অধ্যায়-২

ফ্লিপ-ফ্লপ অনুধাবন

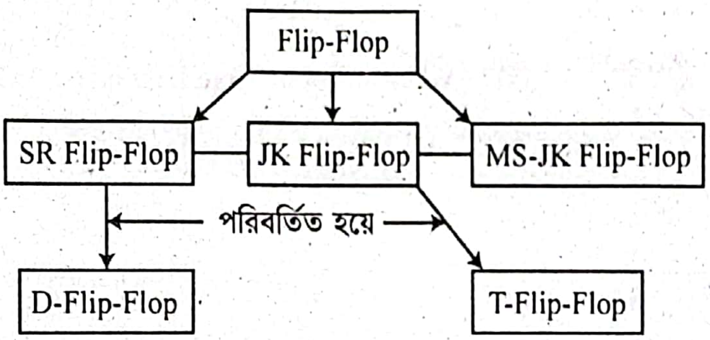
(Understand Flip-Flop)

২.১ ফ্লিপ-ফ্লপের সংজ্ঞা এবং এর বিভিন্ন প্রকারভেদ (Define Flip-Flop & list the different types of Filp-Flops) ঃ

ফ্লিপ-ফ্লপ হলো ডিজিটাল কম্পিউটারে তথ্য সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত সার্কিট বিশেষ। এই বিশেষ সার্কিটের দুটি দশা ('০' এবং '১') থাকে। '১' অবস্থাটি হলো 'সক্রিয়' এবং '০' অবস্থাটি হলো নিষ্ক্রিয়। সুতরাং আমরা বলতে পারি যে, ফ্লিপ-ফ্লপ হলো এমন এক ধরনের সার্কিট, যার দুটি স্থায়ী অবস্থা আছে এবং যা এক বিট মেমরি ধারণ করে রাখতে সক্ষম।

বহুল ব্যবহৃত ফ্লিপ-ফ্লপগুলো হলো–

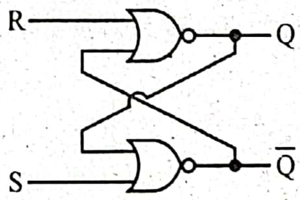
(i) SR-ফ্লিপ-ফ্লপ
(ii) D-ফ্লিপ-ফ্লপ
(iii) JK-ফ্লিপ-ফ্লপ
(iv) T-ফ্লিপ-ফ্লপ
(v) Mster-Slave JK ফ্লিপ-ফ্লপ।



চিত্র ঃ ২.১ একনজরে Flip-Flop এর প্রকারভেদ

২.২ ক্লকড SR ফ্লিপ-ফ্লপ এর কার্যপ্রণালি (The operation of clocked SR Flip-Flop) ঃ

নিচের চিত্রে NOR গেট দিয়ে তৈরি একটি SR ল্যাচ দেখানো হলো'ঃ



(ক)

S	R	Q	$\bar{Q}$
0	0	NC	NC
0	1	0	1 (Reset)
1	0	1 (Set)	0
1	1	0	0

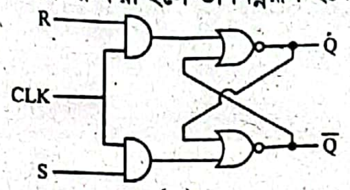
(খ)

চিত্র ঃ ২.২(ক) SR ফ্লিপ-ফ্লপ এর লজিক ডায়াগ্রাম (খ) সত্যক সারণি

উপরের চিত্র হতে আমরা দেখতে পাই যে, S = 0; R = 0 হলে আউটপুট NC (No change) হয় অর্থাৎ অপরিবর্তিত থাকে। ইনপুট S = 0; R = 1 হলে আউটপুট আগে যাই থাকুক না কেন Q = 0 এবং $\bar{Q}$ = 1 হবে। আবার ইনপুট S = 1, R = 0 হলে Q = 1 এবং $\bar{Q}$ = 0 হবে; অর্থাৎ আউটপুটে 1 সেট হবে। কিন্তু ইনপুটে S = 1 এবং R = 1 হলে রেস কন্ডিশন এর উদ্ভব ঘটে। তাই এই স্টেটকে ইনভ্যালিড বলা হয়।

CS CamScanner

এই SR ফ্লিপ-ফ্লপকে ক্লক সিগন্যাল এর উপর নির্ভর করা হলে তা নিম্নরূপ হবে–



(ক)

CLK	S	R	Q	$\bar{Q}$
0	0	0	NC	NC
0	0	1	NC	NC
0	1	0	NC	NC
0	1	1	NC	NC
1	0	0	NC	NC
1	0	1	0	1 (Reset)
1	1	0	1	0 (Set)
1	1	1	Race/invalid	

(খ)

চিত্র ঃ ২.৩ (ক) ক্লকড SR ফ্লিপ-ফ্লপ (খ) সত্যক সারণি

উপরের সত্যক সারণি থেকে আমরা দেখতে পাই যে, CLK সিগন্যাল CLK = 0 হলে, ইনপুট যাই হোক না কেন, আউটপুট অপরিবর্তিত থাকে। CLK = 1 হলেই কেবল উক্ত ফ্লিপ-ফ্লপ কার্যকরী হয়, অর্থাৎ তখন ফ্লিপ-ফ্লপটি চিত্র ঃ ২.৩ (খ) অনুযায়ী আউটপুট প্রদর্শন করে।

২.৩ ফ্লিপ-ফ্লপে এজ ট্রিগারিং-এর সুবিধা (Advantages of edge triggering in Flip-Flop) ঃ

লেভেল ট্রিগারিং এর চেয়ে এজ ট্রিগারিং একটু ব্যয়সাপেক্ষ হলেও এর কিছু সুবিধা রয়েছে–

(ক) ডিজাইন সহজ

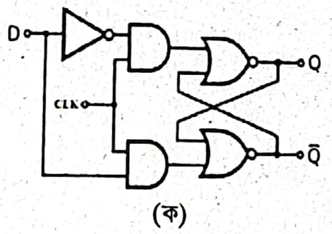
(খ) নয়েজ দ্বারা সহজে আক্রান্ত হয় না

(গ) ডিভাইস সেনসিটিভিটি বেশি হয়

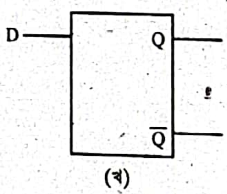
(ঘ) তুলনামূলক দ্রুতগতিসম্পন্ন হয়।

২.৪ ক্লকড D, T, J-K এবং মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপের কার্যপ্রণালি (The operation of clocked D, T, J-K and master-slave Flip-Flops) ঃ

