



ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΥΛΛΩΝ ΕΡΓΟΥ-ΜΕΛΕΤΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ  
ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΑ ΠΑΚΕΤΑ  
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΙΝΑ PRO ΚΑΙ MULTISIM. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΥ  
ΟΔΗΓΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΤΙΝΑ PRO ΚΑΙ MULTISIM.

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Τσοποζίδου Ιωάννα (2070)**

Επιβλέπων καθηγητής : Δρ. Ευάγγελος Δημητριάδης

**ΣΕΡΡΕΣ 2014**

*Υπεύθυνη Δήλωση : Βεβαιώνω ότι είμαι η συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Πληροφορικής και Επικοινωνιών του Τ.Ε.Ι. Σερρών.*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πτυχιακή εργασία αυτή μελετήθηκαν και δημιουργήθηκαν τα φύλλα έργου των εργαστηριακών ασκήσεων των ηλεκτρικών και των ψηφιακών κυκλωμάτων με τα πακέτα λογισμικού Tina Pro και Multisim. Και τα δυο προγράμματα αυτά παρέχουν ένα περιβάλλον προσομοίωσης των ασκήσεων που γίνονται στο εργαστήριο με σκοπό να βοηθήσουν τους σπουδαστές στη καλύτερη κατανόηση των κυκλωμάτων. Επίσης οι σπουδαστές με αυτόν τον τρόπο μπορούν να μελετούν και να σχεδιάζουν τα κυκλώματα στο σπίτι τους. Συγκεκριμένα οι εργαστηριακές ασκήσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων σχεδιάστηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού Tina Pro ενώ οι εργαστηριακές ασκήσεις των ψηφιακών κυκλωμάτων με τη βοήθεια του λογισμικού Multisim. Σχεδιάστηκαν αρχικά τα κυκλώματα και στη συνέχεια βγήκαν τα αποτελέσματα της μελέτης των κυκλωμάτων με την βοήθεια των πινάκων ,γραφικών παραστάσεων και των εικονικών οργάνων. Δημιουργήθηκαν επίσης και συνοπτικοί οδηγοί χρήσης των προγραμμάτων αυτών για την εύκολη χρήση τους από τους σπουδαστές.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ Tina Pro</u></b>	
1.1 Tina Pro Λογισμικό Σχεδίασης-Προσομοίωσης	6
1.2 Το περιβάλλον εργασίας του TINA PRO	6
1.2.1 Η Γραμμή Τίτλου	7
1.2.2 Η Γραμμή Μενού	7
1.2.3 Γραμμή Εργαλείων	11
1.2.4 Γραμμή Εξαρτημάτων και Οργάνων	11
1.2.5 Ετικέτες	11
1.2.6 Παράθυρο Σχεδίασης	11
1.2.7 Γραμμή Κατάστασης	11
1.3 Οι σημαντικότερες δυνατότητες του TINA PRO	11
1.3.1 Αναλύσεις κυκλωμάτων	11
1.3.2 Ενεργοποίηση βλαβών	12
1.3.3 Χρήση Εικονικών Οργάνων	13
1.3.4 Διερμηνέας	13
1.3.5 ΕΗΚ (Ελεγχος Ηλεκτρικών Κανόνων)	13
1.4 Δημιουργώντας ένα κύκλωμα με το Tina Pro	13
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ</u></b>	
2.1 Εισαγωγή στις εργαστηριακές ασκήσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων	17
2.2 ΑΣΚΗΣΗ 1 : ΤΟ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟ (Μέτρηση τάσεων αντιστάσεων και ρευμάτων).	17
2.3 ΑΣΚΗΣΗ 2: ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ	24
2.4 ΑΣΚΗΣΗ 3: ΕΥΡΕΣΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	35
2.5 ΑΣΚΗΣΗ 4: ΠΡΩΤΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ ΚΙΡΧΟΦΦ	42
2.6 ΑΣΚΗΣΗ 5: ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ ΚΙΡΧΟΦΦ	49
2.7 ΑΣΚΗΣΗ 6: ΘΕΩΡΗΜΑ ΥΠΕΡΘΕΣΕΩΣ	53
2.8 ΑΣΚΗΣΗ 7: ΘΕΩΡΗΜΑΤΑ THEVENIN ΚΑΙ NORTON	58

2.9	ΑΣΚΗΣΗ 8: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ	69
2.10	ΑΣΚΗΣΗ 9: ΙΣΧΥΣ και ΕΝΕΡΓΕΙΑ	73
2.11	ΑΣΚΗΣΗ 10 : ΦΟΡΤΙΣΗ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΠΥΚΝΩΤΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΦΑΣΗΣ	77

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ MULTISIM**

3.1	MULTISIM Λογισμικό Σχεδίασης-Προσομοίωσης	85
3.2	Το περιβάλλον εργασίας του MULTISIM	85
3.2.1	Μπάρα Εξαρτημάτων	86
3.2.2	Εξερευνητής Εξαρτημάτων	86
3.2.3	Μενού Επιλογών	87
3.2.4	Χώρος εργασίας	87
3.2.5	Η μπάρα των εικονικών οργάνων	87
3.3	Δημιουργώντας ένα κύκλωμα με το multisim	88

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**

4.1	Εισαγωγή στις εργαστηριακές ασκήσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων	93
4.2	ΑΣΚΗΣΗ 1: Η μελέτη των πυλών AND, NAND, NOT	93
4.3	ΑΣΚΗΣΗ 2: Η μελέτη των πυλών OR και NOR	102
4.4	ΑΣΚΗΣΗ 3: Η μελέτη των πυλών XOR και XNOR.	110
4.5	ΑΣΚΗΣΗ 4: Μελέτη ημιαθροιστή και πλήρους αθροιστή	116
4.6	ΑΣΚΗΣΗ 5: Μελέτη ημιαφαιρέτη και πλήρους αφαιρέτη	122
4.7	ΑΣΚΗΣΗ 6: Μετατροπή σε κώδικα BCD	129
4.8	ΑΣΚΗΣΗ 7: RS FLIP-FLOP	134
4.9	ΑΣΚΗΣΗ 8: Συγχρονισμένο RS Flip Flop	141
4.10	ΑΣΚΗΣΗ 9: D-flip-flop	148
4.11	ΑΣΚΗΣΗ 10: JK flip flop και JK flip flop Αφέντη Σκλάβου	156
4.12	ΑΣΚΗΣΗ 11: Πολυπλέκτης	164
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	171
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	172

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή έγινε προκειμένου να βοηθήσει τους σπουδαστές στην καλύτερη κατανόηση των εργαστηριακών ασκήσεων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και των ψηφιακών κυκλωμάτων του τμήματος. Αρχικά μελετήθηκαν όλες οι ασκήσεις και στη συνέχεια σχεδιάστηκαν με την βοήθεια των προγραμμάτων Tina Pro και Multisim. Για τον σχεδιασμό κάθε κυκλώματος υπάρχουν αναλυτικά βήματα. Μετά από τον σχεδιασμό των κυκλωμάτων βγήκαν τα αποτελέσματα των ερωτημάτων της κάθε άσκησης με την βοήθεια διαφόρων εργαλείων που παρέχουν αυτά τα προγράμματα.

Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια:

Στο **1<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, γίνεται η παρουσίαση του οδηγού χρήσης του πακέτου **Tina Pro**. Στο **2<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, παρουσιάζονται τα φύλλα έργου των εργαστηρίων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Τα κυκλώματα μελετώνται με το πρόγραμμα προσομοίωσης Tina Pro, Αρχικά υπάρχουν τα βήματα για τον σχεδιασμό των κυκλωμάτων και στη συνέχεια τα αποτελέσματα της μελέτης αυτών των κυκλωμάτων.

Στο **3<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, γίνεται η παρουσίαση του οδηγού χρήσης του πακέτου **Multisim**. Στο **4<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, παρουσιάζονται τα φύλλα έργου των εργαστηρίων των ψηφιακών κυκλωμάτων. Τα κυκλώματα μελετώνται με το πρόγραμμα προσομοίωσης Multisim, Αρχικά υπάρχουν τα βήματα για τον σχεδιασμό των κυκλωμάτων και στη συνέχεια τα αποτελέσματα της μελέτης αυτών των κυκλωμάτων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

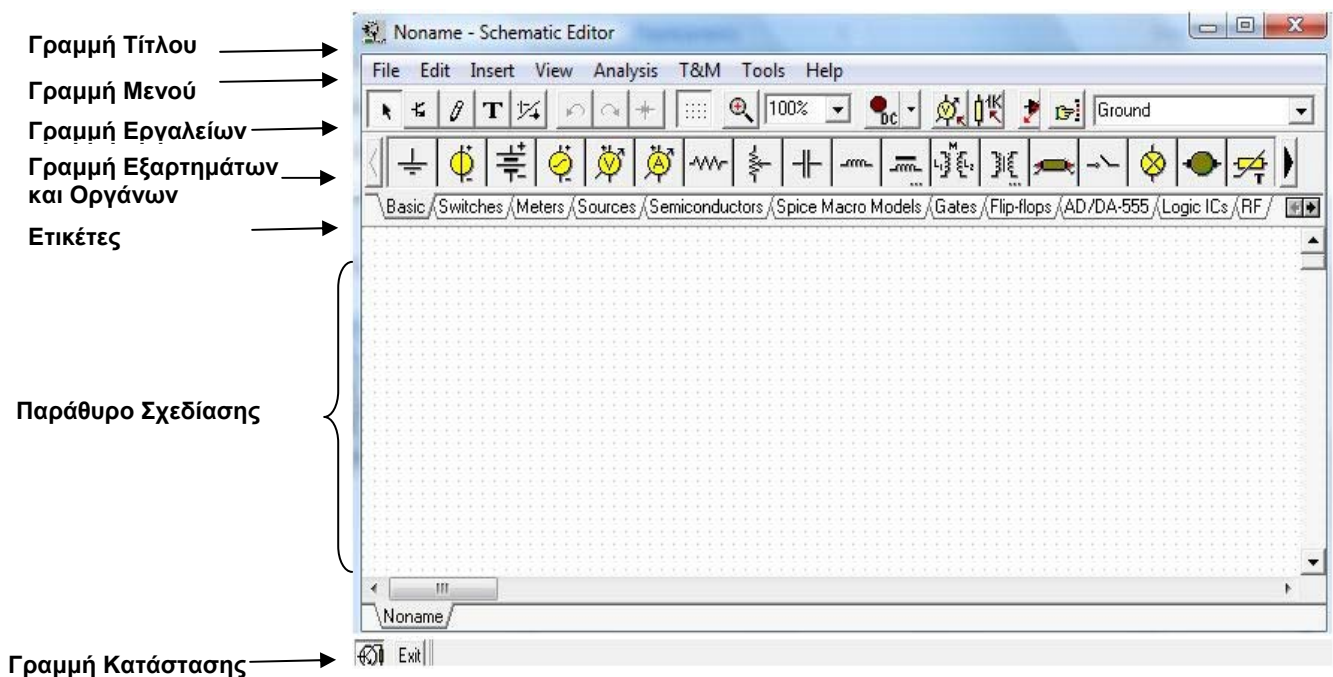
## ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ Tina Pro

### 1.1 Tina Pro: ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ – ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Το TINA PRO είναι λογισμικό προσομοίωσης που μας επιτρέπει το σχεδιασμό, την επαλήθευση της λειτουργίας και την ανάλυση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Το TINA μπορεί να αντικαταστήσει τους πίνακες συνδεσμολογιών του εργαστηρίου προσφέροντας ποικιλία ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και ηλεκτρονικών στοιχείων για το σχεδιασμό αναλογικών, ψηφιακών και μικτών ηλεκτρονικών διατάξεων. Η βιβλιοθήκη του περιλαμβάνει πλήθος παθητικών και ενεργητικών εξαρτημάτων και δίνει τη δυνατότητα κατασκευής προσωπικών τροποποιημένων ή πρωτότυπων κυκλωμάτων. Επίσης επιτρέπει την επαλήθευση της λειτουργίας του σχεδιασμένου κυκλώματος σε πραγματικό χρόνο και δίνει τη δυνατότητα ανίχνευσης σφαλμάτων και ενεργοποίησης βλαβών.

Η σειρά οργάνων και εργαλείων του TINA επιτρέπει την ανάλυση των κυκλωμάτων και τη μελέτη της λειτουργίας τους σε διαφορετικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων μπορούν να αποδοθούν σε αντίστοιχα διαγράμματα και να απεικονιστούν σε εικονικά όργανα.

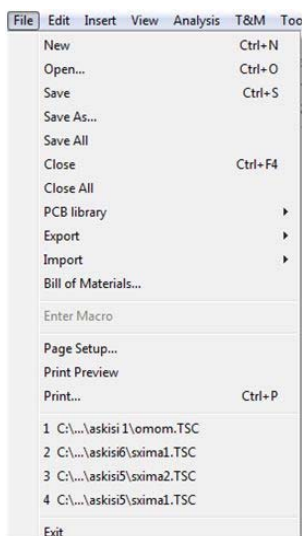
### 1.2 Το περιβάλλον εργασίας του TINA PRO



1.2.1 Η **Γραμμή Τίτλου** παρουσιάζει την ονομασία του κυκλώματός μας.

1.2.2 Η **Γραμμή Μενού** περιλαμβάνει τις παρακάτω εντολές

- **File/ Αρχείο:** Στο μενού αυτό περιέχονται οι εντολές για τη διαχείριση αρχείων.



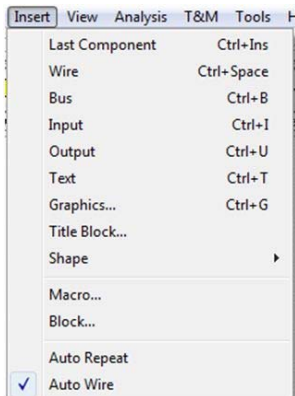
- **New (Δημιουργία)**| ανοίγουμε νέα σελίδα σχεδίασης στο Σχηματικό Επεξεργαστή.
- **Open (Άνοιγμα)/ Close (Κλείσιμο)**| ανοίγουμε ή κλείνουμε μία υπάρχουσα σελίδα σχεδίασης.
- **Save (Αποθήκευση)**| αποθηκεύουμε μία υπάρχουσα ή νέα σελίδα σχεδίασης.
- **Save As (Αποθήκευση Ως)**| δημιουργούμε ένα αντίγραφο ή μια νέα έκδοση της σχεδίασής μας.
- **Export (Εξαγωγή)**| εξάγουμε το αρχείο του κυκλώματός μας σε διαφορετικές μορφές.
- **Import (Εισαγωγή)**| εισάγουμε αρχεία κυκλωμάτων σε διαφορετικές μορφές.
- **Bill of Materials (Κατάλογος Υλικών)**| εισάγουμε αντίστοιχο κατάλογο υλικών από ένα κύκλωμα.
- **Enter Macro (Άνοιγμα και Κλείσιμο Μακροεντολής)**| ελέγχουμε το άνοιγμα και κλείσιμο μακροεντολών.
- **Page Setup (Διαμόρφωση Σελίδας)/ Print Preview (Προεπισκόπηση)/ Print (Εκτύπωση)**| μας επιτρέπει να διαμορφώσουμε τη σελίδα σχεδίασης και να την εκτυπώσουμε.

- **Edit/ Επεξεργασία:** Στο μενού αυτό περιέχονται οι εντολές για την επεξεργασία κυκλωμάτων.

- Undo (Αναίρεση)/ Redo (Επανάληψη)/ Cut (Αποκοπή), Copy (Αντιγραφή)/ Paste (Επικόλληση)/ Delete (Απαλοιφή)/ Select All (Επιλογή Όλων)
- Rotate Left (Περιστροφή Αριστερά)/ Rotate Right (Περιστροφή Δεξιά)/ Mirror (Κατοπτρισμός) τοποθετούμε κατάλληλα τα εξαρτήματα στη σελίδα σχεδίασης
- Properties (Ιδιότητες) προβάλλονται οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του επιλεγμένου εξαρτήματος.
- Symbol (Σύμβολο) εισάγουμε ή δημιουργούμε ένα σύμβολο.
- Sharing (Διανομή) δημιουργούμε διαφορετικές εκδόσεις ή κλειδώνουμε ένα κύκλωμα.
- Arrange (Διάταξη) ορίζουμε τη διάταξη στη σελίδα σχεδίασης.
- Hide/Reconnect(Απόκρυψη / Επανασύνδεση) αφορά στην σύνδεση ή αποσύνδεση δύο αγωγών που δημιουργούν κόμβο.

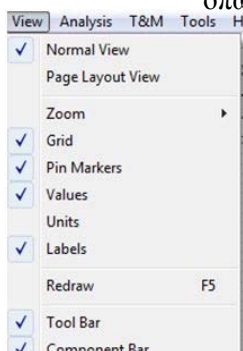


- **Insert/ Εισαγωγή:** Στο μενού αυτό περιέχονται οι εντολές για την εισαγωγή αντικειμένων στη σελίδα σχεδίασης.



- Last Component (Τελευταίο Εξάρτημα) εισάγουμε το εξάρτημα που χρησιμοποιήθηκε τελευταία.
- Wire (Αγωγός)/ Bus (Διάυλος)/ Input (Είσοδος)/ Output (Εξοδος)/ Text (Κείμενο)/ Graphics (Γραφικά)/ Macro (Μακροεντολή)/ Block εισάγουμε τα αντίστοιχα εξαρτήματα/ εντολές.
- Auto Repeat (Αυτόματη Επανάληψη) επαναλαμβάνουμε την εισαγωγή εξαρτήματος στη σελίδα σχεδίασης.
- Auto Wire (Αυτόματος Αγωγός) μετακινούμε εξάρτημα που έχει σύνδεση αγωγού χωρίς να επανασχεδιάσουμε τον αγωγό.

- **View/ Προβολή:** Στο μενού αυτό περιέχονται οι εντολές για τον τρόπο Normal View (Κανονική Προβολή) προβάλλουμε το Σχηματικό Επεξεργαστή όπως στο αρχικό σχήμα.

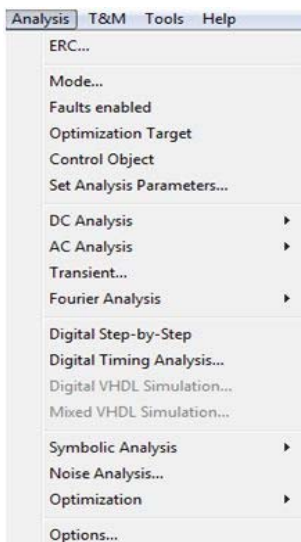


- Page Layout View (Προβολή Διάταξης Σελίδας) προβάλλουμε το Σχηματικό Επεξεργαστή σε μορφή σελίδας.



- Zoom (Μεγέθυνση)| επιλέγουμε από το υπομενού τον τρόπο μεγέθυνσης του κυκλώματος.
- Grid (Πλέγμα)/ Pin Markers (Δείκτες Pin)/ Values (Τιμές)/ Labels (Ετικέτες)/ Tool Bar (Γραμμή Εργαλείων)/ Component Bar (Γραμμή Εξαρτημάτων)| προβάλλουμε ή αποκρύπτουμε το περιεχόμενό τους.
- Redraw (Επανασχεδίαση)| καθαρίζουμε και επανασχεδιάζουμε το κύκλωμα.
- Live 3D Breadboard (Τρισδιάστατος Πίνακας Συνδεσμολογίας)| προβάλλουμε το Σχηματικό Επεξεργαστή σε μορφή πίνακα συνδεσμολογίας.
- 3D View (Τρισδιάστατη Προβολή)| προβάλλουμε τρισδιάστατα το κύκλωμά μας.
- Options (Επιλογές)| επιλέγουμε τις ιδιότητες των προβολών.

- **Analysis/ Ανάλυση:** Στο μενού αυτό περιέχονται οι εντολές για τη διαμόρφωση και την επιλογή της ανάλυσης.



- ERC (ΕHK)| ελέγχουμε αν έχουμε πραγματοποιήσει κανονικές συνδέσεις σε ένα κύκλωμα.
- Mode (Τρόπος)| επιλέγουμε τον τρόπο της ανάλυσης.
- Faults Enabled (Ενεργοποίηση Βλαβών)| ενεργοποιούμε βλάβες.
- DC Analysis (Ανάλυση DC)/ AC Analysis (Ανάλυση AC)/ Transient (Μεταβατική Ανάλυση)/ Fourier Analysis Ανάλυση Fourier/ Digital Step-by-Step (Ψηφιακή Ανάλυση Βήμα προς Βήμα)/ Digital Timing Analysis (Ψηφιακή Χρονική Ανάλυση)/ Symbolic Analysis (Συμβολική Ανάλυση)/ Noise Analysis (Ανάλυση Θορύβου)| επιλέγουμε το είδος της ανάλυσης.
- Options (Επιλογές)| επιλέγουμε τις ιδιότητες των αναλύσεων.

- **T&M/ E&M (Εργαλεία & Μετρήσεις):** Στο μενού αυτό περιέχονται τα εικονικά όργανα και οι εντολές για τη διεξαγωγή μετρήσεων.

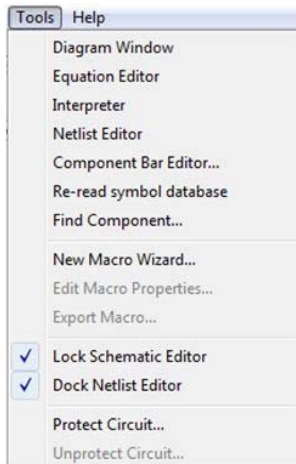


- Function Generator (Παλμογεννήτρια)/ Multimeter (Πολύμετρο)/ XY Recorder (Καταγραφέας XY)/ Oscilloscope (Παλμογράφος)/ Signal Analyzer (Αναλυτής Σήματος)/ Spectrum Analyzer (Αναλυτής Φάσματος)/ Network Analyzer (Αναλυτής Δικτύων)/ Logic

Analyzer (Λογικός Αναλυτής)/ Digital Signal Generator (Ψηφιακή Γεννήτρια Σήματος)| επιλέγουμε όργανα μετρήσεων.

➤ Options (Επιλογές)| επιλέγουμε τις ιδιότητες των μετρήσεων.

- **Tools/ Εργαλεία:** Στο μενού αυτό περιέχονται οι εντολές για την επεξεργασία αποτελεσμάτων, κυματομορφών κτλ.



➤ Diagram Window (Παράθυρο Διαγραμμάτων)| προβάλλουμε και επεξεργαζόμαστε τις κυματομορφές των αναλύσεών μας.

➤ Equation Editor (Επεξεργαστής Εξισώσεων)| προβάλλουμε τα αποτελέσματα της συμβολικής ανάλυσης και δημιουργούμε μαθηματικές εξισώσεις.

➤ Component Bar Editor (Επεξεργαστής Γραμμής Εξαρτημάτων)| δημιουργούμε μια νέα γραμμή εξαρτημάτων με εξαρτήματα της επιλογής μας.

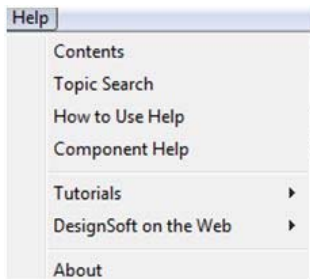
➤ New Macro Wizard (Οδηγός Νέας Μακροεντολής)| δημιουργούμε ένα σύμβολο για τη μακροεντολή μας.

➤ Edit Macro Properties (Επεξεργασία Μακροεντολής)| επεξεργαζόμαστε τη μακροεντολή μας.

➤ Export Macro (Εξαγωγή Μακροεντολής)| αποθηκεύουμε τη μακροεντολή μας.

➤ Lock Schematic Editor (Κλείδωμα του Σχηματικού Επεξεργαστή)| κλειδώνουμε ή ξεκλειδώνουμε το σχηματικό επεξεργαστή ώστε να παρουσιάζει ή να αποκρύπτει τα διάφορα εικονικά όργανα ή παράθυρα.

- **Help/ Βοήθεια:** Από το μενού αυτό παρέχεται η Αναζήτηση Βοήθειας.



➤ Contents (Περιεχόμενα)| ανοίγουμε το αντίστοιχο παράθυρο.

➤ Component Help (Βοήθεια Εξαρτημάτων)| προβάλλουμε το html περιβάλλον των πληροφοριών σχετικά με τα εξαρτήματα.

➤ Check for Updates (Ενημερώσεις)| ελέγχουμε για ενημερώσεις στο διαδίκτυο.

➤ Check for Updates (Ενημερώσεις)| ελέγχουμε για ενημερώσεις στο διαδίκτυο.

➤ Authorization (Εξουσιοδότηση)| εξασφαλίζουμε την άδεια για τη χρήση του Tina.

➤ About (Πληροφορίες)| εμφανίζουμε την έκδοση του προγράμματος.

- **Μενού Συντόμευσης:** Πατώντας το δεξί πλήκτρο του ποντικιού πάνω στο χώρο σχεδίασης προβάλλεται το μενού συντόμευσης. Αυτό περιέχει συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές από διάφορα μενού

**1.2.3 Γραμμή Εργαλείων** περιέχει εικονίδια εντολών που χρησιμοποιούνται συχνά π.χ. για το σχεδιασμό αγωγών, εισαγωγή κειμένου, αποθήκευση αρχείου κ.τ.λ.

**1.2.4 Γραμμή Εξαρτημάτων και Οργάνων** περιέχει όργανα μέτρησης και ομαδοποιημένα εξαρτήματα

**1.2.5 Ετικέτες** περιέχουν ομάδες εξαρτημάτων που εμφανίζονται στην γραμμή εξαρτημάτων μετά το πάτημά τους. Στα Βασικά υπάρχουν εξαρτήματα όπως η αντίσταση και ο πυκνωτής. Στους ημιαγωγούς υπάρχουν δίοδοι, τρανζίστορ κ.τ.λ

**1.2.6 Παράθυρο Σχεδίασης** αποτελεί το φύλλο σχεδίασής μας.

**1.2.7 Γραμμή Κατάστασης** παρουσιάζει την τρέχουσα κατάσταση του ενεργού παραθύρου. Το πάτημα του πλήκτρου που βρίσκεται αριστερά κλειδώνει ή ξεκλειδώνει το σχηματικό επεξεργαστή ώστε να παρουσιάζει ή να αποκρύπτει τα διάφορα εικονικά όργανα ή παράθυρα.

## **1.3 Οι σημαντικότερες δυνατότητες του TINA PRO**

### **1.3.1 Αναλύσεις κυκλωμάτων**

- **Ανάλυση DC**  
Η ανάλυση κυκλωμάτων συνεχούς ρεύματος περιλαμβάνει: α) τον υπολογισμό των κομβικών τάσεων, β) την παρουσίαση πίνακα αποτελεσμάτων που αποτελείται από τα ρεύματα και τις τάσεις των κόμβων του κυκλώματος, γ) την εμφάνιση των χαρακτηριστικών μεταφοράς DC.

- **Ανάλυση AC**  
 Η ανάλυση κυκλωμάτων εναλλασσόμενου ρεύματος περιλαμβάνει: α) τον υπολογισμό των κομβικών τάσεων, β) την παρουσίαση πίνακα αποτελεσμάτων που αποτελείται από τα ρεύματα και τις τάσεις των κόμβων του κυκλώματος γ) την εμφάνιση των χαρακτηριστικών μεταφοράς AC
- **Μεταβατική ανάλυση**  
 Με τη μεταβατική ανάλυση μελετώνται μεταβατικά φαινόμενα (π.χ. τάση AC) ως προς το χρόνο και το αποτέλεσμα της μεταβατικής ανάλυσης εμφανίζεται στο παράθυρο διαγραμμάτων. Υπάρχει η δυνατότητα Μεταβατικής/Πολλαπλής ανάλυσης μέσω της λειτουργίας «Έλεγχος Αντικειμένου».
- **Συμβολική ανάλυση (Υπολογισμός εξισώσεων)**  
 Με τη συμβολική ανάλυση προβάλλονται οι εξισώσεις του κυκλώματος και τα αριθμητικά τους αποτελέσματα.
- **Ψηφιακή ανάλυση**  
 Τα ψηφιακά κυκλώματα μελετώνται μέσω της ψηφιακής χρονικής ανάλυσης, υπάρχει δε και η δυνατότητα Ψηφιακής Βήμα προς Βήμα Ανάλυσης. Αν τα ψηφιακά κυκλώματα περιέχουν και παθητικά στοιχεία, τότε πραγματοποιείται Μεταβατική Ανάλυση.
- **Ενεργητικός τρόπος ανάλυσης**  
 Το πρόγραμμα παρέχει τη δυνατότητα της άμεσης απεικόνισης των αποτελεσμάτων των αναλύσεων DC, AC, Μεταβατικής, Μεταβατικής Μιας Ανάλυσης και Ψηφιακής μέσω της επιλογής «Ενεργητικός Τρόπος» που υπάρχει στα εικονίδια της γραμμής Εργαλείων.

### 1.3.2 Ενεργοποίηση βλαβών

Το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα προσομοίωσης βλάβης εξαρτήματος (π.χ. βραχυκυκλωμένη αντίσταση). Η ενεργοποίηση της βλάβης γίνεται με την επιλογή «Ενεργοποίηση βλαβών».

### 1.3.3 Χρήση Εικονικών Οργάνων

Στο μενού T&M υπάρχουν εικονικά όργανα με τα οποία μπορούν να μετρηθούν ηλεκτρικά μεγέθη ή/και να τροφοδοτηθούν τα κυκλώματα. Τα όργανα αυτά είναι: Παλμογράφος, Πολύμετρο, Παλμογεννήτρια, Αναλυτής σήματος, κ.ά.

### 1.3.4 Διερμηνέας

Είναι ένα εργαλείο το οποίο μπορεί να επιλύσει εξισώσεις, παραγώγους και ολοκληρώματα να σχεδιάσει αποτελέσματα, να εκτελέσει πράξεις.

### 1.3.5 ΕΗΚ (Έλεγχος Ηλεκτρικών Κανόνων)

Το λογισμικό εκτελεί έλεγχο ηλεκτρικών κανόνων τους οποίους ο χρήστης μπορεί να μεταβάλλει.

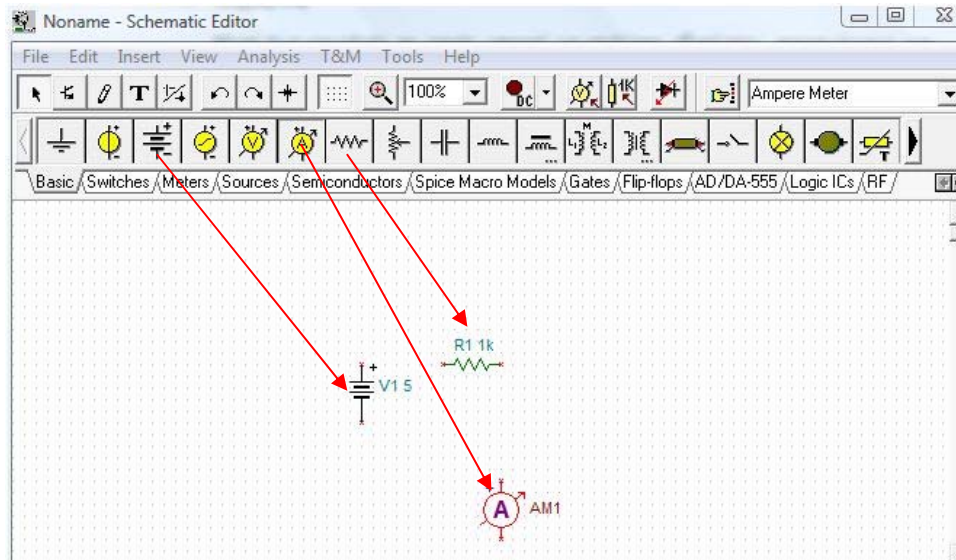
## 1.4 Δημιουργώντας ένα κύκλωμα με το Tina Pro

Για τη δημιουργία ενός κυκλώματος στο Tina Pro ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- Επιλογή και εντοπισμός εξαρτημάτων και οργάνων από τη γραμμή εξαρτημάτων και οργάνων

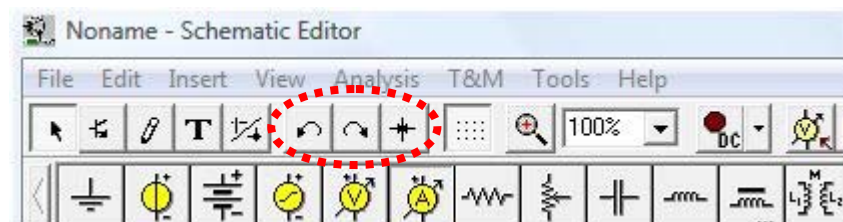


- **Τοποθέτηση εξαρτημάτων/οργάνων στο χώρο εργασίας.** Τα εξαρτήματα/όργανα επιλέγονται και τοποθετούνται στο χώρο του σχεδιαστικού επεξεργαστή



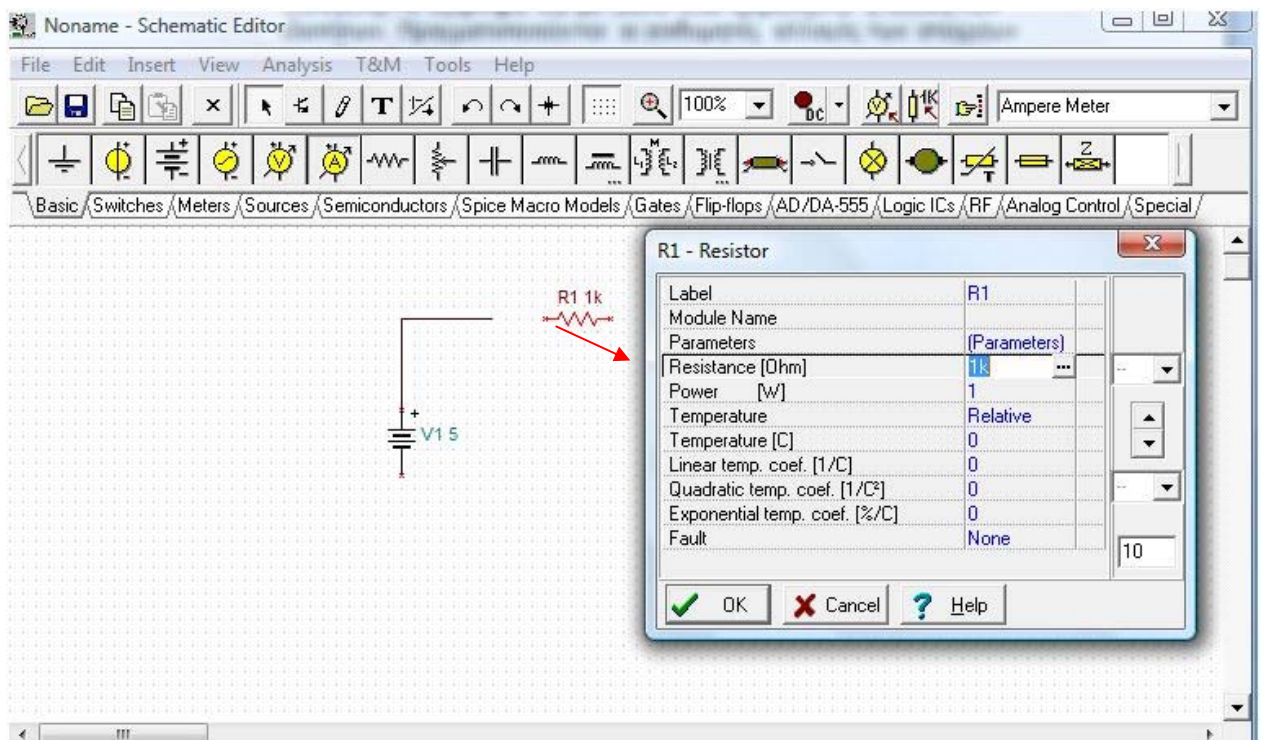
- **Περιστροφή εξαρτημάτων / οργάνων.**

Η περιστροφή των εξαρτημάτων και των οργάνων γίνεται μέσω των εντολών «Περιστροφή δεξιά», «Περιστροφή αριστερά», «Κατοπτρισμός»



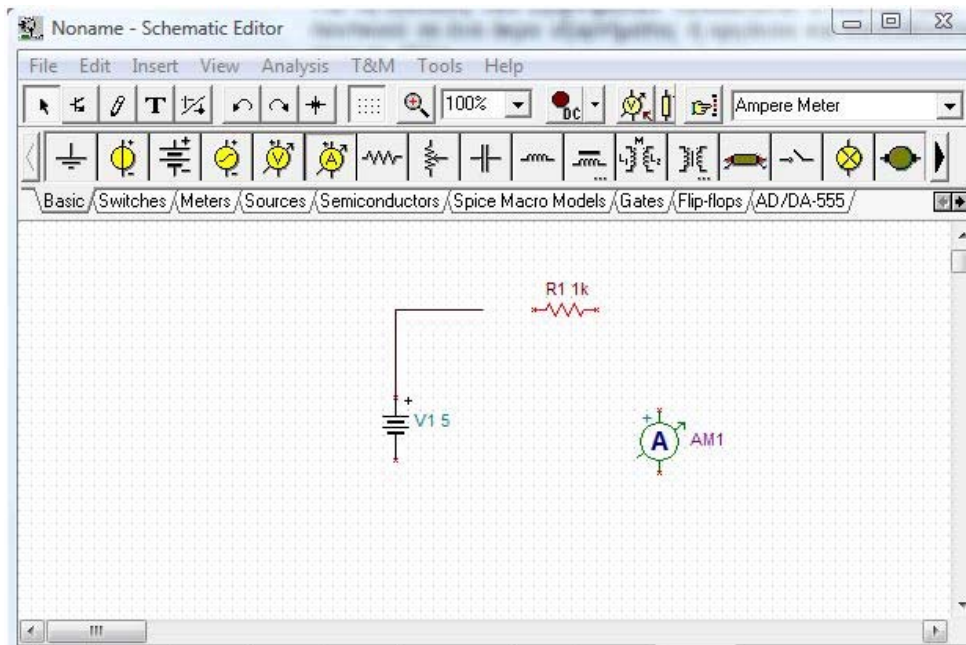
- **Αλλαγή τιμής εξαρτήματος**

Για την αλλαγή ιδιοτήτων του εξαρτήματος, επιλέγεται το εξάρτημα και με διπλό κλικ εμφανίζεται η οθόνη των ιδιοτήτων. Πραγματοποιούνται οι επιθυμητές αλλαγές των στοιχείων του εξαρτήματος




- **Χρήση του αγωγού σύνδεσης.**

Για τη σύνδεση των εξαρτημάτων τοποθετείται ο δείκτης του ποντικιού σε ένα άκρο εξαρτήματος ή οργάνου και κατευθύνεται προς το άλλο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



- **Αποτελέσματα**

Για να δείτε τα αποτελέσματα θα πατάτε το κουμπί DC  ή θα πάτε στο μενού Analysis και ανάλογα με το ποια ανάλυση θέλετε θα επιλέξετε την αντίστοιχη π.χ. αν θέλετε DC ανάλυση θα επιλέξετε DC Analysis ->Table of DC Results.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

#### 2.1 Εισαγωγή στις εργαστηριακές ασκήσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Οι εργαστηριακές ασκήσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων είναι συνολικά 10 . Σκοπός τους είναι να προσομοιώσουν τα κυκλώματα των εργαστηρίων προκριμένου οι σπουδαστές να τα κατανοήσουν καλύτερα και επίσης να επαληθεύσουν τις τιμές που βρήκαν στο εργαστήριο.

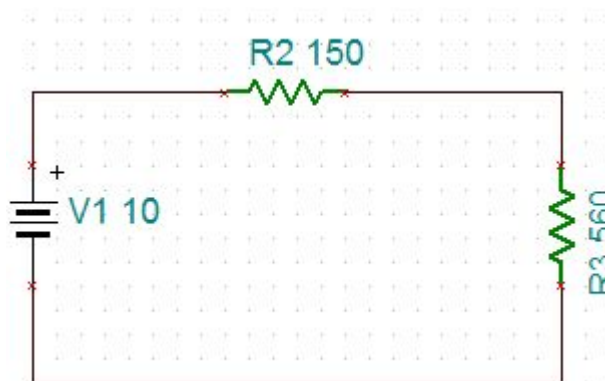
#### ΑΣΚΗΣΗ 1

#### 2.2 Το πολύμετρο (Μέτρηση τάσεων αντιστάσεων και ρευμάτων).

Το πολύμετρο είναι ένα ηλεκτρονικό όργανο μέτρησης που χρησιμοποιείται ευρέως για τη μέτρηση χαρακτηριστικών μεγεθών ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Με το πολύμετρο μπορούμε να μετρήσουμε συνεχή και εναλλασσόμενη τάση αλλά και συνεχή και εναλλασσόμενη ένταση ρεύματος. Είναι δυνατόν επίσης να μετρήσουμε απευθείας την τιμή μιας αντίστασης.

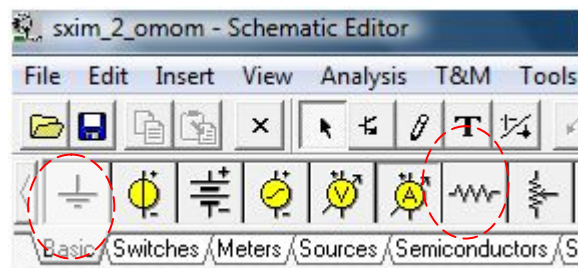
#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 1-1.

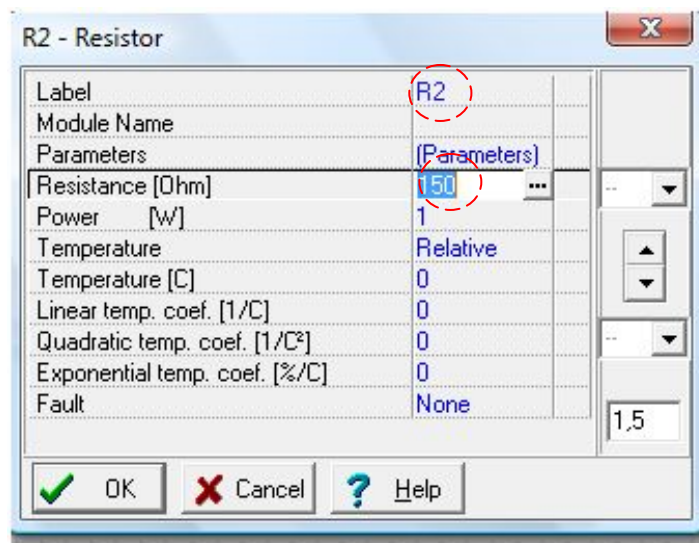


Παρακάτω δίνονται τα **Σχήμα 1\_1**  
βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος.

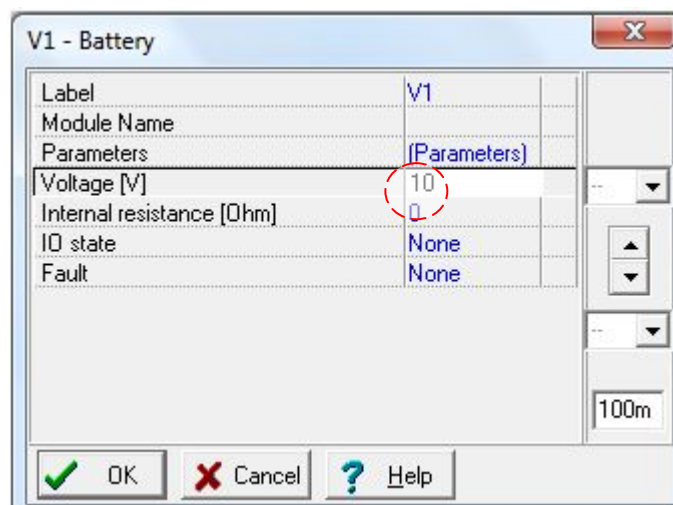
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **resistor** (αντίσταση) κάνοντας κλικ πάνω του



και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας κάνοντας πάλι ένα κλικ , αφού υπάρχει πλέον στον χώρο εργασίας η αντίσταση πρέπει να αλλάξετε την τιμή της και να βάλετε την τιμή που ζητά η άσκηση, κάνοντας διπλό κλικ πάνω της εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα όπου στο πεδίο Resistance βάζετε την τιμή 150 ohm και στο πεδίο Label μπορείτε να αλλάξετε το όνομα της σε R2.



- Κάνετε το ίδιο ακριβώς για την δεύτερη αντίσταση όπου η τιμή της πρέπει να είναι 560 ohm.
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας για να αλλάξετε την τιμή κάντε διπλό κλικ πάνω του και στο πεδίο voltage βάλτε την τιμή 10V.



- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους για να φτιάξετε το κύκλωμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

**Πίνακας 1.1**

R2(ohm)	R3(ohm)	R ολ(ohm)	VR2(V)	VR3(V)	I(ma)
150	560	710	2.11	7.89	14.8

Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές.

