

La mecanización de los trabajos administrativos por ordenadores electrónicos (1)

A. DEFINICION Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Ordenador electrónico es un conjunto de máquinas interconectadas en el que cada una cumple una función precisa bajo el control de una unidad central. Este conjunto forma una célula autónoma de trabajo y encuentra en sí misma todas sus normas de acción, gracias a la previa asignación de un programa completo de instrucciones.

Se compone, por una parte, de una unidad central de control, que comprende una memoria más o menos vasta, de circuitos aritméticos y de circuitos lógicos y, por otra parte, de una o varias unidades de entrada y de salida conectadas con la unidad central, y que tienen por misión introducir los datos en el ordenador y extraer los resultados.

En todo ordenador se encontrará, pues:

— órganos de entrada de los datos a tratar (máquina de fichas perforadas, cintas perforadas o cintas magnéticas o lectores de documentos);

— un órgano central de tratamiento comprensivo de una unidad aritmética y lógica, una unidad de memoria y una unidad de programa;

— órganos de salida de los resultados (máquina de fichas perforadas, cintas perforadas, cintas magnéticas e impresoras).

(1) Damos la traducción de la parte que hemos creído interesante del artículo que con este título y debido a monsieur Jacques Duterme, Ingeniero Comercial y Consultor en mecanización administrativa, se ha publicado en los *Anales de Ciencias Económicas Aplicadas*, de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica), en su edición de marzo de 1962.

B. LA UNIDAD CENTRAL DE CONTROL

Constituye el verdadero cerebro de la máquina, pues rige el funcionamiento de las unidades periféricas, efectúa los cálculos y las operaciones que le son dictadas por el programa de instrucciones que ha memorizado, resumiendo así las informaciones que le son transmitidas con el fin de obtener los resultados deseados.

Contiene generalmente un puesto de mando, que permite al operador seguir el desenvolvimiento de las operaciones que la máquina efectúa, modificar las instrucciones o el contenido de las memorias y, en una palabra, influenciar a su gusto el funcionamiento de todo el conjunto. Constituye, pues, un vínculo vivo entre la máquina y el "operativo".

El elemento esencial de la unidad central está constituido por la memoria que registra todas las informaciones que tienen relación con el problema a tratar (datos variables introducidos por las máquinas periféricas, datos constantes, como los baremos y las tablas a consultar y los resultados a obtener, estimaciones, estadísticas, etc.), así como el programa de instrucciones que los circuitos aritméticos y lógicos de la máquina deberán ejecutar para resolver el problema.

1. LA MEMORIA

La memoria es un dispositivo que permite almacenar en forma de código todas las especies de datos numéricos o alfabéticos, conservarlos tanto tiempo como se desee y restituirlos con tanta frecuencia como sea necesaria.

La memoria central de un ordenador se puede presentar bajo diversas formas:

Memoria de tambor magnético

Se trata de un cilindro recubierto de un óxido magnetizable. Está dotado de un movimiento de rotación constante sobre su eje.

Sobre el contorno de este cilindro hay dispuestas unas cabezas fijas de lectura y de escritura, constituidas en principio por minúsculos electroimanes destinados a recoger las variaciones de campo magnético provocadas por el paro de una sección del tambor (lectura de los puntos magnéticos), o a provocar la inscripción de puntos magnéticos.

Según los tipos de máquinas, las informaciones pueden ser ordenadas sobre el tambor de manera diferente, de lo que damos a continuación dos ejemplos.

a) En el sentido de su longitud, el tambor está dividido en 40 bandas, cada una de las cuales puede contener 50 filas o "palabras" de 10 cifras.

La capacidad de este tambor es, pues, de 2.000 palabras de 10 cifras cada una, o sea 20.000 cifras. El tambor gira a razón de 12.500 vueltas por minuto.

Las palabras están numeradas de 000 a 1999, por bandas de 50:0000 a 0049, 0050 a 0099, etc. Es, pues, posible, gracias a esta numeración, acceder a cualquier grupo de 10 cifras del tambor si se conoce el número de la "palabra", o en otros términos: su "distinción" (*adresse*) o "señalización".

