

MultiSIM

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

ΒΙΒΛΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Ανάδοχος Έργου:



Κασταμονής 99α & Μακρυγιάννη
142 35 Ν. Ιωνία
τηλ. 210-2719100 fax 210-2718133
url : www.sdc.gr

Το παρόν εκπονήθηκε στο πλαίσιο
του Υποέργου 13 «Προσαρμογή Λογισμικού-Φάση III»
της Πράξης «Επαγγελματικό λογισμικό στην ΤΕΕ: επιμόρφωση και εφαρμογή»
(Γ' ΚΠΣ, ΕΠΕΑΕΚ, Μέτρο 2.3, Ενέργεια 2.3.2)

που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση/Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Φορέας Υλοποίησης και Τελικός Δικαιούχος



Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Ειδική Υπηρεσία Εφαρμογής Προγραμμάτων ΚΠΣ

Φορέας Λειτουργίας



Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Διεύθυνση Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης-Τμήμα Β'

Επιστημονικός Τεχνικός Σύμβουλος



Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών

Υπεύθυνος Πράξης

2003-2007 Προϊστάμενος Μονάδας Α1-Ειδική Υπηρεσία Εφαρμογής Προγραμμάτων ΚΠΣ-ΥΠΕΠΘ.
2007- Προϊστάμενος Μονάδας Α1β-Ειδική Υπηρεσία Εφαρμογής Προγραμμάτων ΚΠΣ-ΥΠΕΠΘ.



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΚΑΛΟΒΡΕΚΤΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ

ΓΚΟΤΣΙΝΑΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

MultiSIM

Εισαγωγικές Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες Μαθητών



ΕΚΔΟΣΗ
CONCEPTUM ΑΕ
ΧΕΥΔΕΝ 12
10434 ΑΘΗΝΑ
www.conceptum.gr
info@conceptum.gr

Τηλ. 210 8838858 Fax 210 8838691
Copyright Conceptum AE 2008

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος ή ολόκληρου του παρόντος βιβλίου, με οποιονδήποτε τρόπο, χωρίς την έγγραφη άδεια του εκδότη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

Εκπαιδευτική δραστηριότητα 1 Περιβάλλον ανάπτυξης MultiSIM.....	3
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 2 Εικονικά Όργανα & Προσομοίωση.....	9
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 3 Κυκλώματα με Τρανζίστορ.....	14
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 4 Κυκλώματα με Τελεστικούς ενισχυτές.....	24
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 5 Κυκλώματα φίλτρων.....	33
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 6 Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.....	41
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 7 Μετατροπή ψηφιακού σήματος σε αναλογικό.....	46
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 8 Κυκλώματα ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων.....	50
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 9 Κυκλώματα τροφοδοτικών.....	56
Εκπαιδευτική δραστηριότητα 10 Προετοιμασία των αρχείων για το σχεδιασμό του τυπωμένου κυκλώματος.....	60

Πρόλογος

Εγχειρίδιο Καθηγητή για το λογισμικό MultiSIM της National Instruments

Το παρών εγχειρίδιο αποτελεί ένα *εισαγωγικό βοήθημα* στο λογισμικό MultiSIM της National Instruments για τον καθηγητή που θα κατευθύνει τους μαθητές μέσω του αντίστοιχου τετραδίου δραστηριοτήτων παρέχοντας του πολύτιμη καθοδήγηση στη χρήση του λογισμικού με παραδείγματα στη χρήση του.

Το λογισμικό MultiSIM είναι ένα πρόγραμμα σχεδιασμού, προσομοίωσης και ανάλυσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Αυτό σημαίνει ότι ο καθηγητής θα πρέπει να έχει τις βασικές γνώσεις των συμβολισμών και των εννοιών των εξαρτημάτων της ηλεκτρονικής καθώς και τις βασικές γνώσεις σχεδιασμού κυκλωμάτων στο χαρτί έτσι ώστε να μπορέσει να μεταβεί στη διαδικασία ηλεκτρονικής σχεδίασης κυκλωμάτων.

Ο τρόπος συγγραφής του εγχειριδίου έγινε με σκοπό από το πλήθος των γραφικών διαδικασιών σχεδίασης, ανάλυσης και προσομοίωσης του MultiSIM να δώσει μόνο τις πληροφορίες εκείνων των οποίων θα συναντήσουν οι μαθητές στο τετράδιο των δραστηριοτήτων τους.

Το εγχειρίδιο απευθύνεται στον καθηγητή και παρέχει πολύτιμη καθοδήγηση στη χρήση του λογισμικού, παραδείγματα αλλά και αναλυτικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες για διδασκαλίες που βασίζονται στη χρήση του μέσα κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Το εγχειρίδιο περιλαμβάνει 10 εκπαιδευτικές δραστηριότητες που αναφέρονται σε ύλη διδασκόμενων μαθημάτων και περιλαμβάνουν τα βήματα που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί η κάθε εκπαιδευτική δραστηριότητα. Σε κάθε δραστηριότητα προτείνονται νέα θέματα για εξάσκηση του καθηγητή και των μαθητών.

Οι συγγραφείς



Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

1

Περιβάλλον ανάπτυξης MultiSIM

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να καταδειχθεί ποια είναι η αξία των προγραμμάτων ηλεκτρονικής σχεδίασης και ποιες είναι οι δυνατότητες που παρέχονται στο χρήστη.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός να:

- ⇒ Να γνωρίζει το περιβάλλον εργασίας του MultiSIM.
- ⇒ Να διαχειρίζεται τις εργαλειοθήκες εξαρτημάτων και τα επιμέρους εργαλεία που θα χρειαστούν οι μαθητές στο τετράδιο εργασίας τους.
- ⇒ Να σχεδιάζει απλά κυκλώματα για την εξάσκηση των μαθητών.

Στάσεις:

- ⇒ Να εξοικειωθεί με το περιβάλλον του λογισμικού MultiSIM
- ⇒ Να εξοικειωθεί με τον γραφικό τρόπο ηλεκτρονικής σχεδίασης κυκλωμάτων.

Λέξεις κλειδιά

- MultiSIM
- Εξάρτημα (Component)
- Χώρος Εργασίας (Workspace)
- Μπάρα Εξαρτημάτων (Components Toolbar)
- Ιδιότητες Εξαρτημάτων
- Αγωγός (Net)
- Σύνδεσμος (Junction)

Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Στο πρακτικό μέρος τονίζουμε τα στοιχεία που θα μας βοηθήσουν στη διαδικασία σχεδίασης κυκλωμάτων, όπως η μπάρα με τα εξαρτήματα και ο χώρος εργασίας.



Εξηγούμε τον τρόπο τοποθέτησης ενός εξαρτήματος στον χώρο εργασίας παρουσιάζοντας βήματα όπως φαίνεται παρακάτω.

1
Επιλογή κατηγορίας εξαρτημάτων.

2
Εκκίνηση του εξερευνητή εξαρτημάτων ανάλογα με την κατηγορία που επιλέξαμε και αναζήτηση εξαρτήματος.

3
Τοποθέτηση του εξαρτήματος στον χώρο εργασίας.

Επεξήγηση βασικών πλήκτρων της μπάρας εξαρτημάτων:

Βασικά Εξαρτήματα (Αντιστάσεις, Πυκνωτές, Πηνία, Διακόπτες)

Ψηφιακά Εξαρτήματα

Ενδείκτες

Πηγές Ενέργειας

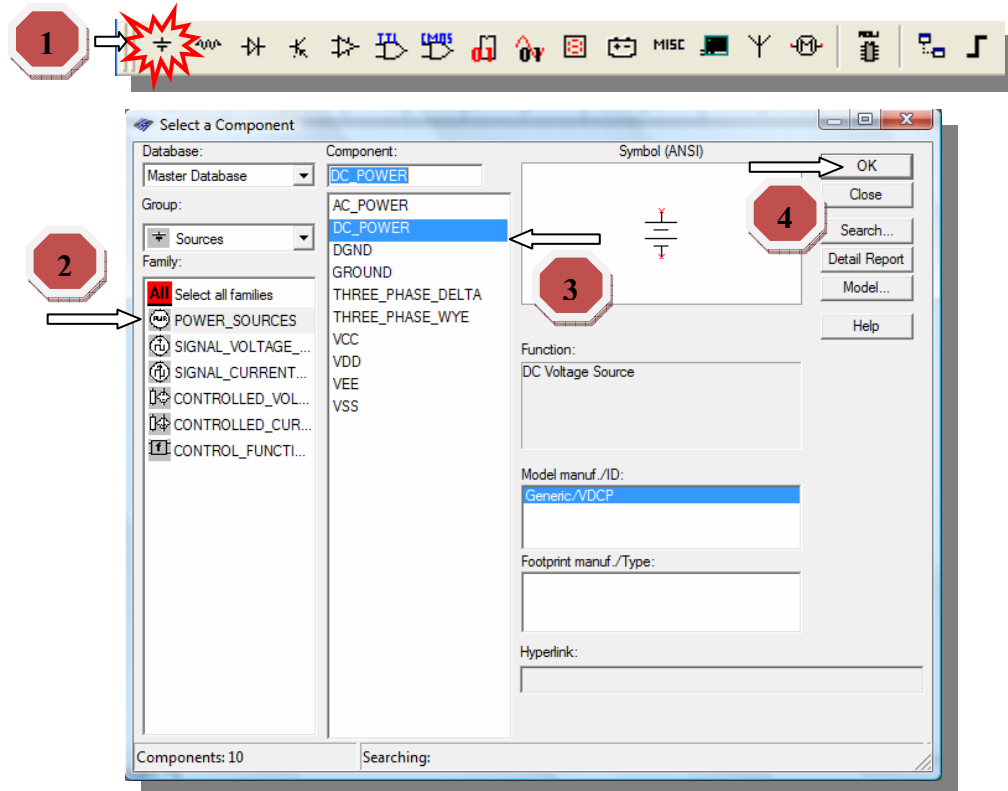
Τελεστικοί Ενισχυτές

Λίοδοι

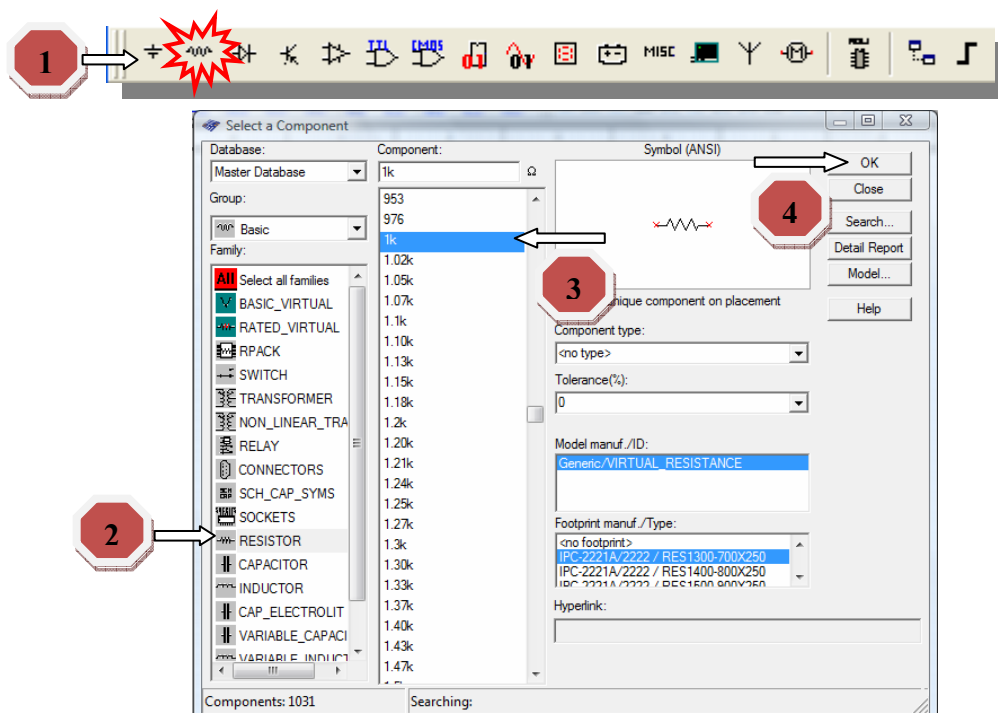
Τρανζίστορ

Τονίζουμε ότι κάθε πλήκτρο της μπάρας εξαρτημάτων εκκινεί τον εξερευνητή εξαρτημάτων και θέτει σε αυτόν την κατηγορία που αντιστοιχεί στο πλήκτρο που πατήθηκε.

Παράδειγμα επιλογής πηγής:



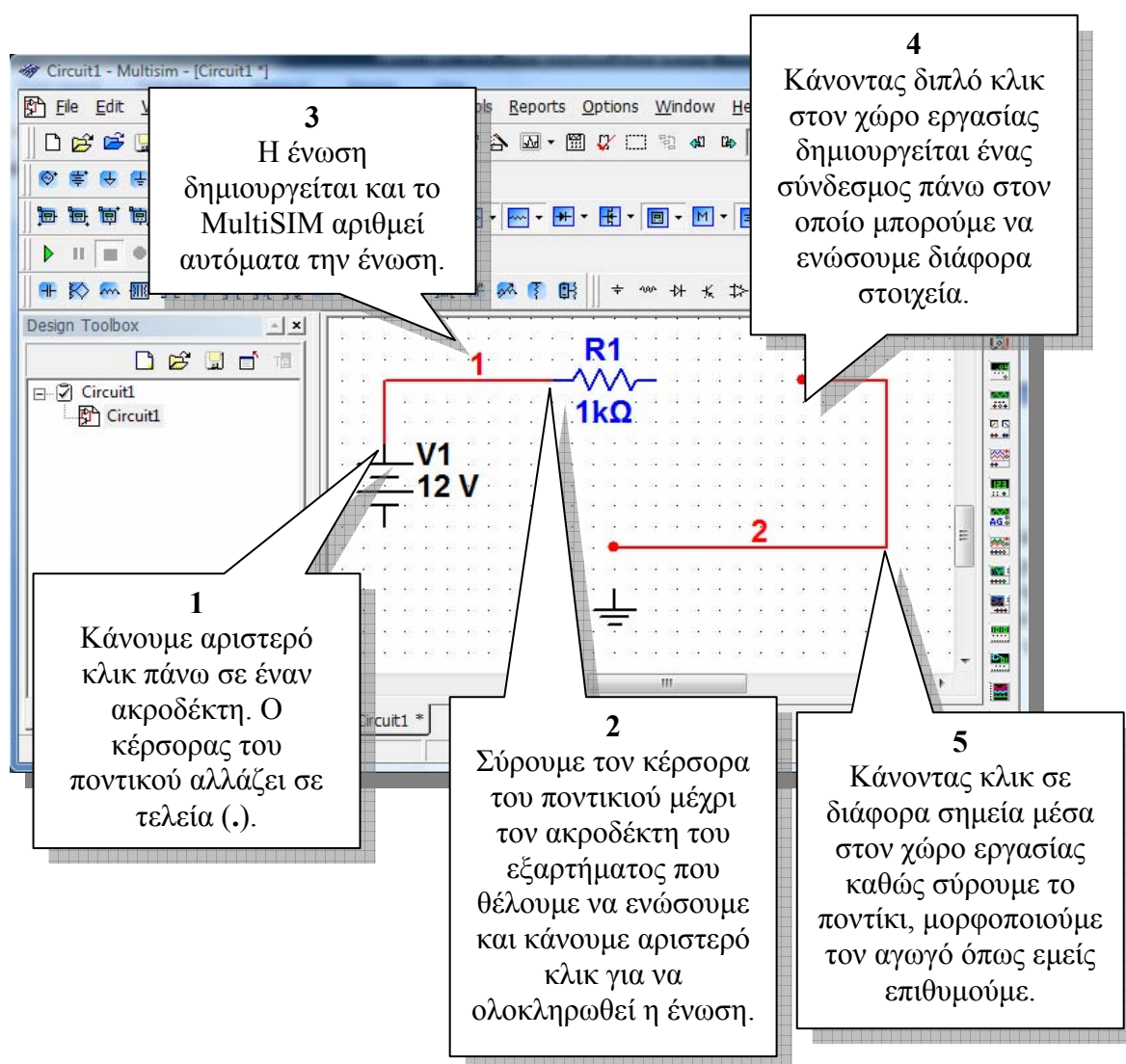
Παράδειγμα Επιλογής Αντίστασης:



Υπάρχουν διάφορες μπάρες οι οποίες μας παρέχουν συντομεύσεις στην τοποθέτηση διαφόρων τύπων εξαρτημάτων. Αν οι μπάρες αυτές δεν εμφανίζονται κάτω από το κύριο μενού της εφαρμογής, μπορούμε να επιλέξουμε από το μενού **View>Toolbars** και να τσεκάρουμε την μπάρα που επιθυμούμε μέσα από το αναδυόμενο μενού που εμφανίζεται.

Παράδειγμα ένωσης εξαρτημάτων

Η ένωση εξαρτημάτων γίνεται με την διαδικασία τοποθέτησης αγωγών χρησιμοποιώντας τον κέρσορα του ποντικιού. Πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει ξεχωριστό αντικείμενο ή στοιχείο του MultiSIM για την τοποθέτηση αγωγών και την ένωση εξαρτημάτων, η ένωση γίνεται χρησιμοποιώντας τον κέρσορα του ποντικιού κάνοντας κλικ πάνω σε ακροδέκτες εξαρτημάτων και σύροντας το ποντίκι μέχρι το επιθυμητό σημείο ένωσης.

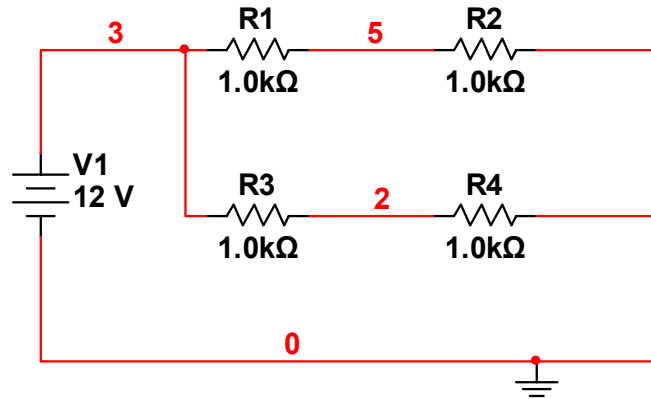


Μπορούμε να αλλάξουμε τον προσανατολισμό ενός εξαρτήματος που έχουμε τοποθετήσει στον χώρο εργασίας κάνοντας δεξί κλικ πάνω σε αυτό και επιλέγοντας Flip Horizontal, Flip Vertical, 90 Clockwise ή 90 CounterCW ανάλογα με τον προσανατολισμό που επιθυμούμε. Η συνηθέστερη αλλαγή προσανατολισμού που

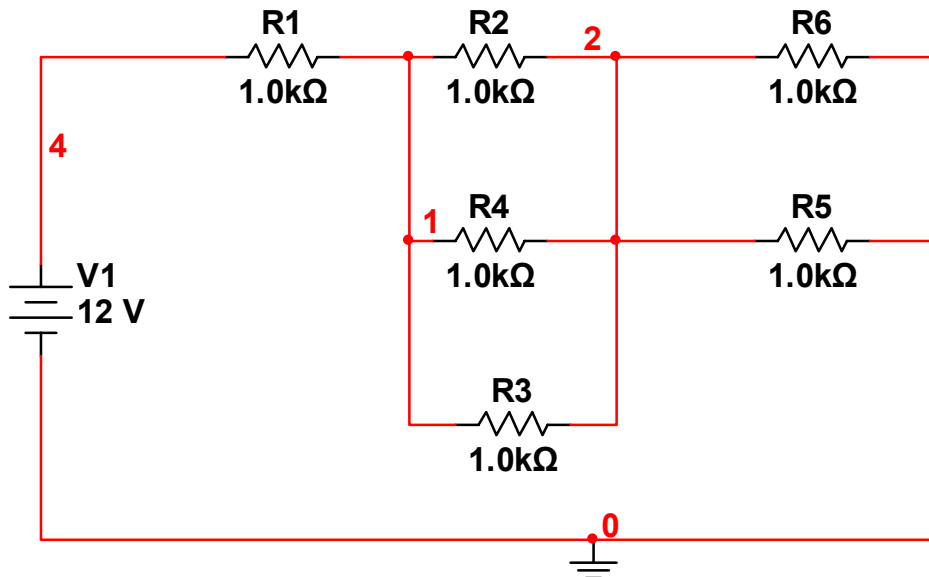
χρησιμοποιείται είναι η περιστροφή κατά 90° και μπορεί να γίνει και απο το πληκτρολόγιο, επιλέγοντας το εξάρτημα και πατώντας **CTRL+R**.

Σχεδιάστε τα ακόλουθα κυκλώματα μέσα στον χώρο εργασίας του MultiSIM προκειμένου να εξοικειωθείτε με το περιβάλλον σχεδιασμού του MultiSIM.

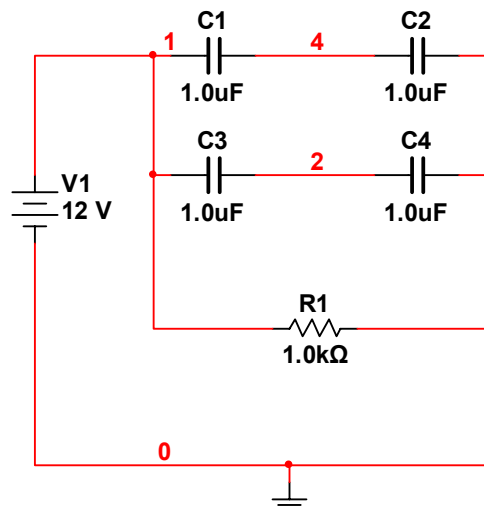
Κύκλωμα 1:



Κύκλωμα 2:



Κύκλωμα 3:



Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουνε όλα τα βήματα και να απαντήσουνε σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] ‘MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ’, Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

2

Εικονικά όργανα & προσομοίωση

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να μπορούν οι μαθητές να χρησιμοποιούν με άνεση τα εικονικά όργανα και να δοκιμάζουν τις λειτουργίες των κυκλωμάτων που σχεδιάζουν μέσω της προσομοίωσης.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός να:

- ⇒ Να αναγνωρίζει τα βασικά εικονικά όργανα που παρέχει το MultiSIM.
- ⇒ Να τοποθετεί και να συνδέει εικονικά όργανα στα κυκλώματα που σχεδιάζει.
- ⇒ Να κατανοεί την δομή των οργάνων και την λειτουργία τους κατά την διάρκεια της προσομοίωσης
- ⇒ Να εκτελεί προσομοίωση στα κυκλώματα που σχεδιάζει και να λαμβάνει αποτελέσματα.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την συμπεριφορά των εξαρτημάτων και των οργάνων κατά την διάρκεια μίας προσομοίωσης.

Λέξεις κλειδιά

- MultiSIM
- Εικονικό όργανο
- Πρόσοψη οργάνου
- Εικονίδιο Οργάνου
- Προσομοίωση

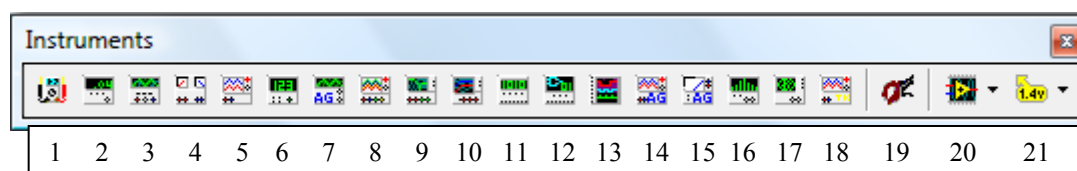
Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Το MultiSIM μας παρέχει ένα πλήθος από εικονικά όργανα μέτρησης και παραγωγής ηλεκτρικών μεγεθών τα οποία μας δίνουν την δυνατότητα να μετράμε και να παράγουμε ηλεκτρικά μεγέθη όπως τάσεις, ρεύματα, κυματομορφές κ.α. Το MultiSIM προκειμένου να διευκολύνει τον χρήστη στη



διαδικασία επιλογής και εισαγωγής οργάνων στον χώρο εργασίας, παρέχει μία μπάρα με εικονικά όργανα η οποία βρίσκεται στα δεξιά του χώρου εργασίας.

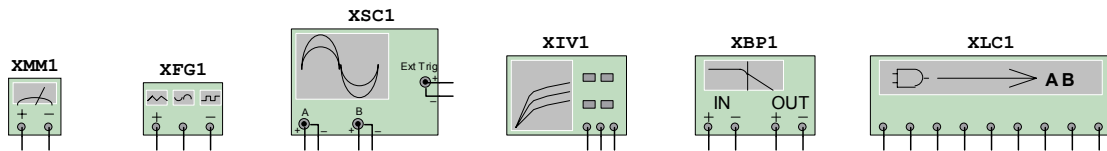
Η μπάρα με τα όργανα αποτελείται από διάφορα πλήκτρα το καθένα από τα οποία αντιστοιχούν και σε ένα εικονικό όργανο. Για να τοποθετήσουμε ένα όργανο στον χώρο εργασίας απλά πατάμε το πλήκτρο που αντιστοιχεί στο όργανο που επιθυμούμε και το τοποθετούμε χρησιμοποιώντας τον κέρσορα του ποντικιού. Παρακάτω φαίνονται τα πλήκτρα και τα όργανα που αντιστοιχούν σε αυτά.



