

**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 3, de 19/05/2025

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.

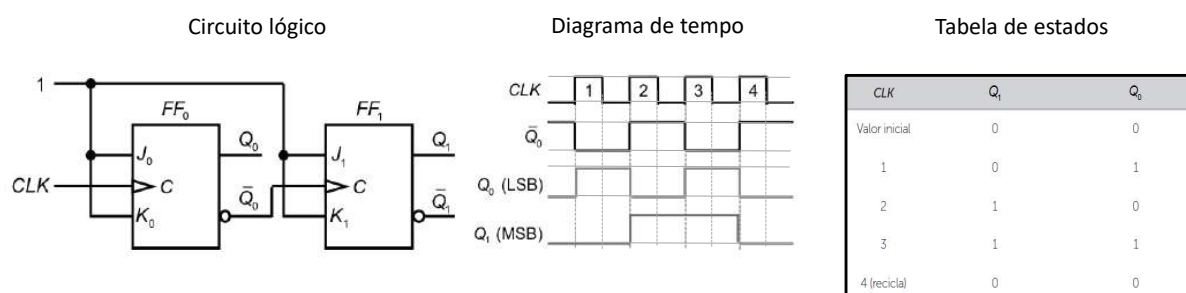


Contadores assíncronos

- 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

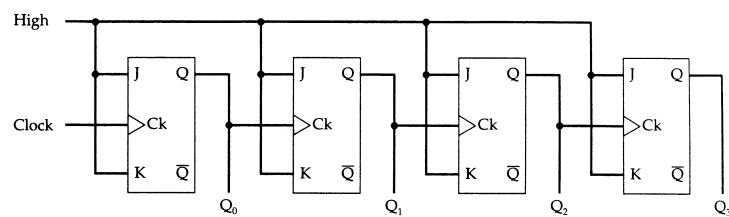
- O contador apresentado no *slide* anterior conta, de fato, os pulsos de *clock* até três, e no quarto pulso ele recicla seu estado para o estado inicial ($Q_0 = 0$, $Q_1 = 0$).
- O termo reciclagem, usualmente empregado na operação de contadores, se refere à transição do contador do seu estado final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

Quantidade de estados de um contador

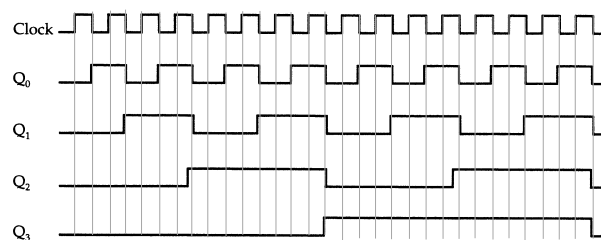
- Com dois *flip-flops* o contador de dois *bits* exibe quatro estados diferentes ($2^2 = 4$).
- É possível criar contadores capazes de contar qualquer quantidade de potências de 2. Com n *flip-flops*, um contador pode ter até 2^n estados.
- Contudo, os contadores também podem ser projetados de modo 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



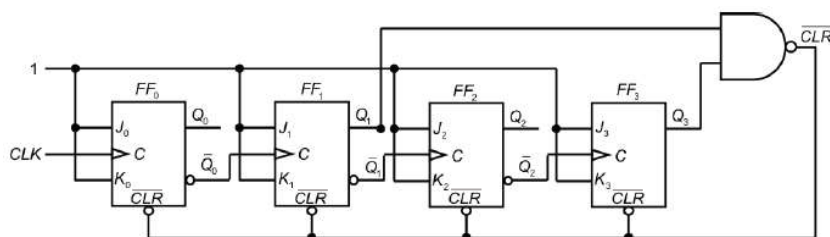
(b) Diagrama de tempo

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

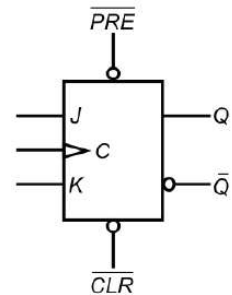
- O estado do contador acima é reciclado para o estado 0000 após o estado 1001.
- No circuito acima, para fazer um contador reciclar após a contagem do nove (1001) a estratégia foi decodificar a contagem dez (1010) com uma porta NAND e conectar a saída da porta NAND nas entradas de *clear* (\overline{CLR})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



Uniube

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

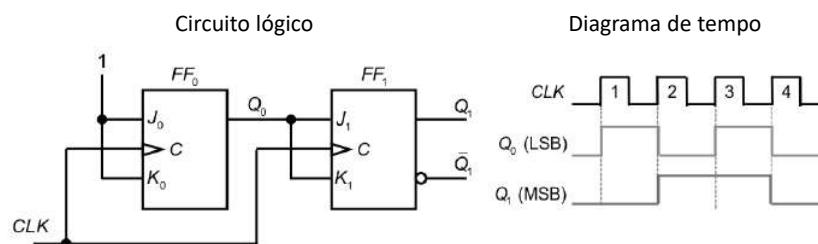
- A maioria dos **flip-flops** comerciais, em circuitos integrados, também tem entradas assíncronas. Essas são entradas que afetam o estado do **flip-flop** independentemente do **clock**. Elas são denominadas **preset** (PRE) e **clear** (CLR).
- Um nível ativo na entrada **preset** irá levar o **flip-flop** 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.





