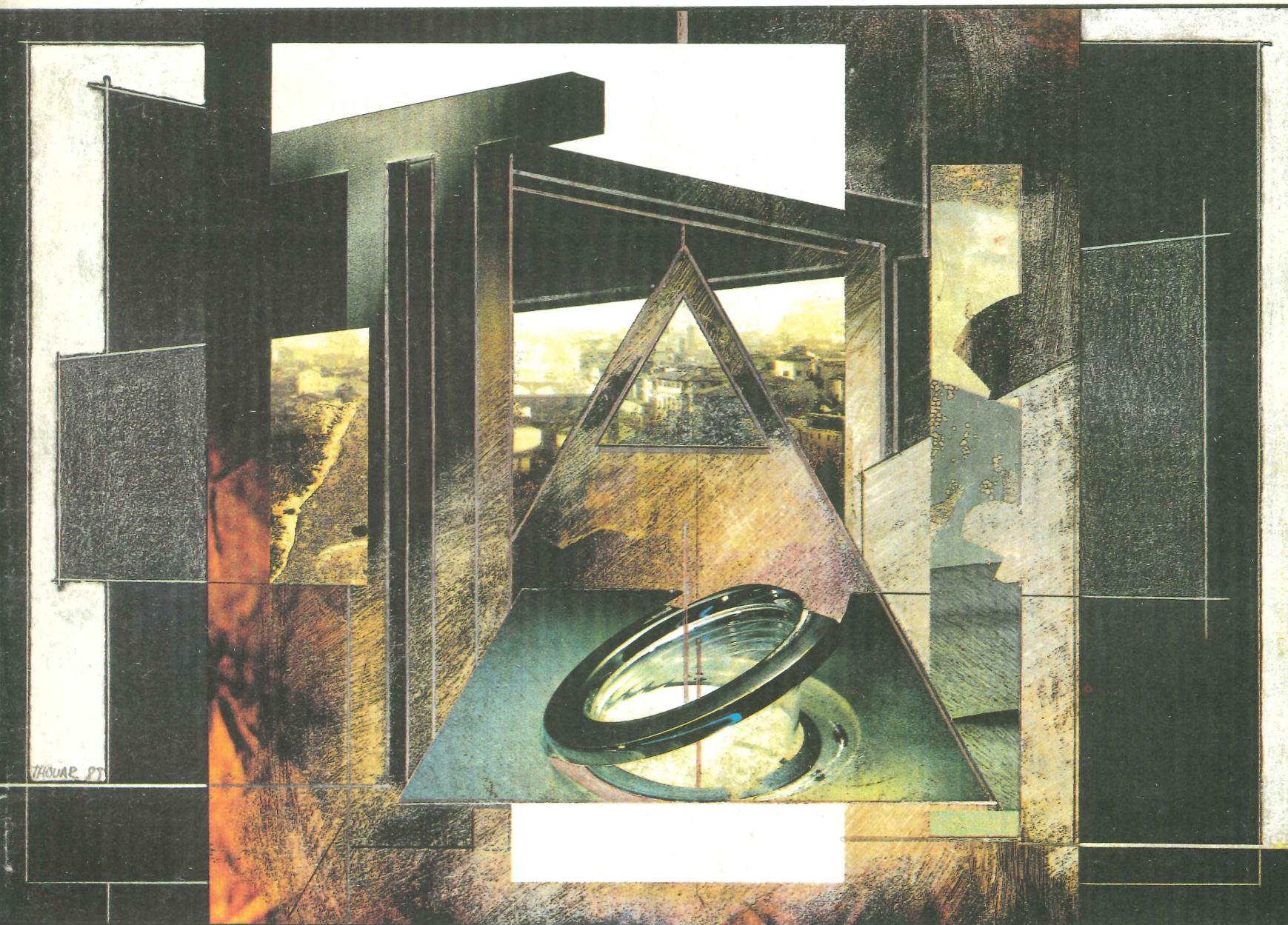


BOLETIN DEL PROGRAMA DE INTERCONEXION
DE RECURSOS INFORMATICOS

IRIS

2-3



Especial

JORNADAS TÉCNICAS IRIS 89

Sumario

Tribuna

- Jornadas técnicas IRIS 89/
C. Blánquez

3

Enfoques

El programa IRIS: Historia, situación actual, organización/J. Barberá	6
La Red EARN: aspectos generales/ M. A. Campos	12
EUnet en España/ J. A. Mañas	18
Esquema global de Mensajería y Servicios en IRIS/ I. Martínez	26
Conexión de las redes de área local con las redes de transporte/J. Barberá	30
Servicios de Directorio/ A. Glez. Lanceros, J. A. Saras	39
ARTIX: Interconexión con subredes X.25/ J. Berrocal, D. Fernández, E. Pastor y J. Riera	47
Pasarela EUnet/X.400/ J. A. Saras Pazos	53
Proyecto FTAM/ R. M. ^a Martín, V. Huerta	56
Conexión al superordenador CRAY de CASA/ J. Casado Barrio	58
Servicio de terminal virtual/ R. Prades y F. Jordán	61

Perfiles

- Juan Riera, la lucha contra la paradoja
de la información

64



IRIS

Publicación bimestral
Madrid, octubre 1989

Edita: Gabinete de Información y Relaciones Externas.
Alcalá, 61, 28014 Madrid. Teléfono 435 12 14.

Editor: Obdulio Martín Bernal.

Director técnico: José Barberá Heredia.

Secretario de redacción: Manuel Rodríguez Jiménez.

Comité de redacción: Carlos Blánquez, Ignacio Martínez,
León Vidaller, Gustavo Sánchez, Lluís Ferrer, Alejandro Hernández,
Bernardo Lorenzo, María Bolado.

Ilustraciones: Gonzalo Thovar.

Maqueta: A. Reboiro y Studio 5.

Fotocomposición: C&M.

Imprime: Grafur, S. A.

Depósito legal: M. 15844-1989

Jornadas técnicas IRIS 89

Carlos Blánquez

Este número extraordinario del boletín recoge gran parte de las ponencias presentadas en las jornadas técnicas celebradas en Santander los días 14, 15 y 16 de junio.

El objetivo de estas jornadas fue reunir a las personas responsables de ofrecer los servicios de teleinformática a todos los investigadores de cada universidad y centro de investigación integrado dentro del Programa IRIS, para presentar y debatir aquellos temas técnicos referidos al mundo de las redes informáticas, que afectan directamente a la comunidad académica y científica española.

El hecho de que estas jornadas fuesen las primeras que se organizan, y el que bastantes centros de investigación o universidades se encuentren aún en las etapas iniciales de puesta en marcha de sus servicios teleinformáticos, tenía que reflejarse necesariamente en una amplia heterogeneidad en cuanto al grado de conocimientos y experiencia de los asistentes, así como en la preparación de un temario a tratar extenso y variado.

Se incluyeron, por tanto, junto a cuestiones técnicas muy especializadas sobre el desarrollo de las redes informáticas, otros aspectos técnicos descriptivos sobre la situación de las mismas en España y las estrategias comerciales y productos que los suministradores de hardware, software y enlaces de datos ofrecen a nuestra comunidad.

A pesar de la influencia de los factores que acabo de mencionar en que las jornadas resultasen, quizá, más densas de lo esperado, considero, sin embargo, que ello ha servido para transmitir a todos los asistentes una visión real y bastante completa del nivel de desarrollo y uso de las redes académicas y científicas en nuestro país, de las inquietudes, deseos y preparación de la comunidad investigadora usuaria de las mismas, y del avance de las tareas marcadas como objetivos del Programa IRIS.

Creo que hay que valorar muy positivamente los contactos profesionales y personales que, como en cualquier foro de este tipo, tuvieron lugar en el transcurso de las jornadas. Esto se puede hacer extensivo, en este caso, a los producidos de forma colectiva entre los distintos grupos allí presentes: usuarios de redes informáticas que utilizan las mismas como simple herramienta de trabajo, investigadores que desarrollan su labor en este campo y suministradores de equipos y enlaces de comunicaciones. Son distintas formas de ver y sentir el tema, que necesitan un mejor conocimiento mutuo para que su labor sea más eficaz.

Sin pretender hacer un resumen, me gustaría destacar aquí brevemente lo que creo puede considerarse como las conclusiones más interesantes de las jornadas.

- **Comunicaciones y estándares OSI**

La realidad presente está constituida por la coexistencia de protocolos no estándares (TCP/IP, SNA, DECNET, UUCP...) y protocolos estándares (OSI). El futuro deberá ser OSI: «Probablemente la única solución a largo plazo», que en frase del profesor Paul van Binst resume el consenso mayoritario existente.

Sin embargo, ese futuro está por alcanzar, y la distancia a recorrer está determinada por los plazos en la aparición y estabilización de todos los estándares y su correspondiente desarrollo y comercialización.

Dentro de este proceso, la comunidad académica y científica es un colectivo implicado más, que no tiene el suficiente peso para influir de forma decisiva en acortar dichos plazos y acelerar, tanto los desarrollos, como la aparición de los productos comerciales.

- **Mensajería electrónica**

Es el servicio más consolidado actualmente, ya que se encuentra disponible para la práctica totalidad de los investigadores cuyos centros están integrados en IRIS.

La coexistencia en estos momentos de diversas tecnologías de redes y protocolos, necesita una estrecha coordinación entre los responsables a distintos niveles, nacional y local, encaminada a ofrecer al usuario final una conectividad total con cualquier otro, una atención suficiente y un uso transparente: no tiene que saber a través de qué red circulan sus mensajes.

Las pasarelas de interconexión en funcionamiento son una solución transitoria y como tal, habrá que dedicar los esfuerzos necesarios para superar esta fase.

- **Estrategias comerciales de los suministradores para la introducción de OSI**

El mercado que ofrece la comunidad académica y científica y su peculiaridad, no es determinante para las casas comerciales a la hora de abordar desarrollos específicos en comunicaciones y decidir su comercialización. Sin embargo, el conocimiento mutuo de los intereses y problemas en este campo debe servir para establecer cauces de colaboración, que ayuden a la promoción de los productos OSI.

- **Desarrollo futuro del Programa IRIS**

La marcha del programa se basará en las siguientes líneas de actuación:

- Avance gradual y decidido en la dirección de unas comunicaciones abiertas basadas en el modelo OSI.
- Incremento de los servicios teleinformáticos en número y calidad.
- Mejora de la infraestructura de red utilizada en consonancia con las necesidades que los nuevos servicios requieren.
- Extensión de estos servicios a todos los centros e instituciones de ámbito académico y científico.

- **Proyectos de I+D en marcha dentro del Programa IRIS**

Son un aspecto muy importante dentro del desarrollo del programa. Están orientados a ofrecer nuevos servicios teleinformáticos a la comunidad investigadora y a mejorar los actuales, mediante la participación de todos los grupos de investigadores que trabajan en esta área.

Existen una amplia diversidad de ellos en marcha, pero se requiere una mayor colaboración para abordar otros nuevos.

Confío que todo lo anteriormente expresado haya ayudado a situar lo que fueron las Jornadas Técnicas IRIS 89 antes de abordar la lectura de las ponencias aquí recogidas (*).

Creo que el Programa IRIS requiere, para su avance, que este foro técnico se consolide de forma periódica, como un instrumento más de utilidad en el intercambio de conocimientos, información y participación de la comunidad investigadora española interesada en estos temas. Estos deseos espero que sean bien recibidos por toda ella y que su colaboración haga posible la realización de unas Jornadas Técnicas IRIS 90.

* Faltan solamente aquellas no recibidas aún en el momento de cerrar esta edición y la correspondiente a la red RICA, publicada en el número 0.

1. ANTECEDENTES

Ia historia reciente de las redes académicas se remonta al comienzo de la década de los 80. En aquella época, la necesidad de disponer de una red de servicios telemáticos era ya algo ampliamente sentido en los diferentes ambientes de I+D, especialmente en el mundo académico, como instrumento indispensable para el progreso de diversas disciplinas científicas y tecnologías. Desde hacía algunos años era evidente, tanto en el mundo académico como en el industrial, que el manejo y la transmisión de la información constituyan un elemento imprescindible para la comunicación y el intercambio continuo de experiencias y resultados entre diferentes equipos de investigación.

Los países tecnológicamente más avanzados habían organizado, o estaban en el proceso de hacerlo, su red o redes académicas, de alcance nacional o internacional, de acuerdo con unas determinadas tecnologías y protocolos. Además de los EE.UU., pioneros en este campo con la creación de la red ARPANET, financiada por el Departamento de Defensa, otros países europeos tenían ya sus redes académicas nacionales, como JANET, en el Reino Unido, y DFN, en Alemania. Diferentes redes internacionales ofrecían servicios a usuarios de disciplinas específicas (HEPNET, para los físicos de altas energías) o para usuarios particulares de UNIX (USEnet, EUnet) o bien para usuarios multidisciplinares (BITNET/NETNORTH/EARN).

Puesto que el mundo científico no admite fronteras, pronto se hizo evidente la necesidad de interconectar las diversas redes académicas. Las soluciones específicas adoptadas en cada red particular pronto pusieron en evidencia los problemas derivados de esa interconexión. Las pasarelas entre redes ofrecían una solución rápida, aunque reduciendo la «funcionalidad» de las redes que enlazaban, es decir, degradando la calidad global de los servicios. Como solución más estable, aunque no con carácter inmediato, la comunidad investigadora fue progresivamente adoptando el concepto de comunicación abierta materializado por el modelo de referencia OSI, realizado por los organismos internacionales de normalización que elaboran estándares y recomendaciones: la Organización Internacional de Normalización (ISO) y el Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (CCITT), respectivamente.

El mundo académico-científico tuvo que encontrar un equilibrio entre dos tendencias en cierto modo contrapuestas: por una parte seguir de cerca y aportar ideas y soluciones al proceso normalizador, cooperando con los correspondientes organismos y, por otra, encontrar soluciones particulares para sus necesidades inmediatas, ya que el ritmo de la investigación no puede condicionarse a la lentitud del proceso de elaboración y adopción de normas acordadas internacionalmente.

La fuerza de una norma depende, en último término, del número y entidad de los usuarios que decidan o se vean obligados a adoptarla. La existencia de normas no siempre es bien vista por los fabricantes, que ven así alteradas sus estrategias comerciales. No obstante, cada vez son más los organismos de la administración, nacionales e internacionales, que van tomando conciencia del coste operativo y económico que supone la incompatibilidad entre sistemas y el mantenimiento de soluciones particulares (cerradas).

En la situación actual existe un consenso generalizado para adoptar soluciones abiertas. Es lo que se llaman estrategias o procesos de transición (o «migración») a OSI, que suponen un cambio progresivo de los protocolos específicos de cada red por los correspondientes al modelo de referencia OSI, sin degradar por ello la calidad ni interrumpir los servicios actuales que reciben los usuarios. En esto parecen coincidir los diferentes actores implicados: administraciones, fabricantes y usuarios. En lo que no parecen estar de acuerdo todos es en los plazos necesarios para llegar a ese esquema global homogéneo y abierto que se pretende alcanzar.

El programa IRIS

Historia, situación actual, organización

José Barberá

2. SITUACIÓN EN ESPAÑA

La situación de los investigadores españoles no era muy diferente de la expuesta anteriormente para la comunidad internacional de I+D. Ya en 1984, diversos grupos de investigación más avanzados (tecnologías de la información, física de altas energías...) manifestaron la necesidad de tener una red informática nacional para comunicarse entre ellos y sus homólogos en otros países.

Este sentimiento generalizado se materializó en una iniciativa emprendida por Fundesco en su labor de promoción de la investigación. A su vez, el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) estaba elaborando un plan para la interconexión de los centros de cálculo de las universidades. La convergencia de esas dos iniciativas cristalizó en una acción conjunta MEC/Fundesco para llevar a cabo un estudio de viabilidad que definiera las características técnicas y organizativas de una red académica nacional.

Esta tarea la llevó a cabo un equipo técnico de expertos de la universidad, centros de cálculo, OPIS y Telefónica que, bajo la coordinación de Fundesco, elaboró el «Informe Técnico sobre el Proyecto IRIS» [1]. Este informe se completó en septiembre de 1985 y supuso un trabajo de aproximadamente seis meses, durante los cuales el mencionado equipo realizó un inventario de sistemas informáticos existentes en España e investigó los servicios de mayor interés entre los potenciales usuarios. Asimismo se iniciaron los primeros contactos con otros países que habían puesto en marcha sus redes académicas, contrastando con ellos las soluciones adoptadas.

El resultado del informe no fue —tampoco se pretendía que lo fuera— un proyecto con las especificaciones detalladas de una red, sino más bien una serie de conclusiones y recomendaciones generales de tipo técnico y de organización, junto con una propuesta y evaluación de costes para la puesta en marcha de una fase-piloto.

Las conclusiones del estudio no arrojaron ninguna sorpresa. Se destacaba la gran variedad de sistemas informáticos en la comunidad investigadora española junto con una tendencia a la descentralización de aquéllos (por departamentos). Se recogía asimismo que los servicios más demandados eran el de acceso remoto desde terminales, el correo electrónico y la transferencia de ficheros. Por último, las conclusiones apuntaban hacia soluciones de tipo abierto para lograr el mayor grado de comunicación entre equipos.

Consecuentemente con lo anterior se daban una serie de recomendaciones, entre las que se destacaban las siguientes:

- El principal inconveniente para poner en marcha esa red académica nacional, con las características antes señaladas, residía en la propia estructura organizativa de la Administración, en la que encajaba difícilmente el esquema propuesto para la gestión de la red.

- Las dificultades para la creación de un ente que se hiciera cargo de la red encontraron una vía de solución en 1987, año en que se elaboraron los programas del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (PNI).

El principal inconveniente para poner en marcha esa red académica nacional, con las características antes señaladas, residía en la propia estructura organizativa de la Administración, en la que encajaba difícilmente el esquema propuesto para la gestión de la red.

De este modo, durante 1985 y 1986 hicieron su aparición y se consolidaron redes de alcance internacional, tales como FAENET (versión española de HEPNET), EARN y EUnet; otras de extensión regional (RICA, en Andalucía) obedecían a iniciativas de carácter autonómico. Estas redes, sin ser ninguna de ellas de carácter totalmente abierto, surgieron en respuesta a las necesidades reales de los usuarios y han proporcionado —y proporcionan— soluciones efectivas a las demandas de servicios.

Mientras tanto Fundesco, como entidad impulsora y aglutinadora de los esfuerzos encaminados hacia soluciones abiertas, cubrió el vacío existente en foros y organizaciones internacionales que trataban el tema de las redes de I+D, colaborando con la Administración para asumir los compromisos en ese campo, tales como la integración en la asociación europea RARE y la participación en el Proyecto COSINE, del Programa Eureka.

Las dificultades para la creación de un ente que se hiciera cargo de la red encontraron una vía de solución en 1987, año en que se elaboraron los programas del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (PNI). La decisión de las autoridades científicas y tecnológicas de la Administración fue empezar la red académica nacional como uno de los programas horizontales del mencionado plan, al que se le dio el nombre de «Programa IRIS».

El esquema organizativo propuesto en el estudio de viabilidad de 1985 se podía acoplar, con no demasiados problemas, dentro del esquema general del PNI. El órgano de nivel decisorio lo constituía la Comisión de Seguimiento del programa, encargándose la gestión directa del mismo a Fundesco, entidad que aportaba su estructura organizativa real para dar cobertura legal a IRIS. La solución que así se adoptaba era de carácter transitorio, pero permitía crear un embrión de organización e iniciar las actividades de la red nacional.

Merece destacarse también la celebración, en 1987, de la reunión técnica anual de RARE en nuestro país (Valencia, mayo 1987). En la sesión inaugural, el Ministro de Educación y Ciencia anunciaba oficialmente que la red académica española IRIS había recibido luz verde y pronto sería una realidad [2]. Y así parece que está ocurriendo...

3. EL PROGRAMA IRIS HOY

3.1. Los usuarios existentes

El comienzo de las actividades de IRIS en 1988 no supone partir de cero. Se tienen en cuenta las redes y servicios teleinformáticos de los diversos grupos de usuarios existentes, así como las peculiaridades de los mismos.

En el caso de FAENET, red específica para los investigadores en física de altas energías, que utiliza la tecnología DECNET, la principal preocupación de los usuarios es el acceso al CERN y centros de investigación similares. Aunque reconocen el interés que pueden tener los estándares OSI, esta normativa les viene de poca utilidad práctica a corto plazo, ya que, debido a la gran cantidad de información que ordinariamente han de transmitir, el verdadero interés de estos investigadores está en llegar a los ordenadores de los centros de altas energías de la manera más rápida posible, para lo cual los estándares y productos actuales son poco efectivos.

Otro caso bien distinto es el de los usuarios de EARN, de utilidad general para investigadores de diversas disciplinas. Esta red, promovida y financiada totalmente por IBM desde 1984 hasta 1987, ofrece a los usuarios de esos sistemas, y otros que

- La urgente necesidad de poner en marcha una red académica nacional.
- La organización de esta red como un ente independiente, dinámico, flexible y en permanente evolución.
- La planificación de actividades de modo gradual e incremental, de acuerdo con la evolución de la normativa y de la tecnología.
- El comienzo de la fase piloto (propuesta de dos años de duración) llevada a cabo:
 - por un equipo técnico competente, dedicado exclusivamente a la planificación y gestión de la red
 - bajo la supervisión de un órgano decisorio de alto nivel
 - extendiendo los servicios más básicos al máximo número de usuarios
 - con financiación del MEC e
 - implicando a las empresas suministradoras de equipos y software.
- La necesidad de evitar la aparición de soluciones particulares (cerradas) y la proliferación de redes dispersas.

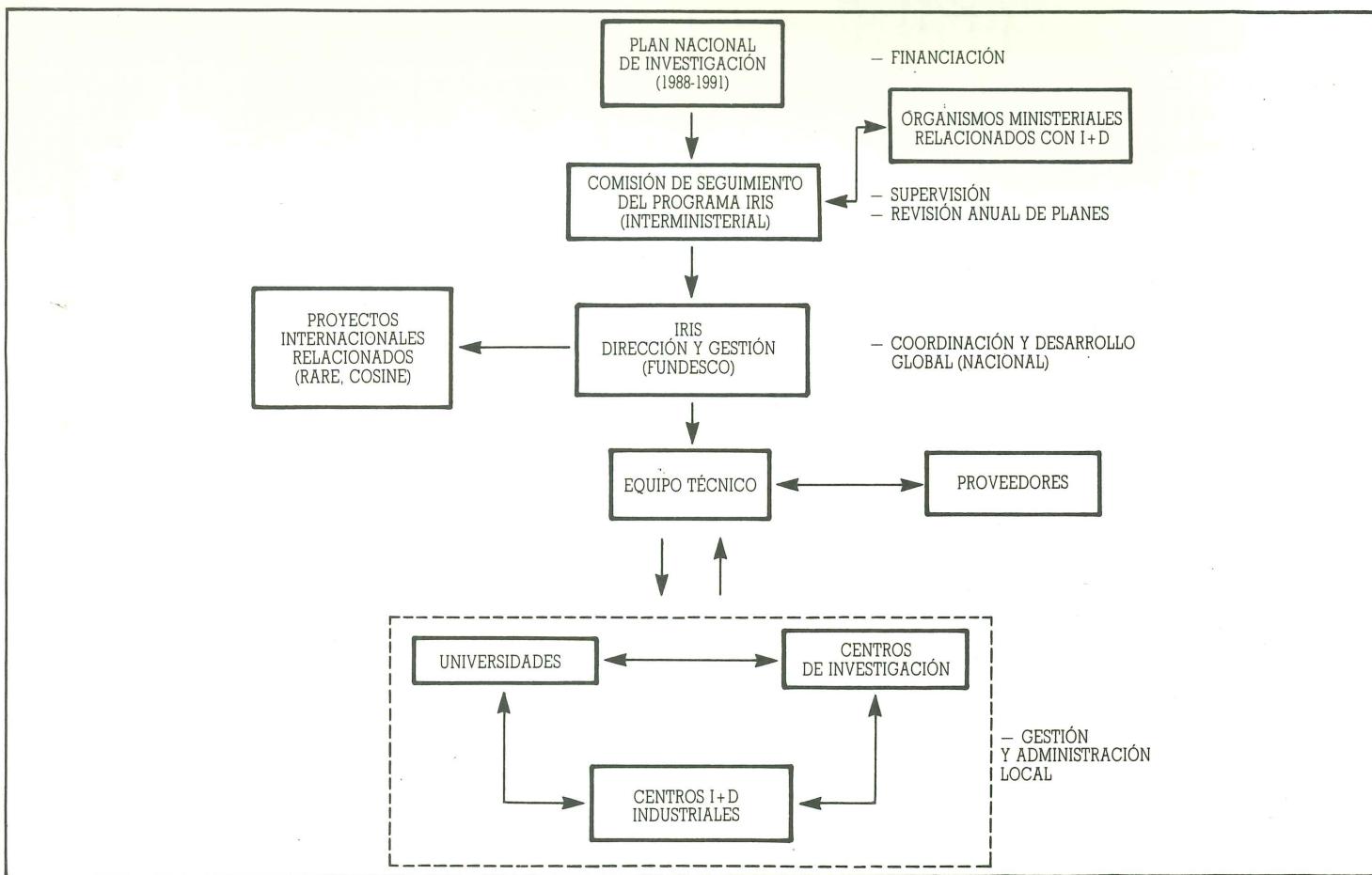


Fig. 1. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL PROGRAMA IRIS

utilizan los mismos protocolos (RSCS), una manera sencilla de enlazar ordenadores mediante líneas punto a punto, en modo de almacenamiento y reenvío. Como no se apoya en una subred de transporte, los mismos nodos de proceso han de realizar tareas de commutación y almacenamiento intermedio. El principal atractivo ha sido la facilidad de acceso a las universidades americanas de la red BITNET. En general, los conocimientos que sobre redes tienen estos usuarios son más bien limitados, lo que está en consonancia con la solución técnica adoptada, relativamente sencilla y efectiva para comunicarse con aquellos que están en el mismo club.

En el otro extremo están los usuarios del sistema UNIX, agrupados en Europa bajo la denominación de EUnet. Estos usuarios no sólo pertenecen al sector académico, sino que incluye también a bastantes empresas, aunque el componente académico tiene un peso específico relevante. A pesar de que UNIX se haya venido proclamando como un estándar de facto, la realidad es que tampoco es una solución totalmente abierta en el sentido de OSI. Sin embargo utiliza X.25 como transporte, por lo que la conectividad es grande a nivel mundial. Al contrario que los usuarios de EARN, en EUnet es frecuente encontrar relevantes investigadores con experiencia práctica en redes, bien conocidos por proporcionar soluciones prácticas eficaces para acceder a otras redes y sistemas. En general, su trabajo se desarrolla en un ambiente de cierta «anarquía» técnica, aunque ello no suele ser motivo de preocupación para estos usuarios, ya que conocen bien el mundo de las redes y entienden los problemas implicados.

3.2. El valor añadido del programa

La organización de IRIS como un programa del PNI se hace con el fin último de proporcionar una red de servicios teleinformáticos para la comunidad de I+D de nuestro país, lo más homogénea y abierta posible, coordinando las actividades y servicios ya existentes, impulsando nuevos desarrollos y aplicaciones y participando en organizaciones y proyectos internacionales, con especial énfasis en los de Europa, que tienen objetivos similares y se apoyan en los mismos principios, dentro de un entorno dinámico y en permanente evolución [4].

De este modo es objetivo prioritario del programa encontrar el equilibrio adecuado entre el mantenimiento de los servicios existentes y la satisfacción de las demandas de los usuarios, por un lado, y el acercamiento progresivo al entorno homogéneo de comunicaciones propugnado, por otro, lo que supone colaborar en el desarrollo del proceso de normalización e impulsar la introducción de los productos abiertos de las casas comerciales.

3.3. La organización del programa

El esquema organizativo adoptado es el que se muestra en la figura 1 y es válido para el período 1988-91. La dirección del programa ha sido asignada, inicialmente, a Fundesco, que es el órgano gestor que reporta a la correspondiente Comisión de Seguimiento. Un reducido equipo técnico de expertos se encar-

ga de establecer y mantener las relaciones con los usuarios (universidades, centros de I+D), así como de los contactos con los suministradores. Para información adicional sobre características operativas y procedimientos pueden consultarse las referencias [3] y [4].

Como ya se dijo anteriormente, la decisión adoptada por las autoridades académicas y de investigación de la Administración española ha sido la de configurar la red académica nacional como una «entidad virtual» (Programa IRIS), albergada provisionalmente en Fundesco como órgano gestor. De esta manera, Fundesco es la entidad real que proporciona la estructura jurídica y legal necesaria para llevar a cabo los planes y actividades previstos en el programa.

Antes del final de 1991, al término de los cuatro años del plan, la Comisión de IRIS habrá propuesto una estructura adecuada para facilitar la continuación de las actividades relacionadas con la red académica y de investigación nacional, en otro marco distinto al del Plan Nacional de Investigación, habida cuenta que la labor de puesta en marcha y promoción inicial se habrá cubierto con los objetivos del programa. En esa etapa posterior, la gestión de la red la deberá llevar a cabo una organización estable y específica, dedicada, básicamente, a la explotación de los servicios montados en el período 1988-91 y a los desarrollos subsiguientes.

4. MARCO GLOBAL Y MODELOS DE FUNCIONAMIENTO

Esta sección tiene por objeto situar a los usuarios de IRIS en la perspectiva adecuada dentro del contexto global de los ser-

vicios teleinformáticos, destacando los diferentes elementos en juego, las interacciones entre los mismos y las diversas responsabilidades.

El marco global supone una estructura jerárquica de niveles y responsabilidades. En primer término está el *nivel de usuario final*, los investigadores que precisan acceder a los servicios informáticos y que cuentan con una serie de medios para comunicarse con otros usuarios y sistemas. A continuación está el *nivel local* del centro de investigación o universidad, con la responsabilidad de suministrar y gestionar los servicios de los usuarios finales. El *nivel nacional* coordina las diferentes actividades de nivel local, responsabilizándose de proporcionar los correspondientes servicios de comunicaciones y el acceso a los servicios internacionales. En el caso de la comunidad de I+D española, esta misión corresponde al Programa IRIS. Por último está el *nivel internacional*, para coordinar los diferentes servicios y proyectos nacionales y gestionar los programas y proyectos internacionales (p. ej. RARE, COSINE,...).

El modelo expuesto es de tipo general, ya que luego hay que considerar características específicas, tales como responsabilidades de nivel nacional para comunidades internacionales (por ejemplo, física de altas energías), o bien el *nivel regional* como escalón intermedio entre los niveles locales y nacional (por ejemplo, RICA). En la figura 2 se muestra un esquema de esta estructura.

En este marco de referencia, el *modelo físico de funcionamiento* muestra las redes y recursos informáticos diversos que configuran el sistema de servicios de comunicación (figura 3).

- En el nivel del usuario final se encuentran los medios materiales de acceso a los equipos informáticos disponibles. Éstos pueden ser simples terminales pasivos, ordenadores personales o estaciones de trabajo. Los servicios pueden ser mensajería, transferencia de ficheros, acceso remoto de terminales, directorios, preparación de documentos, acceso a bases de datos, etc.
- En el nivel local se encuentran los medios para la gestión de los equipos y la información de los usuarios, interconectarlos entre sí (red o redes de áreas locales, RAL) y con una o varias salidas al exterior (conexión a otras RAL o a la subred de transporte). Entre las funciones del responsable local está la de proporcionar las ayudas necesarias a los usuarios finales para la obtención de los diversos servicios.
- En el nivel nacional (o regional), los diferentes dominios locales (centros, universidades...) se unen mediante una infraestructura o subred de transporte, bajo la coordinación del responsable nacional (regional) quien, a su vez, facilita la/s salida/s a otras redes internacionales (nacionales).
- Finalmente, el nivel internacional lo constituyen los medios necesarios para unir los diferentes sistemas nacionales y proporcionar servicios globales, tales como directorios centralizados, infraestructura de transporte común, pasarelas intercontinentales, etc.

El *modelo organizativo* correspondiente al modelo físico de funcionamiento puede ser como el que se muestra en la figura 4. En este esquema aparecen los usuarios finales dentro de un dominio local, en un centro determinado, que pueden pertenecer a su vez a uno o varios grupos de usuarios internacionales, caso típico de comunidades de la misma disciplina científica o grupos multinacionales. El responsable de la organización local debe tener en cuenta las peculiaridades de esos grupos específicos. De modo similar ocurre en el nivel regional.

En el nivel nacional debe haber unos «interfaces» claramente establecidos para coordinar los diversos dominios locales o regionales y, por último, la organización del nivel internacional debe asumir la armonización de las actividades nacionales, la

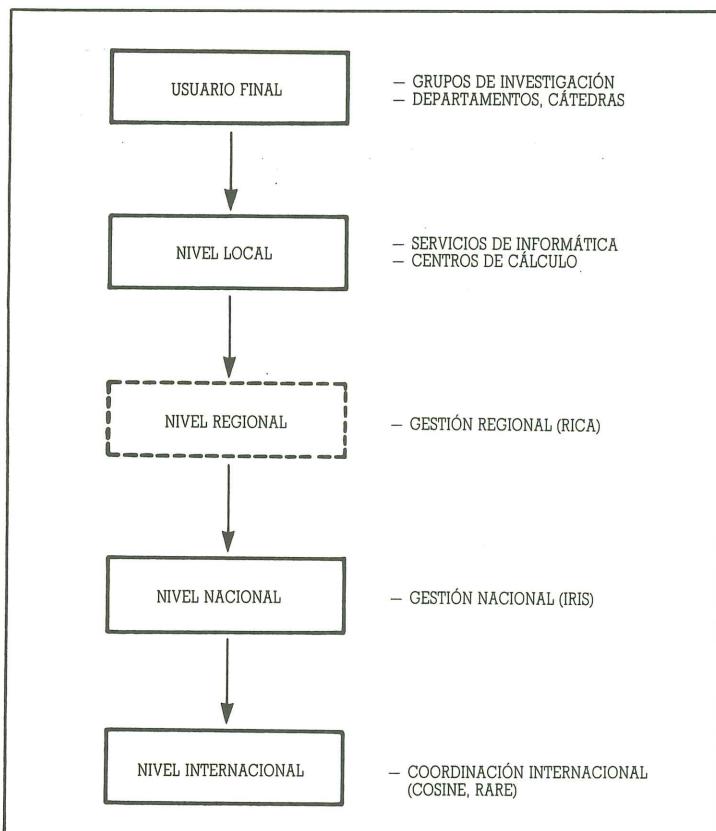


Fig. 2. MARCO GLOBAL DE LAS ACTIVIDADES DE IRIS

coordinación de servicios, la adopción de estándares uniformes y los proyectos cooperativos entre varios países.

5. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Esta última sección tiene por objeto completar la información de tipo general de las secciones anteriores, exponiendo los aspectos concretos más significativos en cuanto a prestaciones y servicios del programa y dando paso a la introducción de temas específicos que se tratarán en los artículos siguientes. La fuente principal es [4] la que aquí se resume y actualiza.

En líneas generales puede decirse que IRIS integra actualmente a la mayoría de instituciones de investigación españolas (4), facilitando los medios necesarios (hardware, software, asesoramiento) para proporcionar a los diversos centros, que cuentan con una variedad de recursos informáticos, los servicios de comunicaciones demandados por aquéllos para el normal desarrollo de sus tareas de investigación.

El nivel de prestaciones recibidas por cada institución depende, en gran medida, de la infraestructura de equipos del centro. No se puede conseguir un elevado grado de servicios con recursos limitados. Un condicionante importante es asimismo la disponibilidad real en el mercado del hardware y software específicos para los equipos existentes. Únicamente a título ilustrativo, diversos suministradores (cuyos productos OSI se habían anunciado como disponibles desde hacía algún tiempo) se han visto sorprendidos ante la demanda de los mismos por IRIS para instituciones nacionales de I + D. En cierto sentido, se ha venido actuando de pionero en este campo.

Independientemente del tipo, potencia y conexiones locales de los equipos informáticos de las instituciones, la idea de IRIS ha sido, desde el comienzo, proporcionar unas prestaciones mínimas al máximo número posible de usuarios demandantes, en función de la situación específica de los diversos centros. En una primera etapa esto suponía el servicio de terminal remoto y el del correo electrónico, lo que cubriría entre el 90-95 por ciento de las necesidades actuales. Las expectativas iniciales eran alcanzar esta meta a lo largo del primer año, lo que no ha ocurrido así. Del más de un centenar de centros de IRIS (4), la mayoría dispone actualmente del servicio de terminal remoto y aproximadamente la mitad cuenta con algún sistema de correo electrónico. En cuanto a otros servicios (transferencia de ficheros, entrega remota de trabajos...), únicamente los tienen aquellos centros que utilizan protocolos particulares (cerrados). El servicio FTAM, que inicialmente se esperaba implantar en plan experimental antes de 1989, no ha alcanzado aún el grado de madurez necesaria para ello.

Las causas en cada caso obedecen a una combinación de diversos factores que se analizan brevemente.

- Las dificultades iniciales para el contacto y establecimiento de relaciones entre la dirección del programa y las instituciones. Éstas derivan, por una parte, de la novedad del programa y del desconocimiento de los usuarios de las características y prestaciones. Por otro lado, cada centro funciona de forma particular a la hora de gestionar los medios informáticos y dar servicio a sus usuarios, lo que resulta a veces complejo a la hora de proponer soluciones globales satisfactorias.
- La lentitud del proceso de implantación, en los sistemas informáticos existentes, de los componentes hw/sw necesarios para la conexión X.25, en parte consecuencia de lo anterior y en parte consecuencia de la lentitud de respuesta de los suministradores.
- La contratación de nuevos enlaces X.25 de Iberpac varía enormemente de unas zonas a otras, siendo la demora bastante superior a lo deseable.

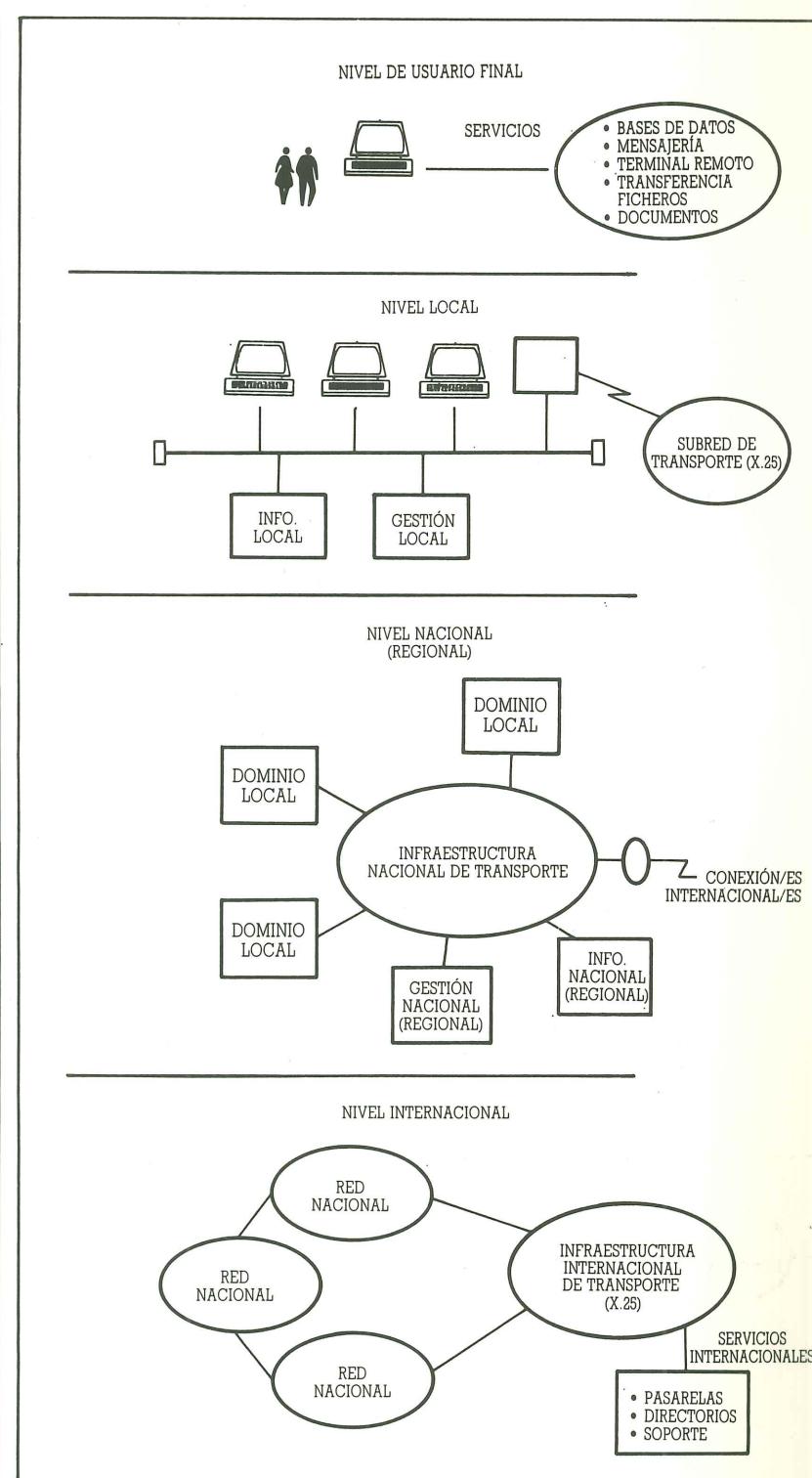


Fig. 3. MODELO FUNCIONAL FÍSICO DE IRIS

- Es objetivo prioritario del programa encontrar el equilibrio adecuado entre el mantenimiento de los servicios existentes y la satisfacción de las demandas de los usuarios, por un lado, y el acercamiento progresivo al entorno homogéneo de comunicaciones propugnado, por otro.

