

ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2 ΛΟΓΙΚΕΣ ΠΥΛΕΣ OR, NOR, XOR

Σκοπός: Να επαληθευτούν πειραματικά οι πίνακες αληθείας των λογικών πυλών OR, NOR, XOR. Να δείχτει ότι η πύλη NOR είναι οικουμενική.

2.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1.1 Πύλες OR και NOR

Η απλή πύλη **OR** που εξετάζουμε λαμβάνει δύο εισόδους A, B και παράγει μία έξοδο Y. Η πύλη OR παράγει στην έξοδο τη λογική διάζευξη των εισόδων, ώστε παράγει λογικό 1 μόνον αν τουλάχιστον η μία είσοδος λάβει την τιμή λογικό 1. Στην περίπτωση που και οι δύο εισοδοι είναι 0 εξάγει το λογικό 0:

$$Y = A + B \quad (2.1)$$

Ο πίνακας αληθείας της πύλης OR και το κυκλωματικό σύμβολο δίνονται στο παρακάτω Σχήμα 2.1:

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Σχήμα 2.1: Πίνακας αληθείας και κυκλωματικό σύμβολο πύλης OR

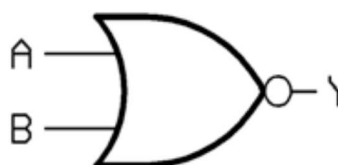
Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 7432 περιέχει πύλες OR.

Η πύλη **NOR** μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μια πύλη OR που ακολουθείται από μια πύλη NOT. Ως αποτέλεσμα, η λογική πράξη που επιτελεί παρέχει το συμπλήρωμα του λογικού OR:

$$Y = \overline{A + B} \quad (2.2)$$

Ο πίνακας αληθείας της πύλης NOR και το κυκλωματικό σύμβολο δίνονται στο παρακάτω Σχήμα 2.2:

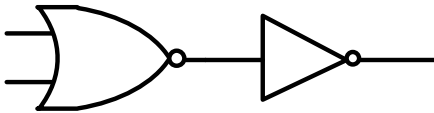
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Σχήμα 2.2: Πίνακας αληθείας και κυκλωματικό σύμβολο πύλης NOR

Η πύλη NOR μπορεί να υλοποιηθεί κυκλωματικά ευκολότερα από την πύλη OR, καθώς απαιτούνται λιγότερα κυκλωματικά εξαρτήματα (τρανζίστορ). Έτσι, μια πύλη NOR μπορεί να υλοποιηθεί με τη βοήθεια δύο διπολικών τρανζίστορ σε λειτουργία διακόπτη, που οδηγούν το συλλέκτη στο δυναμικό της γης, θέτοντας λογικό 1 στη βάση (προσπαθήστε να σχεδιάσετε τη συνδεσμολογία).

Μια πύλη NOR μπορεί να γίνει πύλη OR αν συνδέσουμε στην έξοδο έναν λογικό αντιστροφέα:



Σχήμα 2.3: Η αντιστροφή της εξόδου της NOR αποδίδει μια πύλη OR

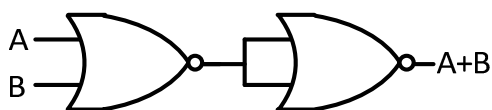
Όπως η πύλη NAND, έτσι και η πύλη NOR είναι οικουμενική πύλη, καθώς μπορεί να υλοποιήσει τις απλές πύλες AND, OR, NOT. Για παράδειγμα, αν βραχυκυκλώσουμε μεταξύ τους τους ακροδέκτες εισόδου μιας NOR, τότε η έξοδος είναι το συμπλήρωμα της εισόδου, οπότε αντιστοιχεί σε πύλη NOT. Πράγματι, λαμβάνοντας υπόψη το θεώρημα του De Morgan έχουμε:

$$\overline{A + A} = \overline{A} \cdot \overline{A} = \overline{A} \quad (2.3)$$

