



ΘΗΨ3

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Επανάληψη Α' Τετραμήνου



Επανάληψη Α Τετράμηνου



1. Φλίπ- Φλόπς
 - i. SR - FF
 - ii. JK - FF
 - iii. D - FF
 - iv. T - FF

2. Κυκλώματα παραγωγής και διαμόρφωσης παλμών
 - i. Μονοσταθής Πολυδομητής
 - ii. Ασταθής πολυδομητής
 - iii. Κύκλωμα σκανδάλης Σμιδ

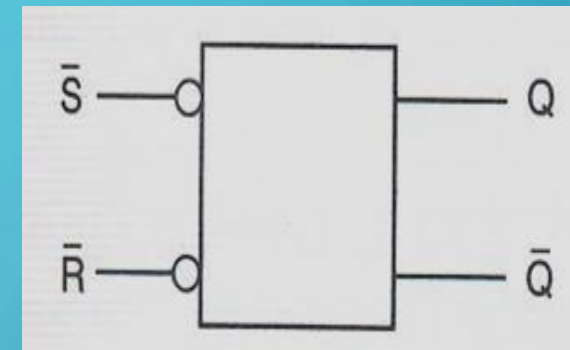
3. Απαριθμητές (Προς τα πάνω ή προς τα κάτω)
 - i. Ασύγχρονοι (Δυαδικοί – Δεκαδικοί)
 - ii. Σύγχρονοι

4. Καταχωρητές – Ολισθητές
 - i. SISO – SIPO – PISO – PIPO
 - ii. Κυκλικός Ολισθητής – Κυκλικός Απαριθμητής – Απαριθμητής Johnson

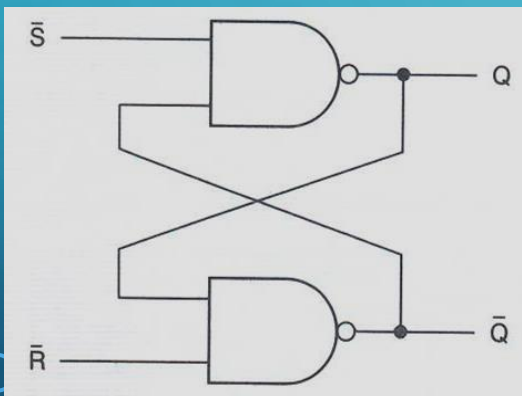


Ασύγχρονα FFs - SR NAND FF

- Το NAND - FF είναι ακολουθιακό κύκλωμα.
- Έχει δύο εισόδους S (Set), R(Reset)
- Ενεργοποιείται στο λογικό 0 – active low)
- Έχει δύο συμπληρωματικές μεταξύ τους εξόδους Q, \bar{Q} .



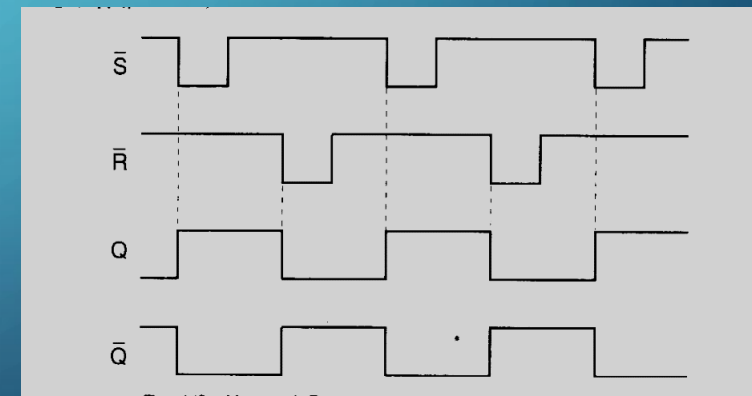
Σύμβολο



Λογικό κύκλωμα

Είσοδοι		Έξοδοι		
\bar{S}	\bar{R}	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	1	1	Απαγορευμένη
0	1	1	0	SET
1	0	0	1	RESET
1	1	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY

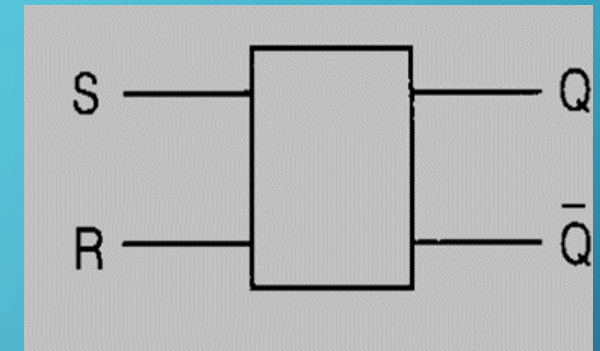
Πίνακας αληθείας



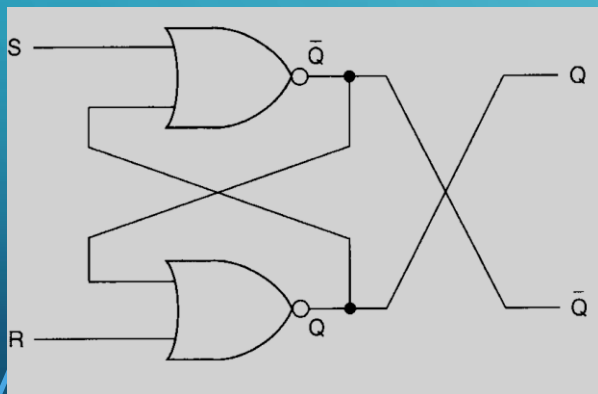
Χρονικά διαγράμματα

Ασύγχρονα FFs - SR NOR FF

- Το NOR - FF είναι ακολουθιακό κύκλωμα.
- Έχει δύο εισόδους S (Set), R(Reset)
- Ενεργοποιείται στο λογικό 1 – active High)
- Έχει δύο συμπληρωματικές μεταξύ τους εξόδους Q, \bar{Q} .



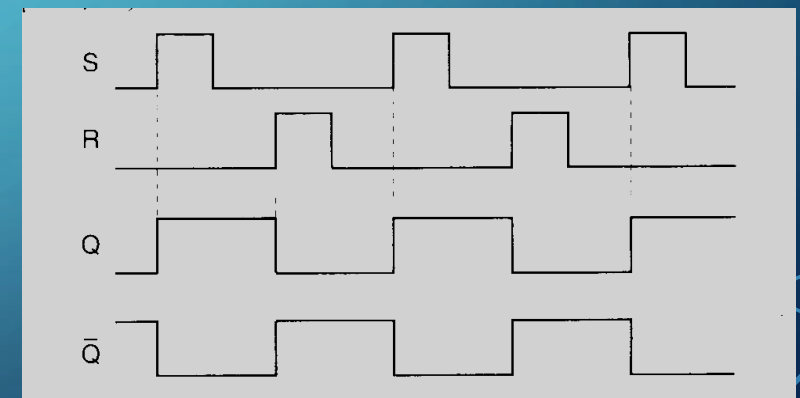
Σύμβολο



Λογικό κύκλωμα

Είσοδοι		Έξοδοι		
S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
0	1	0	1	RESET
1	0	1	0	SET
1	1	0	0	Απαγορευμένη

Πίνακας αληθείας

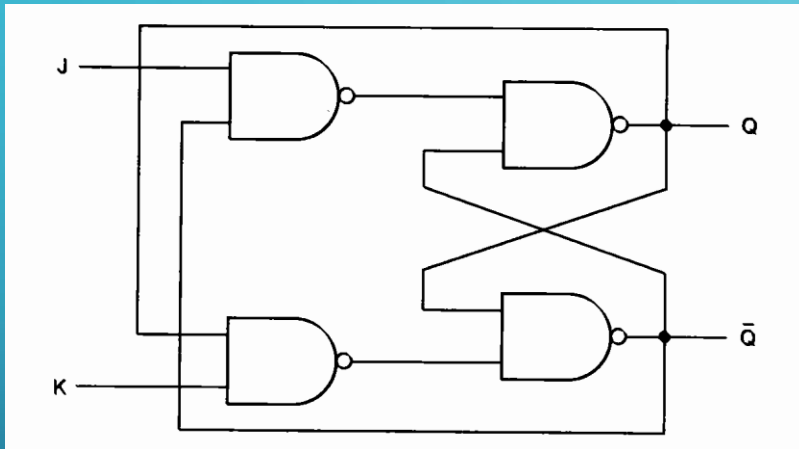


Χρονικά διαγράμματα

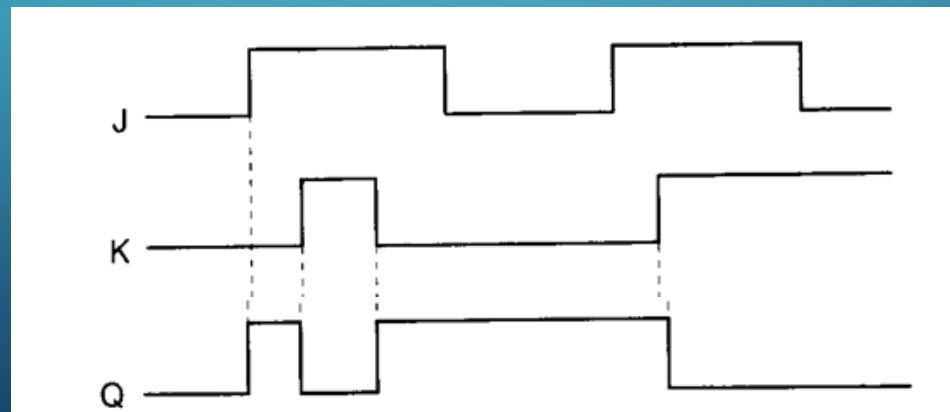
Ασύγχρονο JK - FF

Λογικό κύκλωμα και πίνακας αληθείας ασύγχρονου JK-FF με πύλες NAND

Το JK-FF δεν έχει την απαγορευμένη κατάσταση αλλά όταν $J=K=1$ τότε οι έξοδοι του FF αλλάζουν κατάσταση (από "0" σε "1" και αντιστρόφως) Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **εναλλαγή (TOGGLE)**.

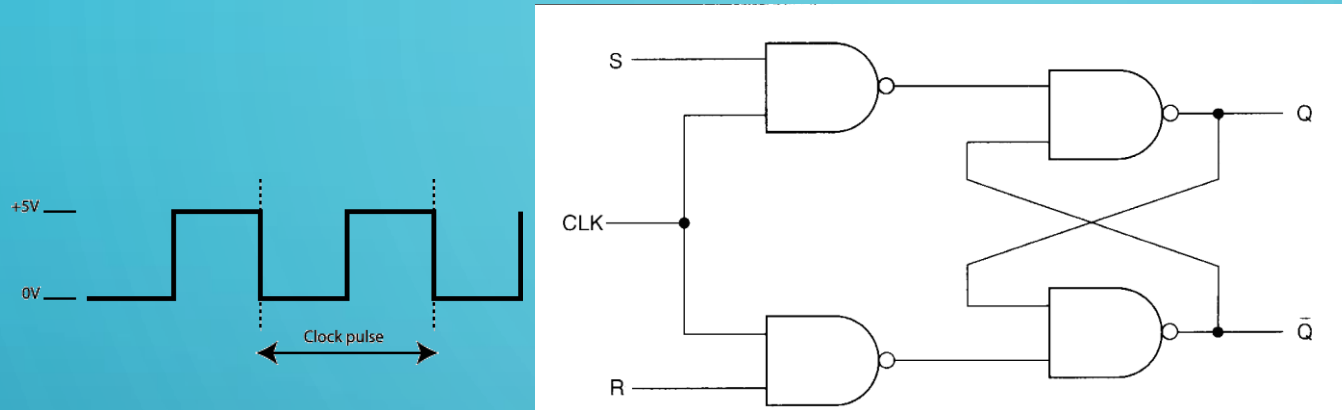


Είσοδοι		Έξοδοι		
J	K	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
0	1	0	1	RESET
1	0	1	0	SET
1	1	\bar{Q}_n	Q_n	TOGGLE



Χρονιζόμενο SR NAND – FF

Λογικό κύκλωμα και πίνακας αληθείας χρονιζόμενου SR NAND - FF

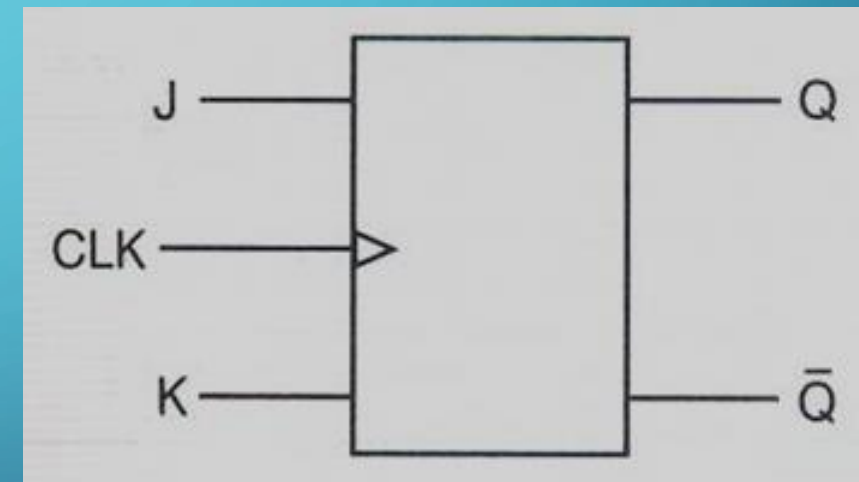
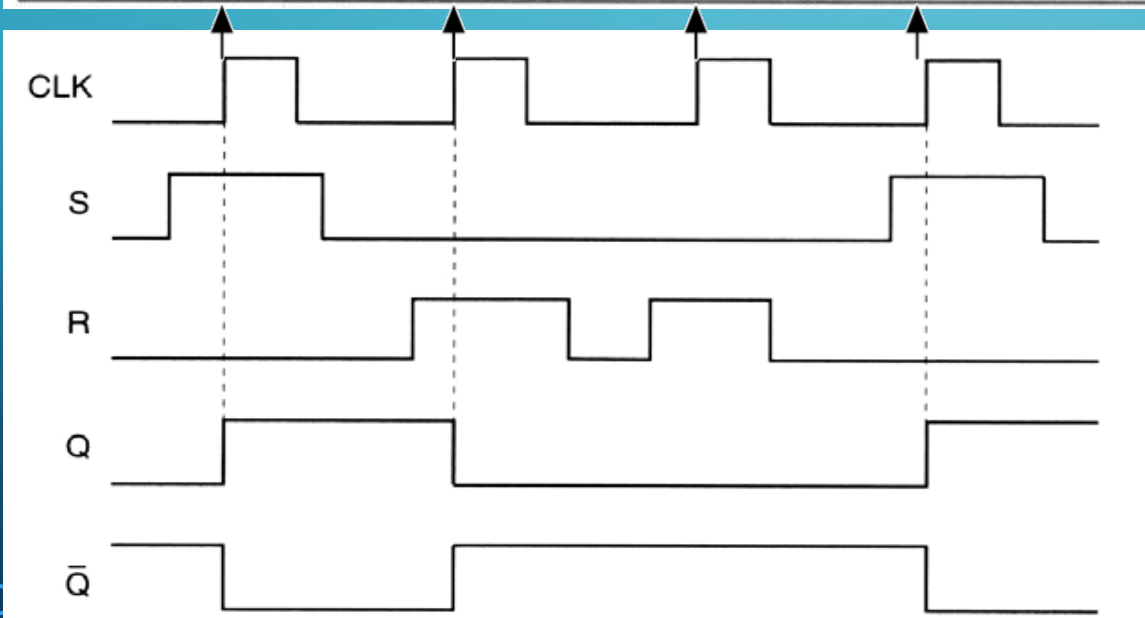


