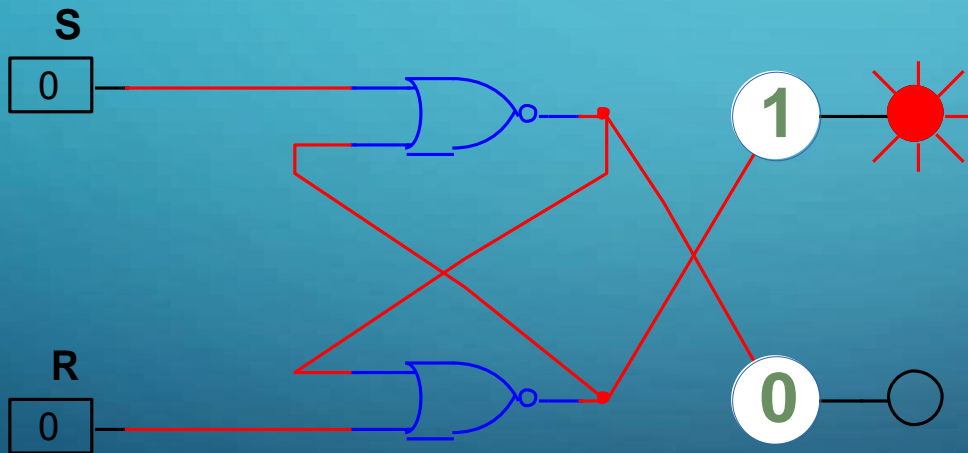
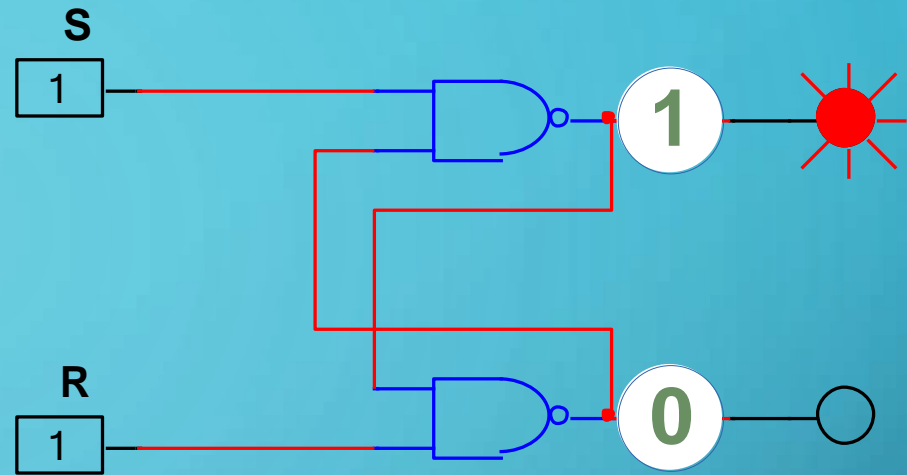




ΘΗΨ3

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

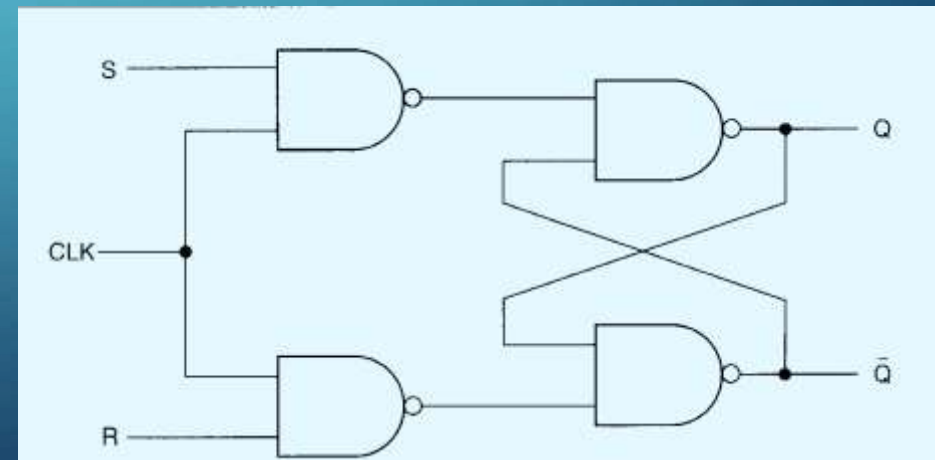
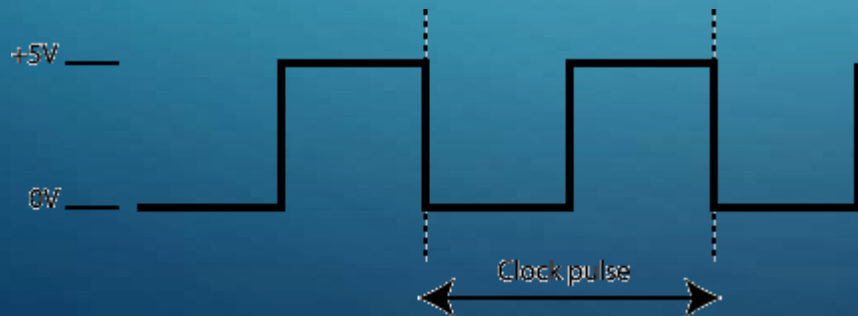


Flip-Flops (14π)

Άριστος Πασιάς 2023 - 2024
B ΤΕΣΕΚ Γρηγόρη Αυξεντίου Λεμεσού
Παρουσίαση 2

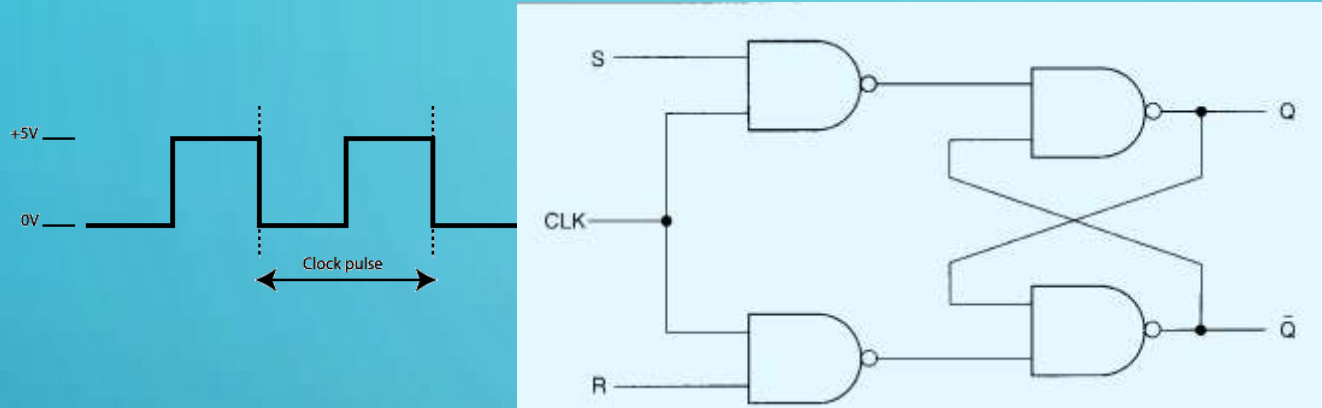
Χρονιζόμενα FFs

- Η λογική κατάσταση των εξόδων των χρονιζόμενων FF αλλάζει μόνο όταν υπάρχει παλμός χρονισμού στην επιπρόσθετη είσοδο των φλιπ - φλοπς.
- Η είσοδος των παλμών χρονισμού χαρακτηρίζεται με:
 - Clock (Clk)
 - EN (Enable)
 - T
 - CP (Clock Pulse)



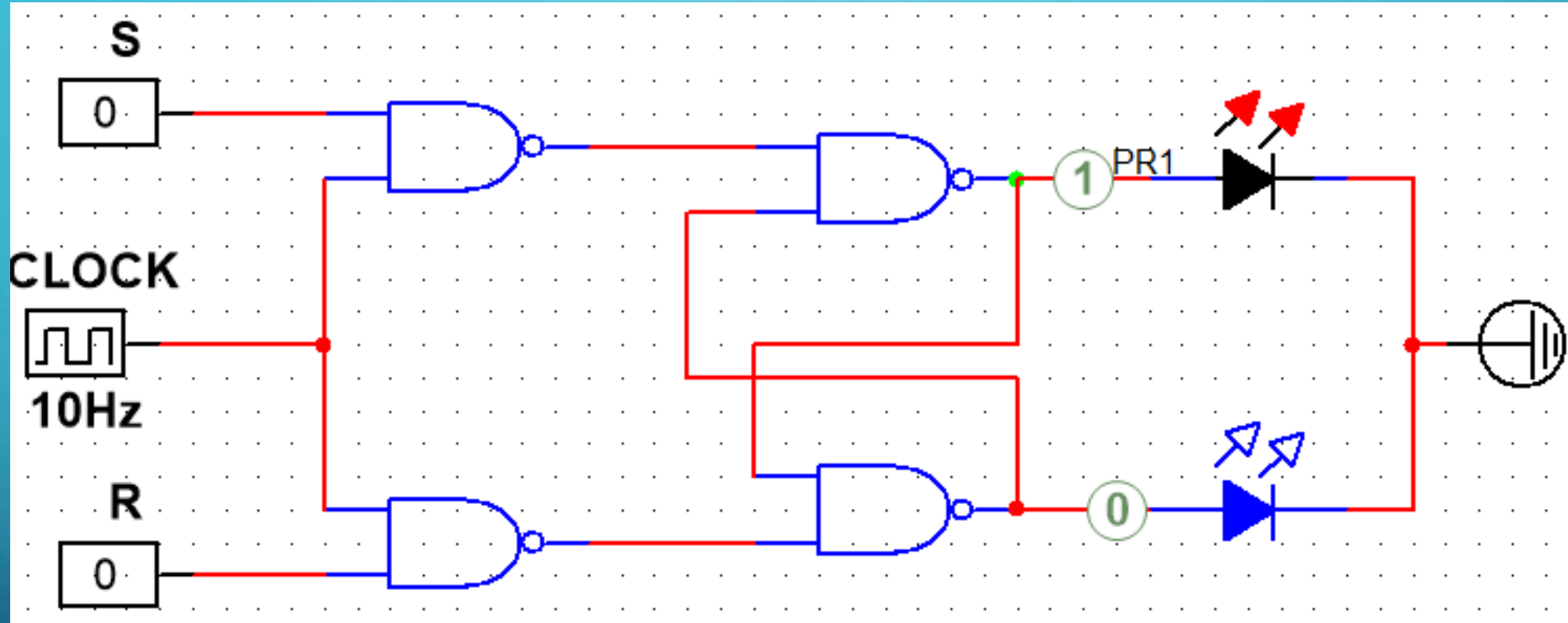
Χρονιζόμενο SR NAND – FF

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

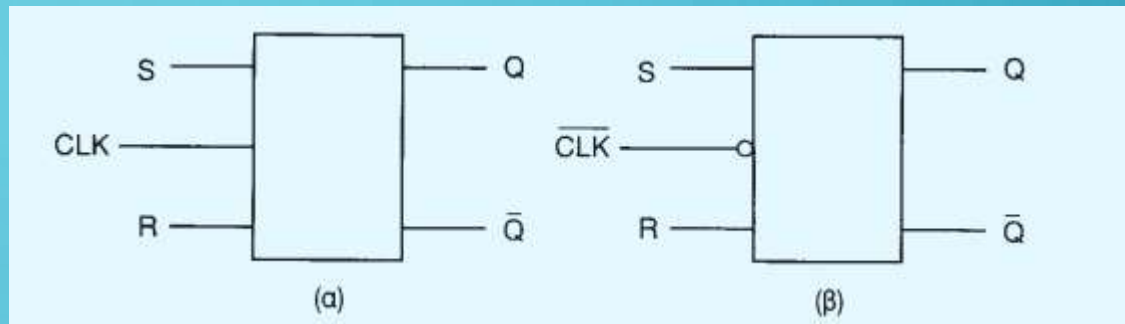
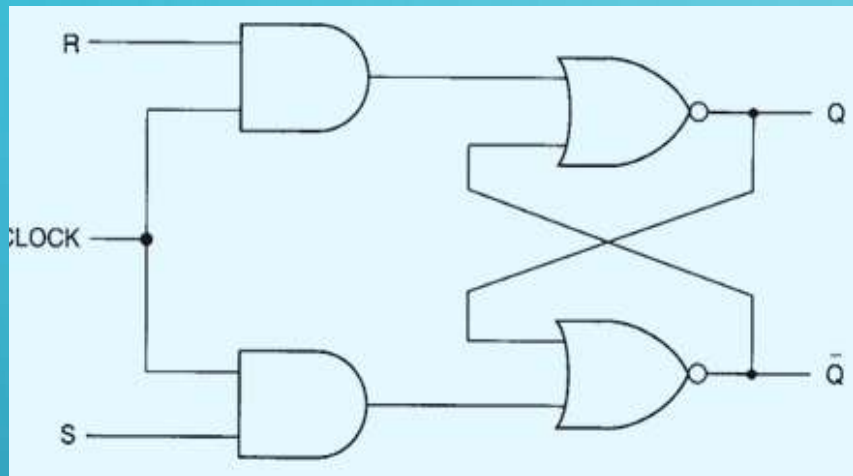
Χρονιζόμενο SR NAND – FF



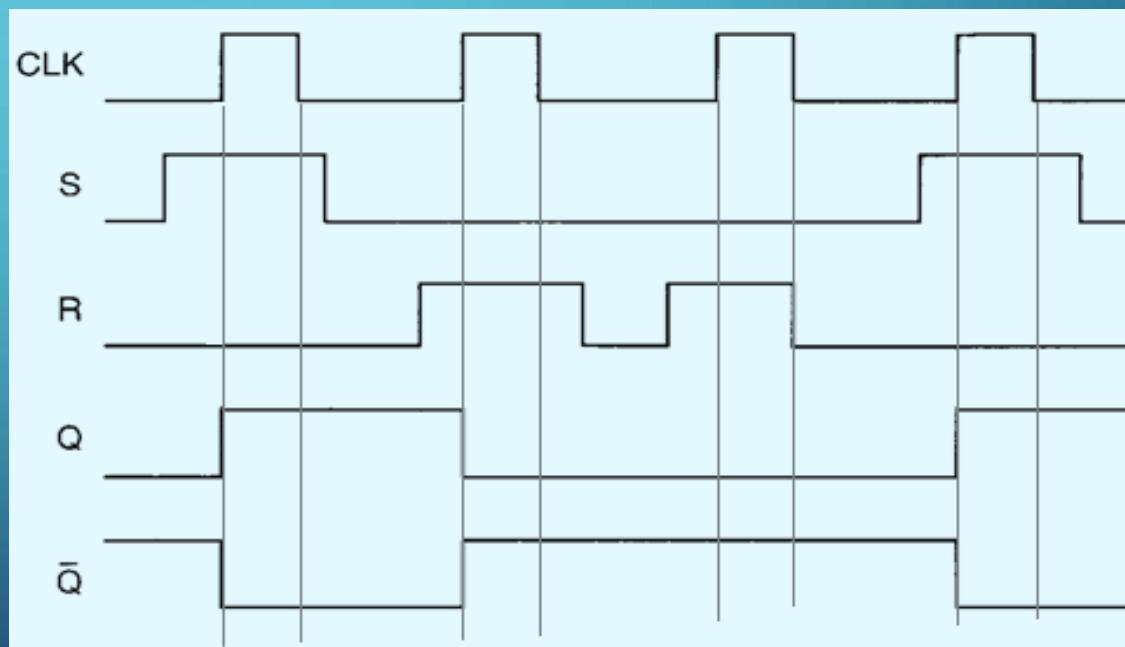
<http://www.falstad.com/circuit/e-clockedsrff.html>

