

FLIP-FLOP

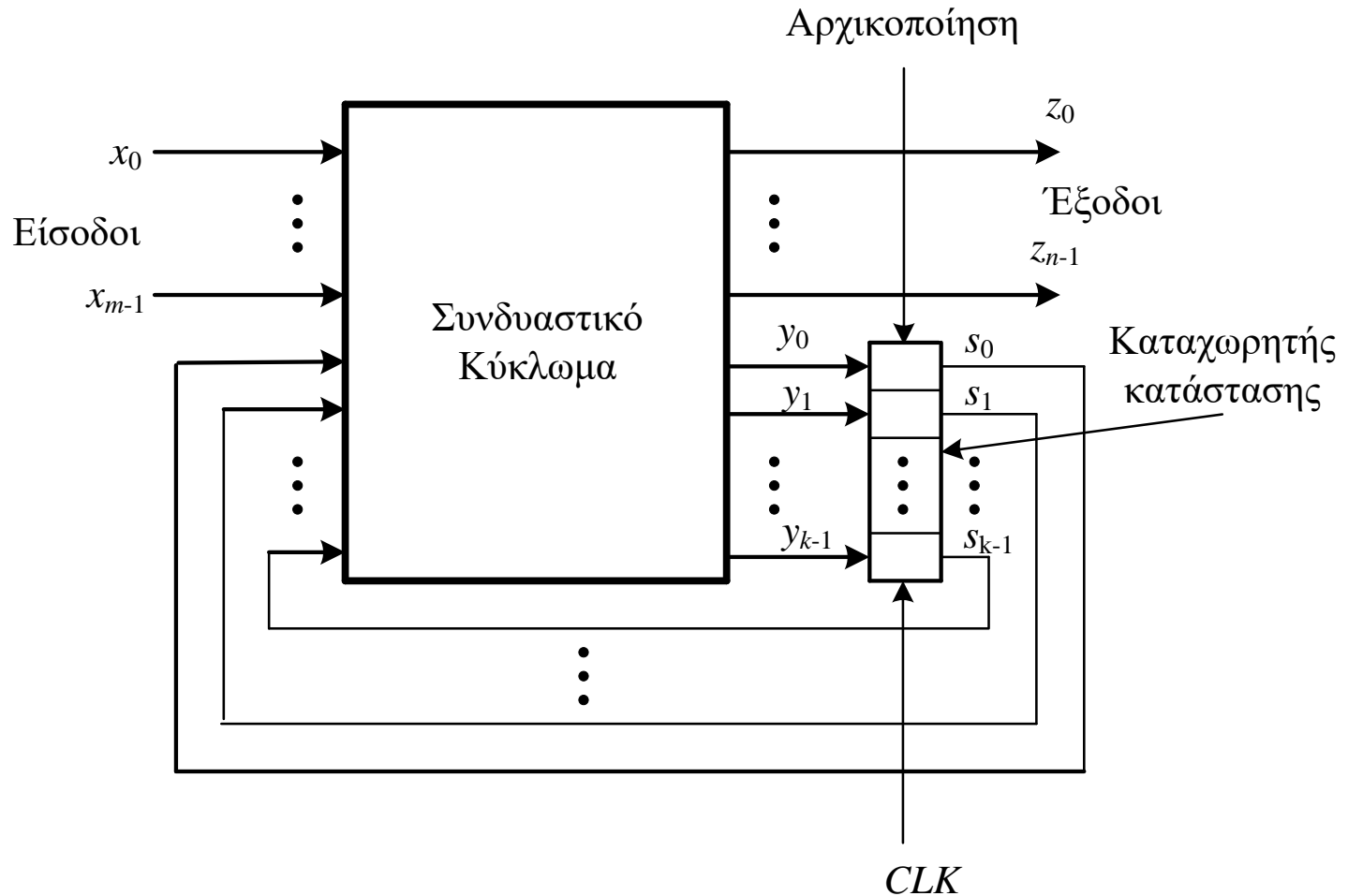
Ακολουθιακά κυκλώματα

Τα ψηφιακά κυκλώματα διακρίνονται σε συνδυαστικά και ακολουθιακά. Οι τιμές των εξόδων των *συνδυαστικών* (*combinational*) κυκλωμάτων εξαρτώνται μόνο από τις τιμές των εισόδων τους την συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

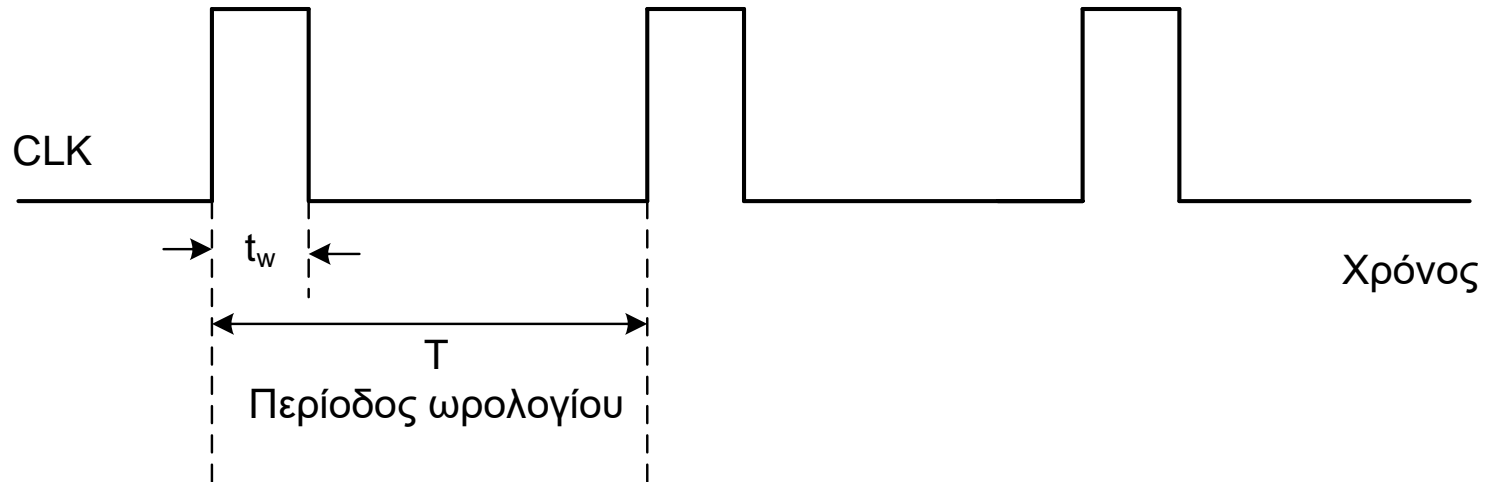
Οι τιμές των εξόδων των **ακολουθιακών** (*sequential*) κυκλωμάτων δεν εξαρτώνται μόνο από τις παρούσες τιμές των εισόδων, αλλά και από τις τιμές τους σε προηγούμενες χρονικές στιγμές.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες ακολουθιακών κυκλωμάτων, τα σύγχρονα και τα ασύγχρονα.

Δομή σύγχρονου ακολουθιακού κυκλώματος



Σήμα ωρολογίου



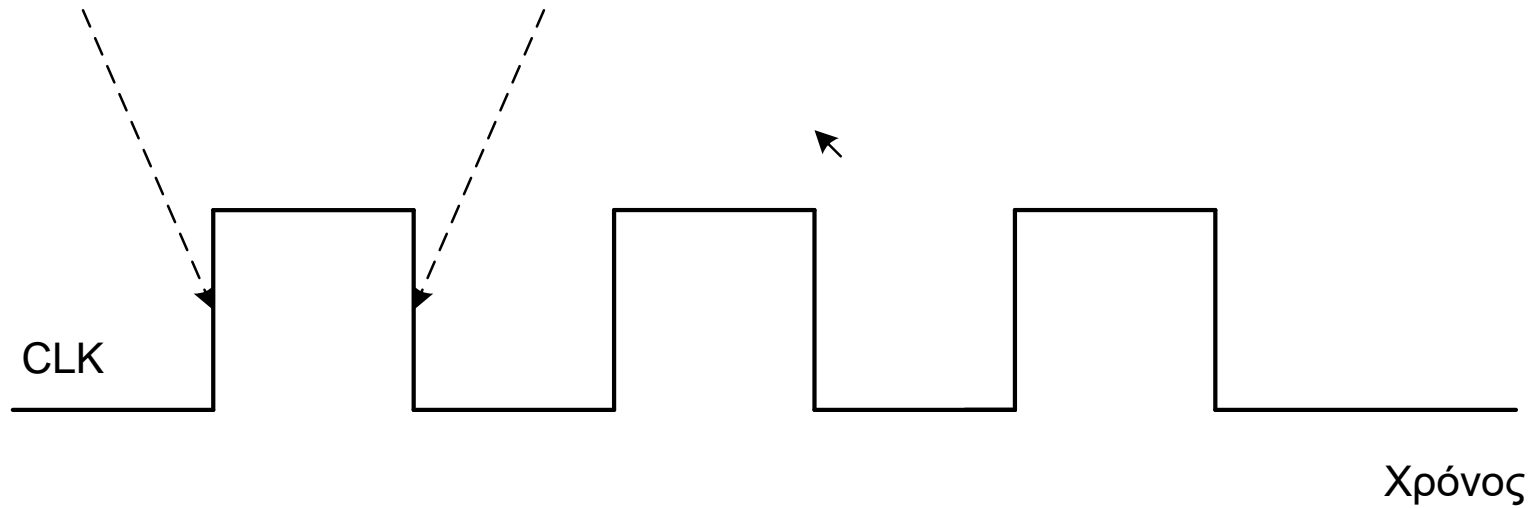
Τα βασικά χαρακτηριστικά του σήματος ωρολογίου σαν συνάρτηση του χρόνου, είναι η *περίοδος*, T και το *εύρος των παλμών*, t_w . Η περίοδος του σήματος ωρολογίου ονομάζεται και *κύκλος ωρολογίου*.

Το πηλίκο t_w/T ονομάζεται ***duty cycle***.

