

UNA SALUTACIÓ I UN COMPROMÍS

Els responsables d'aquesta revista, és a dir, la branca d'estudiants membres de **IEEE** a Barcelona, em demanen que, com va fer el meu bon amic i colega en tasques directives Lluís Jofre en el número 1 de «**Buran**», adreci unes línies als lectors de la revista. Començo, doncs per agrair-los la invitació, i per felicitar-los per la seva iniciativa (associació i revista).

Algú, però, pot pensar que aquesta salutació es fa en un clima d'amistat, en qualitat de convidat aliè als temes de la revista (cosa que pot pensar, permeteu-me la gosadia, algun estudiant de telecomunicacions). Altres, potser (i va la segona gosadia) estudiants de la **FIB**, diran: ¿ que hi fa el nostre degà en una revista dels telecos?. Doncs l'única cosa certa és el clima d'amistat que hi ha entre ambdós centres, però res de sentir-se aliè: en els propers paràgrafs tractaré d'explicar-vos breument que aquestes línies que us adreço provenen d'un ferm convenciment i d'un compromís.

Comencem per dir que soc membre de la **Computer Society de la IEEE**, com ho són també altres professors de la **FIB** (i d'altres centres). El camp de la IEEE es va fonamentar en les enginyeries elèctrica i electrònica en el seu inici, però com ja deia l'amic Jofre en el primer número de Buran, en aquests moments abasta tot l'espectre de les tecnologies de la informació, i, per tant, la informàtica i les comunicacions hi són presents. Si algú hi és reticent, si més no des del costat informàtic, el convido a visitar la biblioteca de la Facultat i donar una ullada a les revistes de la IEEE, tals com **COMPUTER**, **SOFTWARE**, **EXPERT**, **MICRO** i a diversos Transactions. Quedi doncs clar quin és el meu convenciment: els temes vinculats a la IEEE cauen dins l'abast de diversos ensenyaments i de diverses línies de treball de la nostra universitat, entre els que es troba de manera molt clara la informàtica i tots els temes que li són propers. Reconeixem doncs que l'origen de la branca d'estudiants ha nascut a la ETSETB (i, repeteixo, els felicito per la iniciativa), però ara cal fomentar aquesta iniciativa entre d'altres estudiants de la UPC, i molt en particular, de la **FIB**. I encara més si tenim en compte que les titulacions reformades que imparteix la Facultat son Enginyeries (superior i tècniques).

Ara que ja he descrit la motivació que em mou, anem pel compromís. Es molt senzill, i s'infereix de manera natural dels anteriors paràgrafs: cal que la **FIB** s'impliqui amb Buran com ho ha fet la ETSETB, i per això cal que - Els professors i departaments tramen material escrit a **BURAN**, per tal d'aportar temàtica informàtica - La Facultat i els professors fomentem que els nostres estudiants es facin membres d'associacions professionals, i, en particular, de IEEE (20 \$ l'any per ser «student member») - Els estudiants sentin **BURAN** com una publicació pròpia, de la mateixa manera que ho fan amb les revistes que rebem de IEEE.

Així doncs, només em queda adherir-me al que deia el Director de la ETSETB en el primer número: felicitar amb entusiasme la iniciativa i desitjar-li l'èxit que es mereix.

Pere Botella

Degà de la Facultat d'Informàtica de Barcelona

EDITORIAL, BURAN.

Es deber de toda buena publicación empezar sus escritos con la editorial, que no es más que cualquier tema seleccionado al azar, o por actualidad; comentado por algún integrante de la misma. No por ello deja de ser importante, sino que a través de esta podemos observar las intenciones de los que realizan la publicación, sus principios y bases , algo realmente necesario para saber el enfoque dado a sus artículos, y nuestra posible incorporación o participación en ella. Por eso entiendo que lo que sigue, no tiene que ser una declaración de principios, sino las opiniones de los actuales integrantes de la revista, en ningún caso inamovibles, y discutibles en todo momento.

Nuestro principal objetivo es la **Educación**, tanto técnica como humana, en su calidad de Ciencia o como base de una sociedad equilibrada, en la formación de individuos bien adaptados al mundo productivo y económico que lo rodea, así que sepa responder creativamente en la solución de las problemas que aquejan a su comunidad. Todos estos enfoques son tan variados como válidos en su búsqueda, y sus distintas definiciones no dañan su coherencia; es nuestro interés exponerlos en estas páginas.

Y como principal objetivo, queremos, no tanto influir sino participar creativa y activamente dentro del sistema educativo de la Universidad, y complementarnos de una forma extraoficial con la oficialidad del sistema,por medio de la colaboración de los que se encuentran más afectados por él, alumnos y profesores, buscando soluciones tanto dentro como fuera. Sugiriendo nuevos enfoques, abriendo líneas de discusión que nos permitan aventurar cuál va a ser el contexto de la futura Universidad que en estos momentos estamos construyendo, mejorando sus ventajas y disminuyendo los inconvenientes y de una forma constructiva proponiendo remedios.

Dentro de la Universidad el **I.E.E.E.** lo entendemos como una parte más del engranaje formativo tanto de alumnos como de profesores y Buran como una pieza más del conjunto de actividades que intentamos desarrollar. Para ello evidentemente necesitamos Ayuda, ya que publicar una revista no se realiza por generación espontánea, para discutir se necesita variedad de opiniones que, evidentemente, deben de salir de diversas personas que se presten a ello.Si se desea tener algo hay que trabajar por ello, y sino conformarse con la árida y cruda realidad de la no-participación ,el no-compromiso, la no-opinión, renunciar quizás a muchas oportunidades que se nos ofrecen, y esperar que la tarea a realizar por nosotros, las realice ese ente, tan perfecto como inexistente.

Por eso **Buran** aboga por la acción, la participación y el compromiso, y esperemos que el resto de asociaciones, grupos, y publicaciones participen con nosotros desde las posiciones y formas que hayan decidido, aún las que parezcan más causticas, e inesperadas.

La Redacción

Guía de Temas y Areas de publicación.

En **Buran** tienen cabida todos los temas abarcados por el **IEEE**.Básicamente son:

- Bioingeniería.
- Antenas y propagación.
- Dispositivos semiconductores.
- Materiales de fabricación.
- Dispositivos electrónicos.
- Inteligencia artificial.
- Control y automática.
- Cibernética.
- Instrumentación y medida.
- Electrónica de consumo.
- Tecnología en microondas.
- Redes neuronales.
- Telecomunicación.
- Ingeniería del software.
- Laser y optoelectrónica.
- Electrónica de potencia.
- Informática.
- Tecnología en computadores.
- Ingeniería de potencia.
- Educación.
- Teoría de la información, en el área de la comunicación ,reconocimiento y aprendizaje automático.
- Ciencia nuclear y plasma.
- Procesado de la señal.
- Ultrasonidos,ferroeléctricos y control de frecuencia.
- Acústica.
- Historia de las telecomunicaciones y la electrónica.

Esta lista no es exhaustiva ni excluyente. Estamos abiertos a cualquier proposición,que será estudiada convenientemente.

El comité.

Algunes activitats extracurriculars a la FIB

Des de fa un anys a la **FIB** intentem aprofitar l'absència de classes de les darreres hores del matí del dimecres, per realitzar algunes conferències o taules rodones sobre temes complementaris als que ja estan inclosos al pla d'estudis. La idea central és col.laborar a què els estudiants d'informàtica prenguin contacte amb alguns aspectes recents de l'activitat i la pràctica professional.

Hi ha projectes pel curs 1993-94 però, per ara, són només projectes i, per mostrar l'abast d'aquesta activitat, caldrà doncs fer una breu referència a les activitats més destacades del curs passat.

Bill Serra, investigador dels laboratoris de Hewlett-Packard a Cupertino (California, USA) va dictar un seminari monogràfic d'introducció a la **TECNOLOGIA ORIENTADA A OBJECTES** amb un gran èxit de públic. Quan Serra torni a estar entre nosaltres, possiblement al març de 1994, pensem planificar una mena de continuació.

També, aprofitant les sessions de la conferència **SOFT400** que IBM organitzava a Sitges ara fa un any, varem tenir la possibilitat de portar (el mateix dia!) dos famosos especialistes com Mike Wu del Laboratori IBM de Toronto (Canadà) i James A. Dylla dels laboratoris IBM de Rochester (Minnessota, USA). Ens van parlar, respectivament, del **DESENVOLUPAMENT D'APLICACIONS SOTA AD/CYCLE I DE L'ARQUITECTURA CLIENT/SERVIDOR** i van aportar una visió complementària i molt al dia sobre uns aspectes prou importants en la construcció de *software* en el moment actual.

També en Ton Sales, professor del Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics i professor de la FIB, va dictar un **SEMINARI DE LOGICA I CREATIVITAT**.

Amb la voluntat manifesta d'estimular reflexions, Sales va desenvolupar, amb l'habilitat i amenitat que li són característiques, temes que parlaven de la història de la informàtica, la intel.ligència (natural i artificial) i la lògica.

També alguns professionals del sector van aportar el seu punt de vista personal fruit de la seva experiència d'anys en el sector. Josep Arroyo, gerent de l'empresa **ON LINE**, ens va parlar de **QUÈ DEMANEN ELS EMPRESARIS ALS INFORMÀTICS**, i Antoni Clapés, de Software AG, va comentar el futur de l'activitat dels programadors al voltant de les tendències sobre el **CASE I ELS LLENGUATGES DE QUARTA GENE-RACIÓ**.

Aquests exemples us poden donar una idea de què pretenem: temes de reflexió o de recerca aplicada, novetats tècniques que incideixen en la professió informàtica, expectatives professionals, etc., són un ample ventall de possibilitats que configuren unes activitats curriculars complementàries a la tasca diaria de l'estudi.

Pel curs 1993-94 hi ha diverses iniciatives previstes, algunes portades conjuntament amb la revista **TRIBUNA INFORMÀTICA** que ens ha ofert la seva col.laboració. De moment hi ha previstes intervencions d'empreses com el Centre de Càlcul de Sabadell, Computer Associates, Microsoft, Wordperfect i d'altres a concretar. N'informarem en properes comunicacions.

Miquel Barceló
Vice-degà d'Extensió Universitària
(FIB-UPC)

Activitats extra-acadèmiques

(Carta oberta als pobladors del Campus)

A vegades, quan la drecera es planera i recta, i ja fa una estona que l'estem fent, l'accident del camí esdevé necessari per adonar-nos de que encara estem caminant.

És ben segur que tots coneixem l'ensenyament reglat; des de que som pàrvuls anem seguint els trajectes de formació, sempre (i per a cada generació) perfectament estructurats, acotats en temps i avaluats en nivells. I sembla que la darrera etapa d'aquesta formació es el pas per la universitat.

Que ens oferta la universitat?, vegem; d'entrada, la universitat ofereix tot un ventall de diferents «plans d'estudi» conduents a diverses titulacions professionals. Si aprofundim una mica més, ens adonarem de que la universitat ens condiciona també la forma de viure. La forma de viure la darrera etapa de formació intensiva, i en molts casos de formació exclusiva.

Essent així, que cal esperar de més de la universitat?. Segurament cal esperar d'aquesta darrera etapa que ens proporcioni una educació completa, que a la motivació per aprendre i a la capacitat d'ampliar coneixements pel nostre compte, ens fomenti i desenvolupi l'esperit crític, la creativitat, que ens habiliti com a

tècnics, però que també ens formi com a ciutadans.

L'ensenyament de l'ofici té el camí perfectament assenyalat. Per aquest concepte es disposen els medis humans, materials i una planificació; els plans d'estudi. Els nous plans d'estudi han estat confeccionats sota una intenció d'optimització multicriteri:

- Actualització de coneixements.
- Mes equilibri entre ensenyament teòric i pràctic.
- Disminució de la raó alumnes/profess.
- Flexibilització i particularització del currículum mitjançant l'inclusió de matèries optatives i de lliure elecció.
- Control continu de la progressió dels alumnes.
- etc. etc.

Per aconseguir el segon objectiu, el complementari per assolir una formació integral, ja no estan tant clars ni els medis ni la planificació. De fet es una qüestió de tots, de professors, d'alumnes, del personal

d'administració i serveis, d'horari, d'espai, de ..., de l'entorn ambiental que entre tots siguem capaços de realitzar.

Procure que l'ensenyament reglat no ens acapari. No oblidem que tota optimització disminueix els graus de llibertat d'un sistema. En la vida hi han altres matèries, altres objectius, altres «que», «com» i «qui». Participem en activitats extra-acadèmiques, ho podem fer en el barri, en el club d'esports ... i també en la universitat. Provoquem noves iniciatives, recolzem les que ja existeixen i sintonitzen amb el nostre tarannà. Enriquim-nos del contacte amb els companys, per similitud o per diferència. Procurem-nos un entorn ambiental creatiu. No es una pèrdua de temps, ans el contrari, és, al'ensembs que la dedicació a l'ensenyament reglat, una inversió.

ANTONI ELIAS FUSTÉ
Professor del Dptm. de Teoria del Senyal i Comunicacions.
President de la Secció Espanyola de l'I.E.E.E.

**T
POSSA
T
DOSAT
DOSPORT**

La teva botiga d'esports al campus nord

Venda i reparació de tot tipus de material esportiu

CENTRE COMERCIAL DE LA UPC- CAMPUS NORD DIAGONAL
Jordi Girona Salgado, s/n - Horari: de 9 a 19 h

Descomptes
per als socis del
Servei
d'Esports

Intercanvis d'estudiants amb universitats estrangeres

Per mitjà dels programes **ERASMUS, TEMPUS i COMETT** de la comunitat Econòmica Europea, es porten a terme intercanvis d'estudiants amb Escoles de Telecomunicació d'altres països o estades per a la realització del Projecte Fi de Carrera en una indústria estrangera. Actualment, hi ha relacions estableties amb els vint centres que s'especifiquen en la taula adjunta on figuren també els professors de la nostra Escola que s'encarreguen de les relacions directes i tutoria. Per al curs 1994/1995 no es preveuen canvis substancials.

L'intercanvi pren una de les modalitats següents:

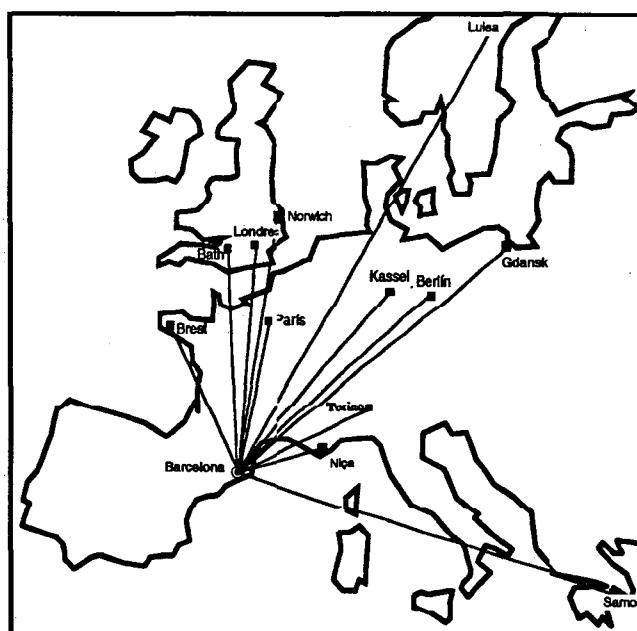
1. (**PFC**) Realització de Projecte Fi de Carrera a l'escola estrangera. En certs casos va combinat amb l'obtenció del títol de Master de l'escola on es fa l'estada (Telecom Paris i Telecom Bretagne).

2. (**5+PFC**) Estada d'últim curs i Projecte Fi de Carrera. L'alumne ha d'haver aprovat fins a quart i, un cop finalitzada satisfactoriament l'estada, obté el títol de la nostra escola.

3. (**DT**) Obtenció de doble titulació. L'estudiant, que ja ha completat el quart curs a la nostra escola, ha de cursar els dos últims anys a l'escola estrangera. Obté el títol del centre d'acollida i el de l'**ETSETB**.

L'anunci de convocatòria de beques Erasmus per al curs 1994-95 es farà durant el mes de març de 1994.

Un cop recollides les sol·licituds hi haurà una selecció basada fonamentalment en el currículum del candidat i en el domini de l'idioma. Tanmateix, la concessió de la beca no se sabrà probablement fins acabat el curs a causa de la complexitat del procés de gestió **Erasmus**.



Estudiants de l'**ETSETB** fent una estada en un centre estranger.

	PFC	4/5+PFC	DT	PROF.RESP.
Telecom-Bretagne	3	3	1	Adolf Comerón
Telecom-Paris	2		1	Gregori Vázquez
Politecnico di Torino			1	J. Antonio Delgado
EPF Lausanne	2			Lluís Torres
University College London	2			Antoni Elias
Queen's Mary W.C. London	3			Olga Casals
Universitat Kassel	2			Lluís Pradell
Universitat Humboldt Berlin	2			Ferran Canal
Inst. Nat. Pol. Grenoble	1			Ferran Canal
Université Libre Bruxelles	1			Ferran Canal
Universitat Jena	1			Ferran Canal
University of Bath	2			Ferran Canal
Université Nice	2			Francesc Comellas
University of East Anglia	2			Luis Andrés Yebra
Ecole Sup. d'electricité	2			Antoni Broquetas
E.F. Electronique inform.	1			Francesc Comellas
Universitat de l'Egeu	3			Jaume Sanz
Berlin (COMET)	1			Francesc Comellas
Lulea, Suècia (COMETT)	1			Francesc Comellas
Gdansk, Polònia (TEMPUS)	2			Iganci Corbella

Que me quiten lo bailao!

Antoni Vaquer i Mestre

Estimats lectors:

A la primavera de l'any 91, vaig tenir la sort de poder accedir a un intercanvi d'estudiants entre la nostra escola ETSETB i l'escola de Telecom Paris, també coneguda com ENST (Ecole Nationale Supérieure de Telecommunication).

L'intercanvi consistia en esser acceptat com un alumne de Telecom, amb tots els drets d'un altre alumne. Això volia dir obtenir la titulació de França, a més de la ETSETB. Una doble titulació!! En lloc de fer 5é i el projecte a Barcelona, em vaig decidir per passar dos anys a París, al menys era aquesta la idea que jo tenia.

En David Montal i en Ramón Llados m'acompanyaren. Varem passar una entrevista personal a Toulouse al mes de juny (un dia abans de l'examen d'Electrònica III). Ens varen acceptar a tots tres.

El mes de setembre ja estàvem a França, ben instal·lats a unes confortables habitacions individuals amb dutxa, lavabo, telèfon i nevera. No estaven gaire malament, però costaven 1500 FF/mes (aprox. 30000 ptes). La residència estava a 20 segons a peu de l'entrada de l'escola. Tenim una targeta per pagar i sopar al restaurant de l'escola per 11'55 FF (aprox. 220 ptes.). Si la vida era cara a París, nosaltres no ho sentíem gaire.

Els estudis començaren i aviat em vaig donar conta que moltes coses ja les havia vistes. Els alumnes de Barcelona no varen deixar mal paper durant els primers mesos. Això i tot, ens embarcaven dins projectes que ens prenien temps. Per exemple, jo feia Ping-Pong i alguns caps de setmana anava a La Rochelle a fer vela. Totes aquestes activitats i moltes més (ball rock amb professors, video-club, esports variats com el golf, equitació, tir amb arc i clàssics com el fútbol) eren subvencionades per el BDE (Bureau des élèves).

Varen ésser 6 mesos a París i vaig conèixer bé la ciutat. Però jo, que sempre m'han agrat la mar, el sol i detest les ciutats grans (com

Barcelona i París), vaig trobar una altra oportunitat. Telecom és una escola descentralitzada, durant els 6 primers mesos es fa el tronc comú, i a partir d'aquest moment es pot triar l'opció desitjada. Moltes d'aquestes opcions (imatge, xarxes, comunicació, informàtica, electrònica, etc..) estan a París, altres estan a Niça (comunicacions multimedia i comunicacions d'empresa), a Rennes (economia) o a Toulouse (comunicacions Aeroespacials).

En Ramón Llados, que es andorrà, va triar Toulouse. En David Montal va triar imatge a París. Jo vaig triar Niça (comunicacions multimedia). Ens varem separar. En David Montal va fer el passat semestre el seu projecte de fi de carrera a la Universitat de Maryland, al costat de Washington DC.

Jo vaig conèixer altres alumnes que venien de l'Escola Politécnica Federal de Lausanne (EPFL). Vaig poder visitar Antibes, Cannes i el seu festival al mes de maig, Cagnes sur Mer, Monaco, San Remo, i tote la Costa Blava. Al moment de l'especialització no m'imaginava que aprendria tot el que he après. Professors reputats com Nussbaumer de Suïssa, Ernst Biersack d'Alemanya, Dirk Slock de Belgica o Louis Scharf de la Universitat de Colorado varen ésser els nostres professors. Vaig aprendre imatge, economia, xarxes de gran ample de banda (FDDI, ATM, HPPI, etc.), processat de la veu (síntesis i anàlisis), teleinformàtica, sistemes distribuïts, programació orientada a objectes...

L'escola no es trobava exàctament a Niça, sinó a Sophia-Antipolis. Sophia és una technophole o parc tecnològic, dedicada exclusivament al domini de les telecomunicacions. Tenim contactes privilegiats amb empreses de Sophia, i alguns de nosaltres feien projectes que es consideraven com académics al mateix temps que industrials. I guanyaven doblers!!

Els estudis acabaren el passat

mes de decembre (92). Ara només queda per fer el projecte fi de carrera. Jo tenia contactes amb un professor anomenat Maurice Goldberg. Ell em va trobar un projecte interessant a Ottawa. Estic dissenyant un protocol que permetrà fer videoconferències a través d'una xarxa de 34 Mb/s. En realitat, es tracta de un video-server digital que serà utilitzat entre Ottawa, Sophia i Laussane.

Estic instal·lat a un laboratori de comunicacions multimedia i em paguen uns 1350\$Can. per mes. Em basta per gastos i per fer alguns viatges els caps de setmana. He estat a Toronto, New York, Niagara Falls i Montreal. He patinat, fet trineu, motoneu i he esquiat. No està mal per a un mallorquí que l'hi agrada mes es Sol que sa neu!!

El proper mes de juny (93) tornaré a Sophia, allà faré la lectura del meu projecte que serà considerat alhora per Telecom i per ETSETB. Però ara estic a Canadà, escrivint un article, perquè un amic meu, en Toni Bergas, me l'ha demanat. Estic devant l'ordinador i enviaré l'article per la xarxa Internet, aprofitant el correu electrònic que tenim tots dos. Fa dos anys, jo no sabia qu aquestes coses existien, però ara les utilitzo sense cap esforç.

Ara miro per la finestra, la temperatura exterior és de 15 graus sota zero. Fa dos mesos que visc a una ciutat glaçada. He estat a Mònaco, Montreal i París. I tot això ho he fet gràcies als intercanvis ERASMUS. No estic discontent, tot al contrari. Ara tenc una visió molt petita del món. Ottawa només està a unes 8 hores de vol de Barcelona, i Mallorca està a 8 hores de Barcelona si utilitzo la Transmediterranea. Prefereixo estar a Ottawa. Ara sóm jove i encara puc fer tot això, d'aquí uns 10 anys, estaré casat, tendré fills i responsabilitats. No podré fer el que estic fent ara. **QUE ME QUITEN LO BAILADO!**

Antoni Vaquer Mestre és enginyer de Telecomunicació per l'ETSETB i l'ENST

El fracaso escolar en el primer curso de carrera de la escuela de teleco de Madrid

Santiago Lorente

Profesor ETSI Telecomunicación Madrid

Durante los dos últimos años, el Gabinete de Estudios y Documentación (GED) de la Escuela de Teleco de Madrid ha estado analizando detenidamente el asunto del fracaso escolar en el primer curso de carrera. La pregunta inicial que muchos nos hicimos -y nos hacemos- es bien simple: ¿Por qué aproximadamente un 40%, como promedio, de los alumnos recién entrados fracasan en aprobar el curso completo de primero? Otros indicadores son aún más crueles: entre un 50% y un 70% no aprueban los primeros parciales. Cuatro de cada diez tienen que ir a Academias a reforzar el resultado, y un 10% se raja y deja la preparación de alguna asignatura directamente para Septiembre.

Nos pusimos a la tarea, y durante dos años lo hemos investigado. Hoy podemos ya ofrecer alguna primicia del resultado. Nos hemos basado en dos encuestas a dos sendas muestras representativas, aleatoriamente elegidas, de los alumnos de primero, más entrevistas a profesores y reuniones con los propios alumnos. También hemos utilizado todo el bagaje de datos secundarios que el GED está produciendo.

Lo primero que hicimos es ver el tipo de muchacho(a) que nos llega. Es la materia prima, como es obvio. Y hemos podido llegar a unas cuantas pinceladas que lo definen:

Se trata de un conjunto brillante de jóvenes (aproximadamente 30% mujeres y 70% hombres), que llegan con una nota de acceso mínima de 7.9, que prácticamente todos han seguido la opción Científico-Técnica de BUP y COU. Las motivaciones por hacer esta carrera son dobles: unos, los menos, tienen motivaciones pragmáticas (entre las cuales la más im-

portante es la menor probabilidad de no obtener empleo), y otros, los más, vienen a esta santa casa por razones vocacionales: un interés por la tecnología básica (más que por la tecnología aplicada, todo hay que decirlo). Este interés por una ingeniería más teórica no hay que confundirlo con el interés por la ciencia pura, que por las encuestas hemos visto que no saben conceptualizar demasiado bien. Vienen de centros tanto públicos como privados (en aproximadamente la misma cantidad, dependiendo de los años), y por las notas que sacan en el primer parcial sabemos que los mejores resultados son entre los alumnos que han estudiado en institutos públicos (y especialmente de las ciudades pequeñas). Se trata, pues, de un grupo selecto, por sus notas de acceso altas, por su acertada opción de BUP y COU, porque están correctamente motivados. Todo esto debería llevar a la lógica conclusión de que se esperaría de estos muchachos y muchachas mejores resultados. Entonces, ¿por qué tanto fracaso? (Hay que notar, sin embargo, y en aras de la verdad, que el fracaso de Teleco es el menor de toda la Politécnica de Madrid. ¿Pasa igual en Barcelona?)

El modelo teórico que hemos diseñado de explicación del fracaso se ha portado bastante bien cuando lo hemos aplicado a los datos empíricos, y se basa en tres razones, la primera doble: (1) existe una doble ruptura entre la enseñanza secundaria y el primer año de carrera: (a) en el necesario continuo del plan de estudios, y (b) en las condiciones de entorno; (2) la inadecuación del plan de estudios de primero para una carrera técnica; y (3) la falta de coordinación en la enseñanza de las cinco asignaturas.

Ruptura del Plan de Estudios

En teoría, debería haber un continuo entre la enseñanza secundaria y el primer año de carrera. En la práctica, hemos visto que no, tanto en los contenidos como en el tiempo asignado al aprendizaje de dichos contenidos. En otras palabras, los alumnos nos llegan con lagunas de conocimientos (por falta de tiempo de los profesores de enseñanza media o por otras razones) y, sobre todo, con unos hábitos de tiempos de aprendizaje más lentos que los que se les exige en primero de carrera. Por eso, entre otras razones, muchos acuden a las Academias: para llenar los huecos.

Ruptura de las Condiciones de Entorno

Esta razón del fracaso escolar ha resultado de enorme interés: el mundo de la secundaria no se parece en nada al de la Universidad, y hay por tanto un tremendo choque (aunque algunos profesores parecen «celebrar» tal choque por considerarlo necesario y bueno para la madurez del alumnado). La evidencia empírica es total. En la secundaria hay menos masificación, hay una dedicación mayor al alumno, se sigue un ritmo más adecuado a su capacidad de aprendizaje... En la Universidad es posiblemente todo lo contrario, y además a los profesores se nos contrata porque somos maravillosos en cuanto a conocedores de nuestras asignaturas, pero ¿y en materia pedagógica? ¡Cuánto habría que hablar!

La orientación Científica del Primer Curso del Plan de Estudios

La simple mirada a los contenidos de las cinco asignaturas (Física, Química, Cálculo, Algebra y

Dibujo aunque éste último algo menos) demuestra que se trata de un contenido científico más que tecnológico. Esto es una consecuencia del enfoque prevalente en Europa, muy cartesiano, deductivo y escolástico, consistente en ir de la teoría a la práctica, frente a otro enfoque más dinámico e inductivo, más típico de las universidades norteamericanas, consistente en enseñar contenidos prácticos primero («ingeniería desde el primer día») para posteriormente inducir las bases teóricas de los mismos. Además, hemos descubierto que 26 profesores de primero provienen de carreras de ciencias, frente a sólo 11 que provienen de ingenierías -un 70!-. Con este perfil, no es extraño que los alumnos, que vienen motivados -como hemos visto, por la tecnología- se sientan defraudados ante tanto contenido científico y teórico.

La falta de Coordinación entre asignaturas

La LRU elevó a máxima categoría al Departamento, para acabar con los reinos de Taifas de las Cátedras. Pero la experiencia nos enseña que seguimos con los mismos reinos. El Departamento es una instancia no sólo autónoma, sino independiente. No es de extrañar, pues, que se den los siguientes hechos: no se hace una evaluación conjunta (reunión de todos los profesores de todas las asignaturas) de los alumnos, como se hace en la Secundaria; existen solapes, asincronismos y limitaciones en la impartición de las cinco asignaturas; y no se programan conjuntamente los tiempos de aprendizaje y los prerrequisitos de las asignaturas.

Mucho más se podría decir de cada una de estas causas sobre el fracaso escolar, pero los del Comité de Redacción de BURAN son unos negreros, y no me dejan más espacio. Para otra ocasión será.

Santiago Lorente es profesor de la Escuela Técnica superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid

Esperando a Fermat

Miguel Escudero

Departamento de Matemática Aplicada y Telemática

Cuenta la leyenda que en el año 356 antes de Cristo hubo un pastor de Efeso que consiguió por los siglos de los siglos lo que obsesivamente anhelaba. Se llamaba Eróstrato y se moría de ganas de hacerse célebre por lo que fuera. Al infeliz no se le ocurrió otra cosa que prender fuego a una de las maravillas del mundo, el Templo de Diana en su ciudad, eligiendo para ello el día que nació el que sería Alejandro Magno. En vano procuraron las autoridades evitar satisfacer la intención del miserable, se dictó pena de muerte para quien osara hablar acerca de él o escribir siquiera su nombre, pues aún hoy día se recuerda su nombre al conocer por «crostratismo» una mañana: la del afán desmedido por saltar a la fama.

Aunque la historia de las matemáticas en modo alguno esté exenta de intensas pugnas por la prioridad en la obtención de resultados, puede decirse que la inmensa mayoría de quienes se han entregado a este recucido mundo, en muchas ocasiones con enorme talento, sabía que su apellido no iría jamás de boca en boca por entre la gente y han preferido, aun así, seguir «la escondida senda». Muy a menudo, incluso, resultados ciertos han estado esperando años a salir a la luz a causa de la singular escrupulosidad de sus autores en presentar sus justificaciones.

Data de 1637 la famosa anotación en el margen de una página de la «Aritmética», de Diofanto, en la que Fermat enunció el que ha pasado a conocerse como su teorema grande o

último. Pierre de Fermat contaba entonces unos treinta y seis años de edad, y merece saberse que a lo largo de su vida sólo publicó un trabajo matemático, fue en 1660, cinco años antes de morir y casi veinte antes de que un hijo suyo publicase su producción bajo el título de «Varia opera mathemática». Cabe decir, y hay que destacarlo, que Fermat no era un profesional de la matemática, pero sentía gran vocación por ella. Para él no servía la frase atribuida a Bernard Shaw: «Una profesión, es una conjura contra los profanos». Él era de afuera, pero estaba adentro, se escribía con Pascal sobre asuntos matemáticos y podía discrepar razonablemente, y con sentido, de Descartes.

Acabo de regresar de la Universidad de Keele, en donde he participado, al igual que otros compañeros españoles, en unas jornadas de combinatoria y teoría de grafos. Tuve ahí ocasión de hablar con un viejo y célebre profesor norteamericano -si bien menos importante de lo que pretendía hacer creer- y cuando le pregunté por la resolución al llamado teorema de Fermat me dijo escuetamente: «Me lo creo». Su principal autor, Andrew Wiles, trabaja en Princeton, pero presentó por sorpresa su demostración en Cambridge, en una conferencia titulada «Formas modulares, curvas elípticas y representaciones de Galois». Esta constaba de tres sesiones, y tengo entendido que la expectativa y los espectadores se fueron duplicando en cada una de ellas hasta llegar al 23 de junio.

No son pocos los indicios de

Dibujo aunque éste último algo menos) demuestra que se trata de un contenido científico más que tecnológico. Esto es una consecuencia del enfoque prevalente en Europa, muy cartesiano, deductivo y escolástico, consistente en ir de la teoría a la práctica, frente a otro enfoque más dinámico e inductivo, más típico de las universidades norteamericanas, consistente en enseñar contenidos prácticos primero («ingeniería desde el primer día») para posteriormente inducir las bases teóricas de los mismos. Además, hemos descubierto que 26 profesores de primero provienen de carreras de ciencias, frente a sólo 11 que provienen de ingenierías -un 70!-. Con este perfil, no es extraño que los alumnos, que vienen motivados -como hemos visto, por la tecnología- se sientan defraudados ante tanto contenido científico y teórico.

La falta de Coordinación entre asignaturas

La LRU elevó a máxima categoría al Departamento, para acabar con los reinos de Taifas de las Cátedras. Pero la experiencia nos enseña que seguimos con los mismos reinos. El Departamento es una instancia no sólo autónoma, sino independiente. No es de extrañar, pues, que se den los siguientes hechos: no se hace una evaluación conjunta (reunión de todos los profesores de todas las asignaturas) de los alumnos, como se hace en la Secundaria; existen solapes, asincronismos y limitaciones en la impartición de las cinco asignaturas; y no se programan conjuntamente los tiempos de aprendizaje y los prerrequisitos de las asignaturas.

Mucho más se podría decir de cada una de estas causas sobre el fracaso escolar, pero los del Comité de Redacción de BURAN son unos negreros, y no me dejan más espacio. Para otra ocasión será.

Santiago Lorente es profesor de la Escuela Técnica superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid

Esperando a Fermat

Miguel Escudero

Departamento de Matemática Aplicada y Telemática

Cuenta la leyenda que en el año 356 antes de Cristo hubo un pastor de Efeso que consiguió por los siglos de los siglos lo que obsesivamente anhelaba. Se llamaba Eróstrato y se moría de ganas de hacerse célebre por lo que fuera. Al infeliz no se le ocurrió otra cosa que prender fuego a una de las maravillas del mundo, el Templo de Diana en su ciudad, eligiendo para ello el día que nació el que sería Alejandro Magno. En vano procuraron las autoridades evitar satisfacer la intención del miserable, se dictó pena de muerte para quien osara hablar acerca de él o escribir siquiera su nombre, pues aún hoy día se recuerda su nombre al conocer por «crostratismo» una mañana: la del afán desmedido por saltar a la fama.

Aunque la historia de las matemáticas en modo alguno esté exenta de intensas pugnas por la prioridad en la obtención de resultados, puede decirse que la inmensa mayoría de quienes se han entregado a este recucido mundo, en muchas ocasiones con enorme talento, sabía que su apellido no iría jamás de boca en boca por entre la gente y han preferido, aun así, seguir «la escondida senda». Muy a menudo, incluso, resultados ciertos han estado esperando años a salir a la luz a causa de la singular escrupulosidad de sus autores en presentar sus justificaciones.

Data de 1637 la famosa anotación en el margen de una página de la «Aritmética», de Diofanto, en la que Fermat enunció el que ha pasado a conocerse como su teorema grande o

último. Pierre de Fermat contaba entonces unos treinta y seis años de edad, y merece saberse que a lo largo de su vida sólo publicó un trabajo matemático, fue en 1660, cinco años antes de morir y casi veinte antes de que un hijo suyo publicase su producción bajo el título de «Varia opera mathemática». Cabe decir, y hay que destacarlo, que Fermat no era un profesional de la matemática, pero sentía gran vocación por ella. Para él no servía la frase atribuida a Bernard Shaw: «Una profesión, es una conjura contra los profanos». Él era de afuera, pero estaba adentro, se escribía con Pascal sobre asuntos matemáticos y podía discrepar razonablemente, y con sentido, de Descartes.

Acabo de regresar de la Universidad de Keele, en donde he participado, al igual que otros compañeros españoles, en unas jornadas de combinatoria y teoría de grafos. Tuve ahí ocasión de hablar con un viejo y célebre profesor norteamericano -si bien menos importante de lo que pretendía hacer creer- y cuando le pregunté por la resolución al llamado teorema de Fermat me dijo escuetamente: «Me lo creo». Su principal autor, Andrew Wiles, trabaja en Princeton, pero presentó por sorpresa su demostración en Cambridge, en una conferencia titulada «Formas modulares, curvas elípticas y representaciones de Galois». Esta constaba de tres sesiones, y tengo entendido que la expectativa y los espectadores se fueron duplicando en cada una de ellas hasta llegar al 23 de junio.

No son pocos los indicios de

que efectivamente el esfuerzo secular por comprobar la conjeta grande de Fermat ha sido coronado con éxito. Ian Stewart recoge en el «New Scientist» la opinión al respecto de Enrico Bombieri (ganador en 1974 de la medalla Fields, equivale al premio Nobel en Matemáticas). Dice que a pesar de no comprenderla del todo -se da la cifra de mil páginas- le parece hermosa, asegurando que «la estructura de toda la demostración es muy ceñida y muy sólida». Parece, pues, que una prudente confianza se ha desencadenado en la ciencia matemática -institución, y dado que los ritmos de ésta son «vaticanos»- pasarán meses hasta que se pronundcien los más destacados expertos en la correspondiente especialidad. Sin prisas, se tomarán todo el tiempo preciso para aplicarse con sumo rigor a la búsqueda de eventuales errores cometidos por Wiles y su equipo de colaboradores.

