

## **ΑΣΚΗΣΗ 7**

### **ΚΩΔΙΚΕΣ – Η ΟΘΟΝΗ 7 ΤΜΗΜΑΤΩΝ - ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ ( ENCODERS )**

#### **7.1. ΣΚΟΠΟΣ**

Η κατανόηση των κωδίκων των ψηφίων του δεκαδικού αριθμητικού συστήματος, της λειτουργίας των κωδικοποιητών και των εφαρμογών τους και της οθόνης 7-τμημάτων (οκταράκι). Επίσης, σκοπός της άσκησης αυτής είναι η χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (Ο.Κ.), chip, για την υλοποίηση συνδυαστικών λογικών κυκλωμάτων.

#### **7.2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

##### **7.2.1 ΚΩΔΙΚΕΣ**

Ο κώδικας είναι ένας κανόνας που αντιστοιχεί αριθμητικά ψηφία, γράμματα του αλφαβήτου, σημεία στίξης ή οποιαδήποτε πληροφορία σε μια ακολουθία από μηδέν και ένα. Για παράδειγμα, οι τρεις καταστάσεις που αντιστοιχούν στο πράσινο, στο κόκκινο και στο κίτρινο φως των σημάτων ρύθμισης της κυκλοφορίας αντιστοιχούν στους τρεις από τους τέσσερις συνδυασμούς που φτιάχνονται από δύο bit, όπως παρακάτω:

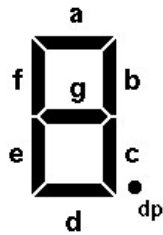
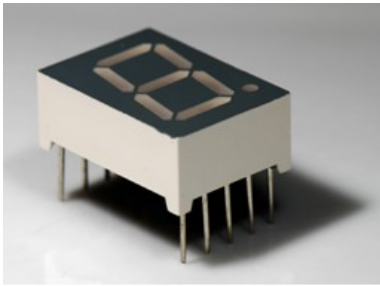
00	κόκκινο
01	πράσινο
10	κίτρινο
11	αχρησιμοποίητη κατάσταση.

Τα δέκα ψηφία του δεκαδικού συστήματος αρίθμησης μπορεί να αντιστοιχηθούν στους δέκα από τους δεκαέξι συνδυασμούς που φτιάχνονται από τέσσερα bit. Οι έξι συνδυασμοί μένουν αχρησιμοποίητοι (αδιάφοροι όροι). Γενικά, ο μικρότερος αριθμός ψηφίων για να κωδικοποιήσουμε  $2^n$  πληροφορίες είναι n. Συνήθεις κώδικες του δεκαδικού συστήματος αρίθμησης είναι οι ακόλουθοι:

#### **Κώδικες του δεκαδικού συστήματος αρίθμησης**

	8421 B.C.D.	Υπέρβαση – 3 Excess – 3 (x-3)	84 –2 –1	Gray
0	0000	0011	0000	0000
1	0001	0100	0111	0001
2	0010	0101	0110	0011
3	0011	0110	0101	0010
4	0100	0111	0100	0110
5	0101	1000	1011	0111
6	0110	1001	1010	0101
7	0111	1010	1001	0100
8	1000	1011	1000	1100
9	1001	1100	1111	1101