1. Ψηφιακό Πολύμετρο (Multimeter)
2. Αναλυτής Παραμόρφωσης (Distortion Analyzer)
3. Γεννήτρια Συναρτήσεων (Function Generator)
4. Μετρητής Watt (Watt Meter)
5. Παλμογράφος 2 Καναλιών (Oscilloscope)
6. Μετρητής Συχνότητας (Frequency Counter)
7. Ευέλικτη Γεννήτρια Συναρτήσεων (Agilent Function Generator)
8. Παλμογράφος Τεσσάρων Καναλιών (4 Channel Oscilloscope)
9. Καταγραφέας Διαγραμμάτων Bode (Bode Plotter)
10. Αναλυτής Χαρακτηριστικών Ημιαγωγικών Στοιχείων (IV-Analyzer)
11. Γεννήτρια Λέξεων (Word Generator)
12. Λογικός Μετατροπέας (Logic Converter)
13. Λογικός Αναλυτής (Logic Analyzer)
14. Ευέλικτος Παλμογράφος (Agilent Oscilloscope)
15. Ευέλικτο Πολύμετρο (Agilent Multimeter)
16. Αναλυτής Φάσματος (Spectrum Analyzer)
17. Αναλυτής Δικτύου (Network Analyzer)
18. Παλμογράφος Tektronix (Tektronix Oscilloscope)
19. Μετρητής Ρεύματος Σημείου (Current Probe)
20. Όργανο LabVIEW (LabVIEW Instrument)
21. Ετικέτα μετρήσεων (Measurement Probe)

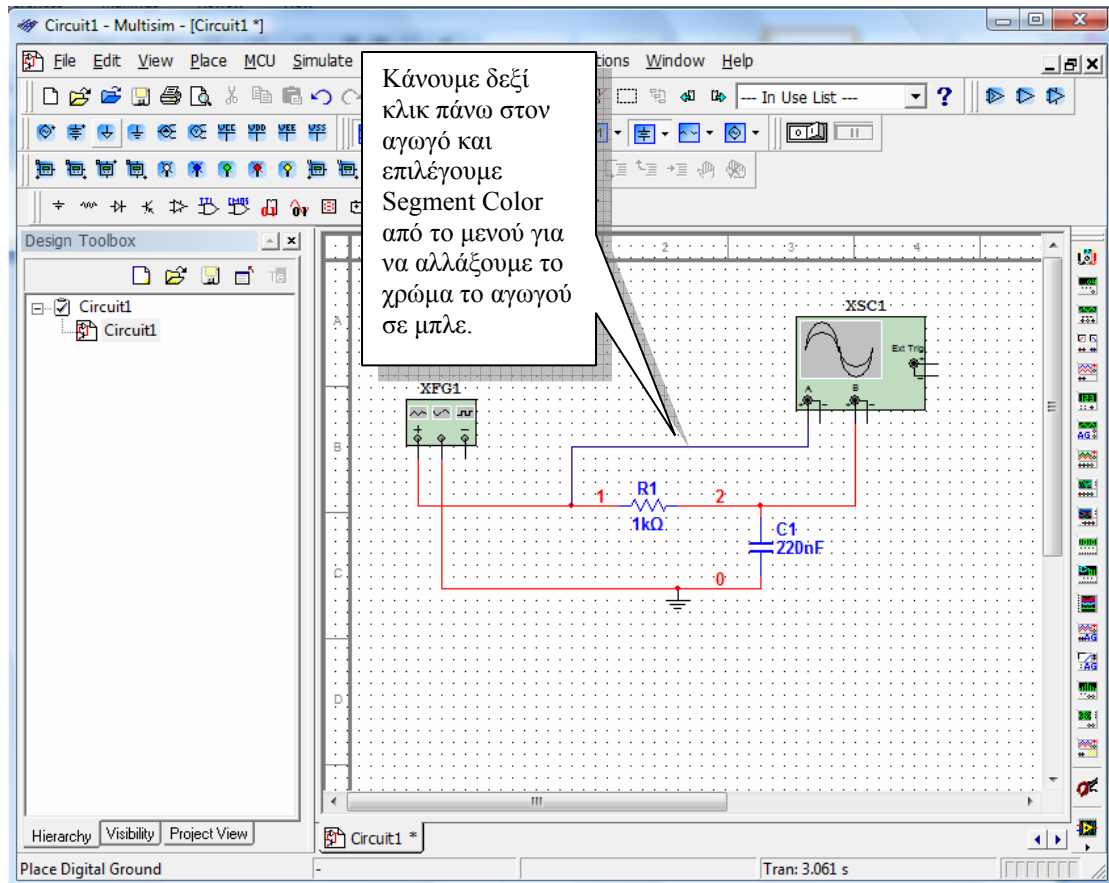
Όλα τα όργανα έχουν δύο κύρια χαρακτηριστικά, το εικονίδιο που αντιπροσωπεύει το όργανο στον χώρο εργασίας και χρησιμοποιείται για την ένωσή του με τα κυκλώματά μας και την πρόσοψη του οργάνου που χρησιμοποιείται για τις ρυθμίσεις των λειτουργιών του οργάνου. Παρακάτω φαίνονται τα εικονίδια των βασικών οργάνων που χρησιμοποιούνται συνήθως μέσα στο MultiSIM.

Από αριστερά, Πολύμετρο, Γεννήτρια Συναρτήσεων, Παλμογράφος, Αναλυτής IV, Bode Plotter, Λογικός Μετατροπέας.



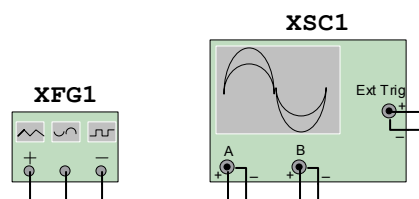
Παράδειγμα χρήσης οργάνων μέτρησης και προσομοίωσης

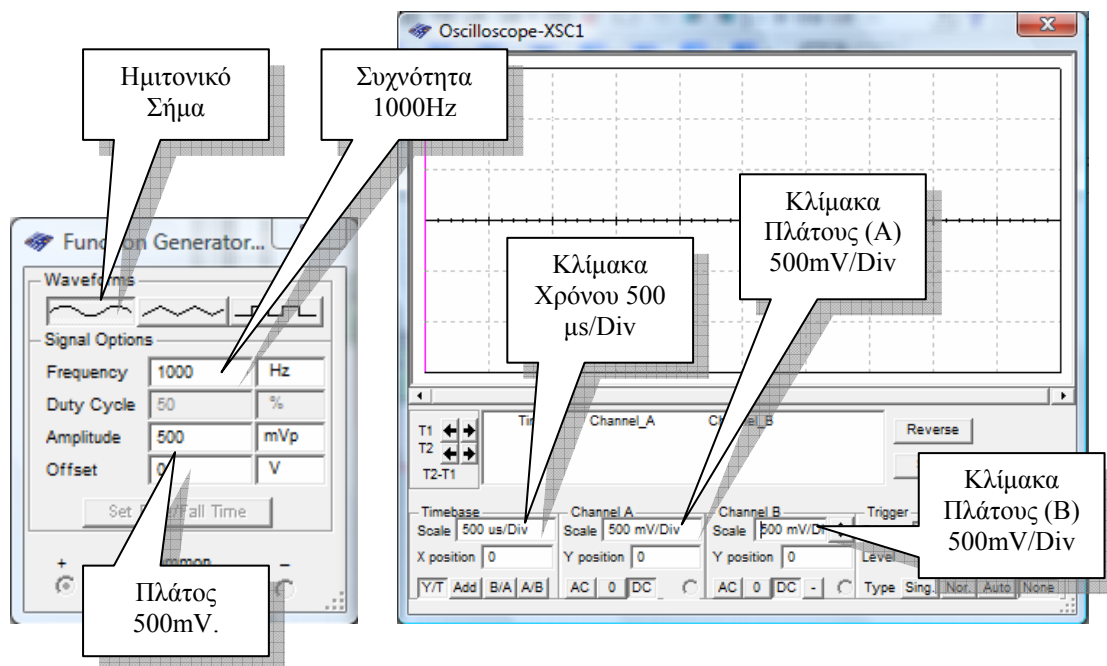
Σχεδιάζουμε το ακόλουθο κύκλωμα φίλτρου μέσα στο MultiSIM.



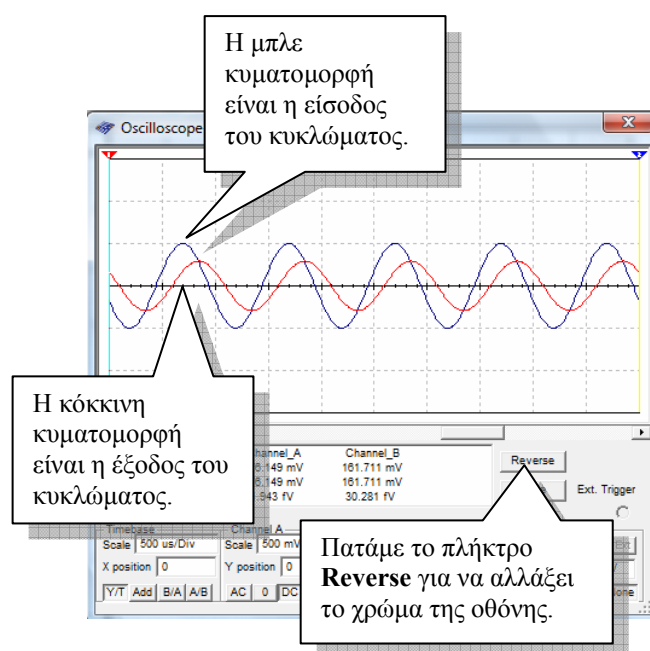
Πρέπει να τονιστεί πως όταν χρησιμοποιούμε και τα δύο κανάλια του παλμογράφου, καλό είναι να αλλάζουμε το χρώμα του ενός από τους δύο αγωγούς ώστε να ξεχωρίζουν οι κυματομορφές κατά την διαδικασία της μέτρησης.

1. Κάνουμε διπλό κλικ στο εικονίδιο της γεννήτριας και στο εικονίδιο του παλμογράφου και εισάγουμε τις ακόλουθες ρυθμίσεις.





2. Επιλέγουμε από το μενού επιλογών **Simulate>Run** για να ξεκινήσει η προσομοίωση και βλέπουμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μέσα στον παλμογράφο.



3. Προτείνεται στους μαθητές να αλλάζουν τις τιμές των εξαρτημάτων και να κάνουν ξανά προσομοίωση προκειμένου να δουν τις αλλαγές στα αποτελέσματα της προσομοίωσης.
4. Προτρέπουμε τους μαθητές να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας

5. Εξερευνήστε τα εικονίδια όλων των οργάνων μέτρησης και παραγωγής τεχνικών μεγεθών που παρέχει το MultiSIM που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για όλα τα κυκλώματα που θα βρείτε στο βιβλίο Αναλογικά Ηλεκτρονικά του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.
6. Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

3

Κυκλώματα με τρανζίστορ

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να επαληθευτεί η θεωρία των τρανζίστορ.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

- ⇒ Να σχεδιάζει βασικά κυκλώματα για την μελέτη των τρανζίστορ.
- ⇒ Να αναζητά τύπους τρανζίστορ της αγοράς μέσα από την βάση δεδομένων.
- ⇒ Να χρησιμοποιεί την προσομοίωση για να μελετά τα βασικά χαρακτηριστικά των τρανζίστορ.
- ⇒ Να χρησιμοποιεί το όργανο του αναλυτή IV για να παράγει τις χαρακτηριστικές καμπύλες των τρανζίστορ μέσα στα κυκλώματά του.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την χρήση της θεωρίας των τρανζίστορ στην πράξη.

Λέξεις κλειδιά

- MultiSIM
- Τρανζίστορ
- Χαρακτηριστικές Καμπύλες
- Προσομοίωση
- Πόλωση
- Αναλυτής IV

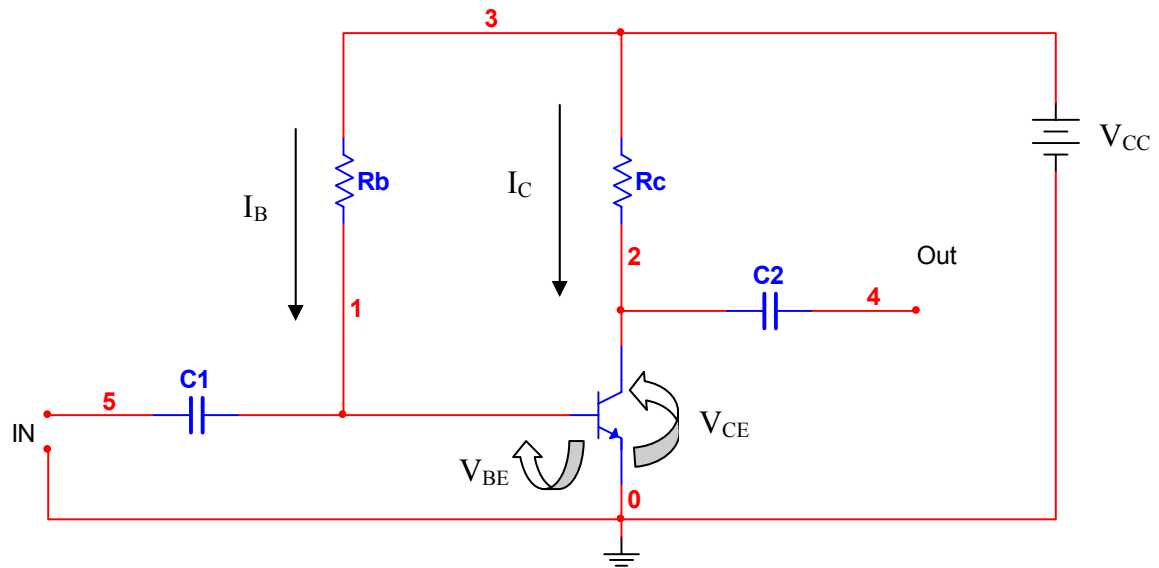
Θεωρητικές γνώσεις δραστηριότητας

1.1 Θεωρία των τρανζίστορ

Προτού κάνουμε χρήση του λογισμικού MultiSIM για να υλοποιήσουμε κυκλώματα για την μελέτη των τρανζίστορ θα πρέπει να γνωρίζουμε θεωρητικές γνώσεις για τα χαρακτηριστικά των τρανζίστορ καθώς και βασικά κυκλώματα πόλωσης αυτών



όπως το κύκλωμα πόλωσης κοινού εκπομπού (CE) που θα μελετήσουμε:



Για το παραπάνω κύκλωμα συνδεσμολογίας κοινού εκπομπού θα πρέπει να γνωρίζουμε ένα βασικό χαρακτηριστικό του τρανζίστορ, την παράμετρο β_0 .

Η παράμετρος αυτή αντιστοιχεί στην υβριδική παράμετρο h_{FE} του τρανζίστορ στο συνεχές και στην υβριδική παράμετρο h_{fe} στο εναλλασσόμενο.

Κάνοντας ανάλυση του κυκλώματος εισόδου και του κυκλώματος εξόδου της συνδεσμολογίας του παραπάνω σχήματος μπορούμε να υπολογίσουμε τα ρεύματα I_C και I_B καθώς και την τάση V_{BE} χρησιμοποιώντας του τύπους που προκύπτουν από την ανάλυση όπως:

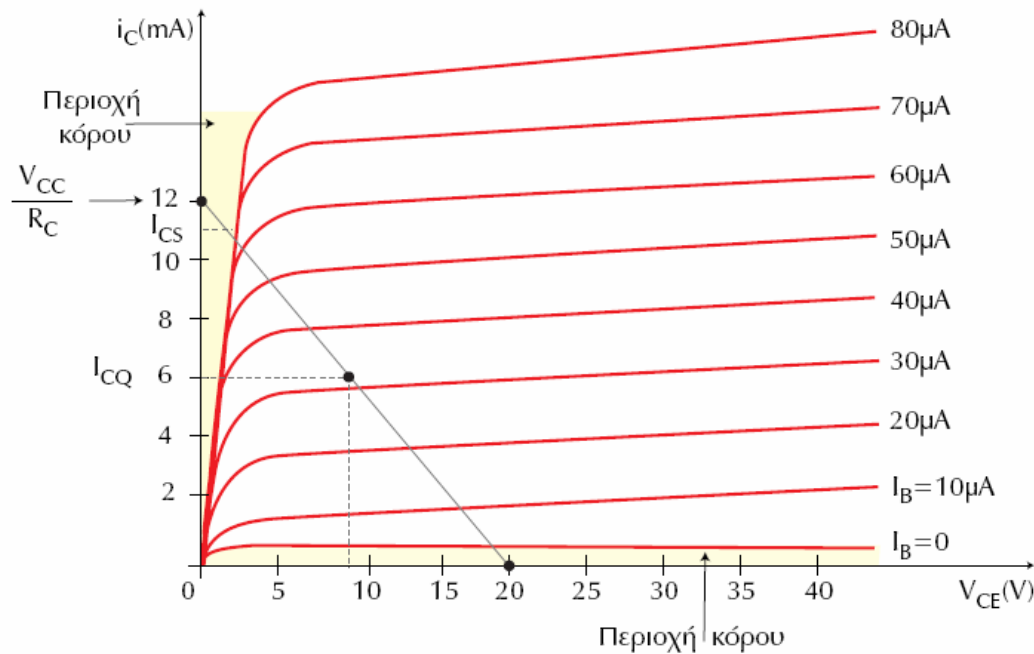
$$I_B \cong \frac{V_{CC}}{R_B}$$

$$I_C = \beta_0 I_B$$

$$V_{CE} - V_{CC} - I_C R_C = 0$$

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας της λειτουργίας των τρανζίστορ είναι το σημείο λειτουργίας που μπορεί να βρεθεί από τις χαρακτηριστικές καμπύλες χαράζοντας την ευθεία φόρτου.

Στο ακόλουθο σχήμα φαίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες για κάποιο τυπικό τρανζίστορ σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού (CE).



Η ευθεία φόρτου μπορεί να χαραχθεί χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο τύπο ο οποίος σε άξονες V_{CE} (X) και I_C (Y) παριστάνει μία γραμμική σχέση της μορφής
 $y = mx + \lambda$.

$$I_C \cong \frac{V_{CE}}{R_C} + \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Το ρεύμα κόρου και το ρεύμα αποκοπής τώρα, είναι σημαντικές παράμετροι οι οποίες συμβάλουν στην σωστή λειτουργία και συμπεριφορά του τρανζίστορ στα κυκλώματά μας. Έτσι, μας ενδιαφέρει το μέγιστο ρεύμα συλλέκτη (ή ρεύμα κόρου) I_C το οποίο επιτυγχάνεται όταν $V_{CE} = V_{CES} \cong 0$. Η εξίσωση για το μέγιστο ρεύμα συλλέκτη φαίνεται παρακάτω:

$$I_{CS} \cong \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Το ρεύμα αποκοπής του τρανζίστορ μας δίνει την δυνατότητα να γνωρίζουμε πότε ένα τρανζίστορ βρίσκεται στην περιοχή αποκοπής ($I_C = 0$) και υπολογίζεται από τον τύπο:

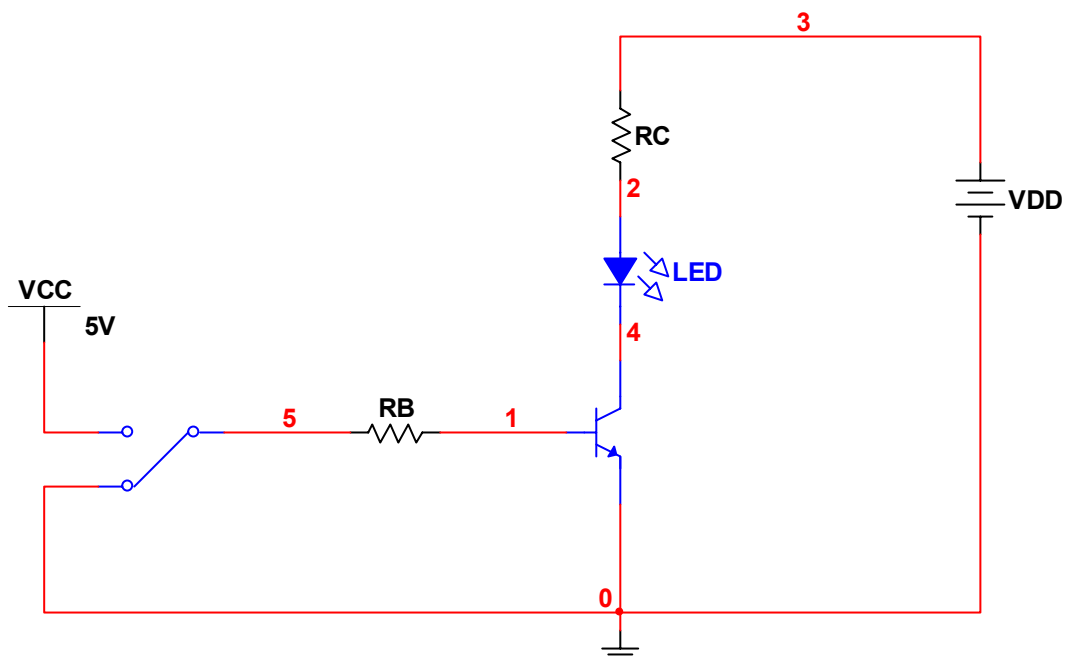
$$I_C = \frac{I_{CO}}{1 - \alpha_0} + \beta_0 I_B = \frac{I_{CO}}{1 - \alpha_0} + \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} I_B$$

1.2 Χρήση των τρανζίστορ

Τα τρανζίστορ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κυκλώματα ως διακόπτης ή ως ενισχυτής. Θα πρέπει να τονιστεί ότι σε κυκλώματα που το τρανζίστορ λειτουργεί ως διακόπτης θα πρέπει να επιλέγουμε τον τύπο του τρανζίστορ και τις αντιστάσεις πόλωσης αυτού σύμφωνα με το φορτίο που θέλουμε να αποκόψουμε και με το ρεύμα που θα εφαρμοστεί στην βάση του τρανζίστορ ώστε αυτό να οδηγηθεί σε αποκοπή ή σε αγωγιμότητα.

1.2.1 Τρανζίστορ ως διακόπτης

Παρακάτω φαίνεται το τρανζίστορ σε συνδεσμολογία διακόπτη:



Όπως βλέπουμε η χρήση του τρανζίστορ σε αυτή την συνδεσμολογία είναι να οδηγεί ένα μεγάλο φορτίο (VDD) χρησιμοποιώντας ένα μικρότερο φορτίο (VCC). Αν θέσουμε τον διακόπτη στα 5V τότε το τρανζίστορ θα βρεθεί σε κατάσταση αγωγιμότητας και η δίοδος LED θα ανάψει. Αν θέσουμε τον διακόπτη στη γη τότε το τρανζίστορ θα βρεθεί σε κατάσταση αποκοπής και η δίοδος LED θα σβήσει.

Θα πρέπει να τονιστεί πως πρέπει να επιλέγουμε την αντίσταση RB σύμφωνα με το ρεύμα που συνδέεται στην βάση του τρανζίστορ και με το φορτίο που θέλουμε να οδηγήσουμε.

Να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές να σχεδιάσουν στο MultiSIM ένα κύκλωμα τρανζίστορ σε λειτουργία διακόπτη και να μελετηθεί η συμπεριφορά του εκτελώντας προσομοίωση. Ύστερα να ελεγχθεί η συμπεριφορά του κυκλώματος αλλάζοντας τρανζίστορ.

1.2.2 Τρανζίστορ ως ενισχυτής

Το τρανζίστορ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ενισχυτής εναλλασσόμενων σημάτων. Στην πορεία θα μελετήσουμε ένα κύκλωμα ενισχυτή CE μίας βαθμίδας.

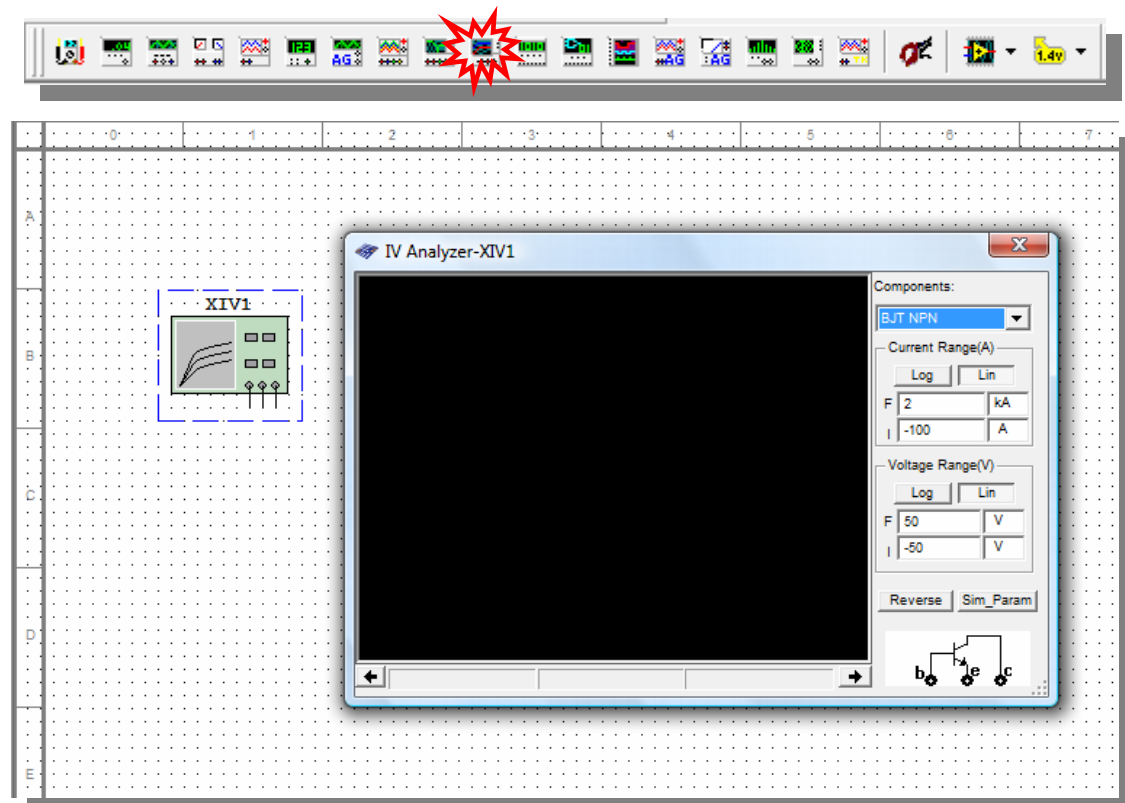
Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Στην δραστηριότητα αυτή θα ασχοληθούμε με την χρήση του αναλυτή IV για να μελετήσουμε τις χαρακτηριστικές ενός τρανζίστορ και ενός κυκλώματος ενισχυτή κοινού εκπομπού μίας βαθμίδας με σκοπό να μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά και την συμπεριφορά ενός τρανζίστορ σε κυκλώματα ενισχυτών χρησιμοποιώντας το MultiSIM και την προσομοίωση.

