

LECCION 1: Introducción a la Electrónica Digital

Objetivos:

- Distinguir representaciones analógicas y digitales.
- Distinguir las ventajas, desventajas y diferencias más importantes entre los sistemas analógicos, digitales e híbridos.
- Realizar conversiones desde base 10 a base 2 y viceversa.
- Citar tecnologías para la fabricación de circuitos digitales.
- Identificar diagramas de temporización.
- Diferenciar la transmisión paralela de la serial.
- Describir los componentes básicos de una computadora digital y comprender sus funciones.

Introducción

“Digital: Dícese del computador que funciona con valores discontinuos, en oposición al analógico, en el que los datos se transforman en valores continuos”

En esta lección se revisarán temas referidos a la comprensión de los conceptos introductorios a la electrónica digital, o la técnica de trabajar electrónicamente con señales, cantidades y variables discretas.

Contenidos

- 1.1 Representaciones numéricas**
- 1.2 Sistemas digitales y analógicos**
- 1.3 Sistemas de números digitales**
- 1.4 Representación de cantidades binarias**
- 1.5 Circuitos digitales**
- 1.6 Transmisión Paralela y Serial**
- 1.7 Memoria**
- 1.8 Computadoras Digitales**

Bibliografía: [Ronald J. Tocci, CAP 1, Conceptos Introductorios.](#)

1.1 Representaciones numéricas

El manejo de las *cantidades* está en todo tipo de tecnologías, ciencias, administración, etc. Ellas se miden, monitorean, registran, manipulan matemáticamente, observan, etc. Para ello, básicamente, los valores se representan de dos maneras: la **analógica** y la **digital**.

Representaciones Analógicas: En esta representación, una cantidad se denota por medio de otra que proporcional a la primera.



Figura 1-1: Ejemplos de representaciones analógicas para Temperatura (Termómetro) y Audio (Micrófono)

Las cantidades analógicas poseen una característica importante: pueden variar gradualmente sobre un intervalo continuo de valores (0-100 Km/h, 0-10mV)

Representaciones Digitales: En este caso las cantidades no se denotan por valores proporcionales si no que por símbolos que son denominados *Dígitos*



Figura 1-2: Ejemplos de representación digital, Polímetro Digital

Las cantidades digitales varían en forma discreta, entre valores con pasos bien definidos, como en el ejemplo del reloj digital, el tiempo es una cantidad analógica pero que está siendo medida en forma digital (en pasos de un minuto o incluso de un segundo)

Análogo	=	Continuo
Digital	=	Discreto (paso a paso)

1.2 Sistemas Digitales y Analógicos

Un sistema digital es el que fue diseñado para manipular cantidades físicas que estén representadas en forma digital, lo que implica que solo pueden tomar valores discretos. Los sistemas digitales más comunes son los electrónicos, pero ellos se pueden implementar también mediante la mecánica, los elementos magnéticos e inclusive los neumáticos. Algunos de los sistemas digitales más conocidos son, por ejemplo, las calculadoras digitales, los relojes digitales, los computadores digitales.

Un sistema analógico contiene dispositivos que manipulan cantidades físicas representadas en forma analógica. Ejemplos típicos serían, un receptor de radio broadcasting, un sistema telefónico, la televisión analógica, un reproductor de cinta magnética, etc.

Ventajas de las técnicas digitales:

¿Por qué si la naturaleza es analógica, tomarse el trabajo de digitalizarla?

- Los sistemas digitales son más fáciles de diseñar. (**Estados finitos**)
- Facilidad para almacenar la información. (**memorias**)
- *Exactitud y precisión.* (número de dígitos de precisión que se requieran)
- *Programación de las operaciones.* Creación de grupos de instrucciones que controlen sistemas: programas.
- El ruido afecta en forma mínima a los circuitos digitales.
- Se puede fabricar más circuitería digital sobre las plantillas de circuitos integrados. (**costo**)

Limitaciones de las técnicas digitales, históricamente un solo problema: Digitalizar y Desdigitalizar (**A/D, D/A**), cuando se tienen entradas y salidas naturales (analógicas) se deben seguir tres pasos fundamentales:

1. - Convertir las entradas analógicas en digitales (**A/D**)
2. - Procesar la información digital
3. - Convertir las salidas digitales a la forma analógica (**D/A**)



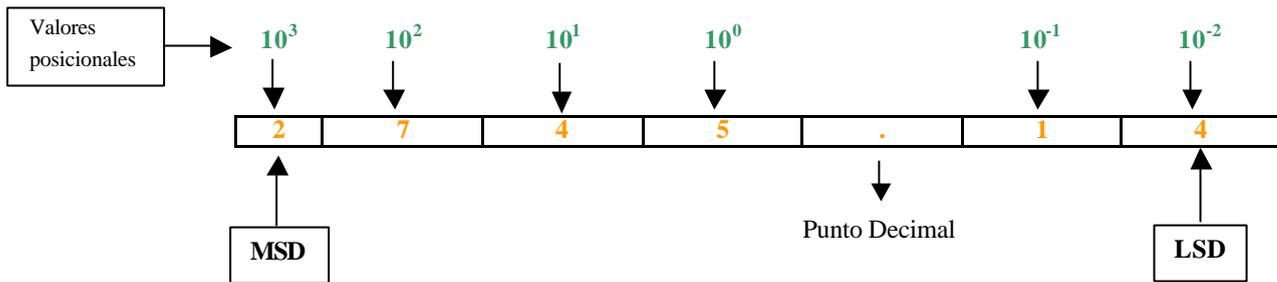
Figura 1-3: Ejemplo de sistema AD/DA

1.3 Sistemas de números digitales

Son muchos los sistemas de números usados en la tecnología digital, los más comunes son el decimal, binario, octal, hexadecimal. Sin duda que el más conocido por todos es el decimal, pero, realmente lo conocemos ¿?

Sistema decimal (Base 10): El se compone de 10 numerales o símbolos, 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9; al expresar estos símbolos como dígitos de un número podemos escribir cualquier cantidad. Este sistema evolucionó de forma natural desde el hecho de que el ser humano posee 10 dedos, incluso la palabra “dígito” significa dedo en latín.

Notación Decimal, o en Base 10:



MSD: Most Significant Digit

LSD: Least Significant Digit

Figura 1-4: Valores posicionales como potencia de 10

Desgraciadamente el sistema de números decimal no se presta para una implementación conveniente de sistemas digitales, electrónicamente sería difícil de manejar 10 valores de voltaje diferentes y que cada uno de ellos representara a cada numeral de la base 10.

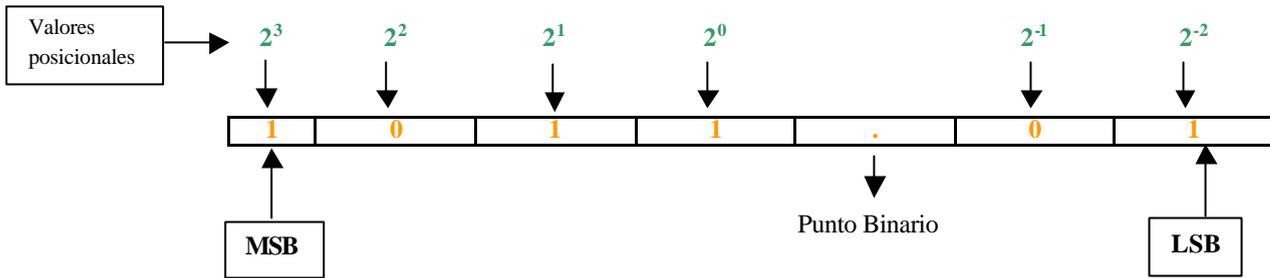
$$\text{EJEMPLO: } 27.35 = (2 \times 10) + (7 \times 1) + (3 \times 0.1) + (5 \times 0.01)$$

Sistema Binario (Base 2): En este sistema hay solo dos símbolos o posibles valores de dígitos, el “0” y el “1”. Sin embargo mediante este sistema se puede representar cualquier número sea este decimal o en otro sistema de numeración, en general se necesitaran muchos números en Base 2 (Binarios) para denotar una cantidad determinada.