Hay que resaltar que este tipo de tambor está llamado a desaparecer, en razón a su capacidad de registro en él relativamente débil, tanto más que una instrucción de programa necesita 10 caracteres numéricos, o sea una palabra, lo que plantea problemas ordinariamente arduos cuando nos encontramos en presencia de largos programas: quedan ya pocas memorias destinadas nada más que a la ejecución del programa en sí.

b) Conforme a otro sistema, el tambor queda dividido en su sentido longitudinal, en un cierto número de bandas (de 2 a 8), comprensivas, cada una, de 16 "huellas" (*pistes*). A cada banda se la denomina "dieciseisena" (*seizaine*) (1), y así se tienen de 2 a 8 dieciseisenas. Por otra parte, cada "huella" se halla subdividida en 8 sectores, llamados "bloques", dispuestos sobre el contorno del tambor.

(1) N. DE LA R.—Lo mismo que se dice "decena" para el grupo de 10; "veintena", para el de 20; etc.

Finalmente, cada "bloque" está compuesto de 16 memorias o palabras de 12 porciones decimales. Esta disposición permite, pues, obtener una capacidad de $8 \times 16 \times 8 \times 16$ palabras de 12 cifras ≈ 16.382 palabras, o 196.608 cifras.

El tambor gira a la velocidad de 2.750 vueltas por minuto.

El más pequeño elemento accesible o dirigible del tambor de este tipo es el "bloque" de 16 palabras, lo que representa 192 cifras.

Como, por otra parte, la velocidad de rotación del tambor es poco elevada, los tiempos de acceso a las informaciones son largos, y para evitar esperas muy prolongadas entre dos peticiones de información sobre el tambor, se transfiere el bloque a un grupo de 64 memorias llamadas "rápidas" de 12 posiciones cada una.

Estas memorias rápidas tienen la capacidad de 4 bloques de tambor, y permiten al programa acceder muy rápidamente a cada "palabra" individualmente.

Resulta que el tambor se utiliza para almacenar una gran masa de informaciones de las que no se tiene necesidad inmediata, pero que para su utilización, son enviadas, de bloque en bloque, a un grupo de 64 memorias rápidas a las que el acceso es casi instantáneo, las que son dirigibles palabra a palabra. Y son devueltas seguidamente al tambor después de haber sido utilizadas.

c) Las características de las memorias de tambor magnético son, pues:

— la gran densidad de informaciones y la permanencia de éstas gracias a su registro magnético;

— la gran rapidez de acceso gracias a un órgano de lectura fijo ante el cual desfilan las informaciones;

— la repetición de la información en razón al rápido movimiento de rotación;

— constituyen, sin embargo, la forma más antigua de memoria central y, en los ordenadores recientes, esta forma está abandonada a cambio de tipos más perfectos, de los que el principal es el hocel magnético o núcleo (*noyan*) de ferrite.

Las memorias rápidas

Se distinguen de las memorias de tambor por el hecho de que están fijas y que la cuestión del tiempo de acceso no se plantea prácticamente, puesto que no es preciso esperar más que a que una palabra o un bloque de palabras desfile bajo las cabezas de lectura. Para un tambor que dé 12.500 vueltas por minuto, se puede tener que esperar 4,8 milésimas de segundo antes de poder leer el contenido de una memoria. Para un tambor que gire a razón de 2.750 vueltas por minuto, se puede tener que esperar hasta 22 milésimas de segundo antes de poder pasar a un bloque de 16 memorias.

Las memorias rápidas permiten reducir considerablemente estos tiempos de espera, y entre ellas se encuentran generalmente:

— las memorias de *bocales magnéticos*: un bocal magnético o núcleo de ferrite está constituido por un minúsculo anillo de material ferromagnético de 1 mm. de diámetro, montado sobre una matriz de hilos finos. Estos núcleos reunidos en matrices son capaces de registrar un carácter, cifra o letra, por una combinación de 7 bocales. Un grupo de 7 bocales dispuestos verticalmente corresponde, pues, a una posición de memoria.

El tiempo de lectura de un carácter es del orden de 6 a 17 microsegundos.

b) Las memorias de *magneto-striction* están constituidas por ciertas clases de bobinajes por las cuales circulan trenes de impulsión eléctrica. Un carácter numérico está representado por una combinación de 4 impulsiones elementales y cada tren comporta 48 impulsiones, suficientes para representar 12 caracteres.

Cada tren tiene una duración de 173 microsegundos, lo que significa que la lectura de un carácter dura alrededor de 14,4 microsegundos.

c) Las memorias de bocales magnéticos conservan sus informaciones en tanto que no registren o adquieran otros nuevos: cada inscripción en una memoria borra el contenido anterior.

Lo mismo sucede con las memorias de magneto-striction y de tambor.

