



FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS DA BAHIA

Docente: Prof. Me.
Dulio Almeida

Disciplina: Sistemas
Digitais

CONTADORES

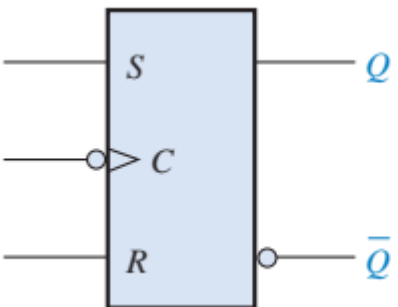
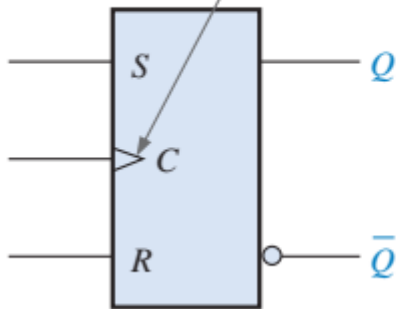
Na última aula vimos...

FLIP-FLOPS DISPARADOS POR BORDA

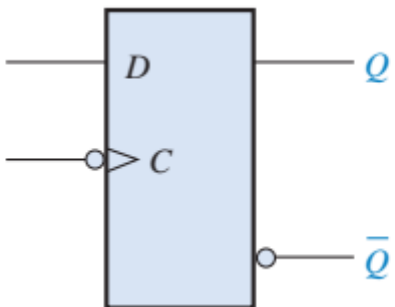
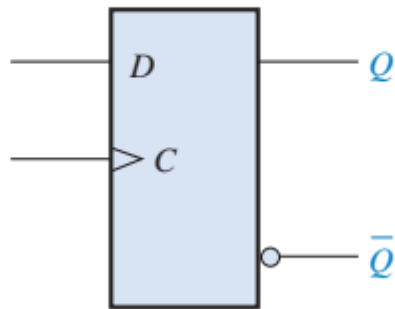
- Um **flip-flop disparado por borda** muda de estado na borda positiva (borda de subida) ou na borda negativa (borda de descida) do pulso de clock e é sensível às entradas apenas nas transições do clock.

- Tipos de flip-flops disparados por borda:

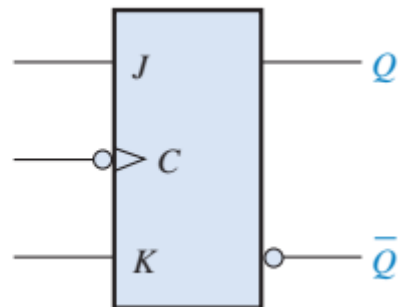
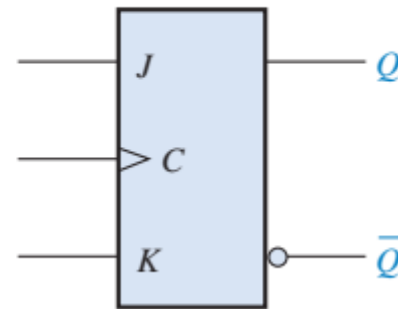
✓ **S-R**, Indicador de entrada dinâmica



D



J-K

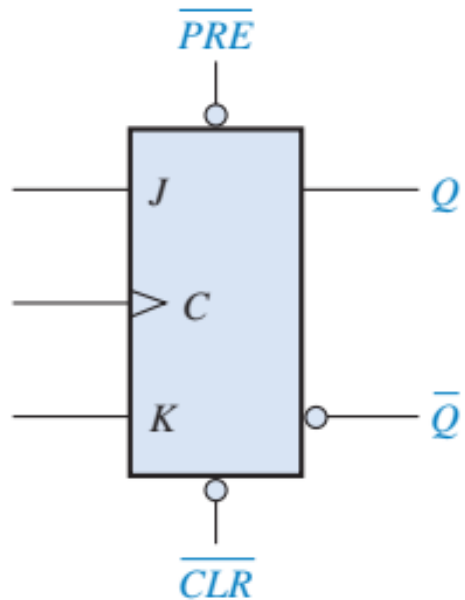


Na última aula vimos...

Entradas Assíncronas de Preset e Clear

- As entradas dos flip-flops S-R, D e J-K, são denominadas entradas **síncronas** porque os dados nessas entradas são transferidos para a saída do flip-flop apenas na **borda de disparo do pulso de clock**; ou seja, os dados são transferidos de forma **sincronizada com o clock**.
- Já os flip-flops que possuem entradas assíncronas, i. e., entradas que afetam o estado do flip-flop *independente do clock*, estas são normalmente denominadas **preset (PRE)** e **clear (CLR)**,

Também é comum encontrar as seguintes nomenclaturas: **set (S)** e **reset (R)**,

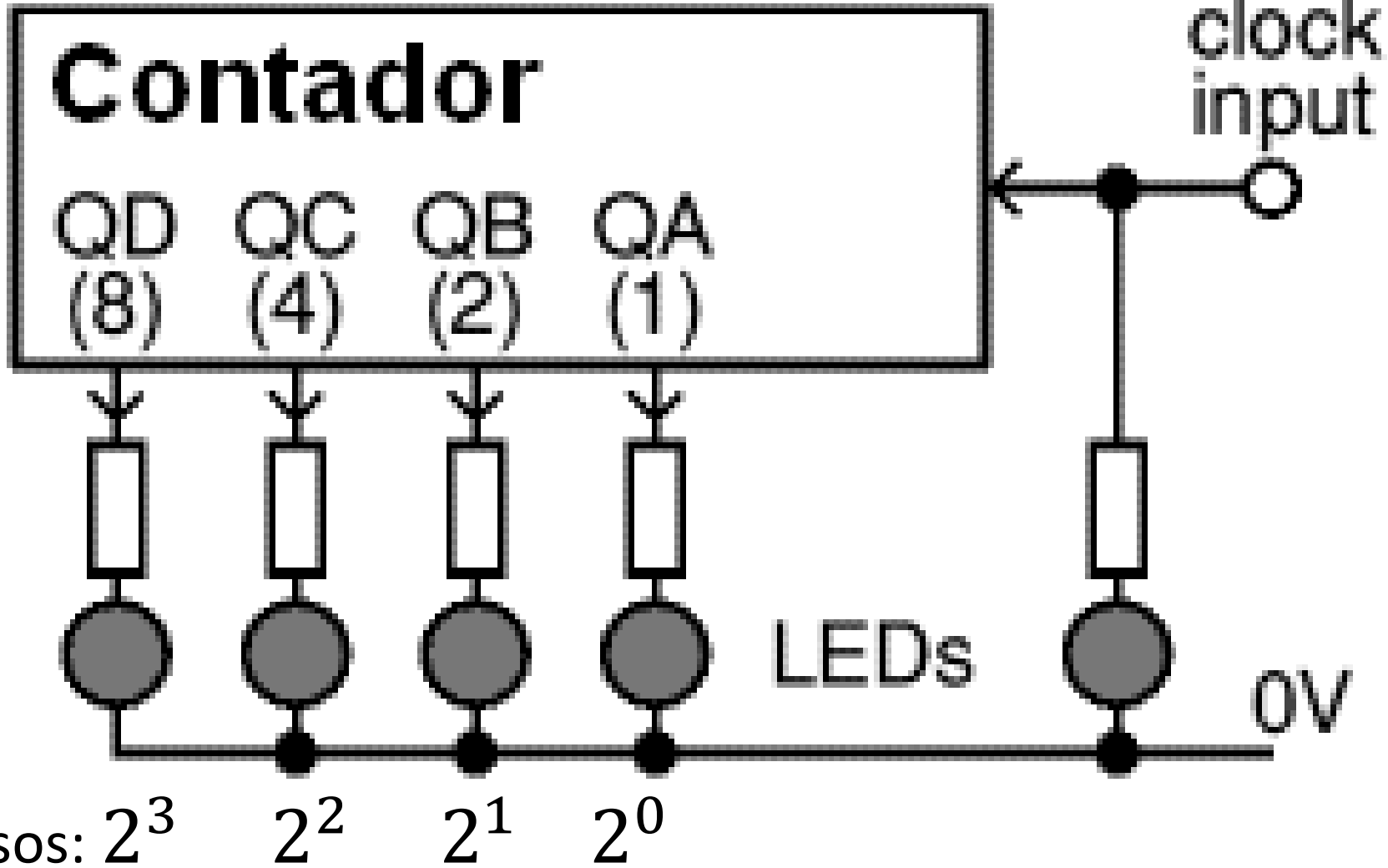


Uma entrada *preset* ativa faz com que a saída Q seja nível ALTO (SET).

Uma entrada *clear* ativa faz com que a saída Q seja nível BAIXO (RESET).