Este sistema es también uno de valor posicional (idéntico al Decimal desde este punto de vista) y todos los enunciados del Sistema Decimal (Base 10) se aplican de igual forma al Binario (Base 2).

Dónde esta la gracia.....en que es bastante más fácil diseñar y crear circuitos electrónicos que trabajen con dos valores de voltaje o mejor aun que solo soporten una lógica de encendido apagado (ON/OFF)...!

Notación Binaria, o en Base 2:



MSD: Most Significant Bit
LSD: Least Significant Bit

Figura 1-5: Valores posicionales como potencia de 2

Conteos Decimal y Binario:

0	0	0	0
0	0	1	1
0	0	2	0
0	0	3	1
0	0	4	0
0	0	5	1
0	0	6	0
0	0	7	1
0	0	8	0
0	0	9	1
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	2	1
0	1	3	0
0	1	4	1
0	1	5	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	0	2	0
1	0	3	1
1	1	0	0
1	1	1	1
1	1	2	0
1	1	3	1
1	1	4	0
1	1	5	1

1.4 Representación de cantidades binarias

En los sistemas digitales, la información es representada (generalmente) en formato Binario. Las cantidades binarias pueden representarse por cualquier dispositivo biestable (Dos Estados), de esta forma podemos asignar los estados de un interruptor (abierto / cerrado) arbitrariamente a los valores binarios (0/1) y con esta sencilla asignación representar cualquier cantidad binaria, como se muestra en la Figura 1-6 (a) para el valor 10010_2 . Otro ejemplo de lo anterior es usar una cinta perforada para representar los estados binarios 1 y 0 como se muestra en la Figura 1-6 (b).

Hay muchos otros dispositivos que se pueden utilizar para esta labor dado que poseen solo dos estados de operación, entre ellos se encuentran: La Ampolleta Eléctrica (Encendida / apagada), El Diodo (Conductor / no Conductor), El Relay (Energizado/Desenergizado), El Transistor (Cortado / saturado), La Cinta Magnética (Magnetizada / desmagnetizada)

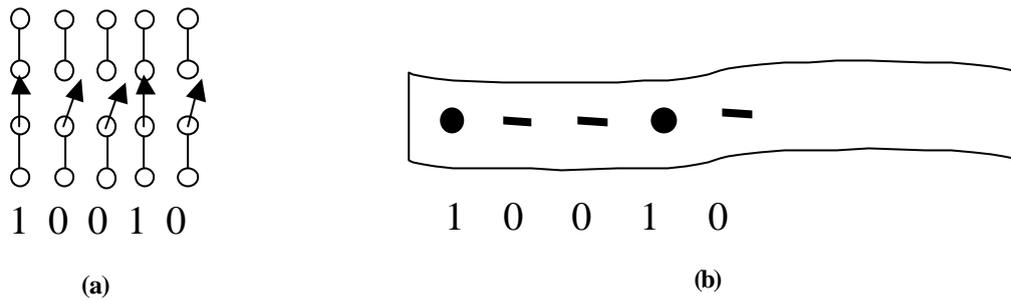


Figura 1-6: (a) Uso de interruptores y (b) uso de cinta perforada para representar números binarios

En los sistemas digitales electrónicos, la información binaria se representa por medio de voltajes (o corrientes) que están presentes en entradas o salidas de los diversos circuitos. Por lo general el 0 y el 1 se representan con dos niveles de voltaje nominales, 0 (Volt DC) = 0 Binario y 5 (Volt DC) = 1 Binario. Ahora debido a las variaciones inherentes al circuito en realidad estos valores se representan por rangos de voltaje como ilustra la Figura 1-7(a), donde cualquier valor entre 0 y 0.8 Vdc corresponde a un 0 binario y cualquier valor en la ventana de voltaje que va desde 2 y hasta 5 Vdc correspondería a un 1 binario. La Figura 1-7(b) muestra los cambios de estado respecto al tiempo para la representación del valor binario 01010.

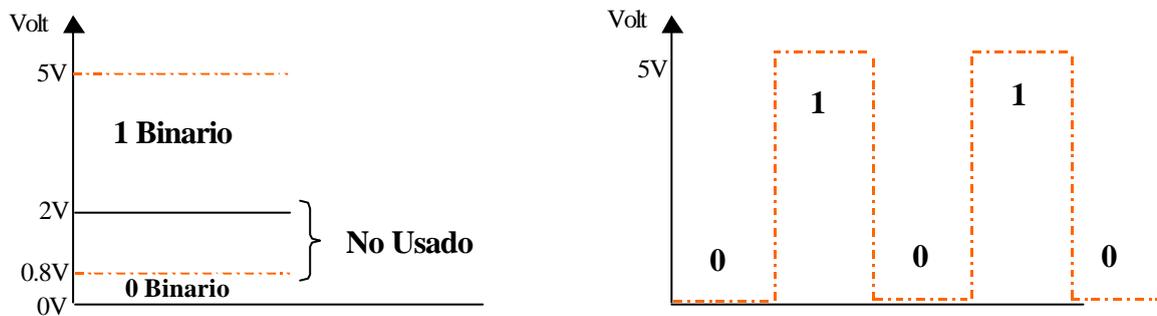


Figura 1-7: (a) Asignación común de voltajes al sistema digital y (b) señal digital tradicional (ideal)

Ahora podemos observar otra diferencia muy significativa entre los sistemas digitales y los analógicos, en los sistemas digitales los valores exactos no tiene gran relevancia (tienen relevancia los rangos en los que ellos se encuentran), por el contrario la exactitud es básica en un sistema analógico. Tomemos como ejemplo un valor de temperatura descrito analógicamente, 3.6° es diferente de 3.7° . Si estos valores los representamos en un sistema digital podríamos perfectamente representar con varios rangos de voltajes distintos el mismo valor de temperatura.

1.5 Circuitos digitales

Como hemos visto los circuitos digitales están diseñados para trabajar dentro de los rangos propuestos en la Figura 1-7(a), de esta forma los circuitos digitales se crean para responder predeciblemente a voltajes de entrada que se encuentren dentro de los intervalos definidos para 0 y 1.

