

1. Να γνωρίζετε τις έννοιες και τις χρήσεις των αποκωδικοποιητών και των κωδικοποιητών.
2. Να σχεδιάζετε συνδυαστικά κυκλώματα αποκωδικοποιητών και κωδικοποιητών.
3. Να μελετάτε φύλλα δεδομένων Ο.Κ αποκωδικοποιητών και κωδικοποιητών.
4. Να υλοποιείτε, στο εργαστήριο, κυκλώματα αποκωδικοποιητών και κωδικοποιητών.
5. Να μπορείτε να χρησιμοποιείτε, σε μία εφαρμογή ενδεικτική 7 τμημάτων.

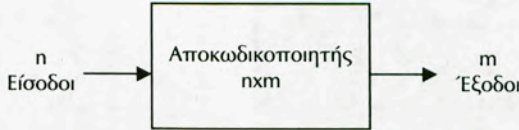
5 κεφάλαιο

ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ
ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ

5.1 ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ

5.1.1 Ορισμοί

Ο **Αποκωδικοποιητής** (Decoder) από n σε m ($n \times m$) είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα με n γραμμές εισόδου και m γραμμές εξόδου ($m \leq 2^n$), όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1.1. Κάθε μία από τις n εισόδους του Αποκωδικοποιητή μπορεί να είναι "0" ή "1", οπότε υπάρχουν 2^n διαφορετικοί συνδυασμοί. Για κάθε συνδυασμό εισόδου **μόνο μία** από τις εξόδους του αποκωδικοποιητή είναι ενεργοποιημένη.



Σχήμα 5.1.1 Αποκωδικοποιητής $n \times m$

Υπάρχουν αποκωδικοποιητές που χρησιμοποιούν όλους τους δυνατούς συνδυασμούς εισόδου ($m=2^n$), όπως είναι ο αποκωδικοποιητής 3×8 , και αποκωδικοποιητές που χρησιμοποιούν λιγότερους συνδυασμούς εισόδου ($m < 2^n$), όπως είναι ο αποκωδικοποιητής 4×10 .

5.1.2 Αποκωδικοποιητές με πύλες

5.1.2.1 Αποκωδικοποιητής 3×8

Ο Αποκωδικοποιητής 3×8 χρησιμοποιεί όλους τους δυνατούς συνδυασμούς εισόδου. Ο Αποκωδικοποιητής 3×8 έχει τρεις εισόδους C, B και A που αντιστοιχούν σε έναν δυαδικό αριθμό 3-bits (κωδικός εισόδου) και οκτώ εξόδους D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6 και D7. Για κάθε συνδυασμό εισόδου **μόνο μία** από τις εξόδους του αποκωδικοποιητή είναι "1" (αυτή που αντιστοιχεί στον κωδικό εισόδου) και οι άλλες εξοδοι είναι "0". Ο Πίνακας Αληθείας του Αποκωδικοποιητή 3×8 παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.1.1.

Από τον Πίνακα Αληθείας του αποκωδικοποιητή 3×8 προκύπτουν οι ακόλουθες συναρτήσεις εξόδου:

$$D0 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A}$$

$$D1 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A$$

$$D2 = \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A}$$

$$D3 = \bar{C} \cdot B \cdot A$$

$$D4 = C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A}$$

$$D5 = C \cdot \bar{B} \cdot A$$

$$D6 = C \cdot B \cdot \bar{A}$$

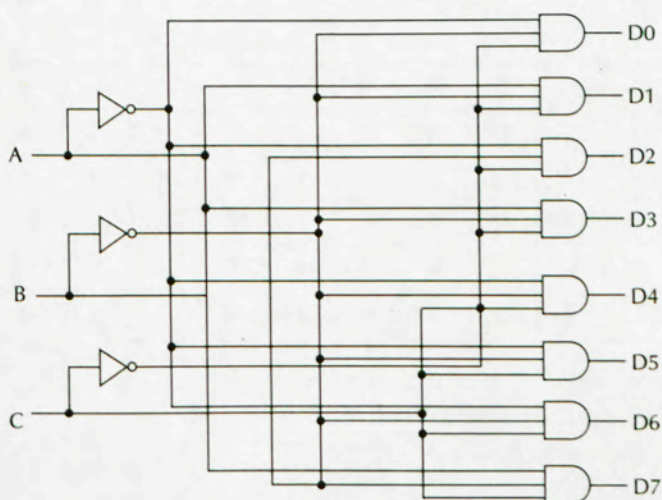
$$D7 = C \cdot B \cdot A$$

Πίνακας 5.1.1 Πίνακας Αληθείας του Αποκωδικοποιητή 3x8

C	B	A	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Προφανώς, ο αποκωδικοποιητής 3x8 παράγει στις εξόδους του τους οκτώ ($2^3=8$) **ελάχιστους όρους** των τριών (3) μεταβλητών εισόδου του. Γενικά, ο αποκωδικοποιητής $n \times 2^n$ παράγει στις εξόδους του τους 2^n ελάχιστους όρους των n μεταβλητών εισόδου του.

