

PCS 3115 – Sistemas Digitais I

Circuitos Sequenciais: Registradores e Contadores

EAD – Ensino A Distância

Parte II:

Contadores Assíncronos.

Aula: 22 – Data: 25/05 (S)

Prof. Dr. Marco Túlio Carvalho de Andrade

versão: 2.0 (Maio/2020)

Contadores

- **Conceito** – Grupos de Flip-Flops acionados por sinal de *clock*, que permanecem mudando de estado de acordo com uma sequência pré-estabelecida:
 - Circuito Sequencial síncrono – Possui uma sequência principal de **transição de estados cíclica, pré-definida.**
 - **Contadores Assíncronos** – Apenas o Flip-Flop do dígito menos significativo é acionado com o *clock* do sistema.

Contadores

- **Assíncronos (via propagação – *Ripple Counters*):**
 - ✓ A atualização dos Flip-Flops dos bits menos significativos **gera as bordas de *clock*** que atualizam os Flip-Flops dos bits mais significativos;
 - ✓ Normalmente usam **menos portas lógicas** que síncronos, porém fornecem **menor velocidade**;
 - ✓ Faz uso de **técnicas de projeto mais intuitivas e menos formais**, dependendo da experiência do projetista.

Contadores

- **Classificação:**

- **Sequência de Contagem** – Tipo de sequência que contador percorre: binária, BCD, hexadecimal, código Gray, etc.;

- **Módulo** – Quantidade de estados da sequência principal que o contador percorre em um ciclo completo de contagem:

- **Cálculo do Módulo:**

- (Magnitude do Estado Final) menos
(Magnitude do Estado Inicial) mais 1.

Contadores

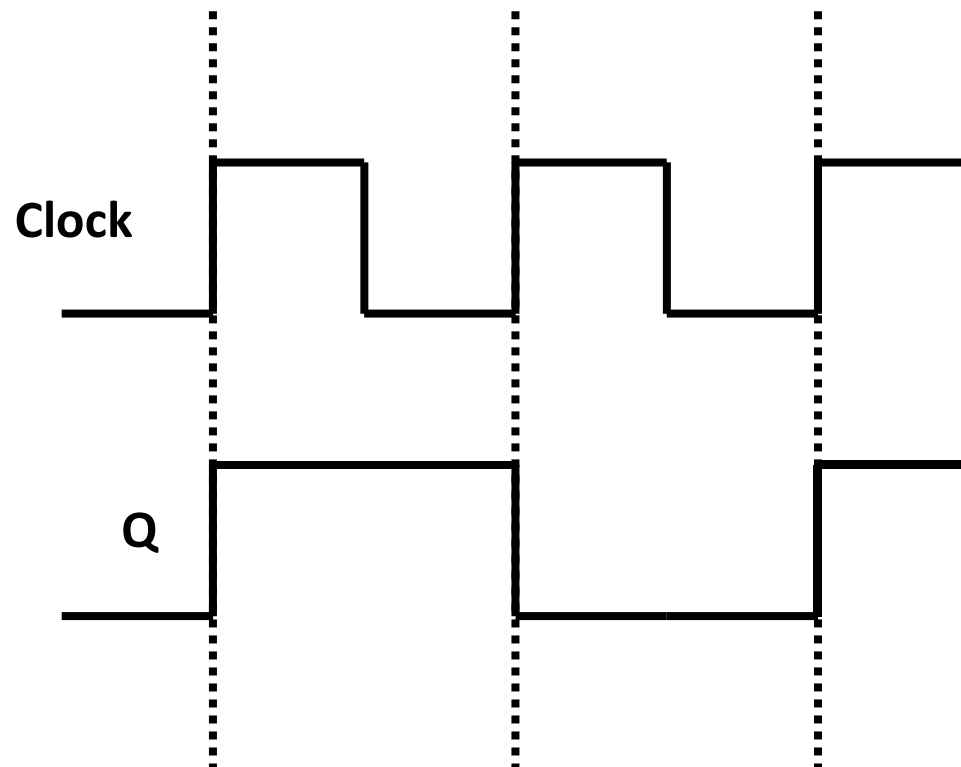
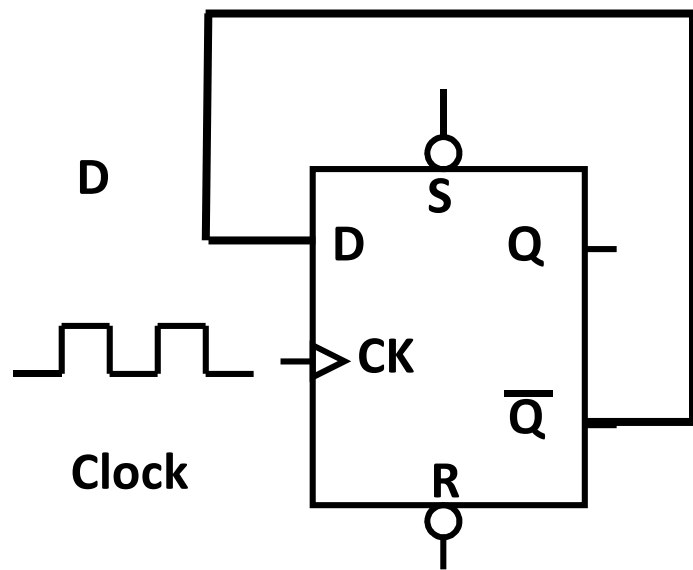
Funções e usos

- Contagens diversas ;
- Geração de sequência de sinais de controle:
 - Decodificação dos Estados para determinar a ação de controle;
- Divisão de frequência;
- Medição de frequência;
- Geração de formas de onda específicas (quadrada, por exemplo);
- Conversão analógico-digital.

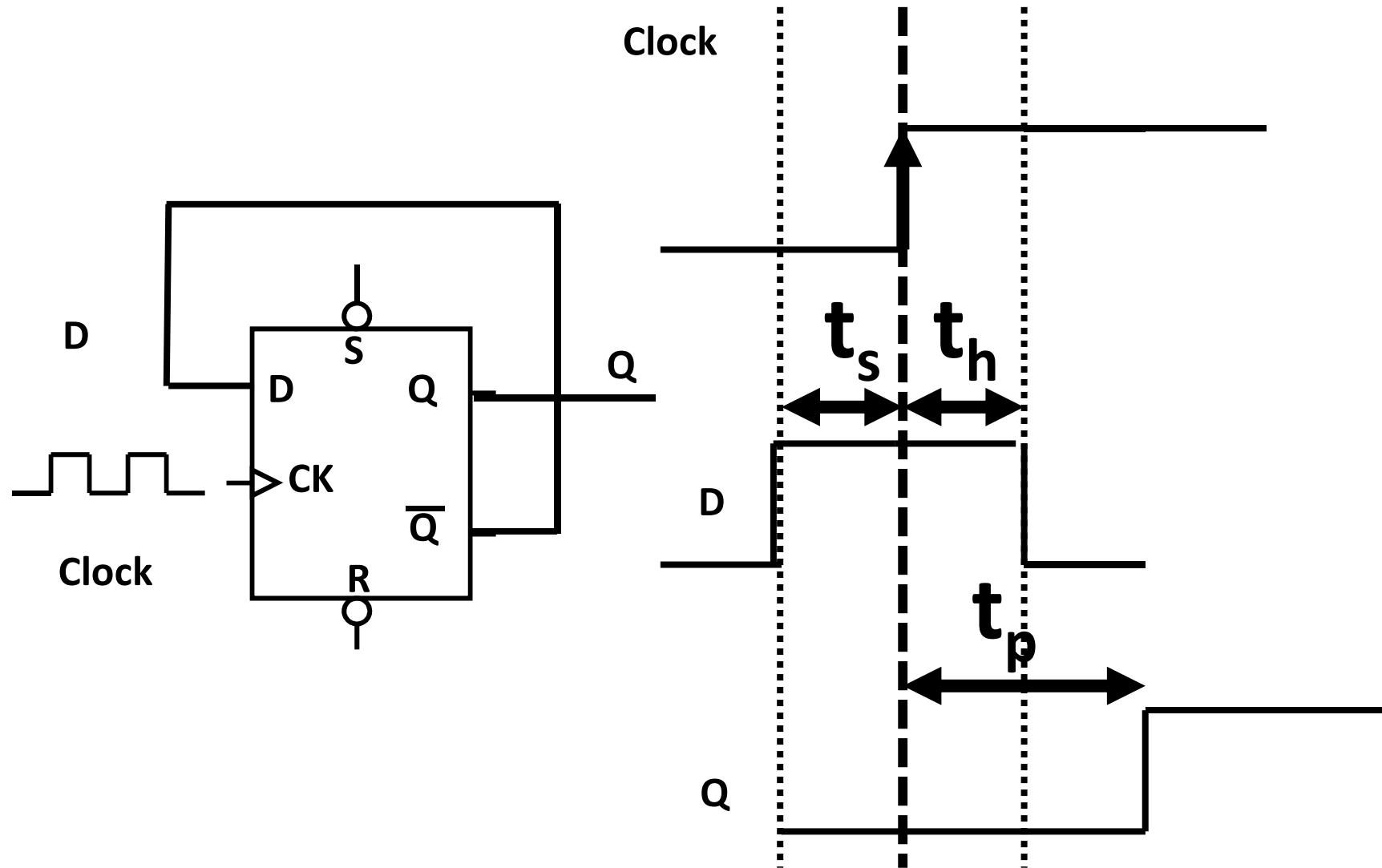
Flip-Flops sensíveis à borda

- Parâmetros de temporização:
- t_{pLH} – Tempo de **propagação** do nível lógico 0 (*low*) para 1 (*high*);
- t_{pHL} – Tempo de **propagação** do nível lógico 1 (*high*) para 0 (*low*);
- t_{setup} (t_s) – Tempo que D deve se **manter estável antes** da borda do *clock*;
- t_{hold} (t_h) – Tempo que D deve se manter estável **após** a borda do *clock*;

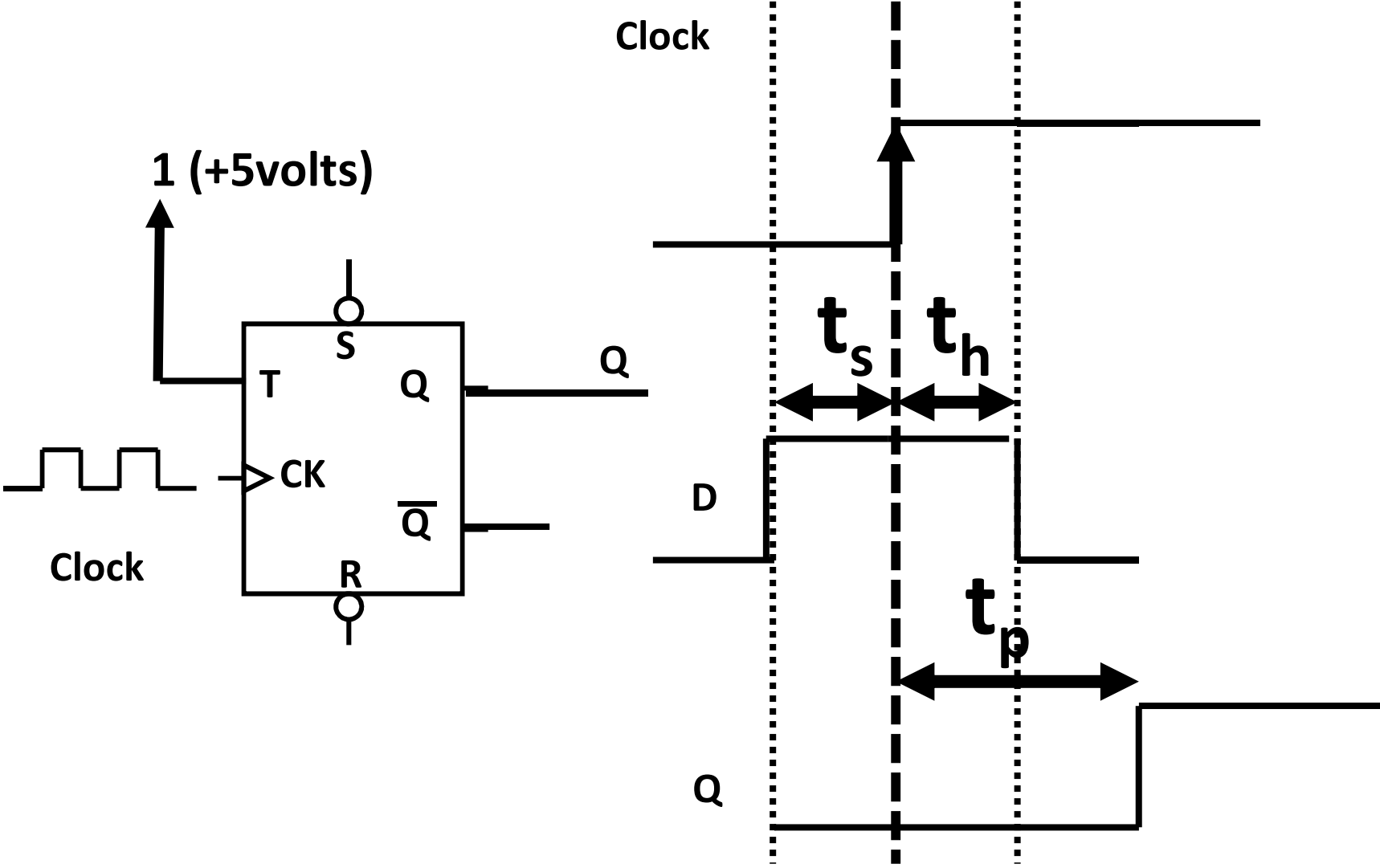
FF tipo D – Configuração divisor por 2 – Onda quadrada



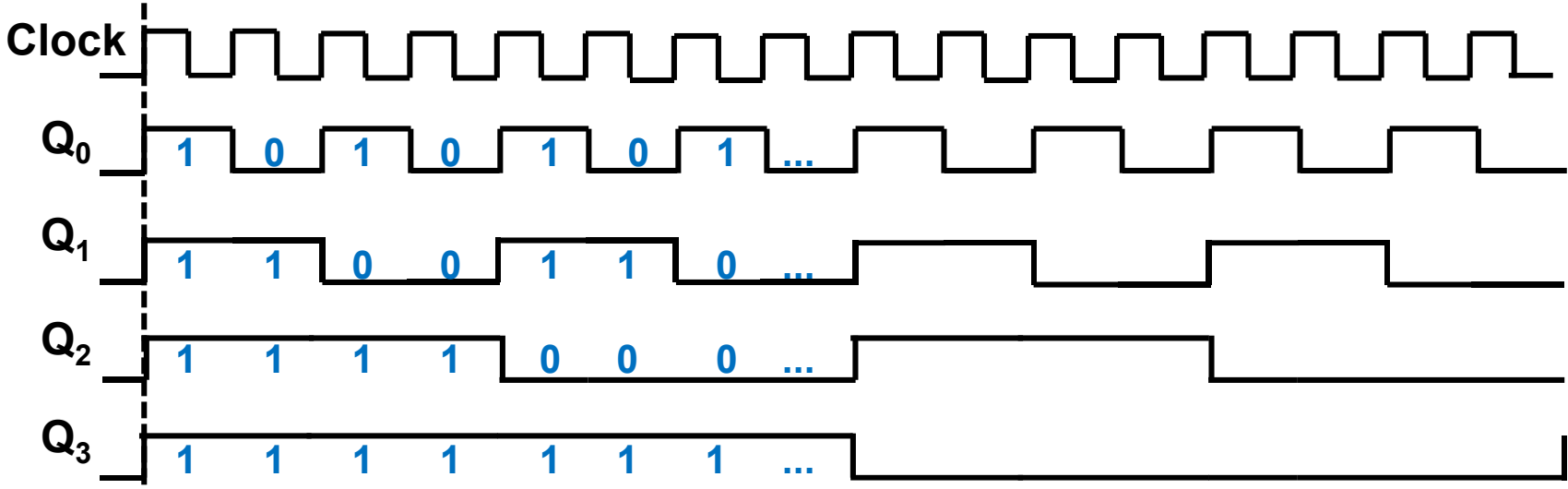
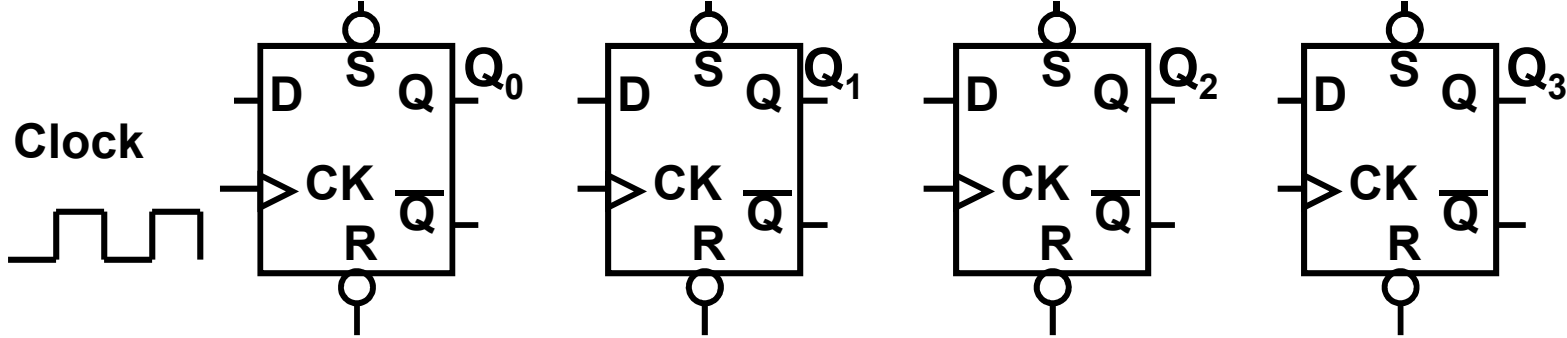
FF tipo D – Configuração divisor por 2 – Onda quadrada



FF tipo T – Configuração divisor por 2 – Onda quadrada

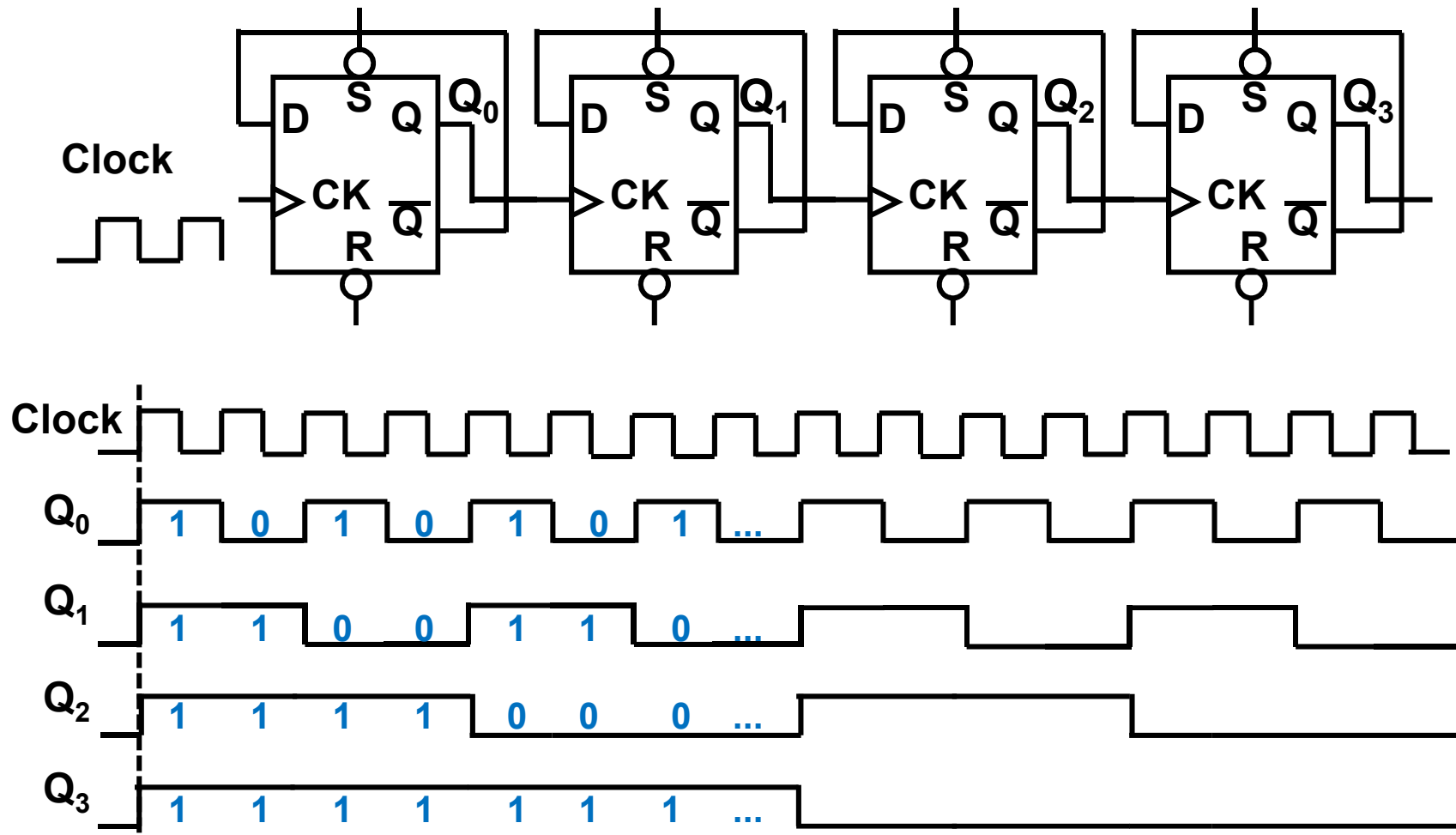


Contadores Assíncronos



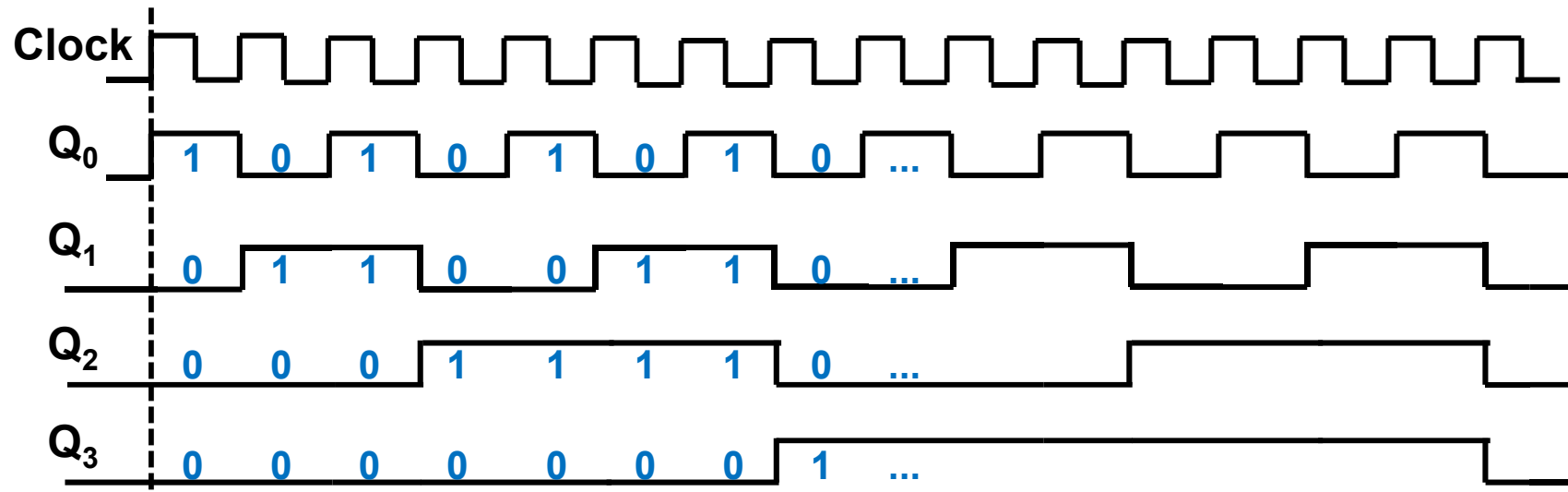
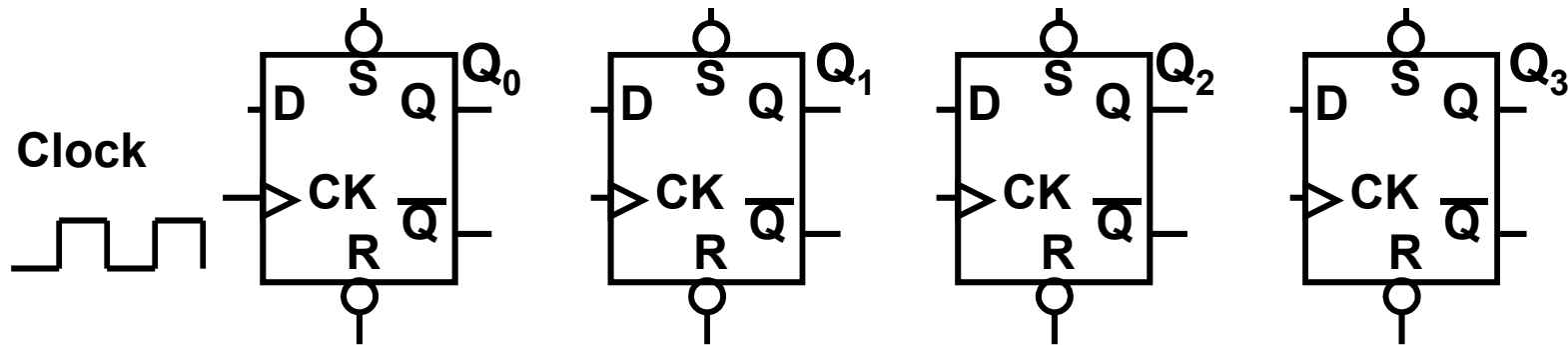
- **Pergunta:** projeto de contador assíncrono decrescente.

Contadores Assíncronos



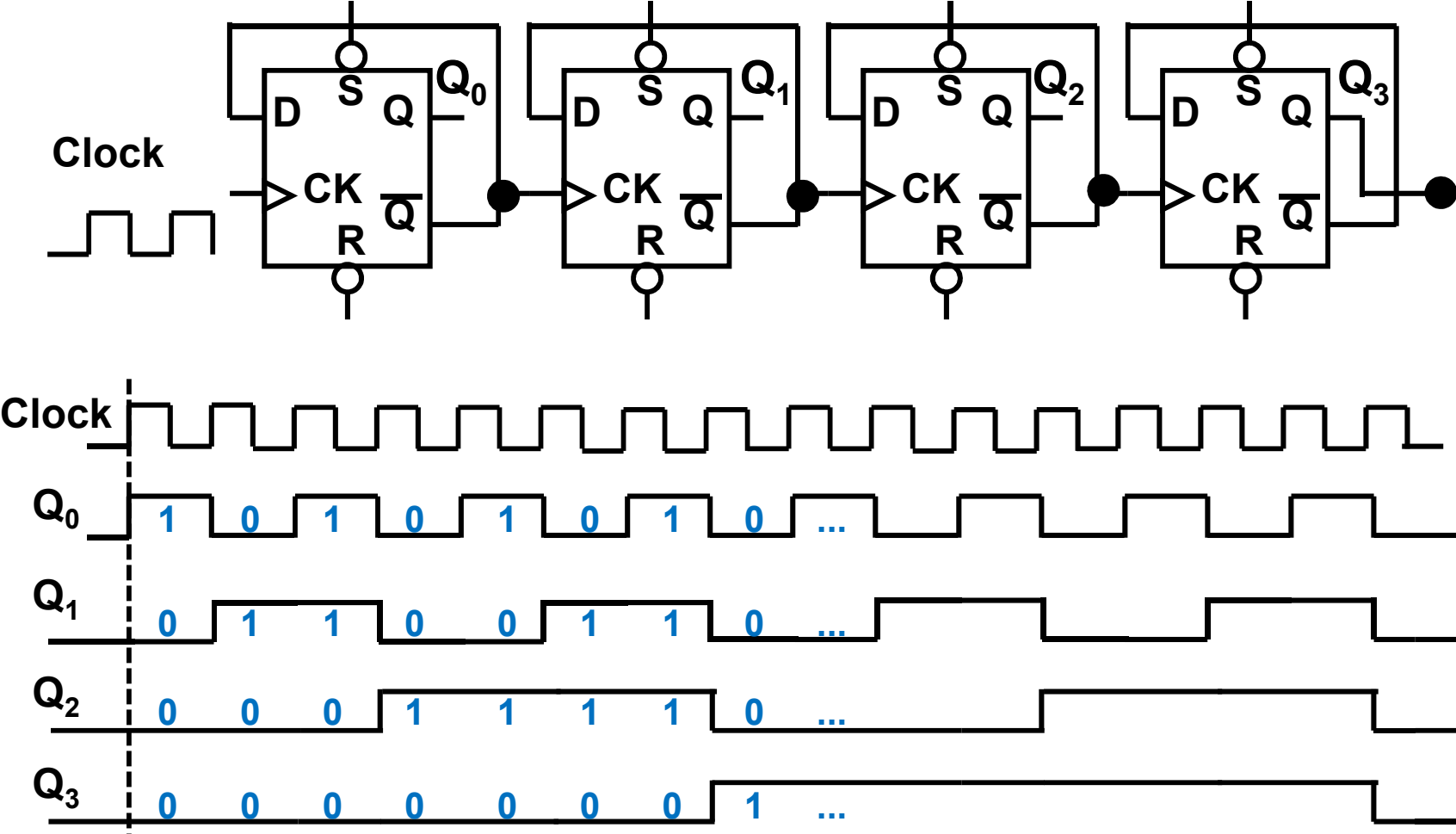
- **Resposta**: clock a partir de borda de Q

Contadores Assíncronos



- **Pergunta:** Projeto de contador assíncrono crescente.

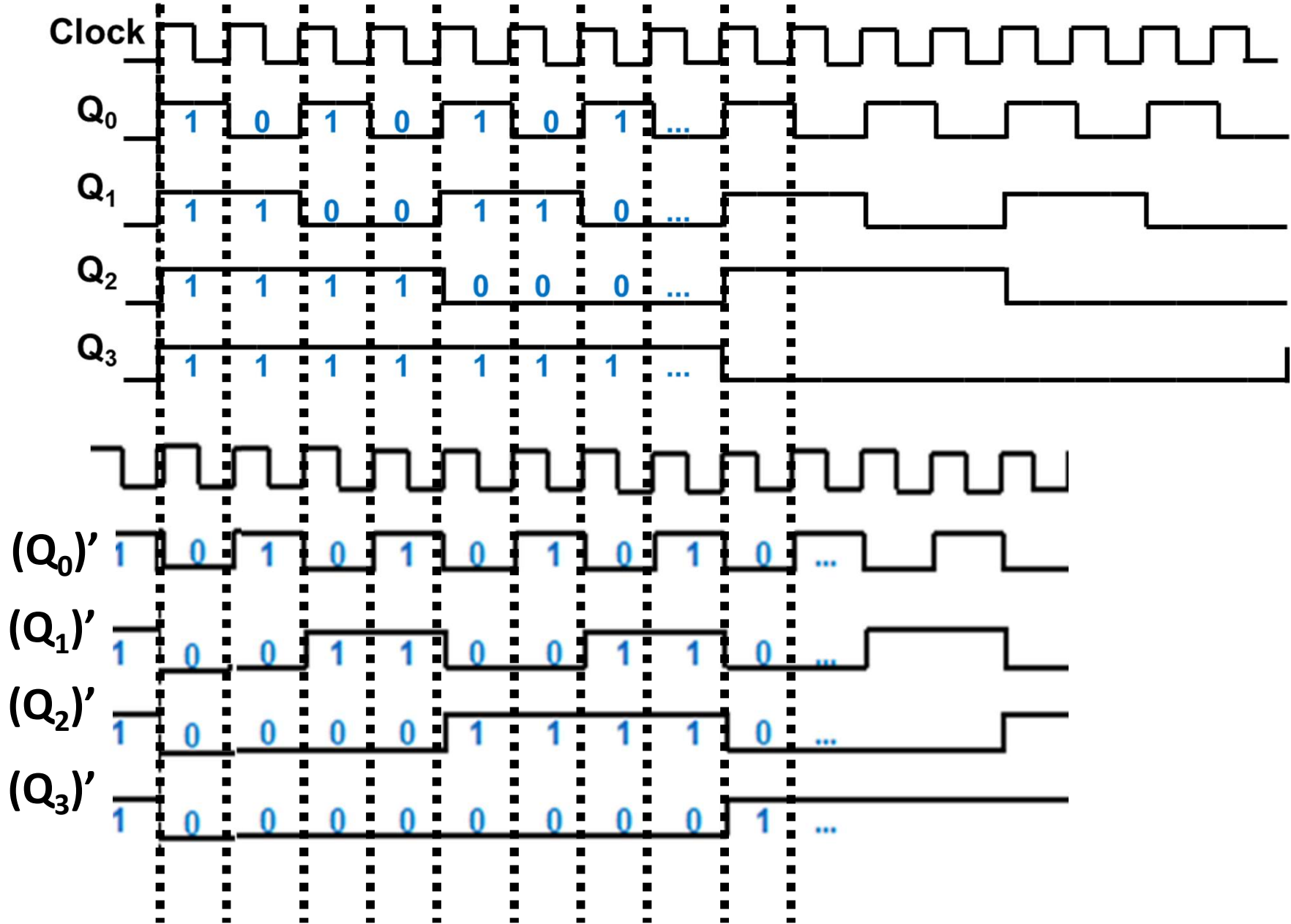
Contadores Assíncronos



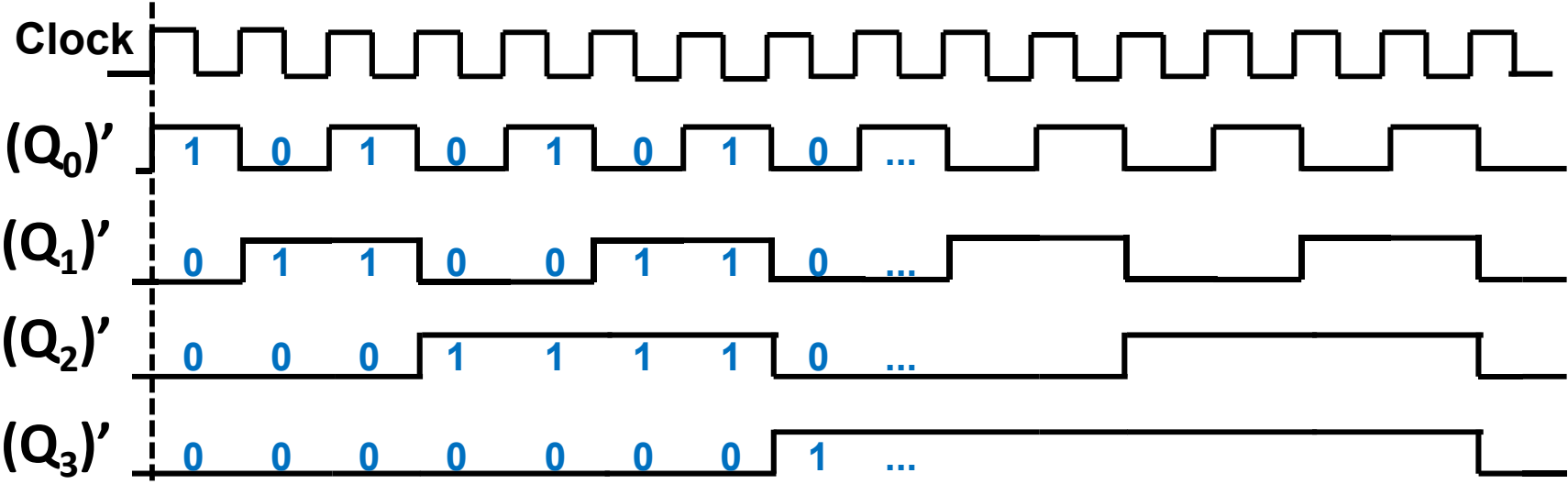
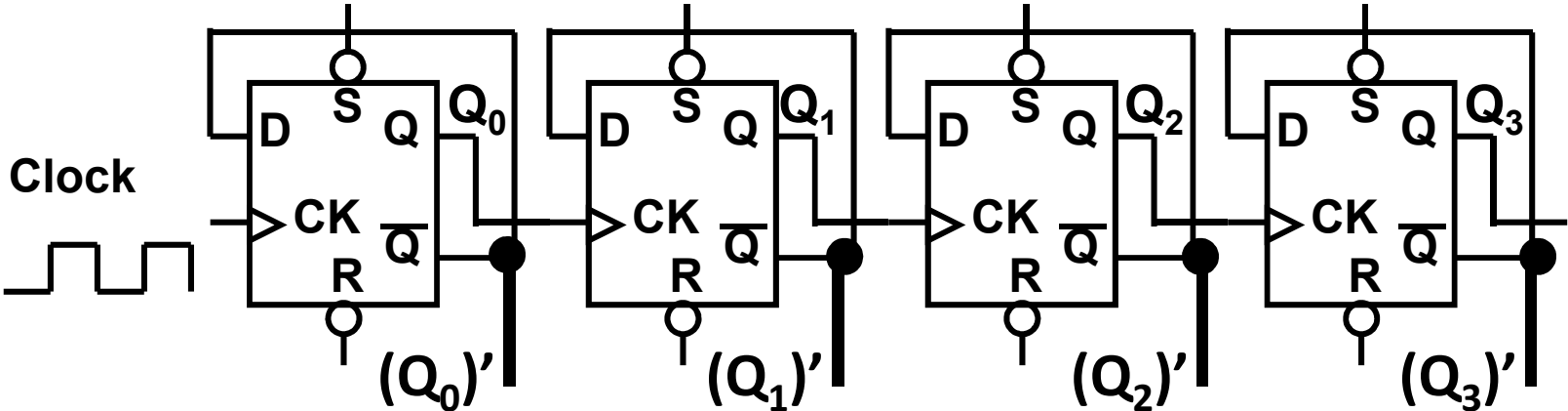
Resposta: 1ª Solução – Clock a partir de borda de Q'

Clock a partir da borda Q

Contadores Assíncronos



Contadores Assíncronos

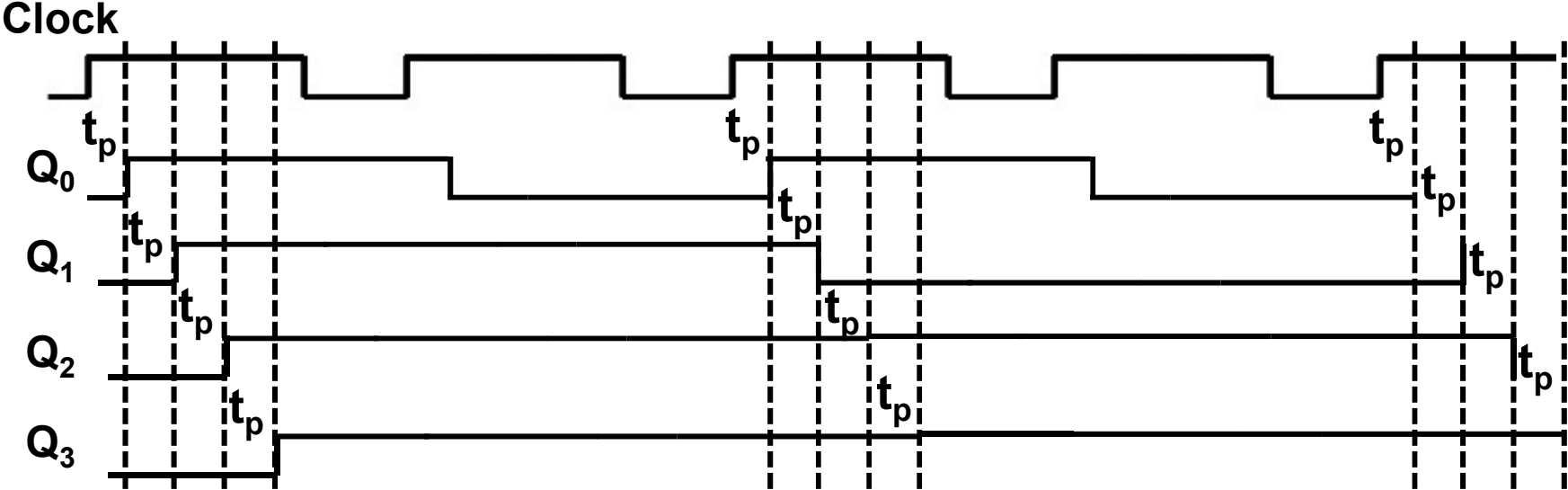


2ª Solução – Clock de borda de **Q**, mas saída de **Q'**

Contadores

- Geração de sequência de sinais de controle:
 - Decodificação dos Estados para determinar a ação de controle;
- Esta aplicação é dificultada usando *Ripple Counters*.
- O tempo de propagação dos FFs acrescenta t_p a cada FF cuja saída Q_i irá gerar a borda de atualização da saída Q_{i+1} .
- Isto pode ocasionar o aparecimento de Estados espúrios intermediários

Contadores Assíncronos



0	1	1	1	1
0	0	1	1	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	1

↑ ↑ ↑

0	1	1
1	1	0
1	1	1
1	1	1

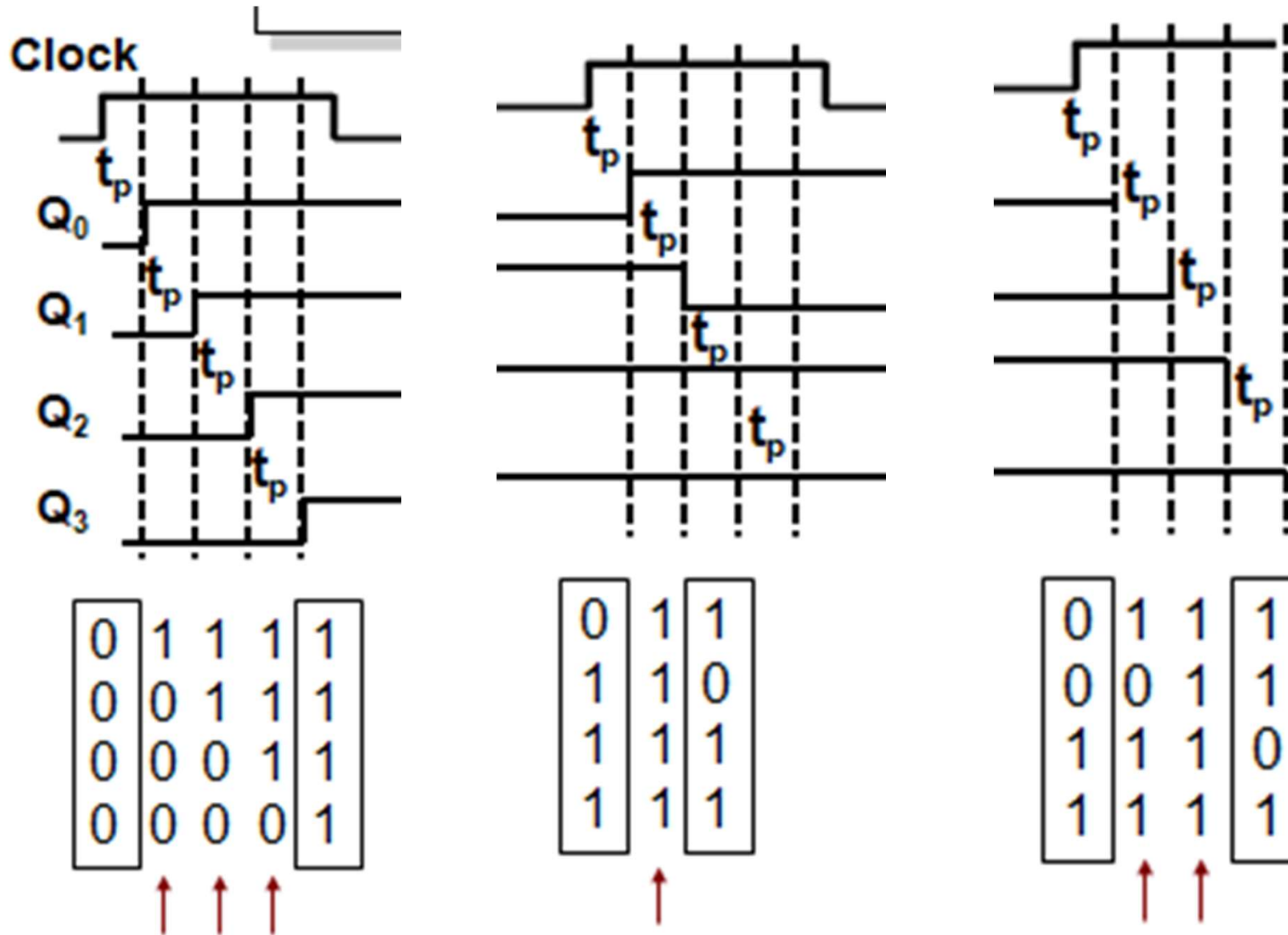
↑

0	1	1	1
0	0	1	1
1	1	1	0
1	1	1	1

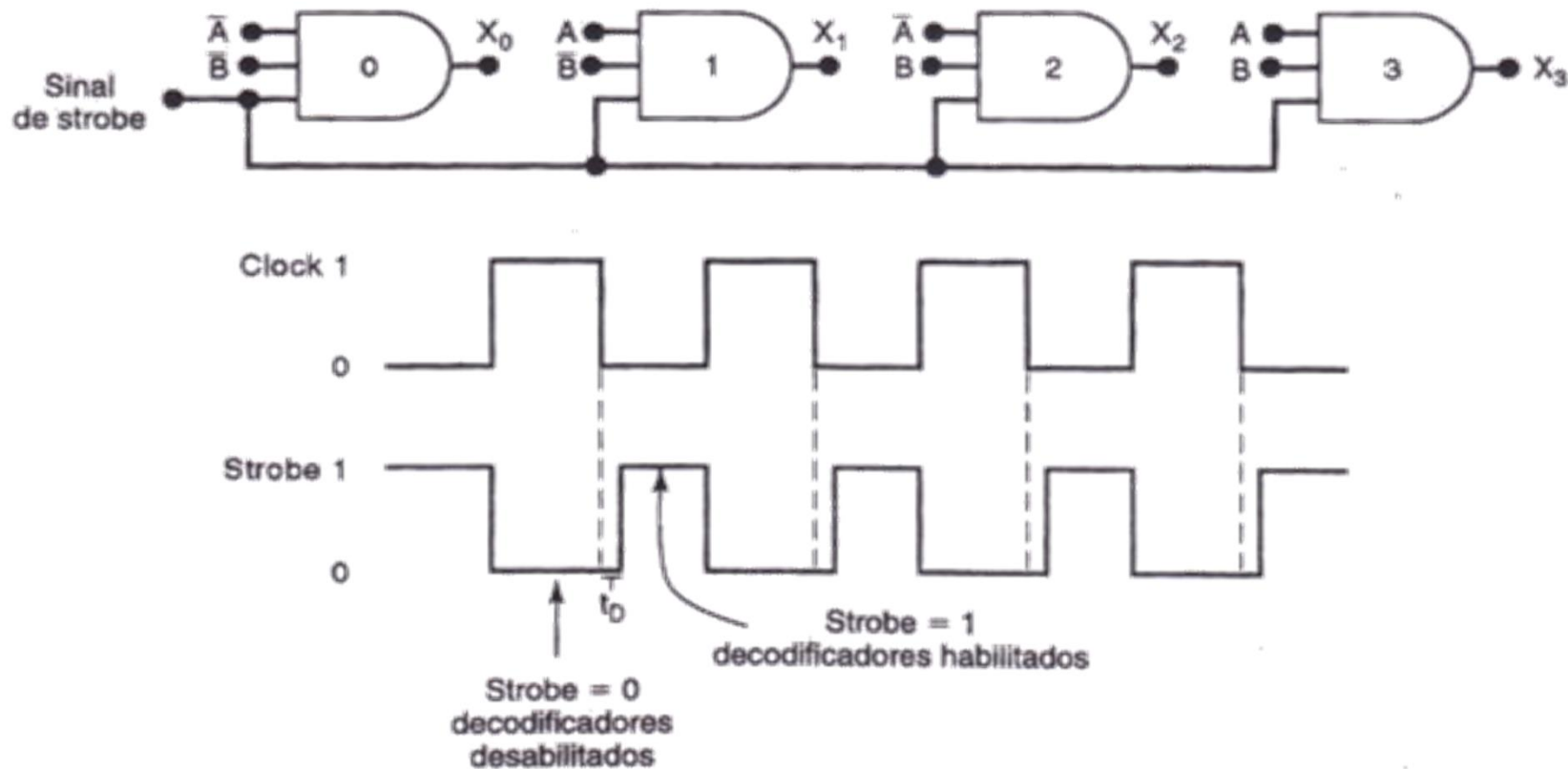
↑ ↑

- Contador Assíncrono Decrescente: estados espúrios devido a t_p dos Flip-Flop's → **Como eliminar?**

Contadores Assíncronos

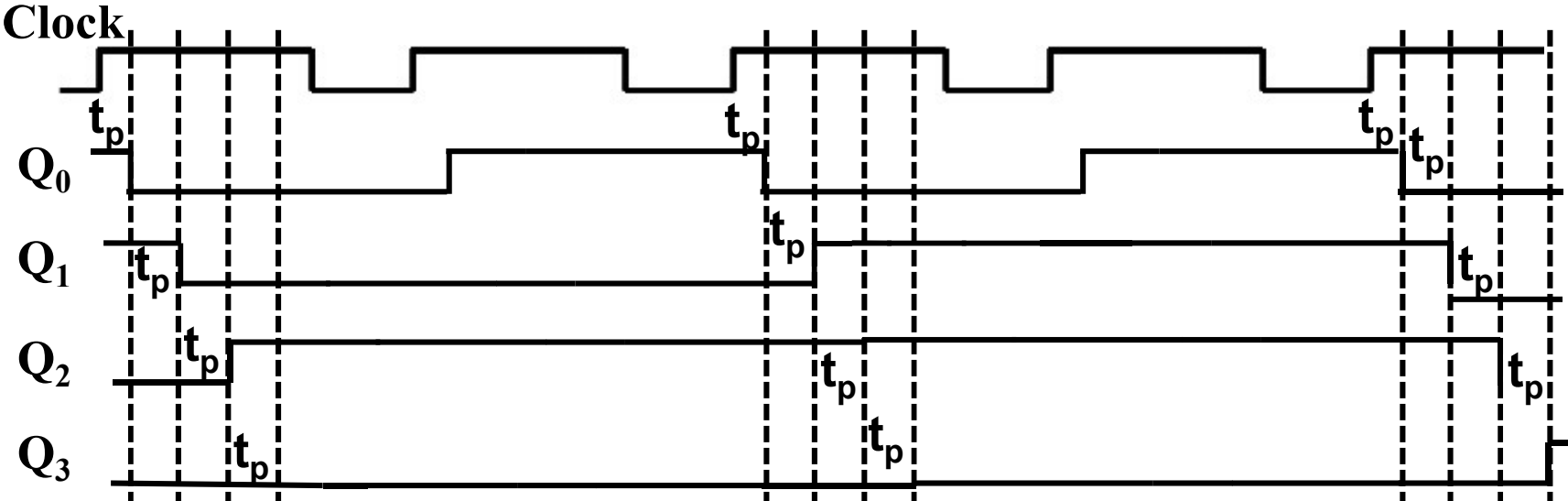


Contadores Assíncronos



- Eliminando glitches de decodificação: decodificadores desabilitados no intervalo relativo aos estados espúrios provocados pelos t_p dos FFs
 - Uso de sinal de “strobe” (inverso do clock)

Contadores Assíncronos



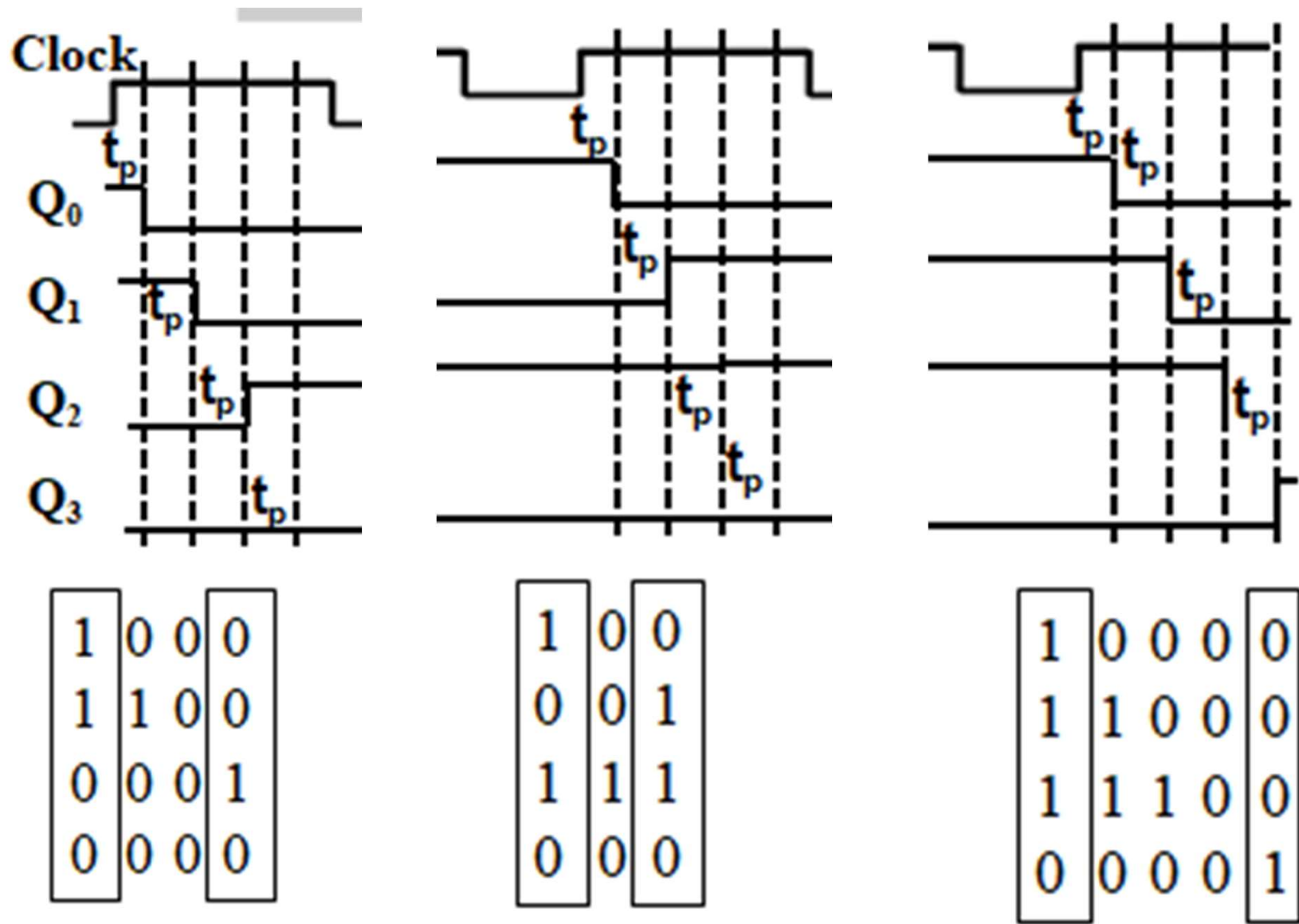
1	0	0	0
1	1	0	0
0	0	0	1
0	0	0	0

1	0	0
0	0	1
1	1	1
0	0	0

1	0	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0
0	0	0	0	1

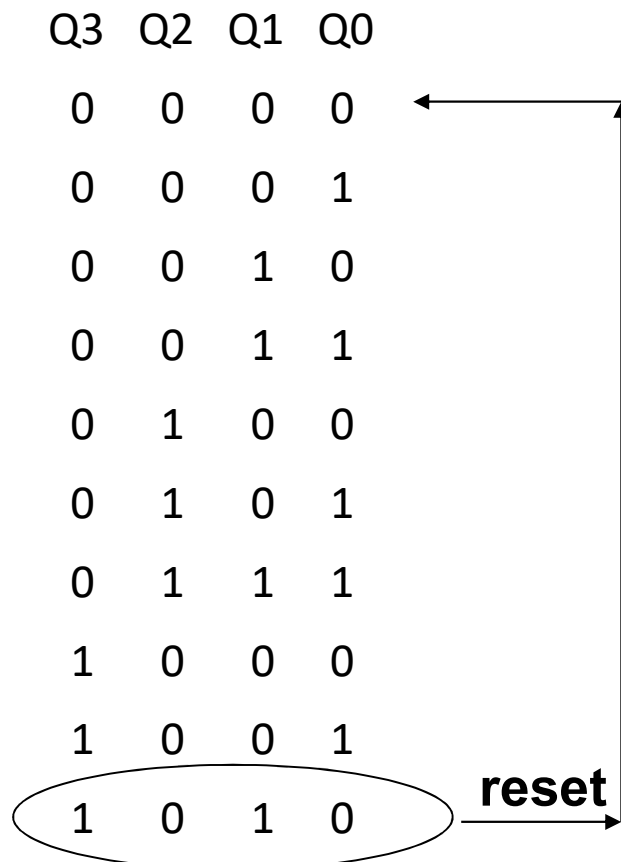
- Contador Assíncrono Crescente: **estados espúrios** devido ao t_p dos FFs: **strobe** na decodificação também se aplica aqui

Contadores Assíncronos



Contadores Assíncronos

- Contador de década, BCD, ou divisor de frequência por 10:



- Conta de 0 a 9: deve permanecer em cada estado por pelo menos um período de *clock* completo;
- Ao detectar o estado 10, carrega estado 0 e retoma a contagem assíncrona
- **Nota:** O contador permanece no estado 10 por um período de tempo igual ao necessário para sinal *Reset* atuar.

Contadores Assíncronos

- Contador de década: conta de 0 a 9
 - Obs.: reset síncrono com detector de “9” teria efeito similar

