



# FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

## PROBLEMAS DEL TEMA 5: CIRCUITOS INTEGRADOS SECUENCIALES

### 5.1 REGISTROS

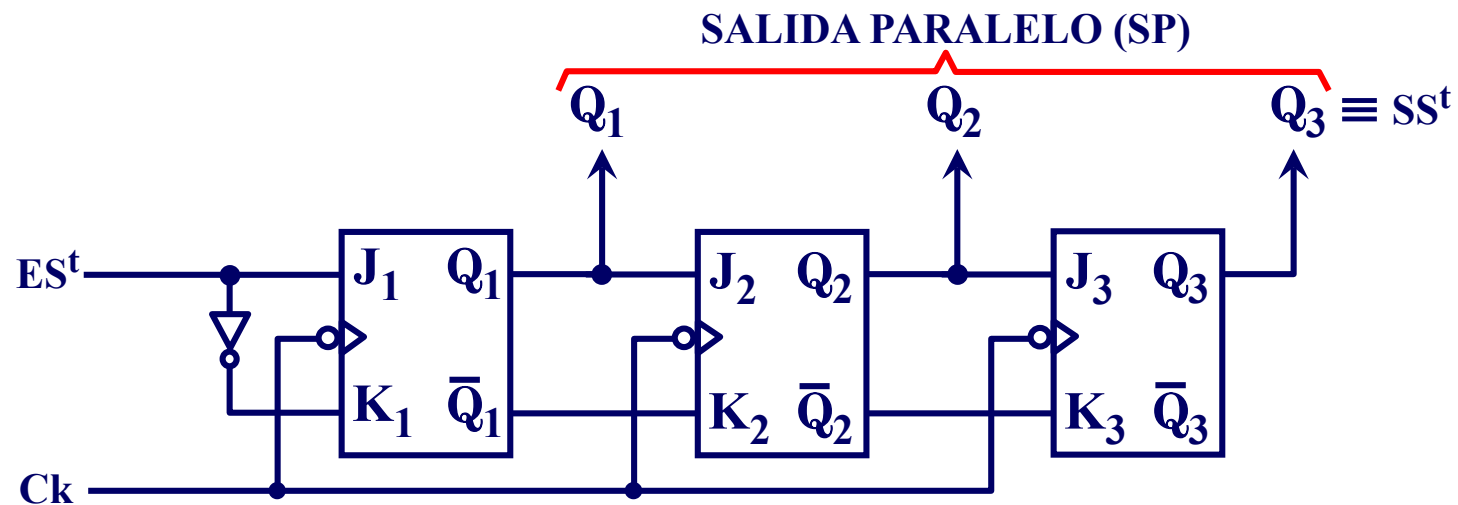
# Problema 1. Diseño de un registro de desplazamiento

Diseñe un registro de desplazamiento de 3 bits con biestables J-K.

Solución:

$$\begin{cases} Q_1^{t+1} = ES^t \\ Q_i^{t+1} = Q_{i-1}^t \quad (i > 1) \end{cases} \quad Q^{t+1} = J\bar{Q}^t + \bar{K}Q^t$$

$$\begin{cases} Q_1^{t+1} = J_1\bar{Q}_1^t + \bar{K}_1Q_1^t = ES^t = ES^t(Q_1^t + \bar{Q}_1^t) = ES^tQ_1^t + ES^t\bar{Q}_1^t \Rightarrow \begin{cases} J_1 = ES^t \\ K_1 = \bar{E}\bar{S}^t \end{cases} \\ Q_i^{t+1} = J_i\bar{Q}_i^t + \bar{K}_iQ_i^t = Q_{i-1}^t = Q_{i-1}^t(Q_i^t + \bar{Q}_i^t) = Q_{i-1}^tQ_i^t + Q_{i-1}^t\bar{Q}_i^t \Rightarrow \begin{cases} J_i = Q_{i-1}^t \\ K_i = \bar{Q}_{i-1}^t \end{cases} \quad (i > 1) \end{cases}$$



## Problema 2. Diseño de un registro de desplazamiento

Diseñe un registro de desplazamiento de 3 bits con biestables T.

