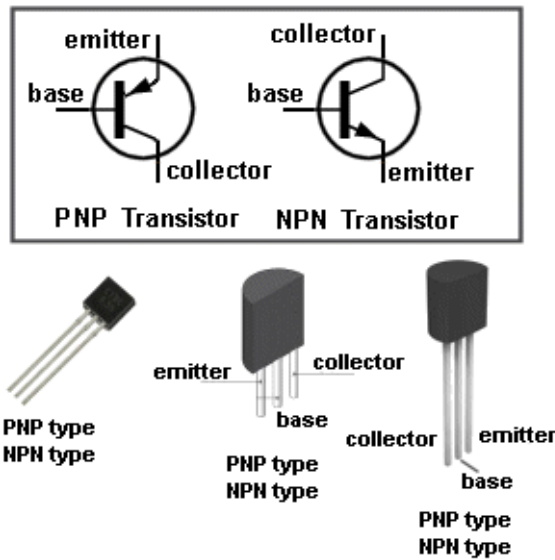


## ΑΣΚΗΣΗ 2

### ΜΙΚΡΟΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΚΑΙ Η/Υ ΙΙ

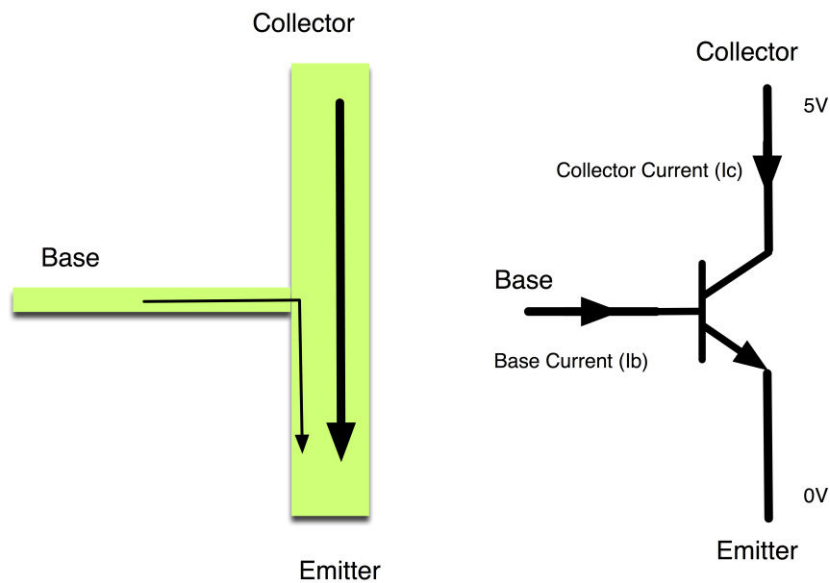
Σκοπός της άσκησης αυτής είναι η μελέτη ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που αποτελούνται από ημιαγωγούς καθώς η εισαγωγή στην τεχνολογία CMOS με την οποία κατασκευάζονται τα ολοκληρωμένα κυκλώματα.

1. Μελετήστε τα διπολικά τρανζίστορ που δίδονται στην συνέχεια. Αναφέρατε τους δύο τύπους.

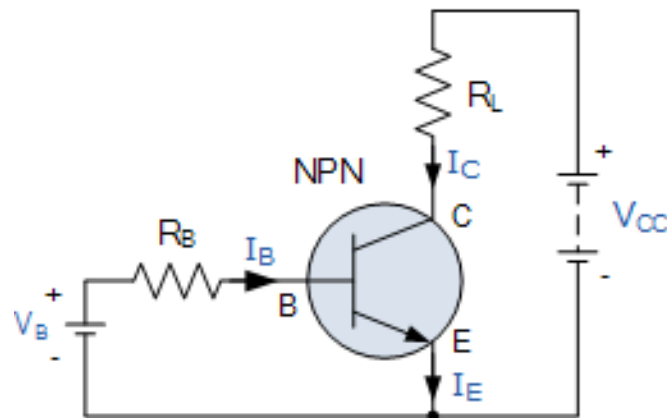


Οι τύποι είναι  $pnp$  και  $npn$ .

