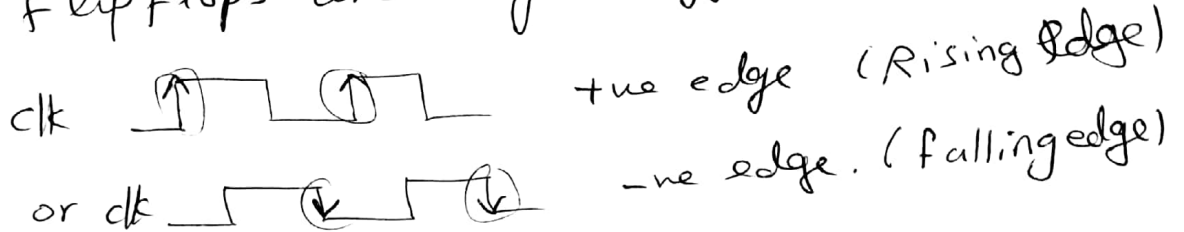


Flip Flop

Remember:- controlled latches are level triggered



while Flip Flops are edge triggered.



Types of Flip Flops **D, SR, JK, T**

edge triggered flip flop (D, JK)

remember gated D-latch
↳ level sensitive

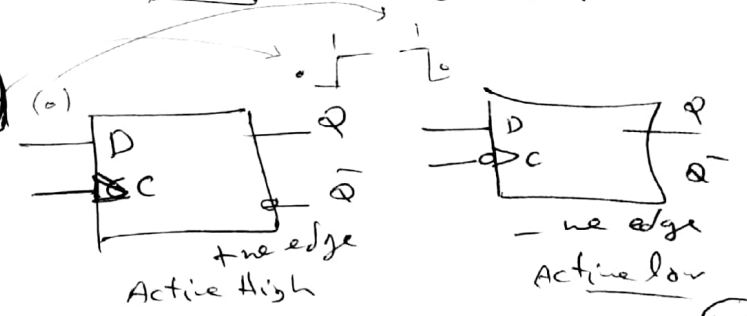


En	D	Q _{next}
0	X	no change
1	0	0 Reset
0	1	1 Set

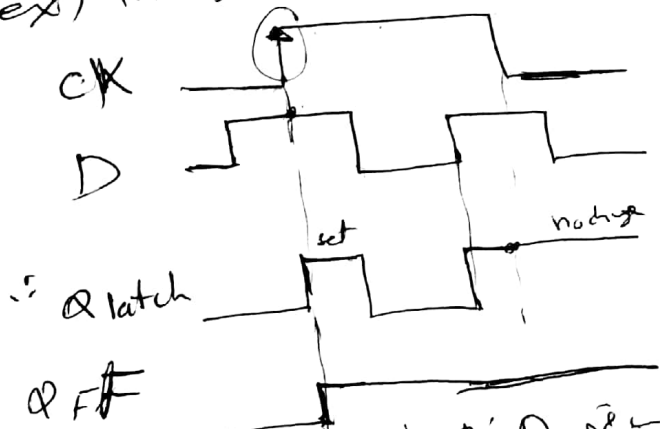
D-Flip flop (74HC74)

D	clk	Q	Q̄
0	↑	0	1
1	↑	1	0

ch's eqn: **Q_{next} = D**



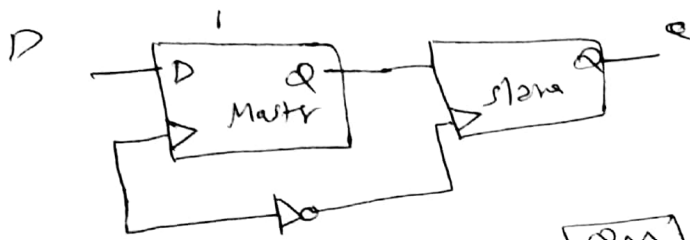
ex) initially low



في البداية D = 0 و عند ارتفاع الساعة (low) Q latch
ثم بعد ذلك D = 1 و عند ارتفاع الساعة (High) Q = 1
أي High في الساعة و D = 0 ... Q = 0 و عند ارتفاع الساعة
أي High في الساعة و D = 1 ... Q = 1 و عند ارتفاع الساعة
أي High في الساعة و D = 0 ... Q = 0 و عند ارتفاع الساعة
أي High في الساعة و D = 1 ... Q = 1 و عند ارتفاع الساعة