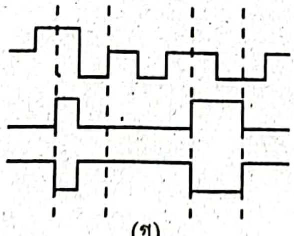
(i) D-টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ (D-Type flip-flop) ঃ SR ফ্লিপ-ফ্লপের উভয় ইনপুটে 1 প্রয়োগ করলে রেস কন্ডিশন-এর সৃষ্টি হয়। নিচের সার্কিটের সাহায্যে এই রেস কন্ডিশন দূর করা যায়। এ ধরনের ফ্লিপ-ফ্লপকে D-টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ বা D-টাইপ ল্যাচ বলা হয়। এর কেবলমাত্র একটি ইনপুট আছে। ট্রুথ টেবিলে X দিয়ে যে-কোনো ইনপুট বুঝানো হয়েছে। এজ ট্রিগার্ড D-টাইপের ল্যাচের প্রতীক ও ট্রুথ টেবিল নিচে প্রদত্ত হলো ঃ



(ক)



(খ)



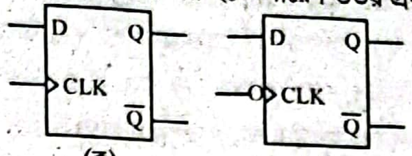
(গ)

CLK	D	Q
0	X	NC
1	0	0
1	1	1

(ঘ)

চিত্র ঃ ২.৪ (ক) D-টাইপ ল্যাচের ডায়াগ্রাম (খ) ব্লক ডায়াগ্রাম (গ) টাইমিং ডায়াগ্রাম (ঘ) সত্যক সারণি

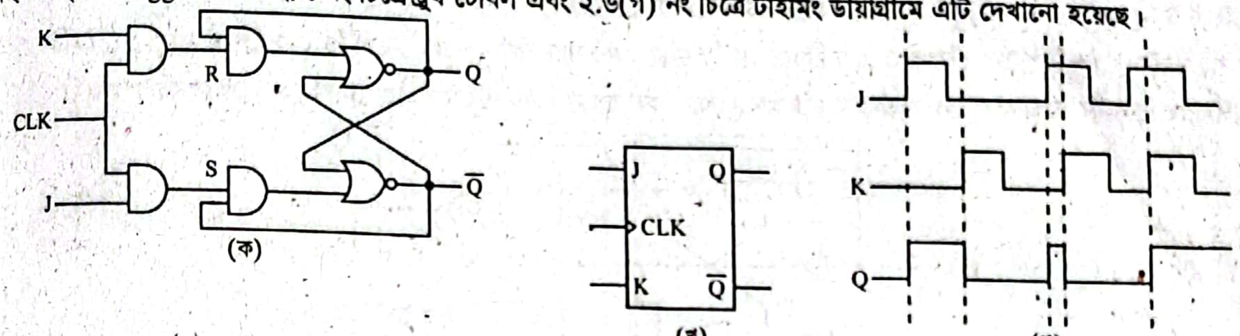
D-টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ পজিটিভ ও নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড জাতীয় হতে পারে। উভয় প্রকারের প্রতীক নিচে দেয়া হলো ঃ



(ক) (খ)

চিত্র ঃ ২.৫ (ক) পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড D-টাইপ ল্যাচ (খ) নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড D-টাইপ ল্যাচ

(ii) J-K ফ্লিপ-ফ্লপ (J-K flip-flop) ঃ SR ফ্লিপ-ফ্লপ দিয়ে গঠিত J-K ফ্লিপ-ফ্লপ-এর গঠন ২.৬(ক) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। এর দুটি ইনপুট J ও K; J ও $\bar{Q}$ কে NAND গেট দিয়ে S-এর সাথে এবং K ও Q কে NAND গেট দিয়ে R-এর সাথে যুক্ত করা হয়েছে। এর ফলে J ও K একসাথে 1 প্রয়োগ করলে S ও R কখনো একসাথে 1 হবে না। অর্থাৎ J-K ফ্লিপ-ফ্লপে রেস কন্ডিশন নেই। তবে এক্ষেত্রে J = K = 1 ইনপুটের জন্য Q পূর্বে যা ছিল তা পরিবর্তন হবে; অর্থাৎ 1 থাকলে 0 হবে এবং 0 থাকলে 1 হবে। এই অবস্থাকে Toggle বলে। ২.৭ নং চিত্রে ট্রুথ টেবিল এবং ২.৬(গ) নং চিত্রে টাইমিং ডায়াগ্রামে এটি দেখানো হয়েছে।



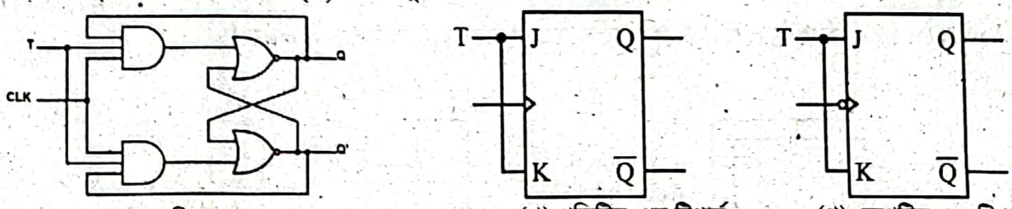
চিত্র ঃ ২.৬ JK ফ্লিপ-ফ্লপ (ক) সার্কিট (খ) প্রতীক (গ) টাইমিং ডায়াগ্রাম

Clk	J	K	Q	$\bar{Q}$	
1	0	0	Q	$\bar{Q}$	No change in state
1	0	1	0	1	Resets Q to 0
1	1	0	1	0	Sets Q to 1
1	1	1	-	-	Toggles

চিত্র ঃ ২.৭ JK ফ্লিপ-ফ্লপ ট্রুথ টেবিল

২.৬(ক) নং চিত্রে J ও K ইনপুটদ্বয়কে + 5V-এ সংযুক্ত করে রাখলে কী ঘটবে অনুমান করতে পারা যায় কি? সার্কিটটি অসিলেট করতে থাকবে। এ কারণে J-K ফ্লিপ-ফ্লপে এজ ট্রিগারিং পালস ব্যবহার করা উচিত।

(iii) T ফ্লিপ-ফ্লপ (T flip-flop) ঃ J-K ফ্লিপ-ফ্লপে J ও K ইনপুট শর্ট করলে T ফ্লিপ-ফ্লপ গঠিত হয়। চিত্র (ক) যখন T = 0 তখন J = K = 0; এ অবস্থায় ক্লক পালস আউটপুট পরিবর্তন করে না। কিন্তু যখন T = 1 তখন J = K = 1; এ অবস্থায় ক্লক পরিবর্তনের সময় আউটপুট টগল করে। ২.৮(ঘ) চিত্রে ট্রুথ টেবিল দেখানো হয়েছে।



(ক) T ফ্লিপ-ফ্লপ (খ) পজিটিভ এজ ট্রিগার্ড (গ) নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড

CLK	T	Q
X	0	NC
↓	X	NC
1	X	NC
↑	1	Toggle

CLK	T	Q
X	0	NC
↑	X	NC
1	X	NC
↓	1	Toggle

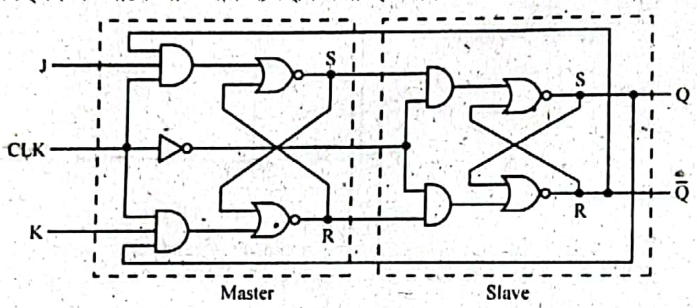
(ঘ) T-ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল

চিত্র ঃ ২.৮ (ক) T ফ্লিপ-ফ্লপ, (খ) Positive Edgetrigger, (গ) Negative Edgetrigger, (ঘ) Truth Table

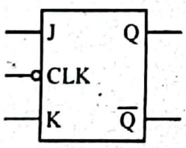
(iv) JK মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপ (JK master-slave flip-flop) ঃ দুটি ক্লকযুক্ত ফ্লিপ-ফ্লপ দিয়ে মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপ গঠন করা যায়। ফ্লিপ-ফ্লপ দুটির একটিকে মাস্টার এবং অপরটিকে স্লেভ বলা হয়। মাস্টারের আউটপুট, স্লেভের ইনপুট হিসেবে কাজ করে। এখানে লক্ষণীয় যে, মাস্টারের ক্লক পজিটিভ এবং স্লেভের ক্লক নেগেটিভ। যখন ক্লক 1 অবস্থায় বিরাজ করে তখন মাস্টার সক্রিয় এবং স্লেভ নিষ্ক্রিয় থাকে। আবার ক্লক যখন 0 অবস্থায় থাকে তখন মাস্টার নিষ্ক্রিয় এবং স্লেভ সক্রিয় থাকে।

মনে করি, শুরুতে Q = 0 এবং $\bar{Q}$ = 1; এ অবস্থায় J ও K ইনপুটে যথাক্রমে 1 ও 0 প্রয়োগ করা হলো। এখন ক্লক 1 হলে মাস্টারের আউটপুট S = 1 এবং R = 0 হবে। এ সময় স্লেভের আউটপুট পরিবর্তন হবে না। ক্লক 0 হলে মাস্টারের আউটপুট পরিবর্তন হবে না। কিন্তু স্লেভের আউটপুট S = 1 ও R = 0 ইনপুটের জন্য পরিবর্তন হয়ে Q = 1 এবং $\bar{Q}$ = 0 হবে। অনুরূপভাবে, J = 0 ও K = 0 ইনপুটের জন্য আউটপুট $\bar{Q}$ = 0 ও Q = 1 হবে। যদি J = K = 1 অবস্থায় থাকে তবে ক্লক পালস পরিবর্তনের সাথে আউটপুট টগল করবে। ২.৯(গ) নং চিত্রে এটির ট্রুথ টেবিল দেয়া হয়েছে।

JK মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপ নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড JK ফ্লিপ-ফ্লপ-এর ন্যায় কাজ করে। নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ তৈরির পূর্বে মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপের প্রচলন ছিল। বর্তমানে এটি আর ব্যবহার করা হয় না। এর পরিবর্তে এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করা হয়।



(ক) ব্লক ডায়াগ্রাম



(খ) প্রতীক

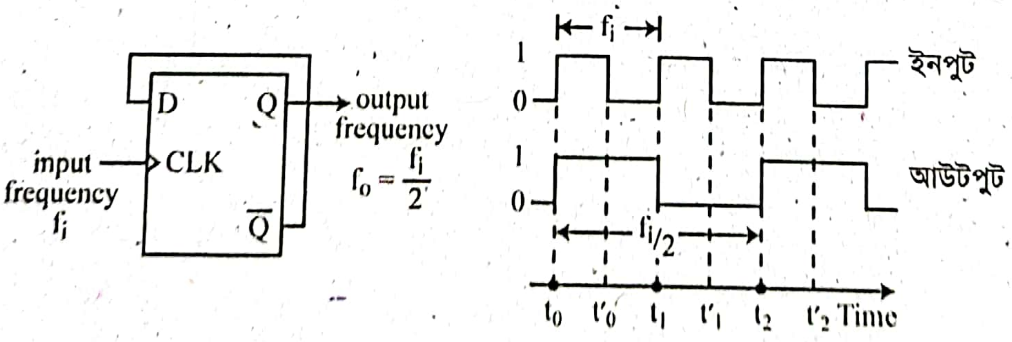
CLK	J	K	Q
X	0	0	NC
⎍	0	1	0
⎍	1	0	1
⎍	1	1	Toggle

(গ) ট্রুথ টেবিল

চিত্র ঃ ২.৯ (ক) Block diagram, (খ) Symbol, (গ) Truth table

২.৫ ফ্রিকুয়েন্সি ডিভিশন সার্কিট হিসেবে ফ্লিপ-ফ্লপ-এর অপারেশন (The operation of Flip-Flop as a frequency division circuit) ঃ

ফ্রিকুয়েন্সি ডিভাইডার হিসেবে D-টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করা হয়। তবে T-টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপও ব্যবহার করা যায়। বর্ণনার সুবিধার্থে আমরা D-টাইপে ফ্লিপ-ফ্লিপ দ্বারা গঠিত ফ্রিকুয়েন্সি ডিভাইডার নিয়ে আলোচনা করবো।



(ক) (খ)

চিত্র ঃ ২.১০ (ক) ফ্রিকুয়েন্সি ডিভাইডার (খ) টাইমিং ডায়াগ্রাম

ধরে নিই, D-ফ্লিপ-ফ্লপ এর CLK-এ input frequency f_i ইনপুট করা হলো। প্রাথমিকভাবে $Q = 0$ এবং $\bar{Q} = 1$ থাকলে t_o সময়ে CLK সিগন্যাল হাই থাকার কারণে $Q = 1$ হয় এবং $\bar{Q} = 0$ হয়। ফ্লিপ-ফ্লপটি t'_o সময়ে ল্যাচ কন্ডিশনে থাকবে অর্থাৎ t_o থেকে t_1 সময় পর্যন্ত এর আউটপুট high থাকবে ($Q = 1$ এবং $\bar{Q} = 0$)। t_1 সময়ে পুনরায় CLK সিগন্যাল হাই হবে। এ সময়ে $\bar{Q} = 0$ থাকায় $D = 0$ হবে; সুতরাং নতুন আউটপুট $Q = 0$ হবে। সাথে সাথে $\bar{Q} = 1$ হবে। t_1 থেকে t_2 সময় পর্যন্ত ফ্লিপ-ফ্লপটি ল্যাচ অবস্থায় থাকবে। সুতরাং আমরা দেখতে পাচ্ছি যে, ইনপুট ফ্রিকুয়েন্সির দুটি স্পন্দনের সময়ে আউটপুটে একটা পূর্ণ-স্পন্দন পাওয়া যায়।