2. Μελετήστε την λειτουργία του MOS τρανζίστορ.

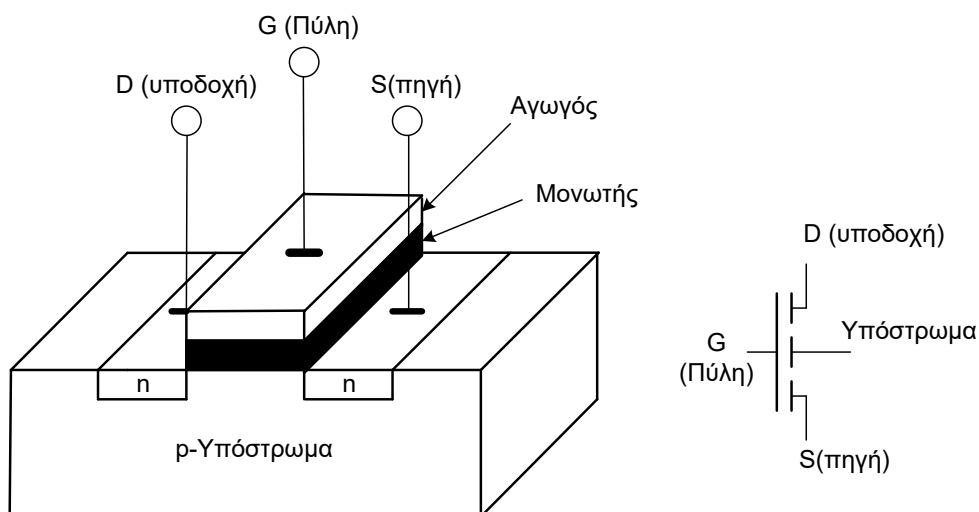


3. Μελετήστε την συνδεσμολογία κοινού εκπομπού του npn τρανζίστορ. Τι επιτυγχάνεται με αυτή την συνδεσμολογία.