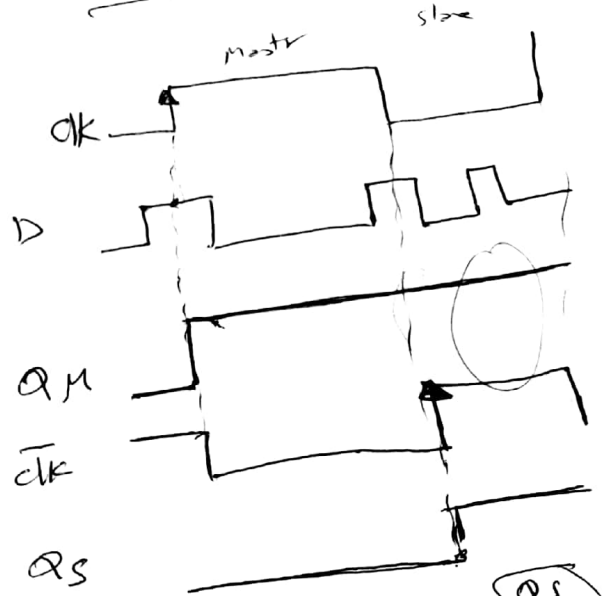
High في الساعة = High في الساعة و High في الساعة = High في الساعة
Low في الساعة = Low في الساعة و Low في الساعة = Low في الساعة
High في الساعة = High في الساعة و High في الساعة = High في الساعة
Low في الساعة = Low في الساعة و Low في الساعة = Low في الساعة

② Master-slave D-flipflop



في البداية Q_M + the edge + Q_S
 Low - Q_M + the edge + Q_S
 High - Q_M + the edge + Q_S

initially from

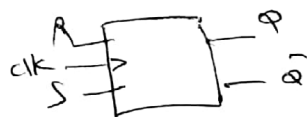


* Q_S + the edge + Q_M
 * Q_M + the edge + Q_S
 * Q_S + the edge + Q_M

③ SR Flip Flop performs 3 operations (set, Reset, complement the input)

* D-Flip Flop can perform (set / Reset)