- Τα R2 και R3 μας δίνονται από την άσκηση.
- Για τις τιμές των  $V_{R2}$   $V_{R3}$   $I$ (mA) πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα

Component	Value
I_R2[0,2]	14,08mA
I_R3[2,1]	14,08mA
V_R2[0,2]	2,11V
V_R3[2,1]	7,89V
V_V1[0,1]	10V
VP_1	-10V
VP_2	-2,11V

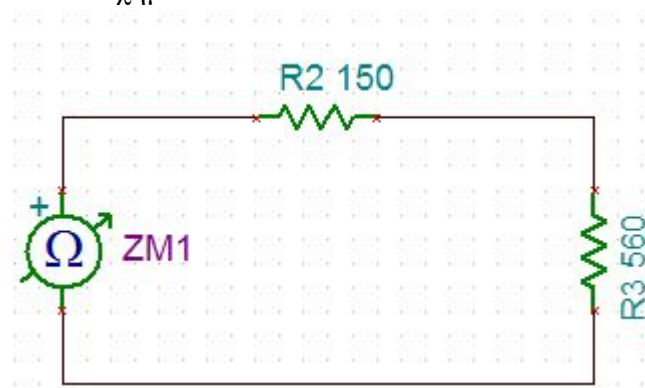
Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

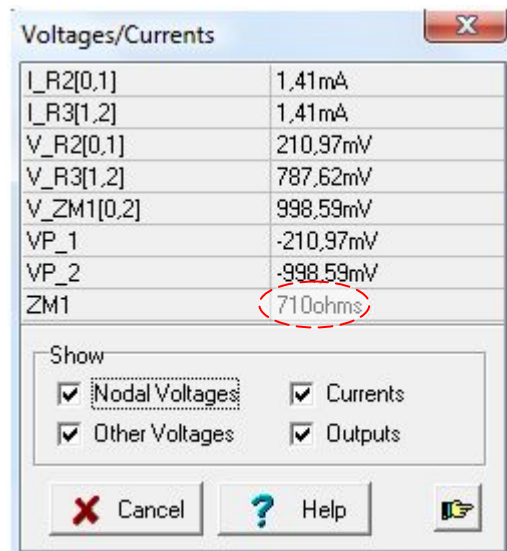
Cancel    Help

- Για να βρείτε το Roλ στη θέση της πηγής τοποθετήστε ένα ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα.



- Για να πάρετε το ωμόμετρο επιλέγετε από την βιβλιοθήκη Meters το ohmmeter και το βάζετε στο κύκλωμα στη θέση της πηγής τάσης στη συνέχεια από το μενού Analysis επιλέγετε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζεται η τιμή του ωμομέτρου στην παρακάτω καρτέλα



Variable	Value
I_R2[0,1]	1,41mA
I_R3[1,2]	1,41mA
V_R2[0,1]	210,97mV
V_R3[1,2]	787,62mV
V_ZM1[0,2]	998,59mV
VP_1	-210,97mV
VP_2	-998,59mV
ZM1	710ohms

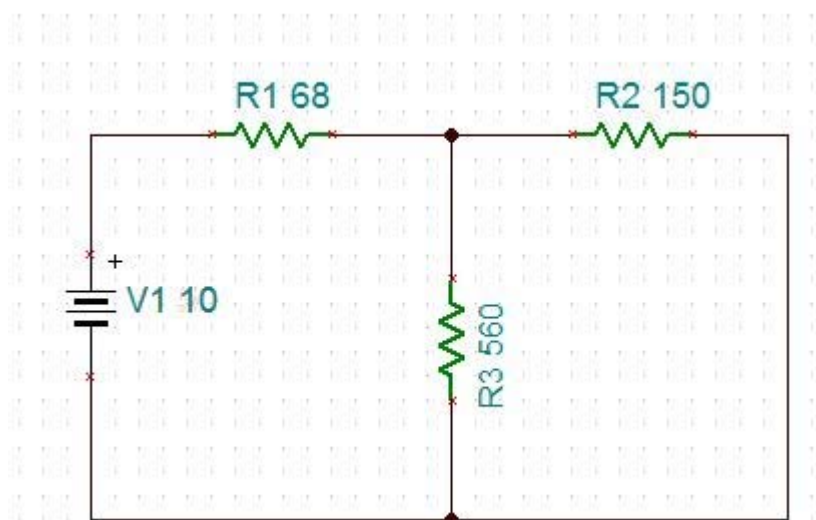
Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help    [Cursor Icon]

2) Σχεδιάστε το παρακάτω σχήμα στο TINA PRO.



## Σχήμα 1.2

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος

- Από την βιβλιοθήκη basic επιλέξτε 3 resistor (αντίσταση) κάνοντας κλικ πάνω του και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας και βάλτε τις αντίστοιχες τιμές.
- Από την βιβλιοθήκη basic επιλέξτε ένα battery και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας και βάλτε τάση 10V.
- Τέλος συνδέστε τα μεταξύ τους για φτιάξετε το κύκλωμα.

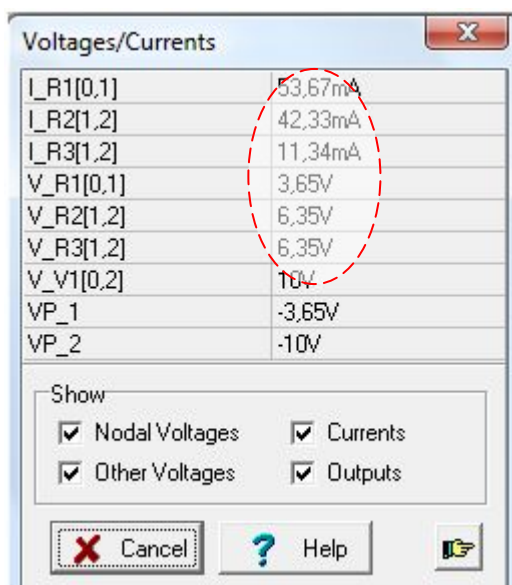
Αφού φτιάξετε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

### Πίνακας 1.2

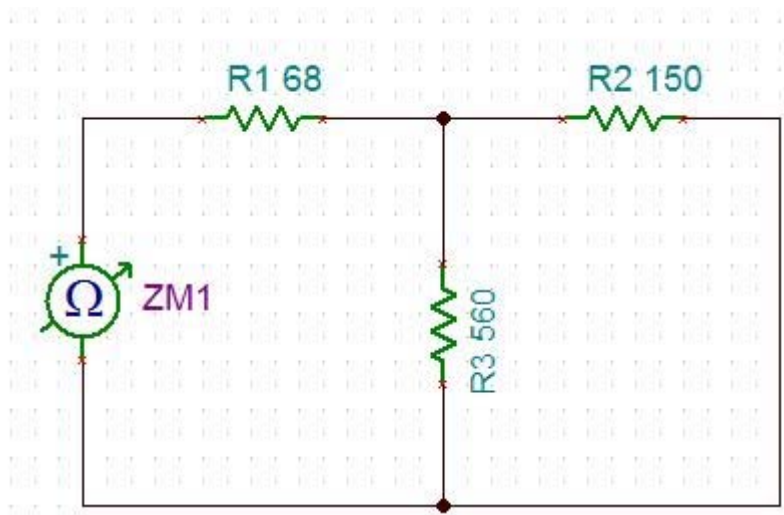
R1(ohm)	R2(ohm)	R3(ohm)	Roλ(ohm)	VR1(V)	VR2(V)	VR3(V)	IR1(mA)	IR2(mA)	IR3(mA)
68	150	560	186.31	3.65	6.35	6.35	53.67	42.33	11.34

Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές.

- Για να πάρετε τις τιμές των VR1 VR2 VR3 IR1 IR2 IR3 πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results.  
Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα.



- Για να πάρετε την τιμή  $R_{ol}$  στη θέση της πηγής τοποθετήστε το ωμόμετρο.



- Στη συνέχεια από το μενού Analysis επιλέγουμε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζεται η τιμή του ωμομέτρου στην παρακάτω καρτέλα.

I_R1[0,1]	5,34mA
I_R2[1,2]	4,21mA
I_R3[1,2]	1,13mA
V_R1[0,1]	363,03mV
V_R2[1,2]	631,63mV
V_R3[1,2]	631,63mV
V_ZM1[0,2]	994,66mV
VP_1	-363,03mV
VP_2	-994,66mV
ZM1	186,31ohms

Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

## ΑΣΚΗΣΗ 2

### 2.3 ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ

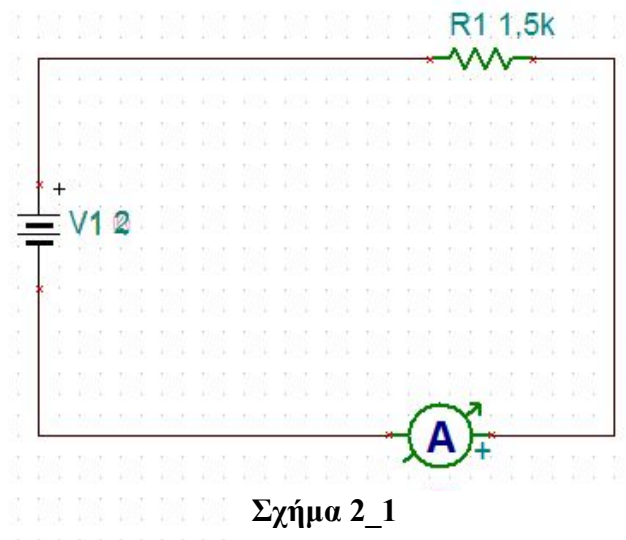
Έστω ένας αντιστάτης αντίστασης  $R$ , στον οποίον εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού  $V$  και ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα  $I$ . Η ένταση του ρεύματος  $I$  είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού με συντελεστή αναλογίας  $1/R$ . Στη μαθηματική γλώσσα αυτή η σχέση γράφεται:

$$I = \frac{V}{R}$$

- Άλλες μορφές της έκφρασης είναι  $V = IR$

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το παρακάτω κύκλωμα του σχήματος 2-1.

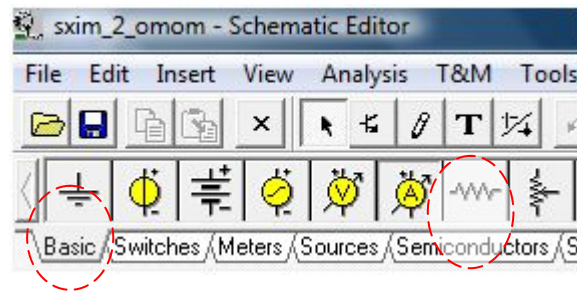


Σχήμα 2\_1

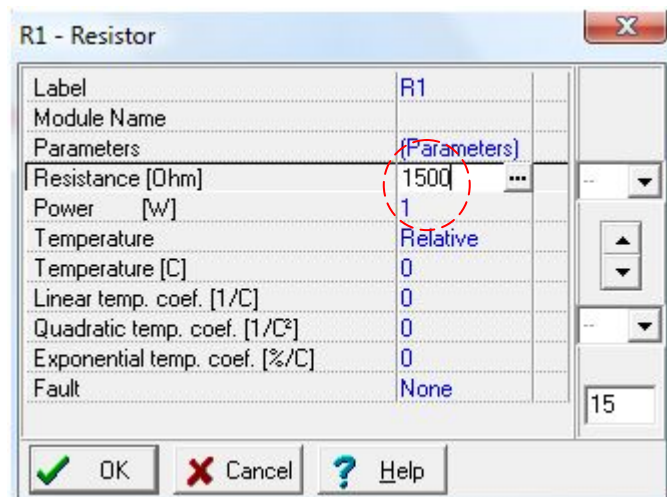
Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος.



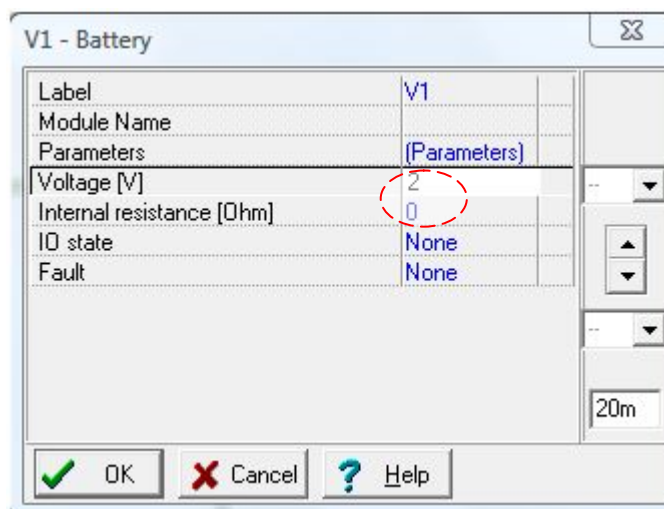
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **resistor** (αντίσταση) κάνοντας κλικ πάνω του



και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας κάνοντας διπλό κλικ πάνω της εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα όπου στο πεδίο Resistance βάζετε την τιμή 1500 ohm.



- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας για να αλλάξετε την τιμή κάντε διπλό κλικ πάνω του και στο πεδίο voltage βάλτε την αρχική τιμή 2 V στη συνέχεια θα αλλάζει.



- Για να πάρετε το αμπερόμετρο επιλέγετε από την βιβλιοθήκη Meters το Ampere meter.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

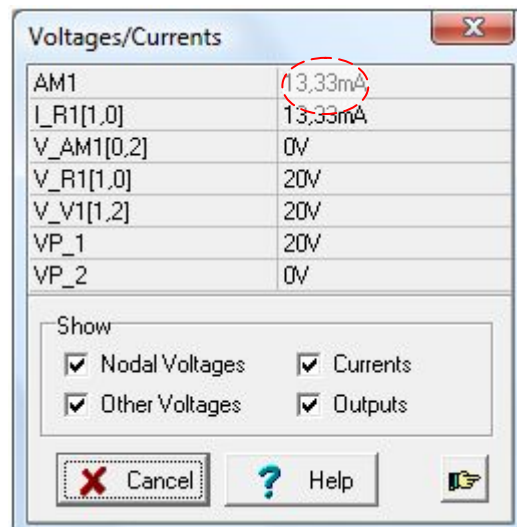
**Πίνακας 2.1**

V(volt)	I(ma)
2	1.33
4	2.67
6	4
8	5.33
10	6.67
12	8
14	9.33
16	10.67
18	12
20	13.33

Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές.

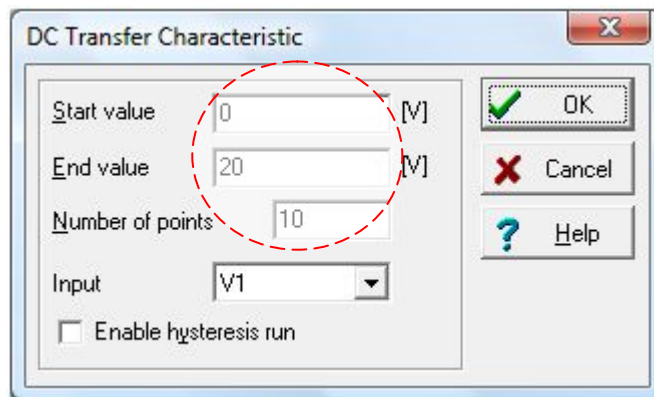
- Θα αλλάζετε την τιμή της πηγής τάσης κάνοντας διπλό κλικ πάνω της και θα βλέπετε την τιμή του αμπερομέτρου.
- Για να  $I(\text{mA})$  βλέπετε την τιμή του αμπερομέτρου κάθε φορά που θα αλλάζετε την τιμή της πηγής τάσης θα πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results.

Η τιμή του αμπερομέτρου θα εμφανίζεται στην παρακάτω καρτέλα:

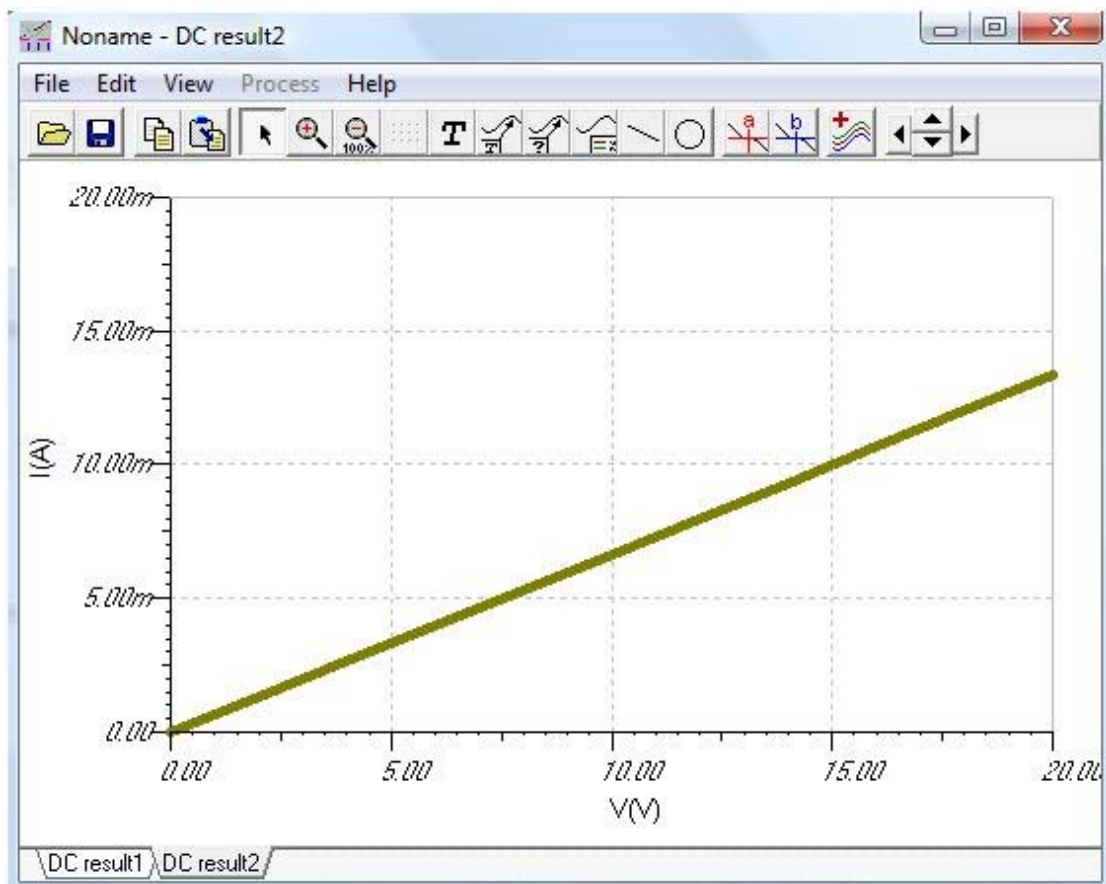


Αφού βρείτε τις τιμές κάντε την γραφική παράσταση των τάσεων ρευμάτων  $I=V$ .

- Από το μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → DC Transfer Characteristic θα εμφανιστεί η παρακάτω καρτέλα:

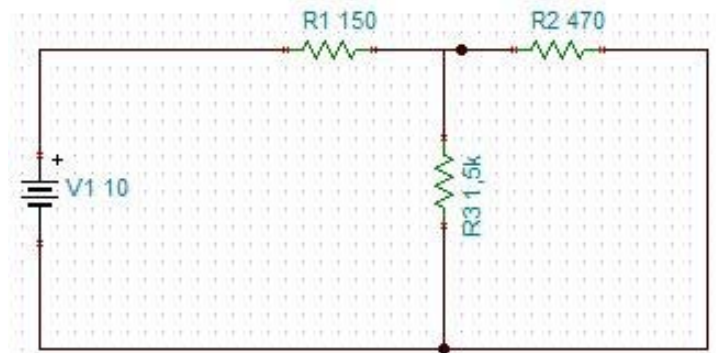


- Θα επιλέξετε την τάση πηγής από την λίστα Input θα βάλετε start value 0 End value 20 και number of points 10 και θα πατήσετε το OK.
- Θα εμφανιστεί η παρακάτω γραφική παράσταση:



## 2) ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 2-2.



Σχήμα 2-2

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος.

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 3 **resistor** και θέστε τις τιμές  $R1=150\text{ohm}$   $R2=470\text{ohm}$   $R3=1500\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **battery** θέστε την τιμή του στα 10 V
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

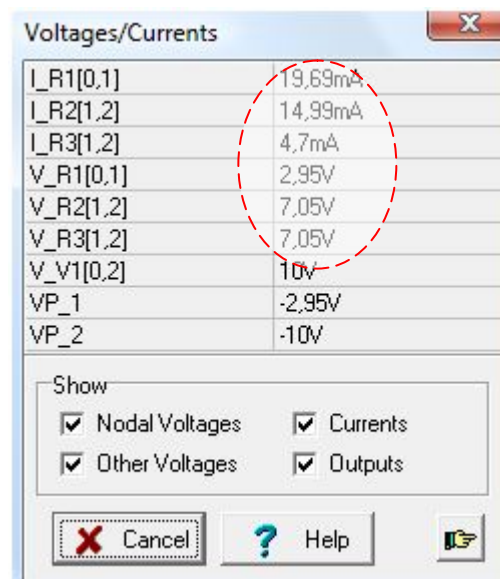
Πίνακας 2.2

R1	R2	R3	Rολ	I1	I2	I3	VR1	VR2	VR3
150	470	1500	507,87	19,69	14,99	4,7	2,95	7,05	7,05

Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:



Component	Value
I_R1[0,1]	19,69mA
I_R2[1,2]	14,99mA
I_R3[1,2]	4,7mA
V_R1[0,1]	2,95V
V_R2[1,2]	7,05V
V_R3[1,2]	7,05V
V_V1[0,2]	10V
VP_1	-2,95V
VP_2	-10V

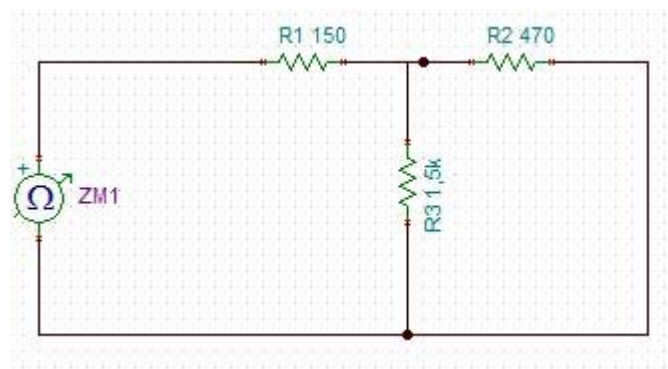
Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

Για να βρείτε το Rολ στη θέση της πηγής τοποθετήστε ένα ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



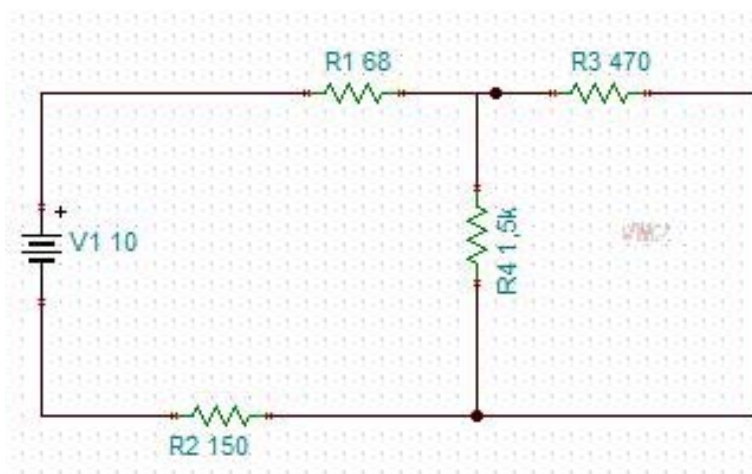
- Για να πάρετε το ωμόμετρο επιλέγετε από την βιβλιοθήκη Meters το ohmmeter και το βάζετε στο κύκλωμα στη θέση της πηγής τάσης στη συνέχεια από το μενού Analysis επιλέγετε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζεται η τιμή του ωμομέτρου στην παρακάτω καρτέλα:

Parameter	Value
I_R1[0,1]	1,97mA
I_R2[1,2]	1,5mA
I_R3[1,2]	468,84μA
V_R1[0,1]	294,77mV
V_R2[1,2]	703,26mV
V_R3[1,2]	703,26mV
V_ZM1[0,2]	998,03mV
VP_1	294,77mV
VP_2	-998,03mV
ZM1	507,87ohms

Buttons: Show,  Nodal Voltages,  Other Voltages,  Currents,  Outputs, Cancel, Help, OK

- 3) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 2-3.



Σχήμα 2-3

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 4 **resistor** και θέστε τις τιμές  $R1=68\text{ohm}$   
 $R2=150\text{ohm}$   $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **battery** θέστε την τιμή του στα 10V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 2.3**

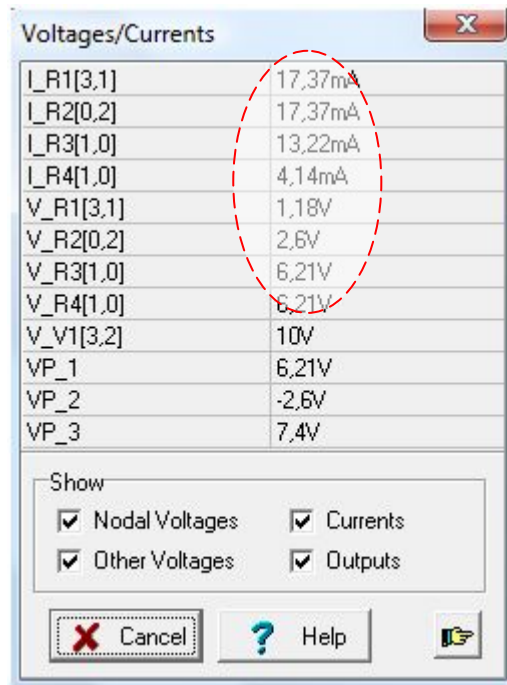
<b>R1(Ohm)</b>	68	<b>I1(mA)</b>	17.37	<b>V1(V)</b>	1.18
<b>R2(Ohm)</b>	150	<b>I2(mA)</b>	17.37	<b>V2(V)</b>	2.6
<b>R3(Ohm)</b>	470	<b>I3(mA)</b>	13.22	<b>V3(V)</b>	6.21
<b>R4(Ohm)</b>	1500	<b>I4(mA)</b>	4.14	<b>V4(V)</b>	6.21
<b>Rολ(Ohm)</b>	585,75				

Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές:

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού **Analysis** επιλέξτε **DC Analysis**  
→ **Table of DC results.**

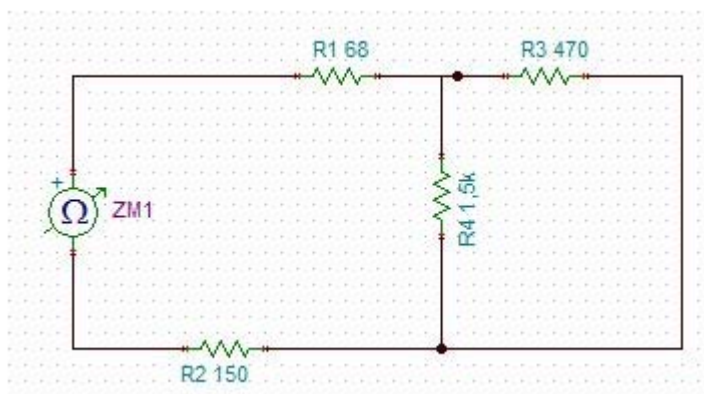


Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:



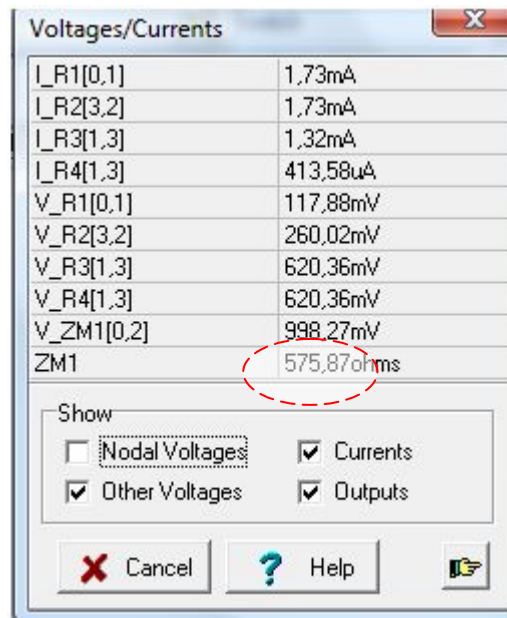
Component	Value
I_R1[3,1]	17,37mA
I_R2[0,2]	17,37mA
I_R3[1,0]	13,22mA
I_R4[1,0]	4,14mA
V_R1[3,1]	1,18V
V_R2[0,2]	2,6V
V_R3[1,0]	6,21V
V_R4[1,0]	6,21V
V_V1[3,2]	10V
VP_1	6,21V
VP_2	-2,6V
VP_3	7,4V

Για να βρείτε το Rολ στη θέση της πηγής τοποθετήστε ένα ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



- Για να πάρετε το ωμόμετρο επιλέγετε από την βιβλιοθήκη Meters το ohmmeter και το βάζετε στο κύκλωμα στη θέση της πηγής τάσης στη συνέχεια από το μενού Analysis επιλέγετε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζεται η τιμή του ωμόμετρου στην παρακάτω καρτέλα:



Component	Value
I_R1[0,1]	1,73mA
I_R2[3,2]	1,73mA
I_R3[1,3]	1,32mA
I_R4[1,3]	413,58uA
V_R1[0,1]	117,88mV
V_R2[3,2]	260,02mV
V_R3[1,3]	620,36mV
V_R4[1,3]	620,36mV
V_ZM1[0,2]	998,27mV
ZM1	575,87ohms

Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help    Print

### ΑΣΚΗΣΗ 3

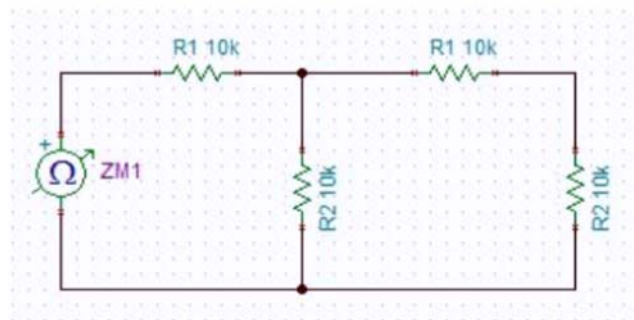
#### 2.4 ΕΥΡΕΣΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ

Σχεδιάστε στο TINA PRO τα παρακάτω κυκλώματα και βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση του κάθε κυκλώματος.

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση των κυκλωμάτων:

1)

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 4 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Θέστε τις τιμές όλων των αντιστάσεων 10kohm.
- Από την βιβλιοθήκη Meters επιλέξτε το ohmmeter και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Συνδέστε τις αντιστάσεις με το ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 3-1

Για να πάρετε την τιμή της ισοδύναμης αντίστασης θα πάτε στο μενού Analysis θα επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results και στη καρτέλα που θα εμφανιστεί θα υπάρχει η τιμή του ωμομέτρου η οποία είναι και η τιμή της ισοδύναμης αντίστασης.

I_R1[1,3]	20uA
I_R2[1,2]	40uA
I_R2[3,2]	20uA
V_R1[0,1]	599.96mV
V_R1[1,3]	199.99mV
V_R2[1,2]	399.98mV
V_R2[3,2]	199.99mV
V_ZM1[0,2]	999.94mV
VP_1	-599.96mV
VP_2	-999.94mV
VP_3	-799.95mV
ZM1	16.67kohms

Show

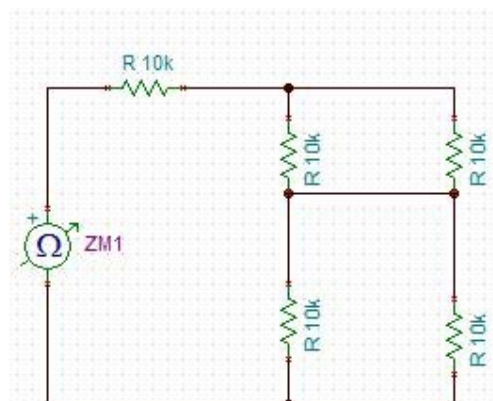
Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

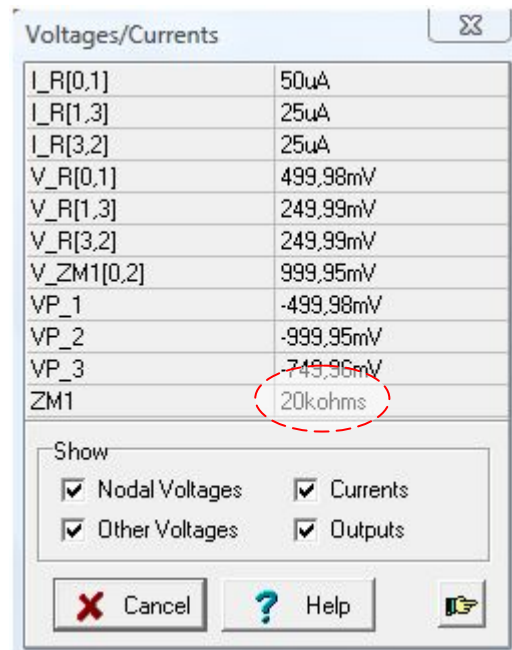
2)

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε **5 resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Θέστε τις τιμές όλων των αντιστάσεων 10kohm.
- Από την βιβλιοθήκη Meters επιλέξτε το ohmmeter και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Συνδέστε τις αντιστάσεις με το ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3-2

Για να πάρετε την τιμή της ισοδύναμης αντίστασης θα πάτε στο μενού Analysis θα επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results και στη καρτέλα που θα εμφανιστεί θα υπάρχει η τιμή του ωμομέτρου η οποία είναι και η τιμή της ισοδύναμης αντίστασης.



Component	Value
L_R[0,1]	50μA
L_R[1,3]	25μA
L_R[3,2]	25μA
V_R[0,1]	499,98mV
V_R[1,3]	249,99mV
V_R[3,2]	249,99mV
V_ZM1[0,2]	999,95mV
VP_1	-499,98mV
VP_2	-999,95mV
VP_3	-749,96mV
ZM1	20kohms

Show

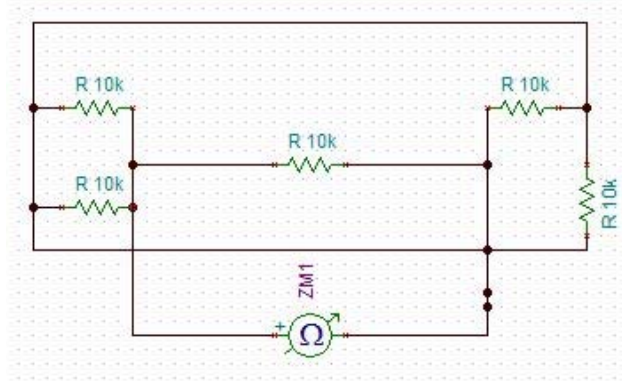
Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help    Print

3)

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Θέστε τις τιμές όλων των αντιστάσεων 10kohm.
- Από την βιβλιοθήκη Meters επιλέξτε το ohmmeter και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Συνδέστε τις αντιστάσεις με το ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3-3

Για να πάρετε την τιμή της ισοδύναμης αντίστασης θα πάτε στο μενού Analysis θα επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results και στη καρτέλα που θα εμφανιστεί θα υπάρχει η τιμή του ωμομέτρου η οποία είναι και η τιμή της ισοδύναμης αντίστασης.

I_R[0,1]	99,97μΑ
I_R[1,0]	-99,97μΑ
I_R[1,1]	0Α
V_R[0,1]	999,7mV
V_R[1,0]	-999,7mV
V_R[1,1]	0V
V_ZM1[0,1]	999,7mV
VP_1	-999,7mV
ZM1	3,33kohms

Show

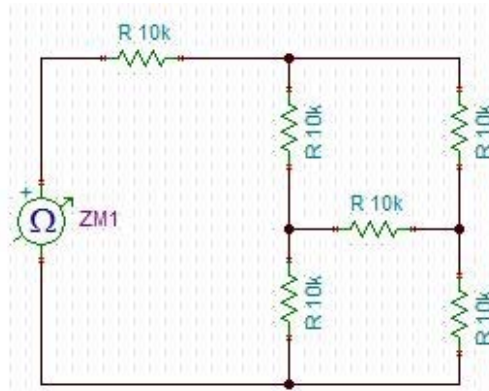
Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

4)

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξετε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Θέστε τις τιμές όλων των αντιστάσεων 10kohm.
- Από την βιβλιοθήκη Meters επιλέξτε το ohmmeter και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Συνδέστε τις αντιστάσεις με το ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3-4

Για να πάρετε την τιμή της ισοδύναμης αντίστασης θα πάτε στο μενού Analysis θα επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results και στη καρτέλα που θα εμφανιστεί θα υπάρχει η τιμή του ωμομέτρου η οποία είναι και η τιμή της ισοδύναμης αντίστασης.

Voltages/Currents	
V_R[0,2]	249,99mV
V_R[0,3]	260,97V
V_R[1,0]	249,99mV
V_R[1,3]	249,99mV
V_R[3,2]	249,99mV
V_R[4,1]	499,98mV
V_ZM1[4,2]	999,95mV
VP_1	249,99mV
VP_2	-249,99mV
VP_3	-260,97V
VP_4	749,96mV
ZM1	20kohms

Show

Nodal Voltages     Currents

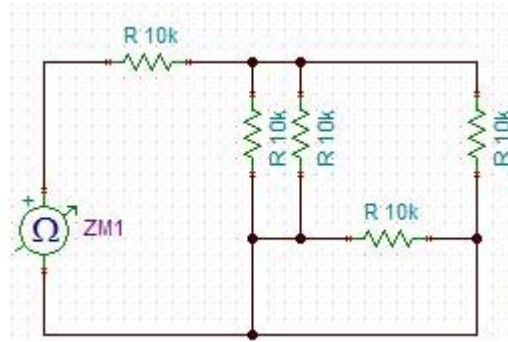
Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

5)

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξετε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Θέστε τις τιμές όλων των αντιστάσεων 10kohm.
- Από την βιβλιοθήκη Meters επιλέξετε το ohmmeter και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.

- Συνδέστε τις αντιστάσεις με το ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



**Σχήμα 3-5**

Για να πάρετε την τιμή της ισοδύναμης αντίστασης θα πάτε στο μενού Analysis θα επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results και στη καρτέλα που θα εμφανιστεί θα υπάρχει η τιμή του ωμομέτρου η οποία είναι και η τιμή της ισοδύναμης αντίστασης.

L_R[0,2]	25uA
L_R[1,0]	74,99uA
L_R[2,2]	0A
V_R[0,2]	249,98mV
V_R[1,0]	749,94mV
V_R[2,2]	0V
V_ZM1[1,2]	999,93mV
VP_1	749,94mV
VP_2	-249,98mV
ZM1	13,33kohms

Show

Nodal Voltages     Currents

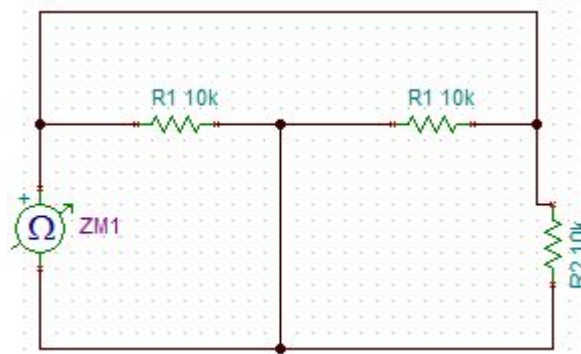
Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

6)

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 3 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Θέστε τις τιμές όλων των αντιστάσεων 10kohm.
- Από την βιβλιοθήκη Meters επιλέξτε το ohmmeter και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Συνδέστε τις αντιστάσεις με το ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:





Σχήμα 3-6

Για να πάρετε την τιμή της ισοδύναμης αντίστασης θα πάτε στο μενού Analysis θα επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results και στη καρτέλα που θα εμφανιστεί θα υπάρχει η τιμή του ωμομέτρου η οποία είναι και η τιμή της ισοδύναμης αντίστασης.

Voltages/Currents	
L_R1[0,1]	99,97μA
L_R1[1,0]	-99,97μA
L_R2[0,1]	99,97μA
V_R1[0,1]	999,7mV
V_R1[1,0]	-999,7mV
V_R2[0,1]	999,7mV
V_ZM1[0,1]	999,7mV
VP_1	-999,7mV
ZM1	3,33kohms

Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

## ΑΣΚΗΣΗ 4

### 2.5 ΠΡΩΤΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ KIRCHOFF

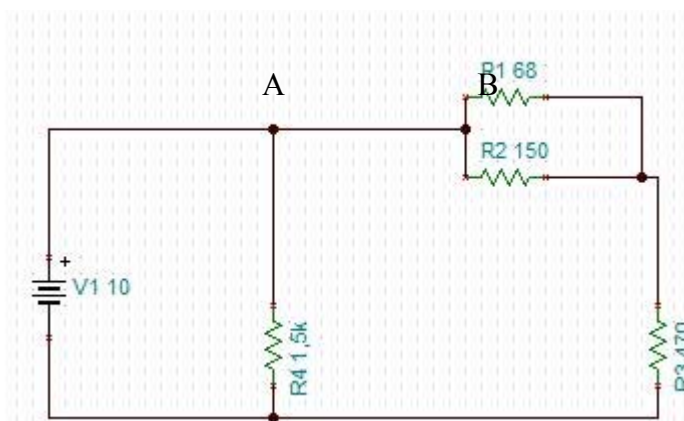
Ο πρώτος κανόνας μας λέει ότι το αλγεβρικό άθροισμα όλων των ρευμάτων σ'έναν κόμβο του κυκλώματος, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, ισούται με μηδέν.

Δηλαδή ισχύει :

$$\sum_i I_i = 0$$

#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα σχήματος 4-1.



Σχήμα 4-1

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος.

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 4 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$  και  $R4=1500\text{ohm}$ .

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας για να αλλάξετε την τιμή κάντε διπλό κλικ πάνω του και στο πεδίο voltage βάλτε την τιμή 10V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 4.1**

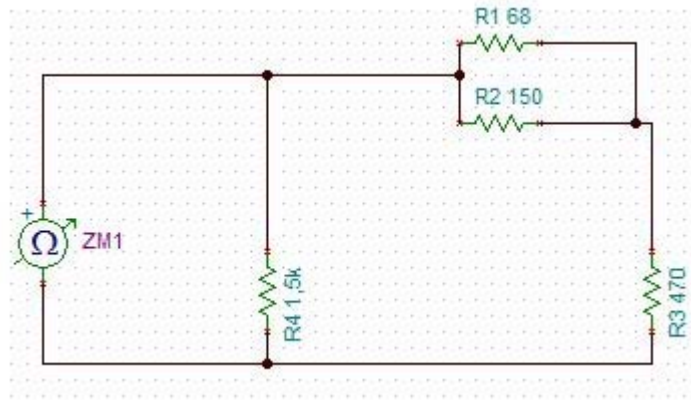
I1(mA)	13,31	Iαεξ(mA)	26.02
I2(mA)	6,04	Iβεις(mA)	19.35
I3(mA)	19,35		
I4(mA)	6,67		
Iολ(mA)	26.02	Roλ(ohm)	384,37

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis →Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:

Component	Value
I_R1[0,2]	13,31mA
I_R2[0,2]	6,04mA
I_R3[2,1]	19,35mA
I_R4[0,1]	6,67mA
V_R1[0,2]	905,38mV
V_R2[0,2]	905,38mV
V_R3[2,1]	9,09V
V_R4[0,1]	10V
V_V1[0,1]	10V
VP_1	-10V
VP_2	-905,38mV

Για να βρείτε το Rολ στη θέση της πηγής τοποθετήστε ένα ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



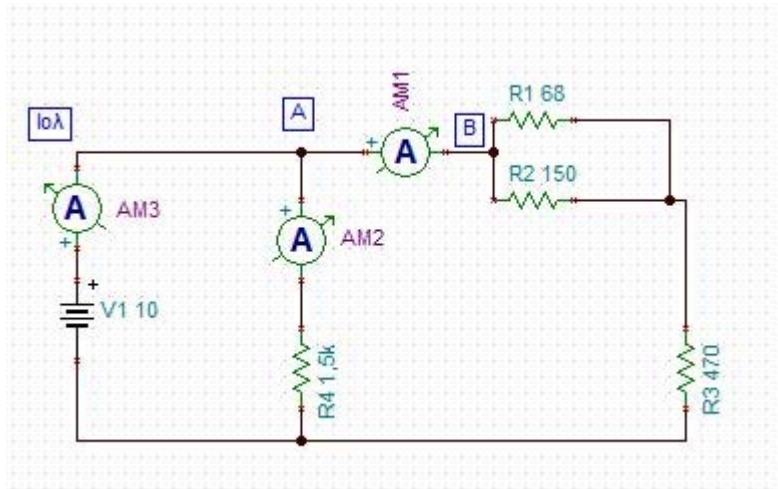
Σχήμα 4-2

- Για να πάρετε το ωμόμετρο επιλέγετε από την βιβλιοθήκη Meters το ohmmeter και το βάζετε στο κύκλωμα στη θέση της πηγής τάσης στη συνέχεια από το μενού Analysis επιλέγετε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζεται η τιμή του ωμομέτρου στην παρακάτω καρτέλα:

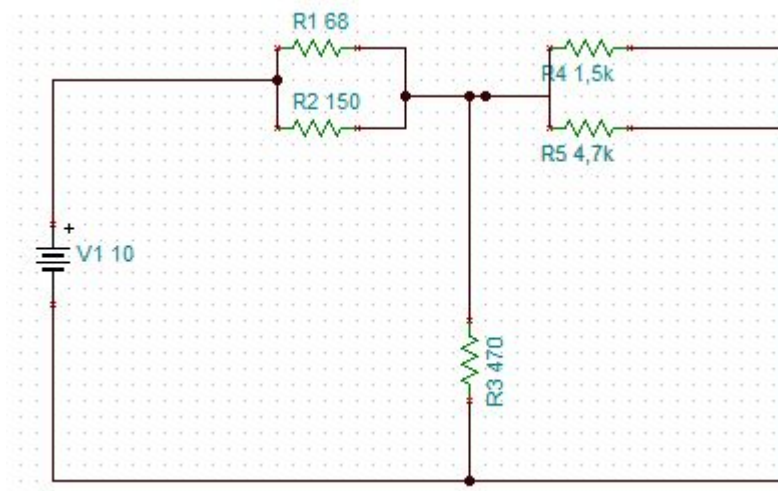
Component	Value
I_R1[0,1]	1,33mA
I_R2[0,1]	602,02μA
I_R3[1,2]	1,93mA
I_R4[0,2]	664,94μA
V_R1[0,1]	90,3mV
V_R2[0,1]	90,3mV
V_R3[1,2]	907,1mV
V_R4[0,2]	997,41mV
V_ZM1[0,2]	997,41mV
VP_1	-90,3mV
VP_2	-997,41mV
ZM1	384,37ohms

Για να βρείτε το  $I_{ολ}$  το  $I_{αεξ}$  και το  $I_{βεις}$  θα τοποθετήσετε στο κύκλωμα του σχήματος 4-2 3 αμπερόμετρα όπως στο παρακάτω σχήμα:



- Από το μενού Analysis επιλέγετε DC Analysis → Table of DC results για να πάρετε τις τιμές των αμπερομέτρων, την τιμή του  $I_{ολ}$  μας δίνει το AM3, τιμή του  $I_{αεξ}$  μας δίνει το άθροισμα των τιμών του AM2 + AM1 και τέλος το  $I_{βεις}$  μας δίνει το AM1.

2) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα σχήματος 4-3.



Σχήμα 4-3

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$ ,  $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε ένα **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας για να αλλάξετε την τιμή κάντε διπλό κλικ πάνω του και στο πεδίο voltage βάλτε την τιμή 10 V
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

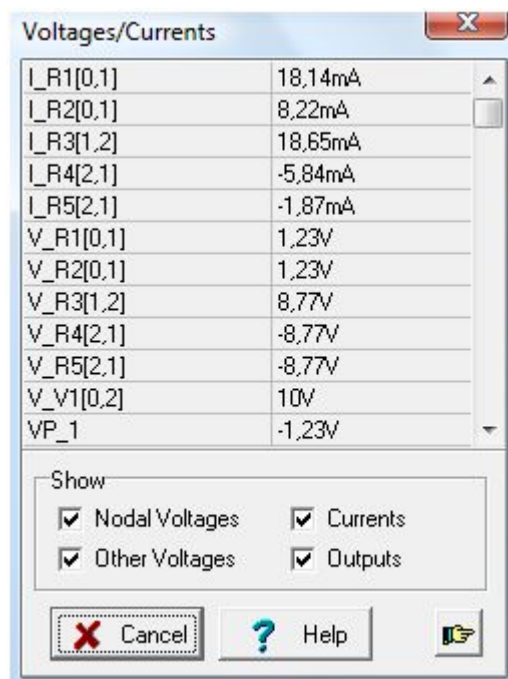
Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 4.2**

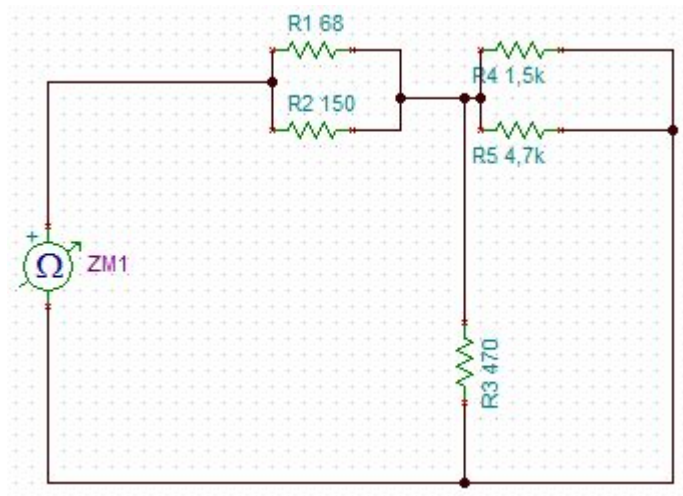
I1(mA)	18,14	IAεις(mA)	26.36
I2(mA)	8,22	IBεξ(mA)	7.71
I3(mA)	18,65	Rολ(ohm)	379.34
I4(mA)			
I5(mA)			
Iολ(mA)	26,36		

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίnete στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis →Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:



Για να βρείτε το Roλ στη θέση της πηγής τοποθετήστε ένα ωμόμετρο όπως στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 4-4

- Για να πάρετε το ωμόμετρο επιλέγετε από την βιβλιοθήκη Meters το ohmmeter και το βάζετε στο κύκλωμα στη θέση της πηγής τάσης στη συνέχεια από το μενού Analysis επιλέγετε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζεται η τιμή του ωμομέτρου στην παρακάτω καρτέλα:

I_R3[1,0]	1,86mA
I_R4[0,1]	-582,9uA
I_R5[0,1]	-186,03uA
V_R1[2,1]	123,02mV
V_R2[2,1]	123,02mV
V_R3[1,0]	874,35mV
V_R4[0,1]	-874,35mV
V_R5[0,1]	-874,35mV
V_ZM1[2,0]	997,37mV
VP_1	874,35mV
VP_2	997,37mV
ZM1	379,34ohms

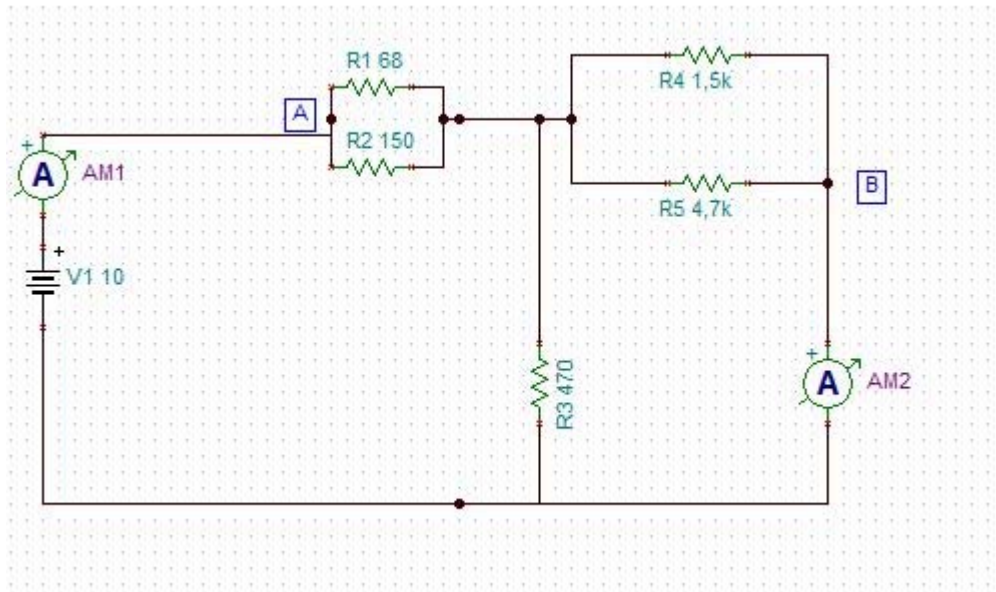
Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

Για να βρείτε το  $I_{ολ}$  το  $I_{αεξ}$  και το  $I_{βεις}$  θα τοποθετήσετε στο κύκλωμα του σχήματος 4-3 3 αμπερόμετρα όπως στο παρακάτω σχήμα:



- Από το μενού Analysis επιλέγετε DC Analysis → Table of DC results να πάρετε τις τιμές των αμπερομέτρων, την τιμή του  $I_{ολ}$  μας δίνει το AM1, την τιμή του  $I_{αεξ}$  πάλι μας δίνει το AM 1 και τέλος το  $I_{βεις}$  μας δίνει το AM2.



## ΑΣΚΗΣΗ 5

### 2.6 ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ KIRCHHOFF

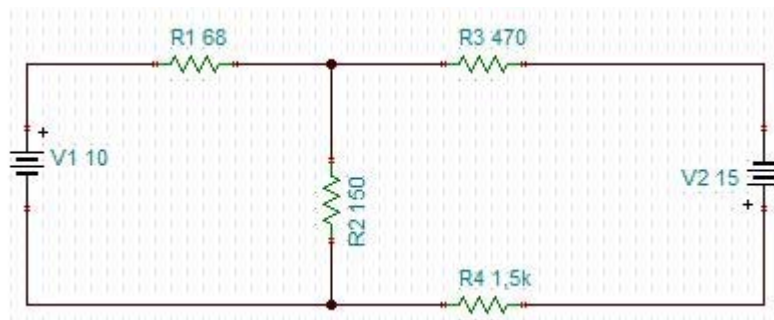
Σύμφωνα με τον δεύτερο κανόνα του Kirchhoff, κατά μήκος οποιασδήποτε κλειστής διαδρομής πάνω σε ένα συγκεντρωμένο κύκλωμα, το αλγεβρικό άθροισμα των τάσεων κατά μήκος της διαδρομής αυτής είναι μηδέν σε κάθε χρονική στιγμή. Ο δεύτερος κανόνας του Kirchhoff πηγάζει από την Αρχή της Διατήρησης της Ενεργείας, όπως αυτή βρίσκει εφαρμογή στα ηλεκτρικά κυκλώματα.

Η συνοπτική μαθηματική διατύπωση του κανόνα των βρόχων του Kirchhoff για έναν βρόχο που περιλαμβάνει  $N$  στοιχεία είναι:

$$\sum_{k=1}^N U_k = 0$$

#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 5-1.



Σχήμα 5-1

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 4 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 2 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του πρώτου στα 10 V και του δευτέρου στα 15V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

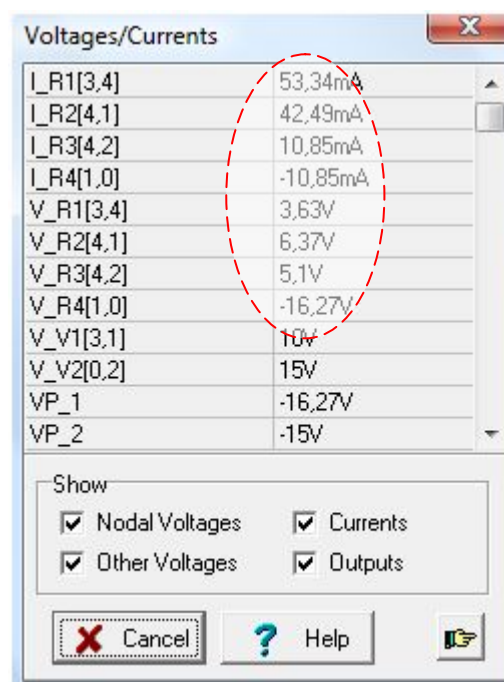
**Πίνακας 5.1**

VR1(V)	VR2(V)	VR3(V)	VR4(V)	I1(mA)	I2(mA)	I3 (mA)	I4 (mA)
3.36	6.37	5.1	16.27	3.4	42.49	10.85	10.85

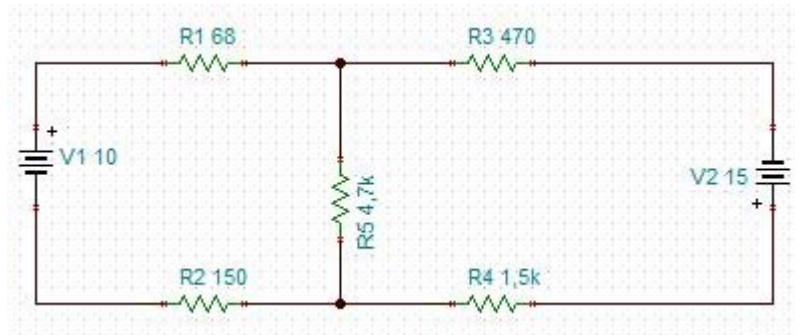
Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές:

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:



2) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 5-2.



Σχήμα 5-2

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 2 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας για να αλλάξετε την τιμή του πρώτου στα 10 V και του δεύτερου στα 15V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

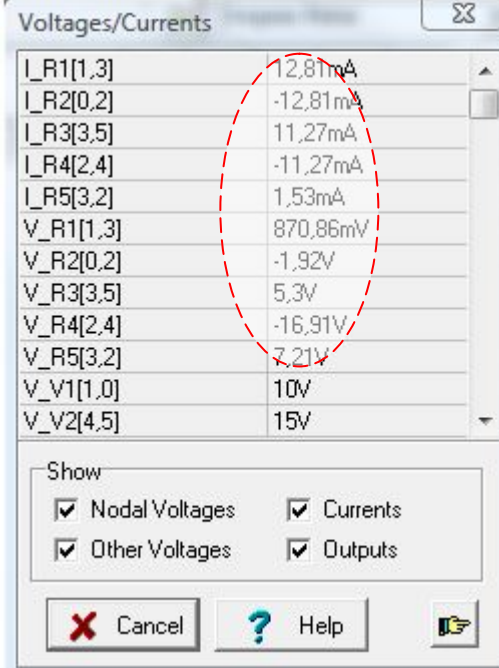
Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.2

VR1(V)	VR2(V)	VR3(V)	VR4(V)	VR5(V)	I1(mA)	I2(mA)	I3(mA)	I4(mA)	I5(mA)
870.86	-1.92	5.3	-16.91	7.21	12.81	-12.81	11.27	-11.27	1.53

Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές:

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→ Table of DC results.



Component	Value
I_R1[1.3]	12,81mA
I_R2[0.2]	-12,81mA
I_R3[3.5]	11,27mA
I_R4[2.4]	-11,27mA
I_R5[3.2]	1,53mA
V_R1[1.3]	870,86mV
V_R2[0.2]	-1,92V
V_R3[3.5]	5,3V
V_R4[2.4]	-16,91V
V_R5[3.2]	7,21V
V_V1[1.0]	10V
V_V2[4.5]	15V

Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help    Print

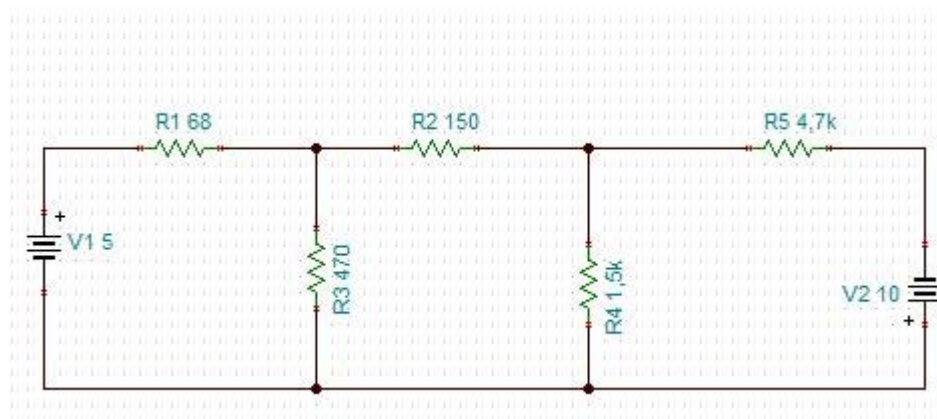
## ΑΣΚΗΣΗ 6

### 2.7 ΘΕΩΡΗΜΑ ΥΠΕΡΘΕΣΗΣ

Το θεώρημα της υπέρθεσης για τα γραμμικά κυκλώματα, λέει ότι:  
Σε οποιοδήποτε γραμμικό κύκλωμα με αντιστάσεις το οποίο περιλαμβάνει περισσότερες από μια ανεξάρτητες πηγές, το ρεύμα ή η τάση ενός στοιχείου του κυκλώματος ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων ή των τάσεων αντίστοιχα, στο στοιχείο αυτό, τα οποία θα οφείλονταν σε κάθε μια πηγή ξεχωριστά αν αυτή δρούσε μονή της στο κύκλωμα και όλες οι άλλες είχαν αντικατασταθεί με βραχυκύκλωμα (πηγή τάσης) ή ανοιχτό κύκλωμα (πηγή ρεύματος).

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 6-1.



Σχήμα 6-1

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

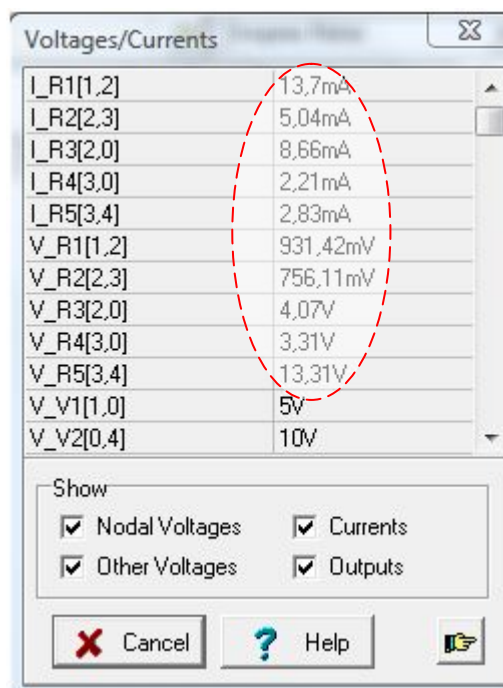
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 2 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του πρώτου στα 15V και του δεύτερου στα 10V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

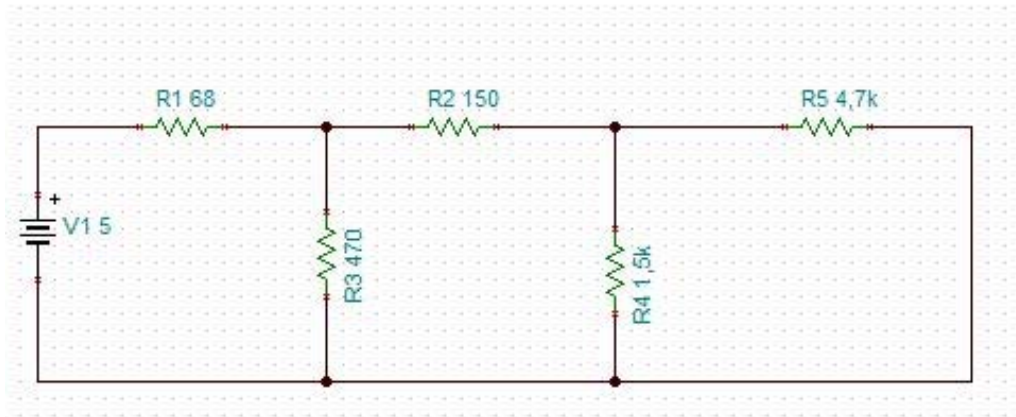
**Πίνακας 6.1**

VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	I1	I2	I3	I4	I5
931.42	759.11	4.07	3.31	13.31	13.7	5.04	8.66	2.21	2.83

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→Table of DC results



2) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 6-2.



Σχήμα 6-2

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του στα 15V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

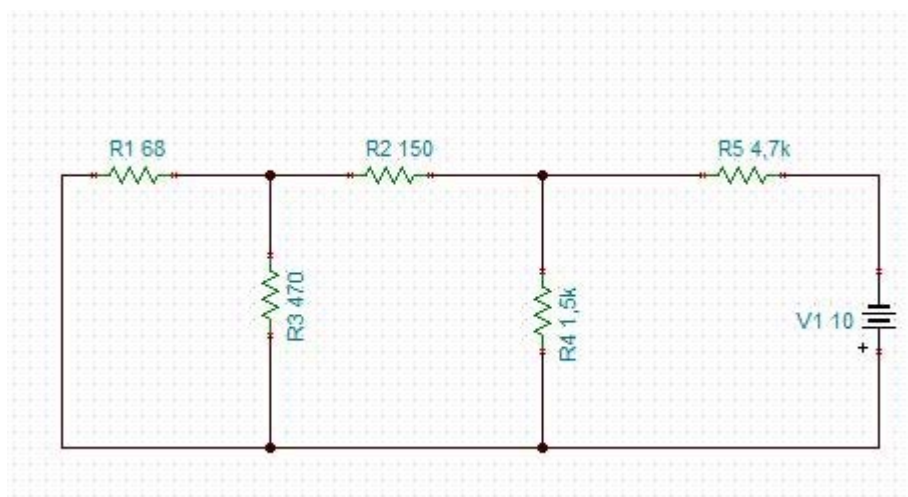
Πίνακας 6.2

VR1'	VR2'	VR3'	VR4'	VR5'	I1'	I2'	I3'	I4'	I5'
824.68	486.6	4.18	3.69	3.69	12.13	3.24	8.88	2.46	784.8

- για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→Table of DC results.

Component	Value
I_R1[3,1]	12,13mA
I_R2[1,0]	3,24mA
I_R3[1,2]	8,88mA
I_R4[0,2]	2,46mA
I_R5[0,2]	784,83μA
V_R1[3,1]	824,68mV
V_R2[1,0]	486,6mV
V_R3[1,2]	4,18V
V_R4[0,2]	3,69V
V_R5[0,2]	3,69V
V_V1[3,2]	5V
VP_1	486,6mV

- 3) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 6-3.



**Σχήμα 6-3**

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:



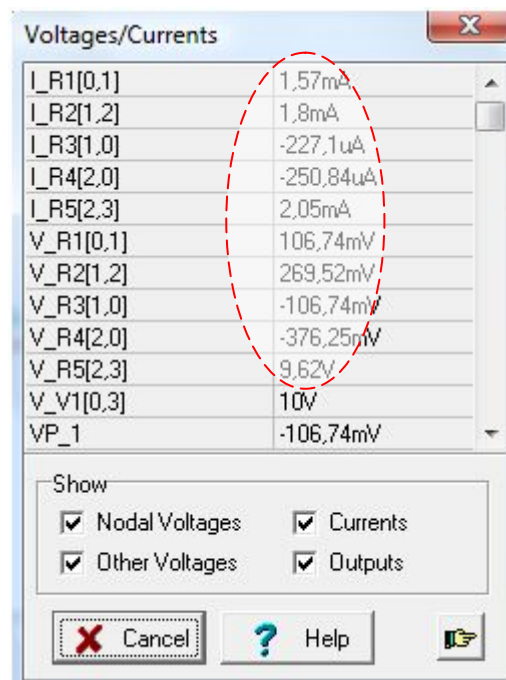
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του στα 10V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 6.3**

VR1''	VR2''	VR3''	VR4''	VR5''	I1''	I2''	I3''	I4''	I5''
106.74	269.52	-106.7	-376.2	9.62	1.57	1.8	-227	-250	2.05

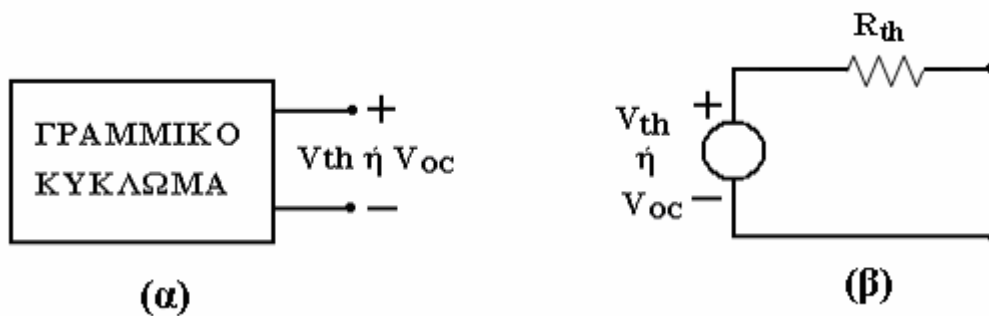
- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→Table of DC results.



## ΑΣΚΗΣΗ 7

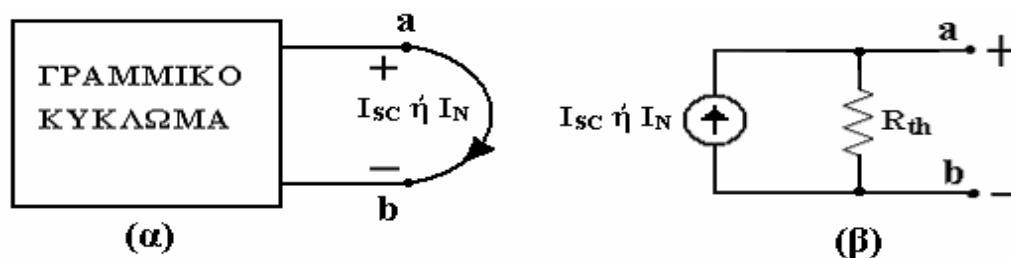
### 2.8 ΘΕΩΡΗΜΑΤΑ THEVENIN ΚΑΙ NORTON

**Θεώρημα Thevenin.** Σε οποιοδήποτε γραμμικό κύκλωμα **Σχ.1α**, που μπορεί να περιέχει ανεξάρτητες πηγές (τάσης, ρεύματος) και εξαρτημένες πηγές, ο υπολογισμός της τάσης στα άκρα κάποιου στοιχείου ή ο υπολογισμός του ρεύματος που το διαρρέει, μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του **Θεωρήματος Thevenin**. Το πολύπλοκο γραμμικό κύκλωμα, μπορεί να αντικατασταθεί από ένα απλό κύκλωμα που θα περιέχει μία πηγή τάσης, που ονομάζεται τάση **Thevenin** ( $V_{th}$ ) ή τάση ανοικτοκύκλωσης ( $V_{oc}$ ), σε σειρά με μια αντίσταση που ονομάζεται αντίσταση **Thevenin** ( $R_{th}$ ) **Σχ.1β**. Το απλό αυτό κύκλωμα ονομάζεται **ισοδύναμο Thevenin**.



Σχήμα 7-1

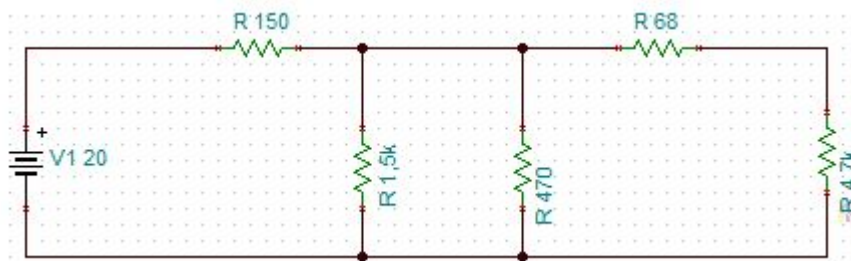
**Θεώρημα Norton.** Σε πολύπλοκο γραμμικό κύκλωμα **Σχ.2α**, αν αντί για την ( $V_{th}$ ) υπολογίσουμε το ρεύμα βραχυκύκλωσης ( $I_{sc}$ ) και την ( $R_{th}$ ), τότε το αρχικό μας κύκλωμα μπορεί να αντικατασταθεί από ένα απλούστερο κύκλωμα που θα περιέχει μία πηγή ρεύματος με τιμή όση και το ρεύμα βραχυκύκλωσης και παράλληλα την ( $R_{th}$ ) **Σχ.2β**. Το απλό αυτό κύκλωμα ονομάζεται **ισοδύναμο Norton**.



Σχήμα 7-2

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 7-1



Σχήμα 7-1

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor**(αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του στα 20V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξετε το κύκλωμα βρείτε τις τάσεις και τα ρεύματα στα φορτία:

Πίνακας 7.1

<b>IRL1=2,89 mA</b>	<b>VRL1=13.59V</b>
<b>IRL2=8,42 mA</b>	<b>VRL2=12,63V</b>

Για να βρείτε το IRL1 και το VRL1 στη θέση του R5 θα τοποθετήσετε μια αντίσταση με όνομα RL1 και θα το θέσετε  $RL1=4.7K$

Στη συνέχεια θα πάτε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results για να δείτε τις τιμές όπως φαίνονται και στη παρακάτω καρτέλα:

Component	Value
I_R1[1,0]	2,89mA
I_R2[3,1]	41,42mA
I_R3[1,2]	29,33mA
I_R4[1,2]	9,19mA
I_RL1[0,2]	2,89mA
V_R1[1,0]	196,63mV
V_R2[3,1]	6,21V
V_R3[1,2]	13,79V
V_R4[1,2]	13,79V
V_RL1[0,2]	13,59V
V_V1[3,2]	20V
VP_1	196,63mV

Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

Θα κάνετε το ίδιο και για το RL2 όπου η τιμή του θα είναι  $RL2=1,5\text{ K}$  για να πάρετε τις τιμές VRL2 και IRL2 θα πάτε πάλι στο μενού Analysis επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results.

Component	Value
I_R1[1,0]	8,42mA
I_R2[3,1]	45,31mA
I_R3[1,2]	28,09mA
I_R4[1,2]	8,8mA
I_RL2[0,2]	8,42mA
V_R1[1,0]	572,58mV
V_R2[3,1]	6,8V
V_R3[1,2]	13,2V
V_R4[1,2]	13,2V
V_RL2[0,2]	12,63V
V_V1[3,2]	20V
VP_1	572,58mV

Show

Nodal Voltages     Currents

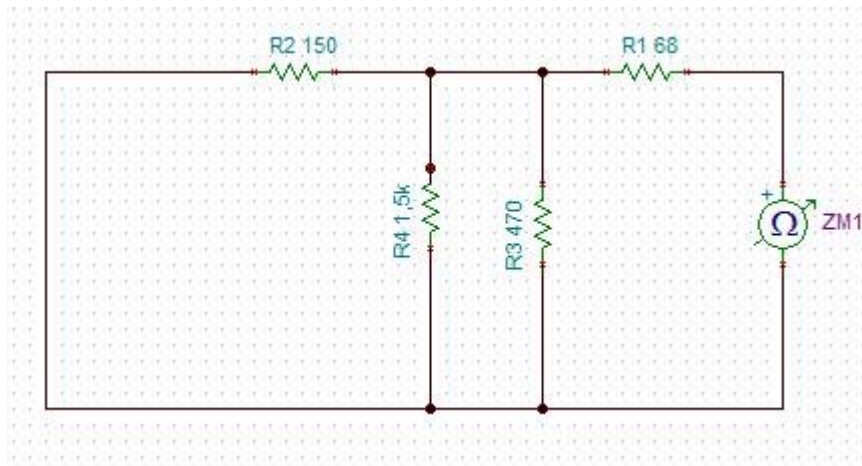
Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

Για να βρείτε το ισodύναμο κατά Thevenin του αρχικού κυκλώματος θα κάνετε τα παρακάτω βήματα:

- Θα διαγράψετε την πηγή.
- Θα διαγράψετε την R5 και στη θέση της θα τοποθετήσετε ένα ωμόμετρο.

Όπως φαίνεται παρακάτω:



Η τιμή του ωμομέτρου είναι η τιμή του RTH και για να την πάρετε θα πάτε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results.

I_R1[1,0]	-5,72mA
I_R2[2,1]	-4,03mA
I_R3[1,2]	1,29mA
I_R4[1,2]	403,35uA
V_R1[1,0]	-389,25mV
V_R2[2,1]	-605,03mV
V_R3[1,2]	605,03mV
V_R4[1,2]	605,03mV
V_ZM1[0,2]	994,28mV
VP_1	-389,25mV
VP_2	-994,28mV
ZM1	173,7ohms

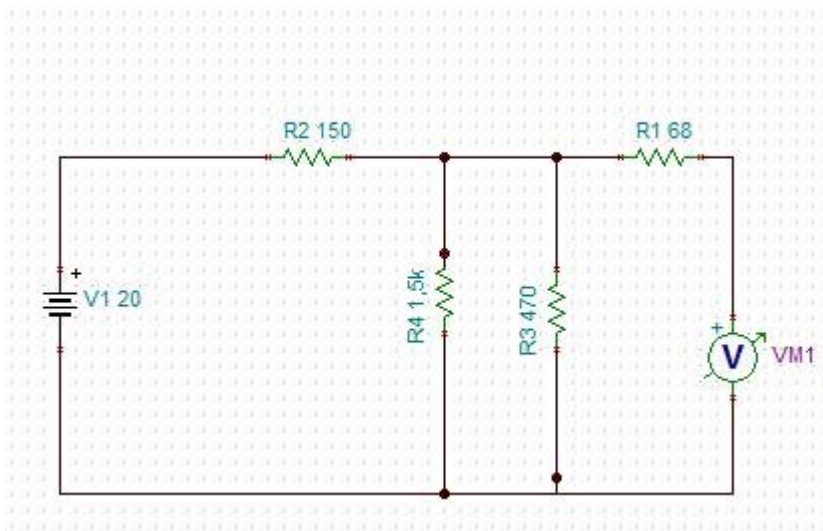
Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

Για βρείτε το VTH στη θέση του R5 στο αρχικό σχήμα θα τοποθετήσετε ένα βολτόμετρο, όπως φαίνεται παρακάτω:

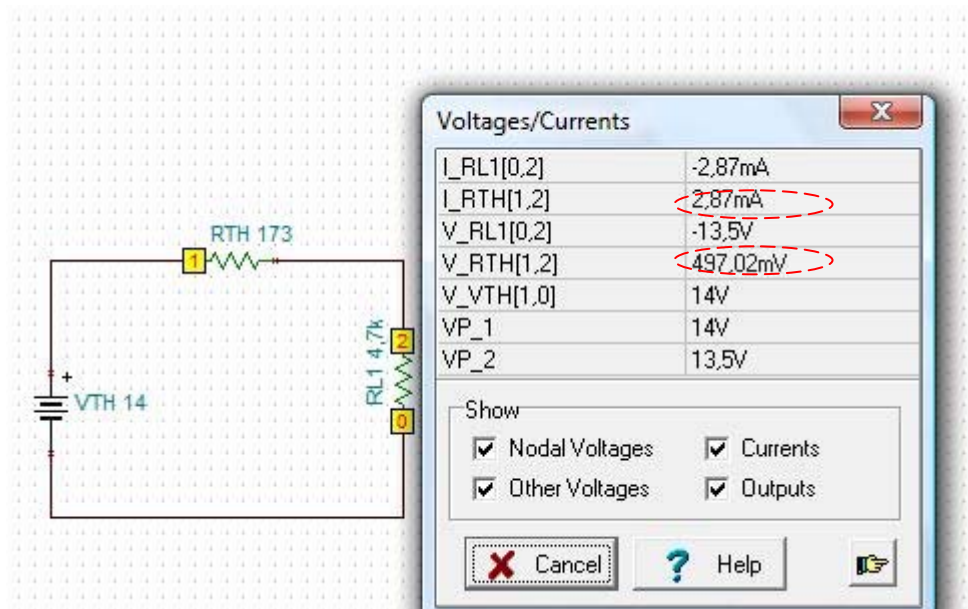


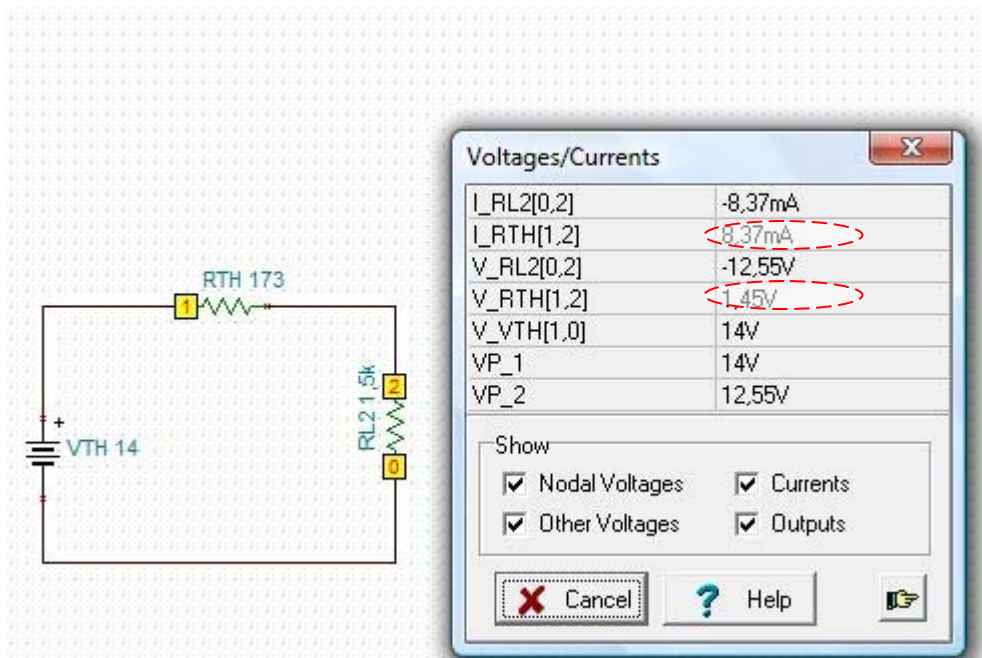
Η τιμή του βολτομέτρου είναι η τιμή του  $V_{TH}$  και για να την πάρετε θα πάτε στο μενού Analysis επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results.

Component	Value
I_R1[1,0]	0A
I_R2[2,1]	39,38mA
I_R3[1,3]	29,99mA
I_R4[1,3]	9,4mA
V_R1[1,0]	0V
V_R2[2,1]	5,91V
V_R3[1,3]	14,09V
V_R4[1,3]	14,09V
V_V1[2,3]	20V
V_VM1[0,3]	14,09V
VM1	14,09V
VP_1	0V

Άρα το  $V_{TH}=14,09$  V και το  $R_{TH}=173,03$  ohm.

Αφού βρήκατε το ισοδύναμο κατά Thevenin μετρήστε πάλι διαδοχικά τα ρεύματα και τις τάσεις των φορτίων RL1 και RL2.



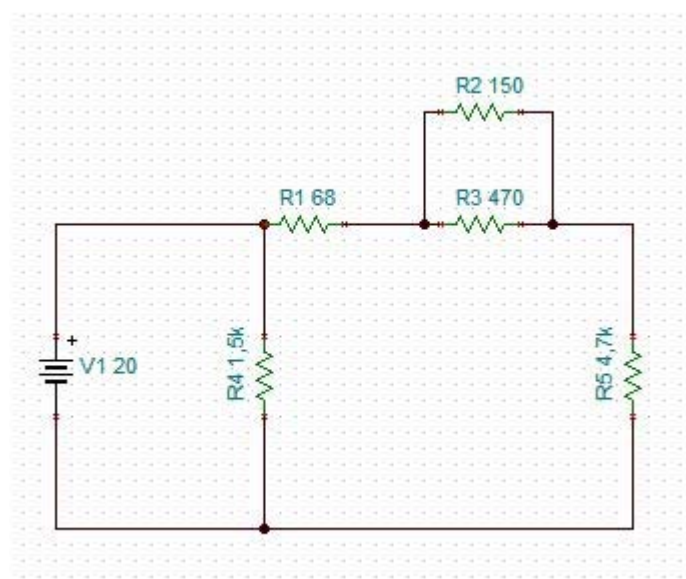


Επειδή οι τιμές του αρχικού σχήματος με τις τιμές που πήρατε από το ισοδύναμο κατά Thevenin είναι ίδιες άρα ισχύει το θεώρημα κατά Thevenin.

**Πίνακας 7.2**

<b>IRL1=2,87 mA</b>	<b>VRL1=13.59V</b>
<b>IRL2=8,37 mA</b>	<b>VRL2=12,55V</b>

2) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 7-2



**Σχήμα 7-2**



Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor**(αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του στα 20V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

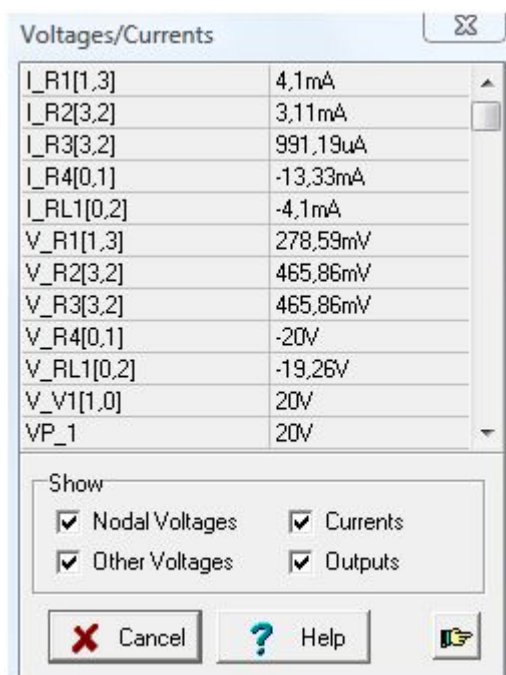
Αφού φτιάξετε το κύκλωμα βρείτε τις τάσεις και τα ρεύματα στα φορτία:

**Πίνακας 7.3**

<b>IRL1= 4,1mA</b>	<b>VRL1=19,26V</b>
<b>IRL2= 11,89mA</b>	<b>VRL2=17,84V</b>

Για να βρείτε το IRL1 και το VRL1 στη θέση του R5 θα τοποθετήσετε μια αντίσταση με όνομα RL1 και θα το θέσετε  $RL1=4.7K$

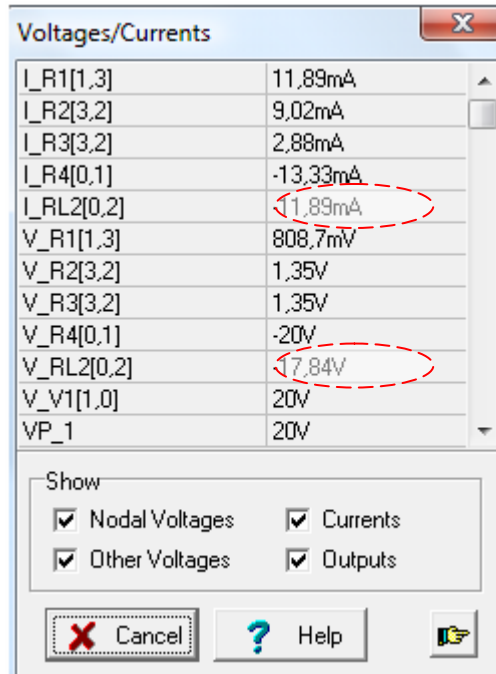
Στη συνέχεια θα πάτε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results για να δείτε τις τιμές όπως φαίνονται και στη παρακάτω καρτέλα:



Component	Value
I_R1[1,3]	4,1mA
I_R2[3,2]	3,11mA
I_R3[3,2]	991,19uA
I_R4[0,1]	-13,33mA
I_RL1[0,2]	-4,1mA
V_R1[1,3]	278,59mV
V_R2[3,2]	465,86mV
V_R3[3,2]	465,86mV
V_R4[0,1]	-20V
V_RL1[0,2]	-19,26V
V_V1[1,0]	20V
VP_1	20V



Θα κάνετε το ίδιο και για το RL2 όπου η τιμή του θα είναι  $RL2=1,5\text{ K}$  για να πάρετε τις τιμές VRL2 και IRL2 θα πάτε στο μενού Analysis επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results.