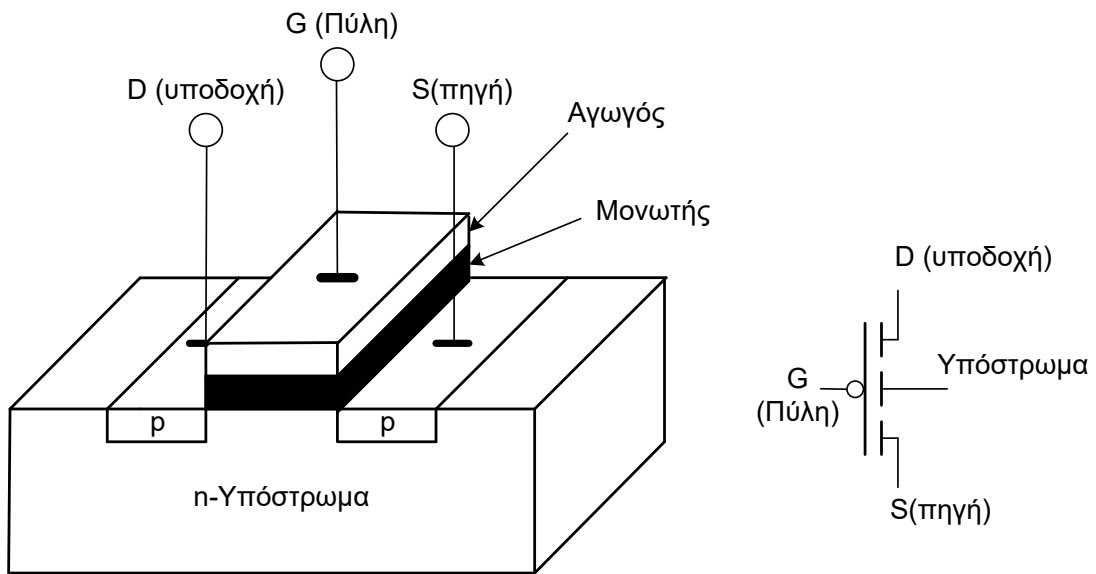


Με την συνδεσμολογία αυτή επιτυγχάνεται ότι με την διέλευση ενός μικρού ρεύματος μεταξύ εκπομπού και βάσης να είναι δυνατή η διέλευση ενός αναλογικά μεγαλύτερου ρεύματος μεταξύ εκπομπού και συλλέκτη.

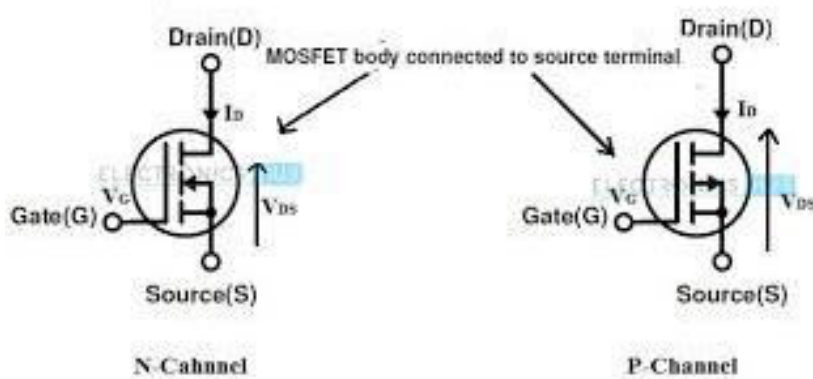
4. Τι γνωρίζετε για τα MOS τρανζίστορ και την τεχνολογία CMOS.  
 Η κατασκευή των σύγχρονων ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων βασίζεται σε τρανζίστορ τεχνολογίας MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) τα οποία στο εξής θα αναφέρονται ως MOS (Metal Oxide Semiconductor) τρανζίστορ. Με την χρήση των MOS τρανζίστορ έγινε δυνατή η κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με πολύ μεγάλη πυκνότητα ολοκλήρωσης. Αρχικά, τα τρανζίστορ που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα p-channel MOS, ή συμβολικά PMOS. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν τα n-channel MOS ή NMOS τρανζίστορ. Η τεχνολογία που τελικά επικράτησε ήταν η CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) στην οποία χρησιμοποιείται κατάλληλος συνδυασμός από PMOS και NMOS τρανζίστορ. Η τεχνολογία CMOS λόγω των χαρακτηριστικών της έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της παγκόσμιας βιομηχανίας ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.
5. Μελετήστε την δομή και το σύμβολο των NMOS τρανζίστορ.



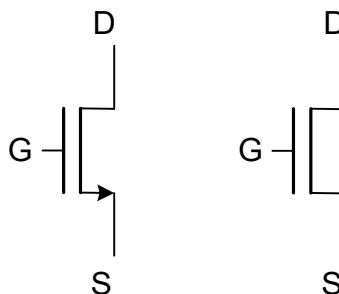
6. Μελετήστε την δομή και το σύμβολο των PMOS τρανζίστορ.



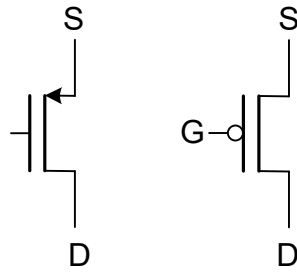
7. Μελετήστε τα NMOS τριών ακροδεκτών που δίδονται στην συνέχεια.



