

**13. ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ**

**1. Εισαγωγή**

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε τη διαδικασία για τη σχεδίαση ενός ασύγχρονου μετρητή, με επιθυμητό μέτρο και την πειραματική επαλήθευση της λειτουργίας του. Στους ασύγχρονους μετρητές:

- Το ρολόι οδηγεί **μόνο** το FF με το λιγότερο σημαντικό ψηφίο της μέτρησης.
- Τα υπόλοιπα FF οδηγούνται από την έξοδο της προηγούμενης βαθμίδας.
- Τα κυκλώματα αυτά είναι απλούστερα και με λιγότερες πύλες από τα αντίστοιχα των σύγχρονων μετρητών, με μόνο **μειονέκτημα μια μικρή χρονική καθυστέρηση**.
- Το πλήθος των τιμών μέτρησης ορίζει και εδώ το μέτρο του μετρητή.
- Ανάλογα με το μέτρο ορίζουμε και το πλήθος των FF,  $n$ , που απαιτούνται για τη σχεδίαση του μετρητή, αφού το μέγιστο πλήθος των διαφορετικών συνδυασμών είναι  $2n$  και πρέπει να ισχύει  $2n \geq M$  όπου  $M$  το μέτρο του μετρητή.
- Ο καθορισμός των εισόδων των FF με τη βοήθεια του πίνακα διέγερσής τους ισχύει άμεσα μόνο για το 1ο FF (το λιγότερο σημαντικό FF).
- Για τις εισόδους των υπολοίπων FF αυτό ισχύει μόνο όταν μεταβάλλεται η έξοδος του FF που το οδηγεί.

**2. Σχεδίαση ασύγχρονου μετρητή mod-6 με JK-FF**

- Υλοποίηση: Ο μετρητής αυτός μετρά τις καταστάσεις: 0,1,2,3,4,5 ( $\rightarrow \text{Mod-6}$ ). Δηλαδή, η μέγιστη τιμή του είναι  $\max = 5$  ή στο δυαδικό σύστημα, το 101. Συνεπώς χρειάζεται  $n = 3$  FF για την υλοποίησή του.
- Το C-FF αλλάζει συνεχώς κατάσταση και αντιστοιχεί στο **λιγότερο σημαντικό ψηφίο του μετρητή**. Σε αυτό θα εφαρμοστεί το ρολόι (Πίνακας 2).
- Το B-FF αλλάζει κατάσταση όταν το C-FF μεταβαίνει από 1-σε-0. Επομένως, το C-FF μπορεί να οδηγήσει το B-FF, αν η κανονική έξοδος του C εφαρμοστεί στο ρολόι του B-FF. (Πίνακας 3)

- Το A-FF αλλάζει κατάσταση, όταν το C-FF μεταβαίνει από 1-0. Επομένως, το C-FF μπορεί να οδηγήσει το A-FF, αν η κανονική έξοδος του C εφαρμοστεί στο ρολόι του A-FF. (Πίνακας 4).

i	Παρούσα Κατ/ση Μετρητή			FF που αλλάζουν κατάσταση			Επόμενη Κατάσταση			Είσοδοι των FF					
	A	B	C				A+	B+	C+	J A	K A	J B	K B	J C	K C
0	0	0	0			C	0	0	1	X	X	X	X	1	X
1	0	0	1		B	C	0	1	0	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0			C	0	1	1	X	X	X	X	1	X
i	Παρούσα Κατ/ση Μετρητή			FF που αλλάζουν κατάσταση			Επόμενη Κατάσταση			Είσοδοι των FF					
3	0	1	1	A	B	C	1	0	0	1	X	X	1	X	1
4	1	0	0			C	1	0	1	X	X	X	X	1	X
5	1	0	1	A		C	0	0	0	X	1	0	X	X	1
	0	0	0												

**Πίνακας 1.** Πίνακας καταστάσεων ασύγχρονου μετρητή Mod-6.

a/a	Παρούσα Κατάσταση Μετρητή			FF που αλλάζουν κατάσταση			Επόμενη Κατάσταση			Είσοδοι των FF					
	A	B	C				A+	B+	C+	JA	KA	JB	KB	JC	KC
0	0	0	0			C	0	0	1	X	X	X	X	1	X
1	0	0	1		B	C	0	1	0	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0			C	0	1	1	X	X	X	X	1	X
3	0	1	1	A	B	C	1	0	0	1	X	X	1	X	1
4	1	0	0			C	1	0	1	X	X	X	X	1	X
5	1	0	1	A		C	0	0	0	X	1	0	X	X	1
	0	0	0												

**Πίνακας 2.**

a/a	Παρούσα Κατάσταση Μετρητή			FF που αλλάζουν κατάσταση	Επόμενη Κατάσταση	Είσοδοι των FF								
	A	B	C			A+	B+	C+	JA	KA	JB	KB	JC	KC
0	0	0	0		C	0	0	1	X	X	X	X	1	X
1	0	0	1	B	C	0	1	0	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0		C	0	1	1	X	X	X	X	1	X
3	0	1	1	A	B	C	1	0	0	1	X	X	1	X
4	1	0	0		C	1	0	1	X	X	X	X	1	X
5	1	0	1	A		C	0	0	0	X	1	0	X	X
	0	0	0											

