

# Παράδειγμα σχεδίασης Ακολουθιακού Κυκλώματος

Σχεδίαση Ακολουθιακού κυκλώματος με μια είσοδο X και μια έξοδο Z. Το κύκλωμα δίνει έξοδο 1 αν οι τέσσερις τελευταίες τιμές της εισόδου είναι **1011**. Επιτρέπεται η επικάλυψη των τιμών της εισόδου.

Π.χ. Η ακολουθία των ψηφίων εισόδου

000**1011011001101100**

Θα δώσει τις τιμές εξόδου

000000**10001000000100**

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011



Ξεκινάμε από μια αρχική κατάσταση A.

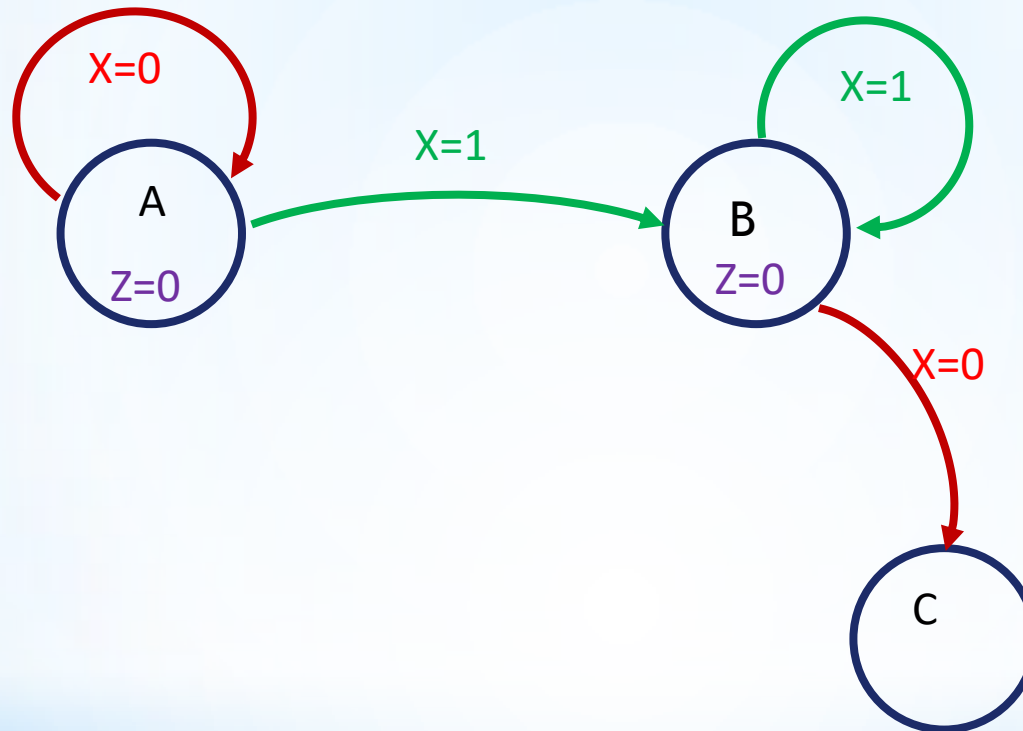
Αν η είσοδος X είναι 0 παραμένουμε στην ίδια αρχική κατάσταση A.

Αν η είσοδος X είναι 1 πάμε σε μια νέα κατάσταση B.

Η έξοδος Z του συστήματος στην κατάσταση A είναι 0 διότι δεν έχει ανιχνευτεί η ζητούμενη ακολουθία.

Διάγραμμα καταστάσεων

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011



Στην κατάσταση B έχει ανιχνευθεί το πρώτο 1.

