

**LECTURAS SOBRE COMPUTADORAS DIGITALES –LECTURA N°1**  
**MATERIA: ARQUITECTURA DE LAS COMPUTADORAS**

1.- BREVE HISTORIA DEL DISEÑO BÁSICO

Los creadores del concepto y esquema básico de las computadoras digitales fueron dos profesores norteamericanos de la Universidad de Pennsylvania, John Mauchly y J. Presper Eckert.

Si bien la historia de la Computación es un tanto dispersa y difusa, fácil es de imaginar que los nombrados en el párrafo anterior, deben haberse fijado como objetivo lograr una máquina que permitiera realizar funciones similares al cerebro humano, tal como calcular, inferir, crear, etc. Es decir, que permitiera tomar datos, procesarlos y convertirlos en información.

*Antes de continuar con el proceso histórico de la creación de las computadoras, es imprescindible definir los términos dato e información, los mismos suelen tomarse como sinónimos en el habla normal, pero no lo son, al efecto de poder distinguirlos, usaremos un ejemplo, supongamos que se mira el diario y se lee el informe meteorológico y las perspectivas para los días venideros, estos son datos.*

*El informe meteorológico tendrá un valor distinto para el ciudadano urbano, empleado de un banco, que para el agricultor.*

*Para el primero es un dato que le permite tomar la decisión de usar o no el paraguas, para el segundo tomar decisiones importantes como si se debe sembrar o no, si se debe cosechar o no.*

*Cuando ambos, tanto el empleado bancario como el agricultor procesan los datos y toman decisiones, están realizando una tarea lógica de conversión de datos en información, para uno de una relativa utilidad económica y para el otro fundamental para su negocio.*

*También se pueden leer en el matutino las cotizaciones de las Bolsas de Londres y Tokio, las mismas pueden ser una curiosidad para un ciudadano común pero para el agente de bolsa, esos datos, deben ser analizados, procesados y valorados y convertidos en información para la toma de decisiones: comprar, vender, etc.*

*En síntesis, dato es un indicador de una variable de la realidad, a la información la constituyen los datos valorados, después de ser analizados en el contexto de interés, que permiten tomar decisiones.*

Volviendo a Eckert y Mauchly, los mismos comenzaron, entonces, por estudiar el comportamiento del cerebro teniendo en cuenta que en 1940 el desarrollo de la neurología se encontraba aún en los albores.

Como puede verse en la imagen N°1, Eckert y Mauchly llegan a la conclusión que el cerebro trabajaba y procesaba datos e infería información mediante la manipulación de señales eléctricas llamadas "potenciales evocados".

