



# Sistemas Digitales (EL225)

Maquinas de Estado  
Memorias

## Recordemos - Tablas



- ¿Recuerdan?

FF JK			
J	K	$Q_{n+1}$	Com.
0	0	$Q_n$	Permanece
0	1	0	Reset
1	0	1	Set
1	1	$\neg Q_n$	Complementno

FF SR			
S	R	$Q_{n+1}$	Comentario
0	0	$Q_n$	Permanece
0	1	0	Reset
1	0	1	Set
1	1	—	No permitido

FF D	
D	$Q_{n+1}$
0	0
1	1

FF T	
T	$Q_{n+1}$
0	$Q_n$
1	$\neg Q_n$

## Recordemos - Tablas



### ■ ¿Y estas?

FF JK			
$Q_n$	$Q_{n+1}$	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

FF SR			
$Q_n$	$Q_{n+1}$	S	R
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

FF D		
$Q_n$	$Q_{n+1}$	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

FF T		
$Q_n$	$Q_{n+1}$	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

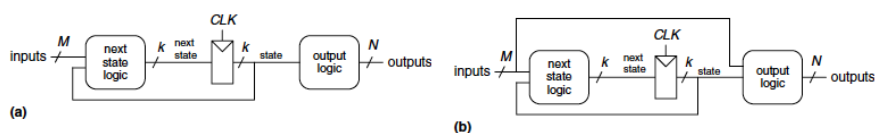
UPC - Sistemas Digitales

## Maquinas de Estado Finitas



### ■ ¿Qué son las Máquinas de Estado Finitas?

- Son Sistemas Secuenciales o circuitos en los cuales la salida depende de las entradas en el instante determinado y de la historia de entradas anteriores.
- Estos circuitos poseen elementos de memoria que permiten “recordar” los valores previos. Todo esto constituido en un sistema realimentado.
- La configuración puede ser según se muestra en (a) o (b)

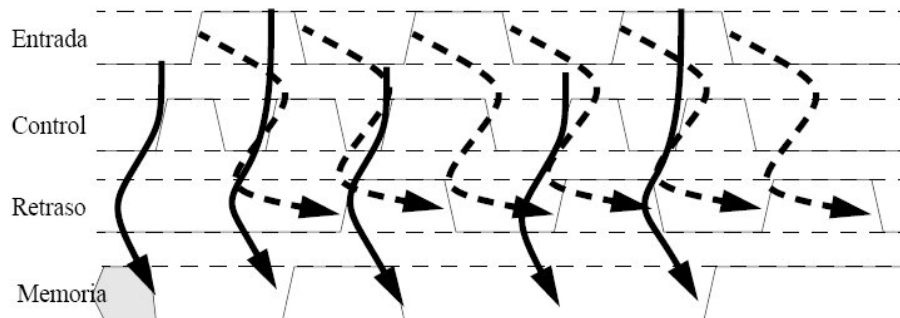


UPC - Sistemas Digitales

## Maquinas de Estado Finitas



- Debido a la lógica intermedia, en la temporización aparecen retrasos que pueden ser fijos o independientes de la señal.