Las memorias de boceles y de tambor conservan igualmente sus informaciones cuando la máquina no está ya en tensión. Ambas convienen, pues, como memorias centrales.

Por contra, las memorias de magneto-striction pierden su contenido en el momento en que la máquina no está ya en tensión. Esta es la razón por la cual no son utilizadas más que como memorias de trabajo conjuntamente con un tambor magnético.

2. LOS CIRCUITOS ARITMÉTICOS Y LÓGICOS

Todas las operaciones aritméticas y lógicas, tales como la adición, la sustracción, la multiplicación, la división, el decalaje, los tests, las comparaciones y las transferencias se realizan por medio de circuitos comprensivos de una o varias memorias especiales, llamadas acumuladores o memorias "operativas", y de un dispositivo de adición para las operaciones aritméticas.

El encadenamiento de las operaciones aritméticas conduce a operaciones lógicas para ciertos pasajes del trabajo. Se trata, en efecto, de ordenar los números, de compararlos, y de proceder según los resultados de las comparaciones. Los ordenadores pueden así escoger entre las latitudes que les permite su programa de trabajo e incluso modificarlo según los resultados intermedios que hayan elegido.

3. DISTRIBUCIÓN

Se ha visto que las memorias centrales pueden registrar o almacenar una gran masa de informaciones generalmente cifradas y agrupadas en "palabras" de 10 a 12 cifras. Según las máquinas, se pueden tener memorias de tambor de 2.000 ó 4.000 palabras de 10 cifras o 16.384 palabras de 12 cifras. A este último tipo va adjunto un grupo de 64 memorias de 12 cifras de magneto-striction, o, finalmente, memorias de boceles magnéticos de 2.000 a 16.000 caracteres y más.

A fin de distinguir unas informaciones de otras, es preciso dotar a cada una de una "distinción" (elementos de distinción: "adresse") o medio de localización en la memoria central. Según el caso, las 2.000 palabras de un tambor serán numeradas de 0000 a 1.999, e incluso un bloque de 16 palabras estará definido por los números de *diciseisena* (seizaine), de huella y de bloque o, incluso, las 64 memorias rápidas serán divididas en 4 grupos de 16, numerados de 0 a 3, y en cada uno de ellos, las memorias serán numeradas de 0 a 15.

Por otra parte, en las memorias de bobes magnéticos, cada posición posee una "distinción" (o señalización) de 0000 a 9999, por ejemplo, y cualquier información quedará definida por sus dos posiciones límites.

La "distinción" o señalización (*adressage*) consiste, pues, en afectar cada información de un número que permita encontrar rápidamente la palabra en que se encuentra o localizarla fácilmente en la memoria central.

4. LA PROGRAMACIÓN

Al igual que las calculadoras, el ordenador tiene necesidad de seguir un programa de instrucciones a fin de tratar un problema dado. De hecho, todo problema por complejo que sea, se descompone en una *cascada* de operaciones elementales cuyo entrelazamiento conduce al resultado final. La programación consiste, pues, en enunciar estas instrucciones, descomponer el problema en elementos simples y traducir cada uno de ellos en una instrucción también elemental.

Una instrucción comporta elementos de varios órdenes:

- su emplazamiento en la memoria central;
- el código definidor del tipo de operación a ejecutar;
- la distinción o señalización de la operación c. a. d. del dato a tratar;
- el emplazamiento de la instrucción siguiente.

Todos estos elementos son codificados, como, por ejemplo:

10 = sumar, 11 = restar, 12 = multiplicar, 13 = dividir.

Análogamente, los "operativos" (1) quedan designados por la distinción (señalización) de la memoria en que se encuentran, completada eventualmente por su localización exacta en la memoria.

10.3.7.11 significa, por ejemplo, sumar al número comprendido en la memoria operativa el número que se halla en la memoria 3, y que ocupa en ella las posiciones 7 a 11.

El emplazamiento de la instrucción a cumplimentar y el de la instrucción siguiente son designados por la "distinción" de la memoria en que se encuentran.

1582.20.0182.1801 significa, por ejemplo: en la memoria 1582 se encuentra una instrucción que pide la transferencia del número contenido en la memoria operativa a la memoria 0182 y cumplimentar en seguida la instrucción contenida en la memoria 1801.