Χρονιζόμενο SR NOR – FF

Λογικό κύκλωμα, σύμβολα και χρονικό διάγραμμα SR NOR - FF

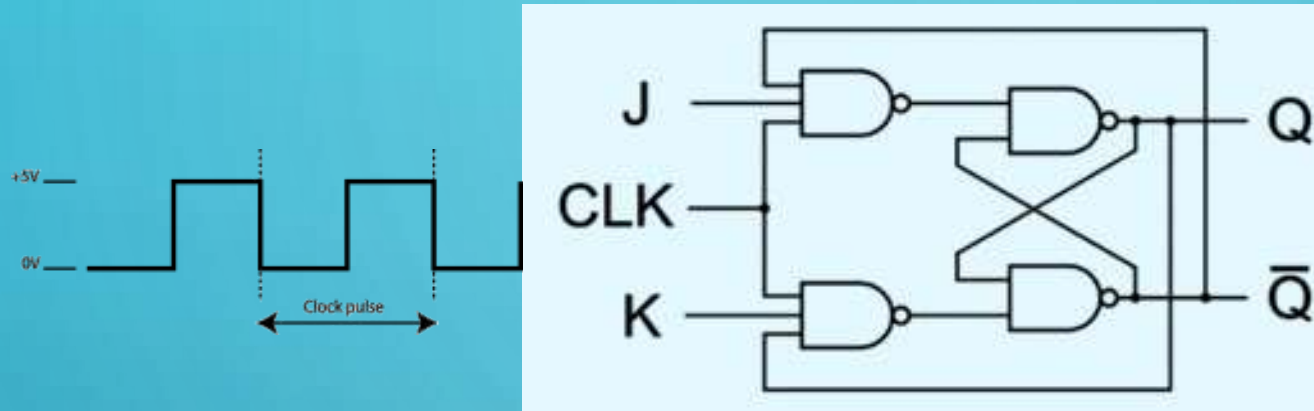


Είσοδοι			Έξοδοι		
CLK	S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	X	X	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
1	0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
1	0	1	0	1	RESET
1	1	0	1	0	SET
1	1	1	-	-	Απροσδιόριστη



Χρονιζόμενο JK – FF

Λογικό κύκλωμα και πίνακας αληθείας χρονιζόμενου SR NAND - FF



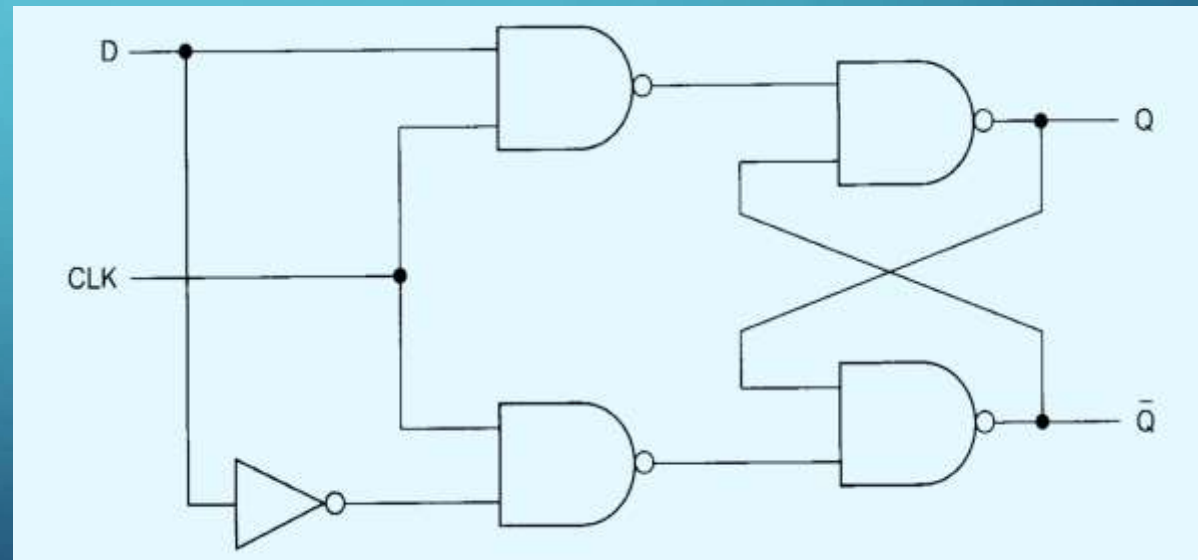
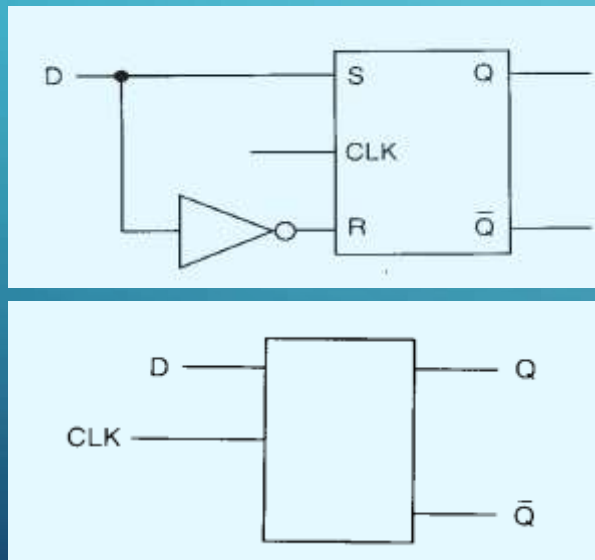
Είσοδοι			Έξοδοι		
CLK	J	K	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	X	X	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
1	0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
1	0	1	0	1	RESET
1	1	0	1	0	SET
1	1	1	\bar{Q}_n	Q_n	Toggle

Χρονιζόμενο D – FF

Το χρονιζόμενο D-FF προέρχεται από ένα SR FF στο οποίο εξωτερικά η είσοδος R συνδέεται παράλληλα με την είσοδο S μέσω μιας πύλης NOT.

Δεν έχει απαγορευμένη κατάσταση.

Η έξοδος $Q = D$, εφόσον υπάρχει παλμός χρονισμού. Η έξοδος Q ακολουθεί την D με κάποια καθυστέρηση που καθορίζεται από το CLK.



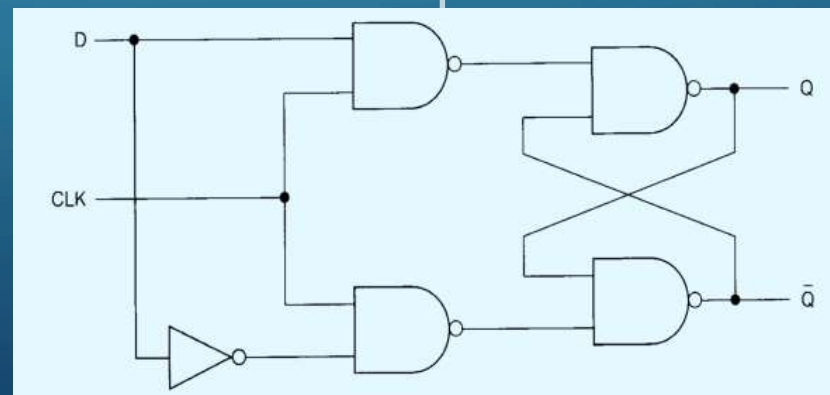
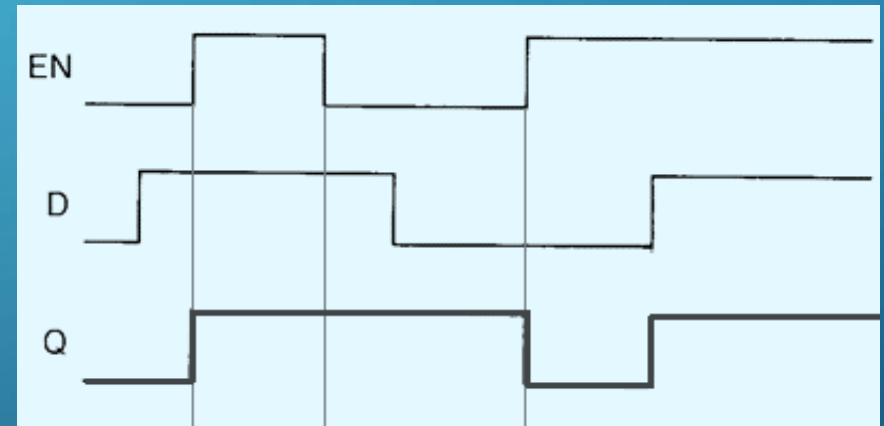
D – FF Χρονιζόμενο στα θετικά επίπεδα παλμών του CLK

Χρονιζόμενο D – FF

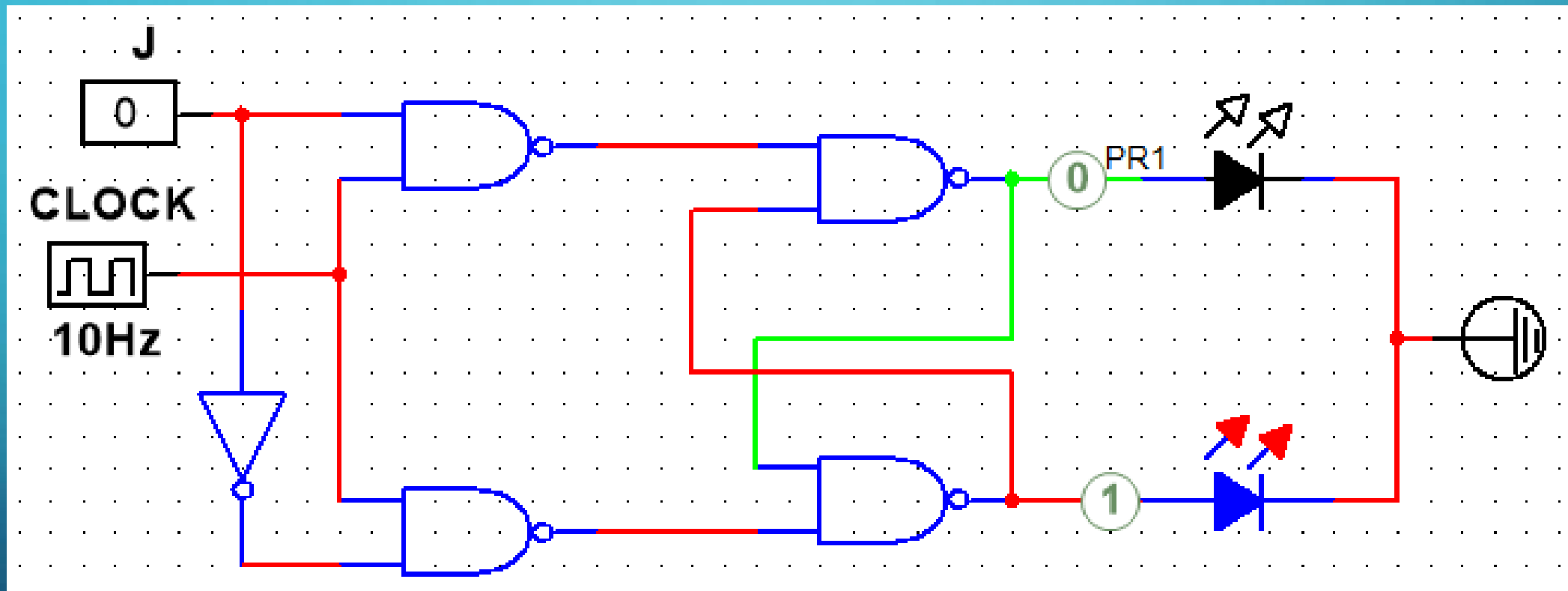
Πίνακας αληθείας

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

Χρονικά διαγράμματα

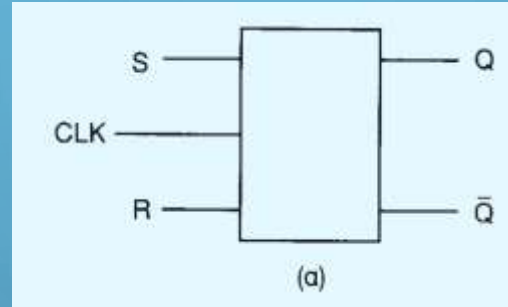


Χρονιζόμενο D – FF

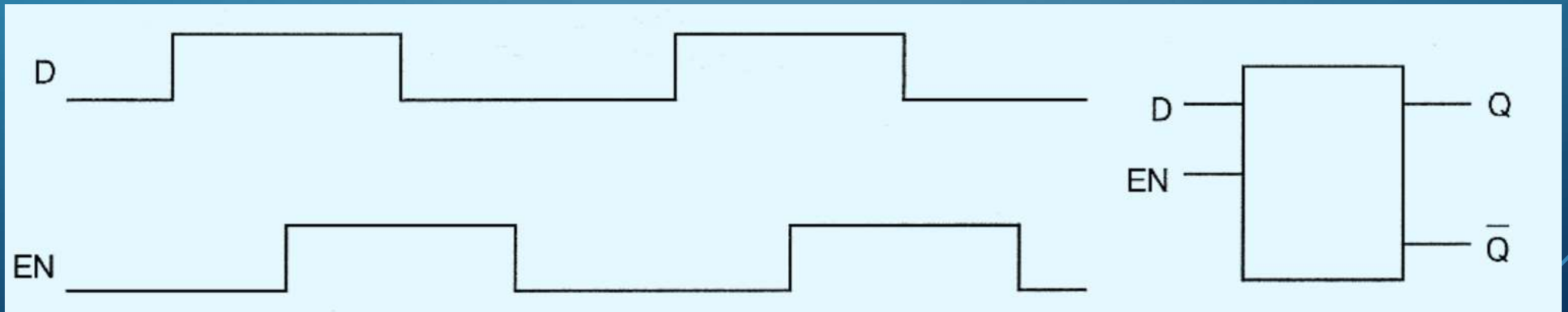


Άσκηση Χρονιζόμενο D – FF

1. Με τη χρήση μιας πύλης NOT να μετατρέψετε το πιο κάτω SR Φλιπ Φλοπ σε D FF.



2. Σχεδιάστε το λογικό διαγράμμα της εξόδου Q του πιο κάτω D Φλιπ Φλοπ που χρονίζεται στα θετικά επίπεδα του CLOCK (EN). Η αρχική κατάσταση των εξόδων του Φλιπ Φλοπ είναι η RESET (Q = 0).



