

# EDITORIAL

Todos los estudiantes de la UPC, tanto los que apenas estamos empezando como aquellos que nos encontramos en los últimos cursos de la carrera, nos preguntamos frecuentemente acerca de la calidad de la enseñanza que se nos imparte; establecemos juicios críticos sobre materias, temarios, niveles de exigencia, atención por parte del personal docente, medios e infraestructura, etc. Verdaderamente, existen muchos aspectos pendientes de revisión en el sistema de enseñanza en que cada uno de nosotros, con mayor o menor éxito nos encontramos inmersos.

Los temarios y planes de estudio tienen una importancia obvia e incuestionable, pero no deben ser considerados como el único argumento a la hora de determinar la calidad de unos estudios en concreto. Esto puede demostrarse observando la existencia de diversos modelos docentes. Unos apuntan hacia la superespecialización, como la mejor vía para formar profesionales de alto nivel que puedan incorporarse rápida y eficientemente al mundo laboral una vez terminados sus estudios. Otros, sin embargo, defienden un programa de carácter general, que forme técnicos superiores con una amplia base científico-técnica y conocedores -aunque no de manera especializada- de las diversas disciplinas de la tecnología, capaces de afrontar los problemas que se les plantearán en la vida profesional de una forma global. Es evidente que ambas líneas poseen características remarcables y sería un error tomar cualquiera de ellas como único modelo eficaz de enseñanza. En todo caso, sería importante tener en cuenta la estructura industrial de la sociedad en que nos vamos a desenvolver como profesionales para inclinarnos hacia uno u otro planteamiento.

Podemos deducir pues, que el rasgo diferenciador entre una buena y una deficiente enseñanza no radica exclusivamente en el plan de estudios, sino en algo que en muchas oca-

siones se escapa de nuestros razonamientos, y convendría recordar de vez en cuando: La capacidad por parte de la escuela de infundir ilusión, curiosidad, interés...; despertar el afán por desentrañar los misterios de todo aquello que utilizamos sin conocer plenamente su fundamento científico. Sin ir más lejos, despertar la ilusión que nos llevó a todos nosotros a decidirnos por una carrera técnica, y que a medida que fuimos avanzando en ella fue desvaneciéndose poco a poco. Sería erróneo, no obstante, extraer como conclusión que el objetivo de la Universidad es proporcionárnoslo todo "mascado", que nos convirtamos en objetos pasivos en los que el profesor graba sus conocimientos, como si fuéramos un disco en blanco. Al contrario, los ingenieros debemos aprender a formarnos por nuestra cuenta, crear nuestros propios alicientes. Pero bien es cierto que para ello necesitamos que la Universidad nos guíe, que sea una "madre" en quien confiar, que aunque en ocasiones sea dura e intransigente, nos apoye y se interese por nuestro futuro e inquietudes. No queremos ver en la Universidad una mera expendedora de títulos -como bien decía el profesor Miguel Escudero en un artículo publicado en nuestro primer número. La universidad debe mostrarnos los caminos a seguir, permitiéndonos decidir el nuestro libremente, confiados de que está ahí para guiarnos, y no para colocarnos obstáculos, que más tarde, nos sentiremos orgullosos de haber superado, creyendo que ello es suficiente para situarnos entre la élite de la sociedad.

Todo esto no se consigue sólo con la simple confección de un plan de estudios, recordemos que los planes anteriores también fueron 'Plan Nuevo' en su día. Es necesario un seguimiento continuo de su aplicación para evitar caer en los mismos errores y aprovechar la ocasión para mejorar la enseñanza, de forma que el estudiante salga de la Universidad con el mismo entusiasmo con el que entró.

# Lea un artículo y llévese tres

Toni Bergas

Otra vez una encerrona: No hace tanto, un año aproximadamente, que salía a la venta el primer número de BURAN. Por aquel entonces yo me había comprometido, con varios meses de antelación, a escribir la editorial del primer número.

Como buen mediterráneo dejé pasar el tiempo hasta que literalmente me dieron las doce. Estábamos en la sala Mac, sótanos del A2, realizando la maquetación de la revista cuando cuatro personas vivas me preguntan:

- ¿Y el editorial?
- Voy a por café - respondo.

Salgo como puedo<sup>1</sup> y en un rincón de la pecera improviso una editorial.

Ahora he vuelto a prometer un artículo<sup>2</sup> y, algo he aprendido, me han dado las doce menos diez sin haber escrito nada.

## 1. ACERCA DE BURAN.

No sé si los que hacemos la revista hemos sabido explicar qué objetivos o qué línea sigue la revista.

Me gusta pensar que BURAN está atravesando un periodo de infancia-adolescencia, con todo lo que representa en cuanto a problemas de definición personal y autoafirmación.

El primer número, después de mucho hablar, se hizo en cuatro días. Fue una pequeña gesta<sup>3</sup>. Ojeando de nuevo el número 1, uno detecta muchos fallos, pero creo que también alguna virtud<sup>4</sup>.

TONI BERGAS en la actualidad está a punto de terminar el PFC, la carrera se la ha sacado a trancas y barrancas. Está aprendiendo a tocar la guitarra y buscando una chica que le quiera un poco. Un día tuvo la idea, junto con Victor Pérez, de editar una revista.

La rama de estudiantes del IEEE, asociación que edita esta revista, tiene como objetivo, al menos desde hace dos años, la realización de actividades complementarias a la formación estrictamente curricular. En este sentido se han venido organizando seminarios, mesas redondas, conferencias... La revista tenía que ser una caja de resonancia de estas actividades. Hace dos años apenas había actividades en el IEEE, sin embargo, como en el famoso dilema de la gallina<sup>5</sup> había que empezar por algo. Y se empezó por la revista.

Otro de los objetivos que se planteó en ese momento fue difundir, además, información sobre los departamentos, sus actividades, proyectos,... Así, para el primer número, se realizó una batida por los departamentos solicitando artículos, información sobre cursos... La acogida, como esperábamos, fue fría, pero los artículos llegaron<sup>6</sup>. También se intentó, y se intenta, que los proyectistas escriban sobre sus trabajos. Con estas premisas se realizó el primer número de BURAN<sup>7</sup>.

La impresión que, al menos a mí, causó el primer número es que era bastante impersonal. Pero el primer paso estaba dado<sup>8</sup>.

Ahora, en este tercer número, se han incorporado nuevos colaboradores, tanto a la revista como a la rama, y se ha conseguido la colaboración de la FIB (ya en el segundo número). Se están organizando cursos, conferencias y se han creado dos nuevos capítulos dentro del IEEE: el AEES y un grupo de humanidades. Esto me hace pensar que hicimos bien en empezar por la revista.

Creo que BURAN sigue una evolución positiva. Este es el número del cambio generacional<sup>9</sup>. Estoy seguro de que los nuevos (y no tanto) seguirán mejorando y aportando nuevas ideas a la revista<sup>10</sup>.

## 4. UNA REFLEXIÓN ¿INNO- CUA?

He visto últimamente carteles exponiendo lo mal que estamos los alumnos del plan 64 y lo bien que están los del 92. También he leído un artículo de un estudiante del plan 92 en DISTORSIÓN, digamos que contraatacando. Como siempre los tiros van en dirección equivocada.

Una queja recurrente por parte de los que hemos cursado el plan 64 ha sido que la carrera no nos dejaba mucho tiempo para nuestra formación no técnica (creo recordar que en casi todos

*"Quizá lo que deberían hacer nuestros mayores es ponerse de acuerdo en lo que es necesario para tener una base sólida sobre la que poder sustentar cada uno su vida profesional y liberar todo el tiempo libre al libre albedrío de los estudiantes."*

los números de DISTORSIÓ ha habido artículos sobre ello).

Las personas que han ideado el nuevo plan, no sé si escuchando las quejas de los alumnos, han incluido cierto número de asignaturas en las que se puede optar por temas humanísticos, científico-festivos... No creo que esta sea la manera de arreglar el problema. Desde que participo del asociacionismo en esta escuela he oído más de una vez a algún responsable de la UPC y/o escuela quejarse de que los alumnos no tenemos iniciativas. Por ello, dicen, se ven muchas veces obligados a no usar el dinero que tienen para subvencionar esas iniciativas, o en el caso más patético a organizárnoslas ellos mismos. Creo que esto último es lo que está pasando con el plan 92.

Si los alumnos quieren humanidades se las daremos dice PAPA-UPC. Quizás lo que deberían hacer nuestros mayores es ponerse de acuerdo en lo que es necesario para tener una base sólida sobre la que poder sustentar cada uno su vida profesional, y liberar todo el tiempo que queda al libre albedrío de los estudiantes.

Estoy seguro que no tardarían en surgir nuevas asociaciones y actividades, esta vez con soporte popular.

Sin embargo no creo que las quejas de los del plan 64 fuesen porque los del plan 92 tienen asignaturas de humanidades... y nosotros no. Más bien creo detectar un miedo por posible pérdida de prestigio, o porque salgan muchos ingenieros nuevos con los que competir. O el eterno '*Por qué a los demás las cosas les van tan bien?*'

### 3. EL CAMPUS.

No me resisto a terminar el artículo sin una propuesta: Sería interesante que el himno oficial del Campus Norte fuese 'Construcción' de Chico Buarque. (Creo que se adapta bastante al modo de vida de este campus y por otro lado está ambientada en una obra ).

### 4. NOTAS:

1. Es decir, por la puerta.
2. ¡Qué fácil es prometer!
3. Tras una noche sin dormir, a las 7 de la mañana, estábamos todos rodeando la impresora miran-

do embobados como se imprimía la primera copia de la revista.

4. La portada, como nos comentaron algunos de los dinamiteros del campus.

5. O en el otro del nudo Gordiano (para los eruditos).

6. Aunque no todos los que nos prometieron, de hecho, aún estamos esperando alguno.

7. Mucha gente nos ha preguntado por el significado oculto del nombre. Como siempre, el día antes de llevar la revista a la imprenta no había ni nombre, ni fotografía de portada. Rebuscando entre los 'Investigación y Ciencia' encontramos una fotografía de Buran, la sonda espacial soviética. Tras un año sigo dudando si el nombre es un acierto o un error.

8. Siempre hemos pensado en una carrera de fondo, más que en unos fuegos de artificio brillantes y fugaces.

9. Frase grandilocuente.

10. Algo que siempre me ha sorprendido es que la gente comprara esta revista, y más increíble aún esté dispuesta a colaborar en ella.

## Call for papers

El próximo número de BURAN sortirà el novembre, és per això que requerim una altra vegada la vostra col.laboració. La data límit d'entrega d'articles és el 7 d'octubre de 1994. Si rebem la vostra col.laboració després d'aquesta data, no us preocupeu, podrà ser publicada en el pròxim número. Donat que el nombre de pàgines és limitat, s'efectuarà un procés de selecció dels articles rebuts, quedant a l'arxiu de la revista aquells que no siguin publicats.

Podeu recollir les normes per la presentació d'articles al despatx de l'IEEE, a la Casa de l'Estudiant (mòdul B5 Campus Nord de la UPC). Us recordem que és molt recomanable que les seguiu per així evitar problemes a l'hora de convertir el vostre article al format de la revista.

Aconsellem als autors dels articles que incloguin en els seus escrits gràfics i fotografies (la publicació de les fotografies depèndrà de les possibilitats econòmiques de l'associació) donat que això facilita la lectura i la comprensió de l'escript.

Només ens queda recordar que la principal idea de la revista és la divulgació d'opinions i dels treballs que es realitzen dins de la UPC i d'altres centres relacionats amb les activitats de l'IEEE, i no una demostració dels coneixements de l'autor.

## Activitats de la Branca

Aquest curs la Branca d'Estudiants de l'IEEE de Barcelona ha realitzat les següents activitats:

**Taules rodones:** \*La realitat del moviment universitari  
\*La manipulació de la informació  
\*Plantejament de problemes humans

\*La vida a Cuba  
\*Ciència i societat

**Cursos:** Curs d'introducció al C++  
Curs d'introducció al UNIX

**Seminari:** Xarxes neuronals

**Publicacions:** Números 2 i 3 de la revista BURAN

A més a més, hem de donar la benvinguda a dos nous grups que s'han format aquest curs:

**Grup d'Humanitats**  
**AESS estudiants**

Només ens queda recordar-vos que la organització és lliure, només s'ha de tenir voluntat i ganes de fer-ho.

# Unas palabras sobre realidad virtual

Paul Derek

**T**ras una jornada agotadora, necesitaba un descanso. Había discutido intensamente con mi socio, un gran tipo, pero a veces se pasa de cursi. Quería que decorásemos el *hall* de un hotel con fuentes, vidrieras y cauces de agua, como si estuviésemos en la Alhambra. Intentó relajarse y comenzó un crucigrama.

De repente, todo empezó a cambiar. Ante mí aparecía un inmenso salón. La gente deambulaba de un lado a otro. No hacía calor y eso que estábamos en pleno verano.

La combinación de aire acondicionado y agua refrigeraba el ambiente. Sentado al sol que entraba por un gran ventanal, y contemplando una fuente, estaba realmente cómodo. Comenzé a quedarme dormido.

De repente y con un pequeño zumbido, el ícono de comunicaciones se plantó en mis narices. Lo activé.

Mi socio y gran amigo me preguntaba con una sugerente sonrisa, qué me parecía definitivamente el proyecto, naturalmente estaba de acuerdo.

Me quité el casco visualizador y me fui a dar un paseo, feliz de haber cerrado el asunto.

La realidad virtual es un campo que está de moda y esto, que parece ciencia ficción, no está tan lejos en el tiempo,

pues todos los conceptos comentados están desarrollados hoy día.

La simulación de un entorno interactivo no es más que el control de

acrofobia, usando un ascensor de cristal virtual de cincuenta plantas.

-También en Fisioterapia, jugando con objetos virtuales, mucho más atractivos que los reales.

-En la simulación de operaciones.

-En el ámbito militar, con el desarrollo de simuladores de entorno de batalla para el entrenamiento de tropas.

Las empresas dedicadas al diseño contarán con prototipos virtuales que reducirán o eliminarán la necesidad de costosas realizaciones físicas.

El análisis en ingeniería será mucho más eficiente a través de la integración de los resultados de simulación con prototipos virtuales.

Utilidades didácticas como la visualización científica desde los átomos hasta las galaxias. Los usuarios trabajando en 3-D pueden entrar en una compleja estructura molecular aumentada.

En aeronáutica, para la simulación de todo tipo de aviones o helicópteros.

A las comunicaciones se les abre un nuevo camino con la creación de canales de programas virtuales, de máxima capacidad interactiva.

Todo esto hace de la realidad virtual un campo muy sugerente para la investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones, distinguiendo, en la medida de lo posible, lo que es real y lo que sólo es virtual.



un modelo tridimensional generado por ordenador, permitiendo la visualización e interacción en tiempo real. La representación del mundo virtual se recalcula constantemente teniendo en cuenta la posición y el punto de vista del usuario.

La interacción con el mundo generado por el ordenador se realiza mediante cascos visualizadores, guantes virtuales (con los que tocar objetos virtuales), mandos de movimiento (ratón, cursores, joystick), trajes sensorizados.

Actualmente, las aplicaciones de la realidad virtual, abarcan multitud de campos; entre ellos destacan:

-En medicina algunos pacientes comienzan una terapia contra la

PAUL DEREK es miembro de AIDA, asociación dedicada al diseño asistido por ordenador, ilustración y animación.

# Desde Madrid con nostalgia...

## Rama de Estudiantes del IEEE de Madrid

**E**n los buenos tiempos aquí se llegó a publicar una revista llamada Trama debido fundamentalmente al impulso dado por la entonces muy pujante rama de Inteligencia Artificial del IEEE. La revista tuvo una corta pero intensa vida en la cual se trataron temas referentes a inteligencia artificial, cibernetica, sistemas expertos o programación, junto con otros de índole general relacionados con la vida en la escuela. Lo cierto es que dicha revista sirvió de excusa a la gente que colaboró en su realización para orientar su interés en la carrera y para todos fue un pequeño foro de discusión de temas de plena actualidad.

Todo esto es la razón por la que cuando los compañeros de Buran nos invitaron a colaborar en su revista busqué los polvorrientos ejemplares de Trama y comencé a leerlos buscando ideas.

He de confesar que me he sorprendido al ver los planteamientos que se hacían respecto a este tema hace tan sólo seis años. En lo fundamental siguen valiendo las preguntas entonces planteadas. El cambio se aprecia fundamentalmente en la visión de la tecnología y los medios disponibles en aquella época. Reflexionando sobre ello creo que la exposición que se hizo entonces de las intenciones de esta rama no es el todo válido hoy si no se tiene en cuenta el contexto actual.

*"La revista TRAMA centralizó el interés hacia la carrera y sirvió de medio de opinión."*

En aquellos momentos la IA se presentaba como una encrucijada de caminos en la cual se abrían distintos campos de trabajo. Con la evolución de la técnica y la experiencia acumulada durante este tiempo algunos de estos caminos han sido definitivamente abandonados. Hoy ya nadie trata de conseguir IA a través exploración sistemática de interminables árboles de posibilidades, como se usaba en los hace poco tiempo, intrigantes jugadores de ajedrez electrónicos. Por contra han aparecido nuevas sendas de investigación que en otro momento se miraron con escepticismo. En algún artículo que leí se expresaba la desconfianza en conseguir algo interesante explorando la posibilidad de imitar los mecanismos

cerebrales a través de métodos electrónicos o informáticos. Hoy la puerta abierta por las redes neuronales asoma a un más que esperanzador campo para la IA.

Lo que la IA prometía hace unos años está muy lejos de ser hoy una realidad pero lo cierto es que, en la selva electrónica en que nos movemos, pocos sistemas, en especial los de comunicación, se han salvado de incluir algún elemento de la misma desarrollado en este tiempo.

Lo cierto es que la IA está en nuestras vidas de un modo activo, aunque escondido, como ya ha ocurrido en épocas pasadas con otras tecnologías (informática, electrónica, etc.).

La IA ha sufrido las consecuencias de un parto prematuro. Desde las primeras disquisiciones de Alan Turing

*"...la puerta abierta por las redes neuronales asoma a un más que esperanzador campo para la IA."*

acerca del tema allá por los años cincuenta, es hoy cuando disponemos casi por primera vez de un ambiente tecnológico adecuado para un desarrollo adecuado de este campo. No me refiero a la disponibilidad de máquinas capaces de soportar el cálculo

necesario para implementar algo que se podría llamar inteligencia, sino a la capacidad de comunicación entre máquinas para 'mover' la información. En definitiva hoy es el primer momento en la historia en el que máquinas pueden 'conversar' entre sí, y eso significa que por fin hay algo que se pueden contar que atañe exclusivamente a ellas. Ahí si puede haber un sustrato para una futura exploración por la AI que, queramos o no, está muy lejos de llegar a competir con la naturaleza en recursos de implementación.

Lo que más me ha llamado la atención de todas maneras no es el hecho de que la tecnología haya evolucionado en tan gran medida como la velocidad con que la sociedad está asimilando estos cambios. No estoy hablando de la revolución electrónica, a la que asistieron ya nuestros abuelos, ni de la revolución

informática, que están sufriendo las generaciones que nos preceden, estoy hablando de la revolución de las comunicaciones, que toca de lleno a la generación que lee esta revista, y muy en especial a los que están dentro del ámbito de este artículo, esto es, todos los estudiantes de Telecomunicaciones.

Nadie, sea teleko o no, se sorprende si digo que este artículo tardó menos de cinco segundos en llegar de la ETSIT de Madrid a la ETSET de Barcelona, como nadie alucina cuando bancos y cajas trasladan información y dinero entre ciudades, países y continentes a su antojo o cuando sabemos que cualquiera, en cualquier momento, desde cualquier lugar, puede comunicarse con cualquier otra persona en cualquier otra situación, sea en un barco, avión, automóvil a través de un teléfono, fax, u ordenador. En efecto lo sorprendente no es qué se puede hacer, lo sorprendente es que nos estamos adaptando a hacerlo, y parece que no hay límite de absorción de este tipo de medios por parte de la sociedad.

¿A qué viene todo esto?, ¿qué importa esto a un futuro ingeniero de telecomunicaciones?. No hace falta demasiada imaginación para apreciar que ya no vale centrarse exclusivamente en aspectos técnicos, es necesaria una visión general, global.

Preguntas como si es posible crear seres inteligentes, si el aprendizaje es la base de la inteligencia, donde reside la razón y la conciencia, no sólo siguen siendo necesarias, sino que lo son más que nunca. Además se han unido a estas otras, menos básicas, pero sí más acuciantes como las que se refieren a los cambios a los que las nuevas tecnologías de la información van a someter a la sociedad, cómo va a responder esta, cuál va a ser la misión de los responsables de estas tecnologías, etc. Quizás son preguntas de altos vuelos, pero nadie está respondiendo a ellas, y nues-

tra actitud ante ellas, es fundamental en un futuro próximo.

Todo esto es una canción antigua pero, al parecer, ya no hay juglares para ella. Todo el mundo asiente cuando se hacen estas afirmaciones pero no se ve a nadie difundiéndolas. Ni profesores, ni Escuela, ni Universidad, ni sociedad hacen hincapié en este aspecto, fundamental a mi parecer, para llegar a entender qué narices estamos haciendo.

Creo que la principal conclusión que saco de haber leído los artículos de

Trama es que lo verdaderamente importante de la IA no está en las realizaciones específicas, que suponen una solución concreta a un problema concreto con los medios disponibles en un momento dado, sino

las preguntas que rodean esos proyectos. Preguntas de índole filosófico a veces, técnico otras, pero que son los ladrillos de una explotación continua de la realidad. Si algo de verdad queda de un proyecto son los planteamientos generales que tuvieron los que lo diseñaron. Esto es lo que realmente será útil a otro ingeniero cuando del sistema que se diseñó no queden más que óxido o cenizas.

Creo que con lo que he dicho está claro que no basta con hacer un seguimiento, más o menos continuo de los desarrollos de la IA en la época que nos ha tocado vivir, es necesario preguntarse qué pasa a nuestro alrededor. Cuando esas preguntas están en un entorno en el cual la informática es el pan nuestro de cada día y la materia prima que se maneja es información, se entra de lleno en la Cibernética.

La Cibernética trata de analizar las relaciones hombre-máquina. Hay algo recurrente en esto porque la propia Cibernética se pregunta constantemente hasta dónde puede llegar a entender lo que es hombre, y además ha de correr para asimilar lo que en cada momento es máquina. La Cibernética, o aquellos

que se hagan preguntas del estilo de todas las anteriores, se escondan tras el nombre que se escondan, se enfrenta a un reto fundamental hoy. Quizás lo primero a hacer es concretar cuál es el reto (y quizás un buen comienzo sea intentar entender de qué trata este artículo). No es fácil porque no hay guías en este camino, pero se recorre como cualquier otro, andando.

Los que en los madriles paramos, creemos que como punta de lanza de todo esto se encuentra la IA, que sigue arrojando sobre nuestras cabezas la sombra de las preguntas del milenio que viene. Por esto la hemos tomado como base técnica de nuestra actividad en el IEEE. Intuimos, que sola no basta y por ello en estos momentos existe una pequeña rama de Cibernética e Inteligencia Artificial en el IE3 de Madrid, en la cual me incluyo, y que pretende retomar en cierta medida la actividad que desempeñaron nuestros antecesores, junto con todo lo que acabo de exponer.

No es de esperar que la colaboración entre los grupos de Madrid y Barcelona quede reducida este artículo, por eso creo que éste es el momento para abrir el foro de estas páginas para comentar, discutir, aclarar, colaborar, imaginar, aquello que nos preocupa. Quedamos abiertos por nuestra parte a todo tipo de colaboración, y esperamos lo mismo por parte de todos los que lean la revista.

Si algo he aprendido de telecomunicaciones en media carrera es que hoy día el principal problema en abrir un canal de comunicación, no es técnico, sino humano. Aquí no somos muchos, no sé cuantos sois en Barcelona, pero en conjunto somos suficientes para empezar.

Cualquier sugerencia, idea, lo que queráis deciros podéis mandarlo a:

Rama de Estudiantes del IEEE  
ETSI Telecomunicación  
Ciudad Universitaria s/n  
28040 Madrid  
ieee@dir.etsit.upm.es

Ya sabéis... se hace camino al andar.

*"Lo sorprendente no es qué se puede hacer, lo sorprendente es que nos estamos adaptando a hacerlo."*

# La manipulación de la información

Grupo de Humanidades  
Branca d'Estudiants de l'IEEE

**E**l pasado miércoles día 15 de diciembre se celebró en la sala de actos de la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos una mesa redonda con el fin de acercarnos un poco más a ese polémico tema de "La Manipulación de la Información".

Contamos con la presencia de los siguientes invitados:

*Jordi García Soler*, Consejero de la Radiotelevisió Catalana

*Jaume Herranz*, Profesor de Servotecnia de la UPC

*Sergio Vila-San-Juan*, Redactor Jefe de "La Vanguardia"

*Miguel Escudero*, Profesor de Matemática Aplicada de la UPC

El debate se inició con el punto de vista de cada uno de los invitados, que expondremos por su orden de intervención.

Jordi García Soler planteó que el periodismo era la manipulación de la información. Pero sobre todo hizo especial hincapié en el hecho de que en Europa es el único lugar donde hay un sistema mixto de información: público y privado, y que entonces lo que tendríamos que plantearnos es si hay más manipulación en los medios de titularidad pública o en los de titularidad privada. Como miembro de la oposición del consejo de RTV pública afirmó que los medios de comunicación públicos son normalmente menos manipulables que los privados, pues al saberse qué poder hay detrás de ellos, son más fácilmente controlables. Al contrario de los medios privados en los que se invierten grandes sumas de dinero a fondo perdido siendo dudosos

que lo hagan por intereses puramente comunicativos. Por último llamó la atención sobre la realidad de la "tele-basura" que paradójicamente es la que demanda, exige y consume gran parte de la audiencia. Animando finalmente a combatir la información excesivamente manipulada y la "tele-basura" no consumiéndola.

Jaume Herranz recordó el hecho de la realidad de la manipulación pero distinguió entre la manipulación natural y la intencionada. Citó numerosos ejemplos de manipulación de las noticias, hizo referencia a la manipulación por las connotaciones subjetivas de las palabras más allá de los hechos, recordando por ejemplo como ante el caso del enfrentamiento

bélico "palestino-israelí"; ante la muerte de un soldado israelí se decía "soldado asesinado", mientras que en el caso de un soldado palestino se decía "soldado abatido" cuando ambos países estaban igualmente involucrados en un estado de guerra. También recordó el hecho de que las fuentes de noticias no son los numerosos medios de comunicación a los que accede la población sino un contado número de agencias que ya no es que digan lo mismo, sino que llegan a decirlo con las mismas palabras. Por último, expresó su preocupación por la conformación de la mentalidad de los jóvenes con "distracciones" tales como las drogas y la

música de moda a través de los medios de comunicación. Es así que no toman conciencia del problema del presente y del futuro cosa que los haría "estallar" ante la realidad de un gran desconcierto.

Sergio Vila-San-Juan expresó un punto de vista menos dramático. Afirmó también el hecho de la manipulación de la información pero recordando que en última instancia, el lector tiene la libertad de tomar lo que le interese y dejar lo que no le interese.

Clasificó los tipos de manipulación. Habló de una manipulación técnica impuesta por la rutina periodística, en el sentido de que un periodista trabaja en unas condiciones materiales dadas, un formato dado, ya sea un límite de

*"Existe manipulación pero tenemos la libertad de comparar los medios de comunicación como consumidores."*

espacio en un diario o de tiempo en radio o en televisión, que implica hacer un primer filtraje, un primer resumen de la noticia. Además existen unas limitaciones empresariales impuestas por los intereses económicos y políticos de la empresa de comunicación, cosa que influye en mayor o menor grado en las informaciones que dan, su contrapartida está en el hecho de que es conveniente contrastar los distintos medios de comunicación para tener un punto de vista más amplio. Por último, citó la manipulación en las propias fuentes, pues en un periodismo ideal el periodista iba al lugar donde había tenido lugar los sucesos, en estos mo-

mentos hay una gran proliferación de gabinetes de información y gabinetes políticos que constantemente están asaltando a los medios de comunicación. Noticia no sólo es lo que se produce sino lo que estos medios están intentando colocar dentro de los medios con técnicas de relaciones públicas frente a las que el periodista tiene que ser cauteloso pues estos gabinetes lo que intentan es colocar su producto. Otro ejemplo de manipulación en las fuentes son las noticias científicas. Antes, los descubrimientos científicos eran publicados única y exclusivamente después de haber sido aprobados por toda la comunidad científica, ahora el científico, al mínimo descubrimiento, convoca una rueda de prensa para ganarse el apoyo de la opinión pública pues las subvenciones de las instituciones dependen en gran medida de ello. La última manipulación depende de los periodistas. Los hay honestos, incautos, competentes, comprados a sueldo, grupos, periodistas trepa, ideólogos que quieren transformar el mundo desde su punto de vista. Para combatirlo se intenta que haya gente responsable en la cúpula del periódico además que se supone que el lector no es tonto. Por último quedaría hablar de la manipulación política, él la reprimiría de intervenir en los medios de comunicación. En resumen expresó que existían muchos tipos de manipulación, pero que la pluralidad de medios permite superar esta dificultad por ello volvió a recordar la necesidad de que la prensa fuera libre.

Miguel Escudero recordó que hay dos tipos de manipulación en la información, una consciente y otra inconsciente. La manipulación consciente es la que resulta de una voluntad decidida y resuelta de confundir, mientras que la inconsciente es la que consiste en difundir tópicos sin tener noción o conocimiento auténtico de lo que se está diciendo, la idea en palabras de Ortega y Gasset sería "no sabemos lo que nos

pasa y eso es lo que nos pasa, que no sabemos lo que nos pasa". Por tratarse de una mesa redonda para universitarios particularizó el tema alrededor del mundo de la enseñanza, planteando que cabría preguntarse si el profesor es consciente de la relación personal e inevitable que establece en el aula con sus alumnos, es decir, si es consciente de lo que dice, a quién se lo dice y si los alumnos captan lo que les está diciendo el profesor. Este planteamiento lo reforzó con el hecho de que el profesor puede ser una correa de un engranaje que se limita a transmitir un programa académico, mientras que si está motivado por su labor transmitirá los mismos conocimientos con el entusiasmo necesario para ilusionar a los alumnos, estimulándolos así a incorporarlo dentro de sus conocimientos e intereses

*"Los medios de comunicación públicos son normalmente menos manipulables que los privados."*

más allá de aprobar la asignatura. Por último planteó que habría que saber también si el profesor tiene intención de servir a la realidad personal que le circunda, si realmente tiene afán por dilatar la realidad de los alumnos, sus posibilidades y acrecentar por tanto su riqueza personal. Pues recordó que "la enseñanza es una actividad que no genera riqueza económica", pero que la riqueza es difícilmente mesurable. Culminó su intervención con el hecho de la necesidad del profesor de penetrar en la realidad, para transmitir una inteligencia sintiente que pueda estimular a pensar con libertad y a fomentar el deseo de independencia de incluso de quienes quieren hacer independientes.

Una vez expuestas las posturas iniciales se desarrollaron y discutieron tanto entre los componentes de la mesa

redonda como entre el público. Pero además surgieron algunas ideas y planteamientos nuevos:

*"Conviene distinguir las simples opiniones de las opiniones realmente fundadas y argumentadas."*

temente negados. También quedó en el aire la posibilidad de que el ciudadano también podía en cierta forma "autocensurarse", al acceder a la información que le resultara más cómoda sin contrastarla corriendo el riesgo evidente de que no siempre fuera la verdadera.

Como soluciones o protecciones contra esta situación se señalaron algunas posibilidades; por un lado estar atento y distinguir entre simples opiniones y opiniones argumentadas y sobre todo desarrollar la propia formación y la social en la medida de lo posible para tener el discernimiento necesario para combatir el seguidismo.

También argumentaron los periodistas que había decaído la calidad del periodismo brutalmente en los últimos años y que a veces se daba más importancia a la forma que al contenido, llegándose al extremo de decir sonriendo porque así agradaba a la audiencia noticias no siempre agradables por poner un ejemplo.

Sin más y para cerrar este artículo "evidentemente manipulado" invitaros a participar en los próximos debates que realicemos para que salgáis bien informados ....

Así como recordaros que los cassettes de este debate forman parte de los "anales" del IEEE y que están a la disposición de todos aquellos lectores más osados...

# La polémica sobre el modelo de Universidad

Juan Tugores

**J**a reforma de los Planes de Estudio ha tenido la virtualidad de abrir un amplio debate acerca de muchos aspectos del sistema universitario. Con ello se ha demostrado que desde 1983, en que se aprobó la Ley de Reforma Universitaria, han tenido que pasar fases como la aprobación de los Estatutos de las Universidades, la constitución de los Departamentos para esperar a una reforma de las titulaciones, probablemente la «clave de bóveda» de todo el sistema.

En esta última década las modernas teorías del crecimiento económico han formalizado y ratificado una opinión, o al menos intuición, que muchas personas habían sustentado: el papel del capital humano como factor estratégico de desarrollo, de prosperidad o declive de las Naciones. La tarea esencial de la Universidad no necesita mayor demostración. En mi opinión, ésta es una de las razones profundas de la coincidente preocupación por la calidad de la docencia como *output* del sistema universitario, que ha marcado las recientes elecciones de Rector en varias Universidades de nuestro ámbito.

Que las clases se impartían, era algo que se daba por supuesto, por lo que no había que preocuparse especialmente (ni valorarse especialmente) pese a ser el producto más inmediatamente percibido por la sociedad.

JUAN TUGORES es el Decano de la Facultad de Económicas de la Universidad de Barcelona.

Ahora, al menos en las declaraciones, se revaloriza la preocupación docente, la formación del capital humano que incorporan licenciados, diplomados, ingenieros, arquitectos, etc.

Pese a esta perspectiva, han emergido asimismo otros elementos de conflicto. Sigue pendiente el múltiple papel de la educación universitaria: por supuesto, formar profesionales y transmitir cultura, también como mecanismo de movilidad social, pero además históricamente, el acceso a la enseñanza superior ha tenido una función de «screening» o «filtro», en la organización piramidal de la sociedad. El acceso masivo a la Universidad, por definición, tiende a dificultar que desempeñe este último papel.

¿Cuáles han sido las respuestas del sistema?. De diversa índole:

1) Desplazar el filtro al tercer ciclo (al estilo de modelos anglosajones y de algunos otros países europeos).

2) Mantener la «dureza» de modo que acceder a un centro de enseñanza superior fuese escasa garantía de obtener un título superior, originando importantes tasas de abandono o fracaso académico.

3) Crear instituciones de élite con mecanismos de acceso «privados» (selección económica) o presunto prestigio,

junto con unas políticas de *marketing* y presión social, que han configurado un marco de competencia desleal, propiciada en ocasiones por los poderes públicos, con una financiación discriminatoria muy notoria, al extremo de configurar para algunos, «centros privados con fondos públicos».

4) Contar con «lobbies» poderosos capaces de imponer una Directiva comunitaria (medida típicamente proteccionista).

Excepto la primera, ninguna respuesta parece ni eficiente ni sensata,

*"El acceso a la enseñanza superior ha tenido una función de «screening» o «filtro», en la organización piramidal de la sociedad."*

especialmente si no ha sido objeto del debate social necesario, sino que se han ido introduciendo por la vía de los hechos. En particular, la segunda vía mencionada, mantener tasas de fracaso (suspenso o no presentado) muy elevados con la coartada de «no bajar el nivel» evidencia otro problema de concepción: la existencia de tres posibles definiciones de la variable «nivel»:

-Uno, el nivel al que cree que explica el profesor.

-Dos, el nivel que asimila el alumno.

-Tres, el nivel de exigencia en los exámenes.

Debería estar claro que cualquier diferencia entre los tres conceptos de «nivel», es a la vez origen y síntoma de problemas. Por tanto, cualquier pretensión de elevar o mantener «el nivel de la enseñanza» debe ser bienvenido siempre que (y sólo siempre que) se eleven o mantengan simultáneamente esas tres nociones de nivel.

La reforma de los planes de estudio reciente ha sido algo más que una mera sustitución de asignaturas. La reforma de las titulaciones y planes implica unas nuevas «reglas del juego», lo que no siempre ha sido percibido desde un inicio por la comunidad universitaria, sino que está siendo aprehendido por la cruda realidad.

Los objetivos declarados de la reforma era la adecuación de los contenidos a las necesidades de mercado, posibilitar currícula más flexibles y una organización más flexible de la

enseñanza universitaria. No deberían confundirse nada de ello con la artificial y a menudo corporativamente interesada polémica sobre el grado (insuficiente para unos, excesivo para otros) de especialización.

