



Universidade Federal de Pelotas
Instituto de Física e Matemática
Departamento de Informática
Bacharelado em Ciência da Computação

Técnicas Digitais

Aula 21

5. Circuitos Seqüenciais: flip-flop D mestre-escravo, flip-flop D (disparado pela borda), flip-flop JK

Profs. José Luís Güntzel & Luciano Agostini

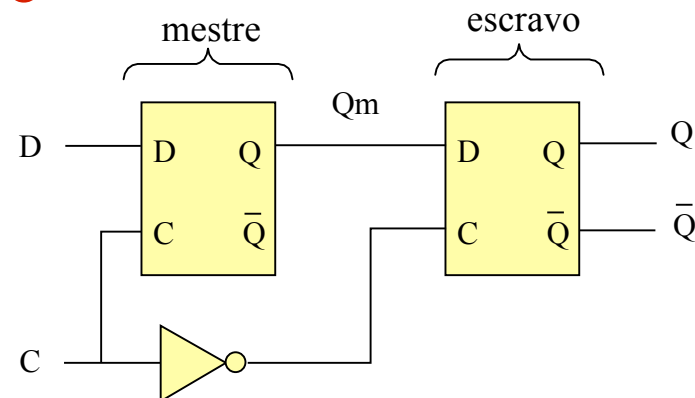
{guntzel,agostini}@ufpel.edu.br

www.ufpel.edu.br/~guntzel/TD/TD.html

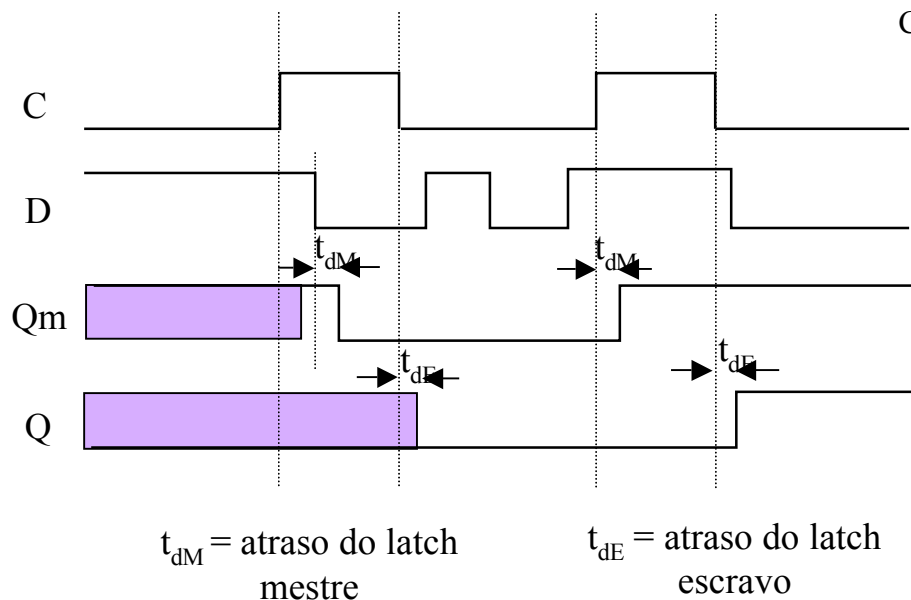
5. Circuitos Seqüenciais

O Flip-flop D mestre-escravo

circuito



análise dinâmica
(exemplo de funcionamento)

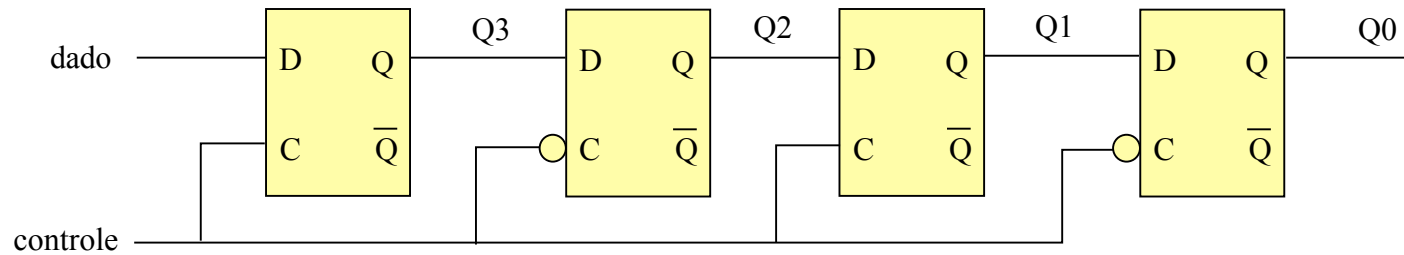


Considerando uma
implementação com
portas CMOS, necessita
38 transistores:
 $2 \times 18 + 2 = 38$

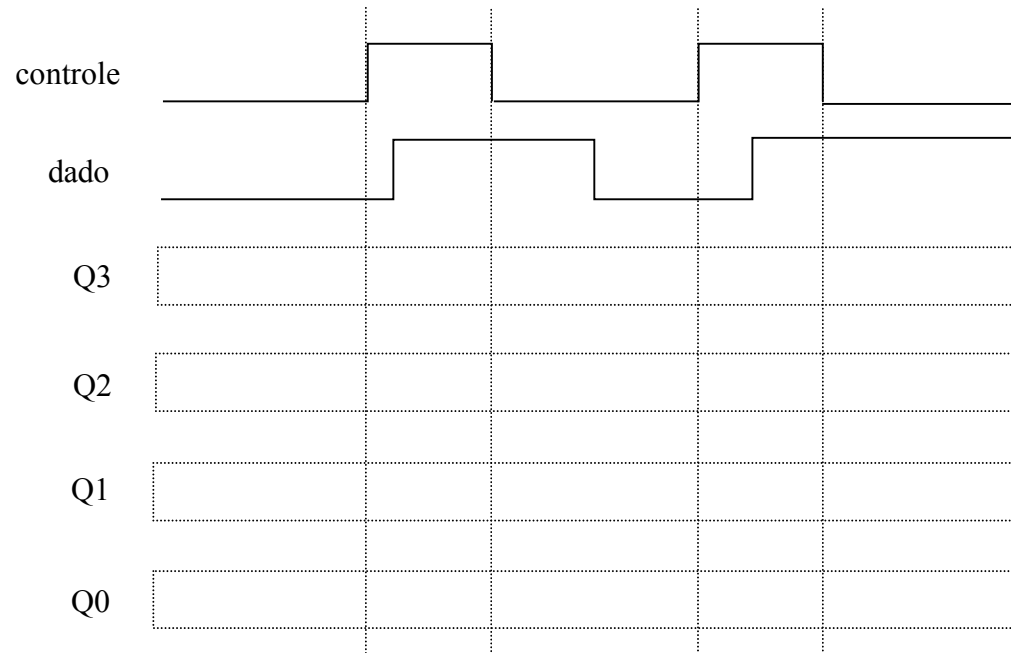
5. Circuitos Seqüenciais

O Flip-flop D mestre-escravo

Exemplo 4.7



C	D	Q_{t+1}
0	X	Q_t
1	0	0
1	1	1



5. Circuitos Seqüenciais

O Flip-flop D disparado pela borda ascendente (ou Flip-flop D sensível à borda ascendente)

símbolo

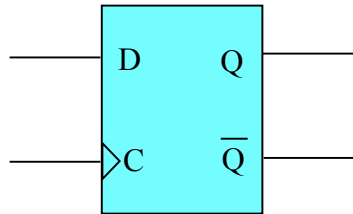
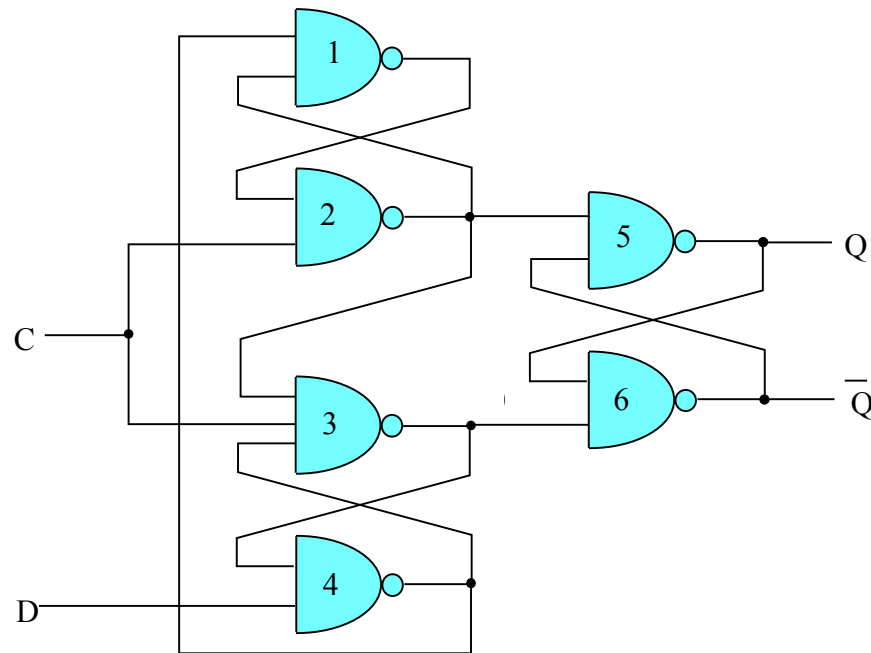


tabela de transição de estados

C	D	Q_{t+1}
$\neq \uparrow$	X	Q_t
\uparrow	0	0
\uparrow	1	1

circuito com portas nand

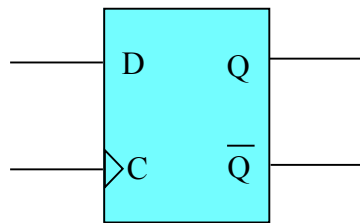


necessita 24 transistores

5. Circuitos Seqüenciais

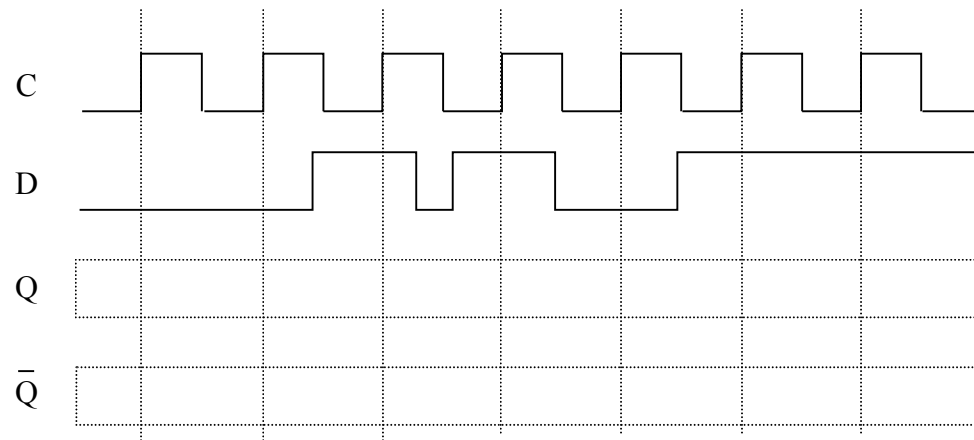
O Flip-flop D disparado pela borda ascendente

Exemplo 4.8



C	D	Q_{t+1}
$\neq \uparrow$	X	Q_t
\uparrow	0	0
\uparrow	1	1

tabela de transição de estados



5. Circuitos Seqüenciais

O Flip-flop JK (disparado pela borda ascendente)

símbolo

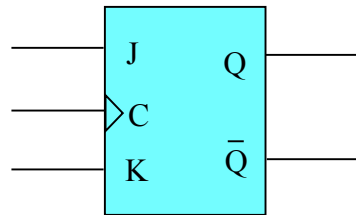


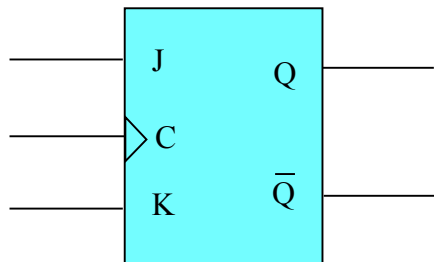
tabela de transição de estados

C	J	K	Q_{t+1}
$\neq \uparrow$	X	X	Q_t
\uparrow	0	0	Q_t
\uparrow	0	1	0
\uparrow	1	0	1
\uparrow	1	1	$\overline{Q_t}$

5. Circuitos Seqüenciais

O Flip-flop JK (disparado pela borda ascendente)

Exemplo 4.9



C	J	K	Q_{t+1}
$\neq \uparrow$	X	X	Q_t
\uparrow	0	0	Q_t
\uparrow	0	1	0
\uparrow	1	0	1
\uparrow	1	1	$\overline{Q_t}$

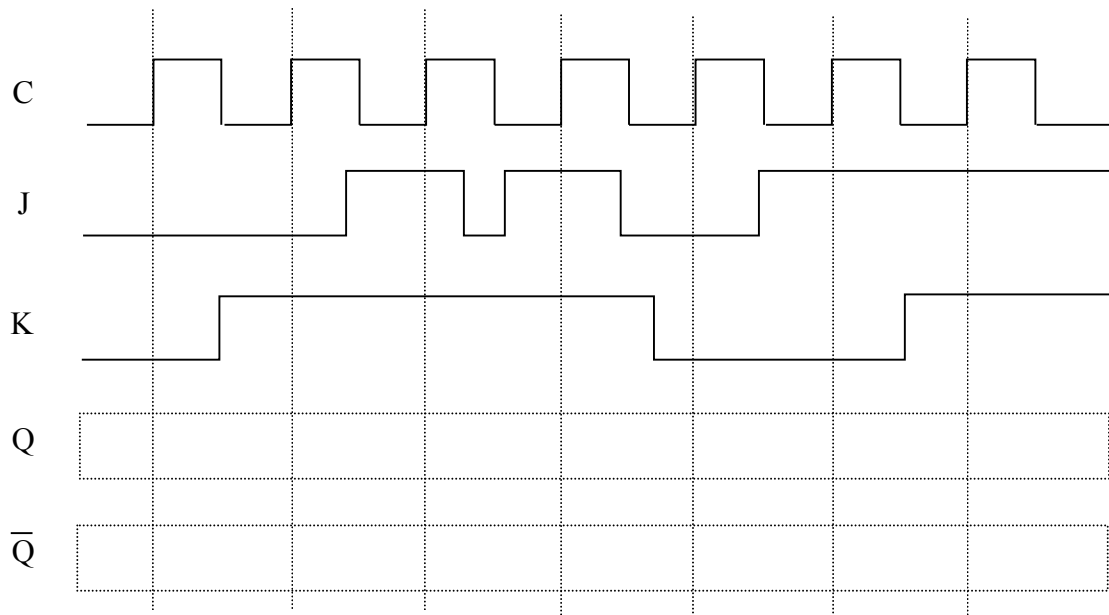
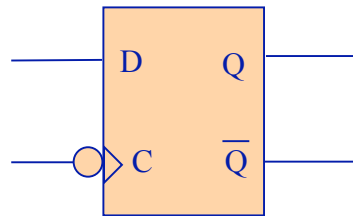


tabela de transição de estados

5. Circuitos Seqüenciais

Flip-flops disparados pela borda descendente (ou Flip-flops sensíveis à borda descendente)

Flip-flop D

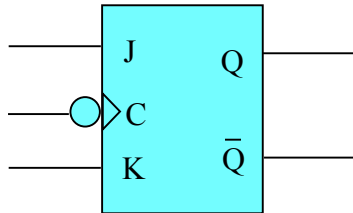


símbolo

C	D	Q_{t+1}
$\neq \downarrow$	X	Q_t
\downarrow	0	0
\downarrow	1	1

tabela de transição
de estados

Flip-flop JK



símbolo

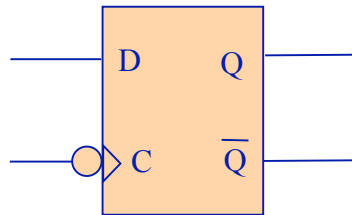
C	J	K	Q_{t+1}
$\neq \downarrow$	X	X	Q_t
\downarrow	0	0	Q_t
\downarrow	0	1	0
\downarrow	1	0	1
\downarrow	1	1	$\overline{Q_t}$

tabela de transição
de estados

5. Circuitos Seqüenciais

Flip-flops disparados pela borda descendente

Exemplo 4.10



C	D	Q_{t+1}
$\neq \downarrow$	X	Q_t
\downarrow	0	0
\downarrow	1	1

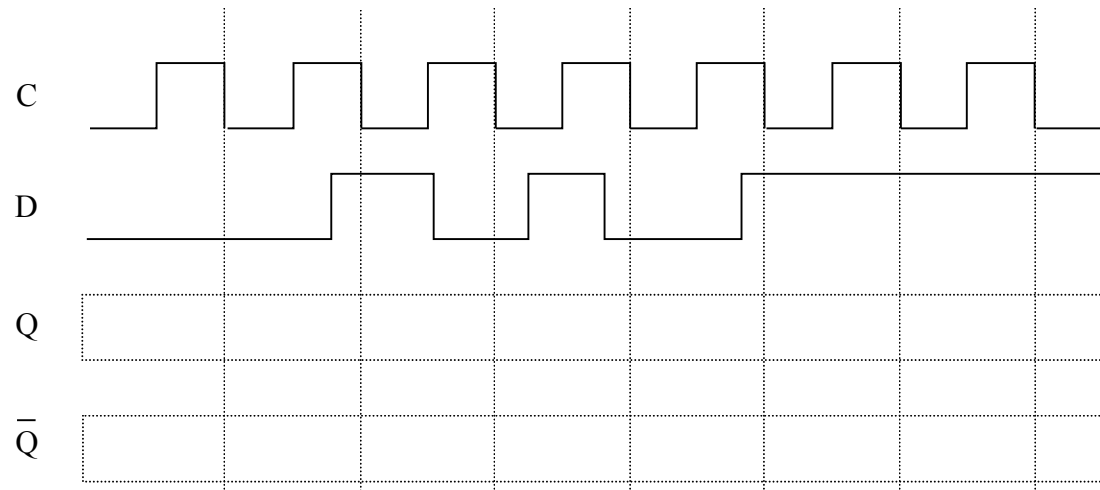
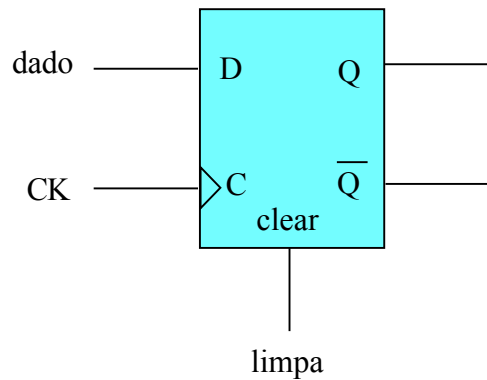


tabela de transição de estados

5. Circuitos Seqüenciais

Flip-flops com set e reset assíncronos

Exemplo 4.11



C	D	Q_{t+1}
$\neq \uparrow$	X	Q_t
\uparrow	0	0
\uparrow	1	1

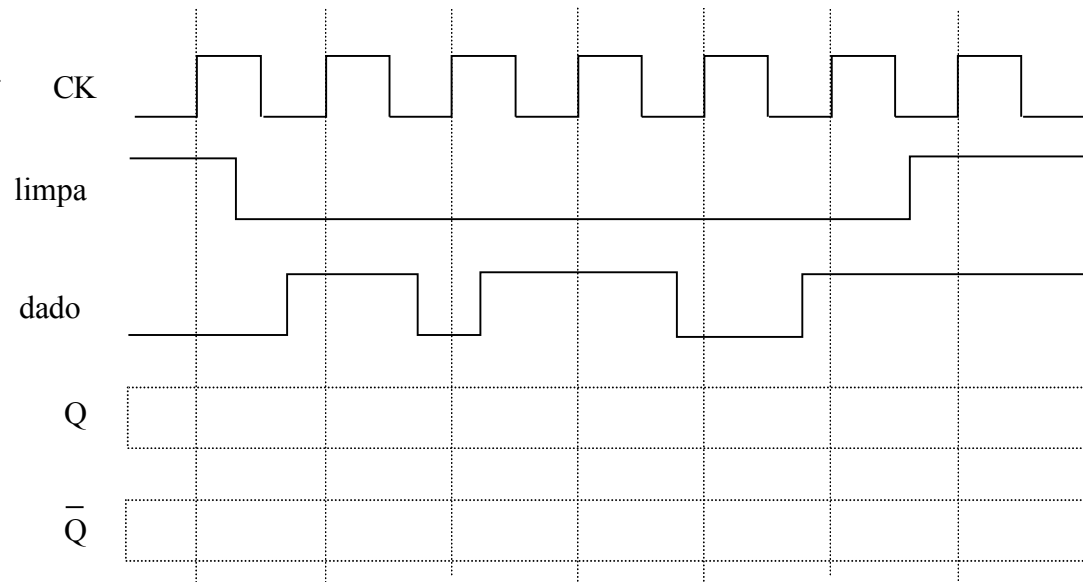
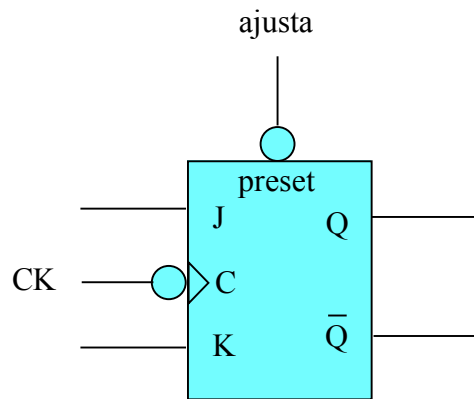


tabela de transição de estados

5. Circuitos Seqüenciais

Flip-flops com set e reset assíncronos

Exemplo 4.12



C	J	K	Q_{t+1}
$\neq \downarrow$	X	X	Q_t
\downarrow	0	0	Q_t
\downarrow	0	1	0
\downarrow	1	0	1
\downarrow	1	1	\bar{Q}_t

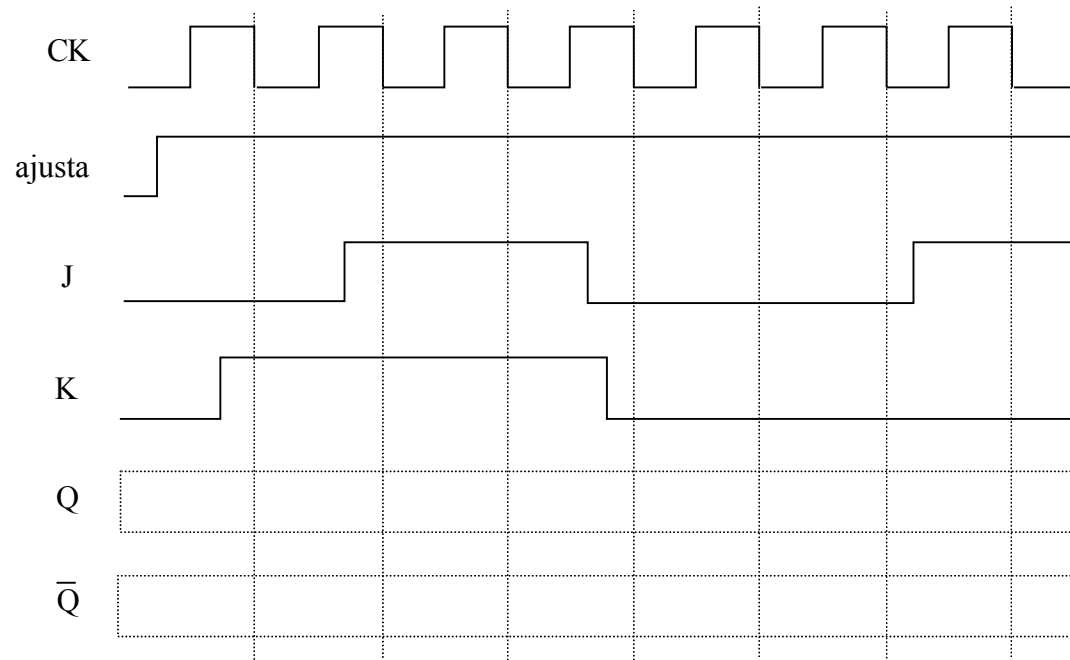


tabela de transição de estados

5. Circuitos Seqüenciais

Tempo de Preparação (*setup time*)

Tempo de Manutenção (*hold time*)

