσανατολισμούς. Το κείμενο του χαρακτηριστικού Subckt αποτελείται από το χαρακτηριστικό PART που παρέχει το όνομα τμήματος, το χαρακτηριστικό NAME που καθορίζει το όνομα του υποκυκλώματος, το προαιρετικό χαρακτηριστικό FILE που καθορίζει το όνομα του αρχείου που περιέχει τη δήλωση .SUBCKT, το χαρακτηριστικό PARAMS που παρέχει τυχόν περασμένα αριθμητικές παραμέτρους και το χαρακτηριστικό TEXT που παρέχει τυχόν παραμέτρους κειμένου που έχουν περάσει. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθορίζονται όταν το στοιχείο τοποθετείται σε ένα σχηματικό. Τα πεδία τοποθέτησης χαρακτηριστικών σας επιτρέπουν να σύρετε το κείμενο με το αριστερό κουμπί του ποντικιού για να ορίσετε πού θα τοποθετηθεί αρχικά το πρώτο (XX) και το δεύτερο (YY) κείμενο χαρακτηριστικών. Μετά την τοποθέτηση του στοιχείου, το κείμενο του χαρακτηριστικού μπορεί να μεταφερθεί σύροντας με το ποντίκι.

Μια σημαντική πτυχή της εισαγωγής ενός subckt στη βιβλιοθήκη είναι να ορίσετε πού βρίσκονται οι καρφίτσες. Για ένα στοιχείο όπως ένα BJT, τα ονόματα των pin είναι προκαθορισμένα ως Emitter, Base και Collector. Για ένα subckt, τα ονόματα και οι θέσεις των pin πρέπει να ορίζονται από τον χρήστη. Αυτό γίνεται κάνοντας κλικ στην εμφάνιση Shape/pin, όταν η Προβολή έχει οριστεί σε Pins. Αυτό ενεργοποιεί ένα κουτί διαλόγου Pin, επιτρέποντάς σας να εισαγάγετε ένα νέο όνομα pin και να καθορίσετε εάν είναι ψηφιακό ή αναλογικό. Το διπλό κλικ σε μια υπάρχουσα καρφίτσα σας επιτρέπει να την επεξεργαστείτε. Τόσο η κουκκίδα του δείκτη καρφίτσας όσο και το όνομα της καρφίτσας μπορούν να συρθούν ανεξάρτητα με το ποντίκι στις επιθυμητές θέσεις.

Τα ονόματα καρφισών που χρησιμοποιούνται στη βιβλιοθήκη στοιχείων πρέπει να ταιριάζουν με αυτά της δήλωσης .SUBCKT στο αρχείο που περιέχει το ίδιο το subckt. Για παράδειγμα, το UA741 χρησιμοποιεί το "1" ως όνομα της θετικής ακίδας εισόδου, επομένως χρειαζόμαστε μια ακίδα με το όνομα "1" στη θέση στο σχήμα που θέλουμε να αναγνωρίσουμε ως θετική ακίδα εισόδου. Ομοίως, το "5" χρησιμοποιείται ως το όνομα της ακίδας εξόδου, επομένως θέλουμε να έχουμε μια ακίδα με το όνομα "5" τοποθετημένη στο σχήμα όπου αναμένουμε να βρούμε την έξοδο opamp.

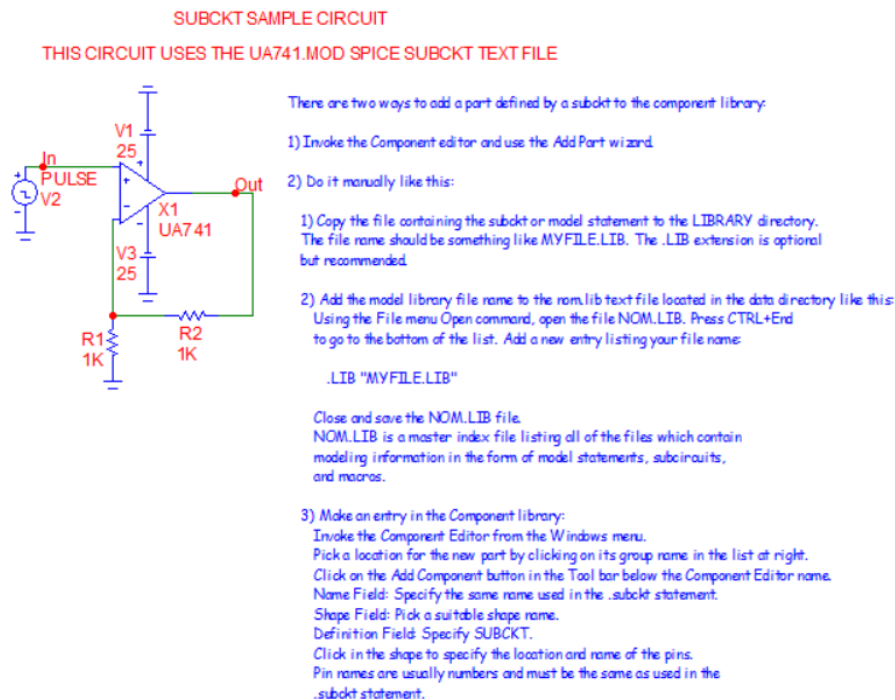
UA741 Subckt Pin Names	Description
1	Positive input pin
2	Negative input pin
3	Positive power pin
4	Negative power pin

Παρατηρήστε ότι μπορείτε να βάλετε τις καρφίτσες οπουδήποτε. Δεν υπάρχει κανένα μαγικό στην τοποθέτηση της θετικής ακίδας εισόδου κοντά στο σύμβολο +. Είναι απλά πιο εύκολο να θυμάστε πού βρίσκονται οι καρφίτσες όταν τις συνδέετε σε ένα κύκλωμα.

Κλείστε το πρόγραμμα επεξεργασίας στοιχείων.

3.10.6. Χρησιμοποιώντας το Υποκύκλωμα ως ένα εξάρτημα

Το τελευταίο βήμα είναι η χρήση του subckt. Μόλις εισαχθεί στη βιβλιοθήκη Component, είναι διαθέσιμο για χρήση σε οποιοδήποτε κύκλωμα και μπορεί να προσπελαστεί από την ομάδα μενού Component όπου προστέθηκε. Ξεφορτώστε το αρχείο UA741.MOD SPICE και φορτώστε το κύκλωμα SUBCKT1. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 12.4. Χρήση του Εξαρτήματος subckt

Τα βασικά σημεία σχετικά με τη χρήση ενός subckt είναι:

1. Όταν το εξάρτημα τοποθετείται σε ένα κύκλωμα, το χαρακτηριστικό του NAME πρέπει να είναι ίδιο με το όνομά του .SUBCKT.
2. Το Micro-Cap 12 αναζητά το subckt στις ακόλουθες θέσεις:

- Η περιοχή κειμένου του σχηματικού. Μπορείτε να επικολλήσετε το subckt στην περιοχή κειμένου και να αποφύγετε την ανάγκη αντιγραφής του αρχείου subckt στον κατάλογο της βιβλιοθήκης.
 - Το όνομα αρχείου που αναφέρεται στο χαρακτηριστικό File.
 - Τα αρχεία σε οποιεσδήποτε δηλώσεις .LIB, συμπεριλαμβανομένου του προεπιλεγμένου .LIB NOM.LIB. Αυτή είναι η προτιμώμενη και πιο κοινή μέθοδος πρόσβασης.
3. Πολλά διαφορετικά υποκυκλώματα μπορούν να καλυφθούν με μια ενιαία, γενική καταχώρηση subckt στη βιβλιοθήκη Component, εάν έχουν την ίδια σειρά ακίδων και κόμβων.

3.10.7. Χρήση "Add Part" για την προσθήκη εξαρτημάτων "subckt"

Η διαδικασία που περιγράφεται στις προηγούμενες σελίδες περιγράφει τον τρόπο προσθήκης ενός τμήματος subckt από την αρχή. Μπορεί να θέλετε να προσθέσετε ένα μοντέλο ανταλλακτικού που παρέχεται από έναν προμηθευτή ανταλλακτικών. Ο ευκολότερος τρόπος είναι να χρησιμοποιήσετε τον οδηγό Add Part. Συνδυάζει αυτά τα τρία βασικά βήματα σε μία λειτουργία:

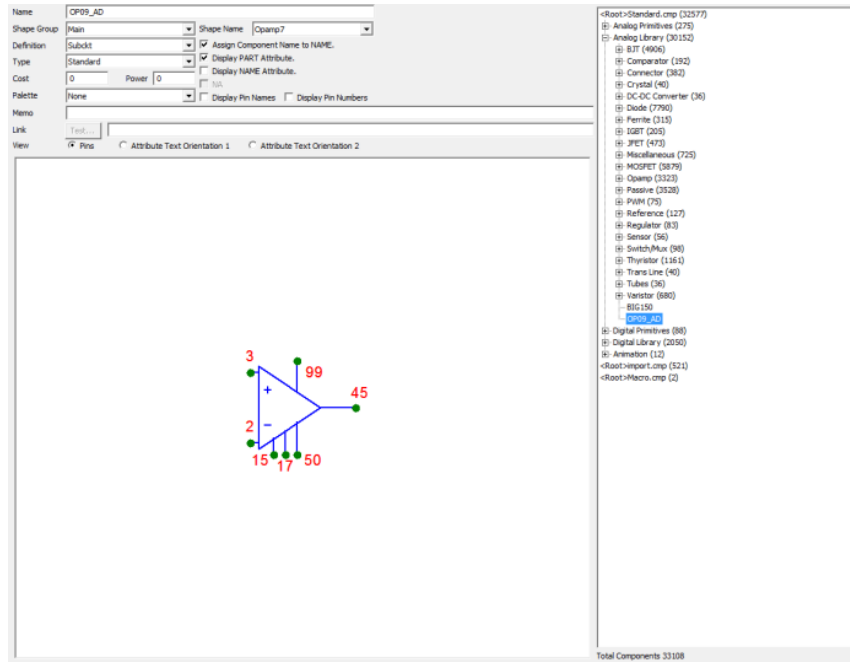
1. Αντιγράψτε το αρχείο που περιέχει τη δήλωση subckt ή μοντέλου στο φάκελο της βιβλιοθήκης.
2. Προσθέστε το όνομα αρχείου μοντέλου στο αρχείο κειμένου nom.lib που βρίσκεται στο φάκελο της βιβλιοθήκης.
3. Κάντε μια καταχώρηση στη βιβλιοθήκη Component.