Ο αποκωδικοποιητής 3x8 μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας τρεις (3) πύλες NOT για την εύρεση των συμπληρωμάτων των εισόδων που απαιτούνται και οκτώ (8) πύλες AND τριών (3) εισόδων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1.2. Γενικά, ο αποκωδικοποιητής $n \times 2^n$ μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας n πύλες NOT και 2^n πύλες AND n εισόδων.



Σχήμα 5.1.2 Αποκωδικοποιητής 3x8 με πύλες NOT και AND

5.1.2.2 Αποκωδικοποιητής BCD σε δεκαδικό (4x10)

Ο Αποκωδικοποιητής BCD σε δεκαδικό (4x10) έχει τέσσερις εισόδους D, C, B και A και δέκα εξόδους D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 και D9 και δεν χρησιμοποιεί όλους τους δυνατούς συνδυασμούς εισόδου. Υπάρχουν δεκαέξι ($2^4=16$) συνδυασμοί εισόδου: οι δέκα πρώτοι αντιστοιχούν στους (δέκα) BCD κωδικούς (0000 .. 1001) και οι υπόλοιποι έξι (6) δεν χρησιμοποιούνται. Για κάθε συνδυασμό εισόδου που χρησιμοποιείται **μόνο μία** από τις εξόδους του αποκωδικοποιητή είναι "1" (αυτή που αντιστοιχεί στον κωδικό εισόδου) και οι άλλες εξοδοι είναι "0". Για τους μη χρησιμοποιούμενους συνδυασμούς εισόδου όλες οι εξοδοι είναι "0". Ο Πίνακας Αληθείας του Αποκωδικοποιητή 4x10 παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.1.2.

Πίνακας 5.1.2 Πίνακας Αληθείας του Αποκωδικοποιητή 4x10

D	C	B	A	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

5.1.3 Υλοποίηση συνδυαστικών κυκλωμάτων με αποκωδικοποιητές

Είναι γνωστό ότι ο αποκωδικοποιητής $n \times 2^n$ παράγει στις εξόδους του τους 2^n ελάχιστους όρους των n μεταβλητών εισόδου του. Επίσης είναι γνωστό ότι κάθε

λογική συνάρτηση μπορεί να εκφραστεί ως “άθροισμα” ελαχίστων όρων. Επομένως, κάθε λογική συνάρτηση n μεταβλητών μπορεί να υλοποιηθεί με έναν Αποκωδικοποιητή $n \times 2^n$ και μία (1) πύλη OR, οι είσοδοι της οποίας τροφοδοτούνται από τις εξόδους του Αποκωδικοποιητή που αντιστοιχούν στους ελάχιστους όρους που η συνάρτηση έχει την τιμή “1”. Άρα, **κάθε Συνδυαστικό Κύκλωμα n εισόδων και m εξόδων μπορεί να υλοποιηθεί με έναν Αποκωδικοποιητή $n \times 2^n$ και m πύλες OR** οι είσοδοι των οποίων τροφοδοτούνται κατάλληλα από τις εξόδους του Αποκωδικοποιητή.

Παράδειγμα

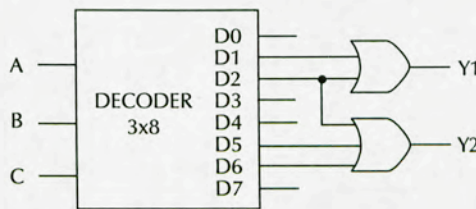
Ένα Συνδυαστικό Κύκλωμα έχει τρεις (3) εισόδους A, B και C και δύο (2) εξόδους:

$$Y1(A,B,C) = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$Y2(A,B,C) = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C$$

Το πλήθος των εισόδων του κυκλώματος είναι $n=3$ και το πλήθος των εξόδων του κυκλώματος είναι $m=2$.