ধরি, ইনপুট ফ্রিকুয়েন্সি, $f_i = \frac{1}{T_i}$ [T_i = পর্যায়কাল]

চিত্র ঃ ২.১০(খ) অনুযায়ী $T_i = t_1 - t_o = x$ (ধরি)

$\therefore f_i = \frac{1}{T_i} = \frac{1}{x}$ .... (i)

আউটপুট ফ্রিকুয়েন্সি, $f_o = \frac{1}{T_o}$

এখানে, $T_o = t_2 - t_o = 2(t_1 - t_o) = 2x$

$\therefore f_o = \frac{1}{2x} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{x}$

$= \frac{1}{2} \cdot f_i$ [(i) নং সমীকরণ হতে]

$\therefore f_o = \frac{f_i}{2}$

সুতরাং, আউটপুট ফ্রিকুয়েন্সি ইনপুট ফ্রিকুয়েন্সির অর্ধেক হবে। এভাবে আরও কয়েকটি স্টেজ সংযুক্ত করে আমরা $\frac{f_i}{4}, \frac{f_i}{8}, \frac{f_i}{16}$ ইত্যাদি আউটপুট ফ্রিকুয়েন্সি পেতে পারি।

২.৬ ফ্লিপ-ফ্লপ এর প্রয়োগক্ষেত্র (Application field of Flip-Flops) ঃ

ফ্লিপ-ফ্লপের প্রয়োগক্ষেত্রের মধ্যে উল্লেখযোগ্য কয়েকটি নিচে দেওয়া হলো ঃ

(i) মেমরি ইউনিট হিসেবে।

(ii) রেজিস্টার হিসেবে

(iii) কাউন্টার হিসেবে

(iv) বাউন্স ইলিমিনেশন সুইচ হিসেবে

(v) ডাটা কন্ট্রোলার হিসেবে।

CamScanner

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **এজ ট্রিগারিং কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ এজ ট্রিগারিং দুই প্রকার, যথা–

১। পজিটিভ এজ ট্রিগারিং পালস,

২। নেগেটিভ এজ ট্রিগারিং পাল্স।

২। **ফ্লিপ-ফ্লপ বর্তনীকে কয়ভাবে Triggering করা যায়?**

উত্তর ঃ ফ্লিপ-ফ্লপ বর্তনীকে তিনভাবে Triggering করা যায় ঃ

১। + ve edge triggering;

২। – ve edge triggering;

৩। Level triggering.

৩। **হোল্ড টাইম (Hold time) বলতে কী বুঝায়?**

অথবা, Hold time বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ ক্লক পাল্স সক্রিয় হওয়ার পর ন্যূনতম যে সময় পর্যন্ত ইনপুট পাল্স উপস্থিত থাকলে আউটপুট সঠিক পাওয়া যায়, তাকে হোল্ড টাইম বলে।

৪। **ফ্লিপ-ফ্লপ কী?** [বাকাশিবো-২০১৮]

অথবা, Latch কী? [বাকাশিবো–২০১১(পরি), ১৫(পরি), ১৯(পরি)]

উত্তর ঃ যে ডিজিটাল সার্কিটের দুটি Stable state আছে এবং Triggering pulse প্রয়োগ করলে তার State (অবস্থা)-এর পরিবর্তন হয়, তাকে ফ্লিপ-ফ্লপ বা ল্যাচ (Latch) বলে।

৫। **সিনক্রোনাস সিকুয়েন্সিয়াল লজিক সার্কিটের সংজ্ঞা লেখ।**

উত্তর ঃ যে-সব সিকুয়েন্সিয়াল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য একটি নির্দিষ্ট সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় এবং এর Memory element-ও একটি সময়ের ভিত্তিতে পরিবর্তিত হয়, তাকে সিনক্রোনাস সিকুয়েন্সিয়াল লজিক সার্কিট বলে।

৬। **টগল বা টগল কন্ডিশন কী?**

অথবা, Toggle state বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০(পরি)]

অথবা, টগল কন্ডিশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ Repeated clock pulse এর Filp-Flop এর বর্তমান output পূর্বের অবস্থার বিপরীত মানে পরিবর্তিত হলে তাকে Toggle condition বলে।

৭। **ফ্লিপ-ফ্লপ ও ল্যাচ সার্কিটের মধ্যে পার্থক্য কী?**

উত্তর ঃ ইনপুট তারের মাধ্যমে ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুটকে বাইনারি 1 বার স্টেটে ইচ্ছামতো সেট করা যায়। ল্যাচ সার্কিট সেট ও রিসেট অবস্থার মাধ্যমে তথ্যকে সংরক্ষণ করতে পারে।

৮। **ল্যাচ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য কী?**

উত্তর ঃ S = 1 ও R = 0 হলে ল্যাচ সবসময় সেট হয়, আর S = 0 ও R = 1 হলে ল্যাচ সবসময় রিসেট হয়।

৯। **ফ্লিপ-ফ্লপের দুটি অবস্থা কী কী?**

উত্তর ঃ ফ্লিপ-ফ্লপের দুটি অবস্থা হলো সেট এবং রিসেট।

CamScanner

১০। **T ফ্লিপ-ফ্লপের অপর নাম কী?**

উত্তর: T ফ্লিপ-ফ্লপের অপর নাম Toggle ফ্লিপ-ফ্লপ।

১১। **লেভেল ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ বলতে কী বুঝায়?**

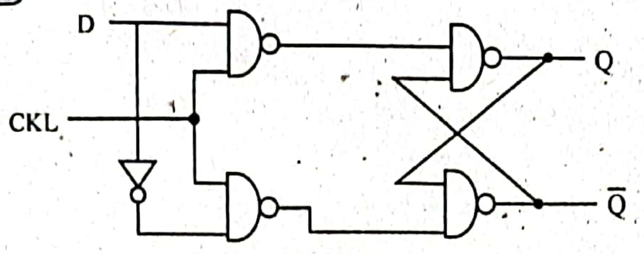
উত্তর: যে ট্রিগারিং-এর ক্ষেত্রে ক্লক পালস 1 ও 0 হওয়ার সাথে সাথেই আউটপুট পরিবর্তন হতে পারে, তাকে লেভেল ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ বলে।

১২। **S-R ফ্লিপ-ফ্লপের তুলনায় J-K ফ্লিপ-ফ্লপের সুবিধা কী?** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর: S-R ফ্লিপ-ফ্লপে রেস কন্ডিশন তৈরি হয়, কিন্তু J-K ফ্লিপ-ফ্লপে রেস কন্ডিশন তৈরি হয় না।

১৩। **D-Flip-Flop-এর Circuit ও truth table লেখ।**

উত্তর:

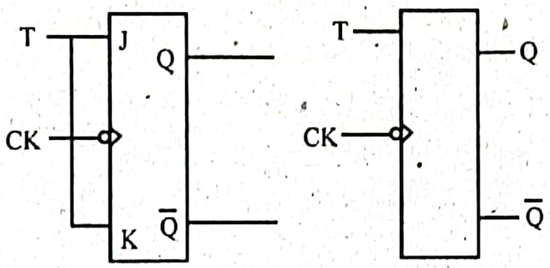


Circuit diagram

Input		Output	
CLK	D	Q	$\overline{Q}$
0	X	NC	NC
1	0	0	1
1	1	1	0

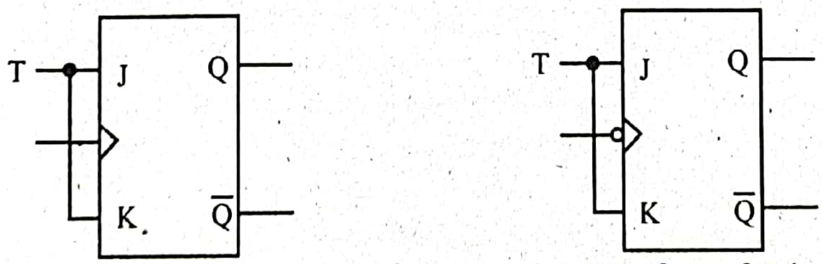
১৪। **T-Flip-Flop লজিক সার্কিট অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর: প্রতিটি ক্লক পালসের সাথে এই ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিটের আউটপুট পরিবর্তন ঘটে। এই হিসেবে এটি একটি টগল সুইচের মতো কাজ করে। তাই এটি টগল ফ্লিপ-ফ্লপ বা T ফ্লিপ-ফ্লপ নামে পরিচিত।



চিত্র ঃ T(JK হতে) ফ্লিপ-ফ্লপ ও প্রতীক

T-ফ্লিপ-ফ্লপ (T-Flip-Flop) ঃ JK ফ্লিপ-ফ্লপে J ও K ইনপুট সংযুক্ত করলে T-ফ্লিপ-ফ্লপ গঠিত হয়। চিত্রে এটি দেখানো হলো। যখন T = 0 তখন J = K = 0; এ অবস্থায় ক্লক পালস্ আউটপুট পরিবর্তন করে না। কিন্তু যখন T = 1 তখন J = K = 1; এ অবস্থায় ক্লক পরিবর্তনের সময় আউটপুট টগল করে। ছকে এর ট্রুথ টেবিল দেখানো হয়েছে।



(ক) পজিটিভ এজ টিগার্ড (খ) নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড

চিত্র ঃ T ফ্লিপ-ফ্লপ।

CLK	T	Q
x	0	NC
↓	x	NC
1	x	NC
↑	1	Toggle

CKL	T'	Q
x	0	NC
↑	x	NC
1	x	NC
↓	1	Toggle

চিত্র ঃ T-ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল

CamScanner

১৫। **প্রপাগেশন ডিলে কেন হয়?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইসের কন্ডাক্টিভিটির কারণে প্রপাগেশন ডিলে হয়।

১৬। **প্রধান পাঁচ প্রকার ফ্লিপ-ফ্লপের নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩]

অথবা, সচরাচর ব্যবহৃত কয়টি Flip-Flop এর নাম উল্লেখ কর।

অথবা, Flip-Flop এর প্রকারভেদ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৯(পরি)]

উত্তর ঃ প্রধান পাঁচ প্রকার ফ্লিপ-ফ্লপের নাম হলো–

(i) R-S ফ্লিপ-ফ্লপ
(ii) T ফ্লিপ-ফ্লপ
(iii) D ফ্লিপ-ফ্লপ
(iv) J-K ফ্লিপ-ফ্লপ
(v) Master-Slave JK ফ্লিপ-ফ্লপ।

১৭। **T ফ্লিপ-ফ্লপ কী?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ একটি J-K ফ্লিপ-ফ্লপ এর ইনপুটদ্বয়কে একত্র করে যখন একটি ইনপুটে রূপান্তর করা হয়, তখন তাকে T ফ্লিপ-ফ্লপ বলে।

১৮। **বাইস্ট্যাবল স্মৃতি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যে স্মৃতির (Memory) 0 এবং 1, এ দুই অবস্থা বিদ্যমান, তাকে দুই স্থায়ী বা বাইস্ট্যাবল (Bistable) বলে।

১৯। **SR Flip-Flop বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৯]

উত্তর ঃ SR Flip-Flop বলতে Set-Reset Flip-Flop-কে বুঝায়। S = 1, R = 0 হলে ফ্লিপ-ফ্লপটি Set হবে। S = 0, R = 1 হলে Flip-Flopটি Reset হবে।

HP সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

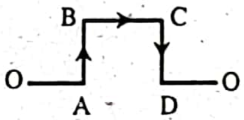
১। **এজ ও লেভেল ট্রিগারিং বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]

অথবা, Edge triggering Flip-Flop ও Level triggering Flip-Flop-এর মাঝে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১৬]

অথবা, Level triggering ও Edge triggering কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

অথবা, Edge-Triggering বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৬(পরি)]

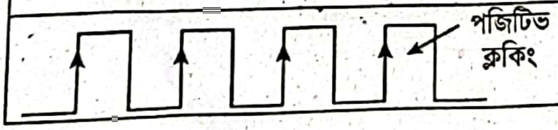
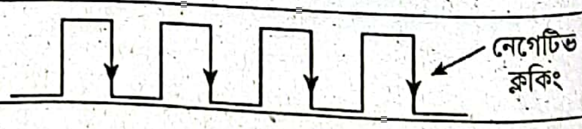
উত্তর ঃ এজ ও লেভেল ট্রিগারিং ঃ



উপরের চিত্র হতে এজ ও লেভেল ট্রিগারিং বুঝা যায়। এখানে দুই ধরনের এজ ট্রিগারিং দেখানো হয়েছে– (i) পজিটিভ (ii) ও নেগেটিভ এজ ট্রিগারিং। যখন A থেকে B অর্থাৎ, সর্বনিম্ন থেকে সর্বোচ্চ (0 থেকে 1) মানে পৌঁছায় তখন তাকে পজিটিভ এজ বলা হয় এবং কোনো ফ্লিপ-ফ্লপের (F-F) ইনপুট যদি এই সময়ে পরিবর্তন করা হয় তবে তাকে পজিটিভ এজ ট্রিগারিং বলা হয়। আবার ফ্লিপ-ফ্লপের (F-F) ইনপুটের পরিবর্তন যদি C থেকে D অর্থাৎ, পালসটি 1 থেকে 0 হওয়ার সময় করা হয় তখন তাকে নেগেটিভ এজ ট্রিগারিং বলা হয় এবং যদি F-F এর ইনপুটের পরিবর্তন B থেকে C অর্থাৎ যতক্ষণ 1 মান বজায় থাকে সেই সময়ে করা হয় তখন তাকে লেভেল ট্রিগারিং বলা হয়।