Χρονοζόμενα στα μέτωπα των ωρολογιακών παλμών FFs

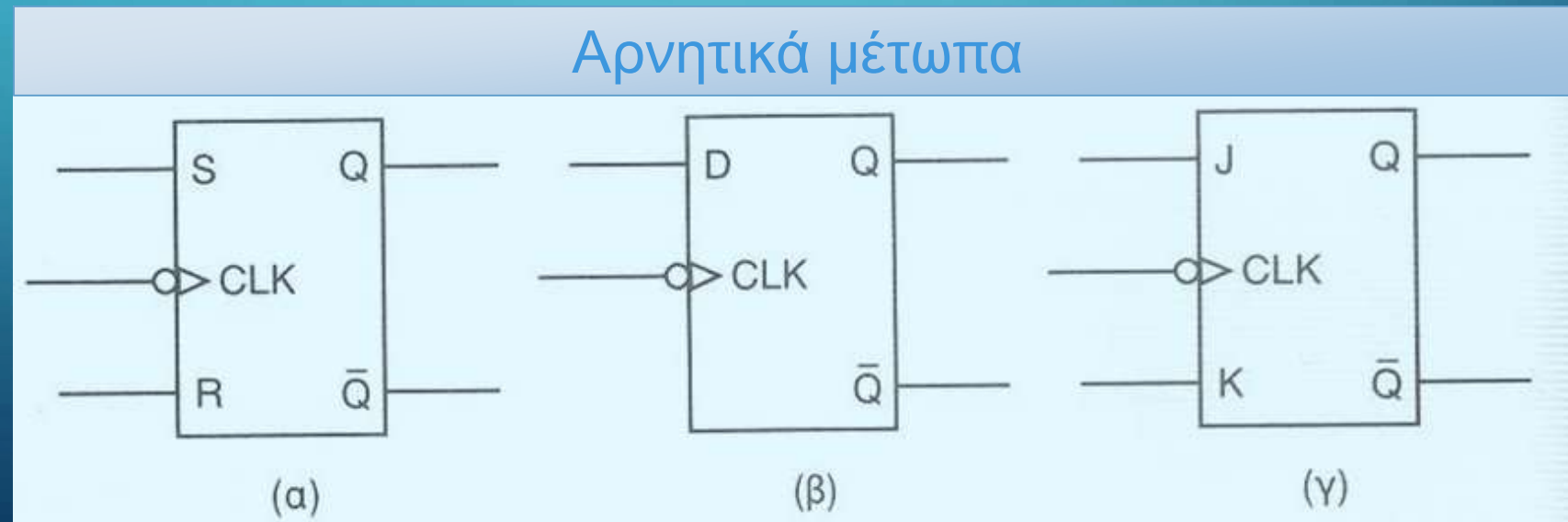
- Τα FFs λειτουργούν κατά την αλλαγή του CLK στο θετικό ή στο αρνητικό του μέτωπο.
- Η λειτουργία του FF είναι δυναμική, διότι παίρνει τις καταστάσεις εισόδου και αλλάζει τις καταστάσεις εξόδου κατά τις αλλαγές των παλμών χρονισμού.
- Ο χρόνος λειτουργίας του FF περιορίζεται στο χρόνο μεταβολών του CLK.
- Τα FFs αυτά ονομάζονται και *ακμοπυροδοτούμενα*.

Λογικά σύμβολα SR-FF, D-FF, JK-FF χρονοζόμενων στα μέτωπα των ωρολογιακών παλμών FFs

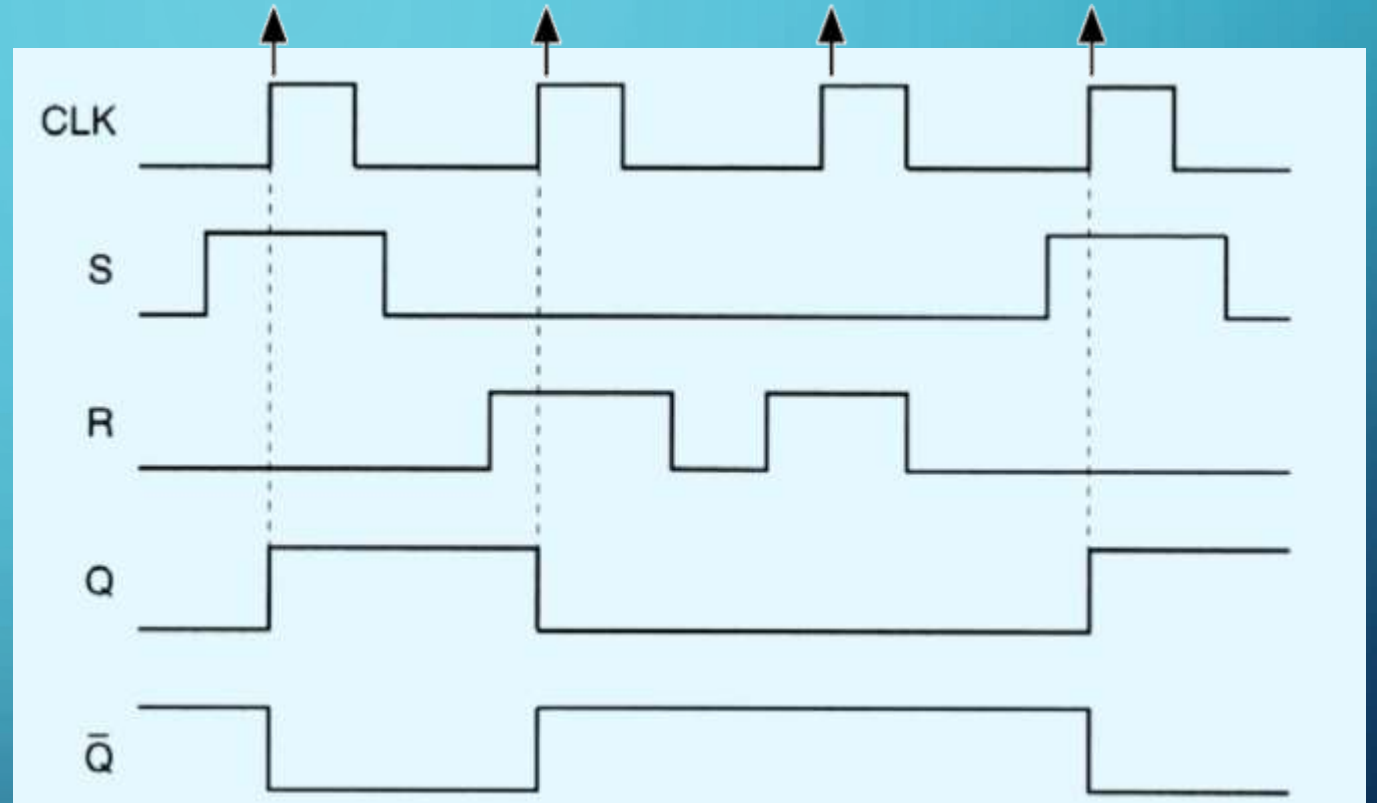
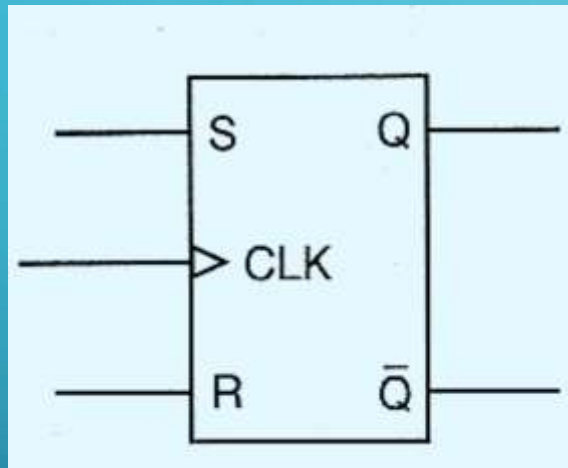
Θετικά μέτωπα



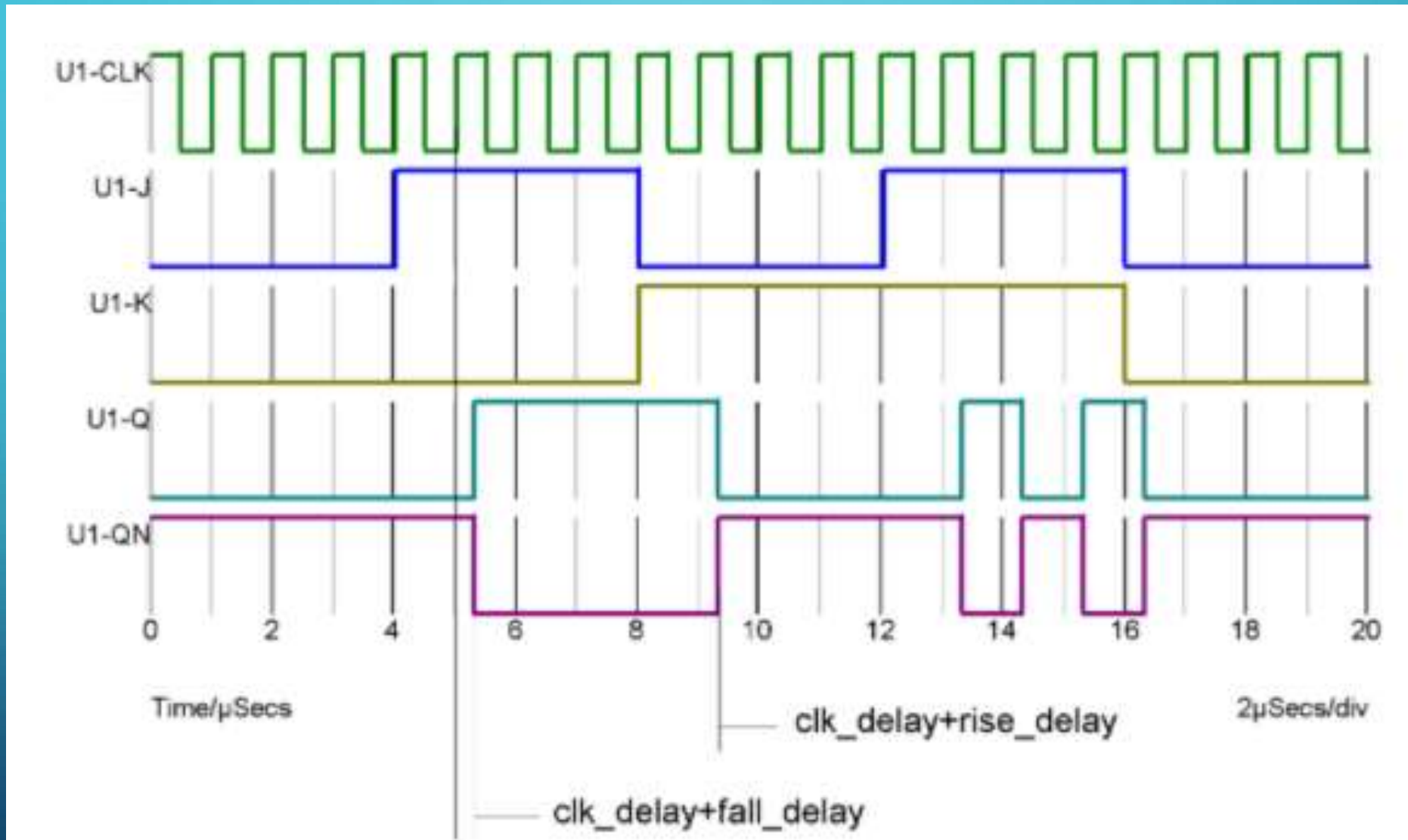
Αρνητικά μέτωπα



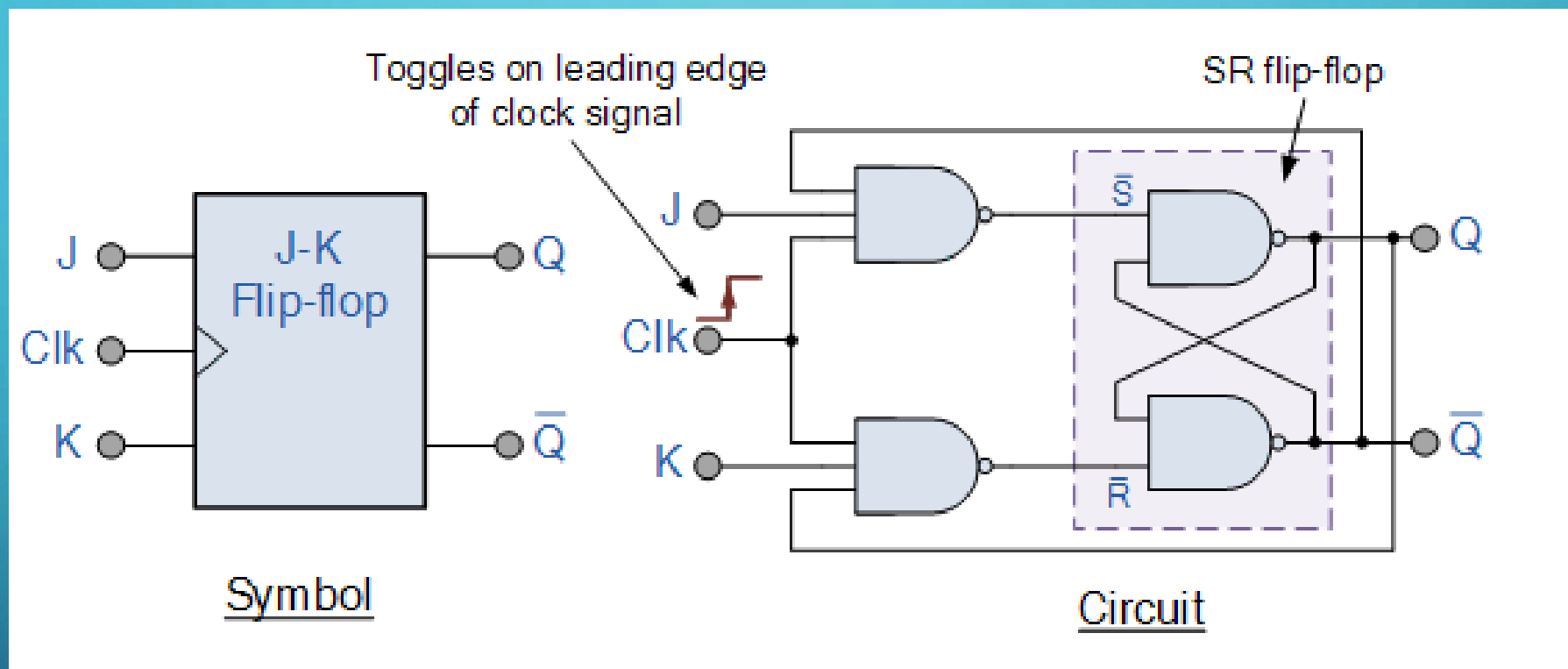
Χρονιζόμενο SR-FF στα θετικά μέτωπα των παλμών του CLK



