

Los equipos electrónicos digitales y sus aplicaciones en la Administración financiera

Por LEONCIO FERNÁNDEZ MAROTO

Pericial de Contabilidad del Estado, Ex-Fellow del «Bureau of Technical Assistance Operations», Organización de Naciones Unidas

INTRODUCCIÓN.

Una de las facetas más espectaculares en los avances técnicos de la hora actual es la aparición de los equipos electrónicos de cálculo y sistematización de datos, llamados popularmente “cerebros electrónicos”. Concebidos en principio para realizar trabajos de tipo científico y aplicaciones militares, descubriéronse después sus grandes posibilidades en la sistematización y proceso de datos relativos a multitud de cuestiones de orden técnico y práctico, así como en la automatización y control de la producción. Su empleo y aplicaciones han crecido de manera extraordinaria en los últimos años, obligando a esperar con fundamento que en un futuro próximo crecerán a ritmo aún mayor. Su eficacia es muy grande, y su velocidad de trabajo, inherente a la estructura electrónica, alcanza límites realmente fantásticos.

El objeto de este artículo, orientado hacia las aplicaciones de los referidos equipos en la Administración financiera, es contribuir a extender el conocimiento sobre el tema, que creemos de indudable actualidad e interés y con grandes posibilidades futuras de desarrollo. Quisiéramos que la dimensión relativamente reducida del presente trabajo y las limitadas posibilidades de quien lo escribe, no fueran obstáculo para

suscitar en algún lector interés y deseo de ampliar por sí mismo las breves nociones y sugerencias que expondremos, y contribuir al desarrollo posterior de alguna aplicación útil a la Administración española. Ello colmaría la aspiración del autor de estas líneas, cuya labor al escribirlas no ha sido otra que un intento de exposición sintética y coherente de la materia, cuya bibliografía es, por hoy, muy escasa entre nosotros.

Hemos considerado conveniente anteponer a la exposición de las aplicaciones unas ideas de tipo general acerca de la naturaleza de las máquinas referidas, por estimar que ayudarán a comprender sus posibilidades, y, al propio tiempo, sus limitaciones. Advirtamos, de paso, que los "programmers" o programadores de las máquinas, si bien no tienen necesidad de conocer a fondo la tecnología electrónica que sirve de base a su construcción, sí deben poseer detallados conocimientos de las características generales y posibilidades de los equipos, aparte de dominar su específico cometido en la programación, que ha dado lugar al nacimiento de una nueva profesión especializada.

Después del examen de algunas aplicaciones de los equipos a cuestiones de la Administración financiera, terminaremos el trabajo con una somera referencia a algunas de las cuestiones generales que aquella aplicación presenta, y dando una breve reseña bibliográfica con el propósito de orientar a quien lo necesite y desee proseguir sus lecturas sobre el tema.

I. GENERALIDADES ACERCA DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE CÁLCULO Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS.

A modo de brevísimas referencias históricas, diremos que, prescindiendo de más remotos antecedentes, como las máquinas aritméticas de Pascal y Leibnitz, y los artificios de cálculo ideados en el siglo pasado por el matemático británico Charles Babbage, los equipos automáticos de cálculo hicieron su aparición al principio de la década que comienza en 1940. Su funcionamiento se basaba en el sistema de tarjetas perforadas patentado en 1889 por el doctor Herman Hollerith. El progreso realizado desde la primera de las fechas citadas hasta la hora

presente es extraordinario, debiéndose ello, entre otros motivos, a la sustitución de los componentes electromecánicos de las máquinas por los electrónicos, con velocidad de funcionamiento enormemente mayor, y al desarrollo de perfeccionadas y potentes “memorias” o unidades de almacenamiento de datos e instrucciones.

Los equipos electrónicos actuales se dividen hoy en dos grandes grupos, de características suficientemente diferenciadas: las máquinas “analógicas” y las “digitales”. En las primeras el cálculo se realiza, no directamente con los números que son objeto del mismo, sino con magnitudes físicas variables de manera continua y proporcionales a ellos, tales como una longitud, una tensión eléctrica, o el desplazamiento angular de una aguja indicadora. Las operaciones matemáticas se llevan a cabo mediante el funcionamiento de órganos electromecánicos o electrónicos adecuados, y, por la misma naturaleza de su construcción, los resultados alcanzan solamente cierto grado de precisión, suficiente para los propósitos previstos. No insistiremos más en este tipo de máquinas, por no interesar a nuestros fines.

Las máquinas digitales operan, en contraposición a las analógicas, con los mismos números, en forma semejante a las calculadoras corrientes, es decir, realizando con ellos las operaciones aritméticas fundamentales y algunas otras de tipo lógico, todo ello por medio de combinaciones de circuitos eléctricos elementales que tienen como principio de su funcionamiento el sistema de numeración de base 2 o binario. La justificación, desde el punto de vista físico y técnico, del empleo de este sistema reside en el hecho fundamental de que los elementos componentes de dichas máquinas—tubos electrónicos, circuitos, núcleos magnéticos, etc—, presentan en su funcionamiento dos únicos estados: el de conducción o interrupción de los impulsos eléctricos, la presencia o ausencia de corriente, la magnetización en un sentido, o en el contrario, etc. Si se recuerda que el sistema binario de numeración sólo utiliza dos cifras: cero (0) y uno (1), para representar todos los números, se intuye la adecuación y correspondencia de esos dos únicos estados físicos a que acabamos de aludir, con estos

símbolos numéricos que son los pilares fundamentales del sistema de numeración de base dos, y la posibilidad, que la técnica de hoy ha realizado con éxito, de utilizar esa correspondencia para realizar las operaciones aritméticas. Hay máquinas que trabajan en sistema binario puro; otras utilizan para la representación de los datos numéricos diferentes sistemas o códigos, basados en la estructura binaria, pero distintos del sistema binario en sentido estricto. La representación de los caracteres alfabéticos y especiales complementarios, tales como signos de puntuación, abreviatura, etc., se realiza también mediante los referidos códigos, que suelen variar en los diferentes tipos de máquinas.

Las máquinas electrónicas actuales son totalmente automáticas en la secuencia de sus operaciones, ya que, al realizarse éstas a velocidades que se miden en milésimas o millonésimas partes de segundo (milisegundos o microsegundos, respectivamente), sería absurda la intervención de personas, lo que por lo menos requeriría varios segundos, para decidir dicha secuencia o para registrar los datos intermedios. Esta última función se cumple por las unidades de "memoria" de las que después hablaremos.

Describamos someramente la organización típica de los actuales equipos de cálculo y sistematización de datos, con ayuda del esquema gráfico de la figura 1.

En este esquema están representadas las diversas unidades del supuesto equipo, cuyos nombres se detallan, y cuyas funciones vamos a describir a continuación.

La unidad de "entrada" cumple la función de introducir en la máquina la información que ha de ser "procesada" con posterioridad, realizando así una misión que guarda cierta analogía con la del teclado de una calculadora corriente. Dicha información puede estar contenida en los diversos medios que actualmente se utilizan para ello, por ejemplo, tarjetas perforadas, cinta perforada de papel o cinta magnética. Esta última es el medio más veloz, pues permite almacenar hasta unos 300.000 caracteres por segundo. La información de que aquí se trata puede revestir diversas modalidades: números, palabras, "instrucciones" para la actuación de la máquina, etc.

La unidad de "memoria" realiza la importante función de almacenar la información utilizada por la máquina, y como dice E. W. Martin (1): "La complejidad de los problemas que una máquina puede resolver y la velocidad a que la misma funciona están determinadas principalmente por el tamaño y velocidad de la memoria". La memoria es realmente el centro nervioso del sistema. Como muchas veces no es conveniente, desde el punto de vista técnico o económico, que un equipo posea una memoria de gran capacidad, que al propio tiempo sea de alta velocidad, suele disponerse de unidades auxiliares de memoria (véase fig. 1), de capacidad mayor que la unidad principal, pero más lentas.

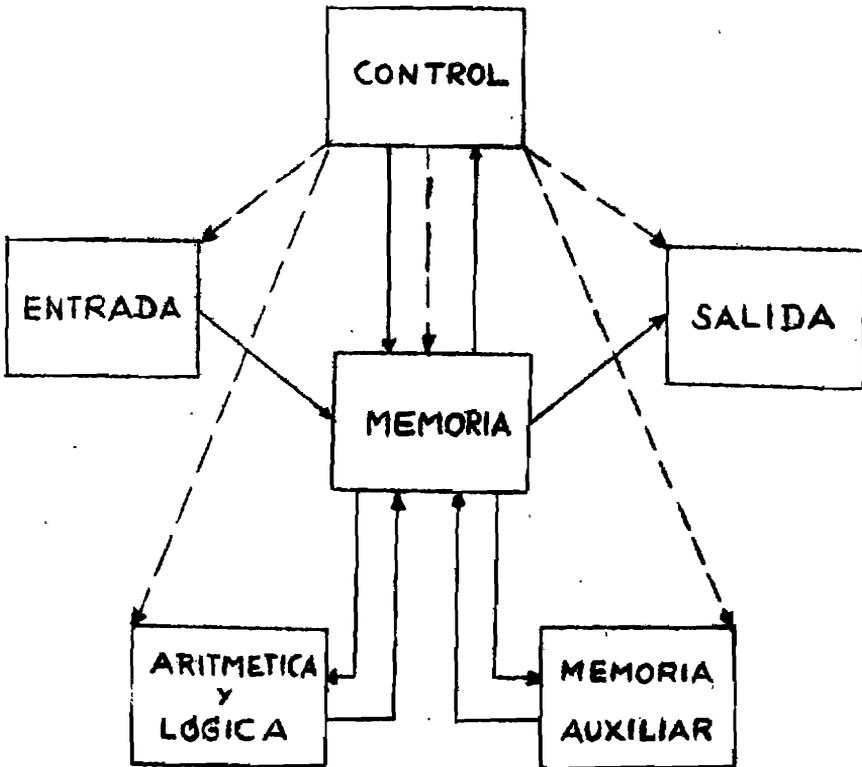


Fig. 1

(1) E. WAINRIGHT MARTIN, Jr.: "Electronic Data Processing". Homewood, Illinois, 1961. Pág. 87.

Detallaremos a continuación algunos de los sistemas actuales de memoria, pero antes es conveniente aclarar que por capacidad o tamaño de la misma se entiende el número de caracteres o "palabras" que puede almacenar. Los caracteres son números, letras o símbolos especiales de puntuación y abreviatura más corrientes. Por "palabra" a estos efectos se entiende un grupo, que suele ser de diez a doce caracteres, y que muchos equipos utilizan como unidad de información. Otro factor importante es el "tiempo de acceso" a la memoria, es decir, el que requiere para obtener información o para almacenarla.

Entre otros tipos de artificios básicos para la construcción de memorias, se utilizan hoy los tambores o cilindros magnéticos y los núcleos magnéticos. Los primeros, ampliamente utilizados por su menor coste y relativamente rápido tiempo de acceso, son cilindros giratorios en torno a su eje, y revestidos de una superficie exterior de material ferromagnético, en la que cabezas grabadoras o lectoras acumulan o toman la información en pistas o canales del cilindro, mediante impulsos eléctricos. Los núcleos son pequeños anillos de material ferromagnético dispuestos en redes de hilos conductores, que permiten magnetizarlos en un sentido o en otro, dando así lugar a un sistema binario de almacenaje de información, que, con otra modalidad se emplea también en los cilindros magnéticos.

Las memorias de tambor magnético tienen un tiempo medio de acceso de 1 a 20 milisegundos, aproximadamente, en tanto que las de núcleo magnético lo tienen de 2 a 50 microsegundos, es decir, son muchísimo más rápidas.

Determinados tipos de equipos electrónicos utilizan como memorias auxiliares un sistema de discos magnéticos de gran capacidad, pero cuyo tiempo medio de acceso es mucho mayor que los sistemas antes aludidos. Estos discos, así como la cinta magnética y cilindros grandes con lenta velocidad de giro, se utilizan como archivos de información con capacidad y tiempo de acceso variables. Es preciso distinguir entre ellos los que, como la cinta magnética, son de acceso secuencial ("sequential access files"), es decir, que para "leer" la información que contienen, se necesita hacerlo en el orden en que la misma fue

registrada, y los de acceso aleatorio o directo (“random or direct access files”), como los discos magnéticos, en los que cualquier sector de la información contenida es accesible sin necesidad de explorar los demás. Las memorias principales de núcleos magnéticos son también de acceso directo, muy rápido, como antes hemos indicado.

Las unidades principales de memoria en los equipos electrónicos modernos no solamente almacenan datos constituidos por caracteres alfabéticos, numéricos o especiales, sino también instrucciones para el funcionamiento de la propia máquina. De aquí la denominación de equipos de “programa almacenados” (“stored program”). Estas instrucciones están formadas por el código de operación, que determina el tipo de función a realizar por la máquina (sumar, multiplicar, leer, bifurcar, etc.), y la dirección o direcciones, que especifican los lugares de almacenamiento en memoria que han de ser usados en dicha función. Estas direcciones son realmente los números asignados a las posiciones ocupadas en la memoria por los datos o resultados de la operación realizada. La flexibilidad operativa de las máquinas de programa almacenado significó un gran avance en la tecnología de los equipos de cálculo y sistematización de datos. Hoy es posible que una misma máquina, supuestas las condiciones necesarias y suficientes de capacidad, realice trabajos tan distintos como son la inversión de una matriz o la resolución de una ecuación algebraica, y el registro totalmente actualizado de las operaciones contables de un inventario o de un presupuesto. Sólo se requiere para ello el cambio pertinente de programa, su inserción en la memoria de la máquina, a través de la unidad de entrada, y el suministro de los datos básicos propios de cada problema.

Otro rasgo demostrativo de la flexibilidad de funcionamiento a que nos hemos referido es la posibilidad que las máquinas tienen de modificar sus propias instrucciones por medio de artificios operativos especiales, tales como los “index registers” y los métodos de “indirect addressing”, a los que solamente podemos aludir aquí.

La unidad aritmética y lógica, también llamada unidad sistematizadora o unidad central de proceso, es la que, como su

nombre indica, realiza por medio de un sistema de circuitos adecuados las operaciones con los datos de la información que ha almacenado la memoria de la máquina. Así, pues, esta unidad suma, resta, multiplica, divide, etc., y también lleva acabo operaciones lógicas de tipo sencillo, tales como la comparación de dos números, que puede servir de base al cambio o bifurcación en la secuencia de un programa de la máquina. En este sentido cabe decir que la máquina es capaz de "tomar decisiones", pero no debe olvidarse que realmente esas "decisiones" fueron tomadas por la persona que estableció el programa. La velocidad de la unidad aritmético-lógica varía según el tamaño y el precio de la máquina. Se usa frecuentemente como índice de medida de esa velocidad el tiempo invertido en realizar la multiplicación. Este tiempo se mide en milisegundos, pero no puede, sin embargo, estimarse como una medida de precisión indicadora de las posibilidades de la máquina, ya que intervienen en ello más factores, como la velocidad de otras operaciones, la de las unidades de entrada y salida, etc.

La finalidad de la unidad de salida es la de recoger el resultado del cálculo o sistematización de datos y darle forma conveniente para su utilización posterior. Este cometido lo realizan distintos tipos de medios: máquinas de escribir eléctricas, máquinas impresoras, tarjetas perforadas, cinta magnética, etc., que actúan a diferentes velocidades.

Finalmente, la unidad de control tiene como misión dirigir y coordinar el funcionamiento de la totalidad del sistema anteriormente descrito, de acuerdo con el orden establecido en el programa correspondiente.

La importancia del concepto de "programa" justifica que dediquemos a él alguna atención. Por programa se entiende, en general, la serie de instrucciones que se preparan para regir la actuación de un equipo de cálculo y sistematización de datos, con objeto de resolver un problema determinado. La programación se lleva a cabo descomponiendo el problema en una sucesión de fases o pasos, a cada uno de los cuales pueden aplicarse las operaciones específicas que la máquina puede realizar. Queda dicho con ello que los programadores, como ya apuntamos al principio, necesitan un conocimiento detallado

de las posibilidades operativas del equipo utilizado. Pero ello no basta, pues un buen programador debe dominar la técnica de su cometido en forma que le permita componer los programas de la manera más eficiente a los fines que persiga la aplicación concreta estudiada. Y esto no es fácil, por la gran complejidad que dicha labor, en general, presenta y que demanda el empleo de largos períodos de tiempo para su realización. Vemos así una compensación a las extremadas velocidades internas de trabajo de los equipos electrónicos.

Los programas suelen esquematizarse mediante gráficos de proceso, que al ofrecer su imagen sintética, facilitan la comprensión de sus pasos sucesivos, alternativas, excepciones, decisiones, etcétera. La conversión de un gráfico de proceso en las instrucciones detalladas de un determinado tipo de máquina suele denominarse "codificación".

Las máquinas realizan normalmente su trabajo ejecutando la primera instrucción del programa, localizando la segunda y ejecutándola, y así sucesivamente hasta la terminación de éste.

Como ilustración deliberadamente simplificada y sin pretensión alguna de precisión ni adecuación a la realidad del proceso a que se refiere, presentamos en la figura 2 un gráfico referente a las operaciones de ingresos y pagos en el presupuesto de una entidad administrativa. En él pueden apreciarse la secuencia lógica y los diversos pasos del imaginario programa trazado para reflejar dichas operaciones, con enunciado sintético que se contiene en diferentes tipos de figuras geométricas sencillas, cuya diversidad responde a la diferente naturaleza de las operaciones. La notación gráfica de programación, como muchas otras cuestiones referentes a los equipos electrónicos, no está unificada en la actualidad. Se están realizando esfuerzos con objeto de simplificar la programación y codificación mediante sistemas simbólicos y mnemotécnicos que las faciliten, con objeto de incrementar y extender las posibilidades de uso de las máquinas.

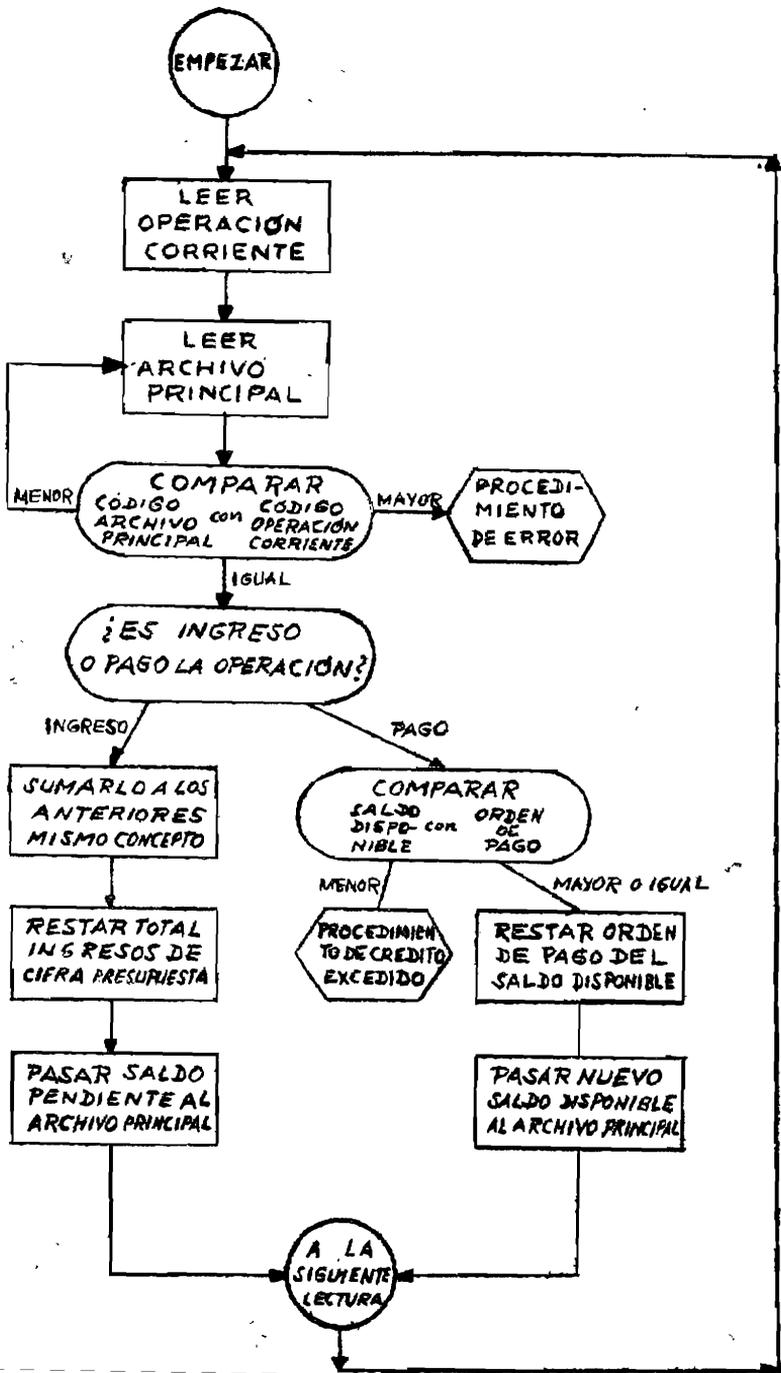


Fig. 2

La gran velocidad de las unidades centrales de proceso en los equipos electrónicos hace necesario el poner la información que a ellas se suministra en forma adecuada para su sistematización y cálculo, y a su vez, transformar el resultado obtenido en información para uso corriente. De una manera gráfica, pudiéramos decir que es preciso traducir la información al lenguaje de la máquina, y descifrar después los resultados obtenidos en dicho lenguaje. Hemos rozado esta cuestión al referirnos a las unidades de entrada y salida; interesa ahora decir que las máquinas que realizan las transformaciones pertinentes pueden funcionar aisladamente con respecto al equipo, es decir, de una manera periférica e independiente, o bien ligadas al mismo de una manera continua en su funcionamiento. Es lo que los autores norteamericanos designan, respectivamente, con el nombre de unidades "off-line" y "on line". El gran costo de las unidades de memoria y cálculo demanda su utilización con la mayor continuidad posible, para conseguir mayor aprovechamiento y eficiencia productiva en el equipo. Así se justifica la existencia de equipo periférico independiente. Otras aplicaciones, no obstante, demandan la sistematización que pudiéramos llamar ligada o en línea. Ello depende del tipo de problema de que se trate. Vemos, pues, la gran importancia, desde el punto de vista de la organización y estudio de las aplicaciones, que hay que atribuir al contraste entre la velocidad interna de trabajo de las máquinas y la de los procesos de entrada y salida de información en las mismas, que son mucho más lentos.

En la actualidad, la cinta magnética es el medio más usado como archivo principal de datos de gran capacidad. También se usa como medio de suministrar información y de recogerla. Pero tiene el principal inconveniente de su obligado acceso y reproducción secuenciales. Existen técnicas para obviar esta circunstancia.

Los artificios de memoria auxiliar de acceso aleatorio o directo, por ejemplo los discos magnéticos, son utilizados para contener el archivo básico o principal en aplicaciones en que interesa la sistematización ligada o en línea: es decir, que los movimientos de operaciones pueden registrarse y procesarse en

cualquier orden en que se presenten, y no necesitan ni ordenarse ni acumularse previamente. En estos casos puede interrogarse a la máquina por medio de adecuadas estaciones de consulta, pudiendo conocerse de este modo en forma prácticamente instantánea el estado de cualquier operación que interese en particular, aparte, naturalmente, de los informes normales cuya rendición haya sido establecida.

Siendo muy semejante la estructura interna de los equipos electrónicos de cálculo y sistematización que se construyen en la actualidad, se comprende que cualquiera de ellos puede ser utilizado para resolver un determinado problema; es decir, que potencialmente y desde el punto de vista teórico, todos tienen capacidad para resolver un problema cuya naturaleza le haga apto para ser resuelto mediante el cálculo y sistematización de sus datos básicos. Pero, naturalmente, la enorme diversidad de problemas de esta índole ha ido produciendo una diferenciación de los equipos construidos, según criterios técnicos y económicos. El tamaño y velocidad de la memoria, la clase, capacidad y rapidez de las unidades de entrada y salida, la velocidad operativa de la unidad central aritmético-lógica, etc., son características diferenciales que han de adecuarse a las características del problema a resolver, no pudiendo establecerse reglas apriorísticas en esta cuestión. Por lo general, los problemas científicos de cálculo se distinguen de los de proceso de datos en que aquéllos, frente a una información inicial o número de datos generalmente reducidos, presentan un proceso de cálculo de gran longitud y complicación, mientras que en éstos ocurre lo contrario, es decir, que la cuantía de la información o número de datos de entrada son, en general, grandes y no suele existir excesiva complicación en los cálculos a realizar con ellos.

Gran parte de los equipos que ofrece el mercado son de tipo general y pueden ser empleados para muy diversas aplicaciones. También sucede que un equipo determinado tiene varias posibilidades de configuración que permiten elegir aquella más conveniente a los fines perseguidos (2).

(2) Un ejemplo de esto es el equipo IBM 1401, fabricado por la Internacional Business Machines Corporation. Dicho equipo puede configurarse como un sistema de fichas perforadas, con tres unidades

Una diferenciación básica de los equipos actualmente ofrecidos en el mercado es la que los separa en los que están dotados de memoria de tambor magnético, con tiempo medio de acceso del orden de milisegundos, y los que utilizan memoria de núcleos magnéticos, en los que dicho tiempo es del orden de microsegundos.

Esquema bastante aceptado en Norteamérica como clasificación general de equipos electrónicos es el siguiente (3).

Equipos grandes.—El sistema usa cinta magnética, y trabaja a velocidades aritméticas del orden de microsegundos. El precio, en general, alcanza un millón de dólares o más.

Equipos medios.—El sistema usa cinta magnética y trabaja a velocidades aritméticas del orden de milisegundos. El intervalo de precios oscila de 500.000 a 1.000.000 de dólares.

Equipos pequeños.—No usan cinta magnética, pero son máquinas de programa almacenado.

Equipos diversos.—Calculadores con tarjetas perforadas y otras máquinas que no se incluyen en los grupos anteriores.

Damos con esto por terminadas las generalidades a que aludíamos en la introducción, y pasamos seguidamente a tratar

fundamentales: la central de cálculo y memoria, la lectora perforadora de fichas y una o dos impresoras; como sistema a cintas magnéticas, con las mismas unidades anteriores y las de cinta magnética, de una a diez; como sistema a discos magnéticos, en el que figura una memoria de esta clase y una estación de consulta, y como sistema a cintas y discos magnéticos, que reúne las características de los dos anteriores.

(3) Usada en el "Computer Census" y mencionada por E. WAINRIGHT MARTÍN, *op. cit.*, pág. 306.

Por su interés, no dudamos en transcribir casi literalmente el contenido de las páginas 307 a 309 de esta excelente obra, que amplían la clasificación básica expuesta, dando detalles más explícitos referentes a los diferentes tipos de máquinas que existen actualmente en los EE. UU. de Norteamérica.

Equipos pequeños.—Son relativamente moderados en su coste, pudiendo ser alquilados por precios que oscilan entre 2.000 y 7.000 dólares al mes. Aunque no operan con cintas magnéticas, tienen más posibilidades en unidades de entrada y salida que las calculadoras electrónicas pequeñas. En la categoría de equipos pequeños hay gran variedad de tipos que utilizan cinta de papel perforada de alta veloci-

algunas aplicaciones de las máquinas que nos ocupan en el ámbito de la Administración financiera.

II. APLICACIONES EN LA ADMINISTRACIÓN FINANCIERA.

La generalidad de las sistematizaciones y procesos de datos corrientes en la práctica comercial, industrial o administrativa, presentan características comunes, independientemente de que se lleven a cabo de manera manual, mecánica o con artificios

dad y tarjetas perforadas. Pueden citarse entre ellos el IBM 650 básico, el Dalatron 205, el Remington Rand Univac Solid-State 80 y 90, el Bendix G-15, con entrada y salida por tarjetas, y el IBM 1401. Muchas de estas máquinas están proyectadas para adaptarse a sistematizaciones de datos por tarjetas perforadas, pudiendo reemplazar, justificando así su coste, a los tipos de máquinas empleados que usan dichas tarjetas; por ejemplo, clasificadoras, máquinas de contabilidad, etc. A modo de ejemplo, pueden alquilarse por menos de 3.000 dólares mensuales un IBM 1401 que lee 800 tarjetas por minuto, perfora 250 tarjetas e imprime 600 líneas en el mismo tiempo. De esta manera un 1401 tiene la posibilidad de reemplazar tres máquinas 407 de contabilidad y un calculador 604 con neta reducción en el precio de alquiler.

Sistematizadores de archivos con cinta magnética.—Estas máquinas, cuyo precio de alquiler oscila entre 4.000 y 15.000 dólares por mes, sistematizan cintas magnéticas, pero no pueden conceptuarse como equipos grandes, porque, por ejemplo, pueden usar memoria de tambor magnético, o que sea demasiado reducida para programas complejos, o cintas más bien lentas. Muchas de estas máquinas son muy eficientes para sistematizaciones simples de archivos o ficheros de gran tamaño, pero de escaso movimiento, y otras pueden ser usadas como unidades de entrada o salida "off-line" en instalaciones de equipos grandes. Ejemplos de equipos en esta clasificación son el Burroughs Datatron 205, los IBM 650 y 1401 y el Remington Rand Univac Solid State 80 y 90; todos ellos con unidades de cinta magnética.

Sistematizadores de archivos de acceso directo.—Estas máquinas, cuyo alquiler oscila entre 2.000 y 10.000 dólares al mes, están proyectadas para sistematizar operaciones referentes a un archivo básico de acceso directo. La mayor parte de ellas son más bien lentas en capacidad y cálculo, y están diseñadas para la sistematización en línea de operaciones a velocidades de 5 a 20 transacciones por minuto. Entre ellas figuran el RCA 301, IBM RAMAC 305, el Remington Rand File

electrónicos. He aquí cómo Mac Cracken Weiss y Lee (3) describen esas características:

1. La mayor parte de la información debe ser "registrada", en principio. Esa información puede tener muy diversos orígenes y puede registrarse en cualquiera de los diferentes medios al efecto usados: papel, cinta de papel, tarjetas perforadas, cinta magnética, etc.

2. La información registrada se necesita usualmente en lugares distintos al de origen, por lo cual se requieren "medios de comunicación", que corrientemente consisten en el movi-

Computer, el Burroughs Datatron 205 con Datafiles, el Royal MacBee RPC-9000 y el IBM 1401 con archivos RAM.

Equipos grandes.—Con precios de alquiler entre 15.000 y 50.000 dólares al mes, estas máquinas sistematizan corrientemente cintas magnéticas a velocidades que van de 20.000 a 100.000 caracteres por segundo, y ejecutan entre 5.000 y 30.000 instrucciones por segundo. Muchas de ellas son máquinas estructuradas en bloques componentes de ensamblaje variable, cuyas unidades de entrada y salida número de "buffers" (artificios intermedios de memoria), y tamaño de la memoria pueden ser acomodadas a las necesidades de cada instalación, pudiendo así ciertas configuraciones servir como equipos de tipo científico. En esta categoría están el RCA 501, el Minneapolis Haneywell 800, el Burroughs Datatron 220, el IBM 7070 y 7080, el Bendix G-20, el Remington Rand Univac II y el General Electric 225.

Equipos de alta velocidad.—Con alquiler desde 25.000 dólares al mes, estas máquinas están proyectadas usualmente para rendir una gran velocidad de cálculo como objetivo preferente, realizando desde 30.000 hasta aproximadamente 1.000.000 de cálculos por segundo. También muchas de ellas están estructuradas en bloques componentes, y algunas de las más poderosas incluyen más que una unidad de proceso entre dichos bloques, de tal modo que las funciones de cálculo pueden ser realizadas en paralelo, o bien varios problemas pueden resolverse simultáneamente. Así como algunas configuraciones de los equipos grandes de sistematización pueden usarse efectivamente como calculadores científicos, también pueden los equipos de alta velocidad, con artificios rápidos de entrada y salida, ser eficientes en la sistematización de datos. En esta categoría están los equipos Remington Rand Univac Scientific 1103 y 1105, los IBM 709 y 7090, el Control Data 1604, el Philco Transac S-2000, el Remington Rand LARC y el sistema IBM STRETCH.

(3) MC CRACKEN, WEISS y LESS "Programming Business Computers". Nueva York, 1960, pág. 5.

miento manual de los documentos, aunque el uso de técnicas como la transmisión por teletipo está creciendo rápidamente.

3. La información debe ser "almacenada", bien en la forma en que originalmente se registró o pasando a través de diferentes formas durante su proceso. Por ejemplo, puede ser registrada inicialmente a mano en un documento, perforada después en tarjetas, convertida luego en cinta magnética, procesada por un calculador y, finalmente, trasladada a un informe impreso.

4. La información debe, por lo general, "procesarse" para ponerla en una forma más útil. Por ejemplo, mediante operaciones aritméticas, tales como el cálculo del salario de un trabajador a partir de los datos de horas en que trabajó y categoría laboral, o bien mediante clasificación en determinada secuencia; mediante resúmenes, etc.

5. La información procesada debe "transformarse" en forma adecuada al uso definitivo que haya de hacerse de ella, produciéndose determinadas modalidades de informes o documentos de finalidad operativa o planificadora.

Obsérvese que existe cierta correspondencia entre las diversas funciones a realizar con la información que acaban de ser descritas y la composición básica de los equipos de sistematización y proceso de datos a que nos hemos referido anteriormente.

En el ámbito de la Administración financiera hay actividades y cometidos típicos con estructura de características análogas a las expuestas, y por ello apropiadas en principio para la aplicación de los equipos electrónicos, que en este campo, como en tantos otros, han irrumpido con toda la fuerza expansiva que caracteriza su presencia en el panorama del progreso técnico contemporáneo.

Es diferente el grado de experiencia que actualmente se posee en las referidas aplicaciones, y algunas de ellas están sólo iniciadas o en proyecto. Sin propósito alguno exhaustivo, examinaremos a continuación varios ejemplos.

a) *Nóminas.*

La ampliación de los equipos electrónicos de cálculo y sistematización al problema práctico de la confección de nóminas

está contrastada ya por experiencias de satisfactorio resultado. Las características operativas de las referidas máquinas las hacen apropiadas a la labor planteada en este caso concreto, ya que, según los programas establecidos, realizan el cálculo de los devengos y las deducciones existentes, imprimiendo después distintos tipos de documentos, incluidos los de pago por las cantidades líquidas resultantes.

La estructura y configuración del equipo utilizado depende del volumen y modalidad del trabajo a realizar. En ésta, como en todas las aplicaciones de los equipos electrónicos, no pueden establecerse reglas generales, y debe efectuarse un detenidísimo estudio previo sobre las posibilidades de realización eficiente de los propósitos perseguidos, estudio al que más tarde aludiremos. La confección mecánica de nóminas se lleva en muchos casos a cabo por medio de máquinas corrientes de fichas perforadas, de una manera económica y eficiente, y el empleo, bastante más costoso, de equipos electrónicos con este mismo fin, debe estar aconsejado técnica y económicamente por un gran volumen de operaciones y motivos de productividad que en cada caso habrán de justificarse de manera clara. La Ford Motor Company usa un equipo electrónico grande para preparar una nómina de unas cien mil personas, en la zona de Detroit (Estados Unidos), con ahorro de varios cientos de miles de dólares al año. El Estado de Nueva York confecciona nóminas que comprenden similar número de perceptores, utilizando un calculador IBM 650.

En consecuencia, se comprende que la utilización de una u otra clase de equipos (fichas perforadas, discos, cinta, etc), habrá de ser decidida en función de los resultados del estudio referido. La gran capacidad de almacenamiento de la cinta magnética la hace especialmente adecuada para la realización y mantenimiento de grandes archivos con todos los datos del personal que interesan a efectos de confección de las nóminas, o incluso con datos de distinto carácter que pueden interesar a otras finalidades. La modificación de los datos contenidos se lleva a cabo mediante técnicas especiales establecidas para los archivos de tipo secuencial.

La labor de confección de nóminas en el ámbito estatal de nuestro país no afecta solamente a la Administración financiera, sino a toda la Administración del Estado en general. Por supuesto que el número conjunto de perceptores justificaría sobradamente y quizá haría económico el establecimiento de un sistema electrónico de elaboración de nóminas y documentos de pago, aunque creemos aventurada cualquier afirmación absoluta en esta materia, y es indiscutible que una centralización total, suponiendo que fuese practicable, ofrecería al lado de ciertas ventajas, no pequeños inconvenientes, entre ellos el de la coincidencia de los días de pago, que produciría una sobrecarga enorme de labor (4). Por ello, quizá ofreciera mayor ventaja una centralización a escala ministerial, en aquellos casos en que estuviera justificada, o bien para percepciones con uniformidad suficiente, aunque se refiriesen a diversos departamentos. Parece evidente la necesidad de cierta unificación de percepciones que remedie la anárquica situación actual de diversidad en las mismas, homogeneizándolas, y haciendo así posible el empleo eficaz y rentable de los equipos electrónicos. Probablemente, se haría necesaria la modificación de preceptos legales y reglamentados hoy vigentes. En todo caso, he aquí un amplio campo de investigación de gran interés para la Administración española.

b) *Presupuestos.*

Contrariamente a lo que sucede con la confección de nóminas, creemos que, en general, la aplicación de los equipos digitales de cálculo y sistematización de datos a la labor de contabilización y control de la ejecución de los presupuestos estatales se halla aún en una fase preliminar de concepción y estudio de sistemas, influida por los problemas de orden técnico y económico que dicha aplicación plantea. En un reciente

(4) Véase "La centralización en la elaboración automática de datos". Nota informativa extracto del artículo "Why not centralise? (A current A. P. D. question) publicado en la revista inglesa *C. M.* "Documentación Administrativa", núm. 28, pág. 82.

informe norteamericano (5), se contiene la recomendación siguiente: "La Oficina del Presupuesto y otras dependencias del Gobierno deberán considerar la posibilidad de usar equipos electrónicos de sistematización de datos para acelerar y mejorar los procesos de preparación del Presupuesto".

Por lo expuesto, se comprenderá fácilmente que aquí solamente podamos aportar en relación a este problema consideraciones de carácter general y a grandes rasgos; es decir, algo bien distinto del muy detenido estudio que debería preceder a la decisión relativa a un caso concreto. Estamos, no obstante, convencidos de que sólo es cuestión de tiempo, y no mucho, la automatización de las fases contables en la ejecución y control de los presupuestos estatales, y en general, de los administrativos.

Observemos primeramente que, en conjunto, el proceso presupuestario presenta las características de un caso típico de sistematización de datos informativos, con cálculos poco complicados, pero con cuantía de operaciones y datos muy elevada. El flujo esquemático de la información se ajusta con bastante exactitud a la pauta a que anteriormente hemos aludido, ya que, dejando aparte las previsiones de recursos y los créditos concedidos para gastos, que deben considerarse como la información inicial suministrada al sistema, existen posteriormente las diversas fases de realización de los ingresos y pagos, cuyo reflejo es la información recogida en las Oficinas regionales o provinciales, que debe ser transmitida a la Oficina central correspondiente. Esta almacena la información recibida y la elabora de acuerdo con las normas establecidas (un ejemplo simplificado es el gráfico de la figura 2), produciendo después, a partir de los resultados obtenidos, el tipo de estados numéricos e informes que requieran las disposiciones vigentes o las directrices de la superioridad.

Debe subrayarse también la analogía que existe, "grosso modo", entre la evolución contable de un presupuesto de tipo administrativo y la de un inventario. En efecto, las existencias

(5) "Report on the use of electronic data-processing equipment in the Federal Government", United States Government Printing Office, Washington, 1960, pág. 4.

iniciales de éste equivalen a las cifras de previsiones de recursos y a los créditos concedidos para gastos en aquél. Las operaciones de compra y venta del inventario pueden asimilarse a la realización de los ingresos y los pagos en el presupuesto, y los saldos pendientes de ingreso y pago en el último tienen su correspondencia en las existencias del primero al finalizar el ejercicio contable.

Las consideraciones anteriores ponen de relieve que la concepción teórico-esquemática de un sistema electrónico de elaboración de datos aplicado a la contabilización y control de la ejecución del presupuesto es sencilla: un equipo de características apropiadas situado centralmente podría recoger, almacenar y elaborar la información transmitida por las oficinas regionales o provinciales y referente a las diversas fases de ejecución de los ingresos y los pagos, tratando esta información de manera automática, modificando el archivo principal en consonancia con las operaciones realizadas, e imprimiendo los informes necesarios, bien sean periódicos y generales o referentes a consultas formuladas y casos de excepción. No parece necesario decir que la eficiencia que supondría la realización de este esquema organizativo estaría muy por encima de la lograda por los procedimientos actuales, y permitiría un conocimiento preciso y máximamente actualizado de la situación presupuestaria en cualquier momento de cada ejercicio económico, suministrando así un instrumento de extraordinaria sensibilidad para la orientación de la política económico-financiera de la entidad que lo utilizase.

Aunque creemos que para llevar a la realidad la aplicación que nos ocupa no existen grandes dificultades de tipo técnico, sí habrían de plantearse problemas de selección del equipo apropiado. Por ello, quizá no esté de más una somera referencia a algunas de las cuestiones que tendrían que resolverse sobre la configuración técnica del sistema. Como medio de recogida de datos habría que decidir el empleo de cinta perforada de papel, tarjetas perforadas, cinta magnética, etc. La forma y condiciones en que esos datos fuesen transmitidos al equipo central deberían estudiarse con especial atención. Cabe a este respecto advertir que ya existe equipo para transmisión automática de

dátos numéricos a través de las líneas telefónicas. También es oportuno observar la reciente aparición de artificios de lectura directa, óptica y magnética, de caracteres impresos.

En la aplicación que nos ocupa, como en varias otras, los archivos principales de información son demasiado grandes para poder almacenarse en la memoria activa o interna de los equipos disponibles en la actualidad. Por ello, es preciso inclinarse en este caso hacia el empleo de memorias auxiliares del tipo de los discos magnéticos, o bien a utilizar la cinta magnética como archivo de datos. Con los primeros, podría lograrse la sistematización en línea; con la segunda habría que operar aplicando las técnicas para archivos secuenciales.

En un estudio sobre la posibilidad de realizar la aplicación de que tratamos ahora, deberá analizarse el sistema preexistente de manera completa, revisándolo al propio tiempo y proponiendo las modificaciones pertinentes en aquellos aspectos susceptibles de mejora, y las encaminadas a un mejor aprovechamiento de las posibilidades del equipo a utilizar. Una codificación eficiente de las partidas presupuestarias, con amplias previsiones respecto a posibles futuras modificaciones legales, sería necesaria. La cuantía y clase de la información contenida en los registros individuales en disco o cinta de cada partida presupuestaria habría de establecerse cuidadosamente, así como la diferenciación de las fases de ejecución del presupuesto, tanto en su vertiente de ingresos como en la de gastos.

La flexibilidad de programación de los equipos electrónicos permite la obtención de informes referentes sólo a los casos excepcionales que puedan presentarse, con arreglo a criterios previamente establecidos, en una aplicación determinada. Es lo que los autores norteamericanos denominan "management by exception". En un sistema presupuestario ésta es una posibilidad muy interesante, ya que su empleo puede permitir concentrar la atención de los directivos sobre aquellos conceptos de ingresos o gastos cuya evolución sea anormal, sin necesidad de ocuparse de los demás.

c) *Imposición fiscal.*

En principio, toda liquidación de impuestos cuyo desarrollo admita una programación realizable, puede ser llevada a cabo

per los equipos electrónicos con la eficacia y rapidez que los caracteriza, pero tal aplicación debe estar justificada por las características generales y el volumen de la labor en orden a una economicidad de empleo de los mismos, ya que como en el caso de las nóminas, el uso de medios mecánicos no totalmente automáticos ha permitido realizar con éxito cometidos de esta clase, a un coste menor.

En la administración federal norteamericana, el "Internal Revenue Service" tiene en marcha un vasto proyecto de automatización al que por su importancia, queremos referirnos con algún detalle. Es preciso aclarar ante todo, que el volumen de la labor de este servicio es extraordinariamente grande, y que ya existe en él cierto grado de mecanización. Pero las tendencias de crecimiento en los factores que determinan ese volumen, tales como la población y el nivel de actividad económica, han obligado a estudiar la aplicación de la poderosa herramienta que constituye la elaboración electrónica de datos, con el fin de hacer frente a la labor conjunta con mayor eficiencia que la lograda hasta el presente.

La organización actual del "Internal Revenue Service" consta de nueve regiones, que en total comprenden sesenta y dos oficinas de distrito, y éstas a su vez varios cientos de oficinas locales. El examen de la situación hoy vigente ha llevado a proyectar el establecimiento, en cada región, de un centro de servicio, el primero de los cuales, con carácter de piloto, se establece en Atlanta (Georgia); dichos centros de servicio revisarán, codificarán y editarán las declaraciones y documentos recibidos de las oficinas locales; transcribirán los datos en fichas perforadas, que serán posteriormente convertidas en cinta magnética, la cual, una vez verificada, se transmitirán al centro nacional de la elaboración electrónica, situado en Martinsburg (Virginia del Oeste). En este centro nacional se procesarán las cintas de operaciones, y se pondrá al día el archivo principal ("master file"), piedra angular del sistema, que se llevará también, según decisión adoptada tras detenido examen de las posibilidades de todo orden hoy existentes, en cinta magnética. En este archivo principal, cada contribuyente estará identificado por un número invariable que se asignará a su cuenta, y

el archivo centralizará toda la información procedente de las transacciones que afecten a su situación fiscal respecto al impuesto federal sobre la renta, haciendo así posible, por primera vez, dadas las características de la cinta magnética a que repetidamente hemos aludido, el almacenar de manera eficiente una cantidad de información realmente enorme. He aquí cómo expone una publicación norteamericana los objetivos del archivo principal:

1.º Proporcionaría una prueba sistemática de las faltas de presentación de declaraciones.

2.º Posibilitaría verificar la exactitud aritmética de las declaraciones presentadas, y cuando se requiriese, el cálculo del impuesto o devolución en su caso.

3.º Permitiría determinar, anteriormente a la devolución, si el contribuyente ha reclamado y percibido algún reembolso del mismo impuesto y período y si es deudor por sanciones fiscales.

4.º Establecería una cuenta fiscal totalizada para cada contribuyente, que reflejase su situación en cualquier momento dado de tiempo.

5.º Se usaría para comparar los datos registrados en los documentos de información con los correspondientes de las declaraciones.

6.º El archivo principal y el equipo de elaboración electrónica se usarían, tanto como fuese posible, para clasificar las declaraciones con fines de revisión.

7.º Los datos del archivo principal se usarían para otros servicios internos de la Administración, por ejemplo, preparación de informes a la superioridad, estadísticas de renta, y otros informes, como subproducto del registro de datos para distintas finalidades, rebajando así el coste unitario correspondiente.

Se ha decidido que el registro de datos referido a cada contribuyente se considerará completo cuando contenga los correspondientes a tres ejercicios consecutivos; por ello, cuando se procesen las operaciones del cuarto ejercicio, los datos del primero se borrarán del archivo básico en cinta magnética. Se considera que la determinación de los datos que deben ser transcri-

tos a éste desde los correspondientes documentos es uno de los problemas más difíciles de resolver.

Las cintas magnéticas de salida obtenidas en el centro nacional, servirán para que los centros de servicio regionales las conviertan en documentos impresos y produzcan listas de declaraciones seleccionadas para revisión, de reembolsos duplicados y fraudulentos, notificaciones de débitos, listas de errores, informes a la superioridad, etc. Toda esta documentación será transmitida a las oficinas locales directamente relacionadas con los contribuyentes.

En conjunto, se espera obtener de este amplísimo proyecto la consolidación e integración en un sistema unificado, de las funciones de proceso de la información básica, contabilización de los ingresos fiscales, ejecución de las disposiciones tributarias y producción de los pertinentes informes. La inclusión en el sistema de la totalidad de las regiones está prevista para 1967, y el archivo principal se espera tenerlo completo para 1969, teniendo en cuenta los tres ejercicios para el registro de cada contribuyente.

Otra aplicación de orden fiscal es el aprovechamiento de las posibilidades de la cinta magnética para la formación de archivos, a escala nacional, que registren la riqueza de personas físicas y jurídicas. Debe mencionarse aquí el interesante proyecto que se ha previsto en el Ministerio de Hacienda español para la llevanza del Registro de Rentas y Patrimonios (6). Factor fundamental para decidir la aplicación de estos sistemas es, no sólo la eficiencia y coste de la instalación y su mantenimiento en servicio, sino la relación de dicho coste con el rendimiento presente y futuro de los impuestos cuya exacción se proponen perfeccionar.

d) *Análisis de operaciones.*

Nada se opone a que la reciente técnica del Análisis de Operaciones, originada en problemas militares durante la segunda

(6) Véase la información dada al respecto por D. GABRIEL DEL VALLE ALONSO en la Revista *Impuestos de la Hacienda Pública*, enero 1961, pág. 212.

guerra mundial, y llamada también investigación operacional u operativa, pueda aplicarse en campos de específico interés a la Administración financiera, cuya amplitud e importancia de cometidos creemos ha de justificar en un próximo futuro el empleo de ese análisis, ya que su finalidad es proporcionar a los directivos elementos de juicio preparados de manera racional y cuantitativa para adoptar sus decisiones de acuerdo con las finalidades perseguidas. La trascendencia y repercusión económica general de muchas actuaciones de la Administración financiera exige que sean decididas lo más racionalmente posible. A ello puede coadyuvar el empleo del Análisis de Operaciones, y como dentro de éste hay métodos que entrañan procesos de cálculo de bastante complicación y longitud, parece evidente la posibilidad de empleo económico de los equipos digitales. De hecho, éstos se usan con profusión para el tratamiento de los modelos matemáticos del Análisis de Operaciones, pero creemos que la aplicación de éste a problemas de la Administración financiera está aún muy poco explorada. Quizá la mayor dificultad para lograr dicha aplicación resida en el planteamiento de los modelos matemáticos adecuados a los problemas presentados por la realidad. Este es otro prometedor campo abierto a la investigación, y entendemos que será remunerador para las organizaciones estatales interesadas la constitución de equipos de Análisis de Operaciones, formados por personal idóneo.

Entre los métodos del Análisis de Operaciones, ocupa en la actualidad destacado lugar, por sus aplicaciones amplias, la programación lineal, es decir el cálculo de máximos de una forma lineal sometidos a condiciones asimismo expresables linealmente. Es abundante la bibliografía sobre el tema, y se han publicado ya algunos trabajos, de carácter más bien teórico, orientados hacia el campo de las finanzas públicas (7). También existen modelos de programas especiales para la resolución de estos problemas con equipos electrónicos (8), al-

(7) Véase ERALDO FOSSATI. "Delle programmazione lineare nelle Finanza Publica", *Archivio Finanziario*, 1957, pág. 59 e Italo Cutolo, "An Application of Linear Programming to Public Finance", *Rev. Public Finance*. Vol. XIII, núm. 3/1958.

(8) Véase Dean N. Arden, Massachusetts Institute of Technology. "The solution of linear programming problems", en "Mathematical

gunos de cuyos tipos comerciales incluyen instrucciones específicas en su biblioteca de programas.

Otras técnicas del Análisis de Operaciones son, por ejemplo, la teoría de colas, que puede ser aplicada a la circulación administrativa de documentos, y los métodos de simulación, apropiados a las posibilidades de los equipos automáticos de cálculo.

Ha de advertirse que, como en cualquier otra aplicación, la dimensión y características de los problemas del Análisis de Operaciones determinan y requieren una capacidad mínima de memoria en el equipo electrónico que ha de resolverlos.

e) *Otras aplicaciones.*

Nos limitaremos aquí a relacionar, acompañados de breves referencias complementarias, algunos ejemplos de otras aplicaciones de los equipos digitales o cometidos propios de la Administración financiera en sentido amplio.

Deuda Pública.—En la Oficina de la Deuda Pública del Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica se utiliza actualmente equipo electrónico para la realización de operaciones relacionadas con la emisión y retirada de bonos de ahorro de la serie E. Anteriormente existía un grado bastante avanzado de mecanización, pero la introducción del referido equipo ha conseguido eliminar varias operaciones que se realizaban manualmente, con notable reducción del personal y gastos. El empleo de cinta magnética permite el mantenimiento de un archivo actualizado de los datos de propiedad y situación de los bonos, así como la confección de informes requeridos para la contabilidad central de la Deuda Pública.

Pensiones.—Traemos aquí el caso de la “Veterans’ Administration” estadounidense, cuyo volumen de trabajo es extraordinariamente grande, dando idea de ello que el año 1959 se pagaron 3.000 millones de dólares a los beneficiarios, a un rit-

mo de 250 millones al mes. En el Centro de proceso de datos de Hines (Illinois), un equipo digital de tamaño grande procesa la emisión de 4.700.000 cheques para los perceptores. Las oficinas regionales de esta Entidad mantienen los registros básicos; los archivos estadísticos y para la nóminas se establecerán en cinta magnética en el referido Centro. Los cambios y adiciones a este archivo principal se producirán por las oficinas regionales en cinta de papel, obtenida como subproducto, de las operaciones normales y usada para la conversión de datos en forma utilizable por el equipo central, que suministrará los datos de los cheques mensuales al Departamento del Tesoro para la producción automática de los mismos por éste evitándose así una serie de operaciones intermedias. La "Veterans Administration" ha aplicado también equipo electrónico al vasto programa que realiza en el campo de los seguros de vida.