En el caso de que las autoridades competentes abalen la demostración se instaurará respeto y acatamiento a su validez. Ahora bien, lejos de cualquier propósito de explorar la credulidad ni provocar la dependencia de la gente, se entrará en

una situación de hecho semejante a la que Tymoczko, si bien hablando de máquinas, ha denominado «lo dice Simón». Este es un marciano que al llegar a la Tierra enuncia una serie de teoremas nuevos sin demostrarlos, pero idealizado por los demás se le otorga un crédito total en lo que asegura. En este caso, como en tantos otros, pocos son los que de veras tendrán algo que decir. Yo mismo no tengo derecho a opinar porque no soy un especialista y no sé casi nada de nada. Recuerdo lo que hace cuatro siglos escribió Gerolamo Cardano, quien pugnó con Niccolà Tartaglia por la primacía en la resolución de las ecuaciones cúbicas: «Nos levantamos engreídos, andamos descarriados, enseñamos lo que no hemos aprendido y, cuanto más presumimos de saber tanto más nos equivocamos, hundiéndonos a otros en nuestro desvarío. Tal es la miserable ciencia de los mortales: sombravana.»

Fermat compuso varias conjetas matemáticas. Hace más de dos siglos, Euler demostró que era falsa la que afirmaba que los números de la forma 2^k+1 , con $k=2n$ y n número entero, eran todos ellos primos (es decir: sólo divisibles por ellos mismos y por la unidad); esto no es así por

ejemplo, para todo n comprendido entre 5 y 16, ambos inclusive. En cambio, si era cierta esta otra: Si p es un número primo y a un número entero positivo, entonces p es divisor de a^p-a ; resultado que es conocido como teorema menor de Fermat. Las aplicaciones prácticas de todo esto no son siempre claras y ello no importa. Lo que importa es el juego y si se llega primero mejor. Gracias a Gödel sabemos que nunca nos quedaremos sin preguntas que hacernos en matemáticas. Resolver la validez de la hipótesis de Riemann sobre la función zeta parece que tendría más importancia por los resultados que arrastraría consigo que la que en sí mismo tiene el teorema grande de Fermat, pero a mí me parece admirable que se hagan las cosas por el gusto de hacerlas y que se prescinda del utilitarismo. Tanto si se da por buena la demostración de Wiles y los suyos como si no, si usara sombrero me lo quitaría ante ellos.

MIGUEL ESCUDERO

Es profesor de Matemática Aplicada en la Universidad Politécnica de Cataluña.

Buran - Humanidades

Esta sección nace como respuesta a la necesidad existente de mejorar nuestra formación dentro de las puertas de la Universidad.

Os preguntaréis por qué hablamos de necesidad, la respuesta es fácil de entender si pensamos en el hecho de que en el mundo profesional, el ingeniero dedica más tiempo a presentar, redactar y vender proyectos así como a coordinar y organizar grupos de trabajo que a las labores puramente técnicas. Para llevar a cabo con éxito estas tareas prima tener un desarrollo personal básico que permita decir con seguridad y exponer las cosas con claridad y concisión. Con este objeto proponemos como primer paso desarrollar nuestro «espíritu crítico» fomentando charlas-coloquio en las que por medio de temas lo más

variados posibles de actualidad e interés podamos ir comparando y en consecuencia aprendiendo a distinguir entre ideas así como hechos más allá de su apariencia o las modas del momento. Al mismo tiempo el hecho de participar activamente en este tipo de encuentros será una clara oportunidad para ir ejercitando nuestra capacidad de expresión. También proponemos la creación de pequeños grupos de investigación, en los que podrás encontrar otras personas con las que compartáis la inquietud por algún tema concreto tanto del ámbito «científico-técnico» como del ámbito humanístico.

Nos gustaría remarcar que todas las actividades que realicemos se pretenderá que sean lo más abiertas y variadas posible con el fin de que

participen y unan al mayor número de personas posible. Así como señalar que en las charlas que propongamos y con el fin de garantizar su seriedad, siempre habrá alguna persona que conozca y brevemente introduzca el tema. En resumen se pretende que estos encuentros sean el punto de partida para que llevéis a cabo todas aquellas ideas que tengáis. Con el fin de hablar de las mismas y para crear un calendario con los temas que más os interese tratar proponemos una reunión a mediados del mes de Noviembre que será convenientemente anunciada.

Sin más animaros a participar para que nadie hable de lo que le hubiera gustado hacer en la Universidad...

Pilar Luis

que efectivamente el esfuerzo secular por comprobar la conjeta grande de Fermat ha sido coronado con éxito. Ian Stewart recoge en el «New Scientist» la opinión al respecto de Enrico Bombieri (ganador en 1974 de la medalla Fields, equivale al premio Nobel en Matemáticas). Dice que a pesar de no comprenderla del todo -se da la cifra de mil páginas- le parece hermosa, asegurando que «la estructura de toda la demostración es muy ceñida y muy sólida». Parece, pues, que una prudente confianza se ha desencadenado en la ciencia matemática -institución, y dado que los ritmos de ésta son «vaticanos»- pasarán meses hasta que se pronundcien los más destacados expertos en la correspondiente especialidad. Sin prisas, se tomarán todo el tiempo preciso para aplicarse con sumo rigor a la búsqueda de eventuales errores cometidos por Wiles y su equipo de colaboradores.

En el caso de que las autoridades competentes abalen la demostración se instaurará respeto y acatamiento a su validez. Ahora bien, lejos de cualquier propósito de explorar la credulidad ni provocar la dependencia de la gente, se entrará en

una situación de hecho semejante a la que Tymoczko, si bien hablando de máquinas, ha denominado «lo dice Simón». Este es un marciano que al llegar a la Tierra enuncia una serie de teoremas nuevos sin demostrarlos, pero idealizado por los demás se le otorga un crédito total en lo que asegura. En este caso, como en tantos otros, pocos son los que de veras tendrán algo que decir. Yo mismo no tengo derecho a opinar porque no soy un especialista y no sé casi nada de nada. Recuerdo lo que hace cuatro siglos escribió Gerolamo Cardano, quien pugnó con Niccolà Tartaglia por la primacía en la resolución de las ecuaciones cúbicas: «Nos levantamos engreídos, andamos descarriados, enseñamos lo que no hemos aprendido y, cuanto más presumimos de saber tanto más nos equivocamos, hundiéndonos a otros en nuestro desvarío. Tal es la miserable ciencia de los mortales: sombravana.»

Fermat compuso varias conjetas matemáticas. Hace más de dos siglos, Euler demostró que era falsa la que afirmaba que los números de la forma 2^k+1 , con $k=2n$ y n número entero, eran todos ellos primos (es decir: sólo divisibles por ellos mismos y por la unidad); esto no es así por

ejemplo, para todo n comprendido entre 5 y 16, ambos inclusive. En cambio, si era cierta esta otra: Si p es un número primo y a un número entero positivo, entonces p es divisor de a^p-a ; resultado que es conocido como teorema menor de Fermat. Las aplicaciones prácticas de todo esto no son siempre claras y ello no importa. Lo que importa es el juego y si se llega primero mejor. Gracias a Gödel sabemos que nunca nos quedaremos sin preguntas que hacernos en matemáticas. Resolver la validez de la hipótesis de Riemann sobre la función zeta parece que tendría más importancia por los resultados que arrastraría consigo que la que en sí mismo tiene el teorema grande de Fermat, pero a mí me parece admirable que se hagan las cosas por el gusto de hacerlas y que se prescinda del utilitarismo. Tanto si se da por buena la demostración de Wiles y los suyos como si no, si usara sombrero me lo quitaría ante ellos.

MIGUEL ESCUDERO

Es profesor de Matemática Aplicada en la Universidad Politécnica de Cataluña.

Buran - Humanidades

Esta sección nace como respuesta a la necesidad existente de mejorar nuestra formación dentro de las puertas de la Universidad.

Os preguntaréis por qué hablamos de necesidad, la respuesta es fácil de entender si pensamos en el hecho de que en el mundo profesional, el ingeniero dedica más tiempo a presentar, redactar y vender proyectos así como a coordinar y organizar grupos de trabajo que a las labores puramente técnicas. Para llevar a cabo con éxito estas tareas prima tener un desarrollo personal básico que permita decir con seguridad y exponer las cosas con claridad y concisión. Con este objeto proponemos como primer paso desarrollar nuestro «espíritu crítico» fomentando charlas-coloquio en las que por medio de temas lo más

variados posibles de actualidad e interés podamos ir comparando y en consecuencia aprendiendo a distinguir entre ideas así como hechos más allá de su apariencia o las modas del momento. Al mismo tiempo el hecho de participar activamente en este tipo de encuentros será una clara oportunidad para ir ejercitando nuestra capacidad de expresión. También proponemos la creación de pequeños grupos de investigación, en los que podrás encontrar otras personas con las que compartáis la inquietud por algún tema concreto tanto del ámbito «científico-técnico» como del ámbito humanístico.

Nos gustaría remarcar que todas las actividades que realicemos se pretenderá que sean lo más abiertas y variadas posible con el fin de que

participen y unan al mayor número de personas posible. Así como señalar que en las charlas que propongamos y con el fin de garantizar su seriedad, siempre habrá alguna persona que conozca y brevemente introduzca el tema. En resumen se pretende que estos encuentros sean el punto de partida para que llevéis a cabo todas aquellas ideas que tengáis. Con el fin de hablar de las mismas y para crear un calendario con los temas que más os interese tratar proponemos una reunión a mediados del mes de Noviembre que será convenientemente anunciada.

Sin más animaros a participar para que nadie hable de lo que le hubiera gustado hacer en la Universidad...

Pilar Luis

Actividades del LCMM-UB

Santiago Marco
Ingeniería Electrónica-UB

El LCMM (Laboratori de Caracterització de Materials per la Microelectrònica) de la Universidad de Barcelona centra sus actividades en la Ingeniería Electrónica y de Materiales. El grupo integra una treintena de personas entre profesorado y estudiantes de doctorado.

La investigación que se lleva a cabo contempla diferentes puntos:

- 1- Diseño y fabricación de microsensores basados en silicio (sensores de presión, aceleración, flujo, etc.)
- 2- Diseño y fabricación de sensores químicos (sensores de alcohol, sensores de gases, etc.)
- 3- Desarrollo y caracterización de tecnologías de micromecanizado superficial ('Surface micromachining').
- 4- Caracterización de capas dieléctricas amorfas utilizadas en microelectrónica.
- 5- Modificación y síntesis de nuevos materiales mediante implantación iónica.
- 6- Caracterización estructural y eléctrica de multicapas basadas en compuestos III-V.
- 7- Diseño de circuitos integrados analógicos y digitales a medida.

Para la realización de estas actividades nuestro grupo dispone de laboratorios de caracterización eléctrica, así como estaciones de trabajo para el diseño mecánico mediante elementos finitos (ANSYS, MEF/

MOSAIC) y para el diseño microelectrónico (CADENCE, HSPICE, DESIGN CENTER). Los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Barcelona permiten el uso de numerosas técnicas para la caracterización de materiales como XRD (X-Ray Diffraction), XPS (X-Ray Photoelectron Spectroscopy), FTIR (Fast Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy), Espectroscopía RAMAN, TEM (Transmission Electron Microscopy), SEM (Scanning Electron Microscopy), etc. La fabricación de dispositivos sensores y ASIC's es posible gracias a la estrecha colaboración existente entre nuestro laboratorio y el Centro Nacional de Microelectrónica.

Entre las actividades del grupo destaca la participación en diversos proyectos financiados por la CEE: BRITE, ESPRIT, etc. con empresas de la envergadura de SEAT o ROBERT BOSCH. También participa activamente en programas nacionales como las iniciativas GAME, PETRI, CIRIT, RDIT, CICYT, etc. Es de destacar la pertenencia del laboratorio a la red de excelencia en tecnología de microsistemas NEXUS, integrada por los más importantes grupos a nivel europeo, así como a la red del E-MRS (European Material Research Society) para la síntesis de materiales por implantación iónica.

Como reflejo del trabajo de investigación este año se han defendido las tesis:

- 'Modificaciones estructurales en el óxido de silicio térmico inducidas por los procesos tecnológicos en microelectrónica: aplicación de la espectroscopía infrarroja' por Blas Garrido. Director: Dr. J.

Samitier (Marzo-93)

-'Desarrollo de una tecnología de potencia inteligente CMOS/DMOS inmune al latch-up basada en un concepto de pozo flotante' por Manel Puig Director: Dr. A. Herms (Julio-93)

-'Optimización de sensores de presión piezoresistivos de silicio para instrumentación biomédica y aplicaciones a alta temperatura' por Santiago Marco. Director: Dr. J. Samitier (Julio-93)

-'Caracterización estructural de capas Si-N obtenidas por depósito a partir de disilano o por implantación iónica' por Abdellah El-Hassani. Director: Dr. J. Samitier (Julio-93)

-'Caracterización por microscopía electrónica de transmisión de heteroestructuras InGaAs/InAlAs crecidas por epitaxia de haces moleculares sobre substratos de InP' por Francisca Peiró. Director: Dr. A. Cornet (Septiembre-93).

-'Optimización de técnicas ópticas y eléctricas para el estudio de heteroestructuras basadas en compuestos III-V' por J. Bosch Director: Dr. P. Roura (Septiembre-93)

y trabajos de tercer ciclo:

-'Mesura per interferometria de les freqüències de ressonància d'elements micromecànics per a ús en dispositius sensors', per O. Bertran Director: Dr. J. Samitier (Septiembre-93).

-'Anàlisi de propietats estructurals,

mecàniques i elèctriques del polisilici dopat per a ús en sistemes micromecànics', por C. Rubio Director: Dr. J. Samitier (Septiembre-93)

-'Estudio y desarrollo de un sensor de alcohol basado en pilas de combustible', por A. Pardo, Director: Dr. J.R. Morante (Septiembre-93).

A nivel docente el grupo esta a cargo de la docencia de las asignaturas de electrónica en la licenciatura de Física, así como de la docencia en la nueva titulación en ingeniería superior electrónica impartida en la Universidad de Barcelona (UB).

Actividades en el campo de microsensores basados en silicio

El trabajo desarrollado en este campo parte con el trabajo de tesis doctoral realizado por J. Anton Haberkamp: 'Diseño y fabricación de un sensor de presión piezorresistivo de silicio con salida digital' (1989) y continua en la actualidad con una efervescencia notable.

Los sensores basados en silicio presentan considerables ventajas. El uso de la tecnología microelectrónica para la producción de sensores permite obtener dispositivos de bajo coste (debido a la producción en 'batch'), altas prestaciones y reducido tamaño. Además, la utilización del silicio como material de base para la realización de sensores permite, no sin dificultades, la integración de circuitería electrónica en el mismo chip. Afortunadamente, el silicio es un material excepcional tanto a nivel eléctrico como a nivel mecánico, aspecto en el que destaca por su rigidez (comparable al acero), dureza

(superior al cuarzo) y alta linealidad hasta la ruptura. Para el desarrollo de sensores es especialmente adecuado por la gran variedad de mecanismos de transducción que posee permitiendo la fabricación de sensores mecánicos, de radiación, térmicos, magnéticos y químicos.

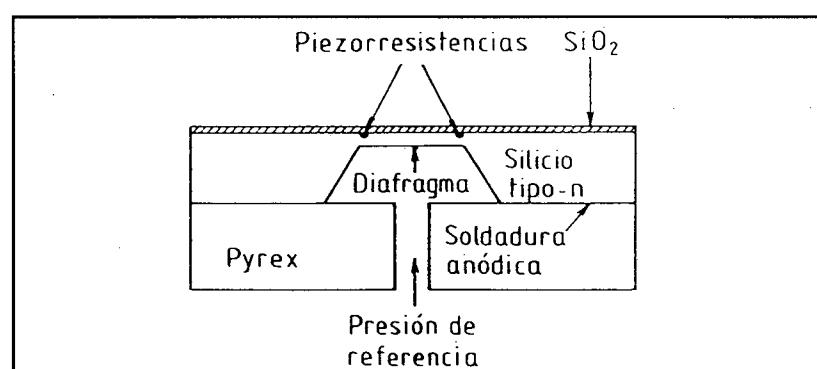
Los sensores no hacen uso únicamente de las propiedades del silicio, sino también explotan las cualidades de otros materiales que se utilizan normalmente en microelectrónica en forma de capas delgadas como son el óxido de silicio, el nitrógeno de silicio, el polisilicio, etc. Este último material es de especial importancia debido a su papel fundamental como material estructural y eléctrico en la fabricación de microestructuras por micromecanización superficial..

Entre los distintos tipos de sensores basados en silicio, los sensores mecánicos (presión, aceleración, fuerza, etc.) han experimentado un rápido desarrollo, debido a la multitud de aplicaciones industriales. Este hecho es el causante de que actualmente se dediquen grandes esfuerzos de I+D, tanto por parte de centros de investigación como por compañías industriales, a la mejora de

las prestaciones de los sensores mecánicos mediante la concepción de nuevos diseños y el desarrollo de nuevas tecnologías.

En particular el trabajo desarrollado en nuestro grupo durante los últimos años se ha centrado en el desarrollo de un microsensor para la medida invasiva de la presión sanguínea. El trabajo ha debido superar los escollos inducidos por la miniaturización y las prestaciones exigidas. Ello se ha conseguido gracias al desarrollo de una nueva tecnología para la definición de microdiafragmas de silicio de grosor no-uniforme y la optimización de la estructura mecánica del dispositivo mediante simulación por elementos finitos. Actualmente se está trabajando en el desarrollo de un acelerómetro capacitivo de alta sensibilidad para el control de vibraciones en brazos de robot.

Santiago Marco es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona, especialidad Electricidad, Electrónica y Física Industrial. Su actividad investigadora se centra en el diseño, simulación y fabricación de microsistemas en tecnología de silicio.



Esquema básico de un sensor de presión piezométrico en tecnología de silicio.

I.A.C.

Instituto de Astrofísica de Canarias

Jordi Cosp Vilella

La romàntica visió de l'astrònom observant el negre firmament amb un rudimentari telescopi de fabricació cassolana ha passat a la història, almenys pel que fa als professionals. Només els afeccionats continuen passant fred durant les gelades nits d'hivern, i és que el plaer de contemplar els planetes i els estels bé s'ho val.

L'estudi del cosmos cada vegada està més automatitzat i informatitzat. Les fotografies d'alta sensibilitat que necessitaven hores d'exposició són substituïdes per càmeres CCD. Ja no cal microscopis per analitzar les imatges, només un simple zoom ens permet veure'n tots els detalls, i les cada vegada més avançades tècniques de processament d'imatge ens descobreixen els detalls més borrosos. Els radiotelescòpis s'han convertit en uns aparells fonamentals per a l'exploració del cosmos i ja hi ha telescopis donant voltes sobre els nostres caps, tot i que algun no ha arribat a funcionar tal com s'esperava.

Així com les tècniques progressen cada vegada més ràpidament, és convenient que existeixi organismes encarregats de gestionar els recursos d'observació i també de formar i fomentar la investigació. Un clar exponent d'això és el 'Instituto de Astrofísica de Canarias' o 'I.A.C.'. Aquest és un organisme jove, l'any passat va fer deu anys de la seva fundació, però ja ha aconseguit la cinquantena de tesis doctorals i compta amb dos centres d'observació amb un total de quinze telescopis i tres radiotelescòpis. Malauradament aquests aparells no són tots de l'I.A.C. sinó que pertanyen a diferents



institucions europees i, per tant, també els temps d'observació.

El 'Instituto de Astrofísica de Canarias' és un consorci públic que està integrat per:

- el Instituto de Astrofísica (La Laguna - Tenerife)
 - el Observatorio del Teide (Izaña - Tenerife)
 - el Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía - La Palma)
- i que s'estructura en àrees:
- Investigació
 - Instrumentació
 - Ensenyament
 - Serveis generals

Actualment s'està treballant sobre diferents temes d'investigació que es poden agrupar en diferents grups:

- Estructura de l'Univers i Cosmologia
- Estructura de les estrelles i la seva evolució
- El Sol
- Materia interestelar
- Sistemes planetaris
- Alta resolució espacial
- Disseny i construcció de telescopis
- Instrumentació infrarroja
- Astrofísica des de l'espai

Cada projecte està format per un grup

d'investigadors que poden estar-hi fent la tesi doctoral i utilitzen els recursos del I.A.C. o d'altres centres. Però no tots els treballs que s'hi fa són estrictament científics, també la tècnica té el seu lloc. Ho demostren diferents projectes entre els que es podria citar la construcció i caracterització d'un sistema de fibra òptica, la construcció d'una càmera IR, el desenvolupament d'un banc de proves criogènic o diferents projectes sobre processament d'imatges. A més a més, també es col·labora amb d'altres organismes amb aplicacions tant diverses com poden ser la bioenginyeria o la instrumentació per laboratoris químics.

Per portar a terme tots aquest treballs, el 'I.A.C.' disposa de dos observatoris amb un total de quinze telescopis (el més gran de 4'2m de diàmetre), tres radiotelescòpis amb els diferents aparells pel control i una xarxa de detectors de raigs còsmics. També disposa de laboratoris d'electrònica, CAD, mecànica òptica, fibres i recobriments òptics. A més a més està completament informatitzat amb una xarxa UNIX de 40 estacions SPARC i més d'un centenar de PC's. Compta amb una biblioteca que rep més de tres-centes publicacions periòdiques i amb quasi set mil volums.

Tot i estant tant lluny, el 'Instituto de Astrofísica de Canarias' pot representar una altra oportunitat de treball, no només pels astrofísics, sinó també pels enginyers i d'altres tècnics. Les seves activitats no només se centren en l'observació del cosmos i anàlisi dels resultats obtinguts sinó també en el desenvolupament i manteniment dels sistemes d'observació i instrumentació.

La bioingeniería en la escuela

Ramón Pallás Areny

Divisió d'Instrumentació i Bioenginyeria
Departament d'Enginyeria Electrònica

Uno de los records positivos que tiene la Escuela es que fue el primer centro en todo el Estado donde se impartieron enseñanzas de Bioingeniería dentro de un título de ingeniería. La fecha oficial de su implantación es el 27 de junio de 1980, en que fué publicada en el Boletín Oficial del Estado la primera reforma de nuestro «Plan 64», donde aparecía la asignatura «Instrumentación y Bioingeniería». La historia real, sin embargo, empezó mucho antes.

La Bioingeniería la «trajo» a la Escuela el Prof. Jesús Galván, cuando se encargó de la Cátedra de Instrumentación Electrónica, el curso 1974-75. Incluyó enseguida temas propios de Bioingeniería en el programa de la asignatura «Instrumentación Electrónica» (5º curso, Especialidad Electrónica), por ejemplo los amplificadores para electrocardiografía, e impartió cursos de doctorado sobre Biopotenciales. El firmante asistió al curso de doctorado impartido en 1975-76. El programa de Instrumentación Electrónica del curso 76-77 tenía 5 partes, y la 3ª era de Instrumentación Biomédica. Estaba formada por 11 temas, de un total de 33 que constituyan la asignatura. Sin embargo, los numerosos avatares de la Escuela en aquella época no permitieron que se impartiera dicha parte.

El curso 77-78 se redujo el programa a 31 temas en cuatro partes, de las que las dos primeras (Transductores y Adquisición de datos) eran obligatorias, y una de las otras dos (Instrumentación Biomédica y Equipos Electrónicos) era optativa. A este autor (recién incorporado a la Escuela) le fué confiada la Instrumentación Biomédica, que cursaron una docena de entusiastas. El curso 78-79 fué similar, es decir con la Instrumenta-

ción Biomédica formando parte de la Instrumentación Electrónica, como materia optativa. Pero el curso 79-80, por lo tanto antes de la legalización definitiva, el programa se redujo a 3 partes, dado que los Transductores pasaron a constituir una asignatura aparte. En Instrumentación Electrónica se impartieron Adquisición de Datos y Equipos Electrónicos durante el primer cuatrimestre, e Instrumentación Médica, ahora obligatoria, durante el segundo. A partir del curso 80-81, esta 3ª parte de la asignatura pasó a llamarse «Bioingeniería».

Dos cursos más tarde, en la Escuela de Madrid empezaron a impartir también enseñanzas de Bioingeniería, pero lejos de imitar simplemente a su «hermana menor» de Barcelona, crearon dos asignaturas: Fundamentos de Bioingeniería, y Señales biológicas y su tratamiento (por entonces no tenían tampoco una asignatura de Tratamiento de señales). Actualmente, hay asignaturas de Bioingeniería por lo menos también en Valencia y Vigo.

El curso 91-92, volvió a cambiar la situación. La Bioingeniería dejó de ser obligatoria en la especialidad Electrónica («Ciencias») y pasó a ser una de las 11 materias optativas ofertadas por el Departamento de Ingeniería Electrónica, que además reasignó el profesorado de la asignatura.

Los cursos de doctorado sobre Bioingeniería no fueron nunca interrumpidos mientras dependieron de la Escuela. Ahora dependen de los Departamentos. Por otra parte, desde el curso 1974-75, se han leído en la Escuela más de 100 Proyectos de Fin de Carrera sobre Bioingeniería, y por lo menos 6 Tesis Doctorales.

¿Qué nos depara el futuro? La Electromedicina constituye el 23% del sector de la Electrónica Profesional (más del doble que la Defensa, casi el doble que la Instrumentación o la Radiodifusión, y más de la mitad que la Electrónica Industrial). No hay duda de que tiene mercado, pero pocos centros parecen tenerlo en cuenta. Como cabía esperar, en los descriptores de los planes de estudios que se están preparando no aparece ningún término asimilable a Bioingeniería ni nada parecido. Algun interés académico hay, porque por lo menos en un plan de estudios de Ingeniería Electrónica, en Barcelona, hay una asignatura de Electromedicina, aunque no parece aspirar al «pedigree» de que ha gozado la Bioingeniería en la Escuela.

Los profesores del DEE interesados por el tema, protagonistas unos y herederos morales y materiales otros de una tradición de 19 años, propondremos dos asignaturas optativas de Bioingeniería en el nuevo plan de estudios de Ingeniería Electrónica. Esperamos que no falten alumnos entusiastas que nos ayuden a establecer otro récord: la Escuela con más prestigio en las enseñanzas de Bioingeniería en nuestro entorno.

Ramón Pallás Areny es Doctor Ingeniero Industrial por la U.P.C. donde imparte clases desde 1975. Actualmente es Catedrático del Departament d'Enginyeria Electronica, donde dirige la Divisió d'Instrumentació i Bioenginyeria.

Su actividad docente e investigadora está centrada en la instrumentación electrónica y médica. Ha recibido numerosos premios, entre ellos el Premi Ciutat de Barcelona de Técnica - 1992, el Premi a la Creativitat del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya (1992) y el Premio de la Instrumentation and Measurement Society del IEEE (1992).

El grup de Concurrència i temps real col.labora amb la Branca d'Estudiants de l'IEEE

M. Bertran, F. Oller, J. Forga, J.M. Solanas

Departament d'Arquitectura d'Ordinadors

1.- Introducció.

El grup de recerca de *Software Concurrent i en Temps Real*, que funciona a l'ETSETB desde 1985 ha establert una col.laboració amb la Branca d'estudiants de l'IEEE de l'Escola. Gràcies al suport del director de l'Escola i de l'actual equip directiu, ha estat possible organitzar conjuntament un curs sobre *Intel.ligència Artificial i Sistemes Experts*. Ha estat impartit pel Dr. Julio Moreno-Dávila, responsable de Sistemes Experts al grup UNCIBLE de Lausanne (un centre de càlcul compartit per uns quants bancs suïssos), i doctor en el tema a l'Ecole Polytechnique de Lausanne, Suïssa. El Dr. Moreno-Dávila col.labora amb el grup de Concurrència de fa ja uns quants anys. Després de varies reunions de plantejament, ara col.labora amb la Branca d'Estudiants de l'IEEE en la preparació de la base informàtica necessària per al desenvolupament de les pràctiques del curs. L'atmòsfera de col.laboració ha estat un èxit.

2.- El grup humà.

Deixant a part els autors d'aquest article, professors d'aquesta Escola , el grup va estar format per varis doctorands i forces projectistes de PFC, molts dels quals participaven a convenis amb indústries de Barcelona. La col.laboració Universitat-Empresa es relacionava amb llurs tesis i PFCs. El grup va entrar en col.laboració amb els estudiants de l'IEEE amb motiu de l'organització del curs d'Intel.ligència Artificial.

3.- La temàtica de recerca.

A la bibliografia es llisten algunes de les publicacions del grup, a

fi de permetre entrar en detalls aquells que els interessi la temàtica. A continuació es motiven les línies principals de recerca aplicada en les que treballa el grup.

3.1.- Enginyeria del Software.

Segons un full publicat fa cosa d'un any per la UPC sobre l'ETSETB el 23,9% d'antics alumnes de l'Escola declaren treballar en aquest àrea. A totes les xarxes de comunicació intervé software inexcusablement. No és el mateix saber un llenguatge de programació (cosa força fàcil) que saber desenvolupar software de forma econòmica i segura. L'últim és tan difícil com escriure un llibre, pel qual no és suficient saber escriure en un llenguatge natural. El grup fa recerca en enginyeria de software i ensenya aquest tema, dins el possible en tan poc temps, a cinquè curs. Fa èmfasi especial en la metodologia basada en tipus abstractes (classes).

3.2. Concurrència i sistemes distribuïts .

El software concurrent és el dels sistemes operatius, el distribuït corresponent de les xarxes d'ordinadors i de telecomunicació. El desenvolupament d'aquest software presenta una problemàtica adicional respecte a la del software seqüencial convencional: es dona una explosió combinatòria en el nombre de traces possibles !. Les eines de simulació són molt apropiades per ajudar al disseny i depuració de mal funcionaments, doncs permeten, al menys, traçar l'execució, la qual cosa desvirtua el sistema si es fa a la realitat. El grup ha fet força recerca en simulació i està introduït a grups que la societat de comunicacions de l'IEEE

té sobre aquest tema: un dels seus membres pertany al comitè tècnic del Workshop que aquell grup organitza periòdicament. Dos dels seus membres han estat convidats a donar un seminari sobre la recerca del grup a Ottawa, Canadà, dirigit a les Universitats d'Ottawa i de Carleton. També, al STU (CSIC suec) de Stockholm, i a d'altres universitats i institucions estrangeres.

3.3.- Intel.ligència artificial.

Una via de dissenyar software concurrent correcte passa per la verificació o demostració formal de la correctesa i seguretat en general. Les demostracions son força tedioses fetes amb paper i lapis. Es fa servir, aleshores, els anomenats *Demostradors de Teoremes*. Aquests permeten agilitzar i ordenar les demostracions de correctesa mitjançant manipulació simbòlica dels programes i de llurs especificacions. Donen seguretat a la demostració mateixa. La demostració de teoremes assistida per ordinador és un àrea de recerca en la que també treballa el grup, clarament enmarcada dins la dita Intel.ligència Artificial.

4.- Un curs especial, resultat de la col.laboració

El curs, organitzat en col.laboració amb la Branca de estudiants de l'IEEE, i dirigit als estudiants d'intensificació de l'assignatura d'ordinadors de cinquè, també era obert a altres persones interessades d'aquesta i altres universitats. Entre d'altres, tractava de les *Xarxes d'Interferència Probabilística*, enmarcat en el tema general de l'aprenentatge automàtic. També es va donar una introducció als sistemes experts i altres temes de

la intel.ligència artificial. El curs comprèn el desenvolupament de pràctiques sobre l'entorn del llenguatge PADD. Es van manipular estructures d'arbres per a la representació de les xarxes i de les probabilitats, i per llur càcul partint de dades reals, a fi de representar una base de coneixement i interferència probabilística. Va comprendre unes vint hores de teoria i d'un període de pràctiques d'unes tres setmanes de duració.

5.- Conclusió.

La col.laboració professors-estudiants que ha causat aquesta breu article ha estat una agradable experiència, guiada per la motivació i la il.lusió d'aprendre per part de tots. El curs va anar molt bé i tothom ha après tot divertint-se. Animem, doncs, a altres grups a fer el mateix !.

REFERENCES.

- [1] M. Bertran, 'On a Formal Definition and Application of Dimensional design' *Software-Practice and Experience*, Vol.18(11), pp 1029-1045 (november 1988).
- [2] A. Papoulis, M. Bertran, *Sistemas y Circuitos*, (Chapter 8) Marcombo, Barcelona, 1989.
- [3] M. Bertran, J. Forga, F. Oller, J.A. Frau, 'PADDS: an envirement for the design of concurrent systems by simulation', *Proc. II Jornades sobre concorrència*, Universitat de les illes Balears, setembre 1990, 71-83.
- [4] M. Bertran, J. Forga, F. Oller, J. Viaplana, F. Alvarez-Cuevas, M. Porta, ' Integrated simulation and design of communication systems in a PADD envoirement', *IEEE Communications society Computer Aided Modeling and Design of Communications Links and Networks CAMAD'92*, Montebello, Quebec, Canada, 29 september- 2 october 1992.
- [5] M. Bertran, ' PADD: a Schema Notation Integrating Parallelism and Abstraction', Report, ETSE Telecom. (UPC), Barcelona, Autumn 1989. Also in *Proc. IEEE Com. soc. CAMAD'92*, Montebello, quebec, Canada, 1992.

Actividades en Tratamiento de Voz del Grupo de Procesado de Señal

J. Hernando (*)

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

El Grupo de Procesado de Señal (GPS) desarrolla sus actividades de investigación y desarrollo en el Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones (TSC) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Dentro del grupo tres subgrupos comparten la misma infraestructura de laboratorios de investigación y la administración económica, cada uno de ellos centrado en temas de:

- Procesado de voz,
- Procesado de imagen y
- Procesado digital de señal en comunicaciones, radar y sonar

Las actividades del subgrupo de Procesado o Tratamiento de Voz abarcan todas las áreas de investigación relacionadas con la transmisión de la señal de voz y la comunicación oral hombre-máquina. Seguidamente se describirán las líneas principales en cada área.

Codificación de la señal de voz

Se trabaja en codificación de voz a **velocidades de transmisión media y baja**. Para minimizar la pérdida de calidad a estas velocidades se han desarrollado sistemas de cuantificación vectorial adaptativa de una o varias etapas que se han aplicado con éxito a varios codificadores de voz desde 16 kbps a 4,8 kbps.

En codificación de **audio de banda ancha** se investiga en los tres niveles de calidad que suelen distinguirse: en el primer nivel, 7 kHz, se exige una calidad conversacional; en el segundo nivel, de 7 a 15 kHz, se exige un buen sonido musical; y en el tercer nivel, 20 kHz se requiere una calidad de alta fidelidad para la señal musical. Cada uno de estos niveles plantea problemas distintos que se

han de atacar con soluciones específicas. Por ejemplo, en el tercer nivel se pretende alcanzar una calidad de CD en el rango de 96-128 kbps (¡700 kbps en los sistemas CD actuales!). Para ello se requiere un aprovechamiento exhaustivo de las características psicoacústicas de enmascaramiento espectral del sistema auditivo humano, las bandas críticas y los umbrales de distorsión audibles. Se están analizando soluciones basadas en nuevas transformaciones tiempo-frecuencia.

Reconocimiento del habla

Para robustecer el sistema de reconocimiento frente al ruido ambiente se estudian **nuevas representaciones** de la señal de voz que sean resistentes al mismo desde dos enfoques distintos: uno desde el punto de vista de procesado de señal y otro que trata de emular la capacidad auditiva humana. Con respecto al primer enfoque, se trabaja en la estimación del espectro analítico o la envolvente espectral en lugar del propio espectro, la descomposición en subespacio de señal y subespacio de ruido, etc. En cuanto al segundo enfoque, se consideran la sensibilidad logarítmica en frecuencia y en intensidad del oído y también el efecto de las bandas críticas. Con el mismo propósito se estudian representaciones dinámicas o filtradas del habla y **medidas de distancia** entre vectores de parámetros.

Se está desarrollando un sistema de **reconocimiento de habla continua** para el español que utiliza la **semisílaba** como unidad de reconocimiento y los **modelos ocultos de Markov** para describir de forma probabilística las características del habla. Se ha elegido la semisílaba como unidad de reconocimiento debido a la estructura silábica del español y a que existe un número relativamente reducido de ellas: menos de 750 en español. En cuanto a los modelos ocultos de Markov son los que en la actualidad proporcionan mejores prestaciones en los sistemas en desarrollo. A este sistema se le ha bautizado con el nombre de RAMSES (Reconocimiento Automático Mediante SEMISílabas). En el problema

la intel.ligència artificial. El curs comprèn el desenvolupament de pràctiques sobre l'entorn del llenguatge PADD. Es van manipular estructures d'arbres per a la representació de les xarxes i de les probabilitats, i per llur càcul partint de dades reals, a fi de representar una base de coneixement i interferència probabilística. Va comprendre unes vint hores de teoria i d'un període de pràctiques d'unes tres setmanes de duració.

5.- Conclusió.

La col.laboració professors-estudiants que ha causat aquesta breu article ha estat una agradable experiència, guiada per la motivació i la il.lusió d'aprendre per part de tots. El curs va anar molt bé i tothom ha après tot divertint-se. Animem, doncs, a altres grups a fer el mateix !.

REFERENCES.

- [1] M. Bertran, 'On a Formal Definition and Application of Dimensional design' *Software-Practice and Experience*, Vol.18(11), pp 1029-1045 (november 1988).
- [2] A. Papoulis, M. Bertran, *Sistemas y Circuitos*, (Chapter 8) Marcombo, Barcelona, 1989.
- [3] M. Bertran, J. Forga, F. Oller, J.A. Frau, 'PADDS: an envirement for the design of concurrent systems by simulation', *Proc. II Jornades sobre concorrència*, Universitat de les illes Balears, setembre 1990, 71-83.
- [4] M. Bertran, J. Forga, F. Oller, J. Viaplana, F. Alvarez-Cuevas, M. Porta, ' Integrated simulation and design of communication systems in a PADD envoirement', *IEEE Communications society Computer Aided Modeling and Design of Communications Links and Networks CAMAD'92*, Montebello, Quebec, Canada, 29 september- 2 october 1992.
- [5] M. Bertran, ' PADD: a Schema Notation Integrating Parallelism and Abstraction', Report, ETSE Telecom. (UPC), Barcelona, Autumn 1989. Also in *Proc. IEEE Com. soc. CAMAD'92*, Montebello, quebec, Canada, 1992.

Actividades en Tratamiento de Voz del Grupo de Procesado de Señal

J. Hernando (*)

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

El Grupo de Procesado de Señal (GPS) desarrolla sus actividades de investigación y desarrollo en el Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones (TSC) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Dentro del grupo tres subgrupos comparten la misma infraestructura de laboratorios de investigación y la administración económica, cada uno de ellos centrado en temas de:

- Procesado de voz,
- Procesado de imagen y
- Procesado digital de señal en comunicaciones, radar y sonar

Las actividades del subgrupo de Procesado o Tratamiento de Voz abarcan todas las áreas de investigación relacionadas con la transmisión de la señal de voz y la comunicación oral hombre-máquina. Seguidamente se describirán las líneas principales en cada área.