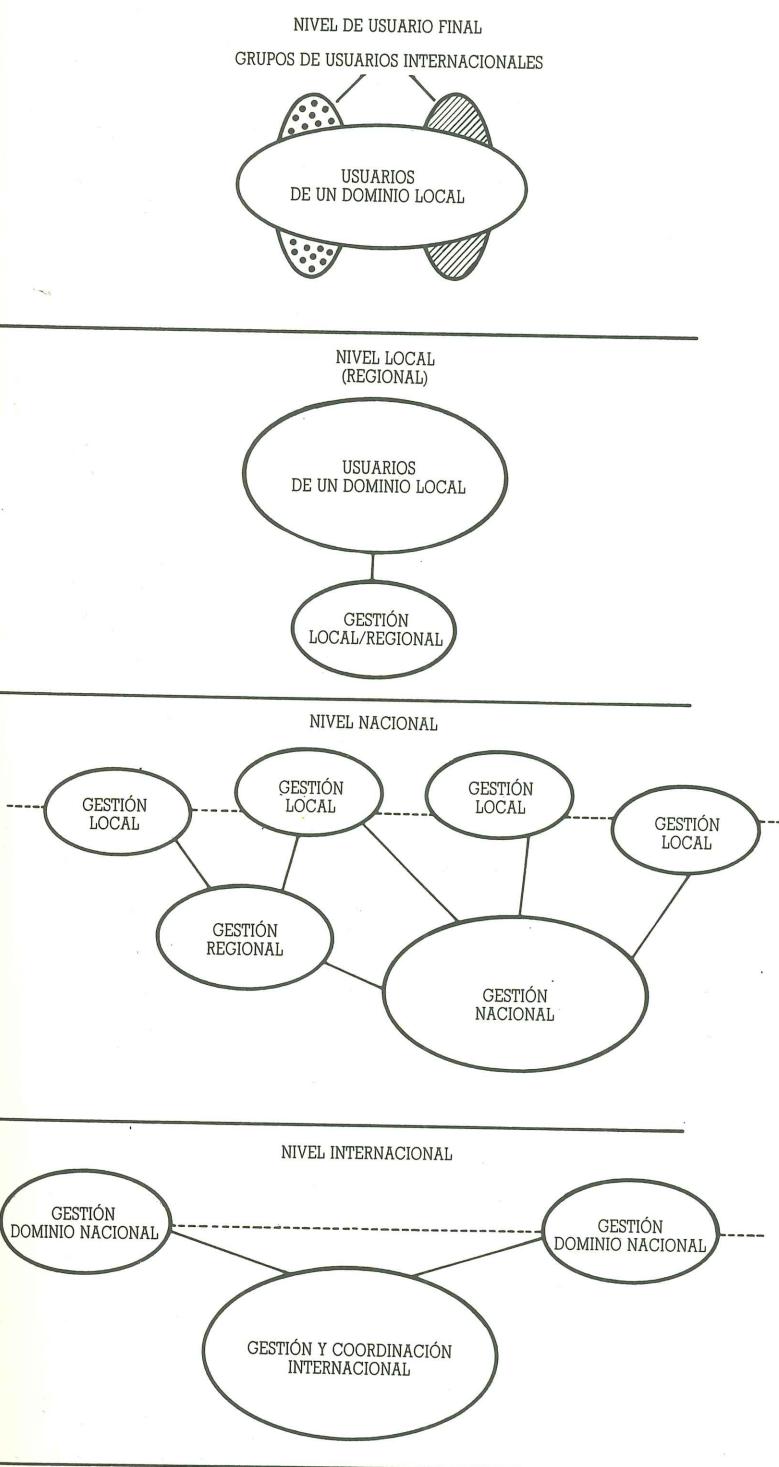


Fig. 4. MODELO ORGANIZATIVO DE IRIS

- Antes del final de 1991, al término de los cuatro años del plan, la Comisión de IRIS habrá propuesto una estructura adecuada para facilitar la continuación de las actividades relacionadas con la red académica y de investigación nacional, en otro marco distinto al del Plan Nacional de Investigación.

- d) La escasez de personal cualificado y de apoyo para asuntos informáticos en los diversos centros. IRIS no es un proyecto llave en mano, sino que supone la colaboración decidida de las instituciones para implantar nuevos servicios y aplicaciones.
- e) La lentitud con que se elaboran los estándares OSI y el retraso que esto supone para la introducción de los correspondientes productos comerciales.
- f) La escasez de investigadores y expertos en redes de teleinformática que puedan colaborar activamente en el desarrollo de proyectos de I + D (nacionales e internacionales) necesarios para la implantación de los nuevos servicios y aplicaciones de comunicación.
- g) Las dificultades prácticas encontradas a la hora de llevar a cabo diversos proyectos cooperativos de ámbito europeo e internacional.

Con todo ello, la situación actual presenta bastantes signos esperanzadores. Antes de finalizar el presente año y con la colaboración de la comunidad investigadora española, se espera llevar a cabo los siguientes avances:

- dotar a todos los centros de, al menos, una conexión X.25;
- extensión del correo X.400 a todos los centros;
- definición y puesta en marcha de una infraestructura de transporte X.25 de mayores prestaciones que las ofrecidas actualmente por Iberpac, especialmente en aplicaciones que requieren mayores velocidades;
- integración de esa subred de transporte en la infraestructura paneuropea X.25 del proyecto COSINE;
- desarrollo y puesta en funcionamiento de pasarelas nacionales entre redes no OSI y X.400;
- realización de un sistema de directorios, al menos un primer prototipo;
- utilización de productos FTAM, comerciales y académicos, que permitan iniciar un servicio experimental;
- conexión al supercomputador CRAY instalado en CASA;
- introducción de servicios complementarios a los actuales: listas de distribución, conferencias, herramientas para intercambio de documentos...

Con ello se espera contribuir a que los usuarios teleinformáticos del sector de I + D avancen un paso más hacia el mundo de los sistemas abiertos de comunicaciones. El éxito de este esfuerzo depende del entusiasmo y la colaboración efectiva de los diversos actores implicados en el juego.

Referencias:

- [1] Informe técnico sobre el Proyecto IRIS, documento Fundesco, septiembre 1985.
- [2] J. Truijens, J. Hutton. *Editorial*, «Computer Networks and ISDN Systems», Special Issue RA-RE 1987, Vol. 13, N.º 3, 1987.
- [3] J. Barberá, C. Blánquez, I. Martínez, «Principios, características, servicios y procedimientos», documentos del Programa IRIS, julio 1988.
- [4] C. Blánquez, «El Programa IRIS en su segundo año de actividad», Boletín IRIS N.º 0, abril 1989.

José Barberá. Director del Programa IRIS.

<C=ES; ADMD =;
PRMD=IRIS; O=IRIS-DCP;
S=BARBERA; G=JOSE>
<Jose. Barbera @ iris-dcp.es>



EARN: RED INFORMÁTICA ACADÉMICA

Las redes de ordenadores tomaron carta de naturaleza hace apenas dos décadas, pero han demostrado ser un elemento esencial en el progreso de la investigación científica, contribuyendo a que el intercambio de información (y el acceso a la misma) se produzca en el menor tiempo posible.

Originalmente, las redes de ordenadores surgieron para:

- Permitir el acceso a recursos informáticos distantes.
- Compartir el uso de equipos y sistemas informáticos.

Por otra parte, su utilización tuvo un impacto muy importante entre científicos e investigadores, ya que les permitió establecer *nuevas formas de comunicación*:

- Sistemas de manipulación de mensajes (correo electrónico).
- Intercambio rapidísimo de programas, datos e informaciones.
- Teleconferencias mediante ordenador.

Las redes, y las nuevas formas de interacción que han propiciado, se han hecho imprescindibles. Distintos grupos de científicos han auspiciado la creación de redes informáticas académicas, conocedores de que su uso acelera el avance de la investigación y de que las mismas necesidades que motivaron su aparición siguen estando vigentes y seguirán estimulando el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación.

Por estas razones son necesarias las redes.

Por eso es tan apreciada una red informática académica como

EARN: EUROPEAN ACADEMIC AND RESEARCH NETWORK

Una red con orientación internacional, pluridisciplinaria, que cuenta con una gran implantación, que es ampliamente utiliza-

La Red EARN

Aspectos Generales

Miguel A. Campos

da, cuyos requisitos operativos son extremadamente sencillos, que ofrece cada vez mejores servicios a sus usuarios y que evoluciona hacia la adopción de normas estándares internacionales OSI, tanto para la comunicación de datos como para el establecimiento de nuevos servicios de red.

ESTRUCTURA DE LA RED EARN

La red informática EARN (European Academic and Research Network) está compuesta por los ordenadores de las principales instituciones académicas y de investigación de Europa, lo que permite la comunicación de datos entre todos ellos, poniendo en contacto permanente a los científicos de dichas instituciones. Su objetivo primordial es facilitar la comunicación interpersonal entre científicos, investigadores, profesores universitarios, etc., así como favorecer el uso compartido de recursos informáticos.

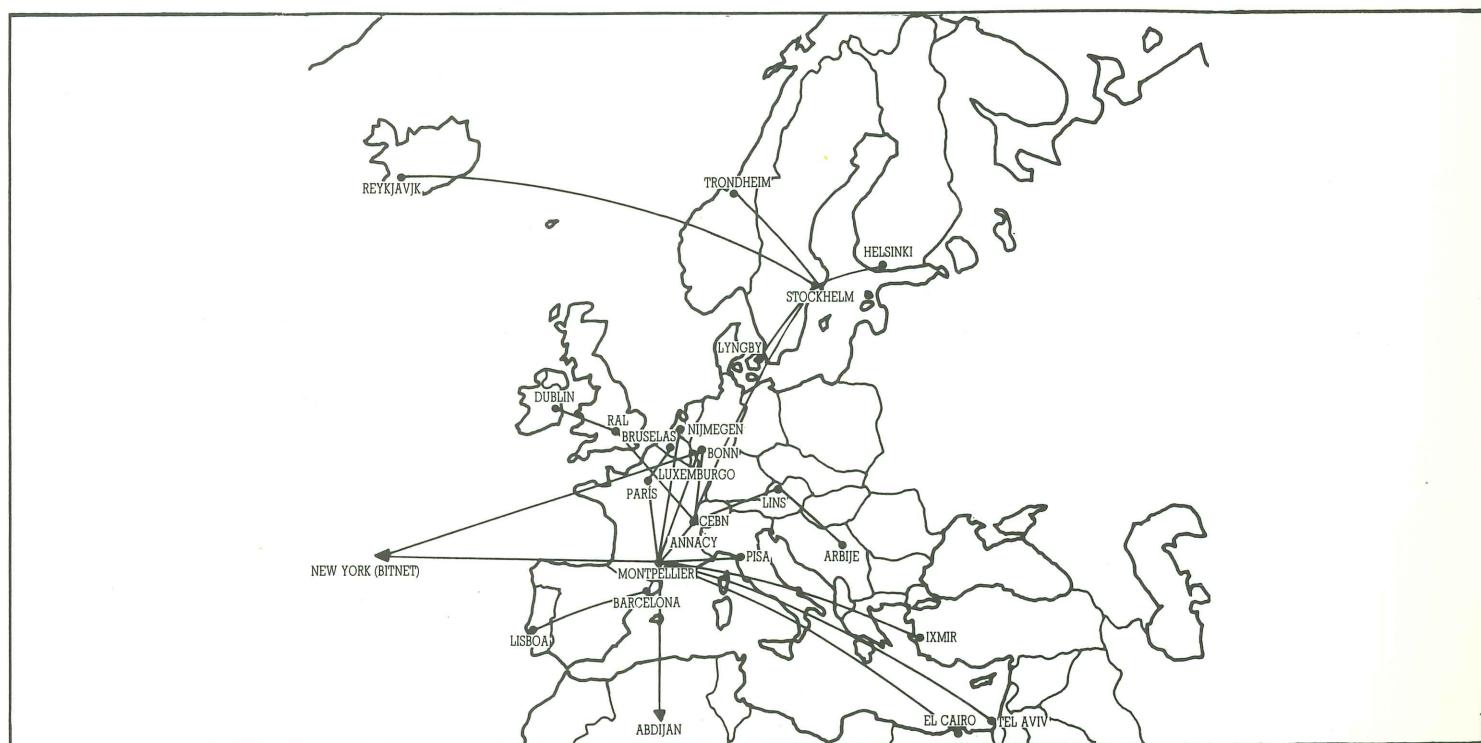


Fig. 1. ESTRUCTURA DE LA RED EARN EN EUROPA (LÍNEAS INTERNACIONALES)

- La red informática EARN (European Academic and Research Network) está compuesta por los ordenadores de las principales instituciones académicas y de investigación de Europa, lo que permite la comunicación de datos entre todos ellos, poniendo en contacto permanente a los científicos de dichas instituciones.

- Desde el momento de su puesta en marcha, tanto EARN como BITNET han venido utilizando el protocolo RSCS/NJE para la transmisión de datos, ya que era el más idóneo para los ordenadores que comenzaron a conectarse.

Implantación en Europa

La red EARN comenzó a funcionar en 1984 y tiene un ritmo de crecimiento muy notable. Está compuesta por ordenadores de muy diversos tipos y marcas pertenecientes a instituciones de 22 países de Europa y zonas vecinas.

También están previstas conexiones con Arabia Saudí, Argelia, Egipto, India, Jordania, Marruecos y Túnez. En cada país hay un nodo que sirve de enlace con el resto de la red, conectado con alguno de sus homólogos en un país vecino, y del que salen las conexiones que conforman la red en el país en cues-

EARN: 22 PAÍSES Y 788 ORDENADORES (MAYO 1989)	
Alemania	208
Austria	13
Bélgica	28
Costa de Marfil	1
Dinamarca	17
España	23
Finlandia	24
Francia	134
Gran Bretaña	2
Grecia	11
Holanda	73
Irlanda	6
Islandia	1
Israel	51
Italia	105
Luxemburgo	1
Noruega	5
Portugal	2
Suecia	24
Suiza	46
Turquía	10
Yugoslavia	1

tión (Figura 1). Además existen mecanismos de acceso («gateways») a otras redes informáticas académicas europeas, tales como: DFN (Deutches Forschungnetzwerk, Alemania), Eunet (European UNIX Network), HEANET (Higher Education Authority Network, Irlanda), HEPNET (High Energy Physics Network, parte europea), IRIS (Interconexión de Recursos Informáticos, España), JANET (Joint Academic Network, Inglaterra), etc.

Cobertura mundial con BITNET

Además, la red EARN está conectada con las redes BITNET y NETNORTH (sus homólogas en Estados Unidos y Canadá, respectivamente), así como con Argentina, Brasil, Corea, Chile, Japón, México, Singapur y Taiwán, con lo que en el mes de mayo de 1989 el número total de ordenadores conectados se elevaba a unos 1.928, correspondientes a los más de 1.000 centros académicos y científicos vinculados a las mencionadas redes (la relación de los nodos conectados actualmente a la red puede consultarse en el Directorio de nodos conectados a la Red).

BITNET 10 PAÍSES Y 1.928 ORDENADORES (MAYO 1989)	
Argentina	3
Brasil	7
Canadá	178
Chile	10
Corea	5
Japón	62
México	9
Singapur	6
Taiwán	9
EE.UU.	1.639

En BITNET también existen mecanismos de acceso («gateways») a otras redes informáticas de carácter académico, tales como: ARPANET-Internet, CSNET (Computer Science Network), HEPNET (High Energy Physics Network), NSFNET (National Science Foundation Network), SPAN (Space Physics Network), UUCP (red de sistemas UNIX), etc. (Figura 2).

Aspectos técnicos de las conexiones

Desde el momento de su puesta en marcha, tanto EARN como BITNET han venido utilizando el protocolo RSCS/NJE para la transmisión de datos, ya que era el más idóneo para los ordenadores que comenzaron a conectarse.

Esta actitud pragmática, basada en el hecho de que el protocolo RSCS/NJE sea un estándar de facto, aceptado universalmente en el sector informático y con un uso muy extendido, ha permitido que EARN y BITNET sean redes heterogéneas, conectando ordenadores de muy diversos tipos y marcas que cuentan con emuladores RSCS:

TIPOS DE ORDENADORES

Modelo	EARN	BITNET NETNORTH	Total
Amdahl	7	34	41
Burroughs	1	17	18
Control Data	44 (5,6%)	51 (2,7%)	95 (3,5%)
Data General	7	5	12
Digital	323 (41%)	1.081 (56%)	1.404 (51,7%)
Fujitsu	3	12	15
Honeywell	—	14	14
IBM	326 (41,3%)	606 (31,4%)	932 (34,3%)
NAS	6	16	22
Prime	8	8	16
Siemens	19	—	19
Sun	13 (1,7%)	25 (1,3%)	38 (1,4%)
Otros	31	59	90
Total	788	1.928	2.716

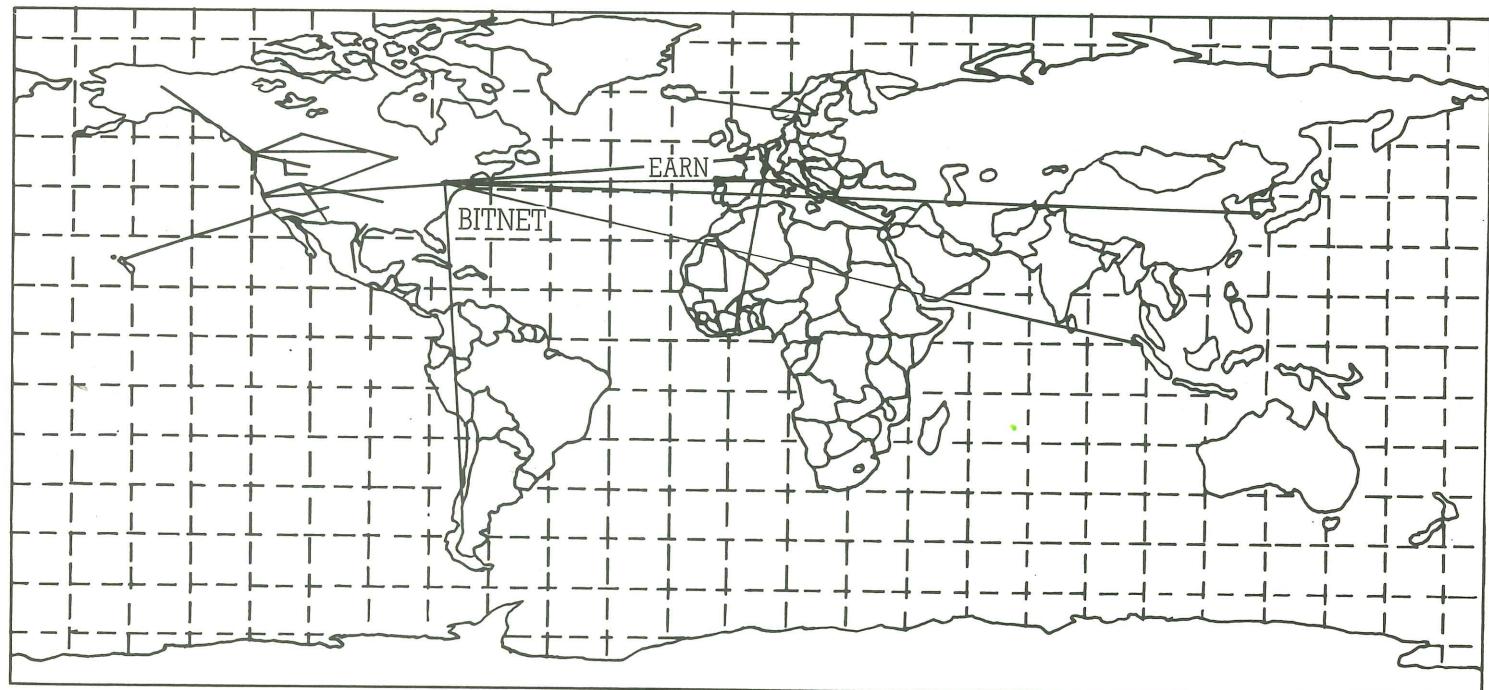


Fig. 2. ESTRUCTURA A NIVEL MUNDIAL DE BITNET-EARN

Líneas de conexión

Por otra parte, el software utilizado para la transmisión (RSCS o un emulador del mismo) ha requerido que la conexión entre ordenadores se efectúe mediante una línea punto a punto alquilada a la Compañía Telefónica correspondiente. La utilización de líneas punto a punto es más rentable en cuanto se supera un umbral mínimo de volumen de transmisión de datos, y al tener un coste fijo anual se facilitan las acciones presupuestarias. Sin embargo, en muchos casos, también es posible ahora que la conexión se realice por otros medios: conexión directa entre ordenadores, vía red local, vía red pública de conmutación de paquetes, etc.

Por lo demás, el funcionamiento de la red EARN se caracteriza por:

- La independencia total del usuario respecto a la topología y estructura de la red, ya que (como es lógico) sólo debe especificar el destinatario final de sus envíos.
- Una gran fiabilidad respecto a la correcta entrega de toda la información enviada.
- El respeto al contenido de los envíos, que no sufren ninguna transformación durante su transporte y entrega.

Una vez que el usuario especifica los datos a transmitir, una copia de los mismos se transporta de ordenador en ordenador siguiendo una determinada ruta hasta llegar al destino que se haya indicado.

La ruta a seguir (la sucesión de ordenadores por los que pasará la copia) puede ser conocida de antemano por el usuario si lo desea, pero son los ordenadores (los «nodos») los que en cada paso encaminan el envío por la ruta correcta, gracias a la tabla preestablecida de rutas que cada ordenador posee. En cada nodo, la copia que está siendo recibida desde el anterior, es almacenada localmente hasta su recepción completa, momento en el que (tras consulta a la tabla de rutas) es transmitida al nodo siguiente. Sólo cuando la transmisión ha sido realizada satisfactoriamente y por completo, se elimina la copia que poseía el nodo intermedio.

Este método («Store and Forward») garantiza que, incluso si alguna línea del trayecto está momentáneamente inactiva, los datos estén siempre localizables y listos para avanzar hacia su destinatario.

-
- Una vez que el usuario especifica los datos a transmitir, una copia de los mismos se transporta de ordenador en ordenador siguiendo una determinada ruta hasta llegar al destino que se haya indicado.
 - El abanico de los Centros que se adhieren es muy amplio y abarca desde Universidades y Escuelas Técnicas relativamente pequeñas hasta los grandes Centros de Investigación con participación plurinacional.

Evolución a protocolos OSI

Además, en el contexto europeo de armonización de las diversas redes académicas existentes, EARN se ha comprometido a adoptar los protocolos estándares internacionales OSI (Open Systems Interconnection) de manera gradual, a medida que vayan existiendo implementaciones viables de los correspondientes protocolos y sin menoscabo de los servicios que se están proporcionando a los usuarios.

EARN es miembro internacional de la iniciativa RARE (Réseaux Associés pour la Recherche en Europe) de la CEE y coopera también con COSINE (Cooperation for Open Systems Interconnection Networking in Europe) para establecer su plan de migración a OSI.

Existen gateways con redes experimentales MHS X.400 y se están efectuando pruebas de utilización de X.25 y X.400.

ORGANIZACIÓN DE LA RED EARN

La pertenencia a la red EARN está abierta a Universidades, Escuelas Técnicas, Centros de Investigación y a cualesquiera otras Instituciones académicas que no tengan intereses de tipo comercial. También se contempla la vinculación (como «miembro asociado» y bajo determinadas condiciones) de Centros de Investigación que dependan de organizaciones no académicas. Cada Institución puede conectar cuantos ordenadores quiera y éstos pueden ser de muy diversos tipos y marcas.

El abanico de los Centros que se adhieren es muy amplio y abarca desde Universidades y Escuelas Técnicas relativamente pequeñas hasta los grandes Centros de Investigación con participación plurinacional, como el CERN y la Agencia Espacial Europea (ESA), incluyendo también centros de tanto prestigio internacional como: Rutherford Lab. de Inglaterra, ETH de Zúrich, Max Plank Institute de Alemania, CNRS de Francia, CNR de Italia, Institute Weizmann de Israel, etc.

En cada Centro, los usuarios que tienen código de acceso al ordenador (profesores, investigadores, estudiantes postgrados, etc.), pueden utilizar los servicios de la red, sin más limitaciones que las fijadas por el propio Centro al que pertenecen, que a su vez debe seguir las recomendaciones que indiquen los órganos de Dirección de la Red.

Gestión de la Red

Las instituciones que conectan nodos a la red son miembros de la Asociación EARN (acogida a la Ley francesa de Asociaciones de 1901) que tiene su sede en París. La dirección de la red recae en una Junta de Directores (Board of Directors, BoD), cuyas atribuciones corresponden a aspectos legales, financiación de actividades, regulaciones de funcionamiento de la red y temas de carácter internacional, estando integrado por representantes de los países que cuentan con nodos en la red. En cada país, las instituciones vinculadas a EARN designan a un Director nacional que representa sus intereses en la Junta de Directores (BoD).

A su vez, el propio Board of Directors elige a un Presidente y a los integrantes de un Comité Ejecutivo que es el responsable de la gestión de la red. Dos veces al año se celebran reuniones plenarias del BoD, cuyos miembros son informados y consultados sobre la marcha de las actividades de la red.

Por otra parte, la coordinación técnica de EARN se lleva a cabo de forma descentralizada. En cada país dicha coordinación se realiza, por lo general, en el nodo que hace de enlace del país en cuestión, si bien las funciones de coordinación técnica general y de arbitraje recaen en un único centro europeo. Actualmente, la coordinación en España recae en la Universidad de Barcelona y la coordinación a nivel europeo es respon-

sabilidad de la Oficina Central de EARN establecida en París, aunque se cuenta también con la colaboración de otros Centros europeos para algunas tareas concretas, como la elaboración y difusión de tablas de rutas, desarrollo y mantenimiento de software, etc.

Vinculación de Instituciones a la red EARN

Las Instituciones que pueden ser *Miembros de Pleno Derecho* de EARN son:

- Universidades y Centros de Educación Superior, incluyendo a los Centros de Informática integrados en ellos.
- Instituciones de Investigación nacionales e internacionales.

Los *Miembros Asociados* pueden ser:

- Organismos de Investigación independientes que no tengan ánimo de lucro.
- Departamentos de Investigación dependientes de Organismos Gubernamentales no dedicados primordialmente a la investigación.
- Organismos que financian Proyectos de Investigación realizados por Miembros de Pleno Derecho. Estos Organismos pueden ser de carácter gubernamental (nacional o internacional) o independientes sin ánimo de lucro.
- Centros de Investigación de Organizaciones comerciales que están significativamente involucrados en actividades de investigación con Miembros de Pleno Derecho.

En cualquier caso, las Instituciones que desean vincularse a la red deben:

1. Conocer y aceptar las Normas y Regulaciones de pertenencia establecidas por EARN.
2. Notificar su interés a la Junta de Directores de EARN (EARN-BoD), a través del miembro de la Junta que representa a nuestro país.
 - En el caso de Miembros de Pleno Derecho la aceptación corresponde al representante en la Junta de Directores (BoD).
- Las candidaturas de Miembros Asociados deben ser patrocinadas por un Miembro de Pleno Derecho (con confirmación anual).
- En cualquier caso, la Junta de Directores tiene la atribución de adoptar la decisión final respecto a las candidaturas.
3. Determinar el Centro que les permitirá (previo acuerdo) conectar físicamente su ordenador.
4. Realizar las gestiones oportunas para instalar la línea de comunicación, así como los equipos y programas necesarios para la conexión.

SERVICIOS QUE PROPORCIONA EARN

Como ya se ha mencionado, EARN tiene como objetivo básico el intercambio rápido de información entre sus usuarios y el permitir el uso compartido de recursos informáticos remotos, proporcionando herramientas de correo electrónico para conseguirlo. Entre los servicios inherentes a la red y a sus mecanismos de correo electrónico se pueden citar:

- Envío y recepción de mensajes, notas, documentos y ficheros conteniendo datos y programas.
- Facilidades y servicios automáticos de información (boletines electrónicos, directorios de usuarios, de software y de equipos hardware, etc.).

- Conexión a otras redes (ARPANET, HEPNET, MFENET, UUCP (USENET), EUnet, JANET, DFN, etc.), además de a sus extensiones (BITNET y NETNORTH), con lo que se puede establecer contacto con usuarios cuyos ordenadores no están en la red EARN.
- Sistemas de Teleconferencia (conferencia electrónica).

Otros servicios se obtienen previo acuerdo con las instituciones correspondientes y pueden ser:

- Proceso de programas propios en otros ordenadores (batch remoto).
- Acceso a programas y packages de otros Centros.
- Utilización de equipos especializados disponibles en otros nodos (superordenadores, procesadores vectoriales, plotters de alta resolución, impresoras especiales, etc.).

Por otra parte, debe tenerse presente que la red EARN no contempla la utilización comercial de sus servicios, por lo que no es posible el acceso a recursos informáticos, bases de datos, etc. o a cualesquiera otros servicios informáticos, que sean objeto de explotación comercial.

Listas de Distribución y Boletines Electrónicos

Uno de los servicios más apreciados y más utilizados es el de las listas de distribución («mailing lists») y los Boletines Electrónicos («electronic Bulletin Boards»), que pueden considerarse como foros de discusión (mediante correo electrónico) sobre temas de interés general.

En algunos casos, estos foros (listas de distribución y Bulletin Boards) son cerrados y se emplean para facilitar la comunicación entre un determinado grupo de trabajo. Pero en la mayoría de los casos los foros son públicos y abiertos, de manera que cualquier usuario de la red puede suscribirse a ellos para recibir las diversas contribuciones, que se envían y (lo que es más importante) enviar sus propias contribuciones que serán distribuidas a todos los suscriptores del foro repartidos por todo el mundo.

Las listas y los Bulletin Boards cubren tanto temas de carácter científico y académico:

Física, Biología, Química, Medicina, Informática Teórica, Tecnologías en la Educación, Psicología, etc., entre los que merecen destacarse los dedicados al cáncer, SIDA, Inteligencia Artificial, Redes Neuronales, Química Cuántica, etc.

como aspectos tecnológicos y temas de carácter técnico:

Arquitecturas de comunicaciones, arquitecturas de superordenadores, sistemas operativos, lenguajes de programación, paquetes de software, aplicaciones, etc., entre los que merecen destacarse los dedicados a X.25, MHS X.400, SNA, RSCS, TCP/IP, UNIX, OS/2, REXX, C, MODULA-2, SPSS, SAS, SQL, DOBIS-LIBIS, etc.

UTILIZACIÓN DE LA RED EARN

En general, para poder utilizar la red EARN, basta con tener autorización para acceder a un ordenador que esté conectado a la misma. Es necesario tener un código de usuario de ese ordenador, que, junto con el código asignado al ordenador en cuestión, se convierte en la «dirección electrónica» (nativa en EARN) del usuario. También está comenzando a ser posible la utilización de una «dirección de correo electrónico» basada en subdominios (y en la norma RFC822 de Arpanet), que será utilizable con independencia de las diversas redes a las que esté conectado el ordenador.



■ EARN tiene como objetivo básico el intercambio rápido de información entre sus usuarios y el permitir el uso compartido de recursos informáticos remotos, proporcionando herramientas de correo electrónico para conseguirlo.

■ La red EARN comenzó a funcionar en España en 1989, cuando se conectaron la Universidad de Barcelona, la Universidad Politécnica de Madrid y el Centro Científico IBM/UAM.

■ El Programa IRIS (Interconexión de Recursos Informáticos) coordina las redes académicas existentes en España, actuando dentro del marco del Plan Nacional de Investigación.

Desde el punto de vista técnico, la utilización de la red EARN es muy sencilla, por lo que incluso usuarios poco familiarizados con los ordenadores (o aquellos que no necesitan usarlos para efectuar cálculos ni otro tipo de proceso de datos) pueden beneficiarse de las facilidades de comunicación que permite la red: mayor rapidez y fiabilidad en la comunicación interpersonal (con el consiguiente aumento de la productividad en las tareas investigadoras), posibilidad de una mayor eficacia frente al empleo de otras formas alternativas de comunicación (teléfono, fax, etc.), posibilidad de continuar tareas aun teniendo que desplazarse a otros Centros de investigación, etc.

Básicamente, el usuario debe:

- conocer aspectos generales (mínimos) del sistema que le proporciona acceso a la red (cómo conectarse al ordenador, cómo construir un texto con un programa de edición, etcétera);
- conocer aspectos básicos del empleo de la red (cómo enviar mensajes, datos, etc.).

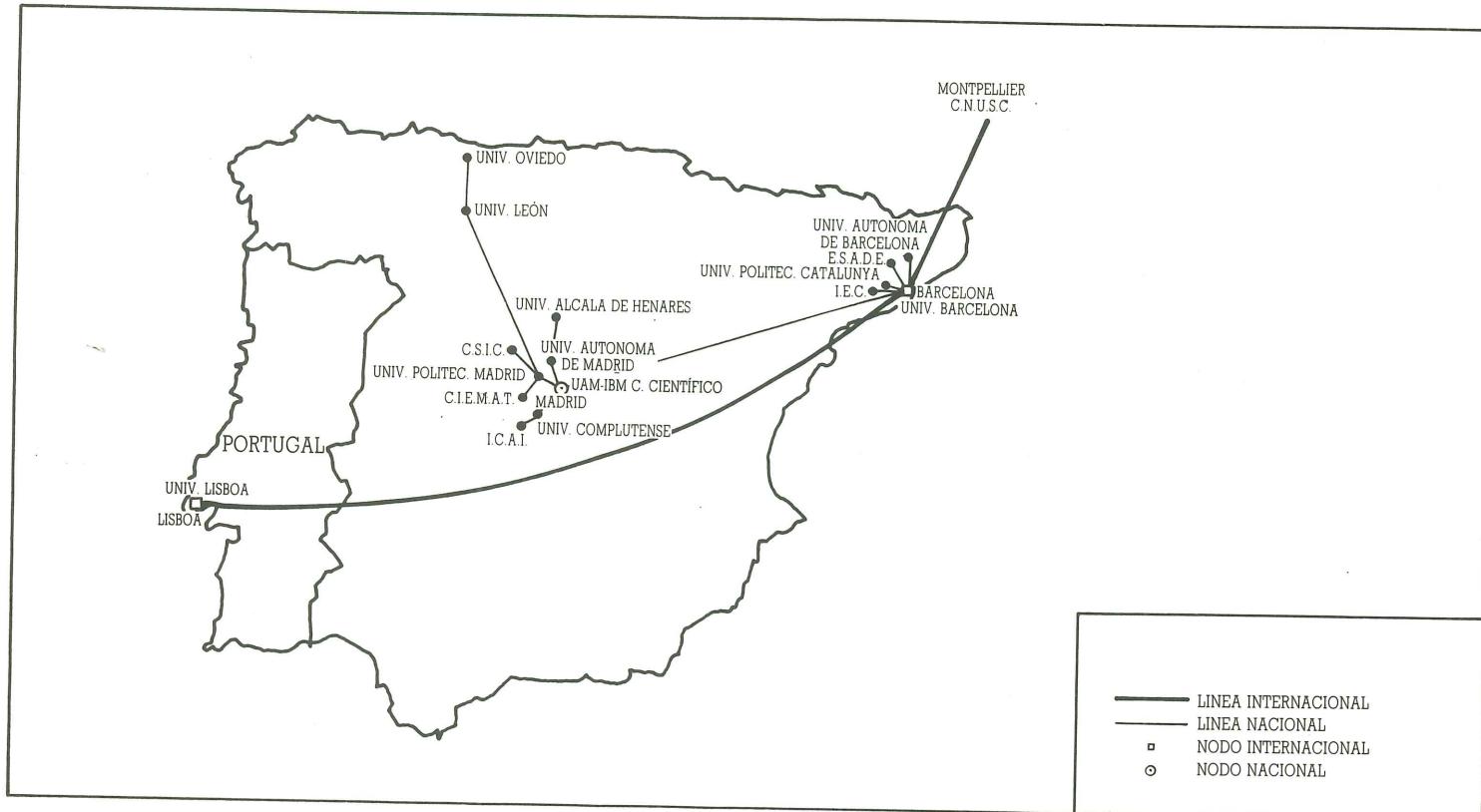


Fig. 3. ESTRUCTURA DE LA RED EARN EN ESPAÑA

Adicionalmente, si el usuario desea emplear la red como medio de acceso a otro sistema informático, también deberá:

- conocer algunos aspectos generales del ordenador remoto (sistema operativo, convenciones propias del otro Centro, etc.);
- y (obviamente) conocer el uso del recurso informático que desea utilizar (un paquete de programas científicos, un procesador vectorial, una impresora especial, etc.).

LA RED EARN EN ESPAÑA

La red EARN comenzó a funcionar en España en 1989, cuando se conectaron la Universidad de Barcelona, la Universidad Politécnica de Madrid y el Centro Científico IBM/UAM. Actualmente está compuesta por veintitrés ordenadores que corresponden a quince Instituciones académicas y de investigación, entre las que se encuentran las más prestigiosas del país (Figura 3).

EARN aporta una notable contribución a las actividades de nuestra comunidad académica y científica, ya que al ser la primera red implantada de forma generalizada ha facilitado una primera experiencia en redes a los usuarios y al staff técnico de los Centros conectados. Actualmente es la red con más volumen de utilización (número de usuarios, tráfico, etc.) y es la que cuenta con el mayor número de servicios de red libremente accesibles.

Por otra parte, la red EARN es heterogénea, ya que conecta una gama muy dispar de ordenadores (CDC, Data General, DEC Vax, IBM, etc.), ordenadores que en muchos casos están también conectados a otras redes con implantación en España.

do dentro del marco del Plan Nacional de Investigación. Este programa tiene una duración de cuatro años y se puso en marcha en 1988, momento en el que las Instituciones que integran EARN-España y el Programa IRIS firmaron un acuerdo por el que:

- por parte del Programa IRIS se garantiza la continuidad de las actividades y servicios de EARN (para no causar ningún perjuicio a la comunidad de usuarios de EARN), y se financia tanto las líneas de comunicación nacionales, como la contribución española al presupuesto de EARN, que cubre la línea intercontinental;
- por parte de EARN-España se adquiere el compromiso de evolucionar hacia la utilización de protocolos abiertos OSI (recomendaciones X.400, X.25, etc.), en cuanto existan productos que correspondan a dichas especificaciones y de manera que no se cause merma o perjuicio en las prestaciones y servicios a los usuarios.

EARN en el contexto IRIS

El Programa IRIS (Interconexión de Recursos Informáticos) coordina las redes académicas existentes en España, actuan-

Miguel A. Campos. Centro de Informática de la Universidad de Barcelona.

<earnmain@sic.ub.es>

1. RESUMEN

Se presenta a continuación una perspectiva de la situación actual de la red EUnet en España. Es una presentación desde el punto de vista operacional, tal y como se aprecia desde el nodo central goya. Con esta idea nos centraremos en qué se está usando; protocolos, medios, tráfico, servicios, etc.

2. INTRODUCCIÓN

EUnet (European Unix users NETwork) es una red paneuropea para la cooperación e intercambio de información entre usuarios UNIX (1) que opera bajo los auspicios del Grupo de usuarios UNIX en Europa (EUUG). EUnet es parte integrante de las redes UUCPnet y USEnet, de ámbito mundial.

EUnet es una red sin ánimo de lucro, que opera gracias a la operación voluntaria y entusiasta de sus miembros y de una serie de institutos (usualmente, centros universitarios) que constituyen la infraestructura de «backbones». Todos los miembros de EUnet deben ser miembros de EUUG, bien directamente, bien vía el grupo de usuarios nacional. Dentro de la red tienen cabida centros académicos, institutos de investigación y compañías comerciales. Queda expresamente excluida la posibilidad de obtener un beneficio comercial directo gracias a la red.

3. SERVICIOS

EUnet pretende ser un vehículo para el intercambio de información, antes que un club para compartir recursos informáticos. Con este objetivo se ofrecen dos servicios fundamentales: correo electrónico y *News*. Actualmente se trabaja en la organización de un sistema de archivo permanente de información pública. Ya existen varios nodos ofreciendo este servicio de forma experimental y esperamos que a corto plazo se pueda funcionar coordinadamente entre centros. Otro tipo de aplicaciones como transferencia de ficheros y ejecución remota se utilizan indirectamente como soporte para los servicios mencionados;

(1) UNIX es una marca registrada por AT&T.

EUnet en España

José A. Mañas

pero no están a disposición de los usuarios de la red en un sentido general.

Aunque la red es pre-OSI, podemos indentificar el servicio de correo con los niveles correspondientes. Básicamente el correo electrónico y las *News* son aplicaciones y, por tanto se ubican en el nivel 7. Entre unos ordenadores y otros dentro de la red se utilizan los servicios de red (3) operándose según un mecanismo de *store and forward* (almacenamiento y reenvío). Entre redes se necesita utilizar pasarelas (gateways), que usualmente se ubican también a nivel 7. La figura 1 presenta una situación típica.

Existe un plan de migración a protocolos X.400 que se llevará a cabo de forma gradual, esto es, sin interrumpir el servicio. Durante la fase de transición, EUnet será dos redes con una pasarela (rfc-987) entre ellas.

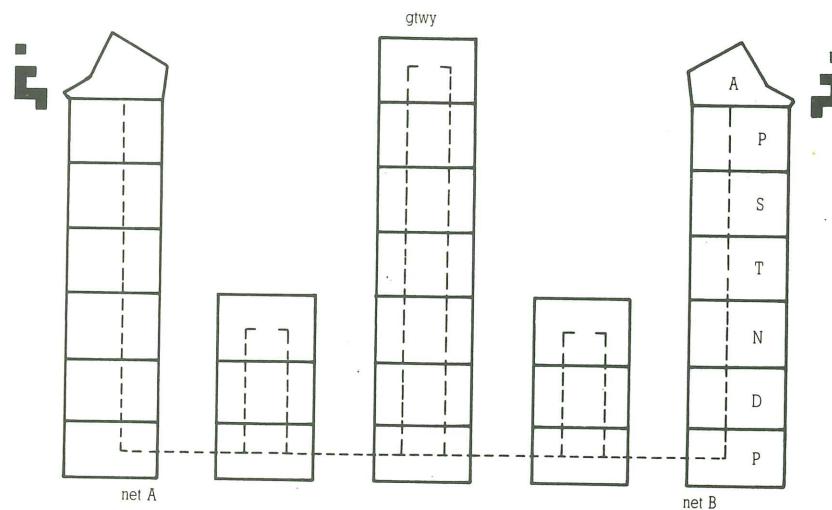


FIGURA 1

■ EUnet es una red sin ánimo de lucro, que opera gracias a la operación voluntaria y entusiasta de sus miembros y de una serie de institutos (usualmente, centros universitarios) que constituyen la infraestructura de «backbones».

■ El servicio de correo electrónico (UUCPnet, en U.S.A.) permite el intercambio de mensajes textuales codificados en ASCII y formateados de acuerdo con la norma rfc-822 de la Internet.