Είσοδοι			Έξοδοι		
CLK	S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	X	X	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
1	0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
1	0	1	0	1	RESET
1	1	0	1	0	SET
1	1	1	–	–	Απροσδιόριστη

Χρονιζόμενο JK-FF στα θετικά μέτωπα των παλμών του CLK

- Πίνακας διέγερσης JK-FF με χρονισμό στα θετικά μέτωπα του CLK

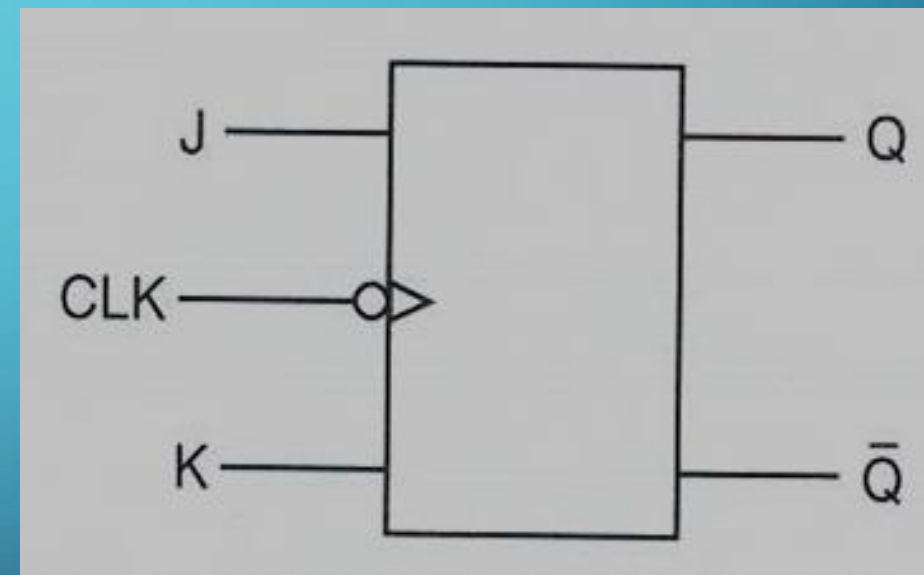
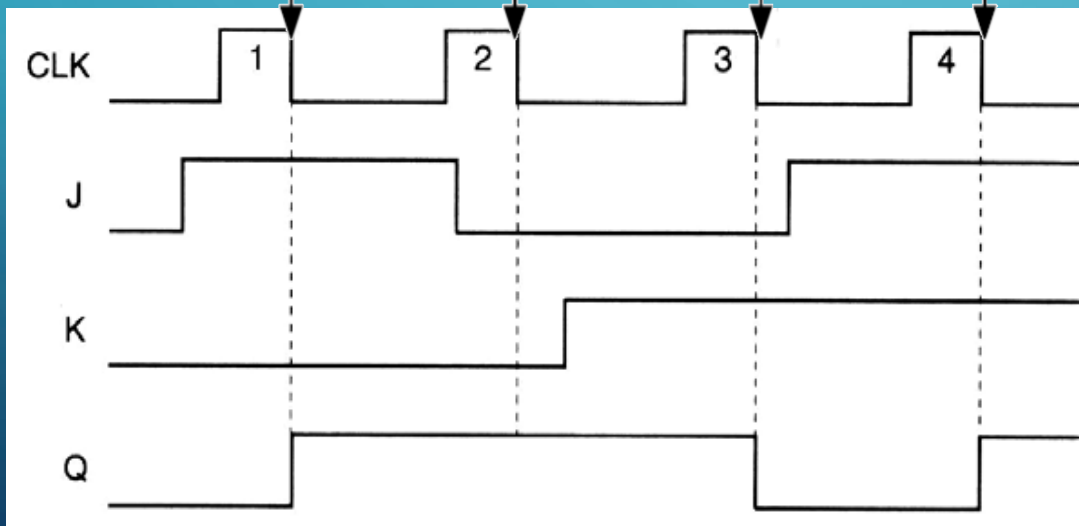
Είσοδοι			Έξοδοι		
CLK	J	K	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
X	0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
↑	0	1	0	1	RESET
↑	1	0	1	0	SET
↑	1	1	\bar{Q}_n	Q_n	TOGGLE



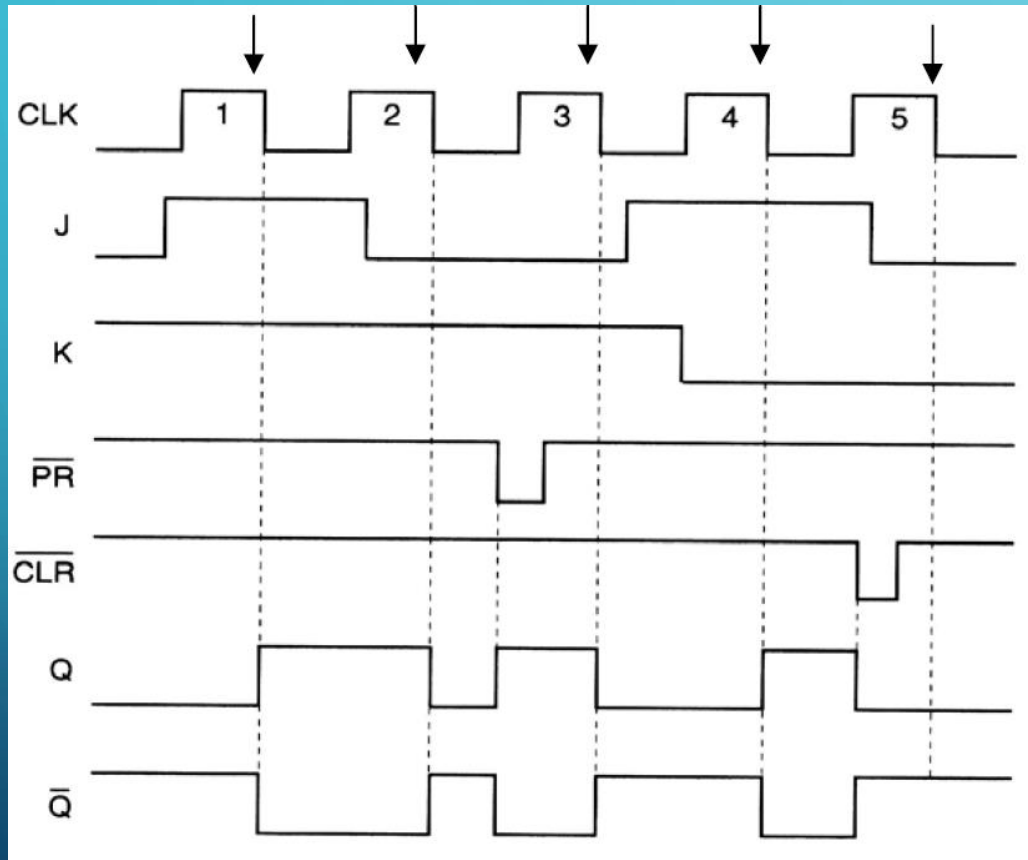
JK-FF με χρονισμό στα αρνητικά μέτωπα του CLK

Πίνακας διέγερσης (λειτουργίας)

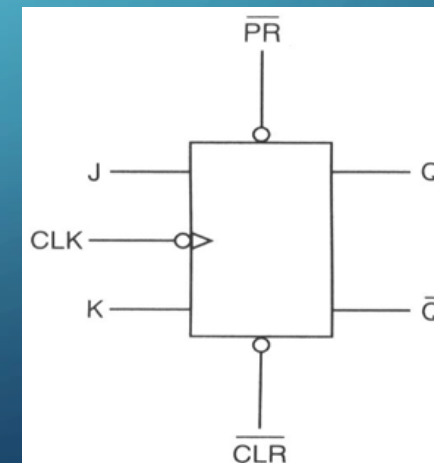
Είσοδοι			Έξοδοι		
CLK	J	K	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
X	0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
↓	0	1	0	1	RESET
↓	1	0	1	0	SET
↓	1	1	\bar{Q}_n	Q_n	TOGGLE



Πίνακας αληθείας JK-FF με PRESET και CLEAR



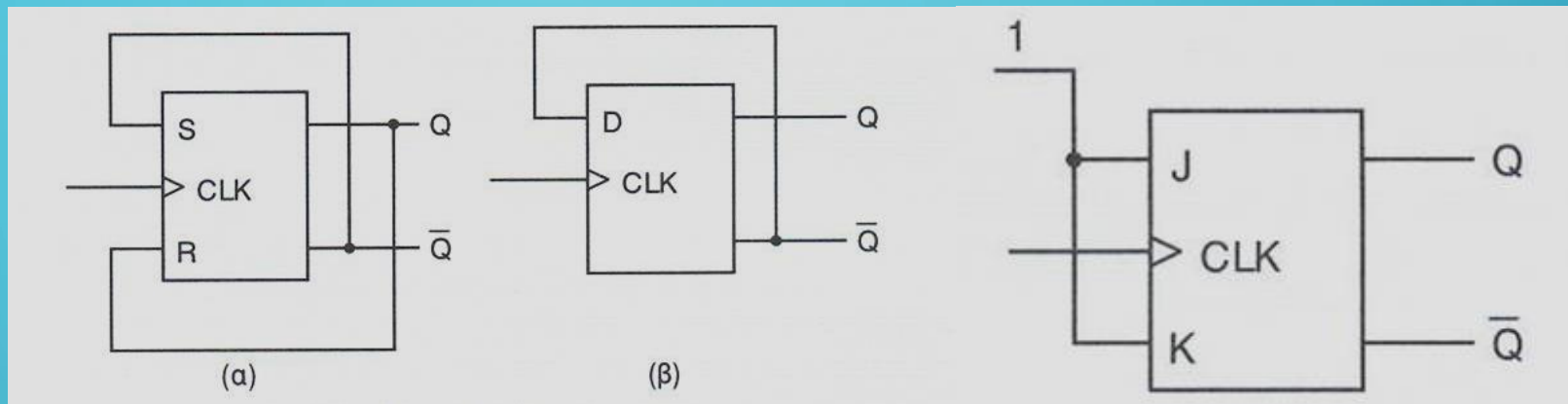
Είσοδοι					Έξοδοι		
\overline{PR}	\overline{CLR}	CLK	J	K	Q_{n+1}	\overline{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	1	X	X	X	1	0	PRESET
1	0	X	X	X	0	1	CLEAR
0	0	X	X	X	-	-	Απροσδιόριστη
1	1	↓	0	0	Q_n	\overline{Q}_n	MEMORY
1	1	↓	0	1	0	1	RESET
1	1	↓	1	0	1	0	SET
1	1	↓	1	1	\overline{Q}_n	Q_n	TOGGLE



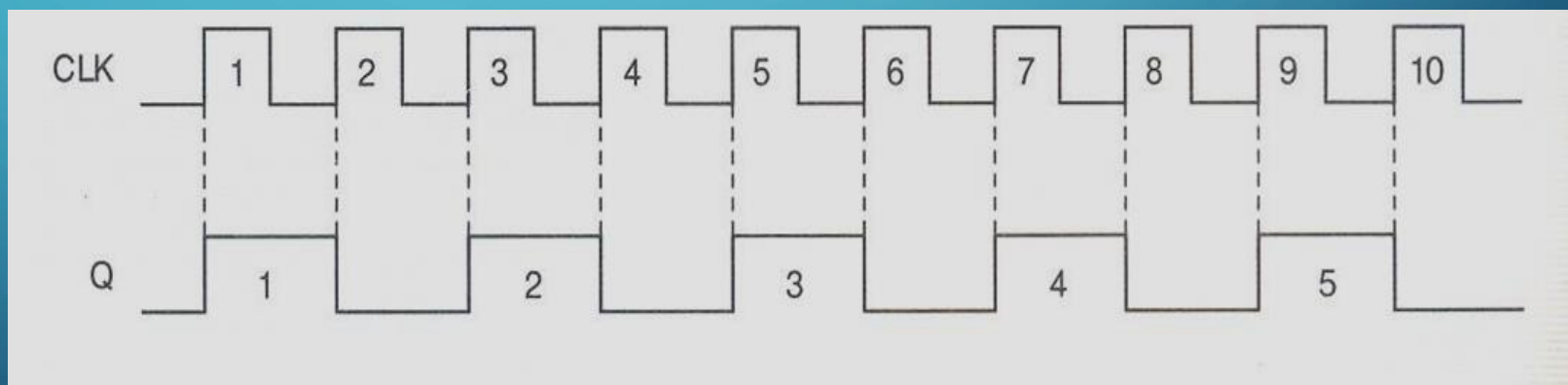
T FF (TOGGLE FLIP-FLOP)

SR-FF, D-FF, JK-FF που λειτουργούν ως T-FF

Συνήθως κατασκευάζεται από το JK-FF όπου οι είσοδοι $J=K=1$ με αποτέλεσμα να λειτουργεί πάντα στην κατάσταση **TOGGLE**. Όταν το $J=K=0$ τότε το FF παραμένει στην κατάσταση MEMORY.