Component	Value
I_R1[1,3]	11,89mA
I_R2[3,2]	9,02mA
I_R3[3,2]	2,88mA
I_R4[0,1]	-13,33mA
I_RL2[0,2]	11,89mA
V_R1[1,3]	808,7mV
V_R2[3,2]	1,35V
V_R3[3,2]	1,35V
V_R4[0,1]	-20V
V_RL2[0,2]	17,84V
V_V1[1,0]	20V
VP_1	20V

Show

Nodal Voltages     Currents

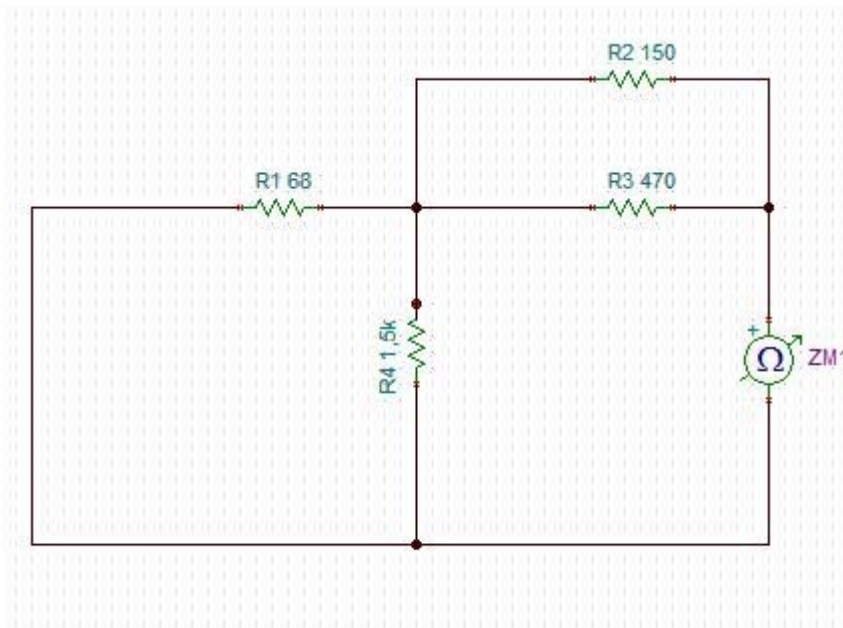
Other Voltages     Outputs

Buttons: Cancel, Help, [Icon]

Για να βρείτε το ισοδύναμο κατά Thevenin του αρχικού κυκλώματος θα κάνετε τα παρακάτω βήματα:

- Θα διαγράψετε την πηγή.
- Θα διαγράψετε την R5 και στη θέση της θα τοποθετήσετε ένα ωμόμετρο.

Όπως φαίνεται παρακάτω:



Η τιμή του ωμόμετρου είναι η τιμή του RTH και για να την πάρετε θα πάτε στο μενού Analysis επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results .

I_R1[2,1]	-5,32mA
I_R2[1,0]	-4,22mA
I_R3[1,0]	-1,35mA
I_R4[1,2]	241,25uA
V_R1[2,1]	-361,88mV
V_R2[1,0]	-632,56mV
V_R3[1,0]	-632,56mV
V_R4[1,2]	361,88mV
V_ZM1[0,2]	994,44mV
VP_1	-632,56mV
VP_2	-994,44mV
ZM1	178,76ohms

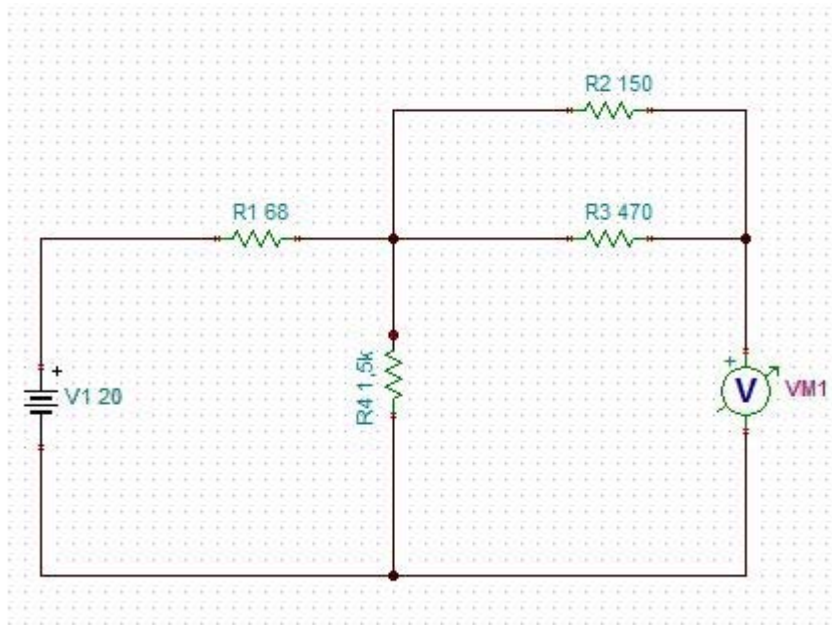
Show

Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

Για βρείτε το VTH στη θέση του R5 στο αρχικό σχήμα θα τοποθετήσετε ένα βολτόμετρο όπως φαίνεται παρακάτω:



Η τιμή του βολτομέτρου είναι η τιμή του  $V_{TH}$  και για να την πάρετε θα πάτε στο μενού Analysis επιλέξετε DC Analysis → Table of DC results .

I_R1[0,1]	12,76mA
I_R2[1,3]	0A
I_R3[1,3]	0A
I_R4[1,2]	12,76mA
V_R1[0,1]	867,35mV
V_R2[1,3]	0V
V_R3[1,3]	0V
V_R4[1,2]	19,13V
V_V1[0,2]	20V
V_VM1[3,2]	19,13V
VM1	19,13V
VP_1	-867,35mV

Show

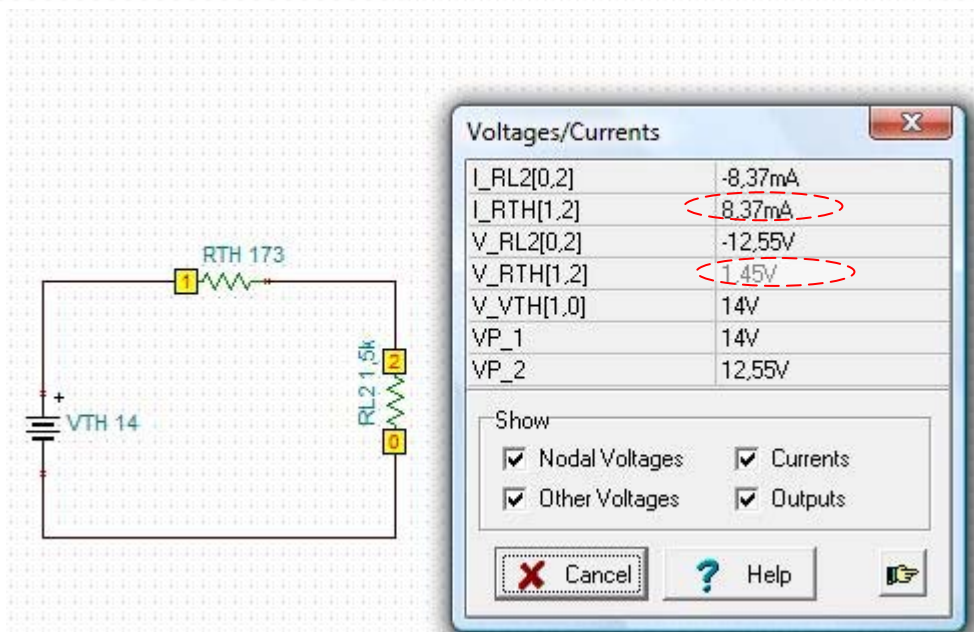
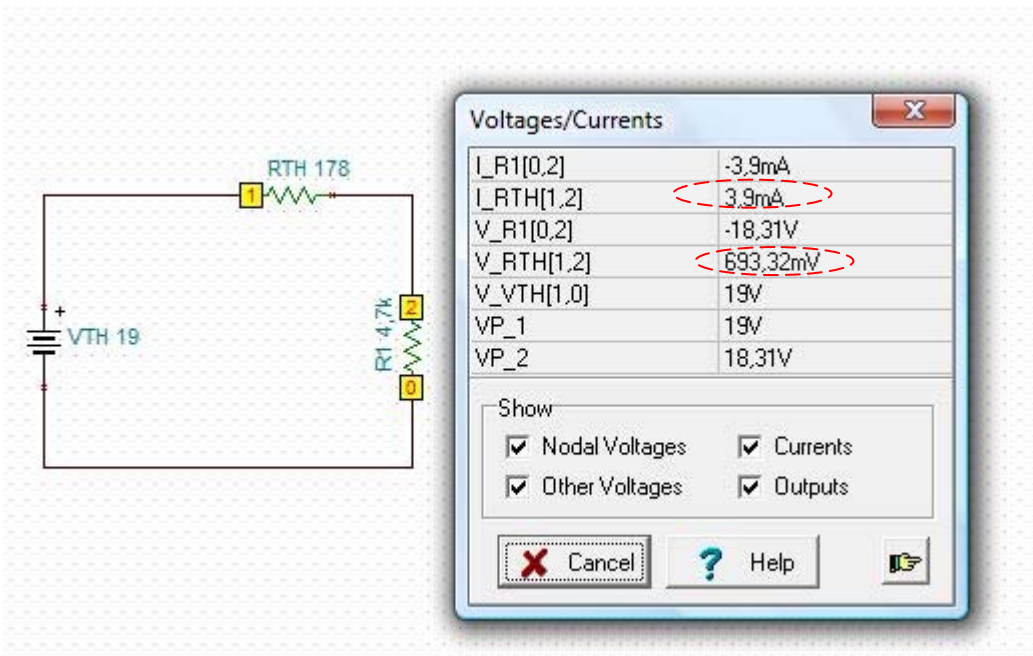
Nodal Voltages     Currents

Other Voltages     Outputs

Cancel    Help

Άρα το  $V_{TH}=19,13$  V και το  $R_{TH}=178,76$  ohms

Αφού βρήκατε το ισοδύναμο κατά Thevenin μετρήστε πάλι διαδοχικά τα ρεύματα και τις τάσεις των φορτίων  $RL1$  και  $RL2$ .



Επειδή οι τιμές του αρχικού σχήματος με τις τιμές που πήρατε από το ισοδύναμο κατά Thevenin είναι ίδιες άρα ισχύει το θεώρημα κατά Thevenin.

**Πίνακας 7.2**

<b>IRL1=2,87 mA</b>	<b>VRL1=13.59V</b>
<b>IRL2=8,37 mA</b>	<b>VRL2=12,55V</b>

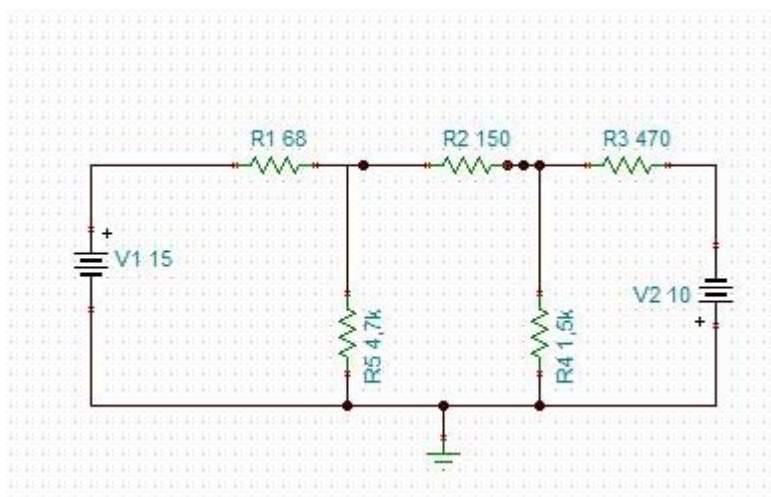
## ΑΣΚΗΣΗ 8

### 2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Κόμβος ονομάζεται ένα σημείο το οποίο είναι κοινό σε δύο ή περισσότερα στοιχεία του κυκλώματος. Ένας κόμβος λέγεται κύριος κόμβος όταν τρία ή περισσότερα στοιχεία του κυκλώματος είναι ενωμένα σε αυτόν.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 8-1.



Σχήμα 8-1

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor**(αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$  και  $R4=1500\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 2 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του πρώτου στα 15 V και του δεύτερου στα 10V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

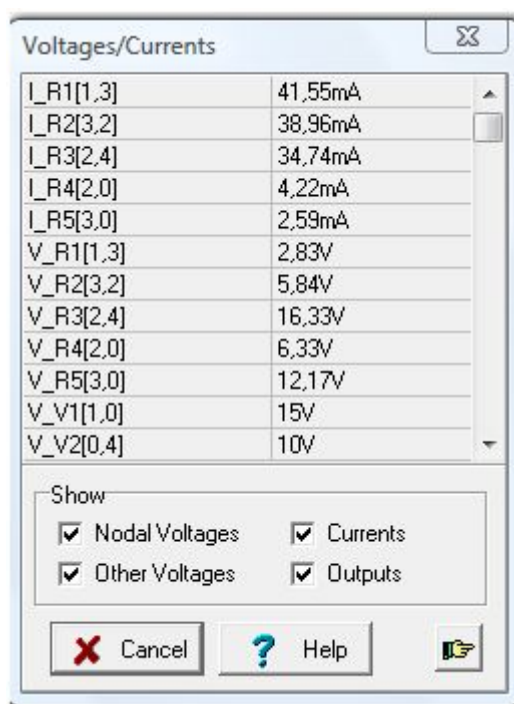
**Πίνακας 8.1**

VR1(V)	VR2(V)	VR3(V)	VR4(V)	VR5(V)	IR1(mA)	IR2(mA)	IR3(mA)	IR4(mA)	IR5(mA)
2.83	5.84	16.33	6.33	12.17	41.55	38.96	34.74	4.22	2.59

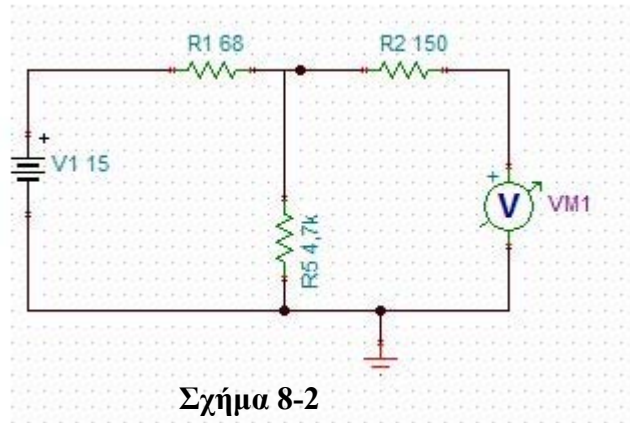
Παρακάτω είναι οι ενέργειες που πρέπει να κάνετε για να πάρετε τις τιμές:

- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:



Για να βρείτε την τάση V1 θα πρέπει να διαγράψετε τις αντιστάσεις R3 και R4 καθώς και την πηγή των 10V και να τοποθετήσετε ένα βολτόμετρο όπως στο σχήμα 8-2.



- Για να πάρετε την τιμή του βολτόμετρου πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:

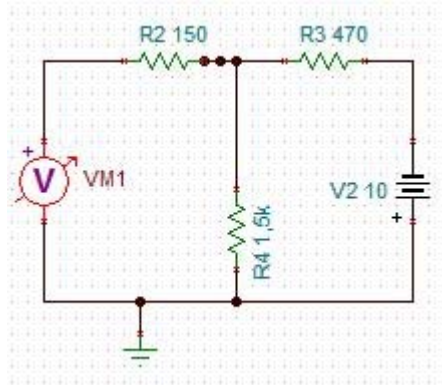
I_R1[1,2]	3,15mA
I_R2[2,3]	0A
I_R5[2,0]	3,15mA
V_R1[1,2]	213,93mV
V_R2[2,3]	0V
V_R5[2,0]	14,79V
V_V1[1,0]	15V
V_VM1[3,0]	14,79V
VM1	14,79V

Show

Nodal Voltages     Currents  
 Other Voltages     Outputs

Για να βρείτε την τάση V2 θα πρέπει να διαγράψετε τις αντιστάσεις R1 και R5 καθώς και την πηγή των 15V και να τοποθετήσετε ένα βολτόμετρο όπως στο σχήμα 8-3.



Σχήμα 8-3

- Για να πάρετε την τιμή του βολτόμετρου πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis → Table of DC results.

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:

Voltages/Currents	
I_R2[3,1]	0A
I_R3[1,2]	5,08mA
I_R4[1,0]	-5,08mA
V_R2[3,1]	0V
V_R3[1,2]	2,39V
V_R4[1,0]	-7,61V
V_V2[0,2]	10V
V_VM1[3,0]	-7,61V
VM1	-7,61V

Show

Nodal Voltages     Currents  
 Other Voltages     Outputs



## ΑΣΚΗΣΗ 9

### 2.10 ΙΣΧΥΣ και ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια που δαπανάται στη μονάδα του χρόνου καλείται ισχύς P (power) και μετριέται σε Watt. Για ένα οποιοδήποτε στοιχείο η ισχύς που προσφέρει ή καταναλώνει είναι ίση με το γινόμενο της διαφοράς δυναμικού στα άκρα του και της έντασης του ρεύματος που το διαρρέει. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει απλά από τον ορισμό της ισχύος, της διαφοράς δυναμικού και της έντασης του ρεύματος ως εξής:

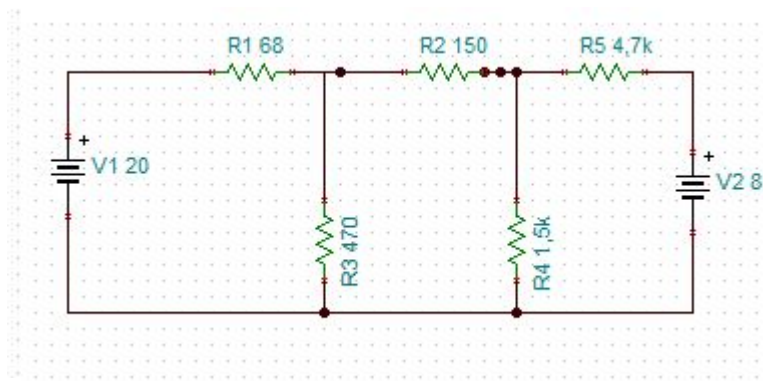
$$P=V I$$

Όταν η πηγή αποδίδει ισχύ στο κύκλωμα η ισχύς έχει θετικό πρόσημο ενώ όταν απορροφά έχει αρνητικό πρόσημο

Τα ενεργά στοιχεία προσφέρουν ισχύ ενώ τα παθητικά στοιχεία καταναλώνουν ισχύ. Η ισχύς που δαπανάται θεωρούμε πως είναι πάντα θετική. Όταν ένα στοιχείο παράγει έργο τότε τα φορτία κινούνται από χαμηλότερο σε υψηλότερο δυναμικό. Αντίθετα σε ένα παθητικό στοιχείο τα φορτία κινούνται από το υψηλότερο στο χαμηλότερο δυναμικό.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα του σχήματος 9-1.



Σχήμα 9-1

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 5 **resistor** (αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε τις τιμές για  $R1=68\text{ohm}$  ,  $R2=150\text{ohm}$ ,  $R3=470\text{ohm}$   $R4=1500\text{ohm}$  και  $R5=4700\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 2 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του πρώτου στα 20 V και του δευτέρου στα 8V.
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

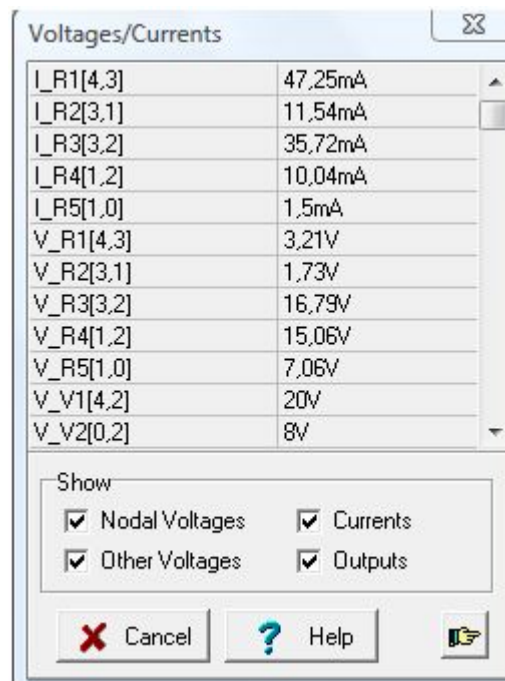
Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τους παρακάτω πίνακες:

**Πίνακας 9.1**

I1(mA)	I2(mA)	I3(mA)	I4(mA)	I5(mA)
47,25	11,54	35,72	10,04	1,5
VR1	VR2	VR3	VR4	VR5
3,21	1,73	16,79	15,06	7,06

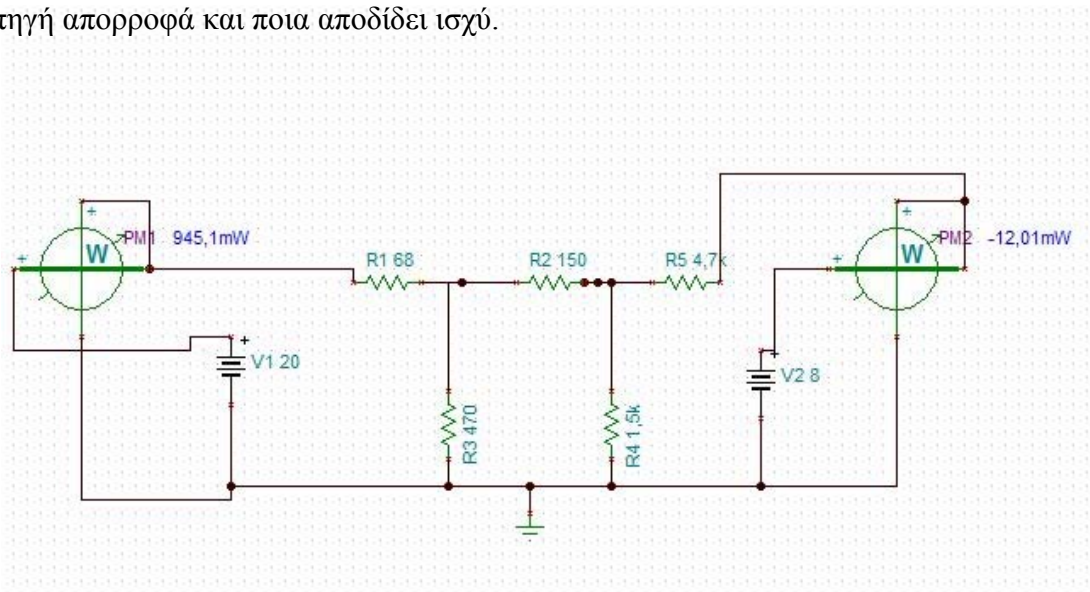
- Για να πάρετε τις τιμές πηγαίνετε στο μενού Analysis επιλέξτε DC Analysis  
→Table of DC results.


Εμφανίζονται τα αποτελέσματα στην παρακάτω καρτέλα:



Για να βρείτε την ισχύ που καταναλώνουν οι αντιστάσεις και την συνολική ισχύ θα χρησιμοποιήσετε το Wattmeter από την καρτέλα meters. Επίσης να βρείτε ποια πηγή απορροφά και ποια αποδίδει.

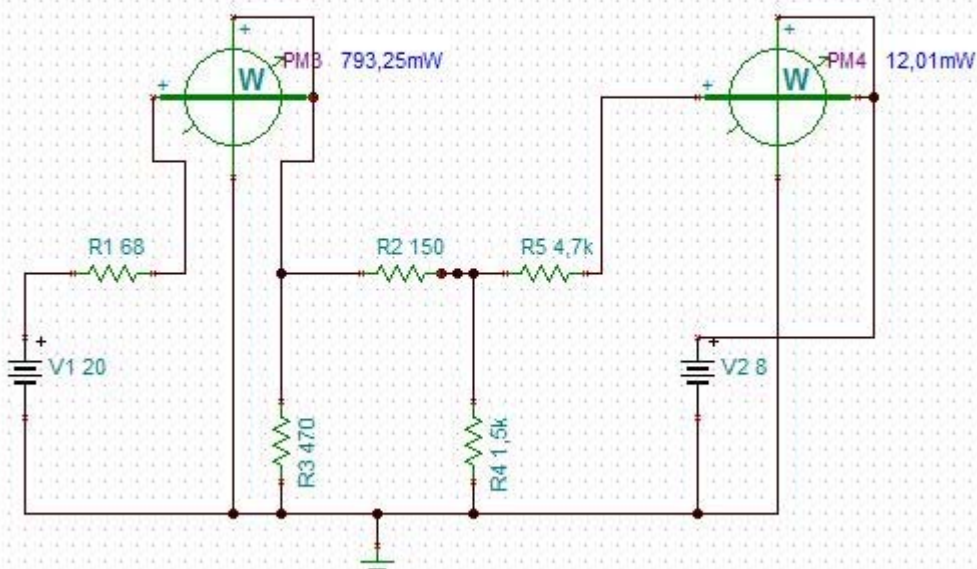
Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η συνδεσμολογία των βατόμετρων για να βρείτε ποια πηγή απορροφά και ποια αποδίδει ισχύ.



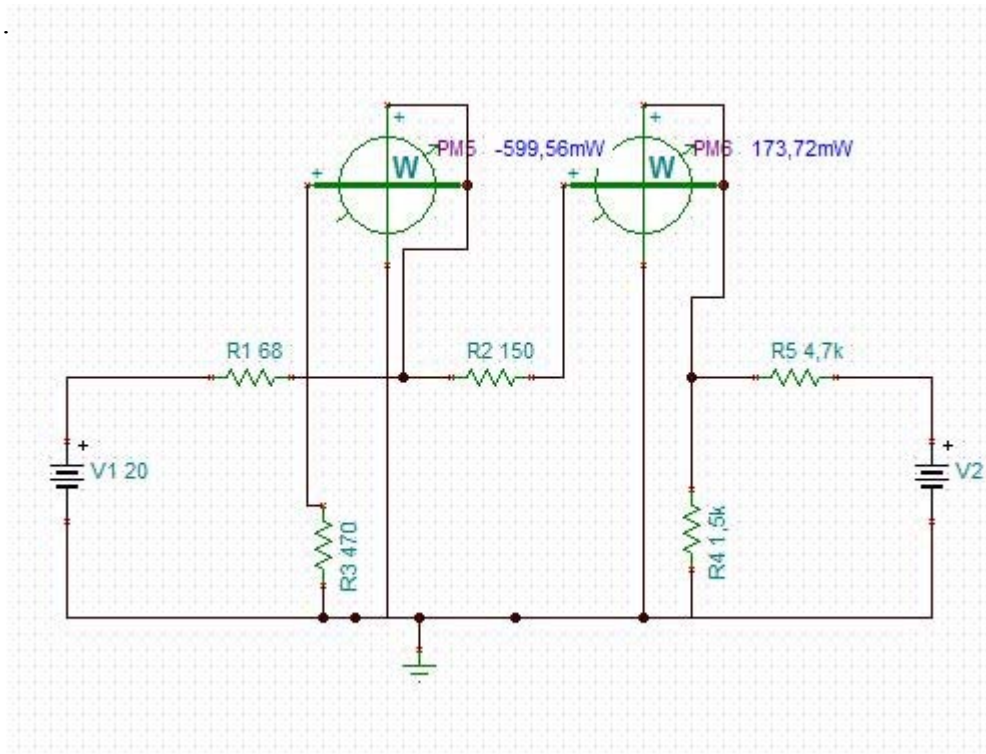
Για να δείτε τις τιμές θα πατήσετε το DC -> 

Η πηγή των 20V αποδίδει ισχύ διότι έχει θετικό πρόσημο ενώ η πηγή των 8V απορροφά επειδή έχει αρνητικό πρόσημο.

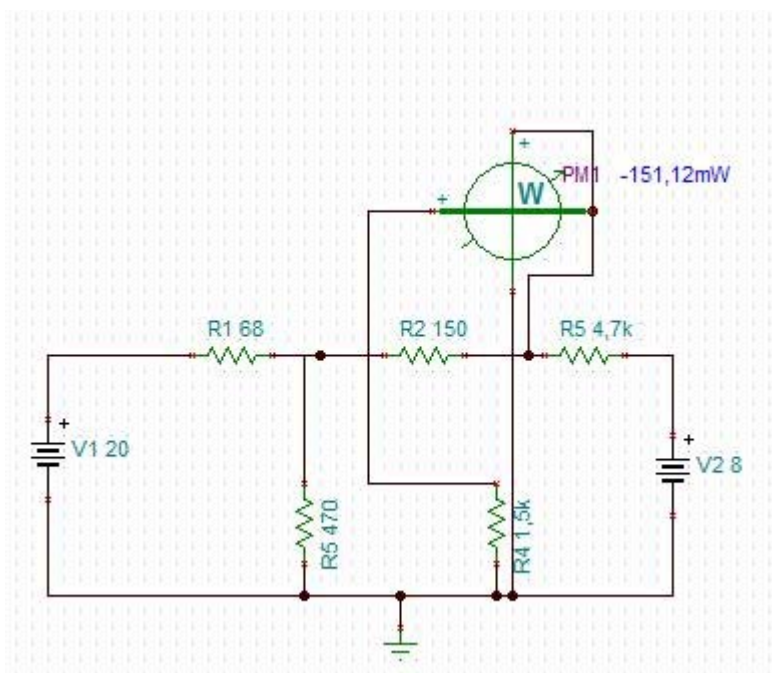
Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η συνδεσμολογία των βατόμετρων και η ισχύς που καταναλώνουν οι αντιστάσεις R1 και R5.



Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η συνδεσμολογία των βατόμετρων και η ισχύς που καταναλώνουν οι αντιστάσεις R2 και R3



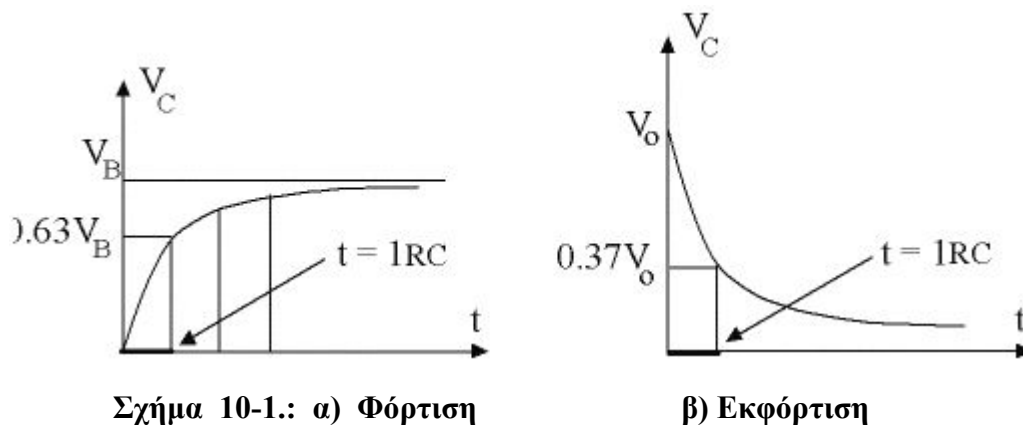
Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η συνδεσμολογία του βατόμετρου και η ισχύς που καταναλώνει η αντίσταση R4



## ΑΣΚΗΣΗ 10

### 2.11 ΦΟΡΤΙΣΗ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΠΥΚΝΩΤΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΦΑΣΗΣ

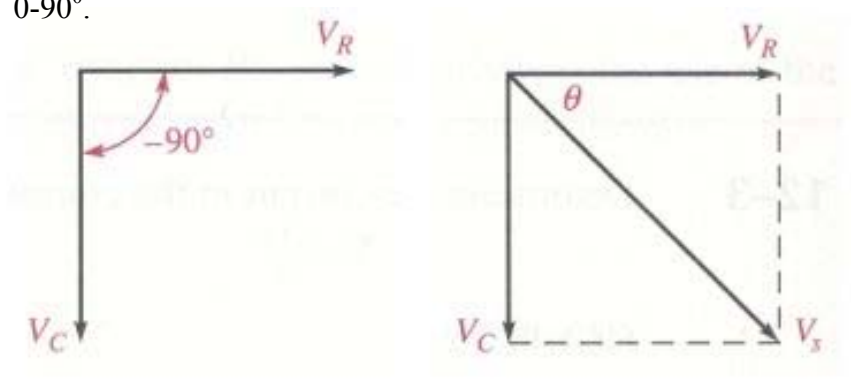
Χαρακτηριστικό των RC κυκλωμάτων είναι η σταθερά χρόνου  $\tau$  που είναι ίσο με το γινόμενο των τιμών της αντίστασης και του πυκνωτή  $\tau=RC$ . Αν η διάρκεια του παλμού εισόδου είναι μεγαλύτερη η ίση από το πενταπλάσιο του της τιμής της σταθεράς χρόνου τότε ο πυκνωτής στο κύκλωμα φορτίζεται και εκφορτίζεται πλήρως.



Είναι γνωστό ότι η σταθερά χρόνου ενός RC κυκλώματος είναι ίση με τον χρόνο που απαιτείται για να φορτιστεί ο πυκνωτής, ώστε να φθάσει στο 63% της τάσης της βηματικής εισόδου ή να εκφορτισθεί, ώστε να μειωθεί η τάση του κατά 63% της αρχικής. Τότε, η σταθερά χρόνου  $\tau$  είναι ίση με τον αριθμό των οριζόντιων υποδιαίρέσεων που αντιστοιχεί σε αριθμό κατακόρυφων υποδιαίρέσεων ίσο με το 63% του αριθμού των συνολικών .

#### Μετατόπιση Φάσης

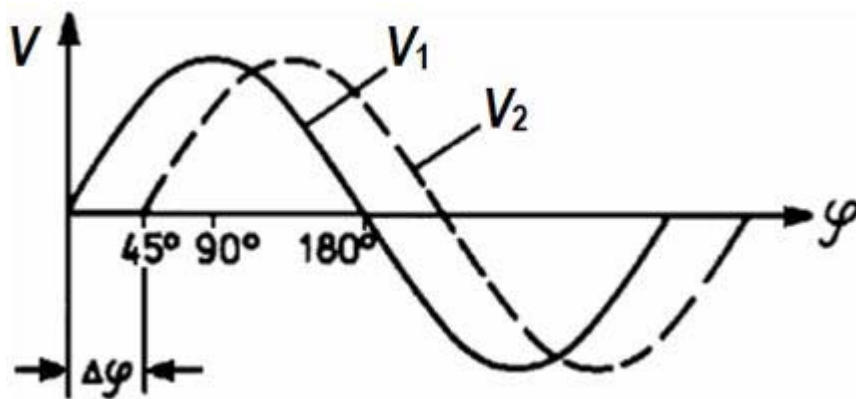
Ο πυκνωτής με την αντίσταση έχουν διαφορά φάσης  $90^{\circ}$ . Η τάση στα άκρα της αντίστασης  $V_R$  προηγείται της τάσης εισόδου  $V_S$ , ενώ η τάση στα άκρα του πυκνωτή  $V_C$  έπεται της εισόδου. Η διαφορά φάσης σε ένα RC κύκλωμα είναι μια γωνία μεταξύ  $0-90^{\circ}$ .



Σχήμα 10-2 διαφορά φάσης

Η διαφορά φάσης μεταξύ εισόδου και εξόδου δίνεται από τις σχέσεις

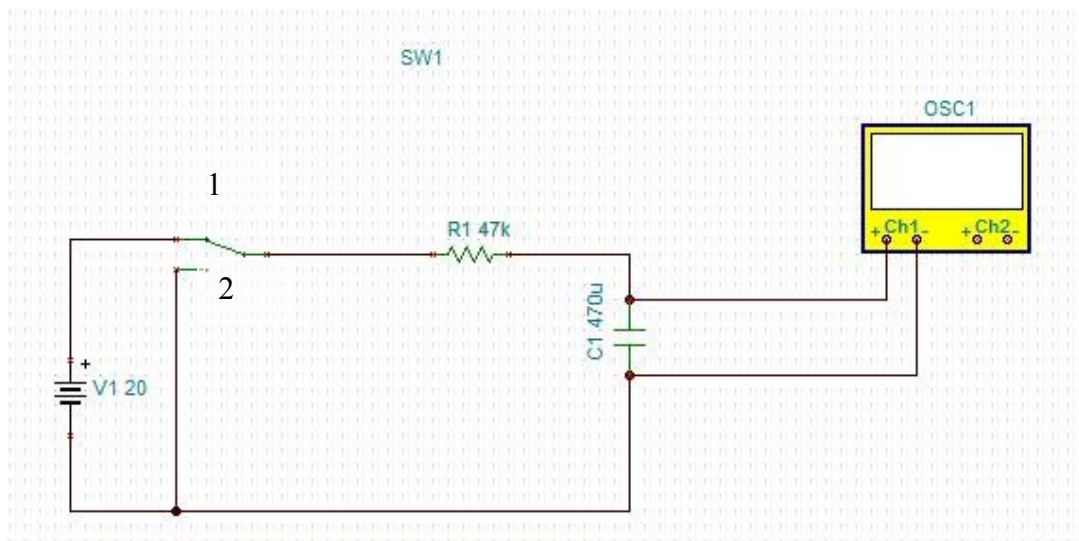
$$\theta = \tan^{-1} \frac{V_C}{V_R} \quad \text{ή} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$$



Σχήμα 10-3 Διαφορά φάσης  $45^{\circ}$

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

1) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα σχήματος 10-1.



Σχήμα 10-1

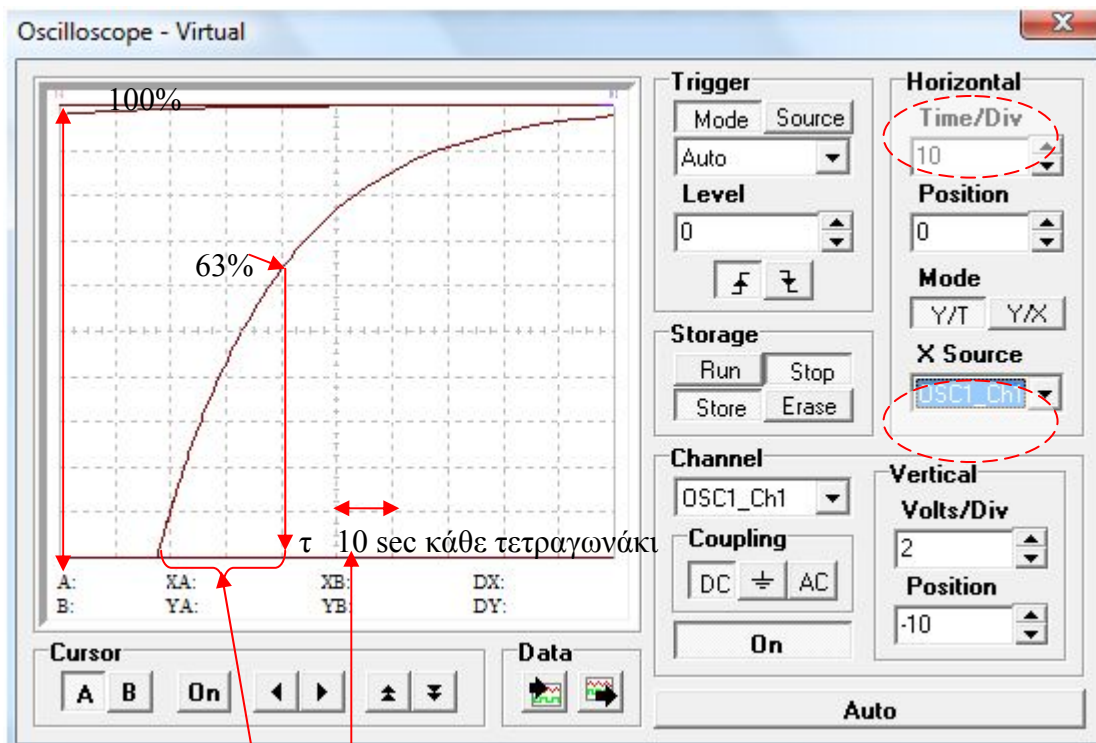
Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **resistor**(αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε την τιμή του στα για  $R1=47000\text{ohm}$
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **battery** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάξτε την τιμή του στα 20 V
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **switch** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας.
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **capacitor** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας και θέστε την τιμή του στα για  $C=470\text{u}$ .
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

Αφού φτιάξατε το κύκλωμα συμπληρώστε τους χρόνους φόρτισης και εκφόρτισης.



Για να δείτε τον χρόνο φόρτισης θα πάτε στο μενού T&M -> Oscilloscope και μόλις εμφανιστεί ο εικονικός παλμογράφος το πεδίο TIME/div θα βάλετε την τιμή 10, στο Volts/Div θα βάλετε την τιμή 5 στο position θα βάλετε την τιμή -10 και θα πατήσετε Run και Store . Στη συνέχεια θέστε τον διακόπτη στη θέση 1 όταν θα βρίσκετε ο διακόπτης στη θέση 1 θα εμφανιστεί στον παλμογράφο η καμπύλη της φόρτισης όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα:

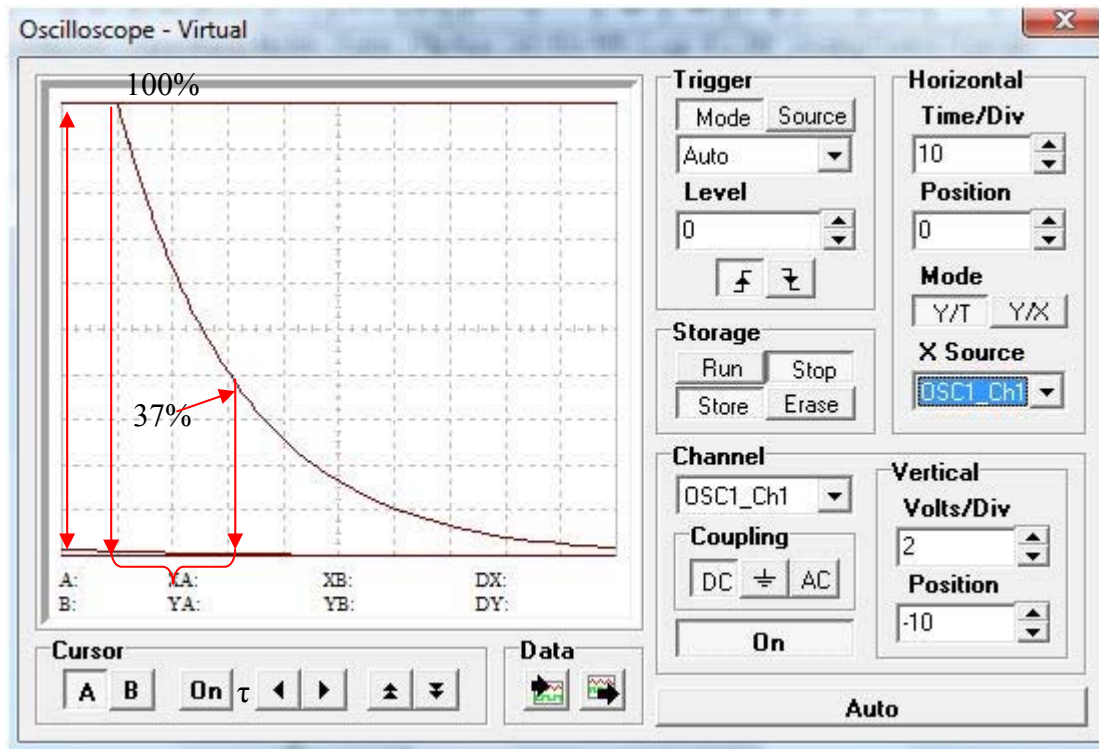


$$T_{\text{φόρτιση}} = 5 * (2,2) * 10 = 110 \text{ sec}$$

$$T_{\text{θεωρητικο}} = 5 * R * C = 5 * 47000 * (0.00047) = 110.45 \text{ sec}$$

Για να δείτε τον χρόνο εκφόρτισης θα πατήσετε Erase και στη συνέχεια Run και θα θέσετε τον διακόπτη στη θέση 2.