3.1 Correo electrónico

El servicio de correo electrónico (UUCPnet, en U.S.A.) permite el intercambio de mensajes textuales codificados en ASCII y formateados de acuerdo con la norma rfc-822 de la Internet americana. Esto hace posible transmitir «software» y otra información de forma rápida y eficaz, facilitando la producción y revisión de documentos por grupos geográficamente dispersos. Las redes más relevantes a todo lo ancho del mundo son accesibles vía pasarelas, usualmente con completa transparencia para el usuario, hasta el extremo de que a menudo es difícil inferir si un mensaje procede de la propia EUnet o no. La cooperación con otras redes es un pilar fundamental de la operación de EUnet.

3.2 «News»

El servicio de News (USEnet, en U.S.A.) es un tablón de anuncios distribuido, así como un sistema de conferencias público. Se organiza en torno a más de 300 grupos de interés. Este servicio ha reemplazado en buena medida a otros servicios de difusión de información dentro de la comunidad informática que es, obviamente, una de las más activas usuarias y beneficiarias de este servicio. Las ventajas son velocidad de difusión y facilidad de participación. Esto ha llevado a una explosión en el volumen de información disponible, llegándose a la paradójica situación de que lo más difícil de las News es decidir qué temas NO nos interesan. Gran parte de la información está moderada (2), en el sentido de que existe un editor que recibe todas las aportaciones y realiza un filtrado previo. Estos moderadores ayudan a mejorar la calidad del servicio. Las

(2) El servicio de archivo de goya contiene varias listas sobre los grupos existentes, aquellos que se reciben en España y los que están moderados. Se puede solicitar a vuelta de correo como
send -a src/news/groups/all
send -a src/news/groups/goya
send -a src/news/groups/moderated

News han abierto un foro de discusión donde no existían canales formales con anterioridad. Por ejemplo, existen conferencias sobre productos («hardware» y «software»). Puesto que hay un buen número de vendedores en la misma red que los usuarios, la discusión ayuda a ambas comunidades.

Las News también se utilizan para publicar programas. Hay conferencias para UNIX así como para PCs y otros sistemas ampliamente difundidos. De esta forma se difunden compiladores, sistemas de correo, las propias News, etc. Aún no siendo productos oficialmente distribuidos y mantenidos, su uso está ampliamente extendido en la comunidad científica.

La siguiente tabla refleja el crecimiento de la red de News desde su nacimiento. Los datos reflejan un crecimiento tremendo y actualmente existe una gran preocupación sobre cómo se va a afrontar a corto plazo el enorme volumen de información.

Year	Registered sites	Articles per day	Data vol. per day	Comments
1979	3	2		
1980	15	10		
1981	150	20		
1982	400	35		
1983	600	120		
1984	900	225		
1985	1.300	375		USENIX Conf.
1986	2.500	500	1M0+	BSD 4.*
1987	5.500	1.000	2M0+	NNTP
1988	11.000	1.800	2M4+	
			4M0	

3.3 Archivo

Recientemente está apareciendo un número de servidores de información que trabajan en modo archivo. Esto quiere decir que se puede enviar un mensaje a ellos y a vuelta de correo se recibe cierta contestación. Su mayor utilidad está relacionada con programas-fuente u objeto. Muy frecuentemente, estos servidores se alimentan a partir de lo recibido vía News. Pero hay otra información digna de consideración, como son normas internacionales, información sobre la red, etc.

En goya ha existido un servicio limitado durante algún tiempo y estamos trabajando actualmente en una cobertura mayor. En el marco de EUnet se trabaja en lograr una gestión coordinada de estos archivos, buscando minimizar el volumen de información en los enlaces internacionales

To: info@dit.upm.es
Subject: help

Aparte de la orden help existe una orden send que permite recibir archivos. Por ejemplo, para recibir la bien conocida norma de Internet

To: info@dit.upm.es
Subject: send doc/rfc/rfc822.Z

4. TOPOLOGÍA-MIEMBROS

EUnet se organiza en torno a una serie de centros fuertemente interconectados. Este núcleo fundamental se llama *backbone*. Cada país participando en EUnet dispone de un nodo del *backbone*. Este nodo debe ofrecer servicio a todos los centros que deseen participar en dicho país (siempre dentro de las normas de EUnet).

Por supuesto, cualquier par de nodos de la red puede establecer una conexión directa entre ellos. Esta situación se plantea cuando el volumen de tráfico es alto. En estos casos conviene sopesar si la mayor velocidad de intercambio de información compensa el coste de mantener más conexiones. Mantener una conexión implica no sólo el mantenimiento de datos de cone-

xión, tales como números de teléfono (o red de datos), palabras de paso, etc., sino que también implica cheques regulares de problemas, tales como fallos (modems, máquinas, programas...), problemas de encaminamiento (rutas cegadas, bucles...), etc. La situación más usual es delegar estas tareas en el *backbone* correspondiente, resultando en una red que es básicamente una estrella en cada país.

El nodo *backbone* proporciona una serie de servicios, cabiendo destacar el encaminamiento automático —dentro de EUnet y en cooperación con otras redes (p. ej. Internet)— y el servicio *netdir*, que proporciona información sobre nodos en la red a vuelta de correo.

4.1 España

Actualmente hay 33 centros registrados en España, lo cual cubre más de 60 máquinas. La expresión «más de» se refiere a que 60 máquinas están formalmente registradas y son, por tanto, conocidas mundialmente. Pero nadie está obligado a registrar todas sus máquinas. Se aprecia una tendencia a registrar muchas máquinas en las universidades y muy pocas (1 sola frecuentemente) en las empresas.

Dentro de España, la red está fuertemente concentrada en torno a Madrid. La figura 2 muestra la distribución geográfica. Los números indican el número de centros registrados.

El crecimiento de la red desde enero de 1988 (cuando sólo había un centro registrado) hasta la fecha es lineal, a un ritmo de casi 2 nuevos centros por mes (figura 3).

4.2 Europa

A nivel europeo, hay 1.586 centros con más de 2.395 máquinas. Por último, a nivel mundial, abarcando la UUCPnet, hay unos 8.000 centros con más de 13.436 máquinas. El número de usuarios es difícil de saber, si bien se estima en unos 350.000 en todo el mundo.

País	Octubre 87	Noviembre 88	Junio 89
Alemania (R.F.)	140	206	235
Austria	23	33	35
Bélgica	16	22	34
Dinamarca	46	74	79
España	1	23	33
Finlandia	53	56	64
Francia	96	136	120
Grecia	7	9	25
Irlanda	6	14	14
Islandia	11	14	21
Italia	28	46	48
Holanda	110	165	187
Luxemburgo	2	1	1
Noruega	20	36	44
Portugal	1	1	4
Reino Unido	244	351	376
Suecia	144	196	214
Suiza	29	45	50
Yugoslavia	1	2	2
EUnet	978	1.430	1.586

La topología de conexiones es más compleja, basándose en la red de datos pública. Cuando el volumen de tráfico es muy alto, se va a líneas dedicadas entre *backbones*. Existe un acuerdo de cooperación con la red de los países nórdicos (NORDUNET) para utilizar su infraestructura de comunicaciones. En particular, las dos líneas intercontinentales mcvax-uunet y KTH-JvNC hacen mutuamente la una *backup* de la otra, comutándose automáticamente en cuanto se detecta una caída.

La figura 4 muestra la topología europea de *backbones*. Los enlaces sobre red pública de datos se muestran en trazo discontinuo, mientras que las líneas dedicadas se presentan en trazo continuo. Sólo se han delineado los enlaces utilizados por hoy.

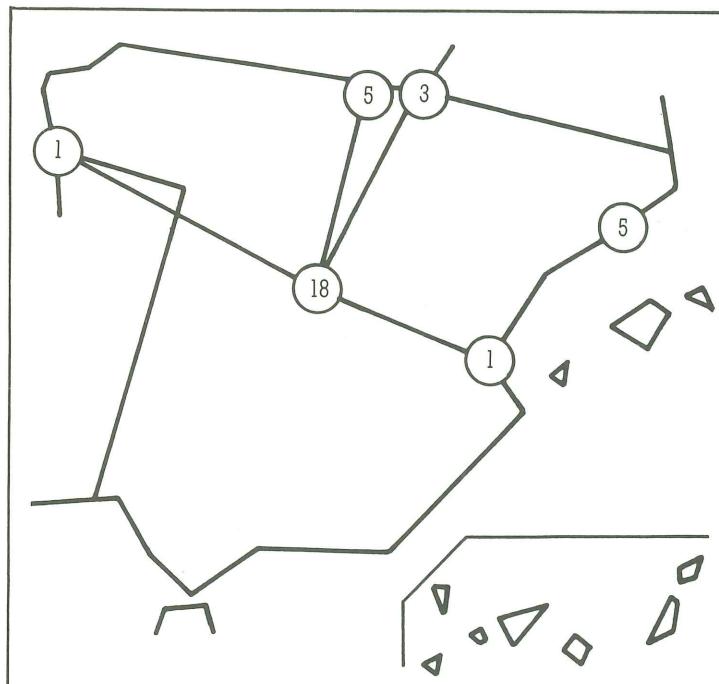


FIGURA 2

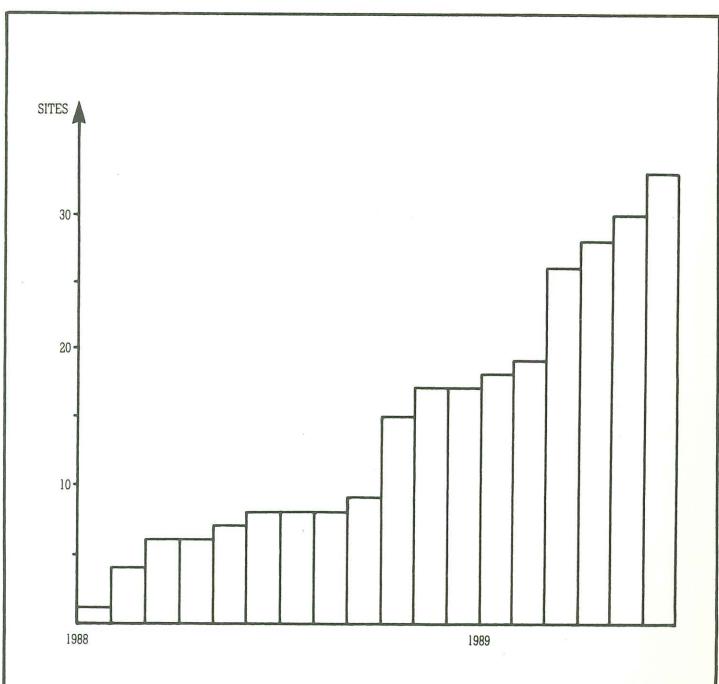


FIGURA 3

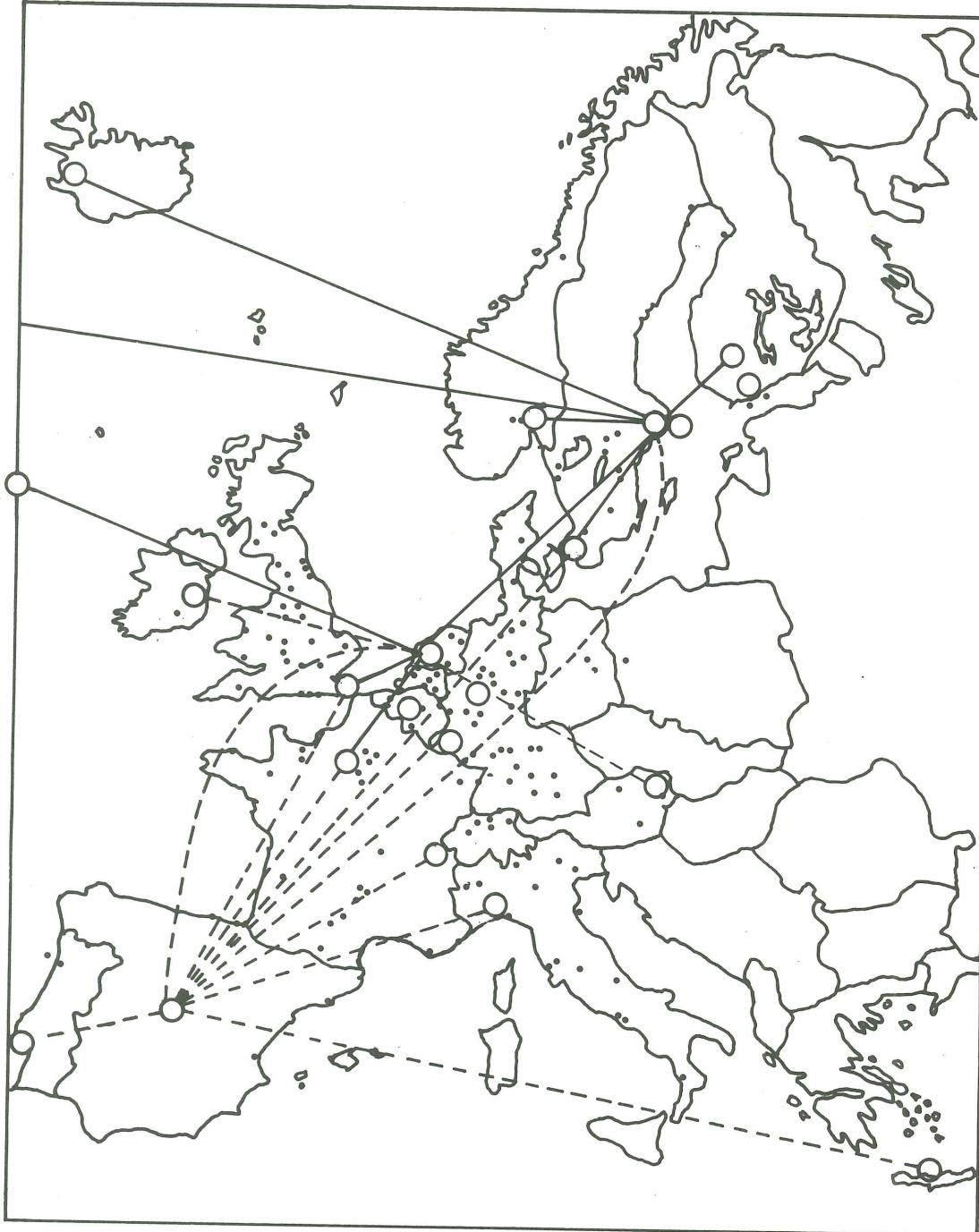


FIGURA 4

5. NODO CENTRAL ESPAÑOL

El nodo central español está actualmente ubicado en la E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación de la Univ. Politécnica de Madrid, utilizando recursos del Dept. de Ingeniería Telemática, que es asimismo el que proporciona el personal de operación del nodo.

Básicamente se dispone de un Sun-3/160, una máquina de 3 MIPS con 12 Mb de memoria principal y 600 Mb en disco. Goya se comunica con el exterior por medio de 2 modems de red comutada, uno a 2400/1200/600/300 con posibilidad de corrección de errores (MNP), y el otro a 1200/300. Por otra parte se accede a la red de datos, Iberpac, a través de un PAD externo. Actualmente se cuenta con una línea a 9600 bps (figura 5).

Desde un punto de vista software, hay un conjunto de paquetes atendiendo al servicio (figura 6).

El correo propiamente UUCP se centra en torno a un paquete llamado sendmail que se combina con un paquete del DIT para acceder a las bases de datos de autorizaciones y encaminamiento, ditrouter. Hay varias formas de entrar:

- vía red comutada usando protocolos UUCP
- vía red de datos usando protocolos UUCP
- vía red de datos usando el protocolo SMTP
- vía red de área local usando el protocolo SMTP
- directamente usando los *mailers* locales
- procedente del sistema EAN, emulando un *mailer* local

Los mensajes pueden salir de otras tantas formas.

Cada mensaje en tránsito se chequea respecto del originario y del destinatario, que deben estar adecuadamente registrados y ser accesibles. El sistema guarda un registro de todos los mensajes, fecha, hora, tamaño y destinatario, clasificados por dominio destino para su análisis posterior.

Además se mantienen pasarelas con otras redes nacionales. Por ejemplo, el paquete EAN (V2.1) habla directamente con sendmail y permite comunicarse con la sección española del servicio piloto de mensajería de la asociación europea RARE. Una modificación de dicho paquete llevada a cabo por la DFN alemana permite hablar X.400 directamente.

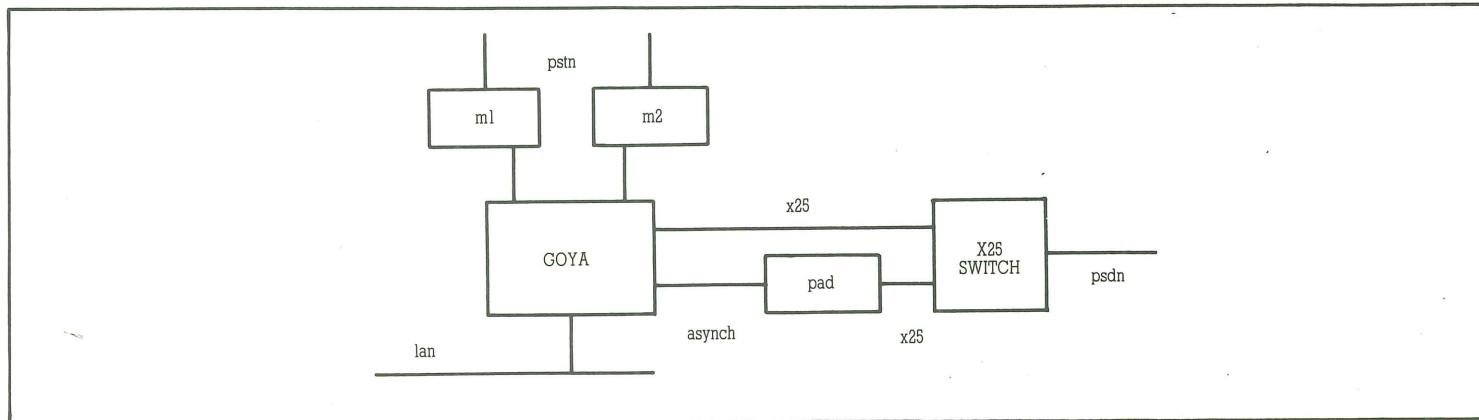


FIGURA 5

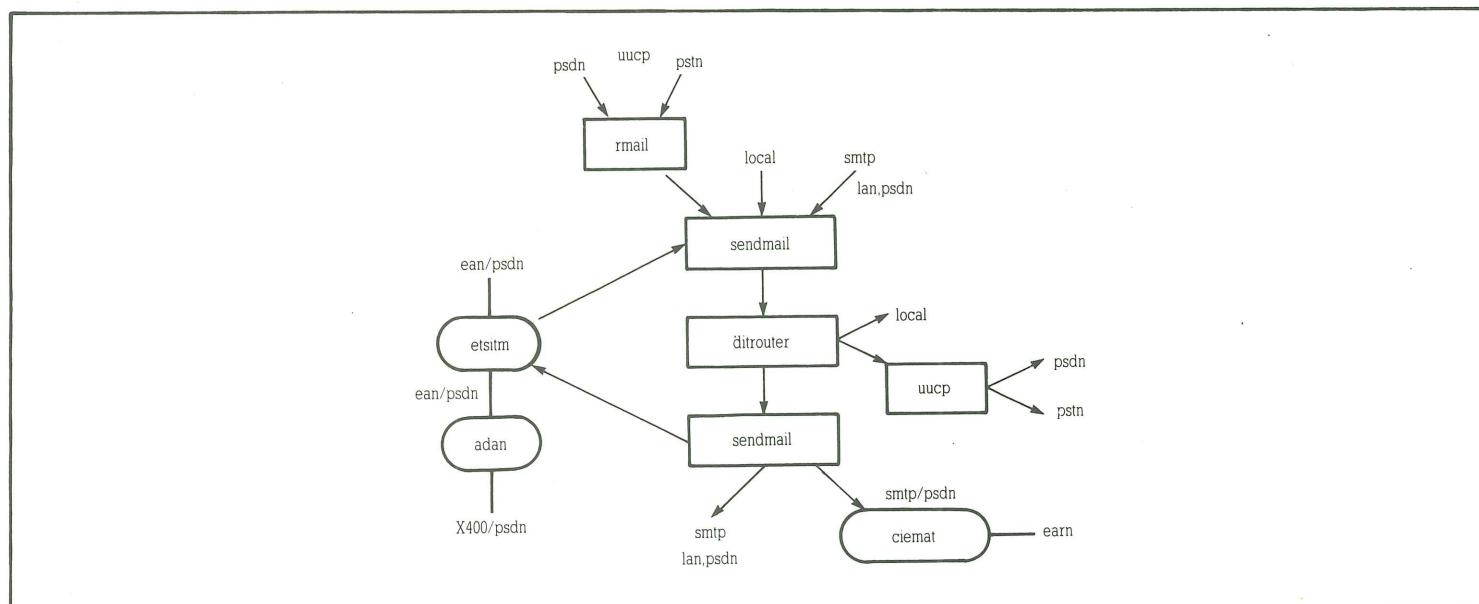


FIGURA 6

Por otra parte, un enlace utilizando SMTP sobre red de datos permite comunicarse con los ordenadores del CIEMAT que están conectados a la red EARN (BITnet en U.S.A.) y FAEnet (sección española de la red mundial HEPnet).

6. TRÁFICO

Las siguientes figuras dan una idea de la carga soportada por goya en cuanto al nodo central español de EUnet. En primer lugar veamos un registro de tráfico utilizando los protocolos de UUCP, bien sobre red commutada o red de datos. Los datos son Kbytes y se detallan por mes para cada país europeo con el que tenemos enlace directo, más dos sitios algo especiales como son cernvax y mcvax que dan servicio a terceras partes. Por último, el tráfico nacional se ha sumado bajo el epígrafe NAT para no herir sensibilidades y evitar comparaciones. La última línea refleja el tráfico total que en el mes de mayo de 1989 alcanzó la cifra de casi 144 Mega-bytes.

■ El servicio de *News* (USEnet, en U.S.A.) es un tablón de anuncios distribuido, así como un sistema de conferencias público.

■ El crecimiento de la red desde enero de 1988 (cuando sólo había un centro registrado) hasta la fecha es lineal, a un ritmo de casi 2 nuevos centros por mes.

■ Cada mensaje en tránsito se chequea respecto del originatario y del destinatario, que deben estar adecuadamente registrados y ser accesibles. El sistema guarda un registro de todos los mensajes, fecha, hora, tamaño y originatario, clasificados por dominio destino para su análisis posterior.

■ Es permanente motivo de sorpresa para los nuevos usuarios descubrir que los mensajes circulan por sitios insospechados. En cualquier caso, hay una conclusión importante a extraer y es que el grado actual de entrelazamiento entre redes hace impensable que una red pueda subsistir sin colaboración con las demás.

LCL se refiere al propio ditupm.es y se ha extraído aparte para no deformar las medidas que afectan al resto de la red. El resto de los centros nacionales se ha clasificado según la red a la que pertenecen, siendo EUnet, la sección española de EUnet; RARE es la sección española del servicio piloto de mensajería de RARE. EARN agrupa a toda la red earn (y bitnet) al carecer de tablas para discriminar la ubicación geográfica de los nodos. Por último, EUR refleja centros europeos e ITC centros en otros continentes.

Obviamente no debe existir tráfico entre centros europeos fuera de España, ni entre centros intercontinentales. Tampoco debería existir tránsito entre redes distintas de EUnet; pero existe. Éste es un hecho que se justifica por irregularidades en nodos de encaminamiento. Aunque oficialmente una red debería hacer un serio esfuerzo por evitar que sus mensajes atravesaran pasarelas gratuitamente, en la práctica esto ocurre bien por errores o fallos de coordinación de los operadores de los nodos, bien por encaminamiento explícito de los usuarios, etc. Es permanente motivo de sorpresa para los nuevos usuarios descubrir que los mensajes circulan por sitios insospechados. En cualquier caso, hay una conclusión importante a extraer y es que el grado actual de entrelazamiento entre redes hace impensable que una red pueda subsistir sin colaboración con las demás.

Por último, y aunque no sea estrictamente EUnet, permítame presentar las figuras de tráfico vía paquete EAN en el mismo goya. Los datos corresponden igualmente al mes de mayo, detallándose los Kbytes circulados entre grupos, con un total de 4.597 mensajes.

→	LCL	EUnet	RARE	EARN	EUR	ITC
LCL	290	8	1.166	436	40	0
EUnet	.2	.2	589	272	20	.6
RARE	717	197	564	385	692	317
EARN	1.114	42	4.144	.4	0	0
EUR	3.248	12	1.966	23	—	—
ITC	12	0	3.120	199	—	—

1989	uucp traffic (Kbytes)					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	1989
.de	2.133	1.821	1.110	1.833	1.716	8.613
.dk	96	615	17	3.307	108	4.143
.fr	2.892	2.744	2.794	2.471	2.382	13.283
.gr	0	7	174	177	352	710
.it	6	96	32	11	11	156
.pt	38	23	30	22	46	159
.se	118	57	63	89	335	662
.uk	399	1.150	1.851	2.074	1.738	7.212
cernvax	0	42	415	2.904	1.470	4.831
mcvax	47.735	53.710	65.996	75.407	69.540	312.388
NAT	14.868	21.812	12.965	51.963	66.018	167.626
Total	68.285	82.077	85.447	140.258	143.716	519.783

La siguiente figura muestra un desglose del tráfico manejado por EUnet en el nodo goya. Las cifras son Kbytes, estando clasificadas por dominios. Corresponden al tráfico gestionado por goya durante el mes de mayo de 1989, sumando un total de 11.016 mensajes.

→	LCL	EUnet	RARE	EARN	EUR	ITC
LCL	3.988	2.473	1.434	532	1.031	718
EUnet	950	1.079	1.173	261	3.058	379
RARE	953	163	443	129	412	386
EARN	1.036	224	2.188	2	0	0
EUR	4.313	3.168	1.469	28	—	—
ITC	2.918	2.039	3.781	234	—	—

7. DIRECCIONAMIENTO Y ENCAMINAMIENTO

Se denomina dirección a la identificación de un usuario (quizás fuera más preciso hablar de un buzón) en un cierto lugar. Por otra parte, se denomina ruta a la serie de ordenadores que atraviesa un mensaje entre el originatario y el destinatario.

Estas definiciones pueden parecer obvias, y deberían serlo, pero hay una confusión muy extendida entre los usuarios de servicios de correo electrónico entre dirección y ruta. A nadie en el servicio de correo postal se le ocurre especificar una ruta, limitándose todo el mundo a especificar una dirección de destino. Pero la deficiente administración de ciertos nodos electrónicos, incapaces de elegir una ruta correcta a la vista de la dirección deseada, ha creado una sensación de inseguridad entre muchos usuarios que temen que su mensaje no llegue a su destino, aventurándose en el pantanoso terreno de las rutas explícitas.

Dentro de EUnet, los *backbones* se encargan de elegir rutas, es decir, de hacer el encaminamiento de los mensajes. A los usuarios se les recomienda fuertemente que deleguen esta función y no pretendan saber más que los *backbones*.

7.1 Direcciónamiento

Dentro de EUnet se soporta el direccionamiento tipo rfc-822 de Internet a base de dominios y subdominios anidados. La sintaxis para dar una dirección es sistemáticamente:

usuario@{subdominio.}dominio

Por ejemplo,

postmaster@dit.upm.es

es un usuario, concretamente el responsable del servicio de mensajería en el subdominio dit (Dpt. Ingeniería Telemática) del subdominio upm (Univ. Politécnica de Madrid) del dominio es (España). La estructura de subdominios anidados permite distribuir la responsabilidad de asignación de nombres, exactamente de la misma forma que al especificar una ciudad, es responsabilidad exclusiva de la ciudad que los nombres de las calles sean únicos. Al siguiente nivel tenemos que los nombres de las ciudades deben ser únicos dentro de cada país.

Actualmente EUnet opera con los siguientes dominios:

1. Dominios oficialmente registrados:
ar, at, au, be, ca, ch, cl, de, dk, es, fi, fr, gr, ie, il, is, jp, kr, my, nl, no, nz, pt, se, sg, th, uk, us, arpa, com, edu, gov, mil, net y org.
2. Pseudodominos que identifican redes:
uucp, bitnet, earn y netnorth.
3. Dominios experimentales de RARE:
aristote, cdn, cern, chunet, funet, sunet y uninett.
4. Ciertos dominios de abolengo histórico:
dec, irl, junet y oz.

Dentro de cada (sub)dominio, los subdominios deben ser distintos entre sí, pero no resulta ambiguo que dos subdominios diferentes, pertenecientes a distintos subdominios en el escenario inmediatamente superior de la jerarquía, se llamen igual. La responsabilidad de asignar y registrar nombres únicos se distribuye por subdominios.

ES está registrado en el SRI-NIC (Network Information Center, Stanford). UPM está registrado en ES, y así sucesivamente. Usualmente se asigna un subdominio por institución, delegando hacia la institución correspondiente el crecimiento de un subdominio.

Un usuario debe limitarse a especificar la dirección de aquel a quien desea escribir. El problema de cómo ir pasando el mensaje entre varios nodos hasta llegar al nodo final debe dejarse de la mano de los propios nodos intermedios. Esta cesión de responsabilidades hace viable el óptimo aprovechamiento de rutas rápidas y baratas. Desgraciadamente, no siempre es perfecto y en ciertas ocasiones hay que ser más explícitos. En caso de errores, consulte al *postmaster* correspondiente.

El acceso a otras redes puede ser transparente, como es el caso de acceder a nodos en la red académica británica:

someone@cs.ucl.ac.uk

El mensaje se dirigirá a esta dirección atravesando cuantos nodos y pasarelas sea necesario hasta llegar al destinatario someone que puede tener una máquina UNIX, o VMX, o ... La misma funcionalidad se logra dentro de la red española bajo el dominio .es.

El dominio .uucp es quizás un poco abusivo, pues una dirección como

pepe@goya.uucp

simplemente dice que el mensaje va a la máquina goya que está en la red UUCP. Obviamente, dentro de UUCPnet, cualquier nodo sabe cómo hallar una ruta hasta cualquier otro nodo de la red. Las demás redes se limitan a encaminar el mensaje hacia el nodo más cercano que hable UUCP.



■ EUnet utiliza una amplia variedad de protocolos buscando una mayor cobertura de usuarios y una disminución de costes.

■ Un usuario debe limitarse a especificar la dirección de aquél a quien desea escribir

7.2 Encaminamiento

UUCP también soporta encaminamiento explícito a base de especificar una serie de nodos intermedios. Por ejemplo,

uunet!mcvax!goya!txuria!beltza!urdina!postmaster

Este mecanismo está *fuertemente desaconsejado*, pues

- es difícil de recordar
- es fácil equivocarse
- impide que los *backbones* elijan rutas óptimas

Ciertamente, si se aprecian defectos en el encaminamiento de los mensajes, lo más recomendable es dirigirse al *postmaster* antes que dedicarse a investigar rutas explícitas.

8. PROTOCOLOS

EUNet utiliza una amplia variedad de protocolos buscando una mayor cobertura de usuarios y una disminución de costes. Aunque el servicio es pre-OSI, podemos vagamente identificar los niveles correspondientes Aplicación (7), Transporte (4), Red (3) y Enlace (2).

Comencemos por los servicios hasta nivel de transporte. El servicio de correo se basa en la norma de facto rfc-822 de la Internet. Por debajo de ella, utiliza los protocolos propios de UUCP (paquete rmail) o la norma de Internet (Simple Mail Transfer protocol, SMTP).

La aplicación de News se basa bien en un servicio de distribución masiva (rnews) o en un servicio centralizado de consulta (nntp). Mientras rnews se limita a difundir la información a cada nodo, nntp centraliza el archivo en un solo nodo, permitiendo consultas remotas. Así, por ejemplo, goya es el único ordenador de dit.upm.es que realmente guarda News. El resto del departamento accede vía red de área local, si bien los usuarios no son conscientes de ello.

A nivel de transporte se utiliza el transporte propio de uucp, o líneas de la red de datos, o el servicio TCP de Internet.

	Mail		News		
A	rfc-822		rfc-1036		
	rmail rfc-976		smtp rfc-821		rnews rfc-1036
T	uucp/uux	tcp	psdn	uucp/uux	tcp

Por debajo de transporte, los protocolos de UUCP pueden funcionar sobre red conmutada (protocolo g), sobre red de datos (protocolo f), o sobre los protocolos TCP/IP de Internet (protocolo t). En la medida en que se utiliza TCP como transporte, éste suele ir sobre IP como nivel de red, bien sobre red de área local o sobre red de datos. Hay una versión serie (SLIP) que trabaja sobre líneas punto a punto.

T	uucp/uux			tcp		
	g	f	t			
N	pstn	psdn	tcp/ip	ip		slip
L			lan	lan	psdn	leased

Todos estos protocolos están actualmente en uso. Dentro de España, la mayor parte de los centros se comunican utilizando UUCP sobre red conmutada, en su mayoría a 1.200 baudios, si bien algunos consiguen trabajar a 2.400. Unos pocos centros trabajan sobre la red de datos, y parece que la tendencia es a aumentar el número de estos últimos.

Goya habla con el resto de Europa utilizando UUCP sobre red de datos. Los mismos protocolos se utilizan entre los distintos *backbones* salvo que exista una línea punto. Entre mcvax-uunet se utiliza SLIP, sobre el que se instala TCP y UUCP (t). El resto de las líneas corren X.25/IP/TCP y UUCP(f) o SMTP.

El plan de migración de EUnet consiste en añadir una nueva ola de protocolos para el servicio de correo, manteniendo una pasarela a nivel de aplicación entre los protocolos normalizados ISO/OSI y los protocolos en uso actualmente. El plan de migración no incluye el servicio de *News*, dado que no existe hoy por hoy un equivalente funcional dentro de las normas ISO/OSI.

9. AGRADECIMIENTOS

Los servicios no funcionan solos, sino que siempre hay un equipo de gente detrás de cada nodo operativo. No es el caso de goya una excepción, y creo que los responsables de su operación (para bien y para mal) merecen ser conocidos:

Julio Berrocal	<jberrocal@dit.upm.es>
Inmaculada Pindado	<ipindado@dit.upm.es>
José L. Jiménez	<jjimenez@dit.upm.es>
José M. Rivero	<jrivero@dit.upm.es>
Maria Dolores Recio	<lrecio@dit.upm.es>
José R. Alonso	<jalonso@dit.upm.es>

Por último quisiera destacar que el Departamento de Ingeniería Telemática es arte y parte en estos servicios. Por una parte, somos usuarios de los servicios, tanto de correo como de *News*. Por otra parte, somos un departamento dedicado a la docencia de la teoría que sustenta a los mismos. Por último, estamos fuertemente involucrados en múltiples proyectos relacionados directamente con servicios de mensajería, proyectos orientados a la consecución de sistemas que deben funcionar.

10. BIBLIOGRAFÍA

El lector interesado podrá encontrar mayor información sobre servicios de correo en general y UUCP en particular, así como sobre el servicio de *News*, en el excelente libro

Computer Networks, Andrew S. Tanenbaum, PHI Int, 2nd ed. 1988.

Existe un directorio que engloba a los centros europeos conectados a las redes EUnet y EARN (es una publicación conjunta de ambas redes). El mismo libro incluye un claro tutorial sobre correo electrónico.

The European R&D E-mail Directory, A. Goos and D. Karremberg (compilers), EUUG, 1989.

Existe un plan de migración de EUnet a protocolos normalizados por ISO/OSI. Este plan es público y puede conseguirse del archivo de goya:

EUnet OSI Migration Plan, B. Alton and D. Karremberg, send doc/net/EU/-net.X400.Z

Un breve resumen puede hallarse en

EUnet and OSI Transition Plans, D. Karremberg, EUUG Conf. Autumn'88, Cascais 3-7, October 1988, pp. 107-113.

Las normas de Internet constituyen normas de facto, si bien no disponen del respaldo internacional de las normas ISO. Son públicas y ampliamente accesibles (por ejemplo, vía info@dit.upm.es.). Las más relevantes a efectos de EUnet son las siguientes:

- rfc1055** A Nonstandard for Transmission of IP Datagrams over Serial Lines: SLIP
- rfc1042** A Standard for the Transmission of IP Datagrams over IEEE802 Networks
- rfc1036** Standard for Interchange of USENET Messages
- rfc1026** Addendum to RFC 987 (Mapping between X.400 and RFC 822)
- rfc 987** June 86 Mapping between X.400 and RFC 822
- rfc 977** Network News Transfer Protocol
- rfc 976** UUCP Mail Interchange Format Standard
- rfc 894** A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet Networks
- rfc 877** A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Public Data Networks
- rfc 822** Standard for the Format of ARPA-Internet Text Messages
- rfc 821** Simple Mail Transfer Protocol
- rfc 793** Transmission Control Protocol
- rfc 791** Internet Protocol

José A. Mañas.
Profesor del DIT, UPM.

<jmanas@dit.upm.es>
<Postmaster@Spain.EU.net>

INTRODUCCIÓN

El objetivo final del Programa IRIS es ofrecer a los usuarios españoles del sector de Investigación y Desarrollo el acceso a los servicios teleinformáticos que éstos demandan, ajustándose en lo máximo posible a las normas dictadas por los organismos internacionales de normalización y con criterios de eficiencia y profesionalidad.

Para ello se confía, en los niveles más bajos, en el proveedor de la red nacional de transmisión de datos, en los fabricantes de adaptadores a dicha red para los equipos de los usuarios y, a niveles más altos, en los suministradores de los paquetes de comunicaciones e interfaz de usuario.

En este esquema, la misión de IRIS consiste, por una parte, en el estudio, asesoramiento y dimensionamiento de la infraestructura necesaria para que cada centro pueda acceder a los servicios y, por otra parte, en la gestión propiamente dicha de los servicios, lo cual, además de las tareas diarias de administración, supone un importante esfuerzo de coordinación con los centros que son clave a la hora de prestar el servicio y, también, un esfuerzo en mantener actualizada la documentación de que disponen los gestores de nivel regional o local, que son los que actúan como interlocutores de sus usuarios finales con el Programa IRIS.

Entre los servicios que presta IRIS, cabría distinguir entre aquellos que se ofrecen de manera descentralizada, en los cuales se utilizan recursos propios de cada centro, y aquellos que los son de manera centralizada, para lo que se usan los recursos de comunicaciones de los que dispone la dirección del Programa. Es importante destacar que mientras en el primer caso la atención al usuario proviene del gestor local o regional, en el caso centralizado la atención la realiza el propio equipo técnico del Programa.

LOS SERVICIOS EN IRIS

El Programa IRIS contempla la provisión de los siguientes servicios:

- Diálogo mediante terminal (Terminal remoto).
- Mensajería electrónica (Correo electrónico).
- Transferencia, acceso y gestión de ficheros.
- Servicios de directorio (páginas blancas) e información (páginas amarillas, tablón de anuncios, news).
- Submisión remota de trabajos y manipulación de trabajos.
- Información y asistencia al usuario.

A continuación se describe con detalle cada uno de estos servicios, indicando cuál es el grado en que se encuentran.

Terminal remoto

Este servicio interactivo se emplea principalmente para el acceso a bases de datos remotas y para el acceso a los servicios centralizados.

Actualmente, IRIS propone el protocolo X.3 del CCITT como método de comunicación terminal-sistema sobre la red pública IBERPAC. El acceso a IBERPAC se puede hacer bien mediante un terminal asíncrono (X.28) a un PAD o DEP (Ensamblador-Desensamblador de Paquetes) o bien mediante un terminal que opere en modo paquete (X.29). El acceso X.28 puede, a su vez, hacerse mediante un DEP local o bien mediante el servicio que a tal efecto presta la red pública. Este sistema (X.3, X.28, X.29) es comúnmente conocido como XXX o la «triple X».

Esquema global de Mensajería y Servicios en IRIS

Ignacio Martínez

Como ventaja, cabe destacar el enorme grado de extensión, tanto en Europa como en otros continentes que tienen la norma X.3, por lo que permite el acceso a un gran número de bases de datos repartidas por todo el mundo. En su contra, hay que decir que se trata de un protocolo orientado al carácter o, como mucho, a la línea, por lo que no es adecuado para muchas aplicaciones actuales que requieren transmisión de pantallas completas.

Siguiendo la línea de normalización de ISO, IRIS va a impulsar el desarrollo de un proyecto para la implantación del protocolo VTP (Virtual Terminal Protocol) como sistema futuro de comunicación mediante terminales.

Mensajería electrónica

Aquí IRIS sigue fielmente las recomendaciones del CCITT, y adopta la serie de normas conocida como X.400 como sistema básico de mensajería.

X.400 es un sistema de mensajería interpersonal en el que el usuario del sistema interactúa mediante su Agente de Usuario (AU) con el servicio de transferencia de mensajes (STM), formado por una colección de Agentes de Transferencia de Mensajes (ATMs) que intercambia mensajes entre sí. X.400 proporciona al usuario del servicio de mensajería una serie de facilidades o elementos de servicio que lo hacen el sistema más eficaz de correo electrónico en la actualidad. Entre los elementos de servicio cabe destacar la notificación de entrega, la notificación de no-entrega con o sin devolución de contenidos, la entrega diferida, el grado de confidencialidad, etc.

Un aspecto importante, de cara al usuario, es el interfaz con el que éste accede al servicio de mensajería o AU. Cabe destacar que en los primeros paquetes disponibles que se ajustaban a la norma, poco o ningún esfuerzo se hizo en facilitar la labor del usuario, preocupándose más bien los fabricantes de adaptar el STM a sus propios paquetes de ofimática, cuyo uso no está muy extendido entre la comunidad investigadora. Afortunadamente, la situación está cambiando y los fabricantes, conscientes del éxito que está teniendo X.400 como sistema de mensajería, están lanzando al mercado paquetes X.400 dotados de los interfaces que agrandan a los usuarios y que son los basados en ventanas, iconos, etc.