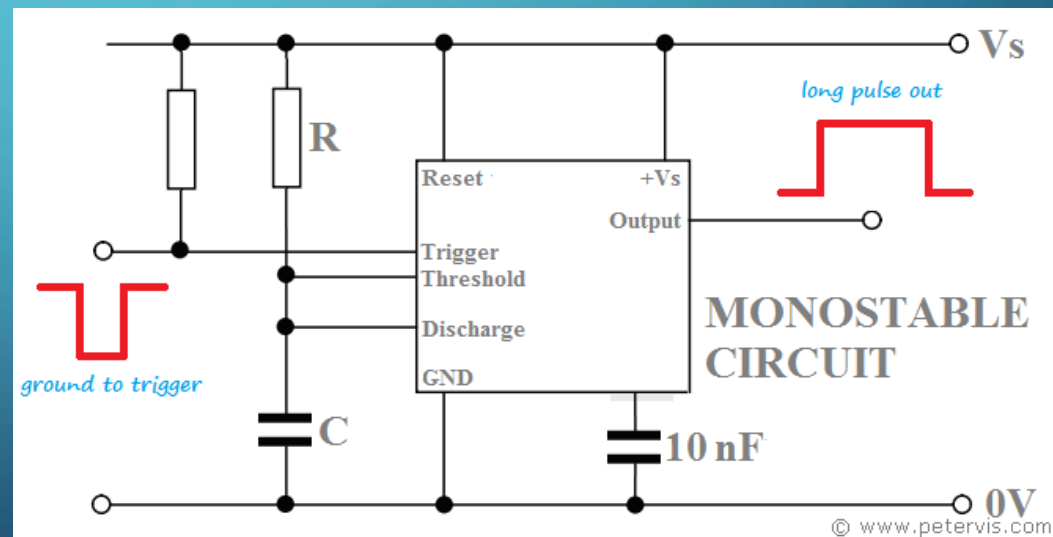
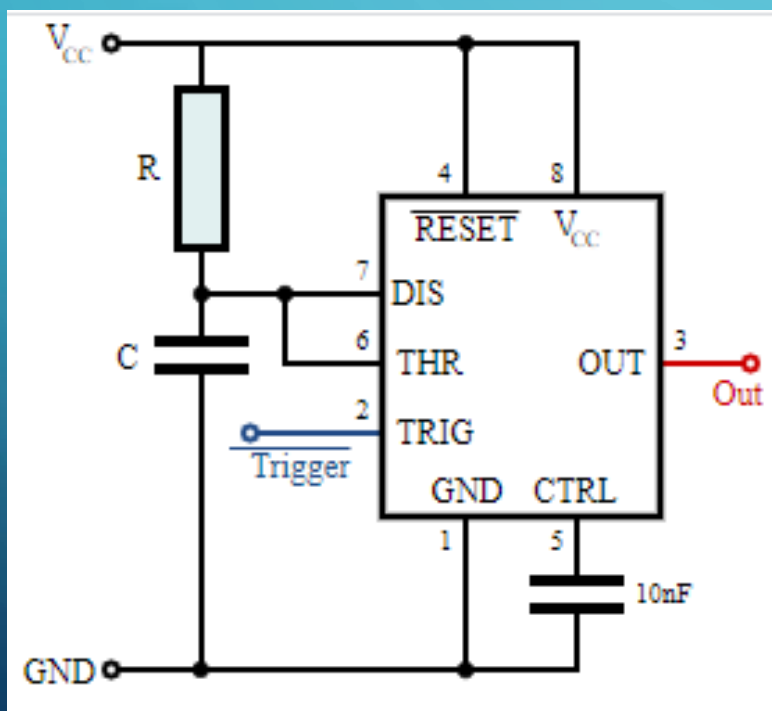
Το Toggle FF είναι ένας διαιρέτης συχνότητας δια 2



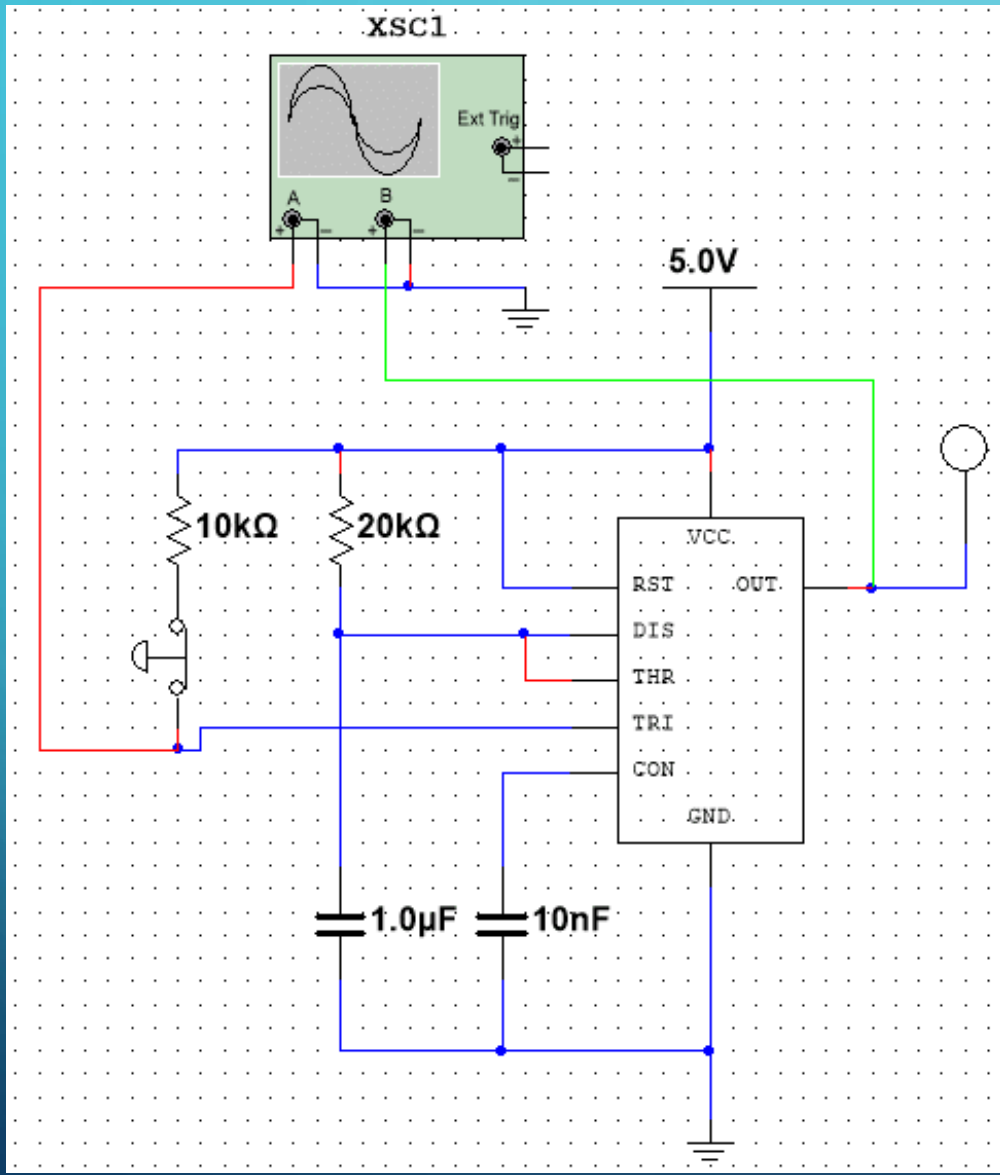
Μονοσταθής Πολυδονητής

Χρόνος διέγερσης ή λειτουργίας: είναι ο χρόνος που παραμένει ο πολυδονητής στη μη σταθερή του κατάσταση και συνήθως εξαρτάται από μια αντίσταση και ένα πυκνωτή που συνδέονται **εξωτερικά** του ολοκληρωμένου κυκλώματος και υπολογίζεται από δοσμένη σχέση.

