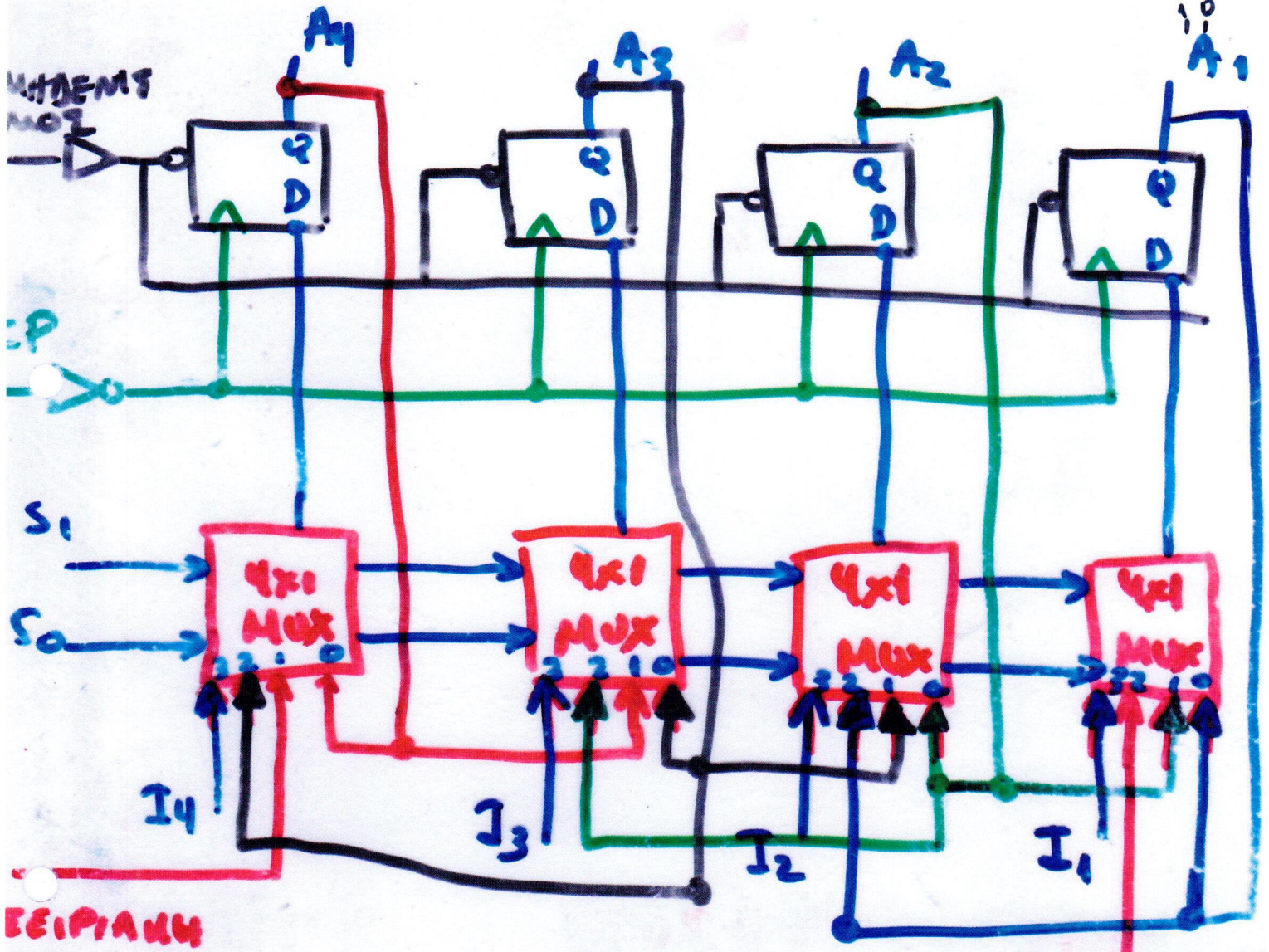


ΤΕΤΡΑΜΠΙΤΟΣ ΑΜΦΙΔΡΟΜΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΜΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

1

$Q(t) = Q(t-1)$
0 0
0 0
1 0
A₁



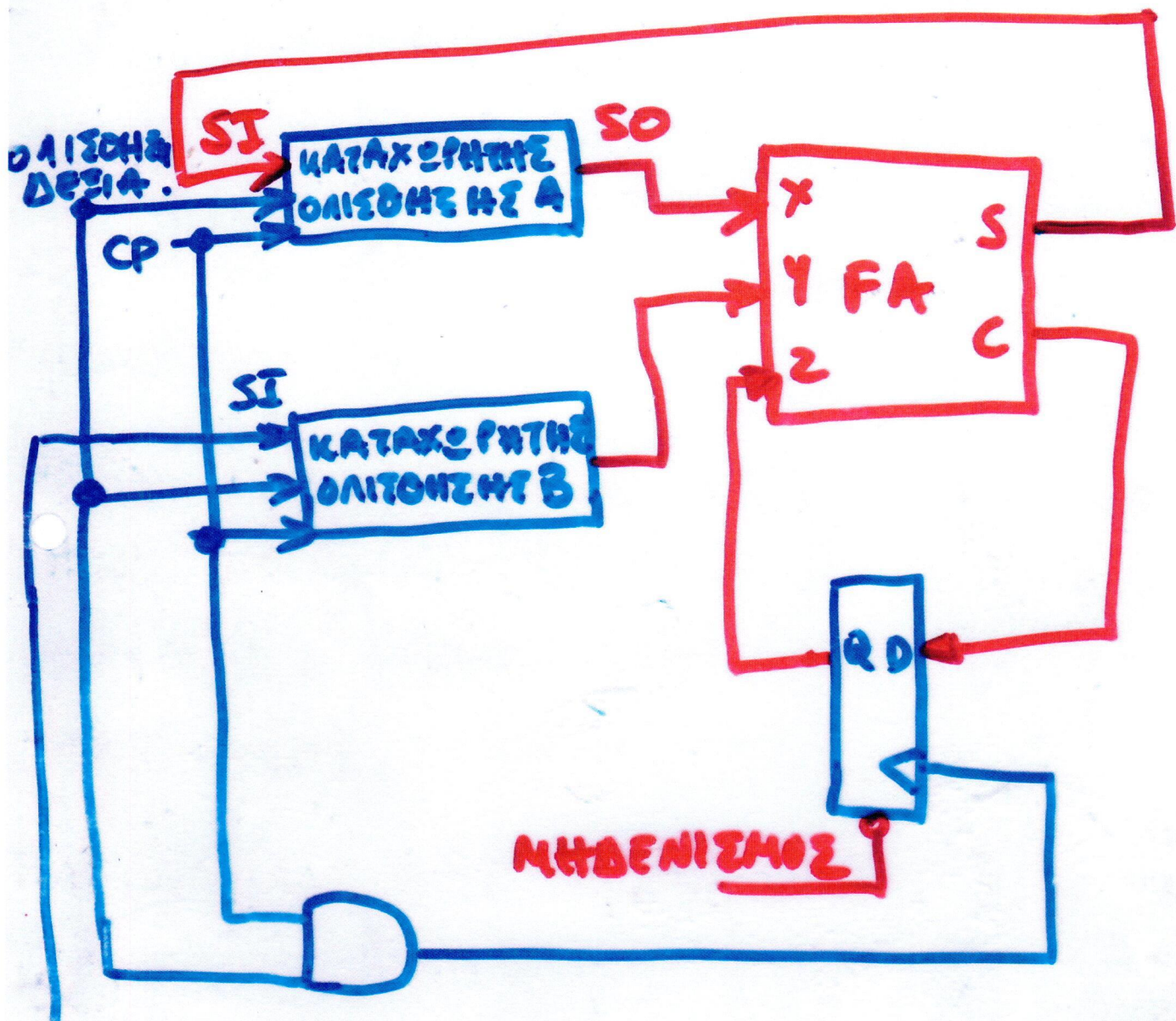
ΣΕΙΡΙΑΚΗ
ΕΙΣΟΔΟΣ
ΔΕΞΙΑΣ
ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

ΣΕΙΡΙΑΚΗ
ΕΙΣΟΔΟΣ
ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ
ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

$S_1 S_0 = 00$ ΑΝΑΛΟΙΣΤΗ
 $S_1 S_0 = 01$ ΔΕΞΙΑ ΟΛΙΣΤΗ
 $S_1 S_0 = 10$ ΑΡΙΣΤΗ ΟΛΙΣΤΗ
 $S_1 S_0 = 11$ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ

I_i ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΕΙΣΟΔΟΙ ΦΟΡΤΙΣΗ

ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΠΡΟΣΘΕΣΗ.



ΕΣΟΤΕΡΙΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ

ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΩΝ Α ΄ Β ΜΕ ΕΝΑΝ ΚΑΙ ΜΟΝΟ FULL ADDER!

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ → ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΗΣ Α ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΗΣ Β, ΉΝΕΑ ΕΙΣΟΔΟΣ!

ΨΗΦΙΑΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ → ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΣΕ ΔΩΔΕΚΑ ΜΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΤΡΟΠΟ, ΟΠΩΣ ΑΥΤΟΣ ΠΟΥ ΚΑΘΑΜΕ ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.5.

ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΡΤΗ ΑΛΛΑ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΛΙΓΟΤΕΡΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ.

ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΣ ΑΘΡΟΙΣΤΗΣ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΚΑΤΑΚΡΗΤΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΦΟΡΤΗΣΗΣ → ΕΝΩ Ο ΣΕΙΡΙΑΚΟΣ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΚΑΤΑΚΡΗΤΕΣ ΟΝΙΤΩΣΗΣ.

ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΣ ΑΘΡΟΙΣΤΗΣ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΤΟΣΟΥΤΑ ΕΛΑΤΕΡΑ ΒΙΤΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΕΝΩ Ο ΣΕΙΡΙΑΚΟΣ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΕΝΑΝ FULL ADDER ΚΑΙ 1 FLIP-FLIP ΓΙΑ ΤΟ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ ΣΕΙΡΙΑΚΟ ΑΡΘΡΟΙΣΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝ
ΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΛΟΥΘΙΑΚΗΣ
ΛΟΓΙΚΗΣ.

ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΔΥΟ ΚΑΤΑΧΕΡΗΤΕΣ ΠΟΥ ΚΡΑΤΟΥΝ ΤΙΣ
ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΠΡΟΣΘΕΣΟΥΜΕ.

X, Y ΟΙ ΕΙΣΟΔΟΙ ΑΥΤΕΝΤΩΝ ΚΑΤΑΧΕΡΗΤΩΝ.

S ΕΙΣΟΔΟΣ ΠΟΥ ΔΙΝΕΙ ΣΕΙΡΙΑΚΑ ΤΟ ΒΙΤ ΤΟΥ
ΑΡΘΡΟΙΣΜΑΤΟΣ, ΓΡΑΦΕΙ ΠΙΣΕΣ ΣΤΩΝ ΚΑΤΑΧΕΡΗ
ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ A.

ΕΝΑ FLIP FLOP Q ΓΙΑ ΝΑ ΚΡΑΤΑ ΤΟ ΒΙΤ ΤΟ
ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ.

ΟΤΑΝ ΤΟ ΡΟΛΟΙ ΟΛΙΣΘΑΙΝΕΙ ΤΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥΣ
ΠΡΕΠΕΙ ΤΟ FLIP FLOP Q ΝΑ ΦΟΡΤΩΝΕΙ
ΤΟ ΝΕΟ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ.

ΦΤΙΑΧΝΕ ΤΩΝ ΠΙΝΑΚΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.

ΕΙΣΤΕ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝ JK FLIP FLOP
ΦΤΙΑΧΝΕ ΠΙΝΑΚΑ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΓΙΑ F-F



ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΛΙΑΣ ΣΤΑΣΗ

ΕΙΣΟΔΟΙ

ΕΠΟΜΕΝΗ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

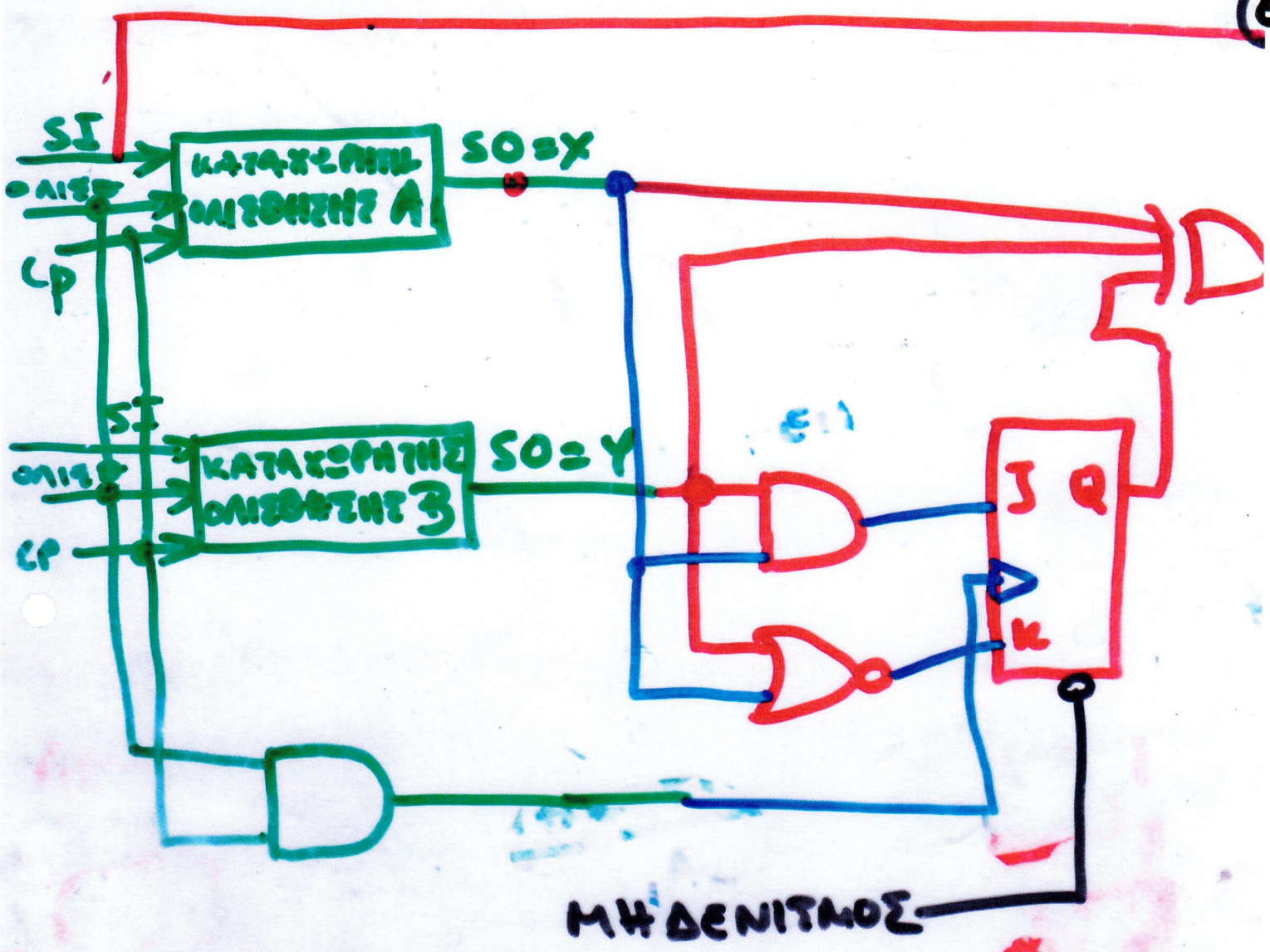
ΕΞΟΔΟΙ

ΕΙΣΟΔΟΙ ΤΩ
FLIP FLOPS

Q	x	y	Q	S	JQ	KQ
0	0	0	0	0	0	X
0	0	1	0	1	0	X
0	1	0	0	1	0	X
0	1	1	1	0	1	X
1	0	0	0	1	X	1
1	0	1	1	0	X	0
1	1	0	1	0	X	0
1	1	1	1	1	X	0