En este esquema, la libre elección de grupo y profesor es la mínima dosis de «mercado» en manos del alumno. De un alumno al que cada día se le exige más (vía por ejemplo de normativas de permanencia). Más allá de coartadas como la masificación, es responsabilidad de las autoridades académicas propiciar el ejercicio de esta libertad, haciendo un «uso creativo del caos». Mi experiencia al respecto es clara:

En centros con elevado número de alumnos, que requieren muchos grupos de las mismas asignaturas, es especialmente viable. Los centros grandes tenemos alguna ventaja que no deben soslayarse con la coartada de una masificación que se apro-

vecha para imponer una organización rígida.

En todos estos procesos surgen elementos de conflicto entre la responsabilidad social, que requiere exigencia para garantizar un uso adecuado de los recursos públicos puestos a disposición de la Universidad, y algunos aspectos de democratización del acceso al servicio público que es la enseñanza superior.

A este y otros respectos, tengo la sensación de que la Universidad funciona bien cuando «pactan» los profesores comprometidos y los alumnos responsables. Y no funciona adecuadamente cuando se imponen entre unos y otros los sectores más atentos a sólo sus «derechos», tradiciones, inercias o temores.

Que las administraciones públicas garantizasen un trato equitativo, que no siempre se percibe en la actualidad, sería de gran ayuda a los sectores más constructivos de ambos estamentos.

# ORDENADORES PERSONALES E IMPRESORAS

# olivetti

# Els ensenyaments sòcio-humanístics dins de les carreres tècniques a la UPC

Climent Nadeu

**L**a formació sòcio-humanística no pot quedar aturada en entrar als estudis d'enginyeria, sinó que ha d'anar acompanyant a la maduració intel·lectual de l'estudiant tècnic. Una raó que podria justificar l'affirmació anterior fóra la d'aconseguir una formació més integral, que procurés evitar la unidimensionalitat del titulat tècnic. Tanmateix, existeix una raó amb més pes encara des del punt de vista de l'interès social. En efecte, els enginyers han d'estar preparats per a la responsabilitat de prendre decisions i, per tant, han de saber valorar les conseqüències socials i ambientals de la realització dels seus projectes. A més, el seu treball es duu a terme -cada cop més- interactuant amb professionals d'altres disciplines. Això demana en l'enginyer aptituds com :

- Pensament obert i crític, d'àmplia perspectiva.
- Coneixement de l'ésser humà i de la societat.
- Capacitat de comunicació.

Aquest tipus d'aptituds poden sortir beneficiades per la presència d'assignatures de caire humanístic i

social en els plans d'estudis de les carreres tècniques. De fet, a la majoria de països avançats ja fa anys que s'han anat introduint matèries sòcio-humanístiques en els estudis tècnics. Per posar només un exemple significatiu, al mític MIT (Cambridge, USA) aquestes s'enduen un 20% dels crèdits.

Contràriament al què succeeix en aquests països, a les escoles d'enginyeria tant catalanes com espanyoles els ensenyaments de tipus sòcio-humanístic han estat pràcticament inexistents. Tradicionalment

s'han reduït gairebé exclusivament a una assignatura de tipus històric, que tan sols era present en algunes titulacions (per exemple, a l'ETSEIB o a l'ETSECCPB). L'ETSIT de Madrid ha estat pionera en aquest sentit, ja que des de l'any 1981 té en el seu pla d'estudis una assignatura anomenada Fonaments i Funció de l'Enginyeria, que comprèn des d'un repàs històric de les tecnologies de la informació i del seu impacte social fins a aspectes molt pragmàtics de la professió d'enginyer.

L'any 1991, el Consell Social de la UPC va dur a terme un debat entorn dels estudis socials i humanístics dins les seves titulacions tècniques. Impulsat per un dels seus membres, Ildefons

Valls, amb participació tant de professors de la pròpia universitat com professors de la UB, va arribar a unes conclusions ben clares en la línia de la potenciació dels estudis sòcio-humanístics dins de la Universitat. Tanmateix, més de dos anys després, ben poca cosa s'ha fet al respecte dins de la UPC. Una iniciativa com aquesta demanaria una voluntat decidida del col·lectiu universitari i dels seus

dirigents, la qual no sembla existir actualment en grau suficient. Malgrat això, els nous plans d'estudis que van sorgir a la UPC van donant entrada a algunes -poques- assignatures de caire social i humanístic. Així

succeeix amb els nous plans de la FIB i de l'ETSETB.

*"Els ensenyaments de tipus sòcio-humanístics han estat inexistentes a les escoles d'enginyeria."*

## 1. POSSIBLE ORGANITZACIÓ DELS ENSENYAMENTS SÒCIO-HUMANÍSTICS A LA UPC

Per tal de facilitar l'exposició, podem classificar les assignatures sòcio-humanístiques en tres apartats :

a) *Sòcio-humanístiques «pures»:* economia, filosofia, història, sociologia, dret, psicologia, literatura, arts, etc.

b) *Instrumentals:* organització d'empreses, idiomes, tècniques d'expressió oral i escrita, legislació, etc.

**CLIMENT NADEU** és professor del departament de Teoria del Senyal i Comunicacions de la UPC. Durant l'etapa d'elaboració del Pla 92 de Telecomunicacions va col·laborar a fer la proposta d'ensenyaments sòcio-humanístics. També va participar en el debat organitzat sobre aquest tema pel Consell Social.

c) *Interdisciplinàries*, a cavall entre la tecno-ciència i les ciències humanístiques i socials. Aquestes matèries interdisciplinàries es podrien classificar esquemàticament en dos grups:

- Història i filosofia de la ciència i de la tecnologia.

Repercussions socials i avaluació de les tecnologies.

Les de tipus a) o *sòcio-humanístiques «pures»* podrien

correspondre perfectament a assignatures ja existents en els plans d'estudi de les altres universitats catalanes i ser impartides per professors d'aquestes universitats. Aquest tipus d'assignatures encaixa perfectament amb l'apartat de lliure elecció dels nous plans. La inclusió d'assignatures d'algunes titulacions de la UB en el catàleg d'assignatures de lliure elecció de la UPC va en aquesta línia, però convindria ampliar l'oferta.

Les de tipus b) o *instrumentals* probablement haurien de ser impartides per la pròpia UPC, ja que s'han d'orientar cap a les necessitats específiques de les titulacions tècniques. Defet, les escoles de la UPC ja ofereixen algunes assignatures d'aquest tipus, encara que de forma molt limitada.

Les de tipus c) o *interdisciplinàries* haurien de ser impartides preferiblement per la pròpia UPC, ja que els seus professors tenen l'avantatge d'estar immersos en el progrés tecnològic. Actualment la UPC disposa d'algunes persones preparades per a aquesta tasca, però són poques i caldria, per tant, la formació de nous professors especialitzats en el tema, o la captació d'especialistes formats a d'altres universitats. No obstant això, seria també molt convenient que almenys una part dels professors d'aquestes matèries fossin professors d'especialitats tècniques que, *sense deixar de treballar dins la seva pròpia especialitat*, vulguessin fer-se càrec d'alguns ensenyaments interdisciplinaris, per tal com aquests

podrien aportar la seva pròpia experiència i així enriquir la interacció entre les dues vessants de la reflexió interdisciplinària.

### "Caldria la formació de nous professors especialitzats en el tema o la captació d'especialistes formats a altres universitats."

Tant les matèries interdisciplinàries com les instrumentals haurien de tenir un cert grau d'obliga-torietat dins els plans d'estudis, donat el seu caràcter de complement necessari de l'ensenyament

purament tècnic, i ser *ofertades majoritàriament a nivell d'universitat* més que d'escola, per tal com són de caràcter comú a totes les titulacions. Tanmateix, s'hauria de contemplar també l'especificitat de cada grup de tecnologies; per exemple, les tecnologies de la informació i les comunicacions tenen una història, unes repercussions socials o una legislació diferents de les altres tecnologies.

Ara bé, com passa amb totes les disciplines presents a la UPC, la tasca docent en les matèries interdisciplinàries hauria d'anar acompanyada d'una activitat de recerca en els mateixos camps. En la realització d'aquesta tasca tant docent com de recerca es podria comptar amb la participació de professors de les altres universitats, sobretot a l'inici, quan més necessari fóra el seu suport. I per dur-la a terme adequadament convindria *crear un ens especialitzat*, tal com s'ha fet en altres països més avançats i tal com es va posar de manifest en l'esmentat debat organitzat pel Consell Social. Un ens amb personal propi, on hi confluïssin professors adscrits a departaments i també hi participessin professors d'altres universitats.

Els apartats següents es centraran en els ensenyaments que hem anomenat interdisciplinaris.

## 2. ALGUNES REFLEXIONS SOBRE LA IMPLANTACIÓ DELS ENSENYAMENTS SÒCIO-HUMANÍSTICS A LA UPC

En el debat del Consell Social es van posar de manifest tant les dificultats amb què topa la implantació d'ensenyaments interdisciplinaris -i, en general, ensenyaments sòcio-humanístics- a la Universitat, com els camins per anar-les superant. A continuació es descriuen quines són les principals dificultats.

1. Als coneixements de caire tècnic se'ls hi veu una utilitat clara i immediata. I fins i tot als coneixements humanístics o socials de caire instrumental, com per exemple les tècniques d'expressió oral i escrita, o les lleis que regulen l'exercici de la professió. En canvi, la importància del coneixement de la història i de l'impacte social de la tecnologia, o la importància de la capacitat de reflexió ètica, no resulta tan evident per a qui no està ja sensibilitzat per les mútues implicacions entre ciència, tecnologia i societat, i per la responsabilitat personal que comporten. Existeix la creença molt estesa de què només serveixen per incrementar la «cultura general» de la persona, *ignorant-se l'aspecte social* que presenta la formació d'enginyers amb una capacitat més àmplia i integral.

2. La introducció de crèdits de tipus no-tècnic en els plans d'estudis implica una reducció dels crèdits de tipus tècnic. I qui diu crèdits diu recursos. Si no fós per això possiblement no s'offeririen resistències per part de l'estament docent.

3. Existeix la concepció, ancorada en experiències passades, que les assignatures que no són tècniques han de ser *forçosament «maries»*.

La superació d'aquestes dificultats demana, entre altres coses:

**1.** La posada en marxa d'un programa per motivar i sensibilitzar els professors i estudiants de la UPC.

**2.** Una voluntat decidida per part dels òrgans directius de la nostra Universitat per emprendre un camí en aquesta línia, dedicant-hi gradualment els recursos necessaris.

**3.** La implantació d'assignatures sòcio-humanístiques amb un grau de valòr acadèmica similar al de les assignatures tècniques, en les que no es considerin únicament els aspectes teòrics del coneixement, sinó on hi hagi també classes d'aplicació (amb plantejament de problemes reals) i classes pràctiques (on es fessin, per exemple, treballs de camp).

### **3. REGULACIÓ DELS ENSENYAMENTS SÒCIO-HUMANÍSTICS INTERDISCIPLINARIS EN EL PLA 92 DE L'ETSETB**

L'experiència de l'ETSETB en l'elaboració d'un nou pla d'estudis pot servir d'exemple per constatar les dificultats per introduir matèries que no són estrictament tècniques en els ensenyaments d'enginyeria. Concretament, ens fixarem en les

matèries que hem anomenat interdisciplinàries. De fet, aquest tema va ser molt poc tractat per la comissió encarregada de fer el nou pla, i apareix migradament en el redactat final del Pla 92, tant en termes de crèdits com d'assignatures.

En el document final del Pla 92 s'especifica que l'estudiant

que vulgui obtenir la titulació d'Enginyeria de Telecomunicació en qualsevol de les seves especialitats ha de cursar un mínim de 12 crèdits (6 crèdits en la

*"Existeix la voluntat d'anar ampliant l'oferta i l'obligatorietat d'aquests tipus d'ensenyaments."*

Electrònica), en matèries de caire sòcio-humanístic que tinguin com a objecte la ciència i la tecnologia (història i filosofia de la ciència i la tecnologia, repercussions socials i ambientals de les tecnologies, ètica i responsabilitat professional de l'enginyer, etc.). Aquests crèdits es poden obtenir cursant assignatures de lliure elecció o assignatures que ofereixi la pròpia Escola.

*"Les assignatures que no són tècniques no són forçosament maries."*

L'Escola està impartint ja una assignatura de 1,5 crèdits durant el primer quadrimestre anomenada *L'En-ginyeria de Telecomunicació: Fonaments i Funcions*, que vol orientar l'estudiant novell en l'àmbit temàtic de la titulació i en la funció social de l'enginyer. Amés, es proposa oferir en el futur una assignatura optativa de 6 crèdits anomenada *Tecnologies de la Informació i Societat*, amb un plantejament globalitzador, i enfocada cap al tipus de tecnologies que són pròpies dels seus ensenyaments. Tanmateix, existeix el problema de trobar els professors per impartir-la, ja que en l'actual plantilla de professors assignats a l'Escola no sembla haver-hi cap professor amb la preparació adequada, i la Universitat no pensa dedicar de moment els recursos necessaris per contractar personal nou.

El document diu també que les propostes anteriors es consideren únicament com un punt de partida per posar en marxa ensenyaments sòcio-

humanístics dins de les titulacions pròpies de l'ETSETB que existeix la voluntat d'anar a m pli a n t l'oferta i l'obligatorietat d'aquest tipus

d'ensenyaments a mesura que la UPC disposi de més recursos per a impartir-los.

*"Mai no penso en el futur. Ja arriba prou aviat."*

Albert Einstein (1879-1955)

Físic alemany nacionalitzat americà.

*"Per a la majoria del homes, l'experiència és com les llums de popa d'un vaixell, que il·luminen només el camí que queda darrera."*

Thomas Alva Edison (1847-1913)

Inventor americà.

# Alumnos de teleco y expectativas de carrera profesional

Santiago Lorente

**E**n las líneas que siguen se va a hacer un análisis empírico de lo que son las **expectativas de carrera profesional**, basado en una encuesta a un grupo de alumnos de 5º curso de la carrera de Teleco de Madrid matriculados en Sociología. La toma de datos se hizo en febrero de 1994, y los resultados que aquí se presentan son completamente inéditos, por lo que constituyen una primicia para BURAN.

## LA MUESTRA DEL ESTUDIO

Antes de nada, dos palabras sobre la muestra. En sentido estricto, y hablando con criterios absolutamente técnicos de teoría de la probabilidad y de las muestras, la muestra estadística usada para este estudio es sólo *representativa de sí misma*, es decir, ni siquiera es una muestra, ya que constituye un censo de aquellos alumnos que vinieron a clase de Sociología el día de la toma de datos. Es más, la encuesta responde primordialmente a un ejercicio práctico de esta asignatura. Pero si se usa un criterio algo más laxo, y debido a la magnitud de la muestra (196 casos), que se acerca de forma importante al universo de los alumnos matriculados en 5º (407), cabe decir que la muestra podría ser razonablemente representativa de los alumnos de 5º, con un ±5.1% de

margen de error (en el caso más desfavorable de una varianza máxima).

## BREVES NOCIONES TEÓRICAS SOBRE EL EJERCICIO PROFESIONAL

Hablemos ahora de carrera profesional. El ejercicio profesional tiene un *perfil* que se puede analizar en términos de la *función* desempeñada, el *área* en que se desempeña la función, y el *nivel de decisión* en el trabajo. El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) viene aplicando este criterio en todas las encuestas que hace cada cuatro años, y que la última se hizo hace dos. Por tanto, en este estudio, vamos a analizar las respuestas de los alumnos a lo que presumen que va a ser su perfil profesional, y lo podremos comparar con los ingenieros en activo, eso sí, con datos de hace dos años (pues no hay más recientes).

A su vez, la función, el área, y el nivel de decisión los vamos a analizar en dos tiempos. El primero, en los cinco primeros años de ejercicio profesional, y el segundo, en cuanto a *ideal* de la carrera profesional. No se trata solamente de dos momentos temporales distintos, sino cualitativamente distintos. Así, pues, el primer momento tiene, además, un carácter netamente realista: lo que los

alumnos **esperan** que les va a caer en los primeros años de ejercicio profesional, mientras que el segundo tiempo tiene un carácter, como se ha dicho, idealista, esto es, lo que los alumnos **anhelan** como objetivo ideal de su vida profesional.

## LA FUNCIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL

En el cuadro nº 1 se pueden observar las funciones que los alumnos creen que van a tener en los dos momentos que se les pedía sobre las expectativas de la función a realizar

Se puede decir que las funciones de I+D y de Diseño y Proyectos ocupan casi la totalidad (tres cuartas partes, para ser más exactos) de las funciones esperadas al principio de la vida profesional, y sólo algunas actividades son residualmente

*"...la mitad de los alumnos aspira [a la función de alta dirección] pero sólo la tiene una décima parte de los ingenieros en activo."*

esperadas por los alumnos: es el caso de la enseñanza, con un 7.7 %, y la Gestión y Administración, con un 6.7%. Lo demás carece de interés estadístico.

Otro mundo es el ideal del ejercicio profesional. La función de I+D baja a un tercio, la de Diseño y Proyectos baja a la mitad, se mantienen todas las demás, pero ¡oh sorpresa!, la función de alta dirección sube de un 1.0% nada menos que a un 46.9%.

SANTIAGO LORENTE es profesor y director del gabinete de estudios y documentación (GED) de la ETSI de Telecomunicación de Madrid.

**Cuadro nº 1**  
**EXPECTATIVAS DE FUNCIÓN A REALIZAR**

FUNCIONES	5 PRIMEROS AÑOS	IDEAL DE LA VIDA PROFESIONAL
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	30,9	12,4
DISEÑO Y PRODUCTOS	43,1	21,1
PRODUCCIÓN	3,1	1,5
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	4,1	0,5
VENTAS Y APLICACIONES	4,1	1,5
GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	6,7	7,7
ALTA DIRECCIÓN	1,0	46,9
ENSEÑANZA	7,7	8,2
TOTAL	100,0	100,0

Fuente: Santiago Lorente, Encuesta a alumnos de 5º, ETSITM, febrero 1994

**Cuadro nº 2**  
**EXPECTATIVAS DE ÁREA TECNOLÓGICA**

ÁREA TECNOLÓGICA	5 PRIMEROS AÑOS	IDEAL DE LA VIDA PROFESIONAL
PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE SERVICIOS	26,2	38,2
RADIOCOMUNICACIONES	21,0	18,3
INGENIERÍA TELEMÁTICA	20,0	15,2
INGENIERÍA DEL SOFTWARE	9,2	7,9
ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA DE ORDENADORES	3,1	3,7
CONTROL DE SISTEMAS Y PROCESOS Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	9,2	7,9
DISEÑO DE CIRCUITOS Y SUBSISTEMAS ELECTRÓNICOS, INCLUIDOS MICROPROCESADORES	8,2	7,3
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA BÁSICA	3,1	1,6
TOTAL	100,0	100,0

Fuente: Santiago Lorente, Encuesta a alumnos de 5º, ETSITM, febrero 1994

Este cuadro compara bloque a bloque, esto es, el conjunto de los resultados en el primer momento, y el conjunto de los mismos en el segundo momento. Pero lo interesante es comparar individuo a individuo, alumno a alumno, para ver dónde y cómo se dan los cambios.

Haciendo el análisis antedicho, resulta que sólo se mantienen en la misma función en los dos momentos considerados, el 20.6% de los encuestados, y cambian de función el 79.4%. De entre los que se mantienen, la mitad son de la función de Diseño y Proyectos. Los principales

cambios son: de Diseño y Proyectos a Alta Dirección (18.6%), de I+D a Alta Dirección (11.9%), de I+D a Diseño y Proyectos (8.2%), de Diseño y Proyectos a Gestión y Administración (6.2%) y de I+D a Enseñanza (4.1%). Como se ve, se va a una creciente terciarización de las funciones ingenieriles.

### EL ÁREA TECNOLÓGICA DEL PERFIL PROFESIONAL

En el cuadro nº 2 se puede ver, también comparando en los dos momentos -principio de la vida profesional e ideal de la misma- el área tecnológica en que los alumnos esperan y desean estar.

En el momento realista sobresalen, en primer lugar, el área de la Planificación y Organización de servicios, con una cuarta parte de las contestaciones (Ingeniería de Software, Control de Sistemas y Diseño de Circuitos). Lo demás es bastante

*"Es evidente que el ideal de los alumnos está muy por encima de las posibilidades, al menos de momento."*

---

residual. Pero si vamos a comparar esto con el ideal de área forjada por los alumnos, vemos en seguida que la Planificación y Organización de Servicios no es sólo el área más deseada, sino que sube 12 puntos porcentuales respecto al momento realista, mientras que el resto de las áreas desciden ligeramente en favor de la primera área. No hay, pues, grandes cambios entre los dos momentos solicitados, pero sí se observa un crecimiento porcentual más que razonable del área de Planificación y Organización de Servicios como ideal de los alumnos.

Aquí también se puede hacer el análisis alumno a alumno, en vez de

bloque a bloque. Así, afirman quererse mantener en la misma área el 67.8% de los alumnos (sobre todo de Planificación y Organización de Servicios a lo mismo, y de Radiocomunicaciones a Radiocomunicaciones), y prefieren cambiar de área el 32.1%. ¿De cuál a cuál? No hay grandes movimientos unitarios, sino que todo está bastante disperso. Sólo dos cambios se observan de cierto interés: de Radiocomunicaciones a Planificación y Organización de Servicios (5.2%) y de Ingeniería Telemática a la mencionada Planificación y Organización de Servicios (4.7%).

## EL NIVEL DE DECISIÓN EN EL EJERCICIO PROFESIONAL

Resta, para acabar de analizar el Perfil Profesional, ver cuál es el nivel de decisión que los alumnos esperan tener en los primeros años, y cuál es el deseado. El contraste es también sumamente interesante y se puede ver en el Cuadro nº 3.

Casi el 90% de los encuestados, alumnos de 5º, estima que en sus

*"[los alumnos] aspiran ... a niveles de decisión de carácter más político y menos técnico."*

primeros cinco años de carrera profesional les espera un nivel técnico de decisión, y una décima parte cree que será un nivel económico-administrativo. Prácticamente nadie (3.1%) cree que gozará de un nivel político. Sin embargo, los datos se trastocan casi de forma inversamente proporcional. Como ideal, tres de cada diez aún prefieren el nivel técnico, casi una veintena el nivel económico-administrativo, y más de la mitad el nivel político. Se da, pues, un auténtico temblor en cuanto a las expectativas del nivel de decisión.

Igual que se hizo en el caso de las funciones y de las áreas, aquí también se puede hacer el análisis personalizado, y no en bloque. Así, no desea cambiar de nivel el 32.3% (la mayoría son los que desean el nivel técnico siempre). Los principales cambios son dos: del nivel técnico al político (46.6%) y del nivel técnico al económico-administrativo (15.9%).

## COMPARACIÓN CON LOS INGENIEROS EN ACTIVO

A continuación, y para acabar, vamos a hacer una comparación del perfil **ideal**, esto es, el del segundo tiempo, con el de los ingenieros en

activo, sacado del PESIT3, realizado hace unos años por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación [1]. El cuadro nº 4 presenta la comparación del primer aspecto del perfil profesional, esto es, las **funciones**.

Los datos son interesantes porque revelan entre las expectativas profesionales ideales de los alumnos y lo que es realmente el mercado de trabajo (ahora, al menos). Los alumnos esperan en menor número estar en las funciones de I+D, Diseño y Proyectos, Operación y Mantenimiento y, sobre todo, en Gestión y Administración, donde la diferencia es nada menos que de casi 14 puntos porcen-

**Cuadro nº3**  
Expectativas de Nivel de Decisión

NIVEL DE DECISIÓN	5 PRIMEROS AÑOS	IDEAL DE LA VIDA PROFESIONAL
NIVEL TÉCNICO (Decisiones orientadas al producto, elaboración y prestación de servicios concretos)	87,2	29,7
NIVEL ECONÓMICO-ADMINISTRATIVO (Gestión de personal, económico, y tareas administrativas)	9,7	16,9
NIVEL POLÍTICO (Grandes decisiones y líneas de acción de la empresa)	3,1	53,3
TOTAL	100	100

Fuente: Santiago Lorente, Encuesta a alumnos de 5º, ETSIM, febrero 1994

**Cuadro nº4**  
Comparación de funciones profesionales entre los ingenieros en activo y las ideales de los alumnos de 5º

FUNCIÓN	INGENIEROS EN ACTIVO	IDEAL DE LA VIDA PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS DE 5º
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	18,1	12,4
DISEÑO Y PROYECTOS	29,4	21,1
PRODUCCIÓN	3,4	1,5
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	6,0	0,5
VENTAS Y APLICACIONES	7,2	1,5
GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	21,4	7,7
ALTA DIRECCIÓN	10,0	46,9
ENSEÑANZA	4,7	8,2
TOTAL	100,0	100,0

Fuente: Santiago Lorente, Encuesta a alumnos de 5º, ETSIM, febrero 1994, y Encuesta Sociológica a los Ingenieros de Telecomunicaciones, CIOT, 1991.

Nota: los porcentajes relativos a los Ingenieros no coinciden exactamente con los de la encuesta de ellos, porque se ha eliminado la categoría "otras", y se han recalculado los porcentajes para que sumen 100%, con objeto de hacer comparables ambos conjuntos.

tuales. Sin embargo, la mayor diferencia radica en la función de alta dirección, a la que casi la mitad de los alumnos aspira, pero sólo la tiene una décima parte de los ingenieros en activo.

En cuanto al **área profesional**, las diferencias son menores, pero algunas son de interés resaltar (ver cuadro nº 5).

Aquí las cosas son más parecidas, por lo que se advierte una mayor sintonía de los alumnos con la realidad del mercado profesional. Sin embargo hay que reseñar que más alumnos, porcentualmente hablando, aspiran a dos áreas técnicas, como son Radiocomunicaciones e Ingeniería, que son la Planificación y Organización de Servicios.

*"...la profesión de telecomunicación, además de ser fundamentalmente asalariada y no libre, se está terciarizando..."*

---

Finalmente hay que comparar los **niveles de decisión** entre los ingenieros en activo y el ideal de los alumnos de 5º. El cuadro nº 6 muestra tal contraste:

Aquí sí que las diferencias entre la realidad e ideal, entre los ingenieros en activo y las expectativas de los alumnos, son abismales. No existe prácticamente diferencia porcentual para el nivel intermedio (económico-administrativo), pero está claro que los alumnos aspiran, en mucho mayor número a adquirir un nivel político de decisión, y menos a un nivel técnico. Las diferencias son de aproximadamente ¡cuarenta puntos porcentuales!. Es evidente que el ideal de los alumnos está muy por encima

Cuadro nº5

#### Comparación de las áreas tecnológicas de los Ingenieros en activo y las ideales de los alumnos de 5º

ÁREA TECNOLÓGICA	INGENIEROS EN ACTIVO	IDEAL DE LA VIDA PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS DE 5º
PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE SERVICIOS	48,9	38,2
RADIOCOMUNICACIONES	10,4	18,3
INGENIERÍA TELEMÁTICA	8,1	15,2
INGENIERÍA DEL SOFTWARE	6,6	7,9
ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA DE ORDENADORES	3,6	3,7
CONTROL DE SISTEMAS Y PROCESOS Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	8,7	7,9
DISEÑO DE CIRCUITOS Y SUBSISTEMAS ELECTRÓNICOS, INCLUIDOS MICROPROCESADORES	10,7	7,3
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA BÁSICA	2,5	1,6
TOTAL	100,0	100,0

Fuente: Santiago Lorente, Encuesta a alumnos de 5º, ETSIM, febrero 1994, y Encuesta Sociológica a los Ingenieros de Telecomunicación, COIT, 1991.

Nota: los porcentajes relativos a los ingenieros no coinciden exactamente con los de la encuesta a ellos, porque se ha eliminado la categoría "otras", y se han recalculado los porcentajes para que sumen 100%, con objeto de hacer comparables ambos conjuntos

Cuadro nº6

#### Comparación de los niveles de decisión entre los ingenieros en activo y el ideal de los alumnos de 5º

NIVEL DE DECISIÓN	INGENIEROS EN ACTIVO	IDEAL DE LA VIDA PROFESIONAL EN LOS ALUMNOS DE 5º
NIVEL TÉCNICO (Decisiones orientadas al producto, elaboración y prestación de servicios concretos)	71,1	29,7
NIVEL ECONÓMICO-ADMINISTRATIVO (Gestión de personal, económico, y tareas administrativas)	15,2	16,9
NIVEL POLÍTICO (Grandes decisiones y líneas de acción de la empresa)	13,8	53,3
TOTAL	100,0	100,0

Fuente: Santiago Lorente, Encuesta a alumnos de 5º, ETSIM, febrero 1994, y Encuesta Sociológica a los Ingenieros de Telecomunicación, COIT, 1991.

de las posibilidades, al menos de momento.

#### RESUMEN Y CONCLUSIONES

El estudio ha abordado en primer lugar las expectativas de los alumnos

de 5º de la ETSIT de Madrid, en dos momentos: en el realista de los 5 primeros años de carrera profesional, y en el ideal de la vida como ingeniero de Teleco. En segundo lugar, ha comparado las expectativas ideales de los

alumnos con la realidad de los ingenieros en ejercicio.

En cuanto a lo primero, los alumnos aspiran con el tiempo a funciones de alta dirección, y menos de I+D y de Diseño y Proyectos; aspiran a áreas más relacionadas con Planificación y Organización de Servicios, y a niveles de decisión de carácter más político y menos técnico. Las diferencias son grandes en las funciones, ligeras en las áreas, y enormes en los niveles de decisión.

En cuanto a lo segundo, los alumnos aspiran a funciones de alta dirección en mayor número que los ingenieros en activo, y a funciones de Gestión y Administración en menor número que sus antecesores; en cuanto a áreas, los alumnos aspiran en mayor nú-

mero a áreas técnicas (radiocomunicaciones e ingeniería telemática), y en menor número a la Planificación y Organización de Servicios. En cuanto a niveles de decisión, los alumnos aspiran a niveles de decisión política en mucho mayor número que los ingenieros en activo, y al contrario en relación con los niveles de decisión técnica. Aquí también, las diferencias son variadas: son grandes en materia de funciones, sólo ligeras en cuestión de áreas, y enormes en relación con los niveles de decisión.

Sí así son las cosas, especialmente en cuanto a la realidad de los ingenieros en activo, es cierto que la profesión de telecomunicación, además de ser fundamentalmente asalariada y

no libre, se está **terciarizando**, esto es, cada vez más profesionales se dedican a los servicios de la ingeniería (gestión, administración, planificación, organización). Los alumnos lo intuyen, pero lo aspiran excesivamente. Es evidente que no todos van a poder lograr los ideales que muestran en la encuesta. Y es evidente, también, -como primer corolario- que los planes de estudio y la formación que les damos debería insistir más en los aspectos terciarios mencionados de la profesión. Las Escuelas también nos debemos a la profesión. ¿O no?

## REFERENCIAS

[1] S. LORENTE, "Informe Sociológico sobre el Ingeniero de Telecomunicación en 1991", BIT, nº74, enero-febrero, pp 37-60

### Mi pasión: ❤

Las señales bioeléctricas tienen su origen en los tejidos musculares y glandulares del cuerpo, formados por millones de células. Cada una de estas células está formada por un núcleo, al que rodea un compuesto acuoso formado por cationes de sodio y potasio, y aniones de cloro, y otros elementos orgánicos, al que se conoce por citoplasma. Una membrana semipermeable que encierra al citoplasma, individualiza a cada una de las células.

El medio que envuelve a las células, también está formado por los mismos cationes y aniones, pero en diferentes concentraciones. Esto provoca un trasbase de iones de una parte a otra de la membrana.

Este trasbase da lugar a un campo eléctrico en sentido contrario, y que, por supuesto, tiene asociado un cierto potencial.

Si en un momento dado, el potencial se modifica porque la célula recibe un estímulo por encima de su umbral de excitación, se da un cambio brusco en la polaridad del potencial, despolarización, que llega a hacerse ligeramente positivo, para al cabo de cierto tiempo, volver al estado de reposo. En esto consiste la estimulación externa.

La estimulación externa se realiza mediante un microelectrodo que se pincha en el interior y en el exterior de la célula, se inyecta entonces, un impulso de corriente de una cierta amplitud y duración, que da lugar a la forma de onda llamada Potencial de acción. Obtendremos una forma concreta para cada órgano, dando lugar a los conocidos: electroencefalogramas, electromiogramas, electrocardiogramas, etc.

Los electrodos son conductores eléctricos a través de los cuales, puede entrar o salir una corriente de un medio.

En estos principios se basa la Bioingeniería, ciencia que aplica las técnicas y las ideas de la ingeniería a la biología.

Pero, puesto que "las ciencias adelantan que es una barbaridad", la bioingeniería aún va más allá, realizando medidas de señales "vivas" a distancia, mediante ondas de radio. Hablamos de la Biotelemedicina, que estudia cómo conseguir que una vez registrada la señal bioeléctrica, sea transmitida mediante una antena hasta el punto receptor.

La Biotelemedicina tiene numerosas aplicaciones que pueden ir desde seguimientos de la actividad interna de un atleta durante su entrenamiento, hasta estudios sobre los movimientos migratorios de aves, comportamientos animales como osos polares, elefantes, e incluso ratas de cloaca.

Como anécdota, quisiera comentar un proyecto final de carrera de esta escuela que consistió en realizar un dispositivo que averiguara la cantidad de alimento ingerido por las vacas y que en función de esta cantidad, activara otro sistema que diera más o menos comida a estos animales.

Con este artículo he pretendido transmitir mi pasión por esta asignatura optativa. A los que ya la curséis, no creo que os haya aportado mucho, y a los demás os animo a que leáis algún artículo más serio en esta línea. De verdad, es fascinante. **Francisca Iniesta.**

alumnos con la realidad de los ingenieros en ejercicio.

En cuanto a lo primero, los alumnos aspiran con el tiempo a funciones de alta dirección, y menos de I+D y de Diseño y Proyectos; aspiran a áreas más relacionadas con Planificación y Organización de Servicios, y a niveles de decisión de carácter más político y menos técnico. Las diferencias son grandes en las funciones, ligeras en las áreas, y enormes en los niveles de decisión.

En cuanto a lo segundo, los alumnos aspiran a funciones de alta dirección en mayor número que los ingenieros en activo, y a funciones de Gestión y Administración en menor número que sus antecesores; en cuanto a áreas, los alumnos aspiran en mayor nú-

mero a áreas técnicas (radiocomunicaciones e ingeniería telemática), y en menor número a la Planificación y Organización de Servicios. En cuanto a niveles de decisión, los alumnos aspiran a niveles de decisión política en mucho mayor número que los ingenieros en activo, y al contrario en relación con los niveles de decisión técnica. Aquí también, las diferencias son variadas: son grandes en materia de funciones, sólo ligeras en cuestión de áreas, y enormes en relación con los niveles de decisión.

Sí así son las cosas, especialmente en cuanto a la realidad de los ingenieros en activo, es cierto que la profesión de telecomunicación, además de ser fundamentalmente asalariada y

no libre, se está **terciarizando**, esto es, cada vez más profesionales se dedican a los servicios de la ingeniería (gestión, administración, planificación, organización). Los alumnos lo intuyen, pero lo aspiran excesivamente. Es evidente que no todos van a poder lograr los ideales que muestran en la encuesta. Y es evidente, también, -como primer corolario- que los planes de estudio y la formación que les damos debería insistir más en los aspectos terciarios mencionados de la profesión. Las Escuelas también nos debemos a la profesión. ¿O no?

## REFERENCIAS

[1] S. LORENTE, "Informe Sociológico sobre el Ingeniero de Telecomunicación en 1991", BIT, nº74, enero-febrero, pp 37-60

### Mi pasión: ❤

Las señales bioeléctricas tienen su origen en los tejidos musculares y glandulares del cuerpo, formados por millones de células. Cada una de estas células está formada por un núcleo, al que rodea un compuesto acuoso formado por cationes de sodio y potasio, y aniones de cloro, y otros elementos orgánicos, al que se conoce por citoplasma. Una membrana semipermeable que encierra al citoplasma, individualiza a cada una de las células.

El medio que envuelve a las células, también está formado por los mismos cationes y aniones, pero en diferentes concentraciones. Esto provoca un trasbase de iones de una parte a otra de la membrana.

Este trasbase da lugar a un campo eléctrico en sentido contrario, y que, por supuesto, tiene asociado un cierto potencial.