Χρονιζόμενο JK-FF στα θετικά μέτωπα των παλμών του CLK



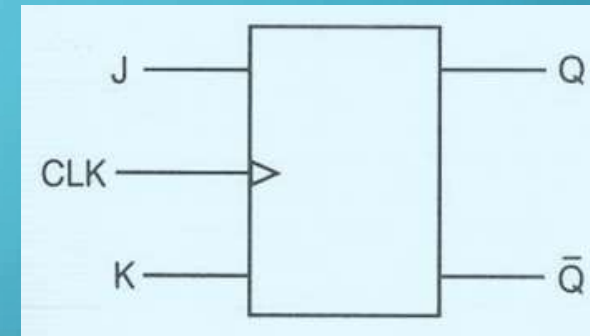
Χρονιζόμενο JK – FF



Χρονιζόμενο JK-FF στα θετικά μέτωπα των παλμών του CLK

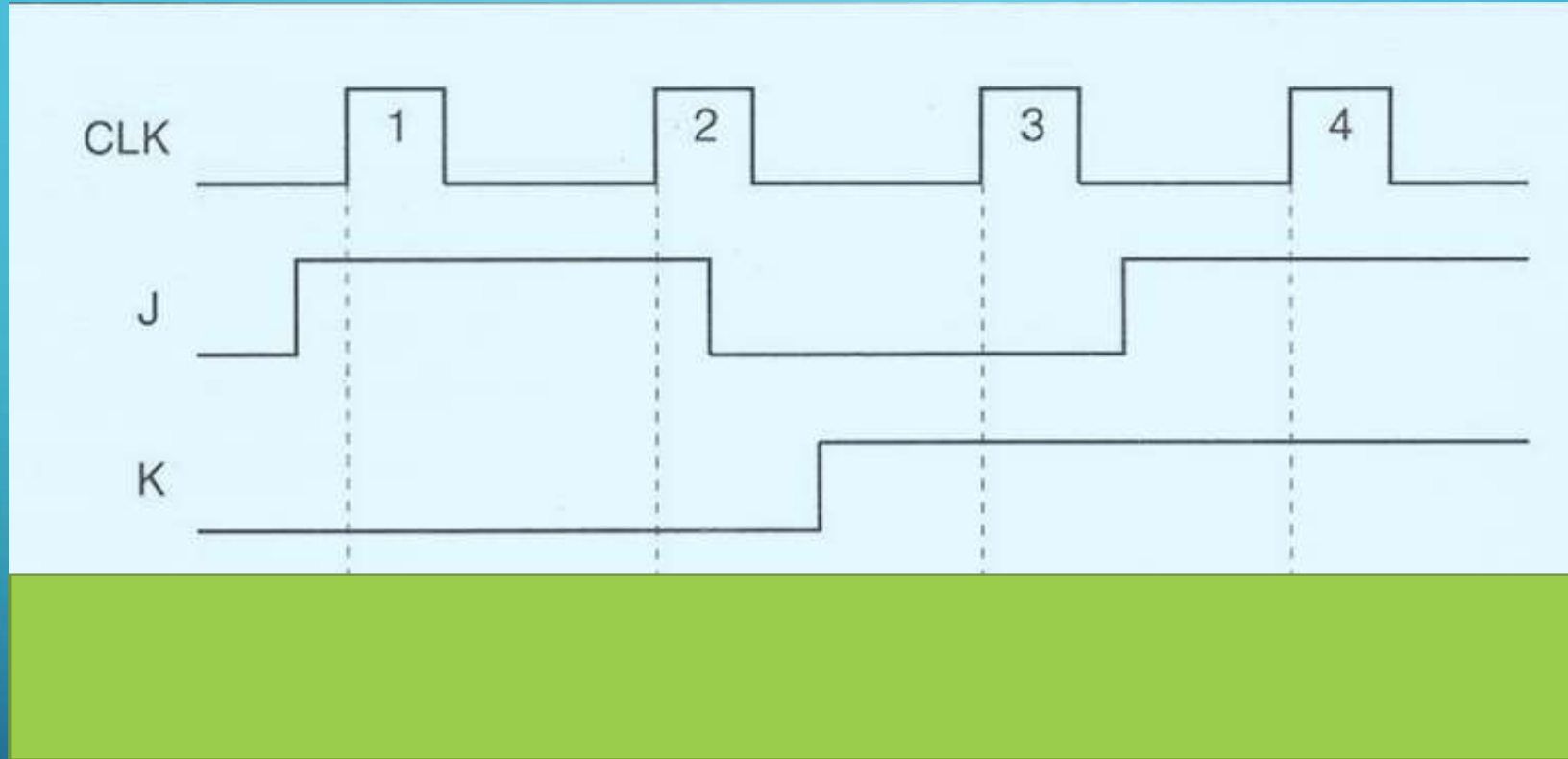
- Πίνακας διέγερσης JK-FF με χρονισμό στα θετικά μέτωπα του CLK

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

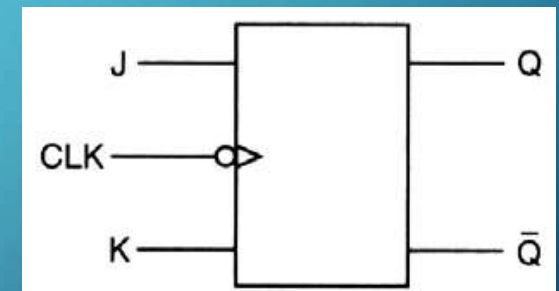
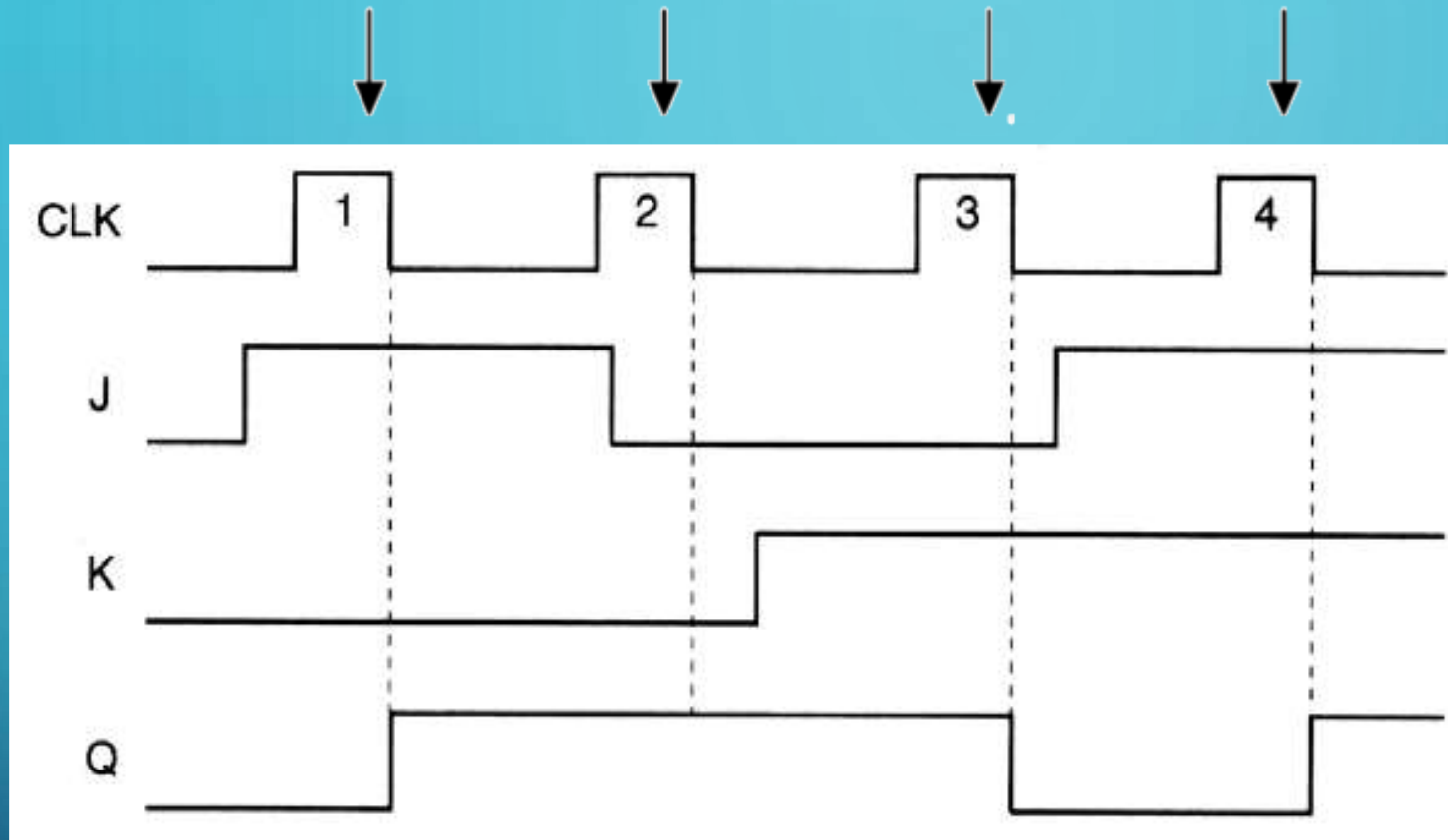


- Το **σύμβολο** ↑ δηλώνει την αλλαγή του CLK από το λογικό 0 στο λογικό 1. Οι μεταβολές του FF συμβαίνουν μόνο κατ' αυτή τη χρονική διάρκεια.
- Σ' όλο τον υπόλοιπο χρόνο το FF βρίσκεται σε κατάσταση μνήμης.

Χρονικά διαγράμματα χρονιζόμενου JK-FF στα θετικά μέτωπα των παλμών χρονισμού



JK-FF με χρονισμό στα αρνητικά μέτωπα του CLK

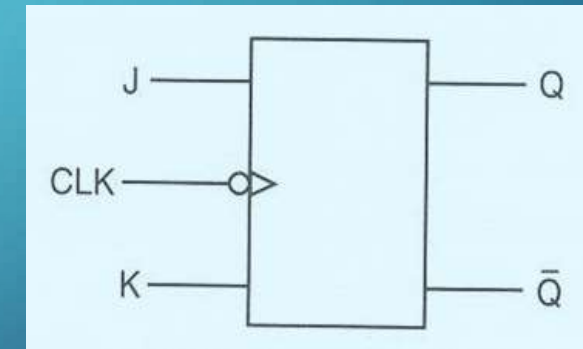


JK-FF με χρονισμό στα αρνητικά μέτωπα του CLK

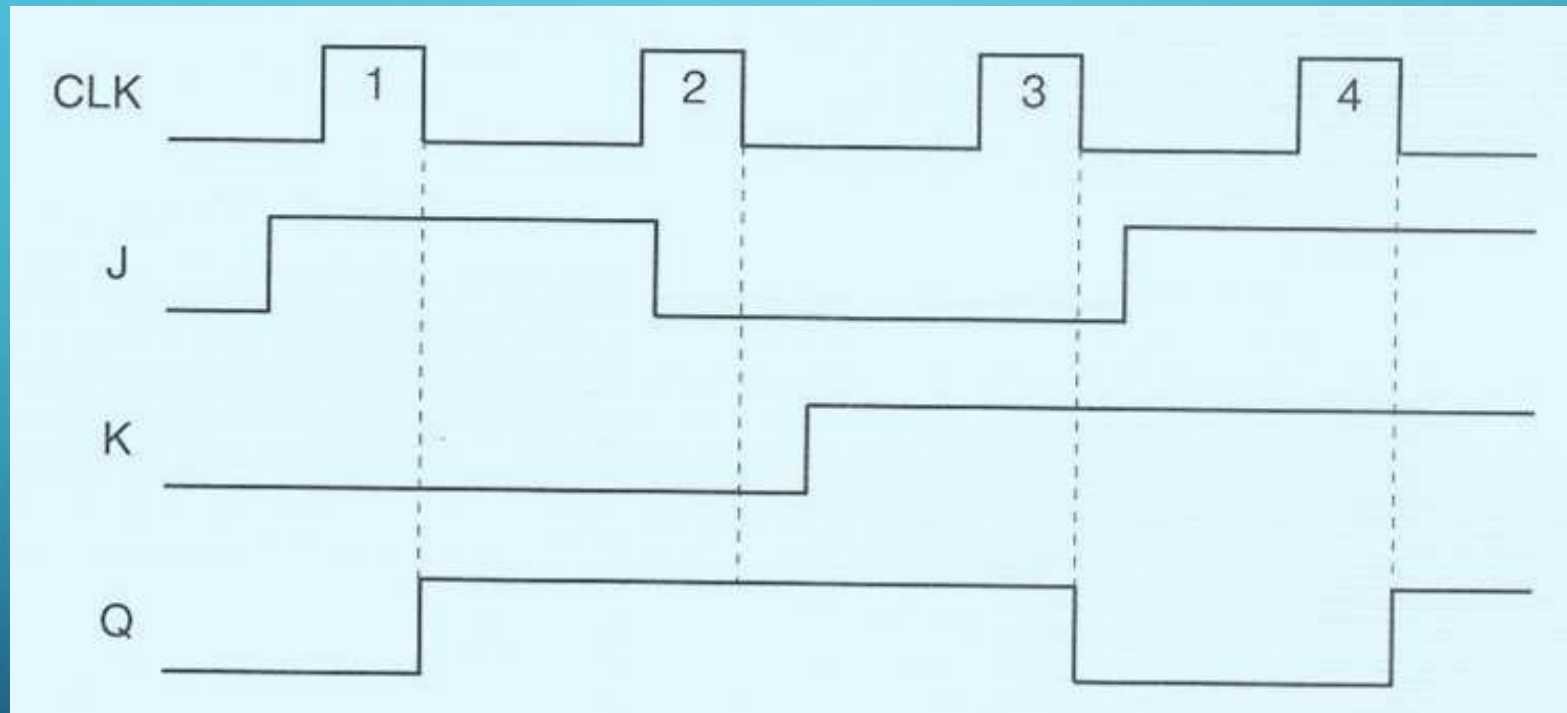
Πίνακας διέγερσης (λειτουργίας)