Solución:

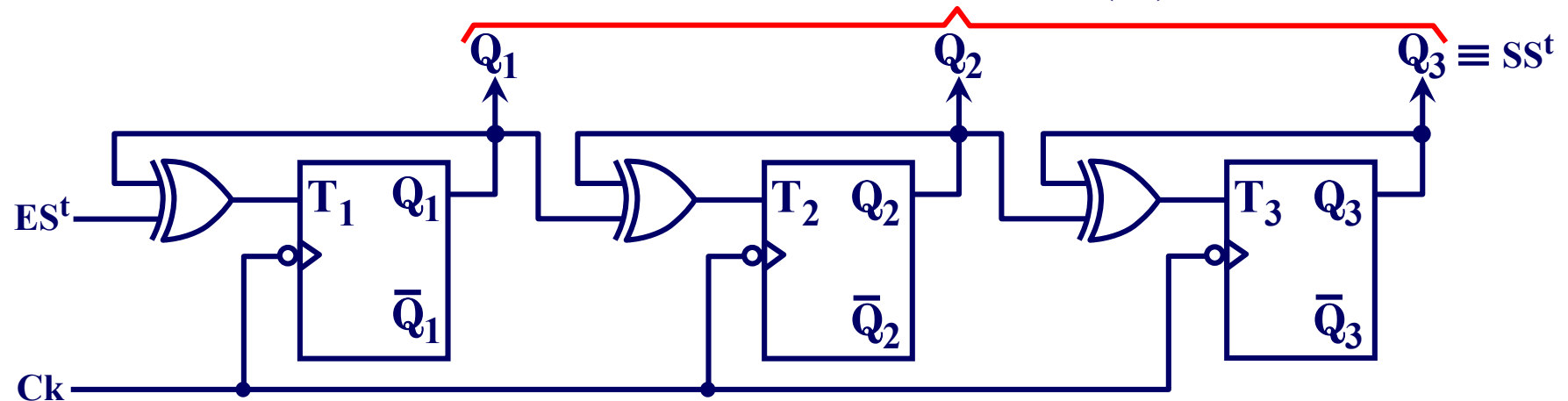
$$\begin{cases} Q_1^{t+1} = ES^t \\ Q_i^{t+1} = Q_{i-1}^t \quad (i > 1) \end{cases} \quad Q^{t+1} = T \oplus Q^t$$

$$\begin{cases} Q_1^{t+1} = T_1 \oplus Q_1^t = ES^t \Rightarrow (T_1 \oplus Q_1^t) \oplus Q_1^t = ES^t \oplus Q_1^t \Rightarrow T_1 \oplus (Q_1^t \oplus Q_1^t) = ES^t \oplus Q_1^t \\ Q_i^{t+1} = T_i \oplus Q_i^t = Q_{i-1}^t \Rightarrow (T_i \oplus Q_i^t) \oplus Q_i^t = Q_{i-1}^t \oplus Q_i^t \Rightarrow T_i \oplus (Q_i^t \oplus Q_i^t) = Q_{i-1}^t \oplus Q_i^t \end{cases}$$

(i > 1)

$$T_1 = ES^t \oplus Q_1^t \quad \text{y} \quad T_i = Q_{i-1}^t \oplus Q_i^t \quad (i > 1)$$

SALIDA PARALELO (SP)



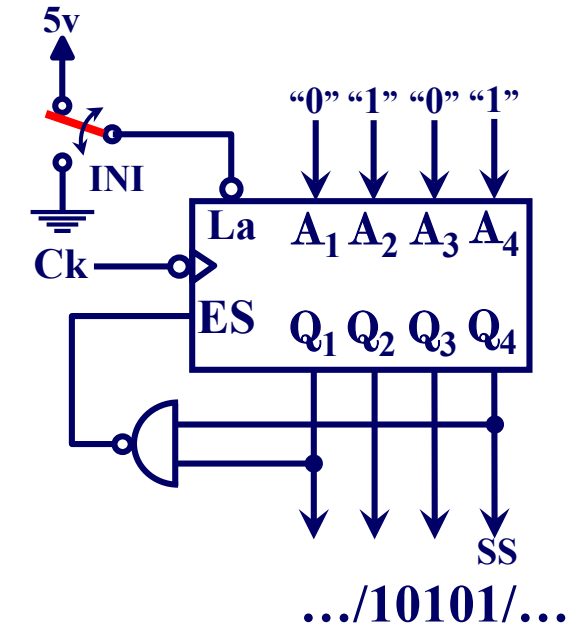
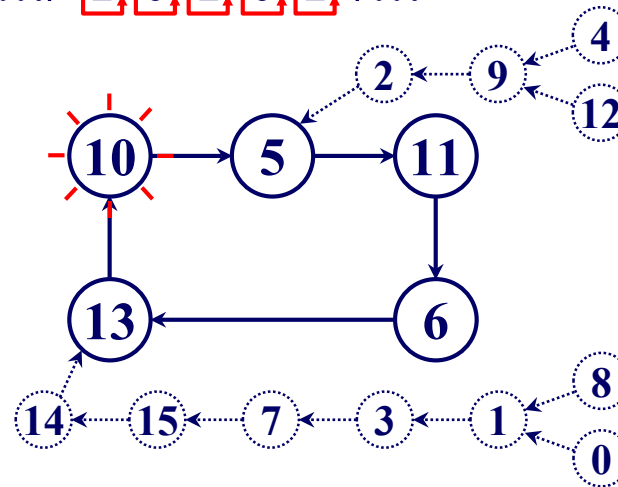
# Problema 3. Diseño de un generador de secuencias

Diseñe, con un registro de 4 bits, un circuito que genere la secuencia .../10101/...

**Solución:**

SS				
$Q_4^t$	$Q_3^t$	$Q_2^t$	$Q_1^t$	$ES^t$
1	0	1	0	1
0	1	0	1	1
1	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	1	0	1	0
1	0	1	0	1

.../ 1 0 1 0 1 /...



$Q_4^t \backslash Q_3^t Q_2^t Q_1^t$	00	01	11	10
00	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>
01	X <sub>4</sub>	1 <sub>5</sub>	X <sub>7</sub>	1 <sub>6</sub>
11	X <sub>12</sub>		X <sub>15</sub>	X <sub>14</sub>
10	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>		1 <sub>10</sub>

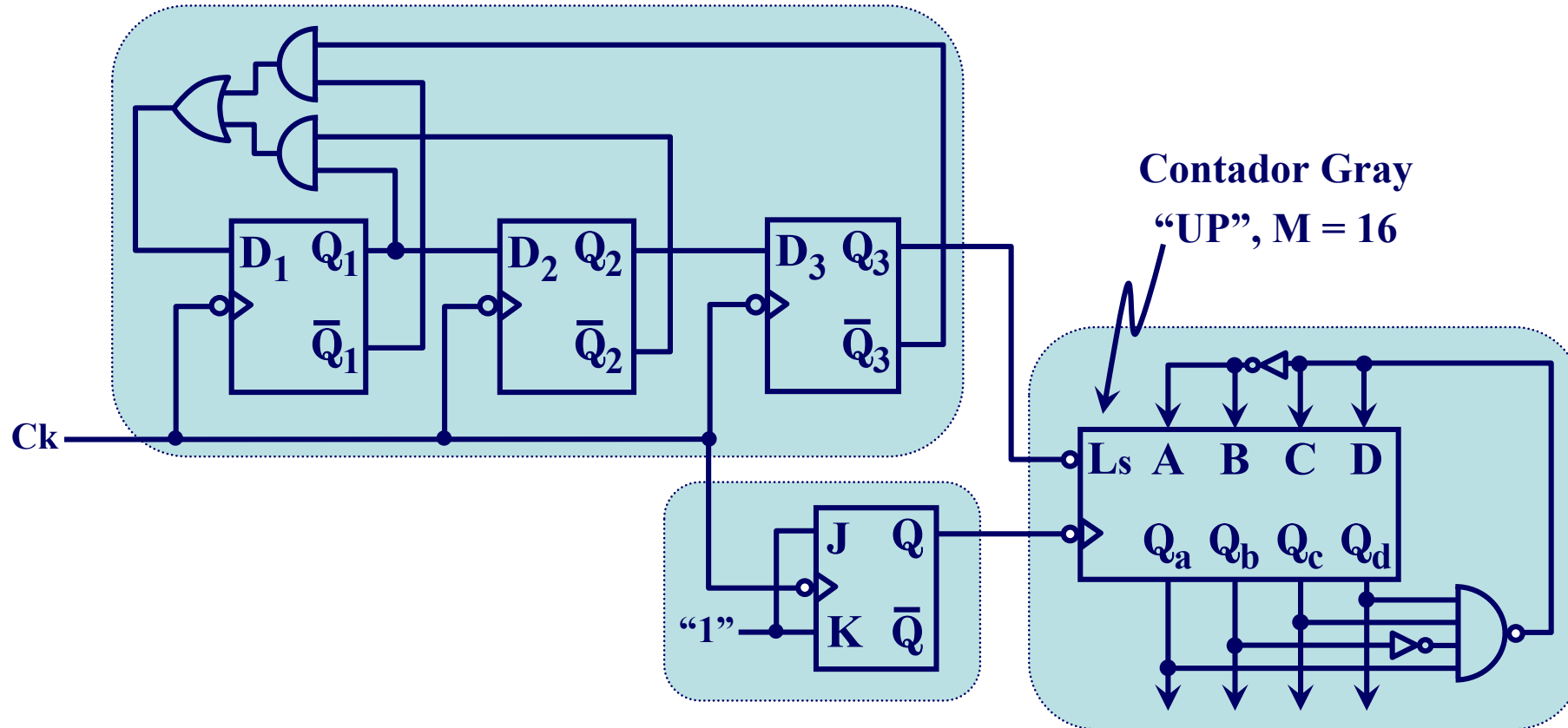
$Q_4^t$	$Q_3^t$	$Q_2^t$	$Q_1^t$	$ES^t$	$Q_4^{t+1}$	$Q_3^{t+1}$	$Q_2^{t+1}$	$Q_1^{t+1}$
0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	1	1	1	0	1	1	1	0

**Estudio estados indeterminados**

$$ES^t = \sum_3 (5, 6, 10) + \sum_X (0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 14, 15) = \overline{Q_4^t} + \overline{Q_1^t} = \overline{Q_4^t Q_1^t}$$

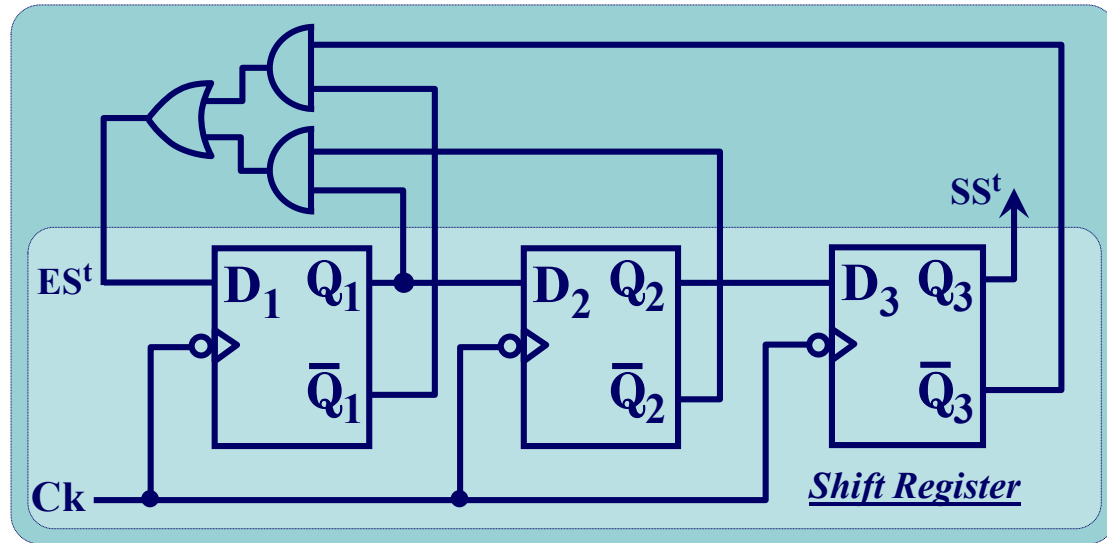
## Problema 4. Análisis de un circuito con registro de desplazamiento

Analizar el circuito de la figura y obtener un cronograma donde aparezca la evolución temporal de todas las  $Q$ 's del circuito durante un intervalo de 11 ciclos de reloj. Considere que inicialmente  $Q_i = 0, \forall i$ .

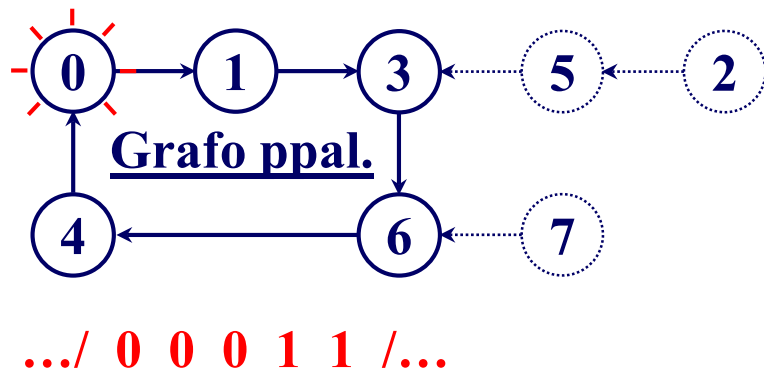


# Problema 4. Análisis de un circuito con registro de desplazamiento (Cont.)

## Solución:



Generador de secuencia



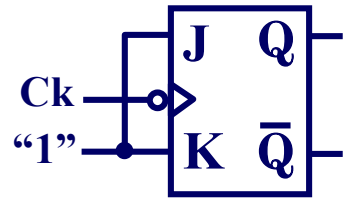
$$ES^t = D_1^t = \bar{Q}_3^t \bar{Q}_1^t + Q_2^t Q_1^t$$

$Q_3^t$	$Q_2^t$	$Q_1^t$	$ES^t$	$Q_3^{t+1}$	$Q_2^{t+1}$	$Q_1^{t+1}$
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	1	0
<hr/>						
1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0

El circuito podría generar 4 secuencias más (00110, 01100, 11000, 10001), pero elegimos esta porque nos indican que en todos los biestables inicialmente  $Q^t = 0$

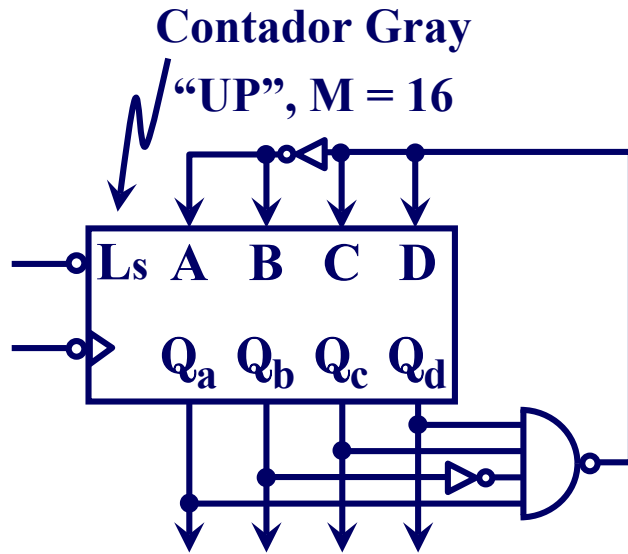
# Problema 4. Análisis de un circuito con registro de desplazamiento (Cont.)

## Solución:



$$Q^{t+1} = \underset{\substack{\text{“1”} \\ \swarrow}}{J} \bar{Q}^t + \underset{\substack{\text{“0”} \\ \swarrow}}{\bar{K}} Q^t = \bar{Q}^t$$

Se trata de un contador de  $M = 2$ ,  
o un divisor de frecuencia por 2.



$$\text{Sí } L_s = \text{“0”} \Rightarrow \begin{cases} Q_d^{t+1} = Q_c^{t+1} = D = C = \overline{Q_d^t Q_c^t Q_b^t Q_a^t} \\ Q_b^{t+1} = Q_a^{t+1} = B = A = Q_d^t Q_c^t \bar{Q}_b^t Q_a^t \end{cases}$$

Sí  $L_s = \text{“1”}$   $\Rightarrow$  cuenta síncrona UP en Gray

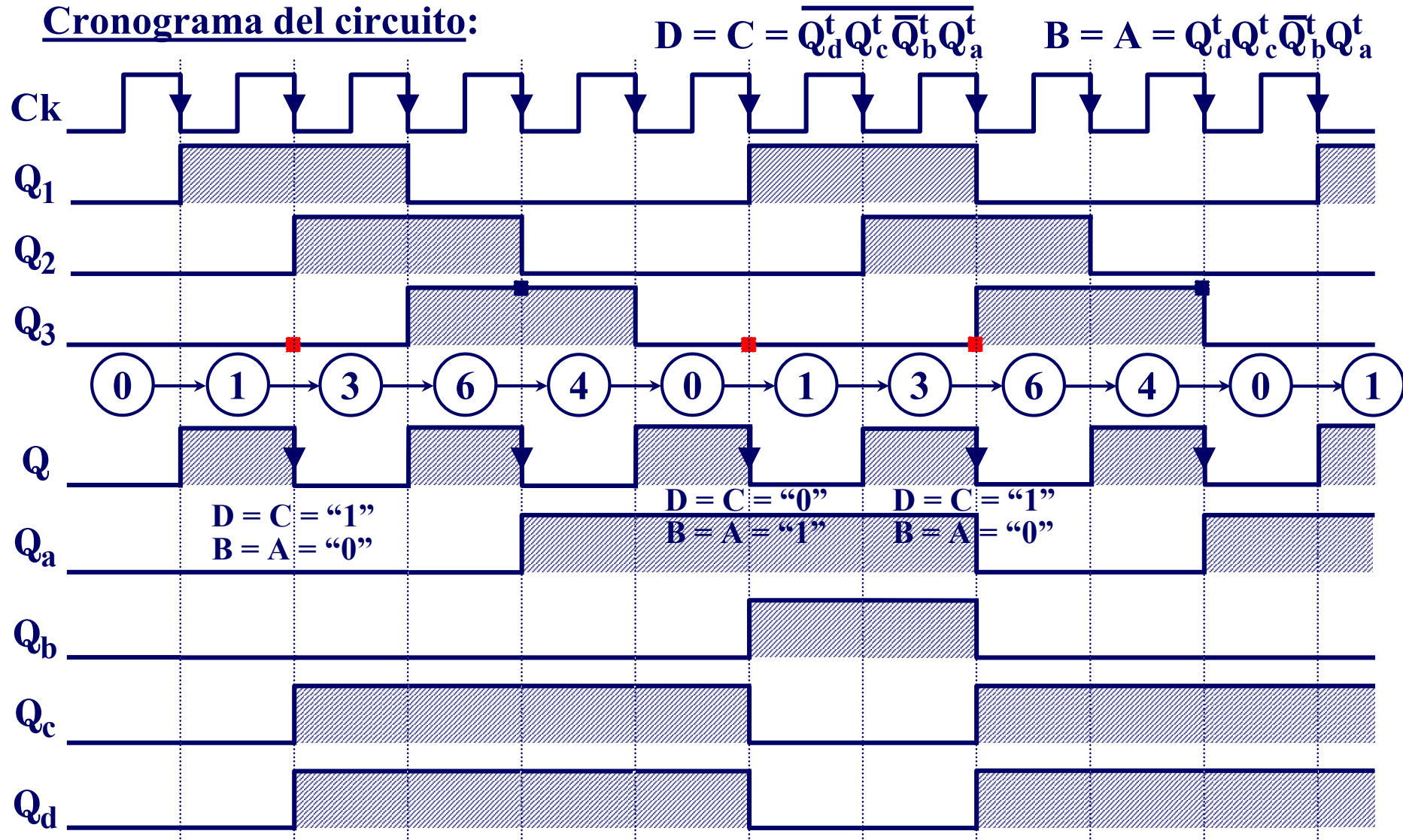
### Cod. Gray

0	0	0	0	(0)	ESTADOS ↓ GRAY
0	0	0	1	(1)	
0	0	1	1	(3)	
0	0	1	0	(2)	
0	1	1	0	(6)	
0	1	1	1	(7)	
0	1	0	1	(5)	
0	1	0	0	(4)	
1	1	0	0	(12)	
1	1	0	1	(13)	
1	1	1	1	(15)	
1	1	1	0	(14)	
1	0	1	0	(10)	
1	0	1	1	(11)	
1	0	0	1	(9)	
1	0	0	0	(8)	

ESTADOS  
↓  
GRAY

# Problema 4. Análisis de un circuito con registro de desplazamiento (Cont.)

## Solución:

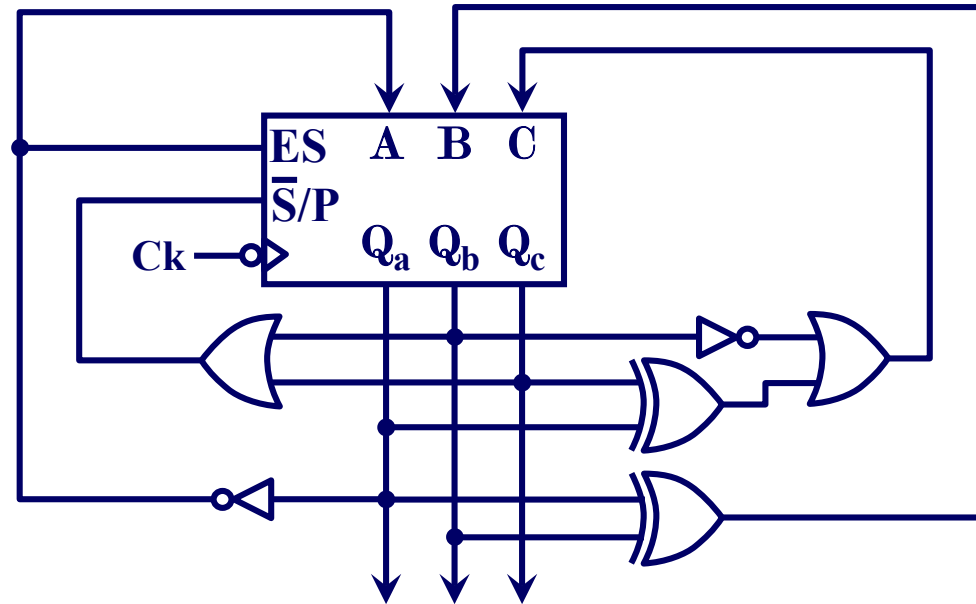


■ CARGA PARALELO SÍNCRONA      ■ CUENTA SÍNCRONA "UP" EN GRAY



## Problema 5. Análisis de un circuito con registro de desplazamiento

Obtener el grafo de estados del circuito de la figura considerando la salida  $Q_c$  del registro de desplazamiento como variable más significativa. Indique qué función realiza el circuito.



# Problema 5. Análisis de un circuito con registro de desplazamiento (Cont.)

## Solución:

$$\bar{S}/P = Q_c^t + Q_b^t$$

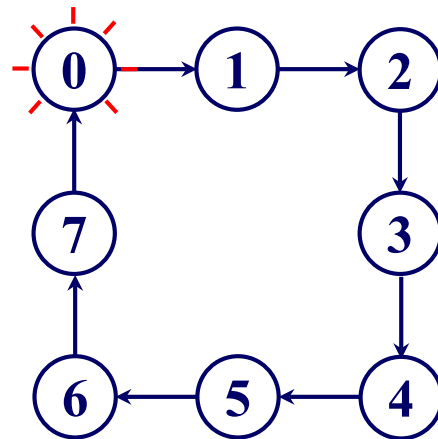
$$ES^t = \bar{Q}_a^t$$

$$C^t = \bar{Q}_b^t + (Q_c^t \oplus Q_a^t)$$

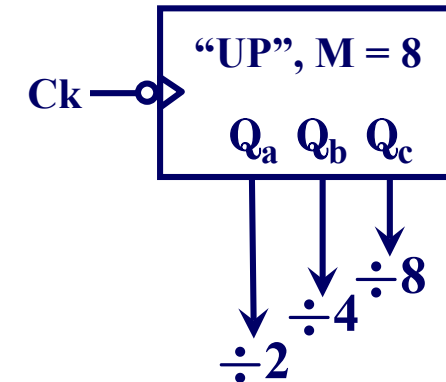
$$B^t = Q_b^t \oplus Q_a^t$$

$$A^t = \bar{Q}_a^t$$

$Q_c^t$	$Q_b^t$	$Q_a^t$	$\bar{S}/P$	$ES^t$	$C^t$	$B^t$	$A^t$	$Q_c^{t+1}$	$Q_b^{t+1}$	$Q_a^{t+1}$	
0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	<u>serie</u>
0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	<u>paralelo</u>
0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	
1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	

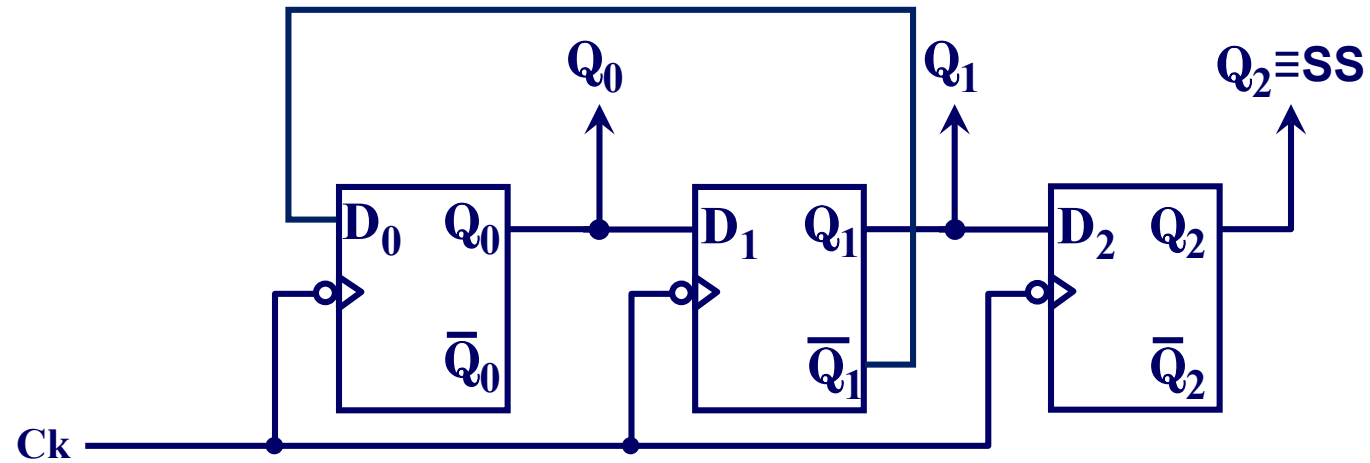


Contador Binario Natural, UP de M = 8, o bien, un divisor de frecuencia que dispone de los factores de división 2, 4 y 8.



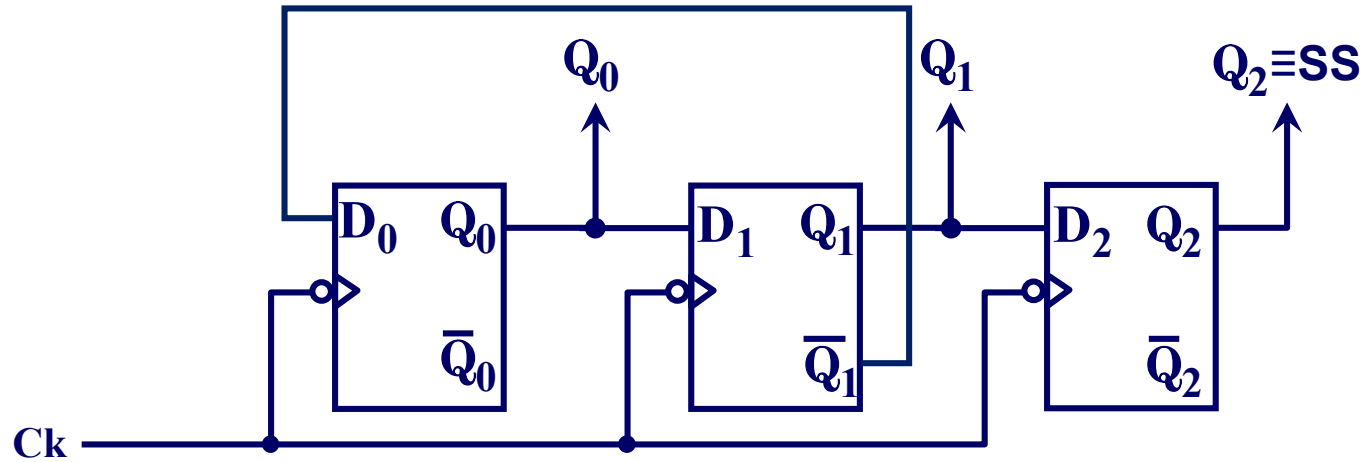
## Problema 6. Análisis de un registro de desplazamiento

Determinar la secuencia que genera el siguiente circuito.



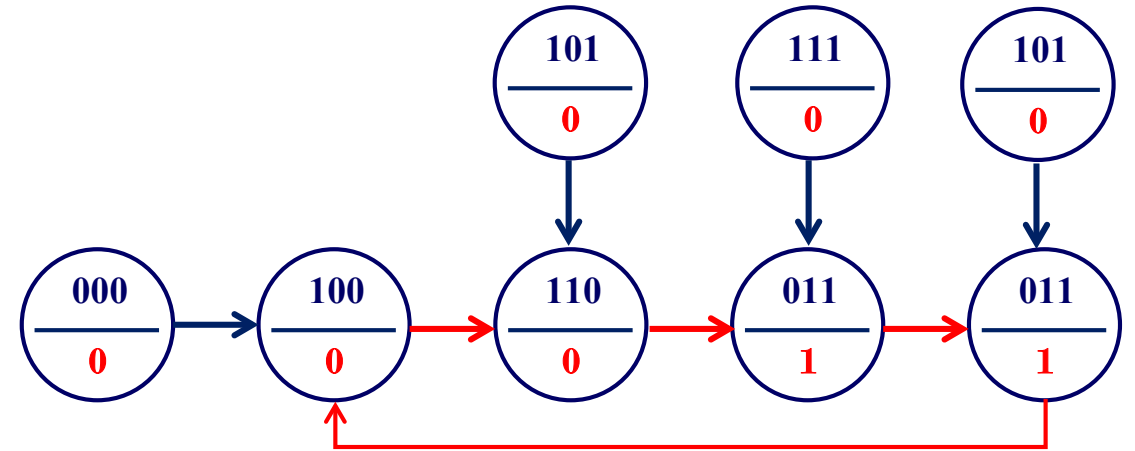
# Problema 6. Análisis de un registro de desplazamiento

## Solución:



$$\left. \begin{aligned} D_2 &= Q_1^t \\ D_1 &= Q_0^t \\ D_0 &= \bar{Q}_1^t \\ SS &= Q_2^t \end{aligned} \right\}$$

$Q_0^t$	$Q_1^t$	$Q_2^t$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$Q_0^{t+1}$	$Q_1^{t+1}$	$Q_2^{t+1}$	$SS^t$
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	1	0	1	1	1



Secuencia principal

.../ 0 0 1 1 /...

Leyenda

