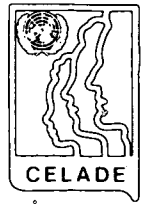


32190(0789) c.2

Centro Latinoamericano de Demografía

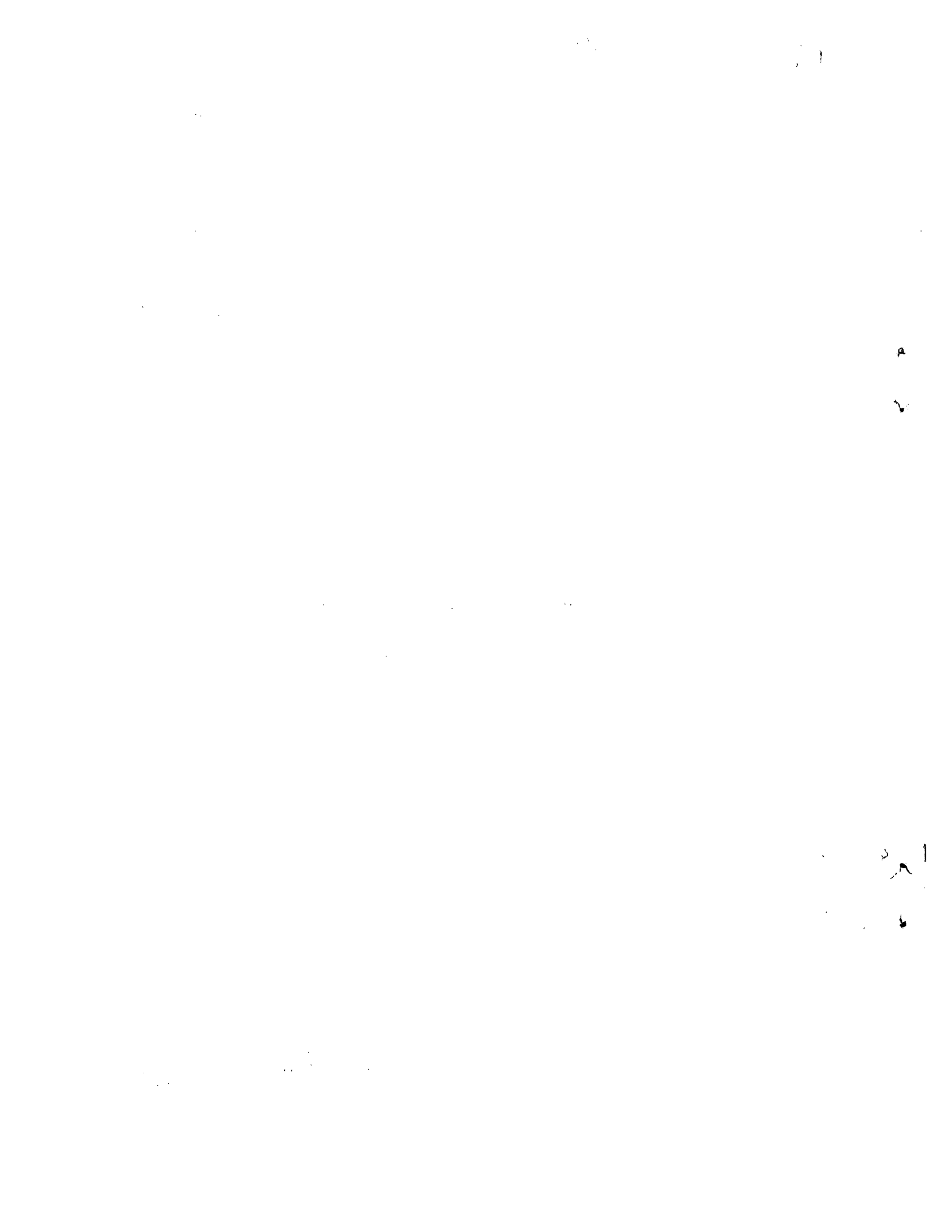


Documentos de Seminario

CONCEPTOS BASICOS DE COMPUTACION

DS/2
100
1975

CURSO LATINOAMERICANO DE
PROCESAMIENTO DE DATOS (PED)
APLICADO A LAS CIENCIAS SOCIALES



I N D I C E

	<u>Página</u>
1. Qué es un Computador	1
A. Desarrollo Histórico	1
B. Sistemas de Procesamiento de Datos	6
a. Definición de conceptos	6
b. Sistema manual	8
c. Sistema mecánico	8
d. Sistema electrónico	10
2. Elementos y Dispositivos de Entrada-Salida	14
A. Elementos de Registro de Datos	14
a. Tarjeta	14
b. Cinta de papel	19
c. Cinta magnética	22
d. Caracteres con tinta magnética	25
e. Caracteres ópticos	25
f. Formulario continuo	25
B. Entrada/Salida	25
a. Comunicación con la unidad de almacenamiento	25
b. Dispositivos de entrada	27
c. Dispositivos de entrada o salida	28
d. Dispositivo de salida	40
3. Unidad de Almacenamiento (Memoria)	42
A. Representación de Información	42
a. Sistemas numéricos	42
b. Representación de datos	53
B. Dispositivos de Almacenamiento	58
a. Memoria de trabajo	59
b. Memoria auxiliar	68
C. Unidad Central de Proceso	74
a. Algebra de Boole	74
b. Unidad Aritmético-Lógica	76
c. Unidad de control	80
D. Organización de Archivos	81
a. Conceptos generales	81
b. Tipos de organización	84
c. Procesos de computación de servicio corriente	86
d. Explotación de archivos secuenciales	90
BIBLIOGRAFIA	95



1. Qué es un Computador

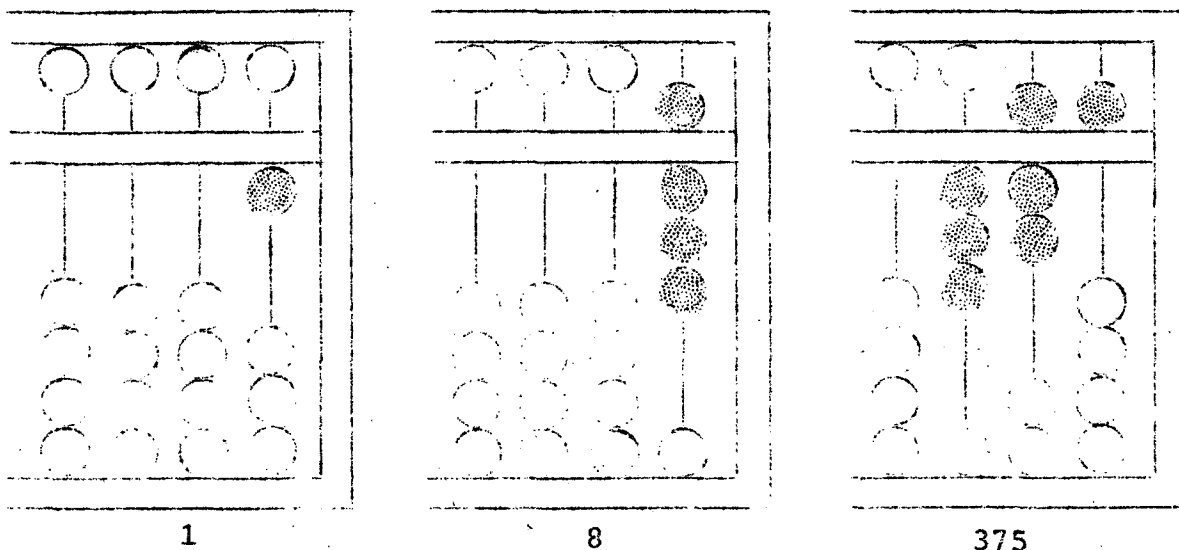
A. Desarrollo histórico

Hace unos 10 000 años, el cambio de clima producido en la tierra hizo que el hombre primitivo, que hasta entonces había tenido una vida nómada, se radicara en los valles del Nilo, Tigris y Eufrates para dedicarse a la agricultura, lo que le significó tener que resolver un tipo de problemas distintos a los que había tenido hasta entonces, como, por ejemplo, tomar en cuenta los días, las temporadas de lluvia o de sol, la cantidad y tipos de semillas, las tierras que debía sembrar, etc. La resolución de estos problemas trajo como consecuencia la necesidad de contar y se cree que inicialmente utilizaron los dedos de las manos y de los pies, como aún lo hacen algunas tribus de Nueva Guinea y, después, granos de maíz, piedrecillas, etc.

Cada vez perfeccionaron más el manejo de las piedrecillas, hasta lograr, hace unos 5 000 años, diseñar un tablero de arcilla con muescas en las que se podían colocar aquéllas, cuyo movimiento a través del tablero permitía realizar operaciones aritméticas elementales.

Posteriormente, cuando se inició el comercio, se presentó la necesidad de registrar las transacciones y es probable que esto se hiciera mediante marcas en árboles o en rocas, método que fue evolucionando en la medida en que se iban tornando más complejas las operaciones hasta lograr los registros en tablillas de barro hechas por lo sumerios durante el período de 3 700 a 3 000 años A.C.

Aproximadamente 2 600 años A.C., los chinos inventaron el ábaco, al mismo tiempo que los japoneses inventaban un aparato parecido llamado soroban, que, como el ábaco, funcionaba con una técnica similar a la del tablero de arcilla.



REPRESENTACION EN UN ABACO DE LAS CANTIDADES 1-8-375

Pasaron varios siglos antes de que hubiera un nuevo avance significativo y éste fue el desarrollo de los logaritmos por el escocés John Napier, en 1617. Mediante los logaritmos, las operaciones de multiplicación y división se realizan efectuando sumas y restas respectivamente. El mismo John Napier inventó un dispositivo conocido como "rodillos de Napier", que consiste en un conjunto mecánico de láminas de hueso, cada una con los dígitos 1 al 9, y éstos con sus múltiplos en columna debajo de ellos. Con este dispositivo se podían efectuar multiplicaciones directas.

Utilizando el mismo concepto de los logaritmos, William Oughtred inventó, en 1621 la regla de cálculo, de enorme utilidad en ingeniería, donde muy a menudo se necesita obtener o verificar la magnitud de algunos cálculos cuyo grado de precisión no interesa mayormente.

Fue en 1642, en Francia, donde Blaise Pascal inventó la primera máquina sumadora, que consistía en hileras de ruedecillas con dientes numerados de 0 a 9. Frente a cada hilera había una ventanilla en la que aparecía el número correspondiente a la cantidad de vueltas completas que había hecho cada ruedecilla. Lo importante es que al completar 10 vueltas una de las ruedecillas hacía girar la siguiente en un décimo de vuelta (acarreo de uno a la posición superior).

El funcionamiento es exactamente el mismo que tienen los actuales medidores y cuenta kilómetros.

Casi 30 años más tarde, en 1671, el filósofo y matemático alemán Gottfried von Leibnitz perfeccionó la máquina sumadora de Pascal, logrando construir en 1674 la primera máquina calculadora, con la que podían ejecutarse las cuatro operaciones aritméticas.

Hacia 1725, Basile Bouchon diseñó un telar que operaba mediante papel perforado. En 1728, el ingeniero francés M. Falcon diseñó uno que operaba por medio de tarjetas perforadas colocadas en forma de cadena sin fin. Sólo las agujas que coincidían con los agujeros podían penetrar y sus hilos formaban el diseño.

En 1801, Joseph Marie Jacquard obtuvo un telar automático operando con tarjetas perforadas.

En 1812, Charles Babbage, profesor de matemáticas en la Universidad de Cambridge, diseñó una máquina llamada máquina de diferencias, destinada calcular e imprimir tablas matemáticas. El método se basaba en el hecho de que un polinomio de grado n tiene su diferencia n -ésima constante. Charles Babbage continuó con sus proyectos y en 1820 diseñó la máquina analítica, capaz de realizar una secuencia determinada de cálculos y que tenía la habilidad de almacenar números, imprimir resultados y repetir ciclos de operaciones durante la computación. Lamentablemente, no se logró materializar el invento porque los principios enunciados sobrepasaban las posibilidades técnicas de esa época. Esos principios correspondían en gran parte a los contenidos en el concepto de computador.

En 1850, D.D. Parmelee patentó en los Estados Unidos la primera sumadora impulsada por teclas, que permitía realizar las sumas operando sobre una columna de dígitos cada vez.

En 1872, Frank Stephen Baldwin inventó la primera calculadora reversible, en los Estados Unidos y pocos años más tarde, en 1878, W.F. Odhner diseñó, en Rusia, una máquina similar.

En 1880, el Dr. Herman Hollerith, estadístico que trabajaba en la Oficina del Censo de los Estados Unidos, empezó a diseñar un sistema mecánico que le permitiera registrar, calcular y tabular datos de los censos. El sistema

consistió, finalmente, en registrar los datos en tarjetas mediante una perforadora operada manualmente. Con un dispositivo mecánico que cubría la superficie de la tarjeta, se lograba establecer circuitos eléctricos cerrados cuando una serie de clavijas pasaban a través de las perforaciones y tomaban contacto con recipientes llenos de mercurio, lo que hacía que la información fuera registrada en discos contadores.

El Dr. Hollerith organizó en 1896 la Tabulating Machine Company la que en 1911 se fusionó con otras dos compañías para formar la Computing Tabulating Recording que pasaría a ser, en 1924, la International Business Machines Corporation (IBM Corporation).

Durante bastante tiempo se trabajó con las máquinas de tarjetas perforadas o máquinas de registro unitario (Unit Record), existiendo, por lo tanto, la limitación de velocidad de procesamiento y, además, la derivada del hecho de que cada máquina realiza funciones independientes de las que realizan las restantes máquinas que componen un sistema.

Esas limitaciones llevaron al profesor Howard Aiken, de la Universidad de Harvard, a trabajar conjuntamente con ingenieros de la IBM para lograr una sola máquina que realizara todas las funciones que anteriormente aparecían desligadas entre sí, con lo que se obtuvo, en 1944, el MARK I, máquina electromecánica con 72 acumuladores de suma y 60 juegos de interruptores para fijar constantes. Las instrucciones se daban por medio de interruptores, tableros de alambre y cinta perforada. Después de un siglo, el sueño de Charles Babbage se había hecho realidad.

La primera máquina que utilizó tubos electrónicos para calcular fue la ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), diseñada por J. Presper Eckert y el Dr. John W. Mauchly de la Moore School of Engineering de la Universidad de Pensylvania, entre 1942 y 1946. Las instrucciones de la máquina se programaban en paneles de control, intercambiables, en tarjetas o en cintas de papel perforadas. La limitación de esta máquina radicaba en la poca capacidad de almacenamiento y en el hecho de tener que dar las instrucciones a medida que se iba avanzando en el trabajo.

En mayo de 1949, en Inglaterra, en la Universidad de Cambridge, se dio a conocer el EDSAC (Electronic Delayed Storage Automatic Computer), primer computador de programa almacenado.

En abril de 1951, entró en funcionamiento en la Oficina del Censo el UNIVAC (Universal Automatic Computer), desarrollado por la Eckert Mauchly Computer Company, fundada en 1946 por los diseñadores del ENIAC y adquirida en 1949 por la Remington Rand. Las características de este computador lo hicieron atrayente para empresas comerciales y fue así como en 1954 se realizó la primera instalación comercial en la General Electric Appliance Park en Louisville, Kentucky.

En 1952 fue terminado el EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) diseñado también por J. Presper Eckert y el Dr. John W. Mauchly, para el ejército de los Estados Unidos.

IBM instaló su primer computador en 1953: el IBM 701 y en 1954 el IBM 650, que utilizaba como forma de memoria un tambor magnético, elemento adicional a la memoria de tubos de rayos catódicos. Estos últimos constituyen la característica de la primera generación de computadores.

Mientras tanto, se gestaba un cambio radical en la construcción de computadores: el reemplazo de los tubos por transistores, elementos mucho más pequeños, más baratos y que casi no generan calor. El hecho, además de que requieren muy poca energía, los hizo revolucionar la tecnología.

El cambio de tubos a transistores se hizo primeramente en los computadores militares en 1956 y posteriormente, en 1958, en los computadores comerciales, constituyéndose así la segunda generación de computadores.

Se puede decir que el primer computador transistorizado fue el ISI-609 construido por la Information System Inc., en 1958. Otros posteriores son el Solid State 80, el Philco 2000 y los IBM 7000, 1600 y 1400. De estos últimos los más conocidos han sido el IBM 1620 y 1401.

En 1963, IBM anunció el Sistema IBM/360, en el que se introduce un nuevo cambio tecnológico importante: la tecnología de la lógica en estado sólido para producir un paquete miniatura y la creación de circuitos integrados de material semiconductor. La primera, monta transistores delgados y pequeños diodos hechos de silicón en una base de cerámica y los conecta con un circuito impreso. A continuación, el módulo completo se monta en plástico. Este cambio es la característica de la tercera generación de computadores.

En el Sistema /370 de IBM se han incorporado nuevamente avances tecnológicos: la tecnología del sistema monolítico y el almacenamiento monolítico. Si anteriormente un pedacito de silicón del tamaño de una cabeza de alfiler contenía normalmente un tipo de componente (transistor o diodo) y se necesitaban varios pedacitos y resistencias de película delgada para formar un circuito, ahora un pedacito de silicón contiene sobre 100 componentes y se pueden formar en él hasta ocho circuitos interconectados. Esto permite obtener mayor confiabilidad por la disminución del número de conexiones externas; mayor velocidad a causa de la disminución del recorrido entre circuitos; menor espacio inherente a la mayor densidad de componentes.

Además, se ha cambiado el almacenamiento de núcleos de ferrita por almacenamiento monolítico, el cual utiliza los mismos conceptos que la lógica monolítica y permite obtener, por lo tanto, las mismas ventajas que aquél, esto es, velocidad, confiabilidad, menores requerimientos de espacio, etc.

B. Sistemas de Procesamiento de Datos

a) Definición de conceptos

Procesamiento de datos: se puede definir como una serie de acciones planificadas y operaciones sobre los datos para lograr un resultado deseado.

Los procedimientos y dispositivos usados constituyen un Sistema de Procesamiento de datos. Estos pueden variar en tamaño, complejidad, velocidad, costo o aplicación. Sin embargo, independientemente de los datos que se van a procesar o de los elementos o dispositivos que se van a utilizar, todo procesamiento de datos involucra tres consideraciones básicas:

Los datos originales o entrada (input) al sistema

El proceso planificado en el sistema

El resultado final o salida (output) del sistema.

Es conveniente definir lo que se entiende por dato como asimismo lo que se considera información. Dato es cualquier señal, palabra, cifra, símbolo, etc. que represente una idea, objeto, condición o situación. No es tan fácil definir lo que es información. Al menos, habrá varias consideraciones previas antes de intentar establecer el ámbito que interesa de la palabra. Primero es necesario plantear la interrogante: ¿Es un dato información? La respuesta debe ser no,

aunque un dato contiene potencialmente información, ésta no será útil hasta que no se establezca una relación de ese dato con otro u otros datos. Por ejemplo:

HISTORIA - ROBLES - 1950

cada uno de estos datos en sí no aporta información útil. Se puede especular bastante para poder extraer alguna utilidad de ellos y con toda seguridad que eso se logra, pues habrá personas que no saben que historia se escribe con h y robles con b pero ¿es esa la información que le interesaba transmitir a quién escribió esos datos? No se sabe.

En cambio, si esos datos aparecen insertos en una tabla como la siguiente:

<u>Clasificación de libros</u>		
<u>Materia</u>	<u>Autor</u>	<u>Año</u>
Historia	Robles	1950

se entrega la información que se esperaba proporcionar. Nuevamente, sin embargo, el conocimiento que se ha obtenido al leer la tabla puede ser de utilidad para una o más personas y no representar ningún beneficio o, lo que es más, carecer totalmente de significación para otras personas.

De aquí también se puede determinar que cada dato lleva implícito dos nociones: la de identificación de un concepto (materia, autor, año) y el valor particular del dato (Historia, Robles, 1950) o, lo que es lo mismo, lleva implícitas las ideas de función y argumento.

Ejemplo:

Inventario de Celade Santiago-Chile
al 31/12/74

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Valor</u>	<u>Fecha de Ingreso</u>
		<u>E°</u>	
AB01	Escritorio	10.345	01/04/73

Los datos propiamente tales son: AB01-Escritorio-10.345-01/04/73 y se han seleccionado y organizado de acuerdo con:

Usuario	Celade
Problema	Inventario
Tiempo	31/12/74
Lugar	Santiago-Chile
Función-1	Código
Argumento-1	AB01
Función-2	Descripción

Argumento-2	Escritorio
Función-3	Valor (E°)
Argumento-3	10345
Función-4	Fecha Ingreso
Argumento-4	01/04/73

La organización, según argumento, puede ser, por ejemplo:

- Clasificación en orden ascendente de los códigos
- Clasificación en orden alfabético
- Clasificación por fecha de ingreso
- Clasificación por fecha de ingreso y en orden alfabético, etc.

El conjunto de datos organizados como el del ejemplo muestra la posibilidad de establecer relaciones entre algunas columnas de ellos. Todas estas relaciones constituyen un primer nivel de información. Las que se efectúen entre líneas o grupos de líneas formarán niveles más bajos.

b) Sistema manual

Un sistema manual consistiría en lápices, lapiceras, libros, formularios, carpetas, tarjetones, archivadores y otros elementos manuales que permitan registrar datos, elaborarlos y presentar los resultados. Es evidente que el tiempo que transcurre desde la recepción de los datos hasta la entrega de resultados irá aumentando de acuerdo con el volumen de aquellos y a la mayor complejidad que presenten los cálculos que deban efectuarse.

c) Sistema mecánico

Dadas las características del sistema manual, especialmente en lo que se refiere a demora en la entrega de resultados, lo normal es que se trate de optimizar algunas etapas de los procesos y para ello es necesario recurrir a equipos mecánicos como son: máquina de escribir, de sumar, de calcular, de contabilidad, etc. Esto trae como consecuencia la implantación de un sistema mecánico de procesamiento.

Quando el volumen de información es demasiado grande y, además, es necesario dejar registrados los datos para futuras nuevas utilizaciones o reprocesos, se recurre a los equipos de registro unitario que operan sobre tarjetas perforadas. Se tiene así:

i) Máquina perforadora. Permite registrar información numérica, alfabética y caracteres especiales mediante perforaciones hechas en tarjetas. Para ello se cuenta con teclados especiales.

Una ligera pulsación de la tecla en el teclado determina el accionamiento eléctrico de uno o varios punzones que atraviesan la tarjeta, produciéndose una, dos o tres perforaciones por columna, según haya sido la tecla oprimida.

Las perforaciones permiten que otras máquinas procesen los datos registrados en la tarjeta mediante dispositivos especiales que permiten interpretar las perforaciones.

ii) Máquina verificadora. Permite corroborar que los datos hayan sido registrados correctamente en la perforadora, a la cual es similar, excepto que en vez de perforar, detecta si la información que contiene la columna de la tarjeta corresponde a la tecla oprimida. Cualquier diferencia que exista hace que la máquina se detenga y emita una señal. Es posible intentar hasta tres verificaciones en la columna, si al término de ellas la diferencia se mantiene, la máquina hace una muesca en el borde superior de la tarjeta sobre la columna errónea. Si la tarjeta es verificada sin encontrar ninguna columna con error, la máquina hace una muesca en el borde derecho de la tarjeta.

iii) Máquina clasificadora. Permite acomodar las tarjetas en el orden que se desee, que puede ser numérico, alfabético o de caracteres especiales. También es posible revisar automáticamente las tarjetas para saber si su perforación está de acuerdo con el tipo elegido, mientras se realiza la operación de clasificación.

iv) Máquina intercaladora. Las operaciones básicas que pueden hacerse en esta máquina son las siguientes: seleccionar tarjetas específicas de un archivo, es decir, aquéllas que cumplen una cierta condición; combinar dos archivos para formar uno solo, ya sea con o sin selección de tarjetas; verificar el orden o serie de las tarjetas de un archivo y, finalmente, comparar dos archivos de tarjetas y seleccionar de ambos aquellas tarjetas que no tengan compañeras en el otro.

v) Máquina interpretadora. Esta máquina lee la información perforada en una tarjeta y la imprime en la misma tarjeta.

vi) Máquina reproductora. Permite copiar en otra tarjeta toda la información contenida en una tarjeta, o parte de esa información. También es posible repetir esa información, o parte de ella, en un conjunto de tarjetas que le sigan. La primera función se denomina reproducción y la segunda multiperforación (gung-punch).

vii) Máquina calculadora. La calculadora lee factores perforados en tarjetas, efectúa cálculos utilizando dichos factores y perfora los resultados ya sea en la tarjeta de donde fueron leídos los datos, o bien en determinadas tarjetas que le sigan. Los cálculos consisten en combinaciones de operaciones aritméticas básicas.

viii) Máquina de contabilidad. Esta máquina lee información perforada en tarjetas, suma, resta, compara, selecciona e imprime resultados. También se pueden perforar tarjetas sumarias simultáneamente con la preparación de planillas.