J-K FLIP-FLOP		J		K	
Q(t)	Q(t+1)	J	K	J	K
0	0	0	X	0	X
0	1	1	X	1	X
1	0	X	1	X	1
1	1	X	0	X	0

$JQ = XY$
 $KQ = X'Y'$
 $S = KY$

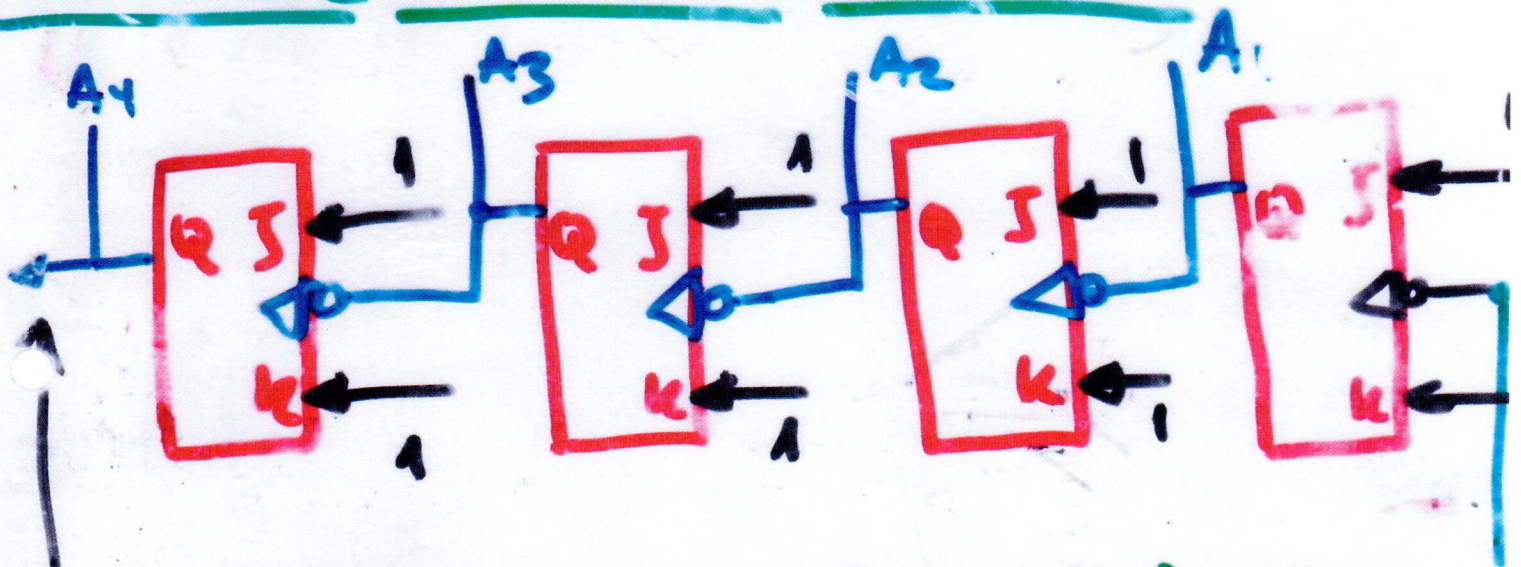


ΜΕΤΡΗΤΕΣ:

ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΡΙΠΗΣ: ΟΙ ΑΚΜΕΣ ΤΩΝ ΕΞΟΔΩΝ ΤΩΝ FLIP-FLOPS ΚΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΩΣ ΠΗΓΕΣ ΠΥΡΟΔΟΣΗΣ ΑΛΛΩΝ FLIP FLOPS

ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ: ΟΛΟΙ ΟΙ ΕΙΣΟΔΟΙ CP ΑΠΟ ΤΩΝ FLIP FLOPS ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΙΔΙΟΥΣ ΠΑΛΜΟΥΣ ΤΟΥ ΡΟΛΟΓΙΟΥ

ΔΥΑΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΙΠΗΣ



ΠΡΟΣ ΕΠΟΜΕΝΗ Η ΒΑΣΜΙΑ (ΟΤΑΝ CP ΑΠΟ 1-0) ΠΑΛΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΙ

$J=1 \quad K=1$

$Q(t) = 0$	$Q(t+1) = 1$
$Q(t) = 1$	$Q(t+1) = 0$

A₄ A₃ A₂ A₁

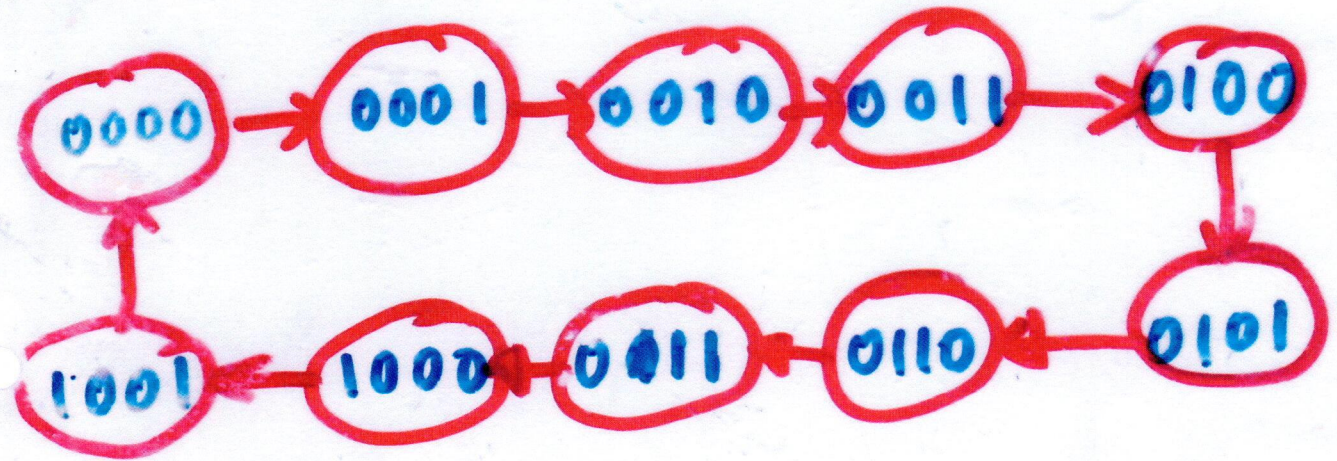
- 0 0 0 0 CP 0-1 ΑΡΑΑΝΤΙΣΤΡΕΦΕΙ Α₁
- 0 0 0 1 ΑΝΤΙΣΤΡ. Α₁ Α₁ 1 → 0 ⇒ Α₂ ΑΝΤΙΣΤΡ.
- 0 0 1 0 ΑΝΤΙΣΤΡ Α₁
- 0 0 1 1 ΑΝΤΙΣΤΡ Α₁, Α₁ 1 → 0 ⇒ Α₂ ΑΝΤΙΣΤΡ.
Α₂ 1 → 0 ⇒ Α₃ ΑΝΤΙΣΤΡ.
- 0 1 0 0 Α₁ ΑΝΤΙΣΤΡ.
- 0 1 0 1 Α₁ ΑΝΤΙΣΤΡ, Α₁ 1 → 0 ⇒ Α₂ ΑΝΤΙΣΤΡ.
- 0 1 1 0 Α₁ ΑΝΤΙΣΤΡ.
- 0 1 1 1 Α₁ ΑΝΤΙΣΤΡ Α₁ 1 → 0 ⇒ Α₂ ΑΝΤΙΣΤΡ Α₂ 1 → 0 ⇒ Α₃ ΑΝΤΙΣΤΡ Α₃ 1 → 0 ⇒ Α₄ ΑΝΤΙΣΤΡ.