Ας υποθέσουμε ότι έχετε κατεβάσει ένα αρχείο που ονομάζεται AD.LIB από έναν προμηθευτή στη θέση C:\. Στο αρχείο υπάρχει μια δήλωση subckt για το oramp OP09_AD. Θέλετε να το προσθέσετε στη βιβλιοθήκη. Εδώ είναι τι κάνετε.

1. Επιλέξτε Component Editor από το μενού των Windows.
2. Επιλέξτε την ομάδα στην οποία θέλετε να εμφανίζεται το όνομα του τμήματος στο μενού Στοιχείο. Για αυτήν την απεικόνιση απλώς επιλέξτε Αναλογική Βιβλιοθήκη
3. Κάντε κλικ στο κουμπί Add εξαρτήματος οδηγού.
4. Η πρώτη προτροπή αφορά τον ηλεκτρικό ορισμό. Επιλέξτε Subckt. Κάντε κλικ στο Next.

5. Η επόμενη ερώτηση ζητά το όνομα του αρχείου που περιέχει το subckt. Πληκτρολογήστε C:\AD.LIB (ή όπου βρίσκεται το αρχείο αυτήν τη στιγμή). Κάντε κλικ στο Next.
6. Η επόμενη ερώτηση αφορά το όνομα του εξαρτήματος. Επιλέξτε το OP09_AD. Κάντε κλικ στο Next.
7. Η επόμενη προτροπή είναι η δύσκολη. Ο οδηγός έχει σαρώσει τη βιβλιοθήκη Component και έχει συντάξει μια λίστα με όλα τα τμήματα που βασίζονται σε subckt που έχουν ονόματα pin που ταιριάζουν με αυτά που βρήκε για το OP09_AD subckt. Στην πραγματικότητα προσπαθεί να παρουσιάσει μόνο μια αντιπροσωπευτική λίστα, καθώς μπορεί να υπάρχουν χιλιάδες πιθανά μέρη. Επιλέξτε ένα από τη λίστα. Σε αυτήν την περίπτωση θα επιλέξουμε τη μόνη επιλογή, το OP08_AD όπως γνωρίζουμε ότι είναι Opamp 7 ακίδων. Κάντε κλικ στο Next.
8. Η επόμενη προτροπή ζητά ένα προαιρετικό πεδίο σημείωσης. Κάντε κλικ στο Next.
9. Η επόμενη προτροπή ζητά μια προαιρετική εκχώρηση παλέτας. Κάντε κλικ στο Next.
10. Ο επόμενος πίνακας σας επιτρέπει να ορίσετε την ορατότητα των διαφόρων χαρακτηριστικών μερών. Κάντε κλικ στο Next.
11. Ο επόμενος πίνακας σας επιτρέπει να κάνετε την αντιστοίχιση του ονόματος στοιχείου στο χαρακτηριστικό NAME. Αυτή η εκχώρηση αποφεύγει την ανάγκη να καλέσετε το παράθυρο διαλόγου Χαρακτηριστικό όταν ένα από αυτά τα μέρη προστίθεται σε ένα σχηματικό. Κάντε κλικ για να ενεργοποιήσετε την επιλογή. Κάντε κλικ στο Next.
12. Ο τελικός πίνακας σας συμβουλεύει να εξετάσετε την καταχώριση για να βεβαιωθείτε ότι όλα τα στοιχεία έχουν επιλεγεί σωστά, ιδιαίτερα η επιλογή του σχήματος και πού έχουν τοποθετηθεί τα ονόματα των καρφιδών στο σχήμα. Κάντε κλικ στο Finish.

Για το παράδειγμά μας, το νέο μέρος θα πρέπει να μοιάζει με αυτό.



Εικόνα 12.5. Είσοδος Βιβλιοθήκης OP09_AD

Είναι επίσης δυνατή η ταυτόχρονη εισαγωγή πολλών εξαρτημάτων από ένα αρχείο. Αυτό γίνεται με τον οδηγό εισαγωγής. Η λειτουργία του περιγράφεται στο εγχειρίδιο αναφοράς.

3.11. Εκτύπωση

3.11.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει τον τρόπο λήψης αντιγράφων της εργασίας σας σε εκτυπωτές. Το Micro-Cap 12 παρέχει έξοδο με δύο βασικούς τρόπους.

- Γραφικά
 - Σχήματα
 - Σχεδιαγράμματα ανάλυσης
 - Σχεδιαγράμματα παραστάσεων
 - τρισδιάστατα σχεδιαγράμματα
 - Ιστογράμματα Monte Carlo
- Κείμενο
 - Σχηματική περιοχή κειμένου
 - Περιγραφές κυκλώματος SPICE
 - Αρχεία εγγράφων

- Αριθμητική έξοδος AC, DC και μεταβατικής ανάλυσης
- Μεταβλητές κατάστασης μεταβατικής ανάλυσης
- Στατιστικά στοιχεία του Monte Carlo

Όλη η έξοδος κειμένου είναι διαθέσιμη σε αρχείο δίσκου ή έντυπη μορφή. Η έξοδος γραφικών είναι διαθέσιμη σε οποιονδήποτε εκτυπωτή υποστηρίζει το σύστημά σας.

3.11.2. Εκτύπωση σχηματικών

Τα σχηματικά μπορεί να περιέχουν μία ή περισσότερες σελίδες που μπορούν να εκτυπωθούν. Ανάλογα με την επιλεγμένη κλίμακα, κάθε σελίδα χωρίζεται σε ένα ή περισσότερα φύλλα για εκτύπωση. Η επιλογή Auto κλιμακώνει τη μεγαλύτερη σελίδα ώστε να χωράει σε ένα μόνο φύλλο. Η επιλογή User επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει μια κλίμακα και έτσι να προσαρμόσει το φυσικό μέγεθος του σχηματικού. Τα μεγαλύτερα μεγέθη εικόνας παράγουν περισσότερα φύλλα χαρτιού ανά σελίδα.

Για να ρυθμίσετε ή να κάνετε προεπισκόπηση του εκτυπωμένου προϊόντος, χρησιμοποιήστε αυτές τις επιλογές του μενού File:

- **Print Setup:** Τα περιεχόμενα αυτού του κουτιού διαλόγου εξαρτώνται από τον τύπο του επιλεγμένου εκτυπωτή, αλλά συνήθως σας επιτρέπει να επιλέξετε τον εκτυπωτή, τον προσανατολισμό, το μέγεθος χαρτιού και άλλες επιλογές. Η επιλογή του προσανατολισμού επηρεάζει την κατάτμηση.
- **Print Review:** Αυτή η επιλογή σας επιτρέπει να κάνετε προεπισκόπηση του τρόπου με τον οποίο θα χωριστεί το σχηματικό για εκτύπωση σε ένα ή περισσότερα φύλλα.
- **OK:** Αποδέχεται τυχόν αλλαγές και βγαίνει από το παράθυρο διαλόγου.
- **Cancel:** Αυτό αγνοεί τυχόν αλλαγές και βγαίνει από το παράθυρο διαλόγου.
- **Page**

Next: Εμφανίζει την επόμενη σελίδα του σχηματικού. Σημειώστε ότι η κλίμακα, είτε επιλέγεται Αυτόματα είτε User, ισχύει για όλες τις σελίδες.

Prior: Εμφανίζει την προηγούμενη σελίδα του σχηματικού.

Page List: Εμφανίζει το όνομα της σελίδας που εμφανίζεται. Μπορείτε να εμφανίσετε οποιαδήποτε σελίδα επιλέγοντας το όνομά της από τη λίστα. Επιλέξτε τις σελίδες που θα εκτυπωθούν προσθέτοντας ένα σημάδι επιλογής δίπλα στο όνομα της σελίδας.

- **Sheet:**

Next: Εάν επιλεγεί μια σελίδα κειμένου από τη Λίστα σελίδων, εμφανίζεται το επόμενο φύλλο της σελίδας κειμένου όπως θα εμφανίζεται κατά την εκτύπωση.

Prior: Εάν επιλεγεί μια σελίδα κειμένου από τη Λίστα σελίδων, εμφανίζεται το προηγούμενο φύλλο της σελίδας κειμένου όπως θα εμφανίζεται κατά την εκτύπωση.

- **Print:** Αυτό καλεί το κουτί διαλόγου Print.

- **Setup:** Αυτό έχει πρόσβαση στο κουτί διαλόγου Print Setup.

- **Properties:** Αυτό έχει πρόσβαση στο τυπικό σχηματικό κουτί διαλόγου Properties, επιτρέποντας αλλαγές της τελευταίας στιγμής στα χρώματα, τις γραμματοσειρές και το μπλοκ τίτλου.

- **Help:** Αυτό έχει πρόσβαση στο Σύστημα Βοήθειας.

- **Schematic Scale:**

Auto_Scale: Αυτή η επιλογή προσαρμόζει την κλίμακα έτσι ώστε η μεγαλύτερη σελίδα στο σχηματικό να χωράει ακριβώς στο επιλεγμένο μέγεθος χαρτιού. Όλες οι άλλες σελίδες χρησιμοποιούν αυτήν την κλίμακα. Εάν κάνετε κλικ στο Auto, το Auto_Scale εμφανίζει την τιμή κλίμακας που χρησιμοποιείται. Το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται κάνοντας κλικ στο κουμπί User και πληκτρολογώντας τον ίδιο αριθμό στο πεδίο δεδομένων User_Scale.

User_Scale: Αυτό το κουμπί ενεργοποιεί την τιμή User_Scale. Μια κλίμακα 100 είναι κανονικό μέγεθος. Το πεδίο User_Scale περιέχει την κλίμακα. Μια αλλαγή στην κλίμακα ισχύει μόνο όταν πατηθεί το κουμπί Apply.