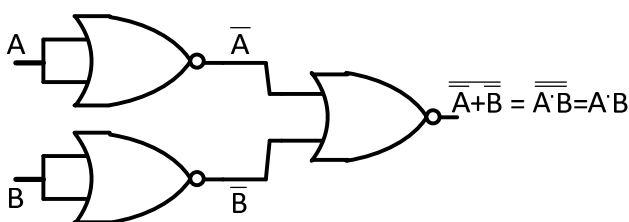


Σχήμα 2.4: Λογικός αντιστροφέας με πύλη NOR

Προφανώς, η πύλη NOR σε σειρά με έναν αντιστροφέα αποδίδει την πύλη OR



Σχήμα 2.5: Πύλη OR κατασκευασμένη με πύλες NOR



Σχήμα 2.6: Πύλη AND κατασκευασμένη με πύλες NOR. Προσέξτε την εφαρμογή του θεωρήματος De Morgan

Παρομοίως, δύο αντιστροφείς και μια πύλη NOR δημιουργούν την πύλη AND, σύμφωνα και πάλι με το θεώρημα De Morgan, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα 2.6.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 7402 περιέχει πύλες NOR.

2.1.2 Πύλες XOR και XNOR

Η πύλη XOR έχει δύο εισόδους A, B και μία έξοδο Y, που γίνεται λογικό 1 όταν μόνο μία από τις δύο εισόδους είναι 1. Ονομάζεται αλλιώς πύλη αποκλειστικού Ή (Exclusive OR).

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Σχήμα 2.7: Πίνακας αληθείας και κυκλωματικό σύμβολο πύλης XOR

Η πύλη XOR ονομάζεται επίσης «πύλη σύγκρισης», επειδή παράγει λογικό 1 μόνον όταν οι είσοδοι διαφέρουν μεταξύ τους. Η συνάρτηση της πύλης XOR είναι:

$$Y = A \oplus B = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B \quad (2.4)$$

Η πύλη XNOR (exclusive NOR) υλοποιεί το συμπλήρωμα της πύλης XOR. Η λογική συνάρτηση και πίνακας αληθείας δίνονται παρακάτω:

$$Y = A \otimes B = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B} \quad (2.5)$$

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Σχήμα 2.8: Πίνακας αληθείας της πύλης XNOR

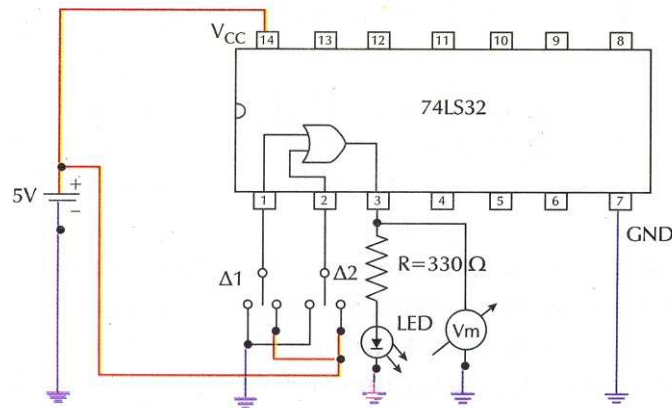
2.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.2.1 Πύλες OR, NOR

α) Να υλοποιήσετε το παρακάτω κύκλωμα στο ράστερ.

Χρησιμοποιήστε τη σειρά που επισημαίνεται με κόκκινη γραμμή στο ράστερ για να συνδέσετε τα 5V και τη σειρά που επισημαίνεται με μπλέ γραμμή για τη γη (0V).

Κατά τη διάρκεια της ενσυρμάτωσης βεβαιωθείτε ότι έχετε αποσυνδέσει το κύκλωμα από την τροφοδοσία. Πριν ανάψετε το τροφοδοτικό ζητείστε από τον διδάσκοντα να ελέγξει τη διασύνδεση.



