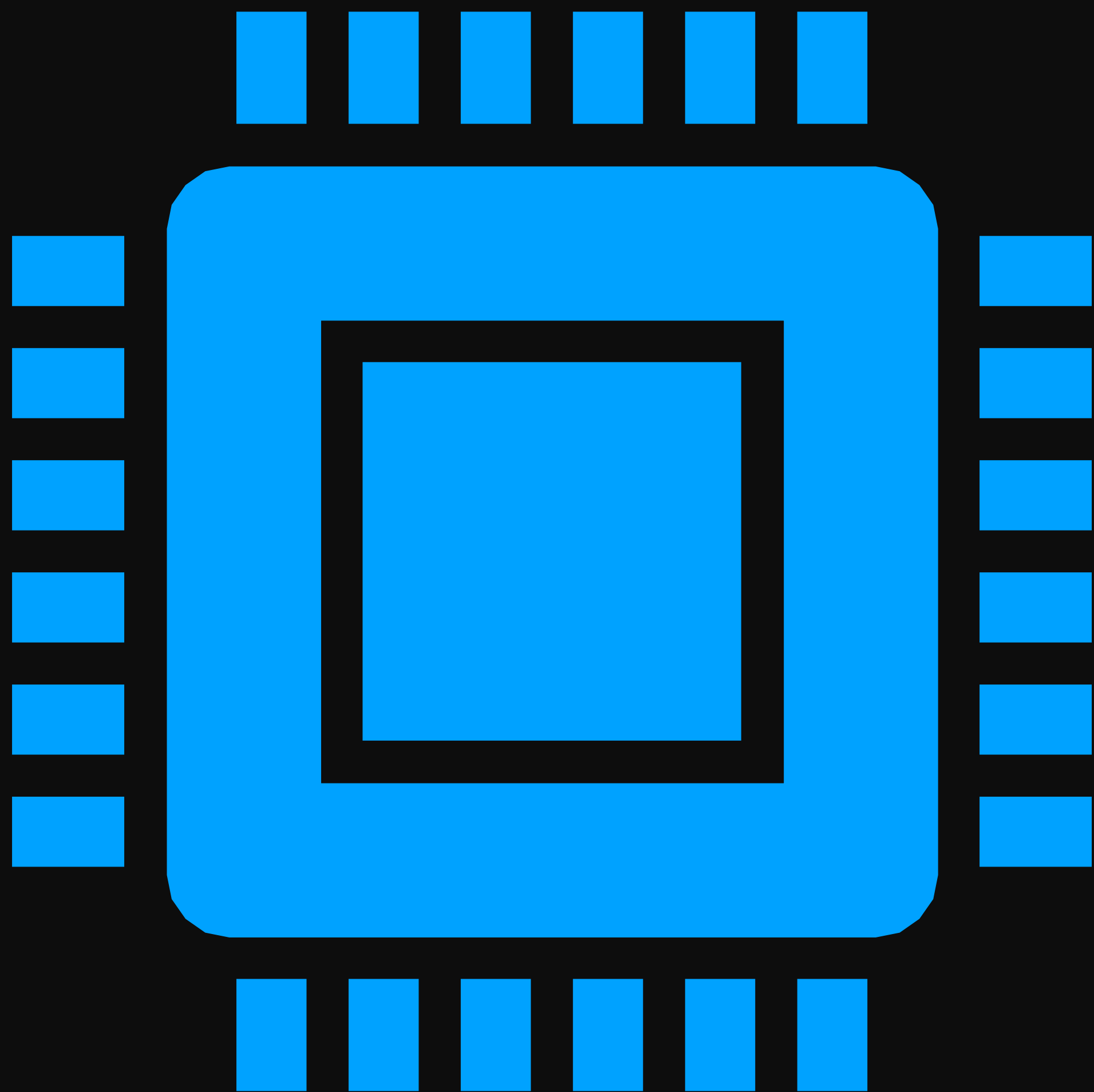


Curso: Engenharia de Computação

Arquitetura de Computadores

Prof. Clayton J A Silva, MSc
clayton.silva@professores.ibmec.edu.br

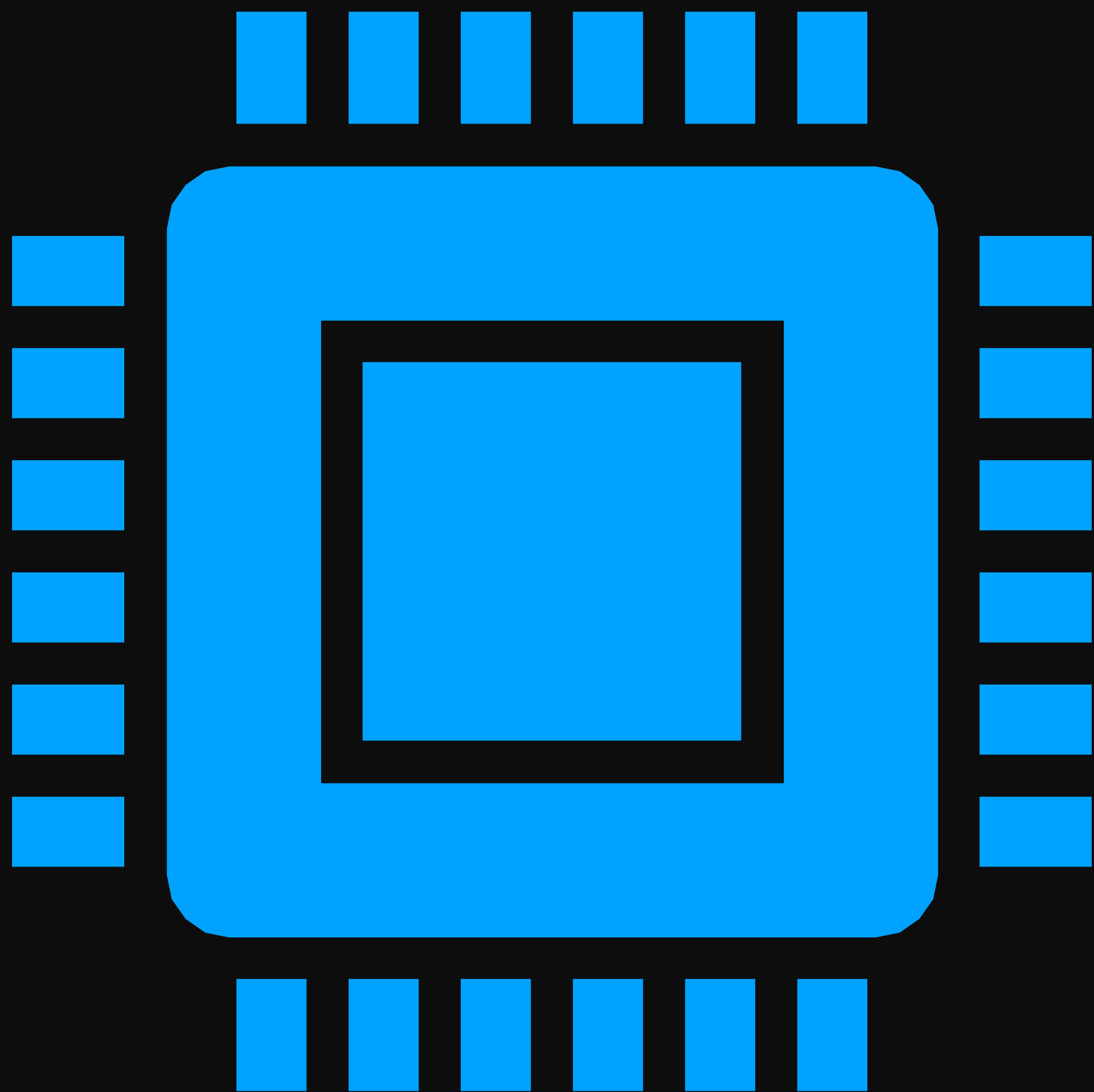




Circuitos digitais

1. COMBINACIONAIS

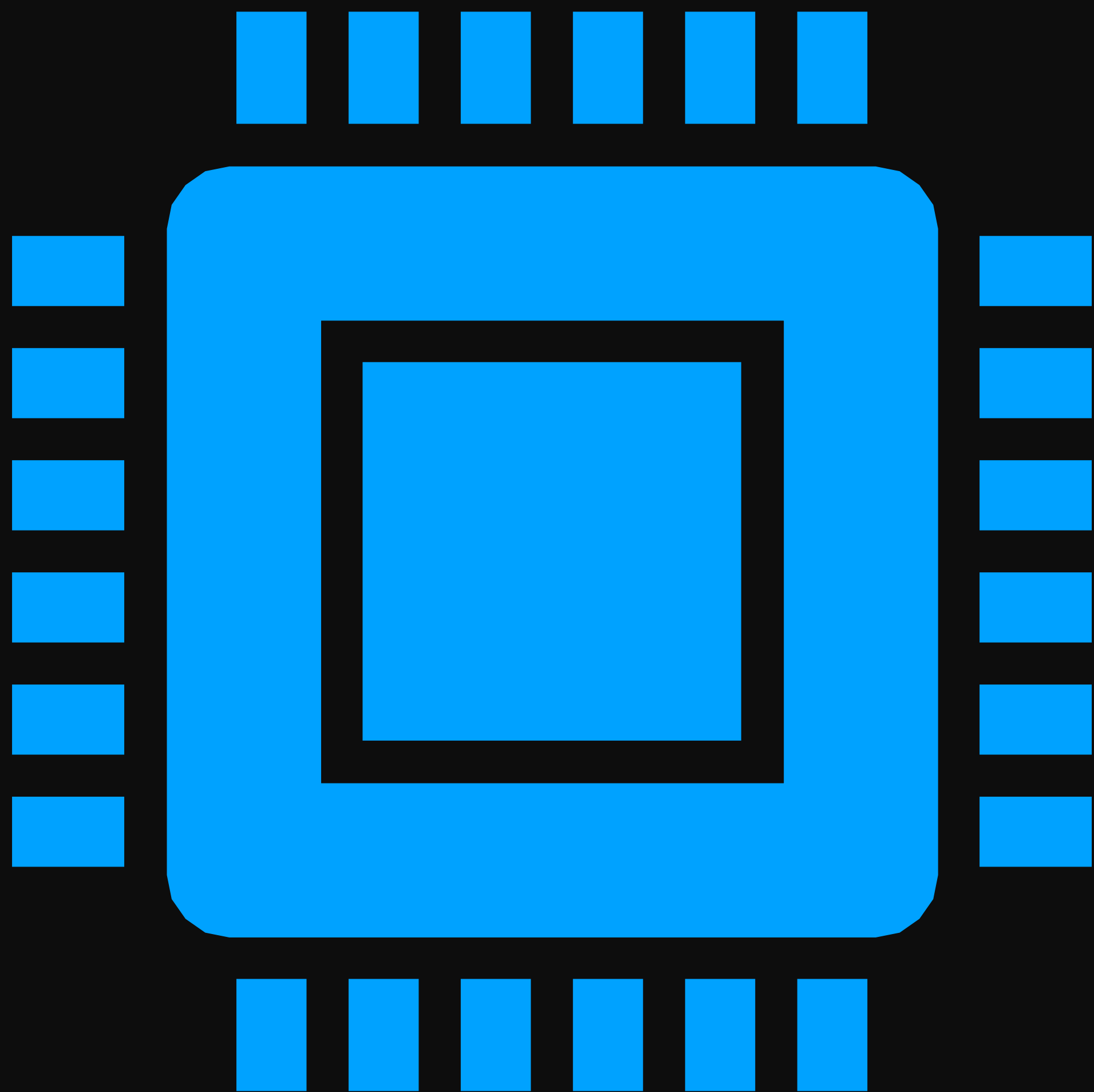
2. SEQUENCIAIS



Circuitos digitais

1. COMBINACIONAIS

2. SEQUENCIAIS



Circuitos digitais

1. COMBINACIONAIS

2. SEQUENCIAIS

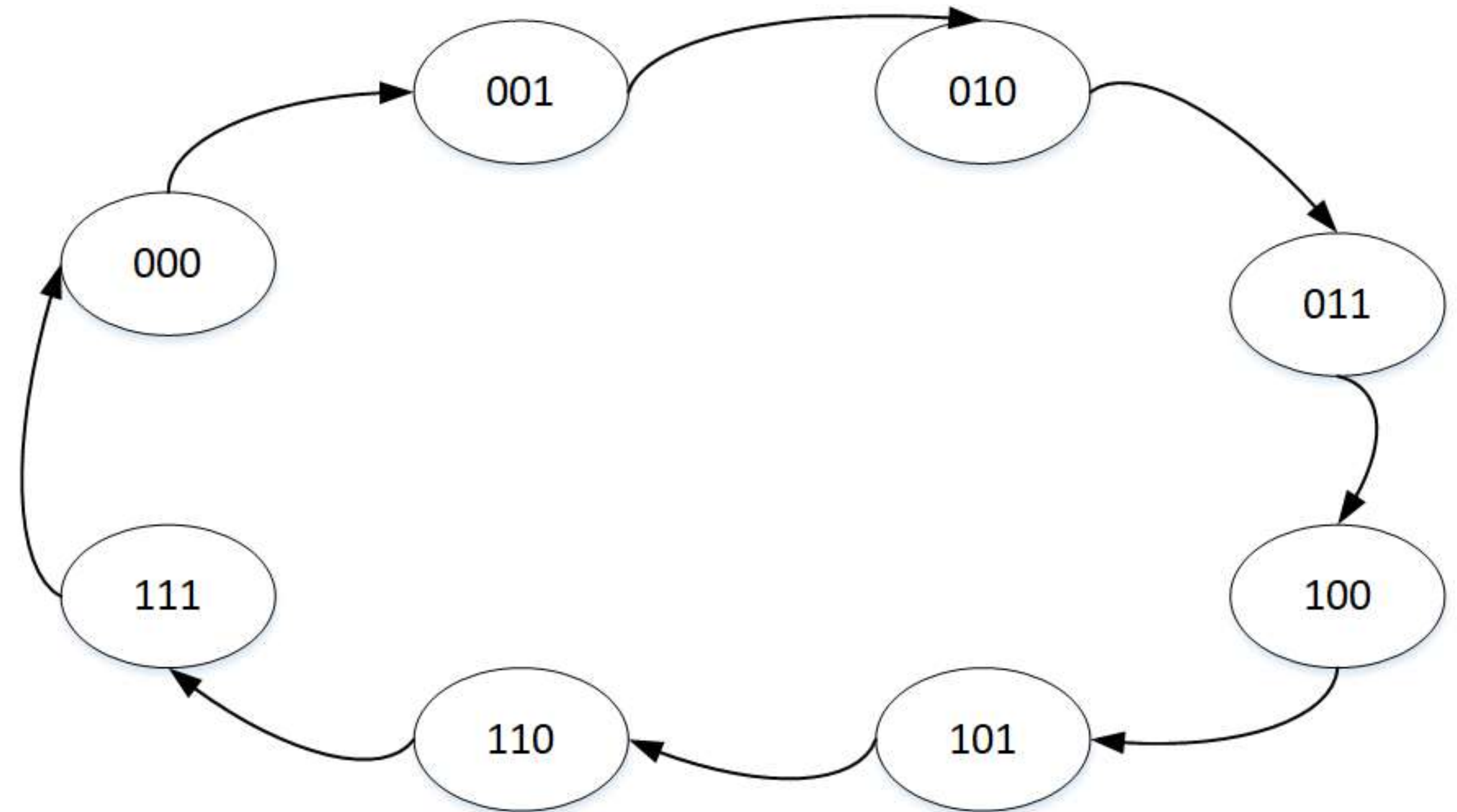
Circuitos **sequenciais**

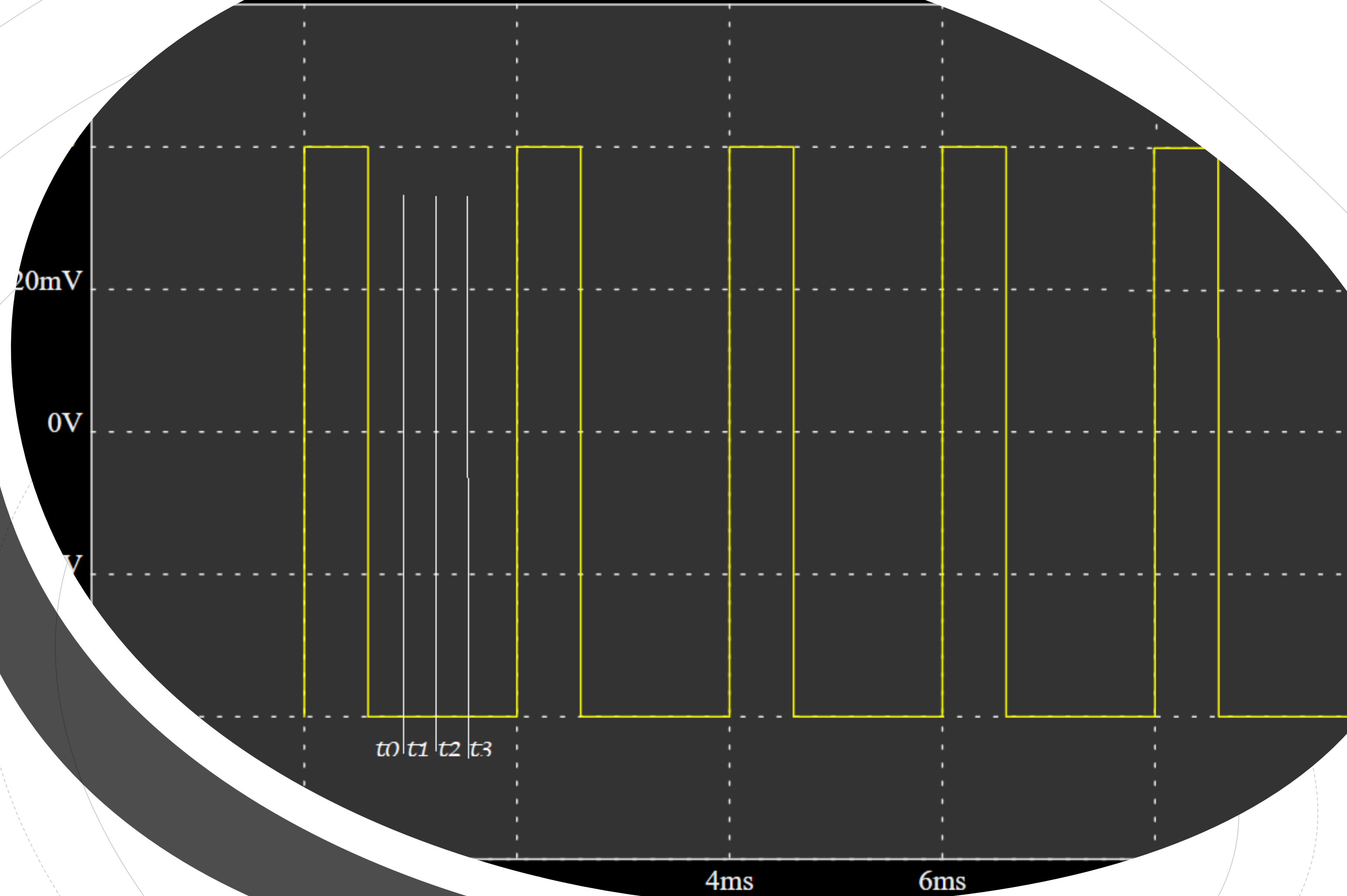
aqueles cujas **saídas** dependem das **entradas** e de uma **realimentação** da saída para a entrada a fim de gerar uma função de saída como uma função **sequencial** de suas entradas

Elementos básicos: *Flip-flops*

- Elemento básico de **máquinas de estados finitos**
- Requer como entrada um **sinal de *clock***, que funciona como a base de **referência do tempo**
- Sinal de *clock* normalmente é uma **sequência periódica de pulsos com determinada frequência**, variando de estado 0 a 1, e vice-versa

Diagrama de estados **contador**





**Sinal de
*clock***

Sinal de clock com **frequência** de 0,5 kHz, **amplitude** de 20 mV

Operação de *Flip-flops*

- Existem vários tipos, cada um apresenta um comportamento específico
- A saída em um instante (Q_{n+1}) depende das entradas de clock em um instante e da saída em um instante anterior (Q_n) realimentada

Flip-flop tipo T

T	Q_n	Q_{n+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$Q_n \rightarrow Q_{n+1}$	T
0 \rightarrow 0	0
0 \rightarrow 1	1
1 \rightarrow 0	1
1 \rightarrow 1	0

Na transição \uparrow do clock

$T=0 \Rightarrow$ igual a saída anterior

$T=1 \Rightarrow$ inversão da saída anterior

Flip-flop tipo D

<i>D</i>	<i>Q_n</i>	<i>Q_{n+1}</i>
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

<i>Q_n -> Q_{n+1}</i>	<i>D</i>
0 -> 0	0
0 -> 1	1
1 -> 0	0
1 -> 1	1

Na transição ↑ do clock

D=0 => saída será 0

D=1 => saída será 1

Circuitos sequenciais importantes

Registradores

Contadores

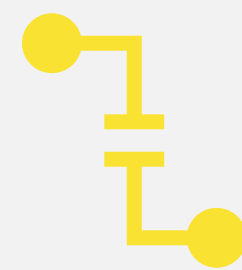
Registradores



armazenam conjunto de bits na saída



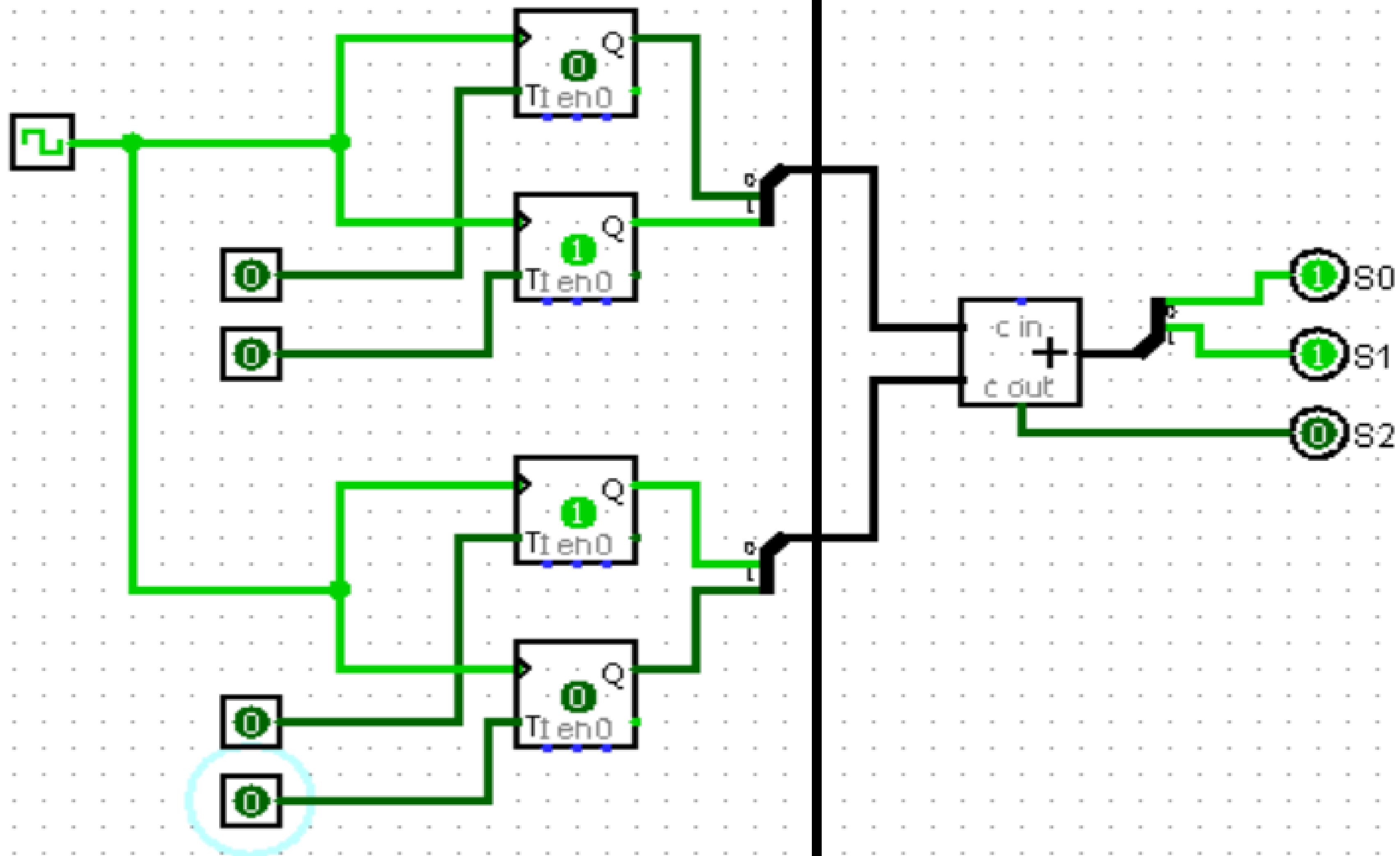
normalmente armazenam N bits



podem apresentar a saída:

1. em paralelo a um barramento de N bits
2. em série, bit a bit, dos N bits armazenados

Registrador de 3-bits



Contadores

circuitos sequenciais usados para converter um número de pulsos de entrada em um código, gerar sequências de códigos especiais etc.

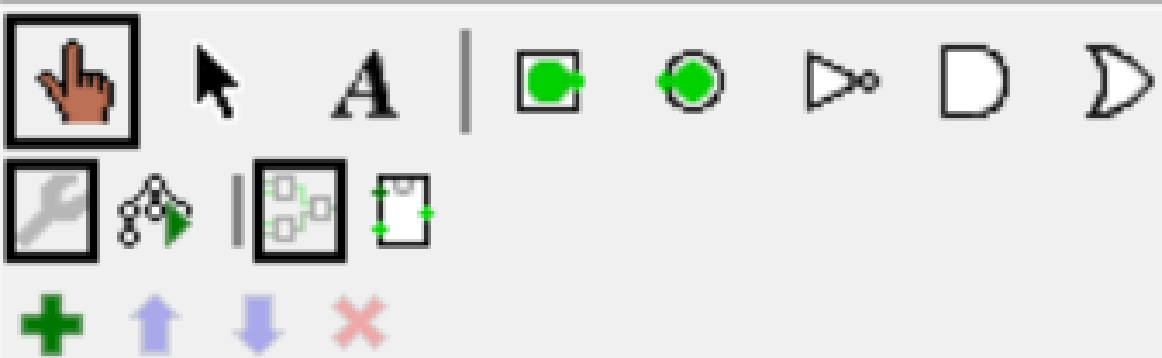
Classificam-se de várias formas:

- número de saída de bits;
- sequência de código que gera;
- conforme a resposta seja síncrona ou assíncrona.

O sinal de *clock*

Logisim: main de Sem título

Arquivo Editar Projeto Simular Janela Ajuda



- Sem título*
- main
- Conexão
- Distribuidor
- Pino
- Ponta de prova
- Túnel
- Resistor para ajuste
- Clock**
- 1. Constante
- Acrescentar Clock
- Terra
- Transistor
- Porta de Transmissão
- Extensor de bits



O sinal de *clock*

Contador

Registrador de deslocamento

Gerador de valor aleatório

RAM

ROM

Entrada/Saída

Botão

Joystick

Teclado

LED

Display de 7-segmentos

Display hexadecimal

Matriz de LED

TTY

Base

Seleção: Clock

Posição	Leste
Duração em nível alto	1 pulso
Duração em nível baixo	1 pulso
Rótulo	
Posição do rótulo	Oeste
Fonte do rótulo	SansSerif Normal 12



The screenshot shows the Logisim software interface. The 'Simular' menu is open, displaying options for enabling/disabling simulation, step-by-step simulation, and pulse generation. The 'Frequência de pulso' option is selected, opening a dialog box with a list of pulse frequencies. The circuit diagram in the background shows a green pulse source connected to a green LED indicator.

Simular Menu Options:

- Habilitar simulação (Ctrl+E)
- Desabilitar simulação (Ctrl+R)
- Simulação passo-a-passo (Ctrl+I)
- Ir ao estado >
- Continuar do estado >
- Pulso unitário (Ctrl+T)
- Pulso habilitado (Ctrl+K)
- Frequência de pulso**
- Registrar...

Pulse Frequency Selection Dialog:

- 4.1 KHz
- 2 KHz
- 1 KHz
- 512 Hz
- 256 Hz
- 128 Hz
- 64 Hz
- 32 Hz
- 16 Hz
- 8 Hz
- 4 Hz
- 2 Hz**
- 1 Hz
- 0.5 Hz
- 0.25 Hz

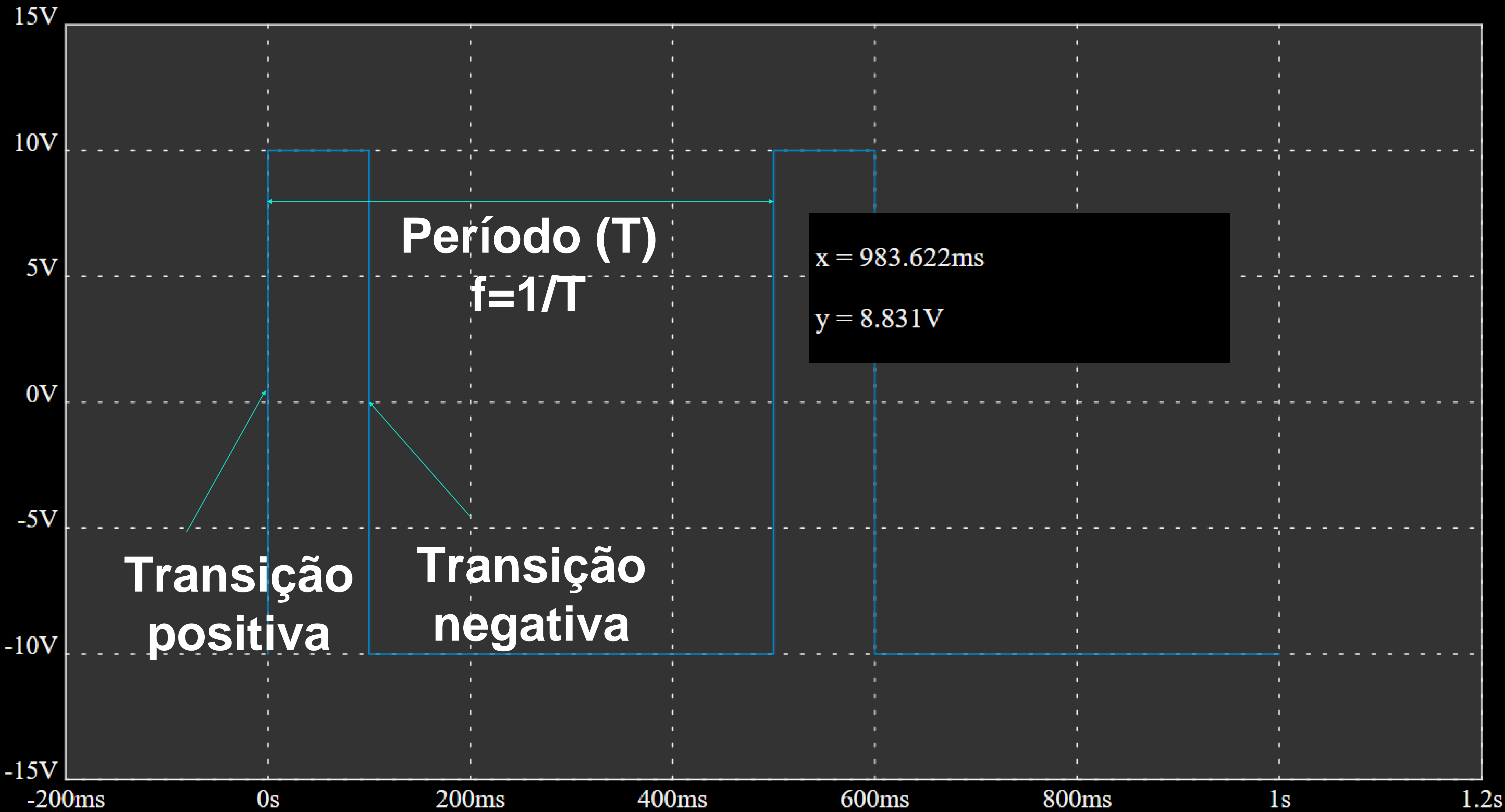
Circuit Components (Left Panel):

- Sem título*
- main
- Conexão
- Distribuidor
- Pino
- Ponta de prova
- Túnel
- Resistor para a
- Clock
- 1 • Constante
- Fonte
- Terra
- Transistor
- Porta de Transmissão
- Extensor de bits
- Portas
- Porta NOT
- Buffer
- Porta AND
- Porta OR
- Porta NAND
- Porta NOR

Circuito: main

Nome do circuito	main
Rótulo compartilhado	
Direção do rótulo compartilh...	Leste
Fonte do rótulo compartilhado	SansSerif Normal 12

V(ponta1)



Período (T)
 $f=1/T$

$x = 983.622\text{ms}$

$y = 8.831\text{V}$

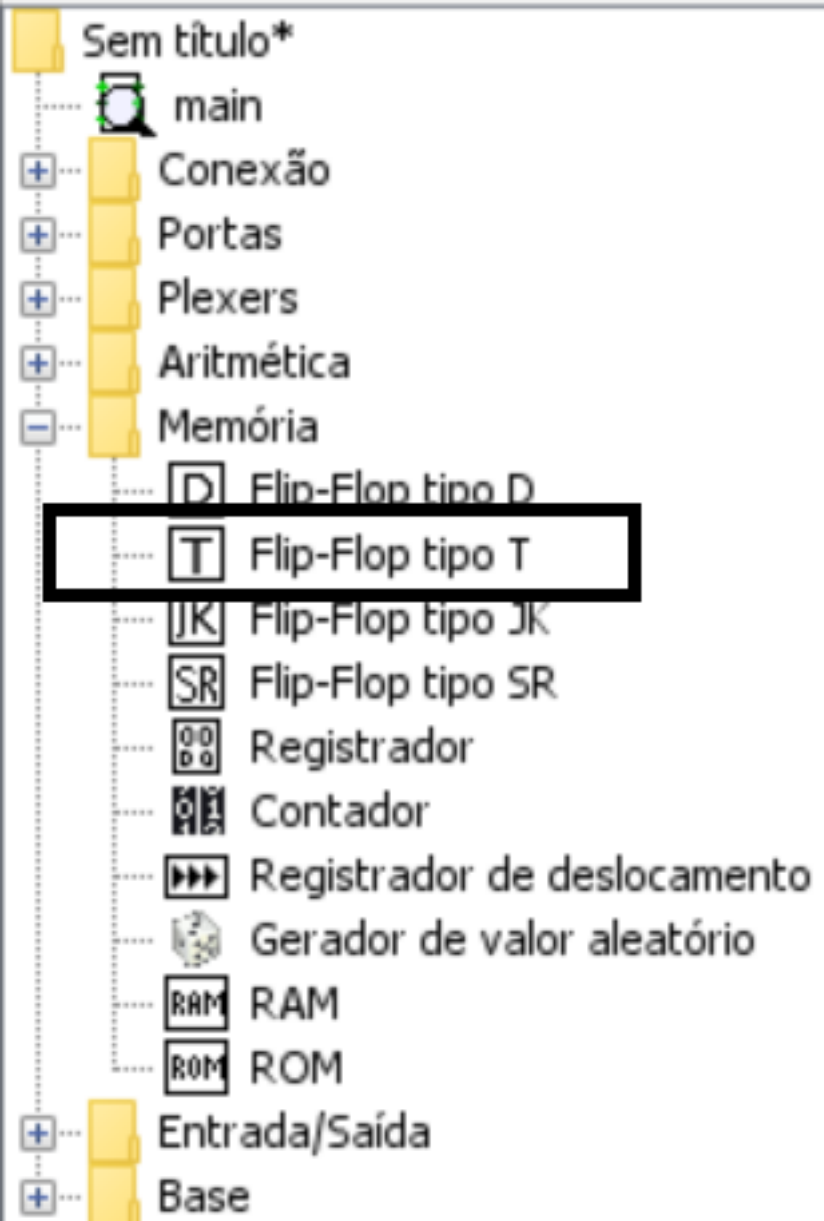
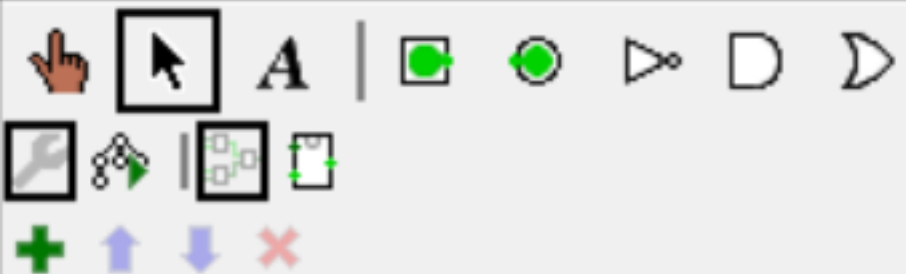
**Transição
positiva**

**Transição
negativa**

O *flip-flop* tipo T

Logisim: main de Sem título

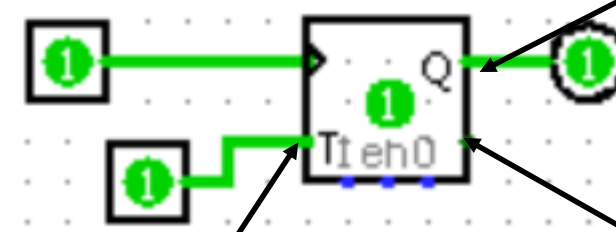
Arquivo Editar Projeto Simular Janela Ajuda



entrada T

saída Q

saída $\sim Q$



T	Q_n	Q_{n+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$Q_n \rightarrow Q_{n+1}$	T
0 \rightarrow 0	0
0 \rightarrow 1	1
1 \rightarrow 0	1
1 \rightarrow 1	0

Na transição \uparrow do clock

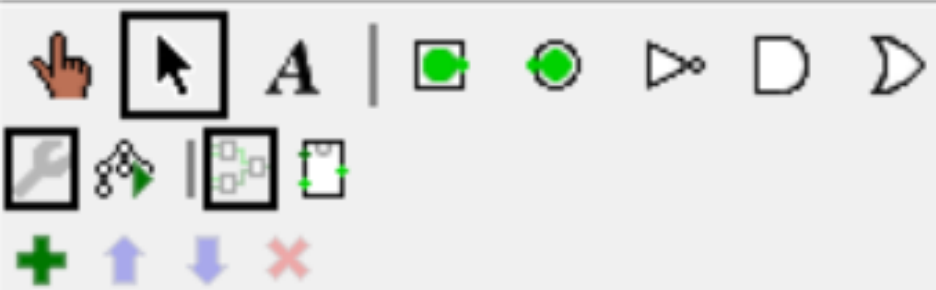
$T=0 \Rightarrow$ igual a saída anterior

$T=1 \Rightarrow$ inversão da saída anterior

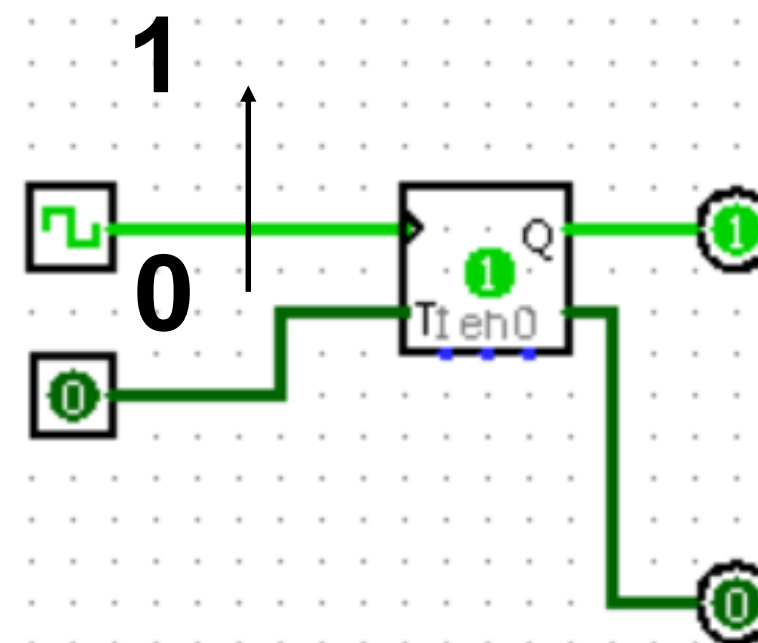
O *flip-flop* tipo T

Logisim: main de Sem título

Arquivo Editar Projeto Simular Janela Ajuda



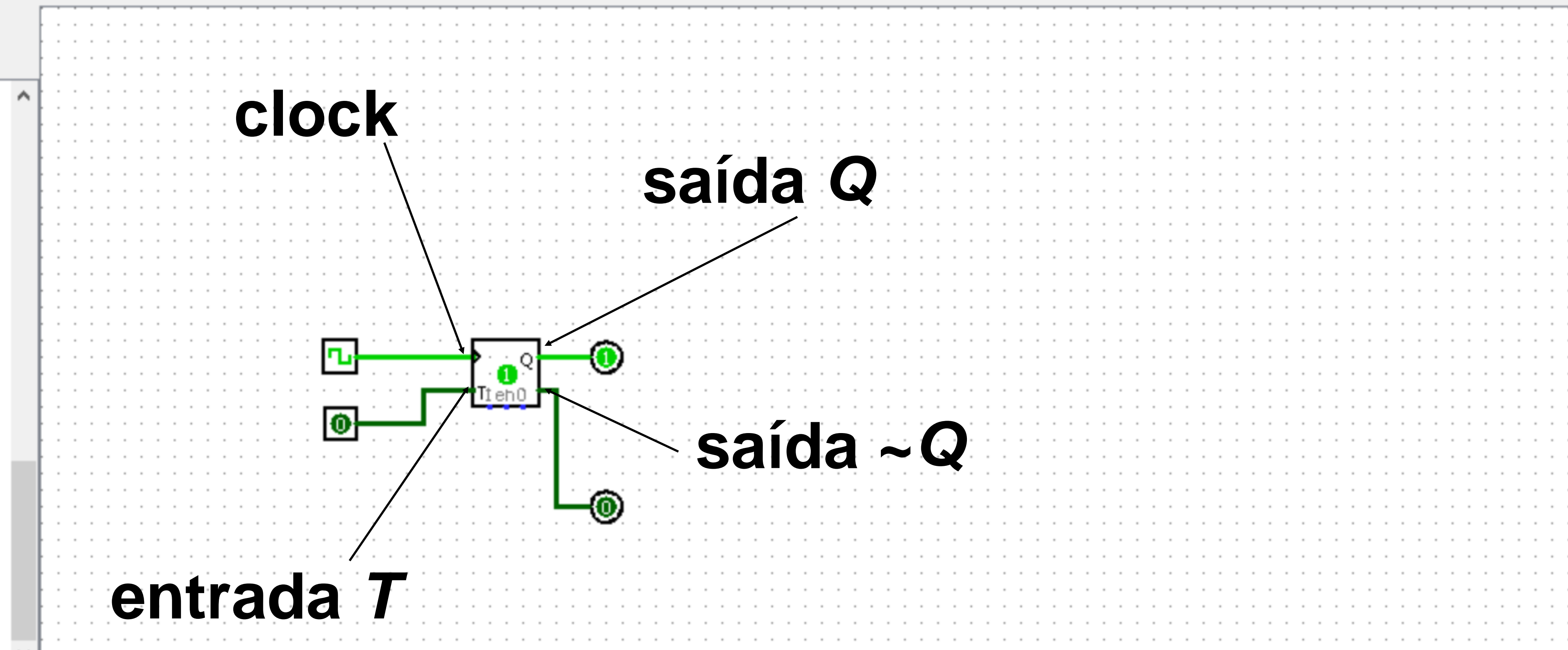
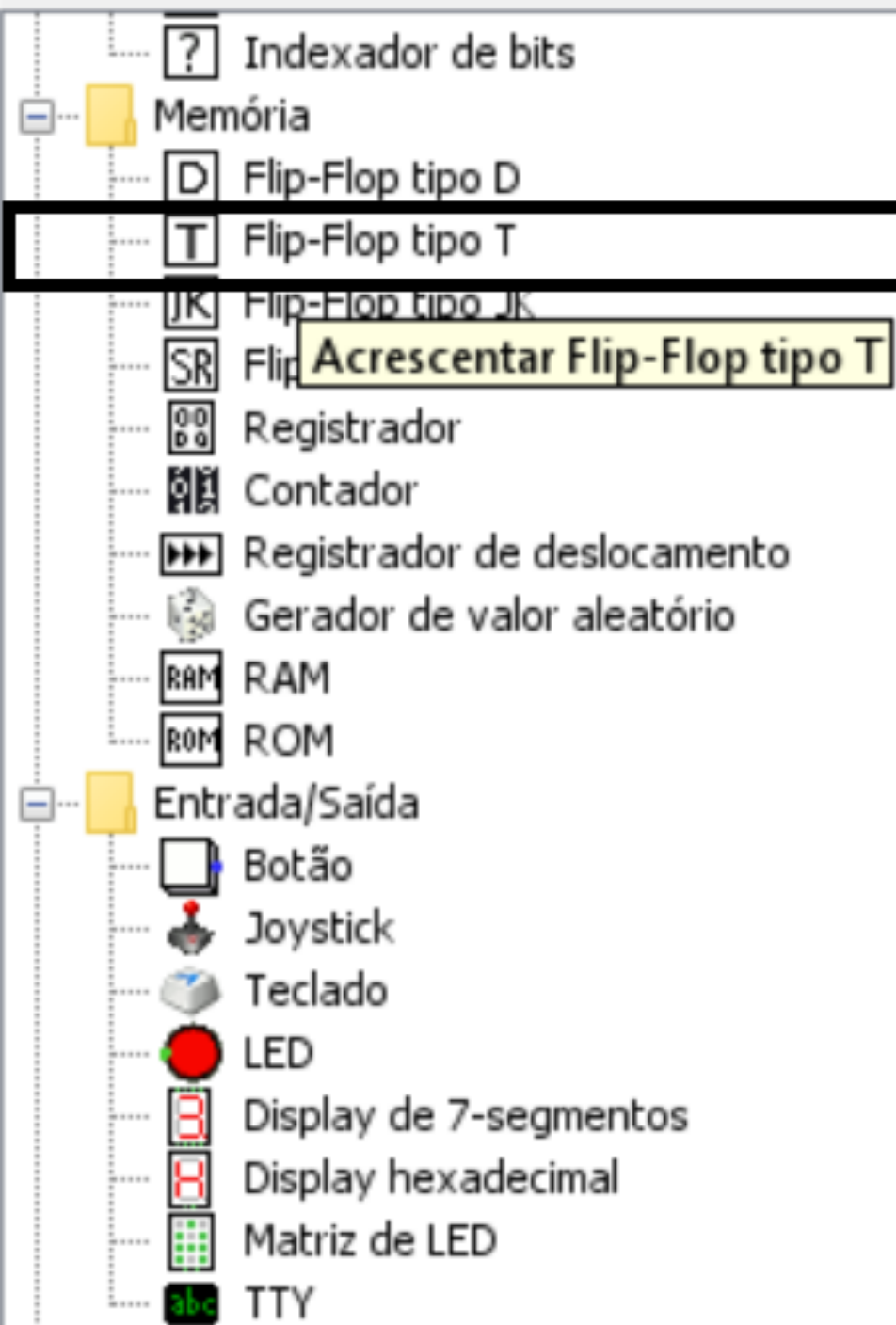
***edge-triggered* – gatilhamento pela borda**



O *flip-flop* tipo T

Logisim: main de Sem título

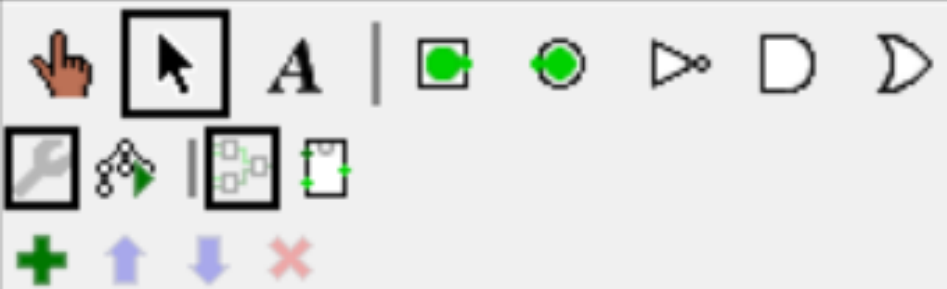
Arquivo Editar Projeto Simular Janela Ajuda



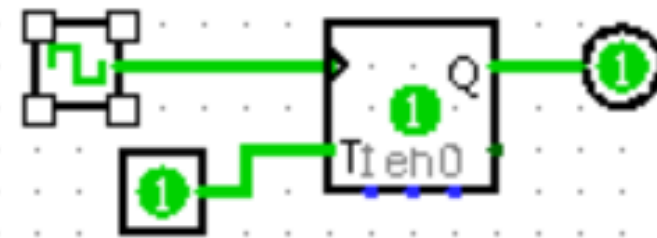
O *flip-flop* tipo T

Logisim: main de Sem título

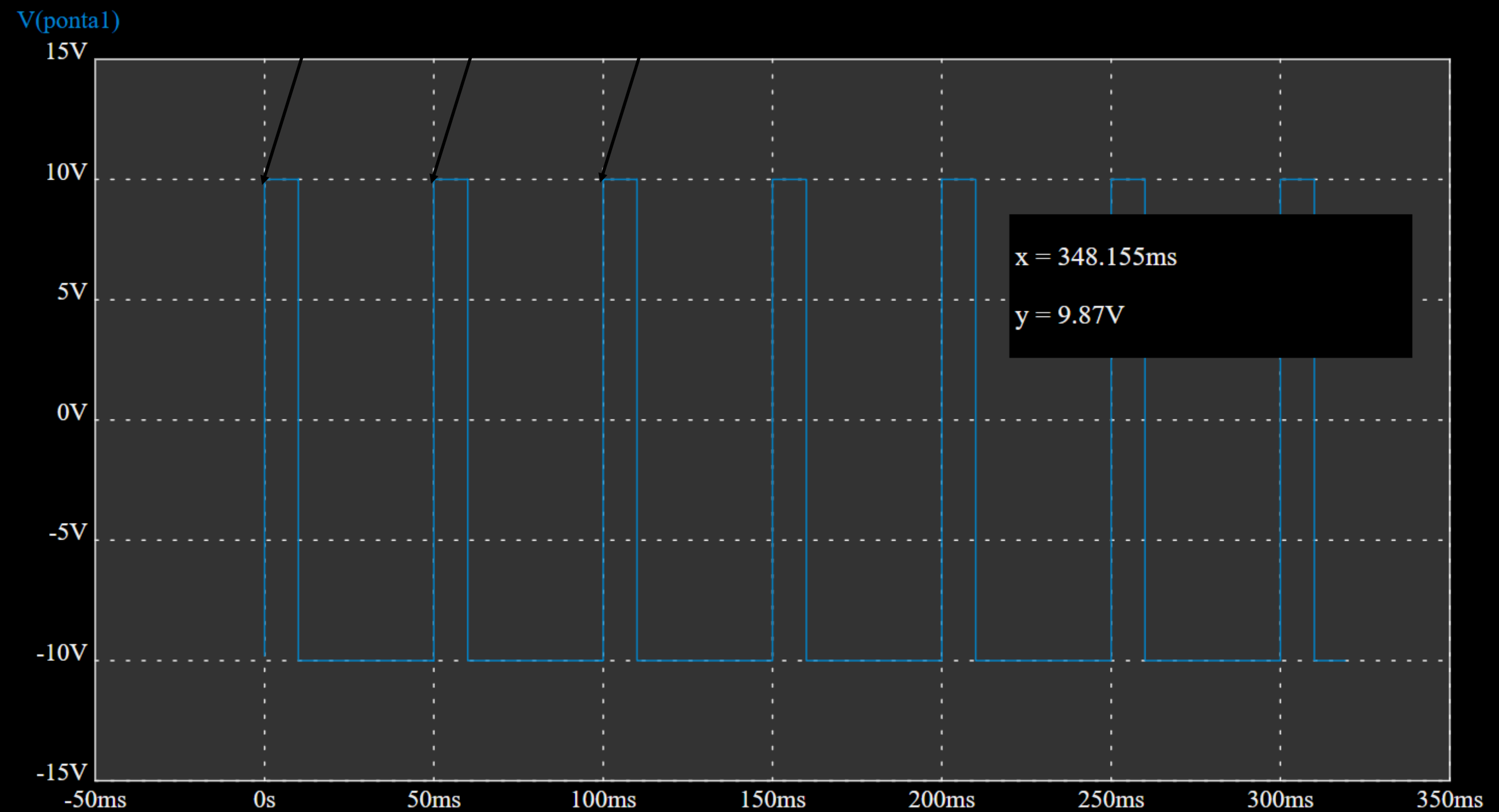
Arquivo Editar Projeto Simular Janela Ajuda



- Sem título*
- main
- Conexão
- Distribuidor
- Pino
- Ponta de prova
- Túnel
- Resistor para ajuste
- Clock**
- Constante
- Fonte
- Terra
- Transistor
- Porta de Transmissão
- Extensor de bits
- Portas
- Plexers
- Aritmética
- Memória
- Entrada/Saída
- Base



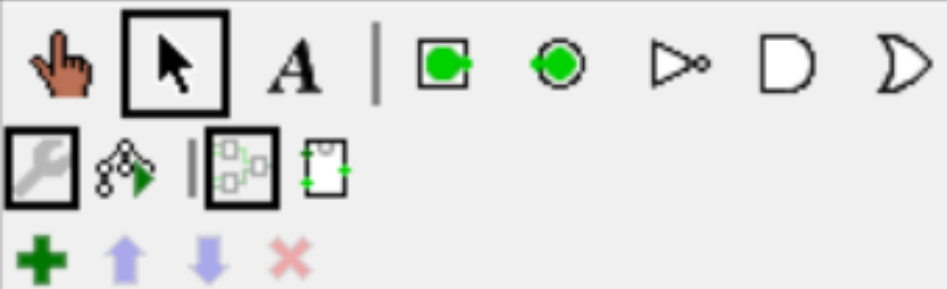
Q=1Q=0Q=1



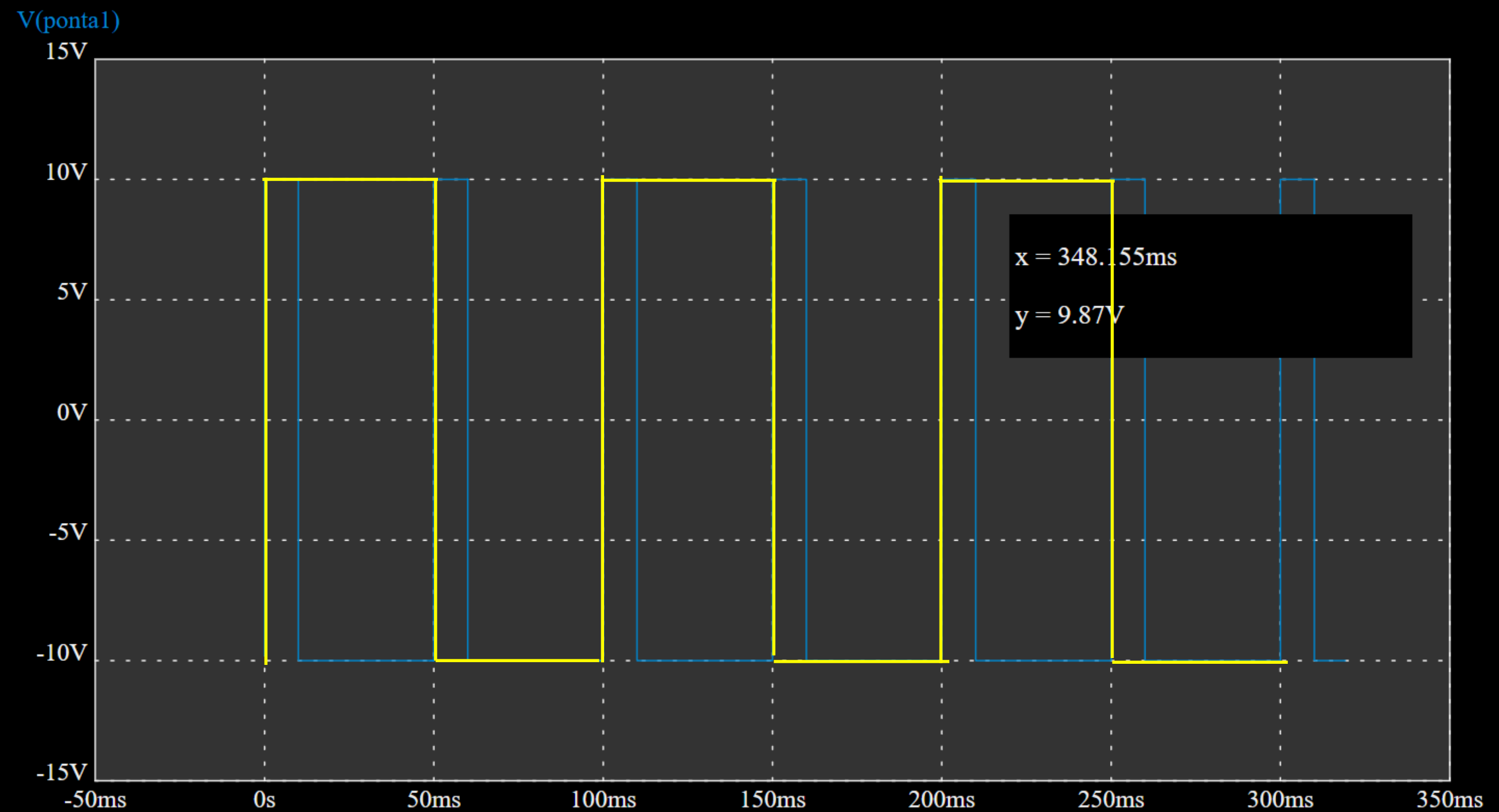
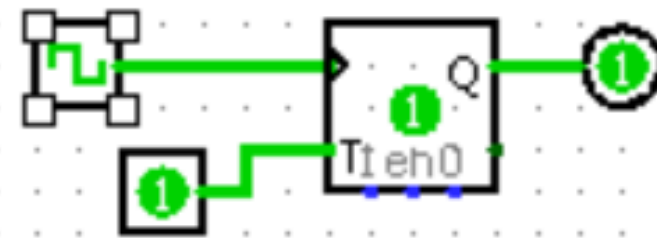
O *flip-flop* tipo T

Logisim: main de Sem título

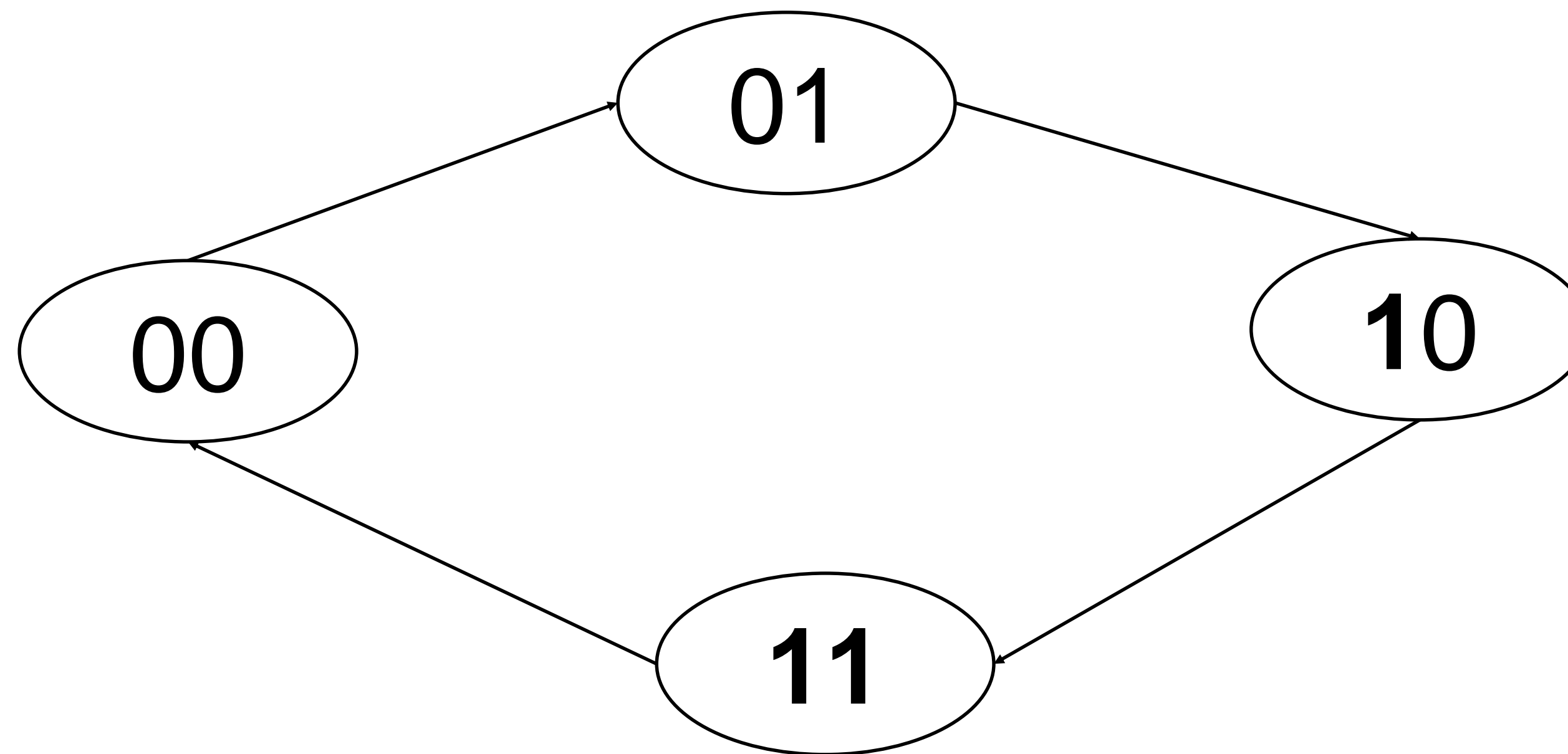
Arquivo Editar Projeto Simular Janela Ajuda



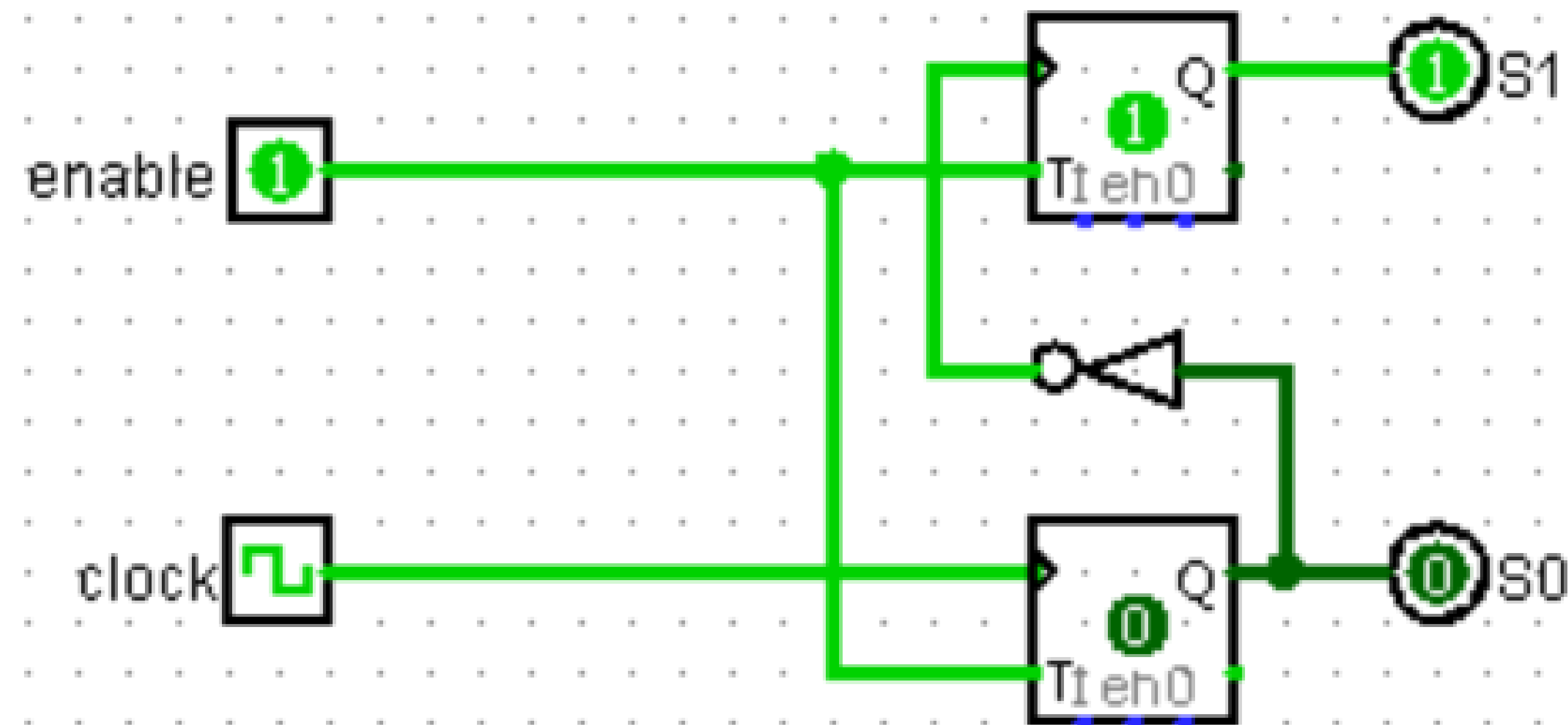
- Sem título*
- main
- Conexão
- Distribuidor
- Pino
- Ponta de prova
- Túnel
- Resistor para ajuste
- Clock**
- Constante
- Fonte
- Terra
- Transistor
- Porta de Transmissão
- Extensor de bits
- Portas
- Plexers
- Aritmética
- Memória
- Entrada/Saída
- Base



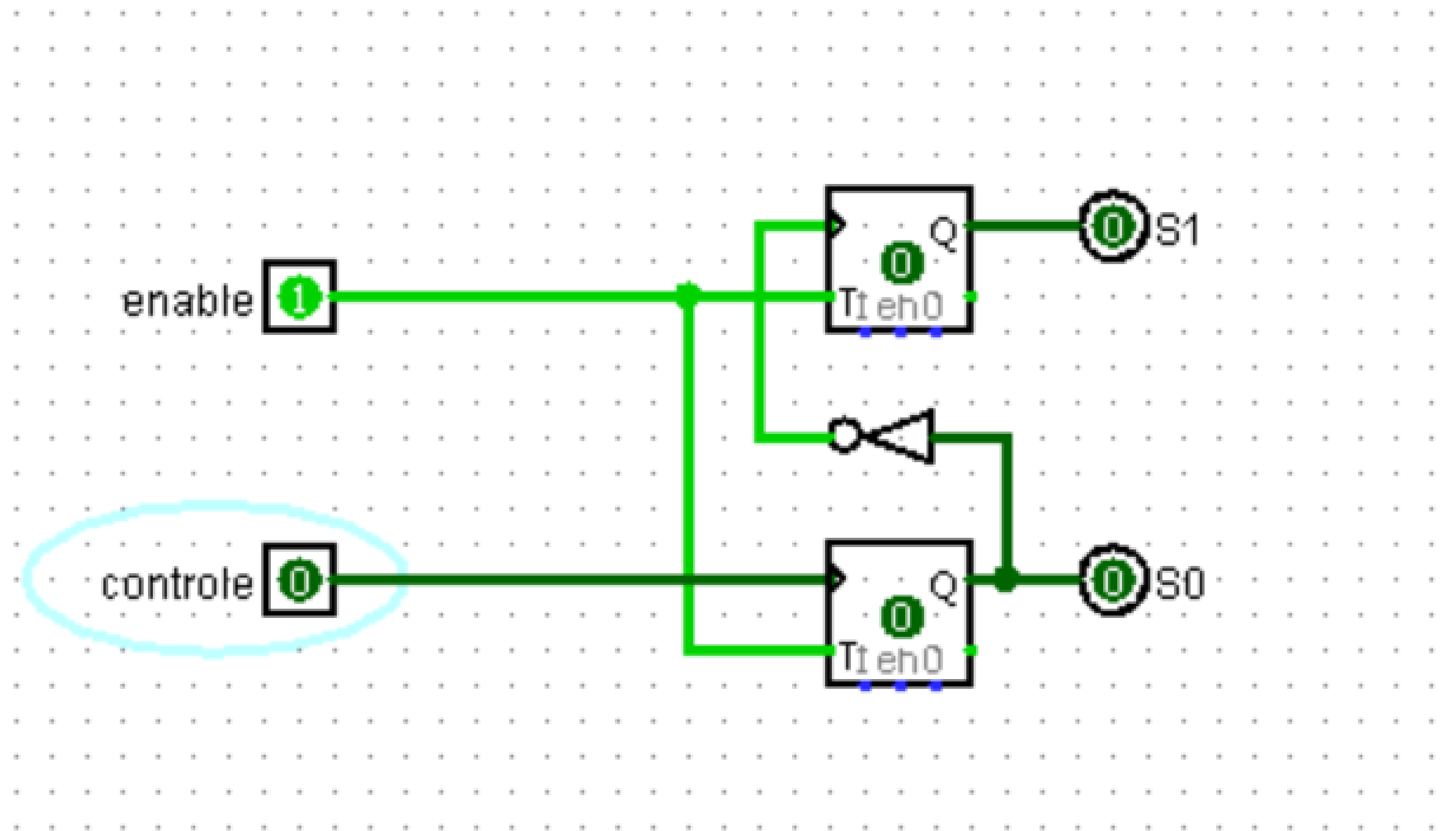
Um contador de 2 bits



Um contador síncrono de 2 bits



Um contador assíncrono de 2 bits



O *flip-flop* tipo D

Logisim: main de Sem título

Arquivo Editar Projeto Simular Janela Ajuda

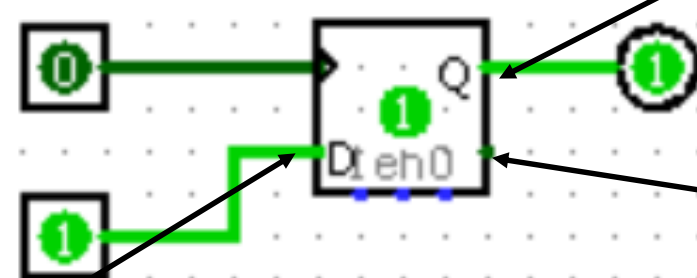


- Sem título*
- main
- Conexão
- Portas
- Plexers
- Aritmética
- Memória
 - Flip-Flop tipo D**
 - Flip-Flop tipo J
 - Flip-Flop tipo JK
 - Flip-Flop tipo SR
 - Registrador
 - Contador
 - Registrador de deslocamento
 - Gerador de valor aleatório
 - RAM
 - ROM
- Entrada/Saída
- Base

entrada D

saída Q

saída $\sim Q$



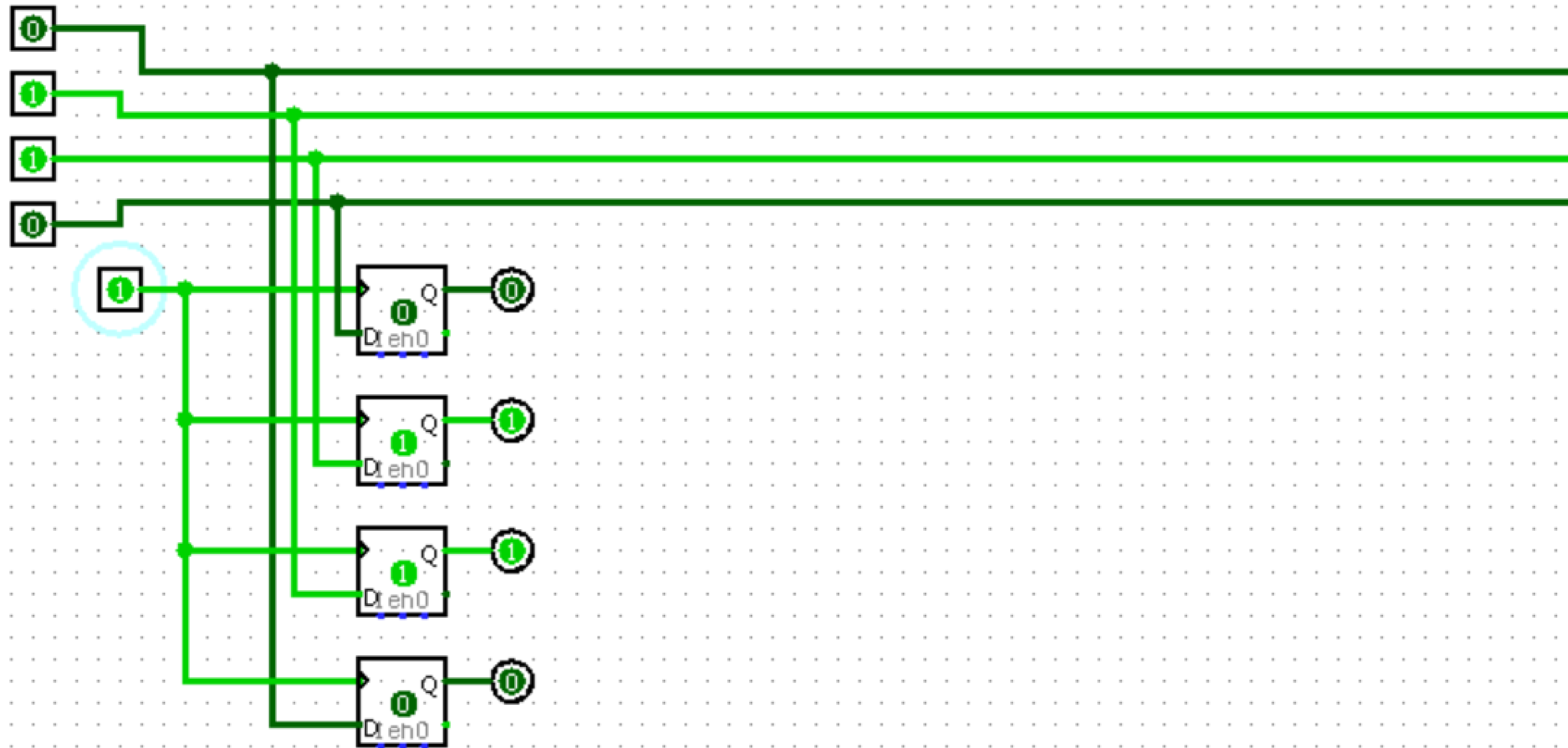
D	Q_n	Q_{n+1}
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

$Q_n \rightarrow Q_{n+1}$	D
0 \rightarrow 0	0
0 \rightarrow 1	1
1 \rightarrow 0	0
1 \rightarrow 1	1

Na transição \uparrow do clock
 $D=0 \Rightarrow$ saída será 0
 $D=1 \Rightarrow$ saída será 1

i Ibmecc
PROTAGONISTAS PARA O MUNDO

Registrador de 4 bits





IBMEC.BR

 /IBMEC

 IBMEC

 @IBMEC_OFICIAL

 @IBMEC

 **ibmec**