Σήμα ωρολογίου

Θετική ακμή του
σήματος ωρολογίου

Αρνητική ακμή του
σήματος ωρολογίου



Υποπολλαπλάσια του second (sec)

$$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ sec}$$

$$1 \text{ } \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ sec}$$

$$1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ sec}$$

$$1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ sec}$$

Πολλαπλάσια του Hz (Hertz)

$$1 \text{ KHz} = 10^3 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$$

Φλιπ-φλοπ

Τα φλιπ-φλοπ (*flip-flop*) είναι κυκλώματα που μπορούν να αποθηκεύσουν ένα bit (0 ή 1) και έχουν συνήθως δύο εξόδους, μια για την τιμή του bit που είναι αποθηκευμένο σε αυτά και μια για το συμπλήρωμά της. Οι δυαδικές πληροφορίες μπορούν να εγγραφούν στα φλιπ-φλοπ με διάφορους τρόπους και έτσι έχουμε διάφορους τύπους φλιπ-φλοπ.

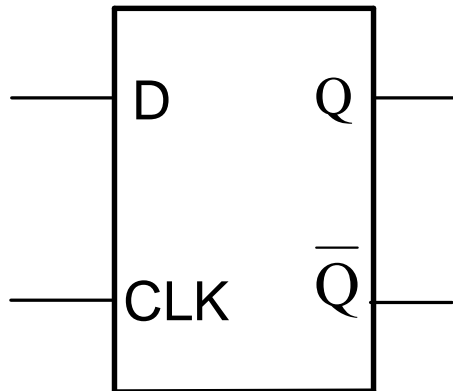
APPLICATIONS OF FLIP FLOPS:

Flip flops have a wide variety of applications. They are:

- ✓ REGISTERS
- ✓ FREQUENCY DIVIDERS
- ✓ DIGITAL COUNTERS

D φλιπ-φλοπ

Λογικό σύμβολο και πίνακας λειτουργίας του D φλιπ-φλοπ



D	Q_t
0	0
1	1

Q_{t-1} : Η έξοδος του φλιπ-φλοπ πριν την εφαρμογή παλμού στην είσοδο ωρολογίου

Q_t : Η έξοδος του φλιπ-φλοπ μετά τον παλμό ωρολογίου

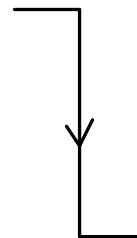
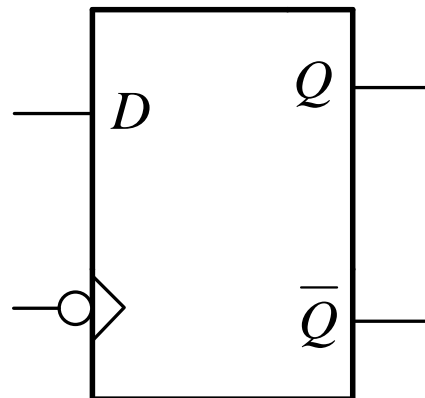
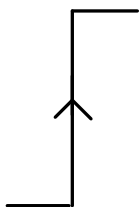
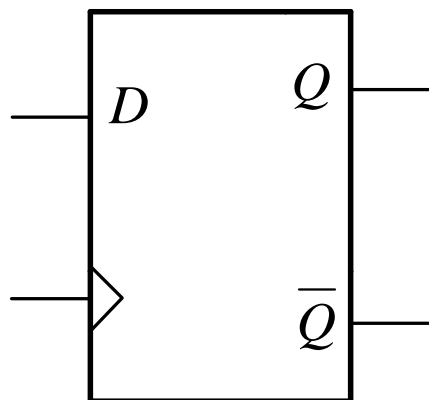
Χαρακτηριστικός πίνακας και χαρακτηριστική εξίσωση του D φλιπ-φλοπ.

D	Q_{t-1}	Q_t
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

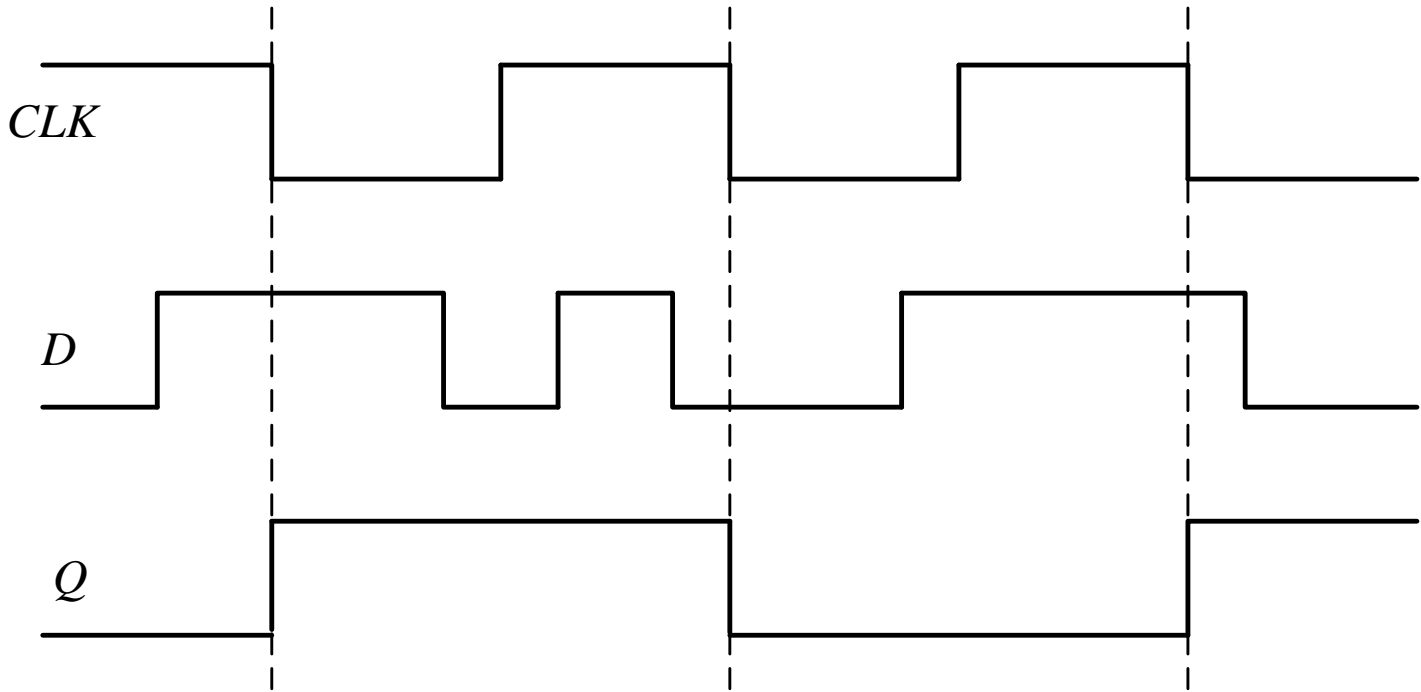
		D	
		0	1
Q _{t-1}	0	0	1
	1	0	1

$$Q_t = D$$

Λογικά σύμβολα των θετικά και αρνητικά ακροπυροδοτούμενων D φλιπ-φλοπ

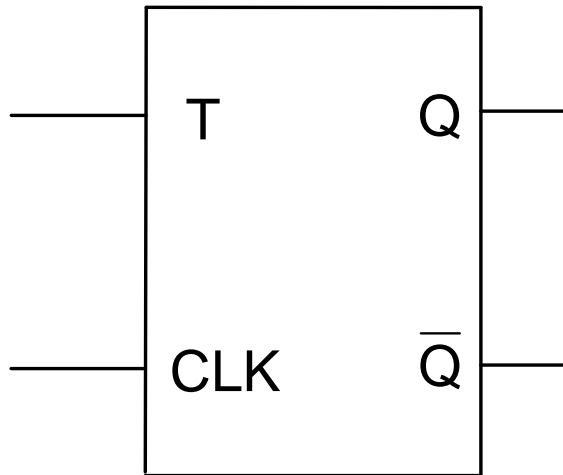


Κυματομορφή εξόδου Q ενός αρνητικά ακμωπυροδοτούμενου D φλιπ-φλοπ για δοσμένες εισόδους D και CLK



T φλιπ-φλοπ

Λογικό σύμβολο και πίνακας λειτουργίας του T φλιπ-φλοπ



T	Q_t
0	Q_{t-1}
1	$\overline{Q_{t-1}}$

Q_{t-1} : Η έξοδος του φλιπ-φλοπ πριν την εφαρμογή παλμού στην είσοδο ωρολογίου

Q_t : Η έξοδος του φλιπ-φλοπ μετά τον παλμό ωρολογίου

Χαρακτηριστικός πίνακας και χαρακτηριστική εξίσωση του T φλιπ-φλοπ

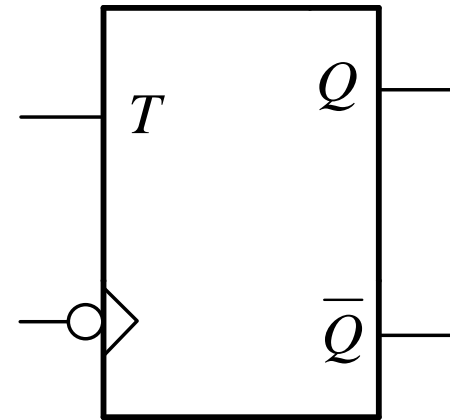
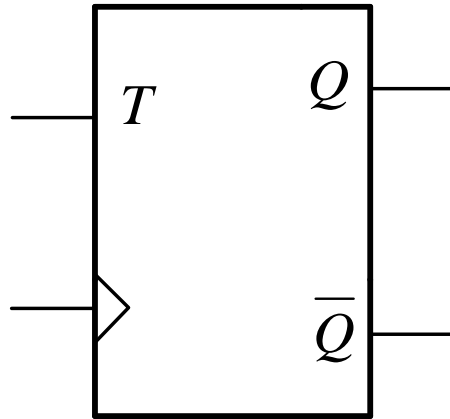
T	Q_{t-1}	Q_t
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