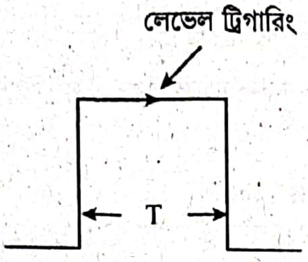
২। **পজিটিভ ক্লকিং ও নেগেটিভ ক্লকিং-এর মধ্যে পার্থক্যগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ নিম্নে পজিটিভ ও নেগেটিভ ক্লকিং-এর মধ্যে পার্থক্যগুলো দেয়া হলো ঃ

পজিটিভ ক্লকিং	নেগেটিভ ক্লকিং
১। যদি ক্লক পালস 1 দ্বারা আউটপুট পরিবর্তন হয়, তবে তাকে পজিটিভ ক্লকিং বলে।	১। যদি ক্লক পালস 0 দ্বারা আউটপুট পরিবর্তন হয়, তবে তাকে নেগেটিভ ক্লকিং বলে।
২। পজিটিভ ক্লকিং-এর ক্ষেত্রে পালস 0 থেকে 1 হওয়ার সময় আউটপুট পরিবর্তিত হয়।	২। নেগেটিভ ক্লকিং-এর ক্ষেত্রে পালস 1 থেকে 0 হওয়ার সময় আউটপুট পরিবর্তিত হয়।
	

৩। **লেভেল ট্রিগারিং সম্পর্কে বর্ণনা দাও।**

উত্তর: লেভেল ট্রিগারিং-এর ক্ষেত্রে ক্লক পালস 1 বা 0 হওয়ার সাথে সাথেই আউটপুট পরিবর্তন হয়। লেভেল ট্রিগারিং এর ক্ষেত্রে যতক্ষণ পর্যন্ত লেভেলের মান 1 বজায় থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত এর আউটপুট পরিবর্তন হয়। অর্থাৎ একটি ক্লক পালস-এর হাফ সাইকেলের সময় ধরে তার আউটপুট পরিবর্তন করে। ফলে ঐ সময়ের মধ্যে আরও কিছু Debounce ঘটনা ঘটতে পারে। নিচের চিত্রে একটি পজিটিভ লেভেল ট্রিগারিং-এর চিত্র দেখানো হলো। এর হাফ সাইকেলে T সময় ধরে আউটপুট পরিবর্তন করে।



৪। **রেস কন্ডিশন বলতে কী বুঝায়? কীভাবে তা দূর করা যায়?**

অথবা, RS Flip-Flop-এর Race condition কী? [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

অথবা, Race condition কী? [বাকাশিবো-২০২০]

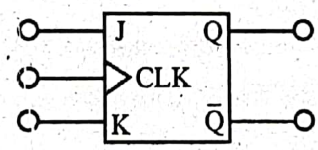
উত্তর: RS Flip-Flop-এ রেস কন্ডিশন বলতে S বা Set-এ 1 এবং R বা Reset-এ 1 থাকা অবস্থায় ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিটে ঘড়ি স্পন্দন বা ক্লক পালস পাওয়ার সাথে সাথে একবার সেট এবং পরবর্তী মুহূর্তে আবার রিসেট অবস্থায় যাওয়ার প্রবণতাকে বুঝায়। মাস্টার-স্লেভ J-K ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করে রেস কন্ডিশন দূর করা যায়।

৫। **একটি J-K ফ্লিপ-ফ্লপের লজিক চিত্রসহ ট্রুথ টেবিল আঁক।** [বাকাশিবো-২০১১(পরি), ২০(পরি)]

অথবা, পজিটিভ এজ ট্রিগারড F-F এর প্রতীক ও ট্রুথ টেবিল আঁক।

উত্তর:

প্রতীক ঃ

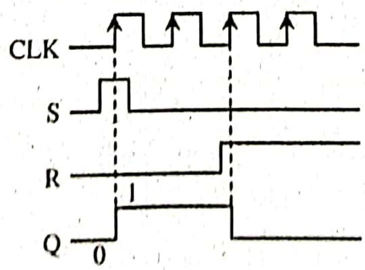


ট্রুথ টেবিল ঃ

CLK	J	K	Q
↑	0	0	NC
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	Toggle

৬। **ক্লক্‌ড SR ফ্লিপ-ফ্লপের টাইমিং ডায়াগ্রাম আঁক।**

উত্তর: ক্লক্‌ড SR ফ্লিপ-ফ্লপের টাইমিং ডায়াগ্রাম ঃ



৭। **ফ্লিপ-ফ্লপে এজ ট্রিগারিং-এর সুবিধা কী?**

অথবা, Edge-Triggering-এর সুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৬(পরি), ১৯(পরি)]

অথবা, Flip-Flop-এর Edge triggering-এর সুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর: **ফ্লিপ-ফ্লপে এজ ট্রিগারিং-এর সুবিধা ঃ**

এজ ট্রিগারিং-এর ক্ষেত্রে ফ্লিপ-ফ্লপ (F-F) এর ক্লক পালস এর রাইজিং এজ বা ফলিং এজ-এর সময়ে অর্থাৎ সুনির্দিষ্ট সময়ে এর আউটপুট পরিবর্তন করে। পক্ষান্তরে, যখন F-F-টিতে লেভেল ট্রিগারিং ব্যবহার করা হয় তখন যতক্ষণ পর্যন্ত ক্লক পালসটির 1 অবস্থা বজায় থাকে ততক্ষণ অর্থাৎ একটি ক্লক পালস-এর হাফ-সাইকেল সময় ধরে আউটপুট পরিবর্তন করে। ফলে ঐ সময়ের মধ্যে আরও কিছু ডিবাউন্স ঘটনা ঘটতে পারে। সে কারণে এজ ট্রিগারিং সুবিধাজনক।

৮। **রেস কন্ডিশন কীভাবে সৃষ্টি হয়?**

উত্তর: **ক্লকড R-S Flip-Flop-এর Truth Table :**

CLK	R	S	State
1	0	0	NC
1	0	1	Set
1	1	0	Reset
1	1	1	* Race

অর্থাৎ, ক্লক পালস-এর উপস্থিতিতে যদি S = 1 এবং R = 1 হয়, তবে ল্যাচের উভয় আউটপুট Q এবং $\bar{Q}$ 1 হতে চেষ্টা করবে এবং অবাঞ্ছিত অবস্থার সৃষ্টি হবে, অর্থাৎ রেস অবস্থা প্রাপ্ত হবে।

৯। **প্রোপাগেশন ডিলে বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর: একটি লজিক গেটে ইনপুট দেয়ার পরে আউটপুট পেতে যে সময় লাগে, তাকে প্রোপাগেশন ডিলে বলা হয়। এ ডিলে কম হওয়া আবশ্যক।

১০। **D এবং T ফ্লিপ-ফ্লপের মধ্যে মূল পার্থক্য কী?**

উত্তর: T ফ্লিপ-ফ্লপে প্রতিটি ঘড়ি স্পন্দনের সাথে বর্তনীর আউটপুটের পরিবর্তন ঘটে। এ হিসাবে এটা একটা টগল সুইচের মতো কাজ করে, এজন্য একে টগল ফ্লিপ-ফ্লপ বলে। S-R ফ্লিপ-ফ্লপকে সামান্য পরিবর্তন করে D ফ্লিপ-ফ্লপ তৈরি করা হয়। স্তর উত্তেজিত অবস্থায় এই ফ্লিপ-ফ্লপ কাজ করে।

১১। **মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপের মূলনীতি কী?** [বাকাশিবো-২০১৭(পরি)]

উত্তর: ক্লক পালসের হাই অবস্থায় মাস্টার ফ্লিপ-ফ্লপটি বাহির হতে ডাটা গ্রহণ করে এবং এই সময় স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপটি অচল হয়ে থাকে। ক্লক পালস শেষ হলে স্লেভের ক্লক ইনপুটে হাই অবস্থা লজিক-1 সৃষ্টি করে।

১২। **S-R ফ্লিপ-ফ্লপ ও J-K ফ্লিপ-ফ্লপ এর মধ্যে পার্থক্য কী?**

উত্তর: S-R ফ্লিপ-ফ্লপ ও J-K ফ্লিপ-ফ্লপের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

S-R ফ্লিপ-ফ্লপ	J-K ফ্লিপ-ফ্লপ
(ক) এনাবল অবস্থায় E = 1 হলে ফ্লিপ-ফ্লপ সচল হয়।	(ক) J-K ফ্লিপ-ফ্লপে J = 1 এবং K = 0 হলে ফ্লিপ-ফ্লপটি সেট হয় এবং আগে থেকে সেট থাকলে অবস্থার কোনো পরিবর্তন হয় না।
(খ) সেট এবং রিসেট-এর মান অনুসারে Q এর মান নির্ধারিত হয়।	(খ) J = 0 এবং K = 1 হলে ফ্লিপ-ফ্লপটি রিসেট হয়।
(গ) এই ফ্লিপ-ফ্লপে S = R = 1 অবস্থা ব্যবহারযোগ্য নয়।	(গ) J = K = 1 এর জন্য সবসময় অবস্থার পরিবর্তন হয়।

CamScanner

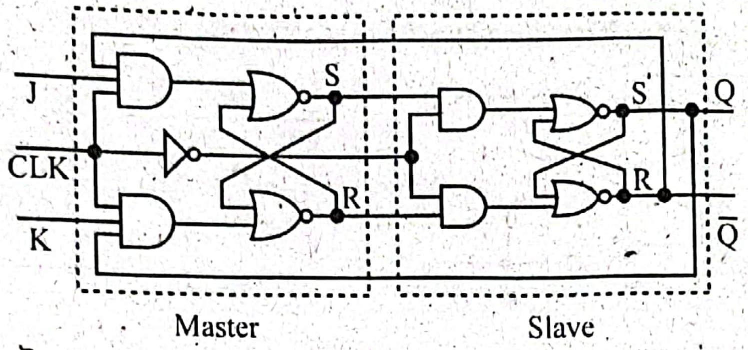
১৩। **ডি-ফ্লিপ-ফ্লপ এর সুবিধা উল্লেখ কর।**
অথবা, ডি-ফ্লিপ-ফ্লপের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী?

উত্তর: ডি-ফ্লিপ-ফ্লপের সুবিধা/বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। ক্লক পালসের অনুপস্থিতিতে D এর যে-কোনো অবস্থার জন্য আউটপুটের কোনো পরিবর্তন হয় না।
২। এটি বাইনারি ডাটা প্যারালাল ট্রান্সফারে ব্যবহৃত হয়।
৩। বাইনারি একটি বিটকে জমা রাখতে পারে এবং
৪। অনেক ক্ষেত্রে কাজের প্রয়োজনে ইনপুট হতে ডাটা আউটপুটে ট্রান্সফারে বিলম্ব ঘটানো যায়।

১৪। **J-K master-slave FF-এর সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

উত্তর:



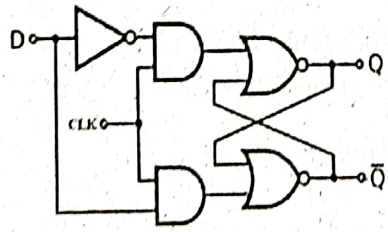
১৫। **ফ্লিপ-ফ্লপের ব্যবহার উল্লেখ কর।**
অথবা, Debounce switch হিসেবে R-S Flip-Flop-এর ব্যবহার বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
অথবা, ফ্লিপ-ফ্লপের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, R-S flip-flop কীভাবে Debounce switch হিসেবে কাজ করে তা সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৬]
অথবা, Flip-flop-এর প্রয়েঅগক্ষেত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৮]

উত্তর: নিম্নে ফ্লিপ-ফ্লপের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো ঃ

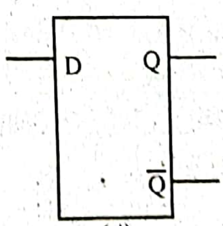
১। যান্ত্রিক সুইচ সংযোগের বাউন্স ইলিমিনেশনে,
২। তথ্য সংরক্ষণের জন্য রেজিস্টারে,
৩। স্পন্দনের কম্পন হার বিভক্তিকরণে,
৪। ইলেকট্রনিক কাউন্টারে,
৫। ল্যাচ সার্কিটে,
৬। বিটের প্যারালাল ট্রান্সফার হতে সিরিয়াল ট্রান্সফার করতে।

১৬। **D-ফ্লিপ-ফ্লপের মূলনীতি সংক্ষেপে লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
অথবা, D-Flip-Flop-এর Truth table লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
অথবা, D-ফ্লিপ-ফ্লপের মূলনীতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৭(পরি)]
অথবা, টাইমিং ডায়াগ্রামসহ D-Flip-Flop বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০২০]

উত্তর: **D-টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ (D-Type Flip-Flop) ঃ** SR ফ্লিপ-ফ্লপের উভয় ইনপুটে 1 প্রয়োগ করলে রেস (Race) কন্ডিশনের সৃষ্টি হয়। নিচের সার্কিটের সাহায্যে এ রেস কন্ডিশন দূর করা যায়। এ ধরনের ফ্লিপ-ফ্লপকে D-টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ বা D টাইপ ল্যাচ বলা হয়। এর কেবলমাত্র একটি ইনপুট আছে। ট্রুথ টেবিলে X দিয়ে যে-কোনো ইনপুট বুঝানো হয়েছে। এজ ট্রিগার্ড D টাইপের ল্যাচের প্রতীক ও ট্রুথ টেবিল নিচে প্রদত্ত হলো ঃ

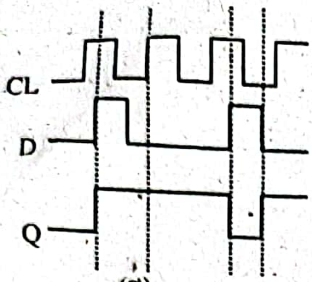


(ক)