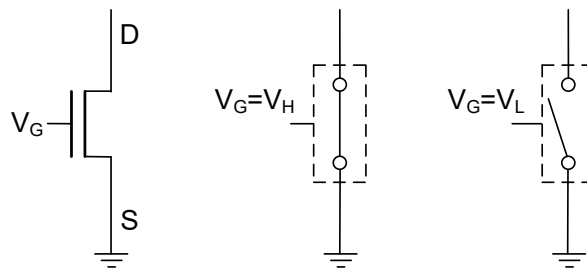
8. Μελετήστε τα απλουστευμένα σύμβολα των NMOS τρανζίστορ που δίδονται στην συνέχεια.



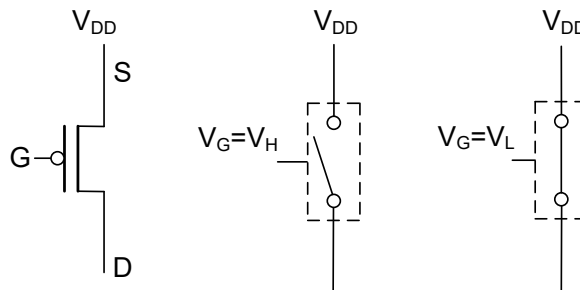
9. Μελετήστε τα απλουστευμένα σύμβολα των PMOS τρανζίστορ που δίδονται στην συνέχεια.



10. Μελετήστε την λειτουργία των NMOS και των PMOS τρανζίστορ σαν διακόπτες.

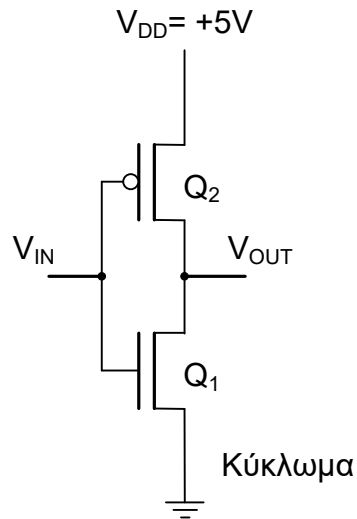


Τρανζίστορ NMOS



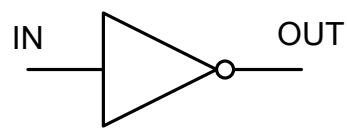
Τρανζίστορ PMOS

11. Μελετήστε τον αντιστροφέα τεχνολογίας CMOS που δίδεται στην συνέχεια μαζί με τον πίνακα λειτουργίας του.

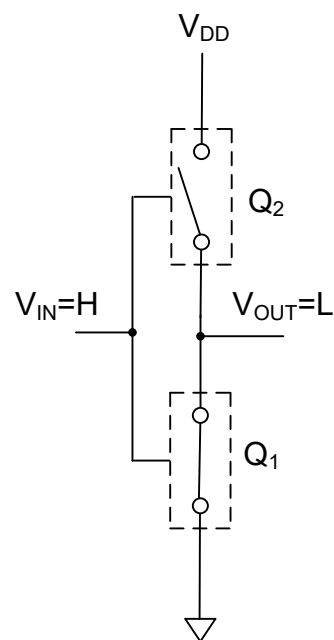
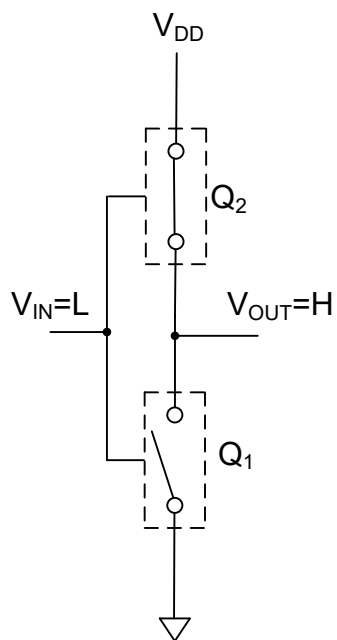