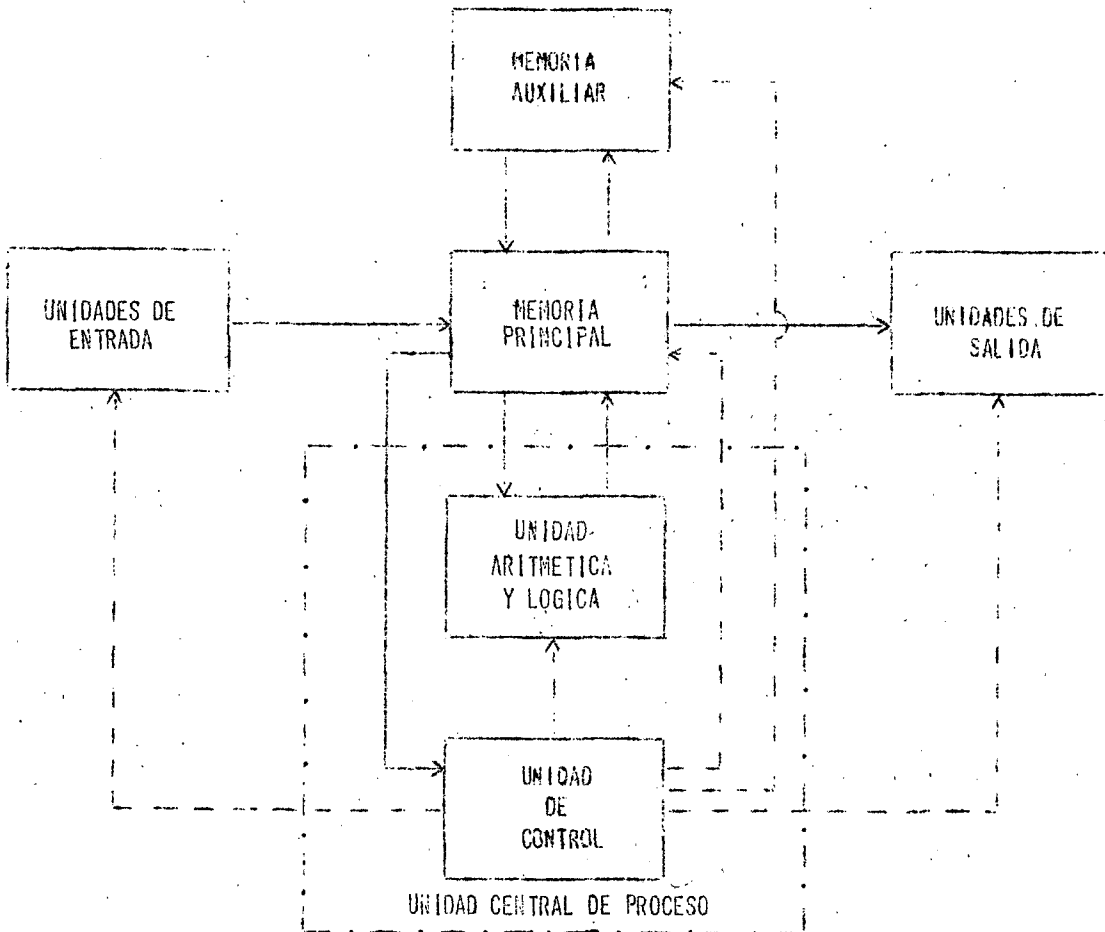
d) Sistema electrónico

El sistema electrónico de Procesamiento de Datos (EPD) es el que se conoce comúnmente por computador, computadora u ordenador.

Está formado por un conjunto de unidades que se pueden agrupar según su función en:

- Unidades de Entrada
 - Unidades de almacenamiento (memoria)
 - Unidad Aritmética y Lógica
 - Unidad de Control
 - Unidades de Salida
- } Unidad Central de Proceso

Estas unidades están conectadas en la siguiente forma:



-----> Flujo de instrucciones .
-----> Flujo de datos

La transmisión de instrucciones y datos entre unidades se realiza mediante conexiones y circuitos electrónicos.

Las operaciones que puede realizar el computador son de tipo aritmético, esto es, adición, substracción, multiplicación y división y, además, la operación lógica de comparar datos entre sí. La gran ventaja que tiene el computador sobre las calculadoras de escritorio, en lo que se refiere, por ejemplo, a operaciones aritméticas, es que realiza éstas a velocidades electrónicas que se expresan en milisegundos ($ms=1/1000$ seg.) microsegundos ($us=1/1000000$ seg.) y nanosegundos ($ns=1/1000000000$ seg.).

En la Unidad de Memoria principal se almacena el conjunto de instrucciones (programa) que indicará a la Unidad de Control las operaciones a realizar, la secuencia correcta de ellas y los elementos que intervendrán en la operación. Generalmente, una de las primeras instrucciones que se ejecuta es la de almacenar los datos que serán procesados.

Las características mencionadas: conexión entre unidades, velocidades electrónicas de cálculo, ejecución de la totalidad de los pasos correspondientes a un proceso basándose en el programa almacenado, la posibilidad de retener los datos que se operarán, como asimismo los resultados parciales y finales y, además, el hecho de poder "elegir" o "decidir" qué grupo de instrucciones realizará de acuerdo con el resultado de comparaciones entre elementos hacen que el factor humano prácticamente no intervenga en forma directa, lo que permite disminuir la posibilidad de error por mala interpretación de información escrita, por mal registro de datos u operación defectuosa con ellos, logrando al mismo tiempo mayor precisión y menor demora en la obtención de los resultados.

Si bien es cierto que no se elimina totalmente la posibilidad de registro o lectura de información defectuosa por falla de unidades electro-mecánicas, es muy baja la probabilidad de que ellos ocurran y existe como factor de seguridad una serie de elementos técnicos que verifican, en forma automática, que las operaciones se realicen correctamente y cualquier problema que se presente es detectado y se detiene el proceso.

Los pasos que se realizan en un proceso electrónico de datos son los siguientes:

i) Registro de los datos e instrucciones en un elemento de entrada tal como: cinta de papel, perforada, tarjeta perforada, cinta magnética, caracteres en tinta magnética o caracteres ópticos.

ii) Introducción de instrucciones y datos a la memoria a través de un dispositivo de entrada, el cual los convierte en impulsos eléctricos, los que permiten magnetizar, en un sentido u otro, los elementos de almacenamiento.

iii) Las instrucciones son leídas por la unidad de control desde la memoria. Una vez que las interpreta, emite las órdenes a los componentes del sistema que intervienen en la operación.

iv) La lectura, interpretación y ejecución de las instrucciones se realizan tomando cada una de ellas en forma secuencial. La ejecución implica transferencia de datos desde la memoria a la unidad aritmético-lógica donde se efectúan las operaciones aritméticas o de comparación.

v) Los datos, resultados parciales o resultados finales son enviados a la unidad de almacenamiento para mantenerlos hasta que sean usados nuevamente en procesos posteriores o para ser enviados a dispositivos de salida cuando lo ordene la unidad de control.

vi) La información es enviada desde la unidad de almacenamiento al exterior a través de un dispositivo de salida, el cual la registra en un elemento de salida que puede ser: cinta de papel, perforada, tarjeta perforada, cinta magnética o papel impreso. Es posible también obtener información mediante dispositivos de despliegue visual.

Es fácil comprender por que aumenta cada día el uso de computadores. No hay disciplina, especialidad o área de trabajo en que no pueda aplicarse con enormes ventajas el computador. Con la ayuda de éste se pueden abordar y resolver problemas que en otras condiciones hubiera sido imposible solucionar por la cantidad de tiempo que habría significado hacerlo.

Para dar una idea de la amplitud del campo en que pueden utilizarse estas máquinas, se mencionan algunos de los innumerables problemas en que ellas se aplican:

Empresas e Industrias

Cálculo de sueldos y salarios

Contabilidad

Control de inventarios
Registro de personal
Facturación
Control de producción
Control de proyectos mediante camino crítico
Aplicación de programación lineal
Aplicación de la teoría de esperas
Simulación de sistemas
Reposición de elementos de máquinas
Control de procesos
Sistemas de tiempo real

Universidades

Control de curriculum de alumnos
Selección y control de matrícula
Estadística médica
Bienestar estudiantil (becas y otros beneficios)
Educación programada
Traducción de lenguajes

Hospitales

Registro de enfermos. Historia clínica
Diagnósticos
Estadísticas
 Mortalidad infantil
 Historias de embarazos

Otros

Dirección y control de cohetes
Dirección de submarinos
Recuperación de información con palabras claves
Tabulación de censos
Encuestas de hogares

2. Elementos y dispositivos de entrada-salida

A. Elementos de Registro de Datos

a) Tarjeta.

La tarjeta es el medio de registro más utilizado hasta el momento. A continuación se presentan dos sistemas: el UNIVAC y el IBM Hollerith, de los cuales este último es el de mayor difusión.

i) Tarjeta UNIVAC. Es una tarjeta rectangular, de cartulina, que mide $7 \frac{3}{8}$ pulgadas de ancho. A lo ancho está subdividida en dos zonas, cada una con capacidad para cuarenta y cinco columnas, en cada una de las cuales es posible representar un carácter sea éste numérico, alfabético o especial, de tal manera que una tarjeta puede contener hasta noventa caracteres. El registro de los caracteres se obtiene mediante una o más perforaciones circulares distribuidas en las seis posiciones de las columnas.

En la parte superior de cada zona se puede imprimir el contenido de cada columna.

ii) Tarjeta IBM. Tiene las mismas dimensiones que la tarjeta UNIVAC. Horizontalmente, está dividida en doce líneas, diez de las cuales tienen numeración impresa partiendo con el número nueve en el borde inferior y siguiendo en orden descendente hasta llegar a cero a medida que se acerca al borde superior. Las dos líneas restantes, que no tienen numeración, corresponden a la línea once, inmediatamente encima de la línea cero, y la doce, cercana al borde superior de la tarjeta.

Las doce líneas están subdivididas en dos áreas: el área numérica y el área de zonas. El área numérica contiene las líneas cero a nueve para representar los dígitos respectivos y el área de zonas, las líneas cero, once y doce, para representar caracteres alfabéticos o especiales. Luego, la línea cero actúa como zona o con su valor numérico, según la información que se desee representar.

La tarjeta tiene, a lo largo, capacidad para ochenta columnas, cada una de las cuales puede contener un carácter numérico, alfabético o especial, de tal manera que una tarjeta puede contener hasta ochenta caracteres. Sin embargo, aún cuando es poco corriente hacerlo, es posible subdividir la tarjeta en dos zonas con seis líneas cada una, lo mismo que la tarjeta UNIVAC, con lo cual se aumenta la capacidad total a ciento sesenta caracteres.

El registro de la información se obtiene mediante una o más perforaciones rectangulares distribuidas en las doce posiciones de las columnas. El código más usado es el Código Decimal Codificado en Binario Ampliado para el Intercambio de información (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code - EBCDIC). En este código los dígitos se representan por una perforación en la línea en que aparece impreso el dígito y los caracteres alfabéticos por dos perforaciones en la columna, una que corresponde a zona y la otra a dígito. De acuerdo con lo anterior, las letras A a la I tendrán una perforación en la ZONA 12 y, además, una en el dígito 1, 2, ... ó 9. Las letras J a la R tendrán perforación en la ZONA 11 y, además, una en el dígito 1, 2, ... ó 9 y, finalmente, las letras S a Z tendrán perforación en la ZONA 0 y, además, una en el dígito 2, 3, ... ó 9. Los caracteres especiales se representan con una, dos o tres perforaciones dentro de la columna.

Con el objeto de facilitar la manipulación de las tarjetas, éstas tienen, normalmente, la esquina superior izquierda recortada, lo que permite ver rápidamente aquellas tarjetas que están colocadas en posición anormal, por error o porque sea necesario perforarlas de nuevo. También con ese recorte es fácil distinguir tarjetas de otros grupos, a las que se les ha recortado la esquina superior derecha.

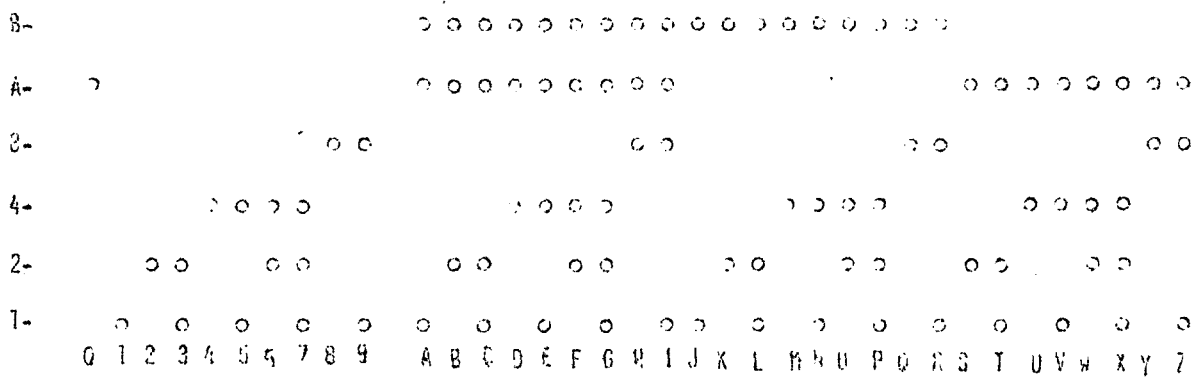
A continuación, la figura muestra una tarjeta en la que se han representado todos los caracteres. Tal como en la tarjeta UNIVAC, en el borde superior es posible imprimir el contenido de cada columna. En el borde izquierdo aparecen impresos los dígitos correspondientes a las líneas 0 a 9. En la tarjeta real esos dígitos se repiten a lo largo de la tarjeta, al mismo tiempo se tiene impresa, entre las líneas 0 y 1, y debajo de la línea 9, la numeración de las columnas desde 1 a 80.

0123456789 - & ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ @%* < \$ + -) φ | > : ; ' ? " = ! (, . /

0	0	0000000000	0	0000000000	00
1	0	0000000000	0	0000000000	00
2	0	0000000000	0	0000000000	00
3	0	0000000000	0	0000000000	00
4	0	0000000000	0	0000000000	00
5	0	0000000000	0	0000000000	00
6	0	0000000000	0	0000000000	00
7	0	0000000000	0	0000000000	00
8	0	0000000000	0	0000000000	00
9	0	0000000000	0	0000000000	00

IBM ha puesto en uso una nueva tarjeta que tiene las características siguientes: mide 3 1/4 pulgadas de largo por 2 5/8 pulgadas de ancho, lo que significa que es más chica que la tarjeta usada hasta ahora. Sin embargo, está dividida en tres zonas, cada una con capacidad para seis líneas a lo ancho y treinta y dos columnas a lo largo, lo que permite registrar en total noventa y seis caracteres.

El código utilizado es el Decimal Codificado en Binario (Binary Coded Decimal - BCD). En la figura siguiente se representan los caracteres numéricos y los alfabéticos en el código BCD. Una perforación en la línea designada con A representa el 0 o la ZONA 0 de la tarjeta anterior, una perforación en la línea B representa la ZONA 11 y perforación en ambas líneas representa la ZONA 12. Las perforaciones son circulares de un diámetro aproximado de 1 mm.



iii) Diseño de tarjetas. Una vez que se ha terminado el análisis de un problema y de él se ha concluido, entre otras cosas, que los datos se registrarán en tarjetas, es necesario hacer una distribución racional de los datos dentro de ellas. Evidentemente, no hay una forma estándar para el diseño, pues dependerá del problema de que se trate. Sin embargo, deberían considerarse, al menos, los siguientes criterios:

La información debe quedar agrupada de acuerdo con una relación lógica. Por ejemplo, en primer lugar, los datos de identificación y a continuación el resto de la información, manteniendo siempre una estructura jerárquica en la que existe una dependencia natural.

Para aquellos datos que tendrán variación en magnitud a lo largo del tiempo, debe preverse espacio suficiente para que absorba esa variación.

En aquellos problemas en que los datos ocupen más de una tarjeta, debe identificarse ésta y al mismo tiempo repetir la identificación mínima de la persona o el objeto relacionado con los datos.

El espacio que ocupa cada dato se denomina campo y si es necesario segmentarlo, dará origen a subcampos. Como ejemplo se puede dar el campo FECHA, que se divide en los subcampos DIA-MES-AÑO, ocupando en total seis columnas.

1 2 3 4 5 6

F E C H A

DIA MES AÑO

iv) Tipos de tarjetas. Al hablar de tipo de tarjeta se hace referencia a la estructura, a la forma y a la función que tiene, independientemente de su diseño.

Los tipos básicos de tarjetas se indican a continuación:

Tarjeta de transcripción. Es la que se perfora a partir de un documento.

Tarjeta dual. Es la que se perfora a partir de datos escritos sobre la misma tarjeta.

Tarjeta de marca sensible. Es la que se perfora automáticamente a partir de marcas hechas con lápiz de grafito en lugares especialmente dispuestos para ellas.

Tarjetas con talón. Se denomina así a la tarjeta que tiene una parte que puede ser desprendida de ella. Esta parte (el talón) podrá estar a la izquierda o la derecha de la tarjeta. Normalmente se usan para comunicación de consumos (energía eléctrica, agua, gas); con la tarjeta se acude a efectuar el pago y se recibe el talón como comprobante. La parte restante, que puede ser del tamaño normal de una tarjeta, o menor, es utilizada por la compañía o empresa.

Tarjetas de forma continua. Es aquella que está unida por la parte superior y por la inferior con otras tarjetas similares formando un formulario continuo.

Tarjeta de doble uso. Es aquella que tiene impresa desde la columna 1 hasta la 40 y, girándola en 180°, muestra nuevamente la misma impresión en la mitad izquierda. Se puede utilizar solamente cuando la información ocupa como máximo cuarenta columnas. Una vez que las tarjetas así perforadas dejan de usarse en su primera mitad, puede perforarse la mitad que ha quedado libre, con nueva información.

Tarjetas porta-perforación. Son aquéllas que se han construido de tal manera que todas las posibles posiciones perforables están semi-perforadas. Se usan cuando la cantidad de información es pequeña y fácilmente registrable en forma manual por una persona que debe utilizar un punzón o estilete adecuado.

Tarjetas con ventana. Son aquéllas en las que se ha cortado una ventana rectangular en el lado derecho para permitir la colocación de marcos de micro-película. Para usar este tipo de tarjeta se necesita un dispositivo lector. En el lado izquierdo de la tarjeta se puede perforar información en la forma normal.

Tarjeta-cheque. Tiene el formato de un cheque, de acuerdo con las estipulaciones del Banco respectivo. Puede entonces ser cobrada en la forma usual y posteriormente procesada.

b) Cinta de papel.

El uso de la cinta de papel, perforada, es bastante menor que el de la tarjeta, por cuanto tiene varias limitaciones que la hacen poco atractiva para el registro de datos. El hecho de ser un elemento continuo no permite intercalar o quitar información, como tampoco corregir o modificar datos. Sin embargo, su misma continuidad le permite registrar información de longitud variable mayor que la que pudiera contener una tarjeta; además, existe una serie de máquinas como es el caso de las cajas registradoras que, junto con hacer la operación normal de registro, perforan la misma información en forma paralela y automática en cinta de papel, con lo cual se ahorra el tiempo de transferencia de datos desde un documento hasta el elemento de registro.

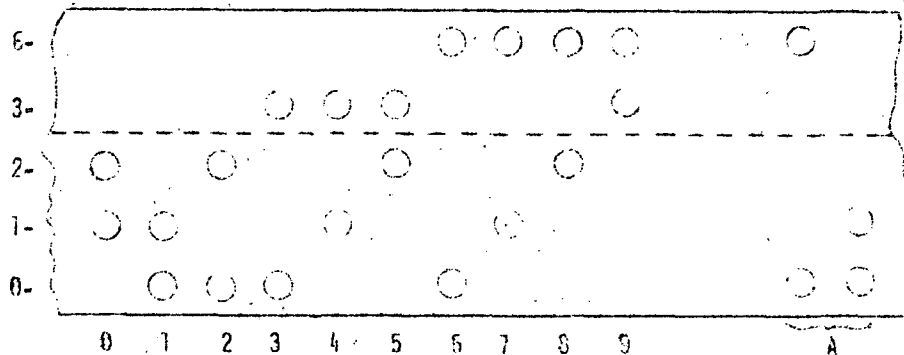
Los códigos más usados ocupan cinco, siete u ocho canales de información, ubicados en forma paralela a lo largo de la cinta. Los datos se registran mediante perforaciones circulares a lo ancho de la cinta y sobre los canales mencionados (columna).

i) Cinta de cinco canales. Código dos de cinco. En este código se asignan a cada uno de los canales los valores 0, 1, 2, 3 y 6 respectivamente. Los dígitos 1 a 9 se representan con dos perforaciones de tal manera que la suma de los valores correspondientes a los canales perforados dé el dígito que se registra. El cero se representa con la combinación de los canales de valores 1 y 2 perforados.

Los caracteres alfabéticos y especiales se representan mediante combinaciones de dos dígitos. Por ejemplo, la letra A se representa con los dígitos 6 y 1 perforados. El tipo de instrucción de transferencia de datos a memoria, o desde ella, determina la interpretación como dígito simple o como pares de ellos.

La ventaja de representar cada carácter con sólo dos perforaciones está en el hecho de poder detectar en forma automática la menor o mayor cantidad de perforaciones por columna, lo que se interpreta en forma inmediata como error causado por el dispositivo.

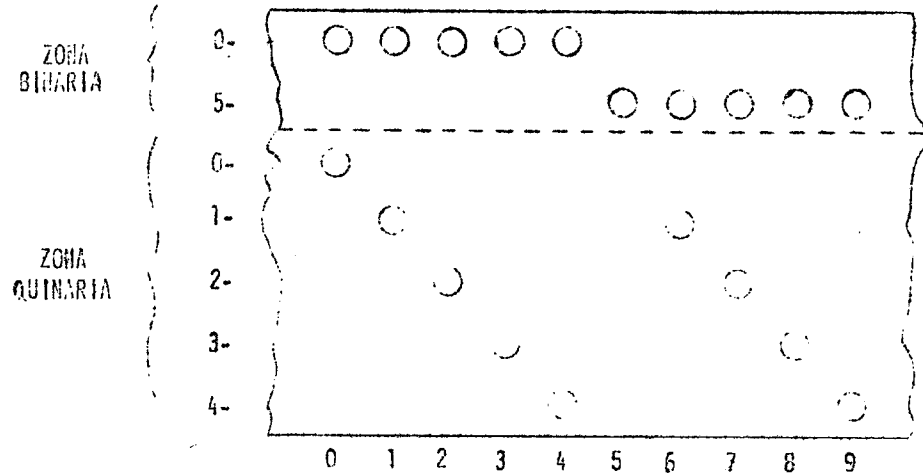
Entre los canales 2 y 3 se tiene un canal con perforaciones de menor diámetro, el cual cumple un doble objetivo: servir para que en él engrane una rueda-cilla con dientes que arrastran la cinta cuando aquélla gira, por lo que se le denomina canal de arrastre y, además, servir como punto de referencia para determinar cuál es el anverso o reverso de la cinta.



Código de teletipo (código n de cinco). Se denomina también código n de cinco porque los caracteres, tanto numéricos como alfabéticos y especiales, se representan con una combinación variable de perforaciones a lo ancho de la cinta, esto es, puede haber una, dos, tres o cuatro perforaciones. Los cinco canales perforados en la columna indican que la información que sigue es alfabética y se interpretará así hasta que aparezca la combinación que indica que a continuación siguen dígitos.

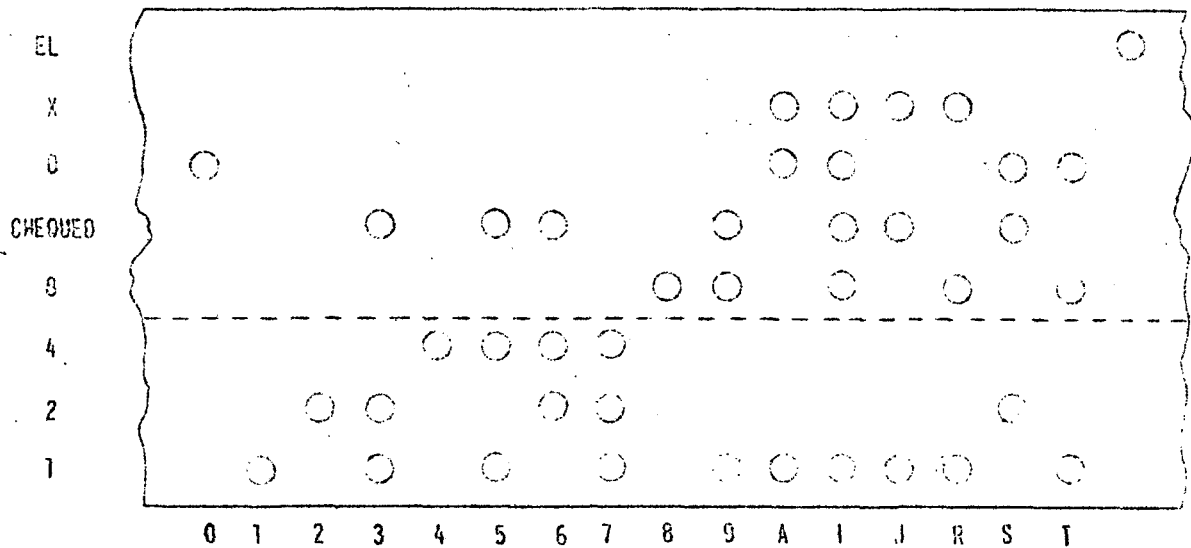
ii) Cinta de siete canales. Se utiliza en esta cinta el código biquinario para lo cual la cinta se subdivide en dos zonas: la zona que queda sobre el canal de arrastre y que contiene las posiciones binarias (dos) o, lo que es lo mismo, dos canales, con valores asignados 0 y 5, respectivamente, y la zona que queda bajo el canal, que contiene las posiciones quinarías o cinco canales con valores asignados 0, 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Los dígitos 0 a 9 son codificados por una combinación de perforaciones de una posición binaria y una posición quinaría de tal manera que la suma de los valores asignados a los canales perforados da el dígito respectivo. Los caracteres alfabéticos y especiales se representan con combinaciones de dos dígitos.



iii) Cinta de ocho canales. Se utiliza el código Decimal Codificado en Binario. La representación de los caracteres es la misma que se utiliza en la nueva tarjeta IBM. En este caso se denomina canal X a la línea B de la tarjeta y canal 0 a la línea A. Se han agregado dos canales: el de CHEQUEO o de PARIDAD, ubicado entre los canales 0 y 8, destinado a completar un número impar de perforaciones en la columna, y el canal EL (End of Line) ubicado sobre el canal X para indicar, cuando tiene perforación, que ha terminado un grupo de datos (registro).

El canal de arrastre está ubicado entre los canales 8 y 4.



El canal de chequeo o de paridad permite detectar errores en la perforación causados por dispositivos defectuosos.