Contadores

<https://www.electronica-pt.com/contadores-binarios>



Decimal	Binário
0	0000
1	000 1
2	00 1 0
3	00 1 1
4	0 1 00
5	0 1 01
6	0 1 10
7	0 1 11
8	1 000
9	1 001
10	1 010
11	1 011
12	1 100
13	1 101
14	1 110
15	1 111

INTRODUÇÃO

Os flip-flops podem ser conectados juntos para realizar operações de contagem. Tal grupo de flip-flops é um contador.

Os contadores são classificados em duas grandes categorias de acordo com a forma que eles recebem os pulsos de o clock:

- ✓ **Assíncronos:** O termo assíncrono se refere aos eventos que não têm uma relação temporal fixa entre si e, geralmente, não ocorrem ao mesmo tempo.
- ✓ **Síncronos:** O termo síncrono se refere aos eventos que têm uma relação de tempo fixa de um em relação ao outro.

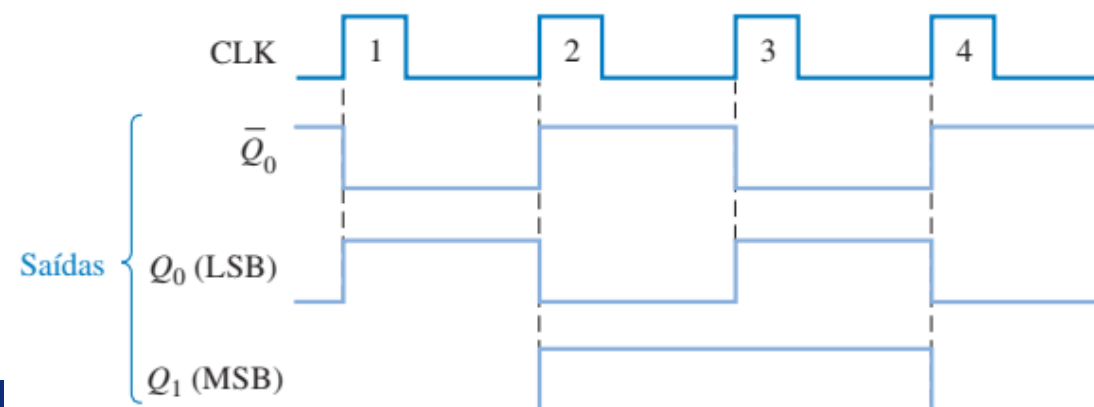
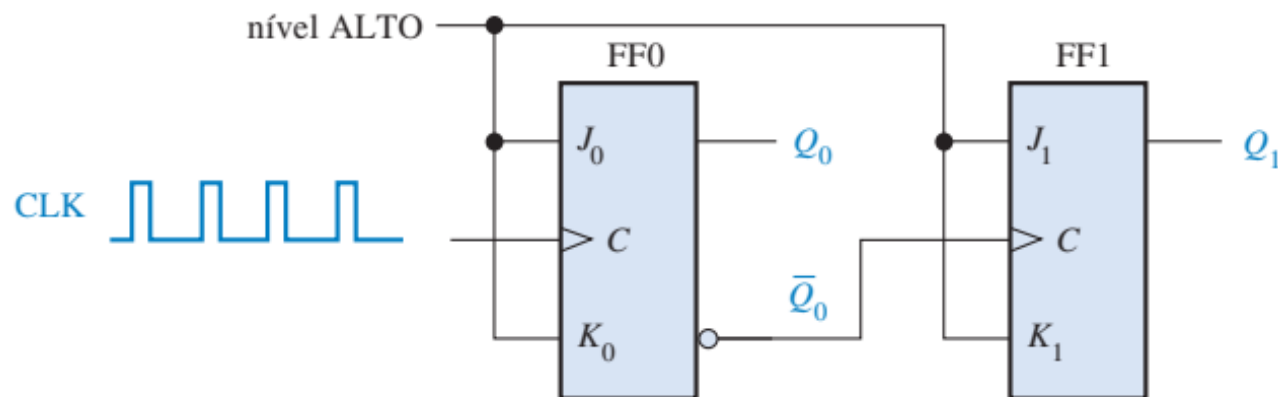
Os contadores assíncronos

Um **contador assíncrono** é aquele no qual os flip-flops (FF) que constituem o contador não mudam de estado exatamente ao mesmo tempo porque eles não têm um pulso de clock comum.

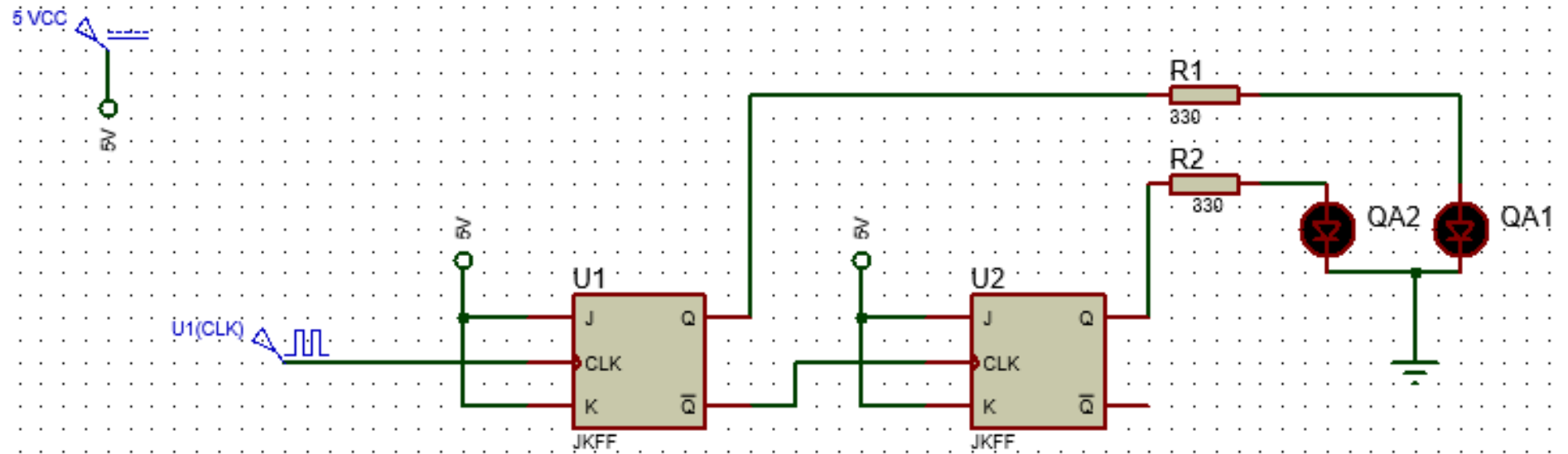
Contador Binário Assíncrono de 2 Bits

O termo **reciclagem** é normalmente aplicado à operação de contadores; esse termo se refere à transição do contador do seu estado final de volta para o seu estado original

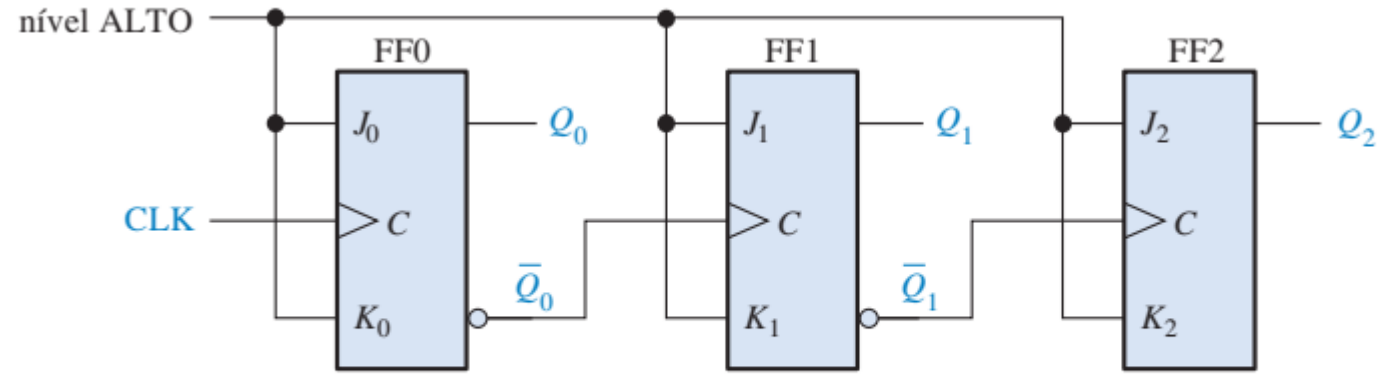
PULSO DE CLOCK	Q_1	Q_0
Valor inicial	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4 (recicla)	0	0