Πίνακας λειτουργίας

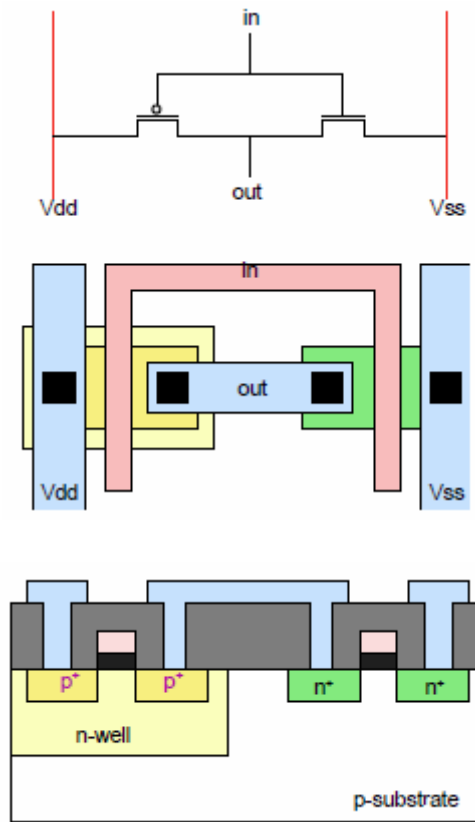
$V_{IN}$	$Q_1$	$Q_2$	$V_{OUT}$
0.0 V (L)	off	on	5.0 V (H)
5.0 V (H)	on	off	0.0 V (L)



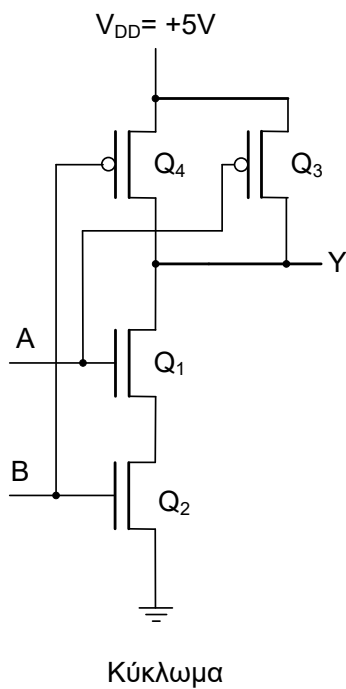
12. Μελετήστε την περιγραφή της λειτουργίας του αντιστροφέα τεχνολογίας CMOS.



13. Στο layout του CMOS inverter που δίδεται στην συνέχεια εντοπίστε το NMOS τρανζίστορ και το PMOS τρανζίστορ.

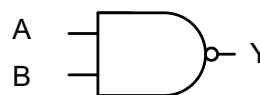


14. Μελετήστε την πύλη NAND δύο εισόδων που δίδεται στην συνέχεια.



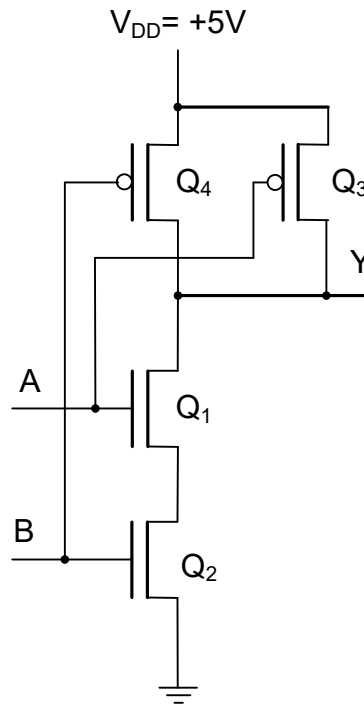
A	B	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	Y
L	L	off	off	on	on	H
L	H	off	on	on	off	H
H	L	on	off	off	on	H
H	H	on	on	off	off	L