Apply: Αυτό ενημερώνει την οθόνη ώστε να αντικατοπτρίζει τις αλλαγές στο πεδίο User_Scale.

- **Background:** Αυτό επιτρέπει την εκτύπωση του χρώματος φόντου. Αυτό εκτυπώνει το επιλεγμένο χρώμα φόντου του σχηματικού. Είναι γενικά κακή ιδέα για εκτυπωτές με έγχυση μελάνης, επειδή η μεγάλη ποσότητα μελανιού που απαιτείται για το φόντο κορεστεί και στρεβλώνει την επιφάνεια του χαρτιού.

- **Black and White:** Ρυθμίζει όλα τα στοιχεία του κυκλώματος, όπως εξαρτήματα, καλώδια και κείμενο πλέγματος, ώστε να χρησιμοποιούν απλώς είτε μαύρο είτε λευκό. Τα γραφικά στοιχεία και οι εικόνες θα εξακολουθούν να είναι σε κλίμακα του γκρι.

- **Gray Scale:** Για έγχρωμους εκτυπωτές, αυτό θα μετατρέψει το σχηματικό σε μια έκδοση κλίμακας του γκρι για εκτύπωση.

Το στοιχείο Title Block στο κουτί διαλόγου Properties (F10) σας επιτρέπει να ορίσετε το περιεχόμενο των πέντε πεδίων του μπλοκ τίτλου. Το πεδίο 1 εκτυπώνεται σε μεγάλο κείμενο και το υπόλοιπο εκτυπώνεται σε μικρότερο κείμενο. Υπάρχουν επιλογές για την εκτύπωση του ονόματος αρχείου, της ημερομηνίας και των αριθμών σελίδων. Αυτές οι επιλογές ενεργοποιούνται τοποθετώντας λέξεις-κλειδιά στο επιθυμητό πεδίο κειμένου. Εδώ είναι μερικές από τις διαθέσιμες λέξεις-κλειδιά.

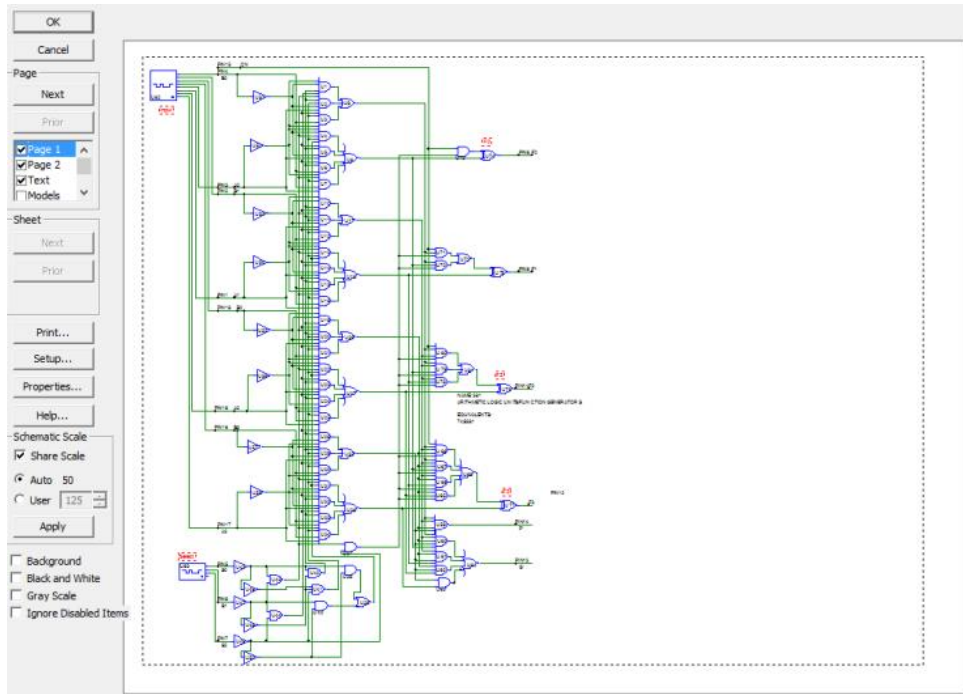
- **\$NAME:** Αυτό εκτυπώνει το όνομα του κυκλώματος.
- **\$NAMEEXT:** Αυτό εκτυπώνει το όνομα του κυκλώματος με μια επέκταση.
- **\$DATE:** Εκτυπώνει την τρέχουσα ημερομηνία.
- **\$TIME:** Αυτό εκτυπώνει την τρέχουσα ώρα.
- **\$USER:** Αυτό εκτυπώνει το όνομα χρήστη.
- **\$COMPANY:** Αυτό εκτυπώνει το όνομα της εταιρείας.
- **\$PAGE:** Αυτό εκτυπώνει τον αριθμό σελίδας.
- **\$PAGENAME:** Αυτό εκτυπώνει το σχηματικό όνομα της σελίδας.
- **\$MAXPAGE:** Αυτό εκτυπώνει τον μεγαλύτερο αριθμό σελίδας.
- **\$MC:** Αυτό εκτυπώνει τον αριθμό έκδοσης Micro-Cap.
- **\$SHEET:** Αυτό εκτυπώνει τον αριθμό του φύλλου.
- **\$MAXSHEET:** Αυτό εκτυπώνει τον μεγαλύτερο αριθμό φύλλου.
- **\$DATESAVED:** Εκτυπώνει την ημερομηνία τελευταίας αποθήκευσης του αρχείου.
- **\$TIMESAVED:** Εκτυπώνει την τελευταία στιγμή αποθήκευσης του αρχείου.
- **\$PATH:** Αυτό εκτυπώνει τη διαδρομή του αρχείου.

Το πλαίσιο επιλογής One Title παράγει ένα μπλοκ τίτλου ανά σχηματικό, εάν είναι επιλεγμένο. Εάν δεν είναι επιλεγμένο, εκτυπώνεται ένα μπλοκ τίτλου ανά φύλλο.

Το πλαίσιο επιλογής Border προσθέτει ένα περίγραμμα γύρω από το σχηματικό.

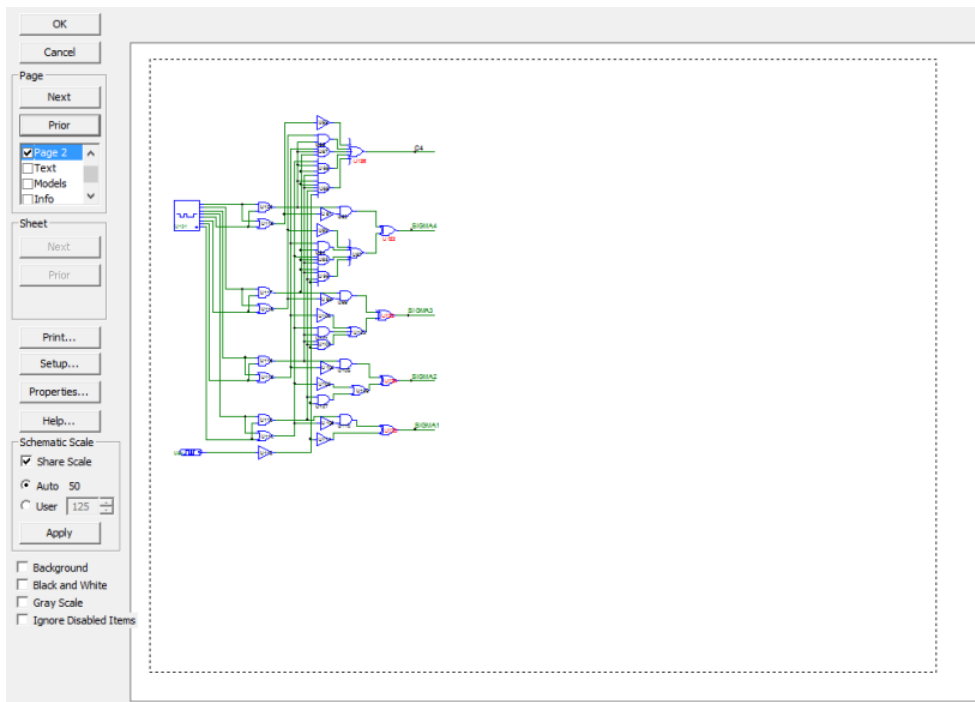
3.11.3. Παράδειγμα εκτύπωσης σχηματικών

Φορτώστε το αρχείο 'PRINT'. Επιλέξτε Print Preview από το μενού File.



Εικόνα 13.1. Προεσκόπηση Εκτύπωσης της 1ης Σελίδας (Κύκλωμα PRINT)

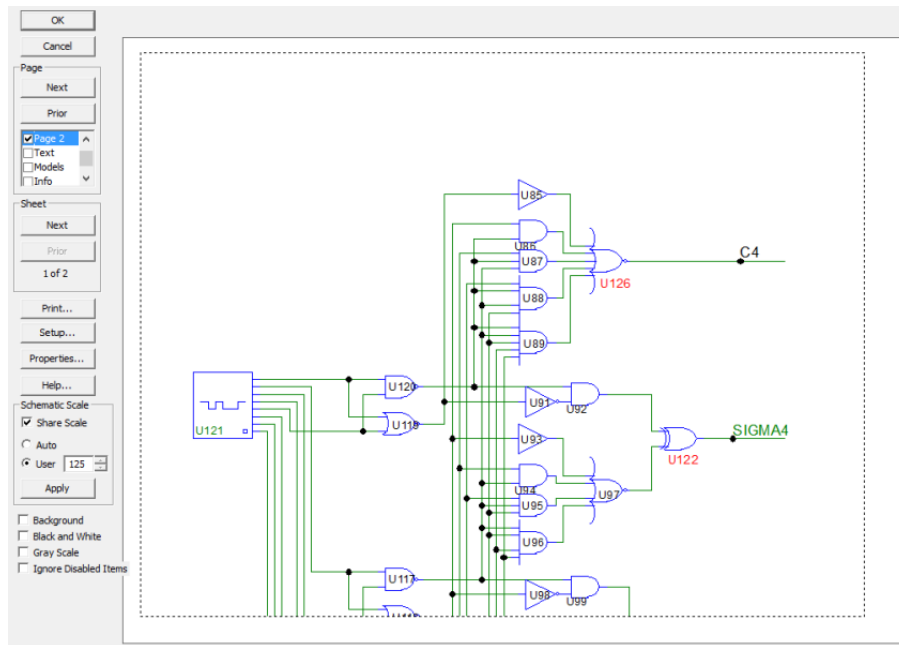
Η λειτουργία Scale έχει οριστεί σε Auto, οπότε το Micro-Cap 12 εκτυπώνει ένα φύλλο για καθεμία από τις δύο σελίδες που περιέχονται σε αυτό το σχηματικό. Η **Εικόνα 13.1.** δείχνει πώς η πρώτη σελίδα θα ταιριάζει σε οριζόντια λειτουργία. Κάντε κλικ στο κουμπί Page/Next για να εμφανιστεί η δεύτερη σελίδα. Μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 13.2. Προεσκόπηση Εκτύπωσης της 2ης Σελίδας (Κύκλωμα PRINT)

