SISTEMAS DIGITAIS — FOLHA 6

FLIP-FLOPS

1. Construir um contador em binário natural que conte impulsos módulo 4 (0, 1, 2, 3, 0, 1, ...) (i) com flip-flops S-R; ii) com flip-flops J-K

2. Realize um contador módulo 8 (0,1,2,3,4,5,6,7,) em binário natural com flip-flops tipo T

3. Construa um contador de 3 bits (módulo 8) que incremente em código de Gray. Realize o circuito com flip-flops tipo D.

SISTEMAS DIGITAIS – SOLUÇÃO FOLHA 6

FLIP-FLOPS

– FLIP-FLOP SET-RESET (S-R)

1 Realização com NORs

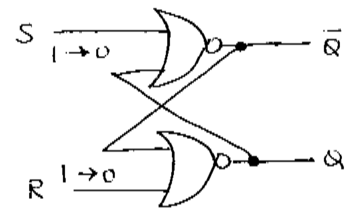
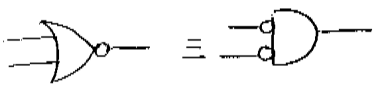


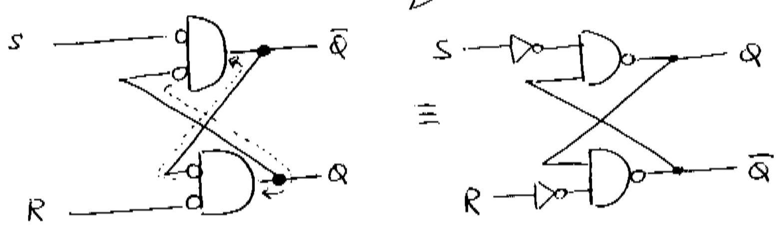
Tabela de Verdade

S	R	Q	$\overline{Q}$	
0	0	Q	$\overline{Q}$	← memória
0	1	0	1	← RESET
1	0	1	0	← SET
1	1	0	0	← n̄ permitido

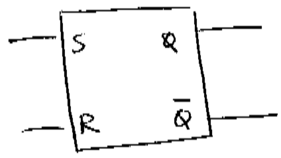
2. Realização com NANDs

Lei de De Morgan $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

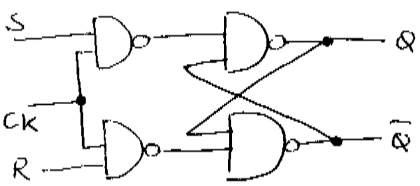


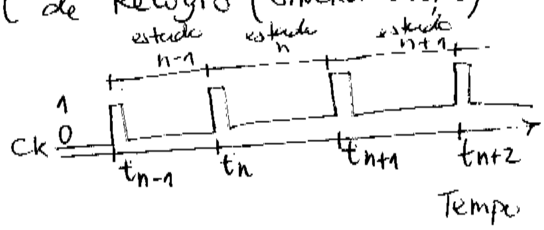


3. Símbolo



4. Introdução do sinal de Relógio (SINCRONIZAÇÃO)





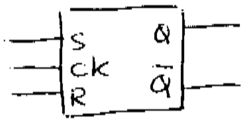
5. Tabela de Verdade

estado actual

S_n	R_n	Q_{n+1}	$\overline{Q}_{n+1}$	
0	0	Q_n	$\overline{Q}_n$	← estado actual
0	1	0	1	
1	0	1	0	
1	1	0	0	← não permitido

← estado seguinte

6. Símbolo Flip-Flop S-R com sincronização



— FLIP-FLOP J-K (Resolução do problema do estado não permitido)

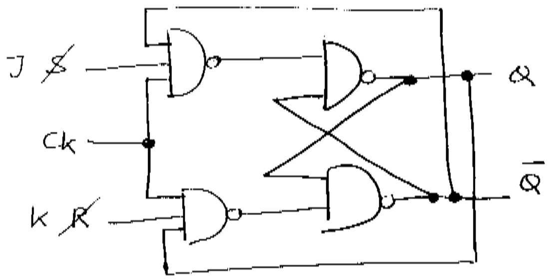
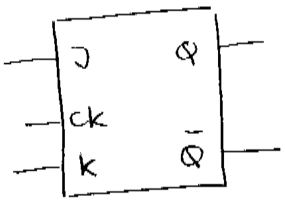


Tabela de Verdade

J_n	K_n	Q_{n+1}	$\overline{Q}_{n+1}$	
0	0	Q_n	$\overline{Q}_n$	← memória
0	1	0	1	
1	0	1	0	
1	1	$\overline{Q}_n$	Q_n	← "Toggle" (Inversão)

