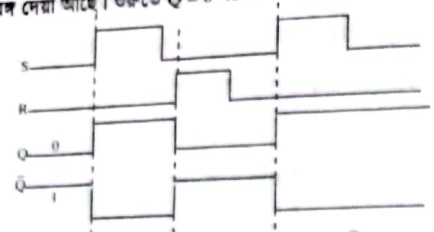
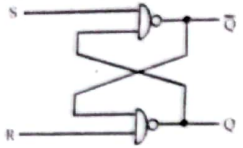
উদাহরণ-১। S ও R এর তরঙ্গ দেয়া আছে। শুরুতে Q = 0 ধরে NOR ল্যাচের জন্য Q ও $\bar{Q}$ এর তরঙ্গ নির্ণয় করতে হবে।



চিত্র ঃ ১৪.১০ NOR ল্যাচের জন্য তরঙ্গাকৃতি

সমাধান NOR ল্যাচের সত্যক সারণি হতে ১৪.১০ নং চিত্রেই Q এর তরঙ্গাকৃতি দেয়া হলো। $\bar{Q}$ এর তরঙ্গাকৃতি Q এর উল্টো হয়।

SR NAND Latch ঃ ১৪.১১ (ক) চিত্রে NAND গেইট দিয়ে তৈরি ল্যাচ বর্তনী দেয়া হলো এবং এর কার্যনীতির বর্ণনা চিত্রের সত্যক সারণিতে দেখানো হয়েছে। নিম্নে NAND ল্যাচের কার্যনীতির সারমর্ম লিপিবদ্ধ করা হলো ঃ



(ক)

S	R	Q	$\bar{Q}$
1	1	পরিবর্তন হয় না	
1	0	0	1
0	1	1	0
0	0	ব্যবহারযোগ্য নয়	

(খ)

চিত্র ঃ ১৪.১১ NAND ল্যাচ– (ক) বর্তনী, (খ) সত্যক সারণি

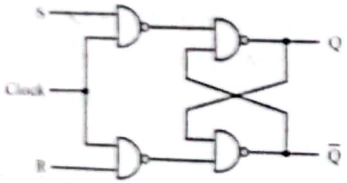
S = 1 ও R = 0 হলে ল্যাচটি রিসেট (Q = 0, $\bar{Q}$ = 1) হয়।

S = 0 ও R = 1 হলে ল্যাচটি সেট (Q = 1, $\bar{Q}$ = 0) হয়।

S = R = 1 হলে NAND ল্যাচের অবস্থার পরিবর্তন হয় না।

S = R = 0 অবস্থা NAND ল্যাচে ব্যবহারযোগ্য নয়।

■ ক্লকড ফ্লিপ-ফ্লপ ঃ



চিত্র ঃ ১৪.১২ ক্লকড SR ফ্লিপ-ফ্লপ

CLK	S	R	Q	$\bar{Q}$	Comment
0	*	*	Q	$\bar{Q}$	No change
1	0	0	Q	$\bar{Q}$	No change
1	0	1	0	1	Reset
1	1	0	1	0	Set
1	1	1	1	1	Not allowed

ছক ঃ ট্রুথ টেবিল

যখন Clock = 0, S = R = *, তখন আউটপুটের কোনো পরিবর্তন হয় না।

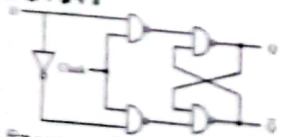
যখন Clock = 1, S = 0, R = 0, তখন আউটপুটের কোনো পরিবর্তন হয় না।

যখন Clock = 1, S = 0, R = 1, তখন Q = 0 এবং $\bar{Q}$ = 1 হয়, অর্থাৎ ফ্লিপ-ফ্লপ রিসেট হয়।

যখন Clock = 1, S = 1, R = 0, তখন Q = 1 এবং $\bar{Q}$ = 0 হয়, অর্থাৎ ফ্লিপ-ফ্লপ সেট হয়।

যখন Clock = 1, S = 1, R = 1, তখন Q = 1, $\bar{Q}$ = 1 হয়, অর্থাৎ এই অবস্থায় ফ্লিপ-ফ্লপ গ্রহণযোগ্য নয়। একে Race condition বলা হয়। কারণ কোন আউট-পুট উচ্চ হবে তা প্রতিযোগিতা করতে থাকে।