T \ Q_{t-1}	0	1
0	0	1
1	1	0

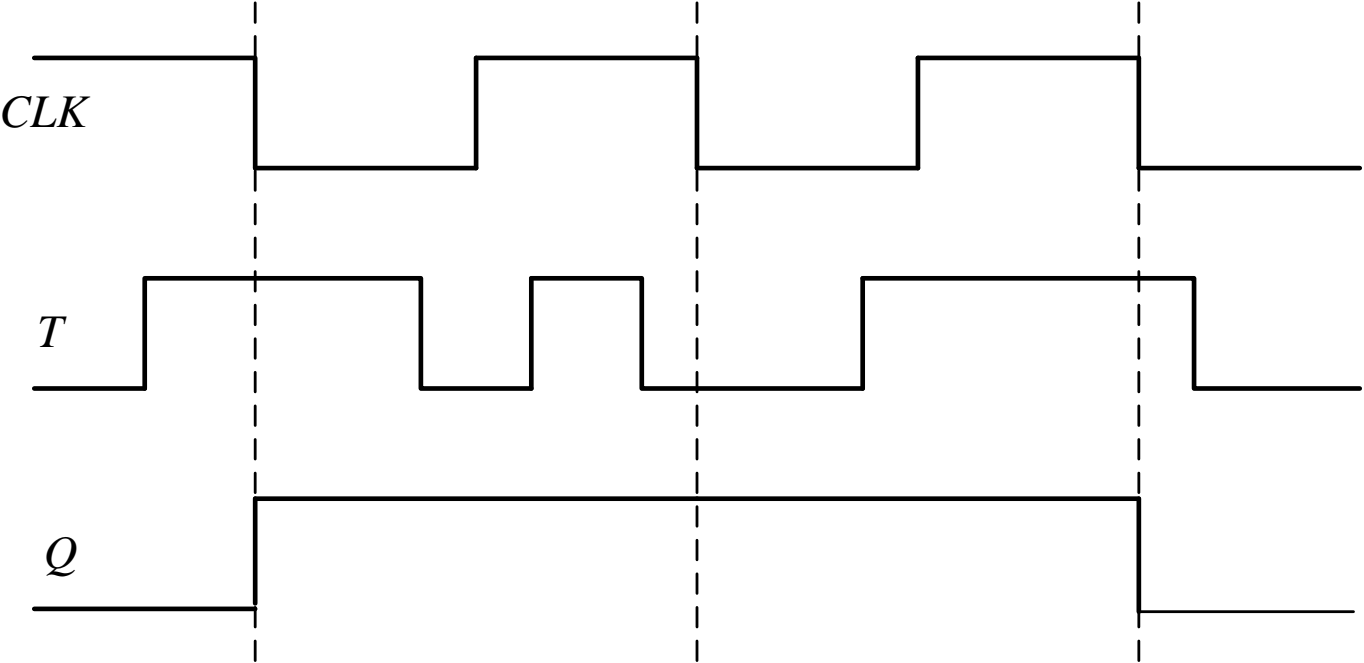
$$Q_t = T\bar{Q}_{t-1} + \bar{T}Q_{t-1}$$

$$Q_t = T \oplus Q_{t-1}$$

Λογικά σύμβολα των θετικά και αρνητικά ακμοπτυροδοτούμενων
T φλιπ-φλοπ

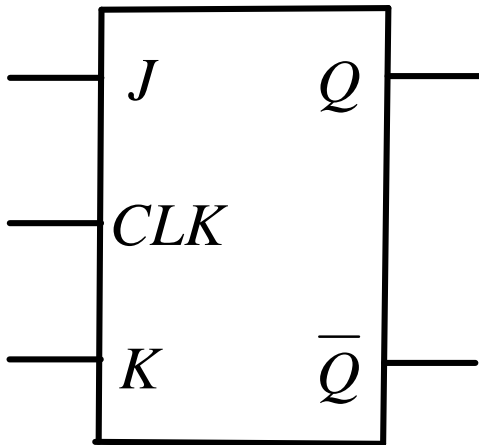


Κυματομορφή εξόδου Q ενός αρνητικά ακμοπυροδοτούμενου T φλιπ-φλοπ για δοσμένες εισόδους



JK φλιπ-φλοπ

Λογικό σύμβολο και πίνακας λειτουργίας του JK φλιπ-φλοπ



J	K	Q_t
0	0	Q_{t-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}_{t-1}

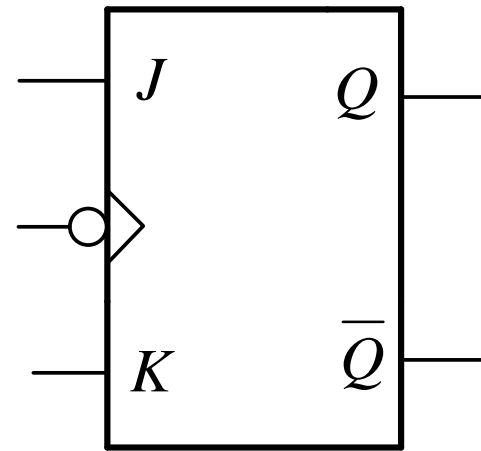
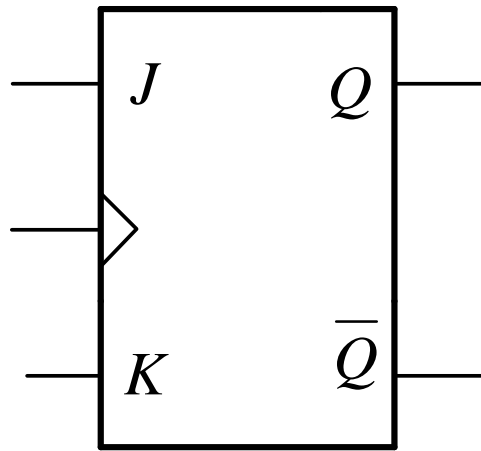
Χαρακτηριστικός πίνακας και χαρακτηριστική εξίσωση του JK φλιπ-φλοπ

J	K	Q_{t-1}	Q_t
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

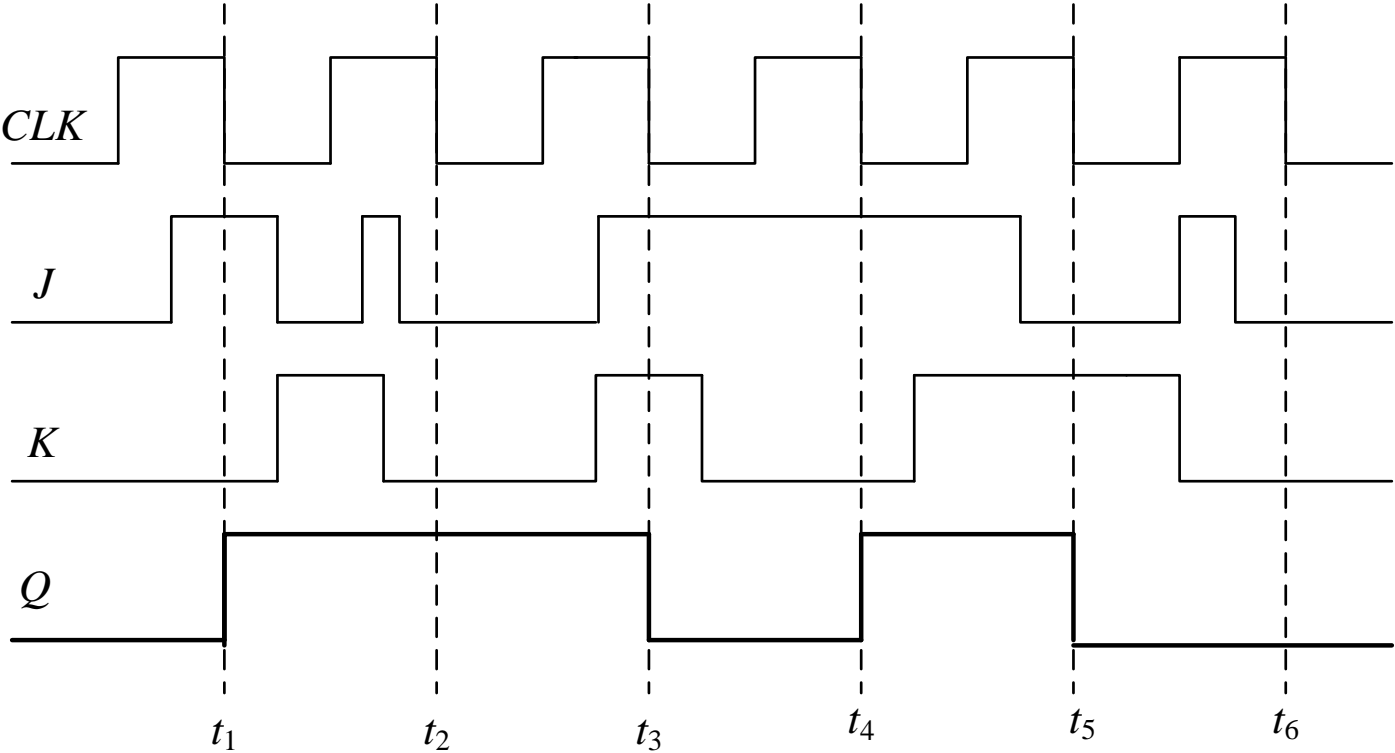
Q_{t-1}		00	01	11	10
0	0	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1

$$Q_t = J\bar{Q}_{t-1} + \bar{K}Q_{t-1}$$

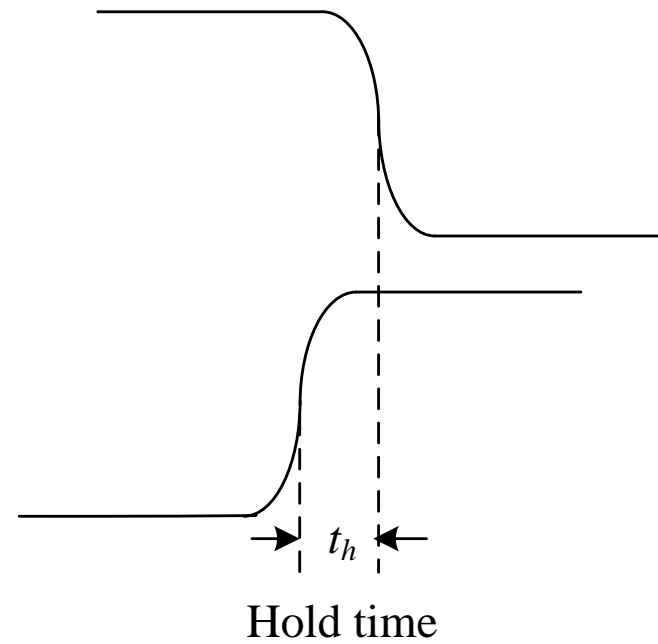
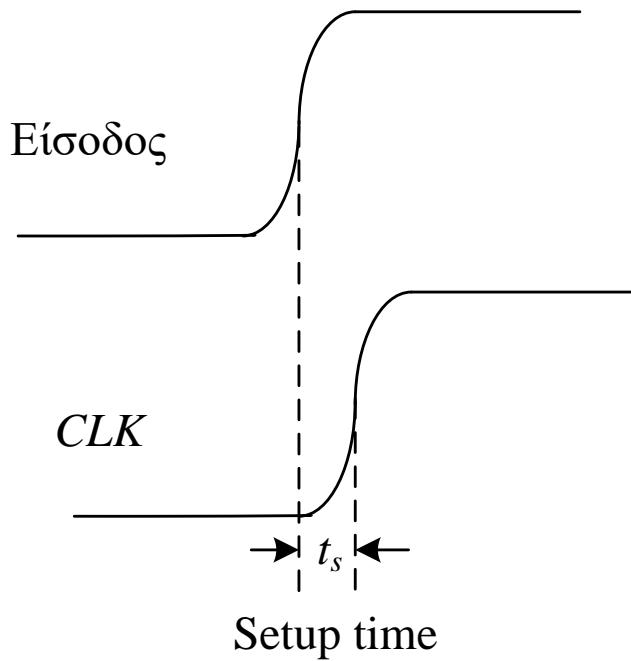
Λογικά σύμβολα των θετικά και αρνητικά ακμοπτυροδοτούμενων J-K φλιπ-φλοπ.



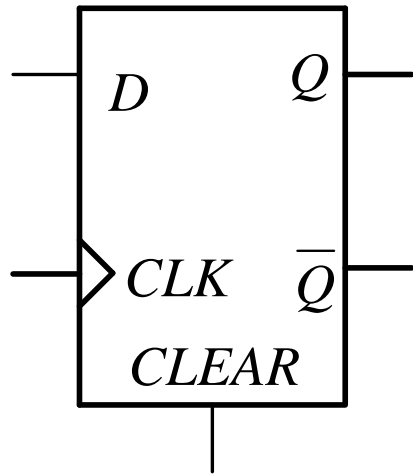
Κυματομορφή εξόδου Q ενός αρνητικά ακμωπυροδοτούμενου JK φλιπ-φλοπ για δοσμένες εισόδους



Χρόνοι προετοιμασίας (setup) και παραμονής (hold) για θετικά ακμο-
πυροδοτούμενο φλιπ-φλοπ.

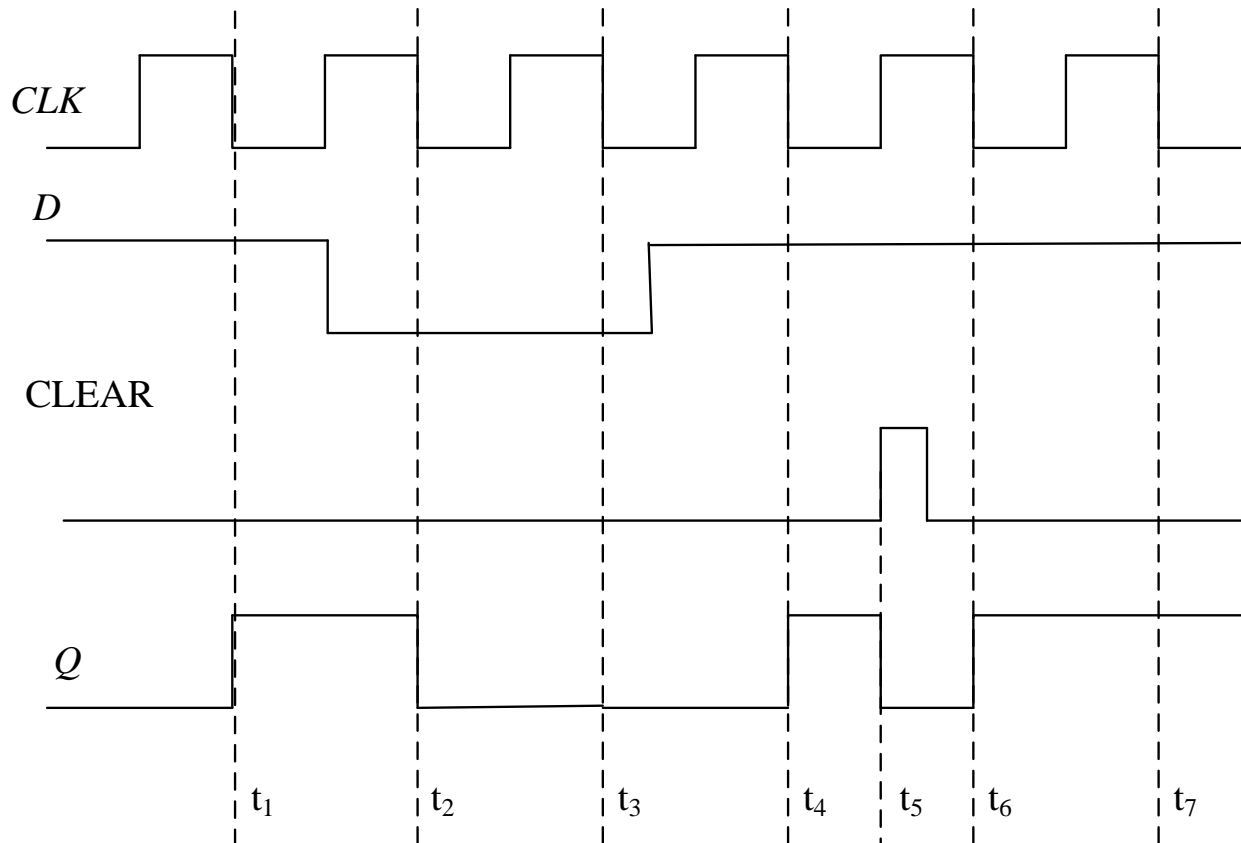


Θετικά ακμοπτυροδοτούμενο D flip-flop με ασύγχρονη είσοδο μηδενισμού (CLEAR)

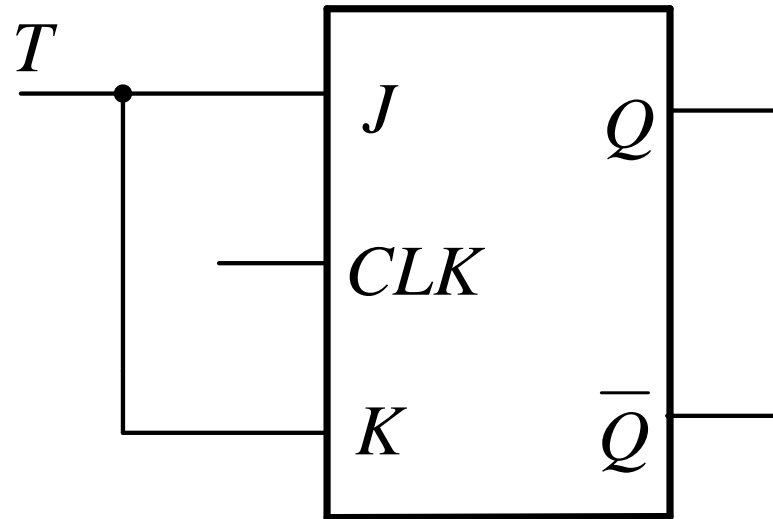


$CLEAR$	Λειτουργία φλιπ-φλοπ
1	$Q=0$
0	Κανονική Λειτουργία

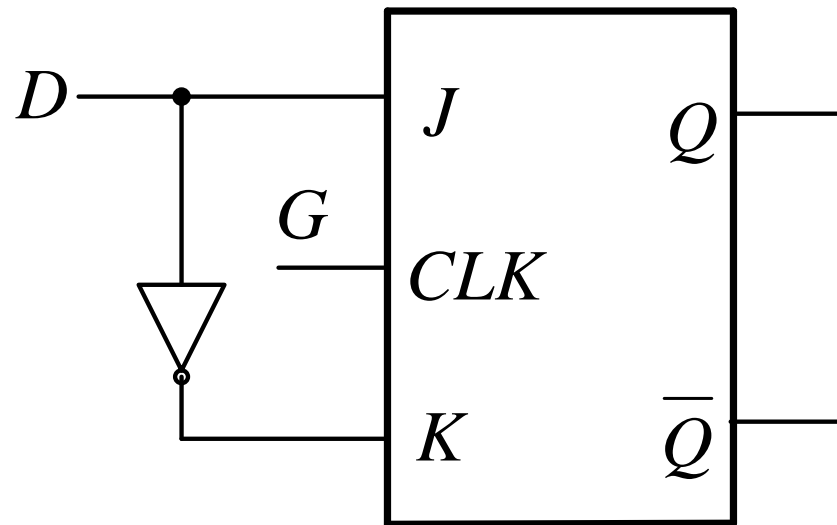
Χρονισμός του D flip-flop με είσοδο μηδενισμού



