COMPARACIÓN CIRCUITOS COMBINACIONALES – SECUENCIALES.

CIRCUITOS COMBINACIONALES	CIRCUITOS SECUENCIALES
• Ejemplo: **sumador** (aritmético).	• Ejemplo: **contador**.
• Para cada **combinación** de valores de las variables de entrada, siempre se repiten los mismos valores de las variables de salida.	• Las salidas no sólo dependen de las entradas, sino también del estado (determinado por las entradas pasadas).
• Salidas actuales = f(entradas actuales)	• Salidas actuales = f(entradas actuales, estado)
• No hay evolución de estados.	• Hay evolución de estados, **secuencia** de estados.
• Circuitos sin memoria.	• Circuitos con **memoria**.
• Pueden definirse mediante **tablas de verdad**, en las que exclusivamente aparecen las entradas actuales y las salidas actuales.	• No pueden definirse mediante tablas de verdad, en las que exclusivamente aparecen las entradas actuales y las salidas actuales. Se necesitan **otras tablas** diferentes en las que también debe figurar el estado o las entradas previas.
• Elemento constructivo: **puertas lógicas**.	• Elemento constructivo: **biestables**. Los biestables son circuitos construidos con puertas lógicas interconectadas mediante **realimentación**: algunas salidas se llevan de nuevo a las entradas, para poder tener conocimiento de la historia previa.

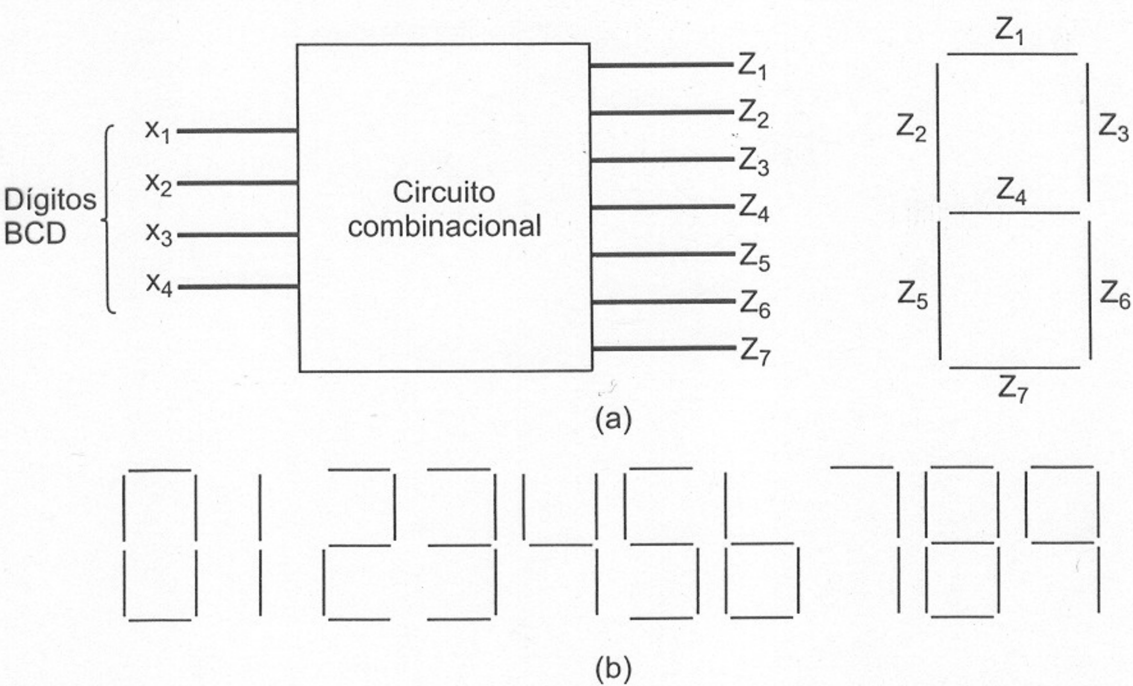


Figura A.34. Ejemplo de un visualizador LED de siete segmentos.