Τώρα κάντε κλικ στην επιλογή User. Αυτό εφαρμόζει την τρέχουσα κλίμακα χρήστη 125% και χωρίζει το σχηματικό για εκτύπωση. Το αποτέλεσμα, που φαίνεται στην **Εικόνα 13.3**, δείχνει πώς θα χωριστεί η σελίδα δύο. Σε αυτήν την κλίμακα, απαιτούνται δύο φύλλα χαρτιού για την εκτύπωση της δεύτερης σελίδας του σχηματικού.

Σημειώστε ότι κάνοντας κλικ στα κουμπιά Auto ή User ενημερώνεται αυτόματα η οθόνη. Η απλή επεξεργασία του πεδίου Scale χρήστη δεν θα ενημερώσει από μόνη της την οθόνη. Κάνοντας κλικ στο ποντίκι στα κουμπιά Auto, User ή Apply θα προκαλέσει ενημέρωση οθόνης.



Εικόνα 13.3. Προεσκόπηση Εκτύπωσης της 2ης Σελίδας (Κλίμακα των 125)

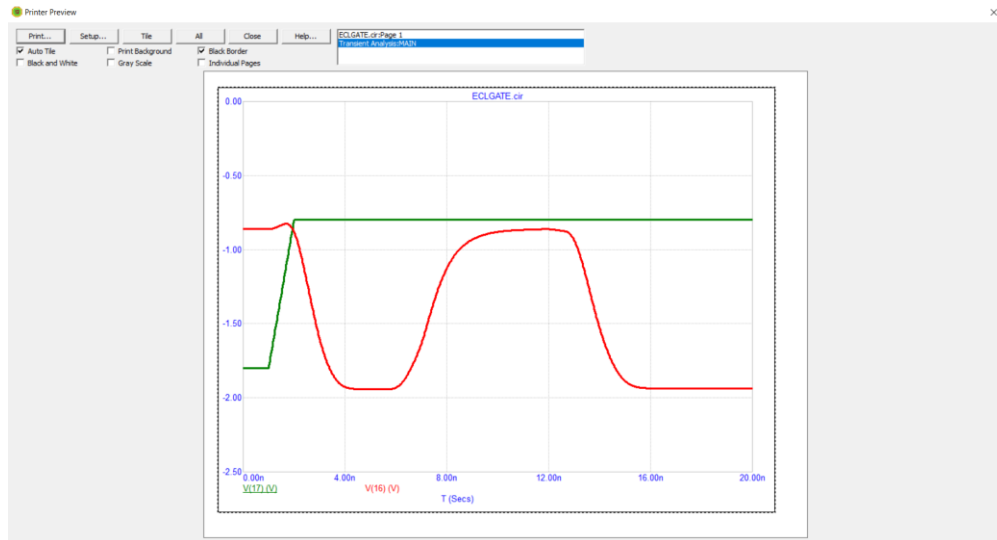
Μόλις επιλεγεί μια κατάλληλη κλίμακα και επιλεγούν οι επιθυμητές περιοχές σελίδων, κάντε κλικ στο κουμπί Print για να ενεργοποιήσετε το κουτί διαλόγου Print για να ξεκινήσει η εκτύπωση. Φυσικά, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιείτε την Προεπισκόπηση εκτύπωσης κάθε φορά που θέλετε να εκτυπώσετε. Εάν έχετε ελέγξει προηγουμένως την Προεπισκόπηση εκτύπωσης και είστε ευχαριστημένοι με αυτήν, απλώς πατήστε CTRL + P για να ενεργοποιήσετε το κουτί διαλόγου Print.

Κάντε κλικ στο κουμπί OK και κλείστε το αρχείο.

3.11.4. Εκτύπωση σχεδιαγράμματος ανάλυσης

Για να δημιουργήσετε μια γραφική παράσταση, εκτελέστε πρώτα την ανάλυση. Όταν ολοκληρωθεί η ανάλυση, επιλέξτε την επιλογή Print Setup από το μενού File. Από αυτό το παράθυρο διαλόγου, επιλέξτε τον προσανατολισμό και άλλες επιλογές.

Για επεξήγηση, φορτώστε το αρχείο ECLGATE και εκτελέστε την ανάλυση παροδικής. Επιλέξτε Print Preview από το μενού File. Θα πρέπει να μοιάζει με αυτό:



Εικόνα 13.4. Προεσκόπηση Εκτύπωσης του Σχεδιαγράμματος Ανάλυσης

Το παράθυρο διαλόγου Print Preview σας επιτρέπει να συμπεριλάβετε και να ορίσετε το μέγεθος και τη θέση στο χαρτί των γραφημάτων ανάλυσης, των γραφικών γραφικών 3D και των γραφικών του Monte Carlo. Μπορείτε ακόμη να συμπεριλάβετε το σχηματικό κύκλωμα. Το κουτί διαλόγου παρέχει αυτά τα κουμπιά:

Print: Αυτό στέλνει την εικόνα στον εκτυπωτή.

Setup: Αυτό καλεί το κουτί διαλόγου Print Setup.

Tile: Αυτό τακτοποιεί τα επιλεγμένα σχεδιαγράμματα σε συνεχόμενες μη επικαλυπτόμενες περιοχές του χαρτιού.

All: Επιλέγει όλα τα διαθέσιμα σχέδια για εκτύπωση.

Close: Αυτό κλείνει το παράθυρο διαλόγου Print Preview.

Help: Αυτό έχει πρόσβαση στο σύστημα Βοήθειας.

Plot List: Αυτή είναι μια λίστα διαθέσιμων οικοπέδων. Κάντε κλικ σε ένα σχεδιάγραμμα για να αλλάξετε την κατάσταση επιλογής του.

Auto Tile: Αυτό αυτόματα πλακώνει επιλεγμένα σχεδιαγράμματα στη διάταξη. Εάν το Auto Tile είναι απενεργοποιημένο, κάθε σχεδιάγραμμα αποκτά ένα σύνολο λαβών και μπορεί να μετακινηθεί και να αλλάξει το μέγεθος.

Print Background: Εκτυπώνει το επιλεγμένο χρώμα φόντου. Είναι γενικά κακή ιδέα για εκτυπωτές με έγχυση μελάνης, επειδή η μεγάλη ποσότητα μελανιού που απαιτείται για το φόντο κορεστεί και στρεβλώνει την επιφάνεια του χαρτιού.

Black Border: Αυτό προσθέτει ένα μαύρο περίγραμμα γύρω από κάθε σχεδιάγραμμα.

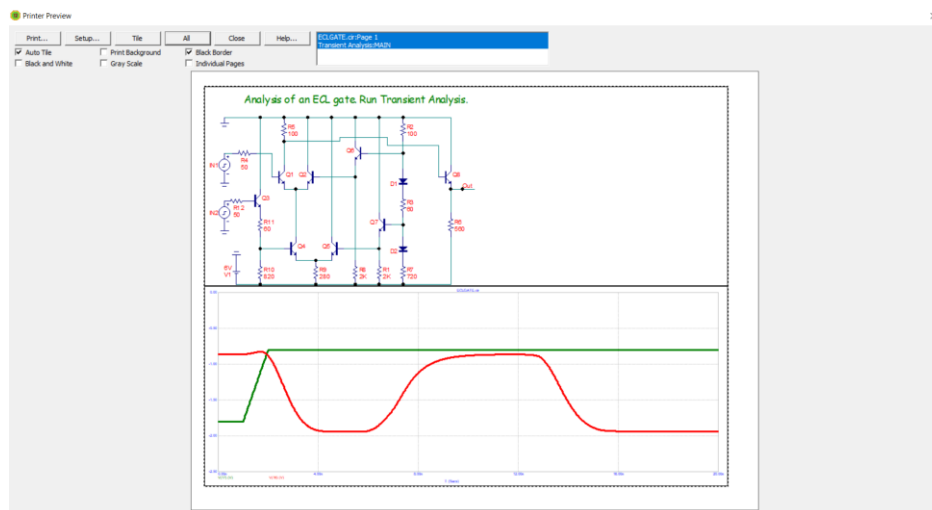
Black and White: Ρυθμίζει όλα τα στοιχεία του παραθύρου, όπως γραφήματα, κείμενο εύρους και γραμμές πλέγματος, ώστε να χρησιμοποιούν απλώς είτε μαύρο είτε λευκό. Οποιοδήποτε γραφικό στοιχείο ή εικόνα θα εξακολουθεί να είναι σε κλίμακα του γκρι.

Gray Scale: Μετατρέπει την γραφική παράσταση σε κλίμακες του γκρι σε έγχρωμους εκτυπωτές.

Individual Pages: Εκτυπώνει κάθε επιλεγμένο σχεδιάγραμμα στη δική του σελίδα.

Κάθε γραφική παράσταση θα κλιμακωθεί στο πλήρες μέγεθος της σελίδας στην οποία εκτυπώνεται.