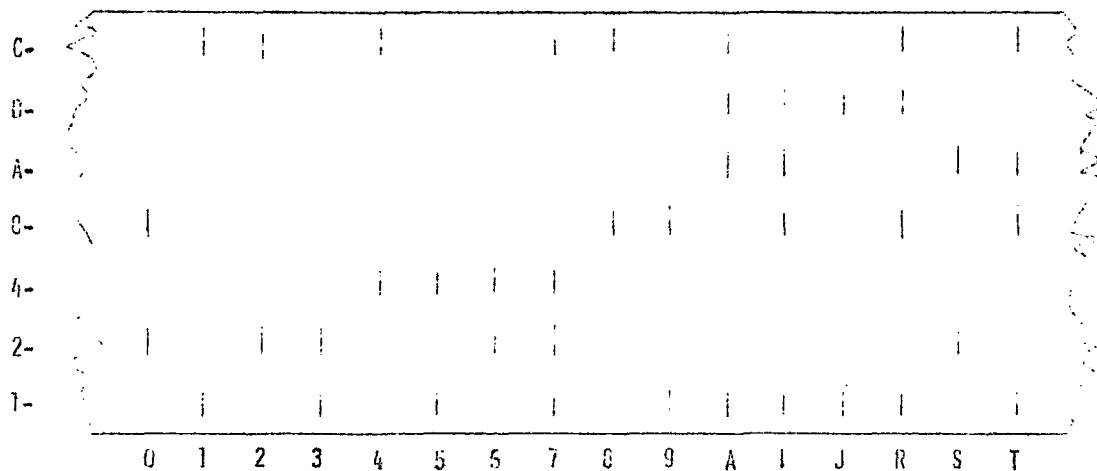
c) Cinta magnética.

Es un elemento muy utilizado para registrar información por la capacidad de almacenamiento que tiene, como asimismo por la rapidez con que es posible transferir los datos hacia y desde ella. Normalmente se registran datos y resultados, sean estos últimos parciales o totales. Sin embargo, los programas que realizarán el proceso de la información pueden ser también almacenados.

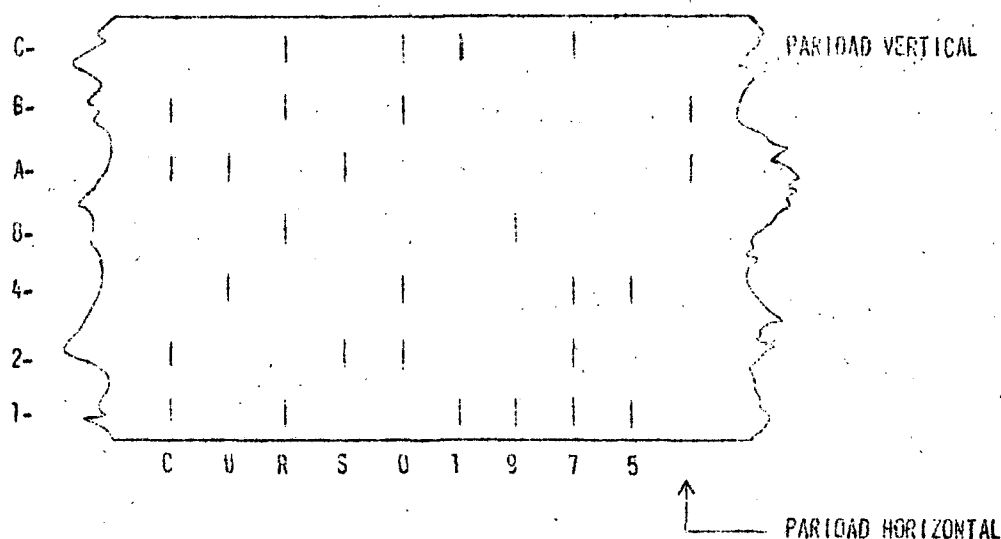
La cinta magnética es similar a la cinta usada en las grabadoras de sonido en cuanto a su función, aspecto y manejo. Difiere sólo en sus dimensiones y en el hecho de ser fabricada con especificaciones mucho más estrictas.

Es una cinta de plástico que tiene normalmente media pulgada de ancho, recubierta en una de sus caras con una película ferromagnética, la que se obtiene mezclando partículas microscópicas de óxido de hierro con un agente que sirve como adhesivo. En esta cara se efectúa el registro de los datos mediante la magnetización de pequeñas áreas discretas en canales ubicados en forma paralela a lo largo de la cinta. Tal como en la cinta de papel, el carácter se estructura a lo ancho de ella. Existen dos tipos de cinta: uno que contiene siete canales y el otro con capacidad para nueve canales.

Dado que los conceptos son los mismos para los dos tipos de cintas, se expondrá solamente la de siete canales, en la que el código utilizado para representar información es el Decimal Codificado en Binario visto anteriormente. En la cinta magnética se utiliza un canal (C) para completar un número par de áreas discretas a lo ancho de ella (columna). El área discreta se designa con el nombre BIT (BInary digiT) el que se utilizará en lo sucesivo para identificar, en general, a todos aquellos elementos que pueden tomar sólo dos estados que representen a su vez ausencia o presencia. A diferencia del código BCD, utilizado en la tarjeta y en la cinta de papel, el cero se representa en la cinta magnética combinando los canales 8 y 2.



El chequeo efectuado con la paridad por carácter, como se ha visto anteriormente, se realiza con el objeto de detectar errores causados por el dispositivo de grabación. La paridad por carácter se conoce como PARIDAD VERTICAL para diferenciarla de la PARIDAD HORIZONTAL, que se realiza a lo largo de cada canal. En esta verificación se crea, al término de cada grabación, una columna de bits los que se obtienen al completar un número par de ellos a lo largo de cada canal.



La orden de grabar o no un bit en el canal C llega en forma independiente de la orden de grabar los bits restantes del carácter. Es posible entonces detectar la grabación errónea de un carácter, por falla del dispositivo, mediante la paridad horizontal, dado que al grabar esa columna habrá una discrepancia entre lo que se debe registrar verticalmente y lo que debe quedar al contabilizar los bits de cada canal. Es fácil comprobar lo anterior considerando la figura que representa el trozo de cinta; si en la grabación de la letra R, por defectos del dispositivo se omite el bit del canal 8, al efectuarse la grabación de la columna de paridad horizontal tendrá que registrarse un bit en el canal 8, para completar un número par. Al mismo tiempo, como se tiene un bit en el canal B y otro en el canal A, deberá grabarse un bit en el canal C nuevamente, para completar la paridad. Sin embargo, en el canal C se tienen cuatro bits, lo que significa que NO debe aparecer un bit en la columna de paridad horizontal. Esta discrepancia acusa el error de grabación.

En idéntica forma se realiza la grabación en la cinta de nueve canales, de ahí que no interesa mayormente analizar el código utilizado, que es de difícil memorización. En esta cinta, la columna recibe el nombre de BYTE, es decir, ocho bits de información y un bit de paridad.

La proximidad que existe entre una columna y otra determina la DENSIDAD de grabación, que se mide normalmente en "caracteres por pulgada" en la cinta de siete canales y en "bytes por pulgada (BPI)" en la de nueve canales. Las densidades más usadas son de 800 y 1600 bytes por pulgada.

Las longitudes de cinta que se utilizan comúnmente son: 2400, 1200, 600 y 300 pies, con una longitud mínima de 50 pies en cada caso. Se puede determinar así la cantidad teórica de bytes por cinta. Por ejemplo, para la cinta de 2400 pies se tendrá:

$$\text{Bytes por cinta} = 2400 * 12 * 800 = 23.040.000$$

ó

$$\text{Bytes por cinta} = 2400 * 12 * 1600 = 46.080.000$$

d) Caracteres con tinta magnética.

Estos caracteres se utilizan fundamentalmente en cheques y otros documentos bancarios. El código que se usa se denomina MICR (Magnetic in Character Recognition) y consta de dígitos y símbolos que se imprimen con tinta que contiene partículas de óxido de hierro. Además, los caracteres tienen una forma especial que hace más fácil su posterior reconocimiento.

e) Caracteres ópticos.

Tal como los caracteres con tinta magnética, éstos deben imprimirse con un estilo especial que permite un reconocimiento fácil. Sin embargo, existen dificultades en la lectura, a causa de las diferencias en calidad de impresión, del método de reconocimiento, etc. La ventaja que tienen respecto a otros elementos es el tiempo que se ahorra al no tener que perforar o grabar la información para que pueda ser introducida al computador.

f) Formulario continuo.

Es el elemento de salida por excelencia, dado que en él se imprimen los resultados finales o parciales de un proceso en el sistema y lenguaje utilizado corrientemente por el ser humano. Se puede diseñar todo tipo de formularios y planillas que permitan una mejor comprensión de la información obtenida como asimismo una economía de tiempo en cuanto a posterior ordenamiento de los resultados como a eliminación de trámites y procedimientos innecesarios.

B. Entrada/Salida

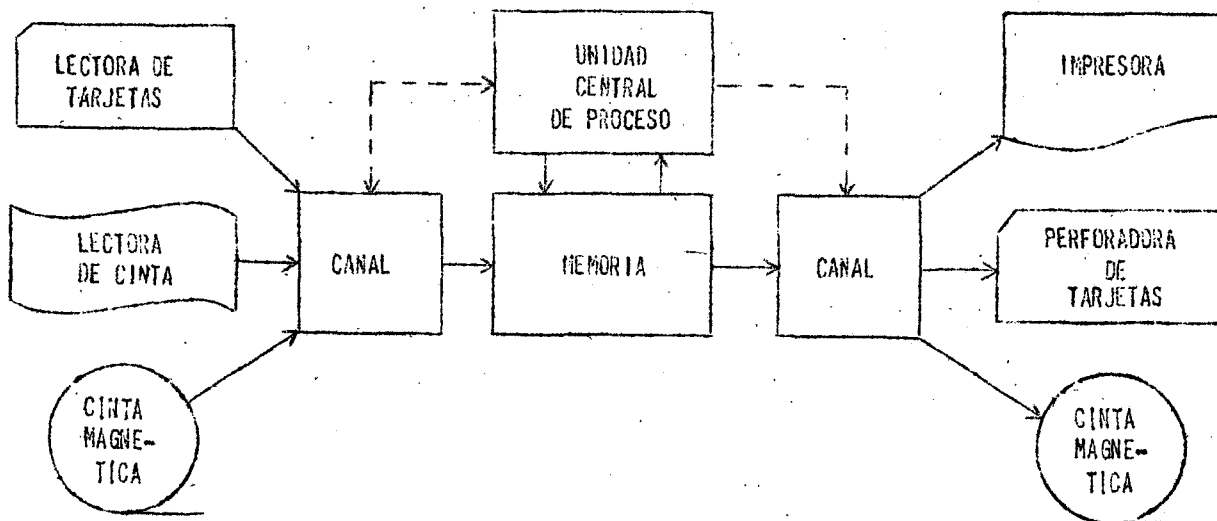
a) Comunicación con la unidad de almacenamiento.

Una de las características del Sistema EPD, que facilita las operaciones simultáneas necesarias para la máxima utilización de los recursos propios

del sistema, es el empleo de dispositivos que permiten equilibrar las velocidades de operación de las máquinas de entrada/salida, que son aparatos electromecánicos y las velocidades del resto de las unidades del sistema, que son electrónicos. Estos dispositivos se llaman CANALES y para cumplir su función "amortiguadora" tienen una pequeña memoria en la que reciben información, con lo que se logra dejar libre a la Unidad Central de Proceso (UCP) de la labor de recibir o enviar información a velocidades electromecánicas, destinando ese tiempo ganado a proceso de datos. Cuando la UCP requiere datos o tiene que entregarlos, se comunica con el canal a velocidades electrónicas.

De hecho, el canal es un pequeño computador que se dedica sólo a las operaciones de entrada/salida. En algunos casos, se usan exclusivamente para acoplamiento de dispositivos de alta velocidad, como las cintas magnéticas y se denominan canales SELECTORES. En otros, pueden atender simultáneamente varios dispositivos de baja velocidad, como lectoras de tarjetas, impresoras, etc. y se denominan canales MULTIPLEXOR; opcionalmente, estos canales pueden atender dispositivos de alta velocidad.

Cuando se atienden varios dispositivos de baja velocidad en forma simultánea, se dice que el canal trabaja en modalidad MULTIPLEX o modalidad BYTE. Cuando se conectan varios dispositivos de alta velocidad a un canal multiplexor, sólo uno de ellos podrá funcionar a la vez, diciéndose entonces que el canal opera en modalidad RAFAGA (modo BURST). Los canales selectores siempre trabajan en modalidad ráfaga.



b) Dispositivos de entrada

i) Lectora de tarjetas. Hay dos sistemas que permiten la transmisión de los datos perforados en las tarjetas: el sistema de escobillas y el de células fotoeléctricas. El primero consiste en doce escobillas que barren en forma paralela las doce líneas de la tarjeta. Cuando la escobilla pasa por una perforación, hace contacto con un tambor de transmisión, lo cual cierra un circuito, hecho que se traduce en el envío de una señal o impulso eléctrico. En el sistema de células fotoeléctricas, el principio es el mismo, dado que se tienen doce células, una para cada línea de la tarjeta. El circuito se cierra cuando la luz emitida por un foco luminoso pasa a través de la perforación activando la célula respectiva.

Las velocidades de lectura de tarjetas varían desde 100 hasta 2 000 tarjetas por minuto, siendo la velocidad promedio de aproximadamente 700.

Para efectuar una operación continua, los dispositivos de lectura poseen depósitos de alimentación de tarjetas con capacidades que oscilan entre 1 000 y 3 000 tarjetas, contando, además, con bolsillos receptores de tarjetas leídas.

ii) Lectora de cinta de papel. Igual que en las lectoras de tarjetas existen dos sistemas de transmisión de datos: el de escobillas o electromecánico y el de células fotoeléctricas. El primero permite velocidades de hasta 100 caracteres por segundo, y con el segundo se puede llegar hasta 2 000 caracteres por segundo.

iii) Lector de caracteres con tinta magnética. La técnica utilizada se basa en cabezas lectoras de tinta magnética, que producen señales eléctricas cuando detectan la pasada de caracteres magnéticos. Los impulsos eléctricos emitidos son analizados por circuitos especiales para determinar, por comparación con tablas almacenadas, cual es el carácter que ha sido leído.

iv) Lector de caracteres ópticos. Hay muchos tipos de lectores de caracteres ópticos, algunos de los cuales pueden leer marcas especiales, números, caracteres alfabéticos e incluso caracteres en general, impresos manualmente. Existen también varios métodos de reconocimiento de caracteres ópticos, de los cuales se podrían señalar los siguientes:

Reconocimiento mediante la detección de ausencia o presencia de puntos. Se identifica el carácter comparando los puntos detectados con patrones de punto almacenados en la memoria.

Reconocimiento por análisis del carácter hecho con células fotoeléctricas y comparación con patrón almacenado.

Reconocimiento por búsqueda de características especiales y comparación con patrón almacenado.

Reconocimiento por detección de partes no impresas del carácter y determinación, con ellas, de códigos establecidos previamente.

c) Dispositivos de entrada o salida

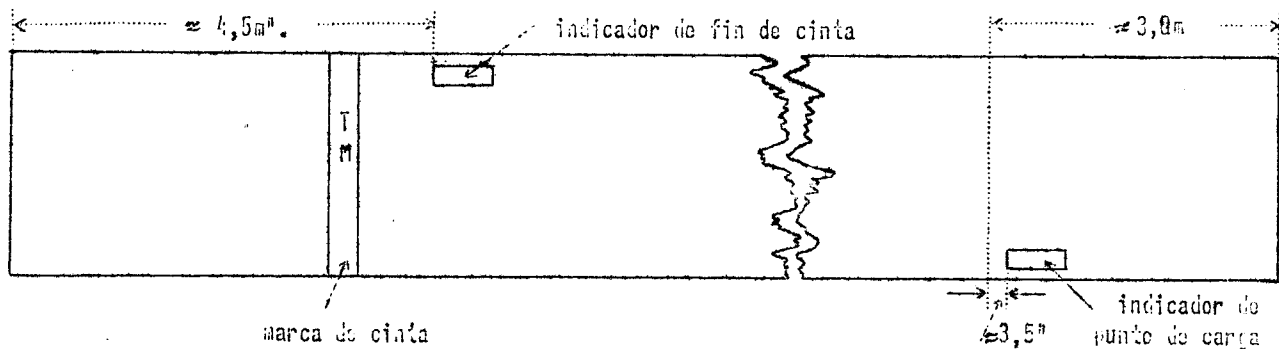
i) Lectora-perforadora de tarjetas. Algunas máquinas pueden realizar indistintamente la lectura o la perforación, para cada una de cuyas funciones cuentan con una estación, que se activa de acuerdo con la operación que deba realizarse. Para la perforación, se tienen doce punzones correspondientes a cada una de las líneas de la tarjeta, y se obtienen velocidades que varían desde 100 hasta 500 tarjetas por minuto. Normalmente, las lecto-perforadoras tienen dos bolsillos de recepción, uno de los cuales puede recibir tarjetas seleccionadas por programa, operación que se llama selección de bolsillo.

ii) Lectora grabadora de cinta magnética. Para colocar la cinta en el dispositivo, se enrolla en carretes de plástico de 6 1/4, 8 1/2 ó 10 1/2 pulgadas de diámetro. Dado que la operación de grabación borra automáticamente cualquier información previa que hubiese en la cinta, se ha diseñado un anillo de plástico que protege la información contra accidentales órdenes de grabación y que puede ser colocado en una ranura del carrete. Si el carrete es montado en la lectora-grabadora con el anillo, éste oprime un botón de la unidad, lo que permite grabar o leer información. Por el contrario, si se saca el anillo para montar el carrete, el botón queda en la ranura sin ser oprimido, lo que impide la grabación de información, no así la lectura.

Debido a la precisión con la que debe efectuarse la grabación o la lectura, es necesario detectar exactamente donde se debe iniciar la operación. Por otra parte, como es imposible grabar hasta el final de la cinta, es necesario también detectar cuando se aproxima dicho final. Ambas cosas pueden efectuarse con la ayuda de "marcadores fotosensibles".

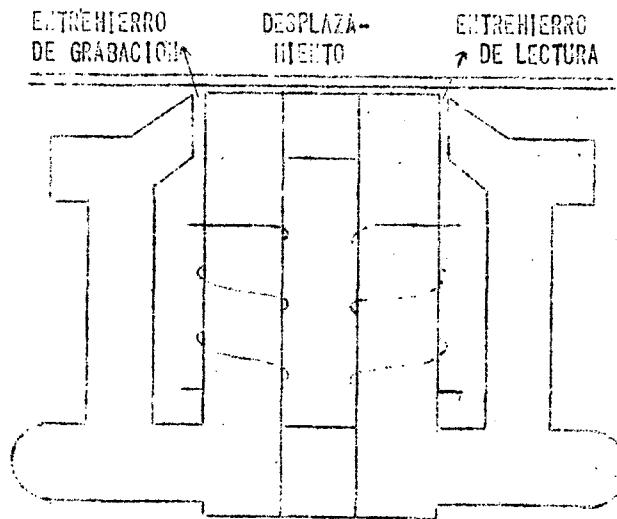
Aproximadamente a tres metros desde el comienzo de la cinta, en la cara brillante de ella y en el borde cercano al operador, se coloca una plaquita que permite reflejar (REFLECTIVE SPOT) la luz emitida por un foco luminoso, con lo que se activará una célula fotoeléctrica, la que pondrá en funcionamiento los circuitos que ubican el dispositivo de grabación exactamente frente al punto de carga (LOAD POINT). Las placas reflectoras son pequeños trozos de plástico recubiertas con una delgada película de aluminio. Pueden ser colocados en forma manual, dado que se adhieren con la sola presión de los dedos.

Para indicar que el término de la cinta se aproxima, se utiliza una placa similar a la anterior, la que se coloca aproximadamente a cuatro metros y medio del extremo de la cinta, en la cara brillante, pero en el borde opuesto al operador. Esta marca, como se dijo anteriormente indica nada más que la cinta se va a terminar, es decir, se puede continuar grabando información bajo la exclusiva responsabilidad del programador. Si la operación es de lectura, la Unidad de Cinta no reconoce el indicador de fin de cinta (END OF TAPE) en cuyo caso es un carácter especial o marca de cinta (TAPE MARK) el que señala el término de la información.



La grabación o lectura de la información en la cinta magnética se logra a través de una cabeza-lecto-grabadora, de las que existe una por canal, y que magnetiza o interpreta las pequeñas áreas discretas que representan los datos.

Para efectuar, tanto la grabación como la lectura, hay en la cabeza lecto-grabadora dos aberturas o entrehierros, uno para cada función. La ventaja de este sistema es la de poder verificar en el entrehierro de lectura lo que se acaba de grabar en la abertura de grabación. Cualquier discrepancia es acusada inmediatamente como error por falla del dispositivo.



La grabación destruye la información que contiene la cinta. La lectura, en cambio, puede repetirse un número indefinido de veces sin que eso signifique alterar los datos contenidos. Todos los elementos magnéticos en los que se registre información tienen estas características.

Para grabar o leer la información en la cinta magnética, es necesario que ésta vaya siendo transferida de su carrete original a otro que está fijo en el dispositivo. La operación de devolver la cinta a su carrete original se llama rebobinado.

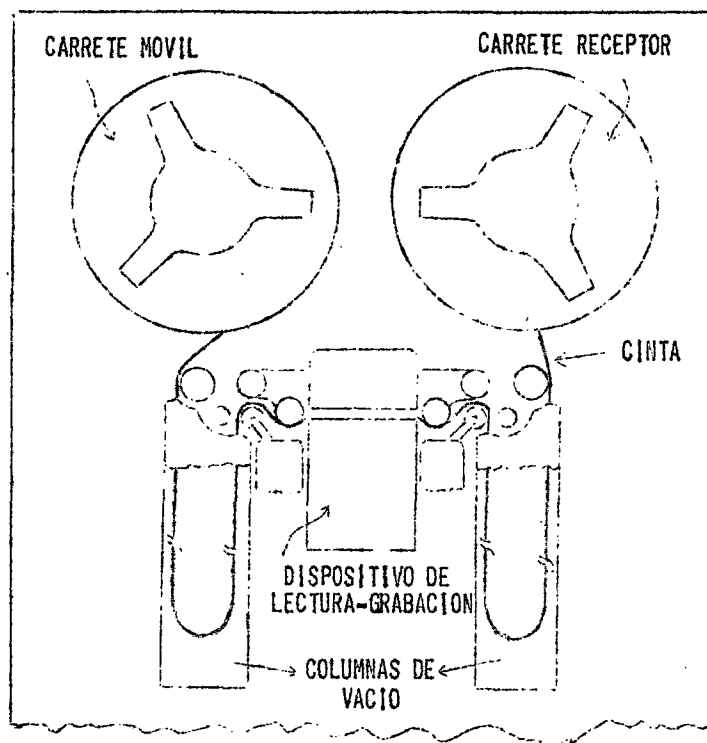
Para cargar la cinta en la unidad deben darse los pasos siguientes:

- Pasar el extremo libre de la cinta a través de los rodillos y enrollarla en el carrete de la unidad.
- Verificar que la placa reflectora, indicadora del punto de carga, pase a la derecha del dispositivo con las cabezas lecto-grabadoras.
- Cerrar la puerta de la unidad.
- Oprimir la tecla de carga, con lo que baja el dispositivo detector de comienzo y fin de cinta, se introduce ésta en las columnas de vacío (las que permiten amortiguar los cambios bruscos de velocidad) y se rebobina la cinta a baja velocidad. Al detectarse la placa reflectora, indicadora del punto de carga, se detiene el rebobinado.

- Oprimir la tecla de iniciación (START) con lo cual se deja la unidad lista (READY) para ser utilizada por el sistema.

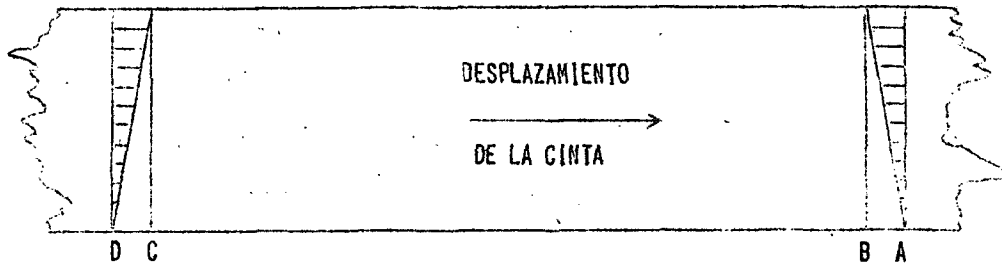
Para efectuar lectura o grabación, es necesario que la cinta adquiriera una cierta velocidad denominada velocidad de trabajo.

Existen nuevas unidades en que los carretes están en depósitos de plástico que protegen la cinta del polvo y de los riesgos que significa el manejo. Estos depósitos se montan en la unidad y se produce en forma automática el enhebrado de la cinta, rebobinado y posicionamiento de las cabezas lecto-grabadora.



La cinta magnética se encuentra detenida mientras se ejecutan instrucciones que no hagan referencia a ella. Se pondrá en movimiento sólo cuando la unidad reciba la orden de grabar o leer. Desde el momento en que llega la orden hasta aquél en que se llega a la velocidad de trabajo, transcurre un lapso en el que la cinta ha avanzado un determinado espacio. El trozo de cinta recorrida se conoce como "espacio entre registros" (INTER RECORD GAP-IRG)

o "espacio entre bloques" (INTER BLOCK GAP-IBG) y es de aproximadamente 0,75 pulgadas para cinta de siete canales y 0,60 pulgadas para cinta de nueve canales.



Los espacios AB y CD son los denominados "espacios entre bloques". El trecho comprendido entre ambos se define como REGISTRO DE CINTA (RC) o registro físico.