### 7.2.2. Η ΟΘΟΝΗ 7 ΤΜΗΜΑΤΩΝ (7-SEGMENT DISPLAY)

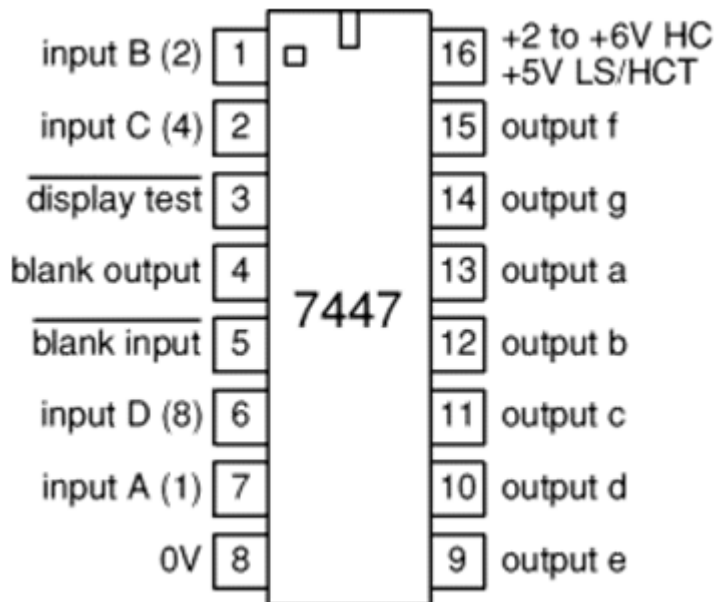


Στην οθόνη επτά τμημάτων (οκταράκι), κάθε παύλα αντιστοιχεί σε ένα LED. Ανάλογα με τα LED που φωτοβολούν, σχηματίζεται στην οθόνη των επτά τμημάτων το αντίστοιχο ψηφίο του δεκαδικού συστήματος αρίθμησης. Σε κάθε παύλα αντιστοιχεί μια λογική μεταβλητή. Οι λογικές αυτές μεταβλητές ονομάζονται a, b, c, d, e, f, g. Επίσης τα οκταράκια έχουν και μια τελεία (υποδιαστολή – dot point).

**Πίνακας Αληθείας για τον μετατροπέα του κώδικα BCD σε οθόνη 7 τμημάτων**

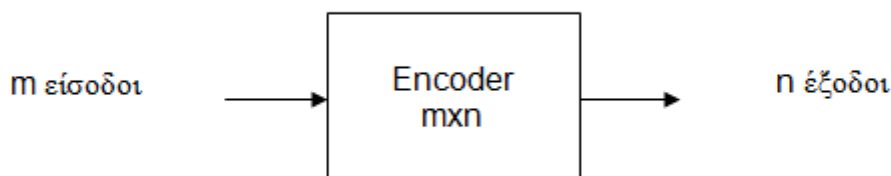
BCD inputs				segment outputs							display
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9

Από τον προηγούμενο πίνακα είναι φανερό ότι μπορεί να υλοποιηθεί ένα κατάλληλο συνδυαστικό κύκλωμα μετατροπής του κώδικα BCD σε δεκαδικό ψηφίο. Για παράδειγμα, αν οι είσοδοι DCBA έχουν την τιμή 0000, η έξοδος πρέπει να δείξει 0, δηλαδή να φωτοβολήσουν όλα τα LED εκτός του g. Για κάθε LED, μπορεί να φτιαχτεί μια λογική συνάρτηση. Όλες αυτές οι συναρτήσεις αποτελούν τον μετατροπέα BCD σε δεκαδικό ψηφίο. Οι μετατροπείς αυτοί διατίθενται σε ολοκληρωμένα κυκλώματα (7-segment Display Drivers). Ένας τέτοιος μετατροπέας είναι το O.K. 7447.



### 7.2.3. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ (ENCODERS)

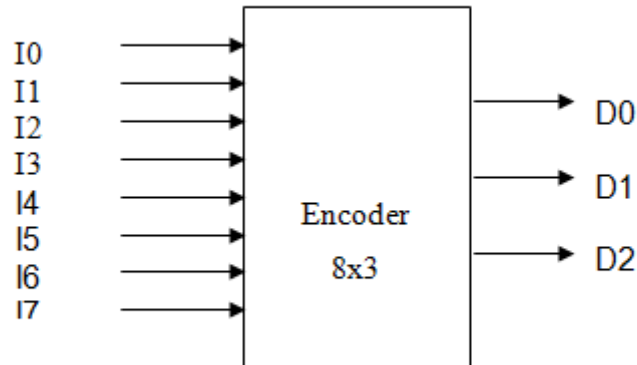
Ο **Κωδικοποιητής** (Encoder) από  $m$  σε  $n$  ( $m \times n$ ) είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα με  $m$  γραμμές εισόδου και  $n$  γραμμές εξόδου ( $m \leq 2^n$ ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Από τις  $m$  γραμμές εισόδου του κωδικοποιητή, μόνο μία επιτρέπεται να είναι "1" (δηλαδή να είναι ενεργοποιημένη). Στην έξοδο παράγεται ένας  $n$ -bit κωδικός που αντιστοιχεί στην ενεργοποιημένη είσοδο.



Σχήμα 1. Κωδικοποιητής  $m \times n$ .