Codificación de la señal de voz

Se trabaja en codificación de voz a **velocidades de transmisión media y baja**. Para minimizar la pérdida de calidad a estas velocidades se han desarrollado sistemas de cuantificación vectorial adaptativa de una o varias etapas que se han aplicado con éxito a varios codificadores de voz desde 16 kbps a 4,8 kbps.

En codificación de **audio de banda ancha** se investiga en los tres niveles de calidad que suelen distinguirse: en el primer nivel, 7 kHz, se exige una calidad conversacional; en el segundo nivel, de 7 a 15 kHz, se exige un buen sonido musical; y en el tercer nivel, 20 kHz se requiere una calidad de alta fidelidad para la señal musical. Cada uno de estos niveles plantea problemas distintos que se

han de atacar con soluciones específicas. Por ejemplo, en el tercer nivel se pretende alcanzar una calidad de CD en el rango de 96-128 kbps (¡700 kbps en los sistemas CD actuales!). Para ello se requiere un aprovechamiento exhaustivo de las características psicoacústicas de enmascaramiento espectral del sistema auditivo humano, las bandas críticas y los umbrales de distorsión audibles. Se están analizando soluciones basadas en nuevas transformaciones tiempo-frecuencia.

Reconocimiento del habla

Para robustecer el sistema de reconocimiento frente al ruido ambiente se estudian **nuevas representaciones** de la señal de voz que sean resistentes al mismo desde dos enfoques distintos: uno desde el punto de vista de procesado de señal y otro que trata de emular la capacidad auditiva humana. Con respecto al primer enfoque, se trabaja en la estimación del espectro analítico o la envolvente espectral en lugar del propio espectro, la descomposición en subespacio de señal y subespacio de ruido, etc. En cuanto al segundo enfoque, se consideran la sensibilidad logarítmica en frecuencia y en intensidad del oído y también el efecto de las bandas críticas. Con el mismo propósito se estudian representaciones dinámicas o filtradas del habla y **medidas de distancia** entre vectores de parámetros.

Se está desarrollando un sistema de **reconocimiento de habla continua** para el español que utiliza la **semisílaba** como unidad de reconocimiento y los **modelos ocultos de Markov** para describir de forma probabilística las características del habla. Se ha elegido la semisílaba como unidad de reconocimiento debido a la estructura silábica del español y a que existe un número relativamente reducido de ellas: menos de 750 en español. En cuanto a los modelos ocultos de Markov son los que en la actualidad proporcionan mejores prestaciones en los sistemas en desarrollo. A este sistema se le ha bautizado con el nombre de RAMSES (Reconocimiento Automático Mediante SEMISílabas). En el problema

del reconocimiento de cadenas de números del 0 al 999, la tasa de reconocimiento de RAMSES ronda el 96 %.

Se investiga también en el problema de la detección de un conjunto dado de palabras en un discurso continuo (*word spotting*). En este campo se trabaja en algoritmos eficientes de búsqueda y en el modelado mediante modelos ocultos de Markov de las palabras de dicho conjunto, palabras clave, y de las que no están incluidas en él y los sonidos extraños.

Además, se estudian sistemas híbridos de reconocimiento de palabras aisladas basados en la integración de **redes neuronales** en el contexto de los modelos ocultos de Markov.

Reconocimiento del locutor

Se está iniciando la investigación en el área de reconocimiento del locutor, tanto en su versión de **identificación**, cuando el hablante no declara su identidad, como en la de **verificación**, cuando se ha de decidir si el hablante falsea o no su identidad. Para ello se están utilizando modelos autorregresivos vectoriales de la evolución temporal de los parámetros de la señal de voz.

Síntesis del habla

Se está desarrollando un sistema de **conversión texto-voz** mediante la **concatenación** de dífonemas y trifonemas en español y catalán. En particular, se investiga la normalización de las unidades extraídas de un texto leído y los tipos de patrones de entonación representativos.

Mejora de la señal de voz

Una posibilidad de mejora de señal de voz estudiada es la **cancellation adaptativa de ruido**, que puede utilizarse cuando se dispone de una o varias referencias de ruido obtenidas a partir de las fuentes externas correspondientes mediante micrófonos auxiliares. En particular, se ha aplicado esta técnica a la cancelación de ruido en el interior de un automóvil tomando las referencias

en el motor y las ruedas del mismo. Para esta aplicación, se propone utilizar filtros IIR adaptativos autoestabilizados y rápidos para identificar los canales de transmisión de la señal y añadir un grado de libertad (un filtro adicional) que permita la inversión exacta de los caminos de fase no mínima.

Se está considerando además la utilización de **análisis estadísticos de orden superior** en algunos algoritmos clásicos de mejora de la voz basados en un análisis de segundo orden, teniendo en cuenta la habilidad de los análisis de orden superior para distinguir entre procesos gaussianos y no gaussianos o entre procesos con pdf simétrica o asimétrica. Se ha aplicado este tipo de análisis al filtrado de Wiener iterativo. Se espera aplicar estas técnicas al reconocimiento robusto del habla.

Análisis de la señal de voz

La estimación del tono, la frecuencia fundamental de la señal de voz, en los sonidos sonoros y la **detección de sonoridad**, es decir, la decisión de si un segmento de señal de voz es sonoro o sordo, son importantes en muchas aplicaciones de procesado del habla (codificación, reconocimiento del locutor, síntesis, ayuda a discapacitados, etc.), pero tienen difícil solución debido a que la periodicidad de la señal de voz no es exacta. En particular, se ha trabajado en el caso de que la señal de voz está contaminada por ruido: se han desarrollado sistemas robustos basados en el espectro analítico y en estadísticas de orden superior y se ha realizado un sistema robusto de seguimiento de los valores proporcionados por un estimador clásico.

En los sistemas de codificación y reconocimiento, una buena detección de **voz/silencio** es fundamental. El objetivo es desarrollar un detector con el mínimo retardo que sea además robusto al ruido ambiental.

Bases de Datos

Junto con otros cinco grupos españoles, el grupo participa en el

diseño y recolección de la base de datos en español ALBAYZIN para reconocimiento del habla. El grupo es el encargado de la coordinación del proyecto y además participa en el desarrollo de la base de datos fonética. El grupo también participa en la elaboración de otras bases de datos dentro del marco de proyectos europeos.

Aplicaciones en DSP's

Se han realizado varios sistemas de **codificación de voz**, cubriendo todo el rango de las principales velocidades de transmisión: LPC-10 a 2,4 kbps, CELP a 4,8 kbps, Codificador Multipulso a 9,6 kbps, Codificador Subbanda a 9,6 y 12 kbps, Codificador Adaptativo a 9,6 kbps y CVSD a 16 y 32 kbps.

Se han desarrollado dos sistemas de **reconocimiento de habla** en tiempo real sobre DSP's. El primero es un reconocedor de palabras aisladas mediante modelos ocultos de Markov que es capaz de reconocer más de 100 palabras en tiempo real y ha sido aplicado al «juego de los barcos» en un PC. El segundo es un reconocedor de palabras clave (*word spotting*) también mediante modelos ocultos de Markov con un vocabulario de hasta 100 palabras clave y varios modelos de palabras fuera del vocabulario y sonidos extraños según la aplicación. Este último sistema se ha aplicado con éxito a detectar en un discurso continuo los comandos usados en IBERCOM. Esta aplicación, conocida como TELEMACO, trabaja en un entorno de PC y reconoce 25 palabras clave utilizando un modelo para las palabras fuera del vocabulario y los sonidos extraños. Ahora se está trabajando en el desarrollo de una versión simplificada de RAMSES sobre DSP para reconocer los número de cero a un millón en tiempo real.

(*) Información dada por todos los profesores del grupo.

Frau Informàtic i Ètica Professional

Miquel Barceló

Dept. Llenguatges i Sistemes Informàtics (LSI-UPC)

INTRODUCCIO.

Tecnologies amb molt dinamisme com la informàtica generen amb gran rapidesa possibilitats d'ús i abús que, naturalment, van per davant de la possibilitat de regulació jurídica de les seves conseqüències i responsabilitats. Per aquesta raó, el problema del delicte i el frau informàtic és un problema jurídic que, en la seva solució planteja temes d'ètica i deontologia professional que afecten a la totalitat dels informàtics com a grup professional.

DELICTE I FRAU.

Quan es parla de frau i delinqüència informàtica de forma genèrica és, potser, per la dificultat de parlar concretament del "delicte informàtic" com a tal. Sovint s'entén el delicte informàtic com aquella acció dolosa que provoca un perjudici a persones o entitats i en la que es fan intervenir dispositius o programes informàtics.

De fet, la legislació sobre delictes informàtics és avui molt limitada a la majoria dels països, i potser encara més a Espanya. Per això és encara molt comú evitar parlar de "delicte informàtic" i referir-se al "frau informàtic" o a una genèrica "delinqüència informàtica" entenent per frau aquella conducta realitzada mitjançant un sistema informàtic amb la que es vol aconseguir un benefici il·lícit. I això amb independència de si tal conducta ha estat o no tipificada als codis penals.

També cal parlar d'un altre tipus de frau informàtic no intencionat, l'"error informàtic", fruit d'un error humà en la utilització d'un sistema

informàtic, o com a conseqüència d'un defecte del hardware o del software. En el cas de l'error informàtic, pot no haver-hi benefici directe per part de qui causa el funcionament erroni d'un sistema informàtic, però sí es pot donar un perjudici per a d'altres usuaris o per als propietaris del sistema.

NOUS DRETS I FIGURES DELICTIVES.

Les noves possibilitats que ofereix la societat de la informació exigeixen unes noves respostes tant a l'àmbit ètic com al jurídic. Morris, a [MOR 92], parla dels "quatre drets bàsics que són rellevants en l'era de la informació".

A- Privacitat (privacy), que fa referència a la necessitat de protegir la informació d'un ús no autoritzat.

B- Exactitud (accuracy), ja que cal una alta qualitat en la informació per a que els processos de presa de decisions que en ella es recolzen siguin efectius.

C- Propietat (property), ja que cal protegir el coneixement (*know how*) que hi ha emmagatzemat als ordinadors, tant pel que fa al hardware com el software (dades i programes i, en definitiva, sistemes).

D- Accés (access), ja que cal permetre un accés adequat a la informació, però de forma estrictament controlada. Per alguns autors aquestes exigències jurídiques són el marc de referència d'una crida ineludible a la necessitat d'un component ètic en la conducta professional dels especialistes en sistemes d'informació. De fet, els

especialistes són els qui disposen de més poder per malmenar els sistemes informàtics i atemptar contra aquests nous drets bàsics de l'era de la informació. Encara que, convé recordar-ho, no són els únics.

En aquest sentit sovint es suggereixen ja cinc grups de figures, més o menys diferenciades, pròpies de la delinqüència informàtica:

1- Frau informàtic: ús indegit o manipulació fraudulenta d'elements informàtics de qualsevol tipus que permeten un benefici il·lícit.

2- Hacking o «terrorisme lògic»: que inclou els casos de vandalisme, terrorisme, destrucció, etc. que provoquen perjudicis i són motivats per venjances, xantatges, sabotatge o, fins i tot, per una molt sui generis "curiositat intel·lectual" que caracteritzava els primers *hackers* o manipuladors no autoritzats de sistemes informàtics.

3-Accions físiques contra la integritat dels sistemes informàtics.

4- Atemptats contra el dret a la intimitat (privacitat) de les persones, realitzats gràcies a l'existència de bases de dades informatitzades i les possibilitats que presenta la mateixa informàtica per vulnerar els sovint escassos sistemes de seguretat operatius.

5- Atemptats a la propietat intel·lectual informàtica, que, de forma exageradament simplificada, hom anomena col.loquialment "pirateria del software", oblidant també la possibilitat (que ja ha estat realitat) d'una equivalent "pirateria" del hardware que, de fet, correspon a

un cas típic d'espionatge industrial.

Resulta fàcil posar en relació aquestes cinc figures delictuoses amb els drets abans esmentats, però allò que aquí interessa és constatar que algunes d'aquestes accions il·lícites poden estar ja recollides en l'ordenament legal, tot i que sovint s'hagi fet amb independència de la tipicitat exclusiva del fet informàtic. Es tracta, en aquest cas, d'una regulació per analogia que, sovint, resulta insuficient per a cobrir totes les particularitats del fet informàtic. De fet, els estudis sobre legislació comparada marquen clarament dues tendències en el tractament legal del fet informàtic: lleis específiques o aplicació analògica de lleis ja existents. En realitat, les dues opcions no semblen excloure's i es donen conjuntament en l'ordenament legal de diversos països.

Per exemple, les accions il·lícites incloses en el tercer grup (accions físiques contra la integritat dels sistemes informàtics), que semblen limitar-se al hardware, equivalen a les que es poden cometre contra la integritat de qualsevol tipus de maquinària, i cal pensar que ja estan convenientment recollides al Codi Penal. Aquest és un cas on la regulació per analogia ha de resultar suficient.

Igualment, les accions il·lícites incloses en el cinquè grup (atemptats a la propietat intel·lectual informàtica) incideixen en un aspecte concret de la protecció intel·lectual que ja es contempla explícitament com a cas particular a la llei espanyola de Propietat Intel·lectual d'11 de novembre de 1987. Hi ha, en aquest cas, una regulació per analogia, però també la llei recull una referència explícita a la particularitat del fet informàtic.

Però també cal tenir en compte que, per l'especificitat de la informàtica, hi ha aspectes de les accions il·lícites abans esmentades que no estan clarament recollits en els codis jurídics, i que difícilment ho estaran precisament per la multiplicitat, dinamisme i variabilitat

de la tecnologia informàtica.

Algunes de les figures il·lícites abans esmentades requerien un tractament específic. Així les del grup quart (atemptats contra el dret a la intimitat o privacitat) han generat en el nostre país el naixement de la llei orgànica de regulació del tractament automatitzat de les dades de caràcter personal (LOARTAD) tot i que, en aquest cas concret, els professionals informàtics més sensibles (associacions professionals com ATI, sindicats o grups com la Comissió de Llibertats i Informàtica, CLI) critiquen la manca de control de les dades en poder de l'Administració i la parcialitat de l'agència de protecció de dades creada a la LOARTAD que resulta, de fet, massa dependent del poder executiu, amb tota seguretat un dels més necessitarats de control en aquest aspecte.

També, pel que fa referència a les accions il·lícites del grup cinquè (atemptats a la propietat intel·lectual informàtica), cal pensar que hi ha prou problemes pendents ja que, per exemple, per altres raons que no resulta adient exposar aquí, la llei espanyola de patents de 20 de març de 1986, en el seu article quart, rebutja la possibilitat de patentar el software seguint, en aquest punt, un acord general europeu. Posteriorment, el Consell de la Comunitat Europea ha elaborat una directriu que defensa explícitament els drets d'autor dels creadors del software (14 de maig de 1991).

TIPOLOGIA DEL FRAU INFORMATIC.

Quan es fa esment del frau informàtic, resulta ja habitual prendre com a referència els treballs de Donn B. Parker, consultor senior del SRI (Stanford Research Institute). Parker estudia el tema del frau i la delinqüència informàtica des dels anys setanta, atenent a les que ell anomena "quatre dimensions" del problema que sintetitza en:

- el modus operandi,
- la tipologia dels autors dels frauds informàtics,

- els problemes ètics associats, i
- els precedents legals ja existents i la legislació encara pendent sobre aquest afer.

El tractament de les dues primeres "dimensions" del problema va ser desenvolupat per Parker en el primer dels seus llibres clàssics sobre el delicte informàtic, [PAR 76]. El text de 1983, [PAR 83], utilitza una perspectiva històrica per continuar l'anàlisi ja fet i encetar el tractament de les dues darreres "dimensions". El caire de pioner d'aquest treball li ha donat una gran difusió i justifica, tal vegada, que se'n faci sovint referència fins i tot sense citar l'origen.

D'aquesta tipologia tan difosa del modus operandi del frau informàtic, cal remarcar el seu caire conjuntural i la necessitat evident de posar-la contínuament al dia per recollir les noves tècniques que el dinamisme de la tecnologia informàtica fa sorgir amb els nous sistemes. Malgrat tot i seguint una tradició ja inevitable, esmentarem aquí (com es fa a tants d'altres llocs) els mètodes que Parker recollia fins a 1983 com a més característics i que són:

- introducció de dades falses (*data diddling*)
- cavall de Troia (*Trojan horse*)
- tècnica del salami (*salami technique*)
- ús no autoritzat de programes especials (*superzapping*)
- portes falses (*trap doors*)
- bombes lògiques (*logic bombs*)
- atacs assíncrons (*assynchronous attacks*)
- recollida d'informació residual (*scavenging*)
- divulgació no autoritzada de dades reservades (*data leakage*)
- entrada a cavall (*piggy-backing and impersonation*)
- "punxar" línies (*wire-tapping*)
- simulació i modelatge de delictes (*simulation and modelling*)

Fins aquí la llista, ja clàssica, d'una tipologia del modus operandi del frau informàtic prou divulgada i coneixuda. Hi ha també intents d'ampliar i d'actualitzar la llista incorporant noves "tècniques" de frau informàtic que superin el caràcter

conjuntural d'una llista elaborada ja fa anys. No és aquest el lloc més adient per detallar i comentar cada una de les tècniques i es remet el lector als llibres de Parker [PAR 76] i [PAR 83] o a resums actualitzats com el de [BAR 93].

HACKERS, DEL ROMANTICISME AL DELICTE.

Si bé la tipologia de modus operandi del frau i la delinqüència informàtica de Parker han estat prou difosos, ho han estat molt menys les altres "dimensions" que, segons aquest indiscutible especialista en el tema, acompanyen el fenòmen. Una de molt important és aquella que fa referència a les característiques dels autors dels fraus informàtics, els *hackers*. De fet, l'objectiu central del segon llibre de Parker sobre el delicte informàtic, [PAR 83], és concentrar-se "*en l'essència del problema: la gent que es dedica al delicte, i no pas en els instruments que fan servir*" tal com diu el mateix Parker al prefaci.

Possiblement tot va començar amb els *phreakers*, els manipuladors no autoritzats de les línies telefòniques nord-americanes dels anys seixanta. La voluntat d'utilitzar fraudulentament les línies telefòniques de la companyia telefònica Bell (la principal als Estats Units de Nord-Amèrica), per obtenir gratuitament la possibilitat de fer trucades telefòniques de llarga distància, va estimular l'activitat d'un conjunt de joves que anomenaren la seva activitat com a *phreaking*. Els *phreakers* prenien el seu nom d'una conjunció de *freak* (sonar), *phone* (telèfon) i *free* (gratuït, i també lliure). Com es pot veure, ells mateixos recollien en el seu nom el caràcter marginal de la seva activitat que, inicialment, podia respondre fins i tot a uns certs objectius possiblement romàntics d'alliberament de certes servituds de la tecnologia. No és aquest el lloc per detallar les activitats dels *phreakers* i convé remetre al lector interessat al primer capítol de l'amè i interessant llibre de Clough i Mungo [CLM 92].

De fet, els sistemes telefònics utilitzen ordinadors, i els mateixos *phreakers* van anar convertint-se també en manipuladors no autoritzats de sistemes informàtics. Però, en els mateixos anys seixanta i setanta, cal constatar l'aparició d'un altre tipus de manipulador no autoritzat: el *hacker*.

L'atractiu innegable de la tasca de fer programes de tota mena fa sorgir un tipus d'especialista informàtic, jove, decidit i mogut segurament per una nova "curiositat intel.lectual" que passa a denominar-se *hacker*. De fet, sembla que *hacker* ve a etiquetar, originalment, a qui "fa mobles a cops de destral" tal i com s'indica al diccionari de Raymond, [RAY 91], que, a més, defineix el *hacker*, en primera accepció, com a "*una persona que gaudeix explorant els detalls dels sistemes programables i com estendre les seves capacitats, i oposat als usuaris que prefereixen aprendre només el mínim necessari*". Aquesta és una visió positiva i romàntica del *hacker* que, malauradament, ha evolucionat cap a un sentit negatiu com a resultat de les terribles conseqüències de les activitats dels *hackers*.

La traducció del terme *hacker* no ha estat mai feta a casa nostra, i s'utilitza directament el terme anglès. Cal dir, malgrat tot, que, diccionari en mà, la paraula catalana "manefla" (entremetedor o persona inclinada a ficar-se en els afers d'altre per curiositat, pel plaer de saber, de dir-hi la seva, etc.) podria escaure d'allò més bé a l'activitat dels *hackers*.

En aquest sentit positiu, típic de la primera activitat dels *hackers*, el diccionari de Raymond, [RAY 91], cita com a setena accepció per *hacker*: "*una persona que gaudeix amb el repte intel.lectual de la creativitat per superar o esquivar limitacions*" el que, de nou, ens porta a una visió romàntica i positiva del *hacker* que estaria mogut per un afany de coneixement i de "superació de reptes" francament atractiu pel jovent que compona el creixent exèrcit dels *hackers*. Així fou, segurament, per a

alguns dels primers *hackers* dels vells temps (anys seixanta i setanta).

El canvi, de gran importància, que Parker introduceix en el segon dels seus llibres sobre el delicte informàtic, [PAR 83], és precisament la constatació de la desaparició d'aquest romanticisme. Les terribles conseqüències de l'activitat dels *hackers* porten Parker a abandonar un cert to èpic i romàntic encara perceptible en el primer llibre, [PAR 76], per assolir una descripció menys sensacionalista dels delictes informàtics i dels seus perpetradors i abandonar definitivament la pàtina de curiositat intel.lectual que comportava una tecnologia com la informàtica, molt més nova i sorprendent als anys seixanta i setanta, que no pas avui. El romanticisme desapareix del tot i els *hackers* passen a ésser considerats com el que són: gent fora de la llei (*outlaws*) que provoquen perjudicis a d'altri.

Com no podia ésser menys, fins i tot diccionaris com el de Raymond, escrit des de l'òptica del "*bon hacker*" dels anys seixanta i setanta, no pot esquivar aquesta nova accepció de *hacker* que inclou en una vuitena i darrera accepció per a dir que el *hacker* és "*un entremetedor maliciós que intenta descobrir informació sensible xafardejant els sistemes*".

No és aquest el lloc adient per detallar les activitats dels *hackers*. Malauradament la bibliografia sobre el tema és ja prou abundant i detallada. A més de les informacions incloses en els llibres de Parker ja esmentats, cal citar, sobretot, el treball, ja clàssic, de Clifford Stoll, [STO 89], sobre la utilització de *hackers* alemanys per part del KGB soviètic per intentar obtenir secrets militars nordamericans. L'intent es realitzà a partir d'explorar l'existència d'una "porta falsa" en el sistema operatiu del sistema informàtic dels Lawrence Berkeley Laboratories que Stoll fou encarregat, provisionalment, de supervisar. El que resulta fins i tot sorprendent és que les investigacions de Stoll, narrades quasi com una novel.la policíaca i amb gran amenitat, topen amb la desidia i poc interès dels responsables de les institucions encarregades de

gestionar la seguretat dels sistemes informàtics a Nord-amèrica. El cas narrat per Stoll s'ha convertit en clàssic i es recull en d'altres llibres sobre el tema. Alguns, com [CLM 92] o [HAM 91], fins i tot, i gràcies al fet d'ésser posteriors, incorporen dades més recents (per exemple sobre el resultat dels judicis) que les incloses en el llibre del mateix Stoll. Un altre cas famós és el de Robert T. Morris i el seu programa que, en difondre's i duplicar-se repetides vegades, va arribar a bloquejar la xarxa INTERNET nord-americana el 2 de novembre de 1988. El fet curiós, i tal vegada intrigant, en aquest cas és la relació familiar de l'autor de la malifeta amb Bob Morris, director de la NCSC (*National Computer Security Center*) nord-americana encarregada, precisament, de la seguretat dels sistemes informàtics en aquell país. Per a alguns comentaristes, l'atac del Morris fill a la seguretat de la xarxa INTERNET podria estar relacionat amb les repetides, i no prou esclafades, peticions del Morris pare per reforçar la seguretat de la xarxa, encara que, com era d'esperar, pare i fill neguen la relació. El cas es recull amb prou detall a [HAM 91] i també a [CLM 92].

També cal esmentar, a Europa, el programa *Christmas* (desenvolupat segons sembla per un estudiant de Hannover) que es presentava com una felicitació nadalenca informatitzada. El problema fou que, mentre es mostrava en la pantalla de l'usuari que executava el programa *Christmas*, aquest buscava mentrestant la llista de corresponents electrònics de l'usuari i enviava còpies del programa a tots els corresponents. Un clar exemple de "cavall de Troia" en la denominació de Parker. El que possiblement fou inicialment una broma, fins i tot no malintencionada, es convertí en un problema greu quan, després de superar la xarxa informàtica de la Universitat Clausthal-Zellerfeld a Hannover, va arribar a la xarxa informàtica del servei de la recerca europea EARNET (*European Academic Research Network*), per saturar finalment la xarxa VNET interna d'IBM a Europa

el 15 de desembre de 1987. Allò que va començar possiblement com un joc, acabà amb un perjudici greu a una companyia privada que, des de llavors, s'ha vist obligada a implementar sistemes de seguretat que detectin la presència del programa indesitjable i l'esborrin automàticament. Un cas típic de com la inconsciència d'un *hacker* pot arribar a produir un greu perjudici.

Hi ha molts més casos documentats i llibres com [CLM 92] o [HAM 91] que els exposen amb prou detall. El més preocupant és el creixement dels casos clarament orientats a l'activitat delictuosa. Per posar-ne un exemple, recollit a [CLM 92], es pot esmentar el cas de "Kyrie" Leslie Lynne Doucette, una canadenca que, en ésser detinguda el maig de 1989, gestionava una xarxa de uns 150 *hackers* que s' especialitzaven en obtenir informació sensible i fer-la servir per robatoris. Li foren trobades 118 targes de crèdit Visa, 150 de Mastercharge, 2 d'American Express i 171 targes d'utilització de telèfons de les companyies ATT i ITT així com 39 codis d'autorització de centraletes telefòniques i de dades PBX. Tot un botí d'una actuació clarament delictuosa, obtingut mitjançant els *hackers*.

Tot i que varen començar amb una aura de romanticisme, de superació del repte que oferia una nova i prometedora tecnologia, la realitat és que els *hackers* d'avui poden arribar a ésser, de fet, un greu problema públic. Els qui no són conscients de la gravetat i el perill dels seus actes (que ells contemplen, fins i tot, com a joc) o els qui són clarament conscients del seuús de coneixements informàtics per portar a terme robatoris d'informació sensible o difusió de programes indesitjables, composten l'exèrcit de delinqüents informàtics potencials que cal deturar per no malmenar les possibilitats d'una tecnologia de gran potencialitat com la informàtica.

L'increment de les mesures de seguretat en els sistemes informàtics ha arribat a ésser una nova

responsabilitat dels professionals conscients, per desgràcia no sempre massa abundants en una professió sovint condicionada per les presses i els requeriments econòmics en la instal.lació apressada de nous sistemes.

ETICA I DEONTOLOGIA PROFESSIONAL.

Tal vegada pot semblar una fugida lateral o una renúncia a resoldre el problema, però el fet real és que una gran majoria dels especialistes informàtics que han estudiat amb detall el tema del frau i la delinqüència informàtica acaben coincidint en la pràctica impossibilitat de que el dret reculli i reguli tots els aspectes del delicte informàtic. Les possibilitats tecnològiques són moltes i canviants, les modalitats de frau augmenten dia a dia, el nombre i la capacitat dels *hackers* augmenta també amb la creixent difusió de la microinformàtica i dels sistemes distribuïts, i les característiques de la tecnologia informàtica fan especialment difícil la detecció i la prova del delicte (tema del que no hi ha espai per parlar-ne aquí. El lector interessat en trobarà una referència més detallada a [BAR 93]).

Aquest és un panorama no pas engresador que ha portat, cada cop més, a posar l'accent en la responsabilitat social dels professionals informàtics que construeixen els sistemes posats a disposició dels usuaris. La crida a la responsabilitat es centra en la necessitat de no deixar "portes falses", de protegir la informació sensible, de detectar "cavalls de Troia" i "bombes lògiques" que vulguin introduir-se en els sistemes, de prendre molta cura fins i tot amb allò que es llença a les escombraries, de protegir les línies de comunicació amb sistemes d'criptat, etc. En definitiva es tracta d'augmentar significativament la seguretat dels sistemes informàtics per a resistir als inevitables intents d'intrusió dels *hackers* de tota mena.

S'inicia així un nou tema: el de la necessitat d'incidir en l'ètica i

la deontologia professional dels informàtics que, altra vegada, ha rebut una important empenta amb els treballs del pioner Parker ja des de 1981, a [PAR 81], i que s'ha seguit desenvolupant posteriorment pel mateix Parker i els seus col.laboradors Swope i Baker a [PSB 90], o per d'altres autors com Johnson [JOH 85], Forrester i Morrison [FOM 90], Ermann, William i Gutierrez [EWG 90] i tants d'altres.

El problema, no pas banal, és convèncer la comunitat professional informàtica de la necessitat d'un comportament ètic, seriós i responsable en la seva activitat professional quotidiana. El mateix Parker ja posava de relleu a [PAR 83] el seu convenciment de com, de totes les possibles mesures preventives del frau i la delinqüència informàtica, la més eficient havia d'ésser l'acceptació dels professionals informàtics d'uns estàndards ètics que els permetin respondre al repte que el frau i la delinqüència informàtica representen per a tota la tecnologia informàtica. En paraules de W. G. Frederick a la *Computing Review* parlant dels professionals informàtics i el perill del delicte informàtic: "a menys que responguem a aquesta amenaça, la nostra imatge professional pot patir tant com la dels químics de la indústria dels pesticides". Una volenterosa, però encertada, forma de considerar que la

informàtica sense controls pot arribar a ésser una tecnologia fins i tot perjudicial per la societat que la fa servir.

En aquest sentit, és bo destacar la bona resposta institucional de les principals associacions mundials de professionals de la informàtica: la IFIP ja esmentada anteriorment, i l'ACM (*Association of Computing Machinery*) que estan, ambdues, en el procés d'elaborar i perfeccionar codis ètics que puguin guiar l'activitat professional dels creadors de sistemes informàtics.

Afortunadament, també alguns dels textos sobre ètica professional informàtica han estat ja concebuts fins i tot com a suport docent per a la formació dels futurs professionals informàtics. Fins i tot al nostre país hi ha experiències com les que es concreten en el recent text sobre deontologia informàtica de Vázquez i Barroso, [VAB 93] o, més propera a la realitat catalana, la inclusió, en els nous plans d'estudi de les enginyeries informàtiques a la Facultat d'Informàtica de la Universitat Politècnica de Catalunya, d'una nova assignatura anomenada precisament "*Impacte social i ètica professional de la informàtica*". L'objectiu és, evidentment, sensibilitzar els futurs enginyers informàtics respecte de les seves responsabilitats envers la societat.

Bibliografia

[BAR 93] - BARCELO, Miquel (1993): *El frau i la delinqüència informàtica: un problema jurídic i ètic*, Report de Recerca LSI-93-19-R, Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, UPC, Barcelona, 1993.

[CLM 92] - CLOUGH, Bryan & MUNGO, Paul (1992): *Approaching Zero*, Faber & Faber, London, 1992. (Hi ha edició en castellà com "Los piratas del chip", Ediciones B, Barcelona, 1992).

[EWG 90] - ERMANNE, M. David; WILLIAM, Mary B. & GUTIERREZ, Claudio (1990): *Computers, ethics, & society*, Oxford University Press, New York, 1990.

[FOM 90] - FORRESTER, Tom & MORRISON, Perry (1990): *Computer Ethics: Cautionary Tales and Ethical Dilemmas in Computing*, MITPress, Cambridge (MA), 1990.

[HAM 91] - HAFNER, Katie & MARKOFF, John (1991): *Cyberpunk: Outlaws and Hackers on the Computer Frontier*, A Touchstone Book, Simon & Schuster, New York, 1991. [JOH 85] - JOHNSON, Deborah, G. (1985): *Computer Ethics*, Prentice Hall, Englewood Cliffs (NJ), 1985.

[MOR 92] - MORRIS, A. B. (1992): *Ethics and Information Systems Practice*, IFIP Transactions (A-13), Education and society: Information Processing 92 - Vol. II, R. Aiken Editor, pags. 363-369, North-Holland, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1992.

[PAR 76] - PARKER, Donn B. (1983): *Crime by Computer*, Charles Scribner's Sons, New York, 1976.

[PAR 81] - PARKER, Donn B (1981): *Ethical Conflicts in Computer Science and Technology*, AFIPS Press, Arlington, 1981.

[PAR 83] - PARKER, Donn B. (1983): *Fighting Computer Crime*, Charles Scribner's Sons, New York, 1983.

[PSB 90] - PARKER, Donn B; SWOPE, Susan & BAKER, Bruce N. (1990): *Ethical Conflicts: in Information and Computer science, technology and business*, Q.F.D. Information Sciences, Wellesley (MA), 1990.

[RAY 91] - RAYMOND, Eric S. Editor (1991): *The New Hacker's Dictionary*, The MIT Press, Cambridge (MA), 1991.

[STO 89] - STOLL, Clifford (1989): *The Cuckoo's Egg*, Doubleday, New York, 1989. (Hi ha edició en castellà com "El huevo del cuco", Planeta, Barcelona, 1990).

[VAB 93] - VAZQUEZ, Jesús María y BARROSO, Porfirio (1993): *Deontología de la informática (esquemas)*, Instituto de Sociología Aplicada, Madrid, 1993.

Call for papers

La próxima revista saldrá en Abril, por lo que requerimos una vez más la colaboración de nuestros lectores y asiduos colaboradores. La fecha límite de entrega de artículos es el 11 de Marzo del 1994, las colaboraciones recibidas con posterioridad se publicarán en el número de octubre de 1994. Dado que el número de páginas es limitado, se efectuará un proceso de selección de los artículos recibidos, quedando en el archivo de la revista aquellos que no sean publicados.

Las colaboraciones han de

entregarse en formato PC, en cualquier procesador de textos conocido. Las gráficas han de entregarse por separado, indicando el programa gráfico en que se han realizado, así como una copia en papel, del texto y de las gráficas. La copia nos permitirá detectar los posibles errores que surjan en la importación, así como respetar en lo posible la configuración que el autor deseé para su artículo.

Es deseable que el artículo esté acompañado de un breve currículum, y una dirección que per-

mita poner en contacto a los lectores y a los articulistas.

Aconsejamos a los autores de los artículos, que estos se acompañen de gráficos y fotografías (la publicación de las fotografías dependerá de la situación económica de la asociación). Recordamos que la principal idea es la divulgación de trabajos y proyectos que se realicen en la U.P.C. y otras facultades adscritas a los temas del I.E.E.E., no una demostración de conocimientos.

Intel.ligència Artificial

Ton Sales

La història comença amb Norbert Wiener, matemàtic engrescat a imaginar-se una nova ciència que reuniria matemàtics, metges i biòlegs en l'estudi de la intel.ligència. Wiener la va batejar, l'any 1947, amb el neologisme «Cibernètica». La nova ciència de Wiener havia de permetre comprendre com s'originen i s'executen les accions intel.ligents i així, un cop comprès això, podríem fer les feines intel.lectuals rutinàries als robots, tindriem fàbriques automatitzades i l'home s'hauria alliberat, per fi, del treball no creatiu. Un dels primers llibres publicats en català sota el franquisme va ser precisament un opuscle de Wiener («Cibernètica i societat», d'Edicions 62) on ho explicava en un to visionari molt seu.

La Cibernètica era un gran projecte, però va durar poc. Un lògic, Kleene, estudiant precisament les capacitats intel.lectuals del «cervell» que proposava la Cibernètica, va descobrir que, si el cervell humà fos efectivament com aquell, el llenguatge fóra absolutament impossible d'explicar. En d'altres paraules: el nostre cervell no pot ser de cap manera tan simple com el proposat, perquè si ho fos no s'entendria que nosaltres fossim capaços de fer el que fem. Aquesta conclusió, feta pública l'any 1955, va suposar la ferida de mort per al programa cibernètic. I va donar lloc a l'episodi següent: la «Intel.ligència Artificial» (IA).

L'estiu del 1956, un grup d'universitaris americans, majoritàriament matemàtics, es va reunir a Dartmouth, New Hampshire, per comentar la situació i mirar de trobar una sortida endavant en l'estudi de la intel.ligència humana després de l'ensuïsiada de la Cibernètica. Hi havia en John McCarthy (el mateix que ha estat a Barcelona fa poques setmanes),

Marvin Minsky, Herb Simon (futur Nobel) i altres. El seu plantejament era clar: tots ells tenien ordinadors a les seves universitats i alumnes entusiastes capaços de programar-los; de manera que van proposar-se fer equips i elaborar programes que fessin coses normalment considerades «intel.ligents» —tals com jugar a escacs, raonar sobre figures geomètriques o seguir l'esquema de raonament d'algú quan fa una demostració matemàtica—. No volien fer màquines ni teories; només programes. La idea era simple, i el projecte proposat (que McCarthy va batejar, sense donar a entendre res en especial, «intel.ligència artificial») incloïa el retrobament periòdic del grup, cada dos o tres anys, per avaluar els programes que cadascú havia construït.

L'èxit d'aquesta empresa ha estat fulgurant, més encara quan es té en compte que només era un programa temptatiu per desencallar una situació. A les reunions següents, cada equip aportava resultats sorprenents: programes que eren capaços de fer coses «intel.ligents», tals com, efectivament, les proposades (jugar als escacs, etc.); però, a més, els programes podien ser discussits i evaluats, se'n podien estudiar les limitacions i —sobretot— es podien posar en comú certs mètodes que havien funcionat bé. Amb el temps, fins i tot s'arribava a situacions tan sorprenents com l'ocasionada per Eliza, un programa que merament es proposava simular les reaccions d'un psicoanalista. L'efecte que feia en els que dialogaven amb el programa era fulminant. Tothom «veia» en el seu interlocutor un ser intel.ligent i fins i tot sensible. L'experiència il.lustrava clarament la facilitat que tenim de distorcer la nostra percepció de la intel.ligència dels altres, i sobre la vacuitat que poden tenir alguns intents

de «crear» intel.ligència a partir de màquines.

Cap a la fi dels seixanta, el cabal de tècniques de què es disposava era impressionant. Els diferents programes, una vegada passat el fort impacte inicial que tots ells provocaven en els observadors, potser no n'eran gaire, d'«intel.ligents», però eren una abundant, i relativament barata, matèria d'experimentació. D'aquesta època són els primers manuals sobre IA que sistematitzen per primera vegada un corpus científic com més va més sólid.