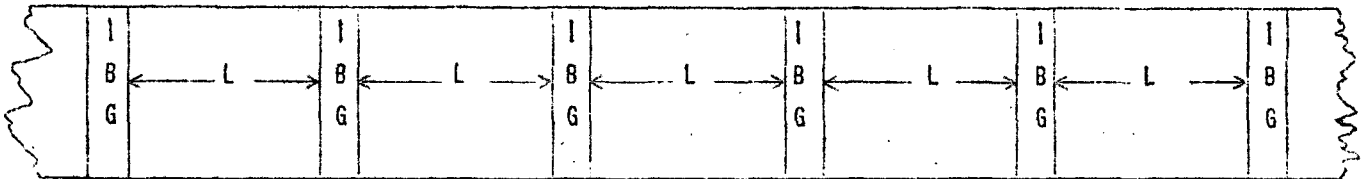
Los datos agrupados considerando algún criterio que facilite su proceso forman un REGISTRO LOGICO (RL). Si RC=RL se dice que la cinta está DESBLOQUEADA. Al mismo tiempo se puede tener:

CINTA DESBLOQUEADA

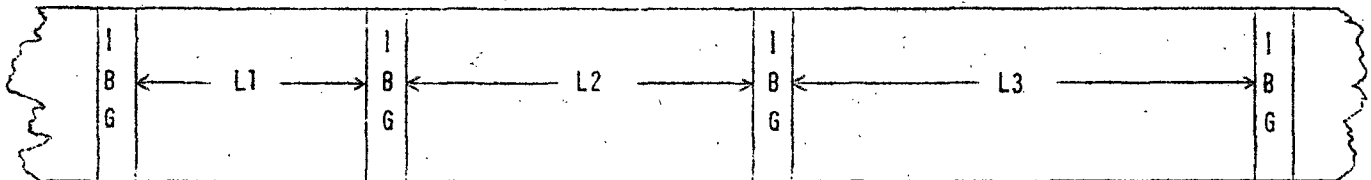
registros lógicos de LONGITUD FIJA

registros lógicos de LONGITUD VARIABLE

- DESBLOQUEADA, longitud fija



- DESBLOQUEADA, longitud variable



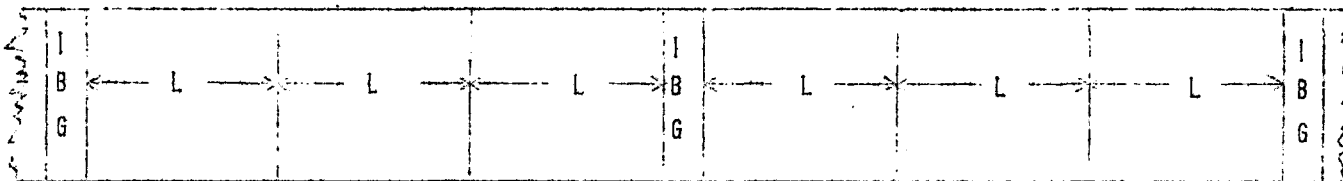
Si $RC=n*RL$ (n entero mayor que uno) se dice que la cinta está BLOQUEADA. La cantidad de registros lógicos por registro de cinta (BLOQUE) se designa como "razón de bloqueo" o "factor de bloqueo".

En las figuras que se presentan a continuación, se han separado los registros lógicos entre sí por una línea, aun cuando en la práctica no existe esa separación física. Las subdivisiones que se pueden lograr dentro de una cinta bloqueada son:

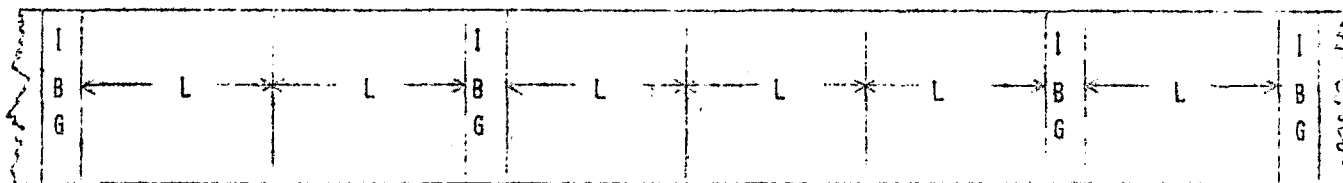
registros lógicos de LONGITUD FIJA	IGUAL razón de bloqueo DISTINTA razón de bloqueo
CINTA BLOQUEADA	

registros lógicos de LONGITUD VARIABLE	IGUAL razón de bloqueo DISTINTA razón de bloqueo
--	---

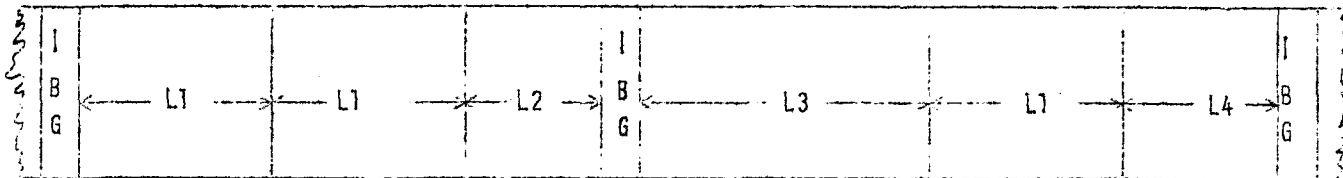
- BLOQUEADA, longitud fija, IGUAL razón de bloqueo



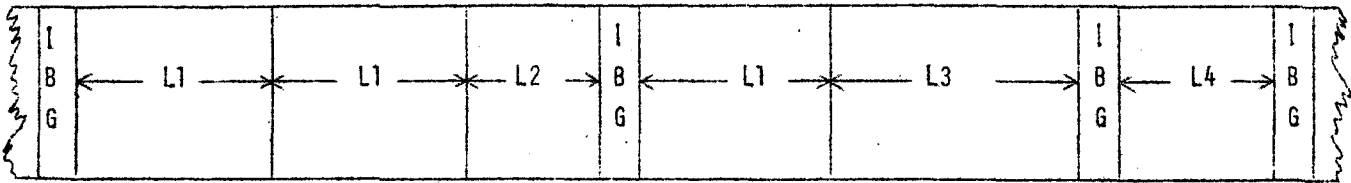
- BLOQUEADA, longitud fija, DISTINTA razón de bloqueo



- BLOQUEADA, longitud variable, IGUAL razón de bloqueo



- BLOQUEADA, longitud variable, DISTINTA razón de bloqueo



Existen actualmente dos formas para registrar información en una cinta magnética: la primera requiere que los datos estén registrados en otro medio, desde el cual se leerán a la memoria del computador y desde ella se enviarán a la cinta magnética. La otra forma es directa, esto es, se tiene una máquina con teclado, independiente del computador, con la cual se puede grabar la información a medida que se oprimen las teclas. La grabación puede ser hecha en pequeños discos (diskette) y desde ellos llevar los datos a cinta de nueve canales, mediante un convertidor; puede ser grabada en cintas pequeñas (cassettes) y de allí transferida a cintas de siete o de nueve canales; puede ser grabada directamente en cintas de siete o nueve canales o puede ser grabada en disco magnético mediante un pequeño computador y transferida posteriormente a cinta magnética mediante control de un supervisor.

Este tipo de máquinas, que se denomina sistema de entrada de datos (data entry), se inició en la década de 1950 con el equipo Unityper, que permitía grabar directamente en una cinta UNIVAC, compatible con las usadas por un computador, a razón de 50 caracteres por pulgada en bloques de 120 caracteres, separados por un espacio (gap) de 1,25 pulgadas.

En 1964 se desarrolló un dispositivo en el estado de Nueva York, mediante el cual el operador podía efectuar la corrección de los datos con sólo pulsar sobre el error, el carácter corregido. Se logró entonces la posibilidad de que cada unidad funcionara como registradora (perforadora) y verificadora.

En esa oportunidad se hizo un estudio que reveló que el aumento de producción había sido del orden del 20 al 40 por ciento.

En 1968 la Community Corporation presentó su Data Jotter Modelo 90, que registraba la información en cassette de cinta magnética no compatible.

También la IBM puso en el mercado máquinas similares que utilizaban cassette.

A mediados de 1969 se iniciaron las primeras entregas de dispositivos multi-teclados. The Logic Corporation y la Computer Machinery Corporation fueron los primeros en introducir el concepto de entrada multi-estación denominado "grupos". En el Sistema Logic Corp's 720, todos los datos introducidos en los teclados son procesados y almacenados en un disco magnético en el procesador central, el que puede controlar hasta 60 estaciones de teclado. Cada registro es verificado en el mismo disco y corregido, en caso necesario, en la forma convencional. Después de la verificación, los registros son transferidos a cinta magnética compatible.

Las funciones de un sistema de entrada de datos son:

Digitación

Verificación

Validación

Dígito verificador

Chequeo de rango

Consistencia

Campo numérico o alfabético, etc.

Control de formato de registros

Salto de campos

Duplicación de campos

Inserción de ceros, etc

Salida

Funciones de control

Asignación de tareas a los operadores

Separación de archivos de datos

Identificación de los archivos

Estadística

Estas funciones pueden ser realizadas por un supervisor y también en forma automática.

Errores

A continuación se dan características de algunos equipos:

Olivetti DE 523

Puede grabar y verificar datos entregando el resultado en cassette de cinta magnética no compatible

Relleno de ceros por la izquierda

Relleno de blancos por la derecha

Verifica dígito (Módulo 10 y Módulo 11)

Pantalla con capacidad para 310 caracteres

Contabiliza registros

Olivetti DE 520

Convertidor de cassette a cinta magnética compatible de 7 canales 556/800 bpi o 9 canales 800/1600 bpi

Características de la cassette de cinta magnética

Longitud aproximada 280 pies (85.3 m)

Capacidad hasta 230 000 caracteres equivalente a 2 200 tarjetas.

IBM 3740

Tiene la estación de datos 3741 para grabación y verificación o la estación doble de datos 3742 con una mayor capacidad, o ambas estaciones a la vez y tiene, además, pantallas con 3 ó 6 líneas de 40 caracteres. La información se graba en pequeños discos (diskettes).

Funciones normales:

Entrada

Verificación

Actualización y búsqueda

Contabilización de registros

Realiza programas similares a los de la perforadora, esto es, relleno de ceros, relleno de blancos, salto de campos, duplicaciones, etc.

Verifica dígito (Módulo 10 y módulo 11)

Convertidora 3747

Convierte de diskette a cinta de 9 canales

Desarrolla una velocidad de 300 registros por minuto con detección de errores

Convierte de cinta a diskette para actualización en la 3741 ó 3742

Tiene bolsillo con capacidad para 20 diskettes

Características del diskette

Capacidad para, aproximadamente, 1 900 registros de 128 caracteres cada uno

National NCR 736-101

Registra y lee datos en cintas pequeñas de 9 canales 800 bpi

Tiene verificación y corrección de errores

Rellena ceros por la izquierda

Contabiliza registros

Realiza funciones automáticas programables (duplicación, salto de campos, etc.)

Consolidador National NCR 736-201/202

Las cintas pequeñas producidas por la 736-101 se consolidan en cinta de 9 canales de 2400 pies

Las cintas se leen con una NCR 736-201, se consolidan en otra igual y la transferencia es controlada por una NCR 736-202

Sistema 4300 Friden-Singer

Tiene la grabadora 4311 que puede grabar y verificar directamente en cinta de 7 canales (200, 556 u 800 bpi) o en cinta de 9 canales (800 bpi). Entre las ventajas con que cuenta la grabadora, está la pantalla de despliegue de datos, que muestra el carácter real introducido. La longitud estándar del registro es de 20 a 80 caracteres y opcional de 20 a 200 caracteres.

Funciones normales:

Entrada

Verificación

Actualización y Búsqueda

Programas de control (duplicación, salto de campos, relleno de ceros por la izquierda etc.)

Puede funcionar como "pooler" central, atendiendo hasta ocho unidades de entrada.

Pooler Central 4314

El pooler central está formado por dos unidades: el teclado alfanumérico, que contiene la memoria e interruptores de control y una unidad de codificación en cinta magnética.

Funciones normales:

- Característica de densidad insensitiva, que le permite mezclar densidades de datos (200, 556, 800 y 1600 bpi) en un solo sistema de 7 o 9 canales con alguna de las densidades posibles.

- Atención de hasta 64 grabadoras o teclados. Opcionalmente se puede hacer compatible con unidades para comunicación de datos, con impresora de línea y con codificación Honeywell/ICL de 7 canales.

El sistema 4300 Friden-Singer cuenta, además, con la grabadora 4321 que opcionalmente puede tener el Dígito de Control 4337, que ofrece siete variaciones de tres módulos corrientes, incluidos el Módulo 10 (IBM) y el Módulo 11 (Aritmético).

Computer Machinery Corporation CMC-5

Consola de supervisión CMC-5: contiene todos los elementos que necesita el supervisor de entrada de datos para controlar y dirigir las operaciones de hasta 16 estaciones de teclado. Se encuentran incluidos en ella un computador compacto de uso general equipado con 8 K palabras (K=1000) de capacidad de memoria, una unidad de discos magnéticos, una unidad de cinta magnética y un panel de control del supervisor.

Unidad de cinta magnética:

CMC 231 graba en 7 canales con 556/800 bpi

CMC 232 graba en 9 canales con 800 bpi

CMC 235 graba en 9 canales con 1600 bpi

Unidad de disco magnético:

CMC 721 tiene capacidad para: 18 000 registros de 112 caracteres, 100 formatos registros (opcionalmente se puede aumentar a 240 formatos principales/ alternativas y 60 grupos de formato múltiple)

Pantalla video CMC 103 con capacidad para cuatro líneas de 32 caracteres cada una y 16 caracteres de función y estado.

Estación de teclado CMC 103 conectado a la pantalla.

Verificación de grabación

Control de dígito verificador (módulo 10 y módulo 11)

Balance automático de campos

Chequeo de rango

Chequeo de consistencia de campos

Estadísticas de operación

Relleno de ceros por la izquierda, etc.

De las características de los sistemas de entrada de datos vistos anteriormente, se puede sacar como conclusión que tienen una gran ventaja sobre las tarjetas perforadas, las que aparecen hoy como un soporte de difícil archivo, voluminoso y caro y no pueden ser utilizadas nuevamente como medio de registro de información distinta. La eficiencia en la operación de perforación y verificación es menor que en las operaciones respectivas en los nuevos sistemas. El ambiente de trabajo es ruidoso.

Todo esto hace prever que en la preparación de datos, las tarjetas se aplicarán cada vez más a campos específicos y restringidos, y tienden a ser reemplazadas por los sistemas de grabación directa en cinta compatible.

iii) Teclado-impresoras. Son muy parecidas a las máquinas de escribir y se utilizan para comunicación entre el operador y el sistema. A través de ellas el operador recibe mensajes del sistema y puede, en respuesta, entregar comandos que instruyen al sistema acerca de los pasos siguientes que debe realizar. Los mensajes y otro tipo de información que entrega el sistema se imprimen en formulario continuo. Las respuestas del operador se efectúan por medio del teclado y también quedan registrados en el formulario continuo.

Es frecuente que este tipo de máquinas se emplee también para teleprocesamiento, como terminales remotos. Esto significa que una persona puede efectuar consultas a través del teclado a un computador ubicado a distancia y obtener una respuesta casi en forma inmediata.

iv) Pantallas. Estos dispositivos proporcionan un medio de comunicación visual entre el usuario y el sistema, para lo que se utiliza una pantalla de tubo de rayos catódicos similar a las pantallas de televisión. Es posible desplegar en dichas pantallas: gráficos, tablas, caracteres alfanuméricos, etc.

Por medio de un lápiz de luz, electrónico, es posible reacomodar, borrar o agregar información en la pantalla para almacenarla posteriormente en la memoria. Igualmente, se pueden entrar mensajes formados por caracteres alfanuméricos y otros símbolos mediante un teclado. Antes de ser almacenados, los mensajes son desplegados en la pantalla para verificación. Sus aplicaciones se han difundido con extraordinaria rapidez, principalmente con propósitos educativos, de control industrial, financiero y de investigación académica.

d) Dispositivo de salida.

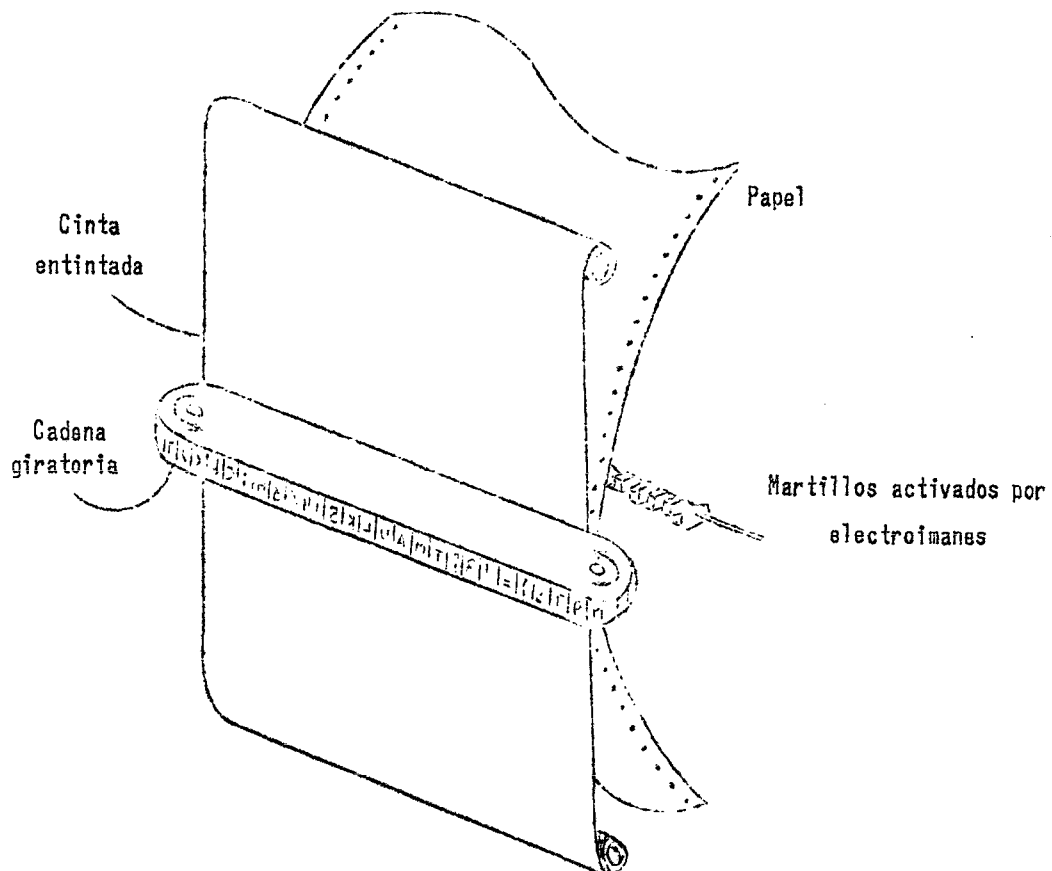
i) Impresora. Los dispositivos de impresión producen registros de salida desde la memoria del computador, en medios detectables por seres humanos. Se denominan impresoras de impacto aquéllas que producen la impresión al oprimir papel y cinta entintada contra el tipo de carácter adecuado, cuando éste pasa frente a la posición que corresponde imprimir.

La mayoría de las impresoras pueden imprimir entre 300 y 2 000 líneas por minuto y la cantidad de posiciones de impresión en la línea varía entre 80 y 160, de los que el más común es el de 132.

Las altas velocidades logradas se obtienen a base de la combinación de movimientos de: un dispositivo transportador del papel o formulario continuo, una cadena o tambor en el cual se encuentran ensamblados y resaltados juegos completos de caracteres y martillos accionados por electroimanes frente a cada posición de impresión. El hecho de colocar varios juegos de caracteres hace bajar el tiempo de impresión a causa de que no es necesario esperar la pasada del mismo carácter para imprimirlo.

El espaciamiento vertical se logra, generalmente, por medio de una cinta perforada que se coloca como cinta de control de carro, pero también es posible obtenerlo mediante programa.

Mayores velocidades de impresión se han podido obtener con impresoras sin impacto en las que se ha llegado hasta sobrepasar las 5 000 líneas por minuto. La impresión se obtiene a base de cargas eléctricas sobre papel impregnado químicamente. Desgraciadamente, con este tipo de impresión no se pueden obtener copias y la calidad de la impresión no es buena.



ii) Graficador. Son dispositivos que permiten dibujar gráficos a base de la información proporcionada desde la memoria. Es posible obtener gráficos de puntos o de línea continua.

3. Unidad de almacenamiento (Memoria)

A. Representación de Información

La unidad de almacenamiento, más comúnmente llamada memoria, es la unidad donde se guarda toda la información que permite realizar un proceso, como asimismo los resultados obtenidos de él. La información puede ser por tanto:

Conjunto de instrucciones al computador

Datos que intervienen en el proceso

Resultados parciales o finales obtenidos

Un requisito básico para entender el funcionamiento de los computadores es el conocimiento de la forma en que se guardan los datos e información en general. Dado que los elementos que componen un computador son transistores, diodos, núcleos magnéticos, cables, etc. y que todos ellos son biestables, esto es, pueden tener dos estados, los datos deben ser representados a base de esas dos posibilidades.

El número restringido de posibilidades induce a utilizar otro sistema de representación que no sea el decimal, dado que con éste tendrían que considerarse diez estados posibles para cada dígito. Pero antes de entrar a analizar otros sistemas es necesario comprender el que se utiliza a diario, es decir, el decimal.

a) Sistemas numéricos

i) Sistema decimal: es el primero con notación de posición que tuvo amplia difusión, creado por los hindúes y luego transmitido a Europa por los árabes. Su éxito se debe, fundamentalmente, a que incorporaron un símbolo que representa la ausencia de datos, el cero, además de utilizar dos conceptos importantes como son: el valor absoluto y el valor relativo a la posición. En el sistema romano, por ejemplo, se hace uso del concepto de valor absoluto pero no del de valor relativo a la posición.

En el sistema decimal, los valores absolutos son los dígitos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9 y los valores de posición corresponden a potencias de diez. (Por definición, todo número, exceptuando el cero, elevado a cero da como resultado uno). El número 5041,25 se interpreta de la siguiente manera:

$$5*10^3 + 0*10^2 + 4*10^1 + 1*10^0 + 2*10^{-1} + 5*10^{-2}$$

o sea que en la práctica se trabaja con los coeficientes de potencias de diez. La potencia estará dada por la posición que ocupe el coeficiente, dentro del número, en relación con la coma decimal.

La coma será reemplazada en lo sucesivo por el punto decimal, que es el carácter que reconoce normalmente el computador, para separar la parte entera de la fraccionaria. En cambio, se seguirá utilizando la palabra dígito para designar a los coeficientes, aún cuando la palabra lleve implícita la idea de diez y se esté trabajando en otros sistemas.

En resumen, los elementos que usa el sistema decimal son:

$$\text{Base} = 10$$

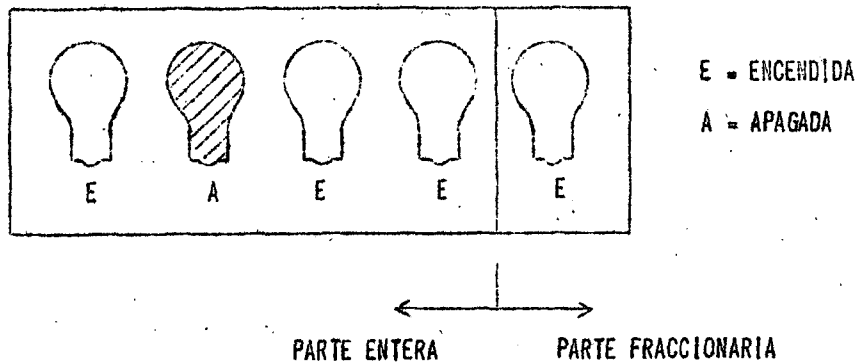
$$\text{Coeficientes} = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 \text{ y } 9$$

ii) Sistema binario: es el sistema que se usará en los computadores a causa de que la base es 2 y por lo tanto los coeficientes son sólo 0 y 1, posibles de representar fácilmente con los elementos del computador.

El número 1011.1 se interpreta de la misma manera que en el sistema decimal, cambiando, por supuesto, la base. Se tiene así:

$$1*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 + 1*2^{-1}$$

Si se pensara que este número debe quedar representado en un sistema de ampollitas, quedaría en la forma siguiente:



iii) Conversión del sistema decimal al binario: a pesar de que el computador realiza las conversiones internamente y en ellas no interviene en ningún momento el usuario, es conveniente conocer la equivalencia entre un sistema y otro para entender la estructura que tendrá la información cuando está almacenada en memoria, como asimismo para poder interpretar "vaciados" de memoria que no se realicen en el sistema decimal.

Para evitar confusiones de escritura, los números se encerrarán entre paréntesis y como subíndice se colocará la base del sistema respectivo. El problema planteado será, por ejemplo, convertir el número 11.5 del sistema decimal al binario

$$(11.5)_{10} = (?)_2$$

La conversión se realiza en dos etapas: conversión de la parte entera y conversión de la parte fraccionaria.

Para convertir la parte entera se divide ésta por dos, el resultado se coloca a la izquierda del dividendo y debajo del resultado, el residuo; se repite la misma operación con el resultado obtenido y se continúa de la misma manera hasta obtener como resultado el valor cero. Los residuos que se han logrado en las divisiones sucesivas son los coeficientes de las potencias de dos, que forman la parte entera en el sistema binario.

El hecho de colocar los resultados siempre hacia la izquierda permite obtener los coeficientes ocupando sus posiciones definitivas.

Cuocientes	{	0	←	1	←	2	←	5	←	11:2
		↓		↓		↓		↓		
Residuos	{	1		0		1		1		

luego,

$$(11)_{10} = (1011)_2$$

Para convertir la parte fraccionaria, se multiplica ésta por dos; la parte fraccionaria del resultado obtenido se coloca a la derecha del multiplicador y debajo de ella la parte entera; se repite la misma operación con el resultado obtenido y se continúa de la misma manera hasta obtener como parte fraccionaria el valor cero o cuando se considera que la precisión conseguida es suficiente, dado que la conversión de la parte fraccionaria puede continuar indefinidamente en muchos casos.

La parte entera de los resultados conseguidos corresponde a los coeficientes buscados. Al colocar aquéllos siempre hacia la derecha, los coeficientes quedan en sus posiciones definitivas.