Επομένως, το κύκλωμα μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας έναν αποκωδικοποιητή 3×8 ($n \times 2^n$) και δύο (m) πύλες OR. Η μία πύλη OR δύο εισόδων υλοποιεί την συνάρτηση $Y1$ και οι είσοδοί της τροφοδοτούνται από τις εξόδους του Αποκωδικοποιητή που αντιστοιχούν στους ελάχιστους όρους που η συνάρτηση $Y1$ έχει την τιμή “1” (σύμφωνα και με τον πίνακα 5.1.1). Με την ίδια λογική τροφοδοτούνται οι είσοδοι της πύλης OR τριών εισόδων που υλοποιεί την συνάρτηση $Y2$. Το κύκλωμα φαίνεται στο Σχήμα 5.1.3.



Σχήμα 5.1.3 Υλοποίηση του Συνδυαστικού Κυκλώματος με έναν Αποκωδικοποιητή και δύο πύλες OR

5.1.4 Ολοκληρωμένα κυκλώματα αποκωδικοποιητών

Στα ολοκληρωμένα κυκλώματα της σειράς 74 υπάρχουν αρκετά ολοκληρωμένα κυκλώματα Αποκωδικοποιητών, όπως είναι τα παρακάτω:

- ✓ τα ολοκληρωμένα κυκλώματα 74139, 74155 και 74156 είναι Αποκωδικοποιητές 2×4

- ✓ το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74138 είναι Αποκωδικοποιητής 3x8
- ✓ τα ολοκληρωμένα κυκλώματα 74154 και 74159 είναι Αποκωδικοποιητές 4x16
- ✓ τα ολοκληρωμένα κυκλώματα 7442, 7443, 7444, 7445, 74141 και 74145 είναι Αποκωδικοποιητές 4x10

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74138 μπορεί να λειτουργήσει ως Αποκωδικοποιητής 3x8 (ή ως Αποπολυπλέκτης 1x8) και παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4. Έχει τρεις εισόδους ενεργοποίησης G1 (Ακροδέκτης 6), G2A (Ακροδέκτης 4) και G2B (Ακροδέκτης 5) που ελέγχουν την λειτουργία του. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74138 λειτουργεί ως Αποκωδικοποιητής 3x8 όταν G1="1" και G2A="0" και G2B="0" και οι εξοδοί του εμφανίζουν λογικό "0" όταν ενεργοποιούνται.

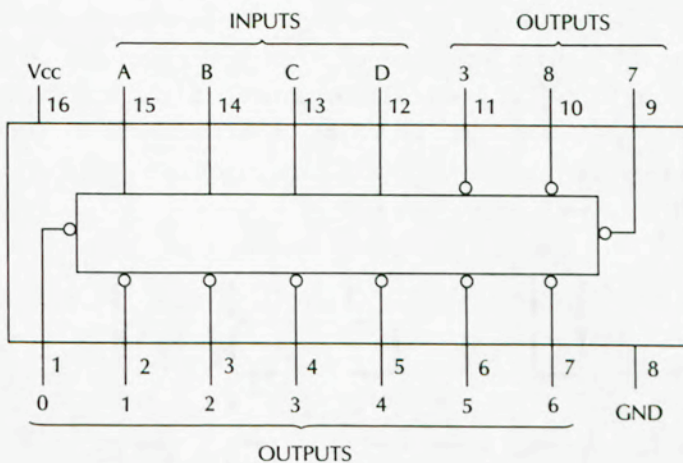
Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 7442 είναι ένας Αποκωδικοποιητής 4x10 (BCD to decimal) και παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.1.4.

Ο Πίνακας Λειτουργίας του ολοκληρωμένου κυκλώματος 7442 παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.1.3.

Συγκρίνοντας τους πίνακες 5.1.2 και 5.1.3 παρατηρούμε ότι στις εξόδους του ολοκληρωμένου 7442 εμφανίζονται τα συμπληρώματα των (θεωρητικών) εξόδων του αποκωδικοποιητή BCD σε δεκαδικό. Αυτή η λογική κατασκευής του ολοκληρωμένου είναι επιθυμητή σε πολλές εφαρμογές.

Πίνακας 5.1.3 Πίνακας Λειτουργίας του ολοκληρωμένου κυκλώματος 7442

D	C	B	A	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



Σχήμα 5.1.4 Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 7442

5.2 ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ ΟΔΗΓΟΙ

5.2.1 Ενδείκτης 7 τμημάτων

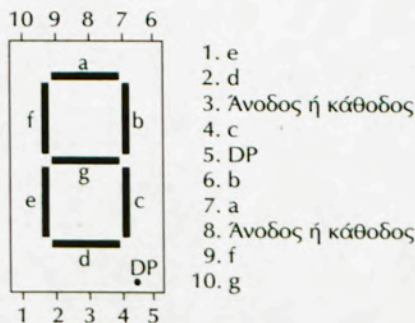
Οι ενδείκτες (displays) χρησιμοποιούν επτά (7) τμήματα (segments) για να αναπαραστήσουν τους δεκαδικούς αριθμούς 0-9.