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

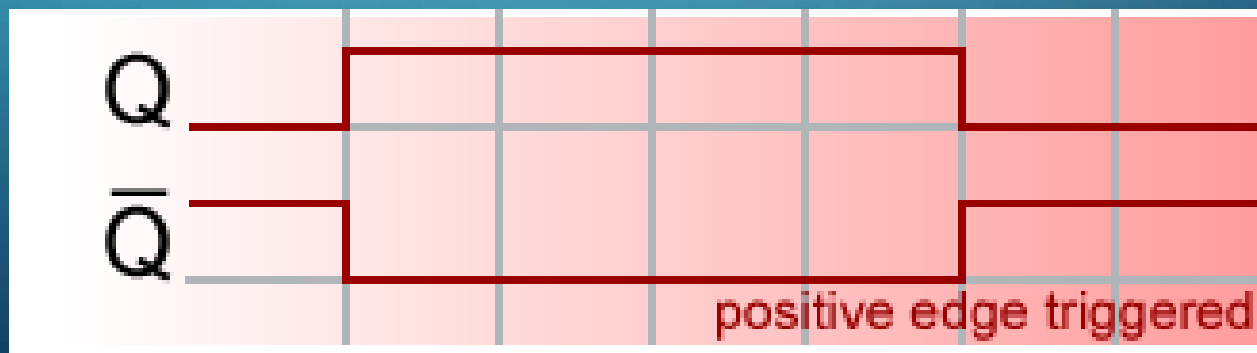
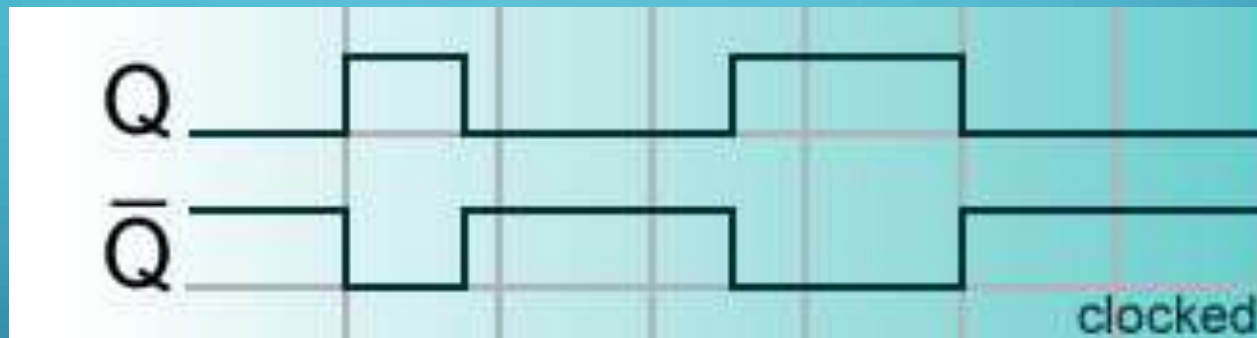
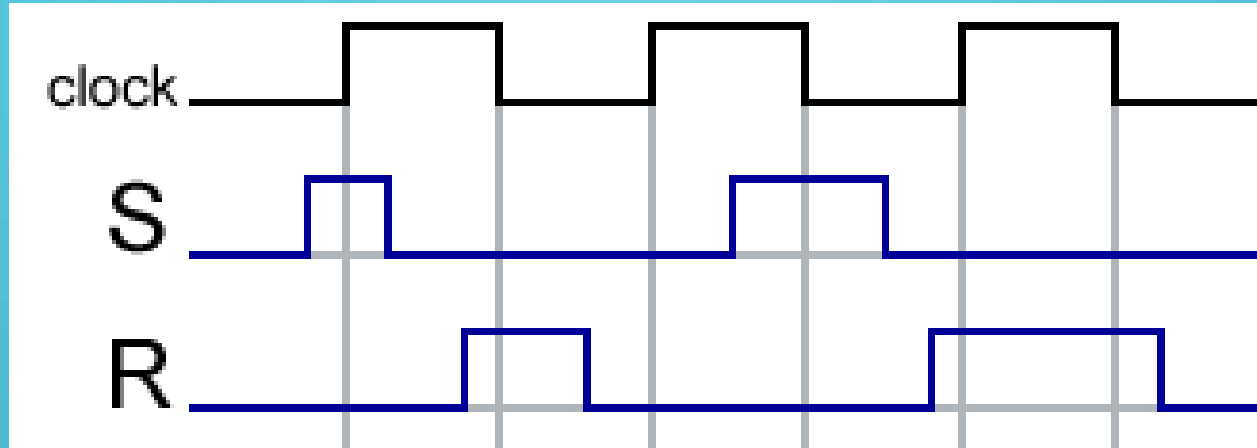
Λογικό σύμβολο



Χρονικά διαγράμματα JK-FF στα αρνητικά μέτωπα των παλμών του CLK



Ενεργοποίηση στα θετικά ή στα θετικά μέρη



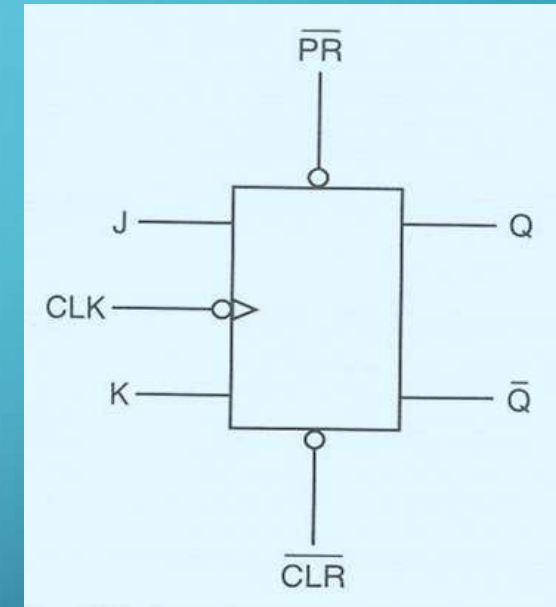
Διάλειμμα



FF με σύγχρονη και ασύγχρονη λειτουργία

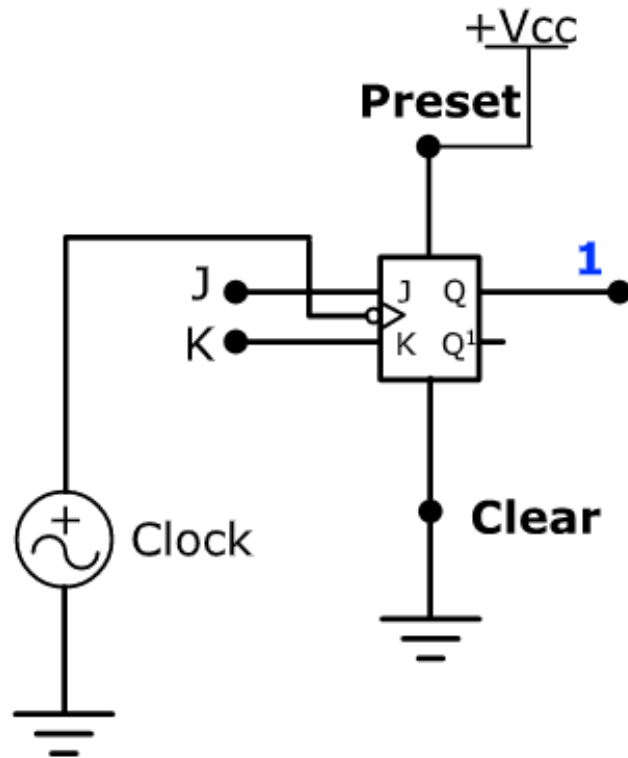
Λειτουργία :

Οι ασύγχρονες είσοδοι (**PR-preset** και **CLR-clear**) του FF μπορούν να κάνουν το FF SET ή RESET **χωρίς παλμούς χρονισμού** και έχουν **προτεραιότητα** στη λειτουργία τους από τις άλλες **σύγχρονες** εισόδους (**J, K**). Η ενεργοποίηση τους έχει άμεση επίδραση στις λογικές καταστάσεις των εξόδων.



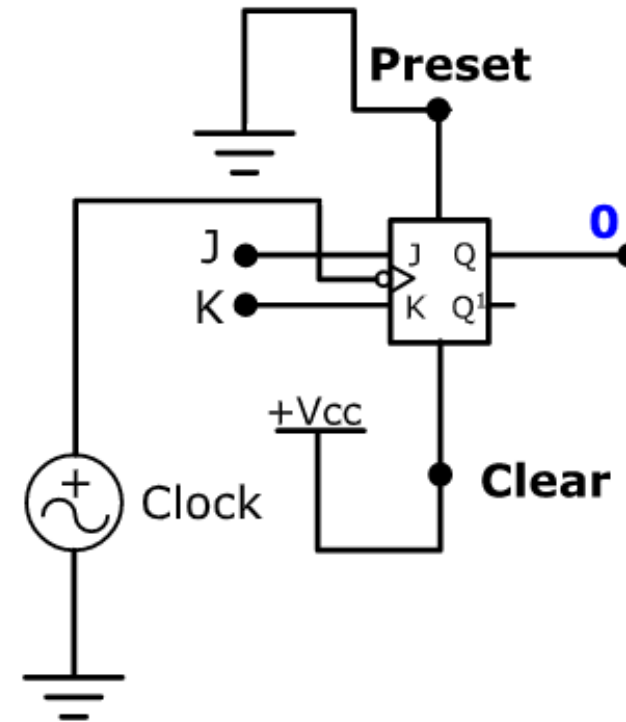
Λογικό σύμβολο χρονιζόμενου JK-FF και με ασύγχρονες εισόδους active low

FF με σύγχρονη και ασύγχρονη λειτουργία



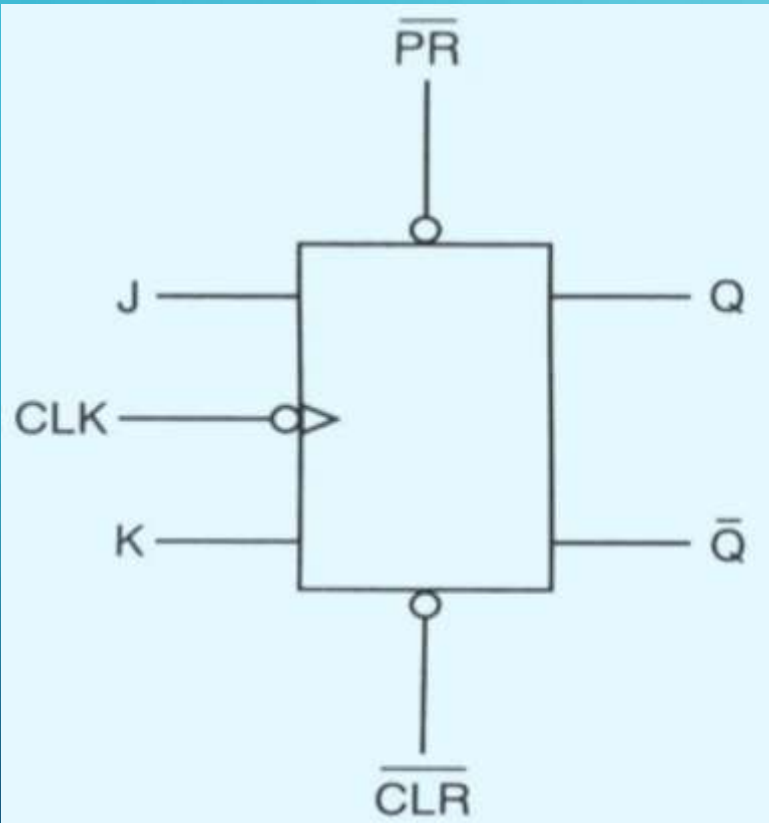
Preset = 1
Q = 1

Active High



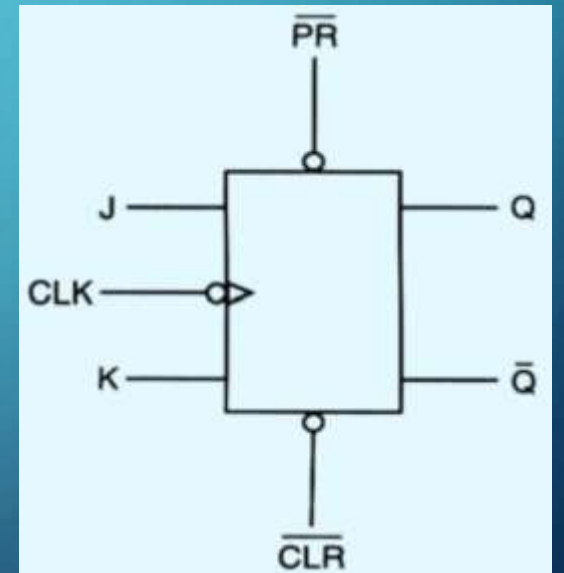
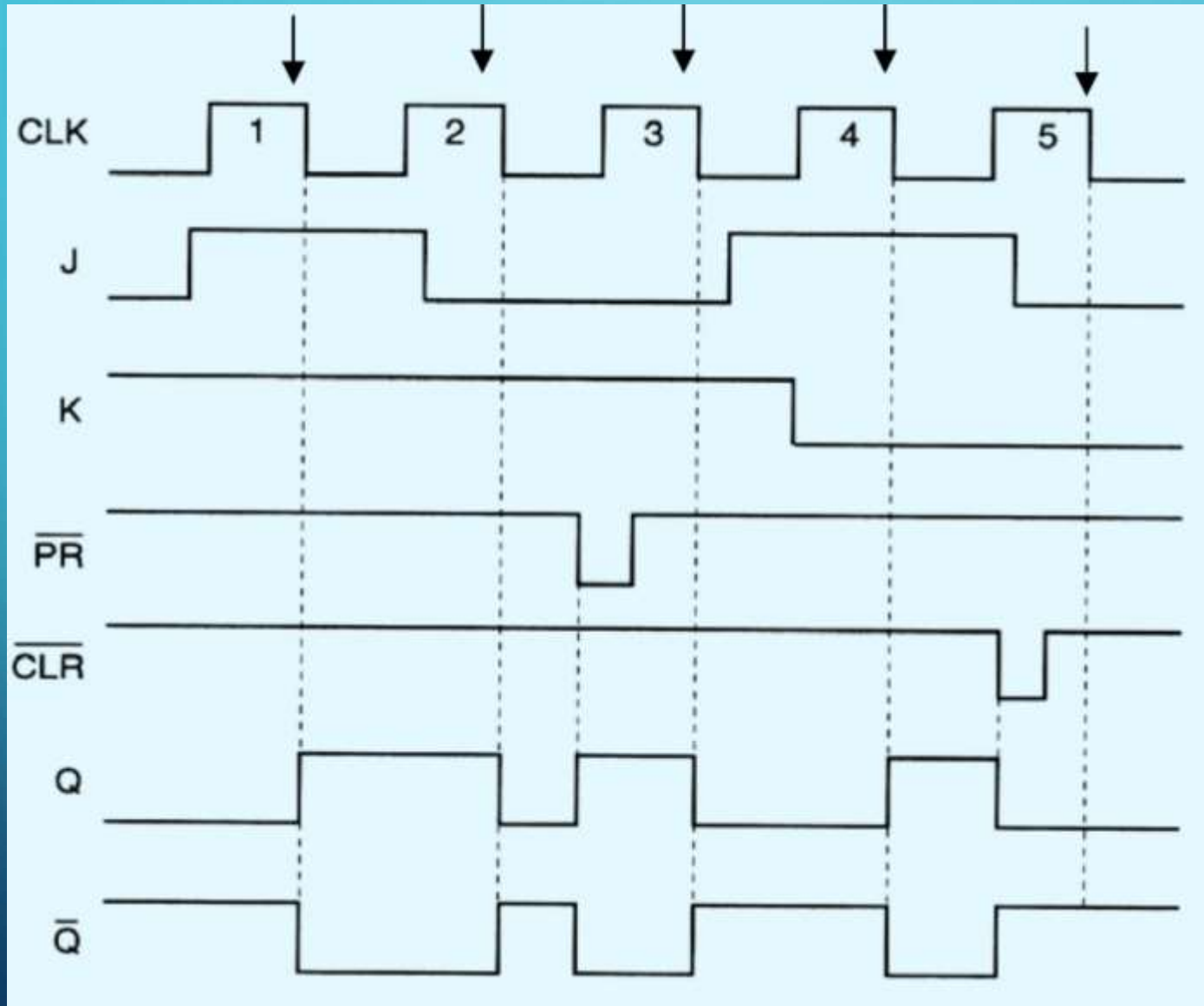
Clear = 1
Q = 0

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	-	-	ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗ
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