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01		1	1	
11				
10				

(a) $\bar{A}BD$

AB \ CD	00	01	11	10
00		1		
01				
11				
10		1		

(b) $\bar{B}\bar{C}D$

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01	1			1
11				
10				

(c) $\bar{A}B\bar{D}$

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01				
11				
10				

(d) $\bar{A}\bar{B}$

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01	1	1		
11	1	1		
10				

(e) $B\bar{C}$

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01	1			1
11	1			1
10				

(f) $B\bar{D}$

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11				
10				

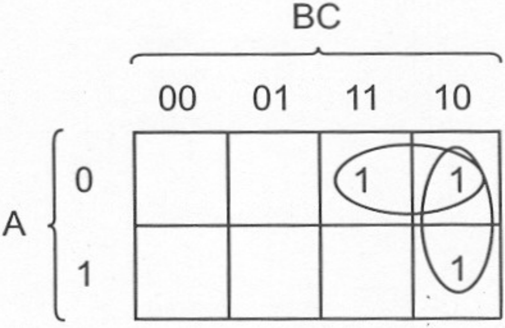
(g) $\bar{A}$

AB \ CD	00	01	11	10
00	1			1
01	1			1
11	1			1
10	1			1

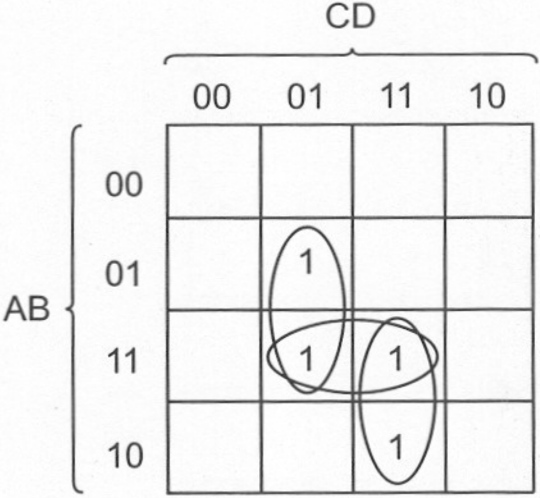
(h) $\bar{D}$

AB \ CD	00	01	11	10
00			1	1
01			1	1
11			1	1
10			1	1

(i) C



(a) $F = \overline{A}B + B\overline{C}$

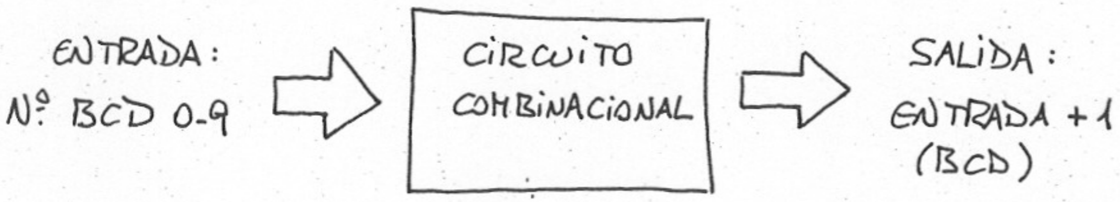


(b) $F = B\overline{C}D + ACD$

Figura A.9. Grupos solapados.

