

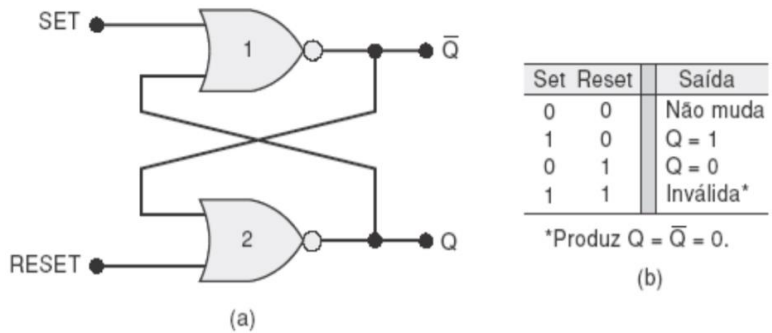
SEL0414 - Sistemas Digitais

Resolução Lista 12 - Flip-Flops

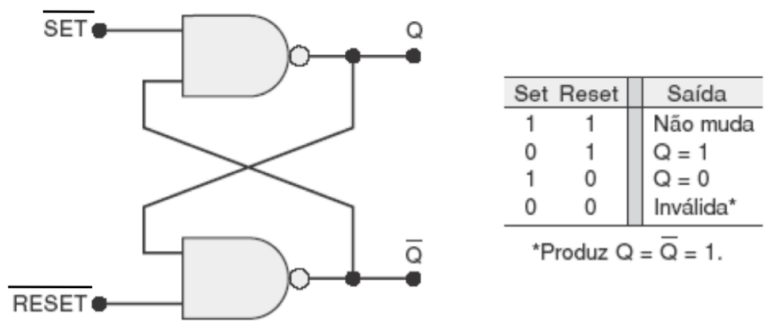
01

Um circuito combinacional depende apenas do estado atual de suas entradas, enquanto um circuito sequencial depende também de estados anteriores de suas entradas; desse modo, os circuitos combinacionais não são suficientes para o projeto de determinados sistemas digitais, como os contadores, sendo necessária a utilização também de circuitos sequenciais.

02



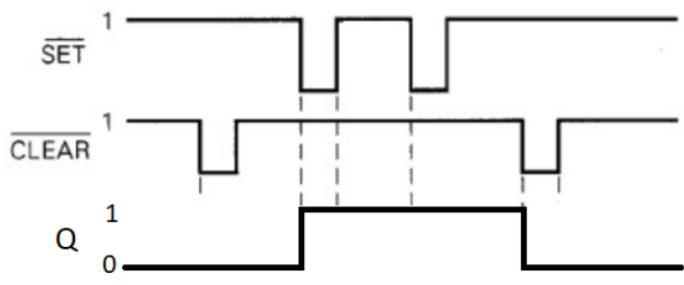
03



04

O “estado proibido” representa uma determinada configuração das saídas do flip-flop RS a partir da qual não é possível prever o próximo estado do circuito.

05



Na figura observamos inicialmente uma chave que conecta o terra ou ao nó A ou ao nó B. No primeiro caso, teremos nível baixo em A, uma vez que a tensão de 5 V cairá sobre o resistor, e nível alto em B, uma vez que haverá uma queda de tensão desprezível no resistor, resultante da pequena corrente proveniente do circuito lógico. Já no segundo caso, procedendo de modo análogo, teremos nível alto em A e nível baixo em B.

Assim, temos dois estados possíveis para as entradas do latch RS em destaque, $\overline{SET} = 1$ e $\overline{CLEAR} = 0$ ou $\overline{SET} = 0$ e $\overline{CLEAR} = 1$. Sabemos que uma porta OR com duas entradas invertidas equivale a uma porta NAND; portanto, a tabela verdade do latch RS em destaque é igual a de um construído com portas NAND. A partir disso, nota-se que o primeiro estado resulta em $Q = 0$ e $\overline{Q} = 1$ e o segundo estado em $Q = 1$ e $\overline{Q} = 0$.