2*	0.5	→	0.0	}	Fracción
	↓			↓	
			1	}	Entero

luego,

$$(0.5)_{10} = (0.1)_2$$

y por consiguiente,

$$(11.5)_{10} = (1011.1)_2$$

Otro ejemplo:

$$(69.48)_{10} = (?)_2$$

Conversión de la parte entera

Cuocientes	{	0	←	1	←	2	←	4	←	8	←	17	←	34	←	69:2
		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		
Residuos	{	1		0		0		0		1		0		1		

$$(69)_{10} = (1000101)_2$$

Conversión de la parte fraccionaria

$$2 * \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 0.48 & \rightarrow & 0.96 & \rightarrow & 0.92 & \rightarrow & 0.84 & \rightarrow & 0.68 & \rightarrow & 0.36 & \rightarrow & 0.72 & \rightarrow & 0.44 & \rightarrow & 0.88 & \rightarrow & 0.76 \end{array} \right\} \text{ Fracciones}$$

$$\begin{array}{cccccccccccc} \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 0 & & 1 & & 1 & & 1 & & 1 & & 0 & & 1 & & 0 & & 1 & & 1 \end{array} \text{ } \left. \vphantom{\begin{array}{cccccccccccc} \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \end{array}} \right\} \text{ Enteros}$$

se puede continuar la operación indefinidamente

$$(0.48)_{10} = (0.011110101)_2$$

luego:

$$(69.48)_{10} = (1000101.011110101)_2$$

iv) Conversión del sistema binario al decimal: para convertir un número escrito en el sistema binario al sistema decimal, basta con desarrollar el primero como una sumatoria de potencias de dos. El resultado de la sumatoria será el número en el sistema decimal.

Ejemplo: $(1101.111)_2 = (?)_{10}$

el número binario corresponde a:

$$1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 + 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3}$$

$$8 + 4 + 0 + 1 + 0.5 + 0.25 + 0.125$$

$$(1101.111)_2 = (13.875)_{10}$$

v) Sistema hexadecimal: con el objeto de facilitar el manejo externo de los datos escritos en el sistema binario, se hace uso del sistema hexadecimal, en el que la base es 16 y los coeficientes son: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E y F. Se han reemplazado los coeficientes 10, 11, 12, 13, 14 y 15 por las letras para evitar confusión en la escritura, pero siguen conservando su valor.

Los métodos de conversión del sistema decimal al hexadecimal y de éste al decimal son los mismos que se han utilizado con el sistema binario.

Por ejemplo:

$$(213.25)_{10} = (?)_{16}$$

Conversión de la parte entera

$$\begin{array}{r} 0 \leftarrow 13 \leftarrow \boxed{213:16} \\ \downarrow \quad \downarrow \\ 13 \quad 5 \end{array}$$

el valor 13 debe cambiarse por la letra respectiva y se tiene

$$(213)_{10} = (D5)_{16}$$

Conversión de la parte fraccionaria

$$\begin{array}{r} 16 * \boxed{0.25} \rightarrow 00 \\ \downarrow \\ 4 \end{array}$$

luego,

$$(0.25)_{10} = (0.4)_{16}$$

y de ahí se tiene:

$$(213.25)_{10} = (D5.4)_{16}$$

Lo mismo ocurre con la operación inversa, por ejemplo:

$$(AB1.4C)_{16} = (?)_{10}$$

basta con interpretar el número hexadecimal, esto es:

$$A*16^2 + B*16^1 + 1*16^0 + 4*16^{-1} + C*16^{-2}$$

o lo que es lo mismo:

$$\begin{aligned} 10*16^2 + 11*16^1 + 1*16^0 + 4*16^{-1} + 12*16^{-2} \\ 2560 + 176 + 1 + 0.125 + 0.046875 \end{aligned}$$

luego

$$(AB1.4C)_{16} = (2737.296875)_{10}$$

La conversión del sistema hexadecimal al binario es bastante sencilla pues consiste solamente en escribir en binario el valor decimal correspondiente a cada dígito hexadecimal. Así, por ejemplo:

AB1.4C

1010 1011 0001 . 0100 1100

10 11 1 4 12

$$(AB1.4C)_{16} = (101010110001.01001100)_2$$

Esta característica se aprovecha para facilitar la conversión del sistema decimal al hexadecimal. En vez de hacerla directamente, se convierte primero a binario y de binario a hexadecimal. Para ello, se forman grupos de cuatro dígitos binarios desde el punto a la izquierda y desde el punto a la derecha. Si faltan dígitos binarios a la izquierda se agregan ceros, si faltan a la derecha se pueden agregar ceros o calcular, si es posible, más dígitos significativos.

Ejemplo:

$$(269.42)_{10} = (?)_2 = (?)_{16}$$

Conversión de la parte entera

0	←	1	←	2	←	4	←	8	←	16	←	33	←	67	←	134	←	269:2	
↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
1		0		0		0		0		1		1		0		1		0	

$$(269.)_{10} = (100001101.)_2$$

$$(100001101.)_2 = (?)_{16}$$

se forman grupos de cuatro dígitos binarios desde el punto hacia la izquierda

0001	0000	1101
1	0	D

$$(269.)_{10} = (100001101.)_2 = (10D.)_{16}$$

Conversión de la parte fraccionaria

2*		0.42	→	0.84	→	0.68	→	0.36	→	0.72	→	0.44	→	0.88	→	0.76	→	0.52	
		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
		0		1		1		0		1		0		1		1		1	

$$(0.42)_{10} = (0.01101011)_2$$

$$(0.01101011)_2 = (?)_{16}$$

se forman grupos de cuatro dígitos binarios desde el punto hacia la derecha

$$\begin{array}{r}
 .0110 \quad 1011 \\
 6 \quad \quad B \\
 (0.42)_{10} = (0.01101011)_2 = (0.6B)_{16}
 \end{array}$$

y el número completo será:

$$(269.42)_{10} = (100001101.01101011)_2 = (10D.6B)_{16}$$

vi) Operación de suma y resta con binarios y con hexadecimales: al efectuarse la adición en el sistema decimal se realiza la suma de los dígitos de cada columna y en cada una de ellas el valor obtenido se divide por diez, el resultado de esta división es el "acarreo" que se agrega a la columna siguiente y el residuo es el dígito que se coloca bajo la columna computada.

En los otros sistemas se sigue el mismo procedimiento. Por ejemplo, obtener el resultado de la suma de tres sietes en el sistema binario y en el decimal.

BINARIO	DECIMAL																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">DIGITOS DE ACARREOS</td> <td style="padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">1 1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">1 1 1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1</td> <td style="padding: 2px;">1 1 1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1 1</td> <td style="padding: 2px;">1 1 1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1 0</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1 0 1</td> </tr> </table>	DIGITOS DE ACARREOS	1		1 1		1 1 1	1	1 1 1	1 1	1 1 1			1 0	1 0 1	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">DÍGITO DE ACARREO</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">2</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">2</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1</td> </tr> </table>	DÍGITO DE ACARREO			7		7	2	7			2	1
DIGITOS DE ACARREOS	1																										
	1 1																										
	1 1 1																										
1	1 1 1																										
1 1	1 1 1																										
1 0	1 0 1																										
DÍGITO DE ACARREO																											
	7																										
	7																										
2	7																										
2	1																										

En la suma binaria, para mayor facilidad, se puede utilizar la tabla siguiente:

+	0	1
0	0	1
1	1	10

↑ DIGITO DE ACARREO

Aplicar el mismo sistema a la suma de tres veces doscientos sesenta y nueve en el sistema hexadecimal, y en el decimal.

HEXADECIMAL

	2	
1	0	D
1	0	D
1	0	D

3 2 7

DIGITOS DE ACARREO

DECIMAL

2	2	
2	6	9
2	6	9
2	6	9

8 0 7

Si se tiene un número N con X dígitos se define como complemento a B a la diferencia $B^X - N$ en que B es la base del sistema al cual pertenece el número.

Ejemplos:

$$N = (15735)_{10}$$

$$\text{Complemento a } 10 = 10^5 - 15735$$

$$N = (101110)_2$$

$$\text{Complemento a } 2 = 2^6 - 101110$$

$$N = (ABCD)_{16}$$

$$\text{Complemento a } 16 = 16^4 - ABCD$$

La resta se puede realizar a base del complemento del sustraendo; para ello se suma al minuendo el complemento obtenido y a continuación se le resta al resultado el valor de B^X . A simple vista, tal vez, no signifique mayor

facilidad esta forma de efectuar la resta, sin embargo, su aplicación interna en el computador se traduce en una mayor velocidad de ejecución.

Ejemplos:

Restar en el sistema decimal

$$25742 - 18931$$

esto se debe convertir en:

$$25742 + \underbrace{(10^5 - 18931)}_{\text{complemento a diez}} - 10^5$$

la expresión se puede escribir también como

$$25742 + (100000 - 18931) - 100000$$

en que el complemento es

$$\begin{array}{r} 100000 \\ -18931 \\ \hline 81069 \end{array}$$

luego, el complemento a diez de 18931 es 81069. Nótese que el complemento se puede obtener fácilmente restando de nueve (la base menos uno) cada uno de los dígitos del número y luego sumando 1 al dígito del extremo derecho.

Continuando con la operación se tiene:

$$\begin{array}{r} 25742 \\ +81069 \\ \hline 106811 \end{array}$$

y finalmente

$$\begin{array}{r} 106811 \\ -100000 \\ \hline 6811 \end{array}$$

que es el resultado pedido.

Es importante observar que si se tiene un acumulador o registro con capacidad para cinco dígitos no será necesario realizar la resta de 100000 porque el resultado se habrá obtenido en la etapa anterior, como se ve a continuación:

) 52 (

$$\begin{array}{r} 2 \ 5 \ 7 \ 4 \ 2 \\ + 8 \ 1 \ 0 \ 6 \ 9 \\ \hline 0 \ 6 \ 8 \ 1 \ 1 \end{array}$$

Restar en el sistema binario

$$101111 - 100011$$

esto se convierte en:

$$101111 + \underbrace{(2^6 - 100011)}_{\text{complemento a dos}} - 2^6$$

o lo que es lo mismo

$$101111 + (1000000 - 100011) - 1000000$$

en que el complemento es

$$\begin{array}{r} 1000000 \\ \underline{100011} \\ 011101 \end{array}$$

No es necesario hacer la resta para obtener el complemento, ya que se puede determinar en forma rápida, "invirtiendo" cada bit. (cada 1 se convierte en 0 y cada 0 se convierte en 1) y luego sumando 1 al dígito del extremo derecho.

Al sumar el complemento al minuendo se tiene:

$$\begin{array}{r} 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ + \underline{0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1} \\ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \end{array}$$

que es el resultado pedido (se ha considerado un registro con capacidad para seis dígitos).

Restar en el sistema hexadecimal

$$FFFFFF - ABCDE$$

esto se convierte en:

$$FFFFFF + \underbrace{(16^5 - ABCDE)}_{\text{complemento a dieciséis}} - 16^5$$

o lo que es lo mismo

$$FFFFF + (100000 - ABCDE) - 100000$$

en que el complemento es

$$\begin{array}{r}
 100000 \\
 \underline{ABCDE} \\
 54322
 \end{array}$$

el resultado se obtiene fácilmente restando de quince (la base menos uno) cada uno de los dígitos del número y luego sumando 1 al dígito del extremo derecho.

Al sumar el complemento al minuendo se tiene:

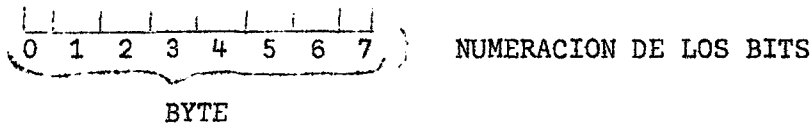
$$\begin{array}{r}
 F \ F \ F \ F \ F \\
 + 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 2 \\
 \hline
 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 1
 \end{array}$$

que es el resultado pedido.

b) Representación de datos

En todos los computadores se utiliza el modo binario para representar información aún cuando la estructura de los datos e instrucciones sea distinta y la unidad de información sea otra.

La unidad de información que se considerará a continuación será el BYTE, que consta de ocho bits de información más un bit de paridad. Dado que al bit de paridad no tiene acceso el usuario, se contemplarán solamente los ocho bits de información cuya representación será la siguiente:

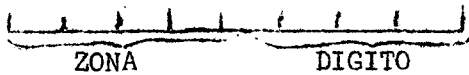


i) Representación en un byte. En un byte se puede representar:

- un carácter alfanumérico
- dos dígitos decimales o hexadecimales
- un número expresado en binario puro

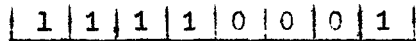
Para representa un carácter alfanumérico, el byte se considera dividido en dos grupos de cuatro bits cada uno, designándose la primera mitad como PARTE ZONA

del carácter y la segunda como PARTE DIGITO. Esta estructura se conoce como FORMATO ZONA CHARACTER. (ZONA-DIGITO o ZONA-NUMERO)

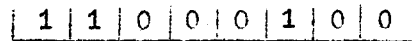


Ejemplos :

Representación de los caracteres 1 y D usando el código EBCDIC

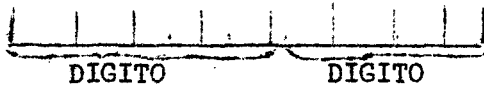


CARACTER 1



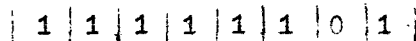
CARACTER D

Para representar dígitos decimales o hexadecimales, también es necesario considerar el byte subdividido en dos grupos de cuatro bits cada uno y en ellos se estructuran los dígitos



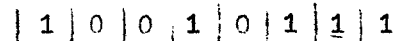
Ejemplos:

Representación de los pares de dígitos FD y 97



F

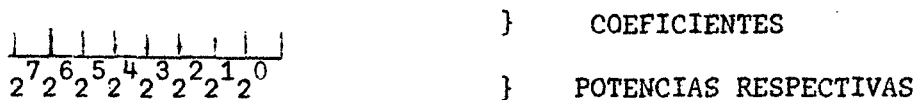
D



9

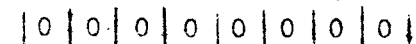
7

Para representar un número en binario puro debe considerarse una sumatoria en que cada uno de los bits es coeficiente de una potencia de 2 y éstas aparecen en el mismo orden que en el sistema binario, esto es, 2^0 en el extremo derecho y 2^7 en el extremo izquierdo. De acuerdo con el valor de las potencias se designa a los bits de la derecha como "bits de orden inferior" y a los de la izquierda como "bits de orden superior".

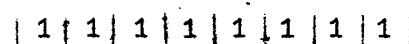


Ejemplos:

Representación de los valores 0 y 255



valor 0



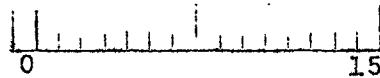
valor 255

ii) Representación de información numérica entera (punto fijo). Para representar información numérica entera, los bytes se pueden juntar en grupos de:

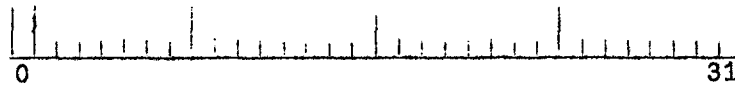
- dos bytes para formar una media palabra (HALFWORD - H)
- cuatro bytes, para formar una palabra (FULLWORD - F)

En ambos casos el bit de orden superior representa el signo. Si la cantidad es positiva, el bit mencionado tendrá valor cero y si la cantidad es negativa, este bit tendrá valor uno. Los bits restantes corresponden a coeficientes de potencias de 2 tal como en la representación de un número binario puro. Las cantidades negativas se representan en complemento a dos.

Ejemplos:



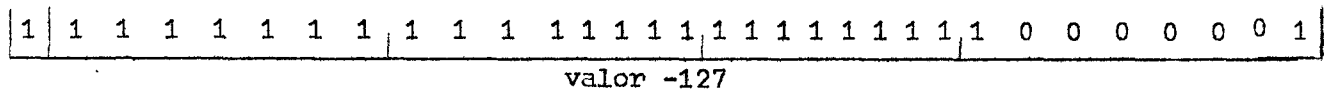
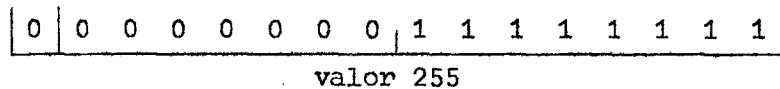
MEDIA PALABRA



UNA PALABRA

en el bit 0 se representa el signo.

Representar el valor 255 en media palabra y -127 en una palabra.



iii) Representación de información numérica real (punto flotante). Para representar información numérica real, los bytes se pueden juntar en grupos de:

- cuatro bytes para obtener precisión simple
- ocho bytes para obtener doble precisión
- dieciséis bytes para obtener precisión ampliada

en los tres casos, la representación del dato se realiza a base de una CARACTERÍSTICA (primer byte) y una MANTISA (bytes restantes). Para hacer más fácil la comprensión, considérese el ejemplo siguiente:

el valor $(182.35)_{10}$ puede expresarse también como:

$$\begin{array}{ccc} \underline{0.18235} & * & 10^3 \\ \text{MANTISA} & & \text{EXPONENTE} \end{array}$$

en igual forma el valor $(-0.00045)_{10}$ puede expresarse como:

$$\begin{array}{ccc} \underline{-0.45} * & 10^{-3} \\ \text{MANTISA} & \text{EXPONENTE} \end{array}$$

En ambos casos se dice que el dato está normalizado, esto es, los dígitos significativos están inmediatamente después del punto decimal. La MANTISA es una fracción y el EXPONENTE representa el desplazamiento del punto decimal, hacia la derecha cuando es positivo y hacia la izquierda cuando es negativo; al mismo tiempo indica la cantidad de lugares que deben desplazarse.

Para obviar el problema de la representación del signo del exponente se define la CARACTERÍSTICA, que es igual a la suma de un valor constante positivo más el valor del exponente. De esta forma los exponentes positivos aumentan el valor de la característica y los negativos lo disminuyen, siempre manteniendo como punto de referencia el valor constante que corresponde al exponente cero.

Con esta definición y eligiendo el valor 50 como constante, la representación de los valores $(182.35)_{10}$ y $(-0.00045)_{10}$ será:

$$\begin{array}{ccc} 0.18235 & 53 & -0.45 & 47 \\ \text{MANTISA} & \text{CARACTERÍSTICA} & \text{MANTISA} & \text{CARACTERÍSTICA} \end{array}$$

En la memoria de bytes, para representar los datos reales se utiliza el sistema hexadecimal. Esto significa que la fracción normalizada debe ser hexadecimal y el exponente debe corresponder a una potencia de dieciséis. Al mismo tiempo, la constante usada para formar la característica es 64. Finalmente, en memoria todo debe quedar en binario, esto es, la característica y los dígitos hexadecimales que forman la mantisa.

Ejemplo:

Representar en punto flotante el valor $(182.35)_{10}$

Conversión de la parte entera

$$\begin{array}{ccc} 0 & \leftarrow & 11 & \leftarrow & \boxed{182:16} \\ \downarrow & & \downarrow & & \\ B & & 6 & & \end{array}$$

Conversión de la parte fraccionaria

$$16 * \underline{0.35} \rightarrow 6 \rightarrow 6 \rightarrow 6 \rightarrow 6$$

$$\qquad \qquad \qquad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$\qquad \qquad \qquad 5 \quad 9 \quad 9 \quad 9$$

$$(182.35)_{10} = (B6.5999)_{16}$$

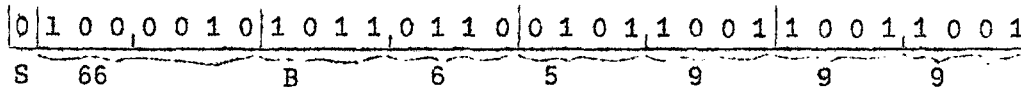
$$B6.5999 = 0.B65999 * 16^2$$

luego,

$$\text{CARACTERISTICA} = 64 + 2 = 66$$

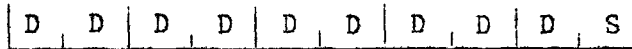
$$(66)_{10} = (1000010)_2$$

y en memoria se tendrá:



En doble precisión se aumenta la cantidad de dígitos hexadecimales de la man-tisa a catorce y en precisión ampliada a veintiocho, valor que se obtiene al contabilizar los dígitos del resultado de la multiplicación de dos cantidades de doble precisión con el máximo de dígitos significativos cada una.

iv) Representación decimal (dígitos empaquetados). La gran mayoría de los problemas llamados comerciales, de negocios, o administrativos, como es el caso de liquidación de sueldos y salarios, facturación, descuento de documentos bancarios, etc. trabaja con la representación decimal, en la que se almacenan los valores con que se procesa de tal forma que en el byte del extremo derecho queda un dígito y el signo y en los bytes restantes, dígitos empaquetados, esto es, dos por byte. La estructura es la que se indica a continuación:

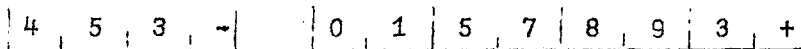


D = dígito

S = signo

Ejemplos:

Representación de los valores -453 y 157893



obviamente, cada dígito queda registrado internamente en binario, al igual que los signos - y +. El primero tiene la misma configuración que el dígito hexadecimal D y el segundo la del dígito C.

Este tipo de representación, que se conoce como FORMATO EMPAQUETADO, permite una longitud máxima de dieciséis bytes; por lo tanto, se puede almacenar una cantidad máxima de 31 dígitos decimales más el signo.

Otra estructura de datos es la conocida como FORMATO ZONA (difiere del formato ZONA-CARACTER en la estructura del byte de orden inferior) que tiene la forma siguiente:



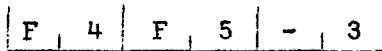
Z = zona

D = dígito

S = signo

Ejemplo:

Representación de los valores -453 y 157893



Nótese que la representación de los dígitos es la misma que en el formato carácter, luego, la diferencia entre ambos formatos está en el conjunto y éste corresponde al byte del extremo derecho en que aparecen almacenados signo y dígito. En el formato carácter se tendría en un byte el dígito y en otro el signo.

v) Datos lógicos. Se denominan así los caracteres en general cuyo formato es el FORMATO ZONA CHARACTER visto anteriormente. Existen instrucciones que permiten manejar desde un byte hasta dieciséis millones de bytes en una sola operación, como es el caso de transferencia de datos desde un lugar a otro de la memoria.

B. Dispositivos de Almacenamiento

Existen dos tipos de almacenamiento:

Memoria: principal, directa, primaria o de trabajo

Memoria: auxiliar, secundaria o de respaldo.

Al primer tipo pertenecen los núcleos magnéticos, películas magnéticas y el sistema monolítico puesto en uso por la IBM en el Sistema /370. Al segundo corresponden los discos magnéticos, el tambor magnético, las tarjetas magnéticas y también se puede considerar la cinta magnética cuyas características se vieron anteriormente.

a) Memoria de trabajo

Se dijo al comienzo del capítulo que en la Unidad de Almacenamiento se guarda toda la información que permite realizar un proceso como asimismo los resultados obtenidos de él. Esto es válido para todos los dispositivos de almacenamiento, cualquiera que sea su tipo, pero muy en particular para la memoria de trabajo, pues en ella es donde se guarda el programa de instrucciones que permitirá efectuar el proceso, como también a ella llegarán los datos, sea de almacenamiento externo (tarjetas, cinta perforada, etc.) o de memorias auxiliares (disco, tambor, etc.) y de ella saldrán los resultados al exterior o a las memorias auxiliares.

La importancia de la memoria de trabajo se refleja en el hecho de que algunas de sus características le confieren mayor o menor potencia al computador en general. Esas características son: tamaño, velocidad, dirección, modo de operación y elementos de representación.

i) Tamaño: está determinado por la cantidad de caracteres que puede contener y es variable de un computador a otro. Es posible incrementar el tamaño de la memoria de acuerdo con las necesidades de uso del sistema de PED que se vayan produciendo, para lo que la construcción se efectúa a base de módulos y éstos se miden con la unidad K, que representa 1 000 caracteres (excepto en algunos sistemas como el /360 y /370 en que K representa 1 024 caracteres o bytes). El incremento, en todo caso, tiene un límite y ese límite determina si el computador es pequeño, mediano o grande.

ii) Velocidad: la velocidad es la característica que está íntimamente ligada con el avance tecnológico. Ella se refiere a la rapidez con que llega una instrucción o un dato desde la memoria a la unidad de control. A esto se denomina "tiempo de acceso".

Tomando en cuenta que durante todo el proceso estarán moviéndose instrucciones y datos desde la memoria a la unidad de control y viceversa, el tiempo de acceso es un factor importante en la velocidad total de la Unidad Central de Proceso (UCP). Este es el motivo por el cual las memorias tienden cada vez a ser más compactas para lograr en esta forma mayor velocidad producto de un camino más corto por recorrer.

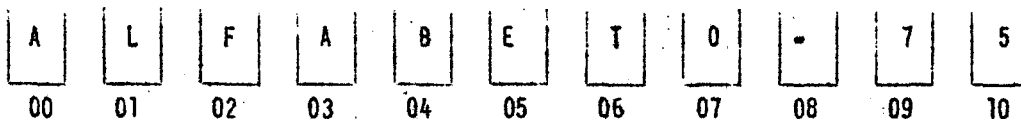
iii) Dirección: para poder utilizar la información almacenada en memoria, es necesario que pueda ser ubicada rápidamente y sin mayor dificultad. La única forma de conseguir esto es que cada dato y cada instrucción queden guardados en lugares que sean identificados fácilmente o, lo que es lo mismo, que tengan una dirección.

Es bastante común, y no por eso menos útil, el símil que se hace entre la memoria de trabajo de un computador y el sistema de casillas utilizado en correos. En el sistema de casillas, cada una de ellas tiene un número de orden o "dirección" con la cual se puede tener acceso rápidamente a la información que se encuentra en su interior. Nótese que esta dirección es totalmente independiente de la información que hay en la casilla que pueden ser cartas, revistas, documentos, etc. De la misma manera, en la memoria de trabajo la dirección es independiente de lo que haya almacenado, que pueden ser números, letras, caracteres especiales o combinaciones de ellos.

Ahora bien, la estructura de la "casilla" de la memoria dependerá del computador. En relación a esto se puede decir que hay dos métodos de dirección que inciden en la estructura. En uno, la dirección se refiere a la ubicación de un carácter y en el otro se refiere a varias posiciones consideradas como un todo.