Πίνακας 3.

a/a	Παρούσα Κατάσταση Μετρητή			FF που αλλάζουν κατάσταση	Επόμενη Κατάσταση	Είσοδοι των FF								
	A	B	C			A+	B+	C+	JA	KA	JB	KB	JC	KC
0	0	0	0		C	0	0	1	X	X	X	X	1	X
1	0	0	1	B	C	0	1	0	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0		C	0	1	1	X	X	X	X	1	X
3	0	1	1	A	B	C	1	0	0	1	X	X	1	X
4	1	0	0		C	1	0	1	X	X	X	X	1	X
5	1	0	1	A		C	0	0	0	X	1	0	X	X
	0	0	0											

Πίνακας 5.

a/a	Παρούσα Κατάσταση Μετρητή			FF που αλλάζουν κατάσταση	Επόμενη Κατάσταση	Είσοδοι των FF								
	A	B	C			A+	B+	C+	JA	KA	JB	KB	JC	KC
0	0	0	0		C	0	0	1	X	X	X	X	1	X
1	0	0	1	B	C	0	1	0	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0		C	0	1	1	X	X	X	X	1	X
3	0	1	1	A	B	C	1	0	0	1	X	X	1	X
4	1	0	0		C	1	0	1	X	X	X	X	1	X
5	1	0	1	A		C	0	0	0	X	1	0	X	X
	0	0	0											

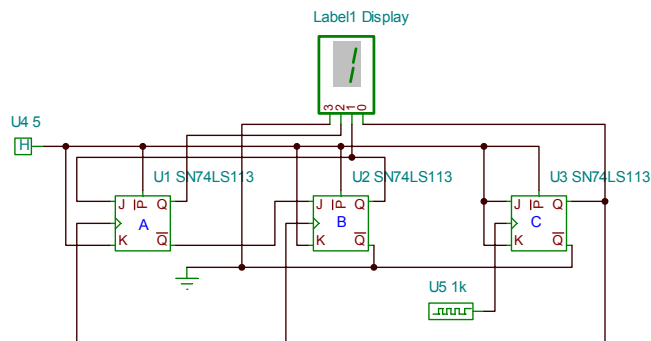
Πίνακας 4.

- Το B-FF δε μπορεί να οδηγήσει το A-FF γιατί δεν αλλάζει πάντα όταν χρειάζεται αλλαγή του A-FF.
- Επομένως, επιλέγεται το C-FF για να οδηγήσει τα A και B-FF από την κανονική του έξοδο.
- Ο πίνακας καταστάσεων για τις εισόδους των FF συμπληρώνεται όπως και στο σύγχρονο μετρητή, αλλά δε μας ενδιαφέρουν οι τιμές των εισόδων J, K των A, B-FF στις περιπτώσεις που η κανονική έξοδος του FF που τα οδηγεί (εδώ του C) αλλάζει από 0-σε-1, αφού αυτή η μεταβολή δεν επηρεάζει τις επόμενες βαθμίδες FF.
- Μόνο όταν το C-FF αλλάζει από 1-σε-0 οι εισοδοί των FF συμπληρώνονται σύμφωνα με τον πίνακα διέγερσής τους. (Πίνακας 5).
- Κατά την απλοποίηση των λογικών συναρτήσεων των εισόδων των FF θα λάβουμε οπωσδήποτε υπόψη μας τους αδιάφορους όρους, αλλά και τους όρους που δε χρησιμοποιούνται !!! (εδώ τους 6, 7 που θα τους σημειώσουμε με **d** στο χάρτη).
- Οι χάρτες Karnaugh για τις εισόδους των FFs φαίνονται στη συνέχεια, μαζί με τις αντίστοιχες απλοποιημένες συναρτήσεις εισόδου.

<b>B=</b>	00	01	11	10	<b>AB=</b>	00	01	11	10
<b>C=0</b>	X	X	d	X	<b>C=0</b>	X	X	d	X
<b>C=1</b>		1	d		<b>C=1</b>	X	X	d	1
JA=B					KA=1				

<b>AB=</b>	00	01	11	10	<b>AB=</b>	00	01	11	10
<b>C=0</b>	X	X	d	X	<b>C=0</b>	X	X	d	X
<b>C=1</b>	1	X	d		<b>C=1</b>	X	1	d	X
JB=B'					KB=1				
<b>AB=</b>	00	01	11	10	<b>AB=</b>	00	01	11	10
<b>C=0</b>	1	1	d	1	<b>C=0</b>	X	X	d	X
<b>C=1</b>	X	X	d	X	<b>C=1</b>	1	1	d	1
JC=1					KC=1				

Το κύκλωμα του ασύγχρονου μετρητή φαίνεται στο επόμενο σχήμα (Εικόνα 1).