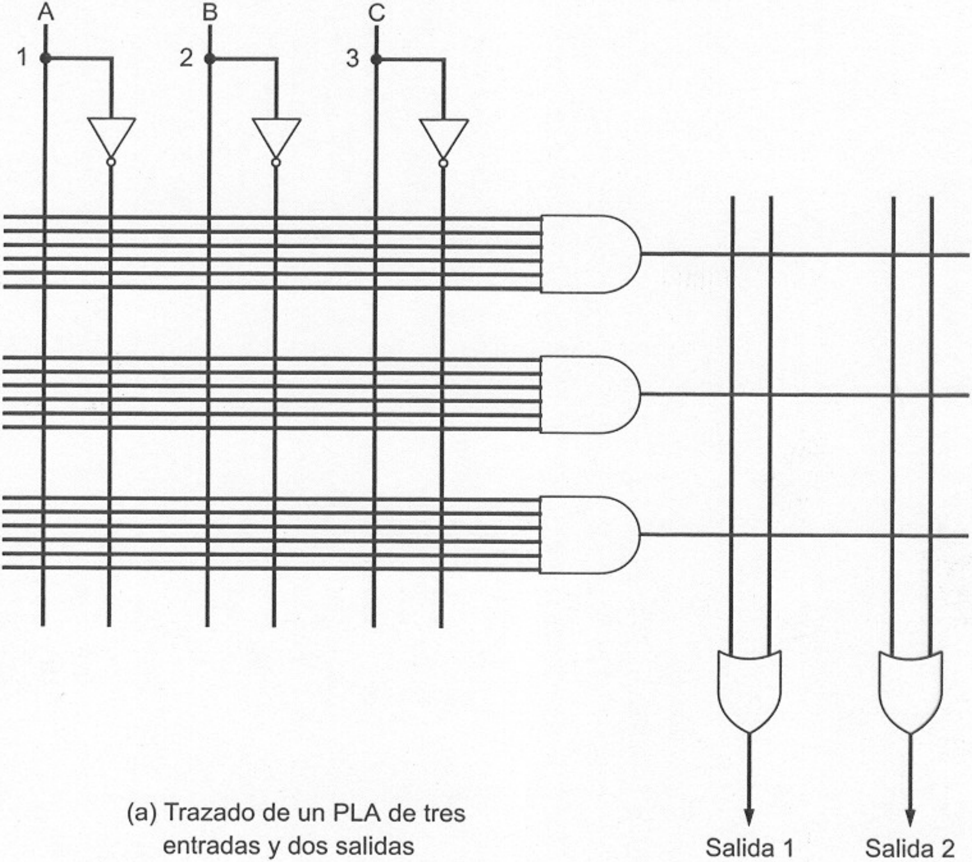
Tabla A.4. Tabla verdad de un contador digital de un dígito

	Entrada					Salida			
Número	**A**	**B**	**C**	**D**	**Número**	**W**	**X**	**Y**	**Z**
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	2	0	0	1	0
2	0	0	1	0	3	0	0	1	1
3	0	0	1	1	4	0	1	0	0
4	0	1	0	0	5	0	1	0	1
5	0	1	0	1	6	0	1	1	0
6	0	1	1	0	7	0	1	1	1
7	0	1	1	1	8	1	0	0	0
8	1	0	0	0	9	1	0	0	1
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Indiferencias	1	0	1	0		d	d	d	d
	1	0	1	1		d	d	d	d
	1	1	0	0		d	d	d	d
	1	1	0	1		d	d	d	d
	1	1	1	0		d	d	d	d
	1	1	1	1		d	d	d	d