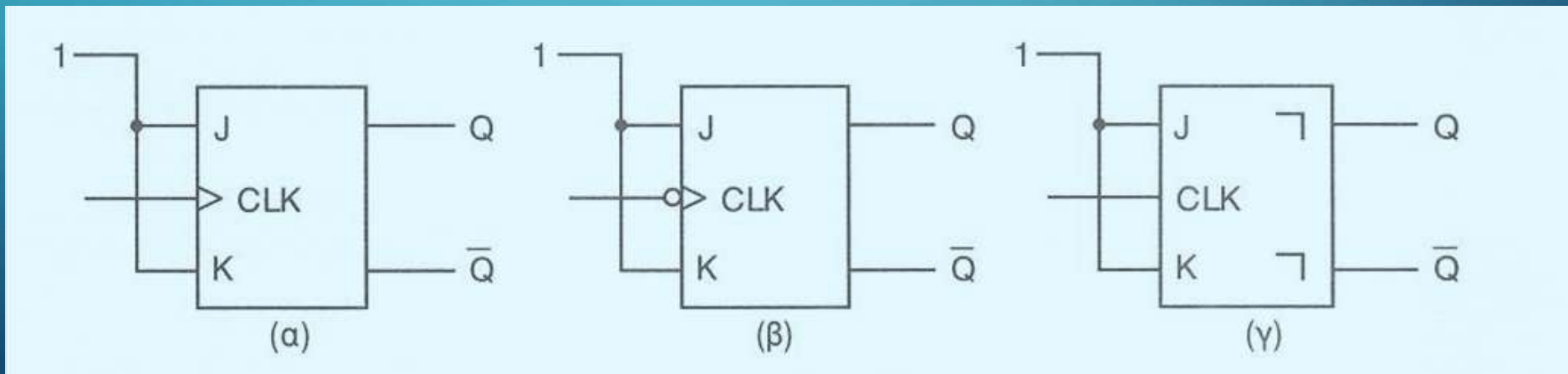
Χρονικά διαγράμματα JK-FF με PRESET και CLEAR



T FF (TOGGLE FLIP-FLOP)

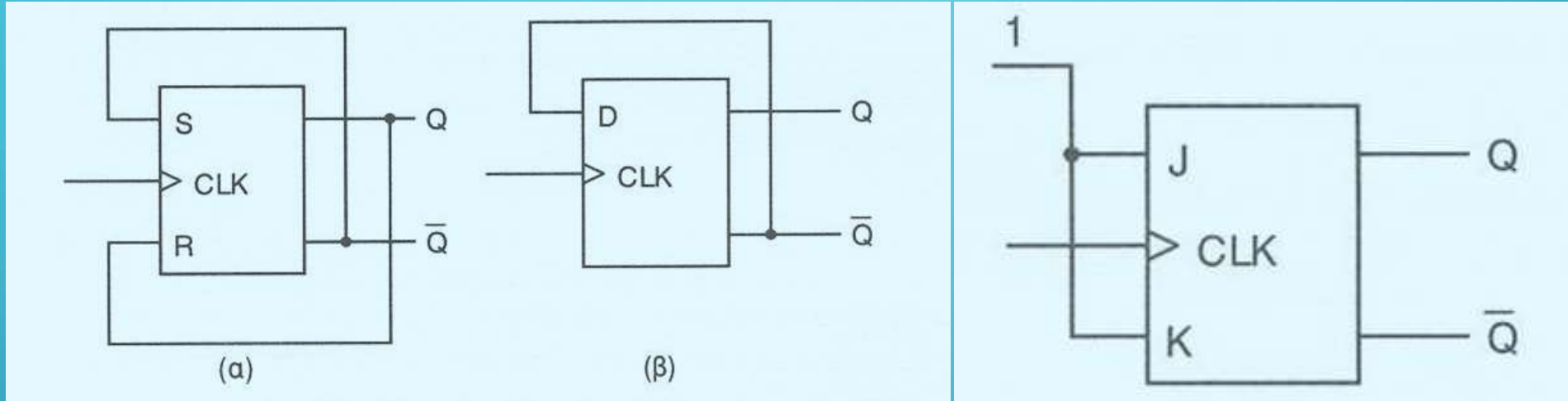
Χαρακτηριστικά :

- Το T-FF αλλάζει τη λογική κατάσταση της εξόδου με τον κάθε χρονικό παλμό του CLK.
- 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.
- Λογικό σύμβολο JK-FF ως T-FF που λειτουργεί στα θετικά ή στα αρνητικά μέτωπα του CLK.

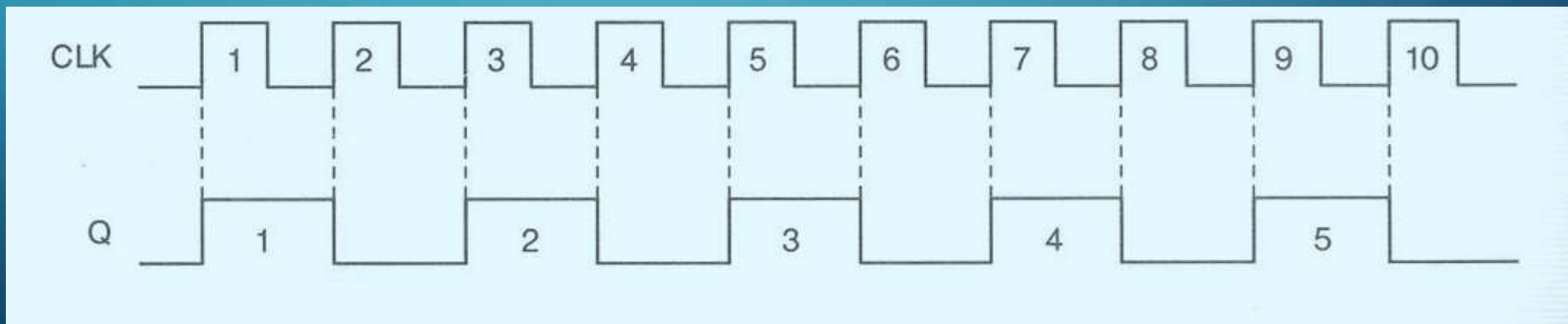


T FF (TOGGLE FLIP-FLOP)

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



Το Toggle FF είναι ένας διαιρέτης συχνότητας δια 2



Εφαρμογές των FFs

- (α) Το FF ως κύκλωμα αποκοπής παρασιτικών παλμών από μηχανικούς διακόπτες.
- (β) Το FF ως διαιρέτης συχνότητας.
- (γ) Το FF ως στοιχείο μνήμης.

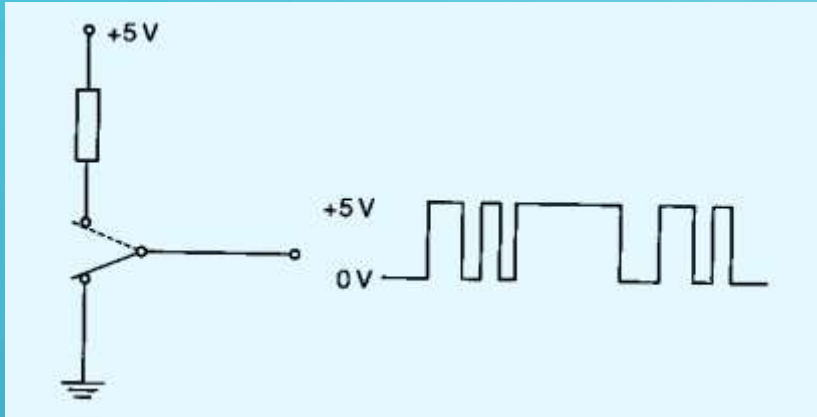
ΤΟ FF ως κύκλωμα αποκοπής παρασιτικών παλμών από μηχανικούς διακόπτες

- Η **χρήση μηχανικών διακοπών** για παραγωγή παλμών σε ηλεκτρονικά κυκλώματα προκαλούν **παρασιτικούς παλμούς**, εξαιτίας ταλαντώσεων των επαφών από μηχανικές ατέλειες.

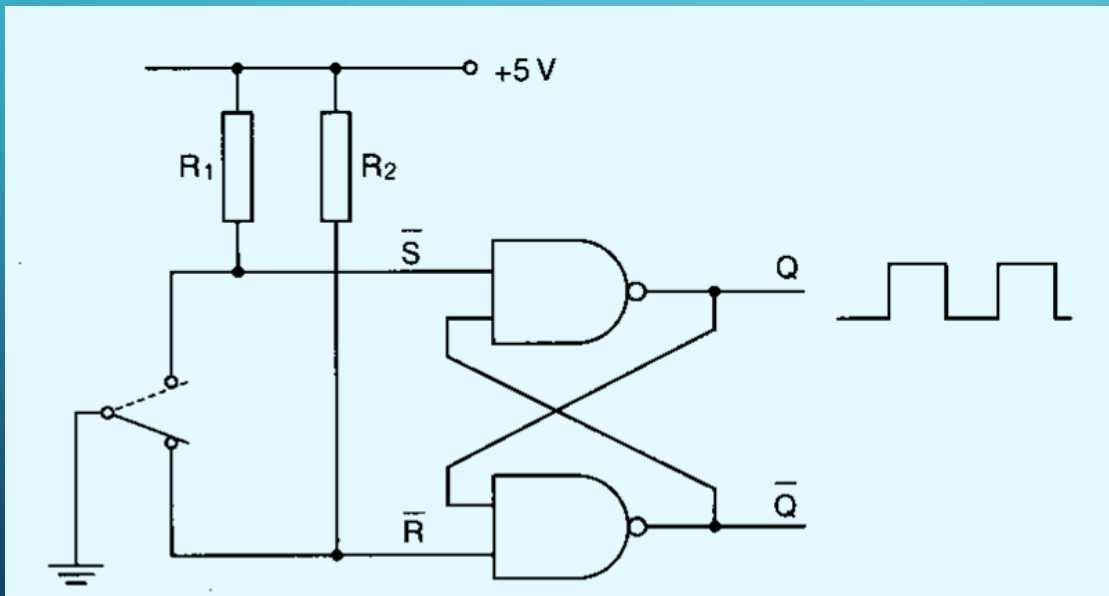
- Για να αποφύγουμε τους ανεπιθύμητους παρασιτικούς παλμούς χρησιμοποιείται το πιο κάτω κύκλωμα με ένα **NAND-FF**.

Ανοιγοκλείνοντας το διακόπτη, οι παλμοί που παίρνουμε στην έξοδο Q είναι απαλλαγμένοι από τους παρασιτικούς παλμούς, διότι το FF γίνεται SET ή RESET με τον πρώτο παλμό και μετά παραμένει στην κατάσταση MEMORY. Έτσι οι παρασιτικοί παλμοί της εισόδου αποκόπτονται και δεν εμφανίζονται στην έξοδο.

Το FF ως κύκλωμα αποκοπής παρασιτικών παλμών από μηχανικούς διακόπτες



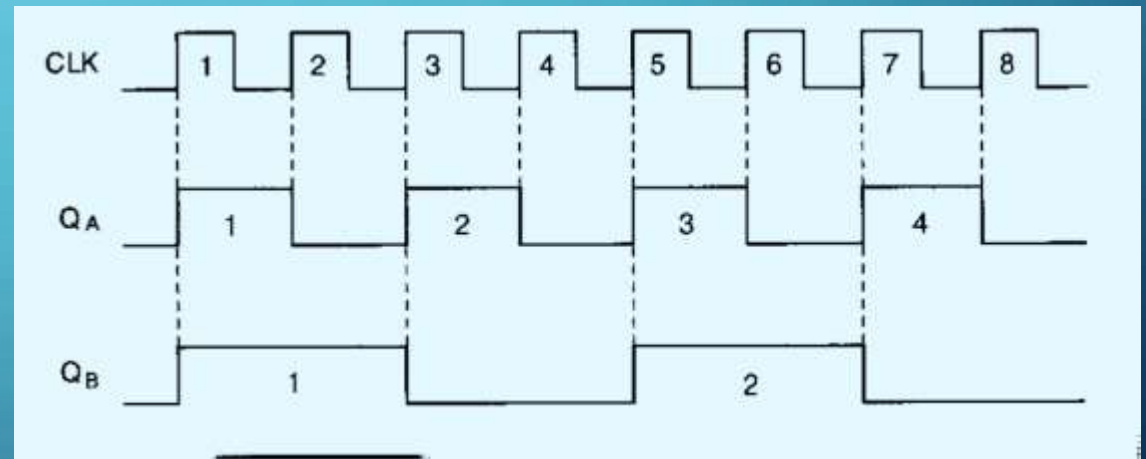
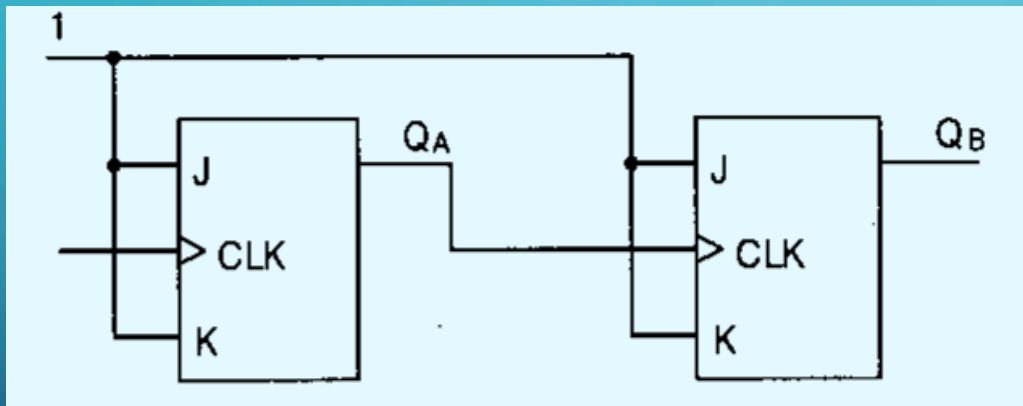
Μηχανικός διακόπτης:
Παράγει πολλούς μικρούς παλμούς όταν ανοιγοκλείνει



Κύκλωμα αποκοπής παρασιτικών παλμών από μηχανικούς διακόπτες.