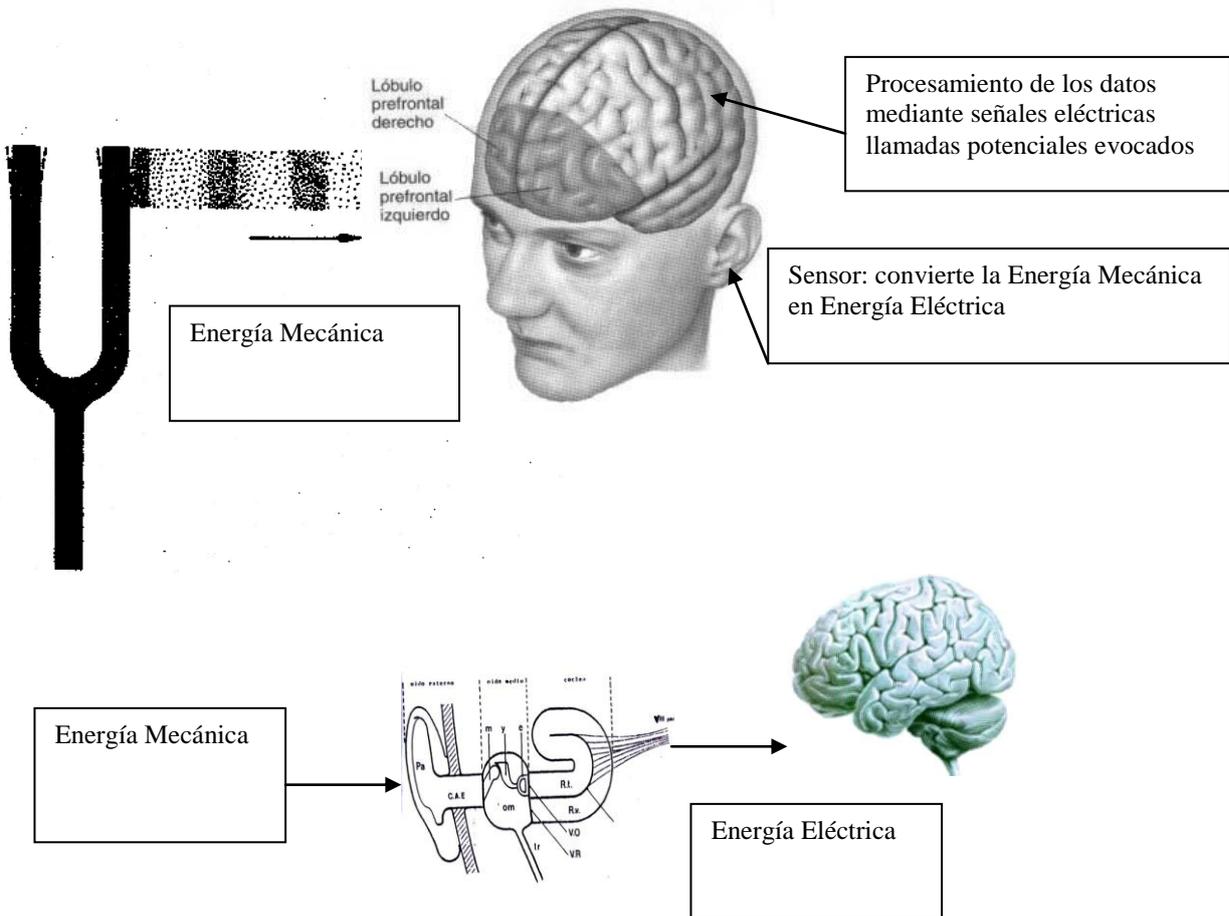


Figura N° 1: El cerebro y el sensor auditivo

El cerebro toma los datos para procesar a través de los sentidos, ojos, oídos, tacto, etc., y cada sentido convierte un tipo de ENERGÍA cualquiera, en ENERGÍA ELÉCTRICA. Por ejemplo, el sistema auditivo convierte la energía mecánica en eléctrica y la transmite al cerebro.

Esto les hizo deducir que cualquier modelo de máquina que sirviera para procesar datos requería de una *unidad de entrada* que convirtiera una variable de ingreso que estuviera en un lenguaje cualquiera -por ejemplo en lenguaje humano-, en una variable entendible por la máquina, a la que llamaron lenguaje de máquina (que es similar al lenguaje de los potenciales evocados con el cual trabaja el cerebro).

Una vez procesados los datos y que la unidad de proceso (el cerebro) tiene una respuesta, la misma estará en lenguaje de máquina, en consecuencia, se requerirá una *unidad de salida* que convierta ese lenguaje de máquina en lenguaje humano.

Puede explicarse mediante una analogía con el ser humano. Para ello, se supone que una persona toca la llama de una vela; por el sentido del tacto, transformará la energía calórica en eléctrica, que viaja al cerebro, donde se procesa el dato y se emite la orden para gritar por el dolor. La energía eléctrica de los potenciales evocados, excita el aparato fonador (unidad de

salida), que transforma la energía eléctrica en mecánica y entonces se produce el sonido correspondiente.

Se tendrá, entonces, el esquema de la figura 2.

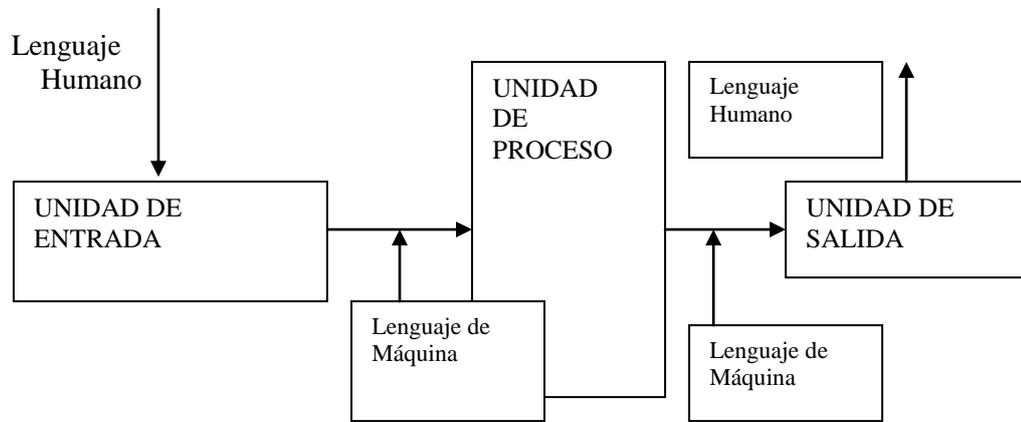


Figura N°2: Primer esquema de una computadora

Eckert y Mauchly se aproximaron al esquema de la Figura 2 con los conocimientos que tenían de neurología y buscaron un modelo (que significa reducción), luego se preguntaron qué deberían colocar en la Unidad de Proceso, dedujeron que debería existir una unidad que realizara las operaciones matemáticas y las inferencias lógicas.

