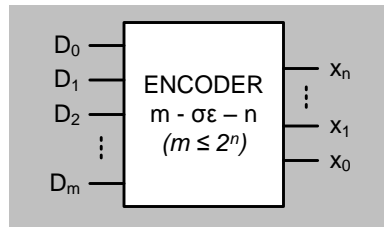


Κωδικοποιητές

Ο κωδικοποιητής (encoder) είναι ένα κύκλωμα το οποίο διαθέτει n γραμμές εξόδου και το πολύ μέχρι $m = 2^n$ γραμμές εισόδου και ($m \leq 2^n$). Οι έξοδοι παράγουν την κατάλληλη λέξη ενός δυαδικού κώδικα που αντιστοιχεί στην ενεργή (δηλαδή, έχει λογική τιμή "1") γραμμή εισόδου.



Παραδείγματα κωδικοποιητών είναι ο κωδικοποιητής οκταδικού σε δυαδικό και ο κωδικοποιητής BCD σε δυαδικό.

Παράδειγμα 10. Να σχεδιαστεί κωδικοποιητής οκταδικού σε δυαδικό.

Ο συγκεκριμένος κωδικοποιητής έχει οκτώ εισόδους, μια για καθένα από τα δυνατά οκταδικά ψηφία, 0 έως 7, και τρεις εξόδους που παράγουν τον αντίστοιχο δυαδικό αριθμό, 000 έως 111. Θεωρούμε ότι μόνο μια είσοδος D_i έχει τιμή 1 κάθε φορά.

Πίνακας αλήθειας:

D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	x_2	x_1	x_0
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

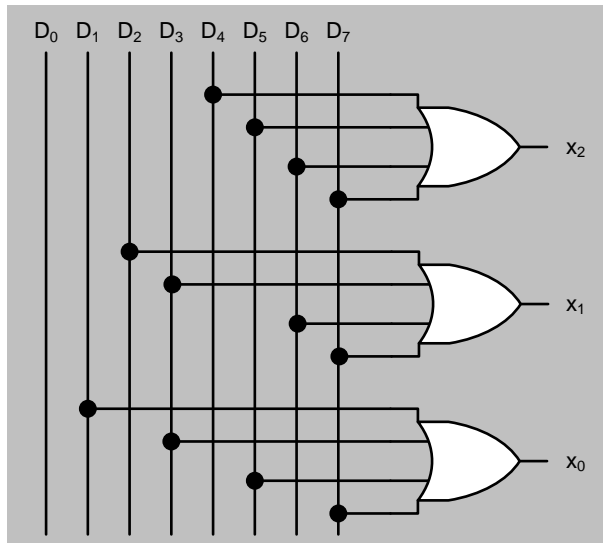
Οι λογικές συναρτήσεις των εξόδων μπορούν να προσδιοριστούν εύκολα, εάν εκφράσουμε κάθε μια από αυτές ως λογικό άθροισμα των εισόδων για τις οποίες κάθε έξοδος παίρνει τιμή 1:

$$x_2 = D_4 + D_5 + D_6 + D_7$$

$$x_1 = D_2 + D_3 + D_6 + D_7$$

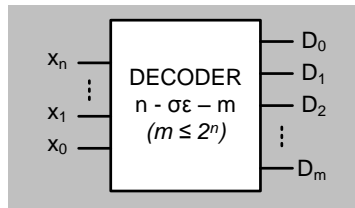
$$x_0 = D_1 + D_3 + D_5 + D_7$$

Λογικό κύκλωμα:



Αποκωδικοποιητές

Ο αποκωδικοποιητής (decoder) είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα που διαθέτει n γραμμές εισόδου και το πολύ μέχρι $m = 2^n$ γραμμές εξόδου ($m \leq 2^n$) και μετατρέπει κωδικοποιημένη δυαδική πληροφορία σε ισοδύναμη πληροφορία που τοποθετείται στις διακριτές γραμμές εξόδου.



