



## ΑΣΚΗΣΗ 43

### ΛΟΓΙΚΕΣ ΠΥΛΕΣ AND OR NAD NOR ΜΕ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

#### Α.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

##### Γενικά:

Οι τεχνολογικές εξελίξεις και η ευρεία διάδοση στις εφαρμογές των ηλεκτρονικών δημιούργησαν την επιτακτική ανάγκη της κατασκευής διατάξεων με μικρό όγκο, μικρό βάρος, ευχέρεια συναρμολογήσεως αλλά και χαμηλό κόστος. Έγιναν διάφορες προσπάθειες με τη σμίκρυνση των εξαρτημάτων, την πυκνή τοποθέτησή τους στο χώρο, την ενσωμάτωση δύο ή και περισσότερων στο ίδιο περίβλημα, τον περιορισμό των διαστάσεων των αγωγών και των επαφών. Οι προσπάθειες όμως αυτές οδήγησαν σε αδιέξοδο ως προς το μέγεθος των διακριτών εξαρτημάτων. Αναπτύχθηκε έτσι η τεχνική της μικροσκοπικύνσεως που έχει οδηγήσει σήμερα στην κατασκευή καταπληκτικών, στο μικρό τους μέγεθος, ηλεκτρονικών διατάξεων συνόλων, των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι ένα πλήρες κύκλωμα ηλεκτρονικής διατάξεως τοποθετημένο πάνω σε ένα κομμάτι ημιαγωγού. Σ' αυτό το κομμάτι υπάρχουν τόσο τα ενεργά στοιχεία του κυκλώματος, δηλαδή δίοδοι, τρανζίστορ κλπ., όσο και τα παθητικά, δηλαδή ωμικές αντιστάσεις, πυκνωτές και οι αγωγοί συνδέσεώς τους.

Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα με βάση τον τρόπο λειτουργίας τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, **στα γραμμικά (αναλογικά) κυκλώματα και στα ψηφιακά. Τα γραμμικά ολοκληρωμένα κυκλώματα** περιλαμβάνουν τελεστικούς ενισχυτές, διαφορικούς ενισχυτές, ενισχυτές ισχύος ακουστικής συχνότητας και σταθεροποιητές τάσεως.

Τα ψηφιακά κυκλώματα περιλαμβάνουν ουσιαστικά όλα τα μη γραμμικά κυκλώματα, όπως π.χ. λογικά κυκλώματα και συνδυασμούς λογικών κυκλωμάτων.

#### Διαδικά λογικά κυκλώματα

Λογικά κυκλώματα ονομάζονται τα κυκλώματα τα οποία δίνουν στην έξοδό τους μια ορισμένη λογική απάντηση όταν στην είσοδο εφαρμοστούν ορισμένες συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές είναι δυαδικής μορφής του τύπου "Αληθής, Ψευδής", "Υψηλο-Χαμηλό", "1-0", Αναμμένο -Σβηστό", "Κλειστό-Ανοικτό" κ.ο.κ.

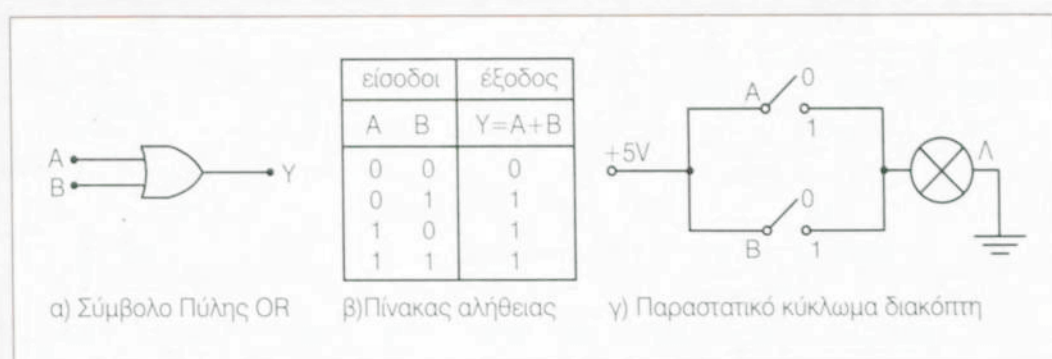
Τα παραπάνω κυκλώματα ονομάζονται "Λογικές Πύλες" και επαληθεύουν τις πράξεις της 'Άλγεβρας Boole χρησιμοποιώντας τις δυαδικές συνθήκες "Κλειστό-Ανοικτό", οι οποίες αναφέρονται στους διακόπτες. Οι πύλες χρησιμοποιούν τις δυαδικές συνθήκες "1-0" οι οποίες αναφέρονται σε δυαδική μορφή. Το ένα '1' είναι η λογική έκφραση του "υψηλό" δυναμικό, ενώ, το "0" η έκφραση του "χαμηλό" δυναμικό. Για την ευκολότερη κατανόηση των πυλών και των πινάκων αλήθειας θα παρουσιάσουμε το αντίστοιχο κύκλωμα καθώς και την έκφραση της πύλης με βάση την άλγεβρα Bool.