1 0 0 0 ΚΟΛ.

ΕΝΑΣ ΔΥΑΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ (9)
 ΠΡΟΣ-ΤΑ-ΚΑΤΕ ΒΗΝΑΙ Ο ΙΔΙΟΣ ΜΕ ΤΟΝ
 ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΜΟΝΟ ΠΟΥ ΟΛΑ ΤΑ FLIP
 FLOPS ΠΥΡΟΔΟ ΤΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΤΙΚΗ
 ΑΚΜΗ ΤΟΥ ΡΟΛΟΓΙΟΥ 0 → 1
 ΜΕΤΑΒΑΣΗ. ΓΙΑΤΙ?

ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΙΠΗΣ BCD

ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ 4 FLIP FLOPS - ΓΙΑ ΤΗΝ
 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ 10 ΔΕΚΑΔΙΚΩΝ ΨΗΦΙΩΝ



ΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΡΙΠΗΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΕΥΓΚΡΩΝΑ
 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΕΝ ΑΠΟΔΟΧΙΘΟΥΝ ΤΟΥΣ
 ΓΕΝΙΚΟΥΣ ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
 ΓΙΑ ΚΑΘΟ ΤΕΛΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΡΕΠΑΙΝΑ
 ΣΦΕΥΡΕΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΠΟ ΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ .

ΠΑΛΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

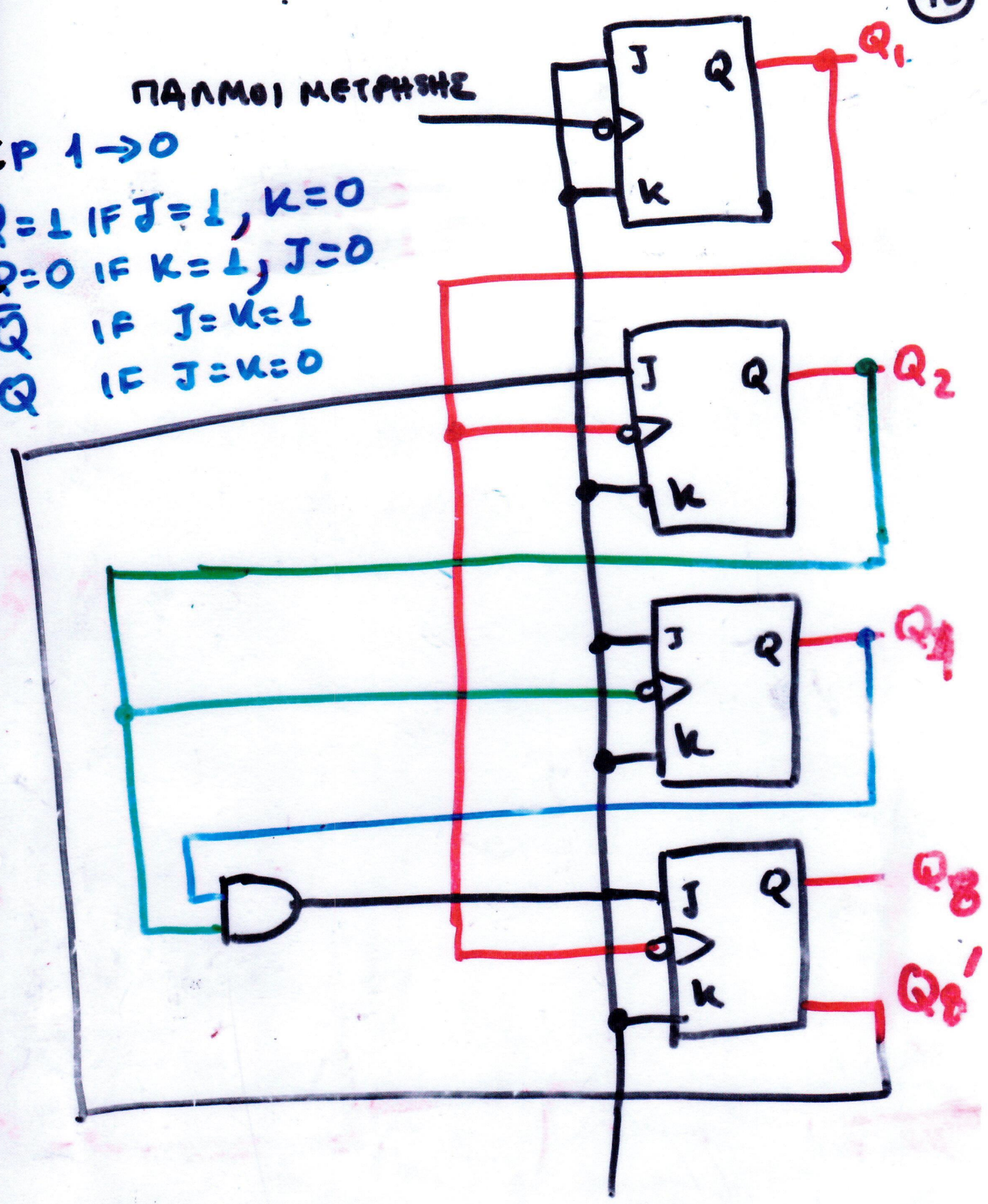
CP 1 → 0

$Q = 1$ IF $J = 1, K = 0$

$Q = 0$ IF $K = 1, J = 0$

\bar{Q} IF $J = K = 1$

Q IF $J = K = 0$



ΛΟΓΙΣΜΟΣ ↓

1. Q_1 ΑΝΤΙΣΤΡΕΦΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΑΚΜΗ ΚΑΘΕ ΠΛΑΙΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ. (11)

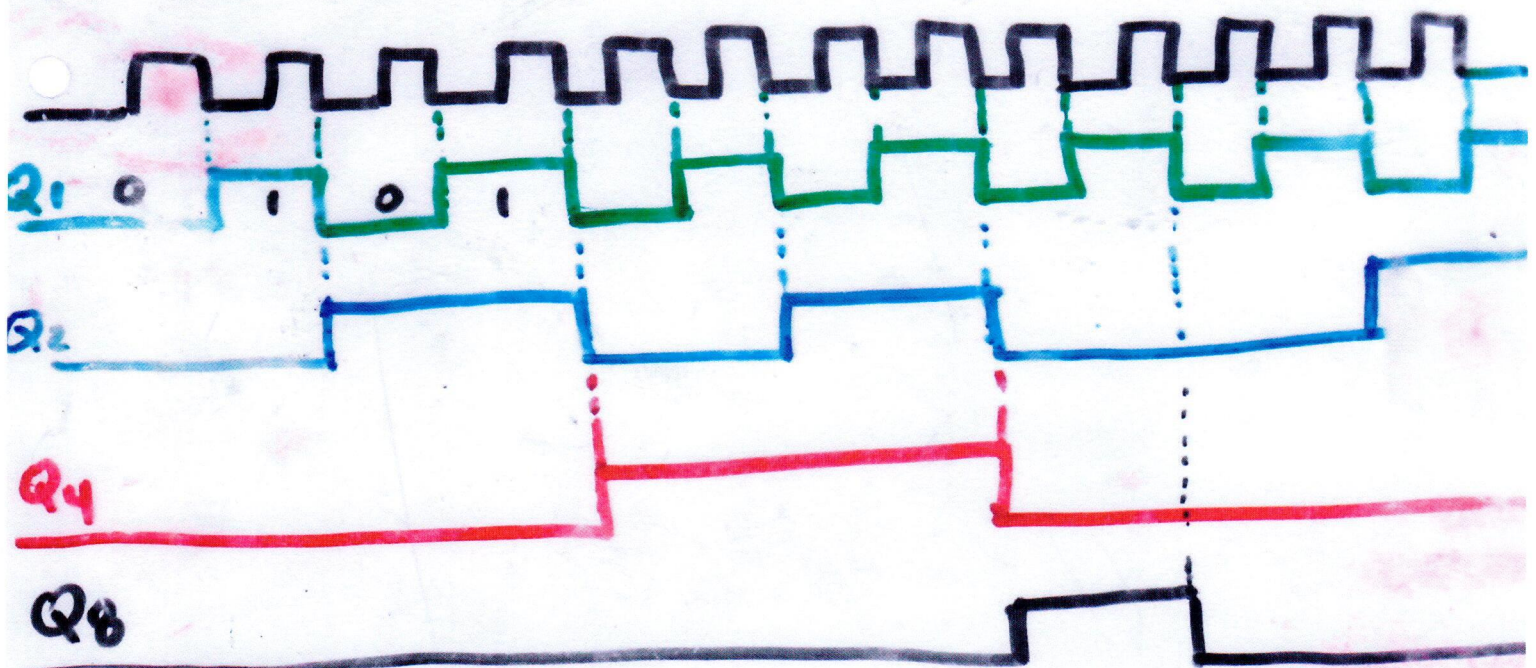
2. Q_2 ΑΝΤΙΣΤΡΕΦΕΤΑΙ ΕΑΝ $Q_8 = 0$ ΚΑΙ Q_1 ΠΕΦΤΕΙ ΑΠΟ $1 \rightarrow 0$.