Las figuras que siguen muestran en forma gráfica los dos métodos:

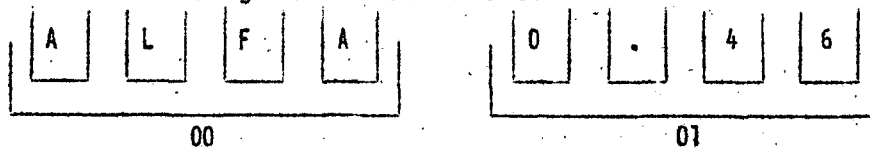
- dirección de un carácter



contenido de la dirección (celda) 04 = B

contenido de la dirección (celda) 08 = -

- dirección de un conjunto de caracteres



contenido de la dirección (celda) 00 = ALFA

contenido de la dirección (celda) 01 = 0.46

Al conjunto de caracteres se le denomina PALABRA. Nuevamente, de acuerdo con el computador, se tiene: palabra de longitud fija y palabra de longitud

variable. No obstante lo anterior, cuando se trata de palabra de longitud fija se dirige al conjunto. Si la palabra es de longitud variable, cada carácter del conjunto tiene dirección pero sólo se hace referencia al primero de ellos (dirección de orden menor o carácter del extremo izquierdo) o al último. Para indicar la longitud de cada conjunto también hay varias formas: un campo al comienzo del conjunto que indica su longitud, carácter especial que indica el término de él, último carácter de conjunto con marca especial, código de la instrucción que opera sobre el conjunto que indica, además, la longitud de éste, campo en la instrucción que indica longitud, registro especial, etc.

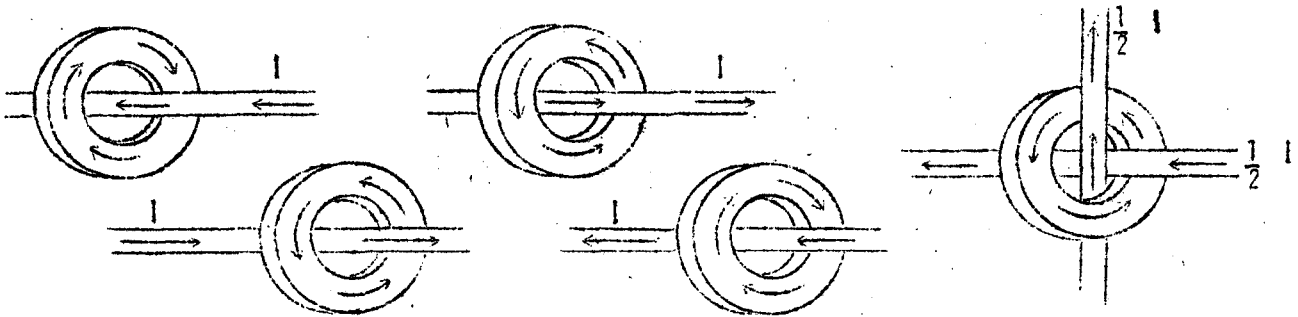
iv) Modo de operación: se refiere a la forma de transferencia de información que puede ser en serie (carácter por carácter) o en paralelo (un bloque o una palabra cada vez). Evidentemente, la transferencia en paralelo proporciona mayor velocidad en los procesos.

v) Elementos de representación: Núcleos magnéticos: un núcleo magnético es un pequeño anillo de material ferromagnético de 0.08 pulgadas de diámetro y 0.025 pulgadas de espesor.

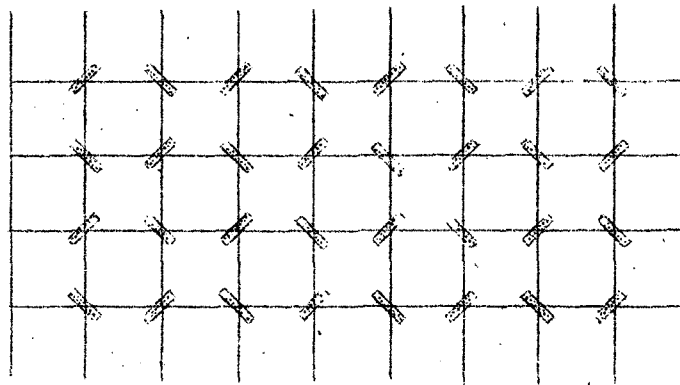
Aparte de su tamaño compacto, que fue una decidida ventaja en el diseño de computadores, la característica más importante del núcleo es que puede ser fácilmente magnetizado en unas pocas millonésimas de segundo y, a menos que sea cambiado deliberadamente, retiene su magnetismo durante un tiempo indefinido.

Si se hace pasar un alambre a través de los núcleos y se envía por él suficiente corriente eléctrica, los núcleos serán magnetizados. La dirección de la corriente determina la polaridad o estado magnético del núcleo. Si se invierte su sentido cambia también el estado magnético. Se tiene así un elemento biestable cuyos estados pueden usarse para representar las condiciones 0 ó 1, ausencia o presencia de información.

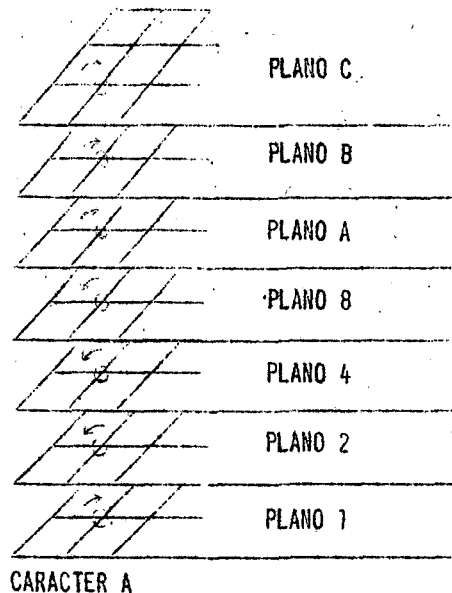
Si se hacen pasar dos alambres a través de cada núcleo, de tal manera que formen un ángulo recto entre ellos, y se hace pasar por cada uno la mitad de la corriente necesaria para magnetizar un núcleo, sólo se magnetizará aquel que se encuentre en la intersección de los alambres y ningún otro núcleo es afectado.



Usando este principio, se puede colocar un gran número de núcleos en una malla de alambre, así, cualquiera de ellos puede seleccionarse para grabación o lectura sin afectar a los restantes. Tal arreglo de alambres y núcleos recibe el nombre de plano de núcleos.



Si se desea almacenar información en el código Decimal Codificado en Binario, serán necesarios siete planos de núcleos dado que a cada plano se le asigna un valor, incluido un plano de paridad. La figura siguiente muestra el carácter A registrado en los siete planos:



Nótese que los núcleos que forman el carácter A están colocados en la intersección de los mismos dos alambres de cada plano, de ahí que si se traza una línea vertical imaginaria a través de esos núcleos se tendrá la ubicación física de un carácter almacenado en la memoria o, lo que es lo mismo, la estructura de una celda.

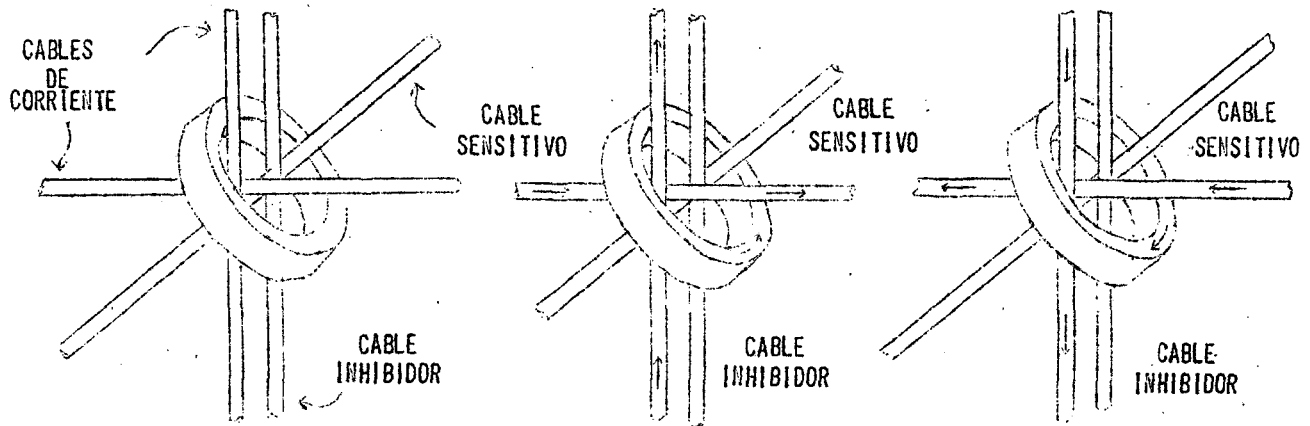
Una vez que la información ha sido almacenada en la memoria, debe proveerse algún medio para hacerla accesible, esto es, sacarla o leerla cuando se la necesita. Se ha visto que una polaridad magnética definida puede ser registrada en un núcleo mediante el flujo de corriente a través de un par de alambres que lo crucen, y que es enviado en forma de pulso eléctrico. Este pulso cambia el estado del núcleo a positivo o negativo, de acuerdo con la dirección que tenga el flujo de la corriente.

Si el estado magnético del núcleo cambia por acción del pulso, este cambio induce corriente en un tercer alambre que pasa a través del núcleo, denominado alambre o cable SENSITIVO, cuya corriente puede detectarse para determinar si el núcleo está magnetizado en uno o en otro sentido. En otras palabras, si tiene un 1 o un 0.

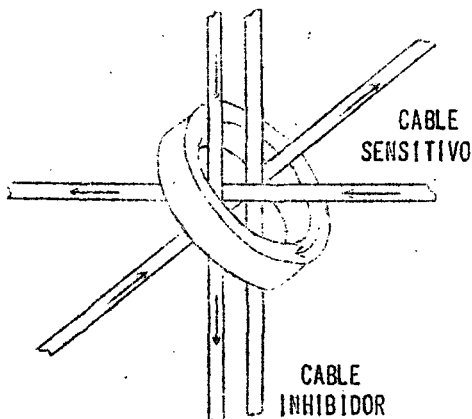
Se necesita un sólo cable sensitivo para todo un plano de núcleos, ya que en cualquier plano será examinado sólo un núcleo a la vez para conocer su estado magnético. El alambre pasa por todos los núcleos del plano.

Es de hacer notar, sin embargo, que la lectura es destructiva, esto es, el proceso de lectura de un 1 cambia el núcleo a 0. Así, el computador debe reponerlo, como también dejar en 0 el núcleo que contenía 0.

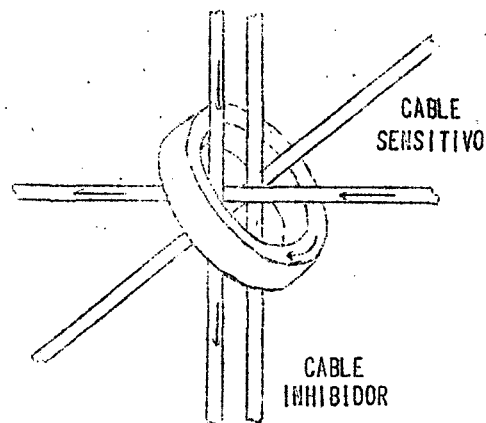
Para reproducir o regenerar los 0 y 1 tal como estaban antes de la lectura, el computador trata de grabar un 1 en todas las ubicaciones previamente leídas; al mismo tiempo, un pulso inhibidor suprime la grabación en aquellos núcleos que previamente contenían 0. El pulso inhibidor es enviado a través de un cuarto alambre y, en efecto, anula el pulso grabador en uno de los dos cables usados para magnetizar el núcleo. El cable inhibidor, tal como el cable sensitivo, pasa por todos los núcleos del plano.



En las figuras que aparecen a continuación, se tiene grabado un bit 1 y un bit 0. En ambos casos, el cable inhibidor y el cable sensitivo no actúan, sólo lo hacen los cables utilizados para obtener la lectura del estado de un núcleo. La máquina da la orden de grabar un cero en el núcleo cuyo estado se desea detectar. Si el núcleo contiene un cero y se da orden de grabar allí un cero, el núcleo permanece en su estado original y el cable sensitivo encargado de transmitir el estado del núcleo no recibe pulso eléctrico, lo que el computador interpreta como que el núcleo está en estado cero. Por el contrario, si el núcleo está en estado 1 y se graba en él un cero, el cambio de estado producido induce a su vez corriente en el cable sensitivo, lo que es interpretado por el computador como un estado 1 en el núcleo en referencia. En este último caso, sin embargo, luego de leer correctamente el 1, el núcleo quedó con un 0 que no era el contenido original.

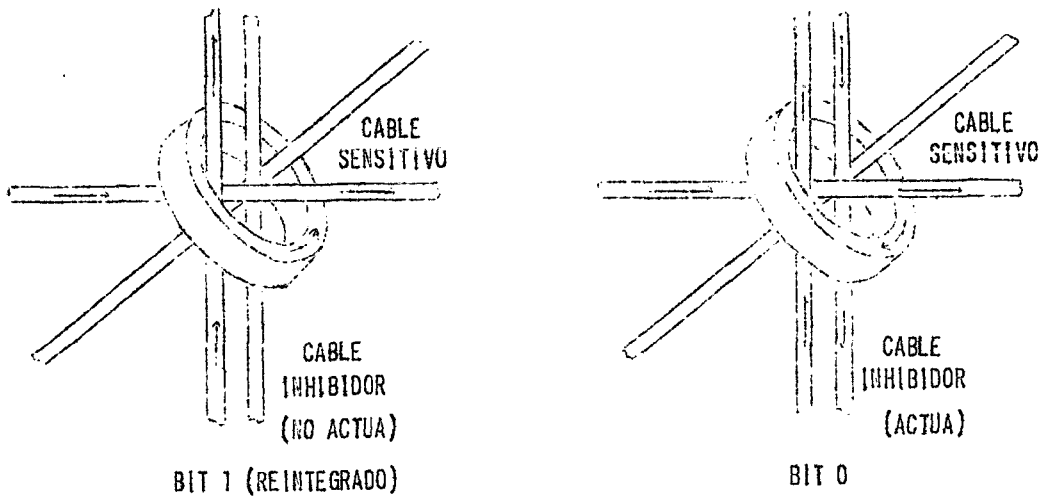


BIT 0 (EL NUCLEO TENIA UN 1)



BIT 0 (EL NUCLEO TENIA UN 0)

Es necesario devolver los núcleos a sus estados originales. Así como en el proceso de lectura el computador da orden de grabar 0 en el núcleo que se va a leer, ahora se invierte el proceso y se da orden de grabar un 1 en el núcleo afectado por la lectura. Con el objeto de que se grave efectivamente un 1 cuando corresponde, si el cable sensitivo recibió un pulso eléctrico en la etapa de lectura, en esta etapa de grabación el cable inhibidor no actúa, en cambio, sí lo hace cuando el cable sensitivo no había recibido pulso. Por el cable inhibidor pasa la mitad de la corriente necesaria para magnetizar el núcleo en sentido contrario al que tiene la corriente de una de las coordenadas que trata de grabar el 1. Se anula así el efecto de la orden y en el núcleo queda un 0.



Como en todo dispositivo magnético, cuando se graba información en los núcleos se borra lo que había en ellos. Por el contrario, cuando se lee la información, ella permanece inalterable, lo que permite utilizarla todas las veces que se desee.

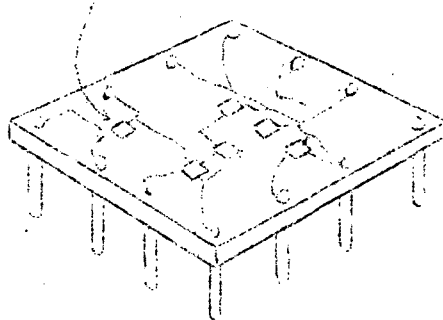
Película magnética: la película magnética, más conocida como película delgada, consiste en depósitos planos muy delgados contruidos con una aleación de níquel y hierro. Estos planos metálicos están conectados por alambres ultradelgados y montados en una base aisladora tal como vidrio o plástico.

Se puede usar también en forma de alambre recubierto. La película magnética está enrollada alrededor de un alambre hecho normalmente de berilio y cobre.

La operación, en todo caso, es similar a la de los núcleos magnéticos ya que en ambos casos se usan los planos para ubicación de los elementos.

Sistema monolítico: Se utilizan los mismos conceptos de la lógica monolítica, esto es, se hace uso de un elemento de cerámica de media pulgada cuadrada con interconexiones de metal sobre las cuales se colocan recortes o pequeñas porciones de silicón. Sin embargo, en el caso del almacenamiento monolítico, en vez de implementar circuitos lógicos en los recortes de silicón, se diseñan las celdas utilizadas para contener bits de almacenamiento.

PORCION DE SILICON
CON COMPONENTES



ELEMENTO DE
CERAMICA CON INTER-
CONEXIONES

Una de esas porciones de silicón es de aproximadamente un octavo de pulgada cuadrada y puede contener 128 bits de almacenamiento y su conjunto de circuitos asociado para decodificación, dirección y consultas. Se montan dos porciones de arreglo de almacenamiento en un elemento de media pulgada cuadrada, de los cuales, un par forma un módulo de arreglo de almacenamiento. Cada módulo contiene 512 bits y se monta en una tarjeta, de 3 1/2 pulgadas de alto por 4 3/4 de ancho, que contiene 12 K. bits.

Las tarjetas, a su vez, se empaquetan en módulos de almacenamiento básico (BSM) de 13 1/4 pulgadas de largo por 5 1/2 de alto y 9 de ancho, que contiene 48 K bytes de almacenamiento y su conjunto de circuitos asociado.

Las ventajas del sistema monolítico sobre la memoria de núcleos son las siguientes:

Se puede obtener mayor velocidad de almacenamiento debido al camino más corto entre circuitos de almacenamiento y además por la capacidad de lectura no destructiva del sistema monolítico. Se vió anteriormente en la memoria de núcleos que se necesita un ciclo de regeneración de la información después de efectuada una lectura. Este ciclo no es necesario en el almacenamiento monolítico.

Las tarjetas son fácilmente reemplazables, lo cual permite que los incrementos de memoria puedan también ser instalados rápidamente.

El requerimiento de espacio es menor.

vi) Memoria virtual: es un espacio de memoria destinado a direcciones (espacio de dirección) que pueden ser utilizadas por un programa para referirse a instrucciones y datos.

Hay que distinguir entre espacio de dirección (memoria virtual) y el espacio de almacenamiento real (memoria principal). El primero es un conjunto de identificadores o nombres y el segundo, de ubicaciones de memoria física en el cual deben ser colocados los datos e instrucciones para que sean procesados por la Unidad Central de Proceso (UCP).

La memoria virtual se llama así porque representa una "imagen de memoria" más bien que memoria principal. Dado que la memoria virtual no existe como memoria física, las instrucciones y datos a los cuales se refieren sus direcciones, que son los contenidos de memoria virtual, deben estar almacenados en alguna ubicación física. Para ello se dividen en dos partes: una que está siempre presente en almacenamiento real y otra que no lo está. Esta última debe estar en alguna ubicación desde la cual pueda ser llevada a memoria principal para ser procesada por la UCP. Este requerimiento se logra usando almacenamiento de acceso directo. Además, es necesario un mecanismo que permita asociar las direcciones de memoria virtual de instrucciones y datos contenidos en memoria de acceso directo, con sus ubicaciones actuales en memoria principal cuando esos datos estén siendo procesados por la UCP. Este mecanismo es un dispositivo de traducción de dirección dinámico, ubicado en la UCP.

Con el concepto de memoria virtual, un sistema puede soportar un espacio de direcciones bastante mayor que el tamaño de la memoria principal que tenga el computador, dado que las instrucciones y datos se llevan a la memoria de trabajo

sólo cuando van a ser usados y se retornan a la memoria de acceso directo cuando se necesita el almacenamiento real que usaron y ya no volverán a utilizarse, dejando así el espacio libre para otra información.

vii) Máquina virtual: Es una simulación funcional de un sistema completo de computador, incluyendo una Unidad Central de Proceso (UCP) virtual, almacenamiento virtual, canales virtuales, dispositivos ENTRADA/SALIDA virtuales y una consola de operador virtual, todo lo cual representa para el usuario una máquina real.

Un componente llamado Programa de Control (PC) soporta operaciones paralelas de multiprogramación, que permiten que los recursos de una máquina real sean compartidos por múltiples máquinas virtuales, cada una de las cuales, y la planificación del trabajo que ella realiza, son manejados por un sistema de operación, más bien que por el PC. Esto es, cada máquina virtual tiene un conjunto de programas que conforma un sistema de operación que asigna recursos de máquina y planifica la ejecución de programas tal como si el sistema de operación estuviere ejecutándose en una máquina real.

b) Memoria auxiliar

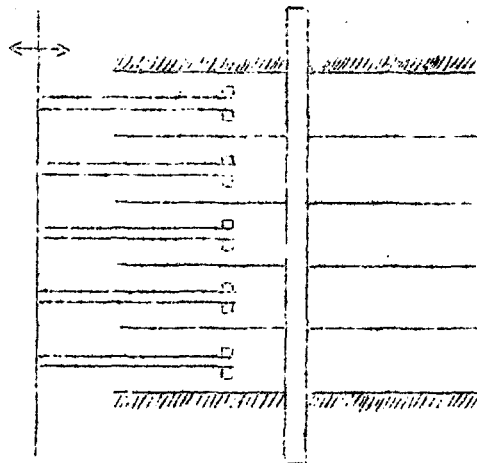
Permite almacenar una cantidad mucho mayor de información que la memoria de trabajo. Proporcionalmente, el costo es más bajo que el de ésta, sin embargo, el tiempo de acceso es mucho mayor.

Para que la información sea registrada en memoria auxiliar, normalmente debe pasar por la memoria de trabajo, igualmente, si se desea conocer su contenido, debe llegar primero a la memoria principal y de ahí salir al exterior. Se exceptúa el caso de cinta magnética y a veces, aunque no es lo corriente, disco magnético, cuando se tienen dispositivos que permitan grabar o leer directamente en ellos.

i) Discos magnéticos: es un disco de metal delgado recubierto por ambos lados con un material que puede ser magnetizado. La información se registra en canales o pistas concéntricas en las cuales los bits correspondientes a un dato se graban en forma serial, esto es, un bit al lado del otro en el mismo canal.

Normalmente, los discos se juntan en grupos para formar un módulo o un paquete. El módulo corresponde al grupo de discos fijos en un dispositivo, que consta generalmente de 25 discos. Los dispositivos pueden tener uno o dos módulos de discos. Se define como paquete el grupo de discos intercambiables, esto es, el conjunto de discos que se puede remover del dispositivo tal como los carretes de cinta magnética.

Para efectuar la lectura o grabación de información, se utiliza una cabeza lectora-grabadora o un conjunto de ellas. Evidentemente, a mayor cantidad de cabezas menor el tiempo de acceso a la información. Si hay una sola de ellas, tiene que hacer tres movimientos para ir de una pista a otra que se encuentre en otro disco; primero tiene que salir del disco en el cual se encuentra, a continuación subir o bajar para encontrar la cara del otro disco y enseguida entrar para colocarse en la nueva pista. Si se tiene una cabeza por cara, el movimiento es sólo horizontal, como se indica en la figura siguiente:



En este último caso, debido a que los brazos que llevan las cabezas lectoras-grabadoras están montados rígidamente en un eje vertical, al situarse una cabeza frente a una pista determinada, las otras estarán a su vez frente a pistas de igual número, en las caras restantes. Esto permite poder grabar o leer información de todas las pistas paralelas, verticalmente, sin desplazar el mecanismo, con lo cual se puede hablar de un CILINDRO DE INFORMACIÓN.

Las capacidades de almacenamiento varían desde 4 millones a 200 millones de caracteres. En el caso de utilización de paquetes intercambiables, se tienen

dispositivos con capacidad para mantener hasta ocho paquetes simultáneamente, lo que hace subir la capacidad de almacenamiento a 1 600 millones de caracteres.

Los tiempos de acceso varían desde 75 a 25 milisegundos y las velocidades de transferencia desde 150 000 hasta 885 000 caracteres por segundo. Los discos se encuentran siempre girando a una velocidad que varía desde 1 500 a 2 400 revoluciones por minuto.

ii) Tambor magnético: ha sido utilizado prácticamente desde el comienzo de la construcción de computadores, como almacenamiento de información. Incluso en los primeros computadores, se utilizaba como memoria principal.