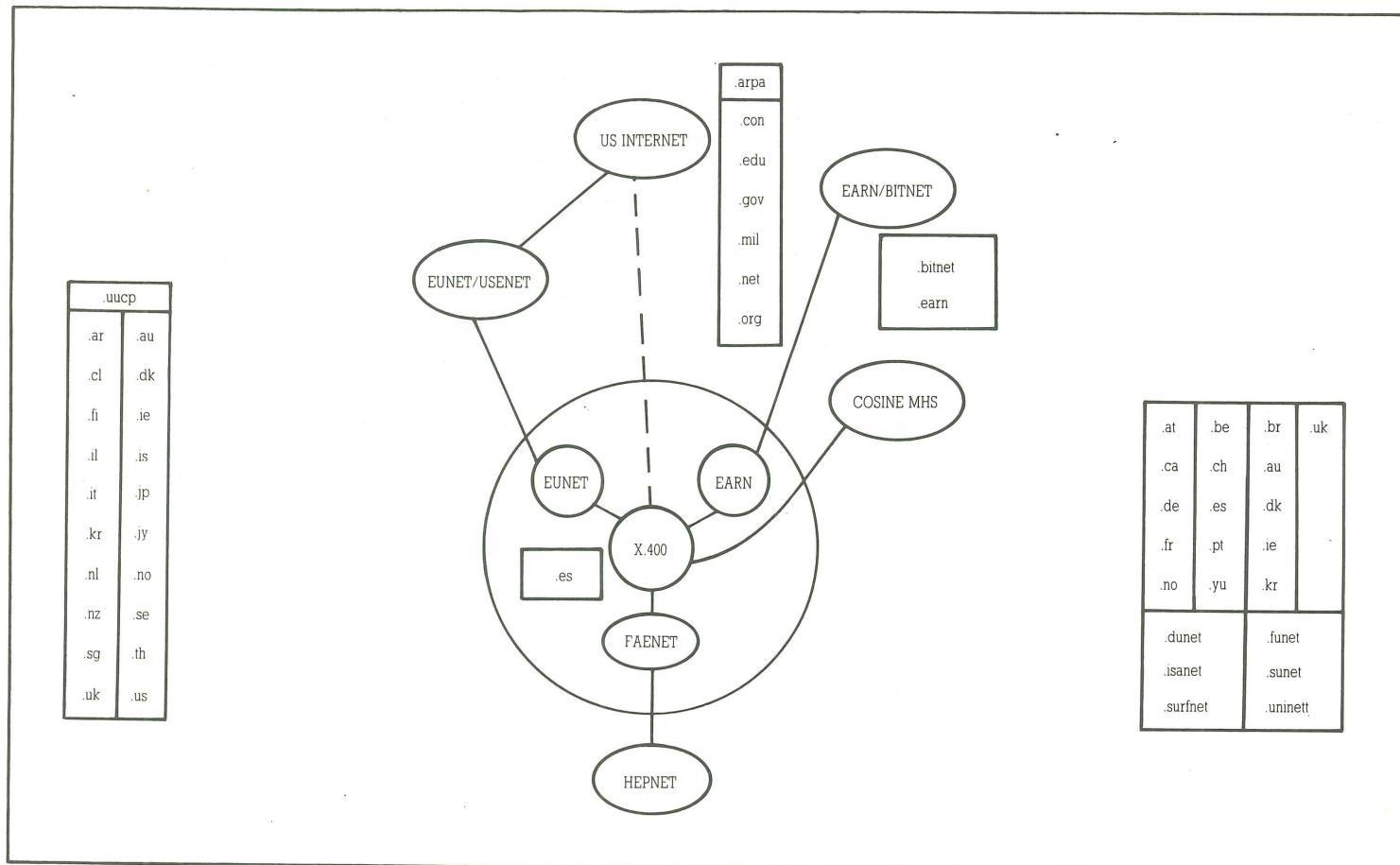


Fig. 1. ESQUEMA GLOBAL DE MENSAJERÍA EN IRIS

IRIS presta servicio de mensajería X.400 en base a buzones centralizados a 16 Organizaciones. El número de Organizaciones que participan del servicio de mensajería mediante sus propios sistemas X.400 o ATMs (Agentes de Transferencia de Mensajes) es de 23, siendo 44 el número total de sistemas interconectados entre sí.

El servicio de mensajería de IRIS proporciona un medio rápido, fiable y cómodo de comunicación entre los investigadores. No es un caso aislado, pues la mayoría de los países europeos junto con algunos de otros continentes ponen asimismo a disposición de sus investigadores servicios de mensajería X.400, estando ya próximo a comenzar un servicio paneuropeo de mensajería promovido por COSINE.

En cualquier caso, la interoperabilidad con otros sistemas académicos de mensajería (EARN/BITNET, EUNET y HEPNET) está garantizada (aunque, desgraciadamente, parte de los elementos de servicio X.400 antes citados se pierden) gracias a las pasarelas que con estas redes tiene IRIS en distintos centros (ver figura 1).

En la actualidad, IRIS gestiona el espacio común de direcciones correspondiente a España (atributo C = es ó '.es'). En este espacio y bajo '.es' se registran las distintas organizaciones que participan del servicio independientemente de la red a la que pertenezcan. Para garantizar la interoperabilidad, los responsables de cada red están en estrecha coordinación, proveyendo información actualizada de encaminamiento para uso de los administradores locales.

En un futuro próximo, IRIS piensa ampliar las prestaciones de su servicio de mensajería para incluir funciones que empiezan a ser ampliamente demandadas por un creciente número de usuarios. Entre éstas cabe destacar la mensajería multimedia (texto + gráficos + imágenes + voz + ...), el acceso del STM al

servicio de directorio para la provisión del servicio de páginas blancas (obtención de direcciones telemáticas a partir de nombres), listas de distribución, «news» al estilo de las de UNIX y otros servicios de información.

IRIS tiene intención de afrontar proyectos en el área del desarrollo de ATMs, AUs y en el uso del servicio de directorio (X.500) por el STM.

Transferencia de ficheros

El modelo básico de referencia para la transferencia de fichero viene dado por la norma internacional IS 8571, partes 1-4 (FTAM), que describe no sólo la función de transferencia de ficheros sino también métodos de acceso (acceso a registros individuales, actualización...) y gestión (creación, borrado...) de éstos. En el campo práctico, IRIS toma como referencia la norma funcional europea A/111 del CEN/CENELEC que describe un perfil básico para la transferencia de un fichero entre dos sistemas finales. Las funciones recogidas en A/111 son:

- Leer un fichero en su integridad.
- Escribir en un fichero (reemplazándolo, extendiéndolo).
- Crear y borrar un fichero (opcional).
- Leer las características (atributos) de un fichero (opcional).

Desgraciadamente, la aparición de productos conformes a la norma antes citada no ha sido tan satisfactoria como en el caso de la mensajería X.400, por lo que se ha carecido de la infraestructura básica para el inicio de un servicio, siquiera en una fase piloto. Hoy en día, la situación parece cambiar y algunos fabricantes, como DEC y UNISYS, poseen productos comer-



ciales disponibles en mercado. Otros han anunciado una próxima aparición, como IBM (Sept. 1990).

Un hecho importante, no sólo para la divulgación del FTAM, sino para el desarrollo de aplicaciones OSI en general, es la aparición del paquete ISODE para sistemas UNIX. ISODE (The ISO Development Environment) ha sido desarrollado por Marshall T. Rose, primero en su paso por The Northrop Corporation, actualmente en el Wollongong Group. Aparte de su principal autor, ha habido, y sigue habiendo, numerosas contribuciones al enriquecimiento del paquete, dado que, por su naturaleza, se trata de una herramienta de investigación que está al alcance de los investigadores. En un futuro próximo podremos ver ISODE como parte de la distribución de Berkeley del sistema operativo UNIX.

Con el citado paquete ISODE, disponible para varios sistemas basados en UNIX más los productos comerciales existentes, el Programa IRIS pretende lanzar un servicio piloto de FTAM, coordinado por la UPC y cuyo objetivo es la implantación de un servicio nacional de FTAM, en línea con el futuro servicio FTAM de COSINE, coordinado por el grupo de trabajo II de RARE.

Directarios

Tanto la mensajería electrónica como la transferencia de ficheros y, en general, todas las aplicaciones telemáticas de poco son útiles si no se dispone de un potente servicio de directorio donde encontrar respuesta a nuestras preguntas más comunes: «¿Cuál es la dirección del buzón de mensajería de Fulano de Tal?», o «¿Cuál es el identificativo IBERPAC de la base de datos Tal?»

En tal sentido, el CCITT ha desarrollado la norma X.500. Se definen según esta norma una serie de Agentes del Servicio de Directorio (ASD), cada uno de ellos responsable de una parte de la Base de datos del Directorio de Información (BSI), que es una estructura global distribuida donde están almacenadas jerárquicamente cada una de las entradas que representan un nombre del directorio. A esta estructura jerárquica se le cono-

- El modelo básico de referencia para la transferencia de fichero viene dado por la norma internacional IS 8571, partes 1-4 (FTAM), que describe no sólo la función de transferencia de ficheros sino también métodos de acceso.

ce como Árbol de Información del Directorio (AID) (ver figura 2). El usuario accede a los ASDs mediante su Agente de Usuario del Servicio de Directorio (AUD). Se definen dos protocolos, uno para la interacción entre AUD y ASD, llamado Protocolo de Acceso al Directorio (PD), y otro para la comunicación entre ASDs, el Protocolo del Servicio de Directorio (PSD).

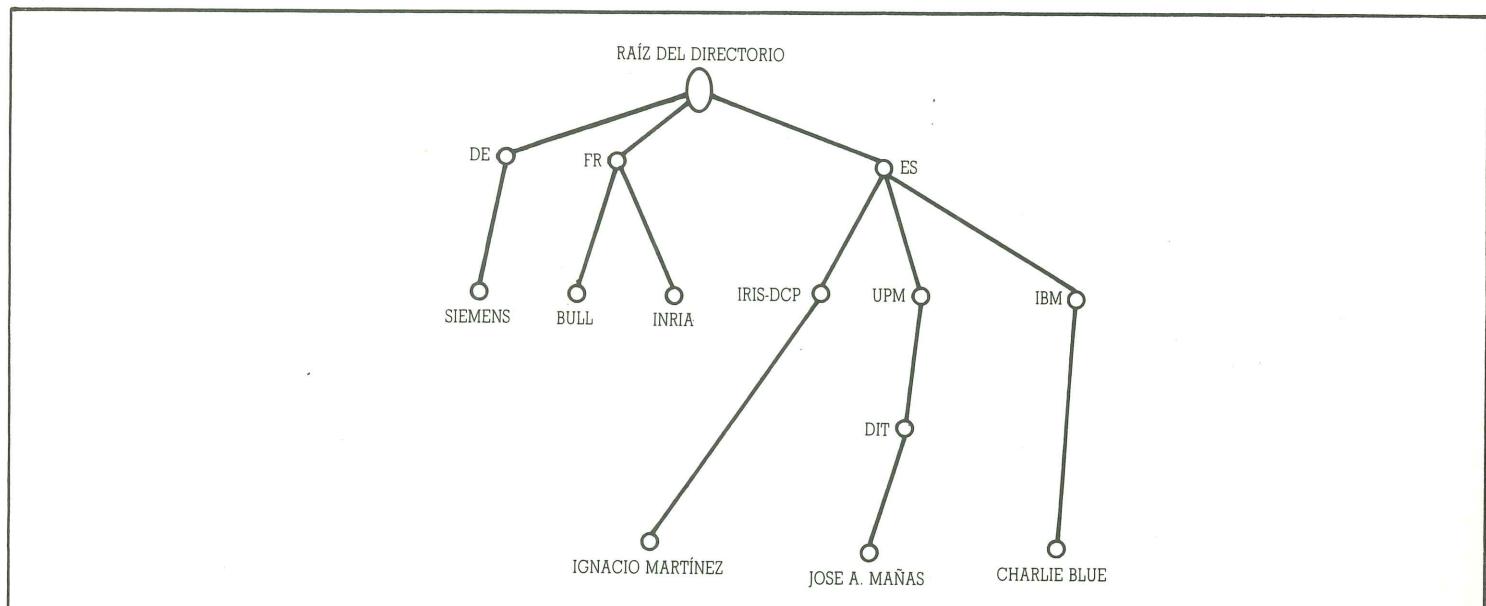


Fig. 2. EJEMPLO DE ESTRUCTURA DEL ÁRBOL DE DIRECTORIO

En la reciente revisión de la norma X.400 (1988) se añade la posibilidad de representar un buzón de mensajería, no ya por una dirección telemática, sino además por un nombre de directorio. De esta forma será el AU de mensajería (o el propio STM) quien accederá al Directorio para convertir el nombre de directorio en la dirección telemática correspondiente. Ésta es sólo una de las posibles aplicaciones del Servicio de Directorio. En el futuro, los directorios permitirán obtener información de acceso tanto a entidades del nivel de aplicación OSI (PSAPs) como información sobre direcciones de red (NSAPs).

IRIS va a poner en breve en marcha un proyecto que permitirá el acceso mediante mensajería electrónica a un servicio de directorio de páginas blancas (obtención de direcciones telemáticas), conjugándose con la participación en un proyecto piloto internacional de directorio X.500 coordinado por el grupo de trabajo III de RARE.

En lo que respecta a otros servicios de información, se pretende continuar el proyecto antes citado con la provisión de otros servicios, como páginas amarillas o la extensión del servicio de tablón de anuncios. Actualmente, IRIS pone a disposición de los administradores locales del servicio de mensajería la documentación de organización y encaminamiento, que es accesible mediante mensajería bajo la dirección 'server@info.iris-dcp.es' en el nodo central de IRIS.

Submisión remota de trabajos

La demanda de este servicio nace con el advenimiento de los superordenadores, grandes herramientas de cálculo cuyo acceso es ansiado por los investigadores en forma independiente a su situación geográfica.

Podemos hablar claramente de dos funciones. Una básica, que consistiría en la mera submisión de un trabajo en un sistema remoto, que se conoce como RJE (Remote Job Entry), y una mucho más completa que incluye, aparte de la transferencia y submisión, el acceso a información acerca del estado en que se encuentra el trabajo, la posibilidad de alterar su normal ejecución (cancelación) y la posibilidad de especificar la forma y lugar en que se desean obtener los resultados. En esta línea es en la que trabaja ISO para la formulación de una norma internacional (ISO 8831) con el nombre de JTM (Job Transfer and Manipulation) y que se encuentra en fase de estudio.

Dada la apremiante necesidad de prestar un servicio de RJE en el ámbito de COSINE, se ha propuesto, de manera interina, proporcionar un servicio basado en FTAM. IRIS impulsará proyectos de desarrollo en este campo siempre que vayan enfocados en dicha dirección y mientras no esté disponible un protocolo definitivo para JTM.

Actualmente, el Programa IRIS se responsabiliza del acceso al ordenador CRAY de Construcciones Aeronáuticas (CASA) en beneficio de aquellos grupos de investigación españoles que sean autorizados por una comisión nacional creada a tal efecto. Este servicio es prestado por el CIEMAT.

Información y asistencia al usuario

Nunca se puede hablar de servicios de aplicación sin mencionar la asistencia a los usuarios de dichos servicios. Si no existe soporte alguno, la calidad del servicio decrece rápidamente desde el punto de vista del usuario, independientemente de los medios técnicos de que se disponga.

El equipo técnico del Programa se responsabiliza de la asistencia directa a los usuarios de sus servicios centralizados. En este sentido se vela por que los medios de comunicación de estos con el sistema central estén siempre en perfecto estado de funcionamiento, al mismo tiempo que se realizan las tareas administrativas relativas a los recursos (cuentas) que éstos poseen

en el sistema y que incluyen la protección de la información que en éste depositan.

En los demás casos, la misión de IRIS pasa, en una primera fase, por el asesoramiento, luego por la provisión de infraestructura y, finalmente, por el contacto permanente con los responsables técnicos de los centros para las incidencias de los servicios. Todas las tareas de asesoramiento y atención a los usuarios finales habrán de llevarse a cabo por los responsables locales. El objetivo de IRIS en este terreno es que tales responsables dispongan de la información necesaria para resolver los problemas que se planteen a sus usuarios finales, a los que representan de cara al Programa.

Para poder prestar de forma eficiente este servicio, es necesario comprender que el equipo técnico del Programa ha de centrar su tarea en los casos mencionados únicamente y que, por lo tanto, la asistencia al usuario final o la asunción por parte del Programa de tareas tales como la instalación «in situ» de productos causarían una degradación del servicio básico, servicio que, en beneficio de todos, se esfuerza en mantener el Programa IRIS.

Ignacio Martínez.
Coordinador Técnico.
Programa IRIS.

<C=es; ADMD=; PRMD=iris;
O=iris-dcp.; S=martinez>
martinez@iris-dcp.es

RESUMEN

La utilización de redes locales para interconectar los equipos informáticos de los centros de investigación constituye hoy una práctica habitual. Los desarrollos experimentados en este campo han seguido una evolución diferente de la de los sistemas basados en el modelo OSI, lo que plantea importantes problemas de interconexión entre las redes locales y las de transporte de alcance geográfico extenso.

En este artículo se analizan los problemas más relevantes derivados de la necesidad de hacer compatibles dos mundos diferentes, esbozando varias alternativas posibles y recomendando soluciones prácticas para la comunidad académica e investigadora española.

1. PLANTEAMIENTO GENERAL

1.1 Distinción entre RAL y RT

La distinción que, clásicamente, se viene haciendo entre las redes de área local (RAL) y las redes de transporte de área extensa (RT) se refiere, fundamentalmente, a la velocidad de transmisión y a la distancia geográfica entre nodos. Típicamente, las RAL proporcionan anchos de banda elevados (0,1-100 Mbps.) en distancias cortas (0,1-50 km) [1]. En contraste, las RT cubren extensiones de un país y con velocidades de transmisión que suelen llegar hasta 64 Kbps. Hoy en día estas diferencias tienen cada vez menos sentido, ya que las RAL tienden a extender su alcance geográfico y las RT proporcionan enlaces de mayor velocidad.

Lo que quizás diferencie más a las RAL y las RT es la responsabilidad sobre la gestión de las mismas: la palabra «local» suele indicar que la autoridad sobre la red la detenta una organización (empresa, universidad, facultad, centro de investigación) y abarca uno o varios edificios, mientras que las redes de transporte son competencia de administraciones telefónicas (PTT) o compañías privadas de servicios de telecomunicaciones. La evolución de las diversas tecnologías para RAL y RT ha seguido asimismo desarrollos paralelos. En el primer caso encontramos redes locales «ethernet» y similares (CSMA/CD), «token bus», «token ring», incorporadas en bastantes arquitecturas particu-

Conexión de las redes de área local con las redes de transporte

José Barberá

lares, mientras que en el segundo las técnicas más relevantes corresponden a la comutación de paquetes y de circuitos que proporcionan las PTT y empresas de servicios de valor añadido para la transmisión de datos.

1.2 Entorno informático típico de los centros de I+D

El sistema informático global de un centro académico o de investigación lo constituyen normalmente una diversidad de ordenadores y minis, estaciones de trabajo, terminales y periféricos que cumplen diferentes funciones dentro de la organización específica. Ésta puede variar bastante en cada caso particular, pero se puede pensar en un centro de cálculo, que proporciona servicios centrales, y diferentes departamentos o equipos de trabajo que comparten recursos y acceden a servicios comunes (bases de datos, correo electrónico...). A este

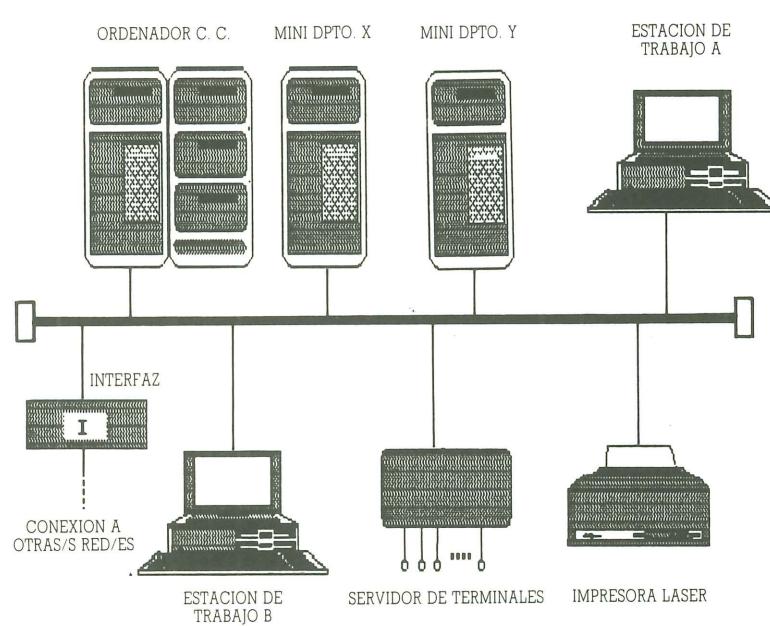


Fig. 1. ENTORNO INFORMÁTICO TÍPICO DE UN CENTRO

- La distinción que, clásicamente, se viene haciendo entre las redes de área local (RAL) y las redes de transporte de área extensa (RT) se refiere, fundamentalmente, a la velocidad de transmisión y a la distancia geográfica entre nodos.

- Por encima de la simple extensión física de las RAL, éstas se pueden unir con una funcionalidad superior mediante puentes («bridges»). Estos elementos funcionan en el nivel MAC y poseen cierta inteligencia, lo que les permite filtrar los paquetes que circulan por la red, dejando pasar únicamente los dirigidos al otro segmento.

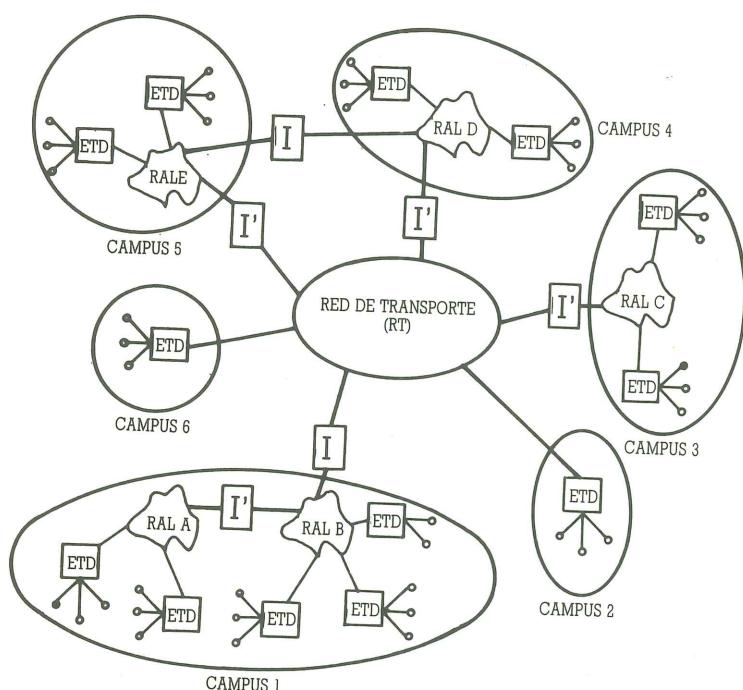


Fig. 2. ESQUEMA GENÉRICO DE CONEXIÓN DE RALs Y RT

fin, es cada vez más frecuente la conexión interna de los componentes individuales por medio de una red del tipo local. En la figura 1 puede verse un ejemplo de semejante esquema con varios equipos conectados por una RAL tipo bus (podría haber sido un anillo asimismo), con una tecnología de acceso y un medio de transmisión determinado, que no es ahora el objeto de la discusión.

En una misma institución (universidad, centro de investigación), en un mismo campus (de una o varias instituciones) e incluso dentro de una misma escuela, facultad o centro, es frecuente encontrar ese esquema u otro similar repetido para cada organización. La situación genérica suele ser de varias RAL o segmentos de RAL unidos por algún procedimiento de conexión entre redes, de manera que un usuario de un centro pueda acceder a los recursos de otros centros en el mismo entorno o en otro más o menos separado geográficamente. En la figura 2 se representan diversas situaciones posibles que ayudan a situar el planteamiento general del problema.

Según puede verse, el campus 1 tiene dos redes locales A y B conectadas mediante un interfaz genérico I, con una determinada funcionalidad. Este campus tiene una salida de la RAL a la red de transporte a través del interfaz I', de funcionalidad diferente al I. En los campus 2 y 6 no hay red local y el equipo terminal de datos (ETD) se conecta directamente a la RT. En los casos en que las RAL estén en lugares geográficos separados, la conexión entre ellas ha de hacerse, normalmente, a través de la RT (éste no es el caso particular de las RAL de los campus 5 y 6). En las secciones subsiguientes se revisan las características y problemas asociados a los diversos esquemas de conexión.

2. CONEXIÓN ENTRE REDES LOCALES

El deseo de incrementar la capacidad y las prestaciones ofrecidas por la tecnología actual de RAL conduce necesariamente a la extensión de segmentos de red de idénticas características, así como a la conexión entre RAL de diferente tecnología. Con objeto de analizar las diferentes posibilidades se revisa a continuación la terminología y algunos conceptos. El lector experimentado encontrará poco útil esta sección. Aquel que deseé más información puede consultar las referencias [1]-[8].

2.1 Conceptos básicos

Topología. Se refiere a la configuración de los elementos que integran la red local: estrella, anillo, bus y árbol. Es poco relevante para el tema que aquí nos ocupa.

Medio físico de transmisión. Se refiere al par de hilos de cobre, cable coaxial (banda de base o banda ancha) o fibra óptica por donde circulan las señales eléctricas. Corresponde al nivel 1 (físico) del modelo de referencia OSI y su elección viene condicionada por la topología de la red.

Control de acceso al medio. Todas las RAL conectan una serie de dispositivos que comparten la capacidad del medio físico. Se hace preciso por ello controlar el acceso al medio («medium access control», MAC). Existen diversas formas de realizar este control según la tecnología de la RAL; entre ellas, las más conocidas son: ethernet tipo CSMA («carrier sense multiple access») o CSMA/CD («CSMA with collision detection»), que corresponden a procedimientos (pseudo) aleatorios de acceso; paso de testigo en bus («token bus») y paso de testigo en anillo («token ring»), en las que el acceso al medio es regulado. En el modelo de referencia OSI, el MAC corresponde al subnivel inferior del nivel 2 de enlace.

Aunque algunos elementos del MAC son específicos de cada tecnología, la función básica de transferencia de datos es la misma en todas: los mensajes se pueden dirigir a una deter-

minada dirección de la RAL correspondiente a uno de los dispositivos o estaciones.

Control del enlace lógico. Por encima del MAC existe la función llamada de control del enlace lógico («logical link control», LLC) que utiliza los servicios del subnivel MAC para proporcionar un enlace de datos independiente del medio de soporte y extender así la capacidad de direccionamiento, ofreciendo al nivel de red la información necesaria para poder encaminar los mensajes. En el modelo de referencia OSI corresponde al subnivel superior del nivel 2 de enlace.

De esta manera vemos que existe una correspondencia entre las RAL y el modelo OSI en el nivel de enlace de datos, tal como se refleja en la figura 3.

2.2 Funciones y elementos de conexión

Para prolongar el alcance o extensión de uno o varios segmentos de RAL se necesita simplemente regenerar las señales de transmisión que viajan por el medio físico. Para realizar esta función se emplean *repetidores*, que pueden interconectar redes con el mismo medio o con medios diferentes (cable coaxial, fibra óptica, etc.). Puesto que el funcionamiento de estos elementos tiene lugar en el nivel físico, los repetidores no son dispositivos transparentes a las diversas tecnologías de RAL, es decir, sólo pueden conectar ethernets con ethernets, anillos con anillos, etc.

Por encima de la simple extensión física de las RAL, éstas se pueden unir con una funcionalidad superior mediante *puentes* («bridges»). Estos elementos funcionan en el nivel MAC y poseen cierta inteligencia, lo que les permite filtrar los paquetes que circulan por la red, dejando pasar únicamente los dirigidos al otro segmento. Además pueden conectar RAL iguales o diferentes (ethernets con anillos, por ejemplo).

Al contrario que los repetidores, los puentes actúan como dispositivos de almacenamiento y reenvío («store and forward»), lo que introduce el correspondiente retardo. Como contrapartida, reducen la congestión global en la red al filtrar los paquetes innecesarios. Al actuar en el nivel 2 únicamente utilizan direcciones planas (enlace de datos), sin posibilidad de manejar un espacio de direcciones entre redes (nivel 3). Además, los puentes son relativamente transparentes a los protocolos de nivel superior usados por el equipo terminal de datos (1).

Los puentes pueden conectar varias RAL en un área geográfica cercana o bien en áreas remotas. El primer caso puede ser el de una institución con varios departamentos o unidades organizativas que se configuran en una estructura informática más efectiva mediante una malla de redes en la que sólo los mensajes que han de ir de un departamento a otro atraviesan el puente, optimizando el uso de los segmentos individuales de aquéllos. En la figura 2, éste es el caso de las RAL A y B en el campus 1.

Como ejemplo de puentes uniendo RAL en áreas remotas se tiene, en esa misma figura, las RAL D y E, en los campus 4 y 5 respectivamente, conectadas mediante un enlace de comunicaciones que típicamente suele ser 64 Kbps ó 2 Mbps.

Mientras que los puentes aportan un cierto grado de inteligencia a la transmisión de paquetes, reduciendo la congestión del tráfico, su funcionalidad en cuanto al proceso de la información es bastante limitada, ya que el filtraje es puramente binario. El puente examina el paquete para ver si va más allá del segmento actual; si es así, lo pasa al siguiente segmento de red; en caso contrario lo rechaza, repitiendo este proceso hasta que el paquete llega a su destino. Sin embargo, el puente no puede dirigir el paquete a su destino por una ruta determinada, lo que

(1) Los protocolos de nivel superior actúan prescindiendo de la existencia de los puentes. Esos protocolos parten de ciertas suposiciones sobre retardos, tasa de error, etc. La existencia de puentes puede afectar la validez de esas suposiciones, eliminando cierta transparencia e influyendo adversamente sobre la teórica independencia de los protocolos de nivel superior.

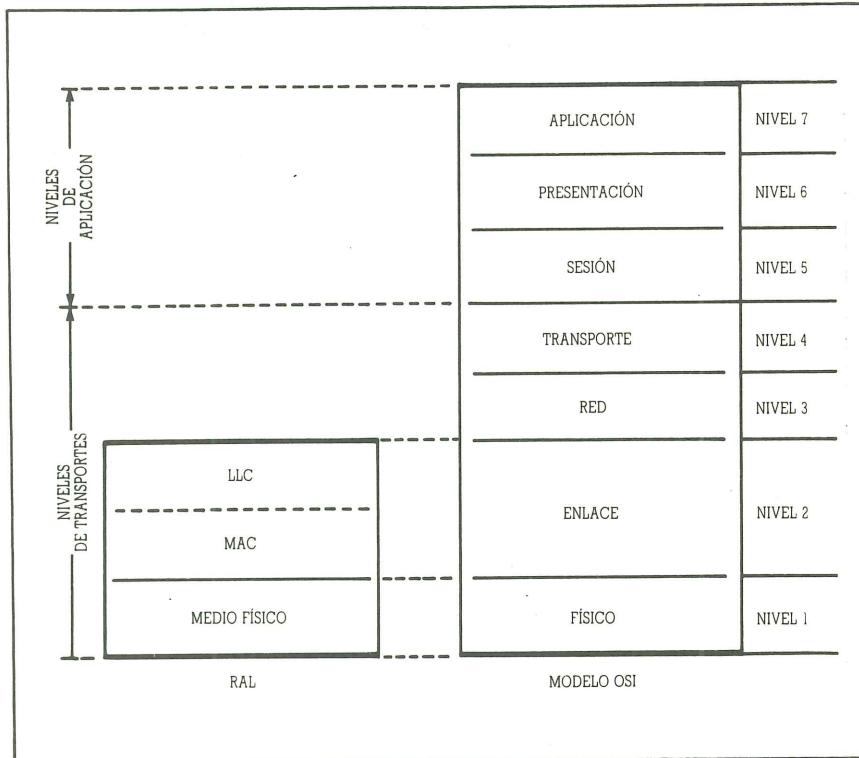


Fig. 3. RELACIÓN ENTRE LAS RALs Y LOS NIVELES OSI

■ El servicio RCC establece previamente una ruta para la transferencia de paquetes de datos entre equipos terminales, manteniendo la conexión mientras dura la transferencia y liberándola al final de la misma por un procedimiento de desconexión.

■ La estandarización de las RAL ha seguido un proceso diferente al del modelo OSI. En este campo ha sido el IEEE quien emprendió la tarea de elaborar la normativa para las diferentes tecnologías de RAL.

implica un uso ineficiente de capacidad disponible, que puede ser particularmente prohibitivo en redes amplias unidas con líneas de comunicación costosas.

Para superar las limitaciones inherentes a los puentes, se necesita una funcionalidad superior que proporcione la información necesaria para el *encaminamiento* de los mensajes en la red. Esta operación tiene lugar en el nivel 3 del modelo OSI y está condicionada por las arquitecturas específicas de red que, como se dijo en 1.1, suelen incorporar en su pila de protocolos particulares el correspondiente interfaz de nivel 3 (*I'* en la figura 2) para el encaminamiento de los mensajes dentro de la red correspondiente. De aquí la necesidad de conectar las RAL con las RT y los problemas implicados que se analizan en las siguientes secciones.

3. REDES CERRADAS, ABIERTAS Y NORMALIZADAS

Las diferentes arquitecturas de red para servicios de comunicación de datos pueden clasificarse en:

- *Arquitecturas cerradas*: son aquellas que corresponden a sistemas específicos de un fabricante particular y que no pueden interactuar más que con sistemas iguales o similares. Ejemplos de éstas son : SNA (IBM), XODIAC (Data General), DECNET (Digital), XNS (Xerox)... En lo que sigue no se consideran estas redes.
- *Arquitecturas abiertas*: aquellas que permiten la interacción entre equipos de diferentes marcas. Estas redes pueden ser no normalizadas y normalizadas.

Las *redes no normalizadas* se pueden considerar precursores de las normalizadas, ya que han sido pioneras en el desarrollo de productos independientes de los fabricantes, principalmente en ambientes académicos y de investigación, tales como la red JANET en el Reino Unido (que especificó los protocolos conocidos como «libros de colores») y las redes de ARPA Internet en EE.UU., que funcionan sobre la serie de protocolos TCP/IP («Transmission Control Protocol/Internet Protocol»), ampliamente conocidos y utilizados en el sector de I+D [9] y a los que nos referiremos con algún grado de extensión.

Por *redes normalizadas* entenderemos únicamente aquellas que siguen el modelo de referencia OSI elaborado por los organismos de normalización, tales como ISO («International Standards Organization») y CCITT (Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico), es decir que funcionan sobre normas aceptadas internacionalmente de manera explícita [12].

3.1 Los protocolos TCP/IP

Hoy en día referirse a TCP/IP en entornos de I+D suele implicar la serie de protocolos de ARPA Internet (2), entendiendo por ello la arquitectura completa de red, es decir, no únicamente los niveles inferiores de transporte sino también los de aplicación: «Telnet» para terminal remoto, SMTP («Simplified Mail Transfer Protocol») para correo electrónico y FTP («File Transfer Protocol») para transferencia de ficheros [9]. Al contrario de lo que ocurre en el modelo OSI, las aplicaciones de TCP/IP van directamente sobre el nivel correspondiente al transporte TCP.

Debido a la presión del Departamento de Defensa de EE.UU. para interconectar sistemas heterogéneos en el proyecto científico de ARPANET, los diferentes fabricantes se vieron obliga-

(2) ARPANET es la red más antigua de la Internet de EE.UU. Hoy ARPA Internet, o Internet para abreviar, es un conjunto de redes de I+D, interconectables por diversos procedimientos y que comparten un espacio común de nombres y direcciones. Aparte de redes específicamente académicas hay otras de tipo administrativo, militar y comercial, cada una de ellas agrupada bajo un dominio común de alto nivel [10].

dos a proporcionar estos protocolos abiertos, extendiéndose su uso en la comunidad investigadora y entre otros usuarios civiles. La implantación y uso extensivo del TCP/IP aparece ahora como un hito histórico en el proceso de normalización internacional. Hoy día sistemas operativos como el UNIX, ampliamente utilizado en la comunidad de I+D, ofrecen los protocolos TCP/IP como parte integrante de los mismos.

A pesar de la amplia difusión de estos protocolos, conviene dejar claro que TCP/IP no es un estándar en el sentido antes mencionado. Hay que tener en cuenta que la normalización no es solamente un proceso técnico, sino también un proceso político. Hasta la fecha ningún grupo de interés, nacional o internacional, ha conseguido que sus realizaciones hayan sido «bendecidas» por ISO para aceptarlas como estándar. Únicamente organizaciones de normalización independientes, como el CCITT y el IEEE («Institute of Electrical and Electronic Engineers»), han logrado la introducción de los estándares elaborados por ellos en ISO.

3.2 Los niveles inferiores del modelo OSI

Antes de examinar con mayor detenimiento la relación entre TCP/IP y el modelo OSI conviene aclarar unos conceptos básicos que permiten comparar estos dos mundos, semejantes, pero diferentes en la práctica. Para un conocimiento más profundo sobre diversos aspectos de los protocolos OSI pueden consultarse las diversas referencias de [11] y la referencia [12].

Los niveles inferiores del modelo OSI (niveles 1-4) proporcionan a los niveles superiores un servicio de comunicación fiable entre los sistemas que conectan, aislando las aplicaciones del usuario de las tecnologías particulares de la red y de los medios de transmisión.

En la sección 2 se habló de los niveles físico y de enlace al referirse a la problemática específica de las RAL. Ahora se tratarán, con mayor detalle, los aspectos más relevantes de los niveles 3 (red) y 4 (transporte) (fig. 3).

En relación con el nivel de red ya se mencionó, al final de la sección 2.2, la necesidad de disponer de una funcionalidad superior para el eficaz encaminamiento de los datos a través de una o varias redes, con un sistema adecuado de direcciones. En el modelo OSI se especifica que este servicio puede ser de dos tipos: servicio de *red conectiva o con conexión* (RCC) y servicio de *red no conectiva o sin conexión* (RSC).

El servicio RCC establece previamente una ruta para la transferencia de paquetes de datos entre equipos terminales, manteniendo la conexión mientras dura la transferencia y liberándola al final de la misma por un procedimiento de desconexión. Es algo similar a lo que ocurre en telefonía, donde hay un proceso de establecimiento de llamada, previa a la transmisión vocal, y otro de liberación, posterior a la misma. Sin embargo, durante la transmisión se pueden perder paquetes en tránsito (debido principalmente a la posibilidad de fallos en los enlaces entre nodos de conmutación y a la congestión en la red), circunstancia ésta que debe ser detectada y corregida por la red. El caso más conocido de RCC es el del interfaz de usuario X.25 para el acceso a redes públicas de conmutación de paquetes, elaborado por el CCITT, organización que agrupa precisamente a las entidades responsables del servicio telefónico. La esencia de X.25 es el *circuito virtual*, que en terminología OSI se llama «conexión de red» (3).

Por el contrario, el servicio RSC se asemeja más a lo que es el servicio postal. Como en éste, cada paquete de datos se trata individualmente, colocándolo dentro de un «sobre» (tradicionalmente se viene llamando «datagrama») con la dirección del destinatario. La red se encarga de entregar cada paquete en

(3) La recomendación X.25 del CCITT incluye los niveles 1, 2 y 3 del modelo OSI, aunque aquí nos referimos específicamente al nivel 3 (red) que es el que establece los procedimientos para las conexiones en la red: X.25 PLP («Packet Level Protocol») de ISO.

su destino final, siguiendo diversas rutas que comparten otros mensajes, pero no hay garantía de que los paquetes lleguen en orden al receptor ni de que éste los acepte. RSC es menos fiable que el RCC, pero se necesitan menos recursos de red para encaminar los mensajes. Se viene utilizando principalmente en redes gestionadas por organizaciones privadas que emplean como componentes medios públicos de transmisión (de PTTs y similares).

Ambos procedimientos tienen ventajas e inconvenientes y obedecen a intereses contrapuestos. El tipo RCC se suele ver como un caso en el que las redes públicas «imponen» sus requisitos a los usuarios, al revés de lo que suele ocurrir en RSC. El primero se ha consolidado en el escenario europeo, con el desarrollo y expansión de las redes públicas X.25 de las PTT, mientras que el segundo parece haberse implantado en EE.UU., con el apoyo de los fabricantes de aquel país, dando lugar a diversas redes privadas. Como consecuencia de ello surgen importantes problemas de conexión entre las redes europeas y las norteamericanas.

Los problemas de interfuncionamiento entre RCC y RSC se manifiestan asimismo en el escenario europeo de las redes académicas, al tratar de conectar las RAL de los campus a las redes de transporte X.25. Esto se debe a que, por la naturaleza misma de las RAL, éstas funcionan transmitiendo datos de modo no conectivo, ya que cada paquete se envía a la red local de forma independiente de otros paquetes precedentes o posteriores, al igual que ocurre en las redes de conmutación de paquetes del tipo RSC (4). Por consiguiente, *el problema de conexión de las RAL a las redes de transporte X.25 es, en esencia, el pasar de un entorno del tipo RSC a otro del tipo RCC*. Por consiguiente, las posibles soluciones a este problema deberían realizarse en el nivel 3, aunque en la práctica se verá que puede ser necesario resolver el problema en el nivel superior.

En cuanto al nivel 4, de transporte, conviene resaltar aquí qué es la frontera entre los niveles inferiores y los superiores de aplicación en el modelo OSI (fig. 3). Su principal característica es que proporciona una visión unificada del sistema de comunicaciones, independientemente de la calidad del servicio de red, tanto para RCC como para RSC. Para ello, ISO ha definido en el modelo OSI cinco variantes a las que llama clases de transporte [13], las cuales van desde la clase 0 (ISO-TP0) (5), la más sencilla, que únicamente presenta a los niveles superiores un servicio de red de gran calidad (RCC), hasta la clase 4 (ISO-TP4), más compleja, ya que requiere mecanismos adicionales para la detección y recuperación de posibles errores en redes sin conexión (RSC). En lo que sigue, únicamente nos referimos a las clases TP0 y TP4. Ambas proporcionan un servicio de *transporte con conexión o conectivo* (TCC) entre sistemas finales, pero son incompatibles entre sí. De nuevo, la situación real es que TP0 es el transporte comúnmente utilizado en Europa por los servicios de los PTT, mientras que TP4 es la opción OSI preferida por las redes de datos y RAL de EE.UU.

3.3 Estándares para las RAL

La estandarización de las RAL ha seguido un proceso diferente al del modelo OSI. En este campo ha sido el IEEE quien emprendió la tarea de elaborar la normativa para las diferentes tecnologías de RAL, conocidas como estándares 802, que definen los procedimientos para el control del enlace (LLC) y del acceso al medio (MAC). Los principales estándares son IEEE 802.2 para LLC y IEEE 802.3, 802.4 y 802.5 para CSMA/CD, testigo en bus («token bus») y testigo en anillo («token ring»), res-



- El sector académico es el principal usuario de los protocolos TCP/IP, ya que las inversiones en esta línea han sido cuantiosas. El interés de este sector por pasar a OSI es bastante limitado.

- Los servicios de comunicaciones básicos demandados por la comunidad investigadora son los de terminal remoto, transferencia de ficheros y correo electrónico.

- Para mensajes cortos, la fiabilidad de la red de transporte es menos crítica que en la transferencia de grandes ficheros, aunque en la práctica se suele utilizar el correo electrónico para la transferencia de extensos ficheros de texto.

pectivamente. El control del enlace lógico tiene dos variantes:

- LLC1, que proporciona un *servicio no conectivo* en el nivel 2, básicamente igual al del subnivel MAC, sin posibilidad de recuperar paquetes perdidos, lo que debe hacerse en el nivel de transporte.
- LLC2, que utiliza un protocolo similar al HDLC, por lo que garantiza la entrega de paquetes en el enlace de datos y puede ser utilizado sin modificaciones por el nivel 3 de X.25. Por ese motivo se dice que LLC2 proporciona un *servicio conectivo* en el nivel 2.

(4) No obstante se pueden emplear procedimientos en el nivel del enlace para garantizar el servicio de entrega, según se verá en 3.4.

(5) El protocolo ISO-TP0 es equivalente a las recomendaciones T.70 del CCITT para el nivel de transporte.

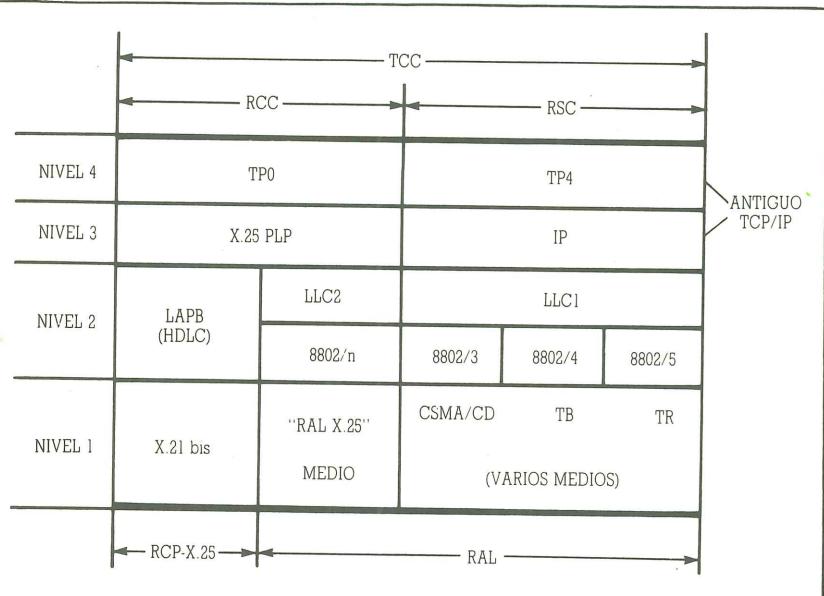


Fig. 4. RELACIÓN DE TCP/IP Y RAL CON EL MEDIO OSI.

Los estándares del IEEE para RAL han sido adoptados directamente por ISO, que únicamente ha cambiado el número de referencia 802. por 8802/ quedando así:

8802/2	LLC (clases 1 y 2)
8802/3	CSMA/CD
8802/4	TB («Token Bus»)
8802/5	TR («Token Ring»)

3.4 Relación de TCP/IP y las RAL en el modelo OSI. Recomendaciones de COSINE

En el país natal de TCP/IP (EE.UU.), el Departamento de Defensa anunció, en julio de 1987, el compromiso de impulsar el desarrollo y utilización de componentes OSI, en un plazo de dos años, en todos sus proyectos de redes. Otros organismos civiles (NASA, Dpto. de Energía...) han expresado asimismo su intención de seguir en esta línea, abandonando progresivamente los protocolos TCP/IP. Por otro lado, la industria de ese país representada por las grandes organizaciones de usuarios MAP/TOP («Manufacturing Automation Protocol/Technical Office Protocol») ha decidido crear su infraestructura de comunicaciones basándose en OSI [14].

Queda, pues, el sector académico como el principal usuario de los protocolos TCP/IP, ya que las inversiones en esta línea han sido cuantiosas. El interés de este sector por pasar a OSI es bastante limitado. Sin embargo, existen dentro del modelo OSI sustitutos adecuados para los actuales protocolos de la Internet —tanto para el servicio de transporte como para las aplicaciones—, que ofrecen una mayor funcionalidad, con la ventaja adicional de estar normalizados. El inconveniente es la escasez actual de productos disponibles. En este sentido la Fundación Nacional para la Ciencia («National Science Foundation») de EE.UU., que financia un proyecto para coordinar todas las actividades de las redes del sector de I+D, ha decidido también la sustitución de los protocolos actuales por los de OSI, en un plazo relativamente breve (3-4 años).

En 3.1 se dijo que la serie de protocolos TCP/IP no constituyen una norma desde el punto de vista de ISO. Ahora nos referimos específicamente a los niveles de transporte y de red de TCP/IP y al de enlace en las RAL para ver cómo encajan estas tecnologías en uso dentro del modelo OSI.

El sistema de transporte de TCP/IP se ha conseguido introducir en el modelo OSI en una de las columnas de transporte: ISO-TP4, que tiene una funcionalidad similar al TCP. Ya se vio que este sistema de transporte es mucho más complejo que ISO-TP0. Se apoya sobre el Protocolo Internet (IP) del nivel 3 (ISO-IP), sucesor del IP de la Internet; como éste, proporciona un servicio de red no conectivo.

En la figura 4 se representan las dos posibles columnas de transporte ISO y los protocolos de los niveles inferiores sobre los que se apoyan, tanto para RAL como para redes de comunicación de paquetes X.25 (RCP-X.25). Según se puede ver existen tres posibilidades para proporcionar un servicio de transporte conectivo (TCC), bien sea sobre un servicio de red conectivo (RCC) o no conectivo (RSC):

- 1a. RCC con el protocolo de nivel de paquete X.25 (X.25 PLP) sobre un enlace de datos LAP B (HDLC), asimismo de tipo conectivo. El protocolo de transporte es la clase sencilla TP0.
- 1b. RCC con el mismo protocolo X.25 PLP para el nivel 3 y sobre LLC2 el nivel 2 para redes locales que funcionan en modo conectivo («RAL X.25»). El protocolo de transporte requerido es también TP0.
2. RSC con el protocolo IP de nivel de red sobre LLC1 en el nivel 2, para redes locales puras («no conectivas»). En este caso, el protocolo de transporte requerido es TP4.

De esta manera vemos que la distinción tradicional entre X.25 como tecnología de comutación de paquetes para redes de transporte y TCP/IP como tecnología asociada a las RAL, queda ahora más difuminada, ya que el IP de ISO (sucesor del IP de Internet) se puede utilizar en redes de transporte (datagramas) y las RAL (LLC2) pueden funcionar en modo X.25.

A pesar de haber integrado en el modelo OSI los protocolos TCP/IP, siguen existiendo dos alternativas incompatibles, cada una de ellas propugnadas por diferentes grupos:

- TP4/IP recomendado por MAP/TOP («mundo» EE.UU.)
- TP0/X.25 recomendado por COSINE («mundo» europeo)

con sus ventajas e inconvenientes, ya que IP es un protocolo sencillo y permite aplicaciones tipo datagrama, mientras que TP4 es complejo. Por contra, X.25 es relativamente complejo, pero ofrece más posibilidades para la gestión de la red y mejor calidad de servicio, necesitando un simple protocolo de transporte TP0.

Los argumentos utilizados en [15] para preferir TP0 derivan del esfuerzo e inversiones realizado en Europa en las redes de transporte X.25, con la consiguiente extensión geográfica de las mismas. Por ello se recomienda mejorar la calidad de las redes en lugar de compensar las deficiencias de éstas con un protocolo de transporte complejo.

4. ALTERNATIVAS PARA LA CONEXIÓN DE LAS RAL CON LAS REDES X.25 EN ENTORNOS DE I+D

Las posibles soluciones al problema general planteado en la sección 1 (véase fig. 2) resultarán ahora más fáciles de entender una vez aclarados los conceptos fundamentales de los niveles de transporte del modelo OSI y su relación con las RAL. Para completar el escenario conviene ver brevemente las necesidades derivadas de los servicios de aplicación.

4.1 Requisitos de las aplicaciones de usuario [15], [16]

Los servicios de comunicaciones básicos demandados por la comunidad investigadora son los de terminal remoto, transferencia de ficheros y correo electrónico. Los estándares ISO correspondientes son XXX (X.29, X.3, X.28), FTAM y X.400/MOTIS. Todas esas aplicaciones suponen el establecimiento de un proceso de conexión entre los sistemas terminales, lo que significa que la interacción entre éstos se mantiene durante un período significativo de tiempo, mientras se realiza el intercambio y la transferencia de datos, de manera fiable (sin pérdida ni duplicación de paquetes) y ordenada (en la misma secuencia).

En el caso del terminal remoto el factor crítico es el tiempo de respuesta global, determinado por el terminal/PAD, la(s) red(es) y la respuesta del sistema. Aquél debe ser normalmente inferior a 1/4 seg. por línea, lo que implica una elevada tasa de intercambio de paquetes en la red. Para esta aplicación, el CCITT ha colocado el protocolo X.29/PAD sobre el nivel 3, es decir, directamente sobre X.25 sin pasar por el transporte OSI, facilitando con ello el acceso de terminales mediante las redes X.25.

El correo electrónico y la transferencia de ficheros son ejemplo de transferencia masiva de información (típicamente 1 Kbyte para el primero y 5 Kbytes para el segundo). En éstos, el factor crítico es el caudal («throughput») entre los procesos de aplicación de los sistemas terminales. En estas aplicaciones, la transmisión tiene lugar en diferido desde el punto de vista del usuario. Para mensajes cortos, la fiabilidad de la red de transporte es menos crítica que en la transferencia de grandes ficheros, aunque en la práctica se suele utilizar el correo electrónico para la transferencia de extensos ficheros de texto.

De este modo, la estructura de los protocolos de un sistema OSI con las aplicaciones de usuario queda tal como se muestra en la fig. 5, y vale tanto para redes de transporte X.25 para RAL X.25.

4.2 Soluciones concretas

A la vista de lo expuesto anteriormente se presentan tres posibles soluciones para la conexión de RAL a redes de transporte X.25. [15]-[17].

a) Pasarela o relé de red (6) sobre X.25 (fig. 6a). El fundamento de esta solución es que para aplicaciones que requieren conexión entre sistemas terminales se deben

(6) En el modelo OSI, el concepto de pasarela («gateway») no aparece definido. En algunas referencias [17], [18] el término pasarela expresa simplemente una función de *interconexión*. Esta puede ser física (entre redes de comunicación) o lógica (entre aplicaciones de usuario). En sentido estricto, la función de pasarela no implica necesariamente la *conversión* de protocolos. Sin embargo, tradicionalmente se viene utilizando el término pasarela para referirse a la interconexión de redes de diferente tecnología y protocolos. En lo que sigue utilizaremos el término *pasarela de red* o de *transporte* para indicar la función de relé, es decir, el concepto de interconexión en un único nivel (3 ó 4, respectivamente) de modelo OSI.



- Los servicios de comunicaciones básicos demandados por la comunidad investigadora son los de terminal remoto, transferencia de ficheros y correo electrónico. Los estándares ISO correspondientes son XXX (X.29, X.3, X.28), FTAM y X.400/MOTIS.

- El correo electrónico y la transferencia de ficheros son ejemplo de transferencia masiva de información (típicamente 1 Kbyte para el primero y 5 Kbytes para el segundo).

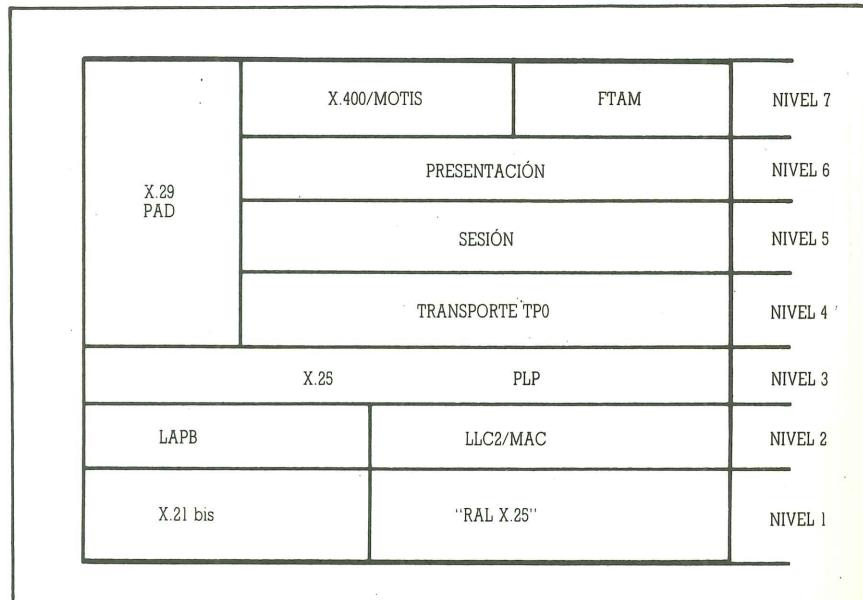


Fig. 5. ESQUEMA LÓGICO DE LOS PROTOCOLOS DE USUARIO SOBRE X.25 (RED DE TRANSPORTE O RAL)

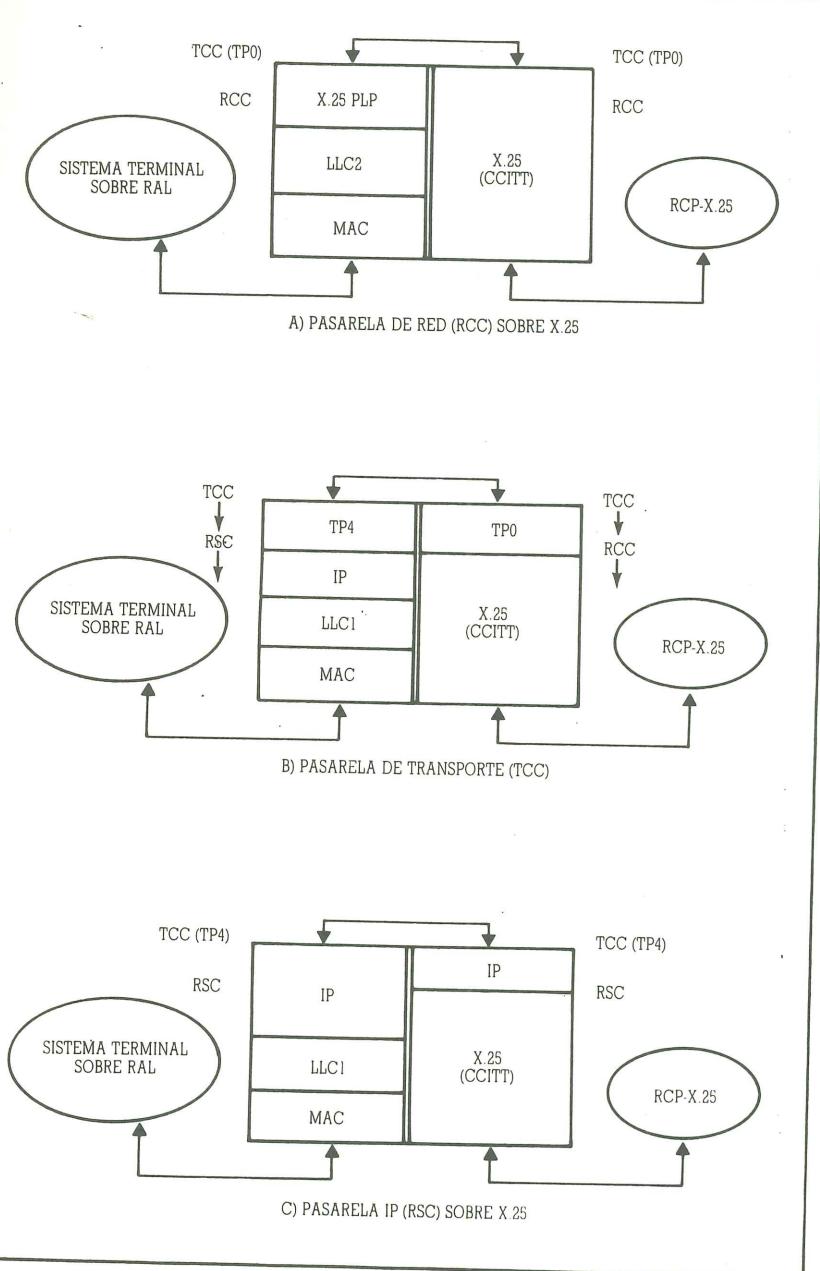


Fig. 6. SOLUCIONES POSIBLES DE INTERCONEXIÓN RAL/RCP-X.25

- Teniendo en cuenta los requisitos de los usuarios del sector académico, la solución más recomendable es la a), ya que supone una completa homogeneidad dentro del modelo OSI y una mayor calidad de servicio al hacer la función de pasarela o relé de la RAL con la RCP-X.25 en el nivel 3.

utilizar servicios de transporte y red del tipo conectivo (TCC y RCC). La función de relé se hace entre dos entidades del nivel 3 de X.25 (PLP), pudiendo incluir las RAL en el sistema de direcciones de red X.121 del CCITT y sin alterar el protocolo de transporte (TP0), que es común a los sistemas terminales y transparente a la RAL y a la red de transporte.

- Pasarela de transporte (fig. 6b). Este caso se aplica cuando la RAL es del tipo LLC1, ya que un servicio de RSC implica una clase de transporte TP4, para dar un servicio de transporte conectivo (TCC). Por ello se necesita realizar la conversión entre las clases de transporte a TP0 y TP4.
- Pasarela IP sobre X.25 (fig. 6c). En este caso el protocolo IP (RSC) se aplica sobre el nivel 3 de X.25 (RCC), lo que requiere la utilización de TP4 por los sistemas terminales, tanto en la RAL como en la red X.25, para presentar TCC a los niveles de aplicación.

4.3 Discusión de las alternativas y recomendaciones para la comunidad española de I+D [15]

- Teniendo en cuenta los requisitos de los usuarios del sector académico, la solución más recomendable es la a), ya que supone una completa homogeneidad dentro del modelo OSI y una mayor calidad de servicio al hacer la función de pasarela o relé de la RAL con la RCP-X.25 en el nivel 3. En la práctica, esto supone dotar a las RAL tipo ethernet de los componentes necesarios para realizar el control LLC2 y permitir así la operación X.25 a 10 Mbps. El inconveniente de esta solución es la escasa disponibilidad de productos comerciales adecuados para las RAL. Hasta ahora, la mayoría de esos productos sólo se encuentran en ambientes académicos [16], [17].
- La solución c) de utilizar el IP de ISO sobre X.25 (y consiguientemente TP4 como transporte) no es, en absoluto, recomendable. Supone un uso ineficaz de los circuitos virtuales de las redes X.25 (al pasar de un servicio RCC a RSC) y va en detrimento de los desarrollos realizados en el campo de las redes públicas X.25. Además, esta alternativa podría dar lugar a redes particulares, no integradas en el entorno homogéneo global que se pretende conseguir. Sin embargo, la situación de hecho es una mayor disponibilidad de productos comerciales para llevar a la práctica esta alternativa (como consecuencia del desarrollo industrial de las RAL).
- La solución b) (pasarela de transporte) supone un compromiso entre las dos anteriores, ya que no se altera la esencia de la transmisión de paquetes por los circuitos virtuales X.25 y no requiere componentes adicionales en las RAL, siendo más sencilla la realización de la pasarela en el nivel 4. En el mercado europeo empiezan a aparecer algunas realizaciones de este tipo [19]. No obstante, la pasarela de transporte presenta un inconveniente en cuanto a la completa homogeneidad OSI, ya que los protocolos de transporte T.70 del CCITT y TP0 de ISO son casi iguales, pero no idénticos. La diferencia está en un identificador que afecta a la transformación entre las direcciones de red internas y externas [17].

4.4 Recomendaciones para sistemas TCP/IP

Dada la existencia actual de sistemas TCP/IP en las RAL de la comunidad investigadora española interesa analizar este caso particular.

Para la interconexión RAL/RAL se pueden usar dispositivos

tipo puente («bridges») sin mayores problemas, bien sea localmente en el mismo campus (fig. 2, campus 1), o bien en campus separados (fig. 2, campus 4 y 5). Este último caso puede ser práctico para instituciones que, estando en lugares geográficamente remotos, tengan una gestión global única; a medida que el número de RAL conectadas de esta manera crece, aumentan asimismo los problemas de topología, direccionamiento, gestión y, evidentemente, los costes de comunicaciones.

En los demás casos hay que recurrir a la interconexión RAL/RCP-X.25/RAL. La alternativa de encapsular TCP/IP sobre X.25 es la equivalente a la solución c) de 4.3. Por los motivos allí expuestos, esta solución no es recomendada por IRIS y, consiguientemente, no será soportada en el marco del programa.

En estas situaciones, la solución recomendada para acceder desde una RAL (LLC1) a la red X.25 es mediante la conversión completa de protocolos en una pasarela (TCP/IP)/OSI en el nivel de aplicación del sistema correspondiente. Estas pasarelas de aplicación son más efectivas para cada servicio específico (correo electrónico, transferencia de ficheros...), aunque disminuyen la funcionalidad global. En la figura 7 se muestra el esquema genérico correspondiente a una pasarela entre un sistema basado en RAL TCP/IP con un sistema OSI. Tales pasarelas se consideran un elemento necesario en la estrategia de transición a OSI de redes no normalizadas, tanto cerradas (particulares) como abiertas.

5. CONCLUSIONES

La conexión de las RAL con las redes de transporte X.25 plantea una problemática similar a la de la interacción entre redes de conmutación de paquetes que funcionan sobre circuitos virtuales (X.25) y aquellas del tipo «datagramas».

Con objeto de conseguir un entorno homogéneo de servicios de comunicaciones para la comunidad científica, el Programa IRIS propugna la utilización del modelo de referencia OSI en la salida de las redes locales hacia el exterior.

La discusión de alternativas posibles y las recomendaciones propuestas han pretendido orientar a los usuarios sobre los procedimientos más adecuados para integrar eficazmente las RAL existentes, así como las de nueva implantación, en el sistema abierto de servicios comunes que se desea conseguir para la comunidad académica española. Los proyectos y desarrollos en la línea de lo expuesto serán alentados y subvencionados en el marco de IRIS.

Referencias

- [1] W. Stallings, «Local Networks», Computing Surveys, marzo 1984.
- [2] D. C. Wood, «Local Area Network Standards», *Data Communications, Networks and Systems*, Ch9, Ed. Tom Bartee, 1985.
- [3] W. Stallings, «Interfacing to a LAN: Where's the protocol», Data communications, abril 1987.
- [4] W. Stallings, «Beyond Local Networks», Datamation, agosto 1983.
- [5] B. Hawe, A. Kirby, B. Stewart, «Transparent Interconnection of Local Area Networks with Bridges», Journal of Telecommunication Networks, Vol. 3, No. 2, 1984.
- [6] J. Figueras, J. A. Rubio, A. Alabau, «Introducción a las redes locales», *Teleinformática y redes de computadores* (Eds. A. Alabau y J. Riera), cap. 20, Marcombo S. A., 1984.
- [7] L. Vidaller, J. Riera, «Técnicas de comunicación en redes locales», *Teleinformática y redes de computadores* (Eds. A. Alabau y J. Riera), cap. 21, Marcombo S. A., 1984.
- [8] D. Shimman, «Enter the Brouter: An Update on Linking LANs», Telecommunications, noviembre 1988.
- [9] B. M. Leiner y otros, «The DARPA Internet Protocol Suite», IEEE Communications Magazine, marzo 1985.
- [10] J. S. Quaterman, J. C. Hoskins, «Notable Computer Networks», Communications of the ACM, Vol. 29, No. 10, octubre 1986.
- [11] W. Stallings, *Tutorial: COMPUTER COMMUNICATION: Architectures, Protocols and Standards* (2nd edition), IEEE Computer Society, 1987.

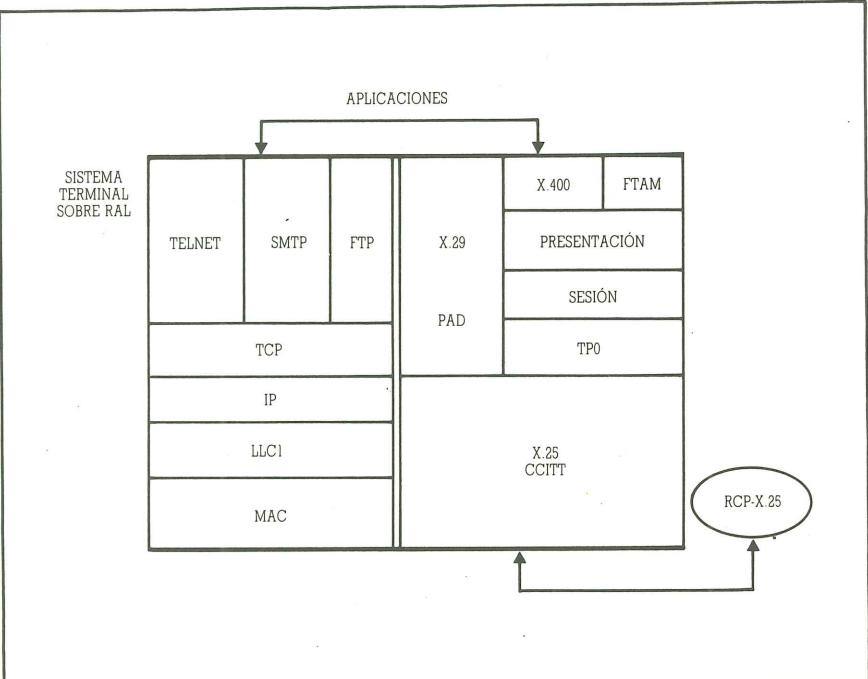


Fig. 7. PASARELA RAL (TCP/IP)/OSI

- [12] J. Henshall, S. Shaw, *OSI Explained. End-to-End Computer Communication Standards*, Technology Appraisals Ltd., 1988.
- [13] W. Stallings, «A Primer: Understanding Transport Protocols», Data Communications, noviembre 1988.
- [14] «Europeans Eying MAP», Data Communications, abril 1987.
- [15] W. Bauerfeld, «Operational Aspects», Report 7, COSINE Specification Phase, CEC-RARE, julio 1988.
- [16] L. Clyne, «LAN/WAN Interworking», Computer Networks and ISDN Systems, Vol. 16, No. 1 y 2, septiembre 1988.
- [17] W. Bauerfeld, «A Tutorial on Network Gateways and Interworking of LANs and WANs», Computer Network and ISDN Systems, Vol. 13, No. 3, 1987.
- [18] F. Fluckiger, «Gateways and Converters in Computer Networks», Computer Networks and ISDN Systems, Vol. 16, No. 1 y 2, septiembre 1988.
- [19] OSI Products, 2nd report, Dept. of Trade and Industry (U. K.), HMSO, 1988.

José Barberá. Director del Programa Iris

<C=ES; ADMD=;
PRMD=IRIS; O=IRIS-DCP;
S=BARBERA; G=JOSE>
<Jose.Barbera@iris-dcp.es>

Servicios de Directorio

Andrés Glez. Lanceros

Juan A. Saras

RESUMEN

Este artículo examina los servicios de directorio recientemente normalizados por la ISO y el CCITT. En primer término introduce el concepto tradicional de un servicio de directorio para, a continuación, hacer un breve análisis de la arquitectura y protocolos definidos en el estándar. Finalmente identifica la necesidad de introducir un servicio de directorio normalizado en la red académica española.

1. INTRODUCCIÓN

Un Sistema o Servicio de Directorio (DS) es una facilidad que soporta el almacenamiento e interrogación de la información mantenida sobre personas o cosas. Los estándares definen el *Directorio* como un depositario de información sobre *objetos* y que proporciona servicios a sus usuarios para que puedan acceder a dicha información. La información contenida por el Directorio se usa típicamente para facilitar la comunicación entre, con o sobre objetos tales como entidades de aplicación, personas, terminales y listas de distribución.

El Directorio no pretende ser un sistema de Base de Datos (DB) de propósito general, aunque se puede construir sobre uno de ellos. Es mucho más sencillo que una base de datos genérica en aspectos tales como la estructura de la información almacenada y los procedimientos para actualizarla. Así, se supone, por ejemplo, que cuando se trabaja con directorios el número de consultas es considerablemente superior al de actualizaciones. Asimismo, no existe un compromiso global de actualizaciones instantáneas: se aceptan, como buenas, situaciones transitorias donde existen versiones antiguas y modernas de la misma información.

Aunque el usuario normalmente usa un servicio de directorio sin pararse a pensar en su funcionalidad y utilidad, la necesidad de un Servicio de Directorio está plenamente justificada y surge de:

- a) El deseo de *aislar* (tanto como sea posible) al usuario de una red de los cambios frecuentes que se producen en la misma. Esto se consigue colocando un *nivel de indirección* entre los usuarios y los objetos que aquéllos manejan. Esto implica que los usuarios se refieran a los objetos por sus nombres en lugar de por sus direcciones. De esta forma, los usuarios del directorio verán la red como una entidad mucho más estable que como la ven los usuarios de la red que no son a la vez usuarios del directorio.
- b) El deseo de proporcionar una visión más *amistosa* («user-friendly») de la red. Así, por ejemplo, el uso de alias, el proporcionar un servicio de páginas amarillas y páginas blancas, etc. ayudan a aliviar la pesada carga que supone encontrar y manejar información relativa a una red.

Un servicio de directorio no sólo permite a los usuarios obtener una gran variedad de información sobre la red, sino que además proporciona un conjunto muy potente de herramientas para el mantenimiento, distribución y la seguridad de esa información.

Se presupone que el directorio será usado por programas de aplicación a fin de conseguir un amplio acceso —vía la red— a los objetos que dichos programas ofrecen a sus usuarios finales. Así pues, el directorio podrá ser usado directamente por servidores de correo, sistemas de ficheros distribuidos, servidores de impresión, servicios de documentación, servicios de gestión de proyectos, etc. No obstante, el directorio también podrá ser usado por un sistema de consulta que permitirá al usuario recorrer el espacio de nombres del directorio y acceder a la información solicitada.

El directorio es un servicio imprescindible para satisfacer el principio básico de que los nombres de los objetos no deben incluir direcciones de ordenador. Sin él esto no es posible de conseguir y todos los involucrados en el mundo de la telemática sabemos lo duro y complicado que es manejar direcciones para referenciar objetos, razón por la cual podemos inmediatamente deducir la importancia y transcendencia de dicho servicio. Además, si en el mundo real utilizamos nombres para referirnos a personas y objetos, qué sentido tiene que el mundo telemático cambie este principio y referenciamos los objetos por sus direcciones. Para clarificar las diferencias entre nombres y direcciones nada mejor que la siguiente frase:

«The name of a resource indicates what we seek, an address indicates where it is, and a route tell us how to get there.»

John Shoch

2. ANTECEDENTES

Antes de pasar a describir el servicio de directorio que está siendo normalizado por ISO y CCITT puede ser interesante repasar brevemente los directorios que han sido precursores del mismo. Entre los ejemplos de directorios que han influido notablemente a la hora de definir la funcionalidad que un directorio debe ofrecer a sus clientes podemos destacar dos: el listín o guía telefónica y los directorios que prestan servicio en algunas redes de ordenadores. A continuación pasamos a dar un pequeño resumen de los mismos.

2.1 Directorio telefónico

El concepto de *directorio* —o *guía*— no es nuevo para casi ningún ser humano. Todos hemos ojeado alguna vez la guía telefónica para buscar el número de alguna persona con la cual queremos comunicarnos. Cada vez que la utilizamos estamos haciendo uso del servicio de directorio telefónico. Este servicio, a pesar de su facilidad de uso y accesibilidad, presenta varios inconvenientes entre los que podemos citar los siguientes:

- Sólo existe copia en papel. Al no estar informatizado, los ordenadores no pueden acceder al mismo y por ello el uso del listín telefónico está restringido a los seres humanos.
- Inconsistencia de la información. Debido a que los usuarios poseen su propia copia y que ésta sólo se actualiza cada cierto tiempo, normalmente ocurre que la información contenida en la guía telefónica es errónea.
- Dificultad de actualización. Los propios usuarios no pueden modificar su propia información, la actualización de información sólo la puede hacer la compañía ofreciendo el servicio y sólo se efectúa muy de cuando en cuando (cada año) para poder amortizar la inversión efectuada en las guías de papel.

Hasta ahora sólo nos hemos referido al servicio básico que ofrece el directorio telefónico. Para usar este servicio, el usuario debe conocer el *nombre* de una persona (o compañía) y localizar en la ordenación alfabética el número asociado con dicha persona. Este servicio podríamos denominarlo de páginas blancas en contraposición con el otro servicio adicional que también ofrece el directorio telefónico: el servicio de páginas amarillas. Para usar este servicio, el usuario sólo debe conocer una *característica* fundamental de la/las personas en las que está interesado. Esta característica puede ser su profesión (electricista, fontanero, etc.) o bien el tipo de servicio que ofrecen (hotel, restaurante, etc.); usando esta información característica, el usuario encontrará un conjunto de personas (números telefónicos) que le pueden ofrecer el servicio que está buscando.

2.2 Directorios informatizados

En el mundo computerizado de las tecnologías de la información, donde el término usuario ya no se aplica sólo a las personas (usuarios humanos), sino también a los ordenadores (procesos de usuario), un directorio de papel como el listín telefónico no tiene cabida. Por eso se han diseñado y desarrollado servicios de directorio informatizados siguiendo, más o menos, la línea del servicio de directorio telefónico.

Estos *servicios de directorio* los podemos clasificar en las dos categorías siguientes:

- Servicio de Información*. Este tipo de servicio se caracte-
riza en que se concede máxima importancia a que el diá-
logo con el servidor de información (base de datos) sea
lo más *amistoso* posible. Para acceder al servicio, el usu-
ario conecta su terminal al «servicio», rellena una serie de
atributos sobre el objeto motivo de la consulta y seguidamente consigue la información deseada sobre dicho ob-
jeto. Normalmente, el sistema ayuda (a través de una serie
de menús) a introducir la información mínima (nombre del
objeto, etc.) que debe proporcionar el usuario. Asimismo,
para aumentar la facilidad de uso, el servicio no es muy
estricto a la hora de aceptar la entrada del usuario, así
se permiten nombres alternativos, ligeros errores en la
introducción, pequeñas diferencias en los nombres, etc.,
y lo que se pretende siempre es tratar de buscar en la
base de datos alguna información que se pudiera ajustar
a lo pedido por el usuario antes de rechazar la consulta.
Ejemplos de servicios de este tipo son el directorio del
servicio MINITEL francés, la base de datos ECHO de la
Comunidad Económica Europea (CEE), etc.
- Servicio de Nombres*. Este tipo de servicio se caracte-
riza en que está más orientado a un uso automático por parte
de los procesos de usuarios. La principal diferencia con
el anterior tipo de servicio es que aquí existe una integra-
ción total con la aplicación del usuario. Así, el diálogo es
mínimo, el procesamiento de los datos de entrada es auto-
mático y los datos que se manejan pueden tener estruc-

turas muy complejas. Ejemplos de servicios de este tipo son los servidores de nombres existentes en varias redes como la Internet, Janet, etc. Normalmente, el servicio so-
licitado es la *transformación de nombres en direcciones*. El proceso de usuario proporciona un nombre nemónico y solicita que le sea devuelta la dirección asociada con el mismo. Este tipo de servicio permite que el usuario dentro de diferentes aplicaciones pueda especificar peticio-
nes como las siguientes:

- «Conéctate con el servidor de nombres del DIT-UPM»
- «Envía este mensaje a Andrés G. Lanceros en el DIT-UPM»

En la actualidad existen multitud de servicios de directorios que pueden ser encuadrados en una u otra (o en ambas al mis-
mo tiempo) de las anteriores categorías. Estos servicios de di-
rectorios pueden ser proporcionados por empresas privadas
(ej., empresas que proporcionan servicios de valor añadido),
instituciones, administraciones o PTTs, etc.; ahora bien, todos
ellos se caracterizan por la *falta de accesibilidad* fuera de la
red en la que se encuentran. Así, por ejemplo, el servicio de
directorio del Minitel sólo puede ser accedido desde la red Vi-
deotex francesa y, por lo tanto, no está accesible a otras redes
de ordenadores.

Esta falta de accesibilidad hace que los usuarios demanden
mejores soluciones. Como explicaremos más adelante, uno de
los principales usos de un servicio de directorio será para en-
contrar las direcciones de usuarios de correo electrónico resi-
dentes en otras redes. Los usuarios esperan encontrar la
dirección de un usuario de correo en alguna parte del mundo

■ El Directorio no pretende ser un sistema de Base de Datos (DB) de propósito general, aunque se puede construir sobre uno de ellos.

■ En el mundo computarizado de las tecnologías de la información, donde el término usuario ya no se aplica sólo a las personas (usuarios humanos), sino también a los ordenadores (procesos de usuario), un directorio de papel como el listín telefónico no tiene cabida.



con la misma facilidad que pueden encontrar un número telefónico en cualquier país. Ahora bien, para poder tener un sistema de correo electrónico a nivel internacional, además de una norma internacional que normalice el correo, se necesita un *directorio global* —a nivel mundial— que facilite el acceso y manejo de ese gran espacio de nombres.

Como veremos a lo largo de este artículo, éste es el objetivo que persiguen ISO y CCITT con la normalización del *Servicio de Directorio* [1].

3. HISTORIA

Los sistemas de directorio, aunque de reciente actualidad, no son nada nuevo. Su nacimiento estuvo precedido por la implantación de las redes de datos, pues fue a partir de ese momento cuando se empezó a notar la falta de un servicio de directorio que proporcionara información acerca de los diferentes objetos (entidades) localizados en la red. El tremendo auge que experimentó el servicio de correo en dichas redes despertó el interés en ofrecer un servicio que, dado un nombre, proporcionara la dirección asociada.

Los primeros servicios de directorio fueron los *servidores de nombres* introducidos en la red ARPA. La solución adoptada viene definida en la RFC-882 [2] y en la RFC-883 [3]; es una solución distribuida, basada en el modelo *cliente-servidor*. El usuario, a través del servicio de un cliente, accede a su nodo servidor local que le proporciona el acceso a la base de datos. Si la información solicitada no se encuentra en dicha base de datos, el servidor le indica al cliente la dirección de un servidor remoto más competente y que posiblemente pueda atender su consulta. Otro servicio de directorio, que data desde hace bastante tiempo, es el sistema Grapevine [4] de Xerox. La experiencia obtenida del uso de estos sistemas durante bastantes años ha sido muy valiosa a la hora de producir estándares en este campo.

Mientras el CCITT estaba completando su trabajo en sistemas de gestión de mensajes (MHS), que daría como resultado la promulgación, en 1984, de las Recomendaciones X.400 [5], el grupo de trabajo 6.5 del IFIP, que había proporcionado el modelo conceptual para el MHS, empezó a trabajar en un modelo conceptual para un sistema de directorio internacional y en un esquema de denominación [6] que fuera lo suficientemente amistoso. Al igual que sucedió con el MHS, el trabajo realizado por el IFIP WG 6.5 fue tomado como punto de partida por ISO y CCITT en su trabajo de normalización del servicio de directorio.

El primer organismo que definió una norma sobre directorios fue la Asociación Europea de Fabricantes de Ordenadores (ECMA). Más que una norma fue un pre-estándar y debido a ello el trabajo realizado se publicó (en el año 1985) como un informe técnico [7] bajo el título de: «*ECMA TR/32-OSI Directory Access Service and Protocol*».

Con anterioridad, en 1984, el CCITT había publicado las Recomendaciones X.400 que normalizaban el servicio de correo electrónico. Estas normas se publicaron con la significativa ausencia de un servicio de directorio. No obstante, el concepto de nombre de originador/destinatario —*O/R Name*— introducido por X.400 era un intento de usar algo parecido a un «nombre de directorio».

Con posterioridad, de 1984 a 1988, y a la par que grupos de ISO y CCITT trataban conjuntamente de producir una versión común del servicio de correo electrónico [8] (llamado MHS por el CCITT y MOTIS por la ISO), otros grupos de ISO y CCITT trabajaban en el estudio y normalización del *Servicio de Directorio* (DS) [1]. El CCITT ha aprobado las Recomendaciones X.500 que normalizan el DS, y en ISO este servicio viene definido en la norma ISO 9594 que en la actualidad tienen estado de DIS (Draft International Standard).

La norma o recomendación sobre directorio es una versión básica y muy simplificada de lo que se pretende sea un DS; así, por ejemplo, el procedimiento de distribución de información entre varios nodos servidores no se contempla en la misma. No obstante y aún a pesar de los grandes problemas que presenta, este intento de normalización del DS sienta las bases para proporcionar servicios de directorio de ámbito mundial.

4. NECESIDAD

La necesidad de un servicio de *directorio global*, capaz de dar soporte a una gran variedad de aplicaciones, es un hecho contrastado desde hace mucho tiempo. Algunos de los requisitos que justifican la existencia de un directorio son los siguientes:

- *Sistemas de Gestión de Mensajes*: Durante el desarrollo de las Recomendaciones X.400 de 1984, mucha gente anticipó la necesidad de un servicio de directorio. En dichas recomendaciones se identificaban los requisitos funcionales que el MHS demandaba al DS, pero su implementación se dejaba para futuras versiones de X.400. Estos requisitos se han plasmado en una especificación bastante compleja de usar en la versión de 1988 de las Recomendaciones X.400. En dicha versión se especifica el modelo funcional que ha de seguirse en la interrelación entre el MHS y el DS. Gracias a esta interrelación entre DS y MHS, los usuarios del MHS podrían utilizar un *nombre* («O/R Name») para especificar un posible destinatario de su mensaje. Un Agente de Transferencia de Mensajes (MTA) necesitaría conocer la *dirección* («O/R Address») de dicho destinatario para poder *encaminar* dicho mensaje hacia el MTA destino y proceder allí a su entrega. Para conocer la dirección asociada con un nombre, un MTA deberá acceder al Servicio de Directorio (DS).
- *Aplicaciones OSI*: Las convenciones de denominación y de direccionamiento dentro de la torre OSI presuponen la disponibilidad de un servicio de directorio [9]. Así, por ejemplo, en el nivel de aplicación se define una *función de directorio* que sería la encargada de convertir *títulos* («AE-titles») en *direcciones* («PSAP-addresses»). La implementación de tal función podría realizarse fácilmente utilizando el directorio.
- *Servicio de Páginas Blancas*: Sería muy interesante poner al día el actual sistema de directorio del servicio telefónico —o guía telefónica—, dotándole de acceso directo a través de ordenadores. El sistema Minitel francés ha demostrado que esto puede llevarse a cabo y también que su aceptación será masiva por parte de los usuarios.