Πχ για το NE555: $t = 1,1RC$ ενώ για το IC74121: $t = 0,69 RC$

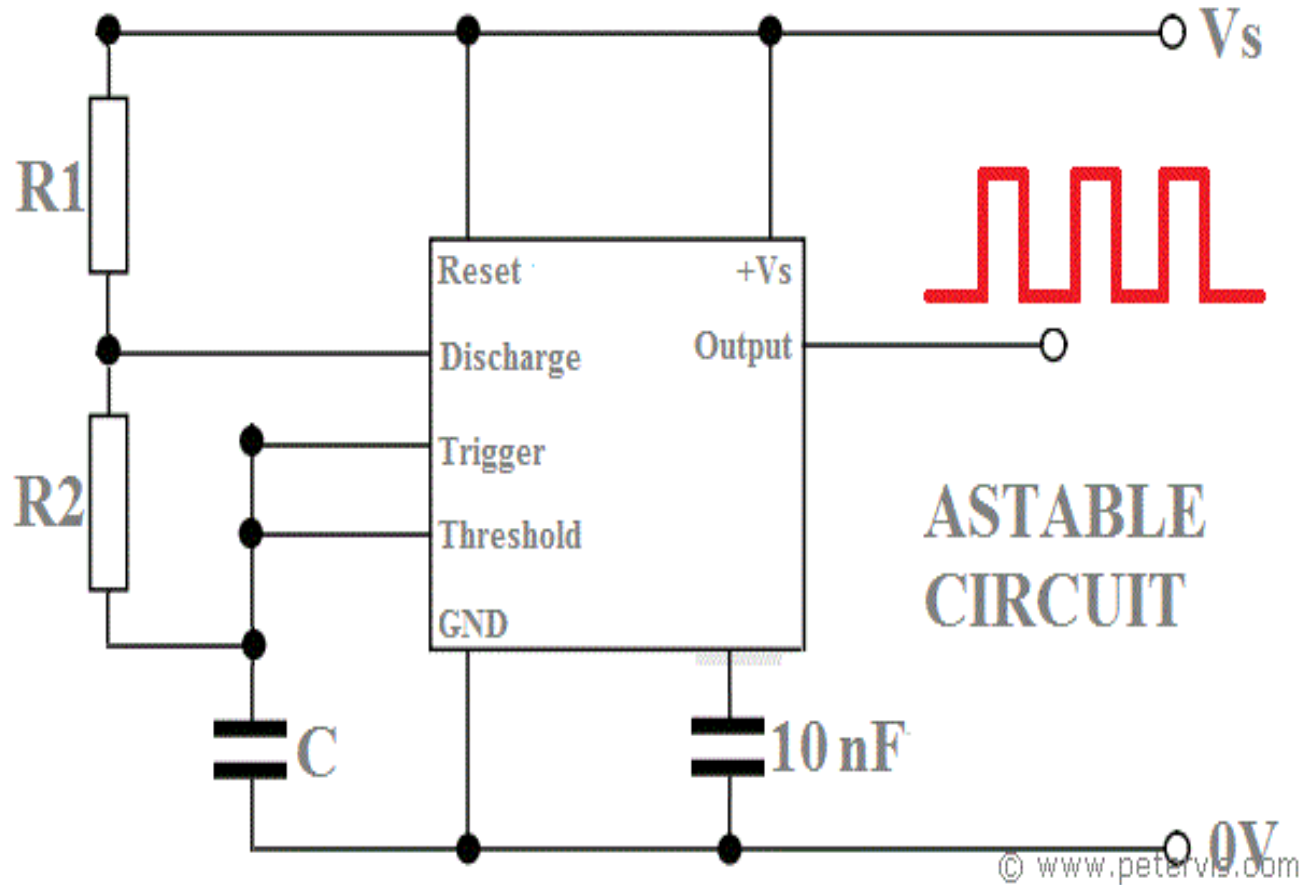


Κυκλώματα μονοσταθών πολυδονητών IC555



$$t = 1,1 RC$$

Κυκλώματα Ασταθούς Πολυδονητή NE555



$$T = t_H + t_L \\ = 0,693(R_1 + 2R_2)C$$

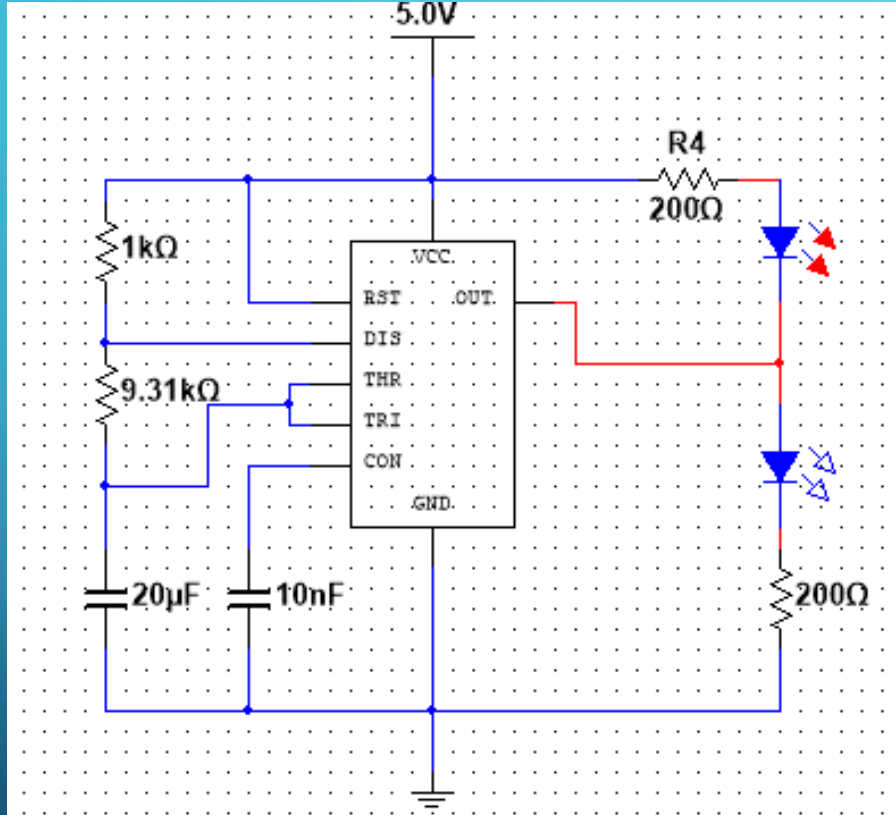
$$t_H = 0,693(R_1 + R_2)C$$

$$t_L = 0,693(R_2)C$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2)C}$$

$$d = \frac{t_H}{T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}$$

Ασταθής Πολυδονητής με IC555



$$T = t_H + t_L$$
$$= 0,693(R_1 + 2R_2)C = 26,33\mu s$$

$$t_H = 0,693(R_1 + R_2)C = 13,86\mu s$$

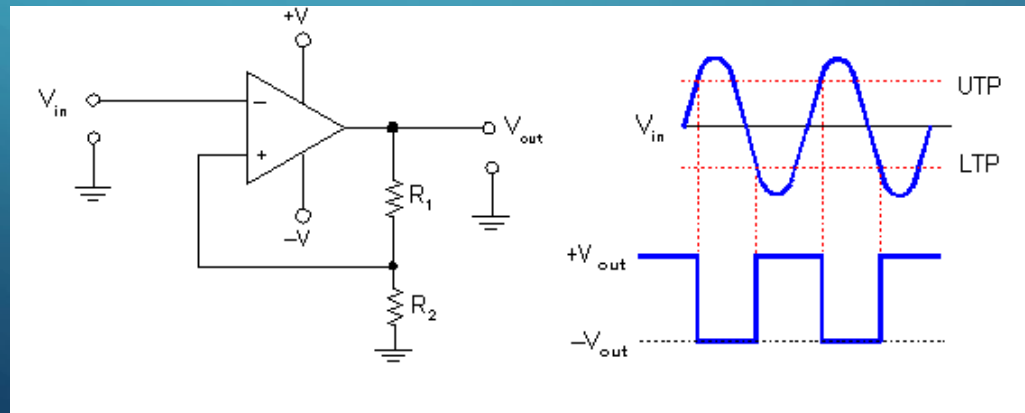
$$t_L = 0,693(R_2)C = 12,48 = 12,5\mu s$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2)C} = 38\text{kHz}$$

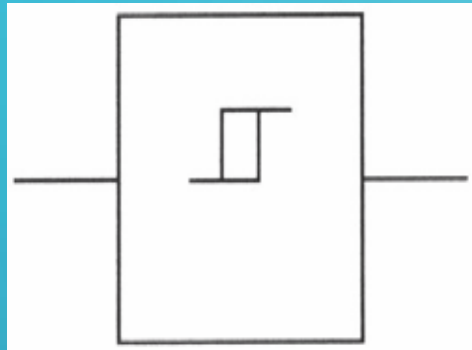
$$d = \frac{t_H}{T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}\% = 52\%$$

Λειτουργία κυκλώματος σκανδάλης Σμιτ

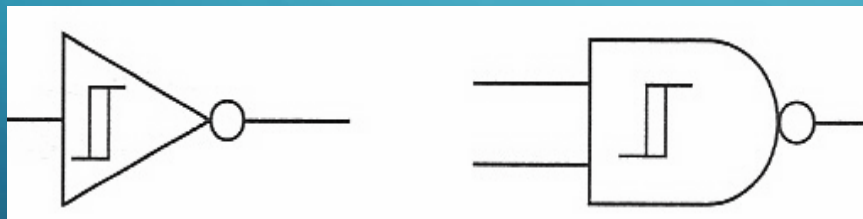
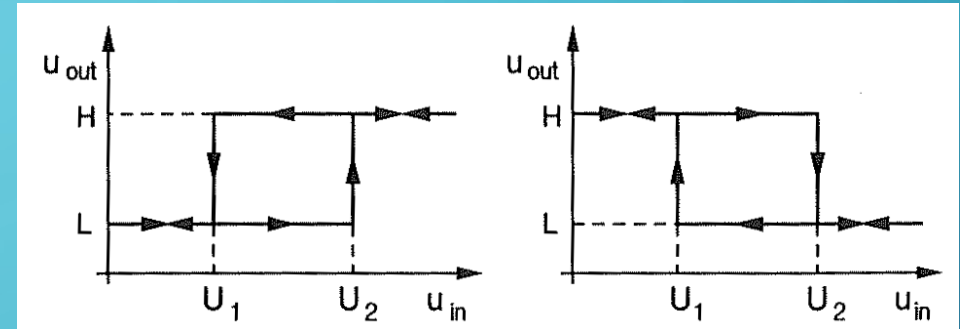
- Όταν η τάση του σήματος εισόδου ανερχόμενη ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή (ψηλή τάση κατωφλίου $-U_2$), τότε η έξοδος του κυκλώματος σκανδάλης Σμιτ οδηγείται ανάλογα με το κύκλωμα στη λογική κατάσταση 1 ή 0.
- Όταν η τάση του σήματος εισόδου κατερχόμενη πέσει κάτω από μια ορισμένη τιμή (χαμηλή τάση κατωφλίου $-U_1$), τότε η έξοδος οδηγείται αντίθετα προς την προηγούμενη κατάσταση, δηλαδή στη λογική κατάσταση 0 ή 1.
- Υστέρηση είναι χαρακτηριστικό μέγεθος του κυκλώματος σκανδάλης Σμιτ και δείχνει τη διαφορά των δύο τάσεων κατωφλίου $U = U_2 - U_1$



Σύμβολο Κυκλώματος Σκανδάλης Σμιτ



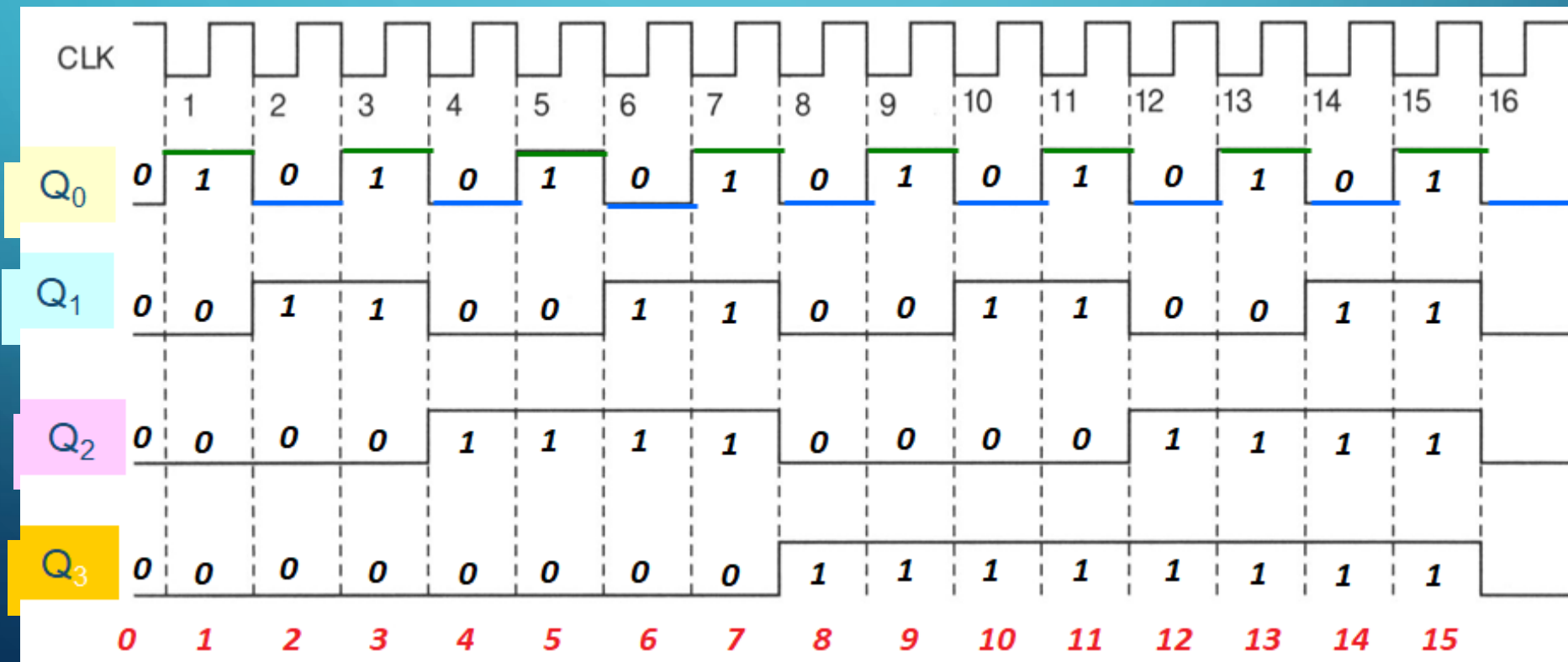
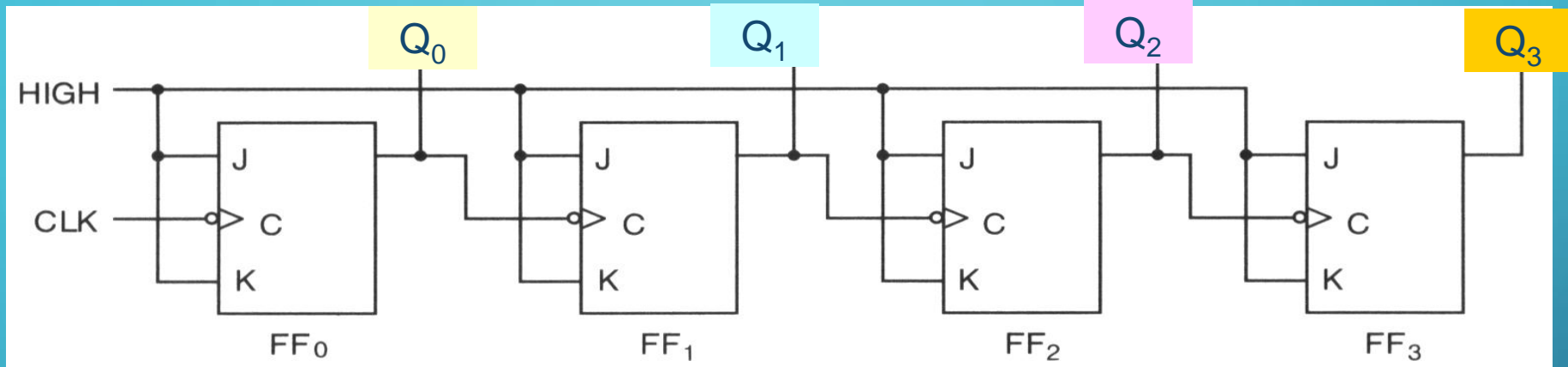
Μέσα στο ορθογώνιο είναι σχεδιασμένη η χαρακτηριστική καμπύλη της υστέρησης.



Κυκλώματα Σκανδάλης Schmitt σε Ολοκληρωμένα Κυκλώματα

Λογικό 0 = 0 V Λογικό 1 = 5 V
Ψηλή Τάση Κατωφλίου = 1,7 V
Χαμηλή Τάση Κατωφλίου = 0,9 V
Υστέρηση = 0,8 V

Απαριθμητές

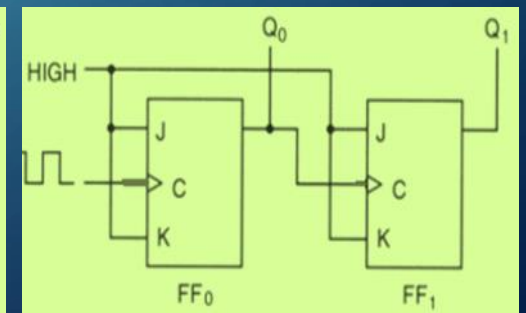
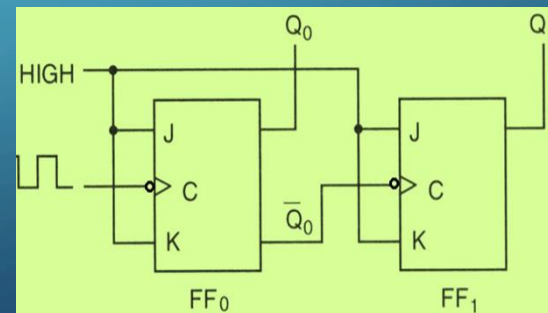
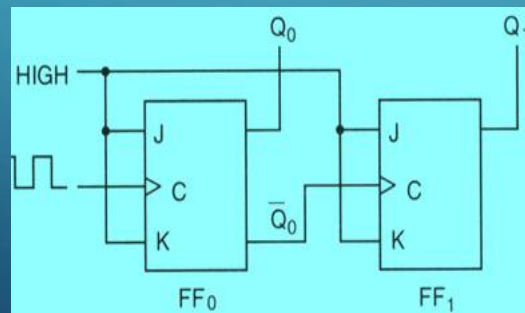
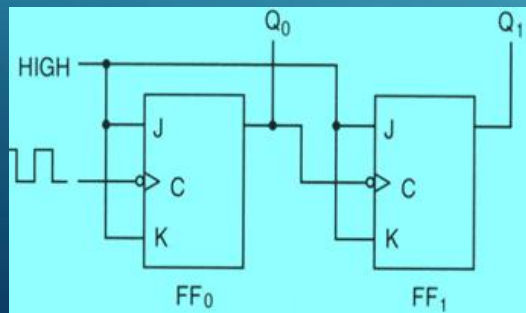


ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ

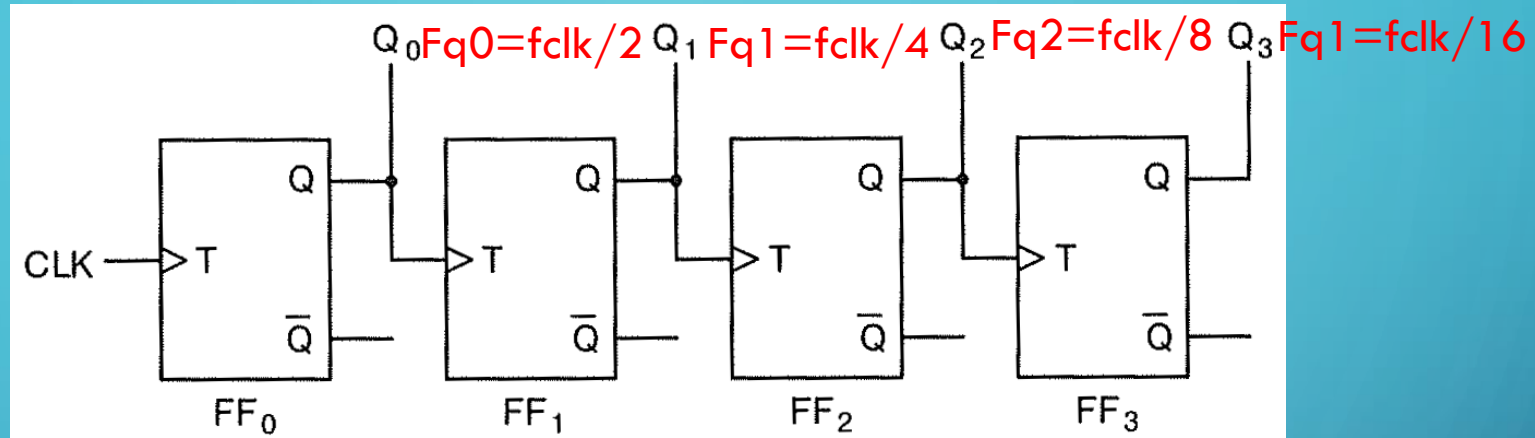
Συμπέρασμα:

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη φορά καταμέτρησης (πάνω ή κάτω) του ασύγχρονου απαριθμητή είναι:

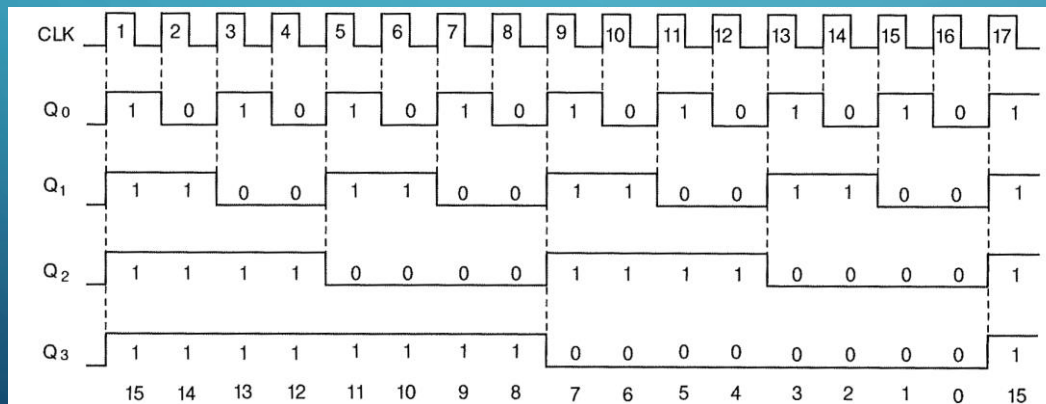
- **το είδος των FFs**, αν αυτά αλλάζουν κατάσταση στα θετικά ή αρνητικά μέτωπα των παλμών του CLK.
- **Ο τρόπος σύνδεσης του προηγούμενου με το επόμενο FF**



Διαίρεση συχνότητας με Απαριθμητή



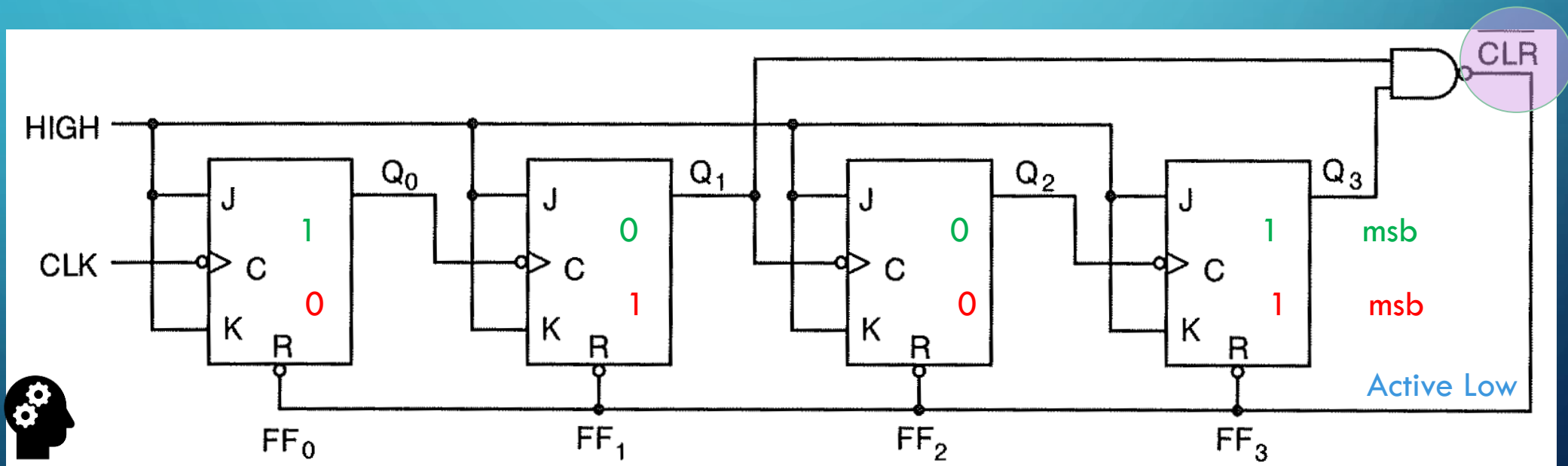
Ένας απαριθμητής με μέτρο N μπορεί να διαιρεί τη συχνότητα των παλμών μέτρησης εισόδου δια N .



$$f = \frac{f_{CLK}}{N}$$

Δεκαδικοί Ασύγχρονοι Απαριθμητές BCD Counters

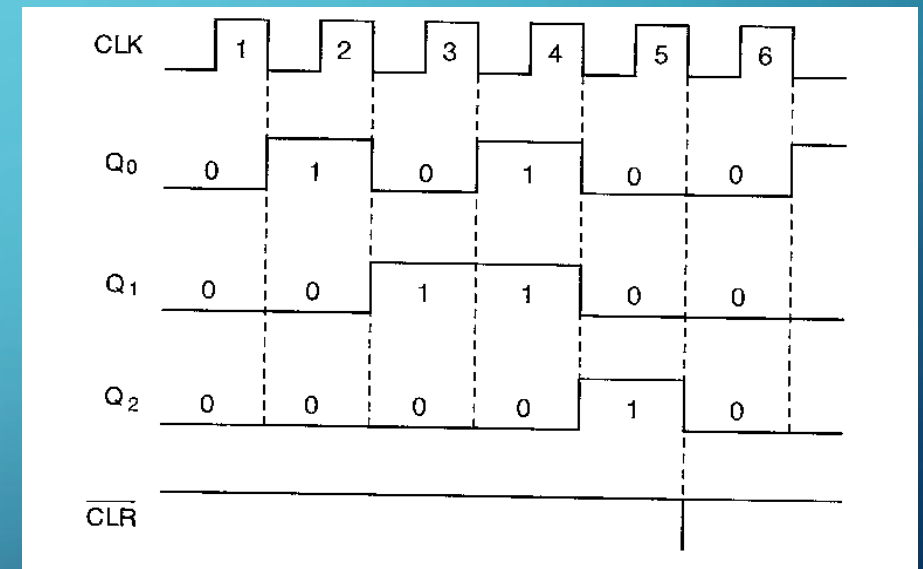
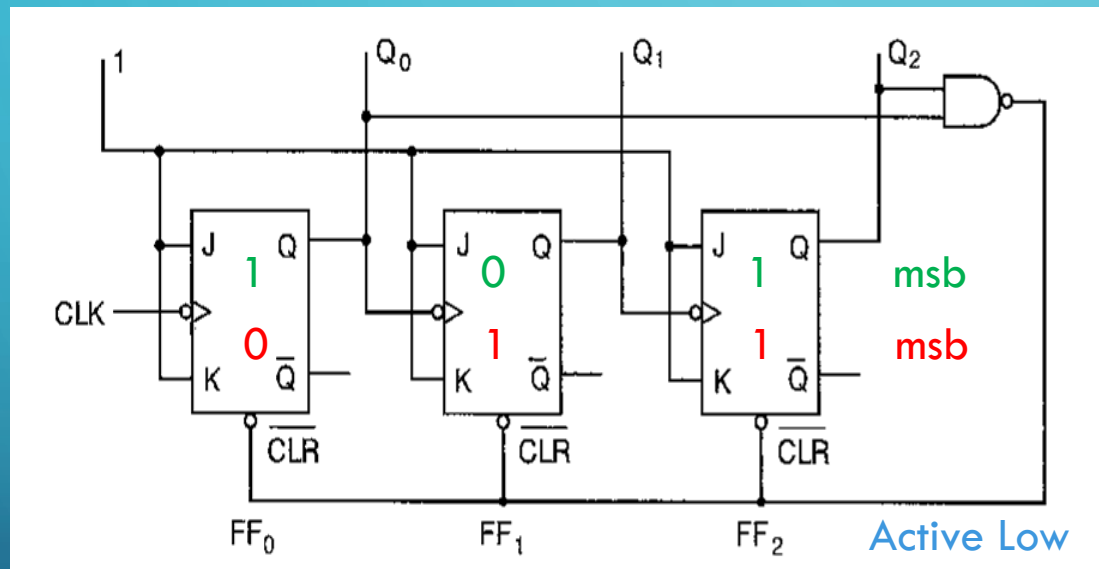
- Ο απαριθμητής μετρά 10 παλμούς (0 ~ 9).
- Στον ενδέκατο παλμό μέτρησης ο απαριθμητής μηδενίζεται με την βοήθεια της πύλης NAND και επαναρχίζει την αρίθμηση.



Ασύγχρονος Απαριθμητής με μέτρο 5

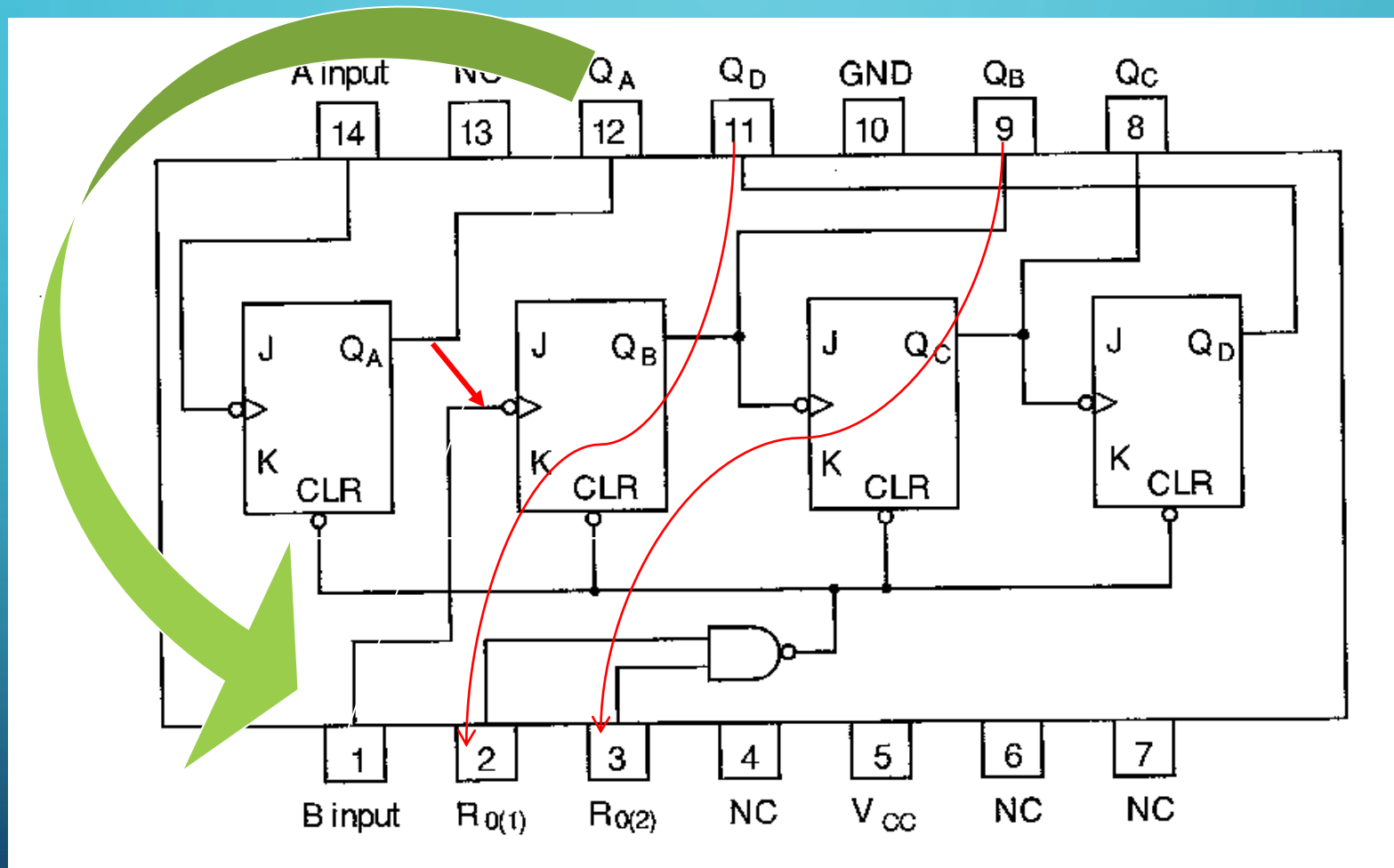
- Ο απαριθμητής μετρά 5 παλμούς (0 ~ 4).
- Στον έκτο παλμό μέτρησης ο απαριθμητής μηδενίζεται με την βοήθεια της πύλης NAND και επαναρχίζει την αρίθμηση.