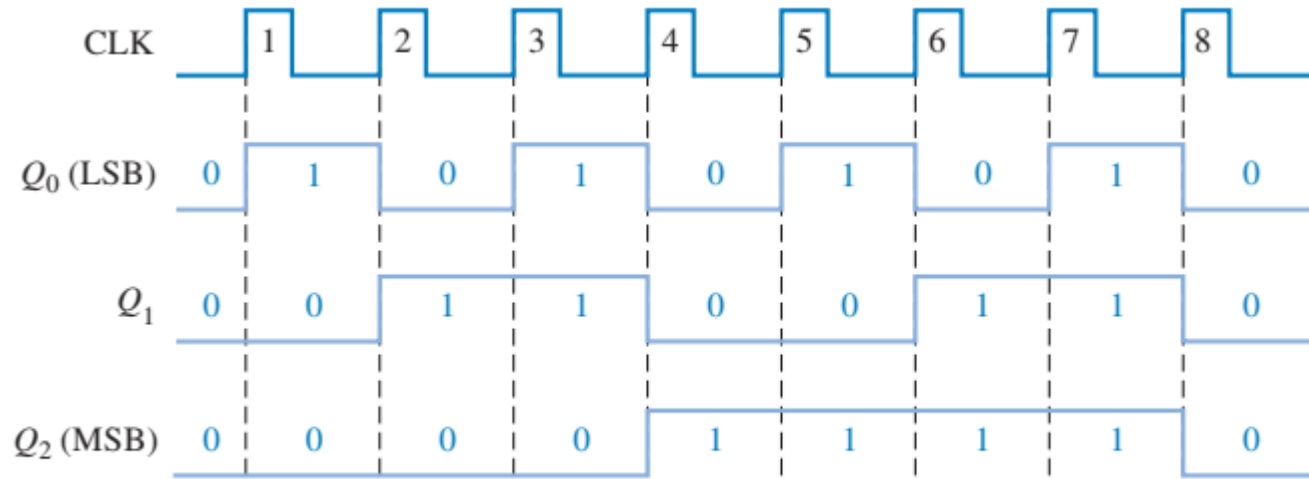
Simulação Contador Binário Assíncrono de 2 Bits



Contador Binário Assíncrono de 3 Bits



(a)

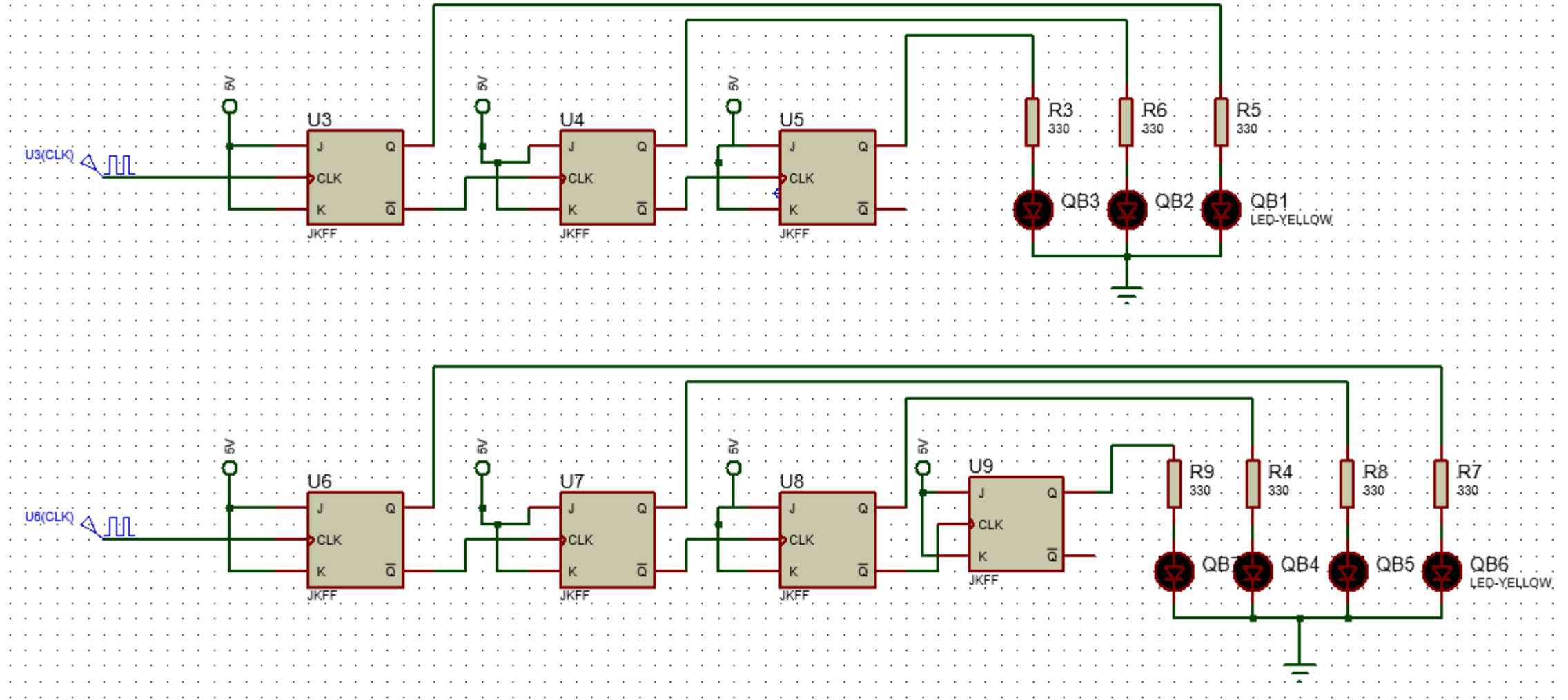


(b)

PULSO DE CLOCK	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 (reciclagem)	0	0	0

Recicla de volta para 0

Simulação Contador Binário Assíncrono de 3 e 4 Bits

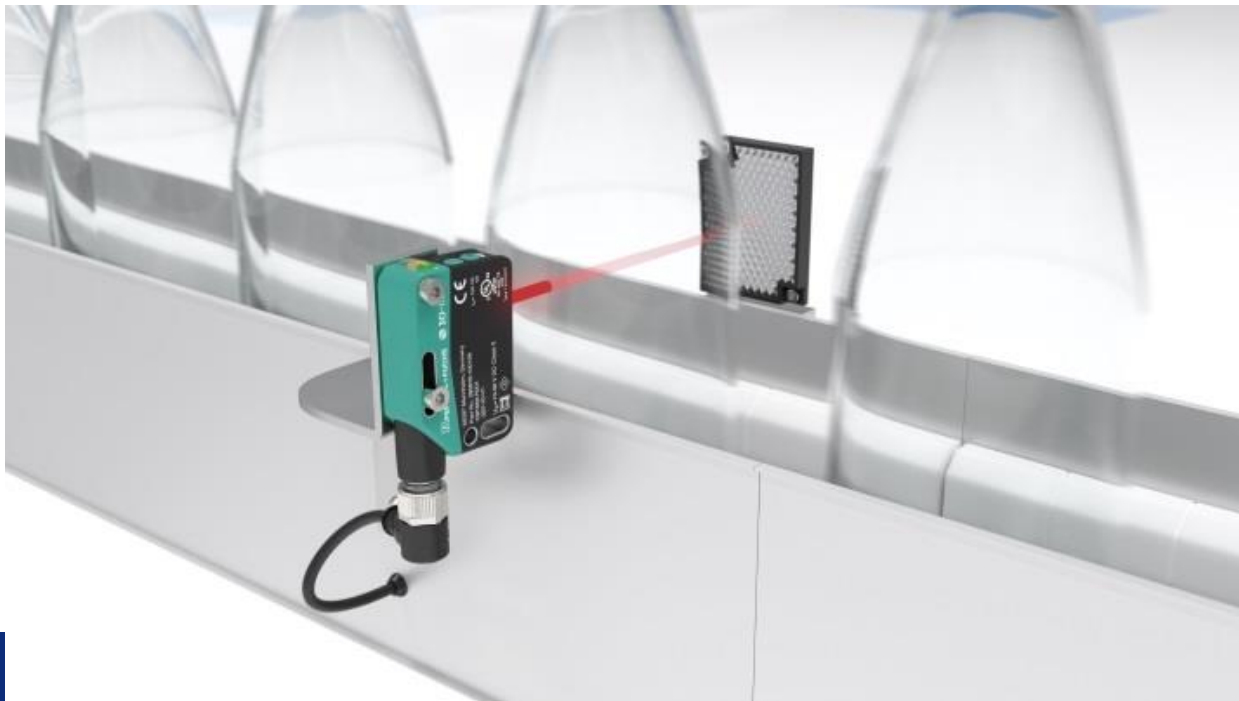


Exemplos de aplicação:

Um contador é necessário para contar o número de garrafas que passam por uma esteira em uma fábrica.

Uma fotocélula e um feixe de luz são usados para gerar um pulso único cada vez que um item passa pelo local.