Si en un momento dado, el potencial se modifica porque la célula recibe un estímulo por encima de su umbral de excitación, se da un cambio brusco en la polaridad del potencial, despolarización, que llega a hacerse ligeramente positivo, para al cabo de cierto tiempo, volver al estado de reposo. En esto consiste la estimulación externa.

La estimulación externa se realiza mediante un microelectrodo que se pincha en el interior y en el exterior de la célula, se inyecta entonces, un impulso de corriente de una cierta amplitud y duración, que da lugar a la forma de onda llamada Potencial de acción. Obtendremos una forma concreta para cada órgano, dando lugar a los conocidos: electroencefalogramas, electromiogramas, electrocardiogramas, etc.

Los electrodos son conductores eléctricos a través de los cuales, puede entrar o salir una corriente de un medio.

En estos principios se basa la Bioingeniería, ciencia que aplica las técnicas y las ideas de la ingeniería a la biología.

Pero, puesto que "las ciencias adelantan que es una barbaridad", la bioingeniería aún va más allá, realizando medidas de señales "vivas" a distancia, mediante ondas de radio. Hablamos de la Biotelemedicina, que estudia cómo conseguir que una vez registrada la señal bioeléctrica, sea transmitida mediante una antena hasta el punto receptor.

La Biotelemedicina tiene numerosas aplicaciones que pueden ir desde seguimientos de la actividad interna de un atleta durante su entrenamiento, hasta estudios sobre los movimientos migratorios de aves, comportamientos animales como osos polares, elefantes, e incluso ratas de cloaca.

Como anécdota, quisiera comentar un proyecto final de carrera de esta escuela que consistió en realizar un dispositivo que averiguara la cantidad de alimento ingerido por las vacas y que en función de esta cantidad, activara otro sistema que diera más o menos comida a estos animales.

Con este artículo he pretendido transmitir mi pasión por esta asignatura optativa. A los que ya la curséis, no creo que os haya aportado mucho, y a los demás os animo a que leáis algún artículo más serio en esta línea. De verdad, es fascinante. **Francisca Iniesta.**

# La Universidad

Victor M. Pérez



odos en algún momento de nuestra estancia en la Universidad -en la condición que se deseé- nos hemos preguntado cuáles es la finalidad de ésta, en qué basa su funcionamiento y si éste es correcto o no. En un momento de cambios como al que asistimos, nos preguntamos si estos cambios darán una dinámica distinta a la Universidad. Hablo de Universidad, pues el término escuela o facultad se encuentra ya fuera de lugar en la nueva ordenación. Seremos titulados en la U.P.C. en unas determinadas áreas. Esto puede ser bueno, o caer en el descontrol. Si no existen las escuelas, ¿cuál será el órgano que se preocupe de que las carreras, que sí seguirán existiendo, tengan un temario conexo y con lógica, y no se conviertan en una suma de asignaturas, cada cual con su propia orientación?

Esto se verá más adelante, pero el tema que me gustaría tratar es más radical, más de raíz: cuál es el papel de la Universidad, y cuáles son los papeles que han de asumir los distintos personajes del reparto: profesores, rectores y estudiantes.

*"¿Cuáles son los papeles que han de asumir los distintos personajes del reparto: profesores, rectores y estudiantes?"*

Cuando hablamos de la Universidad tenemos que tratar primero distintos tópicos. El primero de ellos es la escasez crónica de medios. El presupuesto de la U.P.C. es de 17.733.096.000 ptas., y en ella hay inscritos un total de 27.151 estudiantes (sin contabilizar los centros adjuntos), lo que hace un total de 653.128 ptas.. por estudiante. En crecimiento desde 1.987 a 1.993, la subven-

ción por alumno subió en un 42,95% (según ptas. de 1.987, con un 0,701 de ponderación sobre el I.P.C.), mientras que el alza en el número de alumnos fue de 33,95%. Aunque la situación haya mejorado en unos diez puntos, no significa un sensible cambio, pero tampoco indica que en 1.987 se daba poca financiación. Seguramente la U.P.C. tiene un bajo presupuesto, comparativamente con otras universidades de ámbito europeo, pero aún así se pueden hacer muchas cosas con ese dinero, y sobre todo si se gestiona bien.

Medios los hay, pero sólo rendirán si se orientan adecuadamente, y cada error de cálculo, o mal enfoque que se haga de él, suponen unas

pérdidas irreparables. Por ello se precisa de una línea de actuación concreta, bien definida y con unos objetivos claros.

El segundo tópico es la investigación. Esto se relaciona con lo dicho anteriormente en las posturas investigación-docencia. Los dos términos no han de ser excluyentes, pero sí ha de estar claro cuál es el preferencial. Tomando la anterior cifra del presupuesto que toca a cada estudiante, y el promedio que gasta la U.P.C. en cada alumno al año, tenemos que un 90,89% del presupuesto se dedica a financiar los estudios, quedando un apenas 10% para el resto de actividades. Al margen de los presupuestos paralelos de departamentos e institutos, es claro donde va el dinero: a la docencia. Y contradictoriamente es el aspecto menos cuidado, por debajo de la investigación y por supuesto de la imagen corporativa de la institución.

Y de aquí vamos al tercer tópico, la calidad de enseñanza. ¿Cómo parametrizamos esta intangible cualidad, que cualquier institución docente que se precie debe de considerar muy detenidamente? Creo que todos nos pondríamos de acuerdo en que se mediría en el producto final, en el

recién licenciado, y no en su perímetro craneal, sino en su capacidad como profesional. Obtenner buenos profesionales.

*"Medios los hay, pero sólo rendirán si se orientan adecuadamente."*

Somericamente hemos planeado por el problema, y nos hemos quedado en la conclusión. A partir de aquí vienen los verdaderos quebraderos de cabeza. Para responder a la pregunta: "¿cómo obtener buenos profesionales?", hay que analizar cuáles son los

VICTOR M. PÉREZ CRUZ es actualmente proyectista en el departamento de TSC de la UPC y miembro de la Branca d'Estudiants de l'IEEE de Barcelona.

estudios que se desean impartir. En este punto me es necesario introducir una nueva palabra clave: Tecnología. Profesionales en la Tecnología.

Enseñar Ciencia o enseñar Tecnología, no son muy dispares entre sí. Pero las formas y métodos sí lo son. No es mi objetivo indicar cuáles son. Hay personas más capacitadas que yo, pero quizás alguien coincida conmigo que es una de las asignaturas pendientes de esta Universidad Politécnica.

#### COROLARIO:

Llegados a este punto, en donde de forma rápida hemos descrito un nuevo marco donde plantearnos la Universidad, podemos retornar a discutir los tópicos.

Empecemos por el segundo. Aquellos que aún continúan la lectura, quizás crean que desestimo la labor de investigación en la Universidad. Matizaré mi postura. ¿Qué es investigar? Si es satisfacer un ansia personal, se encuentra fuera de la financiación pública. Si es una cuestión de imagen, no nos la podemos permitir. Pero si ésta revierte en el beneficio público, se encuentra dentro de la financiación pública y por relación, dentro de la Universidad. Y, ¿cómo entendemos ese beneficio dentro de una Universidad Politécnica? Recuperemos el término Tecnología, y podríamos decir que el beneficio es el aumento de la tecnología aplicada en el país, y eso sólo lo traduce un Producto en Venta al Público. Quizás es poco romántico, pero es nuestro trabajo realizar Productos de Venta al Público. Por eso mi opinión es que la investigación en nuestro campo la hacen las empresas ( IBM con 30.000 ingenieros o ATT con 25.000 ). ¿Cuál es el valor de la investigación en la Universidad? Es el aliciente, la motivación. Y no del profesorado, sino de los

estudiantes, que pueden tomar contacto con lo que harán fuera; o por lo menos, los más afortunados. La investigación como instrumento pedagógico.

Y de aquí al primer tópico. Sin la necesidad de realizar proyectos de envergadura en investigación, vemos que no es necesaria una gran cantidad de medios para hacer una buena Universidad.

#### CONCLUSIÓN:

*"...la investigación  
en nuestro campo  
la hacen las  
empresas."*

Lo que intento demostrar es que la Universidad tal y como la conocemos actualmente necesita cambios y estos cambios se podrán dar por deseo o por necesidad. Por deseo a través de la reflexión y de la discusión, una solución consensuada y razonada para los problemas. Y la otra es por necesidad, y

ésta tendrá lugar, tiene lugar ahora, cuando los recién licenciados pasan 1 año o 2 buscando trabajo y se preguntan si tanto tiempo y esfuerzo se ven entonces recompensados, porque todos los sacrificios se ven medidos por el premio que se consigue.

#### POSTDATA:

Sé que muchas cosas han quedado en el tintero. Es una simple visión de un problema complejo. Pero para resolver un problema hay que reducirlo primero a dimensiones manejables. Detrás quedan problemas graves, ¿quién hará el I+D, si las empresas de este país no lo hacen?, ¿cómo cambiar los planes de estudio?, ¿cómo valorar esos cambios?, ¿cómo integrar a la Empresa dentro de la Universidad? - la UPC declara ingresar 27 millones de ptas. por acuerdos con la empresa privada, un 0,15% del presupuesto total -. Por ello invito a presentar soluciones, propuestas o simples reflexiones a estos problemas. Así, entre todos, podremos ir mejorando poco a poco nuestra Universidad.

#### DATOS

\*En la U.P.C. se imparten:

46 cursos de doctorado, 37 Masters, 22 cursos de postgrado, 44 programas de postgrado.

\*Somos: 3.033 Estudiantes de Telecos, 3.381 Estudiantes de Informática.

\*Lo que supone: 18% de Telecos, 18% de Informáticos, siendo los de porcentaje más elevado un 21% de Industriales (Barcelona).

Duración media: (sin PFC) telecos (6,35), informática (6,54) e industriales (7,30).

\*Profesores:

Telecos: 207 ( 178 Tiempo Completo-29 Tiempo Parcial ). Promediando los prof. de tiempo parcial sobre un 0,67 tenemos una media de 15 alum./prof.

Industriales: 304 (204 TC-105 TP) con una media de 12 alum./prof.

Fib: 213 (181 TC-32 TP) con una media de 17 alum./prof.

Caminos: 168 (97 TC-71 TP) con una media de 12 alum./prof.

\*Presupuesto:

Ingresos: 15%. Ingresos propios: 70% Transferencias: 15% Resto.

Gasto: 60% personal..

(Datos tomados de:

*Dades Estadístiques i de Gestió, UPC, Mayo 1993)*



# AESS ESTUDIANTS

*Lo imposible retrocede cuando se avanza hacia ello.*

Sempre es agradable donar la benvinguda a un nou capítol, a una nova iniciativa, en general a qualsevol esdeveniment que materialitzi i tiri endavant alguna idea, però encara es més agradable veure que les inquietuds endegades en temps pretèrits es van consolidant. En aquest sentit vull felicitar a la revista "Buran" per el seu tercer número doncs pel que sembla la revista s'està consolidant, i al mateix temps he de donar la benvinguda i encoratjar al Capítol d'Estudiants del "Aerospace & Electronic Systems" per la seva aparició dins de la branca d'estudiants del IEEE de Barcelona. Aquests fets, juntament amb el calendari de debats i taules rodones que s'està duent a terme, ens demostren que la rama d'estudiants de l'IEEE de Barcelona està més viva que mai.

La societat "Aerospace & Electronic Systems" es una de les més antigues agrupacions del IEEE, la seva activitat científica i tècnica rau en els sistemes de telecomunicació que no estan dedicats de forma principal o exclusiva al transport i processament d'informació d'origen humà, així hi trobem les següents àrees d'interès:

- Sistemes de Comandament, Control i Comunicació.
- Sistemes de Conversió d'Energia.
- Sistemes Robusts.
- Sistemes d'Infra-rojos.
- Sistemes Intel.ligents.
- Sistemes de Navegació i Seguiment.
- Radar.
- Robotica.
- Sonar i Sistemes Submarins.
- Sistemes Espacials.

Com podem veure doncs, son parcel·les de l'enginyeria on els enginyers de telecomunicació hi tenen la possibilitat de desenvolupar la seva vida professional.

El capítol d'estudiants del AECC que en aquesta secció de Buran es presenta, disposa d'una llarga llista d'activitats per a realitzar, totes elles interessants i força lúdiques, des d'el campionat de lluita de robots, fins alàlisis de viabilitat en un futur més o menys immediat dels invents que es presenten en les pel·lícules de ciència-ficció "Star Trek", passant per la visita a algun observatori astronòmic, un curs de fotografia astronòmica, etc.

Bé, el capítol ja està en marxa, animo a tots els lectors de Buran que tinguin inquietuds similars a associar-se i si més no a col.laborar en les activitats que aniran proposant. Vagi també la meva enhorabona als fundadors, als que els hi desitjo força imaginació i creativitat per a proposar-nos bones activitats i per a trobar bons patrocinadors, i molta sort en aquest nou tarannà.

**ANTONI ELIAS FUSTÉ,**  
*President de la Secció Espanyola de l'IEEE*

Muchos de vosotros, observando el firmamento habréis intentado sin éxito encontrar la respuesta a infinitas preguntas que, una tras otra o todas a la vez se suceden en nuestra mente cuando fijamos nuestros ojos en esos puntos de luz, lejanos y a la vez cercanos si pensamos en términos del Universo, que al brillar en la nada nos muestran la existencia de la misma nada. ¿Quiénes somos?, ¿de dónde venimos?, ¿cuántos más hay y dónde, y cómo, y por qué? ...

La ausencia de respuestas a muchas de éstas preguntas produce en nosotros una profunda inquietud, inquietud que nos ha llevado a unos cuantos a formar la asociación que aquí presentamos Aess'estudiantes es el capítulo de estudiantes de la ETSETB de la Aerospace and Electronics Systems Society.

Esta sociedad está integrada por miembros del IEEE cuyo interés profesional se centra en la organización, diseño y desarrollo de sistemas complejos aplicados a la navegación, Radar, Sonar, telemetría, control, astrofísica y astronáutica, entre otros.

Nosotros, trataremos de entender mejor los fenómenos que nos rodean, estudiaremos, mediante la formación de grupos de debate, diferentes aspectos de la ciencia, en particular los relacionados con los temas arriba mencionados. Estos debates no sólo se limitarán a considerar aspectos estrictamente científico-técnicos sino que también se orientarán a analizar las implicaciones que las diferentes teorías y avances tecnológicos suponen o han supuesto para la sociedad desde sus orígenes, dando lugar a la creación de numerosos mitos y supersticiones, algunos de los cuales se han mantenido en varias partes del mundo hasta nuestros días.

Así, hablaremos de las diferentes formas de comunicación a distancia y las anécdotas asociadas, hablaremos de estrellas, de radiogalaxias, de las teorías de evolución del Universo (cómo empezó? y cómo terminará?), de las farmacias espaciales, los agujeros de gusano o agujeros blancos, de los robots con inteligencia distribuida que se envían como sondas a Marte, de los robots que hipotéticamente se enviarían a los agujeros negros para estudiar las características espacio-tiempo en ellos, de radares y sus aplicaciones, de sistemas de control en naves espaciales y los materiales que se utilizan en su construcción y en la fabricación de los trajes espaciales, de la teoría de la relatividad, de realidad virtual y en definitiva, de aquellos aspectos que pueden tener algo que ver con la tecnología.

Nuestro propósito no es llegar al fondo de los misterios que científicos y filósofos de todo el mundo no han podido resolver, ¿cómo podríamos?, sólo somos estudiantes,... y lo seremos siempre por que siempre quedarán preguntas por responder y fenómenos que entender.

No queremos finalizar esta presentación sin agradecer el apoyo recibido, tanto de aquellas personas que han colaborado con la incorporación de algún artículo, como de aquellos a los que aunque ésto no les haya sido posible por diferentes razones, nos han dado su confianza para que Aess'estudiantes sea una realidad.

**SILVIA BLANCO,**  
*Presidenta d'AESS estudiants*

## ACTIVITATS ORGANITZADES

### DATA ACTIVITAT

- 23 Març **Conferència "MINIROBOTS I EXPLORACIÓ ESPAIAL"** a càrrec del Sr Josep Amat. Professor del Departament d'Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Robòtica industrial. Aplicacions de la robòtica. Robòtica intel·ligent. Percepció sensorial per a robots intel·ligents. Cooperació multirobot.
- 27 Abril **Sessió Trekkies.** Projecció de capítols de la sèrie de TV Star Trek i converses sobre la tecnologia futura, les seves aplicacions i problemes filosòfics que comporta: forats de cucs, teletransportació, robots, biomedicina,...
- 28 Abril **Visita a l'observatori Astronòmic de Sabadell** (Observació a través del telescopi, conferència i programa àudio-visual sobre els telescopis)
- Maig **Visita a l'Observatori Fabra**
- Maig **Visita Aeroport ?**
- 11 Maig **Sessió Trekkies**
- Juliol **Taller de Robòtica.** L'objectiu del taller serà fer possible que qui vulgui es pugui fer el seu propi robot.
- Juliol **Curs de Fotografia Astronòmica ?**
- Octubre **Ruta "Salvà i Campillo"**
- Octubre **Silicon Graphics.** Camió de demostració de realitat virtual.
- Octubre **Creació de grups de debat**
- Octubre **Presentació memòria d'activitats.**
- 29 Març 95 **CONCURS "OBOT".** Veure el proper article.
- Febrer 95 **Un any de projectes.** Presentació de la publicació que recollirà els resums dels Projectes Final de Carrera realitzats durant l'any 94.

Organitzadors d'AESS Estudiants:

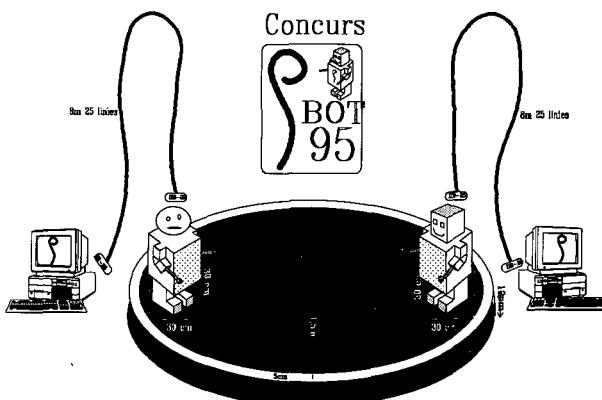
*SILVIA BLANCO, MARIA MALAGRIDA, ORIOL DE LOS SANTOS, MOISES GARICA, PABLO SARRIAS, M<sup>a</sup>JOSÉ GABALDÁ, JOSEP M<sup>a</sup>MIRATS, RAMONENCINAS, LOLA ANDRÉS, ANTONI FERRATÉ, JUAN CARLOS LLORENTE, ALBERT BIFET*

## CONCURS OBOT

Segurament us haurà copsat el títol d'aquest article. En ell ens endinsarem en una idea nascuda ara ja fa un parell de mesos fruit de la iniciativa i col·laboració de tres associacions de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona. (AESS, Barcelona Jove Telecom i Fòrum de Telecomunicacions).

La idea és proporcionar un marc en el que la gent aficionada a la electrònica i la mecànica pugui demostrar el seu enginy tot divertint-se. S'ha decidit que la millor manera de dur a terme aquests objectius és organitzar una competició de robots. En aquesta competició els participants han de dissenyar i construir un robot amb certes limitacions de cost, pes i dimensions.

El joc consisteix en que dos robots s'enfrontin dins d'un àrea predelimitada per tal de fer fora l'adversari. En una primera lectura aquesta idea pot semblar un xic bellicista però, què és la vida sinó una lluita constant en la qual les accions dels altres són tant o més importants que les pròpies, i cal preveure-les i contrarestar-les.



Penseu que aquest és el primer cop que un concurs d'aquestes característiques es duu a terme dins la nostra escola. El concurs inicialment fou pensat per i per a alumnes de l'Escola de Telecomunicació, però degut a l'interès que aquest concurs ha despertat entre els aficionats a la electrònica, mecànica i temes afins, l'organització ha decidit obrir-lo a tothom.

El dia del concurs serà durant la primavera del 1995. Així doncs us animem a participar ja que hi ha temps de sobres per a que penseu, dissenyeu i construïu el vostre robot. Podeu passar a recollir la reglamentació de la competició en la direcció que adjuntem. En aquesta, hi trobareu tota la informació necessària: les especificacions

que han de cumplir els vostres robots, dates d'inscripció, limitació de cost, característiques del terreny de joc, etc.

També s'informa de les dues categories en que es pot participar en aquesta primera edició del concurs robot: robots autònoms i robots controlats per ordinador. En aquesta darrera categoria l'organització posa a disposició del participant, si ho desitja, dos ordinadors PC compatible i el cable de connexió entre l'ordinador i el PC.

Tota aquesta informació la podeu passar a recollir en la següent adreça:

Concurs Robot 95  
Mòdul B5 despatx 001.  
c/ Gran Capità s/n  
Campus Nord UPC.  
08071 Barcelona.

Telèfons de contacte: 401-68-16  
401-68-21  
Fax: 401-70-50

Correu electrònic:

FIDONET 2:343/108.24  
2:343/108.9  
INTERNET bjt@bjt.etsetb.upc.es

#### Organitzadors:

Josep Maria Mirats  
Oriol de los Santos  
Ramon Encinas  
Silvia Blanco  
Antoni Ferraté

#### Col·laboradors:

**FORUM DE TELECOMUNICACIONES**  
**BJT** Barcelona Jove Telecom

# Dels humans robotitzats als robots humanitzats

**L**a idea que existeix a nivell popular que els robots són màquines amb aparença exterior i comportaments humans, es deu a les novel·les i pel·lícules de ciència ficció. Fins i tot el mateix mot de *robot* té aquest origen: el seu creador fou l'escriptor txec Karel Čapek, en la seva novel·la curta *Opilek*. Tres anys després, l'any 1920, tornem a trobar aquest mot en la seva coneguda obra de teatre *Rossum's Universal Robots* (*R.U.R.*). En aquesta, un home fabricava màquines amb forma

humana, perquè li servissin com a esclaus, anomenant-los *robots*, del tèc *robota*, mot amb què es denomina el treball en esclavitud (en l'obra, els robots es revolten contra el seu creador). Però molts segles abans, la idea de robot com a home artificial, ja existia en les llegendes i la imaginació popular: Segons una llegenda grega, Pygmalio va esculpir una bella estàtua de la qual es va enamorar. La deessa Atenea es va commoure i va convertir l'estàtua Galatea en un ser vivent, i es casaren, i foren feliços... o almenys això se suposa, perquè hi ha qui sosté que després de la lluna de mel, Pygmalio va posar immediatament a Galatea a treballar!, i ja tenim el primer

avantpassat del robot industrial, o potser el primer humà robotitzat?

Al segle XVIII, la proliferació d'autòmates va coincidir amb un corrent de pensament que sostenia que el mateix home era una màquina sofisticada. Una obra influent d'aquesta època és "L'homme Machine", escrita per Julien La Mettrie l'any 1748, que sostenia que un home podia ser explicat per complet mitjançant comparació amb mecanismes de rellotgeria.

Aquesta idea fou recuperada dos segles més tard per Norbert Wiener, el pare de la *Cibernètica*, que sostenia que els humans i les màquines eren comparables en certs nivells i que l'objectiu de la *cibernètica* era comprendre els factors comuns de

ANTONI FERRATÉ,  
Membre d'AESS Estudiants

que han de cumplir els vostres robots, dates d'inscripció, limitació de cost, característiques del terreny de joc, etc.

També s'informa de les dues categories en que es pot participar en aquesta primera edició del concurs robot: robots autònoms i robots controlats per ordinador. En aquesta darrera categoria l'organització posa a disposició del participant, si ho desitja, dos ordinadors PC compatible i el cable de connexió entre l'ordinador i el PC.

Tota aquesta informació la podeu passar a recollir en la següent adreça:

Concurs Robot 95  
Mòdul B5 despatx 001.  
c/ Gran Capità s/n  
Campus Nord UPC.  
08071 Barcelona.

Telèfons de contacte: 401-68-16  
401-68-21  
Fax: 401-70-50

Correu electrònic:

FIDONET 2:343/108.24  
2:343/108.9  
INTERNET bjt@bjt.etsetb.upc.es

#### Organitzadors:

Josep Maria Mirats  
Oriol de los Santos  
Ramon Encinas  
Silvia Blanco  
Antoni Ferraté

#### Col·laboradors:

**FORUM DE TELECOMUNICACIONS**  
**BJT** Barcelona Jove Telecom

# Dels humans robotitzats als robots humanitzats

**L**a idea que existeix a nivell popular que els robots són màquines amb aparença exterior i comportaments humans, es deu a les novel·les i pel·lícules de ciència ficció. Fins i tot el mateix mot de *robot* té aquest origen: el seu creador fou l'escriptor txec Karel Čapek, en la seva novel·la curta *Opilek*. Tres anys després, l'any 1920, tornem a trobar aquest mot en la seva coneguda obra de teatre *Rossum's Universal Robots* (*R.U.R.*). En aquesta, un home fabricava màquines amb forma

humana, perquè li servissin com a esclaus, anomenant-los *robots*, del tèc *robota*, mot amb què es denomina el treball en esclavitud (en l'obra, els robots es revolten contra el seu creador). Però molts segles abans, la idea de robot com a home artificial, ja existia en les llegendes i la imaginació popular: Segons una llegenda grega, Pygmalio va esculpir una bella estàtua de la qual es va enamorar. La deessa Atenea es va commoure i va convertir l'estàtua Galatea en un ser vivent, i es casaren, i foren feliços... o almenys això se suposa, perquè hi ha qui sosté que després de la lluna de mel, Pygmalio va posar immediatament a Galatea a treballar!, i ja tenim el primer

avantpassat del robot industrial, o potser el primer humà robotitzat?

Al segle XVIII, la proliferació d'autòmates va coincidir amb un corrent de pensament que sostenia que el mateix home era una màquina sofisticada. Una obra influent d'aquesta època és "L'homme Machine", escrita per Julien La Mettrie l'any 1748, que sostenia que un home podia ser explicat per complet mitjançant comparació amb mecanismes de rellotgeria.

Aquesta idea fou recuperada dos segles més tard per Norbert Wiener, el pare de la *Cibernètica*, que sostenia que els humans i les màquines eren comparables en certs nivells i que l'objectiu de la *cibernètica* era comprendre els factors comuns de

ANTONI FERRATÉ,  
Membre d'AESS Estudiants

control i comunicació en els éssers vius i les màquines. Wiener no deia pas que l'home fos com les màquines, però així és com molta gent ho va interpretar, i la *Cibernètica* va perdre popularitat i va donar lloc a l'aparició de creacions de ficció, meitat homes, meitat màquines, anomenats *cibermanos* o *cibernautas*. Influenciades per la *Cibernètica* van sorgir altres escoles, com la famosa *Dartmouth Summer School on Artificial Intelligence*, l'any 1956, que va significar el naixement de la Intel·ligència Artificial (IA).

La IA tracta de reproduir aquelles formes d'actuar de l'home que es consideren comportament intel·ligent. La IA aplicada en els robots és el sistema de IA més complet, ja que ens ha de permetre emular el comportament de l'home, integrant diversos models i tècniques en una mateixa realització, per tal d'obtenir una màquina capaç d'interactuar i relacionar-se amb el seu entorn físic,

d'una forma intel·ligent. Aquesta pretensió ha topat amb un cert escepticisme públic ja que per a molta gent una màquina pensant és una contradicció. Però el cert és que la construcció de màquines sofisticades ens pot ensenyar molt sobre els humans, i l'estudi de l'home, tant a nivell físic com psíquic, ens pot ensenyar a construir aquestes màquines sofisticades.

D'altra banda, existeix també un cert sentiment en la majoria de persones, que una màquina feta a imatge i semblança de l'home, reflectiria més els nostres vics que les nostres virtuts -aquest ha estat un tema recurrent en la ciència ficció-. En canvi, això no ha de ser necessàriament així i, de moment, les aplicacions beneficioses de la robòtica superen amb escreix aquelles més sinistres. Aquesta manera de pensar pot tenir una explicació en la por que sent l'home per tot allò que és nou i desconegut, o en la mala consciència col·lectiva de l'home, que

només pot concebre que el robot rebi d'ell mateix aquells instints més mesquins i malignes. És per això que algunes persones s'han dedicat a pensar les regles que tots els robots haurien de tenir fixades en el cervell per tal de servir la humanitat d'una forma útil, sense temer la seva possible capacitat de fer mal. En les seves històries de robots, Isaac Asimov proposa les cèlebres tres lleis de la robòtica:

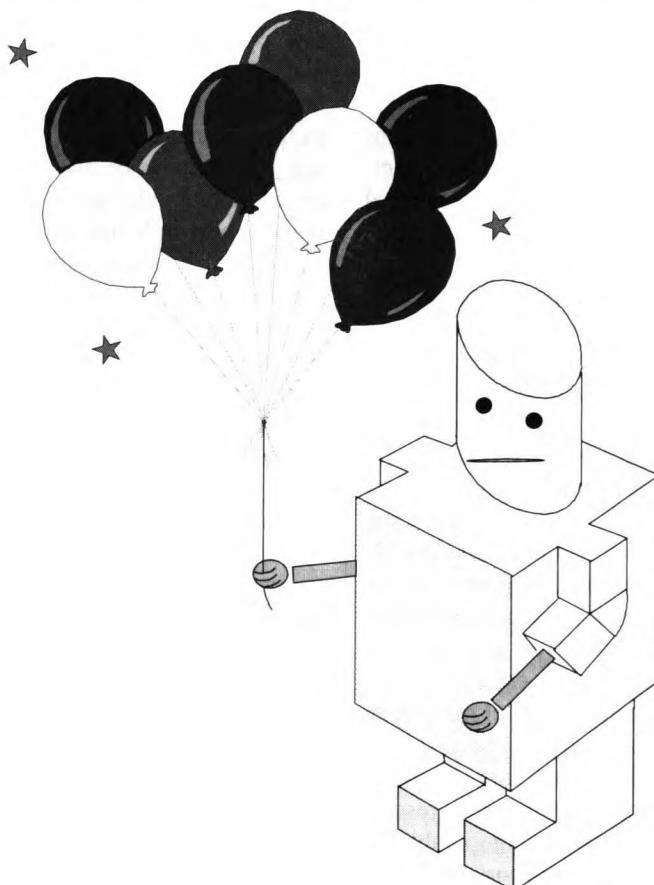
**1.** Un robot no pot fer mal a un ésser humà, o per inacció permetre que un ésser humà prengui mal.

**2.** Un robot ha d'obeir les ordres dictades pels éssers humans excepte quan aquestes ordres entrin en contradicció amb la primera llei.

**3.** Un roboha de protegir la pròpia existència sempre i que aquesta protecció no entri en conflicte amb la primera i la segona llei.

Reconfortats en la tranquil·litat que ens donen aquestes lleis, podem mirar el futur amb optimisme i preguntar-nos: quin paper jugarem els homes en el món futur dels robots? Uns pensen que el problema no consisteix a saber què farem nosaltres amb els robots sinó que faran ells amb nosaltres. També hi ha qui pensa que els robots ens alliberaran de la necessitat de treballar i només ens haurem de preocupar de com disfrutar del nostre temps lliure.

Però no només els humans estem preocupats pel món futur dels robots: un dia, mentre observava tot embadalit els precisos i repetitius moviments d'un robot que em vaig construir, enmig d'un intens soroll provocat pels motors elèctrics i els fregaments, em va semblar sentir uns petits gemecs que procedien del robot. Em vaig acostar i vaig entendre unes paraules que em van fer reflexionar sobre els robots humanitzats: "Quan els éssers humans sapigueu realitzar les vostres funcions a la perfecció, les màquines podrem, per fi, descansar!".



# El radar: de dónde viene y hacia dónde va

**D**e todos es conocida la utilización del radar en el control del tráfico aéreo y el temido control policial de la velocidad en el tráfico rodado. Pero ¿cuándo se inventó el radar, cómo ha evolucionado hasta nuestros días y qué otras aplicaciones tiene?

Aunque no puede hablarse de una fecha precisa, los orígenes del Radar se sitúan a mediados de la década de los 30 [1]. Estamos pues ante una disciplina con casi 60 años de vida, aunque existen algunos precursores anteriores. El propio Hertz en sus experimentos (1888) ya constató la perturbación que objetos de diversa naturaleza causaban en las ondas de radio. En 1904, el alemán C. Hülsmayer patentó un sistema destinado a la detección radioeléctrica de barcos [2]. No obstante, en aquella época el interés político e industrial en estos sistemas es escaso y no se va más allá de algunas experiencias aisladas. La tensión internacional existente en los albores de la segunda guerra mundial, hizo que las administraciones de todos los países con tecnología propia en radio impulsaran el desarrollo de los primeros radares. Estos sistemas radiaban señales de onda continua o pulsadas en HF, VHF, UHF siendo capaces algunos de ellos de detectar y situar aviones a distancias del orden del cente-

nar de kilómetros. A principios de los 40, dos investigadores ingleses de la Univ. de Birmingham inventan el magnetron de cavidad, capaz de generar potencias de kilowatos a frecuencias de microondas. La posibilidad de lograr directividades elevadas con antenas pequeñas impulsó fuertemente el desarrollo tecnológico en esta banda hasta el punto de que gran parte de los dispositivos pasivos de potencia de microondas tal como los conocemos en nuestros días se desarrollaron en esta década. El entonces código secreto de denominación de las bandas de microondas: L (1-2 GHz), S (2-4 GHz), C (4-8 GHz), X (8-12.5 GHz), etc. se ha consolidado como el estandard actual. En esta época el radar fue aplicado fundamentalmente a intereses militares: vigilancia y localización aérea y marítima, control de tiro, etc., siendo aplicado también como ayuda a la navegación al creciente tráfico aéreo civil.

En los años 50 se profundizó en las bases teóricas del radar, consiguiéndose determinar los límites alcanzables en la detectabilidad, determinación de posición, velocidad, etc. Algunos conceptos fundamentales como el filtro adaptado, compresión de pulsos, teoría de la detección, etc. se desarrollan por radaristas de esta época, aplicándose posteriormente a los sistemas de telecomunicación. La disponibilidad de los klystron, válvulas de potencia capaces de amplificar linealmente en el margen de microondas permitió la utilización de señales elaboradas de larga duración y gran energía, obteniéndose resoluciones de distancia comparables a impulsos mucho más cortos. En esta

década empiezan a consolidarse algunas aplicaciones civiles del radar como ayuda a la navegación aérea y marítima, radares meteorológicos proporcionando información en tiempo real sobre precipitaciones, vientos, etc. y los radares de apertura sintética (SAR) ideados para formar imágenes de alta resolución de la superficie terrestre.

A partir de los años sesenta hasta la actualidad, el radar ha impulsado y se ha beneficiado del gran progreso tecnológico en materia de estado sólido, circuitos y procesadores digitales, amplificadores de potencia y bajo ruido, agrupaciones de antenas de fase controlada, etc. Estos avances han permitido construir sistemas altamente complejos como los radares tridimensionales capaces de situar y seguir centenares de blancos en distancia, acimut y elevación, o los radares transhorizonte que al trabajar en HF poseen alcances del orden de 2000 km. También se han desarrollado nuevos sistemas concebidos para el sondeo geológico subterráneo o radares laser (lidares) para la medida de aerosoles y contaminantes en la atmósfera.

Indudablemente los intereses de defensa han seguido iniciando y financiando el desarrollo del radar, los avances e innovaciones se han transferido en pocos años a los ámbitos civil y comercial del radar y las telecomunicaciones. Sin embargo, esta situación ha empezado a cambiar recientemente al dedicarse un creciente esfuerzo científico y dotación de recursos directamente a programas de observa-

ANTONI BROQUETAS, *Grupo Antenas, Microondas y Radar  
Dept. de Teoría de la Señal y Comunicaciones, UPC*

ción de la Tierra con técnicas de teledetección. La monitorización de parámetros geofísicos en un momento de creciente preocupación por la estabilidad climática y biológica de nuestro planeta, está impulsando el desarrollo de nuevos sensores radar aerotransportados o embarcados en satélites. Aunque los sensores tradicionales utilizados en teledetección son ópticos (Meteosat, Landsat, Spot, etc.), puede afirmarse que el radar se ha convertido en el centro de atención: en los últimos dos años más de la mitad de los trabajos publicados en una de las revistas de teledetección más prestigiosas se centran en el estudio de las aplicaciones del radar.

¿Qué información puede ofrecer el radar sobre nuestro entorno? Al margen de algunas aplicaciones ya consolidadas como la meteorología radar, sondeo ionosférico y del subsuelo, etc., los trabajos de I+D actuales se centran en tres tipos de sensores embarcados en satélite: altímetros, radares de apertura sintética (SAR) y dispersómetros [3].