D-ফ্লিপ-ফ্লপ ঃ



চিত্র ঃ ১৪.১৩ D-ফ্লিপ-ফ্লপ Logic diagram

চিত্র ঃ ১৪.১৪ গ্রাফিক

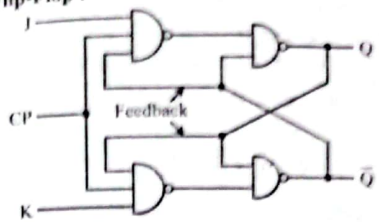
CHK	D	Q	$\bar{Q}$
1	0	0	1
1	1	1	0

ছক ঃ ট্রুথ টেবিল

D ফ্লিপ-ফ্লপ ঃ ডাটা ফ্লিপ-ফ্লপ। ইনপুট D-এর মান আউটপুটে স্থানান্তর হয়।

যখন CLK = 1, D = 1, তখন Q = 1, $\bar{Q}$ = 0 হয়, আবার যখন CLK = 1, D = 0। তখন Q = 0, $\bar{Q}$ = 1 হয়।

J-K Flip-Flop :



চিত্র ঃ ১৪.১৫ J-K Flip-Flop

CP	J	K	Q	$\bar{Q}$	Comment
0	*	*	Q	$\bar{Q}$	No change
1	0	0	Q	$\bar{Q}$	No change
1	0	1	0	1	Reset
1	1	0	1	0	Set
1	1	1	$\bar{Q}$	Q	Toggle

ছক ঃ ট্রুথ টেবিল

J-K ফ্লিপ-ফ্লপে Race কন্ডিশন নাই।

যখন Clock = 0, J = K = * (* = 0 অথবা, 1), তখন আউটপুটের কোনো পরিবর্তন হয় না।

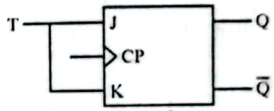
যখন Clock = 1, J = K = 0, তখনও আউটপুটের কোনো পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ শেষ অবস্থা অপরিবর্তন থাকে।

যখন Clock = 1, J = 0, K = 1, তখন Q = 0, $\bar{Q}$ = 1 হয় অর্থাৎ J-k ফ্লিপ-ফ্লপ রিসেট হয়।

যখন Clock = 1, J = 1, K = 0, তখন Q = 1, $\bar{Q}$ = 0 হয়, অর্থাৎ সেট হয়।

যখন Clock = 1, J = k = 1, তখন Q = $\bar{Q}$ এবং $\bar{Q}$ = Q হয়, অর্থাৎ আউটপুট প্রতি ক্লক পালসে টগল হয়।

•T ফ্লিপ-ফ্লপ ঃ



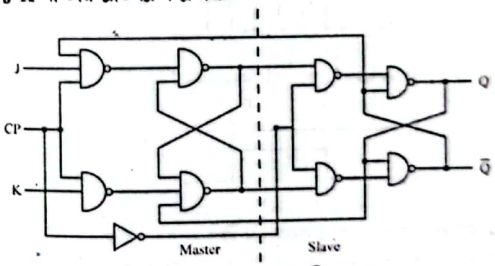
চিত্র ঃ ১৪.১৬ T ফ্লিপ-ফ্লপ

CP	T	Q	$\bar{Q}$
1	0	Q	$\bar{Q}$
1	1	$\bar{Q}$	Q

ছক ঃ ট্রুথ টেবিল

T ফ্লিপ-ফ্লপ অর্থাৎ টগল ফ্লিপ-ফ্লপ। যখন clock = 1 হয়, তখন Q = $\bar{Q}$ এবং $\bar{Q}$ = Q হয়, অর্থাৎ টগল হয়।

J-K মাস্টার স্লাভ ফ্লিপ-ফ্লপ ঃ



চিত্র ঃ ১৭ J-k মাস্টার স্লাভ ফ্লিপ-ফ্লপ

CP	J	K	Q	$\bar{Q}$	Comment
⊓	0	0	Q	$\bar{Q}$	No change
⊓	0	1	0	1	Reset
⊓	1	0	1	0	Set
⊓	1	1	$\bar{Q}$	$\bar{Q}$	Toggle

ছক ঃ ফ্লিপ-ফ্লপ

J-K মাস্টার স্লাভ ফ্লিপ-ফ্লপে দুটি অংশ থাকে– একটি মাস্টার এবং অপরটি স্লাভ। যখন মাস্টার কার্যকর থাকে, তখন স্লাভ কোনো কাজ করে না। আবার যখন স্লাভ কার্যকর থাকে, তখন মাস্টার কোনো কাজ করে না। চিত্র যখন Clock = 1 হয়, তখন মাস্টার active থাকে এবং Slave inactive থাকে।

