

EL SISTEMA BINARIO: lenguaje de los computadores

Los computadores o computadoras —el sexo no cuenta en estas máquinas—, están afectando de manera creciente nuestra vida diaria. Extensos sectores del comercio y la industria dependen de la gran variedad de aplicaciones de la informática. Las relaciones del ciudadano con el estado, empezando por el pago de tributos, se han agilizado con la ayuda del computador.

Sin informática no habría vuelos espaciales, y la luna seguiría siendo una pálida y lejana incógnita, más al alcance de los poetas que de los hombres de ciencia.

Mil ejemplos podrían darse acerca de los nuevos oficios de los computadores: desde la automatización de las fábricas, la detección de tumores y los censos demográficos, hasta el tráfico aéreo, la impresión y las predicciones meteorológicas. Más aún, la contabilidad monetaria, las centrales de energía, el estudio de diseños, la estadística y la tecnología médica más moderna.

La industria que fabrica los computadores es una de las que registra una más rápida expansión de la tecnología. En menos de cuatro lustros se ha desarrollado desde la etapa experimental hasta la fabricación en serie. Las nuevas realizaciones de la electrónica son adoptadas inmediatamente por los fabricantes de ordenadores para construir máquinas más potentes y de aplicación más variada.

Resulta procedente, entonces, tratar de comprender el lenguaje de los computadores, es decir, el lenguaje con el cual se alimenta a estas máquinas para obtener una respuesta referida a un cálculo o a un razonamiento.

Un Poco de Historia

La primera cuenta que hizo el hombre tuvo como ayuda los diez dedos de las manos. Reteniendo dedos, retenía números, y de esta manera aprendió las operaciones aritméticas más sencillas, las sumas y las restas.

Cuando las cuentas excedieron las posibilidades de los dedos de las manos y de los pies, el hombre inventó, en el año 3.000 antes de Cristo, el ábaco. Este instrumento, en su versión moderna, es un marco de cuerdas o varillas paralelas por las cuales corren cuentas o bolitas agudereadas. De izquierda a derecha, esas bolitas representan las unidades, las decenas, las centenas, etc.

En 1642, Blaise Pascal, físico y matemático francés, construyó la primera máquina mecánica de sumar. En 1801, otro francés, Joseph Jacquard, construyó un telar para tejer brocados. La máquina operaba mediante una tarjeta perforada: los agujeros determinaban el movimiento de los ganchos que asían las fibras de seda, reproduciendo el modelo deseado.

En 1833, un norteamericano, Charles Babbage, perfeccionando todas las experiencias e incluyendo la tarjeta perforada, proyectó una máquina que disponía de memoria y unidad de cálculos. No pudo, sin embargo, construirla.

En 1939 y 1944, Howard Aiken y un grupo de especialistas de la Universidad de Harvard construyeron el primer computador que trabajaba de manera completamente automática: el Mark 1. En 1946 fue puesto en marcha el Eniac, el primer computador completamente electrónico. John von Neuman, más tarde, perfeccionó los dispositivos de memorias tanto para el almacenamiento de instrucciones como para los números que deberían utilizarse. El modelo mejorado fue el Univac (1951), año que marca un período de desarrollo tecnológico muy acelerado en la construcción de estas máquinas.

Cálculo y Razonamiento

Mucha gente se pregunta: ¿un computador puede pensar? Y la ciencia ficción se ha encargado de crear un mito respecto de estas máquinas, que podría superar la voluntad del hombre.

La verdad es que los computadores realizan algunas de las tareas que son características del cerebro humano, como calcular y razonar, siempre que el hombre se encargue de programarlas de manera adecuada. Esas tareas las realizan con enorme velocidad, y en este aspecto es evi-

dente que superan la capacidad humana.

Cada operación que se entrega al computador, por muy complicada que sea, debe reducirse a los pasos más simples para que este pueda "calcular y razonar". Calcular, en última instancia, es sumar y restar. La multiplicación y la división solamente son variantes de estas operaciones básicas. Razonar, por su parte, es comparar, hallar las relaciones que existen —o no existen— entre dos o más objetos o conceptos. El número de esas relaciones no es infinito: A, por ejemplo, es más pequeño, mayor o igual a B; está o no contenido en B, total o parcialmente. Todo esto, en síntesis, puede siempre expresarse con un "sí" o un "no". Y cuando estas dos posibilidades se materializan en el computador por el paso o la ausencia de corriente a través de los circuitos, minúsculas plaquetas de silicio en el interior de las cuales se disponen unos "obstáculos" en forma de diagramas o gráficos, se obtienen las señales electrónicas representativas de aquel sí y de aquel no.

Cada posibilidad corresponde a un bit. El bit es la unidad de información. Si pasa el flujo de electrones hay un bit; y si no pasa, otro.

El Computador y el Niño

Para destruir el mito relativo a "máquinas que piensan" y mejorar la explicación sobre su funcionamiento, vale la pena comparar un computador con un niño de cinco años. Si se dice al niño "abre la puerta", este comprende y ejecuta la orden. Un computador jamás entendería esa orden, que en el fondo es muy compleja. Suponiendo que uno diera esa orden de abrir la puerta al niño, y que este operara como un computador, el procedimiento sería muy largo: habría que hacer un análisis global de la situación y

formular los pasos para que se alcance la meta deseada. Imaginemos que el niño está sentado a cuatro metros de la puerta, que se halla a su espalda. Para abrir la puerta tendría que hacer lo siguiente: levantarse, efectuar un giro de 180 grados, avanzar ocho pasos —ya se ha calculado la longitud de sus pasos—, extender la mano derecha, colocarla sobre el picaporte hasta advertir una resistencia, hacerlo girar y retroceder sin soltar el picaporte. Por fin, la puerta se abrirá, siempre que se haya establecido previamente que no había obstáculos entre el niño y la puerta. Y si no se realiza otra operación, el niño quedará allí, en el mismo sitio, sin moverse.

El computador, como puede observarse, es elemental. Y tiene que recibir órdenes elementales, sumamente sencillas. El conjunto de órdenes corresponde a la programación.

Sin embargo, esta máquina tiene una gran ventaja: el ahorro de tiempo. La unidad de trabajo de un ordenador moderno se sitúa actualmente alrededor de una mil millonésima de segundo, o nanosegundo. Un nanosegundo es respecto del segundo lo que este mismo segundo es respecto de 30 años. Cabe señalar que un computador de la "tercera generación" (después de 1965) puede efectuar un millón de operaciones por segundo.

El Sistema Binario

En la operación con computadores la información entregada, almacenada, procesada y recuperada, está representada por números. Del sistema de numeración que se emplee dependerá, entonces, la complejidad de los circuitos, la velocidad y la seguridad de los cálculos y analogías (razonamiento).

El primer sistema de numeración al que se recurre es naturalmente el decimal. El mayor inconveniente radica en la obligación de tener que representar 10 ci-

fras, del 0 al 9, lo que requeriría enorme cantidad de circuitos.

Para resolver ese problema, los científicos decidieron disminuir el número de cifras básicas al mínimo. Recurrieron, entonces, al llamado sistema binario. Este sistema, de base 2, exige solamente dos cifras para su representación: 0 y 1.

La necesidad, entonces, de presentar solamente dos cifras —0 y 1—, permitía simplificar la operación electrónica. Un circuito cerrado es uno, y uno abierto, cero. Hay, entonces, información y comunicación.

El sistema decimal ha conformado el pensamiento del hombre. Cuando piensa en 100, imagina 10 paquetes de 10 unidades cada uno. Y puede, de esta manera, descomponer cifras muy altas, dándole posiciones distintas a las unidades, decenas, centenas, etc.

