

# 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 E.E.U.U. 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 modem 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.

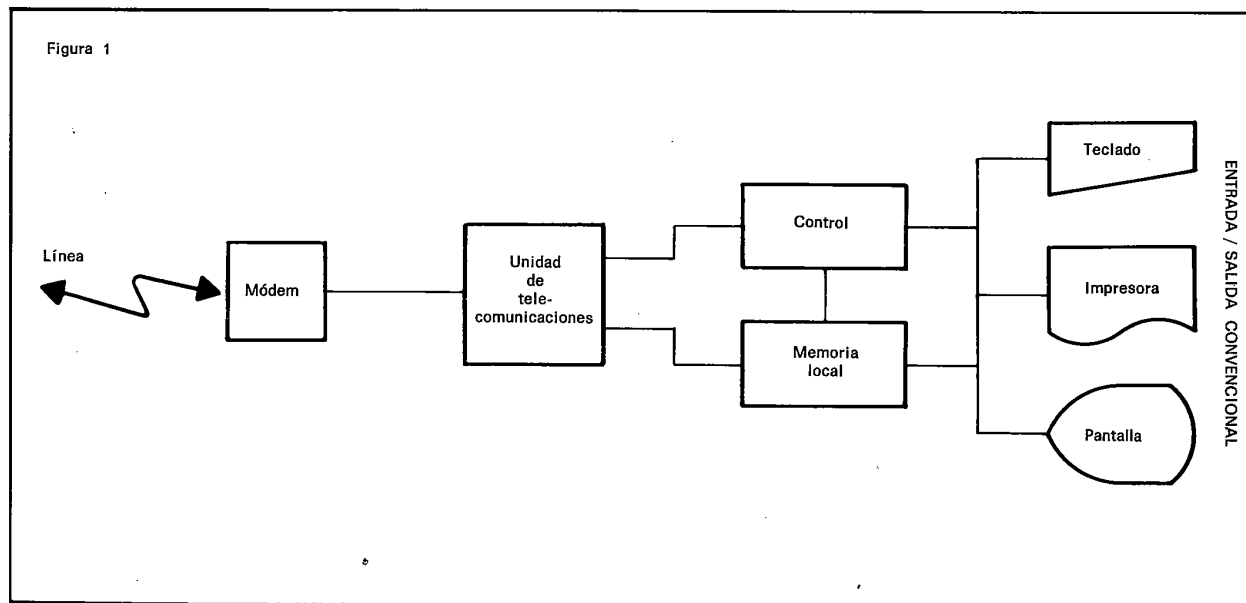
Es precisamente desde esta óptica funcional como veremos más claramente la evolución del terminal en los últimos años.

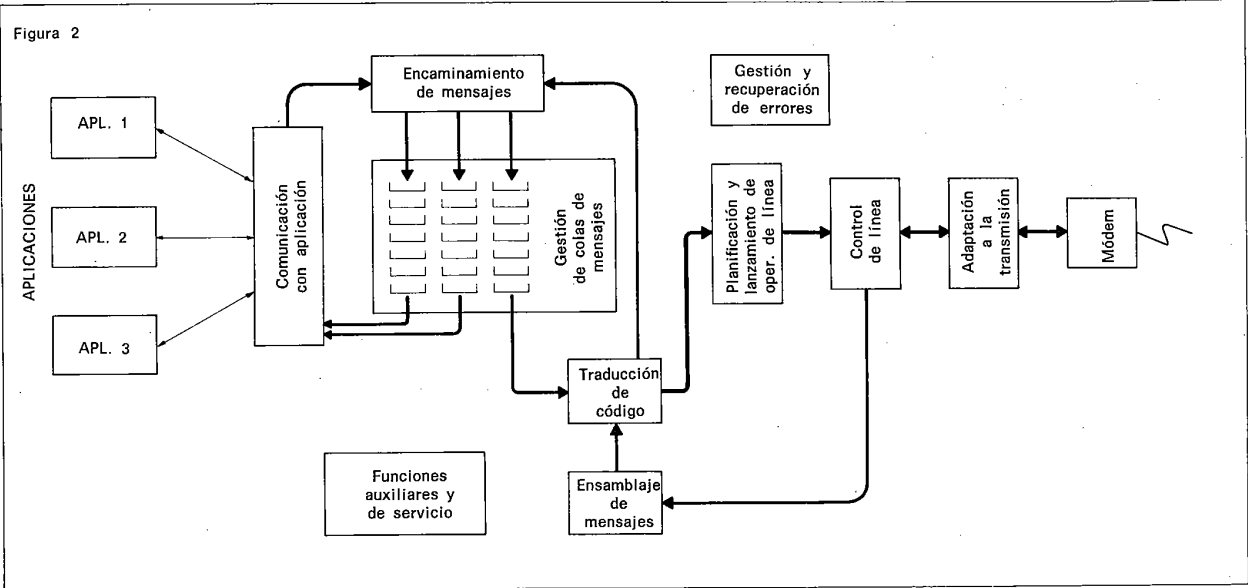
En su versión más primitiva el órgano de control era hardware puro con muy escasa capacidad lógica.

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.





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 asincrónica 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 hartamente 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 modularización, 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