

UNA NOVA EINA DE COMUNICACIO

Aquestes quatre línies us arriben de la mà d'una nova revista, un nou estri de comunicació que pretén millorar el coneixement de les diferents activitats científiques que es duen a terme dins la nostre comunitat universitària, i de les realitats industrials i tecnològiques del nostre entorn. El seu àmbit són les tecnologies que giren en torn de l'enginyeria elèctrica i electrònica en el sentit més ampli dels termes.

Permeteu-me aprofitar aquesta ocasió que se m'ofereix per fer-hi unes breus consideracions sobre la seva oportunitat i potencialitat.

En primer lloc, voldria remarcar el fet que, en un període de temps relativament curt, hem vist néixer en el si de la nostra comunitat diferents iniciatives, unes de caire lúdic i altres d'informació o reflexió. Cadascuna d'elles pretén cobrir certs aspectes concrets, però totes tenen en comú el desig d'intensificar la comunicació i la relació entre les persones. El nostre col·lectiu és cada cop més gran en individus, variat en temes i dispers en espais.

Vivim en un moment en el que el volum d'informació creix amb una gran rapidesa, però, afortunadament, apareixen, amb la mateixa velocitat, ofertes específiques per respondre a les necessitats concretes d'un determinat col·lectiu. En aquest sentit aquesta revista pot convertir-se en una eina d'una enorme potencialitat i utilitat en la mesura que sàpiga sintonitzar amb les preocupacions de la nostra comunitat.

Es una iniciativa que neix de la mà dels estudiants perquè possiblement són els més necessitats d'obtenir i intercanviar informació, però seria bo que la resta del col·lectiu, i especialment els professors, li prestessin una atenció intensa i continuada. El concepte d'enginyeria elèctrica i electrònica, i amb ella les tecnologies de la informació i les comunicacions, és cada cop més complex, pluridisciplinar i interrelacionat. Crec doncs que tots tenim la necessitat i l'obligació de compartir amb els demés, i especialment amb els estudiants, els nostres coneixements i reflexions.

Voldria apuntar finalment alguna de les possibilitats que podria oferir la revista:

- El contingut hauria de recollir tots els aspectes que contribueixen a la formació integral d'un enginyer.
- L'Escola podria comentar els aspectes més rellevants i novedosos de la formació que imparteix.
- Els Departaments podrien descriure les diferents línies d'activitat, instal·lacions de que disposen i projectes que s'hi duen a terme.
- Les empreses i institucions del sector podrien aportar-hi als seus punts de vista, necessitats i preocupacions.
- Els professors, el personal d'administració i serveis, i els estudiants, podrien presentar-hi els seus treballs, preocupacions i reflexions.
- Podria ser també un instrument d'intercanvi amb estudiants i professors d'altres universitats i països.
- Els estudiants graduats podrien aportar-hi les vivències de la seva activitat professional.
- Finalment hauria d'estar oberta a totes les contribucions que puguin ser d'interès pel nostre col·lectiu.

Després d'aquestes breus reflexions no puc sinó felicitar amb entusiasme aquesta nova iniciativa de la branca d'estudiants de l'IEEE i desitjar-li tot l'èxit que es mereix i que segur aconseguirà.

Lluís Jofre
Director de l'ETSETB

Editorial

...Cuatro,tres,dos,uno,zero.

Finalizada la cuenta atrás aquí tienes el número uno de **Buran**. Esta es una revista cuya realización corre a cargo de la **rama de estudiantes del IEEE**. En octubre, cuando decidimos embarcarnos en esta *aventura*, nos planteamos una serie de cuestiones, que, no por obvias, dejan de ser fundamentales. Entre ellas estaban los objetivos generales de la revista, el contenido, el público al que nos íbamos a dirigir, quién escribiría en ella, el idioma en que se iba a editar...

Pretendemos hacer una revista divulgativa, en la que tengan cabida todas las áreas de conocimiento que abarca el **IEEE**. Queremos que vaya dirigida tanto a estudiantes como a profesores. Intentamos establecer un canal de comunicación para la familia universitaria, que permita a cada uno de sus miembros acceder a un conocimiento, por lo menos aproximado, de las actividades y pensamientos del resto de miembros.

En **Buran** tienen cabida, básicamente, artículos científico-tecnológicos y aquellos relativos a educación.

El tono de **Buran** será siempre crítico, y a su vez constructivo. Creemos que sólo puede ser verdaderamente crítico aquel que tiene soluciones alternativas a las existentes.

Nacemos con una clara voluntad de expansión. Se puede afirmar que en este primer número **Buran** es una revista *local* (ETSETB). Nos gustaría que esto fuera una situación transitoria, y, si la aceptación es buena, captar la colaboración de las diferentes escuelas (dentro y fuera de esta universidad) y empresas a las cuales nos dirigimos.

El idioma: queremos que todo aquel que escriba en **Buran** lo haga en el idioma en que se sienta más cómodo. Entendemos que lo importante es el contenido y no la forma.

Sacar este número nos ha supuesto un esfuerzo importante. La continuidad de **Buran** depende en gran medida de la acogida de este primer número. Vuestra colaboración es fundamental, tanto en el capítulo de artículos, como en el de organización. De vosotros depende que a este número uno le siga un número dos, tres, cuatro...

El Comité

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.

Del silici i què en podem fer

Josep Calderer

Departament d'enginyeria electrònica.

A manera d'introducció.

Hi ha temes que per la seva naturalesa interdisciplinària sempre fan necessària una justificació a l'hora d'incloure'ls en un currículum professional o un altre. Em referiré a una d'aquests àmbits de coneixement, el de la tecnologia de processament de materials semiconductors per a la fabricació de components i circuits electrònics. Abans d'entrar-hi crec necessàries dues puntualitzacions sobre el concepte de coneixement i el de currículum.

En primer lloc cal presisar que un currículum no es limita a un pla d'estudis cursat per un estudiant fins a rebre un títol. En efecte, donada l'extensió i varietat de coneixements que se li demanen actualment a un professional la seva formació no s'acaba amb l'obtenció d'un diploma acadèmic sino que inclou etapes en les quals ja està exercint com a professional. I aquesta formació la podrà adquirir dintre o fora de les institucions docents.

D'altra banda tot coneixement és susceptible de ser aprofundit. Es gairebé impensable que en molts terrenys l'estudiant abandoni la Universitat amb un coneixement suficient per treballar l'endemà de manera independent. Que la formació proporcionada per la universitat als seus estudiants no sigui exhaustiva en cap domini no pot ser considerat com un retret al sistema d'ensenyament. Si que ho seria, en canvi, que hi haguéssim àmbits del saber en els quals no fóssim capaços de donar una formació bàsica i unes eines per l'aprenentatge posterior.

Crec que aquestes consideracions són particularment adients en un moment d'intensa

activitat en la definició dels programes d'ensenyament a les universitats del país. Els apartats que segueixen pretenen enriquir els debats sobre aquests punts aportant elements sobre una temàtica particular. No pretenc, tantmateix, limitar-me a aquesta finalitat. El currículum professional, com he dit, va més enllà.

El procés de semiconductors en el conjunt de les tecnologies electròniques.

Històricament, en el període que va des dels inicis de l'Electrònica fins als primers circuits integrats, la indústria de components electrònics ofereix als dissenyadors de circuits i sistemes la gamma de productes que la tecnologia permet en cada moment. Les possibilitats del consumidor d'aquests productes d'alterar el catàleg que se li oferia eren molt escasses. L'aparició del circuit integrat canvia les coses de manera important: el component esdevé un subsistema i una part del disseny final del sistema es fa portes endins de la fàbrica de semiconductors.

L'aparició de les opcions de disseny sobre silici ha fet canviar de nou les variables del problema. Si és cert que en aquestes alternatives el dissenyador d'un circuit *veu* el semiconductor i parla en termes de tecnologia (nivells de materials, màscares, etc) la seva relació amb el procés de fabricació està mediatitzat per uns llenguatges rígidament codificats. En la pràctica en té prou amb conèixer aquests codis per fer bé el seu treball. L'altre interlocutor en aquest diàleg és la *foundry*, que és qui *veu i toca* el silici.

Malgrat aquesta relació complexa i variable entre l'especialista

en sistemes electrònics i el tècnic en silici, hi ha un fet incontestable: la tecnologia dels semiconductors es desenvolupa i no de forma autònoma sino tractant de satisfer uns requeriments dictats per les seves aplicacions. La necessitat que persones que coneixen aquests requeriments entrin a les sales blanques de fabricació és, en la meua opinió, incontestable.

No pretenc passar per alt un fet molt rellevant: que l'increment espectacular de la productivitat de la indústria del semiconductor ha fet possible que un nombre limitat de fabricants donin suport a un nombre creixent de dissenyadors de circuits i, d'aquesta manera, la demanda de professionals està molt desigualment repartida. Aquest fet és especialment remarcable en el nostre entorn geogràfic. En efecte: en el conjunt espanyol són comptades les indústries - multinacionals i alguna d'autòctona - implicades es el tema. En l'entorn català la situació és encara pitjor. A nivell europeu, tot i que hi ha més tradició, la importació de productes d'extrem orient ha posat el sector en una situació crítica. Ens serà més fàcil trobar activitat en aquest terreny en centres de recerca i desenvolupament, lligats a l'administració pública (universitats, CSIC) o empreses de caire públic (Telefònica).

Els centres d'ensenyament superior no poden, però, deixar de banda els coneixements associats a aquestes tecnologies. I això per diverses raons:

-Perquè cap àrea de coneixement ens ha de ser estranya.

-Pel seu valor estratègic. L'evolució futura de l'Electrònica ens serà del tot incomprensible sense un coneixement directe dels problemes

associats a la producció de dispositius.

-Perquè la dependència de la nostra activitat en relació a l'entorn industrial, tot i que la podem negligir, cal que sigui relativitzada en un país com el nostre on un seguiment massa directa de la demanda industrial ens podria dur a un empobriment del nivell que hem assolit en alguns punts.

Les opcions d'un centre universitari.

Quan una persona o un grup de persones d'un centre universitari tria ocupar-se d'uns temes determinats, ha de considerar els elements següents:

-L'interès d'ensenyar aquestes matèries, ja sigui a grups nombrosos d'estudiants o a col·lectius més reduïts d'especialitat.

- La viabilitat de fer recerca i/o desenvolupament en aquest terreny. Aquí s'han de ponderar tant els elements científics com les necessitats de recursos materials i humans que aquesta activitat comportarà.

- Establir un nexe entre les dues activitats anteriors per tal que s'estimulin mútuament i al mateix temps evitar una esquizofrènia professional de les persones que les practiquen.

Aquest conjunt de condicions no són sempre fàcils de satisfer. En el cas de la tecnologia de semiconductors la complexitat de les instal·lacions necessàries desanima molts grups d'ocupar-se'n. L'argument que és una activitat industrial i no acadèmica només és una manera de justificar-se per no enfrontar-se amb el problema.

En un context acadèmic les possibilitats que es presenten es poden esquematitzar de la manera següent.

a) Disposar d'una *foundry*. Es una opció maximalista que permet el ventall més ample de possibilitats, des de donar suport als dissenyadors de circuits fins a permetre les activitats de R&D de materials, processos i dispositius passant per una acció docent molt completa enfocada a la formació d'especialistes. Com a inconvenients esmentarem el volum

molt elevat de recursos, incloent-hi la infraestructura (sala blanca), els equips, la despesa corrent de manteniment i una plantilla de personal tècnic per atendre-ho tot plegat. Això fa que molt poques universitats disposin d'aquestes facilitats.

b) Compartiment de recursos entre diferents centres acadèmics. Les instal·lacions situades en un centre són utilitzades per usuaris de procedències diverses. Es una solució que resol en part el problema del cost però exigeix disposar d'una infraestructura i una organització que facilitin els desplaçaments de les persones i grups que comparteixen els laboratoris.

c) Especialitzar-se en uns temes determinats, de manera que només calgui disposar d'unes determinades etapes de procés. Es una opció molt rendible des del punt de vista de la recerca perquè els esforços es concentren en uns problemes molt determinats. En canvi la utilitat docent queda disminuïda i, per descomptat, no suposa cap suport al disseny.

Totes aquestes opcions poden trobar-se en diferents centres de diferents països, tot i que la darrera és potser la més típicament universitària. Una poderosa raó és la limitació de recursos.

Què fem a la U.P.C.

La primera de les alternatives esmentades a l'apartat anterior mai ha resultat viable en una universitat del nostre país. A mesura que la tecnologia esdevé més sofisticada i el cost dels equipaments més elevat sembla allunyar-se encara més aquesta possibilitat. La segona alternativa ha estat insinuada amb finalitat formativa a nivell d'Estat Espanyol en els darrers anys, però no hi ha a hores d'ara un esquema de cooperació que li doni suport. La tercera sembla obligada en un centre com el nostre. El grup de treball en semiconductors del Departament d'Enginyeria Electrònica ha intentat concretar aquesta idea en un projecte que resumiré en poques paraules.

La tria d'una línia de recerca s'ha de fer atenent a dos criteris igualment importants: que sigui actual i que els recursos que exigeix estiguin a l'abast de les persones que l'han de tirar endavant. L'estudi dels dispositius d'heterojunció és en aquests moments un dels camps que fa avançar la tecnologia bipolar, generant un seguit de nous conceptes, alguns dels quals ja són industrials i altres no han sortit encara dels laboratoris. Entre les estructures prometedores hi ha els contactes de materials semiconductors amorfs damunt silici monocristal·lí. Les tecnologies emprades per preparar-les (famílies PVD i CVD essencialment) no són inaccessibles a un grup universitari de dimensions reduïdes. La descripció amb un cert detall i amb un mínim de rigor excedeix els límits d'aquest paper. Espero que tindrè l'oportunitat en pròxims números de la revista de fer-ho. Penso que ara és preferible emmarcar la temàtica més que no pas entrar-hi.

D'altra banda no s'ha oblidat la dimensió docent i s'han posat a punt un seguit d'etapes bàsiques de procés que permetin a l'estudiant d'especialitat tenir un contacte directe amb la manipulació del silici i un coneixement de la seva problemàtica, bo i sabent que els resultats que assolirà no sera innovadors ni competitius. Transistors bipolars discrets i cèl·lules fotovoltaiques són correntment preparats en el laboratori. Aquests processos tenen de més a més una funció d'autotest per a les persones que es dediquen a aquestes tasques i per als equips que utilitzen. Progressar en el lligam entre els dos nivells de treball és ara mateix un repte per nosaltres.

El punt de vista de l'estudiant.

Davant les consideracions anteriors l'estudiant es farà com a mínim dues preguntes: quin interès té per mi ocupar-me d'aquests temes? i quines oportunitats tinc d'accés als laboratoris? Intentaré ajudar-lo a respondre-les.

Si entenem que la formació que rep un estudiant ha de tenir una connexió directa amb la seva tasca professional futura, aleshores hem de dir que el nombre d'alumnes que poden sentir-se atrets per aquests temes ha d'estar en relació amb l'oferta laboral en aquest camp. Ja m'he referit més amunt a l'activitat que hi ha en el nostre entorn en tecnologia de semiconductors. Aquesta visió de la formació es pot qualificar, tantmateix, d'estreta i no és ni de lluny comparada per tothom. Una formació més aprofundida en tecnologia, sense arri-

bar a poder-se considerar una especialitat en enginyeria de procés, pot formar perfectament part d'un dels possibles curricula en enginyeria electrònica sense que aquest perdi la seva coherència.

Pel que fa a les possibilitats de treball en els nostres laboratoris, cal notar la limitada capacitat dels mateixos (i no solament dels nostres) per acollir col·lectius nombrosos. Això fa que aquesta opció només es pugui oferir a estudiants de tercer cicle i de projectes de fi de carrera o, amb

limitacions, a grups reduïts interessats pel tema. En qualsevol cas és important que aquesta possibilitat existeixi, encara que només sigui per fer de pont entre el cicle universitari de pre-grau i aquells que desitgen continuar per aquesta via en nivells més alts.

Cursos de Doctorat y Seminarios del Dept. d'Eng. Electrónica

CURSOS DE DOCTORAT del Dept. d'Eng. Electrónica. CURS 92-93

- Circuits i Sistemes Digitals.
- Components i Sistemes Electrònics de Potència
- Dispositius per a Fotònica i Optoelectrònica
- Disseny Facilitat Testable i Tolerant a Fallades Instrumentació i Mesures Instrumentació Mèdica
- Interferències i Compatibilitats Electromagnètiques
- Introducció al Disseny de Circuits Microelectrònics CMOS
- Noves Tendències de Disseny en Electrònica de Potència Sistemes de Control Programables
- Teoria i Tecnologia dels Dispositius Semiconductors
- Xarxes Neuronals Artificials

NOUS DOCTORS al Dept. d'Eng. Electrónica

Autor: Francisco Castillo Cobo. "Concepción de Arquitecturas Digitales VLSI para Redes Neuronales" Director: Dr. Joan Cabestany Moncusí.

El 17/12/92 el Sr. Jaume A. SEGURA FUSTER i la Sra. Rosa RODRIGUEZ MONTAÑES varen llegir llurs tesis doctorals, que tenen els títols següents:

«Aportació a la modelació del defecte

de ruptura d'òxid prim en circuits CMOS de molt alt nivell d'integració (VLSI)», dirigida pel Dr. Antonio Rubio Solà

«Caracterització elèctrica de circuits CMOS digitals amb defectes tipus pont: implicacions al test per corrent quiescent», dirigida pel Dr. Joan Figueras i Pàmies

El 4/3/93 el Sr. Víctor H. Champac Vilela va llegir també la seva tesi doctoral:

«Caracterización de Defecto de Puerta Flotante y su Detección en Circuitos CMOS Digitales» Director: Dr. Joan Figueras i Pàmies

CURSOS D'ESPECIALITZACIÓ

"Compatibilitat electromagnètica en el disseny electrònic"

Impartit durant el curs 1992/93.

Responsable: Prof. Ramon Pallàs

"Seguretat i compatibilitat de la instrumentació mèdica"

Impartit durant el curs 1992/93.

Responsable: Prof. Ramon Pallàs

SEMINARIS

"SiGe HETEROJUNCTION BIPOLAR TRANSISTORS"

Dr. Peter Ashburn Adreçat a

professors i a estudiants de doctorat, va tenir lloc el 1/4/92.

"ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN EN TOLERANCIA A FALLOS EN LA UNIVERSIDAD DE FLORIDA" Prof. Eduardo Fernández - Universidad de Florida. Es va celebrar el 6/5/92, a les 12h. a l'aula seminari del Dept. d'Eng. Electrónica.