Υπάρχουν ενδείκτες όπου χρησιμοποιούνται οι **δίοδοι εκπομπής φωτός** (Light Emitting Diodes - LEDs) για την κατασκευή των τμημάτων τους. Η λειτουργία τους βασίζεται στο γεγονός ότι κάθε τμήμα αποτελείται από υλικό το οποίο εκπέμπει φως όταν διαρρέεται από ρεύμα.

Επίσης, υπάρχουν **ενδείκτες υγρού κρυστάλλου** (Liquid Crystal Displays - LCDs). Η λειτουργία τους βασίζεται στην ιδιότητα ενός ειδικού υγρού κρυστάλλου να διαδίδει διαφορετικά το φως υπό την επίδραση εναλλασσόμενου ηλεκτρικού πεδίου. Τα LCDs έχουν ιδιαίτερα χαμηλή κατανάλωση ισχύος και είναι ιδανικά για φορητές συσκευές.

Στο Σχήμα 5.2.1 παρουσιάζεται το διάγραμμα ακροδεκτών ενός ενδείκτη επτά τμημάτων.

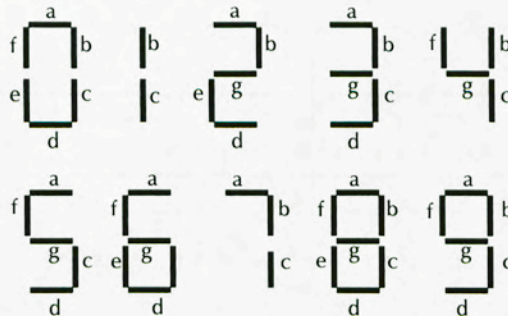
Οι δεκαδικοί αριθμοί σχηματίζονται όταν ανάβουν κάποια από τα τμήματα του ενδείκτη επτά τμη-



Σχήμα 5.2.1 Ενδείκτης δεκαδικών ψηφίων επτά τμημάτων (display)

μάτων. Στο Σχήμα 5.2.2 παρουσιάζεται ο τρόπος εμφάνισης των δεκαδικών ψηφίων 0-9 στον ενδείκτη επτά τμημάτων.

Οι ακροδέκτες 7, 6, 4, 2, 1, 9 και 10 αντιστοιχούν στα επτά τμήματα a, b, c, d, e, f, και g του ενδείκτη. Οι ακροδέκτες 3 και 8 αντιστοιχούν στην κοινή άνοδο ή κάθοδο, που συνδέονται αντίστοιχα στην τροφοδοσία ή στη γείωση. Ο ακροδέκτης 5 αντιστοιχεί στην υποδιαστολή (D.P. - Decimal Point).



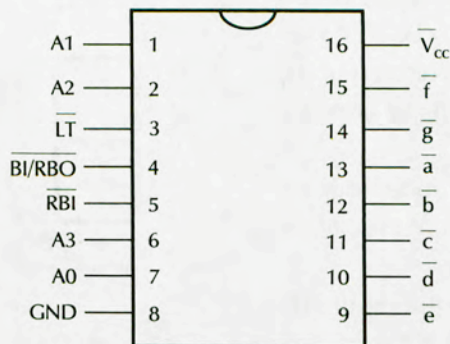
Σχήμα 5.2.2 Τρόπος εμφάνισης των δεκαδικών ψηφίων 0-9 στον ενδείκτη επτά τμημάτων

5.2.2 Αποκωδικοποιητής BCD σε 7 τμήματα

Ο Αποκωδικοποιητής BCD σε 7 τμήματα (BCD to 7 Segments Decoder) χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την οδήγηση ενδείκτη δεκαδικών ψηφίων (display), για τον λόγο αυτό καλείται συνήθως Αποκωδικοποιητής Οδηγός.

Αποκωδικοποιητές BCD σε 7 τμήματα είναι τα ολοκληρωμένα κυκλώματα 7447 και 7448 της σειράς 74.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 7447 που παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.2.3 οδηγεί display κοινής ανόδου (όλες οι άνοδοι των διόδων, με τις οποίες κατασκευάζονται τα τμήματα, είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και πρέπει να συνδεθούν στην Vcc, ενώ οι κάθοδοι συνδέονται στις εξόδους του Ο.Κ.). Το 7448 οδηγεί display κοινής καθόδου.



