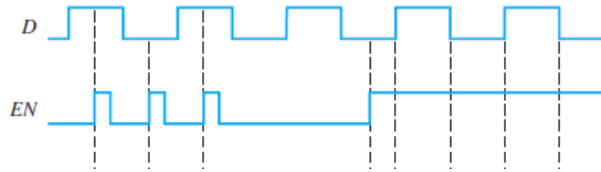
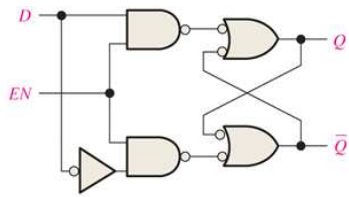


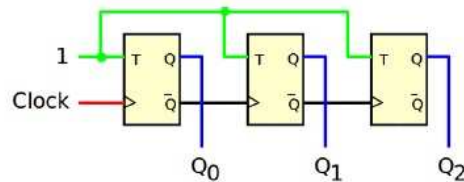
Teórico-prática n.º 13

Circuitos sequenciais.

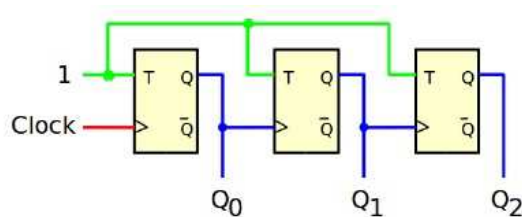
1. Considere o circuito abaixo.
 - i) Diga se se trata de um circuito combinatório ou de um circuito sequencial. Justifique.
 - ii) Determine a tabela de verdade do circuito.
 - iii) Calcule as saídas Q e não-Q do circuito se à entrada se aplicarem os sinais da figura da direita.



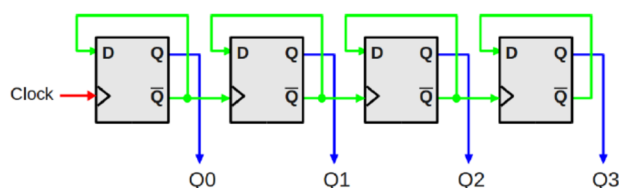
2. Um contador binário é um registo que, por aplicação sucessiva de impulsos de relógio, segue uma sequência de estados correspondente à numeração binária. Os contadores contam de 1 em 1, de forma crescente ou decrescente. O circuito contador abaixo usa flip-flops tipo T, sensíveis à transição de subida. Explique o funcionamento do contador. Indique o módulo do contador e represente o digrama temporal do contador em resposta ao sinal de relógio aplicado.



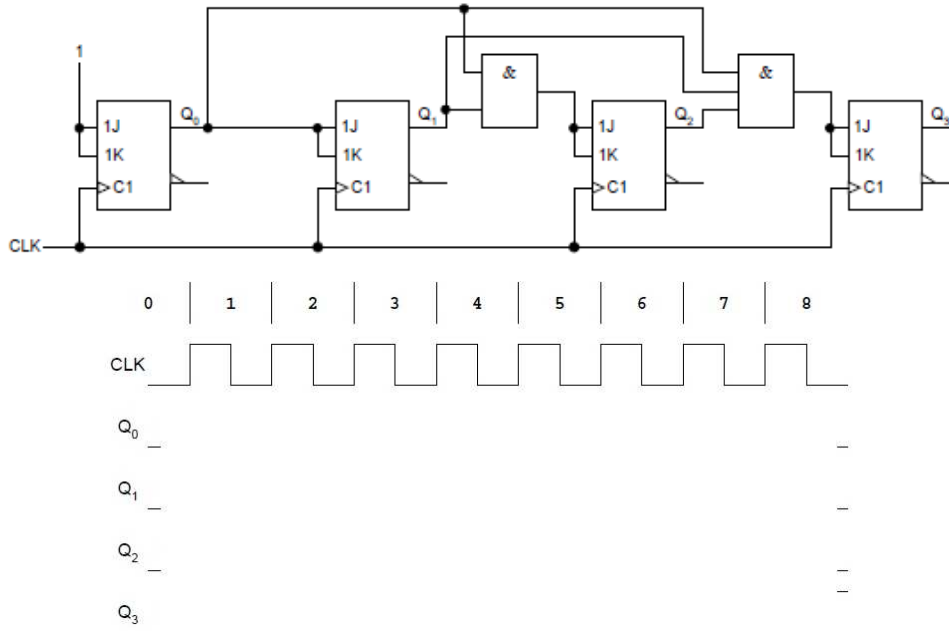
3. Indique o módulo do contador da figura abaixo. Explique o funcionamento do contador, e represente o digrama temporal do contador em resposta ao sinal de relógio aplicado.