Operaciones de Tesorería.—En esta materia debe citarse, por su importancia, la conversión de las operaciones de pago y comprobación posterior de los cheques expedidos por la Tesorería norteamericana para realizar los pagos del Gobierno. Tras un profundo estudio previo, realizado a lo largo de varios años conjuntamente con la revisión de los sistemas anteriores, se ha llevado a cabo la integración en un sistema electrónico concebido con criterio de centralización, que según un informe reciente (9) ha ocasionado sustanciales reducciones de personal y gastos.

Estadísticas.—Las memorias de acceso directo tienen ventajas específicas para la tabulación de estadísticas, que puede realizarse como parte inteligente de un proceso, o bien de manera independiente; en este caso puede alcanzarse un mayor grado de flexibilidad. No es necesario subrayar el gran número de estadísticas que requiere la gestión de la Administración financiera, y por ello, las posibilidades de aplicaciones concretas en este campo, de los equipos electrónicos (10).

(9) Véase "Report on the use of electronic, etc.". Washington, 1960, pág. 42. De este informe han sido extractadas también las dos referencias anteriores.

(10) Está prevista la aplicación de equipo electrónico para la confección de estadísticas en el Ministerio de Hacienda español. Véase G. Valle Alonso, *loc. cit.*, pág. 212.

CUESTIONES GENERALES DIVERSAS RELACIONADAS CON EL EMPLEO
DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS DIGITALES.

No podemos sino intentar una breve y superficial referencia a alguna de las numerosas cuestiones que plantea el uso de las máquinas que nos ocupan. En primer lugar, debe subrayarse que se trata únicamente de máquinas, es decir, artificios humanamente ideados, que a pesar de su extraordinaria perfección técnica y posibilidades operativas, enormemente superiores en determinados aspectos a las de las personas, carecen por completo de facultades intelectuales con iniciativa propia, que son privativas de la mente humana. Es, por ello, obvio que no puede esperarse de esos artificios, por sí mismos, ninguna mejora en las tareas a que se aplican. Únicamente la inteligencia del hombre, utilizándolos racionalmente, puede derivar ventajas de su empleo.

Por lo general, la puesta en marcha de una determinada aplicación es, según ya hemos apuntado, empresa ardua y requiere un gran esfuerzo y la colaboración de una gama muy variada de personal especializado, que en los países que han visto nacer estas técnicas, existe ya con diferenciación suficiente, desde quien planea y dirige el establecimiento del sistema de "proceso electrónico de datos", hasta los operadores de las distintas máquinas del equipo y los peritos encargados de mantenerlas en correcto estado de funcionamiento. (Véase figura 3) (11).

Es de advertir que cada uno de estos puestos de trabajo requiere formación y aptitudes específicas en las personas que han de desempeñarlos. Ello hace necesaria una selección basada en criterios objetivos, que es esencial, ya que la calidad del personal empleado es factor de capital importancia, determinante directo del éxito o el fracaso. No debe olvidarse que si bien el empleo de los equipos electrónicos ha presentado con frecuencia casos de éxito espectacular, no han sido infrecuentes los

(11) Hemos tomado esta figura del interesante folleto "Occupations in electronic Data-Processing Systems", United States Department of Labor. U. S. Government Printing Office, Washington, 1959.

ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE UN SISTEMA DE PROCESO ELECTRÓNICO DE DATOS

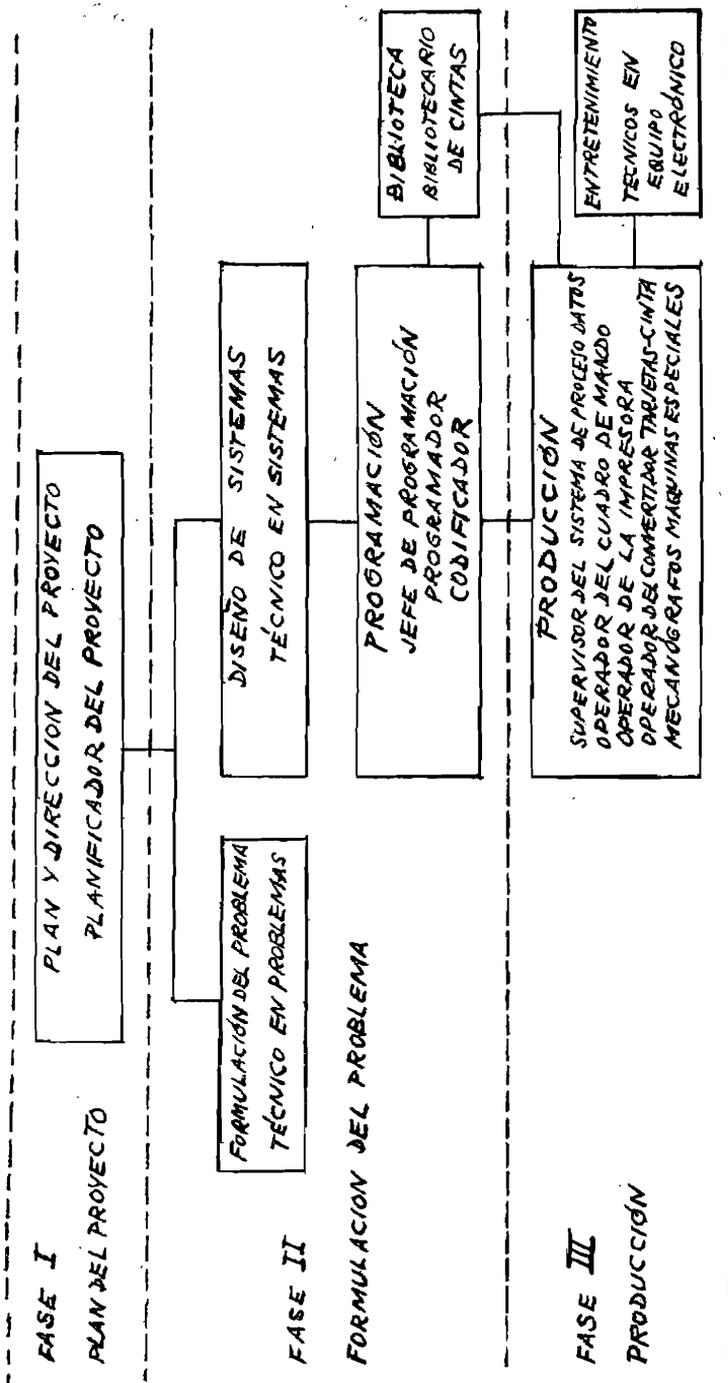


Fig. 3

fracasos, igualmente espectaculares. Las máquinas producen los errores a la misma extraordinaria velocidad con que proporcionan los resultados correctos. Es opinión unánime de los autores que tratan las cuestiones referentes al personal, que la preparación de éste debe empezar mucho antes de la instalación del equipo. Lo mismo puede decirse del cuidadoso y detenido análisis y estudio de los sistemas preexistentes, y del proyecto a realizar. La experiencia ha demostrado que la confección de los programas y la depuración de sus inevitables errores suele llevar más tiempo que el calculado inicialmente.

La conveniencia o necesidad de decidir la aplicación de equipo electrónico a tarea o tareas determinadas deben apreciarse tras la realización de un estudio, al que hemos aludido varias veces, y en el que han de sopesarse cuidadosamente la eficiencia, el coste y las mejoras esperadas. Un estudio completo de este tipo puede resultar largo y costoso, pero es obligado realizarlo, dada la gran importancia de las inversiones y gastos operativos que comporta la adopción del referido equipo. Aun cuando su conclusión fuera desfavorable a dicha adopción, el análisis realizado de los procedimientos anteriores puede llevar a un mejoramiento de éstos, y en todo caso se evitarán las graves pérdidas que una imprudente decisión positiva acarrearía con seguridad. El establecimiento de un sistema electrónico debe estar justificado siempre por motivaciones objetivas, jamás por capricho, afán de novedad o imitación, como parece haber sucedido en ocasiones. Oigamos a Mr. John A. Beckett, Subdirector de la Oficina del Presupuesto norteamericano: "Los propósitos tras la adquisición de un equipo electrónico son frecuentemente tan indefinidos o generales como para causar la impresión de que el propósito real es hacerse con el equipo ante todo, y después resolver cómo o para qué usarlo. Esto ha sucedido en suficiente número de casos (se refiere a la Administración de su país) como para causar alarma" (12).

(12) Véase "Report on the use of electronic, etc.", pág. 113. También son de interés al respecto algunas de las observaciones formuladas en el "Annual Report, 1960" del "Comptroller General of the United States", U. S. Government Printing Office, Washington, 1960, véase, p. ej., la página 120.

Señalemos que si bien el empleo de un equipo para una sola aplicación puede no resultar económico, su uso para varias, dentro de una misma organización, puede cambiar las circunstancias y aconsejar su instalación. En general, puede decirse que los equipos electrónicos suponen y han ocasionado una fuerte tendencia hacia la centralización en las funciones que realizan, y requieren para el éxito de éstas una gran cohesión y un acentuado espíritu de cooperación en todos los grados del personal afecto a ellos.