Por esa razón es difícil comprender el sistema binario que utiliza solamente dos cifras, y mediante el cual esos "paquetes mentales" se forman únicamente con dos objetos, y los grupos por dos paquetes, y así sucesivamente.

Orden o Posición.

En el sistema binario se utiliza un bloque unitario que vale 1; un grupo de dos bloques unitarios y grupos sucesivos de potencias de dos, o sea que cada grupo contiene dos veces al anterior. En este sistema los números se construyen en tal forma que el 1 y el 0, indican si existe o no, según su posición un bloque unitario, un grupo de dos bloques unitarios, un grupo de 2 al cuadrado (4); un grupo de 2 al cubo (8), un grupo de 2 a la cuarta potencia (16), etc. En el sistema binario el número 1 indica la existencia de uno de estos grupos, no más de uno. El 0 indica la ausencia de ese grupo o entidad. A estos grupos se les suele llamar también órdenes y considerarse como unidades dentro de su posición.

El número "uno" se escribe 1 como de costumbre, pero el número "dos", que es la unidad de segundo orden, se escribe 10 (un grupo de dos y cero grupo unitario). El número tres se escribe 11 (un grupo de dos y un grupo unitario). El número cuatro corresponde al tercer orden (es igual a dos al cuadrado) y por lo tanto se escribe 100 (un grupo de dos al cuadrado —4—, no hay grupos de dos, no hay grupo unitario y por tanto se ponen ceros).

Los números que siguen, en la transcripción binaria, tienen este aspecto:

Cinco: 101 (un cuatro, cero doses y una unidad)

Seis: 110 (un cuatro, un dos y cero unidades)

Siete: 111 (un cuatro, un dos y una unidad)

Ocho: Contiene un nuevo grupo u orden y se escribe 100 (un ocho o dos al cubo, cero cuatros, cero doses y cero unidades).

Nueve: 1001 (un ocho, cero cuatros, cero doses y una unidad).

Diez: 1010 (un ocho, cero cuatros, un dos y cero unidades)

Once: 1011 (un ocho, cero cuatros, un dos y una unidad)

Doce: 1100 (un ocho, un cuatro, cero doses y cero unidades)

Trece: 1101 (un ocho, un cuatro, cero doses y una unidad) y así sucesivamente.

Como se ha dicho el cambio de orden opera cada vez que el número que se desea expresar es dos veces el del orden anterior. Estos cambios corresponden al 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, etc.

Para mejor comprensión tratemos de descifrar un número misterioso: 1001011.

En la primera posición (orden 64) encontramos un grupo de 2 a la sexta potencia: 64. En la segunda y tercera posiciones (órdenes 32 y 16) hay cero unidades. En la cuarta posición (8) hay una unidad: 8. En la quinta (orden 4) hay cero unidades, y en la sexta y séptima (órdenes 2 y 1), encontramos dos unidades: 2 y 1. Si sumamos, entonces, el 64 más el 8 más el 2 y el 1, el resultado será 75. El binario 1001011 corresponde al número 75.

Este sistema, el binario, es el que se utiliza básicamente en los computadores. Existen naturalmente, algunas variantes y aplicaciones combinadas, pero, en todo caso, este es el lenguaje básico de aquellas máquinas.

Conviene, entonces, que nos familiaricemos con el sistema binario, mediante el cual las computadoras están aprendiendo a calcular y razonar respecto de actividades de nuestra vida diaria, cada día en campos más vastos y especializados. (CIMPEC)

SISTEMA DECIMAL

NUMERO	100	10	1
1			1
13		1	3
49		4	9
125	1	2	5

SISTEMA BINARIO

Número binario	Es igual a	32	16	8	4	2	1
11	(3)					1	1
1101	(13)				1	0	1
11001	(49)	1			0	0	1
111100	(60)	1	1		1	1	0

El sistema decimal supone la formación de paquetes compuestos por diez unidades. En el sistema binario, esos paquetes constan de dos unidades.