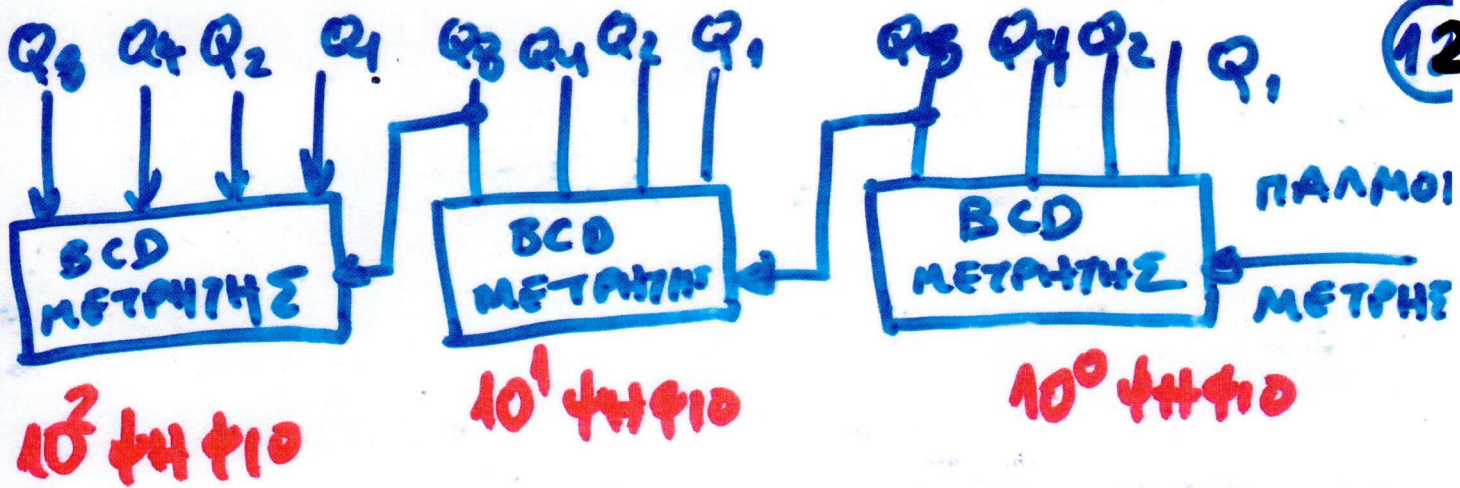
Q_2 ΜΗΔΕΝΙΖΕΤΑΙ ΕΑΝ $Q_8 = 1$ ΚΑΙ Q_1 ΠΕΦΤΕΙ ΑΠΟ $1 \rightarrow 0$.

3. Q_4 ΑΝΤΙΣΤΡΕΦΕΤΑΙ ΟΤΑΝ Q_2 ΠΕΦΤΕΙ ΑΠΟ $1 \rightarrow 0$

4. Q_8 ΑΝΤΙΣΤΡΕΦΕΤΑΙ ΟΤΑΝ $Q_4 Q_2 = 1$ ΚΑΙ $Q_1 = 1 \rightarrow 0$.

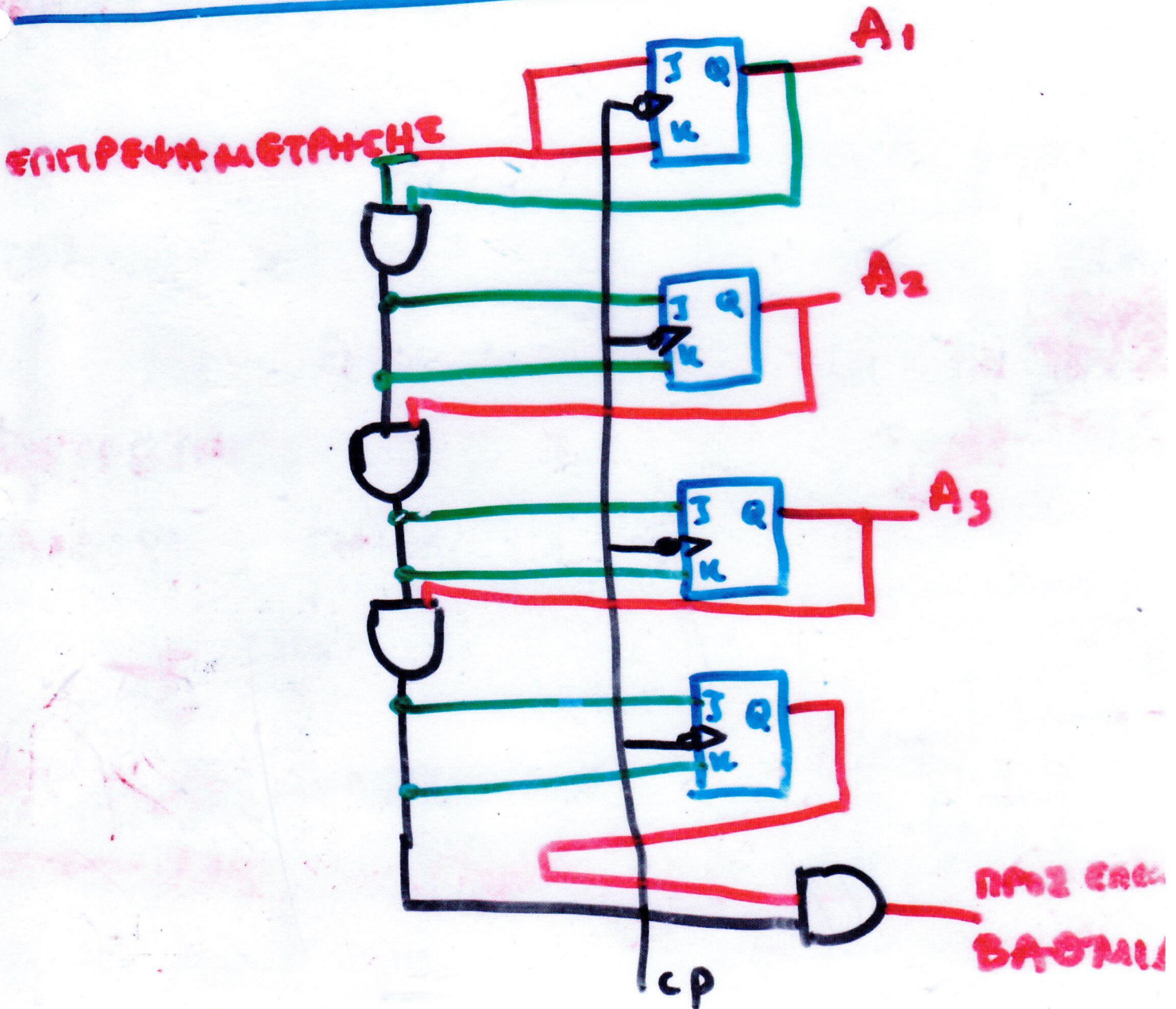
Q_8 ΜΗΔΕΝΙΖΕΤΑΙ ΟΤΑΝ $Q_4 \dot{\eta} Q_2 = 0$ ΚΑΙ Q_1 ΠΕΦΤΕΙ $1 \rightarrow 0$





BCD ΔΕΚΑΔΙΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ 3 ΨΗΦΙΩΝ.

ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ-ΜΕΤΡΗΤΕΣ



ΣΕ ΚΑΘΕ ΒΑΘΜΙΔΑ ΟΤΑΝ ΕΡΧΕΤΑΙ Ο ΠΑΛΜΟΣ ⁽¹³⁾
ΤΟ FLIP-FLOP ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΑΣΤΡΑΦΕΙ
ΕΑΝ ΟΛΑ ΤΑ BITS ΤΩΝ ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΣΗ-
ΜΑΝΤΙΧΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΕΙΝΑΙ 1,
ΕΦ' ΟΣΟΝ ΟΛΑ ΑΥΤΑ ΕΙΝΑΙ 1, ΤΟΤΕ ΣΤΟΝ
ΕΠΟΜΕΝΟ ΠΑΛΜΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΥΤΑ ΘΑ
ΑΛΛΑΞΟΥΝ ΣΕ 0.



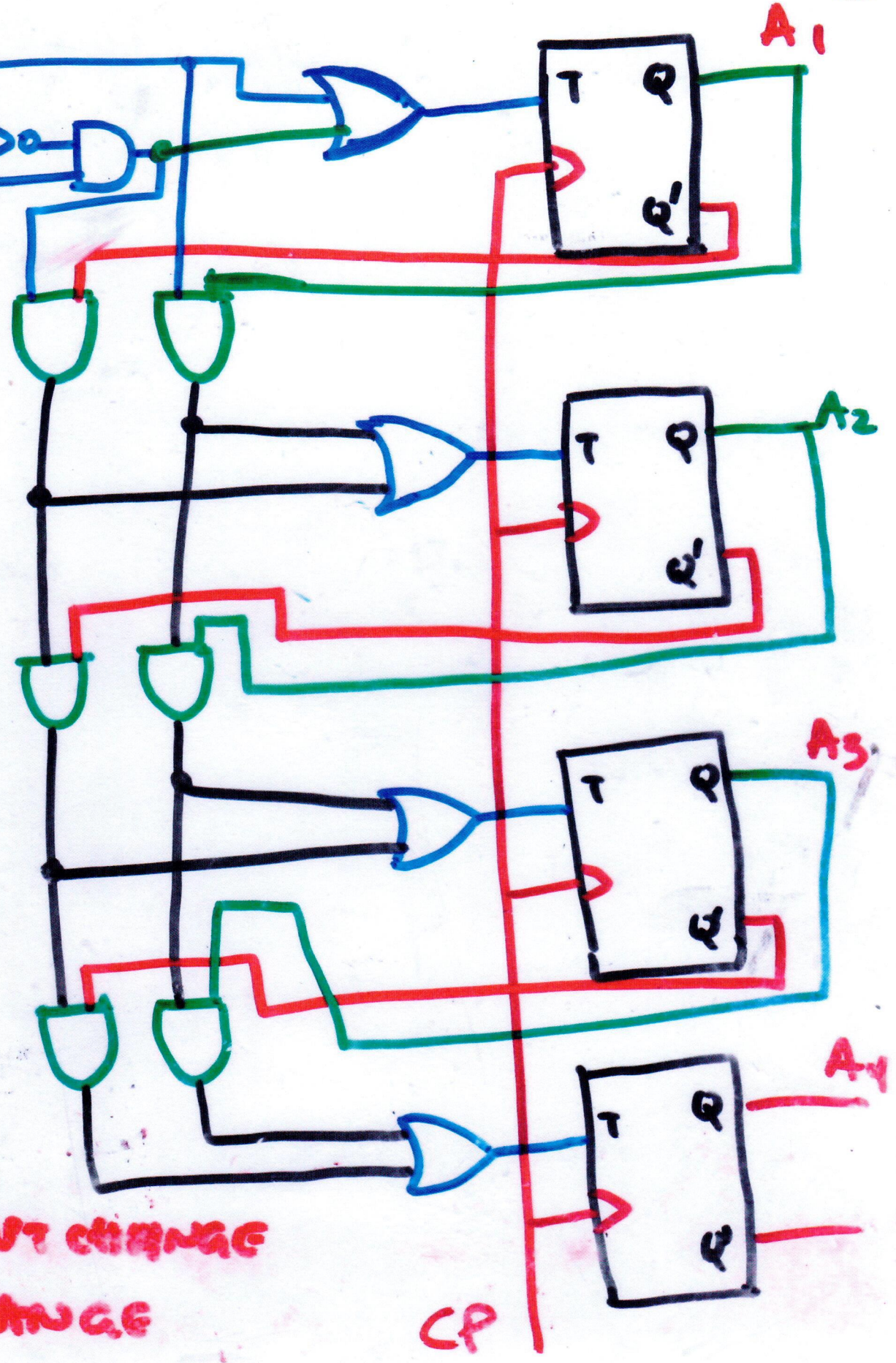
ΣΤΟ ΣΧΗΜΑ ΟΛΑ ΤΑ FLIP FLOPS ΜΠΟΡΟΥΝ
ΤΟΥΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΑΚΜΗ ΤΩΝ
ΠΑΛΜΩΝ. ΑΥΤΟ ΗΤΑΝ ΒΑΣΙΚΟ ΓΙΑ ΤΟΥΣ
ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΡΙΠΗΣ ΕΝΩ ΔΕΝ ΕΚΕΙ
ΙΔΙΑΙΤΕΡΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ
ΣΥΝΧΡΟΝΟΥΣ ΜΕΤΡΗΤΕΣ.

ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΠΑΝΩ-ΚΑΤΩ.

14

ΠΑΝΩ

ΚΑΤΩ



T=0 DON'T CHANGE
T=1 CHANGE

CP

ΜΕΤΡΗΣΗ BCD.

(15)

ΠΑΡΟΥΣΙΑ

ΕΠΟΜΕΝΗ

ΕΞΟΔΟΣ

ΕΙΣΟΔΟΣ

FF

Q_8	Q_4	Q_2	Q_1	Q_8	Q_4	Q_2	Q_1	Y	TQ_8	TQ_4	TQ_2	TQ_1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1