A esa unidad la denominaron *Unidad Aritmético Lógica (ALU)*.

Luego convinieron en que debía existir “un sistema del gran simpático” que manejara tanto el procesamiento de datos como la vinculación entre bloques de la máquina, al circuito capaz de realizar esas funciones lo llamaron *Unidad de control*. Al llegar a esta instancia no pudieron avanzar más en su trabajo y decidieron recurrir al matemático austro-húngaro radicado en Estados Unidos, John Von Neumann.

Von Neumann, después de escuchar su problema, les indicó que los seres humanos pueden hablar, deducir, crear, hacer operaciones matemáticas y lógicas debido a que poseen **memoria**.

A la misma se deberá apelar cada vez que se requiera realizar algún cálculo o alguna inferencia lógica.

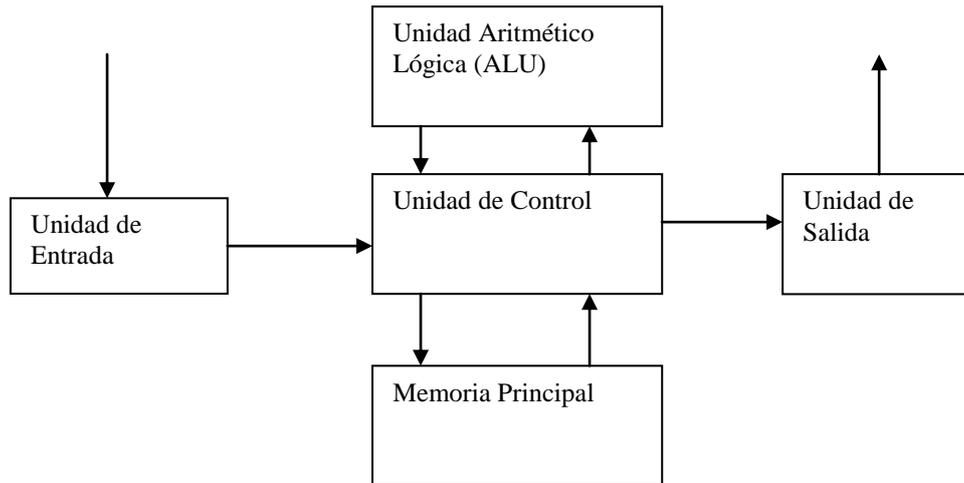


Figura N°3: Diagrama de cinco bloques de una computadora o Diagrama de Von Neumann.

Y de esta manera se pudo concluir en el esquema de todas las computadoras actuales, que se observa en la figura 3 y que se denomina esquema de Von Neumann.

Al conjunto de la Unidad de Control y la Unidad Aritmético Lógica se la denomina Unidad Central de Proceso(CPU es su sigla en inglés).

Al conjunto de la CPU y la Memoria Principal se lo denomina “Mainframe”, cuya traducción sería “Parte Principal” pero normalmente se usa la palabra en inglés.

*Nota aclaratoria: Anteriormente se usó la palabra modelo y se señaló que la misma significa reducción, en efecto, si un observador de una paloma, en un jardín para niños, ansiosos de alimentarla o de agarrarla, desea predecir la trayectoria del vuelo de la misma, deberá recurrir a una ecuación matemática que englobe a todas las variables presentes, es decir, la paloma, su edad, peso, hambre, etc., los niños, y sus diferentes carácter, sus deseos de prestar atención a la paloma, etc., así como a la velocidad del viento, la presencia de otras palomas, otros pájaros, por ejemplo, un halcón, etc. Fácil es darse cuenta que son tantas las variables a tener en cuenta que es casi imposible escribir la ecuación matemática de predicción del vuelo. El observador idealizará la situación, tomará una única paloma en su plenitud, un solo niño muy calmo, con el único deseo de alimentar a la paloma y sin viento alguno. Ha realizado una reducción de variables y escribe una ecuación matemática que denominará “modelo del vuelo de la paloma”.*

*Es muy poco probable que esa ecuación pueda predecir el vuelo de la paloma cuando intervienen todas las variables que se han descrito pero, en ciertas condiciones acotadas o reducidas, el modelo matemático es válido.*

### **ATRIBUTOS DE LAS COMPUTADORAS**

Las computadoras son máquinas que tienen una serie de características que las identifican, en general se puede decir que son máquinas electrónicas que han sido concebidas para resolver problemas.

Eckert y Mauchly señalaron que una computadora trabaja con un lenguaje de máquina que debería ser de tipo eléctrico, y optaron por señales eléctricas de dos niveles, tal como lo muestra la Figura 4.

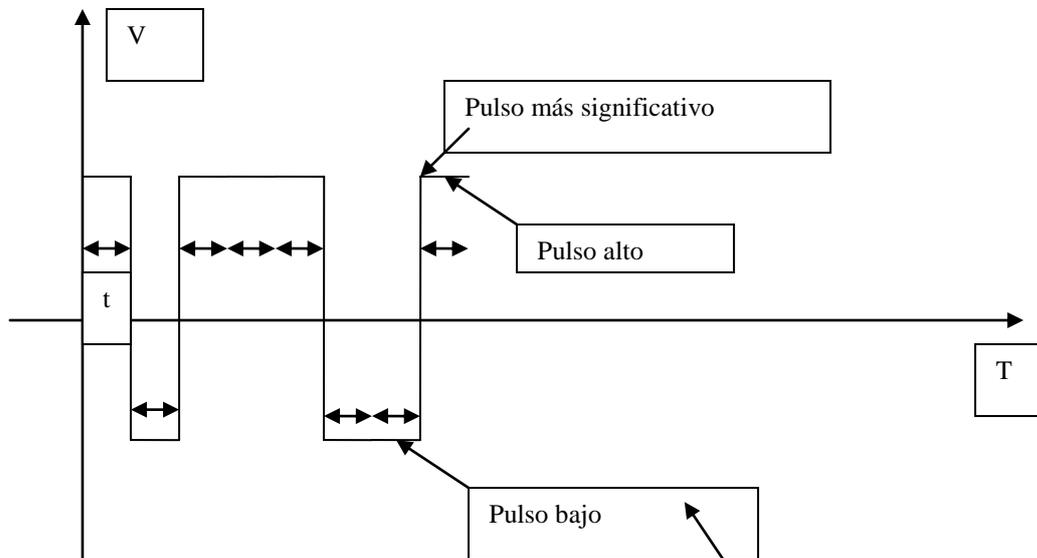


Figura 4: Representación de una letra, un número o de un número en forma de tren de pulsos.

Cada letra, número o carácter especial se transforma en un tren de ocho pulsos altos o bajos, todos con el mismo tiempo de duración ( $t$ ), debidamente ordenados y codificados, es decir, en el código se define cual es el pulso más significativo, la lectura del conjunto de pulsos es: ABBAAABA, donde A es Pulso Alto y B es Pulso Bajo.

Este tren de pulso representa, por ejemplo, la letra Z, otro tren de pulso distinto a este representará otra letra, otro número o un carácter especial.

Si se atribuye a un Pulso Alto un “1”(lógico) y a un Pulso Bajo un “0”(lógico), la letra a Z se representa como 01011010, es decir, un número binario.

Se representan el “1” y el “0” entre comillas pues no representa unidades sino “estados” de una variable física, por ejemplo, codificar que una lámpara prendida es un cero lógico y una lámpara apagada es un uno lógico.

Cada dígito binario (**Binary Digit**) se denomina Bit, consecuentemente una letra, número o carácter especial queda representado por un conjunto adecuadamente ordenado y codificado de Bits.

La computadora trabaja con un lenguaje constituido por números, consecuentemente, se puede decir que la misma es **Numérica**.

Eckert y Mauchly tropezaron rápidamente con la oposición del “gran público” contra las computadoras pues hablaron de “cerebro electrónico”. Entonces optaron por llamarla “la tonta rápida” y “solamente buena para realizar tareas repetitivas”, dejando las tareas creativas para los seres humanos.

Para ejemplificar de qué manera trabaja la máquina recurrieron a definir el siguiente problema: “Supongamos que existe una persona no muy inteligente con una calculadora de mano que debe resolver el problema de restar dos números y dar la solución escrita en un papel”.

Para resolver el problema se hacen una serie de tarjetas numeradas que secuencian las operaciones a realizar.

0	DIGITAR
	[ ON ]

La tarjeta cero se lee Digitar la tecla ON de la calculadora a fin de encenderla.

Debido a que, al prender la calculadora, aparece, en algunas ocasiones, un número distinto de cero, hay que limpiar el display, por este motivo se tiene la tarjeta 1 que indica Digitar la tecla CLEAR que deja el display en cero.

1	DIGITAR
	[CLEAR]

Luego hay que sumar el minuendo que estará anotado, por ejemplo en la tarjeta 9, en consecuencia se escribe la tarjeta 2 que indica digitar el contenido de 9 (el paréntesis indica contenido de...)

2	DIGITAR
	(9)

3	DIGITAR
	[-]

A continuación hay que digitar la tecla del Signo de la operación que es el menos.

Luego hay que tener el sustraendo que puede estar, por ejemplo, en la tarjeta 8.-

4	DIGITAR
	(8)

Luego se digita el signo igual para que aparezca el resultado en el display.

5	DIGITAR
	[ = ]

A continuación se copia en un papel el contenido de un display

6	COPIAR  (DISPLAY)
---	-------------------------

Finalmente se da por terminada la operación.

7	DIGITAR  [OFF]
---	----------------------

Las tarjetas de cero a siete contienen las instrucciones que debe seguir el operador, a continuación se colocan los datos de la operación.

8	2  (sustraendo)
---	-----------------------

9	3  (minuendo)
---	---------------------

En las tarjetas 8 y 9 tenemos los datos. El conjunto de las tarjetas de Instrucciones y Datos constituye un **PROGRAMA**.

Un Programa se define como una secuencia ordenada lógicamente de instrucciones y datos que sirve para resolver un problema.

Las computadoras resuelven todos los problemas mediante programas.

De ahí, que se afirma que las computadoras son **SECUENCIALES**.

Para que la computadora esté capacitada para resolver un programa, el mismo debe encontrarse en memoria. Una vez que está alojado en ella, sería, en ese momento, un programa almacenado, se le da una orden de Ejecutar e instrucción por instrucción, la máquina obtiene la solución del problema sin intervención del operador de una a otra instrucción, por ese motivo se dice que la computadora es **AUTOMÁTICA**.

La parte física de una computadora compuesta por gabinetes, cables, circuitos impresos, etc., recibe el nombre de **HARDWARE**.-

El conjunto de programas y documentación que permite la correcta operación y resolución de problemas se denomina **SOFTWARE**.

La última característica de una computadora consiste en ser capaz de resolver distintos programas, por ejemplo, la trayectoria de un cohete, con un programa conveniente se resuelve el problema de cálculo de la trayectoria; sin cambiar el hardware también se calculan los sueldos del personal, con un programa adecuado. Lo que nos lleva a sostener que la computadora es **UNIVERSAL**.

**Resumiendo: una computadora digital es:**

- **numérica.**
- **secuencial**
- **automática**
- **universal.**

## **COMPUTADORAS, CONMUTADORAS Y CALCULADORAS**

La computación tiene un lenguaje específico que la caracteriza pero, a veces, en la tarea de divulgación o en el lenguaje común se confunden algunos términos, tal es el caso de computadoras, conmutadoras y calculadoras.

Brevemente se puede establecer que una calculadora es, efectivamente, una máquina electrónica que trabaja en forma digital(numérica), es secuencial, pues para resolver cualquier problema se requiere de un camino lógico de resolución(inclusive un programa almacenado. como es el caso de las calculadoras programables) y puede ser automática pues, si trabaja con programa almacenado, se le da una orden de ejecución y sin la intervención del operador de paso a paso del programa, se obtiene el resultado.

Pero la calculadora no es universal, es especializada, pues únicamente resuelve problemas numéricos pero no de otra naturaleza.

Las conmutadoras, como por ejemplo una central telefónica, digitaliza las señales(es numérica), es secuencial pues se tiene que seguir una serie de pasos lógicos para lograr que dos usuarios se comuniquen entre sí y es automática pues no requiere de la presencia del operador para ir de un paso a otro del programa.

Mas la conmutadora no es universal, es especializada, pues sólo resuelve problemas de control.-

## **DE QUÉ SE HABLA CUANDO SE DICE: COMPUTADORA**

Las computadoras se clasifican según como se materializa su “lenguaje de máquina” en digitales y analógicas.

Como ya se dijo, las computadoras digitales representan los datos en trenes de pulsos debidamente ordenados y codificados.

Cuando se dice “codificados se está señalando que existe una convención o acuerdo de fijación de una norma. Por ejemplo, si la Z está representada por el tren de pulso “01011010”, es debido a que así se acordó en un determinado código, en este caso el código ASCII(Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información-**A**merican **E**stándar **C**ode for **I**nformation **I**nterchange actualmente vigente en todas las computadoras) pero el tren de pulsos antedicho, en otro código, significaría para la máquina, otra letra u otro número u otro carácter especial.

En el interior de la computadora digital cada bit queda representado por un pulso o señal de 2 niveles(ver figura 5)

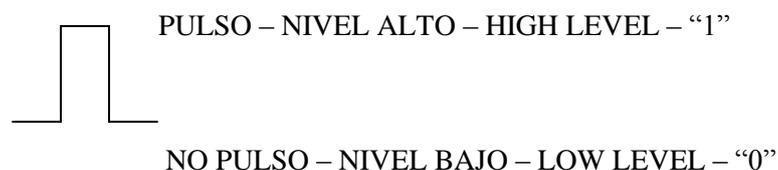


Figura 5: Representación de un bit en el interior de una computadora digital

A este tipo de señales se las denomina “digitales” pues pueden ser representadas por dígitos, es decir por números.

En la figura 6a se representa como se realiza la suma de 5 y 3 en una computadora digital.

Hay máquinas que trabajan con señales continuas, por ejemplo, asignan un nivel de 0,1 voltios (si son eléctricas) a la unidad.

Si se deben sumar 5 y 3, en la entrada de la unidad de proceso se tendrán 0,5 V y 0,3 V (ver figura 6b), al sumarse quedaría 0,8V, mediante el conversor respectivo se tendría el valor 8. A las computadoras que trabajan de esta manera se las llama COMPUTADORAS ANALÓGICAS.

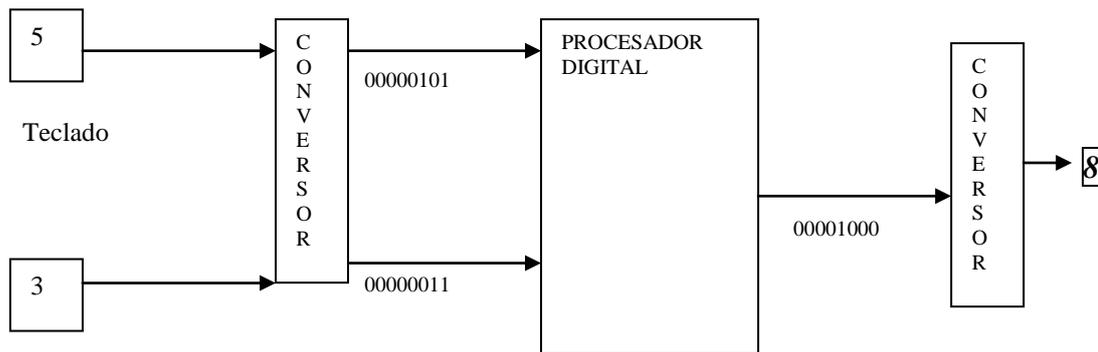


Figura 6a

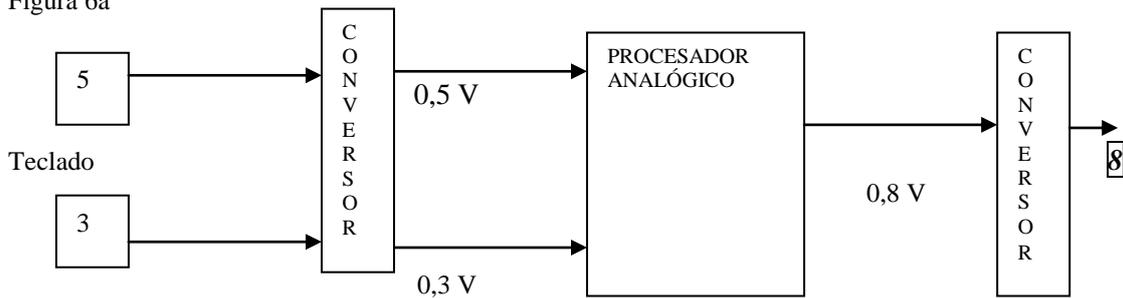


Figura 6 b

Figura 6: Comparación entre el modo de operar de una computadora digital y una analógica

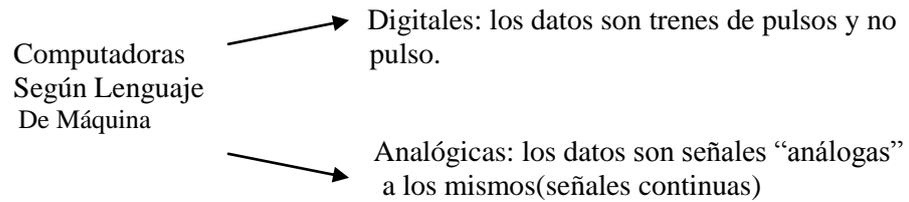
¿Qué pasaría si en la Computadora Analógica el Conversor al teclear 5 lo convierte en 0,51 V en lugar de 0,5 V, y con el mismo corrimiento, convierte al 3 en 0,31 V?. Evidentemente el resultado sería 0,82 V y al ser convertidos pasa a ser 8,2. Es decir, la suma de 5 más 3 da como resultado 8,2 !!! Esto es inadmisibles en aplicaciones contables administrativas pero sería aceptable en algunas aplicaciones industriales de control.

En las computadoras digitales se trabaja con una tolerancia que enmascara los errores.

Si el “1” es 5V sigue siendo el uno lógico en el rango de 3V a 5V y el “0” tiene un rango de variación de 0V a 2,5 V.-

Como puede verse aunque las señales del tren de pulsos no sean muy precisas, el resultado sí lo es.

Es así, que las computadoras digitales son las que se usan en las aplicaciones administrativas contables y no las analógicas.-

Resumiendo:

Además, las computadoras tanto analógicas como las digitales pueden trabajar con señales eléctricas, neumáticas o hidráulicas. De esta manera

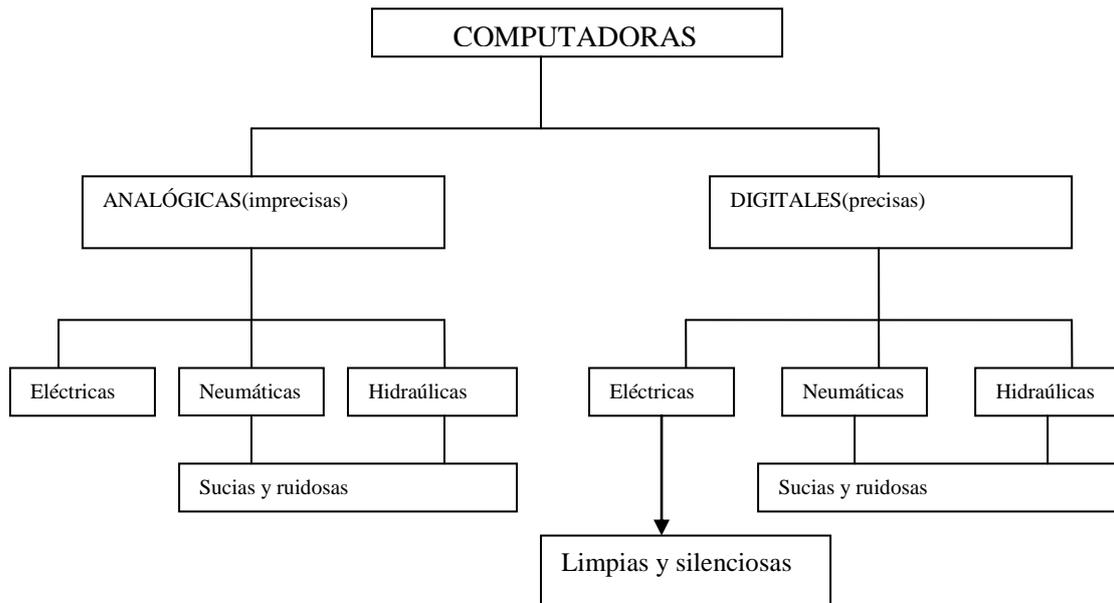


Figura 7: Cuadro representativo de los distintos tipos de computadoras digitales y analógicas existentes

En la figura 7 se señala que las computadoras neumáticas e hidráulicas son sucias y ruidosas pues requieren de compresores y flujos de aceite(neumáticas) y aire(neumáticas) para poder trabajar.

Indudablemente que las ganadoras de esta comparación son las Computadoras Digitales Eléctricas y dentro del área “eléctrica” las electrónicas pues trabajan con señales y tensiones eléctricas de muy baja energía.

Pues bien, cuando se dice “COMPUTADORA” se está diciendo “COMPUTADORA DIGITAL ELECTRÓNICA” y a ellas se dedicará el curso.

### **BITS: OTRAS FORMAS DE AGRUPARLOS**

Como se señaló anteriormente, los bits permiten codificar letras, números y caracteres especiales (lenguaje humano), la Z se codifica como 01011010, es decir, un “paquete” de 8 bits.

*Al paquete de 8 bits se lo denomina BYTE.*

A veces, por comodidad de representación se divide al “paquete” de 8 bits en dos paquetes de 4 bits cada uno.