Uniube

Contador binário síncrono de 3 bits

Discussão do funcionamento durante a aula

Circuito lógico

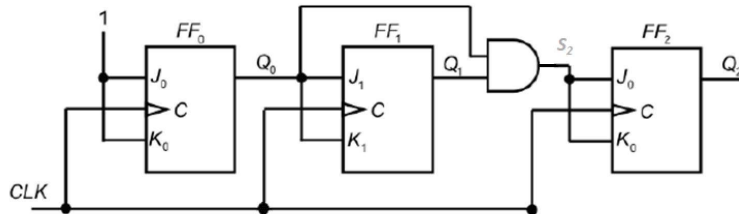
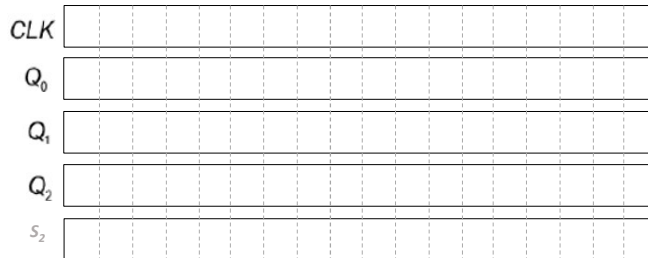


Tabela de estados

CLK	Q ₂	Q ₁	Q ₀
Valor inicial	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8 (recicla)	0	0	0



Uniube

Contador binário síncrono de 3 bits

Discussão do funcionamento durante a aula (SOLUÇÃO)

Circuito lógico

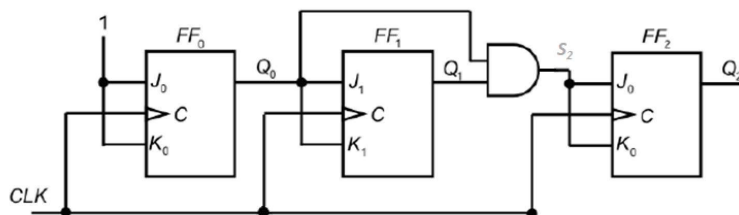
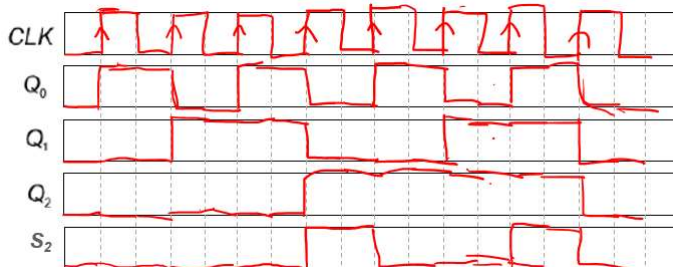


Tabela de estados

CLK	Q ₂	Q ₁	Q ₀
Valor inicial	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8 (recicla)	0	0	0

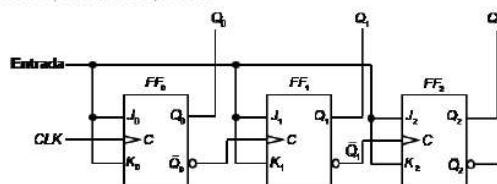




1. Os *flip-flops* podem ser utilizados para realizar operações de contagem. Esse arranjo com *flip-flops* recebe o nome de contador. A quantidade de *flip-flops* usados e a forma na qual eles são combinados determinam o número de estados e a sequência específica de estados que o contador percorre durante um ciclo completo.

Os contadores podem ser classificados como assíncronos ou síncronos, de acordo com como eles recebem os pulsos de *clock*. Nesse contexto, considere o circuito sequencial da Figura 3.377 e analise as afirmações a seguir:

Figura 3.37 | Circuito sequencial



Fonte: elaborada pelo autor.

I. O circuito da Figura 3.377 é um contador assíncrono de 3 bits, capaz de contar de 0 até 7.

II. Para que o circuito da Figura 3.377 funcione como um contador, a entrada do circuito deve ser mantida em nível lógico 1, assim, com as entradas J e K dos *flip-flops* em 1, eles funcionarão no modo de operação *toggle* ou comutação. Nesse estado, a cada transição sucessiva do *clock*, o *flip-flop* muda para o estado oposto ao anterior.

III. Os contadores também podem ser vistos como circuitos divisores de frequência, uma vez que a frequência da saída de cada *flip-flop* é a metade da frequência do sinal aplicado ao seu *clock*.

É correto o que se afirma em:

- I, apenas.
- II e III, apenas.
- I e III, apenas.
- I e II, apenas.
- I, II e III.



Fim