No estágio final, temos uma onda quadrada como entrada de duas portas AND cujas duas outras entradas são as saídas do latch RS. Para $Q = 0$ e $\overline{Q} = 1$ teremos X_A constantemente em nível baixo e X_B igual à onda quadrada; o inverso acontece para $Q = 1$ e $\overline{Q} = 0$. Portanto, podemos notar que o circuito faz com que a onda quadrada “passe” para apenas uma das saídas X_A e X_B ; a seleção da saída ocorre de acordo com a comutação da chave que aterrada o nó A ou o nó B, de modo que estando A aterrado temos, como saída ativa, X_A , e estando B aterrado, X_B .

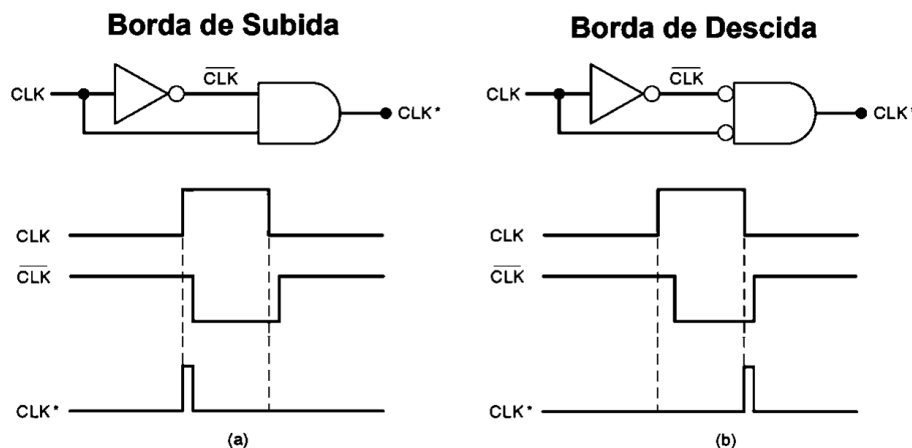
07

Na Figura 3(b) podemos observar o circuito com a chave conectada ao nó 1; nesse caso, temos C em nível alto, S em nível baixo e, conseqüentemente, V_{OUT} em nível baixo. No processo de comutação da chave, temos que a retirada do contato com o nó 1 faz com que C vá para nível baixo. Ao primeiro contato com o nó 2, temos que S vai para nível alto, fazendo com que V_{OUT} vá para nível alto. Nos instantes que seguem essa primeira conexão, temos a trepidação do contato, que faz com que S oscile entre nível alto e nível baixo; entretanto, como V_{OUT} já passou para nível alto, essa oscilação não altera o valor dessa saída, uma vez que $C = 0$ e $S = 0$ mantém o valor da saída e $C = 0$ e $S = 1$ faz com que $V_{OUT} = 1$, o que também mantém o estado atual. Dessa forma, a trepidação não afeta o comportamento da saída em função da comutação da chave.

08

Um circuito digital disparado por borda é aquele no qual temos uma mudança do estado da saída apenas na transição de um nível baixo para um nível alto e vice-versa.

09



10

A utilização do clock no latch RS faz com que haja mudança de estados apenas na transição entre níveis, tornando o circuito em questão mais estável.

11

Um flip-flop sensível a nível permite que o estado da saída seja mudado durante toda a passagem do nível alto/baixo do clock, fazendo com que haja a comutação de mais de um estado durante o mesmo pulso de clock, o que é indesejável.

12

Analisemos o circuito durante as transições de descida de borda, que permitem, nesse caso, que o estado da saída seja alterado. No ponto b temos $S = 1$ e $C = 0$, de forma que $Q = 1$; no ponto d temos $S = 1$ e $C = 0$, de forma que $Q = 1$; no ponto f temos $S = 0$ e $C = 1$, de forma que $Q = 0$; e no ponto h temos $S = 1$ e $C = 0$, de forma que $Q = 1$.