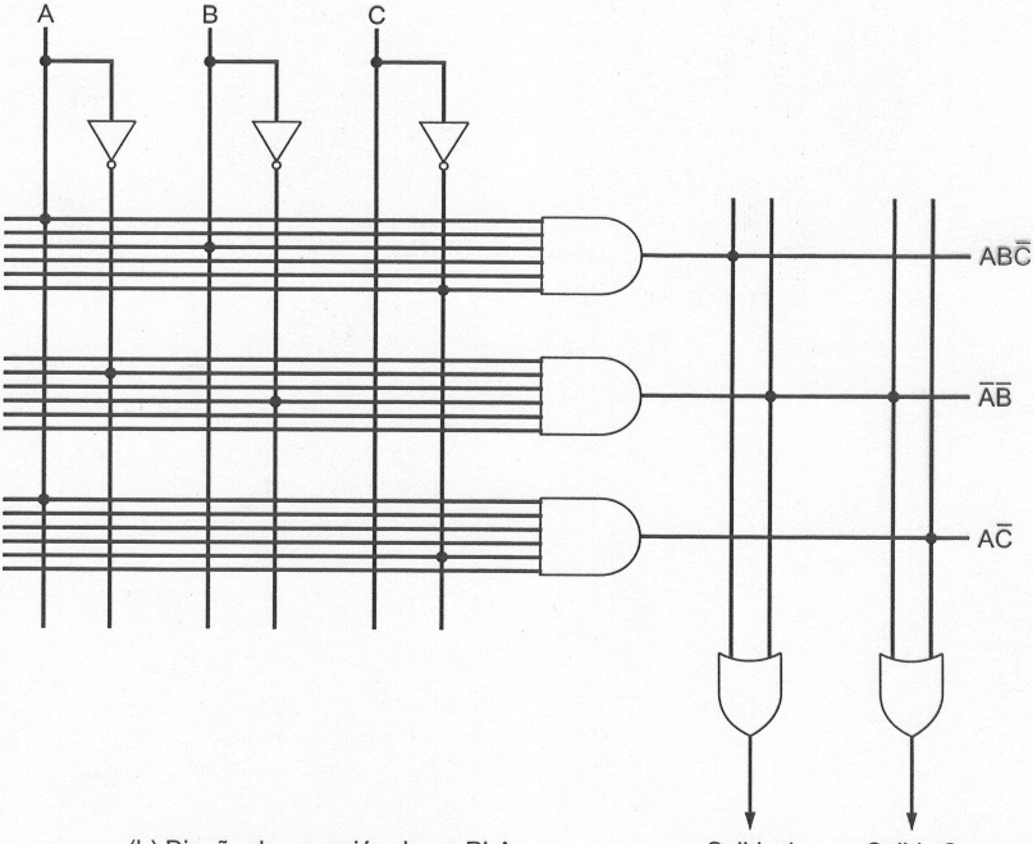


- CÓDIGO BCD (Decimal Codificado en Binario):

Nº decimal	BCD 8	4	2	1 ← PESOS
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1



(a) Trazado de un PLA de tres
entradas y dos salidas



(b) Diseño de conexión de un PLA de tres entradas y dos salidas

Figura A.19. Ejemplo de un conjunto lógico programable.