UPC - Sistemas Digitales

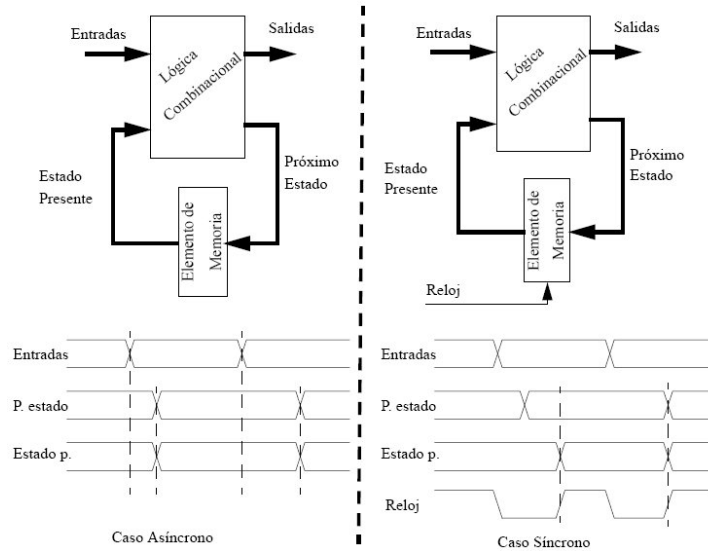
## Maquinas de Estado Finitas



- Los Sistemas Secuenciales se analizan y diseñan en base al tiempo o momento en el cual aparece el siguiente estado. Esta situación se le conoce como sincronización.
- Visto de esta manera tenemos dos tipos de sistemas:
  - Sistemas asíncronos: La sincronización en este caso depende de los retrasos inherentes en los circuitos conformantes. No hay ningún agente externo.
  - Sistemas síncronos: La sincronización depende de una señal externa conocida generalmente como la señal de reloj. Esta señal controla el comportamiento de los elementos de memoria.

UPC - Sistemas Digitales

## Maquinas de Estado Finitas

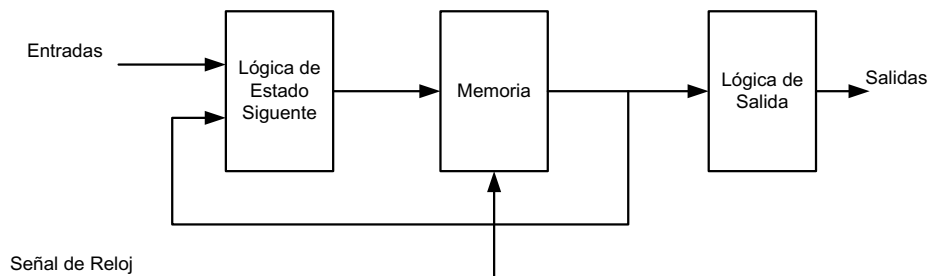


UPC - Sistemas Digitales

## Tipos de Máquinas de Estado



- Maquinas de Moore: Son aquellas cuyas salidas dependen de los estados (salidas sincronas).

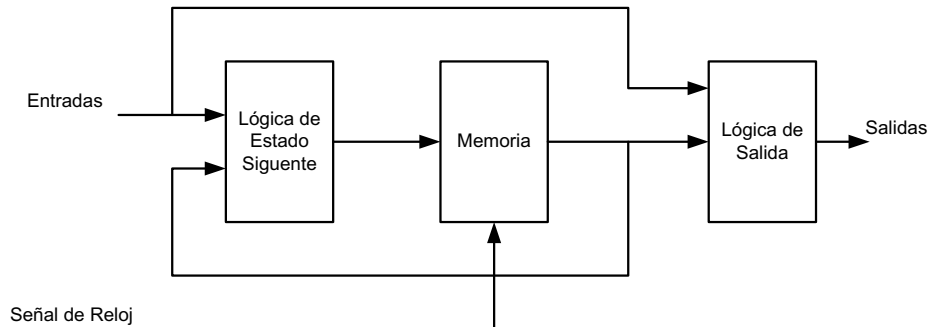


UPC - Sistemas Digitales

## Tipos de Máquinas de Estado



- Maquinas de Mealy: Las salidas dependen de los estados y las entradas (salidas asíncronas).