Los elementos "emplazamiento de la instrucción o cumplimentador" y "emplazamiento de la instrucción siguiente" no son siempre necesarios. En efecto, en numerosos ordenadores, las instrucciones de programa son colocadas en "secuencia", es decir, inscritas o registradas unas a continuación de las otras en la memoria central. Después de haber cumplimentado una instrucción, el ordenador ejecuta automáticamente la siguiente, y así sucesivamente. La "distinción" de la instrucción siguiente no debe ser precisada más que cuando se rompe la secuencia o por la continuación, por ejemplo, de un test que obliga a elegir entre otras dos secuencias posibles. (Es preciso, desde luego, saltar una de las dos secuencias y ejecutar la que comienza en otro lugar de la memoria), o cuando se desea repetir una secuencia.

Por otra parte, en los ordenadores recientes, una instrucción puede ser de longitud variable según su tipo, lo mismo que puede comportar más de una distinción o señalización de operativos. Por ello, en ciertos casos, una instrucción no necesitará más que un carácter y en otros necesitará 8.

(1) N. DEL T.—El vocablo "operande" que se utiliza en el original, no tiene equivalente literal en español. Por la analogía funcional traducimos por "operativo".

El formato tipo de la instrucción es, desde luego, el siguiente:

1	2 a 4	5 a 7	8
X;	XXX;	XXX;	X
código de la operación	distinción 1	distinción 2	código complementario

donde el carácter 1 define el tipo de operación a efectuar. Está, pues, necesariamente siempre presente;

los caracteres 2 a 4 designan la distinción de la cifra de las unidades del operativo, ó del primer operativo si se utilizan dos en la instrucción (en la adición, por ejemplo);

los caracteres 5 a 7 designan la distinción de la cifra de las unidades del segundo operativo;

el carácter 8 es un factor que modifica o completa la significación del código de la operación.

La presencia de los caracteres 2 a 8 es facultativa y depende de la naturaleza de la operación. Según esta naturaleza, se elaborarán instrucciones de 1, 2, 4, 5, 7 u 8 caracteres.

Además, las "distinciones" no consisten más que en las cifras de las unidades del operativo a utilizar, pues la máquina trata automáticamente todas las cifras situadas a la izquierda de la que constituye la distintiva, en el orden de las unidades, decenas, centenas, etc., hasta el momento en que detecta una "señal de fin de palabra" que detiene la operación.

Se constata que este modo de programación es mucho más moderno que los precedentes, pues, por una parte, economiza las posiciones de memoria central merced a la variable extensión de las instrucciones y, por otra parte, el problema de las señalizaciones (distinciones) múltiples (y algunos ordenadores utilizan hasta tres distinciones de operativos en sus instrucciones) permite condensar en una sola línea del programa operaciones que en otros sistemas necesitarían tres.

Establecido el programa de instrucciones, es perforado en fichas adecuadas y registrado o inscrito en la memoria central. Basta indicar a la máquina el emplazamiento de la primera instrucción para que, automáticamente, se ejecute todo el programa.

Si se quiere pasar de un trabajo a otro, basta introducir en el ordenador un nuevo juego de fichas de instrucciones cuyo contenido se inscribe en la memoria central reemplazando a la precedente.

C. LAS UNIDADES PERIFERICAS

La unidad central, que tiene por misión ejecutar las instrucciones del programa y permitir al operador controlar la realización del mismo, está atendida por un cierto número de máquinas que le proporcionan los datos y que pondrán en términos legibles vulgarmente los resultados.

Entre tales máquinas se tienen:

- lectoras de fichas;
- perforadoras de fichas;
- impresoras;
- desarrolladoras de bandas magnéticas;
- lectoras de documentos.

El número de unidades periféricas que pueden ser conectadas con la unidad central varía según los ordenadores, y los tipos que se utilizan dependen del trabajo a realizar (problème à traiter). El ordenador clásico está constituido por una unidad central conectada a una lectora-perforadora de fichas o a una tabuladora, pero se pueden encontrar, desde luego, ordenadores que agrupan en torno a la unidad central una o varias lectoras-perforadoras, una o varias impresoras, desarrolladoras de bandas e incluso unidades de disco.

1. LECTORAS Y PERFORADORAS DE FICHAS

Tienen por misión leer una ficha cada vez que una instrucción de lectura se presenta en el programa de la unidad

central. El contenido de la ficha es transferido a la memoria central por medio del cuadro de conexión del lector de fichas.

Según las máquinas, pueden ser leídas de 120 a 800 fichas por minuto. La perforadora de fichas recibe de la unidad central las informaciones a perforar y perfora una ficha cada vez que debe ser cumplimentada una instrucción de perforación.

Su velocidad de trabajo va de 100 a 400 fichas por minuto.