Οι βασικοί τύποι πυλών είναι: OR (Η), AND (ΚΑΙ), NOT (ΟΧΙ), NOR (ΟΧΙ Η)', NAND (ΟΧΙ ΚΑΙ). Τελικά όλες οι Πύλες έχουν δύο ή περισσότερες εισόδους (εκτός από τη NOT, η οποία έχει μόνο μια).

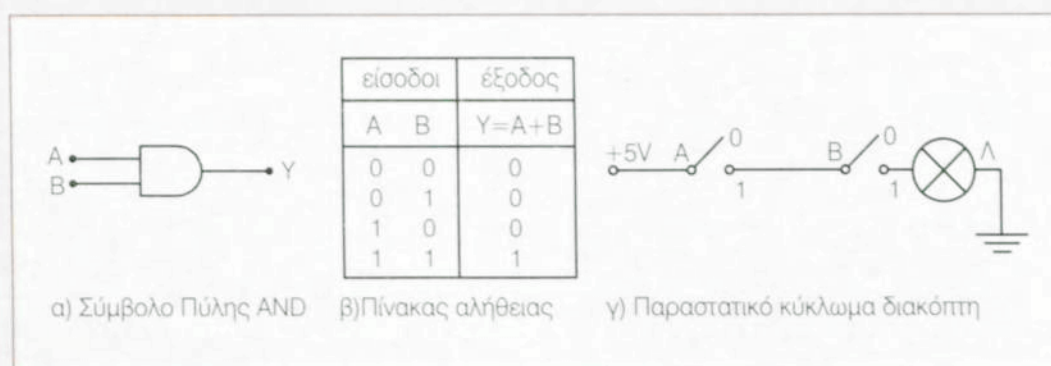
### α.) Πύλη OR (Η)

Για την πύλη OR ισχύει ο κανόνας: Η έξοδος της πύλης OR οδηγείται στη λογική κατάσταση "1" όταν τουλάχιστον μια από τις εισόδους της βρίσκεται στην κατάσταση "1". Στο παραστατικό κύκλωμα του σχήματος 10.10 οι διακόπτες αντιπροσωπεύουν τις εισόδους της πύλης και η λυχνία α την έξοδο. Όταν αναφερόμαστε στους διακόπτες, το "0" σημαίνει "ανοικτός" και το "1" "κλειστός" και όταν αναφερόμαστε στη λυχνία, το "0" σημαίνει "αναμμένη" και το "1" "σβηστή". Με βάση τα δεδομένα αυτά επαληθεύεται ο πίνακας αλήθειας της πύλης.



### β) Πύλη AND (ΚΑΙ)


Για την Πύλη AND ισχύει ο κανόνας: η έξοδος της πύλης AND οδηγείται στη λογική κατάσταση "1" όταν όλες οι εισοδοι βρισκονται στην κατάσταση "1" (σχ 10.11).



### γ.) Πύλη NOT (ΟΧΙ)

Για την Πύλη NOT ισχύει ο κανόνας: η έξοδος μιας πύλης NOT οδηγείται στην αντίθετη κατάσταση της εισόδου (σχ.10.12).