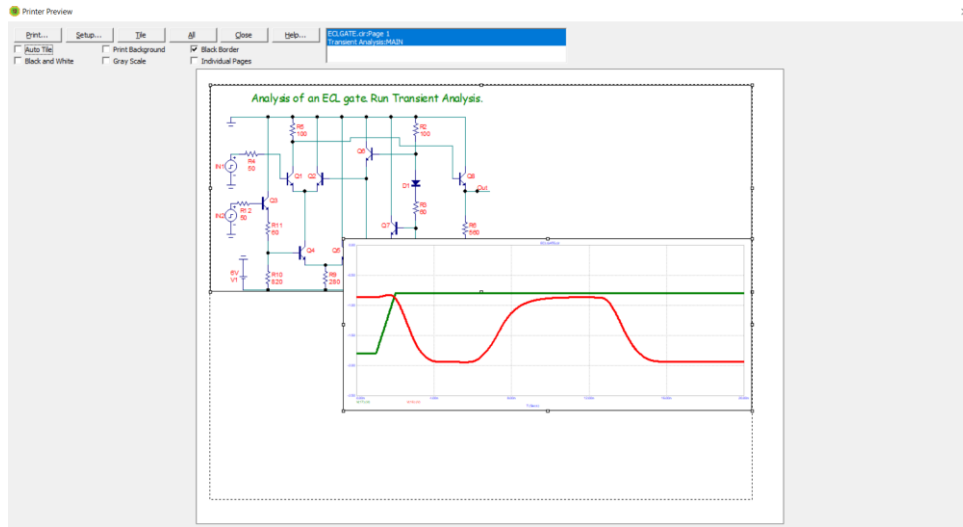
Για να απεικονίσετε αυτά τα χαρακτηριστικά, κάντε κλικ στο κουμπί All. Αυτό προσθέτει το σχηματικό στην γραφική παράσταση ανάλυσης που παράγει μια οθόνη όπως αυτή.



Εικόνα 13.5. Προσθήκη Σχηματικών στο Σχεδιάγραμμα Ανάλυσης

Επειδή το Auto Tile είναι ενεργοποιημένο, τα σχεδιαγράμματα έχουν πλακάκια για να γεμίσουν το χαρτί. Κάντε κλικ στην επιλογή Auto Tile για να την απενεργοποιήσετε. Τα σχεδιαγράμματα επανασχεδιάζονται με μικρά μαύρα ορθογώνια που χρησιμεύουν ως λαβές. Τώρα μπορείτε να μετακινήσετε μεμονωμένα σχεδιαγράμματα σύροντας στο εσωτερικό μέρος του οικοπέδου και μπορείτε να αλλάξετε το μέγεθος μεμονωμένων γραφημάτων σύροντας σε μία από τις λαβές.

Για να απεικονίσετε την τροποποίηση της διάταξης, πιάστε την κάτω δεξιά λαβή του σχηματικού και σύρετέ την προς τα πάνω και προς τα αριστερά. Αφήστε τη λαβή. Σύρετε την επάνω δεξιά λαβή της γραφικής παράστασης ανάλυσης προς τα κάτω και προς τα αριστερά. Αφήστε τη λαβή. Σύρετε το διάγραμμα ανάλυσης από το εσωτερικό έτσι ώστε να μετακινηθεί. Σύρετε το προς τα πάνω και αφήστε το στο σχηματικό έτσι ώστε να επικαλύπτονται τα δύο. Η οθόνη θα πρέπει τώρα να μοιάζει με αυτό:



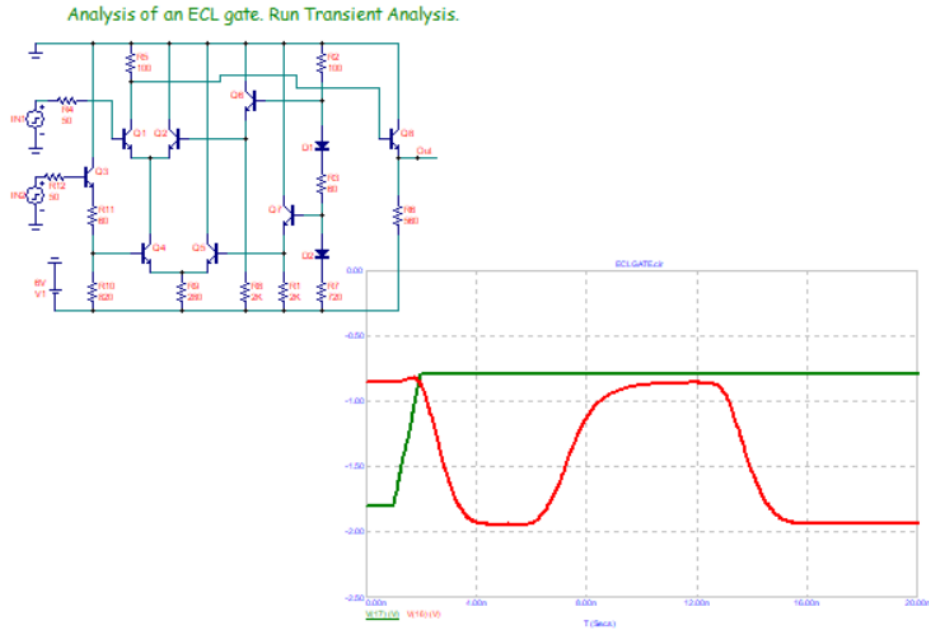
Εικόνα 13.6. Τροποποίηση Διάταξης Προεσκόπησης

Εκτός από την εκτύπωση με τον συνηθισμένο τρόπο, μπορείτε να δημιουργήσετε αρχεία εικόνων των διάφορων σχηματικών σχεδίων και γραφικών που δημιουργήθηκαν από το Micro-Cap 12 . Αυτά τα αρχεία μπορούν να εισαχθούν σε άλλα προγράμματα όπως το Word, το PageMaker και το Excel. Μπορούν επίσης να τοποθετηθούν σε σχήματα Micro-Cap 12 .

Για παράδειγμα, βγείτε από τις ρουτίνες εκτύπωσης κάνοντας κλικ στο κουμπί Close. Από το μενού Edit επιλέξτε Export Graphic File. Όταν εμφανιστεί το παράθυρο διαλόγου, επιλέξτε τη μορφή WMF από το πλαίσιο λίστας Save as Type και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί Save. Αυτό αποθηκεύει το διάγραμμα ανάλυσης σε μορφή WMF χρησιμοποιώντας το όνομα αρχείου ECLGATE.WMF.

Κλείστε την παροδική ανάλυση με το F3. Επιλέξτε Options/Mode/Picture ή κάντε κλικ στο κουμπί Graphics και επιλέξτε Picture από το μενού του. Αυτό εισέρχεται στη λειτουργία τοποθέτησης αρχείου εικόνας. Κάντε κλικ στην κάτω δεξιά γωνία του σχηματικού. Στο παράθυρο διαλόγου, κάντε κλικ στο κουμπί Search και επιλέξτε το αρχείο ECLGATE.WMF.

Η οθόνη θα πρέπει τώρα να μοιάζει με την **Εικόνα 13.7**.



Εικόνα 13.7. Προσθήκη WMF του Σχεδιαγράμματος Ανάλυσης

Αυτό το ίδιο αρχείο εικόνας μπορεί να εισαχθεί στο Excel. Από το Excel, επιλέξτε **Insert / Picture / From File**. Εισαγάγετε τη διαδρομή και το όνομα του αρχείου ή περιηγηθείτε μέχρι να το βρείτε.

Η διαδρομή και το όνομα θα είναι κάπως έτσι:

C:\MICRO-CAP 12 \DATA\ECLGATE.WMF.

Η εικόνα πρέπει να εμφανίζεται στο Excel με λαβές για αλλαγή μεγέθους και σχήματος.

3.12. Χρησιμοποιώντας Λειτουργία Κινούμενης Εικόνας

3.12.1. Περιεχόμενα κεφαλαίου

Η λειτουργία κίνησης είναι ένας εναλλακτικός τρόπος οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων ανάλυσης. Εκτελεί την επιλεγμένη ανάλυση και σχεδιάζει οποιαδήποτε καθορισμένη κυματομορφή. Κατά τη σχεδίαση, ενημερώνει επίσης οποιοδήποτε συσκευές κινούμενων εικόνων στο σχηματικό μαζί με οποιοδήποτε τιμές απεικόνισης σε σχήμα. Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζουμε την ικανότητα της λειτουργίας Animation με ένα παράδειγμα. Τα θέματα περιλαμβάνουν:

- Πώς λειτουργεί η λειτουργία κινούμενης εικόνας
- Στοιχεία κινουμένων σχεδίων
- Παράθυρο διαλόγου Animate Options

- Ένα παροδικό παράδειγμα

3.12.2. Πως λειτουργεί το Animation Mode

Η λειτουργία κίνησης είναι ένας άλλος τρόπος προβολής των αποτελεσμάτων προσομοίωσης. Σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας, λαμβάνεται ένα μόνο σημείο δεδομένων ανάλυσης και οι τιμές στη σχηματική εμφάνιση και τα στοιχεία κινούμενης εικόνας ενημερώνονται στο σχηματικό. Στη συνέχεια, το Micro-Cap περιμένει είτε για ένα πάτημα του πλήκτρου είτε για μια καθορισμένη χρονική καθυστέρηση πριν υπολογίσει το επόμενο σημείο δεδομένων. Ο σκοπός είναι να επιβραδύνει την προσομοίωση για να μπορεί να παρακολουθεί τις ενημερωμένες αλλαγές στο σχηματικό. Οι τιμές στη σχηματική εμφάνιση επιτρέπουν τη σχηματική προβολή των τάσεων κόμβου, των ρευμάτων διακλάδωσης, της απαγωγής ισχύος και των συνθηκών της συσκευής του πιο πρόσφατου σημείου δεδομένων. Τα στοιχεία κινούμενων εικόνων περιλαμβάνουν αναλογική γραμμή, αναλογικό LED, κινητήρα DC, DPST, SPDT, διακόπτες SPST, αναλογικό/ψηφιακό μετρητή τάσης/ρεύματος, ρελέ, φανάρι τριών χρωμάτων, (ψηφιακό) LED και οθόνη επτά τμημάτων.