Στην περίπτωση που $m = 2^n$, ο αποκωδικοποιητής παράγει τους 2^n ελαχιστόρους των n μεταβλητών εισόδου, δηλαδή κάθε μια έξοδος δίνει έναν και μοναδικό ελαχιστόρο των μεταβλητών εισόδου.

Παραδείγματα κωδικοποιητών είναι ο αποκωδικοποιητής από δυαδικό σε οκταδικό και ο αποκωδικοποιητής BCD σε επτά τμήματα (BCD to 7 segment decoder), ένας ειδικός αποκωδικοποιητής που χρησιμοποιείται για να οδηγεί ενδείκτες κατασκευασμένους με φωτοδιόδους, οι οποίες δέχονται είσοδο BCD και απεικονίζουν δεκαδικά ψηφία ή/και άλλους χαρακτήρες.

Παράδειγμα 11. Να σχεδιαστεί αποκωδικοποιητής από δυαδικό σε οκταδικό.

Ο συγκεκριμένος αποκωδικοποιητής έχει οκτώ εξόδους, μια για καθένα από τα δυνατά οκταδικά ψηφία, 0 έως 7, και τρεις εισόδους, αφού το μέγιστο οκταδικό ψηφίο (7) απαιτεί τρία δυαδικά ψηφία

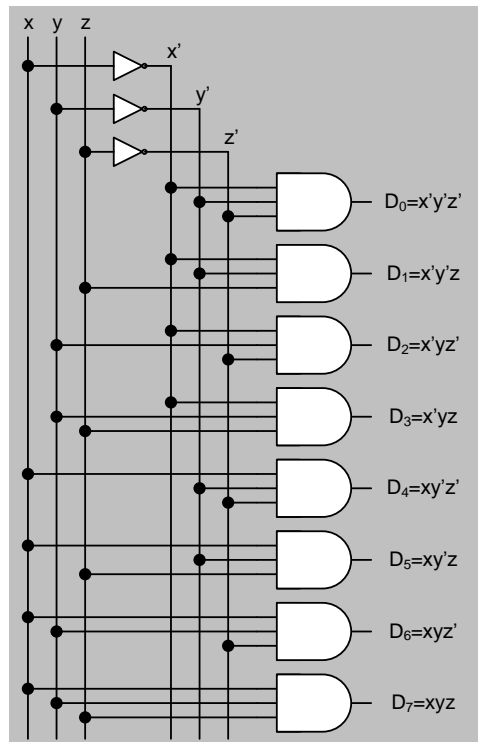
για να εκφραστεί σε δυαδική μορφή (111). Για καθένα δυνατό συνδυασμό τιμών των μεταβλητών εισόδου, μόνο μία έξοδος είναι ενεργή (λογικό "1").

Πίνακας αλήθειας:

x	y	z	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
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

Οι λογικές συναρτήσεις των εξόδων προσδιορίζονται εύκολα αφού για κάθε έξοδο έχουμε λογικό "1" μόνο για ένα συνδυασμό τιμών των μεταβλητών εισόδου. Άρα η λογική συνάρτηση κάθε μιας εξόδου ισούται με ένα και μοναδικό ελαχιστόρο του αντίστοιχου συνδυασμού τιμών των μεταβλητών εισόδου.

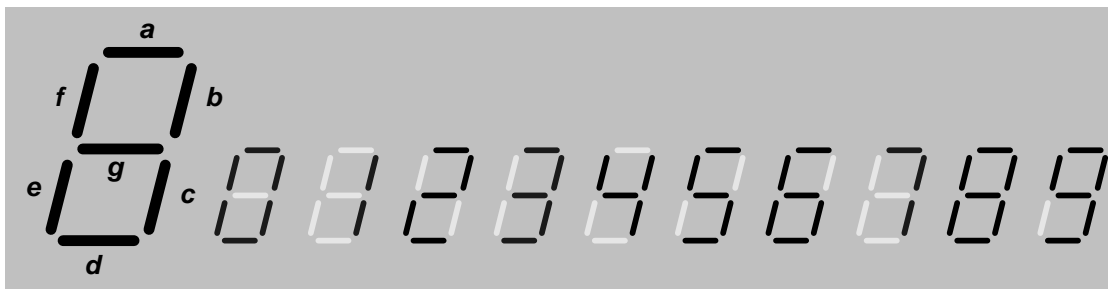
Λογικό κύκλωμα:



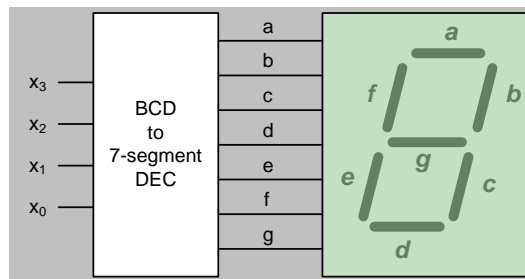
Παράδειγμα 12. Να προσδιοριστεί ο πίνακας αλήθειας του αποκωδικοποιητή BCD σε επτά τμήματα (BCD to 7 segment decoder).

Ο κώδικας BCD, όπως γνωρίζουμε, κωδικοποιεί τα δεκαδικά ψηφία 0 έως 9 σε δυαδική μορφή, χρησιμοποιώντας τέσσερα δυαδικά ψηφία για κάθε αντίστοιχο δεκαδικό ψηφίο.

Ο ενδείκτης επτά τμημάτων (7 segment display) αποτελείται από επτά τμήματα που το καθένα ενεργοποιείται ανεξάρτητα και απεικονίζει δεκαδικά ψηφία ή/και άλλους χαρακτήρες. Στο ακόλουθο σχήμα φαίνεται ο τρόπος απεικόνισης των επτά τμημάτων του ενδείκτη και η αντίστοιχη απεικόνιση των δεκαδικών ψηφίων.



Επομένως, ο ζητούμενος αποκωδικοποιητής έχει τέσσερις εισόδους και επτά εξόδους και το χονδρικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του ενδείκτη είναι το ακόλουθο:



Ο πίνακας αλήθειας του ζητούμενου αποκωδικοποιητή είναι ο ακόλουθος:

Δεκαδικός	x_3	x_2	x_1	x_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

Παράδειγμα 13. Να σχεδιαστεί το λογικό κύκλωμα του αποκωδικοποιητή που οδηγεί έναν ενδείκτη 7 τμημάτων, που θα παρουσιάζει με τη σειρά τους χαρακτήρες *b*, *c* και *d*.

Ο ενδείκτης θα παρουσιάζει με τη σειρά τους χαρακτήρες:



Εφόσον έχουμε τρεις χαρακτήρες απαιτούνται δύο μεταβλητές εισόδου που θα δίνουν τέσσερις συνδυασμούς τιμών, από τους οποίους θα χρησιμοποιήσουμε μόνο τους τρεις. Τον τέταρτο συνδυασμό, που δεν χρησιμοποιείται, θα τον θεωρήσουμε ως αδιάφορη κατάσταση.

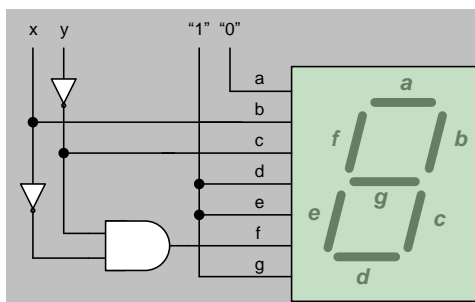
Πίνακας αλήθειας:

<i>x</i>	<i>y</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
0	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	0	1
1	1	X	X	X	X	X	X	X

Όπως προκύπτει από τον πίνακα αλήθειας, οι λογικές συναρτήσεις των εξόδων του αποκωδικοποιητή θα είναι:

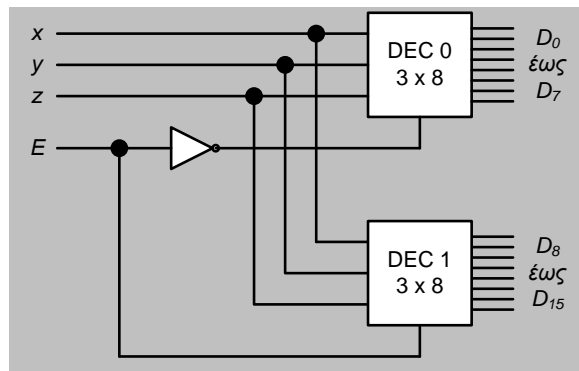
$$a = 0, \quad b = x, \quad c = y', \quad d = 1, \quad e = 1, \quad f = x'y' = (x + y)', \quad g = 1$$

Λογικό κύκλωμα:



Οι αποκωδικοποιητές περιλαμβάνουν συνήθως μια ή περισσότερες εισόδους επίτρεψης (enable) που ελέγχουν τη λειτουργία του κυκλώματος. Στην περίπτωση αυτή, ο αποκωδικοποιητής θα λειτουργεί μόνο όταν η είσοδος επίτρεψης είναι ενεργή. Για παράδειγμα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δύο αποκωδικοποιητές 3 – σε – 8 με είσοδο επίτρεψης για να υλοποιήσουμε έναν αποκωδικοποιητή 4 – σε – 16. Το λογικό κύκλωμα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η είσοδος επίτρεψης συμβολίζεται με *E* και ενεργοποιεί τον αποκωδικοποιητή όταν $E = 1$. Στο κύκλωμα του σχήματος, για $E = 0$ επιλέγεται ο DEC 0,

που παράγει τους ελαχιστόρους D_0 έως D_7 , ενώ για $E = 1$ επιλέγεται ο DEC 1 που παράγει τους ελαχιστόρους D_8 έως D_{15} .



Όπως προαναφέρθηκε, οι αποκωδικοποιητές, στη βασική τους μορφή, παράγουν τους 2^n ελαχιστόρους των n μεταβλητών εισόδου, δηλαδή κάθε μια έξοδος δίνει έναν και μοναδικό ελαχιστόρο των μεταβλητών εισόδου. Επίσης γνωρίζουμε ότι κάθε λογική συνάρτηση μπορεί να εκφραστεί ως λογικό άθροισμα ελαχιστόρων. Επομένως, μια οποιαδήποτε λογική συνάρτηση n ανεξάρτητων μεταβλητών μπορεί να υλοποιηθεί με τη χρήση ενός αποκωδικοποιητή $n - σε - 2^n$ και μια πύλη OR για να αθροίσουμε λογικά τους ελαχιστόρους ως λογικό άθροισμα των οποίων εκφράζεται η συγκεκριμένη συνάρτηση. Γενικά, οποιοδήποτε συνδυαστικό κύκλωμα με n εισόδους και m εξόδους μπορεί να υλοποιηθεί με ένα αποκωδικοποιητή $n - σε - 2^n$ και m πύλες OR.

Παράδειγμα 14. Να υλοποιηθεί ο πλήρης αθροιστής με έναν κατάλληλο αποκωδικοποιητή και πύλες OR.

Όπως γνωρίζουμε, ο πλήρης αθροιστής έχει τρεις εισόδους, C_{in} , x και y , και δύο εξόδους C_{out} και S . Επομένως θα χρειαστούμε έναν αποκωδικοποιητή 3 – σε – 8 και δύο πύλες OR.

Οι λογικές συναρτήσεις των εξόδων του πλήρους αθροιστή είναι:

$$S = \Sigma(m_1, m_2, m_4, m_7)$$

$$C_{out} = \Sigma(m_3, m_5, m_6, m_7)$$

Επομένως, το ζητούμενο κύκλωμα είναι το ακόλουθο:

