

## EL AVANCE DEL SECTOR DE I + D

*Francisco Sacristán Romero  
Universidad Complutense de Madrid (España)  
fransacris@ozu.es*

### Resumen

Los cambios en las tendencias de las telecomunicaciones se fundamentan en la inversión para desarrollar un bloque de tecnologías básicas.

Los trabajos de I + D permitirán a los operadores de red suministrar servicios cada vez más avanzados, haciendo posible a los usuarios satisfacer necesidades cada vez más exigentes. Los usuarios y operadores influyen en las tareas de I + D impulsando el suministro de las tecnologías que sus nuevas exigencias requieren.

La interrelación tan fuerte entre la tecnología y sus servicios se plasma en una serie de aplicaciones que han constituido una auténtica revolución en las telecomunicaciones de los últimos tiempos.

**Palabras clave:** Investigación – desarrollo - nuevas tecnologías

### Introducción

La OCDE ha definido la investigación y desarrollo (I + D) como el conjunto de los **"trabajos creativos que se emprenden de modo sistemático a fin de aumentar el volumen de conocimientos, así como la utilización de este volumen de conocimientos para concebir nuevas aplicaciones"**. La hegemonía de las tecnologías resultantes de las actividades de I + D es y será un factor decisivo para el desarrollo socio-económico de los países.

En el segmento de las telecomunicaciones esta notoriedad se incrementa dada la rápida evolución de las tecnologías relacionadas con el mismo y el elevado volumen de inversión que el desarrollo de las redes y sistemas de telecomunicación requiere.

En este contexto, el sistema de comunicaciones por satélite HISPASAT fue concebido como un programa avanzado de I + D que iba a contribuir a la estructuración de las redes internacionales y nacionales de comunicaciones permitiendo una transformación de las mismas hacia las nuevas necesidades de los usuarios y de los organismos de los servicios públicos de comunicaciones.

Son multitud las razones que justifican la inversión en I + D en el campo de los satélites de comunicaciones. Algunas de las más importantes son:

- Rápido desarrollo de nuevas redes.
- Coste de las comunicaciones independiente de la distancia entre los usuarios.
- Accesibilidad al servicio desde cualquier punto de la zona de cobertura.
- Idoneidad del soporte satélite para las comunicaciones unidireccionales: punto-multipunto (difusión).
- Saturación del espectro radioeléctrico en las bandas de radiodifusión terrestre y del servicio fijo.

Todo esto hace que el empleo de sistemas de comunicaciones

vía satélite, cuenta con dos bloques diferenciados de ventajas, a saber:

-Estratégicas:

\*Aval de continuidad y estabilidad de las comunicaciones.

\*Independencia de acción respecto de los organismos interestatales.

-Técnicas:

\*Cobertura perfectamente adaptada al territorio español peninsular e insular.

\*Mayor potencia de señal sobre la zona de interés.

\*Mayor sencillez en las estaciones receptoras que conlleva un menor coste.

\*Disminución del tamaño de las antenas para las estaciones terrestres.

HISPASAT es una tecnología clave de una economía avanzada que se basa cada vez más en el manejo de grandes cantidades de información, hasta el punto que puede estimarse que durante la primera década del siglo XXI, el 60% del empleo en la Unión Europea estará fuertemente relacionado con el procesado de información (84). En 1990 el volumen de negocio que se manejaba en el mercado mundial de equipos de telecomunicación alcanzaba los 110.000 millones de ECUS, de los que aproximadamente una cuarta parte corresponde a los países de la Unión Europea. Para el decenio de los 90 se esperaba un crecimiento anual próximo al 6%, lo que representa unas inversiones mundiales en infraestructuras de telecomunicaciones en torno a los 1,4 billones de ECUS durante esa década. Una parte considerable de los equipos requeridos se hallaban en fase de desarrollo en los primeros años 90 y otros son todavía en la actualidad objeto de programas de investigación muy ambiciosos.

Este panorama impulsa a que los dos países y el continente - Japón, Estados Unidos y Europa- más fuertes del mercado se afanen por la consolidación y avance de su propia tecnología mediante el lanzamiento de ambiciosos programas de Investigación y Desarrollo (I + D) capaces de sentar las bases para la generación de productos que puedan imponer a sus competidores.

HISPASAT como avanzadilla de las nuevas tecnologías derivadas de los programas españoles de I + D fue el punto de inflexión entre un antes y un después en las telecomunicaciones españolas. Gestó el comienzo de un proceso generalizado de modernización de las redes de telecomunicación, dotándolas de mayor capacidad para la prestación de servicios y satisfacción de las necesidades de los usuarios.

### **Tecnologías básicas en I + D**

Los cambios en las tendencias de las telecomunicaciones se fundamentan en la inversión para desarrollar un bloque de tecnologías básicas. Algunas que están adquiriendo un notable empuje son:

-Optoelectrónica y comunicaciones ópticas.

-Procesamiento avanzado de la información y software para comunicaciones.

-Microelectrónica (Circuitos de alta complejidad y grandes prestaciones).

-Nuevos sistemas de conmutación (MTA, óptica).

Los trabajos de I + D en estas tecnologías permitirán a los operadores de red suministrar servicios cada vez más

avanzados, haciendo posible a los usuarios satisfacer necesidades cada vez más exigentes. Los usuarios y operadores influyen en las tareas de I + D impulsando el suministro de las tecnologías que sus nuevas exigencias requieren.

La interrelación tan fuerte entre la tecnología y sus servicios se plasma en una serie de aplicaciones que han constituido una auténtica revolución en las telecomunicaciones de los últimos tiempos. Algunas de ellas son:

- El usuario podrá ejercer un mayor control sobre la tecnología, de manera que personas sin conocimientos muy específicos puedan configurar las prestaciones de los servicios y las propias redes conforme a sus necesidades, e incluso, con las aplicaciones concretas usadas en estos momentos.

- Integración de servicios mediante la combinación de voz, datos e imágenes en auténticas comunicaciones multimedia.

- Considerable aumento de la inteligencia artificial de la red en la prestación de servicios, haciendo posible la identificación de los comunicantes, transferencia de llamadas, numeración flexible y personal, correo de voz e imagen, etc.

- Escenario concreto para los servicios móviles con un protagonismo cada vez mayor según avanza el tiempo.

- Prolongación de los servicios de comunicaciones de imágenes, tanto de fijas de alta resolución como en movimiento: videoteléfono, videoconferencia, etc. En este apartado destacan los servicios distribuidores de señales de televisión de calidad normal y de alta definición (TVAD).

- Necesidad de transmisión de datos de alta velocidad, con destino sobre todo a la interconexión de redes de área local.

Todo este conjunto de proyectos, muchos de ellos convertidos en realidad cotidiana, tienen su reflejo en el desarrollo de la tecnología digital y dentro de ésta, en la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Sin embargo, esta red tiene límites a su capacidad de transmisión. La emisión de imágenes de calidad, como muchos servicios de datos, necesita comunicaciones de "banda ancha", por encima de 2 Mbit/s. Surgió de esta forma, el proyecto de una Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA).

Las transformaciones progresivas de las redes de telecomunicación muestran diversas líneas de trabajo que presentarán su potencialidad a corto plazo. Como ejemplo, exponemos tres de las más notables hipótesis de trabajo:

- Introducción de inteligencia artificial a las redes. Esta posibilidad es cada vez más necesaria, no sólo para la prestación de servicios "inteligentes" como los citados en líneas anteriores, sino también para las propias utilidades de la red, a saber: gestión del transporte, seguridad de la información, supervisión y mantenimiento.

- Incorporación de la tecnología de fibra óptica en la red de acceso del abonado. La consolidación de las comunicaciones permite el desarrollo de componentes y sistemas de bajo coste, aplicables a los diferentes nodos de usuarios.

En la primera mitad de los años 90, el bucle de abonado óptico llegaba al abonado empresarial, pero se trabaja para que antes del final de la primera década del siglo XXI llegue su incorporación al usuario residente, en unos momentos en que los costes de la fibra óptica se equiparan ya a los de los convencionales cables coaxiales de cobre.

- Integración de redes. El desarrollo paralelo de la I + D en

satélites y fibra óptica hace posible la extensión de estas tecnologías a los usuarios con un mayor ancho de banda, que puede ser utilizado para multitud de aplicaciones entre las que destacan las señales de televisión convencional y de alta definición.

El grupo de actuaciones descritas como tecnologías básicas, servicios y redes conforman otros tantos ámbitos en los que se mueven las actividades de I + D en telecomunicaciones. Todas podrán converger en un período de tiempo no muy largo en la plataforma de la red de Comunicaciones Integradas de Banda Ancha (CIBA), concepción que engloba la práctica totalidad de la I + D en telecomunicaciones. La red CIBA no es una infraestructura estática. Con unos objetivos funcionales bastante específicos deberá ser capaz de adaptarse a la evolución de la tecnología. No deben olvidarse los desarrollos que sólo tendrán aplicación práctica a largo plazo, una vez iniciada la integración de la red CIBA con tecnologías más consolidadas (conmutación MTA, conmutación híbrida MTA/MTS, comunicaciones ópticas con detección directa, etc.).

HISPASAT ha impulsado el desarrollo de otro campo muy activo y clave en la I + D en telecomunicaciones como es el sector de las comunicaciones vía satélite. Los últimos avances tecnológicos están haciendo posible el acceso a los satélites de comunicaciones de nuevos usuarios, que hasta hace poco tiempo tenían vedado este medio por los elevados costes que suponían las estaciones terrenas. Una de las aplicaciones con más proyección es el establecimiento de redes de comunicaciones por satélite con antenas de pequeño diámetro para grupos cerrados de usuarios (redes VSAT), concentrados alrededor de las PYMES.

Las futuras generaciones de telecomunicaciones por satélite con conmutación a bordo permitirán la integración de redes VSAT con la RDSI, al mismo tiempo que permitirán la logística y aprovisionamiento de servicios de banda ancha a zonas muy dispersas.

### **Avance de la I + D en Europa**

Todo el bloque de nuevas tecnologías relacionadas con las telecomunicaciones se caracteriza, más que ningún otro sector, por su acelerada evolución. Los equipos y sistemas más avanzados quedan rápidamente superados por los nuevos desarrollos.

Las grandes compañías mundiales se ven de esta forma obligadas a asignar cada vez más recursos a I + D para defender su posición en el mercado. El porcentaje dedicado a I + D, respecto del total de ventas, se sitúa en torno al 10% en las principales empresas del sector.

El esfuerzo considerable que deben afrontar los fabricantes, como consecuencia del cambio tecnológico, es uno de los principales factores que han causado constantes absorciones y fusiones entre las compañías del sector. Como ejemplo, valga el desarrollo de equipos de conmutación, el más importante segmento de mercado para la industria de equipos de telecomunicación. Se puede estimar que la investigación y puesta en marcha de un nuevo sistema de conmutación supone un coste aproximado de 130.000 millones de pesetas; sólo la captación de al menos el 10% del mercado mundial permite la amortización de los ingentes gastos de desarrollo.

Las empresas o consorcios proveedores de sistemas de comunicación por satélite son uno de los sectores que utilizan

más equipos de conmutación para sus proyectos de investigación.

La incorporación de las comunicaciones denominadas de "banda ancha" supone, entre otras cosas, el desarrollo de un nuevo concepto de sistemas de conmutación. Solamente esto justificaría ya un fuerte impulso a la cooperación europea en I + D en telecomunicaciones.

Aparte de ello, no debemos ignorar la fuerte interrelación y el solapamiento entre el sector telecomunicaciones y los de componentes, ordenadores y electrónica de consumo, que se incrementarán cada vez más con la introducción de las CIBA.

Comparando el lugar de Europa frente a Japón y Estados Unidos de estos cuatro sectores dentro del mercado mundial, se observa que mientras que Japón es un exportador neto en los cuatro sectores, y los Estados Unidos son muy fuertes en ordenadores, con lo que compensan su posición deficitaria en electrónica de consumo, Europa se encuentra en una situación de debilidad manifiesta, tanto en componentes como en informática y electrónica de consumo. Sólo en el sector de telecomunicaciones la Unión Europea mantiene un ligero superávit en un mercado exterior.

El aprovechamiento de las potencialidades europeas mediante la colaboración transnacional en proyectos de I + D, **"vinculando la estrategia comunitaria para la ciencia y la tecnología con la consecución del mercado interior, a través de mayores esfuerzos de investigación y desarrollo que permitan la definición de normas comunes que deberán aplicarse en toda Europa"**, fue el objetivo del II Programa Marco de I + D para el período 1987-1991, aprobado por el Consejo de las CC.EE. el 28 de septiembre de 1987.

Este proyecto fue el catapultador de toda la serie de programas relanzadores de I + D en la Unión Europea en el transcurso de la década de los 90.

La colaboración en tareas de I + D en telecomunicaciones terrestres y espaciales en el ámbito de la Unión Europea se manifiesta en tres acciones básicas:

-Acciones COST. Hacen posible la cooperación científica y técnica de los países europeos dentro y fuera de la Unión Europea para la investigación en áreas de interés común. La meta es la consecución de un uso más eficaz y coordinado de los recursos científicos disponibles en los distintos países. El Área de Telecomunicaciones de COST es la que cuenta con mayor número de proyectos, 20 en total.

-Programa EUREKA. Impulsa la colaboración entre los fabricantes y centros de investigación europeos en proyectos tecnológicos que permitan a Europa mejorar su posición en el mercado mundial. El objeto de EUREKA son actividades relativamente próximas al mercado. Entre los proyectos EUREKA relacionados con las telecomunicaciones están los siguientes:

\*el proyecto COSINE, destinado a facilitar a los usuarios de centros de investigación una red de comunicaciones de datos que permita una mayor colaboración mutua.

\*EUREKA 95, con el objetivo de desarrollar una norma europea de televisión de alta definición (norma HD-MAC) y todo el equipamiento para producción, transmisión y recepción asociados.

\*el proyecto italo-español EUREKA 256, destinado al desarrollo de técnicas de compresión de video para televisión digital,

especialmente de alta definición y realizado por Telettra, la Universidad Politécnica de Madrid, el ente público RETEVISION y la RAI.

-Programa de Telecomunicaciones de la Agencia Espacial Europea (ESA). Abarca los trabajos de la ESA en el sector de las comunicaciones espaciales, incluyendo tanto al segmento espacial como al segmento terreno así como la promoción de servicios.

Los fines generales del programa son el desarrollo, prueba y demostración de sistemas espaciales avanzados, así como las tecnologías necesarias para la implantación de nuevas técnicas y aplicaciones de comunicaciones espaciales. La estimación del presupuesto económico del programa de telecomunicaciones de la ESA para el período 1992-2005 asciende a un valor aproximado de 500.000 millones de pesetas. La participación española se sitúa en un 6,07%, lo que supone una cantidad aproximada de 30.600 millones de pesetas para dicho período. Los operadores de red europeos también decidieron una cooperación más estrecha en I + D y realizaron estudios estratégicos, creando para tal fin el Instituto EURESCOM. Entre los objetivos de este organismo está el de estimular la participación de sus miembros en proyectos de investigación precompetitiva, así como promover y coordinar proyectos piloto y experiencias de campo en telecomunicaciones avanzadas.

### **Programas comunitarios de I + D**

En 1987 el Consejo de Ministros de la entonces Comunidad Europea (CE) aprobaba el II Programa Marco de las actividades comunitarias en el ámbito de la investigación científica y el desarrollo tecnológico para el periodo 1987-1991. Esto suponía la continuación de los esfuerzos iniciados en la franja 1984-1987 con el Primer Programa Marco.

El II Programa Marco contaba con un presupuesto de 5.369 millones de ECUS distribuidos en 8 líneas de actuación. La segunda de ellas, dedicada a las tecnologías de la información y las telecomunicaciones está dotada con 2.250 millones de ECUS (el 42% del total) y es la que disfruta de mayor presupuesto.

El área reservada a las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones (TIT) en el II Programa Marco está dividida a su vez en tres sublíneas, dedicadas respectivamente a las Tecnologías de la Información (Programa ESPRIT), Tecnologías de las Comunicaciones (Programa RACE) y a "Sistemas Telemáticos de Interés General" (englobando los programas AIM, DELTA y DRIVE).

El 23 de Abril de 1990 el Consejo de Ministros aprobaba el III Programa Marco para el período 1990-1994, solapándose con el anterior. Este nuevo Programa Marco estaba dotado con 5.700 millones de ECUS, de los que dedica 2.221 millones (el 39%) a las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones. El área dedicada a estas tecnologías en el II Programa Marco estaba dividida en tres sublíneas: ESPRIT, RACE y una tercera llamada "Desarrollo de sistemas telemáticos de interés general". Los planes de trabajo de los programas que constituyen la estructura básica de I + D con aplicaciones en los sistemas de comunicaciones por satélite son los siguientes:

1.-Programa RACE.

El Programa RACE (I + D en tecnologías de comunicaciones avanzadas en Europa) es el proyecto comunitario de I + D destinado específicamente a las telecomunicaciones. La actividad investigadora de RACE se dirige especialmente al

desarrollo de las Comunicaciones Integradas de Banda Ancha (CIBA), cuya introducción en Europa se propuso a partir de 1995.

El plan de trabajo del RACE consta de tres partes bien diferenciadas:

- a.- Estructurar una definición común de la red de CIBA y de sus distintos sistemas y subsistemas, así como de un diseño de la evolución estratégica.
- b.- Actividades de I + D que permitan disponer de las tecnologías necesarias para la implantación de las Comunicaciones Integradas en Banda Ancha a un costo razonable.
- c.- Integración de los resultados obtenidos en la segunda parte, así como la operatividad de proyectos piloto de aplicación CIBA.

El III programa Marco asignó un presupuesto de 489 millones de ECUS a lo que sería la Fase II de RACE, cuya aprobación por el Consejo de Ministros de la CE tuvo lugar el 7 de junio de 1991. Para la segunda fase de RACE se delimitaron 8 áreas tecnológicas prioritarias:

- 1.- I + D en Comunicaciones Integradas de Banda Ancha.
- 2.- Inteligencia en redes.
- 3.- Comunicaciones móviles y personales.
- 4.- Comunicaciones de datos e imágenes.
- 5.- Tecnologías de servicios integrados.
- 6.- Tecnologías para la seguridad de la información.
- 7.- Experimentos de comunicaciones avanzadas.
- 8.- Infraestructuras de prueba e interfuncionamiento.

## II. Programa ESPRIT.

Este proyecto pretendía dar a la Unión Europea un peso específico relevante dentro de las tecnologías de la información. Los tres sectores de actividad que se estiman tienen mayor impacto estratégico en el programa son:

- a.- La microelectrónica, que debe avanzar en la tecnología de semiconductores y de circuitos integrados de aplicación específica, mediante actividades de I + D en:
  - Circuitos integrados de alta densidad.
  - Circuitos integrados de alta velocidad.
  - Circuitos integrados multifuncionales.
  - Tecnologías periféricas.
- b.- Los sistemas de proceso de la información que deben aumentar su capacidad, rentabilidad y fiabilidad mediante actividades de I + D en:
  - Diseño de sistemas.
  - Ingeniería del conocimiento.
  - Arquitecturas de sistemas avanzados.
  - Proceso de señales.
- c.- La aplicación de Tecnologías de la Información, que debe fomentarse mediante actividades de I + D son:
  - Fabricación integrada de computadoras.
  - Sistemas de información integrados.
  - Sistemas de apoyo para la aplicación de las Tecnologías de la Información.

## III. Programa DELTA

Este programa tiene como objetivo la aplicación de las tecnologías de la información y las Telecomunicaciones al aprendizaje y a la enseñanza a distancia. La aportación comunitaria a Delta fue de 20 millones de ECUS.

Los avances tecnológicos que el programa debe utilizar son los relacionados con la informática personal y profesional, el

almacenamiento de grandes cantidades de datos, la inteligencia artificial y las telecomunicaciones.

En relación con las telecomunicaciones, el programa operaría en una primera etapa sobre las infraestructuras existentes. En una segunda fase, aprovecharía las posibilidades de la red digital de servicios integrados, y finalmente, operaría sobre comunicaciones de banda ancha.

#### IV. Programa DRIVE.

Este programa pretende la aplicación de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones al transporte por carretera, con el objetivo de mejorar su seguridad y eficiencia. La aportación comunitaria a DRIVE es de 60 millones de ECUS, habiendo previsto el programa de "Sistemas Telemáticos" del III Programa Marco otros 124,4 millones de ECUS.

Las actividades de I + D se concentran en tres aspectos fundamentales:

- a.- Sistemas de seguridad.
- b.- Sistemas de mejora de la eficiencia del transporte por carretera.
- c.- Sistema para la reducción de la contaminación atmosférica causada por el tráfico rodado.

#### V.- Programa AIM.

Este programa se ocupa de la aplicación de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones a la salud.

Pretende abordar no solamente problemas de orden médico-técnico, sino también factores no tecnológicos, tales como el marco legal de la medicina y la bio-informática.

AIM fue dotado con 20 millones de ECUS para el II Programa Marco a los que se deben añadir otros 97 millones previstos por el programa de "Sistemas Telemáticos".

### **Entidades españolas con pujanza en I + D**

Los consorcios o entidades que en nuestro país ejecutan actividades de I + D en telecomunicaciones pueden agruparse en tres bloques:

- Los proveedores de servicios y operadores de las redes de telecomunicaciones.
- El sector industrial.
- Los centros públicos de investigación.

De los operadores de red existentes en España, la compañía Telefónica es la que desarrolla una mayor actividad en I + D. Desde principios de 1988 estos trabajos han sido encomendados esencialmente a Telefónica Investigación y Desarrollo, empresa dependiente del grupo Telefónica de España.

A principios de la década de los 90, el volumen de producción estaba en 5.500 de 552 personas de las cuales el 74% eran titulados universitarios tanto medios como superiores.

El esfuerzo inversor se distribuía de la siguiente forma:

- Ayudas a la explotación: 34%
- Conmutación de paquetes: 22%
- Banda Ancha: 13%
- Telefonía: 7%
- Proyectos europeos: 7%
- Otros: 5%.

El segundo operador más importante es el ente público RETEVISION que, conforme un volumen de negocio y unos recursos humanos muy inferiores a los de Telefónica hace también un esfuerzo menor en valor absoluto pero significativo e importante en su aspecto cualitativo.

Lo más útil de la labor de I + D de RETEVISION se puede resumir en tres actividades concretas:

- Participación en el Proyecto de Transmisión Digital de Televisión de Alta Definición (EUREKA 256), que se ha llevado a cabo conjuntamente con la RAI, la Universidad Politécnica de Madrid y Telettra.

- Liderazgo del equipo español integrado en el proyecto europeo de Televisión de Alta Definición EUREKA 95.

- Participación en varias iniciativas europeas para el desarrollo de distintas nuevas formas de televisión como la llamada "PAL mejorado".

HISPASAT, objeto de nuestro estudio, no tenía en sus primeros años de existencia un departamento concreto de I + D pero el efecto indirecto de su actitud sobre la Investigación y Desarrollo de todo el sector industrial es evidente, desde dos perspectivas:

- Por el efecto directo que significa que el 30% del satélite sea ejecutado por la industria española.

- Por el efecto que sobre la transferencia de tecnología hacia el sector industrial tiene el Programa de Retornos industriales pactado con la empresa suministradora del satélite.

El segundo grupo está constituido por las empresas del sector industrial de telecomunicaciones. Tradicionalmente las empresas más significativas de este sector han sido dependientes de multinacionales cuya política en I + D se ha establecido desde la casa matriz.

Los datos de una encuesta realizada en las empresas del sector revelaba que destinaban en conjunto a actividades de I + D un 5,2% del volumen total de ventas. Atendiendo al tamaño de las empresas, las pequeñas eran las que mayor esfuerzo realizaban, con un 10% de su volumen de ventas, las medianas dedicaban en torno al 7% y las grandes sólo el 5%.

Esta tendencia parece haberse modificado ligeramente al alza en los últimos años debido a la realización de proyectos de I + D en el seno de las empresas para potenciar la calidad y la productividad.

A finales de los años 80 la producción nacional de telecomunicaciones por las empresas del sector alcanzó los 273.000 millones de pesetas, de los que un 7% se destinaron a proyectos de I + D. A su vez la dedicación a I + D se distribuye en un 1% para costes de equipamiento, un 4% para gastos de personal, y el 2% restante se distribuye en varios apartados.

Por último, el tercer grupo está constituido por la comunidad científica agrupada en Centros Públicos de Investigación que son principalmente dos:

- Red de Universidades del Estado.

- CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

Desde 1991 los proyectos científicos públicos se encuentran operativos a través del Programa Nacional de Tecnologías de la Información y de las Comunidades (PRONTIC), concretándose en 292 subvenciones que suponen 5.297 millones de pesetas. El número de investigadores que trabajan en el Programa es de 1.148 que se corresponde con 606 equivalentes a dedicación plena.

Los problemas generales de los Centros Públicos de Investigación se centran en la escasez de personal investigador, la simultaneidad de actividades docentes e investigadoras, la descoordinación entre los grupos que abordan temas comunes, y en algunas ocasiones la débil relación con la industria.

## **Programas españoles de I + D relacionados con las telecomunicaciones**

El Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, aprobado por el Gobierno del PSOE el 19 de febrero de 1988, constituía el mecanismo básico de programación de I +D. En él están fijados las prioridades y objetivos en las áreas de especial interés estratégico para el desarrollo socioeconómico español.

El Plan se divide en Programas Nacionales, Sectoriales, de las Comunidades Autónomas e Internacionales. Entre los Programas Nacionales que tienen una incidencia directa en el sector de las telecomunicaciones merecen destacarse los siguientes:

1.- El Programa Nacional de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (PRONTIC) es el que con mayor profundidad incide en las actividades de I + D en Telecomunicaciones, ya que entre sus objetivos básicos se encuentra la obtención de resultados en subsectores como:

- Redes fijas de banda ancha.
- Comunicaciones móviles.
- Nuevos servicios telemáticos.
- Integración de nuevos servicios de telecomunicación.
- Ayuda a la producción de software.
- Ofimática, etc.

2.- Programa Nacional de Investigación Espacial, que intenta aumentar la participación de España en los proyectos de la Agencia Espacial Europea (ESA) de acuerdo a nuestro índice PIB, así como la consecución de una mejor estructura y capacitación de nuestro sistema de I + D en esta área.

3.- Programa Nacional de Microelectrónica, que se ocupa de potenciar la investigación y el desarrollo en la tecnología del silicio y del arseniuro de galio.

4.- Programa Nacional de Interconexión de Recursos Informáticos (IRIS), que pretende la interconexión de ordenadores diversos, conforme con el modelo normalizado DSI, de forma que la comunidad científica disponga de una red homogénea de comunicaciones.

También el entonces Ministerio de Industria, Comercio y Turismo venía impulsando y fomentando desde 1984 la I + D mediante el Plan Electrónico e Informático Nacional (PEIN).

El Plan se concentraba básicamente en actividades de investigación cercanas al producto en las áreas de: microelectrónica, electrónica de consumo, componentes electrónicos, telecomunicaciones, informática, electrónica de defensa y aviación civil, electrónica industrial, electromedicina y automatización avanzada.

El PEIN abarcó el período 1984-87, el PEIN II desde 1988 hasta 1990 y el PEIN III desde 1990 a 1993. Hasta la puesta en marcha del PEIN II se subvencionaron en lo que a telecomunicaciones se refiere, las áreas relativas a digitalización de señales de video, tratamiento y procesamiento de señales de telecomunicación, mensajería electrónica y aplicación de ondas milimétricas a las telecomunicaciones.

## **Plan nacional en comunicaciones de banda ancha (PLANBA)**

Las comunicaciones integradas de Banda Ancha (CIBA) son una de las prioridades en I + D en las telecomunicaciones españolas. Su convergencia con Europa se consigue a través del programa RACE. España participa en 38 de los 90 proyectos

previstos en dicho programa, obteniendo un retorno aproximado de 20 millones de ECUS.

La Acción Nacional de Banda Ancha impulsada en el sector de las telecomunicaciones españolas tiene como objetivos:

\* Estimulación y coordinación del desarrollo nacional de las tecnologías básicas de comunicaciones integradas de banda ancha de modo que la futura implantación de la red puede llevarse a cabo, en parte, con tecnología desarrollada en los centros de investigación españoles.

\* Establecimiento de los cimientos que permitan la determinación de una estrategia nacional hacia las Comunicaciones Integradas de Banda Ancha en sus dos vertientes, la industrial y la de red y servicios.

\* Puesta en marcha de un demostrador, o "entorno de pruebas" que posibilite integrar los resultados de la actividad investigadora desarrollada en el seno de la Acción, así como mostrar las cualidades de los nuevos servicios.

La Acción tiene prevista su articulación en dos fases:

- Fase de definición.

- Acción Nacional de Banda Ancha como tal.

La fase de definición se concreta en la elaboración de diversos estudios que, con la ayuda de los principales actores interesados (operadores de red, industrias del sector, centros de investigación, suministradores de servicios y usuarios), abarcan los siguientes aspectos:

1.- Delimitación de los trabajos concretos que tiene que realizar la Acción, cuantificando recursos económicos y humanos y estableciendo objetivos temporales.

2.- Definición de las características del demostrador y de las especificaciones de sus diversos componentes.

3.- Identificación de las tecnologías que España puede desarrollar con posibilidades de éxito entre las necesarias para las Comunicaciones Integradas de Banda Ancha (CIBA).

4.- Compenetración de los servicios que podrán tener mayor interés en la primera fase de implantación de las CIBA, tanto desde la perspectiva de las tecnologías disponibles como de los intereses de los usuarios.

La Acción Nacional de I + D en Comunicaciones de Banda Ancha (PLANBA) propiamente dicha fue promovida por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. En el año 1991 se aprobó por la Permanente de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología en la forma de "Proyecto Integrado" dentro del Plan Nacional de I + D y contó con fondos del propio Plan y del Ministerio de Industria a través del CDTI y el PEIN.

La Acción Nacional de I + D en Comunicaciones de Banda Ancha tuvo una duración de 3 años. Trabajó con especial interés en aspectos ligados a las tecnologías relacionadas con las redes de usuario de banda ancha, los terminales y el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones, incorporando las normas aprobadas por los organismos internacionales y siguiendo las tendencias derivadas del programa RACE. El entorno de pruebas de la PLANBA significó el embrión de una futura "Isla CIBA" española, capaz de enlazarse con las establecidas en otros países europeos.

## **Actividades de I + D en sistemas de radio**

### **8.1. Comunicaciones móviles**

Todo el variopinto conjunto de aplicaciones y servicios móviles

representan uno de los sectores de las telecomunicaciones en el que se prevé un mayor crecimiento en este siglo XXI. En un corto plazo de tiempo están dando lugar al desarrollo de una serie de nuevas tecnologías que tienen un reflejo en el campo de las comunicaciones móviles y que permiten soportar un conjunto de servicios desconocidos hace unos pocos años. Por ilustrar con un ejemplo, la demanda de sistemas móviles celulares se estima que está creciendo en todo el mundo a un ritmo cercano al 50% anual.

Respecto a la situación española en el ámbito de la I + D en comunicaciones móviles, nos enfrentamos con un sector reducido en cuanto al número y tamaño de los grupos de investigación. Este hecho, unido a la gran dispersión de los esfuerzos y a la poca coordinación existente entre los diferentes grupos, necesaria para poder acometer proyectos de cierta envergadura en esta área, lleva a una posición más activa de la Administración central en la promoción e impulso de proyectos de investigación que integren las actividades de los diferentes grupos.

Entre las cuestiones de especial interés en el ámbito de las comunicaciones móviles están:

- Interrelación de redes fijas y móviles.
- Integración móvil-portátil.
- Diseño de antenas y técnicas de diversidad.
- Desarrollo de sistemas, estudios y modelos de propagación.
- Técnicas de modulación y acceso, protocolos, codificación y procesado de la señal, etc.

Las características horizontales de muchas de las técnicas enumeradas antes, unidas a la necesidad de trabajar en aspectos específicos propios de las comunicaciones móviles justifican el lanzamiento de una Acción Integrada en Comunicaciones Móviles que permita, mediante la coordinación eficaz de los recursos investigadores disponibles (Centros públicos de investigación, universidades, empresas, etc..) hacer frente a los desarrollos que tienen hueco en este campo : telefonía personal, digitalización de las comunicaciones móviles celulares, técnicas de espectro ensanchado, desarrollo de comunicaciones en banda milimétrica, etc.

## **8.2. Microterminales para sistemas VSAT**

La gran demanda por toda clase de usuarios de servicios de comunicaciones por satélite y la plena operatividad del sistema español HISPASAT, ha hecho necesario el impulso de la fabricación y comercialización de microterminales para comunicaciones por satélite.

Los sistemas VSAT están considerados como un medio muy atractivo de llevar algunos de los servicios de la RDSI a las zonas menos desarrolladas y con menos posibilidades económicas del país.

Entre las técnicas más relevantes relacionadas con el diseño y fabricación de terminales VSAT se encuentran las siguientes: técnicas de espectro ensanchado, técnicas de modulación eficientes, multiacceso digital (TDMA), algoritmos de compresión, etc.

Existen dos grandes grupos de comunicaciones móviles por satélite:

- 1.- Marítimas y aeronáuticas.
- 2.- Terrestres.

Las comunicaciones marítimas y aeronáuticas, por sus características específicas y por el colectivo al que van dirigidas

tienen una evolución más planificada sin proliferación de sistemas, aunque con el desarrollo de nuevas generaciones que permitirán la introducción de nuevos servicios y facilidades a medida que la tecnología lo permita. Todas estas investigaciones son financiadas por organismos internacionales como INMARSAT, OMI, OACI, ESA, etc.

En el campo de los servicios móviles terrestres se prevé que continúe, durante algunos años, la proliferación de sistemas desarrollados por diferentes sociedades y que persiguen colocarse a tiempo en un mercado potencialmente muy extenso.

En el ámbito europeo son cuatro los sistemas más importantes, capaces de proporcionar servicios de intercambio de datos a baja velocidad empleando satélites geoestacionarios. Son los siguientes:

- INMARSAT-C: que emplea la banda L (1,5-1,6 GHz). Posee una arquitectura de red orientada a su interconexión con las redes públicas para ofrecer servicios que requieran una cobertura amplia.

- EUTELTRACS: que funciona en banda Ku (12-14 GHz), con una estructura de red modular y con posibilidad de trabajar en grupo cerrado de usuarios o con conexión a la red pública. Este sistema tiene además capacidad de proporcionar información de radiodeterminación.

- PRODAT: desarrollado por la Agencia Espacial Europea. Emplea la banda L (1,5-1,6 GHz). Tiene una arquitectura de red similar al anterior.

- LOCSTAR: es una concepción ligeramente diferente de los anteriores sistemas por cuanto está básicamente orientado a servicios de Radiodeterminación con posibilidad de intercambio de mensajes cortos. Su incorporación se produjo en 1993 por un consorcio privado.

En los albores de los años 90, los servicios móviles de voz por satélite no estaban disponibles, aunque algunos sistemas capaces de dar soporte de voz y datos se encontraban en avanzado estado de desarrollo. Este era el caso del llamado estándar-M, promovido por INMARSAT para aplicaciones móviles terrestres y marítimas. Este sistema contaba con planes para su introducción antes de mediados de la década de los 90, de tecnología exclusivamente digital con codificación de voz a 4,8 Kbits / seg.

En Europa, la Agencia Espacial Europea está realizando estudios encaminados al desarrollo de un sistema capaz de soportar servicio de voz y datos, basado en el empleo de satélites geoestacionarios, y más orientado al concepto de grupo cerrado de usuarios, en contraposición con el estándar-M que está destinado a su interconexión con las redes públicas.

Existen una serie de problemas generales vinculados a estos servicios móviles por satélite en órbita geoestacionaria, como son:

- La deficiente cobertura de las zonas de latitud alta, que ofrecen pequeños ángulos de elevación de las antenas aumentando así la probabilidad de bloqueo por montañas, edificios u otro tipo de obstáculos.

- El balance de enlace requerido para salvar distancias superiores a los 36.000 km., lo que obliga al uso de terminales costosos.

- El retardo de propagación de la señal, del orden de los 200 milisegundos para cada salto, restando cierta eficacia en ciertas comunicaciones de datos y limitando las comunicaciones de tipo

telefónico, que no aceptan más de un salto.

Para solucionar estos problemas y poder poner en marcha el siguiente paso de los sistemas móviles terrestres que constituyen los conceptos PCN (Personal Telecommunications Network) y UMTS (Universal Mobile Telecom System) se están desarrollando sistemas basados en satélites de órbita circular baja (del orden de los 100 km.). En este contexto cabe destacar los siguientes proyectos con extensión universal:

-DRBCOMM, patrocinado por ORBITAL SCIENCE CORP, consistente en un sistema de 26 satélites pequeños (150 Kg.) a una altura de 970 km. para servicios de intercambio de mensajes en la modalidad de almacenamiento y retransmisión.

- STARNET, patrocinado por STASYS INC, basado en la utilización de 24 satélites de unos 112 kg. volando a una altitud de 1.200 km. El sistema es análogo al anterior, añadiendo cierta capacidad para servicios vocales.

- IRIDIUM, patrocinado por MOTOROLA y que responde a un concepto más sofisticado. Este sistema se basa en una constelación de 77 satélites de unos 430 kg. de peso, situados en órbitas polares a una altura de 760 Km., y con una arquitectura de red que combina los conceptos de PCN y UMTS.

### **8.3. Sistemas móviles PCN y UMTS**

Los trabajos de desarrollo tecnológico se orientan a la búsqueda de sistemas que puedan interesar -en un futuro inmediato- a los usuarios, satisfaciendo al mismo tiempo las mismas necesidades ya existentes de determinados colectivos menos numerosos que financiarían así la introducción del servicio.

De esta forma, el éxito de un nuevo servicio móvil pasa por la captación de una importante cuota inicial de mercado, que se consigue con la oportunidad de llegar a tiempo y con la oferta de mayores prestaciones.

Una vez superada la fase inicial, la posibilidad de llegar a los millones de usuarios y lograr con ello importantes tasas de penetración estará en gran parte vinculada a los costes tanto del servicio como del terminal.

Uno de los conceptos más novedosos en servicios móviles es conocido como PCN (Personal Communications Network) que se basa en la creación de una infraestructura de enlaces vía radio y en el empleo de un pequeño terminal móvil.

De esta forma se pretende lograr un sistema de comunicaciones de amplia área de cobertura, con unas posibilidades de movilidad establecidas en tres niveles: doméstico, urbano y en áreas abiertas, permitiéndose en cada uno de los niveles facilidades específicas con una tarificación acorde con el servicio empleado.

Este sistema, además de integrar otros servicios como el TMA, radiobúsqueda, teléfono sin hilos, telepunto, etc., añade la posibilidad de asociar un número telefónico a cada persona, independientemente de su ubicación, de ahí el nombre de "telecomunicaciones personales". Uno de los primeros precursores en esta línea de PCN es el sistema conocido por DSC 1800. Este sistema, basado en la tecnología del GSM, con posibilidades de estructura microcelular y trabajando en la banda de los 1,8 GHz, está siendo especificado por el ETSI.

Otro nuevo concepto de servicio móvil es el UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), que está auspiciado por el RACE, siendo también objeto de estudios en el CCIR y en el ETSI.

Las ideas generales que inspiran el sistema UMTS son:

- Universalidad de sus aplicaciones a través de la integración de todos los servicios móviles.
- Inclusión del concepto de comunicaciones personales.
- Cobertura continental.
- Gran penetración de mercado.
- Alta eficacia espectral.
- Tecnología digital con asignación dinámica de canal.
- Bajo coste, peso y consumo de terminal.

### **Bibliografía**

BARRASA, Gabriel (1993): "Los satélites, instrumentos de potenciación de las comunicaciones. Hispasat en las comunicaciones entre España y América", en el I Congreso Internacional de las Comunicaciones, Ed. Secretaría General de Comunicaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid.

BARRASA, Gabriel (1992): "Perspectivas de la radiodifusión por satélite. Realidades y Expectativas", Curso HISPASAT, Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander.

SARALEGUI, L. (1992): "Creating a dynamic market: private solutions and the growth of television in Latin America". Technical Symposium, Americas Telecom.

TOURÓN, Mónica (1995): "Hispavisión: punto de comunicación con América" en Diario ABC, sección de Radio y TV, Madrid.