5:
10:



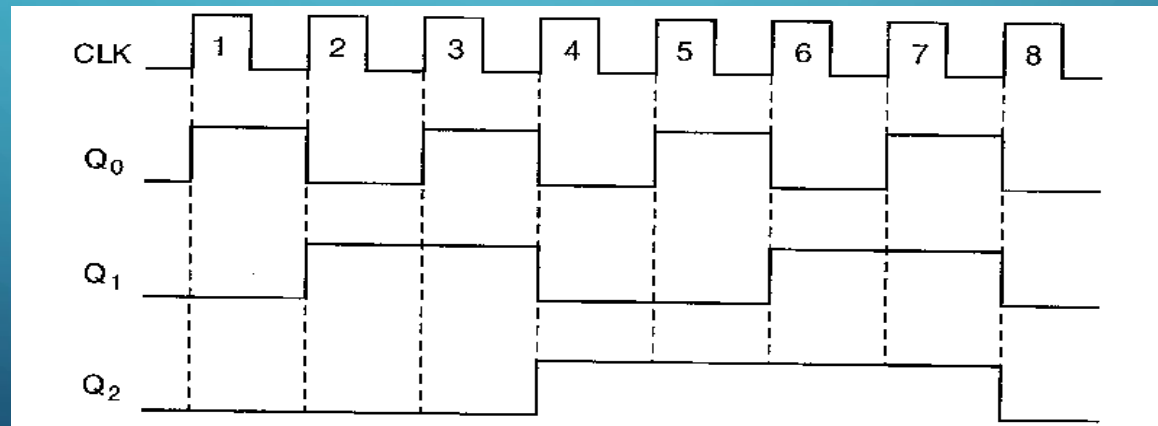
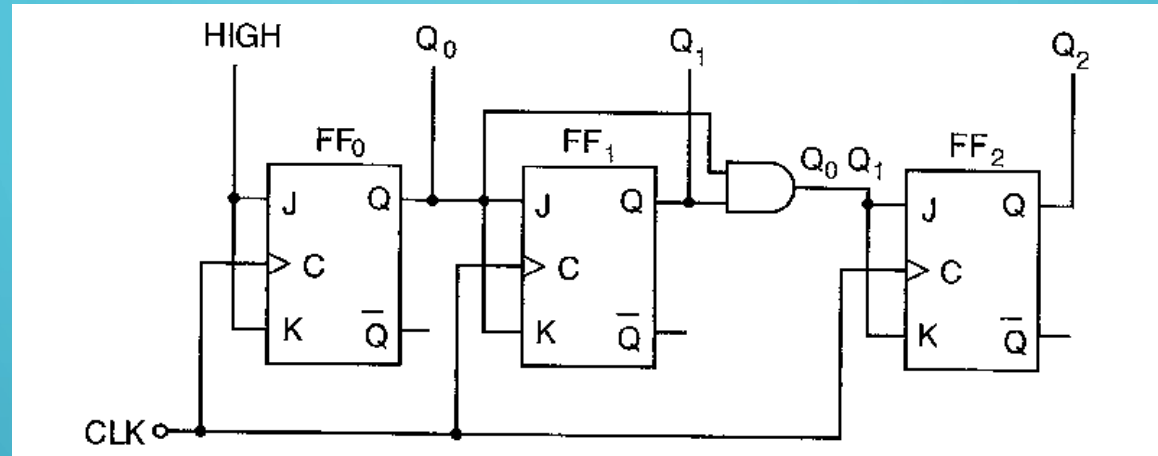
$$f_{Q2} = \frac{f_{CLK}}{5}$$

Ασύγχρονοι απαριθμητές σε IC's IC-7493



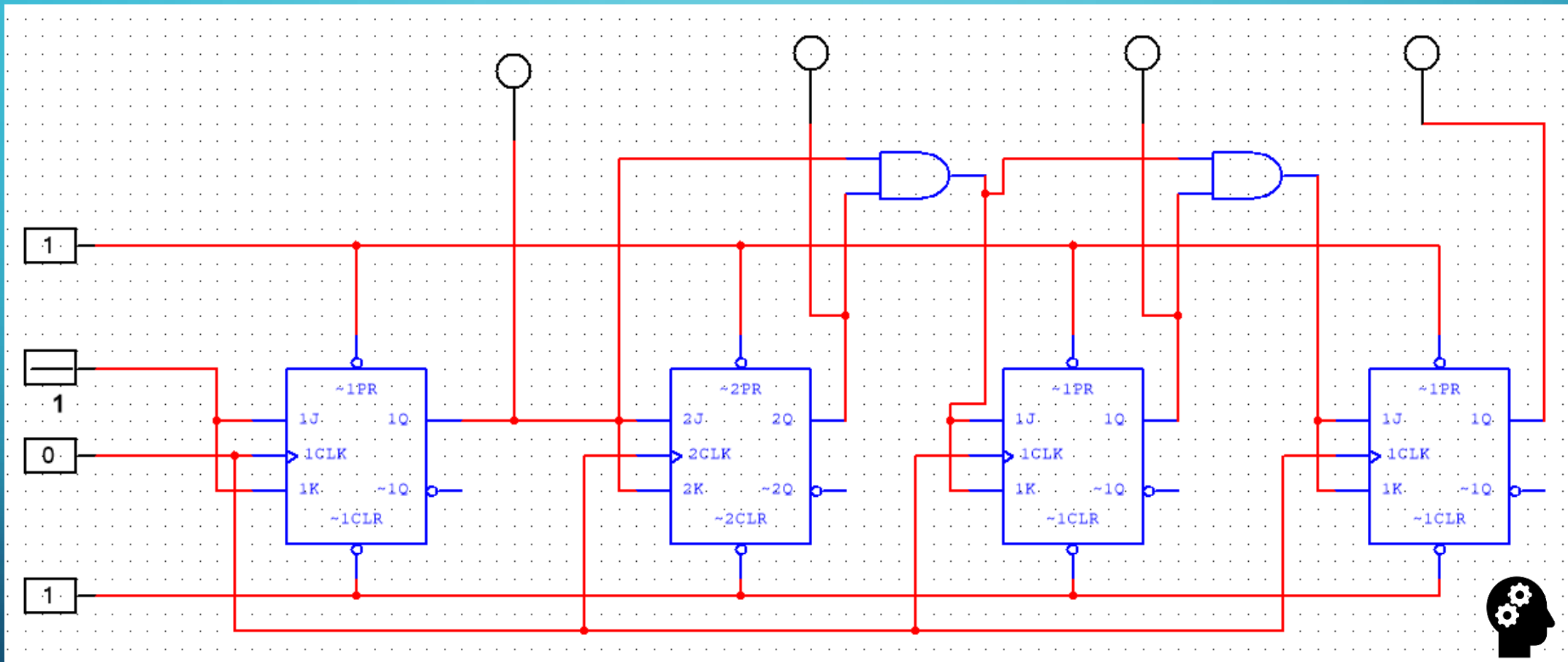
Σύγχρονος δυαδικός Απαριθμητής 3-bit που μετρά προς τα άνω

- * Το Q_0 αλλάζει κατάσταση με κάθε παλμό μέτρησης.
- * Το Q_1 αλλάζει κατάσταση μόνο, όταν η προηγούμενη λογική κατάσταση του $Q_0=1$
- * Το Q_2 αλλάζει κατάσταση μόνο όταν η προηγούμενη λογική κατάσταση του Q_0 και του Q_1 είναι 1 (χρήση πύλης AND).

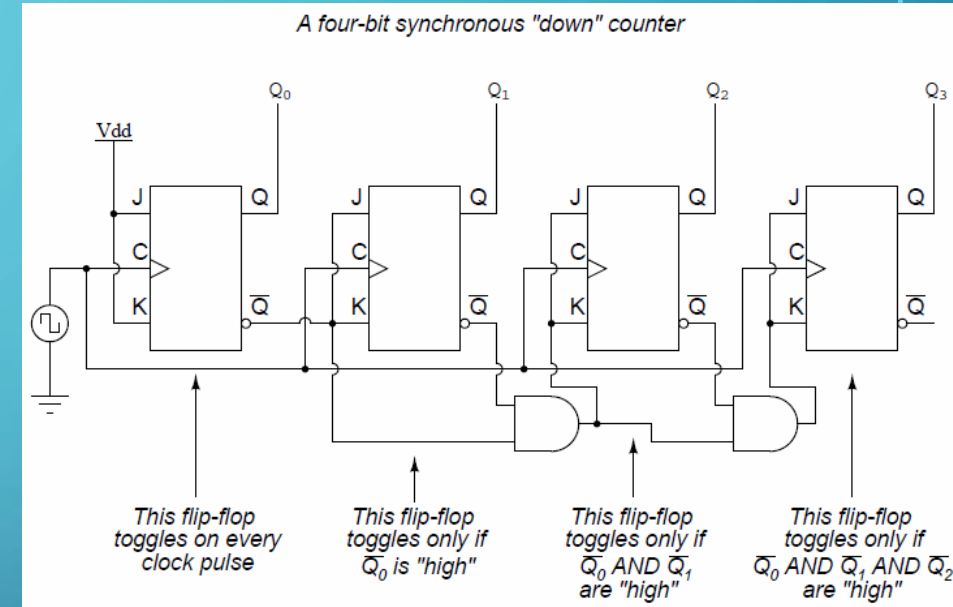
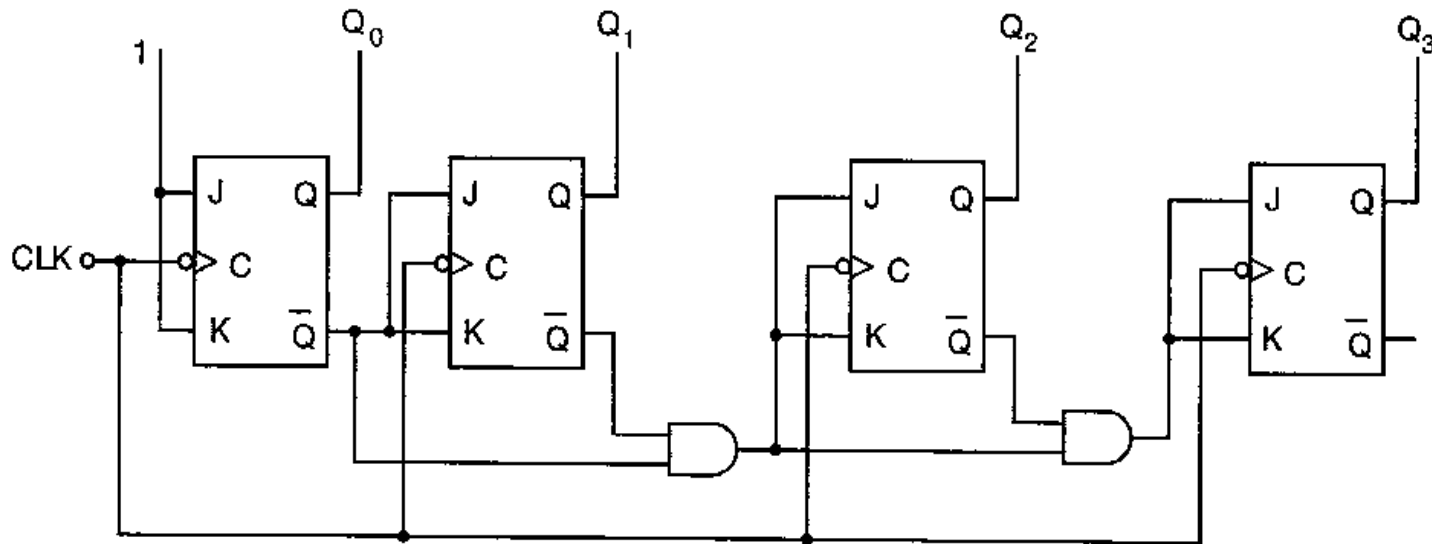


Παλμοί	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8	0	0	0

Σύγχρονος δυαδικός Απαριθμητής 4-bit που μετρά προς τα πάνω



Σύγχρονος δυαδικός Απαριθμητής 4-bit που μετρά προς τα κάτω

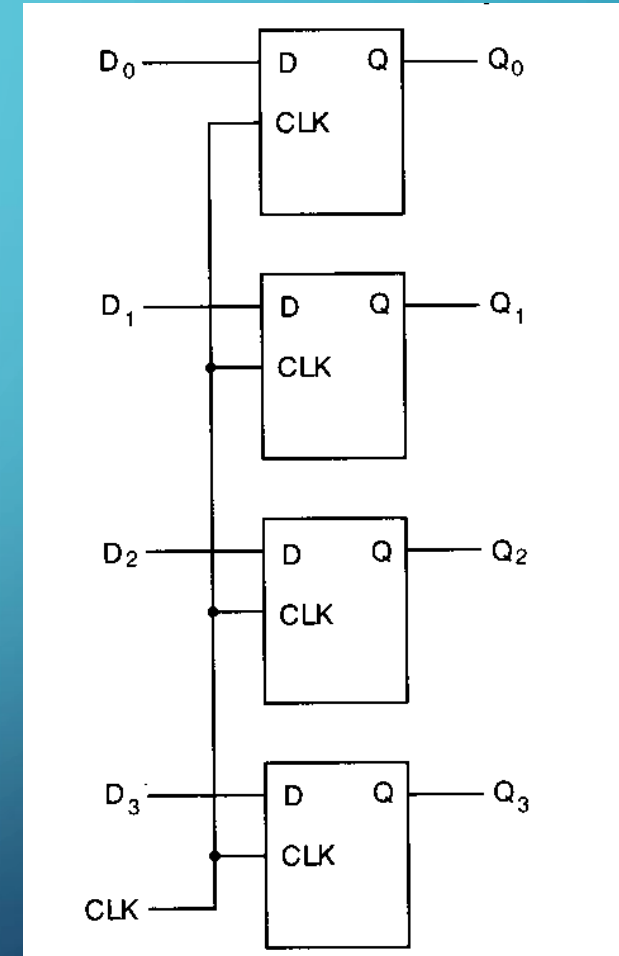
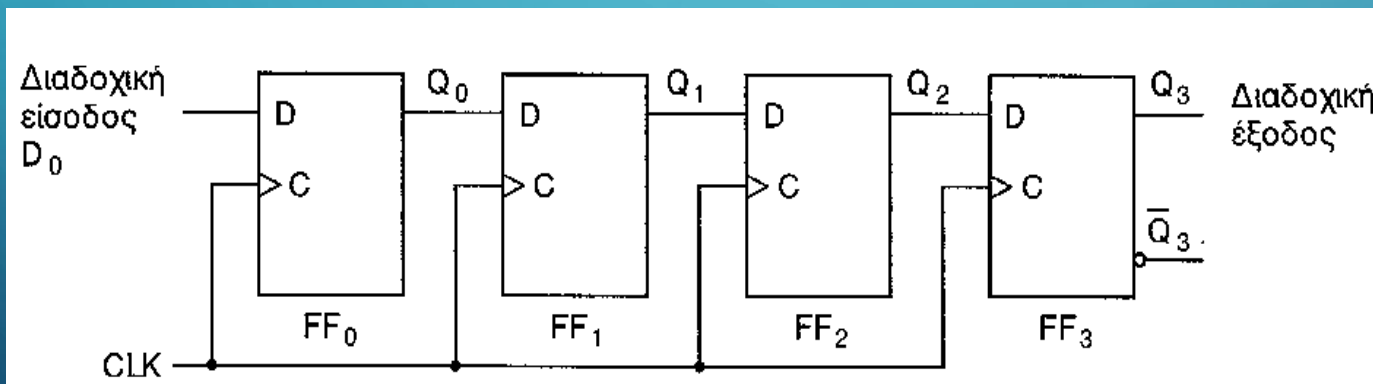