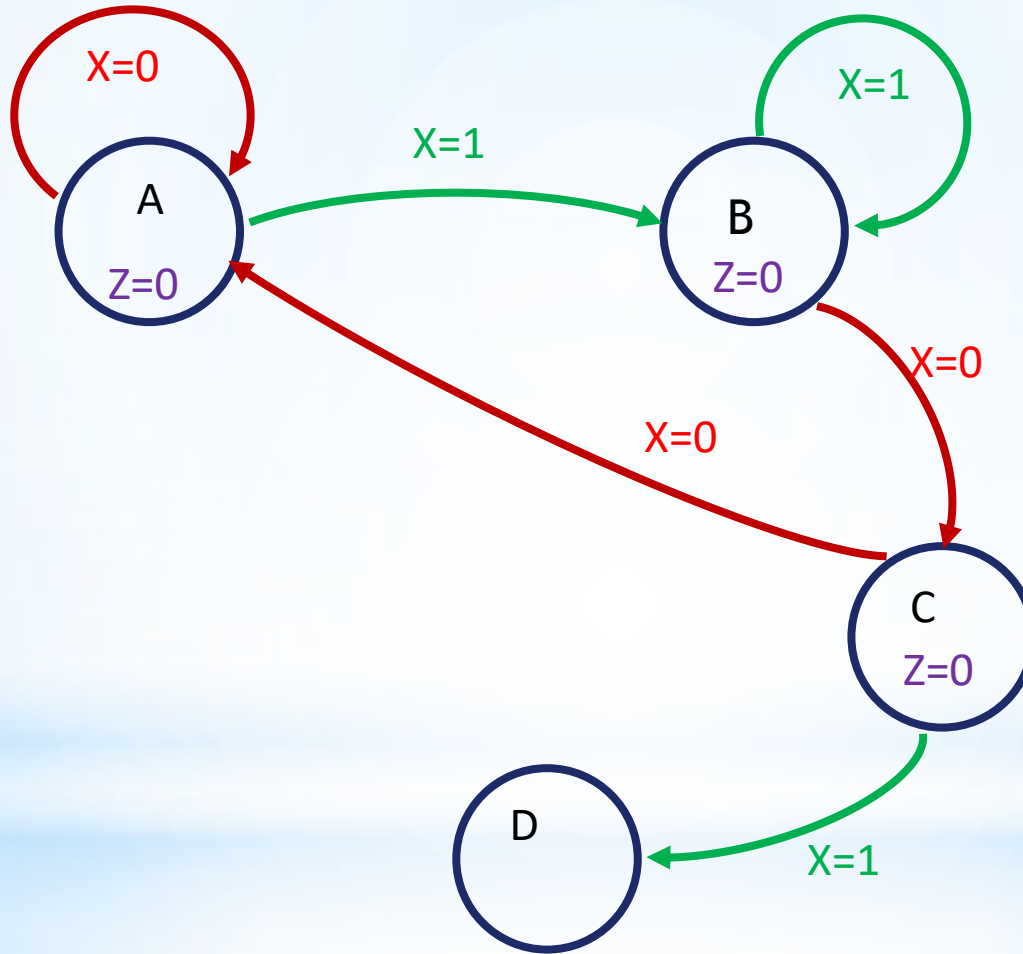
Αν η είσοδος X είναι 1 παραμένουμε στην ίδια κατάσταση B (...0011...)

Αν η είσοδος X είναι 0 πάμε σε μια νέα κατάσταση C (...0010....)

Η έξοδος Z του συστήματος στην κατάσταση B είναι 0 διότι δεν έχει ανιχνευτεί η ζητούμενη ακολουθία.