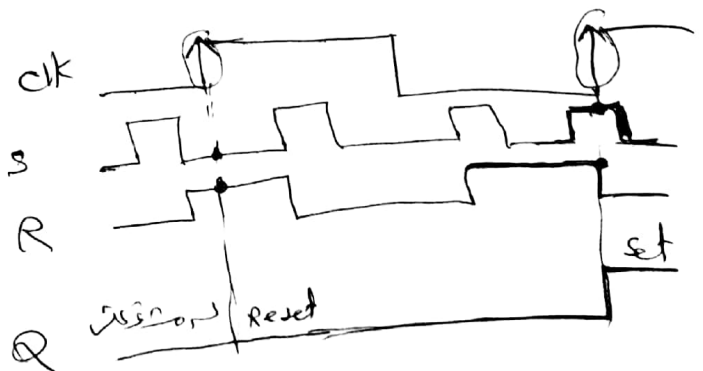
③ Ex for SR Flip Flop



S	R	Q_{next}
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	? not valid

R S J K Q
 edge

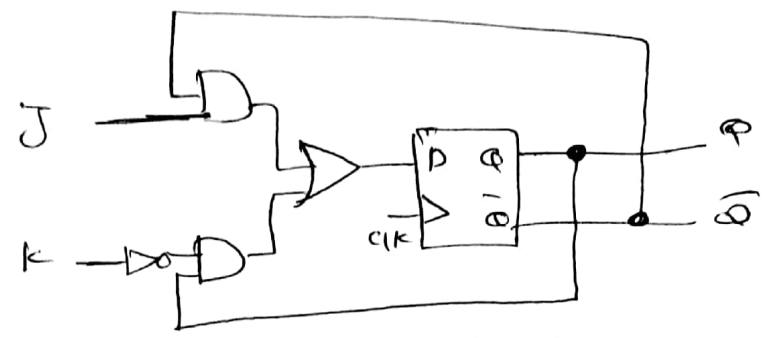
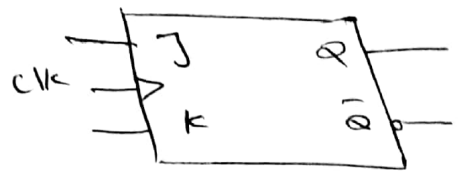
low edge Q
 (Reset) R / S edge Q
 set Q (S=1, R=0) edge Q



3

4 JK Flip Flop

74HC112



J	K	Q _{next}
0	0	no change
0	1	Reset
1	0	Set
1	1	Toggle = complement

$$Q_{next} = J\bar{Q} + K'Q$$

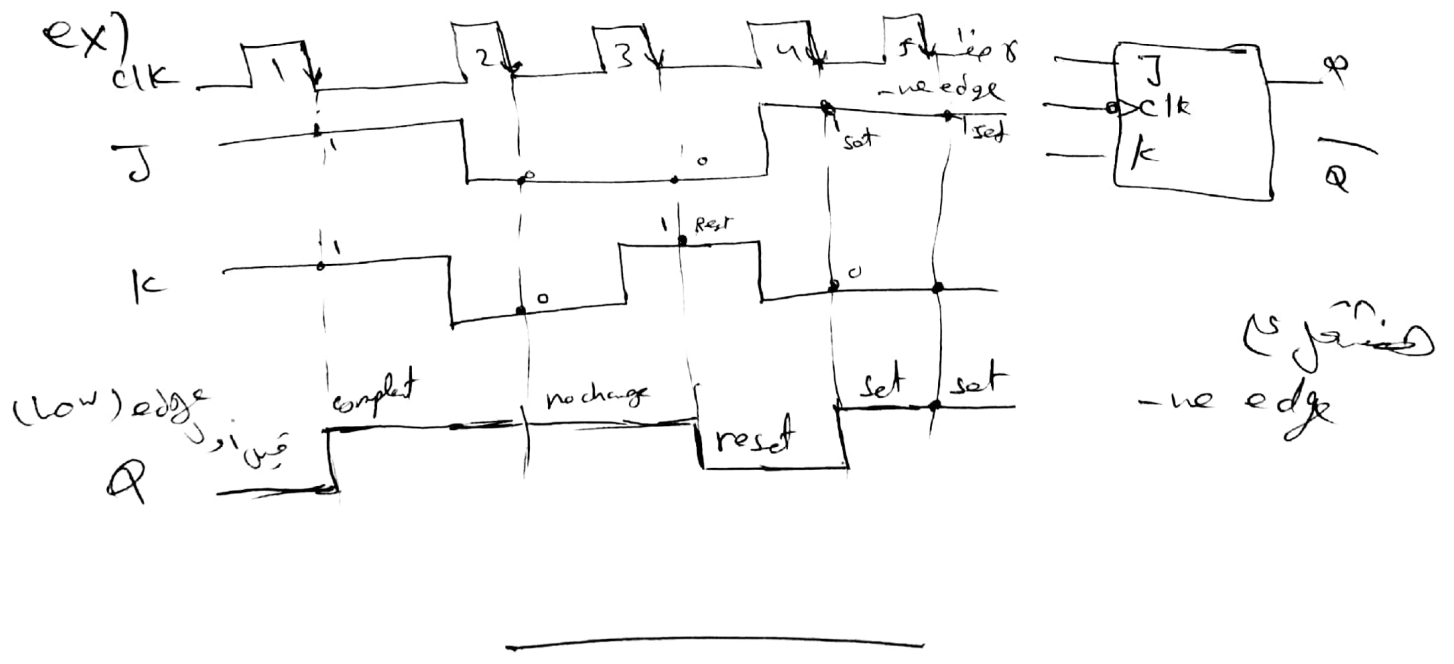
J	K	Q ₀	Q _{next}	
0	0	0	0	} No change
0	0	1	1	
0	1	0	0	} Reset
0	1	1	0	
1	0	0	1	} Set
1	0	1	1	
1	1	0	1	} Toggle
1	1	1	0	