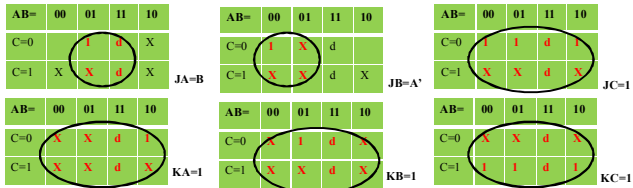


Εικόνα 1. Ασύγχρονος μετρητής MOD-6 υλοποιημένος με JK FF (SN74LS113).

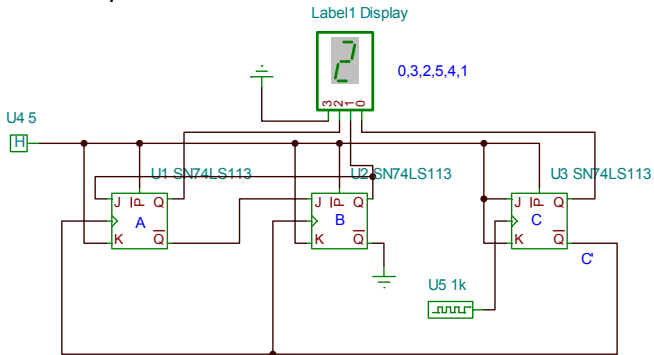
**3. Σχεδίαση ασύγχρονου μετρητή 0,3,2,5,4,1 με JK-FF**

(Βλέπε Εικόνα 2 και Εικόνα 3)

a/a	Παρούσα Κατάσταση Μετρητή			FF που αλλάζουν κατάσταση	Επόμενη Κατάσταση			Είσοδοι των FF						
	A	B	C		A+	B+	C+	JA	KA	JB	KB	JC	KC	
0	0	0	0	B	C	0	1	1	0	X	1	X	1	X
3	0	1	1	C		0	1	0	X	X	X	X	X	1
2	0	1	0	A	B	C	1	0	1	1	X	X	1	X
5	1	0	1	C		1	0	0	X	X	X	X	X	1
4	1	0	0	A		C	0	0	1	X	1	0	X	X
1	0	0	1	C		0	0	0	X	X	X	X	X	1
0	0	0	0	C'	C'	CLK								



**Εικόνα 2.** Συμπλήρωση πίνακα καταστάσεων και απλοποιήσεις XK.



**Εικόνα 3.** Υλοποίηση του Ασύγχρονος μετρητής MOD-6 υλοποιημένος με JK FF (SN74LS113).

**4. Σχεδίαση ασύγχρονου μετρητή mod – 5 με JK-FF**

Συμπληρώστε τον πίνακα καταστάσεων.

i	Π.Κ.			FF που αλλάζουν κατάσταση	Ε.Κ.			Είσοδοι των FF							
	A	B	C		A+	B+	C+	J A	K A	J B	K B	J C	K C		
0	0	0	0			C	0	0	1	0	X	X	X	1	X
1	0	0	1	A	B	C	0	1	0	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0			C	0	1	1	0	X	X	X	1	X
3	0	1	1			C	1	0	0	1	X	X	1	X	1
4	1	0	0	A			0	0	0	X	1	X	X	0	X

5	1	0	1				X	X	X	X	X	X	X	X
6	1	1	0				X	X	X	X	X	X	X	X
7	1	1	1				X	X	X	X	X	X	X	X
							C	L	K		C		L	K

Κάντε τις απλοποιήσεις για τις εισόδους των FF.

<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 JA =	<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 KA =
<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 JB =	<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 KB =
<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 JC =	<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 KC =

Σχεδιάστε το κύκλωμα.

**5. Σχεδίαση ασύγχρονου μετρητή mod – 8 με JK-FF**

Συμπληρώστε των πίνακα καταστάσεων.

i	Π.Κ.			FF που αλλάζ, κατά/σ η			Ε.Κ.			Είσοδοι των FF					
	A	B	C				A +	B +	C +	J A	K A	J B	K B	J C	K C

Κάντε τις απλοποιήσεις για τις εισόδους των FF.

<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>JA =</p>	<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>KA =</p>
<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>JB =</p>	<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>KB =</p>

<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>JC =</p>	<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>KC =</p>
--	--

Σχεδιάστε το κύκλωμα.

**6. Σχεδίαση ασύγχρονου μετρητή 0,7,5,3,1 με JK-FF**

Συμπληρώστε των πίνακα καταστάσεων.

i	Π.Κ.			FF που αλλάζο υν κατάστ αση			Ε.Κ.			Είσοδοι των FF					
	A	B	C				A +	B +	C +	J A	K A	J B	K B	J C	K C

Κάντε τις απλοποιήσεις για τις εισόδους των FF.

<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>JA =</p>	<p>A 0 0 1 1</p> <p>B 0 1 1 0</p> <p>=</p> <p>C</p> <p>=0</p> <p>C</p> <p>=1</p> <p>KA =</p>
--	--

<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 JB =	<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 KB =
<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 JC =	<b>A</b> 0 0 1 1 <b>B</b> 0 1 1 0 = <b>C</b> =0 <b>C</b> =1 KC =

Σχεδιάστε το κύκλωμα.