

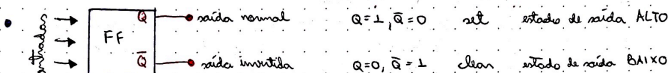
Flip-flops e dispositivos correlatos

→ ate agora, os circuitos eram combinacionais, pois as saídas dependiam apenas das entradas imediatas.

- agora, temos os elementos de memória → as saídas externas dos circuitos são funções tanto das entradas externas quanto das informações armazenadas nos elementos de memória.

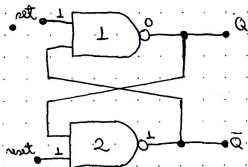
→ flip-flop → elemento de memória composto por um conjunto de portas lógicas

- realimentação → estratégia usada para criar um elemento de memória



- a maioria das entradas dos FFs precisa ser apenas momentaneamente ativa (pulada) para provocar a mudança de estado na saída do FF → saída permanece no novo estado, característica de memória.

→ latch com portas NAND



- $set = reset = 1 \rightarrow Q=0$ e $\bar{Q}=1$

- as duas portas lógicas estão se completando, p. que uma depende da outra na hora de definir as informações das entradas.

- $set=1$ e $reset=0 \rightarrow Q=0$ e $\bar{Q}=1$

- como a entrada reset muda de 1 para 0, nesse instante temos $Q=0$ e $\bar{Q}=1$. Mas, se antes do pulso temos $Q=1$, com o pulso de reset de 1 para 0, $Q=0$ e $\bar{Q}=1$.

- limpar / resetar o latch → um pulso em nível baixo na entrada RESET sempre deixa a $Q=0$

- SET RESET ocorrência

SET	RESET
1	1
0	1
1	0
0	0

estado de repouso → Q e \bar{Q} permanecem iguais

$Q=1$, sempre permanecerá mesmo se SET voltar para 1

$Q=0$, sempre permanecerá mesmo se RESET voltar para 1

$Q=Q=1$, impossível e inválido

- observação → também podemos ter um

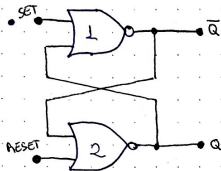


NAND



~~NOT OR~~
NOT OR

→ representação alternativa flip-flop



- configuração parecida com a NAND, mas troca Q com \bar{Q}
- novamente, as duas portas lógicas estão interligadas, então uma depende da outra para o funcionamento correto do circuito
- saídas ativas em nível alto

• SET RESET ocorrência

1	1	$Q = \bar{Q} = 0$, o que é <u>inválido</u>
0	1	$\bar{Q} = 1$ e $Q = 0$, permanece <u>mesmo após o reset</u> retornar pro qto
1	0	$\bar{Q} = 0$ e $Q = 1$, permanece <u>mesmo após o set</u> retornar pro qto
0	0	<u>Estado de repouso</u> → Q e \bar{Q} permanecem iguais

→ estado do flip-flop quando energizado

- quando o circuito é energizado, não é possível prever o estado inicial da saída do flip-flop se as entradas SET e RESET estiverem inativas
 - para NAND, $S = R = 1$
 - para NOR, $S = R = 0$


→ pulsos digitais

- quando um sinal passa de um estado normal inativo para o estado ativo e volta para o inativo, mas o seu efeito no circuito permanece.
- pulso positivo → executa a função planejada em nível alto
- pulso negativo → executa a função planejada em nível baixo

→ sinais de clock e flip-flop com clock

- sistemas síncronos → momentos exatos em que uma saída pode mudar são definidos por um sinal específico: o clock
- clock → train de pulsos retangulares, sendo que as mudanças apenas acontecem nas transições no sinal de clock
 - transição positiva → borda de subida
 - transição negativa → borda de descida
- entradas de controle → não terão efeito sobre a saída Q até que uma transição ative o clock ocorra, ou seja, o efeito das entradas só é sincronizado com o sinal aplicado na entrada CLK

→ flip-flop S-R com clock

-  FF dispara na borda de subida
} o FF pode mudar de estado apenas quando o sinal aplicado na entrada do clock transitar de 0 para 1.

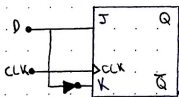
- Q_0 → nível da saída Q antes da borda de subida do clock
- \uparrow → indica que uma borda de subida é necessária na entrada CLK
- os níveis lógicos nas entradas set e reset não têm efeito no flip-flop, exceto nos instantes de ocorrência das bordas de subida
- entrada de disparo → entrada CLK que faz com que o FF mude de estado lógico

→ flip-flop J-K com clock

- diferença para o circuito S-R → quando $J=K=1$, não temos uma saída ambígua
↳ quando $J=K=1$, o estado do circuito muda para o seu oposto!

→ flip-flop D com clock

- possui apenas uma entrada de controle síncrona D, representa a palavra data (dados)
- a saída Q vai para o mesmo estado lógico presente na entrada D quando ocorre uma borda de subida



- útil para transferir os dados simultaneamente

→ Entradas assíncronas

- entradas de reset/preto → podem ser usadas para sobrepor todas as outras entradas, de modo a colocar o FF em um determinado estado.
- $\overline{\text{PRESET}} = \overline{\text{CLEAR}} = 1$ → desativadas, ou seja, o circuito responde às outras entradas
- $\overline{\text{PRESET}} = 0$ → saída $Q = 1$
- $\overline{\text{CLEAR}} = 0$ → saída $Q = 0$