Q_{next} = Q₀J'K' + Q₀'K'J + Q₀JK + Q₀'JK

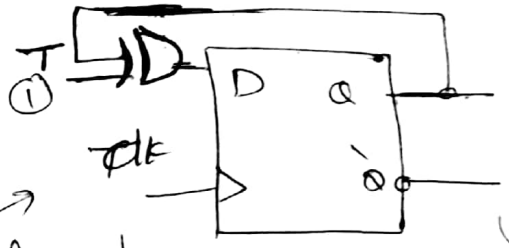
$$Q_{next} = Q_0 J'K' + Q_0' K'J + Q_0 JK + Q_0' JK$$

$$= K'Q_0(J' + J) + Q_0'J(K + K')$$

$$Q_{next} = K'Q_0 + JQ_0'$$

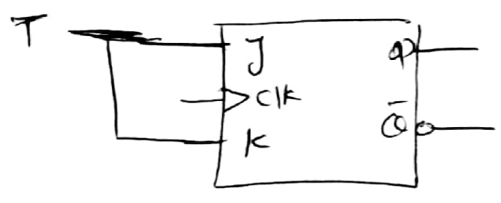


5] T-flip flop

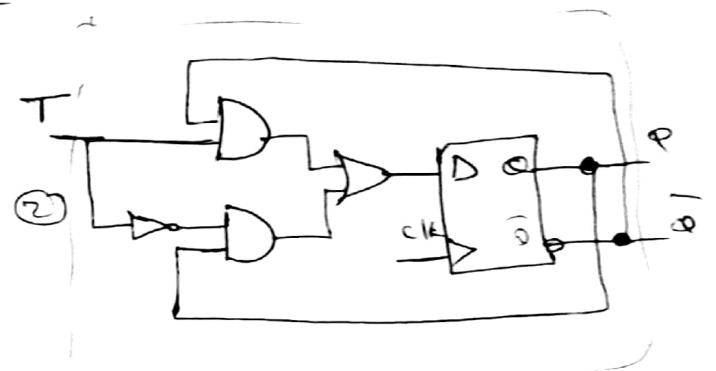


implement T using D & XOR

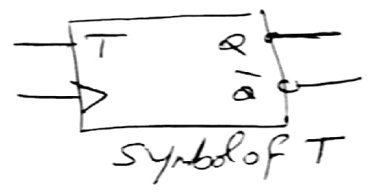
implement T using JK flip flop



if T=1, J=K=1, D=Q'



$$Q_{next} = D = TQ' + T'Q = T \oplus Q$$



enable & set

T	Q ₀	Q _{next}
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

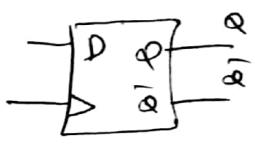
no change
Toggle = complement

binary counter

edge of clk is High, Low = 0, 1 = 1

6] Flip Flop characteristic Tables

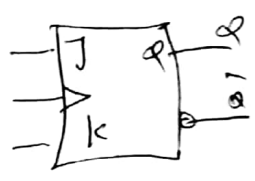
1] D-FF
next state (set/reset)