ΤΟ FF ως διαιρέτης συχνότητας

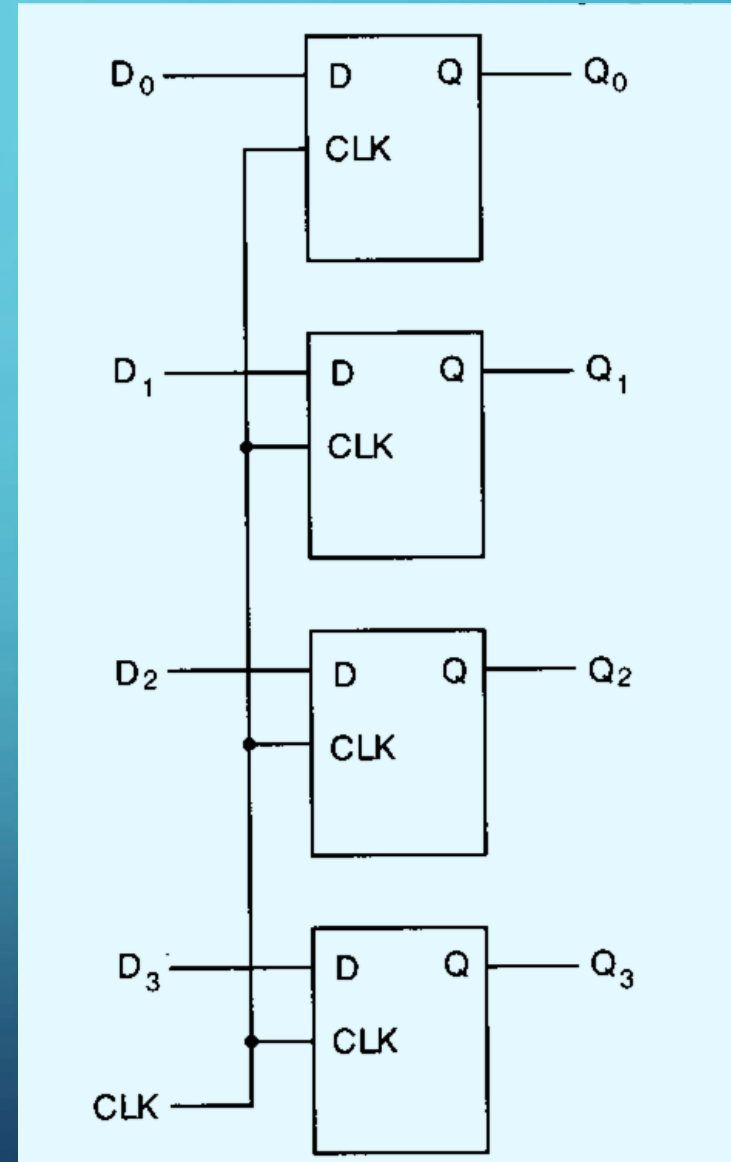
Το FF που λειτουργεί στην κατάσταση εναλλαγής (TOGGLE) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαιρέτης συχνότητας εισόδου διά 2. Αν θέλουμε να κάνουμε διαίρεση της συχνότητας δια 4 θα χρησιμοποιήσουμε 2 FFs .



Κύκλωμα και χρονικά διαγράμματα διαιρέτη συχνότητας δια 4

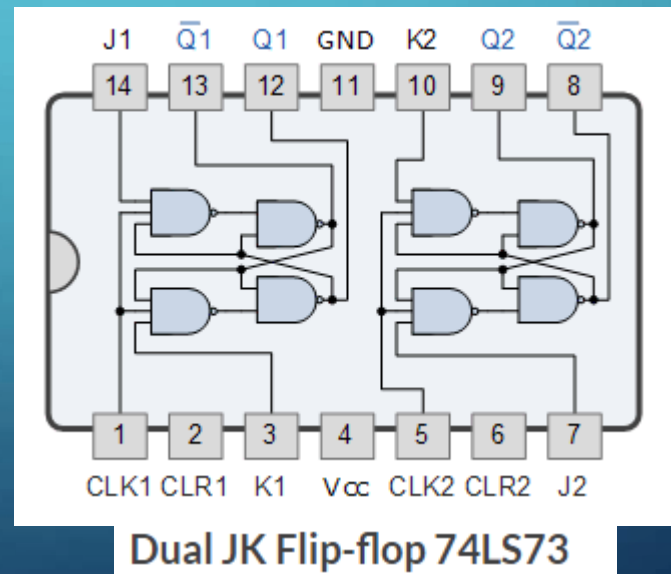
Το FF ως στοιχείο μνήμης

- Κύκλωμα καταχωρητή των τεσσάρων bit με D-FFs και με παράλληλη φόρτιση. Το CLK είναι ενεργό, όταν αυτό είναι στο λογικό 1.

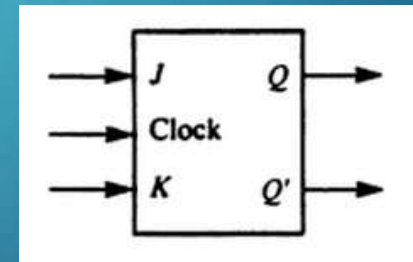
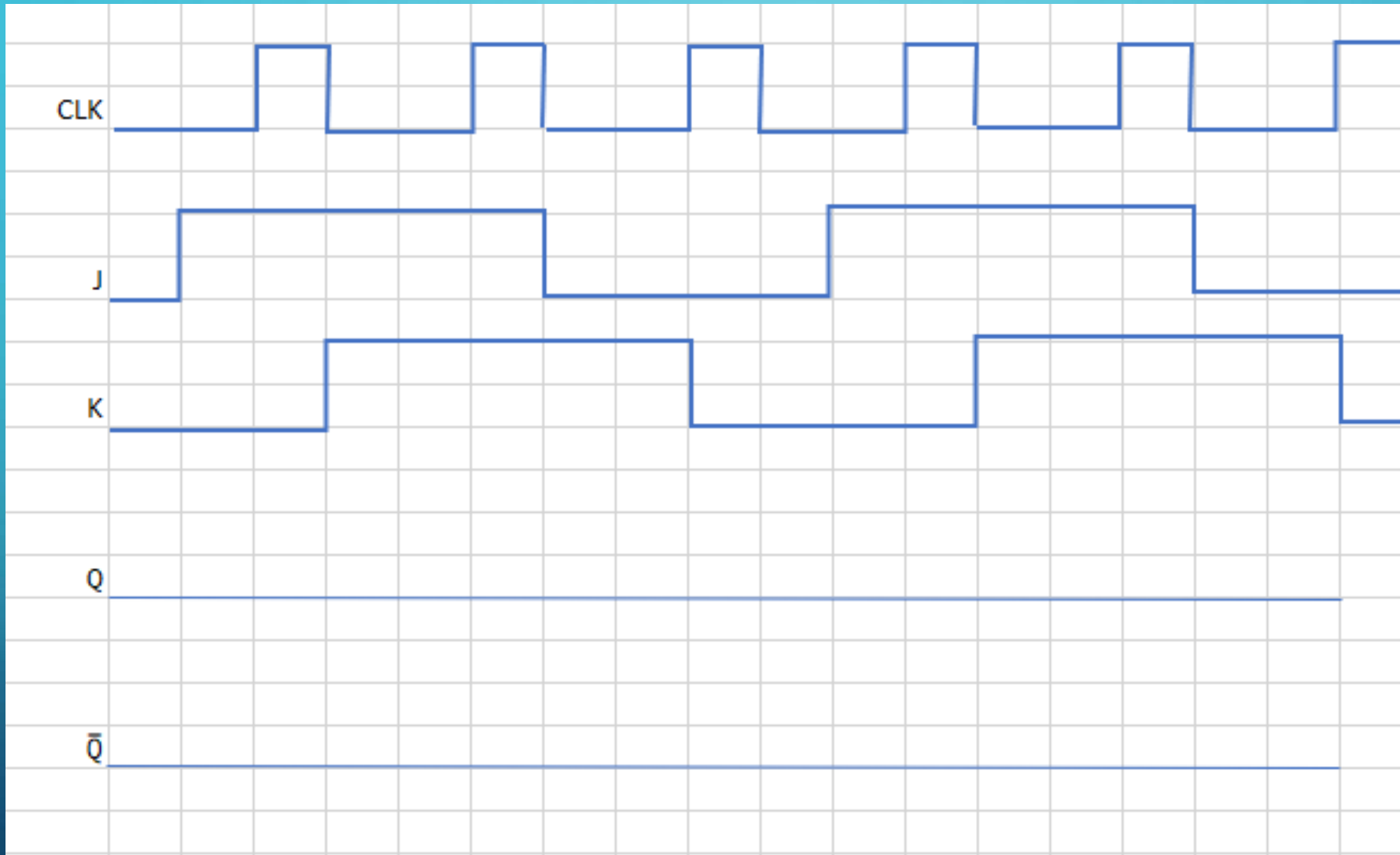


ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΊΑ

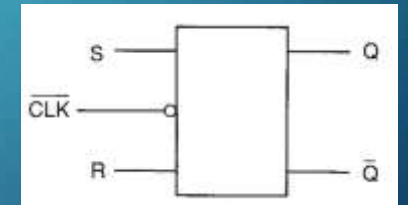
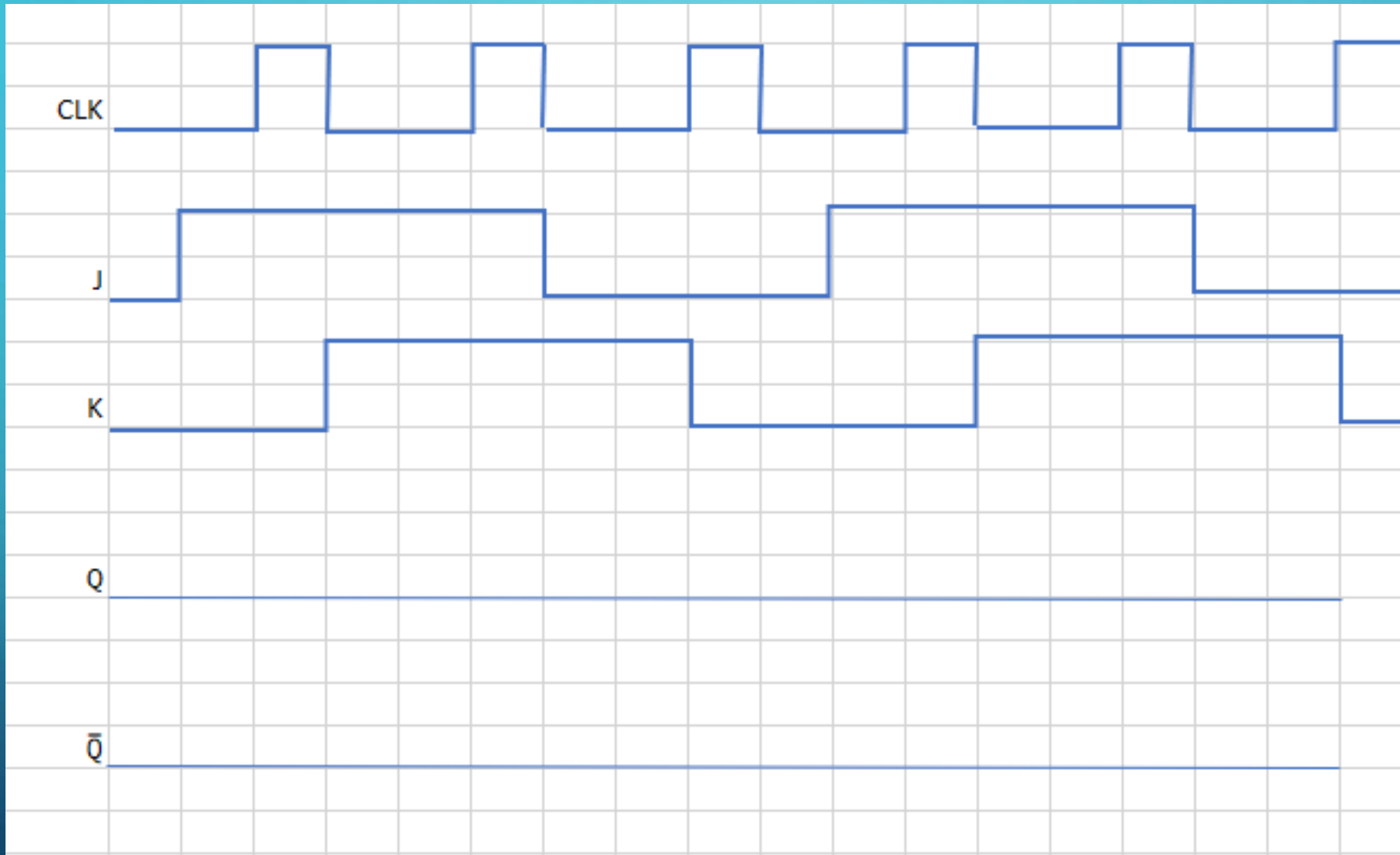
- <http://www.falstad.com/circuit/e-clockedsrff.html>
- Τεχνολογία ψηφιακών ηλεκτρονικών Γ΄τάξης (Δ.Μ.Τ.Ε.Ε , ΥΑΠ)
- Λογισμικό CROCODILE



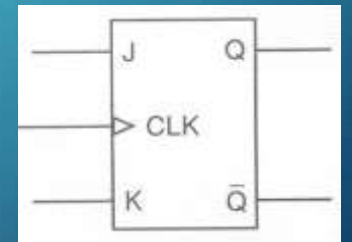
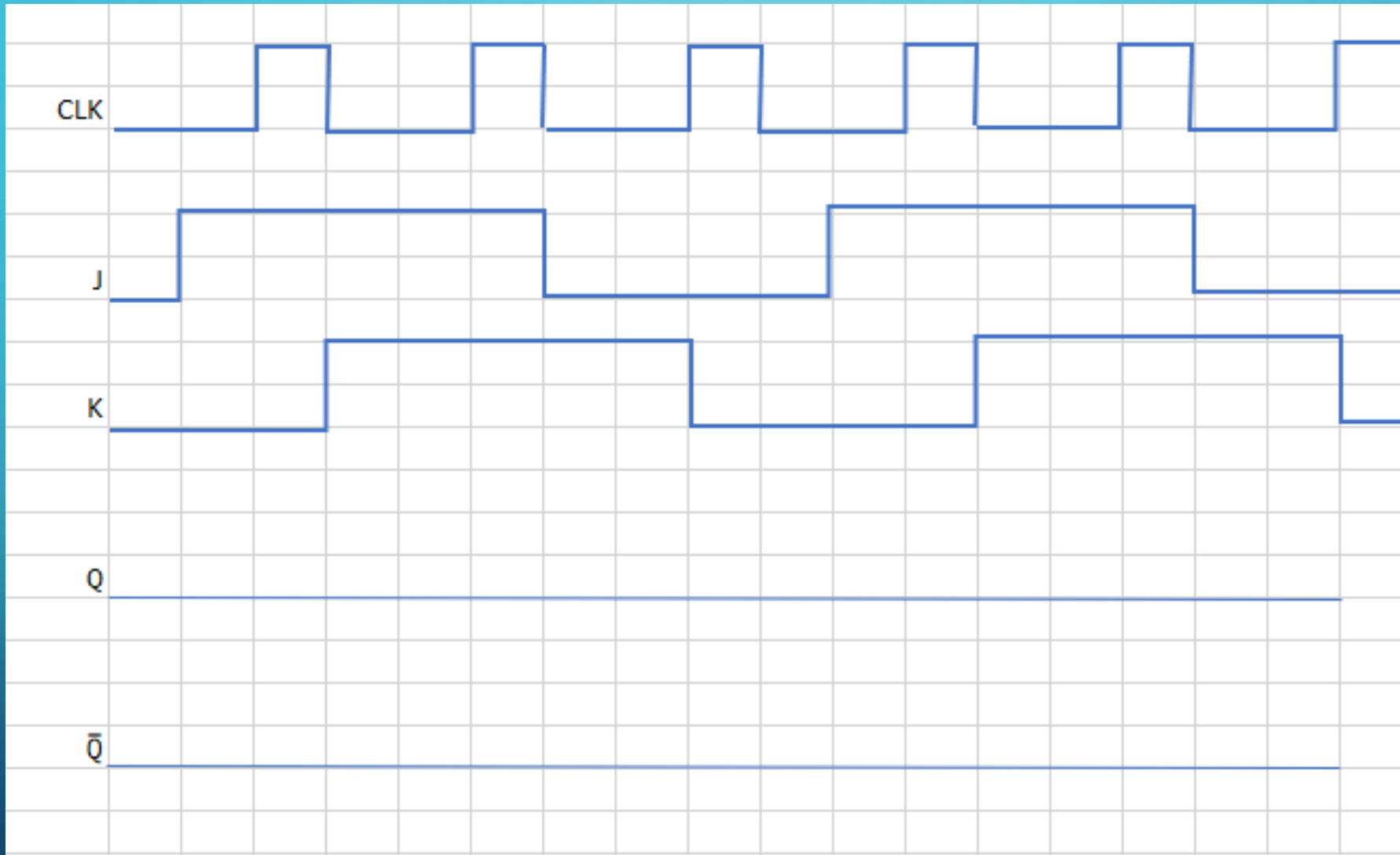
Να σχεδιάσετε τα χρονικά διαγράμματα των εξόδων του FF



