

La teleinformática: sus aplicaciones y sus implicaciones

Ramón RECIO

Senior Consultant en «Técnicas y Sistemas Informáticos» (TECSI)

La teleinformática es un tema de actualidad en nuestro país. Esta afirmación viene apoyada por la existencia misma de este número monográfico y por el número creciente de referencias a este tema que se encuentran en la publicidad y en los artículos de las revistas especializadas de nuestra profesión. Asimismo, el número de aplicaciones está creciendo rápidamente y será aún mayor si se cumplen las previsiones resultantes de la encuesta EÜRODATA (sobre la utilización de transmisión de la información), y si la actual crisis económica lo permite.

Para el profesional de la informática, ya acostumbrado a los cambios frecuentes de decorado (nuevas generaciones de hardware, mayor sofisticación del software, etc.), el advenimiento de la teleinformática en España le supone entrar en un nuevo universo como es el de las telecomunicaciones, el de los terminales y el del software específico a este tipo de aplicaciones.

Como consecuencia de esta mayor complejidad, o de la introducción de estas nuevas herramientas, los sistemas informáticos, cuyo precio ya es elevado, ven aumentar sus costes en magnitudes del mismo orden para la teletransmisión de informaciones y para el parque de terminales.

Para controlar estos costes es preciso:

- conocer las grandes alternativas que se presentan en el campo de la teleinformática, o dicho de otra forma, las distintas categorías de aplicaciones que ya existen en otros países;
- planificar la teleinformática con un desarrollo lento y gradual de la misma, con el fin de iniciarse en los nuevos dominios de la teletransmisión, de los terminales y del software, o bien, si ello no es posible, hacer uso de expertos en estas materias.

Con el fin de aportar nuestro granito de arena en el primero de estos aspectos, vamos a intentar, en el marco reducido de este artículo, clasificar las aplicaciones de la teleinformática en sus categorías más usuales, dando, en los casos que a nuestro juicio presenten mayor interés, las ventajas, los inconvenientes y las herramientas sobre las que se basa el desarrollo de tales aplicaciones.

Para estructurar este artículo nos basaremos en el intento de clasificación que se halla resumido en la figura 1.

1. SISTEMAS GENERALIZADOS

Se trata de sistemas de estructura abierta. El número y tipo de programas que desarrollan estos sistemas no está definido «a priori» y puede crecer de forma indeterminada. Como un sistema clásico en «batch»,

estos sistemas sirven para efectuar la explotación de programas ya existentes o para poner a punto nuevos programas, lo cual les confiere su carácter abierto.

1.1. Sistemas de «tiempo compartido» («Time Sharing»)

Aunque en la actualidad existen numerosas redes comerciales que ofrecen la utilización de terminales conectados a sistemas de este tipo, tales sistemas tuvieron su origen en el ámbito universitario. Su finalidad inicial consistió en obtener una solución a la frustración, tan extendida entre los programadores, de la falta de tiempo máquina para la puesta a punto de sus programas o, en otros términos, del excesivo tiempo de devolución de resultados en un sistema «batch».

Con un sistema de tiempo compartido se pretende dar la impresión al usuario de un terminal (generalmente un teclado e impresora o pantalla), que el ordenador le presta la misma atención que tendría si fuera el único usuario del ordenador. Para conseguirlo, el sistema de explotación aprovecha la enorme diferencia que existe entre la escala de tiempo humana (del orden de varios segundos) y la del ordenador (del orden del microsegundo). Así, si un programa se sitúa en estado de solicitar información al operador del terminal, mientras éste reflexiona y pulsa la respuesta, otros usuarios pueden utilizar su turno de utilización del procesador central para desarrollar sus programas.

A primera vista resulta evidente que tales sistemas están mayormente adaptados a los programas que se desarrollan de forma conversacional, pero los progresos que se efectúan en el diseño del hardware y del software de estos sistemas hacen que cada vez se usen más en todo tipo de aplicaciones.

El servicio de un sistema de tiempo compartido se suele obtener de dos formas:

- mediante la adquisición de un miniordenador evolucionado que puede soportar varias decenas de terminales,
- o bien
- mediante el alquiler de este servicio a una oficina que lo ofrezca.

El primer tipo de sistema puede convenir a los centros de enseñanza o a las empresas que requieren un volumen consecuente de puesta a punto de programas de cálculo científico y su consiguiente explotación, todo ello con tiempos de respuesta rápidos. Tales sistemas suelen programarse en BASIC, FORTRAN y ASSEMBLER.

El segundo tipo de sistema se caracteriza por el hecho de que su coste es función del tiempo de utilización de los recursos del equipo central, de las líneas y del coste del terminal.

Los dos argumentos más frecuentes en favor del uso de sistemas en tiempo compartido son los siguientes:

1.1.1. LA FACILIDAD DE PUESTA A PUNTO DE PROGRAMAS

En efecto es extremadamente agradable disponer de un tiempo máquina teóricamente ilimitado para esta tarea y poder utilizar métodos conversacionales de puesta a punto de programas.

En un sistema de tiempo compartido, el ciclo: modificación del texto fuente mediante un editor de texto / compilación / ejecución de prueba, puede ser muy rápido. Esto constituye al mismo tiempo una ventaja y un inconveniente. En efecto, la rapidez con que se desarrolla este ciclo induce al programador a detenerse en el primer error que se presenta, con lo cual el número de ciclos de puesta a punto aumenta y se consume más tiempo y más recursos. Evitar esta tentación requiere experiencia y disciplina.

A este respecto un tema muy discutido es el de la rentabilidad efectiva de la puesta a punto en tiempo compartido, en relación con el sistema «batch» clásico. Los ensayos efectuados demuestran que un sistema «batch», con un tiempo de devolución del orden de la hora, permite obtener un consumo en tiempo máquina inferior y un tiempo total de puesta a punto ligeramente superior. Pero estos resultados son difíciles de generalizar, ya que dependen del contexto en el que han sido ensayados.

En algunos sistemas existen lenguajes de programación especialmente diseñados para el tiempo compartido (APL y BASIC), que permiten un ciclo modificación-ejecución muy rápido.

1.1.2. LAS EXTENSAS BIBLIOTECAS DE PROGRAMAS

Generalmente, se trata de programas científicos, cálculos de estructuras, resolución de ecuaciones diferenciales, juegos de empresa, modelos, etc. Pero también existe una red comercial en EE.UU. especialmente dedicada a los servicios de gestión de empresas.

El interés de esta utilización del tiempo compartido depende de la extensión de la biblioteca y de la buena documentación de los programas.

1.2. «Batch» a distancia («remote batch»)

La finalidad del «remote batch» consiste en explotar las posibilidades de un ordenador de gran potencia a partir de un terminal pesado (lector de tarjetas e impresora) conectado por líneas telefónicas al centro de cálculo.

No existe ninguna diferencia funcional con un sistema de «batch» central, salvo el hecho de que el terminal puede estar situado a cualquier distancia del ordenador.

El tiempo de devolución de los trabajos es del orden de la hora, pero puede variar considerablemente en función de la carga global y de las características y prioridad de los trabajos.

Este tipo de explotación tiene interés en dos contextos distintos:

- Entidades de gran volumen con un centro de cálculo centralizado cuya finalidad es obtener una economía de escala mediante una red propia de líneas y terminales. (Ejemplo: la red del Ministerio de Educación y Ciencia.)
- Entidades que con una inversión equivalente a un ordenador de pequeña o mediana potencia necesitan desarrollar trabajos que requieran la potencia o las facilidades de un gran sistema. Este tipo de servicio ya es ofrecido en nuestro país por algunas Oficinas de Servicios.

Para utilizar un servicio en «remote batch» deben tenerse en cuenta los tres elementos de coste siguientes:

- El coste del terminal pesado.
- El coste de las líneas telefónicas (muy variable en

función de la distancia: superior a 60.000 ptas./mes para más de 400 km de distancia con una línea punto a punto).

- El coste de utilización del ordenador central; este coste es función de los tiempos de utilización de los recursos del sistema (CPU, memoria, discos, cintas) por los programas ejecutados.

Este último aspecto constituye uno de los argumentos más a favor del «remote batch», puesto que se paga según lo que se consume. Pero no se pueden desprestigiar los dos primeros.

Otras ventajas del «remote batch» residen en la posibilidad de utilizar las facilidades inherentes a un gran sistema operativo:

- gran capacidad de almacenamiento en discos;
- posibilidad de definir urgencias o prioridades en los trabajos;
- software sofisticado;
- bibliotecas de programas standard;
- posibilidad de transmitir grandes volúmenes de datos.

1.3. «Remote batch» conversacional

Se trata de un servicio intermedio entre el tiempo compartido y el «batch» a distancia.

En efecto, en este tipo de sistemas la ejecución de programas se lleva a cabo como en «remote batch», es decir, que se utilizan unos ficheros de entrada y unos ficheros de salida sobre disco. A partir de los datos de entrada los programas elaboran los ficheros de salida, los cuales, en un entorno «remote batch», serían transmitidos a la impresora. En cambio, en un sistema «remote batch» conversacional, en lugar de transmitirlos por entero, son examinados por el usuario de forma conversacional a partir de un terminal ligero.

Asimismo, los ficheros de entrada, en lugar de ser transmitidos por tarjeta a cada ejecución, pueden crearse y modificarse en forma conversacional a partir del terminal ligero, mediante el uso de editores de texto interactivos.

Este tipo de explotación reduce las ineficiencias del tiempo compartido a costa de unos tiempos de respuesta algo mayores.

2. SISTEMAS ESPECIALIZADOS

Se trata de sistemas destinados a cumplir una o varias funciones bien específicas, cuya modificación o evolución en el tiempo es reducida o nula. Su duración de vida suele ser típicamente de 4 a 5 años, tiempo durante el cual la funcionalidad de estos sistemas puede cambiar, bien por su naturaleza, bien por el crecimiento del volumen de trabajo.

2.1. Sistemas de telegestión

Se entienden por tales aquellos que contribuyen a mejorar la gestión administrativa de entidades públicas o comerciales.

En un gran número de casos suele tratarse de gestionar datos sobre:

- ventas
- pedidos
- stocks
- producción
- reserva de plazas en medios de transporte u hoteles
- cuentas de clientes
- patrimonios
- transacciones bursátiles
- facturación de mercancías o servicios
- trámites aduaneros en el transporte aéreo
- etcétera.

En este campo de la telegestión es importante conocer las opciones técnicas que presenta la teleinformática,

con el fin de precisar la estrategia más adaptada a las necesidades generales de la empresa que se quiera dotar de un sistema de telegestión. El grado de dificultad, el coste y la eficacia varía grandemente entre las diversas opciones. Por ello vamos a examinarlas con un cierto detenimiento.

2.1.1. SISTEMAS A TRANSMISIÓN DIFERIDA

Se trata de aquellos sistemas en los que las tres etapas:

- transmisión de los datos recogidos
- tratamiento
- transmisión de los resultados

se producen sin solapamiento, es decir, que el tratamiento no empieza hasta que todos los datos han sido recibidos y los resultados no son devueltos hasta que todo el tratamiento ha concluido.

En este sistema el emisor y el receptor de los datos no tienen por qué confundirse en el mismo departamento de una empresa; por ello se da el caso de sistemas de los dos tipos siguientes:

- recogida de datos en diferido, cuando los resultados no se destinan al emisor o le son devueltos por medios diferentes a la teletransmisión;
- emisión de resultados en diferido, cuando se trata de distribuirlos a destinatarios que no han generado los datos de base.

No consideraremos aquí los sistemas en «remote batch» que, aunque puedan considerarse dentro de esta categoría, tienen una complejidad mayor y permiten unos volúmenes de transmisión mayor que los sistemas a base de terminales ligeros.

Los sistemas de transmisión diferida son los más simples entre los que utilizan la transmisión de datos.

En efecto, en este tipo de sistemas los datos son registrados durante el día, sobre un soporte del tipo cinta de papel, cassette o disco flexible, mediante un terminal ligero. De la inteligencia de este terminal dependerá el que el proceso de recogida sea más o menos fácil y permita eliminar algunos errores en el momento en que se originan, pero no profundizaremos este aspecto del tema.

Cada punto desde el que se recogen datos o hacia el cual se emiten resultados estará equipado de una unidad emisora y/o receptora. El centro de recogida y emisión estará equipado de una o varias unidades receptoras y/o emisoras que pueden ser del mismo o de distinto tipo que las unidades distantes. Eventualmente, el ordenador central puede actuar como estación receptora y emisora, pero en este caso es necesario disponer de un software de comunicaciones.

Una vez terminada la jornada de trabajo, cada terminal alejado deberá transmitir al ordenador central un bloque de informaciones brutas (por ejemplo, datos sobre ventas, sobre pedidos, etc.) a una hora predeterminada. Si las distancias, los volúmenes o los plazos de tiempo lo permiten, los datos pueden ser transmitidos por medios convencionales: correo, coche, etcétera. Pero cuando el tratamiento debe ser diario, lo cual se produce para un gran número de datos comerciales o administrativos, y los medios convencionales no son lo bastante satisfactorios, la transmisión diferida constituye una solución simple, cómoda y puede resultar muy económica. En efecto, los terminales tienen un coste que oscila alrededor de las 10.000 ptas./mes según sus características. Las transmisiones a través de la Red Pública conmutada o a través de la Red Especial de transmisión de datos tienen un coste que es función de la distancia y de la duración en el primer caso y del número de caracteres, mensajes y horario de transmisión en el caso de la Red Especial. La percepción mínima puede variar entre 4.000 y 28.000 ptas./mes.



En estos sistemas, el software no constituye ningún problema, ya que requiere un sistema de explotación de tipo convencional en «batch local».

Otra ventaja importante de los sistemas a transmisión diferida es que pueden constituir un primer paso hacia otros sistemas más complejos como los que veremos a continuación.

- Resumiendo, las ventajas de la transmisión, son:
- un gran espectro de aplicaciones potenciales
 - un coste reducido
 - una gran simplicidad
 - una gran flexibilidad.

2.1.2. SISTEMAS CON TRANSMISIÓN EN LÍNEA

En estos sistemas cada unidad elemental de información (mensaje) es recibida inmediatamente por el ordenador central. Dos grandes categorías de sistemas se presentan entonces, ya que el mensaje puede ser simplemente almacenado (sistemas de recogida de datos en línea) o puede ser procesado y la respuesta devuelta instantes después (sistemas de interrogación-respuesta en línea).

La característica común más significativa de estos sistemas reside en la conexión directa de las líneas de transmisión al ordenador central y en la necesidad de utilizar nuevos elementos de hardware y de software para controlar esta situación de conexión permanente. En efecto, cada estación emisora puede emitir mensajes sin perjuicio de que otras lo estén haciendo simultáneamente. Como cada mensaje requiere un tiempo mínimo de servicio para ser almacenado o procesado por el ordenador central, hay que constituir en el mismo una cola de mensajes en espera de ser servidos. Simultáneamente hay que controlar y gestionar las líneas de transmisión. Ambas cosas se consiguen mediante los elementos que denominaremos de la siguiente manera:

- controlador de líneas
- monitor de transacciones.

El controlador de líneas puede tener un grado de inteligencia muy variable, que puede ir desde un simple multiplexor hasta un ordenador frontal («front-end»). El uso de uno u otro depende del tráfico de mensajes y repercute en una mayor o menor complejidad del monitor de transacciones.

Las funciones de un monitor de transacciones son como mínimo las siguientes:

- Ejercer un control centralizado:
 - inicialización y paro de la sesión de teleproceso;
 - rearranque, en caso de caída del sistema, sin pérdida de información;
 - puesta en servicio y supresión de líneas y/o terminales sin interrumpir la sesión de teleproceso;
 - elaboración de estadísticas de tráfico de mensajes;
 - gestión de líneas y terminales o del ordenador frontal.
- Facilitar la programación:
 - establecer automáticamente colas de espera en memoria y/o en disco;
 - preanalizar los mensajes y darles forma;
 - cargar y ejecutar los programas de tratamiento de cada mensaje en función de su prioridad;
 - permitir el uso de lenguajes de programación de alto nivel (FORTRAN, COBOL, PL/1, etc.);
 - proporcionar facilidades de puesta a punto tanto en «batch» como «en línea»;
 - permitir aplicaciones conversacionales o no.
- Independizar los programas de su entorno:
 - protección contra la actualización simultánea de los archivos;
 - eliminación de los caracteres de control de los terminales y de las líneas, ofreciendo unos formatos simples a las aplicaciones;
 - utilización de multitareas de forma independiente del sistema operativo.

Este repertorio de funciones sirve para destacar la importancia del software de base en este tipo de sistemas. Su inexistencia o su existencia parcial han resultado en costes y esfuerzos altos en los sistemas de este tipo que han sido realizados o que se están realizando por los usuarios. Esta dificultad ha sido tan significativa que actualmente se encuentran en el mercado monitores de transacciones realizados por sociedades de software independientes de los constructores.

Otro de los aspectos poco divulgados de estos sistemas es el coste de las comunicaciones y la necesidad de efectuar cálculos cuantitativos antes de comenzar la realización, es decir, a nivel de diseño general.

El coste de las comunicaciones depende de la extensión territorial de la red. Para redes de extensión nacional, su coste puede ser del mismo orden de magnitud que el equipo central o el parque de terminales.

Los cálculos cuantitativos son necesarios para determinar, antes de la puesta en servicio, si existen cuellos de botella a nivel de alguno de los recursos del sistema:

- terminales
- líneas
- controlador de líneas u ordenador frontal
- tiempo de procesador central
- discos
- memoria central
- etcétera.

Examinemos ahora más particularmente cada uno de los dos tipos de sistemas enumerados anteriormente.

2.1.2.1. SISTEMAS DE RECOGIDA DE DATOS EN LÍNEA

La principal ventaja de este sistema reside en el hecho de que, cuando se acaba la jornada de trabajo, todos los datos se hallan ya en su destino y listos para procesar. Además, los datos recibidos están parcialmente depurados, ya que se pueden verificar a su llegada al ordenador y solicitar aclaraciones al operador del terminal en el momento de su introducción.

Cuando se termina la sesión de recogida de datos en línea se puede empezar su tratamiento con la consiguiente actualización de los ficheros maestros: por ejemplo el fichero de stocks, después de procesar todas las ventas del día. Esta actualización diferida representa una ventaja respecto de los llamados «en tiempo real» con actualización inmediata. En efecto, la complejidad del software es algo menor, ya que el riesgo de destrucción del fichero actualizado no existe en caso de caída brusca del sistema. Sin embargo, es preciso que no se pierda ningún mensaje de entrada, aun en caso de caída del equipo central.

Existe un tipo particular de sistemas de esta categoría que se vienen llamando *multiteclados*. Aunque generalmente están destinados a sustituir las baterías de perforadoras, funcionalmente son iguales a los sistemas de recogida de datos en línea. La diferencia reside en que los terminales suelen situarse a corta distancia del equipo central y en que éste suele ser un miniordenador de pequeña potencia. Los datos son recogidos en un disco y luego transferidos a una cinta magnética para su procesamiento en el centro de cálculo.

Actualmente están comenzando a aparecer en el mercado del software sistemas que emulan un multiteclado a partir de pantallas conectadas en línea sobre una partición de un ordenador central. Tales sistemas, que se pueden obtener llaves en mano, son extremadamente flexibles y constituyen una etapa excelente para la posterior evolución hacia un sistema con actualización en tiempo real.

Cuando el tráfico de mensajes no es continuo sino aleatorio, el sistema debe ser concebido para absorber el tráfico punta, con lo cual las líneas no son usadas al máximo de su capacidad como en el caso de transmisión diferida. De una manera general, estos sistemas conducen a unos costes más elevados que los de transmisión diferida, pero sus prestaciones no son las mismas.

En efecto, una característica que se da frecuentemente en los sistemas de recogida de datos en línea es la ayuda del operador mediante la presentación de imágenes en pantalla que le indican las informaciones a introducir o los errores que ha cometido. Representa una ventaja importante en los casos complejos de contratos de seguros, servicios de electricidad y aguas, etc.

Por el contrario, un sistema de recogida de datos sobre trabajos concluidos en un taller no necesita establecer tal tipo de facilidades.

De una manera general, el uso de pantallas facilita mucho el trabajo de los operadores, pero aumenta el tráfico de las líneas de forma notable ya que tales sistemas establecen un diálogo más abundante.

2.1.2.2. SISTEMAS DE INTERROGACIÓN-RESPUESTA

Se puede tratar de simples sistemas de consulta de archivos o bien de sistemas de consulta y actualización. Este tipo de sistemas, cuando las condiciones de tiempo de respuesta son estrictas, suelen llamarse «sistemas en tiempo real».

2.1.2.2.1. *Sistemas de consulta de archivos*

Puede tratarse de sistemas parametrados y de sistemas de interrogación variable.

En los primeros, el número y tipo de interrogaciones es limitado y predefinido. Lo único que varía entre dos interrogaciones del mismo tipo son sus parámetros. Es el caso, por ejemplo, de un sistema de interrogación del saldo de una cuenta contable. El número de cuenta será el parámetro y la respuesta el valor del saldo y los cuatro últimos movimientos. Estos sistemas se caracterizan por tener un volumen de transmisión bastante más elevado en salida que en entrada y son fáciles de poner en servicio cuando se parte de un sistema de recogida de datos o de un monitor de transacciones generalizado. No es imprescindible utilizar precauciones contra la pérdida de mensajes; si un terminal no recibe su respuesta, repite su pregunta.

En los sistemas de interrogación variable el operador no conoce o no quiere definir exactamente lo que busca. Es el caso, por ejemplo, de los sistemas de documentación o de los sistemas de bases de datos complejas con interrogaciones efectuadas en un lenguaje próximo a las lenguas naturales y con una gran libertad en los tipos de preguntas posibles.

2.1.2.2.2. *Sistemas de consulta y actualización*

Estos sistemas son los que gozan de una mayor publicidad. Ello se debe a que este tipo de sistemas se utilizan para todo tipo de servicios públicos:

- reserva de plazas en aviones, barcos, trenes y hoteles;
- consulta y actualización de cuentas bancarias;
- transacciones bursátiles;
- etcétera.

Aparte de las dificultades intrínsecas a los sistemas que hemos examinado en los párrafos anteriores, estos sistemas presentan otras que les son propias:

- acceso simultáneo de un registro por dos usuarios;
- carga de trabajo en las horas punta de más de 3 veces la hora media;
- tiempo de disponibilidad muy elevado;
- tiempos de respuesta muy estrictos y tráficos elevados;
- procedimientos de recuperación en caso de caída del sistema, de las líneas o de los terminales.

Todo ello hace que dichos sistemas puedan resultar varias veces más caros que un sistema convencional. Es necesario, pues, estudiar con mucho detenimiento el diseño y la concepción de tales sistemas, para no caer en las dificultades que acechan a los técnicos neófitos.

El acceso simultáneo a un mismo registro se produce en el caso de solicitar plazas en un mismo avión o consultar una cuenta bancaria mientras otro usuario la actualiza. La manera más simple de evitar estos conflictos consiste en tener un proceso monotarea que centralice todos los tratamientos, pero ello no es posible

cuando el tráfico es superior a varias transacciones por segundo.

La diferencia de tráfico entre las horas punta y las horas medias requiere un estudio detenido si no se quiere un sistema antieconómico. En todos los casos no se podrá evitar una débil utilización media de los recursos, a menos que se comparta el tiempo de procesador central con trabajos ordinarios de poca prioridad.

Cuando el sistema debe funcionar 24 horas al día y 7 días por semana, todos los recursos deben ser duplicados para poder ofrecer un servicio continuado a pesar de las averías y del entretenimiento. Los sistemas bancarios en este caso no son tan exigentes, ya que existen ejemplos en ciertas entidades, en las cuales una interrupción de algunas horas puede no resultar catastrófica si se han previsto procedimientos manuales de trabajo en caso de avería.

Los tiempos de respuesta estrictos y los tráficos elevados deben ser estudiados mediante cálculos de ingeniería de sistemas. Muchos técnicos y aún más los comerciales ignoran que los sistemas no admiten unas cargas ilimitadas, ni siquiera los ordenadores más potentes del mercado. Los elementos más críticos que intervienen en los tiempos de respuesta suelen ser los tiempos debidos a las telecomunicaciones, los tiempos de acceso al disco y los tiempos de ejecución en la unidad central.

En caso de caída del sistema, el ordenador de respaldo, si existe, debe continuar el servicio con un mínimo de perturbaciones para el usuario (del tipo de reintroducir transacciones, etc.). Si el sistema no está duplicado, el mismo rigor es válido cuando la causa de la interrupción ha desaparecido.

Si el tratamiento completo de un mensaje no llega a buen fin por causa de líneas o terminales, debe desandarse lo andado y suprimir las huellas que su tratamiento inconcluso haya podido dejar.

2.2. Sistemas de telecontrol y teledatada

Estos sistemas, altamente especializados, suelen denominarse, en las publicaciones extranjeras, de las maneras siguientes:

- «process control systems»;
- «real time control systems»;
- «command and control systems», etc.

Su característica común más llamativa reside, probablemente, en las fuentes de información de tales sistemas. Estas suelen ser medidas de fenómenos físicos que se presentan de forma analógica, por ejemplo:

- la posición de un avión a través de un radar;
- una presión a través de un manómetro;
- una temperatura a través de un termopar;
- una tensión eléctrica o una intensidad;
- etcétera.

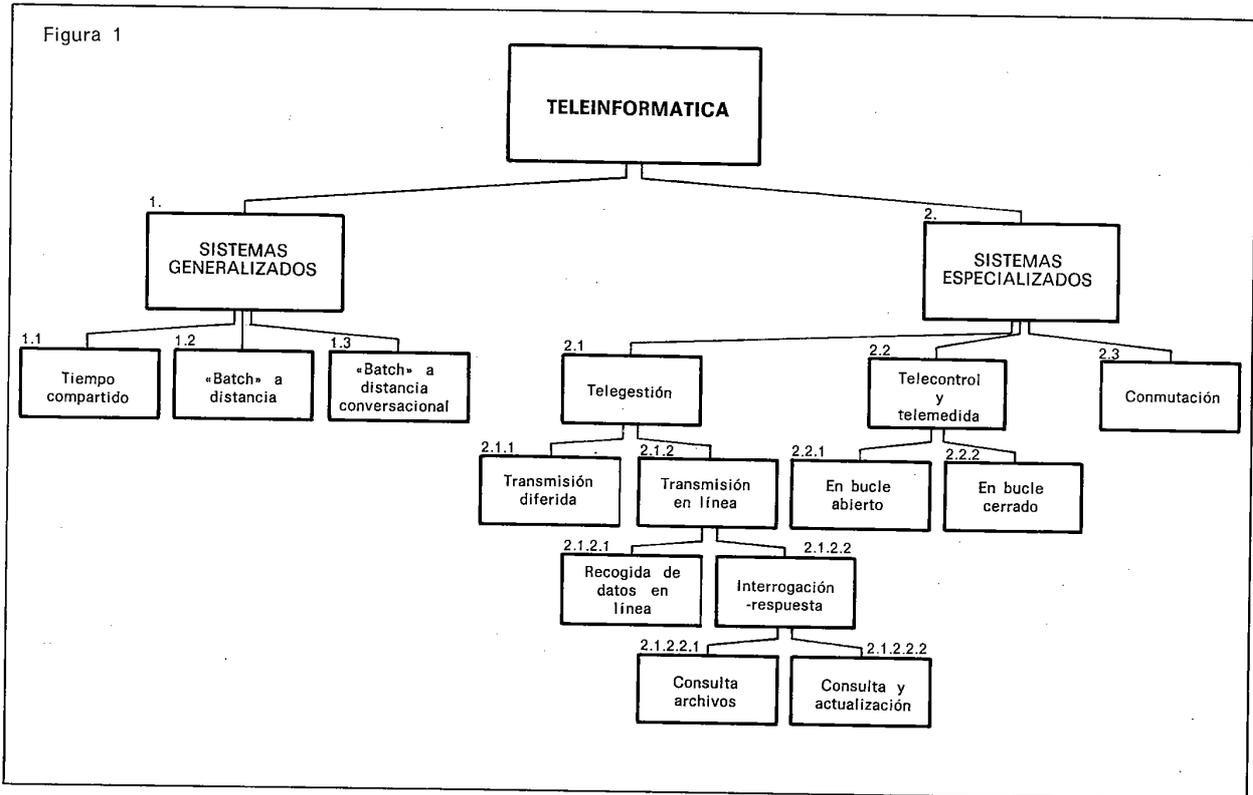
Estas señales analógicas pueden ser transmitidas en forma analógica al centro de proceso cuando las distancias no son elevadas; en caso contrario debe producirse una conversión analógico-digital «in situ» y, mediante una codificación adecuada, puede ser transmitida a través de soportes convencionales telegráficos o telefónicos.

Las mismas consideraciones son válidas para la transmisión de señales binarias (alarmas, posiciones, etcétera) o señales de mando y posicionamiento.

Tales sistemas se presentan, pues, como una red convencional, pero con terminales especiales adaptados a su función. El advenimiento de los micro-ordenadores permite augurar que tales terminales serán cada vez más inteligentes, con lo cual se obtendrán las mismas ventajas en cuanto a la modularidad, flexibilidad y autonomía que en los terminales convencionales, hoy en día llamados «inteligentes».

Aparte de esta red de terminales especializados, tales sistemas suelen tener uno o más terminales convencionales (teclado, impresora, pantalla e incluso consola gráfica) para admitir la intervención humana que pueda ser necesaria.

Figura 1



Si intentamos clasificar tales sistemas, encontramos dos grandes categorías:

2.2.1. SISTEMAS EN BUCLE ABIERTO

En estos sistemas el objetivo principal reside en la captación de medidas de ciertas variables analógicas o binarias y su presentación en cuadros o pantallas, o bien su registro en impresoras para análisis posterior.

Estos sistemas de teledida y presentación son utilizados en sistemas de oleoductos y gaseoductos, en centrales de producción de energía eléctrica, refinerías, hornos, etc.

Se basan, en general, en miniordenadores industriales que, en algunos casos, poseen software standard para una puesta en marcha rápida y con mínimo esfuerzo. A grandes rasgos su función consiste en examinar cíclicamente todas las variables y en detectar los estados de alarma.

2.2.2. SISTEMAS EN BUCLE CERRADO

En estos sistemas el objeto ya no es solamente la teledida de las variables que intervienen en un fenómeno físico sino también su telecontrol, es decir, que en función del estado del sistema se lleven a cabo acciones que corrijan su desviación respecto de unos determinados objetivos.

El tomar ciertos tipos de acciones requiere decisiones, las cuales pueden ser automáticas o con intervención humana. Generalmente encontraremos una combinación de las dos que corresponde a un compromiso razonable en función del grado de conocimiento del proceso que se controla.

La mayoría de sistemas hacen intervenir un operador humano en la toma de todas las decisiones, pero a medida que la complejidad crece, por el número de variables en juego o por el grado de finura de las decisiones a tomar, la intervención humana se descarga progresivamente en algoritmos adecuados.

Existen varios ejemplos típicos de este tipo de sistemas:

- El control a distancia de una red de armas tácticas para la cobertura de un determinado territorio.
- El control del espacio aéreo cuando éste se encuentra relativamente saturado por el tráfico aéreo de aviones de transporte civil.
- El control de redes de distribución de fluidos y los correspondientes centros de producción. En estos casos se persigue el aumentar la calidad y la continuidad de servicio en primer lugar, y luego en obtener la explotación más económica, optimizando automáticamente el proceso de generación y distribución.

2.3. Sistemas de conmutación

Aunque estos sistemas son sumamente especializados, distinguiremos dos tipos de los mismos por sus diferencias importantes:

- sistemas de conmutación de circuitos telefónicos
- sistemas de conmutación de mensajes.

Los primeros consisten en sistemas en los cuales el mando y control de una red de conmutación electromecánica o electrónica se efectúa por medio de ordenadores. Tales sistemas son muy recientes y todavía están en desarrollo tanto en U.S.A. como en Europa (sistemas E11 y E12 con CS 40 en Francia y PP 250 de Plessey en Inglaterra).

Los sistemas de conmutación de mensajes pueden ser de dos tipos. Clásicamente estaban destinados a la distribución de mensajes persiguiendo la mayor utilización posible de las líneas de transmisión. Modernamente, mediante la transmisión por paquetes, estos sistemas pretenden ser una alternativa para paliar el número creciente de redes privadas para la explotación de sistemas de telegestión, reduciendo al mismo tiempo sus costes. Muchos de estos sistemas se encuentran en fase de estudio (Transpac en Francia) o en fase experimental (ARPA en U.S.A., Cyclades en Francia, etc.).

Ramón Recio

Visión panorámica del hardware y software de teleproceso

Juan Antonio TUBAU

En el año 1959 todos los periféricos de los ordenadores podían ir conectados a los mismos, única y exclusivamente en forma local. No existía aún el concepto de terminal (o periférico remoto), tal como lo conocemos hoy día. A finales de 1972 había en Europa cerca de 80.000 terminales instalados. Según el estudio de Eurodata, desarrollado en el mismo año con la cooperación de 17 países, se prevé que en 1985 habrá instalados cerca de 1.400.000, entre conexiones locales y remotas.

Estas cifras ilustran de forma clara la celeridad del desarrollo de esta área del proceso de datos y justifican sobradamente que nos entretengamos en reflexionar sobre tal crecimiento, sus motivos, hitos y escollos fundamentales, parándonos por fin a contemplar la panorámica de los obstáculos y tareas que nos esperan hasta llegar a estas altísimas cotas previstas.

Intuitivamente definiríamos el teleproceso como la técnica que permite poder acceder a los recursos de un sistema —hardware más software— de proceso de datos, mediante unidades periféricas remotas —terminales—, conectadas al mismo a través de enlaces de telecomunicaciones.

Esta definición adolece del defecto de hacer más hincapié en la implementación que en el hecho básico. De manera más completa y general podríamos decir que es la técnica que permite utilizar de forma compartida los recursos de diversos sistemas alejados geográficamente entre sí. Estos sistemas pueden variar en nivel de potencia y capacidad funcional. Pueden ser desde máquinas puramente hardware, absolutamente especializadas —el más simple terminal—, hasta complejos altamente sofisticados de hard y soft, pasando por toda la gama de graduaciones intermedias, variando en consecuencia la cantidad de recursos que pueden aportar al conjunto.

El sistema típico que nos imaginamos es de estructura centralizada porque así lo exigían las implicaciones tecnológicas de la época en que se han desarrollado, de la misma forma que el enlace típico que se nos ocurre es el canal telefónico normal, porque éste constituye precisamente la solución más adecuada a nuestro nivel actual de técnica de telecomunicaciones.

La necesidad de comunicar el punto donde se producen los datos con el punto donde se procesan, con el mínimo de pasos intermedios y procesos manuales, ha sido algo evidente desde siempre, pero sólo se ha podido efectuar cuando se han conjugado adecuadamente los distintos niveles tecnológicos necesarios.

Si en la Edad Media un grupo de alquimistas hubiese sido capaz de desarrollar los ordenadores electrónicos como técnica aislada, la intercomunicación de los mismos hubiese sido imposible, dado que la única forma de transmitir información en aquella época era a caballo o por paloma mensajera. La idea nos puede parecer cómica, pero es necesario darnos cuenta de que el teleproceso fue posible porque en el momento en que se necesitó, dio la casualidad de que

existía ya una red de telecomunicaciones; sin olvidar que ésta no se desarrolló precisamente para este tipo de transmisión y que, a pesar de la ventaja que ha representado para la informática su existencia previa, su concepción inicial ha supuesto unas limitaciones y exigencias que han afectado de forma vital al desarrollo del teleproceso; y que éste a su vez, al crecer en importancia, está ya actualmente obligando a la tecnología de comunicaciones a desarrollarse con orientación particular a la transmisión de datos.

EL TERMINAL Y SU EVOLUCIÓN

El teleproceso nació de la mano de aplicaciones muy concretas. En la encuesta antes mencionada del año 1972 esta influencia inicial se traduce todavía en que un 27,2% de los terminales instalados en Europa está dedicado a aplicaciones bancarias, y el 10,2 a reserva aérea. Tales aplicaciones se resumen físicamente en las siguientes funciones:

- a) consulta a un fichero centralizado de saldos, o de vuelos y plazas;
- b) autorización de transacción con posible actualización del fichero anterior.

Característica típica de estas transacciones es la de manejar cantidades reducidas de datos, por lo cual la limitación del puesto de trabajo viene dada por el operador, no por el terminal, por lento que éste sea. Por tal motivo, el terminal típico de la primera época es la máquina de escribir eléctrica, con modificaciones que la adaptan al puesto de trabajo, tales como la capacidad de soportar documentos especiales (libretas, tarjeta de embarque, etc.) o teclados especiales (con teclas funcionales, matrices numéricas, etc.), o como terminal de consulta «cross industry», que fue su form original.

Las transmisiones voluminosas de datos se resolvieron con terminales tipo «batch», utilizando un soporte intermedio para la información de entrada, tal como cinta magnética, de papel, «cassette», etc., con salidas, principalmente, por impresora, o bien por el mismo soporte intermedio, con capacidad para imprimirlo «off line». No es infrecuente que el conjunto de características de tales terminales les permitan hacer la recogida de datos a partir de un teclado.

La entrada remota de trabajos (RJE) se resuelve como un caso particular del anterior, utilizando generalmente la ficha perforada como soporte intermedio.

El diseño de terminales, desde el punto de vista del medio de representación y acceso, tiende a dar un énfasis mayor a la adaptación al puesto de trabajo del usuario. Este, en la mayoría de las aplicaciones, no es un operador de proceso, de datos, sino un cajero, administrativo, vendedor, etc., cuya misión no es entrar datos y hacer consultas a ficheros, sino atender clientes, vender productos, etc. Por tanto, el terminal no es para él un fin, sino una herramienta de trabajo, y debe

servirle para trabajar de la forma más eficiente. De ahí que el terminal vaya adquiriendo cada vez más el aspecto de la herramienta de trabajo tradicional de cada puesto, con modificaciones que permitan la captura de los datos por el sistema y la representación de las respuestas de éste al operador, de la forma más cómoda posible para él. La monótona familia de máquinas de escribir más o menos especializadas que antes constituía el grueso del mercado de terminales, se está convirtiendo actualmente en un conjunto altamente heterogéneo de cajas registradoras, básculas, teclados matriciales, sensores, lápices detectores, lectoras de carnets, tarjetas de crédito y etiquetas, etc., combinadas con teclados, impresoras y pantallas más o menos sofisticadas, a fin de atender toda la gama de necesidades del puesto de trabajo.

Muestra ilustrativa del impacto de esta orientación es el actual «boom» en EE.UU. de los terminales de punto de venta, que tanto éxito han alcanzado en grandes almacenes y supermercados, al permitir con el mismo personal y casi la misma forma de trabajo tradicional llevar un control «on line» de ventas, productos, puntos de venta, efectivo, personal, etc., con un máximo dinamismo de la información manejada.

Los anteriores párrafos se han basado únicamente en el aspecto más externo del terminal, en la pura unidad de captura y representación de datos. Sin embargo, esto propiamente no es el terminal, sino una parte de él: a señalada como E/S CONVENCIONAL en la figura 1.

Desde el punto de vista de este croquis podríamos definir el terminal como una unidad de control dotada de una cierta capacidad lógica, cableada o microprogramada, capaz de efectuar transferencias de información entre una serie de unidades periféricas de entrada/salida, una de las cuales es precisamente un transmisor/receptor, y que se puede conectar por telecomunicación a un ordenador.

Las funciones de la unidad de telecomunicaciones son, básicamente:

- Serialización y deserialización de datos, es decir, la conversión de los bits de una unidad de información (byte o palabra) en una secuencia de impulsos y viceversa. Estos impulsos serán modulados luego por el módem para transmitirlos, o serán resultantes de la demodulación en el caso de recepción.
- Comprobación de la paridad, por dígito y por bloque recibido.
- Detección de secuencias y caracteres de control, delimitadores de bloque y mensaje, etc.

Las funciones del órgano de control son, por su parte:

- Ejecución de un programa de transferencia de datos, cableado o microprogramado. En su versión más elemental, mediante conmutadores, se asignaría un dispositivo de entrada y otro de salida —línea e impresora, por ejemplo—, y al pulsar una tecla de arranque empezaría la transferencia, utilizando para ello una serie de registros y buffers que hemos denominado MEMORIA LOCAL. En una máquina con mayor capacidad lógica se podría llegar a hacer todo tipo de procesos entre la llegada de los datos por una unidad y su salida por la otra, tales como inserción y eliminación de blancos, duplicación de secuencias, edición de campos numéricos, verificación de secuencia y formatos, etc.
- Ejecución de funciones singulares, tales como recuperación de errores, notificación de terminación de operación, bloqueo de datos, etc.
- Ejecución de las acciones requeridas por el control de línea, tales como retransmisiones, esperas, eliminación e inserción de caracteres especiales, etc.

Es precisamente desde esta óptica funcional como veremos más claramente la evolución del terminal en los últimos años.

En su versión más primitiva el órgano de control era hardware puro con muy escasa capacidad lógica.

En los terminales de alta velocidad las normas de control de línea más complejas y las necesidades de absorción de la cantidad máxima de información por unidad de tiempo forzaron a la elaboración de una lógica que permitiera detectar y procesar secuencias sofisticadas de caracteres de control, solapar el uso de buffers de entrada/salida, permitir compresiones y expansiones de blancos y caracteres repetitivos, etc. Con lo cual, en un momento determinado, podemos empezar a hablar de la existencia de un auténtico microprograma cableado en la unidad de control del terminal.

Los avances tecnológicos de los últimos años han afectado espectacularmente a todos los campos de la informática, pero entre ellos nos interesaremos ahora por los siguientes:

- a) Desarrollo de procesadores elementales, de elevada velocidad de proceso y bajísimo coste.
- b) Extremado abaratamiento en la producción de bloques de memoria monolítica.
- c) Consolidación de la técnica de diseño de microprogramas almacenados.
- d) Progresiva incorporación de funciones de software en el microprograma.
- e) Elevada experiencia en el desarrollo de compiladores interpretativos.

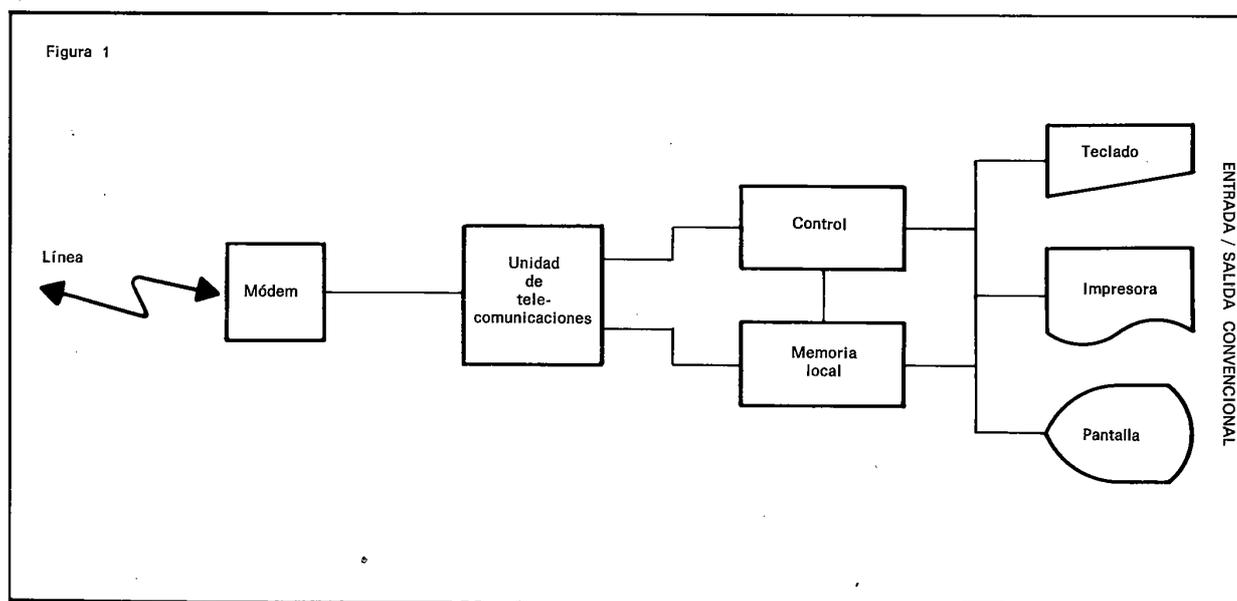
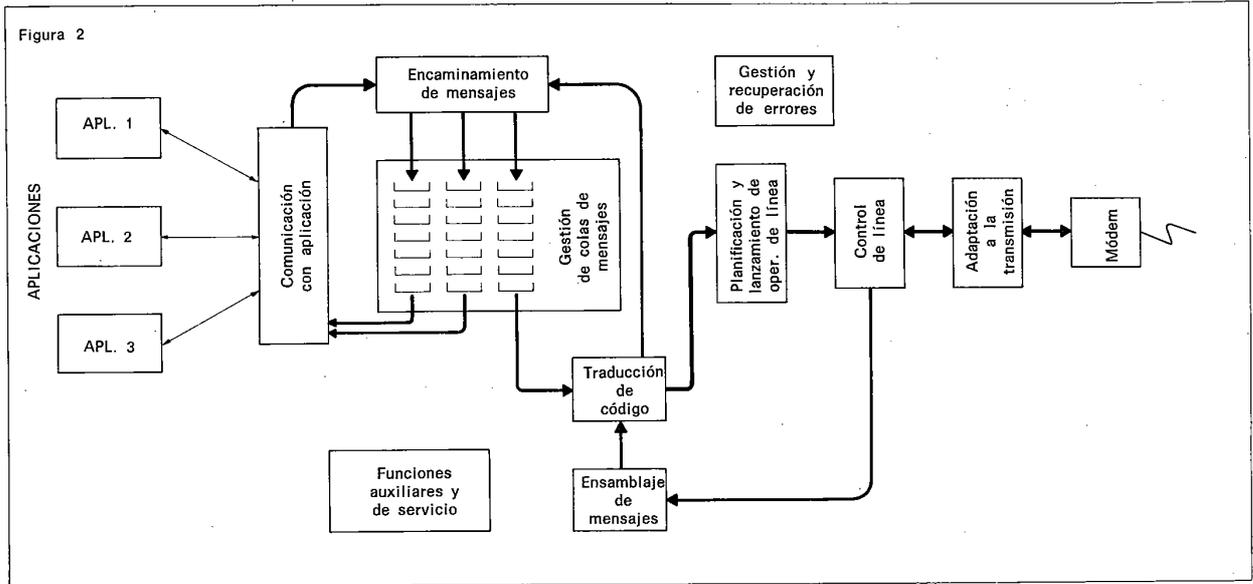


Figura 2



Los puntos a), b) y c), al alcanzar el coste adecuado, justificaron la sustitución de las antiguas unidades de control por otras basadas en procesadores dotados de memoria y microprograma almacenado, del mismo modo que en una etapa anterior, a coste superior, permitieron la incorporación de la microprogramación a las unidades centrales de proceso, sustituyendo el antiguo microprograma del Read Only Storage.

¿Qué ventajas aporta esta nueva concepción? En primer lugar, la de permitir mayor flexibilidad en el diseño del conjunto del terminal y mayor simplicidad de adaptación a funciones y configuraciones distintas; por otra parte, la existencia de algún nivel de inteligencia permite pensar en la posibilidad de adaptar de alguna forma el terminal a la aplicación, siempre a condición de que las necesidades adicionales de memoria en el controlador no lleven el coste global del terminal a un precio descabellado.

La incorporación de esta capacidad de proceso de aplicación viene ligada a los puntos d) y e). Para poder programar estas funciones el usuario necesita lenguajes, y podemos pensar en incorporar compiladores al microprograma —ya existen actualmente máquinas que ejecutan directamente programas en BASIC—, o bien necesita el uso de lenguaje intermedios, producidos en compilaciones previas en el sistema central, ejecutados de forma interpretativa. Por otra parte, si el controlador atiende grupos homogéneos de terminales debe tener posibilidad de ejecución en paralelo de sus programas de aplicación, con algún tipo de multiprogramación y «dispatching» de tareas. Esto sólo se puede conseguir desarrollando estas funciones como sistemas operativos satélites del central, o bien simplificando su apariencia externa mediante su integración al microprograma del procesador de la unidad de control.

Al dotar a un terminal de todas estas funciones, el hecho real es que le estamos convirtiendo en un ordenador en miniatura. Sin embargo, en el nivel tecnológico actual, siempre debe ser con un grado de dependencia grande respecto al sistema central. No se le ha creado para sustituirle, sino para complementarle, ejerciendo aquella parte del proceso que es rentable que haga. En un gran sistema con bases de datos centralizables, lo más rentable es que el acceso y consulta a las mismas lo ejecute el sistema central; mientras que las depuraciones formales de los mensajes de entrada y la adaptación de datos a los formatos de salida es, a simple vista, más interesante descargarlo en los terminales, al permitirnos optimizar el uso de la línea y del operador. Al mismo tiempo, la programación del sistema central será más cómoda, al poder olvidarnos del manejo de los casos de datos formalmente erróneos,

mensajes de error, control de formatos de salida, tratamientos de formularios distintos, etc.

La incorporación de dispositivos de acceso directo como periféricos del terminal ha realizado esta tendencia, marcando además la orientación al «back-up» limitado, según el cual, en caso de fallo del sistema central o de la línea, el terminal es capaz de seguir trabajando «off line», con todo su proceso limitado sólo por la consulta a la base de datos central. Incluso se puede, en estos casos, disponer en el terminal de una copia reducida de los datos indispensables para el proceso, o bien de los que nos permitan atender el máximo de transacciones. Sin embargo, esta tendencia parece un tanto peligrosa, dado que puede llevarnos a una aplicación con n bases de datos descentralizadas, parcialmente duplicadas, con n mecanismos de mantenimiento distintos, sin una sincronización clara entre ellos, lo cual no es fácil de implementar con los recursos técnicos actualmente disponibles, a menos que se haga con un esfuerzo muy considerable. La existencia de una estructuración de los datos parece hoy en día una necesidad indiscutible; queda por ver si el futuro nos llevará a la creación de bases de datos estructuradas y descentralizadas, sincronizadas en su uso y mantenimiento, o bien la técnica de las comunicaciones evolucionará en forma tan radical que hará innecesaria esta complejidad adicional en los ya de por sí sofisticados productos hard y software.

ADAPTACIÓN DEL ORDENADOR A LA TRANSMISIÓN DE DATOS

Veamos ahora el problema desde el otro extremo de la línea: lo que podríamos llamar el enlace aplicación-línea. Este enlace se resuelve mediante un complejo de hardware/software, cuya misión fundamental consiste en asegurar la comunicación entre el programa de aplicación y un terminal, de forma transparente a la configuración de la red, y bajo una disciplina determinada, convenida entre el operador y la aplicación.

La serie de funciones a efectuar para llevar un mensaje de la línea al programa y viceversa viene esquematizada en la figura 2. En los recuadros se ha intentado agrupar, de forma harto simplificada, las siguientes tareas.

1. Comunicación con la aplicación, pudiendo ser ésta directamente un programa de aplicación, o bien un software de gestión de aplicaciones. Esta comunicación, externamente, es el conjunto de

normas, macroinstrucciones, formatos, etc., característicos del método de acceso de telecomunicaciones que se utiliza.

2. Encaminamiento de mensajes, por poco afortunado que resulte el nombre, es la acción de decidir el destino de un mensaje (aplicación o terminal) y seleccionar el camino adecuado (directo, cola, enlace intermedio, etc.).
3. Gestión de colas de mensajes. Es el mecanismo que permite satisfacer de forma asíncrona las funciones de traspaso de mensajes dentro del sistema, mediante colas de destino, prioridades, enlaces, destinos alternativos, etc. Con este dispositivo, el sistema se adapta automáticamente a las distintas velocidades de producción y recepción de mensajes de los distintos componentes de la red —terminales, aplicaciones, concentradores, etc.
4. Traducción de los mensajes de/al código utilizado por el terminal, a la entrada o a la salida de los mensajes del sistema.
5. Planificación de operaciones de línea, selección de los mensajes a transmitir, gestión del protocolo establecido entre la aplicación y el terminal —conversacional, secuencial, etc.—, mantenimiento del máximo de actividad posible en las líneas, observación de las prioridades, etc.
6. Control de línea: adaptación de las operaciones planificadas a las exigencias de los standards de control a que obedece cada terminal en particular, lo cual consiste básicamente en:
 - sincronización
 - detección y producción de secuencias especiales
 - control y generación de respuestas de control
 - verificación de paridad parcial y global
 - detección de errores de transmisión
 - notificación de terminación de operaciones
 - segmentación de mensajes
 - «framing» de segmentos y mensajes
 - etcétera.
7. Ensamblaje de mensajes. Detección de formato y agrupación de los segmentos que los constituyen.
8. Adaptación a la transmisión, ensamblaje y desensamblaje de caracteres, serialización y deserialización de bits, etc.
9. Gestión y recuperación de errores. Reconocimiento de tales condiciones y acción correctiva correspondiente: retransmisión, desactivación de componentes, etc.
10. Funciones auxiliares y de servicio. Control y comunicación del estado de los componentes de la red, estadísticas de transmisiones y errores, test «on line» de terminales, trace de operaciones, etc.

Evidentemente, ésta no es una lista exhaustiva de funciones, ni éstas se efectúan forzosamente en este orden, ni agrupadas de esta forma, pero nos sirven para ver una panorámica de lo que hemos llamado adaptación del ordenador a la transmisión de datos, que nos servirá de base para discutir las orientaciones de su implementación.

En la lista que hemos visto hay funciones que son claramente de hardware, otras que son puramente software, aunque no se ejecuten forzosamente en el ordenador principal. A pesar de ello, esta asignación a una u otra categoría técnica es, como todo lo que hemos visto hasta ahora, puramente accidental. El desarrollo tecnológico ha ido provocando el paso de una a otra medida que esto iba representando una ventaja.

Hagamos un poco de revisión histórica. A toda nueva técnica se le intenta dar un punto de entrada a bajo coste; en el caso del teleproceso el punto de inicio en las telecomunicaciones fue fundamentalmente la transmisión «off line», terminal a terminal, sin pasar por ningún ordenador. Esto permitía centralizar la recogida y dispersión de datos de forma semiautomática, sin intervención de programas de complejo diseño, con hardware más sencillo y menos necesidad de memoria. Más adelante, entrenados en este área de

trabajo, con los datos ya experimentados y con los mismos terminales, conectados «on line» al ordenador debidamente equipado, se puede pasar a la aplicación en tiempo real.

Esta orientación de entrada escalonada justifica que, durante bastante tiempo, los terminales se diseñaran para permitir la conexión indistinta «on» y «off line». Desde esta óptica toda la parte de adaptación del ordenador, que hemos estado discutiendo, se diseñó como un sistema emulador del conjunto terminal-operador, de forma que la sustitución, para el terminal situado al otro extremo de la línea, podía llegar a parecer transparente, aunque no lo fuese en realidad, debido a la complejidad adicional de la aplicación «on line» sobre la pura transmisión de datos.

Hoy en día, este tipo de soluciones intermedias está sólo justificada para los sistemas de recogida de datos, diseñándose en cambio los terminales orientados a transacciones conversacionales con toda la riqueza de posibilidades de la conexión directa, y olvidándose de las restricciones y complejidades operativas de la conexión «off line» punto a punto.

Desde el punto de vista de la evolución tecnológica, aquí se marcan distintas orientaciones iniciales en función de las arquitecturas de los sistemas. El teleproceso presenta, en cuanto a las E/S, una diferencia notable respecto a las otras unidades periféricas, que es la de la aleatoriedad en la llegada de mensajes. Si tenemos una red de n terminales, cualquiera de ellos puede mandarnos un mensaje en cualquier momento, por lo cual el sistema debe estar dispuesto a aceptar n operaciones simultáneas o a estarse horas sin que llegue ninguna. En los sistemas centrales dotados de elevado grado de paralelismo de E/S, con mínima interferencia en la capacidad de proceso, bastó crear un tipo de controladores hardware que efectuasen las mínimas funciones de adaptación —básicamente las del punto 8, más parte del 6 y del 9—, dejando el resto de las funciones a un software de E/S más o menos sofisticado. En los sistemas más orientados a «batch», la adaptación se podía hacer con un ordenador «front end» orientado a telecomunicaciones, con gran capacidad de paralelismo, presentando una interface prácticamente secuencial hacia el ordenador principal. En tal ordenador «front end» se puede llegar a absorber prácticamente todas las funciones descritas, o bien a duplicar parte de ellas, escalonando las responsabilidades de la gestión de la red.

Con el transcurso del tiempo, el coste de los procesadores y de la memoria se ha reducido y por otra parte el número de puntos de conexión por ordenador ha ido creciendo. Actualmente, en los países más avanzados, el número medio de modems por ordenador es de alrededor de 5. Si consideramos el escaso porcentaje del parque total sobre el que estas conexiones se concentran, nos daremos cuenta de que estamos hablando de controlar redes de centenares y millares de terminales, cuya carga de transacciones debe ser soportada por un procesador de alta velocidad de cálculo, que no conviene desaprovechar para soportar funciones de E/S fácilmente descentralizables. También la variedad de terminales es tan grande que, para poderla soportar con la máxima generalidad, se necesita de una interface de E/S capaz de trabajar a nivel bit, programable a nivel microprograma, incompatible con las características de un ordenador de orientación general.

Todo ello justifica el estado actual, en que prácticamente todos los constructores han adoptado la solución ordenador «front end» para soportar las redes importantes, junto con soluciones de tipo más conservador para las pequeñas redes.

EL SOFTWARE DE TELEPROCESO Y SUS DISTINTAS CATEGORÍAS

Progresando en escala ascendente, llegamos ahora a la aplicación y su interface con el sistema, es decir, el software de teleproceso.

Es harto conocida la siguiente clasificación de tipos de aplicaciones:

1. Recogida/transmisión de datos.
2. Consulta/actualización de ficheros en tiempo real.
3. Entrada remota de trabajos («Remote job entry»).
4. Tiempo compartido («Time sharing»).

La 3 y la 4, por sofisticadas que parezcan, son las que han estado desde el principio más claramente definidas. En efecto, el teleproceso en ellas no tiene interacción directa con programas de aplicación escritos por el usuario más que a través de las funciones tradicionales del sistema operativo (tales como la planificación y «dispatching» de tareas), por más que éstas sean peculiares y sofisticadas. Por otra parte, el modo de conversación con el terminal está claramente definido en cada uno de estos casos y, por todo ello, la gestión de terminales viene ya tradicionalmente integrada en el sistema operativo.

La entrada remota de trabajos, incluso en nuestro país, es una técnica casi normal. De hecho, su implementación es muy simple; los únicos obstáculos que se imponen a su más amplia difusión son puramente cuantitativos y de organización. Con el RJE se persiguen dos objetivos: dar facilidad de acceso a los recursos del sistema a un usuario remoto, mediante un conjunto de funciones homólogo al que posee el operador central: una lectora, una impresora, una consola y la interface directa al «spool» del sistema; o bien alejar de la sala de máquinas a un usuario local habitualmente molesto —tal como el programador que está realizando pruebas, por ejemplo—, dándole estos mismos recursos en un punto de trabajo que no interfiera con el departamento de explotación.

Ahora bien, para que tales conspiraciones tengan éxito, es necesario que el usuario de este sistema tenga un grado de satisfacción digno, y esto sólo se puede conseguir con un sistema central suficientemente rico en recursos —memoria, periféricos, grado de multi-programación, etc.— como para poder despachar los

trabajos remotos con un ciclo de retorno suficientemente corto. Para que esto pueda producirse sin perjuicio de la producción «batch» es necesario dotar al sistema de un exceso de recursos que económicamente debe quedar compensado por el servicio prestado, y debe existir además una normativa y control de duración, ocupación de volúmenes, periféricos, etc., a fin de permitir acomodar de forma estadísticamente razonable a los distintos usuarios remotos y locales, sin afectar de forma notable a las funciones de planificación del departamento de producción.

El tiempo compartido se ha visto afectado de forma fundamental por las consideraciones económicas. Mientras que el RJE es una simple prolongación del «spool» del sistema orientado a producción «batch», el TS afecta de forma decisiva a la organización del sistema operativo, siendo difícil por tanto camuflarlo como un subproducto del mismo. Por este motivo ha sido bastante frecuente, hasta ahora, la especialización del sistema operativo en uno u otro tipo de producción, siendo más normal la existencia de grandes sistemas dedicados al Time Sharing —generalmente como servicio público—, que la de sistemas con explotación híbrida, en los que además frecuentemente el subproducto es el propio «batch».

El usuario más típico con necesidades de explotación híbrida a coste razonable es la empresa de servicios, y muestra del optimismo existente en esta área es la previsión, efectuada por Eurodata, de que en 1985 el 21,6 % de los terminales instalados en Europa estarán dedicados a esta área de negocio, destronando al sector bancario de su liderato actual, al quedarse éste relegado al 13,8 %, mientras que en la actualidad las cifras respectivas son del orden del 14 y 27 %.

La recogida y transmisión de datos son aplicaciones sencillas de desarrollo e integración en un sistema orientado a «batch». Los problemas más complejos son de tipo operativo, al requerir una disciplina de conexión periódica, generalmente discontinua, con grados variables de automatismo e intervención manual,



en función del software y tipo de enlace telefónico utilizado. Por su simplicidad y reducido coste es integrable a cualquier instalación, por pequeña que sea, por lo cual es de esperar un gran desarrollo en esta área, especialmente a la vista del interés demostrado actualmente por los fabricantes en la creación de cada vez mejores terminales de captura de datos en el punto de producción de los mismos. Mención especial y destacada requiere el caso particular de la entrada de datos como sustitución de la tradicional perforación.

Dentro de la denominación «consulta y actualización en tiempo real» englobamos todas las aplicaciones que, como antes hemos dicho, constituyen actualmente la mayoría absoluta del mercado del teleproceso. En ellas cabe incluir la reserva aérea, las aplicaciones bancarias de ventanilla, la gestión de stocks de almacenes, autorización y entrada de pedidos, etc. El principal problema de este tipo de aplicaciones ha estado centrado en la gestión óptima de la red, en mantener la máxima actividad paralela posible, en despachar el máximo número posible de transacciones por segundo, y en reducir al mínimo el tiempo de respuesta por transacción. En el desarrollo de las mismas se han utilizado, por tales motivos, las herramientas más flexibles, y, por tanto, de nivel más bajo (métodos de acceso básicos, lenguajes tipo assembler, interfaces sofisticados, técnicas de segmentación de programas gestionadas directamente por el usuario, etc.). El esfuerzo aplicado en estas aplicaciones vemos que se centraba, por tanto, en el desarrollo de software complementario al sistema operativo, requiriendo un conocimiento muy detallado del mismo y unas técnicas de diseño y programación no habituales, e incluso a veces impropias, del diseñador de aplicaciones convencionales.

Actualmente se esta contemplando este problema bajo una óptica algo distinta. En primer lugar el usuario cada vez está más convencido de que su problema es consultar y actualizar datos y tomar decisiones, y no controlar líneas y transmitir mensajes; por tanto, cada vez es más refractario a dedicar recursos a esta tarea, a utilizar lenguajes de bajo nivel y crear programas de diseño complicado y dramático mantenimiento. Por otra parte, el complejo perfil de aplicaciones integradas en un sistema grande de teleproceso, cada vez exige soluciones más modulares. Y por último, la necesidad, universalmente admitida, de integrar los datos en una base estructurada ha asestado un golpe decisivo a los criterios de diseño anteriormente aceptados.

Los programas de aplicación deben desconocer al máximo la naturaleza peculiar de los periféricos de telecomunicaciones. La gestión óptima de recursos debe conseguirse con algún tipo de monitor, integrado o no en el sistema operativo, con el máximo de transparencia para el usuario. El monitor presentará una interface única a la base de datos resolviendo todas las prioridades e incompatibilidades que se presenten entre las transacciones procesadas en paralelo. Las aplicaciones se escribirán normalmente en lenguajes de alto nivel, siendo cada vez más necesaria la utilización de lenguajes de consulta para transacciones no planificadas, de uso directo para el terminalista que toma decisiones en función de aspectos variables de los datos disponibles en la base.

En esta evolución el golpe más rudo lo ha sufrido lo que antes pasaba por ser el valor más imperecedero del teleproceso de consulta: el tiempo de respuesta. Hoy en día, los criterios de dinamismo, agilidad, fiabilidad, modularidad, comodidad de diseño, tienden a imponerse sobre las restricciones motivadas por los intentos de mantener lo más bajo posible el tiempo de respuesta. La estructura de datos, por sofisticado que sea su acceso, tiende a derrotar abiertamente a los eficientísimos accesos directos manejados artesanalmente.

LA REDES DE TELECOMUNICACIONES: ORIENTACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS

Llegamos finalmente al eslabón último de la transmisión de datos: el enlace entre el sistema central

y el terminal, es decir, la red de telecomunicaciones. Por las motivaciones argumentadas en la primera parte de este artículo, la informática debe agradecer la existencia de la red telefónica de transmisión de voz, pero a la vez debe estar preocupada por la evolución futura de las técnicas de transmisión y por lo que éstas le pueden afectar.

Por motivos obvios las redes actuales están fundamentadas en el canal telefónico dedicado, punto a punto, o bien —aunque más raramente— por conexión automática. La red actual de transmisión de voz está estructurada en distintos niveles de enlace; el usuario —terminal u ordenador— posee un par local que le conecta a un centro de conmutación, que está enlazado con otros centros del mismo nivel a través de una red de centros de conexión de nivel superior, a su vez estructurados e interconectados con otros semejantes, hasta llegar al nivel máximo de enlace entre centros internacionales e intercontinentales. La comunicación entre centros de conmutación, sean del nivel que sean, se establece sobre enlaces donde se multiplexa el número de canales suficiente para acomodar estadísticamente el flujo de conversaciones elementales. Estas obedecen a un tipo básico de conexión permanente de corta duración —la típica conversación telefónica— que justifica la dedicación de un canal de enlace intercentros por toda la duración de la misma.

La transmisión de datos, sin embargo, obedece a un modelo distinto: cortas ráfagas de datos emitidas periódicamente durante un largo intervalo de conexión. Esta desviación del modelo fundamental da pie a la preocupación de los técnicos por crear un modo de conmutación sobre la red que permita aprovechar mejor sus recursos de intercomunicación. La tendencia actual marca una preponderancia en esta área de la técnica denominada «packet switching», con la que, en lugar de dedicar un canal a un usuario único, sobre él se van transmitiendo «paquetes» de datos pertenecientes a usuarios distintos, insertados en un «sobre», es decir, en una estructura donde figura información de su destino y procedencia. Las centrales de conmutación resuelven, en función de esta información, cuál es la siguiente etapa del viaje de cada uno de estos paquetes: si continuará circulando por otro enlace principal, o bien si serán entregados a un par local de su área de influencia. En este sentido se han desarrollado una serie de redes —la mayoría experimentales— que marcan la tendencia al desarrollo de una técnica de comunicaciones adaptada a la medida justa de la técnica de proceso de datos, incorporando además todas las innovaciones en el área de modulación, serialización, etc. Esto da una cierta confianza al informático respecto de las posibilidades futuras de una herramienta que ya se empieza a acostumbrar a considerar como propia, aunque le quede la preocupación de la necesidad urgente de una estandarización de interface, mucho más profunda que la del formato físico de las conexiones. El Dr. A. G. Fraser, de Bell Laboratories, comentó recientemente en una disertación sobre este tema, la problemática de las probables futuras modificaciones y mejoras de estas redes y su repercusión sobre los hardwares y softwares conectados a ellas; contrastándolos con el ejemplo de la red de comunicaciones de voz, cuya interface es un modelo de estabilidad, frente a los drásticos cambios producidos en los sistemas de transmisión y conmutación durante los pasados cuarenta años.

Vamos a enfrentarnos con esta cantidad de 1.400.000 terminales instalados en Europa en el 1985. Tendremos entonces ordenadores con velocidades de proceso 7 veces superiores a las actuales, con memorias 4 veces más rápidas y capacidades fabulosas. Los periféricos van a evolucionar de forma impresionante. El técnico que debe utilizarlos sólo queda preocupado porque las distintas subestructuras existentes entonces —hardware, software, redes, personal— estén todas ellas a un nivel de desarrollo comparable con estas cifras, que le permita servirse de ellos sin resultados traumáticos y con una calidad de servicio multiplicada por un coeficiente igualmente fabuloso.

Juan Antonio Tubau

Breve descripción de la red especial de transmisión de datos

José M. ARRIOLA MONTERO

Doctor Ingeniero Industrial
Director de Marketing de la División Informática de la C.T.N.E.

Gabriel ALARCIA ORTIZ

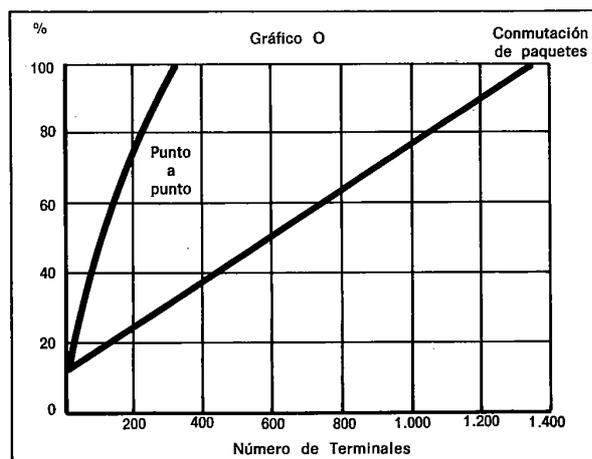
Ingeniero de Telecomunicación
Jefe de Investigación de Mercados de la División Informática de la C.T.N.E.

INTRODUCCIÓN

La Red Especial de Transmisión y Conmutación de Datos implantada por CTNE ha surgido como consecuencia del amplio desarrollo que está adquiriendo la transmisión de datos en España, sobre todo en el Sector Bancario.

Los objetivos de diseño de la R.E.T.D. han sido, fundamentalmente:

- Ofrecer la posibilidad de usar una red de teleproceso de amplitud nacional con una inversión inicial mínima para el usuario.
- Permitir la compartición de las instalaciones de telecomunicaciones por muchos usuarios con la consiguiente reducción general de costos.
- El costo de transmisión está en relación con la cantidad de información transmitida, beneficiando especialmente a los proyectos en su fase de lanzamiento, cuando el tráfico es poco intenso y sin embargo se necesita una red completa. La R.E.T.D. también favorece a los grandes proyectos que, al tener que dar servicio a escala nacional, deben llegar hasta poblaciones pequeñas y con poco tráfico, con gran número de terminales distribuidos por toda la geografía española.
- Ofrecer un sistema de conmutación y concentración inteligente, que alivia (aplicaciones de T/R) al ordenador del usuario de todas las tareas de control de líneas y terminales, polling, etc., es decir, un verdadero FRONTEND de comunicaciones. Esta función conduce a la liberación de una fracción importante de la potencia del ordenador usuario, que en algunos de nuestros clientes ha resultado ser del orden de 1/3 de la potencia de su máquina, suprimiendo además totalmente la necesidad de los concentradores de terminales. El gráfico 0 muestra el tanto por ciento de consumo del ordenador del usuario (ejemplo, Univac 1108) necesario para el control de un número variable de terminales, según que se use una red punto a punto o una red de conmutación de paquetes.
- Ofrecer un Servicio Auxiliar de Mensajes que establece un conjunto de facilidades imposible de dar con los sistemas clásicos privados de conmutación telegráfica de circuitos y con una cobertura, posibilidades de ampliación, flexibilidad y repercusión de costes para el abonado que no se pueden obtener con centralitas privadas (ordenadores) de conmutación de mensajes.
- Utilizar las técnicas más avanzadas y beneficiosas para los usuarios. En efecto, la R.E.T.D. ha sido la primera red pública creada en el mundo mediante la técnica de CONMUTACION DE PAQUETES. Tenemos la satisfacción de poder decir que España ha realizado una labor de avanzada, abriendo un camino al que se han



adherido posteriormente países tan importantes como EE.UU., Japón, Canadá, Reino Unido, Francia, Australia, etc.

- Ofrecer una red multidireccional que permite en el futuro la interconexión de los terminales y ordenadores de múltiples usuarios, dentro de las tendencias más futuristas conducentes a metas tales como los sistemas de compensación y comunicación interbancarios, acceso a bancos comunes, etc. En los países más avanzados se habla ya de la «sociedad sin dinero», de la «sociedad informatizada», de las «ciudades cableadas», etc.

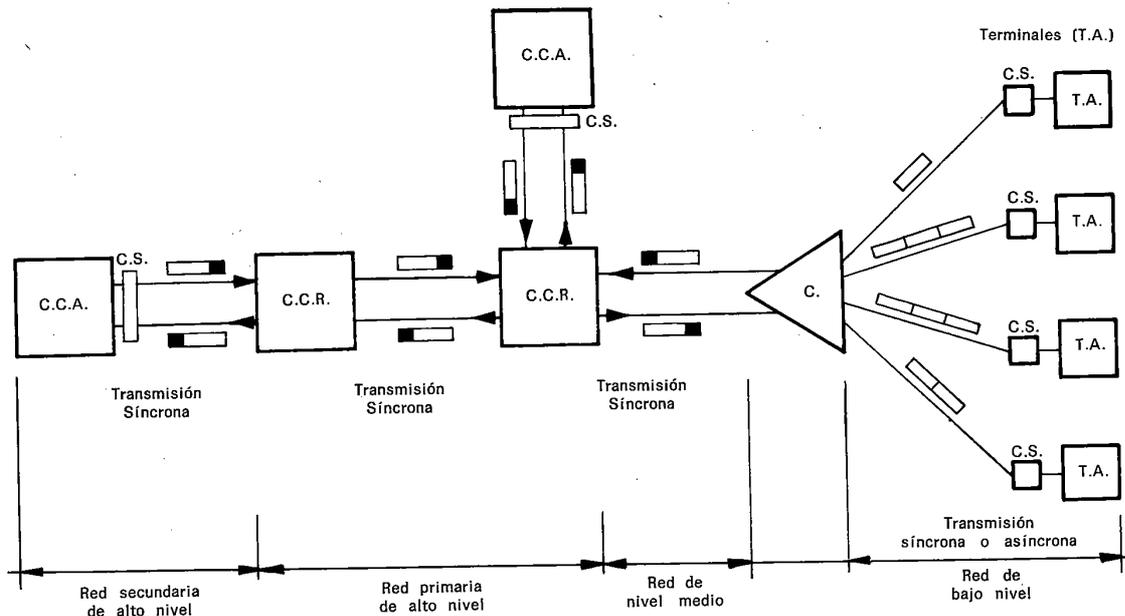
ESTRUCTURA DE LA RED

La estructura de la Red de CTNE es la representada simbólicamente en las figuras 1 y 2.

Desde el punto de vista operacional, la Red se divide en tres niveles:

- a) Una Red de Alto Nivel.
 - b) Una Red de Nivel Medio.
 - c) Una Red de Bajo Nivel.
- a) **Red de Alto Nivel**
 - 1) Una Red Primaria de Alto Nivel, formada por los Centros de Conmutación y Retransmisión de CTNE y por los circuitos y equipos de transmisión que unen dichos Centros entre sí (rutas primarias).
 - 2) Una Red Secundaria de Alto Nivel, formada por los Centros de Cálculo de los Abonados y por los circuitos y equipos de transmisión que unen los Centros de Cálculo de los Abonados con los Centros de Conmutación y Retransmisión (rutas secundarias).

Figura 1. Esquema de la Red Especial de Transmisión de Datos



C.C.A. = Centro de Cálculo de Abonado
 C.C.R. = Centro de Conmutación y Retransmisión de la Red de C.T.N.E. (duplicado).
 C. = Concentrador (duplicado)
 T.A. = Terminal Abonado
 C.S. = Convertidor de Señales

▬ Representación de un bloque de datos: la parte negra es la cabecera y el resto, el texto.
 ▬ Un mensaje puede estar constituido por varios bloques de datos (hasta 256).
 ▬ Bloque con texto únicamente.

Los Centros de Conmutación y Retransmisión están duplicados y se sitúan en los puntos nodales de la Red total (en el futuro estos puntos serán: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Bilbao y León), mientras que los Centros de Cálculo de los Abonados están repartidos por toda la geografía de la península. En la primera fase se instalaron los Centros de Conmutación y Retransmisión de Madrid y Barcelona (figura 3).

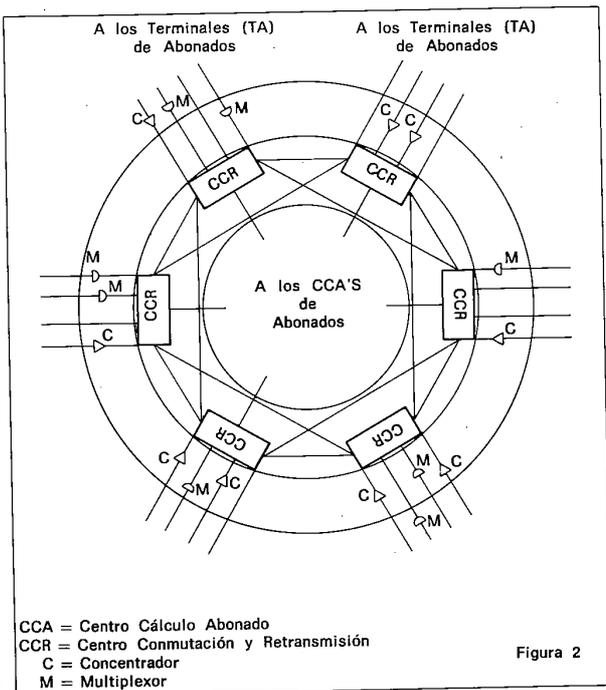
Las rutas primarias, y normalmente también las secundarias, se encaminan físicamente por dos trayectos de seguridad diferentes y están constituidas por circuitos telefónicos de 4 Kc/seg. de ancho de banda, acondicionados para transmisión a 4.800 baudios, estando previstas para el futuro la incorporación de circuitos con anchos de banda más amplios y velocidades de transmisión superiores (9.600, 19.200 y 40.800, con técnicas MIC o PCM hasta velocidades del orden del Megabit/seg.).

b) Red de Nivel Medio

La Red de Nivel Medio está formada por los Concentradores de CTNE y por los circuitos y equipos de transmisión directamente asociados, que los unen con los Centros de Conmutación y Retransmisión.

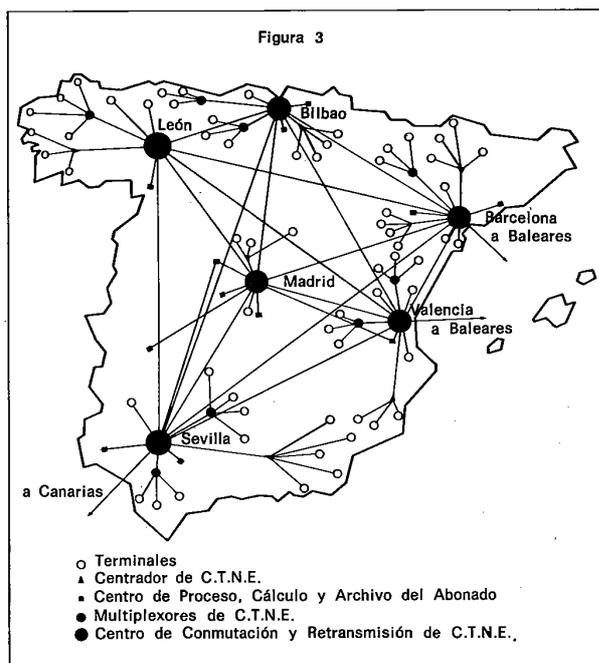
Los concentradores están duplicados y se localizan en cada una de las provincias o en los puntos donde debido a la concentración de terminales, sean necesarios.

Las rutas de este nivel en la Red, lo mismo que las de Alto Nivel, se encaminan físicamente por dos



CCA = Centro Cálculo Abonado
 CCR = Centro Conmutación y Retransmisión
 C = Concentrador
 M = Multiplexor

Figura 2



trayectos de seguridad diferentes y están constituidas por circuitos telefónicos de 4 Kc/seg. de ancho de banda y acondicionados para transmisión a 4.800 baudios, velocidad que podrá ampliarse en el futuro.

c) Red de Bajo Nivel

La Red de Bajo Nivel se divide en:

- 1) Una Red Primaria de Bajo Nivel, formada por los Terminales de Abonado que están unidos directamente a los Centros de Conmutación y Retransmisión y los circuitos y equipos de transmisión asociados.
- 2) Una Red Secundaria de Bajo Nivel, formada por los Terminales de Abonado que se unen directamente a los Multiplexores junto con los circuitos y equipos de transmisión asociados, así como por dichos Multiplexores y los circuitos que los unen a los Centros de Conmutación y Retransmisión y equipos de transmisión asociados.
- 3) Una Red Terciaria de Bajo Nivel, formada por los Terminales de Abonado que están unidos directamente a los Concentradores y los circuitos y equipos de transmisión asociados.

Los Multiplexores de CTNE o del abonado se localizan en los puntos en donde debido a la concentración de terminales sean necesarios, duplicándose en aquellos en los que la importancia del servicio así lo exige.

Bajo la denominación de Terminal de Abonado se incluye cualquier equipo que el abonado conecta a la red a excepción de los Centros de Cálculo de Abonado. Los TA se conectan a su propia velocidad de trabajo a los Centros de Conmutación y Retransmisión, bien directamente o bien por Concentradores o Multiplexores.

SERVICIOS

Los servicios que la Red Especial de Transmisión y Conmutación de Datos ofrece a los abonados son los siguientes:

a) Servicio de aplicaciones en tiempo real

El Servicio de Aplicaciones en Tiempo Real facilita la comunicación entre Terminal y Centro de Cálculo y/o viceversa (nunca entre terminales), y se aplica en la transmisión de datos que exige una atención y proceso inmediato por parte de la Red y del Centro de Cálculo del Abonado. En este Servicio, la Red tiene internamente la suficiente información para encaminar los mensajes cursados (mensajes de entrada) hacia el Centro de Cálculo del Abonado, ahorrando al abonado la necesidad de definir este encaminamiento.

Dentro de este servicio se incluyen, fundamentalmente, las aplicaciones de «pregunta-respuesta», en las cuales se asigna a cada Terminal una prioridad de las dos existentes, las cuales difieren en el tiempo de respuesta.

El tiempo de respuesta (tiempo transcurrido desde que el Terminal transmite el último carácter de un mensaje de interrogación hasta que recibe el primer carácter del mensaje de respuesta, descontando el tiempo de proceso del Centro de Cálculo del Abonado) se fija en 2 segundos para mensajes de la más alta prioridad, como máximo.

b) Servicio de transmisiones masivas especiales

Dentro del Servicio de Informaciones Masivas se incluyen las transferencias esporádicas y cortas de grandes cantidades de información que exigen bajo porcentaje de errores de transmisión y que no justifican (después de un análisis detallado en cada caso concreto) el empleo de la red conmutada pública o del circuito punto a punto.

En este servicio la transferencia puede hacerse bien directamente a un ordenador, con conexiones «en línea», o bien con conexiones «fuera de línea» entre Terminales de distintos tipos exceptuando ordenadores.