Presentació de treballs del curs de doctorat "INTRODUCCIÓN AL DISEÑO MICROELECTRONIC CMOS"

Responsable: Prof. A. Rubio.

Dies 18 a 21/5/92.

"ULTRAHIGH VOLTAGE ELECTRON MICROSCOPE OF OSAKA UNIVERSITY AND ITS APPLICATIONS TO LSI"

Prof. Katsumi Ura

Dia 4/9/92

"RANDOM CURRENT TESTING FOR CMOS LOGIC CIRCUITS BY MONITORING DYNAMIC POWER SUPPLY CURRENT"

Prof. Hideo TAMAMOTO. Department of Information Engineering Akita University, Japan Dia 15/9/92, aula màster edifici PL.

Evolución de la televisión (I)

En este artículo se trata de ofrecer una rápida visión del proceso evolutivo, que la televisión ha seguido, desde sus inicios en blanco y negro, hasta la aplicación de técnicas digitales que permiten mejoras sustanciales de la calidad ofrecida por los actuales y futuros receptores de televisión.

Pedro Vicente del Fraile.

El artículo completo consta de cuatro partes dos de las cuales se presentan en este primer capítulo: en una 1a. se describen los principales motivos que dieron lugar a la elección de los parámetros en los distintos sistemas actuales. En la 2a., se hace una somera descripción de la TV. en el dominio frecuencial, que ayudará a entender mejor el empleo de técnicas digitales. En la 3a. se hace una introducción de las técnicas digitales en el receptor actual (TV. mejorada). Por último en la 4a. parte se comentan las distintas propuestas de TV. de alta definición (HDTV).

ELECCION DE PARAMETROS

Cuando se introdujo el servicio de TV. en blanco y negro (B/N) hubo que elegir una serie de parámetros para configurar el sistema. Desgraciadamente, por desacuerdos mas o menos justificados en la elección de estos parámetros, no surgió un sistema universal, sino varios sistemas locales; lo cual ha obligado a sufrir muchas penalidades cuando hubo que transmitir informaciones televisivas entre países con diferentes sistemas. Veamos el proceso de elección de parámetros.

Para disminuir en lo posible la percepción de los defectos en las imágenes reproducidas, causados por falta de regulación de la fuente de alimentación, era recomendable tomar un número de imágenes por segundo (frecuencia de imagen) que fuera múltiplo de la frecuencia de red. Al mismo tiempo, para tener una sensación de parpadeo (flicker) tolerable, se han de visualizar más de 40 imágenes por segundo. Esto llevó a

adoptar una frecuencia de imagen F_i igual a la de red (50 Hz. ó 60 Hz. según el país).

En la elección del número de líneas para explorar la imagen, se tuvo en cuenta que este número de líneas N_L , determina la máxima definición de la imagen en sentido vertical y que fijada la frecuencia de imagen, N_L también determina la frecuencia de líneas $F_L = N_L * F_i$ número de (líneas/segundo). Debido a fenómenos de magnetostricción, tanto la bobina de desviación, como los transformadores de salida de líneas, vibran produciendo un sonido apreciable y molesto si no se toma la frecuencia de líneas en el extremo alto de la gama audible. Considerando el poder de resolución del sistema visual humano, la distancia mas probable del espectador a la pantalla y las características del oído, todos los sistemas de TV. eligieron una frecuencia de líneas de alrededor de 15'6 KHz., teniendo 525 líneas/imagen el grupo de 60 imag./seg. y 625 el de 50 imag./seg.

La relación de aspecto (anchura/altura) se tomó igual a la que el cine usaba en aquellos días, 4/3.

Actualmente en los futuros sistemas de alta definición, la tendencia es tomar una relación de aspecto de 16/9 dando una imagen más panorámica como lo ha hecho también el cine.

La definición horizontal, D_H = número de ciclos por anchura de imagen (n° . máximo de cambios de blanco a negro a lo largo de una línea de exploración), junto con los parámetros definidos anteriormente,

determina la anchura de banda de transmisión B necesaria:

$$B = n^\circ \text{ de ciclos/línea} * n^\circ \text{ de líneas/imagen} * n^\circ \text{ imag./seg.}$$

$$B = D_H * N_L * F_i \text{ ciclos/seg.}$$

Si tomamos para F_i valores de 50 ó 60 imágenes por segundo, la anchura de banda resulta demasiado grande, por lo que se recurrió a hacer una exploración entrelazada 2:1, que consiste en descomponer una imagen en dos campos, uno formado por las líneas impares y otro por las líneas pares y enviarlos secuencialmente, tomando para cada campo 1/50 ó 1/60 segundos, lo cual permite dividir por dos el ancho de banda, puesto que en cada campo se envían $N_L/2$ líneas, conservando una sensación de parpadeo tolerable. Desgraciadamente, el entrelazado produce una sensación de «temblor de líneas» (line flicker) en las partes de imagen con variaciones bruscas de brillo en sentido vertical (bordes horizontales)

En cuanto a la transmisión de la información de audio, todos los sistemas existentes eligieron la modalidad de modular en AM o FM con la señal de sonido, a una subportadora cuya frecuencia está situada inmediatamente por encima del extremo superior de la banda de video, habiéndose elegido 4'5 Mhz. en el grupo de 60 Hz. y 5'5 Mhz. en el de los 50 Hz.

LA TV EN COLOR

A finales de la década de los 40 se iniciaron las transmisiones de TV. color. En el primer sistema usado se transmitían secuencialmente tres

campos completos, pertenecientes a cada uno de los tres componentes de color: rojo, verde y azul. Este sistema tenía el inconveniente de no ser compatible con los sistemas de blanco y negro ya existentes. Tras unos años de laboriosas investigaciones, los americanos adoptaron en 1953 el sistema NTSC (National Television System Committee) compatible con la TV. monocroma. Este sistema logra dividir la información de una imagen, en dos señales, una que contiene la información de brillantez (luminancia Y) aprovechada por la TV en B/N y otra que contiene la información de color (crominancia C). Dado que el ojo humano tiene un poder de resolución aproximadamente cuatro veces menor para discernir detalles de colorido que detalles de brillo, es posible reducir el ancho de banda de la señal de crominancia en un factor de cuatro. Con esta señal de crominancia reducida, se modula en amplitud y fase una subportadora cuya frecuencia está situada dentro de la parte superior del espectro de la señal de luminancia y se añade a ella para formar la señal compuesta Y + C.

Con objeto de disminuir la visibilidad de la subportadora, para su frecuencia se eligió un múltiplo impar de media frecuencia de líneas $f_{sc} = 455 f_L/2$.

La presencia de las subportadoras de color f_{sc} y de sonido f_a puede producir un batido visible en la imagen reproducida, para disminuir en lo posible la perceptibilidad de éste batido, se forzó a que su frecuencia ($f_a - f_{sc}$) fuese también un múltiplo impar de media frecuencia de líneas. Para que esto se cumpla basta con que f_a sea un múltiplo de f_L , puesto que $f_{sc} = (2K + 1) f_L/2$. En los sistemas pertenecientes al grupo de los 50 Hz., la frecuencia elegida para subportadora de audio $5'5 \text{ Mhz.}$, cumple esta condición $5'5 * 10^6 = 352 * f_L$ siendo $f_L = 625 * 50/2 = 15625$.

En los sistemas pertenecientes al grupo de los 60 Hz., se optó por mantener la frecuencia de audio ya existente en TV. B/N y modificar ligeramente la frecuencia de campo f_p esperando que los márgenes de en-

ganche de los receptores de B/N absorberían perfectamente esta ligera diferencia. Las nuevas frecuencias de cuadro y de línea se calcularon de la forma siguiente:

$$N * f_L = f_a = 4'5 * 10^6$$

$$f_p = 2 * 4'5 * 10^6 / 525 * N$$

$$f_L = 525 * f_p / 2$$

(N ha de ser el número entero que dé para f_c el valor más próximo a 60 Hz).

Resultando finalmente:

$$N = 286; f_p = 59.94$$

$$f_L = 15734'266$$

$$f_{sc} = 455 * f_L / 2.$$

En el sistema NTSC, la fase de la subportadora de crominancia lleva la información del tinte del color recuperado, por tanto distorsiones de fase, se traducen en variaciones de tinte que degeneran la imagen notablemente.

Para evitar esta desventaja Francia propuso un nuevo sistema llamado SECAM (Sequentiel A Memoire) que transmite las dos componentes de crominancia secuencialmente línea a línea, usando una portadora modulada en frecuencia. Alemania propuso el sistema PAL (Phase Alternation on Lines) que como el NTSC usa una modulación en fase y amplitud para transmitir la crominancia, pero con la diferencia que una de las componentes cambia de signo línea a línea, con lo que logra convertir los errores de tinte del NTSC en errores de saturación mucho menos notables para el ojo humano.

Desgraciadamente, una vez más, no se llegó a un acuerdo en la adopción de un sistema único de TV. en color, coexistiendo en este momento tres sistemas mutuamente incompatibles: NTSC, SECAM y PAL.

Los tres sistemas tienen en común que las señales de luminancia «Y» y crominancia «C» comparten la misma banda de frecuencias, ver (fig.7a), aunque con distribuciones espectrales diferentes dentro de dicha banda, formando la llamada señal compuesta Y + C. Esto permite compatibilidad con los sistemas de blanco y negro, pero implica problemas de información cruzada entre Y y C (crosstalk): Las componentes de alta

frecuencia de luminancia pueden ser interpretadas como señales de crominancia (cross-color) produciendo irisaciones coloreadas superpuestas en las zonas de la imagen con detalle muy fino, la señal de crominancia puede ser interpretada como luminancia dando un granulado en la imagen (cross-luminancia).

LA TV EN EL ESPACIO FRECUENCIAL (Carácter tridimensional)

Como paso previo a la descripción de las técnicas hoy en día empleadas para mejorar la calidad de imagen en TV., haremos una rápida descripción de la distribución espectral de una imagen explorada.

Conceptos de frecuencia espacial y f frecuencia temporal

Supongamos que a lo largo de una línea L en una imagen hay una variación de brillo senoidal (fig.1). Llamaremos frecuencia espacial en esa dirección al número de ciclos de variación senoidal de brillo incluidos en una unidad de longitud. Podremos decir que en la dirección L la frecuencia espacial es de n ciclos por cm. o de N ciclos por metro. En TV., con objeto de independizar las medidas de frecuencia de las dimensiones de la pantalla, se suele tomar la frecuencia

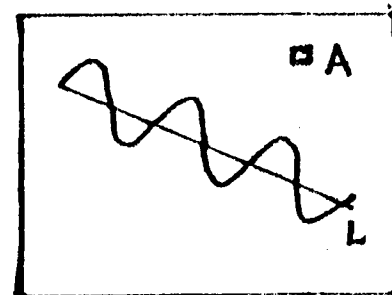


fig.1

vertical en ciclos por altura de imagen y la frecuencia horizontal en ciclos por anchura de imagen.

Si el brillo de un determinado elemento de imagen (A) varía con el tiempo de forma senoidal, diremos que la frecuencia temporal del brillo de dicho elemento es el número de ciclos de variación de brillo efectuados en una unidad de tiempo. Normal-

mente la frecuencia temporal en TV se mide en ciclos por segundo.

Llamaremos definición espacial de un sistema de TV a la máxima frecuencia espacial que dicho sistema pueda reproducir fielmente en una determinada dirección.

En TV la definición vertical suele expresarse en ciclos por altura de imagen y la definición horizontal en ciclos por anchura de imagen.

Como es sabido el proceso de exploración de una imagen llevado a cabo por la cámara, se efectúa leyendo

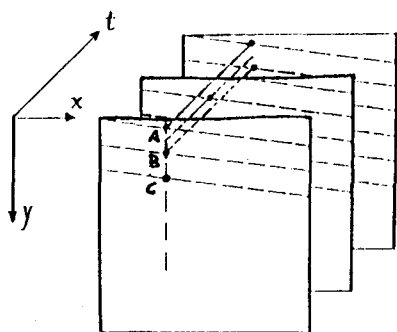


fig 2

un mapa eléctrico de la imagen línea a línea, acabada de leer una imagen, se comienza a leer la siguiente y así sucesivamente. Si observamos la figura 2, vemos que en sentido horizontal la lectura a lo largo de una línea es totalmente analógica, es decir, todas las variaciones de brillo se transforman en variaciones de señal.

No ocurre igual a lo largo de una línea vertical puesto que solo tomamos información de los puntos (elementos de imagen) A, B, C, ... sobre los cuales pasa una línea de exploración. Esto nos dice que cuando se explora la imagen se hace un muestreo en dirección vertical y que el número de muestras tomadas por altura de imagen es igual al número de líneas activas (líneas visibles en la pantalla).

Si ahora nos fijamos en un determinado elemento de imagen, su brillo, en una imagen animada, en general variará con el tiempo, sin embargo cuando se explora la imagen, solo se lee el brillo de cada uno de sus elementos cuando una línea de exploración pasa sobre él, es decir una vez cada periodo de imagen, lo

cual nos dice que en sentido temporal el brillo de cada pixel (elemento de imagen) se muestrea con una frecuencia de muestreo igual a la frecuencia de imagen (número de imágenes por segundo).

Una expresión matemática del brillo de una imagen es $B = f(x, y, t)$ donde x y y (coordenadas espaciales) representan el lugar de la imagen ocupado por un pixel y t el instante en que se lee su brillo. Si mediante una transformada de Fourier pasamos al dominio frecuencial tendremos un espectro tridimensional expresado por $S(f_x, f_y, f_t)$ (Ver figura fig. 3)

Como se ha visto antes al explorar la imagen línea a línea e imagen a imagen, se hace un muestreo en sentido vertical y en sentido temporal por lo cual el espectro de la imagen explorada estará compuesto por una

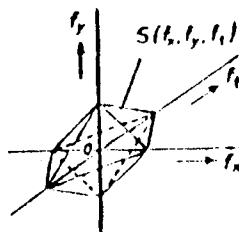


fig 3

repetición de espectros como el de la fig. 3 en ambos sentidos, como puede verse en la fig. 4. El periodo de repetición de espectros en sentido vertical será igual a la frecuencia de muestreo que como hemos visto es el número de líneas activas $N_{La} = f_y$. El periodo de repetición de espectros en sentido temporal será igual a la frecuencia de

muestreo temporal, o sea igual al número de imágenes por segundo f_p , cuando f_y se expresa en ciclos/altura y f_t en ciclos/segundo.

Veamos ahora la interrelación entre el contenido de una imagen y la forma de ser explorada, para lo cual observaremos la sección espectral en el plano (f_y, f_t)

En la figura 5a vemos el espectro de una imagen, cuyas variaciones de brillo en sentido vertical son suaves (no hay bordes muy definidos) y la variación de brillo de cada uno de sus pixels es lenta (no hay movimientos rápidos en la escena). Por lo cual con el n° de líneas por imagen N_{La} y la cantidad de imágenes por segundo f_p , veremos una reproducción fiel.

En la figura 5b vemos el espectro de una imagen con variaciones bruscas de brillo en sentido vertical (bordes nítidos horizontales) y poca cantidad de movimiento en la escena. Podemos observar como los espectros repetidos invaden el espectro principal (aliasing). El efecto es que en la imagen reproducida aparecen componentes no deseadas (C.N.D.) procedentes de las altas frecuencias verticales generadas por los cambios bruscos de brillo. Para evitar estos «artefactos» habría que explorar la imagen con un mayor n° de líneas o bien hacer un prefiltro vertical que suavizase los bordes de la imagen original.

En la figura 5c vemos el espectro de una imagen con variaciones lentas de brillo en sentido vertical y gran cantidad de movimientos en la escena (imágenes muy animadas). Observamos ahora como los espec-

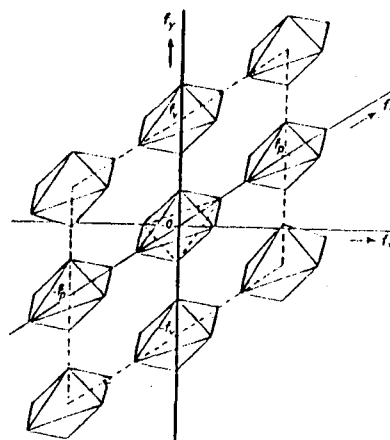


fig 4

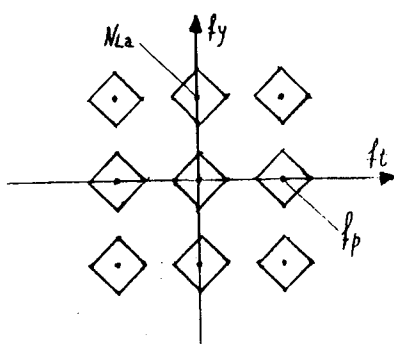


fig. 5a

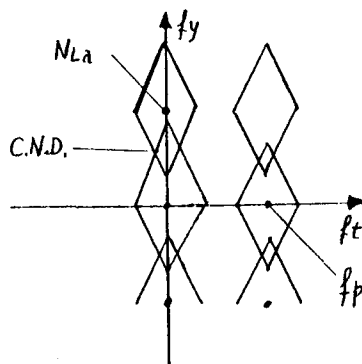


fig. 5b

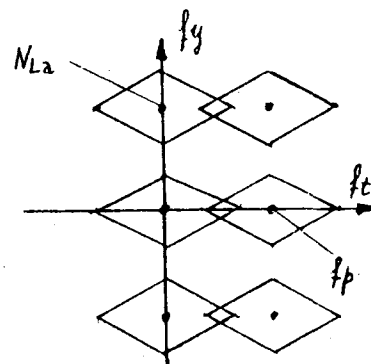


fig. 5c

ros repetidos en sentido temporal invaden el espectro principal (aliasing temporal). Esto produce «artefactos» de muy diversa índole: bordes borrosos, colas, fenómenos estroboscópicos como ruedas paradas o girando al revés, etc. Para evitar estos «artefactos» tendríamos que tomar más imágenes por segundo, con lo que evidentemente los espectros secundarios se separarían del principal hasta no solaparse.

De lo anteriormente dicho podemos ver que la máxima frecuencia vertical (ciclos/altura) que un sistema puede reproducir fielmente es igual a la mitad de sus líneas activas, es decir, la definición vertical es $N_{La}/2$ ciclos/altura.

La máxima frecuencia temporal reproducible es igual a la mitad del número de campos por segundo.