Un dels grans èxits de la IA dels seixanta havia estat la creació de programes «raonadors»; la qual havia il.lustrat, de passada, com era d'enganyosa la nostra percepció intuitiva de la intel.ligència humana, segons la qual la capacitat de raonar abstractament era vista com una facultat «superior» (i vet aquí que ara resultava més fàcil de materialitzar que d'altres facultats considerades generalment com a no tan humanes, com ara les de reconèixer cares, o olors). Doncs bé, per millorar la capacitat deductiva dels sistemes raonadors es va proposar concentrar els coneixements (a partir dels quals s'havien de deduir les conseqüències lògiques) a temes molt concrets, tancats. El resultat és que s'obtenien sistemes que raonaven si fa no fa com ho faria un expert humà en el tema. El sistema assimilava els coneixements rellevants, expressats en forma de «regles» (del tipus «si passa això aleshores fes allò») i en deduïa conclusions, o bé determinava accions a prendre. Els primers «sistemes experts», com es van dir aquests programes, tractaven de temes restringits com ara el diagnòstic de certes malalties a partir de símptomes (el Mycin) o la predicció de dipòsits de minerals a partir de dades geo-

lògiques (el *Prospector*). Doncs, aquest últim va ser catapultat a la fama periodística, i amb ell els sistemes experts en general (i de retruc tota la IA), perquè a primers dels anys setanta va predir —i ho va encertar— un jaciment de molibdè valorat en molts milions de dòlars.

Després d'aquest fet, la IA ja no va ser mai més aquella empresa científica progressiva i modesta que havia estat. Una vegada esdevinguda titular de diari, va sofrir una mutació. Empreses de totes les mides sorgien com bolets per oferir al mercat «sistemes experts» de tota mena. Amb tot plegat, els diaris van començar a anar plens d'«Intel.ligència artificial», com si aquesta cosa de títol altisonant i fatxenda fos una invenció recent. I per si fos poc, els japonesos ho van acabar de complicar anunciant, a primers dels anys 80, una «cinquena generació» d'ordinadors, que serien essencialment sistemes experts santificats i generalitzats a tots els camps imaginables.

LA CRISI DELS TRENTA ANYS

Si els anys 1956-76 són de creixença i la dècada 1976-86 l'esplet de l'èxit, cap allà l'any 86 es respira una sensació d'atzucac. Què ha passat? Essencialment dues coses:

1) L'èxit dels sistemes experts sembla indicar que la idea de codificar els coneixements a base de regles i de deduir-ne conclusions (raonar) és un idea no sols bona sinó d'aplicació general. Ara bé, inevitablement sorgeixen alguns dubtes:

- Tots els camps del coneixement s'hi presten, a ser codificats per regles? Resposta [optimista]: sí, si ho fem amb molt de compte. (D'aquest «fer-ho amb compte» se'n diu «Enginyeria del coneixement»).

- En certs camps del coneixement (per exemple: el comportament lingüístic del parlant d'un idioma) ser «expert» obliga a retenir de l'ordre de vint, potser quaranta, mil regles, la qual cosa és

desastrosa pel que fa al rendiment d'un sistema que les hagi de tractar. Resposta [japonesa]: farem màquines ultràpides que processin un nombre elevadíssim de regles per segon. Resposta complementària: organitzarem les regles de manera que s'hi pugui «navegar» per accedir ràpidament a qualsevol fragment del coneixement. (De les tècniques usades en aquesta organització se'n diu «Representació del coneixement»). Ara bé: si ja ens vèiem ofegats per una allau de regles, ara es tracta d'organitzar-les i controlar-les (afegint un nou problema al que ja teníem). Com prendre-s'ho? Qui treballa professionalment en la IA, confrontat cada dia a la complexitat creixent dels programes, és fàcil que tingui la sensació d'haver arribat al límit de les possibilitats. I d'altra banda, les respostes «optimistes» semblen una crida a la fe, l'equivalent tècnic del copet a l'esquena. No és estrany, doncs, que més d'un hagi pensat que el que realment calia era fer un gir copernicà complet.

2) La segona cosa que ha passat és que es palpa una sensació de frustració no ja pel que fa a la construcció o complexitat dels programes sinó pels resultats que exhibeixen. Si els nostres programes són intel.ligents, això ho hauria de notar tothom. I, en canvi, la sensació dominant és que els nostres programes no en són, d'intel.ligents. La intel.ligència que mostren és, pròpiament i a tot estirar, només la del programador, i la inherent als mètodes usats en la seva construcció. I, a més, arreu apa-reix el molest fenomen de la «fragilitat» ('brittleness'): el programa «fa bondat» i sembla intel.ligent, però fàcilment arriba el cas que, perquè inadvertidament freqüem o depassem els límits previstos d'aplicació o pel que sigui, el programa es comporta com un estúpid indissimulable o fa alguna bestiesa incomprendible (que demostra l'absència d'un mínim de sentit comú). (Per exemple, un sistema diagnosticador pot entestar-se a recomanar continuar mesurant la pressió del malalt tot i que aquest acabi de morir-se, o tot i que hi hagi un incendi a l'hospital, o pot quedar-se completament tallat, sense oferir cap

mena d'alternativa, quan passa algun imprevist, encara que sigui perfectament raonable, i l'alternativa senzilla i òbvia). En resum, és molt fàcil que el sistema «ensenyi el llautó». En aquests casos, la sensació de desconcert i decepció de l'observador humà (que imperceptiblement i inevitablement havia assimilat el comportament intel.ligent de la màquina o programa a l'esperable en humans en condicions semblants), acostuma a ser total, espectacular i difícil recuperable. La resposta optimista a aquest problema («també els humans ensenyem el llautó quan estem fora del nostre ambient») ja es comprèn que no sigui gaire satisfactòria. I encara més: com va dir una vegada Roger Schank (un dels grans pontífexs de la IA) fa uns anys a Barcelona (en una conferència a la Generalitat), resulta penosíssim constatar la impressió d'estupidesa irrecuperable que fa veure un programa insistir milions de vegades a repetir un mateix resum de premsa (sense «avorrir-s'hi» ni «queixar-se'n»!) o la seva ineptitud a detectar la banalitat d'una conclusió que clarament no porta enllot, o la incapacitat de «veure» l'interès d'algún fet nou... No, no hi ha res a dir: el programa només fa el que li han dit que fes; però difícilment es pot qualificar d'intel.ligent un comportament que més aviat recorda el d'un insecte reptant enfollit una mateixa acció demostradament estèril o pocasolta.

Davant de tot això, i de la desorientació i sensació d'impassa que provoca en els recercadors de la IA, la pregunta és: com sortir-ne?

Hi ha una sortida evident: la que consisteix a no veure que hi hagi cap crisi i tirar pel dret amb les solucions tècniques proposades: augment —i domini— de la complexitat creixent dels programes, augment de la capacitat i del rendiment de les màquines, i aprofundiment dels nous camps proposats («Enginyeria del coneixement» i «Representació del coneixement»). Aquesta és la sortida adoptada si fa no fa per tothom, ja que permet anar tirant. Però n'hi ha, almenys, dues més, que parteixen de

la hipòtesi de crisi. Són, d'una banda, el «Connexionisme»; d'una altra, la d'un grup heterogeni d'investigadors europeus i americans insatisfets amb la situació actual.

A) EL «CONNEXIONISME» (o «Xarxes neuronals», o «Neuroinformàtica», o «IA subsimbòlica»)

Parteix d'una idea bàsica: Reconèixer una cara li costa al nostre cervell una dècima de segon (= 100 mil.lisegons). Doncs bé: si les nostres màquines tan ultraràpides no són capaces —amb les nostres tècniques de programació ultrasofisticades— de fer una cosa tan senzilla i universal en tan poc temps i, en canvi, el nostre cervell ho fa sense problemes (i el nostre cervell, cal remarcar-ho, és una màquina molt lenta i que tendeix a cometre errors), això vol dir que hem de canviar de tàctica, almenys quan vulguem fer coses com ara reconèixer cares (o veus, o situacions). Com fer-ho? El cervell ens en suggereix una manera: creem un conjunt d'unitats (diguem-ne «neurones») i connectem-les massivament: tot seguit, fem funcionar el sistema resultant i experimentem amb els resultats. Doncs bé: els resultats són molt sorprenents. Hem pogut així construir sistemes («xarxes neuronals», se'n diuen, amb un abús de llenguatge) que sense ser gaire complicats són capaços de recordar moltes diferents imatges (i qui diu «imatges» podria dir «sensacions» o «situacions»), i fins i tot seqüències senceres d'imatges successives. Aquests experiments com a mínim aconsegueixen impressionar tothom que els veu. Ningú no sap si tot això porta en direcció a la intel.ligència, o si només és una sèrie de fenòmens que presenten una vaga analogia amb els fenòmens cerebrals. Sigui com sigui, algunes característiques dels sistemes connexionistes són noves:

- Memòria «distribuïda»: la memòria aquí ja no és un «receptacle» al qual s'accedeix sinó un conjunt d'«estats» que el sistema «recorda» i que és propi de tot el sistema, globalment, i no localitzable.

- Memòria «associativa»: l'accés a un record concret no es fa per adreçament (=dir on trobar-lo) sinó per contingut (=donar-ne un esquema bàsic, «evocar-lo»).

- Facilitat d'abstracció: el reconeixement actua com un procés d'autoorganització de la informació que accentua i aïlla tres bàsics d'una imatge.

- Paralelisme implícit en el procés: totes les unitats («neurones») col.laboren en qualsevol tasca.

- «Degradació gràcil»: el rendiment no cau pas en picat pel fet que una part —tot i important— del sistema deixi de funcionar. (A comparar —favorablement— amb la total intolerància a l'error que tenen els sistemes tradicionals i que provoquen la interrupció immediata i el bloqueig total del procés en curs.)

- Absència de «programa»: el sistema no funciona pas perquè se'l programi prèviament (de fet aquí no hi ha «programador») sinó que observa l'input, s'«autoorganitza», i actua en funció del procés viscut (que resta sempre obert a noves experiències). Aquestes propietats, absents dels sistemes tradicionals de la IA, configuren una metodologia (també una nova IA? o una anti-IA?) que potser és resumible en l'última característica citada. Es a dir :

enfocaments en un esquema únic que podríem descriure succinctament com es veu a la fig. 2.

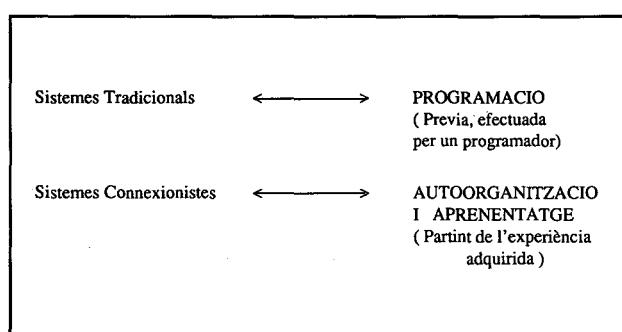
El problema, aquí, és com comunicar els dos camps a través de la barrera. La IA tradicional treballa amb PROGRAMES (que tenen accés a una memòria que és la dipositària del coneixement del sistema) i actua sobre objectes que són essencialment SIMBOLS, mentre que el connexionisme treballa amb XARXES (el diferents estats de les quals determinen el coneixement del sistema) i actua sobre ESTATS globals d'energia. Com s'ha de fer doncs per anar cap amunt (=convertir estats en objectes simbòlics)? i cap avall (=l'invers)? De moment ningú no ho sap veure. De fet, les habilitats de cada sistema semblen completament diferents i incompatibles.

B) LA RESTA:

No tothom és entusiasta del connexionisme, ni tampoc es pot dir que la gent de la IA sigui feliç d'haver de triar entre dues alternatives com si hagués de triar entre dues religions. Un element implícit i positiu del connexionisme és que trenca l'estat hipnòtic de pensar que la IA ha de ser vista necessàriament des d'una sola perspectiva (que és, encara, l'original de 1956: IA = fer programes). El connexionisme permet imaginar coses que no són ni tan sols «programables» en el sentit habitual. Només per això ja mereixeria ser considerat com un bon remei contra l'encarcarament. Però és que hi ha investigadors —no connexionistes— que creuen que

la «crisi» de la IA és una ocasió única per tirar endavant en la comprensió de la intel.ligència. En citarem tres: Steels, Hillis i Toffoli.

Luc STEELS, de la Universitat Lliure de Brussel·les, ofereix nous esquemes que permeten

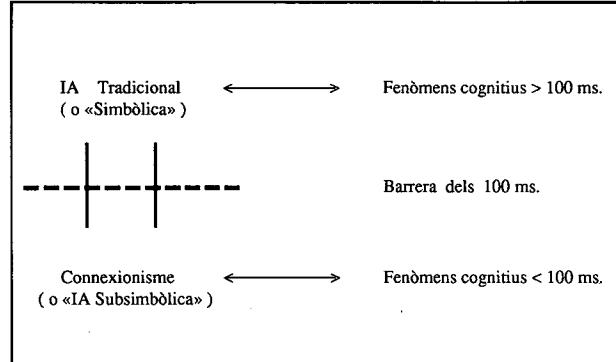


El connexionisme no se sap si avança cap a alguna cosa, però almenys representa una alternativa a la IA tradicional. Aquells que consideren que el connexionisme no és una amenaça sinó un complement de la IA s'esforcen a fer compatibles els dos

trebballar sota qualsevol metodologia: tradicional, connexionista o cap de les dues. Afirma que el càlcul no és necessàriament simbòlic ni el contrari, i que sovint és l'efecte i resultat d'un procés cooperatiu. Exemple: una fila de formigues «calcula» automàtica-

ment la trajectòria mínima entre el menjar i el formiguer, que sol ser —si res no ho impedeix— una recta; ara bé, si col.loquem una pedra que interfereixi la trajectòria calculada, les formigues la recalcularan espontàniament de manera que la nova solució eviti l'obstacle i continuï essent mínima. Aquí és ociós parlar de «qui» calcula la trajectòria: la calcula algun «programador»? es calcula «sola»? és realment un «càlcul»?, o més aviat es tracta d'«autoorganització»? Steels

«genètics», dits així perquè —deixats anar— ells sols s'autoorganitzen o presenten espontàniament fenòmens tals com mutacions, seleccions, variació, creixement, supervivència o extinció que recorden extraordinàriament els comportaments evolutius clàssics de la Biologia).



Daniel HILLIS és el creador de la Connection Machine, un ordinador paral·lel ultrarràpid, d'estrucció semblant a un reticle. Hillis observa que la

L'americà Tommaso TOFFOLI i el seu grup de l' MIT treballa sobre un model de càlcul bastant diferent de l'habitual (si bé inventat per Von Neumann a la fi dels anys 40), els «autòmats cel.lulars», que permeten, com la Connection Machine, experimentar comportaments i dinàmiques de càlcul — incloent-hi els «genètics»— molt diferents dels corrents, amb resultats que no paren de sorprendre.

dinàmica de càlcul de la seva màquina presenta fenòmens curiosos: de vegades, en segons quins càlculs, l'activitat calculatòria es concentra en una part del reticle, en d'altres es distribueix a l'atzar o en oscil.lacions periòdiques, o caòtiques. Tot això suggereix implícitament que hi ha molt que no sabem de què és un «càlcul» i de les sorprenents maneres en què un càlcul es pot executar en màquines d'arquitectures no-convencionals. (I encara hi podríem afegir els càlculs

Cap on porta, tot això? No ho sabem pas. Només es pot afirmar que la IA encara té molt de camp per córrer, i l'última paraula encara no l'ha dita ningú. En tot cas, prepareu-vos per sorpreses. Com diu McCarthy, si la Física no ha resolt certs problemes fins al cap de cent anys d'estudiar-los, la IA —que Déu n'hi dò les sorpreses que ens ha donat en 34 anys— per què havia de resoldre els seus en menys?

Ordenadores personales e impresoras

olivetti

Reconocimiento automático del habla mediante redes neuronales

Enric Monte.

Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.UPC

I- Introducción.

En la década de los 80 se popularizaron una serie de arquitecturas de ordenadores que tienen una gran semejanza en cuanto a su estructura con las redes neuronales. Estas arquitecturas, junto con algoritmos capaces de ejecutarse en ellas, dieron lugar a la aparición de lo que se conoce como modelos conexiónistas o redes neuronales artificiales. En este tipo de máquinas el cálculo se realiza de manera distribuida en un gran número de procesadores sencillos, dotados de una gran riqueza de conexiones entre ellos. Las aplicaciones en las que se han empleado los modelos conexiónistas, se caracterizan por necesitar gran potencia de cálculo y por no tener una solución práctica mediante tecnologías convencionales. Las aplicaciones en donde ha sido natural el uso de las redes neuronales han sido principalmente control, imagen y voz.

Las arquitecturas conexiónistas intentan heredar algunas de las propiedades del sistema nervioso. Estas propiedades abarcan la capacidad de clasificación rápida de imágenes o sonidos, o el control motor de un sistema con gran número de grados de libertad como es el caso de la mano. Además de ser capaz de realizar este tipo de tareas una arquitectura conexiónista ha de ser capaz de funcionar con procesadores de gran simplicidad y extremadamente lentos. Otra propiedad que ha de tener una arquitectura conexiónista, es que los algoritmos que se puedan ejecutar sobre ella, sean fácilmente paralelizables. Esta última propiedad es casi tan importante como la existencia de un hardware capaz de sopportar un número elevado de procesadores altamente interconectados, y ha sido

la razón detuvo la investigación en este área durante casi 20 años. En los años 50 y 60 se produjo un auge en la investigación de arquitecturas que fueran una alternativa a las arquitecturas secuenciales tipo Von Newman. La investigación en este área se detuvo tras el fracaso de las búsquedas de algoritmos que se pudieran ejecutar en arquitecturas de este tipo. Por último una propiedad que ha de tener este tipo de arquitectura es la capacidad de aprender. Este aprendizaje puede ser a partir de ejemplos presentados al sistema por un supervisor o se puede producir por autoorganización interna de las conexiones entre procesadores. Además presentan una serie de propiedades de las cuales nombramos unas cuantas a continuación:

**Paralelismo masivo: La característica que define las redes neuronales es la existencia de gran cantidad de procesadores simples, con una topología de conexiones muy complicada y rica. Esta propiedad proporciona versatilidad de las redes, en cuanto a problemas que puede resolver, velocidad de tratamiento, tolerancia a fallos.

**Aprendizaje: Otra de las características que hace atractivas las redes, es la existencia de algoritmos para entrenar las redes de manera automática a partir de ejemplos. Muchos de estos algoritmos son locales, por lo que cada «neurona», únicamente se ha de comunicar con las «neuronas» de un entorno topológico, lo que facilita las comunicaciones. Además algunos algoritmos por ser locales permiten que cada «neurona», pueda aprender de manera independiente de las otras, y por tanto se puede introducir paralelismo en la red.

**Modelado estocástico, incertidumbre y variabilidad: La propiedad de generalización de las redes neuronales permite tratar la variabilidad y el ruido de las muestras. Esta propiedad consiste en que con muestras que la red no ha visto durante el entrenamiento, la red proporciona resultados parecidos a los que daría con las muestras de entrenamiento. Otra ventaja de las redes no presuponen distribuciones de probabilidad de los datos de entrada, sino que realizan un modelado no paramétrico de los mismos.

**Aprendizaje de funciones no lineales: Las redes neuronales se pueden usar como clasificadores no lineales y para aprender funciones arbitrarias de $R^{sup5}(N)$ a $R^{sup5}(M)$, lo que puede llevar a mejorar las prestaciones en aplicaciones de clasificación y de aprendizaje de funciones.

**Integración de información procedente de diversos orígenes: La operación básica de la mayor parte de los modelos de redes neuronales es la combinación lineal de entradas de una «neurona». Este tipo de operación, hace que para la red sea transparente el tipo de entrada que tenga. El proceso de aprendizaje, hace que los pesos de la combinación lineal sean tales que las variables de entrada queden escaladas a un mismo margen.

Para una introducción al los diversos tipos de arquitecturas neuronales se puede consultar el artículo de Lippman [1] o el libro de Hetch-Nielsen [2].

II- Relación entre las redes neuronales biológicas y electrónicas.

Para realizar un modelo de las

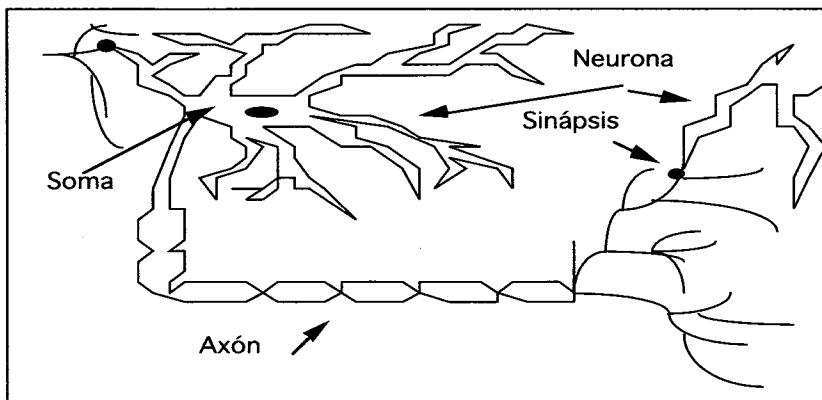


Figura 1. Dibujo en el que se esquematiza el diagrama de una neurona biológica.

redes neuronales biológicas, es necesario tener un conocimiento de su comportamiento. En la figura 1 presentamos un dibujo de una neurona biológica. En el dibujo se observa que la neurona está constituida por un cuerpo central denominado soma, en el que confluyen sinapsis procedentes de otras neuronas. En el soma se produce una integración de las señales procedentes de las sinapsis. Empíricamente se ha observado que las neuronas responden de manera no lineal a las señales procedentes de las sinapsis. Cuando la intensidad de las señales que confluyen a las sinapsis supera un cierto umbral, la neurona responde emitiendo una señal que se genera en el soma y que se propaga por el axón hasta llegar a las dendritas, donde transmiten la señal propia de la neurona a otras neuronas a través de las sinapsis.

El modelo de una neurona biológica constará de unos elementos que simularán las sinapsis. Estos elementos que simularán las sinapsis se-

rán canales de comunicaciones entre elementos procesadores. Además el modelo que haremos de la neurona biológica ha de ser capaz de simular el efecto umbral, es decir, ha de ser capaz de activarse o dar señal a partir de unas condiciones relacionadas con las entradas de la red. De manera arbitraria en el modelo de la neurona supondremos que la neurona se dispara o genera señal a partir del momento en que la suma de las entradas procedentes de otras neuronas ponderadas por la eficacia sináptica asociada con cada conexión. En la figura 2 presentamos el modelo de una neurona, que llamaremos perceptrón. En este modelo se observa que la entrada esta ponderada por la eficacia sináptica, representada aquí como $w_{sdi}(i)$, una vez se ha realizado la combinación lineal de las entradas, se simula la actividad del cuerpo de la neurona (Soma), por medio de una función no lineal arbitraria $f(\cdot)$ que incluye el efecto de umbral de la red biológica. Como se ha observado en la figura anterior, el modelo que hemos

realizado de la neurona biológica es de una gran simplicidad, únicamente efectúa una combinación lineal de entradas, que pueden proceder de otras neuronas o de sensores. La manera de aumentar la capacidad de cómputo consiste en crear una red de neuronas simples altamente conectadas. Intuitivamente se puede pensar que este tipo de arquitectura puede heredar algunas de las propiedades que tiene el tejido nervioso. Existe el teorema de Kolmogorov, que dice que una red de procesadores que realizan las operaciones del modelo de neurona que hemos descrito en el párrafo anterior puede implementar cualquier función continua y arbitraria entre un cubo n -dimensional $[0,1]^{n \times n}$ y el conjunto $R^{n \times m}$, sin imponer restricciones en la dimensionalidad de la entrada o de la salida. Este resultado es muy importante pues, demuestra que con arquitecturas del tipo mostrado en la figura 3, se pueden aprender aplicaciones arbitrarias. En particular estas aplicaciones pueden ser el control del movimiento de una mano, el reconocimiento de imágenes, el reconocimiento y síntesis del habla y en general tareas que son difíciles de resolver mediante otro tipo de técnicas.

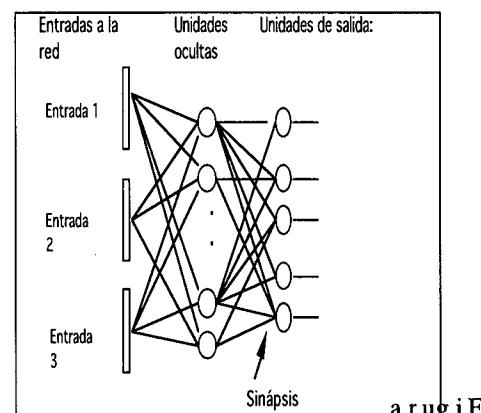
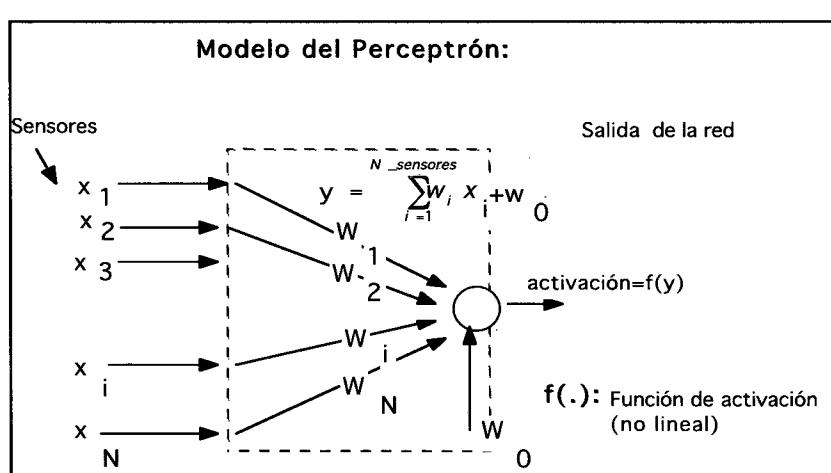
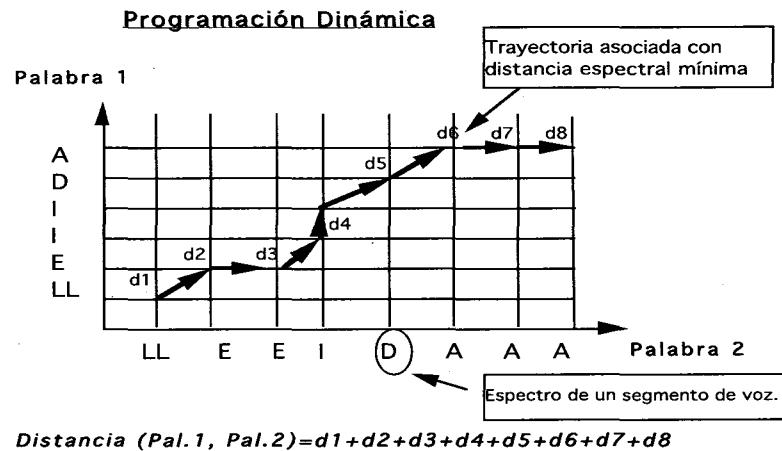


fig 3. Diagrama de una arquitectura neuronal.

III- El reconocimiento automático del habla mediante redes neuronales.

Una de las peculiaridades que tiene el problema del reconocimiento del habla es la naturaleza secuencial de la señal de voz. Esta peculiaridad





Programación Dinámica: Medida de distancia única aunque las duraciones sean diferentes.

Figura 4. Descripción del funcionamiento de la programación dinámica.

dificultará la tarea de reconocimiento pues nos encontraremos que se tendrán que comparar señales de duración diferente. La herramienta que se ha usado para realizar la comparación de señales de duración diferente es la programación dinámica desarrollada por Bellman en la década de los 60. Para realizar la programación dinámica se ha de dividir la señal en segmentos de la misma duración. Si queremos comparar señales de duraciones diferentes tendremos que comparar dos conjuntos de segmentos con un número de componentes diferentes. Para poder realizar esta comparación se genera una matriz de distancias y se busca el camino de distancia mínima entre el origen y el final. En la figura 4 mostramos un ejemplo de como funciona la programación dinámica en el que se calcula la distancia entre dos realizaciones de la palabra «LLEIDA».

El uso de las redes neuronales en el campo del reconocimiento automático del habla, representa una inno-

vación cualitativa respecto a las aproximación clásica basada en distancias y en la programación dinámica. En la figura 4 presentamos un diagrama de un sistema de reconocimiento clásico. El núcleo de un sistema de reconocimiento clásico consiste en un módulo en el que comparan dos secuencias de duración diferente: la señal de entrada con la señal almacenada en la biblioteca de referencias.

Dado que las arquitecturas basadas en redes neuronales, son una herramienta reciente, se han ideado diversos sistemas para tratar el problema del reconocimiento del habla. Algunos de estos sistemas tratan el problema de manera homogénea y resuelven la secuencialidad del habla sin utilizar programación dinámica. Sin embargo existen diversos sistemas híbridos en los que se utilizan las redes neuronales para resolver los aspectos del problema de clasificación

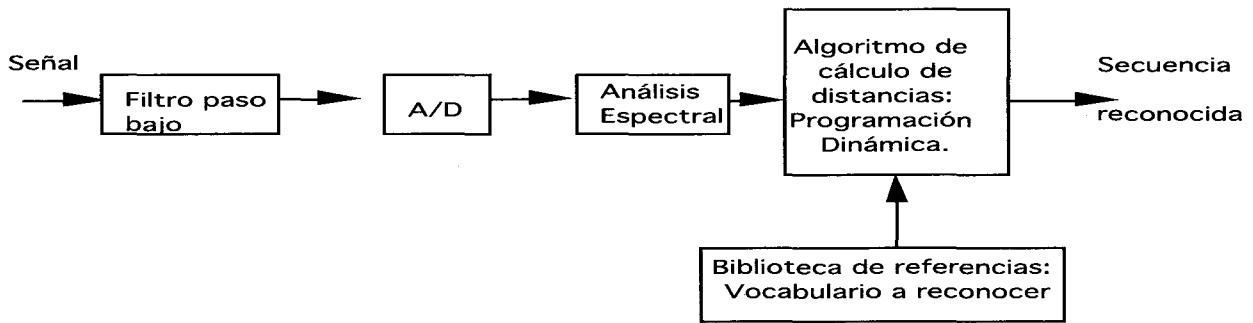
en los que éstas funcionan mejor que los sistemas tradicionales; dejando el problema del alineamiento temporal a la programación dinámica. Esto es debido a que las redes actuales no tratan el problema de la secuencialidad del habla de manera totalmente satisfactoria. A pesar de que las redes neuronales como línea de investigación tienen un futuro prometedor, las prestaciones actuales de los sistemas basados en redes neuronales son limitados. Con los sistemas actuales es difícil realizar un sistema de reconocimiento automático del habla, independiente del locutor y de gran vocabulario (>1000 palabras) basado en redes neuronales. El estudio lo llevaremos a cabo sobre el tipo de unidad fonética sobre el que trabaja cada una de las redes, ya sea a nivel fonético o nivel de palabra.

Una aproximación al reconocimiento basado en sistemas que combinan las redes neuronales con la programación dinámica, se basa en usar la programación dinámica para alinear la señal de entrada a una duración preestablecida. En este caso la red neuronal actúa como un clasificador, con un grupo de neuronas que se activa según sea la clasificación que decida la red. Tras el procesado que consiste en un análisis espectral de los segmentos de voz, tenemos la señal con una duración constante que usaremos como entrada a una red con un número de sensores fijos. La red realiza la clasificación de la señal de entrada activando la neurona de salida que corresponde a una palabra del vocabulario. En la figura 6 mostramos un diagrama del funcionamiento de este sistema de reconocimiento.

Una solución alternativa consiste en usar una red realimentada,

figura 5

Arquitectura de un Sistema de Reconocimiento clásico



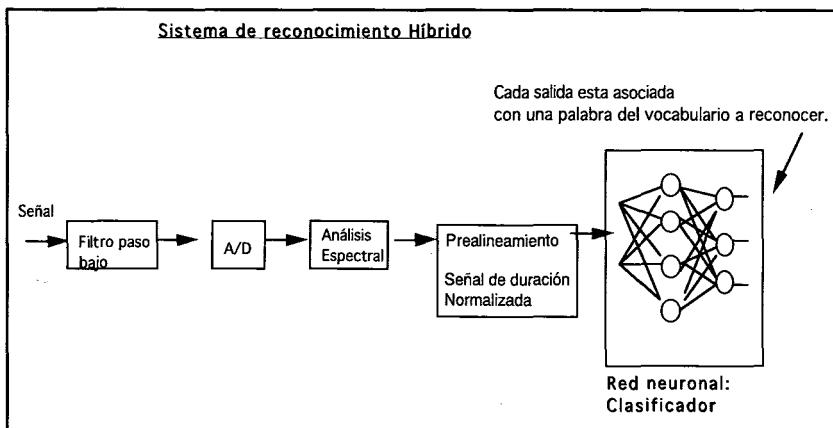


Figura 6. Diagrama de un sistema de clasificación de señales basado en la combinación de un alineamiento temporal (que soluciona el problema de la variabilidad de la duración de las palabras), con una red neuronal que trabaja como un clasificador.

con estructura semejante a un filtro IIR, en el que se realimenta ya sea la salida de la red o las activaciones de la capa oculta de la red. En este tipo de sistema de reconocimiento no es necesario alinear la señal a una longitud fija, pues la realimentación se encarga de conservar memoria sobre la historia pasada de la señal de voz que usamos como entrada a la red. La ventaja de un sistema de este tipo es que no se ha de realizar ningún tipo de alineamiento de la señal, ni ningún tipo de segmentación.

Existen otros tipos de sistemas de reconocimiento automático del habla basados en redes neuronales. En estos sistemas se le agrega memoria a la red (requisito indispensable para poder comparar señales de duración diferente), mediante líneas de desplazamiento en las neuronas (Time Delay Neural Nets) o mediante el uso de Modelos Ocultos de Markov.

ENRIC MONTE MORENO. Doctor Ingeniero de Telecomunicaciones por la UPC (1992).

Actualmente es profesor asociado del Departamento de Teoría del Señal i Comunicacions de la UPC donde imparte la asignatura "Electroacústica". Es autor de diversas publicaciones dentro de la especialidad de Procesado y Reconocimiento de Voz, así como de numerosas ponencias en congresos internacionales.

IV- Líneas futuras.

El tratamiento de la información realizado por las redes neuronales, promete mejoras espectaculares en un futuro cercano, dado que la capacidad de integrar en silicio estructuras del tipo que hemos discutido en el artículo se puede realizar con las tecnologías actuales. La aparición de hardware especializado en este tipo de arquitecturas de ordenador permitirá que en un futuro cercano se puedan realizar sistemas de reconocimiento del habla, de gran vocabulario (en la actualidad está limitado a 1000 palabras) con independencia del locutor (en la actualidad como máximo los sistemas aceptan decenas de locutores distintos)

V-Referencias.

- [1] Lippmann,R.P. «An introduction to computing with neural nets». IEEE ASSP Mag. Abril,1987.
- [2] Hecht-Nielsen, R. «Neurocomputing»; Addison-Wesley,1991.
- [3] Lippmann,R.P. and Gold,B. «Neural-net classifiers useful for speech recognition. IEEE Int. Conf. Neural Networks, Junio, 1987.
- [4] Elman,J.L. y Zipser,D. «Learning the hidden structure of speech.» Technical Report, University of California, San Diego, Feb. 1987.
- [4] Monte, E. «Reconocimiento Automático del habla mediante redes neuronales y técnicas híbridas». Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya. 1992.
- [5] Waibel, A., Hanazawa, T., Hinton,G., Shikano, K., y Lang K. «Phoneme recognition using time-delay neural networks.» IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. Marzo 1989.
- [6] Wartrous,R. «Speech recognition using connectionist networks.» Ph.D. thesis,Universidad de Pensilvania. 1988.
- [7] Waibel, A. «Modular construction of time-delay neural networks for speech recognition.» Neural Computation. 1989.
- [8] Leung, H.C. y Zue, V.W. «Applications of error back-propagation to phonetic classification.» Advances in Neural Information Processing Systems. D. S. Touretzky (ed.) Morgan Kaufman, San Mateo. 1989.
- [9] Hampshire, J., y Waibel, A. «A novel objective function for improved phoneme recognition using time delay neural networks.» IEEE Trans. Neural Networks, Junio, 1990.
- [10] Peeling S., y Moore, R. «Experiments in isolated digit recognition using the multi-layer perceptron.» Technical Report 4073, Royal Speech and Radar Establishment, Diciembre 1987.
- [11] Burr,D.J. «Speech recognition experiments with perceptrons.» Advances in Neural Information Processing Systems.» Morgan Kaufmann. 1988.
- [12] Bottou, L. Fogelman-Soulie, F.,Blanchet, P., y Lienard, J.S. «Experiments with time-delay networks and dynamic time warping for speaker independent isolated digits recognition.» Proc. Eurospeech, Septiembre 1989.
- [13] Tank,D.W. y Hopfield,J.J. «Neural computation by concentrating information in time.» Proc. Natl. Acad. Sci.USA. Abril 1987.
- [14] Sakoe,H. Isotani,R. Yoshida,K. Iso,K. y Watanabe,T. «Speaker independent word recognition using dynamic programming neural networks.» IEEE Int. Conf. Acoustics Speech and Signal Processing 1990.
- [15] Iso, K. y Watanabe,T. «Speaker independent word recognition using a neural prediction model.» IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing. 1990
- [16] Levin, E. «Speech recognition using hidden control neural network architecture.» Proc. Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing. 1990.
- [17] Miyatake, M., Sawai, H. y Shikano, K. «Integrated training for spotting Japanese phonemes using large phonemic time delay neural networks.» IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing. 1990.

De las redes y servicios específicos a los sistemas y servicios telemáticos¹

Vicente Casares

Departamento de Matemática Aplicada y Telemática de la UPC

1.-INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se pretende indagar un poco sobre la palabra telemática. Tal vez, la visión más simplista, pero no por ello trivial, resulta la de asociar telemática con la simbiosis: *telecomunicación + informática*. Pero para poder calibrar adecuadamente el término lo estudiaremos históricamente, trabajo necesario para hallar las raíces de cualquier realidad, e identificar y ponderar los elementos que la componen. Por eso los autores describen algunos aspectos históricos, presentes y con proyección de futuro en los sistemas de telecomunicación. Los sistemas informáticos son tratados con menos intensidad, si bien se hacen alusiones a determinados aspectos influyentes que éstos han tenido en el desarrollo de aquéllos.