Μετατροπή του JK φλιπ-φλοπ σε T φλιπ-φλοπ

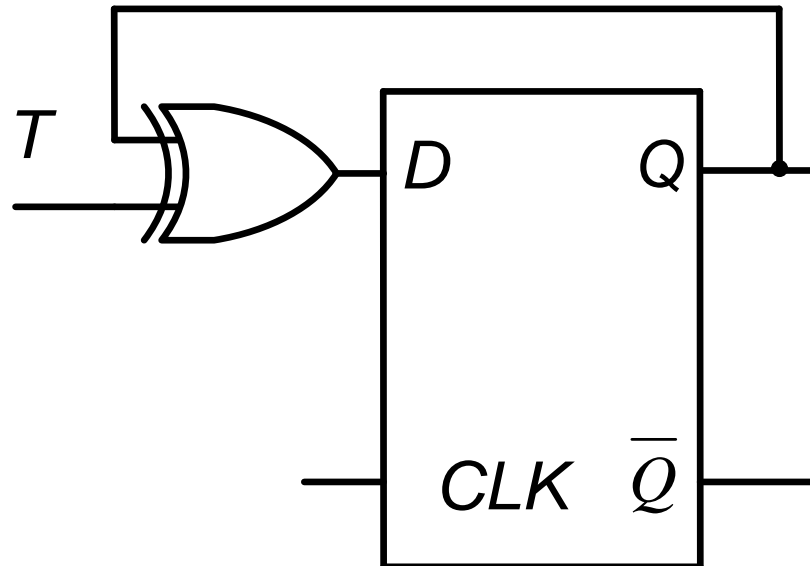


Μετατροπή του JK φλιπ-φλοπ σε D φλιπ-φλοπ



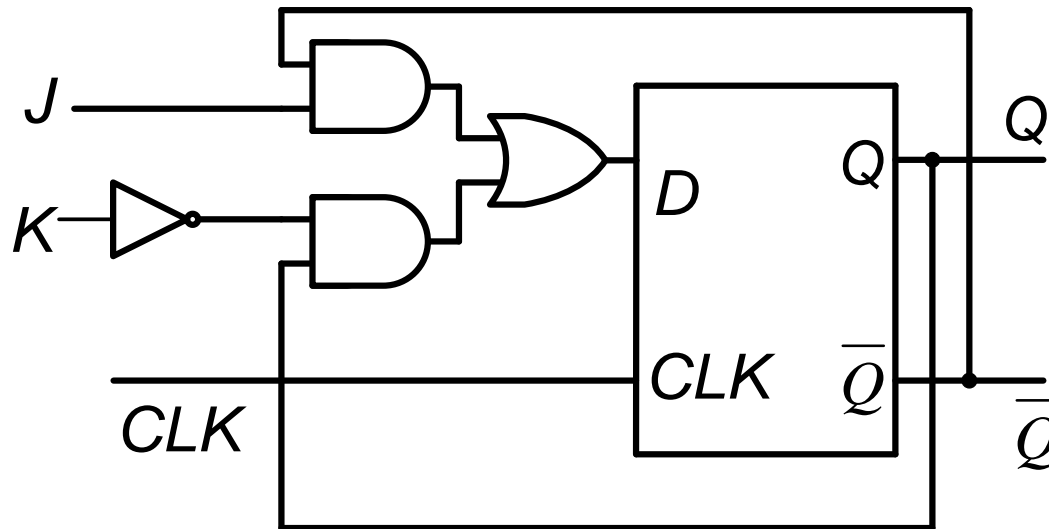
Μετατροπή του D φλιπ-φλοπ σε T φλιπ-φλοπ

$$Q_t = T \oplus Q_{t-1}$$

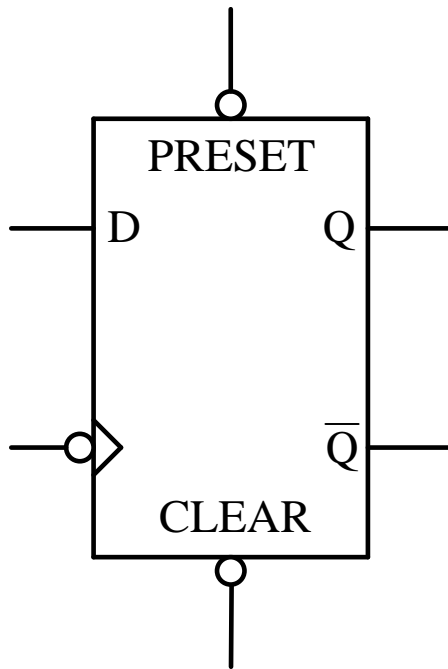


Μετατροπή του D φλιπ-φλοπ σε JK φλιπ-φλοπ

$$Q_t = J\bar{Q}_{t-1} + \bar{K}Q_{t-1}$$

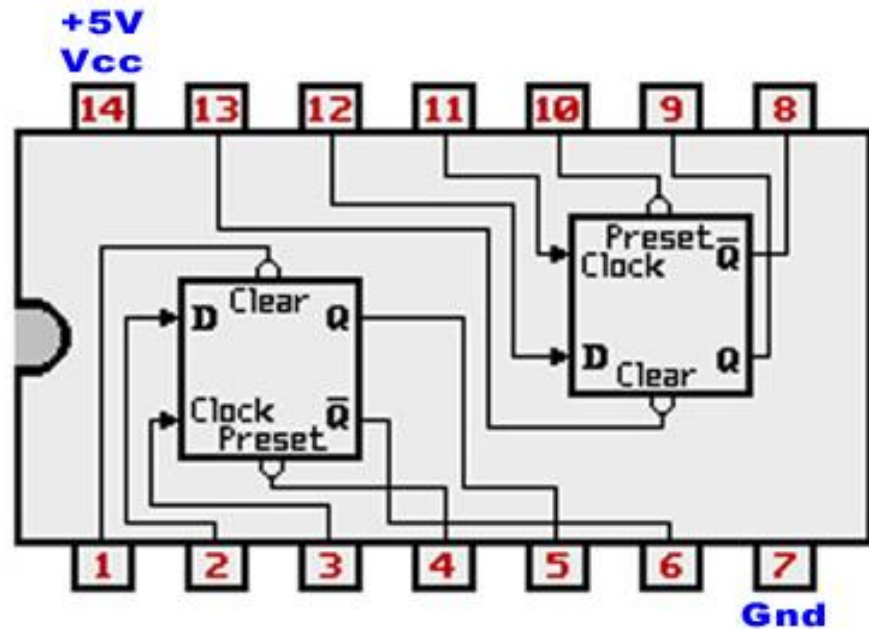
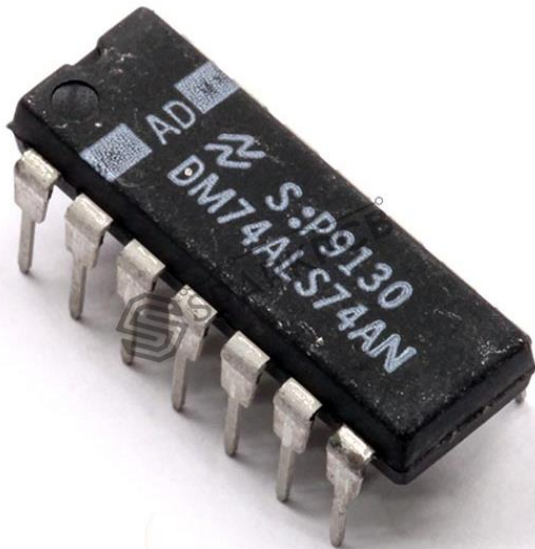


Αρνητικά ακμοπτυροδοτούμενο D flip-flop με ασύγχρονες εισόδους μηδενισμού (CLEAR) και θέσης (PRESET)



PRESET	CLEAR	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
0	0	Δεν χρησιμοποιείται
0	1	Q=1
1	0	Q=0
1	1	Κανονική λειτουργία

Ολοκληρωμένο κύκλωμα 74LS74



Πίνακας λειτουργίας του D flip-flop που περιλαμβάνεται στο ολοκληρωμένο 74LS74

Inputs				Outputs	
PR	CLR	CLK	D	Q	\overline{Q}
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H (Note 1)	H (Note 1)
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	$\overline{Q_0}$

H = HIGH Logic Level

X = Either LOW or HIGH Logic Level

L = LOW Logic Level

↑ = Positive-going Transition

Q_0 = The output logic level of Q before the indicated input conditions were established.

Note 1: This configuration is nonstable; that is, it will not persist when either

Ασκήσεις

7.1. Ένα κύκλωμα ωρολογίου παράγει τετραγωνικούς παλμούς με συχνότητα 1 KHz. Ποια είναι η περίοδός του.

Υπόδειξη

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1\text{KHz}} = \frac{1}{10^3\text{Hz}} = 10^{-3}\text{sec} = 1\text{ms}$$

7.2 Ένα κύκλωμα ωρολογίου παράγει τετραγωνικούς παλμούς με συχνότητα 5 KHz. Ποια είναι η περίοδός του.

Υπόδειξη

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \text{ KHz}} = \frac{1}{5 \times 10^3 \text{ Hz}} = \frac{1000}{5 \times 10^6 \text{ Hz}} = \\ &= \frac{1000}{5} 10^{-6} \text{ sec} = 200 \mu \text{ sec} \end{aligned}$$

7.3 Ένα κύκλωμα ωρολογίου παράγει τετραγωνικούς παλμούς με περίοδο 10 μsec . Ποια είναι η συχνότητά του.

7.4 Ένα κύκλωμα ωρολογίου παράγει τετραγωνικούς παλμούς με περίοδο 10 μsec και εύρος παλμών 4 μsec . Ποιο είναι το duty cycle.

7.5 Ένα κύκλωμα ωρολογίου παράγει τετραγωνικούς παλμούς με συχνότητα 100 KHz και εύρος παλμών 4 μsec . Ποιο είναι το duty cycle.

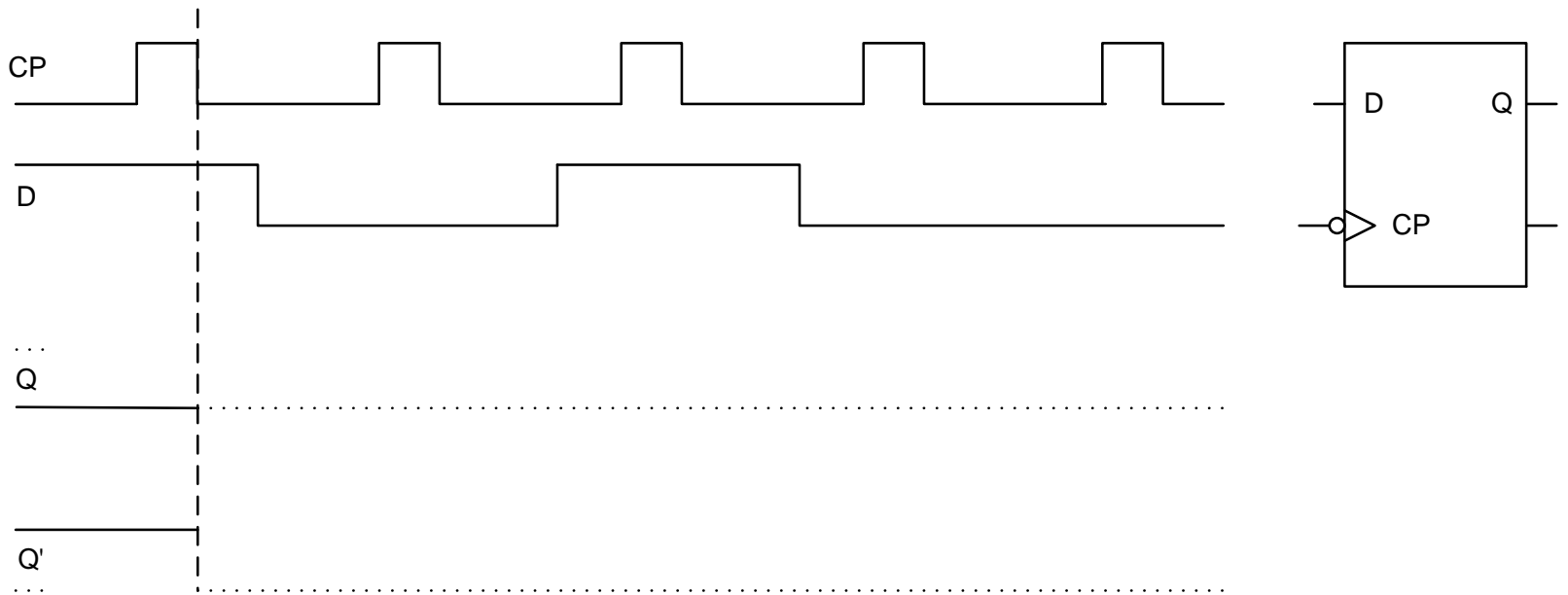
Υπόδειξη

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100 \text{ KHz}} = \frac{1}{100 \times 10^3 \text{ Hz}} = \frac{1}{100} 10^{-3} \text{ sec}$$
$$= \frac{1000}{100} 10^{-6} \text{ sec} = 10 \mu\text{sec}$$