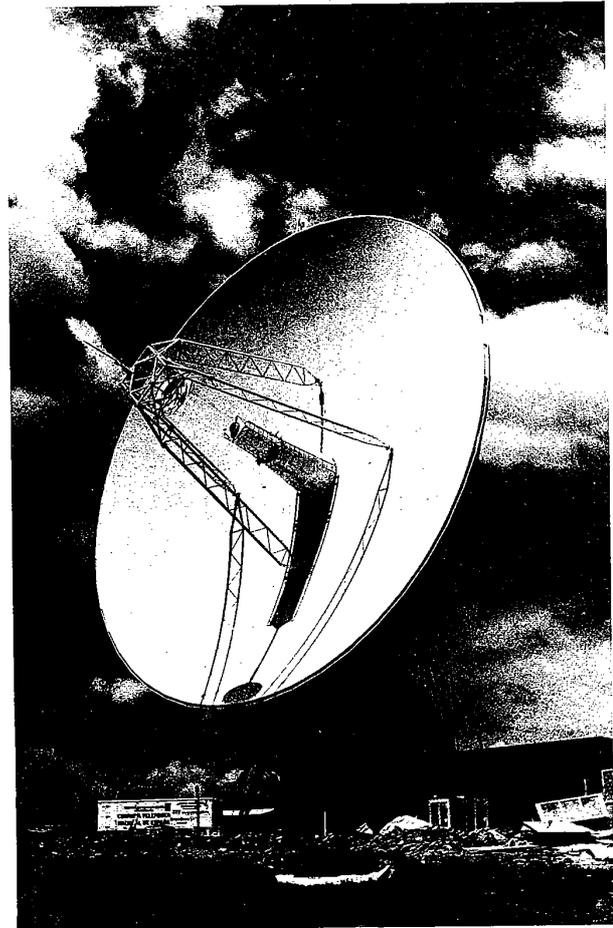
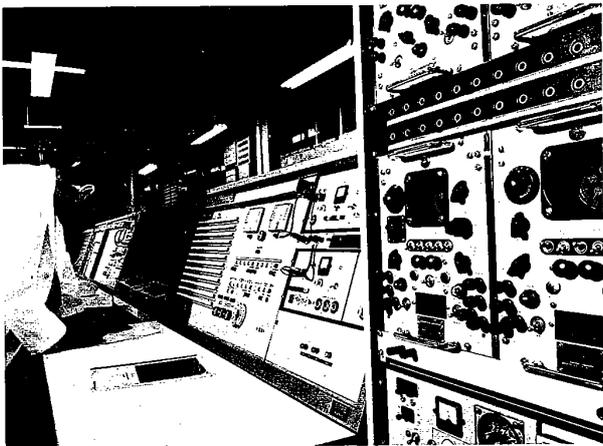
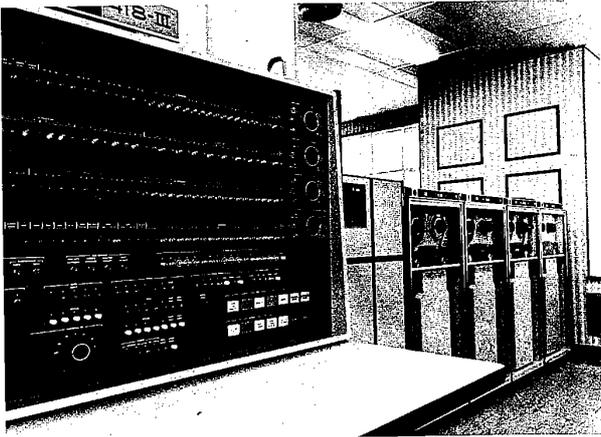
Además, inicialmente, puede almacenarse la información con vistas a su posterior retransmisión al Centro de Cálculo de Abonado. Al igual que en el Servicio de Tiempo Real, en este Servicio, la Red tiene internamente la suficiente información para encaminar el mensaje procedente del Terminal.

c) Servicio Auxiliar de Mensajes

Con el Servicio Auxiliar de Mensajes se facilita el intercambio de mensajes entre dos estaciones conectadas a la Red, las cuales pueden ser indistintamente Terminales u Ordenadores.

Las características de este servicio son las siguientes:

- No existe direccionamiento prefijado, sino que viene contenido en la primera parte del mensaje generado por el usuario. En esta parte del mensaje se definen asimismo otras condiciones de encaminamiento.
- Posibilidad de direccionamientos múltiples mediante el empleo de un código de grupo o bien por un código individualizado para cada terminal. También está prevista la mezcla de identificativos de grupo con objeto de aumentar considerablemente el número de destinos.
- Posibilidad de redes cerradas que satisfagan necesidades especiales del usuario (por ejemplo: secreto).
- Cambios de código y velocidad, permitiendo el diálogo entre terminales de distinto tipo.
- Inicialmente los mensajes tienen un formato fijo; sin embargo, se prevé para el futuro la introducción de nuevos formatos.
- Posibilidad de recuperación de mensajes. Se ha definido además un Servicio Interno de Red necesario para comunicar ciertas órdenes o enviar cierto tipo de información que afectan únicamente a funciones internas de los centros.



- Cada mensaje puede ser transmitido en dos niveles de prioridad.
- Permite el uso de una amplia gama de terminales.
- La Red dispone de una configuración duplicada de cada centro que permite garantizar al abonado la no pérdida de información y el mínimo de repeticiones posible.
- Se admite la posibilidad de que un mismo terminal trabaje para las Aplicaciones del Servicio Auxiliar de Mensajes y de Tiempo Real según las conveniencias del abonado (esta opción está en fase de estudio y desarrollo en estos momentos).
- Varios terminales pueden tener un solo número de identificativo.
- Cualquier terminal actuando como fuente dentro de una red cerrada puede transmitir información a terminales pertenecientes a otras redes cuyo acceso a las mismas le haya sido permitido.
- Si el terminal actúa, como destino, únicamente puede recibir información de terminales fuente que tengan acceso a su propia red. De esta forma se evita la posibilidad de establecer comunicación entre dos terminales cuya conexión no haya sido prevista de antemano.
- Detección de la repetición de un carácter dentro de un mensaje (por ejemplo, cinta cortada), a partir de un límite establecido.
- Se puede anular cualquier mensaje antes de haber finalizado.
- Se puede proporcionar el que el terminal emisor pueda anular todos los caracteres de línea que se esté escribiendo mediante una clave.
- Se puede proporcionar la facilidad de «Back Space» según la cual se admite que un terminal emisor pueda retroceder en la escritura del mensaje hasta posiciones en un carácter anterior al último, y a partir de esta nueva posición corregir lo que ya estaba escrito. Esta facilidad es de especial aplicación cuando el operador se da cuenta de que ha tecleado algún carácter erróneo entre los últimos escritos.
- El abonado, por medio de un mensaje de control, puede solicitar en cualquier momento el número de secuencia del último mensaje que ha emitido.
- El abonado puede solicitar recuperación de «información histórica» según dos posibilidades: «On-line retrieval», hasta 12 horas; «Off-line retrieval», recuperar mensajes cuya antigüedad no sea superior a un mes.
- Cada abonado puede disponer, opcionalmente, de dos dígitos como identificativo particular. Identificativo que sólo sería interpretado por el abonado en el terminal de destino.
- El abonado puede tener libertad para establecer el tabulado de sus mensajes, siendo competencia de la Red el poner en cada caso los caracteres de relleno necesarios.
- Cualquier terminal puede ordenar que dejen de transmitirle, hasta nuevo aviso, mensajes de una o ambas prioridades. Los mensajes que reciba la Red (R.E.), para un terminal durante el tiempo que éste no debe recibir información, serán sometidos a un «time-out» de 12 horas, ajustable. Si transcurre este tiempo desde la llegada de un mensaje, sin

Figura 4.1

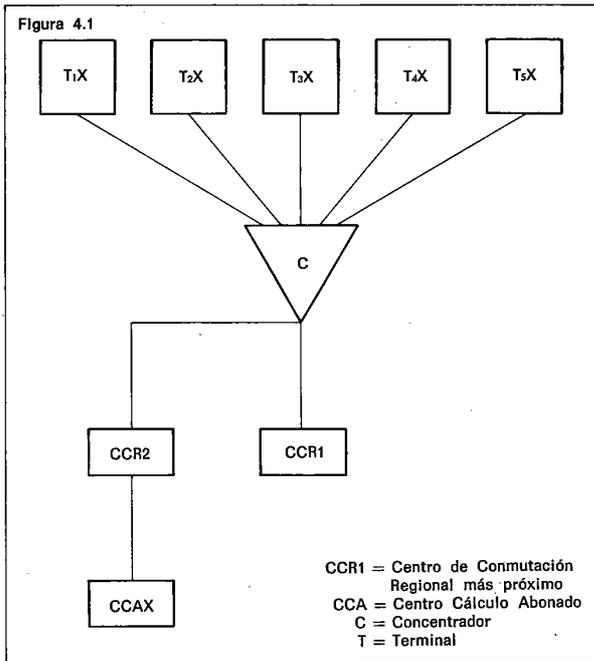
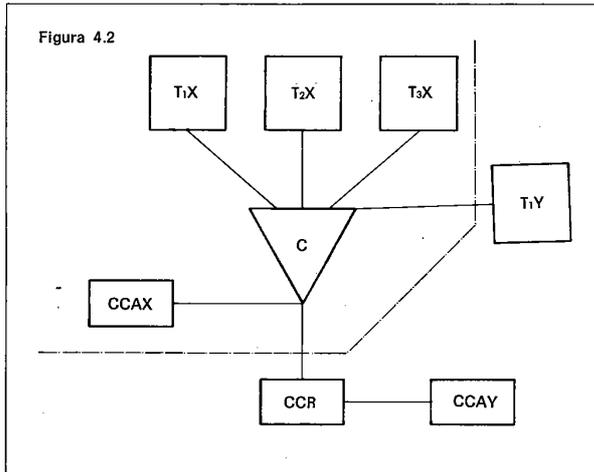


Figura 4.2



haberse producido el lanzamiento de la cola a la que pertenece (situación que no es presumible que se produzca en la práctica), dicho mensaje sería rechazado en la misma forma que si el terminal de destino se encontrara en error y no dispusiera de destino alternativo. No existe, pues, limitación en cuanto al tiempo de retención de colas. Este servicio se concede a instancia del usuario, que será quien determine la duración del mismo. Las respectivas peticiones de puesta en funcionamiento y suspensión deberán formularse mediante mensajes de control establecidos al efecto.

- Posibilidad de cambio de destino. El abonado puede, por medio de un mensaje de control, cambiar el destino del tráfico dirigido a cualquiera de sus terminales. Por medio de este servicio, un terminal puede recibir el tráfico de varios otros. Una vez efectuado el cambio, el terminal sustituido no recibirá ningún tráfico procedente de otros terminales hasta tanto no se envíe una solicitud en este sentido, cursada mediante un mensaje de control definido para este fin. Es, pues, el abonado quien determina la duración de este servicio y únicamente a petición suya podrán llevarse a efecto tanto el cambio inicial del tráfico como su restauración.

- Posibilidad de fijar un destino alternativo. Si el abonado quiere disfrutar de este servicio, debe designar a un terminal para recibir la información destinada a cualquiera de los demás terminales de que dispone, en el caso de que no hubiera sido posible transmitírsela a los mismos directamente, al cabo de 6 horas (ajustable), contadas a partir del momento de ser recibido el mensaje por la red. Una vez redirigido el mensaje al destino alternativo entraría en funcionamiento un nuevo «time-out» de 6 horas, para el caso de que también este terminal cayera en error.

Al cumplirse este nuevo «time-out» la Red envía un rechazo al terminal fuente poniendo de manifiesto que se ha intentado enviar el mensaje al destino alternativo.

CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN

El intercambio de información entre los centros y terminales remotos, o entre éstos entre sí, se efectúa agrupándola en conjuntos autónomos que se denominan mensajes.

Estructura de los mensajes

Los mensajes se componen de uno o varios paquetes o bloques. En la Red, la longitud de un mensaje se limita, en principio, a 255 bloques, dividiéndose el mensaje en varios consecutivos cuando sobrepase esta cifra. Los bloques no pueden exceder de 255 octetos de información, y son de dos tipos, denominados: «bloques de datos» y «bloques de servicio».

Los bloques de datos se intercambian entre abonados, y su contenido no es interpretado por los equipos de la Red, mientras que los bloques de servicio son generados e interpretados por algún centro de la Red o por un Centro de Cálculo de Abonado.

FUTURO

La C.T.N.E. prevé para el futuro, en la distribución de la Red de Transmisión de Datos, las siguientes modalidades de trabajo: 1) Concentración remota, y 2) Centro de conmutación satélite.

Concentración remota

La intención de la C.T.N.E. es conseguir que el 80 % del tráfico pase por un solo centro de conmutación; por ello pretende utilizar este sistema, que consiste en la unión directa del concentrador (al cual están conectados los terminales) con el Centro de Conmutación y Retransmisión que esté conectado directamente al Centro de Cálculo del Abonado.

Centro de Conmutación Satélite

Cuando el área geográfica de la instalación de un Centro de Cálculo de Abonado con sus correspondientes terminales sea lo suficientemente pequeña, la C.T.N.E. ha previsto que el concentrador al cual están conectados los terminales sirva de centro de conmutación sin necesidad de desviar el tráfico a través del Centro de Conmutación y Retransmisión (figura 4).

José M.^a Arriola Montero
Gabriel Alarcia Ortiz



"SITTING **H. BULL**" ATACA :
¿PERO A QUIÉN?

MIS
TELEFÓNICAS
CONTRA
TUS
PETRODÓLARES
IBRAHIN BEN MUSTAFÁ

...TÚ Y TU COMPAÑÍA!!

España y la «Com-Inform»⁽¹⁾

Julián M. DE MARCELO COCHO

1. LA «DROSOPHILA MELANOGASTER»

(...) que como recordará con aprensión quien haya estudiado rudimentos biológicos, era una mosca del vinagre que dio celebridad a Morgan por su fecundidad reproductora, capaz de dar en breves lapsos de tiempo generación tras generación de mutaciones con ojos blancos, con ojos rojos, con alas lisas, con alas rugosas, sin alas, etc.

Algo así como las redes de Datos, que en su rápida evolución han dado ya varias generaciones de individuos hoy en día coexistentes; y tampoco en este caso puede hablarse con propiedad de redes históricas ni de redes futuras: tan sólo de filiaciones, como las que expondremos para una época que no se remonta más allá de los «felices (¡ay!) sesenta»:

- a) Lo primero que se le ocurre al usuario con retazos de «bricoleur» es tender cable punto a punto (la clásica «alargadera»). Aunque parezca mentira, la solución funciona para cortas distancias impecablemente y sin gran aparato. Sólo hay que vigilar el no salirse de los dominios propios, para no incurrir en persecución judicial por los arrendadores de los servicios de telecomunicación. Esta causa, entre otras, hace que este tipo de conexiones carezcan de relevancia económica.
- b) El segundo paso del «bricoleur» teleinformático es la utilización de la Red Telefónica normal (clasificable en el orden de las *analógicas*, género de las *asíncronas*, familia de la *conmutación de circuitos*: ver anexo). A pesar de su lentitud de conexión y de tránsito, éste ha sido el vehículo más utilizado para el enlace con terminales lentos, por ejemplo en las redes de Tiempo Compartido, sin más que convertir (o «modular») la información digital a onda de voz.
- c) Ahora bien, la necesidad creciente de rapidez y seguridad de tráfico denso de datos exige una mayor industrialización de la instalación, para la que hay que llamar al departamento comercial de la compañía «carrier» (o sea, «vehiculadora», transportista de la comunicación). Esta suele aprovechar también la Red Telefónica normal, de la que alquila al abonado permanentemente parte de la banda para establecer su conexión punto a punto; pero también el «carrier» puede animarse a establecer nuevas redes privadas, por ejemplo *digitales* y *síncronas*, más apropiadas al tránsito de datos por cuestión de velocidad, capacidad y simplicidad física de conexión y control: ambos soportes, el común con el teléfono y el especial, siguen siendo caros; y podrían abarataarse gracias al sistema de conexión multipunto, ventajoso para distribuciones geográficas «densas» de terminales, próximos entre sí pero globalmente alejados de la unidad central, si no fuera por la falta de entusiasmo comercial que suscita el multipunto en el «carrier» de turno.

- d) La multiplicación de conexiones alquiladas permanentes entre cada dos puntos de abonado, al bloquear capacidades exponencialmente crecientes de las redes telefónicas actuales, conducen con naturalidad al estudio de un nuevo tipo de redes conmutadas especiales para datos, cuyas facilidades operativas se aproximen a la solución b), y cuya calidad técnica de conexión sea comparable a la solución c). Esto ha dado lugar a numerosas líneas de investigación que están cristalizando en proyectos de distinta solución técnica en cuanto a conversión, sincronía y conmutación.

Tras estas primeras fases de soluciones divergentes para la transmisión preexistente de voz y para la nueva transmisión de datos, vuelven a planear en el horizonte soluciones de síntesis para el transporte de voz y de datos; aunque esta vez será la voz la que se convierta a dígito (véase Anexo).

La «coexistencia pacífica» entre todas estas generaciones distintas de redes ha saltado ya del terreno de los problemas técnicos, casi definitivamente resueltos a favor de la *conmutación de paquetes y/o circuitos sobre red digital síncrona*, y sigue desenvolviéndose en un terreno «bioeconómico» de lucha por la supervivencia, en un medio ambiente condicionado por multitud de otros factores extratécticos que se irán analizando en la medida de nuestro conocimiento.

2. GRACIAS, «CARRIER-NERO» (o CAMIONERO, si así se prefiere)

Nuestro país está recorriendo también, por suerte, etapas propias en la transmisión de datos. Desde hace algo más de tres años la CTNE, el «common carrier» español, está edificando la R.E. (Red Especial de Conmutación y Transmisión de Datos), en competencia interna con sus servicios de circuitos telefónicos conmutados aplicados a la informática y de alquiler de líneas privadas arrendadas punto a punto (5).

El gran esfuerzo técnico y económico que este paso adelante supone está siendo reconocido como pionero a nivel internacional, entre otros por Davies (74) y Allery (74). De estos trabajos recientes parece deducirse que la Red Especial no realiza exactamente una *Conmutación de Paquetes* estricta, sino una *Conmutación de Mensajes* elaborada, próxima a la conmutación de paquetes. A este respecto, es interesante comparar las primeras especificaciones (4) de CTNE con el artículo de Arriola y Alarcia de este mismo número: en aquéllas no se menciona la Conmutación de paquetes, aunque no se andaba lejos de ella; mientras que en el artículo reciente parece haberse abandonado la idea primitiva de incluir más adelante la *Conmutación de Circuitos* para los datos.

1. Comunicaciones-Informática: «Honnei soít qui mal y pense!»



Nada de esto es gratuito, y conduce a profundizar algo más en el camino de una definición precisa de las características de la R.E. Esta, si nos basamos en el citado trabajo de Davies (74) y en el trabajo conjunto Davies-Barber (73), la Conmutación de Mensajes evolucionada, o también Conmutación de Paquetes primitiva, tiene varias características enunciadas en las especificaciones de la R.E., como:

- más de un nivel de prioridad (lo que refleja una arquitectura con tiempos de respuesta normales no despreciables);
- recuperación optativa de «información histórica» (lo que denota la existencia de almacenamientos intermedios de amplia capacidad, desde luego no preconcebidos para ser «back-up» de todos los abonados, aunque esto pueda ser una ventaja marginal);
- direccionamiento múltiple optativo de mensajes (complicación no esencialmente útil a la Conmutación de Paquetes y que ésta, mucho más selectiva en los modos de distribución de la información, no suele recoger);
- aceptación de mensajes por la Red Especial sin que ésta conozca a priori el estado de receptibilidad de la estación de destino (lo que entraña un complejo sistema de reacciones diferidas, tan difícil de describir en las especificaciones como delicado de controlar en la práctica).

Por tanto, hay que pensar que todas las alternativas tomadas (se presenten como virtudes o como limitaciones) no han sido caprichosas, sino que proceden de una situación evolutiva en la edificación de la Red. Esta, que inicialmente opera con protocolos relativamente simples, se encuentra *en tránsito* hacia una Conmutación de Paquetes, bastante más compleja técnicamente, pero que externamente descargará a la Red de algunas de sus «manías»: tránsito que sin duda se verá facilitado por el diseño premonitorio de lo ya concebido, especialmente en los terrenos del empaquetamiento, del chequeo de errores y del ajuste anunciado y previsto a la normalización internacional (que por cierto hasta ahora también tiene una considerable fluidez).

El reconocimiento de una situación transitoria en nada empuja el esfuerzo de la CTNE; incluso parecería ciertamente audaz por su parte el empeño de conservar permanentemente la situación operativa (no experimental) de cabecera, en la que un legítimo orgullo técnico podría pagarse seriamente con los costes inherentes a un pionerismo en tierra poco conocida. No es una simple casualidad que muchos de los países citados por Arriola (5), y también tratados con más detalle por Allery (1), estén en una situación coincidente, reconocida como transitoria, a caballo entre redes experimentales y proyectos ambiciosos. Detallemos los más importantes:

- En EE.UU. se ha abierto la concurrencia, con permiso del FCC (Comité Federal de Comunicaciones,

con mentalidad liberal antitrust), contra los tradicionales «common carriers» ATT y Western Union, en la instalación de líneas privadas para comunicación de diferentes tipos de datos; los dos gigantes de la telefonía han reaccionado, a corto plazo económicamente con un casi «dumping», y a largo plazo técnicamente con proyectos de *digitalización sincrónica* y *conmutación de circuitos* (sin proseguir curiosamente la experiencia de la Red privada semigubernamental ARPA de *Conmutación de Paquetes*, por no citar más que una de sus revolucionarias características de especialización y comunión de recursos).