Expresando la definición horizontal DH en ciclos/anchura o lo que es lo mismo en ciclos por línea, vemos que la anchura de banda requerida es:

$$B = DH \text{ c/línea} * N_L \text{ líneas/imagen} * f_p/2 \text{ imagenes/seg.}$$

$$B = DH * N_L/2 * f_p \text{ ciclos/seg.}$$

vemos que la anchura de banda del sistema es el producto de las definiciones horizontal, vertical y temporal. Esta propiedad es la que aprovecha el sistema Europeo de alta definición subdividiendo la imagen en pequeñas subimágenes o bloques y enviando las partes fijas de la imagen con alta definición espacial y baja definición temporal (no es necesaria) y las partes móviles con baja definición espacial (el ojo no la aprecia en caso de movimiento no coherente) y alta definición temporal, aprovechando así el ancho de banda disponible.

Relacionemos ahora el poder de resolución del ojo humano con el espectro de una imagen explorada. El poder resolutivo espacial del ojo humano medio es de 60 ciclos/grado, es decir es capaz de apreciar una variación senoidal de brillo a lo largo de una línea viendo 60 ciclos bajo un ángulo de 1 grado.

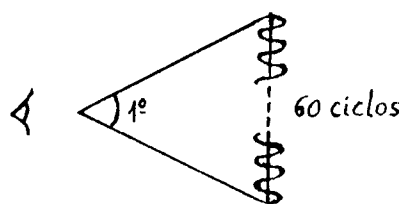


fig. 6

Si consideramos ahora una imagen plana (sin variación espacial de brillo) cuya luminosidad varía senoidalmente con el tiempo, el ojo es capaz de apreciar esta variación de brillo (parpadeo) hasta que su frecuencia alcance unos 70 ciclos/segundo, lo cual puede interpretarse como «poder de resolución temporal del ojo».

Las figuras 6a y 6b muestran el espectro de una imagen explorada

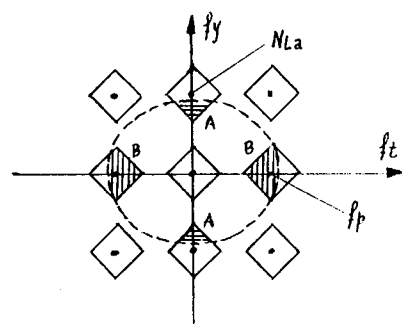


fig. 6a

con exploración progresiva y entrelazada respectivamente. La elipse superpuesta representa el poder de resolución espacio-temporal del ojo de un espectador situado a una determinada distancia de la imagen. Aunque no haya aliasing, observamos que el ojo es capaz de captar energía (no deseada) contenida en los espectros secundarios (áreas A, B y C), produciendo los siguientes efectos:

Área (A) Visión de las líneas de exploración

Área (B) Parpadeo de grandes áreas de imagen de alto brillo. (Large area flicker)

Área (C) Temblor de bordes horizontales (line flicker)

Estos defectos hasta ahora tolerados se hacen mas palpables con la aparición de pantallas de mayores dimensiones y mayor luminosidad.

Espectro unidimensional de la señal de TV.

Hemos visto que la distribución de brillo de una imagen puede expresarse analíticamente por la función $B = f(x, y, t)$ la cual tiene un carácter tridimensional. Para transmitir esta información por un único canal, tenemos que, de alguna manera, transformar

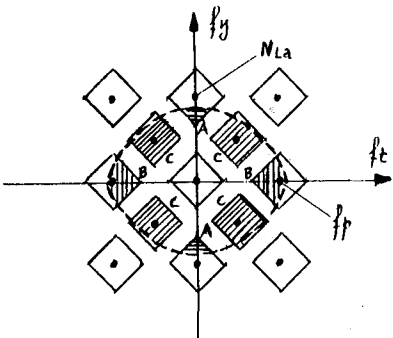


fig. 6b

mar $f(x,y,t)$ en una función unidimensional. Esta transformación se lleva a cabo en la cámara mediante la exploración, haciendo $x = v_1 t$ e $y = v_2 t$; siendo respectivamente v_1 y v_2 las velocidades en los sentidos horizontal y vertical del punto explorador, obteniendo así una función unidimensional de brillo $B = F(t)$.

El proceso seguido en la TV en color es descomponer una imagen en sus componentes roja, verde y azul, mediante filtros ópticos; explorar cada una de las componentes obteniendo tres funciones de brillo unidimensionales $R = f_r(t)$, $G = f_g(t)$ y $B = f_b(t)$. En un codificador se combinan estas señales para obtener la señal de luminancia $Y = Y(t)$ y la señal de crominancia $C = C(t)$. Posteriormente se traslada el espectro de $C(t)$ modulando una subportadora f_{sc} y por último se suman ambas señales para formar la señal de video compuesta $Y + C$.

La fig.7a muestra los espectros unidimensionales de Y y C a nivel de envolvente. Si observamos la parte del espectro compartida por Y y C vemos (fig.7b) que las componentes de luminancia se concentran en paquetes situados alrededor de los múltiplos de frecuencia de línea $K * F_L$, mientras las componentes de crominancia se concentran en paquetes situados en los múltiplos impares de media frecuencia de línea $(2K + 1) F_L / 2$ en el NTSC y en $(K / 4) F_L$ en el PAL; si observamos

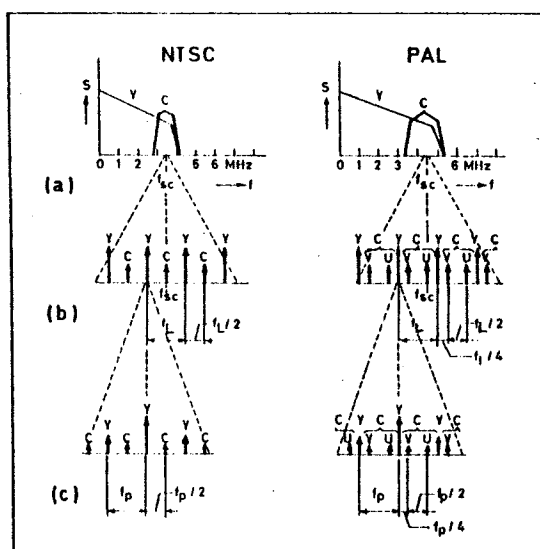


fig.7

la estructura de cada paquete (fig.7c) vemos que las componentes de luminancia están separadas entre si por intervalos equivalentes a una frecuencia de campo f_p estando las componentes de crominancia intercaladas a $f_p/2$ en NTSC y a $(K / 4) f_p$ en PAL. La causa de que en PAL, las componentes espectrales de las señales U y V de crominancia ocupen posiciones distintas es debido a la conmutación V efectuada línea a línea en este sistema.

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, sucesivamente. En 1967 se incorpora a Copresa S.A. también como Jefe de laboratorios; desde 1978 es Asesor Técnico de Dirección en dicha empresa, dedicándose al estudio y promoción de nuevas tecnologías, en especial las relacionadas con la TV.

Director de la revista Miniwatt, ha escrito más de 60 artículos en esta y otras publicaciones especializadas. Es miembro del consejo Asesor de Mundo Electrónico.

Profesor de la asignatura de TV en la ETSIT de Barcelona.

En la actualidad es miembro de la junta Directiva y Presidente de la comisión de Tecnología, Normalización y Homologación de ANIEL, así como miembro del Comité organizador de Expotrónica.



Vida digital

Francesc Comellas

Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica

Un aspecte relacionat amb l'ús d'ordinadors que ha arribat a ser notícia periòdica als mitjans de comunicació és el dels virus informàtics. Tothom, amb més o menys precisió, en coneix l'existència, i de fet, els usuaris directes d'ordinadors acostumen a prendre mesures per a evitar-ne la presència en les seves màquines. Com sabem, els virus informàtics prenen el seu nom pel comportament similar al dels virus biològics: Els cal un hoste per a poder existir i reproduir-se, i els seus efectes sobre l'hoste no acostumen a ser benèfics. Podem dir que constitueixen una forma de vida digital que afecta negativament l'ordinador i de retruc el que hom espera obtenir de l'ordinador.

La idea de programa que s'autoreprodueix a la memòria de l'ordinador és pràcticament tan vella com el propi ordinador. Amb tot, la creació de virus amb el propòsit exprés de destruir dades i programes és relaciona directament amb la incorporació massiva de l'ordinador personal tant a la feina com a casa. D'una forma gairebé paral·lela a l'entrada en escena dels virus, es van introduir altres programes que també tenien aspectes pròxims a la vida digital, però amb una finalitat no destructiva.

Els autòmats cel·lulars van posar-se especialment de moda a començaments de la dècada passada. El més conegut és el *Joc de la Vida* introduït pel matemàtic John Horton Conway l'any 1982, i divulgat principalment per Martin Gardner a les pàgines de *Scientific American*. Consisteix en fer servir la pantalla com una placa de cultiu on uns objectes inicials es reproduïxen o moren d'acord amb unes regles predeterminades. La versió estàndard divideix la regió de la pantalla en

quadrats que poden ser actius o no (indicant-ho amb un color, blanc i negre, per exemple). Inicialment alguns quadrats són activats a l'atzar. Si un quadrat és actiu i dels vuit quadrats que l'envolten n'hi ha dos o tres que també ho són, aleshores segueix actiu. Si un quadrat no és actiu i té tres veïns actius esdevé actiu. Tots els altres quadrats actius deixen de ser-ho.

Encara que el *Joc de la Vida* no és un model biològic realista, el fet de què, segons la configuració inicial, apareixin diferents estructures, algunes estables, d'altres que es repeteixien periòdicament i sovint configuracions mòbils (com per exemple els anomenats *gliders*) així com estructures que s'autoreprodueixen el fa interessant com a base de models d'ecosistemes senzills. D'aquesta forma, variacions del *Joc de la Vida* han servit per descriure la propagació d'incendis en un bosc o la interrelació entre diferents espècies animals i vegetals. Els autòmats cel·lulars, a més del seu aspecte lúdic, han estimulat el desenvolupament teòric d'àrees que s'han posat d'actualitat com la teoria de la complexitat, el caos determinístic, els fractals i l'autoorganització crítica.

Una idea més pròxima a la vida digital és el model proposat per Tom Ray, un ecòleg de la Universitat de Delaware. Com ell mateix ha explicat, la idea del seu projecte *Tierra** la va tenir l'any 1980 quan li van comentar la possibilitat de fer programes d'ordinador capaços de autoreproduir-se. No és fins l'any 1988 (els preus dels ordinadors personals i les seves prestacions esdevenen les adequades) quan ell es compra un ordinador portable i s'introdueix a la programació. El 3 de gener de 1990 deixa el seu programa en marxa tota

una nit i l'endemà observa en ell tot un ecosistema complex fruit d'un únic organisme ancestral posat com a llavor la nit abans. El programa de Ray es basa en la idea del virus informàtic però els seus organismes són totalment benignes per a la màquina que els conté. Per evitar possibles efectes adversos, en comptes d'executar instruccions de codi màquina real actuen en un ordinador virtual dins de l'ordinador real.

Tierra és, per tant, un exemple de vida artificial. Una regió de memòria de l'ordinador és el món on tindrà lloc l'evolució. Inicialment hom hi situa diverses còpies d'un organisme capaç d'autoreproduir-se constituït, a l'exemple de Ray, per 80 instruccions d'un llenguatge ensamblador especial. Els organismes es reproduïxen, però, com en la vida real, poden produir-se mutacions que fan que una instrucció es converti en una altra de diferent i aparegui així un nou organisme. Alguns d'aquests nous organismes se'n surten millor que d'altres en l'ús de la memòria i del temps de CPU. Amb el temps apareixen paràsits. Només amb 45 instruccions en haver perdut la part del codi per reproduir-se, sobreviuen a base d'utilitzar el codi reproductor d'un altre organisme. Surten també organismes socials incapaços de reproduir-se individualment però que ho poden fer col·lectivament. Els organismes competeixen per memòria i temps de CPU i tenen una vida limitada. A mesura que funciona el programa es creen una gran diversitat d'organismes i es produeixen efectes com extincions en massa, domini temporal d'algun dels organismes etc. En certa manera l'ordinador és capaç de convertir mil·lenis del nostre planeta en mil·lisegons de CPU i d'aquesta forma reproduir comportaments que recorden els que s'han donat a la Terra en hores.

Una part important del programa *Tierra* és el mecanisme que porta a l'aparició de la diversitat, de fet es tracta d'un algorisme genètic senzill. En un algorisme genètic el punt de partença és una col·lecció de cromosomes que viu a la memòria de l'ordinador. En una versió simple de l'algorisme un cromosoma és una cadena de uns i zeros que codifica una possible solució del problema que es tracta. El cromosoma té associat un valor, el cost, el qual és un indicador de la qualitat de la solució que representa. Inicialment es generen un cert nombre de cromosomes de forma aleatòria i es crea una primera generació. Una vegada construïda la generació es determina el cost de tots dels cromosomes. Llavors es procedeix a crear una nova generació mitjançant la reproducció, l'encreuament i la mutació. Els cromosomes millors tenen una probabilitat més alta de participar en aquest procés. L'encreuament de cromosomes es realitza de manera que dos cromosomes pare donen dos cromosomes fill mitjançant l'intercanvi aleatori de fragments dels pares. Una altra aleatorietat s'introdueix mitjançant la mutació que modifica lleugerament els cromosomes generats de cara a introduir més diversitat. Les operacions d'encreuament i mutació es realitzen amb una certa probabilitat, paràmetres importants a l'algorisme. El fet de què no tots els cromosomes d'una generació participin en el procés comentat garanteix que alguns cromosomes de la generació actual continuïn presents a la següent generació. Un cop la nova generació s'ha creat, el cost de tots els cromosomes es torna a avaluar i el procés es repeteix. A cada generació es guarda el millor cromosoma. L'algorisme acaba quan el resultat s'estabilitza o es troba un cromosoma òptim.

Els algorismes genètics poden ser aplicats amb èxit a problemes de tipus combinatori. Així una de les aplicacions més conegudes es per a la resolució del problema del viatjant. En la formulació més coneguda d'aquest problema, un viatjant ha de visitar un cert nombre de ciutats

passant únicament una vegada per cadascuna d'elles i retornant a la ciutat de partença. Es tracta de trobar aquell trajecte que faci mínima la distància total recorreguda. Si el nombre de ciutats considerades és N , el tractament exhaustiu d'aquest problema comporta estudiar $(N-1)!/2$ recorreguts. Aquest nombre, que creix més depressa que qualsevol potència finita de N , fa que el problema esdevingui ràpidament intractable. El problema del viatjant pertany, a una classe de problemes anomenats *NP-complets*. Per a aquests problemes no es coneixen algorismes que garanteixin que la solució òptima pugui trobar-se en un temps raonable d'execució d'un programa. Els algorismes genètics en garanteixen una solució propera a l'òptima en un temps de càlcul acceptable.

El problema del viatjant es, de fet, un problema clàssic a Teoria de Grafs. Precisament una de les línies de treball al Grup de Grafs del Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica de la UPC és l'ús dels algorismes genètics (i altres mètodes com la recuita simulada, xarxes neuronals etc.) per al tractament de problemes NP-complets a Teoria de Grafs. Els algorismes genètics s'han aplicat amb èxit a problemes d'aplanament de grafs (que poden associar-se al disseny VLSI) i a problemes d'acoloriment de grafs (relacionats, per exemple, amb l'assignació de freqüències a telefonia mòbil). També, s'ha provat l'eficiència dels algorismes genètics en la construcció de bons codis correctors d'errors. En conjunt es tracta d'una mostra més de com conceptes i idees propis d'àrees científiques aparentment llunyanes poden aportar noves maneres d'enfocar un problema.

*El programa *Tierra* (font en C i executable per a PC), així com informació detallada sobre el seu disseny i funcionament el podeu trobar al servidor Fourier, directori F:\soft\terra.

II FÒRUM D'ENGINYERIA ELECTRÒNICA

El Forum d'enginyeria electrònica té com objectiu la realització d'activitats dirigides a tots els que estiguin interessats per l'electrònica a qualsevol nivell. Tenen lloc els dijous a partir de les 11:30 i l'assistència és lliure. Les properes activitats seran oportunament comunicades.

Fins ara s'han fet les següents conferències:

MIGUEL GARCIA HERNANDEZ,
Professor Titular del Dept. d'Eng.
Electrònica
Data: 5/11/92
Projecció del video: La electrónica en el automóvil (I)

JOSEP BORDONAU i FARRERONS, Profesor Titular del
Dept. d'Eng. Electrònica
Data: 12/11/92
Conferència: L'electrònica aplicada a l'automòbil (II)

JOSEP MANUEL RODRÍGUEZ I GAIRIN, Cap de la Unitat de Documentació de la Biblioteca de la UPC.
Data: 19/11/92
Conferència més projecció del video: Noves tecnologies per l'accés a la documentació bibliogràfica: CDROM i TELEDOCUMENTACIÓ.

MIREIA FERNÁNDEZ CHIMENO,
Professora Associada del Dept.
d'Eng. Electrònica
Data: 3/12/92
Conferència: Senyals bioelèctrics

ROGER NAVAS GONZÁLVez,
Enginyer Industrial del
Departament d'Enginyeria de
Manteniment de SEAT
Data: 10/12/92
Conferència: Transputers

RAMON ALCUBILLA, Professor
Titular del Dept. d'Eng. Electrònica
Data: 21/1/93
Conferència: La llum dels semiconductors.

Unidad externa para una estación terrena del experimento CODE

Ignasi Corbella Sanahuja.

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se presentan los resultados obtenidos en la realización de una estación terrena de comunicaciones por satélite (VSAT) de bajo coste a 20/30 GHz. El trabajo fue realizado por un equipo muy numeroso de personas, pertenecientes a la empresa Electrónica Ensa, de Madrid, y al grupo de Antenas, Microondas y Radar, del departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones de la Universidad Politécnica de Cataluña. Corresponden a un contrato con la Agencia Europea del Espacio para la realización de una unidad externa de CODE.

EL SATÉLITE OLYMPUS Y EL SISTEMA «CODE»

En julio de 1989, tras varios años de retraso, la Agencia Europea del Espacio (ESA) lanzó con éxito el

satélite OLYMPUS-1 (previamente llamado L-SAT) situándolo a 19° de longitud Oeste en órbita geoestacionaria. Es un satélite experimental, y fue diseñado para atender a los cuatro objetivos siguientes:

- Experimentos de propagación a 20 y 30 GHz.
- Experimentos avanzados de comunicaciones entre pequeñas estaciones terrenas a 12/14 GHz.
- Televisión directa por satélite, especialmente para Italia.
- Sistema de comunicaciones a 20/30 GHz, para teleconferencia punto a punto y multipunto, y otras aplicaciones experimentales.