$$TQ_1 = 1$$

$$TQ_2 = Q_8' Q_1$$

$$TQ_4 = Q_2 Q_1$$

$$TQ_8 = Q_8 Q_1 + Q_4 Q_2 Q_1$$

Y: ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ

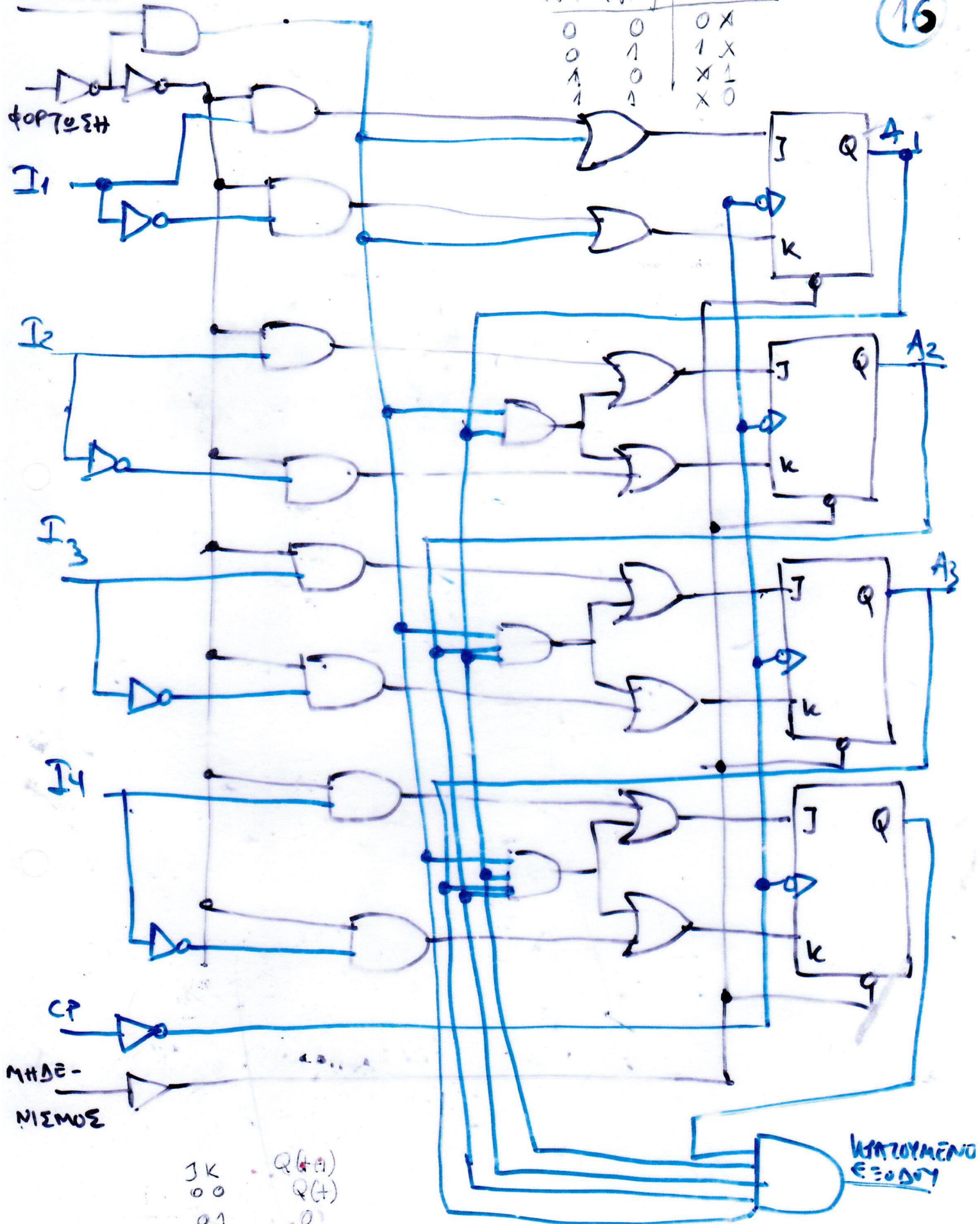
ΕΠΟΜΕΝΗΣ - ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΗΣ ΔΕΚΑΔΑΣ

ΔΥΑΔΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΣΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΦΟΡΤΟΣΗΣ

ΜΕΤΡΗΣΗ

$Q(t)$	$Q(t+1)$	J K
0	0	0 X
0	1	1 X
1	0	X 1
1	1	X 0

16



ΦΟΡΤΟΣΗ

I_1

I_2

I_3

I_4

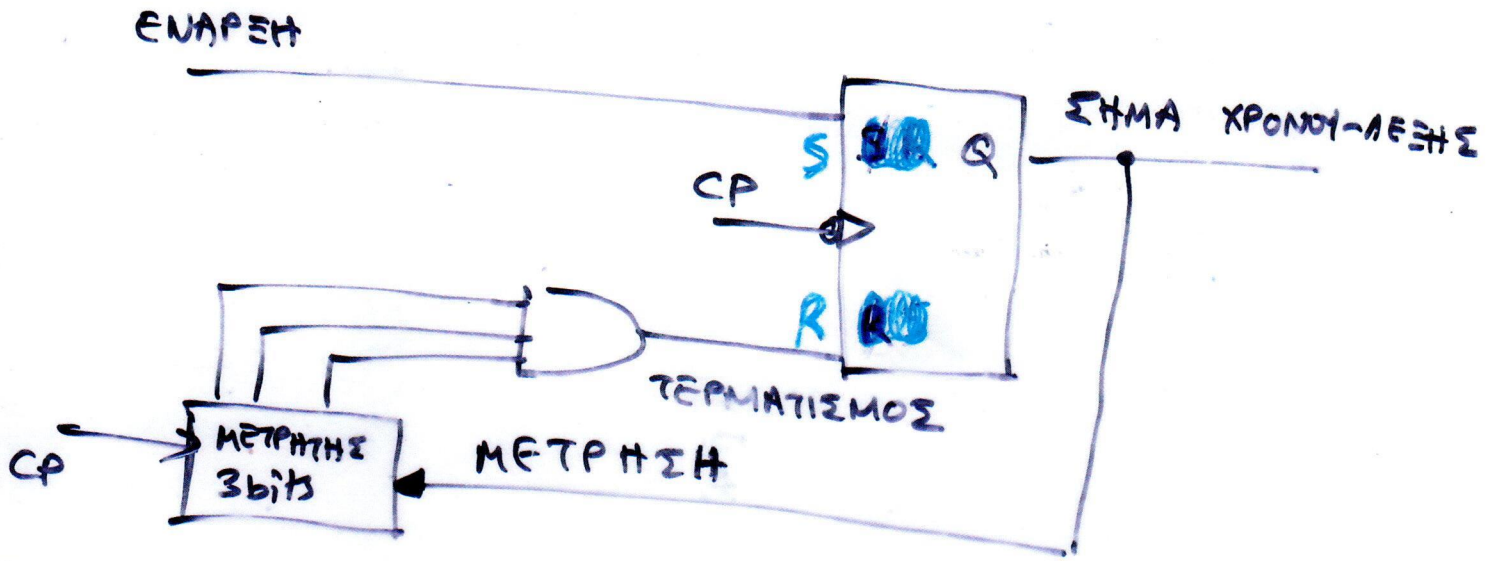
CP

ΜΗΔΕ-ΝΙΣΜΟΣ

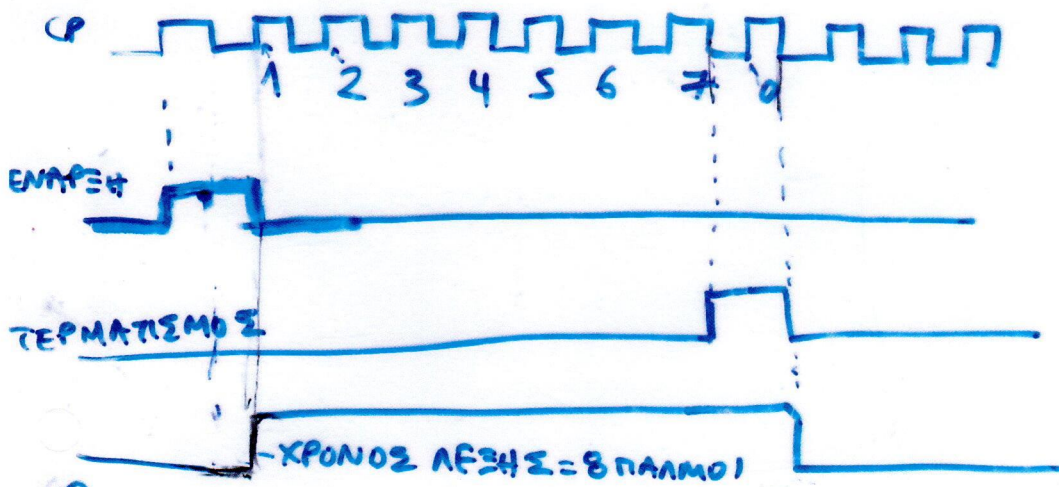
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ

J K	$Q(t+1)$
0 0	$Q(t)$
0 1	0
1 0	1
1 1	$Q'(t)$

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΡΟΝΟΥ-ΛΕΞΗΣ.