El apoyo tecnológico que la telecomunicación ha recibido de la informática ha sido contundente y decisivo. En ese sentido los autores llegan a la conclusión -no cerrada- de la idea telemática:

conjunto de conceptos, técnicas y servicios surgidas de la transmisión de datos, de la telefonía y de su crecimiento y acercamiento natural, posibilitado por el desarrollo de la microelectrónica y el uso del computador.

Esta definición se basa en el tandem concepto-tecnología. Sin la conjunción de ambos, difícilmente se hubiera llegado a la realidad y perspectivas de futuro pronosticadas.

2.- ALGUNOS ASPECTOS GENERALES E HISTÓRICOS

De todos los sistemas de telecomunicación, es el sistema -servicio- telefónico el que ha alcanzado una mayor penetración social. El desarrollo ha sido masivo. Poco más de un siglo después de la invención del teléfono (1876), -posterior al telégrafo (1838)- el número de abonados mundiales se acerca ya a los 700 millones. Es la mayor máquina cibernetica que haya conocido el hombre. La demanda de tal servicio ha hecho que cualquier terminal remoto del globo terráqueo sea alcanzado desde cualquier otro terminal de origen. Le sigue el servicio telex (*telegraph exchange*), a cuya red se conectan cerca de 2 millones de abonados mundiales.

La evolución experimentada por la transmisión y la commutación siempre ha estado diferenciada. Los primeros enlaces telegráficos, consistían en un simple hilo desnudo con retorno por tierra (nadie pensaba todavía en la commutación). Posteriormente el buen pensar y el buen hacer en el área de electromagnetismo impulsó toda una gama de alternativas: líneas bifilares, cables, pares de cuadretes, agrupación de cables, coaxiales, radioenlaces, guiaondas, y recientemente, la fibra óptica. La aparición de la telefonía, vino acompañada por el requerimiento de la función de commutación. La realización de ésta, al tratarse de sofisticadas funciones, implicaba grandes dificultades. Al principio la commutación, en este caso el

encaminamiento de conversaciones telefónicas, era hecho manualmente: la operadora. Las limitaciones tecnológicas al comienzo de la era de las telecomunicaciones, hicieron que la automatización de los nodos de commutación siguiese un camino lento y costoso. Así pues, a nadie sorprende que un siglo después de la invención del teléfono, haya todavía centrales telefónicas manuales. Es más, en muchos casos éstas son difícilmente reemplazables, debido a factores de diversa índole. Basta pensar en las zonas rurales con escasez de abonados (factores económicos), servicios internacionales asistidos por operadora (factores operativos), etc.

Por supuesto que las centrales de commutación no tuvieron que esperar a la invención del transistor para ser automatizadas. Tampoco hicieron uso de un componente ya existente: la válvula de vacío (diodo, triodo, pentodo, etc.); -el triodo, inventado por Lee de Forest en 1907, posibilitó la amplificación analógica de señales abriendo así el camino para la telefonía de larga distancia². Fue la tecnología electromecánica la que se encargó de la automatización telefónica. A mediados de este siglo, momento en el que apareció el transistor y cuando la concepción de sus productos derivados estaba todavía en su infancia, las centrales electromecánicas automáticas eran una realidad extendida. Los sistemas de selección más populares, Strowger , Lorimer, Rotary , panel, y ya casi los de barras cruzadas³, tras largos años de experimentación y desarrollo, habían alcanzado tal grado de perfección, que

parecía imposible sustituirlos. Los ordenadores de semiconductores⁴-no la tecnología de vacío- negaron la inmunidad de aquellos sistemas.

Al margen de -por el momento- la fibra óptica, la invención del transistor produjo un mayor impacto en la conmutación que en la transmisión. Las distintas familias tecnológicas de semiconductores SSI, MSI, LSI y VLSI, acabaron por relegar las válvulas electrónicas, quedando éstas como elemento a utilizar en extremis, como en alta potencia, radar, emisoras de radio y TV. La sustitución de la válvula por los productos derivados del germanio y del silicio en la arquitectura de ordenadores, no se hizo esperar. En conmutación, el sustituto del relé no fue el dispositivo de vacío sino el semiconductor. El cambio fue tan favorable que las unidades de control electromecánicas en la conmutación telefónica están prácticamente extinguidas, cosa que parecía increíble poco antes de los años cincuenta.

Las centrales semielectrónicas vinieron a reemplazar a las electromecánicas. Las técnicas de control por lógica cableada, por programa cableado fueron las primera en usarse, si bien con escasa profusión. Con el advenimiento de los ordenadores vino la técnica *store program control* (SPC), hoy en día consolidada en los nuevos sistemas de conmutación electrónica.

Las perspectivas futuras son de cambio seguro y el relevo de tecnologías en materia conmutación -al igual que está sucediendo en transmisión- es imparable. Si la transmisión ha precedido a la conmutación desde el punto de vista funcional, también es cierto que ésta última no ha dejado hasta la fecha de dar los mismos pasos que aquella. Primero apareció la transmisión analógica y luego la conmutación analógica o de circuitos. Ambas juntas configuran la red analógica integrada (IAN). Casi un siglo después, en 1962, BellLabs introducía la transmisión digital PCM (*pulse-code modulation*). Poco después, y para no ser menos, en Europa entraba en escena la conmutación

digital (Francia, 1970). Estas dos últimas expresiones en las comunicaciones configurarán en un futuro la red digital integrada (IDN). Conviene subrayar que la I de IDN (IAN) se refiere a la integración digital (analógica) de la transmisión y la conmutación, y no al concepto de integración de servicios.

La transmisión analógica está siendo reemplazada por la digital. Otro tanto sucederá con la conmutación. Ahora bien, la nueva tecnología podrá solamente ser introducida lentamente en las red de telecomunicación, habida cuenta de la inercia que las caracteriza. Habrá un período de transición de varias décadas, en el que viejas y nuevas tecnologías coexistirán. Las interfaces -*internetworking*- que compatibilicen las situaciones híbridas, entre la IAN y la IDN, supondrán un precio adicional. Así pues, se vislumbra que antes de llegar al objetivo llamado IDN, tendremos en la red equipos multiplexores TDM (*time-division multiplexing*), FDM (*frequency-division multiplexing*) y transmultiplexores TDM/FDM, los cuales podrán ser eliminados a medida que aumente el grado de digitalización.

Quizás, lo que resulta más atractivo de la red IDN, es la posibilidad de integrar servicios. Ello da origen al concepto de red digital de servicios integrados (RDSI), entendiéndose ésta como una evolución lógica de aquella. Ya que la IDN es diseñada para transmitir y conmutar la información en forma binaria, no parece haber problemas en enviar, por ejemplo, voz y datos por el mismo

sistema. Ahora bien, si conceptualmente y tecnológicamente la idea es atractiva, los problemas pueden venir con el dimensionado de la red. No hay que olvidar que estamos hablando de un sistema con recursos compartidos, por lo que la eficiente utilización de éstos, es de capital importancia. En efecto, los inconvenientes aludidos surgen de querer tratar de igual manera fuentes de información con características estadísticas distintas [CHE-88].

También hay problemas de índole económico y social, como la digitalización del bucle de abonado (por bucle de abonado se entiende la línea de dos hilos que une la central al abonado). Esta es ineludible si queremos hacer realidad la integración de servicios. Pero la inversión de equipos terminales de línea por un lado, y las exigencias del usuario en un servicio continuado por el otro, hacen que aquel sea tremadamente conservativo. Piénsese en que las técnicas de señalización entre el abonado y la central son técnicas de principio de siglo: apertura y cierre de bucle. Asimismo, el teléfono no ha evolucionado más que en su aspecto exterior o de presencia: hasta no hace mucho su color seguía siendo el negro. Y los principios fundamentales de su funcionamiento siguen siendo todavía los mismos que las patentes de Alexander G. Bell (1876) y Thomas A. Edison (1876) -transmisor telefónico por resistencia variable de carbón. Pues bien, pese a los grandes avances tecnológicos, la RDSI -refiriéndonos al bucle de abonado- únicamente presenta una evolución en la señalización telefónica, y no en la de funcionalidad del teléfono.

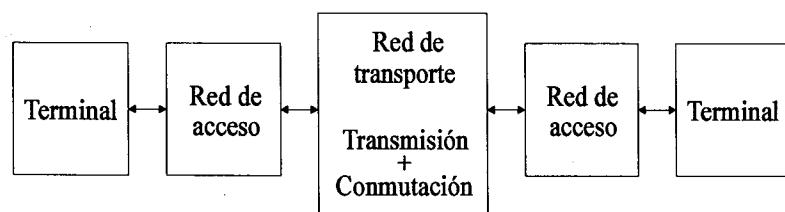


Figura 1.- Modelo arquitectónico de un sistema de telecomunicación.

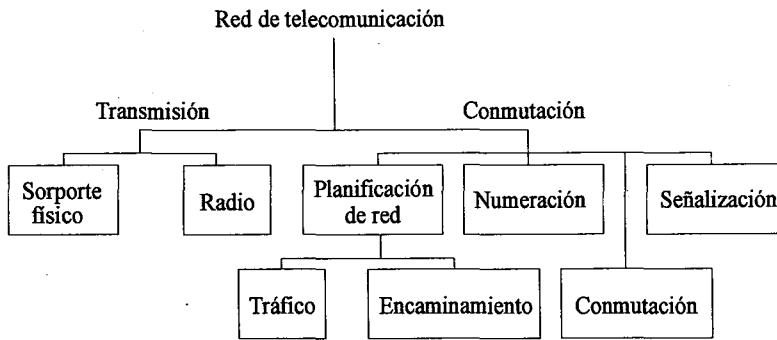


Figura 2.- Disciplinas derivadas de una red telefónica.

Por lo tanto, se detecta una evolución en las redes de telecomunicación; partiendo de la actual IAN, pasando por la etapa intermedia IDN y finalizando en la RDSI. Esta última, facilitará la conexión digital de usuarios, extremo a extremo. Muchos otros servicios además del tradicional telefónico serán ofrecidos: imagen, textos, datos, servicios locales, facsímil directo, facsímil de almacenamiento y reenvío, correo electrónico, etc. No obstante, para imágenes de alta calidad y servicio de televisión de alta definición (HDTV) se precisará de una red de nueva concepción, la red de comunicaciones integradas de banda ancha (CIBA), la cual hará uso de la microelectrónica y de la fibra óptica, tecnologías consolidadas en la pasada década. Ésta última, sin embargo, todavía a nivel de transmisión y no de conmutación.

3.- MODELO ARQUITECTÓNICO DE SISTEMA

Basamos la discusión del presente trabajo en el modelo clásico de sistema de telecomunicación, esto es, el configurado por los elementos *terminal, red de transporte y red de acceso*, mostrados en la figura 1. La conjunción de los tres componentes configuran un sistema de telecomunicación concebido para ofrecer un determinado servicio. Tradicionalmente, los sistemas de telecomunicación

en cuanto al terminal, red de transporte y red de acceso se han clasificado en base al tipo de servicio ofrecido. Así, por ejemplo, el sistema telefónico lo componen la red telefónica a la cual se conectan los terminales telefónicos vía una red de acceso especial: el bucle de abonado. Podemos aplicar este punto de vista para entender la red telex y los terminales telex ofreciendo el servicio telex, o también las redes de ordenadores y sus terminales (los ordenadores), etc. Además, con el tiempo se han construido redes con el propósito de dar servicios específicos hasta el punto de que cada red se ha especializado en ofrecer óptimamente aquel servicio para el cual fue concebida.

3.1.- Terminal

Los terminales son específicos para cada servicio. Se prevé una evolución caracterizada por la incorporación paulatina de inteligencia en el propio terminal, habilitándolo para mantener un diálogo de control de la comunicación con la red. La tendencia es hacia el terminal multifunción, multiservicio y multimedia.

3.2.- Red de transporte

Tal vez, y en atención al sistema telefónico, los componentes de una red de transporte se han parcelado según la función desempeñada: enla-

ces -transmisión- y centrales -conmutación. Según [FRE-80] de tal división se derivan especialidades bien definidas (ver figura 2).

Cabría añadir la disciplina de sincronización para redes digitales. Entendemos que tal clasificación podría incluir las redes que al igual que la red telefónica básica (RTB) tienen una estructura topológica compleja -topología mallada, que se comenta en el punto cinco. Tal es el caso de redes de área extendida (WANs, del inglés *wide area network*) para datos con filosofía de conmutación de paquetes, en donde también se distinguen la transmisión y conmutación, y equivalentemente contemplar los planes de encaminamiento, de numeración, de señalización, etc.

No obstante, extrapolar semejante clasificación telefónica a otras redes no es tarea fácil. Así por ejemplo el caso de comunicación de datos vía redes de área local (LANs, del inglés *local area network*) y dependiendo de la técnica de acceso se nos puede hacer difícil el discernir entre las funciones de transmisión y conmutación, apareciendo esta última distribuida. En nuestro modelo incluimos tales redes, al igual que las centralitas de pequeña capacidad PABXs (*private automatic branch exchange*), en la parcela de redes de acceso.

3.3.- Red de acceso

La red de acceso permite la conexión local entre un terminal y una red de área extendida -WANs o RTB-. El ejemplo más trivial es el del bucle de abonado telefónico. En redes de acceso compartido tenemos las centralitas PABXs (comutación de circuitos) y las redes de área local y de área metropolitana (MANs, del inglés *metropolitan area network*) (comutación de paquetes). En tales casos la red de acceso permite la conexión entre abonados locales. Para PABXs, la conexión con red telefónica resulta sencilla sin más que compatibilizar la señalización -los protocolos. En igual medida, para la conexión de LANs con WANs es

menester disponer de puentes o pasarelas que preserven los protocolos adecuados.

Finalmente añadir que los sistemas de radiomóvil también tienen cabida en esta estructura arquitectónica. Así por ejemplo el servicio modo de transferencia asíncrono (ATM, del inglés *asynchronous transfer mode*) no es el servicio telefónico ofreciendo a través de una nueva red telefónica. Es el mismo servicio telefónico comercial ofreciendo a través de la misma red de transporte pero con distinta red de acceso. Ésta la configuran el sistema de estaciones base -radiopuertos- y los centros de control de telefonía móvil específicos que hacen de interfase con la RTB.

4.- PROTOCOLOS DE USO DEL MEDIO EN ACCESO Y TRANSPORTE

Los terminales de telecomunicación, cuando establecen conexiones entre sí, lo hacen vía redes de acceso y/o redes de transporte. La asignación de los recursos de red ha sido una de las problemáticas perennes en telecomunicación. La idea de si repartir o compartir recursos ha sido extensamente debatida en toda la literatura especializada [VID-86]. En el primer caso los recursos pueden repartirse siempre cuando haya fuertes demandas de tráfico que así lo aconsejen. En cambio, en bajas tasas de demanda, un reparto directo de los recursos se traduce en una baja eficiencia de uso. Es ahí cuando el compartimiento de recursos alcanza una

mayor necesidad y significado.

El acceso de varios terminales -acceso múltiple- a los recursos de telecomunicación debe arbitrarse mediante algoritmos convenientemente especificados. Los algoritmos de acceso múltiple son función del tráfico a cursar, por lo que históricamente se han propuesto y desarrollado acorde con las disponibilidades tecnológicas y entornos de red -acceso o transporte.

El protocolo de acceso múltiple es una acuñación que ha tomado gran fuerza con la aparición de las nuevas redes de acceso -LANs, redes de radioacceso, etc. El concepto proviene de las redes de transporte clásicas, fundamentalmente de la RTB. En ésta, la compartición/repartición ha sido tradicional y cronológicamente SDM (*space division multiplexing*), FDM y TDM; en ellas, el terminal accede indirectamente a los medios de transporte vía concentradores y/o multiplexores.

Por contra, los algoritmos que regulan la compartición/repartición de los recursos en las redes de acceso son de interacción directa con el medio. Se precisa cierta coordinación directa entre terminales. A mayores tasas de tráfico mayor coordinación, y viceversa. Para alto tráfico son adecuadas las técnicas FDMA (*frequency division multiple access*), TDMA (*time division multiple access*) o CDMA (*code division multiple access*). Si bien esta última no tiene analogía paralela en redes de trans-

porte, lo cierto es que en radio acceso celular se está teniendo en cuenta últimamente, a diferencia de lo pronosticado en ciertas fuentes [LIN-87]. Se ha de subrayar la SDMA (*space division multiple access*) como técnica de acceso directo, teniendo como ejemplo el bucle de abonado telefónico.

Para poco tráfico entre terminales el requerimiento de coordinación disminuye. En tales situaciones se hacen servir técnicas como la ALOHA, [ABR-70], S-ALOHA, CSMA, BTMA, [LI-86].

Finalmente, indicar como solución de compromiso las técnicas de acceso controlado, mediante paso de testigo [VID-86]. Como ejemplos tenemos el acceso al medio en redes LANs de topología en bus o en anillo que siguen la normativa del IEEE 802.4 y 802.5.

5.- TOPOLOGÍAS

Con independencia del tipo de sistema -tipo de servicio- que se trate, las redes de transporte ha venido adoptando una topología mallada, esto es, la conectividad entre dos nodos cualesquiera de red queda altamente garantizada al disponer de varias alternativas de encaminamiento. Ello ha ocasionado no pocos problemas de dimensionado y encaminamiento principalmente, hecho que a veces ha obligado a decantar de antemano la estructura de la misma. Por ejemplo, en la RTB, la estructura de red mallada y jerárquica "simplifica" los problemas anteriormente citados. Por contra, las redes de acceso se ha caracterizado por adoptar topologías sencillas. En terminología de grafos, una rama -bucle de abonado telefónico, un bus -red de área local-, una estrella -centralitas privadas-, etc. Tal sencillez ha hecho que las redes de acceso fueran escasamente compartidas, lo que les ha dado el carácter de redes costosas y restrictivas [CHI-87]. Así por ejemplo, el bucle de abonado telefónico está ideado para ser usado por un único terminal, pese al bajo tráfico generado y/o recibido. Es pues notoria la inercia al cambio que exhibe el acceso telefónico tradicional⁵.

CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS	CONMUTACIÓN DE PAQUETES
RED TELEFÓNICA. (700 MILLONES DE ABONADOS). CONECTIVIDAD INTERNACIONAL. RED TELEX. (2 MILLONES DE ABONADOS). CONECTIVIDAD INTERNACIONAL.	WAN: RED IBERPAC. RED TRANSPAC. RED DATAPAC. RED ARPANET. CONECTIVIDAD NACIONAL

Tabla 1.- Redes de transporte.

6.- TECNOLOGÍAS DE CONMUTACIÓN

Al hablar de tecnologías de conmutación queda implícita la idea de cómo los usuarios -terminales- envían información a través de las redes -de acceso y de transporte-. Consecuentemente, se ha de recalcar que, si bien el término afecta mayoritariamente a la función de nodo de red -tanto de transporte como de acceso-, también debe englobar el aspecto de transmisión. Así pues es lícito, aunque de uso menos frecuente, emplear terminología como transmisión de mensajes y de paquetes [CHE-88].

6.1.- Conmutación de circuitos

Es una idea originalmente desarrollada en los albores de la telefonía, cuando una llamada era conectada vía operadora, esto es, conmutación manual. Por conmutación de circuitos se entiende como la asignación de un canal de comunicación espacial, temporal o frecuencial, a dos terminales que quieren comunicarse. La asignación se efectúa en la fase de solicitud de la llamada, no alterándose durante el transcurso de la misma, pese a que los terminales no hagan un uso óptimo del medio, consecuencia de haber intervalos temporales de reposo, o sea, de no transferencia. El canal o circuito asignado se libera tras finalizar la comunicación, hecho que viene indicado por cualquiera de los dos terminales. El circuito asignado parte lo configura las redes de acceso y parte la red de transporte. En conmutación de circuitos la idea de velocidad era más importante que la seguridad y el control de errores. En caso de producirse éstos, los nodos intermedios de

red no tenían capacidad correctora -de tratamiento-, tarea que dada la transparencia de aquellos quedaba postergada a los extremos, en los terminales o usuarios.

6.2.- Conmutación de mensajes

Es la comunicación paso a paso. El envío de la información progresiva a base de saltos por la red de transporte, esto es, de nodo a nodo. El envío de toda la información, del mensaje, se efectúa de un centro de conmutación a otro. En cada centro, se recibe el mensaje y se almacena a la espera de disponer de un enlace en la dirección o ruta deseada. Es la conmutación *store and forward*. La conmutación de mensajes nos recuerda al método clásico del correo postal. Fue usada en los primitivos sistemas telegráficos. En conmutación de mensajes, en oposición a la de circuitos, no interesaba la velocidad, sino la seguridad y control de errores.

6.3.- Conmutación de paquetes

A diferencia de la anterior, la conmutación de paquetes fue diseñada para la comunicación de datos más que para la de voz. La idea de conmutación de paquetes fue concebida como un sistema de conmutación distribuido seguro y fiable para aplicaciones militares [ROB-72], [ROB-78]. La primera aplicación importante fue el desarrollo de la red ARPANET por el Advanced Research Projects Agency del departamento de Defensa de los EEUU en 1969, una red nacional para enlazar ordenadores en tiempo compartido. La idea de la conmutación de paquetes sigue la misma línea que la conmutación de mensajes con una diferencia sustancial: la información -el mensaje- se fragmenta en segmentos más pequeños de longitud limitada, denominados paquetes.

Cada paquete tiene su propia cabecera identificativa de origen y destino, de control de errores, etc. Cuanto más pequeño sea el paquete menos espacio y tiempo de almacenamiento se precisa en los nodos intermedios. Con ello se consigue un retardo extremo a extremo inferior al de conmutación de mensajes. Así mismo, y durante los intervalos de pausa de una conexión, los recursos de la red -transmisión y conmutación- pueden ser compartidos por otras comunicaciones. La conmutación de paquetes viene a ser un compromiso entre la conmutación de circuitos y la de mensajes, recogiendo en cierta medida las virtudes de ambos métodos. El tamaño exacto de los paquetes es un compromiso entre retardo y mínimo overhead.

6.4- Conmutación rápida de circuitos

Cuando la información a enviar no es un flujo continuo y prolongado en tiempo -si resulta ser breve o se genera de forma esporádica- la conmutación de circuitos es ineficiente. En tales entornos, los recursos de red pueden optimizarse mediante técnicas de multiplexado estadístico. La idea resulta especialmente atractiva en el caso de redes caras, por ejemplo cables transoceánicos. Tal es el caso de la técnica TASI (*time assignment speech interpolation*) [BUL-59] o su versión digital, la técnica DSI (*digital speech interpolation*) [CAM-76]. Varias fuentes de tráfico pueden compartir un número ligeramente inferior de canales mediante la asignación dinámica de éstos a las fuentes activas. El número de canales se selecciona de forma que la probabilidad de que el número de fuentes activas supere al de canales sea baja. En esas situaciones infrecuentes, la información se descarta procurando que tal hecho sea mínimamente lesivo. Por tanto, el método viene a ser adecuado para voz y para aquellas fuentes de información con alta redundancia.

6.5- Conmutación rápida de paquetes

La conmutación rápida de paquetes constituye una versión avanzada de la conmutación de paquetes que se basa en minimizar los tiempos de procesado de los paquetes en los nodos intermedios de red. Todo ello en aras de minimizar el tiempo de transferencia

CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS	CONMUTACIÓN DE PAQUETES
BUCLE DE ABONADO TELEFÓNICO. ACCESO LOCAL. PABX. ACCESO LOCAL. RADIO MÓVIL. CELULARES, "CORDLESS", RADIOMENSAJERÍA, ETC. 1a Y 2a GENERACIÓN ACCESO LOCAL	"X.25" ACCESO LOCAL LAN CONECTIVIDAD LOCAL MAN CONECTIVIDAD LOCAL RADIO MÓVIL CELULARES, "CORDLESS", RADIOMENSAJERÍA, ETC. 3a GENERACIÓN ACCESO LOCAL

Tabla 2.- Redes de acceso.

extremo a extremo. A tal fin se ha de disponer de tecnología adecuada: fiable en transmisión y rápida en conmutación. En definitiva, con la conmutación rápida de paquetes se trata de eliminar en gran parte las complejas tareas protocolares de corrección de errores, control de flujo, encaminamiento, etc. La primera se conseguirá con transmisión óptica, y la función de encaminamiento, por ejemplo, con rápidos conmutadores que eviten el encolado en los nodo de multifurcación. La filosofía de ATM cae en las proximidades del entorno de conmutación rápida [HUI-87].

7.- BIBLIOGRAFIA

[BUL-59], K. Bullington, J. Fraser, "Engineering aspects of TASI", BSTJ, vol.38 pág. 353-364, Marzo 1959.

[ABR-70], N. Abramson, "The ALOHA System-Another alternative for Computer Communications". In AFIPS Conf. Proc. 1970. Fall Joint Comput. Conf. Vo. 37, pp. 281-285.

[ROB-72], L.G. Roberts "ALOHA packet system with and without slots capture". (ASS Note 8). Stanford, CA: Standord Research Project Agency, Network Information Center, 1972. También en Computer Com-munications Review 5, pp. 28-42. Abril 1975.

[CAM-76], S. Campanella, "Digital speech interpolation" COM-SAT Tech. Rev. Vol. 6, pág. 127-158, 1976.

[ROB-78], L. Roberts, "The evolution of packet switching", Proc. IEEE, Vol. 66, Nº 11 pág. 1307-1212, Noviembre 1978.

[FRE-80], R.L. Freeman, "Telecommunication system engineering. Analog and digital network desing". John Wiley & Sons, 1980.

[IETC-84], Instituto de Estudios de Transportes y Comunicaciones, "Memoria de 1983". Noviembre 1984.

[LI-86], V.O.K. Li, "Multiple access communication networks", IEEE Communication Magazine, Vol.25,

Nº6, pág. 41-48, Junio 1986.

[VID-86], L. Vidaller, J. Riera, "Técnicas de comunicación en redes locales", Capítulo 21 en: Teleinformática y Redes de Computadores. Mundo Electrónico, 1986.

[CHI-87], E.S.K. Chien, D.J. Goodman, J.F. Russell, "Cellular Access Digital Network (CDAN): Wireless access to networks of the future", IEEE Comm. Magazine, Vol.25, Nº6, pág 22-27, 30-31, Junio 1987.

[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.

[LIN-87], F. Lindell, J. Swerup, J. Uddenfelldt, "Los sistemas de telefonía móvil del futuro", Ericsson Review, Nº 3, pág. 162-168, 1987.

[CHE-88], T.M. Chen, D.G. Messerchmitt, "Integrated voice/data switching", IEEE Communication Magazine, Vol.26, nº6, pág 16-26, Junio 1988.

[GOM-89], A. Gomez Oliva, "Proyecto Docente", EUITT-UPM, Madrid, diciembre de 1989.

NOTAS

1. Parte de esta ponencia aparece en el "Llibre Blanc sobre les Telecomunicacions a Catalunya" (1991), y formó parte de una comunicación presentada en el II Seminario de Telecomunicaciones para periodistas (Barcelona: Diciembre de 1991).

2. Los tubos electrónicos apenas se usaron en conmutación pero sí en transmisión. En 1913 se instaló el primer repetidor para circuitos troncales con fines de experimentación. También y de forma inicial, los tonos de señalización fueron generados con tubos osciladores de vacío. El primer uso y aplicación del transistor fue para transmitir información de señalización, primera función del área de transmisión en estar beneficiada de la tecnología de los semiconductores.

3. La terminología *cross-bar*, *redes shuffle*, *redes delta*, etc. es también ampliamente usada en redes de interconexión para sistemas con microprocesadores. No obstante, el origen de tales términos hay que buscarlo en los sistemas de conmutación telefónica. G.A. Betulander, ingeniero sueco de la administración sueca Televerket, en colaboración con el también sueco Palmgren inventaron los sistemas de conmutación por barra cruzadas en 1919 Entre otras, a Betulander se le debe la original idea de las redes en eslabón. En 1950, el francés D. Gohorel diseñó el sistema PENTACONTA

4. El periodo 1935-45 fue pionero en el desarrollo de máquinas calculadoras basadas en la tecnología telefónica de la época. En enero de 1940 comenzó a operar la calculadora -primer ordenador- diseñada por G.R. Stibitz en Bell Labs., usando relés electromecánicos como elementos de diseño.

5. La RDSI rompe con el tradicional conservadurismo del bucle de abonado, tanto en su uso -se compartirá como en concepción de diálogo -protocolos de señalización más sofisticados-. No así en cuanto a medio de transmisión, pues RDSI contempla el mismo soporte físico: cable de cobre de 0.4 ó 0.6 mm.

VICENTE CASARES GINER es ingeniero de telecomunicación por la UPM (Madrid 1974), doctor ingeniero en Telecomunicación (Barcelona 1980). Es profesor desde octubre de 1974 de la UPC, habiendo impartido clases de cálculo, redes, procesado de señal y sistemas telefónicos.

Ha trabajado en temas de integración de voz y datos (proyecto CAICYT, PA86-0261) y en temas de comunicaciones móviles y portátiles (proyecto CICYT, TIC90-718 y TIC92-1180), colaborando en este último tema con Alcatel-Sesa. Actualmente forma parte del grupo investigador que el Dpto. de Matemática aplicada y Telemática tiene asignado a los proyectos europeos RACE-II, MONET (Mobile Network) y ATDMA (Advanced TDMA Access).

Mesura de la constant dielèctrica complexa de materials

DAVID J. BEDFORD GUAUS

Aquest article es parla de un projecte final de carrera, que esta realitzant l'autor a la Divisió d'Instrumentació i Bioenginyeria (DIB), a dins del departament d'Enginyeria Electrònica. L'objectiu, és el desenvolupament d'un sistema que mesura la constant dielèctrica complexa de materials. L'objectiu de desenvolupar aquest sistema és poder arribar a caracteritzar, mitjançant senyals elèctrics, la humitat i la compactació de diferents tipus de sòls (això podria esser aplicat a Geotècnia, Enginyeria de Camins,...)

Aquest sistema es basa en la mesura de l'admitància (o el que és el mateix, del coeficient de reflexió) a l'extrem d'un sensor que, per dir-ho d'alguna manera, ens tradueix la variació de la constant dielèctrica en una variació de l'admitància. Així, un dels punts importants en aquest projecte ha estat el disseny de l'esmentat sensor (veure figura), que consisteix en una línia coaxial en circuit obert aplicada sobre el material que volem caracteritzar. Aquesta línia coaxial és d'un diàmetre superior al de qualsevol línia comercial i, per tant, la vam haver de fer mecanitzar al taller de Tecnologia Mecànica de l'E.T.S. d'Enginyers Industrials de Barcelona. El mateix sensor està constituït també per la transició entre una línia coaxial de dimensions standard i aquesta línia de diàmetre més gran, essent la impedància característica al llarg d'aquesta transició de 50 ohms, amb la qual cosa no es produeix alteració sobre el coeficient de reflexió (o el que és el mateix, sobre l'admitància que mesurem).

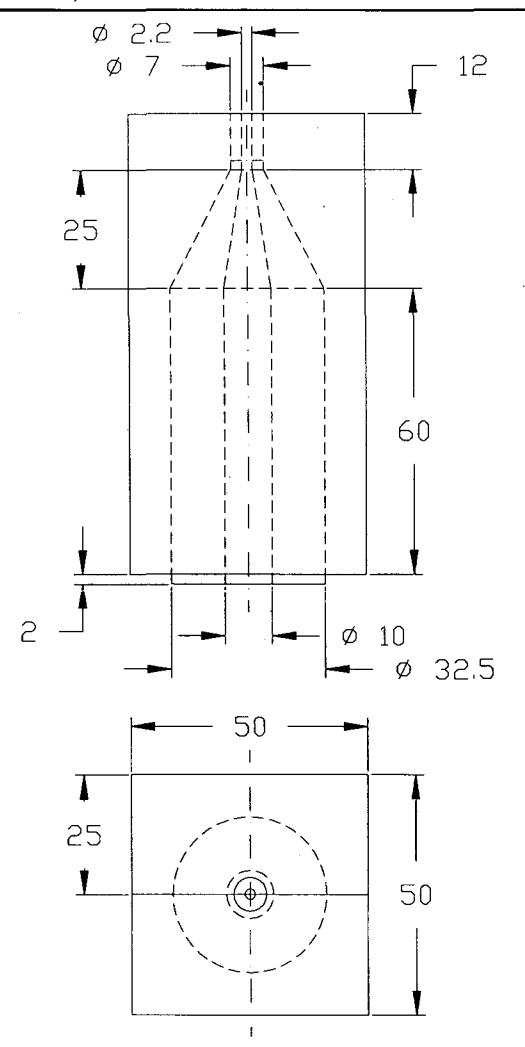
La mesura de l'admitància la fem mitjançant un analitzador d'impedàncies que funciona entre 1 MHz i 1 GHz (Hewlett-Packard 4191-

A). Aquest instrument incorpora l'interfície amb el bus GP_IB (que correspon a l'estandardt IEEE-488), el que em permet controlar-lo mitjançant un ordinador PC compatible (que tingui també aquesta interfície) i, a més, recollir les mesures que l'instrument envia a través de l'esmentat bus. Això suposa una ajuda inestimable, ja que permet recollir una quantitat molt gran de dades en un temps molt petit i, a més, permet que aquestes dades siguin processades pel mateix ordinador sense que la persona que fa la mesura hagi d'intervenir. Poso èmfasi en aquest darrer punt, ja que en aquest sistema de mesura, el que l'instrument ens dóna, és un valor d'admitància, que ha de ser necessàriament processat per obtenir la constant dielèctrica.

En aquest moment s'està treballant en l'aspecte de presentació del programa que controla l'analitzador d'impedàncies, recull les dades que aquest envia, les processa i les presenta per pantalla en forma gràfica. A més, aquest programa calibra el sistema de mesura.

En quant als temes en els que s'han hagut de profunditzar per dur a terme el projecte s'han d'incloure el CAD (per al disseny del sensor), la Teoria Electromagnètica (per poder relacionar l'admitància mesurada en el sensor amb la constant dielèctrica del material que

mesurem), la Teoria de Microones (pensem que estem treballant a freqüències de Microones), l'Anàlisi Numèrica (per al processament de les dades, ja que s'han de solucionar uns sistemes d'equacions no lineals) i el Llenguatge de programació C (per a la realització dels programes de control i processament de dades), entre d'altres. El fet d'haver profunditzat en temes tan diferents és potser un dels aspectes més interessants d'aquest projecte.



COMPORTAMENT DINÀMIC DE CONVERTIDORS CC/CC CONTROLATS PER MICROPROCESSADOR APLICATS A L'APROFITAMENT D'ENERGIA SOLAR

J. Peracaula, J. Bordona

Dept. d'Eng. Electrònica - Universitat Politècnica de Catalunya

E.T.S. Enginers Industrials - Diagonal, 647

E-08028 Barcelona

Tel : +34-3-4016604 FAX: +34-3-4016600

E-Mail: peracaula@eel.upc.es

En aquest article s'analitza el comportament dinàmic dels convertidors CC/CC controlats per microprocessador, quan s'usen en la conversió d'energia generada per cel·les solars. Per l'obtenció de resultats experimentals, s'ha emprat un prototipus basat en un convertidor de Cuk, controlat amb un microprocessador de 16 bits (Motorola 68010), amb coprocessador, funcionant a una freqüència de rellotge de 12.5 MHz.

Quan s'usa un control digital, el període de mostreig és una de les restriccions més importants, de cara a obtenir una resposta ràpida del sistema. En el cas que es presenta, el període de mostreig està condicionat pel temps d'execució de l'algorisme de control al microprocessador 68010. Encara que aquest factor introduceix una limitació en el comportament dinàmic del sistema, és interessant comparar els resultats amb els obtinguts mitjançant un control de tipus analògic [1].

Es comenten els avantatges del control digital i s'extrauen algunes conclusions pràctiques.

Paraula clau: control amb microprocessador, convertidor CC/CC, cel·la solar, model dinàmic, control elèctric.

1. INTRODUCCIÓ

La conversió CC/CC de l'energia procedent dels panells solars requereix normalment una regulació de tensió i de corrent a la sortida per compensar les variacions de la radiació solar i de les condicions de càrrega [2].

La solució convencional per la regulació de la sortida del convertidor consisteix en un anell tancat de control realitzat analògicament, que governa l'estat (conducció/bloqueig) dels transistors de potència del convertidor.

En aquest treball, es presenta un control basat en un microprocessador de 16 bits(Motorola 68010) i es dedica una atenció especial al comportament dinàmic del sistema global, que consisteix en el convertidor, el controlador basat en microprocessador i la interfície entre ells.

Les figures 1 i 3 presenten un diagrama de blocs del sistema.

Alguns avantatges del control digital són la facilitat per modificar els paràmetres que han de cobrir els diferents règims de funcionament, la insensibilitat a grans canvis en les condicions ambientals, la facilitat de comunicació amb altres equips i la possibilitat d'una monitorització digital del funcionament de l'equip.

S'ha construit un prototipus basat en un microprocessador Motorola 68010, funcionant a 12,5 MHz i un convertidor CC/CC (de tipus Cuk) alimentat per cel·les solars, commutant a una freqüència de 300 kHz.

2. EL CONVERTIDOR COMMUTAT

S'ha utilitzat un convertidor tipus Cuk. La seva resposta dinàmica es pot descriure per una funció de transferència de 4t ordre, degut a la presència de 2 inductàncies, L_1 i L_2 , i de dues capacitats, C_1 i C_2 . Veure la Fig. 2.

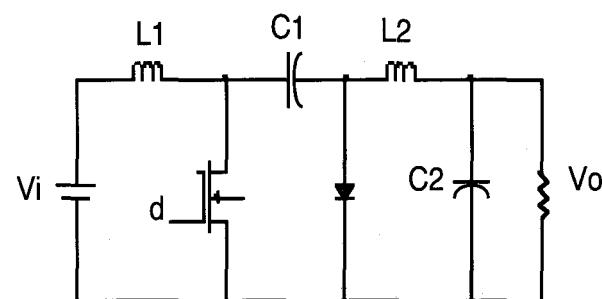


Figura 2. Convertidor CC/CC de 4t ordre (tipus Cuk).

El convertidor és altament no lineal. El seu guany en CC es pot descriure per l'equació (1), quan no hi ha perdudes:

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{D}{1 - D} \quad (1)$$

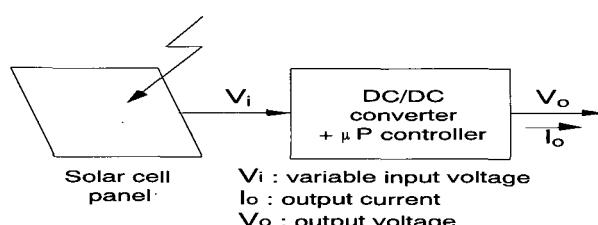


Figura 1. Diagrama de blocs d'un sistema d'alimentació en CC basat en cel·les solars.

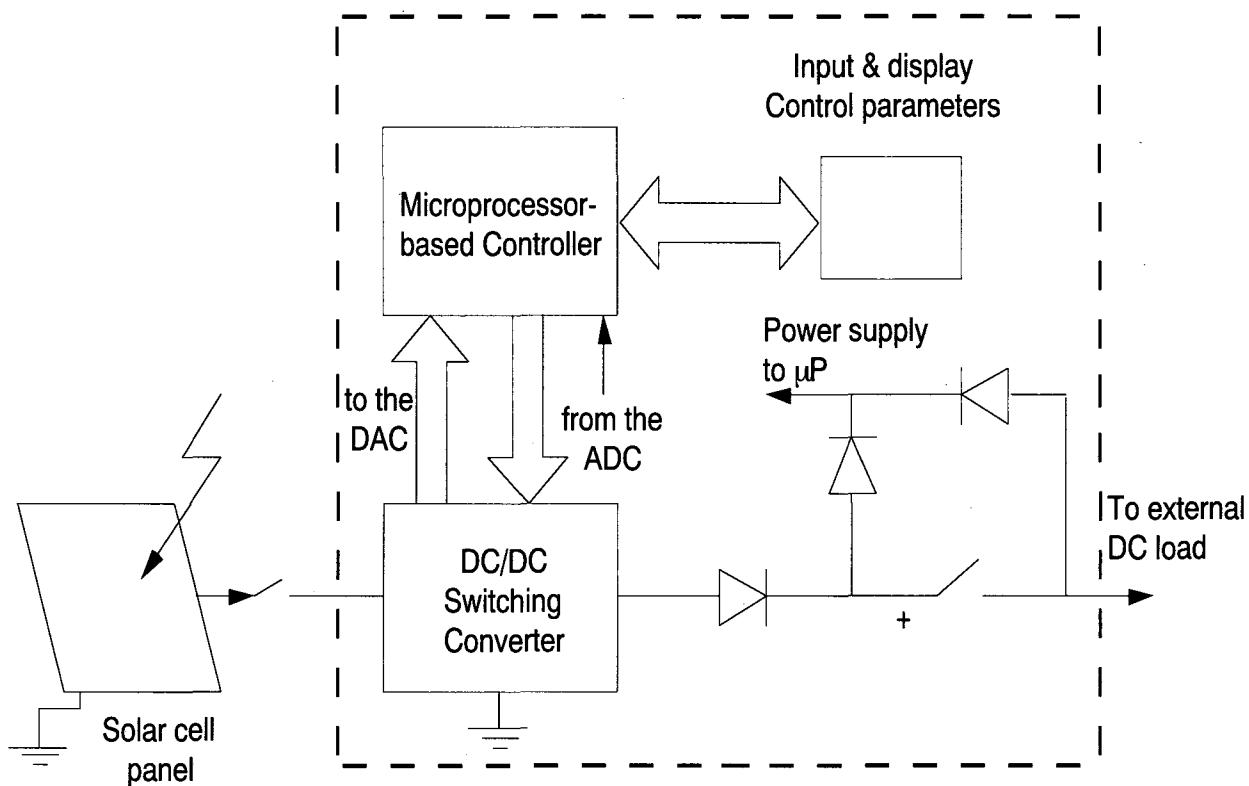


Figura 3. El sistema complet, amb la font d'energia, la planta (convertidor commutat), el controlador basat en microprocessador i la càrrega de CC.

a on

$$D = \frac{t_{on}}{T} \quad (2)$$

és la relació entre l'interval de conducció del transistor de potència i el període de commutació (relació de conducció), que ve controlada pel microprocessador.

3. MÒDUL DEL MICROPROCESSADOR

El mòdul del microprocessador utilitza un Motorola 68010, un microprocessador de 16 bits, que treballa internament amb registres de 32 bits amb una freqüència de rellotge de 12,5 MHz. També inclou un coprocessador per les instruccions de coma flotant i 64 KB de memòria. El programa de control s'emmagatzema en memòria tipus ROM i els paràmetres de control es poden introduir en una porció de memòria tipus RAM mitjançant un canal de comunicació sèrie, controlat per un ACIA MC6850. Una bateria auxiliar de petit tamany assegura la no volatilitat dels paràmetres de control emmagatzemats en RAM.

La comunicació paral·lela amb l'entrada del conversor digital/anàlogic (DAC) i amb la sortida del conversor analògic/digital (ADC) es fa amb un circuit d'interfície MC68230, que té dos ports de 8 bits. El temps de conversió pel ADC AD570JD és de 25 μ s i el temps d'establiment del DAC08 és de 85 ns.

La possibilitat de modificar els paràmetres de control permet l'execució de tests experimentals del comportament del convertidor amb diferents jocs de paràmetres i la seva optimització al laboratori. Quan un conjunt de paràmetres es considera òptim per una aplicació determinada, poden emmagatzemar-se de forma permanent en ROM.

4. MODEL MATEMÀTIC DE PETIT SENYAL I FUNCIÓ DE TRANSFERÈNCIA DEL CONVERTIDOR

El diagrama de blocs del convertidor i del controlador per petit senyal es mostra a la Fig. 4.

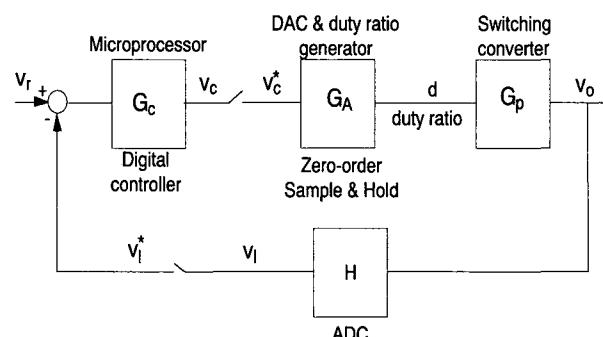


Figura 4. Diagrama de blocs del sistema de control basat en microprocessador.

Nota: totes les notacions es refereixen a la modelització de petit senyal. Els senyals marcats amb * corresponen a senyals mostrejats.

Si es suposa un comportament línia del DAC i del generador de la relació de conducció dels transistors de potència, que tradueixen un codi digital (en el rang de 0 a 255) en una relació de conducció (que varia de 0 a 1), la funció de transferència $G_A(z)$ es pot escriure com a (3)

$$G_A(s) = \frac{1}{255} \frac{1 - e^{-T_s s}}{s} \quad (3)$$

a on T_s és el període de mostreig imposat pel temps d'execució de l'algorisme de control ($T_s \approx 0,65$ ms). Aquest període es pot reduir fins a 0,40 ms si s'usa codi en assamblador, en lloc d'escriure el programa en llenguatge C.

Pel cas de l'ADC, que inclou una circuiteria de condicionament, s'ha establert un rang de sortida digital de 0 a 255, quan l'entrada analògica varia de 0 a 25 V. En aquest cas, la funció de transferència és a l'equació (4) i no cal explicitar la funció de transferència del circuit de mostra-retenció (sample & hold), degut a que treballa a la mateixa freqüència de mostreig del sistema.

$$H(s) = \frac{255}{25} \quad (4)$$

La funció de transferència del convertidor commutat és més complexa i es pot escriure com a l'equació (5) [3]-[4] si $C_e \gg C_2$:

$$G_p(s) = \frac{V_o}{D(1-D)} \frac{\frac{1-L_e}{R}s + (1-D)L_e C_e s^2}{\left[1+\frac{L_e}{R}s + L_e C_e s^2\right] \left[1+\frac{L_2}{R}s + L_2 C_2 s^2\right]} \quad (5)$$

amb les definicions de les eq. (6) i (7)

$$L_e = \left(\frac{D}{1-D}\right)^2 L_1 \quad (6)$$

$$C_e = \frac{C_1}{D^2} \quad (7)$$

La funció de transferència de 4t ordre de (5) es pot aproximar per una expressió més simple tenint en compte que per valors de la relació de conducció a l'interval $0,35 \leq D \leq 1$, el seu parell de zeros redueix l'efecte del parell de pols definit per L_e i C_e . Com a conseqüència, els pols determinats per L_2 i C_2 són dominants i es pot escriure una bona aproximació de l'equació de transferència (8):

$$G_p(s) = \frac{V_o}{D(1-D)} \frac{\frac{1-L_e}{R}s + (1-D)L_e C_e s^2}{1+\frac{L_2}{R}s + L_2 C_2 s^2} \quad (8)$$

La Fig. 5 mostra la transformació del diagrama de blocs de la Fig. 4 en un diagrama amb realimentació unitària amb la funció de transferència en el pla z del controlador $G_C(z)$ aïllada.

La funció de transferència en el pla z del sistema és:

$$\frac{V_I(z)}{V_r(z)} = \frac{H G_A G_p(z) G_c(z)}{1+H G_A G_p(z) G_c(z)} \quad (9)$$

Pel controlador, s'ha triat una acció de tipus PID, tal com es veu a l'eq. (10):

$$v_c(t) = K_p v_e(t) + K_i \int_0^t v_e(\tau) d\tau + K_d \frac{d v_e}{dt} \quad (10)$$

i la transformada z corresponent és la (11):

$$G_c(z) = \frac{Az^2 + Bz + C}{z^2 - z} \quad (11)$$

amb les definicions donades per les equacions (12), (13) i (14):

$$A = K_p \left(1 + T_s \frac{K_i}{2} + \frac{K_d}{T_s}\right) \quad (12)$$

$$B = -K_p \left(1 - T_s \frac{K_i}{2} + 2 \frac{K_d}{T_s}\right) \quad (13)$$

$$C = K_p \frac{K_d}{T_s} \quad (14)$$

(T_s = període de mostreig)

La definició dels paràmetres de control pot fer-se assignant valors a K_p , K_i i K_d o directament als coeficients A, B i C de la seva transformada z.

Si l'usuari tria el mode d'assignació de paràmetres K_p , K_i , K_d , el programa calcula els valors dels coeficients A, B, C dels coeficients realment utilitzats per l'algorisme de control.

El microprocessador executa, en realitat, dues tasques:

- L'algorisme de control.
- La comunicació amb l'usuari.

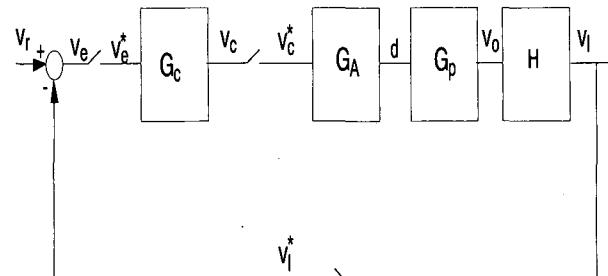


Figura 5. Diagrama de blocs equivalent del sistema de control amb realimentació unitària.

L'algorisme de control realitza l'acció PID expressada per la funció de transferència $G_C(z)$ i controla el funcionament dels convertidors ADC i DAC.

La comunicació amb l'usuari permet la introducció de diferents jocs de paràmetres al controlador per verificar i optimitzar el comportament del sistema.

5. COMPORTAMENT DEL CONVERTIDOR I DEL REGULADOR

Si es compara el període de mostreig, imposat pel temps d'execució de l'algorisme de control del microprocessador, i les constants de temps del convertidor de potència, determinades bàsicament per la capacitat i inductància de sortida del circuit de potència, es comprova que les condicions imposades pel teorema de mostreig es verifiquen sobradament.

Comparant amb realitzacions prèvies desenvolupades als nostres laboratoris [5] -usant un microprocessador de 4 MHz de freqüència de rellotge, sense coprocessador i un convertidor de potència a 40 kHz de freqüència de commutació-, l'increment de la freqüència del rellotge del microprocessador fins a 12,5 MHz, junt amb l'ús de coprocessador, ha permès reduir el temps d'execució de l'algorisme de control aproximadament de 6,5 a 0,65 ms, així com incrementar la freqüència de commutació del convertidor de potència des de 40 kHz a 300 kHz.

6. RESULTATS EXPERIMENTALS

Es donen ara conjunts de paràmetres de control que s'han assajat en el prototipus de convertidor controlat per microprocessador al laboratori. Tots aquests grups verifiquen la condició de compensació de zero i pol, és a dir, el numerador de la funció de transferència de l'eq. (15),

$$G_c(z) = \frac{Az^2 + Bz + C}{z^2 - z} \quad (15)$$

compensa el denominador de la funció de transferència de la planta controlada $H G_A G_p(z)$; veure l'eq. (9).

Paràmetres del controlador

A	B	C
1.0	-0.45008	0.97065
0.5	-0.22504	0.48533
0.1	-0.04501	0.09707
0.01	-0.00450	0.00971
0.001	-0.00045	0.00097

Les Fig. 6, 7 i 8 mostren el comportament del sistema amb $A=0.1$, $B=-0.04501$, $C=0.09707$; aquests paràmetres s'han definit a les equacions (12), (13) i (14).

7. CONCLUSIONS

S'han presentat consideracions teòriques i pràctiques pel control en anell tancat de convertidors CC/CC usant un microprocessador de 16 bits amb coprocessador.

El mètode de compensar 2 pols de la planta (el convertidor CC/CC de potència) amb dos zeros introduits pel controlador, permet un algorisme de control relativament simple i, per tant, reduir el temps d'execució del programa

i l'increment de la freqüència de commutació. Això implica una resposta ràpida del sistema en front de pertorbacions.

Aquestes característiques del software combinades amb un hardware basat en un microprocessador de 16 bits funcionant a 12,5 MHz de freqüència de rellotge i fent ús d'un coprocessador, ha resultat en un temps d'execució de 0,65 ms per l'algorisme de control en el prototipus construït i verificat al laboratori.

Les utilitats de comunicació permeten l'ajust i optimització dels paràmetres emmagatzemats en RAM i la possibilitat d'una posterior introducció a ROM, un cop fixades les característiques òptimes del controlador.

S'han desenvolupat una sèrie d'assaigs amb diferents conjunts de paràmetres dels coeficients PID del regulador i s'han mostrat alguns dels resultats.

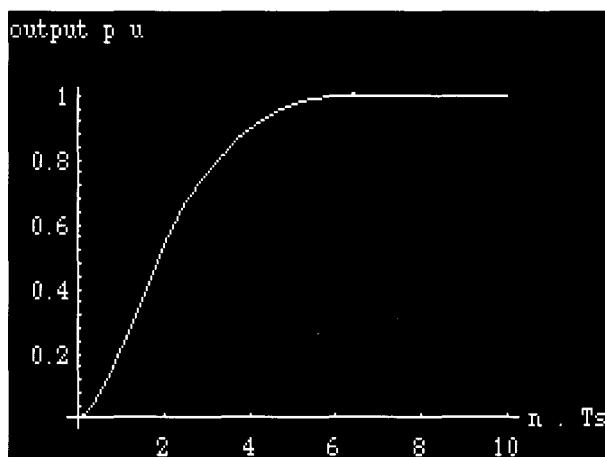


Figura 6. Resposta del sistema a un esglao unitari de la càrrega amb uns coeficients $A=0.1$, $B=-0.0451$, $C=0.09707$ -paràmetres definits a les eq. (12), (13) i (14).

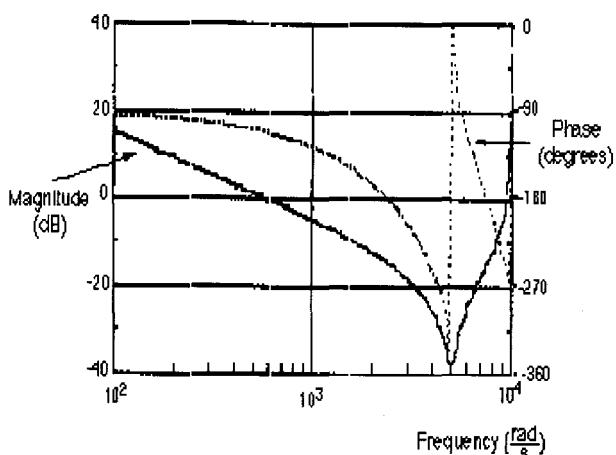


Figura 7. $H G_A G_p(z) G_c(z)$ - Diagrama de Bode del sistema en anell obert amb $A=0.1$, $B=-0.0451$, $C=0.09707$.

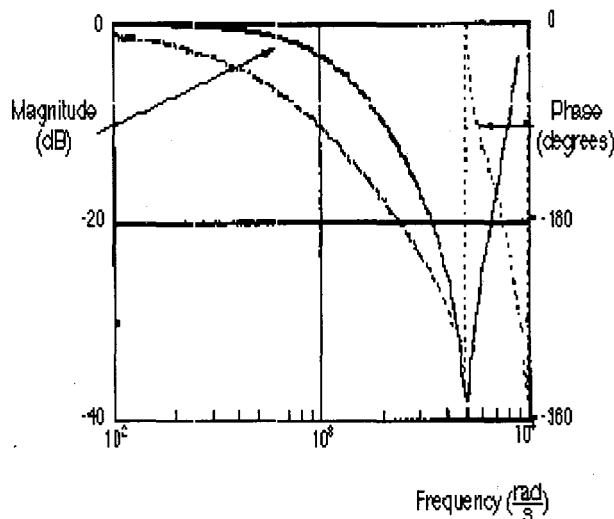


Figura 8. Diagrama de Bode del sistema en anell tancat amb $A=0.1$, $B=-0.0451$, $C=0.09707$.

8. REFERÈNCIES

- [1] J. Peracaula, J. Bordonau i X. Soler, «Analog versus digital control of a power converter: a performance comparison on controlled and switching converters,» en els Proc 2nd European Conf on Power Electronics and Applications (EPE'87), setembre 1987, pàg. 739-744.
- [2] C. Hu i R. M. White, «Solar Cells. From basic to advanced systems,» McGraw-Hill Book Co, USA, 294 pàg. 1983.

- [3] A. Poveda, L. Martínez, J. Cabestany i J. Bordonau, «Small signal model of a Cuk-type PWM shunt regulator,» en els Proc MELECON'87 & 34th Congress on Electronics, 1986.
- [4] R. D. Middlebrook i S. Cuk, «Advances in Switched-Mode Power Conversion,» TESLAco, EE.UU., Vol I - II, 1983.
- [5] J. Bordonau i J. Peracaula, «Microcomputer Control of Switching Converters,» en els Proc Symp on Mini and Microcomputers and their Applications MIMI'88, juny 1988, pàg. 55-58.

Joan Peracaula Roura

Catedràtic del Dept. d'Eng. Electrònica de la UPC des de 1971. Ha estat Director Tècnic d'ASEA i AEG, Director del Centre Nacional de Microelectrònica del CSIC i Director de l'E.T.S. d'Enginyers Industrials de Barcelona. Actualment és responsable del programa de doctorat d'Eng. Electrònica. Les seves àrees d'interès són el disseny, modelat i simulació de convertidors electrònics de potència, dels seus sistemes de control i les seves aplicacions.

Josep Bordonau Farrerons

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

* Aquest treball s'ha finançat amb el projecte no. PA86-0193 de la Comisión Interministerial de la Ciencia y la Tecnología (CICYT) - Ministerio de Educación y Ciencia. i s'ha presentat a la European Space Power Conference (ESPC), organitzada per l'European Space Agency (ESA), celebrada a Graz (Austria), del 23 al 27 d'agost de 1993.

Nota Farcida:

"Se han demostrado que las cosas no pueden ser de otra manera distinta a como son, ya que como todas las cosas han sido dispuestas en orden a un fin determinado, deben servir necesariamente para lo mejor. Es sabido que las narices son para llevar gafas -por lo tanto nosotros disponemos también de gafas; los pies están evidentemente adaptados para llevar zapatos - por consiguiente disponemos también de calzado - las piedras están para ser talladas y utilizadas en la construcción de palacios, y como consecuencia de ello nuestro misericordioso señor tiene un magnífico palacio."

Cándido o el Optimismo (1759)
Voltaire hace que Pangloss, el preceptor de la Corte, instruya al joven Cándido.

Nota: "Cuidado con lo que deseas porque acabarás por conseguirlo"

Evolución de la televisión (II)

Pedro Vicente del Fraile

1.- TV MEJORADA (PROCESADO DIGITAL DE VIDEO)

Con el reciente desarrollo de circuitos integrados VLSI, se ha alcanzado el nivel de rapidez y complejidad exigidos para la aplicación de técnicas digitales en la decodificación de imagen, sonido y teletexto.

Las ventajas que se esperan obtener del uso de técnicas digitales en televisión son:

- 1) Mayor economía.
- 2) Mejor calidad.
- 3) Nuevas prestaciones.

La mayor economía se obtendrá reduciendo el número de componentes y sustituyendo los componentes relativamente caros (por ejemplo, las líneas de retardo analógicas de cristal) por otros más baratos (memorias digitales). Por otra parte, los costes de producción bajarán gracias a la mayor fiabilidad de los productos y a la simplificación de los procedimientos de ajuste. La mejora de calidad se hará notar en la casi total eliminación de los efectos indeseados producidos por la interacción entre la luminancia y la crominancia, en la reducción de ruído y de los efectos negativos debidos a la forma de barrido usada, tales como el parpadeo causado por el escaso número de imágenes por segundo (25 ó 30) y el temblor de líneas debido a la exploración entrelazada. Esta clase de defectos resultan mucho más molestos con imágenes mayores y más brillantes (caso de las futuras pantallas planas y actuales tubos de brillo).

Las nuevas prestaciones que se pueden obtener están íntimamente relacionadas con la aplicación de las memorias digitales de campo o de imagen. Algunos de los ejemplos son: «Imagen parada» que

permite hacer copias sobre papel u otros soportes; «Multi-imagen en imagen», de visualización de varias imágenes captables en un momento (muy conveniente para la selección de programa); y «Teletexto de adquisición-multipágina», de respuesta instantánea al seleccionar una página,

Las emisoras, por su parte, están obligadas a atenerse a las especificaciones propias del sistema, pudiendo hacer muy poco para evitar los efectos «cross-color», «cross-luminancia», «parpadeo» y «temblor de líneas» y por tanto las mejoras han de llevarse a cabo en el receptor.

La mejora de calidad de imagen está principalmente basada en la distribución espectral de la señal de TV. Una vez digitalizada la señal compuesta de video $Y + C$, para separar sus componentes Y , U , y V se usan filtros digitales. Si sólo se pretende lograr el grado de separación que alcanzan los televisores analógicos actuales, bastaría con usar filtros digitales paso-banda y banda-eliminada. Con estos filtros no se obtiene una mejora significativa del «cross talk», puesto que las componentes de alta frecuencia de luminancia siguen estando en la señal de crominacia separada. No obstante, se mejora por la exactitud de esta clase de filtros y principalmente por su respuesta de fase lineal (cosa difícil de lograr con filtros analógicos). Puesto que estos filtros combinan el valor de una muestra con el valor de las muestras

consecutivamente adyacentes en una misma línea de TV. (unidades de retraso cortas), este proceso se denomina filtrado horizontal.

Para obtener un mayor grado de separación, a nivel de paquetes espirales, hemos de usar filtros cuyas respuestas tengan polos y ceros separados, una frecuencia de línea para NTSC y media frecuencia de línea para PAL, lo que exige filtros con unidades de retraso de un período de línea TL en NTSC o dos períodos de línea 2TL en PAL (fig.9) donde FPB es un filtro paso banda.

Puesto que en estos filtros se combinan el valor de una muestra correspondiente a un determinado elemento de imagen (pixel), con el valor de la muestra correspondiente a otro pixel retardado justamente un período de línea y por tanto situado debajo del anterior, a este filtrado se le llama filtrado vertical.

Para un grado de separación superior aún, a nivel de componentes espirales, hemos de emplear filtros cuyos polos y ceros estén separados una frecuencia de imagen f_p para NTSC y media frecuencia de imagen para PAL, lo cual requiere filtros con unidades de retraso de uno o dos períodos de imagen, respectivamente. En estos filtros (fig. 10) se combina la muestra correspondiente a un pixel con la correspondiente al mismo pixel de la imagen o imágenes siguientes; a este filtrado se le denomina filtra-

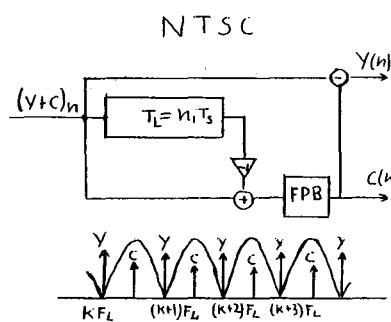


fig.9a

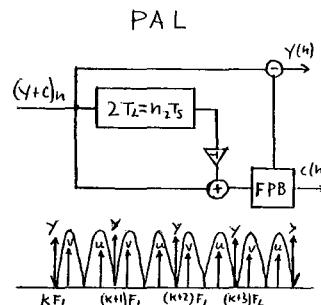


fig.9b

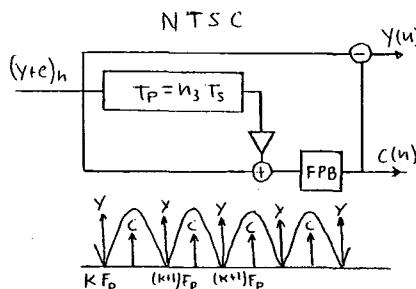


fig. 10a

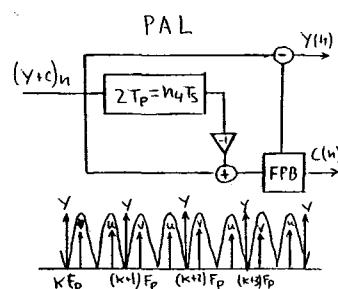


fig. 10b

do temporal.

Las unidades de retraso usadas en los filtrados verticales y temporales suelen ser memorias lógicas del tipo FIFO y están organizadas como larguísimos registros de desplazamiento en las que en cada célula se almacena la información correspondiente a una muestra y esta información pasa a la célula siguiente a cada periodo de muestreo T_s . Por tanto, la capacidad de memoria necesaria será proporcional a la frecuencia de muestreo f_s y al tiempo de retraso de la unidad de retraso que requiera el filtro.

2.-REDUCCION DEL PARPADEO

Actualmente, debido a la introducción en el mercado de los tubos de imagen de alto brillo y con pantallas de mayores dimensiones, (formato 16/9), el parpadeo (flicker) es mucho más acusado. Una forma de reducir este efecto es visualizar cada campo dos veces, para lo cual se emplean dos memorias de campo de tal forma que mientras una se graba la otra se lee a doble velocidad recirculando la información (fig. 11). Esta acción lleva consigo el tener que duplicar la frecuencia de líneas en los circuitos de barrido horizontal y duplicar también el ancho de banda de los amplificadores de vídeo.

3.-REDUCCION DEL TEMBLOR DE LINEAS

Como ya se ha dicho antes debido al entrelazado, en imágenes con cambios bruscos de luminancia paralelos a las líneas de barrido (bordes horizontales) se aprecia un tem-

blor del límite de transición. Esto se puede evitar pasando a exploración progresiva mediante una interpolación, lo cual exige memorizar tres campos consecutivos e insertar, por ejemplo, las líneas pares en un campo impar promediando las líneas de los dos campos pares adyacentes y lo mismo con los campos pares. Esto exige nuevamente duplicar la frecuencia de línea y el ancho de banda, una forma de evitar esto es el empleo de circuitos como el de la figura 12, en el que se obtiene (salida 2) campos A y B alternados y visualizados a doble frecuencia de campo, reduciendo así drásticamente el temblor de líneas. El inconveniente de esta secuencia es que el orden de aparición de los campos es diferente del que se emplea en la cámara para tomar la escena, por lo que para escenas muy activas empeora la sensación de movimiento. Si se dispone de un detector de movimiento se pueden conmutar las salidas 1 y 2, esta conmutación es válida puesto que el temblor de líneas es apenas apreciable en imágenes con movimiento.

Todas estas mejoras están siendo introducidas actualmente en los receptores de alta calidad y en un futuro inmediato estarán en cualquier televisor. En la publicidad se anuncian con distintos nombres «Digivisión», «100 ciclos sin parpadeo», etc.

4.-FORMATO 16/9.

Actualmente han aparecido en el mercado receptores que incorporan pantallas con «relación de aspecto» igual a 16/9. Estos receptores suelen estar dotados de complicados

circuitos de conmutación, que los capacitan para exhibir una imagen recibida en 4/3, en distintas modalidades a elección del usuario, por ejemplo mostrando todas las líneas útiles y dejando una franja sin imagen a cada lado, o bien mostrando toda la pantalla llena pero escondiendo líneas útiles en las partes superior e inferior, y otras más, entre ellas por supuesto las captadas en formato 16/9 con sus verdaderas dimensiones.

Estos receptores, sólo si van dotados de un decodificador MAC adecuado, serán capaces de captar las emisiones en MAC 16/9 y las emisiones de HD-MAC de alta definición, pudiendo en este caso mostrar los programas HD-MAC con una calidad ligeramente inferior (presencia de algunos artefactos debido al «shuffling» y al submuestreo «folding») que la de un programa emitido en MAC normal.

5.-SISTEMA MAC

La aparición de los satélites de radiodifusión directa (DBS) hizo que los radiodifusores reconsiderasen la forma de reestructurar la señal de televisión. En 1981 EBU propuso el

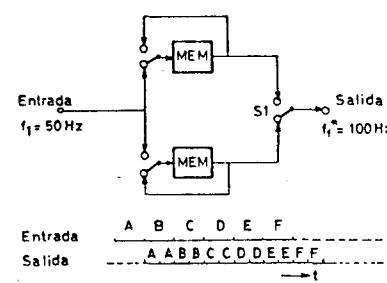


fig. 11

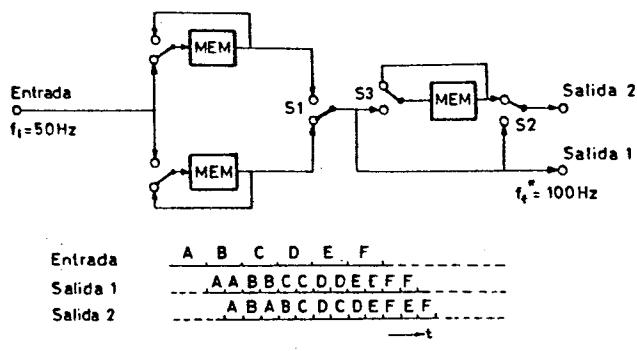


fig. 12

sistema MAC (Multiplexed Analogue Component) que sobrepasaba las limitaciones del PAL y cubría las necesidades de la distribución por satélite y cable, ofreciendo ventajas como la eliminación de las subportadoras, evita el «cross talk», mantiene las 625 líneas permitiendo sin embargo compatibilidad con formatos de pantalla ancha 16/9 y con señales de alta definición HD-MAC.

El MAC muestrea la señal de luminancia a 13.5 Mmuestras y las señales diferencia U y V a 6.75 Mmuestras, una vez memorizada una línea se lee primero la señal diferencia a 20.25 MHz y después la señal de luminancia también a 20.25 MHz disponiéndolas temporalmente una detrás de la otra, ver figura 13. Con esta maniobra la señal de croma sufre una compresión de 3 a 1 y la luminancia de 3 a 2, quedando multiplexadas en el tiempo. Así se evitan los artefactos producidos por las interacciones entre luminancia y croma pero la anchura de banda se multiplica por 3/2. El sonido se transmite digitalmente durante el periodo de borrado de líneas.

El parque actual de receptores MAC en Europa es relativamente bajo. Se espera que este parque aumente rápidamente debido al aumento de programas emitidos en MAC, que el cumplimiento de la Directiva Comunitaria Europea ocasionará. Este parque ha de servir de cuna para la implantación evolutiva del sistema Europeo de alta definición HD-MAC.

6.-ALTA DEFINICION

El report 801 del CCIR define la alta definición (HDTV) en comparación con los sistemas actuales

PAL, NTSC o SECAM como un sistema que tenga doble definición vertical, doble definición horizontal, señales de diferencia de color U y V separadas de la señal de luminancia (<no cross talk>), mayor relación de aspecto y sonido de alta fidelidad.

El cumplimiento de estas prestaciones exige una anchura de banda BA del orden de 7.5 veces mayor que la usada en TV normal BN.

$$B'A = BN * 2 * 2 * 16/9 : 4/3 = 5'33 BN.$$

En la fórmula anterior se ha tenido en cuenta solamente el doblar las definiciones horizontal y vertical y el paso de relación de aspecto de 4/3 a 16/9 en la señal de luminancia, hay que añadir $B'A/4$ ocupado por la señal de color más la banda ocupada por el sonido.

Está claro que si se quiere difundir HDTV por satélite (DBS) con 27 MHz de canal y modulación en

FM, hay que reducir la banda BA al menos en un factor 4. Para transmisiones vía canales terrestres el factor de reducción ha de ser aún mayor.

Se emplean dos técnicas para reducir ancho de banda,

-Empleo de algoritmos de submuestreo.

-Empleo de algoritmos de compresión digital.

Empleo de algoritmos de submuestreo. Se aprovecha la baja capacidad del sistema visual humano para apreciar alta definición en imágenes con gran cantidad de movimiento. Se subdivide la imagen en pequeñas sub-imágenes (bloques), normalmente de $8 * 8$ pixels, se compara cada bloque con el bloque que ocupa el mismo lugar y con los bloques adyacentes en las imágenes anterior y posterior y se estima así, si se ha trasladado este bloque (detección de movimiento) o cuánto se ha trasladado este bloque (estimación del vector de movimiento). Los bloques que no acusen movimiento se envían con alta definición espacial (se envían los $8 * 8$ pixels) pero se invierte más tiempo en enviar el bloque. Por el contrario los bloques afectados de movimiento son enviados con menos definición espacial (menos pixels por bloque) pero se envían más bloques por unidad de tiempo. Hay dos formas de operar en el extremo receptor, a) El receptor va dotado de un detector de movimiento similar al del transmisor, que dictamina el tratamiento que se ha de dar a cada bloque. b) El transmisor envía al receptor una información adicional

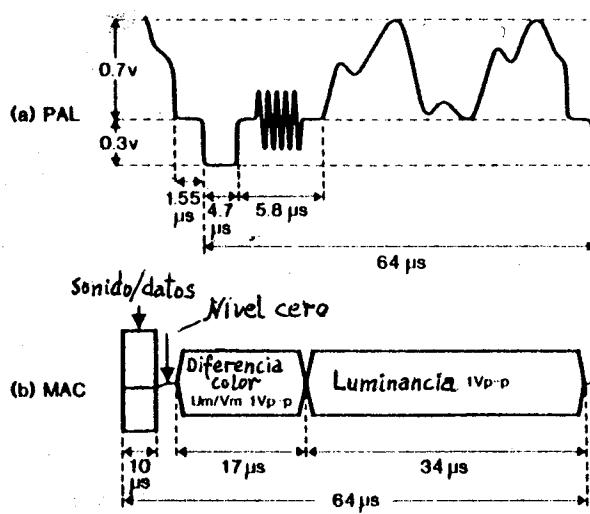


fig. 13

la Universidad Politécnica de Madrid, la RAI y Telettra.

Los americanos tienen el objetivo de normalizar un sistema de HDTV para transmisión terrenal con anchura de banda de 6 MHz.

Actualmente se han presentado 4 sistemas diferentes al «FCC Advisory Committee on Advanced Television Service» para ser evaluados. Todos estos sistemas emplean algoritmos de compresión digital.

7.-PANORAMA ACTUAL

Existen dos sistemas de HDTV totalmente desarrollados, que basan la reducción de banda en temas de submuestreo, ambos usan transmisión analógica y multiplexado temporal de las componentes Y, U y V; el MUSE por el procedimiento TCI (Time Compression Integration) y el HD-MAC mediante procedimiento llamado «shuffling» pasa de una exploración progresiva 625 1:1 a una exploración entrelazada 625 2:1 y luego aplica una codificación MAC lo cual le hace compatible con este sistema, lo que hace suponer que los receptores MAC actualmente capaces de recibir imágenes de HDTV vayan evolucionando hasta convertirse en receptores de HD-MAC con todas sus prestaciones.

Por otra parte en América se intenta tener un sistema terrestre de HDTV que ocupe una banda de 6 MHz con transmisión digital. Actualmente se están evaluando cuatro sistemas: el Digicipher, el DSC-HDTV, el ADTV y el ATVA-P de los que probablemente saldrá uno definitivo que posiblemente integrará partes de cada uno.

Pedro Vicente del Fraile.

Doctor ingeniero de Telecomunicación. Empezó su carrera profesional en 1961 en la empresa Iberia Radio, donde ocupó el cargo de Jefe de la División de Radio y jefe de laboratorio.

En 1967 se incorpora a Copresa S.A. desde 1978 es Asesor Técnico de Dirección en dichas empresas, Director de la revista Miniwatt. Es miembro del consejo asesor de Mundo Electrónico. Profesor de la asignatura de TV en la ETSETB.

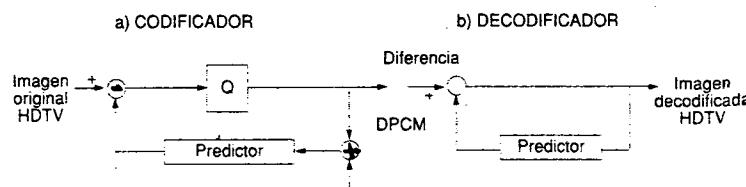


fig 14

DATV (Digitally Assisted Television) que le va indicando el tratamiento que ha de dar a cada bloque.

Los sistemas japonés MUSE y europeo HD-MAC utilizan esta tecnología, el MUSE en la forma a) y el HD-MAC en la forma b).

La incorporación de DATV aporta indudables ventajas. 1a.) La parte complicada del circuito, detector de movimiento y toma de decisiones, reside en el extremo emisor, haciendo por tanto el receptor mucho más sencillo. 2a.) El DATV suele estar codificado con protección de errores por movimiento. 3a.) En caso de introducción de posibles mejoras, se pueden ir añadiendo en la codificación del DATV de una forma compatible con los receptores ya existentes. 4a.) Cuando se hace interpolación con compensación de movimiento el DATV suministra el vector de interpolación de cada bloque.