**O contador deve permitir a contagem de pelo menos 1000 objetos.
Quantos flip-flops são necessários?**



Resposta:

$$2^N > 1000$$

Como $2^9 = 512$, 9 flip-flops não são suficientes.

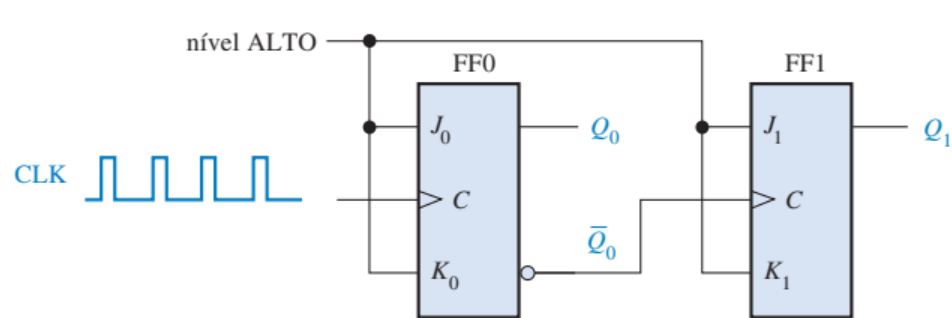
$$2^{10} = 1024$$

Portanto, são necessários 10 flip-flops

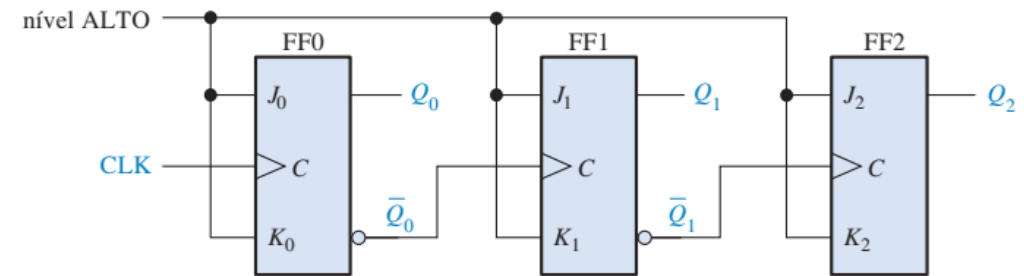
Módulo dos Contadores

- ✓ O **módulo** de um contador é o número de estados únicos pelos quais o contador estabelece uma sequência.
- ✓ O número máximo de estados possíveis (módulo máximo) de um contador é 2^n , onde n é o número de flip-flops do contador.

Exemplo: 2 bits = 4 estados



Exemplo: 3 bits = 8 estados



Módulo dos Contadores

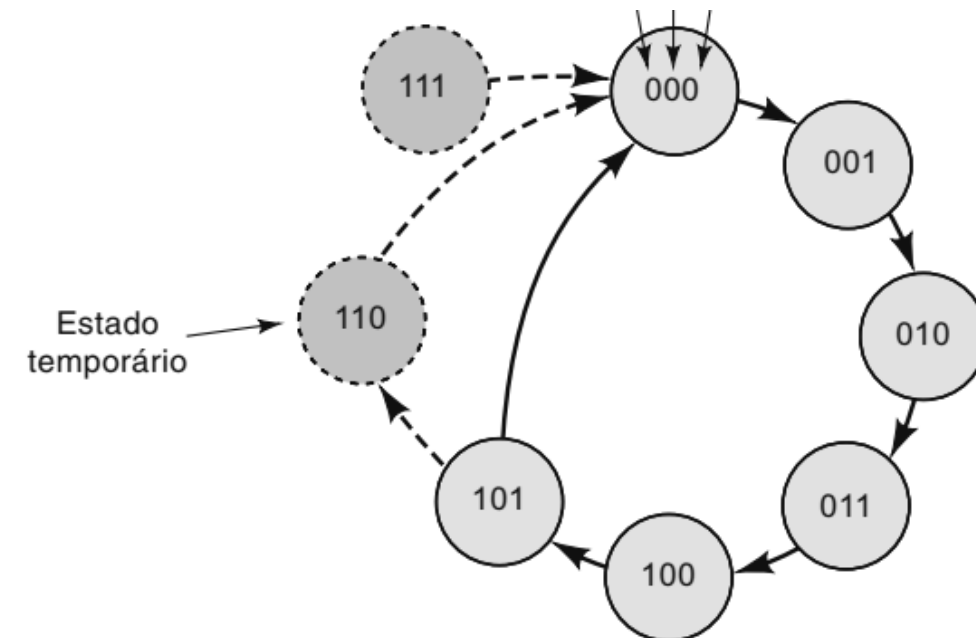
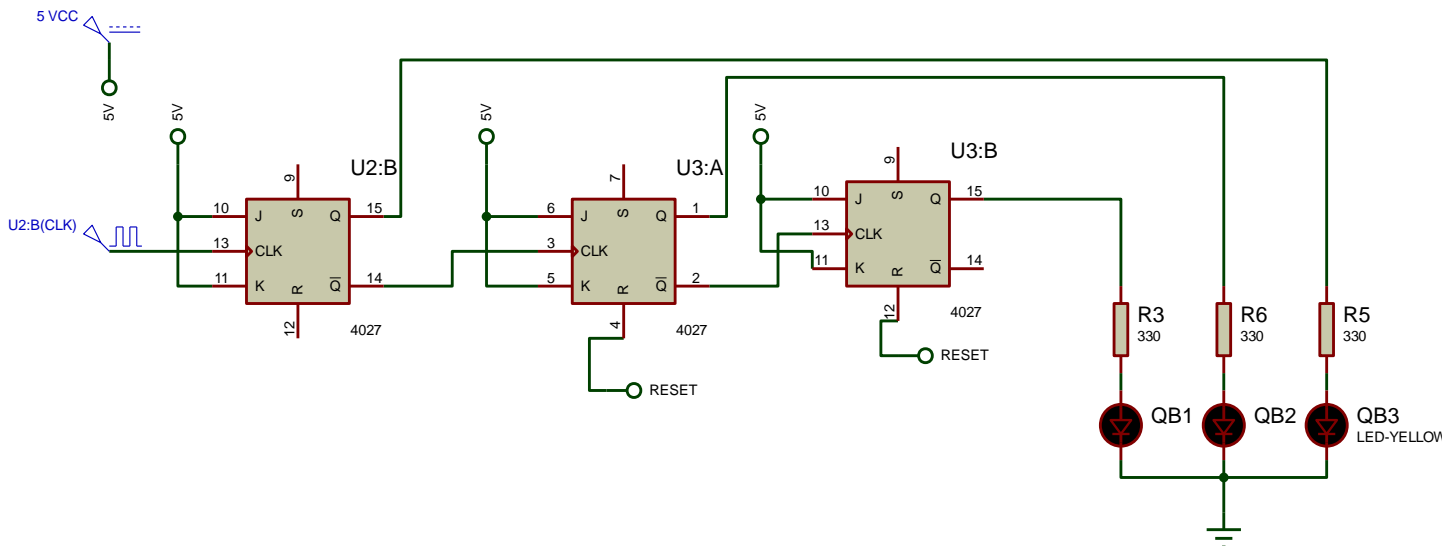
- ✓ Problema: E se quisermos que nosso contador conte até um número menor do módulo do contador que é sempre 2^n ?

Exemplo: Queremos que um contador de módulo 3 (conta até 8) conte até 5. As figuras a seguir mostram o circuito do contador e seus estados reciclando em 101 (5).