- El NTT de *Japón*, tras analizar con la industria nacional las perspectivas de Conmutación de Circuitos o de Paquetes, también parece decidirse por una Red Pública *Digital sincronizada de Conmutación de Circuitos*, a operar en 1977, a la que más tarde se incorporará la *Conmutación de Paquetes*.
- *Canadá* ha arrancado en 1973 un servicio punto a punto *digital sincrónico*, que extenderá en 1975 a la *Conmutación de Paquetes*.
- El *Reino Unido* parece lanzarse también a la *digitalización sincrónica* de su red conmutada de circuitos, para incorporar hacia 1980 la *Conmutación de Paquetes*.
- *Francia*, que en 1972 introdujo la red CADUCEE, proyecto de gran originalidad por la resolución física simple del «interface» del usuario con la red, está estudiando la *Red de Conmutación de Paquetes* (RCP) previamente al proyecto HERMES, que implantará la *digitalización sincrónica*.
- *Australia* parece operar una red (CUDN) muy semejante a la Red Especial de la CTNE, siguiendo ambas los pasos de la red internacional SITA de compañías aéreas.
- La *República Federal Alemana, Italia, Suiza y Suecia* también avanzan, con pies de plomo, en realizaciones y proyectos.

Como puede verse, las coincidencias y diferencias internacionales son demasiadas para no profundizar en las explicaciones. A grandes rasgos puede verse que éstas serían de dos tipos:

Primero, hay que considerar el grado de vetustez y obsolescencia técnica de la Red de Circuitos telefónicos vigente. Los países que empezaron temprano la carrera del desarrollo, como EE.UU. y el Reino Unido tienen redes extensísimas, superamortizadas y aun dotadas en un porcentaje nada despreciable de centralitas electromecánicas para conmutación de circuitos. La necesidad más aguda, previa y extensa en estos países de la transmisión de datos coincide con la de sustituir tales redes, no sólo por obsolescencia telefónica, sino por su incapacidad práctica para transmitir datos fielmente, a causa de un ruido especialmente intenso generado por las centralitas e inevitablemente amplificado con la distancia a causa de los repetidores.

Por tanto, la tendencia prioritaria que se impone es la *sustitución general* (datos y voz) por nuevas redes *digitales sincrónicas* (las más avanzadas tecnológicamente), quedando en un segundo plano el problema de la conmutación, para resolverlo acorde con la digitalización (en general, la tendencia es primero los circuitos, para poder soportar telefonía).

Países más tardíamente desarrollados, o que han tenido sus redes muy afectadas por los destrozos de las últimas guerras (Francia, España, Japón, Australia), tienen sus redes telefónicas de conmutación de circuitos prácticamente nuevas (o al menos no amortizadas), lo que supone una mayor aptitud en general para soportar directamente transmisiones de datos, con más o menos eficiencia, pero con una fiabilidad aceptable. Luego en este caso es la elección de un tipo de conmutación especial más adecuado a los datos lo que pasa prioritariamente a medio plazo ante la renovación de los soportes analógicos



(únicamente prevista por sobrepasamiento de la capacidad de las líneas con mayor tráfico, utilizando la cualidad de una infinitamente mayor anchura de banda que tiene la tecnología digital).

Se da, pues, la paradoja de que la mejor situación técnica de los circuitos telefónicos compite técnica y económicamente contra la adaptación revolucionaria de la red de voz a una red digital especialmente apta a la transmisión de datos digitales.

Un segundo problema de menor cuantía atañe a la separación o unión de todos los servicios de telecomunicaciones (telégrafos, teléfonos, TELEX, datos, televisión por cable, facsímiles). Los países con servicios unificados (Francia, Italia, Suiza, Reino Unido) y en general nacionalizados tienden a pensar en una futura red «multiuso», dotada de un amplio abanico de velocidades posibles de transmisión, que soporte eficazmente todos los posibles tipos de tráficos. Sin embargo, en los países de compañías separadas (EE.UU.), cada una de éstas entra en competencia para cubrir con la evolución de su propia tecnología las nuevas áreas de desarrollo de las comunicaciones; o bien asistimos todavía a los intentos de cubrir esta aparente «tierra de nadie» por parte de minúsculas nuevas compañías, bajo el fuego del poder comercial y financiero de los inmensos «common carriers». Bajo este prisma de unión/competencia, la situación original de nuestro país es lógico que no se ajuste a ninguno de los esquemas anteriores; aunque parece cristalizar la tendencia por parte de Telégrafos (especialmente Telex) a utilizar también la Red Telefónica. Tendencia unificadora que ya manifestó la CTNE al absorber la compañía telegráfica Entel, no siendo impensable una fusión jurídica, no demasiado difícil, con los servicios gubernamentales de Telégrafos/Telex.

Esta disgresión por lo foráneo no sólo pretende matizar precipitadas comparaciones internacionales, que sería lo de menos, sino que especialmente intenta comparar políticas de edificación de redes de datos, con el ánimo de aclarar y justificar seguidamente nuestra opción, insistiendo en su alcance, pero también en sus límites:

En cuanto a su alcance, los objetivos actuales de la Red Especial son, en lo que yo conozco y a pesar de las deformaciones en su divulgación, claros, importantes y sobre todo factibles: la tecnología adoptada por la Red Especial permite, y es lo esencial, *utilizar mejor la actual red telefónica conmutada*, en lo que a transmisión de datos se refiere.

Si por una ex línea «punto a punto» (o su equivalente en anchura de banda utilizada), que reservaba permanentemente para un abonado una cierta capacidad de canal, la CTNE puede ahora hacer pasar los servicios de cuatro usuarios (siendo éstos, claro está, lo suficientemente satisfactorios, pues nunca podrán pretender ser iguales), el «carrier» español obtiene las siguientes ventajas:

- ocupar saturadamente la cuarta parte de instalación, a igualdad de tráfico;
- cobrar a cada abonado la tercera parte de la tarifa anterior (con la consiguiente extensión del mercado de terminales baratos para operar en puntos de poco tráfico);
- obtener un beneficio adicional, del que hay que descontar los costes de la conmutación de datos, paralela a la conmutación de circuitos telefónicos ya instalada;
- adquirir experiencia tecnológica para cambios más drásticos.

Lógicamente, estas ventajas tienen su reverso de limitaciones: la Red Especial no puede ni ha de pretender constar como la más avanzada mundialmente desde un punto de vista técnico, mientras que el mercado de abonados que se vaya adhiriendo (y no han de ser pocos) no presione para rentabilizar cambios drásticos.

3. ...DE NADA, ABONADO

Hasta ahora se han enfocado el alcance y las limitaciones de la Red Especial en su aspecto estratégico; pero también éstos se presentan tácticamente en el funcionamiento nuestro de cada día, al servicio del abonado presente o futuro.

Para ello hemos planeado entrevistar a un grupo significativo de abonados; aunque, al igual que lo que sucede con muchas encuestas industriales, incluso las promovidas por la Administración (y, por ejemplo, no es casualidad que el país carezca de un censo permanente de ordenadores), los resultados de la muestra también han sido decepcionantes. Desde el principio, e intuyendo las reservas de unos abonados preocupados por no distanciarse de su único suministrador de líneas, la encuesta, verbal, daba seguridades de anonimato y globalización de conclusiones. A pesar de todo, en más de una gran empresa la entrevista terminó donde empezaba la burocracia preventiva: «Envíe oficialmente la encuesta»; «esto es muy delicado»; «tenemos un departamento de relaciones públicas para atender toda consulta externa»; «no podemos dar opiniones particulares»; etcétera.

Partiendo, pues, de los datos proporcionados por los profesionales normales, igualmente distantes del «no comment» y del bulo «underground», podríamos establecer un retrato robot del abonado tipo (retrato que a veces no tendremos más remedio que desdoblarse).

Se trata en general de una institución bancaria con agencias distribuidas por gran parte del país, implicada en un proyecto inicial de un par de centenares de terminales conectados al Centro de Cálculo (CCA), con una cierta experiencia anterior en el uso de líneas alquiladas punto a punto.

¿Qué razones han llevado al abonado a pasar de aquéllas a la R.E.? Básicamente, las de tipo económico (tarifas más reducidas) y logístico (ampliación de servicio a agencias con poco tráfico). En la decisión no parecen haber pesado decisivamente algunas de las ventajas técnicas apuntadas por CTNE (liberación de parte del control de líneas y posibilidad de independizar la marca y el tipo de los terminales de la marca y el tipo de la Unidad Central), aunque en un caso la adopción de la Red parece haber posibilitado el cambio a una U.C. más homogénea con el resto del material del abonado. También las seguridades sobre fiabilidad total y redundancia de

circuitos y nudos han sido tomadas con una cierta relatividad por quienes están acostumbrados a parchear fallos en ordenadores que la «vox populi», influida por la publicidad, considera perfectos.

Una mayor presión propagandística sobre ventajas podría ser por tanto contraproducente y hacer cristalizar algunos atisbos incipientes de desconfianza, sobre todo en los hombres con más de un lustro de «punto a punto» a la espalda: desconfianza que se traduce en más de un caso en el propósito de mantener sus trillados «punto a punto», por motivos más de «back-up» que estrictamente económicos, y ello a pesar del aumento de complicaciones técnicas que comportará el doble control de líneas. Y también aquí se da el paradójico caso del abonado con menor experiencia anterior, que confía, más que en un funcionamiento desconocido, en una concepción espléndida que proporciona y justifica argumentos convincentes para sí mismo y para su gerencia.

En cuanto a la uniformidad de servicio y soporte dado por CTNE, flota la sensación general de que la red se construye casi a la vez que se ofrecen sus servicios. Esto podría ser el origen de la elevada tasa de modificaciones en las especificaciones de usuario, o de algunos fallos de material de concentración y conmutación que no ha habido tiempo de rodar suficientemente, o de las demoras en la programación para el acoplamiento de algunas series de terminales bastante extendidos. En coyuntura tan transitoria, será un serio problema, en caso de caída, diagnosticar la parte responsable entre los elementos participantes, por falta de sistemas de chequeo integrales.

Hay que decir, por otra parte, que en los dos desafortunados siniestros más recientes de las instalaciones de la CTNE, y habiendo afectado el de Madrid especialmente a la R.E., la CTNE contrarrestó rápida y eficazmente, dadas las circunstancias, sus consecuencias. Estos hechos dan pie a los abonados optimistas a confiar en el interés demostrado por la CTNE en mantener buena imagen, para dar solución a los demás problemas, achacables a un cierto desbordamiento por crecimiento. Y, si fuese necesario, también confían en las cartas conminatorias entre sus gerencias y las presidencias del «carrier».

El abonado más experimentado no utiliza estas cartas políticas salvo «in extremis», cuando se dilata mucho la resolución de los problemas técnicos concretos que expone a los expertos de la CTNE. Algunos de estos problemas requieren imprescindiblemente «otra» solución, como, por ejemplo, la cancelación de terminales que realiza la Red cuando éstos tienen un alto grado de esclavitud y, por no estar aún abiertos, no responden al «buenos días» de la unidad central. Otras contrapropuestas del usuario, no tan esenciales, tienden a contrarrestar el mayor aislamiento «psicológico» que la R.E. entraña entre U.C. y terminales; se trataría, por ejemplo, de que el Centro de Conmutación pertinente de la R.E. pueda indicar al terminal emisor que el Centro de Cálculo solicitado está en caída, para que no se empeñe en gastar línea y pierda mensajes en el intento de comunicarse con éste y para que utilice inmediatamente la solución alternativa prevista.

Estas necesidades y estas mejoras terminarán por solucionarse en breve plazo con más o menos parches: pero la impresión que hemos sacado es que podían haberse previsto e incluso preincluido en las primeras versiones, sin más que haber considerado con atención los puntos de vista de los abonados, sobre todo de los más veteranos, que son los primeros interesados, a pesar de su severidad, en que la R.E. les funcione adecuadamente. Se hubieran evitado así desagradables forcejeos y demoras en la implementación; y aún hay tiempo de evitar los «hechos consumados» en los proyectos que siguen inmediatamente, mucho más complejos técnica y políticamente, sobre transmisión de mensajes entre ordenadores de usuarios. Incluso, al igual que los fabricantes de ordenadores miman a las asociaciones de sus usuarios, la CTNE sacaría ventajas bien entendidas de una asociación técnica de sus abonados a la Red Especial.

Parágrafo aparte merecen las modificaciones que

erige la Red a los programas de Control de Líneas, capítulo en el que usualmente intervienen los fabricantes de «hardware» (en nuestro país no suelen estar implicadas sociedades de «software» de comunicaciones, o sociedades de usuarios). Aquí, el abonado se ajusta al software de comunicaciones del fabricante, standard o acoplado a sus problemas. Este último es el caso, por ejemplo, de IBM (gran mercado) y de sus usuarios en la banca/ahorros (principales abonados de la Red). Para ellos el fabricante había desarrollado un Programa de Control de Líneas especializado y mantenido en cuanto a modificaciones, que ahora ha sido ajustado a las especificaciones de la Red. En situación semejante se encuentran UNIVAC y NCR, los otros dos fabricantes con mayor número de clientes implicados en proyectos de conexión a la Red.

Hemos obtenido cifras tan distintas de esfuerzo y costes cargados por la conversión del «software» original del fabricante (desde escasos meses-hombre hasta ¡veinte años-hombre!), que es forzoso pensar, no sólo en una falta de política cohesionada de todos los fabricantes respecto al tema (incluso llegando a perder y ganar contratos por el tema de la adaptabilidad de sus productos a la Red), sino a una cierta incoherencia interior a cada uno de ellos, con políticas comerciales no homogéneas, que llevan a cargar costes al usuario en unos casos y en otros no, a tenor de factores comerciales externos totalmente al ya de por sí complejo acoplamiento del usuario a la Red.

4. LAISSEZ FAIRE, LAISSEZ PASSER (o chistes viejos con caras nuevas)

Al margen de la anterior encuesta, limitada en sus objetivos y en sus destinatarios, es forzoso que mencionemos un discreto y no exclusivamente científico interés de los fabricantes de equipos grandes por los caminos del desarrollo de las Redes Nacionales de Datos en general, y de la nuestra en particular.

Su posición es, a mi parecer, forzosamente contradictoria. Por una parte, las comunicaciones baratas son, al igual que los bancos de datos más o menos centralizados, una pieza clave de la operación «terminales inteligentes» o «inteligencia distribuida». Esta responde a un desarrollo históricamente determinado del tratamiento de la información (una cierta autonomía para ciertos tratamientos locales combinada con la centralización de los tratamientos vitales) asociado al concepto de «dirección descentralizada» o de «libertad condicional», vital para dirigir los grandes complejos organizativos multinacionales. A la vez estamos ante una operación autodefensiva contra los nuevos «guerrilleros» de la informática, los «minis» y los «micros» equipados para atacar localmente con fuerza los problemas de gestión, viviendo a cientos, a miles, sobre el terreno, «sin brocha, sin jabón, ni red de transmisión».

Pero en la parte opuesta, las redes nacionales conllevan para el fabricante una dependencia muy superior a la de las comunicaciones punto a punto. E incluso los «carriers» pueden convertirse en ciertos casos en competidores peligrosos para ciertas partes no tan marginales, por lo que se ve, de los productos de los grandes, y no sólo en el terreno de los «modems». La CTNE es un caso que puede ser típico: su intervención prácticamente segura en la fabricación de material informático nacional promete una correlación más que probable entre el desarrollo de la red y su intervención en el mercado de terminales. Ciertamente éstos tendrán inicialmente, si lo tienen, un grado muy bajo de «inteligencia»; pero a no dudar cubrirán un 80 % de las necesidades del mercado nacional al respecto. Se podría avectar, por tanto, una época de «proteccionismo» del mercado de terminales, argumento éste a sumar a la hora de calibrar los mesurados esfuerzos de la CTNE para lograr una red totalmente transparente (que sería no sólo «transparente» a los datos, sino «transparente» económicamente, en el sentido de no retener entre sus mallas a los compradores de terminales).



La respuesta de los fabricantes a este «proteccionismo» es tan clásica como era de esperar, y responde al célebre slogan librecambista que encabeza nuestro capítulo: curiosamente, ni los argumentos ni las estrategias han variado un ápice con los siglos, incluida la repugnancia a utilizar los desnudos argumentos del interés y el fervor en el empleo de los argumentos ideológicos. (No se pretenda con esto deducir que el autor considera la polémica suscitada irracional, malévol o carente de interés: precisamente la considera todo lo contrario, pero constata que no es nueva, lo que sólo puede molestar a los fanáticos de la «última novedad».)

Los fabricantes, pues, aducen dos argumentos librecambistas de peso: el progreso técnico y la coordinación internacional. Y no puede desoírse que una multitud de redes nacionales inconexas desde un punto de vista técnico pueden solucionar problemas de hoy, pero comprometiendo gravemente los de mañana: no es el momento de volver a hacer «anchos de vía» diferentes, por débil que aún sea el tráfico internacional comparado con los interiores. La lección a extraer es el acuerdo de normalización internacional, contando con todos los pareceres, pero no sometiéndose a ningún interés parcial o de grupo, por muy avanzada que sea la situación técnica de éste.

De momento este acuerdo es difícil, según se ha comprobado por la actuación del CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) a falta de otro organismo más técnico, como, por ejemplo, podría ser la IFIP en alguna de sus comisiones.

Más eficazmente parecen estar defendiendo los fabricantes sus intereses a nivel internacional, puesto que en octubre de 1974, y en Tokio, han adherido bajo el fuerte patrocinio moral de la ISO (International Standards Office) a un modo unificado de Control de Líneas para datos, el HDLC (Highlevel Data Link

Control). Este es muy semejante en nombre y en contenido al SDLC (Synchronous Data Link Control), que IBM viene estudiando desde hace varios años (véase el artículo de Donnan y Kersey en (9), en el que, a pesar de no hacer ni una mención a las Redes Nacionales de Datos, está implícita una filosofía si no contradictoria, al menos no convergente con aquellas).

Lamentablemente, en todas estas escaramuzas las «potencias comerciales» y sus partidarios librecambistas podrán seguir esgrimiendo el arma del progreso técnico mientras que las «potencias proteccionistas» no dejen de confundir un nacionalismo de grupo o de persona con los intereses nacionales libremente expresados por el conjunto del país; mientras que no sean los portavoces de un interés general y público que se sienta partícipe y no sólo «protegido» de las multinacionales; mientras que no refuercen, olvidando pruritos pasados de moda, sus propios y potentes organismos internacionales independientes para conseguir economías de escala y ventajas técnicas de talla, monopolizadas actualmente por intereses privados gigantes... Polémicas viejas con caras nuevas.

ANEXO

Conviene hacer un breve croquis técnico de los tipos de redes existentes:

1. Las redes con *tecnología analógica* transmiten una señal portadora de alta frecuencia. Un emisor analógico (por ejemplo un micrófono telefónico) modula directamente la portadora en amplitud, en frecuencia o en fase. Un emisor de impulsos digitales modula indirectamente la portadora por medio de un convertidor o Modem.

Para transmisiones a larga distancia, la modulación de la onda portadora ha de ser regenerada, pero hay que

Transmiten emisiones	con tecnología	y tipo de conexión	con técnica de «conocimiento» de mensajes	y operando terminales
{ analógicas digitales }	{ analógica digital }	{ no conmutada conmutación de » » circuitos mensajes paquetes }	{ asíncrona síncrona }	{ síncronos asíncronos }

establecer filtros complejos y costosos para que el ruido no se regenera simultáneamente. Este inconveniente técnico, junto con la limitación de capacidad de transmisión simultánea de información (la «anchura» de banda), limitan seriamente la utilidad de estas redes para transmisiones digitales de precisión.

2. Las redes con *tecnología digital* transmiten señales digitales mucho más densas y además fácilmente regenerables en largas distancias. Ahora es el emisor analógico quien ha de convertir sus señales en impulsos digitales por medio de un convertidor PCM («Pulse Code Modulator») capaz de muestrear la señal analógica ocho mil veces por segundo y de enviar a la Red el resultado de medir cada muestra con una escala de enteros de 0 a 127 (representable por 7 bits, a los que se añade un octavo bit de control).

El emisor digital, que lógicamente en un futuro se acoplará directamente a la red digital, por ahora se acopla por un Modem a redes que mayoritariamente transmiten emisiones analógicas, aunque lo hagan con tecnología digital (o sea intercalando convertidores PCM). Esta situación un poco demencial de doble conversión, para terminar por obtener impulsos digitales a partir de emisiones digitales, es de suponer que se simplificará cuando la proporción actual de transmisiones de datos/transmisiones de voz se invierta a favor de los datos.

3. Para poder explicar sucintamente los modos de conmutación se utilizarán con grandes precauciones algunos símiles ferroviarios.