Los altímetros permiten determinar con una precisión del orden del centímetro la superficie promedio de mares y océanos (geoide), de la que puede obtenerse por ejemplo la topografía submarina a escala mundial.

Los radares de apertura sintética permiten formar, mediante un elaborado procesado de la señal radar, imágenes de la superficie planetaria con resoluciones del orden de algunos metros. Las aplicaciones potenciales de estos sistemas son innumerables: cartografía de zonas de alta nubosidad (inaccesibles mediante sensores ópticos), obtención de modelos topográficos a escala mundial de alta precisión, exploración de otros planetas o satélites con atmósfera, determinación de recursos hídricos, vegetación, clasificación de cultivos, etc.

Los dispersómetros permiten obtener información sobre la naturaleza de las superficies observadas o del viento sobre el mar a partir de la medida precisa de la reflectividad radar.

En 1978 la NASA lanzó el Seasat, un satélite destinado fundamentalmente a la observación del mar dotado de los tres sensores radar citados. La vida del satélite quedó reducida a tres meses debido a una avería en su sistema energético, sin embargo el enorme volumen de datos suministrado (aún hoy en día no ha concluido su análisis) permitió evaluar las aplicaciones previstas e idear otras nuevas. En estos últimos años todas las administraciones espaciales están dedicando inversiones considerables al desarrollo de sensores radar: los EEUU han utilizado su lanzadera para realizar varias campañas de medidas SAR: SIR A, SIR B y la próxima SIR C. La misión SAR del Magallanes (Magellan) a Venus ha cartografiado con éxito la totalidad del planeta. En paralelo están desarrollando una gran plataforma espacial (El Earth Observation System) dotada de sensores de variada naturaleza entre ellos el radar. La Agencia Espacial Europea (ESA) está explotando desde 1991 el satélite ERS-1 dotado como el Seasat de los tres tipos de sensores, y se dispone a lanzar próximamente una versión mejorada: el ERS-2, a la vez que ya está diseñando nuevos sistemas de concepción más avanzada.

Japón puso en órbita en JERS-1 en 1992 un satélite SAR dedicado fundamentalmente a aplicaciones geológicas. Hacia finales de 1994 Canadá pondrá en órbita su satélite RADARSAT con un SAR especializado en monitorización de hielos y zonas forestales. Rusia posee tam-

bién dos satélites SAR Almaz I y II, y curiosamente está comercializando los datos obtenidos a través de una agencia en EEUU.

¿Qué vamos a hacer con todos estos datos?, ¿Cómo van a afectar la vida del ciudadano de a pie? En primer lugar la explotación comercial de estos sistemas aún en fase de investigación es aún limitada. Se espera una utilización progresiva de estas técnicas en los próximos años por parte de las administraciones medioambientales, de planificación de recursos, territorio, etc. que a su vez tomarán decisiones políticas que nos afectarán a todos. En el ámbito de la ciencia y la ingeniería el desarrollo de estas técnicas se traduce en oportunidades de trabajo en la industria de alta tecnología y espacial y también en el sector de servicios añadidos derivados de los datos.

En el grupo de Antenas, Microondas y Radar del Depto. de TSC estamos trabajando en varios aspectos de la teledetección radar y en este ámbito participamos en varios proyectos de investigación nacionales e internacionales. En este número encontraréis un artículo sobre dispersometría radar y nuestra aportación a la investigación en este campo.

¡Oye, podremos esquiar todavía? ¡claro!, el SNOWSAR está detectando aún 40 cm de nieve primavera en Andorra...

[1] "Special issue on radar", Proceedings del IEEE, Febrero 1985.

[2] S.S.SWORDS, "Technical history of the beginnings of radar", IEE History of Technology Series 6, Peter Peregrinus, London, 1986

[3] C.ELACHI, "Spaceborne radar remote sensing: applications and techniques", IEEE Press, New York, 1988.

# Dispersometria: teledetecció radar per a l'anàlisi de superfícies

Antoni Gil i Ramir De Porrata-Dòria

**L**a teledetecció és la tècnica que ens permet estudiar, a distància, les característiques d'un planeta: el seu relleu, la seva atmosfera...

La visió global que ens ofereix la teledetecció ens permet estudiar fenòmens massa grans per a ser abordats des de la superfície de la Terra, o fenòmens que tenen lloc en zones inacessibles del planeta. Ens són ben familiars, per exemple, les imatges servides pel satèl·lit *Meteosat* o les que ens ensenyen el forat de la capa d'ozó sobre l'Antàrtida.

## 1. INTRODUCCIÓ

El llançament del satèl·lit *Seasat* l'any 1978 va obrir una nova era en l'observació de la Terra des de l'espai. Fins llavors, s'havien emprat sensors passius, tant en la banda de l'espectre visible i infraroig com en la de microones (radiòmetres). Fou en aquesta missió quan per primer cop s'empraren sensors radar. La teledetecció radar se'n presenta com una eina interessant per a l'estudi del planeta, tant dels oceans com de la massa continental. I és que els radars de teledetecció, contràriament al que passa amb els sensors òptics, ens donen imatges encara que sigui de nit o hi hagi núvols, o en planetes amb atmosferes molt més denses que la nostra. Si bé la resolució que ofereixen és molt inferior, existeixen tècniques que solucionen aquest inconvenient.

ANTONI GIL és projectista del Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions, grup AMR. El seu PFC és la construcció d'un dispersòmetre polariomètric.

## 2. TIPUS DE RADAR EMPRATS EN TELEDETECCIÓ:

La teledetecció radar inclou tres grans branques, cadascuna amb les seves tècniques i la seva problemàtica. En el present article, aprofondirem en la dispersometria, i esmentarem els altres dos tipus només de passada:

del planeta. Fixem-nos, però, en les altres característiques del senyal rebut: la potència retornada i la polarització depenen de la naturalesa de la superfície il·luminada. Seríem capaços d'identificar la composició geològica d'un terreny o els tipus de conreus a partir del senyal rebut amb el radar? Els dispersòmetres es basen en aquesta idea. Ens fixarem com les característiques físiques del terreny



Figura 1.- A mesura que la superfície es fa més, l'ona es reflexa més en totes direccions.

- SAR (*Synthetic Aperture Radar*): les imatges aconseguides amb aquesta tècnica són de molt alta resolució (de desenes de metres).

- Altimetria: aconseguim aquí gran resolució en alçada. Això ens pot ser molt útil tant en cartografia com en aplicacions oceanogràfiques, on podem apreciar el "relleu" de la superfície del mar.

- Dispersometria: les imatges obtenides amb un dispersòmetre permeten identificar el tipus de terreny que il·luminem.

il·luminat determinen la potència i la fase del senyal retornat. A més, la dispersometria es pot combinar també amb les tècniques d'obertura sintètica, la qual cosa ens obre la possibilitat de poder interpretar les imatges SAR, arribant fins i tot a determinar quines zones del planeta són àrides, boscoses, conreades o urbanes.

Abans de detallar algunes de les aplicacions, intentarem entendre com una ona electromagnètica interactua amb una superfície.

## 2.1. Dispersòmetres:

Tant els SARs com els altímetres es dediquen essencialment a mesurar el retard de l'eco rebut, de cara a determinar la forma de la superfície

## 3. DISPERSOMETRIA:

Quan il·luminem una superfície, incident-hi perpendicularment, l'eco es reflexa i retorna també perpendicularment, de manera que el

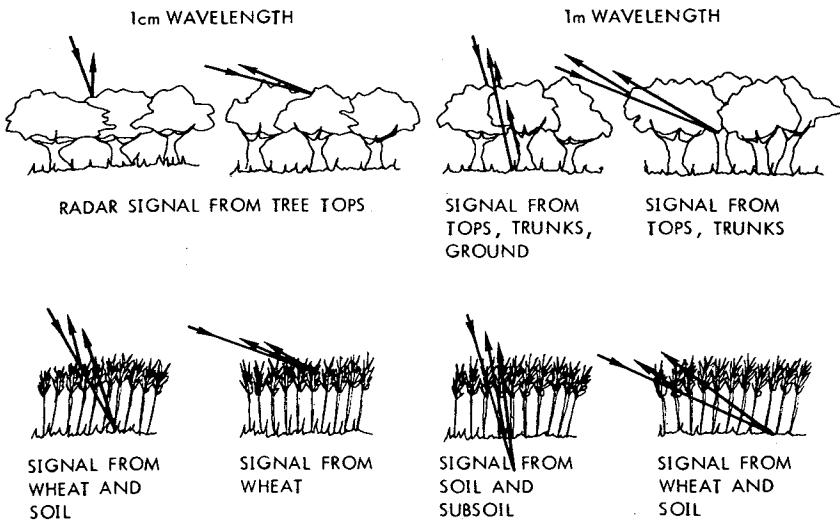


Figura 2.- Penetració dels senyals radar en la vegetació.

que rebem és un senyal molt potent, degut a la reflexió directa. La relació entre la potència radiada i la retornada ens dóna la *secció recta radar* (RCS) de la superfície. Si hi incidim amb un angle  $\theta$  respecte la normal, l'ona reflexada surt amb el mateix angle i per tant no rebem senyal. Això només és estrictament cert per a superfícies perfectament llises. Si la superfície té una certa rugositat, existirà una petita part de l'energia que retornarà cap a nosaltres (figura 1). La relació entre la potència enviada i la retornada s'anomena, en aquest cas, *secció recta dispersada* (Backscatter Cross Section). Serà l'estudi d'aquest paràmetre ( $\sigma^o$ ) el que ens interessarà d'ara endavant.

### 3.1. Variacions de $\sigma^o$ amb la polarització:

A l'hora d'il·luminar una superfície, podem incidir-hi amb una ona polaritzada verticalment o horitzontal. L'ona dispersada, però, no té per què conservar la mateixa polarització, de manera que si realment volem caracteritzar la dispersió d'una superfície, no en tindrem prou amb un sol paràmetre  $\sigma^o$ , sinó que voldrem conèixer totes les combinacions possibles: la dispersió polaritzada horitzontal quan incidim horitzontalment ( $\sigma_{HH}$ ), la polaritzada vertical incident-hi horitzontalment ( $\sigma_{HV}$ ), i el mateix quan incidim amb polarització verti-

cal ( $\sigma_{VH}$ ,  $\sigma_{VV}$ ). Aquests quatre paràmetres complexes (amb mòdul i fase) s'agrupen en l'anomenada matriu de dispersió:

$$\sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{HH} & \sigma_{HV} \\ \sigma_{VH} & \sigma_{VV} \end{pmatrix}$$

Considerem, per exemple, un bosc. Tenim un conjunt de troncs disposats verticalment: si hi incidim amb polarització vertical, el rebot amb els troncs serà molt fort (per tant,  $\sigma_{VV}$  serà gran). En canvi, els troncs no reflexaran senyals polaritzats horitzontalment ( $\sigma_{HH}$  serà feble). D'altra banda, la presència de fulles afegeix una forta dispersió cross-polar (és a dir,  $\sigma_{HV}$  i  $\sigma_{VH}$  ens donaran idea de si els arbres tenen moltes o poques fulles).

De moment, els dispersòmetres només han emprat una polarització (HH o VV). A partir d'ara, aniran incorporant agilitat en polarització i s'anomenaran, doncs, *dispersòmetres polarimètrics*.

### 3.2. Variacions de $\sigma^o$ amb la freqüència:

La freqüència determina fortament el poder de penetració de l'ona incident. En general, les ones més curtes són reflexades ja per la primera capa de matèria que troben, mentre que les ones més llargues penetren més endins. Així, si tenim

agilitat en freqüència podem analitzar diferents estrats d'un terreny. Podem veure-ho en la figura 2. Si volguéssim mesurar un terreny nevat, ens podria interessar la neu (llavors hi incidiríem amb freqüències per sobre dels 10 GHz) o el terreny que queda a sota (amb  $f = 1.2$  GHz).

La rugositat d'un terreny també és relativa a la longitud d'ona emprada: una ona més llarga no apreciarà les petites rugositats, que sí afectaran la dispersió de les ones més curtes. En la figura 3, veiem que l'asfalt sembla perfectament llis a baixes freqüències, de manera que la potència retornada és molt petita. En canvi, a 35.6 GHz la longitud d'ona incident ( $\lambda = 8.4$  mm) és del mateix ordre de magnitud que la rugositat de la superfície, i la potència dispersada augmenta més de 10 dB.

### 3.3. Variacions de $\sigma^o$ amb l'angle d'incidència:

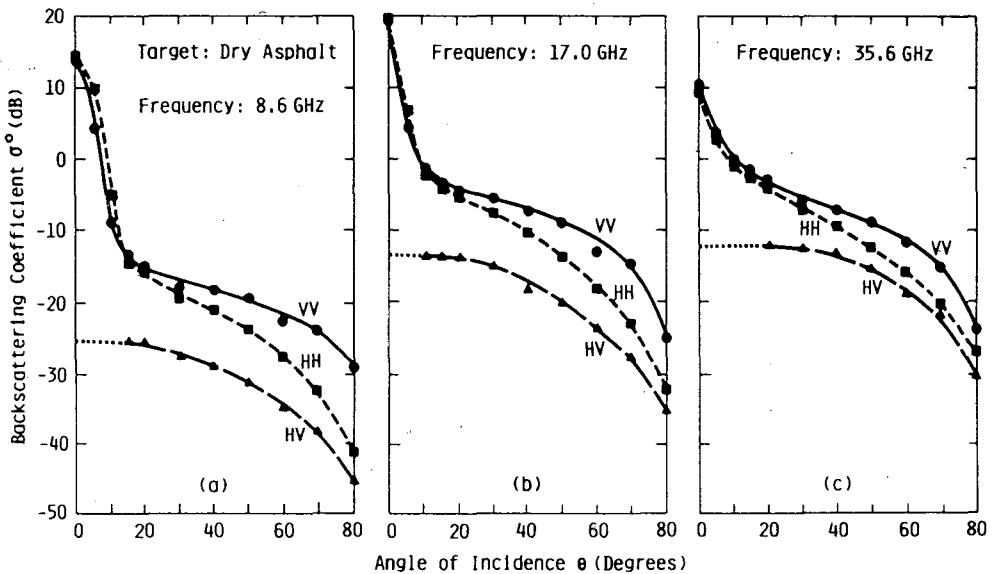
Observem la figura 4: en general, si incidim amb un angle petit, tindrà gran importància la reflexió especular. A mesura que creix, pren relleu l'anomenada reflexió de Bragg (angle entre 15° i 70°). En aquest marge,  $\sigma^o$  decau ràpidament si la superfície és llisa i es manté bastant constant si és molt rugosa. Podem veure-ho una mica en la figura 3. El cas més extrem de superfície rugosa, són les copes dels arbres de la selva amazònica: presenten a penes una variació de 2 dB en tot el marge d'angles d'incidència (que per als dispersòmetres en satèl·lit acostuma a ser de 15° a 60°).

Observem també la figura 2: incident-hi amb angles petits, ens és més fàcil penetrar fins a capes inferiors.

### 3.4. Variacions de $\sigma^o$ segons el terreny:

Fem ara un petit resum de com les característiques físiques del terreny influeixen en  $\sigma^o$ :

- Una superfície rugosa reflectirà més potència de senyal encara que hi incidim obliquament.



**Figura 3.-** Resposta angular de l'asfalt sec a tres freqüències diferents.

- El grau d'humitat de la superfície: com que la constant dielèctrica de l'aigua és un ordre de magnitud superior a la dels materials secs, la  $\sigma^0$  serà proporcional al percentatge d'aigua continguda en una mostra de terreny. Per contra, la penetració de l'ona augmenta com més sec sigui el terreny.

- Les fulles dels arbres reflexen l'ona incident en totes direccions, de manera que un bosc amb fulles presentarà  $\sigma^0$  de 2 a 8 dB més gran que quan el mateix bosc no té fulles. A més, la variació respecte l'angle d'incidència és molt menor.

- La neu presenta valors molt diversos en la seva reflectivitat, dependent del seu contingut d'aigua i de la mida i estructura dels seus cristalls.

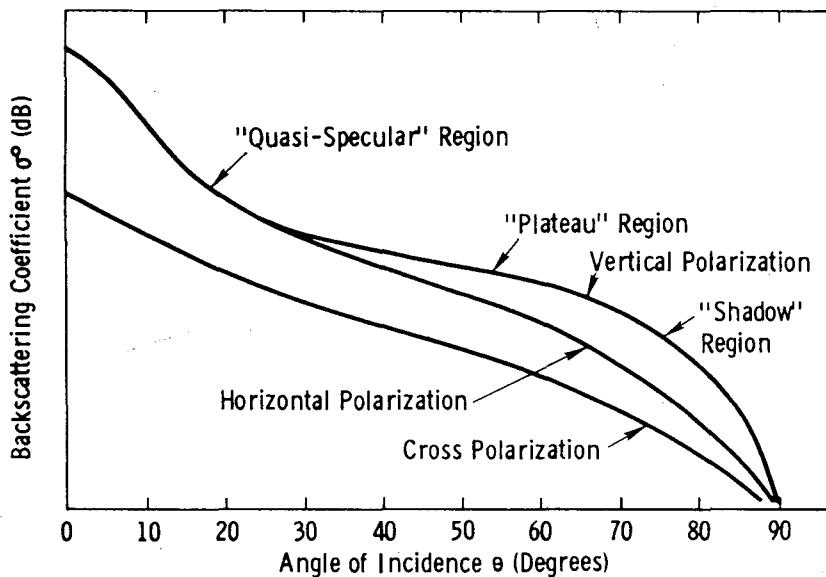
- Les zones habitatdes presenten patrons geomètrics. Els edificis poden actuar com a diedres i provocar fortes reflexions.

Amb totes aquestes consideracions, podem dedicar-nos a estudiar el terreny, ja sigui des de satèl·lits com des de sensors aerotransportats o instal·lats en un

camió. Un dispersòmetre muntat en helicòpter desenvolupat a Finlàndia, per exemple, els permet fer un seguiment de l'alçada dels arbres, els gruixos de tronc i la densitat d'arbres, de cara a una òptima gestió dels recursos forestals.

### 3.5. Variacions de $\sigma^0$ en la superfície del mar:

La superfície del mar és la millor caracteritzada des del punt de vista de la dispersometria. El senyal reflectit per l'aigua depèn fortemet de la



**Figura 4.-** Característiques generals de la variació de  $\sigma^0$  amb l'angle d'incidència  $\theta$ .

rugositat de la superfície, és a dir, de l'alçada de les onades. D'aquí podem inferir-ne la velocitat i la direcció del vent que bufa sobre qualsevol punt de l'oceà, la qual cosa és de gran utilitat per a la navegació marítima. El dispersòmetre que portava el *Seasat* era un *dispersòmetre de vents*, i va permetre l'elaboració de mapes de vents com el de la figura 5.

#### 4. EL DISPERSÒMETRE AMR:

Hem vist que els dispersòmetres ofereixen aplicacions molt atraktives i novedoses en el camp de la teledetecció. El principal problema és el d'identificar els senyals rebuts, de manera que siguem capaços d'extreure'n conclusions útils. Cal, doncs, dedicar-se a mesurar les *signatures* dels diferents terrenys: és a dir, la matriu de dispersió per a cada angle d'incidència i per a cada freqüència, i fer-ho en diferents èpoques de l'any. Les dades obtingudes són de naturalesa estadística. Posteriorment, tota la informació

recollida s'ha de processar de manera que sigui maneable i pugui servir com a referència fiable per a interpretar també les dades procedents dels satèl·lits.

Pertant, les dues accions bàsiques a emprendre són:

- La construcció del *hardware* que permeti realitzar campanyes de mesures.

- L'elaboració del *software*, tant per a controlar les mesures com per al posterior tractament de tota la informació adquirida.

El Grup AMR està desenvolupant un dispersòmetre polarimètric amb les següents especificacions:

- Antenes: reflectors offset amb botzines quadruple ridge (5 - 18 GHz).

- Marge de freqüències: 2 - 18 GHz

- Angle en elevació ( $\theta$ ): 15° - 60°

- Angle en azimut: 0° - 360°

- Alçada de les antenes: 13 metres

- Potència màxima emesa: 20 dBm

A 5.3 GHz (freqüència d'operació de l'*ERS-1*):

- Marge dinàmic: 80 dB
- Mínima  $\sigma^0$  mesurable: -55 dB
- Màxima  $\sigma^0$  mesurable: 25 dB
- Mínima relació S/N: 10 dB

Mecànicament, el conjunt ha de ser mòbil, fàcilment instal·lable i resistent a la intempèrie i a temperatures de -20 a 50 °C.

La implementació d'aquest projecte podria ser objecte d'un detallat article en el proper número de BURAN.

#### 5. BIBLIOGRAFIA:

C. ELACHI, *Spaceborne Radar Remote Sensing: Applications and Techniques*. New York, NY: IEEE Press, 1988.

F. T. ULABY, M. CRAIG DOBSON, *Handbook of Radar Scattering Statistics for Terrain*. Norwood, MA: Artech House, 1989.

F. T. ULABY, R. K. MOORE, A. K. FUNG, *Microwave Remote Sensing*, vol. I. Reading, MA: Addison-Wesley, 1982.

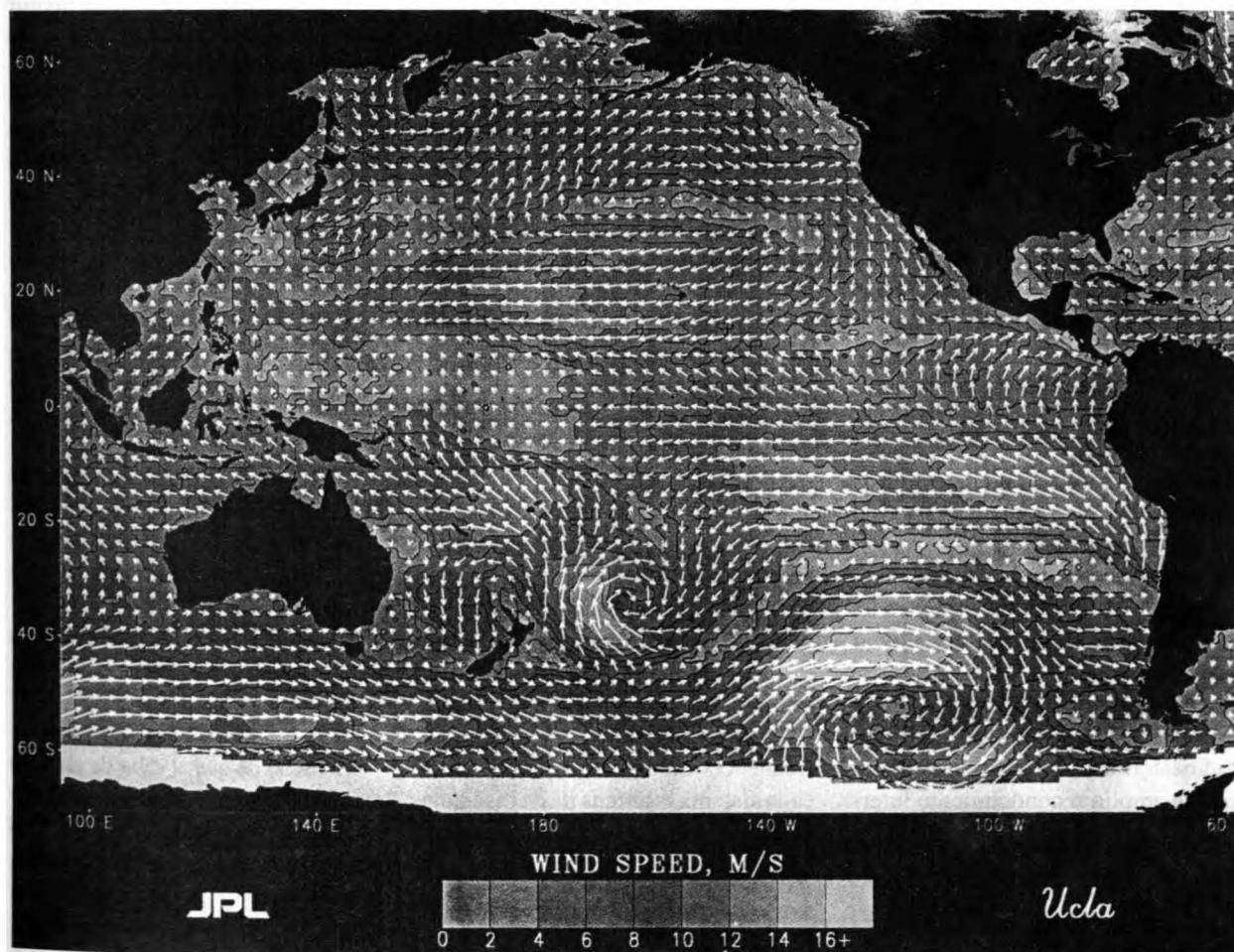


Figura 5.- Mapa de vents sobre l'oceà Pacific, obtingut pel *Seasat*.

# Antenas centenarias

Ángel Cardama

**U**no de los elementos más característicos de los sistemas de comunicaciones, y quizás los más visibles y fácilmente identificables, son las antenas. Si echamos un vistazo a cualquiera de los tejados de las casas, los techos de los coches, los mástiles de los barcos, o abrimos cualquier receptor de radio portátil, encontraremos unos tipos básicos de antenas: varillas o dipolos, reflectores parabólicos y espiras bobinadas sobre núcleos magnéticos.

Curiosamente, todas estas antenas, que van conectadas a modernos y complejos sistemas de comunicaciones, tienen su origen en los primeros experimentos de generación y de propagación de las ondas radioeléctricas realizados por Hertz entre los años 1886 y 1889.

Heinrich Hertz era profesor en la Universidad de Karlsruhe y en noviembre de 1886, a la edad de veintinueve años, inició unos experimentos para validar las teorías de Maxwell, quien veintidós años antes había demostrado el carácter ondulatorio de la propagación electromagnética. Con un profundo conocimiento de los aspectos teóricos y un impecable planteamiento experimental logró, en un fructífero periodo de tres años, probar la validez de las ecuaciones de Maxwell y abrir las puertas de par en par a las comunicaciones radioeléctricas. Obtuvo inmediatamente amplio reconocimiento inter-

nacional y su legado incluye la creación de las antenas de tipo dipolo, los reflectores y las espiras. Desgraciadamente, murió el 1 de enero de 1894, a la edad de treinta y seis años, y no pudo llegar a presenciar la explotación comercial, prácticamente inmediata, que Marconi hizo de sus descubrimientos. Si Hertz contemplase nuestra civilización actual, no le resultarían extrañas nuestras antenas y comprendería inmediatamente el uso que le estamos dando a las antenas que él concibió; es pues oportuno recordarlo ahora que se cumple precisamente un siglo de su prematura muerte.

¿Qué ha ocurrido en los cien años de vida de esas antenas para que sigan gozando de tan buena salud?. Pues varias cosas dignas de mención: la primera de ellas, que son antenas simples en su concepción y, como suele ocurrir en ingeniería con los buenos productos, están perfectamente

adaptadas a un gran número de aplicaciones; la segunda, que son fácilmente construibles con bajos costes; y por último, a diferencia de lo que ha ocurrido en electrónica de una manera desenfrenada, no es posible miniaturizar una antena, sólo puede reducirse su tamaño aumentando la frecuencia de funcionamiento, y en cada sistema la antena ha de diseñarse a medida, por lo que estos tipos básicos han sido imperecederos.

Si bien, en términos generales, las formas no han cambiado, sí lo han

hecho las prestaciones de las antenas y se ha avanzado vertiginosamente en la conformación del rendimiento de la antena a las necesidades o especificaciones del sistema. Así por ejemplo, la mayoría de las antenas de comunicaciones y de difusión de TV desde satélite, como las que lleva el Hispasat, son reflectores de altas prestaciones, con su superficie diseñada para optimizar la ganancia y con alimentadores que permiten ceñir la cobertura al contorno de un país, y en el caso del nuestro, crear con la misma antena, además de un haz peninsular, otro de cobertura de las Islas Canarias. A mucha menor escala, lo mismo puede decirse de las antenas de recepción de TV, tanto de difusión terrena como de satélite; el bajo coste con el que se fabrican estas antenas y los equipos electrónicos de

*¿Qué ha ocurrido en los cien años de vida de esas antenas para que sigan gozando de tan buena salud?*

los receptores, han permitido su instalación en un gran número de hogares, creando una oferta de programas abrumadora. Por último, los equipos portátiles, desde el

más simple receptor de radio hasta un avanzado equipo de telefonía celular, contienen una antena integrada, normalmente una varilla o hélice, en algunos casos bien visible y en otros intencionadamente oculta.

El hecho de que al cabo de un siglo estos tipos de antenas no hayan sido relegados al desván de los trastos viejos, a los museos o a los textos y las fotos de época, dice mucho sobre la genial intuición experimental de Hertz y sobre el acierto que tuvo al considerar estas formas.

ÁNGEL CARDAMA es profesor de Antenas y Propagación de Ondas en la ETSETB de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

# Generació d'imatges en 3D: una primera aproximació

Joan Raventós

**E**n els darrers anys i gràcies a les millores en el hardware (més potència de càlcul, més resolució gràfica) hem assistit a la confirmació de les imatges sintètiques. Films, videoclips, caràtules i els novedosos sistemes de realitat virtual utilitzen extensament aquesta tecnologia.

Darrera d'aquests efectes s'hi amaga, com no, la matemàtica: una mica de geometria tridimensional i un model de reflexió poden servir per generar imatges que s'acostin a la realitat.

En primera aproximació una reflexió pot plantejar-se com:

**Llum incident = llum reflexada + llum dispersada + llum absorbida + llum transmesa**

Aquesta equació, que pot semblar obvia, es regida per relacions molt complexes pel que, a l'hora d'abordar-la computacionalment, ens caldrà un model. El model de reflexió més usat en la generació de gràfics per ordinador es el de **Phong**. Aquest model té en compte tres components de llum: difosa, espeular i ambiental, que es combinen linealment segons l'equació:

$$I = I_a k_a + I_i (k_d (L \cdot N) + k_s (R \cdot V)^n)$$

on les  $I$  corresponen a les intensitats ambiental i incident, i les  $k$  són coeficients que regulen cada una de les

contribucions. Pel que fa als vectors,  $N$  és la normal a la superfície,  $L$  és el vector que apunta a la font de llum,  $R$  correspon a la direcció del raig reflexat i  $V$  apunta a l'espectador.

Independent del model de reflexió que utilitzem, existeixen diferents aproximacions a l'hora de dissenyar el sistema de generació.

les superfícies ocultes i el tractament d'ombres.

- **Radiosity**: si el ray-tracing s'ocupa preferentment de la component espeular, aquest model tracta amb la difosa.

Una característica comú en els dos darrers models és el gran nombre de càlculs que exigeixen per obtenir una imatge. Pel contrari els models locals permeten assolir un cert grau d'interacció, que els fa útils en camps com l'animació.

Provem ara d'explicar els punts claus en la implementació d'un sistema el més simple possible. Els elements a tenir en compte són:

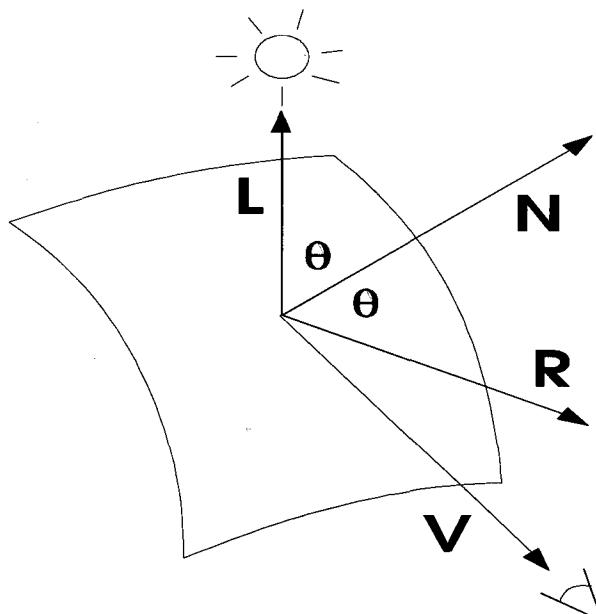
- Els objectes a representar i com els modelem.

- La selecció del punt de vista i la projecció a utilitzar per passar de les 3D a la pantalla (en general 2D!).

- Tècniques de *shading* i *hidden lines*.

## OBJECTES?

En primer lloc ens cal algun objecte per representar. En principi existeixen diferents maneres de modelar objectes reals, però potser la més intuitiva és mitjançant una trama de polígons; això és, aproximem la



Podem destacar-ne les següents:

- **Models de reflexió locals**: simplificacions vàries del model de Phong per adaptar-lo a situacions simples, per exemple un únic objecte.

- **Models de reflexió globals**: tenen en consideració tots els factors, encara que n'aproximin millor un d'ells. N'esmentem els dos més utilitzats:

- **Ray-Tracing**: per cada pixel, recorrem a la inversa el camí del raig que l'ha generat, aplicant adientment coeficients que regulen reflexions, transparències, etc.. Aquest model incorpora de manera natural temes com

**JOAN RAVENTÓS SIMÓN** és estudiant de 4rt curs a l'ETSETB i treballa com a programador independent.

superficie real per una sèrie de cares poligonals.

Per obtenir els vèrtexs, i a manca de res millor, utilitzarem superfícies paramètriques (allò de  $x,y,z=f(u,v)$ ).

Un tema essencial en aquest punt és l'estructura de dades que hem d'utilitzar (figura 1). La jerarquizació intrínseca del model poligonal ens simplifica les coses: a base de linked-lists podem anar agrupant primer els objectes, en un segon nivell les superfícies que els formen, en un tercer els polígons i finalment els vèrtexs de cada un d'ells. Donat que la normal juga un paper important, serà bo de calcular-la mentre generem els polígons. També és interessant d'enllaçar tots els vèrtexs d'un objecte, ja que això ens permet de fer rotacions, translacions, i d'altres de manera ràpida i mitjançant les pertinents matrius.

## EL PUNT DE VISTA

De nou optem per la solució més simple, això és, un punt de vista que apunta l'origen de coordenades i que definirem amb una distància  $m$  i dos angles  $\varphi$  i  $\theta$ . Les transformacions que ens traslladen al punt de vista són:

$$\begin{aligned}x_p &= -x \sin \theta + y \cos \theta \\y_p &= -x \cos \theta \cos \varphi - y \sin \theta \cos \varphi + z \sin \theta \\z_p &= -x \cos \theta \sin \varphi - y \sin \theta \sin \varphi + z \cos \theta + m\end{aligned}$$

Una vegada allí hem de projectar els punts. De nou les equacions sense comentaris:

$$x_s = x_p / (z_p / d)$$

$$y_s = y_p / (z_p / d)$$

on  $d$  és la distància al pla de projecció, i  $x_s, y_s$  les coordenades del punt a la pantalla.

Una opció interessant es deixar que l'usuari defineixi interactívament els paràmetres  $t, p, m, d$  fet que ens permet de generar diferents vistes fàcilment.

## TÈCNIQUES DE SHADING

Donat que tota la informació que posseïm dels polígons són els seus vèrtexs, les tècniques que utilitzem per ombrejar-los s'han de basar per força en interpolacions. El primer que hem de fer és obtenir els punts que componen els costats del polígon. Per fer-ho utilitzem una aproximació que pot semblar molt poc precisa (molt lluny dels algoritmes de Bresenham i d'altres) però que ens és suficient donat que el que volem fer és omplir polígons i no dibuixar-ne amb exactitud els costats. L'algorisme és el següent:

Donats els vèrtexs (ja projectats)  $(x_0, y_0), (x_1, y_1)$  fer:

$x$  és  $x_0$

pendent es  $(y_1 - y_0) / (x_1 - x_0)$   
per  $y$  desde  $y_0$  fins  $y_1$  fer  
(xcostat, ycostat) son (enter( $x$ ),  $y$ )  
 $x$  es  $x + m$   
amb  $x, m$  reals, i enter( $x$ ) el valor de  $x$  arrodonit.

Un cop obtinguts els costats, que també emmagatzemem en forma de linked-list, ja podem plantejar-nos el que farem amb els punts interiors.

En principi fem les següents hipòtesis:

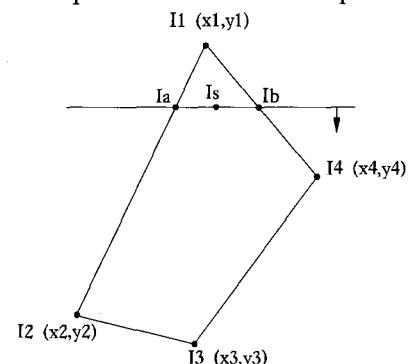
- la font de llum es troba a infinit, i pertany el vector  $L$  que manté constant.

- assumim només la component difusa (treballem amb un únic objecte i per tant l'aproximació és acceptable).

Presentarem tres tècniques d'ombrejat que van de pitjor a millor:

**Constant:** l'equació de Phong ens permet de calcular la intensitat com al producte escalar de la normal  $N$  amb el vector  $L$  de posició de la llum. Per cada polígon, calcularem aquesta intensitat i l'omplirem amb punts d'aquest color.

**Gouraud:** és basa en interpolar les intensitats a partir



de les dels vèrtexs, que al seu torn calcularem mitjançant el producte escalar d' $L$  i la normal ponderada del vèrtex (que és el promig de les normals dels polígons que comparteixen el vèrtex). Les equacions són:

$$\begin{aligned}I_a &= (I_1(y_s - y_2) + I_2(y_1 - y_s)) / (y_1 - y_2) \\I_b &= (I_1(y_s - y_4) + I_2(y_1 - y_s)) / (y_1 - y_4) \\I_s &= (I_a(x_b - x_s) + I_b(x_s - x_a)) / (x_b - x_a)\end{aligned}$$

**Phong:** aquest mètode interpola normals, en comptes d'intensitats, i calcula per cada punt la seva intensitat via el producte escalar de sempre. L'avantatge fonamental d'aquesta aproximació, és que tendeix inhererentment a recomposar la superfície real de l'objecte, de la qual la xarxa poligonal

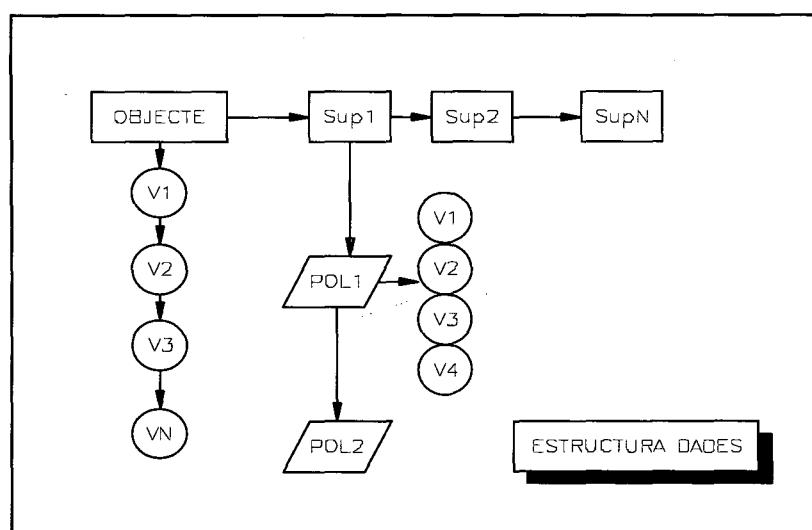
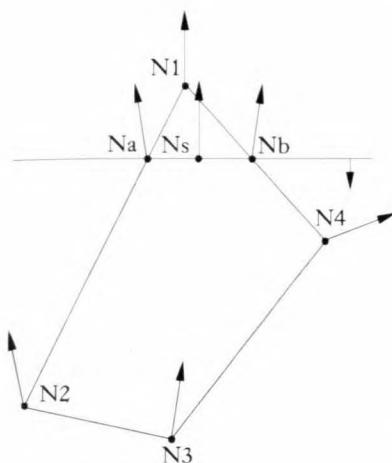


Figura 1.

no es més que una aproximació. A més, amb una mica de feina addicional, possibilita la incorporació de la component especular. Les equacions són:

$$\begin{aligned} N_a &= (N_1(y_s - y_2) + N_2(y_1 - y_s)) / (y_1 - y_2) \\ N_b &= (N_1(y_s - y_4) + N_2(y_1 - y_s)) / (y_1 - y_4) \\ N_s &= (N_a(x_b - x_s) + N_b(x_s - x_a)) / (x_a - x_b) \end{aligned}$$



### MILLORANT EL SISTEMA: HIDDEN LINES

Donats  $n$  punts tridimensionals que coincideixen en un únic punt de la pantalla, només representem aquell més proper al punt de vista, el que té la  $z$  (respecte al punt de vista) més gran. Aquesta deducció no sembla ser massa brillant, però de fet constitueix una tècnica que els anglesos qualificarien de "force-brute", la tècnica del Z-buffer. Precisament, el que fem es crear un buffer amb igual capacitat que la resolució de la pantalla i per cada punt que projectem comparem la seva component  $z$  amb la del Z-buffer, representant-lo només en cas de ser major.

Aquesta tècnica presenta els inconvenients de la gran memòria que requereix en resolucions elevades, pel que a vegades es redueix a una única línia, complicant-se llavors la resta de processos, que han de ser orientats a la línia, i no al punt o al polígon.

### TRACTAMENT DEL COLOR

En les tècniques d'ombrejat presentades sempre arribem a un valor d'intensitat per cada un dels punts. La pregunta és, com compatibilitzem

aquest valor amb els colors que ens ofereix una targeta gràfica? (una SuperVGA, p.ex).

Es habitual treballar, en temes de color, amb el model RGB (*Red Green Blue*), que consisteix en assignar a cada color un valor de 24 bits (8 bits per color primari). Pensant en aquest sistema, la intensitat de què parlavem es transforma en tres intensitats  $I_r$ ,  $I_g$ ,  $I_b$ , que es modelen amb els seus respectius coeficients (segons el color de l'objecte).

A partir d'aquí, només ens cal un procediment, que dependrà del hardware concret, del tipus: `Pixel_Write(x,y,r_comp,g_comp,b_comp)`.

El problema es presenta amb les targetes que no tenen disponibles  $2^{24}$  colors (la majoria). En aquestes la noció d'RGB s'implementa a partir d'unes memòries intermitges entre la memòria de pantalla i el sistema de generació de color. Aquestes memòries, conegeudes amb el nom de LUT (*Look-Up Table*), s'indexen amb el nombre de colors disponibles simultàniament (256, usualment) i estan constituïdes per registres de 24 bits, que poden modificarse interactivament.

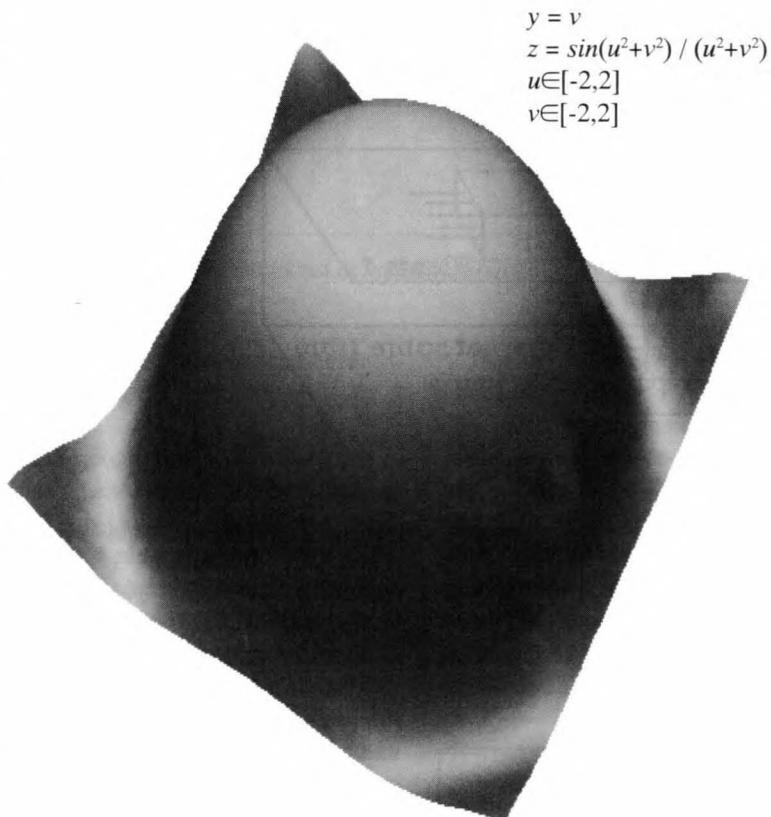
Aquest hardware complementari possibilita el concepte de paleta gràfica: d'un colors disponibles hom en pot visualitzar m simultàniament.

En el cas de treballar amb un sistema d'aquest tipus el que farem es per cada un dels objectes generar una sèrie de colors RGB (que corresponen a una variació gradual) i guardar-los a la LUT. El valor de la intensitat, finalment, és el que ens indexarà la taula.

### CONCLUSIONS

Com s'ha pogut comprovar, les tècniques emprades no presenten una dificultat desmesurada, ja que són fruit d'aproximacions espacials força intuitives. Remarcar això si, la importància extrema de l'estructura de dades, estructura que condiciona totalment els mètodes a utilitzar. Fins i tot, i a causa de la jerarquizació present en el problema, ens podem plantejar d'utilitzar una implementació via programació orientada a objecte.

Finalment una mostra dels resultats d'aplicar els mètodes comentats:



# El hub en las redes de comunicación actuales

Antonio Barba

**E**n los últimos años, el desarrollo de sistemas de redes telemáticas ha sido vertiginoso tanto en el campo de las redes locales como en el de las redes de área extendida. Este tipo de sistemas presenta problemas de gestión crecientes dado que, en general, presentan terminales de distintos fabricantes con arquitecturas propietarias

diferentes.

A medida que estas redes fueron haciéndose más complejas, el cableado fue complicándose. Cada vez resultaba más difícil detectar y encontrar las averías en la red, provocando paradas y bloqueos en las comunicaciones.

Con el tiempo se desarrollaron sistemas de gestión de red que facilitaban el control efectivo de los dife-

rentes componentes de la red. Dentro de la evolución de estas plataformas de gestión de red, actualmente se encuentran los *hubs* inteligentes.

Los *hub* se basan en la concentración en una sola plataforma o caja de toda la topología de la red, evitando el cableado por los edificios. Para ello, se requiere de la disposición de cables separados para cada terminal que se

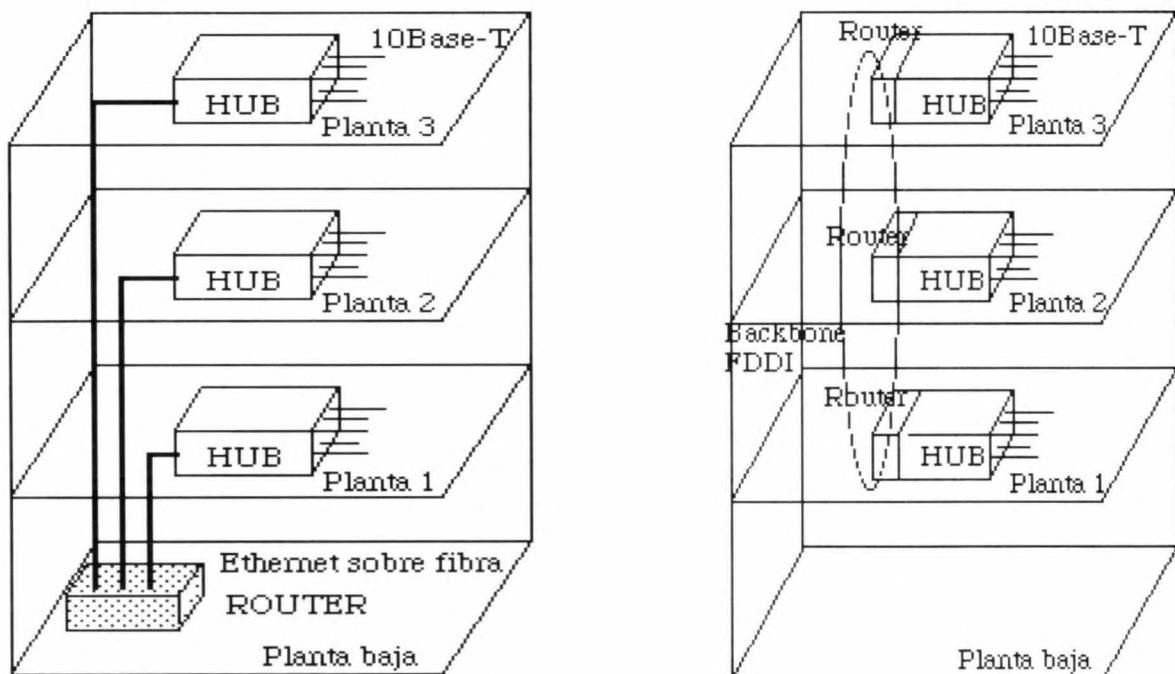


Figura 1.- Backbone colapsado y distribuido a través de router.

conectan finalmente al *hub*. El *hub* dispone de puertos que lo configuran para la conexión con los diversos estándares de LANs (*Local Area*

*Network*), como por ejemplo, ethernet, token ring, FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*), etc. o bien conexiones con *bridges*, *routers* o a enlaces remotos. Si a eso le añadimos una unidad de gestión de alarmas, prestaciones, configuración, ... estaremos configurando un *hub* inteligente.

ANTONIO BARBA es profesor en el Departamento de Matemática Aplicada y Telemática de la UPC.

Se pueden considerar dos tipos de configuraciones para el *backbone* o núcleo central de las LANs: el distribuido y el colapsado. Un *backbone* distribuido conecta múltiples segmentos LAN a través de varios *hubs* cableados y repetidores proporcionando estos sistemas un control dis-

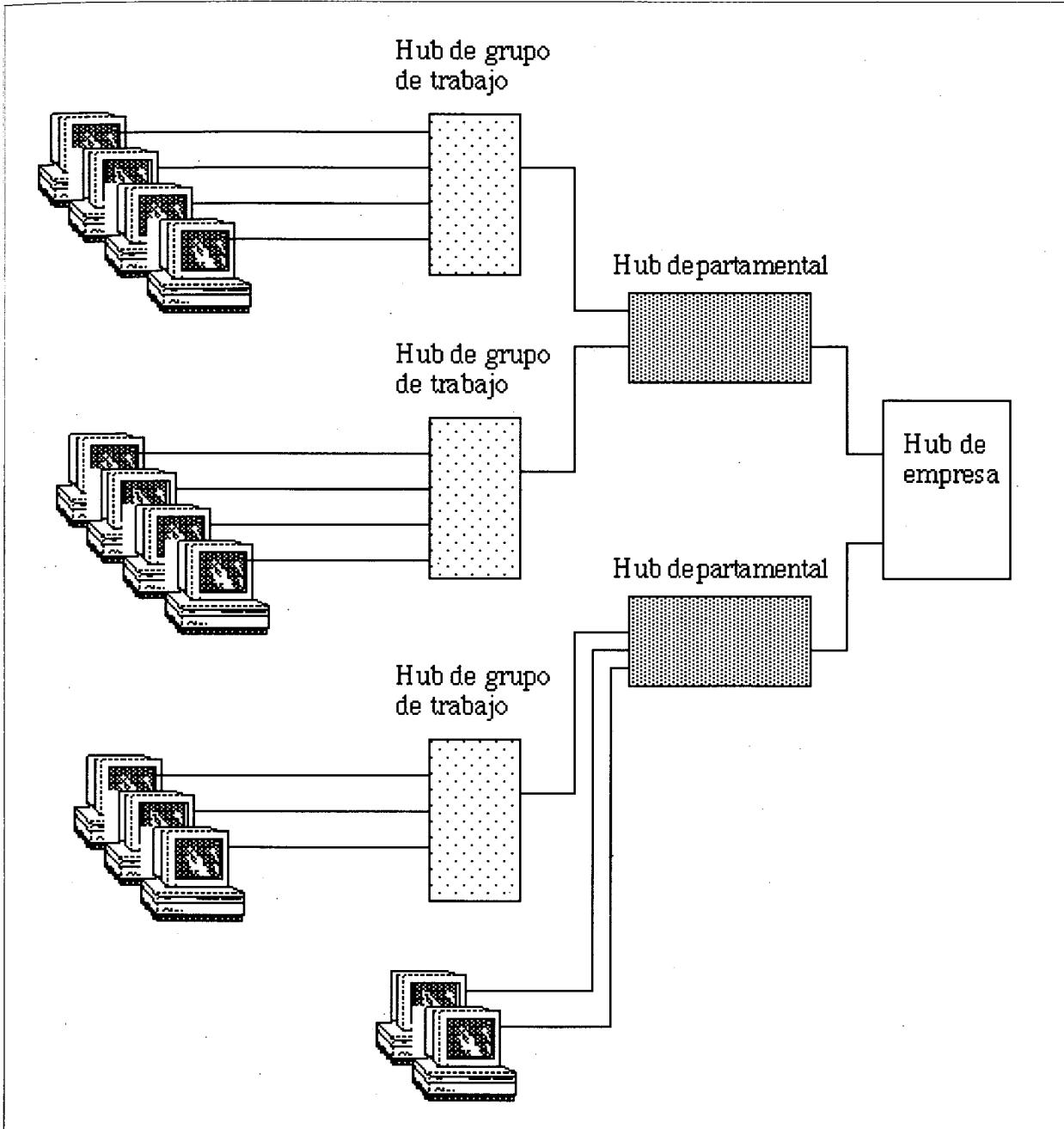


Figura 2.- Distribución jerárquica de *hubs* en una red de comunicaciones de empresa.

tribuido. A diferencia de éstos, en el caso de un *backbone* colapsado, se integra éste en un único dispositivo, concentrando las funciones de gestión en un único punto y facilitando posteriormente todo el desarrollo de *hubs* inteligentes.

Los *backbones* colapsados, por tanto, configuran la red en la forma de topología en estrella situándose el *hub* en el centro y facilitando la gestión del sistema. Actualmente, numerosos fabricantes proporcionan dispositivos *hub* para la formación de diversas estructuras topológicas de red, como jerárqui-

cas, en anillo, interconexiones remotas, etc.

Se contemplan diversas categorías de *hubs* dentro de una red, desde los que enlazan ordenadores localmente, a nivel de grupos de trabajo, pasando a estructuras en un segundo nivel jerárquico de tipo departamental y llegando a una conexión central en un tercer nivel, correspondiente al nivel de empresa. Todos ellos requieren de diferentes especificaciones en relación a módulos de interconexión o simplemente a tipos de cableado.

En un primer nivel, los *hubs* disponen de diversos módulos donde concentran los segmentos de red. El cableado suele ser de par trenzado y los protocolos utilizados del tipo ethernet o token ring. En un segundo plano estarían los *hubs* que conectarían los anteriores a un nivel departamental. Éstos, en general, disponen de facultades avanzadas de gestión de la red así como cableado de tipo óptico. Finalmente, a un nivel superior, estarían los *hubs* que interconectarían entre sí diversas redes (WANs, Wide Area Network) mediante conexiones remotas y en donde se procedería con

las operaciones de gestión de red a nivel de empresa.

La aproximación modular utilizada en el diseño de los *hubs*, permite utilizar diferentes tipos de tecnologías de acceso al medio, tales como ethernet, FDDI, token ring,... en un mismo *hub*. Cada *hub* dispone, en general, de múltiples buses de *backplanes* con diversos módulos. Éstos, a su vez, contienen múltiples puertos para las conexiones con dispositivos de red.

Los *hubs* pueden a su vez, interconectarse vía repetidores, *bridges* o módulos de *router* para formar *backbones* o grandes redes de internet. La tendencia es, sin embargo, la integración de estos dispositivos de interconexión en los mismos *hubs*. Con ello, se pretende gestionar más infraestructura de una forma centralizada como por ejemplo, monitorización de tráfico y prestaciones de los usuarios o bien el realizar

una administración más efectiva de la configuración de la red.

La modularidad creciente de los *hubs* inteligentes permite además, la incorporación gradual de nuevas tecnologías como son FDDI o conmutación ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). La FDDI alcanza velocidades de hasta 100 Mbps, muy aptas para servir de *backbone* a la red, mientras que la conexión con el exterior se realiza a través de ATM a partir de 155 Mbps. Existen fabricantes que disponen de arquitecturas con *backplanes* capaces de operar hasta los 2 Gbps o superiores.

Actualmente, también se está desarrollando la interconectividad de redes locales con redes de área extendida (WAN) a través de *hubs*. Se dispone de gran variedad de interfaces como son, frame relay, X.25, ISDN (*Integrated Services Digital Network*), SMDS (*Switched Multimegabit Data Services*),... así

como de diversas tecnologías para el cableado.

Según los analistas de la industria, el mercado para los *hubs* inteligentes podría alcanzar los 2.000 millones de dólares por 1995 y unos 3.000 millones de dólares para 1996. Este crecimiento está siendo provocado en gran parte por el incremento de funcionalidades y de flexibilidad de configuración proporcionados por este tipo de equipos y su facilidad para expansión y migración a nuevas tecnologías ofreciendo, por tanto, una gran protección a la inversión que realizan los usuarios.

#### REFERENCIAS:

- J. HERMAN Y CH. SERJAK: "ATM switches and hubs lead the way to a new era of switched Internetworks", Data Communications, March 1993.

- N. J. MULLER: *Intelligent hubs*, Artech House, 1993.

# ORDENADORES PERSONALES E IMPRESORAS

**olivetti**

# De las redes y servicios específicos a los sistemas y servicios telemáticos

## -Parte II, Evolución-

Vicente Casares

**C**omo continuación de la primera parte, esta segunda se centra en el concepto evolutivo hacia la integración de tratamiento, tecnología, sistemas y servicios. Ello se inicia en la primera sección. En la segunda, se aborda el tandem concepto-realización como discusión fundamental para comprender las perspectivas presentes y de futuro de los sistemas de telecomunicación. Ya en la tercera sección, cuerpo central de nuestra discusión se discuten las soluciones apuntadas para la integración. La exposición finaliza oteando el horizonte de las telecomunicaciones con especial énfasis en la componente telemática de *internetworking*.

### 1.- HACIA LA INTEGRACIÓN.

Los servicios de telecomunicación, usualmente han sido transportados vía redes separadas: voz por la Red Telefónica Básica (RTB), datos por redes de ordenadores (WANs, LANs), televisión sobre redes de radiodifusión o redes de cables, videotelefonía por redes privadas. Así pues, tales redes fueron ingenieras para aplicaciones o servicios muy de-

terminados, no siendo en un principio, idóneas para otros.

No obstante, y no sin ausencia de pericias técnicas, a las redes especializadas, y en compatibilidad con el modo de operación de las mismas, se

65], complejidad de constelaciones para modulaciones digitales ASK, FSK, PSK, [ART-62]. Es más, no contentos con la capacidad del canal alcanzable en la práctica lejos de la teórica dada por la Teoría de la Información, hubo -y no hace mucho tiem-

Año	Modelo	Velocidad (bps)	Ancho de Nyquist	Bits/símbolo	Modem
1962	Bell 201B	2400	1200	2	4-PSK
1967	Milgo 4400/48	4800	1600	3	8-PSK
1971	Codex 9600C	9600	2400	4	16-QAM
1980	Paradyne 14400	14400	2400	6	64-QAM
1981	Codex/ESE SP14.4	14400	2400	6	64-QAM
1984	Codex 2660	14400	2400	6	128-TCM
1985	Codex 2680	19200	2743	7	160-TCM

Tabla 1.- Evolución de los modems para línea telefónica.

les han venido acoplando otro tipo de servicios. El caso más ejemplar es la transmisión de datos, que mediante adaptadores -modems- se ha venido ofreciendo -en España desde 1964- por la RTB o por líneas telefónicas dedicadas. Otro caso ilustrativo ha sido el servicio telefax, que ofreciéndose también a través de la RTB su uso ha sido explosivo en los últimos cinco años. Son casos en el que los datos se han adaptado al medio de comunicación de voz.

En transmisión de datos se han alcanzado logros históricos en: técnicas de ecualización adaptativa [LUK-

po- mejoras que se aproximan a la cota ideal de la capacidad del canal telefónico. Tales cotas se conocen merced al desarrollo de la llamada teoría de la información, en la cual, Shannon [SHA-48] dio el primer paso decisivo. Ello fue posible gracias a técnicas de modulación y codificación más sofisticadas (TCM, [UNG-82]). La tabla 1, original del artículo de G.D. Forney [FOR-90], muestra la evolución en ese sentido.

Por contra, si la adaptación de los datos a un entorno de voz (c. circuitos) ha sido factible la de la voz a un entorno de datos (c. paquetes) ha

VICENTE CASARES es doctor ingeniero en telecomunicación y profesor de la UPC. Ha trabajado en temas de integración de voz y datos y en temas de comunicaciones móviles (proyecto CICYT) y portátiles (colaboración con Alcatel-Sesa)

1948	Teoría de la Información de C. Shannon
1949	Códigos de Golay
1950	Códigos de Hamming
1952	Códigos de Huffman / Desigualdad de Fano
1954	Códigos convolucionales
1959	Códigos BCD / TASI
1960	Códigos Reed-Solomon
1967	Algoritmo de Viterbi
1968	Algoritmo de Berlekamp
1970	ALOHA
1972	S-ALOHA
1975	CSMA, CSMA/CD, ...
1982	Trellis Coded Modulation (Ungerboeck)
1985	Concepción del ATM
1990	"Trellis precoding", CDMA en "Wireless"

**Tabla 2.- Concepto**

tenido serias dificultades. Las redes ILANs son un ejemplo claro [FIN-86]. Pese a obtenerse codificaciones de voz a 2.400 bps, no ha cristalizado producto comercial alguno sustitutorio simultáneo de las PABXs y las LANs. Tal integración puede venir de la mano de la banda ancha, una concepto revolucionario de red de transporte basada en tecnología óptica, [ROC-87].

## 2.- TÁNDEM: CONCEPTO - REALIZACION.

Los tremendos avances que en materia de sistemas de telecomunicación se están produciendo son fundamentalmente consecuencia de los dos factores antes mencionados: teoría de la información -concepto- y tecnología -realización-. Su aparición en escena tiene lugar justo en puertas de la segunda mitad del presente siglo. Muy recientemente así lo ha manifestado, A.J. Viterbi [VIT-91]:

*Advances in digital communication in the latter half of this century were guided by the lessons of information theory but fueled by the progress in solid state electronics*

A.C. Shannon con su publicación [SHA-48], se le considera el fundador de la teoría de la información. A partir de ella se han ido conociendo los aspectos de codificación de fuente

1947	Invención del transistor
1955	CCIF+CCIT=CCITT
1955-60	Circuito integrado. Ordenadores de 2 <sup>a</sup> generación -transistor-
1962	Telstar. Primer sistema PCM
1963	Ordenadores 3 <sup>a</sup> generación -CI-
1965	Primera central SPC-ESS
1966	Concepción fibra óptica índice gradual
1971	El microprocesador
1970-80	Expansión de los WANs
1975	Comienzo de la era LSI. Ordenadores de 4 <sup>a</sup> generación
1980	Comienzo de la era VLSI
1980-90	Expansión de las LANs. Radio celular analógica (1 <sup>a</sup> gener.)
1990-...	Expansión de las MANs y de la RDSI
1992?	Sistema GSM, CT-2
1995?	Expansión comercial de la radio celular digital (2 <sup>a</sup> gener.)
	¿Ordenadores de la 5 <sup>a</sup> generación -Intel. Artif.-?
	¿Arranque del sistema UMTS celular digital (3 <sup>a</sup> gener.)?

**Tabla 3.- Realización**

y de canal para una eficiente transmisión de la información. Tales concepciones no se hubieran llevado a la práctica si no hubiera habido tecnología adecuada. Fue la invención del transistor, en 1947 [Bardeen, Schokley, Brattain], lo que hizo cristalizar una nueva tecnología -de semiconductores- capaz de realizar por ejemplo concepciones como el sistema MIC ingenierado por A.H. Reeves en 1936. Las tablas II y III reportan fechas clave sobre concepciones y realizaciones.

Con los avances tecnológicos habidos fundamentalmente tras la invención del transistor, y por otra parte con la creciente demanda de servicios de telecomunicación, se ha generado una necesidad de integrar todo tipo de entornos y quehaceres, en aras de simplificar y optimizar el uso de los sistemas de telecomunicación. La tecnología optoelectrónica es también elemento básico en este proceso. Así pues, se ha llegado a un consenso universal sobre la clave de las redes de telecomunicación: integración.

## 3.- TENDENCIAS EN LA INTEGRACIÓN.

Es clara tendencia existente sobre la evolución de los sistemas de teleco-

municación, vislumbrando una integración en cuanto a tratamiento, tecnología y servicios. En la primera parte de este trabajo, se ha presentado un modelo arquitectónico de sistema de telecomunicación y que ahoraaremos servir en aras de catalogar las líneas de integración previsibles.

El planteamiento de la integración lo contemplamos desde cuatro perspectivas:

-Tratamiento (De la señal: digitalización. De la información: telemático).

-Tecnología (electrónica, óptica).

-Servicio (voz, textos, datos, imagen).

-Sistema (terminal, red, acceso).

El grado de integración cataliza la simbiosis *telecomunicación informática*. Todas las modalidades de integración podrían tratarse por separado. No obstante es fácil comprender que a menudo suelen ir en conjunción. A ellas nos vamos a referir a continuación, con especial hincapié en la integración de sistema.

El tener una misma forma de señal -digital- es condición necesaria para abordar con éxito los siguientes niveles de integración. Todo tipo de información puede admitir una re-

presentación y un tratamiento de la señal digital. Por otra parte, si se quiere una casi completa integración de servicios y en base a las enormes ventajas de los entornos digitales sobre los analógicos, se ha de tender a la digitalización. El tratamiento digital unificado presenta las ventajas inherentes a la operatividad con sistemas digitales de tecnología de semiconductores.

La RTB ha evolucionado hacia la digitalización llevando una mejora en la calidad del servicio. En

nuestros días se está procediendo a la digitalización total de la red telefónica, siendo el grado de penetración digital muy variable, dependiendo de cada país. No obstante hemos reseñar que el proceso en sí es muy lento y costoso dada la gran extensión de la red y que los equipos de transmisión/conmutación no reclaman cambio pues éstos siguen funcionando por un tiempo mayor del que se les pronosticó cuando se diseñaron.

El tratamiento de la información lo concebimos como un tratamiento telemático. Algoritmos de codificación de fuente, codificación de canal, control de flujo, congestión, protocolos (CCITT, OSO, ETSIT, ECMA, etc.), cifrado, seguridad, etc. son los nuevos elementos que antes de los años 50 apenas existían. Su problemática puede encontrarse en cualquier componente del sistema: terminal, red de acceso y red de transporte.

El de tecnología es también un nivel fundamental si se quieren sistemas de calidad y de compacta realización. Nos referimos a la tecnología óptica anteriormente aludida. Las señales eléctricas y electrónicas son de características diferentes a las ópticas. Si bien ambas pueden ser digitales, al trabajar a frecuencias distintas no existe continuidad en sí. Al advenimiento del uso masivo de la fibra óptica como elemento de transmi-

sión, le ha de suceder la tecnología óptica en conmutación. Un gran paso, aunque no definitivo, se dará al disponer de conmutadores ópticos que den continuidad a la transmisión óptica. Bastará para ello la comercialización de conmutadores ópticos en red de conexión. Hoy en día la unidad de control es más opaca a la óptica que la red de conexión. Tremendos esfuerzos de investigación son necesarios para conseguir un control óptico en los conmutadores. En esencia nos estamos refiriendo a los ordenadores ópticos.

De otra parte está la integración de servicios. Muchos expertos en el tema dicen que ésta será posible cuando la RTB esté totalmente digitalizada. Lo cierto es que no hay que esperar a ello para integrar algunos. La transmisión de datos por un medio no optimizado para tal efecto, esto es por la red telefónica constituyó el primer ejemplo de integración de servicio. En nuestros días, también el fax se ha insertado en la red telefónica que ha irrumpido en la sociedad con total aceptación. Sin embargo sí es cierto que el vídeo y la imagen de calidad han de esperar a la aparición de redes con mayores capacidades, de mayores anchos de banda. De cualquier modo, el desarrollo de la microelectrónica como soporte para la ingeniería del "software", facilitará la generación de nuevos servicios y

la integración de éstos en nuevas redes y sistemas -telemáticos-.

Finalmente tenemos la integración de los sistemas de telecomunicación. La realización de tal concepto, amén de fomentar la compartición de recursos, facilitará, al igual que la digitalización, el tratamiento telemático. La integración de sistemas es un concepto amplio y su alcance dependerá de dónde y cómo se lleve a cabo. Ello merece una detallada discusión -siguentes secciones-, matizando las posibles soluciones que a corto, medio y largo plazo parecen vislumbrarse.

Subrayar la necesidad de disponer de nuevas herramientas telemáticas de dimensionado y planificación para los sistemas integrados, las cuales, se vislumbran como evolutivas de las clásicas telefónicas [Erlang-1917].

### 3.1- Integración del acceso -RDSI

Es la integración de acceso una integración parcial de sistema. Como la expresión indica, sólo se integra el acceso, no el terminal ni tampoco la red de transporte. La idea consiste en aprovechar la gran estructura de las redes de transporte especializadas; de forma que funcionen paralelamente. El acceso integrado hará que el usuario "vea" una única red (lógica, no física), sin necesidad de distinguir entre un tipo de red u otro. La interfaz de adaptación -punto de conexión a la red- se encargará de encaminar el servicio requerido por el usuario a la red específica -voz: red telefónica, datos: red de paquetes, etc... En el otro lado del acceso, el punto de co-

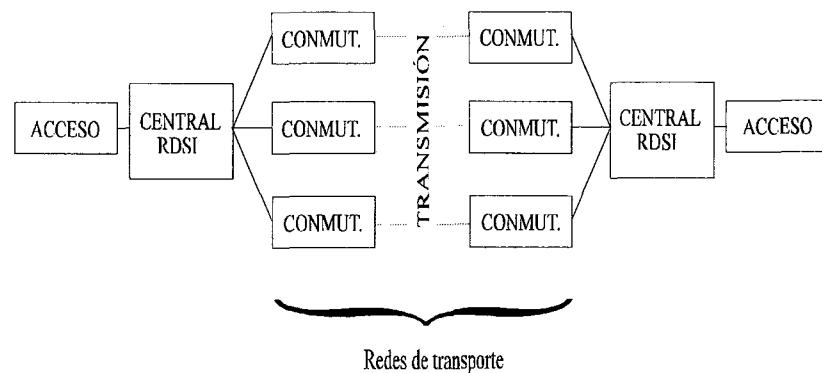


Figura 1.- Integración del acceso (Fuente [CHE-88]).

nexión de terminal quien hará la función dual, esto es, encaminar la información al terminal apropiado -voz: teléfono, datos: impresora, ordenador, etc...

Es por tanto la integración de acceso una solución económicamente atractiva y técnicamente factible, la cual conllevará un mejor aprovechamiento de los recursos, -compartir y no repartir- esto es, accesibilidad total y no restringida<sup>62</sup>.

La concepción RDSI se basa en:  
1º. Mantener las redes especializadas existentes.

2º. Digitalización de la transmisión y conmutación. Facilita el tratamiento telemático.

3º. Proveer accesos integrados a los usuarios.

Reiterar que con la 3<sup>a</sup> condición se tendrá un acceso unificado de manera que el usuario "vea" una red única. Es pues la RDSI un concepto de integración sencillo, atributo éste que hizo pensar en una implantación a corto plazo. Ello no es así -no ha sido así ni lo será- porque el gran inconveniente está, no sólo en la digitalización sino en la construcción de dos nuevas redes, el CCITT N°7 -transporte- y una nueva red de acceso. Como quiera que esta última se basa en el bucle de abonado telefónico convencional y éste es tremadamente conservativo, se prevé que la expansión comercial de la RDSI todavía tarde algunos años -décadas?-.

Resaltar también un inconveniente funcional, la limitación del acceso a canales de 16 Kbps. y 64 Kbps.

acceso básico y de 2 Mbps. para acceso primario -PABXs, LANs-. Este viene del requerimiento 1º que consecuentemente restringe el tipo de información a transportar por la red, [BOC-88]. Para velocidades superiores a las citadas, necesarias para servicios de imagen (HDTV, teleconferencia, etc..), es preciso echar mano a otra concepción de red: la CIBA.

Quede pues bien claro que con la digitalización, se puede alcanzar un mayor nivel de integración de servicios. Esta integración, quede también claro, si bien parcial será grande en la RDSI. La RDSI, ofrecerá

una integración lógica no física, pues en primera alternativa consistirá en la integración a nivel de acceso, no a nivel de red.

La arquitectura prevista para RDSI será la de la figura 2.