Διάγραμμα καταστάσεων

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011



Διάγραμμα καταστάσεων

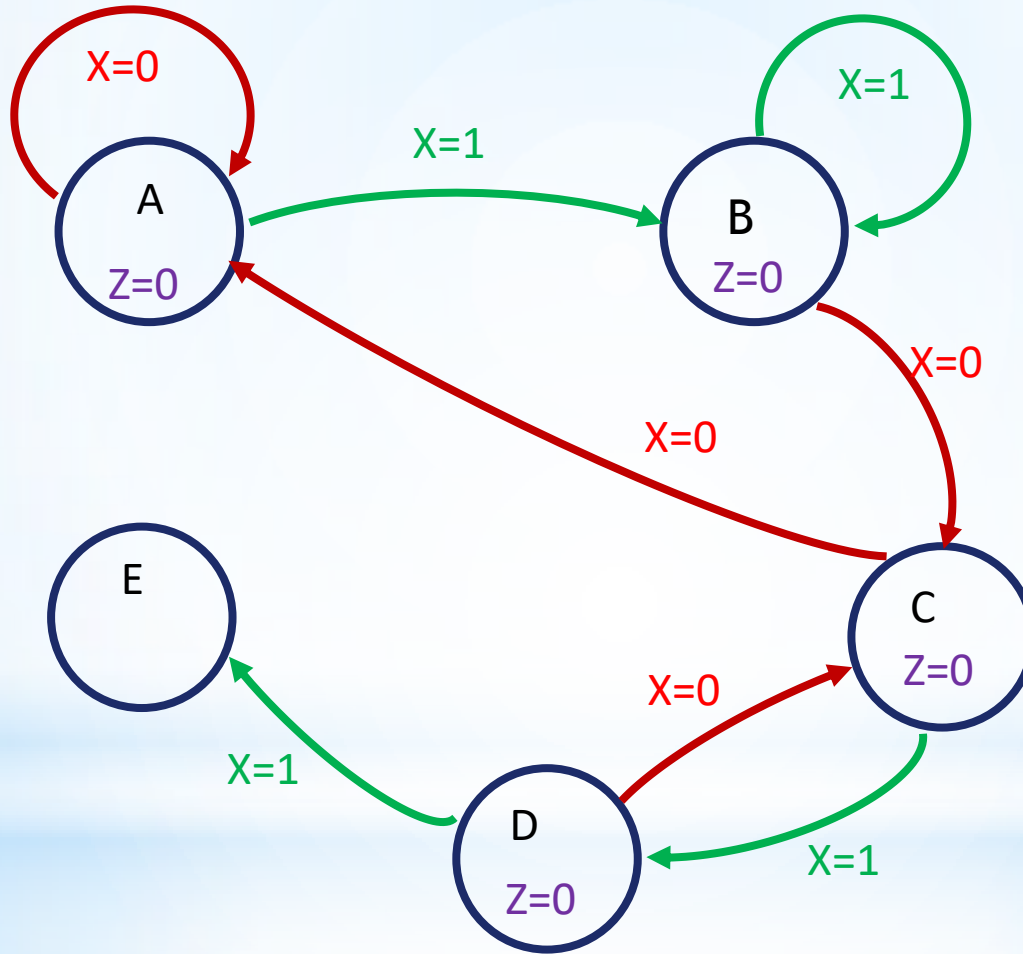
Στην κατάσταση C έχει ανιχνευθεί η σειρά ..10.

Αν η είσοδος X είναι 0 επιστρέφουμε στην αρχική κατάσταση A (..100...)

Αν η είσοδος X είναι 1 πάμε σε μια νέα κατάσταση D. (..101...)

Η έξοδος Z του συστήματος στην κατάσταση C είναι 0 διότι δεν έχει ανιχνευτεί η ζητούμενη ακολουθία.

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011



Στην κατάσταση D έχει ανιχνευθεί η σειρά .101.

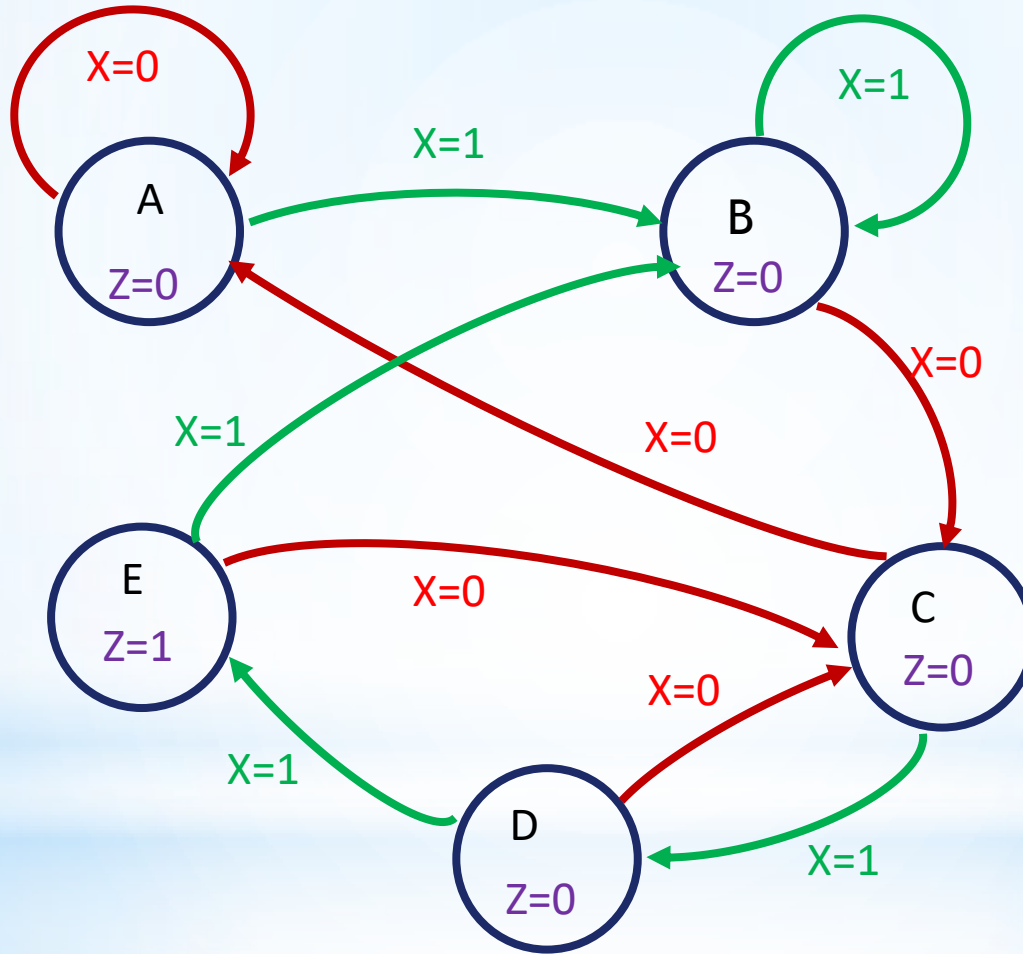
Αν η είσοδος X είναι 0 επιστρέφουμε στην κατάσταση C (...1010...)