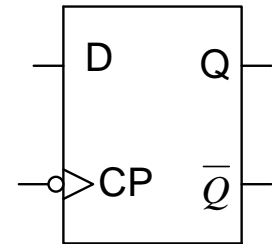
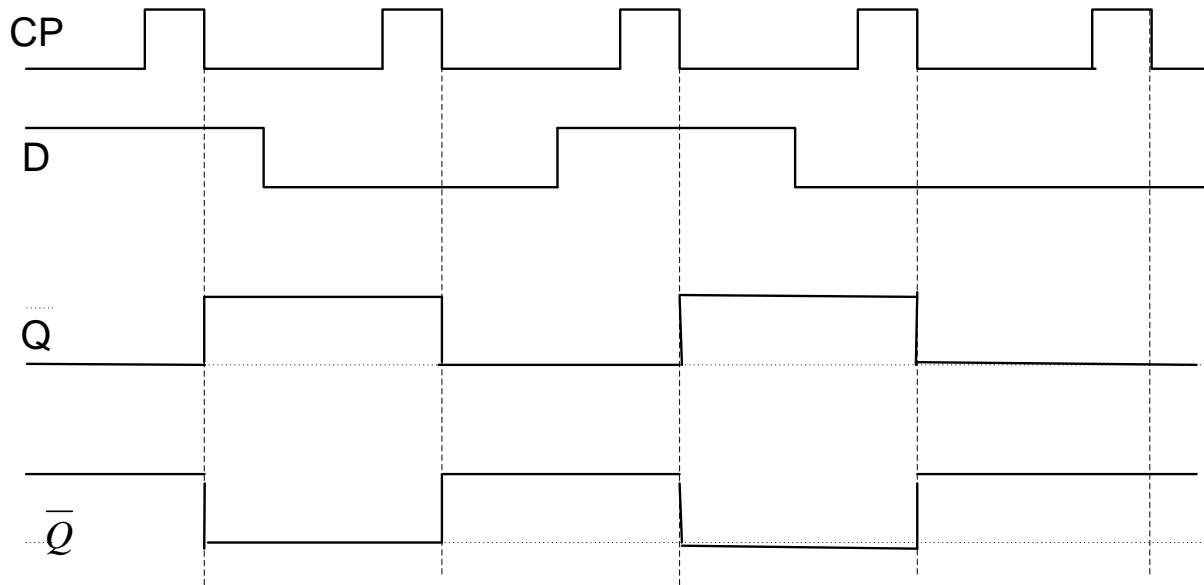
Επομένως

$$\text{Duty cycle} = \frac{4}{10} \text{ ή } 40\%$$

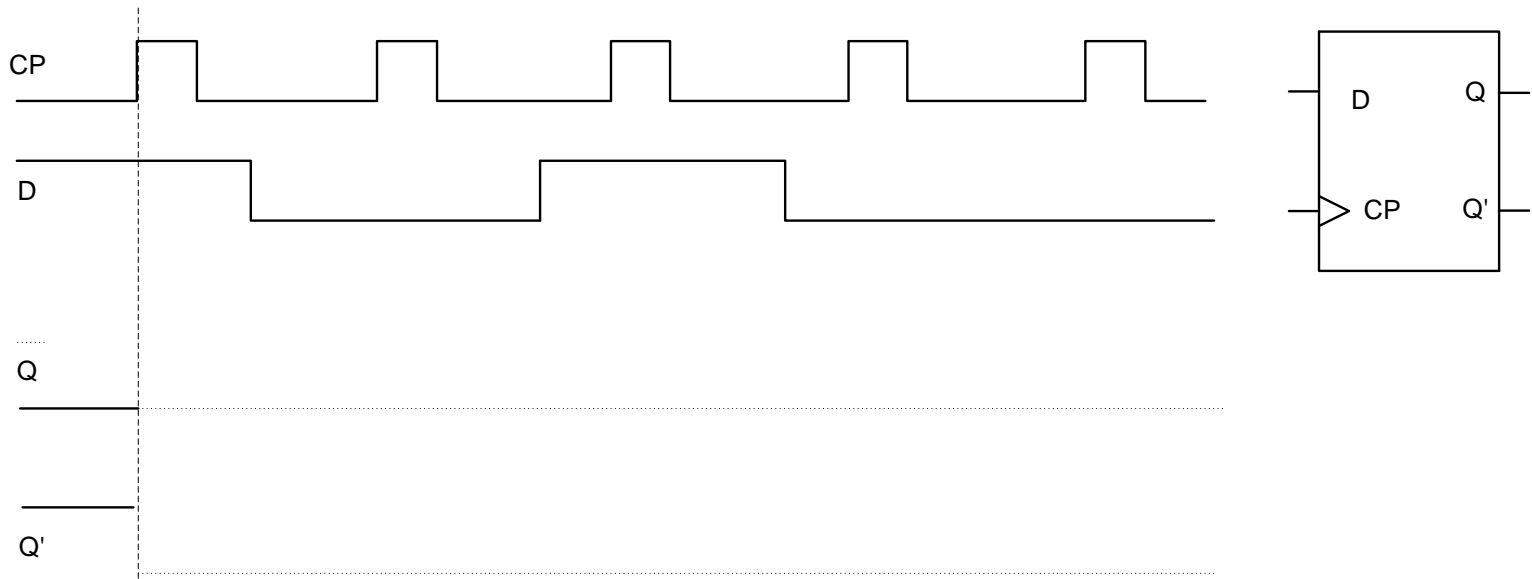
7.6. Να δοθούν οι έξοδοι του D φλιπ-φλοπ για τις δοσμένες εισόδους. Υποθέστε ότι αρχικά $Q=0$.

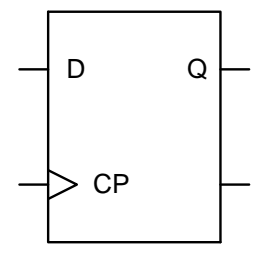
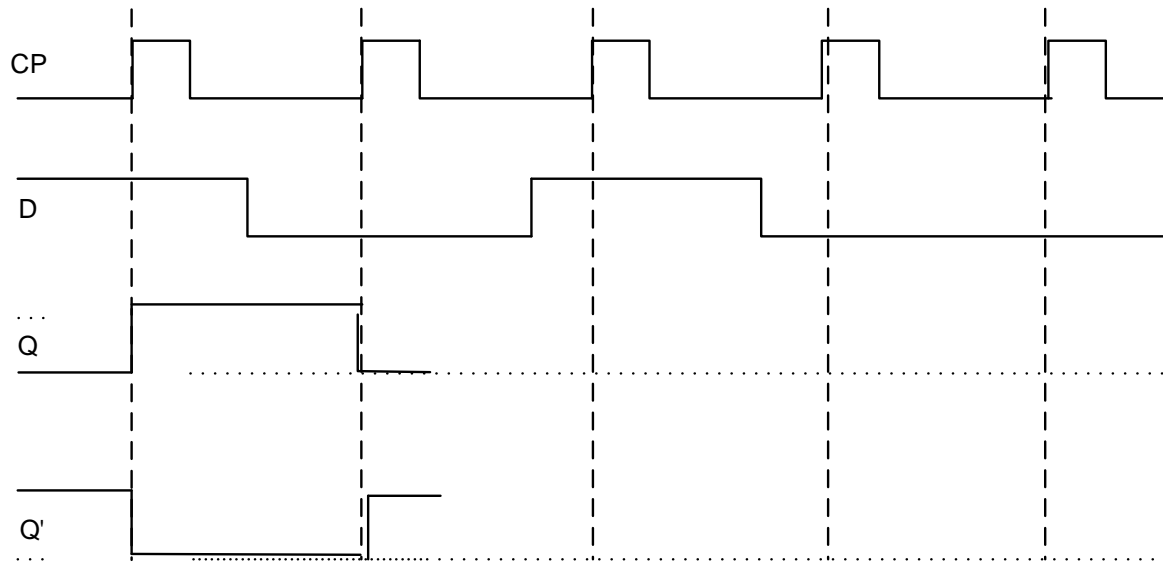


Υπόδειξη

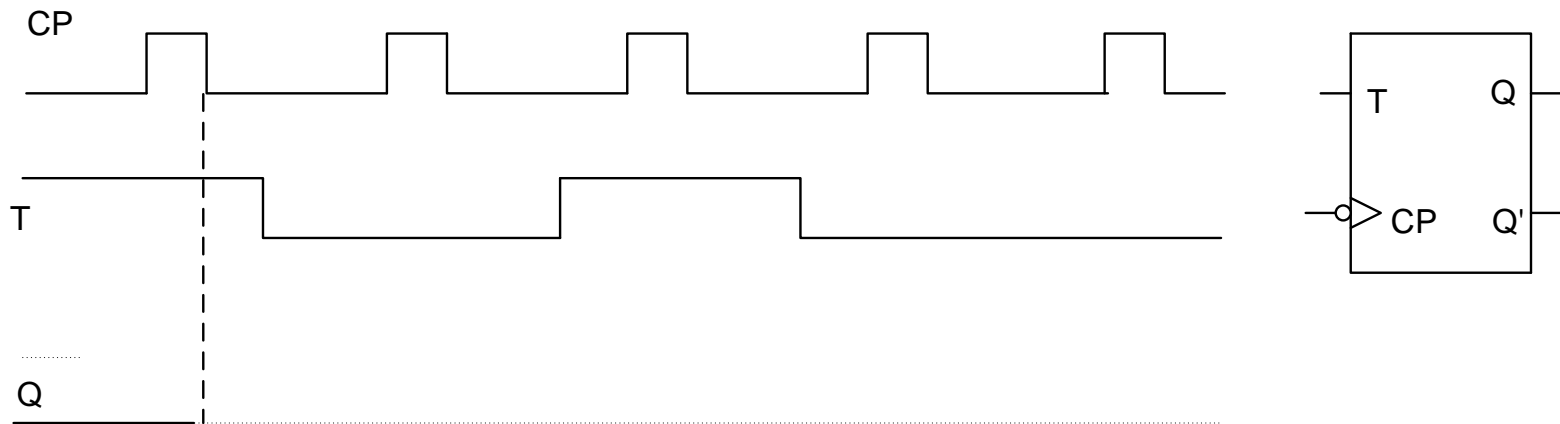


7.7 Να δοθούν οι έξοδοι του D φλιπ-φλοπ για τις δοσμένες εισόδους.
Υποθέστε ότι αρχικά $Q=0$.