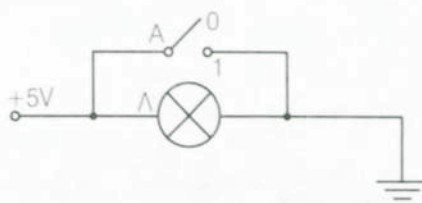




α) Σύμβολο Πύλης NOT

είσοδοι		έξοδος
A		Y
0		1
1		0

β) Πίνακας αλήθειας




γ) Παραστατικό κύκλωμα διακόπτη

(Σχ.10.12)

**δ.) Πύλη NOR (ΟΧΙ Η)**

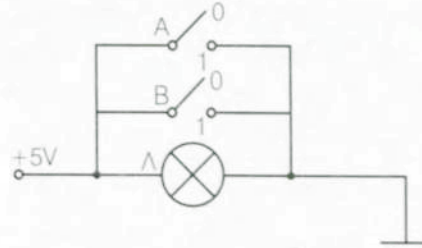
Η Πύλη NOR είναι συνδυασμός των πυλών NOT και OR (σχ.10.13)



α) Σύμβολο Πύλης NOR

είσοδοι		έξοδος
A	B	$Y = \overline{A+B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

β) Πίνακας αλήθειας




γ) Παραστατικό κύκλωμα διακόπτη

(Σχ.10.13)  
Πύλη NOR

**ε.) Πύλη NAND (ΟΧΙ ΚΑΙ)**

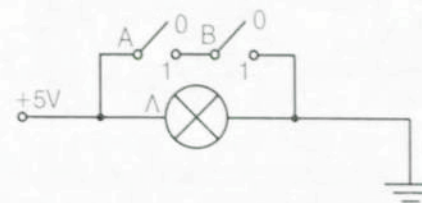
Η Πύλη NAND είναι συνδυασμός των πυλών NOT και AND (σχ.10.14)



α) Σύμβολο Πύλης NAND

είσοδοι		έξοδος
A	B	$Y = \overline{A \cdot B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

β) Πίνακας αλήθειας

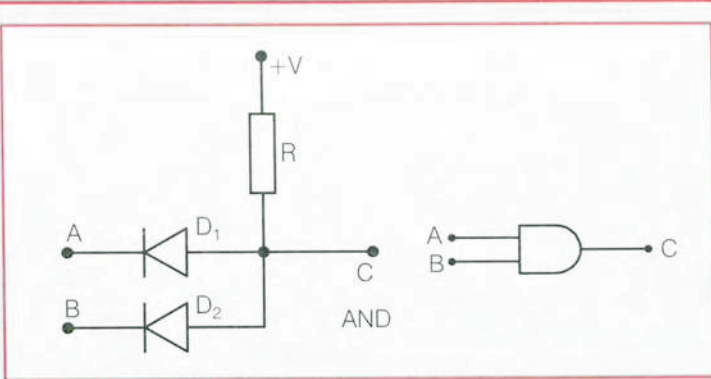


γ) Παραστατικό κύκλωμα διακόπτη

(Σχ. 10.14)

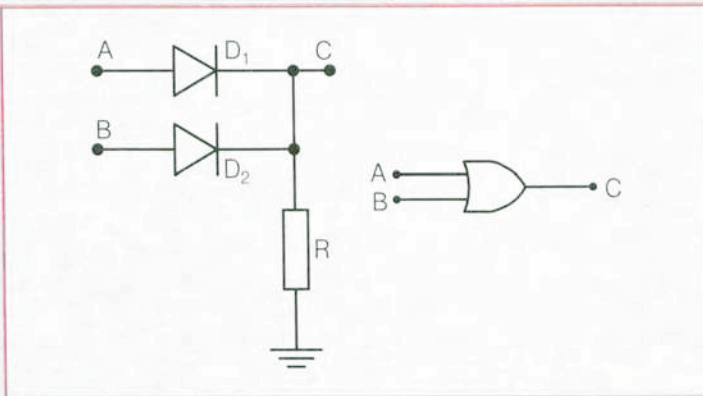
**Λογικές Πύλες με διόδους και τρανζίστορ**

Στα πρακτικά κυκλώματα δε χρησιμοποιούνται οι διακόπτες γιατί κάποιος θα πρέπει να τους χειρίζεται. Έτσι χρησιμοποιούνται διόδοι ή τρανζίστορ. Στο σχήμα 10.15 φαίνεται η Πύλη AND με διόδους. Οι κάθοδοι είναι οι δύο είσοδοι A και B (μπορεί να υπάρχουν περισσότερες) ενώ η κοινή άνοδος μέσα από την αντίσταση συνδέεται στο + της τάσης τροφοδοτήσεως και είναι έξοδος (σχ 10.15).