Αν η είσοδος X είναι 1 πάμε σε μια νέα κατάσταση E (...1011...)

Η έξοδος Z του συστήματος στην κατάσταση D είναι 0 διότι δεν έχει ανιχνευτεί η ζητούμενη ακολουθία.

Διάγραμμα καταστάσεων

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011



Διάγραμμα καταστάσεων

Στην κατάσταση E έχει ανιχνευθεί η σειρά ..1011.

Αν η είσοδος X είναι 0 πηγαίνουμε στην κατάσταση C (..10110..)

Αν η είσοδος X είναι 1 πάμε στην κατάσταση B. (..10111...)

Η έξοδος Z του συστήματος στην κατάσταση E είναι 1 διότι έχει ανιχνευτεί η ζητούμενη ακολουθία.

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Αν $X=0$	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Αν $X=1$	ΕΞΟΔΟΣ $Z$
A	A	B	0
B	C	B	0
C	A	D	0
D	C	E	0
E	C	B	1

Από το διάγραμμα καταστάσεων προκύπτει ο Πίνακας Καταστάσεων...

Πίνακας Καταστάσεων

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Αν X=0	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Αν X=1	ΕΞΟΔΟΣ Z
A	A	B	0
B	C	B	0
C	A	D	0
D	C	E	0
E	C	B	1

Πίνακας Καταστάσεων

...και στη συνέχεια κάθε κατάσταση αντιστοιχίζεται με ένα συνδυασμό τιμών εξόδων FlipFlop.

5 καταστάσεις απαιτούν 3 FF.

Αντιστοίχιση καταστάσεων με συνδυασμούς FlipFlop

	Q2	Q1	Q0
A	0	0	0
B	0	0	1
C	0	1	0
D	0	1	1
E	1	0	0

...



# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ  Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ <b>X=0</b> Q <sub>2</sub> <sup>+</sup> Q <sub>1</sub> <sup>+</sup> Q <sub>0</sub> <sup>+</sup>	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ <b>X=1</b> Q <sub>2</sub> <sup>+</sup> Q <sub>1</sub> <sup>+</sup> Q <sub>0</sub> <sup>+</sup>	ΕΞΟΔΟΣ Z
<b>A</b> (000)	<b>A</b> (000)	<b>B</b> (001)	0
<b>B</b> (001)	<b>C</b> (010)	<b>B</b> (001)	0
<b>C</b> (010)	<b>A</b> (000)	<b>D</b> (011)	0
<b>D</b> (011)	<b>C</b> (010)	<b>E</b> (100)	0
<b>E</b> (100)	<b>C</b> (010)	<b>B</b> (001)	1

Μετά την αντιστοίχιση προκύπτει ο διπλανός πίνακας...

Πίνακας Καταστάσεων και Αντιστοίχιση με εξόδους Flip-Flop

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ  Q2Q1Q0	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ  X=0 Q2+Q1+ Q0+	ΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ  X=1 Q2+Q1+ Q0+	ΕΞΟΔΟΣ  Z
A (000)	A (000)	B (001)	0
B (001)	C (010)	B (001)	0
C (010)	A (000)	D (011)	0
D (011)	C (010)	E (100)	0
E (100)	C (010)	B (001)	1
F (101)	xxx	xxx	x
G (110)	xxx	xxx	x
H (111)	xxx	xxx	x

...τον οποίο συμπληρώνουμε και με τους συνδυασμούς των FF οι οποίοι δεν χρησιμοποιούνται στη σχεδίασή μας.