A) Μελέτη χαρακτηριστικών των τρανζίστορ με τον αναλυτή IV

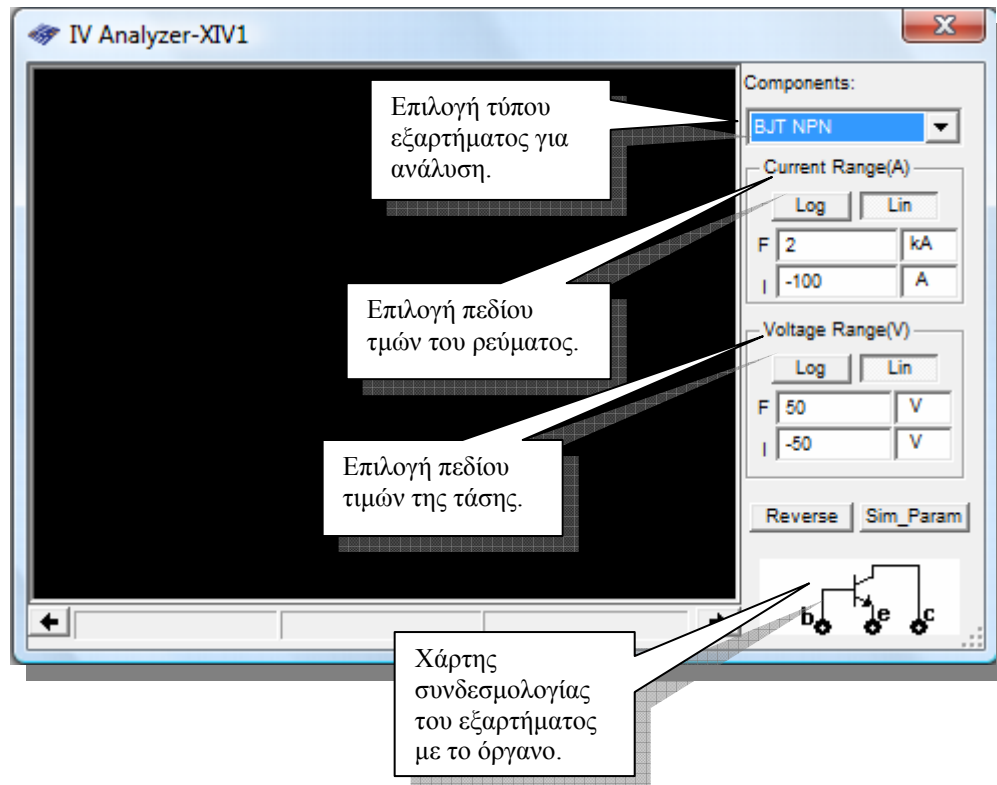
Βήματα

1. Ανοίγουμε ένα νέο αρχείο στο MultiSIM και εισάγουμε στον χώρο εργασίας το όργανο του αναλυτή IV (IV Analyzer) μέσα από την μπάρα με τα όργανα όπως φαίνεται παρακάτω. Ανοίγουμε την πρόσοψη του οργάνου κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο εικονίδιο του οργάνου.

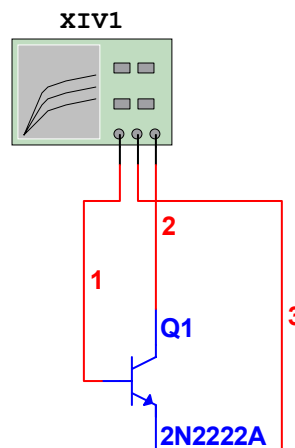


Ο αναλυτής IV είναι ένα εικονικό όργανο το οποίο μας δίνει την δυνατότητα να παράγουμε τις χαρακτηριστικές καμπύλες ημιαγωγικών στοιχείων όπως δίοδοι, τρανζίστορ, MOSFET κ.τ.λ.

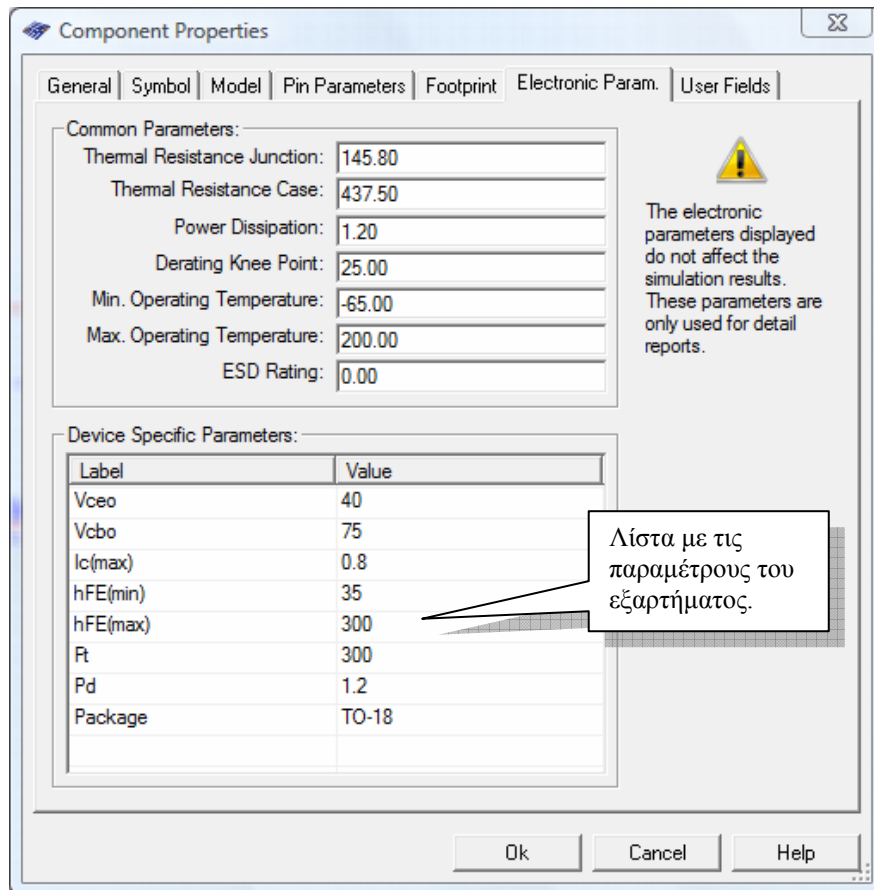
Παρακάτω δίνουμε μερικές βασικές πληροφορίες σχετικά με το όργανο αυτό.



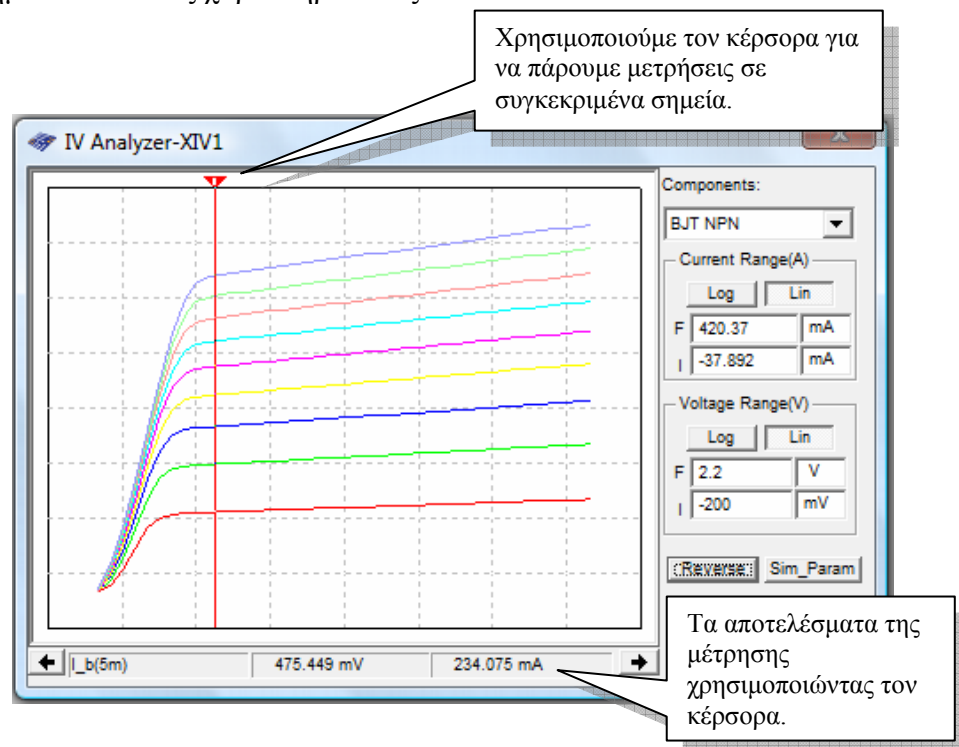
- Χρησιμοποιούμε την μπάρα εξαρτημάτων και εισάγουμε το τρανζίστορ 2N2222A μέσα από την βάση δεδομένων στον χώρο εργασίας και το συνδέουμε με το εικονικό όργανο του αναλυτή IV σύμφωνα με το χάρτη συνδεσμολογίας που απεικονίζεται στο κάτω δεξιό μέρος της πρόσοψης το οργάνου.



Για να δούμε τα χαρακτηριστικά του τρανζίστορ που εισαγάγαμε, μπορούμε να κάνουμε διπλό κλικ πάνω στο εξάρτημα του τρανζίστορ και να πατήσουμε το πλήκτρο **Edit Component in DB** μέσα στην ετικέτα **Value** του παραθύρου που εμφανίζεται. Στο παράθυρο που εμφανίζεται πατάμε την ετικέτα **Electronic Param** για να δούμε τις παραμέτρους του τρανζίστορ. Το παράθυρο με τις παραμέτρους του εξαρτήματος φαίνεται παρακάτω:



3. Τέλος εκτελούμε προσομοίωση και οι χαρακτηριστικές καμπύλες εμφανίζονται μέσα στην οθόνη της πρόσοψης του αναλυτή IV όπως φαίνεται παρακάτω. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον κέρσορα που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης προκειμένου να πάρουμε μετρήσεις σε συγκεκριμένα σημεία πάνω στις χαρακτηριστικές.

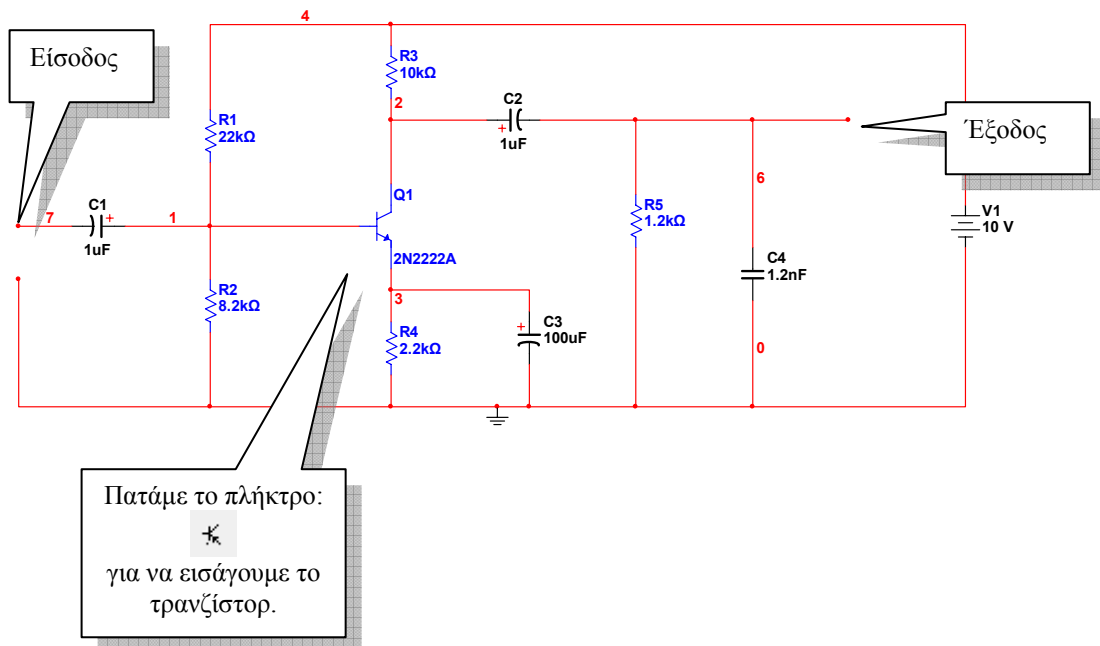


Η χρήση του οργάνου αυτού από τους μαθητές καλό θα είναι να γίνεται αφού έχουν σχεδιάσει τουλάχιστο μία φορά τις καμπύλες με το χέρι κάνοντας μετρήσεις με τύπους και υπολογισμούς. Η χρήση του οργάνου αυτού ενδείκνυται για επαλήθευση των υπολογισμών.

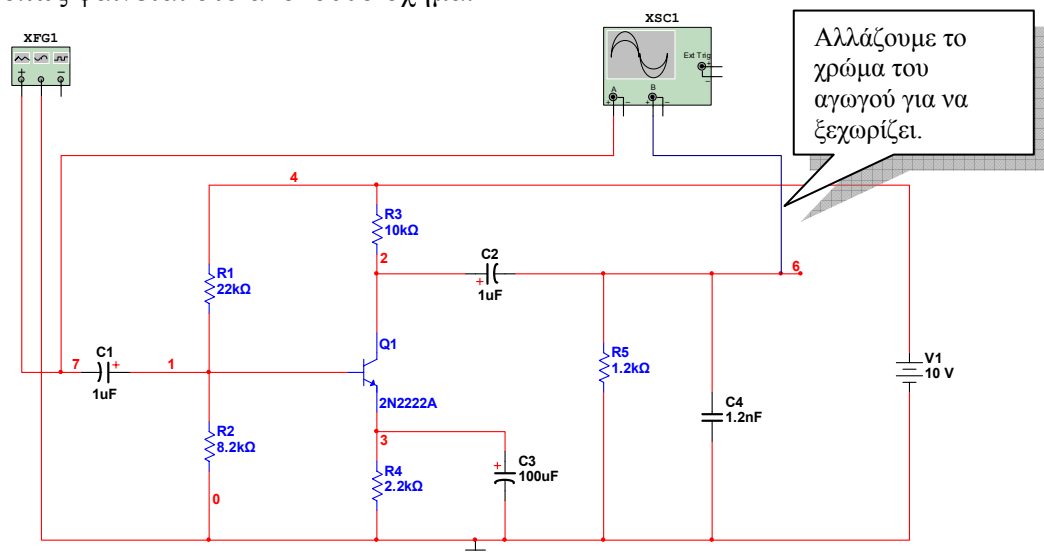
Β) Κύκλωμα ενισχυτή κοινού εκπομπού (CE) μίας βαθμίδας

Βήματα

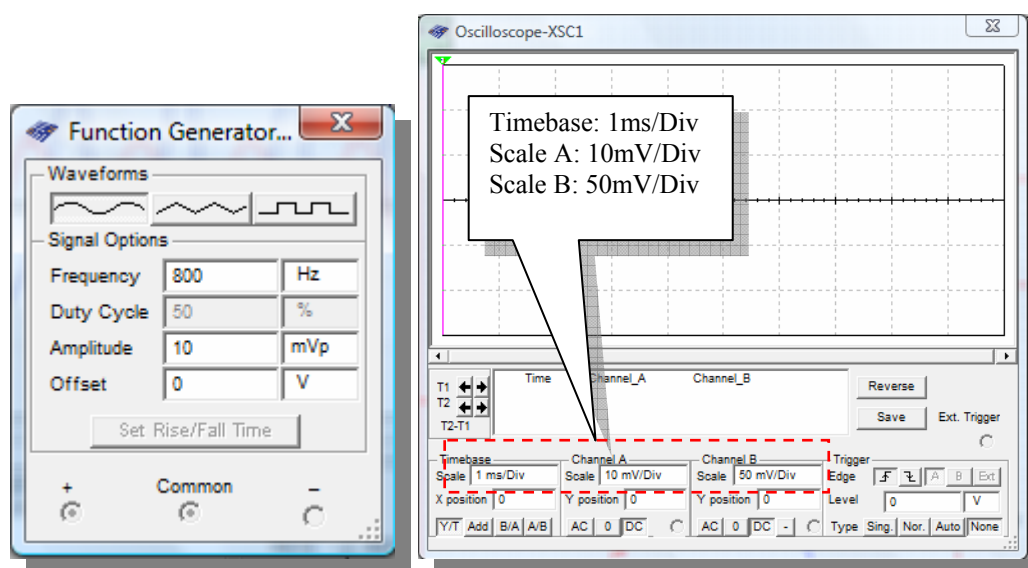
1. Ανοίγουμε ένα νέο αρχείο στο MultiSIM και το αποθηκεύουμε με όνομα “AmplifierCE”.
2. Μεταφέρουμε το κύκλωμα που φαίνεται παρακάτω, μέσα στον χώρο εργασίας όπως έχουμε μάθει ως τώρα.



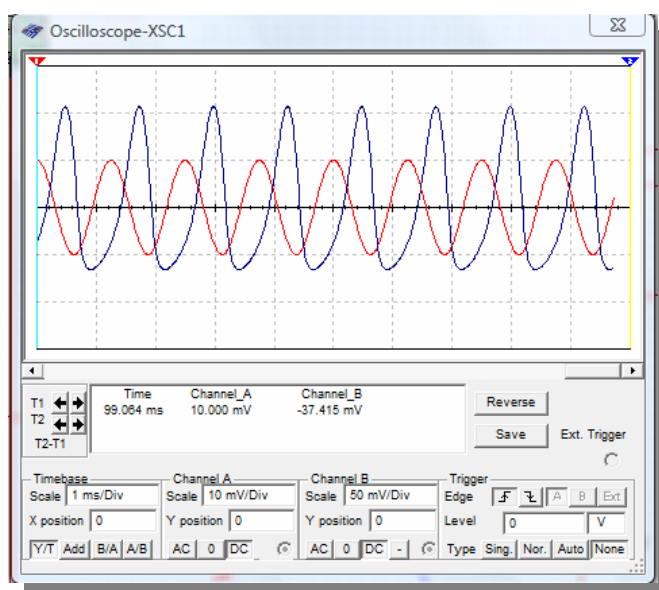
3. Εισάγουμε το όργανο της γεννήτριας συναρτήσεων και το όργανο του παλμογράφου μέσα στον χώρο εργασίας χρησιμοποιώντας την μπάρα με τα όργανα του MultiSIM. Έπειτα συνδέουμε την γεννήτρια και τον παλμογράφο όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Ανοίγουμε την πρόσοψη της γεννήτριας και την πρόσοψη του παλμογράφου και εισάγουμε τις ακόλουθες ρυθμίσεις.



4. Εκτελούμε προσομοίωση στο κύκλωμα που σχεδιάσαμε και παρατηρούμε τις κυματομορφές εισόδου (κόκκινη) και εξόδου (μπλε) να απεικονίζονται στην οθόνη του παλμογράφου όπως φαίνεται παρακάτω:



Παρατηρήστε την ενίσχυση του σήματος εισόδου στην έξοδο του κυκλώματος.

5. Αναζητήστε μέσα από την βάση δεδομένων άλλα τρανζίστορ του εμπορίου και αντικαταστήστε ένα από αυτά με αυτό που έχουμε συνδέσει στο κύκλωμα και εκτελέστε ξανά την διαδικασία προσομοίωσης προκειμένου να δείτε την συμπεριφορά του κυκλώματος με κάποιο άλλο τρανζίστορ.
6. Προτείνετε στους μαθητές να αναζητήσουν διάφορα τρανζίστορ μέσα από τις βάσεις δεδομένων που τυχόν να έχουν συναντήσει στο εμπόριο ή τρανζίστορ που κατά την γνώμη σας αξίζει να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά τους.

7. Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] ‘MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ’, Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

4

Κυκλώματα με τελεστικούς ενισχυτές

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να επαληθευτεί η θεωρία των λειτουργιών των τελεστικών ενισχυτών.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

- ⇒ Να σχεδιάζει βασικά κυκλώματα για την μελέτη των τελεστικών ενισχυτών.
- ⇒ Να αναζητά τύπους τελεστικών ενισχυτών της αγοράς μέσα από την βάση δεδομένων και να μελετά τα χαρακτηριστικά τους.
- ⇒ Να χρησιμοποιεί την προσομοίωση για να μελετά τη συμπεριφορά των τελεστικών ενισχυτών.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την χρήση της θεωρίας των τελεστικών ενισχυτών στην πράξη.

Λέξεις κλειδιά

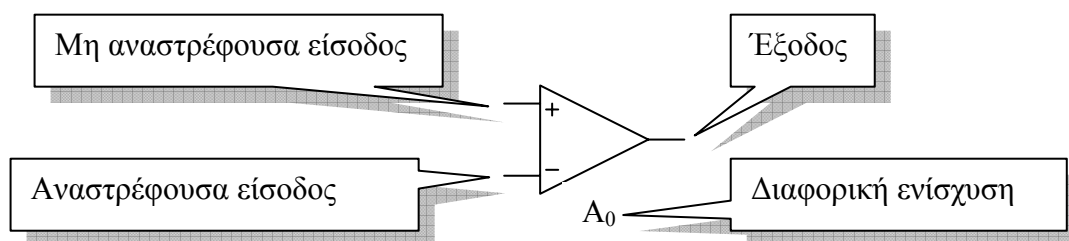
- MultiSIM
- Τελεστικοί ενισχυτές
- Διαφορική είσοδος
- Ανάδραση

Θεωρητικές γνώσεις δραστηριότητας

1.1 Θεωρία τελεστικών ενισχυτών

Προτού κάνουμε χρήση των τελεστικών ενισχυτών μέσα στο MultiSIM, πρέπει να κατέχουμε θεωρητικές γνώσεις για τη λειτουργία τους. Παρακάτω φαίνεται ο συμβολισμός ενός τελεστικού ενισχυτή και εξηγούνται οι ακροδέκτες συνδεσμολογίας του και η λειτουργία τους.





- **Μη αναστρέφουσα είσοδος:**
Αν εφαρμοστεί ένα εναλλασσόμενο σήμα ή μία συνεχής τάση σε αυτή, τότε στην έξοδο θα προκύψει ένα ενισχυμένο σήμα με ίδια φάση.
- **Αναστρέφουσα είσοδος**
Αν εφαρμοστεί ένα εναλλασσόμενο σήμα ή μία συνεχής τάση σε αυτή, τότε στην έξοδο θα προκύψει ένα ενισχυμένο σήμα με διαφορά φάσης 180°
- **Έξοδος**
Η έξοδος του τελεστικού ενισχυτή.
- **A_0**
Η διαφορική ενίσχυση του τελεστικού ενισχυτή είναι μία παράμετρος η οποία καθορίζεται από τον κατασκευαστή.

Σε έναν τελεστικό ενισχυτή όλες οι τάσεις που εφαρμόζονται στις εισόδους του τελεστικού ενισχυτή και που προκύπτουν στην έξοδο, μετρώνται ως προς τη γη.

Ένας **ιδανικός** τελεστικός ενισχυτής (στην πραγματικότητα δεν υπάρχει, είναι ένα θεωρητικό μοντέλο) έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Άπειρη διαφορική ενίσχυση (A_0)
- Άπειρη αντίσταση εισόδου (R_i)
- Μηδενική αντίσταση εξόδου (R_o)
- Άπειρο εύρος διέλευσης συχνοτήτων
- Άπειρο λόγο κοινού τρόπου
- Άπειρο ρυθμό κλίσης (slew rate)

Ένας **πραγματικός** τελεστικός ενισχυτής τώρα, προσεγγίζει τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά ενός ιδανικού τελεστικού ενισχυτή αλλά δεν μπορεί να τα φτάσει. Έτσι, η τάση εξόδου ενός πραγματικού τελεστικού ενισχυτή δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$u_0 = A_0 u_{id} = A_0 (u_2 - u_1)$$

Όπου:

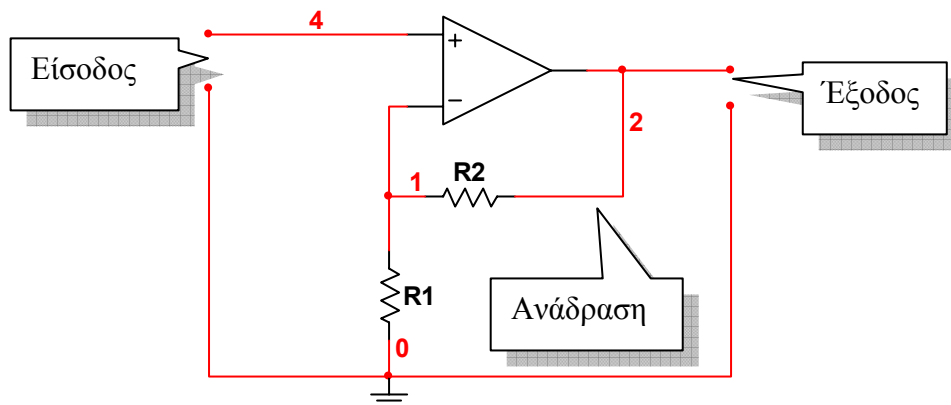
- A_0 - η απολαβή του τελεστικού ενισχυτή (δίνεται από τον κατασκευαστή)
- u_{id} - η διαφορική τάση εισόδου ($u_{id} = u_2 - u_1$)
- u_1 - η τάση που εφαρμόζεται στη μη αναστρέφουσα είσοδο (+)
- u_2 - η τάση που εφαρμόζεται στην αναστρέφουσα είσοδο (-)

1.2 Συνδεσμολογίες τελεστικών ενισχυτών

Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους μπορούμε να συνδέσουμε τους τελεστικούς ενισχυτές ανάλογα με τις απαιτήσεις μας.

- **Μη αναστρέφων τελεστικός ενισχυτής**

Παρακάτω φαίνεται η συνδεσμολογία ενός τελεστικού ως μη αναστρέφων.