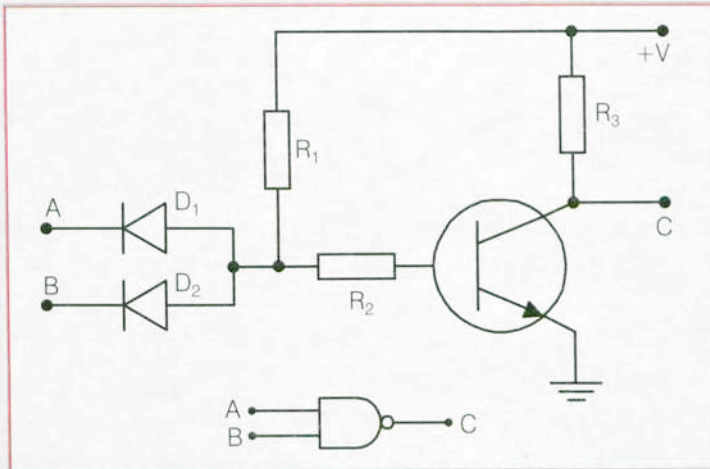
(Σχ 10.15)

Αν στη μία ή και στις δύο εισόδους εφαρμοστεί αρνητική τάση ή γείωση (λογικό 0) η μια διάδος ή και οι δύο, στη δεύτερη περίπτωση, θα άγουν και έτσι στην έξοδο C δεν υπάρχει τάση, δηλαδή έχουμε λογικό "0" (πάντα υπάρχει μια μικρή τάση που θεωρείται λογικό "0"). Όταν στη μια είσοδο εφαρμοστεί αρνητική τάση και στην άλλη θετική, άγει η πρώτη και στην έξοδο πάλι υπάρχει λογικό μηδέν. Αν όμως και στις δύο εισόδους εφαρμοσθεί θετική τάση λογικό "1" τότε και οι δύο διάοδοι πολώνονται ανάστροφα και στην έξοδο έχουμε περίπου την τάση τροφοδοτήσεως δηλαδή λογικό "1" εκφράζεται:  $C = A \text{ AND } B$ . Στο σχήμα 10.16 φαίνεται τώρα η Πύλη OR με διάόδους.



(Σχ 10.16)

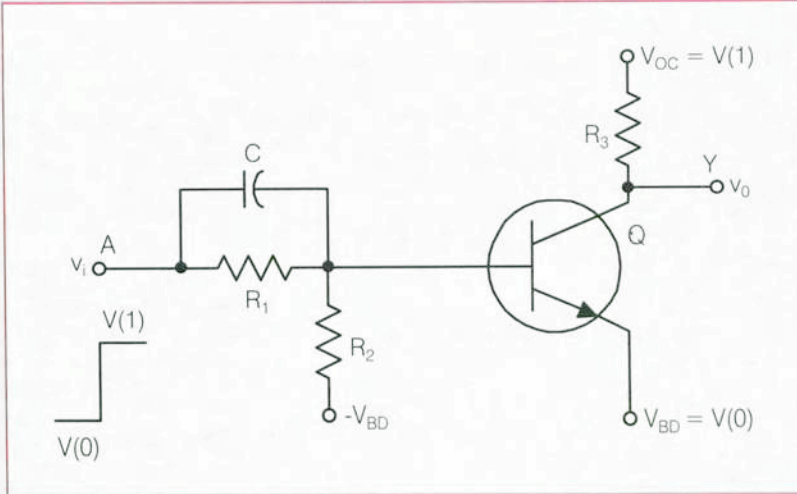
Αν και στις δύο εισόδους εφαρμοστεί το λογικό "0" (γη), στην έξοδο έχουμε το ίδιο δηλαδή λογικό "0" γιατί οι διάοδοι είναι ανάστροφα πολωμένες και δεν άγουν. Αν στη μια από τις δυο εισόδους ή και στις δύο εφαρμοσθεί θετική τάση τότε η διάδος θα πολωθεί ορθά και θα άγει. Επομένως θα έχουμε μια πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση και η έξοδος έχει περίπου την τάση τροφοδοτήσεως ή λογικό "1". Αυτό εκφράζεται με τη σχέση  $C = A \text{ OR } B$ . Στο (σχήμα 10.17) φαίνονται οι αντίστοιχοι συμβολισμοί. Η πύλη NAND (ΟΧΙ ΚΑΙ) είναι Πύλη AND που στην έξοδό της συνδέεται μια Πύλη NOT ((ΟΧΙ).