Στο Σχήμα 2 φαίνεται ένας κωδικοποιητής  $8 \times 3$ . Στην είσοδό του δέχεται 8 γραμμές και στην έξοδό του σχηματίζεται ένας δυαδικός αριθμός αντίστοιχος με τον αύξοντα αριθμό

της εισόδου. Αν πχ ενεργοποιηθεί η είσοδος  $I_0$ , στην έξοδο θα εμφανισθεί 000. Αν στην είσοδο ενεργοποιηθεί η  $I_6$ , στη έξοδο θα εμφανιστεί ο συνδυασμός 110, ο δυαδικός αριθμός έξι.



Σχήμα 2. Κωδικοποιητής 8x3.

Στους παρακάτω Πίνακες 1 και 2 συνοψίζεται η λειτουργία του Κωδικοποιητή 8x3 (Θετικής και Αρνητικής Λογικής).

Πίνακας 1 Πίνακας Αληθείας του Κωδικοποιητή 8x3 (Θετικής Λογικής )											Πίνακας 2 Πίνακας Αληθείας του Κωδικοποιητή 8x3 (Αρνητικής Λογικής )										
I	I	I	I	I	I	I	I	D	D	D	I	I	I	I	I	I	I	D	D	D	
0	1	2	3	4	5	6	7	2	1	0	0	1	2	3	4	5	6	2	1	0	
<u>1</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<u>0</u>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
0	<u>1</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	<u>0</u>	1	1	1	1	1	0	0	1	
0	0	<u>1</u>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	<u>0</u>	1	1	1	1	0	1	0	
0	0	0	<u>1</u>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	<u>0</u>	1	1	1	1	0	1	1	
0	0	0	0	<u>1</u>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	<u>0</u>	1	1	1	1	0	0	
0	0	0	0	0	<u>1</u>	0	0	1	0	1	1	1	1	<u>0</u>	1	1	1	0	1		
0	0	0	0	0	0	<u>1</u>	0	1	1	0	1	1	1	<u>0</u>	1	1	1	1	0		
0	0	0	0	0	0	0	<u>1</u>	1	1	1	1	1	1	1	<u>0</u>	1	1	1	1		

### ΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

Λογικές Εξισώσεις Κωδικοποιητή 8x3 (Θετικής Λογικής )	Λογικές Εξισώσεις Κωδικοποιητή 8x3 (Αρνητικής Λογικής )
$D2 = I4 + I5 + I6 + I7$	$D2 = \overline{I4} + \overline{I5} + \overline{I6} + \overline{I7}$
$D1 = I2 + I3 + I6 + I7$	$D1 = \overline{I2} + \overline{I3} + \overline{I6} + \overline{I7}$
$D0 = I1 + I3 + I5 + I7$	$D0 = \overline{I1} + \overline{I3} + \overline{I5} + \overline{I7}$

### 7.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 7.3.1.

Αν ABCD είναι οι λογικές μεταβλητές που αντιστοιχούν στο κώδικα BCD και WXYZ είναι οι συναρτήσεις που αντιστοιχούν στον κώδικα υπερβολής κατά 3 (excess-3), σχεδιάστε κώδικα μετατροπής του κώδικα BCD σε excess-3 χρησιμοποιώντας τις παρακάτω απλοποιημένες συναρτήσεις. Επαληθεύστε τη λειτουργία του μετατροπέα.