***Al conjunto de 4 bits se lo denomina NIBBLE.-***

Para referirse a conjuntos de numerosos bits o bytes se utilizan siglas tales como:

$$1 \text{ Kilo-byte} = 1 \text{ KBy} = 2^{10} \text{ bytes} = 1024 \text{ bytes}$$

$$1 \text{ Mega-Byte} = 1 \text{ MBy} = 2^{20} \text{ bytes} = 1024 \times 1024 \text{ bytes} = 1048576 \text{ bytes}$$

$$1 \text{ Giga-Byte} = 1 \text{ GBy} = 2^{30} \text{ bytes}$$

$$1 \text{ Tera-Byte} = 1 \text{ TBy} = 2^{40} \text{ bytes}$$

$$1 \text{ Peta-Byte} = 1 \text{ PBy} = 2^{50} \text{ bytes}$$

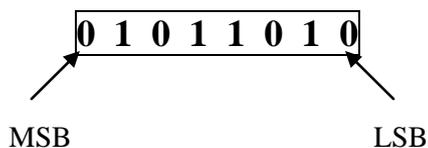
$$1 \text{ Exa-Byte} = 1 \text{ EBy} = 2^{60} \text{ bytes}$$

$$1 \text{ Yotta-Byte} = 1 \text{ YBy} = 2^{70} \text{ bytes}$$

## **FORMATO DE DATOS**

Los datos binarios pertenecen, como los datos decimales, a un sistema numérico en el cual cada dígito tiene un peso diferente, por ese motivo en el sistema decimal el dígito que se encuentra más a la derecha en una cifra es la “unidad”, el siguiente hacia la izquierda es la “decena”, que “pesa” diez veces más que la unidad, y así siguiendo.

Si se tiene un número binario de 8 bits tal como el siguiente:



El bit que se encuentra más a la izquierda es el más significativo o el de mayor peso, por eso se lo denomina en inglés “Most Significant Bit” y se usa la sigla MSB.

El bit que se encuentra más a la derecha es el menos significativo o el de menor peso, por eso se lo denomina en inglés “Least Significant Bit” y se usa la sigla LSB.

Si el número binario está representando en un determinado código un número binario con signo, el MSB es el utilizado para poner de manifiesto el mismo.

Por ejemplo, si es “0” el número es positivo y si es “1” el número es negativo.

Como los seres humanos trabajan en el sistema decimal, para poder convertir un número binario en un número decimal, se otorga a cada bit un peso binario relativo o referido al sistema decimal, de la forma indicada:

	7	6	5	4	3	2	1	0
	2	2	2	2	2	2	2	2
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Peso	128	64	32	16	8	4	2	1

Para obtener el número representado se suman los pesos de los bits que están en 1:

$$(64 + 16 + 8 + 2) = 90 \text{ (este número es equivalente al binario en el sistema decimal)}$$

Si en una computadora se presiona la tecla “Alt” y simultáneamente 9 y luego 0 en el teclado numérico, cuando se deje de presionar el “Alt” se obtendrá la “Z” (en el código ASCII).

De igual manera “ALT” 1,6 4, logra mostrar en pantalla la ñ. Y “ALT” 1, 6, 5 la Ñ. Esta era la manera de escribir la preciosa ñ cuando se trabajaba en teclados que no la incluía.

Si se tiene, por ejemplo, un byte **11011001** y se sabe que es un número binario con signo. Por observación del MSB se establece que es negativo, y el peso será MENOS 128 y el proceso de conversión es:

$$(- 128 + 64 + 16 + 8 + 2) = - 38 \text{ (decimal)}$$

### ACTIVIDADES PARA EL ALUMNO

1. Identifique semejanzas y diferencias entre el esquema de Von Neumann y un ser humano real, pensante y creativo.
2. Fundamente su opinión con respecto a lo que sostienen en la actualidad algunos pedagogos acerca de que el educando “no debe aprender nada de memoria”.
- 3.- Determine en una computadora real que Ud. conozca, cuál es la unidad de entrada.
- 4.- Repita el proceso de conversión de energías en el ser humano pensando en el sentido De la vista.
- 5.- Escriba un programa que pueda ser desarrollado por un operador para hacer café con una cafetera eléctrica..
- 6.- Explique en qué difieren, a su criterio, una computadora y una calculadora electrónica programable.
7. Complete la frase:  
Una computadora es ..... debido a que no requiere la presencia del operador de una instrucción a otra en la ejecución de un programa
- 8.- Explique si es cierta la expresión:  
“Las computadoras analógicas son las más adecuadas para trabajar en las aplicaciones de la Bolsa de Comercio”.-
- 9.- Busque en Internet otros códigos usados en las computadoras digitales electrónicas(por ejemplo EBCDIC) y compárelos con el código ASCII.
- 10.- ¿Cuál le resultaría más conveniente cobrar un Kilo-pesos en el sistema decimal o un Kilo-pesos en el sistema binario? ¿Por qué?
- 11.- En su computadora presione “ALT” 6, 9: ¿Qué visualiza?. Busque en Internet el código ASCII y verifique si lo que ha visto es correcto.