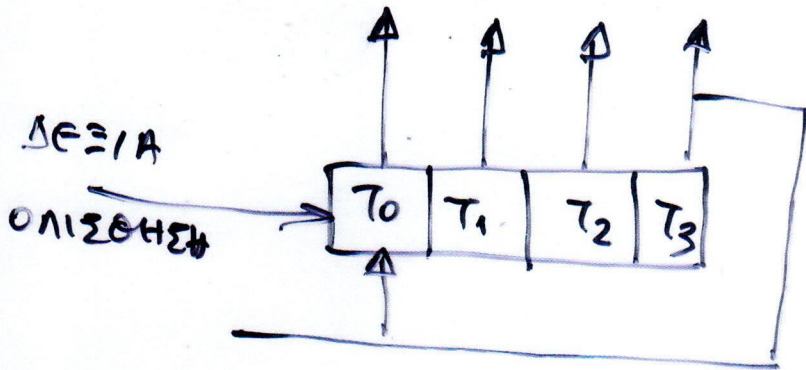


Q(t)	Q(t+1)	S	R
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

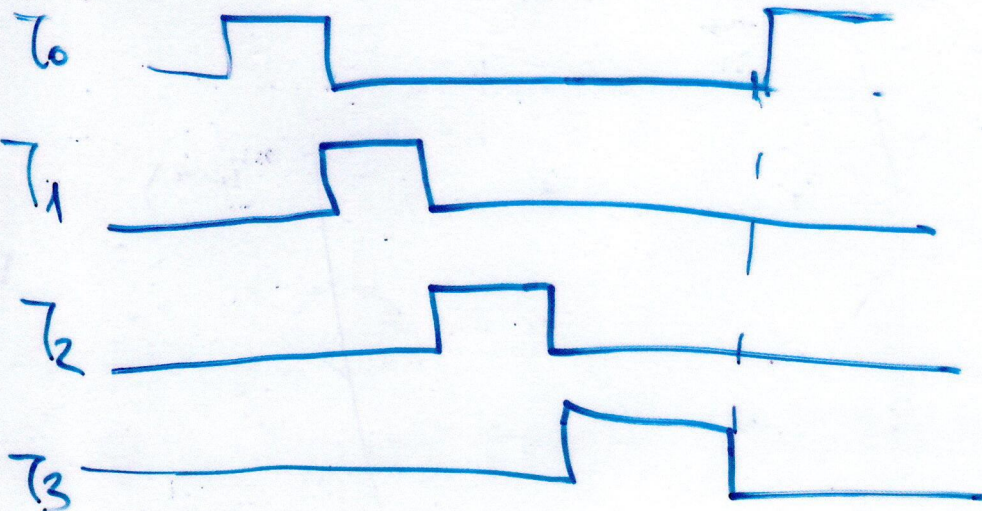
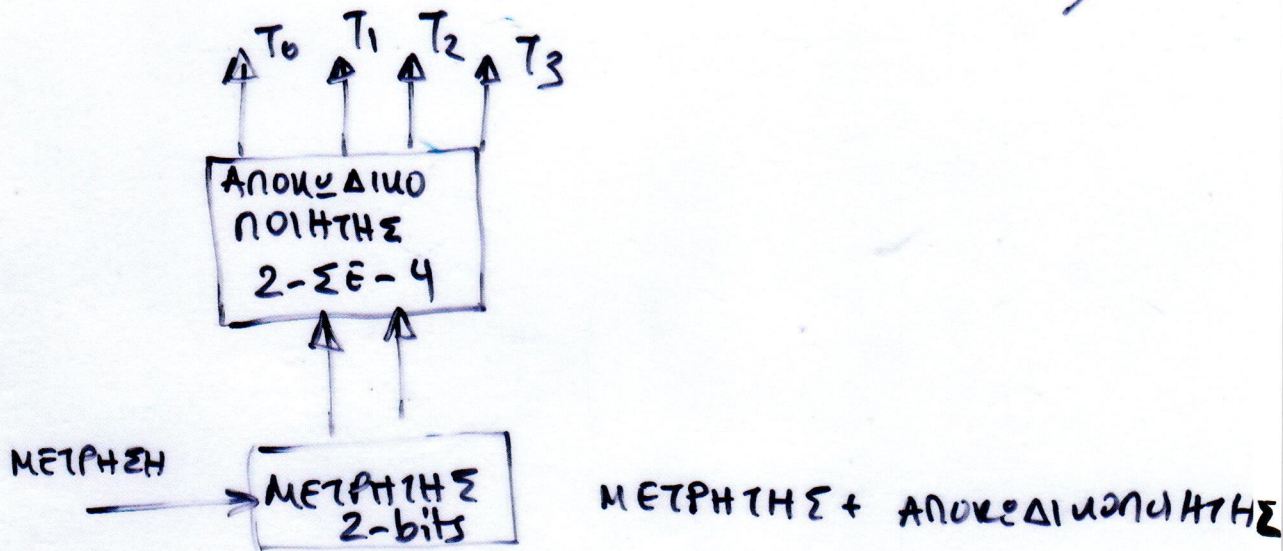


Q. ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΕΝΕΡΓΟ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΠΑΛΜΩΝ ΡΟΛΟΓΙΟΥ ΙΣΟ ΜΕ 8 (ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ BITS ΣΥΟΥΣ ΚΑΤΑΧΕΡΗΤΕΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ).

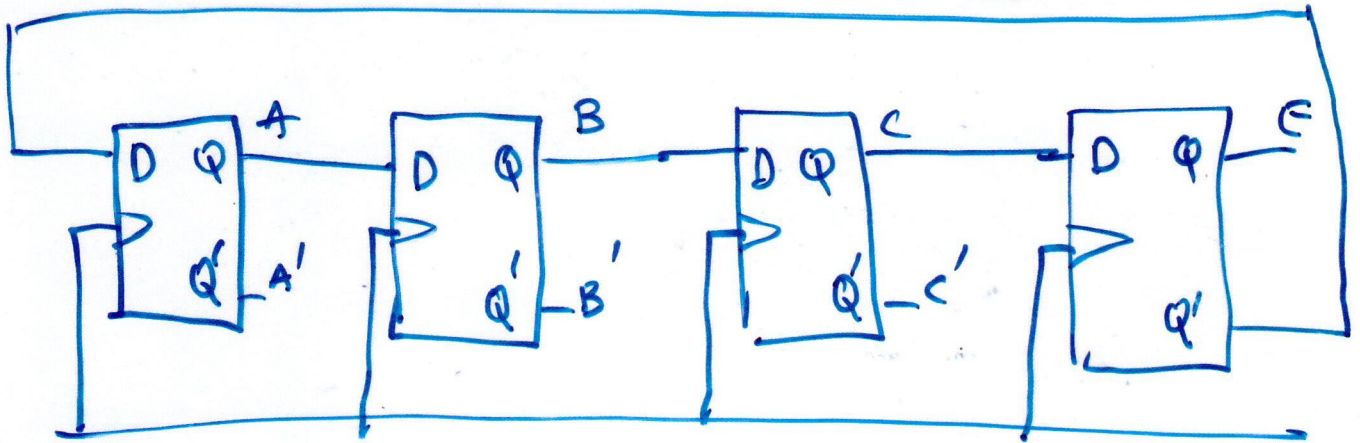
ΣΗΜΑΤΑ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ.



ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ (αρχική τιμή 1000)



2ⁿ κύκλοι χρονικού



ΤΕΤΡΑΜΠΙΤΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΟΥΡΑΣ

ΔΥΞΟΝ
ΑΡΙΘΜΟΣ

ΕΞΟΔΟΙ FLIP-FLOPS

ΠΥΛΗ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΞΟΔΩΝ

	A	B	C	E	
1	0	0	0	0	A'E'
2	1	0	0	0	AB'
3	1	1	0	0	BC'
4	1	1	1	0	CE'
5	1	1	1	1	AE
6	0	1	1	1	A'B
7	0	0	1	1	B'C
8	0	0	0	1	C'E

ΚΑΘΕ ΠΥΛΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΜΙΑ ΜΟΝΟ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

→ 8 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΠΑΛΜΟΙ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ!