

Elementos de Memória: Latch

Latch: **são circuitos biestáveis** (*dois estados estáveis*) → **armazenam 1 bit.**

Tabela de operações: Latch SR

S	R	Q_{N+1}
0	0	Proibido (1)
0	1	1
1	1	Q_N
1	0	0

Elementos de Memória: Latch

Latch SR: síntese (técnica assíncrona MFN)

Tabela de operações: Latch SR

S	R	Q_{N+1}
0	0	proibido
0	1	1
1	1	Q_N
1	0	0

Tabela Primitiva de Fluxo de Estados

SR Estados		0 0	0 1	1 1	1 0	Q_{N+1}
a		—	b	a	c	0
b		—	b	d	—	1
c		—	—	a	c	0
d		—	b	d	c	1

Elementos de Memória: Latch

Latch SR: síntese (técnica assíncrona MFN)

Tabela Primitiva de Fluxo de Estados

Minimização de Estados: arranjo

<div>SR</div> <div>Estados</div>		0 0		0 1		1 1		1 0		Q _{N+1}	
a		—		b		a		c		0	
		—		b		d		—		1	
		—		—		a		c		0	
		—		b		d		c		1	

b	x		
c	v	x	
d	x	v	x
	a	b	c

Elementos de Memória: Latch

Latch SR: síntese (técnica assíncrona MFN)

Minimização de Estados: arranjo

Minimização de Estados: Classes de MC

b	x		
c	v	x	
d	x	v	x
	a	b	c

Estado	Estado Compatível	Classes MC
b	d	(b,d)
a	c	(a,c) (b,d)

Elementos de Memória: Latch

Latch SR: síntese (técnica assíncrona MFN)

Assinalamento de Estados

SR		0 0	0 1	1 1	1 0	Q _{N+1}
Estados	I	—	II	I	I	0
	II	—	II	II	I	1

Fazendo: I=0 e II=1 → Z

SR		0 0	0 1	1 1	1 0	Q _{N+1}
Z	0	—	1	0	0	0
	1	—	1	1	0	1

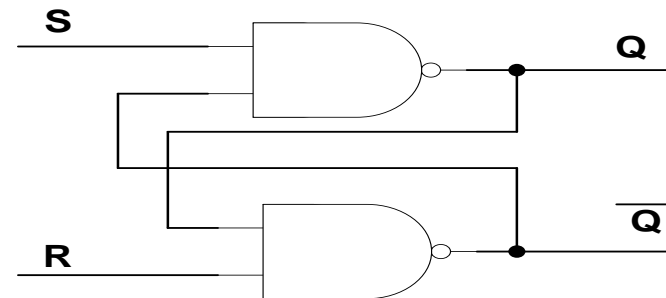
Minimização Lógica

SR		0 0	0 1	1 1	1 0	Q _{N+1}
Z	0	—	1	0	0	0
	1	—	1	1	0	1

$$Z(t+1) = S' + RZ(t) \rightarrow$$

$$\text{Sub: } Q_{N+1} = S' + RQ_N$$

$$\text{Aplicando De Morgan: } Q_{N+1} = (S(RQ_N)')'$$



Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR → Tabela de operações e equação característica

S	R	Q_{N+1}
0	0	1 * proibido
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_N

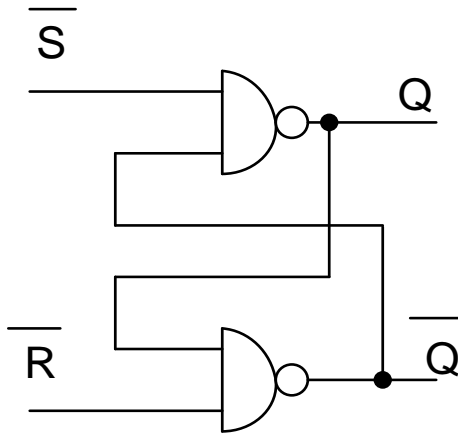
		S R			
		00	01	11	10
Q_N	0	1	1	0	0
	1	1	1	1	0

$$Q_{N+1} = \overline{S} + R Q_N$$

Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR com MANDs e Tabela de excitação

Eq. Carac. $Q_{N+1} = S' + RQ_N$



$Q_N \rightarrow Q_{N+1}$	S	R
$0 \rightarrow 0$	1	X
$0 \rightarrow 1$	0	1
$1 \rightarrow 0$	1	0
$1 \rightarrow 1$	X	1

Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch JK → Tabela de operações e equação característica

J	K	Q_{N+1}
0	0	Q_N
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_N}$

J K					
		00	01	11	10
Q _N	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	1

$$Q_{N+1} = J \overline{Q_N} + \overline{K} Q_N$$

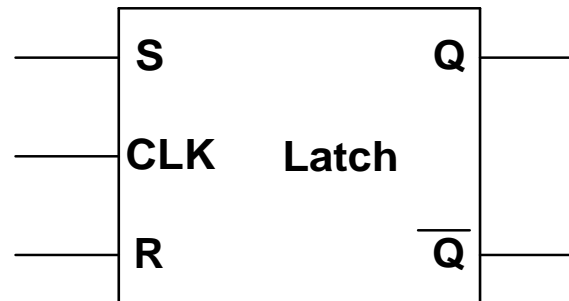
Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR Sincronizado

**Tabela de Operações:
Latch SR Sincronizado**

CLK	S	R	Q_{N+1}
0	x	x	Q_N
1	0	0	Q_N
1	0	1	0
1	1	1	proibido
1	1	0	1

Símbolo: Latch SR Síncronizado



Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR Sincronizado → Síntese

**Tabela de Operações:
Latch SR Sincronizado**

CLK	S	R	Q_{N+1}
0	x	x	Q_N
1	0	0	Q_N
1	0	1	0
1	1	1	proibido
1	1	0	1

**Tabela Primitiva de Fluxo de
Estados →**

Estados \swarrow S R	CLK=0				CLK=1				Q_{N+1}
	0 0	0 1	1 1	1 0	0 0	0 1	1 1	1 0	
a	a	b	—	c	d	—	—	—	0
b	a	b	—	—	—	e	—	—	0
c	a	—	—	c	—	—	—	f	0
d	a	—	—	—	d	e	—	f	0
e	—	b	—	—	d	e	—	—	0
f	—	—	—	j	g	—	—	f	1
g	i	—	—	—	g	e	—	f	1
h	i	h	—	—	—	e	—	—	1
i	i	h	—	j	g	—	—	—	1
j	i	—	—	j	—	—	—	f	1

Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR Sincronizado → **Síntese**

Estados <i>SR</i>	CLK=0				CLK=1				Q_{N+1}
	0 0	0 1	1 1	1 0	0 0	0 1	1 1	1 0	
a	a	b	—	c	d	—	—	—	0
b	a	b	—	—	—	e	—	—	0
c	a	—	—	c	—	—	—	f	0
d	a	—	—	—	d	e	—	f	0
e	—	b	—	—	d	e	—	—	0
f	—	—	—	j	g	—	—	f	1
g	i	—	—	—	g	e	—	f	1
h	i	h	—	—	—	e	—	—	1
i	i	h	—	j	g	—	—	—	1
j	i	—	—	j	—	—	—	f	1

b	v								
c	v	v							
d	v	v	v						
e	v	v	v	v					
f	x	x	x	x	x				
g	x	x	x	x	x	v			
h	x	x	x	x	x	v	v		
i	x	x	x	x	x	v	v	v	
j	x	x	x	x	x	v	v	v	v
	a	b	c	d	e	f	g	h	i

Minimização de Estados: arranjo

Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR Sincronizado → **Síntese**

Minimização de Estados: arranjo

b	v								
c	v	v							
d	v	v	v						
e	v	v	v	v					
f	x	x	x	x	x				
g	x	x	x	x	x	v			
h	x	x	x	x	x	v	v		
i	x	x	x	x	x	v	v	v	
j	x	x	x	x	x	v	v	v	v
	a	b	c	d	e	f	g	h	i

Estados	Compatíveis	Classes de Max. Comp.
i	j	(i,j)
h	i,j	(h,i,j)
g	h,i,j	(g,h,i,j)
f	g,h,i,j	(f,g,h,i,j)
d	e	(f,g,h,i,j) (d,e)
c	d,e	(f,g,h,i,j) (c,d,e)
b	c,d,e	(f,g,h,i,j) (b,c,d,e)
a	b,c,d,e	(f,g,h,i,j) (a,b,c,d,e)

Minimização de Estados: Classes

Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR Sincronizado → **Síntese**

S/P Estados	CLK=0				CLK=1				Q _{N+1}
	00	01	11	10	00	01	11	10	
a	a	b	—	c	d	—	—	—	0
b	a	b	—	—	—	e	—	—	0
c	a	—	—	c	—	—	—	f	0
d	a	—	—	—	d	e	—	f	0
e	—	b	—	—	d	e	—	—	0
f	—	—	—	j	g	—	—	f	1
g	i	—	—	—	g	e	—	f	1
h	i	h	—	—	—	e	—	—	1
i	i	h	—	j	g	—	—	—	1
j	i	—	—	j	—	—	—	f	1

Classes de Maxima Compatibilidade:

I=(a,b,c,d,e) e II=(f,g,h,i,j)

S/P Estados	CLK=0				CLK=1				Q _{N+1}
	00	01	11	10	00	01	11	10	
I	I	I	—	I	I	I	—	II	0
II	II	II	—	II	II	I	—	II	1

Fazendo: I=0 e II=1 → variável Z

S/P Z	CLK=0				CLK=1				Q _{N+1}
	00	01	11	10	00	01	11	10	
0	0	0	—	0	0	0	—	1	0
1	1	1	—	1	1	0	—	1	1

Elementos de Memória: Latch

Tipo: Latch SR Sincronizado → Síntese

S \ R		CLK=0				CLK=1				Q_{N+1}
		00	01	11	10	00	01	11	10	
I	I	I	I	—	I	I	I	—	II	0
II	II	II	II	—	II	II	I	—	II	1

Fazendo: I=0 e II=1 → variável Z

Z \ S		CLK=0				CLK=1				Q_{N+1}
		00	01	11	10	00	01	11	10	
0	0	0	0	—	0	0	0	—	1	0
1	1	1	1	—	1	1	0	—	1	1

Z \ S		CLK=0				CLK=1				Q_{N+1}
		00	01	11	10	00	01	11	10	
0	0	0	0	—	0	0	0	—	1	0
1	1	1	1	—	1	1	0	—	1	1

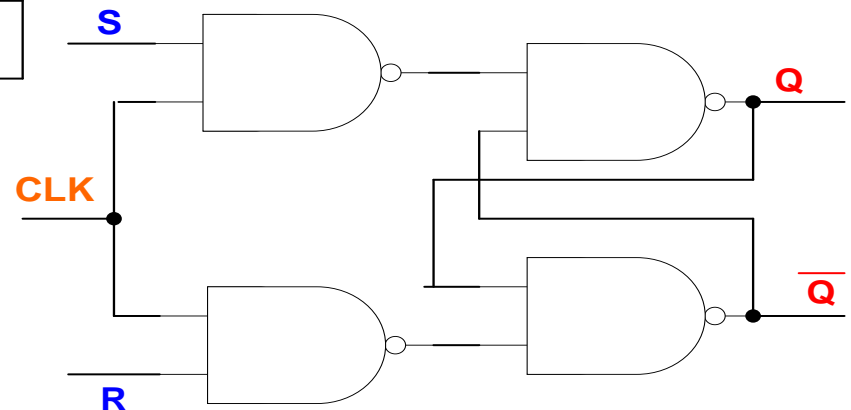
Equação de próximo estado: Z

$$Z(t+1) = S \text{ CLK} + \overline{R} \text{ CLK} + \overline{Z(t)} \text{ CLK}$$

$$Z(t+1) = S \text{ CLK} + (\overline{R} + \overline{Z(t)}) \text{ CLK}$$

Aplicando De Morgan

$$Z(t+1) = \overline{S \text{ CLK} \overline{R} \text{ CLK} Z(t)}$$



Elemento de Memória: Flip-Flop

Tipo: FF T → Tabela de operações – equação característica e tabela de excitação

Tabela de Operações

Clk	T	Q_{N+1}
↑	0	Q_N
↑	1	$\overline{Q_N}$
0	X	Q_N
1	X	Q_N

$Q_N \backslash T$	0	1
0	0	1
1	1	0

$$Q_{N+1} = T \oplus Q_N$$

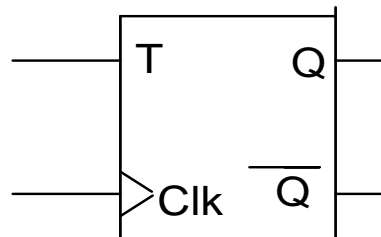


Tabela de Escitação

$Q_N \rightarrow Q_{N+1}$	T
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	1
$1 \rightarrow 1$	0

Elemento de Memória: Flip-Flop

Tipo: FF D → Tabela de operações – Equação característica e tabela de excitação

Tabela de Operações

Clk	D	Q_{N+1}
↑	0	0
↑	1	1
0	X	Q_N
1	X	Q_N

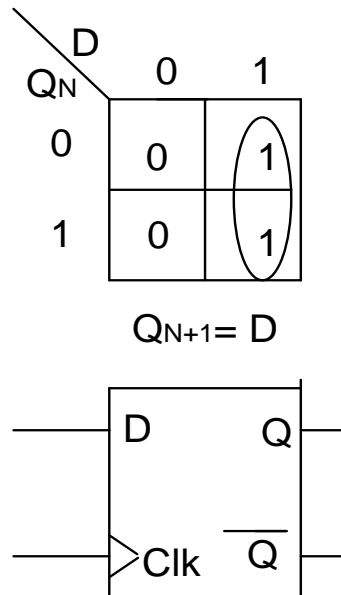


Tabela de Escitação

$Q_N \rightarrow Q_{N+1}$	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

Elemento de Memória: Flip-Flop

Tipo: FF SR → Tabela de operações e Equação característica

Clk	S	R	Q_{N+1}
↑	0	0	*
↑	0	1	1
↑	1	0	0
↑	1	1	Q_N

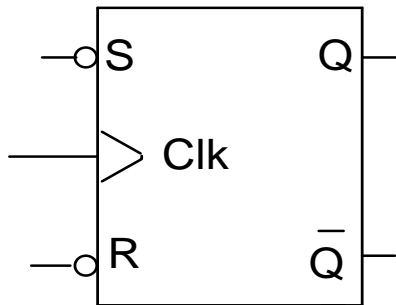
		S R			
Q_N		00	01	11	10
	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	0

$$Q_{N+1} = R Q_N + \overline{S}$$

Elemento de Memória: Flip-Flop

Tipo: FF SR → Tabela de operações e
Equação característica

Clk	S	R	Q_{N+1}
↑	0	0	*
↑	0	1	1
↑	1	0	0
↑	1	1	Q_N



Q_N	Q_{N+1}	S	R
0	0	1	X
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	X	1

Elemento de Memória: Flip-Flop

Tipo: FF JK → Tabela de operações e Equação característica

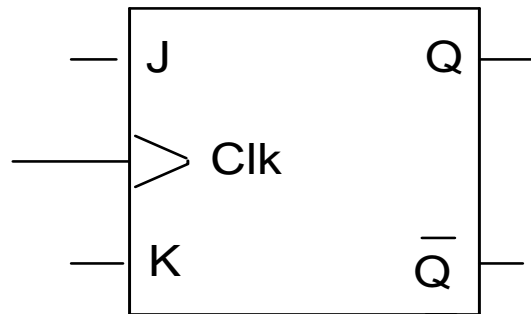
Clk	J	K	Q_{N+1}
↑	0	0	Q_N
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	$\overline{Q_N}$

		J K			
		00	01	11	10
Q_N	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	1

$$Q_{N+1} = J \overline{Q_N} + \overline{K} Q_N$$

Elemento de Memória: Flip-Flop

Tipo: FF JK → Tabela de excitação



$Q_N \rightarrow Q_{N+1}$	J K
$0 \rightarrow 0$	0 x
$0 \rightarrow 1$	1 x
$1 \rightarrow 0$	x 1
$1 \rightarrow 1$	x 0