

**Uniube**

UNIUBE – CAMPUS VIA CENTRO – Uberlândia/MG

Curso de Engenharia Elétrica e Engenharia de Computação

Disciplina: Sistemas Digitais

Aula 11

Contadores assíncronos e síncronos

Revisão 2, de 08/05/2025

Prof. João Paulo Seno

joao.seno@uniube.br

1

**Uniube**

Introdução

- Os *flip-flops* para construir contadores e registradores.
- Quando arranjados como contadores, a quantidade de *flip-flops* usada e a forma como eles são combinados determinam o número de estados e a sequência específica de estados que o contador percorre durante um ciclo completo.





Tipos de contadores

- Os contadores podem ser classificados como **assíncronos** ou **síncronos**, de acordo com a maneira como eles recebem os pulsos de *clock*.
- Dentro dessas categorias, os contadores podem ainda ser classificados pela sequência com a qual percorrem os estados, pelo número de estados ou pelo número de *flip-flops* no contador.

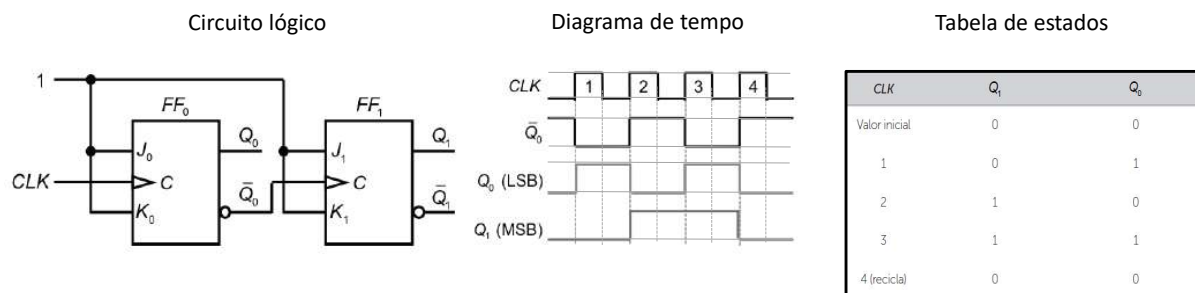


Contadores assíncronos

- Nos contadores assíncronos, o primeiro *flip-flop* recebe um sinal de *clock* externo e cada *flip-flop* subsequente recebe o *clock* através da saída do *flip-flop* anterior.

Contador binário assíncrono de 2 bits

- A figura abaixo mostra um contador binário de dois bits conectado para operação assíncrona. Os *flip-flops* são conectados para operação *toggle* (ou seja, em comutação, com $J = 1$ e $K = 1$) e o *clock* (CLK) é aplicado na entrada de *clock* (C) apenas do primeiro *flip-flop* (FF_0), que é o *bit* menos significativo (LSB). O segundo *flip-flop* (FF_1) é disparado pela saída \bar{Q}_0 do FF_0 .



Reciclagem

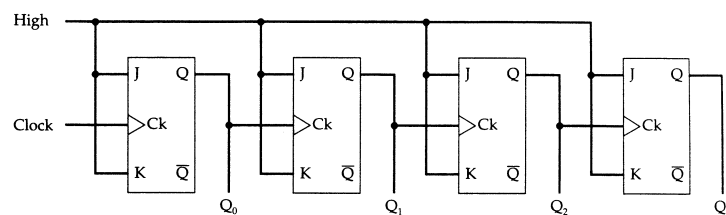
- O contador apresentado no *slide* anterior conta, de fato, os pulsos de *clock* até três, e no quarto pulso ele recicla seu estado para o estado inicial ($Q_0 = 0$, $Q_1 = 0$).
- O termo reciclagem, usualmente empregado na operação de contadores, se refere à transição do contador do seu estado final para o original.

Quantidade de estados de um contador

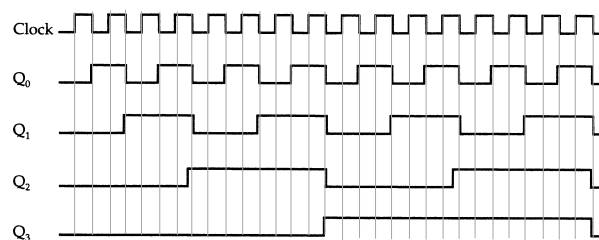
- Com dois *flip-flops* o contador de dois *bits* exibe quatro estados diferentes ($2^2 = 4$).
- É possível criar contadores capazes de contar qualquer quantidade de potências de 2. Com n *flip-flops*, um contador pode ter até 2^n estados.
- Contudo, os contadores também podem ser projetados de modo a ter um número de estados menor em sua sequência que o valor máximo de 2^n citado acima. Esse tipo de sequência é chamado de **sequência truncada**.