(খ)

CamScanner



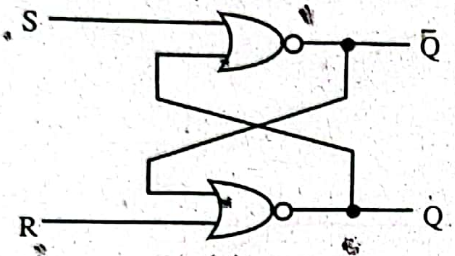
(গ)

CLK	D	Q
0	X	NC
1	0	0
1	1	1

ছক ঃ ল্যাচের ট্রুথ টেবিল

১৭। NOR-Latch ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: (ক) নং চিত্রে NOR গেইট দিয়ে তৈরি একটি ফ্লিপ-ফ্লপ বর্তনী দেখানো হলো। S ও R এর অভিন্ন অবস্থার জন্য Q ও $\bar{Q}$ এর মান (খ) নং চিত্রের ট্রুথ টেবিলে দেয়া হলো ঃ



(ক)

S	R	Q
0	0	NC
1	0	0 (সেট)
0	1	1 (রিসেট)
1	1	*

(খ)

প্রথমে S = R = 0 হলে কী হয় দেখা যাক।

ধরা যাক, ল্যাচটি সেট অবস্থায় (Q = 1, $\bar{Q}$ = 0) আছে। এ অবস্থায় S = R = 0 হলেও Q = 1 ও $\bar{Q}$ = 0 থাকে অর্থাৎ, অবস্থার কোনো পরিবর্তন হয় না। পুনরায় ধরা যাক, ল্যাচটি রিসেট অবস্থায় (Q = 0, $\bar{Q}$ = 1) আছে। এ অবস্থায় S = R = 0 হলেও Q = 0 ও $\bar{Q}$ = 1 থাকে। মোটকথা, S = R = 0 এর জন্য NOR ল্যাচের output-এর পরিবর্তন হয় না।

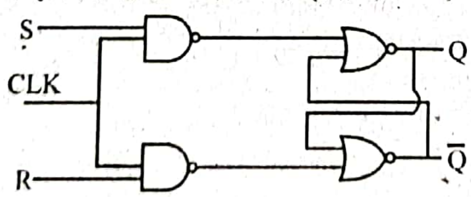
S = 1 ও R = 0 হলে ফ্লিপ-ফ্লপটি সবসময় সেট (Q = 1, $\bar{Q}$ = 0) হয়। অর্থাৎ, সেট অবস্থায় S = 1 ও R = 0 হলে ল্যাচটিতে কোনো পরিবর্তন হয় না, আর রিসেট অবস্থায় S = 1 ও R = 0 হলে ফ্লিপ-ফ্লপটি রিসেট হতে সেট অবস্থায় যায়। S = 1 ও R = 0 অবস্থা দ্বারা ফ্লিপ-ফ্লপটিকে সেট করার পর S = R = 0 হলেও ফ্লিপ-ফ্লপটি সেট অবস্থায় থাকে।

S = 0 ও R = 1 অবস্থার দ্বারা ফ্লিপ-ফ্লপটিকে রিসেট (Q = 0, $\bar{Q}$ = 1) করা হয়। এ অবস্থা স্থাপনের পর S = R = 0 হলেও ফ্লিপ-ফ্লপটি রিসেট থাকে। S = R = 1 অবস্থার জন্য Q = $\bar{Q}$ = 0 হয়। এটি একটি অবাঞ্ছিত অবস্থা, কারণ Q ও $\bar{Q}$ এর মান পরস্পরের বিপরীত হওয়া উচিত। এ অবস্থার পর S = R = 0 হলে ফ্লিপ-ফ্লপটির অবস্থা নির্ভর করবে S ও R এর মধ্যে কোনোটি প্রথমে 0 হয়। ফলে ফ্লিপ-ফ্লপটি কোনো অবস্থায় যায় তা সঠিকভাবে বলা অসম্ভব। এজন্য NOR ল্যাচে S = R = 1 এ অবস্থা ব্যবহার করা হয় না।

১৮। একটি ক্লকড S-R ফ্লিপ-ফ্লপের সার্কিট অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

অথবা, SR Flip-Flop-এর চিত্র আঁক। [বাকাশিবো-২০১৯]

উত্তর: নিচে একটি ক্লকড S-R ফ্লিপ-ফ্লপের সার্কিট অঙ্কন করা হলো–



১৯। Negative edge triggered Data type flip-flop এর Truth table তৈরি কর। [বাকাশিবো-২০১৬]

উত্তর: Negative edge triggered Data type flip-flop এর Truth table নিম্নরূপ ঃ

Inputs		Outputs		Comments
D	CLK	Q	$\bar{Q}$	
1	↓	1	0	SET
0	↓	0	1	RESET

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ক্লকড SR ফ্লিপ-ফ্লপের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
অথবা, NOR গেটের সাহায্যে একটি Clocked S-R ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৭(পরি)]
অথবা, একটি Clocked SR Flip-Flop সার্কিট-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০২০(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। J-K ফ্লিপ-ফ্লপের বর্ণনা দাও।
অথবা, J-K Flip-Flop এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, J-K ফ্লিপ-ফ্লপের সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
অথবা, J-K Flip-Flop এর চিত্রসহ $J = K = 1$ শর্তের কার্যপ্রণালি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি)]
অথবা, J-K Flip-Flop-এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৯(পরি)]
অথবা, টাইমিং ডায়াগ্রামসহ J-K Flip-Flop-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০২০]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৪ এর (ii) নং দ্রষ্টব্য।

৩। J-K মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপ এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।
অথবা, J-K Master-slave ফ্লিপ-ফ্লপ এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
অথবা, J-K Master-slave flip-flop এর অপারেশন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি), ১৫(পরি)]
অথবা, একটি মাস্টার স্লেভ J-K ফ্লিপ-ফ্লপের লজিক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, লজিক চিত্রসহ একটি Master-slave J-K Flip-Flop-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]
অথবা, টাইমিং ডায়াগ্রাম ও ট্রুথ টেবিলসহ একটি J-K flip-flop এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৬]
অথবা, জে-কে মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপের অপারেশন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৬(পরি)]
অথবা, একটি Master slave J-K flip flop circuit-এর লজিক ডায়াগ্রাম অঙ্কনপূর্বক কার্যাবলি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৪ এর (iv) নং দ্রষ্টব্য।

৪। T ফ্লিপ-ফ্লপের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৪ এর (iii) নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফ্রিকুয়েন্সি ডিভিশন সার্কিট হিসেবে ফ্লিপ-ফ্লপ এর অপারেশন বর্ণনা কর।
অথবা, ফ্রিকুয়েন্সি ডিভিশন সার্কিট হিসেবে Flip-Flop-এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ফ্লিপ-ফ্লপের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ক্লকড D Flip-Flop চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৯]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

CamScanner