Πίνακας λειτουργίας

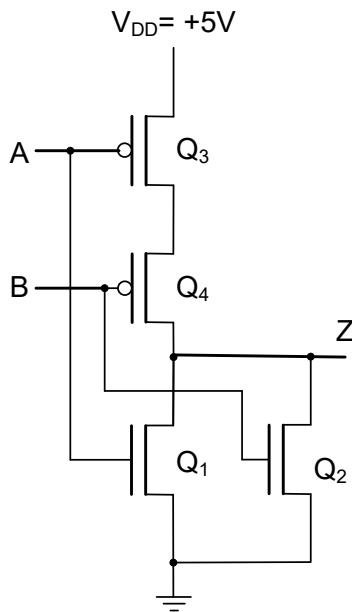


Λογικό Σύμβολο

15. Στην πύλη NAND-2 που δίδεται στην συνέχεια σημειώστε ποια τρανζίστορ άγουν για  $A=5\text{ V}$ ,  $B=0\text{ V}$ . Σημειώστε επίσης και την τιμή της εξόδου.



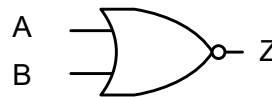
16. Μελετήστε την πύλη NOR δύο εισόδων που δίδεται στην συνέχεια.



Κύκλωμα

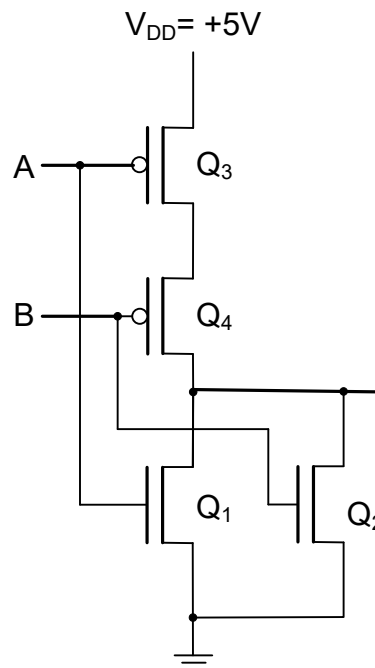
A	B	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Z
L	L	off	off	on	on	H
L	H	off	on	on	off	L
H	L	on	off	off	on	L
H	H	on	on	off	off	L

Πίνακας λειτουργίας



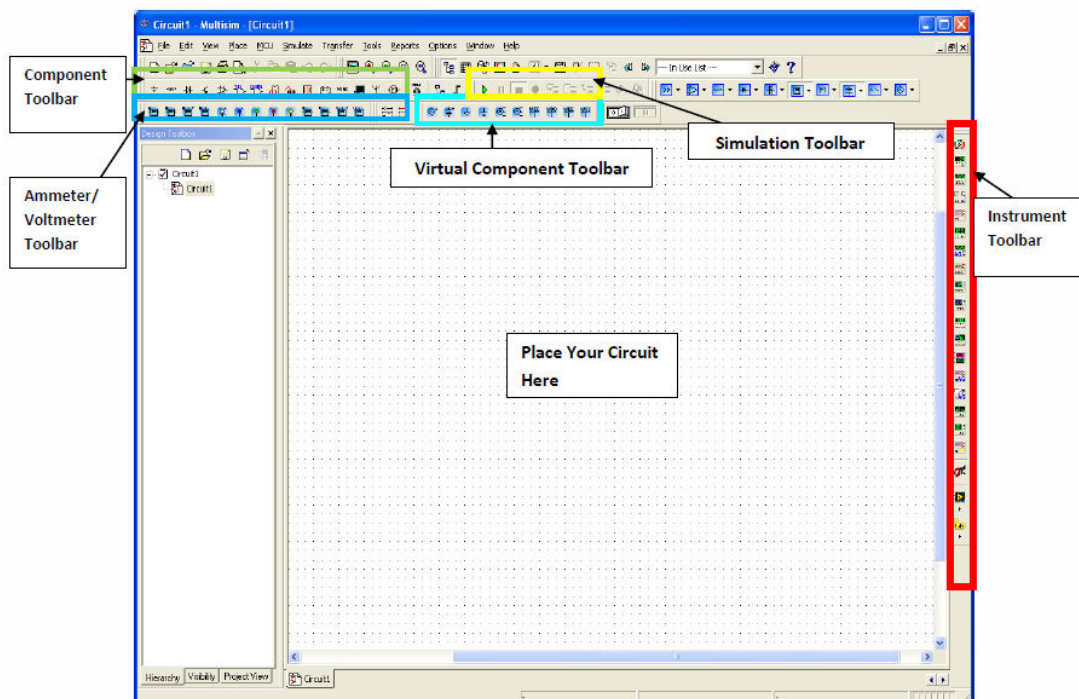
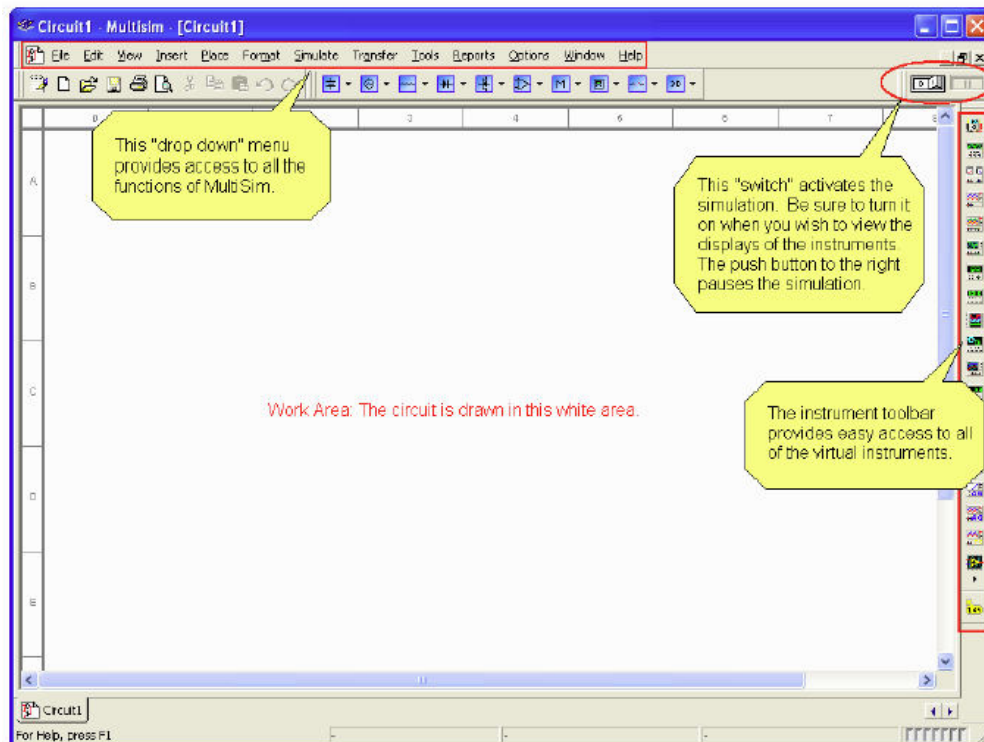
Λογικό Σύμβολο

17. Στην πύλη NOR-2 που δίδεται στην συνέχεια σημειώστε ποια τρανζίστορ άγουν για  $A=5V$ ,  $B=0V$ . Σημειώστε επίσης και την τιμή της εξόδου.



18. Σχεδιάστε μια πύλη AND δύο εισόδων τεχνολογίας CMOS.
19. Σχεδιάστε μια πύλη AND τριών εισόδων τεχνολογίας CMOS.
20. Σχεδιάστε ένα κύκλωμα τεχνολογίας CMOS που να υλοποιεί την λογική συνάρτηση  $Y = \overline{A + BC}$ .