Contador assíncrono de 4 bits

Observar que neste caso, os flip-flop comutam na borda negativa



(a) Circuito lógico sequencial



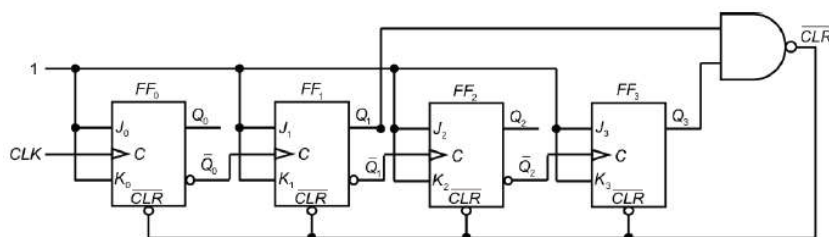
(b) Diagrama de tempo

Sequência truncada

- Para se obter uma sequência truncada, é preciso forçar o contador a reciclar seu estado antes que ele complete um ciclo passando por todos os estados possíveis.
- Por exemplo, um contador de dez estados, chamado contador de década, tem sua sequência de contagem de zero (0000) a nove (1001). Além disso, ele é um contador de década BCD porque a sua sequência de dez estados produz o código BCD. Esse tipo de contador é útil em aplicações com display nas quais o código BCD é necessário para conversões com leituras em decimal.
- Veja o circuito lógico deste tipo de contador no próximo *slide*.

Contador de década assíncrono

Circuito lógico



Observe que apenas as saídas Q_1 e Q_3 são necessárias para reciclar a contagem. Esse tipo de arranjo é chamado de decodificação parcial, pois não foram usadas todas as saídas para reciclar a contagem

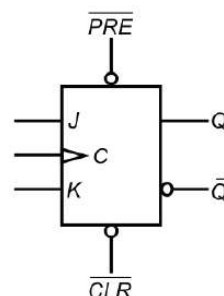
- O estado do contador acima é reciclado para o estado 0000 após o estado 1001.
- No circuito acima, para fazer um contador reciclar após a contagem do nove (1001) a estratégia foi decodificar a contagem dez (1010) com uma porta NAND e conectar a saída da porta NAND nas entradas de *clear* (\overline{CLR}) dos *flip-flops*.



Uniube

Entradas **clear** e **preset** dos *flip-flops* comerciais implementados em circuitos integrados

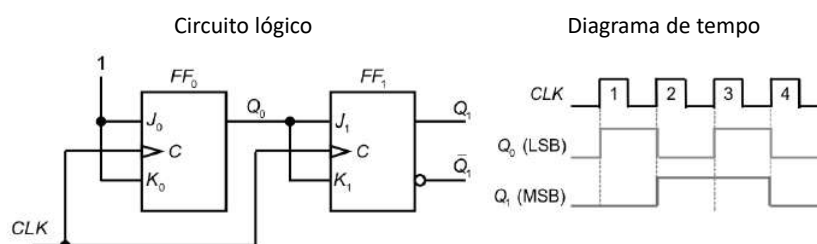
- A maioria dos *flip-flops* comerciais, em circuitos integrados, também tem entradas assíncronas. Essas são entradas que afetam o estado do *flip-flop* independentemente do *clock*. Elas são denominadas **preset** (PRE) e **clear** (CLR).
- Um nível ativo na entrada **preset** irá levar o *flip-flop* para o estado *SET*, e um nível ativo na entrada **clear** irá levar o *flip-flop* para o estado *RESET*.
- O símbolo lógico para um *flip-flop* J-K com entradas **preset** e **clear** é mostrado na figura ao lado. Para este *flip-flop*, essas entradas são ativas em nível BAIXO, conforme indicado pelos pequenos círculos. Essas entradas de **preset** e **clear** devem ser mantidas em nível ALTO para a operação síncrona, que será discutida logo adiante nesta aula.



Uniube

Contadores síncronos

- Nos contadores síncronos, o mesmo sinal de *clock* é fornecido simultaneamente para todos os *flip-flops*. Na figura abaixo é mostrado um contador binário síncrono de dois *bits*. Observe que foi preciso um arranjo diferente na ligação das entradas J_1 e K_1 para que o FF_1 consiga uma sequência binária. Compare com o contador binário assíncrono de 2 *bits*, apresentado nos slides anteriores.





Fim