Για τους επιπλέον συνδυασμούς η επόμενη κατάσταση μας είναι αδιάφορη (xxx)

Πίνακας Καταστάσεων και Αντιστοίχιση με εξόδους Flip-Flop

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

X	Q2 Q1 Q0	Q2+Q1+ Q0+	Z
0	(A) 000	(A) 000	0
0	(B) 001	(C) 010	0
0	(C) 010	(A) 000	0
0	(D) 011	(C) 010	0
0	(E) 100	(C) 010	1
0	(F) 101	xxx	x
0	(G) 110	xxx	x
0	(H) 111	xxx	x
1	(A) 000	(B) 001	0
1	(B) 001	(B) 001	0
1	(C) 010	(D) 011	0
1	(D) 011	(E) 100	0
1	(E) 100	(B) 001	1
1	(F) 101	xxx	x
1	(G) 110	xxx	x
	(H) 111	Xxx	x

Ο ολοκληρωμένος πίνακας μπορεί να γραφεί ως εξής.

Πίνακας Μεταβάσεων

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

X	Q2 Q1 Q0	Q2 <sup>+</sup> Q1 <sup>+</sup> Q0 <sup>+</sup>	D2 D1 D0	Z
0	000	000	000	0
0	001	010	010	0
0	010	000	000	0
0	011	010	010	0
0	100	010	010	1
0	101	xxx	xxx	x
0	110	xxx	xxx	x
0	111	xxx	xxx	x
1	000	001	001	0
1	001	001	001	0
1	010	011	011	0
1	011	100	100	0
1	100	001	001	1
1	101	xxx	xxx	x
1	110	xxx	xxx	x
1	111	xxx	xxx	x

Αν χρησιμοποιηθούν D Flip-Flop για την υλοποίηση του κυκλώματος τότε

για να προκύψουν οι ζητούμενες επόμενες καταστάσεις πρέπει...

...Πριν την μετάβαση, οι είσοδοι των D FF να έχουν τις τιμές που φαίνονται στον διπλανό πίνακα διεγέρσεων.

Πίνακας Διεγέρσεων

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

X	Q2 Q1 Q0	Q2 <sup>+</sup> Q1 <sup>+</sup> Q0 <sup>+</sup>	D2 D1 D0	Z
0	000	000	000	0
0	001	010	010	0
0	010	000	000	0
0	011	010	010	0
0	100	010	010	1
0	101	xxx	xxx	x
0	110	xxx	xxx	x
0	111	xxx	xxx	x
1	000	001	001	0
1	001	001	001	0
1	010	011	011	0
1	011	100	100	0
1	100	001	001	1
1	101	xxx	xxx	x
1	110	xxx	xxx	x
1	111	xxx	xxx	x

Αν χρησιμοποιηθούν D Flip-Flop για την υλοποίηση του κυκλώματος τότε

για να προκύψουν οι ζητούμενες επόμενες καταστάσεις πρέπει...

...Πριν την μετάβαση, οι είσοδοι των D FF να έχουν τις τιμές που φαίνονται στον διπλανό πίνακα διεγέρσεων.

Πίνακας Διεγέρσεων

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

Q1Q0 \ χQ2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	x	x	x
11	0	x	x	x
10	0	0	1	0

Με την Βοήθεια  
Πινάκων Karnaugh

Βρίσκουμε τις  
απλοποιημένες  
συναρτήσεις για τις  
εισόδους των FF.

$$D2 = X Q1 Q0$$

Λογικές Συναρτήσεις των D2 D1 και D0

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

Q1Q0 \ XQ2	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	1	x	x	x
11	0	x	x	x
10	0	0	0	1

Με την Βοήθεια  
Πινάκων Karnaugh

Βρίσκουμε τις  
απλοποιημένες  
συναρτήσεις για τις  
εισόδους των FF.

$$D1 = X' Q2 + X' Q0 + XQ1Q0'$$

Λογικές Συναρτήσεις των D2 D1 και D0

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

Q1Q0 \ xQ2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	x	x	x
11	1	x	x	x
10	1	1	0	1