সুতরাং পূর্ণ ক্লক সাইকেলে আউটপুট পরিবর্তন হয়।

যখন J = 0, K = 0 হয় তখন একটি পূর্ণ ক্লক সাইকেলে আউটপুটের কোনো পরিবর্তন হয় না।

যখন J = 0, K = 1 হয়, তখন একটি পূর্ণ ক্লক সাইকেলে আউটপুট Q = 0, $\bar{Q}$ = 1 হয়।

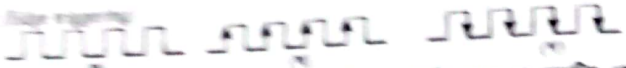
যখন J = 1, k = 0 হয়, তখন একটি পূর্ণ সাইকেলে Q = 1, $\bar{Q}$ = 0 হয়।

যখন J = 1 = k হয়, তখন একটি পূর্ণ ক্লক সাইকেলে Q = $\bar{Q}$ এবং $\bar{Q}$ = Q হয়।
অর্থাৎ Toggle হয়।

CamScanner

১৬.৬ পজিটিভ ও নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড এবং লেভেল ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ (Positive and negative edge triggered and level triggered)

ডিজিটাল সিস্টেমে ফ্লাসিক্রোনাস ও সিঙ্ক্রোনাসভাবে কাজ করা যায়। ফ্লাসিক্রোনাস সিস্টেমের ইনপুট পরিবর্তন করা মাত্রই আউটপুট পরিবর্তন হয়। সিঙ্ক্রোনাস সিস্টেমে ইনপুট পরিবর্তন করার পর নির্দিষ্ট সময়ে আউটপুট পরিবর্তন করা হয়। এজন্য ক্লক পালস ব্যবহার করা হয়। ক্লক পালসের আবশ্যকতা ও কার্যকর পালস হতে যাবে। ক্লক পালস CLK, CK বা CP দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। ক্লক দুই প্রকার, যথা– লেভেল ট্রিগার্ড (Level triggered) এবং ট্রিগার্ড (Edge triggered)।

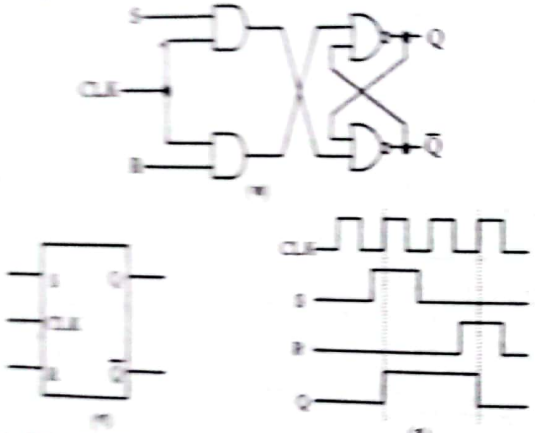


(ক) (খ) (গ)

চিত্র ঃ ১৬.১৮ (ক) লেভেল ট্রিগার্ড পালস (খ) পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড পালস (গ) নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড পালস

চিত্র ঃ ১৬.১৮ (ক) লেভেল ট্রিগার্ড পালস। এর ( ) অবস্থার সময় আউটপুট পরিবর্তন হতে পারে। ক্লক পালস ( ) লেভেল ট্রিগার্ড এর কারণে ক্লক পালস ( ) এর ( ) অবস্থার সময় আউটপুট পরিবর্তন হয় না। এজন্য ক্লক পালস ( ) যার দ্বারা আউটপুট পরিবর্তন হয় এবং পজিটিভ ট্রানজিশন বলা হয়। অনুরূপভাবে, ক্লক পালস ( ) যার দ্বারা পরিবর্তন হয় তাকে নেগেটিভ লেভেল ট্রিগার্ড বা নেগেটিভ ট্রানজিশন বলা হয়। এজ ট্রিগার্ডের পজিটিভ বা নেগেটিভ হবে পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড এর কারণে পালস ( ) থেকে ( ) অবস্থার সময় আউটপুট পরিবর্তিত হয় এবং নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড এর কারণে পালস ( ) থেকে ( ) অবস্থার সময় আউটপুট পরিবর্তন করা 16.19(খ) ও 16.19(গ) নং চিত্রে পজিটিভ ও নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড পালস দেখানো হয়েছে।