Por último, existen máquinas combinadas que cumplen las dos funciones de lectura y perforación, sea sobre dos pistas distintas, y en este caso, los resultados pueden ser perforados en fichas vírgenes, o sobre una sola pista, lo que permite perforar los resultados en la misma ficha que contiene los datos.

2. LAS IMPRESORAS

Estas imprimen los resultados provenientes de la unidad central a velocidades que pueden ir de 150 a 1.000 líneas por minuto. Pueden ser tabuladoras conectables al ordenador, y en tal caso, pueden cumplir, además de la función de impresión, la de lectura, al serles introducidos los datos.

3. LAS BANDAS MAGNÉTICAS

Las utilizadas por los ordenadores se parecen mucho a las de los magnetófonos. Su anchura es de alrededor de 1,26 centímetros y su longitud de 730 metros. El soporte de plástico está revestido de una materia magnetizable que permite la inscripción de datos en forma de puntos magnéticos dispuestos verticalmente sobre uno o varios de los canales en que está dividida la banda en el sentido de su longitud.

La banda está colocada en un carrete (dérouleuse) que hace desfilir la longitud de un registro sobre las cabezas de lectura-escritura a cada orden dimanante del programa de la unidad central.

La lectura y la escritura de un registro se efectúan a velocidades del orden de los 2 metros por segundo para una

densidad de información de 80 caracteres o más por centímetro.

Cada registro está constituido por un grupo de caracteres más o menos largo, según el número de posiciones de memoria central que estén reservadas a la agrupación de las informaciones provenientes de la banda o que deban inscribirse en él.

Entre dos inscripciones (*enregistrements*), la banda deja un espacio vacío reservado a la desaceleración después de la lectura y a la aceleración antes de ella.

La gran ventaja de las bandas magnéticas radica en la densidad de las informaciones que contienen: una banda de 730 metros tiene una capacidad de registro de 50.000 fichas y más. Por otra parte, la banda acrecienta considerablemente la velocidad de lectura y de escritura de las informaciones.

El antedicho soporte es utilizable, pues, en todo caso, como memoria auxiliar en los trabajos que exigen el manejo de una gran masa de informaciones. A éstas se las dispone conforme al orden creciente de los indicadores y el ordenador las utiliza en orden, como lo haría tomándolas de un fichero, pero a mayor velocidad y con menos aglomeración.

También resulta más rápido inscribir (*enregistrer*) sobre banda los resultados de los cálculos, sobre todo si el programa de manipulación es corto y grande la masa de información a escribir, que imprimir directamente partiendo del ordenador o de perforar las fichas, pues la banda podrá ser convertida después en listas o en fichas sin utilizar la unidad central del ordenador.

El uso de las bandas magnéticas está particularmente indicado en las aplicaciones que requieren la consulta de un vasto fichero permanente (fichero de filiaciones, por ejemplo, o fichero de existencias en almacén).

4. LOS DISCOS MAGNÉTICOS

Estos se presentan en forma de pilas de 50 discos sobre los que se inscriben las informaciones por cada cara y están dispuestos en pistas concéntricas que están divididas en sectores de un cierto número de palabras.

Discos, caras, pistas y sectores son numerados y por tanto señalizados (adressables), yendo la capacidad de registro desde una unidad hasta veinte millones de caracteres alfanuméricos.

Las informaciones contenidas en los discos son accesibles en algunas décimas de segundo por término medio, a uno o varios brazos dotados de una cabeza de lectura y escritura. Esto permite obtener cualquier información, de cualquier orden que sea, pues no es necesario respetar una secuencia para consultar la memoria, como hay que hacerlo en la banda magnética.

5. PARTICULARIDADES DE LAS MEMORIAS AUXILIARES EN FORMAS DE BANDAS O DE DISCOS

Estas memorias sirven para almacenar grandes cantidades de informaciones a las que hay que recurrir en el curso de la manipulación, a fin de evitar al máximo manipulaciones y el consumo de grandes cantidades de fichas.

La banda o los discos, utilizados como continente de informaciones, son a la larga más económicos que las fichas, en razón, de una parte, a su enorme capacidad de recogida de datos para una acumulación relativamente mediana, y por otra parte, en razón a que pueden ser utilizados conforme convenga desde el momento en que las informaciones que contienen no tengan ya utilidad.