Σχήμα 5.2.3 Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 7447

Ο Πίνακας Αληθείας του ολοκληρωμένου κυκλώματος 7447 παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2.1.

Πίνακας 5.2.1 Πίνακας Αληθείας του ολοκληρωμένου κυκλώματος 7447

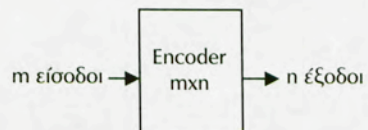
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Αν κάποια έξοδος του ολοκληρωμένου κυκλώματος (a-g) είναι “0” τότε το αντίστοιχο τμήμα του ενδείκτη δεκαδικών ψηφίων (display) ανάβει, ενώ αν είναι “1” τότε το αντίστοιχο τμήμα του ενδείκτη μένει σβηστό.

5.3 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ

5.3.1 Ορισμοί

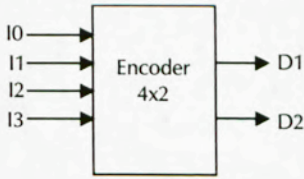
Ο **Κωδικοποιητής** (Encoder) από m σε n ($m \times n$) είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα με m γραμμές εισόδου και n γραμμές εξόδου ($m \leq 2^n$), όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.3.1. Από τις m γραμμές εισόδου του κωδικοποιητή, **μόνο μία** επιτρέπεται να είναι ενεργοποιημένη. Στην έξοδο παράγεται ένας n -bits κωδικός που αντιστοιχεί στην ενεργοποιημένη είσοδο.



Σχήμα 5.3.1 Κωδικοποιητής $m \times n$

5.3.2 Κωδικοποιητές με πύλες

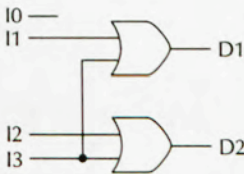
5.3.2.1 Κωδικοποιητής 4x2



Σχήμα 5.3.2 Κωδικοποιητής 4x2

Πίνακας 5.3.1 Πίνακας Αληθείας Κωδικοποιητή 4x2

I0	I1	I2	I3	D2	D1
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1



Σχήμα 5.3.3 Κωδικοποιητής 4x2 με πύλες

Ο κωδικοποιητής 4x2 είναι ένα Συνδυαστικό Κύκλωμα που έχει τέσσερις ($m=4$) γραμμές εισόδου και δύο ($n=2$) γραμμές εξόδου ($m=2^n$), όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.3.2.

Ο κωδικοποιητής 4x2 παράγει στην έξοδό του τον δυαδικό κώδικα που αντιστοιχεί στις εισόδους του και ο Πίνακας Αληθείας του παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3.1.

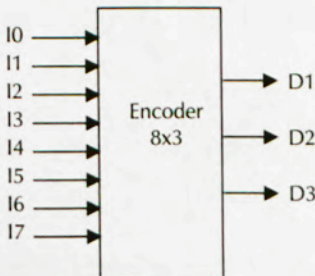
Οι συναρτήσεις των εξόδων του κωδικοποιητή 4x2 είναι οι ακόλουθες:

$$D2 = I2 + I3$$

$$D1 = I1 + I3$$

Το κύκλωμα που υλοποιεί τον Κωδικοποιητή 4x2 αποτελείται μόνον από πύλες OR και παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.3.3.

5.3.2.2 Κωδικοποιητής 8x3



Σχήμα 5.3.4 Κωδικοποιητής 8x3

Ο κωδικοποιητής 8x3 είναι ένα Συνδυαστικό Κύκλωμα που έχει οκτώ ($m=8$) γραμμές εισόδου και τρεις ($n=3$) γραμμές εξόδου ($m=2^n$), όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.3.4.

Ο κωδικοποιητής 8x3 παράγει στην έξοδό του τον δυαδικό κώδικα που αντιστοιχεί στις εισόδους του και ο Πίνακας Αληθείας του παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3.2.

Πίνακας 5.3.2 Πίνακας Αληθείας Κωδικοποιητή 8x3

I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	D3	D2	D1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

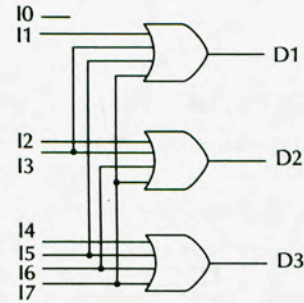
Οι συναρτήσεις των εξόδων του κωδικοποιητή 8x3 είναι οι ακόλουθες:

$$D3 = I4 + I5 + I6 + I7$$

$$D2 = I2 + I3 + I6 + I7$$

$$D1 = I1 + I3 + I5 + I7$$

Το κύκλωμα που υλοποιεί τον Κωδικοποιητή 8x3 αποτελείται μόνον από πύλες OR και παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.3.5.