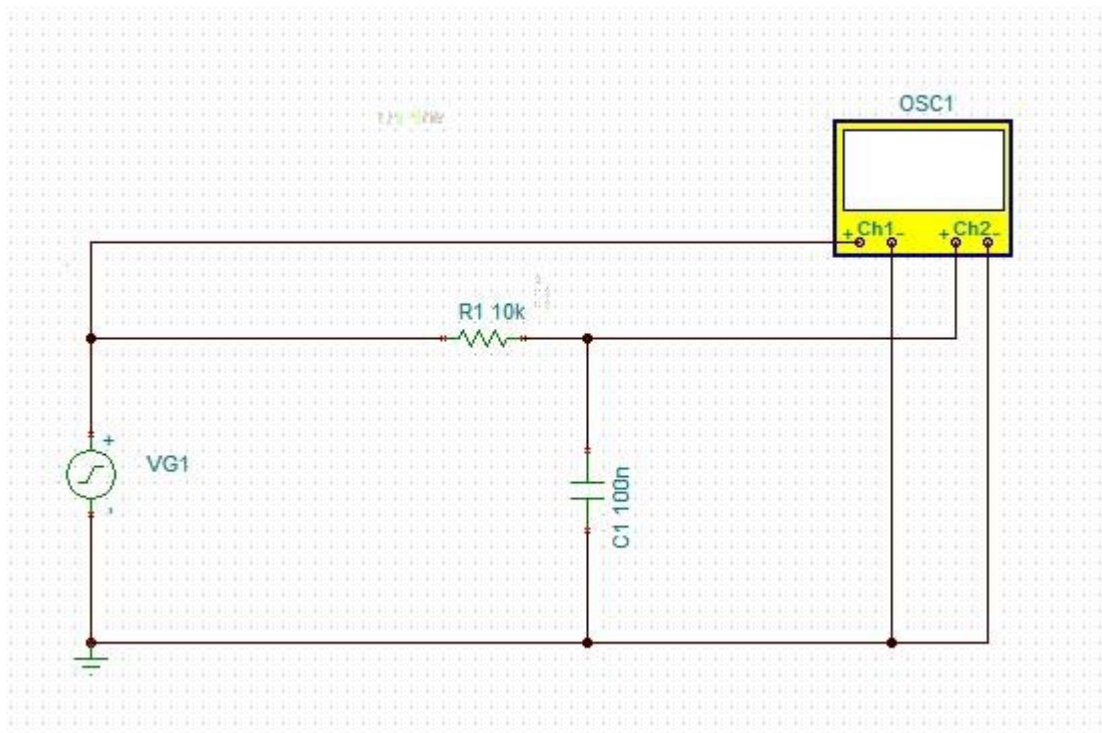




$$T_{\text{Εκφόρτιση}} = 5 \cdot (2,1) \cdot 10 = 105 \text{sec}$$

$$T_{\text{θεωρητικο}} = 5 \cdot R \cdot C = 5 \cdot 47000 \cdot (0.00047) = 110.45 \text{sec}$$

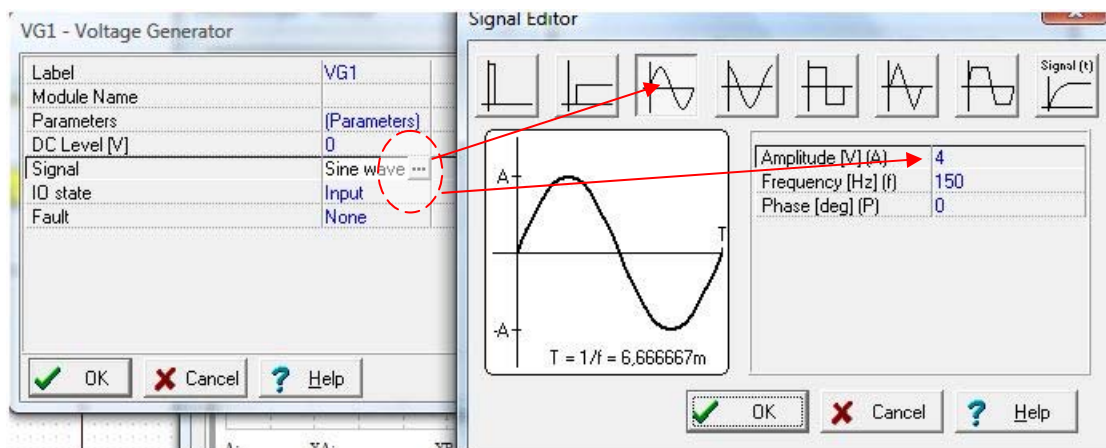
2) Σχεδιάστε στο TINA PRO το κύκλωμα σχήματος 10-2.



Σχήμα 10-2

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση του κυκλώματος:

- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **resistor**(αντίσταση) και τοποθετήστε τα στο χώρο εργασίας και θέστε την τιμή του στα για  $R1=10000\text{ohm}$ .
- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **Voltage Generator** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας αλλάζτε την τιμή του στα 4 V p-p για να αλλάξετε θα κάνετε διπλό κλικ πάνω του θα επιλέξετε το signal μόλις εμφανιστούν οι τελίτσες θα πατήσετε πάνω τους και στο πεδίο Amplitude θα βάλετε 4. Επίσης θα διαλέξετε την sinusoidal όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

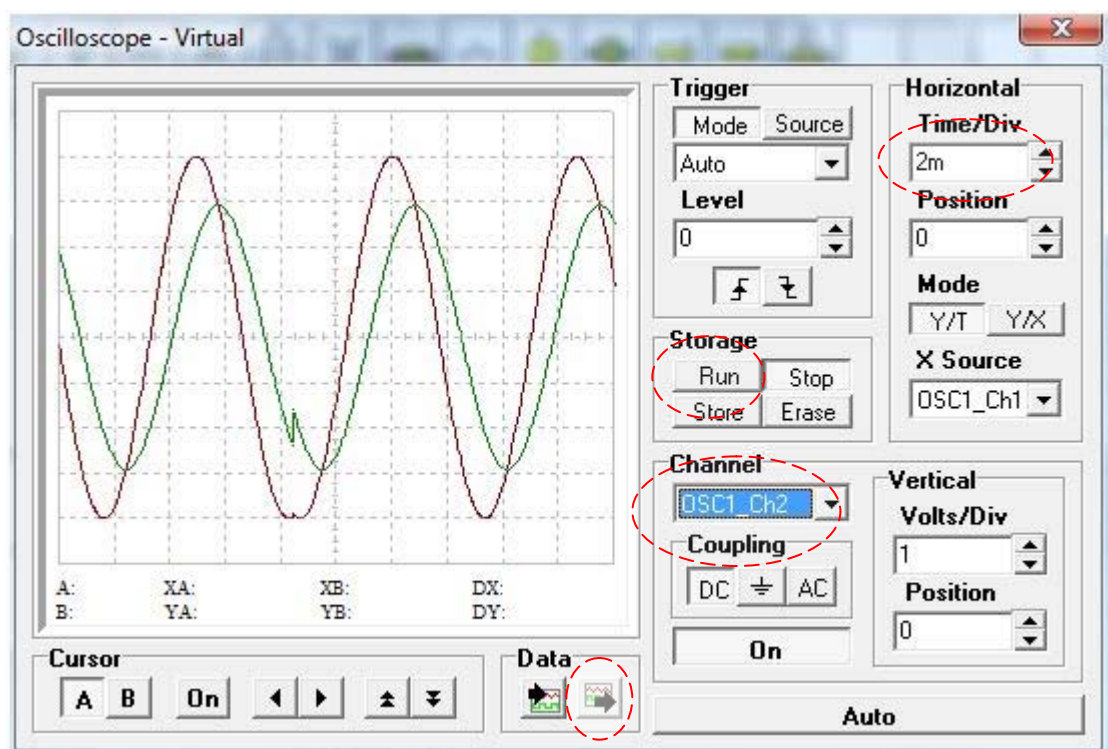


- Από την βιβλιοθήκη **basic** επιλέξτε 1 **capacitor** και τοποθετήστε το στο χώρο εργασίας και θέστε την τιμή του στα για  $C=100\text{nF}$ .
- Τέλος συνδέστε τα όλα μεταξύ τους όπως στο σχήμα.

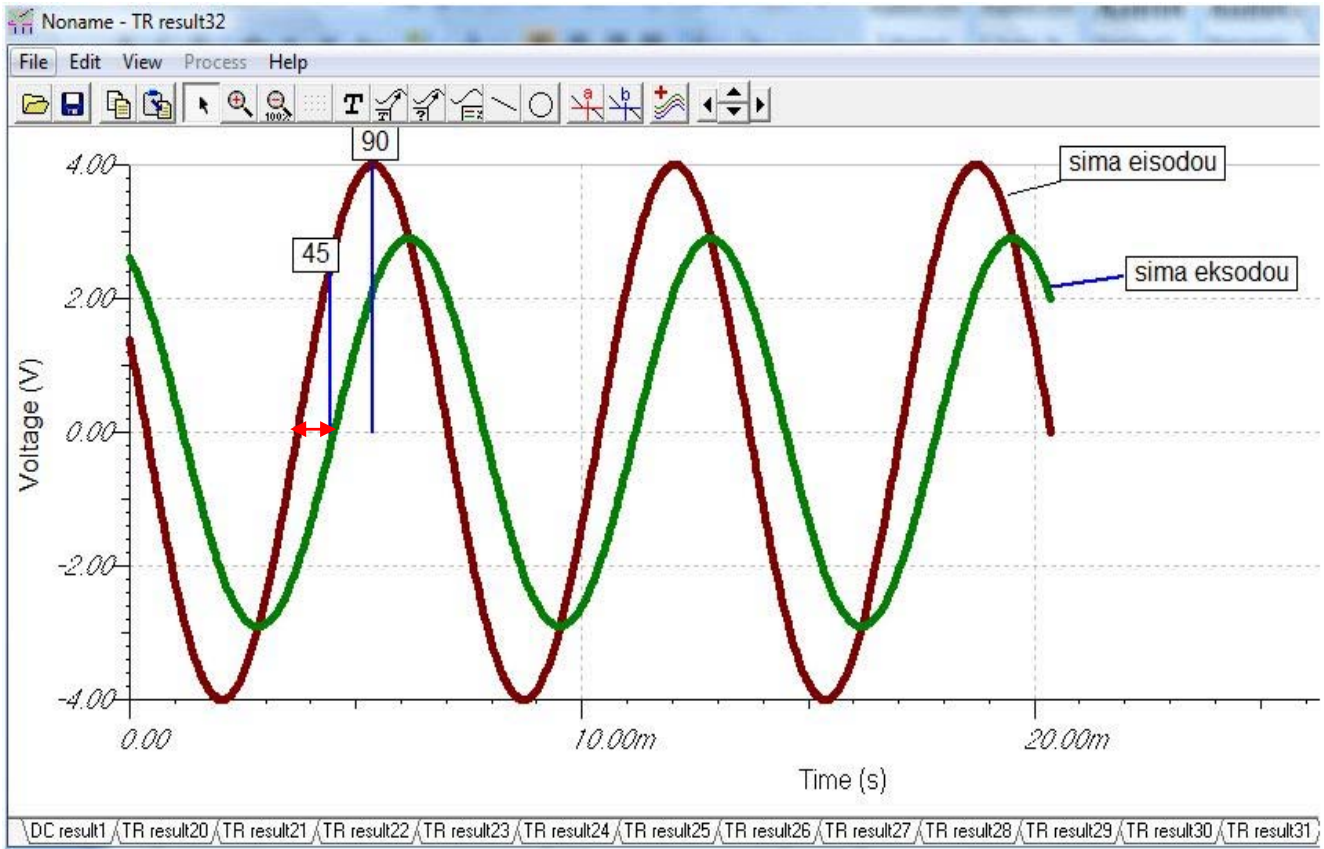
Αφού φτιάξετε το κύκλωμα να βρείτε με την γεννήτρια την συχνότητα στην οποία παρατηρείται διαφορά φάσης της τάσης επάνω στον πυκνωτή σε σχέση με την τάση της γεννήτριας ίση με 45μοιρες.

Για να βρείτε λοιπόν την συχνότητα θα αλλάζετε την τιμή της συχνότητας της γεννήτριας, θα κάνετε διπλό κλικ στην γεννήτρια θα επιλέξετε το πεδίο signal και θα

πατήσετε τις τελίτσες, μόλις εμφανιστεί η καρτέλα θα αλλάζετε την τιμή του πεδίο Frequency και θα παρατηρείτε κάθε φορά την διαφορά φάσης των δυο σημάτων στον παλμογράφο. Για να εμφανιστεί ο εικονικός παλμογράφος, θα πάτε στο μενού T&M -> Oscilloscope και μόλις εμφανιστεί ο εικονικός παλμογράφος στο πεδίο TIME/div θα βάλετε την τιμή 2m , στο Channel θα διαλέξετε Osc1\_Ch2 και θα πατήσετε Run. Μόλις εμφανιστούν τα σήματα θα πατήσετε το Stop και στη συνέχεια, στην περιοχή Data την δεξιά εικόνα για να εμφανιστεί η γραφική παράσταση



Μετά από διάφορες τιμές της συχνότητας θα δείτε ότι στα 150Hz η διαφορά φάσης θα είναι 45 μοίρες.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ MULTISIM

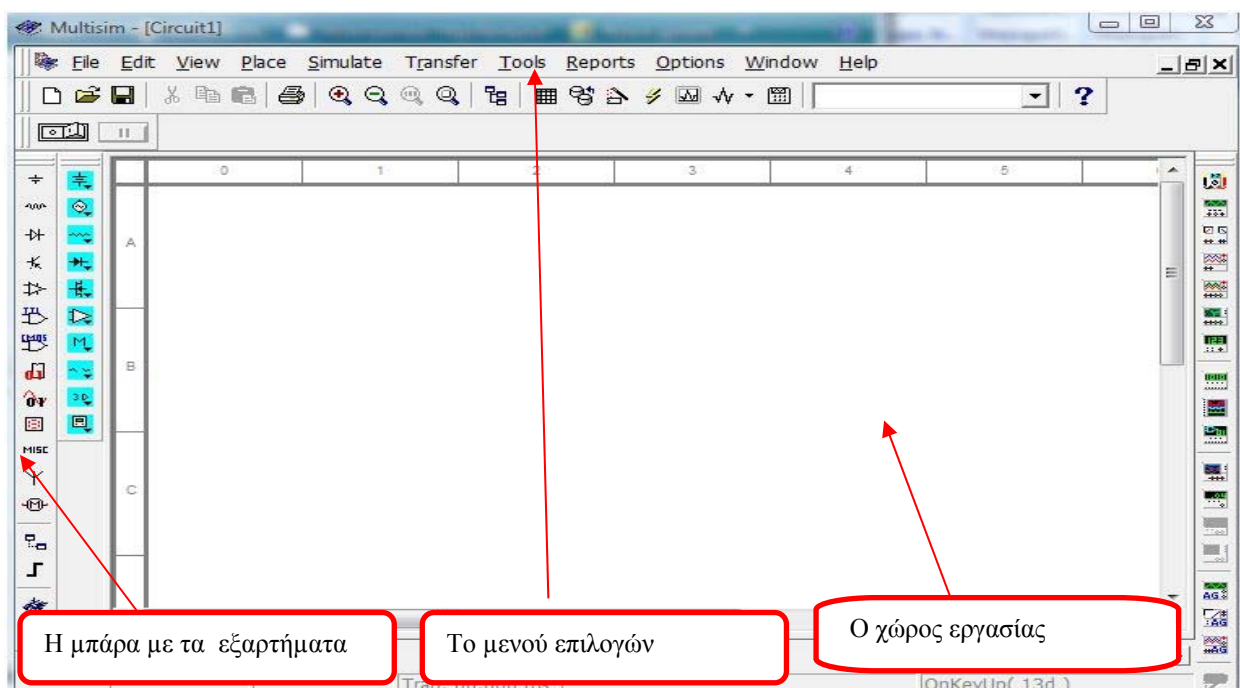
#### 3.1 MULTISIM Λογισμικό Σχεδίασης-Προσομοίωσης

Το λογιστικό MultiSIM της National Instruments είναι ένα πρόγραμμα σχεδιασμού, προσομοίωσης και ανάλυσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Με το MultiSIM μπορούμε να σχεδιάσουμε απλά κυκλώματα χρησιμοποιώντας μία μεγάλη βάση δεδομένων από εξαρτήματα του εμπορίου. Το MultiSIM είναι μία εφαρμογή που έχει σχεδιαστεί για Windows και χαρακτηρίζεται από όλα τα στοιχεία που αποτελούν μία Windows εφαρμογή (παράθυρα, πλήκτρα, μπάρες εργαλείων, κουτιά συμπλήρωσης κειμένου κ.τ.λ).

Για να ξεκινήσει το πρόγραμμα Multisim επιλέγουμε Start > All Programs > National Instruments > Circuit Design Suite 10.0 > Multisim. Μια νέα άδεια επιφάνεια εργασίας με την ονομασία "Circuit1" θα ανοίξει. Για να σώσουμε το νέο αυτό αρχείο επιλέγουμε File/Save As και εμφανίζεται ο διάλογος των Windows. Πηγαίνουμε στην διεύθυνση που θέλουμε και ορίζουμε το όνομα που θέλουμε πατώντας το Save.

#### 3.2 Το περιβάλλον εργασίας του MULTISIM

Το πρόγραμμα σχεδιασμού MultiSIM αποτελείται από ένα κεντρικό παράθυρο, μέσα στο οποίο μπορούμε να σχεδιάζουμε τα κυκλώματά μας.





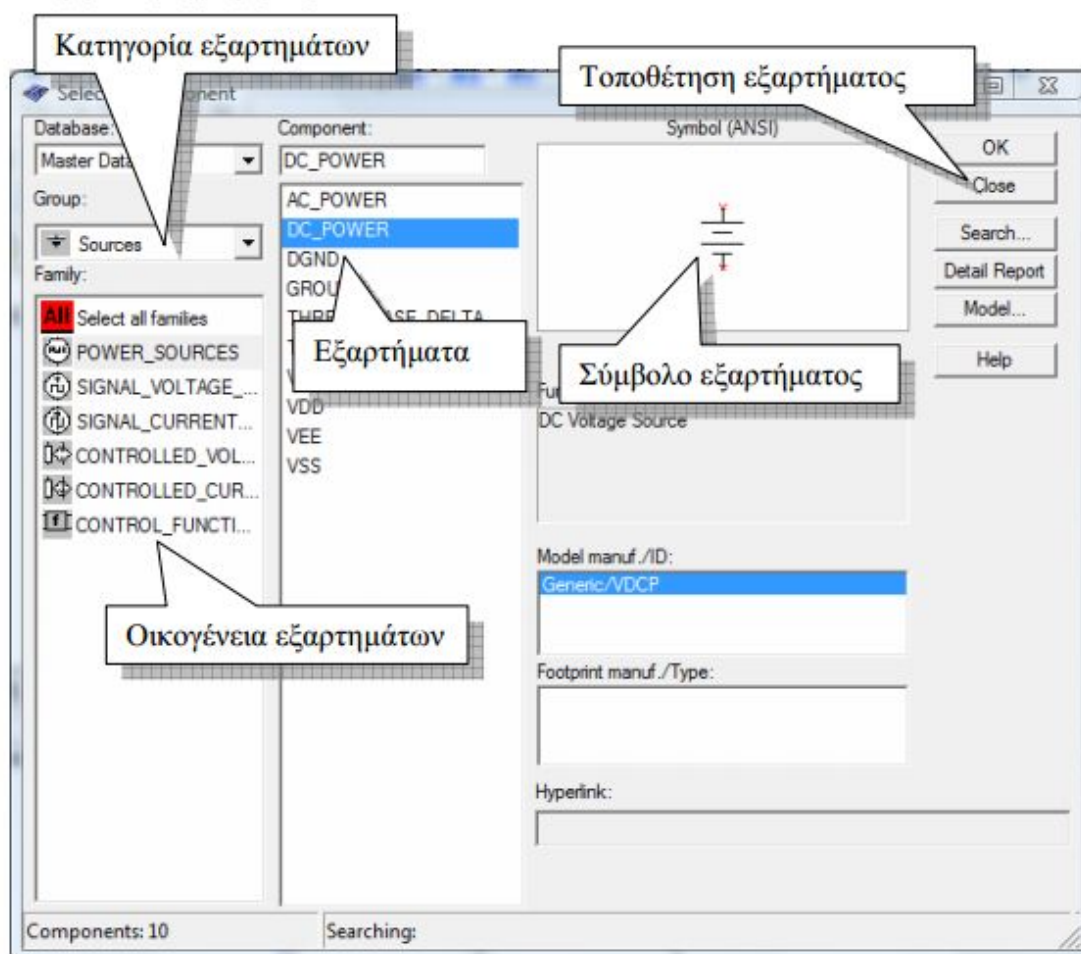
### 3.2.1 Μπάρα Εξαρτημάτων

Η μπάρα με τα εξαρτήματα μας δίνει την δυνατότητα να βρίσκουμε και να τοποθετούμε εύκολα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας εμφανίζοντας έναν εξερευνητή εξαρτημάτων

Κάθε πλήκτρο που πατάμε στην μπάρα εξαρτημάτων εμφανίζει τον εξερευνητή εξαρτημάτων μέσα από τον οποίο αναζητάμε εξαρτήματα που επιθυμούμε. Το πλήκτρο που θα πατήσουμε στην μπάρα εξαρτημάτων θα ορίσει και την κατηγορία εξαρτημάτων μέσα στον εξερευνητή εξαρτημάτων.

### 3.2.2 Εξερευνητής εξαρτημάτων

**Ο εξερευνητής εξαρτημάτων:**



### 3.2.3 Μενου Επιλογων

Το μενού επιλογών μας δίνει την δυνατότητα να επιλέγουμε διάφορες λειτουργίες διαχείρισης αρχείων, τοποθέτησης εξαρτημάτων, προσομοίωσης κ.α..

### 3.2.4 Χώρος εργασίας

Ο χώρος εργασίας είναι ο χώρος στον οποίο σχεδιάζουμε τα κυκλώματά μας τοποθετώντας εξαρτήματα και ενώνοντάς τα χρησιμοποιώντας αγωγούς

### 3.2.5 Η ΜΠΑΡΑ ΤΩΝ ΕΙΚΩΝΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

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 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.



Logic Analyzer (Λογικός Αναλυτής )

Logic Converter(Λογικός

Μετατροπέας)

#### Logic Converter

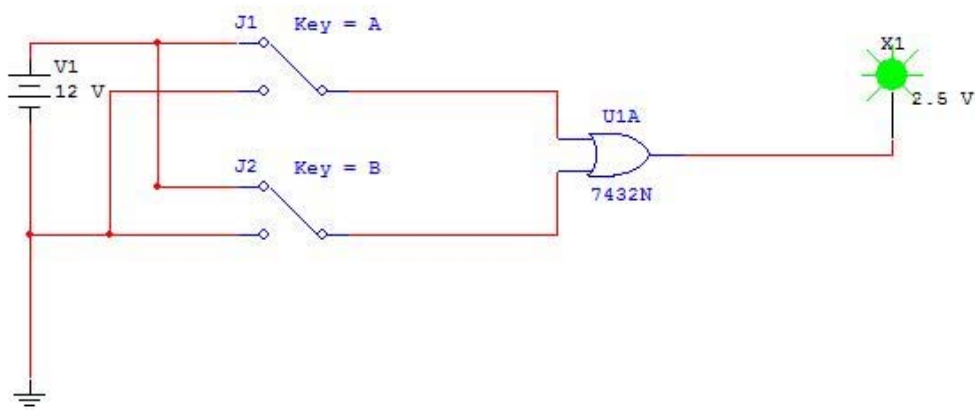
Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον λογικό μετατροπέα (Logic Converter) προκειμένου να επαληθεύσουμε την λειτουργία των κυκλωμάτων μας, να δημιουργήσουμε πίνακες αληθείας από κυκλώματα που έχουμε σχεδιάσει, να παράγουμε λογικά κυκλώματα μέσα από πίνακες αληθείας και να παράγουμε λογικές συναρτήσεις των κυκλωμάτων μας

## Logic Analyzer

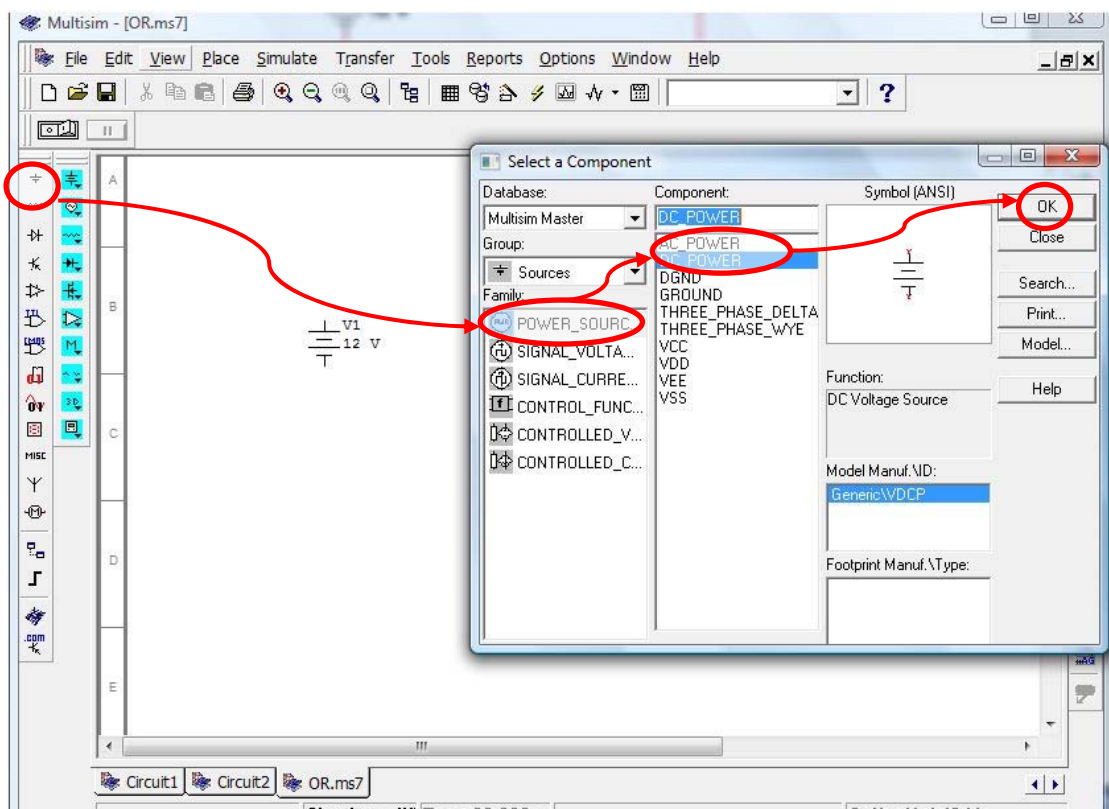
Ο λογικός αναλυτής δίνει την δυνατότητα εξαγωγής των κυματομορφών των κυκλωμάτων για περαιτέρω ανάλυση.

### 3.3 Δημιουργώντας ένα κύκλωμα με το multisim

Θα μεταφέρουμε το κύκλωμα της πύλης OR που φαίνεται παρακάτω μέσα στο περιβάλλον σχεδιασμού του MultiSIM.



- Πατάμε το πρώτο πλήκτρο μέσα στην μπάρα εξαρτημάτων για να τοποθετήσουμε την πηγή τάσης μέσα στον χώρο εργασίας ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα

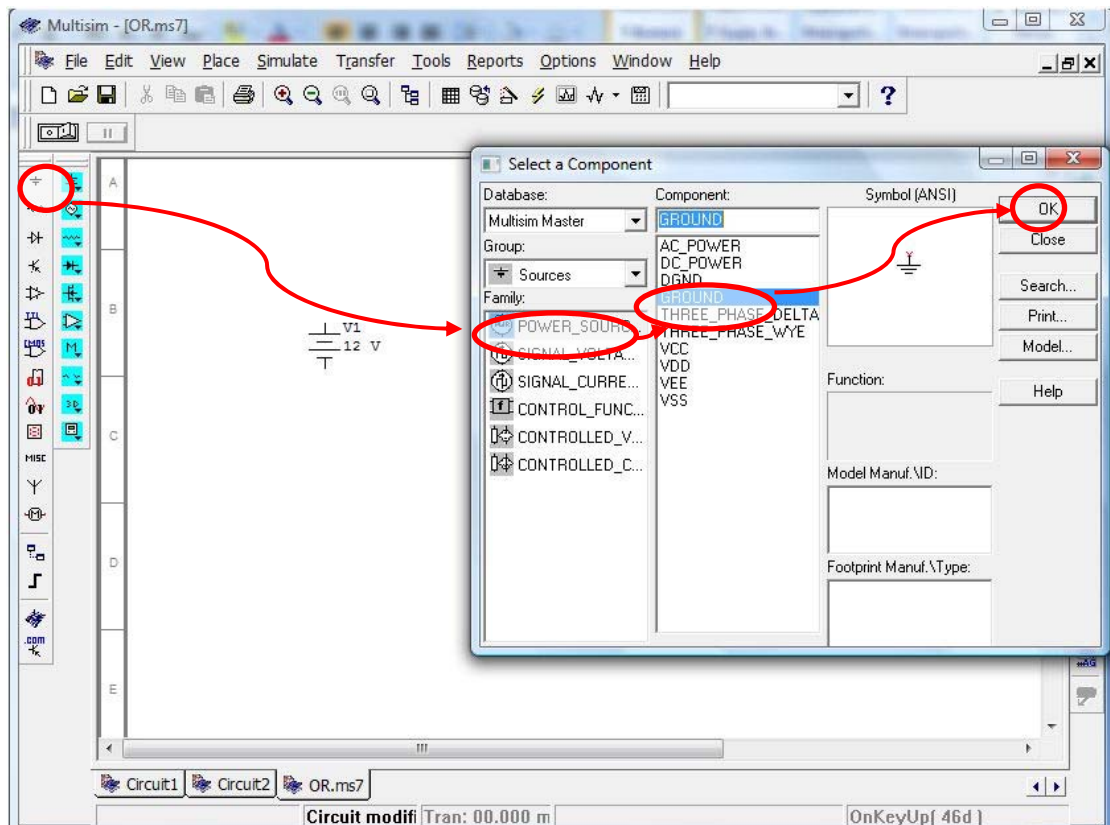




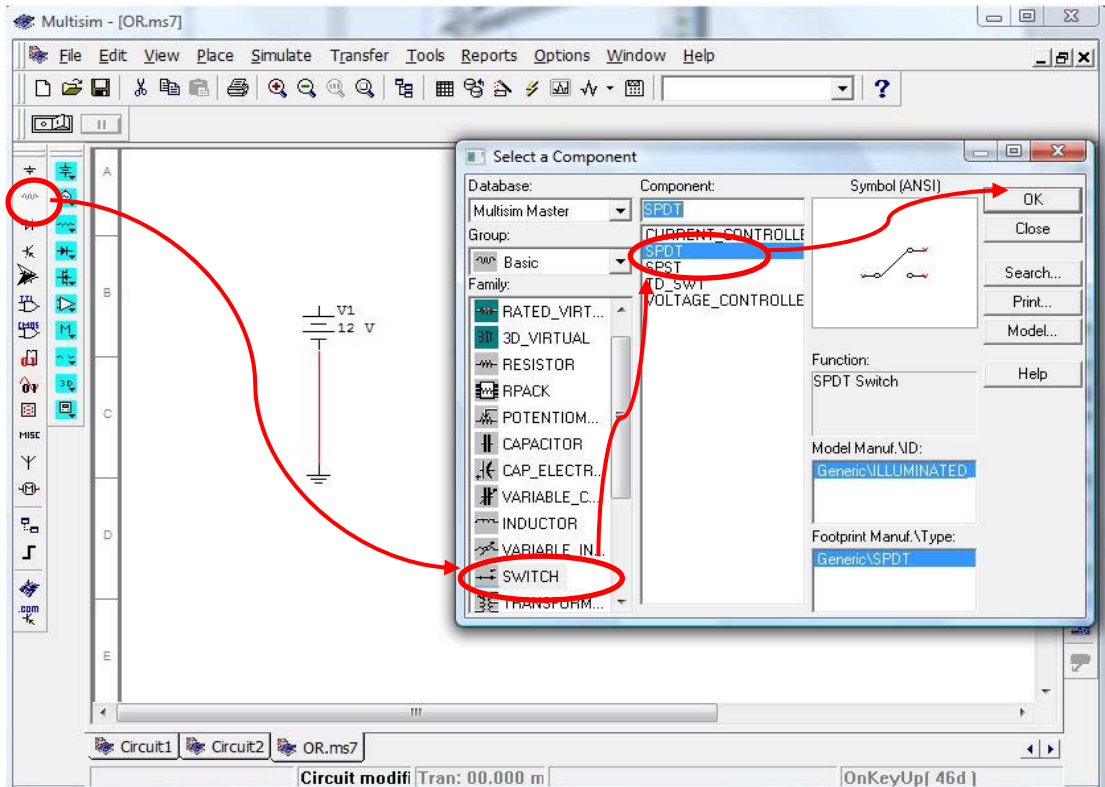
Τοποθετούμε το εξάρτημα της πηγής στον χώρο εργασίας κάνοντας κλικ κάπου μέσα σε αυτόν.

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

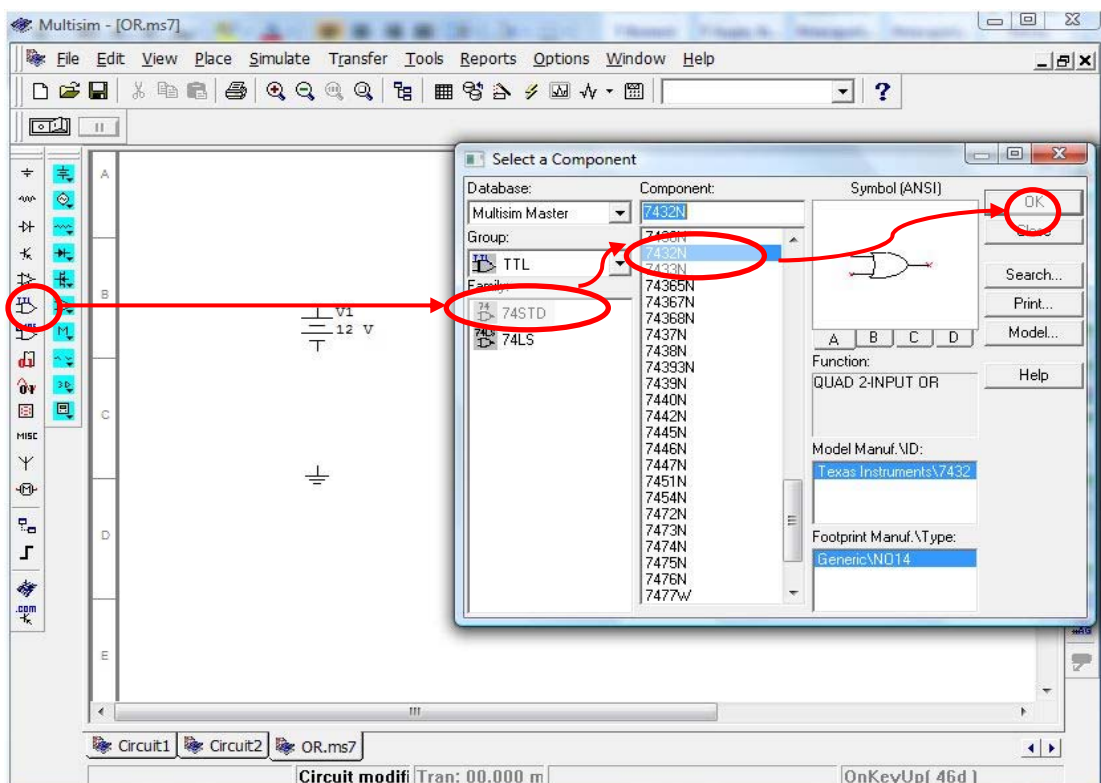
- Χρησιμοποιούμε την ίδια ενέργεια για να τοποθετήσουμε το εξάρτημα της γης μέσα στο χώρο εργασίας.



- Για να τοποθετήσουμε τους διακόπτες πατάμε το δεύτερο εξάρτημα της μπάρας εργαλείων ακολουθώντας τα εξής βήματα

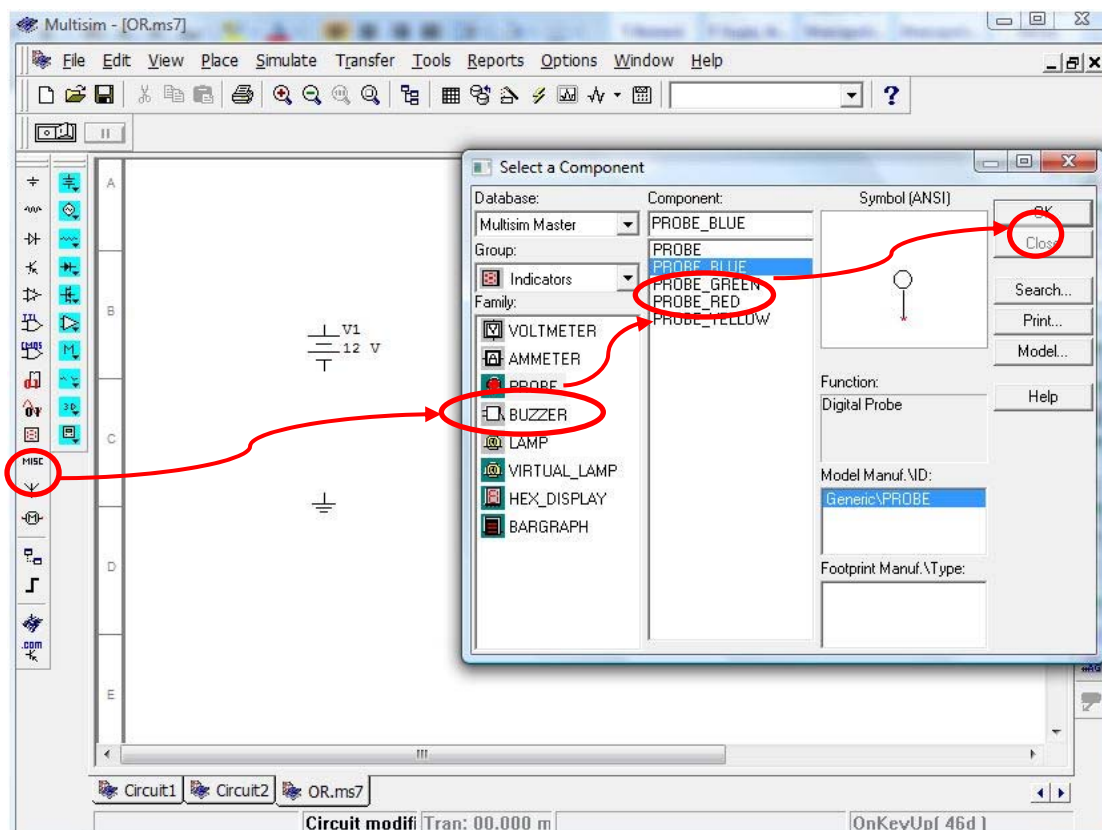


- Για να τοποθετήσουμε τη πύλη OR πατάμε το έκτο εξάρτημα της μπάρας εργαλείων ακολουθώντας τα εξής βήματα



Για να το τοποθετήσουμε στο χώρο εργασίας διαλέγουμε το section A

- Τέλος για να τοποθετήσουμε το λαμπάκι πατάμε το δέκατο εξάρτημα της μπάρας εργαλείων ακολουθώντας τα εξής βήματα



Αφού έχουμε τοποθέτηση όλα τα εξαρτήματα του κυκλώματος στο χώρο εργασίας στη συνέχεια τα συνδέουμε μεταξύ τους και είναι έτοιμο το κύκλωμα.

Όλα τα εξαρτήματα έχουν ακροδέκτες για την διασύνδεση μεταξύ τους η με τα εικονικά όργανα που βρίσκονται στο περιβάλλον του Multisim. Όταν ο κέρσορας βρίσκεται πάνω από έναν ακροδέκτη το πρόγραμμα αυτόματα αλλάζει τον κέρσορα στο λεγόμενο crosshair ώστε να ξεκινήσετε τις συνδέσεις. Όταν δείτε το crosshair, αν κάνετε κλικ και κινήσετε το ποντίκι θα δείτε το καλώδιο σύνδεσης να κινείται μαζί με τον κέρσορα από τον πρώτο ακροδέκτη προς το

σημείο όπου θα τερματίσετε την σύνδεση. Όταν φράσετε στο σημείο αυτό, τον δεύτερο ακροδέκτη δηλαδή, απλά κάνετε κλικ πάλι και τερετίζεται η σύνδεση σας. Το Multisim αυτόματα προσαρμόζει το μήκος όπως και τον τρόπο που «στρίβει» το καλώδιο. Μπορείτε βέβαια να κατευθύνετε το καλώδιο κάνοντας κλικ κάθε φορά που θέλετε να αλλάξετε κατεύθυνση κίνησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

#### 4.1 Εισαγωγή στις εργαστηριακές ασκήσεις των ψηφιακών κυκλωμάτων

Οι εργαστηριακές ασκήσεις των ψηφιακών κυκλωμάτων είναι συνολικά 11. Σκοπός τους είναι να προσομοιώσουν τα κυκλώματα των εργαστηρίων προκρινόμενου οι σπουδαστές να τα κατανοήσουν καλύτερα και επίσης να επαληθεύσουν τις τιμές που βρήκαν στο εργαστήριο.

#### ΑΣΚΗΣΗ 1

#### 4.2 Η μελέτη των πυλών AND, NAND, NOT

##### Πύλη AND

Η πύλη AND εκτελεί την λογική πράξη AND (ΚΑΙ) μεταξύ των εισόδων της. Η πράξη AND στην άλγεβρα Boole συμβολίζεται με επί (\*). Για παράδειγμα εάν η πύλη έχει 2 εισόδους (a και b) και μία έξοδο (c) θα γίνει η πράξη:

$$c = a * b$$

Ο πίνακας αληθείας της λογικής πύλης AND φαίνεται στο εξής σχήμα:

Είσοδοι		Έξοδος
□A	B	A ΚΑΙ B
0	0	0
0	1	0
1	0	0

1	1	1
---	---	---

Το κυκλωματικό σχήμα της AND 2 εισόδων είναι το εξής:



Παράδειγμα: έστω ότι  $a=1$  και  $b=0$ . Η έξοδος  $c$  θα προκύψει 0.

Γενικότερα, η έξοδος AND δίνει λογική έξοδο 1 όταν όλες οι εισοδοί της βρίσκονται σε λογική κατάσταση 1.

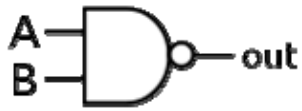
Οι πύλες AND κατασκευάζονται και με περισσότερες των δύο εισόδων (πχ 3,4,5,8 εισοδοί).

### Πύλη NAND

Η πύλη **NAND** (OXI-KAI) δίνει την αντίθετη έξοδο από την AND, δηλαδή δίνει λογικό 1 όταν υπάρχει τουλάχιστο ένα λογικό 0 στις εισόδους.

Ο πίνακας καταστάσεων και το κυκλωματικό σχεδιάγραμμα είναι τα εξής:

Είσοδοι		Έξοδος
A	B	A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



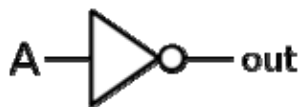
## Πύλη NOT

Η πύλη **NOT** (OXI) έχει μόνο μία είσοδο και δίνει μόνο μία έξοδο. Η λειτουργία της είναι η αντιστροφή του λογικού σήματος της εισόδου.

Ο πίνακας αληθείας της πύλης είναι:

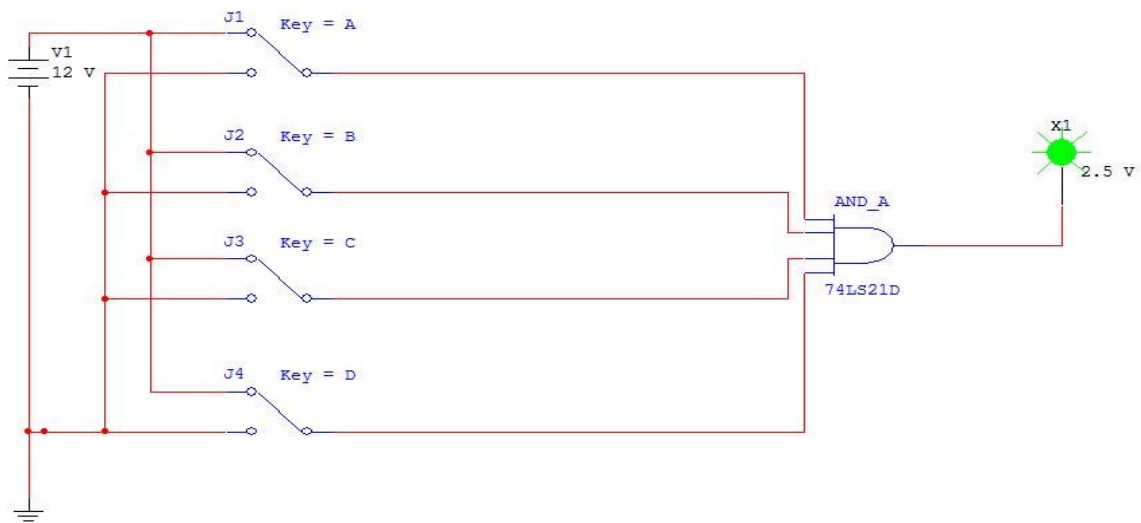
Είσοδος	Έξοδος
<b>A</b>	OXI A
<b>0</b>	□ 1
<b>1</b>	0

Το κυκλωματικό σχεδιάγραμμα είναι το εξής:



## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα της πύλης AND τεσσάρων εισόδων στο multisim



**Σχήμα 1.1**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

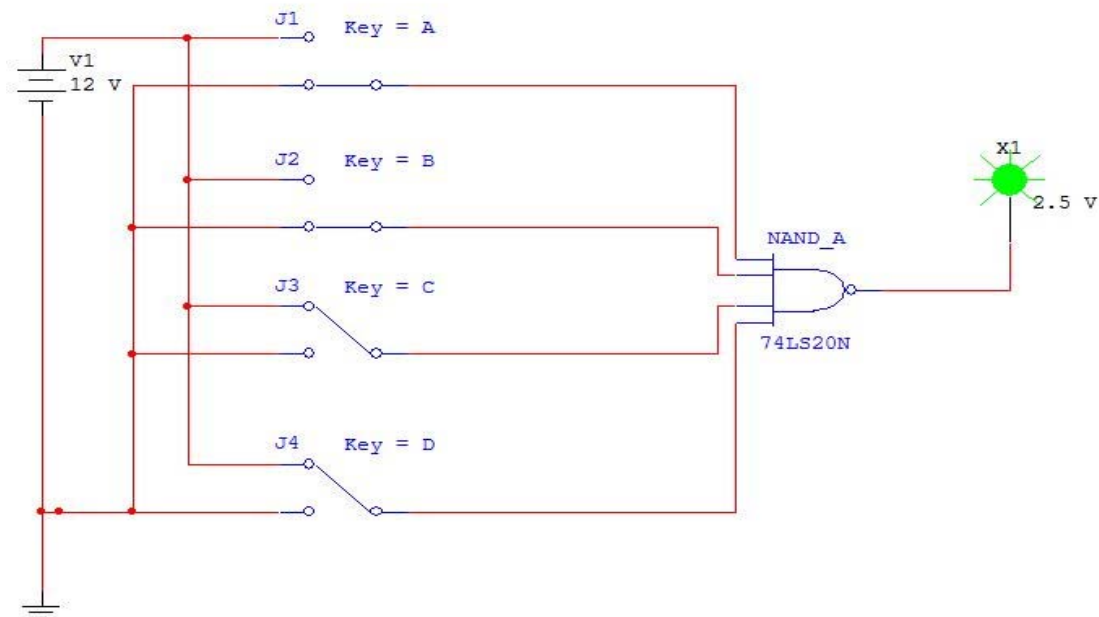
1. 4 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 πύλη AND 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS θα επιλέξετε το component 74LS21D και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.