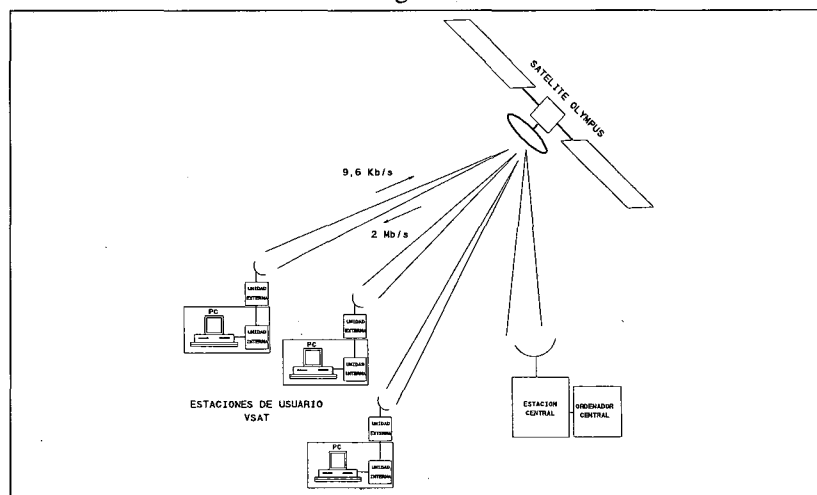
Una de las aplicaciones correspondiente al último de estos objetivos es el experimento «CODE», que significa «Cooperative Olympus Data Experiment». Es un sistema de intercambio de información a través del «paquete» de comunicaciones a 20/30 GHz del satélite Olympus. Consiste en una red interactiva punto-

multipunto de micro-terminales de datos y se pretende que sea usado por centros de investigación, universidades, industrias, y otros establecimientos técnicos. Uno de los objetivos de este experimento, aparte de proporcionar sistemas avanzados de comunicaciones, es potenciar el uso de la tecnología de ondas milimétricas para las telecomunicaciones.

El sistema (figura 1) utiliza una estación central («Hub Station»), situada en Holanda, y diversas estaciones de usuario de bajo coste equipadas con antenas de pequeño diámetro (alrededor de 1 m.), llamadas VSAT (Very Small Antenna Terminal). La comunicación entre todas las estaciones es de tipo estrella, estando todas las VSAT comunicadas con la Hub-station (emitiendo y recibiendo) a través del satélite. La transmisión de la estación central a las de usuario se hace a 2 Mb/s, y la de una de éstas a la central, a 9,6 Kb/s. El sistema CODE permite a diferentes usuarios, dotados de ordenadores personales, conectarse entre sí a través de esta red en estrella. También permitirá acceder a bases de datos y otras informaciones disponibles en la estación central, a su vez conectada a un ordenador. El satélite Olympus dispone de dos antenas orientables con un ancho de haz de 1° aproximadamente, que pueden apuntar a cualquier zona de Europa.

Una estación típica de usuario (figura 2) consiste en una unidad externa, que incluye la antena, el transmisor a 28 GHz y el receptor

Figura 1



ESPECIFICACIONES DE CODE

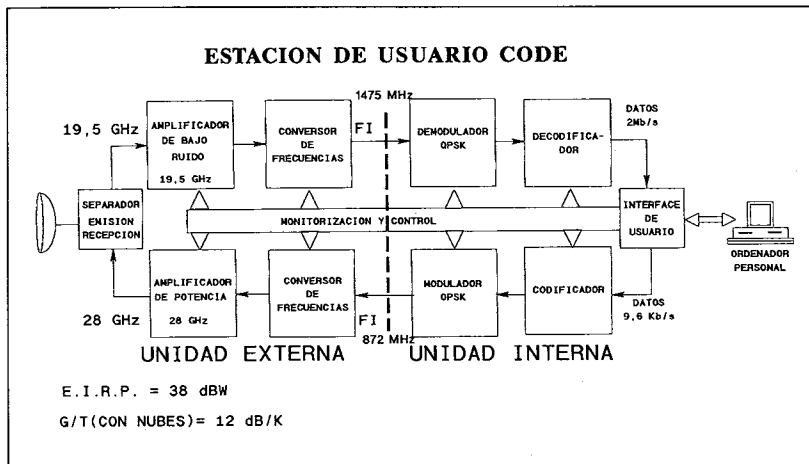


Figura 2

a 19,5 GHz, y una unidad interna, conteniendo los circuitos de FI, el modem y los interfaces para ordenador.

La posición de la ESA respecto a las estaciones de usuario de CODE es muy abierta, proponiendo incluso que los posibles usuarios se la construyan a partir de subsistemas comerciales. Sin embargo, si bien esta puede ser una solución parcial en una primera etapa experimental, no es operativa si se quiere promocionar el servicio a gran escala. Debido a ello la propia Agencia propuso diversos contratos a empresas europeas para la realización, a un precio razonable, de algunos bloques funcionales. En este sentido sacó a concurso, en 1988, la realización de un amplificador de potencia de estado sólido a 28 GHz, por considerar este subsistema el más crítico de todos. Las especificaciones del amplificador estaban muy poco definidas, y en la propia propuesta de trabajo se debía hacer un estudio detallado del diseño, así como una estimación de la potencia que podía obtenerse, y los precios. Cinco compañías europeas respondieron al concurso:

Ceselsa (España)
ERA (Gran Bretaña)
Ferranti (Gran Bretaña)
Plessey (Gran Bretaña)
Siemens Tel. (Italia)

Ceselsa participaba a través de la empresa de su propiedad Ensa, y teniendo como subcontratistas al grupo AMR del Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Aunque el concurso proponía la realización de un amplificador, Ceselsa decidió (tras consulta con la UPC) proponer la realización de todo un «front-end» de una estación CODE. La idea agradó a la ESA y propuso dos contratos independientes: Uno para realizar un amplificador de potencia de 0,5 W, asignado a Siemens, y otro para la realización de una unidad externa completa, incluyendo un amplificador de potencia, que asignó a Ceselsa.

En mayo de 1989 dieron comienzo a los trabajos para el diseño y fabricación de una estación terrena

La Agencia Europea del Espacio define unas especificaciones básicas para la transmisión y recepción de la señal de CODE, de las que en la tabla I se resumen las más relevantes de las que afectan directamente a la unidad externa. A partir de ellas se puede deducir que, con una antena parabólica de 1 m de diámetro y 60% de eficiencia de iluminación se precisa una potencia del transmisor de sólo 0,1 W (20 dBm) y un factor de ruido del receptor de 6,4 dB. Ambas cifras compatibles con un diseño de bajo coste, dada la tecnología actual.

La figura 3 muestra el diagrama de bloques de la unidad externa propuesta por el equipo de investigación. La antena es un reflector romboidal de 1,2 m de diámetro, con un alimentador común a 20/30 GHz de tipo «offset». Es el único componente no diseñado por el equipo, ya que fue adquirida a la empresa inglesa «ERA Technology». Formando parte de la antena se encuentra el ortomodo, que se utiliza para separar las señales de emisión y

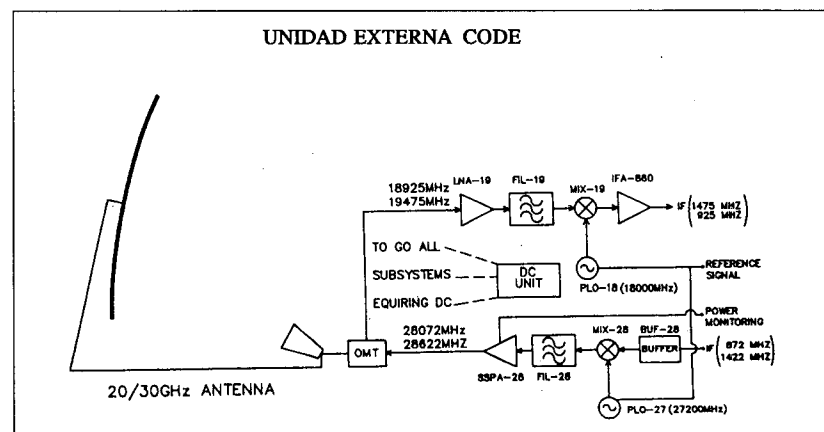


Figura 3

del experimento CODE. El reparto de tareas entre el contratista principal (Ceselsa-Ensa) y el subcontratista (grupo AMR del departamento TSC de la UPC), fue el siguiente:

Ceselsa: Cadena transmisora, integración global

UPC: Cadena receptora, Osciladores locales (PLO's) y amplificador de potencia

recepción. El interfaz con el resto de la estación son dos bridas standard para las guías WR-42 y WR-28, correspondientes a las bandas de recepción y transmisión respectivamente.

Tanto el emisor como el receptor contienen una única conversión de frecuencias, realizada con sendos mezcladores. Los

osciladores locales son coherentes y se generan a partir de una única señal de referencia. Para eliminar la banda de frecuencia imagen, se utilizan filtros paso banda en los dos caminos (de recepción y de transmisión). El amplificador de bajo ruido en recepción y el de potencia en transmisión son necesarios para asegurar una buena sensibilidad y suficiente potencia de salida respectivamente.

Los niveles de potencia y las frecuencias de la unidad externa están definidos a partir de las especificaciones de CODE y de las características de la unidad interna. Se resumen en la tabla II, en la que las frecuencias están en GHz y las potencias en dBm.

Las frecuencias de reserva se utilizarían en un eventual fallo del satélite. Dado que los osciladores locales tienen frecuencia fija, las frecuencias nominal y de reserva producen dos valores de frecuencia intermedia. La unidad interna debe ser capaz de conmutar entre las dos bandas en caso necesario.

RECEPTOR

La cadena receptora incluye el amplificador de bajo ruido, el filtro, el mezclador y el amplificador de FI. En conjunto está realizado con tecnología microstrip y presenta a las dos frecuencias una ganancia de conversión mayor de 60 dB con un factor de ruido inferior a 5,5 dB.

El amplificador de bajo ruido es de 2 etapas y usa dos transistores MESFET de Fujitsu (FSX-02X) sin encapsular. El desacoplo de continua en las redes de adaptación se realiza mediante líneas acopladas, que contribuyen también a la adaptación, excepto en la red interetapa, que utiliza un condensador discreto de tipo «chip».

El filtro, de orden 3, está realizado con líneas acopladas. Tiene unas pérdidas de inserción de 2 dB y un rechazo a la frecuencia imagen mayor de 20 dB.

ESQUEMA GENERAL DEL AMPLIFICADOR DE POTENCIA

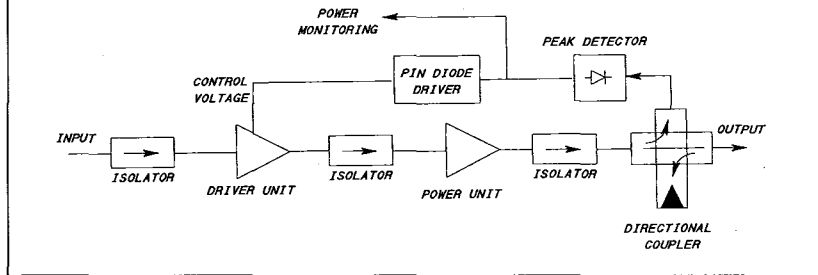


Figura 4

El mezclador es de tipo balanceado, utilizando un anillo híbrido (tipo branch-line) en microstrip para la combinación de señales de RF y OL. Presenta unas pérdidas de conversión del orden de 7 dB en la banda.

El amplificador de FI se realizó con circuitos monolíticos comerciales, excepto la primera etapa de bajo ruido.

TRANSMISOR

La cadena transmisora incluye el amplificador de potencia, el filtro, el mezclador y el amplificador de FI.

El amplificador de FI, de ganancia variable, está realizado con un circuito comercial (IVA-05118 de Avantek) con un margen de variación de ganancia de 25 dB.

El mezclador de transmisión (up-converter) tiene un diseño muy parecido al de recepción. Es un mezclador balanceado que utiliza como combinador de RF y OL un híbrido de 180° realizado en microstrip. Para la mezcla utiliza diodos Schottky con encapsulado beam-lead. Las entradas de RF y OL utilizan guía de ondas, por lo que el mezclador incluye transiciones a microstrip, realizadas a través de una estructura fin-line. En conjunto tiene 7,5 dB de pérdidas de conversión, con una potencia de OL de 13 dBm.

El filtro, también de orden 3, está realizado con placas metálicas insertadas en el plano E de una guía de ondas rectangular. Dichas placas están realizadas a partir de una lámina

metálica de 0,1 mm de espesor, y utilizando un método de fotolitografía. Las pérdidas de inserción son de 0,5 dB, entre 27,5 GHz y 28,7 GHz.

El amplificador de potencia debe amplificar la señal de salida del filtro hasta un nivel de unos 100 mW (20 dBm) como mínimo, con una ganancia de 33 dB. La figura 4 muestra un esquema de su configuración global. Consta de dos amplificadores: el excitador (driver) y la unidad de potencia (power unit), separados mediante un aislador. Los aisladores de entrada y salida lo protegen contra cargas extremas.

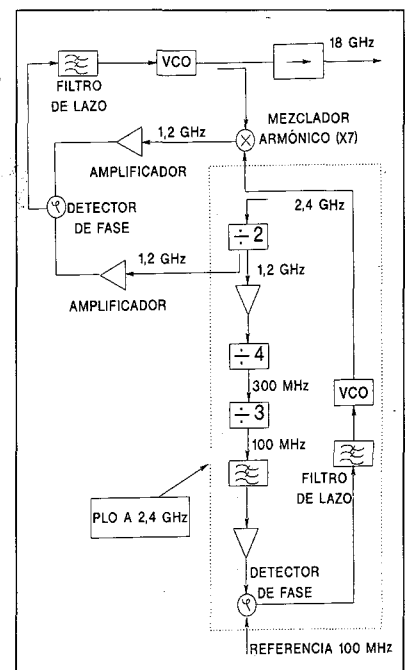


Figura 5

Con objeto de mantener la potencia de salida constante, el amplificador dispone de un sistema de control automático de nivel.

OSCILADORES LOCALES

Los dos osciladores tienen una fase controlada por la señal de referencia a 100 MHz suministrada por la unidad interna, tal como se aprecia en el diagrama de la estación (figura 2). Son por lo tanto Phase Locked Oscillators (PLO's).

La figura 5 muestra el diagrama de bloques simplificado del PLO de 18 GHz (el de recepción). Consta de dos bucles de enganche de fase (PLL). En el primero se produce una señal de 2,4 GHz a partir de la referencia de 100 MHz gracias a una cadena de divisores de frecuencia. En el segundo se producen los 18 GHz a partir de la señal de 2,4 GHz generada anteriormente y un sistema de multiplicación de frecuencia a base de mezcladores armónicos. El sistema oscilador a 27,2 GHz tiene una filosofía similar.

Los osciladores están realizados con diodos Gunn montados en poste metálico en el interior de una guía de ondas de altura reducida. El control de frecuencia se realiza mediante un diodo varactor montado en otro poste en el interior de la guía.

INTEGRACIÓN

Todos los subsistemas integrantes de la estación están ubicados en una caja metálica de 4 niveles que mantiene una temperatura constante gracias a la utilización de células Peltier. El aspecto externo de

la estación se muestra en la figura 6, en donde se aprecia la unidad externa situada en el foco de la antena, de tipo offset.

CONCLUSIONES

Se ha presentado el resultado de los trabajos realizados por grupos de investigación de la empresa ENSA y de la Universidad Politécnica de Cataluña, para el diseño de una estación de comunicaciones por satélite a 20/30 GHz. El proyecto se enmarca dentro de un contrato de la Agencia Europea del Espacio (ESA) dentro del programa de utilización del satélite Olympus. Los resultados obtenidos son muy prometedores, habiéndose llegado a la realización de una estación completa de usuario, incluyendo transmisor, con amplificador de potencia, receptor, con amplificador de bajo ruido y

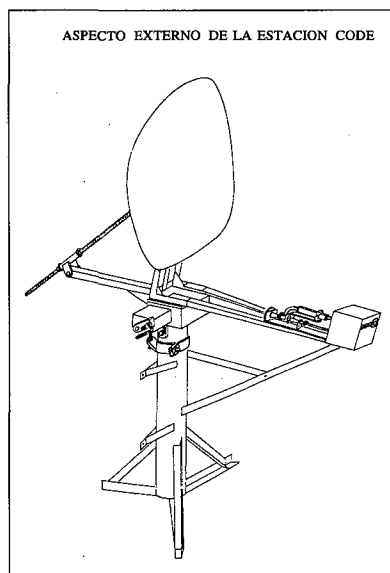


Figura 6

osciladores controlados en fase (PLO's). Todos los subsistemas realizados cumplen con las especificaciones fijadas por la ESA para la estación.

ESPECIFICACIONES DE CODE

TRANSMISIÓN

Bandas de frecuencia:

NOMINAL: 28072.255 MHz

+ 20 MHz

RESERVA: 28622.255 MHz

+20 MHz

Potencia isotrópica equivalente radiada (EIRP):

36 dBW < EIRP < 40 dBW

Polarización: HORIZONTAL

Estabilidad de frecuencia:

+1000 Hz

RECEPCIÓN

Bandas de frecuencia:

NOMINAL: 19475 +- 20 MHz

RESERVA: 18925 +-20 MHz

Relación Ganancia/Temp. equiv:

G/T > 12.9 dB[1/K]

Polarización:

LINEAL, NORTE-SUR

ANTENA

Diámetro: 1 m APROX.



MacMITO

Distribuidor Autorizado Apple en Educación

C/Gran Capità, s/n. Campus Nord UPC. Mòdul A3 - Subterrani

Telèfon 204 25 61 - Fax 204 25 57 - Barcelona 08034

Reconeixement dels Dígits Catalans Utilitzant Models de Markov Continus

Sara Garrigosa Rivas, A. Moreno.

Departament de Teoria del Senyal i Comunicació.

En aquest projecte s'apliquen les tècniques de reconeixement de la parla aïllada basades en els Models de Markov Ocults (HMM), però reemplaçant la representació dels símbols discrets dels senyals de veu per funcions densitat de probabilitat Gaussians contínues. D'aquesta manera, eliminem l'error de quantificació introduït per la representació discreta. El vocabulari sobre el qual es realitzaran les diferents proves està compost pels 10 dígits catalans (del 0 al 9). Observarem que els resultats obtinguts són millors que en el cas de HMM discrets.

I. INTRODUCCIO.

Un HMM (Hidden Markov Model), és un procés estocàstic doble on un d'ells queda ocult (Hidden) i només pot ser conegut a través de l'altre procés estocàstic produït per la seqüència de símbols observats [1].

