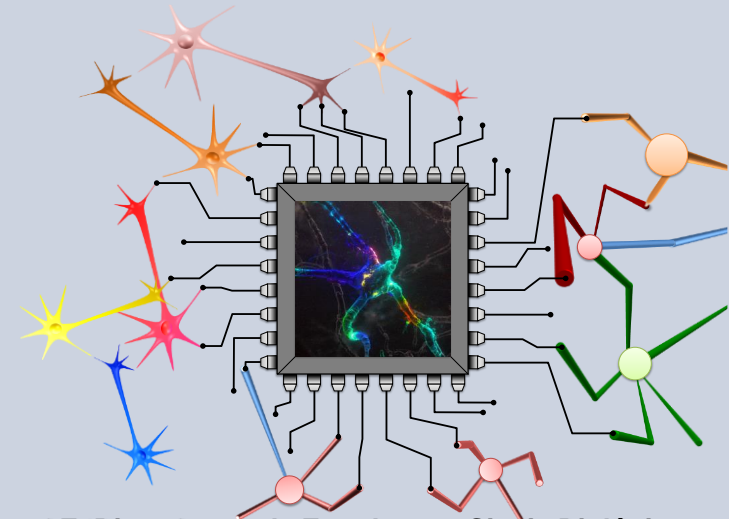


Universidade de São Paulo
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Departamento de Sistemas de Computação

SSC108
Prática em Sistemas Digitais

Flip-Flop



GE4Bio – Grupo de Estudos em Sinais Biológicos

Prof.Dr. Danilo Spatti

São Carlos



- Em circuitos **combinacionais** a saída em um dado **instante** depende **apenas** da **combinação** das **entradas** neste **instante**.
- Existem projetos que **não podem** ser resolvidos com circuitos **combinacionais**.
- Muitas vezes é necessário **conhecer** o **estado anterior** e a sequência **anterior** para se obter a **saída**.



- Um modo de classificar os circuitos digitais seria subdividi-los em Circuitos **Combinacionais** e Circuitos **Sequenciais**.
- Combinacionais são aqueles em que as **saídas dependem unicamente** das **entradas**, seguem a lógica **combinacional** e utiliza a **álgebra** de **Boole** como ferramenta.



- Nos circuitos sequenciais, as saídas dependem das entradas presentes e também da história das entradas no passado.
- Saídas dependem da sequência de valores lógicos na entrada que conduzem até o presente.
- Apresenta memória e realimentação.



- Astáveis: circuitos **sem estados estáveis**, mudam **constantemente** de estado sem a necessidade de **estímulos** externos.
- Monoestáveis: circuitos com **um estado estável**, o **repouso**. **Muda** de estado com sinal **externo**, mas **volta** após algum **tempo**.
- Biestáveis: circuitos com **dois estados estáveis**: **repouso** e **ativo**, somente mudam de estado com sinal **externo**. Ex.: flip-flops.



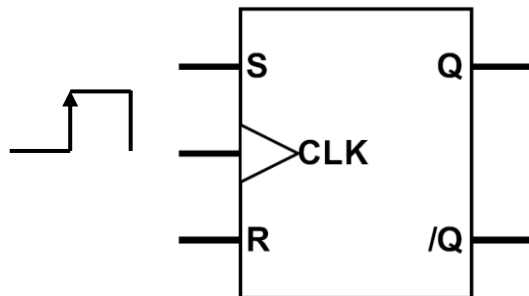
- Também chamados de circuitos **Síncronos**.
- O momento **exato** em que a saída pode **mudar** de **estado** é determinado por um sinal **periódico**: clock.
- Geralmente um **trem** de **pulsos** de onda **quadrada**.
- Sensível à **nível** ou à **borda** (subida ou descida) do clock.



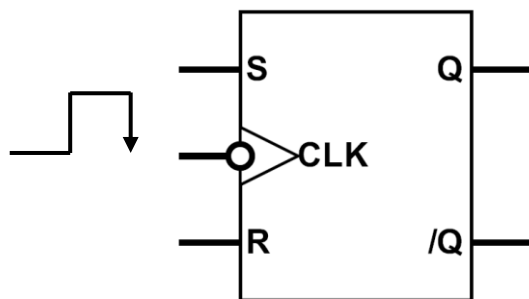
- A diferença básica entre um latch e um Flip-Flop (FF) é a presença de um sinal de **clock**.
- A saída de um FF **somente** se **modifica** quando uma dada **condição** do **clock acontece**, geralmente, **borda de subida** ou **descida** do sinal.



- Não tem versões comerciais, base teórica para outros FF.



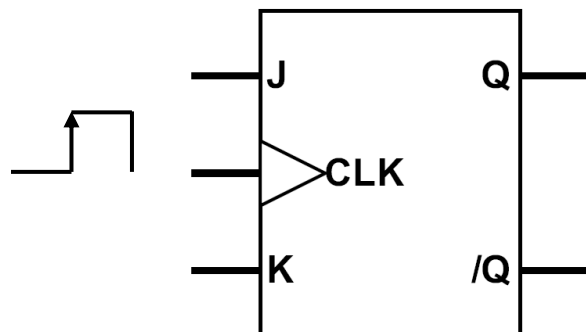
| S | R | CLK | SAÍDA |
|---|---|-----|----------|
| 0 | 0 | ↑ | Não Muda |
| 1 | 0 | ↑ | Q = 1 |
| 0 | 1 | ↑ | Q = 0 |
| 1 | 1 | ↑ | Inválido |



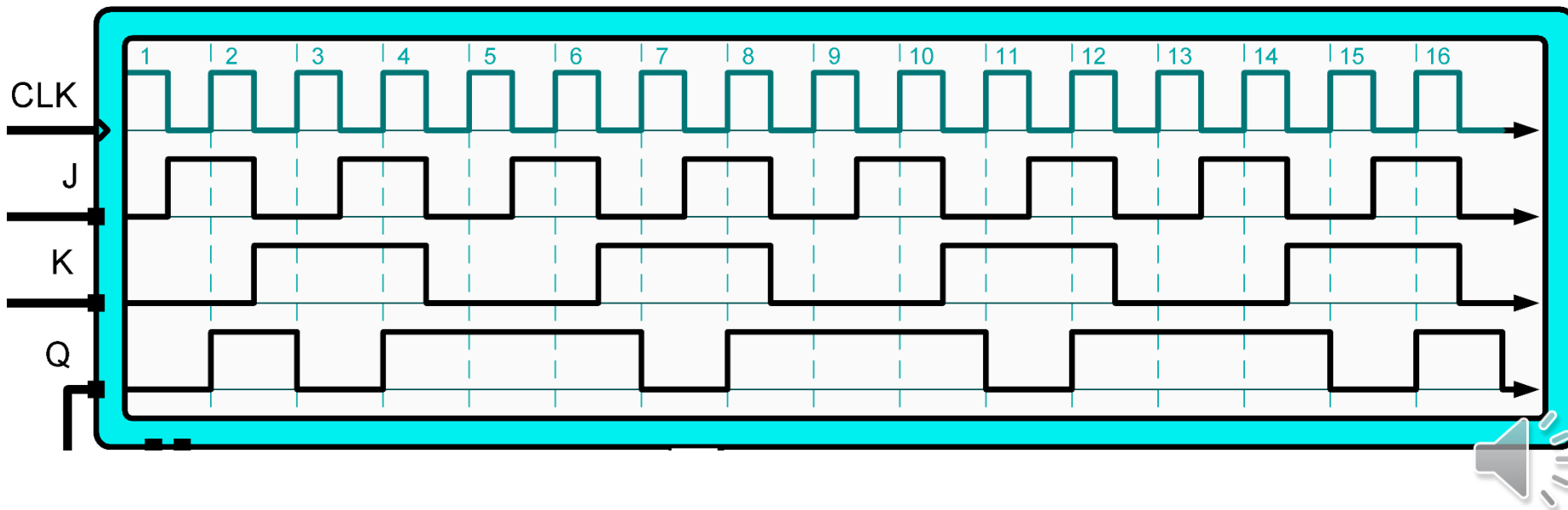
| S | R | CLK | SAÍDA |
|---|---|-----|----------|
| 0 | 0 | ↓ | Não Muda |
| 1 | 0 | ↓ | Q = 1 |
| 0 | 1 | ↓ | Q = 0 |
| 1 | 1 | ↓ | Inválido |



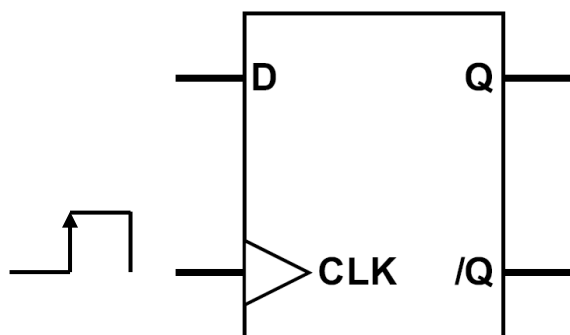
- Não tem estado inválido e tem modo de comutação



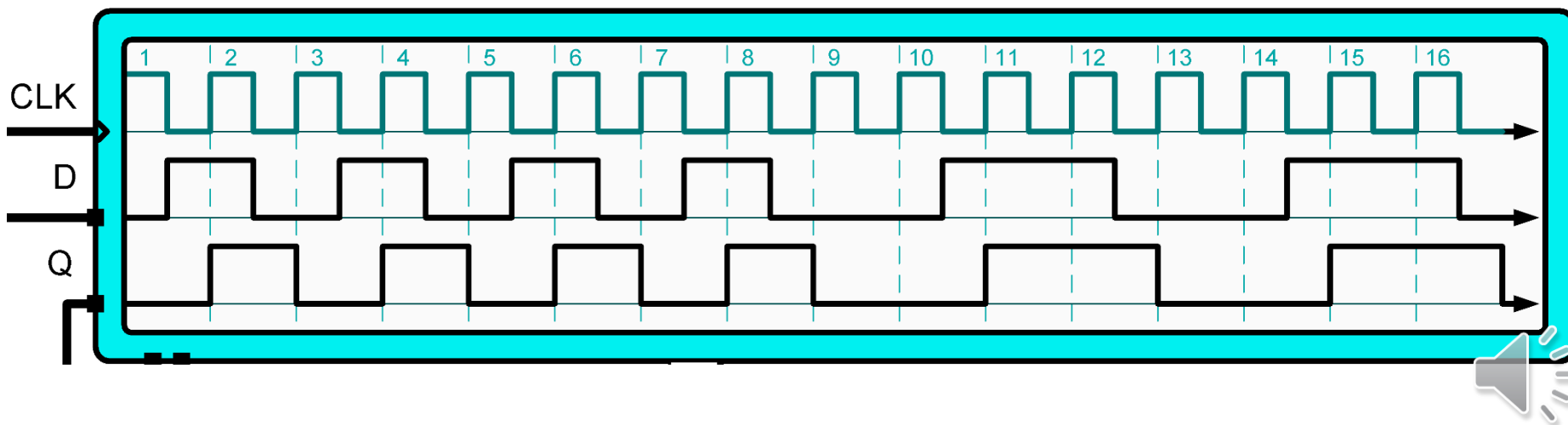
| J | K | CLK | SAÍDA |
|---|---|-----|----------|
| 0 | 0 | ↑ | Não Muda |
| 1 | 0 | ↑ | Q = 1 |
| 0 | 1 | ↑ | Q = 0 |
| 1 | 1 | ↑ | Comuta |



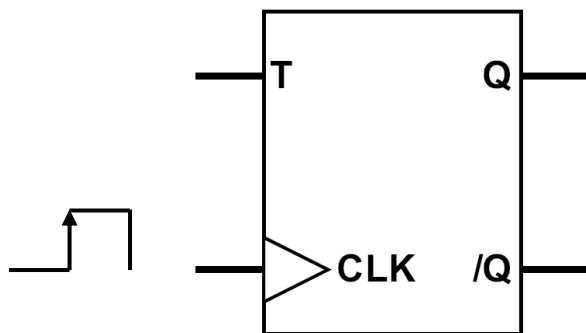
- A saída **copia** a **entrada** D de acordo com o **sinal** de **clock**.



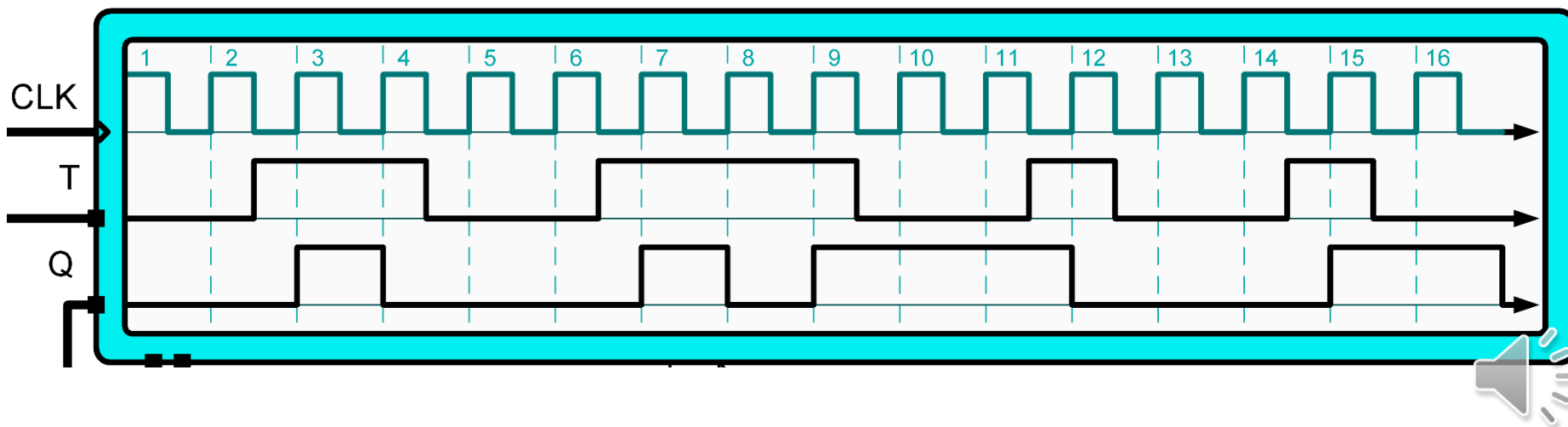
| D | CLK | SAÍDA |
|---|-----|-------|
| 0 | ↑ | 0 |
| 1 | ↑ | 1 |



- Comuta a saída quando se aplica um pulso de clock.

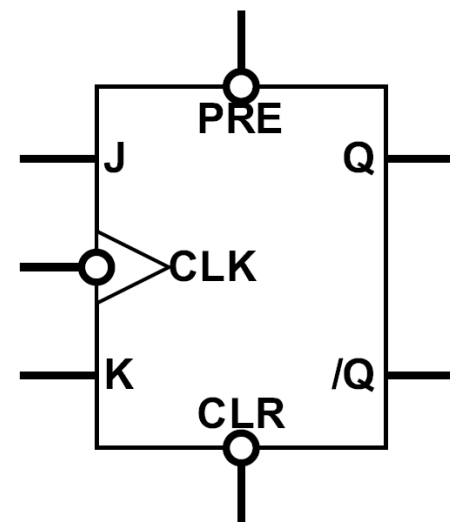


| T | CLK | SAÍDA |
|---|-----|--------|
| 0 | ↑ | Mantém |
| 1 | ↑ | Comuta |



- Geralmente, os FF **comerciais** possuem entradas **assíncronas**, como clear (CLR) ou preset (PRE), as quais **modificam a saída independente** do sinal de **CLK**.

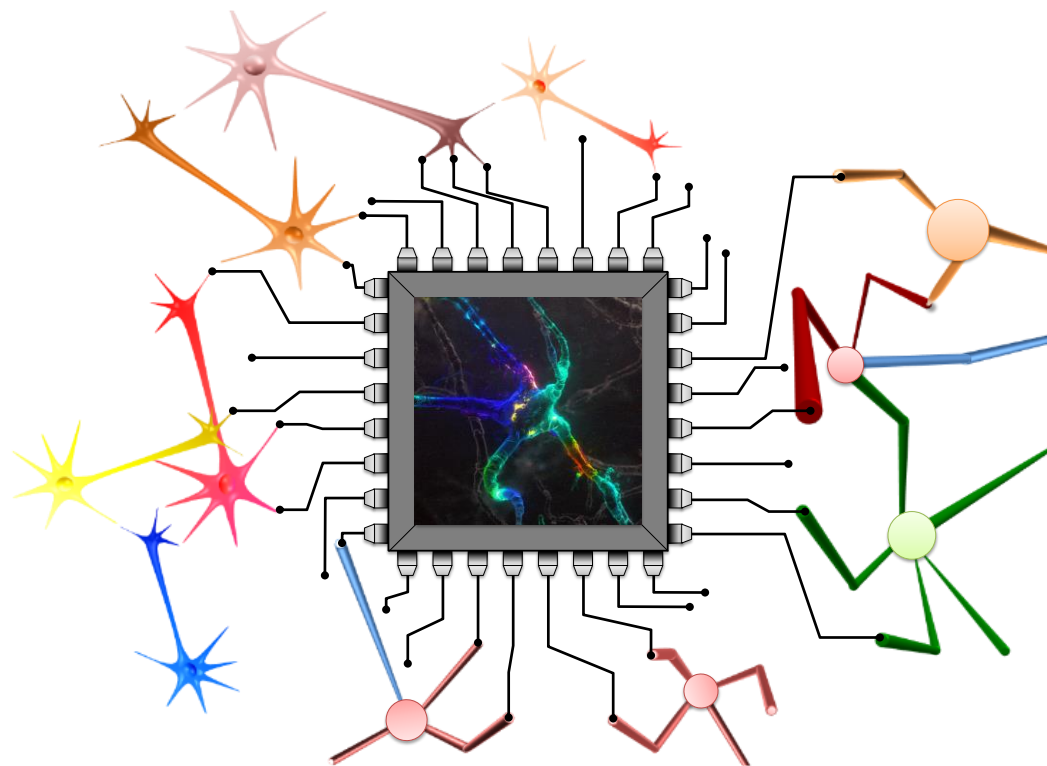
| J | K | CLK | PRE | CLR | Q |
|---|---|-----|-----|-----|-------------------|
| 0 | 0 | ↓ | 1 | 1 | Não Muda |
| 0 | 1 | ↓ | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | ↓ | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | ↓ | 1 | 1 | Comuta |
| X | X | X | 1 | 1 | Não Muda |
| X | X | X | 1 | 0 | Clear assíncrono |
| X | X | X | 0 | 1 | Preset assíncrono |
| X | X | X | 0 | 0 | Inválido |



1. Fazer o tutorial do Logisim.
2. Simular os Flip-Flops tipo D e tipo T no LogiSIM utilizando LEDs nas saídas. Faça em um arquivo em Branco.
3. Executar as simulações dos exemplos fornecidos (*.circ).
4. Criar as simulações dos Flip-Flops tipo D e tipo T utilizando o arquivo de design da placa DE0-CV fornecido (DE0-CV.circ).



spatti@icmc.usp.br



GE4Bio – Grupo de Estudos em Sinais Biológicos