D	Q _{next}
0	0 Reset
1	1 Set

$$Q_{next} = D$$

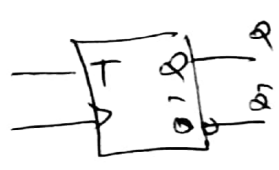
2] JK FF
next state (set/reset/no change/toggle)



J	K	Q _{next}
0	0	Q ₀ no change
0	1	0 Reset
1	0	1 Set
1	1	Q' Toggle (complement)

$$Q_{next} = JQ' + K'Q$$

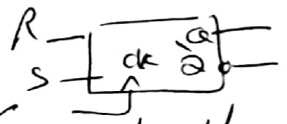
3] T FF
next state (set/reset/no change/toggle)



T	Q _{next}
0	No change
1	Toggle

$$Q_{next} = T \oplus Q$$

4] RS FF
next state (set/reset/no change/toggle)

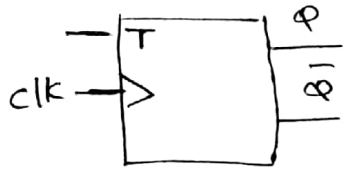


R	S	Q _{next}
0	0	no change
0	1	1 set
1	0	0 Reset
1	1	? invalid

$$Q_{next} = S + R'Q$$

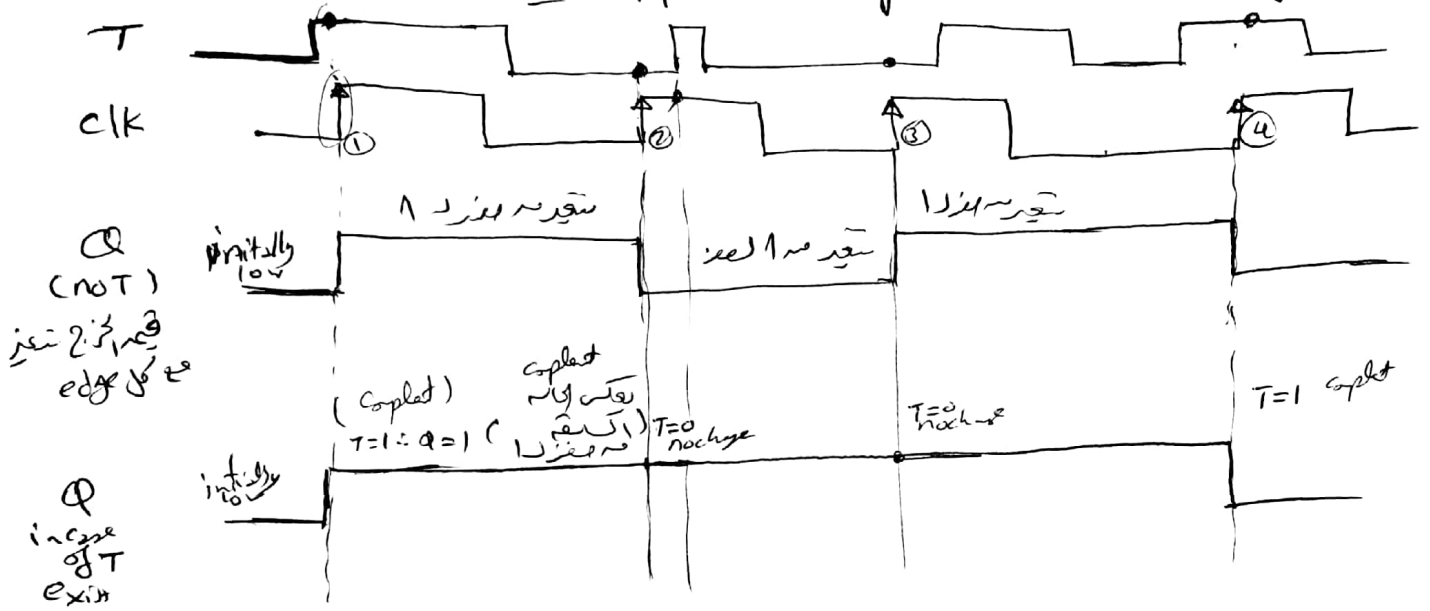
(5)

Example for T-F-F



- (1) if no signal applied to (T), Draw Q
- (2) if T connected to following signal, Draw Q

Note FF is initially low with following clk.