$$W = A + BD + BC$$

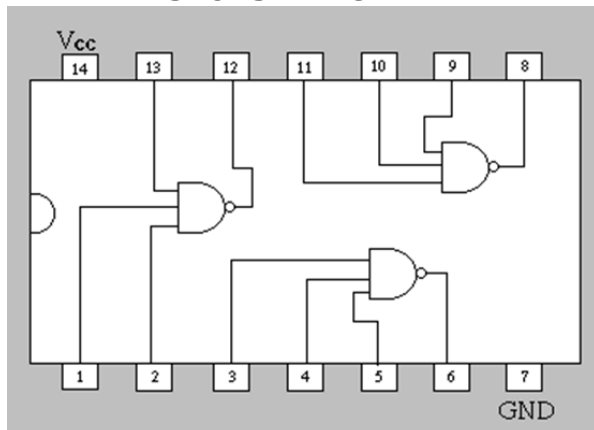
$$X = BC'D' + B'D + B'C$$

$$Y = C'D' + CD$$

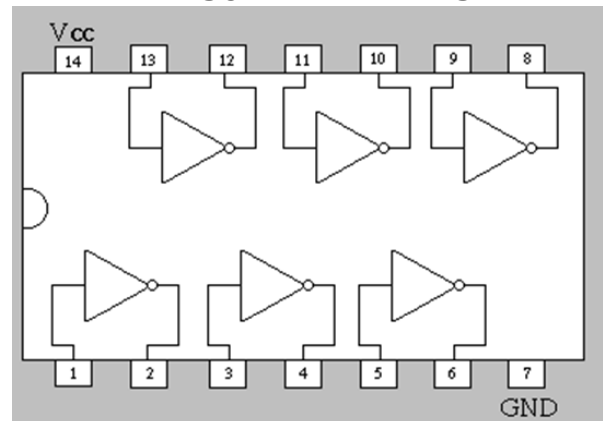
$$Z = D'$$

Για την πραγματοποίηση του μετατροπέα χρησιμοποιήστε Ο.Κ. NAND τριών εισόδων (74LS10) και πύλες NOT. Για τη Y χρησιμοποιήστε το Ο.Κ. 7486 και μια NOT.