Las diferencias entre la banda y el disco son:

- el manejo de la banda es más rápido que el del disco, que requiere desplazamientos relativamente lentos de los brazos de lectura-escritura;
- la banda puede ser fácilmente archivada, lo que no sucede con los discos;
- la banda debe ser consultada en el orden secuencial de los indicadores de las informaciones que contiene, mientras que los discos pueden ser consultados en un orden cualquiera;
- las diversas inscripciones que contiene la banda no son señalizables (adressables), mientras que lo son en los discos.

6. EL ECTOR DE DOCUMENTOS

Constituye ésta, en el dominio del manejo de la información, una revolución tan importante como el descubrimiento de los procedimientos de lectura gráfica como el "Mark Sensing".

Esta máquina es capaz de leer en documentos tales como cheques, recibos, etc.; los caracteres escritos con tinta ordinaria y tipos corrientes por tabuladoras o máquinas de escribir eléctricas, sin someterlas a ningún tratamiento previo.

La velocidad de lectura es de 480 caracteres por segundo, y el formato de los documentos, que no puede variar en el curso de un mismo trabajo (*passage*), está comprendido entre 69×149 mm. como mínimo, y 101×220 mm. como máximo, con un grosor (*épaisseur*) comprendido entre el del papel y el de la cartulina. Y el dispositivo de lectura puede ser regulado a voluntad para adaptarlo a la posición de las líneas a leer en el documento en que éstas estén.

Esta unidad puede ser utilizada tanto para clasificar (*trier*) los documentos como lo haría una clasificadora (*trieuse*) de fichas perforadas, como para introducir los datos en ellos contenidos, en un ordenador para ser manipulados.

Con esto, toda operación de transcripción sobre un medio adecuado clásico, como ficha, banda perforada o banda magnética se hace superflua, pudiendo ser tratada en adelante la información inmediatamente después de su recepción.

D. PRINCIPIOS EN QUE SE BASA LA UTILIZACION DE UN ORDENADOR

Un trabajo determinado, por complejo y vasto que sea, puede ser desarrollado directamente ("ligne directe") por un ordenador, en el sentido de que de una sola pasada por la máquina, puede quedar enteramente realizado el trabajo y proporcionar todos los estados, todas las estimaciones estadísticas y todas las fichas recapitulativas que pueda exigir..

Esto es posible gracias a la unidad central que recoge un programa de trabajo comprensivo de un gran número de instrucciones, y a las unidades periféricas que tienen su función propia y efectúan en el momento deseado las órdenes de la unidad central a fin de proporcionarle los datos y de traducir a expresiones corrientes las informaciones que reciben.

Los mismos resultados que son proporcionados por el ordenador podrían evidentemente ser obtenidos con un equipo clásico de máquinas de fichas perforadas, pero a cambio de numerosas pasadas por máquinas diversas, lo que, en muchos casos, prolongarían considerablemente los trabajos, necesitaría un material muy importante y de muchos operativos y, en fin, costaría mucho más caro.

Siendo todo el trabajo del ordenador, consecuencia de la unidad central que tiene por misión el ejecutar un programa de instrucciones codificadas previamente registradas en su memoria, se puede decir que el programa es al ordenador lo que el cuadro de conexión es a la tabuladora o a la calculadora.

De hecho, el programa de instrucciones no podrá ser elaborado más que después de un estudio muy detallado del trabajo a realizar. La codificación del programa, a fin de hacerla ejecutable por la máquina, no será más que la superación y síntesis definitiva del estudio en cuestión.

La redacción del programa de instrucciones se reduce, desde luego, a una simple transcripción en forma codificada de las operaciones previstas en un "organigrama razonado". Un programador entrenado llega a codificar de 300 a 400 instrucciones o más por día partiendo de dicho organigrama.

El *organigrama razonado* u "organigrama" es la representación esquemática y detallada del razonamiento que es preciso seguir para realizar el trabajo propuesto.

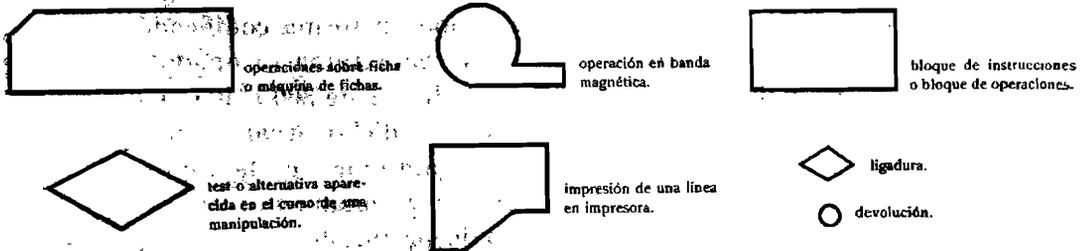
El trabajo más importante de toda la programación es el de la elaboración del organigrama. Es, en efecto, para ello que es preciso prever todos los casos posibles, todos los controles y todas las particularidades del caso, así como la manera exacta de tratarlas. El organigrama debe estar ab-