### 3.2.- Integración de la transmisión -comutación híbrida-.

Otro posible paso intermedio en la andadura hacia la total integración, es la integración del sistema a nivel de acceso y de transmisión. Ello viene a significar la conservación de los conmutadores especializados -cir-

cuitos, paquetes, etc..-. Es lo que ha venido en llamarse la conmutación híbrida. Bajo esta filosofía operan las soluciones apuntadas en [KUM-74], y [ZAF-75], así como la solución SENET [COV-75], -Figura 3-.

### 3.3.- Integración de la transmisión + conmutación -CIBA-

*"La sociedad informatizada está emergiendo. Tendemos a la automatización sin hilos, sin papel, sin dinero en efectivo, sin fronteras, sin ataduras: de ubicuidad total."*

Para conseguir una integración total hemos de recurrir a un nuevo concepto de red: la CIBA (figura 6). Para albergar en un único sistema grandes cantidades de tráfico ¡heterogéneo!, no sólo es menester una red óptica -las autopistas de las telecomunicaciones-

sino también arbitrar procedimientos de acceso, de transmisión y de conmutación que eviten el conflicto del transporte entre los diferentes servicios. En consecuencia, tiene que haber tratamientos especializados que coexistan en el mismo entorno: control de flujo, congestión, prioridad, robustez, privacidad, etc. Cada una de las técnicas de codificación, de protección contra errores, de filtrado, de secretización, etc. se tendrán que aplicar a aquellos servicios que lo precisen. Es pues ahí donde reside el último eslabón que hoy se vislumbra para culminar la integración total: la integración de servicios. La red será óptica: Los accesos a través de soporte físico -fibra óptica- y vía radio - para móviles y portátiles-. Los terminales serán multifunción y mayoritariamente multimedia.

La futura integración en telecomunicaciones responderá a la integración multinivel:

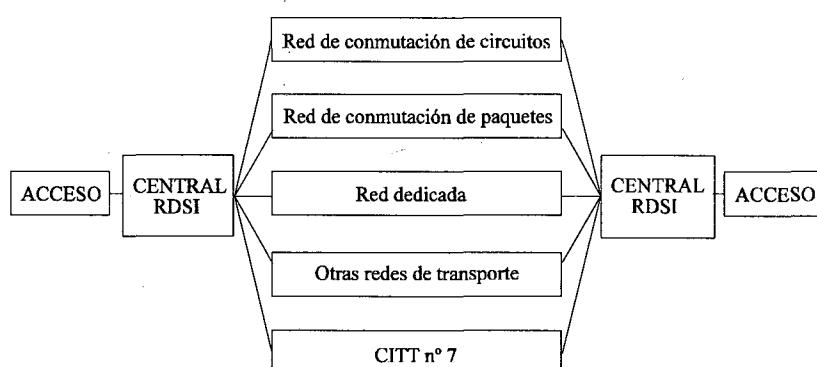


Figura 2.- Probable arquitectura RDSI (Fuente [CHE-88]).

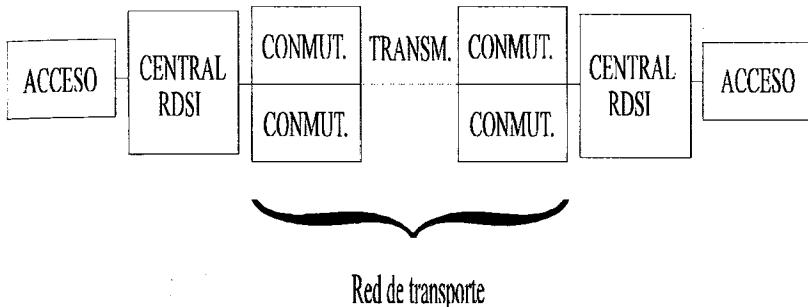


Figura 3.- Integración de la transmisión (Fuente [CHE-88]).

- TRATAMIENTO (De la señal: digital. De la información: Telemático).
- TECNOLOGIA (óptica).
- SISTEMA (terminal, acceso y red (transmisión + conmutación)).
- SERVICIOS (todos).

Tan enorme objetivo precisa rá de una concepción de red de transporte totalmente nueva. La CIBA es un concepto de Comunicaciones Integradas de Banda Ancha configurada por la Transmisión a y Conmutación óptica, [BRO-90]

#### Transmisión óptica: Solución SONET y SDH (síncrona).

SONET “*Synchronous Optical NETwork*”: Originalmente propuesto por Bellcore (*Bell Communications Research*), es una técnica de transmisión. SONET se presentó inicialmente en ANSI (*American National Standardization Institute*). Define un estándar para señales ópticas, una estructura de trama para el multiplexado de tráfico digital y un procedimiento de operaciones.

El bloque básico y el primer nivel de jerarquía de señal SONET se denomina STS 1 (*Synchronous Transport Signal Level 1*). STS 1 tiene una tasa de bits de 51.84 Mbps. Lo configuran 810 bytes de 8 bits, dispuestos en 9 filas y 90 columnas. El orden de transmisión es de fila a fila de izquierda a derecha y de arriba a abajo, durando la transmisión 125 microsegundos. Las tres primeras columnas STS 1 son de control de sec-

ción y de línea. Las 87 restantes son para transporte de información, [FEN-81], [HUI-89], [BAL-89]. El uso de sistemas síncronos ha ido proponiéndose con el ámbito de CCITT hasta que en 1988 condujo a la aprobación de la recomendación SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) de la Serie G del CCITT, [IEEE-90].

En estas Recomendaciones se describen la jerarquía síncrona, la estructura de la trama del nivel básico STM 1 (*Synchronous Transport Module 1st order*) a  $55.84 \times 3 = 155.52$  Mbps, y el método de multiplexado de las informaciones procedentes de niveles jerárquicos plesiochronos antiguos, [GIL-91].

Comutación óptica: Solución ATM (comutación rápida de células).

ATM: Además de ATM (ver figura 5), otras propuestas que se barajan son STM y técnicas híbridas STM/ATM. No obstante, ATM aparece como la solución que se usará en banda ancha CIBA, Recomendación del CCITT I.121: “Broad Band Aspects of ISDN”. No obstante, esta técnica tendrá que sopesarse desde

diferentes puntos de vista: grado de servicio, *accounting*, compatibilidad con redes existentes y escalado. Las redes ATM tal y como lo ha concebido el CCITT estarán basadas en un modo de conexión orientado usando un circuito virtual que es identificado en la cabecera de cada célula. No obstante, y con miras a la interconexión con LANs, -de nuevo *internetworking*-, un modo de conexión no orientado (datagrama), sería más conveniente para la simplificación de las pasarelas (*gateways*).

En conmutación óptica es fundamental disponer de redes de interconexión de fácil y rápido encaminamiento. Las soluciones son las redes de Batcher y las de Banyan.

En general, si bien en transmisión óptica se alcanzan magnitudes del orden de Gbps, lo cierto es que los conmutadores ATM de hoy en día llegan a unos pocos centenares de Mbps. Una relación de 10:1 que hace de la conmutación un cuello de botella. Diríamos que es todavía el tema pendiente de resolución tecnológica.

Para el diseño de conmutadores ATM, una aproximación usada y que originalmente fue diseñada para la interconexión [FEN-81]. Varias aproximaciones se emplean entre las que caben destacar las redes Banyan, las redes barajadas -*shuffle*- y las redes delta. De todas ellas, son las redes Banyan las que aparecen como candidatas más idóneas para conmutación ATM, básicamente por ser autoenrurables.

En definitiva, las telecomunicaciones han tomado el rumbo de la

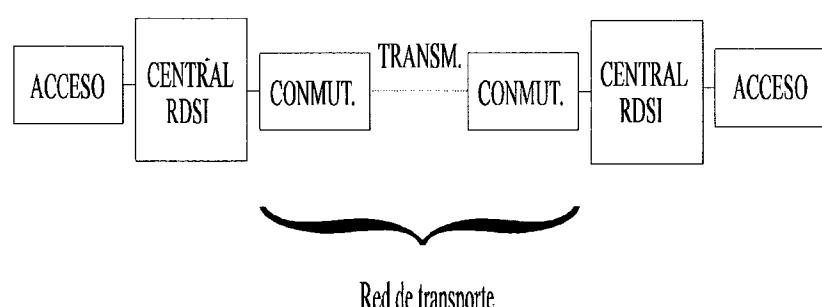
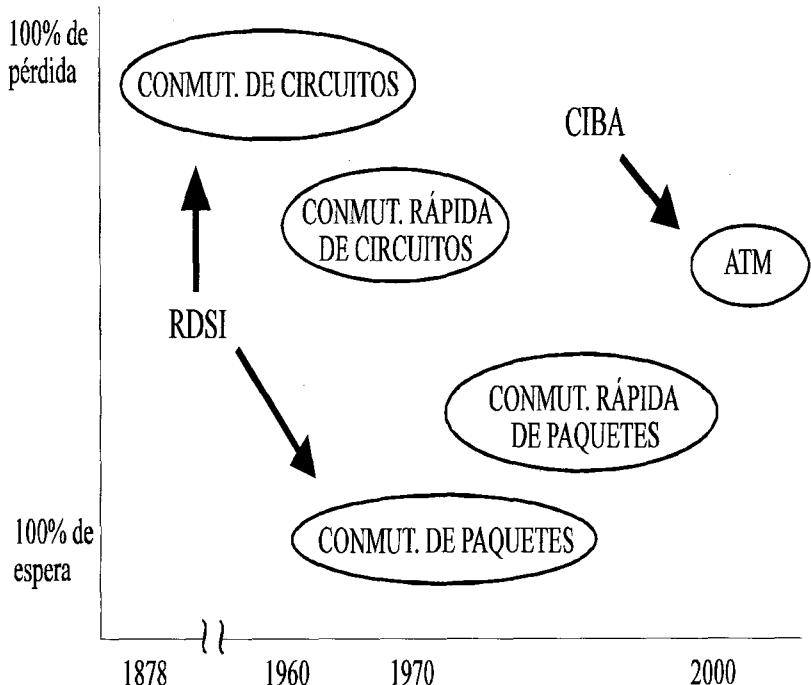


Figura 4.- Integración total de la transmisión y conmutación (Fuente [CHE-88]).



**Figura 5.-** Modalidades de conmutación, comparación y evolución.

integración, siendo ésta realizable en los términos antes mencionados. Con referencia al modelo arquitectónico propuesto, dicha integración tendrá lugar en Terminales -hacia el terminal inteligente, multifunción y multimedia-, Acceso -hacia el acceso integrado, vías soporte físico y radio, teniendo como elementos -opcionales- las PABXs (c. circuitos) y las LANs y MANs (c. paquetes); y transporte -hacia la RDSI con destino final en la CIBA-.

#### 3.4.- Interconexión de redes

Los esquemas anteriores pueden ser útiles para las interconexiones cruzadas, esto es, red de acceso con filosofía de conmutación de circuitos con red de transporte con conmutación de paquetes y viceversa. Incluso cabría pensar en dispositivos de interconexión entre redes de transporte heterogéneas. He aquí la justificación de la disciplina de internetworking o interconexión entre redes, la cual trata de la interoperabilidad entre redes de transporte y de acceso de distinta filosofía de funcionamiento, [SCH-87], [STA-88], [IEEE-88].

Por tanto venimos a concluir que el tema de interconexión de redes se perfila como un campo prioritario en la I+D. Durante el período de transición de la digitalización hasta alcanzar la tecnología enteramente óptica, habrán de coexistir interactivamente redes con distinta filosofía de transmisión y conmutación. La integración total de servicios se producirá tras la total integración tecnológica y con el ingrediente adicional de inteligencia de red, [ALC-89].

#### 4.- TELECOMUNICACIÓN EN EL FUTURO. PROTAGONISMO DE LA TELÉMÁTICA.

Hemos creído interesante indagar sobre el panorama de las telecomunicaciones. Las tablas cronológicas II y III nos aportan una visión de pasado con proyección de futuro, en el cual va

tomando cuerpo la ingeniería telemática en el tandem: concepto-realización.

La sociedad informatizada está emergiendo. Tendemos a la automatización de oficinas, a las comunicaciones sin hilos, inalámbricas, sin papel, sin dinero en efectivo, sin fronteras, ...sin ataduras: de ubicuidad total.

La red de telecomunicación por excelencia es la red telefónica, quien le sigue la red Telex. Posteriormente, ya en los años 70 aparecieron las redes de conmutación de paquetes cuya cobertura es función del desarrollo del país correspondiente.

Las filosofías de conmutación de circuitos -voz- y de paquete -datos-, si bien se implantaron en primera instancia para servicio nacional e internacional, después tuvieron sus respectivas realizaciones en servicios locales y privados: PABXs y LANs respectivamente.

La Teoría de la Información + Tecnología, ha suscitado una gran demanda de servicios. La factible digitalización, ha catalizado la idea de integración en el tratamiento informático: telemático. Como consecuencia, la integración de los servicios en redes únicas; -todo ello a pesar de las comparativas características dispares de las fuentes de información-. Como primera aproximación de tal integración, se está aprovechando la estructura de las redes existentes, siempre pasando por la digitalización de las mismas: RDSI.

*"Hay que recordar la afirmación de S. Bell, manager del grupo de desarrollo de las LANs en National Semiconductor: If networking and communications today were the automobile industry, this would be 1915"*

La total integración que alberga todo tipo de señales -audio, video, datos, etc..- vendrá dada por la tecnología óptica y conmutación avanzada, que permitirá un tratamiento homogéneo de las señales

numéricas en un entorno único. Así se prevé que para ya bien adentrados en el siglo XXI tengamos un único tipo de redes de telecomunicación -redes ópticas- capaces de soportar simultáneamente todo tipo de servicios con independencia de sus características.

En el intermedio, una de las ingenierías con gran desarrollo será la de interconexión de sistemas [IEEE-91]. Una diversidad de redes deberán de "convivir". En [ROS-91] se recordaba la afirmación de S. Bell, manager del grupo de desarrollo de las LANs en "National Semiconductor":

*If networking and communications today were the automobile industry, this would be 1915*

Así mismo se prevé que el espectro de radiofrecuencia quede reservado para ofrecer servicios de telecomunicación únicamente a los sistemas móviles y portátiles. La gran mayoría de los actuales sistemas de Radio FM y TV se canalizarán por fibra óptica, manteniendo en servicio únicamente los imprescindibles. Está por ver si la radiación no produce efectos nocivos secundarios, fundamentalmente sobre la salud. Estudios al respecto ya se han iniciado, si bien por el momento son escasos.

## 5.- REFERENCIAS.

[SHA-48], C.E. SHANNON, "A mathematical theory of communication", BSTJ, Vol. 27, pág. 379-423 y 623-656, 1948.

[ART-62], E. ARTHURS, H. DYM, "On the optimum detection of digital signals in the presence of white Gaussian noise - A geometric interpretation and a study of three basic data transmission systems", IRE transac. Communication Systems. Vol. CS-10 pág. 336-372, 1962.

[LUK-65], R.W. LUCKY, "Automatic equalization for digital communications", BSTJ Vol. 44, Nº4, pág. 547-588, 1965.

[KUM-74], K. KUMMERLE, "Multiple performance for integrated line and packet switched traffic", Proceedings of the ICCC, pág. 508-515, Estocolmo, 1974.

[ZAF-74], P. ZAFIROPOULO, "Flexible multiplexing for networks supporting line switched and packet switched data traffic", Proceedings of the ICCC, pág. 517-523, Estocolmo 1974.

[COV-75], G. COVIELLO, P. VELLA, "Integration of circuit/packet switching by a SENET (Slotted Envelope Network) concept". National telecommunications conference. New Orleans, Louisiana, pág. 42.12-42.17. Diciembre 1975.

[FEN-81], T.Y. FEN, "A survey of interconnection networks", IEEE Computer Magazine, pág. 12-27, diciembre 1981.

[UNG-82], G. UNGERBOECK, "Channel coding with multilevel/phase signals". IEEE Transac. on Information Theory. Vol. IT-28, nº1, pp. 55-67. Enero 1982.

[FIN-86], M. FINE, F.A. TOBAGI, "Packet voice on a local area network with Round Robin service". IEEE Transac. on Communications. VO1. COM-34 mº9, pág. 906-915. Septiembre 1986.

[HUI-87], J. HUI, E. ARTHURS, "A Broadband packet switch for integrated transport", IEEE Jon Selec. Areas on Comm. Vol. SAC-5 pág. 1264-1272, Octubre 1987.

[SCH-87], M. SCHWARTZ, *Telecommunication network. Protocols, modeling and analysis*, Addison Wesley, 1987

[ROC-87], E.Y. ROCHER, "Information outlet", ULAN versus ISDN", IEEE Communications Magazine, Vol.25, nº4, pág. 18-32. 1987.

[BOC-88], P. BOCKER *ISDN. The Integrated service digital network. Concepts, methods, systems*, Springer-Verlag, 1988.

[CHEN-88], T.M. CHEN, D.G. MESSERCHMITT, "Integrated voice/data

switching", IEEE Communications Magazine, Vol.26, nº6, pág 16-26, Junio 1988.

[IEEE-88], Número especial, "Network", Vol.2, nº1, Enero 1988.

[STA-88]. W. STALLINGS. "Data and computer communications", MacMillan 1988.

[ALC-89], Número especial sobre "Servicios de redes inteligentes". *Communicaciones Eléctricas*, Vol. 63, nº4, 1989.

[BAL-89], R. BALLART, Y\_C CHING, "SONET: Now it's the standard optical network", IEEE Communication Magazine, Vol 27, nº3 pág. 8-15. Marzo 1989.

[HUI-89], J.Y. HUI, "Network, transport and switching integration for broad band", IEEE Network Vol.3 nº2, pág. 40-51. Marzo 1989.

[BRO-90], T.X. BROWN, K-H LIN, "Neural network design of a Banyan controller", IEEE Journal of SAC, Vol.8, Nº10, pág. 1428-1438, Octubre 1990.

[FOR-90], G.D. FORNEY, "Coded modulation for band-limit channels", IEEE Information Theory Society Newsletter, pág. 1,3-7. diciembre 1990.

[IEEE-90], IEEE Communications Magazine. Número especial en "Global deployment of SDH compliant networks". Vol.28, nº8, Agosto 1990.

[GIL-91], E. GIL "Evolución de la transmisión. Sistemas síncronos", Mundo Electrónico, Nº221, pág.68-70, 72-75, Octubre 1991.

[IEEE-91], IEEE Networks, "Special Issue: LAN Interconnection", Septiembre 1991.

[ROS-91], A. ROSENBLATT, "Data Communications interoperability is Key", IEEE Spectrum Vol.28, Nº1, pág. 48-51. enero 1991.

[VIT-91], A.J. VITERBI, "Wireless digital communication: A view based on three lessons learned", IEEE Communication Magazine, Vol.29, nº9, pág. 33-36,-Septiembre 1991.

# El Centro Nacional de Microelectrónica

Nacho Martínez

**E**l desarrollo de la microelectrónica ha sido, desde su inicio, un indicador de la potencia tecnológica de un país. Históricamente hemos visto como los países dominadores del mundo han estado a la vanguardia de esta disciplina. Por ello, uno podría preguntarse ¿Cómo es posible que un país de desarrollo tecnológico modesto como España, se embarque en un proyecto millonario, destinado al desarrollo de la microelectrónica? ¿No es ese un gasto innecesario de recursos y fondos, que podrían destinarse a proyectos potencialmente más fructíferos? La respuesta es clara y sencilla: Evidentemente existen disciplinas de la microelectrónica en las que los países avanzados nos llevan una ventajainalcanzable. Sería imposible llegar a la altura de las grandes potencias tecnológicas en materias como el diseño de memorias, microprocesadores o en el desarrollo de nuevas tecnologías de fabricación. No obstante, existen tecnologías de nacimiento incipiente, que no requieren costos tan elevados, como por ejemplo el diseño de microsensores y microactuadores, dispositivos de potencia, diseño de Acechas -Application Specific Integrated Circuits-, en las que en España aún podemos decir algo, y de hecho estamos diciendo mucho a través del Centro Nacional de Microelectrónica (CNM).

NACHO MARTÍNEZ es estudiante de cuarto de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona.

## ¿QUÉ ES Y CÓMO NACIÓ EL CNM?

El CNM fue creado en 1985 en el seno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas -CSIC-, enmarcado en el Plan Nacional de Microelectrónica.

En un principio lo integraban 6 personas y utilizaba las instalaciones de la facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona. Posteriormente se agregaron sedes en Sevilla y Madrid, y poco a poco, a cada una de ellas se les fueron encomendando tareas más específicas. Así, hoy en día Sevilla es un centro de desarrollo dedicado prioritariamente al campo analógico, en Madrid se investiga en el terreno de los semiconductores no basados en silicio -AsGa-, mientras que la sede de Barcelona se centra exclusivamente en el diseño y fabricación sobre silicio. Puesto que hoy en día un alto porcentaje de las aplicaciones de los semiconductores en la industria se basan precisamente en el silicio, la sede de Barcelona adquiere un papel preponderante en el CNM, hecho que le permite disponer de una de las 5 salas blancas más avanzadas de Europa.

## ¿CUÁL ES LA ESTRUCTURA EL CNM?

El CNM se estructura como indica el organigrama de la figura 1. El

patronato marca la línea de actuación del CNM. Dicho patronato está presidido por el presidente del CSIC, José M<sup>a</sup> Mato de la Paz, y consta de un secretario y 14 vocales, entre los que se encuentran representantes de los ministerios, comunidades autónomas de las localidades en las que el CNM cuenta con sede, universidades, INI, Telefónica y el mismo director del CNM, Francesc Serra i Mestres. El resto del organigrama es autoexplicativo.

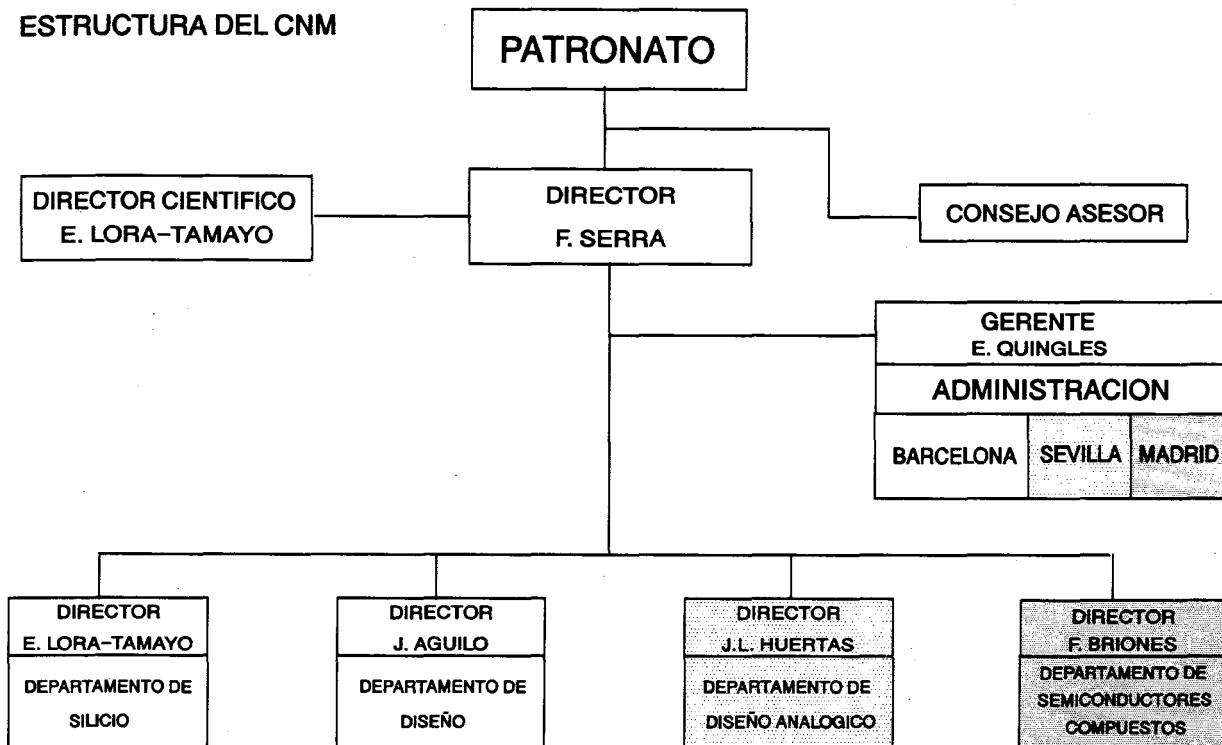
*"El CNM se nutre de ingresos tanto provenientes de su autofinanciación como de las subvenciones del Estado."*

El CNM consta de personal investigador -doctorados-, personal de apoyo tecnológico -titulados superiores, diplomados y técnicos-, personal en formación -becarios, ayudantes etc...-, y como no, personal administrativo. Actualmente, Barcelona es la sede que cuenta con mayor número de empleados, más de 100.

## FUENTES DE FINANCIACIÓN

El CNM se nutre de ingresos, tanto provenientes de su autofinanciación, como de las subvenciones del Estado. Actualmente el CNM se autofinancia en un 35%, a través de proyectos, tanto a nivel nacional como europeo. Es de remarcar que el CNM de Barcelona goza de un gran prestigio en materias como microsensores, microactuadores y en dispositivos de potencia, hecho que cada año le hace merecedor de numerosos proyectos procedentes de la

## ESTRUCTURA DEL CNM



Comunidad Europea -ESPRIT y BRITE. A nivel nacional, goza de la concesión de numerosos proyectos del CICYT (Consorcio Interministerial de Ciencia y Tecnología), institución que a su vez le proporciona becas FPI.

### SALA BLANCA.

La disponibilidad de una sala blanca de 1000 m<sup>2</sup>, diferencia el CNM de Barcelona de la mayoría de centros de investigación y desarrollo en el campo de la microelectrónica, de toda Europa. Se construyó como instrumento de apoyo a la presentación de proyectos finalizados; además de la documentación oportuna, el CNM puede presentar prototipos de los dispositivos proyectados, lo cual es altamente atractivo para las empresas e instituciones que encargan los proyectos. Actualmente, la sala blanca del CNM se encuentra entre las cinco más destacada de toda Europa.

Debido al alto grado de miniaturización al que han llegado los microchips, una minúscula partícula suspendida en el aire, que entre en contacto con el silicio durante el proceso de fabricación, puede provocar una alteración indeseada del mismo. Para minimizar la probabilidad

de que eso ocurra, se emplean sofisticadas técnicas de depuración del aire.

Una sala blanca es un recinto cerrado que dispone de sistemas de depuración altamente eficaces. El grado de pureza de una sala blanca se distingue por su clase. La clase indica cuántas partículas mayores de 5 μm existen en el ambiente, por cada pie<sup>3</sup>. La sala está subdividida en diversas zonas, como muestra la figura 2, que presentan distintas clases, dependiendo de la pureza ambiental requerida en el proceso que se lleve a cabo en cada una de ellas. Por ejemplo, la zona donde se realiza el proceso de fotolitografía, es la más pura del CNM, y puede llegar a alcanzar clase 10 -los quirófanos de los hospitales suelen tener clase 10000-. Separando cada una de las zonas limpias, se encuentran las zonas de servicio, que constituyen puntos de retorno para el aire impuro. A través de ellas, se cierra el ciclo de depuración:

El aire limpio entra por el techo a través de unos filtros especiales, y

*"La zona de fotolitografía precisa tener toda su instrumentación aisladamente físicamente de tierra."*

retorna por el suelo, que comunica con el de la zona de servicio adyacente. Ésta devuelve el aire a la turbina de depuración, a través de un complejo entramado de tuberías. Para evitar

que una zona pura se contamine al transitar por ella desde otra zona más contaminada -de clase mayor-, se regula el nivel de presión de cada zona, de manera que ésta sea mayor cuanto menor sea su clase. De esta forma, cuando se abre una puerta que divide dos zonas de

distinta clase, debido a la diferencia de presión, el aire siempre sale de la zona más pura, impidiendo que entren en ella partículas provenientes de la menos pura. Además de la presión y grado de limpieza del aire, se controlan exhaustivamente otras constantes ambientales como humedad y temperatura, que son también altamente determinantes de cara al éxito del proceso de fabricación.

La zona de fotolitografía, además de exigir el mayor grado de pureza de toda la sala blanca, precisa de un

requisito adicional: como la anchura de las máscaras -plantillas que delimitan la zona de influencia de un determinado proceso- es del orden de algunas micras  $\mu\text{m}$ , cualquier vibración, por leve que ésta fuera, podría originar un desalineamiento de las mismas. Para evitar éste problema, la instrumentación necesaria para llevar a cabo el proceso de fotolitografía, debe estar aislada físicamente de la tierra. Para conseguirlo, se construye una cámara en el subsuelo de dicha zona, conteniendo un bloque de hormigón totalmente aislado de la tierra por poliestireno -material que absorbe las vibraciones, a modo de colchón-. Como indica la figura 3, todos los instrumentos que deben ser aislados de las vibraciones se apoyan en dicho bloque.

Además de los costosísimos sistemas de protección ambiental, también es importante detallar cuáles son los procesos que pueden llevarse a cabo dentro de la sala blanca. Dichos procesos son:

- procesos térmicos
- implantación iónica
- fotolitografía
- grabado seco
- depósito de dieléctricos
- metalización

- procesos húmedos
- test in line*
- encapsulación

La disponibilidad de todos ellos, cualifica a la sala blanca del CNM de

Barcelona para llevar a cabo diseños en tecnología CMOS en VLSI -*Very Large Scale Integration*-, así como procesos especiales, necesarios para la implementación de microsensores y

dispositivos de potencia. De todas maneras, la capacidad de diseño de los ingenieros del CNM no se limita exclusivamente a aquellas tecnologías para las que la sala blanca está preparada. Bien al contrario, por requerimiento del ofertante o por necesidades inherentes a las especificaciones, puede realizarse el diseño en otras tecnologías.

En este artículo, por mor de no extendernos, no vamos a detallar en qué consisten cada uno de los procesos antes expuestos. Para más información se puede disponer de literatura suficiente en las bibliotecas de la

E.T.S.E. Telecommunicació y la F.I.B. de la U.P.C.

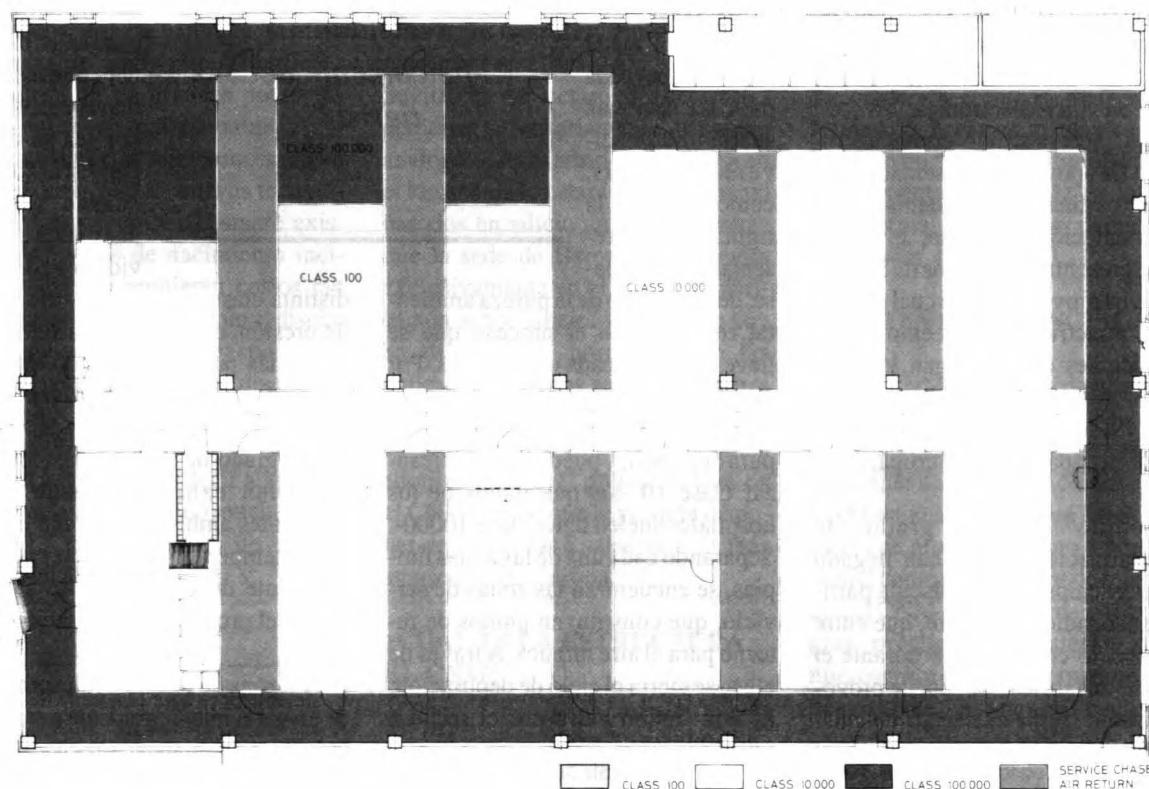
## ¿QUÉ SE HACE EN EL CNM DE BARCELONA?

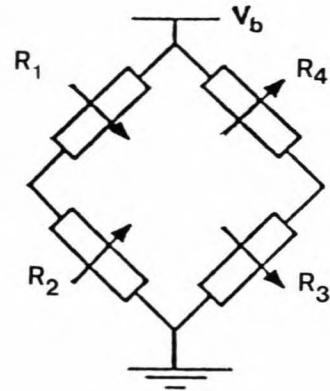
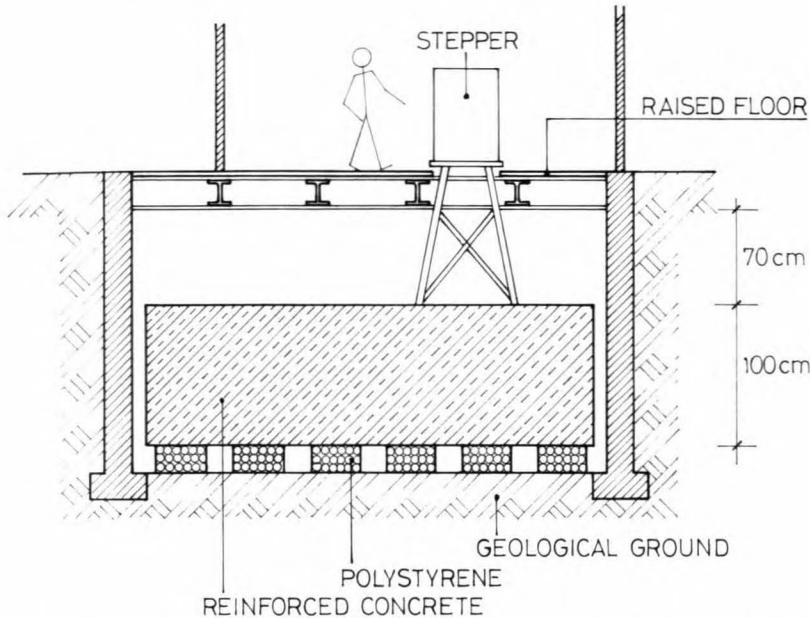
*"En el CNM hay definidas tres líneas de actuación: diseño, tecnología e investigación."*

Hay definidas tres líneas básicas: diseño, tecnología e investigación. En el campo de la investigación, se estudian temas como la tecnología *fuzzy* y las redes neuronales, campos muy de moda

últimamente por las esperanzadoras avances que presagian: Sistemas informáticos expertos -capaces de aprender-, reconocimiento artificial de voz, complejos sistemas de procesado de la información...

**Diseño:** Desarrollo de proyectos en A.S.I.C's. El diseño se lleva a cabo dentro del CNM, a partir de las especificaciones del industrial. Una vez terminada la fase de diseño, se realizan los prototipos acordados en la sala blanca, si la tecnología del diseño es compatible con las posibilidades de ésta. Posteriormente se entrega toda la documentación, incluidos prototipos, al indus-





trial, que buscará un fabricante que produzca las series necesarias. El CNM puede recomendar algún fabricante, a petición del industrial. Actualmente, en la confección de prototipos se trabaja con tecnología CMOS de 3,5, que se prevé pueda rebajarse en un futuro próximo.