الشرح

① عند وجود Enable أو T كل ما يهنا هو clk عند كل edge تغير حالة الجارج
 ونفترض في ما قاله المسأله ان البداية Low عند أول edge
 L عند كل edge H عند كل edge H عند كل edge L عند كل edge

② عند وجود Enable أو T : قبل أول edge (initially Low) عند أول edge
 ا ب ج د لو موجودة بكل Complet (تغير من 0 الى 1) ولو مش موجودة (لا) :
 في البداية عند أول edge H عند كل edge H عند كل edge H عند كل edge
 T = H : كل edge H (no change) وتغير من 0 الى 1 عند كل edge
 H = Q : كل edge H (no change) وتغير من 0 الى 1 عند كل edge
 عند كل edge H = 1 : كل edge H (no change) وتغير من 0 الى 1 عند كل edge

6

Excitation tables for FF.

① SR FF

$Q_{current}$	Q_{next}	S	R
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

$Q_{next} = S + R'Q$

* إذا كان Q_{next} 1 فإشارة من مدخلات S و R يجب أن تكون $S=1, R=0$ (الطريقة الأولى على Reset)

($0=R, 0=S$) no change
 (X) جميع الأحوال $R=0, S=0$

* إذا كان Q_{next} 0 فإشارة من مدخلات S و R يجب أن تكون $S=0, R=1$ (الطريقة الأولى على set)

* إذا كان Q_{next} 1 و $Q_{current}$ 1 فإشارة من مدخلات S و R يجب أن تكون $S=1, R=0$ (الطريقة الأولى على set)

($0=R, 0=S$) no change

X $0=R, 0=S$ جميع الأحوال $R=0, S=0$

لا يمكن أن يكون T 0 أو 1 فقط (Toggle / no change)

② T FF

$Q_{current}$	Q_{next}	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

* no change $T=0$ إذا كان $Q_{next} = Q_{current}$

* no change $T=1$ إذا كان $Q_{next} \neq Q_{current}$

* Toggle $T=1$ إذا كان $Q_{next} \neq Q_{current}$

$Q_{next} = TQ + T'Q'$

(Reset / set) $T=0$ و $T=1$

لا يمكن أن يكون D 0 أو 1 فقط (Reset / set)

③ D FF

$Q_{current}$	Q_{next}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

* no change $D=0$ إذا كان $Q_{next} = Q_{current}$

* $D=1$ إذا كان $Q_{next} = 1$ و $Q_{current} = 0$ (set)

* $D=0$ إذا كان $Q_{next} = 0$ و $Q_{current} = 1$ (Reset)

$D=0$ Reset $D=1$ set

$D = Q_{next}$

Excitation table ع.ك

(7)

(4) JK Flip Flop



* الشرع *

Q _{present}	Q _{next}	J	K
0	→ 0	0	X
0	→ 1	1	X
1	→ 0	X	1
1	→ 1	X	0

$$Q_{next} = JQ' + K'Q$$

(1) انت عند ذراع لى 0 :: حالتى
 $1 = K$ و $0 = J$ reset
 $0 = K$ و $0 = J$ nochange
 $0 = J$ دائماً لى قيمه (X)

(2) انت عند ذراع لى 1 ::
 $0 = K$ و $1 = J$ set
 $1 = K$ و $1 = J$ toggle
 $1 = J$ دائماً لى قيمه (X)

