



Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería en Electrónica  
Curso: EL-3310 Diseño de Sistemas Digitales  
Prof. Ing. José Alberto Díaz García  
**Estudiante: Carlos Adrián Araya Ramírez**  
Grupo: 02  
Carné: 2018319701  
I Semestre 2022

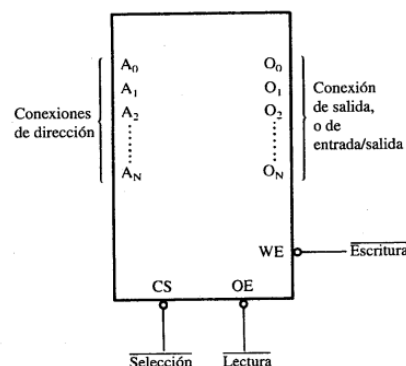
**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

## Extra-clase #1: Sistema Mínimo

a. ¿Cuáles son los tipos de memorias semiconductoras a que se refiere y para que se utiliza cada una de ellas?

- **ROM (memoria de sólo lectura):**
  - Almacena, en forma permanente, programas y datos que son residentes en el sistema y que no deben cambiar cuando la alimentación es desconectada.
- **EPROM (memoria de sólo lectura, borrrable y programable eléctricamente):**
  - Es un tipo de ROM utilizada comúnmente cuando el software debe ser cambiado con frecuencia, o cuando la demanda es demasiado pequeña para que la ROM resulte más económica.
- **EEPROM (memoria de sólo lectura, borrrable y programable eléctricamente):**
  - Es utilizada para el almacenamiento de información de configuración en tarjetas de vídeo, así como para almacenar el BIOS de una computadora personal y también se encuentra en muchas otras aplicaciones para almacenar información que tan sólo se cambia esporádicamente.
- **PROM (memoria programable de sólo lectura):**
  - Es programada en el campo quemando pequeños fusibles de níquel-cromo o de óxido de silicio; pero una vez programada, no puede borrarse.
- **SRAM (memoria estática de acceso aleatorio):**
  - Mantienen los datos mientras les sea aplicado el voltaje de alimentación DC.
- **DRAM (memoria dinámica de acceso aleatorio):**
  - La RAM dinámica está disponible en tamaños mucho mayores que la RAM estática, en todo lo demás es prácticamente igual a la SRAM.

b. ¿Cuáles y para que se utilizan cada uno de los cuatro grupos de conexiones de las memorias? (justifique sus respuestas, con ejemplos).



**Figura 1.** Componente de memoria de ejemplo.

- **Conexiones de dirección:**
  - Se utilizan para seleccionar una localidad de memoria en el dispositivo, están etiquetadas desde A0 (menos significativa), hasta A<sub>n</sub> donde n (puede tener cualquier valor) es etiquetado como uno menos que el número total de terminales de dirección.
  - Por ejemplo, un dispositivo de memoria con 10 terminales de dirección tiene terminales de A0 a A9, es decir **el número de terminales de dirección que contiene un dispositivo de memoria está determinado por el número de localidades de memoria encontrados en él.**
  - Los dispositivos de memoria más comunes tienen entre 1 K (1024) a 64 M (67,108,864) localidades de memoria.
  - Un dispositivo de memoria de 1 K posee 10 terminales de dirección (A0 a A9) ya que se necesitan 10 entradas de dirección para seleccionar cualquiera de sus 1024 localidades de memoria.
  - Puede deducirse el número de localidades de memoria a partir del número de terminales de dirección, por ejemplo, una memoria de 4 K tiene 12 conexiones de dirección, una de 8 K tiene 13 terminales, 1 M requiere 20 una dirección de 20 bits, es decir A0 a A19.
- **Conexiones de datos:**
  - Todos los dispositivos de memoria tienen un conjunto de salidas o de entradas/salidas, de datos. En la actualidad muchos dispositivos de memoria tienen terminales bidireccionales comunes de E/S.
  - Las conexiones de datos son los puntos en los que los datos son escritos para su almacenamiento, o de donde son leídos.
  - Las terminales de datos están etiquetadas como D0 a D7 para un dispositivo de memoria de datos de 8 bits.
  - Un dispositivo de memoria de datos de 8 bits es llamado memoria de datos de 1 byte, aunque la mayoría de los dispositivos son para datos de ocho bits, algunos son de 16 bits, cuatro bits o un bit.
  - Los catálogos de dispositivos de memoria frecuentemente hacen alusión al número de localidades de memoria, multiplicado por los bits de cada localidad, por ejemplo, un dispositivo de memoria con 1 K localidades y datos de ocho bits en cada localidad, es catalogado por el fabricante como de 1 K × 8, un dispositivo de 16 K × 1 contiene 16 K localidades de memoria de 1 bit.
- **Conexiones de selección:**
  - Cada dispositivo de memoria tiene al menos una entrada (pueden ser más) que selecciona o habilita el dispositivo.
  - Este tipo de entrada se conoce como entrada de **selección de dispositivo** ( $\overline{CS}$ ), **habilitación de dispositivo** ( $\overline{CE}$ ), o simplemente de **selección** ( $\overline{S}$ ).
  - La RAM normalmente tiene por lo menos una entrada ( $\overline{CS}$ ) o  $\overline{S}$  y la ROM tiene al menos una ( $\overline{CE}$ ).
  - Si la entrada ( $\overline{CE}$ ), ( $\overline{CS}$ ) o  $\overline{S}$  está activa (un 0 lógico, en este caso, debido a que las siglas están testadas), el dispositivo de memoria realiza una operación de lectura o escritura.

- Si está inactiva (un 1 lógico, en este caso), el dispositivo no puede realizar una lectura o escritura porque está apagado o deshabilitado.
- Si existe más de una conexión ( $\overline{CS}$ ), todas deben estar activadas para leer o escribir datos.
- **Conexiones de control:**
  - Todos los dispositivos de memorias tienen alguna forma de entrada o entradas de control, una ROM tiene solo una entrada de control mientras que una RAM frecuentemente tiene una o dos.
  - **ROM:**
    - La entrada de control que se encuentra con mayor frecuencia en una ROM es la conexión **de habilitación de salida** ( $\overline{OE}$ ), o **compuerta** ( $\overline{G}$ ), la cual permite el flujo de datos desde las terminales de salida de la ROM. La salida es habilitada si tanto ( $\overline{OE}$ ) como la entrada de selección ( $\overline{CS}$ ) están activas.
    - Si ( $\overline{OE}$ ) está inactiva, la salida está deshabilitada y se encuentra en el estado de alta impedancia.
    - La conexión ( $\overline{OE}$ ) habilita y deshabilita un conjunto de compuertas de reforzamiento ("buffers") de tres estados, ubicados en el dispositivo de memoria, conjunto que debe estar activo para leer datos.
  - **RAM:**
    - Un dispositivo de memoria RAM tiene ya sea una, o dos entradas de control. Si existe solamente una entrada, se le llama R/ $\overline{W}$ , esta terminal selecciona una operación de lectura o de escritura solamente si el dispositivo está seleccionado por medio de la entrada de selección ( $\overline{CS}$ ).
    - Si la RAM tiene dos entradas de control, frecuentemente etiquetadas como  $\overline{WE}$  (o  $\overline{W}$ ), y  $\overline{OE}$  (o  $\overline{G}$ ), aquí  $\overline{WE}$  (**habilitación de escritura**) debe estar activa para realizar una escritura de la memoria, y  $\overline{OE}$  debe estar activa para realizar una lectura.
    - Cuando estos dos controles ( $\overline{WE}$  y  $\overline{OE}$ ) están presentes, nunca deben estar activos al mismo tiempo, si ambas entradas están inactivas (1 lógico), los datos no son leídos ni escritos, y las conexiones de datos se encuentran en el estado de alta impedancia.

c. Con quince conexiones de direcciones, ¿Cuántas posiciones de memoria se pueden acceder?

- Con 15 conexiones de direcciones se pueden acceder a 32768 localidades de memoria.

d. Refiérase a las características de las memorias de solo lectura. (También se les llama principalmente de lectura).

**Estas son las ROM (Read-Only Memory), en el texto se mencionan varios tipos:**

- **ROM:**
  - Almacena, en forma permanente, programas y datos que son residentes en el sistema y que no deben cambiar cuando la alimentación es desconectada.
  - Se conoce como **memoria no volátil**.
- **EPROM:**

- Es un tipo de ROM utilizada comúnmente cuando el software debe ser cambiado con frecuencia, o cuando la demanda es demasiado pequeña para que la ROM resulte más económica.
- Es programada en el campo con un dispositivo llamado *programador de EPROM*.
- También es borrrable si se expone a la luz ultravioleta de alta intensidad por aproximadamente 20 minutos o menos, dependiendo del tipo de EPROM.
- **EEPROM:**
  - Se conoce como **memoria flash**.
  - Está ganando popularidad para el almacenamiento de información de configuración en tarjetas de vídeo, así como para almacenar el BIOS de una computadora personal.
  - También se encuentra en muchas otras aplicaciones para almacenar información que tan sólo se cambia esporádicamente.
- **PROM:**
  - Es programada en el campo quemando pequeños fusibles de níquel-cromo o de óxido de silicio; pero una vez programada, no puede borrarse.

e. Refiérase a las características de las memorias de lectura y escritura. (También se les llama principalmente de escritura y lectura).

**Estas son las RAM (Random Access Memory), en el texto se mencionan dos tipos:**

- **SRAM (memoria estática de acceso aleatorio):**
  - Mantienen los datos mientras les sea aplicado el voltaje de alimentación DC.
  - Son llamados **memorias estáticas** porque no es necesaria efectuar ninguna acción, solo la aplicación de energía.
  - Se conocen como **memoria volátil** porque no tienen datos sin energía.
  - La diferencia entre una RAM y una ROM es que una RAM es escrita durante la operación normal mientras que una ROM es programada fuera de la computadora y normalmente sólo es leída.
  - La SRAM es utilizada cuando el tamaño de la memoria de lectura/escritura es relativamente pequeño, se considera pequeña si tiene menos de 1 MB.
- **DRAM (memoria dinámica de acceso aleatorio):**
  - La RAM dinámica está disponible en tamaños mucho mayores que la RAM estática.
  - En todos los demás aspectos una DRAM es básicamente igual a una SRAM, excepto porque retiene los datos por sólo 2 a 4 ms en un capacitor integrado. Después de 2 o 4 ms, el contenido de la DRAM debe ser completamente reescrito (refrescado) porque los capacitores, los cuales almacenan un 0 o 1 lógicos, pierden sus cargas.

f. ¿Por qué es necesario decodificar el bus de direcciones?

La decodificación hace que la memoria funcione en una sección o partición única del mapa de memoria, sin un decodificador de dirección, solamente un dispositivo de memoria se podría conectar al microprocesador.

Una razón por la que se utiliza un decodificador es cuando existe una diferencia en el número de conexiones de dirección entre la memoria y el microprocesador.

g. ¿Qué es un mapa de memoria?

Es una estructura de datos que indica como está distribuida la memoria, contiene información sobre el tamaño total de memoria y las relaciones que existen entre direcciones lógicas y físicas. Es capaz de direccionar un microprocesador.

Se suele utilizar la notación hexadecimal como identificador único para representar cada localidad de memoria.

		Decimal		Hexadecimal
		1024 Kb		FFFF
	↑	960 Kb	Rutinas de la ROM	F0000
		896 Kb	Estructura de página	E0000
	Memoria	832 Kb	Extensiones de la ROM	D0000
	Superior	768 Kb	Controlador disco y video	C0000
	↓	704 Kb	Memoria de video	B0000
		640 Kb	Memoria de video	A0000
	↑	576 Kb	Zona	90000
		512 Kb	destinada	80000
		448 Kb	a	70000
	Memoria	384 Kb	los	60000
	Inferior	320 Kb	programas	50000
		256 Kb	de	40000
		192 Kb	aplicación	30000
		128 Kb	y	20000
		64 Kb	al	10000
	↓	0 Kb	Sistema Operativo	00000

Mapa de memoria típico de una PC

Figura 2: Mapa de memoria típico.

h. ¿Cuáles son las entradas del decodificador de memoria, Explique?

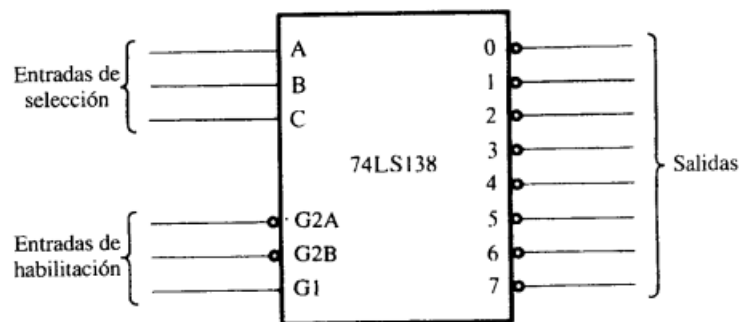


Figura 3. Decodificador 74LS138 de 3-a-8 líneas

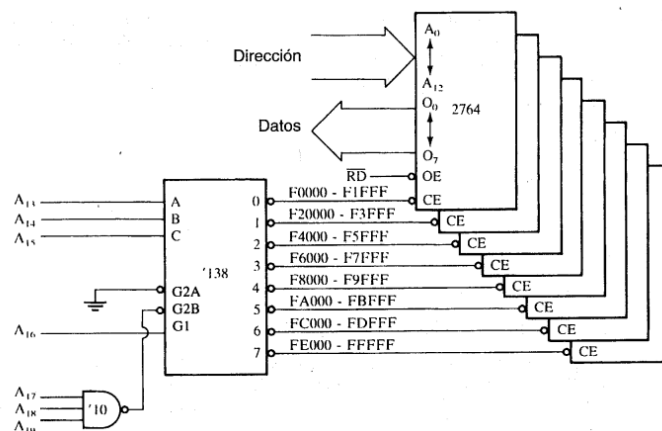
- **Entradas selección:** la función de las entradas de selección es seleccionar cual salida del decodificador asume el nivel bajo, en circuito decodificador se suelen conectar múltiples memorias a las salidas del decodificador y a las entradas de selección (A, B, C para el decodificador 74LS138 de la figura 3) se conectan las terminales del microprocesador el cual selecciona la memoria en la que se encuentra la dirección consultada.
- **Entradas de habilitación:** la función de estas entradas es habilitar el decodificador, para que cualquiera de las salidas del decodificador asuma el nivel bajo, todas las entradas de habilitación ( $\overline{G2A}$ ,  $\overline{G2B}$  y  $G1$  en el caso del decodificador 75LS138 que se observa en la figura 3) deben estar activas.

i. Las cantidades hexadecimales como por ejemplo EF800H se refieren a direcciones de memoria, la “H” significa que la cantidad está codificada en hexadecimal. ¿Cómo se relacionan las conexiones de direcciones con esa cantidad?

Una dirección de memoria es un formato de localización de bytes de memoria con el cual programa informático o un dispositivo de hardware accede o almacena datos para su posterior utilización, las direcciones de memoria se suelen expresar en código hexadecimal.

Las direcciones en hexadecimal se utilizan como un identificador único de cada posición de memoria, en el caso de la dirección EF800H hace referencia a una dirección de memoria seleccionada mediante un bus de direcciones de 20 bits, desde 00000H hasta FFFFFH, esto porque es una dirección de 5 dígitos hexadecimales, donde el ultimo valor es FFFFFH el cual corresponde al valor binario 1111 1111 1111 1111 1111.

j. ¿A qué terminal de la memoria se conectan las salidas del decodificador?, Porqué ¿Cuál es el objetivo?



**Figura 4.** Circuito que utiliza 8 memorias EPROMs para una sección de memoria de 64 K × 8 en un sistema basado en el microprocesador 8088.

Las salidas del decodificador se conectan a la terminal de **habilitación de dispositivo**  $\overline{CE}$ , debido a que solo una salida del decodificador puede asumir el nivel bajo mediante las entradas de selección entonces la salida del decodificador que asume el nivel bajo habilita la memoria que contiene la dirección solicitada por el microprocesador (en el caso de la figura 4 también debe estar en nivel bajo la terminal  $\overline{OE}$  de la memoria seleccionada).

k. En los circuitos integrados que son decodificadores existen otras señales de control como por ejemplo las entradas G2A, ... etc. ¿Para qué sirven?, ¿Qué señales eléctricas deben conectarse a esos terminales?

Los decodificadores son circuitos lógicos que poseen un número determinado de entradas y salidas, donde se cumple que, si N es la cantidad de entradas, la cantidad máxima de salidas que podría tener serían  $2^N$ .

En este circuito solamente una de sus salidas asume el estado bajo en cualquier tiempo, pero para que cualquiera de sus salidas asuma el nivel bajo es necesario que las entradas de habilitación estén activas.

Las entradas de habilitación del decodificador 74LS138 que se muestra en la figura 4 son  $\overline{G2A}$ ,  $\overline{G2B}$  y  $G1$ , las cuales deben estar activas siempre para que una salida pueda asumir el nivel bajo. Para habilitar el decodificador la terminal  $\overline{G2A}$  y  $\overline{G2B}$ , deben estar en estado bajo (0 lógico) y la terminal  $G1$  debe estar en estado alto (1 lógico).

Las entradas  $\overline{G2A}$ ,  $\overline{G2B}$  y  $G1$  también pueden ser utilizadas para conectar varios decodificadores y aumentar la cantidad de direcciones que se pueden seleccionar.

l. Utilizando las hojas de datos del procesador 8088 de Intel, ¿Cuántas son las conexiones para direcciones?, ¿Por qué hay conexiones con el nombre ADn donde la “n” corresponde a un número? ¿Qué indica la señal ALE, la del pin 25?

- El microprocesador 8088 tiene un bus de 8 conexiones para direcciones, (A15-A8).
- Las conexiones con el nombre ADn corresponden a buses de direcciones y datos y van desde (AD7-AD0).
- La señal ALE (ADDRESS LATCH ENABLE) es proporcionada para bloquear la dirección en un bloque de dirección. Cuando está alto (1 lógico) indica que salen direcciones por AD, en caso contrario, es el bus de datos.

m. ¿Cuál es el espacio de memoria que puede direccionar este microprocesador?, ¿De qué tamaño es el bus de datos?

El 8088 tiene 20 conexiones de dirección (A19-A20), lo cual permite seleccionar una cantidad máxima de 1 048 576 (1 MB) direcciones de memoria.

El tamaño del bus de datos del 8088 es de 8 bits, es decir tiene 8 conexiones de bus de datos (AD7-AD0).

n. ¿Cuál es la función de la señal del procesador IO/M, explique?

Esta es una señal de control que en el modo máximo la señal IO/M se combina con la señal  $\overline{RD}$  para generar la señal  $\overline{MRDC}$ , e IO/M con  $\overline{WR}$  para generar la señal  $\overline{MWTC}$ .

En modo mínimo esta señal es parte de las señales de control IO/M,  $\overline{RD}$  y  $\overline{WR}$ .

Según la hoja de datos del procesador 8088, a esta entrada se le llama línea de estado (status line) la cual se utiliza para distinguir un acceso a memoria de un acceso a E/S.

Si está en alto (1 lógico) se realizan operaciones con puertos y si está en bajo (0 lógico) se realizan operaciones con la memoria.

o. Otras señales del microprocesador 8088 que se utilizan en los bancos de memoria son: RD, WR, DT/R, DEN y MN/MX. ¿Cuál es la función de cada una de ellas?

- $\overline{RD}$ : (señal de lectura) esta señal indica que el procesador está realizando un ciclo de lectura de memoria o E/S, según el estado del pin IO/M o S2. Esta señal se utiliza para leer dispositivos que residen en el bus local 8088.

- **$\overline{WR}$** : (señal de escritura) esta señal indica que el procesador está realizando un ciclo de escritura en la memoria (de escritura) o un ciclo de E/S de escritura, según el estado de la señal de E/S.
- **$DT/\overline{R}$** : (señal de transmisión/recepción de datos) esta señal es necesaria en un sistema mínimo que desee utilizar un transceptor de bus de datos y es utilizado para controlar la dirección del flujo de datos a través del transceptor.
- **DEN**: (señal habilitadora de datos) esta señal es brindada como una habilitación de salida para el transceptor de bus de datos en un sistema mínimo que utiliza el transceptor. DEN está activo en bajo durante cada acceso a memoria y E/S, y para ciclos INTA.
- **$MN/\overline{MX}$** : (señal de modo Mínimo/Máximo) esta señal indica en qué modo debe operar el procesador, en estado alto, está en modo mínimo, en estado bajo está en modo máximo.