Σχήμα 2.9 Κύκλωμα μέτρησης της πύλης OR στο ράστερ

β) Να δώσετε τιμές στις εισόδους A και B (ακροδέκτες 1, 2 του ολοκληρωμένου κυκλώματος), χρησιμοποιώντας τους δύο διακόπτες, που ενώνονται με τα +5V για το 1 και με τη γη για το 0. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα αληθείας, παρακολουθώντας την ένδειξη του LED εξόδου και μετρώντας την τάση της εξόδου με το βολτόμετρο:

<i>A</i>	<i>B</i>	$Y=A+B$	Τάση V
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

γ) Να επαληθεύσετε πειραματικά τα παρακάτω θεωρήματα της Άλγεβρας Boole:

1. $A+A=A$. Για το σκοπό αυτό να δώσετε κοινή είσοδο $A=B$ και να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα

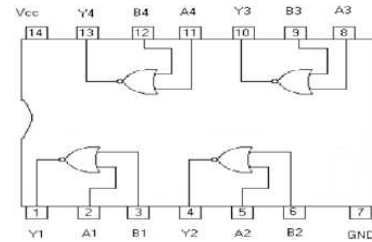
<i>A</i>	$B=A$	$Y=A+A$

2. $A+1=1$. Για το σκοπό αυτό να δώσετε κοινή είσοδο $B=1$ και να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα

A	$B=1$	$Y=A+B$
	1	
	1	

δ) Λαμβάνοντας υπόψη ότι $A \cdot B = \overline{\overline{A+B}}$, να υλοποιήσετε **μια πύλη AND** χρησιμοποιώντας τις πύλες NOR που βρίσκονται στο ολοκληρωμένο κύκλωμα 7402.

δ1. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα παρακάτω, σημειώνοντας στις εισόδους και στις εξόδους των πυλών τους αριθμούς που αντιστοιχούν στους ακροδέκτες του 7402. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα φαίνεται στο διπλανό σχήμα



Ολοκληρωμένο κύκλωμα 7402



Σχήμα που πρέπει να γίνει από τον φοιτητή: πύλη AND με πύλες NOR (7402).

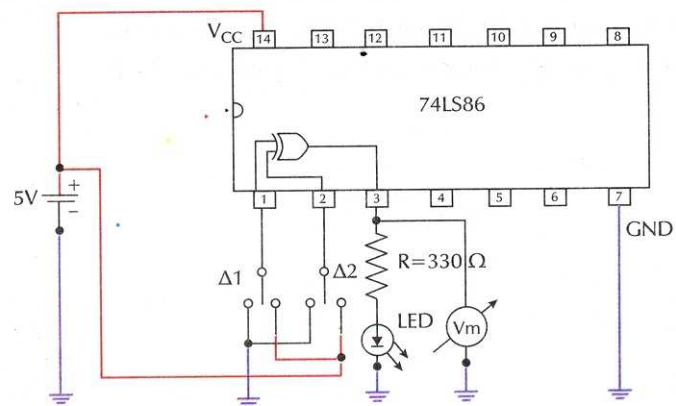
δ2) Αφού υλοποιήσετε και τροφοδοτήσετε το κύκλωμα, να συμπληρώσετε τον πίνακα αληθείας:

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Πίνακας αληθείας του κυκλώματος με πύλες NOR

2.2.2 Πύλη XOR

ε) Να χρησιμοποιήσετε μια πύλη XOR του ολοκληρωμένου κυκλώματος 7486, για να συμπληρώσετε τον πίνακα αληθείας της πύλης. Το διάγραμμα διασυνδέσεων δίνεται παρακάτω:



Σχήμα 2.10 Κύκλωμα μέτρησης της πύλης XOR στο ράστερ

Να συμπληρωθεί ο πίνακας αληθείας

<i>A</i>	<i>B</i>	$Y = A \oplus B$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

ζ) Να συζητήσετε στην τάξη με ποιό τρόπο μπορείτε να μετατρέψετε μια XOR

- σε πύλη NOT:
- σε πύλη διέλευσης:

<i>A</i>	<i>B</i>	$Y = A \oplus B$
0		1
1		0

Πύλη NOT

<i>A</i>	<i>B</i>	$Y = A \oplus B$
0		0
1		1

Πύλη διέλευσης