Símbolo

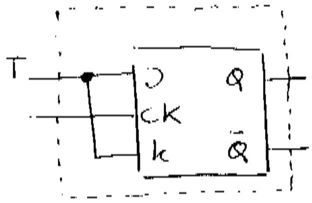


Nota: Este flip-flop J-k simples tem problemas — pode oscilar. Flip-Flops J-k que não têm este problemas — são mais sofisticados — são do tipo "Master-Slave" ou "Edge-Triggered"

[redacted]

– "DERIVADOS DO FLIP-FLOP J-K

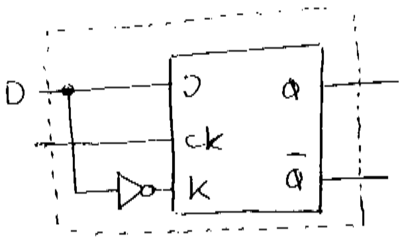
1. "TOGGLE" FLIP-FLOP (TIPO T)



Tab. Verdade

T_n	Q_{n+1}	
0	Q_n	← memória
1	$\bar{Q}_n$	← "Toggle"

2. "DELAY" FLIP-FLOP (TIPO D)



D_n	Q_{n+1}
0	0
1	1

(A saída Q_{n+1} no estado seguinte é igual à entrada D_n no estado actual)

— TABELAS DE EXCITAÇÃO — "Tabela de Verdade" com as entradas do flip-flop em função das saídas entre dois estados consecutivos.

Flip-Flop S-R

Tab. Verdade

S_n	R_n	Q_{n+1}	
0	0	Q_n	
0	1	0	
1	0	1	
1	1	0	← ñ permitido

→

Tabela Excitação

Q_n	Q_{n+1}	S_n	R_n
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

TAB. EXCITAÇÃO (CONTINUAÇÃO)

Flip-Flop J-K

Tab. Verdade

J_n	K_n	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$

$\longrightarrow$

Tabela Excitação

Q_n	Q_{n+1}	J_n	K_n
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

Flip-Flop T

T_n	Q_{n+1}
0	Q_n
1	$\overline{Q_n}$

$\longrightarrow$

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

Flip-Flop D

D_n	Q_{n+1}
0	0
1	1

$\longrightarrow$

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

Nota: Este é o flip-flop mais simples de todos!
$(Q_{n+1} = D_n)$

(1i) (Continuação)

Son

$Q1_n \backslash Q0_n$	0	1
0	1	0
1	1	0

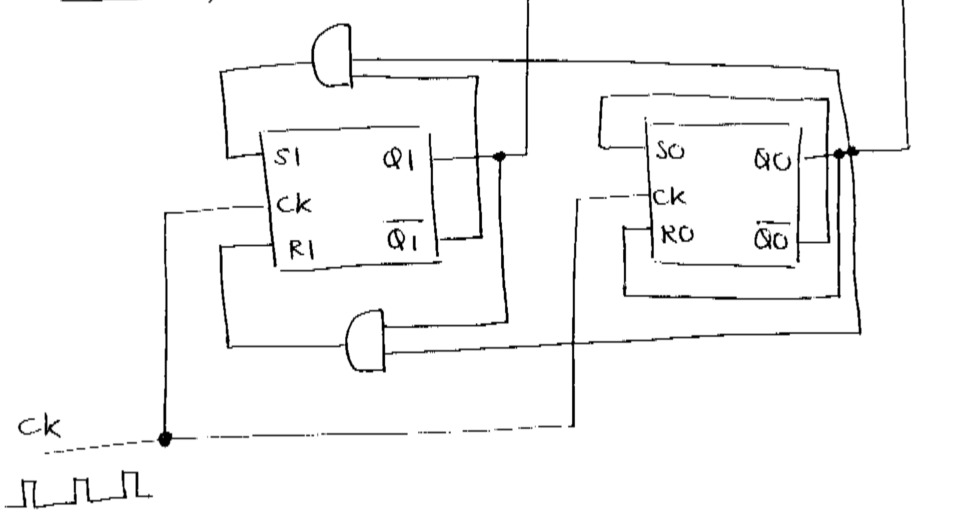
$SO_n = \overline{Q0_n}$

Ron

$Q1_n \backslash Q0_n$	0	1
0	0	1
1	0	1

$RO_n = Q0_n$

REALIZAÇÃO



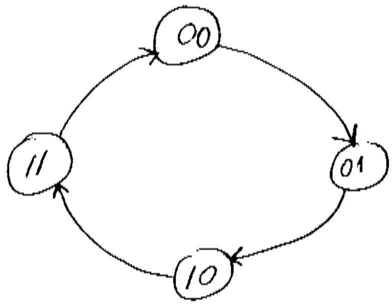
(1ii) Com flip-flops J-K

presente n		próximo estado $n+1$		n		n	
Q1	Q0	Q1	Q0	J1	K1	J0	K0
0	0	0	1	0	X	1	X
0	1	1	0	1	X	X	1
1	0	1	1	X	0	1	X
1	1	0	0	X	1	X	1

completado com o auxílio da Tabela de Excitação J-K

(1 i) Com flip-flops S-R

Diagrama de estados



4 estados $\rightarrow \log_2 4 = 2$

São necessário $\underline{\underline{2}}$ flip-flops

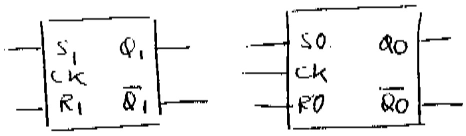


Tabela de estados

estado presente n		estado seguinte $n+1$		n		n	
Q_1	Q_0	Q_1	Q_0	S_1	R_1	S_0	R_0
0	0	0	1	0	X	1	0
0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	X	0	1	0
1	1	0	0	0	1	0	1

preenchido com a ajuda da 'Tabela de Excitação' S-R

Mapas de Karnaugh

S_{1n}

Q_{1n} \ $Q0_n$	0	1
0	0	1
1	X	0

R_{1n}

Q_{1n} \ $Q0_n$	0	1
0	X	0
1	0	1

$S1_n = \overline{Q_{1n}}\, Q0_n$

$R1_n = Q1_n \cdot Q0_n$

(1 ii) Continuação

Mapas de Karnaugh

J1

Q1 \ Q0	0	1
0	0	1
1	X	X

$J1 = Q\emptyset$

K1

Q1 \ Q0	0	1
0	X	X
1	0	1

$K1 = Q\emptyset$

J0

Q1 \ Q0	0	1
0	1	X
1	1	X

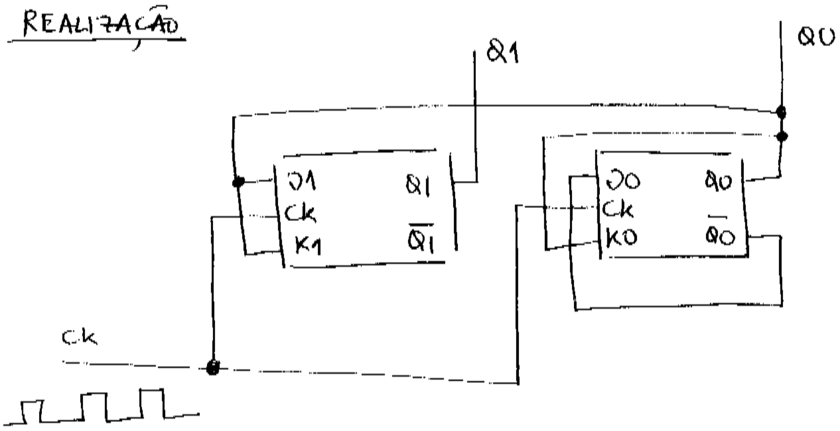
$J0 = \overline{Q0}$

K0

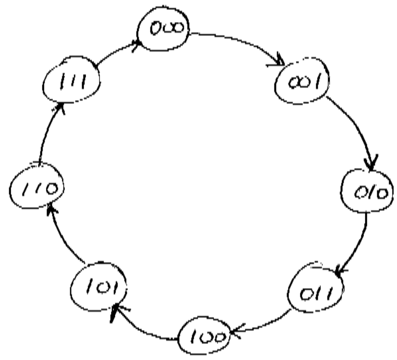
Q1 \ Q0	0	1
0	X	1
1	X	1

$K\emptyset = Q0$

REALIZAÇÃO



2. Diagrama de estados



8 estados $\longrightarrow \log_2 8 = 3$

São necessários 3 flip-flops

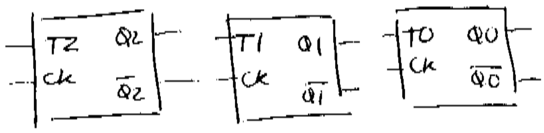


Tabela de estados

n			n+1			n		
Q2	Q1	Q0	Q2	Q1	Q0	T2	T1	T0
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1

completado com o auxílio da Tabela de excitação T

Mapas Karnaugh

$T2 = Q1Q0$

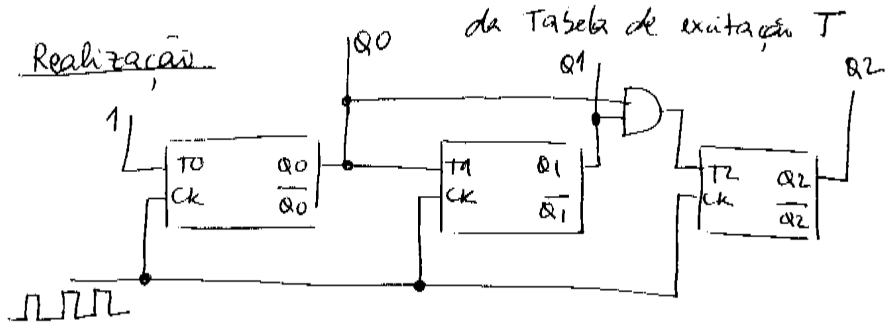
Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	0	1	0

$T1 = Q\phi$

Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

$T\phi = 1$

Realização



3.)

3 bits $\longrightarrow$ 8 estados $\longrightarrow$ $\log_2 8 = \underline{\underline{3}}$ flip-flops

Diagrama de estados

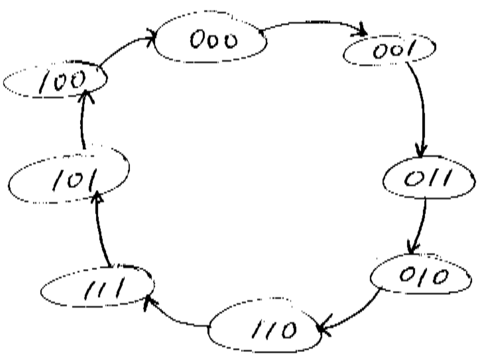


Tabela de Estados

CÓD GRAY

$Q2_n$	$Q1_n$	$Q0_n$	$Q2_{n+1}$	$Q1_{n+1}$	$Q0_{n+1}$
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
			D2	D1	D0

FLIP-FLOP D $\longrightarrow$ $\boxed{\text{NOTAR QUE } Q_{n+1} = D_n}$ $\longrightarrow$ D2 D1 D0

Mapas de Karnaugh

D2

Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	0	1	1	1

$D2 = Q2Q0 + Q1\overline{Q0}$

D1

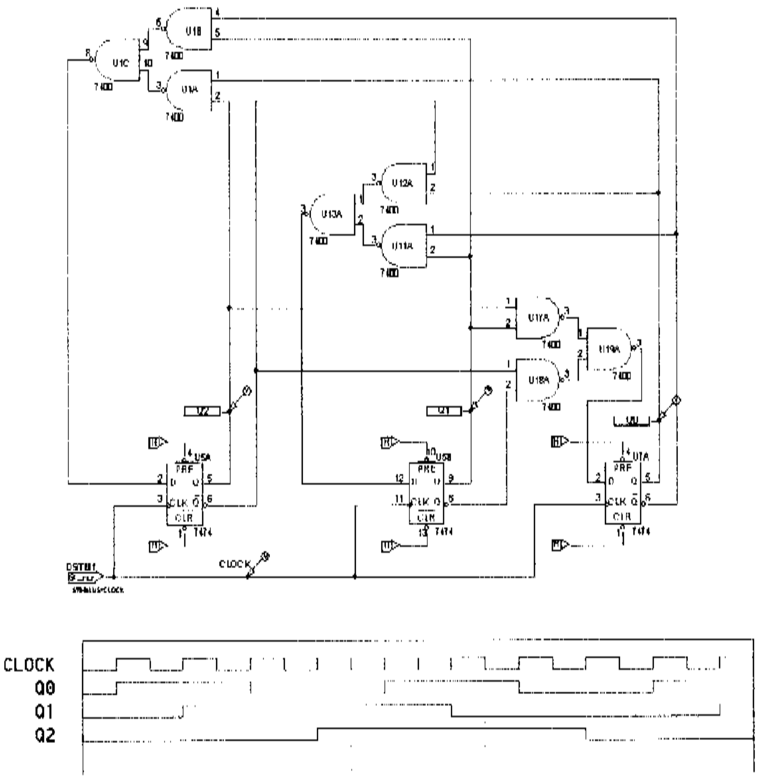
Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	0	0	0	1

$D1 = \overline{Q2}\,Q0 + Q1\,\overline{Q0}$

D0

Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1

$D0 = \overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q2\,Q1$



CONTADOR DE CÓDIGO DE GRAY DE 3 BITS