Στην μεταβατική ανάλυση, υπολογίζεται ένα μεμονωμένο χρονικό βήμα και τυχόν τιμές εμφάνισης στη σχηματική οθόνη ή στοιχεία κινούμενης εικόνας ενημερώνονται στο σχηματικό. Όταν πατηθεί ένα πλήκτρο ή αφού παρέλθει ο καθορισμένος χρόνος καθυστέρησης, η λύση σε ένα νέο χρονικό σημείο υπολογίζεται και το σχηματικό ενημερώνεται ανάλογα. Το σχηματικό εμφανίζει πάντα τις τιμές από το τελευταίο χρονικό βήμα που υπολογίστηκε.

Στην ανάλυση εναλλασσόμενου ρεύματος, το σχηματικό εμφανίζει τις τιμές και τις καταστάσεις στη σχηματική απεικόνιση των στοιχείων κίνησης από τον υπολογισμό του σημείου λειτουργίας. Αυτές οι τιμές είναι σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης. Παρόλο που οι σχηματικές ενδείξεις είναι σταθερές στο σημείο λειτουργίας, η λειτουργία κινούμενης εικόνας θα υπολογίσει ένα μόνο σημείο δεδομένων συχνότητας όταν έχει πατηθεί ένα πλήκτρο ή έχει παρέλθει η καθορισμένη χρονική καθυστέρηση.

Στην ανάλυση DC, υπολογίζεται ένα μεμονωμένο σημείο δεδομένων σάρωσης DC και τυχόν τιμές στη σχηματική εμφάνιση ή στοιχεία κινούμενης εικόνας ενημερώνονται στο σχηματικό. Όταν πατηθεί ένα πλήκτρο ή αφού παρέλθει ο καθορισμένος χρόνος καθυστέρησης, υπολογίζεται το επόμενο σημείο δεδομένων σάρωσης DC και ενημερώνεται ανάλογα το σχηματικό. Το σχηματικό εμφανίζει πάντα τις τιμές από το τελευταίο σημείο δεδομένων σάρωσης DC που υπολογίστηκε.

3.12.3. Εξαρτήματα Animation

Τα στοιχεία κινούμενων εικόνων έχουν σχεδιαστεί για να μετακινούνται, να περιστρέφονται και να αλλάζουν χρώμα, μέγεθος ή σχήμα ανάλογα με τα κλικ των χρηστών και τα ηλεκτρικά σήματα που τα οδηγούν. Στις περισσότερες περιπτώσεις προσομοιώνουν τι μπορεί να κάνει μια φυσική συσκευή.

Animated analog bar

Αυτή η συσκευή παράγει μια έγχρωμη ράβδο της οποίας το ύψος είναι ανάλογο με την τάση εισόδου της.

Animated analog LED

Πρόκειται για μια δίοδο εκπομπής φωτός της οποίας το χρώμα εμφανίζεται όταν η τάση στους δύο ακροδέκτες της ισούται ή υπερβαίνει την καθορισμένη τάση.

Animated DC motor

Αυτή η συσκευή είναι ένας κινητήρας συνεχούς ρεύματος που περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα που ελέγχεται από τη στιγμιαία τάση εισόδου. Ο ρυθμός περιστροφής καθορίζεται από τον χρήστη σε στροφές ανά δευτερόλεπτο ανά βολτ.

Animated DPST, SPDT, and SPST switches

Αυτοί οι κινούμενοι διακόπτες ανοίγουν ή κλείνουν με διπλό κλικ.

Animated relay

Αυτή η συσκευή είναι ένα ρελέ που αποκρίνεται δυναμικά σε αλλαγές στο ρεύμα εισόδου.

Animated traffic light

Αυτή η συσκευή έχει σχεδιαστεί για να προσομοιώνει ένα τυπικό φανάρι. Υπάρχουν τρία φώτα, κόκκινο, κίτρινο και πράσινο. Κάθε μία από τις τρεις λυχνίες ανάβει όταν η τάση του ακροδέκτη ελέγχου εισόδου υπερβαίνει την καθορισμένη τάση.

Animated meter

Αυτή η συσκευή είναι ένας μετρητής τάσης ή ρεύματος του οποίου η οθόνη μπορεί να είναι αναλογική ή ψηφιακή.

Animated digital switch

Ο διακόπτης έχει σχεδιαστεί για να παράγει είτε ένα ψηφιακό μηδέν είτε μία κατάσταση. Διαθέτει μία μόνο ακίδα εξόδου στην οποία θα εμφανιστεί η επιλεγμένη ψηφιακή κατάσταση. Κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης, μπορεί να γίνει κλικ στον διακόπτη για εναλλαγή μεταξύ του μηδενικού και ενός εξόδου. Η εμφάνιση του βραχίονα του διακόπτη θα αλλάξει για να δείξει σε ποια κατάσταση είναι συνδεδεμένος ο διακόπτης αυτήν τη στιγμή.

Animated digital LED

Το στοιχείο LED έχει σχεδιαστεί για να αντιπροσωπεύει την οθόνη μιας δίοδου εκπομπής φωτός. Διαθέτει έναν μόνο ακροδέκτη εισόδου. Ανάλογα με την ψηφιακή κατάσταση ή την αναλογική τάση στον ακροδέκτη εισόδου, το LED θα ανάψει με διαφορετικό χρώμα στο σχηματικό. Τα χρώματα που χρησιμοποιεί το LED ορίζονται στη σελίδα Color/Font του κουτιού διαλόγου Properties του κυκλώματος. Σε αυτή τη σελίδα, υπάρχει μια λίστα με ψηφιακές καταστάσεις που έχουν αντίστοιχο χρώμα.

Animated Seven Segment Display

Το στοιχείο επτά τμημάτων έχει σχεδιαστεί για να αντιπροσωπεύει την εμφάνιση μιας οθόνης επτά τμημάτων. Διαθέτει μια ακίδα εισόδου για κάθε τμήμα της οθόνης. Η ενεργή κατάσταση των ακίδων μπορεί να οριστεί σε χαμηλή ή υψηλή τιμή μέσω του χαρακτηριστικού ON STATE. Προορίζεται να λειτουργήσει με βασικούς αποκωδικοποιητές/προγράμματα οδήγησης επτά τμημάτων, αν και οποιαδήποτε είσοδος θα ελέγχει την εμφάνιση του αντίστοιχου τμήματος.

Animated digital parts

Ο διακόπτης, το LED και η οθόνη επτά τμημάτων είναι όλα ψηφιακής φύσης. Τα εξαρτήματα της οθόνης LED και των επτά τμημάτων δεν μοντελοποιούν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων που αντιπροσωπεύουν. Διατίθενται μόνο για λόγους προβολής. Ο ψηφιακός διακόπτης είναι το μόνο από τα κινούμενα ψηφιακά μέρη που μπορεί να επηρεάσει μια προσομοίωση. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία πρέπει να έχει ένα μοντέλο I/O που έχει καθοριστεί για να λειτουργεί με αναλογικά στοιχεία.

3.12.4. Κουτί διαλόγου επιλογών Animation

Αυτό το κουτί διαλόγου ορίζει το διάστημα μεταξύ των υπολογισμών σημείων δεδομένων σε μια ανάλυση κινούμενων εικόνων. Το κουτί διαλόγου καλείται επιλέγοντας Animate Options στο μενού Score και εμφανίζεται στην *Εικόνα 14.1*. Παρέχει αυτές τις επιλογές:

Wait

Don't Wait: Αυτή η επιλογή απενεργοποιεί την κινούμενη εικόνα που επιτρέπει στην ανάλυση να εκτελείται με τη βέλτιστη ταχύτητα.

Wait for Key Press: Αυτή η επιλογή θα παράγει ένα σημείο δεδομένων με κάθε πάτημα πλήκτρου CTRL + SPACEBAR.

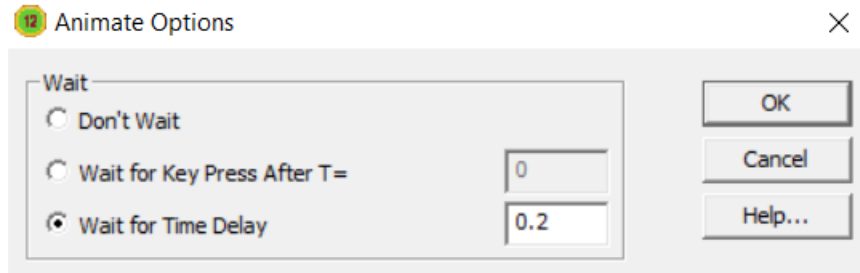
Wait for Time Delay: Αυτή η επιλογή θα παράγει ένα σημείο δεδομένων ανά καθορισμένη χρονική καθυστέρηση.

Time Delay: Αυτό το πεδίο κειμένου ορίζει την καθορισμένη χρονική καθυστέρηση σε δευτερόλεπτα που θα είναι μεταξύ κάθε υπολογισμού σημείου δεδομένων. Αυτό το πεδίο κειμένου είναι ενεργό μόνο εάν είναι επιλεγμένη η επιλογή Wait for Time Delay.

OK: Αυτό κλείνει το παράθυρο διαλόγου και αποθηκεύει τυχόν αλλαγές που έγιναν.

Cancel: Αυτό κλείνει το παράθυρο διαλόγου και αγνοεί τυχόν αλλαγές που έγιναν.

Help: Αυτό έχει πρόσβαση στο θέμα βοήθειας για αυτό το παράθυρο διαλόγου.

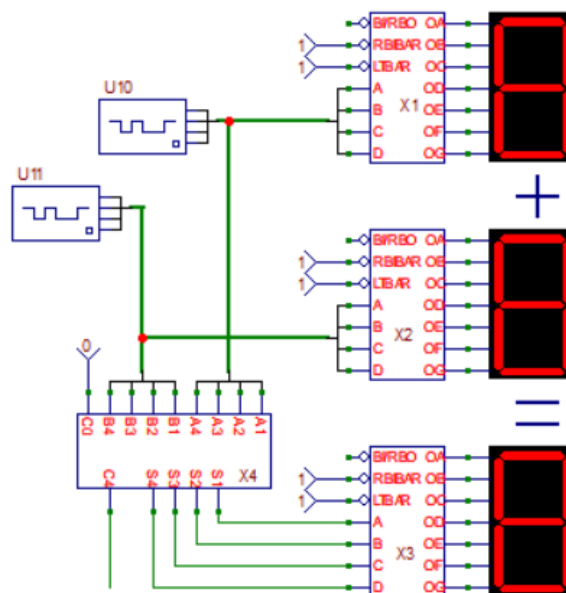


Εικόνα 14.1. Το κουτί διαλόγου Επιλογών Κινούμενης Εικόνας

3.12.5. Παράδειγμα παροδικής ανάλυσης

Για να δείτε πώς λειτουργεί η λειτουργία κίνησης σε μεταβατική ανάλυση, κάντε κλικ στο Open κάτω από το μενού File και φορτώστε το κύκλωμα ANIM3. Το κύκλωμα ANIM3 χρησιμοποιεί τα επτά τμήματα για να εμφανίσει τις εξόδους τριών αποκωδικοποιητών επτά τμημάτων 7448. Το κύκλωμα πρέπει να εμφανίζεται ως εξής:

This circuit demonstrates the use of the seven-segment displays. The displays show the value from each of the stimulus sources and their sum. Run transient analysis.

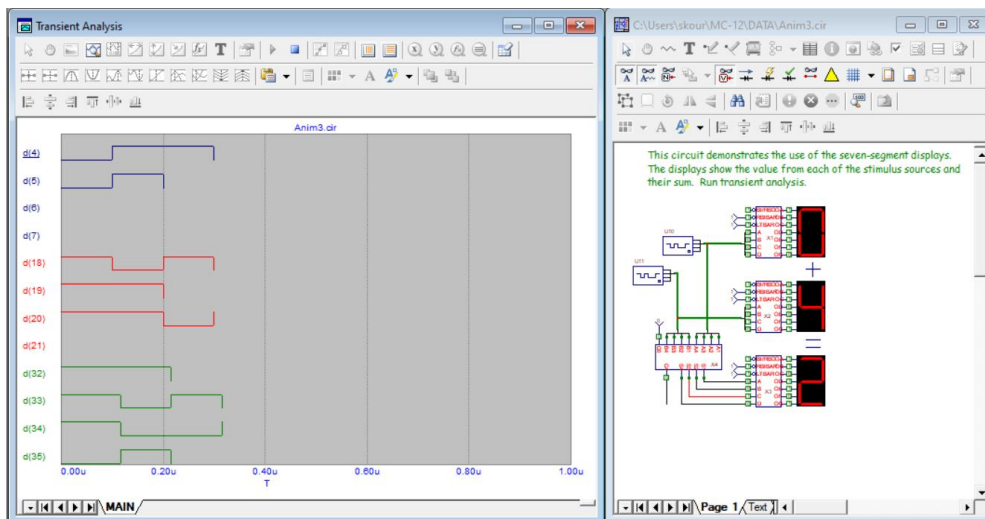


Εικόνα 14.2. Κύκλωμα ANIM3

Επιλέξτε Transient από το μενού Analysis. Κλείστε το παράθυρο διαλόγου Όρια ανάλυσης. Κάντε κλικ στο μενού Score και επιλέξτε Animate Options. Η ρύθμιση Αναμονής για το κύκλωμα ANIM3 έχει οριστεί αυτήν τη στιγμή σε Αναμονή για Χρονική Καθυστέρηση και η Χρονική Καθυστέρηση έχει οριστεί ως 0,2. Αυτό σημαίνει ότι ένα μόνο σημείο δεδομένων θα υπολογίζεται κάθε 0,2 δευτερόλεπτα. Κάντε κλικ στο OK. Πατήστε το πλήκτρο F2 για να εκτελέσετε την

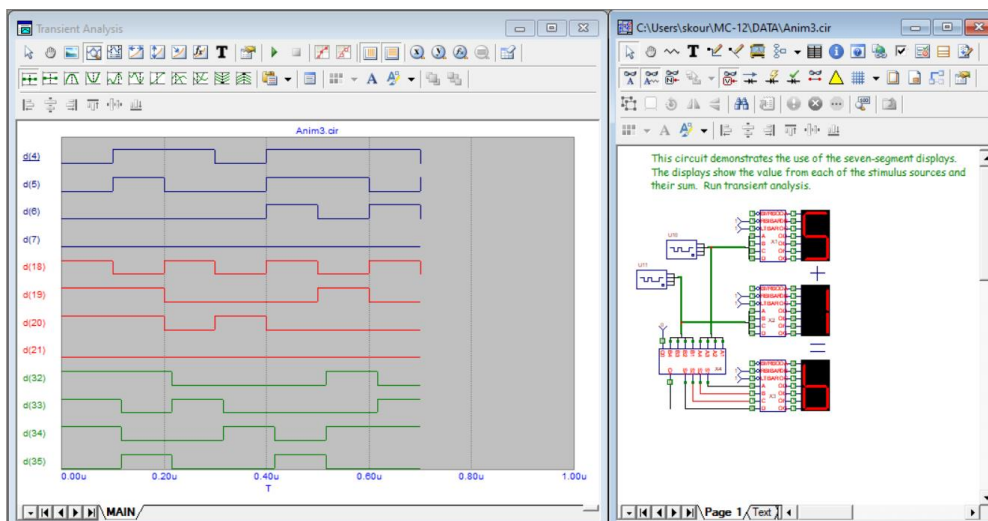
προσομοίωση. Οι τιμές που προκύπτουν θα εμφανίζονται στο διάγραμμα και στο σχηματικό. Σημειώστε ότι τόσο οι ψηφιακές καταστάσεις στη σχηματική όσο και στις οθόνες επτά τμημάτων ενημερώνονται με κάθε σημείο δεδομένων. Οι **Εικόνες 14.3 και 14.4** εμφανίζουν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης σε δύο ξεχωριστούς χρόνους στο κύκλωμα.

Για τη λειτουργία κινούμενων εικόνων, θα πρέπει να χρησιμοποιείται μια διαχωρισμένη οθόνη για να μπορείτε να προβάλλετε ταυτόχρονα την γραφική παράσταση κυματομορφής και τη σχηματική. Αυτό μπορεί να γίνει επιλέγοντας Tile Vertical ή Tile Horizontal στο μενού των Windows. Το σχηματικό μπορεί να μετακινηθεί μέσα στο παράθυρο σύροντας με το δεξί κουμπί του ποντικιού.



Εικόνα 14.3. Αποτελέσματα Λειτουργίας Κινούμενης Εικόνας (στα 200ns)

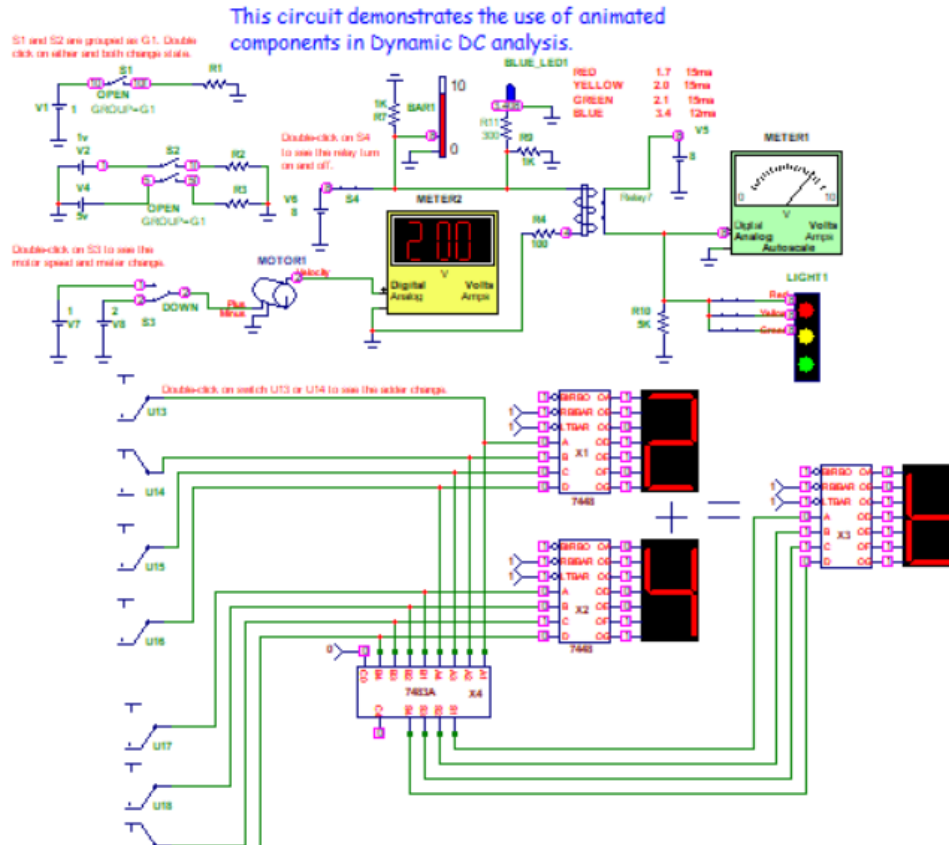
Οι κυματομορφές στο διάγραμμα δείχνουν επίσης τις τιμές εξόδου του ερεθίσματος Ina (κόμβοι 21-18), του ερεθίσματος Inb (κόμβοι 28-25) και την προκύπτουσα έξοδο (κόμβοι 35-32) του αθροιστή. Όπως φαίνεται στις εικόνες, είναι πολύ πιο εύκολο να δείτε τη βασική έξοδο μέσω των στοιχείων κίνησης παρά μέσω των πραγματικών κυματομορφών.