solamente completo y verificado antes de quedar convertido en instrucciones, pues si es relativamente fácil rectificar un error de codificación, de programación, es mucho más difícil descubrir, una vez hecha la codificación, errores de razonamiento que pueden falsear completamente los resultados sin que nos apercibamos.

El organigrama, esquematizando el razonamiento a seguir para lograr la realización del caso, es el resultado de un estudio profundo de éste. Es preciso comenzar por delimitar perfectamente, determinar todos los elementos que lo componen y alinearlos en el orden en que serán utilizados. Se bosquejan seguidamente las grandes líneas del "proceso lógico" y se establece un primer organigrama llamado "organigrama general".

Antes de dar el paso siguiente, se somete este organigrama básico a una crítica severa para cerciorarse de que ninguna previsión se ha dejado de tomar, que todo ha quedado ordenado lógicamente, que siguiendo la línea de la razón que representa se llega íntegramente a la solución del caso en cuestión.

El organigrama se presenta en forma de un esquema que agrupa en el orden previsto "bloques de operaciones". A fin de hacerlo más claro, se aconseja servirse de figuras simbólicas como las siguientes:



Por otra parte, el esquema puede ser completado marginalmente teniendo en cuenta las figuras representativas, respectivamente, de cada operación o grupo de operaciones, con notas sucintas explicativas que permitan la interpretación.

La situación siguiente consiste en detallar cada punto del organigrama general, en manejar cada bloque de operaciones como una cuestión distinta y en traducirla asimismo en un organigrama detallado: esto motiva la codificación.

El *organigrama detallado* es, pues, el esquema detallado de todo el razonamiento lógico, establecido partiendo del organigrama general. Todas las particularidades y las "astucias de programación" deben ser previstas en él. Es aconsejable la formación de varios organigramas de detalle, a razón de uno para cada gran grupo de operaciones. Por ejemplo, en un programa de existencias en almacén:

- inicialización general;
- manipulación de las entradas;
- ídem de las salidas, etc.

Debe ser establecido de tal manera que se lea fácilmente, y que pueda servir de base a la codificación directa de las instrucciones del programa, trabajo que puede ser ejecutado por un "programador" que ni siquiera esté iniciado en el caso de que se trate.

A partir de este momento, ya no queda más que pasar a la *codificación de las instrucciones*, es decir, traducir el organigrama detallado en "lenguaje máquina". Si el organigrama ha sido establecido cuidadosamente y si refleja en sus menores detalles todo el razonamiento que la máquina deba seguir, el trabajo es fácil y rápido.

El programador alinea las instrucciones, unas a continuación de otras, sobre las "hojas de programación" que servirán de base para la perforación de las "fichas de instrucciones", a razón de una ficha por instrucción generalmente. La totalidad constituye el programa-máquina propiamente dicho.

Las fichas-instructoras sirven para inscribir el programa en una parte de la memoria central del ordenador, con lo que éste queda en condiciones de tratar el caso si se le proporcionan los datos y si se le indica la situación de la primera instrucción a ejecutar, con ayuda de una "ficha exploradora de comienzo de programa" (*carte chercheuse départ programme*) o por medio del puesto de mando.

Es evidente que antes de poderse servir del programa para los trabajos reales, es preciso quedar convencido de que no contiene ningún error, sea de programación, sea de lógica. Hay, pues, que comprobarlo, ensayarlo y ponerlo a punto definitivamente.

A tal efecto, se realiza una *operación de ensayo* constituida por fichas de datos ficticios. Esa operación prevé todos los casos que pueden presentarse en el curso de la operación real, a fin de hacer "trabajar" sistemáticamente a todos los elementos del programa. Los resultados obtenidos por el ordenador se comparan con los conocidos por anticipado.

En resumen, *las diferentes etapas de la elaboración de un programa para un ordenador son las siguientes:*

- revelar todos los elementos que intervienen en el caso a tratar;
- establecer el organigrama general;
- idem el organigrama de detalle;
- codificar las instrucciones para la máquina;
- ensayar y poner a punto el programa;
- poner en marcha la aplicación, es decir, vigilar al principio el funcionamiento del programa y los resultados que se vayan obteniendo, a fin de cerciorarse de que ningún imprevisto los perturba.