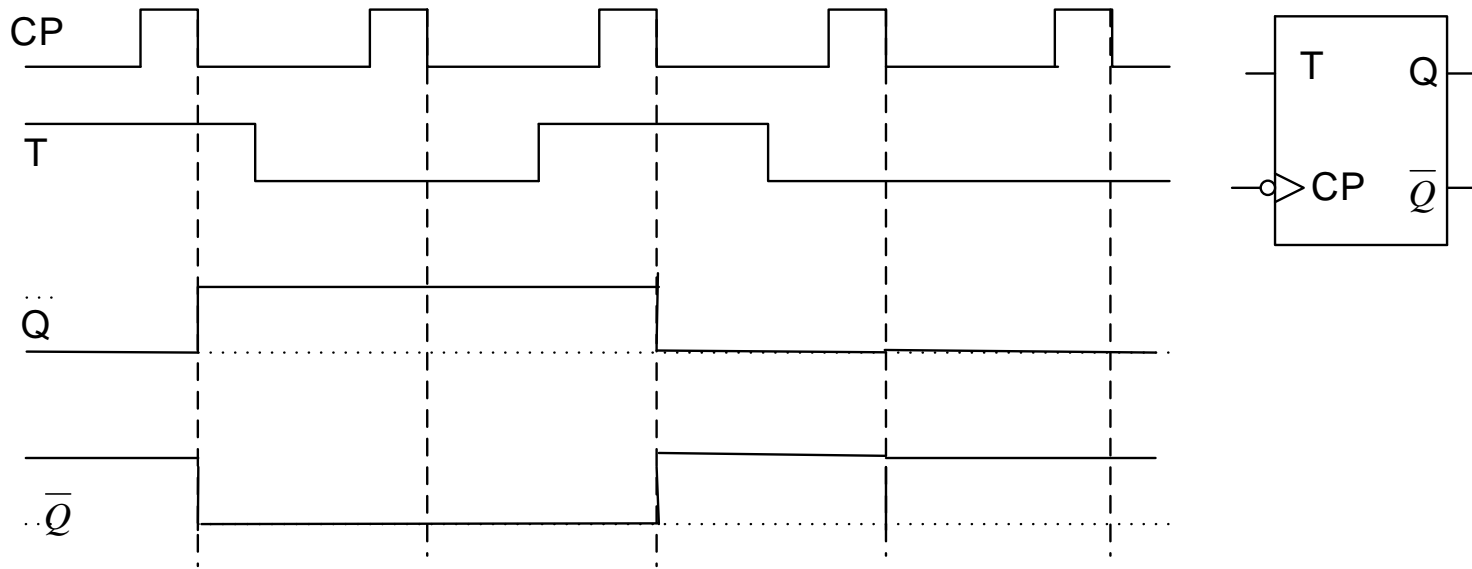




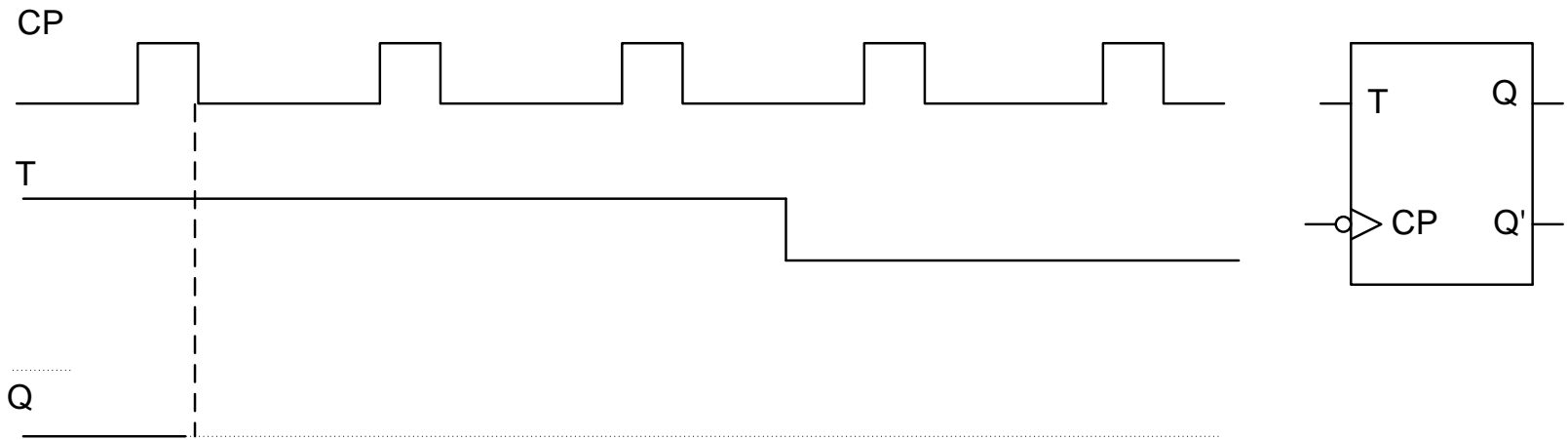
7.8 Να δοθεί η έξοδος Q του T flip-flop για τις δοσμένες εισόδους.
Υποθέσατε ότι αρχικά $Q=0$.



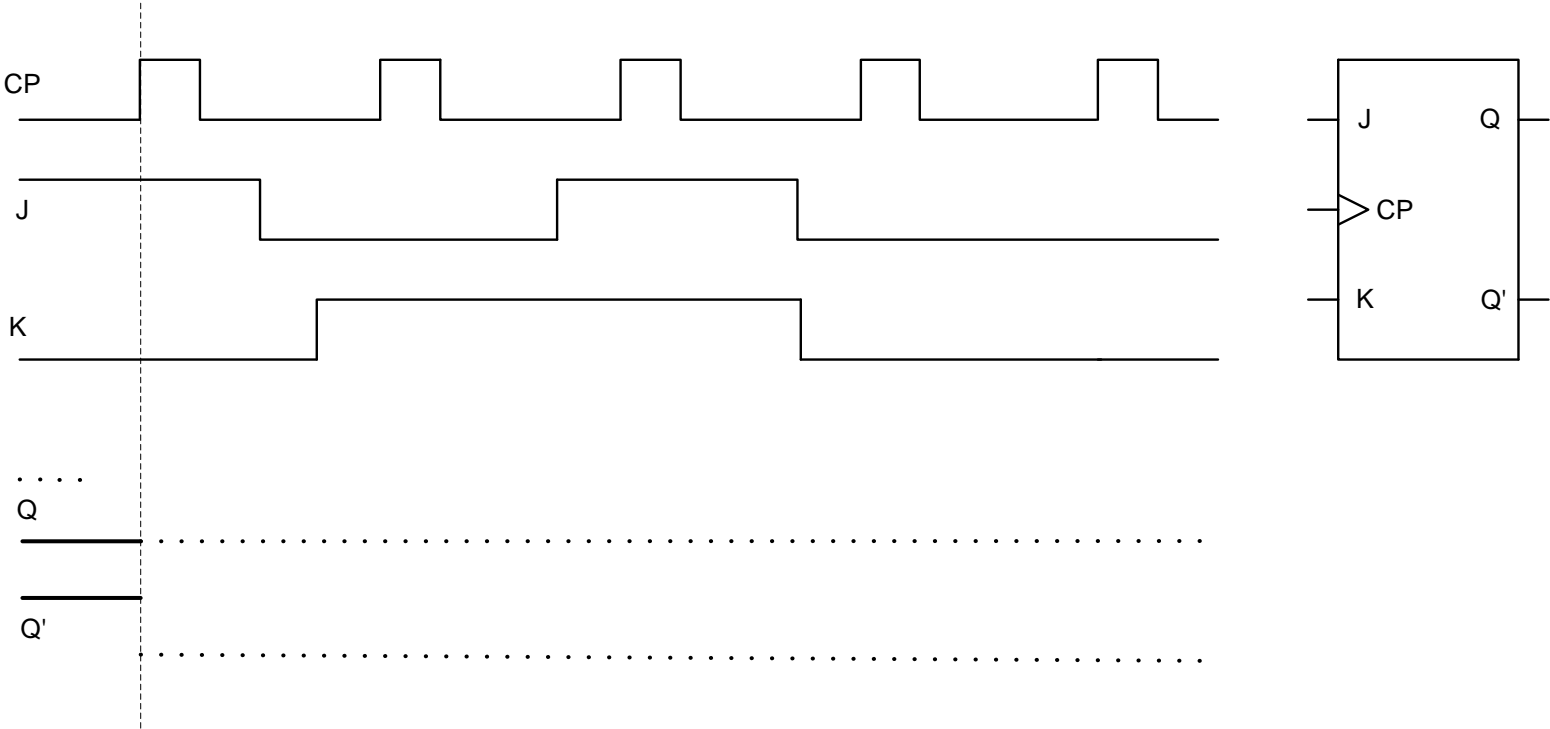
Υπόδειξη



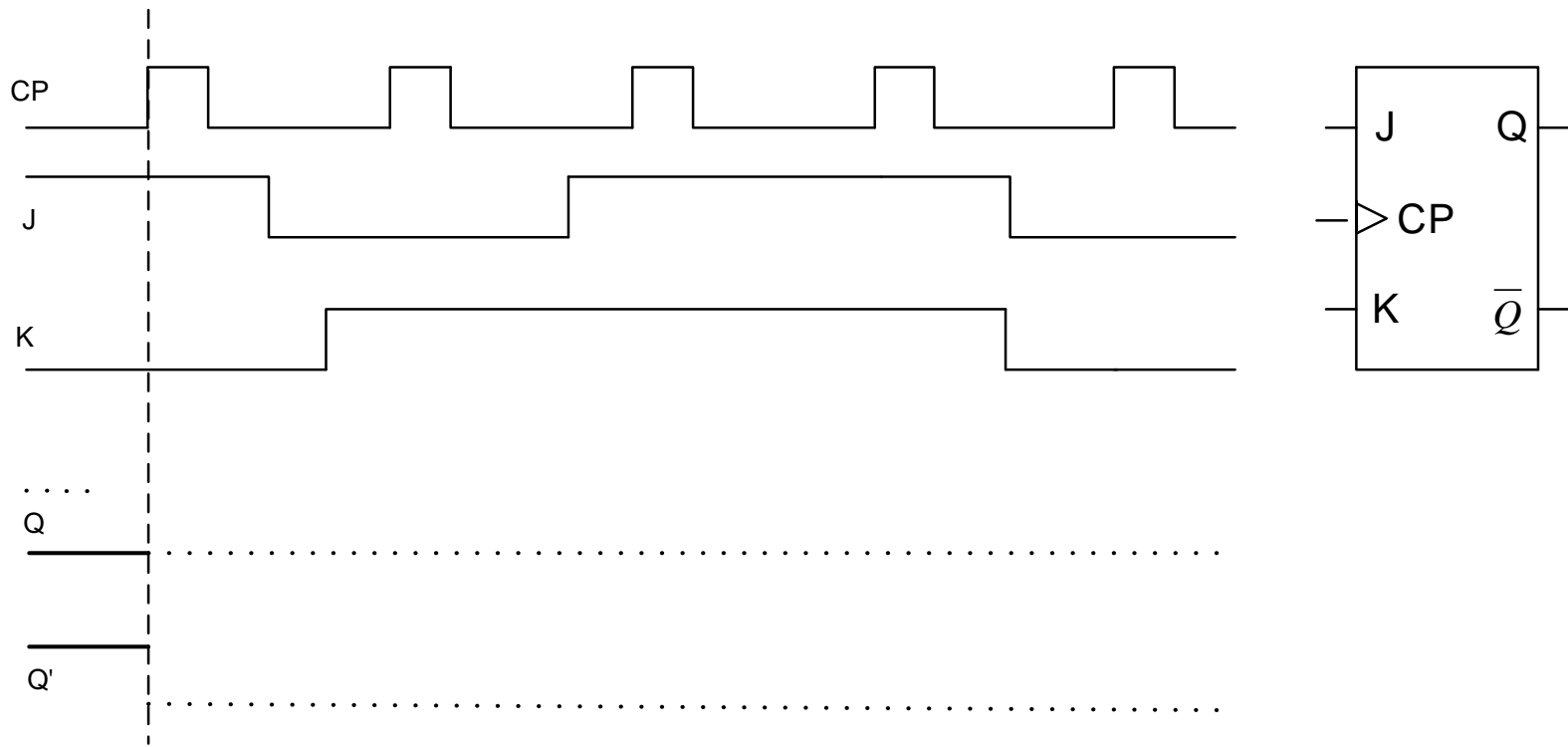
7.9 Να δοθεί η έξοδος Q του T flip-flop για τις δοσμένες εισόδους.
Υποθέσατε ότι αρχικά $Q=0$.



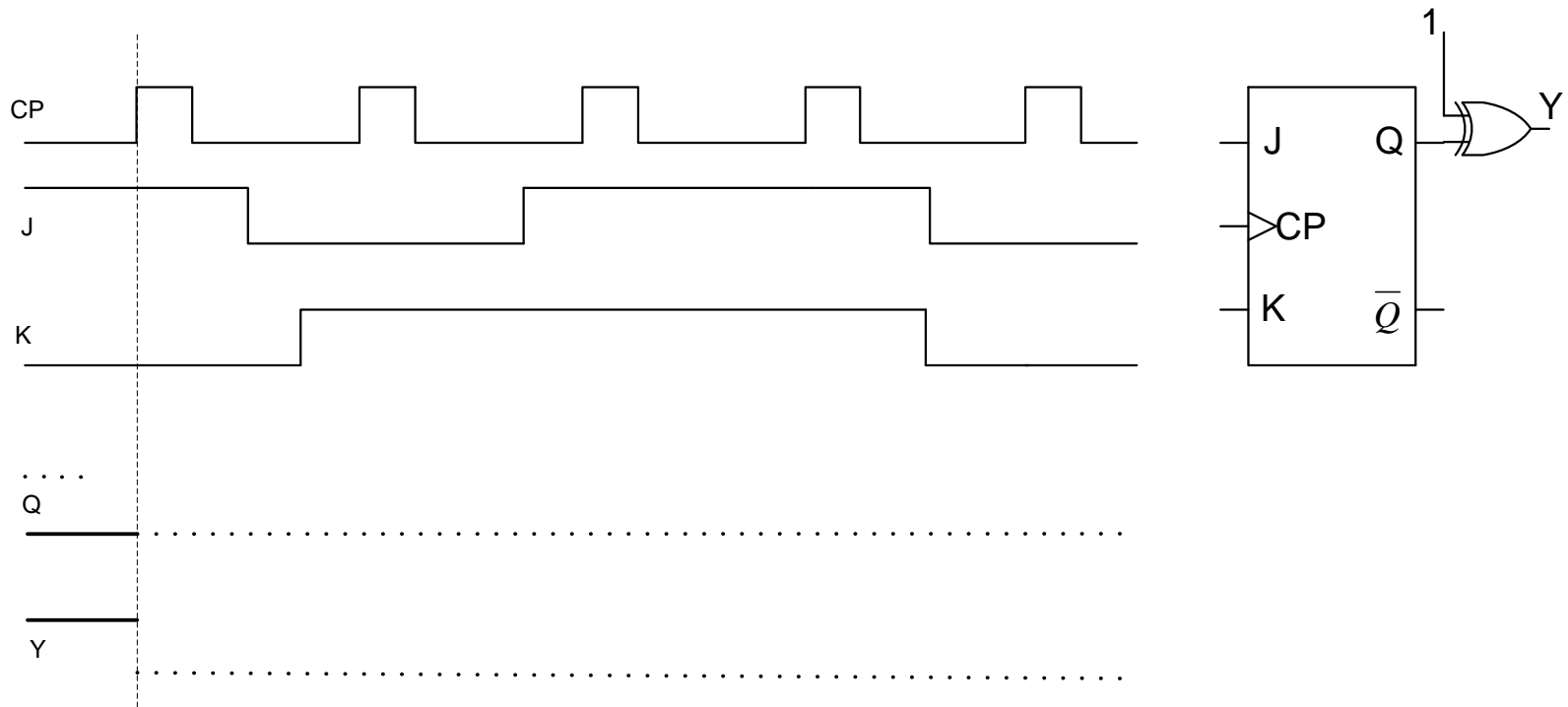
7.10. Να δοθούν οι έξοδοι του JK φλιπ-φλοπ για τις δοσμένες εισόδους. Υποθέσατε ότι αρχικά $Q=0$.



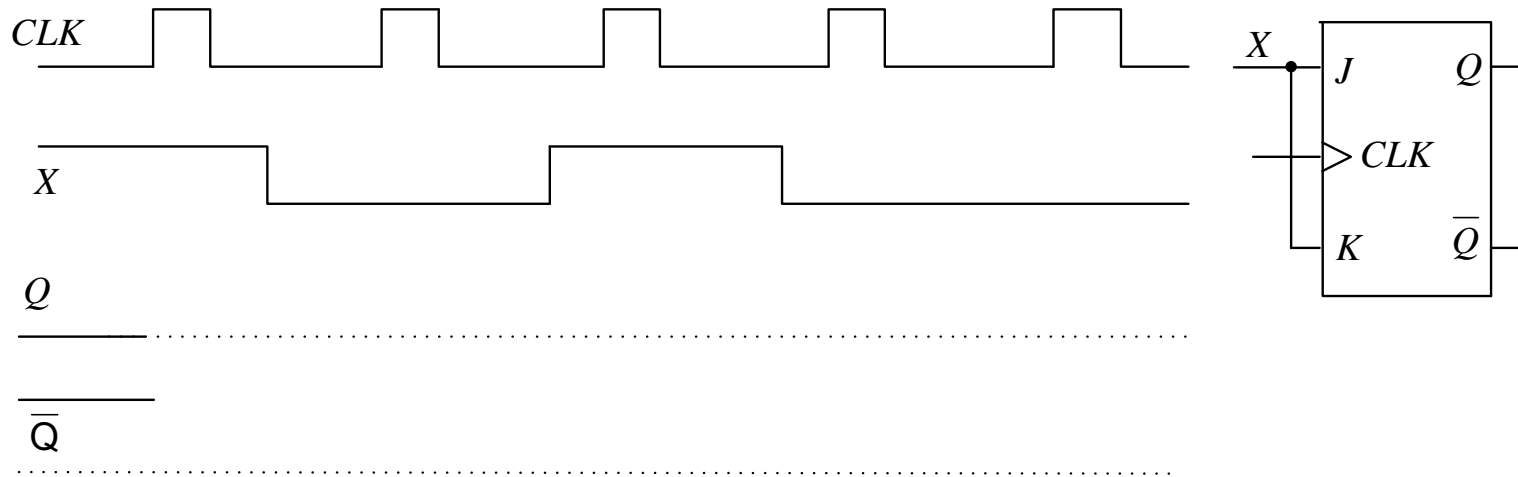
7.11. Να δοθούν οι έξοδοι του JK φλιπ-φλοπ για τις δοσμένες εισόδους. Υποθέσατε ότι αρχικά $Q=0$.



7.12 Να δοθεί η έξοδος Q του JK φλιπ-φλοπ καθώς και η έξοδος Y για τις δοσμένες εισόδους. Υποθέσατε ότι αρχικά Q=0.



7.13 Να δοθούν οι έξοδοι του JK φλιπ-φλοπ για την δοσμένη είσοδο. Υποθέσατε ότι αρχικά $Q=0$.



7.14. Να δοθεί ή έξοδος :Q του D φλιπ-φλοπ για τις δοσμένες εισόδους. Υποθέσατε ότι αρχικά Q=0.