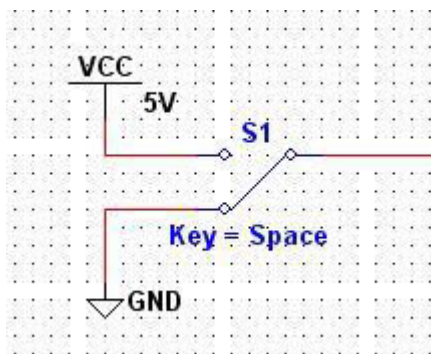
21. \*Ενεργοποιήστε το EWB.



22. \*Εντοπίστε το πολύμετρο.

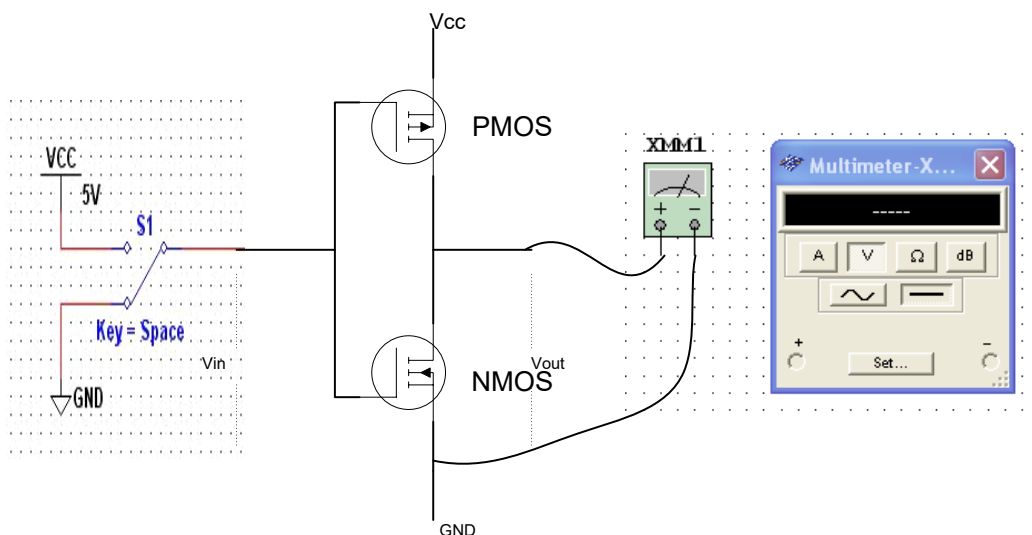
Το πολύμετρο είναι στο instrument toolbar.

23. \*Εντοπίστε την πηγή τάσης Vcc.  
(place→component→sources→... )
24. \*Εντοπίστε τον διακόπτη SPDT και μελετήστε το κύκλωμα παραγωγής των 0, 1 που δίδεται στην συνέχεια.  
(place→component→basic→switches→... )



25. \*Εντοπίστε τα MOS τρανζίστορ p-channel enhancement (PMOS enhancement), n-channel enhancement (NMOS enhancement) τριών ακροδεκτών.  
(place→component→MOS→3TEP(PMOS), 3TEN(NMOS))
26. \*Να πραγματοποιηθεί στο EWB το κύκλωμα του αντιστροφέα (πύλης NOT) με την τεχνολογία CMOS και να επαληθευθεί η λειτουργία του με χρήση κυκλωμάτων παραγωγής των 0 και 1 και πολυμέτρου.

**Υπόδειξη:** Η σχεδίαση πύλης NOT να γίνει όπως στην συνέχεια.



Το PMOS τρανζίστορ να συνδεθεί όπως ακριβώς στο σχήμα (δεξί κλικ και επιλογή flip horizontal)

22. \*Να πραγματοποιηθεί στο EWB το κύκλωμα μίας πύλης NAND δύο εισόδων τεχνολογίας CMOS και να επαληθευθεί η λειτουργία της με χρήση κυκλωμάτων παραγωγής των 0 και 1 και πολυμέτρου.