Suposem que el senyal a representar pel HMM consisteix en una seqüència de vectors d'observacions $O = \{O_1, O_2, \dots, O_T\}$ on cada O_i és un vector que caracteritza el senyal en el temps $t=i$, i on O_i , en el cas discret, ha sigut substituït, via algun tipus de VQ, per algun dels S símbols. D'aquesta manera un HMM discret tal com el de la figura 1 queda caracteritzat pels següents paràmetres:

N : nombre d'estats del model

$A=[a_{ij}]$, $1 \leq i, j \leq N$: matriu de transició d'estats on a_{ij} és la probabilitat de fer una transició de l'estat i a l'estat j . En el nostre cas imposem la restricció: $a_{ij}=0$ $j < i, j > i+2$.

$B=[B_j(k)]$, $1 \leq j \leq N$, $1 \leq k \leq S$: funció de probabilitat d'observació,

on b_{jk} és la probabilitat d'observar el símbol k a l'estat j .

Així tenim que la probabilitat de que la seqüència d'observacions O hagi estat generada pel model I és:

$$P(O/\lambda) = \sum_{i_1, i_2, \dots, i_T} \pi_{i_1} B_{i_1}(O_1) a_{i_1, i_2} B_{i_2}(O_2) \dots a_{i_{T-1}, i_T} B_{i_T}(O_T)$$

on π_{i_1} és la probabilitat de que inicialment estem a l'estat i_1

En la figura 1 es mostra el tipus de HMM considerat aquí. Es tracta d'una cadena de Markov d'esquerra a dreta que comença a l'estat 1 i acaba a l'estat N . La seqüència d'estats no és observable.

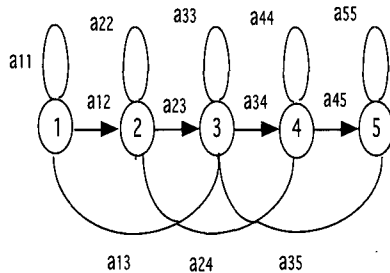


FIG. 1: Representació d'un HMM per $N=5$ estats

II. HMM CONTINUS.

En el cas continu els O_i ja no són substituïts pels símbols. Ara tenim les funcions densitat de probabilitat $B=\{B_j(x)\}$, $1 \leq j \leq N$ on $B_j(x)dx$ és la probabilitat de que el vector O_i estigui entre x i dx . Nosaltres considerarem funcions Gaussians:

$$B_j(x) = \sum_{k=1}^M c_{jk} f(x, \mu_{jk}, U_{jk})$$

on $f(x, \mu, U)$ és una funció densitat de dimensió D ($D=12$ en el nostre cas) de mitja μ i de covariança U . Llavors els paràmetres que caracteritzen el nostre HMM continu són:

N : nombre d'estats.

M : nombre de mescles (o f.d.p. per estat).

D : dimensió dels vectors.

$A=[a_{ij}]$: matriu de transició d'estats.

$C=[c_{jk}]$: matriu de guany de la mescla.

$\mu=[\mu_{jk}]$: vector de les mitges de les components de les mescles.

$U=[U_{jkde}]$: matrius de les covariances de les components de les mescles.

2.1. HMM AMB INFORMACIO DE L'ESPECTRE, VARIACIO ESPECTRAL I ENERGIA DIFERENCIAL.

Per poder treballar amb el senyal l'hem hagut de reduir prèviament a símbols a través de l'anàlisi LPC (Linear Predictive Coding). Aquest ens proporciona un vector, de dimensió 12 en el nostre cas, que conté la informació espectral de la trama que estem estudiant dintre del nostre senyal de veu.

L'objectiu del nostre projecte és implementar un sistema en el qual els models de Markov utilitzin, a més a més dels coeficients cepstrum, d'altres informacions per tal de poder millorar els resultats.

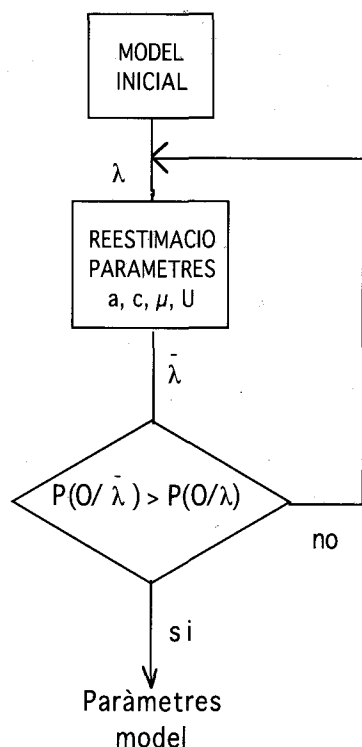
Furui [2] va proposar la utilització de la variació temporal tant

de l'espectre com de l'energia. Això va donar lloc als coeficients cepstrals diferenciats, ΔC , i a l'energia diferencial, ΔE . Introduint aquestes tres informacions ens queda que

$$B_j(x_t) = B_j(x_t^c, x_t^{dc}, x_t^{de}) = B_j(x_t^c) B_j(x_t^{dc}) B_j(x_t^{de}) = \prod_{nc=1}^{ncob/M(nc)} \sum_{k=1}^{K(nc)} f_k(x_t^{nc})$$

III. FASE D'ENTRENAMENT DEL MODEL

Si suposem que $\Pr(O/I)$ és la probabilitat de que la seqüència d'entrenament hagi estat generada pel model l , aquesta fase consistirà en ajustar els paràmetres del nostre model per tal de maximitzar aquesta probabilitat. Els passos a seguir són:



L'algorisme utilitzat en la reestimació dels paràmetres és l'implementat per Baum-Welch [1] i [3]. Però de fet les proves realitzades amb aquest procediment de reestimació ens mostren que les mitges, μ , són els paràmetres més sensibles a la inicialització del model.

Així si comparem els resultats obtinguts inicialitzant el model a partir dels models discrets [4] amb els resultats obtinguts amb una inicialització per Viterbi [1] i [5], podem observar que aquests últims són millors.

IV. RESULTATS

Per les proves tenim 100 versions de cada dígit dites per 10 locutors. Els resultats que es mostren corresponen a proves realitzades entrenant només 8 dels locutors i reconeixent els 2 que han estat fora de l'entrenament.

En aquesta primera taula tenim els resultats obtinguts entrenant els models amb HMM continus on la primera columna correspon als dígit, la segona correspon al tant per cent d'error quan s'inicialitza el model amb el codebooks discrets i la tercera quan la inicialització ha sigut per Viterbi. En el primer cas l'error total és del 7% i en el segon cas del 1'7%.

	Inicialització discrets	Inicialització Viterbi
0	6 %	0 %
1	30 %	3 %
2	1 %	0 %
3	8 %	1 %
4	0 %	0 %
5	4 %	1 %
6	20 %	4 %
7	1 %	0 %
8	0 %	1 %
9	0 %	1 %

taula 1

En aquesta segona taula comparem els resultats que es tenien en el cas d'utilitzar els HMM discrets amb els nostres. Amb els models discrets l'error total produït és del 3'3% i amb els continus és del 1'7%.

	HMM discrets	HMM continus
0	4 %	6 %
1	1 %	3 %
2	1 %	0 %
3	3 %	1 %
4	0 %	0 %
5	3 %	1 %
6	4 %	4 %
7	11 %	0 %
8	5 %	1 %
9	1 %	1 %

taula 2

BIBLIOGRAFIA:

- [1] L.R.Rabiner, B.H.Juang, «An Introduction to Hidden Markov Models». IEEE (Gener 1986), pag. 4-16.
- [2] Sadaoki Furui, «Speaker Independent Isolated Word Recognition Using Dynamic Features of Speech Spectrum». IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. ASSP-34 (febrer 1986).
- [3] Biing-Hwang Juang, L.R.Rabiner, «Mixture Autoregressive Hidden Markov Models for Speech Signals», IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing (desembre 1985), pag. 1404-12.
- [4] Lluís Serra, «Reconeixement de paraules aïllades mitjançant Models de Markov Continus». PFC (juny 1990).
- [5] L.R.Rabiner, B.H.Juang, S.E.Levinson, M.M.Sondhi, «Recognition of Isolated Digits Using Hidden Markov Models with Continuous Mixture Densities», (novembre 1984), pag 1211-32.

Teorema astronómico de resistencia y unicidad

Rafael Cubarsí y Manuel Hernández.

Departament de Matemàtica Aplicada y Telemàtica.

Teorema: "Resiste todavía un conjunto de profesores A, incluido en UPC, investigando en temas de Astronomía Estelar y Dinámica Galáctica (AEDG). La unicidad de A queda garantizada por el número 21011102 de línea de investigación."

Corolario: «A es un subconjunto escaso de los departamentos de Matemática Aplicada y Telemática, y de Física Aplicada».

Esbozamos a continuación, a modo de repaso histórico, algunos de los objetivos principales que tiene la AEDG. En general se trata de conocer la estructura, el movimiento y la evolución de los sistemas estelares de la Galaxia y de otras galaxias, considerados como un medio continuo (digamos como un gas). Un capítulo importante lo constituyen los intentos de determinación de la ley de distribución de velocidades, sobre la que fundamentan sus trabajos los más importantes astrónomos de la primera mitad de este siglo. Asimismo se intenta explicar la estructura espiral de la galaxia, fundamentalmente a partir de datos radioastronómicos. Una característica importante de este período es el avance que se realiza en el campo teórico, mediante la provisión de modelos matemáticos específicos. Sin embargo, la falta de datos experimentales, o la inexactitud de los mismos, van a impedir la evolución o aplicación de estos modelos. Como reacción se van a invertir gran cantidad de recursos en el campo observacional (tendencia que ha prevalecido casi hasta el momento presente), con el fin de acumular y perfeccionar todo tipo de datos astronómicos. Simultáneamente, la

generalización del empleo de los ordenadores, a partir de la década de los sesenta, hace que tomen un nuevo auge los estudios cinemáticos y dinámicos, basados principalmente en técnicas de simulación. En particular, se realizan cálculos de órbitas estelares, potenciales galácticos, distribuciones de masa de distintas componentes de la Galaxia, etc.

Llegados a este punto nos podemos plantear cuestiones como las siguientes: ¿Son adecuados los métodos y modelos clásicos para tratar los actuales problemas de la AEDG? En función de las características de los nuevos datos astronómicos, ¿se pueden seguir usando las técnicas tradicionales o hay que crear otras nuevas? La respuesta, creemos, más que ser disyuntiva debe ser complementaria.

Por una parte, ya es posible salir del estancamiento alcanzado en la aplicación de algunos modelos teóricos clásicos, debido precisamente a que los datos de que se alimentan son ahora más precisos. Consecuentemente, se abre también la posibilidad de profundización en dichos modelos. En este sentido, el conjunto A, presentado al inicio del texto, realiza estudios de dinámica galáctica local, profundizando en la teoría de los sistemas estelares de Chandrasekhar para galaxias con distintos tipos de simetría. Para ello las técnicas matemáticas más utilizadas pertenecen al terreno del análisis vectorial (teoría del potencial) y del cálculo diferencial (ecuaciones en derivadas parciales). Paralelamente, las consecuencias del modelo dinámico deben ser contrastadas con resultados

cinemáticos. Estos se refieren generalmente al campo medio de velocidades estelares en el entorno del sol, a la distribución estadística de dichas velocidades, a los tipos de poblaciones estelares (disco delgado, disco grueso, halo, etc.). Por lo tanto, las técnicas de trabajo más usuales en estos campos van a ser del dominio de las probabilidades y la estadística (análisis multivariante) y, también, puesto que hay que utilizar información de grandes catálogos de datos estelares, del dominio del análisis numérico (métodos de aproximación, análisis de errores).

Por otro lado, la mayor parte de métodos actualmente utilizados en astronomía observacional son bastante antiguos. Por tanto necesitan una urgente revisión y actualización, especialmente de cara a su aplicación al tratamiento de la gran cantidad de datos de enorme calidad que nos están proporcionando en estos momentos los nuevos observatorios orbitales: el satélite Hipparcos y el telescopio espacial Hubble. En particular la necesidad de mejoras significativas en las estrategias de clasificación es una realidad en la astronomía de los años 90. Esto es cierto en particular en los estudios que se realizan a partir de catálogos estelares consistentes en la segregación de estrellas en poblaciones en función de criterios espectrales, fotométricos o cinemáticos, donde las técnicas algebraicas, estadísticas y de proceso y compresión de datos, juegan un destacado papel. Una de las recientes técnicas de clasificación es el denominado Mapa Auto-Organizativo. Consiste en un algoritmo del tipo «red neuronal» que tiene la propiedad especial de crear repre-

sentaciones organizadas espacialmente de los diferentes subgrupos o poblaciones incluidas en las «señales de entrada», todo ello de forma no-supervisada. Los mapas resultantes recuerdan estructuras neuronales reales que se encuentran en la «corteza cerebral» de animales desarrollados. Además dicho algoritmo ha permitido abordar con éxito diferentes tareas de reconocimiento de patrones, a partir de señales con mucho ruido, como por ejemplo en el campo del reconocimiento del habla, uno de los temas que se trabajan en el «Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions». Esta es la razón que nos impulsó a estudiar, a partir de principios de 1991, una vía inexplorada hasta aquel momento, la aplicación de este algoritmo a problemas de reconocimiento de poblaciones estelares en el entorno solar.

Rafael Cubarsí y Manuel Hernández (dos de los elementos del conjunto A) «Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica»

El Hubble

El 25 de abril de 1990, el telescopio espacial Hubble era desplegado desde el transbordador espacial Discovery, marcando así el comienzo de una nueva era en la astronomía óptica. Los telescopios ópticos terrestres, desde los primitivos catalejos de Galilea hasta el recién estrenado telescopio Keck, se han visto obstaculizados por la atmósfera inquieta y distorsionante de la Tierra. En cambio el Hubble fue concebido para observar el cosmos desde su atalaya, a 610 Kilómetros de la superficie terrestre, con una claridad sin precedentes.

Sin embargo, no es ningún secreto que el telescopio no ha funcionado como se esperaba. Gracias a improvisados cambios de métodos y a innovadoras técnicas de corrección de imagen por ordenador, el Hubble ha conseguido igualar la sensibilidad y superar el poder resolutivo de los mejores telescopios asentados en la tierra.

Fuente: Investigación y ciencia, agosto 1992.

Longtemps ... (1969)

A historical section

Toni Bergas

1969, ¿Dónde estábamos?

Algunos guardando cola en el limbo, esperando pista para aterrizar. Otros, con los pañales recién estrenados, preocupados por nuestro futuro, consultábamos el oráculo, dudando entre la ingeniería y la marina mercante. Y los más veteranos, con la carrera recién terminada, se disponían a reinventar la telegrafía sin hilos.

Mientras tanto se mejoran las conexiones telefónicas EEUU-España-Italia, mediante la instalación de un cable submarino de 120 circuitos y 3500 millas (España-EEUU) y otro de 640 circuitos y 1000 millas (España-Italia). La línea se inaugura el 8 de abril del 70, y como no podía usarse el tradicional método de la tijera, para inaugurar el cable se recurre a una animada charla entre el ministro español de la gobernación, el ministro italiano de correos y telégrafos, y el presidente de la comisión federal de comunicación de los EEUU. Lo más sorprendente del caso es que charlaron a través del cable recién inaugurado que, ¡oh, milagro!, permitía parlamentar sin levantar la voz en exceso, y con un océano de por medio.

Un par de años antes, el 27 y 29 de enero del 67 se transmiten por primera vez programas comerciales de tv desde EEUU a Japón. Para ello se usa el satélite Lami Bird. El programa es transmitido por la NBC (New York), y retransmitido en Japón por la Nippon Television Network. Los japoneses pudieron disfrutar de un fantástico noticiario americano a todo color (el cual fue financiado en su totalidad por los japoneses).

En la otra esquina del mundo, J.D. Mobutu, presidente de la república democrática del Congo, también quiere incorporar su

país a la red mundial de comunicaciones. Para ello se sube a su coche y recorre el corto trayecto entre su residencia oficial, en N'Sele, y la villa de Mbomo-Mbama para colocar la primera piedra de la estación terrestre de comunicación por satélite, con la cual tiene previsto, a través del satélite Intelsat IV, conectar el Congo, telefónica y telegráficamente, con el resto del mundo.

En Vietnam del Sur se inaugura una nueva central telefónica de conmutación automática. Marshall Ngyen Cao Ky, primer ministro de la república de Vietnam del Sur, tras comerse un delicioso chihuahua, acude a Tan Son Nhut, suburbio de Saigón, donde inaugura la central. Esta central, de 2000 líneas, es parte de una red integrada que proporcionará al pueblo de Vietnam un sistema telefónico automático nacional. Es el primer sistema de bandas cruzadas de conmutación automática para uso civil en el sur de Vietnam.

Moviéndonos hacia el oeste, nuestro mar Mediterráneo se estrecha un poco más. Se instala el primer cable submarino entre Alejandría (Egipto) y Catanzos (Italia). El cable de 900 millas y 480 circuitos permitirá comunicar Egipto con el resto de Europa, a través de la red italiana.

Estos hechos no son excesivamente importantes, ni figurarán nunca en un libro de historia, pero reflejan lo que, en pocos años, ha permitido la ingeniería de telecomunicación.

Hoy tenemos, indudablemente, mejores sistemas de comunicación que hace, tan solo, 20 años. Y con ellos la posibilidad de un entendimiento planetario. Sólo queda desear que este esfuerzo tecnológico no haya sido inútil...

sentaciones organizadas espacialmente de los diferentes subgrupos o poblaciones incluidas en las «señales de entrada», todo ello de forma no-supervisada. Los mapas resultantes recuerdan estructuras neuronales reales que se encuentran en la «corteza cerebral» de animales desarrollados. Además dicho algoritmo ha permitido abordar con éxito diferentes tareas de reconocimiento de patrones, a partir de señales con mucho ruido, como por ejemplo en el campo del reconocimiento del habla, uno de los temas que se trabajan en el «Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions». Esta es la razón que nos impulsó a estudiar, a partir de principios de 1991, una vía inexplorada hasta aquel momento, la aplicación de este algoritmo a problemas de reconocimiento de poblaciones estelares en el entorno solar.

Rafael Cubarsí y Manuel Hernández (dos de los elementos del conjunto A) «Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica»

El Hubble

El 25 de abril de 1990, el telescopio espacial Hubble era desplegado desde el transbordador espacial Discovery, marcando así el comienzo de una nueva era en la astronomía óptica. Los telescopios ópticos terrestres, desde los primitivos catalejos de Galilea hasta el recién estrenado telescopio Keck, se han visto obstaculizados por la atmósfera inquieta y distorsionante de la Tierra. En cambio el Hubble fue concebido para observar el cosmos desde su atalaya, a 610 Kilómetros de la superficie terrestre, con una claridad sin precedentes.

Sin embargo, no es ningún secreto que el telescopio no ha funcionado como se esperaba. Gracias a improvisados cambios de métodos y a innovadoras técnicas de corrección de imagen por ordenador, el Hubble ha conseguido igualar la sensibilidad y superar el poder resolutivo de los mejores telescopios asentados en la tierra.

Fuente: Investigación y ciencia, agosto 1992.

Longtemps ... (1969)

A historical section

Toni Bergas

1969, ¿Dónde estábamos?

Algunos guardando cola en el limbo, esperando pista para aterrizar. Otros, con los pañales recién estrenados, preocupados por nuestro futuro, consultábamos el oráculo, dudando entre la ingeniería y la marina mercante. Y los más veteranos, con la carrera recién terminada, se disponían a reinventar la telegrafía sin hilos.

Mientras tanto se mejoran las conexiones telefónicas EEUU-España-Italia, mediante la instalación de un cable submarino de 120 circuitos y 3500 millas (España-EEUU) y otro de 640 circuitos y 1000 millas (España-Italia). La línea se inaugura el 8 de abril del 70, y como no podía usarse el tradicional método de la tijera, para inaugurar el cable se recurre a una animada charla entre el ministro español de la gobernación, el ministro italiano de correos y telégrafos, y el presidente de la comisión federal de comunicación de los EEUU. Lo más sorprendente del caso es que charlaron a través del cable recién inaugurado que, ¡oh, milagro!, permitía parlamentar sin levantar la voz en exceso, y con un océano de por medio.

Un par de años antes, el 27 y 29 de enero del 67 se transmiten por primera vez programas comerciales de tv desde EEUU a Japón. Para ello se usa el satélite Lami Bird. El programa es transmitido por la NBC (New York), y retransmitido en Japón por la Nippon Television Network. Los japoneses pudieron disfrutar de un fantástico noticiario americano a todo color (el cual fue financiado en su totalidad por los japoneses).

En la otra esquina del mundo, J.D. Mobutu, presidente de la república democrática del Congo, también quiere incorporar su

país a la red mundial de comunicaciones. Para ello se sube a su coche y recorre el corto trayecto entre su residencia oficial, en N'Sele, y la villa de Mbomo-Mbama para colocar la primera piedra de la estación terrestre de comunicación por satélite, con la cual tiene previsto, a través del satélite Intelsat IV, conectar el Congo, telefónica y telegráficamente, con el resto del mundo.

En Vietnam del Sur se inaugura una nueva central telefónica de conmutación automática. Marshall Ngyen Cao Ky, primer ministro de la república de Vietnam del Sur, tras comerse un delicioso chihuahua, acude a Tan Son Nhut, suburbio de Saigón, donde inaugura la central. Esta central, de 2000 líneas, es parte de una red integrada que proporcionará al pueblo de Vietnam un sistema telefónico automático nacional. Es el primer sistema de bandas cruzadas de conmutación automática para uso civil en el sur de Vietnam.

Moviéndonos hacia el oeste, nuestro mar Mediterráneo se estrecha un poco más. Se instala el primer cable submarino entre Alejandría (Egipto) y Catanzos (Italia). El cable de 900 millas y 480 circuitos permitirá comunicar Egipto con el resto de Europa, a través de la red italiana.

Estos hechos no son excesivamente importantes, ni figurarán nunca en un libro de historia, pero reflejan lo que, en pocos años, ha permitido la ingeniería de telecomunicación.

Hoy tenemos, indudablemente, mejores sistemas de comunicación que hace, tan solo, 20 años. Y con ellos la posibilidad de un entendimiento planetario. Sólo queda desear que este esfuerzo tecnológico no haya sido inútil...

"Cuatriversidad"

Miguel Escudero

Parece ser que uno de los padres de la fotografía denominó a la máquina de fotografiar como «aparato mecánico para reproducir lo real». Pero hoy en día, la presencia implacable de la manipulación y de lo efectivamente ficticio no permiten corroborar la definición dada en los primeros años del siglo XIX por Joseph Nicéphore Niepce. Para no llamarse a engaño ante una escueta imagen, o bien ante una secuencia de ellas, hay que hacer acopio de dudas y perspectivas y contar inteligentemente con lo que no sabemos ni podemos detectar en nuestro campo visual.

Se hace, pues, preciso organizar nuestra figura del mundo, de modo que conduzca a captar la realidad y consecuentemente a operar en ella con tino. Si este propósito no entra en el horizonte de una universidad, ésta se reduce a poca cosa más que a una expenduría de títulos y un centro de prebendas. Sólo donde exista vocación intelectual no podrá decirse con entera justicia que quien puede, hace, y que quien no puede, enseña.

Las élites de distinta índole son imprescindibles en cualquier sociedad, pero sólo pueden ser deseadas y queridas cuando no se desprecian la suerte del resto de los mortales. En particular, quien desempeña un magisterio debe educar para ser críticos siempre que sea posible, esto es, responsablemente, y no para ser dóciles, a menos que quiera quedarse en un ministerio. Por su parte, los alumnos deben saber que cuando dicen de serlo (*alumnus* es palabra latina que etimológicamente significa

mantenido, alimentado) se van a encontrar inexorablemente con la necesidad de afrontar el reto de *aprender a aprender*, para lo cual hace falta una gran dedicación personal, que debe ser iniciada en los años mozos. Cuando se adquiere uso de razón, una de las primeras cosas con las que hay que dotarse es capacidad de enfrentarse a la propia realidad y empeño de rehacerla.

Creo que de donde menos se debería esperar se hace todo lo posible para que los conceptos de autenticidad, generosidad y desinterés sean relegados por mor de la competitividad, del éxito y del utilitarismo. Hay universidades que al compás de los tiempos propagan una cultura de la apariencias. Sin reparar en gastos se resalta aparatosamente cualquier nueva *atención* que se ofrezca a los *usuarios* (alumnos, personal administrativo y de servicios y profesores) en ocasiones incluso ofreciendo un *ranking* narcisista y embaucador. Se pretende proyectar una autocomplacencia colectiva que no es otra cosa que el orgullo de sus principales dirigentes. Es sabido que en todas las escalas se retiene información, pero además es común asistir al engaño de vender la ilusión de que se informa. Por encima de todo, lo que importa es que calen las *impresiones* que se quieren transmitir, la superficialidad siempre es más vulnerable y fácil de manejar.

Por otro lado, también puede observarse en el ámbito universitario un desmedido interés por alcanzar consensos por unanimidad, aún a cos-

ta de planteamientos intencionadamente confusos con el fin de eludir entrar en las verdaderas motivaciones; la claridad y el lenguaje transparente quedan desterrados en espera de las calendas griegas. La experiencia señala que hay aficionados al deporte del secretismo y del enredo para con los propios compañeros de los claustros o de los departamentos.

Ahora bien, si damos por bueno, debidamente acotado, el postulado de Dostoyevski: "Todos somos culpables de todo" (Hegel escribió que sólo el animal es verdaderamente inocente), nos veremos obligados a anlizar nuestra cuota de responsabilidad personal en las deficiencias intelectuales de método y rigor que hay desparramadas a nuestro alrededor, así como en las que se refieren a la afectividad y a los sentimientos. No debería olvidarse que quienes ejercemos la docencia tampoco podemos escapar a una dosis de fracaso en nuestra misión, la cual inevitablemente va más allá de informar. Además de sinceros propósitos de rectificación, convendría difundir un ambiente de modestia intelectual, teniendo siempre presente todo lo que no sabemos. Tal vez entonces tras presentar sus proyectos de fin de carrera y salir con un título bajo el brazo, los estudiantes no se dispondrían a entrar en el "mercado de la vida" fuertemente inclinados por el disimulo y expuestos por la alineación, y la universidad podría ser una auténtica *alma mater*.



Laser, Guies Optiques i Solitons: el Dream Team

Lluís Torner.

Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

Imagineu-vos un emissor altament estable i coherent, d'una freqüència tan alta com 10^{15} Hz, capaç d'emetre polsos ultraestrets que es propaguessin confinats per estructures guiants amb pèrdues negligibles, de manera que després d'un viatge de 10000 quilòmetres, la seva forma en el domini del temps i el seu espectre fossin pràcticament els mateixos que a la sortida. Imagineu-vos que el processament d'aquests polsos es realitzés en estructures monolítiques, a partir de les propietats dels mateixos polsos i de la interacció mútua entre ells, de manera que els temps típics d'operació fossin inferiors a 10^{-12} s. Aquest és el *dream*.

Per fer el *team* s'hauria de reunir: un laser convenient (un *mode-locked color center laser*), uns quants quilòmetres d'una bona fibra òptica monomode, alguns filtres, moduladors, fotomultiplicadors, lents, prismes, polaritzadors i trasteria variada d'aquesta, unes guies òptiques d'AlGaAs/GaAs, i molt enginy per emetre, transmetre i processar solitons òptics.

Els solitons òptics són polsos ultraestables de llum que revolucionaran les comunicacions per fibra òptica i potser també els sistemes de processament òptic del senyal. Els solitons òptics poden ser brillants o obscurs, i n'hi ha de dos tipus: solitons espacials i temporals.

Els solitons temporals es produeixen com a conseqüència dels efectes contrarrestats de la dispersió cromàtica i de l'auto-modulació de fase. La dispersió (la velocitat de propagació depèn de la freqüència) produeix l'aixamplament temporal del pols, però no modifica la seva densitat

espectral. L'auto-modulació de fase és un efecte no lineal (la velocitat de propagació depèn de la intensitat del senyal) que no modifica la forma del pols en el domini del temps, però produeix l'aixamplament del seu espectre. En condicions adients, el resultat combinat d'ambdós efectes produeix polsos ultraestables, que es propaguen mantenint invariables l'espectre i la forma. Els solitons òptics temporals es van observar per primera vegada a una fibra òptica el 1980, als laboratoris de la AT&T, a Holmdel, USA.

Els solitons espacials es produeixen a partir de l'efecte combinat de la difracció i de l'auto-focalitzat. La difracció juga amb les freqüències espacials el mateix paper que la dispersió amb les temporals, i produeix l'aixamplament espacial del pols. L'auto-focalitzat, tal com el seu nom suggereix, produeix l'estretament espacial del pols. La primera observació dels solitons òptics espacials a guies òptiques d'estat sòlid es va produir el 1990, als laboratoris Bell Communications Research, Red Bank, USA.

En el futur proper, els Sistemes de Comunicacions per fibra òptica basats en solitons òptics permetran la transmissió de la informació a velocitats properes al Terabit per segon (10^{12} b/s). Aquest cabal d'informació cau fora dels límits dels sistemes electrònics, per la qual cosa cal desenvolupar processadors digitals del senyal totalment òptics, capaços d'operar a velocitats ultrarràpides. En aquest contexte, «ultrarràpid» significa «amb velocitat d'operació més gran que 50 Gbit/s». La velocitat dels sistemes electrònics està limitada (per un valor estimat que estaria al voltant

dels 35 GHz) per consideracions fonamentals, associades al temps de recombinació dels electrons. Els dispositius «totalment òptics» es basen en interaccions llum-llum⁽¹⁾ i, per tant, pràcticament no estan limitats per cap temps de recombinació. La tecnologia actual permet implementar diversos dispositius de conmutació totalment òptica, que han estat demostrats en diferents configuracions i arquitectures. El primer conmutador totalment òptic en configuració integrada operant a la finestra de 1.3-1.5 μ m es va fabricar el 1990 a partir d'una estructura AlGaAs/GaAs, a la Universitat de Glasgow, UK, i a la Universitat de Florida Central, Orlando, USA.

Amb tot i això, el desenvolupament dels dispositius i sistemes totalment òptics es troba encara a les beceroles. La investigació en el camp comprèn tots els terrenys, des dels aspectes més bàsics relacionats amb la tecnologia involucrada, fins al disseny de l'arquitectura dels sistemes.

-Ecolta, ben mirat, vols dir que amb aquest tinglado farem prou diners com per fer-nos unes casetes a Chamonix i plegar de treballar ?

-Fa de mal dir, però, de moment, què me'n diries d'un generador de polsos de 5×10^{15} s d'amplada ?

-Psss.

-Pues eso.

(1) Per això a aquesta àrea de treball se l'anomena *Fotònica* (tecnologia dels fotons), en contraposició a l'*Electrònica*, que és la dels electrons.

Como ven la calidad de la enseñanza los alumnos telecos de Madrid

Santiago Lorente

El Gabinete de Estudios y Documentación, de la ETSI de Telecomunicación, de la Universidad Politécnica de Madrid, se propuso iniciar una serie de estudios relacionados con la **calidad de la enseñanza**.

Efectivamente, en el momento actual, la **calidad** se está convirtiendo en el factor clave de progreso y bien hacer. Las empresas punteras están desarrollando programas de la llamada «calidad total» -cosa que viene haciendo, por ejemplo, desde hace mucho tiempo la AT&T-, y la propia Telefónica de España, ante el derrumbe de la calidad de servicio, motivado por una equivocada estrategia de empresa de su anterior Presidente, D. Luís Solana, decidió comprometerse en el análisis, primero, y en la puesta en práctica después, de la calidad del servicio. Tanto lo están haciendo, que el propio Contrato del Estado con Telefónica, firmado el pasado Diciembre de 1991, lo incluye como una de las exigencias que el Estado impone a esta empresa (ya era hora). El análisis de la calidad en Telefónica se hace desde dos vertientes: desde el usuario (antes mal llamado «abonado»; y digo mal porque quienes usamos el teléfono no tenemos **siempre** que ser abonados), y desde el propio funcionamiento de la compañía (red, servicios comerciales, etc.).

La Universidad no debe quedar al margen de este nuevo torbellino del mundo, que es el ahínco por la calidad. La Universidad es de lo más serio que se ha montado un Estado para preparar a unos jóvenes que serán la generación profesional del mañana. Por eso, hay que tomarse muy en serio eso de la **calidad también en la Universidad**. Y se pensó que se podía, y se debía, abordar el análisis de la calidad desde el

alumnado.

Después de las iniciales conversaciones y deliberaciones sobre el tema, se decidió que era oportuno empezar por los de **primer curso**. Varias razones asistían a esta decisión: una, que había que empezar por algún sitio, y otra -la principal- que es un curso muy atípico, donde llegan unos alumnos novatos y se tienen que enfrentar con la realidad selvática de la Escuela. Se empezó, pues, por analizar la calidad de la enseñanza con los alumnos de primero.

¿Cómo se hizo? Pues teniendo reuniones con ellos (además de con profesores), con objeto de extraer el marco teórico sobre el que confeccionar un cuestionario para realizar posteriormente una encuesta. La encuesta es una de las mejores formas que se tiene en los momentos actuales para captar la opinión de un colectivo, **si se hace bien**: con un marco teórico bien diseñado, con un cuestionario bien testado, con una muestra aleatoria representativa del colectivo, y con un análisis estadístico que va más lejos que los simples recuentos de frecuencias.

Eso es lo que hicimos: hacerla, e intentar hacerla bien. Vayamos, pues, sin dilación a explicar los resultados de la encuesta.

Se descubrió, cosa curiosa, que la calidad está relacionada con los motivos de iniciar la carrera de Teleco. Los listones puestos a la calidad son más exigentes (es decir, se dan calificaciones más bajas de la misma) entre los alumnos que vienen más motivados por amor y **vocación por la ingeniería**, frente a otro grupo -felizmente más minoritario- que viene a estudiar la carrera por motivos digamos más

utilitarios, tales como el dinero que se gana o la menor probabilidad de saborear el paro, que son a todas luces menos exigentes en materia de calidad de enseñanza. Resultado obvio, si se quiere, pero de enorme interés. Y ello hace ver que tanto el concepto de la calidad, como el listón que se pone, es claramente subjetivo en función de las exigencias personales. Y parece que la primera exigencia de la calidad es tener vocación por lo que uno quiere estudiar. Fenomenal, ¿no?

Pero se descubrieron otras cosas. Por ejemplo, que los listones puestos a la calidad son más exigentes entre los alumnos que provienen de la **enseñanza pública** (frente a los que provienen de la privada), entre los que han estudiado en **España** (frente a los que lo han hecho, en todo o en parte, fuera de España o en centros extranjeros de España), entre los **repetidores** de curso (frente a los que no han repetido todavía) y entre los que **cambian voluntariamente de grupo de asistencia a clase** (frente a los que no han cambiado). Como se ve, la percepción de la calidad no es unívoca. Es como meter a un somalí o a un sueco en un avión de Iberia. Es el mismo avión, pero ¿cómo ve la calidad del avión cada uno de los dos?

Pero hay más. Porque todo lo dicho hasta ahora es fundamentalmente la correlación entre la percepción de la calidad de la enseñanza, por un lado, y una serie de variables anteriores a pisar la Escuela: vocación o no, dónde y cómo se estudió la enseñanza media. Pero, ¿qué relación tiene, desde el alumno de primero, la calidad de la enseñanza con las variables más propias de la Escuela?

Pues, a partir de los datos, el asunto aparece muy claro. La calidad

es un **valor altamente pragmàtic**, que en muy pocas palabras se puede resumir: **que los profesores sepamos de verdad enseñar**, que tengamos capacidad pedagógica, más incluso, fijaos, que el hecho de que los profesores sepamos nuestra asignatura, esto es, que dispongamos de los conocimientos propios de nuestro ámbito de enseñanza. Y no solamente que sepamos enseñar, que seamos buenos pedagogos, sino que enseñemos **cosas útiles**. Como véis, pragmatismo a tope. Finalmente, los alumnos de primero correlacionan altamente la calidad con la **infraestructura de la Escuela**: aulas, bibliotecas y medios materiales. Más pragmatismo no cabe. Porque, atención, la calidad no se correlaciona -siempre desde la óptica del alumno de primero- con las **tutorías**, ni con la **cercanía de los profesores**, ni con el **contenido de las asignaturas** ni con muchas cosas más. En definitiva parece que el alumnado quiere que le enseñen, y que los profesores sepamos enseñarle. Al fin y al cabo, notable indicador del sentido común de los alumnos. Chapeau!

Pero, claro, permítaseme para acabar, una última reflexión. Y esta de mi peculio: a los profesores se nos exige bastante -tampoco digo que mucho- en cuanto a saber y dominar nuestra asignatura. Los más viejos pasaron una oposición bastante difícil; los más jóvenes otra más fácil. Pero al fin y al cabo **se nos ha medido por el rasero de nuestros conocimientos**. Pero en materia de habilidad y capacidad docente, ¿qué? Pues nada de nada. Si la tenemos es porque naturalmente nos sale, pero carecemos de técnicas y métodos, con lo que, presumiblemente, la mayor parte no tenemos ni idea. Por eso -y con esto corto el rollo- mi reflexión es bastante pesimista: **la calidad lo tiene crudo, porque la calidad depende, sobre todo, de la capacidad pedagógica del profesorado**.

Santiago Llorente es profesor de la ETSI de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid.

Cites Farcides

En el segle V a.C. el grecs opinaven sobre el continu:

«Si hi ha molt, aquest ha de ser a la vegada gran i petit, i efectivament gran fins a la immensitat i petit fins a la insignificància.»

François Viète (1540-1603), precursor de l'Àlgebra moderna, va escriure sobre aquesta:

«...el que és nou sol ser en el seu començament tosc i sense forma, per això durant els segles següents haurà d'anar sent polit i perfeccionat.»

J.L.Lagrange(1736-1813) va dir d'Isaac Newton(1643-1727): *«Ell és el més afortunat: el Sistema del Món només pot ser descobert una vegada.»*

Jacob Bernoulli (1654-1705) deia de la probabilitat: *«La probabilitat no és més que un grau de la certesa i es distingeix d'ella el mateix que una part es distingeix del tot.»*

Un alumne deia de Gaspard Monge (1746-1818), qui tenia certa tendència a tartamudejar: *«D'altres saben parlar millor, però ningú s'explica tan bé.»*

Karl Marx (1818-1883) escrivia sobre el desenvolupament industrial:

«Un moment d'aquest procés de canvis que va evolucionar de forma natural sobre la base de la gran indústria són les Escoles Politècniques i Agrònomes.»

Nicolai Ivanovich Lobachevskiy (1792-1856) exigia als professors de la Universitat de la que era rector:

«la joventut no hagi d'escollir paraules buides, sense contingut, sinó que s'ensenyés el que realment existeix.»

Carl Gustav Jacob Jacobi (1804-1851) en el seu examen de doctorat:

«El concepte de Matemàtiques és en general el concepte de la Ciència. És per això que totes les Ciències han d'aspirar a ser Matemàtica.»

Sembla ser que Jacobi no compartia les idees de Lobachevskiy: *«L'honor de la Ciència consistiria en no tenir cap utilitat.»* y *«El més sublim de la ciència, com en l'Art, és sempre poc pràctic.»*

Evariste Galois (1811-1832) després de ser rebutjats o extraviats els seus manuscrits sobre la resolució d'equacions algèbriques proclamava l'esperança que algun dia: *«La lluita competitiva -és a dir l'egoisme- ja mai imperi a la Ciència.»* y *«Els homes s'uniran per investigar junts.»*

Karl Weierstrass (1815-1897) va arribar a la conclusió: *«Les dificultats més grans de l'Anàlisi Superior tenen sense cap mena de dubte el seu origen precisament en una exposició poc precisa i no el suficientment general dels conceptes fonamentals i les operacions aritmètiques.»*

Georg Cantor (1845-1918) exposava a la seva tesi:

«En les matemàtiques, l'art de plantejar els problemes és més important que la seva resolució.»

David Hilbert (1862-1943) després de preguntar-li sobre la seva època d'estudiant:

«A l'escola no em dedicava especialment a les Matemàtiques, doncs ja sabia que ho faria més endavant.»

FRANCESC SALVA I CAMPILLO

Precursor de la telegrafia sense fils.

Susana Ramos, Antoni Elías i Jordi Romeu.

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

A Barcelona hi ha, cronològicament parlant, és a dir, per ordre d'aparició, la segona Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Telecomunicació d'Espanya, fet prou conegut per qualsevol que estigui llegint aquest article. El que és estrany és que no hi hagués hagut la primera perquè fou precisament a Barcelona on es feren uns experiments, els primers del món, que demostraven la possibilitat del telègraf elèctric, així com la telegrafia sense fils. L'autor d'aquests treballs fou un metge català: **Francesc Salvà i Campillo**, fet que potser ja no és conegut pel lector. I és aquesta la raó per la qual estan escrites aquestes línies: per donar a conèixer la figura d'un dels més importants investigadors que han existit a la nostra terra; i que, sorprenentment, ha estat i segueix sent una gran desconegut entre nosaltres.

Francesc Salvà i Campillo va néixer el 12 de juliol de 1751 al carrer de Petrixol nº 11 de Barcelona. Estudià Medicina a les Universitats de València, Osca i Toulouse. Fins 1785 va publicar alguns treballs sobre la vacuna contra la virola i altres malalties. Al 1794 va estudiar l'origen d'una epidèmia de febres en l'exèrcit espanyol que ocupava el Rosselló. Com a metge guanyà diferents premis pels seus treballs, sent aquests atorgats per entitats tan prestigioses com la Societat de Medicina de París.

Però no només destacà com a metge, sinó també, i aquesta és la faceta de la seva personalitat que més ens interessa, com a físic. Entre tots els seus treballs en la matèria trobem: experiències aerostàtiques (enlairament de globus a Barcelona, al gener de 1784), mesura del meridià (va ajudar a Méchain a dur-la a terme

a terres catalanes, reflexions sobre la navegació submarina (precursor de Monturiol), la creació d'un forn elèctric per preservar els cuiners del fum de la llenya, l'invenció d'una mena de correu que funcionava amb canons -precursor de la commutació de paquets-, situats un a continuació de l'altre, que disparaven bales amb el missatge dins, la confecció de termòmetres i baròmetres, i, sobretot, els seus treballs sobre electricitat i electricitat aplicada a la telegrafia: va crear el telègraf elèctric més perfecte de la seva època i va ser el precursor de la telegrafia sense fils. Entre 1795

i 1804 presentà, en l'Acadèmia de Ciències de Barcelona, varies memòries sobre telegrafia elèctrica, electricitat galvànica i l'aplicació d'aquesta a la telegrafia, realitzant proves del seu telègraf entre el Palau Reial de Madrid i el de Aranjuez al 1796.

Va pertànyer a la Reial Acadèmia de Medicina i Cirurgia de Barcelona i a la Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts.

Francesc Salvà i Campillo morí a Barcelona el 13 de Febrer de



1828, i quasi 60 anys després, el 25 de setembre de 1886, l'Ajuntament de Barcelona col·locà el seu retrat a la galeria de Catalans Il·lustres. Avui, **Salvà** és citat a les més importants obres d'història de la tecnologia.

Però pasem ara a comentar la seva tasca en l'aspecte que ens toca més directament: la telegrafia. La primera referència que existeix en el món d'un procediment de telegrafia sense fils es troba en la primera memòria del Dr. **Salvà**, la qual fou llegida el 16 de desembre de 1795, i en la qual acaba la seva exposició de sistemes complementaris al telègraf òptic, amb el següent paràgraf: «Els físics elèctrics podran disposar a Mallorca d'una superfície o quadre gran carregat d'electricitat i un altre a Alacant privat d'ella amb un filferro que, des de la vora del mar, arribi prop de la tal superfície. Un altre filferro que, des de la vorera del mar de Mallorca s'estengui i faci tocar el quadre que es suposa allà carregat d'electricitat podrà completar la comunicació entre les dues superfícies i corrent el fluid elèctric per la mar, que és un conductor excel·lent, des de la superfície positiva a la negativa donarà amb el seu esclat l'avís que es requereix». Aquesta primícia fou reconeguda per Marconi al 1901 (106 anys després!), en la seva defensa d'un plet amb Dobear sobre la prioritat de patents.

També en aquesta memòria parla de la telegrafia elèctrica: proposa estendre 44 fils -22 d'anada i 22 de tornada- entre Mataró i Barcelona. Disposant de 22 homes a Mataró agafant cadascun d'ells un parell de fils al temps que a Barcelona 22 ampolles de Leyden poden ser descarregades, és evident que si a cada màtoní se li assignés una lletra i ens posesim d'acord perquè avisés cada cop que rebés una descàrrega produïda per l'ampolla corresponent de Barcelona (potser no caldria que avisés), es podrien transmetre paraules, i per tant, missatges. L'autor concreta a continuació que, òbviament no faran falta 22 ampolles: amb sis o set, que s'aniran carregant a mesura que per l'ús es descarreguin, n'hi ha prou; ni tampoc 22 homes: un parell

podran fer la feina si prèviament s'han fet correspondre cada parell de fils a una lletra. Aparèixen aquí dues constants en el pensament de qualsevol enginyer: l'optimització de sistemes, la codificació i l'experimentació (encara que hi faci mal).

El 14 de maig de 1800 presenta en l'Acadèmia de Ciències de Barcelona una memòria titulada «Addició sobre l'aplicació del galvanisme a la telegrafia», a on insisteix de nou en el compromís qualitat-preu. Vegem-ho amb les seves pròpies paraules: «Així doncs, els avantatges insinuats són, que el telègraf galvànica és molt més senzill i els seus senyals més sensibles que els elèctrics. Ambdós necessiten la mateixa disposició dels filferros, però aquest requereix màquines elèctriques ben muntades, ampolles de Leyden d'una grandària enorme, molt temps per carregar-les, especialment si el temps no és molt a propòsit, sense poder callar que de vegades és tan dolent, que és impossible fer-ho, sent llavors tan inútil i inservible el telègraf elèctric com l'òptic en temps de boira. Al contrari, el galvànica pot utilitzar-se en tots temps i a totes hores, perquè les granotes ben preparades sempre són aptes per ser galvanitzades. Als dies humits, plujosos o amb boira, he vist seguir el galvanisme amb la mateixa força que en els dies freds i secs, és a dir, els més oportuns per a l'electricitat. Les granotes són animals de poc preu, que es mantenen vius en una olla més de dos mesos, de forma que, encara que haguessin de canviar-se cada dues hores, el gast seria res, i el treball de fer-ho de poca consideració. Fora de que com diferents físics s'han dedicat a galvanitzar a l'home o a d'altres animals vius, potser es trobaran alguns més escaients encara per al telègraf que les granotes». Pel que sembla, **Salvà** feia servir les granotes com a transductors, encara avui en dia el terme «galvanisme» significa la propietat d'induir moviments en els nervis i músculs de l'home o d'animals vius o morts mitjançant corrents elèctrics anomenats galvànics, sigui com sigui, les seves paraules que posen de manifest

conceptes tan propers a nosaltres com els de fiabilitat, sensibilitat, disponibilitat, cost, etc.

El 22 de febrer de 1804 presentà una altra memòria a la qual exposa l'aplicació de la pila de Volta (desenvolupada i donada a conèixer posteriorment a la seva memòria del 14 de maig de 1800). En aquesta memòria descriu un codi per utilitzar 6 conductors únicament, avançant-se a la transmissió en paral·lel de codis binaris.

Susana Ramos, estudiant de PFC de l'ETSETB.

Antoni Elias i Jordi Romeu, professors de l'ETSETB.

CURSO DE SISTEMAS EXPERTOS.

Durante la semana del 15 al 19 de Marzo se desarrolló en la ETSETB, la primera parte del curso de sistemas expertos impartido por el Dr. Ecole Federal P.S. Lausanne, Suiza, Julio Moreno Dávila.

Esta iniciativa está promovido por los profesores del grupo de Concurrencia y Ordenadores del DMAT, Miguel Bertrán, Jordi Forgas y Francesc Oller, así como la Rama de Estudiantes del IEEE, Barcelona, David Andrés Estasen y Victor Manuel Pérez Cruz.

Es el deseo de la Rama que estas iniciativas, por parte de los profesores de los Departamentos, así como de alumnos de las escuelas de la UPC y de otras universidades; de promover cursos de interés, se repitan con mayor frecuencia.

Otros cursos, así como actividades, que se enmarquen dentro de la filosofía pedagógica del IEEE, tendrán siempre buena acogida en nuestra organización. Con estas palabras os animo a descubrir áreas que sin la ambición de llevarlas a cabo por vuestras propias iniciativas, dudosamente llegarán a nuestras aulas; y que a medida de que os vayáis alejando de la Universidad tendréis menos posibilidades de llegar a ellas.

Rama de estudiantes IEEE
Barcelona

Radar biestàtic sincronitzat per Hitchhiking

Carles Pous, A. Aguasca, A. Elias, A. Broquetas.

Departament Teoria de la senyal y Comunicacions. Grup A.M.R.

1.- Introducció.

El radar (Radio Detection And Ranging) és un instrument molt utilitzat en els nostres dies del que tothom ha sentit a parlar. Però en tenim de diversos tipus i pot ser seria convenient fer-ne una classificació:

1.- Segons la configuració:

a) Monoestàtic: l'emissor i el receptor estan ubicats en el mateix lloc.

b) Biestàtic: l'emissor i el receptor estan situats en llocs diferents.

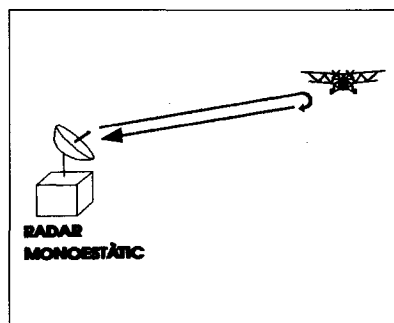


Figura 1

2.- En quan al tipus d'ona que emeten:

a) Polsats: l'emissió del senyal es fa amb polsos a una freqüència de repetició (PRF) determinada o a més d'una (staggering). Aquest és el més utilitzat en tasques de vigilància (per exemple detecció d'avions en els

aeroports), ja que té major resolució en posicionament.

b) D'ona contínua: l'emissió del senyal es realitza de forma contínua.

En el grup d'Antenes Microones i Radar (A.M.R.) del Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions s'està duent a terme el disseny i realització d'un radar biestàtic sincronitzat pel mètode de Hitchhiking [1]. La tècnica de Hitchhiking consisteix en aprofitar sistemes de radar monoestàtic ja

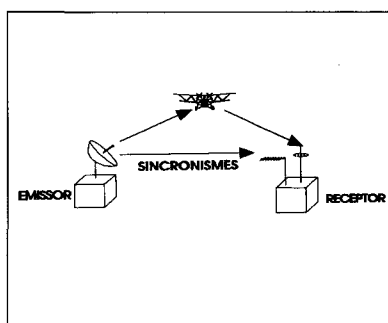


Figura 2

existents com a transmissor. En el nostre cas s'ha utilitzat com a emissor el radar de l'aeroport de «El Prat» (radar monoestàtic polsat i amb staggering), mentre que el receptor és el que estem realitzant en el Grup A.M.R. [2]. Per a posicionar el blanc

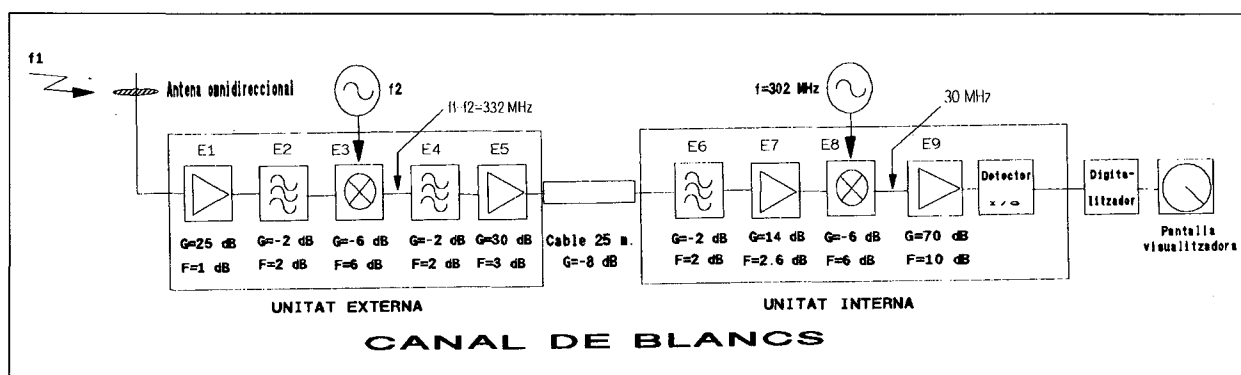
Figura 3

necessitem saber la distància i l'angle on es troba. La distància la podem saber calculant el retard amb que ens arriba el pols reflectit pel blanc (durant el curt període de temps que l'antena emissora ens està apuntant, aprofitem per recuperar la PRF; llavors podem mirar la diferència de temps que hi ha entre aquesta i el pols que ens arriba del blanc). Per calcular l'angle hem de saber en tot moment on està apuntant l'antena emissora. Per tant aprofitem també l'instant en que l'antena emissora ens apunta per generar un pols de referència que anirem refrescant a cada pas d'antena (senyal ARP); a partir d'aquesta referència, internament ja podem saber en cada instant de temps, on està apuntant l'antena de l'emissor.

2.- Estructura del receptor.

Aquest receptor ha de tenir dues cadenes: la destinada al senyal provinent dels blancs (figura 1) i la que recull la informació directa de l'emissor, que serà la que ens permetrà obtenir la senyal de sincronisme (figura 2). Les especificacions de partida per a la realització del receptor són les següents:

-Factor de soroll inferior a 5 dB.



-Ample de banda de 1.5 MHz (que correspon més o menys a l'amplada del pols de l'emissor).Ha de ser molt selectiu perquè a la vegada ha de rebutjar el senyal provinent d'un altre radar que només es troba a 35 MHz de separació del que utilitzem com a emissor.

-La freqüència central d'arribada és en banda S i tindrà dues conversions: primer a 332MHz i després a 30 MHz (sistema superheterodí amb doble conversió).

-Ha d'incorporar un dispositiu de guany controlable. El seu guany ha de variar amb el temps (el que s'anomena STC- Sensitivity Time Control-).

-El guany de tota la cadena s'ha calculat de manera que tinguem uns 0 dBm de soroll a la sortida (és una referència que es sol prendre).

L'esquema bàsic del receptor és el següent:

Unitat externa: Aquesta es troba a continuació de l'antena i per tant a la intempèrie, cosa que implica que haurà de ser molt robusta als canvis de temperatura. Per altra banda serà la que ens limitarà la quantitat de soroll del receptor.

Per a complir les especificacions donades, un dels punts més crítics ha estat la realització de l'amplificador E1, ja que havia de tenir un guany molt elevat i una factor de soroll molt baix (pensar en la fórmula de Friis). Això s'ha aconseguit construint l'amplificador amb dues etapes: la primera amb un factor de soroll molt baix i amb poc guany; la segona l'aprofitem per donar guany, mentre que el soroll no ens és tant important (Friis altra vegada).

El filtre E2 és una cavitat ressonant d'un ample de banda de 5

MHz. La freqüència d'aquesta etapa és ajustable mitjançant un bis.