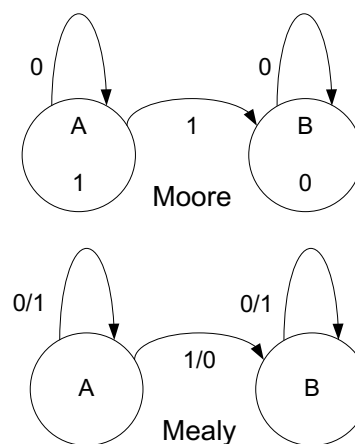


UPC - Sistemas Digitales

## Moore vs Mealy



- La máquina de Moore garantiza que las salidas sean estables durante un ciclo completo de reloj.
- Sin embargo, un cambio en la entrada toma por lo menos un ciclo de reloj para afectar a la salida.
- Las máquinas de Moore pueden requerir más estados.



UPC - Sistemas Digitales

## Moore vs Mealy



- Supongamos el siguiente caso:
  - Un autómata verifica los agujeros en una cinta.
  - El autómata avanza a razón de 1cm/s y cada segundo activa el sensor para saber si hay o no un agujero.
  - Por cada agujero, el autómata valida un “1” y cuando no detecta lo interpreta como un “0”.
  - Si la secuencia encontrada es 1101 el autómata enciende una luz verde durante un segundo y luego se apaga.
- ¿Como sería la Máquina de Estado tipo Moore y cual Mealy?

UPC - Sistemas Digitales

## Factorización de Máquina de Estado



- El proceso de elaborar máquinas de estado complejas es más sencillo si se puede “factorizar” en máquinas de estado más simples.
- De esta manera, las salidas de algunas máquinas se convierten en entradas de otras. Integrando todo se convierte en una máquina compleja.

UPC - Sistemas Digitales

# Sistemas Digitales

## Memorias



## Definición

- Una memoria es un dispositivo que almacena números binarios y que pueden accederse electrónicamente.
- La forma de almacenamiento puede ser por:
  1. Cableado físico.
  2. Campos magnéticos.
  3. Campos eléctricos.
  4. Operación activa de un circuito electrónico.
- Otra definición: una colección de registros compuestos por flip flops (biestables).
- A cada uno de los registros se le conoce como posición

## Características

- Las memorias tienen características que describen su funcionamiento siendo las más importantes :
  - a. Volatilidad: ¿Conserva los datos si se quita la energía?
  - b. Tiempo de escritura/lectura ¿Cuánto se demora en guardar o leer datos?
  - c. Densidad de información: ¿Cuántos bits hay por cm<sup>2</sup>?
  - d. Capacidad: ¿Qué cantidad de datos almacena?
  - e. Verificación de errores: ¿Cómo sabemos si el dato es correcto?
  - f. Modo de Acceso:
    - a. Aleatorio: Cualquier posición se accede en el mismo tiempo.
    - b. Secuencial: Cada posición tarda en accederse de acuerdo a la posición relativa. Pilas y Colas.

UPC - Sistemas Digitales

## Direcciones

- Cada una de las posiciones (registros/celdas) debe ser identificado dentro de la memoria.
- La forma de identificación es a través de una dirección.
- Esta dirección es un número único asociado a una posición dentro de una memoria. El único formato que se puede utilizar para escribir una dirección, por ser un circuito digital, es el binario y por ende, se debe seleccionar la dirección en modo binario.
- ¿Cómo hacemos para indicarle a la memoria una dirección?

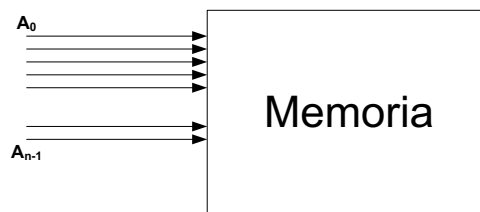
00	
01	
02	
03	
04	
05	
2044	
2045	
2046	
2047	

UPC - Sistemas Digitales



## Direcciones

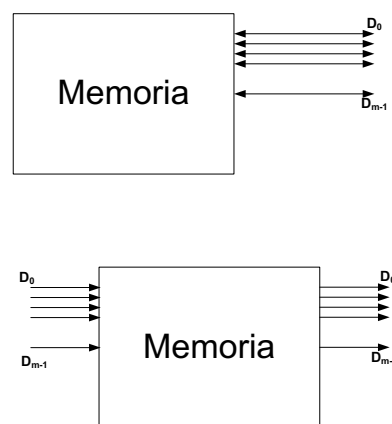
- El número binario que representa la dirección ingresa de forma paralela a través de unos hilos de conexión que se denomina Bus de Direcciones.
- Este bus interactúa con otros componentes del sistema y su “ancho” está vinculado con el número de posiciones.
- La cantidad de direcciones siempre es  $2^n$  ¿Qué es n?