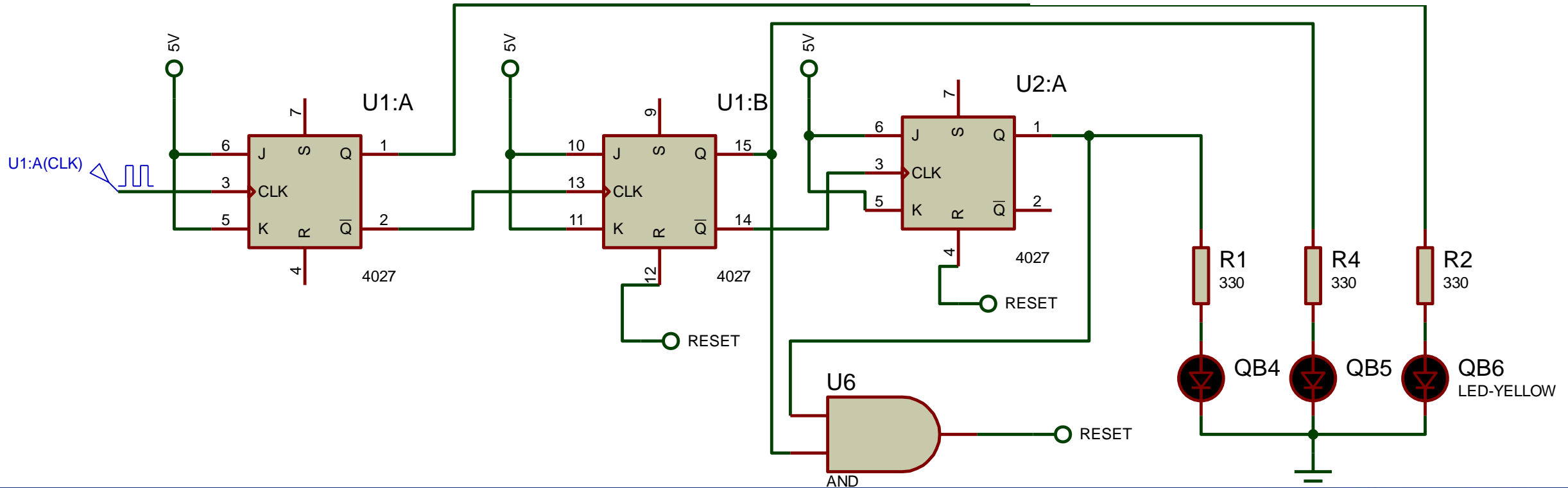
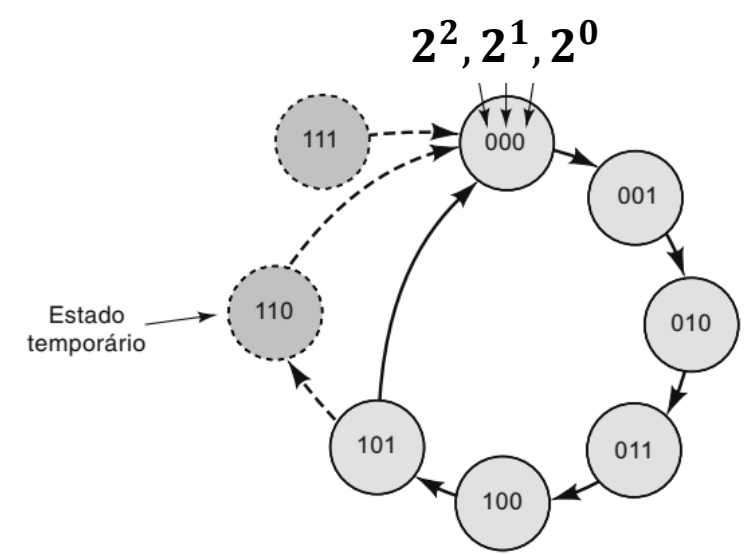
$2^2, 2^1, 2^0$

Contador de módulo 3 = 8 estados



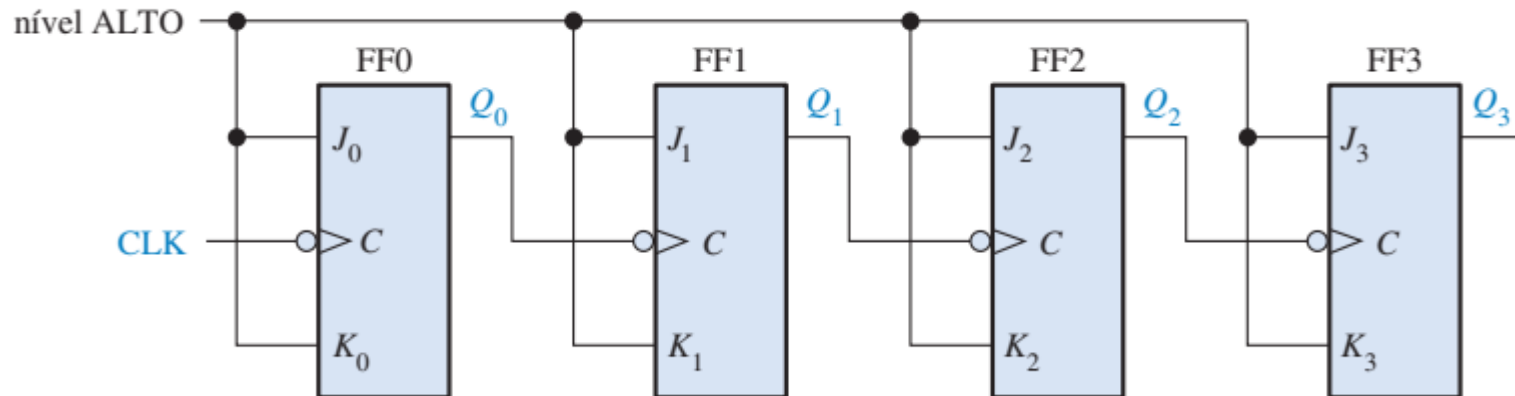
Módulo dos Contadores

- ✓ Solução:
- ✓ Os contadores podem ser projetados para ter um número de estados em sua sequência que **é menor que o valor máximo de 2^n** . Esse tipo de sequência é denominada de **sequência truncada**.



Contadores de Década Assíncronos

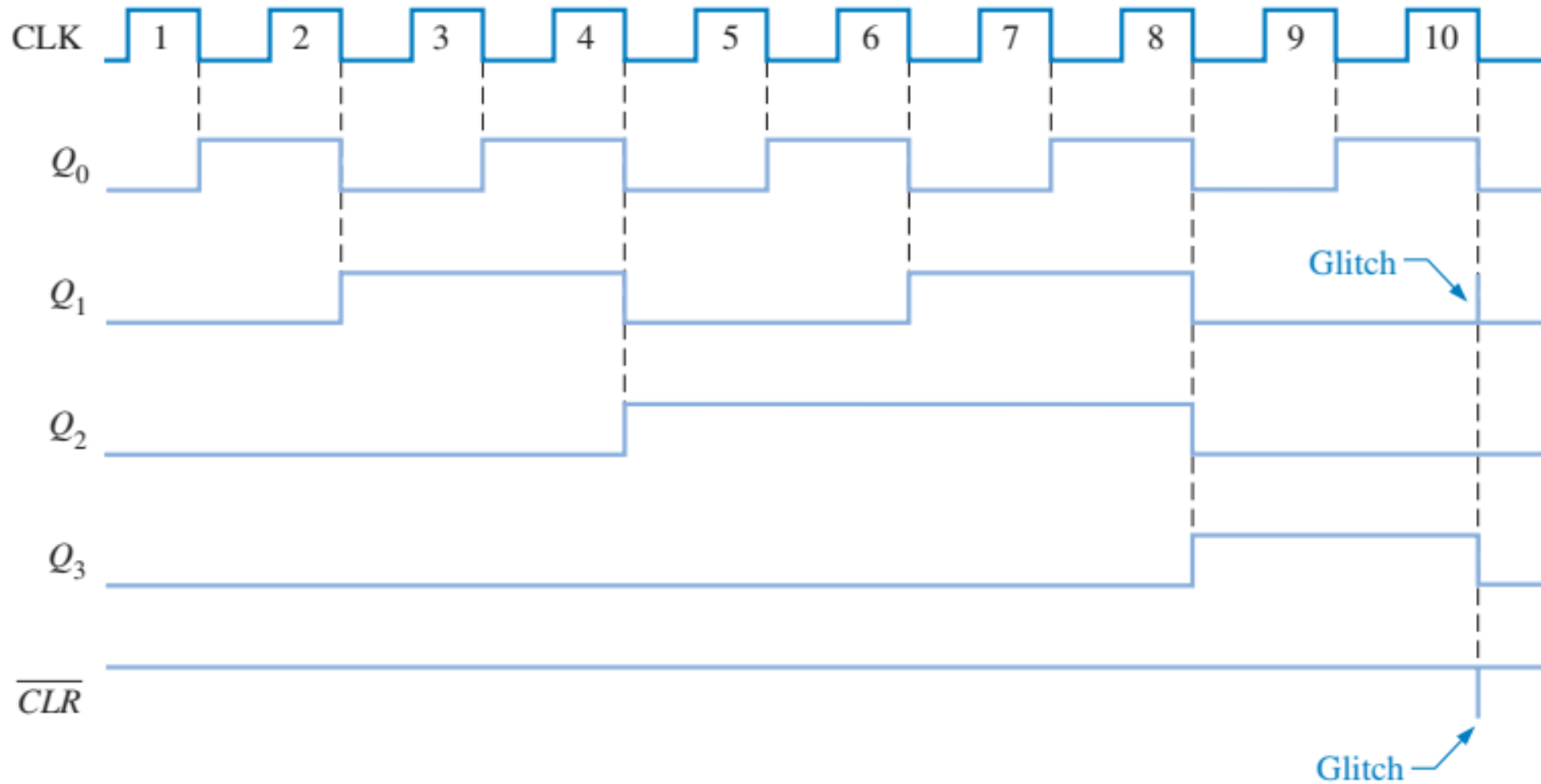
- ✓ Para obter uma sequência truncada, é necessário forçar o contador a reciclar antes que ele passe por todos os estados possíveis.
- ✓ Por exemplo, um contador que conte até 10 tem que reciclar para o estado 0000 após o estado 1001.
- ✓ Um contador um contador que conte até 10 requer quatro flip-flops (três são insuficientes pois $2^3 = 8$).