Debido a los requisitos arriba señalados y a otros muchos más, ISO y CCITT han normalizado un Servicio de Directorio OSI. Aunque el trabajo se ha desarrollado conjuntamente [1], se han producido dos estándares (son idénticos y sólo se diferencian en el formato de publicación): las Series de Recomendaciones X.500 del CCITT y la norma ISO DIS 9594.

El estándar del Directorio OSI proporciona una funcionalidad mucho más compleja que la ofrecida por cualquiera de los servicios de directorios existentes hoy en día. Así, aborda un directorio a escala mundial —con los problemas de distribución que ello acarrea— y proporciona unas potentísimas facilidades de búsqueda, cosas ambas hasta ahora nunca abordadas por los directores existentes. Bien es verdad que existen muchos sistemas de bases de datos que cubren los problemas de búsqueda, pero éstos se realizan usualmente de una manera muy centralizada.

En las próximas secciones pasamos a dar un breve repaso del Directorio OSI e iremos identificando los problemas que presenta. Por ahora podemos ya adelantar uno de vital importan-

cia: «la falta de experiencia real con sistemas de directorio». A pesar de la gran cantidad de requisitos que demandaba un *Directorio OSI*, su especificación se ha llevado a cabo sin experiencia práctica (real) sobre el problema, siendo abordado. Esta es una diferencia fundamental con la elaboración de X.400, que se realizó sobre la base de una muy buena experiencia práctica con los sistemas de mensajería existentes.

5. DIRECTORIO OSI

En las siguientes secciones vamos a describir someramente el servicio de directorio —a partir de aquí lo llamaremos el *Directorio*— que está siendo normalizado conjuntamente por ISO y CCITT. Si el lector quiere profundizar en el mismo, se le recomienda el estudio de las Recomendaciones X.500 [1] o bien de la norma ISO DIS 9594 [1]. Si sólo quiere un pequeño tutorial, le aconsejamos el artículo [10] que lleva el título: «The X.500 Directory Services».

5.1 Resumen

El *Directorio* es una colección de sistemas abiertos que cooperan para mantener una base de datos de información sobre un conjunto de objetos del mundo real. Los *usuarios* del Directorio, ya sean personas o programas de ordenador, pueden leer o modificar la información siempre y cuando tengan permiso para hacerlo. Cada usuario está representado en su acceso al Directorio por un *Agente de Usuario del Directorio (DUA)*. En la figura 1 se ilustran estos conceptos.

La información mantenida en el Directorio se denomina *Base de Información del Directorio (DIB)*. El Directorio proporciona a sus usuarios un conjunto de facilidades de acceso a dicho DIB, que se conocen como el *servicio abstracto* del Directorio. Básicamente se proporcionan facilidades de recuperación y modificación.

Se presupone que el Directorio estará ampliamente distribuido debido a aspectos funcionales y organizacionales. Esto significa que la DIB no estará contenida en un único *Agente del Sistema de Directorio (DSA)*, sino que existirán varios DSAs que cooperarán para proporcionar un servicio integrado. Así pues, un DSA proporcionará acceso a la DIB, bien a los DUAs o/y a otros DSAs. Estos conceptos se ilustran en la figura 2.

La provisión y consumo de los servicios del Directorio requiere que los usuarios (en realidad, los DUAs) y los distintos componentes funcionales (DSAs) del Directorio cooperen entre sí. En otras palabras, se necesitan unos *protocolos* normalizados que gobiernen esta cooperación.

5.2 Base de Información

El Directorio mantiene información relativa a y relevante para los siguientes elementos:

- Aplicaciones OSI
- Gestión OSI
- Entidades OSI
- Servicios de telecomunicación a escala mundial.

Toda esta información guardada en el Directorio, como ya hemos comentado, se denomina *Base de Información del Directorio (DIB)*. La DIB es una colección de información sobre *objetos* (ej., servidor de ficheros, servidor de impresión, personas, etc.). La información está repartida en *entradas*, existiendo una entrada por cada objeto.

Debido a la gran cantidad de información a guardar en el Directorio, no es aconsejable utilizar una estructura plana de



- El estándar del Directorio OSI proporciona una funcionalidad mucho más compleja que la ofrecida por cualquiera de los servicios de directorios existentes hoy en día.

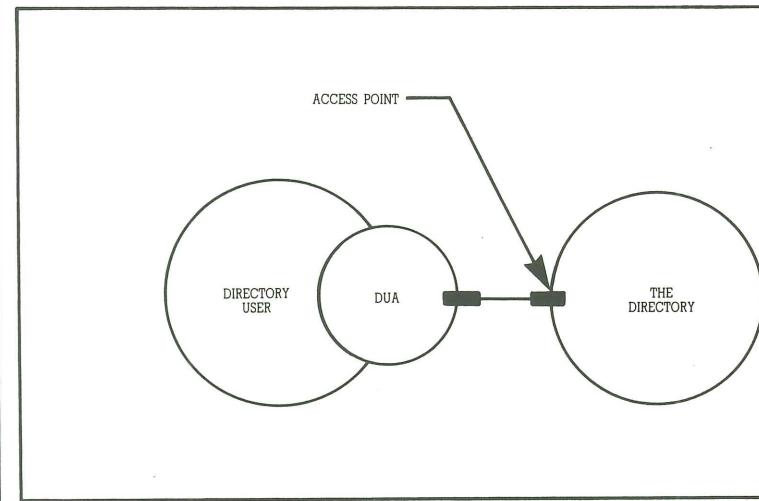


Fig. 1. ACCESO AL DIRECTORIO

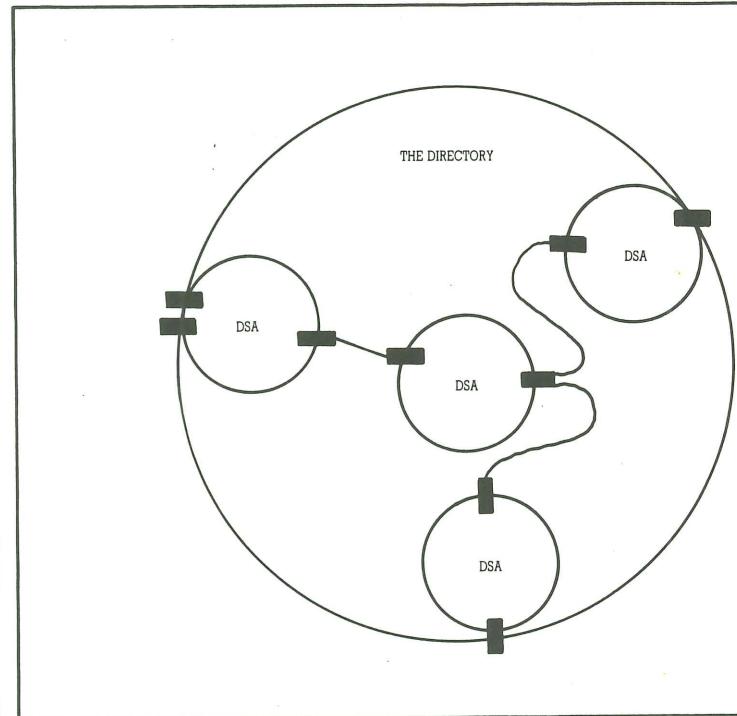


Fig. 2. DIRECTORIO DISTRIBUIDO

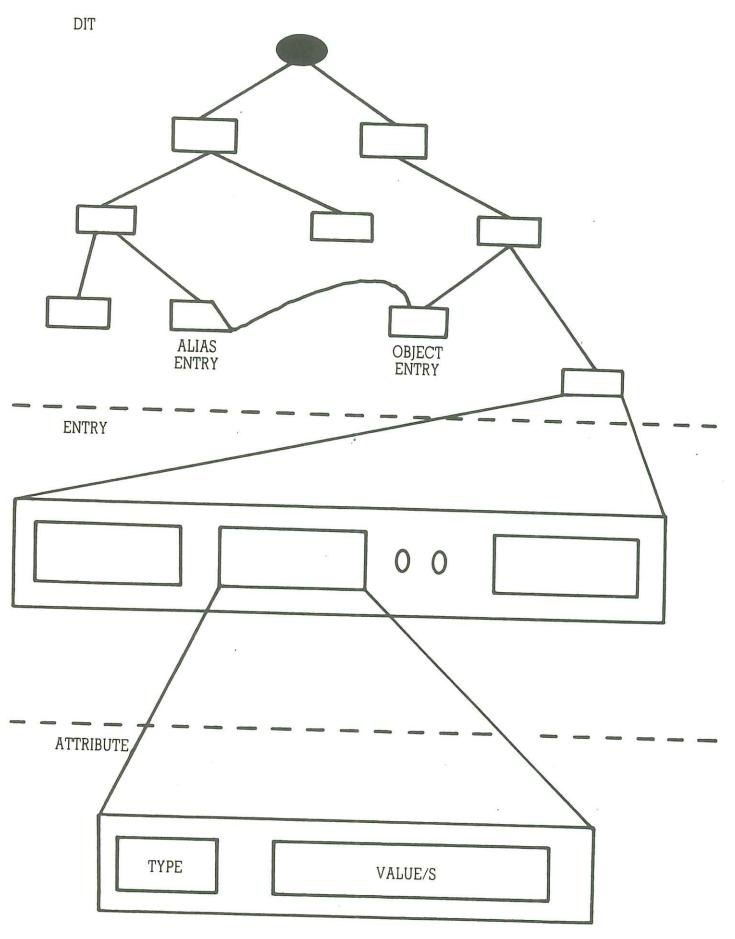


Fig. 3. ESTRUCTURA DEL DIT

entradas, puesto que sería muy difícil de manejar. Por ello se ha impuesto una jerarquía entre las entradas. Esta estructuración de las entradas en forma de árbol da lugar al *Árbol de Información del Directorio (DIT)*. Las entradas más altas en el árbol (las cercanas a la raíz) representarán normalmente objetos tales como países u organizaciones, mientras que las entradas inferiores representarán a personas o a entidades de aplicación. En la figura 3 se puede contemplar la estructura del DIT y sus componentes.

Las entradas en las ramas del árbol pueden ser de dos tipos:

- 1) *Entrada Objeto*: contiene la información relevante del objeto.

- 2) *Entrada Alias*: es un puntero a una entrada objeto. Se utiliza para formar nombres alternativos para el correspondiente objeto.

Cada entrada se compone de un conjunto de *atributos*, cada uno perteneciendo a un *tipo* determinado (ej. número telefónico) y poseyendo uno o más *valores* (ej. 34 1 5495700). Los tipos de atributo que pueden aparecer en una entrada dependerán de la *clase* de objeto (ej. lista de distribución, persona, entidad de aplicación, etc.) que describe la entrada. Todos los atributos contenidos en una entrada deberán ser de distintos tipos (ej. número telefónico, nombre, localidad, etc.). Algunos atributos serán *opcionales* (podrán aparecer o no), mientras que otros (llamados *distintivos*) serán *obligatorios* y estarán siempre presentes en dicho tipo de entrada. En la figura 4 se muestra la estructura de una entrada.

Cada entrada posee un *nombre distintivo* que define e identifica de forma única y no ambigua dicha entrada. Este nombre distintivo se forma al componer el nombre distintivo de la entrada superior junto con unos determinados atributos (llamados *distintivos*) de la propia entrada. En la siguiente sección profundizaremos sobre los *nombres* utilizados en el Directorio.

5.3 Nombres

Un *nombre* (del directorio) es una construcción lingüística que identifica a un objeto particular entre el conjunto de todos los objetos. Los nombres en el directorio deben ser no ambiguos —o sea, identificar sólo a un objeto—, pero no necesitan ser únicos —o sea, sólo un nombre para cada objeto—.

La mayoría de las redes existentes habían adoptado una estructura jerárquica de nombres. Así, dentro de la Internet los nombres se forman como una secuencia de *campos* («tokens»), siendo cada campo un pequeño trozo de texto (ej., lanceros@dit.upm.es). En el informe técnico ECMA TR-32 se adoptó una solución parecida, sólo que cada nombre es una secuencia de *atributos*, estando caracterizado cada atributo por su tipo —un entero— y su valor —una ristra de caracteres—. En el Directorio normalizado por ISO y CCITT, los nombres son secuencias de *nombres relativos distintivos (RDN)*, estando cada RDN formado por un conjunto de atributos y estando los atributos caracterizados por su tipo y su valor.

Cada nombre está, pues, formado por una secuencia de nombres relativos distintivos. Su definición, utilizando ASN.1, es la siguiente:

```

Name ::= CHOICE {
  --only one possibility for now
  RDNSequence }

RDNSequence ::= [APPLICATION 1] SEQUENCE OF RelativeDistinguishedName
RelativeDistinguishedName ::= RDNSequence
  
```

Cada entrada tiene un único *nombre relativo distintivo*. Un RDN se compone de una secuencia de *aserciones o AVAs* (pares atributo tipo-atributo valor), concernientes a los valores de la entrada. La secuencia contiene exactamente una aserción sobre cada valor distintivo contenido en la entrada. Su definición en ASN.1 es la siguiente:

```

RelativeDistinguishedName ::= SEQUENCE OF AttributeValueAssertion

AttributeValueAssertion ::= SEQUENCE {
  AttributeType,
  AttributeValue }

Attribute ::= SEQUENCE {
  type AttributeType,
  values SET OF AttributeValue }

AttributeType ::= OBJECT IDENTIFIER
AttributeValue ::= ANY
  
```

El RDN de una entrada se elige cuando se crea la entrada en el Directorio. No obstante éste puede ser modificado, si es necesario, reemplazando completamente la entrada. Normalmente, un RDN contiene una única AVA; sin embargo, en algunas circunstancias (para diferenciar la entrada) se pueden utilizar AVAs adicionales. Ejemplos de nombres relativos distintivos (RDNs) podrían ser los siguientes (CN es el acrónimo de «nombre común» y L el de «localidad»):

CN = Andres Glez. Lanceros
OU = DIT L = Madrid;

Los RDNs de todas las entradas debajo de una determinada entrada superior son distintos. La *autoridad de denominación* para esa entrada (i.e., la entrada inmediatamente superior) tiene la responsabilidad de asegurar esto, asignando valores de atributos distintivos y determinando la secuencia en la que deben aparecer.

El *nombre distintivo (DN)* de un determinado objeto se define como la secuencia (en orden descendiente) de los nombres relativos distintivos (RDNs) de las entradas superiores desde la raíz y de la propia entrada. Debido a la correspondencia biúnica entre objeto y entrada objeto, el nombre distintivo de un objeto se puede considerar que también identifica a la entrada objeto. Un ejemplo de un posible DN podría ser el siguiente:

C=ES; O=UPM; OU=DIT; CN= Andres Glez. Lanceros

En la figura 5 se puede ver un ejemplo que ilustra los conceptos de RDN y DN en relación con el DIT.

Esta elección de *nombres jerárquicos* es algo que va contra el principio de *amistosidad* (*userfriendliness*). La razón de su elección está basada en que de esta forma se consiguen fácilmente varias características que deben poseer los nombres del directorio: nombres únicos, denominación distribuida —varias autoridades de denominación— y actualización de nombres de forma distribuida. Cada nodo del árbol de información del Directorio (DIT) es como si tuviera asociado un «gestor» que es responsable de un «espacio de nombres»: es responsable de asignar nombres a objetos (a las entradas inmediatamente inferiores a ese nodo) y verificar que esos nombres sean únicos dentro de su espacio de nombres. La *unicidad* de los nombres a escala mundial se consigue y se garantiza anteponiendo al nombre local —RDN— la secuencia de partes de nombres que identifican al nodo padre, o sea, el nombre del espacio de nombres gestionado por ese nodo. El nombre final resultante, único a escala mundial, es el *nombre global* —DN— de ese objeto.

5.4 Servicios

El *Directorio* proporciona un conjunto de servicios a los usuarios, representados por sus DUAs. Todos estos servicios son proporcionados como *respuestas a peticiones* de los DUAs. El acceso al directorio usa el formalismo de *operaciones remotas*.

Hay peticiones —operaciones— que permiten la *interrogación* o *consulta* del directorio, otras permiten su *modificación*. Estas peticiones sólo pueden tener lugar durante el tiempo que un DUA y el Directorio están conectados (período que va entre una operación BIND y una operación UNBIND). El Directorio siempre devuelve una respuesta indicando si la petición se ejecutó exitosamente, si hubo algún error o bien si fue rechazada.

Las operaciones (servicios) disponibles en el Servicio de Directorio son:

- Interrogación del Directorio
 - Leer (Read): opera sobre un único objeto (entrada) y devuelve los valores de todos o algunos de los atributos de la entrada.

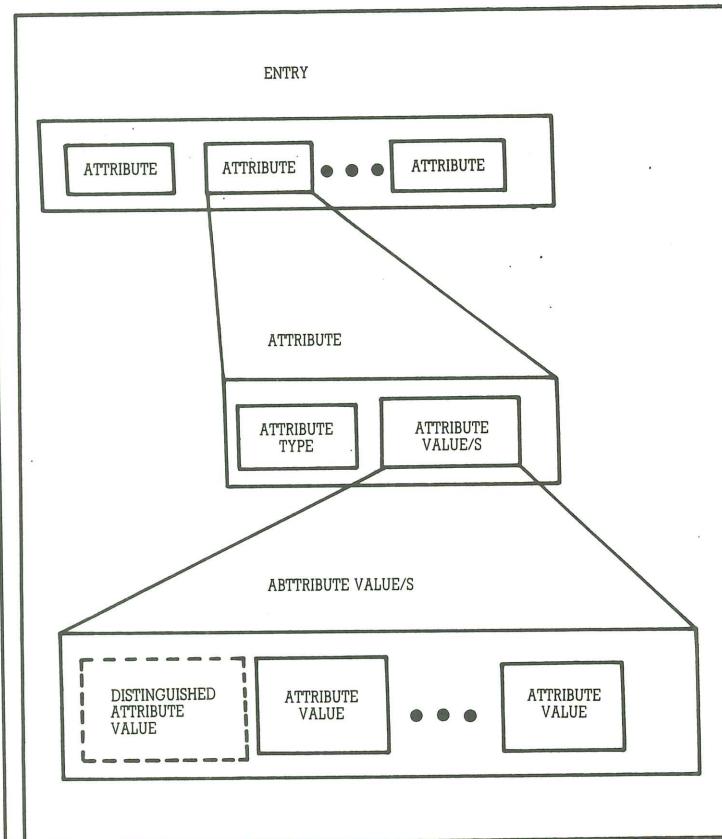


Fig. 4. ESTRUCTURA DE UNA ENTRADA

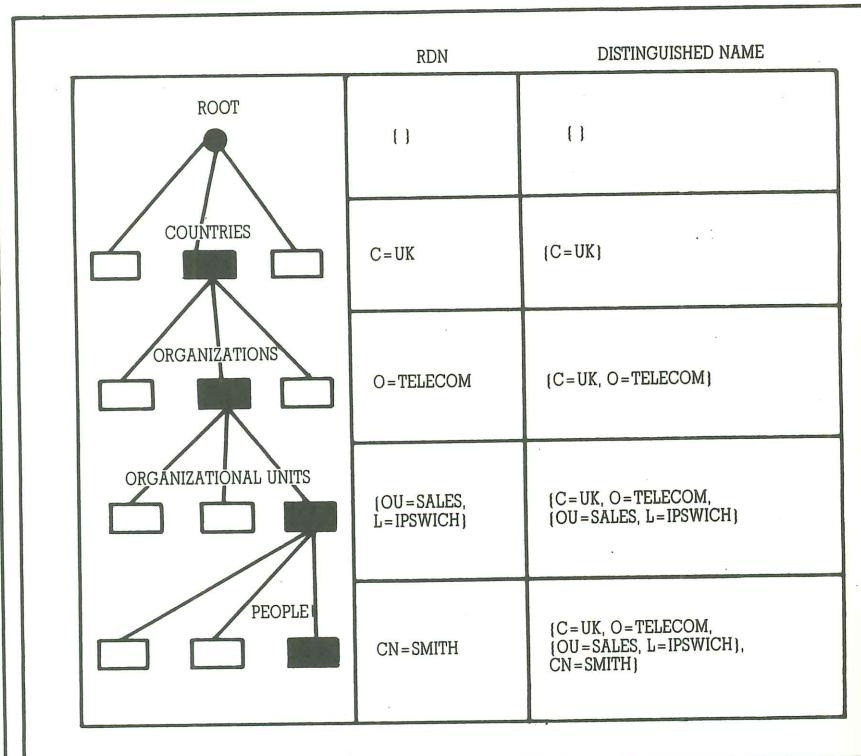


Fig. 5. RDNs Y DNs EN EL DIT

- *Comparar (Compare)*: También opera sobre una única entrada y devuelve un valor booleano indicando si el valor de un atributo de la entrada coincide con el presentado por el DUA.
- *Listar (List)*: Opera sobre varias entradas y devuelve los nombres de todas las entradas que son descendientes (subordinadas) de una entrada padre.
- *Buscar (Search)*: También opera sobre varias entradas pero, a diferencia de la anterior, sólo devuelve las en-

tradas descendientes que satisfacen un determinado criterio o filtro —i.e., una condición booleana basada en la presencia de un atributo o en un valor determinado del mismo.

- *Abandonar (Abandon)*: Permite a un DUA indicar al Directorio que no está ya interesado en la consulta que éste está tratando de resolver, por lo que puede descartarla.

• Modificación del Directorio

- *Añadir Entrada (Add Entry)*: Permite añadir una nueva entrada (como rama final) al DIT. La entrada puede ser una entrada objeto o una entrada alias.
- *Eliminar Entrada (Remove Entry)*: Permite eliminar una entrada (rama final) del DIT.
- *Modificar Entrada (Modify Entry)*: Permite efectuar una serie de cambios a una entrada. Estos cambios permiten cambiar valores de atributos, añadir nuevos atributos, borrar algunos atributos, etc.

Haciendo uso de estos servicios (operaciones), bien conjuntamente o de forma separada, el usuario deberá poder acceder a las tres *funciones básicas* que ofrece el directorio:

- 1) *Relación Nombre-Atributo*: Permite obtener toda o parte de la información sobre el objeto cuyo nombre se proporciona. Este servicio equivale al servicio de *páginas blancas* del listín telefónico. Así, dado el nombre de un usuario, podremos conocer su dirección, su número telefónico, etc.
- 2) *Relación Atributo-Conjunto de Nombres*: Permite obtener todos los nombres de los objetos que poseen un determinado atributo. Este servicio equivale al servicio de *páginas amarillas*. Dando el atributo «profesión = ingeniero», podremos conocer los ingenieros registrado en el directorio.
- 3) *Relación Nombre-Grupo de Nombres*: Permite obtener todos los nombres que son referenciados colectivamente por el nombre del grupo. Este servicio es básico para poder soportar las listas de distribución, tan usadas en el servicio de correo electrónico.

5.5 Protocolos

Como ya hemos mencionado anteriormente, el Directorio sigue el modelo *cliente-servidor*. La división de funciones está muy clara: el cliente o Agente de Usuario del Directorio (DUA) se ocupa de todas las funciones relacionadas con la interfaz de usuario y con la estructura del diálogo, mientras que el servidor o Agente del Sistema de Directorio (DSA) se ocupa del acceso y gestión eficiente de la base de datos. En la figura 6 se contemplan los protocolos involucrados en dicho modelo.

El Agente de Usuario del Directorio (DUA) se conecta a un Agente del Sistema de Directorio (DSA) a través del *Protocolo de Acceso al Directorio (DAP)*. Este protocolo define el intercambio de peticiones y respuestas entre un DUA y un DSA.

Como descubrimos en una sección anterior, al estar el servicio distribuido en varios agentes existe un protocolo entre DSAs, que se denomina *Protocolo del Sistema de Directorio (DSP)*. Este protocolo define el intercambio de peticiones y respuestas entre dos DSAs.

El acceso al Directorio está basado en el formalismo de *operaciones remotas*. Así pues, el DAP y el DSP se definen como un conjunto de operaciones remotas y errores usando la notación definida en el Servicio de Operaciones Remotas (ROSE); En realidad, tanto el DAP como el DSP son realmente una torre de protocolos OSI, incluyendo sesión, presentación, el Servicio de Control de Asociaciones (ACSE), el Servicio de Operaciones Remotas (ROSE) y una serie de elementos del servicio de aplicación (ASEs) específicos al Directorio y definidos en el estándar del Directorio.

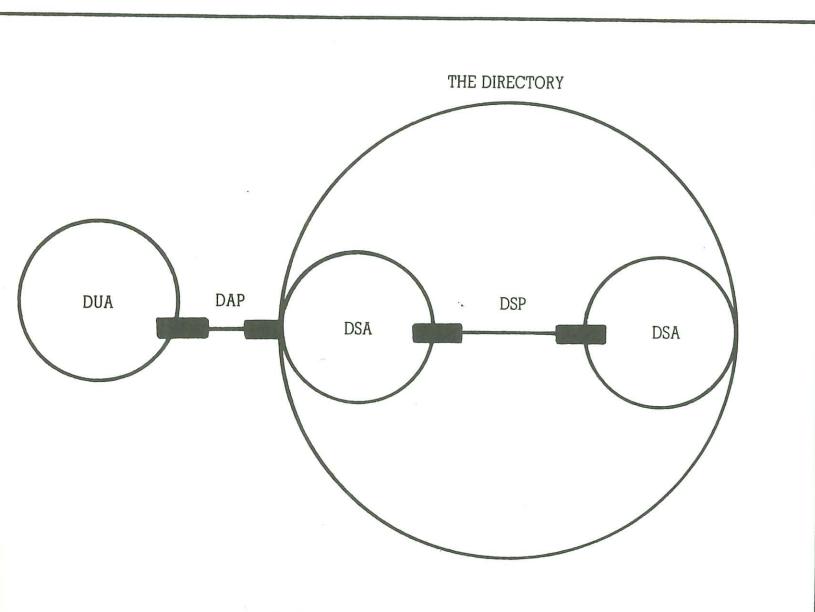


Fig. 6. PROTOCOLOS DEL DIRECTORIO

6. CONCLUSIONES

Este artículo ha resumido las principales características que presenta el *Directorio OSI*. Se ha destacado su papel trascendental en la provisión de un entorno OSI *amistoso*, donde los objetos se puedan referenciar por sus nombres sin tener necesidad de manejar las complicadas e inescribibles direcciones que indican dónde se hallan ubicados. Así, por ejemplo, el Directorio OSI es un servicio básico a la hora de proporcionar un servicio de correo electrónico a escala mundial (MHS, MOTIS).

Hasta ahora, el esfuerzo normalizador se ha concentrado en los sistemas de correo electrónico; no obstante si queremos que los usuarios lo acepten totalmente, debemos proporcionarles herramientas similares a las que disponen en otros sistemas de comunicación —servicio telefónico—. El Directorio OSI satisface estos requisitos y proporciona la funcionalidad requerida por los usuarios.

Conscientes de la importancia del tema, la CEE ha patrocinado varios proyectos ESPRIT para promocionar los servicios de directorio. Entre ellos podemos citar los proyectos THORN e INCA. Asimismo, dentro del proyecto RARE, su grupo de trabajo número 3 (WG 3) ha definido las especificaciones del servicio de directorio que se va a implementar dentro del proyecto COSINE.

Todo este movimiento acerca del Directorio OSI, sólo refleja el interés de los usuarios en poseer entornos amistosos donde la denominación de los objetos y personas sea lo más sencilla posible. Es esto lo que nos lleva a afirmar, sin temor a equivocarnos, que el Programa IRIS debería empezar ya sin demoras

—una vez establecida una red de transporte y la provisión de un servicio de correo electrónico— el estudio de la introducción de un Directorio OSI en la red académica española. Creemos que ello ayudaría a satisfacer una buena parte de los servicios que los científicos e investigadores españoles están demandando en la actualidad.

Referencias

- [1] CCITT/ISO, «*The Directory - Overview of Concepts, Models and Services*», CCITT Recommendation X.500/ISO DIS 9594-1, October 1987.
- [2] Mockapetris, P., «*Domain Names - Concepts and Facilities. RFC 882*», University of Southern California, Information Sciences Institute, November 1983.
- [3] Mockapetris, P., «*Domain Names - Implementation and Specification. RFC 883*», University of Southern California, Information Sciences Institute, November 1983.
- [4] Birrel, A. D., et alii, «*Grapevine: an exercise in distributed computing*». *Communications of the ACM* 25, April 1982, pp. 260-274.
- [5] CCITT, «*Recommendations X.400-X.430: Message Handling Systems*», Fascicle VIII.7, Red Book, Málaga-Torremolinos, October 1984.
- [6] White, J. E., «*A User-friendly Naming Convention for Use in Communication Networks*», IFIP WG 6.5 Working Conference, Nottingham, May 1984.
- [7] ECMA, «*OSI Directory Access Service and Protocol*», ECMA TR/32, February 1985.
- [8] CCITT/ISO, «*MHS/MOTIS: System and Service Overview*», CCITT Recommendation X.400/ISO DIS 10021-1, April 1988.
- [9] CCITT/ISO, «*Open Systems Interconnection-Basic Reference Model*», CCITT Recommendation X.200/ISO IS 7498, October 1984.
- [10] Huitema, C., «*The X.500 Directory Services*». *Computer Networks and ISDN Systems* 16, pp. 161-166, 1988.

Andrés González Lánceros.
Profesor del DIT, UPM.

Juan A. Saras, Profesor del
DIT. UPM.

<lanceros@dit.upm.es>
<saras@dit.upm.es>

ARTIX: Interconexión con subredes X.25

J. Berrocal
D. Fernández
E. Pastor
J. Riera

RESUMEN

Se presentan las soluciones de interconexión de ARTIX con las principales subredes X.25, públicas y privadas. Para ello, se propone un plan de numeración X.121 y procedimientos para conseguir que la comunidad científica española obtenga el incremento de calidad de servicio asociado a una infraestructura de alta velocidad, sin perder la conectividad que proporcionan las redes públicas.

Se intenta que los procedimientos planteados gocen de elevada persistencia temporal, y para ello se sugieren soluciones alternativas, que podrán implantarse sucesivamente o en función de acuerdos bilaterales con otras autoridades de direcccionamiento.

1. INTRODUCCIÓN

ARTIX está concebida, en principio, como una arteria de transporte X.25, enlazando Madrid, Barcelona y Sevilla, mediante circuitos digitales de 64 Kbps. Esta subred irá creciendo, tanto en usuarios como en número de nodos, con lo que el primer objetivo del plan de numeración es que tenga una vigencia considerable.

En la actualidad, la proliferación de subredes X.25 es notable. Por un lado, están las redes públicas, cuyo exponente español es Iberpac. Por otro, encontramos redes privadas organizadas en torno a un objetivo científico común, entre las que merece destacarse la de Física de Altas Energías (FAENET en España). Por último, se encuentra en fase de especificación

la red paneuropea de alta velocidad (denominada IXI), con el objetivo de proporcionar una infraestructura común X.25 que satisface las necesidades de los centros de investigación europeos.

Todo ello hace que la definición de un plan de numeración no sea trivial, sobre todo si se pretende que goce de una persistencia en el tiempo y esté conforme al de otras redes a las que se desea tener acceso.

Un requisito básico a la hora de establecer el plan es que todo equipo con acceso directo a ARTIX tenga una única dirección X.121. Para conseguirlo se ha adoptado un esquema de direcciones derivado del de IXI, debido a que es el único con el que se pueden conseguir los objetivos anteriores.

El documento está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se resume la recomendación X.121. En la sección 3 se define el plan de numeración de ARTIX. En las secciones 4 y 5 se especifican las tablas de translación que han de tener los nodos para acceder a IXI e Iberpac.

2. FORMATO DE DIRECCIONES X.121

La recomendación de X.121 del CCITT [1] define un plan de numeración internacional para redes públicas de datos pensado para facilitar su interfuncionamiento y simplificar la introducción de nuevas redes.

X.121 se basa en la asignación de un identificador llamado *número de datos internacional* a cada Equipo Terminal de Datos (ETD) conectado a una red pública. Este identificador permite conocer: el país en que se encuentra, la red de datos dentro del país, en el caso de que existan varias, y la dirección nacional del ETD.

Un *número de datos internacional* está formado por un conjunto de cifras del 0 al 9 siguiendo el formato que aparece en la figura 1.

El DNIC (Data Network Identification Code) (1) se utiliza para identificar a una determinada red de datos. Sus tres primeras cifras forman el DCC (Data Country Code) (2), que identifica al país al que pertenece la red y es asignado por el CCITT. Por ejemplo, a España le corresponde el indicativo 214. La cuarta cifra, el *número de red*, permite distinguir entre un máximo de 10 redes de datos distintas dentro del país. Así el DNIC de IBERPAC es 2145.

Los DCC asignados a cada país comienzan todos por una cifra comprendida entre el 2 y el 7. Las cifras 0 y 1 están reservadas para futuros usos y las 8 y 9 se utilizan para facilitar el interfuncionamiento con las redes télex y telefónica, respectivamente. Por ejemplo, una dirección que comience por 8, seguido de un número de télex internacional identifica a un ETD conectado a la red télex.

El NTN (Network Terminal Number) (3) de un ETD es la dirección completa que se utiliza para acceder a él desde dentro de la red a la que pertenece. Su asignación se lleva a cabo a nivel nacional.

(1) Código de Identificación de Red de Datos (CIRD), en la terminología castellana.

(2) Identificador de País para Datos (IPD), en la terminología castellana.

(3) Número de Terminal de Red (NTR), en la terminología castellana.

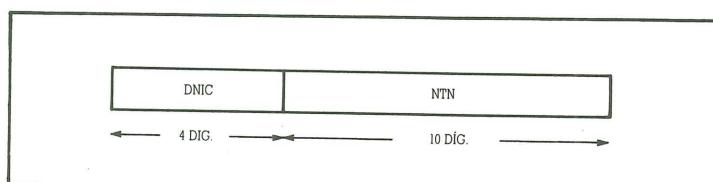


Fig. 1. FORMATO DE DIRECCIÓN X.121

La utilización del DNIC en las llamadas nacionales es opcional. Existen unas redes que lo incluyen y otras que no, por ejemplo IBERPAC. En el caso de que no se incluya, se hace necesaria la existencia de un prefijo que permita diferenciar una dirección nacional de una internacional. En el caso de IBERPAC este prefijo es un cero. Con él se completan el máximo de 15 cifras decimales previstas en X.25 para una dirección de red [prefijo (1)+ DNIC(4)+ NTN(10)].

3. PLAN DE NUMERACIÓN DE ARTIX

Cada ETD conectado a ARTIX poseerá una única dirección X.121. Ésta será independiente de las redes accesibles desde ARTIX y sus planes de numeración, así como de la forma que se establezca para acceder a los ETDs de ARTIX desde alguna de estas redes. Cualquier otro ETD de ARTIX que quiera dialogar con él utilizará esta dirección.

El formato de las direcciones de ARTIX estará de acuerdo con el propuesto para la futura red paneuropea IXI [2]. Su estructura es la siguiente, (véase figura 2) donde:

- DDDD es el DNIC asignado a IXI (2043).
- CC es un código de país de dos dígitos (no asignados todavía).
- N es un número del 1 al 7 que indica la longitud del campo XXX..
- XXX.. es el identificador del ETD, de longitud N dígitos.
- YY.. es la subdirección, de longitud 7-N dígitos.

En el caso particular de ARTIX, N valdrá 5. Así los identificadores de ETD tendrán cinco dígitos, reservándose 2 para subdirección. Esto ofrece un rango de direcciones de 100.000 ETDs, suficiente para una red de estas características.

De estas cinco cifras, las dos primeras (campo nn) se utilizarán para identificar un nodo dentro de la red y las tres últimas (campo eee) para determinar un enlace dentro de ese nodo (figura 3). De esta forma, la red podrá tener un máximo de 100 nodos distintos y de 1.000 ETDs conectados colgando a cada nodo.

En ARTIX sólo existirán *nodos locales*, es decir, aquellos que poseen conexiones con ETDs y con otros nodos del mismo tipo. Se ha descartado una topología de tipo jerárquico en la que existan además *nodos de tránsito* sin conexiones directas a ETDs. Aunque ésta simplificaría bastante el encaminamiento de llamadas, reduciendo considerablemente las tablas de encaminamiento, no se ha considerado su utilización en ARTIX, ya que el número de nodos y ETDs no es grande y, por tanto, las tablas tampoco. Además, un encaminamiento no jerárquico es más flexible y permite una adaptación más sencilla a las condiciones particulares de una determinada red.

Cada nodo de ARTIX poseerá una dirección propia para realizar tareas de gestión y configuración. Obviamente, las dos primeras cifras del campo XXXXX coincidirán con el identificador de nodo.

4. ACCESO A IXI

Uno de los nodos de ARTIX poseerá un enlace con el nodo español de la red IXI. A través de él se cursará todo el tráfico con destino a usuarios de IXI de otros países y todo el que, procedente de ellos, vaya destinado a ARTIX.

Al recibir una petición de llamada con el DNIC de IXI (2043), los nodos de ARTIX comprobarán cuál es el código de país (CC)



■ La comunidad científica española obtendrá de ARTIX el incremento de calidad de servicio asociado a una infraestructura de alta velocidad, sin perder la conectividad que proporcionan las redes públicas.

■ El plan de numeración asigna direcciones independientes de los esquemas de direccionamiento de otras subredes X.25. Con ello se consigue concentrar la complejidad de interconexión en los nodos de ARTIX.

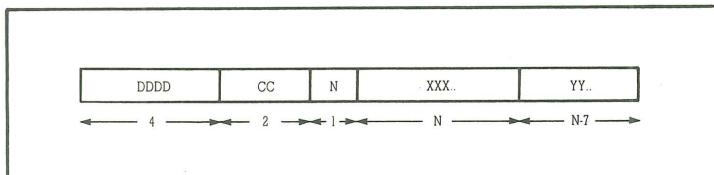


Fig. 2. FORMATO DE DIRECCIÓN EN IXI

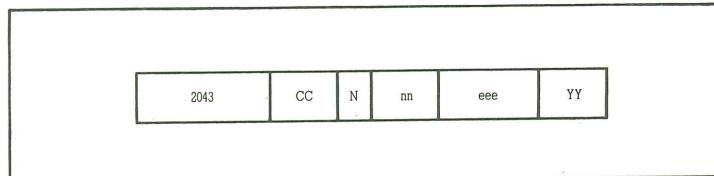


Fig. 3. FORMATO DE DIRECCIÓN EN ARTIX

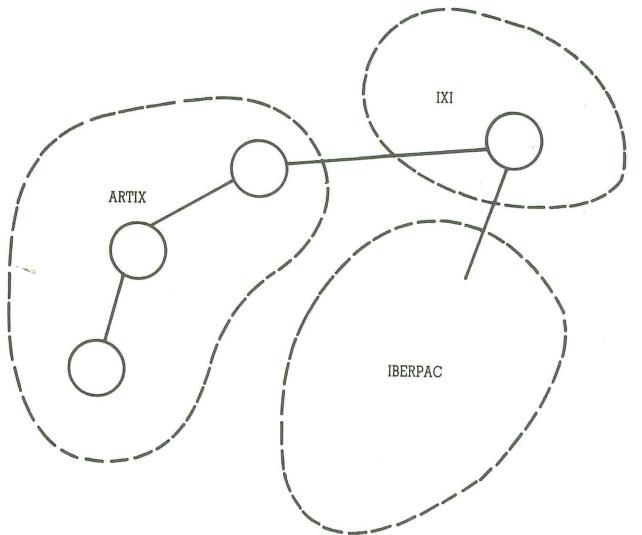


Fig. 4. CONEXIÓN ARTIX-IXI-IBERPAC

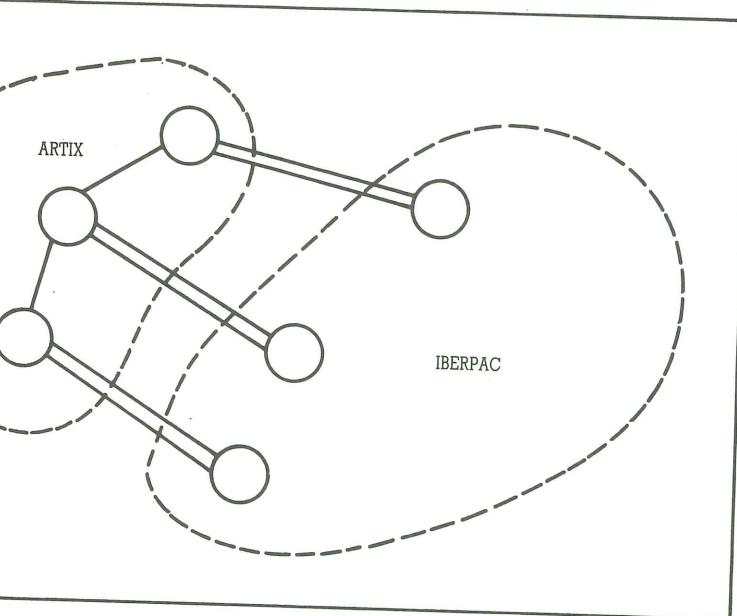


Fig. 5. CONEXIONES CON IBERPAC

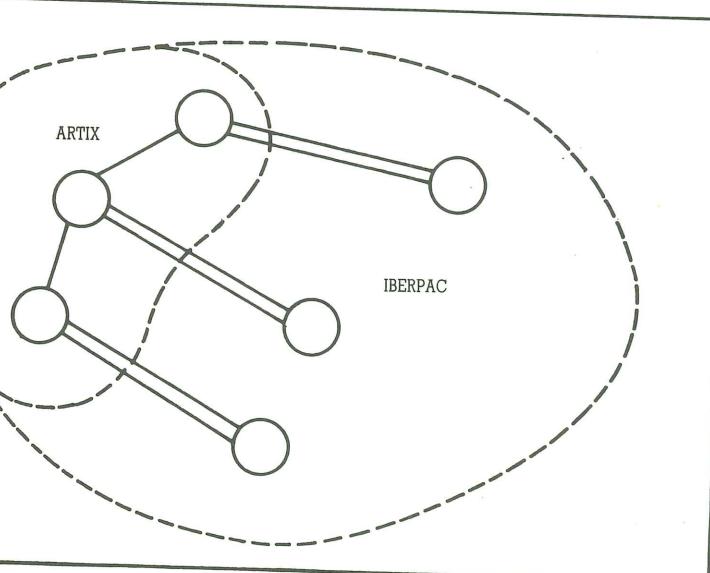


Fig. 6. CESIÓN DE DIRECCIONES

de la dirección llamada. Si éste no es el correspondiente a España, la llamada será encaminada hacia el enlace con IXI para su distribución por parte de los nodos de esa red. Si por el contrario el CC pertenece a España, la llamada será encaminada a nivel nacional hacia el nodo de ARTIX indicado por los dos primeros dígitos del campo XXXXX.

Igualmente, cuando IXI reciba una petición de llamada con el CC de España la encaminará hacia el enlace ARTIX-IXI, y los nodos de ARTIX realizarán el encaminamiento de igual forma que si fuese una llamada nacional.

5. ACCESO A IBERPAC Y OTRAS REDES PÚBLICAS

Para permitir el establecimiento de llamadas entre los usuarios conectados a ARTIX y los conectados a IBERPAC u otras redes accesibles desde ella, se plantean a continuación varias soluciones técnicas, consideradas como las más viables de entre todas las posibles.

La primera consiste en la conexión de ARTIX e IBERPAC a través del nodo español de la red IXI, usando las conexiones que éste tendrá con las dos redes (figura 4).

La segunda se basa en el alquiler a Telefónica de varias conexiones con IBERPAC desde cada uno de los nodos de ARTIX (figura 5). De esta forma, ARTIX sería vista por IBERPAC como un conjunto de ETDs.

La tercera es una simplificación de la anterior, mediante la utilización del futuro servicio de múltiples direcciones en un solo enlace de IBERPAC.

La última consiste en la cesión, por parte de Telefónica, de una parte del dominio de direcciones de IBERPAC, de forma que los nodos de ARTIX estén, a efectos de direccionamiento, integrados en IBERPAC (figura 6).

Las cuatro soluciones presentadas no son excluyentes. Si se considerase necesario, podrían coexistir varias de ellas. O podría adoptarse una de forma provisional para luego migrar hacia la solución definitiva. Por ejemplo, de elegirse la primera solución, podría darse el caso de que el nodo de IXI no estuviese disponible a tiempo, lo que obligaría a utilizar de forma provisional una de las otras soluciones.

Se estudian a continuación con detenimiento cada una de las soluciones.

5.1 Mediante DNIC

Dado que IXI, y por tanto ARTIX, poseen un DNIC propio (2043) y que está previsto que el nodo español de IXI tenga dos conexiones: una a IBERPAC y otra al nodo de Madrid de ARTIX, es posible que el intercambio de llamadas entre las dos redes se haga en base al DNIC de las direcciones.

Para ello, un ETDA conectado a IBERPAC que quisiera entrar en contacto con otro ETDB conectado a ARTIX debería utilizar como dirección llamada la dirección ARTIX del ETDB: 2043 34 5 XXXXX (suponiendo que el CC español sea el 34). La red IBERPAC, al detectar una dirección con el DNIC de IXI, encaminaría la llamada hacia el nodo español de IXI, y éste a su vez al comprobar que el código del país (CC) es el correspondiente a España, reencaminaría la llamada hacia ARTIX.

A la inversa, si el ETDB de ARTIX quiere llamar al ETDA de IBERPAC, deberá utilizar su dirección IBERPAC completa da con el DNIC (2145). Los nodos de ARTIX al detectar el DNIC de IBERPAC encaminarían la llamada hacia el nodo de IXI, el cual la reencaminaría hacia IBERPAC.

Esta solución obliga a que todas las llamadas intercambiadas entre las dos redes pasen por IXI, por lo que su rentabilidad económica dependerá principalmente de la diferencia entre las tarifas de cada red. Otro factor a tener en cuenta podría ser también el retardo de tránsito introducido.

5.2 Conexiones con IBERPAC

En este caso, cada nodo de ARTIX tendrá una o varias conexiones con IBERPAC para cursar el tráfico que intercambien sus ETDs locales y otros conectados a IBERPAC u otras redes accesibles a través de ella.

Supongamos que un ETD (ETDA) conectado a IBERPAC quiere dialogar con otro (ETDB) conectado a un nodo (N) de ARTIX. Para que el diálogo sea posible es necesario «asociar» al ETDB la dirección IBERPAC de alguno de los enlaces que unen al nodo N con IBERPAC. De esta forma, el ETDA para establecer una conexión con el ETDB deberá usar la dirección «asociada» del ETDB. El nodo N al recibir una llamada con esa dirección consultará sus tablas de traslación y la cambiará por la dirección ARTIX del ETDB. Hecho esto, el encaminamiento de la llamada se hará de la forma normal.

En principio sería necesario tener una conexión por cada uno de los ETDs de un nodo de ARTIX que requiera ser visible desde IBERPAC, pero es posible reducir esta relación mediante el uso de un dígito de subdirección. De esta forma, cada dirección IBERPAC podría asociarse a 10 ETDs, reduciendo el número de conexiones necesarias a la décima parte.

Ha de quedar claro que la dirección de un ETD conectado a ARTIX es única y responde al formato descrito en la sección 3. Las direcciones IBERPAC asociadas no son más que un método para posibilitar la interconexión entre las dos redes.

Sirva como aclaración de lo expuesto el ejemplo de la figura 7. En él existen dos conexiones con IBERPAC (213021020 y 233947801) desde el nodo 10 de ARTIX, además de varios ETDs conectados a dicho nodo. Los dos primeros (ETDA y ETDB) poseen como dirección ARTIX 2043 34 5 10000 y 2043 34 5 10001 (suponiendo que el CC español sea el 34). Entonces, sus direcciones asociadas en IBERPAC serán respectivamente 2130210200 y 2130210201, ya que están asociados a la conexión a IBERPAC 213021020 y los últimos dígitos de su dirección ARTIX son 0 y 1.

Si el número de ETDs conectados al nodo 10 crece por encima de 10, se hará uso de la segunda conexión con IBERPAC. Así la dirección asociada IBERPAC del ETDM (primer ETD asociado a la conexión 233947801) sería 2339478010, resultado de añadir el último dígito de su dirección ARTIX al número IBERPAC de la segunda conexión.

Si uno de los ETDs de ARTIX quisiera llamar a otro conectado a IBERPAC o a cualquier otra red accesible desde ésta, debería utilizar su dirección completa, incluyendo el DNIC. Por ejemplo, si el ETDA quisiera llamar al ETDX debería utilizar como dirección llamada 2145 224007241. En este caso, el nodo 10, al reconocer el DNIC de IBERPAC, encaminaría la llamada hacia uno de sus dos enlaces con esta red, quitando de la dirección el DNIC, ya que las direcciones de IBERPAC no deben llevarlo. Si el DNIC fuera el de cualquier otra red, no se suprimiría y se añadiría el prefijo internacional para que IBERPAC fuese capaz de encaminar la llamada correctamente.

Debido a la diferencia entre las direcciones ARTIX y las asociadas IBERPAC, cada nodo deberá tener una tabla de traslación que permita pasar de una dirección a otra. Ésta tendrá que tener en cuenta, además, que los cambios a realizar en las direcciones dependerán de si la llamada va de ARTIX a IBERPAC, o viceversa, y de si han de aplicarse sobre la dirección llamada o la llamante.

Para el ejemplo anterior, las tablas de traslación del nodo 10 aparecen en la tabla 1.

En ellas, X representa un dígito cualquiera del 0 al 9 y AAAA el DNIC de una red distinta de IBERPAC e IXI.

Como se observa, la tabla en el sentido IBERPAC-ARTIX consta de una entrada por cada una de las conexiones con IBERPAC que posee el nodo para la traducción de las direcciones llamadas y dos entradas para traducir las direcciones llamantes. En el sentido ARTIX-IBERPAC consta de dos entradas para traducir la dirección llamada y una por cada conexión a



- La comunidad científica española obtendrá de ARTIX el incremento de calidad de servicio asociado a una infraestructura de alta velocidad, sin perder la conectividad que proporcionan las redes públicas.

- El plan de numeración asigna direcciones independientes de los esquemas de direccionamiento de otras subredes X.25. Con ello se consigue concentrar la complejidad de interconexión en los nodos de ARTIX.

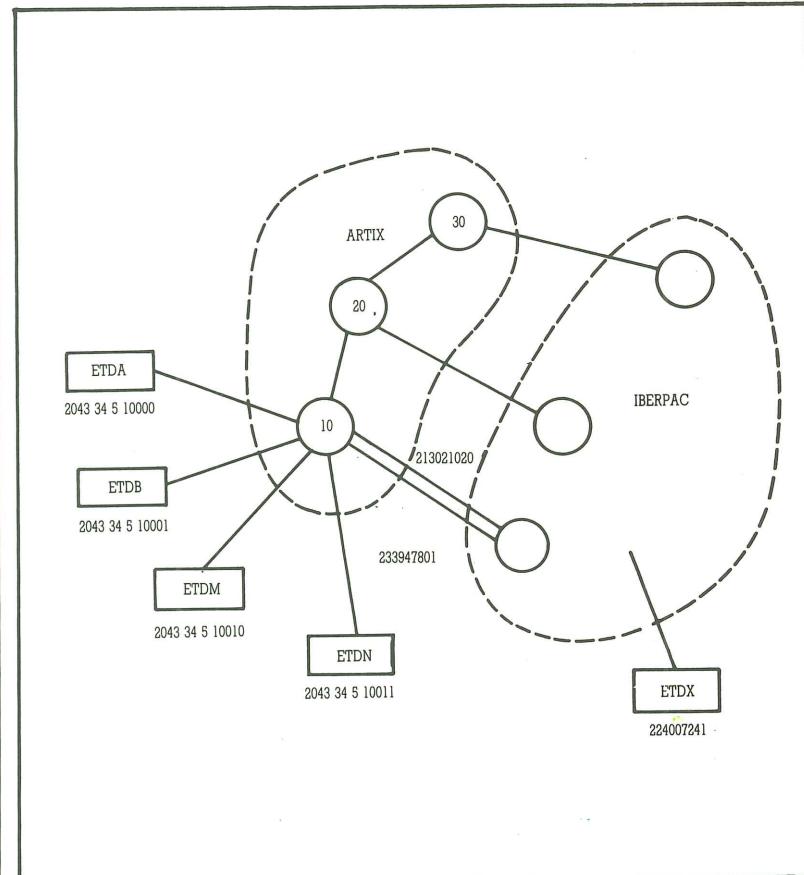


Fig. 7. EJEMPLO DE CONEXIONES CON IBERPAC

Sentido IBERPAC-ARTIX		
	Original	Traducida
Dirección llamada	213021020X 233947801X	2043 34 5 1000X 2043 34 5 1001X
Dirección llamante	0 AAAA XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	AAAAA XXXXXXXXXX 2145 XXXXXXXXXX

Sentido ARTIX-IBERPAC		
	Original	Traducida
Dirección llamada	2145 XXXXXXXXXX AAAAA XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX 0 AAAA XXXXXXXXXX
Dirección llamante	2043 34 5 1000X 2043 34 5 1001X	213021020X 233947801X

Tabla 1: TABLAS DE TRASLACIÓN

IBERPAC para traducir la dirección llamada y una por cada conexión a IBERPAC para traducir las direcciones llamantes. Además, las tablas son simétricas, es decir, cambiando dirección llamante por llamada y original por traducida en una tabla obtenemos la otra.

En lo anterior no se contempla el caso en que dos ETDs de ARTIX intenten comunicarse utilizando sus direcciones asociadas IBERPAC. Si lo hiciesen, los nodos de ARTIX encaminarían la llamada hacia IBERPAC y ésta la volvería a encaminar hacia ARTIX, pudiéndose darse el caso de que los datos de una llamada recorriesen un mismo enlace en los dos sentidos en el camino desde su origen hacia su destino.

Para evitarlo, podrían introducirse nuevas entradas en las tablas de traslación de los nodos en el sentido ARTIX-IBERPAC de forma que si se detecta la dirección asociada de alguno de los ETDs conectados al nodo se encamina la llamada localmente, traduciendo la dirección asociada a su correspondiente dirección ARTIX. De esta forma, la tabla del ejemplo anterior quedaría tal como se muestra en la tabla 2. Se entiende que, a la hora de realizar una traslación, las tablas se consultan en orden descendente. Es decir, primero se mira si la dirección a traducir coincide con la primera línea; si no, se mira la segunda, y así sucesivamente.

Sentido ARTIX-IBERPAC		
	Original	Traducida
Dirección llamada	2145 213021020X 2145 233947801X 2145 XXXXXXXXXX AAAAA XXXXXXXXXX	2043 34 5 1000X 2043 34 5 1001X XXXXXXXXXX 0 AAAA XXXXXXXXXX
Dirección llamante	2043 34 5 1000X 2043 34 5 1001X	213021020X 233947801X

Tabla 2. TABLAS DE TRASLACIÓN MODIFICADAS

Debido a la longitud de los identificadores de IBERPAC (9 dígitos) no es posible que los dos dígitos de subdirección previstos en ARTIX sean utilizables desde ETDs no conectados a ARTIX. Sería posible en el caso de que la llamada procediese de IBERPAC, por no utilizarse el DNIC, pero no en el caso de que la llamada procediese de otra red distinta, ya que habría que incluir necesariamente el 2145 y el prefijo internacional, no quedando dígitos para subdirección.

5.3 Múltiples direcciones

La anterior solución puede simplificarse mediante el uso del servicio de múltiples direcciones que Telefónica va a incorpo-

rar a IBERPAC. Este servicio consistirá en la posibilidad de contratar un enlace con varias direcciones IBERPAC (hasta 100), de forma que todas las llamadas que respondan a una de las direcciones contratadas se encaminen hacia ese enlace.

De esta forma, el número de enlaces entre cada nodo de ARTIX e IBERPAC se podría reducir considerablemente, con el consiguiente ahorro de puertos de comunicación. Las tablas de traslación de los nodos serían las mismas que las del apartado anterior.

5.4 Cesión de direcciones

Es el caso en que Telefónica cediese a ARTIX una pequeña parte del dominio de direccionamiento de IBERPAC. Es decir, que, por ejemplo, todas las direcciones cuyos primeros dígitos fuesen 7777 correspondiesen a ETDs conectados a ARTIX. Los nodos de ARTIX estarían integrados en IBERPAC a efectos del direccionamiento. Cuando un nodo de IBERPAC detectase una dirección de las cedidas, mandaría la llamada hacia alguno de los nodos de ARTIX, igual que si de un nodo de IBERPAC se tratase.

Mediante este método, la traslación de direcciones entre ARTIX e IBERPAC se simplificaría considerablemente, ya que los cinco últimos dígitos de las dos coincidirían. Las tablas de traslación de un nodo en este caso serían independientes del número de ETDs conectados o de las conexiones con IBERPAC. Para el ejemplo de la figura 8 dichas tablas aparecen en la tabla 3. En ella, X y AAAA tienen el mismo significado que en el apartado 5.1.

Sentido IBERPAC-ARTIX		
	Original	Traducida
Dir. llamada	7777 XXXXX	2043 34 5 XXXXX
Dirección llamante	0 AAAA XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	AAAAA XXXXXXXXXX 2145 XXXXXXXXXX

Sentido ARTIX-IBERPAC		
	Original	Traducida
Dirección llamada	2145 XXXXXXXXXX AAAAA XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX 0 AAAA XXXXXXXXXX
Dir. llamante	2043 34 5 XXXXX	7777XXXXX

Tabla 3. TABLAS DE TRASLACIÓN

En este caso aparecería también el problema planteado para la otra solución si un ETD de ARTIX llama a otro utilizando su dirección asociada. Los cambios a introducir en las tablas de traslación son similares, pero se reducen a una nueva línea en la tabla y no a una por conexión IBERPAC. Para el ejemplo anterior la tabla quedaría como aparece en la tabla 4.

Sentido ARTIX-IBERPAC		
	Original	Traducida
Dirección llamada	2145 7777XXXXX 2145 XXXXXXXXXX AAAAA XXXXXXXXXX	2043 34 5 XXXXX XXXXXXXXXX 0 AAAA XXXXXXXXXX
Dir. llamante	2043 34 5 XXXXX	7777XXXXX

Tabla 4. TABLAS DE TRASLACIÓN MODIFICADAS

6. CONCLUSIONES

Se han analizado los requisitos de direccionamiento impuestos por redes públicas (Iberpac) y privadas (IXI). A partir de éstos, se han descrito los procedimientos para garantizar el acceso de los usuarios de ARTIX a dichas subredes, y viceversa.

Es de destacar que el plan de numeración asigna direcciones únicas a sus ETDs, que son independientes de los esquemas de direccionamiento de otras subredes X.25. Con ello se consigue concentrar la complejidad de interconexión en los nodos de ARTIX.

Como ha quedado expuesto, existen causas (entrada en servicio de IXI, acuerdos con Telefónica, aparición de otras alternativas privadas) que pueden hacer cambiar los criterios lógicos de encaminamiento. Debido a esta incertidumbre se han propuesto varias soluciones que podrán ser incorporadas a medida que el entorno vaya evolucionando, hasta alcanzar la que se considera óptima desde el punto de vista de simplicidad técnica. A esta solución se llegará cuando la subred IXI esté operativa y existan acuerdos claros entre ARTIX e Iberpac.

El Plan de Numeración presenta deficiencias inherentes a la naturaleza de la Recomendación X.121, que se solventarán cuando existan planes de asignación de direcciones de red OSI [3] que permitan la interconexión de subredes heterogéneas. De esta forma, se posibilitará el acceso entre redes locales a través de redes de gran cobertura. Ello será posible cuando la migración a OSI sea un hecho y los protocolos normalizados (X.25, TCP/IP, etc.) sean revisados para introducir este nuevo tipo de direcciones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del programa IRIS, dentro del cual se desarrolla el proyecto ARTIX. Ha sido de gran ayuda las sugerencias aportadas por los colaboradores en el citado proyecto: Jesús Casado y Antonio Molinero (CIEMAT), Manuel Marín (UPC) y Gustavo Sánchez (CICA). Las largas reuniones mantenidas con el equipo técnico de IRIS y Telefónica han proporcionado mayor claridad en los objetivos y soluciones expuestoss en este documento.

Referencias

- [1] Recomendación X.121. Plan de numeración internacional para redes públicas de datos. Fascículo VIII.4 CCITT.
- [2] «Implementation of Addressing via the COSINE X.25 Backbone Network». COSINE/MDNS Pilot Project.
- [3] «Network service definition. Addendum 2: Network layer addressing». ISO IS 8348/ADD 2.

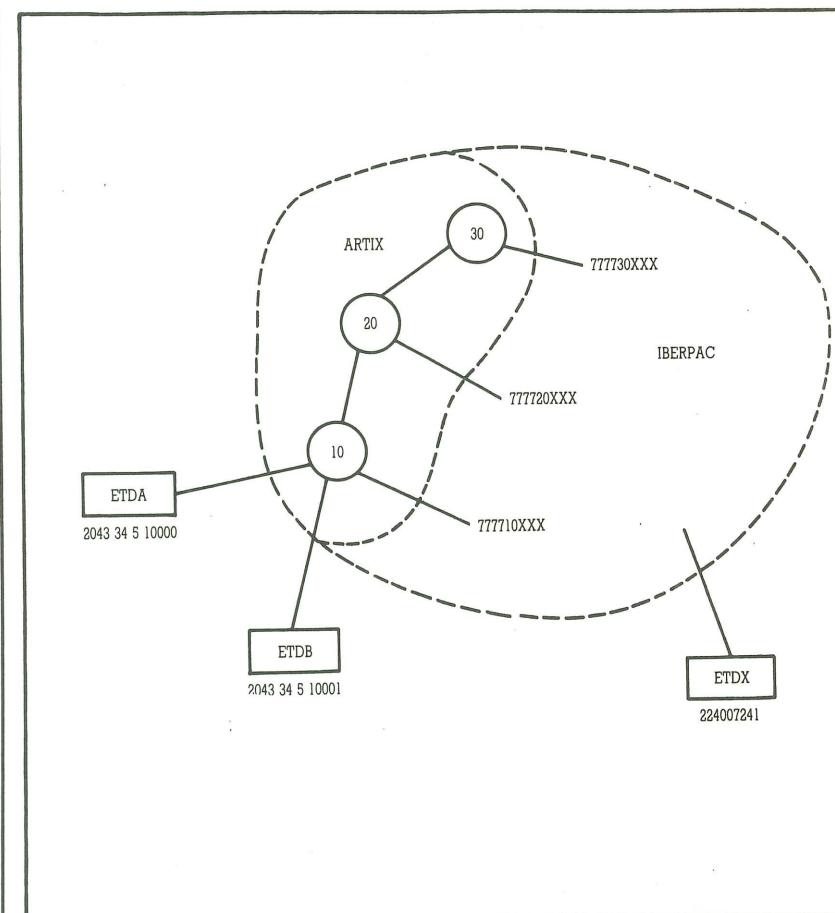


Fig. 8. EJEMPLO DE CESIÓN DE DIRECCIONES IBERPAC

Pasarela EUnet/X.400

Juan Antonio Saras Pazos

1. MENSAJERÍA RFC 822

Afinales de los años 60, se estableció en los EE.UU. de América la red ARPA como red experimental de transmisión de datos. Una de sus primeras aplicaciones fue la de correo electrónico, que se definió en una serie de documentos RFC, de los cuales el más representativo es el RFC-822 [Cro82]. Con posterioridad, el mismo sistema de correo fue usado como base para las redes uucp y parcialmente en bitnet, csnet, etcétera.

Un mensaje RFC - 822 es un fichero ASCII dividido en dos partes:

- *Cabecera*, descompuesta a su vez en una serie de líneas (campos), cada una identificada por una clave y con una semántica asociada (ej. from, to, etc.).
- *Cuerpo*, que es la información en sí que se quiere transmitir.

Como medio de transporte de datos se usa el conocido par de protocolos TCP/IP: protocolo interred de ARPA más el protocolo de transporte TCP.

2. MENSAJERÍA X.400

En el año 84, el CCITT normalizó la primera aplicación dentro del modelo de referencia para la Interconexión de los Sistemas Abiertos (OSI, en inglés). Esta aplicación son las Recomendaciones X.400 de mensajería [CCI84]. Recientemente, en el 88, la ISO y el CCITT publicaron una segunda versión de las mismas.

Un mensaje X.400 es un fichero binario, codificado según la norma ASN.1 [ISO86], y que consta de:

- *Sobre*, que contiene aquella información necesaria para hacer llegar el mensaje a su destino (similar a la información homóloga del correo postal).
- *Contenido*, que a su vez se divide en:
 - *Cabecera*, con igual función (aunque diferente formato) al que aparece en RFC 822.
 - *Cuerpo*, que es la información en sí que se quiere transmitir, aunque está dividida en varias partes cada una con su formato (texto, voz, gráficos, etc.).

En la Cabecera de RFC 822 aparecen algunos campos que están muy relacionados con el proceso de transferencia seguido por el mensaje (siendo, realmente, de escaso interés para el usuario final) y que en X.400 están en el Sobre. Así, el usuario final sólo recibe el Contenido (de igual forma en el correo postal, el sobre se tira y sólo se lee la carta de dentro).

Al estar codificados los mensajes X.400 en binario, éstos pueden ser de cualquier tipo (y no únicamente texto ASCII), pudiendo haber varios formatos en un mismo mensaje (cada uno en una Parte de Cuerpo distinta).

Por último, los protocolos de X.400 usan como medio de transporte la torre abierta definida dentro de OSI (hasta el nivel de Presentación).

3. PROBLEMÁTICA DE LA INTERCONEXIÓN DE AMBOS MUNDOS

Centrándonos en los problemas que aparecen a nivel de aplicación (supuesto resuelto el de los niveles inferiores), se pueden resaltar los siguientes:

- Al ser el formato de los mensajes tan distintos, uno ASCII y otro binario, el simple tema de la conversión de uno a otro no es nada despreciable (sin entrar en su semántica).
- Otra complejidad adicional es que en X.400 existen varios tipos de mensajes (mensajes, pruebas, notificaciones, etc.) y en RFC 822 sólo uno. Además, debido a la división en dos protocolos que hacen las normas X.400 (que se refleja en las sucesivas subdivisiones del mensaje), este número aumenta (partes de recepción, no recepción, etc.). Al final, al no existir algo equivalente en RFC 822, o no se realiza ninguna acción, desapareciendo el mensaje en la pasarela (caso de las pruebas), o se transforma como se puede en mensajes normales RFC 822 (caso de las notificaciones).
- Para el caso donde sí existe mensaje gemelo en ambos mundos (caso de los mensajes, digamos, normales), el principal problema a resolver es establecer la equivalencia semántica campo por campo. Aquí puede ocurrir que no exista el campo en RFC 822, lo común, que no existe en X.400, que existe en ambos, pero con diferente semántica (hay que decidir qué hacer) y, por último, que la semántica sea idéntica (sólo quedaría adaptar la sintaxis).
- Un elemento que causa especiales problemas es el de las direcciones, no solamente porque su semántica es distinta en ambos mundos, sino porque el impacto en los usuarios es directo (los usuarios tienen que intercambiarse direcciones y saber proporcionárselas a sus programas de correo). Dedicaremos la subsección siguiente a describir cada tipo de dirección.

3.1. Direcciones RFC 822 versus X.400

El formato de cada tipo de dirección es el siguiente (prescindiendo de las diferencias en la codificación):

- RFC-822: una dirección es una jerarquía de dominios de la forma siguiente: parte-local@sdm(n).sdm(n-1)...sdm(1).dom.
En ella está implícita una autoridad de denominación de izquierda a derecha. El dominio de mayor jerarquía lo gestiona el NIC de la Universidad de Stanford en Palo Alto, California.
Ejemplos serían: postmaster@dit.upm.es o steve.kille@cs.ucl.ac.uk.
- X-400: una dirección es una lista desordenada de atributos (direcciones descriptivas). No obstante, se definen va-

rios tipos de dirección, siendo la llamada arquitectural la más amistosa. Por ello ha sido la elegida por el CEN/CE-NELEC en su norma funcional de correo y será en la que nos centraremos aquí. Aparte se deja la potencia de usar nombres de directorio para designar receptores, que también se permite en X.400 en su versión del 88. En definitiva, los atributos que constituyen una dirección arquitectural son los siguientes: País (C), Dominio Público (ADMD), Dominio Privado (PRMD), Organización (O), Unidad Organizacional (OU) y Nombre Personal (S, G o I). Entre paréntesis aparecen las abreviaturas recomendadas dentro de RARE. Aunque no se indica explícitamente en la norma, es natural que exista una dependencia entre los atributos siguiendo el orden en el que se han presentado. Ejemplos serían: C=es; ADMD=; PRMD=iris; O=upm; OU=dit; S=postmaster; o C=gb; ADMD=gold 400; PRMD=ac.uk; O=ucl; OU=cs; S=kille; G=steve;.

4. REQUEST FOR COMMENT 987

En el documento conocido como RFC 987 [Kil86] se define la funcionalidad requerida por un sistema que haga de pasarela entre el mundo RFC 822 y X.400 (y, por lo tanto, también será el documento a seguir en nuestro caso). Como el propio documento reconoce, esta funcionalidad se puede descomponer en dos partes.

- Correspondencia entre direcciones.
- Correspondencia entre elementos del servicio.

Estos dos puntos serán los comentados en los dos subapartados siguientes.

4.1. Correspondencia entre direcciones

Aunque en RFC 987 se define una correspondencia entre ambas formas de dirección que considera el caso más general, en lo que sigue me restringiré al documento generado por RARE [Gri87]. En él sólo se considera la correspondencia entre la forma arquitectural de una dirección X.400 y las direcciones RFC 822 *normales*. Campos de una dirección X.400 como los atributos definidos por dominio o direcciones RFC 822, con construcciones llamadas patológicas, no son consideradas (de hecho, no son recomendadas dentro de RARE).

Usando el formato de direcciones definido en la sección anterior, la correspondencia entre ambos tipos de dirección es la siguiente:

X.400→RFC-822 G.I.S. @OU.OU...OU.O,PRMD.ADMD.C

RFC-822 → X.400. La parte local se mete en el nombre personal. El sdom(n) en la OU más baja y así sucesivamente hasta el sdom(4), que se corresponde con la OU más alta. El resto va como sigue: el sdom(3) con la O, el sdom(2) con el PRMD, el sdom(1) con el ADMD y el dom con el país.

La anterior correspondencia funcionaría bien siempre que las direcciones no tuvieran campos opcionales (como ocurre en X.400 con casi todos los campos excepto el país). Así, por ejemplo, si transformamos la siguiente dirección RFC 822 *postmaster@dit.upm.es*, según las reglas dadas, nos quedaría lo siguiente: C=es; ADMD=upm; PRMD=dit; S=postmaster; que no se corresponde con la dirección equivalente en X.400: C=es; ADMD=; PRMD=iris; O=upm; OU=dit; S=postmaster;. Si aplicamos a su vez la correspondencia inversa a esta última dirección nos queda una dirección RFC 822, que tampoco se corresponde con la original: *postmaster@dit.upm.iris.es* (incluso puede ocurrir, como es el caso, que la transformación lleve a direcciones de dudosa corrección).

Para solucionar la existencia de campos opcionales o incluso de diferente espacio de nombres (un mismo campo, por ejemplo, la organización, podría tener nombres distintos en cada mundo, ver ejemplo a continuación), RFC-987 define lo que se conoce como excepciones o tablas RFC-987 (una para cada sentido). Estas tablas son una serie de líneas, en las que se indica explícitamente la correspondencia entre direcciones en ambos formatos. Así, por ejemplo, dada la siguiente tabla de correspondencia:

es # C=es; ADMD=; PRMD=iris;
fesa.es # C=es; ADMD=; PRMD=fujitsu;

La dirección *postmaster@dit.upm.es* se intentaría hacer encajar lo más profundo posible en la parte de la izquierda. En este caso, lo más que se puede es sólo .es. De esta forma, de la tabla se decidiría que .es se corresponde con C=es; ADMD=; PRMD=iris; y al resto de la dirección se le aplicaría la correspondencia por defecto descrita arriba (O=upm; OU=dit; S=postmaster;). Juntando ambas partes nos quedaría la dirección X.400 correcta. Si ahora repetimos el proceso a la dirección *dino@i+d.fesa.es*, .fesa.es encajaría con las dos líneas, pero nos quedaríamos con la correspondencia de la segunda, ya que ahí el encaje es más profundo. Completando la correspondencia nos quedaría la dirección X.400 equivalente C=es; ADMD=; PRMD=fujitsu; O=fesa; OU=i+d; S=dino;.

4.2. Correspondencia entre elementos de servicio

Además de resolver la correspondencia entre las direcciones, una pasarela entre ambos mundos ha de hacer corresponder los campos de un mensaje RFC 822 con aquellos semánticamente equivalentes en X.400 y viceversa. El documento RFC 987 define esta correspondencia. Aunque en algunos casos, como por ejemplo el de los campos To o Cc y los correspondientes en X.400 PrimaryRecipients y CopyRecipients, la equivalencia es perfecta; en otros no es exacta o no existe nada similar en el otro formato (normalmente en el RFC 822). Este es uno de los motivos por el cual al atravesar un mensaje una pasarela no es extraño que se degrade el servicio (o incluso puede que desaparezca el mensaje si no existe uno equivalente en el otro lado).

■ En el año 84, el CCITT normalizó la primera aplicación dentro del modelo de referencia para la Interconexión de los Sistemas Abiertos (OSI, en inglés).

■ En el documento conocido como RFC 987 [Kil86] se define la funcionalidad requerida por un sistema que haga de pasarela entre el mundo RFC 822 y X.400.

- Además de resolver la correspondencia entre las direcciones, una pasarela entre ambos mundos ha de hacer corresponder los campos de un mensaje RFC 822 con aquellos semánticamente equivalentes en X.400 y viceversa.

- El Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, además de gestionar el nodo de entrada a España de la red EUNET (el nodo *goya*), ofrece a la comunidad académico-científica española un servicio de pasarela entre la red EUNET y el servicio de mensajería X.400 ofrecido en IRIS [Mar89].

5. PASARELA EUNET-X.400

El Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, además de gestionar el nodo de entrada a España de la red EUNET (el nodo *goya*), ofrece a la comunidad académico-científica española un servicio de pasarela entre la red EUNET y el servicio de mensajería X.400 ofrecido en IRIS [Mar89].

La pasarela está físicamente distribuida en dos ordenadores, ya que la correspondencia se hace en dos etapas. En una se realiza la correspondencia entre los elementos de servicio y en la otra la de las direcciones. Esta descomposición es debida al hecho de usar distinto software para cada cosa. Para la correspondencia entre los elementos de servicio se usa una pasarela ad-hoc que el paquete de correo EAN incluye. No obstante, esta pasarela no realiza conversiones de dirección, ya que el paquete de correo EAN en la versión que se dispone usa un formato de dirección igual al usado en EUNET (RFC 822). Este software está corriendo en *goya* junto con el resto del software de EUNET, por lo tanto, por un lado, se está conectando a la red EUNET y, por otro, se tiene acceso a una red *X.400-like*.

Por último, para la correspondencia de las direcciones se usa la versión de EAN, conocida como EAN-DFN, que es capaz de conectarse, por un lado, con una red X.400 basada en EAN y, por el otro, con un nodo plenamente X.400 (haciendo la conversión entre direcciones EAN, realmente RFC 822, y direcciones X.400). Así, juntando los dos sistemas, se pasa de EUNET a X.400-EAN y, por fin, a X.400 puro (en sentido contrario se iría de X.400 a EUNET).

A estos paquetes se le están desarrollando funciones de gestión para poder tarificar. Aunque en la actualidad el servicio es financiado en su totalidad por el programa IRIS, esta situación puede cambiar en el futuro, por lo que es necesario identificar quién genera los costes.

La pasarela actualmente en funcionamiento, aunque de indudable utilidad, tiene una serie de problemas que aconsejan su mejora/sustitución a medio plazo. Estos problemas se pueden resumir en los siguientes:

1. No es plenamente RFC 987. De hecho, cuando se desarrolló posiblemente aún no existiera ese documento, al menos en su forma definitiva. Aunque quizás una realización de todas las funciones definidas en RFC 987 no es justificable desde el punto de vista económico (debido a su complejidad), existe un mínimo de funciones que sí deberían soportarse. Entre ellas, una no incluida en la versión actual y que es imprescindible es la correspondencia entre los elementos de servicio que evitan los bucles en ambos mundos (el campo llamada traza en X.400 y los campos Received de RFC 822).
2. No es plenamente X.400. Son conocidos los problemas en este sentido del paquete usado para construir la pasarela. Esto ha llevado a tener que usar dos nodos para realizar ésta.
3. Todo lo anterior ha llevado a una realización un tanto compleja, basada en dos ordenadores, corriendo dos versiones distintas de un paquete de correo que no es totalmente X.400.

Por lo tanto, sería conveniente abordar la mejora o sustitución del sistema anterior por uno que fuera más monolítico (un solo software en una sola máquina), que fuera plenamente X.400 (al menos que estuviera conformado por algún centro independiente como SPAG), que cumpliera un mínimo de la norma RFC-987, que permita tarificar y que permita una migración fácil a X.400 (sin requerir para ello nuevas inversiones en software, es decir, que la propia pasarela pudiera funcionar como tal o como nodo plenamente X.400). Para poder cumplir con esto último es necesario que en la concepción del diseño de esa pasarela se tenga en cuenta el entorno típico en UNIX (una serie de máquinas pequeñas o medianas, distribuidas alrededor de una red local).

Referencias

- [CCI84] Message handling systems: recommendations x.400-x.430. October 1984. mail message MHS MT UA.
- [CCI88] Message handling systems: recommendations x.400-x.420. October 1988. mail message MHS MT UA.
- [Cro82] D. H. Crocker. *Standard of the Format of ARPA Internet Text Messages*. Technical Report, August 1982. mail message arpa internet.
- [Gri87] Ruediger Grimm. *A Minimum Profile for RFC-987: Mapping between addresses in RFC-822 format and X.400 Standard Attributes*. Technical Report, RARE, October 1987. mail message x.400 arpa RFC-822.
- [ISO86] ISO. *Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*. Technical Report, ISO, August 1986. ABSTRACT NOTATION DIS8824.
- [Kil86] S. E. Kille. *Mapping between X.400 and RFC 822*. Technical Report, University College of London, June 1986. mail message x.400 arpa RFC-822.
- [Mar89] Iñaki Martínez. El servicio de mensajería electrónica en el programa IRIS. *Boletín del Programa de Interconexión de Recursos Informáticos* (0):6-9, abril 1989. mail X.400 mensaje iris.

Juan Antonio Saras
es profesor del DIT. UPM.

< saras@dit.upm.es >

1. INTRODUCCIÓN

Un de los primeros proyectos de I + D que el Programa IRIS ha puesto en marcha, ya en su primer año de actividad, ha sido el de FTAM. Este proyecto, fruto de la colaboración entre la Facultad de Informática de Barcelona y el Programa IRIS, se inició en noviembre de 1988 con una duración prevista de un año y una estimación de recursos humanos de 1,5 hombres/año.

La finalidad del mismo puede resumirse en la realización de un estudio para la implantación del producto FTAM, suministrado con el paquete ISODE, en la comunidad académica e investigadora española. Esta implementación del estándar de transferencia, acceso y gestión de ficheros distribuidos (FTAM ISO-8571) funciona sobre distintas versiones del sistema operativo UNIX. Para que el servicio FTAM puede ofrecerse en base a este producto, se necesita adaptarlo a otros sistemas operativos muy comunes en nuestra comunidad, como es el caso de VMS. Por tanto, este proyecto implicará entre otras cosas:

- la instalación y prueba de ISODE sobre distintas máquinas con sistema operativo UNIX;
- la conversión de ISODE (únicamente las partes necesarias para poder ofrecer el servicio de FTAM) a VMS;
- el estudio de interoperabilidad con otros productos FTAM.

En paralelo al proyecto, habrá otros puntos de estudio como son:

- análisis de la interacción con otros servicios, como el de directorio;
- evaluación de las necesidades tanto a nivel de gestión del servicio como a nivel de usuario (interfaces de usuario...);
- prueba de la pasarela entre FTAM/FTP, producto que también se incluye en ISODE.

Algunos de estos temas se tratarán conjuntamente con otras organizaciones involucradas en RARE, dado el interés que se ha puesto de manifiesto tanto en el WG2 (RARE-FTAM) como en el resto de esta organización.

El resultado final del proyecto ha de ser la puesta en marcha de un servicio FTAM, es decir un servicio de transferencia, acceso y gestión de ficheros remotos en un entorno de sistemas abiertos, como es nuestra comunidad académica y científica.

Puesto que la base de este proyecto va a ser el paquete ISODE, lo describimos con más profundidad en el siguiente apartado.

2. ISODE (ISO DEVELOPMENT ENVIRONMENT)

ISODE es un paquete de software público cuyo objetivo es promocionar la utilización y el desarrollo de protocolos y aplicaciones en base a los principios de sistemas abiertos definidos por la organización internacional ISO. En concreto, con ISODE se pretende estimular en las comunidades RARE e Internet los protocolos y principios ISO/OSI.

El paquete puede adquirirse gratuitamente, pueden realizarse modificaciones del mismo e incluso puede incorporarse en productos comerciales. La única restricción es que no está garantizado, por lo que no pueden exigirse responsabilidades a las organizaciones y personas que han contribuido a su desarrollo. Entre éstos se encuentran:

- The MITRE Corporation
- The Northrop Corporation
- University College London

Proyecto FTAM

Rosa María Martín
Víctor Huerta

- The University of Nottingham
- The Wollongong Group, Inc.
- Marshall T. Rose

ISODE es una implementación de los niveles superiores del modelo de referencia de sistemas abiertos definido por OSI. La versión más reciente (ISODE 5.0) incluye los siguientes servicios:

- servicio de transporte
- sesión
- presentación
- control de asociación, ACS (Association Control Service)
- ROS (Remote Operations Service), basado en el draft de marzo de 1988.
- RTS (Reliable Transfer Service), basado en el draft de marzo de 1988.

y las siguientes aplicaciones distribuidas:

- FTAM
- servicio de directorio
- terminal virtual (clase básica), basado en el DIS.

Otro servicio que se ofrece es la pasarela entre FTAM y FTP. La librería de FTAM implementa las partes de FTAM independientes del almacén.

La implementación de FTAM para UNIX únicamente ofrece cuatro tipos de servicios: transferencia de ficheros binarios y de texto, listado del directorio y gestión de ficheros.

ADEMÁS DE SER UNA IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIO ISO/OSI, ISODE ES PRIMORDIALMENTE UN ENTORNO DE DESARROLLO. PARA FACILITAR LA IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIONES DISTRIBUIDAS, ISODE CONTIENE NUMEROSEAS HERRAMIENTAS (P.E. DE MANIPULACIÓN DE NOTACIÓN ASN.1) Y LIBRERÍAS (CORRESPONDIENTES A SESIÓN, PRESENTACIÓN...).

- A nivel internacional se está experimentando con esta implementación de FTAM. A nivel nacional también se prevé realizar pruebas de interoperabilidad entre distintos centros remotos.
- El resultado final del proyecto ha de ser la puesta en marcha de un servicio FTAM, es decir un servicio de transferencia, acceso y gestión de ficheros remotos en un entorno de sistemas abiertos, como es nuestra comunidad académica y científica.

4. CONVERSIÓN DE ISODE A VMS

La conversión de ISODE a VMS tiene como objetivo conseguir una implementación de FTAM sobre este sistema. Como consecuencia de esta conversión, se obtendrá también un entorno de desarrollo de aplicaciones distribuidas sobre VMS.

El paquete ISODE consta de 2.132 ficheros (aproximadamente 10MB), que corresponden principalmente a los ficheros de comandos y los módulos fuentes a partir de los que se construyen las librerías, herramientas y servicios de ISODE. Aunque para conseguir la implementación FTAM no es necesario adaptar la totalidad del paquete, sí una gran parte. Básicamente hacen falta las partes correspondientes a los servicios de:

- FTAM
- ACS (Association Control Service)
- Presentación
- Sesión
- Transporte

Los módulos fuentes están escritos en C y en código ASN.1. Para conseguir aprovechar al máximo el código suministrado, hay que:

- adaptar el código C al compilador VAX-C, salvando las diferencias que puedan existir;
- emular las llamadas al Kernel de UNIX (p. e., los mecanismos de intercomunicación de procesos);
- puesto que gran parte de los módulos se generan a partir del código ASN.1 (mediante el compilador de ASN.1 a C) hará falta que este compilador, que es una de las herramientas de desarrollo de ISODE, funcione sobre VMS.

Además de estas adaptaciones, será necesario desarrollar partes nuevas. Es el caso de la interface del nivel de transporte con la red. En principio, ISODE/VMS funcionará sobre X.25 y sobre TCP.

En este proyecto se contempla el desarrollo del interface del nivel de transporte con el VAX/PSI, que es el software de conexión a X.25 de VMS. Por otra parte, algunas implementaciones de TCP/IP para VMS permiten aprovechar la interface con TCP que se suministra con ISODE. En el futuro podría también funcionar sobre DECNET.

Otra modificación importante que hay que realizar es en la implementación de FTAM. Puesto que el almacén real de ficheros será en este caso un sistema de ficheros VMS en lugar de UNIX, hará falta modificar la correspondencia entre el almacén virtual de ficheros y el almacén real.

El hecho de disponer de los niveles inferiores permite al investigador centrarse en el desarrollo en el nivel de aplicación, acelerándose este proceso.

ISODE funciona sobre diferentes versiones de UNIX. En concreto sobre:

- BSD 4.2 y BSD 4.3
- UNIX system V
- otros sistemas tipo UNIX (ROS, AIX...)

Además puede funcionar sobre distintos interfaces de red. Funciona sobre X.25, CONS (X.25 sobre 802) y TCP. El hecho de poder funcionar sobre TCP es un intento de realizar una migración gradual a los protocolos OSI, principalmente en la comunidad Internet.

3. INSTALACIÓN Y PRUEBA SOBRE DISTINTAS MÁQUINAS UNIX

A nivel internacional se está experimentando con esta implementación de FTAM. A nivel nacional también se prevé realizar pruebas de interoperabilidad entre distintos centros remotos.

Rosa María Martín.
Técnico de Comunicaciones
de la Facultad de Informática
de Barcelona, UPC.

1. INTRODUCCIÓN

En la última década la evolución de la electrónica, y su principal aplicación los computadores, ha sido vertiginosa, posibilitando resolver problemas hace unos años inabordables. La aparición de computadores de altas prestaciones, supercomputadores, permite acometer proyectos e investigaciones científicas cada vez más ambiciosas.

Actualmente, los supercomputadores son imprescindibles como herramienta para la investigación en multitud de áreas: química de biomacromoléculas, fusión nuclear, ingeniería genética, meteorología, astronomía, simulaciones aerodinámicas, seguridad de centrales nucleares, etc. Hoy en día existen más de 200 supercomputadores repartidos por el mundo, dedicados a la investigación.

Hasta hace poco en España, los científicos que trabajaban en los temas anteriores, en los que es necesaria una gran velocidad de proceso, o utilizaban supercomputadores de otros laboratorios externos, para lo que debían desplazarse periódicamente a los mismos no realizando en cualquier caso el uso que ellos quisieran de los mismos, o se dedicaban a utilizar sus propios ordenadores, ya de por sí pequeños de capacidad, adaptando códigos, diluyendo de esta manera su capacidad investigadora.

La instalación en 1988 de un supercomputador vectorial Cray 1S/2000 en Construcciones Aeronáuticas S. A. (CASA) ha sido el móvil que ha servido a los responsables de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) para facilitar horas de cálculo en dicho ordenador, para el mundo científico español.

2. CONVENIO DE COLABORACIÓN

En mayo de 1989 se ha firmado un acuerdo de colaboración de un año de duración entre CASA y la CICYT con el objetivo de poner a disposición de la comunidad científica española, formada por Universidades, Centros Públicos de Investigación y Centros Privados sin ánimo de lucro, el supercomputador Cray de CASA.

- Actualmente, los supercomputadores son imprescindibles como herramienta para la investigación en multitud de áreas: química de biomacromoléculas, fusión nuclear, ingeniería genética, meteorología, astronomía, simulaciones aerodinámicas, seguridad de centrales nucleares, etc. Hoy en día existen más de 200 supercomputadores repartidos por el mundo, dedicados a la investigación.

Conexión al superordenador CRAY de CASA

Jesús Casado Barrio

Con esta iniciativa se pretende no sólo dotar de medios de cálculo vectorial a los investigadores españoles, sino también evaluar las necesidades reales de grandes supercomputadores.

Las condiciones del mencionado convenio son:

- 975 horas-Cray
- 250 Mbytes de memoria permanente
- Software de base:
 - COS
 - Cray Pascal
 - CFT
 - CFT 77
 - Librerías (SCLIB)

El acceso se realizará a través del ordenador VAX 785 del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT, que actuará de estación remota del Cray.

Para el seguimiento del Convenio se han creado dos comisiones:

- *Comisión gestora*. Encargada de definir las líneas generales de aplicación del Convenio y velar por el correcto funcionamiento del Sistema.
- *Comisión de Asignación de Tiempos*. Encargada de evaluar las propuestas de petición de tiempo de proceso de Cray por parte de la Comunidad Científica, y de asignar tiempo de CPU y período de utilización a los usuarios.

El Programa IRIS es el responsable de canalizar y facilitar el acceso a los usuarios autorizados, siendo responsabilidad del CICYT la gestión de usuarios y la impartición de cursos y manuales, y del CIEMAT el control de todo el tráfico de Universidades y Centros de Investigación.

En julio de 1989, CASA ha actualizado el Cray 1S/2000 a un modelo Cray X-MP 14SE, más potente que el anterior.



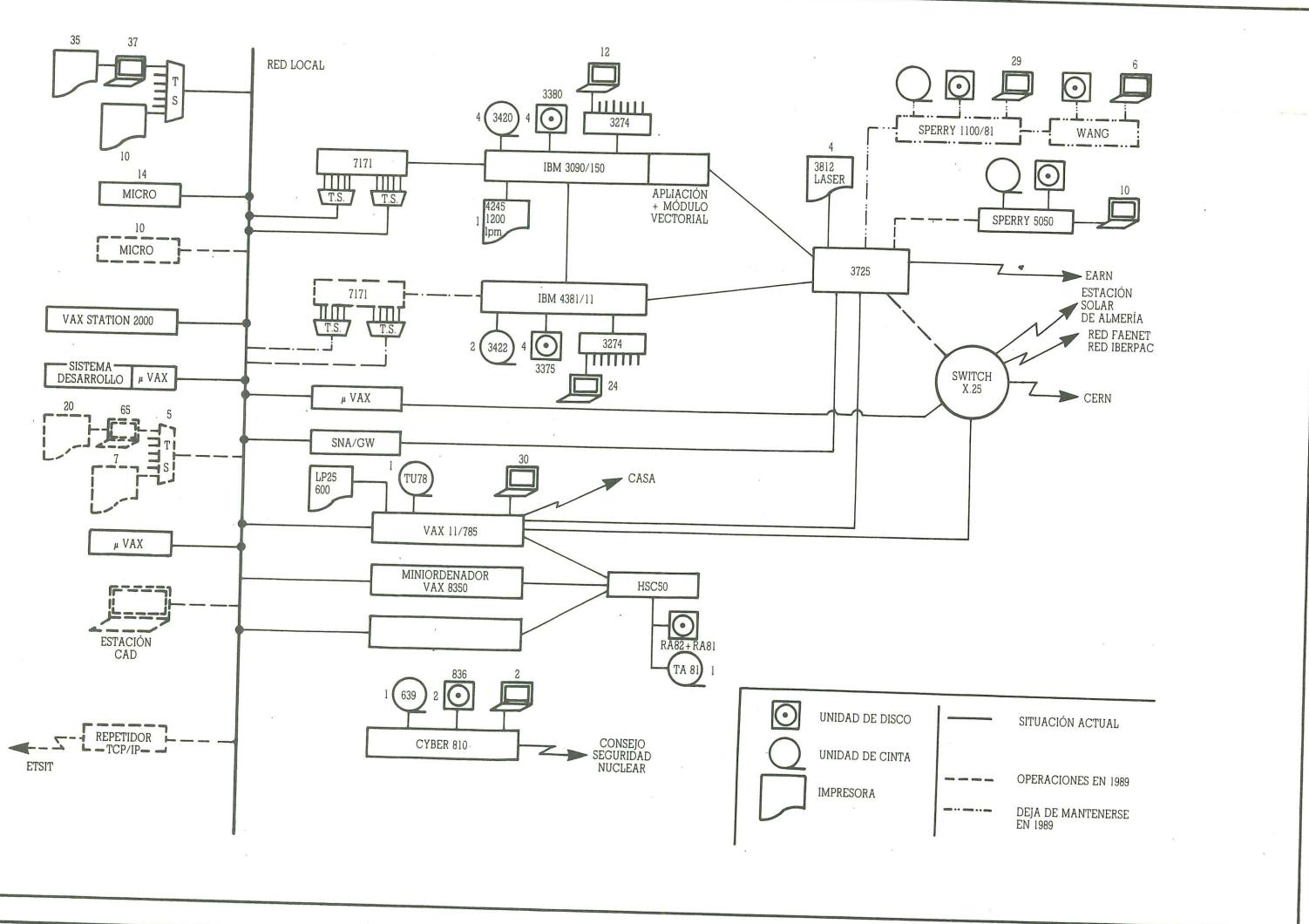


Fig. 1.

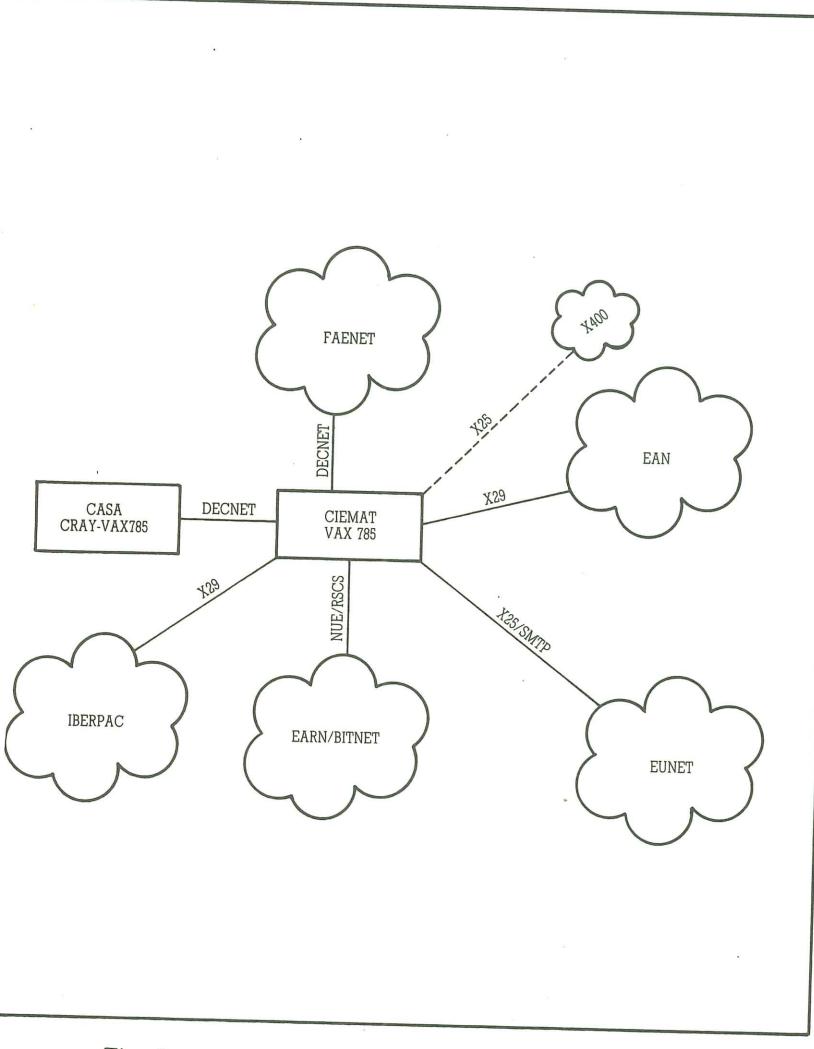


Fig. 2.

3. ACCESO AL SUPERORDENADOR

El CIEMAT dispone de una potente arquitectura informática constituida básicamente por un ordenador IBM 3090/150 con procesador vectorial dedicado a cálculo científico, un IBM 4381/11 para la gestión administrativa, un cluster de ordenadores Vax, (dos 8350 y un 785) para comunicaciones, gestión técnica y bases de datos; además tiene una red local tipo Ethernet que une mediante fibra óptica los más de 50 edificios del Centro permitiendo la utilización de los recursos informáticos desde cualquier estación de trabajo del Organismo (fig. 1).

El CIEMAT, en función de su infraestructura de comunicaciones externas, con acceso a las principales redes nacionales de transmisión de datos de ámbito científico: EARN, FAENET, EAN, EUNET..., y a la red pública IBERPAC X.25, es el responsable de canalizar todo el tráfico de Universidades y Centros de Investigación hacia el superordenador (fig. 2).

El acceso al Cray se realiza por medio de una línea punto a punto a 9600 bps, que une los ordenadores VAX 785 de CIEMAT y CASA. El protocolo de comunicaciones que se ha establecido sobre esta línea es DECNET, que permite crear una red con dos nodos. También se ha instalado en el VAX 785 del CIEMAT el software «Remote Station» que posibilita, entre otras, las siguientes facilidades: submisión de jobs, transferencia de datos, obtención de outputs, comandos de consulta y control (ver fig. 3).

Los usuarios científicos que quieran utilizar el supercomputador han de ser autorizados primeramente por la Comisión de Asignación de Tiempos y enviar sus trabajos (jobs) al equipo

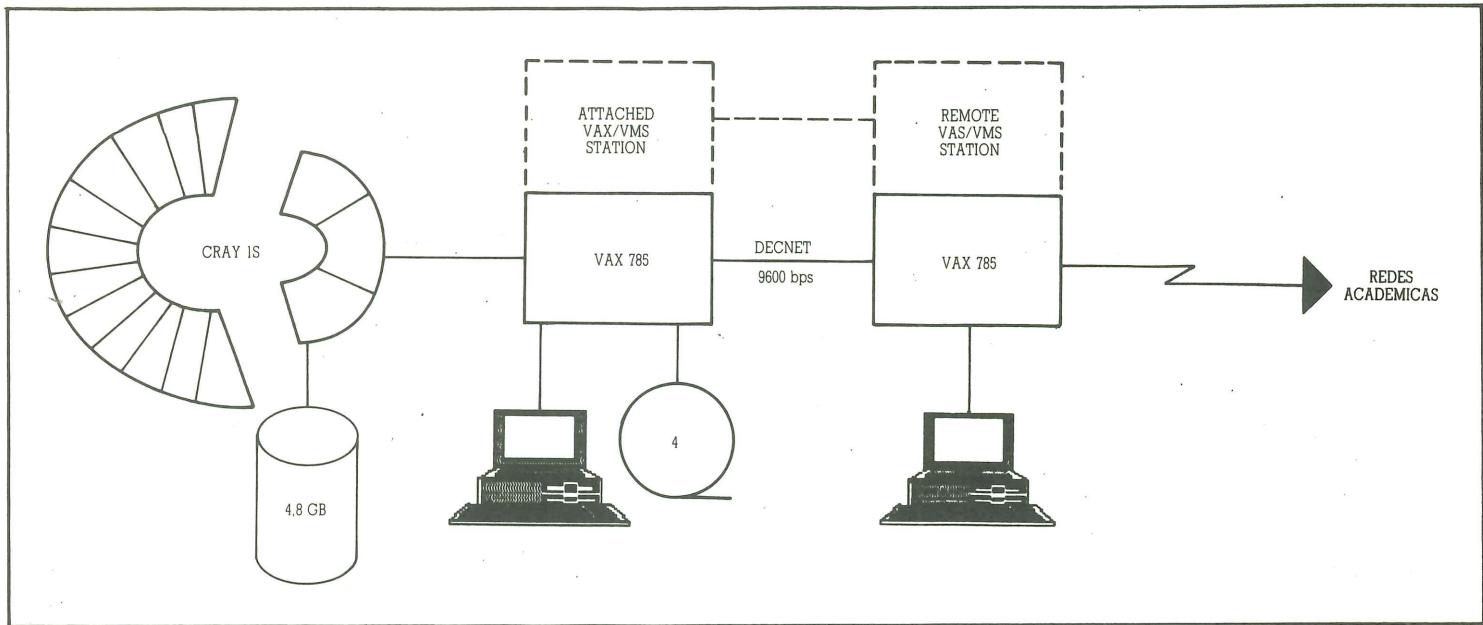


Fig. 3.

VAX 785 del CIEMAT por algunos de los sistemas de mensajería electrónica o transmisión de datos existentes (EAN, VMS/MAIL, SENDFILE...) a través de las redes antes mencionadas. Aquellos que no dispongan de ninguno de estos sistemas y tengan acceso a la red pública IBERPAC podrán acceder al ordenador VAX 785 del CIEMAT, vía X.29, conectándose con terminales remotos, para lo que se les habilitará en dicho ordenador cuenta y espacio en disco, procesando trabajos en el Cray a través del sistema de mensajería del CIEMAT.

El CIEMAT ha elaborado un conjunto de programas, ya operativos, para realizar el envío automático de trabajos al supercomputador y la salida de la ejecución de los mismos hacia el usuario. Además de controlar automáticamente las autorizaciones y el tiempo de utilización disponible.

El procedimiento de acceso dependiendo de la red a la que se está conectado es el siguiente:

Red EAN:

Envío de trabajos vía mensajería electrónica
a: CRAYSER@DEC.CIEMAT.ES
Subject: CRAYJOB

Red EUNET:

Envío de trabajos vía mensajería electrónica
a: CRAYSER@DEC.CIEMAT.ES
Subject: CRAYJOB

Red EARN:

Envío de trabajos vía transmisión de ficheros (SF)
a: CRAYSER@EMDCIE51
Filetype: CRAYJOB
(El Filetype del fichero debe ser CRAYJOB)

Red FAENET:

Envío de trabajos vía mensajería electrónica
a: EJENVX :: IN%'CRAYSERV@DEC.CIEMAT.ES'
Subject: CRAYJOB

La salida de los trabajos es devuelta al usuario a través del mismo sistema de transmisión utilizado en el envío.

4. CURSOS Y MANUALES

Para poder utilizar el computador Cray es precisa una intensa labor de formación de los potenciales usuarios, ya que los trabajos a enviar son responsabilidad de éstos y deben contener sentencias COS y Fortran vectorial de Cray. Al ser el método de trabajo en modo batch, no interactivo, cualquier error de sintaxis da lugar al no procesado del trabajo, originando una pérdida de tiempo de CPU y un trasiego considerable de información errónea.

La impartición de cursos, a petición de los usuarios, es responsabilidad de la CICYT, por lo que las solicitudes deberán ser enviadas a este Organismo. En lo que respecta a manuales también está encargado de su reparto este último organismo.

Jesús Casado Barrio.
Jefe de la División
de Ingeniería Informática
y Microelectrónica del CIEMAT

<casado@ce.ciemat.es>

Servicio de terminal virtual

Rafael Prades
Francisco Jordán

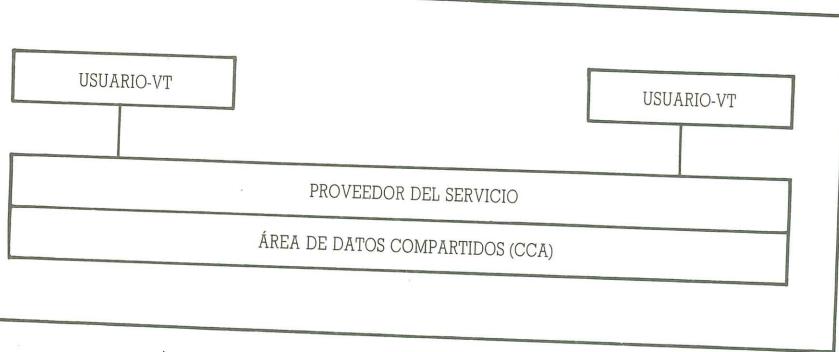


Fig. 1. MODELO DE DATOS COMPARTIDOS

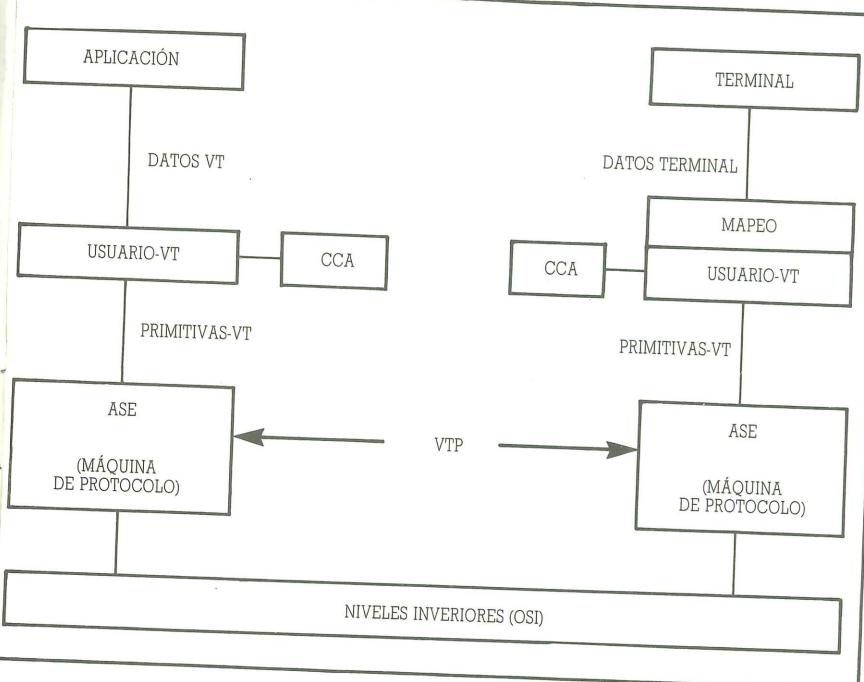


Fig. 2. USO DEL SERVICIO DE TERMINAL VIRTUAL

1. INTRODUCCIÓN

El propósito general del servicio es suministrar una plataforma conceptual para la comunicación entre las diferentes aplicaciones y los terminales físicos que los usuarios poseen. De esta forma se puede proveer un servicio independientemente del tipo particular de terminal real, de la distancia y a través de redes de comunicación heterogéneas. Se destacan entre dichos servicios los de naturaleza interactiva, tales como edición remota, consultas a sistemas de información (bases de datos, BBS's...) y acceso a sistemas de mensajería.

Junto con la independización de la aplicación del terminal real, el servicio de VT pretende hacer un uso más racional de la red mediante la reducción del tráfico y el tiempo de respuesta en dicha red.

El estándar en principio se proponía cubrir todo el espectro de servicios interactivos en tiempo real en los cuales interviene el factor humano. Así pues se previeron varias clases de servicio:

- Básica: acceso orientado a carácter.
- Estructurada: acceso orientado a pantalla.
- Gráficos: representación de diagramas.
- Imágenes: representación de imágenes consistentes en pixeles.
- Texto: preparación e intercambio de textos.

De estas clases, el trabajo de estandarización se ha centrado en la clase básica, extendida de forma que cubre la mayoría de aspectos implicados en la clase estructurada, mientras que la clase texto actualmente ha sido cubierta por el estándar ODA. Los estándares ISO9040 e ISO9041 (servicio y protocolo respectivamente) están ya completos técnicamente y fueron ratificados para su edición definitiva en diciembre de 1988.

2. SERVICIO DE TERMINAL VIRTUAL

2.1 Campo de aplicación

El servicio de terminal virtual, clase básica, se utiliza para la comunicación interactiva de aplicaciones y terminales. Esta comunicación se expresa en términos de transmisión y manipulación de imágenes gráficas constituidas de caracteres organizados en una estructura de una, dos o tres dimensiones, representando líneas y páginas. Cada uno de estos caracteres tiene asignados atributos secundarios que permiten aprovechar las capacidades de los terminales reales de tipos de fuente, énfasis y color.

Este servicio provee un conjunto flexible de funciones que lo hace adecuado para la transición de protocolos locales para acceso a terminales a un estándar internacional. Esta flexibilidad permite, por ejemplo, el paso de Telnet (TCP/IP) a VTP mediante una pasarela y, de este modo, hacer posible que terminales accedan a los recursos dentro de las redes TCP/IP-OSI independientemente de los mismos protocolos.

2.2 Conceptos y funciones

2.2.1 Modelo

La aproximación que adopta ISO para conseguir los objetivos antes mencionados es el del modelo de datos compartidos por dos usuarios-VT (figura 1).

La comunicación se modela como alteraciones sobre la CCA vía las facilidades que proporciona el proveedor del servicio,

con el arbitrio de unas reglas de acceso que permiten mantener la sincronización entre ambos extremos (figura 2).

2.2.2. Modos de operación

Puesto que el VTS debe soportar dispositivos orientados a carácter, incluyendo terminales síncronos y asíncronos, se contemplan dos modos de operación conocidos como S-modo (síncrono) y A-modo (asíncrono). Ambos modos se diferencian por el contenido del área común compartida. En el caso S-modo disponemos de una única estructura de caracteres, sobre la cual ambos usuarios-VT pueden actuar. Cuando uno de ellos la modifica, estas alteraciones son comunicadas a través de la red. El otro extremo recibe las PDUs, las interpreta y ejecuta las mismas modificaciones. De esta forma, ambas copias de CCA son idénticas (excepto cuando las actualizaciones están viajando por la red). Este modo plantea un problema de sincronización, ya que es necesario evitar que ambos usuarios-VT escriban simultáneamente. Para ello se usa un mecanismo de token llamado WAVAR. Este token es reasignable y otorga al poseedor el derecho de alterar los datos compartidos.

En modo asíncrono, tendremos dos estructuras de caracteres. A cada una de ellas sólo un usuario-VT tiene derecho a alterarla. Por tanto, hay una estructura de entrada y otra de salida evitándose la necesidad de un token reasignable, aunque sin embargo es necesaria más complicación y mayor capacidad de memoria. Para que cada usuario-VT conozca cuál es la estructura de entrada y cuál la de salida, durante el establecimiento de la asociación se asignan a cada uno unas reglas de acceso llamadas WACA (sólo escritura para el aceptor de la asociación) y WACI (sólo escritura para el iniciador de la asociación). En A-modo es preciso que la capa de sesión disponga de la unidad funcional de comunicación full-duplex, ya que tendremos dos monólogos, a diferencia del S-modo donde teníamos un diálogo controlado por un token.

2.2.3 Área común compartida

Estos datos representan el estado conceptual del terminal real y, por tanto, los diferentes elementos que define el estándar de VT deben poder ser interpretados como facilidades de los propios terminales reales. Esto nos lleva a subdividir la CCA en cuatro partes:

- *Zona de datos conceptuales (CDS)*: contiene los caracteres junto con sus atributos secundarios organizados en una estructura o matriz de una, dos o tres dimensiones denominada objeto de display (DO). Si el modo de operación es asíncrono existirán dos matrices de este tipo, mientras que en S-modo sólo existe uno.
- *Zona de control y señalización (CSS)*: contiene objetos de control (CO) que proveen un medio de comunicar o intercambiar información de control relacionada con funciones del terminal virtual o bien de los propios terminales reales (por ejemplo, una alarma). Los CO tienen asignada una prioridad: normal (implícita en los objetos DO), alta y urgente. Hay definidos objetos de control que permiten definir subestructuras dentro de los DO y controlar de un modo eficiente la entrada de datos a través de ellas. Con estos objetos específicos se pueden implementar, por ejemplo, sistemas de formularios o efectuar un análisis de las teclas pulsadas por el usuario humano (forzando, por ejemplo, sólo número o sólo letras).
- *Zona de control de acceso (ACS)*: contiene los derechos de acceso válidos, es decir, indica en todo momento qué usuario-VT puede manipular un objeto específico.
- *Definición de estructuras de datos (DSD)*: contiene la definición de todos los objetos implicados en la CCA.

- *Objetos de dispositivo*: proveen un mecanismo de especificar ciertas características de los equipos reales y establecer una relación con los objetos de display, para su traducción a facilidades del equipo terminal.

El estándar no define la estructura del área conceptual de datos, sino que da una serie de parámetros que determinan su comportamiento. Estos parámetros constituyen un entorno de VT (VTE), los cuales deben tener un valor determinado para que sea posible una comunicación entre usuarios-VT. Sin embargo, puesto que en la mayoría de los casos no es necesaria una negociación de cada valor, se agrupan conjuntos consistentes bajo nombres únicos conocidos por ambos participantes en la asociación. Estos conjuntos se denominan perfiles-VT y permiten establecer asociaciones de una sola operación.

2.3 Perfiles

Existen definidos dos perfiles por defecto, uno para cada modo de operación. Los estándares funcionales para VTS definen otros perfiles de uso general, como:

- Telnet
- TripleX
- Transparente
- Perfiles de uso general

Tanto el perfil Telnet como el TripleX pueden proveer una transición no brusca hacia OSI para aplicaciones existentes que esperan los servicios disponibles en los protocolos Telnet y X3/X29 y facilitan el desarrollo de pasarelas. El perfil Transparente emula una conexión directa entre un terminal y un host. Los perfiles de uso general se encaminan a soportar diferentes modos operacionales con terminales modernos.

Básicamente, un perfil consiste en una descripción detallada de los objetos de la CCA incluyendo además otro tipo de parámetros pertenecientes al entorno de VT, tales como el tipo de control de entrega. Aprovechando la capacidad de procesado de los terminales, una manera de optimizar el uso de la red es retener al máximo las actualizaciones que hay que comunicar al usuario-VT remoto. Esto, además, permite que se puedan anular aquellas actualizaciones cuyo efecto en la CCA es nulo.

Existen tres tipos de entrega:

- *Sin control de entrega*: el usuario VT no tiene control sobre la entrega de las actualizaciones, siendo este asunto gestionado por el elemento de servicio (máquina de protocolo).
- *Simple*: el usuario-VT puede forzar la entrega de actualizaciones solicitando acuse de recibo al usuario-VT remoto.
- *Con cuarentena*: igual al caso de control de entrega simple, pero no se envían las actualizaciones que son anuladas por otras posteriores.

2.3.1 Perfil Telnet

Para modelar el comportamiento de Telnet, los elementos funcionales básicos de Telnet deben ser identificados y trasladados en objetos y mecanismos equivalentes del modelo de VT. Los objetos de display y de dispositivo se traducen directamente, mientras que los objetos de control son creados específicamente para producir el comportamiento de Telnet en el entorno de VT.

Para este entorno se toma un modo de operación asíncrono, con lo cual tendremos dos objetos de display. Uno de ellos representará la pantalla y el otro el teclado. Las reglas de acce-

- El servicio de terminal virtual, clase básica, se utiliza para la comunicación interactiva de aplicaciones y terminales.

- El estándar no define la estructura del área conceptual de datos, sino que da una serie de parámetros que determinan su comportamiento. Estos parámetros constituyen un entorno de VT (VTE), los cuales deben tener un valor determinado para que sea posible una comunicación entre usuarios-VT.

so serán WACA y WACI, de forma que se permita la escritura en el DO correspondiente al teclado (DO de entrada) y sólo lectura al correspondiente al display (DO de salida).

Ambos DO serán bidimensionales, ya que de esta forma se podrá expresar de una manera independiente del dispositivo real la idea de nueva línea (un CR seguido de LF). Las operaciones de direccionamiento que se pueden realizar en los DO se transformarán en secuencias de escape en el terminal real.

El tipo de control de entrega a usar es control simple, análogo a TCPpush en Telnet.

Se definen también dos objetos de dispositivo a los cuales se enlazará un DO de los anteriores.

Los CO a emplear completan la descripción del VTE y ejecutarán las funciones equivalentes a las que provee Telnet con break, interrupción de proceso (IP), salida abortada (AO), «are you there» (AYT), y Telnet Sync. Por tanto precisaremos dos CO para suministrar las anteriores señales, identificados por los nombres de DI (display) y KB (teclado), los cuales son enlazados al objeto de dispositivo respectivo.

Cada CO dispondrá de cinco booleanos para la señalización de cada evento antes mencionado. En particular, el booleano correspondiente a la señal de sync representará la marca de datos (DM) usada en Telnet, y se usará con un CO con prioridad alta llamado SY. De este modo, para simular la operación de sync de Telnet, en VT se manda una actualización a SY. Esto provoca que se tomen todas las actualizaciones del usuario-VT remoto hasta que se recibe la actualización a DM. El protocolo de VT además suministra el servicio de break que permite tomar las actualizaciones en ambos sentidos de la comunicación.

El perfil de Telnet se limita a las opciones más comunes de Telnet, como son: eco, transmisión binaria y supresión de Go-Ahead. El estado de las opciones seleccionadas se determina mediante dos objetos de control: NI, NA.

2.3.2 Perfil de uso general

Este perfil permite un control de entrada de datos de forma eficiente para su trasmisión al usuario-VT remoto, además de

permitir que puedan ser delegadas secuencias de acciones al terminal para mejorar la velocidad de respuesta del sistema. El concepto clave es la definición de subestructuras en el DO y objetos de control específicos.

- *CO de definición de campos (FDCO)*: Contiene básicamente detalles de cómo son los campos del DO: localización, estado, política de transmisión...
- *CO de entrada de campos (FEICO)*: Define cómo debe ser una entrada. Por ejemplo, si hay caracteres prohibidos.
- *CO de acciones a entradas (EEPCO)*: Define las acciones a tomar cuando la entrada en un campo se ha completado o hay un error.
- *CO de contexto (CCO)*: Define dónde deben empezar las entradas e indica el lugar donde terminaron junto con la razón.
- *CO de política de transmisión (TPCO)*: Indica los campos que hay que transmitir cuando termina el proceso de entrada de datos.
- *CO con información de referencia (RIO)*: Contiene secuencias de acciones que el host delega localmente al terminal.

2.4 Fases de la asociación

Una asociación de VT pasa por tres fases o estados: Idle, negociación y transmisión de datos. La fase Idle se caracteriza por no haber una asociación establecida y, por lo tanto, no existe un VTE. A partir de Idle se establece la asociación, para ello el iniciador propone un perfil-VT que determina un VTE consistente. Si este perfil es aceptado por elceptor de la asociación, se entra en la fase de transmisión de datos. En esta fase los usuarios-VT se comunican las actualizaciones de la CCA acordada mediante el perfil propuesto. Caso de rechazarse el perfil por parte delceptor de la comunicación, entraremos en la fase de negociación. Aquí y según las unidades funcionales que se dispongan se propondrá un nuevo entorno de VT mediante un perfil (negociación por cambio de perfil) o bien se puede proponer una lista explícita de objetos (negociación por múltiple interacción, MIN). En una MIN el diálogo se prolonga hasta llegar a un VTE completo y acordado mutuamente.

La fase en la que nos encontramos condicionará las primitivas de servicio VT que están disponibles. Así, por ejemplo, la primitiva VT-data sólo está disponible en la fase de transmisión de datos. El cuadro siguiente muestra esta disponibilidad indicando además si el servicio es confirmado o no.

Primitiva	tipo	Idle	Negociación	Transmisión
VT-associate	c	s	-	-
VT-release	c	-	s	s
VT-U-abort	n	-	s	s
VT-P-abort	n-	-	s	s
VT-Switch-pro	c	-	s	s
VT-data	n	-	-	s
VT-deliver	n	-	-	s
VT-Ack-receip	n	-	-	s
VT-Give-token	n	-	s	s
VT-Req-token	n	-	s	s
VT-break	c	-	-	s

Las primitivas de establecimiento y liberación de la asociación pasan a ACSE, mientras que el resto son pasadas directamente a nivel de presentación.

Los requerimientos básicos para el nivel de sesión son: datos tipificados para datos de prioridad alta, full-duplex para A modo, resincronización para break, datos urgentes, liberación negociada, sincronización mayor para cambio de perfil.



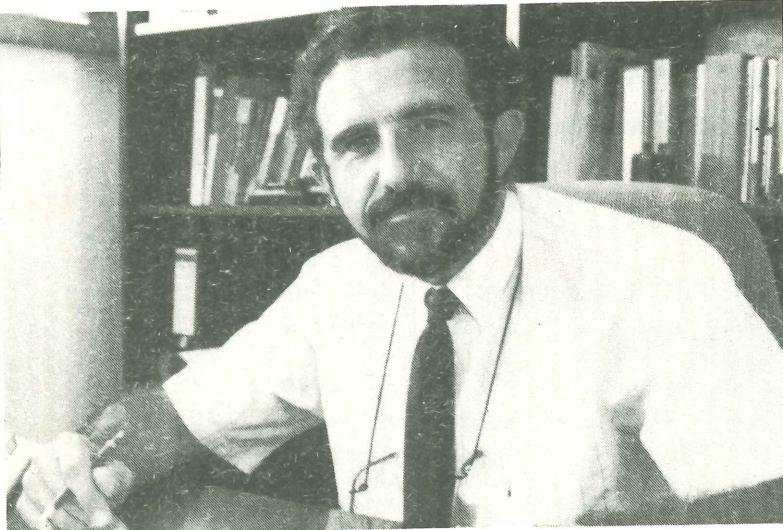
Hijo de un comerciante valenciano y atraído hacia el estudio de telecomunicación «porque parecía interesante y exótico en aquellos tiempos en los que se lanzaban los satélites por primera vez y salían en la televisión», Juan Riera García, catedrático del Área de Conocimiento de Ingeniería Telemática, lleva 20 años dedicados a la docencia y la organización de la labor investigadora en la E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación: una batalla paradójica e imposible, «ya que se nos pide atender a la cantidad y a la calidad».

Licenciado en 1969, Juan Riera, casado y padre de tres hijos, lleva veinte de sus cuarenta y tres años dedicado a la labor de la Universidad, con dos paréntesis, un año en la Universidad de Stanford y tres poniendo las bases fundacionales de la Facultad de Informática de Madrid. En los últimos años, sus esfuerzos se han centrado en coordinar la docencia y los programas y grupos de investigación de su departamento, en el que trabajan unas 60 personas.

Actualmente, su mayor actividad se centra en las áreas de las comunicaciones espaciales, en las técnicas de identificación formal, simulación, arquitectura de protocolos y aplicaciones OSI y correo electrónico.

Riera, que reiteradamente hace referencia a la penuria de medios de la Escuela, reconoce el impacto positivo en su departamento de la participación en los programas europeos, lo que ha permitido conocer «qué está pasando en la industria europea, centrarnos en una serie de temas y estabilizar una serie de grupos de trabajo con temas e ideas claras».

«Los programas europeos —valora— no son un mito. Dentro de lo que hay por ahí hemos tenido bastante suerte en cuanto al contenido y la vanguardia de los temas. No soy tan optimista con la segunda fase que comienza ahora. Se trata de proyectos más grandes, con intereses menos



El catedrático de ingeniería telemática vislumbra una batalla entre la tecnología y los servicios

Juan Riera, la lucha contra la paradoja de la información

convergentes, mayor burocracia y mayor componente político, en los que tendremos un menor protagonismo».

Partiendo de la constatación de que «la tecnología permite hoy hacer muchas más cosas de lo que los servicios están generando de verdad», el catedrático prevé un mayor impacto en Europa de lo que se llama la liberalización en cuanto al servicio, y encuentra un contrapunto entre «lo que se obtiene en este momento de los servicios y lo que se puede obtener».

«Se trata —explica— de un tema en el que hay muchos intereses, una gran inversión, problemas de tipo estraté-

gico nacional, y todo eso frena la evolución de las telecomunicaciones porque no se puede coger y tirar la casa por la ventana».

Espectador particular desde su balcón de la Universidad, cree que «estamos asistiendo al fragor de una especie de batalla, que son los protagonistas de una guerra, no sólo tecnológica, sino organizativa, en el aspecto de qué debe ser y no debe ser monopolizado, dónde está el bien común...»

El catedrático, que cree que la revolución de las telecomunicaciones en la vida cotidiana está todavía por llegar, muestra su preocupación por

la difícil organización de la docencia en este campo.

«Las nuevas generaciones —opina— son gente menos crispada de lo que éramos nosotros, más sosegada, más pragmática, quizás menos idealista, y cuya capacidad no se está aprovechando».

A la hora de definir lo más frustrante en su carrera y labor actual de formador, el profesor señala la Ley de Reforma Universitaria. «Nuestra Universidad —lamenta— se ha adaptado a la nueva estructura para seguir siendo lo mismo que era antes. La metodología, los tipos de estructura de poder, la organización, siguen siendo los mismos con el agravante de que tenemos unos recursos muy parecidos a los que teníamos antaño, y con una demanda diez veces superior a la que se planificó cuando se diseñó este tipo de centros. Sin las colaboraciones del exterior, esto ya sería un páramo».

Pesimista en cuanto a una posible solución en los próximos años al problema y a la paradoja de que «hay que atender a la cantidad y a la calidad, lo cual no es posible», opina que si no se quiere perder el ritmo mundial hay que ir a una Universidad «distinta, civilizada, occidental, donde haya una relación profesor/alumno sensata, recursos para investigar, etc. Eso significaría dejar un centro como éste reducido a 1.000 alumnos».

Pero por otro lado, Riera advierte la paradoja de que éste sea un sector en el que hay una fuerte demanda profesional, que nadie más cubre, y que se pida que haya docentes «con los medios y sueldos de risa que tiene el Ministerio de Educación comparando con lo que un sector profesional equivalente está proporcionando».

El catedrático no ve otra solución que la Universidad privada cubra el papel que la oficial no está cubriendo, pero, «es muy difícil que la iniciativa privada entienda lo que es un papel de Universidad, simultáneamente no lucrativo y a largo plazo».