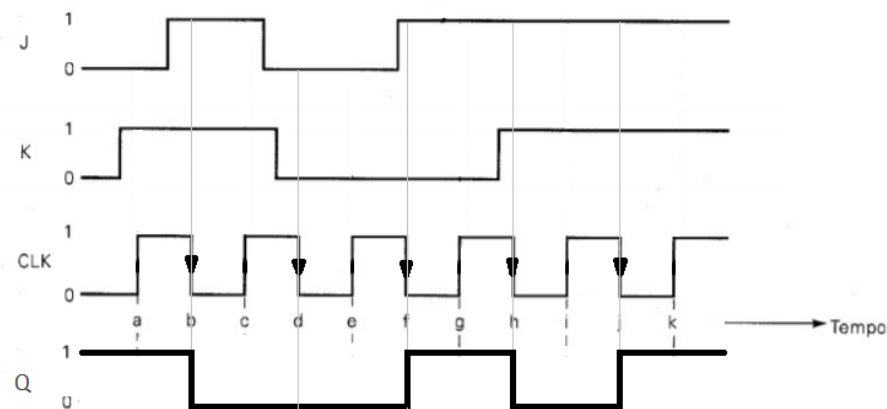
13

O flip-flop JK soluciona o problema do “estado proibido”, em que *SET* e *RESET* se encontravam em nível alto e a partir do qual não conseguíamos prever o próximo estado da saída.

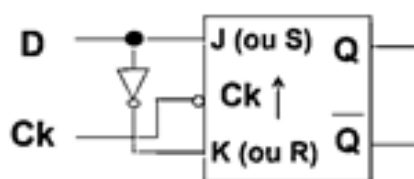
14

Verdadeiro, o FF JK possui todos os estados do RS, mas o contrário não ocorre.

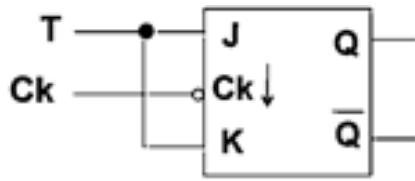
15



16



17



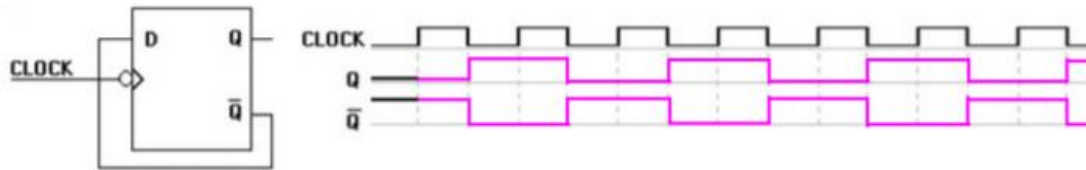
18. a.



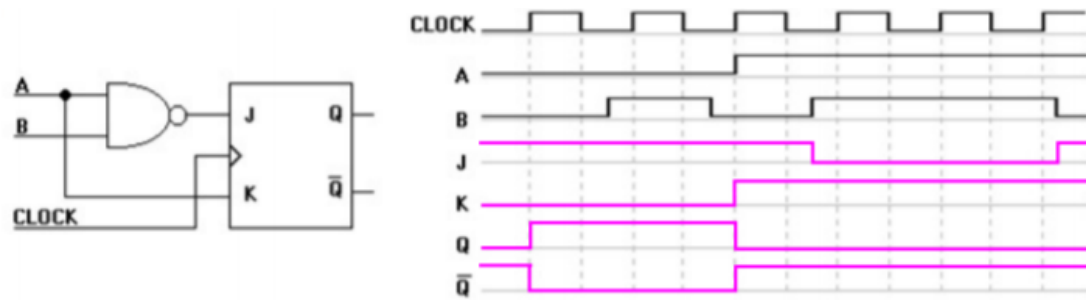
b.



c.



d.



e.