(Σχ. 10.17)



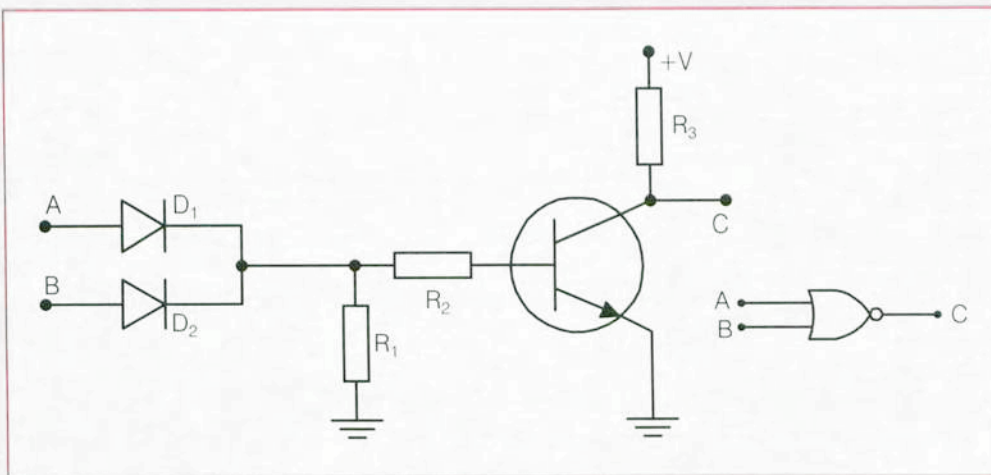
Η πύλη NOT είναι ένας αναστροφέας, στο (σχήμα 10.18) φαίνεται μια Πύλη NAND. Ως αναστροφέας (Πύλη NOT) έχει συνδεθεί ένας ενισχυτής τρανζίστορ κοινού εκπομπού που, όπως είναι γνωστό μεταξύ του σήματος εισόδου και εξόδου υπάρχει διαφορά φάσης 180°.



(Σχ 10.18)

Η έξοδος της πύλης AND είναι σε λογικό "0" μόνο όταν στις δύο εισόδους εφαρμόζεται λογικό "1". Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις έχει λογικό "1".

Η Πύλη NOR (OXI Η) είναι και αυτή μια Πύλη OR που στην έξοδό της συνδέεται μια Πύλη NOT (OXI). Μια Πύλη NOR φαίνεται στο (σχήμα 10.19).



(Σχ 10.19)

Στην περίπτωση της NOR έχουμε λογικό "1" στην έξοδο μόνον όταν και οι δυο έχουν λογικό "0". Οι συμβολισμοί των NAND και NOR είναι ίδιοι με των AND και OR, αντίστοιχα με τη διαφορά ότι στην έξοδο υπάρχει ένας μικρός κύκλος που δείχνει την αναστροφή. Η λογική σχέση που εκφράζει την NAND είναι  $C = A \text{ AND } B$  (Η παύλα πάνω από την έξοδο δείχνει την αναστροφή), ενώ της NOR  $C = A \text{ OR } B$ .

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Σαν λογικό 1 πάντα θεωρείται το υψηλό επίπεδο τάσης και σαν λογικό "0" το χαμηλό.

## Β. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

α.) απαιτούμενα όργανα και συσκευές για την εκτέλεση της άσκησης.