Ο σύγχρονος απαριθμητής μετρά

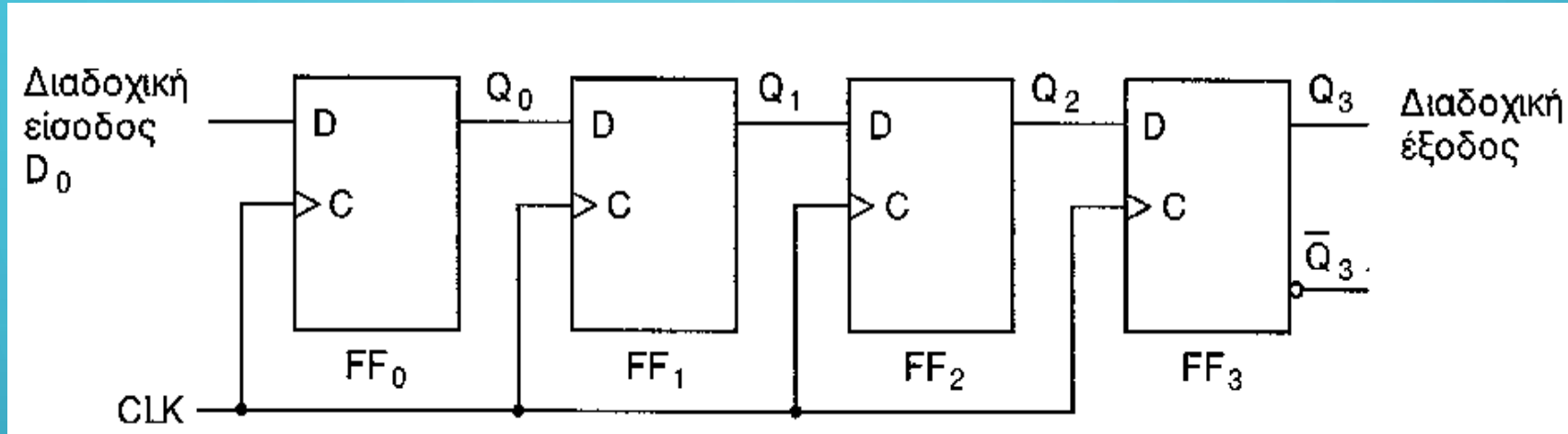
- προς τα πάνω** όταν η έξοδος Q εφαρμόζεται στις εισόδους JK του επόμενου FF
- προς τα κάτω** όταν η έξοδος \bar{Q} εφαρμόζεται στις εισόδους JK του επόμενου FF

Καταχωρητές Ορισμός

Οι καταχωρητές είναι ακολουθιακά λογικά κυκλώματα που χρησιμεύουν για την αποθήκευση και τη μεταφορά πληροφοριών σε ψηφιακά συστήματα.

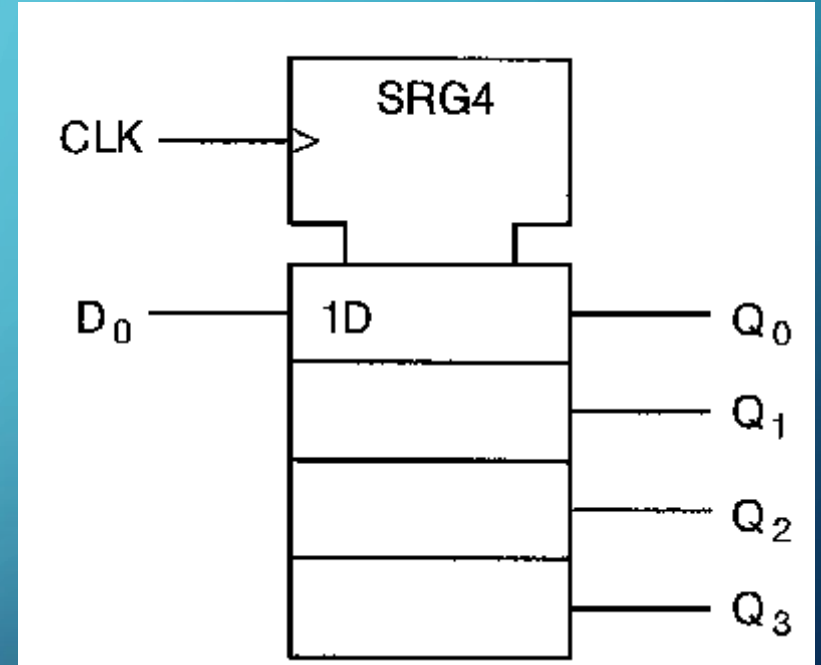
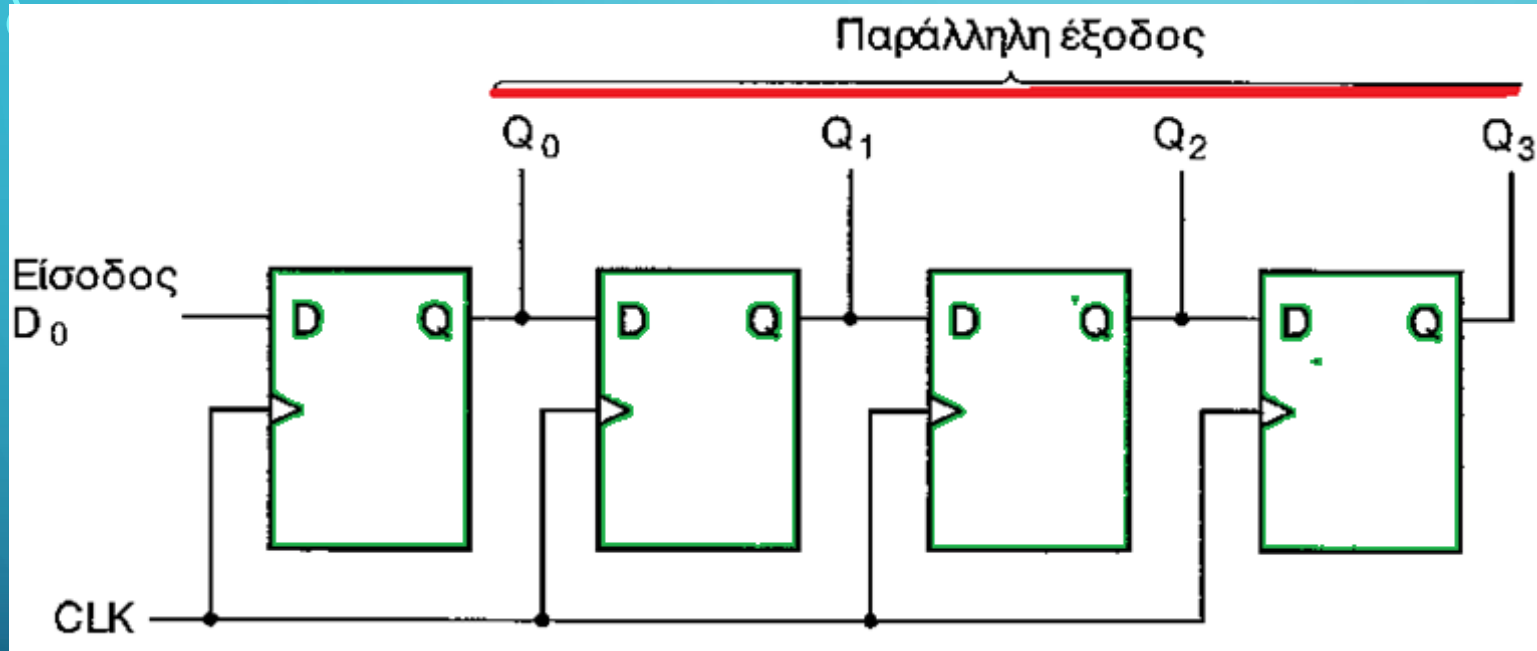


Λογικό κύκλωμα καταχωρητή των 4-bit με D-FFs με διαδοχική είσοδο και διαδοχική έξοδο **SISO**

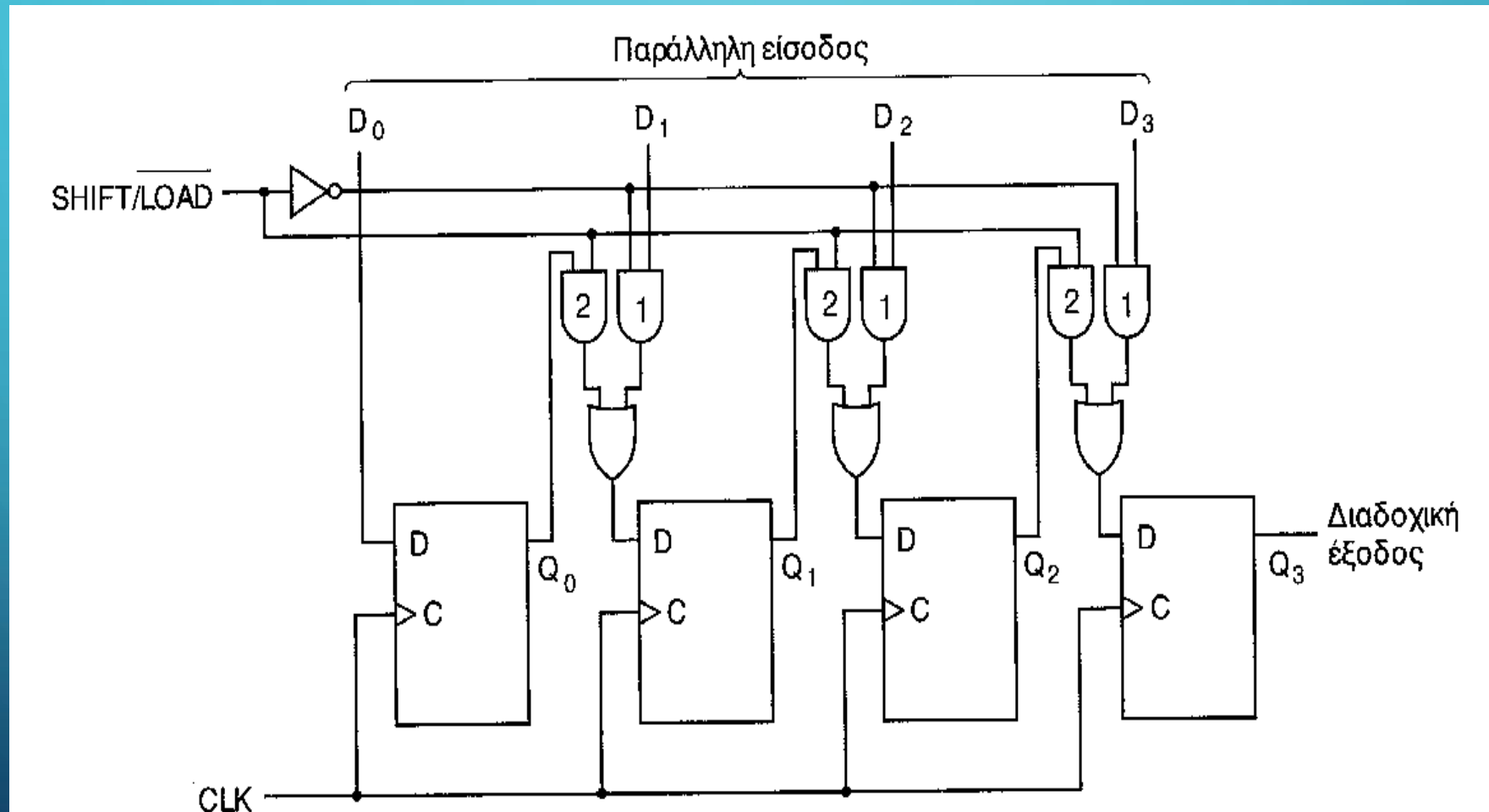


- Έστω ότι θέλουμε να αποθηκεύσουμε την πληροφορία 1001 στον καταχωρητή.
- Έστω ότι η αρχική κατάσταση του καταχωρητή είναι 0000.
- Τότε τα bits ολισθαίνουν από το ένα FF στο επόμενο με κάθε χρονικό παλμό.

