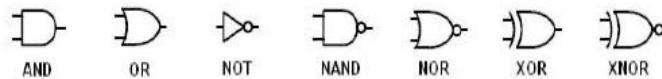
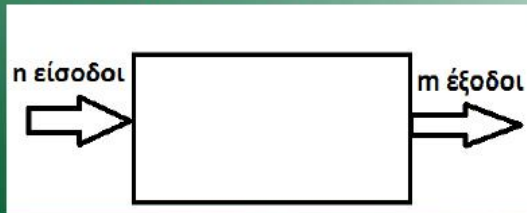


Συνδυαστικά κυκλώματα

- Ένα συνδυαστικό κύκλωμα έχει εισόδους και εξόδους και αποτελείται από πύλες NOT, OR, NOR, AND, NAND, XOR, XNOR.



Ακολουθιακά κυκλώματα

- Ένα ακολουθιακό κύκλωμα αποτελείται από ένα συνδυαστικό κύκλωμα και στοιχεία μνήμης.



Διακρίνονται σε **σύγχρονα** και σε **ασύγχρονα**.

Ασύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα

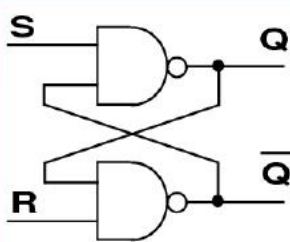
Οι **μανταλωτές** είναι στοιχεία μνήμης από λογικές πύλες. Οι έξοδοι τροφοδοτούν κάποιες από τις εισόδους (βρόγχος ανάδρασης), με αποτέλεσμα η επόμενη έξοδος να εξαρτάται από την παρούσα είσοδο και έξοδο.

Διακρίνονται σε:

- Μανταλωτές με πύλες NAND
- Μανταλωτές με πύλες NOR

Μανταλωτής με πύλες NAND

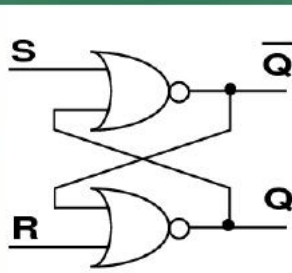
- Δεν επιτρέπεται η είσοδος $S=R=0$ διότι και οι δύο έξοδοι γίνονται 1!
- Όταν $S \neq R$, τότε η έξοδος Q ακολουθεί την R.



S	R	Q ⁺	Q̄ ⁺	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
0	0	x	x	Μη χρησιμοποιούμενη κατάσταση
0	1	1	0	Set
1	0	0	1	Reset
1	1	Q	Q̄	Αμετάβλητη κατάσταση

Μανταλωτής με πύλες NOR

- Δεν επιτρέπεται η είσοδος $S=R=1$ διότι και οι δύο έξοδοι γίνονται 0!
- Όταν $S \neq R$, τότε η έξοδος Q ακολουθεί την S .



S	R	Q^+	\bar{Q}^+	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
0	0	Q	\bar{Q}	Αμετάβλητη κατάσταση
0	1	0	1	Reset
1	0	1	0	Set
1	1	X	X	Μη χρησιμοποιούμενη κατάσταση

Σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα

Τα **flip-flop** (FF) είναι στοιχεία μνήμης των οποίων οι επόμενες έξοδοι Q^+ εξαρτώνται από τις εισόδους και τις εξόδους την στιγμή που θα δεχθεί **παλμό ρολογιού** (clock). Χωρίς παλμό ρολογιού δεν επηρεάζεται η έξοδος από τις εισόδους!

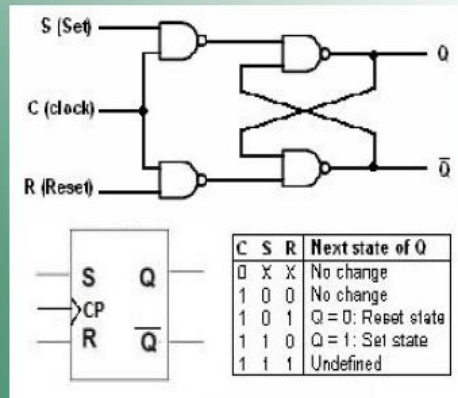
Διακρίνονται σε:

α) **RS** FF, β) **D** FF, γ) **J-K** FF και δ) **T** FF

RS flip flop

Η έξοδος του RS FF μπορεί να αλλάξει μόνο όταν έρθει παλμός ρολογιού.

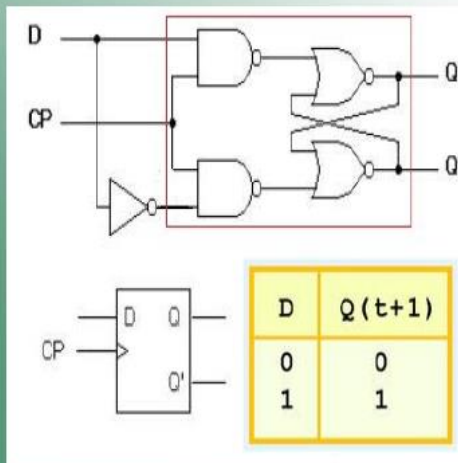
Δεν επιτρέπεται κατά τη διάρκεια παλμού ρολογιού να υπάρχει $S=R=1$, διότι οδηγεί σε απροσδιόριστη κατάσταση εξόδου.



D flip flop

Η έξοδος του D FF μπορεί να αλλάξει μόνο όταν έρθει παλμός ρολογιού.

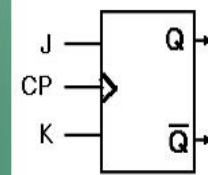
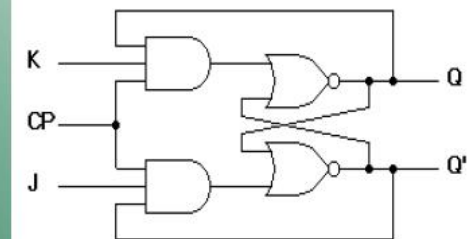
Παρατηρούμε ότι κατά την εφαρμογή παλμού clock, η έξοδος γίνεται πάντα ίση με την είσοδο D, ανεξάρτητα της προηγούμενης κατάστασης εξόδου (buffer).



JK flip flop

Η έξοδος του JK FF μπορεί να αλλάξει μόνο όταν έρθει παλμός ρολογιού.

Παρατηρούμε ότι με $J=K=0$ η έξοδος δεν αλλάζει, ενώ με $J=K=1$ η έξοδος γίνεται ίση με τη συμπληρωματική της προηγούμενης.

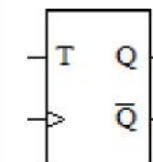
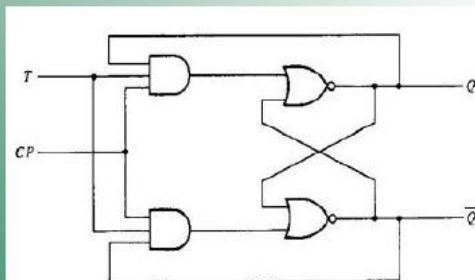


J	K	Q^+
0	0	$Q(n)$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q(n)}$

T flip flop

Η έξοδος του T FF μπορεί να αλλάξει μόνο όταν έρθει παλμός ρολογιού.

Παρατηρούμε ότι με $T=0$ η έξοδος δεν αλλάζει, ενώ με $T=1$ η έξοδος γίνεται ίση με τη συμπληρωματική της προηγούμενης.



T	$Q(t+1)$
0	$Q(t)$
1	$\overline{Q(t)}$