Decimal	Binário
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Contadores de Década Assíncronos

- ✓ Uma forma de fazer um contador reciclar após a contagem do nove (1001) é decodificar a contagem dez (1010) com uma porta AND e conectar a saída da porta AND nas entradas de clear () dos flip-flops.



Glitch

Decimal Codificado em Binário (BCD)

- ✓ Decimal codificado em binário significa que cada dígito decimal, de 0 a 9, é representado por um código binário de quatro bits.
- ✓ É comum a designação 8421 que indica os pesos binários dos quatro bits ($2^3, 2^2, 2^1, 2^0$).

DÍGITO DECIMAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BCD	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

- ✓ Observe que, com quatro bits, podemos representar dezesseis números (de 0000 a 1111), porém, no código BCD, apenas dez deles são usados. As seis combinações do código que não são usadas (**1010, 1011, 1100, 1101, 1110 e 1111**) são inválidas no código BCD 8421

Decimal	Binário
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Contadores de Década Assíncronos

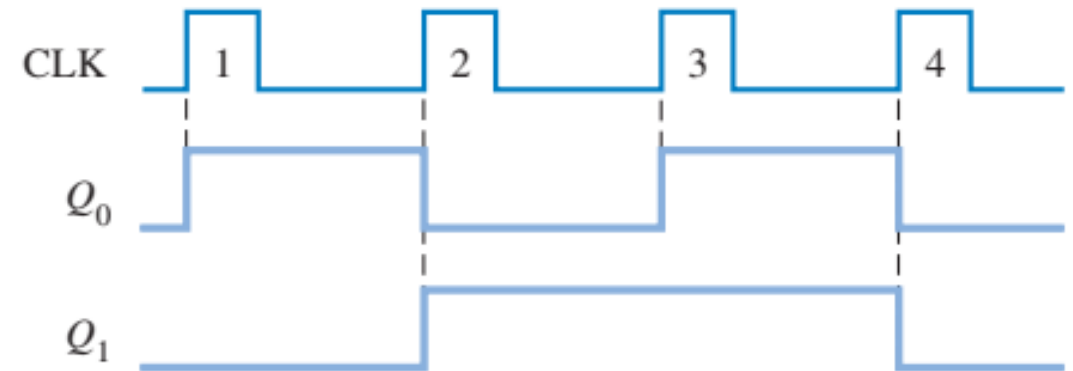
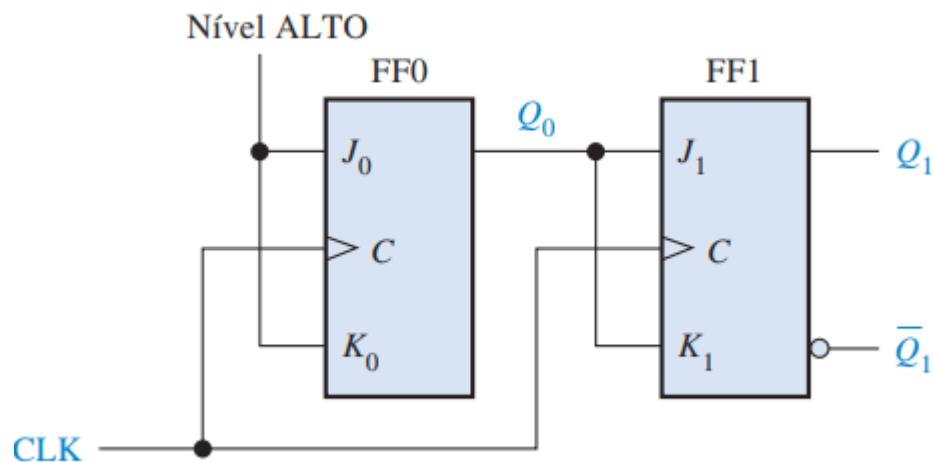
- ✓ Um módulo comum para contadores com sequências truncadas é dez (denominado MOD10).
- ✓ Os contadores com dez estados em sua sequência são denominados contadores de **década**.
- ✓ Um contador de década com uma sequência de contagem de **zero (0000)** a nove (**1001**) é um contador de década BCD porque a sua sequência de dez estados produz o código BCD.

Dígito Decimal	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

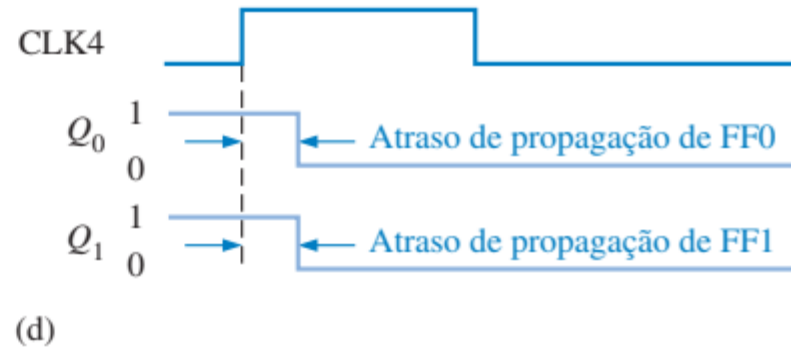
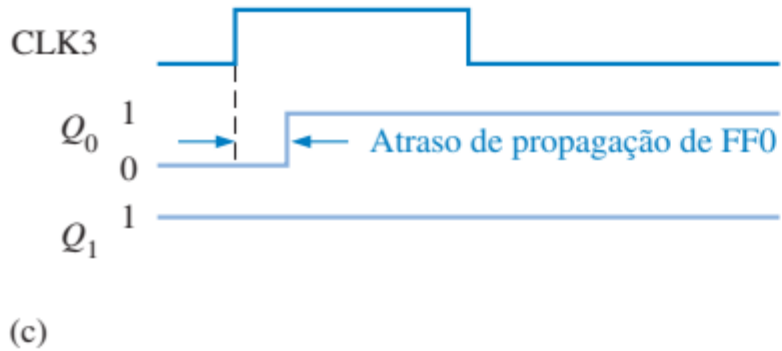
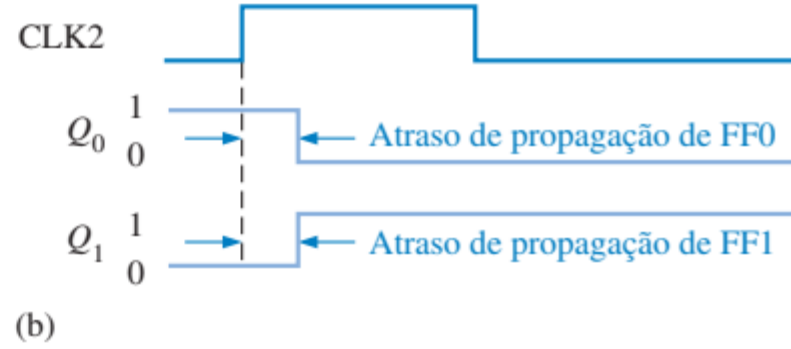
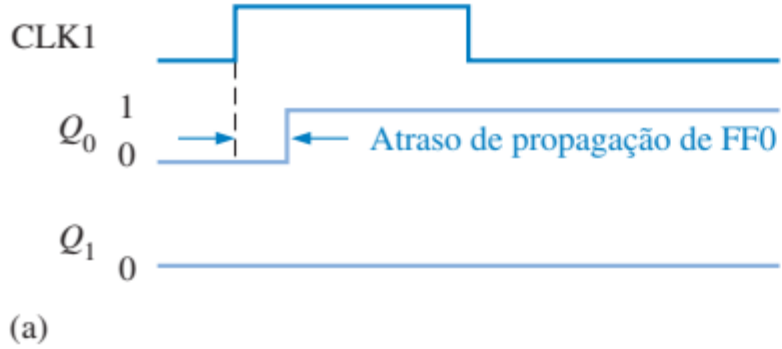
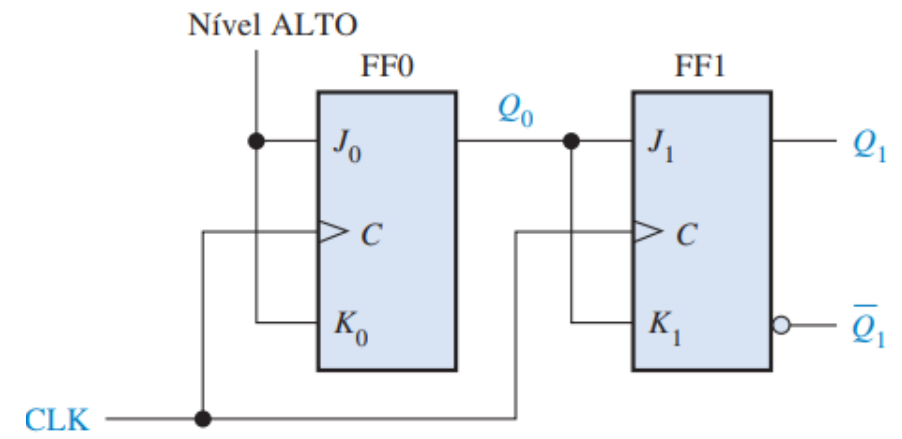
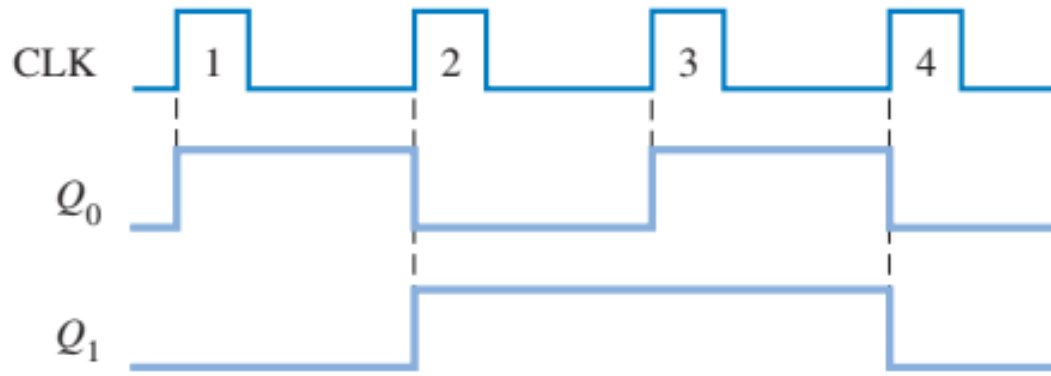
Os contadores Síncronos

O termo **síncrono** se refere aos eventos que têm uma relação de tempo fixa de um em relação ao outro. Um **contador síncrono** é aquele no qual todos os flip-flops recebem pulsos de clock ao mesmo tempo por meio de uma linha comum.

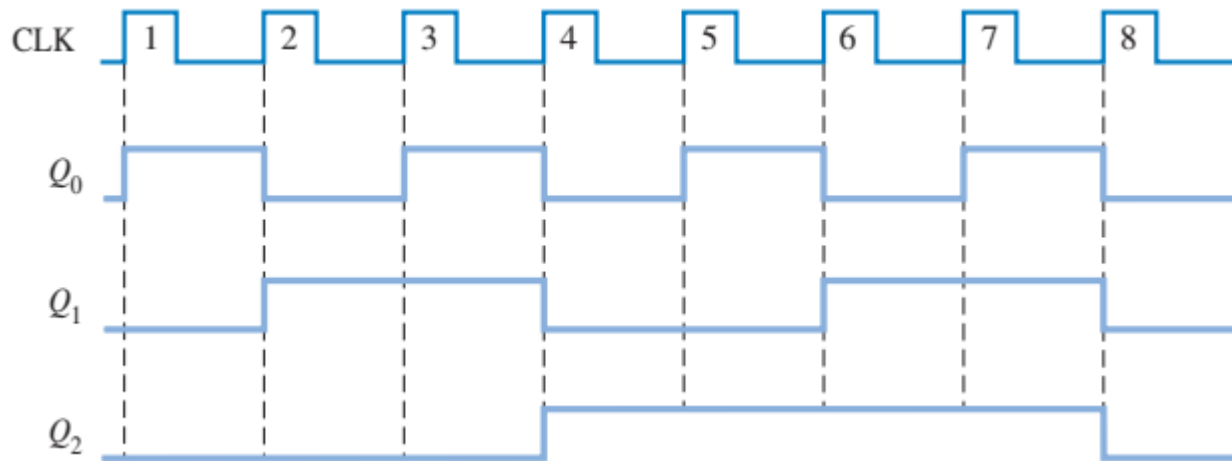
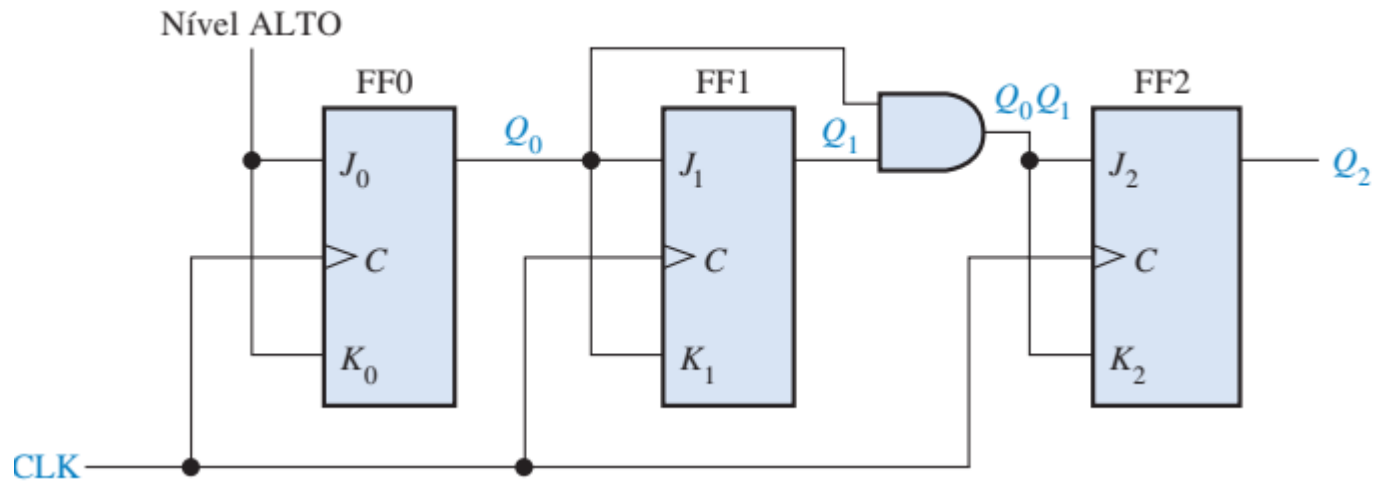
Contador Binário Síncrono de 2 Bits



Contador Binário Síncrono de 2 Bits

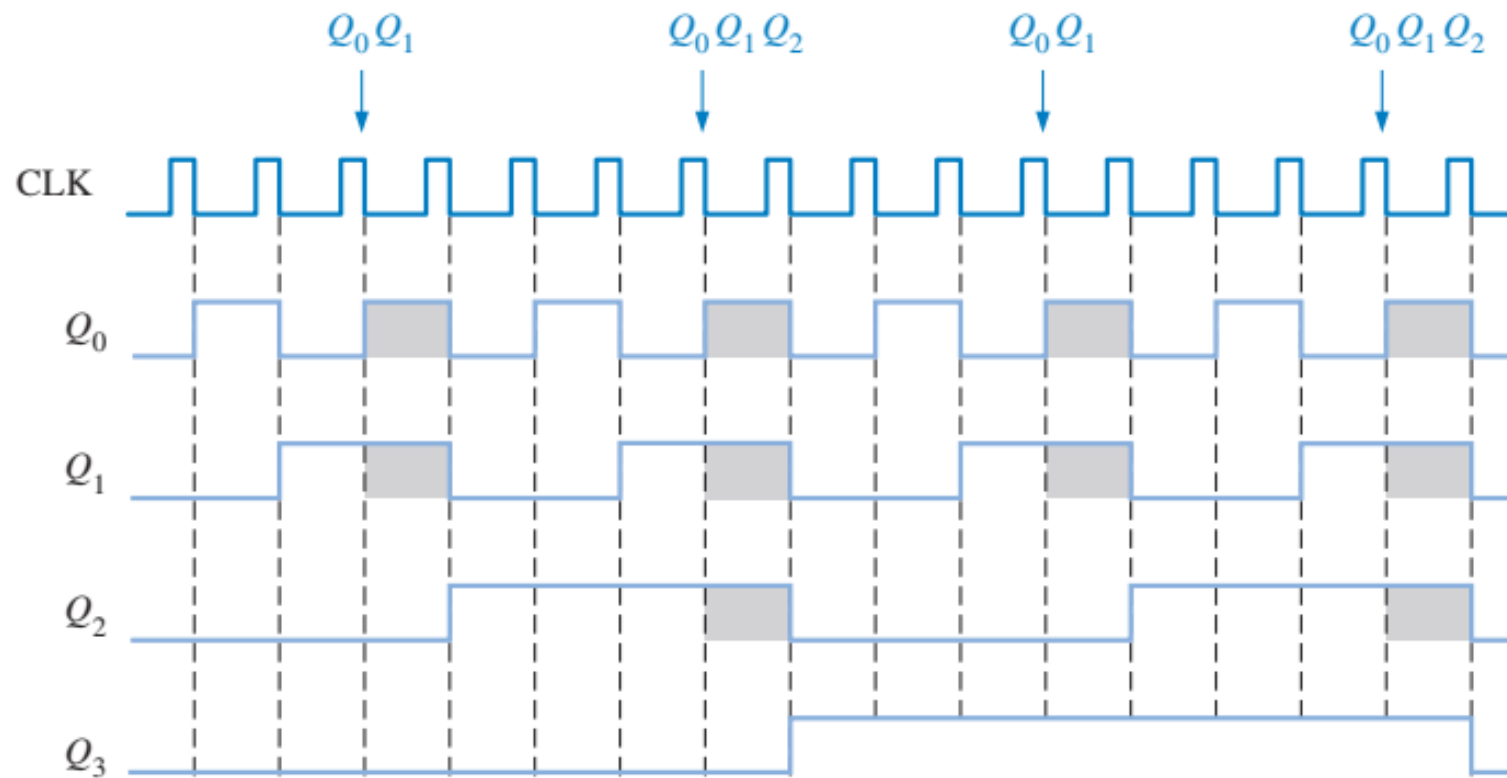
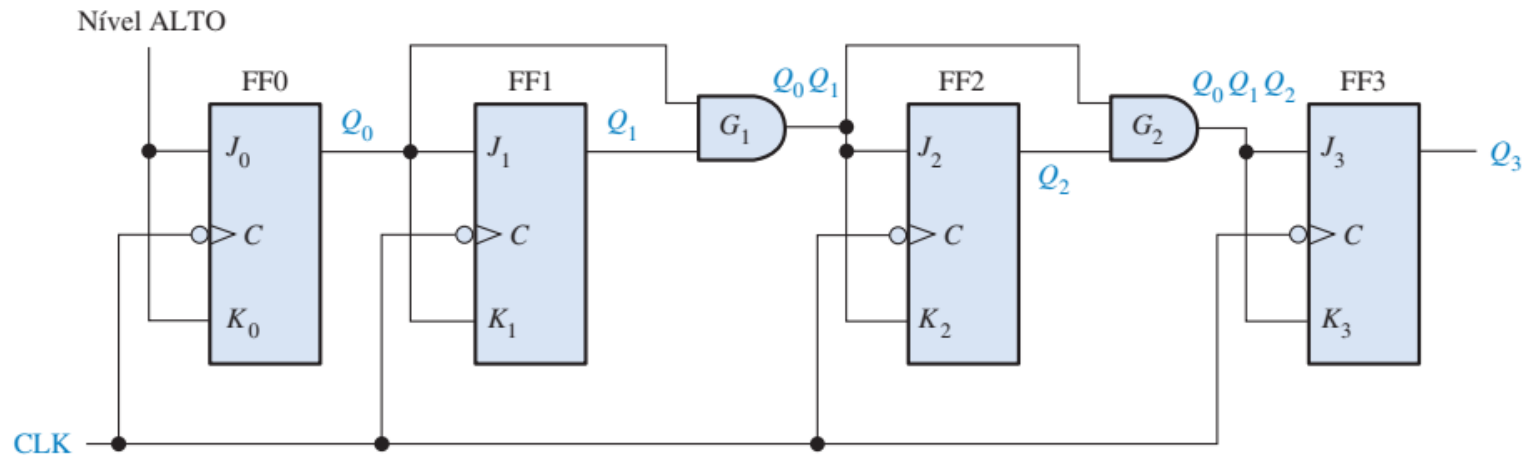


Um Contador Binário Síncrono de 3 Bits

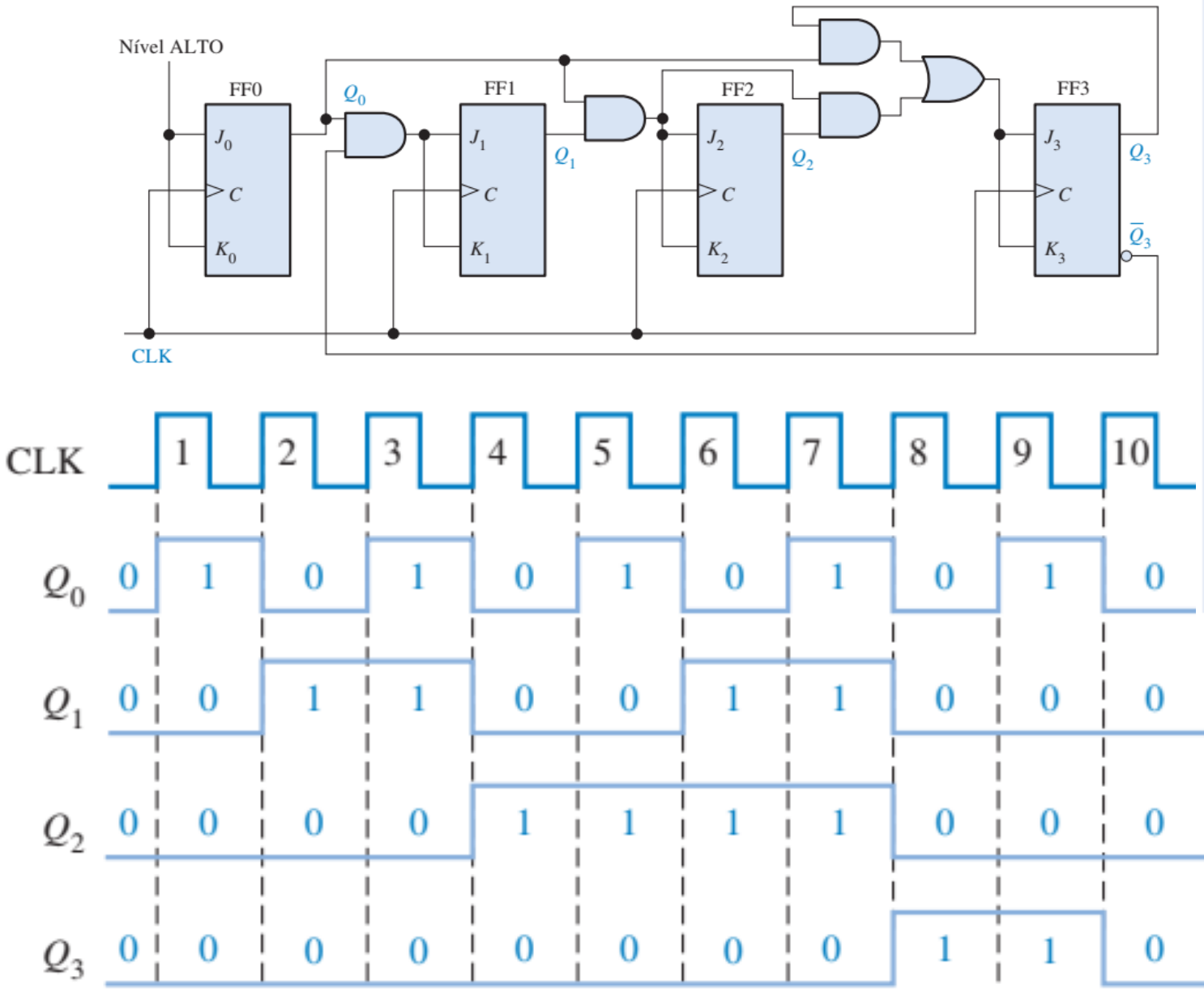


CLOCK DE PULSO	Q_2	Q_1	Q_0
Estado inicial	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8 (reciclagem)	0	0	0

Um Contador Binário Síncrono de 4 Bits



Um Contador de Década Síncrono de 4 Bits



PULSO DE CLOCK	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
Estado inicial	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10 (recicla)	0	0	0	0

Q_0 muda quando: $j_0 = K_0 = 1$

Q_1 muda quando: $j_1 = K_1 = Q_0Q_3$

Q_2 muda quando: $j_2 = K_2 = Q_0Q_1$

Q_3 muda quando: $j_3 = K_3 = Q_0Q_1Q_2 + Q_0Q_3$

Atividade: Leitura e compreensão dos seguintes artigos

<https://www.embarcados.com.br/contador-crescente-e-decrescente-4510/>

<https://www.embarcados.com.br/cd4511-decodificador-display-7-segmentos/>

A Leitura dos artigos é importante pois os circuitos integrados abordados, serão a base para o projeto que valerá 50% da primeira avaliação.

Sugestão de leitura



Capitulo 8: Tópicos 8.1, 8.2 e 8.3

Resolver questões do capítulo referente aos tópicos associados.