Τροφοδοτικό 5V DC, 100mA

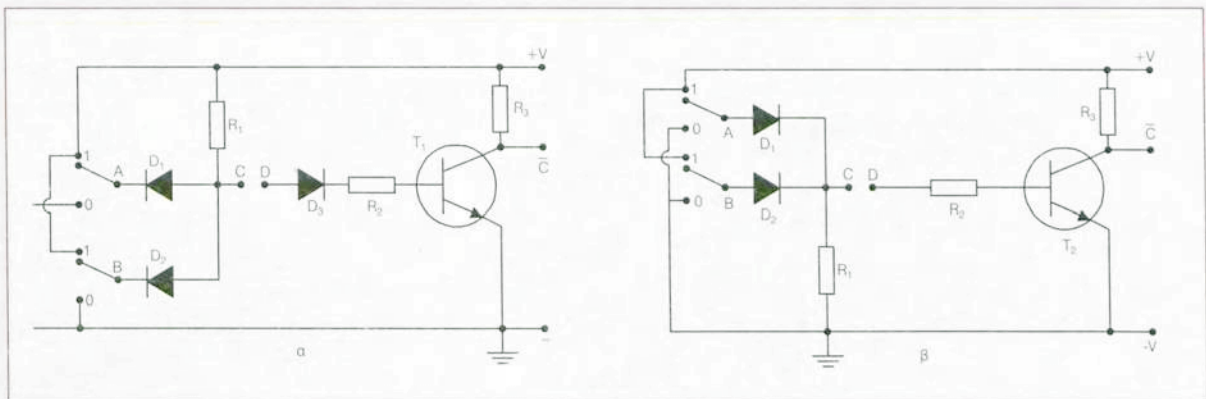
Ψηφιακό πολύμετρο

Πινακίδα για τις συνδεσμολογίες των κυκλωμάτων (test board)

Τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη συνδεσμολογία των κυκλωμάτων (τρανζίστορ, δίοδοι, αντιστάσεις)

β.) Εκτέλεση εργασίας

1. Αναγνωρίστε και σχεδιάστε με τις τιμές των εξαρτημάτων που θα σας δοθούν στο εργαστήριο.
2. Τροφοδοτήστε το κύκλωμα α (σχ.10.20) με 5VDC (Δεν πρέπει να βραχυκυκλώσετε τα σημεία C και D).



(Σχ. 10.20)

3. Γυρίστε τους διακόπτες της πύλης AND στο "0". Συνδέστε ένα βολτόμετρο στην έξοδο C και γη.
4. Φτιάχτε έναν πίνακα που στην πρώτη στήλη να έχει την είσοδο A1, στη δεύτερη την B και στην τρίτη την έξοδο C.
5. Σημειώστε στον πίνακα την πρώτη έξοδο σε δυαδικό αριθμό ("0" εάν η τάση είναι χαμηλή και "1", εάν πλησιάζει τα +5V της τάσης τροφοδοσίας).
6. Κάνετε το ίδιο για A=0-B=1, A=1-B=0 και τέλος A=B=1, αφού συνδέσετε κατάλληλα τις εισόδους A και B. Ο πίνακας αυτός λέγεται πίνακας αλήθειας της πύλης AND.
7. Αφαιρέστε το τροφοδοτικό από το κύκλωμα α και συνδέστε αυτό στο κύκλωμα β (Πύλη OR).
8. Επαναλάβετε τις εργασίες 3,4,5,6. Τώρα έχετε τον πίνακα αλήθειας της πύλης OR.



9. Τροφοδοτήστε ξανά το κύκλωμα α αφού βραχυκυκλώσετε τα σημεία Co D. Έχετε τώρα μια Πύλη NAND.

10. Αφού πάλι συνδέσετε ένα βολτόμετρο στην έξοδο C και στη γη, γυρίστε στο λογικό "0" μηδέν τους διακόπτες εισόδου.

11. Επαναλάβετε τις εργασίες 4,5,6. Θα έχετε τώρα τον πίνακα αλήθειας NAD.

12. Αποσυνδέστε το τροφοδοτικό από το κύκλωμα α και τροφοδοτήστε το κύκλωμα β αφού τώρα βραχυκυκλώσετε πάλι τα σημεία Co D.

13. Επαναλάβετε τις εργασίες 10 και 11 για να έχετε τον πίνακα αλήθειας NOR.

14. Συγκρίνατε τους πίνακες αλήθειας AND, NAD, OR, NOR και γράψτε τις παρατηρήσεις σας.

7. ΕΞΙΣΧΟΤΗΣΗ

Σε ένα κύκλωμα της λογικής γραμμικής αντιστάθμισης, οι εισόδους A και B είναι συνδεδεμένες με τους διακόπτες εισόδου.

1. Διασυνδέστε τον κύκλωμα έτσι ώστε να λειτουργήσει ως εξής:

2. Γράψτε τον πίνακα αλήθειας του κύκλωμα και συγκρίνετέ τον με τον πίνακα αλήθειας της εξίσωσης.