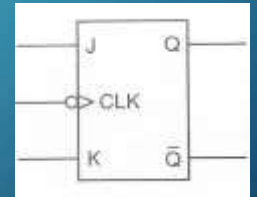
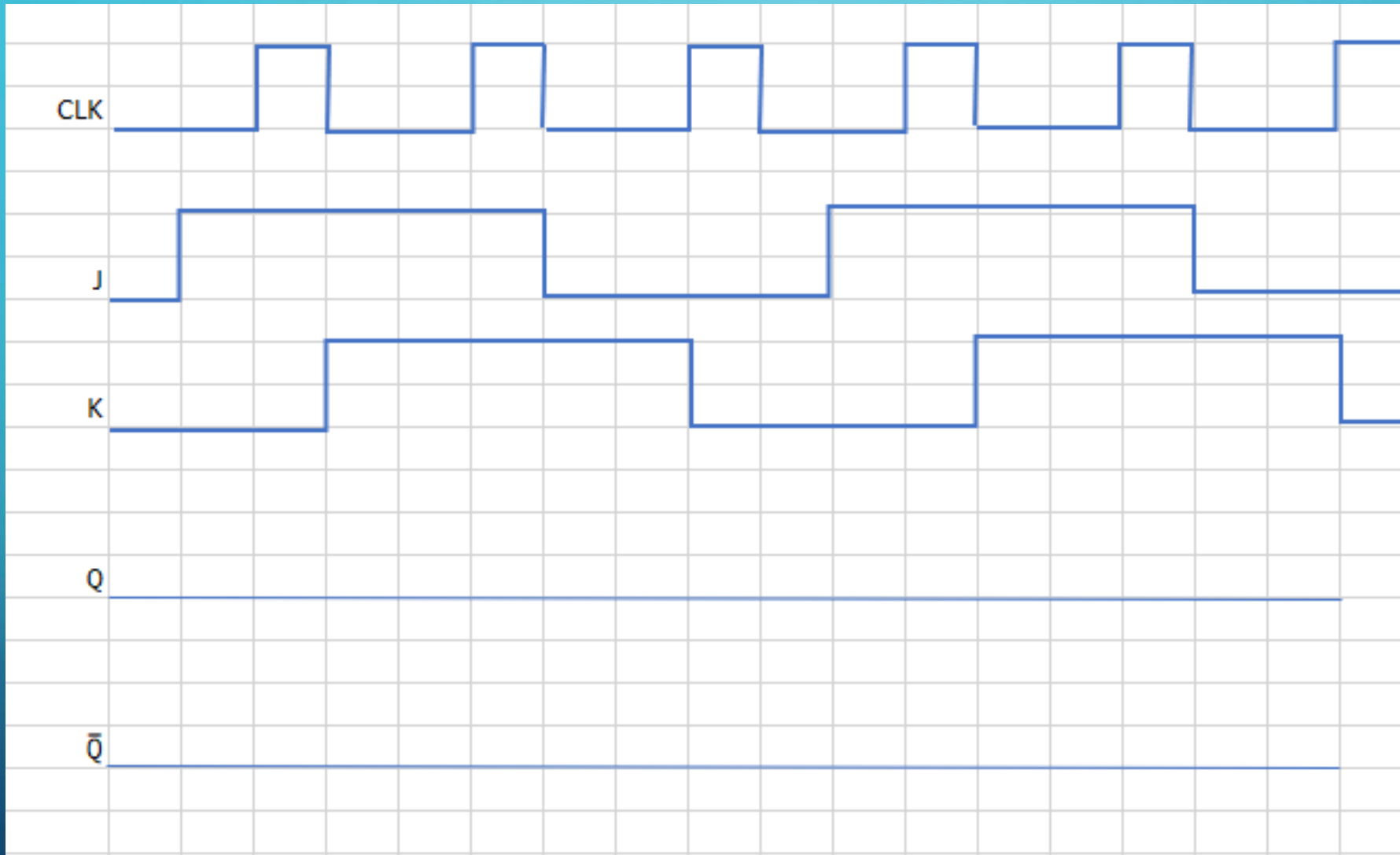
Να σχεδιάσετε τα χρονικά διαγράμματα των εξόδων του FF



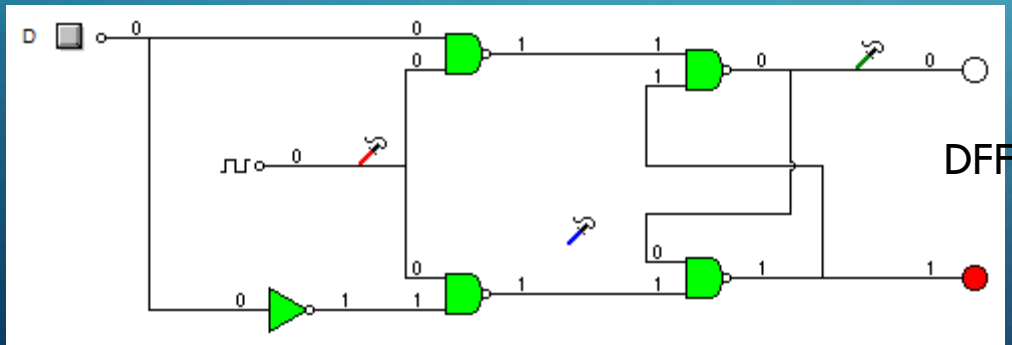
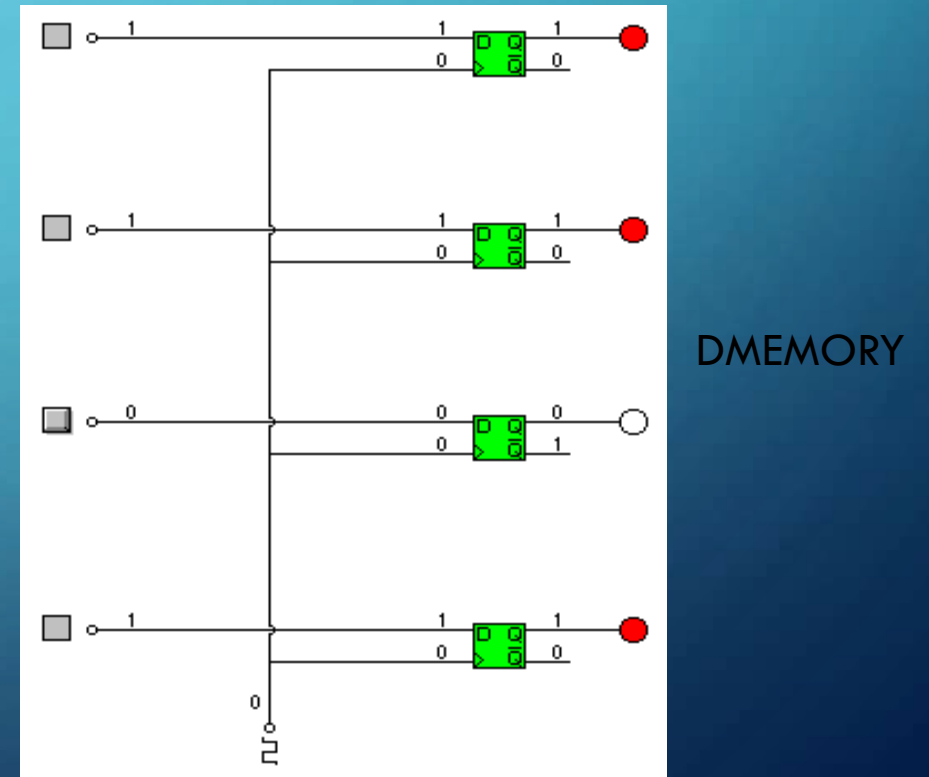
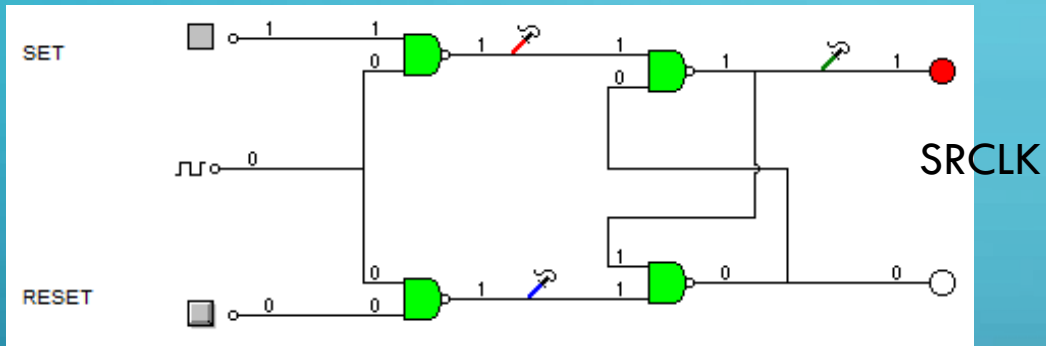
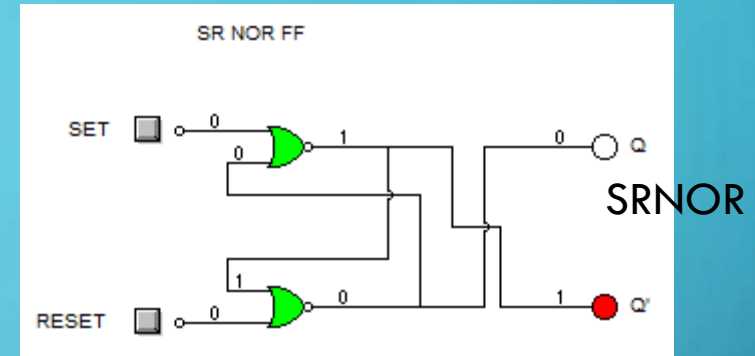
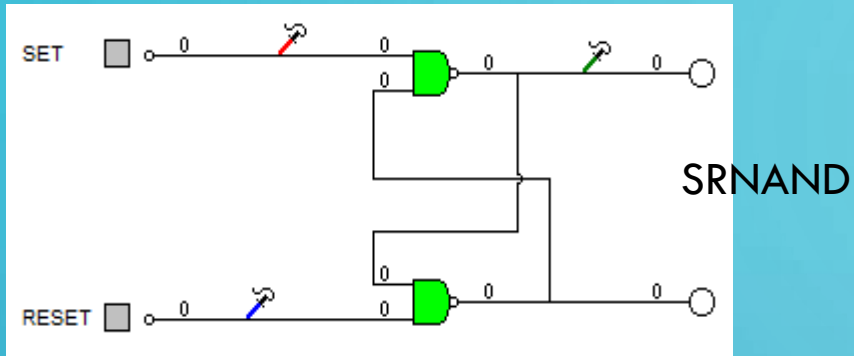
Να σχεδιάσετε τα χρονικά διαγράμματα των εξόδων του FF



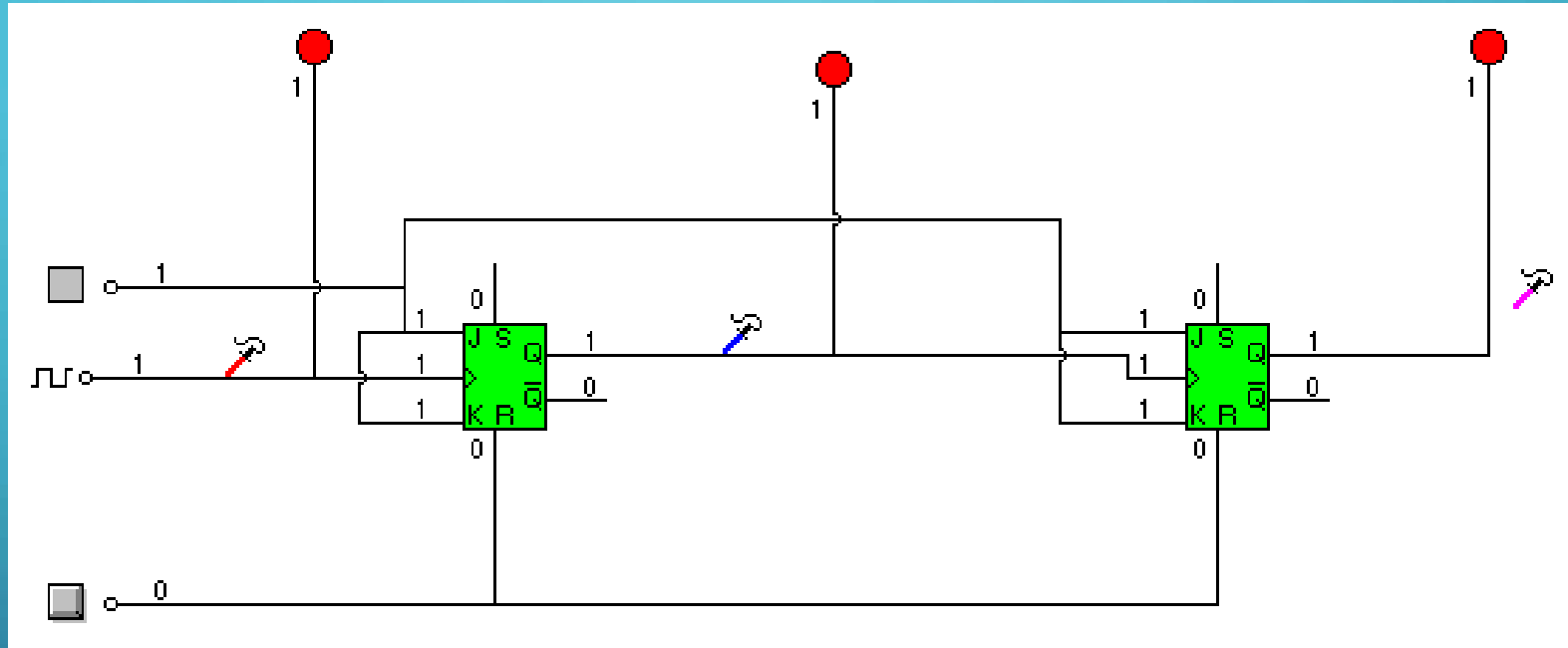
Να σχεδιάσετε τα χρονικά διαγράμματα των εξόδων του FF



Να σχεδιάσετε στο πρόγραμμα Crocodile Clips τα κυκλώματα



Να σχεδιάσετε στο πρόγραμμα Crocodile Clips τα κυκλώματα



Τέλος κεφαλαίου