যে পজিটিভ ক্লকপাল্স JK ফ্লিপ-ফ্লপের সার্কিট, প্রতীক ও টাইমিং ডায়াগ্রাম দেখানো হলো। এখানে লক্ষণীয় যে, ক্লক পালস ( ) থেকে ( ) অবস্থার সময় আউটপুট বিভিন্ন হয় না।



(ক) (খ) (গ)

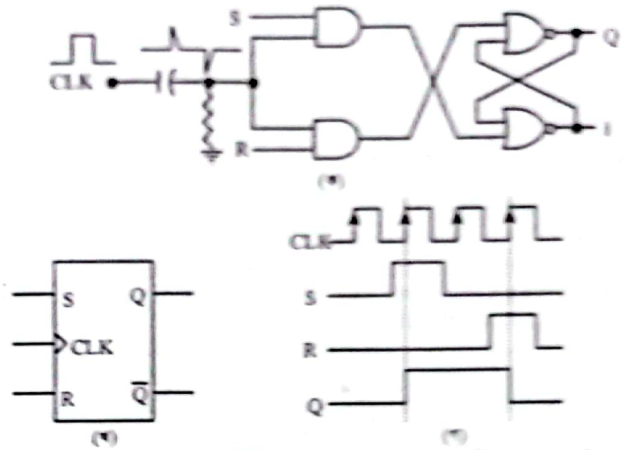
চিত্র ঃ ১৬.১৯ (ক) ক্লকপাল্স JK ফ্লিপ-ফ্লপ, (খ) টাইমিং ডায়াগ্রাম, (গ) ক্লকপাল্স SR ফ্লিপ-ফ্লপের প্রতীক

টাইমিং ডায়াগ্রামে চিত্রে পরিলক্ষিত হয় যে, J = 1 অবস্থা সত্ত্বেও CLK = 1 না হওয়া পর্যন্ত ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট পরিবর্তন হয় না। ক্লকপাল্স JK ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল ছকে দেখা হলো–

CLK	S	R	Q
0	0	0	NC
0	0	1	NC
0	1	0	NC
0	1	1	NC
1	0	0	NC
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	*

ছক ঃ ক্লকপাল্স SR ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল

JK পজিটিভ লাচ্চারের সাহায্যে পজিটিভ বা নেগেটিভ লাচ্চার তৈরি করা যায়। পজিটিভ লাচ্চারে নেগেটিভ S ও R এর ইনপুট পরিবর্তন করতে হবে। একদা ক্লক পালস 0 থেকে 1 পরিবর্তনের সময় ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট পরিবর্তন হয়। এ ধরনের ফ্লিপ-ফ্লপকে পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ বলা হয়। নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপে ক্লক পালস 1 থেকে 0 হওয়ার সময় আউটপুট পরিবর্তন হয়। ভিত্তি পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড RS ফ্লিপ-ফ্লপের সার্কিট, প্রতীক ও টাইমিং ডায়াগ্রাম দেখানো হলো। ক্লক পালস এবং সে ক্লকের আউটপুট পরিবর্তন হয় তা তীর চিহ্ন দিয়ে বুঝানো হয়েছে।



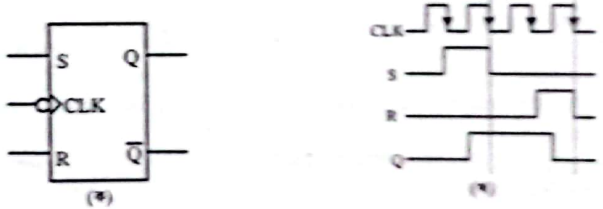
(ক) (খ) (গ)

চিত্র ঃ ১৬.২০ পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ ঃ (ক) সার্কিট, (খ) প্রতীক, (গ) টাইমিং ডায়াগ্রাম

CLK	S	R	Q
↑	0	0	NC
↑	1	0	1
↑	0	1	0
↑	1	1	*

ছক ঃ পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড SR ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল

নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপের প্রতীক, টাইমিং ডায়াগ্রাম ও ট্রুথ টেবিল নিম্নে দেয়া হলো ঃ



(ক) (খ)

চিত্র ঃ ১৬.২১ নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ– (ক) প্রতীক, (খ) টাইমিং ডায়াগ্রাম

CLK	S	R	Q
↓	0	0	NC
↓	1	0	1
↓	0	1	0
↓	1	1	*

ছক ঃ নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড SR ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল