

EDITORIAL MADRID

Resulta difícil escribir esta editorial por varias razones. Los estudiantes de Barcelona os encontráis con sorpresas, como esta editorial, mientras que en Madrid y Valencia leemos por primera vez esta publicación.

Esta nueva etapa de BURAN constituirá un proyecto conjunto entre las Ramas de Estudiantes del IEEE de Barcelona, Madrid y Valencia. El reto no es sencillo pero no partimos de cero porque BURAN lo edita con mucho éxito la Branca d'Estudiants del IEEE de Barcelona.

BURAN trata, como ya conocéis en Barcelona, temas de tipo técnico en su mayoría, sin dejar de lado las humanidades y todo aquello que sea plena actualidad en nuestras Escuelas. A partir del próximo número constará de una sección en las páginas centrales distinta para cada escuela, en la que encontraréis los artículos de mayor interés local. Aún así BURAN no perderá su enfoque, sino que ganará en contenido con artículos recopilados desde las tres ciudades.

Queremos invitaros a colaborar, con más énfasis en Madrid y Valencia, para ayudar a que este proyecto salga adelante. Es una oportunidad que tendréis de aprender cosas que nunca se enseñan en clase. Siempre es bueno conocer a nuestros colegas y saber qué se hace fuera de nuestra Escuela. BURAN pretende acercar los proyectos que realizan gente como nosotros en otros lugares y darles a conocer lo que hacemos aquí.

Y ahora queremos dirigirnos a ti, que has adquirido BURAN en Madrid, en la Escuela de Teleco, y te estás preguntando qué pinta otra revista más en nuestra Escuela. BURAN cubre un hueco muy grande. Las publicaciones actuales tratan sobre todo temas de actualidad, humanidades, sarcásticos,... pero, ¿dónde está esa revista técnica, asequible, con nivel adecuado, en la que puedes publicar tus trabajos y conocer los de tus colegas, y además de ámbito nacional? ¿nunca la has echado de menos?

De veras esperamos que te guste tanto como nos gustó a nosotros cuando la conocimos en Barcelona, que te anime a colaborar escribiendo tus artículos y leas BURAN habitualmente.

Por último agradecer a la Branca d'Estudiants del IEEE de Barcelona la oportunidad que nos han dado y pedir a los lectores habituales su aceptación.

Queda mucho camino por recorrer... juntos.

EDITORIAL VALENCIA

Para presentar esta revista en Valencia nada mejor que contar la historia de un proyecto que nació en Barcelona ahora hace 3 años. Un grupo de estudiantes de la Rama del IEEE de la UPC se planteó la posibilidad de crear una revista, de carácter básicamente técnico, aunque dando cabida a todo tipo de colaboraciones de carácter humanista. Empezaron a llevar adelante aquella idea, y hoy, con su número 6, se ha convertido en una revista que, como podréis comprobar, es 'de estudiantes para estudiantes'.

Y a partir de este empeño de hacer crecer BURAN, le están permitiendo que empiece a 'salir de casa'. Queremos agradecer a la gente de la Rama de Barcelona que hayan ofrecido ese proyecto tan trabajado a las Ramas de Madrid y Valencia, y esperamos que, al sumarnos a él, entre todos hagamos que mejore aún más.

Pero, ¿qué significa BURAN para Valencia? Fundamentalmente refleja cómo la Rama de estudiantes IEEE-UPV va creciendo: hemos conseguido consolidar un proyecto que nació hace muy pocos años, y que ha podido seguir adelante gracias al apoyo e interés de la Dirección de la Escuela, los profesores y los alumnos. Por otra parte, es el fruto de una colaboración que estamos llevando a cabo las Ramas de Estudiantes de Barcelona, Madrid y Valencia, y que, entre otras cosas, pretende hacer de BURAN una base común para aumentar nuestros conocimientos e incrementar nuestras inquietudes. En números posteriores saldrá una sección común a todas las Ramas y una sección específica de cada una de las Escuelas.

Sin embargo nada de esto sería posible sin la implicación de todos nosotros. De igual forma que nació BURAN, todas las actividades de las Ramas se fundamentan en la existencia de un grupo de personas que colaboren para llevar las ideas que se pueden desarrollar en el marco del IEEE. De hecho, las Ramas de Estudiantes del IEEE sólo tienen sentido si hay personas que tienen ideas, y se dan cuenta que sólo ellos son capaces de hacer esas ideas realidad. En otro caso la Realidad son siempre las ideas de otros.

EDITORIAL MADRID

Resulta difícil escribir esta editorial por varias razones. Los estudiantes de Barcelona os encontráis con sorpresas, como esta editorial, mientras que en Madrid y Valencia leemos por primera vez esta publicación.

Esta nueva etapa de BURAN constituirá un proyecto conjunto entre las Ramas de Estudiantes del IEEE de Barcelona, Madrid y Valencia. El reto no es sencillo pero no partimos de cero porque BURAN lo edita con mucho éxito la Branca d'Estudiants del IEEE de Barcelona.

BURAN trata, como ya conocéis en Barcelona, temas de tipo técnico en su mayoría, sin dejar de lado las humanidades y todo aquello que sea plena actualidad en nuestras Escuelas. A partir del próximo número constará de una sección en las páginas centrales distinta para cada escuela, en la que encontraréis los artículos de mayor interés local. Aún así BURAN no perderá su enfoque, sino que ganará en contenido con artículos recopilados desde las tres ciudades.

Queremos invitaros a colaborar, con más énfasis en Madrid y Valencia, para ayudar a que este proyecto salga adelante. Es una oportunidad que tendréis de aprender cosas que nunca se enseñan en clase. Siempre es bueno conocer a nuestros colegas y saber qué se hace fuera de nuestra Escuela. BURAN pretende acercar los proyectos que realizan gente como nosotros en otros lugares y darles a conocer lo que hacemos aquí.

Y ahora queremos dirigirnos a ti, que has adquirido BURAN en Madrid, en la Escuela de Teleco, y te estás preguntando qué pinta otra revista más en nuestra Escuela. BURAN cubre un hueco muy grande. Las publicaciones actuales tratan sobre todo temas de actualidad, humanidades, sarcásticos,... pero, ¿dónde está esa revista técnica, asequible, con nivel adecuado, en la que puedes publicar tus trabajos y conocer los de tus colegas, y además de ámbito nacional? ¿nunca la has echado de menos?

De veras esperamos que te guste tanto como nos gustó a nosotros cuando la conocimos en Barcelona, que te anime a colaborar escribiendo tus artículos y leas BURAN habitualmente.

Por último agradecer a la Branca d'Estudiants del IEEE de Barcelona la oportunidad que nos han dado y pedir a los lectores habituales su aceptación.

Queda mucho camino por recorrer... juntos.

EDITORIAL VALENCIA

Para presentar esta revista en Valencia nada mejor que contar la historia de un proyecto que nació en Barcelona ahora hace 3 años. Un grupo de estudiantes de la Rama del IEEE de la UPC se planteó la posibilidad de crear una revista, de carácter básicamente técnico, aunque dando cabida a todo tipo de colaboraciones de carácter humanista. Empezaron a llevar adelante aquella idea, y hoy, con su número 6, se ha convertido en una revista que, como podréis comprobar, es 'de estudiantes para estudiantes'.

Y a partir de este empeño de hacer crecer BURAN, le están permitiendo que empiece a 'salir de casa'. Queremos agradecer a la gente de la Rama de Barcelona que hayan ofrecido ese proyecto tan trabajado a las Ramas de Madrid y Valencia, y esperamos que, al sumarnos a él, entre todos hagamos que mejore aún más.

Pero, ¿qué significa BURAN para Valencia? Fundamentalmente refleja cómo la Rama de estudiantes IEEE-UPV va creciendo: hemos conseguido consolidar un proyecto que nació hace muy pocos años, y que ha podido seguir adelante gracias al apoyo e interés de la Dirección de la Escuela, los profesores y los alumnos. Por otra parte, es el fruto de una colaboración que estamos llevando a cabo las Ramas de Estudiantes de Barcelona, Madrid y Valencia, y que, entre otras cosas, pretende hacer de BURAN una base común para aumentar nuestros conocimientos e incrementar nuestras inquietudes. En números posteriores saldrá una sección común a todas las Ramas y una sección específica de cada una de las Escuelas.

Sin embargo nada de esto sería posible sin la implicación de todos nosotros. De igual forma que nació BURAN, todas las actividades de las Ramas se fundamentan en la existencia de un grupo de personas que colaboren para llevar las ideas que se pueden desarrollar en el marco del IEEE. De hecho, las Ramas de Estudiantes del IEEE sólo tienen sentido si hay personas que tienen ideas, y se dan cuenta que sólo ellos son capaces de hacer esas ideas realidad. En otro caso la Realidad son siempre las ideas de otros.

EDITORIAL BARCELONA

La liberalización total de las telecomunicaciones en España, dictada por la Unión Europea para el 1998, está cambiando las características del sector. La implantación de nuevas tecnologías como la televisión por cable o la telefonía móvil digital con el sistema GSM, sistema que poseen mayor número de países en el mundo, abren nuevos mercados tanto para el ingeniero como para el usuario de esas nuevas tecnologías en telecomunicaciones.

La eficiencia en las comunicaciones, con mayores anchos de banda, mayores velocidades, mayor seguridad proporcionada por las técnicas criptográficas, mayor portabilidad y, en una palabra, con mayor calidad, es una exigencia actual de toda empresa que quiera conseguir suficiente competitividad para mantenerse en el mercado. Sin embargo, no sólo son las telecomunicaciones importantes en el ámbito empresarial, sino también a nivel social o administrativo, como vemos actualmente con la aparición de Infovía o la solicitud por parte de la Generalitat de Catalunya de una red de televisión por cable propia.

El estudiante de carreras técnicas permanece expectante ante este nuevo entorno, esperando que la creación de empleo aumente en el sector. Sin embargo, aunque la entrada en competencia puede suponer una mayor actividad empresarial en el país, no hay que olvidar que las expectativas no siempre resultan ser ciertas, como ocurrió con la liberalización de BT (British Telecom) en el Reino Unido, donde inicialmente el saldo de empleos creados fue negativo.

Lo que se precisa para un avance de nuestra sociedad en el sector de las telecomunicaciones es un más amplio tejido industrial y empresarial, que permita a los nuevos ingenieros tomar experiencia en los campos más avanzados de la tecnología actual, formando así mejores profesionales.

LA RAMA DE BARCELONA Y BURAN EN INTERNET

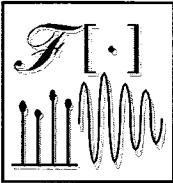
La difusión de materias relacionadas con las telecomunicaciones, la informática y la ingeniería en general ha sido el primer objetivo de BURAN desde su nacimiento en marzo de 1993. Ahora la Rama de Estudiantes del IEEE de Barcelona da un paso más, incorporando la revista en sus páginas de Web. En las direcciones que indicamos se pueden consultar los últimos números de la revista en su versión electrónica, así como información acerca de la Rama de Estudiantes y del IEEE:

<http://citel.upc.es/users/ieee>
<http://citel.upc.es/users/buran>

Pero no sólo navegués, ¡participa! Haciéndote miembro de la Rama de Estudiantes del IEEE podrás ampliar la página y aportar tu grano de arena.

Agradecimientos: quisieramos expresar nuestro agradecimiento al Laboratorio de Servicios Informáticos de la ETSETB por la colaboración prestada y su paciencia infinita para con nosotros en la realización de la versión electrónica de BURAN.





¿QUÉ ES LA CRIPTOGRAFÍA?

Ana María Peñas Díaz

La criptografía es una palabra de origen griego: «cripto» equivale a secreto y «graffía» a escritura, por lo que en su conjunto podemos definirla como la ciencia que estudia todo lo relativo a escritura secreta.

Si la criptografía trata de escribir mensajes de manera enigmática mediante claves secretas el criptoanálisis trata de descubrir dichas claves.

Ambas ciencias, criptografía y criptoanálisis, se engloban dentro del término de criptología o ciencia de lo secreto.

Los sistemas criptográficos se denominan criptosistemas.

Desde principios de la humanidad el hombre se ha preocupado por cifrar, de acuerdo con los medios que poseía, los mensajes que deseaba transmitir para que sólo su destinatario fuese capaz de descifrarlos. Como ejemplo los egipcios y sus «complicados» jeroglíficos.

La criptografía ha ido avanzando conforme al tiempo; los algoritmos criptográficos son cada vez más complicados en el sentido de proporcionar mayor seguridad en todo aquello que se desea trans-

mitir. Importa que un enemigo pueda violar la clave y descifrar el mensaje, pero más importa que de ocurrir ésto lo haga en un tiempo superior al periodo de validez del mensaje. Es decir si se manda un mensaje encriptado con la información:

«Se atentará contra el primer ministro a las 15.00»; Si el emisor emitió el mensaje a las 00.00 horas se trataría de que el enemigo no pudiera descifrar el mensaje en un tiempo inferior a 15 horas. Si pasado este tiempo lo consiguiera ya no importaría pues el mensaje ya se habría «ejecutado».

Hoy en día los avances tecnológicos han permitido violar claves que en su día nadie creyó que pudieran ser descifrables. Era impensable que eso pudiera suceder. Ésto debieron pensar los creadores del sistema criptográfico RSA, Rivest, Shamir y Addleman, que en 1977 basaron la seguridad del mismo en la dificultad de factorizar un número «n» de 129 cifras, producto de dos números primos p y q .

Ellos pronosticaron, de acuerdo con los medios disponibles en su tiempo, que de ser posible su factorización ésta no se llevaría a cabo en menos de 40.000 billones de años. La sorpresa apareció el 13 de Octubre de 1993 cuando se anunció públicamente el conocimiento de los valores p y q , quedando por tanto rota la seguridad del sistema. Los descubridores del RSA no tuvieron en cuenta los avances tecnológicos que se avecinaban, entre ellos ordenadores más rápidos.

La criptografía es una ciencia realmente atractiva que vive en sintonía con el tiempo. El desarrollo de nuevas formas de transmitir la información como la telefonía móvil o Internet, la llamada superautopista de la información, hacen de ella un reto para encontrar nuevos algoritmos cri-

tográficos que hagan frente a medios de transmisión cada vez más vulnerables.

El desarrollo de nuevas formas para transmitir la información como la telefonía móvil o internet hacen de ella un reto para encontrar nuevos algoritmos criptográficos que hagan frente a medios de transmisión cada vez más vulnerables.

Ya sabemos que los algoritmos criptográficos tratan de proporcionar seguridad en la información que se transmite. Si llamamos comunicación al intercambio de

información entre comunicantes citemos cuáles son sus tres principios básicos:

ANA MARÍA PEÑAS DÍAZ es proyectista en el Dpto de Matemática Aplicada y Telemática en la ETSETB (UPC).

-Privacidad: Se trata de que si alguien intercepta la comunicación no sepa descifrarla.

-Autenticidad: Se ha de identificar de algún modo los interlocutores para evitar así intrusos.

-Verificabilidad: Se ha de comprobar que la comunicación es auténtica, es decir no ha sido modificada por posibles intrusos, y además verificarlo.

Criptografía de clave pública/privada.

Hasta los años 70 los criptosistemas más utilizados eran los llamados de **clave privada**. Sistemas en los que emisor y receptor se ponen de acuerdo respecto a una clave secreta. El emisor encripta la información y el receptor de manera reversible la descifra.

Siendo:

M : conjunto de mensajes
C : conjunto de mensajes encriptados
K : Conjunto de claves secretas
E : Función para encifrar
D : función para descifrar

$E_k : M \rightarrow C$
 $D_k : C \rightarrow M$

El usuario A manda un mensaje m usando la clave secreta k : $E_k(m)$

El usuario B recibe $E_k(m)$ y realiza la operación $D_k(E_k(m))=m$, obteniendo así el mensaje.

Este sistema presentaba varios problemas:

-Si los dos usuarios van a utilizar una clave secreta común se han de poner de acuerdo en una primera transmisión por el canal. En dicha transmisión la información no va cifrada y puesto que el canal en sí es vulnerable frente a posibles intrusos podría ser captada. No parece un sistema 'muy' seguro.

-Si cada par de usuarios tiene una clave secreta distinta, y el número de usuarios es elevado el número de claves aumenta considerablemente de manera que se hacen inmanejables. Para n usuarios se necesitarían $n(n-1)/2$ claves.

-No es posible trabajar con firmas digitales (son firmas electrónicas equivalentes a las firmas manuales) ya que ambos usuarios utilizando la misma clave para cifrar y descifrar no podrán convencer a un tercero sobre quién de los dos había originado el mensaje.

Y a todo ésto hay que añadir lo ya dicho en el apartado anterior: Con los avances tecnológicos, entre ellos la aparición de ordenadores más rápidos, se podía descifrar mensajes en tiempos inferiores al margen de seguridad permitido.

En 1976, W.Diffie y M.Hellman, con el propósito de solventar los tres problemas anteriores crearon el sistema de **clave pública**. En este sistema cada usuario genera dos claves: una secreta y otra pública (por lo que está a disposición de todos los usuarios).

Un usuario A manda un mensaje al usuario B: Mediante la función F, llamada función trampa o Trapdoor, cifra el mensaje utilizando la clave pública generada por el usuario B. El usuario B obtendrá el mensaje haciendo la inversa de F utilizando la clave secreta por él generada. La función F presenta la propiedad de que su función inversa es prácticamente

imposible de realizar si se desconoce la clave secreta. En caso contrario es fácil.

Siendo:

F : función trampa
K : listado de claves públicas
{ka,kb,...}
T : función inversa de F
S : conjunto de claves privadas {sa,sb,...}

Para el caso explicado en que A manda mensaje a B:

$F_{kb} : M \rightarrow C$
 $T_{sb} : C \rightarrow M$
El emisor A manda $F_{kb}(m)=c$. El receptor B crea $T_{sb}(c)$ y obtiene $m=T_{sb}(c)$.

La función trampa siempre será la misma lo que variará será la clave secreta, además como sólo el usuario conoce su clave secreta sólo él podrá descifrar el mensaje. Por otra parte distinguiremos distintos sistemas criptográficos según la función trampa escogida de manera que cuanto más difícil sea hallar su función inversa más seguro será el sistema.

A diferencia del sistema anterior será posible la comunicación entre múltiples usuarios.

Análisis de sistemas criptográficos de clave pública

Entre los más conocidos tenemos:

1._ Basados en la factorización de números grandes en pocos factores primos. Ej:RSA.

Siendo x el mensaje:

2._ $b=x^2 \pmod n \rightarrow x=\sqrt{b} \pmod n$

Ej : Tarjetas inteligentes (ver nota).

3._ Logaritmos discretos

$y=a^x \pmod n \rightarrow x$

Ej : Criptografía con curvas elípticas.



Nota: Una tarjeta inteligente es una tarjeta plástica de dimensiones estándar que a diferencia de las tarjetas de banda magnética posee un micro-procesador además de la memoria (PRom,Rom,Ram).

El Dpto de Matemática Aplicada y Telemática trabaja con los tres. En lo que se refiere al último se está estudiando criptosistemas de clave pública basados en el logaritmo discreto sobre puntos de una curva elíptica definida sobre cuerpos finitos. El análisis de dichas curvas así como métodos de exponentiación que reduzcan el tiempo de cómputo en estos sistemas son tema de estudio en estos

momentos.

Resumen

La criptografía es una ciencia que se renueva continuamente que te envuelve conforme la vas estudiando. No existe algoritmo seguro, todo está sujeto al paso del tiempo: Lo que hoy es seguro mañana puede no serlo. Dependerá de hasta donde pueda llegar el hombre con su inteligencia: El hombre crea la máquina y la máquina trabaja para el hombre.

Hoy en día, con los algoritmos criptográficos ya existentes los estudios se centran en analizar las ventajas e inconvenientes en cuanto al costo del hardware,

la velocidad de cómputo, la seguridad del sistema y su propia aplicación. Las puertas a nuevos algoritmos siempre estarán abiertas.

Bibliografía

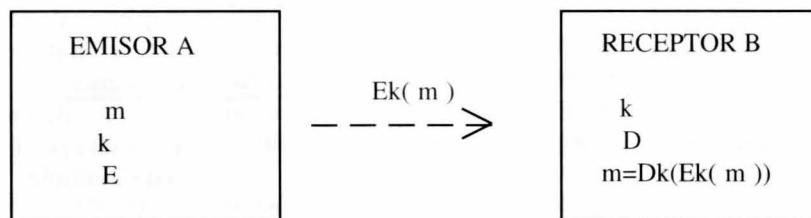
A.J.MENEZES, *Elliptic Curve Public Key Criptosystems*

CHRISTIAN MARCOS GÓMEZ , P.F.C 'Curvas Elípticas en cuerpos de característica 2. Aplicaciones a la Criptografía de Clave Pública '1993.

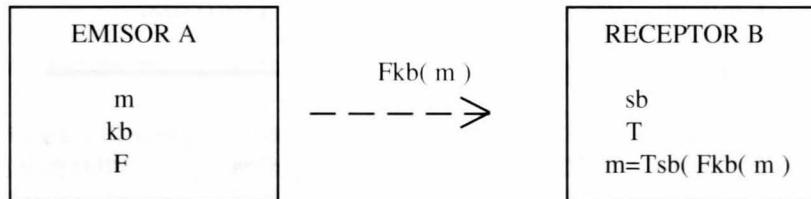
Biblioteca ETSETB:

512.742.72:514 Mar

Artículos y documentos del Dpto de Matemática Aplicada y Telemática.



Criptosistemas de clave privada.



Criptosistemas de clave pública.



INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS DE INTERNET

Antonio J. Antón

Las autopistas de la información es un término que está últimamente en boca de todos. Su función original, muy lejana de ser el entretenimiento, ha quedado enmascarada por la cantidad de servicios que pueblan el ciberespacio. Este último año, con la puesta en marcha de numerosas empresas que suministraban conexiones a Internet a través de la línea telefónica, ha empezado un boom informático, que en otros países como EE.UU., ya hace años que ocurrió. De hecho estos servicios hacen tiempo que existen, pero solo para una minoría de gente: profesores universitarios e investigadores o en grandes empresas, por citar algunos.

Los estudiantes de *teleco*, no disponemos por ahora de acceso a este recurso dentro de la universidad, es extraño, ya que en otras facultades (p. ej. Farmacia) menos técnicas ya hace algún tiempo que lo disfrutan (!!!). Si bien esta situación acabará muy pronto (según hemos podido saber) y para que no os pille por sorpresa, intentaremos comentar brevemente los servicios típicos de los que dispondremos. No haré ninguna explicación del «hard», ya que podría ocupar una Burán entera.

Introducción

Todo empieza cuando el Ministerio de Defensa de EE.UU. decide conectar todas sus computadoras

a través de una red (ARPANET). Paralelamente, varias universidades americanas hacen lo mismo. La red INTERNET nace como la unión de las dos redes anteriores. El éxito de esta unión fue que se utilizaron unos protocolos (TCP/IP) que eran independientes de la topología de la red y del sistema que se utilizara. Básicamente, INTERNET es la unión de multitud de redes locales. Es una red de todos, y en principio cada uno, mantiene el «cable» que tira para conectarse con los demás. Los nuevos usuarios que quieren unirse a la red, han de conectarse a ella a través de otro usuario ya conectado (usuario no quiere decir una persona particular, sino más bien, una empresa, universidad, etc.). Además existe un organismo, INTERNIC, que gestiona el correcto crecimiento de la red y que no haya problemas entre los usuarios.

Servicios

Antes de hablar de los servicios, es necesario introducir unos conceptos mínimos:

Direcciones IP: por ejemplo 147.83.36.14, sería la «dirección» electrónica de una maquina. Las direcciones IP están formadas por 4 números que pueden valer de 0 a 255, separados por 3 puntos entre si. Como puede ser difícil recordar las direcciones, se les dan nombres escritos como «nielk» o «nielk.upc.es» (en el ejemplo anterior), luego unos ordenadores especializados (servidores de nombres) buscan en sus bases de datos las traducciones en dirección IP. Todo este proceso es transparente para el usuario.

En el ejemplo, nielk.upc.es, se llama «dominio» a la red donde esta

conectado el ordenador, en este caso «upc.es», el «.es» indica el país: España. Cada país acaba con una abreviación (ej. fr, uk, fi, nl, etc..), excepto EE.UU., que como son ellos quienes lo inventaron, no lo usan. En su lugar, los ordenadores (llamados "host") de EE.UU. acaban como «.com» si son empresas, «.edu» si son centros de educación (escuelas, universidades), «.gov» si son organismos del gobierno o «.mil» si son máquinas militares.

Cada servicio se suministra a través de un programa especializado en dicho servicio. En las próximas líneas enumeraremos los servicios más comunes y una breve descripción de su funcionamiento.

Correo electrónico (email)

El email es el servicio más común. Para enviar o ver el correo recibido existen varios programas (mail, ean, etc..) que nos permiten editar mensajes o visualizarlos. Son mensajes en formato ASCII. Una dirección de correo se compone por: <nombre usuario>@<maquina>. El nombre de usuario generalmente es la palabra que se usa como «login» en el sistema. Así, para enviar un mensaje a la revista BURÁN, que está en la maquina «citel.upc.es», podríamos hacer:

```
$ mail buran@citel.upc.es
Subject: Comentari sobre la revista
        (El subject es una
        descripción de que va el mensaje)
me gusta la revista
(aquí empieza el mensaje)
        .
        (punto y final)
Message sent OK.
$
```

Para acabar el mensaje se pone un punto(.) en una linea en blanco. Esta

ANTONIO J. ANTÓN es estudiante de 4º de ingeniería de Telecomunicación en la E.T.S.E.T.B. y miembro de la Rama de Estudiantes del I.E.E.E. de Barcelona.

forma es la más rudimentaria de enviar correo. Otras formas consisten en editar en un fichero el mensaje y posteriormente cargarlo en el programa de correo. Aunque el e-mail solo envía texto, también es posible enviar imágenes, sonidos o datos, para ello, existen el programa *UUENCODE* que codifica un fichero de datos cualquiera como un texto ASCII y se puede enviar a través de correo. El programa que realiza la operación contraria es *UUECODE* y recupera el fichero de datos (imagen, sonido, etc..) a partir del fichero de texto. Las aplicaciones de correo permiten muchas más cosas, como enviar un mensaje a varias personas (multicast), etc.

Terminal remoto (telnet)

Para poder trabajar en una máquina remota (no tenemos acceso físico, es decir, no tenemos acceso a su consola o terminales) desde cualquier sitio. Esta aplicación envía todo lo que escribimos por nuestro teclado a la máquina (CPU) remota y lo que saldría por su pantalla, aparece por la nuestra, dando la impresión de que estamos usando el ordenador. Aunque telnet puede emular varios tipos de terminales, no permite sesiones de pantallas gráficas (es un terminal de solo-texto). Para lanzar la aplicación se escribe telnet <nombre de máquina destino>. Por ejemplo, para abrir una sesión de trabajo en la revista BURÁN desde cualquier sitio de la UPC:

```
$ telnet citel
(como estamos en la UPC no hace falta escribir citel.upc.es)
Connected to 147.83.39.55
login: burán
password: ***
```

```
buran$ cd buran
buran$ vi articulo-1.txt
(vi es un editor de textos de Unix)
...
buran$ logout
(para terminar una sesión)
```

Connection closed by foreign host
\$

Es lo que veríamos en nuestra

pantalla, pero «telnet» tiene muchas más opciones; para entrar a modo comandos, pulsaremos «CTRL» + «J». y aparecerá el indicador: telnet>

Ahora podemos escribir comandos para cambiar la emulación de terminal, abrir nuevas conexiones a otras máquinas o cerrar conexiones; los comandos principales son:

open <maquina>: conectar la estructura de directorios de otra máquina

bye: desconectarse de la máquina remota

cd <directorio>: cambiar de directorios en la máquina remota, pero usando la notación Unix, es decir usar las barras /. Ademas, si nos hemos conectado como anonymous o ftp, solo tendremos acceso a unos pocos directorios como: pub (acceso público) o mirror (como indica, es un espejo de la estructura de otras máquinas).

lcd <directorio>: hace un «cd» pero en nuestros directorios locales.

ls: muestra un listado de los ficheros del directorio remoto.

lls: como «ls» pero de nuestros ficheros locales.

dir: ídem, pero detallado con tamaños, fechas, permisos de lectura o escritura.

get <fichero>: importar a nuestro directorio local un fichero del directorio remoto.

mget <ficheros>: permite traer varios ficheros usando los comodines «*» y «?».

put <fichero> : copia al directorio remoto el fichero local

mput <ficheros>: copia varios ficheros locales al remoto

ascii: indica que los ficheros que se envían (put) o se reciben (get) son de texto y ha de realizar una conversión de código si es necesaria, ya que todas las máquinas no usan el código ASCII, o los mismos códigos para bajar de línea, etc..

binary: indica que los ficheros que se envían (put) o se reciben (get) son binarios (datos o programas) y los ha de transferir idénticamente, bit a bit.

help: muestra información sobre todos los comandos.

Con estos comandos básicos, ya se puede hacer prácticamente de todo: (continuando con el ejemplo)

```
ftp> cd /pub/pc/math
OK.
```

posiblemente no nos deje conectarnos. Una vez conectados aparece el indicador:

ftp>

que indica que ya acepta órdenes. Las órdenes principales son:

open <maquina>: conectar la estructura de directorios de otra máquina

bye: desconectarse de la máquina remota

cd <directorio>: cambiar de directorios en la máquina remota, pero usando la notación Unix, es decir usar las barras /. Ademas, si nos hemos conectado como anonymous o ftp, solo tendremos acceso a unos pocos directorios como: pub (acceso público) o mirror (como indica, es un espejo de la estructura de otras máquinas).

lcd <directorio>: hace un «cd» pero en nuestros directorios locales.

ls: muestra un listado de los ficheros del directorio remoto.

lls: como «ls» pero de nuestros ficheros locales.

dir: ídem, pero detallado con tamaños, fechas, permisos de lectura o escritura.

get <fichero>: importar a nuestro directorio local un fichero del directorio remoto.

mget <ficheros>: permite traer varios ficheros usando los comodines «*» y «?».

put <fichero> : copia al directorio remoto el fichero local

mput <ficheros>: copia varios ficheros locales al remoto

ascii: indica que los ficheros que se envían (put) o se reciben (get) son de texto y ha de realizar una conversión de código si es necesaria, ya que todas las máquinas no usan el código ASCII, o los mismos códigos para bajar de línea, etc..

binary: indica que los ficheros que se envían (put) o se reciben (get) son binarios (datos o programas) y los ha de transferir idénticamente, bit a bit.

help: muestra información sobre todos los comandos.

Con estos comandos básicos, ya se puede hacer prácticamente de todo: (continuando con el ejemplo)

```
ftp> cd /pub/pc/math
OK.
```



ftp> dir
index00.txt
(generalmente suele haber en cada directorio un fichero de texto llamado index00.txt, index.txt o solo index, que tiene una breve descripción de cada fichero)

readme
file1.zip
fftkit10.zip
linear.zip
...

(los ficheros suelen ir comprimidos en PkZIP si son para PC)

ftp> binary
ftp> get fftkit10.zip
(como es un fichero de datos, hemos de indicar que es binary)

Transferring file... OK

ftp> bye
(para cerrar la comunicación)

Bye.

\$

Existen cientos de servidores públicos de ficheros, a continuación van algunos de mi agenda personal:
ftp.uwp.edu (juegos como el Doom),
HP BBS (**15.255.72.16**),
ftp.ai.mit.edu (calculadoras HP),
tsx-11.mit.edu (todo sobre Linux),
razorback.nasa.gov (imágenes de la Nasa),
garbo.uwasa.fi (general PC),
teeri.oulu.fi (programación PC),
nic.switch.ch (mirrors a muchos sitios). Ademas en estos sitios suele haber listas de todos los servidores ftp públicos conocidos.

Existe otro servicio relacionado con FTP: **ftp-mail**. Existen máquinas (*mail-servers*) a las que se les puede enviar un e-mail con las ordenes que escribiríamos en el ftp y estas nos enviaran un e-mail a nosotros con los ficheros que hallamos pedido. Este servicio es útil si no nos podemos conectar a maquinas muy «populares», que por exceso de usuarios, o por no disponer del servicio FTP, no podemos acceder directamente. Si bien este servicio es offline (no permite interacción), es el que tiene un menor coste, ya que funciona sobre el e-mail.

Una de estas maquinas es **<rtfm.mit.edu>** y esta a nuestra disposición de forma desinteresada.

\$mail mail-server@rtfm.mit.edu
Subject: (se deja en blanco)

<a partir de aquí meteríamos los comandos del FTP>

open garbo.uwasa.fi
chdir /pub/pc/math
(chdir equivale a cd)
binary
(como transferiremos datos: en binario)
get fftkit10.zip
quit
(para salir)
.

(punto y final)

Message sent OK.

\$

El fichero nos llegara como un mail más, pero que deberemos descodificar con UUDECODE.

Internet relay chat (IRC)

Charla interactiva Internet. Es un protocolo para conversaciones simultáneas, que permite comunicarse por escrito entre sí a través del ordenador y con varias personas en tiempo real. La pantalla se divide en varias partes: conversación actual, otras conversaciones, etc.. Para más información sobre este servicio, en la dirección del World Wide Web: <http://kaktus.kemi.aau.dk/irc-faq.html> (mas adelante explico como usar esto) se encuentran programas shareware para IRC y direcciones de las maquinas que permiten realizarlo.

En ordenadores Sun, existe una aplicación, **talk**, que nos permite iniciar una tertulia con otro interlocutor en tiempo real. Su formato es: talk <usuario>@<maquina>. Para saber los usuarios que estan conectados a una máquina, podemos usar el comando finger @<maquina>

(ieee)\$talk buran@citel
(si @citel se puede suprimir si el otro interlocutor está también en citel)

en el terminal de buran aparecería algo como:

talk: respond with «talk ieee@citel» de forma que se establecería la comunicación. La pantalla se divide en dos partes, una para cada interlocutor, donde aparecen los mensajes que se escriben.

News

Es un servicio muy usado en Internet, y mucha gente esta suscrita. Dentro de este servicio se comparten opiniones, informaciones, etc. de todas partes del mundo. Las news están organizadas en grupos y dentro de ellos, existe una jerarquía. Existen grupos sobre muchos temas, y hay listas sobre ellos. Para acceder a este servicio, es necesario un lector especial, que se puede obtener vía ftp a [ftp.forteinc.com](ftp://ftp.forteinc.com) o en nic.switch.ch. Existen lectores para todo tipo de maquinas, PC, Mac, Unix, VMS, etc.

ARCHIE: El sistema ARCHIE permite la búsqueda indexada de archivos que están disponibles en servidores públicos dentro de Internet. Por medio de Archie se pueden hacer búsquedas de información de cualquier tema o fichero, simplemente especificando los nombres de lo que queremos buscar.

Los comandos de Archie son:

help: muestra ayuda sobre como funciona.

bye, exit: salir de archie.

list: lista de todos los sistemas conocidos por archie.

site <maquina>: lista los archivos contenidos en un sistema.

prog<texto>: busca <texto> o lo más parecido a el.

Mediante telnet, nos conectamos a un servidor Archie:

\$telnet archie.funet.fi

Conected to 119.77.155.21

login: archie

(generalmente no pide password)

Welcome to Funet Archie

.. bla bla...

archie> prog fftkit10.zip

Wait...

Found in: garbo.uwasa.fi in: /pub/pc/math : file: /pub/pc/math/fftkit10.zip size:106352 rw-r--r--

....

archie> bye

Bye

\$

Existen varios servidores de Archie como: **archie.ans.net**, **archie.au**, **archie.doc.ic.ac.uk**, **archie.funet.fi**, **archie.ncu.edu.tw**,

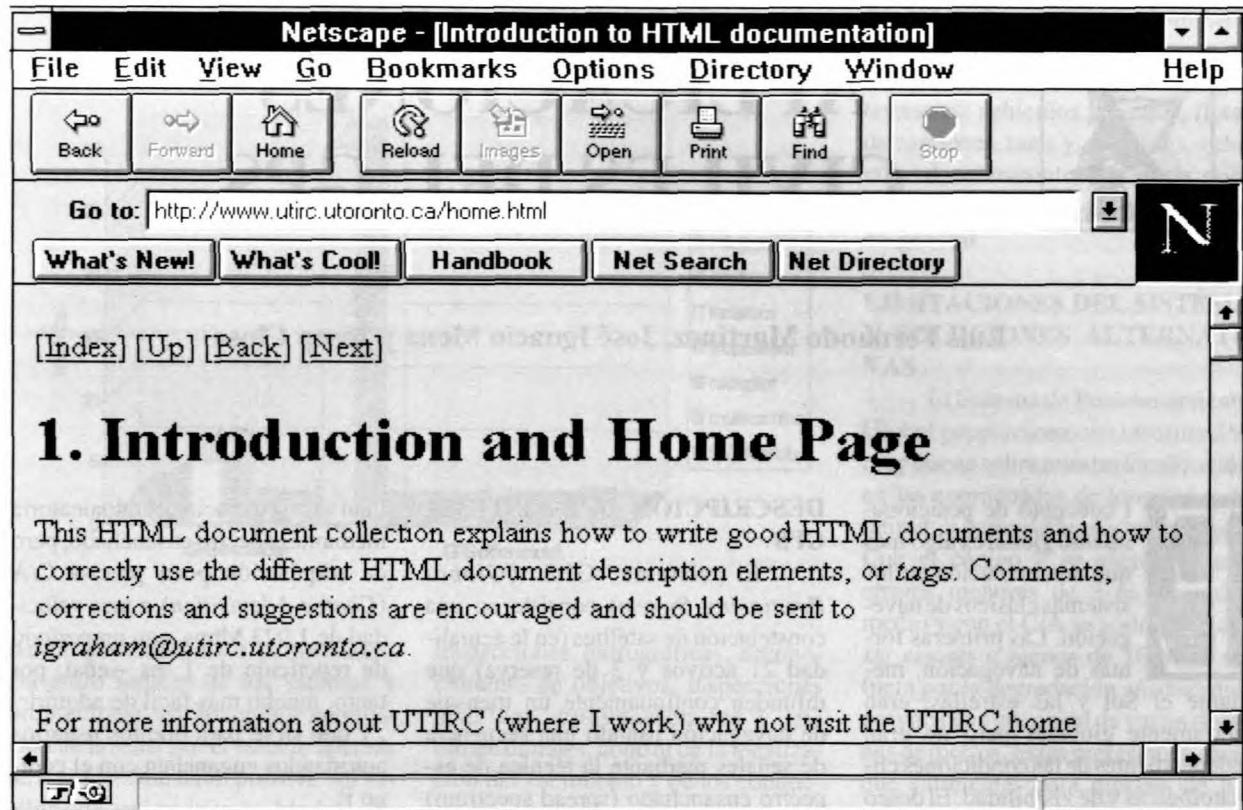


Figura 1.- Aspecto de Netscape visualizando una página Web.

*archie.rutgers.edu,
archie.sura.net, archie.unl.edu,
archie.wide.ad.jp, etc..*

GOPHER: Gopher es una aplicación que organiza el acceso a los recursos de Internet de forma ordenada en menús jerárquicos. Se crean referencias cruzadas entre servidores y se presenta ordenada por tipos. Para realizar un GOPHER desde un navegador gráfico como Mosaic o Netscape, se escribe la dirección como: gopher://<dirección>. (ej. gopher://gopher.gva.es).

World Wide Web (WWW): Es el servicio más gráfico y reciente en Internet. Para utilizarlo, se requiere de un visualizador especial o navegador. Existen muchos y para muchas plataformas (PC, Mac, etc.). Los más populares son Netscape (cuyo aspecto se presenta en la figura 1) y Mosaic.

El WWW se caracteriza porque la información se organiza en «páginas» que incluyen texto e imágenes, principalmente, aunque también pueden incluir «botones» que al pulsarlos nos muestren alguna escena

animada (video) o sonido. Además, las páginas suelen tener referencias a otras páginas (denominados hipertextos; Word Wide Web viene a ser algo como telaraña mundial, ya que todas las páginas llevan referencias hacia todas partes). Los hipertextos son unas palabras que aparecen en otro color o subrayadas, que al pulsar con el ratón sobre ellas, nos llevan a otra página. También hay imágenes sensibles, que según en qué parte se pulsan llevan a una página o a otra. Los lectores de WWW generalmente permiten realizar desde dentro de los otros servicios, como correo electrónico, telnet, ftp, gopher, news, etc. paralelo, utilizando unas órdenes especiales, que se introducen en una casilla etiqueta URL y que tienen todos los visualizadores de WWW.

mail-to:<usuario>@ <máquina> permite enviar correo

telnet://<máquina> permite hacer un telnet

ftp://<máquina> hace un ftp

news://<máquina> news

gopher://<máquina> gopher

http://<dirección> WWW

Ejemplos de direcciones WWW

http://www.upc.es Web de la UPC
http://citel.upc.es/users/buran

Revista BURAN (actualmente están los números 3 y 5)

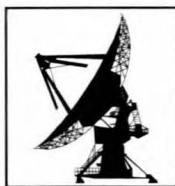
http://citel.upc.es/users/ieee
Páginas de la Branca d'Estudiants de l'IEEE

http://www.spies.com: es una especie de Archie, pero en WWW. Permite preguntar sobre un tema, fichero o palabra; nos mostrará enlaces a todas las páginas que tengan algo que ver.

http://www.yahoo.com (idem)
http://www.intel.com (Las empresas importantes suelen tener dirección WWW, probar en donde pone «intel», con nombres de otras empresas: apple, cadillac, disney, etc...)

Esta introducción no deja de ser muy superficial, pero, aun así, se tardarán unos 100 años (dedicando unas 10 horas al día) en ver todo lo que hay. Realmente uno aprende a "navegar" por Internet cuando usa los servicios de que dispone, así que no tiene mucho sentido escribir más, porque en Internet esta TODA la información que se pueda necesitar.





APLICACIONES CIVILES DEL GPS

Luis Fernando Martínez, José Ignacio Mena y Josep Closa

El concepto de posicionamiento global es algo más que una evolución en los sistemas clásicos de navegación. Las primeras formas de navegación, mediante el Sol y las estrellas, eran ciertamente globales pero no eran independientes de las condiciones climatológicas y de visibilidad. El deseo de los estados poderosos -EE.UU. y la Unión Soviética- de poseer un sistema de navegación con fines militares que funcionara en cualquier parte del mundo, a cualquier hora del día y bajo cualquier condición atmosférica llevó a desarrollar la idea de utilizar satélites para determinar la posición de un receptor móvil en tierra mediante la medición de las distancias de esos satélites al receptor -como un método de triangulación clásico-.

Con el posterior desarrollo de los acontecimientos políticos, sociales, económicos y militares en el mundo -desmembración de los bloques militares, crisis económicas, caída de los régimes imperialistas y totalitarios del Este europeo, etc.-, las aplicaciones militares han dado paso a un gran número de usos pacíficos que nos reportan beneficios a todos los usuarios de medios de transporte, a investigadores, a empresas constructoras, a compañías petrolíferas, a excursionistas, a agricultores...

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA GPS

El sistema GPS (*Global Positioning System*) consiste en una constelación de satélites (en la actualidad 21 activos y 3 de reserva) que difunden continuamente un mensaje de navegación usando una secuencia de señales mediante la técnica de espectro ensanchado (*spread spectrum*) sobre una portadora primaria (L1) de 1575.42 MHz y sobre una portadora secundaria (L2) de 1227.60 MHz. El receptor puede extraer de esa información el retardo que ha sufrido la señal desde el satélite, y por tanto determinar su distancia a él. Combinando las distancias a tres satélites y conociendo sus respectivas órbitas, el receptor determina su posición en longitud y latitud. Para una fijación tridimensional -altura- el receptor debe tener otra referencia de tiempos, por lo que se requieren los datos de un cuarto satélite.

El GPS ofrece dos niveles de precisión para el posicionamiento: el servicio de posicionamiento preciso o PPS (*Precise Positioning System*), disponible sólo para usuarios autorizados como militares o empresas que desarrollen tareas de interés para los EE.UU., y el servicio estándar de posicionamiento SPS (*Standard Positioning System*) a disposición de todos los usuarios sin ninguna cuota o carga económica.

El PPS usa una secuencia pseudoaleatoria con la técnica de espectro ensanchado (*spread code*) denominado código P (*Precision*) a una velocidad de 10.23 Mbps con un período de repetición de 267 días, y que se cambia por motivos de seguridad cada semana. Por su parte el SPS usa tam-

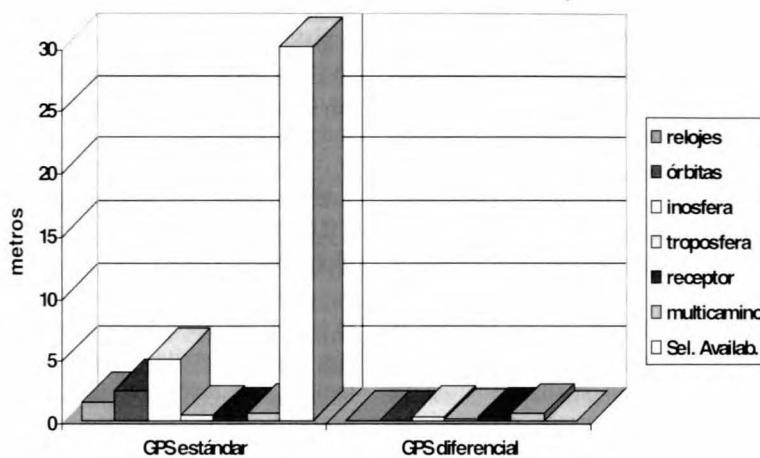
bien una secuencia pseudoaleatoria mediante espectro ensanchado, pero de adquisición poco precisa C/A (*Coarse Acquisition*) a una velocidad de 1.023 Mbps, con un período de repetición de 1 ms -señal, por tanto, mucho más fácil de adquirir-, y que sirve para que los usuarios autorizados enganchen con el código P.

Los receptores GPS comerciales para uso no militar se sirven únicamente de este código C/A para conseguir el posicionamiento, con lo que la precisión es unas 10 veces menor que la proporcionada por el código P. No obstante, esta precisión es mucho mayor de la que se previó en el diseño original, por lo que el Departamento de Defensa (DoD) de los EE.UU. determinó introducir una degradación intencionada en el sistema (*Selective Availability*) para que los usuarios que usen el código C/A no puedan obtener precisiones tan buenas y puedan aprovecharlas para atentar contra la seguridad nacional. Sin embargo, dada la competencia del sistema GLONASS soviético, que no incorpora esta limitación, y el cambio en la estructura militar y política de bloques mundial -con la subsiguiente desaparición de enemigos potenciales para el país- se prevé una futura desaparición de esta degradación. En la actualidad el código P es ya bien conocido y documentado, por lo que el DoD está desarrollando un nuevo código llamado Y que lo sustituya.

Cada satélite GPS transmite un único código C/A seleccionado entre una familia de 1023 códigos

LUIS FERNANDO MARTÍNEZ, JOSÉ IGNACIO MENA y JOSEP CLOSA son proyectistas en el grupo FAMR de la ETSETB, en la UPC, en temas de disersometría RADAR y SAR. J.IGNACIO MENA es miembro de la Branca d'Estudiants de l'IEEE de Barcelona.

ERRORES EN LOS SISTEMAS GPS



patrón para minimizar la interferencia entre señales de los satélites y proporcionar así una mejor adquisición de la señal por el usuario además de una identificación positiva del satélite que está emitiendo. Modulando la portadora L1 en BPSK (*Binary Phase Shift Key*) va superpuesto (suma módulo-2) en paquetes de 1500 bits y a una velocidad de 50 bps el código C/A y un mensaje de navegación que contiene información sobre: el estado del satélite, el HOW (*Handover Word*) usado para pasar del código C/A al P, la corrección de las derivas del reloj del satélite y parámetros orbitales o efemérides, parámetros para corregir los retardos de propagación a través de la ionosfera, y posiciones aproximadas (almanaque) y estado de todos los demás satélites de la constelación.

El receptor GPS del usuario extrae la secuencia del código de la señal correlando esta última con una secuencia generada internamente, reduciendo así el ancho de banda de la señal hasta los 50 Hz de ancho de banda de la información. El receptor demodula entonces la señal BPSK para obtener los datos del mensaje.

APLICACIONES CIVILES DEL SISTEMA NAVSTAR GPS

Aplicaciones marinas:

Navegación de precisión: navegación costera, en puertos y en vías fluviales

Exploración y explotación de yacimientos de combustibles fósiles:

de precisión, aterrizajes (con GPS diferencial)

Posicionamiento y navegación terrestres: vehículos privados, flotas de camiones, taxis y autobuses, vehículos de salvamento, bomberos, policía y ambulancias, reconocimiento en general

LIMITACIONES DEL SISTEMA Y SOLUCIONES ALTERNATIVAS

El Sistema de Posicionamiento Global proporciona una información muy buena sobre nuestra localización en las coordenadas de longitud y de latitud, y bastante buena en la altura. Con el código P se alcanzan unos errores menores de 3 m. en valor medio y con el C/A se podrían alcanzar errores e menos de 10 m. si no fuera por la degradación añadida que provoca una precisión de varias decenas de metros. Estas precisiones, aunque suficientes para muchas de las aplicaciones del GPS como las de navegación oceánica, no basta para usos más críticos, como por ejemplo la aproximación a pista y el aterrizaje de un avión en condiciones de visibilidad muy deficiente, o las de localización de tuberías de perforación y extracción de bolsas de gas o petróleo en el fondo marino, en un caso porque un error de menos de un metro podría tener consecuencias funestas para los pasajeros y en el otro porque desviaciones de decenas de centímetros causan pérdidas de millones de dólares. Estas imprecisiones están causadas por:

errores de los satélites en la medición del tiempo; errores por propagación a través de la atmósfera; error multicamino por reflexiones de la señal en obstrucciones locales antes de llegar a la antena del receptor; error del receptor: de sus relojes o de ruido interno; errores por la relatividad: dilatación temporal debida a la velocidad del satélite y contracción temporal debida a la diferencia de campo gravitatorio -la dominante-; disponibilidad selectiva: mucho peor que cualquiera de las fuentes naturales de error es el error intencionado aportado por el DoD de los EE.UU. Éste provoca que si representáramos las distintas posiciones que daría un receptor estacionario en di-

inspecciones hidrográficas, reconocimiento de objetivos, inspecciones sísmicas, convencionales y tridimensionales, control de la localización del yacimiento y de los conductos de extracción.

Reconocimiento de excavaciones: verificación de estructuras

Posicionamiento de dispositivos acústicos

Posicionamiento de barcos de prospección

Realización de mapas: trazado de depósitos, posicionamiento de las plataformas de prospección y excavación, localización de emplazamientos

Oceanografía civil: medidas de corrientes oceánicas, geología marina, geofísica

Minería profunda en el océano: trazado de mapas de fondos marinos

Reconocimiento hidrográfico: localización de bancos de peces, localización de peligros para la navegación

Ingeniería de costas y canales: dragado de lechos costeros y fluviales, construcción de rompeolas y muros de contención, diseño de puertos, mantenimiento de puertos

Aplicaciones aéreas y terrestres:

Aéreas: navegación en áreas remotas, guiado de helicópteros, guiado de avionetas para aplicaciones agrícolas, aproximaciones



ferentes instantes, veríamos cómo divagarían en un círculo de unos 100 metros de radio.

Para conseguir mejores precisiones utilizaremos una modificación del GPS, el DGPS o GPS Diferencial. Este sistema requiere un receptor GPS localizado en una posición conocida con muy buena precisión y cercano a la zona donde se hagan las medidas, típicamente un área de varios cientos de kilómetros cuadrados. El receptor fijo calcula su posición según las señales que recibe del satélite y la compara con su posición exacta. Entonces envía a los demás receptores de la zona los términos de corrección para que los utilicen en sus propias mediciones para obtener una localización más precisa. Con este sistema se alcanzan precisiones de 2 ó 3 metros e incluso mejores para receptores estáticos.

Otro gran avance en la tecnología GPS es el uso de las transmisiones de la fase de la portadora como un medio para la determinación de la posición. Mediante la técnica de diferencia de fase se alcanzan precisiones del orden de centímetros y, bajo ciertas circunstancias, milímetros. Dos receptores reciben simultáneamente las señales de los mismos satélites, tomando medidas de la fase de las señales que les llegan. Restando las medidas entre pares de receptores se eliminan del proceso matemático del cálculo de la posición todos los errores debidos a relojes. Se puede incluso contar el número de ciclos de portadora hasta los satélites. Hasta recientemente la ambigüedad en la determinación del número de ciclos de portadora requería para su solución técnicas de campo muy cuidadosas que implicaban horas de recopilación estática de datos y su posterior procesamiento. Esta forma de GPS se denomina GPS de fase de portadora. No obstante, estas técnicas son muy especializadas y han atraído principalmente a usuarios de la comunidad topográfica.

RECEPTORES GPS

En los últimos años se ha producido una avalancha de receptores GPS en el mercado; de todos modos podemos dividirlos en dos grandes

grupos:

a) Receptores continuos: se sintonizan simultáneamente con varios satélites, como mínimo cuatro.

b) Receptores discontinuos: van sintonizando los diferentes satélites de modo alternativo, con mayor o menor rapidez dependiendo del modelo.

Todos los receptores GPS utilizan información procedente de, por lo menos, tres satélites. Los modelos más simples disponen de un solo canal y van pasando de un satélite al otro reteniendo la información recibida de cada uno de ellos. Se trata de aparatos relativamente económicos que consumen poca corriente, pero por contra no nos proporcionan la situación de manera instantánea y su precisión no es tan alta como la de los que sintonizan varios satélites a la vez. Los receptores múltiplex también utilizan un solo canal, pero trabajan a mayor velocidad y son más precisos que los anteriores, aunque su precio es más elevado, llegando a alcanzar el de un receptor de dos canales.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y que, además, hay receptores GPS fijos y portátiles, el abanico donde elegir resulta muy amplio y merece un estudio atento antes de decidirnos por uno u otro modelo. A título de ejemplo, y teniendo en cuenta las variaciones a la baja de los precios conforme avanzan los meses, podemos encontrar receptores GPS portátiles desde unas 60 o 70 mil pesetas hasta las 150 mil, y receptores de precisión fijos cuyos precios alcanzan varios millones de pesetas, con consumos que van desde los 100 mA. hasta las decenas de amperios. Para su puesta en marcha los primeros requieren desde uno a 17 minutos, mientras que para determinar la situación necesitan en torno al minuto.

GPS APLICADO AL TRÁFICO AÉREO

Aunque el uso de satélites para el control del tráfico aéreo se empezó ya a considerar en los años 70, por parte de la *Federal Aviation Administration* (FAA), en la actualidad los sistemas de navegación tradicionales (VOR - *Very High Frequency*

Omnidirectional Range, DME - Distance Measuring Equipment, NDB - Non Directional Beacon) y los de ayuda al aterrizaje y aproximación a pista (ILS - *Instrumental Landing System, MLS - Microwave Landing System*) aún son los dominantes en todo el mundo.

Los sistemas de navegación por satélite, entre los que cabe citar el TRANSIT y los de posicionamiento global NAVSTAR GPS y GLONASS, aventajan a los anteriores en cobertura y en el menor coste de sus receptores, lo cual permite su rápida implantación. Sin embargo, el GPS sólo proporciona una precisión en la posición suficiente para la navegación, por lo que en aterrizajes y aproximaciones a pista es necesario el uso del GPS diferencial para contrarrestar los errores que introduce la Disponibilidad Selectiva, ya comentados. Para ello se utilizan los denominados pseudosatélites, estaciones terrenas que reciben y transmiten señales compatibles y sincronizadas con las de los satélites GPS, además de transmitir las correcciones de GPS diferencial, mejorando con todo ello la precisión del posicionamiento (la denominada GDOP) en un área local.

INCONVENIENTES DEL GPS EN LA AVIACIÓN CIVIL

De los errores ya comentados, los críticos en esta aplicación son la Disponibilidad Selectiva (*Selective Availability*), un mal funcionamiento temporal de los satélites y errores en la integridad de la señal.

Disponibilidad Selectiva: Como ya hemos comentado, la DS degradada las efemérides que transmiten los satélites y su calibración, limitando la precisión de la posición para usuarios civiles a 100 metros de radio, en el plano horizontal.

Sin la presencia de DS se consiguen precisiones de 20 a 40 metros para usuarios civiles, lo cual aún es insuficiente para el aterrizaje. Se debe, por tanto, recurrir al GPS diferencial.

Mal funcionamiento temporal en algún satélite: Importante cuando se exige conocer posición en 3D y determinación de velocidad, para lo cual se requiere tener visibles (5 grados por encima del horizonte) a

4 satélites de la constelación.

Integridad de la señal: Los fallos en la señal se detectan tarde para esta aplicación (15 a 20 minutos) y se corrigen hasta en 1 hora. Es preferible monitorizar los satélites uno a uno y controlar el estado de cada uno con un enlace de datos.

NAVEGACIÓN

En ruta: Se exigen 500 metros en precisión lateral. Pueden combinarse los satélites GPS con uno geosíncrono y una estación de tierra, que transmita señales GPS hacia el geosíncrono. Éste las retransmite hacia toda su zona de cobertura. Así se dispone de un enlace de datos para conocer si se recibe señal correcta, además de disponer de una medida de la distancia en el sentido inverso, para saber si el satélite GPS funciona correctamente.

Las señales GPS se monitorizan por una red de 4 a 6 estaciones de calibración. Una estación central recoge los datos y los retransmite a los distintos usuarios que los precisen.

El satélite geoestacionario únicamente actúa como repetidor de la información de reloj y efemérides que se transmiten desde tierra. Su peso es bajo y por tanto barato de lanzar.

Aproximación a pista: Con el mismo sistema anterior pero con un proceso de corrección mayor y una monitorización de la señal más exigente se consigue una precisión lateral de 100 metros.

Aproximación a pista con alta precisión: Incluyendo dos pseudosatélites cercanos al aeropuerto, con una constelación de 18 satélites y Disponibilidad Selectiva, se consigue una precisión vertical mejor que en el caso anterior, casi suficiente para cumplir con las exigencias de la FAA.

Un pseudosatélite puede monitorizar todos los satélites GPS visibles, actuar como si fuera uno más de ellos, emitiendo la misma señal, y enviar correcciones DGPS (GPS Diferencial) para eliminar errores. Así se obtiene una mayor precisión en el área local. Se pueden situar a varios kilómetros del aero-

puerto, siempre con visibilidad directa y cumpliendo ciertas restricciones por interferencias, pudiéndose usar para varias pistas. Su posición determina la VDOP, es decir, la precisión de la posición en la dirección vertical.

Como ya se ha comentado en la navegación en ruta, el uso de satélites geoestacionarios permite disseminar la información de manera global, a mayor número de naves, proporciona una sincronización más precisa y diagnósticos en tiempo real.

Con este método los aviones transmitirían su posición y velocidad a los satélites geosíncronos, que la enviarían a tierra, donde desde la estación de control se tendrían los datos de todos ellos permanentemente y usaría los mismos enlaces para vigilancia, instrucciones de aterrizaje, etc. Se debería disponer, no obstante, de un gran ancho de banda y una elevada potencia de transmisión pero se reduciría el problema de los desplazamientos doppler en los receptores y los ángulos de visión de los satélites geosíncronos son constantes, con las ventajas que esto reporta en su seguimiento.

RECEPTORES GPS PARA AVIACIÓN CIVIL

Se debe equipar a los aviones con dos antenas y dos *front-ends* para recibir señales de satélites y pseudosatélites. Los receptores deben ser de tipo multicanal, con un canal por cada uno de los 4 mejores satélites visibles en cada instante, otro para adquirir nuevos satélites visibles, otro para las correcciones diferenciales, y otro más para recibir información sobre la integridad de la señal. Se pueden implementar con un solo microprocesador enganchando la señal más rápidamente que con el seguimiento multiplexado o secuencial, aunque captaría más ruido.

DGPS EN AVIACIÓN CIVIL

Con el GPS Diferencial se consiguen precisiones hasta de centímetros para aplicaciones estacionarias. Para los móviles, con grandes aceleraciones y que precisan recibir la información muy rápidamente, el sistema aún no satisface las exigencias de las normativas internacionales dictadas por la OACI (Organización Internacional

para la Aviación Civil). Sin embargo, el futuro de las ayudas para la navegación en aviación civil pasa por aplicarlo, ya sea mediante la instalación de múltiples estaciones terrenas, ya integradas con otro sistema.

Como ya hemos dicho, las correcciones de GPS diferencial las transmiten los pseudosatélites, que se pueden instalar cerca o lejos del receptor de referencia. Si están cerca, ambos comparten antena, permitiendo su autocalibración, y si no el receptor de referencia debe enviar las correcciones al pseudosatélite, el cual se autocorrege para sincronizarse con el receptor. El pseudosatélite puede entonces transmitir esas correcciones modulándolas sobre las señales GPS. Si solamente se dispone de un pseudosatélite en la región local es preferible colocarlos juntos para tener visión directa de ambos. Si se dispone de más de uno, el receptor se puede colocar lejos pero común a ambos, para tener una sola fuente de sincronización. Para visión directa se puede tener el receptor incorporado a uno de los pseudosatélites y así los restantes pueden ser monocanal.

INTEGRACIÓN DEL GPS CON OTROS SISTEMAS

GPS vs. GLONASS: GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) es el sistema ruso de navegación por satélite. Se presentó en 1982 proporcionando precisión de 100 metros aunque pruebas posteriores demostraron que la precisión era mejor que la prevista. Aunque por si solo tampoco proporciona una precisión suficiente para aviación civil en toda la superficie del globo, organismos como la ESA o INMARSAT están estudiando su integración para conseguirla.

El principal problema es la implementación de un receptor que incluya ambos sistemas pues presentan notables diferencias. Por ejemplo las señales transmitidas: las efemérides del NAVSTAR son parámetros geométricos y angulares mientras que los del GLONASS informan de la posición, velocidad en 3D y aceleración. También son diferentes las referencias de tiempo, tomándolas de la UTC (*Universal Time Coordination*)



y de la hora de Moscú respectivamente. A pesar de todo, firmas como Magnavox, El Instituto Ruso de Radionavegación y Tiempo y Aerodata en Alemania ya tienen en el mercado receptores integrando ambos sistemas.

Se han realizado tests de vuelo que demostraron que GLONASS da mejor resultado en la disponibilidad y la geometría en algunas áreas del globo como Europa y América del Norte, paradójicamente. NAVSTAR se comporta mejor en las regiones ecuatoriales debido a la propia distribución de los satélites. Dada la falta de exactitud en la posición en el DGPS, parece ser que una integración de ambos sistemas es la opción más válida en aviación civil.

GPS integrado con un sistema inercial: Como hemos comentado, el DGPS no consigue simultáneamente los requisitos exigidos para sistemas de aterrizaje (precisión, integridad y funcionamiento continuo). Esto se debe al enmascaramiento momentáneo o al fallo de algún satélite o en maniobras con aceleraciones.

Se ha comprobado con estudios teóricos que la integración del GPS con un sistema inercial proporcionaría una precisión en la posición constante, dando resultados tan buenos como al usar ILS o MLS. Ambos sistemas son duales en su funcionamiento: mientras el inercial, con giróscopos y acelerómetros, acumula errores a largo plazo pero da la información rápidamente, el DGPS puede garantizar una precisión dada a largo plazo.

Los estudios teóricos han sido corroborados por tests de vuelos incorporando el INLS (*Integrated Navigation & Landing System*). El DGPS asegura una precisión de 1 metro, mientras un filtrado de Kalman detecta y elimina errores a corto plazo, debidos al sistema inercial, que asegura por su parte continuidad de funcionamiento.

PORATILIDAD Y EXCURSIONISMO

Con la aparición de receptores de bajo peso y volumen, altamente portátiles (sin olvidar la reducción de su precio) el uso del GPS se ha exten-

dido a excursionistas, cazadores y alpinistas. Su utilidad se centra en aumentar su seguridad en terrenos desconocidos ya que su posición puede ser determinada de forma rápida y recisa, incluso en condiciones adversas de baja visibilidad como niebla, nieve o ausencia de luz solar.

En 1991 aparece un receptor de Sony de cuatro canales con un peso de 0.68 Kg. y un precio de \$1395 con el que pueden calcularse distancias desde la posición inicial a destino y el cual es capaz de mostrar en pantalla el camino recorrido.

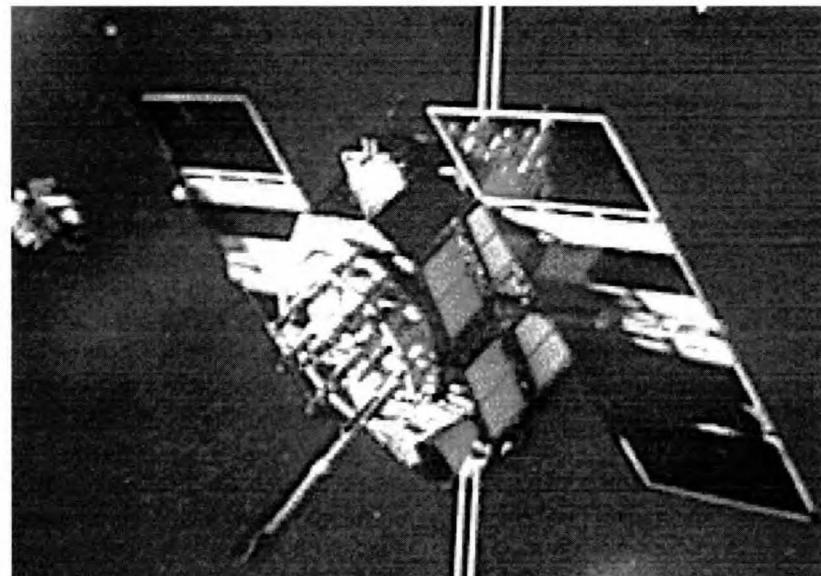
Posteriormente aparecen otros receptores de cinco canales (recordemos que este último canal se utiliza como busca del siguiente satélite del

vitales» de vehículo... y como no, de guiarnos mediante símbolos en pantallas de cristal líquido o voz siendo capaz de elegir rutas alternativas hasta llegar al destino introducido reviamente por el conductor.

La función del GPS consiste en detectar la posición del vehículo, la cual se procesa en el ordenador de a bordo y se compara con un mapa electrónico ubicado en memoria.

Otras aplicaciones derivadas del posicionamiento de vehículos son:

- Monitización constante del automóvil a partir de la posición ofrecida por el receptor.



Satélite del sistema GPS (Global Positioning System)

que se tendrán que recibir datos) que se combinan con ordenadores portátiles. Este es el caso del modelo 95 LX Palmtop de Hewlett-Packard.

LOCALIZACIÓN Y GUIADO DE AUTOMÓVILES

El sistema GPS se enmarca dentro del I.V.H.S. (*Intelligent Vehicle Highway System*), un automóvil capaz de identificar al usuario, aclimatar el habitáculo a la temperatura deseada, proporcionar comunicación con el exterior mediante telefonía móvil, informar mediante síntesis de voz acerca de las «constantes

-Sistemas de control de vehículos los cuales incluyen, a partir de los datos GPS procesados alguna indicación visual o auditiva, como por ejemplo el ajuste automático de la velocidad en caso de detectarse velocidades demasiado altas.

- Administración de las rutas: Se incluyen aquí las decisiones tomadas por el ordenador de navegación tales como camino a seguir, indicaciones de dirección ante cruces conflictivos, etc. tanto en situaciones normales como eventuales (mal tiempo, tráfico congestionado). Se requiere recibir constantemente, además de

la posición del vehículo, información relativa al estado del tráfico, disposición de mapas electrónicos y un interface con el conductor que sea capaz de dar las instrucciones oportunas sin distraer su atención por lo que, en general, se han preferido los sintetizadores de voz a las indicaciones gráficas en un L.C.D.

-Administración de las flotas: Mediante mapas, bases de datos y algoritmos de optimización de rutas se busca incrementar la productividad de una flota de automóviles, reducir tiempos de espera, etc.

La navegación en automóviles está basada fundamentalmente en *dead-reckoning* y *map-matching*; en ambas técnicas el sistema GPS es fundamental para obtener la posición base y tomar las medidas oportunas.

Dead-reckoning consiste en determinar la posición a partir de un punto inicial de gran exactitud e integrando sucesivas medidas de posición en la dirección en la que se dirige el móvil. Los sistemas tradicionales de *dead-reckoning* de basan en contar giros de las ruedas y determinar la dirección a partir de una brújula electrónica y tienen como gran inconveniente la acumulación de errores. Con el GPS esta posición es constantemente determinada y se obtienen errores por debajo de los 50m. si se usa el código C/A. Sin embargo el inconveniente del GPS se produce cuando se circula por ciudad, donde los edificios producen discontinuidades en la recepción del señal con lo que es necesario complementar este sistema con otro clásico para aplicaciones donde la monitorización constante sea crítica.

El *map-matching* exige, primero, una gran precisión en cuanto a posicionamiento y segundo la disponibilidad de mapas de carreteras digitalizados en memoria. En este sentido, dicha exigencia ha supuesto un gran impacto en el campo de la cartografía en el que han aparecido los nuevos mapas en CD-ROM.

En el *map-matching* se compara la ruta trazada por el vehículo con los mapas de carreteras en memoria: así se asocian constantemente características matemáticas (vector dirección, posiciones...) de la trayec-

toria del automóvil con aquellas asociadas a la base de datos del mapa digital al igual que un conductor lo haría entre los lugares observados y las características dibujadas en el mapa.

Por otra parte, aunque la precisión del GPS junto con los algoritmos de postprocesado es generalmente suficiente, es necesario incrementarla en algunas aplicaciones de *map-matching*, empleando el GPS diferencial.

Las propuestas para el envío de la información correctora del DGPS son:

- el uso del sistema europeo RDS, que permite comunicación unidireccional a través de un canal digital adyacente a los canales de FM, mediante la modulación de una subportadora.

- el uso del estándard europeo GSM para telefonía móvil celular, a través de alguno de sus canales de señalización.

- el estándard Mobitex para el envío de paquetes de información a móviles.

Sin embargo la utilización de este sistema GPS diferencial en grandes áreas puede resultar inútil si se confirma la propuesta de, para el año 2000 y por razones comerciales, no interferir sobre el código C/A mediante la Selective Availability, o de dar libre acceso al código P, debido al gran desarrollo logrado por el GPS.

En cuanto al mercado existente, en 1991 Japón vendió unos 280.000 sistemas, integrados como una parte más del automóvil, la mayoría instalados en modelos de la gama alta de Toyota, Nissan, Mazda, Mitsubishi y Honda; mientras que el número de sistemas vendidos en Europa y EE.UU. conjuntamente no llegó a 24.000.

En este sentido cabe destacar el sistema Electro-Multivisión de Toyota (1994) que muestra la posición en un monitor de cristal líquido a color, por el que también se posibilita la recepción de emisiones de TV. y que, además es capaz de calcular la ruta a un destino mostrándola en pantalla, y mediante voz sintetizada guiar al conductor (incluso se muestran imágenes de la parte trasera del

coche tomadas por una micro-cámera exterior).

En EE.UU. Chrysler desarrolló en 1991 una unidad experimental basado en GPS (CLASS) que se ayudaba de odómetro y brújula en caso de pérdida del satélite. El proyecto CLASS se espera que esté acabado para mediados de 1996 y su coste en el mercado será entre 1.500 y 2.000 dólares. Otros sistemas desarrollados son el Ai-NET de Alpine Electronics of America Inc. que usa conjuntamente módulos de reconocimiento y síntesis de voz con el sistema de audio del coche, mientras que un lector CD puede leer indiferentemente o bien música o bien mapas CD-ROM; su precio ronda los 2.000 dólares.

En Europa el primer sistema que apareció en el mercado fue el Travelpilot desarrollado por Blaupunkt de Bosch, con la implantación inicial únicamente en Francia, Alemania y Holanda. En el sistema el conductor tiene disponibles una serie de menús seleccionables mediante botones en una pantalla LCD. Seleccionando el control de navegación se presentan en pantalla una serie de indicaciones gráficas que nos van conduciendo a través de la mejor ruta calculada, a la vez que la voz del ordenador informa, instantes antes de los cruces, cuando se debe girar. Si el conductor no sigue las indicaciones del ordenador, éste recalcula la mejor ruta para llegar al destino.

LOCALIZACIÓN DE TRENES

El GPS se ha experimentado también en el seguimiento de trenes; en este sentido cabe destacar el sistema ARES, experimentado por Burlington Northern Railroad Co. A través de un pequeña antena, el receptor Navcore, utilizando el código C/A, determina la posición, velocidad y tiempo, información que es mostrada en una pantalla CRT tanto a bordo del tren como en el centro de operaciones a través de un enlace digital de RF. Así con ARES se obtiene una gran precisión, con lo que se permitiría a través del enlace controlar el tren automáticamente y monitorizar, vía radio, y en la estación de control, el



estado de la locomotora mediante varios sensores instalados en ésta.

NÁUTICA

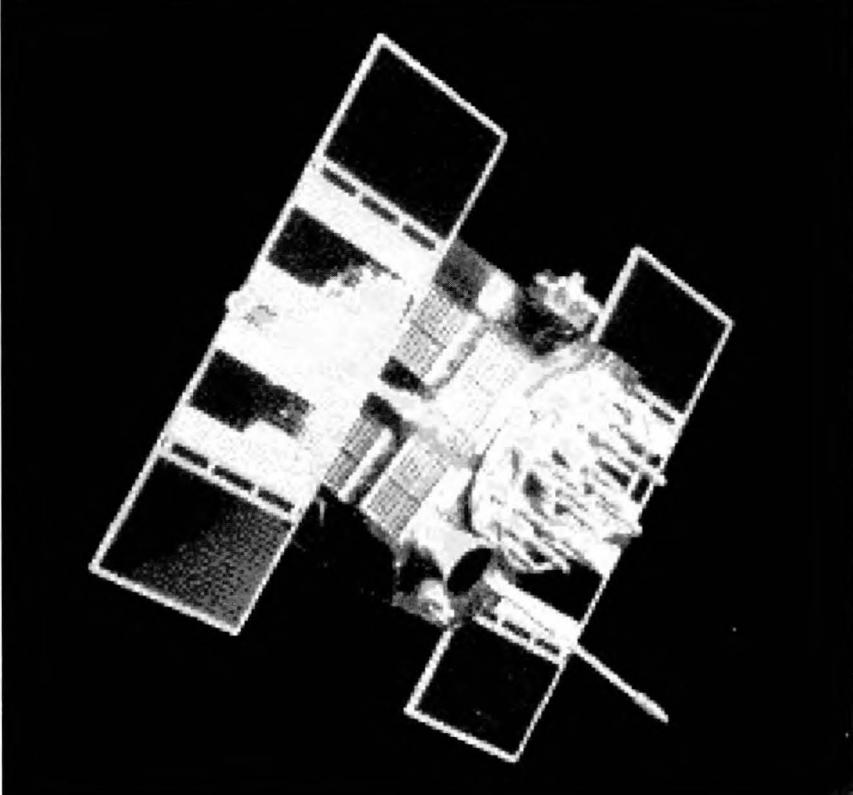
Los receptores GPS se han instalado hasta el momento en muchos cargueros, petroleros y barcos de pasajeros transoceánicos, pero se espera que con el descenso de los precios de los sistemas GPS menos sofisticados su uso se extienda hacia el gran mercado que suponen las embarcaciones de recreo.

CONCLUSIONES

Si la industria es capaz de crear mejores enlaces con otras tecnologías: comunicaciones, bases de datos, procesamiento de la información, sensores físicos, visualizadores electrónicos, etc. para explotar todo el potencial del GPS, establecer estándares claros y métodos de test unificados para evaluar el comportamiento del hardware y el software de los equipos de todas las líneas de productos y de seguir rebajando el precio de estos equipos el futuro que espera a este sistema es muy prometedor: en 1991 las ventas de receptores GPS reportaron unos 70 millones de dólares, y se espera que para 1996 aumenten hasta los 1.200 millones de dólares.

Las aplicaciones de este sistema ayudarán a reducir las distancias entre las personas, tanto por hacer los viajes más rápidos, sencillos y seguros, como por enseñar indirectamente a la gente que todos somos vecinos globales. La ciencia, la industria y millones de usuarios individuales se beneficiarán enormemente del desarrollo del GPS.

BIBLIOGRAFÍA

- BROQUETAS IBARS, A. y ELÍAS FUSTÉ, A.: Radiolocalització, Intensificació: Transparències de Radionavegació, CPET, 1995
- DAHER, J.K. et al.: An Evaluation of the Radio Frequency Susceptibility of Commercial GPS Receivers, *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, October 1994
- ACKROYD, N. Y LORIMER, R.: Global Navigation. A GPS User's Guide, *Lloyd's of London Press LTD.*, 1990
- HURN, J.: GPS Diferencial explicado claramente, *Trimble Navigation*, 1993
- VIEWEG, S. y LECHNER, W.: A GPS/GLOASS/INS Test Program, *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, July 1994
- PARKINSON, B. W.: GPS Accuracy and Reliability Improved With Pseudolites, *Microwave Systems News*, November 1984
- FIGUERAS, M.: GPS, un gran paso al futuro, *Náutica*, 1991
- STANSELL, T. A. Jr.: Civil GPS from a Future Perspective, *Proceedings of the IEEE*, October 1983
- NORDWALL, B.: Enhanced GPS Spawns Innovative Applications, *Aviation Week & Space Technology*, November 21, 1994
- NORDWALL, B.: Small GPS Receivers Open New Possibilities, *Aviation Week & Space Technology*, December 5, 1994
- MAY, M.: GPS Simulation, *GPS World*, October 1995
- JOHNSTON, G.: Results and Performance of Multi-site Reference Station Differential GPS, *International Journal of Satellite Communications*, 1994
- LOGSDON, T.: Curso Avanzado sobre el Sistema de Posicionamiento Global GPS, *Barcelona 20, 21 y 22 de marzo de 1995*
- BÖRJE FORSELL, Radionavigation Systems, *Prentice Hall* 1991, pp. 272 a 328
- 
- SCHNEIDERMAN, R.: GPS Becomes a High-Flying Market, *Microwaves & RF*, December 1991
- GPS World: páginas publicitarias, Agosto 1994, Diciembre 1994
- MEYER-HILBERG, J. y JACOB, T.: High Accuracy Navigation and Landing System Using GPS/IMU System Integration, *IEEE AES Systems Magazine*, July 1994
- HAMBLY, R. y OISHI, R.: Aircraft Traffic Management on the Airport Surface Using VHF Data Link for CNS/IEEE AES Systems Magazine, March 1995
- HUGHES, D.: FAA Gears Up for GPS Approaches, *Aviation Week & Space Technology*, September 19, 1994
- SIMON, D. y EL-SHRIEF, H.: Real-Time Navigation Using the GPS, *IEEE AES Systems Magazine*, January 1995
- BLANCHARD, W.F.: Introduction to Satellite Navigation, *International Journal of Satellite communications*, September - October 1994
- RONALD A. DORK: Satellite Navigation Systems for Land Vehicles, *IEEE AES Magazine*, May 1987.
- ROBERT L. FRENCH: Automobile Navigation: Where is it going?, *IEEE AES magazine*, May 1987.
- RONALD K. JURGEN: The Electronic Motorist, *IEEE Spectrum*, March 1995.
- EMIL VERNAREC: GPS takes the train, *Microwaves & RF*, June 1994.



PRINCIPIOS DEL G.P.S.

Luis Isidro Ramírez García

En el presente artículo se explican brevemente unas ideas del sistema de posicionamiento global (GPS). Explicar técnicamente su funcionamiento sería largo y complejo, por lo que se han comentado las ideas fundamentales. También se indican diversas aplicaciones y usos de los GPS, así como su gran variedad actual en el mercado.

Introducción

El G.P.S. (Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema que proporciona a cualquier usuario que disponga de un receptor adecuado, su posición (latitud, longitud y altitud), su velocidad y su hora correspondiente de una forma continua y en cualquier parte del mundo. Fue desarrollado por el Departamento de Defensa (Department of Defense, DoD) de los EE.UU. en los años 60. El sistema está compuesto por tres segmentos: espacial, de control y utilitario. El segmento espacial lo componen 24 satélites; el de control, cinco estaciones oficiales de seguimiento (estación Maestra en Colorado Springs, EE.UU., y estaciones monitizadoras de control en las islas Ascension, Diego García, Kwajalein y Hawaii); y el segmento utilitario, compuesto por los instrumentos empleados por los usuarios del sistema. La pasada pri-

mavera se puso en órbita el satélite que hace 24, con lo que se completaba la totalidad de la llamada constelación NAVSTAR (NAVigation Satellite Timing And Ranging). Desde ese momento dio comienzo la fase operativa oficial, sin embargo el GPS se viene utilizando desde que hace varios años se puso en órbita el suficiente número de satélites.

Funcionamiento básico

La disposición en el espacio de los 24 satélites garantiza que, en cualquier parte del mundo, de seis a once satélites se atraen simultáneamente «visibles», es decir, que sus señales se puedan captar por el mismo receptor durante un tiempo máximo de hasta cuatro horas y cuarto. El proceso por el cual un receptor GPS obtiene su posición consta de unos pasos o etapas y es iterativo, es decir, que realiza de forma cíclica unos determinados pasos, y ello, hasta que obtiene una posición que difiere poco o nada de la hallada en la anterior ejecución de esos mismos pasos. El principio de funcionamiento se basa en el hecho constatado experimentalmente, de que el receptor de GPS es capaz de obtener su posición hallando el punto de intersección de tres superficies esféricas imaginarias centradas en tres satélites, y cuyos radios son las

distancias que el propio receptor calcula entre el mismo y aquellos, además de conocer las posiciones de los satélites en el espacio. Todo esto proporciona dos posibles posiciones válidas, una de las cuales se desecha por absurda al encontrarse fuera de la superficie terrestre. Los relojes de los receptores GPS son de cesio, mientras que los de los satélites son atómicos y mucho más exactos. Este hecho produce una diferencia en las medidas de los tiempos de unos y otros, y teniendo en cuenta que en el GPS es fundamental una referencia horaria, para esta se toma la del reloj de un cuarto satélite. El cálculo de las distancias antes mencionadas se basa en el siguiente procedimiento. El receptor calcula la distancia a cuatro satélites de los que «ve». El cálculo de una cualquiera de estas distancias lo hace comparando el instante en el que recibe una señal emitida por el satélite con el momento en el que esa señal se ha emitido desde el mismo satélite. El receptor sabe ese momento porque conoce los horarios fijos de transmisión de cada satélite. El receptor, tras disponer de ese «retardo» que ha sufrido la señal emitida por el satélite desde el propio satélite hasta el receptor, y utilizando la simple fórmula de espacio es igual a velocidad por tiempo, obtiene la distancia de mareas. Realmente no

Actualmente los campos de aplicación del GPS no parecen tener límites. Existen multitud de aplicaciones en funcionamiento y muchas más en fase de experimentación.

LUIS ISIDRO RAMIREZ GARCIA es proyectista del Departamento de Comunicaciones de la UPV (Universidad Politécnica de Valencia). Vocal de Rama de Estudiantes del IEEE de Valencia.



obtiene la distancia exacta y ello es debido a que la velocidad real de propagación media de la señal emitida por el satélite no es la velocidad de la luz en el vacío, tal y como supone el receptor al aplicar la fórmula mencionada, y por esta razón se llaman pseudodistancias. Tras el cálculo de las cuatro pseudodistancias, se ejecutan en el receptor los pasos iterativos señalados más arriba y así obtiene su altitud, su longitud y su latitud con el mínimo error, es decir su posición. La velocidad instantánea se obtiene mediante dos medidas de su posición en instantes consecutivos.

Aplicaciones

Actualmente los campos de aplicación del GPS no parecen tener límites. Existe una gran variedad de aplicaciones en funcionamiento y muchas más en fase de experimentación. Podríamos dividir estas aplicaciones en: sistemas inteligentes de radionavegación y posicionamiento, sistemas de respuesta ante emergencias, aplicaciones topográficas (trazado de mapas) y sistemas para acceso a áreas peligrosas (zonas contaminadas, reconocimiento de zonas con minas, desactivación de bombas por control remoto). Los usos más extendidos y comunes del GPS son los que

se refieren a sistemas de radio-navegación, seguimiento de vehículos y los llamados Sistemas Inteligentes para Vehículos en Carretera (Intelligent Vehicle

Highway Systems, IVHS). En cuanto a los IVHS decir que la mayoría de los grupos de usuarios son sistemas de transporte tales como flotas de autobuses, de taxis y de camiones, además de flotas de servicios médicos de emergencia. Un estudio realizado

en 1.992 sobre el tamaño del mercado para los IVHS, en EE.UU., reflejó que este sería durante los siguientes 20 años de 215 mil millones de dólares, lo cual indica claramente la magnitud económica del «fenómeno» GPS en ese país. Solamente en 1.993 hubo unos 300 millones de dólares en ventas de IVHS basados en GPS en EE.UU..

GPS Diferencial

Los posibles usuarios del GPS pueden ser militares o civiles. Los usuarios llamados militares son aquellos que disponen de receptores que les permite obtener su posición con una precisión de unos 10 metros. Estos usuarios son todos aquellos a los que el DoD les ha concedido un receptor especial, y son, además de militares norteamericanos, equipos de topógrafos especiales que se dedican a confeccionar mapas de gran precisión, mientras que los usuarios civiles disponen de otro tipo de receptores que ofrecen medidas de posición con una precisión aproximada de unos 100 metros. Como respuesta a la limitación en la precisión que ofrecía el GPS a los usuarios civiles, diversas empresas privadas idearon el DGPS o GPS Diferencial. El DGPS utiliza unas estacio-

nnes terrestres receptoras de GPS para aumentar la precisión de los receptores GPS civiles. Estas estaciones terrestres realizan

un cálculo de su posición como cualquier otro receptor GPS civil y la comparan con su posición real, la cual se conoce ya que son estaciones fijas y con posición conocida; a continuación transmiten a los receptores de DGPS civiles, en una

frecuencia especial, el error obtenido al comparar ambas posiciones. Este error es realmente un vector con sentido y módulo que se suma al obtenido en el receptor de DGPS civil, dando el resultado el vector de la posición con una precisión de pocos metros. El uso del DGPS es, en algunos lugares gratis, como ocurre para las embarcaciones que navegan por el sur de Francia, donde la estación terrestre está en la península de Cherburgo. Pero también puede ser muy costoso, como en las costas de Inglaterra, donde hay que pagar unas 60 libras esterlinas al mes por el uso del sistema DGPS que allí funciona y que se denomina Scorpio.

Equipos receptores GPS

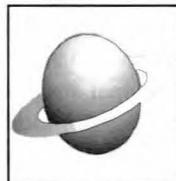
Actualmente hay receptores GPS de todo tipo, de muchos precios y capaces de integrarse en numerosos sistemas de comunicaciones. Los hay portátiles, del tamaño de una calculadora de bolsillo, con una pantalla de cristal líquido, desde unas 40.000 pts. También hay equipos que tienen incorporada una gran pantalla donde se visualiza la posición, y con ayuda de mapas digitales de la zona, se puede observar incluso la trayectoria del movimiento. Muchos equipos vienen con software para conectarlos a ordenadores personales. Los receptores GPS más completos suelen costar a partir de las 100.000 pts. Los hay especiales para barcos, de recreo o no, para coches, para vehículos de gran tonelaje o para aviones.

Bibliografía

JEFF HURN, *GPS. Una guía para la proxima utilidad.* Trimble Navigation.

JOSE LUIS CARTULA SANCHEZ DE NEIRA., *Sistema de Posicionamiento Global.* MOPU-IGN.

ALFONSO NUÑEZ-GARCIA DEL POZO, *GPS. La nueva era de la Topografía.* GPS World.



EL ENEMIGO N° 1 DE LA ASTRONOMÍA: LA POLUCIÓN LUMÍNICA

Fernando Sánchez-Biezna Sacristán

Hace algunos años se enviaron las primeras imágenes de la Tierra desde el espacio. Algunas de ellas eran fotos nocturnas. Para todos aquellos que hemos tenido la suerte de verlas, creo que lo que más nos ha llamado la atención ha sido la facilidad con que podíamos distinguir las fronteras de los países, las costas, las capitales. El Globo Terráqueo aparecía salpicado de luces por todas partes. En América destacaban especialmente las grandes urbes de la costa oriental, y las enormes zonas industriales de los Grandes Lagos. En Europa, el triste privilegio de ser el país más visible desde el espacio lo ocupaban Gran Bretaña y los Países Bajos. En España, tanto Madrid como Barcelona aparecían como dos enormes manchas brillantes.

Para la gente profana, estas fotos no desataban más que una profunda admiración o desprecio, según los casos, ante el

progreso de la humanidad. Para los astrónomos, no era más que la confirmación de algo que ya sabíamos desde hace mucho tiempo: una nueva forma de contaminación manchaba el Planeta Tierra.



Prestwich, Manchester. Hipermercado New Tesco

La posición del astrónomo.

El astrónomo, especialmente el aficionado, se dedica a la observación del firmamento con telescopios, prismáticos o inclu-

so a simple vista. La creciente población ha dado lugar a grandes ciudades y núcleos industriales que como es inevitable producen luz. Como es lógico, las condiciones del cielo han empeorado. Desde una gran ciudad, no se distinguen más allá de un puñado de estrellas y los planetas más brillantes. En comparación, desde un sitio absolutamente oscuro, en una noche sin Luna es posible ver a simple vista miles y miles de estrellas. Es maravillo escuchar los comentarios de la gente que por primera vez en su vida se encuentran bajo un cielo lleno de estrellas: «¡es alucinante!», «que maravilla!», «¡es verdad!, se ve la Vía Láctea», «pero si Júpiter da sombra, ¡que barbaridad!». Hay miles y miles de personas que jamás han tenido una experiencia como esta.

Aparentemente, la posición del astrónomo está en contra del progreso, en contra de la iluminación nocturna.

Es absurdo pensar así. ¿Quién puede no querer iluminar un parque o una calle? El astrónomo aboga por una utilización racional de la luz, lo que quiere decir iluminar solamente las zonas en

FERNANDO SÁNCHEZ-BIEZNA SACRISTÁN es miembro de la Rama de Astronomía del IEEE de la ETSI. Telecomunicaciones de Madrid



BRANCA D'ESTUDIANTS DE L'IEEE DE BARCELONA

las que sea necesario y hacerlo mejorando el rendimiento de las luces utilizadas. En este breve artículo pretendo demostrar que esto es posible y que ademas, haciéndolo, conseguiríamos una mejor iluminación de nuestras ciudades a la vez que un considerable ahorro energético.

Problemas actuales.

En la actualidad existen cuatro tipos fundamentales de bombillas utilizadas para iluminar exteriores: incandescentes, de mercurio, de sodio de alta presión y de sodio de baja presión.

Para el astrónomo, las mejores son las luces de sodio de baja presión (estas son las luces amarillentas que abundan sobre todo en las carreteras) ya que al contrario que los otros tipos, produce su luz en una banda muy estrecha del espectro, lo que permite, utilizando los filtros adecuados, eliminar gran parte de la luz indeseada. Por otra parte, para el ciudadano corriente, la mejor luz es aquella con mejor rendimiento, es decir, que a igualdad de electricidad consumida, ilumine más. Curiosamente, la bombilla de mejores prestaciones es también la de sodio de baja presión. Entonces ¿por qué no se utiliza siempre este tipo de bombillas? ¿Cuántos millones de pesetas ahorraríamos los sufridos contribuyentes si utilizásemos siempre bombillas de bajo consumo? Se puede demostrar fácilmente que en menos de un año rentabilizaremos el dene-

ro necesario para la sustitución de las viejas bombillas por estas de mejores prestaciones.

El segundo gran problema, de mayores consecuencias económicas todavía, es la cantidad de luz que mandamos hacia arriba y que por consiguiente no ilumina nada, sólo gasta. ¿Quién no ha visto nunca farolas con la bombilla cubierta con un globo de cristal blanco? Estas farolas mandan la mitad de la luz al suelo y la otra mitad al aire



Runcorn Bridge, Liverpool.

donde no iluminan nada. Desperdiciamos por tanto el 50% de la energía consumida. Nuevamente, se puede demostrar que en un año, podríamos rentabilizar el cambio de las cubiertas ineficientes y peligrosas a veces, por ejemplo al conducir.

Por último, hay que hablar del exceso de iluminación, que como todo exceso es malo. Mucha luz, produce deslumbramiento, y crea zonas que por contraste, aparecen oscuras, por lo que empeora la seguridad que la mayor iluminación pretende evitar.

Conclusiones.

Por lo que hemos visto el problema de la polución lumínica es

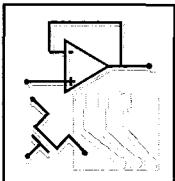
ante todo un problema de despilfarro económico. Hasta ahora, las únicas protestas que he oído han sido de astrónomos. El principal problema es de tipo político. Ningún alcalde está dispuesto a cambiar la iluminación de su pueblo o ciudad por miedo a perder votos. Quizás, informando un poco a la gente de lo que supone este gasto innecesario empiecen a cambiar muchas actitudes.

Como siempre, los primeros pasos en orden a paliar este problema fueron dados en Estados Unidos. Mu-

chas zonas alrededor de los grandes observatorios han sido declaradas Zonas de Protección contra la Luz y todas las luces de los pueblos y ciudades de los alrededores deben estar debidamente protegidas para evitar que la luz se escape inútilmen-

te hacia el cielo. En estas zonas la gente ha entendido el problema y ha adoptado las soluciones que aquí se han descrito sin ningún tipo de trauma. El resultado ha sido una disminución de la factura de electricidad y, por consiguiente, más dinero para todos. En España, el cielo de la Isla de la Palma, en Canarias, donde se encuentra uno de los observatorios más importantes del mundo, ya está protegido.

Poco a poco se va imponiendo la lógica y los astrónomos empiezan a ganar algunas batallas. Esperemos que poco a poco vayamos recuperando el cielo perdido y podamos guardar en el baúl de los recuerdos frases tan comunes ahora como: «¡NUNCA HABIA VISTO TANTAS ESTRELLAS COMO AQUI!».



EINES CAD PER A CIRCUITS D'ELECTRÒNICA DE POTÈNCIA: UN SISTEMA RELACIONAL DE BASES DE DADES

Alex Méndez, Joan Peracaula, Josep Bordonau

En aquest document es descriu un sistema de bases de dades que proporciona les dades necessàries al sistema de CAD, que és de fàcil manteniment i consulta. Es proposa un software que «envolta» a les bases de dades proporcionant un mode estructurat d'accés i modificació.

INTRODUCCIÓ

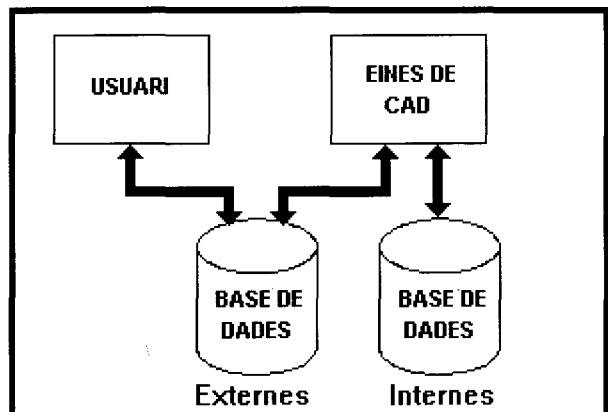
Tot sistema de CAD porta implementat un conjunt de bases de dades d'una certa complexitat, que permeten dissenys ajustats a les necessitats reals[3]. Normalment, els entorns complexes de CAD diferencien les bases de dades en dos tipus:

- Bases de dades externes: aquelles que l'usuari utilitza, i que depenen de fets externs a les eines de CAD. Aquestes bases de dades han d'ésser consultables i modificables fàcilment

pels usuaris. Fins i tot cal preveure utilitzacions d'aquestes bases de dades per part d'eines alienes o usos diferents. Un exemple ho són les dades de catàleg d'un component, que depenen del fabricant i del distribuidor, i cal fer-ne un manteniment segons les variacions del mercat.

- Bases de dades internes: aquelles que els programes utilitzen per a treballar correctament. El manteniment d'aquestes bases de dades és gestionat pels mateixos programes de CAD sense intervenció de l'usuari. Un altre cas, són les dades que es deriven de la persistència dels objectes que es generen en una implementació orientada a objectes, com és el cas de les eines CAD amb les que estreballa. Aquestes bases de dades

són accessibles al programador i als propis programes donat que doten d'experiència i de històrics tant al programador com als programes. De forma opcional es poden fer accessibles al propi usuari si es considera que pot



aprofitar aquesta informació per a millorar els dissenys.

Aquest document es refereix exclusivament a les bases de dades externes del sistema de CAD, en part per limitar les dimensions d'aquest document, i en part per que les bases de dades internes encara s'estan desenvolupant (requereixen que la major part del sistema de CAD estigui finalitzat).

SBDR

Després d'haver estudiat les necessitats del sistema, es va determinar que amb un sistema de bases de dades relacionals s'acomplien els requeriments del sistema de CAD pel que feia a les bases de dades externes[1]. És per això, que en la resta del document el sistema de

Alex Méndez Ferrés és Enginyer Industrial des de 1992. Participa en diversos projectes de recerca en el Dept. d'Eng. Electrònica de la UPC. Actualment gaudeix d'una beca de F.I. de la Generalitat de Catalunya. Les seves àrees d'interès són el modelat, simulació i disseny de entorns de CAD de convertidors electrònics de potència i dels seus sistemes de control. Joan Peracaula Roura és Catedràtic del Dept. d'Eng. Electrònica de la UPC des de 1971. Ha estat Director Tècnic d'ASEA i AEG, Director del Centre Nacional de Microelectrònica del CSIC i Director de l'E.T.S. d'Enginyers Industrials de Barcelona. Actualment és responsable del programa de doctorat d'Eng. Electrònica. Les seves àrees d'interès són el disseny, modelat i simulació de convertidors electrònics de potència, dels seus sistemes de control i les seves aplicacions.

Josep Bordonau Farrerons es Prof. Titular del Dept. d'Eng. Electrònica de la UPC des de 1990. Premi extraordinari de doctorat de la UPC. Actualment és sots-director de recerca del Dept. d'Eng. Electrònica de la UPC. Les seves àrees d'interès són el disseny, modelat, simulació de convertidors electrònics de potència, dels seus sistemes de control i les seves aplicacions.



base de dades extern serà referit com a SBDR (Sistema de Bases de Dades Relacionals.). Al llarg de la investigació, aparegueren dues propietats que més endavant podran ésser implementades (si el Sistema d'Eines així ho requereix):

- **Incorporació de SQL en les tasques del configurador** per tal de facilitar el manteniment del SBDR segons els canvis en el mercat dels components[2].

- **Lligam amb les bases de dades internes** per tal de registrar en forma de dades fàcilment accessibles pels usuaris els resultats de les persistències dels objectes interns, convertint en expert el SBDR.

De moment aquestes dues prestacions no han estat afegides al disseny donat que encara no són necessàries. Tanmateix, el desenvolupament realitzat preveu que es pugui afegir més endavant, si fos necessari.

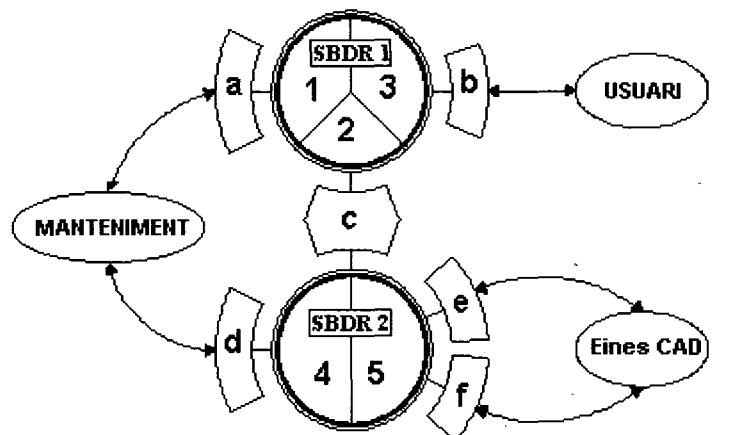
Com es pot veure, el SBDR és un disseny clarament orientat a les necessitats de l'usuari, que com a usuari mateix o com a configurador (veure clients més endavant, pot fer-ne un manteniment senzill o inclús una utilització independent del sistema d'eines proposat, com més endavant s'explica en aquest document.

ESTRUCTURA DEL SBDR

Com a parts integrants dels SBDR (Sistema de Bases de Dades Relacionals per a les bases de dades externes del sistema de CAD que estem desenvolupant) podem considerar:

- **Les bases de dades externes necessàries.** Bases de dades que a la vegada estan dividides en dos grups (Sbdr 1 i Sbdr 2), atenent a les proximitats respecte als dos clients fonamentals: el software de CAD i els usuaris del sistema de CAD.

- **Les eines que les envolten.** Hi ha un conjunt de programes que proporcionen el interface adient en cada cas, i protegeixen la integritat dels sistema de dades en front de les accions dels usuaris i dels configuradors (aqueells que s'encarreguen del manteniment de



Bases de Dades	
1	Selecció
2	Models
3	Sinònims
4	Electrònica
5	Física

Utilitats	
a	Manteniment SBDR 1
b	Interface SBDR 1
c	Identificador
d	Manteniment SBDR 2
e	Extractor Paràmetres Simulació
f	Extractor Paràmetres Anàlisi

les bases de dades).

- **Els clients que les fan servir.** El terme client té un sentit aquí força ampli, i més tenint en compte que com s'explicarà més endavant i donada la implementació adoptada, el programador mateix es considera un client.

El Sistema de Bases de Dades Relacionals, com ja s'ha esmentat, a la pràctica té dues parts identificades com SBDR 1 i SBDR 2. Aquesta divisió augmenta l'eficacia del sistema, i afavoreix la integritat de les dades. Això ha estat observat des del funcionament pràctic de les bases de dades, on s'ha vist clarament que els usuaris fan servir un conjunt de dades clarament diferenciable de les dades que requereix el sistema de CAD:

Sbdr 1. En aquest grup hi són les bases de dades relacionades més directament amb l'usuari. Aquestes bases de dades són les que permeten a l'usuari aprofitar la seva experiència per tal de guiar al sistema de CAD cap a la solució buscada.

Sbdr 2. En aquest grup hi són les bases de dades relacionades més directament amb el sistema d'eines. Aquestes bases

de dades són les que permeten al sistema d'eines extreure les dades adequades per a realitzar les simulacions i els analisis adients per a trobar el disseny buscat.

Els dos subsistemes estan lligats de forma directa pel sistema relacional i de forma indirecta per una eina anomenada identificador que preserva la integritat del sistema. Es per això que un usuari expert que volgués accedir a Sbdr ho pot fer igualment, com si es tractés de Sbdr 1. La divisió entre Sbdr 1 i Sbdr 2 és a efectes informàtics, per augmentar integritat i eficàcia.

CLIENTS DEL SBDR

Hi ha quatre tipus de clients del sistema: programador, configurador, el software i els usuaris del sistema de CAD. Cada client té un nivell d'accés i un interface diferent. El fet que hi hagin quatre tipus de clients pel SBDR és una necessitat donades les dimensions del disseny i les característiques especials del sistema de CAD que s'està desenvolupant.

Client Programador: Prioritat 1 o

màxima. El programador es qui fa la implementació del software i per tant es qui té el nivell d'accés més elevat. En aquest nivell les bases de dades queden totalment obertes a la seva modificació. Tanmateix aquestes modificacions segons com es realitzin poden afectar als lligams amb les bases de dades internes. Es per això que aquest tipus de modificacions només s'apliquen a l'abast de qui coneix perfectament la implementació pràctica. Pot semblar estrany que el programador es consideri un client més del SBDR però això ha estat fet per preveure una de les característiques que potser més endavant siguin incorporades: el lligam amb les bases de dades internes. Aquests lligams, que enmagatzemem informacions sobre les històries dels dissenys i sobre els objectes i processos generats durant els dissenys realitzats pels usuaris, poden fer veure utilitat, eficiència i modificacions a les eines que es van desenvolupant.

Client Configurador: Prioritat 2. El configurador és un usuari avançat que té coneixements sobre el funcionament extern del conjunt d'eines i que per tant pot modificar els continguts de les bases de dades sense que això afecti al sistema d'eines. Les modificacions es poden fer amb eines generals externes, donat que el format de les bases de dades es compatible amb DBASE IV. Tanmateix, es proporcionen eines especialitzades per a realitzar aquestes modificacions per tal que aquestes no afectin el funcionament global del sistema d'eines.

Client Eines de CAD: Prioritat 3. Les eines de CAD poden accedir a les bases de dades externes a partir d'altres eines especialitzades (anomenades també classes d'utilitats). En general, les operacions habituals seran de lectura, donat que en aquest tipus de base de dades, el manteniment el farà el client configurador i les dades pròpies dels processos,

com ja s'ha explicat, pertanyen a les bases de dades internes.

Client Usuari: Prioritat 4 o mínima. El client usuari o usuari del sistema d'eines pot accedir directament al sistema de base de dades. En general aquest accés estarà limitat a operacions de lectura i només podrà efectuar modificacions en casos especials. D'aquesta forma queda garantida la integritat de les bases de dades en front l'usuari inexpert.

EINES INTEGRANTS DEL SBDR

Les eines o programes que envolten al sistema de bases de dades integrants del SBDR són les que es descriuen tot seguit i es poden esquematitzar segons mostra el gràfic que es mostra en aquest apartat.

Manteniment del SBDR 1. Aquesta és l'eina especialitzada dissenyada per tal que el configurador faci el manteniment de la base de dades. El configurador pot fer el manteniment igualment, sense fer servir aquesta eina, però en aquest cas la intergritat de SBDR 1 no queda garantida. Malgrat tot la integritat de SBDR 1 no es crítica pel funcionament del Sistema d'Eines.

Interface del SBDR 1. Amb aquesta eina l'usuari pot realitzar les consultes que consideri adients en SBDR, independentment del

sistema d'eines. La idea principal es que SBDR 1 pugui emparar-se per altres aplicacions i per altres eines diferents de la que aquí es desenvolupa.

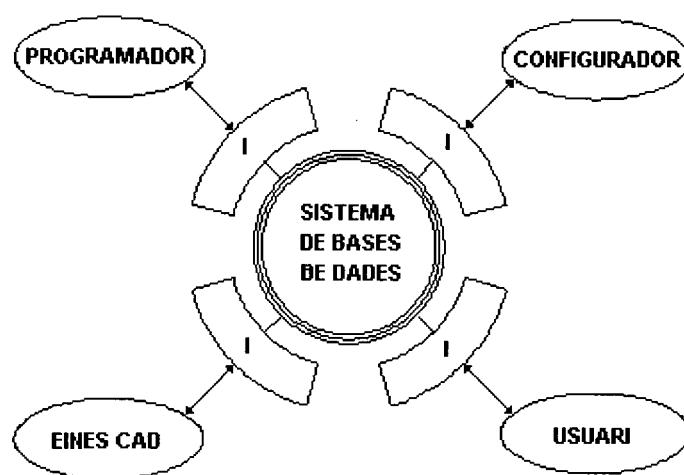
Identificador del SBDR 1. Aquesta és l'eina especialitzada dissenyada per comunicar i fer tasques adicionals sobre SBDR 1 i SBDR 2. Aquesta eina suposa un enllaç i un vigilant que s'encarrega de controlar les interaccions entre els dos subsistemes.

Manteniment del SBDR 2. Aquesta és l'eina especialitzada dissenyada per tal que el configurador faci el manteniment de la base de dades. El configurador pot fer el manteniment igualment, sense fer servir aquesta eina, però en aquest cas la intergritat de SBDR 2 no queda garantida. En aquest cas però, la integritat de SBDR 2 sí que pot afectar al funcionament correcte de les eines, pel que l'usuari hauria de fer servir aquesta eina, a diferència del cas del Manteniment de SBDR 1.

Extractor de paràmetres de simulació. Aquesta es l'eina especialitzada que fa servir el Sistema d'Eines de CAD per a extreure tots aquells paràmetres dels components que calguin per a fer simulacions acurades.

Extractor de paràmetres d'Anàlisi. Aquesta es l'eina especialitzada que fa servir el Sistema d'Eines de CAD per a extreure tots aquells paràmetres dels components que calguin per a fer anàlisis que calguin en el sistema de CAD proposat. Aquesta eina és la que permet una interacció més lliure entre el Sistema de CAD i SBDR.

BASES DE DADES INTEGRANTS DEL SBDR
Base de dades



Llibreria de Models. Aquesta base de dades de fet és una llibreria interna, que mostra en el diagrama la seva interconnexió real amb les bases de dades externes. Tanmateix, la seva descripció no es troba en aquest document d'ajuda, donada la seva condició de base de dades interna.

l'envolta i que permet un interface a mida pels diferents usuaris que tindrà i en garanteix la integritat, malgrat que els usuaris disposin de gran llibertat en el accés de dades, modificació i ús d'aquestes per eines alienes.

- Té estructurat l'accés de dades en quatre nivells, atenent que es consideren quatre tipus d'usuaris: el programador, el configurador (un usuari

expert), els programes de CAD i els usuaris els programes.

- Permet la incorporació de lligams amb les bases de dades del sistema de CAD per tal de reflectir l'experiència en els processos en el sistema de bases de dades accessibles directament als usuaris.

- Les bases de dades integrants han estat dividides en dos grups per tal d'optimitzar l'ús d'aquestes: Sbdr 1 i Sbdr 2. Aquesta divisió bé donada per la major proximitat d'unes dades als usuaris, i d'altres als programes de l'entorn de CAD.

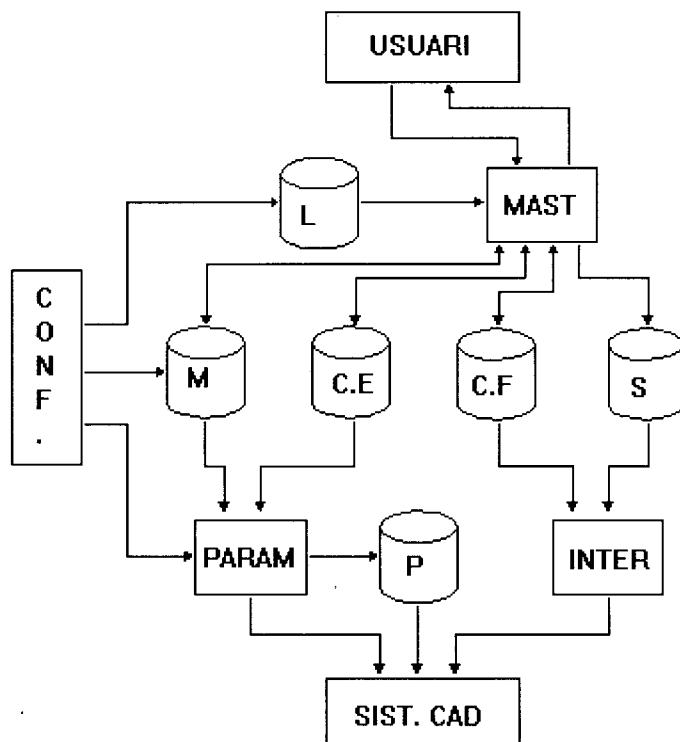
- L'accés dels programes de CAD a aquestes bases de dades ha estat optimitzat amb interface especial orientat a objectes, però admet també ANSI C.

REFERÈNCIES

[1] Date, C.J. *Relational Database: Selected Writings*. MENLO PARK, CALIFORNIA: ADDISON WESLEY, 1986.

[2] Date, C.J. *An Introduction to Database Systems*. MENLO PARK, CALIFORNIA: ADISON WESLEY, 1984.

[3] Korth, Henry F., *Database System Concepts*, NEW YORK: SPRINGER-VERLAG, 1985.



IMPLEMENTACIÓ DE SBDR

La implementació de SBDR s'està realitzant dins l'entorn Microsoft Windows 3.1, fent-lo compatible amb DBASE IV. Té un interface per a ésser utilitzat en C++ (orientat a objectes), encara que la implementació s'ha fet en ANSI C per fer funcions optimitzades de baix nivell.

CONCLUSIONS

Ha estat descrit un sistema de bases de dades relacionals que proporciona les dades necessàries en un Sistema de CAD per a Electrònica de Potència. Aquest Sistema de Bases de dades que per escurçar s'ha anomenat SBDR té com a més destacades les següents característiques:

- Té un sistema d'eines que

Base de dades Selector. Aquesta és la base de dades que permet a l'usuari escollir components reals, agrupacions de components reals o models teòrics a partir de les prestacions electròniques i físiques (preu, volum, pes, fiabilitat, etc.). Aquesta base de dades es pot mantenir amb el nivell d'accés de programador o configurador, i la seva integritat no es gaire crítica pel Sistema de CAD. Exemple d'alguns dels camps més importants en el cas dels components condensadors:

CAMP	TIPUS	LONG.	INDEX	RELACIÓ
Referència prín.	Caracter	16	SI	SI
Tipus condens.	Caracter	32	NO	NO
Aplicació prefer.	Caracter	128	NO	NO
Rang de tensions	Caracter	32	NO	NO
Intervals Cap.	Caracter	32	NO	NO
Tolerancia Cap.	Caracter	32	NO	NO
Intervals temp.	Caracter	32	NO	NO
Coef de pèrdues	Caracter	32	NO	NO
Forma construc.	Caracter	64	NO	NO
Preu	Memo	X	NO	SI
Pes	Float	12.4	NO	SI
Dimensions	Caracter	32	NO	SI
Bitmap	Caracter	128	NO	SI

Base de dades de models. Aquesta és la base de dades que permet a l'usuari escollir components reals, agrupacions de components reals o models teòrics a partir de la seva modelació orientada a simulacions. Aquesta base de dades es pot mantenir amb el nivell d'accés de programador o configurador, i la seva integritat no es gaire crítica pel Sistema de CAD. Exemple d'alguns dels camps més importants en el cas dels components condensadors:

CAMP	TIPUS	LONG.	INDEX	RELACIO
Referència Model	Caracter	32	SI	SI
Tipus Model	Caracter	64	NO	NO
Info Model	Caracter	128	NO	NO
BD Selector	Caracter	128	NO	NO
BD Sinònims	Caracter	128	NO	NO
BD Electrònica	Caracter	128	NO	NO
BD Física	Caracter	128	NO	NO
BD Models	Caracter	128	NO	NO

Base de Dades de Característiques Electròniques. Aquesta és la base de dades que permet al sistema d'eines adquirir els paràmetres electrònics dels components reals, agrupacions de components reals o models per a realitzar simulacions i anàlisis. Aquesta base de dades es pot mantenir amb el nivell d'accés de programador o configurador, i la seva integritat pot ésser crítica pel Sistema de CAD. Exemple d'alguns dels camps més importants en el cas dels components condensadors:

CAMP	TIPUS	LONG.	INDEX	RELACIO
Referència principal	Caracter	16	SI	SI
Capacitat	N.P.F.	32	NO	NO
Factor de pèrdues	N.P.F.	32	NO	NO
C de F	Memo	32	NO	NO
Tensió Nominal	N.P.F.	32	NO	NO
Tensió Lím. ac	N.P.F.	32	NO	NO
Tensió Lím. dc	N.P.F.	32	NO	NO
Tensió de Pic	N.P.F.	32	NO	NO
I. Màx rms	N.P.F.	32	NO	NO
I. Màx dc	N.P.F.	32	NO	NO
Z de F	Memo	32	NO	NO
C de T	Memo	32	NO	NO
Temp. Límit	N.P.F.	32	NO	NO
Referència Model	Caracter	32	SI	SI
Tolerància	Caracter	32	NO	NO
Classe DIN	Caracter	32	NO	NO
Classe IEC	Caracter	32	NO	NO

Base de Dades de Sinònims. Aquesta és la base de dades que permet a l'usuari escollir components reals, agrupacions de components reals a partir de les denominacions comercials dels mateixos. Aquesta base de dades es pot mantenir amb el nivell d'accés de programador o configurador, i la seva integritat no es gaire crítica pel Sistema de CAD. Exemple d'alguns dels camps més importants en el cas dels components condensadors:

CAMP	TIPUS	LONG.	INDEX	RELACIO
Ref.principal	Caracter	16	SI	SI
Sinònim 1	Caracter	32	NO	NO
Fabricant 1	Caracter	32	NO	NO
Distribuidor 1	Caracter	32	NO	NO
Sinònim 2	Caracter	32	NO	NO
Fabricant 2	Caracter	32	NO	NO
Distribuidor 2	Caracter	32	NO	NO
Sinònim 3	Caracter	32	NO	NO
Fabricant 3	Caracter	32	NO	NO
Distribuidor 3	Caracter	32	NO	NO
Sinònim 4	Caracter	32	NO	NO
Fabricant 4	Caracter	32	NO	NO
Distribuidor 4	Caracter	32	NO	NO
Sinònim 5	Caracter	32	NO	NO
Fabricant 5	Caracter	32	NO	NO
Distribuidor 5	Caracter	32	NO	NO

Bases de dades de Característiques Físiques. Aquesta és la base de dades que permet al sistema d'eines adquirir els paràmetres electrònics dels components reals, agrupacions de components reals o models per a realitzar simulacions i anàlisis. Aquesta base de dades es pot mantenir amb el nivell d'accés de programador o configurador, i la seva integritat pot ésser crítica pel Sistema de CAD. Exemple d'alguns dels camps més importants en el cas dels components condensadors:

CAMP	TIPUS	LONG	INDX	REL.
Ref.principal	Caracter	16	SI	SI
Forma constr	Caracter	32	NO	SI
Dimensions	Caracter	32	NO	SI
Pes	Caracter	32	NO	SI
Preu unitari	Memo	X	NO	SI
Preu adicional1	Memo	X	NO	NO
Preu adicional2	Memo	X	NO	NO
Fabricant	Caracter	32	NO	SI
Distribuidor	Caracter	32	NO	SI
Plaç Entrega	Caracter	32	NO	NO
MTBF	Memo	X	NO	NO
Classe Antihumiditat	Caracter	32	NO	NO
Envoliment	Memo	X	NO	NO
Constant Term. 1 N.P.F.	32	NO	NO	NO
Constant Term. 2 N.P.F.	32	NO	NO	NO
Bitmap	Caracter	128	NO	SI
Icon	Caracter	128	NO	SI
Cursor	Caracter	128	NO	SI



VI FORUM DE TELECOMUNICACIONES

David Junyent i Moragas

El Fòrum de Telecomunicacions s'ha convertit ja, en un acte esperat per bona part dels estudiants de l'Escola de Telecos i també per molts estudiants d'altres Escoles

Si hagués de posar algun qualificatiu a aquesta sisena edició del Fòrum, aquest hauria de ser "diferent", i de fet penso que posar aquest adjectiu darrera una edició qualsevol del Fòrum és un dels millors elogis que se li pot fer.

Cada any, Fòrum de Telecomunicacions ha procurat introduir algun element innovador respecte l'edició de l'any anterior:

L'any 1994 la novetat va ser el "Business-Lunch". Amb aquest Dinar-Contacte entre estudiants i representants de les empreses participants s'aconseguia, - en un parell d'hores i en mig d'un ambient relaxat -, el principal objectiu del Fòrum: fer de nexe d'unió entre la Universitat i l'empresa.

Aquest any 1995 la novetat han estat els 4 Tallers de Debat

El principal objectiu del Fòrum és fer de nexe d'unió entre la universitat i l'empresa.

(Serveis per cable i TV local, Trunking i comunicacions adaptades, Relació Universitat-Empresa en el marc europeu i Política de Telecomunicacions). El Fòrum ja tenia una Sala de Demostracions on s'exposaven els P.F.C. tecnològicament més punters, ja tenia empreses que venien a presentar-se davant els estudiants i explicaven les seves activitats, i també tenia un ampli cicle de conferències on un ponent especialitzat en un tema d'actualitat ens transmetia tants coneixements com li era possible. Faltava trobar la manera de que es parlés tant o més des del pati de butaques que des de la taula dels conferenciants, era important poder plantejar problemes o dubtes i que aquests fossin resolts gràcies a un diàleg fluid: aquest "forat" ha estat tapat pels Tallers de Debat

que a més a més ens han permès tenir entre els assistents no només a estudiants sino també a representants d'empreses.

He començat qualificant el Fòrum '95 com un Fòrum diferent. Un dels motius que l'han fet diferent és que aquest any l'organització del VI Fòrum de Teleco-

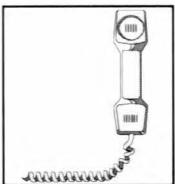
municacions s'ha portat a terme de manera paral·lela amb l'organització del *VI Congreso de Estudios de Telecomunicaciones*.

Aquells anys en els que les empreses venien majoritàriament a contractar alumnes d'últims cursos s'han acabat!

objectiva), que sens dubte serà tinguda en compte en properes edicions. Un altre dels motius que han fet d'aquest un Fòrum diferent ha estat la inexistència de stands. Si bé és cert que desde l'organització del Fòrum de Telecomunicacions hom se n'adona que es poden portar endavant força activitats amb pocs recursos, no és menys cert que també se n'adona que aquests recursos s'han d'aprofitar al màxim, i això implica adaptar-se als temps i a les circumstàncies (aquells anys en els que les empreses venien majoritàriament a contractar alumnes d'últims cursos, s'han acabat!).

Per acabar només em resta recordar-vos que diuen que el sector de les telecomunicacions ha d'experimentar un fort creixement en els propers anys, i per tant, ara fa més falta que mai persones amb ganes d'organitzar un Fòrum que sigui cada any diferent al de l'any anterior, i sobre tot, millor al de l'any anterior!

DAVID JUNYENT I MORAGAS ha estat membre del comitè organitzador del VI Fòrum de Telecomunicacions celebrat aquesta tardor al Campus Nord (UPC)



EL C.C.S. DE TELEFÓNICA DE LA GRANADA

Ramon Arxer i Galabert

La Branca d'Estudiants de l'I.E.E.E. de Barcelona, en un afany d'apropar els centres de tecnologia als estudiants organitza aquest any, com ja ha vingut fent darrerament, un cicle de visites tècniques en el sector de les telecomunicacions, l'electrònica i la informàtica. Gràcies a aquest fet podem presentar informació sobre els centres que hem visitat, en concret del Centre de Comunicacions per Satèl·lit de Telefónica de La Granada del Penedès (Barcelona) que tingué lloc el darrer mes d'abril.

ANTECEDENTS.

A través dels seus Centres de Comunicacions per Satèl·lit (C.C.S.), d'Argüimes -Canàries-, Armuña -Guadalajara-, Buitrago -Madrid-, La Granada -Barcelona-, i Sevilla, Telefónica envia senyals de televisió, de telefonia i de dades, principalment de les organitzacions internacionals dels Satèl·lits Intelsat i Eutelsat que estroben situats sobre els Oceans Atlàntic i Índic.

L'any 1.989, Telefónica encomanà a l'empresa *Master S.A. de Ingeniería y arquitectura*, el disseny de l'arquitectura i enginyeria de les instal·lacions del C.C.S. de La Granada, situat a uns 50 Kms. de Barcelona. Aquesta instal·lació va tenir un paper destacat en la transmissió a tot el món de les imatges dels Jocs Olímpics de l'any 1.992.

RAMON ARXER i GALABERT és enginyer tècnic de telecomunicacions, estudiant de cinquè curs d'enginyeria de telecomunicacions i membre de la Branca d'Estudiants de l'I.E.E.E.

Es tracta d'un projecte de tecnologia avançada per la complexitat de les seves instal·lacions i pels seus requeriments d'alta seguretat i de funcionament continuat.

Per aquest projecte, l'empresa Master fou galardonada el 1.991 amb el Premi Bonaplata que institueix el Museu de La Ciència i de la Tècnica de Catalunya, a la millor realització d'arquitectura industrial de l'any, resaltant la seva idea conceptual, funcionalitat i respecte al medi ambient.

CARACTERÍSTIQUES ARQUITECTÒNIQUES.

Aquest modern centre de telecomunicacions, enclavat entre els típics vinyars del Penedès, s'estén damunt una parcela de terreny d'unes 10,8 hectàrees.

Aquesta instal·lació va tenir un paper destacat en la transmissió de les imatges dels Jocs Olímpics de 1992.

El programa general del projecte es va basar en la necessitat d'implementar sobre el terreny tres àrees ben diferenciades: la de seguretat, l'edifici d'administració i els equipaments tecnològics i el camp d'antenes. A partir d'aquest principi bàsic, es consideraren les necessitats específiques de Telefónica.

L'empresa encarregada del disseny col·laborà en el projecte, realitzant l'arquitectura i enginyeria dels serveis d'energia de l'edifici principal i el disseny de les obres d'infraestructura i urbanització exterior del camp d'antenes.

Des de la caseta de control, un gran vial en forma hexagonal, circumval·la l'edifici principal i es ramifica en el seu costat sud cap als viials d'accés als edificis de les antenes. L'edifici principal, amb una superfície edificada en planta d'uns 5.000 m²,

CONCEPCION	BAR-4	BAR-5	BAR-6	BAR-7	BAR-9	TOTAL
Nº D.H.P.A. EN SERVEI	4	9	9	3	3	28
Nº D.H.P.A. EN RESERVA ACTIVA	2	4	4	1	1	12
Nº D.H.P.A. DE RECANVI	1	1	1	0	0	3
TOTAL H.P.A. INSTAL-LATS	7	14	14	4	4	43
POTÈNCIA CONSUMIDA PELS H.P.A. (KVA)	72	156	156	48	48	480
COST FUNCIONAMENT D'H.P.A. (Pts./Dia)	21.000	45.500	45.500	14.000	14.000	140.000
POTÈNCIA DE R.F. INSTAL-LADA (KW)	12	33	33	10	10	97
POTÈNCIA TOTAL R.F. EMESA PER L'ANTENA (W)	400	3.000	3.000	1.800	600	8.800
P.I.R.E TOTAL (dBW)	90	94	94	89	90	
GUANY ANTENA EN TRANSMISIÓ (dBi)	64	59	59	57	63	
DIÀMETRE DE L'ANTENA (m)	14	18	18	13	9	
SUPERFÍCIE D'ANTENA (m ²)	105	190	190	85	60	630
GUIA D'ONES DES DE LA SALA DE CONTROL FINS L'ANTENA (m)	600	1.520	2.640	1.225	525	6.510

Taula 1.- Descripció dels equips.



Figura 1.- Vista aèria del C.C.S. de La Granada.

està format per tres cossos, disposats de forma que els seus eixos longitudinals s'uneixen pel centre formant entre ells angles de 120 graus. La raó d'aquesta disposició, respon a l'ús diferenciat de cada una de les seccions: administració i serveis de personal, instal·lacions i equips d'energia i sala de control.

El nucli central que uneix aquests tres edificis és un triangle, amb un pati interior obert en forma circular de 21,4 metres de diàmetre, en el que s'ha instal·lat com a detall arquitectònic, un gran rellotge solar.

Per sota de l'edifici es troba una galeria subterrània transitable de 2,5 metres d'ample per 2,2 metres d'alçada, a través de la qual es canalitza el cablejat que connecta les antenes parabòliques amb les instal·lacions d'energia i equips de control.

Propera a la nau de les instal·lacions i equips d'energia sorgeix una torre metàl·lica de 26 metres d'alçada i 1,6 metres de diàmetre, a les plataformes de la qual s'ha previst instal·lar radioenllaços de petita capacitat i

antenes de telefonia mòbil.

El camp d'antenes, situat al costat sud de la parcel·la es caracteritza per la implantació de cinc antenes parabòliques anomenades: Barcelona 4, 5, 6, 7 i 9 (Bar-4, Bar-5, Bar-6, Bar-7 i Bar-9).

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES

Cada conjunt, antena-edifici de control, el podem descomposar en dues parts.

La primera, l'equip de satèl·lit, que a la vegada el composen els diferents equips: modulador, demo-dulador i conversor.

La segona part, composta per l'edifici de l'antena es descomposa en: amplificador d'alta potència (*H.P.A. High Power Amplifier*), placa de commutació dels senyals de microones cap a l'antena i antena propiament dita.

Les característiques dels elements principals de cada antena es descriuen a la Taula 1.

SERVEIS

L'estació de La Granada dóna diferents tipus de serveis mitjançant la sèrie de satèl·lits Eutelsat i Intelsat:

- * Enllaç de dades amb operadores americanes, africanes i asiàtiques.

- * Substitució temporal del tràfic de cables submarins (per restauració de circuits digitals), en concret el TAT-9 (Espanya - Canadà/EEUU), el COLUMBUS - 9 (Espanya - Puerto Rico) i el SAT - 2 que enllaça Espanya i Portugal amb Sudàfrica.

- * Monitorització de senyals de Televisió de l'organització Eutelsat, (anomenat TVCSM) aquest servei es descomposa a la vegada en:

- Ajust i control de qualitat de senyals nous de televisió.

- Monitorització dels paràmetres de qualitat del senyal de televisió com a servei de suport del *Control Switching Center* de l'organització EUTELSAT situat a París.

E.T./SATEL	ENLLAÇ	P.I.R.E (dBW)	BW (Mbps)	FREQ. (MHz)	XDR	POL	E.T. Rx	PAÍS
BAR-4	TV OCASIONAL	-	-	-	-	-	-	-
BAR-5	BAR/2 - SAO PAULO	59,8	2	6.278,0200	55/95	B/B	TNG-5	BRASIL
	BAR/2 - LIMA	65,7	2	6.025,5125	24/14	A/A	LUR-1 (LURIN)	PERÚ
	BAR/2 - LIMA	62,4	1	6.200,6275	24/14	A/A	LUR-1 (LURIN)	PERÚ
	BAR/2 - PITTSBURG	61,7	2	5.879,0425	20/10	A/A	ETM-2 (ETAM)	EE.UU.
	MADRID/2 - JOHAN.	51,7	0,512	6.132,7675	53/103	B/B	PRE-1A (PRETORIA)	SUDÀFRICA
	BAR/2 - EL CAIRE	60,2	1	6.076,5500	52/22	B/B	NAA-2A (NAADI)	EGIPTE
	MADRID/2 - PAIA	62,4	0,512	6.366,2775	37/37	A/A	VAZ-1B (VARZEA)	CAPVERD
	TV OCASIONAL	-	-	-	-	-	-	-
BAR-6	BAR/2 - TOKIO	58,0	1	5.925,6850	10/20	A/A	YAM-3 (YAMAGUCHI)	JAPÓ
	BAR/2 - HONG KONG	55,5	2	6.081,1625	42/102	B/B	HKG-2 (HONG KONG)	XINA
	BAR/2 - SEUL	57,0	1	6.078,5750	42/102	B/B	BUN-2 (BOEUN)	COREA
	BAR/2 - SINGAPUR	51,8	1	5.992,5625	41/101	B/B	SEN-5 (SENTOSA)	MALAISIA
	BAR/2 - BEIJING	51,9	2	5.966,0800	41/101	B/B	PEK-2 (PEKIN)	XINA
	BAR/2 - SHANGAI	57,0	2	5.976,0700	41/101	B/B	SHG-3A (SHANGAI)	XINA
	TV OCASIONAL	-	-	-	-	-	-	-
	VIDEOCONFOCASIONAL	-	-	-	-	-	-	-
BAR-7	TAT-9 ESP.- EE.UU.	69,7	45	6.112,0000	53/43	B/B	RCK-1 (R. CREEK)	EE.UU
	TAT-9 ESP.- EE.UU.	68,7	45	6.148,0000	53/43	B/B	RCK-1 (R. CREEK)	EE.UU
	TAT-9 ESP. - CAN.	81,5	45	6.360,0000	37/37	A/A	PEN-2 (P.POINT)	CANADÀ
	COLUMBUS - 2	68,5	45	6.112,0000	53/43	B/B	CAY-1A (CAYEI)	PUERTO RICO
	COLUMBUS - 2	69,5	45	6.148,0000	53/43	B/B	CAY-1A (CAYEI)	PUERTO RICO
	COLUMBUS - 2	80,3	45	6.360,0000	37/37	A/A	CAY-1A (CAYEI)	PUERTO RICO
	SAT-2	79,2	45	6.032,0000	22/22	A/A	PRE-5A (PRETORIA)	SUDÀFRICA
	SAT-2	80,4	45	6.400,0000	38/38	A/A	PRE-5A (PRETORIA)	SUDÀFRICA
BAR-9	TVCSM	-	-	-	-	-	-	-

P.I.R.E. : Potència Isotòpica Radiada Equivalent.

FREQ. : Freqüència de portadora de pujada al satèl·lit (*Frequency Up*).

POL. : Polarització circular en emissió i recepció, corresponent al conveni :

- A , Polarització a esquers en transmissió.
- B , Polarització a drets en transmissió.

BW : Ample de Banda.

XDR : Transponder de pujada i baixada del satèl·lit.

E.T.Rx : Estació Terrena en recepció.

Taula 2.- Descripció dels serveis.

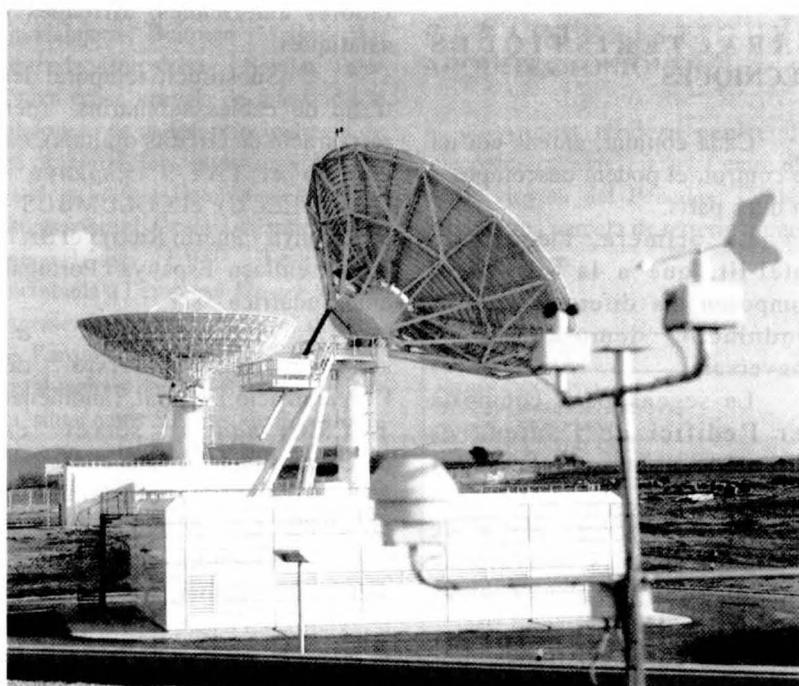


Figura 2.- Detall del camp d'antenes.

- Control periòdic de les condicions de senyal de les estacions de l'EBU (*European Broadcasting Union*), creades per a l'intercanvi de notícies del seus associats.

A la Taula 2 trobem les característiques d'aquests serveis.

AGRAÏMENTS

A l'enginyerentelecomunicacions Tomàs Montfort pel material que ens va enviar per a fer l'article i les facilitats que donà per a visitar el centre. Al llicenciat en físiques Carles Blázquez per les gestions fetes per aconseguir el material gràfic i escrit i el guiatge durant la visita, a l'enginyer industrial Josep Sos que ens va facilitar el contacte amb els responsables del centre i ens ha donat un cop de mà amb l'article, i a la resta del personal del C.C.S. que feren que aquesta visita fos tant profitosa per a nosaltres.



LES AUTOPISTES DE LA INFORMACIÓ:

L'EIX VERTEBRAL DE LA SOCIEDAT DE LA INFORMACIÓ

Jordi Domingo i Pascual

L'expressió autopistes de la informació fou introduïda durant la campanya electoral als EUA pel vicepresident Al Gore. Si bé el significat exacte de l'expressió no és compartit per tothom, el cert és que aquesta idea o concepte ha desencadenat un seguit d'accions i de reaccions arreu del món les quals deixen entreveure en part el que la realització d'aquesta idea pot suposar en la societat del segle XXI.

Des del punt de vista tecnològic les opinions referents a com s'ha de dur a terme aquest concepte són força diferents. La visió d'Al Gore ve del món dels c o m - p u - t a d o r s i concep les autopistes de la informació com gent interconnectada a través d'una immensa xarxa de xarxes de computadors i de forma interactiva; és a dir, una barreja de computadors i informació. D'altra banda, la concepció que en té John Malone (president de TCI, la major companyia

de cable nord-americana) consisteix en gent treballant i jugant a través de sistemes de televisió interactiva; és a dir, una barreja de televisió, entreteniment i informació. La primera idea troba a Internet com el primer pas del que han de ser les autopistes de la informació; la segona idea troba la immensa infraestructura de televisió per cable que hi ha als EUA com a punt de sortida.

Sigui com sigui, deixant de banda si serà a través de l'ordinador o bé a través de la televisió o bé un híbrid d'ambdues tecnologies, s'hi poden distingir uns aspectes comuns que val la pena destacar: gent, interactivitat, i informació. Gent, és a dir, l'usuari

final qui a la vegada consumeix i rep informació és una persona individual, la qual té accés a tots els serveis des de casa seva. Això, sens dubte, revolucionarà o canviará la forma de viure, de treballar i de relacionar-se en la nostra

societat com ho han fet el telèfon, la ràdio, el cotxe i la televisió durant aquest segle.

El segon punt a destacar és que la manera de rebre, de buscar i de generar informació és interactiva, bé entre dues persones o entre una persona i un servidor d'informació. No es tracta de llegir, escoltar o veure el que publica un diari, el que transmet una emissora de ràdio o de televisió, sinó de

contactar amb una persona determinada, escoltar, rebre, veure una informació escollida i, tot això, de forma immediata; en temps real, com diuen els tècnics en computadors. Es podrà "anar" per l'autopista per obtenir informació, comprar, conversar, treballar, estudiar, divertir-se, ... tot sense sortir de casa.

El tercer aspecte és la informació. La tecnologia (les xarxes de telecomunicacions, el "hardware") posa a l'abast de tothom la possibilitat de connectar-se, d'anar per l'autopista. La tecnologia posa també el segon aspecte, la possibilitat d'anar d'un lloc a un altre, escollir, etc. Després, és el "software" el que s'encarrega de la gestió dels recursos, el que hi posa la informació de control per a que hom pugui circular lliurement per l'autopista i de forma segura. Però si l'autopista no porta a cap lloc d'interès, si no va enllloc, no serveix per a res. Les autopistes de la informació no seran res sense informació; és com una autopista amb tota la senyalització ben disposada, però sense àrees de servei; com una ciutat amb avingudes espaioses, una senyalització perfecta, però sense serveis, sense botigues, sense oficines, en fi sense cap lloc on anar.

Tothom qui d'alguna forma hi està involucrat ho sap ben bé. John Sculley diu "Realment ara no existeixen barres tecnològiques. Tot gira al voltant de les aliances i de les inversions i no al voltant de les tecnologies". També apunta, "quan veus la televisió, estàs interessat en allò que vols veure, comprar o aprendre, i no en com funciona l'aparell". El mateix Bill Gates ho

"Es podrà "anar" per l'autopista per obtenir informació, comprar, conversar, treballar, estudiar, divertir-se, ... tot sense sortir de casa."

JORDI DOMINGO i PASCUAL es professor Titular del departament d'Arquitectura de Computadors de la UPC. El seu àmbit de recerca son les xarxes d'alta velocitat ATM.



diu ben clar: "el que és important és el contingut". Per això hom parla de la societat de la informació, on les autopistes de la informació en són el suport tècnic i material. Allò que és realment important és la informació.

La tecnologia necessària està en la indústria dels computadors i de les telecomunicacions. La informació està en la indústria de la radiodifusió i de la cine-matografia d'una banda, i de la impremta, les editorials i de la premsa d'altra banda. Fins ara la intersecció entre aquests tres grups (computació, producció cinematogràfica, producció editorial) ha estat molt feble; amb el concepte d'autopistes de la informació tot és el mateix negoci. D'aquí que s'estiguin consolidant grans aliances entre empreses molt potents dels tres sectors arreu del món.

Algunes característiques tècniques de les autopistes de la informació:

Deixant de banda el contingut, des del punt de vista tècnic es poden diferenciar tres característiques bàsiques: la capacitat troncal, la capacitat de l'accés i la navegabilitat.

La capacitat troncal fa referència a la capacitat de transportar informació; és la velocitat de transmissió dels enllaços troncals, els bits per segon. Seguint l'analogia de les autopistes correspon al nombre de carrils de l'autopista juntament amb la velocitat màxima a la qual es pot circular; la quantitat de cotxes per segon que passen per l'autopista. La fibra òptica com a medi de transmissió té la posició dominant. Les seves característiques d'alta capacitat, baixa atenuació del senyal, alta immunitat a les interferències electromagnètiques externes i fiabilitat, fan d'ella el medi idoni; es complementa amb els enllaços via satèl·lit inter-continentals en alguns casos. Centenars de Mbits/segon i, fins i tot Gbits/segon estan disponibles ara per ara. La substitució dels cables coaxials troncals per cables de fibra òptica pot proporcionar un augment de la capacitat troncal en un factor de 100.000, depenent de les característiques del cable de fibres.

El mode de transmissió asíncron ("Asynchronous Transfer Mode") és el

sistema de transmissió de commutació que dóna suport a la B-ISDN ("Broadband Integrated Digital Network"). ATM és un sistema de commutació ràpida de paquets de llargària fixa i petita (anomenats cel·les ATM). Proporciona una velocitat d'accés flexible, és a dir, es pot transmetre a qualsevol velocitat entre zero bits/segon i la capacitat del canal; no hi ha canals a una velocitat fixa, per exemple de 64 Kbps, 2 Mbps, o 9600 bps. A més, la velocitat de transmissió pot ser variable ("Variable Bit Rate") durant una connexió. És un servei de xarxa orientat a la connexió, com ho són la xarxa telefònica, el servei X.25, o el servei RDSI.

La segona característica és la capacitat de l'accés. Fa referència a la velocitat de transmissió disponible per l'usuari.

És completament diferent accedir a un servei determinat des de casa a través d'un mòdem a 9600 bps que fer-ho amb un accés bàsic RDSI a 64 Kbps o a 128 Kbps. Si la fibra òptica arriba a casa de l'usuari, llavors es disposa fàcilment de 150 Mbps i 620 Mbps, que són els accessos ATM normalitzats actualment. Seguint amb l'analogia de les autopistes correspon a les carreteres d'accés a l'autopista, tenint en compte tan la qualitat de la carretera com la distància a la qual es troba l'autopista.

Finalment, el "software"; la navegabilitat és la tercera característica definitòria de les autopistes de la informació. Cal proveir l'usuari d'eines per poder circular i anar allà on desitgi, que li permetin accedir a la informació que vulgui, en el sentit més ampli de la paraula, en un instant determinat. Amb el símil de l'autopista, són els senyals indicadors, les guies de serveis, els mapes, les guies turístiques, etc. L'usuari ha de ser capaç de decidir a cada instant què vol fer, on vol anar. Aquesta característica anomenada navegabilitat im-

plica una interacció permanent entre l'usuari i el sistema els servidors d'informació que estigui utilitzant en aquell moment. És l'aspecte més innovador i el que està més en les seves beceroles des del punt de vista de desenvolupament.

Com ja s'ha esmentat abans, el quart aspecte seria la informació en sí mateixa; els continguts que puguin ser d'interès al públic en general o bé a un col·lectiu ben determinat. Típicament, aquests empraran qualsevol mitjà: text, gràfics, veu,

música, imatge, fixa, seqüències de vídeo, en els seus més variats formats. Hom parla d'informació multimèdia.

Bill Gates ho diu ben clar: "el que és important és el contingut"... hom parla de la societat de la informació, on les autopistes de la informació en són el suport tècnic i material.

"per accident"

Ara, avui, què hi ha de tot això?. Per a la majoria de gent la resposta és Internet, i el World Wide Web. Això és tot el que hi ha per ara. La següent qüestió és: realment Internet satisfà les característiques esmentades ?. Evidentment la resposta no és generalitzable arreu; els EUA presenten una situació ben diferent de la resta del món. En segon lloc els països avançats presenten un altre escenari, mentre que als països en vies de desenvolupament no hi ha pràcticament res.

Segons la Internet Society l'extensió de Internet i el seu creixement per regions del món durant el darrer any (1993 - 1994) es resumeix en les xifres següents: a Nord Amèrica, 3372 milers de computadors connectats i un creixement del 100%; a Europa Occidental, 1039 milers de computadors i un creixement del 88%; Pacífic (Australia), 192 milers de computadors i 69% de creixement; a Asia, 151 milers i 87%; Europa de

l'Est, 46 milers i 132%; Afrika, 27 milers i 148%; Amèrica Central i Sudamèrica, 16 milers i 116%; Orient Mitjà 13 milers i 98%. Dues dades a destacar: el nombre de computadors connectats a Internet als EUA i Canadà és el doble dels que hi ha a la resta del món. Cal tenir en compte, però, que el nombre de computadors connectats no és el nombre d'usuaris ja que cada computador ("host" en la terminologia Internet) pot donar servei a molts usuaris.

És impossible saber, ni de forma aproximada, el nombre real d'usuaris. En segon lloc, el ritme de creixement durant el darrer any demostra que la "febre Internet" està arreu.

És interessant esbrinar per què hom veu Internet com l'embrió del que han de ser les autopistes de la informació. Mentre les grans companyies de telèfons, les del cable i les de televisió s'han preocupat de fer propaganda dels nous serveis "intel.ligents" i de fer multitud d'experiències pilot on els usuaris poden accedir a alta velocitat a grans volums d'informació des de llurs cases, resulta que milers d'enginyers i estudiants disposen d'accés a una gran xarxa de computadors amb una cobertura molt extensa i molt densa i, que a més, no és de ningú ni la controla ningú.

Internet no posa cables ni és propietària dels cables, contracta línies telefòniques existents; no és una xarxa amb un pla predefinit, és una xarxa de xarxes heterògenes i de característiques molt diferents; no és de ningú, tothom qui vulgui pot connectar-s'hi seguint unes instruccions molt concretes, només hi ha un organisme que defineix les regles de funcionament i els protocols de comunicació que s'han d'utilitzar i assigna les adreces dels dominis Internet; aparentment ningú hi fa negoci, l'especificació dels protocols i de les aplicacions són públics i qui vulgui se'n pot fer la seva versió (icommercialitzar-la). Existeix una oferta

"... una gran xarxa de computadors amb una cobertura molt extensa i molt densa i, que a més, no és de ningú ni la controla ningú."

correctament.

Durant més de vint anys Internet ha estat una eina de treball exclusiva per a científics, acadèmics, i estudiants a les universitats, principalment als EUA. El correu electrònic (e-mail), la transferència de fitxers (ftp), la connexió com a terminal remot (telnet, rlogin), i l'execució remota de programes (rsh) han estat durant molts anys les eines de treball. Més endavant un seguit d'aplicacions han aparegut amb l'objectiu de compartir millor la informació i de localitzar més fàcilment allò que un necessita. Són, per exemple, les News, els serveis Archie, Gopher, Wais.

A mitjans del 1993 la situació canvia: apareixen aplicacions sobre TCP/IP que permeten transmetre imatges, so i vídeo amb un senzill "clic" del ratolí de l'ordinador. Es tracta de l'aparició del multimèdia a Internet. A això s'hiafegeix la possibilitat de fer difusió de la informació a través de la xarxa ("multicasting") on un computador transmet una seqüència de paquets i aquesta es difon duplicant els paquets quan cal de forma que els paquets arriben a tots els usuaris que han

molt àmplia de programes TCP/IP per a qualsevol màquina i sistema operatiu. Ara els sistemes operatius ja inclouen "de sèrie" els protocols TCP/IP. Aquest darrer ("Internetworking Protocol") s'encarrega de fer circular els paquets d'informació a través de les diferents sub-xarxes fins que arriben al seu punt de destinació. El TCP ("Transport Control Protocol") s'encarrega de vetllar per a que tots els paquets arribin

seleccionat rebre aquella informació. A més, tot això es fa de forma interactiva.

Finalment, amb l'aparició d'un entorn senzill i intuitiu com és el World Wide Web fa que Internet surti del seu amagatall i sigui una descoberta sorprenent per a molts. Primer fou Mosaic i ara és Netscape l'eina de navegació (el "browser") més popular d'Internet.

Amb la transmissió de vídeo sobre Internet s'ha fet palesa la insuficiència de la capacitat dels enllaços troncals i de l'accés. Una transmissió en temps real de vídeo necessita entre 2 i 3 Mbps (vídeo codificat i comprimit MPEG); una xarxa local a 10 Mbps pot quedar fàcilment saturada quan s'hi transmet vídeo; un accés via mòdem a 9600 bps no és viable. D'altra banda, l'augment d'usuaris connectats a Internet fa que se saturin fàcilment molts dels enllaços troncals; això implica una dràstica reducció de la quantitat d'informació que arriba a l'usuari per unitat de temps ("throughput") provocant temps d'espera llargs per obtenir una senzilla pàgina del Web.

En resum, la capacitat troncal no és suficient en la immensa majoria dels casos, la capacitat de l'accés (via

mòdem) no fa viable accedir al Web amb gràfics, so i vídeo. Encanvi, la característica de la navegabilitat hi és amb el Web, encara que hi queda molt per fer.

Ara, doncs, Internet és l'autopista de

Cada computador ("host" en la terminologia Internet) pot donar servei a molts usuaris; és impossible saber, ni de forma aproximada, el nombre real d'usuaris.

la informació per defecte, encara que no fou pas pensada per a ser-ho. Es pot dir que és la primera versió, l'embrió, del que en pocs anys seran les veritables autopistes de la informació.

La situació a casa nostra

Començant per Europa, la Unió Europea està impulsant decididament el model de societat de la informació



seguint les directrius proposades en l'Informe Bangemann. Com a mostra dels canvis que han de conduir envers la societat de la informació, l'esmentat informe concreta deu camps d'actuació prioritari: 1) tele-treball, 2) tele-ensenyament, 3) xarxa d'universitats i centres de recerca, 4) serveis telemàtics per a les petites i mitjanes empreses, 5) gestió del tràfic (carreteres elèctriques), 6) sistema de control del tràfic aeri, 7) xarxes per a aplicacions mèdiques, 8) mercat elèctric, 9) xarxa europea de l'administració pública, i 10) ciutats de la informació (cada llar connectada). Nombrosos programes i projectes són co-finançats per la UE seguent aquestes directrius prioritàries.

Mirant a un nivell més pràctic, la xarxa pilot ATM pan-europea està en marxa. Interconnecta xarxes experimentals de banda ampla dels diferents països i els anomenats National Host de cada país de la Unió. El Spanish National Host està format per Telefónica, Telefónica Investigación y Desarrollo S.A., la Universitat Politècnica de Madrid (ETSITM), la Fundació Catalana per a la Recerca i la Universitat Politècnica de Catalunya (Centre de Comunicacions Avançades de Banda Amplia).

Recentment (amb data del 19 de setembre de 1995), dins el III Plan Nacional de I + D, s'ha signat un contracte entre Telefónica i el Ministeri d'Educació i Ciència per a ampliar la capacitat dels enllaços troncals de RedIRIS. El CSIC és el gestor de RedIRIS, que és la xarxa que dóna servei a les universitats i centres de recerca a Espanya. Actualment l'enllaç entre Madrid i Barcelona és de 2 Mbps.; pel primer semestre del 1996 serà un enllaç ATM a 34 Mbps., i, possiblement, pel primer semestre del 1997 passarà a 155 Mbps.

També recentment, a finals de setembre, el "backbone" de la UPCnet (el segment que interconnecta totes les xarxes de les Escoles, Facultats i

Departaments) és una xarxa ATM a 155 Mbps. Els accessos de les unitats estructurals continuen a 10 Mbps però els problemes de saturació del "backbone" s'han solucionat.

Des del punt de vista de la utilització del Web, donat que la majoria de la informació és externa, majoritàriament dels EUA, no es notarà cap millora fins que l'enllaç de la UPC al CSIC passi a ATM i fins que els enllaços internacionals augmentin també la seva capacitat. Actualment, l'enllaç internacional que connecta el CSIC amb la Xarxa ATM Europea és de 2 Mbps. Probablement, a finals d'aquest any passarà a 4 Mbps. i, pot ser, pel 1996 es podrà disposar d'un enllaç ATM a 34 Mbps.

Una observació abans d'acabar. La situació descrita en aquest darrer apartat fa referència exclusivament a l'entorn universitari. Ja hi ha empreses a Barcelona amb accés ATM a 155 Mbps i es poden contractar accésos de 2, 34, 155 Mbps. Dit d'una altra manera, es poden construir xarxes privades d'alta velocitat (tan pels enllaços troncals com pels d'accés d'usuari). Pel que fa a les empreses subministradores d'accés Internet, en la majoria dels casos tenen accésos troncals de 64, 128, 256 Kbps o 2 Mbps. L'accés d'usuari es fa típicament

via mòdem (a 28 Kbps, com a màxim), la qual cosa limita la possibilitat de rebre so, imatges i vídeo des de casa. Algunes d'aquestes empreses ofereixen serveis propis i també els seus propis programes de na-

vegació, encara que Netscape continua essent el rei.

Conclusions

El desenvolupament de les

autopistes de la informació exigeix un augment molt considerable de les capacitats de transmissió troncals i d'accés. La Xarxa Digital de Serveis Integrats de banda estreta (RDSI) és el primer pas per donar capacitat suficient a l'accés d'usuari.

*Internet és
l'autopista de la
informació per
defecte, encara que
no fou pas pensada
per a ser-ho.*

El pas definitiu vindrà amb la introducció de la Xarxa Digital de Serveis Integrats de Banda Amplia.

D'altra banda, el concepte de navegabilitat està en la seva primera etapa. Durant els

propers anys sortiran a la llum moltes aplicacions i centres servidors d'informació, però caldrà un temps per a que s'arribi a consensuar una manera de fer les coses i, en definitiva, concretar el model de societat de la informació del futur.

Referències:

- "The accidental Super Highway". The Economist, July 1, 1995, pp. 1-18. Es pot trobar al World Wide Web a <http://www.economist.com>.

- "The death of distance". The Economist, September 30, 1995, pp. 1-40. Es pot trobar al World Wide Web a <http://www.economist.com>.

- "Upgrading the Internet". IEEE Spectrum, September 1995, pp. 24-29.

- "Las superautopistas de la información". Nuestro Tiempo, Septiembre 1994, n. 483, pp. 66-83. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra S. A.

- "Europe and the global information society", Recommendations to the European Council. Conegut com a Informe Bangemann. Brussels, May 26, 1994.

- "Xarxes digitals i serveis integrats. El camí cap a les autopistes de la informació". Germán Santos Boada. V Jornadas Catalanas de Documentación (EXPODOC 95). Barcelona, 25 - 27 d'octubre, 1995.

- "Red IRIS". Es pot trobar informació al World Wide Web a <http://www.rediris.es>.

Consultes i comentaris les podeu adreçar a Jordi Domingo a jordi@ac.upc.es



LA RESPONSABILITAT SOCIAL DELS PROFESSIONALS DE LA CIÈNCIA I LA TECNOLOGIA

Clement Nadeu

L'ètica professional es planteja sovint en termes de responsabilitat. La noció de responsabilitat va lligada al poder, i l'increment del poder tecnològic ha produït un augment de les responsabilitats socials, professionals, legals, morals i religioses dels que treballen en l'àmbit de la tecnociència. Com indica el títol, ens fixarem en les responsabilitats de caire social. Primerament, observarem la seva evolució històrica tant entre els científics com entre els tècnics o enginyers. Després ens aturarem en els codis d'ètica professional i mostrarem un parell d'exemples de conflictes ètics associats a la responsabilitat social. Finalment, exposarem quatre postures típiques enfront de la responsabilitat social.

Aquest escrit és, de fet, una continuació lògica del publicat al número 5 de BURAN, titolat «Quèstions ètiques entorn de la ciència i la tecnologia». Allí s'exposava el marc general, comú a

tots els membres de la societat, mentre que ací l'objecte de reflexió ètica és la pròpia tasca del professional del ram.

EL SENTIT DE RESPONSABILITAT SOCIAL DELS CIENTÍFICS

Ja s'ha dit que la realitat de la tecnociència ha pràcticament eliminat el científic pur, si és que mai havia existit. Tanmateix, per a o ns d'exposició i seguit a Mitcham, separarem els professionals d'aquest camp endos grups: els que treballen més en la recerca del coneixement i els que desenvolupen aplicacions. Aquest apartat està dedicat als primers.

D'acord amb el criteri que ha estat predominant a la ciència moderna, aquesta s'arrela en la veritat i, per tant, és essencialment beneficiosa per a la societat. Com a conseqüència, la responsabilitat

bàsica del científic és la de fer avançar la ciència. I és també el seu dret, que ha de poder exercir lliurement, sense cap ingerència social, religiosa o política. Es la postura de Galileu i de la Il·lustració.

Tot i que en èpoques anteriors al naixement de la ciència moderna ja havien existit pensadors com Arquimedes o Leonardo da Vinci que preferien no divulgar alguns dels seus treballs

per por d'un mal ús -de tipus militar-, no és fins després de la Segona Guerra Mundial que es comença a questionar seriosament el criteri de bondat intrínseca de la ciència. Inicialment, alguns científics relacionats amb l'organització en la que treballaven.

l'energia nuclear, conscients dels efectes potencialment negatius dels seus treballs, senten que se'ls han ampliat les responsabilitats, per la qual cosa formen una associació que es preocupa per l'educació de la població i per passar el control de la recerca al camp civil.

CLIMENT NADEU és professor del departament de Teoria del Senyal i Comunicacions. Imparteix docència en l'assignatura Processament del Senyal a l'ETSETB, i fa recerca en el Tractament de la Parla.



És interessant observar la postura personal de N. Wiener, el pare de la cibernètica. L'any 1945, ell afirmava: "He pensat seriosament en la possibilitat de deixar córrer les meves activitats científiques productives perquè no coneix cap manera de divulgar les meves innovacions sense que vagin a parar a males mans". Wiener estava pensant en dues possibles males utilitzacions de les tecnologies de la informació: les armes i l'automatització industrial que creaatur. Wiener va

moure's per oposar-se a aquests mals que ell veia. Però, com diu Roszak, la contradicció de Wiener, que és bastant generalitzable, rau en el fet que les mateixes "males mans" que denuncia són les que van fer possible el naixement de la cibernètica i les TIC.

Aquests científics no qüestionaven la bondat incondicional de la recerca científica sinó tan sols algunes de les seves aplicacions. Però durant els anys setanta té lloc un canvi significatiu que si la qüestiona. El problema de la contaminació del medi ambient es va fent més palès i no pot ser reduït, com el problema de l'energia nuclear, desmilitaritzant la ciència o augmentant-ne el control democràtic. I encara més, els avenços de l'enginyeria genètica plantegen qüestions tan serioses que alguns científics proposen renunciar, almenys temporalment, a certs tipus de recerques.

De totes maneres, és molt estesa entre els científics la convicció que la capacitat d'autoregulació de la natura compensa els desencerts de l'home. De fet, la ciència moderna està basada en "una fe en l'elasticitat i fins i tot la benvolència de la natura". Avui, però, aquesta fe és posada en qüestió, sobretot pels avenços en l'energia nuclear i en la recombinació de l'ADN. Els

mateixos científics es comencen a qüestionar el seu dret a fer una recerca sense restriccions i fins i tot han començat a sorgir veus crítiques demanant un nou tipus de ciència.

EL SENTIT DE RESPONSABILITAT DOCLAL

D E L S ENGINYERS

De totes maneres, és molt estesa entre els científics la convicció de la capacitat d'autoregulació de la natura.

L a professió d'enginyer neix lligada al disseny i construcció d'artificis de guerra. Una mostra encara actual d'aquest lligam original és el lloc capdavant que l'École Polytechnique ocupa entre les escoles tècniques franceses; va ser fundada per Napoleó a finals dels segle XVIII i encara pertany al Ministeri de Defensa. Posteriorment, els enginyers van passar a dependre també de l'administració civil per a la construcció de les grans obres públiques des del segle XVIII. Tanmateix, la paraula responsabilitat no va entrar a formar part del vocabulari dels enginyers fins a finals del segle XIX i principis del XX, quan s'incrementa el seu nombre i es comença a ampliar el seu poder tecnològic, augmentant corresponentment les contradiccions entre ells i els seus superiors.

El professional necessita un ideal per al qual sentir-se responsable. Els metges tenen la salut, els advocats, la justícia. Els enginyers d'aquell moment històric van elaborar un ideal segons el qual ells eren els "sacerdots del desenvolupament material" i els "guies del progrés de la humanitat". Entre les dues guerres mundials, aquesta ideologia va cristal·litzar en el moviment de la tecnocràcia, que va fracassar com a força política explícita, però que encara continua servint d'inspiració a molts polítics. S'havia comés un excés

d'atribució de responsabilitat i s'havia de reconèixer que l'àmbit de responsabilitat dels enginyers és molt més limitat, més tenint en compte que el treball de l'enginyer s'inscriu generalment dins d'una organització (administració, empresa, etc.).

Així veiem com, mentre els científics han vist ampliar-se l'àmbit de les seves responsabilitats en aquests darrers decennis, els que treballen en el camp dels desenvolupaments tècnics han contemplat un canvi més aviat en sentit contrari. Els resultats finals de la recerca de caire més bàsic no poden ser previstos tan fàcilment com els de la recerca aplicada i això fa que la conscienciació del científic respecte de la seva responsabilitat social sigui més dificultosa que la de l'enginyer. De fet, els científics no disposen de cap codi ètic professional explícit. En canvi, diverses associacions d'enginyers i tècnics han elaborat els seus propis codis i el debat ètic s'intensifica a mesura que es pren més consciència del poder de la tecnologia sobre l'home i la societat.

CODIS DEONTOLÒGICS DELS ENGINYERS

En el seu inici, els codis de deures de les associacions d'enginyers es dedicaven bàsicament a regular les relacions dels tècnics amb l'organització en la que treballaven. El tipus de mentalitat subjacent a aquest fet explica que el moviment de la tecnocràcia s'orientés conservadorament. En els darrers decennis, tanmateix, han anat apareguint codis d'ètica que incideixen també en les obligacions cap a la societat, tot i que no soLEN donar criteris a seguir quan existeix un conflicte entre els interessos de l'organització i els de la societat en general.

De fet, els codis deontològics són molt generals, poc específics. Potser no pot ser d'altra manera, ja que han de ser vàlids per a moltes persones i per a situacions molt

diverses, i a més són el resultat d'un compromís entre diferents punt de vista. Això no significa que no siguin d'utilitat, ja que poden estimular el comportament ètic i orientar l'enginyer pel que fa a les seves obligacions primordials. A més a més, el qui cerca l'actuar èticament, hi pot trobar suport davant de la pressió d'un client o d'un cap, o també en un judici. I, al contrari, poden servir com a base per investigar una conducta immoral, i per sancionar o expulsar un

membre de l'associació que promulga el codi. De totes maneres, també hi ha excepcions a aquesta manca de generalitat, com en el punt 5.2 del codi de l'ACM (*Association for Computing Machinery*) que, tractant el tema de la preservació de la vida privada dels individus, especifica que els membres de l'associació han de perseguir: 1) minimitzar les dades recollides, 2) limitar-ne l'accés, 3) proveir-les de seguretat, 4) delimitar-ne el període de disposició, i 5) assegurar-ne l'eliminació.

Per altra banda, els codis deontològics serveixen també l'interès de la pròpia professió ja que, si són respectats, contribueixen a crear una bona imatge pública de la professió, la qual cosa reverteix en benefici dels propis professionals i del seu treball. Per exemple el codi de l'ACM comença afirmant que: "El reconeixement públic del *status professional* no només depèn de la capacitat i la dedicació sinó també de l'adhesió a un codi reconegut de *Conducta Professional*". Tanmateix, també poden suprimir el dissentiment dintre la professió, afavorint, per tant, el manteniment del *status quo*; per exemple, quan el codi conté

una norma que no permet criticar públicament els propis col·legues.

DOS EXEMPLES DE CONFLITES ÈTICS A R+D: FER EL TOC D'ALERTA. EL CAS BART

Com passa amb altres professionals, el qui treballa en R+D es pot trobar en conflictes ètics entre els interessos propis o de la seva empresa o institució i els interessos generals de la societat.

Com passa amb a trets professionals, el qui treballa en R+D es pot trobar en conflictes ètics entre els interessos propis o de la seva empresa o institució i els interessos generals de la societat. Si es decanta per

aquests últims es pot trobar amb la conveniència o necessitat de fer un *toc d'alerta*, és a dir, d'accusar públicament l'organització a la que pertany. El toc d'alerta pot fer-se també de forma interna dins l'organització, saltant-se l'escalafó; aquest sol ser un pas previ a l'accusació pública.

El codi deontològic de l'IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) és exemplar i avançat pel que fa a aquest punt, ja que quan estableix els deures de l'associat respecte de l'organització on treballa (confidencialitat, etc.) acaba amb la frase: "sempre que aquestes accions estiguin d'acord

amb altres parts d'aquest Codi"; i en l'article IV, punt 1, afirma que els membres de l'associació han de denunciar el que vagi en contra de la seguretat, salut o benestar dels ciutadans. Per tant, es pot entendre que l'interès social passa per davant de l'interès de l'organització, i així

es devia entendre quan, l'any 1978, l'IEEE va concedir el premi *Outstanding Service in the Public Interest* als tres investigadors que van protagonitzar el cas que es descriu a continuació de forma resumida.

El BART és un sistema ferroviari que uneix San Francisco amb les ciutats de l'altra banda de la badia. Va ser desenvolupat durant la dècada dels 60 i començaments dels 70, i fou presentat com un gran avanç tecnològic, sobretot pel sistema de control totalment automàtic que incorporava. Ja molt avançat el projecte, tres dels enginyers que hi participaven van començar -cadascú pel seu cantó- a estar preocupats per la seguretat del sistema. Van escriure uns quants informes i van parlar amb els seus superiors, fins a dos nivells més amunt en l'escala de l'organització. No els van fer cas (el cost i el temps d'execució del projecte ja superaven les previsions).

Llavors, tots tres junts van decidir anar més enllà dins la pròpia organització (toc d'alerta intern). Contactaren amb membres de la junta directiva, però tampoc els van poder convèncer. Mentrestant, un membre de la junta havia filtrat els seus informes sense signatura a la premsa local. Com a resultat, van

ser acomiadats, la qual cosa els significà un trasbals personal i familiar. Estudis posteriors van mostrar que la preocupació dels tres enginyers estava ben fonamentada. De fet, durant el seu primer temps de funcionament, el sistema BART va

patir molts problemes tècnics del tipus que preveien els tres enginyers. Ells, mentrestant, van recórrer als tribunals, però només se'ls va indemnitzar parcialment. Els va perjudicar el fet que, immediatament després de la filtració a la premsa, neguessin

El BART és un sistema ferroviari que uneix San Francisco amb les ciutats de l'altra banda de la badia.



davant dels seus caps ser els autors dels informes. L'IEEE, associació a la qual pertanyien, els va assistir durant el judici i, com ja s'ha esmentat abans, els va premiar.

LA R+D D'ARMES

Òbviament, el desenvolupament d'armes i la R+D associada plantegen fortes qüestions ètiques que són causa de conflictes per a les persones implicades. Els professionals d'aquest sector de R+D esgrimeixen diverses motivacions per treballar-hi: "no m'agrada està implicat en la fabricació d'armes, però si no ho faig jo, ho farà un altre"; "trobo la guerra abominable, però el govern en sap més que jo d'aquestes qüestions"; "com més avancem en les nostres armes, menys ganes tindran els nostres potencials enemics de provocar la guerra"; "encara que tinc poca llibertat per intercanviar idees amb experts d'arreu del món, m'apassiona el tipus de recerca que faig"; etc.

En el camp de les TIC, gairebé totes els avenços tecnològics són susceptibles de ser a priori militars en major o menor grau. En aquest sentit, qualsevol investigador pot sentir-se implicat, encara que sigui de lluny, en el desenvolupament d'armes. Tanmateix, és cert que hi ha diferents graus d'implicació. No és el mateix participar en un projecte orientat a aplicacions civils que estar desenvolupant una part d'un sistema encarregat per Defensa. De totes maneres, sigui quina sigui la posició personal de l'investigador respecte d'aquest tema, és evident que hauria de considerar els motius que el guien. El propi interès no és raó

suficient per a una participació responsable en aquesta tasca tan crítica per a la humanitat. Els conflictes ètics derivats d'aquest tipus de R+D requereixen, com qualssevol altres, que el professional gaudeixi d'un criteri ètic autònom.

DIFERENTS POSTURES RESPECTE DE LA RESPONSABILITAT SOCIAL

D'acord amb Durbin, existeixen quatre postures bàsiques respecte de la responsabilitat social. Aquestes quatre postures són:

1. Es un assumpte purament personal. Postura defensada per Florman, parteix de la suposició que si el professional fa la feina ben feta s'eviten els problemes ètics i socials associats a les tecnologies.

2. El professional és qui ens sap més. La pròpia associació o col·legi professional ja s'encarrega d'autoregular-se. És la postura típica de les associacions professionals tècniques.

3. Piràmide jeràrquica de normes ètiques (Bayles). Per a un judici moral en un cas particular, cal pujar la piràmide des del codis d'ètica de l'associació corresponent fins a les teories ètiques més generals.

4. Les solucions als problemes tecnosocials no són mai purament tècniques. El professional ha de cooperar activament amb la col·lectivitat i els seus representants en la resolució dels problemes socials urgents causats per la tecnociència.

Tenim un exemple d'aquesta quarta postura en els

membres de l'associació *Computer Professionals for Social Responsibility* (CPSR). La CPSR ha estat molt activa, des de la seva fundació el 1982, en la lluita contra la mala utilització de les TIC i les invasions de la vida privada. Ha actuat de testimoni davant comissions del Congrés nordamericà, ha contactat amb els mitjans de comunicació i alertat els ciutadans sobre invasions electròniques de la privacitat i altres infraccions de les llibertats civils, ha promogut fòrums de discussió pública, ha publicat materials, etc.

Un altre camp d'acció de l'associació ha estat el refús d'alguns dels seus membres junt amb molts altres científics i tècnics a acceptar finançació a la recerca provenint del programa Iniciativa de Defensa Estratégica del Departament de Defensa nordamericà. Aquest refús de membres de l'associació a participar en projectes de desenvolupament d'armes ha tingut lloc també en altres països. La CPSR és un exemple de com els científics i els tècnics poden anar més enllà dels seus estrats interessos per fer causa comú amb d'altres i, no quedant-se només en paraules, aconseguir resultats concrets a nivell social.

BIBLIOGRAFIA

DURBIN P., *Professional ethics and social responsibility*, Conferència a l'ETSETB (UPC), 1993.

ERMANN, M. WILLIAMS M., GUTIÉRREZ C., *Computers, ethics, and society*, Oxford Univ. Press, 1990.

JOHNSON D.G., *Computer ethics*, Prentice-Hall, 1985.

MARTIN M., SCHINZINGER R., *Ethics in engineering*, McGraw-Hill, 1989.

MITCHAM C., *Qué es la filosofía de la tecnología*, Ed. Anthropos, 1989.

WIENER N., *Cibernética*, Tusquets Editors, 1985.



MIRAD DE VER EL VÂN TRÙ

Miguel Escudero

Tengo un libro en las manos. Es de láminas. Las alejo y acerco alternativamente a mis ojos. No encuentro lo que dicen que tengo que ver y me invade una cierta sensación de fracaso. Estoy solo en casa y me escapo de esa tensión estéril mirando el cielo desde el balcón. Veo unas nubes y pienso en Azorín. Entre las miles de páginas que escribió el maestro alicantino puede leerse que "las nubes nos dan una sensación de inestabilidad y de eternidad". De ahí pasaba a sentenciar que *vivir es volver*, frase que nunca me ha abandonado. He ido a buscar el libro donde José Martínez Ruiz decía estas palabras. Lo he hallado tras hojear un poco, y me he encontrado también con una glosa que le hizo Dionisio Ridruejo y que yo escribí a lápiz en la primera página: "Te quedabas luz de camino, entre las cosas que el sentimiento desampara".

Este año se celebra el primer centenario no sólo del concepto unamiano de intrahistoria, sino -como es mejor sabido- de la primera proyección cinematográfica ofrecida al público: "La sortie des ouvriers de l'usine des Lumière". Más de cincuenta años antes se había diseñado el daguerrotipo, que permitía fijar las imágenes obtenidas en la cámara oscura y que abría el paso al arte fotográfico. El cine y la fotografía nos permiten tanto sentir lo que no conocimos o tuvimos delante, como recordar -pasar de nuevo por el corazón- lo que vimos o

hicimos ante una cámara. De este modo han condicionado nuestro mirar: nos hacen vivir con la posibilidad de volver a ver, esto es, de *vivir* o que nos vivan o mal interpreten. Heidegger, para quién la esencia de la existencia consiste en estar dentro estando fuera, dice en Holzwege (Caminos de bosque) que "el hecho de que lo ente pueda engañarnos como apariencia es la condición para que nosotros podamos equivocarnos y no a la inversa".

En la búsqueda interminable de representarse el mundo como imagen hay que situar la reciente moda de los estereogramas

del *ojo mágico*. Realizados mediante algoritmos introducidos en un ordenador, causan no poca curiosidad y fascinación, a veces sospecha de hipnosis. Se reconoce como precursor de esta modalidad de arte visual a Béla Julesz. De tradicional nombre húngaro, este ingeniero de radar reconvertido en psicólogo cuestionó, poco después de la II Guerra Mundial, las teorías vigentes de la *percepción en profundidad*. Parece ser que fue capital en ello su experiencia de cómo dos fotografías aéreas distintas de una zona camouflada, confrontadas juntas a través de un estereoscopio permitían resaltar la presencia de posibles tanques.

Para acceder al *objetivo* de estas imágenes estéreo (del griego *stereós*, duras, sólidas, abultadas) no necesitamos de otro instrumento óptico que nuestros ojos. Estos guardan entre sí una separación que origina un ángulo entre sus dos perspectivas (por cierto que los camaleones pueden abarcar un ángulo de visión próximo a los 360 grados). Cada ojo nos da un punto de vista y el cerebro puede ser incapaz de resolver la ambigüedad de la información recibida. ¿Cuándo caemos en ese campo de ilusiones ópticas que nos depara un *éxtasis*?

El cine y la fotografía nos permiten tanto sentir lo que no conocimos o tuvimos delante, como recordar -pasar de nuevo por el corazón- lo que vimos o hicimos ante una cámara.

La clave para componer este rompecabezas reside en un minúsculo cambio en la acomodación visual. ¿Cómo ha sido generada esta provocación? Dada una lámina, cada línea horizontal está abarcada por un motivo, representa-

tado mediante unos *pixels* (elementos básicos de imagen). Estos tienen a lo largo de una línea determinada diversas presencias, y a cada una de ellas se le asocian un *intervalo de repetición*. A su vez, las distintas longitudes de estos intervalos se corresponden con otros tantos *planos de profundidad*. Así cuanto menor sea una longitud, más próximo aparecerá su plano al espectador. El arroboamiento se con-

MIGUEL ESCUDERO es profesor del Departamento de Telemática y Matemática Aplicada en la ETSETB de la UPC.



sigue cuando los distintos planos de profundidad quedan enfocados simultáneamente. Se emplean distintas técnicas para obtener figuras con relieve, yo prefiero la mirada dirigida al infinito que no cruzar la vista y hacer el bizco. De todos modos, lograr la gracia para ascender a estas insignificantes cumbres *místicas* requiere un cierto entrenamiento *ascético*.

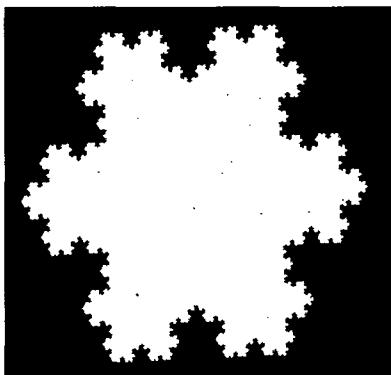
En busca de nuevas conexiones, recuerdo que tanto las moscas como las abejas tienen dos ojos compuestos por *facetas*, cada una de las cuales suministra una visión parcial que el cerebro integra en una única imagen. Es un ejemplo de cómo el todo es mayor que la suma de sus partes. De este principio partía la escuela de psicología *Gestalt*, constituida a principios de este siglo en torno al checo Max Wertheimer. Analizando la configuración de las cosas desde una perspectiva fenomenológica, consideraban la estructura entera de la experiencia y no las sensaciones perceptivas individuales, por separado.

Por otro lado, desde hace unos veinte años se habla de la naturaleza *fractal*. Su principal descubridor e imaginador es Benoit Mandelbrot - nacido en Polonia en 1924, emigró a Francia con doce años de edad y se instaló en los EE.UU. en 1958-. La geometría fractal se basa en objetos obtenidos tras ejecutar unos algoritmos matemáticos por ordenador, y responden a la propiedad de *autosemejanza*, esto es: cada parte es semejante al todo.

La ex-

traña belleza de las formas que resultan sorprendió a sus propios diseñadores y ha estimulado la producción de un deslumbrante *arte fractal*. El cine ha recurrido a él en películas como "Star Trek II", "La Bella y la Bestia" y "El Rey León", empleando sus secuencias de transformación y sus montañas para generar montañas.

Otra derivación inesperada se ha producido al averiguar que el efecto nocivo de partículas minerales sobre los pulmones de los mineros del níquel puede depender de su forma.



Hay indicios de que las más benignas responden a la geometría fractal. En el Canadá, país con minas de níquel, se ha financiado desde hace algunos años una extensa investigación sobre fractales.

No hace mucho que un profesor de una universidad norteamericana puso a uno de sus artículos el siguiente título: "There are too many BAD mathematicians". Ciertamente no quería expresar que el número de sus colegas malos o deficientes fuese excesivo. Los que sobran, señalaba, son los *bigoted and destructive*, esto es, los intolerantes y dañinos. A estos los situaba entre la "clase alta" de la profesión: encumbrados y en gredos mandarines, que descalifican y cierran el paso a quienes no siguen caminos suficientemente ortodoxos. La

actitud no es nueva, sino imperecedera. ¿Cómo explicar que el descubrimiento de las geometrías no euclídeas haya debido aguardar dos milenarios?

"I would like to write by centuries if the reader does not consider this as too inmodest" ha escrito una de las grandes figuras de la matemática actual, el magiar Pál Erdős (cuando pu-

blica en inglés, que es casi siempre, se firma Paul). Es decir, su propósito es escribir para los siglos venideros. Este hombre mayor, enjuto y menudo, de mirada concentradísima pero que sabe sonreír como un niño, ha dejado estela en la Combinatoria y Teoría de Grafos. Soltero, ha tenido y tiene una total dedicación a las matemáticas. Siete decenios atrás se reunía a diario en Budapest con unos pocos compañeros de Facultad, que dieron en llamarse "Grupo Anónimo". Lo que hacían con gran pasión, era pensar, buscar conjeturas y discutirlas, pulir un estilo sobrio y elegante de razonar. Su afán creativo venía estimulado por los ejemplos de la importante figura de Lipót Féjer y de quienes les habían organizado concursos y revistas matemáticas durante su enseñanza secundaria. La consigna de su tradición, sobre la que han innovado, es "Mucho con poco". Esta lección va más allá del cubo de Rubik y no puede olvidarse.

Hay un campo de las matemática Hay un campo de las matemática que se denomina *investigación operativa*, y bajo su título se cobijan diversas especialidades, como la programación, la teoría de juegos, la cibernetica y la teoría y procesos de decisión, entre otras. Se trata de un cajón de sastre, reservado para la confección de soluciones óptimas de problemas concretos y con frecuencia alejados del ámbito tradicionalmente matemático. Hace unos treinta años Hoang Tuy, director del Instituto Matemático de Hanoi, la introdujo en su país bajo el nombre de *Vân Trù*, por el cual se conoce en la China a una forma artística complicada. Hoang Tuy ha contado que Ho Chi Minh le preguntó por qué no había escogido una palabra más sencilla y que fuese autóctona. Pero esta expresión ha llegado a entrar en el uso coloquial de las calles del Vietnam, y por ella se entiende el intento de lograr el mejor partido posible de una situación por mala que sea. Es una buena metáfora para movilizar voluntades y energías contra la decadencia del pensamiento. Se mira con el cerebro y se piensa con la vida. La conciencia de continuidad y la sensación de inestabilidad permiten decir que vivir es ver volver.



PROYECTO MARS DIRECT

OBJETIVO: COLONIZACIÓN DE MARTE

Por:

Javier Amador, Daniel González y Javier Lago

Mucha gente puede ver la exploración de Marte como un trabajo para la siguiente generación y su colonización como una fugaz visión de un lejano futuro. Pero realmente tenemos la tecnología necesaria a nuestro alcance, e incluso existe un plan según el cual podrían existir grandes colonias y provocarse grandes cambios en Marte durante la generación de los lectores.

ADAPTÁNDOSE: UN RÁPIDO CURSO HACIA MARTE

A lo largo de toda la historia ha podido comprobarse que los exploradores de tierras salvajes que se preocuparon de estudiar las costumbres de los nativos tuvieron mejores resultados que los otros. La razón es simple: los nativos tenían los conocimientos de cómo aprovechar los recursos naturales del territorio.

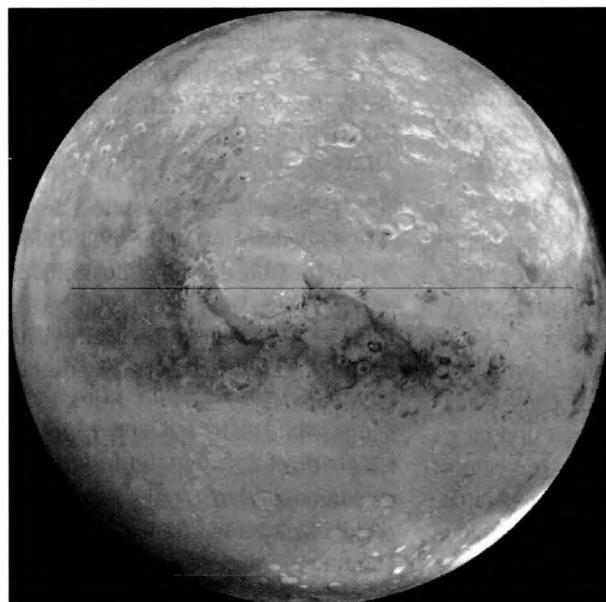
Para el ojo de un habitante de ciudad las llanuras Árticas son desoladas e imposibles de atravesar. Para un esquimal, en cambio, son ricas. Durante el siglo XIX la Marina Británica intentó explorar el ártico Canadiense a través del paso del Noroeste. Siempre por falta de suministros estas expediciones fracasaron totalmente o tuvieron que dar marcha atrás. En cambio Roald Amundsen estudió las costumbres esquimales y fue el primero en cruzar el paso, viajando en trineos de perros, cazando caribúes y refugiándose en iglús.

¿Es esto una lección para la exploración espacial? Creemos que si. En estos momentos no hay Marcianos, pero si los hubiera deberíamos preguntarnos cómo harían ellos para sobrevivir. Si estás en Marte haz como harían los Marcianos.

HACIA MARTE EN TRINEO DE PERROS

Muchos conceptos de la exploración de Marte son similares a la exploración de la Marina Británica. La gran cantidad de suministros necesarios obligan a la construcción de un gran vehículo sólo construible en el espacio, hecho que encarece la operación hasta límites inaceptables. Pero, como sucedía en el caso del Ártico hay otra manera de llegar a Marte. Una manera en la cual, utilizando de manera inteligente los recursos, podemos reducir las necesidades logísticas hasta hacerlas prácticas.

Este es el espíritu del plan *Directo a Marte*. Una fase del cohete que saca a los astronautas de la Tierra es la que los lleva a Marte y los devuelve a casa, como se hacía en las misiones Apolo. Es un plan atractivo por su sencillez ya que no se necesitan grandes naves ni bases orbitales, pero se encuentra con detractores que observan que es imposible mandar desde la Tierra al Planeta Rojo directamente la ingente cantidad de suministros necesaria para una misión allí. Aunque, ¿quién ha dicho que los



suministros deban venir de la Tierra?. Pueden venir de Marte mismo.

MARTE NECESITA HUMANOS

El propósito de enviar humanos a Marte no es establecer récords. Hay evidencias, obtenidas por las sondas Viking y Mariner, de que Marte fue un planeta templado y húmedo, por un periodo de tiempo muy superior a los cientos de millones de años que la vida tardó en surgir en la Tierra. La pregunta, entonces, es inmediata: si Marte fue como la Tierra en el periodo en que en ésta se originó la vida, ¿se originó también vida en Marte?

La respuesta a esta pregunta es fundamental para entender el papel del ser humano en el Universo. Si encontrásemos la evidencia de vida en Marte sabríamos que el origen de la vida en la Tierra no fue una simple casualidad y que este hecho va ligado a planetas ricos en energía y que poseen agua en estado líquido. Esto implicaría la existencia de otros planetas de estas características habitados, con variedades de vida inimaginables para nosotros. Esto además nos permitiría analizar seres vivos distintos de nosotros, con lo que podríamos diferenciar las características incidentales y las básicas de los seres vivos, lo que representaría un gran avance en biología y medicina y, consecuentemente, una gran mejora en nuestras condiciones de vida.

El problema con el que nos vamos a encontrar es que va a ser extremadamente difícil la labor de encontrar restos de vida en Marte. Admitiendo que existieran sería difícil encontrarlos, tanto por el desconocimiento manifiesto del terreno, como por la rareza y la antigüedad de dichos vestigios de vida. Del mismo modo en la Tierra son necesarios profesionales con muchos años de experiencia, no sólo en conocimientos teóricos, sino también en la parte práctica del *trabajo de campo* para

obtener resultados en la búsqueda de fósiles. Vemos, pues, que es necesario que científicos especialmente entrenados trabajen durante años para obtener resultados satisfactorios.

Por otra parte a la necesidad de un trabajo prolongado y a una dotación humana realmente bien preparada, se une la necesidad de tener un alto grado de movilidad. La superficie de Marte es realmente extensa y para llevar a cabo una investigación eficaz es necesario poder moverse por los distintos yacimientos, quizás no de una sola vez, pero sí teniendo la posibilidad de visitarlos repetidamente y conducir extensas investigaciones *de campo* cubriendo largas extensiones de terreno.

La primera prioridad para los primeros exploradores del planeta



es resolver las cuestiones planteadas sobre la posible existencia, pasada o presente, de vida. Pero aunque éstas se respondieran todavía quedarían otras que las reemplazarían: ¿Podrá haber vida en Marte? ¿Podemos llevar a un planeta muerto o agonizante a la vida de nuevo? ¿Podrá la humanidad establecerse en el planeta? ¿Podremos llevar el planeta a la vida?

Así es como el plan Mars Direct funciona. En un primer lanzamiento (en una ventana que se abre en 1999, por ejemplo), un único cohete con la capacidad equivalente a la del Saturn 5 (usado durante el programa Apolo) es lanzado desde Cabo Cañaveral. Este cohete coloca una carga útil de 40 toneladas en trayectoria hacia Marte. Ocho meses más tarde, la carga llega a Marte, estacionándose en órbita primero y depositándose sobre la superficie marciana con la

ayuda de un paracaídas. La carga es el ERV (Earth Return Vehicle), que contiene dos fases de propulsión metano/oxígeno vacías, seis toneladas de hidrógeno líquido, un reactor nuclear de 100KW de potencia, una serie de compresores y unidades de procesado químico y pequeños vehículos móviles (rovers).

Tras el aterrizaje, el reactor nuclear empieza a alimentar los compresores y las unidades de procesado, iniciando el hidrógeno su reacción con la atmósfera marciana (CO₂ en un 95%) para producir metano y agua. El metano es licuado y almacenado, mientras que el agua pasa por un proceso de electrólisis, produciendo oxígeno (que es almacenado) e hidrógeno (que es reciclado). En total, este proceso produce 24 toneladas de metano y 48 de oxígeno.

Como esta proporción no es la adecuada para la combustión del metano, 36 toneladas adicionales de oxígeno se disocian directamente de la atmósfera. Todo el proceso lleva 10 meses, al fin de los cuales se han producido 108 toneladas de compuesto de metano y oxígeno. El ERV necesita 96 toneladas de combustible, dejando el restante para el uso de vehículos. Por otro lado, se puede producir más oxígeno, bien para ser respirado, bien para convertirse en agua, disminuyendo así la cantidad de elementos para el soporte vital que necesitan ser transportados desde la Tierra en posteriores misiones.

En el 2001, después de la exitosa conclusión de la producción de combustible en Marte, dos cohetes más ponen en trayectoria sendas cargas de 40 toneladas hacia Marte. Una de las cargas es idéntica a la primera ERV lanzada en el 99. La otra es el habitáculo donde viajan 4 tripulantes, comida y provisiones deshidratadas suficientes para la supervivencia durante 3 años, y un rover. Durante el viaje, se puede recrear la gravedad mediante un giro continuo



del habitáculo.

A la llegada, se realiza el aterrizaje en el mismo lugar que en el 99, donde les espera un ERV completamente cargado de combustible. El primer ERV sirve como baliza de señalización del lugar exacto para el aterrizaje, pero incluso cuando éste se desplace del lugar idóneo cientos de kilómetros, el segundo ERV sirve como vía de escape. Suponiendo que todo va correctamente, el segundo ERV toma tierra varios centenares de kilómetros más allá, preparando una segunda misión para el 2003, que a su vez llevará un tercer ERV para preparar un tercer asentamiento.

De esta forma, cada año dos cohetes son lanzados con la tripulación y su correspondiente ERV. Con una media de 1 cohete por año se puede encarar un programa continuado de exploración de Marte. Esto sólo representa el 10% de la capacidad de lanzamiento de los EEUU y parece estar perfectamente dentro de las posibilidades actuales. Este plan reduce la Misión de Marte a una tarea de complejidad semejante a la del programa Apolo.

Cada tripulación permanece en la superficie marciana durante un año y medio. Opuestamente a lo que ocurre en otras misiones a Marte más convencionales, donde una nave nodriza permanece orbitando el planeta y un pequeño grupo explora la superficie, aquí nadie ha sido abandonado en órbita donde existen evidentes peligros de radiaciones cósmicas y gravedad cero. Todo lo contrario, todo la tripulación goza de la gravedad natural del planeta y de su protección frente a radiaciones, de manera que no hay razones para una partida precipitada. La movilidad aportada por los vehículos permitiría a los miembros de la tripulación un completo programa de exploración. Con una reserva de 12 toneladas de combusti-

ble por ERV se pueden cubrir más de 25500 Km antes de la partida. Tras el año y medio, la tripulación regresa a la tierra directamente en el ERV. Mientras la misión va progresando, una serie de pequeñas bases van siendo dejadas en la superficie del planeta, abriendo las puertas de la explora-



ción de la superficie marciana.

Este es básicamente el plan Mars Direct. Aprovechando los recursos obvios de Marte, el plan permite una misión tripulada con los mismos recursos que los necesarios para una misión a la Luna. No se necesitan nuevas tecnologías ni operaciones más complejas de lo que han sido ya en otras misiones. El coste de la misión tripulada a Marte se reduce en un orden de magnitud, dando un



impulso de una generación en el programa de Exploración Espacial.

Los puristas pueden objetar que el plan Mars Direct no es completamente 'marciano', ya que el ERV necesita de un reactor nuclear, el hidrógeno y parte de la comida de la tripulación. Pero por otro lado, cuando Amundsen exploraba las capas polares, se trasladaba con un trineo fabricado previamente y se alimentaba de animales cazados con rifles. Se debe ser práctico; el uso de recursos marcianos más allá del libre dióxido

de carbono forma parte de otras bases y asentamientos a gran escala.

Los primeros pasos para la colonización de Marte estarán encaminados hacia la habitabilidad del planeta. Esto se hará mediante el establecimiento de grandes bases. Estas bases permitirán la explotación en profundidad de los recursos potenciales aprovechables del planeta de forma continuada, e investigación de ingeniería para desarrollar y probar técnicas apropiadas para utilizar los crecientes recursos e instalaciones en suelo marciano para proveer las necesidades de las colonias humanas.

La exploración inicial se dirigirá a Marte para usos mineros, utilizando solamente los recursos más disponibles, la atmósfera, para cubrir las necesidades básicas de combustible y oxígeno. En contraste, una base con dotación permanente operaría en Marte desde un punto de vista de una sociedad agrícola e industrial; desarrollando técnicas para sacar agua de la superficie; realizando una agricultura de invernadero a gran escala; haciendo cerámica, metales, cristales y plásticos realizados con material local; construyendo grandes estructuras presurizadas para vivir y trabajar; y proveyendo investigaciones de campo cada vez más sofisticadas.

La posibilidad de crear una nueva rama de civilización humana en Marte depende principalmente de la habilidad de la base (o bases) marcianas para desarrollar recursos locales para cubrir a una población significante. Mientras que los avances en la propulsión son muy positivos, altamente efectivos en costes, y definitivamente merecedores de investigación exhaustiva, la tecnología limitada de transporte espacial no es el obstáculo principal para la creación de estaciones humanas en Marte. Una tasa de inmigración de 100 personas por año (posible con tanto pro-

pulsión química y aerocaptura o la tecnología termal nuclear de los años 60) resultaría en una tasa de crecimiento de población comparable a la que se experimentó en la América colonial en los siglos XVII y XVIII.

No, el problema de colonizar Marte no es transportar a gente por el espacio, es mantenerlos una vez que estén allí. De nuevo, la habilidad para dominar el entorno local y usar sus recursos es la clave, y el dominio último del entorno marciano se basa en el *terraforming*.

Mucha gente puede aceptar la posibilidad de una base con dotación permanente en Marte, o incluso el establecimiento de grandes instalaciones. Sin embargo, el prospecto de cambiar drásticamente la temperatura o atmósfera del planeta hacia condiciones más parecidas a las de la tierra, o *terraforming* les parece a la mayoría de la gente como pura fantasía o como máximo un reto tecnológico para el futuro lejano.

¿Pero es este punto de vista pesimista correcto? A pesar del hecho de que Marte hoy en día es frío, seco, y probablemente sin vida, tiene todos los elementos necesarios para tener vida: agua, carbono y oxígeno (como dióxido de carbono), y nitrógeno.

Los aspectos físicos de Marte, su gravedad, velocidad de rotación e inclinación axial son suficientemente parecidos a los de la tierra para ser aceptables y no está demasiado lejos del sol para ser hecho habitable.

Estudios que utilizan modelos de clima sugieren que sería posible hacer Marte habitable también con tecnología no futurista. Como primer paso, la atmósfera tenue debe ser espesada de alguna manera. Introducir más gas en la atmósfera lo conseguiría, pero ésto conllevaría la pregunta obvia:

¿De dónde obtienes el gas? La respuesta, otra vez, es que no hace

falta obtenerlo: Marte ya lo contiene. Estamos bastante seguros de que hay grandes reservas de dióxido de carbono congeladas en el casquete polar sur y encerrado dentro del suelo, suficientes reservas, de hecho, para incrementar la presión atmosférica de Marte del 1% actual a cerca del 30%.

La llave para sacar el CO₂ atrapado es calentar el planeta.

De hecho, el calentamiento y enfriamiento de Marte que ocurre cada año marciano a medida que el planeta pasa de su posición más cer-



cana a la más lejana del sol en su órbita ligeramente elíptica causa a la presión atmosférica de Marte variar más o menos el 20% de su valor medio en una base mensual.

Calentar Marte es el procedimiento correcto por otra razón: el planeta es demasiado frío. Subir la temperatura de como mínimo las regiones ecuatoriales hasta cerca de los 0°C -el punto de licuación del hielo- sería ideal. Pero, eso se traduciría en un aumento de 55°C de las temperaturas actuales del planeta -un truco muy bueno. Después de todo, no es como si pudiéramos mover a Marte hacia una órbita más cálida.

Sin embargo sabemos una manera de calentar un planeta -de hecho, lo estamos haciendo inadvertidamente (y probablemente de manera poco recomendable) en la tierra. Estamos, como creen muchos, calen-

tando nuestro propio planeta mediante un «efecto invernadero» inducido artificialmente que atrapa el calor del sol dentro de nuestra atmósfera. Los gases que pueden estar conduciendo a la tierra por un sendero mortal -dióxido de carbono y clorofluorocarbonatos (CFCs)- podrían potencialmente conducir a Marte por un camino que lo convertiría a un planeta verde y con vida.

Todos los elementos necesarios para producir CFCs pueden ser encontrados en Marte. Establecer fábricas en Marte para producir CFCs y expulsarlos a la atmósfera marciana calentaría el planeta suficientemente para conseguir grandes cantidades de dióxido de carbono del casquete polar y el suelo. Este recién liberado CO₂ haría, a su vez, calentar más la atmósfera la cual, a su vez, dejaría ir más CO₂ en el proceso. En esencia, iniciar el calentamiento de la atmósfera marciana conduce a un sistema de realimentación positiva: cuanto más se calienta la atmósfera, más se espesa, y cuanto más se espesa, más se calienta.

De todas maneras, calentar el planeta 55°C suena como un trabajo arduo. Pero, recordad artículos que podeis haber leído sobre el propio calentamiento global de la tierra, y terribles advertencias sobre un descontrol del efecto invernadero, tal como el que se supone que transformó a Venus en el horno planetario que ahora es. La presión del vapor y la temperatura de la atmósfera marciana coexisten en un delicado





balance. Desequilibrar tal balance puede causar que la atmósfera se desplace a un nuevo punto de equilibrio, pero un punto que está muy alejado de ser movido del equilibrio es el que encontramos hoy en día en Marte. Es parecido a quitar una piedra de la base de una pila de rocas de varios metros de altura. La pila se derrumba, las piedras y las rocas caen por su pendiente hasta que un nuevo equilibrio es alcanzado.

Una vez que las regiones significantes de Marte suban más allá del punto de congelación del agua durante un periodo de meses como mínimo, las grandes cantidades de agua congeladas en el suelo como escarcha comenzarían a fundirse, y fluir hacia los lechos secos de los ríos de Marte. El vapor de agua es un gas invernadero muy efectivo, y así la reaparición de agua líquida en la superficie marciana se sumaría a la avalancha de los efectos auto-

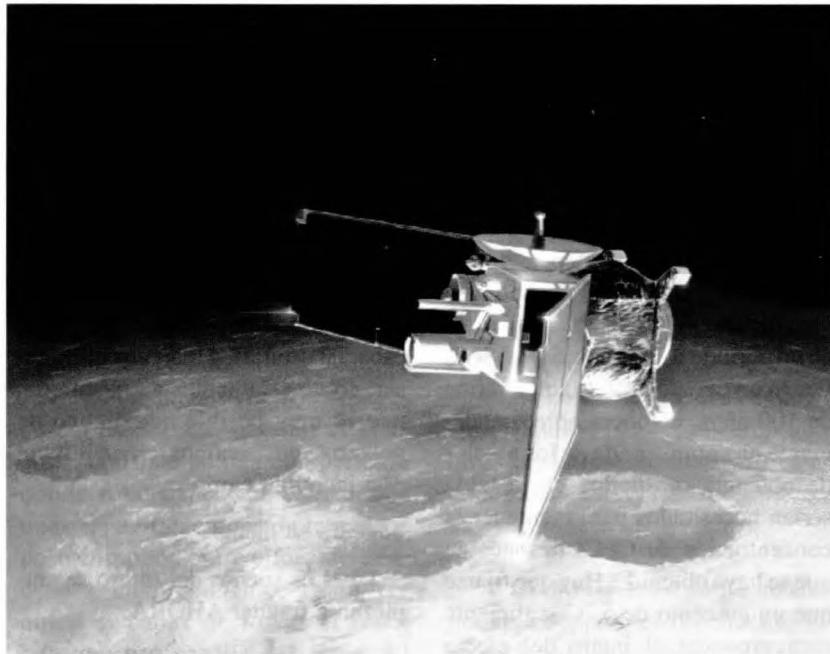
CO₂ marciano reduce en gran manera el esfuerzo de ingeniería que sería requerido de otra manera para transformar el planeta rojo. De hecho, la cantidad de gas invernadero requerido para calentar un planeta es aproximadamente proporcional al cuadrado del cambio de temperatura deseado.

Conducir a Marte hacia un efecto invernadero con un aumento artificial de 4°C, de esta forma, requiere sólo 1/200 del esfuerzo que se necesitaría si el aumento de 55°C se tuviera que hacer con fuerza bruta. De hecho, la potencia requerida para producir los CFCs necesarios para producir un aumento de 4°C de temperatura es la que produce una sola planta nuclear moderna.

En cuestión de pocas décadas, Marte podría ser transformado de su estado actual seco y congelado hasta un planeta capaz de mantener vida. Los humanos no podrían respirar el aire de esta vida transformada, pero no requerirían ya trajes espaciales. En vez de eso, podrían viajar libremente por terreno abierto con ropa ordinaria y equipamiento simple de respiración (tipo submarinista). Y dado que la presión atmosférica exterior habrá crecido a niveles tolerables, sería posible tener grandes áreas habitables para humanos bajo tiendas de tipo cúpula inflables conteniendo aire respirable.

Las plantas podrían vivir en el entorno rico en dióxido de carbono, y expandirse rápidamente por la superficie del planeta. En el transcurso de los siglos, esas plantas introducirían el oxígeno en la atmósfera de Marte en calidades cada vez más respirables. Eventualmente llegaría el día en el que las tiendas inflables se abrirían a la brisa de la vida de los vientos marcianos.

Tal es el futuro potencial indicado por la teoría actual. Pero sólo exploradores humanos operando en



Los cálculos realizados revelan que un cambio menor de la temperatura en el polo sur marciano -sólo 4°C- puede causar un gran efecto invernadero que afectaría a la región polar que resultaría en la evaporación del casquete polar y la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono encerrados en el suelo marciano. Este calentamiento inducido de 4°C esencialmente *activaría el interruptor* del efecto invernadero marciano y resultaría, en un periodo relativamente corto de tiempo, en una atmósfera que sería suficientemente espesa y cálida para permitir a las aguas de Marte fluir de nuevo.

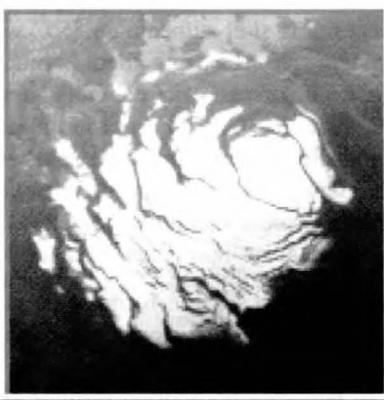
acelerantes todos contribuyendo al rápido calentamiento de Marte. La disponibilidad estacional de agua líquida es también el factor clave en permitir el establecimiento de ecosistemas naturales en la superficie de Marte.

La dinámica del proceso regolítico de creación de gas está sólo entendida aproximadamente, y las reservas totales disponibles de dióxido de carbono no se sabrán hasta que el hombre viaje a Marte para efectuar un asesoramiento detallado, así que los resultados son solamente aproximados. De todas maneras, está claro que la realimentación positiva generada por el sistema invernadero de



EFECTO INVERNADERO EN MARTE CON CFCs

Calentamiento Inducido Requerido (°C)	Presión CFCs (milibares)	Producción de CFCs (Toneladas/hora)	Potencia (MWE)
5	0.000012	263	1.315
10	0.00004	878	4.490
20	0.00011	2.414	12.070
40	0.00022	4.829	24.145
60	0.0008	17.569	87.845



Marte pueden aprender suficiente acerca de los planetas y los métodos de utilizar sus recursos para transformar tal sueño en una realidad. Aunque el proyecto merezca la pena, lo que está en juego es el mundo entero. Marte podría resultar, de nuevo, una segunda casa para la vida, toda la vida -no sólo humanos, no sólo para «los peces del mar... las aves del aire, y cualquier ser vivo que viva en la tierra», sino para muchas especies que todavía no han nacido. Nuevos mundos invitan nuevas formas, y en los nuevos hábitats que un Marte terraformado podría proveer, la vida traída de la tierra podría evolucionar y multiplicarse hacia reinos de diversidad todavía desconocidos.

Esta es la herencia maravillosa que podemos dejar para generaciones futuras, no sólo un nuevo mundo para vida y civilización, sino un ejemplo de lo que los hombres y mujeres de inteligencia, valor y visión pueden conseguir cuando actúan movidos por sus más altos ideales. Nadie podrá mirar al

nuevo Marte sin sentirse más orgulloso de ser humano. Nadie podrá oír su historia sin sentirse inspirado para dedicarse a las empresas que nos esperan adelante, entre las estrellas.

Esta tabla muestra la cantidad de CFCs necesitada en la atmósfera de Marte para crear un aumento dado de temperatura, y la potencia que se necesitaría en la superficie marciana para producir los CFCs requeridos en un periodo de 20 años. Si los gases tienen un tiempo de vida atmosférico de 100 años, entonces aproximadamente una quinta parte de los niveles de potencia mostrados en la tabla serían necesitados para mantener la concentración de CFCs después de que se haya obtenido. Hay que fijarse que un aumento de 5 °C -suficiente para provocar el inicio del efecto invernadero- requiere algo más de 1000MWe de potencia, o sea, la que

suministra una planta de energía nuclear típica de hoy en dia. Es poco probable que montar una estructura industrial de esta escala en Marte esté más allá de las posibilidades del comienzo del siglo 21.

Como podeis ver, nos esperan tiempos muy interesantes en las próximas décadas en lo que se refiere a exploración espacial (no tenemos que olvidar la construcción de la estación espacial orbital), y tenemos que pensar, como estudiantes de ingeniería, que es muy posible que alguno de nosotros nos veamos envueltos en esta increíble empresa.

Tenedlo en mente:

Los sueños del futuro se empiezan a fraguar AHORA.

Texto original de Robert Zubrin y Chris McKay.





II Concurso de Robots Luchadores de Sumo 96

Antoni Ferraté Casas

La segunda edición del concurso de robots luchadores de sumo ya está cerca. El interés que despertó la primera edición nos anima a preparar la que tendrá lugar el día 27 de Marzo de 1996 en el Campus Nord de la Universitat Politècnica de Catalunya, con mayor entusiasmo, y nos permite disponer de más medios y sponsors.

Como muchos de vosotros recordaréis del año pasado, el concurso consiste en una competición donde robots que han de cumplir unas especificaciones de tamaño y peso compiten entre ellos, ateniéndose a un reglamento, para ver quien es capaz de forzar al robot contrincante a salir del Ring. El concurso proporciona un marco donde todos los aficionados a la robótica, la electrónica y la mecánica podamos poner a prueba nuestras habilidades, mientras nos divertimos y aprendemos.

Desde AESELL estudiants os animamos a que os decidáis a participar, si no lo habéis decidido ya,

que el tiempo vuela, y conocemos el esfuerzo y tiempo que requiere presentar un robot en condiciones de participar. Para este año, esperamos una participación mas numerosa, y confiamos poder entregar buenos premios a los ganadores.

También invitamos a los interesados a colaborar en la organización del concurso, para que nueva gente con nuevas ideas ayude a consolidarlo definitivamente, como otros concursos similares lo están en algunas universidades americanas y japonesas.

Como novedad para este año, hemos adoptado el reglamento internacional de combates de sumo del All Japan Robot Sumo Tournament Office. Existen algunas diferencias respecto al concurso del año pasado, que las podéis conocer en profundidad si pasáis a recoger el reglamento oficial por el despacho de AESELL (s104, módulo B5). En breve, el reglamento estará también en las páginas Web de Internet de AESELL, y también estarán disponibles copias del vídeo oficial del concurso del año pasado.

No obstante, como variante al reglamento internacional, al igual que en la primera edición, existirán dos categorías diferenciadas a concurso: la categoría de ro-

bots autónomos, y la de robots controlados por ordenador a través de un cable, que suministrará la organización.

Las principales características que especifica el reglamento son:

Peso máximo del robot para ambas categorías de 3.000 gramos. Dimensión máxima del robot: ha de caber en una caja de 20x20 cm

El Ring, o tarima de juego, será circular, negra, de 175 cm de diámetro y situada a 5 cm sobre el suelo, con una línea blanca de 5 cm de ancho delimitando el Ring.

Sistema de puntuación basado en puntos Yuhkoh, con el establecimiento de violaciones y sus respectivas penalizaciones.

La cuota de inscripción es de 2500 ptas por robot. El plazo de inscripción termina el día 28 de Febrero de 1996, y los robots tienen que estar terminados y funcionando el día 18 de Marzo de 1996, 9 días antes del concurso, para realizar los entrenamientos a puerta cerrada.

Simultáneamente al II Concurso de Robots Luchadores de Sumo, para este año también estamos organizando un segundo concurso de otras características para

ANTONI FERRATÉ CASAS es proyectista en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona y es el responsable de la Sección de Robótica de AESELL estudiants.
aess@aess.etselb.upc.es



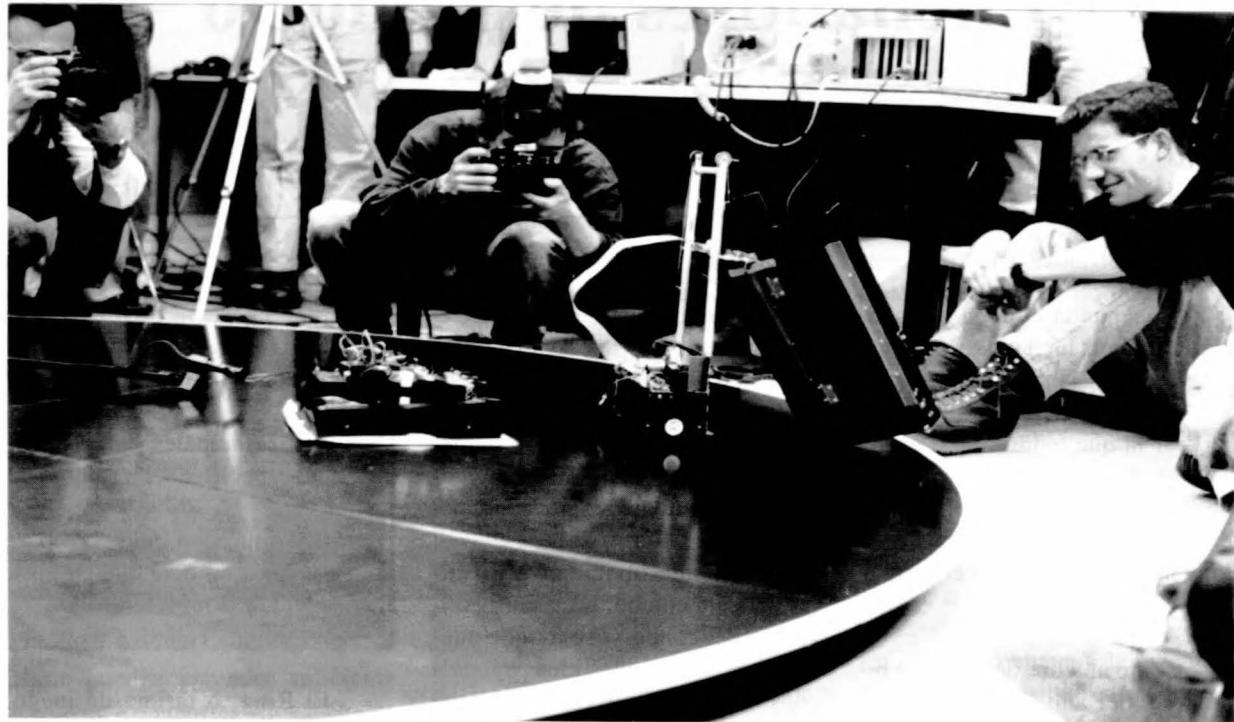


Imagen correspondiente al concurso de Robots Luchadores de Sumo en la edición del año pasado

el mismo día:

El I Concurso de Robots Limpiadores de Superficies.

En este concurso, robots autónomos competirán en ver cual de ellos es capaz de recoger mayor cantidad de arroz desperdigado por un terreno de juego de forma no preestablecida de una superficie mínima de 4 metros cuadrados, y con obstáculos no conocidos.

El peso de los robots no podrá sobrepasar los 4 Kg, y se situará en un rincón del terreno de juego no

predeterminado una baliza emitiendo pulsos de infrarrojos a 20 KHz, para señalizar la posición del contenedor donde los robots tienen que depositar la mayor cantidad de arroz posible.

No existe cuota de inscripción para este concurso, y confiamos, con la ayuda de un patrocinador, poder entregar buenos premios.

Evidentemente este segundo concurso tiene una connotaciones no tan bélicas y mucho mas prácticas. El reglamento detallado de este

concurso también está disponible en el despacho de AESELLS.

Por mi parte solo me queda deseáros suerte a los que participéis, y que encontréis en un arrebato de inspiración, aquella estrategia infalible que os conduzca inexorablemente a ser los ganadores del II Concurso de Robots Luchadores de Sumo, o del I Concurso de Robots Limpiadores de Superficies. Pero si no lo conseguís, espero que almenos disfrutéis con la construcción de un engendro robótico, y aprendáis con todo lo que ello lleva.



TALLER DE ROBÓTICA 1995

Manel Miras i Ortiz

Entre los días 10 y 20 de julio, en el laboratorio de electrónica general de la escuela, se ha llevado a cabo el segundo Taller de Iniciación a la Robótica, gracias a vuestro interés y la gran acogida que le disteis al primero.

Los organizadores del taller hemos vuelto a ser los mismos: Antoni Ferraté, Josep M^a Mirats, Xumi Ferré i Manel Miras, que formamos parte del Grupo de Robótica de AESELL estudiantes..

Este taller, como ya sabréis nació con la idea de acercar el mundo de la robótica a todos los estudiantes, y aprender a construirse su propio 'robot' perdiendo en miedo a conectar un 'engendro' al PC. Durante los días del curso, los participantes fueron adquiriendo toda la teoría necesaria como: nociones sobre el bus del PC, control de entrada y salida, sensores, activa-

ción de motores paso a paso ... Estos conocimientos no son complejos, y nos abren las puertas a todo un mundo para experimentar.

que cada grupo construyera el robot que se le ocurriera. Así conseguimos un robot que aparcaba solo, y ¡con muy pocas manijas!; robots 'snifer' que seguían una línea blanca en el suelo utilizando sensores infrarrojos, un robot que dibujaba en un papel emulando las famosas tortugas del Logo, y incluso un robot-perrito que caminaba dando saltitos, y moviendo el rabo, y muchos otros.

Para valorar el taller, al finalizar pasamos unas encuestas que dieron resultados totalmente positivos. Creo que puedo decir que todos se lo pasaron muy bien, y aprendieron mucho.

Para acabar, quisiera dar las gracias a la Escuela de Telecomunicaciones, y especialmente a su director Sr. Elías, así como al Sr. 'Pepitu' del laboratorio de electrónica, por toda su colaboración.



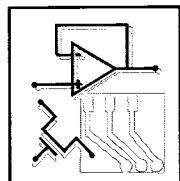
Nosotros solo hacemos una introducción, y a partir de aquí se puede plantear cualquier proyecto; solo hacen falta ganas y tiempo.

La novedad de este año es que hemos dado total libertad para

Esperamos poder repetirlo en los próximos años. Contamos con todos vosotros tanto para participar en el taller, como para colaborar en la organización para conseguir entre todos que siga funcionando.

MANEL MIRAS I ORTIZ es proyectista en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona y es miembro del Grupo de Robótica de AESELLestudiants.
aess@aess.etsetb.upc.es





SENSOR DE ACCELERACIÓN PARA REALIZAR ESTUDIOS DE ACTIMETRÍA

Francesca Iniesta, Miguel García, Josep Colominas y Xavier Corbera

El principio de los estudios de actimetría consiste en monitorizar la actividad del paciente durante un período de tiempo escogido por el médico. Así pues, se ha llevado a cabo el diseño y la implementación de un monitor de actimetría basado en un sensor de aceleración tridimensional, que permitirá adquirir, procesar y almacenar datos de actividad. Se ha obtenido un sistema final con un consumo muy reducido y con un tamaño muy pequeño gracias a la utilización de la técnica de montaje superficial, SMD. El presente artículo versará sobre el principio teórico de medida de aceleración que acompaña a la naturaleza del sensor utilizado, así como de la descripción de las etapas realizadas para la consecución final del monitor.

1. INTRODUCCIÓN

La actimetría es una técnica de evaluación de comportamiento relativamente reciente. Los estudios

de actimetría consisten en monitorizar la actividad del paciente durante un período de tiempo escogido por el médico. La monitorización consiste en cuantificar los movimientos realizados por el paciente mediante medidas de la aceleración resultante de dichos movimientos [1] [2].

Las aplicaciones más inmediatas de estas monitorizaciones son el estudio de biorritmos y de su alteración por diversas causas. Estas pueden ser el estado emocional y somático, el empleo de fármacos y drogas o el entorno de actividad, incluyendo las condiciones y horarios de trabajo.

Debido al interés mostrado por el Departamento de Psicología de la Universidad Rovira i Virgili de realizar este tipo de estudios, se ha diseñado un sistema de adquisición, procesado y almacenamiento de datos de actividad, es decir, un actímetro.

La novedad del circuito implementado radica en que el sensor de aceleración responde a las tres direcciones ortogonales del espacio.

Esto permite medir movimientos que en realizaciones de actímetros anteriores se perdían, pues sólo se registraba una proyección de la aceleración.

Además se ha introducido un interface de usuario consistente en tres interruptores que permitirán al

paciente registrar eventos exteriores introduciendo marcas en medio de los valores de aceleración. Estas marcas harán referencia a sucesos como irse a dormir, ingerir algún fármaco o quitarse el actímetro para, por ejemplo, tomar una ducha.

Otro requerimiento del sistema es dotarlo de un interface de comunicaciones con el exterior, para poder volcar los datos y tratarlos con un PC, mediante gráficas u hojas de cálculo.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de registro de actividad se compone de una o varias unidades de adquisición, que son transportadas por el sujeto monitorizado y de la unidad de gestión, basada en un PC (a partir de 286), que permite la programación y lectura de las unidades de adquisición.

Se describirá ahora brevemente el sistema comenzando por un sencillo diagrama de bloques, que se puede ver en la Fig. 1

Dejando de momento al margen la unidad de gestión, es decir el PC, se comenta ahora el resto de bloques que integran la unidad de adquisición.

A nivel de especificaciones funcionales se le exigen al sistema las siguientes características:

FRANCESCA INIESTA, MIGUEL GARCÍA, JOSEP COLOMINAS I XAVIER CORBERA.
Divisió d' Instrumentació i Bioenginyeria. Departament d' Enginyeria Electrònica. Universitat Politècnica de Catalunya. C./ Gran Capitàn, s/n, Mòdul C-4, 08034 Barcelona
Departament de Psicologia, Universitat Rovira i Virgili, Aptat 576, 43080 Tarragona

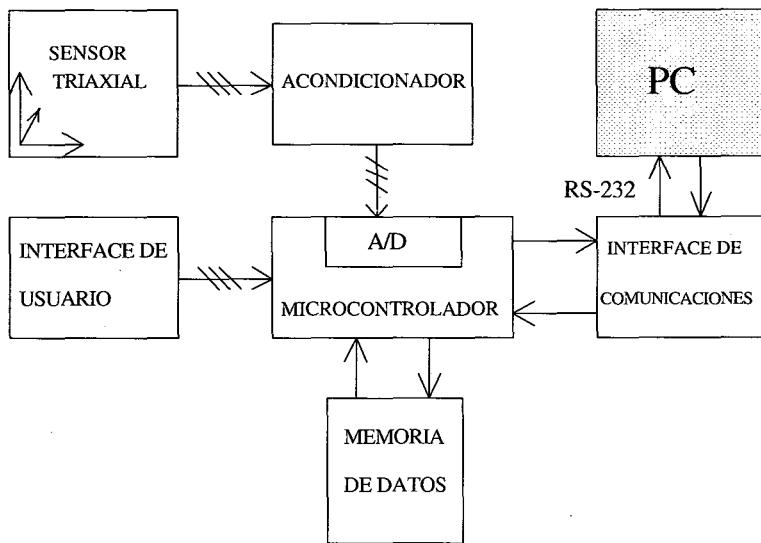


Figura 1.-Diagrama de bloques del sistema

Autonomía de memoria: 45 días
 Margen de medida de aceleración:
 $\pm 10\text{ms}^{-2}$
 Intervalo de adquisición 30 s

Tabla I Características del sistema

Otro requisito es minimizar el peso y el tamaño, por lo que se ha utilizado para la realización la tecnología SMD. Se ha dividido esta unidad en dos circuitos impresos que se han superpuesto para conseguir mayor empaquetamiento. El mayor de los circuitos impresos contiene la parte digital del diseño. Su tamaño físico es de 32 mm x 39 mm. Y el menor, recoge los tres sensores y los circuitos de acondicionamiento que constituyen la parte analógica. Sus dimensiones son 20 mm x 23 mm.

Se detallan a continuación los bloques que integran el subsistema digital.

2.1. SUBSISTEMA DIGITAL

- El microcontrolador:

El diseño se basa en un microcontrolador. Para esta aplicación se ha escogido el ST62E25 fabricado por SGS-THOMSON. La característica que lo hace idóneo para este desarrollo es tener un conversor A/D de ocho bits interno. Otras prestaciones que se han valorado son el poseer

un timer de ocho bits, tener interrupciones y hasta seis niveles de anidamiento de pila, lo que agiliza mucho su programación. Además se trata de un microcontrolador de bajo coste y de bajo consumo.

- El conversor A/D:

A pesar de formar parte del microcontrolador, se le considera un bloque independiente a nivel de descripción. El conversor A/D utiliza el algoritmo de aproximaciones sucesivas usando una frecuencia de reloj que es la del oscilador del microcontrolador dividida por doce.

- La memoria de datos:

La memoria de datos se trata de una memoria FLASH, de reciente aparición, que permite cantidades de almacenamiento del orden del Megabit de una forma no volátil. Como contrapartida requiere un proceso de escritura de cuatro ciclos máquina, que evidentemente multiplica por cuatro el tiempo de escritura. Además no se puede regrabar sobre una posición de memoria sin borrarla toda previamente.

- El interface de usuario:

El interface de usuario, como ya se ha comentado, consiste en un conjunto de tres interruptores cuyo estado es interrogado vía software. En función de cuál esté activado se guardará un dato u otro en memoria.

- El interface de comunicaciones:

Se basa en un conector para el protocolo de comunicaciones del RS-232.

Se describirá seguidamente el sensor y su acondicionamiento que constituyen el subsistema analógico.

2.2 SUBSISTEMA ANALÓGICO

Para efectuar las medidas de aceleración se requiere de un sensor cuya variable de medida esté relacionada con fuerza, aceleración o presión. El sensor escogido es una cerámica piezoeléctrica de PHILIPS, concretamente la PXE-5 [3]. Estas cerámicas basan su comportamiento en el efecto piezoeléctrico descubierto por Jacques y Pierre Curie en 1880. Ellos descubrieron que ciertos cristales sometidos a un estrés mecánico, quedan polarizados eléctricamente y el grado de esta polarización es proporcional al estrés realizado.

Para que un cristal presente el efecto piezoeléctrico, su estructura no debe tener centro de simetría. Entonces un estrés de tensión o de compresión aplicado a uno de estos cristales, altera la separación entre las cargas positivas y negativas que hay en cada celda llevando a una variación de la polarización eléctrica proporcional al estrés aplicado.

El efecto es prácticamente lineal, es decir a más estrés aplicado, más fuerte es la polarización eléctrica que se produce. Las cerámicas piezoeléctricas pertenecen a este tipo de cristales.

Dentro de las PXE-5 se pueden distinguir dos tipos: las que dan lugar a sensores axiales y las que dan lugar a sensores de flexión.

En las primeras, la fuerza ejercida es en la dirección de polarización. Y en las segundas, la fuerza es perpendicular a la dirección de polarización.

La solución escogida ha sido las cerámicas como sensor de flexión,



porque son bastante menos rígidos que los axiales con lo que hay menos posibilidades de que se rompan. Además tienen una impedancia eléctrica y mecánica menor lo que supone que se adaptan mejor a los movimientos mecánicos suaves y, en general, requieren amplificadores más simples que los axiales.

El montaje con el que se trabaja, se puede ver en la figura 2, donde se tienen dos láminas de PXE-5, polarizadas en la dirección estrecha y unidas formando lo que se conoce como **bimorfo**. Cada lámina está polarizada hacia direcciones contrarias. Un extremo está fijo y es en el otro donde actúa la fuerza que se mide.

La fuerza F provoca una torsión hacia abajo y por tanto una tensión en la cara de arriba y una compresión en la de abajo. Si las caras son de polaridad opuesta, los campos eléctricos resultantes, y por tanto las tensiones eléctricas, tienen la misma dirección. Se tiene pues que las láminas se encuentran eléctricamente en serie y que se puede recoger la tensión directamente conectando cables en las caras respectivas, aprovechando que están metalizadas.

Los parámetros básicos de las cerámicas se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Torsión} = \frac{7 * 10^{11} L^3}{W h^3}$$

$$\text{Frec. de Resonancia} = \frac{400h}{L^2}$$

$$\text{Carga de Salida} = \frac{4 * 10^{10} L^2}{h^2}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{2 * 10^8 L t W}{h}$$

$$\text{Tensión de Salida} = \frac{2 * 10^2 L^2}{h L t W}$$

Las medidas para este diseño han sido escogidas respetando un compromiso de disponibilidad, rigidez y sensibilidad. Sus valores son:

$$L_t = 16 \text{ mm}$$

$$L = 12 \text{ mm}$$

$$W = 1,6 \text{ mm}$$

$$h = 0,6 \text{ mm}$$

Y los valores de los parámetros para estas dimensiones son:

$$\text{Torsión} = 350 * 10^{-6} \text{ m/N}$$

$$\text{Frec. de Resonancia} = 1,666 \text{ kHz}$$

$$\text{Carga de salida} = 160 * 10^{-9} \text{ C/N}$$

$$\text{Capacidad} = 0,8533 \text{ nF}$$

$$\text{Tensión de salida} = 187,5 \text{ V/N}$$

Como que son valores en función de la fuerza aplicada, habremos de encontrar sus equivalentes en función de la variable de entrada que es la aceleración. Así pues, si la fuerza es

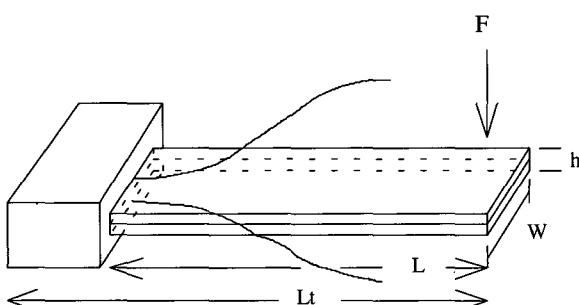


Figura 2.- Estructura cantileve

$$F = m * a$$

se necesita el dato de la masa equivalente de la cerámica que se calcula a partir del dato de la densidad de ésta que es de $7,65 * 10^3 \text{ kg/m}^3$; y considerando que se trata de una masa uniformemente distribuida, se puede expresar como una densidad lineal y realizar una integral a todo lo largo del tramo libre. Estas consideraciones nos llevan a un valor para la masa de $44,06 * 10^{-6} \text{ kg}$

Y la carga de salida es $Q = 7,05 * 10^{-12} * a$, con lo que la sensibilidad de nuestra cerámica es

$$Sq = 7,05 * 10^{-12} \frac{C}{ms^{-2}}$$

Para acondicionar este tipo de sensores son típicos los amplificadores de carga [4]. Un amplificador de carga es un circuito cuya impedancia de entrada es un condensador, ofreciendo así un valor alto a baja frecuencia. Este amplificador permite obtener una tensión proporcional a la carga y ofrecerla con una impedancia de salida baja.

Para asegurar un camino de retorno a la corriente de polarización del amplificador, se ha incorporado una resistencia de valor lo más bajo posible para, a la vez, obtener la frecuencia de corte paso alto deseada de 0,2 Hz.

El amplificador operacional elegido ha sido el LMC6062 de National Semiconductor, por sus excelentes condiciones de baja tensión de desequilibrio, baja corriente de polarización, alta ganancia en lazo abierto y bajo consumo. Los datos más relevantes del amplificador se recogen en la siguiente tabla:

Tensión de desequilibrio 100 uV
Corriente de polarización 10 fA
Ganancia en lazo abierto 140 dB
Consumo 16uA/Amplificador

Al amplificador se le hace trabajar como unipolar lo que ha llevado a la necesidad de encontrar un medio para registrar aceleraciones positivas y negativas. Consiste en fijar una referencia a $+V_{cc}/2$, como se ve en la figura 3, de forma

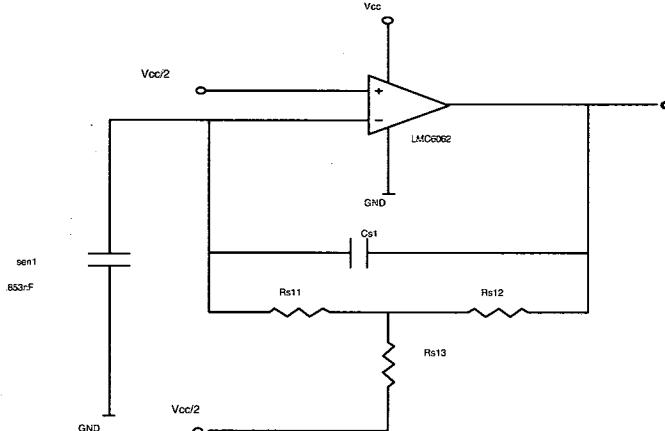


Figura 3.- Acondicionamiento del sensor

que el margen de salida para tensiones positivas, sea de 2,5V a 5V y el de tensiones negativas, de 0 a 2,5V. Para realizar el diseño del lazo de realimentación del amplificador de carga, se ha partido del dato de la sensibilidad de salida del sensor, que es de $7,05 \cdot 10^{-12} \text{ C/ms}^2$, del dato de la sensibilidad de salida deseada que es de 2,5 V/g, y de la expresión de función de transferencia en continua de un amplificador de carga,

$$V_o = \frac{S_q * g}{C_s I(s)} = \frac{7,05 \cdot 10^{-12} \text{ C/ms}^2 * g}{C_s I(s)}$$

de donde obtenemos $C_s I(s) = 30 \text{ pF}$ y considerando la frecuencia de corte paso alto de 0,2 Hz, el valor para la resistencia es de 30 G. Debido a este valor tan grande, se ha tenido que recurrir a la construcción en T que aparece en el esquema. Este mismo esquema se repite para cada dirección ortogonal.

Una vez acondicionadas las señales se capturan mediante el conversor A/D hacia el microcontrolador. Aquí se calcula el módulo del que quieren casi simultáneamente con el conversor. Se realiza una adquisición cada 117,2 ms. Estas adquisiciones se van acumulando a lo largo de los 30 s, para obtener finalmente un dato, resultado de una media aritmética. Es este dato el que se almacena en memoria.

tres sensores en direcciones ortogonales, en vez de un sensor en una sola dirección (proyección de la aceleración), como en los sistemas anteriores.

Se ha disminuido tamaño y peso respecto a realizaciones anteriores. Esto facilita la utilización.

Se ha aumentado la versatilidad al incluir un interface de usuario que permite efectuar tres tipos de marcas distintas durante la monitorización.

Por último citar que algunos cambios en el software del sistema, harían posible la utilización del sistema de monitorización en otras áreas de aplicación diferentes como es el estudio de movilidad de pacientes geriátricos [5], donde también está indicado el registro tridimensional de la aceleración.

REFERENCIAS

- [1] WARREN W. TRION: *Activity Measurement in Psychology and Medicine*, New York Plenum Press, 1991.
- [2] H.A.M. MIDDELKOOP: *Actigraphic Assessment of Sleep and Sleep Disorders*, Delft, Eburon Publishers, 1994.
- [3] J. W. WAANDERS: *Piezoelectric Ceramics, Properties and Applications*, Eindhoven, 1991.
- [4] RAMÓN PALLÁS ARENY: *Sensores y acondicionadores de señal*, Marcombo, S.A., 1994.
- [5] A. L. EVANS, G. DUNCAN, W. GILEHRIST: *Recording Accelerations in Movements*, Med. & Biol. & Eng. & Comput, 29, 102-104, 1991.

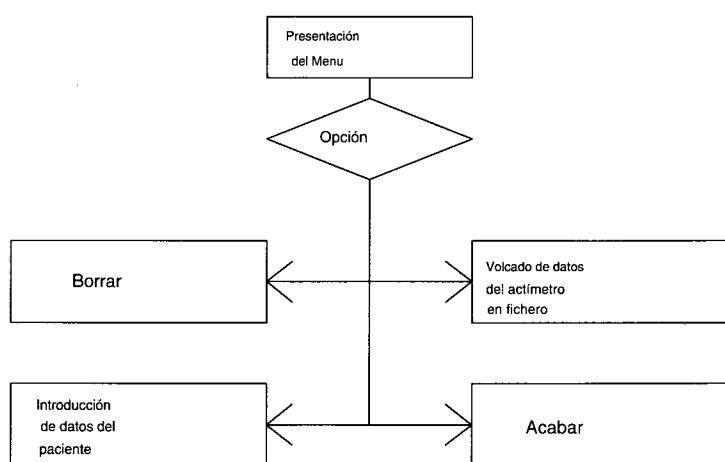
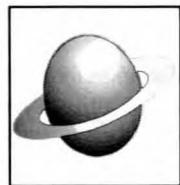


Figura 4.- Diagr. de flujo del programa en C.





CONOCER NUESTRO PLANETA

Luis Fernando Martínez Sánchez

El efecto invernadero, el agujero de la capa de ozono, la desforestación, la lluvia ácida, la polución, la contaminación de los océanos... Hacia el final del siglo XX la humanidad se enfrenta a problemas medioambientales que requieren decisiones políticas a nivel internacional. Estas decisiones deben basarse en la determinación exacta de las condiciones actuales, el reconocimiento de las razones de los cambios del medio ambiente y las previsiones de futuros comportamientos. La tecnología espacial puede contribuir a resolver este problema. Desde una vista de pájaro puede proporcionar datos sobre el sistema ecológico de la Tierra, a partir de los cuales pueden inferirse evoluciones a largo plazo y verificarce modelos climáticos.

INTRODUCCIÓN

La teledetección se define como la adquisición de información sobre un objeto sin estar en contacto físico con él. Esta información es adquirida mediante la detección y medida de los cambios que el objeto provoca en el campo que lo rodea, sea electromagnético, acústico o potencial, lo que incluye un campo electromagnético emitido o reflejado por el objeto, ondas acústicas reflejadas o perturbadas por él o campos potenciales magnéticos debidos a su presencia.

Sin embargo el término teledetección se usa principalmente en relación a técnicas electromagnéticas de adquisición de información. Estas técnicas cubren por completo el espectro elec-

tromagnético, desde las ondas de radio de baja frecuencia pasando por las microondas, las regiones milimétricas, el infrarrojo lejano y cercano, el visible, el ultravioleta, los rayos X y los gamma, hasta los rayos cósmicos.

Nos centraremos principalmente en el espectro de microondas, que comprende frecuencias desde 1 a 100 GHz, o bien longitudes de onda desde 30 cm a 3 mm, y cuyas bandas se denominan: P, L, S, C, X, Ku, K, Ka, Q, V, y W -siendo estas tres últimas bandas milimétricas-. Las razones que justifican esta elección son las siguientes:

- atravesan las nubes (lo que resulta absolutamente necesario

para la obtención de datos sobre los bosques tropicales que, al estar siempre cubiertos por capas de nubes y formaciones de niebla, en el pasado habían escapado de la observación de satélites ópticos)

- no dependen de la iluminación solar (podemos utilizarlos las 24 horas del día)

- son capaces de penetrar vegetación, nieve y el subsuelo, dependiendo de la longitud de onda usada

- su alta sensibilidad a parámetros como distancia, humedad o viento

- suministran información complementaria a otras técnicas

- permiten una iluminación coherente, polarimétrica

Dentro de este ámbito de la teledetección, la que usa frecuencias den-

tro del espectro de las microondas, podemos distinguir entre dos tipos de técnicas:

- Técnicas Activas: son radares transmisores-receptores que aportan la iluminación. Tenemos radares de imagen -dentro de los cuales se encuentran los radares de apertura sintética o SAR-, dispersómetros y altímetros. Dan lugar a la llamada teledetección radar.

- Técnicas Pasivas: miden la radiación natural emitida por los cuerpos, ya sea por reflejo de la proveniente del Sol

o debido a tener una temperatura mayor que el cero absoluto. Encontramos aquí los radiómetros, que son receptores de altísima sensibilidad.

Usando sensores activos controlamos totalmente el proceso de medida, pudiendo enviar la señal de la forma que nos interese para observar su comportamiento cuando incida sobre el objeto, mientras que con los sensores pasivos dependemos de factores externos como la presencia del Sol o la ausencia de nubes.

Paralelamente, el desarrollo de satélites está permitiendo la adquisición de información completa y detallada sobre los planetas, incluyendo la Tierra, y su medio ambiente. Los sensores montados en satélites que orbitan alrededor de la Tierra proporcionan información sobre estructuras globales y dinámica de las nubes, cubierta vegetal y sus variaciones estacionales, estructuras morfológicas de la superficie, temperatura superficial de



Vista en perspectiva de la superficie construida por combinación de una imagen del satélite Landsat y una base topográfica digital.

LUÍS FERNANDO MARTÍNEZ SÁNCHEZ es proyectista del grupo AMRC en el desarrollo de un dispersómetro polarimétrico de banda ultraancha.

los océanos y vientos superficiales. La capacidad de cobertura a gran velocidad del satélite permite monitorizar los fenómenos de rápida variación, particularmente en la atmósfera. Sus características de larga duración y repetibilidad permiten observar los cambios estacionales, anuales y a más largo plazo de, por ejemplo, las placas de hielo polares, la expansión de los desiertos y la deforestación tropical. La cobertura de grandes extensiones simultáneamente nos sirve para la observación y el estudio de características regionales y continentales como los contornos de placas tectónicas y las cadenas montañosas.

Los sensores montados en sondas espaciales (orbitales y viajeras) nos proveen de información similar sobre los planetas y objetos del sistema solar. En los últimos años de la década de los ochenta todos los planetas del sistema solar, excepto Plutón, habían sido visitados y sus

Las imágenes bidimensionales son necesarias cuando se necesita información espacial de alta resolución, como en el caso de mapas de superficies y estructuras, tanto naturales como producidas por el hombre, o cuando se requiere una visión sinóptica instantánea,

como en el caso de observaciones meteorológicas. Estas imágenes pueden ser adquiridas en extensas regiones del espectro electromagnético y con una amplia selección de anchos de banda. Los sensores de imagen pueden trabajar en las microondas, el infrarrojo, el visible y el ultravioleta, usando detectores electrónicos y fotográficos. Las imágenes son adquiridas mediante el uso de iluminación activa, como radares o láseres; iluminación solar, como en el ultravioleta, el visible y el infrarrojo cercano; o emisión desde la superficie, como en el infrarrojo térmico, emisión de microondas y los rayos X y gamma.

Los espectrómetros se usan para detectar, medir y cartografiar el contenido espectral del campo electromagnético incidente. Este tipo de información representa un papel clave en la identificación de la composición química del objeto en observación, sea una superficie planetaria o una atmósfera. En el caso de estudiar superficies tanto la información espacial como la espectral son esenciales, lo que nos lleva a necesitar espectrómetros de imagen.

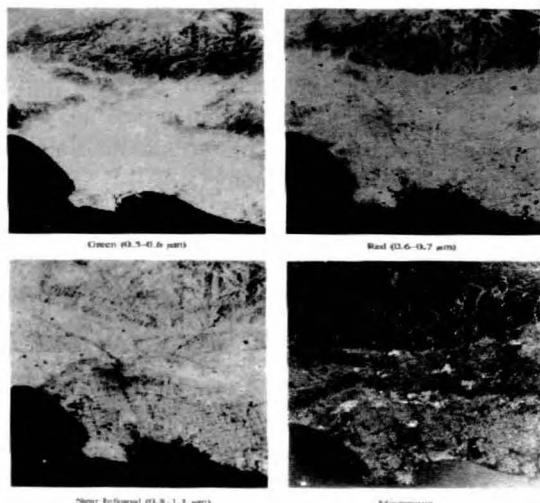
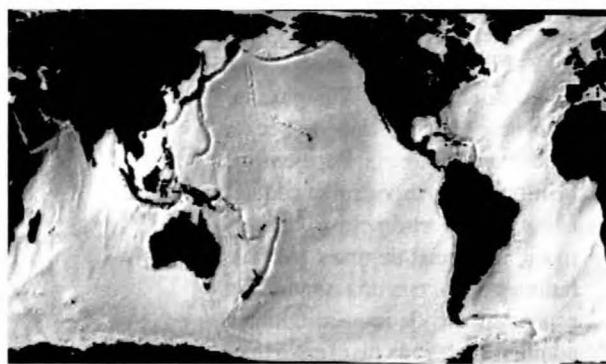


Imagen multiespectral de Los Ángeles adquirida en el visible, el infrarrojo y la región de microondas. Podemos observar que cada una de las bandas pone de relieve un tipo de detalles diferente.

propiedades detectadas a distancia por sofisticados sensores espaciales. El estudio comparativo de las propiedades de los planetas está proporcionando nuevos puntos de vista respecto a la formación y la evolución de nuestro sistema solar.

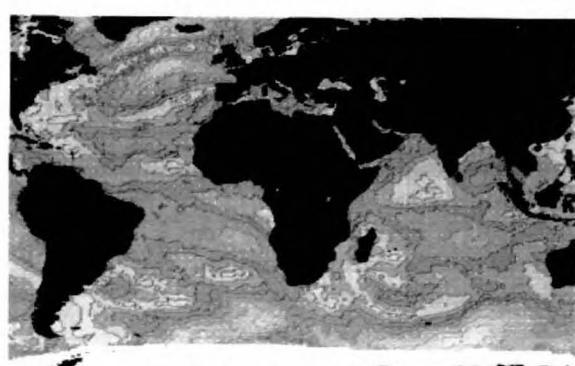
TIPOS DE DATOS Y SENSORES DE TELEDETECCIÓN

El tipo de datos adquiridos por teledetección es dependiente del tipo de información que se deseé, así como del tamaño y la dinámica del objeto o fenómeno que se está estudiando.



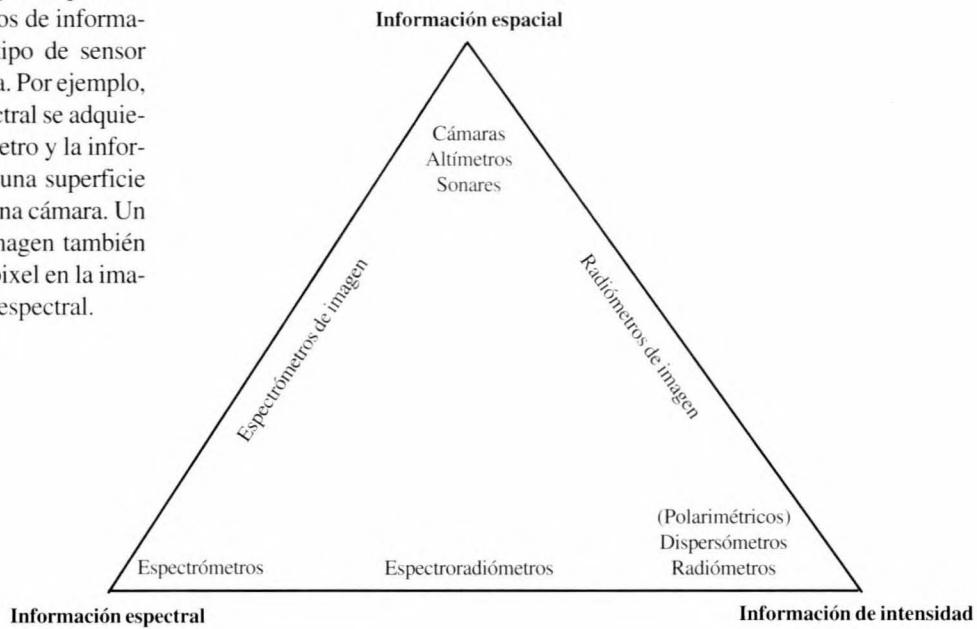
Topografía media del océano derivada de las medidas del altímetro del Seasat.

En ciertas aplicaciones los aspectos espaciales y espaciales son menos importantes, y la información que necesitamos está principalmente contenida en la medida precisa de la onda electromagnética sobre una amplia región del espectro. Los sensores correspondientes, llamados radiómetros, son usados en la medida de perfiles de temperatura atmosférica y de las superficies oceánicas. Una clase de radiómetros, los de imagen, son utilizados para representar espacialmente la variación de estos parámetros. En teledetección activa de microondas se usan dispersómetros para medir con exactitud el campo dispersado cuando la superficie es iluminada por una señal incidente, lo que se aplica a la medición de la constante dieléctrica y la rugosidad de un suelo, o la velocidad del viento estudiando las olas capilares que se forman sobre una superficie marina, por ejemplo. Un tipo especial de radiómetro es el polarimétrico, en el que la información clave está incluida en la polarización de la onda transmitida, reflejada o dispersada. La característica polarimétrica de la iluminación reflejada o dispersada proporciona información sobre propiedades fí-



Vientos medios en la zona del Atlántico, según el dispersómetro del satélite Seasat, entre el 6 y el 8 de septiembre de 1978.

Figura 1. Diagrama que ilustra los diferentes tipos de información deseada y el tipo de sensor usado para adquirirla. Por ejemplo, la información espectral se adquiere con un espectrómetro y la información espacial de una superficie bidimensional con una cámara. Un espectrómetro de imagen también adquiere para cada pixel en la imagen la información espectral.



sicas de superficies y atmósferas planetarias.

En un cierto número de aplicaciones la información requerida está fuertemente asociada a las características espaciales tridimensionales y a la localización del objeto. En ese caso se usan altímetros para cartografiar la topografía de la superficie y sondas en el caso de estructuras del subsuelo, o para cartografiar parámetros atmosféricos (temperatura, composición, presión) en función de la altitud.

La figura 1 esquematiza todo lo expuesto en esta sección.

Así pues tenemos distintos elementos a estudiar:

- el cambio de polarización de la señal recibida respecto de la emitida y su nivel nos da información sobre la rugosidad, estructura geométrica, morfología y constante dieléctrica del objeto en estudio.

- el tiempo que tarda el eco de la señal emitida en llegar y su contenido espectral permiten calcular la posición y velocidad del objeto.

- en la región milimétrica y de infrarrojos podemos determinar la naturaleza y concentración de sus elementos constituyentes; en el visible y en la región del infrarrojo cercano estudiaremos su composición química y, eventualmente, su estructura cristalina; observando el espectro de rayos X y gamma obtendremos

características de la estructura atómica y nuclear del objeto.

En conclusión, la teledetección es uno de los mayores logros tecnológicos de la exploración del espacio. Nos permite observar y monitorizar la superficie terrestre y la atmósfera de un modo global y continuo, transformando nuestro conocimiento de nuestro mundo y del funcionamiento de su medio ambiente, lo que nos puede permitir prevenir catástrofes naturales a pequeña y gran escala. También nos ha mostrado por primera vez imágenes cercanas de nuestros

planetas vecinos y nos han ayudado a comprender la naturaleza de su entorno, ensanchando nuestros horizontes de conocimiento de una manera espectacular y única en la historia de la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

ELACHI, C., *Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing*. JOHN WILEY & SONS, 1987

ELACHI, C., *Spaceborne Radar Remote Sensing: Applications and Techniques*, NEW YORK, NY: IEEE PRESS, 1988



Imagen pasiva de microondas de la capa de hielo antártica, obtenida con un radiómetro embarcado en un satélite. La gama de grises representa la temperatura de brillo de la superficie.