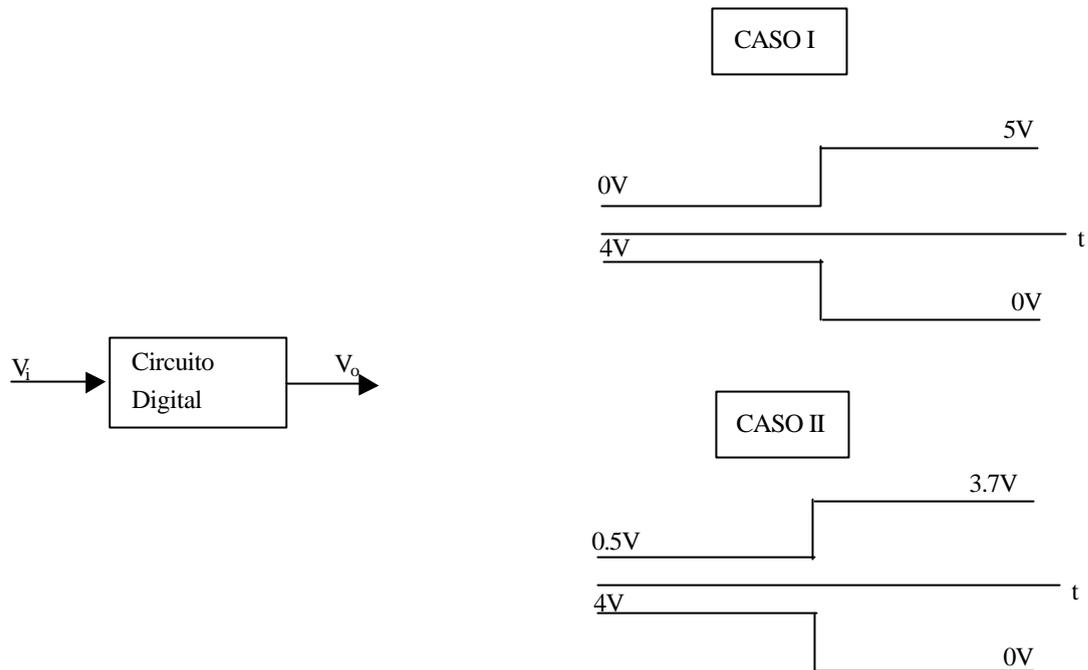


Figura 1-8: Un circuito digital responde/entrega rangos de voltaje

Circuitos Lógicos: La forma en que un circuito digital responde a una entrada se conoce como lógica del circuito. Por tanto cada tipo de circuito responde a un cierto conjunto de reglas lógicas, por ello los circuitos digitales se denominan también circuitos lógicos.

Circuitos Digitales Integrados: Casi todos los circuitos digitales usados en la actualidad son circuitos integrados (CI), la gran variedad de CI Lógicos ha hecho posible construir sistemas digitales complejos que son más pequeños y más confiables que sus contrapartes discretas.

Se utilizan distintas tecnologías para construir CI Lógicos; las más comunes: TTL, CMOS, NMOS, ECL. Cada una de ellas difiere en el tipo de circuito que se emplea para lograr la operación lógica deseada. Por ejemplo la tecnología TTL (Transistor-Transistor Logic) se vale del transistor bipolar como elemento principal del circuito, CMOS utiliza el MOSFET como elemento principal de construcción

1.6 Transmisión Paralela y Serial

Una de las operaciones más comunes en un sistema digital es la necesidad de transmisión de información desde un lugar a otro, desde unos milímetros o centímetros dentro de una tarjeta impresa hasta varios kilómetros cuando por ejemplo un operador de una computadora se comunica con otra geográficamente distante. La información está en formato binario y por lo general está representada por los voltajes que aparecen a la salida del circuito de transmisión, la que se encuentra conectada a la entrada en el dispositivo receptor. En la Figura N° 1-9 se muestran los dos métodos básicos de transmisión empleados en la transmisión de información digital.

En la figura N° 1-9 (a), se representa una transmisión paralela, cada salida binaria del circuito A ($A_7...A_0$) es enviada simultáneamente al destino, el circuito B (Ejemplo clásico de transmisión entre PC e Impresora a través de la puerta paralela).

En la figura N° 1-9 (b), existe una sola conexión entre los circuitos A y B, la información es enviada a destino mediante los cambios uniformes y a periodo constante (T) mediante una sola línea de transmisión y uno a la vez (serial). El diagrama de temporización muestra como cambia la señal en el tiempo y demuestra como el mismo numero binario se puede enviar desde el circuito A hasta el B por medio de solo una línea de transmisión.

El compromiso entre transmitir Paralelo v/s Serial está en velocidad contra distancia y simplicidad de circuito.

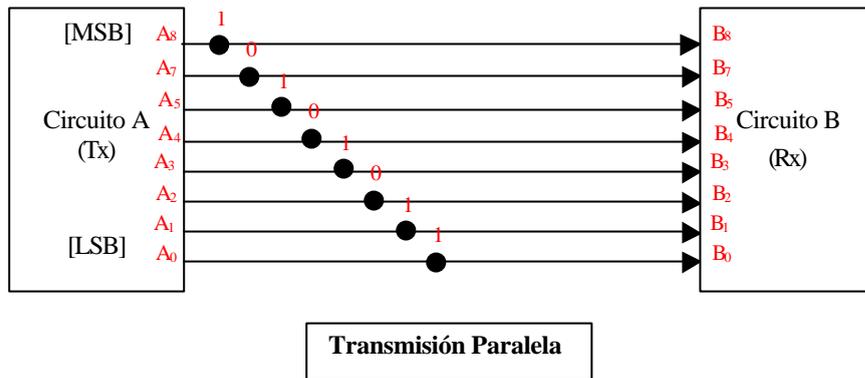


Figura 1-9 (a): Representación de transmisión paralela (una línea por bit)

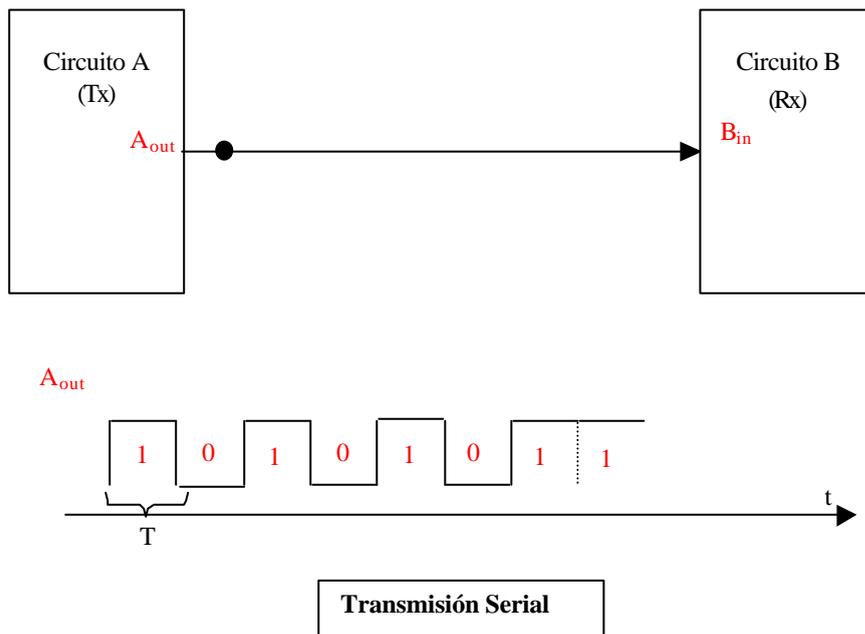


Figura 1-9 (b): Representación de transmisión serial

1.7 Memoria

La capacidad de “recordar” un último estado se define como memoria en sistemas digitales, esto es: los circuitos digitales cambian en sus salidas dependiendo de los cambios en su entradas, si la entrada cambia de

estado entonces la salida también y así sucesivamente, pero en el caso de ausencia de entrada el circuito quedará en una condición de inicio o en una condición de estado desconocido, sin embargo si el circuito es capaz de recordar el último estado en el que estuvo la salida respecto a la entrada, entonces este dispositivo posee la capacidad de “recordar” o la capacidad de memoria. La figura 1-10 representa opciones que son propias de circuitos digitales de memoria y de los que no lo son. (Cuidado con los flancos)

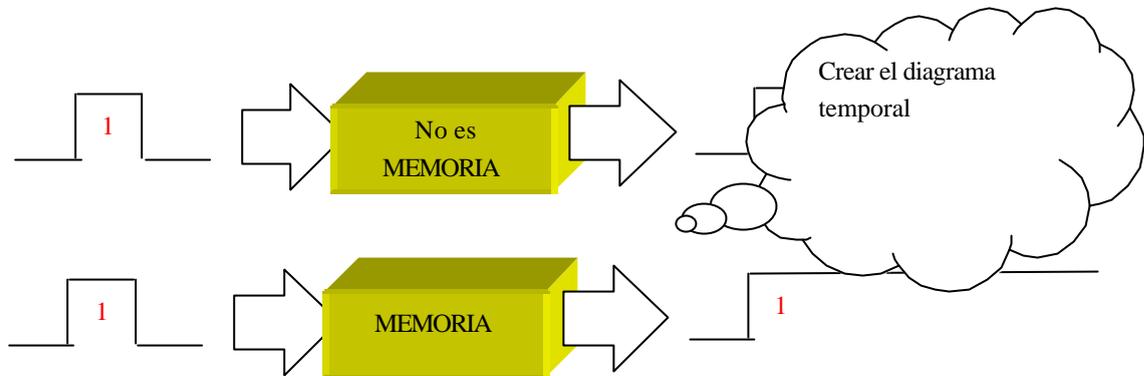


Figura 1-10: Comparación de un circuito de memoria y uno que no lo es

Los circuitos de memoria son importantes en sistemas digitales dado que con ellos es posible almacenar información binaria en forma temporal (RAM) o permanente (ROM, EPROM, E²PROM), el circuito que cumple con el concepto expresado en la figura N° 1 –10 son conocidos como biestables o *Flips-Flops*.

1.8 Computadoras Digitales

El área de mayor desarrollo de los sistemas digitales es sin lugar a dudas la de las **computadoras digitales**,

¿Que hace una computadora digital?

En términos simples una computadora digital es un sistema de circuitería que realiza operaciones aritméticas, manipula información (generalmente en forma binaria) y toma decisiones

La computadora es más veloz y exacta que un ser humano pero requiere de un conjunto de instrucciones bien precisa para operar, estos conjuntos de instrucciones son denominados **programas**. Los programas se ponen en la memoria de la computadora en forma codificada en binario y cada instrucción posee un código único.

Partes principales de una computadora

Existen variados sistemas de computación, pero cada uno de ellos se puede dividir en las misma unidades funcionales. Cada una desempeña funciones específicas y todas las unidades funcionan en conjunto para ejecutar las instrucciones que se dan en el programa, la figura N° 1-11 muestra las cinco partes fundamentales de una computadora digital y los flujos de información. (las líneas punteadas representan la temporización y control)

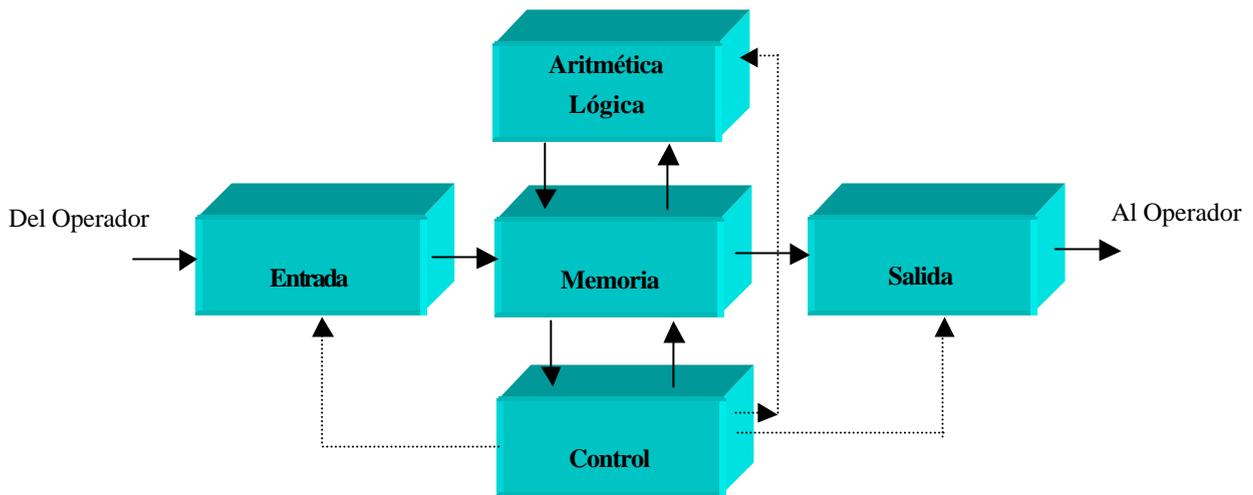


Figura 1-11: Diagrama funcional de una computadora digital

Unidad de Entrada: A través de esta unidad se alimenta el sistema de computación y la memoria con conjuntos de instrucciones (programas) hasta que se necesiten. Los dispositivos de entrada pueden ir desde las tarjetas perforadas hasta un teclado

Unidad de Memoria: Almacena los datos y las instrucciones que se reciben desde la unidad de entrada, guarda y mantiene los resultados de la unidad aritmética y suministra información a la unidad de salida.

Unidad de Control: Toma las instrucciones desde la memoria y las interpreta una a una, desde luego envía las señales apropiadas a todas las demás unidades para que la instrucción sea ejecutada.

Unidad Aritmética Lógica: Todas las decisiones aritméticas y lógicas se toman en esta unidad, ella puede enviar estos resultados a la unidad de memoria para su almacenaje.

Unidad de Salida: Imprime, exhibe o de algún modo muestra los datos almacenados en memoria al operador (pantallas, bocinas, etc.)