UPC - Sistemas Digitales

## Datos

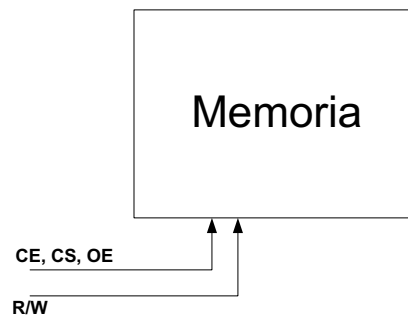
- Los datos ingresan y/o salen de la memoria también en formato binario y de manera paralela.
- Entonces hay un conjunto de terminales conocido como el Bus de Datos que sirve para este propósito.
- El “ancho” del bus dependerá de la cantidad de bits que almacena cada posición (tamaño de celda). P.e. 1 bit, 2 bits, 4 bits, 8 bits, etc.



UPC - Sistemas Digitales

## Control

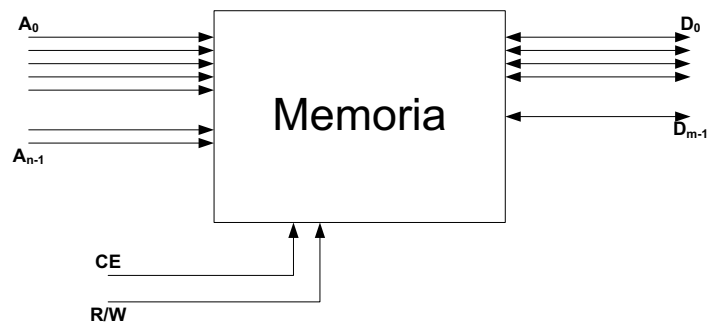
- Además de los buses vistos hay un conjunto de señales que llegan a otros terminales de la memoria. Estas señales indican Escritura, Lectura, Habilitación, etc., y se les conoce como el Bus de Control



UPC - Sistemas Digitales

## Buses

- Resumiendo, una memoria tiene:
  - Bus de Direcciones
  - Bus de Datos (uno del tipo bidireccional o dos del tipo unidireccional)
  - Bus de Control



UPC - Sistemas Digitales

## Representación

- Las posiciones de memoria se dibujarán como una pila de pequeños bloques, cada uno identificado con su dirección y el dato que almacene (opcional).
- Las direcciones y los datos se expresan en formato hexadecimal, porque su conversión a partir del binario es sencilla. ¿Cómo se hace la conversión?
- Finalmente para identificar la memoria usamos la siguiente denominación:

$2^n \times m$

$2^n$  = Cantidad de Posiciones  
 $m$  = Tamaño en bits del dato

0000	8B
0001	52
0002	AF
0003	70
7FFE	C1
7FFF	99

UPC - Sistemas Digitales

## Memoria Caché

- Están construidas con RAM estáticas.
- Es una memoria pequeña y muy rápida usada para almacenar las instrucciones y datos más empleados recientemente; en lugar de las memorias grandes y lentas.
- Ayuda a que los sistemas basados en microprocesador tengan un mejor rendimiento.
- ¿Cómo mejora el rendimiento este tipo de memoria?
- La memoria cache está clasificado en niveles que dependen de lo que se grabará y mantendrá.

UPC - Sistemas Digitales

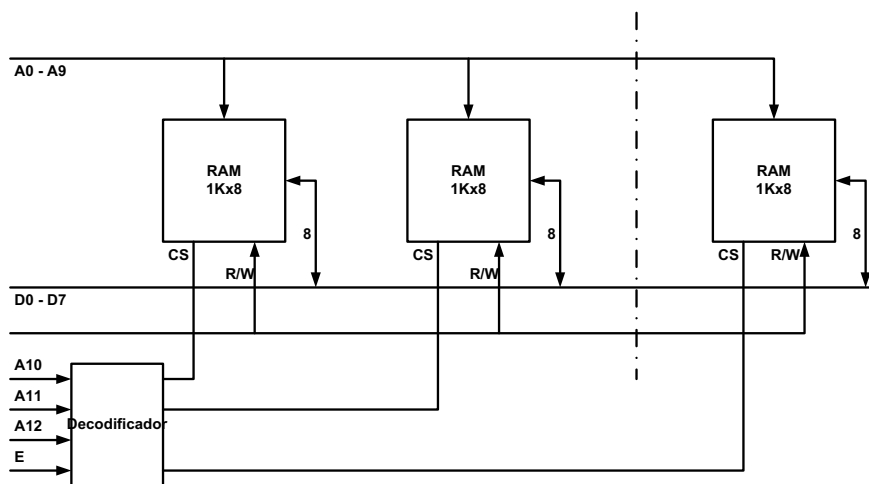
## Unidades de Memoria

- Muchos sistemas trabajan utilizando un chip de memoria de determinada capacidad, pero en ocasiones no es suficiente.
- Esto implica utilizar más de un circuito de memoria lo cual lleva a la formación de una **unidad de memoria**.
- La unidad de memoria debe configurarse de acuerdo con los buses que el sistema asigna (microprocesador)
- ¿Cómo ubicamos e identificamos cada una de las posiciones de los circuitos de memoria independientes dentro de la unidad?
- Recuerde que cada chip tiene su propio rango de direcciones, ¿lo seguirá conservando en la unidad?

UPC - Sistemas Digitales

## Unidades de Memoria

- P.e. Sistema de 8KB con chips de 1KB



UPC - Sistemas Digitales

## Ejemplos

1. Un sistema administra hasta 16KB de memoria y sólo se tienen memorias de 8Kx4 ¿Cómo organizarlas?
2. Un sistema de 32KB posee dos tipos de memoria : ROM y RAM el primero de ellos ocupa los primeros 8KB y el segundo los 24 KB siguientes. Si se posee una EPROM de 4KB y dos integrados RAM de 4KB ¿Cuál sería la disposición de los elementos?
3. En un sistema de 64KB la ROM utiliza el rango de direcciones 0000H a 3FFFH y la RAM de 8000H a 97FFH. Si tenemos ROM de 4K y RAM de 2KB, dibuje el sistema de memoria.

UPC - Sistemas Digitales

## Ejemplos

1. Diseñar una unidad de memoria que consta de una EPROM de 8 KB y ocho RAM de 4Kx2. El sistema usa un microprocesador que puede direccionar hasta 64KB. Según el diseño la EEPROM debe instalar en el inicio del rango de direcciones (0000H) y la RAM a partir de la mitad.
2. Diseñar una unidad de memoria que consta de una EEPROM de 8 KB y dos RAM de 4Kx4. El sistema donde se instalarán puede manejar hasta 32 KB y siempre la EEPROM debe instalar en el inicio del rango de direcciones (0000H).

UPC - Sistemas Digitales

## Ejemplos

1. En una unidad de memoria con 32KB de capacidad máxima se han asignado los siguientes rangos de direcciones:

- ROM de la dirección 0000H a 27FFH
- RAM de la dirección 2800H hasta el final

Como se configurarán los siguientes chips:

- 1 ROM de 4KB
- 2 RAM de 2KB
- 2 RAM de 4KB