Table A.8 Truth Table for a ROM

Input				Output			
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

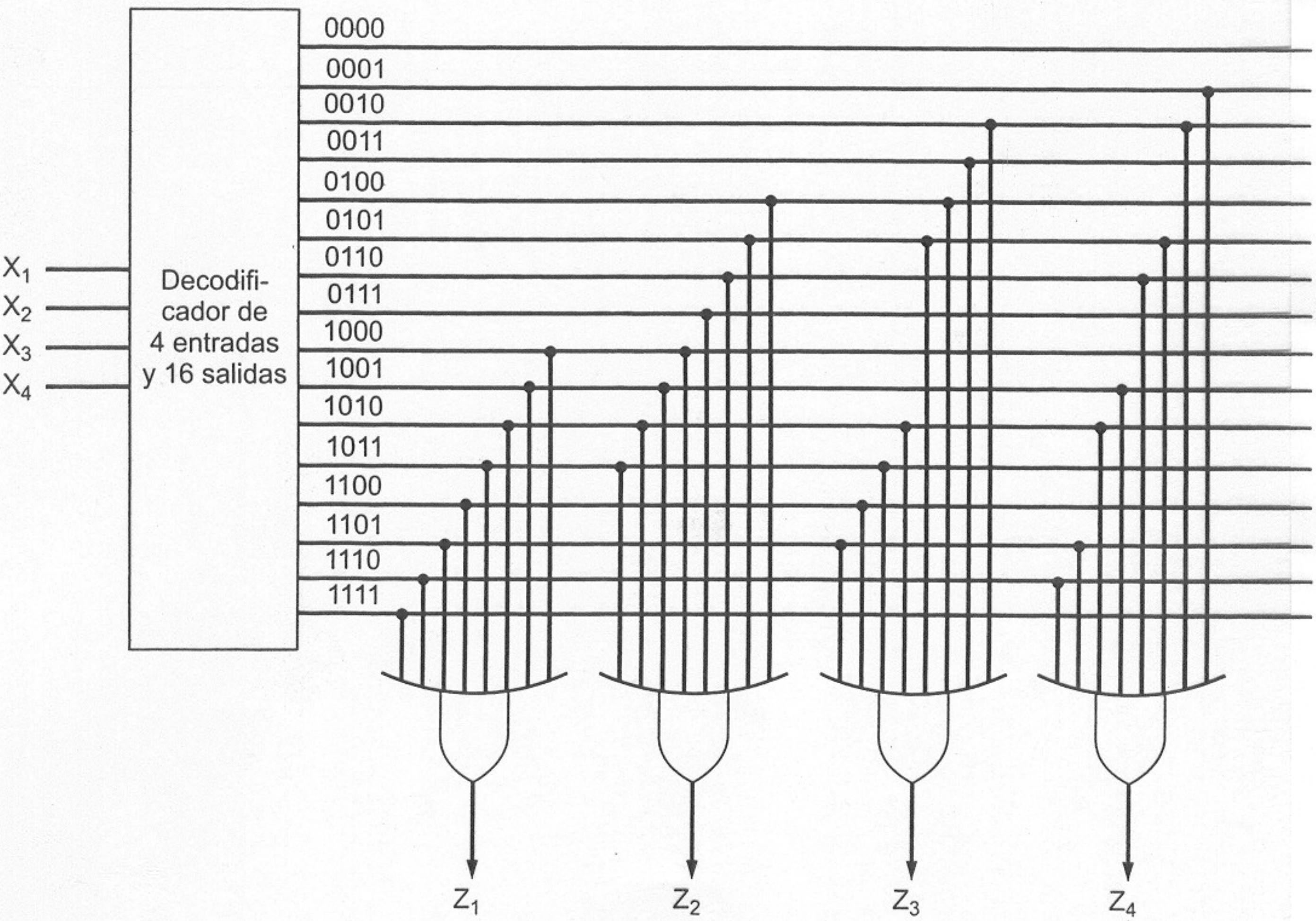
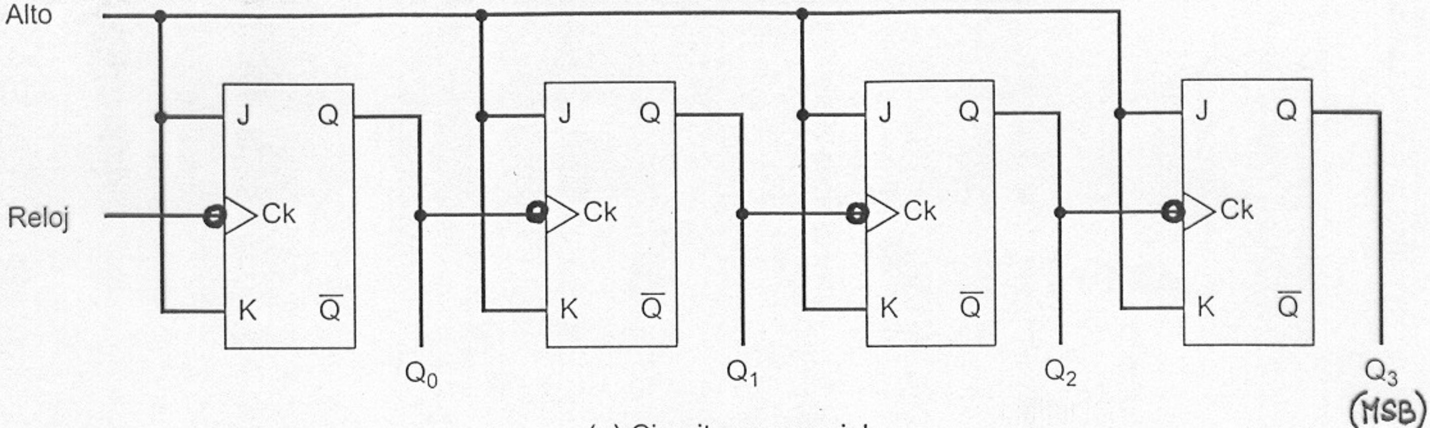
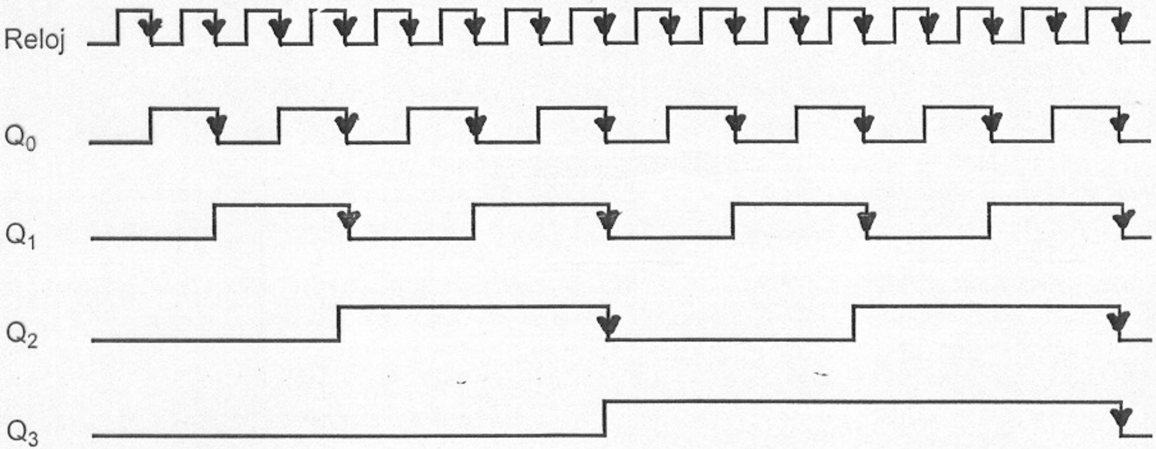