Σχήμα 5.3.5 Κωδικοποιητής 8x3 με πύλες OR

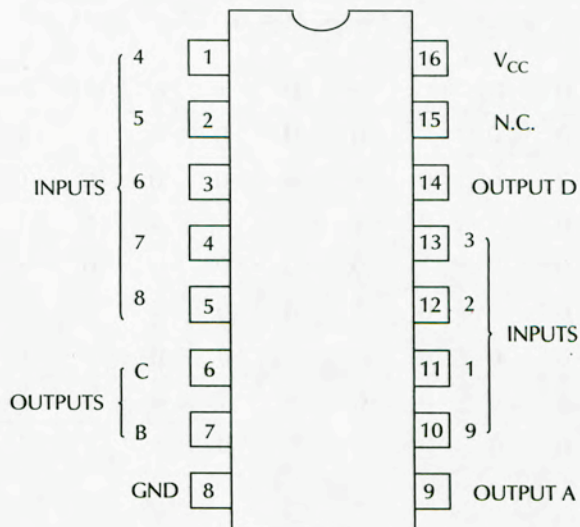
5.3.3 Ολοκληρωμένα κυκλώματα κωδικοποιητών

Στα ολοκληρωμένα κυκλώματα της σειράς 74 υπάρχουν αρκετοί κωδικοποιητές, όπως είναι τα ακόλουθα:

- ☛ το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74148 είναι ένας Κωδικοποιητής Προτεραιότητας 8x3
- ☛ το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74147 είναι ένας Κωδικοποιητής Προτεραιότητας από δεκαδικό σε BCD

Ο **Κωδικοποιητής Προτεραιότητας** (Priority Encoder) διαθέτει καθορισμένη **προτεραιότητα** (priority) στις εισόδους του. Όταν δύο ή περισσότερες εισόδους του κωδικοποιητή είναι "1", τότε η είσοδος με την μεγαλύτερη προτεραιότητα καθορίζει την έξοδο του κωδικοποιητή.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74147 είναι ένας Κωδικοποιητής Προτεραιότητας από δεκαδικό σε BCD και παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.3.6.



Σχήμα 5.3.6 Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 74147

Ο Πίνακας Λειτουργίας του ολοκληρωμένου κυκλώματος 74147 παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3.3.

Πίνακας 5.3.3 Πίνακας Λειτουργίας του ολοκληρωμένου κυκλώματος 74147

I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	D	C	B	A
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	1	0
X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	1	1	1
X	X	X	X	X	X	0	1	1	1	0	0	0
X	X	X	X	X	0	1	1	1	1	0	0	1
X	X	X	X	0	1	1	1	1	1	0	1	0
X	X	X	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
X	X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Οι είσοδοι και οι έξοδοι του ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι ανάστροφης λογικής (ενεργοποιούνται με "0"). Το ολοκληρωμένο κύκλωμα έχει εννέα εισόδους που αντιστοιχούν στους δεκαδικούς αριθμούς 1-9 και τέσσερις εξόδους που παράγουν τον BCD κωδικό (ανάστροφης λογικής) που αντιστοιχεί στην ενεργοποιημένη είσοδο. Όταν ενεργοποιηθούν περισσότερες από μία εισόδους, τότε στην έξο-

δο παράγεται ο BCD κωδικός (ανάστροφης λογικής) που αντιστοιχεί στον μεγαλύτερο δεκαδικό αριθμό. Όταν καμία από τις εισόδους δεν είναι ενεργοποιημένη (δηλαδή είναι όλες "1"), τότε όλες οι εξόδους είναι "1". Σε αυτή την περίπτωση η έξοδος αντιστοιχεί στον δεκαδικό 0 (για τον λόγο αυτό δεν υπάρχει είσοδος I0).