- 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

- 2) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα της πύλης NAND τεσσάρων εισόδων στο multisim.



**Σχήμα 1.2**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

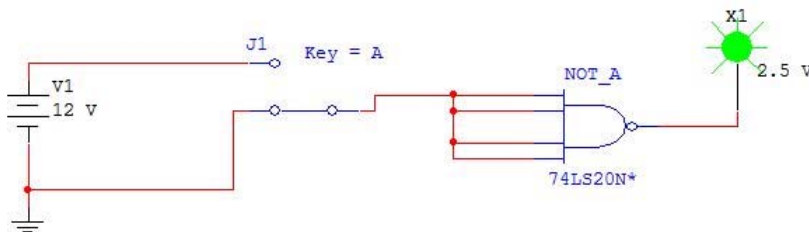
Θα πάρετε:

1. 4 διακόπτες (switch SPDT)-> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok κάνοντας, κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 πύλη NAND 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS θα επιλέξετε το component 74LS20N και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
6. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

- 3) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα της πύλης NOT στο multisim



**Σχήμα 1.3**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 1 διακόπτη (switch SPDT)-> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

3. 1 πηγή-> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 πύλη NAND 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS θα επιλέξετε το component 74LS20N και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- 1) Πίνακας αληθείας των πυλών AND και NAND

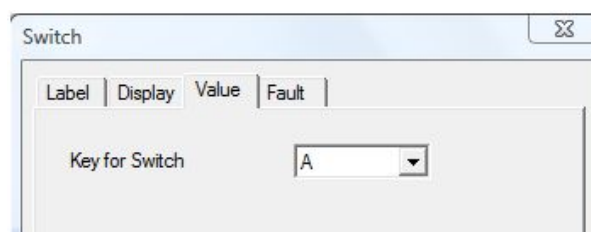
A	B	C	D	AND	NAND
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1

<b>1</b>	1	1	1	1	<b>0</b>
----------	---	---	---	---	----------

2) Πινάκας αληθείας της πύλης NOT

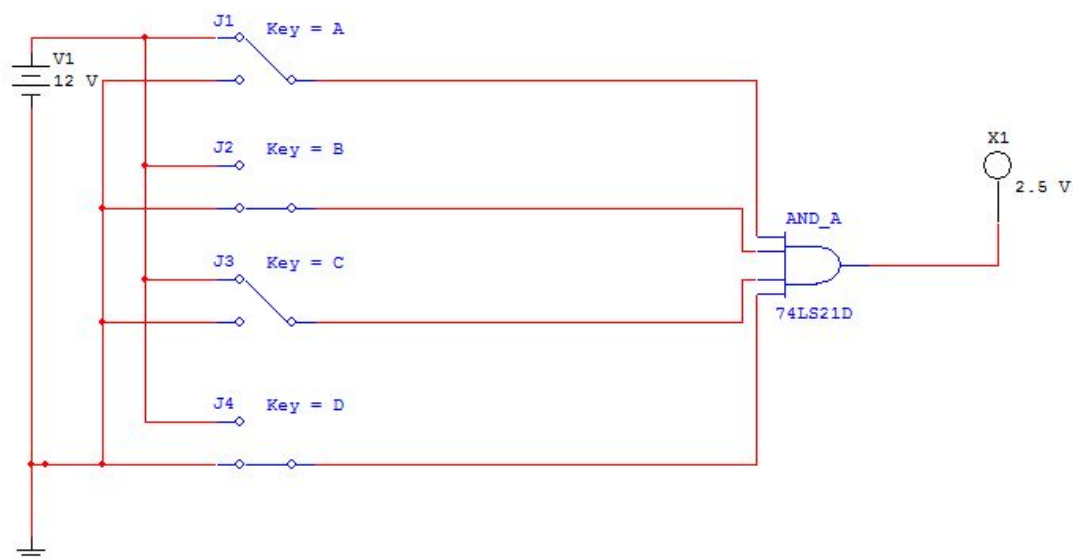
A	F
<b>1</b>	<b>0</b>
<b>0</b>	<b>1</b>

Για να μπορέσετε να αλλάζετε την τιμή κάθε διακόπτη ξεχωριστά θα πρέπει να ορίσετε διαφορετικό πλήκτρο για το καθένα, κάνοντας διπλό κλικ στον διακόπτη θα εμφανιστεί η παρακάτω καρτέλα:



Θα πάτε στο πεδίο value και θα διαλέξετε το γράμμα ή τον αριθμό που θέλετε για τον συγκεκριμένο διακόπτη από την λίστα και θα πατήσετε ok. Τώρα πατώντας το γράμμα ή τον αριθμό που διαλέξατε θα ανοίγεται ή θα κλείνεται ο διακόπτης. Για να συμπληρώσετε τους πίνακες αληθείας θα βλέπετε κάθε φορά το λαμπάκι το οποίο είναι και η έξοδος δηλαδή κάθε φορά που θα αλλάζετε τις τιμές των διακοπών θα παρατηρήσετε αν το λαμπάκι ανάβει, αν ναι τότε η έξοδος είναι 1 αν δεν ανάβει τότε η έξοδος είναι 0.

Για παράδειγμα βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα της πύλης AND με εισόδους  $a=1$ ,  $b=0$ ,  $c=1$ ,  $d=0$  ότι το λαμπάκι δεν ανάβει δηλαδή η έξοδος είναι 0 και αυτό συμβαίνει επειδή η πύλη AND δίνει έξοδο 1 μόνο όταν όλες οι εισοδοί είναι 1.





## ΑΣΚΗΣΗ 2

### 4.3 Η μελέτη των πυλών OR και NOR.

#### Πύλη OR

Η πύλη **OR** εκτελεί την λογική πράξη OR (H') μεταξύ των εισόδων της. Η πράξη OR στην άλγεβρα Boole συμβολίζεται με το συν (+). Για παράδειγμα εάν η πύλη έχει 2 εισόδους (a και b) και μία έξοδο (c) θα γίνει η πράξη:

$$c = a + b$$

Ο πίνακας αληθείας της λογικής πύλης OR φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Είσοδοι		Έξοδος
A	B	A H' B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Το κυκλωματικό σχήμα της OR 2 εισόδων είναι το εξής:



Παράδειγμα: Έστω ότι  $a=1$  και  $b=0$ . Η έξοδος  $c$  θα προκύψει 1.

Γενικότερα, η πύλη OR δίνει λογικό 1 όταν μία τουλάχιστο είσοδος είναι σε λογικό 1.

Οι πύλες OR κατασκευάζονται και με περισσότερες των δύο εισόδων.

## Πύλη NOR

Η πύλη **NOR** (OXI-H') δίνει την αντίθετη έξοδο από την OR, δηλαδή δίνει λογικό 1 όταν και οι δύο εισοδοι είναι 0.

Ο πίνακας αληθείας της λογικής πύλης NOR φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

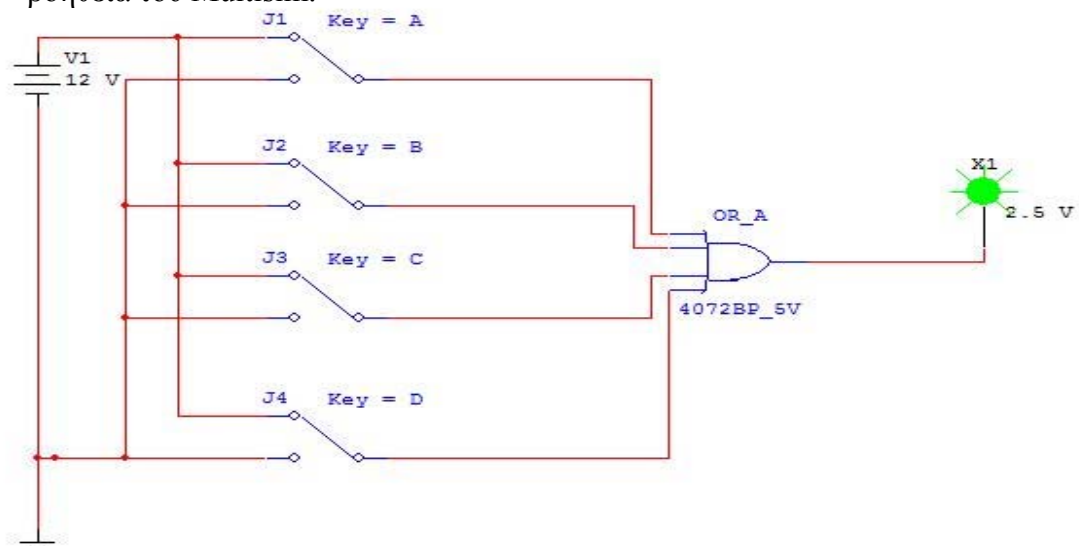
Είσοδοι		Έξοδος
A	B	A NOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Το κυκλωματικό σχήμα της OR 2 εισόδων είναι το εξής:



## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα της πύλης OR του σχήματος 2.1 α με την βοήθεια του Multisim.





### Σχήμα 2.1α Πύλη OR

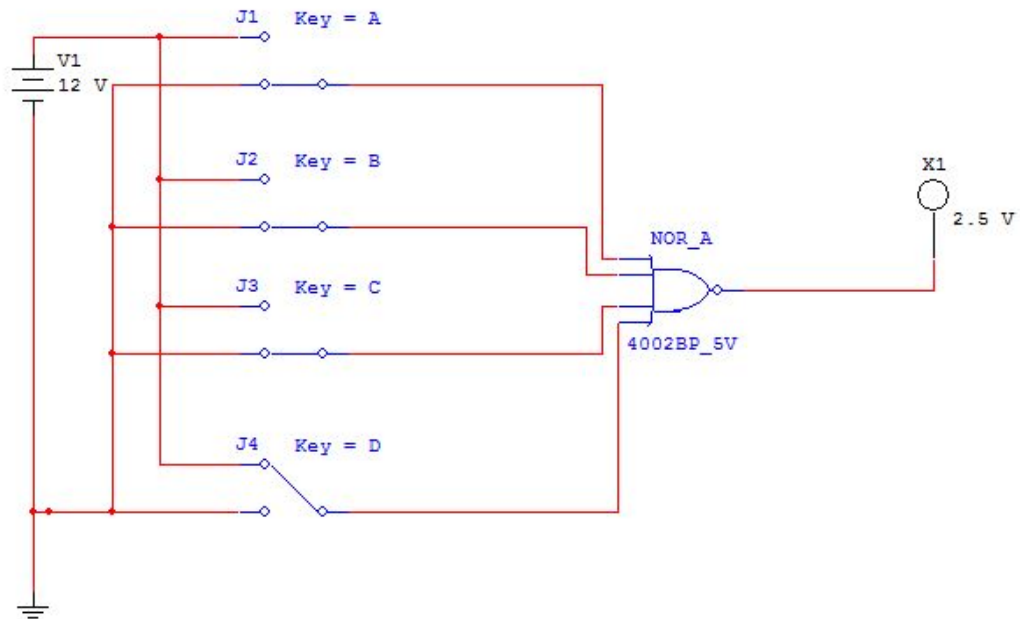
Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 4 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 1 πύλη OR 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη CMOS θα διαλέξετε την οικογένεια CMOS\_5V και θα επιλέξετε το 4072BP\_5V και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

- 2) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα της πύλης NOR του σχήματος 2.1β με την βοήθεια του Multisim.



**Σχήμα 2.1 β Πύλη NOR**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

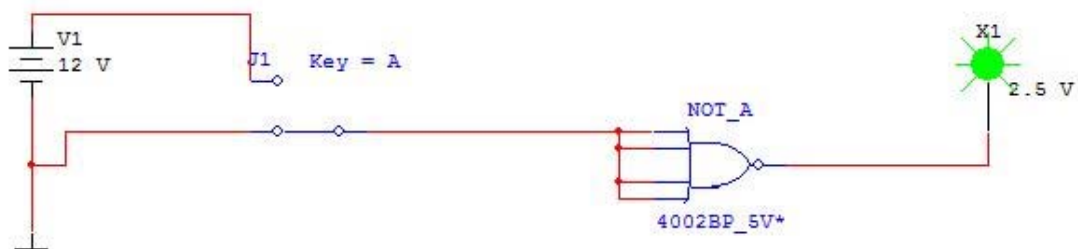
Θα πάρετε:

1. 4 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

5. 1 πύλη NOR 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη CMOS θα διαλέξετε την οικογένεια CMOS\_5V και θα επιλέξετε το 4002BP\_5V και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

- 3) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα της πύλης NOT του σχήματος 2.2 με πύλες NOR με την βοήθεια του Multisim.



**Σχήμα 2.2 NOT με πύλη NOR**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

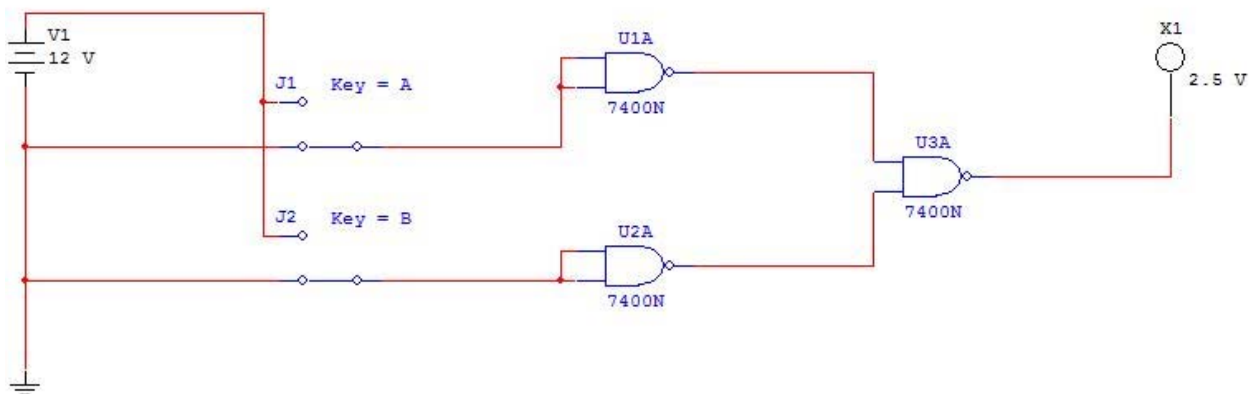
Θα πάρετε:

1. 1 διακόπτη (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component

3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE ,θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component
4. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component
5. 1 πύλη NOR 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη CMOS θα διαλέξετε την οικογένεια CMOS\_5V και θα επιλέξετε το 4002BP\_5V και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

- 4) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα της πύλης OR του σχήματος 2.3 με πύλες NAND με την βοήθεια του Multisim.



**Σχήμα 2.3 OR με πύλες NAND**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 4 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74STD και θα επιλέξετε το 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

##### 3) Πίνακας αληθείας των πυλών OR και NOR

A	B	C	D	OR	NOR
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0

0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0

0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	0

4) Πινάκας αληθείας του σχήματος 2.2( NOT με πύλη NOR)

A	F
1	0
0	1

5) Πινάκας αληθείας του σχήματος 2.3 (OR με πύλες NAND)

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Για να συμπληρώσετε τους πίνακες αληθείας θα βλέπετε κάθε φορά το λαμπάκι το οποίο είναι και η έξοδος δηλαδή κάθε φορά που θα αλλάζετε τις τιμές των διακοπών θα παρατηρείτε αν το λαμπάκι ανάβει αν ναι τότε η έξοδος είναι 1 αν δεν ανάβει τότε η έξοδος είναι 0.

### ΑΣΚΗΣΗ 3

#### 3.4 Η μελέτη των πυλών XOR και XNOR.

##### Πύλη XOR

Η πύλη **XOR** εκτελεί την λογική πράξη XOR (ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΟ Η') μεταξύ των εισόδων της. Η πράξη XOR στην άλγεβρα Boole συμβολίζεται με ένα συν μέσα σε

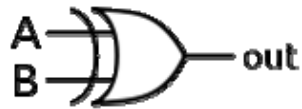
ένα κύκλο ( $\oplus$ ). Για παράδειγμα εάν η πύλη έχει 2 εισόδους (a και b) και μία έξοδο (c)

θα γίνει η πράξη:  $c = ab' + a'b$ .

Ο πίνακας αληθείας της λογικής πύλης XOR φαίνεται στο εξής σχήμα:

Είσοδοι		Έξοδος
A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Το κυκλωματικό σχήμα της XOR 2 εισόδων είναι το εξής:



Παράδειγμα: Έστω ότι  $a=1$  και  $b=0$ . Η έξοδος  $c$  θα προκύψει 1.

Γενικά η πύλη XOR ελέγχει την περιττή ισοτιμία, δηλαδή δίνει λογικό 1 όταν περιττός αριθμός εισόδων βρίσκεται σε λογικό 1.

### Πύλη XNOR

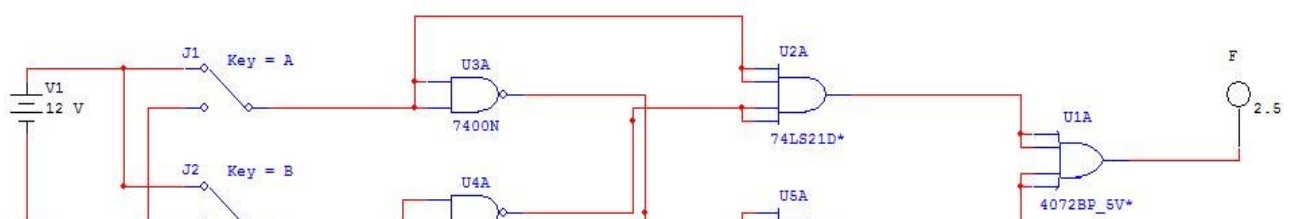
Η πύλη **XNOR** δίνει την αντίθετη έξοδο από την XOR, δηλαδή δίνει λογικό 1 όταν οι δύο εισοδοι είναι στην ίδια λογική στάθμη. Ο πίνακας καταστάσεων και το κυκλωματικό σχεδιάγραμμα είναι τα εξής:

Είσοδοι		Έξοδος
A	B	A XNOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα της πύλης XOR του σχήματος 3.1 με την βοήθεια του Multisim





### Σχήμα 3.1 Πύλη XOR

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

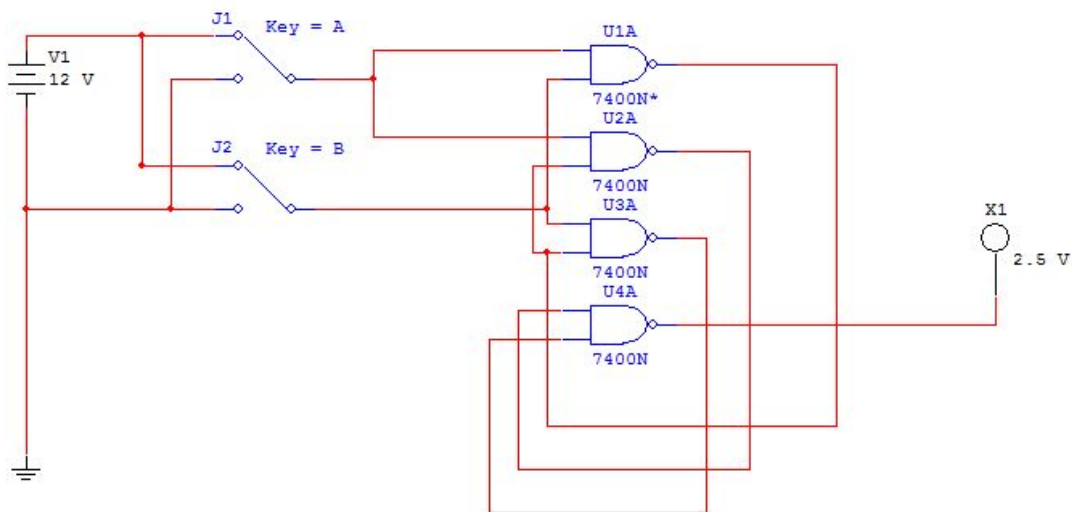
Θα πάρετε:

1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 2 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74STD και θα επιλέξετε το 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
6. 2 πύλες AND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS και θα επιλέξετε το 74LS21D και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

7. 1 πύλη OR 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη CMOS θα διαλέξετε την οικογένεια CMOS\_5V και θα επιλέξετε το 4072BP\_5V και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

- 2) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα του σχήματος 3.2 με την βοήθεια του Multisim.



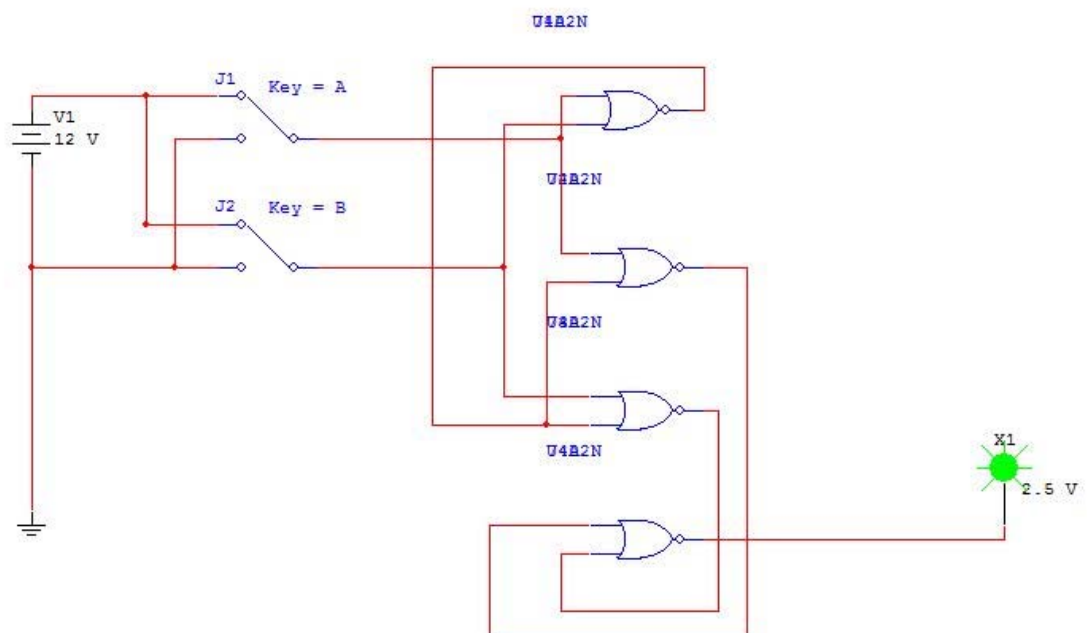
**Σχήμα 3.2 Πύλη XOR με NAND**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

- 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
- 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
- 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
- 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
- 4 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74STD και θα επιλέξετε το 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αν τοποθετήσουμε στη θέση των πυλών NAND πύλες NOR τότε το κύκλωμα ισοδυναμεί με την πύλη XNOR.



### Σχήμα 3.3 Πύλη XNOR

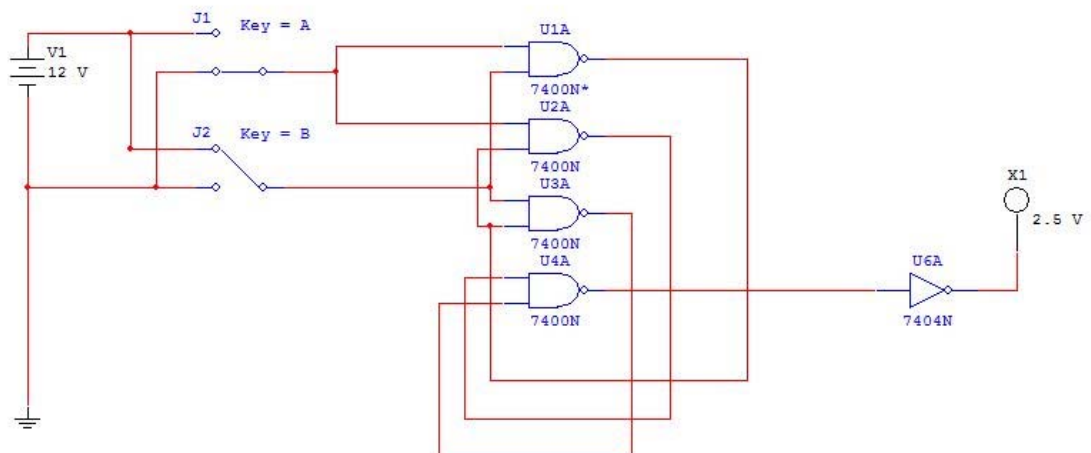
Για να πάρετε την πύλη NOR από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74STD και θα επιλέξετε το 7402N.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- 1) Πίνακας αληθείας της πύλης XOR του σχήματος 3.1.

A	B	Q
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

- 2) Το κύκλωμα του σχήματος 3.2 αντιστοιχεί στην πύλη XOR αν όμως τοποθετήσουμε στην έξοδο του κυκλώματος μια πύλη NOT τότε το κύκλωμα αυτόματα μετατρέπεται σε πύλη XNOR όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



3) Πίνακας Αληθείας της πύλης XNOR του σχήματος 3.3

A	B	Q
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

## ΑΣΚΗΣΗ 4

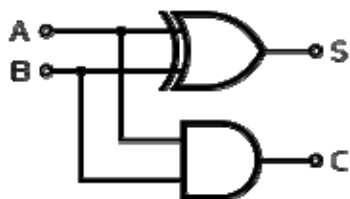
### 4.5 Μελέτη ημιαθροιστή και πλήρους αθροιστή.

#### Ημιαθροιστής

Ο ημιαθροιστής είναι ένα βασικό συνδυαστικό κύκλωμα που εκτελεί την πρόσθεση δυο δυαδικών αριθμών.

Πρόκειται για ένα κύκλωμα άθροισης με δύο εισόδους, A και B και δύο εξόδους, συγκεκριμένα ενός κρατουμένου C (carry) και του αθροίσματος S (sum).

Κύκλωμα ημιαθροιστή:



Ο πίνακας αληθείας τού ημιαθροιστή έχει ως εξής:

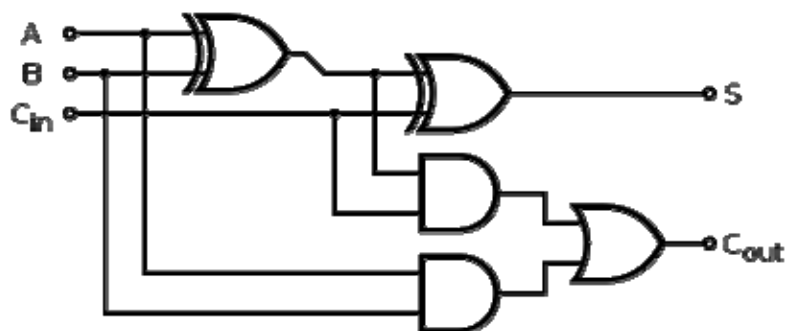
A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

## Πλήρης Αθροιστής

Ο πλήρης αθροιστής είναι το συνδυαστικό κύκλωμα που εκτελεί την πρόσθεση τριών δυαδικών αριθμών και, συγκεκριμένα, δύο σημαντικών και ενός κρατούμενου. Το κρατούμενο ενδέχεται να έχει παραχθεί από προηγούμενη άθροιση.

Έχει τρεις εισόδους  $A$ ,  $B$ ,  $C_i$ , που αποτελούν τους δυο προσθετέους και το προηγούμενο κρατούμενο. Οι δυο έξοδοι  $S$ ,  $C_o$  συμβολίζουν το άθροισμα και το νέο κρατούμενο.

Κύκλωμα πλήρους αθροιστή:

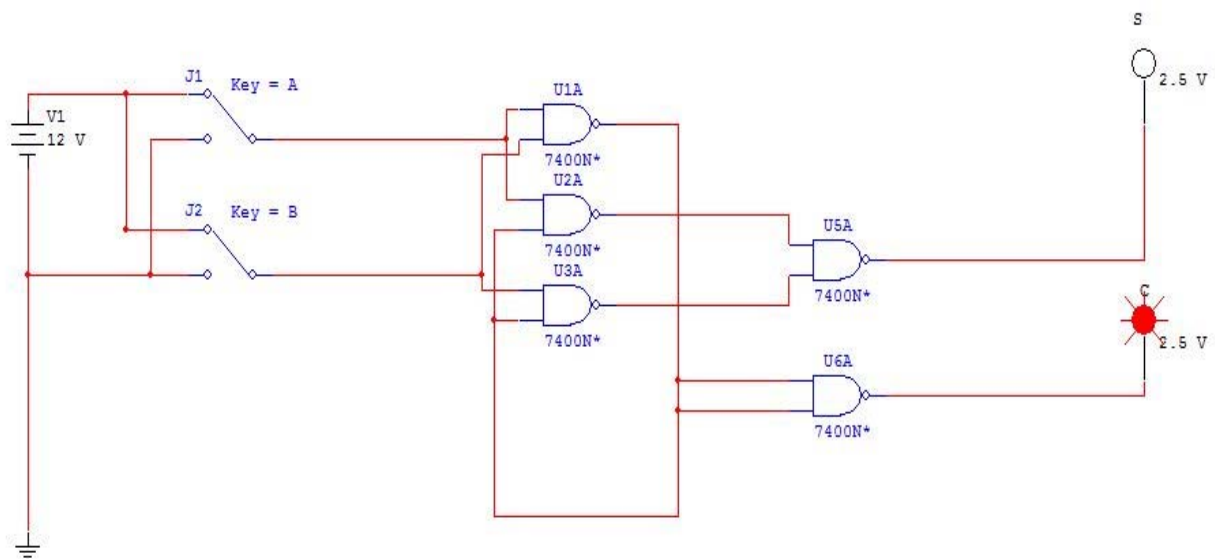


Ο πίνακας αληθείας του πλήρη αθροιστή έχει ως εξής:

Input		Output		
$A$	$B$	$C_i$	$C_o$	$S$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του ημιαθροιστή στο multisim



Σχήμα 4.1 Ημιαθροιστής

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

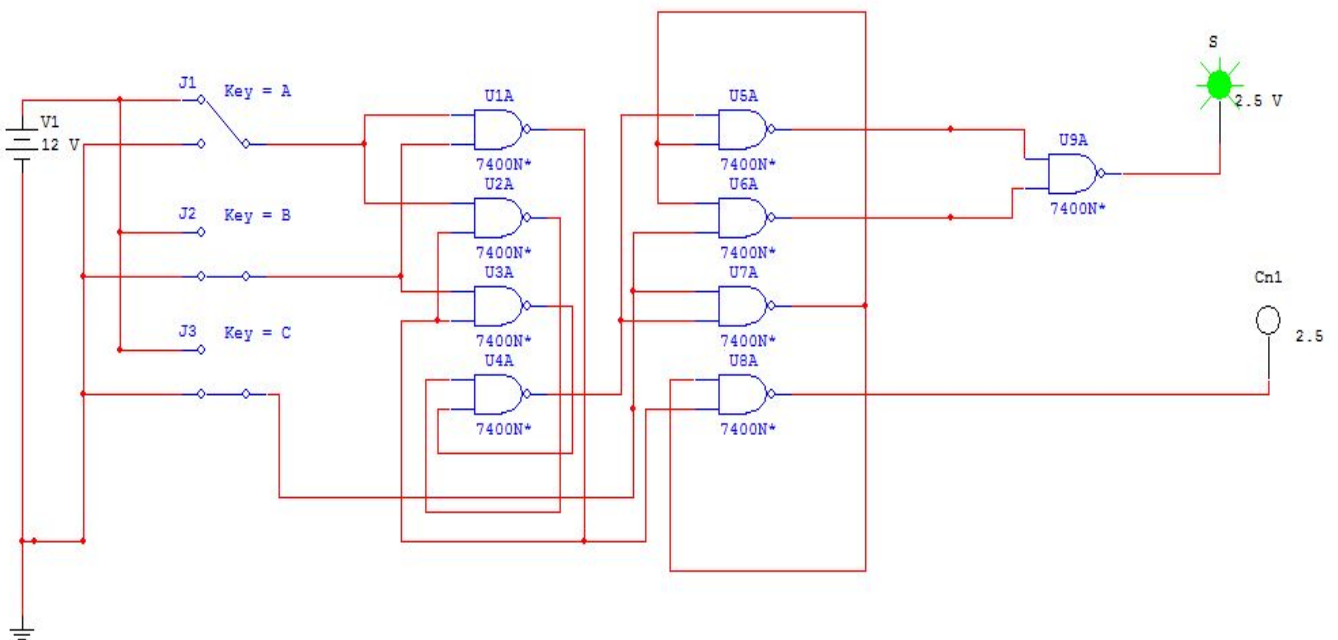
1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.



3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE ,θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 4 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

- 2) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του πλήρους αθροιστή στο multisim.



**Σχήμα 4.2 Πλήρης αθροιστής**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 3 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 9 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7400N και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1) Πινάκας αληθείας του ημιαθροιστή

Προσθετέος A	Προσθετέος B	Άθροισμα S	Κρατούμενο C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

2) Πίνακας αληθείας του πλήρους αθροιστή

Προσθετέος A	Προσθετέος B	Κρατούμενο C <sub>n</sub>	Άθροισμα S	Κρατούμενο C <sub>n+1</sub>
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

## ΑΣΚΗΣΗ 5

### 4.6 Μελέτη ημιαφαιρέτη και πλήρους αφαιρέτη.

Το κύκλωμα που πραγματοποιεί την αφαίρεση των ψηφίων χωρίς να υπολογίζει τυχόν προηγούμενο δανεικό ονομάζεται Ημιαφαιρέτης. Ο Ημιαφαιρέτης έχει δυο εισόδους  $x$  και  $y$  (τα bit που αφαιρούνται) και δυο εξόδους  $B$  (δανεικό) και  $D$  (διαφορά).

Ο πίνακας αληθείας του ημιαφαιρέτη έχει ως εξής:

A	B	B	D
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	1	0	0

### Πλήρης αφαιρέτης

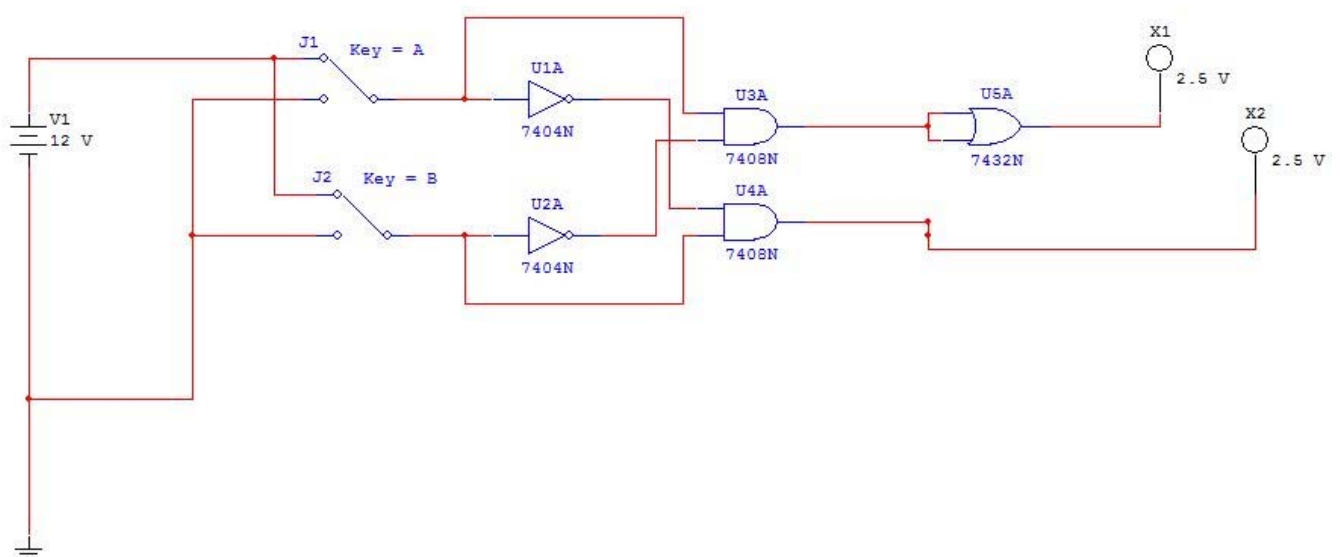
Το κύκλωμα που πραγματοποιεί την αφαίρεση δυο ψηφίων λαμβάνοντας υπόψη τυχόν προηγούμενο δανεικό ονομάζεται Πλήρης Αφαιρέτης. Ο Πλήρης Αφαιρέτης έχει τρεις εισόδους  $x$ ,  $y$  (τα bit που προστίθενται) και  $z$  (δανεικό εισόδου) και δυο εξόδους  $B$  (δανεικό εξόδου) και  $D$  (διαφορά).

Ο πίνακας αληθείας του πλήρη αθροιστή έχει ως εξής:

Input		Output		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C<sub>i</sub></i>	<i>C<sub>a</sub></i>	<i>S</i>
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του ημιαφαιρέτη στο Multisim



Σχήμα 5.1 Ημιαφαιρέτης

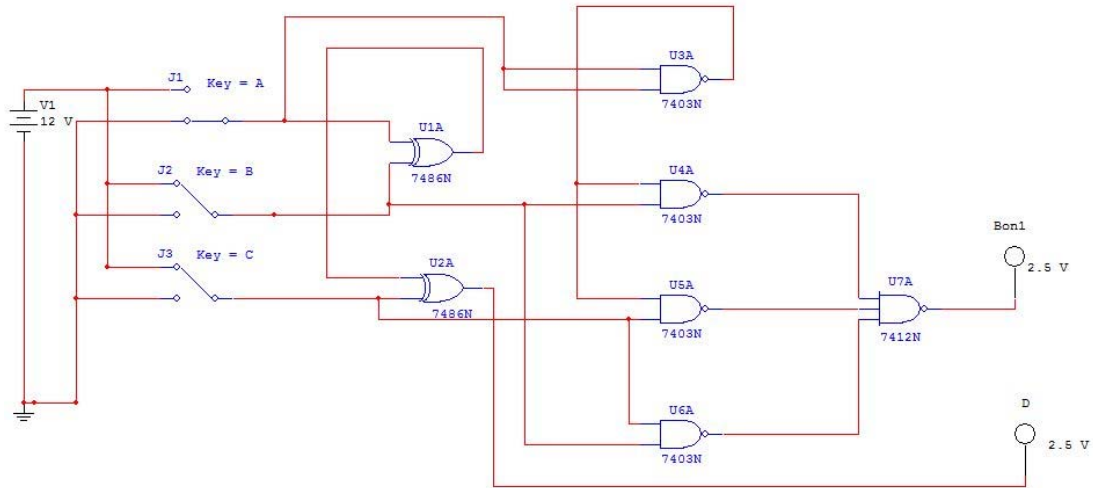
Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 2 πύλες AND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7408N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
6. 2 πύλες NOT -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7406N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
7. 1 πύλη OR -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7432N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

2) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του πλήρους αφαιρέτη στο multisim



Σχήμα 5.2 Πλήρης αφαιρέτης

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 3 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

5. 4 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
6. 1 πύλες NAND 3 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS και θα επιλέξετε το component 74LS10N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
7. 2 πύλες XOR 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7486N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Για να σχεδιάσουμε το λογικό κύκλωμα για το δανεικό bit (Bon+1) με πύλες NAND θα χρησιμοποιήσουμε το Logic Converter από τα εργαλεία.



Μόλις το τοποθετήσουμε στο χώρο εργασίας θα κάνουμε διπλό κλικ πάνω του και θα εμφανιστεί το παρακάτω σχήμα:

Είσοδοι

Εξοδος

Logic Converter

Απλοποιημένη μορφή

Εξαγωγή κυκλώματος

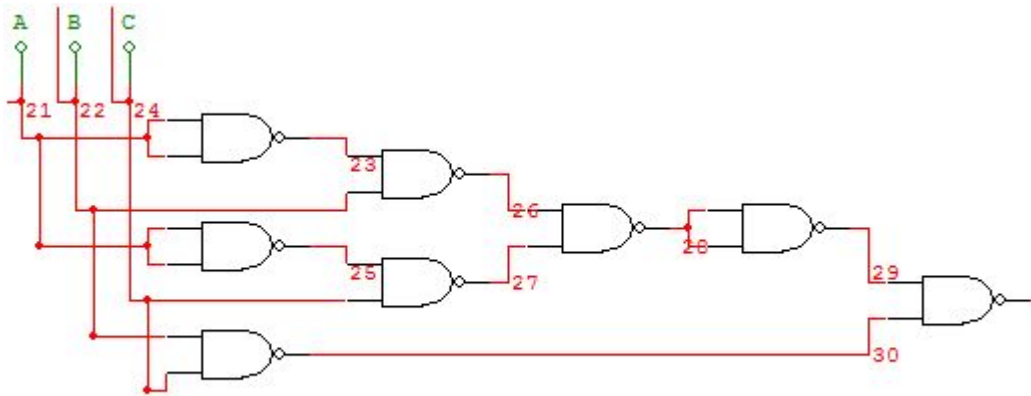
	A	B	C	D	E	F	G	H	Out
000	0	0	0						0
001	0	0	1						1
002	0	1	0						1
003	0	1	1						1
004	1	0	0						0
005	1	0	1						0
006	1	1	0						0
007	1	1	1						1

A'B+A'C+BC

Στη συνέχεια θα τσεκάρετε τις τρεις εισόδους κάνοντας κλικ πάνω στα αντίστοιχα κουκλάκια και θα ορίσετε τις τιμές της εξόδου. Μετά τον ορισμό

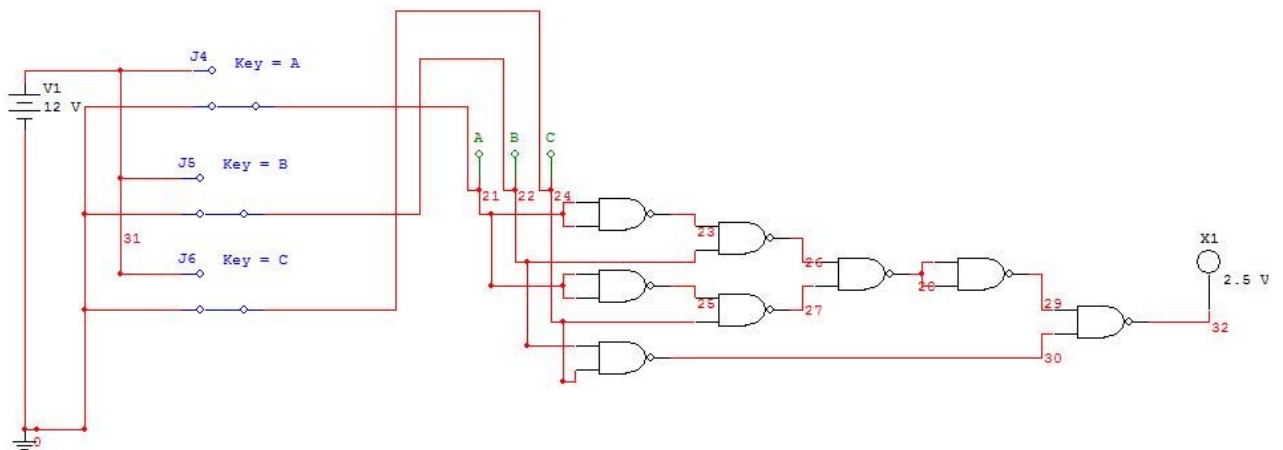


της εξόδου θα πατήσετε το αντίστοιχο κουμπί για την απλοποίηση της συνάρτησης και θα εξάγετε το κύκλωμα με πύλες NAND.



Για να ολοκληρώσετε το κύκλωμα θα πάρετε 3 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok.