**Tecnología:** En ésta línea se desarrollan dispositivos de potencia, microsensores y microactuadores en silicio.

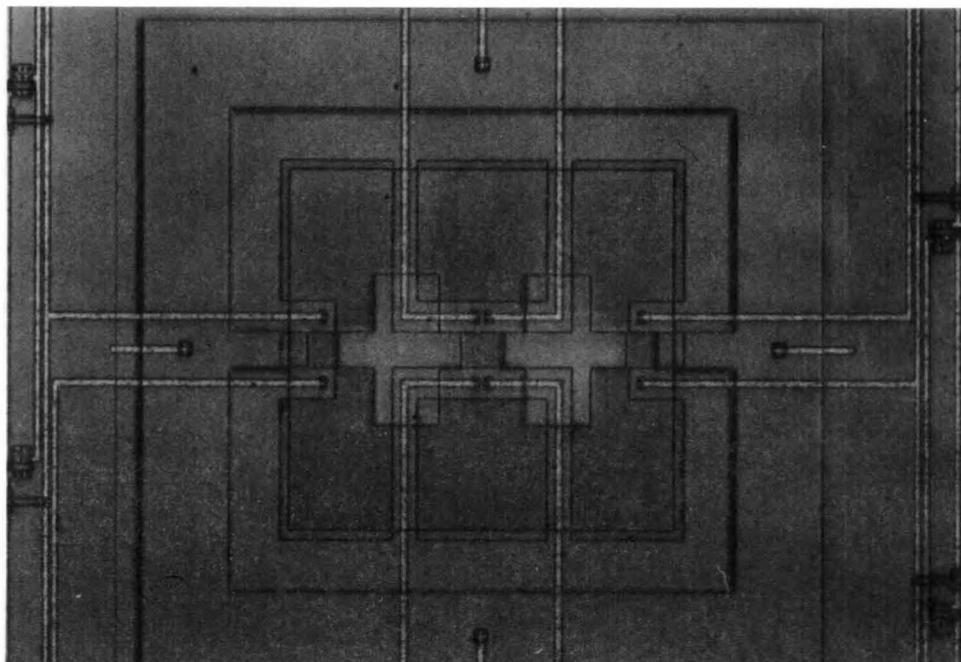
Los dispositivos de potencia son componentes circuituales especialmente diseñados para soportar grandes potencias. Por ejemplo, se realizan diodos, transistores, etc... capaces de aceptar niveles de corriente muy elevados. Se

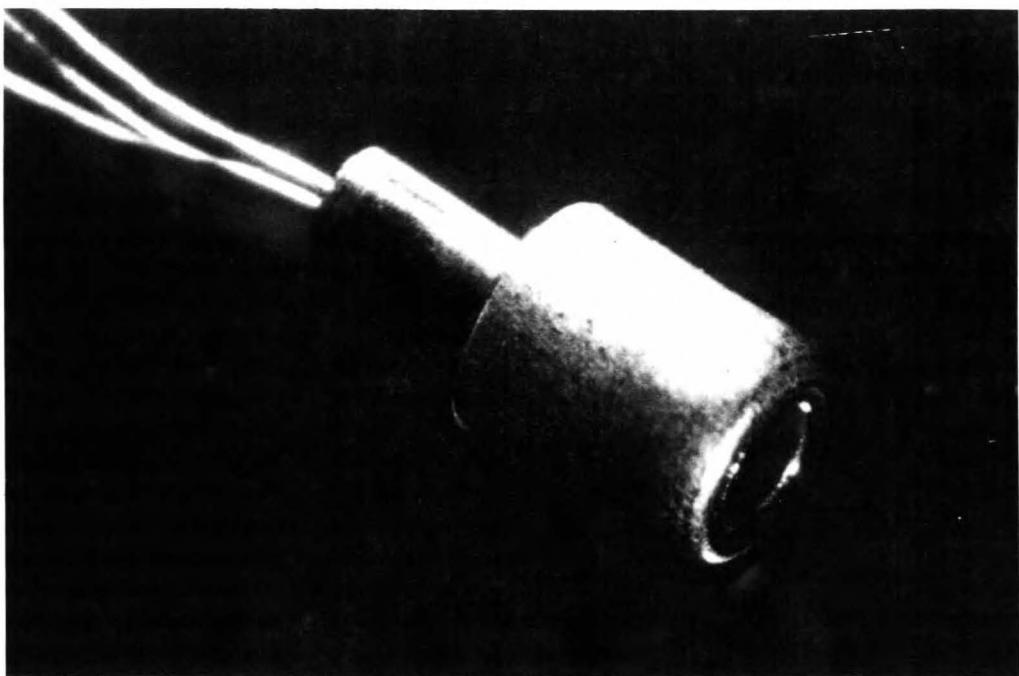
aplican básicamente en fuentes de alimentación y en todo tipo de dispositivos que deban soportar altos niveles de corriente.

Desde la aparición de los primeros microsensores a base de silicio, a principios de los años 80 se han desarrollado diversas aplicaciones en torno a ellos. Pueden realizarse sensores tanto mecánicos como químicos -sensores de pH, etc...-, de alta sensibilidad, fiabilidad y estabilidad. La gran ventaja que presentan éste tipo de sensores es que puede implementarse el circuito electrónico en el mismo sustrato en el que se encuentra el elemento sensor, ya que éste es de silicio. Ello es una gran ventaja, ya que al estar el sensor muy próximo al amplificador, se evitan gran

cantidad de interferencias. Por ejemplo, aprovechando la característica piezoresistiva del silicio -al deformarlo varía su resistividad-, podemos construir un puente de impedancias sobre una membrana de silicio, obteniendo un sensor diferencial, cuya señal es proporcional a su deformación. Esta tecnología puede utilizarse para fabricar sensores de presión y acelerómetros. Una aplicación de los últimos son los sistemas air-bag y los controladores de amortiguación, que se están imponiendo actualmente en la industria del automóvil. También, los microsensores de presión, debido a la miniaturización que permiten, se están utilizando con éxito en aplicaciones médicas.

Uno de los proyectos que se lleva a cabo en el CNM, es el desarrollo de un catéter para medición de la presión sanguínea a nivel intravenoso. Se trata de un sensor de presión que puede deslizarse por el interior de las venas, hasta las proximidades del corazón: Para





conseguirlo, se difunden cuatro zonas, sobre una membrana de silicio previamente creada, de manera que queden interconectadas como un puente de Wheatstone. Al deformarse la membrana, las zonas previamente difundidas, actuarán como resistencias variables, gracias al efecto piezoresistivo del silicio. En la figura 4 se muestra el emplazamiento de las resistencias en la membrana cuadrada. Por efecto de la deformación mecánica que sufren en función de la presión sanguínea -la membrana está en contacto directo con la sangre-, la resistencias de cada rama varían de forma opuesta, como muestra gráficamente la figura 5, consiguiendo la mayor diferencia de potencial posible, lo cual redundaría en una alta sensi-

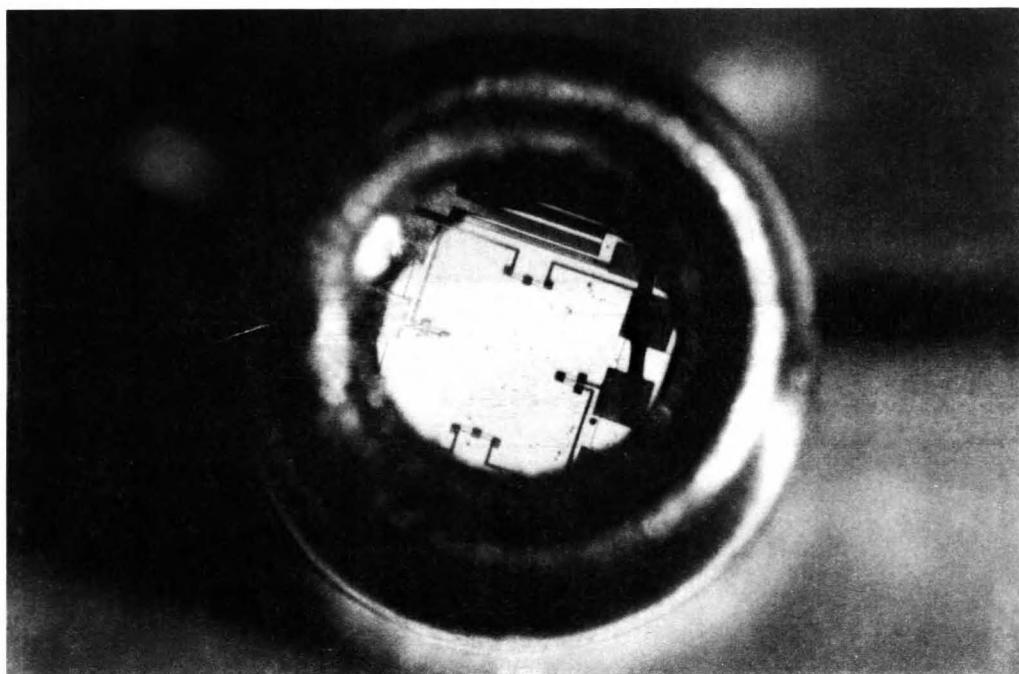
bilidad. Una vez obtenido el circuito, se encapsula el chip como puede observarse en las figuras 6 y 7.

Además, el efecto piezoelectrónico es reversible, por lo que, de la misma manera que se fabrican microsensores de silicio, también pueden realizarse microactuadores. Uno de los proyectos más ambiciosos del CNM es el de conseguir implementar "micro-sistemas", es decir, integrar en un mismo cuerpo de silicio, un microsensor con su correspondiente circuito electrónico de procesado de la señal, y el actuador sobre el que el procesador va a atacar. Con ello se conseguiría un sistema electrónico integrado e independiente, que realiza todas las funciones necesarias en el mismo encapsulado. Los problemas más importantes surgen pre-

cisamente como consecuencia de las posibles incompatibilidades entre las distintas tecnologías necesarias para implementar cada uno de los dispositivos, en el mismo sustrato.

#### AGRADECIMIENTOS:

Al profesor Josep Calderer Cardona del Departament d'Enginyeria Electrònica de la E.T.S.E.T.B, que nos facilitó los contactos en el CNM. Al doctor ingeniero en Telecomunicación Carles Cané Ballart -investigador del departamento de microsistemas del CNM- y a la licenciada en Físicas M<sup>a</sup> Dolores Álvarez -directora de relaciones externas del CNM- por la inestimable ayuda y dedicación que nos proporcionaron.



# Una aplicación de la conmutación de tareas: aprovechamiento de herramientas comerciales en programación

Carlos Barahona

**A**nque quizás sin percatarse, la mayoría de usuarios de ordenadores han empleado alguna vez la técnica de conmutación de tareas: se trata, sencillamente, de suspender temporalmente la ejecución de un programa para trabajar con otro, de forma que, en cualquier momento, podemos volver a operar con el primero en el mismo punto en que lo habíamos dejado. Esto ocurre, por ejemplo, cuando, trabajando con un procesador de textos en Windows, pulsamos las teclas *Alt+Tab* para jugar una partida al solitario.

Otra aplicación de la conmutación de tareas es la que se expone en este artículo: el aprovechamiento de las rutinas o servicios de *software* comercial desde un programa creado por nosotros. De esta forma nos podemos ahorrar mucho tiempo y trabajo en programación, sacando partido a otros programas ya creados. En este caso, además de la conmutación, tendremos que buscar formas de transferir órdenes y datos entre el *software* comercial y nuestro programa.

Esta técnica es distinta según la queramos aplicar bajo entorno MS-DOS o bajo entorno Windows.

## INTRODUCCIÓN A LA CONMUTACIÓN DE TAREAS.

En nuestro caso, por tarea entenderemos un programa cualquiera cargado en memoria (no necesariamente memoria RAM, por ejemplo, Windows utiliza parte de disco duro como si fuera memoria RAM). El estado de una tarea será entonces, el conjunto de valores de los registros del microprocesador en un momento determinado. Notar que entre estos registros se encuentran, entre otros, el puntero de dirección de ejecución y el puntero de pila.

Supongamos ahora, que, en un cierto punto de ejecución de una tarea tomamos su estado y, de alguna forma, suspendemos su ejecución para cederle el control a otra. Si al cabo de cierto tiempo, actualizamos los registros del microprocesador con los valores capturados anteriormente, volveremos a la primera tarea justo en el punto donde se había quedado: es como si el lapso de tiempo que ha estado inactiva no hubiera ocurrido. En verdad, esto será cierto si tomamos la precaución de no modificar los segmentos de datos y de código, y, sobretodo, la pila de esta tarea.

La implementación de este sistema, para el caso de dos tareas, se muestra en la figura 1. En este esquema aparece una zona de memoria

común a ambas tareas. Este bloque de memoria será empleado para transferir datos, entre ellos, el estado en que queda la tarea que va a ser suspendida, para que la tarea entrante pueda devolverle el control.

La programación de esta técnica es bastante sencilla en código máquina. Aún así, los lenguajes de alto nivel también incluyen instrucciones que realizan las funciones de guardar y actualizar los registros del microprocesador (por ejemplo, en Borland C, disponemos de las funciones *longjmp* y *setjmp*).

Si utilizamos esta técnica bajo entorno MS-DOS, hemos de tomar ciertas precauciones. Primero, nunca se debe intentar volver a una tarea si el sistema operativo la considera finalizada. Esto ocurre cuando se ejecutan instrucciones como *exit* o *abort*. En estos casos, aunque es posible que no se haya liberado la memoria de la tarea, es decir, su código y datos siguen presentes, sus ficheros de entrada/salida (incluidos los que controlan el vídeo) se cierran, provocando, generalmente, el bloqueo del sistema.

Lo que sí debemos hacer al conmutar de tarea, es informar al sistema operativo de lo ocurrido. Esto se hace actualizando el valor de dos variables de éste: la dirección del PSP y la del DTA, para lo que disponemos de interrupciones como *GET\_PSP* o *SET\_PSP*.

CARLOS BARAHONA es ingeniero Técnico en Equipos Electrónicos por la EUP de Vilanova i la Geltrú. Actualmente continúa sus estudios en la ETSETB.

## Tarea 1

Si trabajamos bajo entorno Windows, se simplifica bastante la programación, pues será éste el que se encargue de todas las operaciones comentadas anteriormente. Para realizar la conmutación de tareas debemos seguir dos pasos: primero, informar a Windows de nuestras intenciones. Para ello, es necesario enviar y contestar correctamente a una serie de mensajes especiales, según un cierto protocolo. Por suerte, la función del Windows API *SetActiveWindow* se encarga de todo el proceso.

Segundo, para que realmente se produzca la conmutación, hemos de indicar a Windows que la tarea actualmente activa no tiene nada más que hacer por el momento. Para lograrlo, lo más seguro es que entre en un bucle de mensajes, igual al que utilizamos en la función principal.

## IMPLEMENTACIÓN CON SOFTWARE COMERCIAL.

Hasta ahora hemos considerado que las dos tareas entre las que conmutamos eran capaces de, en un momento determinado, acceder a los registros del microprocesador o enviar mensajes. Esto no suele ser cierto cuando se trata de *software* comercial, que era precisamente nuestro objetivo. Para salvar esta dificultad tendremos que realizar estas operaciones desde un programa externo (que llamaremos controlador).

Esto supone una restricción en cuanto al tipo de *software* comercial que podemos emplear: es necesario que sea capaz de ejecutar un programa externo. No se trata de una restricción desesperanzadora, pues la mayoría de los programas comerciales incorporan esta propiedad.

## TRANSFERENCIA DE ÓRDENES Y DATOS.

Nos queda por resolver como indicar al *software* comercial que instrucciones debe ejecutar y con que

## Zona común de memoria

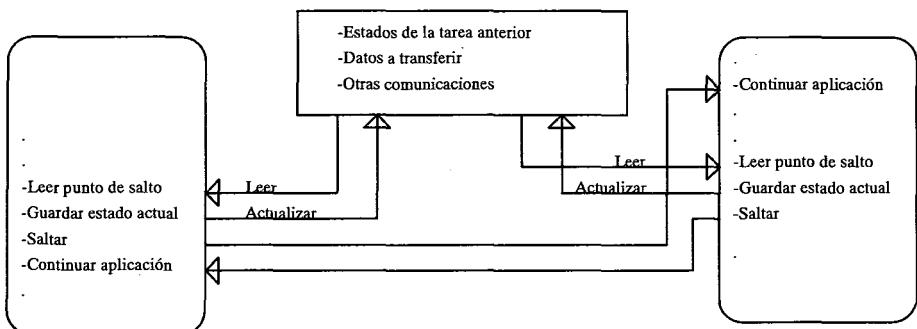


Figura 1.-Esquema general de conmutación entre dos tareas.

datos. En cuanto a la transferencia de los datos, lo más sencillo es mediante ficheros de disco: todos los programas tienen comandos para almacenar los resultados obtenidos en algún tipo de fichero. Nuestro trabajo será averiguar el formato de estos ficheros.

La transferencia de órdenes es algo más complicada si trabajamos con MS-DOS. En realidad, no hay ningún sistema general, dependerá del *software* que estemos empleando. Si se trata de un entorno de programación (como un paquete matemático o un intérprete Basic), por ejemplo, es casi seguro que dispondrá de un tipo de fichero donde almacene los programas de usuario. Podemos entonces hacer que entre en un bucle que continuamente ejecute el controlador y, seguidamente, uno de estos ficheros con un programa de usuario. Cada vez que se llame al controlador, se ejecutará nuestro programa que deberá crear o modificar el fichero con las órdenes precisas.

En el caso de trabajar con Windows, sí que disponemos de un sistema, más sencillo, y apto para casi cualquier tipo de *software*: basta con enviarle mensajes de teclado. El paquete comercial interpreta estos mensajes como si provinieran de un usuario que estuviera tecleando. De esta forma, cualquier operación que un usuario pueda realizar con un programa, la podremos programar nosotros con tan sólo enviar la secuencia de mensajes adecuada.

## UN CASO PRÁCTICO.

La técnica mostrada ha sido empleada por el Departamento de

Ingeniería Electrónica en la escuela universitaria de Vilanova i la Geltrú, dentro de una línea de investigación dedicada al estudio y potenciación de herramientas destinadas a la simulación de sistemas.

El objetivo es la creación de un entorno donde poder integrar diversos algoritmos de simulación, desarrollados por diversas fuentes (proyectistas, profesores, etc.), aprovechando herramientas ya existentes (paquetes comerciales).

Para lograr este objetivo se ha pensado en un esquema. En la base tenemos el entorno de trabajo, que, en este caso, será un paquete matemático comercial (Matlab). La misión de este paquete será dar soporte a la programación de las diversas rutinas, aportando los algoritmos matemáticos necesarios en simulación.

Entre las distintas herramientas y entorno de trabajo se encuentran las librerías de enlace. Éstas son un conjunto de funciones encargadas de facilitar el acceso al paquete matemático desde programas externos. Para ello se emplean técnicas como la expuesta aquí. De hecho, el objetivo de estas librerías es hacer que los distintos comandos matemáticos disponibles en el entorno de trabajo aparezcan como una ampliación de las funciones del lenguaje de programación empleado en el desarrollo de las herramientas.

Por último, el entorno de usuario será el encargado de dar coherencia a todo el paquete, facilitando el acceso del usuario a cualquiera de las herramientas diseñadas.

# Avantatges de la utilització dels llenguatges orientats a objectes en el disseny d'eines de CAD per a electrònica de potència

Àlex Méndez, Josep Bordonau i Joan Peracaula

**E**ls llenguatges orientats a objectes s'estan emprant en la implementació de programes de CAD perquè permeten resoldre problemes molt complexos. En aquest document es presenten raons addicionals per a la seva utilització en el disseny d'eines de CAD per a Electrònica de Potència.

## 1. INTRODUCCIÓ.

Normalment, tot el software que realitza tasques de CAD té una complexitat elevada. És per aquesta raó fonamentalment, que moltes de les aplicacions de CAD que s'estan desenvolupant actualment ho fan en algun llenguatge orientat a objectes[1]. El fet que els llenguatges de procediments, també anomenats darrerament orientats a procediments, no siguin aconsellables per a afrontar

problemes molt complexos es deu bàsicament a que utilitzen un model de capsella negra, que no impedeix els efectes laterals i que tampoc obliga a un desenvolupament massa estructurat. Els llenguatges orientats a objectes resolen molts d'aquests problemes permetent la realització d'un software molt més complexe, robust i de manteniment senzill[2].

Com que aquesta és la raó fonamental per a la seva utilització, molta de la gent que és aliena al seu ús, i fins i tot programadors novells en aquest camp, pensen que és l'única aportació d'aquest tipus de llenguatges. De fet, és un error lògic si tenim en compte que els temps d'aprenentatge i complexitat d'aquests tipus de llenguatges són majors que els llenguatges funcionals,

i que per tant si alguna cosa cal destacar-ne és la raó bàsica de desenvolupament. A més, quan es van desenvolupar, aquest era l'objectiu d'aquests llenguatges. Tanmateix, si es segueix el procés evolutiu de totes les implementacions d'aquest tipus de llenguatges, es comprova que s'hi han anat afegint característiques que els converteixen en eines força potents i que poden ésser aprofitades per a simplificar i fer més potent el software

*"Als llenguatges orientats a objectes el programador pot definir dades abstractes."*

desenvolupat. De fet aquestes característiques fan que molts algorismes es puguin plantejar d'un mode molt més general i potent. En aquest document es mostren els avantatges que aquest tipus de llenguatges poden oferir fàcilment en el disseny d'eines de CAD per a Electrònica de Potència sobre els llenguatges orientats a procediments. Aquests avantatges s'il·lustren amb exemples senzills implementats en C++.

## 2. DADES, CLASSES I OBJECTES.

En un llenguatge de programació hi ha només un tipus de dades: les

ÀLEX MÉNDEZ FERRÉS és enginyer industrial. Participa en diversos projectes de recerca en el departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC. Actualment gaudex d'una beca de F.I. de la Generalitat de Catalunya.

JOSEP BORDONAU FARRERONS és professor Titular del departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC des de 1990. Actualment és sots-director de recerca del Departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC.

JOAN PERACAUÀ ROURA és catedràtic del departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC des de 1971. Actualment és responsable del programa de doctorat d'aquest departament.

incorporades. Les incorporades són aquelles que el compilador reconeix com a «seves». En el cas del C són les típiques: char, int, float i double. Una de les característiques dels llenguatges orientats a objectes és que el programador defineix dades abstractes, que són les dades que com a unitat tenen sentit dins d'un programa[1]. Però com que les dades porten sempre associades operacions i funcions pròpies cal que es defineixin aquestes operacions i funcions intrínseques a les dades mateixes, sabent així el compilador què fer quan es troba amb una dada abstracta. Així es pot pensar una classe com una definició de nova dada, un paquet on hi van dades, operacions i funcions associades i els objectes com les realitzacions en el programa de les classes. Per exemple, en una eina de CAD les dades poden ésser components i definir com a operacions l'associació en sèrie, l'associació en paral·lel, etc.

Tot seguit es mostra part de la definició d'una classe de components simplificada, on com a dades hi hauria l'Origen del component (si és un component o una agrupació d'uns quants), el nombre de components que el formen, la impedància equivalent, i el pes del conjunt. Com a funcions associades es defineix posar en sèrie i posar en paral·lel:

```
class Component
{
    ...
    // dades membre
    Linia Origen;
    int NombreComponents;
    complex Z;
    double Pes;

    //funcions membre
    Component();
    Component(Component &);
    ~Component();
    int TipusComponent();
    virtual char * NomComponent();
    virtual void Llegir(char * Nom);
    virtual void Escriure(char * Nom);
    Component operator=(Component);
    Component operator+(Component);
    Component operator||(Component);
    ...
};
```

Un cop definides les noves dades que es faran servir en un programa i les operacions i funcions associades, el programador pot pensar en components electrònics en comptes d'estructures o floats, i pot pensar en posar en sèrie o paral·lel en lloc de cridar la funció A o la funció B. Un cop definides les dades i funcions associades, i un cop depurades, es pot desenvolupar el procés de CAD en un nivell tan elevat com es vulgui. Aquesta estructuració és la que permet una major complexitat en aquests programes, i com ja s'ha dit és l'avantatge més conegut. Però n'hi ha d'altres, menys coneguts, i potser tant interessants per a un dissenyador d'eines de CAD.

### 3. HERÈNCIA.

Si vostè és un programador de llenguatges funcionals segurament estarà pensant que tot això potser sí sigui més estructurat, però molt més laboriós a causa de què cal definir moltes dades i moltes funcions[3]. Però això no és cert, ja que hi ha un mecanisme que ha anat evolucionant fins a ésser molt potent: l'herència.

L'herència permet definir una nova dada, com un conjunt de dades abstractes i dades incorporades, tenint la possibilitat de definir noves dades i nous procediments damunt les dades abstractes ja definides. Tornant a l'exemple anterior, suposem que es vol definir una dada que sigui una resistència. És clar que una resistència és un component i que pot compartir la majoria de les dades i funcions d'un component general. Per tant, per a definir una resistència, només cal dir que és un component, i què té de nou i/o diferent d'un component:

---

```
class Resistor: public Component
{
    public:
        Resistor(Component & C);
        ~Resistor();
        virtual char * NomComponent();
```

```
void FuncioA(){}
};
```

En el cas de l'exemple per a definir una resistència només cal que és un component, que no té noves dades i que dues funcions més associades, una de les quals substitueix a una de les que tindria pel fet d'ésser un component.

Les herències poden ésser de dos tipus: per inclusió (quan una de les dades de la nova classe és una dada abstracta) i per evolució (quan una classe inclou les dades de la classe progenitora iafegeix noves funcions o anula d'altres). les herències d'evolució poden ésser simples, múltiples, d'expansió, de restricció, etc.

Queda clar, que els diferents tipus d'herència permeten definicions molt ràpides i força complexes de les dades que es necessiten. Aquesta característica permet la definició de dades més sofisticades, de dades millorades, de dades noves a partir de les anteriors. Tot això suposa:

- Reutilització automàtica i molt gran del codi ja escrit. Les reutilitzacions són del 90% del codi que es va desenvolupant, i d'una forma gairebé inconscient.

- Aprenentatge per part del programador sobre quins són els objectes més adients. Com que es pot anar reescribint damunt les classes anteriors i fent-ne de noves que afegeixen coses o en treuen, amb poques línies, queda clar que es poden anar desenvolupant les eines sobre la marxa i començar amb classes poc definides i anar complementant amb els successius intents.

- La major part del temps es dedica a pensar en termes d'enginyeria i no en termes informàtics, un cop que es tenen les classes bàsiques i que es vol desenvolupar la lògica del programa. Fins i tot es pot pensar en dos nivells de programadors: un que desenvolupi les classes base i

un programador usuari que utilitzi les classes base. Això de fet ja es produeix comercialment de formes més o menys clares. Suposem per exemple que es tinguin les classes corresponents a transformadors. Llavors fer un programa que calculi l'equivalent elèctric a una associació de transformadors, pot ésser tant senzill com:

```
#include <trafos.hpp>
#include «basics.hpp»
```

```
void main()
{
    Transformador
        Trafo1(«T1.DAT»),
        Trafo2(«T2.DAT»),
        Trafo3(«T3.DAT»),
        Trafo4(NULL);

    Trafo4 = (Trafo1 + Trafo2) || Trafo3;

    cout << Trafo4.DadesElectriques();
}
```

Un altre aspecte important del sistema d'herències és que el coneixement sobre les dades que es volen estructurar en classes serveix per a fer-ne una bona classificació en famílies. És a dir, per determinar les herències cal fer cas dels coneixements d'Enginyeria Electrònica i no pas dels d'Informàtica. En resum, les intuïcions i coneixements sobre els circuits electrònics són els que han de guiar al programador per tal de dirigir el disseny de les eines informàtiques.

#### 4. POLIMORFISME I CONTENI-DORS.

Si vostè és un programador de llenguatges funcionals segurament estarà pensant que tot això ja s'ho imaginava, ja que tot el que de moment s'ha explicat són millors notacionals, estructurals i metodològiques. Només aquestes millors ja en justificarien l'ús. Però n'hi ha que no tenen aquest caire formal i que permeten donar un enfocament més avançat als algorismes. Una d'aquestes característiques que van més enllà

d'aspectes formals és el polimorfisme[4].

El polimorfisme és una propietat que poden tenir les classes si el programador així ho decideix. És una propietat més aviat complexe a causa de què va combinada amb el tipus d'herència i que, en definitiva, permet diversos tipus d'objectes i classes dins les mateixes famílies de classes. Com que l'objecte d'aquest document es redueix a mostrar els avantatges dels llenguatges orientats a objectes, només es destacaran certs aspectes del polimorfisme sense definir-lo.

*"Els diferents tipus d'herències permeten definicions molt ràpides i força complexes de les dades que es necessiten."*

```
int
NombreElements;
Component
* LlistaComponents[MAXCOMP];

GestorElements();
~GestorElements();
virtual void Agregar(Component & C);
virtual void Ser(Component & C);
virtual void Par(Component & C);
virtual void
Llistar();
};
```

La classe GestorElements pot gestionar elements derivats de la classe Component, sense tenir coneixement

de com estan heretats de Components. D'un objecte que pertany a una classe que conté objectes polimòrfics s'anomena contenidor. Aquest concepte s'emprarà més endavant. La classe GestorElements és una classe contenidor ja que conté objectes d'altres classes, de forma totalment dinàmica, ja que a priori no es coneixen ni quants ni quins.

Un dels aspectes que més interessen del polimorfisme en aquest camp és el fet que, mitjançant el polimorfisme, es poden definir operacions, funcions i algorismes que processin les classes pares, sense saber com seran els descendents d'aquestes classes, i que, tanmateix, les funcions així definides també siguin vàlides per als objectes de les classes descendents[2]. Com a exemple suposem una classe que faci una llista de components electrònics. La llista de components pot tractar objectes de les classes resistència, inductor i capacitor malgrat que hagi estat escrita per a objectes que pertanyen a la classe de components, ja que quan es va definir la classe de components, no se sabia com serien les classes resistència, condensador, etc. Això permet anar sofisticant els objectes sense que es tingui que reescriure una sola línia vàlida pels objectes anteriors. Però a més a més, permet que un mateix algorisme pugui manegar dades diferents i continuï essent eficaç, tot i que aquest algorisme, quan es va escriure, no sabia les dades que processaria. Exemple:

```
//xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
class GestorElements
{
public:
```

Un altre aspecte del polimorfisme molt apreciat en el disseny d'eines de CAD és el fet que en temps d'execució es poden «crear» objectes polimòrfics com a conseqüència de les opcions escollides per l'usuari o com a resultat del procés de les dades. Un exemple és una classe de circuits, que pot acabar tenint diferent nombre i diferents tipus de components, sense que el programador ho hagi previst ni imaginat, i que el programa funcioni correctament. Exemple: suposem una eina dissenyadora de snubers. A priori no es coneix quin tipus de xarxa

tindrà, i quan es conegui tampoc quins seran els components que l'integraran. Tant la xarxa com els components es poden determinar de forma dinàmica, partint d'unes xarxes ja conegeudes i d'uns components disponibles, i finalitzant en un tipus de xarxa de snuber que no sigui cap de les de partida (a partir de les existents en que dissenyada una nova) i que alguns dels components siguin combinacions dels de partida per aconseguir funcions d'impedància millors.

## 5. CREACIÓ DINÀMICA D'OBJECTES.

Un dels fets més habituals en un sistema de CAD és que el programador no sap quines són les dades que es crearan durant l'execució del programa. És el mateix programa el que s'encarrega d'anar creant les dades a mida que són necessàries. Aquesta possibilitat ja estava prevista en llenguatges com el C. Però és en els llenguatges orientats a objectes quan adquireix més sentit, ja que durant l'execució del programa es determinen quins són els tipus de dades i quines dades en concret calen. Jugant amb el polimorfisme fins i tot és relativament fàcil el fet d'aconseguir la creació de tipus d'objectes polimòrfics nous, i que tots els procediments bàsics del sistema de CAD els puguin tractar com si de fet ja fossin coneguts[3].

Com a exemple, la classe gestora de la llista de components anteriorment esmentada crea els objectes que resulten de les accions de l'usuari, sense que abans de l'execució del programa es conegui quants objectes seran creats i de quin tipus:

---

```
v          i      d
GestorElements::Aregar(Component
& C)
{
if(NombreElements>=MAXCOMP)
{
    cout << '\nATENCIO: No és
possible'
    <<< agregar més elements a la
llista\n';
    return;
}
```

```
}
```

```
switch(C.TipusComponent())
{
    case RESISTOR:
        LlistaComponents[NombreElements++] =
            new Resistor(C);
        break;
    case CAPACITOR:
        LlistaComponents[NombreElements++] =
            new Capacitor(C);
        break;
    case INDUCTOR:
        LlistaComponents[NombreElements++] =
            new Inductor(C);
        break;
}
```

Com es pot veure el polimorfisme dóna molt més sentit a la creació dinàmica d'objectes, ja que es poden crear els algorismes que permeten la generació en temps d'execució i com a resultat de la interacció entre l'usuari i el Sistema d'Eines de CAD de nous components o circuits, que el propi programador no havia imaginat, i que malgrat tot, el programa que ha realitzat segueix processant correctament aquestes noves dades.

## 6. PERSISTÈNCIA.

Dels punts anteriors queda clar que cal dotar d'un mecanisme automàtic els objectes generats durant una execució perquè puguin sobreviure el temps que duri el programa. Aquest emmagatzament de tots els objectes generats durant les execucions i del seu estat (el contingut de les dades) permet al propi programa evaluar els millors camins, les preferències dels usuaris i els rendiments de les eines. Permet informar al programador de possibles defectes i dóna experiència al programa.

En resum, la persistència tal i com es planteja en aquest document, permet disposar d'un mode d'aprenentatge pel programador i per les pròpies eines de CAD. Malauradament, aquest aspecte no ha estat encara gaire desenvolupat ni valorat en les implementacions actuals dels llenguatges orientats a objectes pel que cal dotar de forma manual d'aquest aspecte al software desenvolupat. Però ja que és, o hauria

d'essèr una característica més, resulta força natural la seva implementació dins del sistema de classes a partir del sistema d'herències.

## 7. CONCLUSIONS.

En aquest document han estat presentats els avantatges dels llenguatges orientats a objectes sobre els llenguatges orientats a procediments en el disseny d'eines de CAD per a circuits electrònics de potència:

1.- El sistema de classes i herències permet una complexitat major en el codi desenvolupat, una major reutilització del codi i una major comoditat i eficàcia en el disseny del codi. També permet l'aprenentatge del programador sobre els objectes que està dissenyant, de manera que pugui progressar de forma continuada.

2.- El polimorfisme permet la creació d'algorismes i funcions sense haver de conèixer les dades que es faran servir. Això permet treballar sense gaire esforç amb diferents components o circuits, variant els paràmetres o les topologies, sense variar els algorismes o funcions.

3.- La creació dinàmica d'objectes juntament amb el polimorfisme, permet el disseny de noves topologies o agrupacions de components a partir dels ja existents, i verificació de resultats i anàlisi de tipus evolutiu.

4.- La persistència dels objectes creats dinàmicament durant les execucions dels programes, doten de les dades que calen en un sistema amb aprenentatge.

## 8. REFERÈNCIES.

[1] G. BOOCH: *Object-Oriented Design with Applications*, Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc, 1991.

[2] B. COX: *Object-Oriented Programming, an Evolutionary Approach*., Addison Wesley, 1987.

[3] B. MEYER: *Object-Oriented Software Construction*, Prentice Hall, 1988.

[4] B. STROUSTRUP: *The C++ Programming Language*, Addison Wesley, 2<sup>a</sup> edició, 1991.

# Modalidades de la radioafición actual

Luis del Molino

**L**a radioafición se define internacionalmente como un medio de promover la autoformación en electrónica y comunicaciones por medio de la experimentación. Por tanto, la formación y la experimentación constituyen la principal actividad que nos da derecho al uso de las frecuencias por parte de los radioaficionados, y se deduce que la comunicación tiene un carácter secundario. El uso de las bandas concedidas a los radioaficionados es una concesión graciosa de las administraciones que la otorga con carácter científico y experimental, y no es un derecho internacionalmente reconocido para utilizar como un medio de comunicación social como vulgarmente se cree.

Esta dualidad comunicación/experimentación nos da lugar a una amplia gama de radioaficionados que podemos clasificar desde este aspecto en tres tipos principales:

## POR EL TIPO DE ACTIVIDAD

### Experimentadores

Son aquellos que disfrutan principalmente montando sus propios aparatos, antenas u accesorios, y utilizan la comunicación para comprobar los logros conseguidos. Podemos llamarlos «radioaficionados por excelencia», pues son los más persistentes en la actividad a largo plazo,

hecho que se produce por la satisfacción personal que se obtiene al comunicar con equipos propios, y es la categoría de radioaficionados que se ajusta propiamente al concepto internacional. Este grupo lo podemos subdividir aún más entre los que experimentan con antenas, procesadores de señales, sistemas de seguimiento, protocolos digitales, etc.

Desgraciadamente, pocos radioaficionados hoy en día pueden dominar todas las técnicas actuales y pueden llegar a disponer de los sofisticados medios técnicos de laboratorio necesarios para poder diseñar equipos que puedan competir con los comerciales del mercado.