Figura A.20. ROM de 64 bit.



(a) Circuito secuencial



(b) Diagrama de tiempo

Figura A.32. Contador ondulado.

DISEÑO DE CIRCUITOS SECUENCIALES

ASPECTOS GENERALES

VARIABLES

- De entrada: "**X**" (X_0, X_1,…)
- De salida: "**Z**" (Z_0, Z_1,…)
- De estado: "**Q**" (Q_0, Q_1,…)
  - Estado actual: "$\mathbf{Q_n}$"
  - Estado siguiente: "$\mathbf{Q_{n+1}}$"

NÚMERO DE BIESTABLES

- El número de biestables necesarios depende del número de estados del circuito secuencial.
- Cada biestable aporta una variable de estado Q (representada por su salida).
- Si hay ***p* biestables** $\rightarrow$
  p variables de estado (Q_0, Q_1,…, Q_{p-1}) $\rightarrow$
  pueden codificarse hasta **2^p estados** diferentes.

TIPOS DE CIRCUITOS SECUENCIALES

- Existen dos tipos de circuitos secuenciales: autómatas de **Moore** y de **Mealy**.
- Un mismo circuito secuencial puede definirse como autómata de Moore o de Mealy, aunque sus modos de funcionamiento no serán iguales.
- Por lo general, un autómata de Moore suele requerir más estados que el autómata de Mealy equivalente, por lo que puede necesitar más memoria (es decir, mayor número de biestables).

AUTÓMATA DE MOORE

ECUACIONES

- Evolución de estados: $Q_{n+1} = f_1 (Q_n, X_n)$
- Salida: $Z_n = f_2 (Q_n)$

$\downarrow$

Las **salidas** sólo dependen del **estado**, no de las entradas. Durante cada estado se mantendrá el valor de las salidas.

ESQUEMA

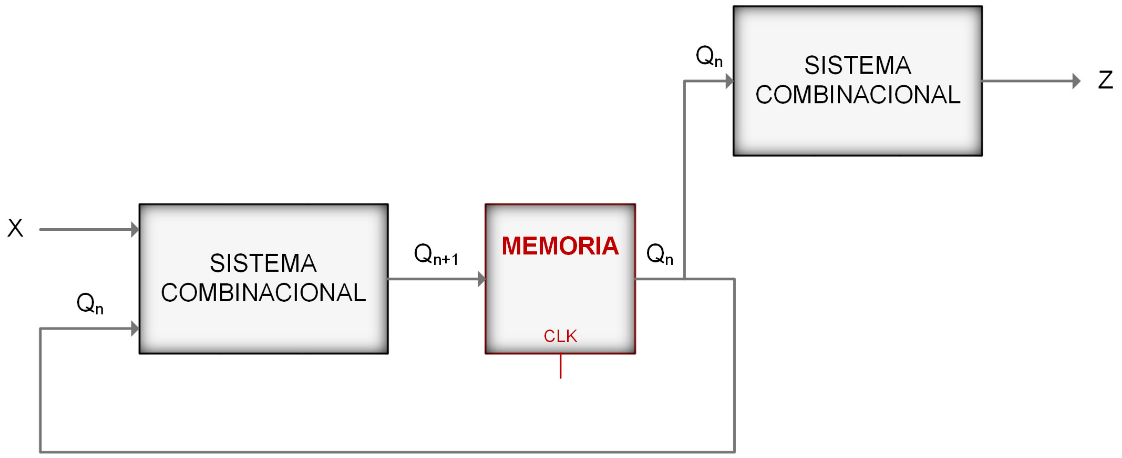
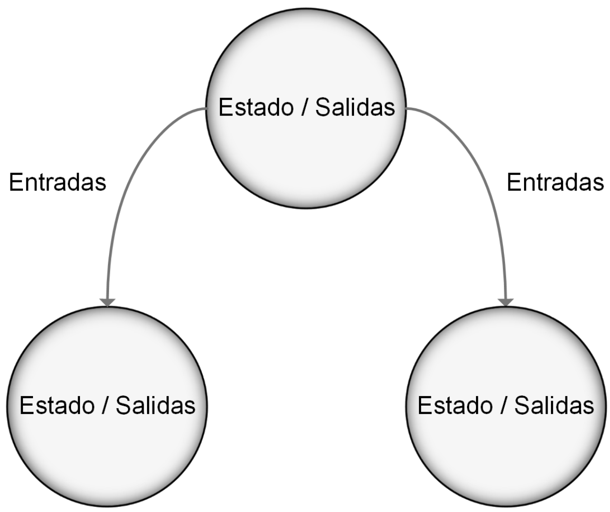


DIAGRAMA DE ESTADOS



AUTÓMATA DE MEALY

ECUACIONES

- Evolución de estados: $Q_{n+1} = f_1 (Q_n, X_n)$
- Salida: $Z_n = f_2 (Q_n, X_n)$

$\downarrow$

Las **salidas** dependen tanto del **estado** como de las **entradas**. Durante cada estado, las salidas pueden cambiar si lo hacen las entradas.

ESQUEMA

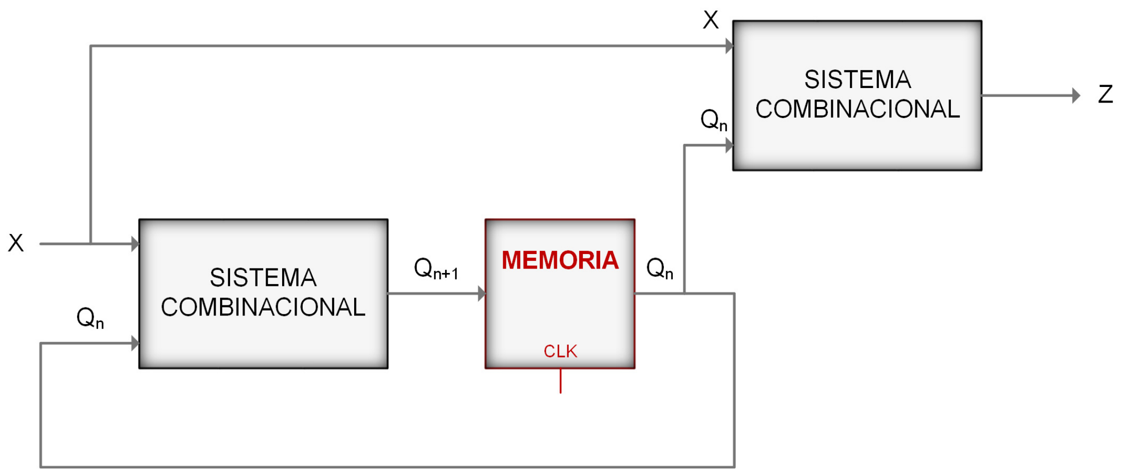


DIAGRAMA DE ESTADOS