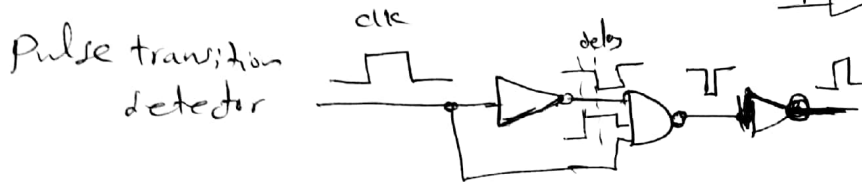
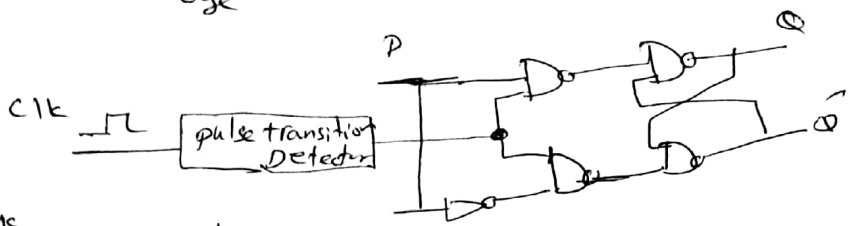
(3) انت عند ذراع لى 0 ::
 $1 = K$ و $0 = J$ reset
 $1 = K$ و $1 = J$ toggle
 $1 = K$ و $0 = J$ لى قيمه (X)

(4) انت عند ذراع لى 1 ::
 $0 = K$ و $1 = J$ set
 $0 = K$ و $0 = J$ nochange
 $0 = K$ و $1 = J$ دائماً لى قيمه (X)

8

(edge Trigger) (تغییر حالت در لبه)

کلیف در لبه \rightarrow FF \rightarrow rising edge



در لبه \rightarrow clk \rightarrow AND \rightarrow NOT \rightarrow AND \rightarrow NOT \rightarrow edge

در لبه \rightarrow clk \rightarrow AND \rightarrow NOT \rightarrow AND \rightarrow NOT \rightarrow edge

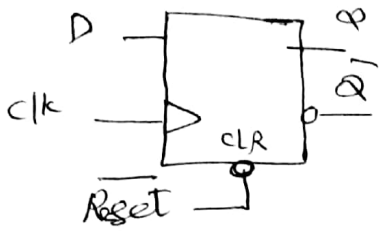
8 Flip Flop with direct inputs

بعضی FF ها مستقیم Asynchronous inputs دارند

- * Some Flip Flops have Asynchronous inputs that are used to force the Flip Flop to a particular state independently of the clock
- * The input that sets Flip Flop to 1 called (PRE) - Preset or direct set
- * The input that clear flip flop to 0 called (CLR) - direct Reset
- * when power is turned on in a digital system, the state of flip flop is unknown. the direct inputs are useful for bringing all flip flops into a known starting state regarding to clocked operation

1- A synchronous Reset

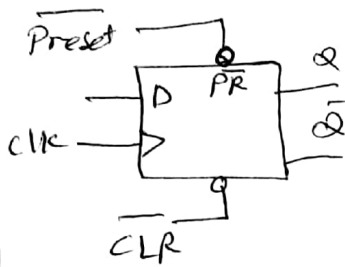
for active-low clear (reset) input



	\bar{R}	D	clk	Q_{next}
R active	0	X	X	0
Reset inactive	1	0	↑	0
	1	1	↑	1

2- A synchronous Preset & clear

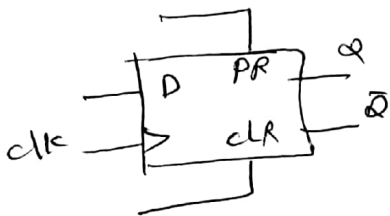
(active low preset & set)