### Comunicadores

Podríamos definir este grupo, simplificando en extremo, como aquellos que son meros usuarios de un electrodoméstico, puesto que en principio solo están interesados en conseguir la comunicación, pagando el precio necesario para ello y no en conocer a fondo cómo funcionan sus aparatos. Así pues, utilizan la radioafición como un medio de comunicación social y, a la larga, son los menos constantes en esta afición, pues son los que aparecen y desaparecen en virtud de otros hobbies que se cruzan en su camino.

### Competidores

Son aquellos radioaficionados que utilizan principalmente la radioafición deportivamente y cuyo principal objetivo es competir y, por tanto, participar en concursos. Hay que tener en cuenta que, para concursar con un cierto éxito, todos los aficionados de este grupo necesitan dominar la técnicas operativas y básicas de la radioafición, y deben tener un buen conocimiento práctico de cómo sacar el máximo rendimiento a sus equipos, por lo que necesitan más conocimientos

que los comunicadores. A diferencia de éstos últimos, no ejercitan demasiado la relación social, sino en asociaciones relacionadas con los grupos de concursos.

Existen varias subespecies tales como los coleccionistas de tarjetas QSL, cazadores de diplomas, países, islas, etc... Técnicamente son los que están más equilibradamente situados entre los radioaficionados meramente comunicadores y los realmente experimentadores.

### Benefactores

Son aquellos radioaficionados que, dentro de una actividad de relación social, la enfocan principalmente hacia un servicio colectivo o al

LUIS DEL MOLINO es vicepresidente de la URE (Unión de Radioaficionados de España) en Barcelona. Su distintivo es EA 3OG (eco alfa 3 oscar golf).

*"El uso de las bandas concedidas a los radioaficionados es una concesión graciosa de las administraciones."*

próximo desarrollando su actividad dentro de los grupos Protección Civil, red del Navegante, redes de emergencia etc... Muchos de ellos se apuntan a estas actividades como un medio de justificar su *hobby*, especialmente entre la familia, que no ve con agrado el tiempo dedicado en detrimento de ella.

Todas estas clasificaciones no son puras y pueden estar entremezcladas lógicamente en un cierto grado, existiendo el radioaficionado que participa en actividades características de los distintos tipos básicos.

#### **DESDE EL PUNTO DE VISTA DE TÉCNICAS EMPLEADAS**

Aquí podemos hacer otra clasificación distinta, solamente teniendo en cuenta los medios técnicos utilizados:

##### **Telegrafistas**

Se comunican única y exclusivamente por medio del código Morse, generalmente en onda corta o HF (de 3 a 30 MHz), ondas de largo alcance por su rebote en la ionosfera. El Morse permite comunicados más difíciles con muy poca potencia y antenas, por lo que está muy difundido especialmente entre países del Este, pero también en todo el mundo. El Morse permite la comunicación más relajada dado que el uso de filtros de banda estrecha permite la comunicación más confortable y con pocas interferencias. También la telegrafía permite la actividad de los «competidores» en concursos, obtención de diplomas, y se presta menos para la mera charla de comunicación social. Dentro de esta categoría, abundan los radiotelegrafistas profesionales retirados de la marina mercante.

La telegrafía es menos utilizada en VHF y frecuencias superiores, excepto en Satélites, rebote Lunar y dispersión meteórica. En estas actividades, se utilizan manipuladores elec-

trónicos con memoria y filtros activos, conmutación capacitiva y DSPs.

##### **Fonistas HF**

Se utiliza la Banda Lateral Unica o BLU desde los años 70 y es muy utilizada por los competidores, los comunicadores sociales, los de redes de emergencia y sobre todo por los coleccionistas de países y tarjetas QSL. Estos últimos disponen de un ranking de clasificación

internacional de los poseedores de mayor número de países, islas, diplomas, etc...

##### **Fonistas VHF**

Practicado generalmente por los radioaficionados procedentes de la Banda Ciudadana (CB u 11 metros), se utiliza principalmente para la comunicación social y algunos pocos concursos que solamente son de ámbito local. También utilizada en comunicaciones por satélite, aunque también hay importantes concursos internacionales a nivel de continente europeo.

##### **Digitales HF**

Utilizan ordenadores para su comunicación y se subdividen en las técnicas de modulación empleadas de la forma siguiente:

**RTTY.** Se utilizan simples decodificadores de tonos y el código Baudot a 45 baudios. Se emiten en FSK o AFSK con tonos de 2025 y 2195 Hz (170Hz).

**ASCII.** No se utiliza prácticamente, aunque la norma son 110 baudios y los mismos tonos que el RTTY en código Baudot.

**AMTOR.** Basado en el SITOR marino, pero adaptado a los indicativos de radioaficionado, es un sistema con ARQ (*Answer ReQuest*) que comprueba la integridad de los datos recibidos de una forma simplificada. Es una comunicación que envía grupos de 3 caracteres a 100 baudios, pero intermitente en espera de la confirmación ARQ, de forma que da lugar a un rendimiento efectivo de 35 baudios, una velocidad un poco lenta para el mecanógrafo hábil.

**PACTOR.** Basado en paquetes de caracteres (8 ó 20) con ARQ con comprobación de un CRC, y que permite velocidades de 100 y 200 baudios con un promedio de 150 baudios, y además, la transmisión de ASCII y binario de 8 bits. Apropiado para la comunicación personal y la automática de intercambio de mensajes y boletines de noticias.

**RADIOPAQUETE.** Basado en el AX.25 se utiliza solamente para el enlace entre buzones vía ionosfera a 300 baudios con tonos de radioteletipo de 2000 Hz y 2200 Hz, pero que es poco adecuado para la comunicación interpersonal humana.

**CLOVER.** Nuevo sistema de modulación autoadaptativa, según instrucciones del receptor que

emite los ARQ, con una modulación por impulsos de 37 milisegundos de 4 tonos en un ancho de banda de 500 Hz y modulados en amplitud y fase en cuadratura.

Muy caro por ahora y en principio capaz de superar los 1200 bps en comunicaciones en HF por rebote en la ionosfera. Digitalmente se pasa el protocolo AX.25.

*"Banda Ciudadana CB se utiliza principalmente para la comunicación social."*

## **Digitales VHF**

Se utiliza principalmente el radiopaqute a 1200 baudios para enlaces personales y a 9600 baudios para redes de enlace, aún en lento desarrollo, que se utiliza para la conexión con los buzones de mensaje (BBS) accesibles por radio con noticias de DX, satélites, espacio y mensajes personales. Cubre enlaces con todo el mundo a través de todas las redes de radioaficionados.

## **Dispersión meteórica**

Utilizando telegrafía de alta velocidad a 1000 caracteres por minuto se transmite intentando conseguir el rebote en trazas ionizadas producidas por las lluvias meteóricas. Una vez grabados los cortos chorros recibidos de información, se pasan a inferiores velocidades en otro grabador para poderlas decodificar a oído. Permite comunicaciones a distancias de 2000 a 3000 kilómetros. Se utilizan manipuladores electrónicos trucados para transmitir a estas velocidades en frecuencias de 50, 144, 432 MHz.

## **Rebote Lunar**

Se montan grandes sistemas de antenas Yagi enfocadas para realizar contactos utilizando la Luna como reflector pasivo. Se necesitan potencias del orden de 1kW y antenas de ganancias de 16 a 20 decibelios que pueden conseguirse en frecuencias de 50, 144, 433 y 1.2 GHz.

## **Satélites de comunicaciones analógicas**

Dotados de transpondedores lineales con un ancho de banda suficiente, permiten comunicaciones en telegrafía, banda lateral única, aunque se desaconsejan las modulaciones con potencia más constante para no saturar el transpondedor. Se utilizan actual-

mente los satélites de órbita cuasi circular RS-10/11 RS-12/13 rusos y los Fuji-Oscar-20 y Oscar 21 Russo-alemán, y el Oscar 13 americano de órbita muy elíptica que permite la comunicación dentro de todo el hemisferio norte.

## **Satélites de comunicaciones digitales**

Son los microsatélites equipados con capacidad de almacenamiento que permiten ser usados como buzones de boletines de noticias y mensajes personales para la comunicación mundial. Trabajan a 1200 BPSK y a 9600 AFSK. Son concretamente los de la Universidad de Surrey Uosat-14, Uosat-22, los americanos PACSAT-16. Argentino Lusat-19, japonés Fuji-Oscar-20, coreanos KITSAT-23 y KITSAT-25, el italiano ITAMSAT-26, etc.

## **Satélites experimentales de telemetría**

Son los que no contienen transpondedores ni buzones de almacenamiento y sólo están para experimentos de medida o de divulgación de la radioafición como el brasileño DOVE-17 y el americano WEBER-18.

## **50 Megaciclos**

Con carácter experimental ha sido concedido el uso de esta banda a 80 estaciones españolas equipadas con equipos de esta frecuencia para estudiar sus modalidades de propagación troposférica, esporádica E, transecuatorial, rebote en capa F1 etc.

*"Se montan grandes sistemas de antenas Yagi enfocadas para realizar contactos utilizando la Luna como reflector pasivo."*

Son los que experimentan sistemas de modulación de video en FM, y preamplificadores y equipos a frecuencias de 1 GHz y superiores. Aunque en un principio se les podría clasificar entre los que desarrollan

una relación social vía una pantalla, en realidad son los que experimentan con frecuencias más elevadas y mantienen un nivel técnico muy elevado. También en este grupo hay meros espectadores que participan observando lo que hacen los demás.

## **Diezmo**

Se llama así a radioaficionados sin licencia de emisoristas que simplemente se limitan a la escucha de las emisoras que se descubren en las bandas de HF o a estaciones de servicio en bandas de VHF y UHF. Hay grupos especializados en estaciones militares como servicios de noticias por RTTY, Radiogoniómetros aéreos, sistemas de guía de aviones VOR, difusores de mapas meteorológicos, broadcasting internacionales, etc.,.

## **COMPETIDORES**

Merecen un capítulo aparte y describir las principales actividades y competiciones internacionales existentes en las que participan.

## **Concursos HF**

Se realizan principalmente en fines de semana con una duración de 48 horas desde las 00 UTC del Sábado hasta las 24 horas del Domingo con un tiempo de 48 horas. Se puede concursar en las siguientes modalidades:

-Monoperador Monobanda: Un solo operador y un solo transceptor.

-Monoperador Multibanda: Lo mismo pero concursando en todas las bandas.

-Monoperador Asistido: Ayudado por otros operadores que solo escuchan.

-Multioperador Monotransmisor: Un solo transmisor operado por un equipo.

-Multioperador Multitransmisor: Varios transceptores simultáneos.

Los más importantes concursos mundiales son:

-El concurso mundial de la ARRL (*American Radio Relay League*), en el que puntúan los contactos con estaciones USA y canadienses, y multiplican los estados americanos comunicados y los canadienses.

-El concurso CQ WWDX World Wide DX Contest, en el que puntuán todos los contactos, y de multiplicadores las 40 zonas CQ en que se divide el mundo en cada banda.

-CQ Prefix Contest, en el que puntuán todos los contactos internacionales, y multiplican todos los prefijos internacionales diferentes contactados en todas las bandas.

Todos estos concursos se celebran en Telegrafía y en Fonía en fines de semana diferentes. Aparte de éstos, existen concursos organizados por las asociaciones de prácticamente de cada país.

Algunos concursos se realizan también en RTTY en todas sus modalidades digitales. Se puede decir que prácticamente cada fin de semana durante todo el año hay algún concurso de radioaficionados de ámbito internacional.

## Concursos de VHF

Generalmente se pueden realizar de dos formas: Desde tu propia casa y desde un punto alto. Son de ámbito más local que los de HF por las condiciones de alcance más reducido.

Puntúan la suma de kilómetros alcanzados en cada contacto calculados a partir de unas cuadrículas específicas de la radioafición que se llaman *QTH Locator* y que se introducen en los programas de ordenador. Generalmente se realizan en Fonía en Banda Lateral Única pues no se practica apenas la telegrafía en estas bandas.

Los más conocidos son el *Mediterranean Contest*, la

Maratón Internacional y el concurso nacional de VHF, así como los de puntos altos de VHF. Se practican generalmente en verano, pues es cuando la propagación troposférica permite mayores distancias en estas bandas.

## Concursos locales de FM

Son de ámbito local y se realizan en VHF para conmemorar actos como Ferias, Congresos y otras fiestas locales. Son realmente concursos de iniciación que generalmente se celebran únicamente en FM y fonía en bandas de VHF, aunque también los hay en HF.

## POR EL TIPO DE LICENCIA

Oficialmente se dividen los radioaficionados en tres tipos, según el tipo de examen que hayan sido capaces de superar para obtener su licencia:

### Principiantes o clase C:

Son los que han superado un examen relativamente sencillo y otro examen de telegrafía a una velocidad de 8 palabras por minuto. Esta

licencia les da derecho a utilizar solamente algunas de las bandas reservadas a radioaficionados en HF (3 a 30 MHz) y vienen obligados a operar en ellas principalmente en telegrafía, excepto en la banda de 28.9 a 29.1 MHz en la que pueden operar en fonía. No pueden instalar estaciones móviles en vehículos. Actualmente puede ser indefinida la permanencia en esta clase.

Obtienen indicativos que empiezan con las letras EC3.

### Restringida o clase B:

Son los que han superado un examen teórico un poco más complejo y no han necesitado superar un examen de Morse. Esta licencia da derecho a utilizar las frecuencias de VHF, UHF y

superiores, así como la instalación de estaciones móviles de estas frecuencias en vehículos. Es la más apropiada a los que utilizan la radio como medio de comunicación social. Aunque también permite el uso de satélites, estas técnicas no están demasiado al alcance del recién llegado, puesto que exigen una estación bastante equipada. Obtienen indicativos que empiezan con las letras EB3.

### General o clase A:

Son los radioaficionados que han superado un examen más difícil y una prueba de Morse de 13 palabras por minuto. Deben haber permanecido anteriormente por lo menos durante 6 meses en la clase Cy haber realizado un número de 75 contactos en esa clase de licencia. Por consiguiente, no se puede acceder directamente a esta clase, sin haber pasado antes por la C. Esta licencia da derecho a utilizar todas las bandas y modalidades de radioaficionado autorizadas en España, dentro de los límites máximos de potencia autorizados. Así pues, no puede accederse a ella directamente desde la clase B. Obtienen indicativos que comienzan con las letras EA3.

## DIRECCIONES INTERESANTES

-URE Unión de Radioaficionados Españoles (de ámbito nacional)

c/Montehiguelo 102  
Apartado 220.  
Madrid

-URE Delegación de Barcelona.

Abierta de 19 a 21 horas de Lunes a Jueves  
c/Diputación 110 pral 1<sup>a</sup>  
Apartado 1464  
Barcelona.

-Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

Control, concesiones e inspección  
c/Pasaje Mercader 14  
Barcelona.

# Com construir-nos un robot

Antoni Ferraté

**L**a millor manera d'aprender com funciona el motor d'un cotxe és desmuntar-lo i tornar-lo a muntar. La millor manera d'aprendre robòtica és construir i experimentar amb el propi robot. Això no és una tasca difícil si es disposa d'uns mínims coneixements d'ordinadors, d'electrònica i de mecànica, que la robòtica ens donarà l'oportunitat d'ampliar i, sobre tot, relacionar, a la vegada que ens despertarà l'esperit de recerca.

Si tenim un ordinador personal, un sistema modular de construcció mecànica i una font d'alimentació, podem començar a construir el nostre robot, dividint aquesta tasca en quatre parts:

1. Disseny i construcció de l'estrucció mecànica del robot.
2. Implementació de les plaques d'interfície amb l'ordinador.
3. Construcció de l'etapa de potència que alimenta els motors.
4. Programació del *software* de control.

Aquests quatre punts són els que tractaré a continuació, donant uns breus consells fruit de la pròpia experiència en la construcció de robots didàctics controlats per PC.

A mesura que aquests éssers inanimats van cobrant vida és molt estimulant anar-los dotant de característiques humanes, com ara visió, tacte, oïda, veu, intel·ligència...

## 1. ESTRUCTURA MECÀNICA

### 1.1 Material

Si disposem de kits de construcció educacionals estàndard, com ara *Fischertechnik*, *Lego* o *Meccano*, ens evitem la necessitat d'emprar algunes tècniques i eines especialitzades, i ja tenim elements mecànics imprescindibles, com eixos, engranatges, rodes, diferencials i cadenes. Tot això fa més fàcil reproduir cada model tal com el tenim pensat, abans d'experimentar amb modificacions i millors sobre el robot, si així ho desitgem. Els principals desavantatges són que cada peça del model està limitada a mesures discretes estàndard, i que aquests kits soLEN ser bastant més carS que altres materials, com ara, fusta, plàstic o làmines metàl·liques.

### 1.2 Geometria del robot

L'arquitectura del robot depèn del tipus de robot que volem crear. Per exemple, si pretenem reproduir a escala un robot industrial (braç articulat) hem de fixar el nombre de graus de llibertat (nombre d'eixos de moviment independent). En general, tres graus de llibertat són suficients per posicionar l'una terminal del robot - generalment una pinça - en qualsevol punt de la zona de treball tridimensional. L'òptim és disposar de tres graus de llibertat addicionals - sis en total - per poder accedir al punt de treball amb qualsevol orientació, però cinc soLEN ser suficients (molts robots industrials de veritat tenen cinc).

És recomanable situar els motors - sobretot si són pesants - en la base del

robot i transmetre el moviment als braços mitjançant palanques, cadenes, eixos, cables guiats, corretges o cordills. D'aquesta manera es pot aconseguir un millor comportament cinemàtic i dinàmic, i també una independència entre els moviments dels braços: és convenient que el moviment d'un braç proper a la base del robot no modifiqui l'orientació dels braços superiors.

Els kits pneumàtics de *Lego* i *Fischertechnik* són adequats per fer la pinça o grapa terminal del robot, a causa del reduït pes, la facilitat de transmetre l'aire als pistons de la pinça per tubs de goma, i el grau de flexibilitat que tenen els dits, cosa que ens evita el control lineal del moviment en obrir i tancar la grapa.

## 2. INTERFÍCIE AMB L'ORDINA-DOR

Qualsevol ordinador personal (des d'un Sinclair fins a un 486) ens serveix per a controlar el robot, però haurem de perdre la por a fer-lo malbé. L'ús d'optoàïlladors entre els busos de l'ordinador i les nostres plaques elimina tot risc. En aquest apartat donaré tres solucions de diferent complexitat i prestacions per comunicar el robot amb un PC:

### 2.1 Port paral·lel

Disposem de 8 línies de transferència de dades que es corresponen amb els pins que van del 2 al 9 del connector de 25 pins del port paral·lel (Centronics). Els nivells de tensió de treball són de 0 i 5 volts. Podem accedir a aquests 8 bits de dades en les següents adreces segons el port d'impressora que usem:

ANTONI FERRATÉ és alumne de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicacions de Barcelona

LPT1 : 03BC hex  
LPT2 : 0378 hex  
LPT3 : 0278 hex

## 2.2 Port de jocs

Poca gent coneix que dins del seu PC hi poden haver quatre magnífics conversors A/D, que podem aprofitar en la robòtica per llegir sensors resistius, molt útils en el control lineal d'un moviment.

Efectivament, molts PC ja porten incorporat el port de jocs, el qual permet llegir la posició de dos joysticks mitjançant la lectura del valor de la resistència dels dos potenciómetres de cada joystick, obtenint, de forma digitalitzada, les coordenades X i Y de cada joystick (un valor proporcional a la resistència). També ens permet llegir l'estat dels dos botons de cada joystick, tal i com s'il·lustra en el diagrama de connexions de la figura 2.

La interrupció 15h de la BIOS del PC ens permet llegir les 4 entrades resistives. La següent subrutina escri-

ta en llenguatge C ens il·lustra com fer-ho:

```
void joystick(int *ax, int *ay, int
             *bx, int *by)
{
    union REGS regs;
    regs.h.ah=0x84;
    regs.x.dx=0x1;
    int86(0x15,&regs,&regs);
    *ax=regs.x.ax; /*potenció-
                     metre X, Joystick A */
    *ay=reg.x.bx; /* potenció-
                     metre Y, Joystick A */
    *bx=regs.x.cx; /*potenció-
                     metre X, joystick B */
    *by=regs.x.dx; /* potenció-
                     metre Y, joystick B */
}
```

L'estat dels 4 botons es pot llegir en els 4 bits de més pes del port 0201 hex.

## 2.3 Targeta d'entrades i sortides

Les targetes d'entrades i sortides es connecten al bus d'expansió del PC i es poden comprar als distribuïdors de plaques per PC com PClabcard,

Axiom, etc, o ens la podem fer nosaltres mateixos en una tarja prototípus.

Aquí exposaré el disseny d'una placa molt simple i barata amb només dos CI, però que ens permet disposar de fins a 24 entrades o sortides digitals, que podem aprofitar per connectar conversors A/D i D/A, enviar senyals de control o llegir l'estat d'interruptors, entre d'altres coses. El cor del disseny és el *Programmable Peripheral Interface (PPI) 8255* A i té com a principal avantatge la possibilitat de programar diversos subgrups dels 24 bits com a entrada o com a sortida, en funció de les necessitats del nostre robot.

Les adreces per accedir als ports són les següents:

port A: 0240 hex.  
port B: 0241 hex.  
port C: 0242 hex.  
port de control: 0243 hex.

La paraula de control que enviarem a la direcció 0243 hex. per a programar la placa té el següent format: 1 0 0 A C<sub>h</sub> 0 B C<sub>t</sub>.

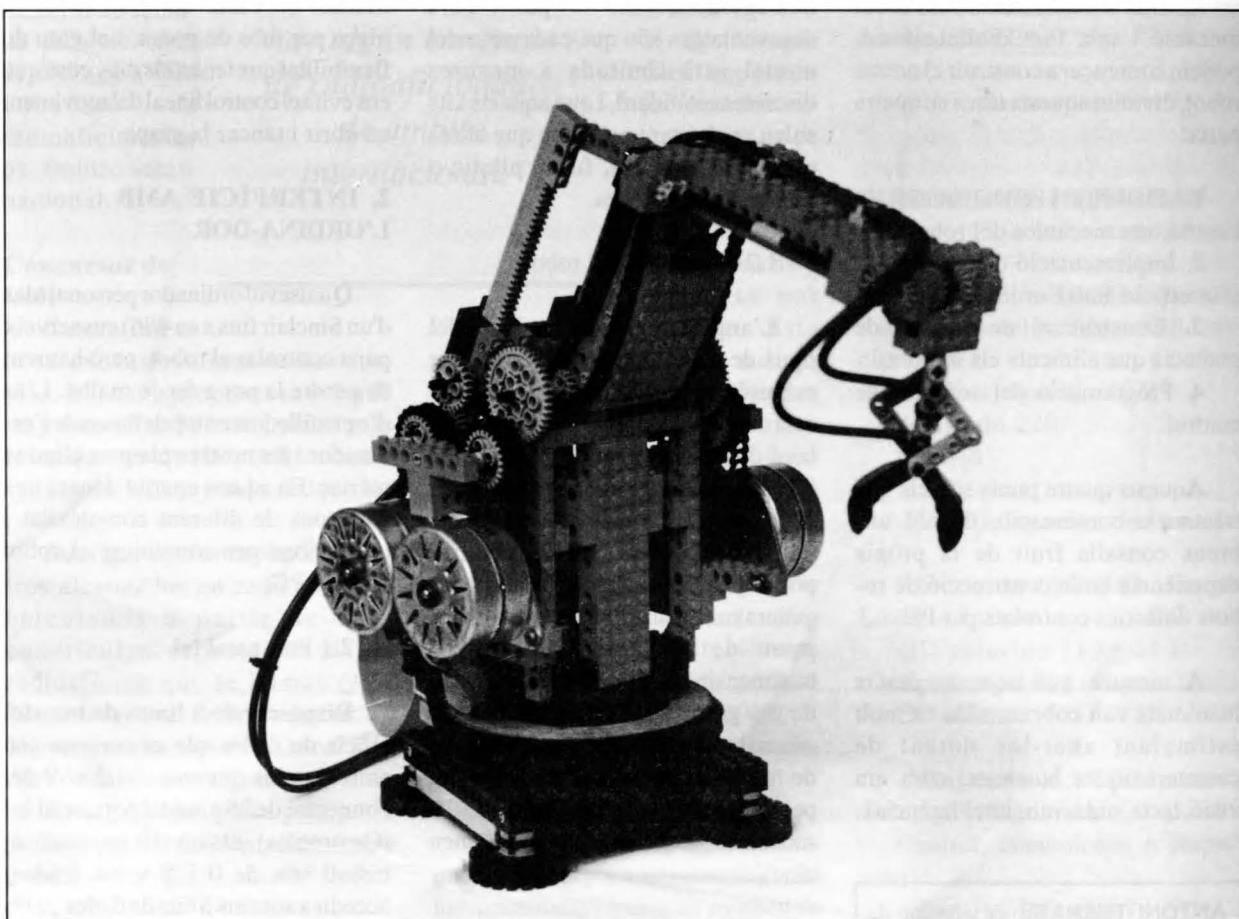


Figura 1.- Robot industrial amb 5 graus de llibertat i pinça pneumàtica construït amb Lego.

A, B, C<sub>b</sub>, i C<sub>1</sub> es corresponen respectivament amb el port A, port B, 4 bits més significatius del port C i 4 bits menys significatius del port C. A cada un d'ells assignarem un 1 si el volem definir com a entrada al PC, o un 0 si els volem definir com a sortida.

Exemple: El següent programa escrit en llenguatge C assigna els ports A i B del PPI (16 línies) com a sortida i les 8 línies del port C com a entrada. A continuació envia 8 uns pel port A i llegeix el port C.

```
outport(0x243,0x89); /* 89 hex =
10001001 bin */
outport(0x240,0xFF); /* FF hex =
11111111 bin */
c=inportb(0x242);
```

### 3. ETAPA DE POTÈNCIA I MO-TORS

Les sortides del 8255 A i del port paral·lel són compatibles TTL, això significa que no tenen una gran capacitat de corrent. El xip *ULN2001* (*Buffer darlington* de 7 canals) és adequat per excitar les bobines de relès i de motors (de cc o pas a pas).

A diferència dels motors de cc en què l'eix, senzillament, gira, un motor pas a pas gira en passos discrets molt precisos a la freqüència dictada per l'ordinador. En alguns aspectes és el somni de l'enginyer de robots fet realitat, ja que ens descarrega de la tasca de llegir la posició de l'eix mitjançant un sensor de posició

(normalment òptic o resistiu), perquè un simple comptatge dels impulsos aplicats al motor pas a pas ens determina l'angle girat. Per tant és un sistema de control enllaç obert, però l'alimentació dels motors pas a pas no és tan simple com connectar els terminals a una bateria: es necessiten circuits electrònics que vagin excitant, en la seqüència adequada, les bobines del motor. Afortunadament hi ha xips especialitzats en aquesta tasca, que, a més a més, subministren la potència necessària per alimentar els motors. Un d'aquests xips és el *SAA 1027* (fig.4), el qual connectem directament a dos línies d'un port de sortida de l'ordinador: per la línia T enviem un tren de polsos, la freqüència del qual

determina la velocitat dels passos i per la línia R indiquem el sentit de rotació de l'eix del motor. Els nivells de tensió de T i R són compatibles TTL i cada etapa de sortida (Q1, Q2, Q3 i Q4) és capaç de commutar un corrent de 350 mA. Incorpora un diòde integrat de protecció (línia D) contra els pics transitoris produïts durant la commutació de les bobines del motor.

El xip *SAA 1027* és apte per a diversos motors pas a pas unipolars. A títol d'exemple, dono la referència d'un motor pas a pas de 7,5 graus per pas, usat en el robot de *Lego* de la figura 1: *AIRPAK 9904 112 35014*.

### 4. SOFTWARE DE CONTROL

El software que controli el nostre robot el podem fer en qualsevol llenguatge de programació que coneugem: Pascal, Basic, C. Primer farem les subrutines de baix nivell: aquelles que treballen a nivell de bits, per generar els senyals que enviarem a cada motor per tal de que l'eix giri un pas, però sense sobrepassar en cap cas els límits físics del moviment de cada braç (ho podem assolir mitjançant microrup-tors situats en els finals de carrera, i connectats a un port d'entrada de l'ordinador).

L'operativitat del nostre robot, a l'igual que un robot industrial de debò, requereix que el programa de

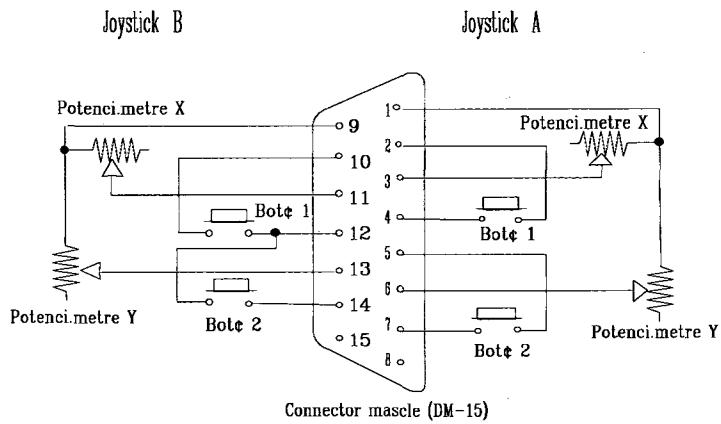


Figura 2.- Esquema de les connexions al connector del port de jocs del PC per llegir 4 sensors resistius i l'estat dels botons.

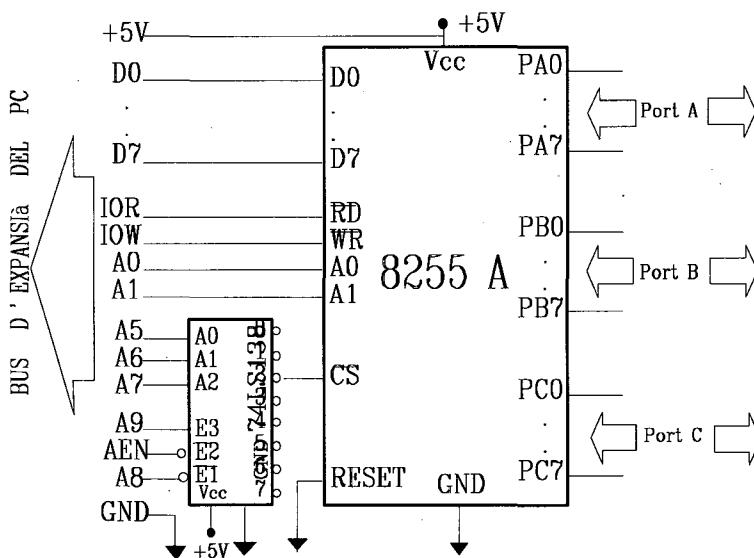


Figura 3.- Esquema de la placa programable per PC amb un circuit PPI 8255A i un decodificador d'adreces 74LS138.

control sigui capaç d'executar tres tasques ben diferenciades: Una primera fase d'inicialització, una fase d'aprenentatge, en què el robot es mou obeint uns comandaments manuals i es memoritzen certes posicions, i, per últim, una fase de reproducció, en què es repe-teixen els moviments memoritzats en el mode d'aprenentatge.

#### 4.1 Fase d'inicialització

En un sistema en llaç obert, com ara el cas d'usar motors pas a pas, tenim dos inconvenients: d'una banda ens cal conèixer una posició inicial per tal d'agafar una referència a partir de la qual hem de portar el recompte dels passos. D'altra banda, si apliquem un parell massa elevat a l'eix del motor, aquest es mourà un nombre desconeugut de passos (pèrdua de passos) i no tindrem més remei que tornar a buscar la posició inicial de referència (reinicialitzar el robot). Això ho podem assolir, en el cas d'un braç articulat, aprofitant els microruptors que detecten els finals de carrera dels moviments de cada braç, i llavors, el programa d'inicialització es limita a fer girar tots els motors i parar cada motor quan es detecta el final de carrera corresponent. Així doncs, això serà el primer que farà el robot quan el connectem per primera cop, o quan sospitem que la

posició real del robot no es correspon amb la que pressuposa el *software* de control.

#### 4.2 Mode d'aprenentatge

En aquest mode el robot es mou obeint un comandament manual (generalment un joystick o el mateix teclat de l'ordinador), mentre per software portem un seguiment de la posició actual. Podem optar entre dos estratègies: o bé guardem en memòria la seqüència d'impulsos de control que estem enviant a cada motor (la trajectòria), o bé únicament memoritzem la posició actual del robot en els punts de pas que ens interessa (registrem el nombre net de passos que ha girat cada motor). Aquest segon cas rep el nom de programació punt a punt, i té l'avantage que estalvia molta memòria.

#### 4.3 Mode de reproducció

El robot ha d'ésser capaç, en aquest mode, de repetir els moviments apresos durant el mode d'aprenentatge. En el cas de programació punt a punt, és suficient enviar tants impulsos al motor com passos havíem memoritzat. El problema és que no podem conèixer a priori com serà la trajectòria entre un punt i el següent. Si volguéssim fer que les trajectòries fossin rectilínies, ho podríem fer interpolant un nombre suficientment elevat de punts

intermitjos en línia recta entre el punt inicial i el punt destí, però això requereix un tractament matemàtic més elevat, ja que per cada punt que interpolem necessitem fer conversions entre coordenades cartesianes i angulars.

L'ús de rampes d'acceleració i desacceleració en cada motor, milloren molt el funcionament i la velocitat del robot durant el mode de reproducció i disminueix el risc de perdre el coneixement de la posició actual del robot, com hem comentat en l'apartat 4.1.

### CONSIDERACIONS FINALS

L'experiència em diu que prendre's la robòtica com un *hobby*, és un bon complement a l'estudi d'una enginyeria, amb uns plans d'estudi sovint massa densos i teòrics. Construir el meu propi robot m'ha donat alguns coneixements que no es donen a l'Escola de Telecomunicació, però, sobre tot, m'ha despertat un esperit de recerca que no tenia: cada problema amb que m'anava enfrontant, m'obligava a fer una visita a la biblioteca de l'Escola per consultar llibres, o visites a fires com Robotec o Expotrànsica, a distribuïdors de components electrònics, o simplement discutir certs aspectes amb veritables experts en robòtica, com en Xavi Florensa, també estudiant de l'Escola de Telecomunicació, que comparteix amb mi la passió pels robots.

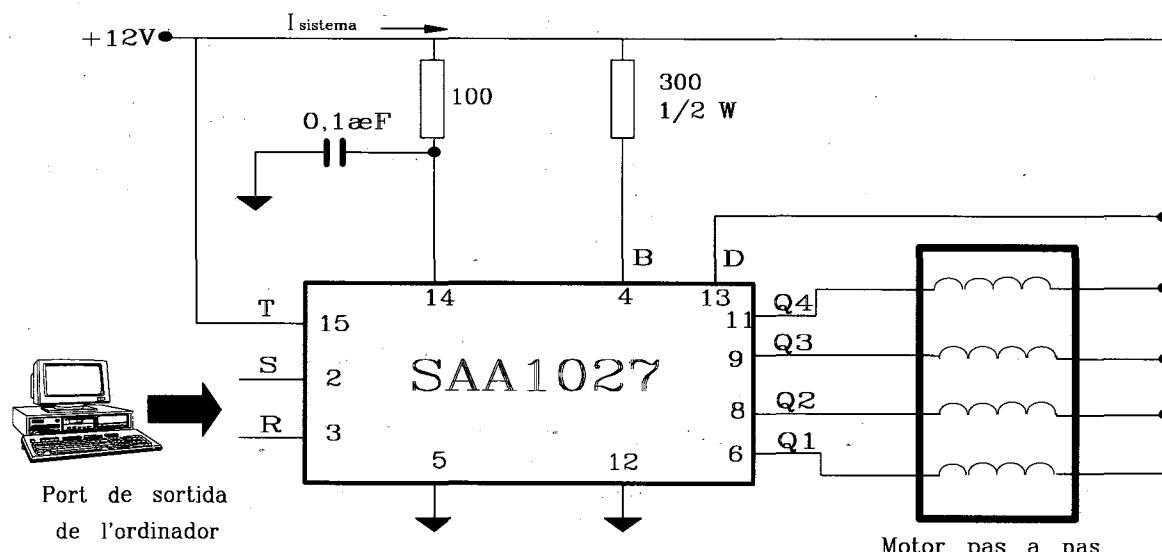


Figura 4.- Esquema de les connexions del xip SAA 1027 amb l'ordinador i amb un motor pas a pas.