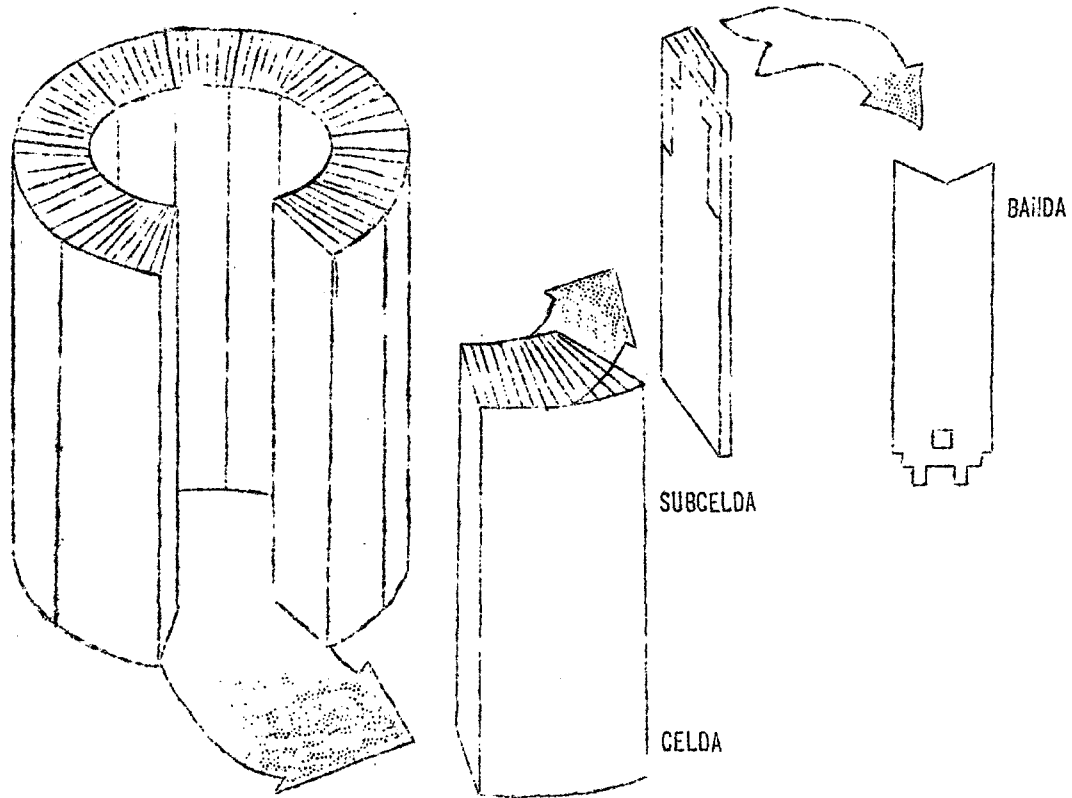
El tambor magnético es un cilindro de metal recubierto con material magnético, montado verticalmente, que gira a una velocidad de 3 500 revoluciones por minuto. Para grabar o leer información, se tienen cabezas lecto-grabadoras, una frente a cada pista existente en la superficie del cilindro. La información se graba en forma serial, esto es, un bit a continuación del otro en el mismo canal o pista. Para disminuir el tiempo de acceso, en algunos casos se utilizan dos o cuatro cabezas distribuidas por sectores, en cada pista.

Se tienen tambores con una capacidad aproximada de 4 millones de caracteres con una velocidad de transferencia de 1,25 millones de caracteres por segundo.

iii) Tarjetas magnéticas:

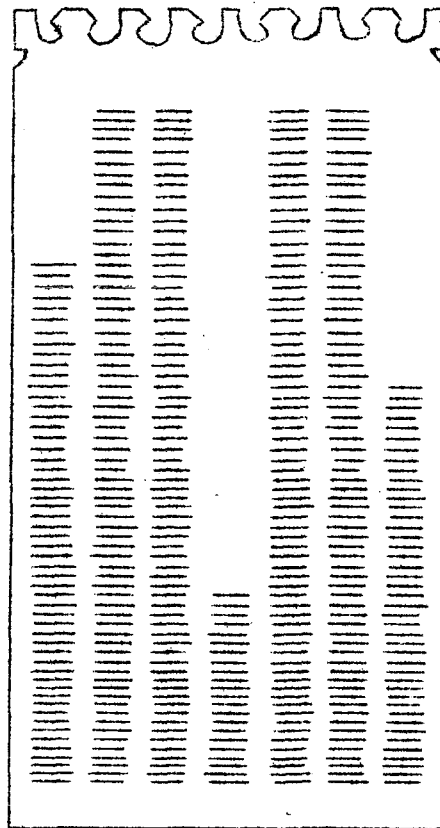
Data Cell: Esta unidad de la IBM está formada por 10 celdas intercambiables, ordenadas en forma circular, cada una de las cuales tiene 20 subceldas. Cada subcelda tiene 10 bandas magnéticas, en cada una de las cuales se tienen 100 pistas. Finalmente, cada pista tiene capacidad para un máximo de 2 000 bytes.

La banda es seleccionada de una subcelda y enrollada alrededor de un tambor giratorio que está situado bajo un bloque de cabezas lecto-grabadoras que realizan la transferencia de datos. Cuando la lectura o grabación se ha completado, la banda se devuelve a su subcelda original y ésta a su vez al arreglo de 10 subceldas. El bloque de cabezas lecto-grabadoras contiene 20 elementos magnéticos y puede situarse en cualquiera de 5 ubicaciones posibles (llamadas cilindros) proporcionando así 100 pistas de grabación por banda.



El tiempo de acceso a una lámina oscila entre 175 y 600 milisegundos, considerando la posibilidad más desfavorable, que es aquélla en que se tiene una banda en el tambor de lectura y grabación, lo que implica tener que situarla en su posición original y después llevar la nueva banda. La velocidad de transferencia es de 55 000 bytes por segundo y la capacidad es de cerca de 400 millones de bytes.

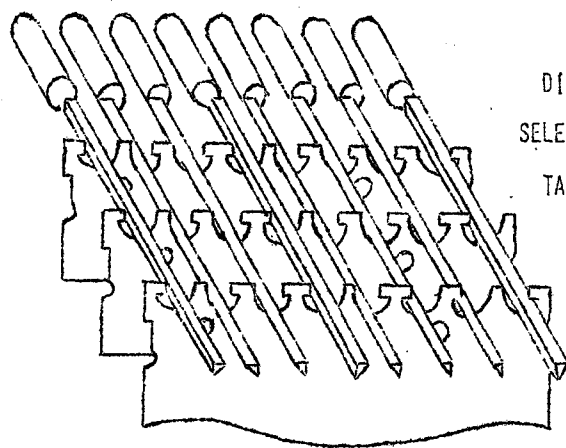
Card Random Access Memory (CRAM). Esta unidad de la National utiliza un paquete de tarjetas que contienen pistas paralelas de material magnético, en cada una de las cuales se registra la información. El número de pistas en la tarjeta y el número de tarjetas en el paquete dependen del tipo de unidad CRAM que se utilice. El computador NATIONAL NCR 315 tiene tarjetas de 3 1/4 pulgadas de ancho por 14 de largo, y la longitud de las pistas es igual a 12 1/2 pulgadas.



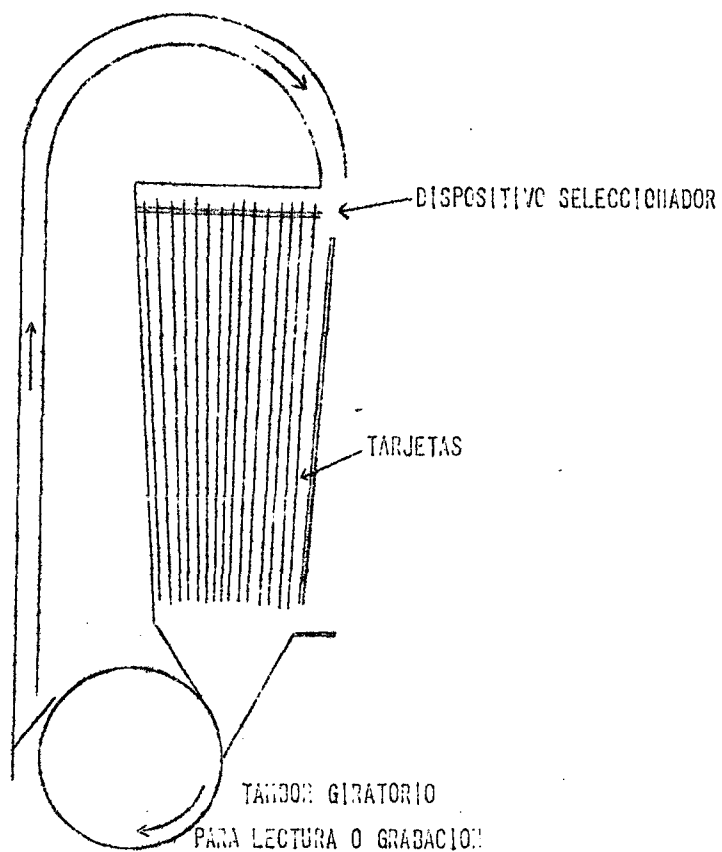
Tiene siete pistas, cada una con capacidad para 4 650 dígitos decimales. El paquete tiene 256 tarjetas, lo que da una capacidad de 8 332 800 dígitos.

Para seleccionar una tarjeta en la unidad CRAM, la tarjeta tiene una serie de muescas en su borde superior, las que responden en su orden a un código binario. Después de seleccionada, se pone en un tambor, en el que se graba o lee información. Concluida la operación, se retorna al paquete, aprovechando la fuerza centrífuga que la impulsa por un camino de regreso.

La velocidad de transferencia en la unidad CRAM, utilizada en el NCR 315, es de 150 000 dígitos por segundo.



DISPOSITIVO
SELECCIONADOR DE
TARJETAS



DISPOSITIVO SELECCIONADOR

TARJETAS

TAMBOR GIRATORIO
PARA LECTURA O GRABACION

C. Unidad Central de Proceso

La Unidad Central de Proceso (UCP) está formada por la Unidad Aritmético-Lógica y la Unidad de Control. Se puede decir entonces que la UCP es el cerebro de un sistema EPD, pues en ella es donde se realiza el control de todas las unidades que componen el sistema, además de efectuar las operaciones aritméticas y lógicas del proceso, que implican transferencia y análisis de las instrucciones y, posteriormente, movimiento de los datos a la unidad aritmético-lógica y de los resultados obtenidos en ella.

Antes de hacer un análisis simple de los principales elementos que se utilizan para el funcionamiento de la UCP, se verán algunos conceptos del álgebra de Boole.

a) Algebra de Boole

Para describir los circuitos utilizados para efectuar las operaciones aritméticas y otras como representación interna de la información que llega del exterior (codificación) e interpretación de la información almacenada para enviarla fuera del sistema (decodificación), se utiliza normalmente, el álgebra de Boole, por la simplificación que ella permite en su representación, como también porque constituye un lenguaje fácil de comunicación entre los proyectistas.

El lenguaje básico y las leyes del álgebra booleana fueron expuestas por George Boole en 1854. Utiliza tres operaciones:

AND representada por el símbolo \wedge \cap

OR representada por el símbolo \vee \cup

NOT representada por el símbolo -, que se coloca encima del símbolo negado.

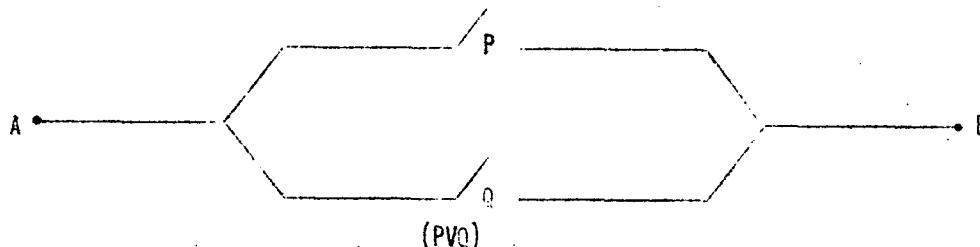
El resultado de las operaciones lógicas es VERDADERO o FALSO, que en un circuito puede corresponder a PRESENCIA o AUSENCIA de información (uno o cero).

A continuación se tienen algunos circuitos sencillos representados también con el álgebra de BOOLE.

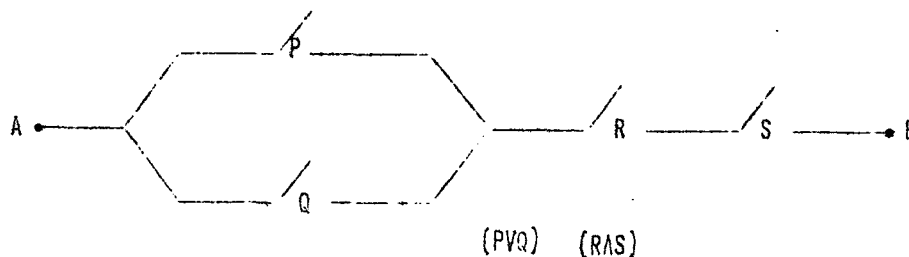
A _____ / P _____ / Q _____ / B

$(P \cap Q)$

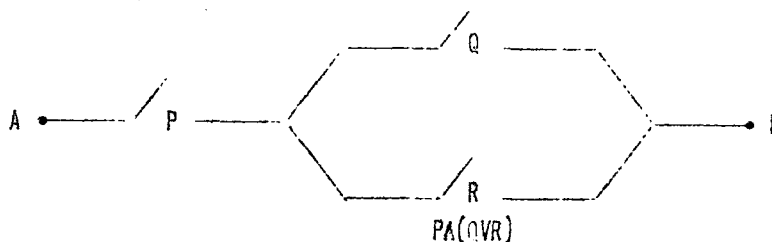
para que circule corriente del punto A al punto B, deben estar cerrados los interruptores P y Q. Si ambos son VERDADEROS, el resultado es VERDADERO; en cualquier otro caso será FALSO.



Para que circule corriente del punto A al punto B, debe estar cerrado el interruptor P o el Q. Si uno de ellos es VERDADERO, el resultado es VERDADERO. Ambos deben ser FALSOS para que el resultado sea FALSO.



Para que circule corriente del punto A al punto B, debe estar cerrado el interruptor P o el Q y, además, R y el S. Para obtener resultado VERDADERO, P o Q deben ser VERDADEROS y R y S deben ser VERDADEROS.



Para que circule corriente del punto A al punto B, deben estar cerrados los interruptores P y el Q o el interruptor R. Si P es VERDADERO y, P o R son VERDADEROS, el resultado es VERDADERO.

La ecuación $P \wedge (Q \vee R)$ corresponde a una simplificación de la ecuación $(P \wedge Q) \vee (P \wedge R)$, en la que se sacó factor común P.

b) Unidad Aritmético-Lógica

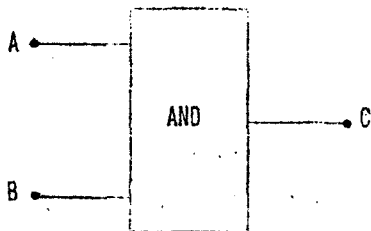
Las operaciones que se realizan en esta unidad corresponden a cálculos aritméticos en que se hace uso de la Aritmética de Punto Fijo (operaciones entre números enteros), de la Aritmética de Punto Flotante (operaciones entre números reales) y de la Aritmética Decimal (operaciones entre números empaquetados). Además, se efectúan operaciones lógicas como: desplazamiento de bits dentro de un campo, comparación de operandos lógicos (caracteres), edición de datos, conversión de datos, etc.

Dado que las direcciones de datos e instrucciones raras veces están en forma absoluta y, por el contrario, se representan a base de dos o más elementos, el cálculo que es necesario realizar para obtener la dirección definitiva también se realiza en esta unidad.

Los circuitos que se utilizan para obtener las operaciones mencionadas son bastante complejos, de manera que sólo se expondrán las ideas básicas que permitan formarse una idea del mecanismo interno del computador.

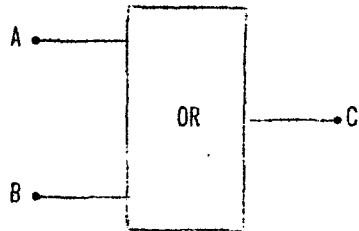
Para simplificar la representación de los circuitos se hace uso del concepto "puerta". Se tienen tres clases de puertas: puerta AND, puerta OR y puerta INVERTER. Las dos primeras tienen dos o más alambres de entrada y uno de salida, y la INVERTER tiene uno de entrada y uno de salida. El flujo de corriente se designará por 1 y el no flujo por 0.

En la puerta AND, para que haya un 1 en el alambre de salida debe haber un 1 en cada alambre de entrada.



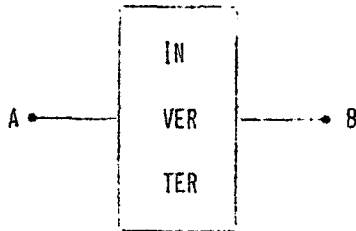
A	0	1	0	1
B	0	0	1	1
C	0	0	0	1

En la puerta OR, para que haya un 1 en el alambre de salida debe haber un 1 en uno de los alambres de entrada.



A	0	1	0	1
B	0	0	1	1
C	0	1	1	1

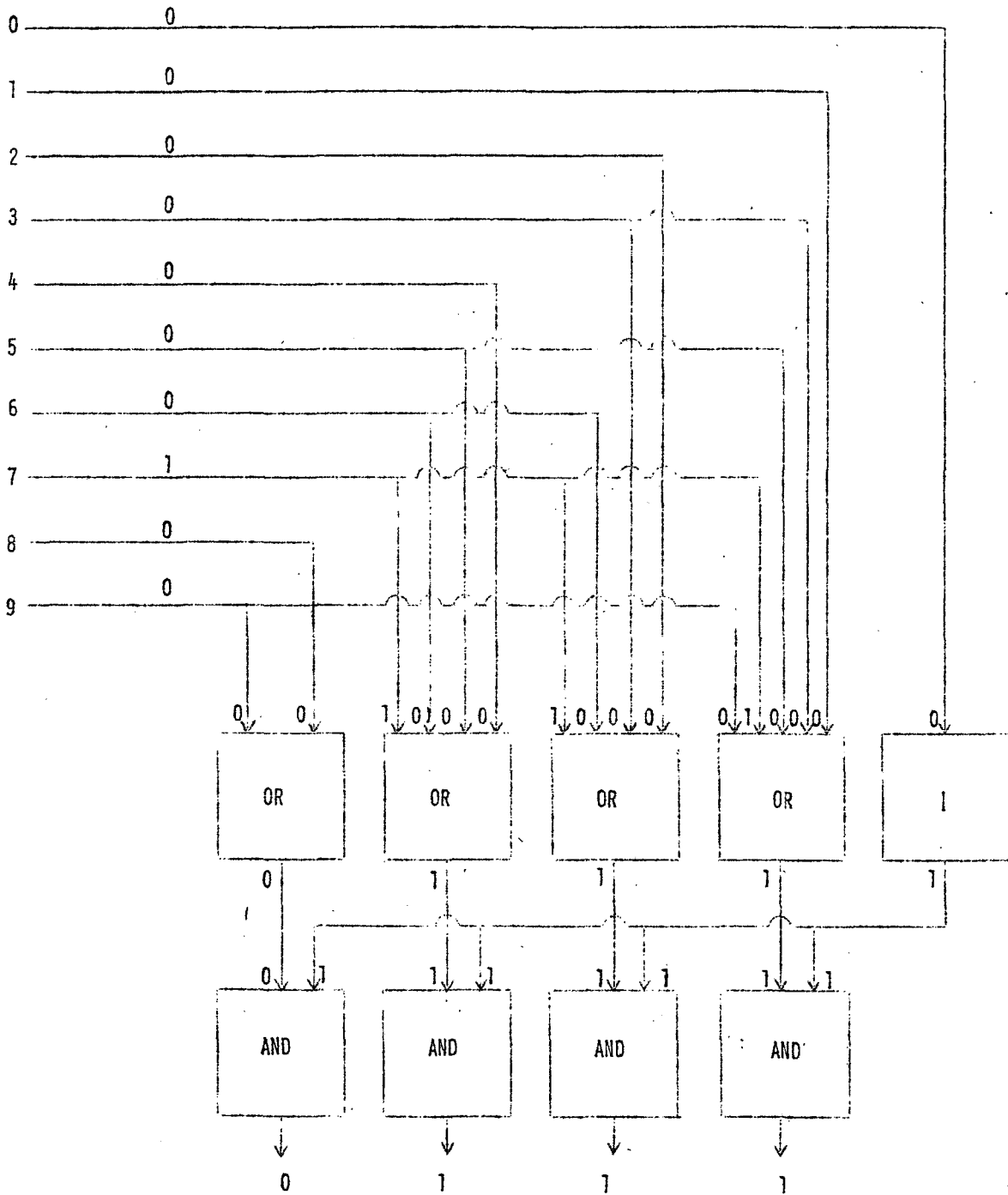
En la puerta INVERTER se efectúa, como su nombre lo indica, una inversión (negación) de la información que entra.



A	0	1
B	1	0

A continuación se ven algunos ejemplos en los que se aplican las puertas AND, OR e INVERTER:

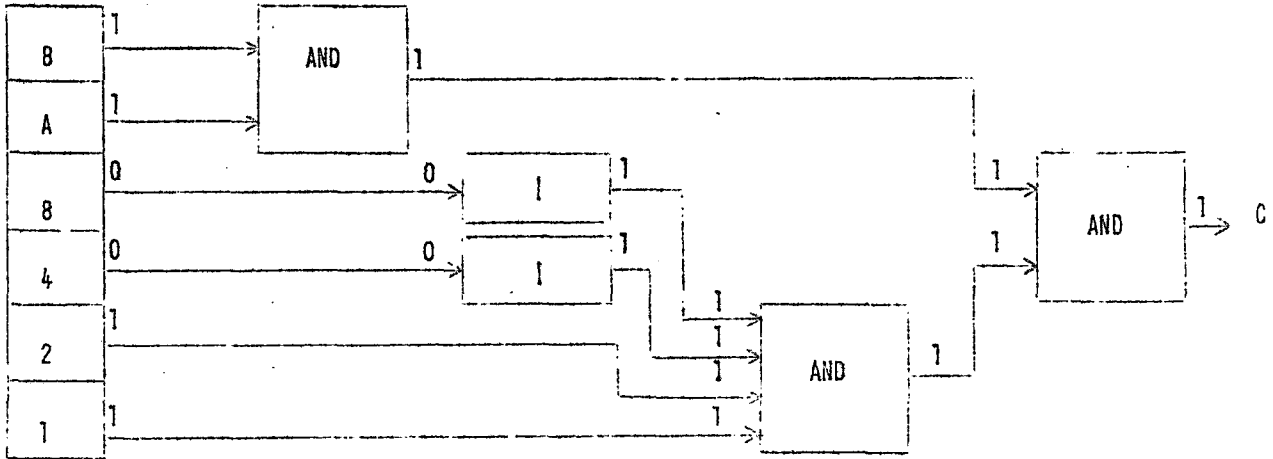
Conversión de los dígitos decimales a binario (grupo de cuatro núcleos)



La corriente que pasa por el alambre que corresponde al dígito 7 se bifurca y entra a las tres puertas OR del extremo derecho o, lo que es lo mismo, entra un 1 por ellas y debe salir, por lo tanto, un 1. Por la puerta OR del extremo izquierdo ha entrado un 0 y salido un 0, en cambio en la puerta I entró un 0 y salió un 1.

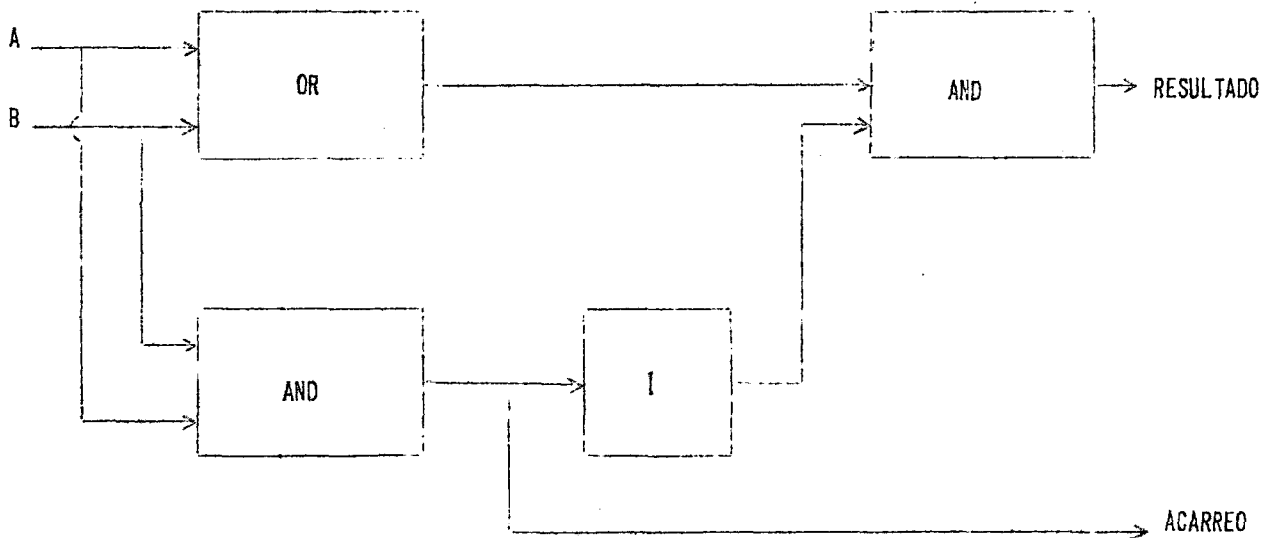
Pasando a las puertas AND, se observa que en las únicas en que entran dos unos es por las del extremo derecho, luego por ellas sale un 1; en cambio, en la del extremo izquierdo entran un 0 y un 1 y luego sale un 0.

Decodificación de un carácter en código DCB.



Considérese en este ejemplo que se tiene almacenada la letra C. El circuito que permite decodificar dicho carácter es el mostrado en la figura, esto es, cada carácter tendrá su circuito de decodificación.

Suma de dos dígitos binarios A y B



Este circuito se denomina "medio sumador" y permite sumar dos dígitos binarios. Se considera el bit de acarreo que se produce cuando ambos sumandos tienen valor 1.

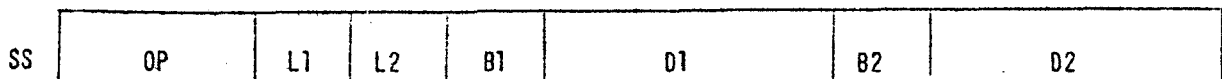
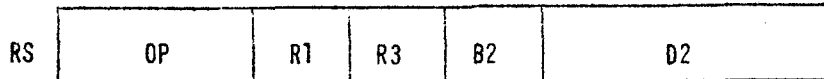
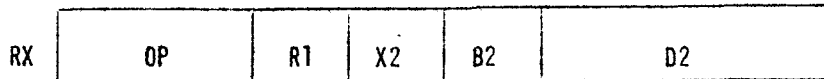
c) Unidad de control

Esta unidad es la que "seleccionará" los circuitos necesarios para ejecutar todas las operaciones mencionadas anteriormente. Para ello tiene que analizar y ejecutar la totalidad o parte de un conjunto de instrucciones denominado "programa". Cada instrucción contiene un código que le indicará a la unidad de control cuál es la operación que debe efectuarse; al mismo tiempo le señalará cuáles son los operandos que intervienen y qué características tienen o cuáles son los dispositivos que se utilizarán.