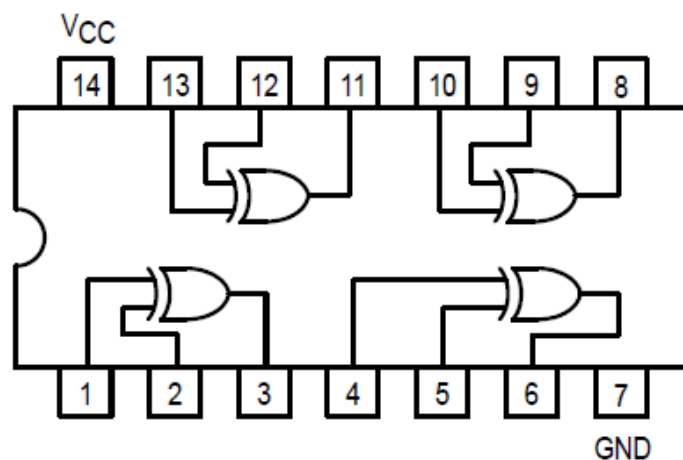
**74LS10: 3-INPUT NAND**



**74LS04: INVERTERS**



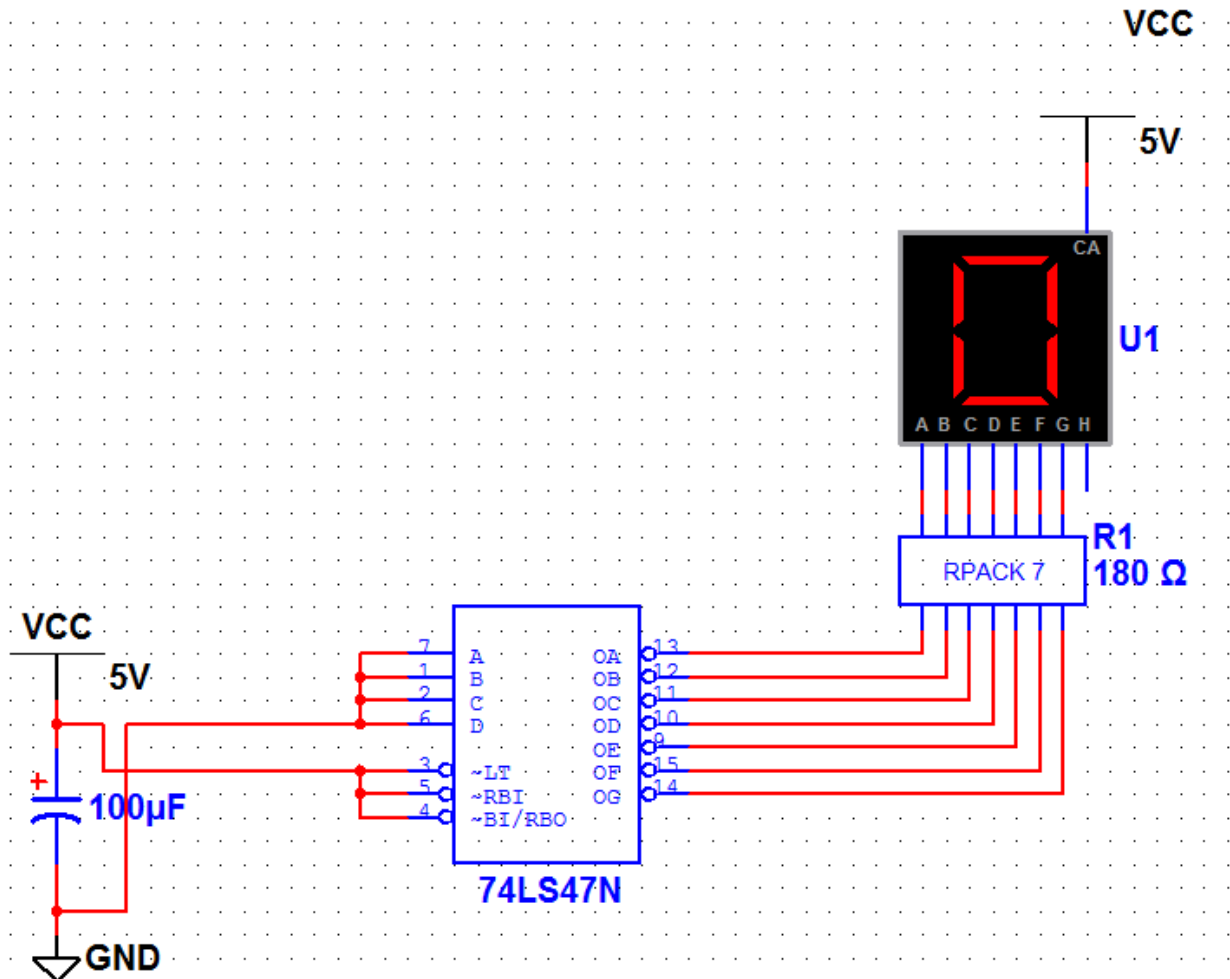
**74LS86: XOR**



### 7.3.2.

Πραγματοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα οδήγησης της οθόνης 7-τμημάτων. Προσοχή, συνδέστε πυκνωτή μεταξύ πηγής και γείωσης.

Με χρήση διακοπών A, B, C, D ελέγξτε τη λειτουργία του κυκλώματος.



### 7.3.3.

Να σχεδιασθεί ένα κύκλωμα μετατροπής από δεκαδικό σε κώδικα BCD χρησιμοποιώντας το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74147 που είναι ένας κωδικοποιητής προτεραιότητας 10x4. Ο Πίνακας Λειτουργίας του Ο.Κ. δίνεται παρακάτω.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ Ο.Κ. 74147**

INPUTS									OUTPUTS			
$\overline{A_0}$	$\overline{A_1}$	$\overline{A_2}$	$\overline{A_3}$	$\overline{A_4}$	$\overline{A_5}$	$\overline{A_6}$	$\overline{A_7}$	$\overline{A_8}$	$\overline{Y_3}$	$\overline{Y_2}$	$\overline{Y_1}$	$\overline{Y_0}$
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

**Notes**

1. H = HIGH voltage level  
L = LOW voltage level  
X = don't care

## 7.4 ΓΡΑΠΤΗ ΑΣΚΗΣΗ

### 7.4.1

Να βρεθούν οι απλοποιημένες εξισώσεις

$$W = A + BD + BC$$

$$X = BC'D' + B'D + B'C$$

$$Y = C'D' + CD$$

$$Z = D'$$

του κυκλώματος μετατροπής του κώδικα BCD σε excess-3 με Πίνακες Karnaugh.

### 7.4.2

Να σχεδιασθεί το κύκλωμα μετατροπής από δεκαδικό σε κώδικα BCD χρησιμοποιώντας το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74147.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Το παρακάτω κύκλωμα μετατρέπει τον κώδικα BCD σε κώδικα Excess-3. Οι συνδυασμοί του κώδικα BCD εισάγονται με τους διακόπτες στο Ο.Κ. του Παράλληλου Αθροιστή που προσθέτει στους συνδυασμούς αυτούς τον δυαδικό αριθμό 0011 (τον 3). Η έξοδος του Παράλληλου Αθροιστή εμφανίζεται στα δύο οκταράκια. Τα οκταράκια οδηγούνται από τα Ο.Κ. 74LS47 και κατάλληλο κύκλωμα ελέγχου.

Μελετήστε το κύκλωμα.