Empleo de algoritmos de compresión digital. En esta tecnología se trata de eliminar la redundancia estadística de las imágenes.

En una imagen, existe gran probabilidad de que un pixel sea igual o parecido a los que le rodean (redundancia espacial), también existen gran probabilidad de que un pixel sea igual o muy parecido a su homólogo de la imagen siguiente (redundancia temporal).

En lugar de enviar los valores de las muestras obtenidas de una imagen se envían otras magnitudes deducidas de estos valores, por lo cual es imposible obtener sistemas compatibles con los existentes.

Los algoritmos más empleados son,
-técnicas predictivas (DPCM)
-técnicas de transformación unitarias.

Las técnicas predictivas consisten en deducir el valor que va a tener un pixel a partir de los pixels anteriores y enviar la diferencia entre el valor estimado y el valor real. El valor de esta diferencia es generalmente mucho menor con lo que se puede codificar con menos bits (fig. 14). En el extremo receptor usando el mismo algoritmo de predicción se recupera el pixel original.

En las técnicas de transformación con las muestras de cada bloque de una imagen se forma una matriz (P), se premultiplica por una matriz unitaria de transformación (A) traspuesta y se postmultiplica por (A). La matriz resultante es la matriz de coeficientes (V).

$$[V] = [A]^T * [P] * [A]$$

Estas transformaciones tienen la propiedad de conservar la energía y concentrarla en unos pocos coeficientes, siendo los demás de valores despreciables. Lo que se hace es enviar los coeficientes más significativos despreciando los demás. En el extremo receptor mediante una transformación inversa se recuperan los pixels del bloque con muy poco error (fig.15).

Los sistemas que usan estos algoritmos han de usar transmisión digital. Entre ellos está el proyecto Eureka 256 desarrollado por RTVE,



fig.15

SECRAFONIA PER BANC DE FILTRES

Francesc Vallverdú

Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions

El tractament digital del senyal té múltiples aplicacions, entre les més destacades figuren aquelles que tracten senyal analògic en temps real, és a dir aplicacions en les que un senyal analògic és digitalitzat, processat i convertit a analògic novament, sense haver de considerar temps d'espera per fer el tractament. El diagrama de blocs general és el de l'esquema de la figura 1.

Els blocs corresponents a la conversió Analògic-Digital i Digital-Analògica incorporen els dispositius de conversió i els filtres antialiasing i reconstructor necessaris per tal de que la informació no sigui degradada. El bloc corresponent al dispositiu de tractament del senyal digital incorpora un microprocessador de senyal, un banc de memòria, funcions de control i rellotges, i opcionalment algun sistema de comunicació amb un ordinador extern.

Una de les aplicacions que s'han desenvolupat en el Grup de Processament del Senyal del departament de Teoria del Senyal i Comunicacions de la UPC, seguint l'anterior esquema, és un sistema de secreria per senyal de veu en telefonia.

Una preocupació constant en molts entorns de la nostra societat és la de la privacitat de les comunicacions

telefòniques. És relativament fàcil realitzar escoltes telefòniques sense que l'usuari del sistema en sigui conscient. Una forma d'evitar que les escoltes tinguin cap utilitat és alterant el senyal que s'envia, de manera que resulti inintel.ligible, i dur a terme una reconstrucció per part del destinatari. D'aquesta manera no s'evita l'escolta però si que pràcticament s'anula la seva utilitat.

Una tècnica senzilla per fer inintel.ligible un senyal analògic de veu és la de modificar el seu contingut freqüencial. Tradicionalment aquest era un sistema emprat en certs sectors, on el que es feia era simplement invertir el comportament freqüencial en la banda del senyal. Així, les components de baixa freqüència passaven a ocupar la banda alta, i les components d'alta freqüència la banda baixa. El mateix principi d'inversió de banda era utilitzat per l'emissor i pel receptor, i no era necessari cap tipus de sincronisme entre tots dos. Evidentment el sistema era totalment vulnerable, ja que qualsevol podia fer una simple inversió recuperant la intel.ligibilitat del senyal.

Amb el temps aquest sistema es va sofisticar. En lloc de considerar una sola banda pel senyal de veu, el que es pot fer és dividir l'espectre en diverses bandes amb un banc de filtres.

Es té un senyal de banda estreta com a sortida de cada filtre. Cada un d'aquests senyals es pot modular (desplaçar en freqüència) de forma adequada, per tal d'obtenir un nou senyal, com a suma de totes les modulacions, amb la mateixa amplada de banda que el senyal original. D'aquesta manera es realitza una mescla de les bandes freqüencials del senyal de veu, pel que es pot aconseguir destruir la intel.ligibilitat.

Per tal de recuperar el senyal original cal conèixer quina és la redistribució que s'ha fet de les bandes freqüencials. Aquest sistema és útil en molts casos, però presenta dues limitacions importants. La primera és que el sistema és rígid. Un cop s'ha decidit quina és la barreja de les bandes freqüencials, es dissenya un sistema analògic que la realitzi. Es clar que aquest sistema sempre farà el mateix tractament, pel que un escolta expert pot ser capaç, amb temps, de deduir quina és la barreja produïda. La segona limitació important és que el nombre de bandes a considerar és petit, ja que els filtres s'han de dissenyar de tal manera que la suma de les funcions de transferència de tots ells sigui el més plana possible i que es produueixi un mínim de distorsió en les bandes de transició de cada un del filtres.

Amb un sistema de tractament digital aquests inconvenients es

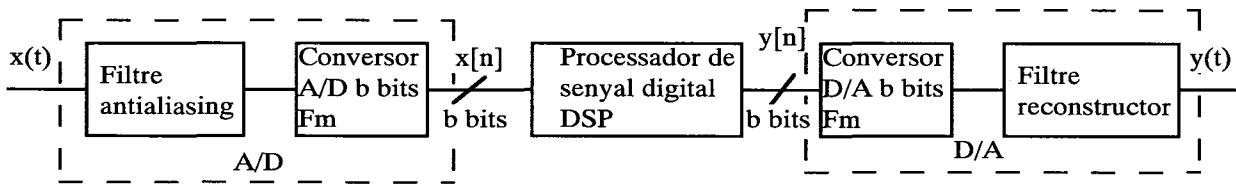


Figura 1.- Diagrama de blocs d'un sistema de tractament digital de senyal analògic.

original.

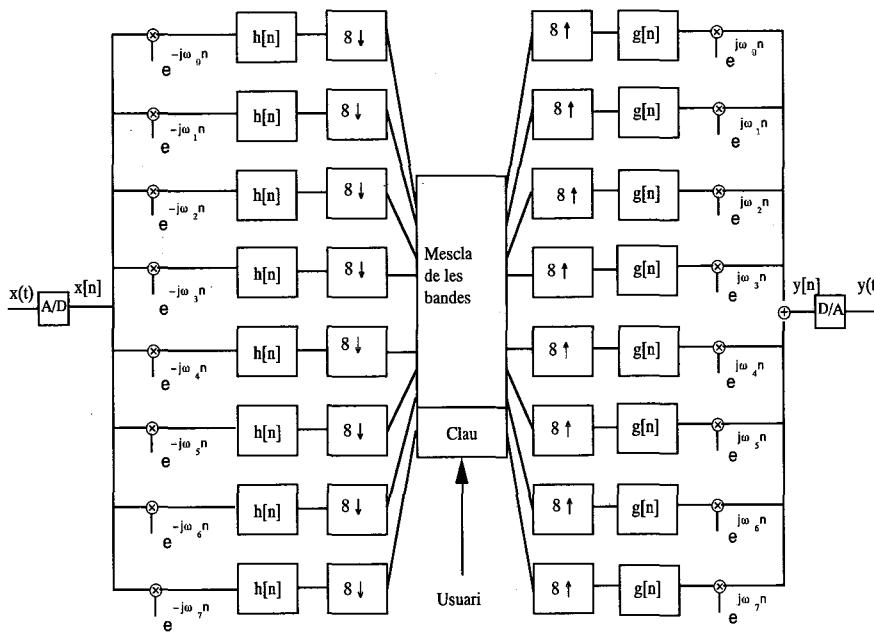


Figura 2. - Esquema general del transmisor.

minimitzen. D'una banda el sistema guanya flexibilitat si es pot definir una clau de barreja de bandes que varii amb el temps tot i essent controlable per l'usuari. D'una altre banda, amb tècniques de disseny de filtres digitals es pot aconseguir augmentar el nombre de bandes sense que es produueixi una degradació important del senyal.

Amb el principi de barreja de bandes descrits s'ha dissenyat un sistema digital on es fa una divisió de l'espectre del senyal de veu en vuit bandes, es realitza la mescla i es forma un senyal secretitzat, tal i com s'il·lustra en la figura 2.

Per fer la selecció de cada banda el que es fa es desplaçar el senyal, de manera que la banda d'interès quedí situada entorn a l'origen. D'aquesta manera es pot filtrar amb un filtre passa-baix, i tenir així un senyal amb amplada de banda 1/8 de l'amplada original, per cada una de les bandes. En aquesta situació es pot fer una delmació per 8, amb el que es tindran 8 senyals corresponents a cada una de les 8 bandes de l'espectre del senyal original.

La reubicació de les bandes es

fa interpolant cada un dels senyals de banda estreta per 8 i filtrant passa-banda de manera que aquest senyal de banda estreta quedí ubicat en la zona triada. Cada un dels 8 senyals de banda estreta passarà a ocupar una posició diferent en la banda completa, amb el que sumant aquests 8 senyals s'obtindrà un senyal a transmetre $y(t)$, del mateix ample de banda que el senyal original $x(t)$, però amb les 8 bandes redistribuïdes per l'usuari. Aquest senyal és doncs un senyal xifrat, i inintel·ligible si no es retorna cada una de les 8 bandes a la seva posició

En el diagrama de blocs de la figura 2 apareix un bloc de *Mescla de les bandes*. Aquest bloc no fa altre cosa que definir les connexions entre les seves 8 entrades i les seves 8 sortides. Aquestes connexions són definides per l'usuari i constitueixen la *Clau* de xifrat. Si la connexió és directe no es produeix barreja de bandes, ja que cada banda es reubica en la seva posició original. Si la connexió és creuada es produeix el xifrat.

La implementació pràctica que s'utilitza per fer la selecció de les bandes no és la de la figura 2, si no que respon a la de la figura 3. El resultat és el mateix, es a dir, s'obtenen les 8 bandes per separat. El que es fa és una separació successiva de l'espectre amb un filtre passa-baix de mitja banda i un passa-alt també de mitja banda. Aquests dos filtres són complementaris, és a dir, la suma del mòdul de les seves respuestes freqüencials és constant. La sortida de cada un d'aquests filtres és delmada per dos i es torna a aplicar el mateix procediment fins a obtenir les vuit bandes separades.

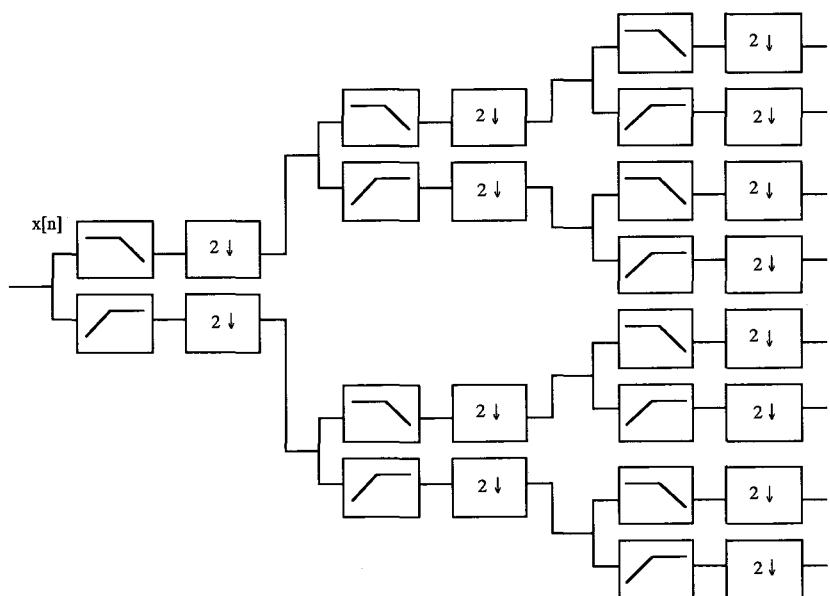


Figura 3. - Esquema utilitzat per dividir l'espectre del senyal d'entrada en 8 bandes.

Amb aquest esquema s'aconsegueix un bon comportament dels filtres, així com un algorisme que permet dissenyar una realització del sistema funcionant en temps real.

En recepció es torna a dividir el senyal en vuit bandes i es desfà la barreja produïda pel transmissor per recuperar cada banda en el seu lloc i tenir així el senyal original. Es evident que només es pot recuperar el senyal original si es coneix quin és l'ordre en que s'han de recolocar les bandes. Si aquest ordre es va canviant periòdicament, el sistema de scrufonia guanya en seguretat.

El sistema descrit s'ha realitzat per senyal de veu, limitant l'amplada de banda a 4 kHz, amb el processador de senyal TMS320C30 de Texas Instruments. Aquest processador treballa amb un cicle d'instrucció de 60 ns, el que li permet fer les tasques de transmissor i receptor, pel que es

pot utilitzar en una comunicació telefònica en full-duplex convencional. S'ha montat també un sistema demostratiu on es pot definir, amb un PC adicional, la clau de barreja, si es vol escoltar el senyal secretitzat o el recuperat pel receptor, si es vol incorporar algun tipus de filtre simulador de canal, etc. A més, es calcula l'energia a la sortida de cada filtre i es pot veure en pantalla del PC quina és la distribució d'energies en temps real.

El sistema de scrufonia per divisió de l'espectre del senyal amb un banc de filtres digitals és una alternativa vàlida per aquells qui volen protegir les seves comunicacions telefòniques, utilitzant els canals habituals de la xarxa telefònica. No es necessita cap tipus de senyalització ni sincronisme. El sistema és, evidentment vulnerable, però considerant un sistema de claus aleatòries es pot obtenir un grau de privacitat important. El hardware

necessari és també relativament simple, i si el sistema es comercialitza es podria obtenir un preu de cost relativament baix. El sistema no pot competir amb altres sistemes d'encriptat digital existents en quant al grau de seguretat que ofereix, però aquests sistemes necessiten unes característiques de canal que no ofereixen els canals telefònics convencionals.

El treball ha estat fet per en Sergio de Santiago, estudiant de cinquè curs de l'Escola de Telecomunicació de Barcelona, i el va presentar com treball fi de carrera a l'Escola d'Enginyers Tècnics de Telecomunicació «La Salle». En el plantejament teòric pel que es va definir el funcionament del sistema, disseny dels filtres digitals, processador a utilitzar, etc, hi ha participat el Grup de Processament del Senyal.

Ordenadores personales e impresoras

The Olivetti logo consists of the word "olivetti" in a bold, lowercase, sans-serif font. The letters are thick and black, set against a white background. The letter "o" has a vertical slot cutout on its left side, and the letter "i" has a small horizontal slot at the top. The "v" is a standard shape, and the "e" has a small horizontal slot at the bottom. The "t" is a standard shape, and the "t" at the end has a small horizontal slot at the top.

DISEÑO DE SISTEMAS DE COMUNICACIONES MEDIANTE SIMULACIÓN DIGITAL

José A. Delgado Penín

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

A modo de introducción

El análisis y diseño de sistemas de comunicaciones mediante herramientas informáticas data de final de los años sesenta. En el inicio de los años setenta se produjo una separación de los investigadores e ingenieros que se dedicaban a la problemática de los sistemas de transmisión, de aquellos que se ocupaban de teleráfico y dimensionado de redes de telecomunicación. Las herramientas conceptuales y de formulación matemática eran y son diferentes y todavía no existe una teoría unificada que facilite el análisis y diseño de forma conjunta.

En este breve artículo se pretende informar de unas herramientas que son necesarias cuando se trata de analizar y/o diseñar sistemas de transmisión que tienen cierta complejidad. La verificación del comportamiento de los sistemas antedichos puede hacerse analíticamente o mediante sucesivas pruebas de un prototipo del mismo o utilizando la simulación mediante ordenador. Con frecuencia, las dos primeras alternativas no son posibles, bien por la complejidad del modelo matemático que representa el sistema o por el coste de fabricación del prototipo. En tales casos es posible recurrir a la simulación, que consiste en el estudio del sistema mediante el tratamiento detallado de su representación matemática usando un ordenador.

Para que los resultados que se obtienen de la simulación sean representativos del comportamiento del sistema real se necesita que el modelo matemático que representa a dicho sistema interprete todos los fenómenos que inciden significativamente en su funcionamiento y, que además, los errores de simulación que surgen de la representación de magnitudes analógicas en formato digital, redondeo, técnicas de estima de promedios con muestras finitas, etc., sean despreciables.

El procedimiento que facilita la simulación se basa en técnicas de representación de señales y sistemas en el dominio temporal discreto [1,2,3,4,5], las cuales permiten expresar la salida de un bloque en un instante de observación, en función de un número finito de muestras de la entrada y de la salida del susodicho bloque. Una vez que se dispone de las relaciones de entrada/salida para todos los subsistemas que componen un sistema, se traducen mediante un lenguaje de programación de uso general (FORTRAN, C, PASCAL, etc.) y se ordenan de manera secuencial o paralela para constituir un programa fuente. Dentro de la planificación de una simulación digital, el programa fuente suele ir acompañado de una parte cuya misión es representar el algoritmo de evaluación de funciones representativas del comportamiento del sistema.

Una vez desarrollado el programa fuente el procedimiento continúa como en la forma habitual de trabajo con programas de ordenador. Cuando finalmente se obtienen unos resultados ejecutando el programa, el diseñador del mismo efectúa un conjunto de pruebas acerca de la verosimilitud de los mismos; pueden haberse cometido errores de simulación dependientes del rango de los datos de entrada del programa u otros. En todo caso, aunque no se produjesen errores de ejecución los resultados no serían representativos.

El simulador universal TOPSIM

En la actualidad existen varios simuladores de sistemas de comunicaciones que han nacido en ámbitos universitarios por encargo de industrias o agencias de investigación y desarrollo [5]. Entre ellos, hay diferencias de modelado y tratamiento informático, tal es el caso de BOSS y COSSAP con relación a TOPSIM.

TOPSIM es un paquete de simulación desarrollado por el Politécnico de Turín en colaboración con la Agencia Espacial Europea (es el simulador oficial de ESA) y con algunos entes como subcontratistas parciales (entre ellos la UPC) [12] desde 1975. En la actualidad se encuentra en la versión TOPSIM-IV [5].

El lenguaje facilita una descripción sencilla de los diferentes

bloques funcionales que constituyen un sistema. El procesado por parte de un modelo digital se comporta como un simulador en tiempo real, llevando a cabo una simulación en el dominio del tiempo.

Las señales y sistemas que se consideran en TOPSIM son de los tipos banda base o banda trasladada y cualquier señal/sistema se trata como un vector con 3 componentes. El modelado utilizando dicha representación es el aspecto mas importante para configurar la elección de la frecuencia de muestreo, que no depende de la frecuencia central de las señales/sistemas sino del ancho de banda de dichas señales/sistemas.

La estructura del lenguaje esta orientada para facilitarle el diseño al usuario. Cada bloque funcional se representa por una sentencia con un conjunto de parámetros técnicos y unas entrada y salida, respectivamente. Por ejemplo, si se desease simular una cadena configurada por un filtro de Butterworth y un dispositivo alineal, el diseñador debe dar un nombre simbólico a todas las señales implicadas en la cadena. En efecto, a cada bloque se le hace corresponder una sentencia TOPSIM de la siguiente manera:

```
Y1<FILBUT(....) <X  
Y2<BNPOL(....) <Y1
```

donde X es la entrada al filtro, Y1 la salida del filtro y, Y2 la salida del dispositivo alineal.

La librería de bloques simulables en TOPSIM-IV comprende cerca de 350 bloques diferentes, entre los que se encuentran toda clase de filtros analógicos (Buttterworth, Bessel, coseno realzado, definidos por puntos experimentales, etc.); moduladores y demoduladores utilizados en transmisión digital (PSK, MSK, QAM); codecs de fuente y canal (bloque y convolucionales); procesadores de señal digitales (A/D, D/A, codecs vocales con diferentes leyes, etc.); subsistemas de sincronización de portadora y símbolo; generadores de señales aleatorias (analógicas y discretas con memoria) y bloques para realizar medidas y evaluaciones (contaje de errores, va-

lores cuadráticos, histogramas, diagramas de «scatter», y de «ojos»,etc.).

Comentarios sobre algunas aplicaciones actuales

La simulación digital es una herramienta importante en todo laboratorio industrial que pretende ser competitivo. El camino a iniciar en todo diseño de sistemas de comunicación parte del estudio de viabilidad de un sistema. Este principio metodológico surge como consecuencia de la complejidad de los sistemas de comunicación que son soporte de nuevos Sistemas o servicios de telecomunicación o telemática.

Así, son de interés hoy en día las: comunicaciones digitales codificadas a través de satélites alquilados [6,7]; las radiodifusiones digitales desde satélite a tierra [7]; las comunicaciones móviles utilizando satélites y aquellas celulares utilizando espectro ensanchado y técnicas CDMA [9,10] y en el caso de soporte físico, las transmisiones ópticas utilizando fibras monomodo y detecciones coherente o por polarización [11]. Todos los sistemas anteriores han sido y son diseñados partiendo de simulaciones como primera aproximación a los problemas que plantean. No es posible el intento de resolución de dichos problemas sin la utilización de simuladores con unas características muy fiables y contrastadas, como son: una buena modelización; tiempos de simulación lo mas cortos posibles; evaluaciones fiables; soportes informáticos con baja complejidad para el diseñador/analista; etc.

El simulador TOPSIM es uno de los que satisfacen características como las indicadas antes y en lo que sigue se hacen algunos comentarios e indicaciones bibliográficas para el lector interesado.

En el campo de las comunicaciones digitales codificadas vía satélite, el problema principal es el diseño de receptores terrenales que puedan recibir información a velocidades del orden de 120Mbit/sg. Un sistema que facilite un enlace terrenal

con tal capacidad exige un modelo de transmisión codificada muy complejo (del orden de 25 bloques contabilizando codecs TCM, filtros, alinealidades, procesador de Viterbi, señales interferentes, bloques generadores TDMA, sincronizadores especiales, etc.). Resultados para usos industriales (realización de circuitos VLSI) pueden encontrarse en la referencia [6-pag. 103].

Las radiodifusiones digitales desde satélite plantean problemas añadidos a los comentados en los párrafos anteriores en cuanto se refiere a la posibilidad de recibir señales codificadas en móviles desplazándose en diferentes ambientes terrestres. Aquí la simulación debe contemplar un problema muy actual: la modelización del canal de radiocomunicación móvil con presencia de desvanecimiento y ocultación de señal («shadowing») cuando el transmisor está situado en el satélite de la tierra. Recibir señales digitales a 256Kbit/sg en un móvil terrenal utilizando modulaciones digitales codificadas es hoy en día un desafío todavía no resuelto satisfactoriamente. Algunos resultados pueden consultarse en la referencia [7] donde se ha analizado un modelo desarrollado por ESA utilizando TOPSIM-IV.

El tema de las comunicaciones móviles terrestres (personales o en interiores de edificaciones) o terrenales (bajo la perspectiva de la telecomunicación espacial) está ligado fundamentalmente a tres aspectos: el tipo de señal codificada a utilizar; el tipo de acceso en la configuración de una red de comunicaciones y la banda de radiocomunicación que se usa. Los modelos de señal codificada son similares a los ya comentados; el tipo de acceso por división de código (CDMA) es una buena alternativa por la experiencia ya acumulada y, el modelo de canal es motivo de fuertes polémicas según consta en la literatura técnica. De nuevo en este caso, las experiencias industriales y de la ESA sirven de punto de referencia de como se tratan estos problemas mediante simulaciones TOPSIM [10].

Una última consideración es

la dedicada a la transmisión digital utilizando esquemas de modulación óptica coherente a través de fibras ópticas monomodo. Este tipo de sistemas ofrece sus mayores complicaciones en el conjunto canal de transmisión/receptor. Los esquemas conocidos de ASK, FSK, PSK y DPSK están dando paso a nuevos esquemas de modulación que utilizan la polarización de la luz como base para extraer unos parámetros (parámetros de Stokes) que permitan construir nuevos receptores coherentes y heterodinos. Aquí la simulación se hace necesaria dadas las características tan diferentes de los posibles receptores de señal digital para las capacidades usuales en estos sistemas (600 Mbit/sg a 1,2 Gbit/sg)[11].

A modo de conclusión

La simulación digital de sistemas de comunicación (transmisión) es una herramienta que utiliza medios informáticos (incluida la informática gráfica de «ventanas») y que debe interesar a las personas que se ocupen/ocuparán del diseño/análisis de sistemas que soporten cualesquier servicios de Telecomunicación o Telemáticos.

Los simuladores actuales están en continuo desarrollo a causa de las ingenierías de Comunicaciones e Informática, respectivamente. No obstante, la importancia de los mismos reside en el cómo se resuelve el problema de la modelización de los diversos sistemas, y no tanto en la cantidad de bloques que pueda tener un simulador. El usuario debe tener en cuenta, que las dificultades informáticas son soportables si la modelización es brillante y sencilla (difícil tarea). En definitiva, un paquete de simulación será muy útil si los modelos incluidos han sido elegidos convenientemente y se adecúan a las situaciones reales que se pretenden reproducir.

JOSÉ A. DELGADO-PENÍN es catedrático de Teoría de la señal y comunicaciones. Ha investigado y enseñado en diversas universidades extranjeras.

Los especiales de BURAN

En aras de un expansionismo sin límites, la Buran deja la puerta abierta a aquellos que deseen realizar su propio Buran Especial ... ¿Increíble? No, todo lo que hay que tener son las ganas, el tiempo, y la posibilidad de desarrostrar un tema específico.

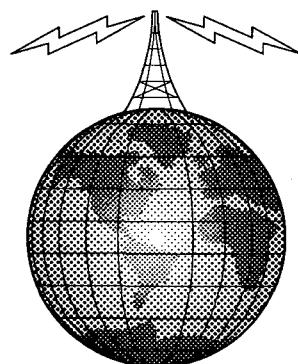
Los miembros que actualmente trabajamos en la revista, ayudaríamos a financiar, y a elaborar la publicación. Siendo los autores del especial los encargados de buscar los artículos, realizar la portada, editar la revista y, por supuesto, de controlar la calidad del contenido del *especial BURAN*, evidentemente dentro de sus posibilidades.

La extensión del especial sería de 50 a 60 páginas, con portada a dos colores, y un número a determinar de gráficas y fotografías (las que se pudiesen pagar).

El grupo puede ser tanto un departamento como un conjunto de amigos con una misma afición, con colaboraciones externas (otras universidades).

El plazo, entre la presentación del grupo y la publicación del número, es de seis meses, para evitar que pudiera obstaculizar el trabajo de otros grupos interesados; si no se pudiera cumplir el plazo, los artículos del especial pasarán a formar parte del fondo del BURAN regular, para su posterior publicación.

Los distintos especiales han de mantener, en la medida de lo posible, el formato actual de la revista, con ello se pretende evitar que los seres humanos con menos medios (estudiantes) se vean discriminados por la (previsible) fastuosidad con que los departamentos querrán realizar sus especiales.



Óptica integrada: introducción y situación actual.

Javier Albert.

Proyectista del Departamento de Teoría del señal y comunicaciones.

El estudio de esta disciplina tiene el punto de partida en el momento en que se consigue construir una fuente de luz coherente y estable: el láser. Las comunicaciones que hasta ese instante habían sido mediante corrientes eléctricas u ondas de radio, ahora se empieza a pensar en la posibilidad de realizarlas a través de haces luminosos. Para ello debían resolverse dos problemas muy importantes, como en cualquier tipo de comunicación: primero la transmisión de la señal y segundo, el procesado de la misma.

La primera posibilidad que se planteó para solucionar los dos problemas fue comunicarse directamente a través de la atmósfera. Para ello se necesitaban componentes ópticos que la hicieran posible como pueden ser lentes, espejos, prismas, moduladores electro-ópticos para las transformaciones de la señal así como detectores. Los problemas se vieron rápidamente, los cambios atmosféricos son rápidos y notables, por lo que las características del medio son excesivamente variables, y además, los componentes ópticos que se precisan no pueden estar sometidos a ningún tipo de vibraciones como es natural. Además son elementos que ocupan grandes volúmenes.

La conclusión que se obtuvo fue, que si bien experimentalmente era posible seguir adelante, para las aplicaciones prácticas resultaba excesivamente costoso.

Se buscó una solución más sencilla: la óptica Guiada, que usa como medio de transmisión la fibra óptica en sustitución de la atmósfera, y que además se sustituye la electrónica por la óptica, incluso en los circuitos in-

tegrados, que pasarán de ser circuitos integrados electrónicos, a circuitos ópticos integrados miniaturizados.

En 1969 se utilizó por primera vez el término de óptica Integrada, ocho años después de la aparición del primer láser. Hemos hablado antes de los dos problemas que se deben solucionar para las comunicaciones ópticas, esto hace que la óptica integrada se divida en dos áreas de estudio: la parte que se dedica a la transmisión y por tanto se encarga del estudio de las fibras ópticas, y la parte que se dedica al procesado de la señal y por tanto se centra en el estudio de los dispositivos ópticos.

En óptica integrada trabajamos en el rango de longitudes de onda comprendido entre los 0.1 y los 10 micras, debido a que nos encontramos con mucha absorción para longitudes de onda inferiores, además de pérdidas por scattering que nos hacen que su uso no sea interesante, mientras que para longitudes de onda superiores es mejor utilizar las técnicas propias de las microondas ya que son más eficientes.

Debemos comparar la electrónica y la óptica integrada para ver las diferencias que tenemos entre ambas y poder anotar las ventajas y los inconvenientes que presentan cada una.

Las ventajas que presentan las fibras ópticas frente a los conductores eléctricos metálicos podemos resumirlos esquemáticamente en los siguientes puntos:

-Inmunidad frente a las interferencias electromagnéticas. En el tendido de cables eléctricos de mucha distancia, podemos encontrarnos que estos actúen como antena

receptora, y que por efecto de la inducción, se pueden generar campos electromagnéticos. En muchos sistemas es fundamental que esto no ocurra, incluso en condiciones adversas, cuando se trata de sistemas de mucha responsabilidad, como pueden ser los de uso militar, los sistemas radar, transmisión multicanal..., en los que un fallo pueda acarrear importantes consecuencias. Ya sabemos que los cables eléctricos se pueden proteger construyéndolos coaxiales, pero esto lleva además del aumento de peso y de coste, una capacidad parásita que limita el ancho de banda. En las fibras ópticas no hay ninguna espira metálica, de manera que no es posible que se produzca una interferencia, y además podemos evitar las interferencias luminosas cubriendo las fibras con sustancias opacas.

-Tamaño, peso y coste reducido. Las fibras ópticas están compuestas de cristales o materiales plásticos. Estos materiales son de menor peso que los metálicos como puede ser el cobre y además son más baratos. Por otro lado, el diámetro de un cable coaxial es cien veces mayor que el de una fibra óptica, por lo que además de tener un peso menor, el volumen que ocupa es también muy inferior. A la hora de trazar los tendidos que nos permitirán el transporte de la señal esto será una notable ventaja.

-Seguridad de corto-circuito. En las fibras ópticas no pueden darse cortocircuitos puesto que no circula corriente eléctrica. Así cuando se rompe una fibra o un conjunto de fibras no hay ningún tipo de peligro como puedan ser chispas, y por tanto es sumamente apropiado para entornos con explosivos o combustibles.

-Bajas pérdidas en transmisión. Es una ventaja muy importante.

Las fibras ópticas presentan una atenuación, independientemente de la frecuencia de 1 dB/km. Esto nos supone un ahorro de energía y de sistemas repetidores.

-Alto ancho de banda. El ancho de banda en las guías viene determinado únicamente por fenómenos de dispersión y no depende de atenuación distinta según la frecuencia. Esto nos permite obtener hasta 100 Ghz de ancho de banda cuando los coaxiales sólo nos permiten 100 Mhz, de manera que el ancho de banda es 1000 veces mayor. La ventaja es muy clara.

-Posibilidad de multiplexación. Debido a este gran ancho de banda del que hablábamos es evidente la posibilidad de multiplexar en frecuencia.

-Seguridad ante espionaje. Al no ser una señal eléctrica no tenemos campos electromagnéticos en el exterior del conductor por lo que es difícil que sean capaces de detectar nuestro mensaje, aunque si nos rompieran la guía podrían detectar el mensaje fácilmente. Por contra solamente tenemos que destacar un inconveniente de las fibras ópticas frente a los conductores metálicos:

-No a la potencia. Las fibras ópticas no permiten el envío de grandes cantidades de potencia por su estructura, mientras que los conductores metálicos sí nos la permiten enviar.

En resumen, las ventajas que presentan las fibras ópticas frente a las líneas metálicas son muy grandes. Será mucho mejor utilizar medios de transmisión ópticos que no eléctricos. Esto puede que aún no sea definitivo si después no disponemos de los sistemas terminales generadores y de procesado que nos permitan poner en la práctica las comunicaciones mediante estos recursos.

El primer paso consistió en convertir la señal eléctrica a óptica, realizar la comunicación mediante la fibra óptica, para después en recepción volver a reconvertirla en eléctrica. Esto es una pérdida de efectividad muy grande tanto de tiempo como de ancho de banda, por lo que se estudian e introducen los dispositivos integrados ópticos. En estos momentos aun-

que no se han desarrollado todos los que serán necesarios, si que ya se han conseguido algunos y se sigue trabajando y se ve que van llegando los resultados. Podríamos asegurar que en el futuro se conseguirán todos.

Los dispositivos ópticos integrados se están construyendo con guías ópticas, las señales de control deben ser también ópticas puesto que si no estamos perdiendo esa velocidad pretendida. Las ventajas que presentan son:

-Acoplamiento con bajas pérdidas. El acoplamiento de varias señales provoca unas pérdidas inferiores a 1 dB.

-Comutación entre guías. La comutación entre guías es rápida y sencilla. En estos instantes ya se han realizado comutadores de 64 puertas.

-Alta fiabilidad. La sencillez de los dispositivos que construimos, así como la imposibilidad de que se produzcan chispazos y la inmunidad a las interferencias, hacen que los sistemas sean muy fiables.

-Inmunidad a las vibraciones y alineamiento óptico. Los componentes integrados a diferencia de los discretos, no tenemos el problema de las vibraciones, ni de que los rayos se puedan desviar de su enfoque correcto o no puesto que una vez construido no se pueden mover.

La desventaja que presentan estos dispositivos es:

-El alto coste que tiene la investigación para desarrollar la nueva tecnología de fabricación.

Actualmente lo que se está haciendo es, primero, analizar guías construidas con materiales de distintas propiedades, con el fin de obtener las características que presentan, con miras a aplicaciones prácticas ulteriores, y segundo, simplificar al máximo la manera de dar los resultados para que, con la menor información posible, podamos describir al máximo las características. Además se debe conseguir obtener una forma de los resultados para que, una vez hecho un cálculo con un tipo de guía, si cambiamos algún índice de refracción, grosor, potencia, longitud de onda... no

nos obligue, de nuevo, a realizar todas las demostraciones implícitas. Esta claro que aumentar el grosor produce los mismos efectos que reducir la longitud de onda, por lo que en general, en los parámetros que caracterizan una guía habrá redundancia de información, de manera que deberemos procurar caracterizar las guías con el mínimo número posible de parámetros: los parámetros de diseño. Según los tipos de materiales y guías variarán, pero en todos los casos se debe buscar la simplificación máxima. Estas reducciones nos llevan de espacios 7-D o superiores, cuya información es muy difícil de analizar y mucho menos de representar, a espacios mucho más reducidos, incluso 2-D en algún caso, por lo que podremos caracterizar las guías directamente con diagramas.

La filosofía final tiende a ser, realizar el estudio matemático detallado de una construcción concreta, y dar los resultados mediante diagramas o tablas, de manera que, a partir de ese momento, cuando se quiera realizar una aplicación concreta se deba analizar directamente los resultados para comprobar su viabilidad. Así únicamente será necesario realizar el análisis matemático una sola vez.

En estos momentos todavía se está analizando, y faltan por realizar muchos estudios, hay dificultades para construir los dispositivos ópticos puesto que los gastos de materiales son muy superiores a los que se utilizan en electrónica, por lo que aquí en nuestro país sólo se realizan estudios teóricos, viéndose la posibilidad de realizar los dispositivos lejos.

La pregunta que sigue en el aire en estos momentos es ¿necesitamos realmente, en estos momentos, esta velocidad tan exageradamente alta?

La respuesta parece indicar que pasará mucho tiempo antes no sea necesaria, y muchos profesionales que estaban trabajando esta nueva tecnología se están decantando por abandonar sus estudios, y dedicarse a perfeccionar y extender la tecnología actual.

Mòdems: ¿Què hem de conèixer si n'hem de triar un?

Joan Serrat Fernández.

Departament de teoria del senyal i comunicacions

El Mòdem és un subsistema de comunicacions que permet que dispositius que transmeten i reben dades digitals puguin utilitzar per aquesta finalitat línies telefòniques convencionals. Es pot comparar un mòdem amb un telèfon en el sentit de que si el telèfon converteix la veu humana en senyals elèctrics apropiats per a la seva transmissió a través de la xarxa telefònica, el mòdem fa el mateix per la informació que genera l'ordinador.

Els mòdems són en efecte una part essencial en les xarxes d'ordinadors. Moltes de les aplicacions informàtiques que utilitzem en la vida quotidiana fan servir mòdems: caixers automàtics, màquines de loteria, lectors de targes de crèdit, etc. Però en tots els casos l'aplicació és totalment transparent; no cal saber el que és un mòdem per servir-se'n.

En canvi, la situació és diferent quan tenim un ordinador personal i ens plantegem el fet d'instal·lar-hi un mòdem. Llavors caldrà decidir sobre quin tipus de mòdem hem de comprar; si cal algun tipus de software complementari; haurem d'instal·lar hardware i software, i fer les proves per veure si tot és correcte. En aquest cas caldrà tenir uns coneixements sobre el món dels mòdems. És en aquests usuaris cap a qui adrecem aquestes ratlles amb la intenció d'orientar-los quan vagin a decidir la compra d'un mòdem.