	\bar{PR}	\bar{CLR}	D	clk	Q_{next}
	1	0	X	X	0
	0	1	X	X	1
	1	1	0	↑	0
	1	1	1	↑	1
	00	00	00	00	00

3- Asynchronous preset & clear

(active High)

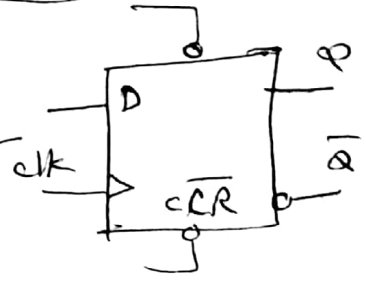
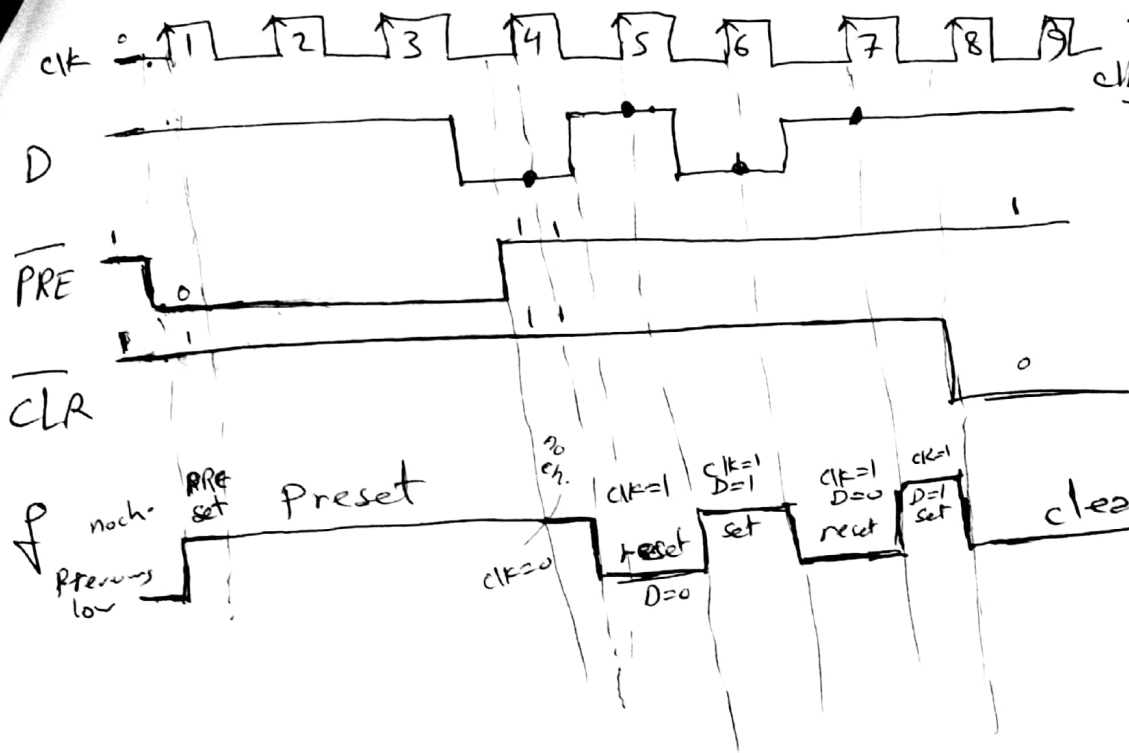


	PR	CLR	D	clk	Q_{next}
	1	0	X	X	1
	0	1	X	X	0
	0	0	0	↑	0
	0	0	1	↑	1
	11	11	11	11	11

clk & bubble
- need edge

example for \overline{PRE} , \overline{CLR} D Flip Flop
find Q

Q initially low



دکھائیے اس وقت کی حالتیں
latches flipflops کی

end of Lec.