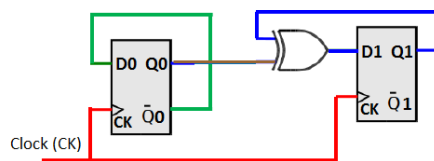
4. O contador abaixo é um contador assíncrono implementado com Flip-flops Tipo D. Explique o funcionamento do contador. Indique o módulo do contador, se é um contador crescente ou decrescente e represente o diagrama temporal do contador.



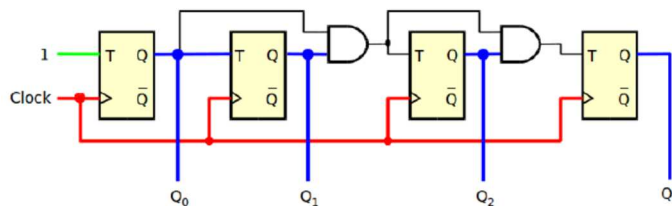
5. Um contador binário é um registo que, por aplicação sucessiva de impulsos de relógio, segue uma sequência de estados correspondente à numeração binária. Utilizando flip-flops (FFs) Toggle (p. ex. JK com $J = K$), o projeto do circuito aproveita o facto de, na contagem binária, o Q_0 estar sempre a variar, o Q_1 variar quando $Q_0 = 1$, o Q_2 variar quando $Q_0 = Q_1 = 1$, etc. Determine os Q_{is} para o circuito abaixo e identifique a função realizada por este circuito.



6. Explique o funcionamento do contador representado na figura seguinte, construído com básculas do tipo D disparadas pelo flanco descendente do sinal de relógio CK, e apresente no correspondente diagrama temporal a evoluo dos valores de $Q_0, D_0, Q_1,$ e D_1 , partindo do estado $Q_1Q_0=10$ e até voltar novamente ao estado $Q_1Q_0=10$.



7. O circuito abaixo corresponde a um contador síncrono (o sinal de relógio  ligado diretamente a todos os flip-flops). Usa flip-flops Tipo T, sensíveis  transio de subida. Indique, o módulo do contador, se  um contador crescente ou decrescente, e represente o diagrama temporal do contador.



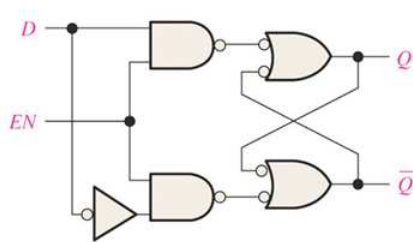
8. Indique a opo correta: Para a maioria dos trabalhos digitais, um osciloscópio deve ser usado no modo/acoplamento: a) AC; b) DC; GND/Terra; d) Nenhuma das anteriores.

Soluções

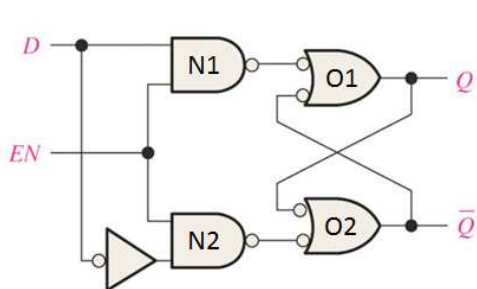
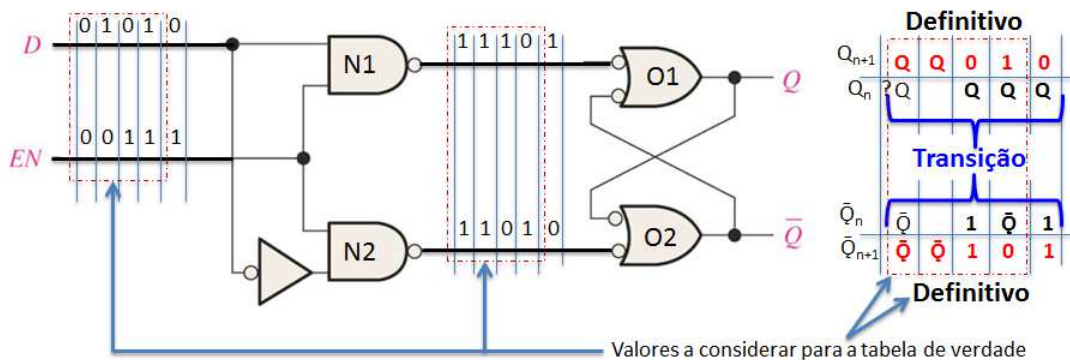
(Soluções/Resoluções resumidas)

As soluções/resoluções apresentadas incluem, na maior parte dos casos, apenas algumas das componentes da resposta, e devem ser consideradas essencialmente como ajudas para obter a resposta completa.

Ex. 1: Trinco/Latch D controlado / Gated D Latch.



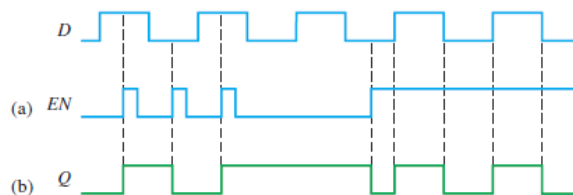
Para um dado par de valores da entradas (00, 01, 10, 11, 10, etc.) vemos que valores obteríamos “imediatamente” na saída (“transição”, na tabela). Sempre que não sabemos/conhecemos inequivocamente os valores lógicos das saídas (0 ou 1), representamos os valores nas saídas Q e \bar{Q} , respectivamente para as saídas de O1 e de O2. Com os valores de transição vamos verificar quais seriam as saídas: usamos os valores de transição para Q e \bar{Q} valores para verificarmos quais são então as saídas “definitivas”.



D	\bar{D}	EN	N1	N2	O1	O2	
0	1	0	1	1	Q	\bar{Q}	M
0	1	1	1	0	0	1	
1	0	0	1	1	Q	\bar{Q}	M
1	0	1	0	1	1	0	*
1	0	1	0	1		\bar{Q}	**
1	0	1	0	1	1	0	

* Se começarmos a análise pela porta O1 obtemos logo $Q=1$

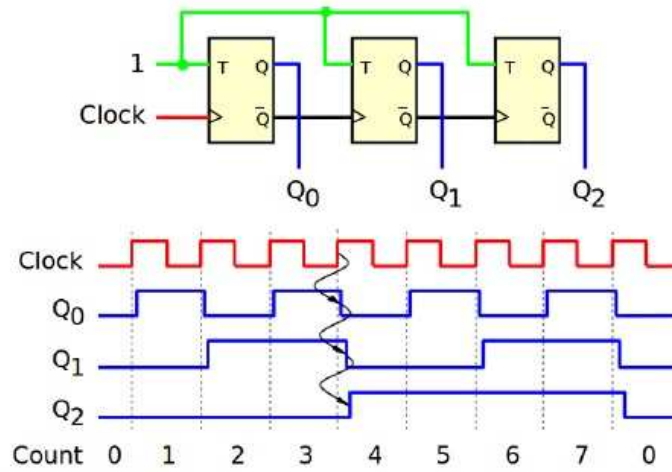
** Se iniciarmos a análise pela porta O2 obtemos que a saída de O2 será \bar{Q} (mas ainda não sabemos se é 0 ou 1). Por isso vamos ver qual é a saída de O1, tendo em conta que O2 é \bar{Q} . Como 0 negado + \bar{Q} negado é sempre 1, a saída de O1 está inequivocamente em ALTO (1).



ver também slides das teóricas:

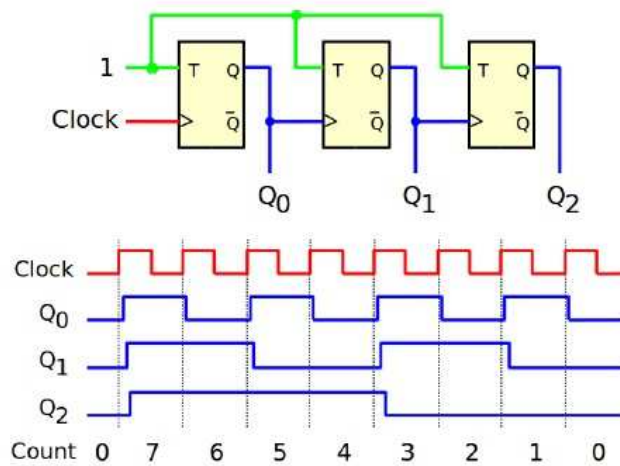
https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~jmfigueiredo/CESD/PPT_CESDig_19_20_SD_06-12-2019_181_v2.pdf, pag. 198
 ou
http://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~jmfigueiredo/aulas/09.0_SD_T_CESDig_2018_2019.pdf, s203

Ex. 2:



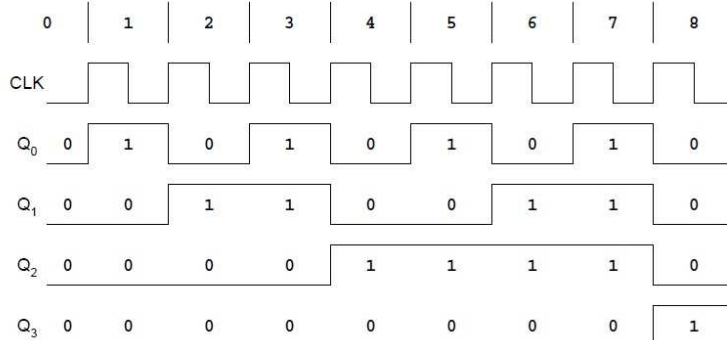
CLK	NQ2	Q2	NQ1	Q1	NQ0	Q0	Q2Q1Q0	
0	1	0	1	0	1	0	000	
1	1	0	1	0	0	1	001	
2	1	0	0	1	1	0	010	
3	1	0	0	1	0	1	011	
4	0	1	1	0	1	0	100	
5	0	1	1	0	0	1	101	
6	0	1	0	1	1	0	110	
7	0	1	0	1	0	1	111	
8	1	0	1	0	1	0	000	

Ex.3:



Ex. 4: Circuito contador assíncrono com 4 flip-flops Tipo D, sensíveis à transição de subida.
 Trata-se de um contador assíncrono crescente de módulo 16.

Ex. 5:



Ex. 6: O circuito corresponde a um contador síncrono de 2 bits. Da análise do diagrama do circuito resulta que $D0 = \overline{Q0}$ e $D1 = Q0 \oplus Q1$.

$Q1Q0 = 10 \rightarrow 11 \rightarrow 00 \rightarrow 01 \rightarrow 10$

Ex. 7: Representação temporal dos sinais:

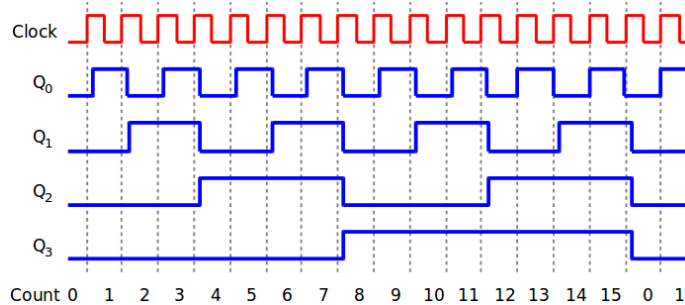


Table 12-1 Boolean Algebra Theorems

Number	Theorem	Name
1	$A + B = B + A$ $A \cdot B = B \cdot A$	commutative law
2	$(A + B) + C = A + (B + C)$ $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$	associative law
3	$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$ $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$	distributive law
4	$A + A = A$ $A \cdot A = A$	identity law
5	$\overline{\overline{A}} = A$	negation law
6	$A + A \cdot B = A$ $A \cdot (A + B) = A$	redundancy law
7	$0 + A = A$ $1 \cdot A = A$ $1 + A = 1$ $0 \cdot A = 0$	Boolean postulates
8	$\overline{\overline{A}} + A = 1$ $\overline{\overline{A}} \cdot A = 0$	
9	$A + \overline{A} \cdot B = A + B$ $A \cdot (\overline{A} + B) = A \cdot B$	
10	$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$	DeMorgan's laws

TABLE 5-2 Boolean Laws and Rules for the Reduction of Combinational Logic Circuits

Laws

- 1 $A + B = B + A$
 $AB = BA$
- 2 $A + (B + C) = (A + B) + C$
 $A(BC) = (AB)C$
- 3 $A(B + C) = AB + AC$
 $(A + B)(C + D) = AC + AD + BC + BD$

Rules

- 1 $A \cdot 0 = 0$
- 2 $A \cdot 1 = A$
- 3 $A + 0 = A$
- 4 $A + 1 = 1$
- 5 $A \cdot A = A$
- 6 $A + A = A$
- 7 $A \cdot \overline{A} = 0$
- 8 $\overline{\overline{A}} + \overline{A} = 1$
- 9 $\overline{\overline{A}} = A$
- 10 (a) $\overline{A} + \overline{AB} = \overline{A} + B$
(b) $\overline{A} + AB = \overline{A} + B$