La selección de un equipo entre los disponibles en el mercado requiere la consideración de la solvencia del fabricante y la calidad del material; de la alternativa entre compra y alquiler, con las consiguientes diferencias respecto al entretenimiento del equipo y su amortización, no olvidando que los rápidos progresos y nuevos desarrollos que continuamente se realizan demandan mucha atención al factor obsolescencia; de las necesidades directas de puestos de trabajo y la preparación para ocuparlos; del coste de los suministros (tarjetas perforadas, cinta magnética, etc.) y servicios precisos para el funcionamiento; del coste de instalación y requisitos para ella de espacio, suministro y características de la energía eléctrica necesaria, acondicionamiento de aire, etc.

Se han expresado temores acerca de las repercusiones laborales del empleo de las máquinas electrónicas, basados en las reducciones y desplazamientos de personal que su uso produce, pero no creemos que haya motivo para excesiva aprensión, sobre todo si el tránsito de sistemas se hace con las debidas precauciones, concediendo la indispensable atención y tratando con el debido tacto estos problemas humanos, tan esenciales para el éxito de cualquier empresa. Por otra parte, se requieren personas más calificadas, dándose así lugar a la aparición de puestos de trabajo más interesantes y mejor retribuidos.

Por supuesto que las dificultades, responsabilidad y riesgos que lleva consigo la introducción de los equipos digitales no deben ser causa de inhibición y resistencia a su empleo, que debe decidirse sin vacilación cuando las circunstancias y elementos de juicio reunidos lo aconsejen. Así creemos debe procederse en un país que, como el nuestro, camina con firme

paso por las vías del desarrollo económico, y debe asimilar las técnicas que puedan estimularlo incrementando la eficiencia de las actividades productivas de todo orden. Pero es preciso no olvidar que, en general, carecemos de la necesaria base que ha existido en los países más industrializados, y con ello nos impone la necesidad de una intensiva adaptación y aprendizaje, sin descuidar los campos accesibles de labor original (13). Es de desear que nuestras Escuelas Técnicas de Ingeniería, Facultades Universitarias de Ciencias Físicas, Matemáticas y otras instituciones docentes estén lo antes posible en condiciones de hacer frente a la preparación para los puestos de trabajo especializados que, en creciente cuantía, serán necesarios en un futuro próximo, el cual demandará también la existencia de expertos profesionales, que ya han aparecido en otras naciones, capacitadas para asesorar, con criterios independiente sobre los diversos aspectos del empleo de los sistemas electrónicos (14). Se hará preciso traducir y adaptar obras solventes, lo cual requerirá la formación depurada de un vocabulario español especializado para reflejar la multitud de términos, difíciles a veces de verter a nuestro idioma, que contienen las obras originales sobre la materia, escritas, por lo general, en inglés.

En el ámbito administrativo en general, y particularmente en el de la Administración financiera, son válidas prácticamente todas las consideraciones anteriores. Insistimos, no obstante,

(13) Es obligado señalar aquí, aparte de los notables trabajos que llevó a cabo el ilustre ingeniero español D. LEONARDO TORRES QUEVEDO (por ejemplo, el aritmómetro electromecánico), otros de fecha más reciente, como el "Anteproyecto de la máquina electrónica para resolución de ecuaciones algebraicas", de D. ANGEL GONZÁLEZ DEL VALLE y D. JUAN ANTONIO GÓMEZ GARCÍA, publicado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y la muy interesante actividad del Instituto de Electricidad y Automática, encuadrado en el mismo Consejo y dirigido por el Profesor y Académico D. JOSÉ GARCÍA SANTESMASES, cuyos trabajos de investigación son citados por autores extranjeros.

(14) El examen de los cuestionarios y programas vigentes en algunas de las mencionadas Instituciones demuestra que se ha dado ya acogida en los mismos al estudio de los equipos automáticos de cálculo. Los programas de estudio aprobados por la Orden de 9 de mayo de 1962 ("B. O." de 19 de mayo) para las Escuelas Técnicas Superiores, incluyen en la Sección de Electricidad de la Escuela de Ingenieros

en la absoluta necesidad de una eficiente capacitación previa del personal, a fin de que éste se encuentre cuanto antes en situación de contribuir de manera activa al funcionamiento de los sistemas que se establezcan, aliviando así la carga que supone una excesiva dependencia de los fabricantes. Igualmente es indispensable la creación de un verdadero espíritu de equipo, superando toda clase de rigideces y exclusivismos, siempre lamentables, y que en tareas como la que nos ocupa conducen casi fatalmente al fracaso. Esta cuestión será singular piedra de toque para contrastar hasta qué punto va desapareciendo el excesivo individualismo que a veces nos caracteriza. Creemos asimismo en la necesidad de una campaña de difusión previa de conocimiento dirigida a las jerarquías administrativas, que en definitiva, han de servirse, para mejorar la gestión, de los resultados obtenidos por el uso de los sistemas que hayan de implantarse.

Los departamentos y servicios deben intercambiar su formación, permitiéndose la utilización del tiempo libre que reste

Industriales, cuarto año, el estudio de una calculadora electrónica y en las Secciones de Servotecnía y Electrónica de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación, quinto año, cursos monográficos sobre calculadores electrónicos. En los estudios de Doctorado de la Sección de Físicas, Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, figura, según el Anuario de dicha Facultad para el curso 1961-1962, un curso monográfico sobre máquinas calculadoras electrónicas. Es de esperar que la Sección de Matemáticas de la misma Facultad se haga eco de la profunda repercusión que sobre el análisis y cálculo numérico están ejerciendo los equipos electrónicos, cuya aplicación a las técnicas contables y económicas creemos deberá interesar también a las Escuelas de Comercio y Facultades de Ciencias Económicas y Comerciales.

Anotemos aquí, entre otros alentadores indicios, la anunciada y próxima instalación de un equipo electrónico grande, tipo IBM, 7070, en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. El Boletín Informativo de este Consejo, de diciembre de 1961 da cuenta de diversos extremos relativos al tema. Otras Entidades públicas que poseen ya equipos son la Junta de Energía Nuclear, la R.E.N.F.E. y la Telefónica. Varias empresas privadas también han instalado o tienen en proyecto la instalación de sistemas electrónicos de cálculo y sistematización de datos.

a un equipo a otras dependencias que puedan necesitarlo, y estableciéndose, en su caso, criterios de distribución de costes.

Con una información adecuada podrá conseguirse el aprovechamiento de la experiencia adquirida en los países que anteriormente han desarrollado estas aplicaciones. Después, estamos seguros que el ingenio e inventiva de nuestros especialistas sabrán mejorarlas e idear otras nuevas. Caminar sin prisa y sin pausa, alejando igualmente la innovación precipitada o temeraria y la rutina conservadora y estéril. Esta difícil fórmula, válida en tantas otras ocasiones, puede y debe aplicarse a las cuestiones que han motivado el presente trabajo.

Referencias Bibliográficas

La bibliografía sobre equipos electrónicos digitales y sus aplicaciones sigue un ritmo paralelo al rápido desarrollo de unos y otras. A continuación damos una breve lista de obras recientes, parte de las cuales han sido consultadas al redactar este trabajo, y que contienen, por lo general, más numerosas y detalladas referencias a otras y a las monografías, artículos y trabajos de investigación especializados.

a) *Fundamentos*

P. NASLIN: "Principes des calculatrices numériques automatiques", Deuxième édition, Dunod, París, 1960. Hay traducción española.

b) *Obras generales*

BRUNO RENARD: "Le calcul électronique". Paris, Presses Universitaires de France, Col. "Que sais-je?". 1960.

RICHARD G. CANNING: "Electronic Data Processing for Business and Industry." John Wiley & Sons, Inc. Nueva York. Traducción española de la 3.ª edición norteamericana de 1957, por Luis Luna Las-tra, Subdirector general Técnico del Banco de Santander, bajo el título "Sistemas de elaboración electrónica de datos para el Comercio y la Industria". Aldus, S. A. Santander, 1959.

E. WAINRIGHT MARTIN: "Electronic Data Processing. An Introduction", Richard D. Irwin, Inc., Homewood, Illinois, 1961.

c) *Aplicaciones científicas y técnicas*

FRANZ L. ALT: "Electronic Digital Computers, Their Use in Science and Engineering" Academic Press Inc., New York, Second Printing, 1960.

d) *Aplicaciones matemáticas, estadísticas y de investigación operativa*

"Mathematical Methods for Digital Computers", edited by Anthony Ralston and Herbert S. Wilf. Jhon Wiley & Sons. Inc. Publishers, New York, 1960.

e) *Aplicaciones contables*

FELIX KAUFMAN: "Electronic Data Processing and Auditing." The Ronald Press Company, New York, 1961.

f) *Programación*

DANIEL D. MC. CRACKEN: "Programmation des calculatrices numériques", París, Dunod, 1960.

DANIEL D. MC. CRACKEN, HAROLD WEISS, TSAI-HWA LEE: "Programming Business Computers." New York, Jhon Wiley & Sons, Inc. 2nd printing. December 1960.

HERBERT D. LEEDS and GERALD M. WEINBERG: "Computer Programming Fundamentals." Mac Graw-Hill Book Company, Inc. New York, 1961.