Las instrucciones se pueden agrupar en la forma siguiente:

- Instrucciones de entrada-salida
- Instrucciones aritméticas
- Instrucciones lógicas
- Instrucciones de bifurcación
- Instrucciones de control del sistema

El formato de las instrucciones dependerá del computador que se esté utilizando. Como ejemplo, se da a continuación el formato de las instrucciones utilizadas en los Sistemas /360/370 de la IBM.



El código de operación, en la mayoría de las instrucciones, ocupa el primer byte (hay excepciones en que se ocupa también el segundo byte). Normalmente, las direcciones de los operandos se obtienen a base de los elementos D, B o D,B,X (las instrucciones en que la dirección se da en registros constituyen la excepción). En el Sistema /360 se tienen dieciséis registros de uso general con capacidad para cuatro bits cada uno, con los que se realizan las operaciones aritméticas de punto fijo, el cálculo de las direcciones, control de programas, etc. Se tienen, además, cuatro registros de punto flotante para las operaciones aritméticas de punto flotante, cada uno con capacidad para ocho bytes. En el Sistema /370 se tienen registros de control cuyo número depende de los requerimientos de las funciones instaladas. Las longitudes de los campos que entran en un proceso pueden darse con el elemento L de la instrucción o en registros.

De acuerdo con lo anterior, se tiene:

Formato RR operaciones de Registro a Registro

Formato RX operaciones de Registro y memoria indeXada

Formato RS operaciones de Registro y memoria (Storage)

Formato SI operaciones de memoria (Storage) y operando Inmediato

Formato SS operaciones de memoria (Storage) a memoria (Storage)

D. Organización de Archivos

a) Conceptos generales

i) Registro, archivo y volumen. Se ha visto en los capítulos anteriores que es necesario, para poder manejar la información correspondiente a un problema, que ella esté almacenada o registrada en elementos o medios que permitirán su transferencia a la memoria del computador. Estos medios tienen como unidad de medida común el registro, cuya agrupación da lugar a los archivos, cualquiera que sea el tipo de éstos. Los ejemplos más comunes y claros de registro-almacenamiento son la tarjeta, la línea impresa y el espacio comprendido entre dos INTER BLOCK GAP (IBG) en una cinta magnética. Este tipo de registro recibe también el nombre de registro físico para diferenciarlo del registro lógico, que se estructura de acuerdo con las relaciones lógicas que existen entre los datos. En algunos casos el registro físico puede corresponder al registro lógico, pero, en general, estará formado por dos o más de ellos.

Desde el punto de vista de la utilización de los archivos, éstos se pueden clasificar en:

Archivos maestros. Son aquéllos que permanecen vigentes mientras permanezca útil un sistema de información. Se actualiza cada cierto tiempo, de manera que su información corresponda a hechos o situaciones actuales. Ej. archivo de personal en un sistema de remuneraciones.

Archivos de respaldo. Son aquéllos a partir de los cuales es posible regenerar archivos que han sido destruidos en etapas posteriores. Como medida de seguridad, es conveniente aplicar la técnica "abuelo, padre, hijo", de tal manera que si el archivo "hijo" es destruido, se pueda recurrir, para regenerarlo, al archivo "padre", manteniendo todavía como respaldo el archivo "abuelo".

Archivos de transacciones. Son aquéllos que se crean especialmente para una labor específica y una vez cumplida ésta no necesitan conservarse por cuanto su información ha perdido actualidad. En algunos casos, sin embargo, se dejan como respaldo (archivo histórico) con el objeto de tener un factor de seguridad previniendo la destrucción de los informes obtenidos o la necesidad de reprocesar la información. Ej. archivo de despacho de materiales en un sistema de control de inventarios.

Archivos de paso. Son aquéllos que se crean durante un proceso para ser utilizados posteriormente en el mismo ciclo de operación pero sin que permanezcan hasta el ciclo siguiente.

Archivos de trabajo. Son aquéllos que se crean durante un proceso y no son utilizados nuevamente pues han servido exclusivamente como áreas de respaldo. Ej. archivos necesarios en un proceso de clasificación/intercalación (Sort/Merge).

Archivos de reposición. Son aquéllos que se crean durante un proceso a base de todos los valores obtenidos y grabados cada cierto tiempo, de manera que sea posible reiniciar el proceso a partir de cualquiera de esas grabaciones sin tener que empezarlo todo desde el comienzo.

Archivos de informes. Son aquéllos que corresponden a respuestas del sistema EPD. Su contenido refleja los resultados del procesamiento y son utilizados por personas, por lo tanto, deben registrarse en un medio visual, normalmente el formulario continuo.

Se entiende por volumen el medio físico de almacenamiento. Se aplica principalmente a la cinta magnética en que el volumen es el carrete de cinta y al disco magnético en que el volumen es el paquete (pack) de discos.

De acuerdo con lo anterior, se pueden tener varios archivos en un volumen (multi-file-volume) o varios volúmenes que formen un sólo archivo (multi-volume-file).

ii) Tipo de acceso. Es la forma en que se puede recuperar la información contenida en un registro determinado. Se pueden clasificar en tres grupos:

Acceso serial. Es aquél en que para recuperar la información contenida en un registro es necesario leer cada uno de los registros anteriores del archivo. Este acceso es obligado en archivos en tarjetas perforadas, en cinta de papel perforada, en cinta magnética y en cualquier archivo cuyos registros se sitúen físicamente uno a continuación del otro, en el espacio contiguo disponible.

Acceso secuencial. Es aquél en que para obtener la información de un registro es necesario leer los registros que le preceden en el orden lógico, independiente de su ordenamiento físico.

Acceso directo. Es aquél en que la información de un registro se puede obtener en forma directa, esto es, sin necesidad de analizar previamente otros registros. Este tipo de acceso se puede obtener en dispositivos como: discos magnéticos, tambor magnético, tarjetas magnéticas; de ahí que éstos reciban también el nombre de dispositivos de acceso directo (Direct Access Storage Device-DASD).

iii) Tipos de procesamiento. Es la forma en que se procesan los registros de un archivo o, lo que es lo mismo, el orden en que los registros entran en una transacción. Existen tres tipos de procesamiento: serial, secuencial y al azar (random).

Serial es aquél en que los registros se procesan de acuerdo con el orden físico en que estén almacenados.

Secuencial es aquél en que los registros se procesan de acuerdo con el orden lógico en que estén almacenados.

Al azar (random) es aquél en que los registros se procesan en cualquier orden.

b) Tipos de organización

La organización del archivo se refiere a la estructura lógica y física que tendrán los registros en el medio de almacenamiento. Existe, por supuesto, una relación muy estrecha entre: medio de almacenamiento, tipo de procesamiento y tipo de organización.

Los tipos de organización que se utilizan en la práctica son:

i) Secuencial: corresponden a esta organización todos los archivos en que la disposición física de los registros es obligatoriamente uno a continuación del otro en el espacio contiguo disponible. De acuerdo con esta característica, para recuperar la información contenida en un registro es necesario leer cada uno de los registros anteriores del archivo.

Nótese que esta definición tiene correspondencia con el acceso serial, por lo cual debiera llamarse organización serial, sin embargo, ha quedado el nombre de secuencial porque ha primado la costumbre.

Es conveniente hacer notar que aun cuando para ciertos medios de almacenamiento es obligatorio el acceso serial, no lo es el usar en esos medios la organización secuencial (serial). Perfectamente se puede tener este tipo de organización en dispositivos de acceso directo.

ii) Secuencial indexada: este tipo de organización, que normalmente se emplea en discos magnéticos, se caracteriza por permitir dos tipos de acceso: el secuencial y el directo. Para ello se almacenan los registros junto con una "llave" o índice, que es el que permite recuperar los registros secuencialmente o ir directamente a ellos.

Con el objeto de acelerar los procesos que utiliza esta organización, se crean, al mismo tiempo que se almacenan los registros, tres tablas: índice máximo en cada pista (track index), índice máximo en el cilindro de información (cylinder index) y el índice máximo en un grupo de cilindros (master index). En esta forma cuando se efectúa, por ejemplo, el proceso de búsqueda de un registro, se empieza en el master index y en él se determina en qué parte del cylinder index se debe continuar. En el cylinder index, a su vez se indica el punto donde debe seguir la búsqueda en el track index y en éste, la pista donde está almacenado el registro buscado y en la pista, finalmente, la búsqueda es secuencial.

En el momento de crear el archivo se exige que los registros entren ordenados secuencialmente, lo que determina que el área destinada para los registros se vaya llenando sin dejar huecos o espacios libres. Sin embargo, con el transcurso del tiempo, lo normal es que haya necesidad de insertar nuevos registros, lo que produce "desbordes" en las pistas donde ellos se agregan. Con el objeto de mantener la organización, se crean áreas de desborde (overflow) en los cuales "caen" los registros desplazados por la inserción. A pesar de esto, es posible efectuar procesamientos secuenciales, lo cual se logra mediante indicaciones de encadenamiento que permiten situar los registros almacenados en las áreas de desborde.

iii) Random: este tipo de organización se logra mediante una relación existente entre la identificación del registro y su ubicación física. Hay dos métodos para obtener esta relación: algoritmo de almacenamiento y tabla de índices de registros.

Con el primer método se presentan dos tipos de problemas: uno es la generación de sinónimos, esto es, la aplicación del algoritmo da como resultado la misma dirección para distintos registros; y el otro es que quedan áreas sin usar, pues el algoritmo no las asigna a ningún registro. El primer problema se soluciona mediante un sistema de encadenamiento similar al utilizado con las áreas de desborde en la organización del punto anterior, así cada registro indicará la ubicación del sinónimo siguiente. Con el segundo método es necesario tener una tabla en la que aparecen las identificaciones de todos los registros, en forma ascendente, con sus respectivas ubicaciones.

iv) Particionada: este tipo de organización se refiere a archivos que se han subdividido en miembros que tienen, cada uno, una organización secuencial.

Para lograr la recuperación de los registros, se tiene una tabla en que se relaciona el nombre o identificación de cada miembro con la ubicación del primer registro que contiene.

v) Relativa: esta organización se aplica solamente a archivos de longitud fija que están almacenados en DASD. Los registros en este caso se sitúan respetando dos normas básicas: que la distribución sea uniforme y que sea hecha a partir de una posición bien determinada. Se puede observar que no es necesario que exista una relación lógica entre los registros, dado que la distribución uniforme

constituye una constante que multiplicada por el número de orden del registro buscado y sumado el resultado a la dirección de partida, da la ubicación de dicho registro.

c) Procesos de computación de servicio corriente

Un proceso de computación es una elaboración de datos haciendo uso de un computador para obtener resultados específicos.

Existen algunos procesos que se realizan en la mayoría de los sistemas de información y son los siguientes:

i) Clasificación (Sort): se refiere a aquellos procesos en que se ordenan los registros de un archivo de acuerdo con el contenido de determinados campos. Como ejemplo se pueden citar:

Ordenamiento de un conjunto de personas de acuerdo con la renta bruta percibida.

Ordenamiento de un conjunto de personas en forma ascendente, de acuerdo con su primer apellido.

Mortalidad por grupo de edades y sexos, dentro de un período de años.

ii) Intercalación (Merge): es aquél en que se obtiene un archivo en una secuencia determinada a partir de dos o más archivos que deben estar en la misma secuencia. Se hace notar que los archivos deben haber sido sometidos previamente al proceso de clasificación. De ahí que existan programas utilitarios que cumplen ambas funciones (Sort/Merge).

iii) Pareamiento: son aquellos procesos en que se trata de ubicar pares de registros, cada uno perteneciente a un archivo distinto, que cumplen una relación de correspondencia. Por ejemplo, la misma identificación.

En general, el proceso de pareamiento consiste en ubicar dos registros que tengan una misma clave o argumento de búsqueda y, en forma optativa, determinar si coinciden o si existe relación entre otros argumentos de ambos registros. Las coincidencias o diferencias que se encuentren permitirán decidir si los registros son o no correspondientes.

El problema que se presenta a menudo es que las claves o argumentos tienen errores, lo que trae como consecuencia un porcentaje alto de registros que no tienen el par correspondiente en el otro archivo. Incluso entre los registros pareados habrá también una cantidad en que los demás argumentos tengan errores. Las técnicas utilizadas para darle solución al problema se analizan en el punto d) Explotación de archivos secuenciales.

iv) Concatenación: es aquél en que el objetivo es unir en uno solo dos o más archivos, de tal manera que queden ubicados uno a continuación del otro sin que se produzca mezcla de registros.

v) Validación: éste es uno de los procesos de mayor importancia en el procesamiento electrónico de datos, pues con él se trata de asegurar al máximo la veracidad y corrección de un determinado conjunto de datos. Al mismo tiempo permite aplicar métodos de corrección de los errores detectados.

Los procesos de validación entregan normalmente un archivo con los registros que no contienen error en los campos validados y un listado de registros en los que se ha detectado error o anomalía.

Una vez que se ha obtenido el listado, debe procederse a un análisis de los errores para efectuar la corrección y enseguida la preparación de ésta. Esto significa, en primer lugar, que el sistema debe estar diseñado de tal manera que permita las correcciones en forma eficiente y, en segundo lugar, que el proceso de validación en sí es un proceso repetitivo, esto es, debe efectuarse tantas veces como sea necesario para dejar el archivo totalmente depurado de errores.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que la validación consiste en realizar diversas verificaciones o chequeos de la información, que pueden clasificarse como sigue:

Chequeo orientado a un campo

chequeo de caracteres (alfabético, numérico, etc.)

chequeo de contenido (cadena, rango, etc.)

Chequeo orientado a un registro

chequeo de consistencia de campos

chequeo de dígito verificador

Chequeo orientado a un conjunto de registros

chequeo de consistencia de registros

chequeo de corte de control

El "corte de control" es la acumulación de los valores de ciertos campos numéricos hasta detectar que se cumple una condición de control prefijado, momento en el que se entregan los totales acumulados.

Después que se ha detectado el error y por consiguiente su ubicación, en algunos casos se pueden aplicar métodos de corrección automática. Estos métodos son:

Método de paquetes fríos: se hace la corrección en función de otras variables para asignar el código representativo más adecuado.

Método de los paquetes calientes: se hace la corrección en función de otras variables para asignar el código representativo más adecuado, pero este código es renovado de acuerdo con la información que va apareciendo a través del proceso.

Método deductivo: consiste en determinar, mediante razonamiento, cuáles son los valores más probables a asignar.

Método aleatorio: consiste en crear el código que se va a asignar, de acuerdo con una generación de un número al azar y una distribución acumulativa porcentual de los códigos posibles.

Método mixto: combinación de algunos de los métodos anteriores.

vi) Edición: corresponde fundamentalmente a la preparación de la información, de manera que ésta pueda ser transferida directamente desde algún medio de almacenamiento o después de alguna pequeña elaboración a formularios continuos.

La preparación puede consistir en formateo de registros, inserción de espacios en blanco, colocación de comas o punto decimal, etc.

Debido a las características de un sistema PED, es corriente que la información, una vez que se ha preparado a "imagen de impresora", sea grabada en cinta o disco magnético y de ahí sea transferida al formulario continuo.

vii) Actualización: se refiere a la puesta al día de un archivo maestro, de tal modo que incluya todos los movimientos que se han producido desde la fecha de su creación o de la última actualización. Las operaciones que implica la actualización, en parte o en su totalidad, son:

Modificación de campos

Inserción de nuevos registros

Eliminación de registros

viii) Cálculo: A este tipo de procesos corresponden las operaciones aritméticas que se realizan con los datos. Varía la complejidad de los problemas que se resuelven, desde simples combinaciones de operaciones hasta complicadas secuencias de ellas. Entre los primeros están los sistemas de información administrativa en que se tiene un gran volumen de datos y con ellos se efectúan operaciones muy simples. En cambio, en los problemas de tipo científico, la situación es inversa, es decir, muy pocos datos y con ellos operaciones aritméticas que corresponden a modelos matemáticos complejos.

Es importante hacer notar, sin embargo, que los procesos de cálculo siempre van acompañados de uno o varios de los tipos de procesos vistos anteriormente.

ix) Copia: se refiere a la función de transferir un archivo, sin hacerle modificaciones, desde un medio de almacenamiento a otro similar o distinto. Este tipo de proceso, por su simplicidad y uso común, se encuentra programado y forma parte del paquete de programas utilitarios. Se pueden citar por ejemplo los siguientes:

Tarjeta a tarjeta

Tarjeta a cinta magnética

Tarjeta a disco magnético

Tarjeta a impresora

Cinta magnética a tarjeta

Cinta magnética a disco

Cinta magnética a impresora, etc.

d) Explotación de archivos secuenciales

El uso de archivos secuenciales es inherente, en una u otra forma, a la mayoría de los procesos de computación, de ahí que se estime conveniente tratar en forma exclusiva la explotación o, lo que es lo mismo, el trato más eficiente de ellos.

i) Técnicas de pareamiento: se vió en el proceso de pareamiento que el problema que se presenta a menudo es que las claves o argumentos tienen errores, lo que significa no encontrar el registro que forma el par con el que se está analizando. Algunos métodos de solución son:

Archivo de referencias cruzadas. Este es un archivo similar al archivo básico, pero clasificado de acuerdo con otro argumento. En algunos casos, contiene la misma información que el archivo básico y en otros se prefiere tener registros reducidos que incluyen el campo de clasificación y la clave para volver al archivo básico. Por ejemplo, un archivo de personal clasificado de acuerdo con el número de identificación del empleado, y otro de referencias cruzadas, clasificado según el nombre. Si se trata de parear un registro cuyo número de identificación sea erróneo, no se encontrará el registro correspondiente en el archivo básico. Se busca entonces pareando por nombre en el archivo de referencias cruzadas. Si en éste se tiene la información completa, el pareo se ha logrado inmediatamente; en caso contrario, con el número de identificación correcto se buscará el resto de la información en el archivo básico.

Código Soundex. Tiene por objeto tratar de obviar los errores cometidos en la escritura de nombres, para lo cual se asigna un código al nombre y a los apellidos de acuerdo con las siguientes reglas:

El código consta de un carácter alfabético (la letra inicial del nombre o apellido) seguido de tres dígitos que dependen de las consonantes del nombre o apellido, según la tabla que sigue:

DIGITO	LETRAS
1	B, F, P, V
2	C, G, J, K, Q, S, X, Z
3	D, T
4	L

DIGITO	LETRAS
5	M,N
6	R
7	Y (seguida por vocal)
0	para rellenar, si es necesario

Las vocales y las letras h,w e y (no seguida por vocal) no se consideran.

Las letras dobles se consideran como una sola letra.

Dos letras contiguas del mismo grupo se consideran como una sola letra.

Si la segunda letra del nombre es del mismo grupo que la inicial, no se considera.

Dos letras del mismo grupo, separadas por vocal o por y, se consideran por separado.

La h y la w no son separadores

La s, la k y la z finales no se consideran.

Las partículas DEL, DE, LA, etc. no se consideran.

Ejemplo:

CAMPUSANO	C512
CAMPUZANO	C512
CAMPOSANO	C512
CANPUSANO	C512
CANPUZANO	C512

El problema que se puede presentar es que nombres distintos tengan códigos iguales.

Ejemplo:

PEREZ	P620
PORRAS	P620

Después que se han consignado las diferencias o igualdades, es necesario decidir si hay pareo o no. Para esto se pueden utilizar tres sistemas:

Sistema de aciertos. Consiste en contar el número de argumentos que coinciden con los del registro correspondiente y si se cumple al menos un número prefijado de argumentos, se dan por pareados los registros.

Sistema de ponderadores lógicos. Este sistema se basa en un algoritmo que representa la lógica del razonamiento del usuario y que toma en cuenta la importancia particular de las coincidencias y discrepancias de los distintos argumentos.

Sistema de ponderaciones logarítmicas. Se basa en la teoría de la información y consiste en asignar ponderaciones a las coincidencias y discrepancias de los argumentos.

Para las coincidencias, se asigna como ponderación el logaritmo negativo de la frecuencia del valor del argumento. En el caso de las discrepancias, se asigna como ponderación el logaritmo positivo de la tasa de errores en el argumento.

Los registros serán pareados si la ponderación total obtenida es mayor o igual a un número mínimo establecido previamente sobre la base del comportamiento real del sistema en operación.

ii) Técnicas de búsqueda.

Búsqueda serial: Se efectúa examinando serialmente cada registro del archivo hasta encontrar el deseado. Si cada registro del archivo tiene la misma probabilidad de ser usado, el número de comparaciones con los registros almacenados en un archivo de N registros se da por la fórmula.

$$C = \frac{N+1}{2}$$

Si las claves de búsqueda se clasifican y procesan por lotes, la búsqueda serial se hace tanto más eficiente cuanto mayor sea el número de registros requeridos. Así, si se requieren M registros, el número de comparaciones es

$$C = \frac{N}{M}$$

Si la probabilidad de ser ocupado cambia de un registro a otro, se puede ordenar el archivo en orden decreciente de probabilidad. De esta forma se tiene

$$C = \sum_{r=1}^{r=N} r \cdot p_r$$

donde:

P_r = Probabilidad de requerir el registro r-ésimo

Búsqueda binaria: Considerando que el archivo está ordenado secuencialmente, se subdivide en tres conjuntos: uno que tiene un sólo elemento y éste es el que está ubicado físicamente en el centro del registro, otro que tiene todos los registros con claves menores a la del registro del centro y el tercero, que tiene todos los registros con claves mayores.

El proceso se inicia al comparar la clave de búsqueda con la del registro central; si son iguales, la búsqueda termina; en caso contrario, queda definido el conjunto en el cual se continúa. De aquí en adelante el proceso se repite en la misma forma hasta encontrar el registro buscado.

El número medio de comparaciones se da por:

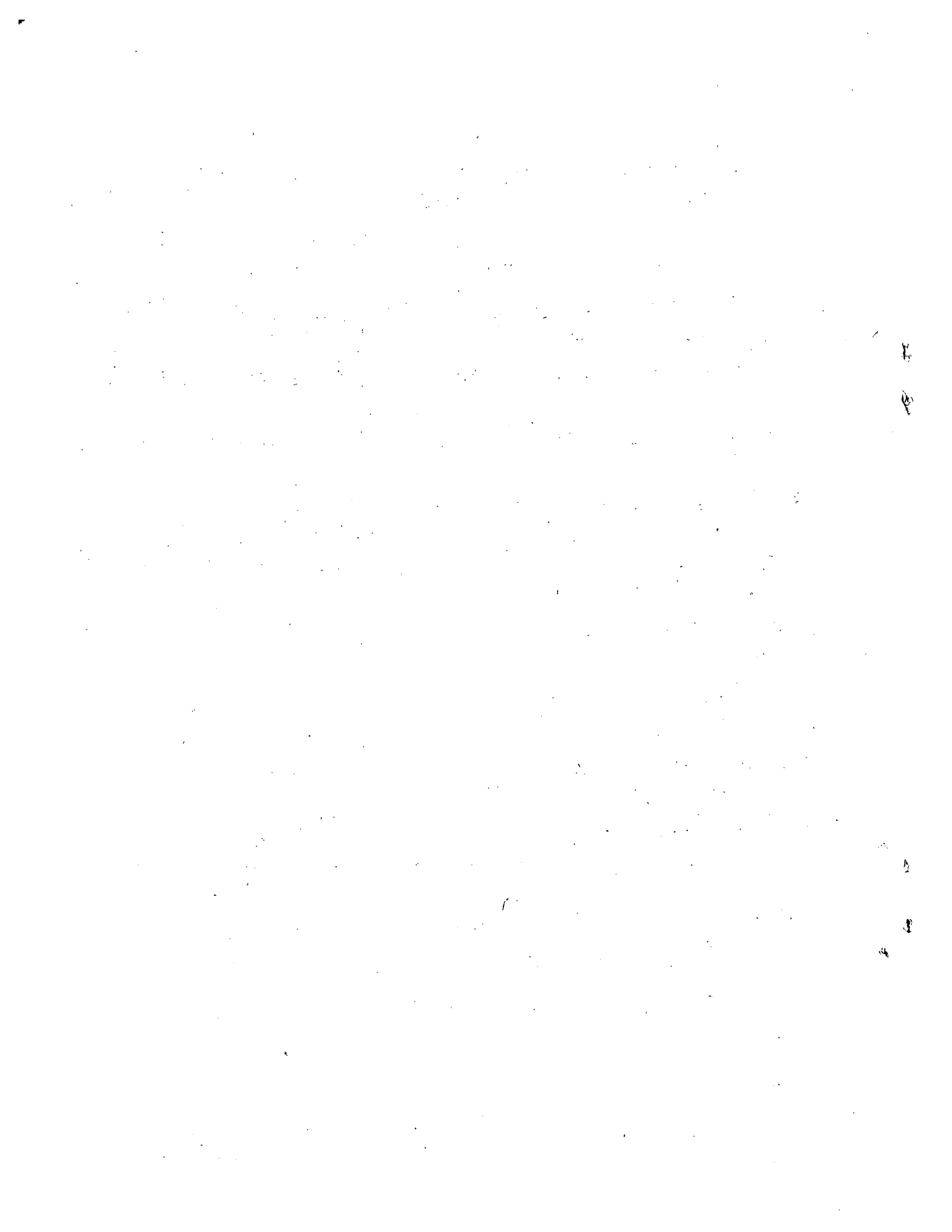
$$C = \frac{N+1}{N} \log_2(N+1) - 1$$

y el número máximo por:

$$C_{\max} = \log_2(N+1)$$

Búsqueda por bloques: En ésta búsqueda, primero se subdivide el archivo en bloques de largo s . A continuación se hace una comparación con el último registro del primer bloque; si la clave es mayor, se sigue con el último registro del segundo bloque y así sucesivamente hasta que la clave sea menor que del registro. Se determina así el bloque que contiene el registro buscado, el cual se detecta mediante una búsqueda secuencial dentro del bloque.

Si el archivo tiene N registros que se agrupan en bloques de largo s , se tendrá un total de N/s bloques. Las comparaciones necesarias para ubicar estos bloques variará de 1 a N/s y dentro de cada bloque se requieren de 1 a $(s-1)$





CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA
CELADE: J.M. Infante 9, Casilla 91, Teléfono 257806
Santiago (Chile)

CELADE: Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
Apartado Postal 5249
San José (Costa Rica)