Παρακάτω φαίνεται ολοκληρωμένο το κύκλωμα :



Για να ελέγξετε αν λειτουργεί σωστά το κύκλωμα θα βάζετε τις τιμές των εισόδων και θα βλέπετε τη έξοδο.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3) Πίνακας αληθείας του ημιαφαιρέτη

Μειωτέος A	Αφαιρετέος B	Διάφορα D	ΔανεικόBo
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

4) Πίνακας αληθείας του πλήρους αφαιρέτη

Μειωτέος A	Αφαιρετέος B	Διαφορά D	ΔανεικόBo	ΔανεικόBo+1
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

## ΑΣΚΗΣΗ 6

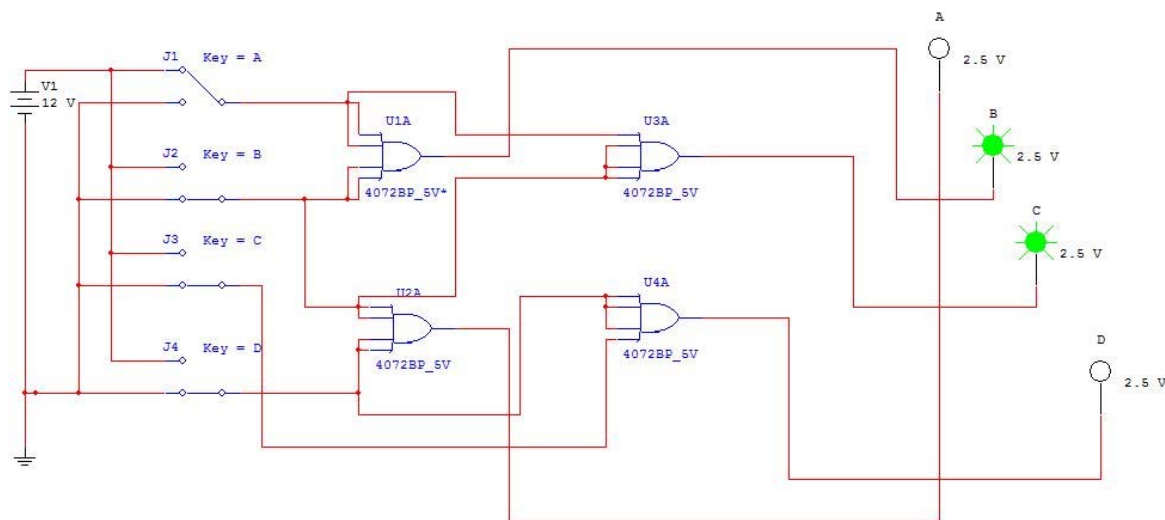
### 4.7 Μετατροπή σε κώδικα BCD

Οι κώδικες που χρησιμοποιούνται για την παράσταση των αριθμών στον υπολογιστή λέγονται αριθμητικοί κώδικες. Οι κώδικες αυτοί βασίζονται στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης και ο πιο διαδεδομένος είναι ο κώδικας BCD (Binary Coded Decimal - Δυαδική Κωδικοποίηση Δεκαδικών Ψηφίων). Για την αναπαράσταση ενός ψηφίου του δεκαδικού συστήματος με τον κώδικα αυτό χρησιμοποιούνται τέσσερα δυαδικά ψηφία. Τα ψηφία του δεκαδικού συστήματος έχουν, όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί, την ίδια παράσταση με αυτήν που έχουν και στο δυαδικό σύστημα.

Δεκαδικός	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα που υλοποιεί ένα τμήμα του κωδικοποιητή από δεκαδικό σε BCD στο multisim



Σχήμα 6.1

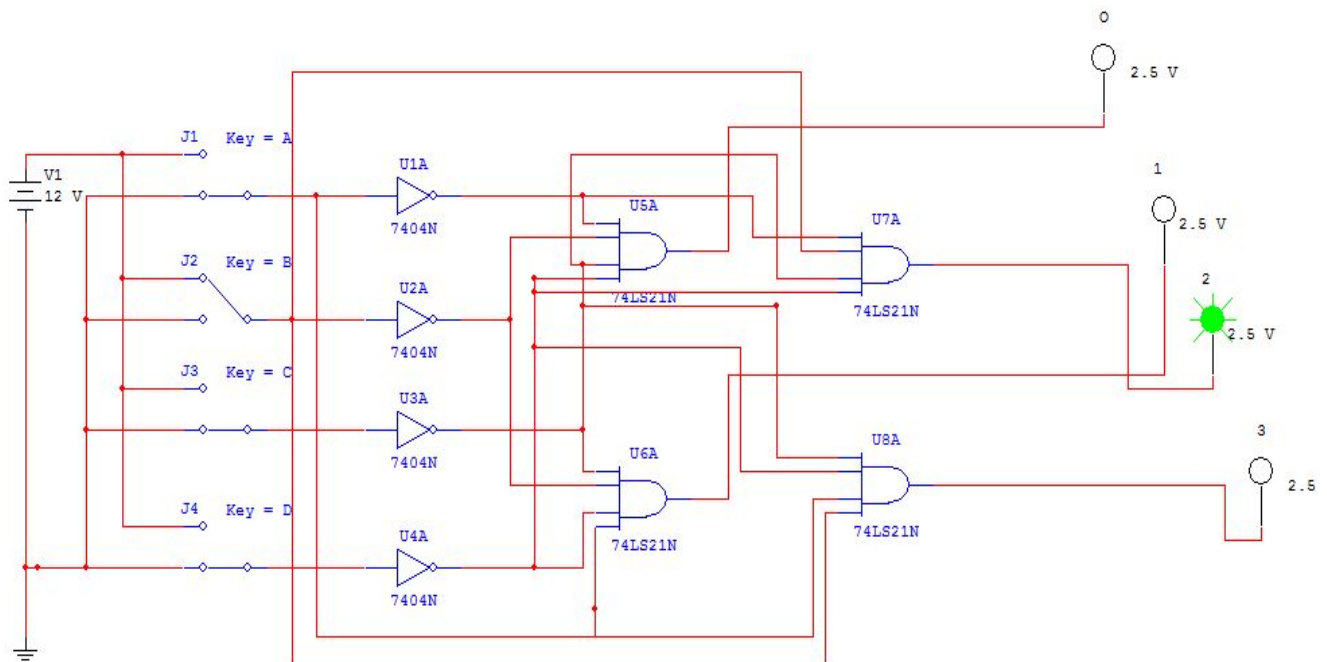
Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 3 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

4. 4 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
  5. 4 πύλες OR 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη CMOS θα διαλέξετε την οικογένεια CMOS\_5V και θα επιλέξετε το component 4072BT\_5V και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component
- Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

2) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα στο multisim



**Σχήμα 6.2**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 4 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 4 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 4 πύλες AND 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS και θα επιλέξετε το component 74LS21N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
6. 4 πύλες NOT -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7404N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- 1) Οι κώδικες λέξεις που παράγονται για τους δεκαδικούς αριθμούς 6, 7, 8 και 9 στην έξοδο του κυκλώματος του σχήματος 6.1 φαίνονται στο παρακάτω πίνακα:

Δεκαδικός	D	C	B	A
6	L(0)	H(1)	H(1)	L(0)
7	L(0)	H(1)	H(1)	H(1)
8	H(1)	L(0)	L(0)	L(0)
9	H(1)	L(0)	L(0)	H(1)

Για να πάρετε τις λέξεις, θα πρέπει κάθε φορά ένας από τους διακόπτες εισόδου να είναι 1 π.χ. αφού ο πρώτος διακόπτης αντιστοιχεί στο 6 για να πάρετε την λέξη που αντιστοιχεί σε αυτό θα βρίσκεται μόνο ο πρώτος διακόπτης στο λογικό 1 οι υπόλοιποι θα είναι 0 . η κωδική λέξη λοιπόν που θα αντιστοιχεί στο 6 θα είναι οι τιμές των LED εξόδου δηλαδή LHHL, δηλαδή θα ανάβουν μόνο το δεύτερο και το τρίτο LED.

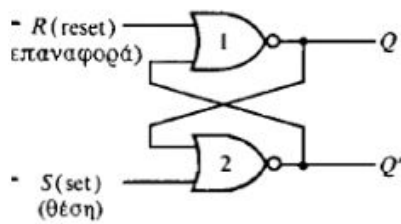
- 2) Οι κωδικές λέξεις των δεκαδικών αριθμών 0, 1, 2, και 3 που παράγονται σε κώδικα BCD με την βοήθεια του κυκλώματος του σχήματος 6.2 φαίνονται στο παρακάτω πίνακα:

Δεκαδικός	D	C	B	A
<b>0</b>	L(0)	L(0)	L(0)	L(0)
<b>1</b>	L(0)	L(0)	L(0)	H(1)
<b>2</b>	L(0)	L(0)	H(1)	L(0)
<b>3</b>	L(0)	L(0)	H(1)	H(1)

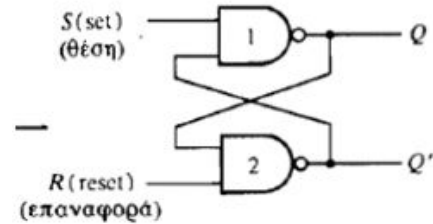
Για να πάρετε τις λέξεις σε αυτό το κύκλωμα θα πρέπει να ανάβει ένα μόνο LED κάθε φορά π.χ. αν ανάβει το δεύτερο LED τότε οι τιμές των διακοπών είναι και η κωδική λέξη που αντιστοιχεί στον δεκαδικό αριθμό 2.

## ΑΣΚΗΣΗ 7

### 4.8 RS FLIP-FLOP



α



β

Κυκλωματικό σχήμα με πύλες α) NOR και β) NAND.

Είσοδοι		Έξοδοι	
S	R	Q	Q'
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	0	0

Οι συνδέσεις χιαστί από την έξοδο κάθε πύλης στην είσοδο της άλλης αποτελούν ένα βρόγχο ανάδρασης και για το λόγο αυτό τα κυκλώματα αυτά κατατάσσονται ως ασύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα.

Ο τύπος αυτός flip-flop ονομάζεται RS-άμεσης-σύζευξης ή μανδαλωτής-SR.

Αν  $S=1, R=1$ , τότε  $Q=0, Q'=0$ . Αυτό αντιφάσκει με το γεγονός ότι η μια έξοδος είναι συμπληρωματική της άλλης. Υπό κανονική λειτουργία αυτή η κατάσταση θα πρέπει να αποφεύγεται, δηλαδή να φροντίζουμε να μη γίνονται ποτέ και οι δύο είσοδοι ταυτόχρονα 1.

· Αν  $Q=1, Q'=0$  αυτή είναι η κατάσταση θέσης ή κατάσταση 1.

· Αν  $Q=0, Q'=1$  αυτή είναι η κατάσταση μηδένισης ή κατάσταση 0.

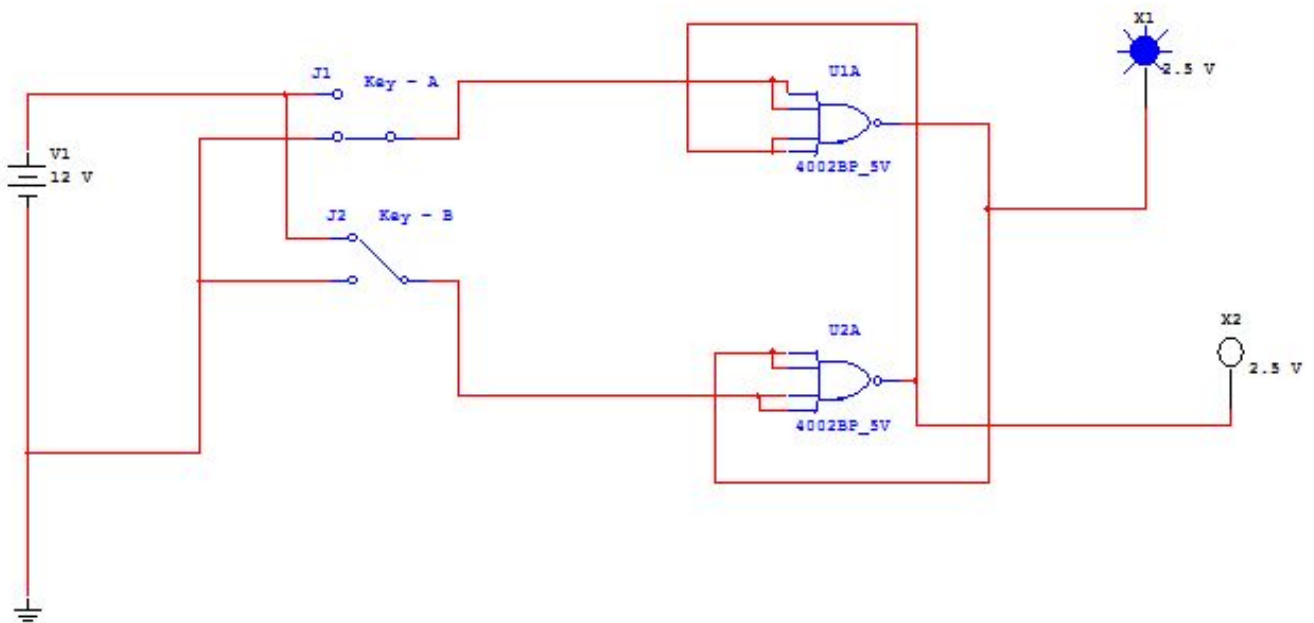


Στην κανονική λειτουργία και οι δύο εισοδοι μένουν στο 0, εκτός αν πρέπει να αλλαχθεί η κατάσταση του flip-flop. Η εφαρμογή ενός στιγμιαίου 1 στην είσοδο θέσης φέρνει το flip-flop στην κατάσταση θέσης. Μετά η είσοδος θέσης πρέπει να γυρίσει στο 0 προτού εφαρμόσουμε 1 στην είσοδο επαναφοράς.

Ένα στιγμιαίο 1 στην είσοδο επαναφοράς φέρνει το flip-flop στην κατάσταση μηδένισης.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του RS flip-flop στο multisim.



**Σχήμα 7.1 RS flip-flop**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

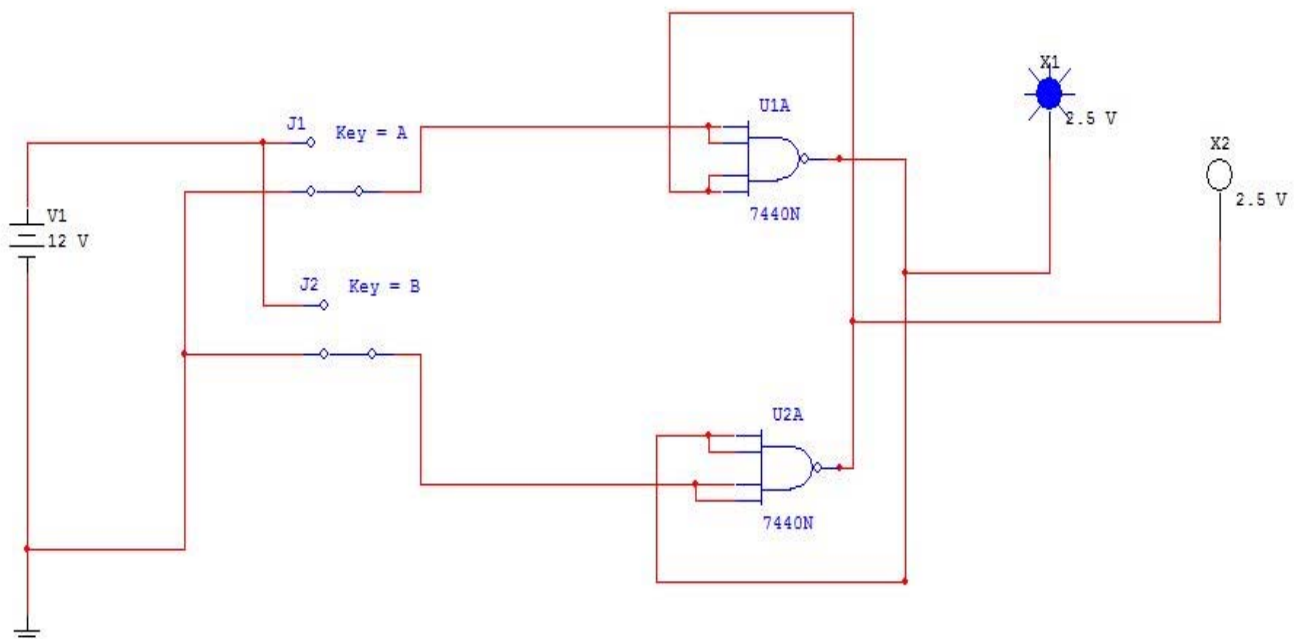
Θα πάρετε:

1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 2 πύλες NOR -> από την βιβλιοθήκη CMOS θα διαλέξετε την οικογένεια CMOS\_5V και θα επιλέξετε το component 4002BP\_5V και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

- 2) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του RS flip-flop με πύλες NAND αντί των πυλών NOR στο multisim.



**Σχήμα 7.1β RS flip-flop με πύλες NAND στη θέση των πυλών NOR.**

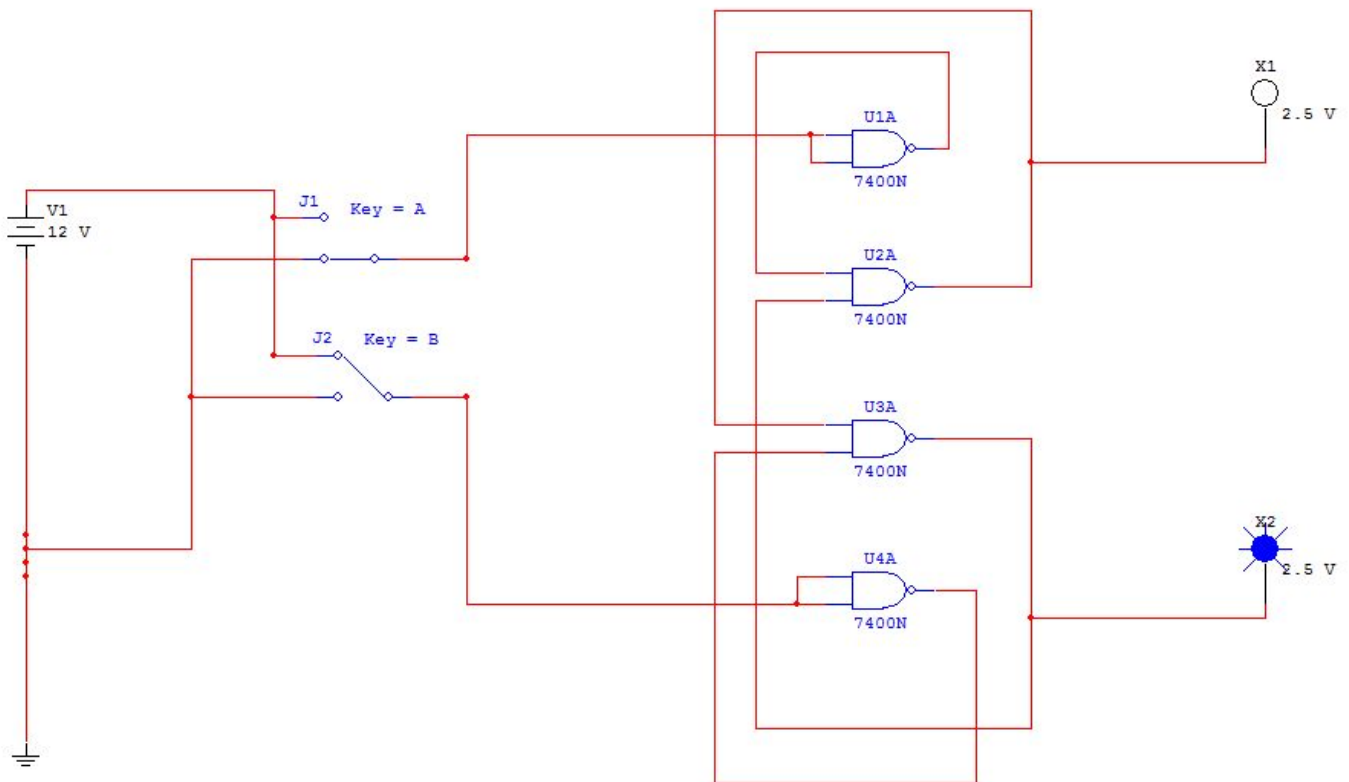
Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 2 πύλες AND 4 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS, θα επιλέξετε το component 74LS21D και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

- 3) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του RS flip-flop με τεχνικές NAND στο multisim.



**Σχήμα 7.3 RS flip-flop με τεχνικές NAND**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 4 πύλες AND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS, θα επιλέξετε το component 74LS00D και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 1) Πινάκας αληθείας του RS flip-flop

S	R	Q	Q'	Σχολιασμός
0	1	0	1	επαναφορά
0	0	0	1	Διατήρηση τελευταίας κατάστασης
1	0	1	0	θέση
0	0	1	0	Διατήρηση τελευταίας κατάστασης
1	1	0	0	Απροσδιόριστη κατάσταση

2) Πίνακας αληθείας του RS flip-flop με πύλες NAND στη θέση των πυλών NOR του σχήματος 7.1

S	R	Q	Q'
0	0	1	1
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	0	1

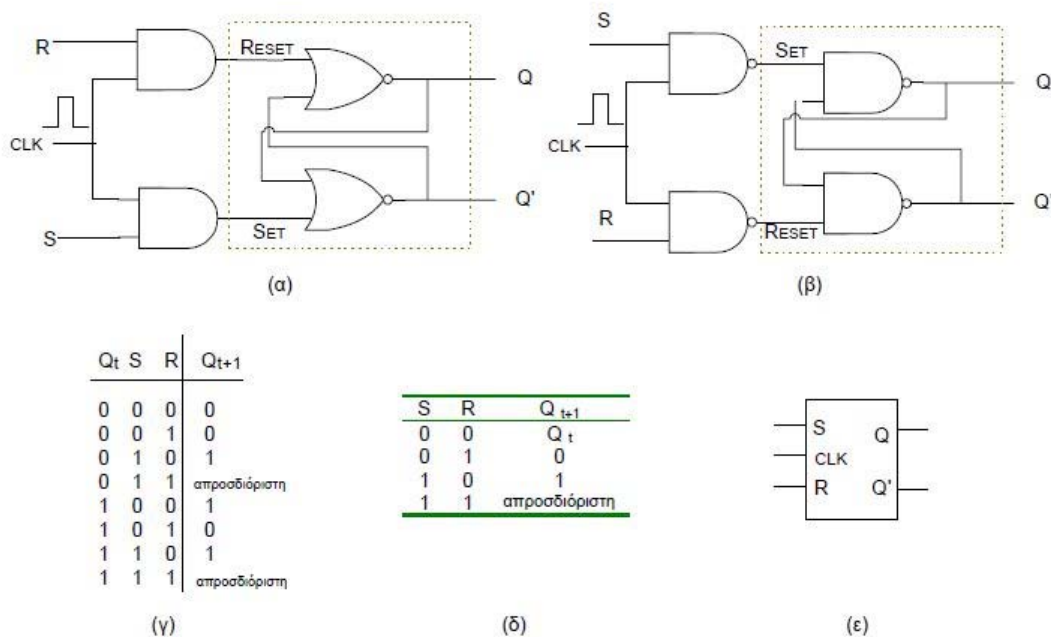
3) Πίνακας αληθείας του RS flip-flop με τεχνικές NAND

S	R	Q	Q'	Σχολιασμός
0	1	0	1	επαναφορά
0	0	0	1	Διατήρηση τελευταίας κατάστασης
1	0	1	0	θέση
0	0	1	0	Διατήρηση τελευταίας κατάστασης
1	1	0	0	Απροσδιόριστη κατάσταση

## ΑΣΚΗΣΗ 8

### 4.9 Συγχρονισμένο RS Flip Flop

Τα FF τύπου SR της προηγούμενης παραγράφου είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στους οποιουδήποτε ανεπιθύμητους παλμούς μικρού εύρους (αιχμές, glitches) που θα παρουσιασθούν στις εισόδους τους. Αυτοί οι παλμοί θα μπορούσαν να προκύψουν λόγω της διαφορετικής καθυστέρησης που υφίσταται ένας παλμός μέσα από ένα συνδυαστικό κύκλωμα (hazards). Για να αποφύγουμε τέτοια προβλήματα, συγχρονίζουμε τις εισόδους του FF, προσθέτοντας ένα επιπλέον επίπεδο πυλών AND ή NAND, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.1.



**Σχήμα 8.1** Χρονιζόμενο SR FF: (α) με πύλες NOR, (β) με πύλες NAND, (γ), (δ) πίνακες λειτουργίας, (ε) σύμβολο.

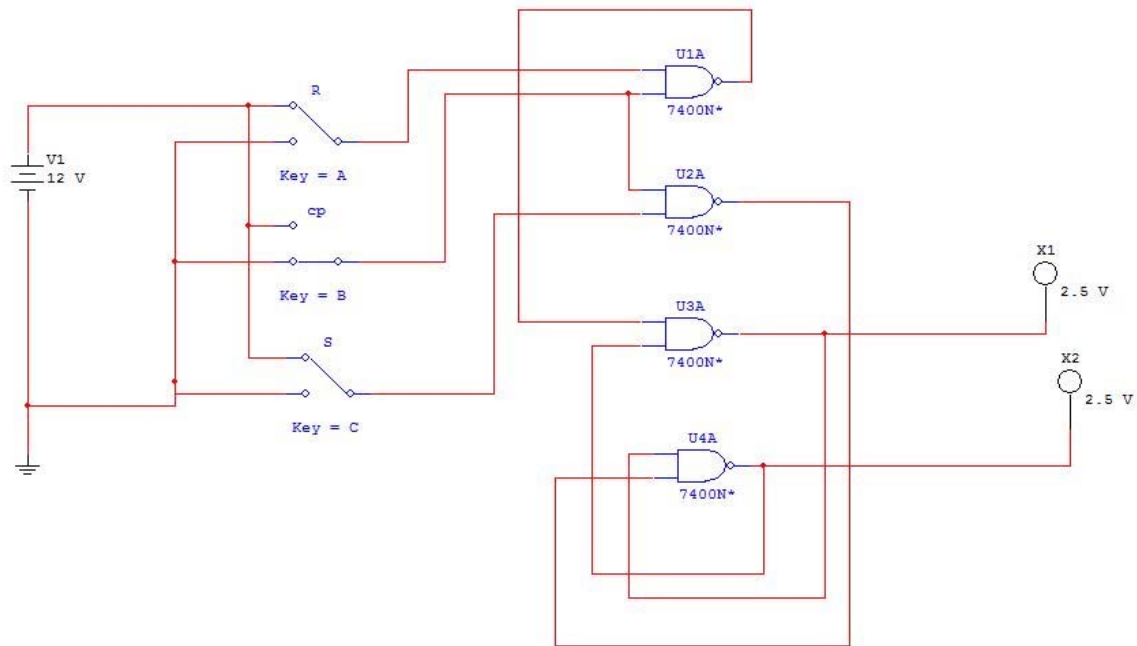
Έτσι, μόνον όταν ο παλμός του ρολογιού (clock, CLK) είναι στο λογικό 1 (CLK=1) ε-πιτρέπεται οι τιμές των S και R να "περάσουν" στις εισόδους SET και RESET και να ε-πηρεάσουν την λειτουργία του FF. Όταν CLK=0, τότε οι εισοδοί S και R δεν μπορούν να επηρεάσουν το FF και το κύκλωμα παραμένει στην προηγούμενή του κατάσταση. Παρατηρούμε συνεπώς, ότι οι επιπλέον πύλες AND ή NAND παίζουν τον ρόλο της 'πύλης', η οποία ελέγχεται από την είσοδο του ρολογιού CLK. Γι' αυτό και η είσοδος CLK αναφέρεται πολλές φορές και ως πύλη ενεργοποίησης (gate enable).

Η όλη λειτουργία των κυκλωμάτων του Σχήματος 8.1 αναλύεται στον πίνακα του Σχήματος 8.1(γ), ο οποίος ονομάζεται πίνακας λειτουργίας ή χαρακτηριστικός πίνακας (function table) του FF. Παρατηρούμε ότι στο αριστερό μέρος του πίνακα έχει συμπεριληφθεί και η κατάσταση του FF πριν εφαρμοσθεί ο ωρολογιακός παλμός. Αυτή συμβολίζεται ως  $Q_t$ . Δηλαδή, αν γνωρίζουμε την κατάσταση του FF πριν εφαρμοσθεί ο ωρολογιακός παλμός, καθώς και τις τιμές των εισόδων S, R, μπορούμε να βρούμε σε ποιά κατάσταση θα βρεθεί αυτό ( $Q_{t+1}$ ) μετά την εφαρμογή του παλμού. Έτσι, αν και οι δύο εισοδοί S και R είναι 0 ( $S=R=0$ ), τότε το κύκλωμα παραμένει ("θυμάται") στην προηγούμενη κατάστασή του, δηλαδή  $Q_{t+1}=Q_t$ . Αν οι δύο εισοδοί είναι διαφορετικές ( $S \neq R$ ), τότε η έξοδος θα έχει την ίδια τιμή με αυτή της εισόδου S. Αν και οι δύο εισοδοί S και R είναι στο λογικό 1 ( $S=R=1$ ), τότε η έξοδος είναι απροσδιόριστη, όπως εξηγήσαμε και στην προηγούμενη ενότητα.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του χρονιζόμενου RS flip-flop στο Multisim





**Σχήμα 8.1 Εκσυγχρονιζόμενο RS flip-flop**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 3 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok ,κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. Ιγείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE ,θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

5. 4 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

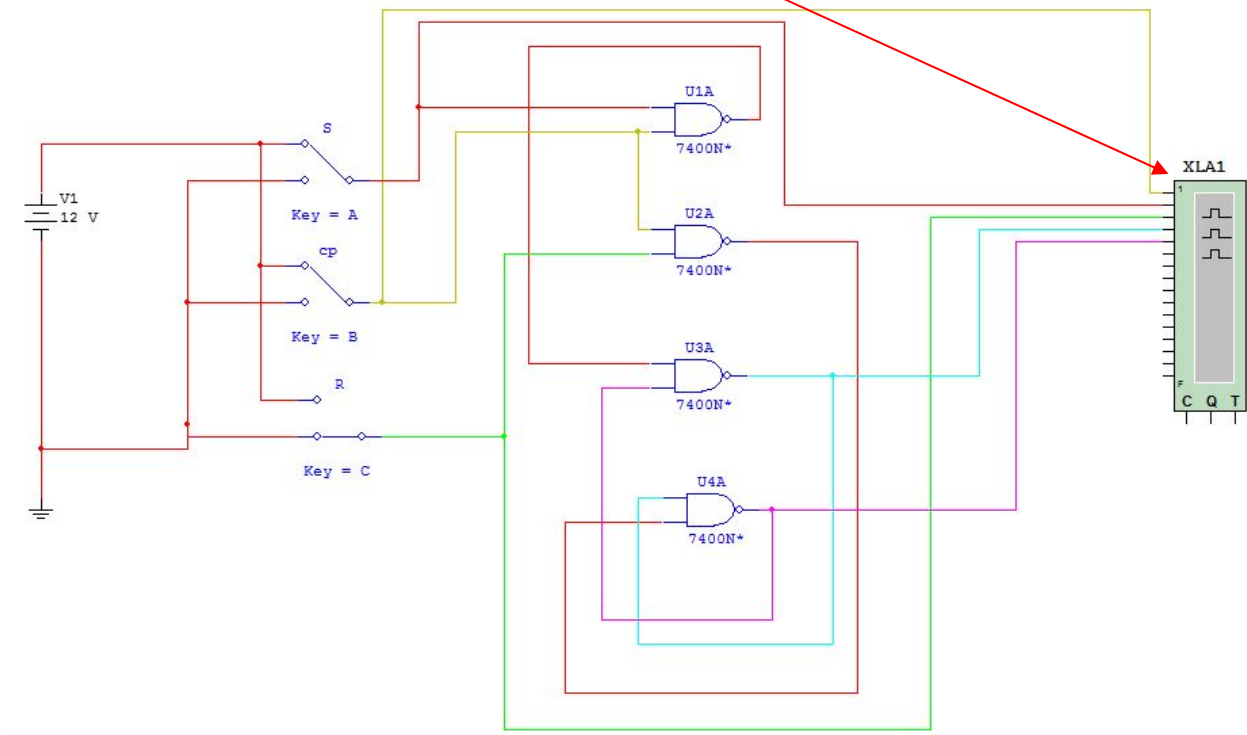
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- 1) Πίνακας αληθείας χρονιζόμενου RS flip-flop

Qn	Qn'	S	R	T(cp)	Qn+1	(Qn+1)'	Σχολιασμός
0	1	0	0	0	0	1	Store
0	1	1	0	0	0	1	Store
0	1	0	1	0	0	1	Store
0	1	1	1	0	0	1	Store
0	1	0	0	1	0	1	Store
0	1	1	0	1	1	0	Set
1	0	0	1	1	0	1	Reset
0	1	1	1	1	1	1	Απροσδιοριστία

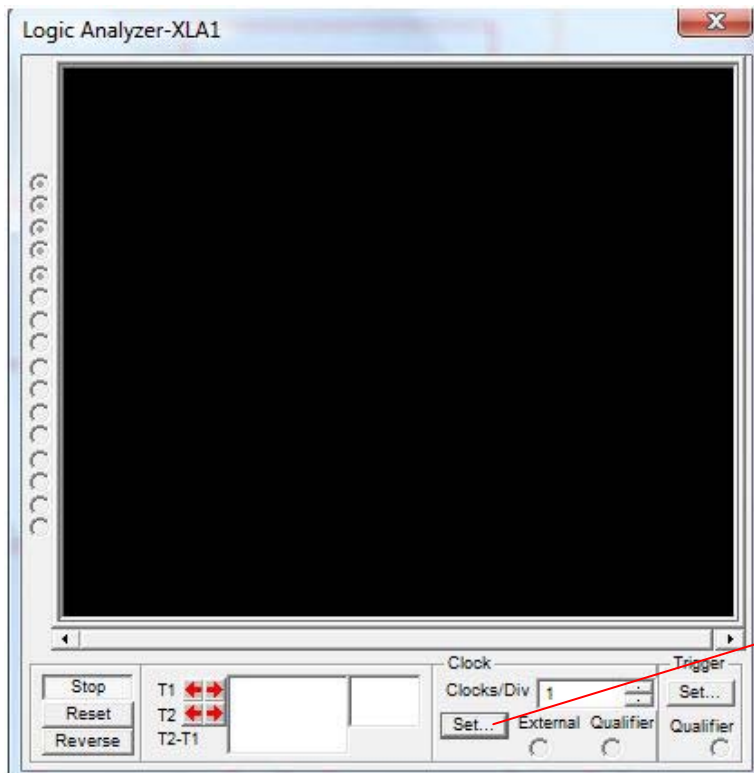
- 2) Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του χρονιζόμενου SR FF θα χρησιμοποιήσετε το Logic Analyzer του multisim, για να βγάλετε τις κυματομορφές των μεταβλητών S,R,CP,Q και Q'.

Θα πάρετε ένα Logic Analyzer από τα εργαλεία και θα το τοποθετήσετε στο χώρο εργασίας

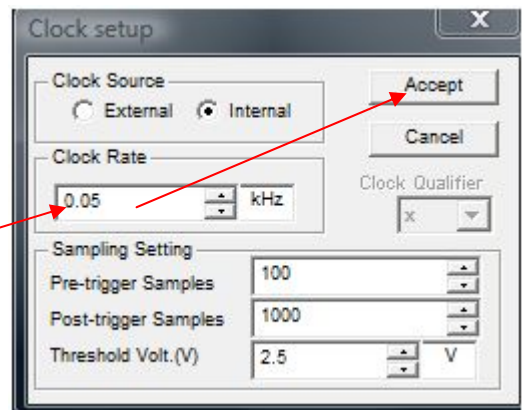


Στο πρώτο ποδαράκι του Logic Analyzer θα συνδέσετε τον διακόπτη που αντιστοιχεί στο clock(cp), στο δεύτερο ποδαράκι θα συνδέσετε τον διακόπτη που αντιστοιχεί στο S, στο τρίτο τον διακόπτη του R το τέταρτο θα το συνδέσετε με την έξοδο Q και το πέμπτο ποδαράκι θα το συνδέσετε με την Q'. Για να αλλάξετε χρώμα σε κάθε καλώδιο σύνδεσης θα πατήσετε δεξί κλικ πάνω του και θα διαλέξετε χρώμα και για να αλλάξετε όνομα θα πατήσετε διπλό κλικ πάνω και θα βάλετε το όνομα που αντιστοιχεί στο κάθε καλώδιο .

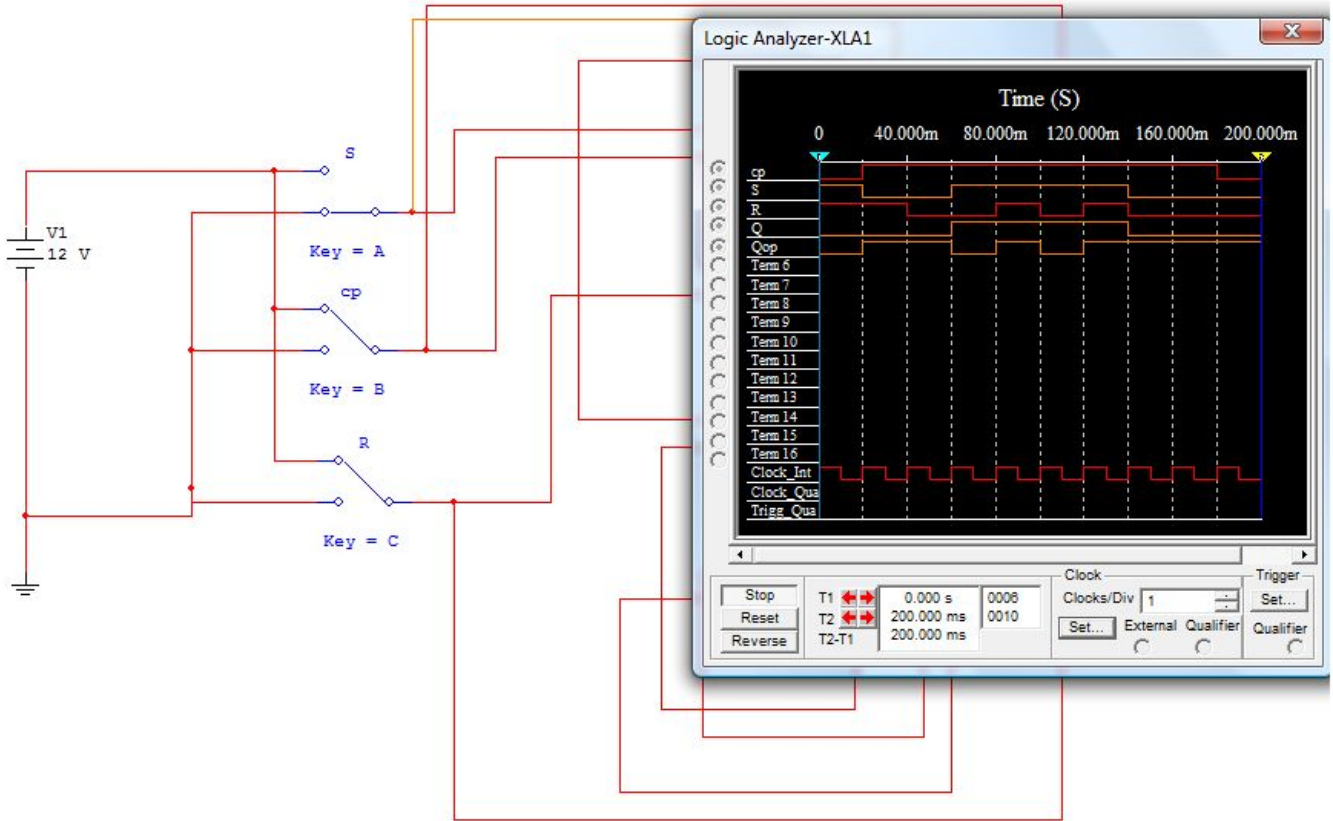
Για να δείτε τις κυματομορφές θα πατήσετε διπλό κλικ πάνω στο Logic Analyzer μόλις πατήσετε θα εμφανιστεί η παρακάτω εικόνα:



Μόλις εμφανιστεί θα πατήσετε το set για να ορίσετε την συχνότητα θα βάλετε την τιμή 0,05 kHz και θα πατήσετε Accept.



Για να εμφανιστούν οι κυματομορφές θα πατήσετε να τρέξει το κύκλωμα και θα δίνετε διάφορες τιμές στα S,R,CP.



## ΑΣΚΗΣΗ 9

## 4.9 D flip-flop

Ένας τρόπος εξάλειψης της ανεπιθύμητης συμπεριφοράς στην απροσδιόριστη κατάσταση ενός RS flip-flop είναι να εξασφαλιστεί ότι οι εισόδους R και S δεν είναι ποτέ ταυτόχρονα 1.

Αυτό γίνεται με το D-flip-flop. Έχει δύο μόνο εισόδους : D, CP.

- Η είσοδος D περνάει όταν CP=1.
- Αν D=1, CP=1 τότε Q=1 : κατάσταση θέσης

Αν D=0, CP=1 τότε Q=0 : κατάσταση επαναφοράς

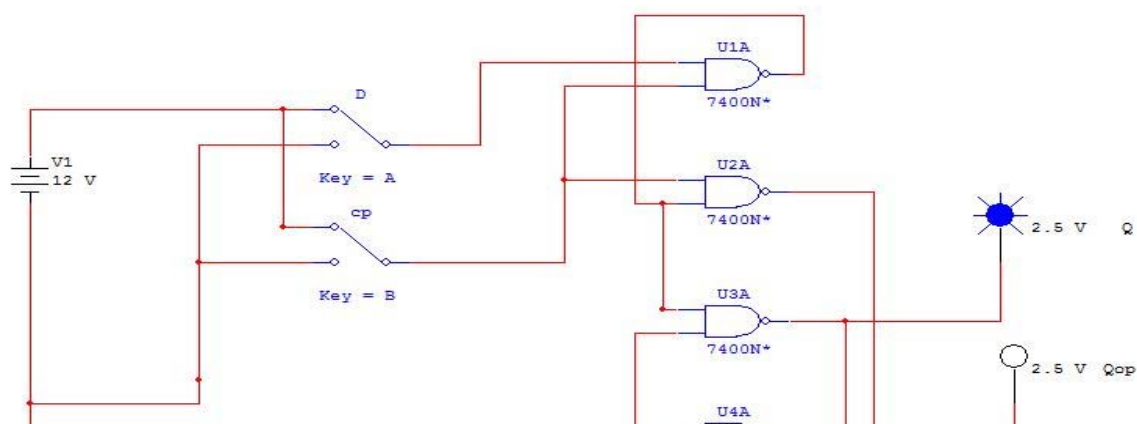
Το D-flip-flop παίρνει το όνομά του από την ιδιότητά του να κρατά δεδομένα (Data).

Ονομάζεται και φυλασσόμενος μανδαλωτής τύπου D.

Q	D	Q(T+1)
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

- 1) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα του D flip-flop του σχήματος 9.1 με την βοήθεια του Multisim



### Σχήμα 9.1 D flip-flop

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

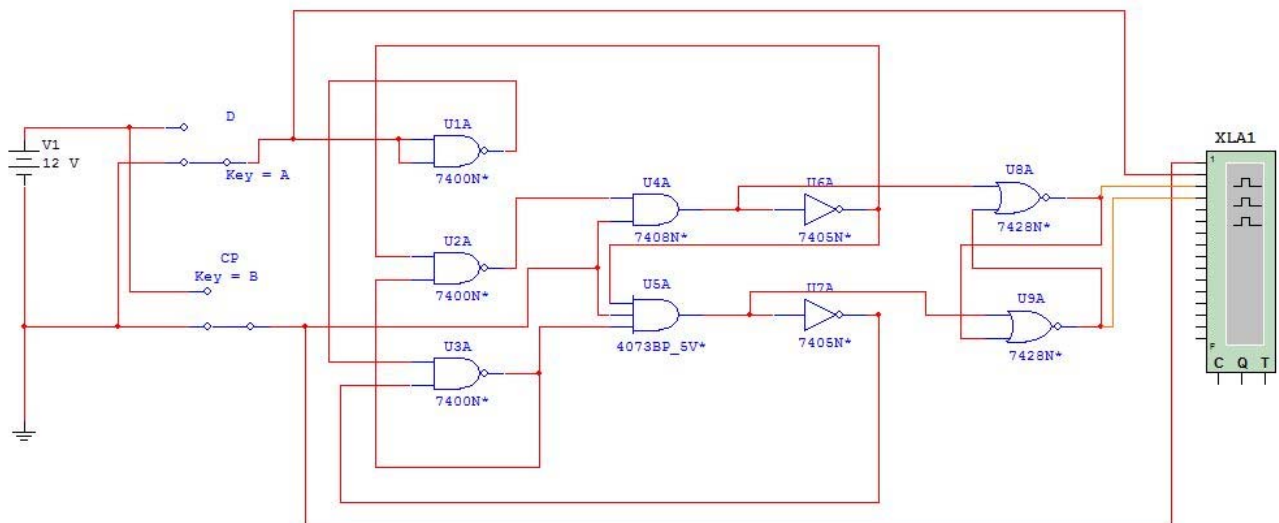
Θα πάρετε:

1. 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

- 4 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

- Να σχεδιάσετε το κύκλωμα του σχήματος 9.2 με την βοήθεια του multisim.



**Σχήμα 9.2 D flip-flop**

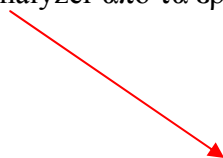
Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

- 2 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok ,κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.



2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE ,θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 3 πύλες NAND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7400N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 2 πύλες NOT -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7404N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
6. 2 πύλες NOR -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7402N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
7. 1 πύλη AND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7409N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
8. 1 πύλη AND 3 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS και θα επιλέξετε το component 74LS11N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
9. Ένα Logic Analyzer από τα εργαλεία





Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

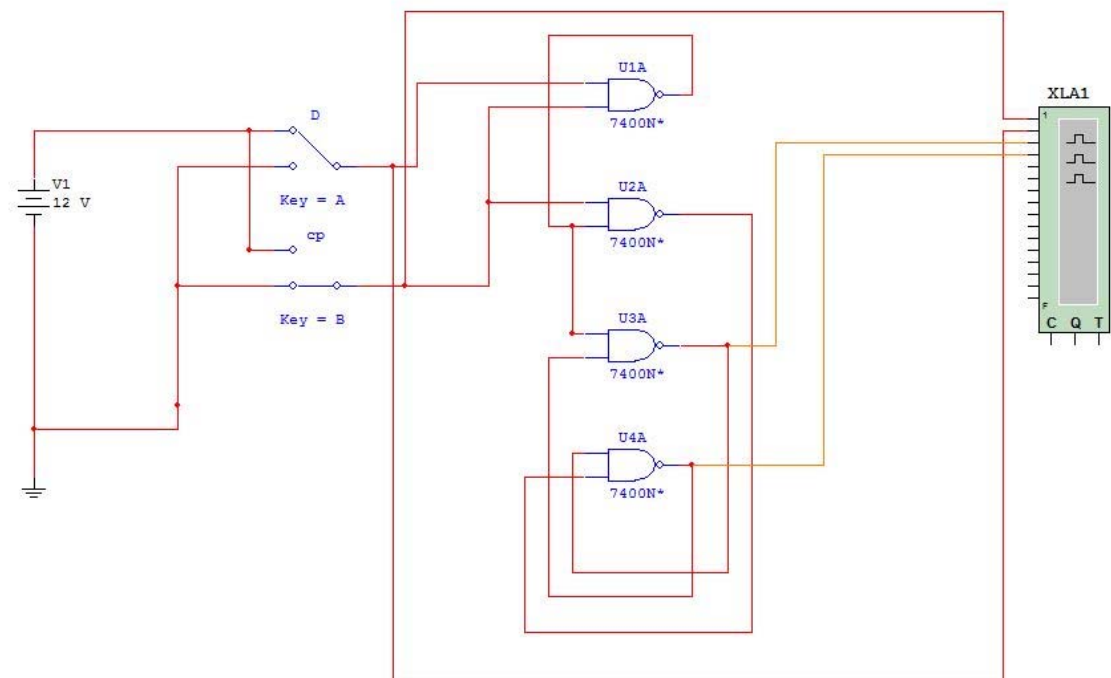
1) Πίνακας αληθείας του κυκλώματος στο σχήμα 9.1

D	cp	Q	Q'	Σχολιασμός
0	0	0	1	Store
1	0	0	1	Store
0	1	0	1	Reset
1	1	1	0	Set

3) Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του χρονιζόμενου D FF θα χρησιμοποιήσετε το Logic Analyzer του multsim, για να βγάλετε τις κυματομορφές των μεταβλητών D,CP,Q και Q' .

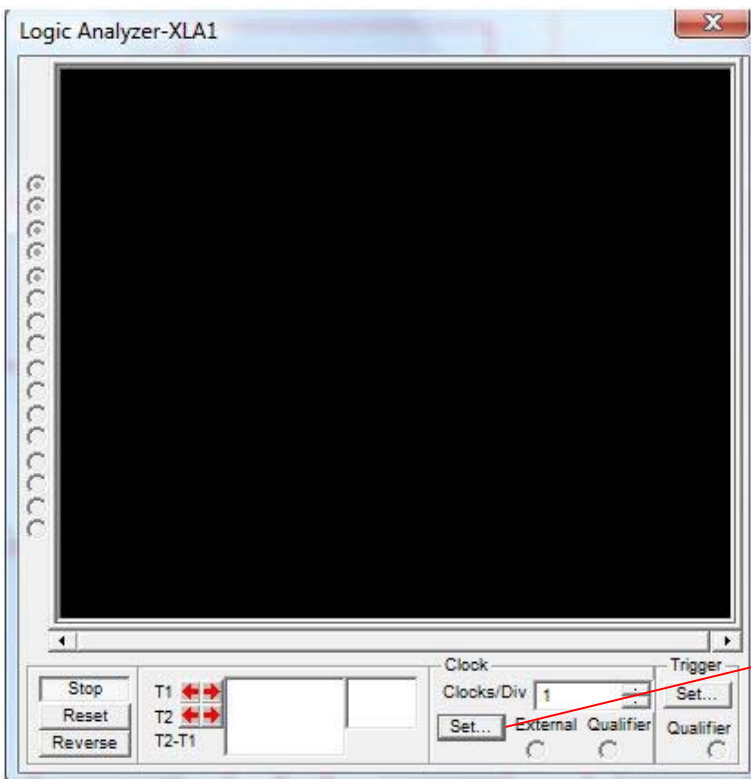
Θα πάρετε ένα Logic Analyzer από τα εργαλεία και θα το τοποθετήσετε στο χώρο εργασίας



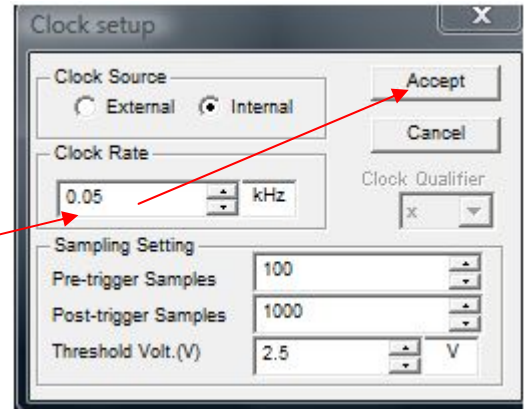


Στο πρώτο ποδαράκι του Logic Analyzer θα συνδέσετε τον διακόπτη που αντιστοιχεί στο clock(cp), στο δεύτερο ποδαράκι θα συνδέσετε τον διακόπτη που αντιστοιχεί στο D το τέταρτο θα το συνδέσετε με την έξοδο Q και το πέμπτο ποδαράκι θα το συνδέσετε με την  $Q'$ .

Για να δείτε τις κυματομορφές θα πατήσετε διπλό κλικ πάνω στο Logic Analyzer μόλις πατήσετε θα εμφανιστεί η παρακάτω εικόνα:

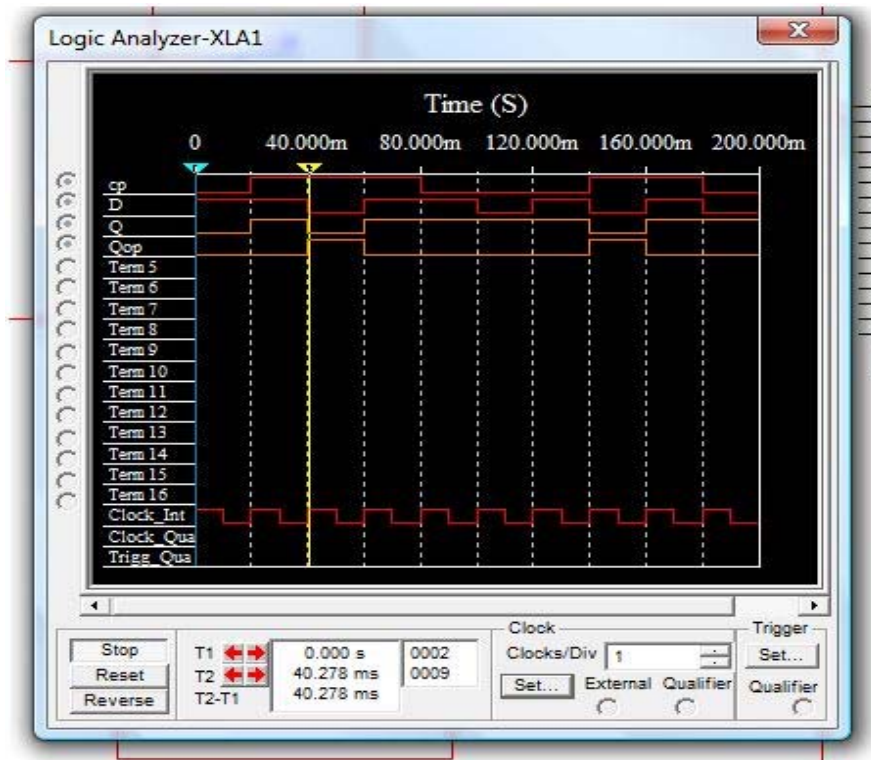


Μόλις εμφανιστεί θα πατήσετε το set για να ορίσετε την συχνότητα θα βάλετε την τιμή 0,05 kHz και θα πατήσετε Accept.



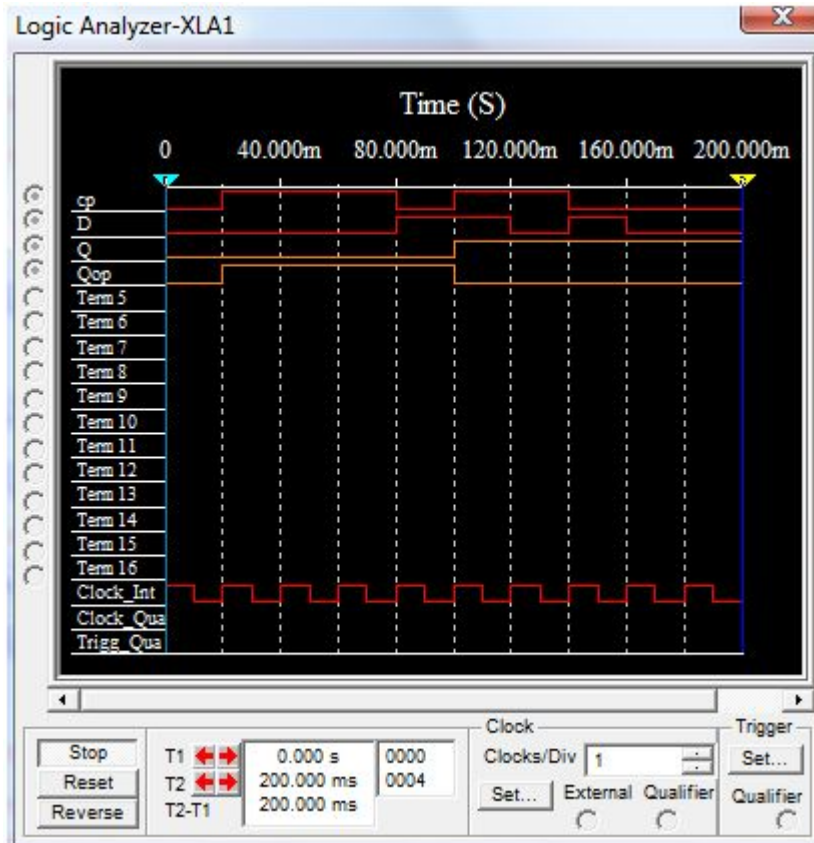
Για να εμφανιστούν οι κυματομορφές θα πατήσετε να τρέξει το κύκλωμα και θα δίνετε διάφορες τιμές στα D,CP.

3)



## Κυματομορφές του σχήματος 9.2

Θα ακολουθήσετε τα ίδια βήματα του ερωτήματος 2 για να βγάλετε τις κυματομορφές:



## ΑΣΚΗΣΗ 10

### 4.11 JK flip flop και JK flip flop Αφέντη Σκλάβου

Η μη χρησιμοποιούμενη κατάσταση του S-R Flip-Flop ( $S=1$  και  $R=1$ ) αποφεύγεται χρησιμοποιώντας το J-K Flip-Flop. Σ' αυτό όταν οι είσοδοι J (set) και K (reset) τεθούν  $J=1$  και  $K=1$ , τότε το Flip-Flop αλλάζει κατάσταση (δηλαδή αν η έξοδος ήταν  $Q=0$  τότε θα γίνει  $Q=1$  και αντίστροφα). Στις υπόλοιπες περιπτώσεις το J-K Flip-Flop μοιάζει με το S-R Flip-Flop.

Η λειτουργία του J-K Flip-Flop περιγράφεται παρακάτω:

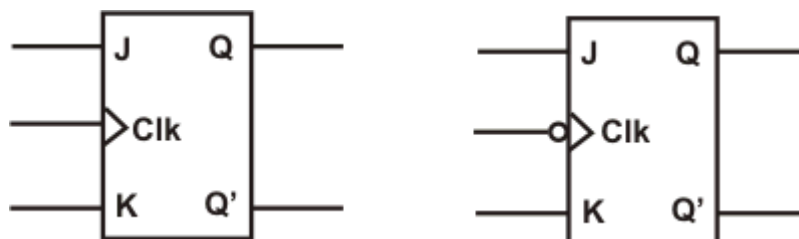
Όταν  $J=0$  και  $K=0$ , τότε η επόμενη κατάσταση είναι η ίδια με την προηγούμενη κατάσταση.

Όταν  $J=0$  και  $K=1$ , τότε η επόμενη κατάσταση είναι  $Q=0$ .

Όταν  $J=1$  και  $K=0$ , τότε η επόμενη κατάσταση είναι  $Q=1$ .

Όταν  $J=1$  και  $K=1$ , τότε η κατάσταση του Flip-Flop αντιστρέφεται, δηλαδή η επόμενη κατάσταση είναι η συμπληρωματική της προηγούμενης κατάστασης.

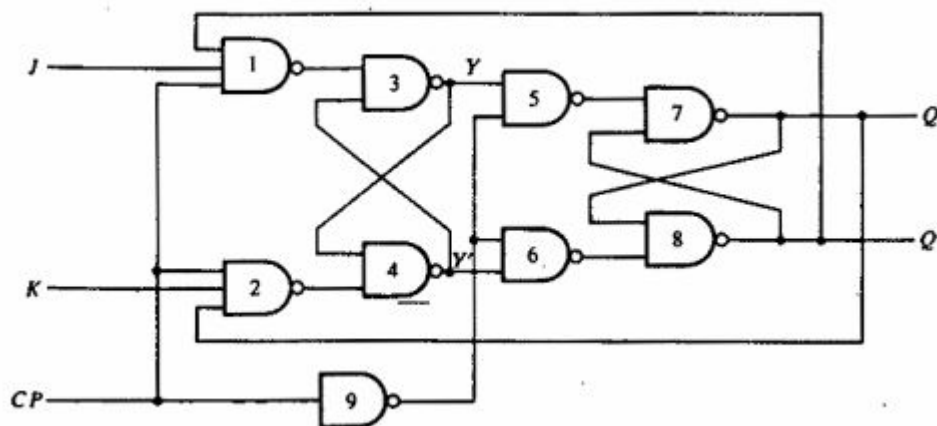
Το γραφικό σύμβολο του ακμοπυροδότητου J-K Flip-Flop φαίνεται παρακάτω.



Ο χαρακτηριστικός πίνακας του J-K Flip-Flop παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

$Q_n$	J	K	$Q_{n+1}$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

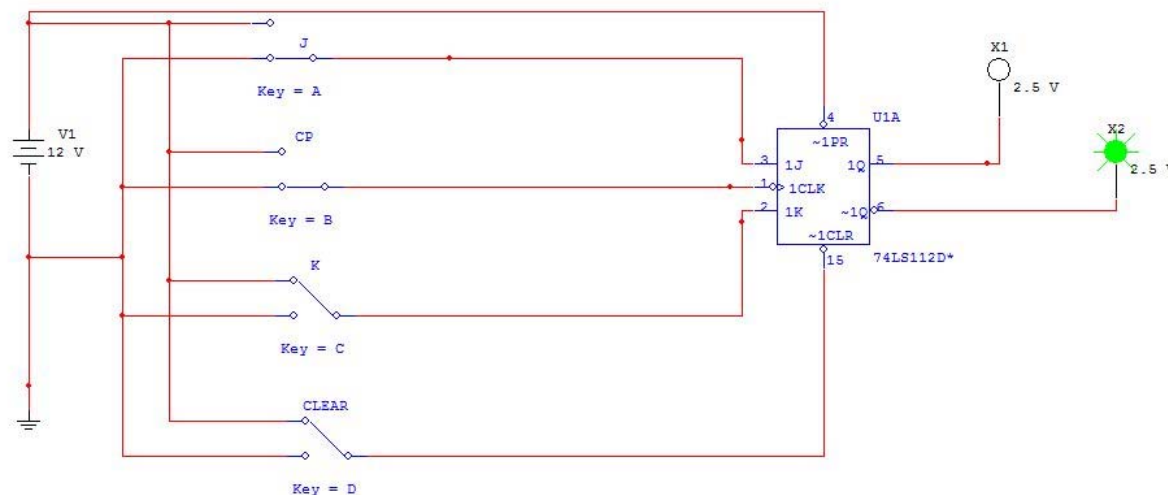
Το flip flop Αφέντη-Σκλάβου περιέχει δύο απλά flip flops. Το ένα εκτελεί χρέη αφέντη και το άλλο χρέη σκλάβου.



JK flip-flop αφέντη σκλάβου

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του JK flip flop στο multisim:



**Σχήμα 10.1 JK flip flop**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

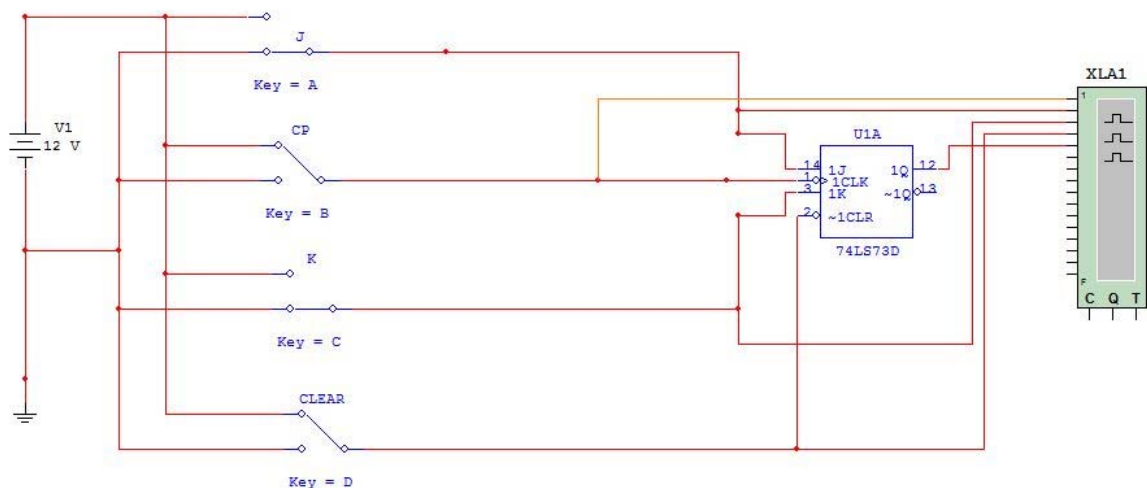
1. 4 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γειώση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok.
4. 1 JK flip flop -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS και θα επιλέξετε το component 74LS112D και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.



5. 2 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

- 2) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του JK flip flop αφέντη-σκλάβου στο multisim



**Σχήμα 10.2 JK flip flop αφέντη σκλάβου**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 4 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.







2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE , θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 JK flip flop -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74LS και θα επιλέξετε το component 74LS73D και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. Ένα Logic Analyzer από τα εικονικά όργανα.



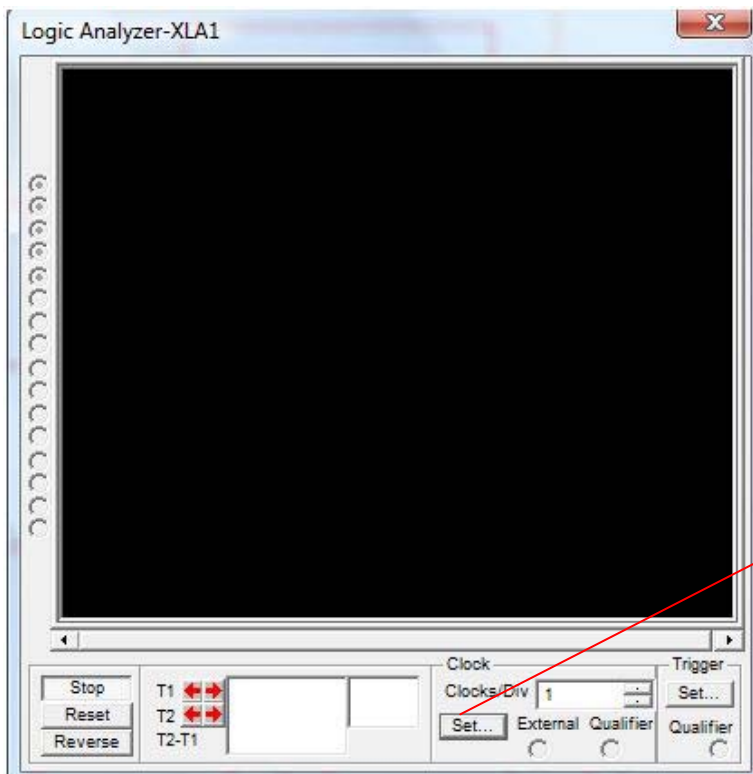
Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

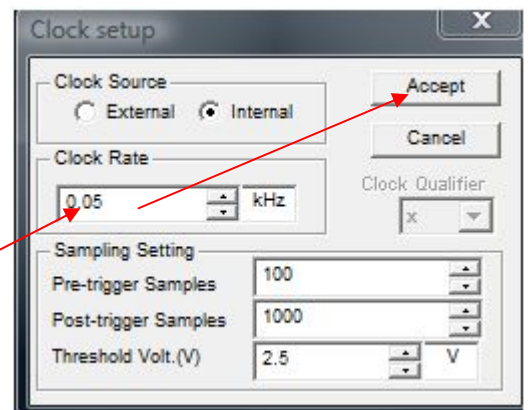
1) Πινάκας αληθείας του JK flip flop του σχήματος 10.1:

clear	J	K	cp	Q <sub>tn+1</sub>	(Q <sub>tn+1</sub> )'
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0->1 	0	1
1	0	0	1->0 	0	1
1	0	1		0	1
1	0	1		0	1
1	1	0		1	0
1	0	1		1	0
1	==	==	===>	0	1

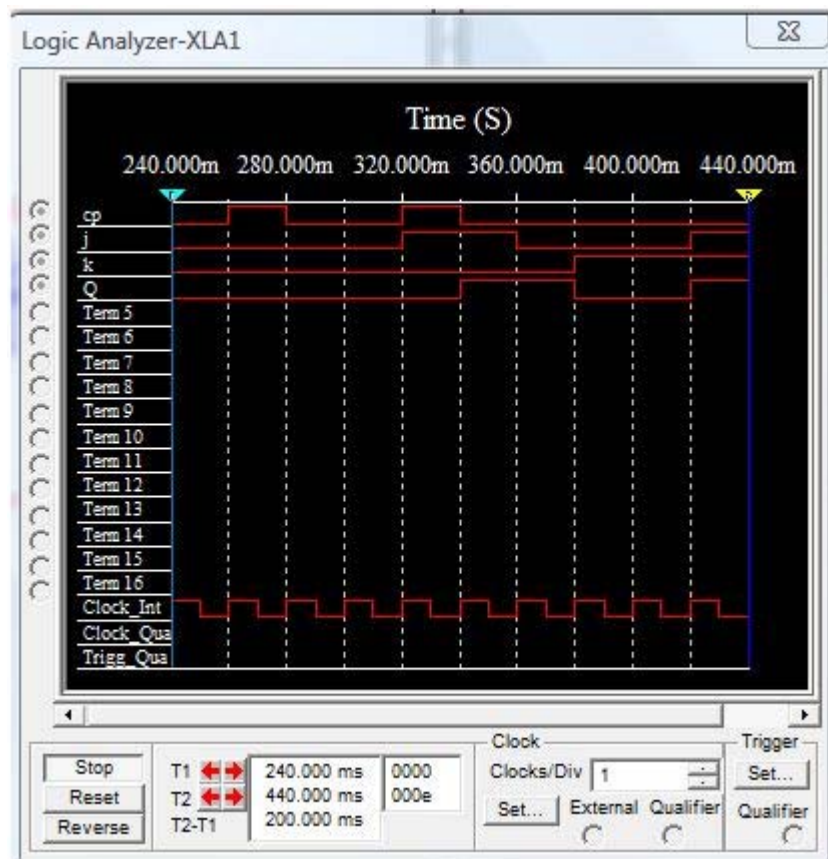
- 2) Για να πάρετε την απόκριση του JK flip flop αφέντη σκλάβου θα χρησιμοποιήσετε το Logic Analyzer. Για να δείτε τις κυματομορφές θα πατήσετε διπλό κλικ πάνω στο Logic Analyzer μόλις πατήσετε θα εμφανιστεί η παρακάτω εικόνα:



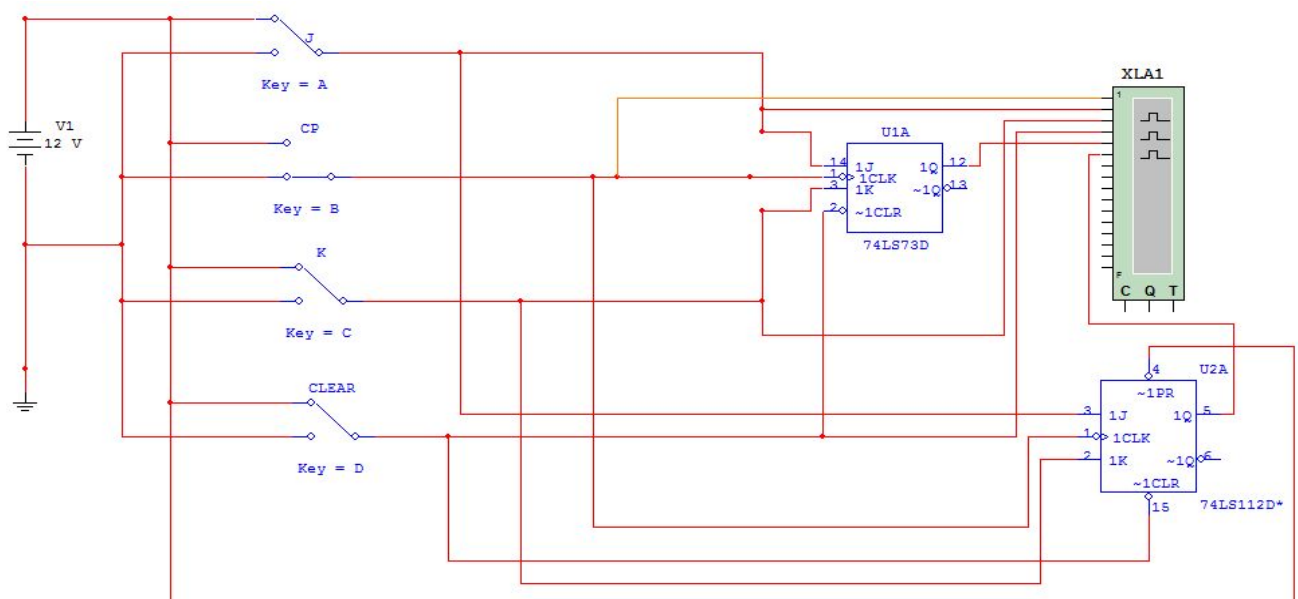
Μόλις εμφανιστεί θα πατήσετε το set για να ορίσετε την συχνότητα θα βάλετε την τιμή 0,05 kHz και θα πατήσετε Accept.



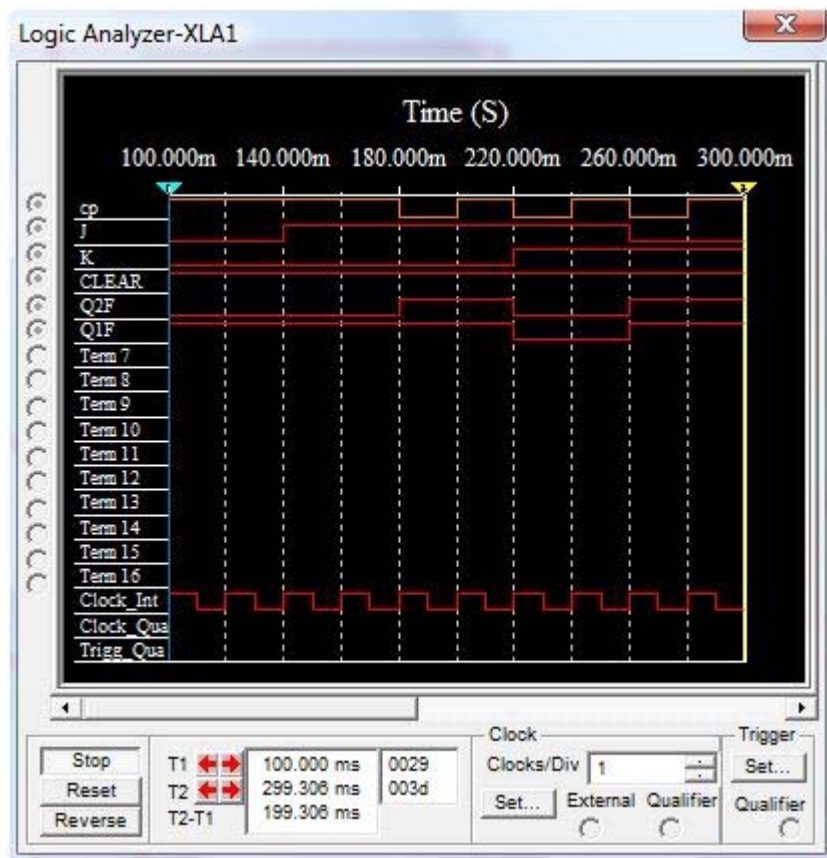
Για να εμφανιστούν οι κυματομορφές θα πατήσετε να τρέξει το κύκλωμα και θα δίνετε διάφορες τιμές στα J, K CP,CLEAR.



- 3) Για να δείτε μαζί τις εξόδους και των δυο κυκλωμάτων θα πρέπει να τοποθετήσετε ένα jk flip flop 74LS112D στο κύκλωμα του σχήματος 10.2 και να το συνδέσετε όπως παρακάτω. Την έξοδο θα την ονομάσετε Q1F.



Θα κάνετε διπλό κλικ στο Logic Analyzer και θα τρέξετε το κύκλωμα και αλλάζοντας τις τιμές στα J, K CP θα παρακολουθείτε τις 2 εξόδους πως συμπεριφέρονται.



## ΑΣΚΗΣΗ 11

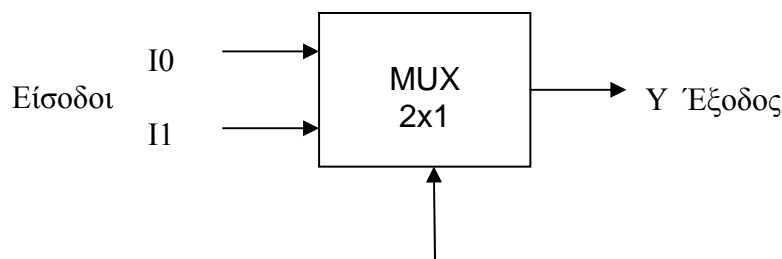
### 4.12 Πολυπλέκτης

Ο **Πολυπλέκτης** (Multiplexer - MUX)  $2^n$  εισόδων ( $2^n \times 1$ ) είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα που έχει  $n$  γραμμές επιλογής (ελέγχου) και μία μοναδική γραμμή εξόδου. Το κύκλωμα επιλέγει δυαδικές πληροφορίες από  $2^n$  γραμμές εισόδου, ανάλογα με τις τιμές των  $n$  γραμμών επιλογής και τις κατευθύνει στην γραμμή εξόδου. Ο συμβολισμός  $2^n \times 1$  σημαίνει ότι ο πολυπλέκτης έχει  $2^n$  εισόδους και μία έξοδο.

**Πολύπλεξη** (Multiplexing) είναι η επιλογή μίας γραμμής εισόδου δεδομένων από πολλές. Αυτή την λειτουργία την υλοποιούμε με τους Πολυπλέκτες που για αυτό το λόγο ονομάζονται και *επιλογείς δεδομένων* (data selectors).

Η κύρια εφαρμογή του Πολυπλέκτη είναι η επιλογή **μίας** από τις πολλές πληροφορίες που εφαρμόζονται στις εισόδους του και η μεταφορά της στην έξοδό του.

Ο Πολυπλέκτης 2 εισόδων (MUX  $2 \times 1$ ) έχει δύο εισόδους I0 και I1, μία επιλογή S και μία έξοδο Y, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα:



Ανάλογα με την τιμή της γραμμής επιλογής S, μία από τις εισόδους I0 και I1 μεταβιβάζεται στην έξοδο Y:

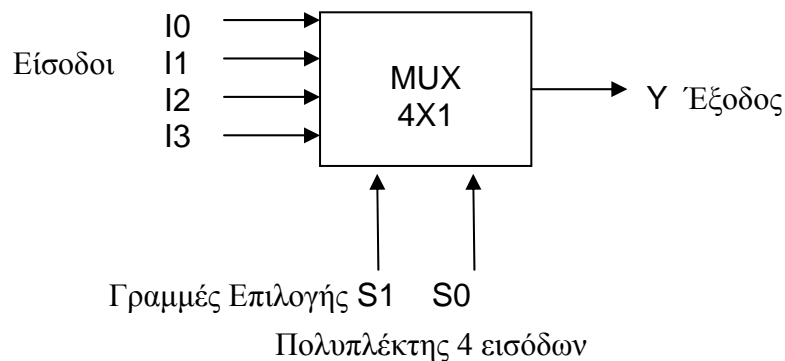
- αν  $S=0$ , τότε  $Y=I_0$
- αν  $S=1$ , τότε  $Y=I_1$

Συνοπτικός Πίνακας Αληθείας Πολυπλέκτη 2 εισόδων

S	Y
0	I0
1	I1

### ΠΟΛΥΠΛΕΚΤΗΣ 4 ΕΙΣΟΔΩΝ

Ο Πολυπλέκτης 4 εισόδων (MUX 4x1) έχει τέσσερις εισόδους I0, I1, I2 και I3, δύο γραμμές επιλογής S0 και S1 και μία έξοδο Y, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Ανάλογα με τις τιμές των γραμμών επιλογής S1 και S0, μία από τις εισόδους I0, I1, I2 και I3 μεταβιβάζεται στην έξοδο Y:

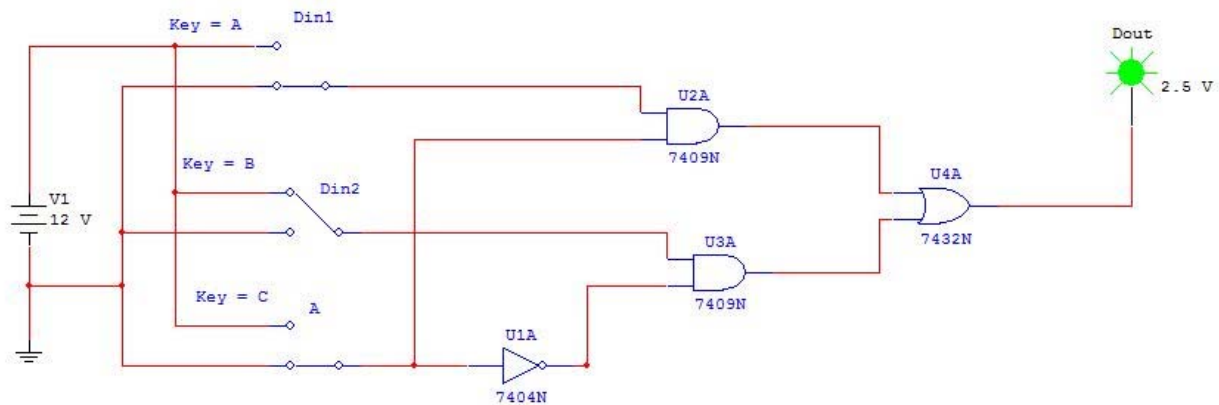
- αν S1=0 και S0=0, τότε Y=I0
- αν S1=0 και S0=1, τότε Y=I1
- αν S1=1 και S0=0, τότε Y=I2
- αν S1=1 και S0=1, τότε Y=I3

Συνοπτικός Πίνακας Αληθείας Πολυπλέκτη 4 εισόδων:

S1	S0	Y
0	0	I0
0	1	I1
1	0	I2
1	1	I3

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

1) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του σχήματος 11.1 στο multisim



**Σχήμα 11.1 Πολυπλέκτης 2x1**

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

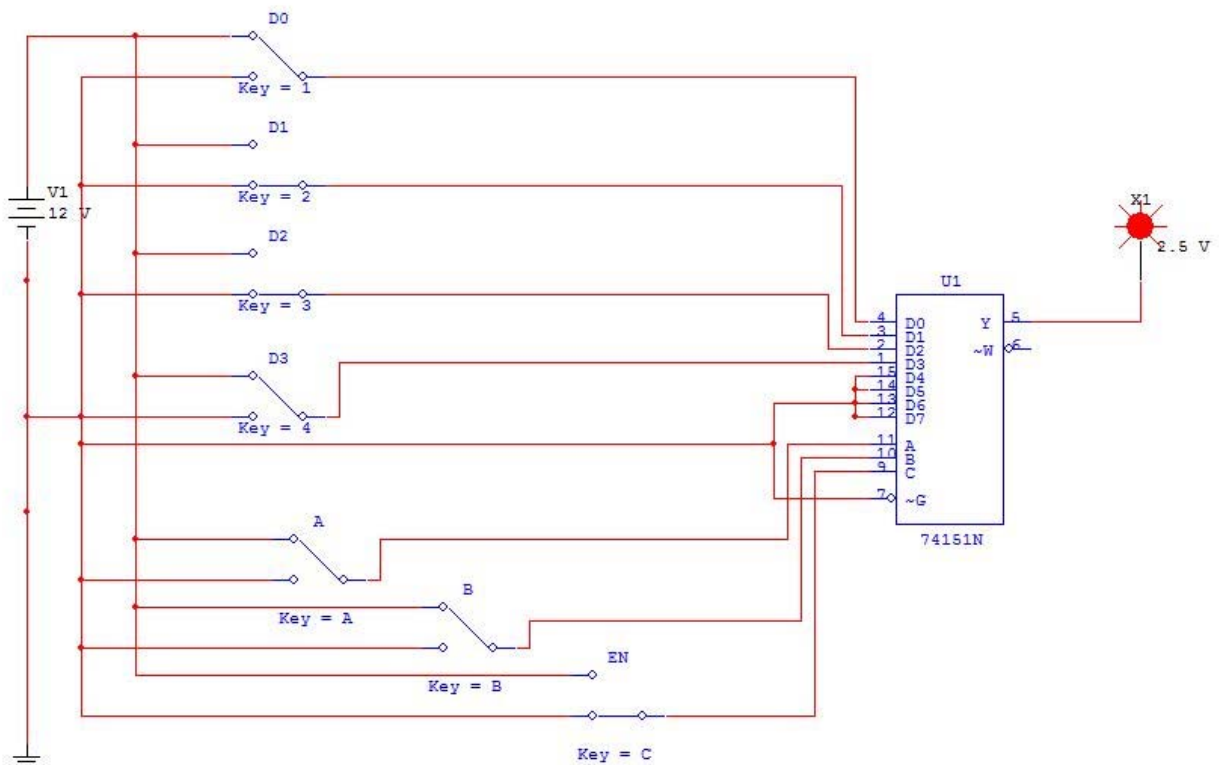
1. 3 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.



5. 2 πύλες AND 2 εισόδων -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7408N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
6. 1 πύλη OR -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 7432N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα .

2) Να σχεδιαστεί το παρακάτω κύκλωμα του σχήματος 11.2 στο multisim



Σχήμα 11.2 Πολυπλέκτης 4 σε 1

Βήματα για τον σχεδιασμό του κυκλώματος:

Θα πάρετε:

1. 7 διακόπτες (switch SPDT) -> από την βιβλιοθήκη basic θα διαλέξετε την οικογένεια switch, θα επιλέξετε το component SPDT και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
2. 1 γείωση -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component GROUND θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
3. 1 πηγή -> από την βιβλιοθήκη source θα διαλέξετε την οικογένεια POWER SOURCE, θα επιλέξετε το component DC\_POWER και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
4. 1 probe -> από την βιβλιοθήκη indicator θα διαλέξετε την οικογένεια PROBE, θα επιλέξετε οποιοδήποτε component και θα πατήσετε ok, κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.
5. 1 πολυπλέκτη -> από την βιβλιοθήκη TTL θα διαλέξετε την οικογένεια 74SDT και θα επιλέξετε το component 74151N και θα πατήσετε ok κάνοντας κλικ στον χώρο εργασίας θα εμφανιστεί το component.

Αφού τοποθετήσετε όλα τα εξαρτήματα στον χώρο εργασίας θα τα συνδέσετε σύμφωνα με το σχήμα.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5) Πινάκας αληθείας του σχήματος 11.1:

A	Din1	Din2	Dout
L	L	L	L
L	H	L	L
L	L	H	H
L	H	H	H
H	L	L	L
H	H	L	H
H	L	H	L
H	H	H	H

Απλοποιημένος πίνακας:

A	Dout
L	Din2
H	Din1

Όταν το A=0 τότε η τιμή της Din2 παίρνει στη έξοδο όταν όμως γίνει A=1 τότε η τιμή της Din1 παίρνει στην έξοδο.

2) Πινάκας αληθείας του σχήματος 11.2 :

EN	B	A	Dout
H	L	L	0
L	H	L	D0
L	L	H	D1
L	H	H	D2
L	L	L	D3

Όταν η είσοδος της επιτρεψής είναι 1 τότε δεν παίρνει καμία είσοδος στην έξοδο. Όταν η είσοδος επιτρεψής γίνει 0 τότε αν:

A=0 ΚΑΙ B=0 η τιμή της πρώτης εισόδου (D0) παίρνει στην έξοδο

A=1 ΚΑΙ B=0 η τιμή της δεύτερης εισόδου (D1) παίρνει στην έξοδο

A=0 ΚΑΙ B=1 η τιμή της τρίτης εισόδου (D2) παίρνει στην έξοδο

A=1 ΚΑΙ B=1 η τιμή της τέταρτης εισόδου (D3) παίρνει στην έξοδο

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αυτή είχε σκοπό την σχεδίαση των πραγματικών κυκλωμάτων σε προγράμματα προσομοίωσης, ούτως ώστε να γίνει καλύτερη η κατανόηση τους από τους σπουδαστές. Τα προγράμματα προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το TINA PRO 6 για τα ηλεκτρικά κυκλώματα και το MULTISIM 7 για τα ψηφιακά κυκλώματα. Όλες οι ασκήσεις μελετήθηκαν βήμα βήμα και προσομοιώθηκαν τα κυκλώματα τους με πολύ απλά και αναλυτικά βήματα.

Με τα φύλλα έργου που δημιουργήθηκαν οι σπουδαστές εξοικειώνονται περισσότερο με το μάθημα και με το εργαστηριακό περιβάλλον. Επίσης δίνουν τη δυνατότητα της μελέτης των ασκήσεων ακόμα και στο σπίτι.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Ν.Παπαμάρκος, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων (τόμος Α), Εκδόσεις Τζιόλα, 2001

Γ.Χατζαράκης, Ηλεκτρικά Κυκλωμάτων(τόμος Α), Εκδόσεις Τζιόλα

Μάργαρης Ν, Ανάλυση Ηλεκτρικών κυκλωμάτων(τόμος Α), Εκδόσεις Τζιόλα, 2000

Βαλαλάς Δημήτριος, ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ, ΣΕΡΡΕΣ 2011

Δρ.Πάρις Μαστοροκώστας, Εργαστηριακές Ασκήσεις του μαθήματος ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ, ΣΕΡΡΕΣ 2001

Μ.Μανο, Ψηφιακή Σχεδίαση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 1992

Α.Μalvino, Ψηφιακά Ηλεκτρονικά Θεωρία και Εφαρμογές, Εκδόσεις Τζιόλα 1996

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

[http://ts.sch.gr/docs/cat\\_view/37-yposthriksh-ekpaideytikoy-logismikoy](http://ts.sch.gr/docs/cat_view/37-yposthriksh-ekpaideytikoy-logismikoy)

[http://users.teiath.gr/patsisg/DIGITAL\\_LABS/index\\_files/Page1117.htm](http://users.teiath.gr/patsisg/DIGITAL_LABS/index_files/Page1117.htm)

<http://www.electronics-tutorials.ws/>

<http://repository.edulll.gr/edulll/handle/10795/1417>