En una red *no conmutada*, la conexión de un abonado con otro, si existe, es permanente y específica, sin obligar por ello a reservar una línea independiente para cada conexión, pudiendo ir «paralelas» (o multiplexadas) en largos tramos de recorrido, o «troncos» de la red. Los mensajes conmutados serían así como trenes de líneas de «metro», cada uno de los cuales tienen un origen y destino perfectamente determinados.

La *conmutación* introduce para el abonado la posibilidad de conectar y transmitir a otro abonado no rigidamente predeterminado. Los nudos de la red son centros de conmutación (o sea de recopilación y de reenvío) desde los que se dirige el mensaje, bien ya directamente a su destino si éste se encuentra en la zona de influencia del centro de conmutación, bien a otro centro de conmutación más cercano al destino.

La *conmutación es de circuitos* cuando la conexión organizada en el seno de la red permanece físicamente durante toda la transmisión, para aplicaciones que por ejemplo requieran varios mensajes y respuesta en tiempo real por la misma conexión abierta (como es el caso del teléfono). Es como si por el circuito ferroviario circulara un primer mensaje para los guardagujas para abrir el camino, o sea establecer la comunicación, quedando las agujas en igual posición durante toda la circulación de trenes de alta prioridad que justifican la *inutilizabilidad* de la línea para cualquier otra alternativa de conexión.

La *conmutación de mensajes* supone una menor importancia a la prioridad para un grafo de conexión (conseguida con la rigidez extrema de la creación de un circuito físico) que la concedida a la seguridad de que todos los mensajes lleguen a su destino, aunque sea a costa de colas de mensajes almacenadas en los centros de conmutación. Cada mensaje sería un vagón con su destino grabado, enganchado a cualquier tren de mensajes que lo acerque a un nudo ferroviario más próximo al destino, permaneciendo en dicho nudo hasta que pase o se forme un nuevo tren favorable.

La *conmutación de paquetes* es un perfeccionamiento de la conmutación de mensajes, con objeto de evitar que éstos queden almacenados en los centros de conmutación. La técnica consiste en «empaquetar» los mensajes en paquetes de hasta 2.000 bits bajo un único sobre-dirección, y en planificar dinámicamente el camino del paquete a través de los troncos y de los nudos, contando con sus limitaciones de carga de tráfico, para evitar congestiones; esta planificación puede llegar hasta el conocimiento, previo al encaminamiento del paquete, del estado y accesibilidad de su destino. Este modo de conmutación, funcionalmente a medio camino entre la conmutación de circuitos y la de mensajes, aparece «a posteriori» como si hubiera establecido circuitos, aunque nunca haya como en este caso una previa vía abierta total entre abonados. Por esto algunos autores la caracterizan como conmutación de circuitos «virtuales», siendo especialmente apta para el soporte por la red de «terminales inteligentes», cuya complejidad operativa los hace funcionalmente semejantes a unidades centrales.

Siguiendo con el símil ferroviario, la «containerización» y la planificación dinámica de rápida respuesta de la red ferroviaria hacen que ésta aparezca para los usuarios como compuesta de circuitos reservados, sin colas ni demoras.

4. El sincronismo de las redes o de los terminales está directamente relacionado con la organización del

«reconocimiento» de los mensajes, en lo que respecta a su direccionamiento, límites y llegada (o existencia). Actualmente coexisten y son posibles las cuatro combinaciones de acoplamiento de redes y terminales, cada uno de ellos síncrono o asíncrono.

Los *terminales* que operan de forma asíncrona («start-stop») envían una señal por cada elemento de información, que normalmente es un carácter generado al pulsar una tecla de teclado. En muchos casos esta señal consiste en un bit «start» o de inicio, seguido de 7 bits de información útil al usuario, más un bit redundante de comprobación de esta información; y todo ello terminado por 2 bits de «stop» o fin de señal. Cada carácter de 8 bits viene encuadrado por 3 bits de control de transmisión, lo que arroja una nada despreciable 27% de información de acompañamiento carente de interés para el usuario.

Para disminuir este elevado ratio de información parasitaria, los *terminales* que operan *síncronicamente* no transmiten caracteres individuales sino bloques de datos, precedidos por un carácter especial de sincronización, transmitido repetidamente para acondicionar el receptor a la transmisión, y seguidos por una señal de «fin de bloque». Un caso típico de estos terminales son los terminales pesados de entrada de trabajos a distancia («Remote batch entry»).

Por otro lado, la multiplexación y posterior separación de mensajes puede favorecerse en las *redes* llamadas *síncronas* instalando un reloj absoluto maestro que «fiche» cada tren de impulsos. Esta marca de fecha puede reconocerse por cada nudo de paso y por cada terminal para tomar las medidas inherentes a dicho reconocimiento. Estaríamos en el caso de una red ferroviaria dotada de relojes sincronizados, donde los trenes cumplirían rigurosamente la tabla de horarios, lo que daría información suficiente a cada estación de paso y al terminal para investigar y prepararse para la llegada del tren y para proceder a su identificación.

Las redes normales (telefónicas) siguen siendo *asíncronas*, o sea que en ellas el terminal no tiene otra forma de reconocer la llegada de trenes de impulsos más que interrogando permanentemente a la red (o sea mirando la vía para ver si llegan trenes).

El terminal, una vez llegado el mensaje, habrá de «desenvolverlo» o desempaquetarlo de sus bits de control de transmisión (hayan sido éstos implementados por emisor síncrono o asíncrono, y transmitidos por red síncrona o asíncrona).

Julián M. de Marcelo Cocho

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALLERY, G. D.: «Data communications and Public Networks», *Information Processing*, 1974. North-Holland Publishing Company (1974).
- (2) DAVIES, D. W.: «Packet switching, message switching and Future Data Communications Networks», *Information Processing*, 1974. North-Holland Publishing Company (1974).
- (3) DAVIES, D. W.: «Packet switching in a Public Data Network». (Sin lugar ni fecha de edición. Ponencia probablemente presentada en el IFIP 1971.)
- (4) C.T.N.E.: *Especificaciones Funcionales de la Red Nacional de Transmisión y Conmutación de Datos: «Consideraciones generales»*. Noviembre 1971.
- (5) ARRIOLA, J. M. y ALARCIA, G.: «Breve descripción de la Red Especial de Transmisión de Datos» (en este mismo número).
- (6) RISTENBATT, M. P.: «Alternatives in Digital Communications», *Proceedings of the IEEE*, Junio 1973.
- (7) GRABHORN, E. A.: «Specialized communications common carriers», *Datamation*, Agosto 1973.
- (8) HOPEWELL, L.: «Trends in Data Communications», *Datamation*, Agosto 1973.
- (9) DONNAN, R. A., KERSEY, J. R.: «Synchronous Data Link Control: A perspective», *IBM System Journal*, 2/1974.
- (10) «Progress toward international data networks», *EDP Analyzer*, Enero 1975.
- (11) DAVIES, D. W., BARBER, D. L. A.: *Communications Networks for Computers*.

Además, el autor agradece públicamente su gentileza a todas las personas y entidades que le han aportado valiosos datos y otro tipo de ayudas, a pesar de que no le sea permitido citar sus nombres. En cualquier caso, el resultado final sólo a él responsabiliza, estando dispuesto a hacer cualquier rectificación que fundamentadamente se le sugiera. Humano es errar, y el riesgo es aún mayor cuando se abordan temas complejos y «secretos».

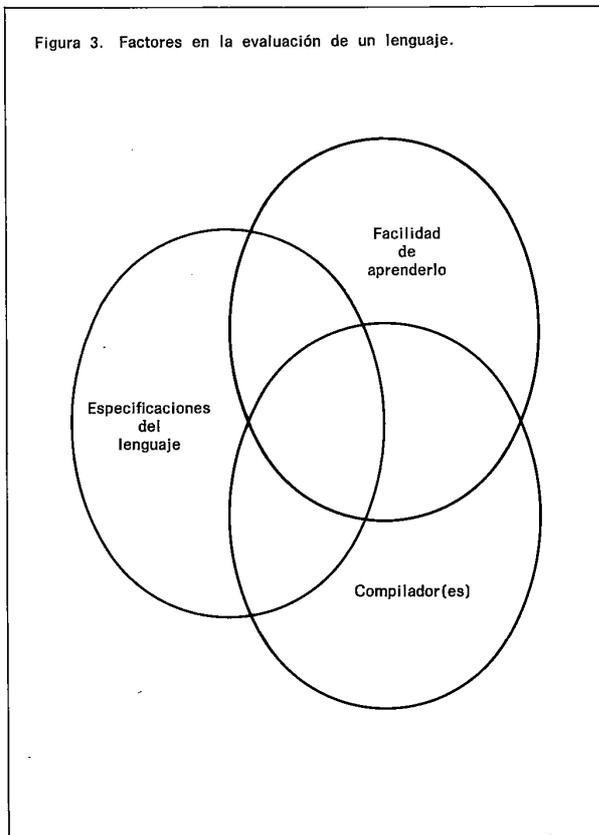
Evolución de los lenguajes de programación (yII)

Félix SALTOR SOLER

El hecho de que el uso de lenguajes de segunda generación sea todavía significativo en programación de aplicaciones, a pesar de las razones técnicas y económicas en favor de su sustitución por los lenguajes funcionales que señalábamos en la primera parte de este artículo (14), implica que hay otros factores detrás de la elección de lenguaje. Uno de ellos, y no el menor, es la rutina y la suspicacia, cuando no la oposición frente al cambio; esta misma rutina que los informáticos, «apóstoles del cambio» en los métodos de los demás, tanto criticamos en los departamentos «usuarios», pero que somos los primeros en tener respecto a nuestros propios métodos.

Otros factores, según Cheatham (72), son: las actitudes (de fabricantes de «hardware» y de «software» de gobiernos, de comités de normalización y de grupos de usuarios); la *disponibilidad de traductores* fiables, bien documentados y mantenidos para varios tipos de ordenadores; la definición de una *norma* satisfactoria; la disponibilidad de *cursos* adecuados; la aparición de *grupos de usuarios* fuertes de distintas disciplinas, y la constitución de una buena *biblioteca de funciones* standard, factores imposibles de evaluar «ab initio» para un nuevo lenguaje.

Figura 3. Factores en la evaluación de un lenguaje.



G. Weinberg viene a decir (15) que en la evaluación de un lenguaje no intervienen solamente sus especificaciones, por importante que sea este punto, sino también (figura 3):

- la existencia de un compilador, para un ordenador asequible, suficientemente bueno en cuanto a inclusión de opciones o características (por ejemplo, extensibilidad mediante «macro facilities») que la norma o las especificaciones del lenguaje dejan en libertad de adoptar (o no consideran), pero que pueden resultar convenientes o necesarias en nuestro caso, en cuanto a fiabilidad y mantenimiento por el autor, en cuanto a rendimiento propio y de los programas generados, en cuanto a documentación y en cuanto a operatividad para explotación; y
- la disponibilidad de textos, cursos y otros medios para aprender a programar efectivamente en el lenguaje en cuestión, adecuados a los programadores o a los aprendices de programador a los que se dirijan.

En resumen, y según recientes palabras de Valentine (74), «el éxito o fracaso de un lenguaje depende a menudo, desgraciadamente, de factores no relacionados con sus méritos técnicos».

Clases de lenguajes funcionales

Pero quizá nos hayamos extendido demasiado, para lo que deba ser este artículo, en estas cuestiones, y sea tiempo de volver a los lenguajes funcionales. La evolución desde los lenguajes uno-a-uno a los lenguajes de tercera generación o funcionales tiene lugar siguiendo dos direcciones distintas (figura 4).

a) Aumentando su nivel sintáctico mediante las agrupaciones de frases en bloques para su ejecución (grupos DO de FORTRAN y PL/I, *for* del ALGOL) o para su declaración y/o delimitación del ámbito de los identificadores (grupos *begin* del ALGOL, PROCEDURE y BEGIN del PL/I), mediante el IF, la generalización del formato libre, etc., al tiempo que su nivel semántico queda incrementado gracias a los datos de distintos tipos (coma fija o flotante, COMPUTATIONAL, PICTURE, etcétera) o a la referencia directa a funciones usuales (exponenciación, raíz cuadrada, logaritmos, funciones trigonométricas, etc.); ambos niveles se refuerzan con las agrupaciones de datos (matrices, estructuras), las expresiones aritméticas en que pueden aparecer múltiples operadores (quedando determinado el orden de las operaciones mediante prioridades y paréntesis), etcétera. Ello da lugar a los lenguajes funcionales *algorítmicos* (clase 3.a) que veremos más adelante.

b) Aumentando fundamentalmente su nivel semántico, para facilitar en gran manera la preparación de programas de ciertos tipos, a base de especificar solamente lo que caracteriza al programa concreto, pero no el algoritmo general: lenguajes funcionales *generadores* o clase 3b, de los que el exponente típico es el RPG (16). En estos lenguajes, en contraposición a los de la clase 3a (y a los de las dos generaciones anteriores), no se describe por tanto el *algoritmo*,

es decir, la secuencia determinada de pasos bien definidos (17), que debe ejecutar el ordenador, y por ello, el orden de las «frases» de un «programa fuente» no corresponde a un orden de ejecución por la máquina. En consecuencia, son los traductores (de programa fuente a programa objeto) correspondientes a estos lenguajes los que llevan incorporados los algoritmos de los programas objeto que generan; las especificaciones de los programas fuente sirven solamente para suministrar argumentos como parámetros de dichos algoritmos y para seleccionar un algoritmo concreto de los varios incluidos en el traductor. Es en este sentido que los programas objeto son *generados*, más bien que resultado de una traducción frase a frase. Además de los RPGs, entran en esta clase los lenguajes de definición de Tablas de Decisión para programas traductores de las mismas, y los lenguajes para generadores de programas de servicio como los generadores de programas de clasificación (18).

Esta contraposición semántica entre los lenguajes funcionales generadores y los algorítmicos puede expresarse también diciendo que en los primeros se especifica solamente *el qué* se quiere obtener del ordenador, pero no *el cómo* (los programas en estos lenguajes son primordialmente *declarativos*, pues lo son la mayoría de sus frases), mientras que en los algorítmicos se especifica explícitamente *el cómo* se quiere que funcione el ordenador, y sólo a través de este cómo (el algoritmo), y si el programador no se ha equivocado, *el qué* (los programas son primordialmente *imperativos*, pues la mayoría de sus frases suelen ser ejecutables, es decir, imperativas); de ahí las «ordenadas» de ambas clases en la figura 4 (19).

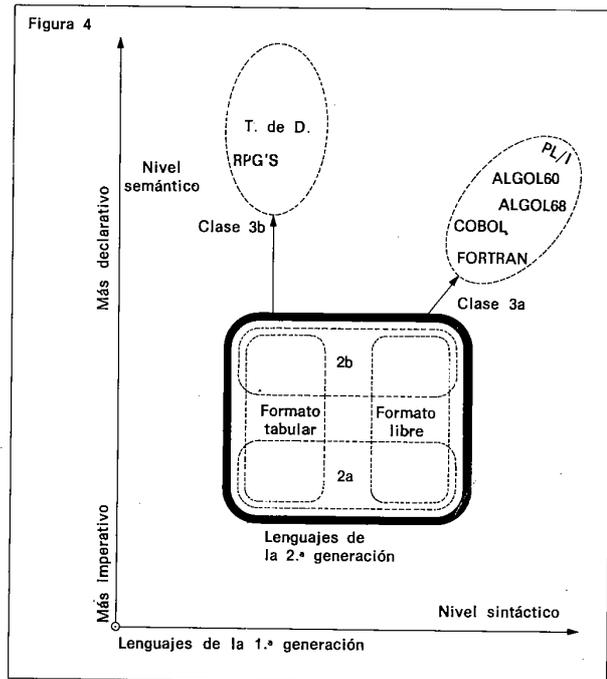
También se ha indicado en la figura 4 el bajo nivel sintáctico de los lenguajes funcionales generadores: son a menudo de formato tabular, y las agrupaciones de un programa apenas si existen o son obligadas (por ejemplo: especificaciones de entrada, de salida y de cálculo). Por esta razón, y por su carácter de no algorítmicos, muchos autores no los consideran verdaderos lenguajes; ahora bien, su importancia práctica impondría en cualquier caso su consideración en esta visión general.

Además de estas dos clases 3a y 3b, incluiremos entre los lenguajes funcionales o de tercera generación a los «intermedios»; pero, antes de hablar de ellos, analicemos la evolución de los funcionales algorítmicos, caracterizada por una primera proliferación por aplicaciones y subsiguientes intentos de consolidación.

Lenguajes funcionales algorítmicos para aplicaciones científico-numéricas

Tras esfuerzos pioneros como los del equipo de la doctora Grace Hooper para el Univac I (lenguajes A o para Algebra: Math-matic; lenguajes B o para gestión —«Business»—: Flow-matic), el primer lenguaje funcional ampliamente usado fue el FORTRAN. Su desarrollo se debe a un equipo de IBM encabezado por John Backus, y estaba orientado, como el ordenador 704 para el que se preparó, a aplicaciones científico-numéricas. Aparte de sus méritos propios, el predominio del mercado estadounidense de ordenadores científicos potentes que alcanzó el 704 en 1957-1958 dio al Fortran una posición casi de *standard de facto* para programas científico-numéricos en Estados Unidos de Norteamérica, posición que ha subsistido hasta cierto punto a través de las versiones posteriores (Fortran II y Fortran IV principalmente).

Independientemente, en Europa, con un mercado de ordenadores científicos menos potentes y más diversificado (y, por tanto, con grandes problemas de compatibilidad entre máquinas), surgía la iniciativa de crear un lenguaje algebraico universal (independiente de las máquinas) e internacional, que desembocó (20) en el informe preliminar de Zurich de 1958 de un lenguaje llamado ALGOL 58. Una conferencia en París en 1960 dio lugar al ALGOL 60, revisado en 1962 en una reunión en Roma. En las especificaciones del ALGOL (en una u otra versión) se basaron una serie de distintos lenguajes (los «dialectos» del Algol), de los que han sobrevivido los extendidos hacia aplicaciones específicas: para mando militar, el JOVIAL (Jules Schwartz Own Version of the International



Algebraic Language) de la SDC, y para simulación (21) el SIMULA de Dahl y el Norwegian Computing Center de Oslo.

Las especificaciones del ALGOL superaban a las del FORTRAN en varios puntos, e incluso se adelantaban «demasiado» a su tiempo en cuestiones como la recursividad o la asignación dinámica de memoria; sin embargo, ya hemos visto que hay otros factores tras la elección de lenguaje, y en particular el ALGOL, en cuanto a «facilidad de aprenderlo» (figura 3), dejaba al principio mucho que desear, pues solamente se disponía de sus especificaciones, redactadas en forma difícilmente inteligible por el programador medio. Por todo ello no fue adoptado extensamente más que en la URSS y otros países de Europa oriental, y en universidades, sobre todo europeas (22).

Un punto a destacar en las especificaciones del Algol es la descripción de su sintaxis, que marca un hito fundamental en la definición de lenguajes, al emplear un metalenguaje formal (23), la llamada «Backus Normal Form» o «Backus-Naur Form» (BNF), descrita en Backus (60). Ello constituye un avance importante en varios aspectos, en particular en la eliminación de ambigüedades en la descripción de lenguajes y en la preparación de compiladores «*syntax-directed*» (24).

Lenguajes funcionales algorítmicos para aplicaciones de gestión

El intento de crear un lenguaje universal para aplicaciones de gestión partió más bien de fabricantes de ordenadores, y el gobierno estadounidense proporcionó, al patrocinar en 1959 la formación de CODASYL (*Conference on Data Systems Languages*), el marco adecuado para reunirse entre sí y con los grandes usuarios. Los dos puntos de vista existentes, el de que era urgente disponer de un lenguaje común, aunque no fuere perfecto, y el de que hacía falta profundizar en los problemas de la programación antes de poder especificar un lenguaje *standard*, dieron lugar a la constitución de dos comités: el a «corto plazo» y el a «plazo intermedio». El comité a corto plazo, al que se había encomendado examinar las técnicas y lenguajes existentes y recomendar cómo incluirlas en el nuevo lenguaje, fue más allá y, basándose en el Flowmatic de Univac y el Commercial Translator de IBM, diseñó el COBOL. El comité a plazo intermedio encontró este COBOL insatisfactorio, e inferior al FACT que Honeywell acababa de anunciar, y se produjo la «batalla de los comités». El comité a corto plazo obtuvo el apoyo del consejo ejecutivo de CODASYL, con

Aplicaciones Año	científico- numéricas	de gestión	tratamiento de sartas	tratamiento de listas	tratamiento de fórmulas algebraicas
1957	Fortran				
1958	Algol 58				
1959					
1960	Algol 60	COBOL			
1961			COMIT	IPL-V	
1962				LISP 1.5	
1963				SLIP	ALPAK
1964			SNOBOL		FORMAC
1965			L ⁶		
1966	← PL/I →				
1967					
1968	← ALGOL 68 →				

Figura 5. Evolución de la aplicabilidad de los lenguajes funcionales algorítmicos

lo que su COBOL, con ciertos retoques (COBOL 60), fue adoptado por dicho organismo (25).

A pesar de la reticencia de algunos fabricantes (especialmente Honeywell e IBM), el anuncio por el mayor usuario, el gobierno estadounidense, de que no contrataría ordenadores que no dispusiesen de compilador COBOL a menos que el fabricante pudiera demostrar, que esta ausencia no iba en detrimento de su eficacia, obligó a todos ellos a ofrecer COBOL en todas sus máquinas, y este lenguaje (con las modificaciones posteriores que se le han ido introduciendo) pasó a ser el más usado. La existencia actual de lenguajes técnicamente superiores no lo ha desbancado (y me remito a las razones antes apuntadas) de esta posición de primacía.

Otros lenguajes funcionales especializados

Paralelamente a la introducción de lenguajes para aplicaciones científico-numéricas y para aplicaciones de gestión, aparecen lenguajes para otras áreas de aplicación.

Para *tratamiento de listas* mencionaremos en primer lugar el IPL (Information Processing Language) de Newell, Simon y Shaw, cuya primera versión es de 1956 (el IPL-V es de 1960). Más conocido, y quizá con mayor influencia en el software posterior, es el LISP (LIST Processor) debido a John McCarthy (1960); el LISP 1,5 es de 1962, y el proyecto de LISP 2 fue abandonado. Finalmente, SLIP (Symmetric List Processor), de Weizenbaum, es una «extensión» del Fortran, de 1963.

Respecto al *tratamiento de sartas* («strings»), y sobre todo de sartas de caracteres, área no siempre claramente distinguida de la anterior, hay que citar el

COMIT de V. Yngve (1961), el L⁶ (Bell Telephone Laboratories Low-Level Linked List Language), y sobre todo los lenguajes SNOBOL StriNg Oriented symBOLic Language; el primero es de 1963/64, y el SNOBOL 4 —actualmente en su versión 3.11— de 1967/68), debidos a Griswold, Polonsky y Farber, sin olvidar a Gimpel, con su cohorte de dialectos o versiones especiales (SPITBOL, SITBOL, FASBOL, ELFBOL, SNOBOL [—1], SNOBOL-10, SNOBAT, etc.).

Es discutible si debe incluirse aquí el área del tratamiento de fórmulas algebraicas (ALPAK, FORMAC, Fórmula Algol, etc.); baste remitir al lector a Bobrow (68). Análogamente, para el mando numérico de máquinas-herramientas, véase Hatvany (73). Y no consideramos los lenguajes estrictamente de simulación, ni siquiera los de simulación discreta (GPSS, SIMSCRIPT, CSL, SOL, GASP, etc.).

Los intentos de consolidación y aplicabilidad

En una segunda fase de la evolución de los lenguajes funcionales algorítmicos aparecen lenguajes que cubren múltiples áreas, que requerían antes lenguajes distintos, para «consolidar» en un solo lenguaje no sólo las aplicaciones científico-numéricas y las de gestión, sino otras áreas más «especializadas». Esta evolución acompaña a la del hardware, ambas condicionadas por la de las utilidades, y se centra fundamentalmente en el PL/I y el Algol 68, como la figura 5, tomada de Duby, indica (26).

El PL/I (originalmente siglas de Programming Language/I), destinado por IBM a cubrir los 360 grados de las aplicaciones en cuanto a lenguaje, como el sistema/360 debía hacerlo en cuanto a hardware, fue diseñado en 1963/64 por un comité de tres personas de IBM y tres de usuarios, en el marco de SHARE (27),

y ampliamente revisado subsiguientemente. Se va implantando progresiva pero muy lentamente (28).

El Algol 68 no es un nuevo dialecto del Algol 58 o 60, sino un nuevo lenguaje, patrocinado igualmente por la IFIP (29) a través de su Working Group 2.1, y debido fundamentalmente a Van Wijngaarden. No es apenas usado, no tanto por dificultad de aprenderlo, pues existen descripciones informales (incluso en castellano: Sanchis y Morales [73]), como por la escasez de compiladores.

Mientras el PL/I quiere poner al alcance del programador medio las posibilidades del Fortran, del Algol 60 y del Cobol, el Algol 68 se orienta al rigor y elegancia matemáticas y a la generalidad. En ambos casos son interesantes los métodos de formalización, ya no sólo de la sintaxis, sino también de la semántica (método ULD del Laboratorio de IBM en Viena, y método del Mathematisch Centrum de Amsterdam, respectivamente).

Hemos visto en la figura 5 cómo la *aplicabilidad* de estos dos lenguaje es mayor que la de lenguajes funcionales algorítmicos anteriores, lo cual consiguen mediante un lenguaje más complejo. Pues es una regla general que *al aumentar el nivel semántico decrece la aplicabilidad*, excepto si se aumenta la complejidad, como la figura 6 refleja (30). Esto se manifiesta especialmente en la clase 3b de lenguajes funcionales generadores, de alto nivel semántico, pero de aplicabilidad limitada, mientras que en lenguaje de máquina o en Assembler «teóricamente se puede hacer todo».

Lenguajes funcionales «intermedios»

Con la aparición de los lenguajes funcionales, la programación de aplicaciones pasa a efectuarse en estos lenguajes, pero la programación de sistemas sigue generalmente usando los lenguajes uno-a-uno (31). Pronto entre los que programan sistemas surge la pregunta: ¿no podríamos reunir en un lenguaje «lo mejor de ambos mundos» para poder tanto usar estructuras compuestas como descender al nivel del bit de un registro?

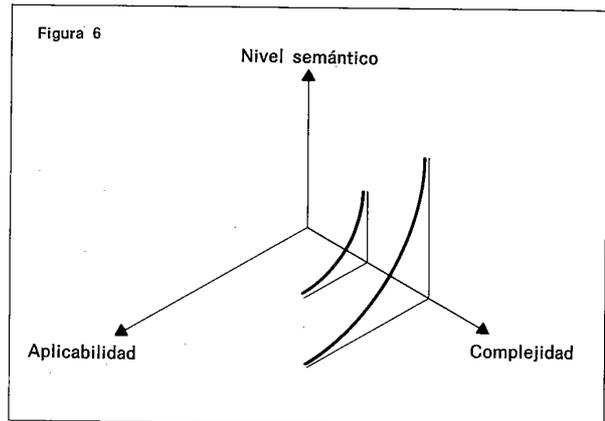
Aparecen así una serie de lenguajes, que reciben nombres como lenguajes de programación de sistemas, «systems implementation languages», «machine oriented high order languages» (MOHOLs), «machine oriented languages» (MOLs), etc., y que aquí serán denominados lenguajes *intermedios* (clase 3c). Los dividiremos, de acuerdo con Lawson (32), en dos categorías:

- a) lenguajes orientados a la máquina: PL 360 de Wirth y sus derivados franceses LPS, PL/S (Programming Language/Systems, antes llamado BSL) ampliamente usado por IBM para 360/370, BLISS del PDP-10, MARY de la Universidad de Trondheim; y
- b). lenguajes generales de construcción de software, como el británico BCPL (33), el SILL (Systems Implementation Language from Linköping) de Lawson, o el lenguaje del Burroughs 6700.

El empleo de estos lenguajes para la escritura de traductores y partes de los sistemas de explotación ha limitado la utilización de los lenguajes uno-a-uno a casos especiales (34).

«CUARTA GENERACIÓN»: lenguajes dialógicos

Con la introducción de terminales de teleproceso aparece la posibilidad de programar desde ellos de forma interactiva, en *conversación* o *diálogo* entre el programador y el sistema. Diremos entonces que el sistema es *conversable*, que la programación es *dialogada* (o interactiva) y que el lenguaje, si está diseñado para ello, es *dialógico*. No entran, pues, en esta clase las versiones para sistemas conversables de los lenguajes funcionales ya vistos (Fortran, Cobol, PL/I,



etcétera), sino los lenguajes que permiten la interacción con el sistema también durante la ejecución del programa, es decir, los lenguajes para uso «en inmediato» (o «en directo») más bien que «en diferido» (35).

De estos lenguajes dialógicos, que dan lugar a una nueva generación (clase 4), el más popular es probablemente el BASIC, desarrollado en el Dartmouth College (New Hampshire) en 1961, y que viene a ser como un Fortran dialógico.

El APL («A Programming Language»), definido en 1962 por K. Iverson y desarrollado luego con la ayuda de Falkoff, es un lenguaje dialógico de tratamiento de matrices, pero de utilización para aplicaciones no sólo numéricas, sino también de gestión, de enseñanza, etc. Los programas en APL tienen un «estilo» que apasiona a sus fanáticos y exaspera a sus detractores. Extensiones interesantes del APL son el PPL y el APLSV.

Finalmente, puede considerarse, como hace Cheatham (72), que el LISP, antes citado para el tratamiento de listas, es inherentemente dialógico y por lo tanto de esta cuarta generación.

Con las clases así obtenidas podemos construir el *esquema clasificatorio* de la figura 7.

De lo actual hacia...

Las características que, a mi parecer, marcan el estado actual y la evolución próxima de la tecnología de los lenguajes son las siguientes:

- 1) El centro de interés de la investigación se ha desplazado del lenguaje en que se programa al área *qué es programar* y *cuál es su metodología* (36), e impacta en aquél a través de ésta. Así, se reconoce que aún estamos demasiado influidos por lenguajes anteriores y que mezclamos en nuestros lenguajes y programas cuestiones de distintos niveles, como señala Wirth (74), y que hay que adoptar la *programación estructurada*, todo lo cual induce al uso de lenguajes como Simula, BLISS, y, sobre todo, PASCAL, desarrollado en 1969 por N. Wirth, de la Eidgenosse Technische Hochschule de Zürich. O se apunta hacia lenguajes verdaderamente extensibles (en tipos de datos, en particular), y se experimenta con el PPL, con el mismo PASCAL, o con el EL-1 de Wegbreit (Harvard).
- 2) El «ideal» de un lenguaje con un nivel sintáctico igual o superior al de los funcionales algorítmicos y al mismo tiempo con un nivel semántico semejante al de los funcionales generadores (figura 4) y con amplia aplicabilidad, comportaría una complejidad grande (figura 6). La solución podría ser no conocer todo el lenguaje, sino un subconjunto menos complejo, y que un sistema conversable nos guiara en el uso del resto del lenguaje, que debería, pues, ser dialógico. En todo caso estamos lejos de ello.

Félix Saltor

por su inmediatez a la unidad de mando	por el modo de utilización	número) y NOMBRE de la clase, y ejemplos	por el «nivel»	por el ámbito de explotación	por el uso primordial actual
vernáculos	no dialógicos, para uso «en diferido»	1) DE MAQUINA	orientados a la máquina o de nivel bajo	particulares de una(s) máquina(s)	para programación de sistemas
simbólicos (en sentido amplio): requieren traducción		2a) UNO-A-UNO (o simbólico en sentido estricto) Assemblers y Autocoders básicos			
		2b) UNO-A-UNO con Macroinstrucciones Assemblers y Autocoders con Macros			
		3c) INTERMEDIOS PL360, PL/S, BCPL, SILL, etc.			
		3a) FUNCIONALES ALGORITMICOS Fortran, Algol 60, Cobol, Snobol, PL/I, Algol 68			
	3b) FUNCIONALES GENERADORES RPG's (GAP)				
dialógicos, para uso «en inmediato»	4) DIALOGICOS BASIC, APL	orientados al problema (funcionales) o de alto nivel	de explotación universal	para programación de aplicaciones,	

Figura 7. Esquema clasificatorio de los lenguajes de programación

NOTAS

(14) La primera parte de este artículo apareció en NOVATECNIA, Extraordinario n.º 8, 1974, que al mismo tiempo hacía de n.º 0 de NOVATICA. He de señalar que la figura 1 apareció con errores (que podrán subsanarse refiriéndose a la figura 4 del presente número), y que la ilustración del pie de la página 29 no se debía a mí, sino que fue tomada por NOVATICA de un documento de Infotech.

(15) En el curso de septiembre a diciembre de 1967 del IBM European Systems Research Institute.

(16) En sus diversas versiones, que serán, pues, otros tantos lenguajes. RPG son las siglas de Report Program Generator, y a veces es designado como GAP o Generador Automático de Programas.

(17) Habría que añadir, en rigor, la propiedad de que siempre termine, para que sea un algoritmo y no simplemente un *procedimiento*, o referirse a descripciones como la de Trajtenbrot (60): «Una prescripción exacta del orden determinado en que ha de ejecutarse un sistema de operaciones para resolver todos los problemas de un cierto tipo».

(18) La dirección de esta evolución, centrada en lo semántico, marginando lo sintáctico y a costa, como luego se señala, de su aplicabilidad, es la misma que conduce a los lenguajes de análisis (y en cierto modo a los de interrogación espontánea de bases de datos), que quedan fuera de este artículo (ver Nota 3). Incluso para los lenguajes de esta clase 3b es discutible hasta qué punto son los programadores sus usuarios preferentes.

Además, es claro que el paso siguiente (ya dado en bastantes casos) corresponde a los programas generalizados parametrizables, tales que lean sus argumentos y ejecuten la función correspondiente (p. ej., una clasificación) sin generar programa objeto, o más concretamente, *sin traducción*. Pero en este caso las especificaciones de estos argumentos no pueden ya considerarse como «programas fuente», ni su escritura como una programación.

(19) De todos modos, la distinción entre frases declarativas y frases imperativas no es absoluta, «pues incluso las oraciones llamadas declarativas (DECLARE X FIXED

DECIMAL) provocan una acción del ordenador, e incluso las oraciones llamadas ejecutables ($A = B + C$) tienen un valor afirmativo», como decíamos en *Introducción a la Semiótica para informáticos*, en Aladjem y otros (71).

(20) Además de la Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM), donde surgió la idea, intervinieron por parte europea la Association Française de Calcul, la British Computer Society y la Nederlands Rekenmachine Genootschap, y por parte estadounidense la Association for Computer Machinery (ACM) con la colaboración de SHARE y USE, a través, entre otros, de Backus, Bauer, Katz, McCarthy, Naur, Perlis, Rutishauser, Turanski, Vauquois y Van Vijngaarden. Las similitudes entre Fortran y Algol se explican en parte por la participación de Backus en ambos proyectos.

(21) Remarquemos que a pesar de su nombre SIMULA (o Simula 67) no es útil solamente para simulación, y es interesante por varios conceptos, como los procesos «casi paralelos» (corutinas), las «activaciones» (con acciones y propiedades) de «clases de objetos», y su comunicación. De aquí su mención, a pesar de excluir los lenguajes de simulación. (Algo similar ocurrirá con el SIMPL/I, extensión del PL/I.)

(22) Respecto a la historia del Algol, véase Bemer (69).

(23) Un *metalenguaje* es el «lenguaje» que se emplea para describir un cierto lenguaje (en nuestro caso, para describir un lenguaje de programación). Antes de la BNF, el metalenguaje usual era el inglés, es decir, un lenguaje no formal.

Destaquemos que la especificación en BNF, originada por Backus en el campo de la informática, resulta ser esencialmente equivalente a las *Gramáticas de Estructura Sintagmática* (más exactamente, a las Gramáticas «Context-free») originadas por Noam Chomski en el estudio de las lenguas naturales, así como a los *Sistemas de Producción de Post*, originados por éste en el estudio de la lógica simbólica.

Una introducción a la *Descripción formal de los lenguajes de programación* se encuentra en Aladjem y otros (71).

(24) A diferencia de los compiladores «*syntax-controlled*», en los que la sintaxis del lenguaje fuente está «metida dentro» de su algoritmo, en los compiladores «*syntax-directed*» el algoritmo de análisis sintáctico es generalizado, y la sintaxis del lenguaje fuente reside formalizada externamente al mismo.

(25) Esta descripción sigue la de Rosen (67). Son notables ciertas analogías entre esta batalla de los comités y el «debate» actual sobre la propuesta del Data Base Task Group del CODASYL.

Por otra parte, sería curioso estudiar hasta qué punto ciertas características del COBOL puedan deberse a la activa participación femenina en el comité que lo diseñó.

(26) La figura se ha tomado de los apuntes de las explicaciones de J. Duby en el IBM European Systems Research Institute durante el curso de septiembre a diciembre de 1970.

(27) SHARE es una asociación de empresas usuarias de ordenadores IBM, originalmente orientada a aplicaciones científicas, como GUIDE lo estaba a las de gestión. Su equivalente europeo es SEAS.

(28) Philippakis (73) le asigna un índice de uso de 4, frente a 59 para el COBOL, 5 para el Fortran y 6 para los Generadores (datos de EE.UU. de 1972). Factores específicos contra su introducción pueden haber sido el que hasta muy recientemente no haya tenido compiladores para ordenadores de otros fabricantes ni un proyecto en marcha para su normalización, y la falta de apoyo suficiente por parte de la propia IBM.

(29) International Federation for Information Processing, fundada como consecuencia del Congreso Internacional de París de 1959. Representa a España en la IFIP el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, mediante un «Comité español de la IFIP», al parecer.

(30) Está claro que esta figura 6 es meramente una ilustración de la regla enunciada, sin valor cuantitativo. Digamos que hacer avanzar la tecnología de los lenguajes no es tanto desplazarse por la superficie esquematizada en la figura, como desplazar a dicha superficie.

(31) Con notables excepciones, que llegan a escribir el programa en lenguaje funcional y traducirlo luego a mano a lenguaje de segunda generación.

(32) En el Seminario «Técnicas recientes de implantación de software de sistemas» de la A.T.I. (Barcelona, junio de 1974).

(33) BCPL (Basic CPL) es una versión del CPL orientada a la eficiencia de ejecución. CPL es un interesante lenguaje general, diseñado por un equipo del Cambridge University Mathematical Laboratory y del London Institute of Computer Science encabezado por Christopher Strachey y pensado inicialmente (1963) para la escritura de compiladores; CPL son las siglas de Combined Programming Language (o, según algunos, de Christopher's Private Language o de Cambridge Plus London).

(34) No hemos situado la clase 3c en el sistema de coordenadas nivel sintáctico-nivel semántico, ya que estos lenguajes (sobre todo los de la primera subcategoría) se distinguen porque son más extensos los conjuntos de puntos que les corresponden en dicho sistema, mientras que representamos a cada lenguaje por un solo punto.

(35) Prefiero la expresión «en diferido» a la «en batch», porque «batch» tiene varias acepciones y no puede contraponerse a «en teleproceso», como señalaba Plateau (67) en un memorable artículo.

(36) Este desplazamiento puede advertirse en los últimos congresos de la IFIP. En el de Edimburgo (1968) aparecieron todavía nuevos lenguajes (Algol 68) o extensiones a los conocidos; en el de Liubliana (1971) solamente dos sesiones se dedicaron a Algol 68 y a APL, mientras en algunas comunicaciones se trataba de programar sin GO TO; en el de Estocolmo (1974) se habló ampliamente de programación estructurada y apenas de lenguajes.

BIBLIOGRAFÍA

- ALADJEM y cols. (71): «Lingüística e Informática». ATI, Barcelona.
- BACKUS (60): «The Syntax and Semantics of the proposed International Algebraic Language of the Zurich ACM-GAMM Conference», *Proceedures of the International Conference of Information Processing*, UNESCO, París, 1959. R. Oldenbourg, München & Butherworks, London.
- BEMER (69): «A politico-social history of ALGOL», *Annual Review in Automatic Programming*, Vol. 5.
- BOBROW (68) (ed.): «Symbol manipulation languages and techniques» (Conferencia de IFIP en Pisa) North Holland, Amsterdam.
- CAMPS y MARTÍ (67): «Visión general del software». ATI, Barcelona. (Hay una edición revisada de 1972.)
- CHEATHAM (72): «The recent evolution of programming languages» en *Information Processing 71*, North Holland, Amsterdam.
- FREIXA (67): *Cálculo digital*. Real Academia de Ciencias y Artes, Barcelona.
- HATVANY (73): «Computer languages for numerical control» (Conferencia de IFIP/IFAC en Budapest), North Holland, Amsterdam.
- HIGMAN (67): *A comparative study of programming languages*.
- PHILIPPAKIS (73): «Programming language usage». *Datamation*, October.
- ROSEN (67): *Programming systems and languages*. McGraw-Hill, New York.
- SAMMET (69): *Programming languages: History and fundamentals*. Prentice-Hall.
- SANCHIS y MORALES (73): *Algol 68/60*. Madrid.
- TEICHROEW (72): «Improvements in systems building». Seminario sobre «Diseño de sistemas informáticos». ATI, Barcelona.
- TEICHROEW (74): «Improvements in the systems life cycle». en *Information Processing 74*. Stockholm.
- TRAJENBROT (60): «Algoritmos y calculadores automáticos» (en ruso). Moscú, 2.ª ed., 1960. Trad. *Introducción a la teoría matemática de las computadoras y de la Programación*. Siglo XXI, México, 1967.
- VALENTINE (74): «Comparative notes on ALGOL 68 and PL/I». *The Computer Journal*, Vol. 17, N. 4. London, nov. 1974.
- WIRTH (74): «On the design of programming languages». En *Information Processing 74*. Stockholm.