Εικόνα 14.4. Αποτελέσματα Λειτουργίας Κινούμενης Εικόνας (στα 700ns)

3.12.6. Παράδειγμα δυναμικού DC

Για να δείτε πώς λειτουργεί η λειτουργία κίνησης στη δυναμική ανάλυση DC, κάντε κλικ στο Open κάτω από το μενού File και φορτώστε το κύκλωμα ANIM5. Το κύκλωμα ANIM5 δείχνει πώς να χρησιμοποιείτε τους μετρητές τάσης και ρεύματος, την αναλογική ράβδο, τον διακόπτη DPST και τον κινητήρα. Εκτελέστε Dynamic DC. Το κύκλωμα πρέπει να εμφανίζεται ως εξής:



Εικόνα 14.5. Κύκλωμα ANIM5

Στο Dynamic DC, το Micro-Cap 12 κάνει έναν υπολογισμό του σημείου λειτουργίας DC κάθε φορά που γίνεται μια αλλαγή στο κύκλωμα. Ενημερώνει συνεχώς την οθόνη. Σε αυτό το κύκλωμα έχουμε μια μπαταρία 1,0 volt και μια μπαταρία 2,0 volt συνδεδεμένες μέσω ενός διακόπτη SPDT σε έναν κινητήρα που περιστρέφεται με 1 RPM ανά βολτ εισόδου. Η ταχύτητα περιστροφής (σε βολτ) μετριέται με ψηφιακό βολτόμετρο. Υπάρχει επίσης μια αναλογική μπάρα, ένα αναλογικό βολτόμετρο, ένα ενδιάμεσο φως, ένα LED και οθόνες επτά τμημάτων που δείχνουν τις προσθήκες και το άθροισμά τους από έναν ψηφιακό πλήρη αθροιστή 4 bit.

Ο κινητήρας περιστρέφεται με $2 \text{ volts} \cdot 1\text{RPSV} = 2 \text{ RPS}$ (στροφές ανά δευτερόλεπτο). Η αναλογική μπάρα βρίσκεται στα 8/10 του πλήρους ύψους της.

Κάντε διπλό κλικ στο διακόπτη S1. Αλλάζει κατάσταση. Επειδή το S2 είναι συνδεδεμένο με αυτό, το S2 αλλάζει επίσης κατάσταση.

Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα για τον Προσομοιωτή

Το Micro-Cap είναι ένας προσομοιωτής αναλογικού και ψηφιακού κυκλώματος, το οποίο παρέχει ένα διαδραστικό περιβάλλον σχεδίασης και προσομοίωσης για ηλεκτρονικούς μηχανικούς. Παρότι αρχικά το Micro-Cap ήταν διαθέσιμο μόνο με εμπορική άδεια επί πληρωμή, αναπτύχθηκε από την Spectrum Software μέχρι και στην τρέχουσα έκδοση V12 και στην πορεία κυκλοφόρησε ως δωρεάν λογισμικό, χωρίς να παρέχει πλέον τεχνική υποστήριξη ή ενημερώσεις λογισμικού, εφόσον η εταιρεία Spectrum Software έκλεισε. Η εταιρεία παρείχε ένα πακέτο ειδικής τιμής, σε περίπτωση που ο αγοραστής του Micro-Cap επρόκειτο να ήταν κάποιο εκπαιδευτικό ίδρυμα. Παρ' όλα αυτά, το διαθέσιμο για λήψη πακέτο που βρίσκεται εντός του ιστοτόπου της Spectrum Software, αποτελεί μια εκπαιδευτική – μαθητική έκδοση, πέραν της απλής προσωπικής χρήσης, ενώ παράλληλα διατίθεται δωρεάν. Αναφορικά με τις δυνατότητες, παρέχονται πολλές διαθέσιμες επιλογές προσαρμογής, που το καθιστούν αρκετά ευέλικτο. Διαθέτει επίσης, μια μεγάλη ποικιλία προσομοιώσεων, περιλαμβάνοντας και μια σειρά από διαδραστικές επιλογές, που το καθιστά πολύ καλό για εκπαιδευτική χρήση. Επιπρόσθετα, υπάρχει ένας εκτενής αριθμός επιλογών δημιουργίας γραφημάτων, καθιστώντας το ένα πολύ ισχυρό εργαλείο. Επιπλέον, μπορεί να εισάγει τυπικά μοντέλα SPICE και Υποκυκλώματα. Ως μεγάλο πλεονέκτημα, στην εργασία αναφέρθηκε πως η βιβλιοθήκη που περιλαμβάνεται είναι πολύ εκτεταμένη και περιέχει πάνω από 45.000 εξαρτήματα, και ενώ μπορεί να υστερεί λίγο όσον αφορά τα πιο σύγχρονα εξαρτήματα, υπάρχει ακόμα για ουσιαστικά κάθε ανάγκη. Λόγω του ότι το Micro-Cap έχει πολλές λειτουργίες, η διεπαφή είναι αρκετά γεμάτη, όμως σε σύγκριση με άλλα παρόμοια επαγγελματικά λογισμικά προσομοίωσης κυκλώματος, είναι αρκετά καλό με πολύ βηθητικό εγχειρίδιο – οδηγό χρήστη. Συμπερασματικά, το Micro-Cap 12 είναι ένας από τους βασικούς προσομοιωτές κυκλώματος με την καλύτερη αξία, ενώ καταφέρνει να ξεπερνά έναν αριθμό εμπορικών προϊόντων, όσον αφορά τη λειτουργικότητα και τη βιβλιοθήκη εξαρτημάτων. Αν και δεν θα συνεχίσουν πλέον να

υπάρχουν ενημερώσεις λογισμικού του Micro-Cap, πρόκειται για ένα πλήρως λειτουργικό και ώριμο λογισμικό.

Βιβλιογραφία – Πηγές

1. Synopsys (2023) *What is Circuit Simulation?* Available at: <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-circuit-simulation.html>
2. George Brown College (2023) *Using Circuit Simulation To Simulate Behavior Of Electronics Circuits*. Available at: <https://www.gbctechtraining.com/blog/using-circuit-simulation-simulate-behavior-electronics-circuits>
3. Electronics Hub (2023) *What is Circuit Simulation? It's Advantages and Types*. Available at: <https://www.electronicshub.org/circuit-simulation/>
4. eTechnophiles (2022) *10 Best Circuit Simulation Software*. Available at: <https://www.etechnophiles.com/best-circuit-simulation-software/>
5. SaaSHub (2023) *Compare Products*. Available at: <https://www.saashub.com/compare-micro-cap-vs-tina?ref=dropdown>
6. MAKER PRO (2020) *Micro-Cap 12 Simulator*. Available at: <https://maker.pro/forums/resources/micro-cap-12.70/>
7. Spectrum Software® (2018) *Micro-Cap 12: Electronic Circuit Analysis Program User's Guide*. Available at: <https://www.spectrum-soft.com/download/ug12.pdf>
8. Donald, O. P. and Mayaram, K. (1991) *Analog Integrated Circuits for Communication Principles Simulation and Design*. Available at: <https://www.technicalbookspdf.com/analog->

[integrated-circuits-for-communication-principles-simulation-and-design-by-donald-o-pederson-and-kartikeya-mayaram/](https://www.researchgate.net/publication/354200819_Fundamentals_of_Analog_and_Digital_Electronic_Circuits)

9. Donald, O. P. and Mayaram, K. (1991) *Analog Integrated Circuits for Communication Principles Simulation and Design 2nd Edition*. Available at:
<https://www.technicalbookspdf.com/analog-integrated-circuits-for-communication-principles-simulation-and-design-second-edition-by-donald-o-pederson-and-kartikeya-mayaram/>
10. El – Saba, H. M. (2009) *Fundamentals of Analog and Digital Electronic Circuits*. Available at:
https://www.researchgate.net/publication/354200819_Fundamentals_of_Analog_and_Digital_Electronic_Circuits
11. Sahrling, M. (2021) *Analog Circuit Simulators for Integrated Circuit Designers*. Available at: <https://download.e-bookshelf.de/download/0014/8325/15/L-G-0014832515-0054399036.pdf>
12. Williams, J. (1991) *Analog Circuit Design*. Available at:
https://jntukucen.ac.in/ebook_files/118.pdf
13. Analog Devices, Inc. (2016) *Analog Circuit Simulation*. Available at:
<https://www.analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/MT-099.pdf>
14. Bürmen, Á. (2010) *Free circuit simulation-SPICE and beyond*. Available at:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Free-circuit-simulation-SPICE-and-beyond-B%C5%B1rmen/3a68ac778c5eade65333288ed9771624c11289f7>
15. Green, T., Semig, P. and Wells, C. (2019) *Analog Engineer's Circuit Cookbook: Amplifiers*. Available at: <https://www.ti.com/seclit/eb/slyy137a/slyy137a.pdf>

16. Williams, J. (1998) *The Art and Science of Analog Circuit Design*. Available at:
https://xdevs.com/doc/Books/Jim_Williams_The_Art_and_Science_of_Analog_Circuit_Design.pdf
17. Cadence® Analog Design Environment (2013) *Introduction to Digital and Analog IC Designs*. Available at:
<https://www.eng.auburn.edu/~niuguof/cadence/downloads/analogdesignold.pdf>
18. Subbarao V. W., Temitope M., Romero, R. and Heimer, M. (2006) *Electronic Work Bench and PSpice can be used for Design Extensions along with the Simulations*. Available at: https://laccei.org/LACCEI2006-PuertoRico/Papers%20-pdf/EDU131_Marcus.pdf
19. Roberts and Sedra. (1996) *SPICE 2nd Edition*. Available at:
<https://www.ece.mcgill.ca/~grober4/SPICE/Welcome1.html>
20. PSpice® (2000) *PSpice User's Guide*. Available at:
https://www.seas.upenn.edu/~jan/spice/PSpice_UserguideOrCAD.pdf
21. Holm, S., Holm, T. and Martinsen, G. (2021) *Simple circuit equivalents for the constant phase element*. Available at:
https://www.researchgate.net/publication/350426502_Simple_circuit_equivalents_for_the_constant_phase_element
22. Pevchev, V. P. (2010) *The use of micro-CAP software to simulate operating processes of electromechanical impulse devices*. Available at:
https://www.researchgate.net/publication/239437855_The_use_of_micro-CAP_software_to_simulate_operating_processes_of_electromechanical_impulse_devices