QUÈ ÉS VOL FER AMB EL MÒDEM?

A l'hora de triar un mòdem hauríem de saber quines aplicacions volem dur a terme a curt i mig termini. En efecte, el mòdem incidirà de manera determinant en el temps necessari per transmetre la informació i degut a això també en el cost de la transmissió. Sense voler ser exhaustius, anem a presentar una llista de possibles aplicacions.

Càcul remot: el mòdem converteix el nostre ordinador personal amb una terminal d'un potent ordinador remot amb el que podem executar qualsevol programa, en temps real o en «batch», amb les mateixes restriccions que tindriem si ho féssim des del mateix centre de càcul.

Serveis d'informació: el mòdem facilita l'accés a un nombre il·limitat de serveis d'informació de qualsevol naturalesa. Podem accedir a bases de dades amb informació tècnica, mèdica, de negocis, etc. Les respostes a les nostres comandes apareixeran en la pantalla i podem rebre còpies de documents, articles, etc.

Correu electrònic: el mòdem permet l'accés a una bústia de correu electrònic instal·lat en un ordinador remot i podrem llavors enviar i rebre missatges arreu del món.

Enviar FAX: si el mòdem disposa de facilitats de FAX podrem enviar un document preparat amb un processador de textos, que pot incloure també gràfiques, a un terminal de fax sense necessitat d'imprimir abans en paper l'esmentat document.

Transferir fitxers: El mòdem ens permet intercanviar amb altres usuaris qualsevol tipus de fitxer com ara fitxers de text, programes d'ordinador, etc.

Dit això cal afegir que per efectuar les esmentades aplicacions el mòdem serà un element necessari però no suficient. En general, a més del mòdem pròpiament dit, la tarja que hem d'instal·lar en un «slot» lliure del PC o la unitat autònoma si triem la modalitat de mòdem extern, haurem d'instal·lar en el PC un software especialitzat que generalment ens proporciona el mateix fabricant. Cal doncs tenir en compte que el software pot imposar unes exigències en quan al sistema operatiu, tipus de CPU i quantitat de memòria que el nostre PC haurà de complir. En segon lloc, per gaudir d'alguns del serveis anteriorment esmentats caldrà estar-hi abonat o disposar d'una clau d'accés.

PROTOCOLS I ESTÀNDARDS

Els protocols de comunicació són les regles que determinen la forma en que treballen els diferents elements que intervenen en la interconnexió de sistemes. El mòdem que

pensem instal.lar s'haurà d'entendre amb l'ordinador i també amb el mòdem remot que existirà en l'altre extrem de la línia. Per això conèixer aquestes regles serà important si volem garantir el correcte funcionament del mòdem.

Quan un fabricant treu al mercat un mòdem procura que els protocols utilitzats seguixin uns estàndards. Els estàndards poden ser «de facto», quan variis fabricants utilitzen el mateix protocol sense estar avalat per un organisme amb competències en la matèria, o «de jure» en el cas que ho estiguin.

Quan llegim el full d'especificacions d'un mòdem trobarem sempre la referència als estàndards que segueix i en particular als estàndards de jure dictats per l'EIA i el CCITT entre d'altres.

L'EIA (Electronic Industries Association) es una organització de fabricants dels Estats Units d'Amèrica. El seu comitè tècnic ha desenvolupat milers d'estàndards per equips electrònics (mòdems en particular). Un dels més populars es el conegut amb les sigles «RS232C» que defineix les connexions elèctriques entre el port sèrie de l'ordinador i el mòdem.

El CCITT (Comitè Consultiu Internacional Telegràfic i Telefònic) és una organització en la que hi estan representats governs, institucions educatives, centres d'investigació i empreses d'arreu del món. Els seus estàndards en matèria de mòdems són les normes «V». Així tenim, per exemple, la «V32» o la «V32bis» de les que parlarem més endavant.

ELS ESTÀNDARDS MÉS IMPORTANTS

Els podem dividir en dues grans categories:

1. Estàndards de modulació

2. Estàndards de control, que a la vegada es subdivideixen en:

a. de Marcació

b. de Correcció d'errors

c. de Compressió de dades

ESTÀNDARDS DE MODULACIÓ

Els estàndards de modulació defineixen la manera en que un mòdem es comunica amb l'altre, en l'extrem remot de la línia telefònica, mitjançant senyals elèctrics analògics que es transmeten sobre l'esmentada línia telefònica. La V.32bis, V.32, V.22bis, són exemples d'estàndards de modulació.

Aquests estàndards reben el seu nom degut a que en definitiva especificuen el tipus de modulació que experimenta un senyal sinusoïdal, que s'anomena portadora, per que el senyal resultant porti la informació del tren digital generat per l'ordinador. Els estàndards de modulació també s'anomenen de vegades «estàndards de velocitat» per que especificuen a la vegada aquest atribut i que fonamentalment ens diu la quantitat d'informació per unitat de temps que el mòdem pot enviar (i rebre) per la línia telefònica.

La importància dels estàndards de modulació és que estan directament relacionats amb la compatibilitat i amb el cost econòmic que comportarà utilitzar la línia telefònica. En termes de compatibilitat ens interessarà seleccionar un mòdem amb un estàndard que s'adapti al del mòdem o mòdems amb qui volem comunicar. En aquest context cal dir que el fet de que dos mòdems treballin amb la mateixa velocitat no vol dir necessàriament que siguin compatibles. En termes de cost de la trucada telefònica ens interessarà treballar amb la velocitat més alta disponible ja que evidentment el temps que emprarà el mòdem per transmetre certa quantitat d'informació serà tant més petit com més gran sigui la seva velocitat.

ESTÀNDARDS DE CONTROL

Els mòdems dels primers temps no eren gaire bé res més que moduladors/desmoduladors de senyals. Així doncs, amb els estàndards

de modulació hauria estat suficient per determinar les funcions d'aquells mòdems. Però poc a poc els mòdems varen anar evolucionant en el sentit d'incorporar funcions cada vegada més complexes. Per dur a terme aquestes funcions els mòdems actuals porten microprocessadors amb potències de càlcul semblants a les dels mateixos PCs. L'especificació d'aquestes tasques addicionals és l'objecte dels anomenats estàndards de control.

ESTÀNDARDS DE MARCACIÓ

Quan un ordinador disposa d'un mòdem per transmetre informació el primer que farà serà ordenar-li l'establiment d'una trucada, de la mateixa manera que procediríem si volguéssim parlar per telèfon amb algú. És a dir, el mòdem haurà de «despenjar» per saber si hi ha línia, marcar el número complet del mòdem amb el qui es vol comunicar, reconèixer si el número marcat comunica o no, etc. Per dur a terme aquestes funcions, el mòdem haurà d'interpretar comandes específiques que li arribin de l'ordinador i haurà de poder informar a l'ordinador del resultat de l'execució de cada una d'aquestes comandes. Aquest conjunt d'ordres i respostes constitueixen l'objecte dels estàndards de marcació. En l'actualitat els estàndards de marcació més comuns són el «conjunt de comandes AT», que és un estàndard de facto, i l'estàndard de jure V.25bis.

La majoria de mòdems utilitza el conjunt de comandes AT, que s'anomena d'aquesta manera perquè totes les comandes comencen amb els caràcters «AT». Per exemple, una comanda que l'ordinador envia cap el mòdem i que està constituïda per la seqüència de caràcters «ATDT5551212» serà interpretada pel mòdem de la manera següent:

"AT" capçalera de qualsevol comanda

"D" preparar la línia per marcar (equivalent a despenjar el telèfon)

"T" la marcació es farà amb tons multifreqüència

"5551212" marcar el número de telèfon 5551212

A més de les operacions bàsiques de marcació, els fabricants utilitzen extensions de les comandes AT per fer altres operacions (emmagatzemar números en memòria, utilitzar pantalles d'ajuda, etc), però cal dir que les extensions no constitueixen cap tipus d'estàndard i per tant no funcionen a qualsevol mòdem.

La V.25bis és l'estàndard de marcació que s'utilitza típicament en grans instal.lacions informàtiques. Disposa d'un conjunt d'extensió, encara que relativament reduït, per operacions complementàries a la de marcació.

ESTÀNDARDS DE CONTROL D'ERRORS

La transmissió del senyal per la línia telefònica pot produir errors en la recepció dels bits degut al soroll i d'altres perturbacions que sovint existeixen a la línia. La detecció i correcció d'aquests errors és de capital importància ja que, segons l'aplicació, un sol error binari podria tenir conseqüències dramàtiques. L'especificació dels mecanismes amb els què es duu a terme el procés de detecció i correcció d'errors és l'objecte dels estàndards de control d'errors.

Els procediments de detecció d'errors es basen en afegir als bits d'informació un conjunt addicional de bits que s'anomenen bits de redundància. L'algorisme amb el que el mòdem transmissor calcula els bits de redundància per un determinat nombre de bits d'informació (algorisme de codificació) és conegut també pel mòdem receptor. Així aquest pot recalcular la redundància i comparar-la amb la que ha rebut. Si els bits recalculats i els rebuts no són idèntics és degut als errors de la transmissió. En aquest cas, el mòdem receptor pot demanar la retransmissió de la informació amb la seva redundància i repetir el procés fins que no es detectin errors.

L'estàndard de control d'errors utilitzat per la pràctica totalitat

dels mòdems actuals és la V.42 del CCITT.

ESTÀNDARDS DE COMPRESIÓ

Les tècniques de compressió de dades redueixen el temps necessari per transmetre un volum determinat d'informació o l'espai necessari per emmagatzemar-la. Per aconseguir-ho, s'elimina bits del volum original mitjançant algorismes que permeten la seva recuperació una vegada s'ha efectuat la transmissió. Observem que les tècniques de compressió actuen a la inversa de les de detecció/correcció d'errors; aquelles havíem vist que afegien bits de redundància, mentre que aquestes eliminan la possible redundància que pot tenir la informació.

El procés de compressió es pot dur a terme de diferents maneres. Per exemple, la seqüència de vuit caràcters idèntics «AAAAAAA» es pot comprimir utilitzant «A|8» que s'interpretarà com «caràcter A repetit 8 vegades». Les combinacions de lletres més comunes, com articles, preposicions, etc. es poden comprimir utilitzant un sol caràcter per representar-les. De fet, els estàndards de compressió utilitzen una varietat de tècniques estadístiques per representar més dades amb menys dígits binaris. Entre els utilitzats comercialment cal esmentar l'estàndard de facto MNP-5 de Microcom i el de jure V.42bis del CCITT que pot aconseguir una relació de compressió màxima de 4:1.

Un mòdem que incorpori un estàndard de compressió pot augmentar doncs el cabdal efectiu d'informació (el terme «throughput» en anglès). Així, per exemple, un V.22bis que transmet a 2400 bit/s, si incorpora la V.42bis podria arribar a un cabdal efectiu de 9600 bit/s. Ara bé, cal dir aquí que aquests són els límits teòrics. En la pràctica, el cabdal efectiu no arribarà mai al producte de la velocitat de transmissió per la relació de compressió màxima, per dos motius. En primer lloc, quan un mòdem treballa amb un algorisme de compressió quasi sempre ho ha de fer

també amb un algorisme de correcció d'errors (pensem que un sol error binari en una transmissió amb compressió pot ser catastròfic); per això l'estat de la línia incidirà en el cabdal efectiu, fent-l'ho disminuir al forçar més retrasmissions. En segon lloc, la relació de compressió màxima només es pot assolir per segons quins tipus d'informació; un fitxer creat amb un processador de text, o segons quins tipus de fitxers gràfics tenen una gran quantitat de dades repetitives i per tant poden gaudir d'una bona relació de compressió. En canvi, un fitxer de software generalment no es pot comprimir i un fitxer ja comprimit no es pot tornar a comprimir.

QÜESTIONS QUE DECIDEIXEN LA SEL.LECCIÓ D'UN MÒDEM

A manera de cloenda es presenta un resum de les qüestions que cal plantejar-se per decidir el mòdem que necessitem.

¿Perquè el volem fer servir?

Pensem amb aplicacions molt diverses, com per exemple accés a servidors d'informació, transferència de fitxers, jocs, ...?. O, en canvi, l'aplicació serà molt més específica, com la simple connexió d'un terminal o PC a un ordinador remot per treball interactiu; «backups» del disc del PC a un gran ordinador, etc.? La naturalesa de l'aplicació incideix sobre els estàndards descrits anteriorment i el tipus de software necessari. Per exemple, en treball interactiu, l'ajut d'un estàndard de compressió es pràcticament nul; i si el que volem connectar és un terminal a un ordinador remot no necessitarem software de comunicacions.

¿Quins estàndards necessitem?

En quan als de modulació, cal tenir en compte que els més ràpids són també els més cars. D'altra banda cal pensar també que cada vegada i ha més servidors d'informació que treballen amb mòdems d'alta velocitat.

En quan al tipus d'estàndard de marcació, el que farem usualment serà treballar amb les Comandes AT.

Caldrà saber si entre les aplicacions previstes hi ha necessitat de treballar amb sistemes remots que utilitzin V.25bis.

Necessitarem un estàndard de correcció d'errors si treballem a alta velocitat. El normal serà utilitzar V.42 que es a la vegada compatible amb els estàndards MNP.

Si hem de transferir grans volums de dades (fitxers) a llarga distància serà convenient utilitzar un estàndard de compressió que repercutirà en una disminució del cost de la trucada.

¿El PC que tenim es adequat?

Per exemple, si decidim treballar amb un mòdem V.32bis que incorpori V.42bis podrem arribar a transferir dades amb un cabdal efectiu de fins a 57600 bit/s. El problema pot ser que l'ordinador (hardware/software) no pugui lliurar o acceptar les dades a aquesta velocitat tan alta. Hi han mòdems interns que incorporen ports de dades d'alta velocitat. Si el mòdem ha de ser extern es pot canviar la tarja del port sèrie.

¿Volem un mòdem intern o extern?

Un mòdem intern està viajant però exigeix que hi hagi un «slot» lliure en el PC. En aquest cas cal saber també el tipus de bus (AT, ISA, EISA o MCA) amb el que treballem.

Un mòdem extern té l'avantatge de disposar de diversos indicadors lluminosos que ens informen de l'estat de la comunicació i per tant ens poden ajudar a resoldre

problemes d'aquest tipus.

¿Tipus de software que ha d'incloure?

Els fabricants de mòdems poden lliurar el producte amb software per dades o per fax. Caldrà especificar el sistema operatiu del nostre ordinador; els fabricants disposen generalment de versions del mateix software per els entorns més usuals (DOS, UNIX, etc.)

Joan Serrat Fernández.

Professor Titular d'Universitat del Departament de TSC. Fins el curs passat, va desenvolupar la seva activitat docent en l'assignatura "Sistemes de Telecomunicació" del pla-64 i a partir d'aquest curs ho farà en la del pa-92 "Laboratori de Comunicacions I". La seva activitat investigadora s'ha centrat en la línia de la transmissió digital en canals de comunicació molt dispersiva

Quadre resum dels estàndards més usuals

Modulació	Marcació	Correcció	Compressió
V.32bis	Comandes AT màxim de 14400 bit/s. El més ràpid en l'actualitat. Un mòdem V.32bis pot ajustar la seva velocitat cap a dalt o cap avall si la línia millora o empitjora.	Estàndard de facto. Es necessari que l'ordinador sigui AT-compatible.	V.42 El més eficient en l'actualitat. Esta basat en el protocol LAP-M del CCITT. La V.42 inclou MNP-3 i MNP-4 com alternatives a LAP-M.
V.32	9600 bit/s. Un mòdem V.32 pot baixar la velocitat si la línia empitjora però llavors ja no la pot tornar a pujar.	V.25bis Estàndard de jure amb un conjunt molt reduït de funcions addicionals a la marcació pel control del mòdem.	MNP-2, MNP-3, MNP-4 Estàndards de facto desenvolupats per Microcom.
V.22bis	2400 bit/s. Aquest i anteriors estàndards no poden ajustar velocitat en funció de l'estat de línia		
V.22	1200 bit/s		

Visión Nocturna

Antonio Cañada y José Luis Montesino-Espartero

INTRODUCCION.

El hombre está preparado para desenvolverse en su entorno vital: el cuerpo humano comprende varios sistemas perceptivos mediante los cuales recibe información exterior que procesa para tomar decisiones. Entre ellos está el sistema visual. Gracias a él, aprovechamos la información que nos llega mediante la luz irradiada o reflejada por otros cuerpos. El ancho de banda de este sistema sensible a las radiaciones electromagnéticas está limitado al espectro visible (longitudes de onda entre 0,4 μm (violeta) y 0,75 μm (rojo)). Debido a ello, en los momentos de obscuridad (en ausencia de fuentes lumínicas) el ojo no capta información exterior.

Existen dos alternativas para intentar paliar esta limitación: la iluminación artificial, o detectar las radiaciones no visibles que emiten los cuerpos. 'Visión Nocturna' es el concepto que alude al desarrollo de sistemas que permitan al hombre 'ver' en condiciones de oscuridad, bien captando luz de muy baja intensidad en ambientes de quasi-oscuridad (Tubos de Intensificación de Imagen) o detectando radiaciones no visibles (Detección Térmica).

Hasta ahora, la gran mayoría de proyectos de Visión Nocturna realizados se han dado en el campo militar y policial debido al alto interés estratégico de estos sistemas. De ahí que los conceptos fundamentales de su funcionamiento estén ilustrados con este tipo de aplicaciones.

TUBOS DE INTENSIFICACION DE IMAGEN.

Desde la aparición de los primeros tubos en los años 50 hasta nuestros días ha habido un gran avance en cuanto a prestaciones, debido a la utilización de nuevos materiales y mayor integración, pero no ha variado mucho su funcionamiento básico. Por tanto para poder explicar posteriormente la evolución de los tubos intensificadores de imagen con mayor claridad empezaremos describiendo el funcionamiento de un sistema general.

Funcionamiento:

En todo tubo de intensificación de imagen podemos distinguir tres partes fundamentales:

1. Objetivo: Se reciben los fotones debidos principalmente a la radiación en infrarrojo cercano que proviene de la reflexión de la luz de las estrellas y la luna en los objetos.

2. Fotocátodo: Podríamos decir que es la parte principal y en la que se han obtenido mayores mejoras. Consiste en un material que convierte los fotones en electrones, éstos son a su vez acelerados y focalizados.

3. Pantalla: Normalmente una pantalla de fósforo donde los electrones pasan de nuevo a fotones para ser observados.

Una vez descrito el funcionamiento general vamos a ver la evolución que han experimentado los tubos de imagen.

Evolución histórica:

Hasta hoy han habido tres generaciones con diversas mejoras y evoluciones dentro de cada una de ellas. Y en base a estos tres tipos de tubos se han construido gran variedad de binoculares y miras destinados a la visión nocturna en su mayor parte con fines militares.

Generación I:

Los primeros tubos intensificadores de imagen son los denominados de primera generación (Gen. I) y fueron utilizados en la guerra de Vietnam. Las características principales de éstos son:

- Utilización de altos voltajes para acelerar los electrones, de 10 a 30 kV.
- Poca autonomía y baterías muy pesadas.

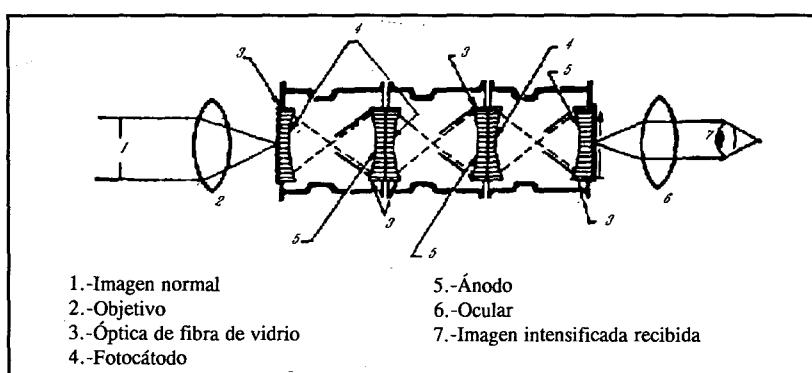


fig.1

- Fotocátodos trialcalinos de cesio, sodio, potasio, antimonio. También llamados S-25 o S-20.
- Sensibles en el siguiente margen de longitudes de onda: 0.4 a 0.85 μm .

- Varias etapas acopladas ópticamente dan una mayor ganancia, cada etapa se compone de fotocátodo y pantalla de fósforo dispuestas tal como muestra la figura 1.

El modelo más representativo de esta generación es el AN/PVS-2. Este modelo se montó sobre rifles M-16 dotándoles así de una visión nocturna de unos 360 metros.

Generación II:

La segunda generación de tubos desarrollada en los 70 introdujo un importante avance conocido como MCP (MicroChannel Plate). Esta técnica consiste en utilizar un disco colocado después del fotocátodo y horadado por multitud de canales, de 2 a 3 millones en un disco de 18 mm. de diámetro. De esta forma se consigue que al rebotar en las paredes del tubo los electrones incidentes produzcan nuevas emisiones, obteniendo así un crecimiento exponencial, por cada electrón que entra salen 1000.

De esta forma conseguimos que cada agujero o tubo se convierte en un amplificador independiente que podemos asociar a un pixel de la salida. Una vez los electrones salen del MCP hay que convertirlos de nuevo a fotones, para ello el método más simple es el ya utilizado en la generación I que consiste en una pantalla de fósforo. Otro método simple es utilizar un ánodo conductor que convierte las nubes de electrones en corriente que es conducida a un preamplificador y luego a un ordenador u otro elemento de representación.

Esta nueva técnica empleada en la Gen. II se tradujo en una reducción del peso y volumen de los tubos así como del voltaje utilizado colocándose ahora alrededor de los 6 kV. De esta forma ya se pudieron realizar equipos más transportables

que describiremos a continuación.

Una importante desventaja de estos tubos de generación II era su corta vida operativa. El AN/PVS-4 fue uno de los primeros que introdujo el tubo Gen. II y se realizaron varias versiones, primero de mano y posteriormente para montar en rifles.

La unidad más vendida hasta ahora ha sido la conocida como AN/PVS-5 que incorpora dos tubos de segunda generación y puede ser montada en un casco dejando las manos libres. Esta última característica dota a esta unidad de propiedades excelentes para la conducción y el pilotaje, tanto es así que se ha seguido utilizando hasta nuestros días. Con la aparición de este modelo se empezó a considerar y a probar su uso para la aviación y principalmente para helicópteros.

Sobre este modelo se han ido haciendo una serie de mejoras, tales como:

- Fotodetector para apagar el tubo cuando es expuesto durante un periodo de tiempo a una luz fuerte, de esta forma evitamos dañar el tubo y gastar baterías inútilmente.
- Tubos de segunda generación mejorados ; incorporan cristales de mayor luminosidad que las fibras ópticas utilizadas anteriormente.
- Utilización de técnicas activas, para mejorar el comportamiento de los binoculares también conocidos por NVG (Night Vision Goggle):

+Para la lectura de mapas, haz de luz en IR-cercano con un alcance de unos 2 m.

+Para apuntar rifles: AN/PAQ-4, es un laser de arseniuro de galio que se monta sobre el rifle y produce un punto de luz no visible por el ojo sobre el blanco. Esta técnica ha sido de gran utilidad ya que facilita mucho el apuntamiento con NVG,

que resultaba anteriormente de gran dificultad.

La siguiente mejora importante aparece en los binoculares AN/PVS-7 que constan de un solo tubo y una sola lente, pero dos oculares, reduciendo de esta forma a prácticamente la mitad el coste del aparato y haciéndolo más asequible para usos masivos y de infantería. Una serie de modificaciones en el modelo anterior permitieron obtener el primer NVG para visión submarina, pudiéndose utilizar hasta 50 m. de profundidad en agua salada.

Hay que destacar que estos tubos se siguen utilizando hoy en día y que jugaron un importante papel en misiones de infantería en la Guerra del Golfo.



AN/AVS-6

Generación III:

La principal innovación que se introduce en los tubos de tercera generación son los fotocátodos de GaAs, con los que se obtiene una sensibilidad tres o cuatro veces mayor,un aumento de vida útil de 2000 horas (II gen.) a 7500 h. y una mejor respuesta en infrarrojo cercano. Por tanto básicamente y funcionalmente estos tubos son iguales a los anteriores.

La implantación de estos tubos se va haciendo progresivamente y normalmente sobre modelos como el

AN/PVS-7 que antes utilizaban tubos de segunda generación. El aparato de visión nocturna más utilizado que incorpora tubos de esta generación es el AN/AVS-6 (ANVIS) que consta de dos tubos de Gen. III alimentados por dos baterías y va montado sobre un casco.

Este NVG está especialmente indicado para misiones nocturnas en helicóptero y fue muy utilizado en el Golfo, donde se pudieron ver sus mayores carencias. A raíz de ello se han introducido algunas mejoras de las que cabe destacar el ANVIS/HUD (Heads-Up Display).

El HUD surgió al constatar la desorientación y desconcierto que sufrían los pilotos por el exceso de información en la cabina y el tener que levantar y bajar la cabeza para ver los instrumentos. De forma que en los últimos aparatos se ha introducido dentro del visor un pequeño tubo de rayos catódicos que presenta la información principal como la velocidad del viento, la altura, dirección, etc. Y además existe la posibilidad de reducir la cantidad de información presentada en cabina. También hay que decir que actualmente se están diseñando pantallas en color (AMLCD) para aviones y helicópteros de forma que sus coordenadas de color sean compatibles con los NVG y de esta forma se tenga una visión de todos los colores de la pantalla tanto sin como con NVG.

Otra mejora que se ha introducido en la Gen III es el aumento de resolución que ha pasado de 28 pares de líneas por milímetro a 36 lp/mm.

Actualmente bajo desarrollo está la que se conoce como generación 3.5 que introduce fotocátodos más sensibles, mayor resolución (hasta 60 lp/mm), aumento del ocular de 18 a 25 mm para tener una buena imagen para mayor grado de posiciones del ojo, aumento del FOV (Ángulo de visión) de 40º a 60º.

Las contramedidas utilizadas contra los NVG son flashes y focos potentes o como en la guerra del Golfo hacer importantes hogueras

que en ese caso fueron los pozos de petróleo.

Detección infrarroja

Los sistemas de Visión Nocturna basados en la detección de radiación infrarroja (Forward Looking Infrared Sensors: FLIR) aprovechan que los cuerpos emiten calor para observar el entorno de manera pasiva. En la atmósfera las radiaciones de calor que mejor se propagan son las de longitud de onda comprendidas en los márgenes 2-5 μm y 8-15 μm (Infrarrojo medio y lejano). La radiación de onda corta se propaga mejor que la de onda larga en ambientes húmedos, pero se comporta peor ante la presencia de aerosoles en suspensión. La presión barométrica y la temperatura son también condicionantes de la propagación de calor. En los peores casos, la transmisión de infrarrojos en condiciones de lluvia o niebla intensas se vuelve imposible.

Sensores de infrarrojos:

Existen dos tipos de sensores infrarrojos: los térmicos y los cuánticos. Los primeros producen corriente eléctrica proporcional a los incrementos de temperatura debidos a la energía radiada por los cuerpos observados. Los tiempos de respuesta de estos sensores son altos (del orden de los milisegundos), pero tienen una sensibilidad uniforme en todo el espectro de frecuencias, y no necesitan refrigeración. En cuanto a los detectores cuánticos, son semiconductores que aprovechan la energía fotónica para generar electrones y pasar del estado de corte al de conducción, generando así una carga que contiene información y que se trata posteriormente. A pesar de que los tiempos de respuesta de estos sensores es muy inferior al de los térmicos (del orden de los micro o nanosegundos), no tienen una sensibilidad uniforme a lo largo del espectro, requiriendo así sistemas de refrigeración.

Existen dos tipos de detectores cuánticos, diferenciables por el

modo de trabajo:

- Fotoconductividad: Al polarizar el detector con un potencial externo, una corriente proporcional a los fotones que llegan atraviesa el dispositivo, generándose así la señal eléctrica que será procesada. En este grupo se encuentran los detectores basados en Telúrido de Mercurio y Cadmio (HgCdTe) y los Dispositivos Acoplados por Carga (CDD) que son integrables.

- Fotovoltaicos: Se trata de uniones P-N semiconductoras. En bornes de la unión aparece una tensión proporcional a la cantidad de fotones que impactan en la unión. En este grupo se encuentran los detectores basados en Arseniuro de Galio (GaAs) y Antimónido de Indio (InAs).

Los sensores que se utilizan en los sistemas FLIR están basados en materiales detectores como el Antimónido de Indio (InSb: 3-5 μm) o el Telúrido de Mercurio y Cadmio (MCT: 8-13 μm). Los dispositivos diseñados requieren sistemas de refrigeración (a temperaturas cercanas a la liquefacción del Helio: 70 K) para trabajar con la mejor sensibilidad posible de los materiales empleados. Hoy día se investiga en detectores ferroeléctricos cerámicos que trabajan a temperatura ambiente, y de menor coste, como los de Titanato de Bario y Estroncio (más baratos, aunque de peores prestaciones que el MCT). También se investiga para conseguir un mayor grado de integración.

Los CCD (creados en 1970 en los laboratorios Bell) son circuitos integrados MOS cuya información está bajo forma de paquetes de carga creados al incidir la radiación. Así, la información captada por los detectores es transportada mediante una señal de reloj hacia amplificadores para su posterior tratamiento. El gran atractivo de estos dispositivos es que permiten alta integración, abrir la posibilidad de realizar fácilmente un procesado digital de la imagen, y trabajar con gran sensibilidad y bajos niveles de ruido. Como consecuencia, las resoluciones de las imágenes obtenidas con CCD son muy altas (dependiendo del grado de integra-

ción, hasta 4096 * 4096 pixels).

El diseño de los primeros sensores infrarrojos se basó en distribuciones (arrays) lineales de 60, 120, 180 o 240 detectores. Se generaba una señal eléctrica integrando la información de cada detector obtenida tras un barrido del array mediante un espejo poligonal rotando a unos 35000 rpm. Luego, la señal se amplificaba para su posterior procesado. Los sensores de segunda generación ya incluyen arrays planos con al menos 240*4 detectores, incorporando los nuevos refrigeradores termoeléctricos, mucho más manejables que los anteriores refrigeradores criogénicos. La capacidad de integración es mucho mayor, y no es necesaria la técnica de barrido óptico de los detectores, sino que éstos están directamente expuestos a la radiación (CCD).

Aplicaciones:

Las principales aplicaciones de la detección infrarroja para observar entornos en malas condiciones de visibilidad son principalmente militares. En efecto, los sistemas FLIR tienen un gran interés logístico, sobre todo aplicados al combate nocturno, donde su uso puede ser una ventaja decisiva para el ejército que los posea. La mejora de prestaciones operativas respecto a los sistemas de amplificación de imagen son importantes tácticamente: el alcance es mayor, se puede trabajar en condiciones de oscuridad total, y se es inmune a las contramedidas que afectan a los sistemas de amplificación.

Se está diseñando los primeros sistemas térmicos montados en armas portátiles, como rifles, morteros, bazookas, etc. Se trata de sistemas de segunda generación, en los que es crítico el peso del sistema. En efecto, el primer requisito a cumplir es un peso compatible con el armamento: los visores térmicos tienen que ser ligeros. Hasta ahora varias empresas están trabajando en visores para rifles y artillería ligera. El Ejército de los EEUU lanzó a mediados de los años 80 los programas TWS (Thermal Weapons Sight) y RTS (Short Range Thermal Sights). Los resultados hasta el momento (los di-

vulgados) son visores de sensores de tecnología planar, y pesos de entre 1 y 2 kg, y alcances desde los 700 m hasta los 1200 m (Hughes, Texas Instruments, Magnavox, Honeywell, Thorn-Emi,etc). En cuanto a los niveles de sensibilidad conseguidos, hay dispositivos que detectan diferencias de temperatura de hasta 0,1°. El campo de visión observable llega hasta los 20°*12° del sistema WASP (Wide Angle Stinger Pointer) desarrollado por Magnavox para el sistema de misiles tierra-aire portátil Stinger.

navegación combinando un radar de observación del terreno y un FLIR con ancho campo de visión. Se están desarrollando sistemas de exploración del espacio que permitan al piloto observar el entorno libremente, ya que los sistemas instalados en los aviones sólo trabajaban en una dirección fija (Programa Falcon Eye FLIR: sensor esférico, que permite al piloto orientarse al observar). La información de los FLIR se presenta en pantallas 2-D o directamente en la visera del casco del piloto. En Europa se



TWS de segunda generación.

Los sistemas FLIR son también un elemento táctico y de ayuda a la navegación muy importantes para tanques, helicópteros y sobre todo para la aviación. Gracias a los sistemas FLIR (largo alcance: 10-15 km en condiciones de poca humedad; e imágenes de alta resolución y campos de visión de 20-30°), los pilotos de aviones supersónicos disponen de una ayuda importantísima para misiones de vuelo a baja altura. Es el caso de los F-15E y F-16 de apoyo (CAS: Close Air Support) operativos en la operación Tormenta del Desierto, en los que se instalaron sistemas FLIR LANTIRN (Low Altitude Navigation and Targeting for Infrared Night).

El sistema LANTIRN se compone de un equipo de seguimiento de blancos por laser, y un equipo de

desarrollan programas de sistemas de imagen térmica, como los CONDOR (por el consorcio europeo SATEL: SAT de Francia, Electro de Alemania, Thorn-Emi de Gran Bretaña). Estos sistemas se basan en arrays de CdHgTe hibridizados en chips de CCD (IR CCD) y requieren refrigeración a 77 K. El campo de visión, gracias a la óptica usada, puede variar entre 70°*30° y menos de 1°*1°, y comprende un sistema laser (10 µm) para determinar alcances. Este sistema equipará a los ejércitos de los países asociados.

La investigación sobre visión nocturna se orienta hoy día hacia la detección infrarroja como apuesta de futuro, una vez que las líneas de investigación en intensificación de imagen se van agotando. A partir de ahora se trabajará en sensores de

infrarrojos para aplicaciones de corto y medio alcance, a la par que se empieza a usar los avances alcanzados hasta ahora en actividades civiles: control policial, observación de animales en entornos ambiguos (Barr and Stroud thermal-imaging system de Pilkington Energy Advisors Ltd.: sistema para observación aérea de osos en la nieve y focas grises en bancos de arena en zonas polares cuando la observación visual es imposible por la altura del avión), etc.

CONCLUSION.

A medida que se usan los nuevos equipos de visión nocturna en operaciones militares, se acumula experiencia útil para tratar de mejorar los equipos y tratar de evitar situaciones equívocas. En efecto, uno de los mayores problemas a los que se enfrenta el militar al actuar con equipos de visión nocturna es cómo identificar si un blanco es amigo o enemigo. Hasta ahora, bien debido a un poder de resolución insuficiente o a una falta de familiarización o entrenamiento con los nuevos sistemas, en los conflictos en que se ha actuado en misiones nocturnas han habido bajas debidas a fuego 'amigo': se dio el caso en el Conflicto del Golfo en que una unidad mecanizada americana que se defendía de soldados iraquíes con fuego de granadas confundió a tanques amigos situados a unos kilómetros. Estos, al creer que se trataba de fuego hostil dispararon, y como resultado hubo 6 muertos, 25 heridos y varios tanques y blindados destruidos. Como soluciones se ha pensado en equipar a los vehículos de báezas infrarrojas para su identificación, y usar computadoras más rápidas y potentes para ayudar a los soldados, que analicen la información en tiempo real.

La próxima generación de sistemas de visión nocturna serán los de fusión de imagen (Image Fusion). En ellos se combinarán los FLIR (integrando sensores de 2-5 μm y 8-15 μm simultáneamente: equipos multifrecuencia) con los sistemas de Amplificación de Imagen, reduciendo así las probabilidades de error de identificación. Serán equipos con

campos de visión mayores y mejor resolución de temperatura (como los Advanced Helicopter Pilotage display and sensors subsystems previstos por los EEUU para 1995: una pantalla binocular montada en el casco con un campo de visión de 40°*80°, dualidad de sensores de AI (0,6-0,9 μm) y FLIR (8-12 μm), y resolución mínima de temperatura mejorada en un 50%.

Electronics.

Gourley, Scott R., *Piercing the Darkness*, July 1989 Defense Electronics.

Lum, Zachary A., *Technology Brightens Night Fighting Possibilities*, November 92 Journal of Electronic Defense.

Webb, P. W., *Thermal imaging of electronic devices with low surface emissivity*, June 1991 IEE Proceedings-G.

Abileah, Adi and Yaniv, Zvi, *A full color AMLCD with NVG class B Compatibility*, July 1992 IEEE AES Magazine.

Berardines, Lawrence A., *No place to hide*, October 1991 Machine Design.

De Los Riscos Murciano, Francisco, *Técnicas modernas para visión nocturna*, Octubre 1972 Revista Ejército.

Muller, Richard S. and Kamins, Theodore I., *Electrónica de los dispositivos para circuitos integrados*, Ed. Limusa 1986.

Edmund Scientific Company, *Annual Reference Catalogue for Optics, Science and Education*.

Salas Lopez, Fernando, *Empleo táctico del armamento*, 1973 Imprenta Artes Gráficas.

Rotolante Ralph A., *Military IR-detector market remains stable*, February 1991 Laser Focus World.

Bibliografía

Rawls, James W., *Lasers: The battlefield tools of tomorrow are here*, July 1989 Defense Electronics.

Koehler, T., *Infrared detectors continue to diversify*, March 1991 Technology guide: Detectors; Laser Focus World .

Jaszka, Paul R., *The Laser and its Military Applications: A Primer*, July 1989 Defense Electronics.

Blouke, M. M., *Charge-coupled devices reach maturity*, March 1991 Technology guide: Detectors; Laser Focus World .

Powers, Galen D., *MCP-based detectors are versatile*, March 1991 Technology guide: Detectors; Laser Focus World .

Messenger, Heather W., *Wide range of choices faces detector users*, March 1991 Technology guide: Detectors; Laser Focus World .

Olsen, Gregory H., *InGaAs fills the near-IR detector-array vacuum*, March 1991 Technology guide: Detectors; Laser Focus World .

Dance, Brian, *Thermal imagers spot animal life in polar regions*, March 1991 Laser Focus World .

Dance, Brian, *Europeans work together on military thermal imagers*, March 1991 Laser Focus World .

S.R.G., *Weapon sights use Thermal Technologies*, July 1989 Defense