Για τον μη αναστρέφοντα ενισχυτή ισχύουν οι ακόλουθες εξισώσεις:

$$A_f = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}, R_{if} = R_i(1 + \beta A_0), R_{of} = \frac{R_o}{1 + \beta A_0}, \beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Όπου:

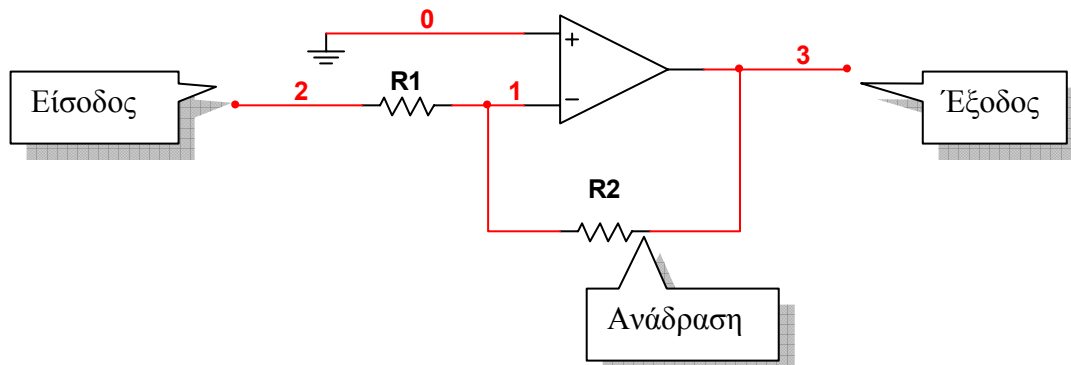
- A_f – Η ενίσχυση τάσης κλειστού βρόγχου
- R_{if} – Η ολική αντίσταση εισόδου του ενισχυτή (με ανασύζευξη)
- R_{of} – Η ολική αντίσταση εξόδου του ενισχυτή (με ανασύζευξη)
- β – Ο συντελεστής ανάδρασης

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της λειτουργίας των τελεστικών ενισχυτών είναι το εύρος διέλευσης συχνοτήτων (BW) το οποίο ορίζεται ως η περιοχή (ζώνη) συχνοτήτων για την οποία η ενίσχυση παραμένει σταθερή. Ένα επιπλέον σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η **συχνότητα αποκοπής** η οποία είναι η τιμή της συχνότητας 3dB κάτω από την τιμή της στα 0 Hz. Η συχνότητα αποκοπής δίνεται από τη σχέση:

$$f_{1f} = (1 + \beta A_0)$$

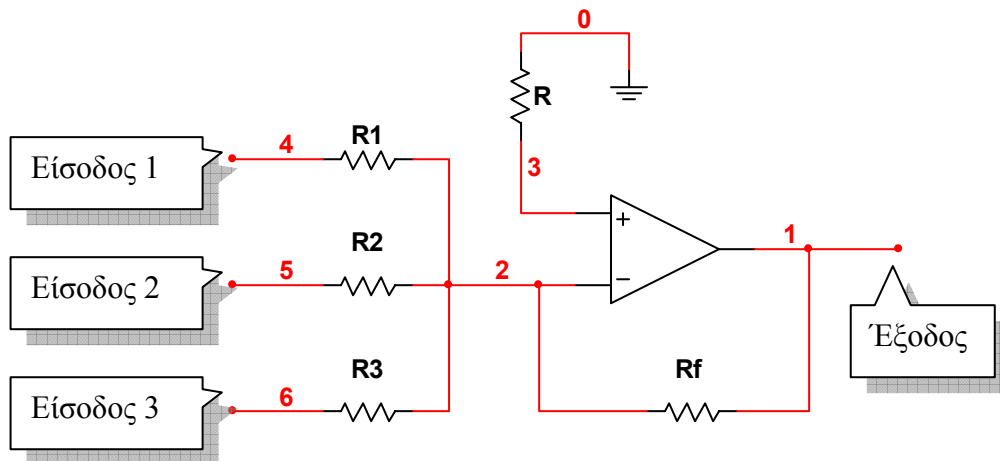
- **Αναστρέφων τελεστικός ενισχυτής**

Παρακάτω φαίνεται η συνδεσμολογία ενός αναστρέφοντος τελεστικού ενισχυτή.



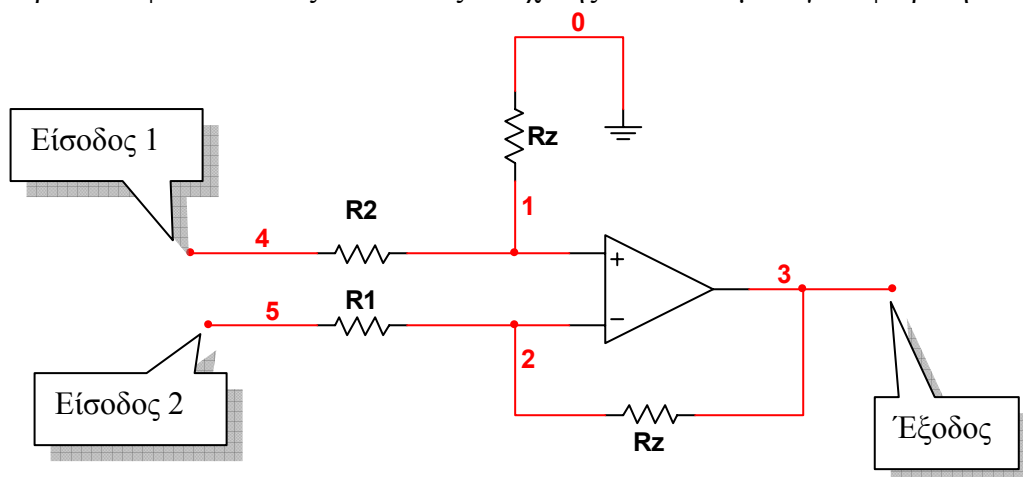
- **Τελεστικός ενισχυτής αθροιστής**

Παρακάτω φαίνεται ένας αναστρέφων τελεστικός ενισχυτής σε συνδεσμολογία αθροιστή.



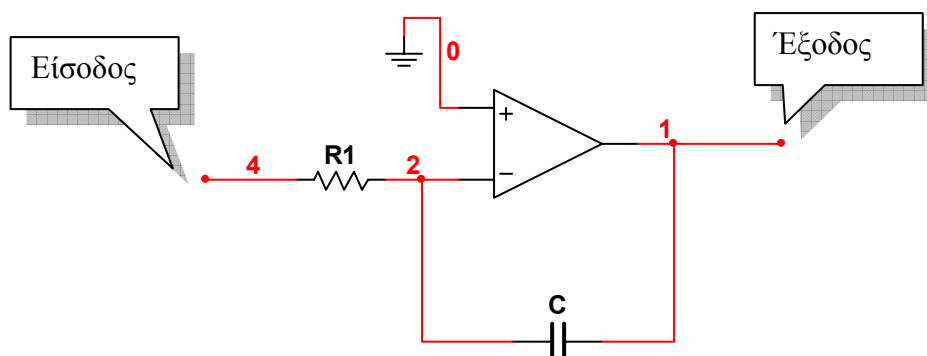
- **Τελεστικός ενισχυτής διαφοράς**

Παρακάτω φαίνεται ένας τελεστικός ενισχυτής σε συνδεσμολογία αφαιρέτη.



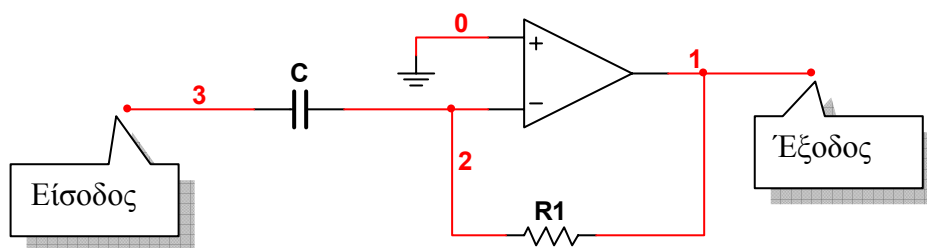
- **Τελεστικός ενισχυτής ολοκληρωτής**

Παρακάτω φαίνεται η συνδεσμολογία ενός τελεστικού ενισχυτή ολοκληρωτή:



- **Τελεστικός ενισχυτής διαφοριστής**

Παρακάτω φαίνεται η συνδεσμολογία ενός τελεστικού ενισχυτή διαφοριστή:

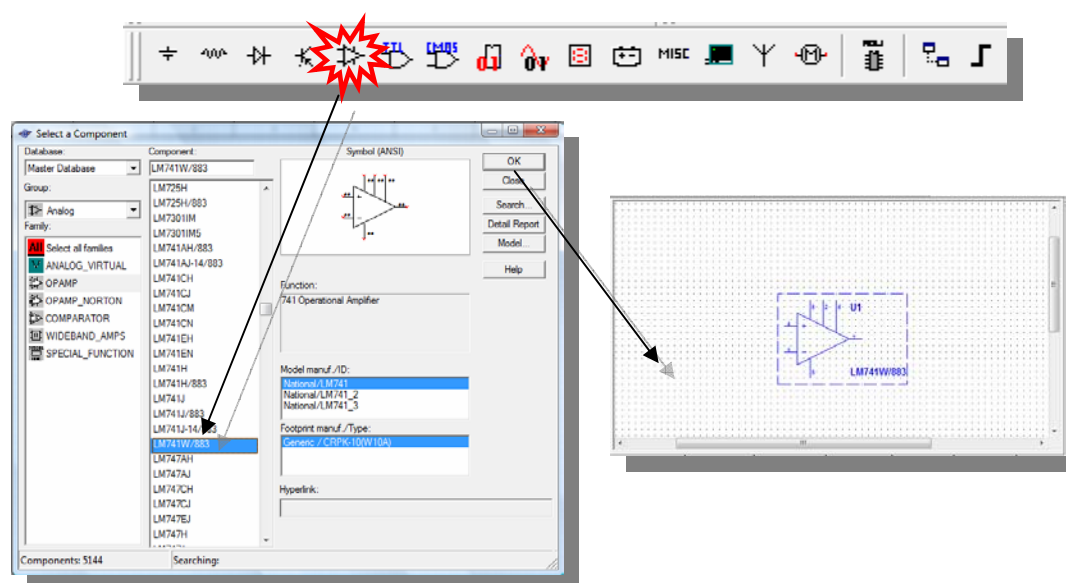


Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Για να υλοποιήσουμε κυκλωματικές διατάξεις τελεστικών ενισχυτών με το MultiSIM, μπορούμε να αναζητήσουμε το είδος του τελεστικού ενισχυτή που επιθυμούμε μέσα από τη βάση δεδομένων του MultiSIM ή να χρησιμοποιήσουμε ένα εικονικό όργανο τελεστικού ενισχυτή και να θέσουμε εμείς τα χαρακτηριστικά που επιθυμούμε για τη λειτουργία του. Έτσι, ανάλογα με την ενέργεια που επιθυμούμε εκτελούμε τα ακόλουθα βήματα:

- **Εισαγωγή τελεστικού ενισχυτή του εμπορίου**

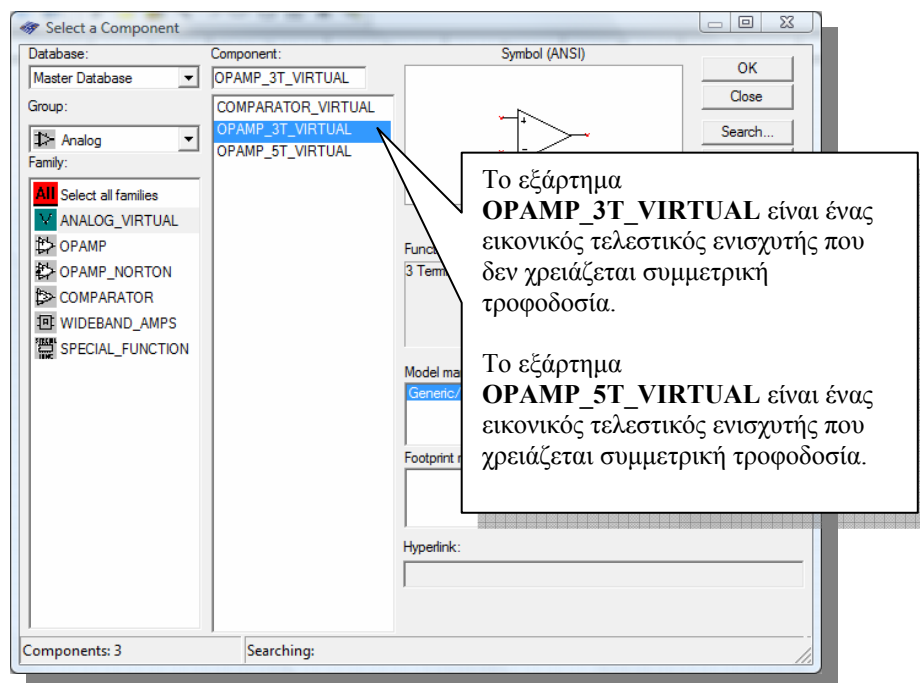
Για να εισάγουμε στον χώρο εργασίας ένα τελεστικό ενισχυτή του εμπορίου, πατάμε το πλήκτρο επιλογής τελεστικών ενισχυτών μέσα στην εργαλειοθήκη εξαρτημάτων και επιλέγουμε το μοντέλο του τελεστικού ενισχυτή που επιθυμούμε μέσα από τη λίστα εξαρτημάτων και το τοποθετούμε στον χώρο εργασίας.



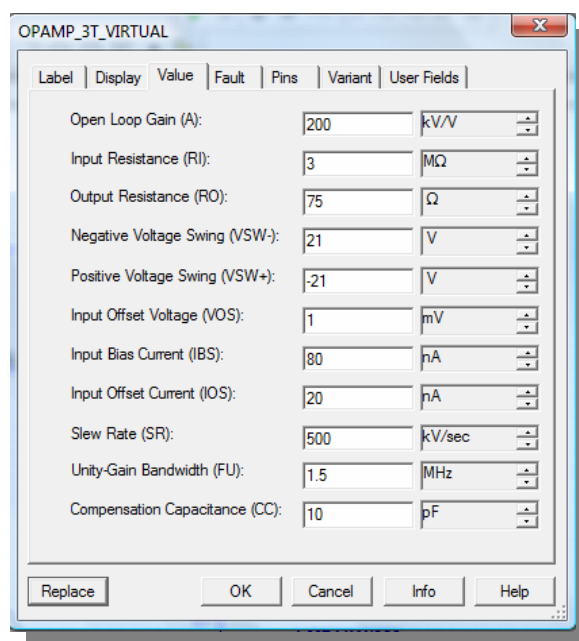
Οι τελεστικοί ενισχυτές τροφοδοτούνται με συμμετρική τάση τροφοδοσίας. Η συνδεσμολογία του κάθε τελεστικού ενισχυτή ορίζεται από τον κατασκευαστή και μπορεί να βρεθεί μέσα στα φυλλάδια χρήσης του εξαρτήματος.

- **Εισαγωγή εικονικού τελεστικού ενισχυτή**

Για να εισάγουμε ένα εικονικό τελεστικό ενισχυτή στον χώρο εργασίας πατάμε το πλήκτρο με τους τελεστικούς ενισχυτές μέσα στην εργαλειοθήκη εξαρτημάτων και επιλέγουμε την οικογένεια **ANALOG_VIRTUAL** μέσα στον εξερευνητή εξαρτημάτων και έπειτα το όργανο **OPAMP_3T_VIRTUAL**.



Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στον εικονικό τελεστικό ενισχυτή μέσα στον χώρο εργασίας εμφανίζεται το παράθυρο με τις ιδιότητες του εξαρτήματος. Μέσα στην ετικέτα **Value** του παραθύρου ιδιοτήτων υπάρχουν όλα τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του τελεστικού ενισχυτή τα οποία μπορούμε να τα τροποποιήσουμε ανάλογα με τις ανάγκες μας.

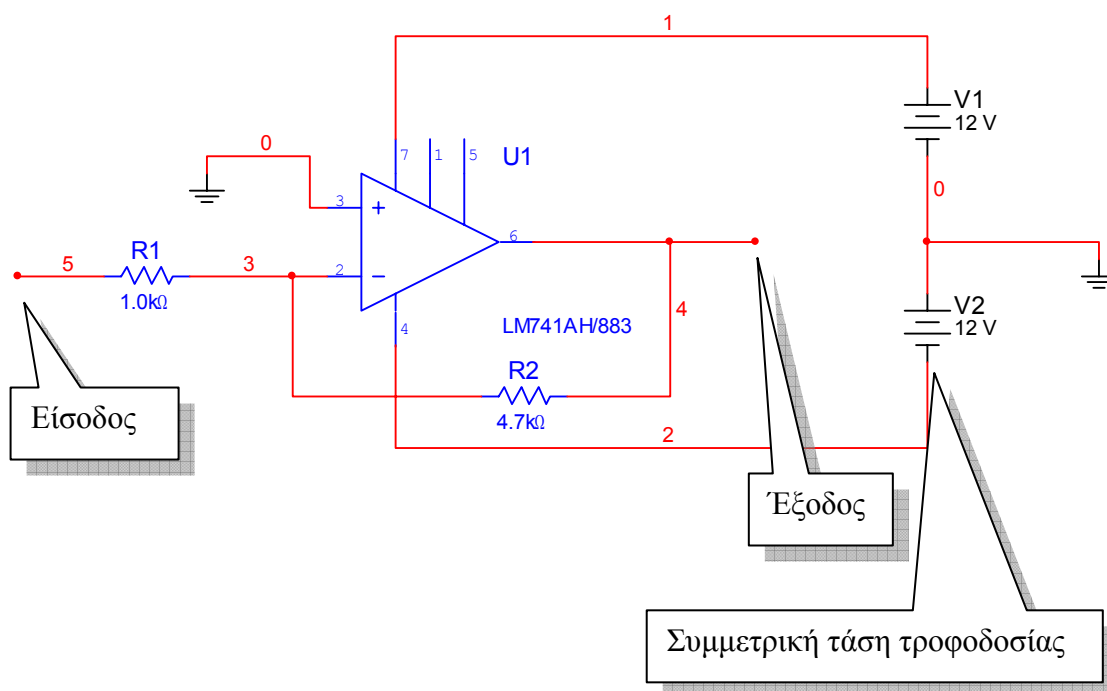


Κατά τη διεξαγωγή της δραστηριότητας του μαθητή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα εικονικό εξάρτημα τελεστικού ενισχυτή και να εισαχθούν οι ρυθμίσεις των χαρακτηριστικών του από τους μαθητές.

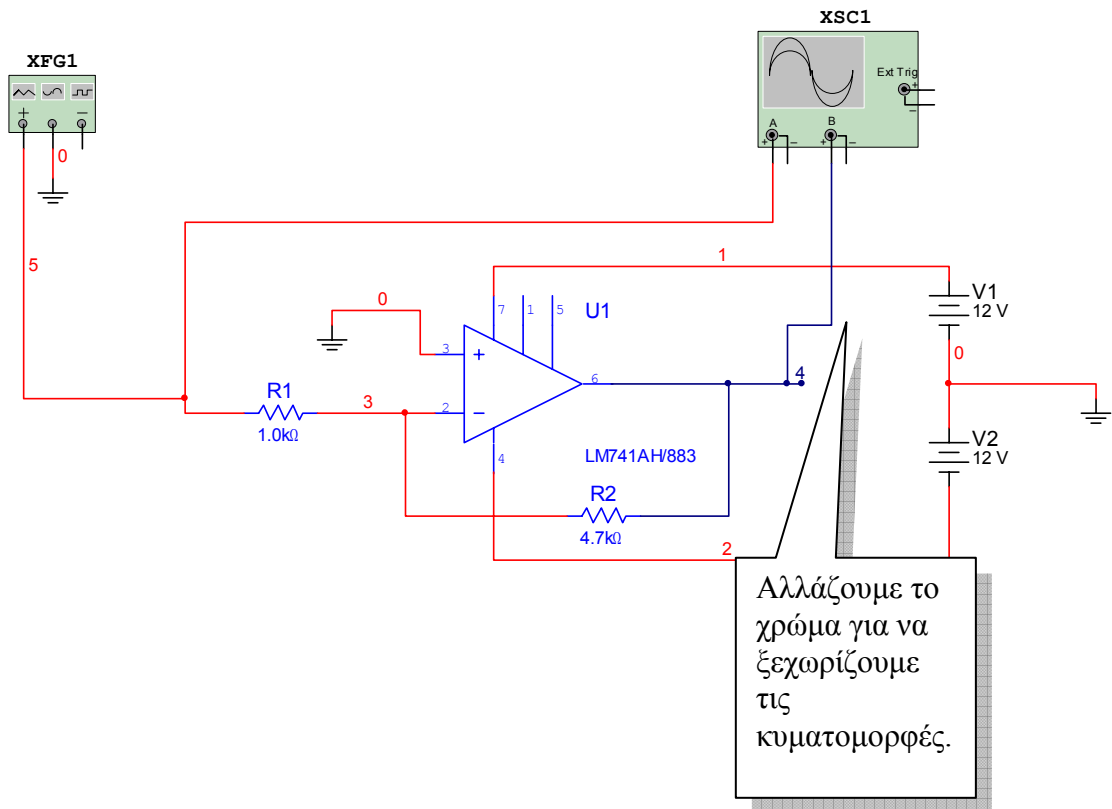
Σε αυτή τη δραστηριότητα θα δείξουμε τον τρόπο συνδεσμολογίας του τελεστικού ενισχυτή 741 πάνω σε ένα κύκλωμα αναστρέφοντος ενισχυτή. Ας σημειωθεί πως μπορούμε να υλοποιήσουμε στο MultiSIM όλα τα κυκλώματα που αναφέραμε στο θεωρητικό μέρος και να επαληθεύσουμε τους υπολογισμούς μας.

Βήματα

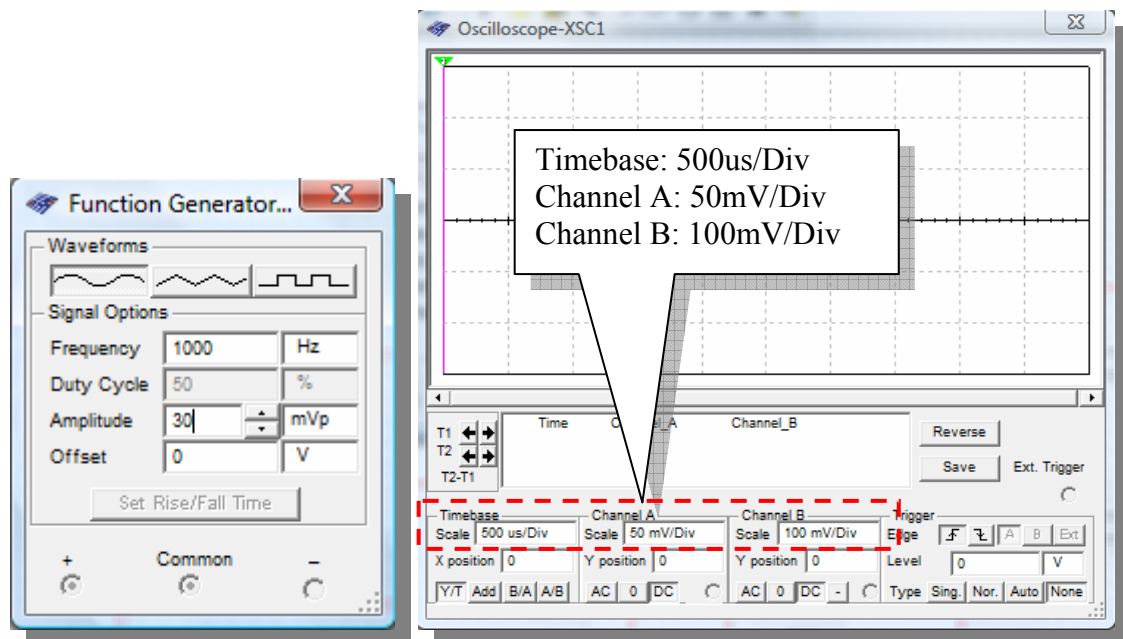
1. Ανοίγουμε ένα νέο σχέδιο στο MultiSIM και το αποθηκεύουμε με όνομα “OpAmpInverse”.
2. Αναζητάμε μέσα από τη λίστα εξαρτημάτων του MultiSIM το ολοκληρωμένο κύκλωμα LM741AH/883 και το τοποθετούμε στον χώρο εργασίας.
3. Έπειτα υλοποιούμε την ακόλουθη κυκλωματική διάταξη μέσα στον χώρο εργασίας του MultiSIM.



4. Εισάγουμε το εικονικό όργανο της γεννήτριας συναρτήσεων και το εικονικό όργανο του παλμογράφου στον χώρο εργασίας και τα συνδέουμε με το κύκλωμά μας όπως φαίνεται παρακάτω:

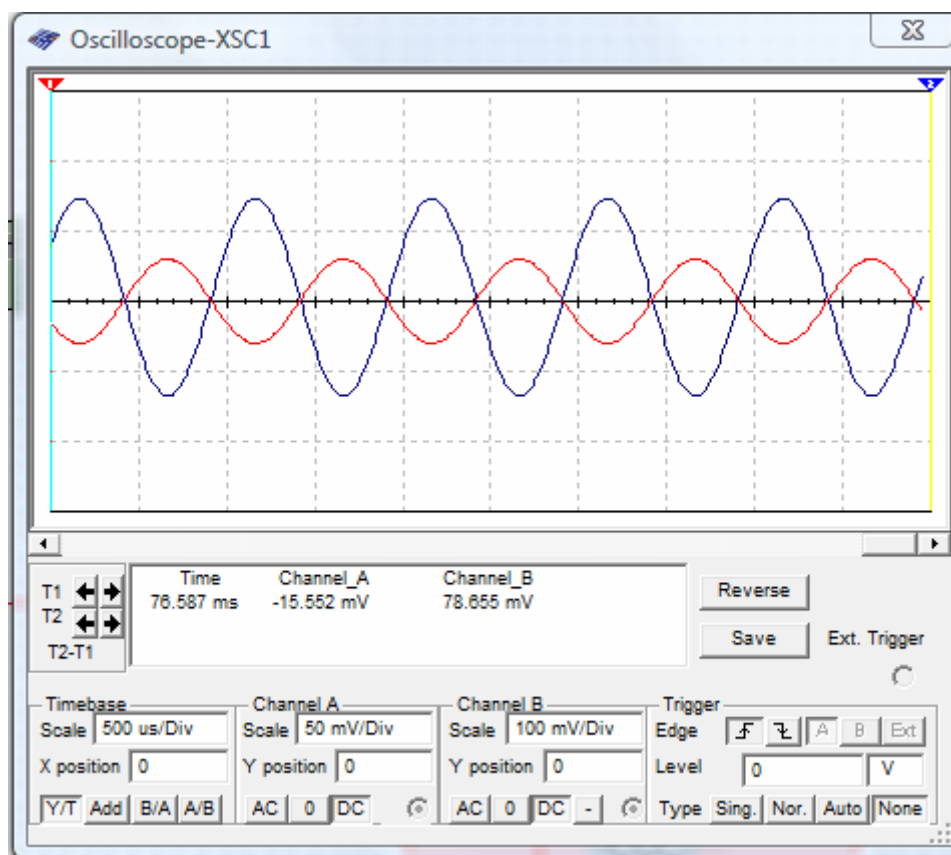


5. Ρυθμίζουμε τα εικονικά όργανα όπως φαίνεται παρακάτω:



Θα πρέπει να παροτρύνουμε τους μαθητές να ρυθμίζουν μόνοι τους τον παλμογράφο προκειμένου να εμφανίζονται τα σήματα στην οθόνη έτσι ώστε μέσα σε αυτή να φαίνεται τουλάχιστο μία περίοδος του σήματος και το πλάτος να μην ξεπερνά τα 4Div ούτε να πέφτει κάτω από 1Div.