Με την Βοήθεια  
Πινάκων Karnaugh

Βρίσκουμε τις  
απλοποιημένες  
συναρτήσεις για τις  
εισόδους των FF.

$$D0 = X Q1' + X Q0'$$

Λογικές Συναρτήσεις των D2 D1 και D0



# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011

Q1Q0 \ xQ2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	x	x	x
11	1	x	x	x
10	0	0	0	0

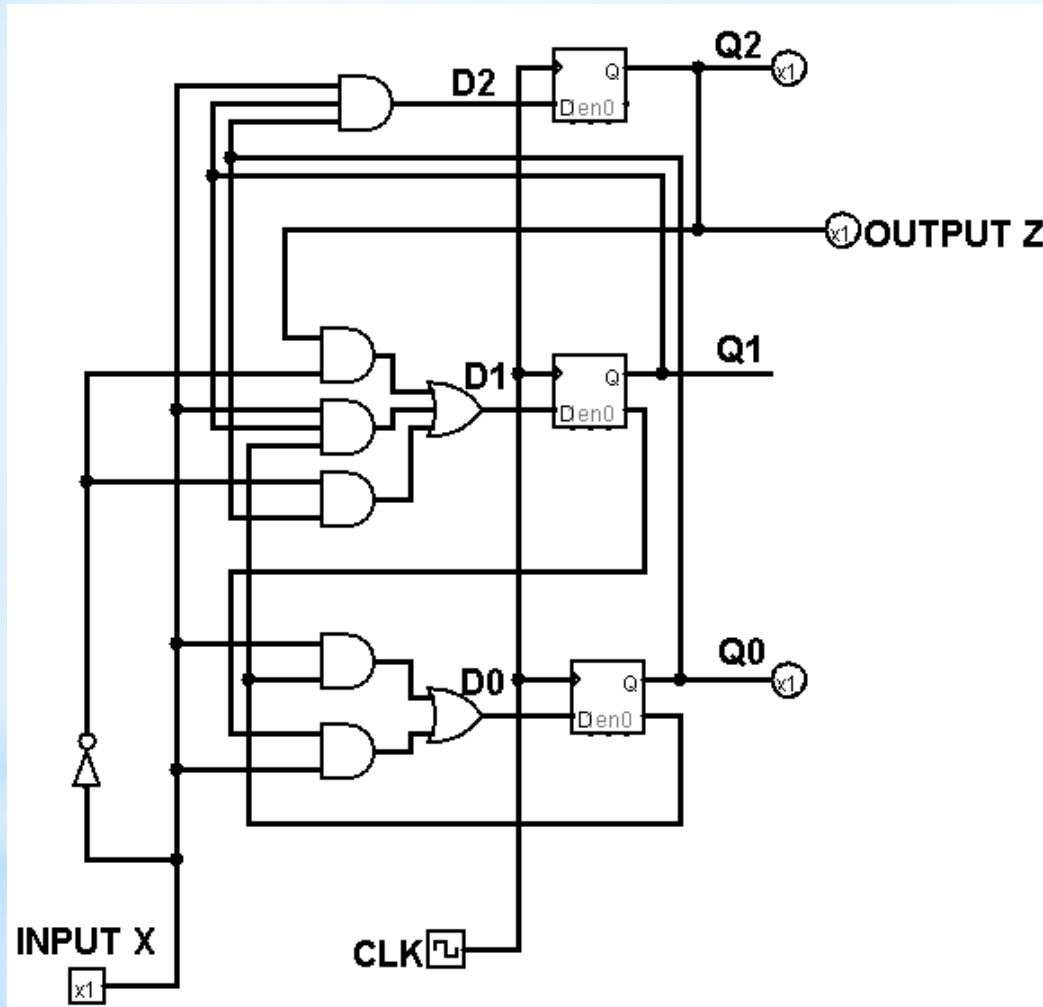
Με την Βοήθεια  
Πινάκων Karnaugh

Βρίσκουμε την  
απλοποιημένη  
συνάρτηση για την  
έξοδο του κυκλώματος.

$$Z = Q_2$$

Λογική Συνάρτηση της εξόδου Z

# Ανιχνευτής Ακολουθίας 1011



Τέλος σχεδιάζουμε το ακολουθιακό κύκλωμα χρησιμοποιώντας 3 D Flip-Flop και την συνδυαστική λογική για τις εισόδους D2, D1, D0 και τη έξοδο Z.

Λογικό Διάγραμμα Κυκλώματος Ανιχνευτή Ακολουθίας