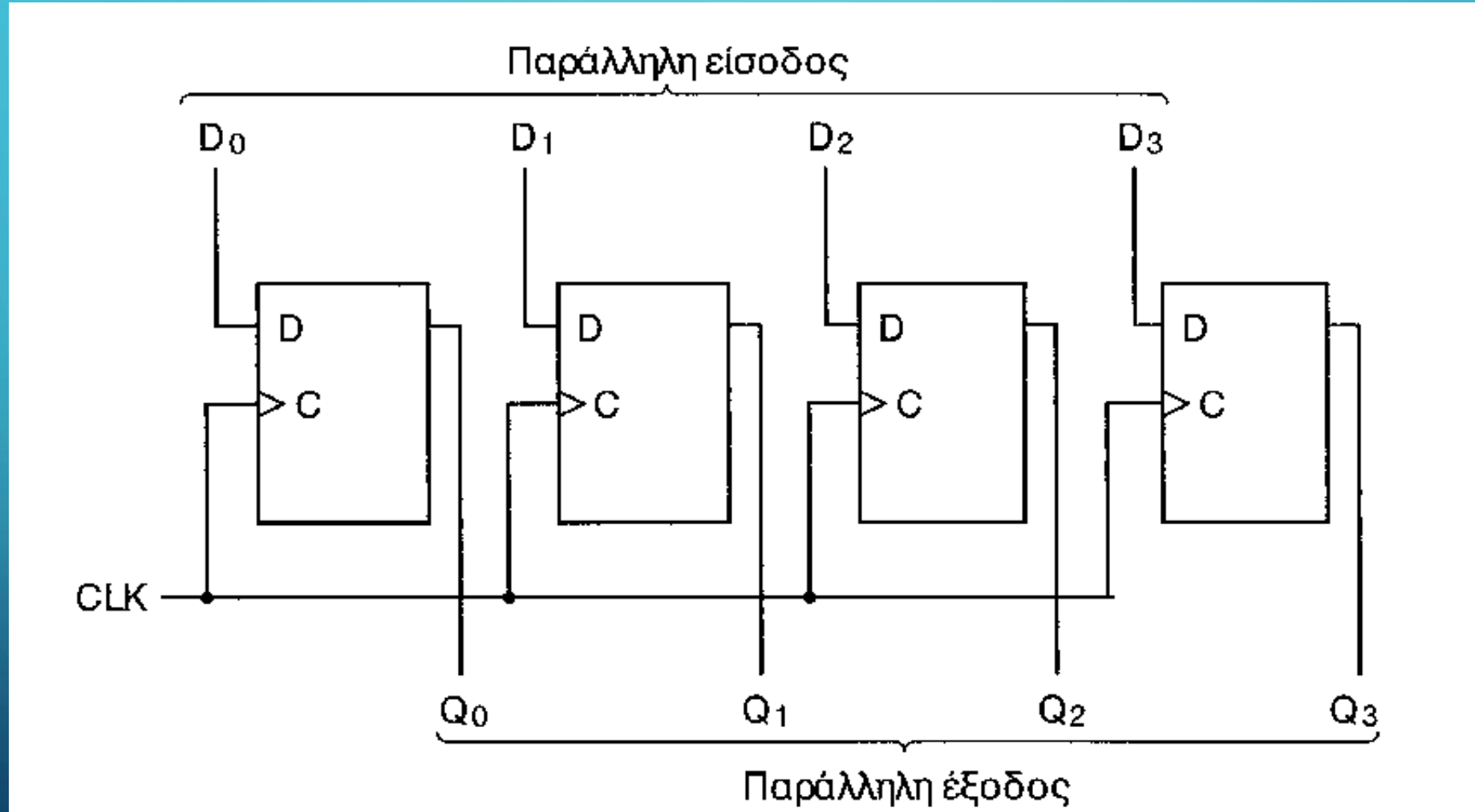
Κύκλωμα και λογικό σύμβολο καταχωρητή 4-bit με διαδοχική είσοδο και παράλληλη έξοδο (SIPO)



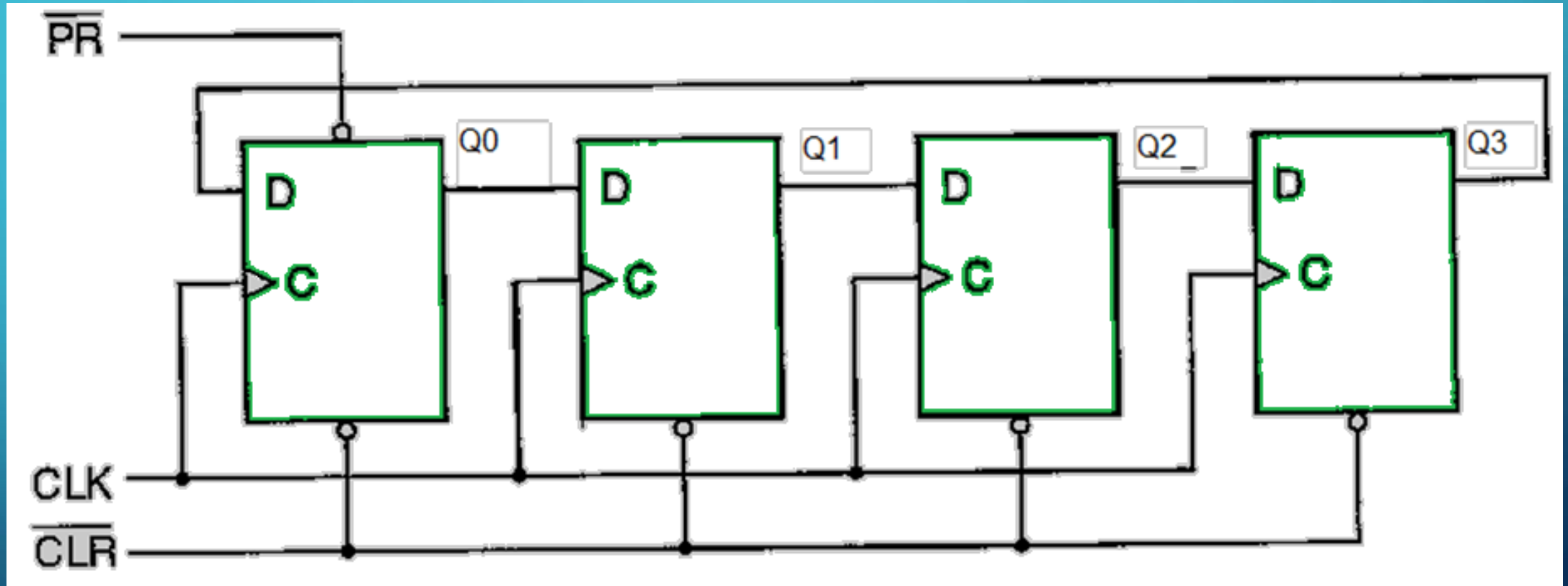
Καταχωρητής με Παράλληλη είσοδο και Διαδοχική έξοδο (PISO)



Καταχωρητής με Παράλληλη είσοδο και Παράλληλη Έξοδο (PIPO)



Κυκλικός Ολισθητής

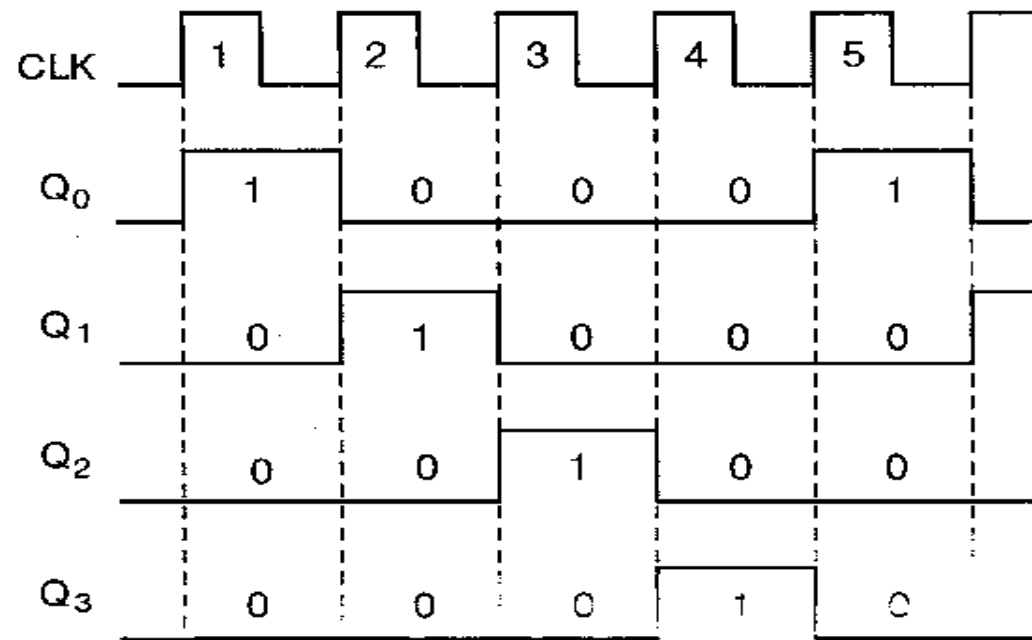


Κυκλικός Απαριθμητής (Ring counter)

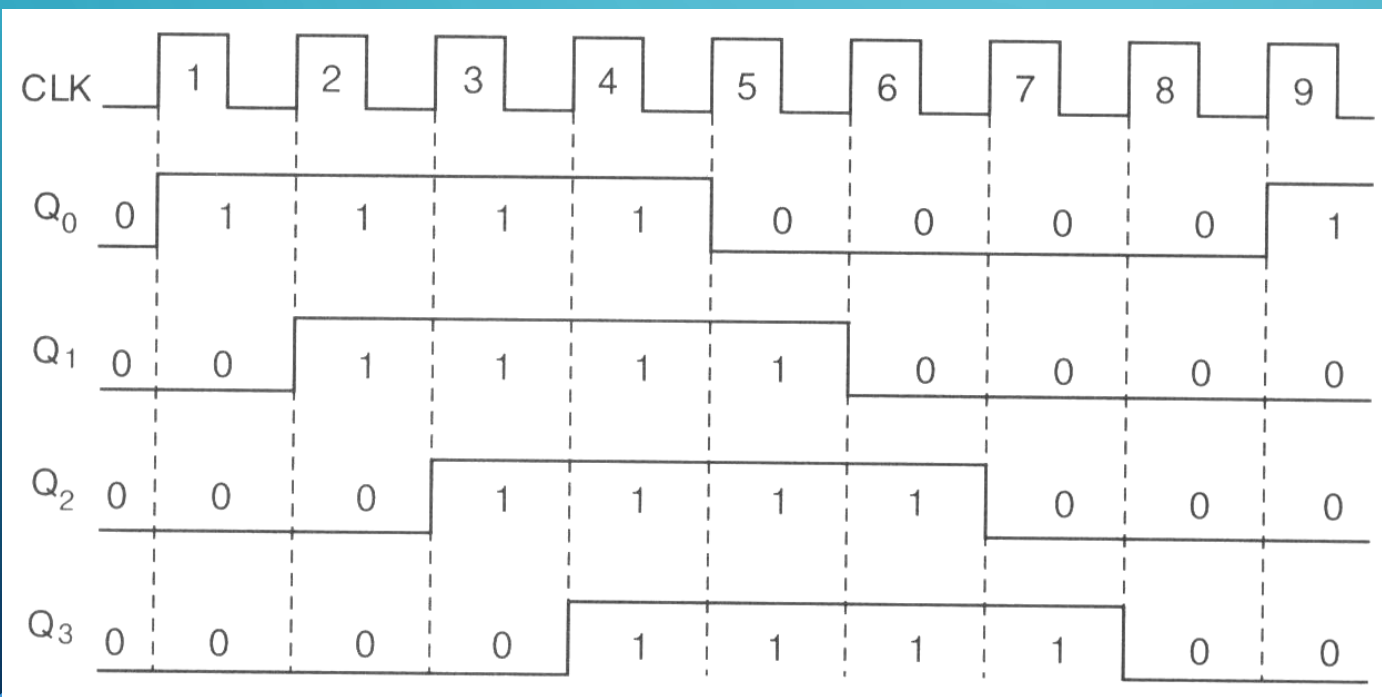
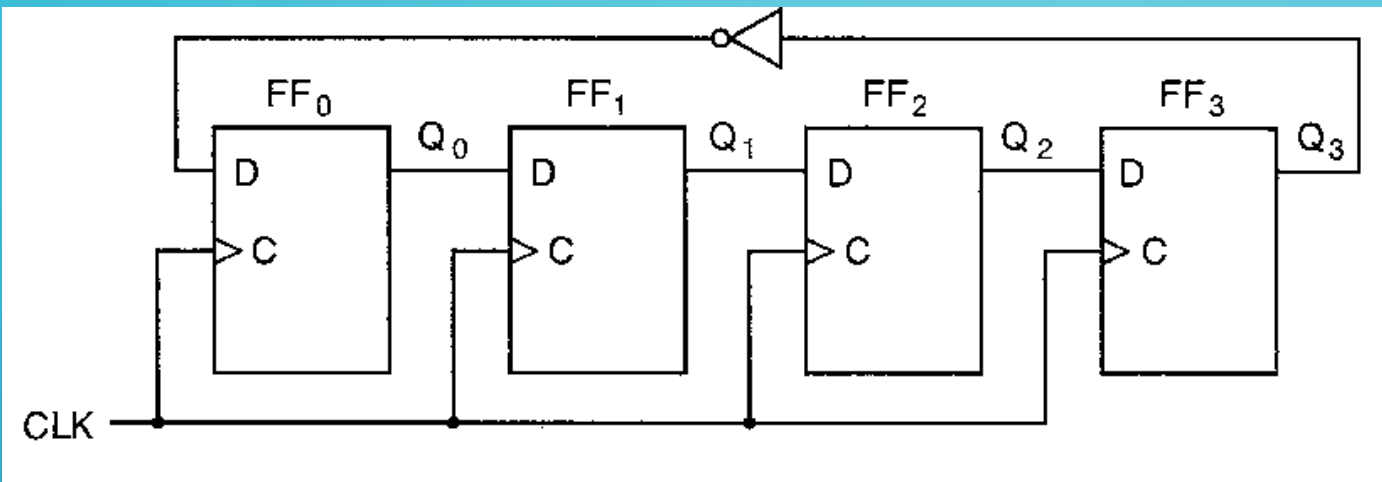
- Είναι κυκλικός απαριθμητής στον οποίο η καταχωρημένη κωδική λέξη περιλαμβάνει μόνο ένα 1 και τα υπόλοιπα bit είναι 0.
- Πίνακας λειτουργίας κυκλικού απαριθμητή

Παλμός χρονισμού	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	·	·	·	·
·	·	·	·	·
·	·	·	·	·

$$f_Q = \frac{f_{CLK}}{N}$$



Απαριθμητής ΤΖΟΝΣΟΝ – JOHNSON Counter



Παλιός χρονισμού	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	1
5	0	1	1	1
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	0	0	0	0
9	1	0	0	0
.
.

$$f_Q = \frac{f_{CLK}}{2N}$$