6. Εκτελούμε προσομοίωση στο κύκλωμά μας και βλέπουμε τις κυματομορφές να εμφανίζονται στην οθόνη του παλμογράφου. Παρατηρούμε την είσοδο (κόκκινη) και την έξοδο (μπλε) του ενισχυτή.



7. Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

5

Κυκλώματα φίλτρων

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να επαληθευτεί η θεωρία των κυκλωμάτων φίλτρων.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

- ⇒ Να σχεδιάζει βασικά κυκλώματα για την μελέτη φίλτρων.
- ⇒ Να χρησιμοποιεί εικονικά όργανα και την προσομοίωση για να μελετά την συμπεριφορά διαφόρων σημάτων στα κυκλώματα φίλτρων που υλοποιεί.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την χρήση της θεωρίας των φίλτρων στην πράξη.

Λέξεις κλειδιά

- MultiSIM
- Φίλτρο
- Παθητικό
- Ενεργό
- Τελεστικός Ενισχυτής
- Bode Plotter

Θεωρητικές γνώσεις δραστηριότητας

1.1 Θεωρία φίλτρων και κυκλώματα φίλτρων

Προτού μπούμε στη διαδικασία σχεδίασης, μελέτης και προσομοίωσης κυκλωματικών διατάξεων φίλτρων με το MultiSIM θα πρέπει να γνωρίζουμε τους τύπους των φίλτρων σημάτων που υπάρχουν και την συμπεριφορά τους. Υπάρχουν δύο τύποι κυκλωμάτων φίλτρων, τα παθητικά και τα ενεργά φίλτρα:



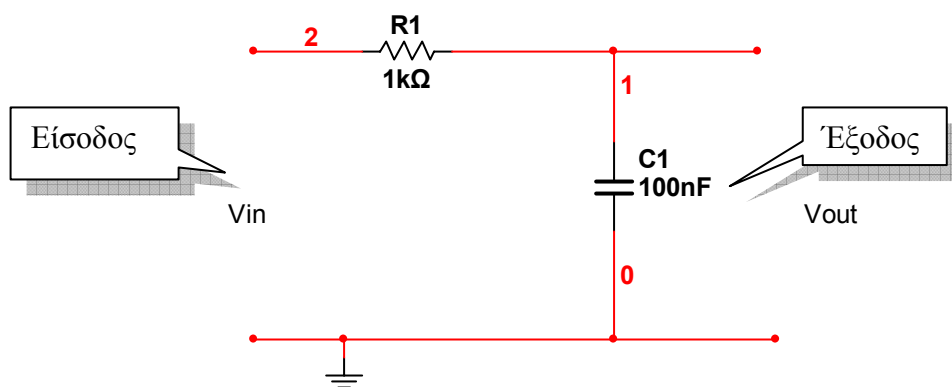
• Παθητικά φίλτρα

Τα παθητικά φίλτρα χρησιμοποιούν παθητικά στοιχεία για την λειτουργία τους, όπως πυκνωτές, αντιστάσεις και πηνία. Υπάρχουν πολλών ειδών φίλτρα ανάλογα με το εύρος συχνοτήτων των σημάτων που φιλτράρουν. Παρακάτω φαίνονται μερικά από αυτά.

1) Χαμηλοπερατό Φίλτρο

Ένα χαμηλοπερατό φίλτρο ονομάζεται έτσι επειδή αφήνει μόνο χαμηλές συχνότητες σημάτων να περνούν στην έξοδο και αποκόπτει τις υψηλές.

Παρακάτω φαίνεται το κύκλωμα ενός χαμηλοπερατού φίλτρου 1^{ης} τάξης και σημειώνονται η είσοδος του και έξοδος του.

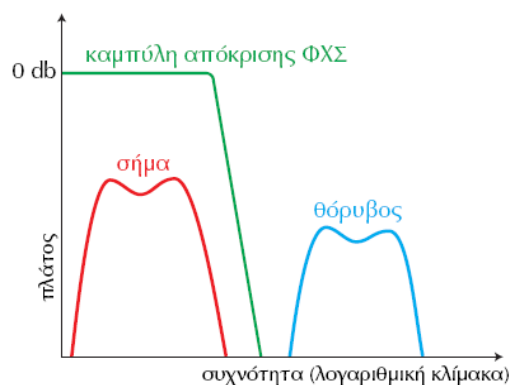


Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό ενός φίλτρου είναι η συχνότητα αποκοπής η οποία για ένα χαμηλοπερατό φίλτρο είναι:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

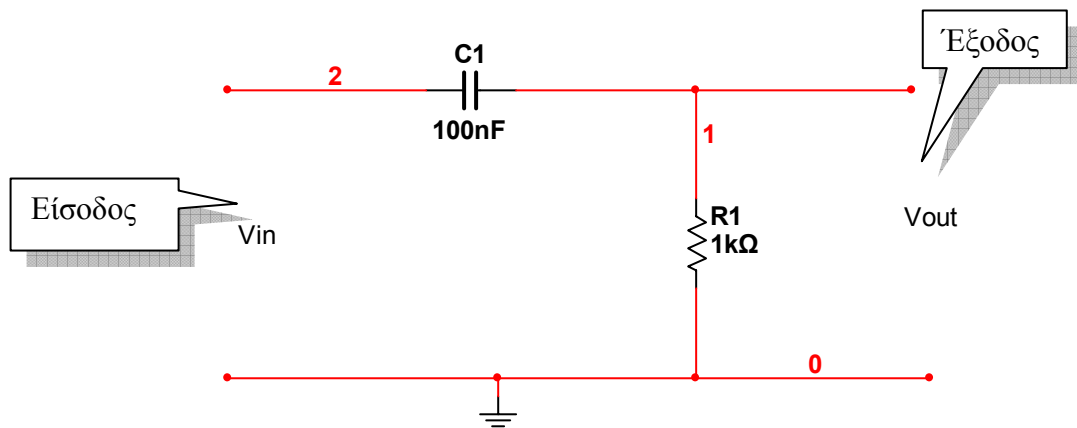
Όπως βλέπουμε, η συχνότητα αποκοπής του φίλτρου εξαρτάται από τις τιμές των παθητικών στοιχείων (αντίσταση και πυκνωτής).

Παρακάτω φαίνεται η απόκριση του φίλτρου χαμηλών συχνοτήτων:

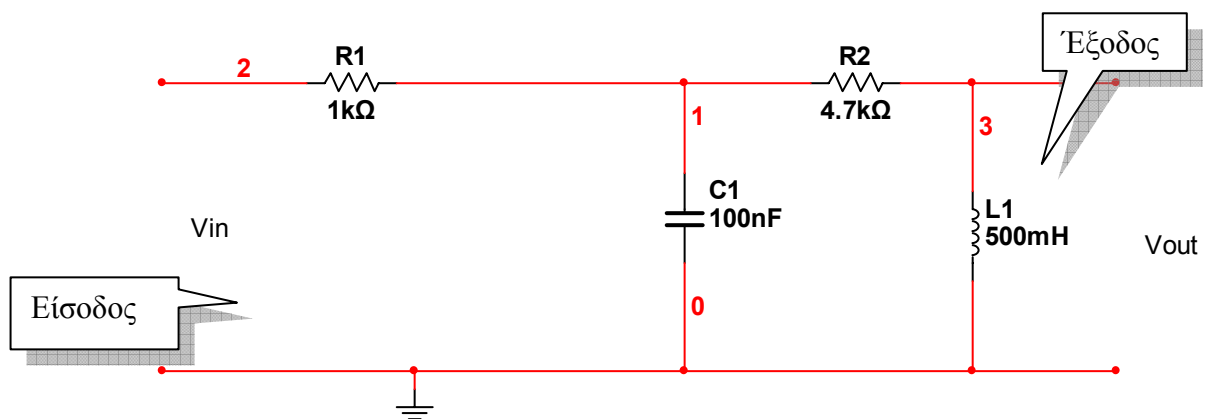


Εικόνα από το βιβλίο *Αναλογικά Ηλεκτρονικά του παιδαγωγικού ινστιτούτου*

2) Υψηπερατό φίλτρο

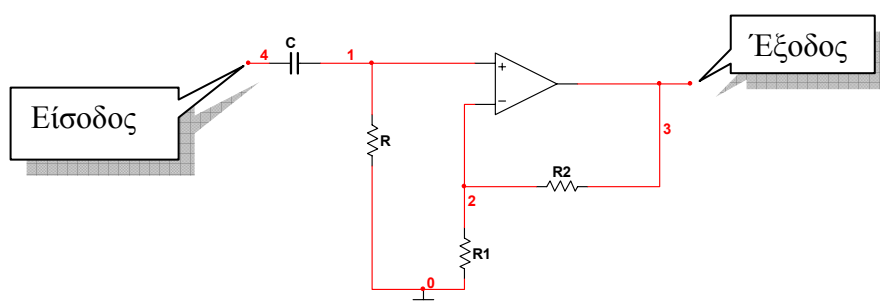


3) Φίλτρο Διέλευσης Ζώνης Συχνότητας



- **Ενεργά φίλτρα**

Τα ενεργά φίλτρα χρησιμοποιούν τις ιδιότητες των τελεστικών ενισχυτών σε συνδεσμολογία με παθητικά στοιχεία (αντιστάσεις, πυκνωτές και πηνία) προκειμένου να φιλτράρουν σήματα στην είσοδό τους. Υπάρχουν πολλών ειδών ενεργά φίλτρα ανάλογα με το εύρος συχνοτήτων των σημάτων που φιλτράρουν. Παρακάτω δείχνουμε ένα ενεργό χαμηλοπερατό φίλτρο.



Η συχνότητα αποκοπής του φίλτρου αυτού δίνεται από τη σχέση:

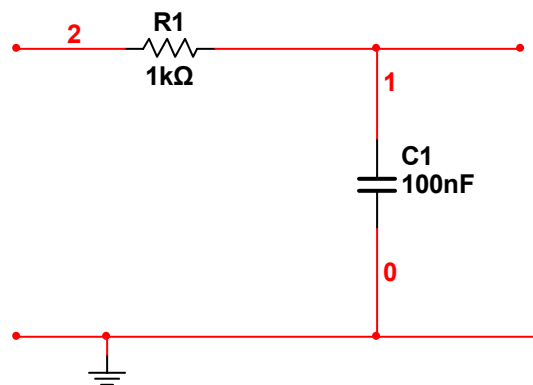
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

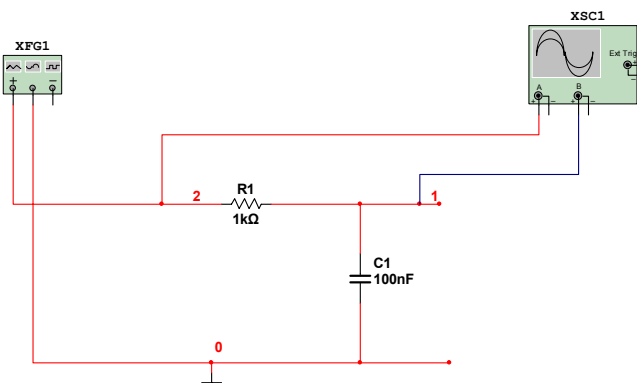
Η υλοποίηση παθητικών φίλτρων στο MultiSIM είναι πολύ εύκολη. Το μόνο που χρειάζεται να κάνουμε είναι να εισάγουμε τα εξαρτήματα του φίλτρου από την βάση δεδομένων και να τα συνδέσουμε κατάλληλα μέσα στον χώρο εργασίας ανάλογα με το φίλτρο που επιθυμούμε. Το ίδιο εύκολος είναι και ο σχεδιασμός ενεργών φίλτρων χρησιμοποιώντας τελεστικούς ενισχυτές. Σε αυτή τη δραστηριότητα θα υλοποιήσουμε ένα παθητικό και ένα ενεργό φίλτρο χαμηλών συχνοτήτων.

Βήματα για την υλοποίηση και την μελέτη παθητικού χαμηλοπερατού φίλτρου

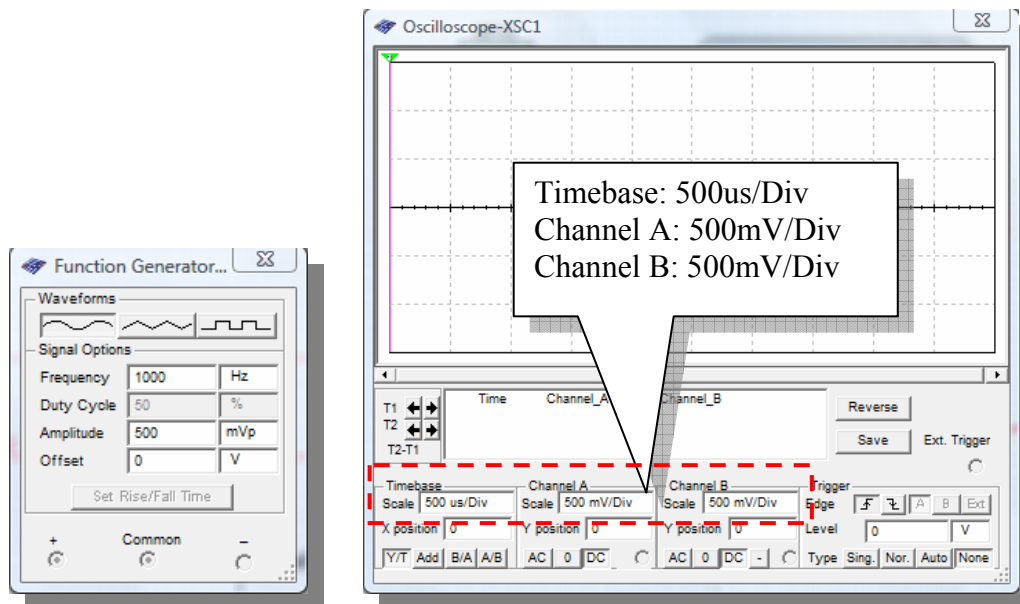
1. Ανοίγουμε ένα νέο αρχείο στο MultiSIM και το αποθηκεύουμε με όνομα “**LowPassActiveFilter**”.
2. Μεταφέρουμε στον χώρο εργασίας το ακόλουθο κύκλωμα φίλτρου



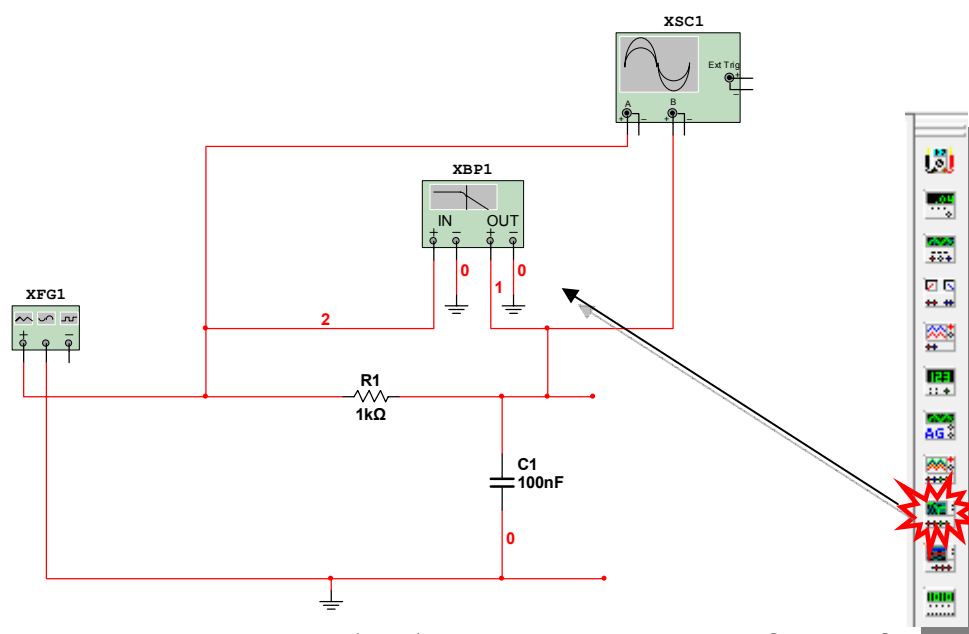
3. Εισάγουμε τη γεννήτρια συναρτήσεων και τον παλμογράφο στον χώρο εργασίας και τα συνδέουμε όπως φαίνεται παρακάτω:



4. Ρυθμίζουμε την γεννήτρια συναρτήσεων και τον παλμογράφο όπως φαίνεται παρακάτω:

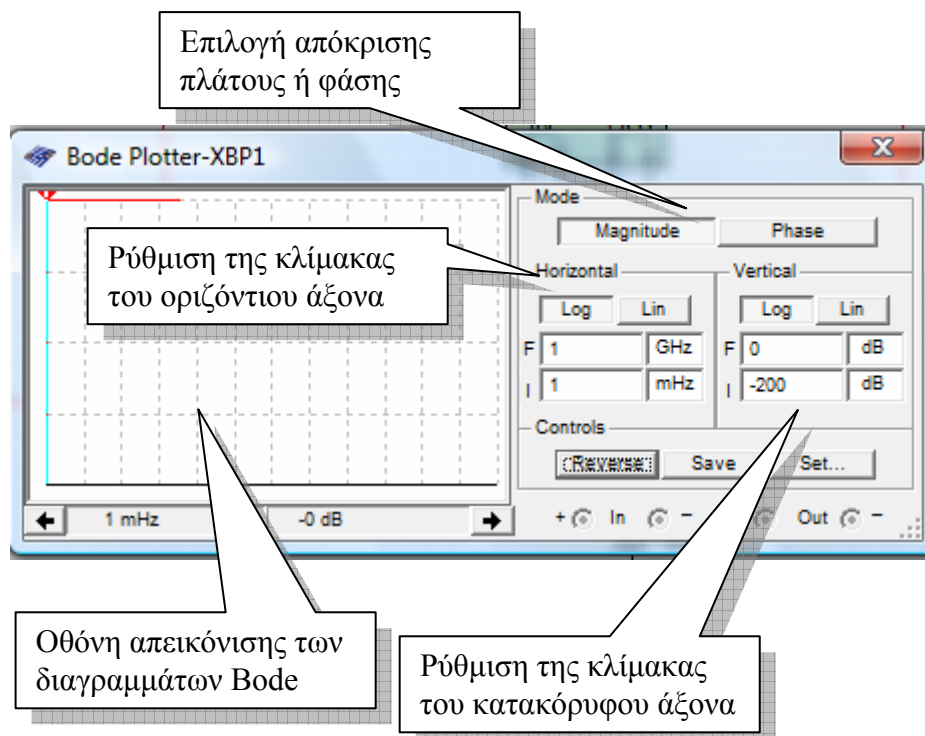


5. Εκτελούμε προσομοίωση στο κύκλωμα και παρατηρούμε τις κυματομορφές εισόδου και εξόδου του φίλτρου στην οθόνη του παλμογράφου.
6. Αυξάνουμε διαρκώς την τιμή της συχνότητας το σήματος εισόδου χρησιμοποιώντας τη γεννήτρια συναρτήσεων σε 1500 Hz, 2000Hz, 2500Hz ... και εκτελούμε προσομοίωση για κάθε τιμή της συχνότητας που αλλάζουμε παρατηρώντας την αλλαγή στα σήματα μέσα στον παλμογράφο.
7. Εισάγουμε από την μπάρα με τα όργανα το εικονικό όργανο Bode Plotter το οποίο χρησιμοποιείται για να βλέπουμε τα διαγράμματα Bode σε φίλτρα και να μελετάμε την απόκριση συχνότητας και την απόκριση φάσης αυτών. Επιλέγουμε και συνδέουμε το όργανο αυτό όπως φαίνεται παρακάτω:

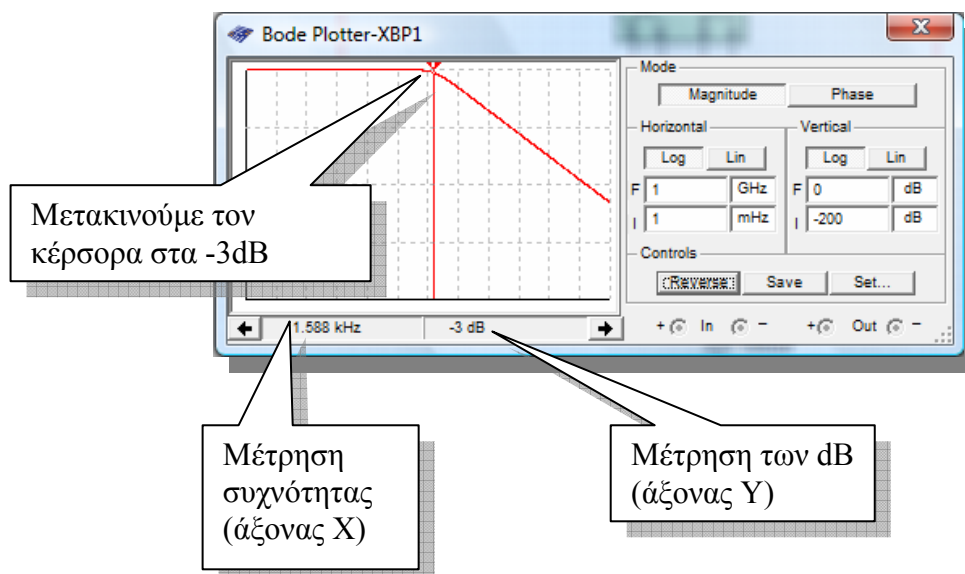


Το εικονικό όργανο Bode Plotter έχει τέσσερις ακροδέκτες, δύο οι οποίοι συνδέονται στην είσοδο ενός φίλτρου και δύο οι οποίοι συνδέονται στην έξοδο. Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο εικονίδιο του οργάνου εμφανίζεται η πρόσοψη

του οργάνου μέσα στην οποία κάνουμε ρυθμίσεις και εμφανίζουμε τα αποτελέσματα. Η πρόσοψη του οργάνου και επεξηγήσεις για αυτήν φαίνονται παρακάτω:



8. Εκτελούμε προσομοίωση του κυκλώματος και παρατηρούμε την απόκριση πλάτους του φίλτρου μέσα στην οθόνη του οργάνου όπως φαίνεται παρακάτω. Μετακινούμε τον κέρσορα που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης στα -3dB και μετράμε την συχνότητα αποκοπής του φίλτρου:

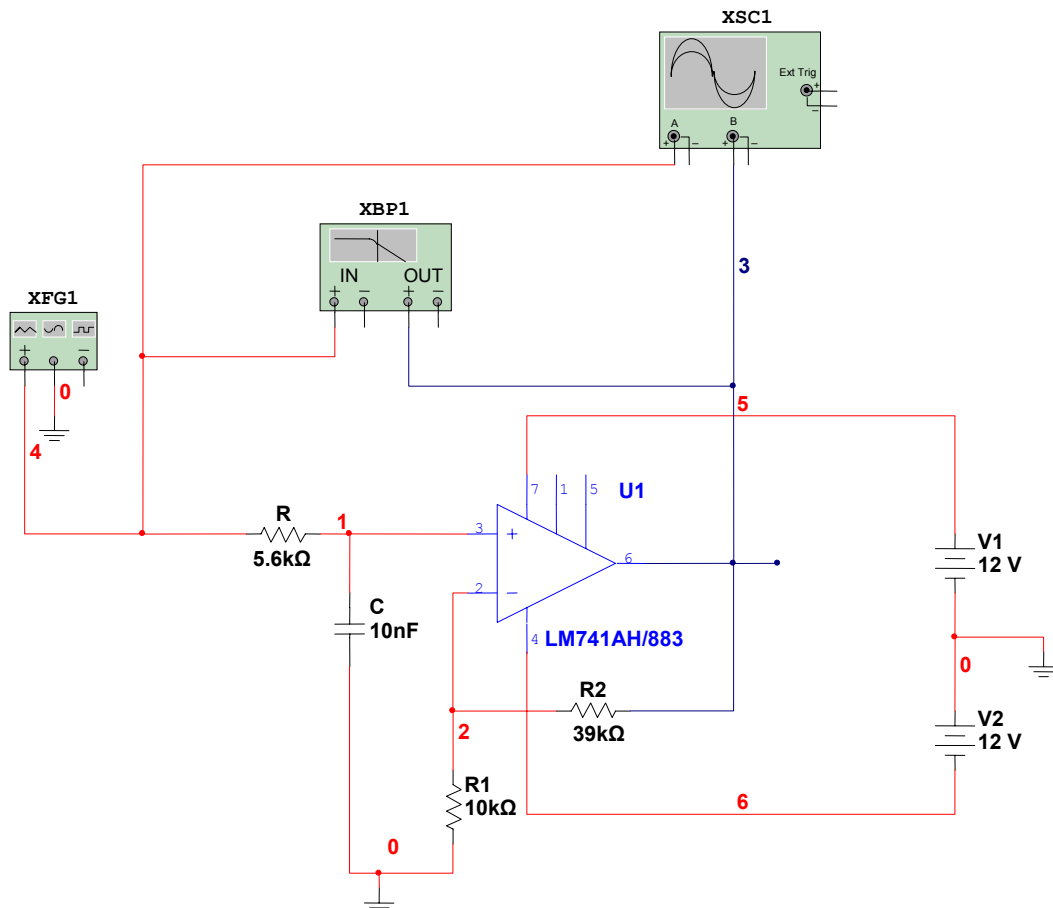


Τώρα, μπορούμε να υλοποιήσουμε φίλτρα που αναφέραμε στην θεωρία και να τα μελετήσουμε ακολουθώντας τα ίδια βήματα.

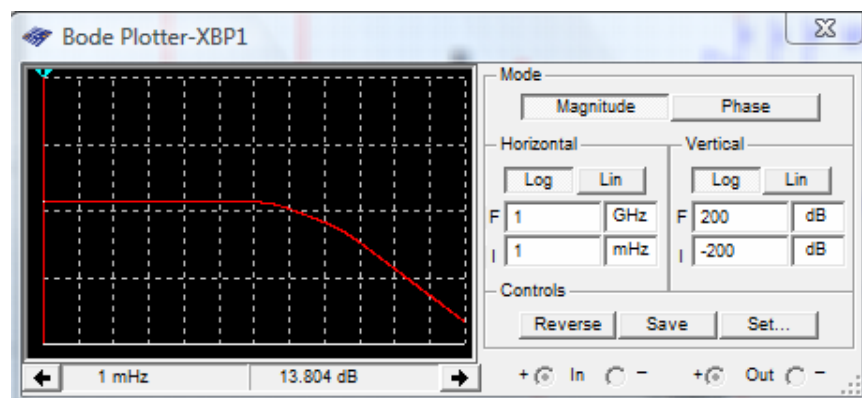
Θα πρέπει να δώσουμε την ευκαιρία στους μαθητές να κάνουν πρώτα υπολογισμούς χρησιμοποιώντας τύπους και πράξεις προτού χρησιμοποιήσουν την ευκολία των οργάνων μέτρησης του MultiSIM.

Βήματα για την υλοποίηση και την μελέτη ενεργού χαμηλοπερατού φίλτρου

1. Μεταφέρουμε το ακόλουθο κύκλωμα μέσα στον χώρο εργασίας του MultiSIM:



2. Ρυθμίζουμε τη γεννήτρια συναρτήσεων έτσι ώστε να δίνει ένα ημιτονικό σήμα συχνότητας 1kHz και πλάτους 50mVp και εκτελούμε προσομοίωση στο κύκλωμά μας βλέποντας τα αποτελέσματα στην οθόνη του παλμογράφου και του Bode Plotter.



3. Μεταβάλλουμε την συχνότητα της γεννήτριας σε 1.5KHz, 2KHz, 2.5KHz, 3KHz ... και εκτελούμε προσομοίωση για να δούμε τις αλλαγές.
 4. Σχεδιάστε τις ακόλουθες κατηγορίες φίλτρων (ενεργά και παθητικά) μέσα στο MultiSIM και ελέγξτε την λειτουργία τους χρησιμοποιώντας την προσομοίωση:
 - Υψηπερατό Φίλτρο
 - Φίλτρο Διέλευσης Ζώνης Συχνοτήτων
 - Φίλτρο Αποκοπής Ζώνης Συχνοτήτων
4. Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

6

Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να επαληθευτεί η θεωρία της μετατροπής ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

⇒ Να γνωρίζει βασικά στοιχεία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.

⇒ Να χρησιμοποιεί την προσομοίωση του MultiSIM για να ελέγχει την λειτουργία ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος ADC.

⇒ Να χρησιμοποιεί ενδείκτες για να προβάλλει τα αποτελέσματά του.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την χρήση της μετατροπής ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό στην πράξη.

Λέξεις κλειδιά

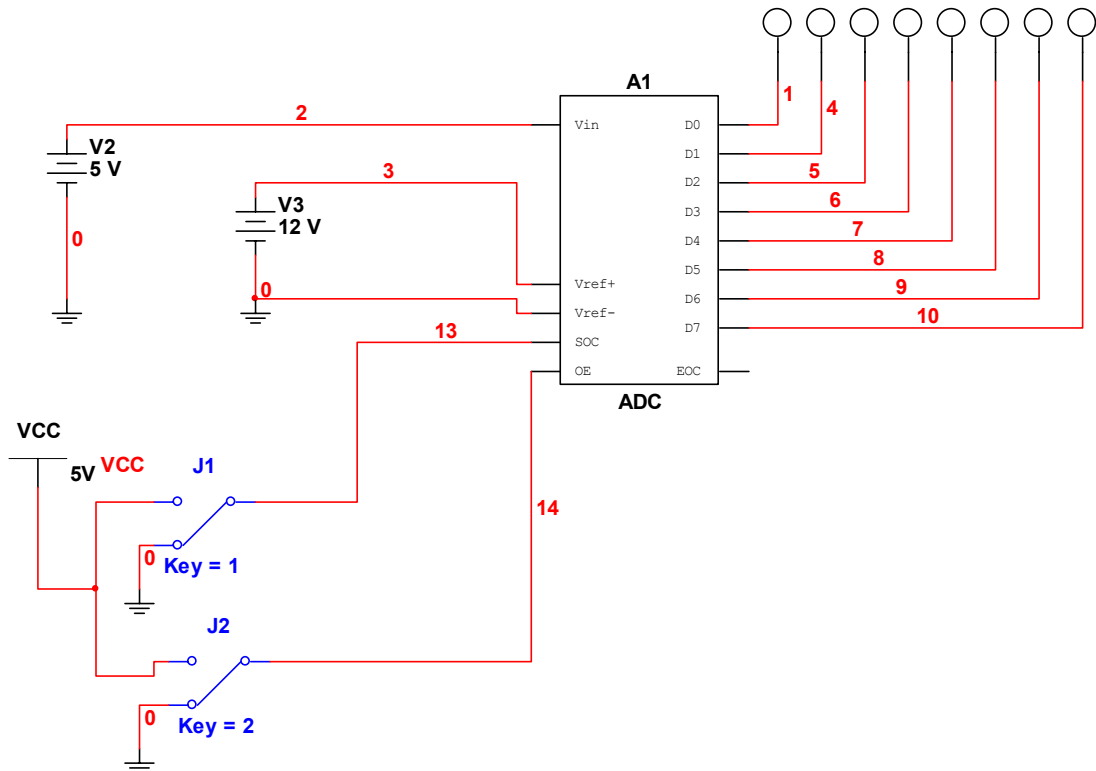
- MultiSIM
- AD Converter
- Προσομοίωση
- Διακόπτες
- Ενδείκτες

Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα υλοποιήσουμε ένα κύκλωμα μετατροπής ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό χρησιμοποιώντας το εικονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα ADC που μας παρέχει το MultiSIM και θα αναλύσουμε μερικά βασικά χαρακτηριστικά των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων τέτοιου είδους.

1. Ανοίγουμε το MultiSIM και μεταφέρουμε το ακόλουθο κύκλωμα μέσα στον χώρο εργασίας.





Το ολοκληρωμένο κύκλωμα βρίσκεται μέσα στην ομάδα **Mixed** και στην οικογένεια εξαρτημάτων **ADC_DAC**. Τα λαμπάκια που συνδέονται στις εξόδους του ολοκληρωμένου βρίσκονται μέσα την ομάδα **Indicators** και στην οικογένεια **PROBE**, ποιά Probe θα χρησιμοποιηθεί είναι στην κρίση του χρήστη (κόκκινο, μπλέ, πράσινο κ.τ.λ. Σε αυτό το παράδειγμα έχουμε χρησιμοποιήσει το **PROBE_DIG_GREEN**.

Οι διακόπτες SPDT βρίσκονται στην ομάδα **Basic** και στην οικογένεια εξαρτημάτων **Switch**. Για να αλλάξουμε την φορά τους κάνουμε δεξί κλικ πάνω σε αυτούς και επιλέγουμε **Flip Horizontal** από το αναδυόμενο μενού. Αφού τοποθετήσουμε και τους δύο διακόπτες, κάνουμε διπλό κλικ πάνω σε αυτούς και επιλέγουμε ποιά πλήκτρο του πληκτρολογίου θα ανοίγει και θα κλείνει τον διακόπτη μέσα στην ετικέτα **Value** του παραθύρου που εμφανίζεται. Επιλέγουμε το πλήκτρο **“1”** για τον διακόπτη **J1** και το πλήκτρο **“2”** για τον διακόπτη **J2**.

Γενικότερα, τα ολοκληρωμένα κυκλώματα μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό χαρακτηρίζονται από μία τάση αναφοράς (V_{ref}) η οποία καθορίζει την μέγιστη τάση που μπορεί να μετατρέψει το ολοκληρωμένο κύκλωμα. Η τάση αναφοράς δίνεται από την σχέση:

$$V_{fs} = (V_{ref+}) - (V_{ref-})$$

Όπου V_{ref+} και V_{ref-} είναι οι τάσεις αναφοράς που θα πρέπει να συνδεθούν στους αντίστοιχους ακροδέκτες του ολοκληρωμένου κυκλώματος.

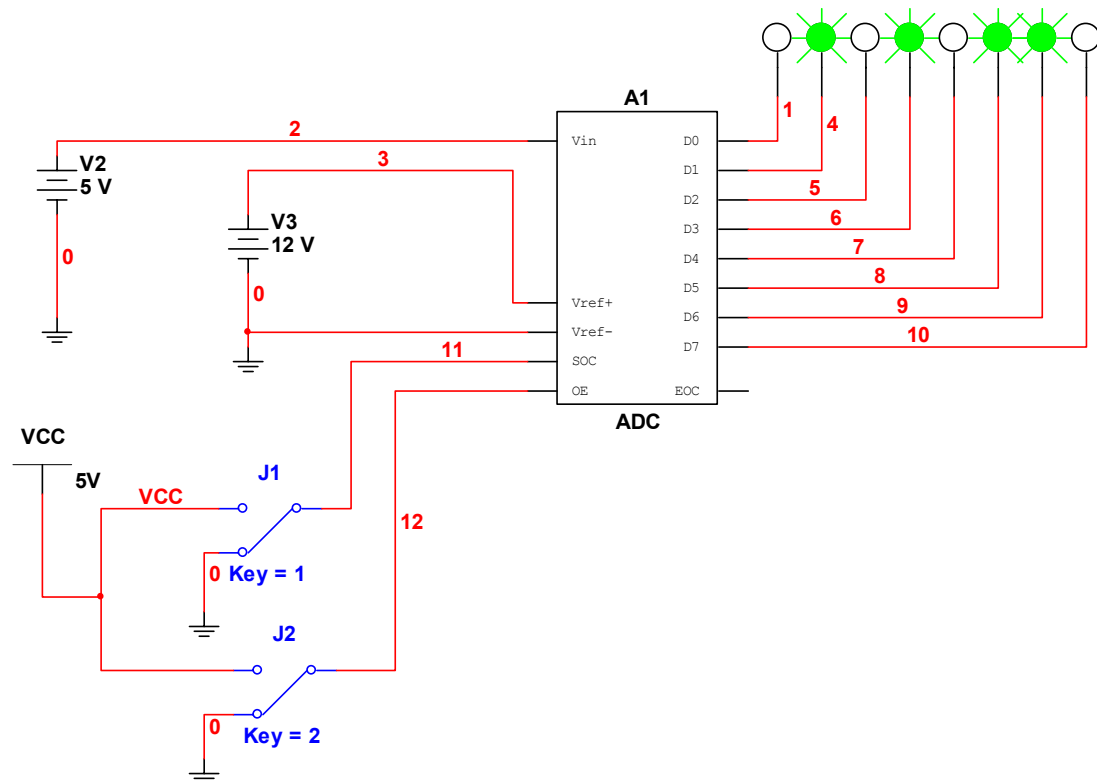
Τα αποτελέσματα της μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό εμφανίζονται σε ψηφιακή μορφή στις εξόδους $D0 - D7$ του ολοκληρωμένου. Ο

ψηφιακός αριθμός που εμφανίζεται στην έξοδο του ολοκληρωμένου αντιστοιχεί στην τιμή της εισόδου μέσω της φόρμουλας:

$$\left[(\text{Τάση Εισόδου} * 256) / V_{fs} \right]_2$$

2. Για να κατανοήσουμε την λειτουργία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, εκτελούμε προσομοίωση στο κύκλωμα που σχεδιάσαμε.

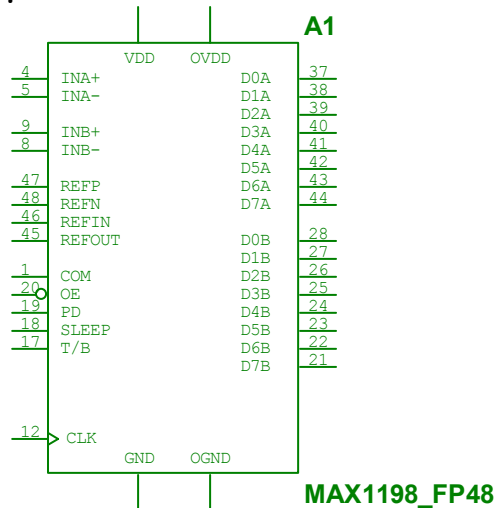
Το εικονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό που τοποθετήσαμε, ξεκινά τη διαδικασία μετατροπής όταν ο ακροδέκτης **SOC** οδηγηθεί σε υψηλή κατάσταση (5V) μέσω ενός θετικού παλμού. Όταν η διαδικασία μετατροπής τελειώσει, ο ακροδέκτης **EOC** οδηγείται σε υψηλή κατάσταση προκειμένου να σημαίνει το τέλος τις μετατροπής και τα ψηφιακά δεδομένα οδηγούνται στις εξόδους D0-D7 όταν ο ακροδέκτης **OE** δεχθεί ένα θετικό παλμό. Έτσι, όσο η προσομοίωση εκτελείται, πατάμε το πλήκτρο “1” στο πληκτρολόγιο για να θέσουμε τον ακροδέκτη **SOC** σε υψηλή κατάσταση και πατάμε πάλι το ίδιο πλήκτρο για να τον επαναφέρουμε σε χαμηλή κατάσταση (παλμός). Έπειτα, πατάμε το πλήκτρο “2” στο πληκτρολόγιο για να μεταφέρουμε τα δεδομένα στις εξόδους του ολοκληρωμένου.



Τα ψηφιακά δεδομένα που φαίνονται στα λαμπάκια τα μετράμε από το περισσότερο σημαντικό Bit (D7) προς το λιγότερο σημαντικό Bit (D0). Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη φόρμουλα που προαναφέραμε για να επαληθεύσουμε την αντιστοιχία των ψηφιακών δεδομένων με την αναλογική τάση που εφαρμόσαμε στην είσοδο.

3. Επαναφέρουμε τους διακόπτες στην αρχική τους κατάσταση και αλλάζουμε την τιμή της πηγής V2 σε κάποια τιμή της επιλογής μας από 0V – 12V και εκτελούμε την ίδια διαδικασία με προηγουμένως για να δούμε τα αποτελέσματα της μετατροπής.
4. Αναζητήστε τα ακόλουθα ολοκληρωμένα κυκλώματα μέσα στη βάση δεδομένων του MultiSIM και ελέγξτε την λειτουργία τους χρησιμοποιώντας ανάλογες συνδεσμολογίες με αυτή που μελετήσαμε σε αυτή τη δραστηριότητα. Κρατήστε σημειώσεις για την διεξαγωγή του μαθήματος.

Ολοκληρωμένο κύκλωμα 1



Σημειώσεις μαθήματος

.....

.....

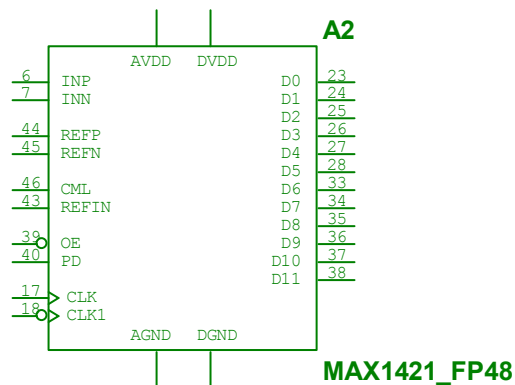
.....

.....

.....

.....

Ολοκληρωμένο κύκλωμα 2



Σημειώσεις μαθήματος

.....

.....

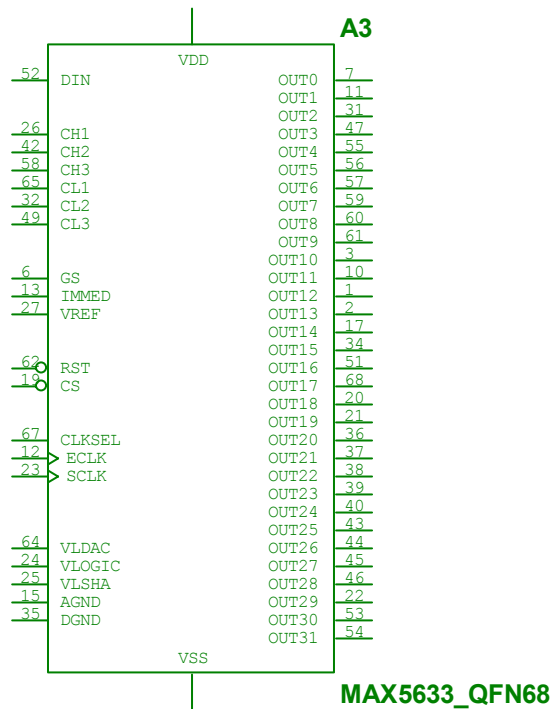
.....

.....

.....

.....

Ολοκληρωμένο κύκλωμα 3



Σημειώσεις μαθήματος

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

7

Μετατροπή ψηφιακού σήματος σε αναλογικό

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να επαληθευτεί η θεωρία της μετατροπής ενός ψηφιακού σήματος σε αναλογικό.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

⇒ Να γνωρίζει βασικά στοιχεία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων μετατροπής ψηφιακού σήματος σε αναλογικό χρησιμοποιώντας ένα κύκλωμα τελεστικού ενισχυτή.

⇒ Να χρησιμοποιεί την προσομοίωση του MultiSIM για να ελέγχει την λειτουργία ενός κυκλώματος μετατροπής ψηφιακού σε αναλογικό.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την χρήση της μετατροπής ενός ψηφιακού σήματος σε αναλογικό στην πράξη.

Λέξεις κλειδιά

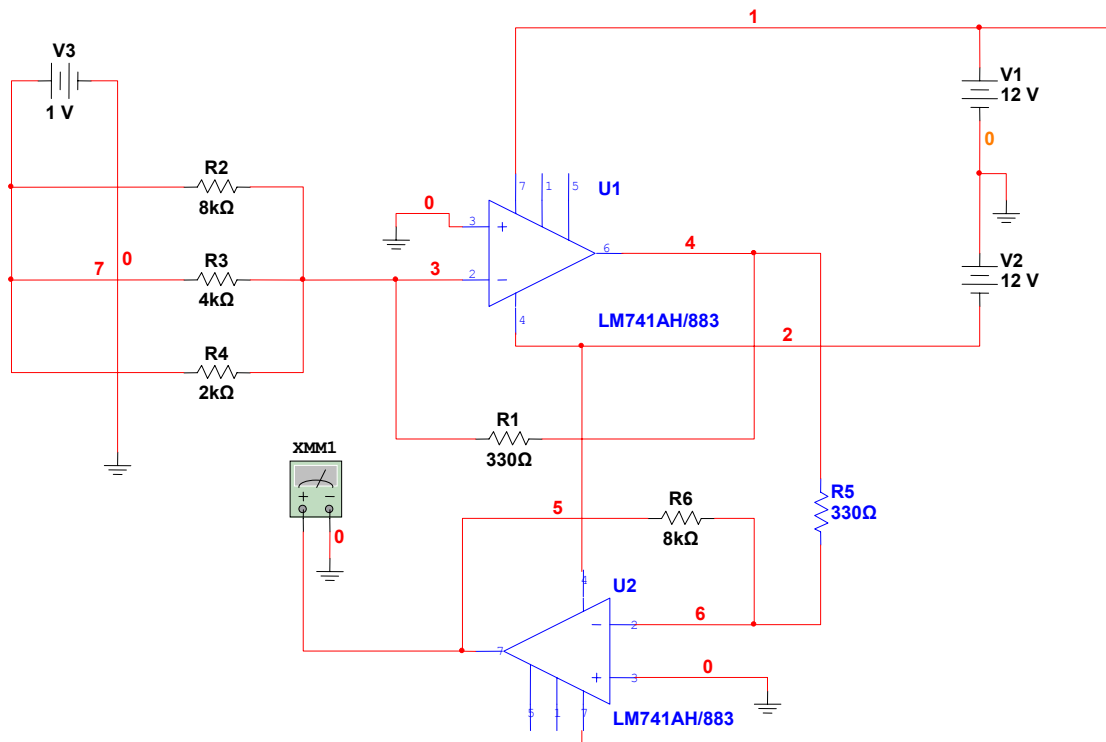
- MultiSIM
- DA Converter
- Προσομοίωση

Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα μελετήσουμε ένα κύκλωμα μετατροπής ενός ψηφιακού σήματος σε αναλογικό, χρησιμοποιώντας ένα τελεστικό ενισχυτή. Ο τρόπος μετατροπής που θα μελετήσουμε εδώ, χρησιμοποιείται μέσα στα ολοκληρωμένα κυκλώματα μετατροπής ψηφιακού σήματος σε αναλογικό.

Σχεδιάζουμε το ακόλουθο κύκλωμα μέσα στον χώρο εργασίας του MultiSIM.

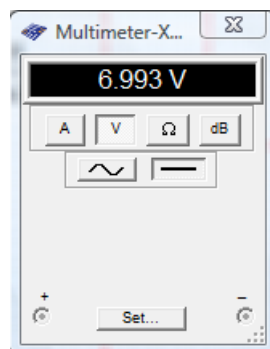




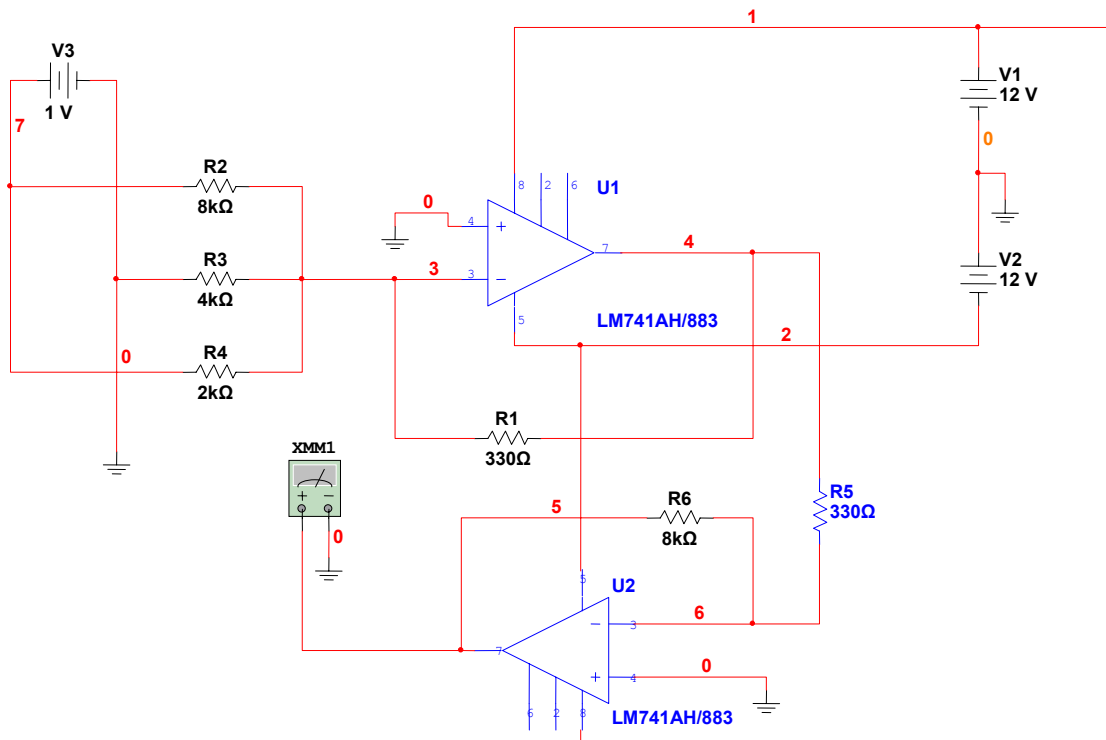
Υπάρχουν τρεις εισοδοι οι οποίες αντιστοιχούν στα δυαδικά ψηφία ενός τριψηφίου δυαδικού αριθμού $A_2A_1A_0$. Το ψηφίο A_2 είναι το περισσότερο σημαντικό Bit και αντιστοιχεί στην είσοδο με την αντίσταση R_4 . Το ψηφίο A_0 είναι το λιγότερο σημαντικό Bit και αντιστοιχεί στην είσοδο με την αντίσταση R_2 . Οι εισοδοι του τελεστικού ενισχυτή δέχονται δύο καταστάσεις 0V και 1V οι οποίες αντιστοιχούν σε λογικό 0 και λογικό 1 αντίστοιχα.

Στο κύκλωμα που έχουμε σχεδιάσει έχουμε θέσει στην είσοδο τον δυαδικό αριθμό “111” που αντιστοιχεί στον δεκαδικό αριθμό 7. Εφόσον έχουμε τρεις εισόδους δύο καταστάσεων (0 ή 1) ο μέγιστος αριθμός δυαδικών ψηφίων που μπορεί να εφαρμοστεί στην είσοδο είναι “111” και ο ελάχιστος είναι “000”(0 έως 7 σε δεκαδικό).

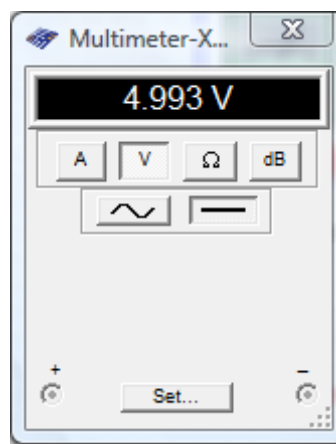
Εκτελώντας προσομοίωση στο κύκλωμα που υλοποιήσαμε ανοίγουμε την πρόσοψη του πολυμέτρου και μετράμε την τάση εξόδου του δεύτερου τελεστικού ενισχυτή. Παρατηρούμε πώς η τάση είναι σχεδόν 7V όσο και ο αριθμός “111” στο δεκαδικό σύστημα.



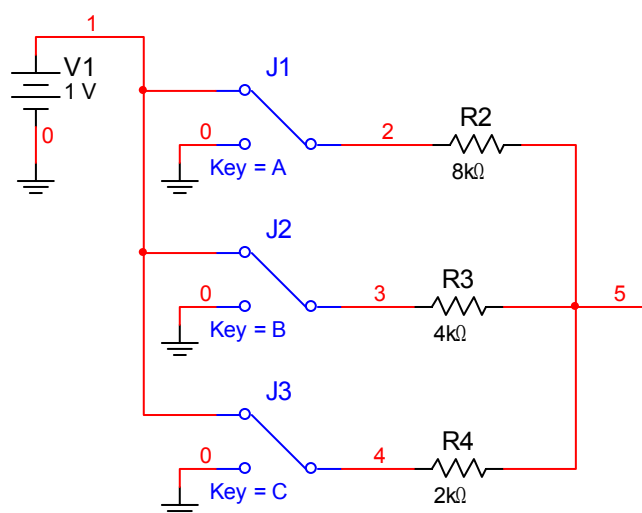
Δοκιμάζουμε άλλο συνδυασμό στην είσοδο του πρώτου τελεστικού ενισχυτή για παράδειγμα “101” και εκτελούμε πάλι προσομοίωση για να δούμε τα αποτελέσματα.



Αυτή τη φορά το αποτέλεσμα είναι περίπου ίσο με 5V όσο και ο αριθμός “101” στο δεκαδικό σύστημα αρίθμησης.



Δοκιμάστε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς στην είσοδο προκειμένου να επαληθεύσετε την λειτουργία του κυκλώματος. Για να γίνει ποιά εύκολη η εισαγωγή των συνδυασμών, αντικαταστήστε την είσοδο του κυκλώματος του τελεστικού ενισχυτή με τους παρακάτω διακόπτες.



Η έξοδος του κυκλώματος που σχεδιάσαμε, ύστερα από ανάλυση δίνεται από τη σχέση:

$$V_2 = 4A_2 + 2A_1 + A_0$$

Όπου A_2, A_1, A_0 είναι οι τάσεις στις τρεις εισόδους του τελεστικού ενισχυτή.

Η συνδεσμολογία που κάναμε χρησιμοποιείται κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς στην κατανόηση της λειτουργίας την διαδικασίας μετατροπής ενός ψηφιακού σήματος σε αναλογικό. Στην πραγματικότητα, η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω ολοκληρωμένων κυκλωμάτων μετατροπής ψηφιακού σήματος σε αναλογικό τα οποία κυκλοφορούν στο εμπόριο

Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

8

Κυκλώματα ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να επαληθευτεί η θεωρία των ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

- ⇒ Να σχεδιάζει βασικά λογικά κυκλώματα χρησιμοποιώντας το MultiSIM.
- ⇒ Να αναζητά τύπους ολοκληρωμένων λογικών κυκλωμάτων της αγοράς μέσα από την βάση δεδομένων.
- ⇒ Να χρησιμοποιεί την προσομοίωση και το εικονικό όργανο του λογικού μετατροπέα για να μελετά τη συμπεριφορά των λογικών κυκλωμάτων.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την χρήση της θεωρίας των ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων στην πράξη.

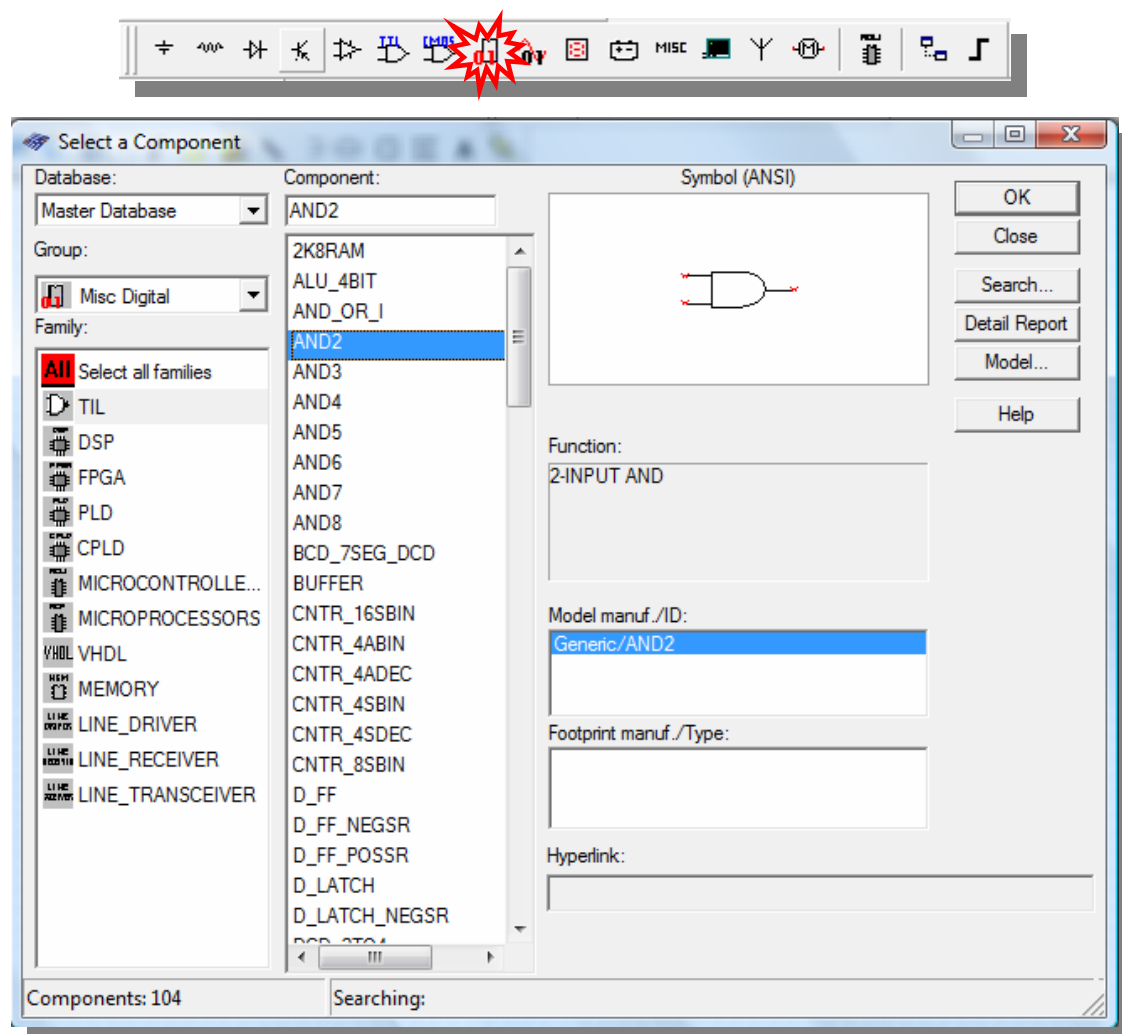
Λέξεις κλειδιά

- MultiSIM
- Πύλες
- Λογικό Κύκλωμα
- Λογικός Μετατροπέας
- Προσομοίωση

Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Το MultiSIM μας παρέχει ένα πολύ μεγάλο αριθμό εξαρτημάτων που αφορούν τα ψηφιακά λογικά κυκλώματα, όπως ολοκληρωμένα κυκλώματα λογικών πυλών, FlipFlops, Καταχωρητές, Μετρητές κ.α. Για να χρησιμοποιήσουμε τα στοιχεία ψηφιακής λογικής μπορούμε να πατήσουμε το αντίστοιχο πλήκτρο μέσα στην μπάρα με τα εξαρτήματα του MultiSIM και να επιλέξουμε το επιθυμητό εξάρτημα μέσα από τον εξερευνητή εξαρτημάτων.



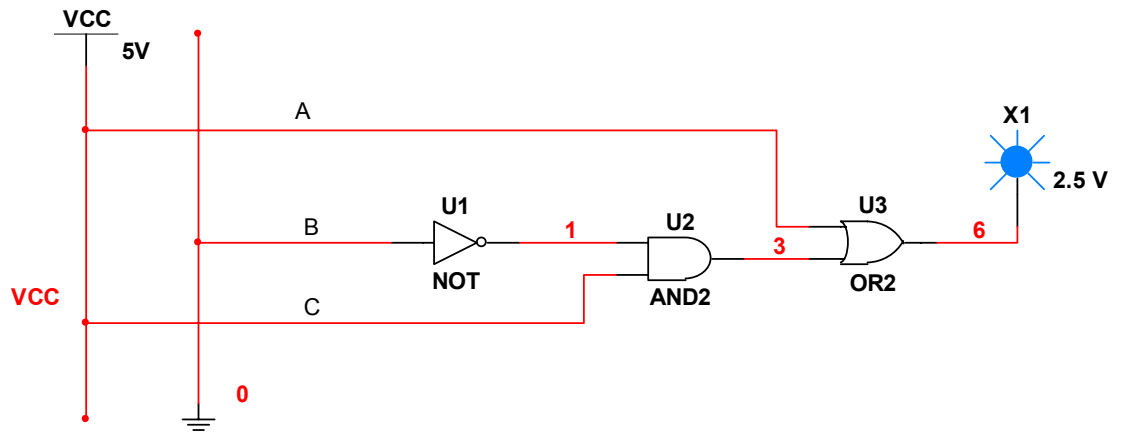


Μέσα στην οικογένεια εξαρτημάτων **TIL** μπορούμε να βρούμε ένα μεγάλο αριθμό βασικών εξαρτημάτων ψηφιακής λογικής τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά μέσα σε ψηφιακά λογικά κυκλώματα.

Παρακάτω φαίνεται ένα λογικό κύκλωμα σχεδιασμένο στο MultiSIM το οποίο χρησιμοποιεί τρεις διαφορετικές λογικές πύλες, μία πύλη AND μία πύλη OR και μία πύλη NOT. Έχουμε ονομάσει τις εισόδους του λογικού κυκλώματος A,B,C και στην έξοδο έχουμε συνδέσει ένα λαμπάκι προκειμένου να βλέπουμε την κατάσταση της εξόδου του λογικού κυκλώματος.

Ως γνωστό, τα ψηφιακά λογικά κυκλώματα μπορούν να δεχθούν στην είσοδό τους δύο καταστάσεις 0 ή 1. Για να εξομοιώσουμε αυτή την λειτουργία στο κύκλωμά μας έχουμε χρησιμοποιήσει μία σταθερή πηγή τάσης 5V και το εξάρτημα της γης για τα 0V.

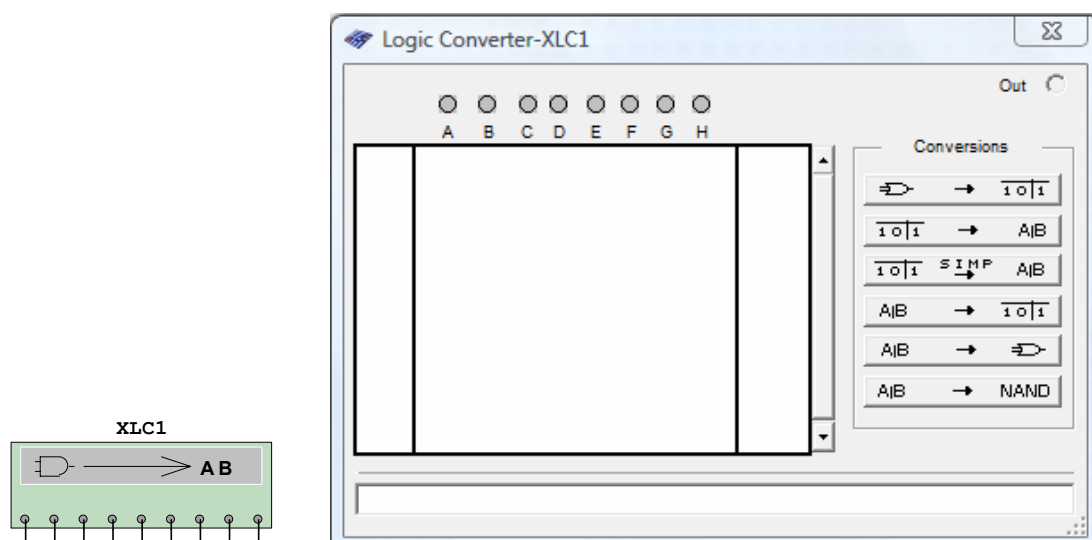
Μεταφέρετε το λογικό κύκλωμα που φαίνεται παρακάτω μέσα στον χώρο εργασίας του MultiSIM.



Ο πίνακας αληθείας του λογικού αυτού κυκλώματος είναι ο ακόλουθος.

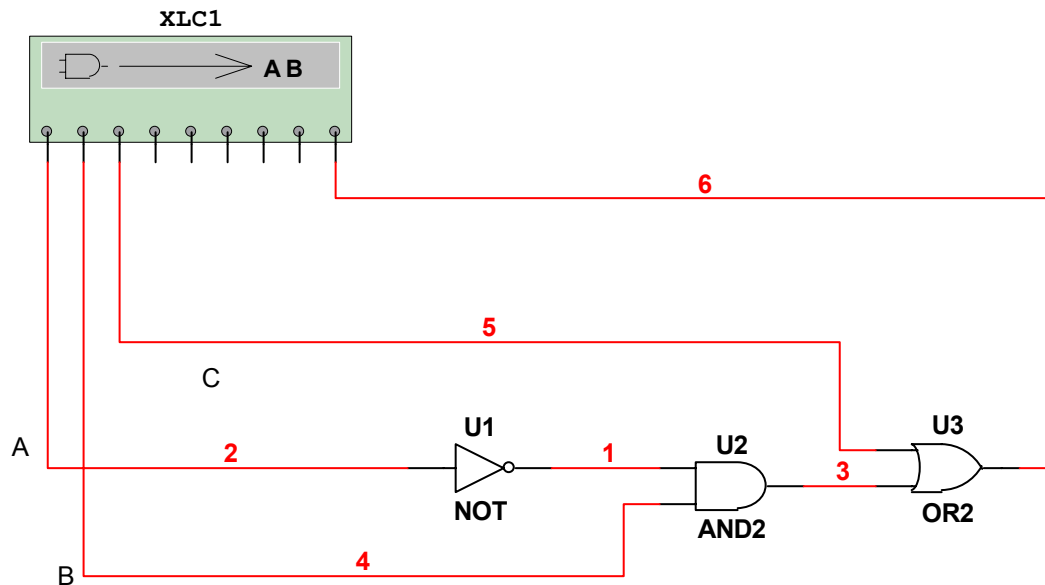
000	0	0	0	0
001	0	0	1	1
002	0	1	0	1
003	0	1	1	1
004	1	0	0	0
005	1	0	1	1
006	1	1	0	0
007	1	1	1	1

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον λογικό μετατροπέα (Logic Converter) προκειμένου να επαληθεύσουμε την λειτουργία των κυκλωμάτων μας, να δημιουργήσουμε πίνακες αληθείας από κυκλώματα που έχουμε σχεδιάσει, να παράγουμε λογικά κυκλώματα μέσα από πίνακες αληθείας και να παράγουμε λογικές συναρτήσεις των κυκλωμάτων μας. Παρακάτω φαίνεται το εικονίδιο και η πρόσοψη του οργάνου του λογικού αναλυτή.



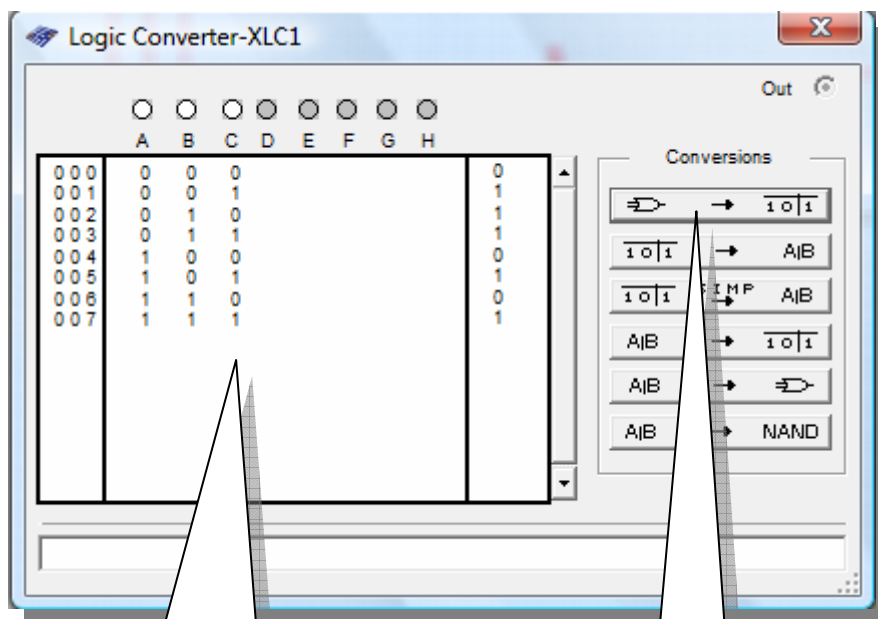
Το εικονίδιο του οργάνου έχει 8 εισόδους και μία έξοδο. Οι εισοδοί συνδέονται στις εισόδους των κυκλωμάτων μας και η έξοδος στην έξοδο των κυκλωμάτων μας.

Παρακάτω φαίνεται η συνδεσμολογία του λογικού κυκλώματος που υλοποιήσαμε με το λογικό μετατροπέα.



Κάνοντας διπλό κλικ στο εικονίδιο του λογικού μετατροπέα εμφανίζεται η πρόσοψη μέσα στην οποία μπορούμε να κάνουμε διάφορες ενέργειες:

Παραγωγή πίνακα αληθείας του λογικού κυκλώματος



Τα αποτελέσματα της παραγωγής φαίνονται μέσα την οθόνη του λογικού μετατροπέα.

Πατάμε για να παράγουμε τον πίνακα αληθείας.

Παραγωγή λογικής συνάρτησης από πίνακα αληθείας

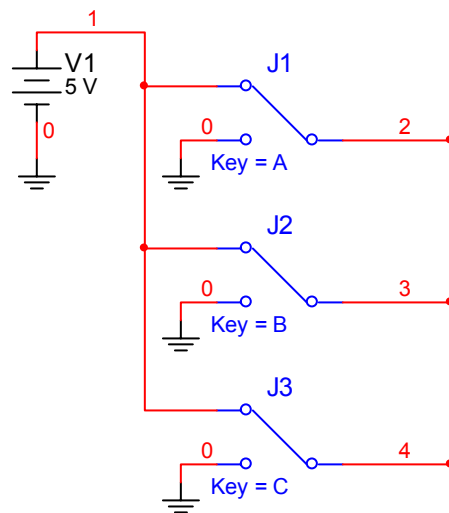
The screenshot shows the Logic Converter-XLC1 window. On the left, a truth table is displayed with columns A, B, C, D, E, F, G, H and rows 000 to 007. The output column shows values 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1. Below the table, the logic expression $A'B'C + A'BC' + ABC + AB'C + ABC$ is shown. On the right, the 'Conversions' panel has several options, with the 'SIMP' (Simplify) option selected. A callout box points to this option with the text: 'Πατάμε για να παράγουμε την λογική συνάρτηση από τον πίνακα αληθείας.' Another callout box points to the logic expression with the text: 'Τα αποτελέσματα της παραγωγής λογικής συνάρτησης φαίνονται μέσα στο λογικό μετατροπέα.'

Απλοποίηση λογικής συνάρτησης

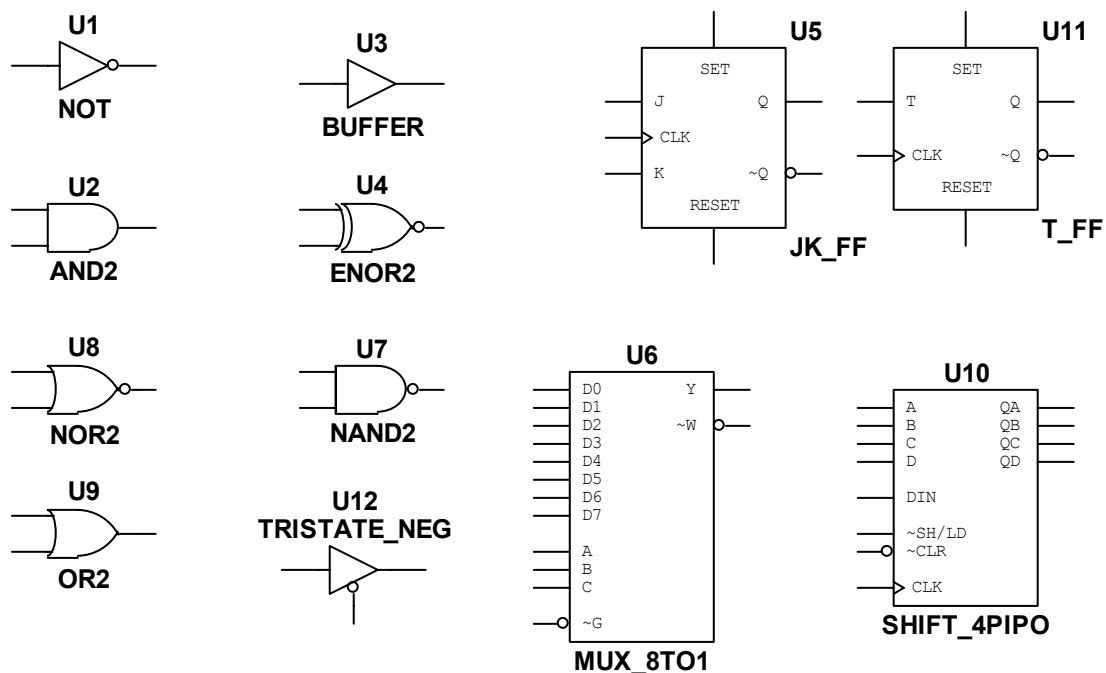
The screenshot shows the Logic Converter-XLC1 window. On the left, a truth table is displayed with columns A, B, C, D, E, F and rows 000 to 007. The output column shows values 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1. Below the table, the logic expression $A+B+C$ is shown. On the right, the 'Conversions' panel has several options, with the 'SIMP' (Simplify) option selected. A callout box points to this option with the text: 'Πατάμε για να απλοποιήσουμε τη λογική συνάρτηση.' Another callout box points to the logic expression with the text: 'Η συνάρτηση απλοποιείται.'

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να σχεδιάσουμε και να αναλύσουμε πολύπλοκα λογικά κυκλώματα χρησιμοποιώντας την βάση δεδομένων του MultiSIM και τον λογικό μετατροπέα.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ακόλουθη συνδεσμολογία για να κάνουμε ευκολότερη την διαδικασία αλλαγής μεταξύ των καταστάσεων:



Παρακάτω φαίνονται μερικά από τα βασικότερα ολοκληρωμένα κυκλώματα και εξαρτήματα ψηφιακής λογικής του MultiSIM που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε βάσει του βιβλίου Ψηφιακά Ηλεκτρονικά του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.



Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.

Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

9

Κυκλώματα τροφοδοτικών

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να επαληθευτεί η θεωρία σχεδίασης κυκλωμάτων τροφοδοσίας.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

⇒ Να γνωρίζει τα βασικά στοιχεία σχεδίασης κυκλωμάτων τροφοδοσίας που παρέχει το MultiSIM.

⇒ Να χρησιμοποιεί την προσομοίωση για να μελετά την συμπεριφορά των κυκλωμάτων τροφοδοσίας.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται την χρήση της θεωρίας των κυκλωμάτων τροφοδοσίας στην πράξη.

Λέξεις κλειδιά

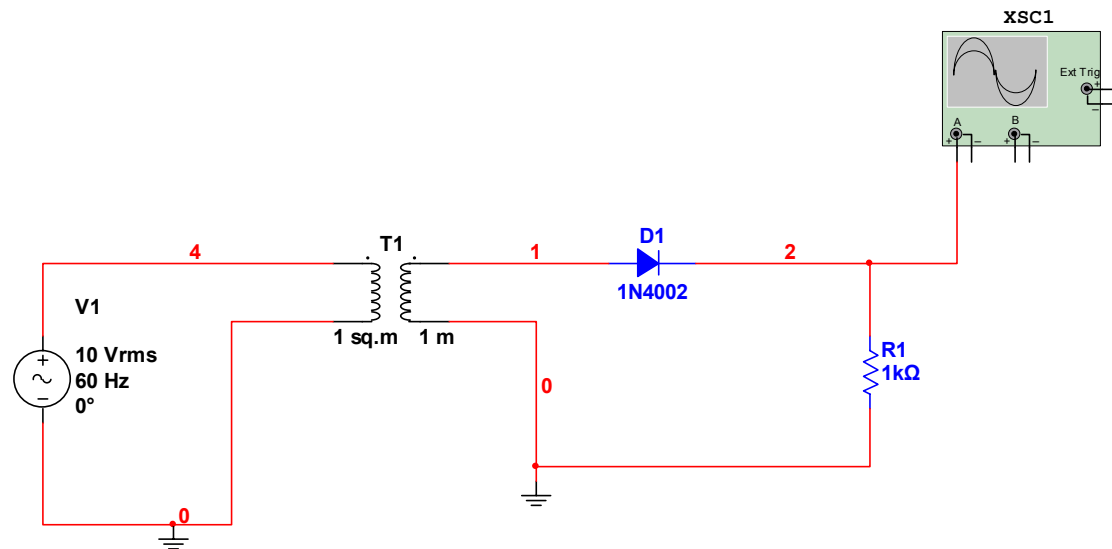
- MultiSIM
- Τροφοδοτικό
- Μετασχηματιστής
- Παλμογράφος
- Προσομοίωση

Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

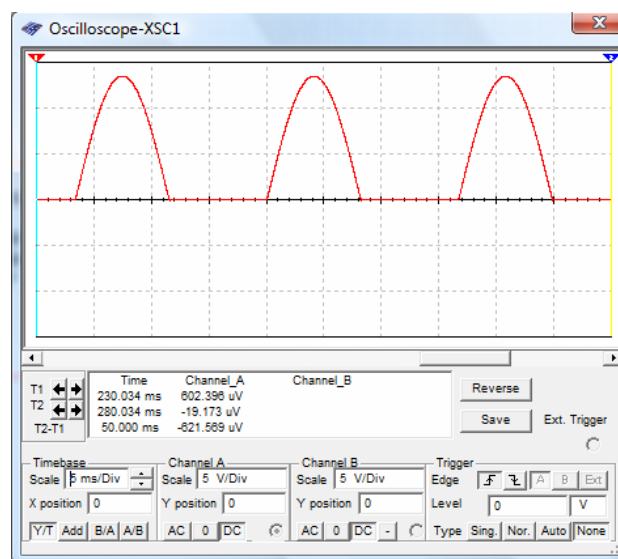
Σε αυτή την δραστηριότητα θα ασχοληθούμε με τη δημιουργία και την ανάλυση κυκλωμάτων τροφοδοσίας. Το MultiSIM μας παρέχει ένα μεγάλο αριθμό από εξαρτήματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα τροφοδοσίας, όπως μετασχηματιστές, δίοδοι, γέφυρες διόδων κ.λ.π. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την μπάρα εξαρτημάτων προκειμένου να επιλέξουμε τα κατάλληλα εξαρτήματα για την δημιουργία του κυκλώματος τροφοδοσίας μας και την προσομοίωση για να ελέγξουμε την λειτουργία τους και την συμπεριφορά τους.



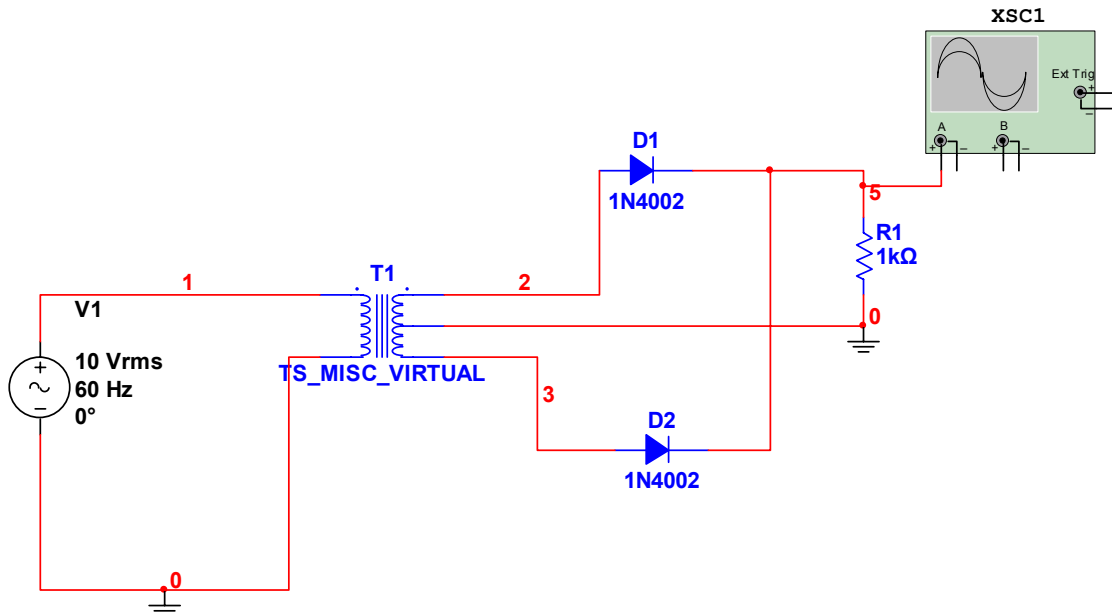
Μία κυκλωματική διάταξη που θα πρέπει να γνωρίζουμε είναι το κύκλωμα της ημιανόρθωσης το οποίο φαίνεται παρακάτω.



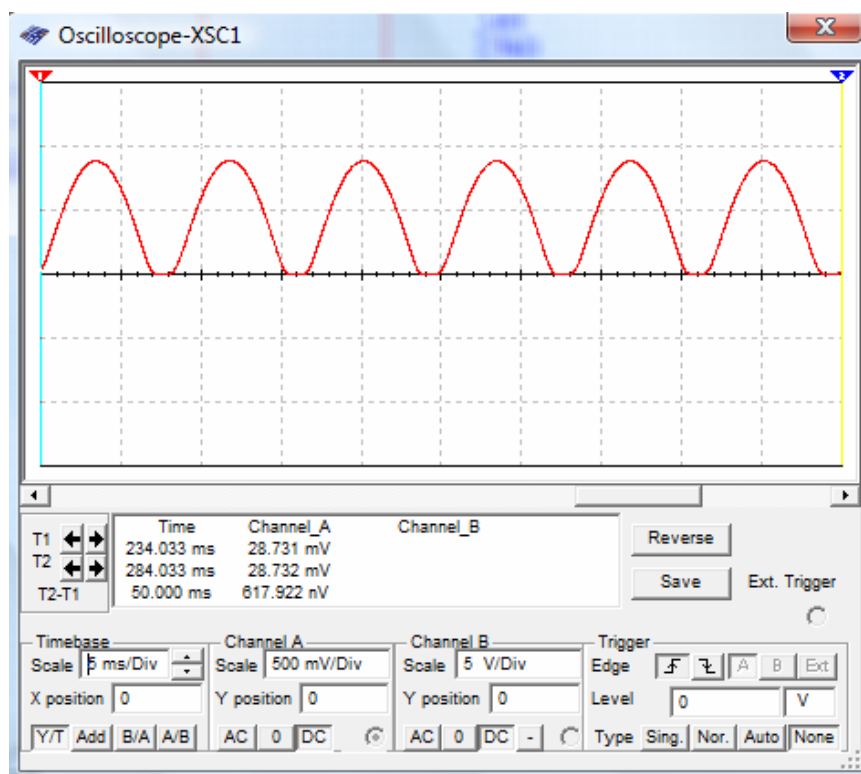
1. Μεταφέρουμε την πιο πάνω κυκλωματική διάταξη μέσα στο MultiSIM. Το εξάρτημα του μετασχηματιστή είναι ένα εικονικό εξάρτημα και βρίσκεται στην ομάδα **Basic** και στην οικογένεια εξαρτημάτων **BASIC_VIRTUAL** και έχει όνομα **NLT_VIRTUAL**. Η εναλλασσόμενη πηγή βρίσκεται μέσα στην ομάδα **Sources** στην οικογένεια **POWER_SOURCES** και έχει όνομα **AC_POWER**. Οι δίοδος βρίσκεται στην ομάδα **Diodes** και στην οικογένεια **DIODE**.
2. Κάνουμε διπλό κλικ πάνω στην πηγή και αλλάζουμε το πλάτος του σήματος σε **10Vrms**. Μπορούμε να κάνουμε διπλό κλικ πάνω στον μετασχηματιστή για να δούμε τα χαρακτηριστικά του κι αν είναι επιθυμητό να τα ρυθμίζουμε.
3. Εκτελούμε προσομοίωση στο κύκλωμα και παρατηρούμε τη μορφή της εξόδου μέσα στην οθόνη του παλμογράφου.



Μία άλλη κυκλωματική διάταξη που χρησιμοποιείται στα τροφοδοτικά είναι η πλήρης ανόρθωση. Το κύκλωμα της πλήρης ανόρθωσης φαίνεται παρακάτω. Το εξάρτημα του μετασχηματιστή είναι ένα εικονικό εξάρτημα και βρίσκεται στην ομάδα **Basic** και στην οικογένεια εξαρτημάτων **BASIC_VIRTUAL** και έχει όνομα **TS_VIRTUAL**.



4. Μεταφέρουμε την πιο πάνω κυκλωματική διάταξη μέσα στον χώρο εργασίας του MultiSIM.
5. Εκτελούμε προσομοίωση στο κύκλωμα που υλοποιήσαμε και βλέπουμε τα αποτελέσματα της πλήρης ανόρθωσης μέσα στην οθόνη του παλμογράφου.



5. Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουνε όλα τα βήματα και να απαντήσουνε σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>

Οδηγός Εκπαιδευτικής Δραστηριότητας

10

Προετοιμασία των αρχείων για το σχεδιασμό του τυπωμένου κυκλώματος

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Σκοπός:

⇒ Να καταστεί σαφές ποιες είναι οι απαιτήσεις στον σχεδιασμό ενός τυπωμένου κυκλώματος.

Δεξιότητες:

Μετά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας ο καθηγητής θα είναι ικανός:

⇒ Να γνωρίζει τα βασικά στοιχεία για την διαδικασία μεταφοράς ενός κυκλώματος του MultiSIM σε μορφή τυπωμένου κυκλώματος.

⇒ Να χρησιμοποιεί τα εργαλεία αυτόματης τοποθέτησης και ένωσης εξαρτημάτων μέσα στο περιβάλλον σχεδίασης Ultiboard.

Στάσεις:

⇒ Να αντιλαμβάνεται τον τρόπο μεταφοράς ενός κυκλώματος από μορφή καλωδιακού διαγράμματος σε μορφή τυπωμένου κυκλώματος.

Λέξεις κλειδιά

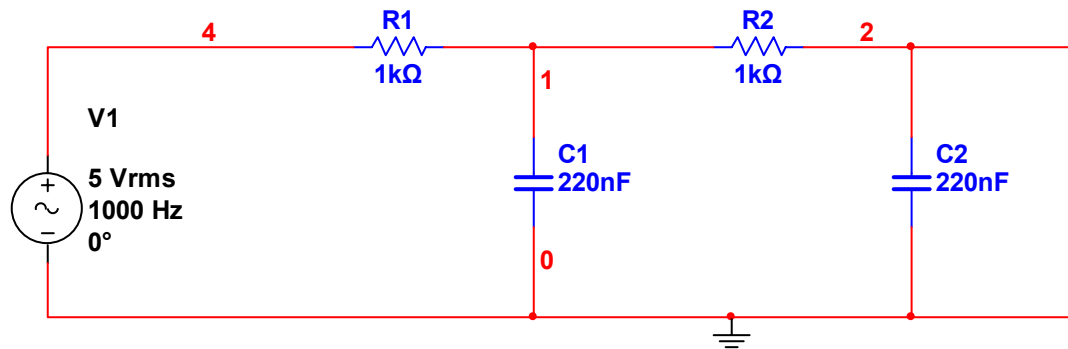
- MultiSIM
- Ultiboard
- Auto Place
- Auto Route
- Transfer
- PCB

Οδηγίες για το πρακτικό μέρος

Το MultiSIM μας παρέχει ένα εύκολο τρόπο μετατροπής των κυκλωμάτων που σχεδιάζουμε στον χώρο εργασίας σε μορφή τυπωμένου κυκλώματος. Η διαδικασία αυτή γίνεται με τη χρήση του λογισμικού Ultiboard που είναι ένα πρόγραμμα σχεδιασμού τυπωμένων κυκλωμάτων. Το Ultiboard μπορεί να λειτουργήσει και ως αυτόνομο πρόγραμμα σχεδιασμού τυπωμένων αλλά και σε

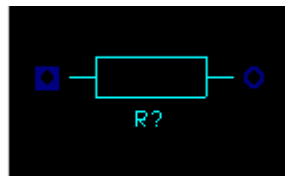


συνδυασμό με το MultiSIM. Προκειμένου να δείξουμε τον τρόπο σχεδιασμού ενός τυπωμένου κυκλώματος με το MultiSIM και το Ultiboard, θα χρησιμοποιήσουμε το ακόλουθο κύκλωμα.

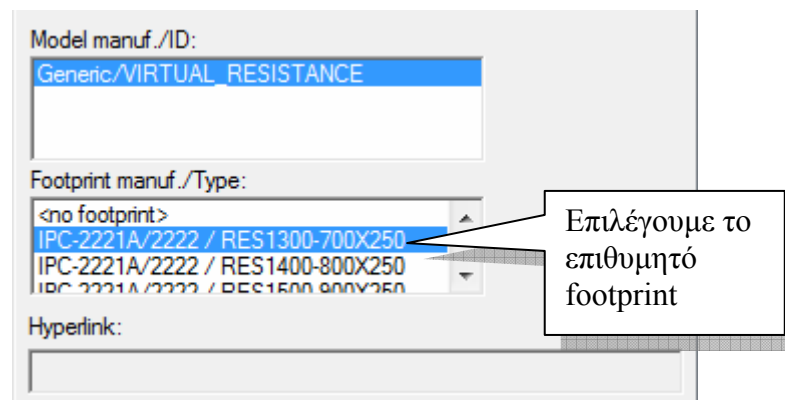


1. Μεταφέρουμε το παραπάνω κύκλωμα μέσα στον χώρο εργασίας του MultiSIM.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα εξαρτήματα που τοποθετούμε στο MultiSIM έχουν δύο τύπους. Μπορεί να είναι εικονικά εξαρτήματα (Virtual) τα οποία χρησιμοποιούνται μόνο για σκοπούς προσομοίωσης, ή πραγματικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για σκοπούς προσομοίωσης και για εξαγωγή σε μορφή τυπωμένου κυκλώματος. Η διαφορά ενός πραγματικού εξαρτήματος από ένα εικονικό, είναι ότι το πραγματικό εξάρτημα έχει ένα επιπλέον στοιχείο που ονομάζεται Footprint και είναι η μορφή του εξαρτήματος στο τυπωμένο κύκλωμα. Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα footprint ενός εξαρτήματος αντίστασης.

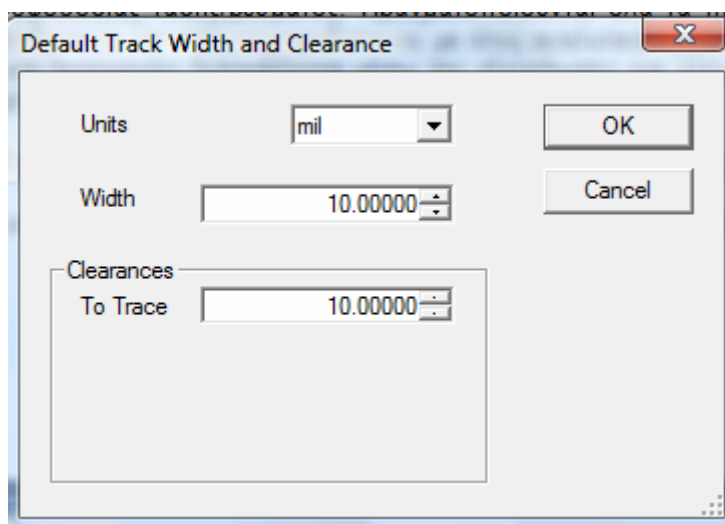


Όταν τοποθετούμε ένα εξάρτημα μέσα στον χώρο εργασίας θα πρέπει να επιλέξουμε τον πραγματικό του τύπο προκειμένου να προχωρήσουμε στη διαδικασία παραγωγής τυπωμένου κυκλώματος. Για να το κάνουμε αυτό επιλέγουμε το επιθυμητό footprint μέσα από την αντίστοιχη λίστα του εξερευνητή εξαρτημάτων.

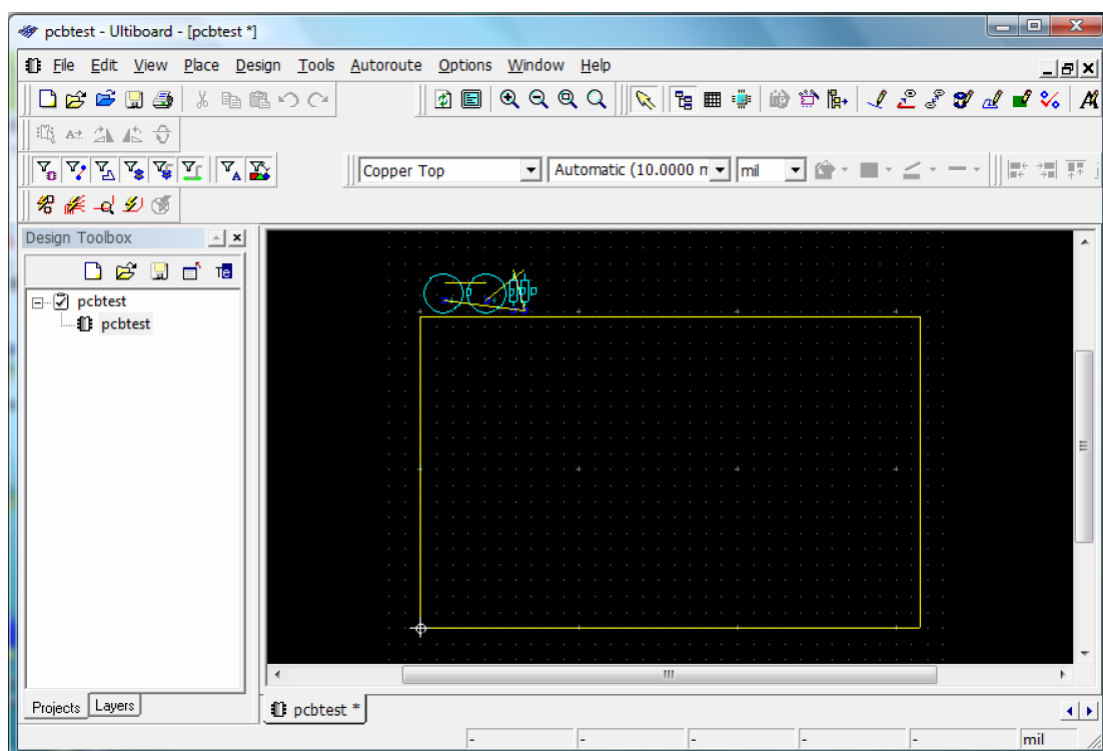


Τα εικονικά όργανα δεν μπορούν να μεταφερθούν σε μορφή τυπωμένου κυκλώματος.

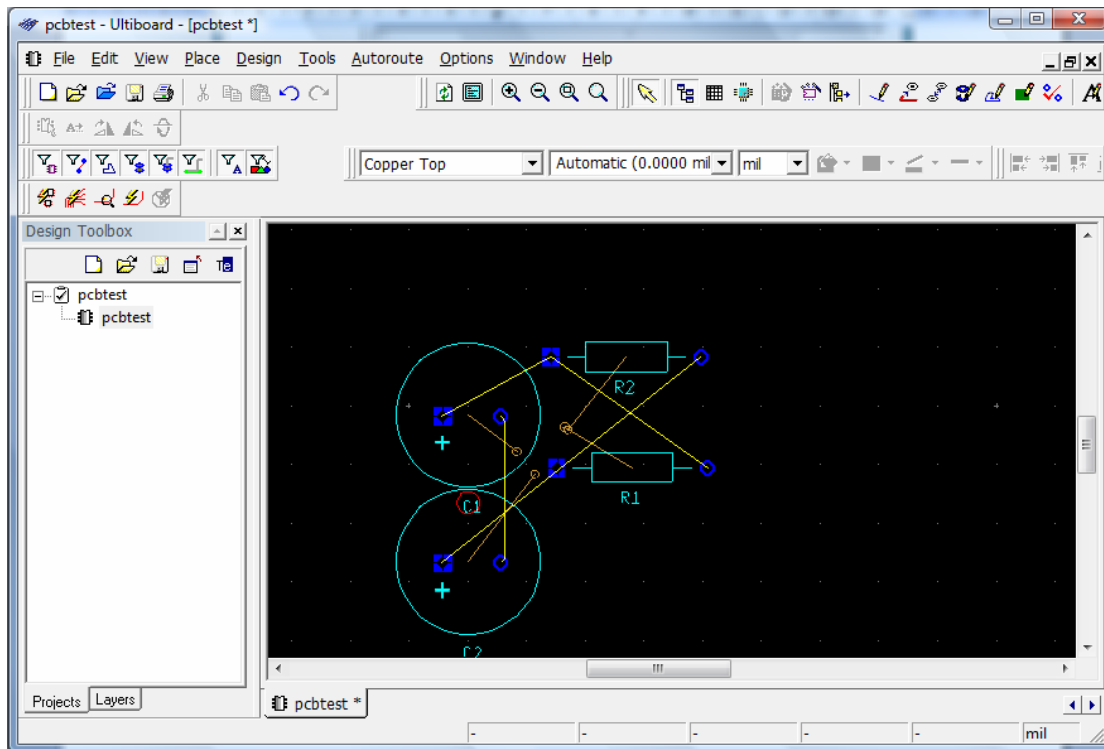
2. Αφού έχουμε σχεδιάσει το κύκλωμά μας, επιλέγουμε από το μενού επιλογών Transfer>Transfer To Ultiboard 10 και αποθηκεύουμε το αρχείο με κάποιο όνομα.
3. Πατάμε OK σε όποιο κουτί διαλόγου εμφανιστεί για να συνεχίσουμε με τη διαδικασία



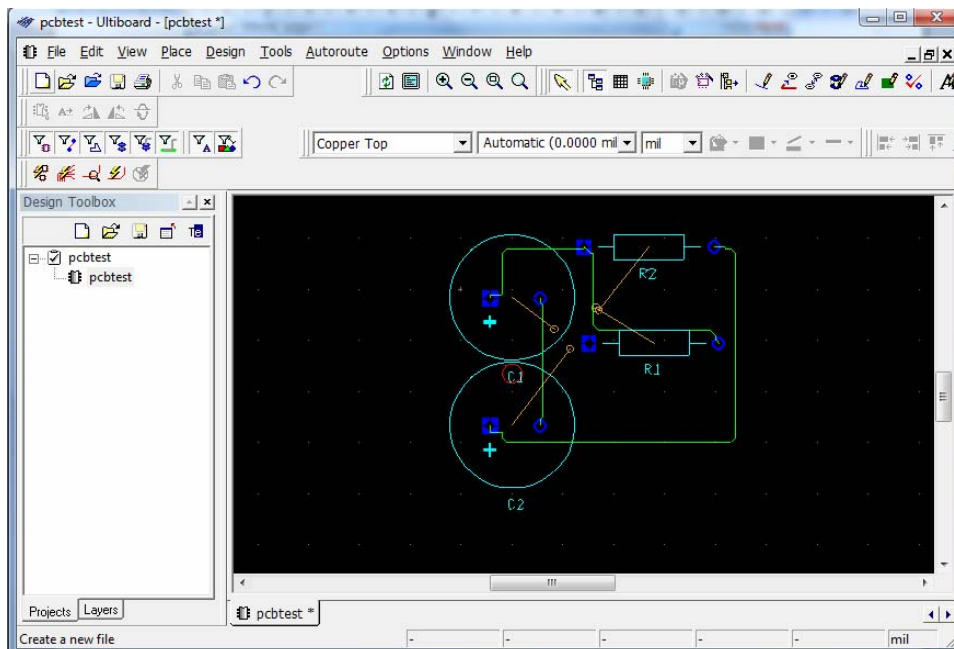
Τέλος, εμφανίζεται το κεντρικό παράθυρο σχεδιασμού του Ultiboard στο οποίο φαίνονται τα footprints των εξαρτημάτων που έχουμε τοποθετήσει.



4. Χρησιμοποιούμε τον κέρσορα του ποντικιού για να τοποθετήσουμε τα εξαρτήματα μέσα στο πλαίσιο και χρησιμοποιούμε τις τεχνικές αναστροφής εξαρτημάτων αν επιθυμούμε. Παρακάτω έχουμε τοποθετήσει τα εξαρτήματα.



5. Πατάμε από το μενού επιλογών AutoRoute>Start/Resume Autorouter για να ξεκινήσει αυτόματα η διαδικασία τοποθέτησης αγωγών μεταξύ των εξαρτημάτων σύμφωνα με το καλωδιακό διάγραμμα του MultiSIM.

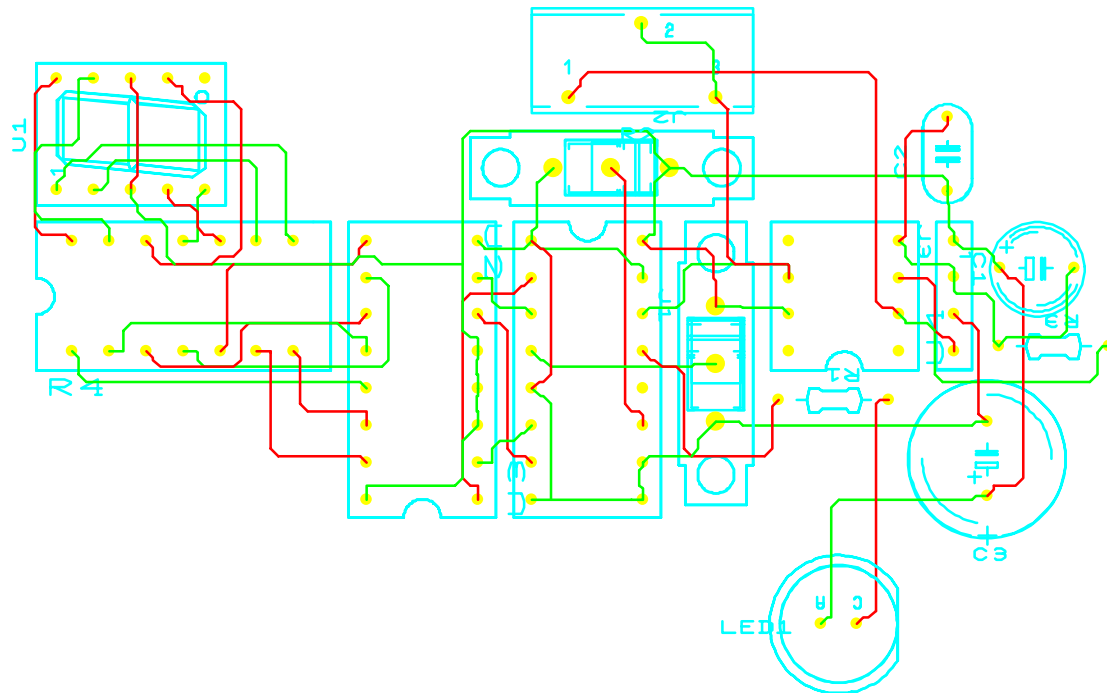


6. Τώρα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μενού επιλογών File>Print προκειμένου να εκτυπώσουμε το τυπωμένο κύκλωμα που σχεδιάσαμε.

Ο τρόπος που προαναφέραμε χρησιμοποιεί τα εργαλεία αυτοματοποίησης για το σχεδιασμό τυπωμένων κυκλωμάτων. Μπορούμε να σχεδιάσουμε από μόνοι μας

τυπωμένα κυκλώματα με το Ultiboard χρησιμοποιώντας εξαρτήματα μέσα από τη βάση δεδομένων και συνδέοντάς τα με αγωγούς που μας παρέχει το Ultiboard.

Παρακάτω φαίνεται ένα σχετικά πολύπλοκο κύκλωμα που έχει σχεδιαστεί με το Ultiboard.



7. Προτρέπουμε συνεχώς τους μαθητές να πραγματοποιήσουν όλα τα βήματα και να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα της δραστηριότητας.



Βιβλιογραφία δραστηριότητας και πηγές εκμάθησης του MultiSIM

- [1] 'MultiSIM για Μηχανικούς- Εγχειρίδιο Αναλογικών και Ψηφιακών Κυκλωμάτων, Περιβάλλον Προσομοίωσης και Μετρήσεων με Διασύνδεση LabVIEW ', Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 978-960-418-164-3.
- [2] Αναλογικά Ηλεκτρονικά – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- [3] <http://www.ni.com/>



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης