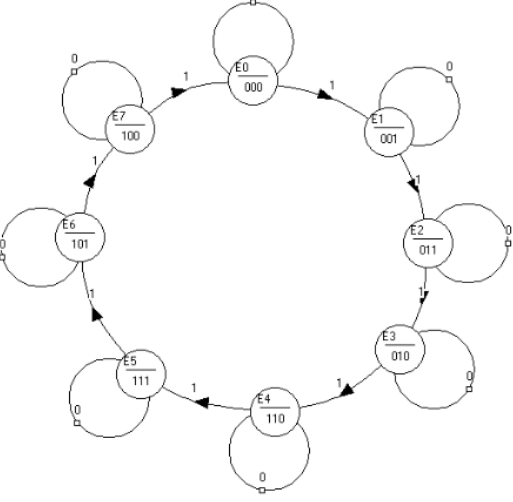


Ejercicio 8:

Un código Gray es una secuencia de números binarios con la propiedad de que el salto de un elemento de la secuencia al siguiente es de un solo bit. Por ejemplo, un código Gray binario de 3 bits: 000, 001, 011, 010, 110, 111, 101 y 100.

Utilizando 3 Flip-flops tipo D y compuertas lógicas, construir un contador de código Gray con una entrada **inc** que hace que el contador pase a la próxima secuencia. Notar que el código es cíclico.

Realizar dos implementaciones de dicho contador a partir de los diagramas propuestos en las figuras y luego comparar los resultados obtenidos.



Combinacional de estados:

Estado actual			Entrada		Estado siguiente		
Q_2	Q_1	Q_0	Inc		D_2	D_1	D_0
0	0	0	0		0	0	0
0	0	0	1		0	0	1
0	0	1	0		0	0	1
0	0	1	1		0	1	0
0	1	0	0		0	1	0
0	1	0	1		0	1	1
0	1	1	0		0	1	1
0	1	1	1		1	0	0
1	0	0	0		1	0	0
1	0	0	1		1	0	1
1	0	1	0		1	0	1
1	0	1	1		1	1	0
1	1	0	0		1	1	0
1	1	0	1		1	1	1
1	1	1	0		1	1	1
1	1	1	1		0	0	0

$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	$\overline{Q_0} \overline{Inc}$	$\overline{Q_0} Inc$	$Q_0 \overline{Inc}$	$Q_0 Inc$
$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	0	0	0	0
$\overline{Q_2} Q_1$	0	0	1	0
$Q_2 \overline{Q_1}$	1	1	0	1
$Q_2 Q_1$	1	1	1	1

$D_2 = \overline{Q_2} Q_1 Q_0 Inc + Q_2 \overline{Inc} + Q_2 \overline{Q_0} + Q_2 \overline{Q_1}$

$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	$\overline{Q_0} \overline{Inc}$	$\overline{Q_0} Inc$	$Q_0 \overline{Inc}$	$Q_0 Inc$
$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	0	0	1	0
$\overline{Q_2} Q_1$	1	1	0	1
$Q_2 \overline{Q_1}$	1	1	0	1
$Q_2 Q_1$	0	0	1	0

$D_1 = \overline{Q_1} Q_0 Inc + Q_1 \overline{Q_0} + Q_1 \overline{Inc}$

$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	$\overline{Q_0} \overline{Inc}$	$\overline{Q_0} Inc$	$Q_0 \overline{Inc}$	$Q_0 Inc$
$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	0	1	0	1
$\overline{Q_2} Q_1$	0	1	0	1
$Q_2 \overline{Q_1}$	0	1	0	1
$Q_2 Q_1$	0	1	0	1

$D_0 = \overline{Q_0} Inc + Q_0 \overline{Inc}$

Combinacional de salidas:

Estado actual	Salida		
Q_2	Q_1	Q_0	S_2
E0	0	0	0
E1	0	0	1
E2	0	1	0
E3	0	1	1
E4	1	0	0
E5	1	0	1
E6	1	1	0
E7	1	1	1

$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	$\overline{Q_2} Q_0$	$Q_2 \overline{Q_0}$	$Q_2 Q_0$
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	0	0	0
$Q_2 \overline{Q_0}$	1	1	1

$S_2 = Q_2$

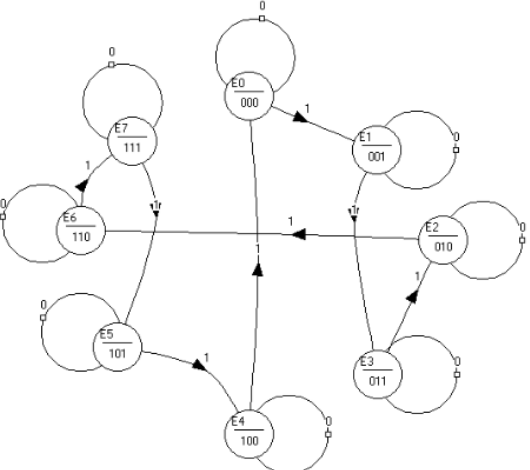
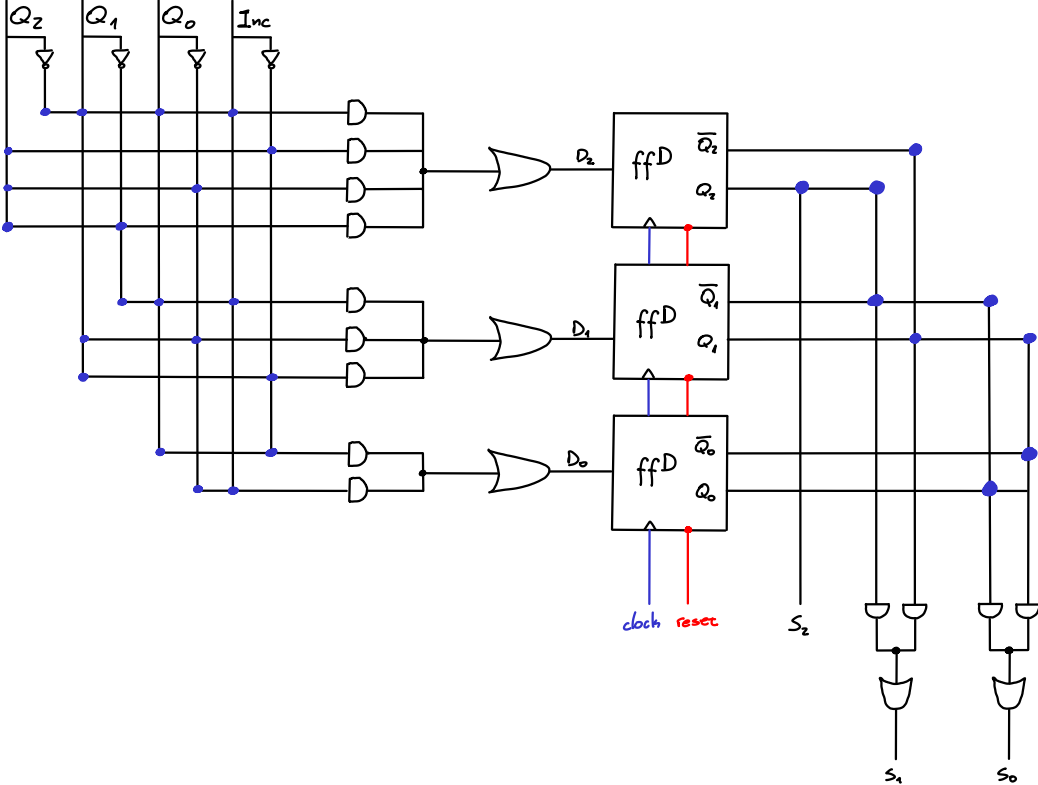
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	$\overline{Q_2} Q_0$	$Q_2 \overline{Q_0}$	$Q_2 Q_0$
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	0	0	1
$Q_2 \overline{Q_0}$	1	1	0

$S_1 = Q_2 \overline{Q_1} + Q_2 Q_1$

$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	$\overline{Q_2} Q_0$	$Q_2 \overline{Q_0}$	$Q_2 Q_0$
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	0	1	0
$Q_2 \overline{Q_0}$	0	1	0

$S_0 = \overline{Q_1} Q_0 + Q_1 \overline{Q_0}$

Luego, la implementación es la siguiente:



Combinacional de estados:

Estado actual			Entrada		Estado siguiente		
Q_2	Q_1	Q_0	Inc		D_2	D_1	D_0
0	0	0	0		0	0	0
0	0	0	1		0	0	1
0	0	1	0		0	0	1
0	0	1	1		0	1	1
0	1	0	0		0	1	0
0	1	0	1		1	1	0
0	1	1	0		0	1	1
0	1	1	1		0	1	0
1	0	0	0		1	0	0
1	0	0	1		0	0	0
1	0	1	0		1	0	1
1	0	1	1		1	0	0
1	1	0	0		1	1	0
1	1	0	1		1	1	1
1	1	1	0		1	1	1
1	1	1	1		1	0	1

$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	$\overline{Q_0} \overline{Inc}$	$\overline{Q_0} Inc$	$Q_0 \overline{Inc}$	$Q_0 Inc$
$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	0	0	0	0
$\overline{Q_2} Q_1$	0	1	0	0
$Q_2 \overline{Q_1}$	1	1	1	1
$Q_2 Q_1$	1	0	1	1

$D_2 = Q_2 \overline{Inc} + Q_2 Q_0 + Q_1 \overline{Q_0} Inc$

$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	$\overline{Q_0} \overline{Inc}$	$\overline{Q_0} Inc$	$Q_0 \overline{Inc}$	$Q_0 Inc$
$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	0	0	1	0
$\overline{Q_2} Q_1$	1	1	1	1
$Q_2 \overline{Q_1}$	1	1	0	1
$Q_2 Q_1$	0	0	0	0

$D_1 = \overline{Q_2} Q_0 Inc + Q_1 \overline{Q_0} + Q_1 \overline{Inc}$

$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	$\overline{Q_0} \overline{Inc}$	$\overline{Q_0} Inc$	$Q_0 \overline{Inc}$	$Q_0 Inc$
$\overline{Q_2} \overline{Q_1}$	0	1	1	1
$\overline{Q_2} Q_1$	0	0	0	1
$Q_2 \overline{Q_1}$	0	1	1	1
$Q_2 Q_1$	0	0	0	1

$D_0 = Q_2 Q_1 Inc + \overline{Q_2} \overline{Q_1} Inc + Q_0 \overline{Inc}$

Combinacional de salidas:

Estado actual	Salida		
Q_2	Q_1	Q_0	S_2
E0	0	0	0
E1	0	0	1
E2	0	1	0
E3	0	1	1
E4	1	0	0
E5	1	0	1
E6	1	1	0
E7	1	1	1

$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	$\overline{Q_2} Q_0$	$Q_2 \overline{Q_0}$	$Q_2 Q_0$
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	0	0	0
$Q_2 \overline{Q_0}$	1	1	1

$S_2 = Q_2$

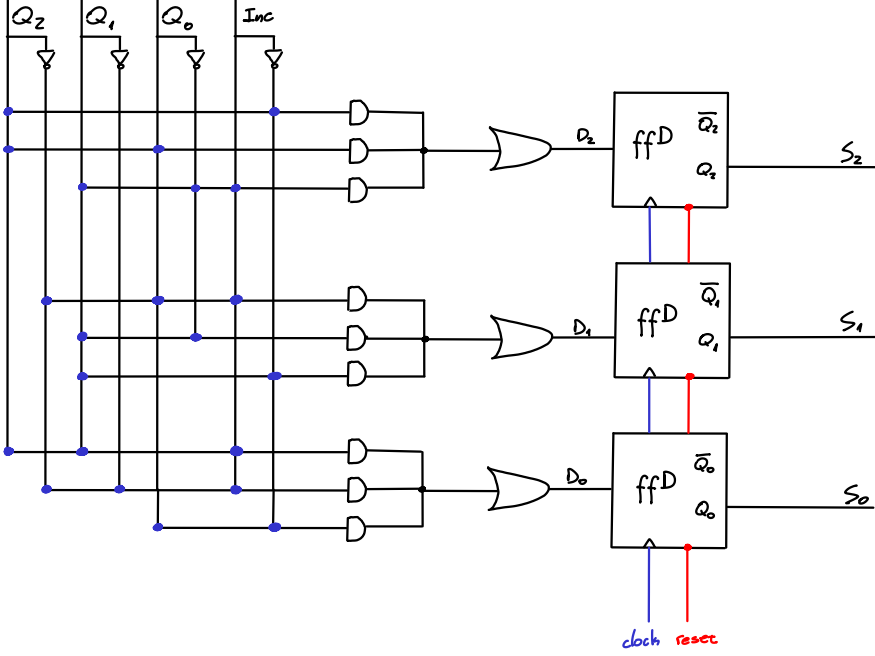
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	$\overline{Q_2} Q_0$	$Q_2 \overline{Q_0}$	$Q_2 Q_0$
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	0	0	1
$Q_2 \overline{Q_0}$	0	0	1

$S_1 = Q_1$

$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	$\overline{Q_2} Q_0$	$Q_2 \overline{Q_0}$	$Q_2 Q_0$
$\overline{Q_2} \overline{Q_0}$	0	1	1
$Q_2 \overline{Q_0}$	0	1	1

$S_0 = Q_0$

Luego, la implementación es la siguiente:



Puede verse que la segunda implementación no requiere compuertas lógicas en el combinacional de salida, esto se debe a que hicimos que la salida coincidiera con la codificación de estados. Esto hace que el número de compuertas utilizadas sea menor en esta segunda implementación.