Lenguaje simbólico y lenguaje de la máquina

Se ha visto que la codificación de las instrucciones tiene lugar a partir del organigrama detallado, y que consistía en alinear una tras otra las instrucciones del programa. Se ha visto, por otra parte, que esas instrucciones se componen de dos elementos principales, redactados en códigos cifrados comprensibles por la máquina, y que deben responder a estas dos cuestiones: "¿qué hacer?" y "¿con qué?".

Si se hace uso de los códigos cifrados directamente utilizables por la máquina, se dice que el programa está escrito en "lenguaje-máquina". Esto presenta, no obstante, un inconveniente para el operador que desea "leer" el programa, en el momento de ponerlo a punto por ejemplo, pues esta sucesión de cifras es frecuentemente difícil de interpretar,

sobre todo si se trata de un programa complejo. El operador debe hacer entonces un esfuerzo mental para retener la significación de los códigos que constituyen las instrucciones.

Esta es la razón por la cual algunos ordenadores pueden tramitar programas redactados en "lenguaje simbólico". En lugar de que los códigos designen operaciones por medio de cifras y los operativos (*operands*) por distintivos (*addresses*) de memorias, se las puede designar por símbolos:

ADD = adición.
 MUL = multiplicación.
 SOU = substracción.
 CN = comparación.
 LEC/PFO = lectura o perforación de fichas, etc.

Del mismo modo:

ASC designa la memoria en la que se inscribe el saldo anterior de capital.

INTER designa la memoria en la que se inscribe un interés calculado.

CUMUL designa la memoria en la que se inscribe un cúmulo de datos, etc.

Al proceder a la redacción del programa, el programador no se sirve de códigos numéricos, sino de símbolos *mnemónicos*, lo que hace el programa así redactado más comprensible por el que lo ha de leer. Este comprende más fácilmente lo que se desliza en el programa. En cálculo científico, por ejemplo, se puede escribir, por tanto, una fórmula completa —en forma un poco normalizada—, y la máquina la utilizará automáticamente.

En caso de empleo del lenguaje simbólico, el procedimiento a seguir es el siguiente:

- redacción del programa en lenguaje simbólico;
- perforación de tales instrucciones en las fichas;
- traducción del lenguaje simbólico al lenguaje-máquina, con ayuda del ordenador ejecutor de un programa especial. Así se obtiene un nuevo programa expresado en lenguaje-máquina;
- ensayo y puesta a punto del programa.

No siendo susceptible la máquina más que de lenguaje codificado, se hace preciso, por consiguiente, traducir los símbolos en códigos para obtener un programa asequible al ordenador. Esta traducción la realiza la misma máquina de la siguiente manera:

- se recoge en su memoria un programa especial de traducción;
- se mantienen las fichas de instrucciones en lenguaje simbólico;
- el ordenador traduce cada instrucción en lenguaje-máquina y perfora la traducción en la ficha que contiene la instrucción en lenguaje simbólico;
- a la terminación de este pasaje, se imprimen las fichas así cumplimentadas y se obtiene una lista que da las dos expresiones de cada instrucción del programa: la simbólica, comprensible por el operador, y la cifrada, comprensible por la máquina;
- las fichas así obtenidas constituyen el programa definitivo.

* * *

N. DEL T.—El autor del artículo da a continuación unos “ejemplos de aplicación de ordenadores” de entre los extremadamente numerosos y diversos que —como él mismo dice— son posibles. Y agrega que, con ello, no pretende dar ejemplos típicos, sino exponer cómo, en realidad, se puede emplear un ordenador para manejar rápidamente grandes masas de informaciones y cómo funciona cada unidad para llegar a la obtención de los resultados finales deseados. Como lo expuesto parece estar suficientemente claro, nos permitimos prescindir de tales ejemplos que, a nuestro juicio, implicarían redundancia.

Sin embargo, no queremos terminar sin exponer la sugerencia de la aplicación a la tramitación de los datos que proporciona la industria del seguro, disponiendo la “proposición” o solicitud de seguro de forma tal que pueda ser *leída ópticamente*, convirtiendo automáticamente los datos impresos al lenguaje de máquina y permitiendo, con ello, desde la emisión de la póliza hasta la formulación de todos los demás estados y documentos que se derivan —primero— de dicha emisión y —luego— de la emisión de los recibos de cartera.