5.4 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ο Αποκωδικοποιητής (Decoder) από n σε m είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα με n γραμμές εισόδου και m γραμμές εξόδου. Κάθε μία από τις n εισόδους του Αποκωδικοποιητή μπορεί να είναι "0" ή "1", οπότε υπάρχουν 2^n διαφορετικοί συνδυασμοί. Για κάθε συνδυασμό εισόδου μόνο μία από τις εξόδους του αποκωδικοποιητή είναι ενεργοποιημένη.
2. Κάθε λογική συνάρτηση n μεταβλητών μπορεί να υλοποιηθεί με έναν Αποκωδικοποιητή $n \times 2^n$ και μία (1) πύλη OR οι εισοδοί της οποίας τροφοδοτούνται από τις εξόδους του Αποκωδικοποιητή που αντιστοιχούν στους ελάχιστους όρους που η συνάρτηση έχει την τιμή "1". Κάθε Συνδυαστικό Κύκλωμα n εισόδων και m εξόδων μπορεί να υλοποιηθεί με έναν Αποκωδικοποιητή $n \times 2^n$ και m πύλες OR οι εισοδοί των οποίων τροφοδοτούνται κατάλληλα από τις εξόδους του Αποκωδικοποιητή.
3. Οι ενδείκτες (displays) δεκαδικών ψηφίων χρησιμοποιούν επτά (7) τμήματα (segments) για να αναπαραστήσουν τους δεκαδικούς αριθμούς 0-9. Ο Αποκωδικοποιητής BCD σε 7 τμήματα (BCD to 7 Segments Decoder) χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την οδήγηση ενδείκτη δεκαδικών ψηφίων (display), για τον λόγο αυτό καλείται συνήθως Αποκωδικοποιητής Οδηγός.
4. Ο Κωδικοποιητής (Encoder) από m σε n είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα με m γραμμές εισόδου και n γραμμές εξόδου. Από τις m γραμμές εισόδου του κωδικοποιητή, μόνο μία επιτρέπεται να είναι ενεργοποιημένη. Στην έξοδο παράγεται ένας n -bits κωδικός που αντιστοιχεί στην ενεργοποιημένη είσοδο.

5.5 ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Να γραφούν οι συναρτήσεις εξόδου του Αποκωδικοποιητή 2×4 .
Ο Πίνακας Αληθείας του Αποκωδικοποιητή 2×4 είναι ο ακόλουθος:

B	A	D0	D1	D2	D3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Επομένως, οι συναρτήσεις εξόδου του Αποκωδικοποιητή 2x4 είναι οι ακόλουθες:

$$D0 = \bar{B} \cdot \bar{A}$$

$$D1 = \bar{B} \cdot A$$

$$D2 = B \cdot \bar{A}$$

$$D3 = B \cdot A$$

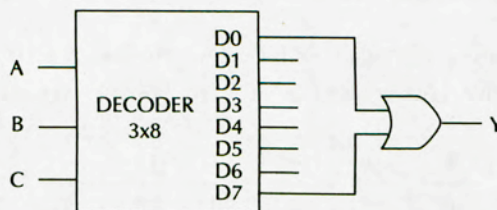
2. Να σχεδιαστεί συνδυαστικό κύκλωμα τριών εισόδων A, B και C και μίας εξόδου Y που είναι "1" όταν όλες οι εισόδου είναι ίσες μεταξύ τους (όλες "0" ή όλες "1") χρησιμοποιώντας έναν Αποκωδικοποιητή.

Ο Πίνακας Αληθείας του κυκλώματος είναι:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Επομένως, η συνάρτηση εξόδου Y του κυκλώματος εκφράζεται ως άθροισμα ελαχίστων όρων: $Y(A,B,C) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C$

Το κύκλωμα αποτελείται από έναν Αποκωδικοποιητή 3x8 και μία (1) πύλη OR δύο (2) εισόδων οι οποίες τροφοδοτούνται από τις εξόδους του Αποκωδικοποιητή που αντιστοιχούν στους ελάχιστους όρους που η συνάρτηση παίρνει την τιμή "1" (δηλαδή στον ελάχιστο όρο $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$ και στον ελάχιστο όρο $A \cdot B \cdot C$), όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα:



3. Να σχεδιαστεί ο Κωδικοποιητής που μετατρέπει τους δεκαδικούς αριθμούς 1-9 σε δυαδικούς.

Ο Πίνακας Αληθείας του Κωδικοποιητή είναι ο παρακάτω:

I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	D4	D3	D2	D1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1

Οι συναρτήσεις εξόδου του Κωδικοποιητή είναι οι ακόλουθες:

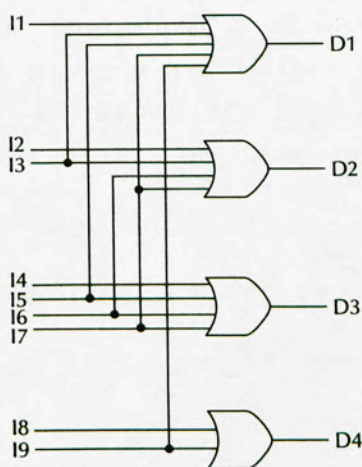
$$D1 = I1 + I3 + I5 + I7 + I9$$

$$D2 = I2 + I3 + I6 + I7$$

$$D3 = I4 + I5 + I6 + I7$$

$$D4 = I8 + I9$$

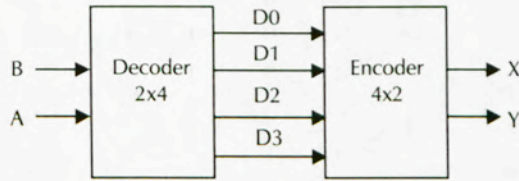
Το κύκλωμα του Κωδικοποιητή παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα:



4. Οι έξοδοι ενός Αποκωδικοποιητή 2x4 τροφοδοτούν τις εισόδους ενός Κωδικοποιητή 4x2. Να αποδειχθεί ότι οι έξοδοι του Κωδικοποιητή είναι ίσες με τις εισόδους του Αποκωδικοποιητή.

Ο Κωδικοποιητής (Encoder) 4x2 εκτελεί την αντίστροφη λειτουργία από αυτήν

που εκτελεί ο Αποκωδικοποιητής (Decoder) 2x4. Αυτός είναι ο λόγος που ισχύει ότι οι έξοδοι του κωδικοποιητή είναι ίσες με τις εισόδους του αποκωδικοποιητή οι έξοδοι του οποίου τροφοδοτούν τις εισόδους του κωδικοποιητή. Στο παρακάτω Σχήμα παρουσιάζεται ένας αποκωδικοποιητής 2x4 οι έξοδοι του οποίου τροφοδοτούν τις εισόδους ενός κωδικοποιητή 4x2.



Οι συναρτήσεις εξόδου του αποκωδικοποιητή 2x4 είναι οι ακόλουθες:

$$D0 = \bar{B} \cdot \bar{A}$$

$$D1 = \bar{B} \cdot A$$

$$D2 = B \cdot \bar{A}$$

$$D3 = B \cdot A$$

Οι συναρτήσεις εξόδου του κωδικοποιητή 4x2 είναι οι ακόλουθες:

$$X = D2 + D3$$

$$Y = D1 + D3$$

Οι έξοδοι του Αποκωδικοποιητή 2x4 τροφοδοτούν τις εισόδους του Κωδικοποιητή 4x2. Άρα, οι έξοδοι του Κωδικοποιητή υπολογίζονται ως ακολούθως:

$$X = D2 + D3 = B \cdot \bar{A} + B \cdot A = B$$

$$Y = D1 + D3 = \bar{B} \cdot A + B \cdot A = A$$

Επομένως, οι έξοδοι του κωδικοποιητή είναι ίσες με τις εισόδους του αποκωδικοποιητή.

5.6 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Τι είναι ο αποκωδικοποιητής;
2. Τι είναι ο κωδικοποιητής;
3. Μία λογική συνάρτηση τριών μεταβλητών μπορεί να υλοποιηθεί με μία πύλη OR και έναν αποκωδικοποιητή:
 - α) 2x4
 - β) 3x8
 - γ) 4x16
4. Ποιο από τα παρακάτω είναι σωστό και ποιο είναι λάθος;
 - α. Ο κωδικοποιητής 8x3 έχει τρεις (3) εισόδους.
ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

β. Ο κωδικοποιητής 10x4 έχει δέκα (10) εισόδους.

ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

5. Να υλοποιήσετε συνδυαστικό κύκλωμα που αναγνωρίζει αν δύο 2-bits αριθμοί $B=B_2B_1$ και $A=A_2A_1$ είναι ίσοι (δηλαδή αν $B=A$) χρησιμοποιώντας έναν αποκωδικοποιητή και μία πύλη OR.

ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Εργασία 1

Ένας αποκωδικοποιητής από δυαδικό 4-bits σε 7 τμήματα έχει τέσσερις εισόδους D, C, B και A και επτά εξόδους a, b, c, d, e, f και g που αντιστοιχούν στα 7 τμήματα ενός ενδείκτη δεκαδικών ψηφίων (display). Αν κάποια έξοδος του αποκωδικοποιητή είναι "1" τότε το αντίστοιχο τμήμα του ενδείκτη ανάβει, ενώ αν είναι "0" τότε το αντίστοιχο τμήμα του ενδείκτη μένει σβηστό. Ο ενδείκτης δείχνει τα δεκαδικά ψηφία 0-F σύμφωνα με το παρακάτω Σχήμα:

Να υπολογίσετε τις συναρτήσεις εξόδου του αποκωδικοποιητή ως "αθροίσματα" ελαχίστων όρων.