El mesclador E3 i l'amplificador E5 són dispositius que es poden trobar en el mercat.

Unitat interna: Aquí ens arriba una freqüència de 332 MHz després de la primera conversió que s'ha fet la unitat externa. Un dels principals problemes de la unitat interna és escollir quina tecnologia utilitzar per a realitzar-la. A 332 MHz

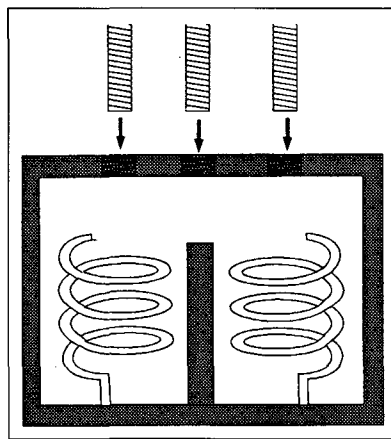


Figura 4

els components discrets normals (condensadors, resistències,...) no tenen un bon comportament; per altre banda si fem servir la tecnologia de microones(stubs,...) al ser una freqüència no molt elevada, surten unes línies de dimensions massa grans. El que es fa finalment, és un híbrid entre les dues possibilitats.

El filtre E6, és un filtre helicoidal format per dues cavitats. Dins de la cavitat podem observar (figura 4) que hi ha una bobina feta amb fil molt gruixut (per donar rigidesa) de manera que el comportament de la cavitat és com el filtre LC (on L és la bobina central i C la capacitat paràsita que hi ha entre la

bobina i la paret). La freqüència de resonància de la cavitat també es pot controlar amb l'ajuda d'un bis.

L'amplificador E7 està constituït per una sola etapa. El problema d'aquest amplificador ha estat adaptar-lo a 50 Ohms tant a l'entrada com a la sortida, ja que el transistor utilitzat era bilateral (el que veiem a l'entrada del TRT dependrà del que tinguem a la sortida, i a la inversa).

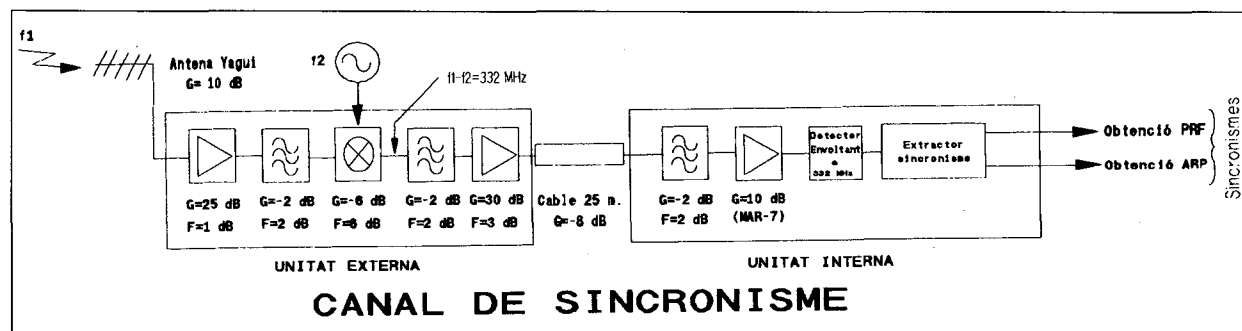
E8 és un mesclador (SRA-1) que es troba en el mercat i que serà el que ens farà la segona conversió de freqüència a 30 MHz.

Finalment trobem l'amplificador E9. És de destacar l'elevat guany que té: 70 dB. S'ha realitzat amb dues etapes que han d'estar fortament aïllades per evitar possibles realimentacions per radiació, cosa que podria produir l'oscil·lació del dispositiu. L'altra característica important és que el seu guany és controlable mitjançant una tensió. Hauré de fer que el guany de l'amplificador (0 dB inicialment) vagi augmentant amb el temps de manera que ens faci independent el nivell de potència de sortida de la distància (a mesura que tardem més a rebre senyal reflectida del blanc, vol dir que aquest està més lluny i per tant que la senyal que ens arriba és més dèbil).

Després de tot això, la senyal és processada i representada en la pantalla d'un PC, on ens quedarà el blanc degudament posicionat.

3.- Primers resultats.

A continuació es poden veure les gràfiques corresponents-les primeres proves realitzades:(fig.7)



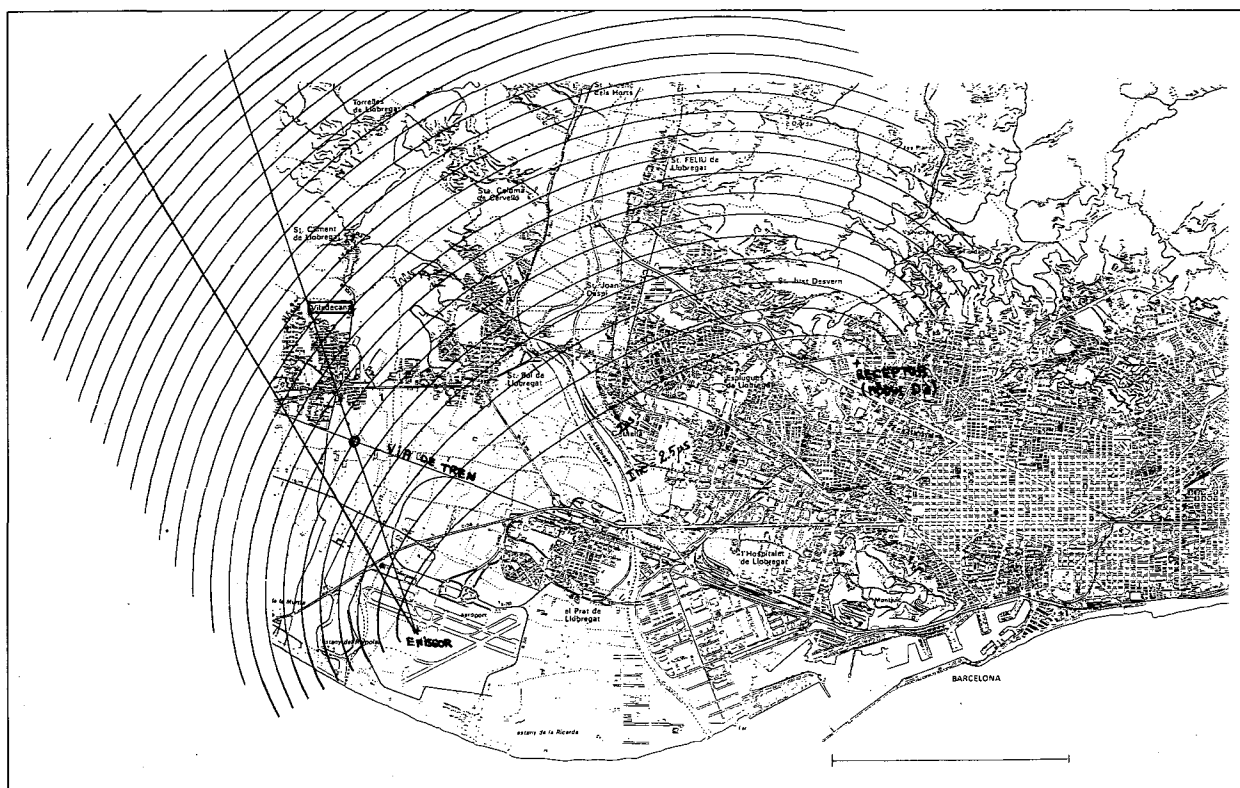


Figura 6

Si analitzem la figura podem observar que el pic de senyal que tenim amb un retard d'uns 15 Ohms, en el mapa (figura 6) correspon a la via de tren; mentre que la senyal rebuda amb un retard de 21 Ohms, correspon sobre el mapa a la població de Viladecans.

4.- Conclusions.

Després d'analitzar els primers resultats obtinguts, veiem que el sistema de radar biestàtic implementat pel Grup A.M.R. de l'ETSETB, demostra que és possible realitzar, amb cost baix, un receptor biestàtic que funciona correctament, utilitzant el mètode de sincronització per Hitchhiking.

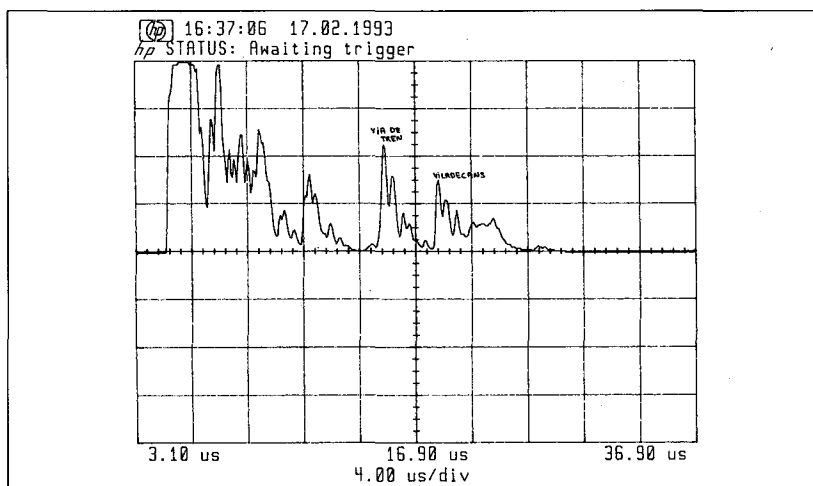


Figura 7

Referències:

- [1] Willis, 'Bistatic Radar' Artech House, 1978.
- [2] 'Brenda Bistatic Radar Equipment & Data Acquisition' Article de A. Elias-Fusté, A. Broquetas, F. Fdz. de Muniain, R. De Porrata-Dòria sotmès a la Conferència Europea de Microones de 1993.

Actividades en Procesado de Imagen del Grupo de Procesado de la Senyal

F. Marqués, A. Gasull, L. Torres

El Grupo de Procesado de Señal (GPS) formamos parte del Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones (TSC) de la Universitat Politècnica de Barcelona. Este grupo se subdivide a su vez en tres subgrupos que comparten la misma infraestructura y administración. Estos subgrupos son el de Tratamiento de la Señal de Voz, Procesado Digital de Señal (aplicado a Comunicaciones, Sonar y Radar) y Procesado de Imagen.

Las áreas de investigación del grupo de Procesado de Imagen abarcan muy distintos campos: desde el análisis teórico y desarrollo de nuevos filtros, hasta la realización de aplicaciones tales como un reconocedor automático de caracteres impresos para ayudar a invidentes. Como líneas de investigación, se puede destacar las siguientes:

Procesado Multidimensional de Señal: Este apartado se engloba la mayor parte del desarrollo teórico que lleva a cabo el grupo. Una parte substancial de la actividad en este área está dedicada al estudio de técnicas no lineales de tratamiento de señal. El grupo trabaja en el desarrollo de estructuras de filtrado que permitan solventar los problemas a los que las técnicas de filtrado lineal no aportan soluciones. Damos especial énfasis al problema de la adaptación de filtros no lineales, así como a su utilización en estructuras de multiresolución que permitan simplificar el análisis de las imágenes.

Codificación y Compresión de imágenes fijas y secuencias: Los estudios que se realizan en este área están enfocados a su aplicación tanto al caso de banda estrecha como al de banda ancha (alta y baja compresión, respectivamente). La investigación

que se realiza trata diferentes aspectos del problema de la codificación. Así, en el campo de la Televisión de Alta Definición se ha estudiado el diseño de filtros y técnicas de muestreo adaptativo de la señal. Por otra parte, se está aplicando nuevos enfoques a las técnicas clásicas de codificación a fin de mejorar sus prestaciones. De este modo, estamos desarrollando paralelamente dos técnicas de Cuantificación Vectorial, la primera basada en el modelado estocástico de las imágenes (*Stochastic Vector Quantization*) y la segunda en la teoría de Conjuntos Difusos (*Fuzzy set theory*). Finalmente, estamos estudiando nuevos métodos de codificación basados en una división previa de la imagen en zonas homogéneas (Métodos de Segunda Generación). En este estudio se utiliza tanto técnicas clásicas en este campo (codificación en cadena, aproximación mediante polinomios, descriptores de Fourier, ...) como técnicas que no habían sido anteriormente aplicadas en este ámbito (Morfología Matemática, Cuantificación Vectorial, ...)

Análisis de imagen: En este marco de trabajo, se está llevando a cabo varios trabajos en forma paralela. En el tema de Segmentación de imágenes, estamos desarrollando dos métodos distintos, ambos basados en el análisis en multiresolución de la imagen. El primer método utiliza como herramienta básica la Morfología Matemática, mientras que el segundo hace uso de la modelización de las imágenes mediante Campos Aleatorios Compuestos. En ambos casos, las técnicas de segmentación están siendo extendidas al caso de segmentación de secuencias de imágenes. Como ya se ha comentado anteriormente, otra línea de investigación del grupo es el

Reconocimiento Automático de Caracteres. La finalidad de este estudio es la realización de un sistema que pueda analizar textos impresos en cualquier tipo de fuente y tamaño de manera eficaz y rápida. Para ello, estamos estudiando las prestaciones de los operadores morfológicos así como de reconocimiento estadístico y sintáctico. El texto, una vez analizado y reconocido, debe reproducirse mediante un sintetizador de voz. Finalmente, también se está desarrollando un conjunto de Aplicaciones Biomédicas, las cuales se comentan a continuación con más profundidad (En la página siguiente).

Actualmente, el grupo de Procesado de Imagen lo formamos el siguiente conjunto de personas:

Profesores Titulares:

Dr. Antoni Gasull
Dr. Luis Torres

Profesores Asociados:

Josep Ramon Casas
Dr. Ferran Marqués
Albert Oliveras

Ingeniero de Investigación:

Dr. Philippe Salembier

Estudiantes de Doctorado:

Pedro Montolio (part.)
Montse Pardàs

Estudiantes de Proyecto Fin de Carrera:

Aprox. 20 estudiantes

PROYECTOS BIOMÉDICOS DEL GRUPO DE PROCESADO DE IMAGEN

Desde la creación del Grupo de Procesado de Imagen, las aplicaciones biomédicas siempre han sido una línea de investigación activa. El primer estudio que realizamos en este campo se enmarcaba dentro de un proyecto de la Agencia Espacial Europea (ESA) que tenía como finalidad analizar el comportamiento del cuerpo humano en condiciones de microgravedad. Una de las partes de este proyecto consistía en estudiar las alteraciones en el funcionamiento normal del corazón de los tripulantes de las naves. Para ello, se necesitaba instalar un sistema a bordo que, a partir de ecocardiogramas (tanto de imágenes como de señales monodimensionales), obtuviera una serie de parámetros del corazón, tales como perímetro de aurículas y ventrículos, grosor de las paredes ventriculares, capacidad de las cavidades, tiempo de apertura de las válvulas, etc. El cálculo de estos parámetros requería la detección y seguimiento de los contornos de las distintas partes del corazón, a partir de una secuencia de imágenes ecocardiográficas. Debido a la baja calidad de este tipo de imágenes, los operadores clásicos de búsqueda de contornos no aportaban ninguna solución, por lo que fue necesario desarrollar todo un nuevo esquema basado en el análisis y reconstrucción de la firma (*signature*) de los contornos a partir de segmentos de ellos.

Paralelamente a este proyecto, llevamos a cabo un estudio en el área de citología. En este proyecto, se abordó el problema de la cuantificación automática de la densidad y movilidad de los espermatozoides presentes en una muestra de semen para, de esta manera, determinar la posible esterilidad del donante. Para detectar los espermatozoides en este tipo de imágenes se debe discernir entre los distintos tipos de elementos que se encuentran en la muestra. Esta decisión no es sencilla ya que las imágenes presentan gran cantidad de artefactos que pueden ser fácilmente confundidos con las células a detectar. Se desarrollaron dos técnicas distintas

para solventar este problema: la primera utiliza umbrales locales, mientras que la segunda se basa en operadores morfológicos.

Otro problema que hemos estudiado es el cálculo automático del tiempo de coagulación de muestras de plasma. La finalidad de este trabajo era la realización de un sistema capaz de detectar paralelamente el tiempo de respuesta de un conjunto de muestras de plasma al ser coaguladas artificialmente mediante un centrifugador. Para ello, se ubicó, en cada tubo de ensayo conteniendo la muestra de plasma, una bola que se utilizó como referencia. El comportamiento de la muestra quedaba reflejado en el movimiento de la bola, que pasaba a ser errático con la coagulación. Para efectuar el seguimiento simultáneo de diversas muestras, las imágenes se procesan mediante una estructura de *transputers*.

Actualmente, en este área, tenemos varios proyectos en desarrollo, relacionados con distintas ramas de la Medicina. En el campo de la Neurofisiología se está analizando dos tipos distintos de problemas. En el primer caso, se pretende automatizar el estudio morfométrico de las fibras nerviosas presentes en una preparación de microscopio de un nervio. Este tipo de estudio se realiza en la actualidad de forma manual o semiautomática, y con él se analiza la recuperación de nervios lesionados o malformados. En una imagen que contenga una zona de preparación, la tarea a realizar consistiría en aislar los distintos elementos que aparecen en la imagen, clasificarlos (vasos sanguíneos, nervios, artefactos, etc) y, trabajando únicamente con los nervios, obtener una serie de parámetros característicos: perímetro interior y exterior, área interna, radio mayor y menor y grosor de la capa de mielina que los recubre. En el segundo proyecto relacionado con la Neurofisiología estamos desarrollando un método para hacer un modelo tridimensional de un nervio a partir de un conjunto de imágenes de microscopio tomadas a distinta profundidad en una biopsia. Este estudio se realiza para constatar la evolución tridimensional de las

terminales nerviosas que han sufrido un proceso de atrofia. En este caso, la información que contienen las distintas imágenes (distintos cortes) ha de fusionarse en un único resultado: el modelo tridimensional. Para ello, no sólo debemos detectar en cada imagen la estructura del nervio, sino que, una vez detectado, debemos decidir que imagen representa mejor el nervio en cada punto del espacio.

Otro proyecto en el cual estamos trabajando con modelos de estructuras se enmarca dentro del campo de la Traumatología. En este proyecto, se pretende crear un modelo de la columna vertebral de un paciente, para poder prever el tipo de intervención que se deberá realizar, así como si es menester utilizar algún tipo de prótesis especial. La información de partida para este modelo viene dada por un conjunto de radiografías del paciente, a partir de las cuales se debe hallar la curva que sigue la columna vertebral, así como su eje de carga. Al igual que en el caso anterior, es necesario fusionar las distintas informaciones obtenidas con las diversas imágenes en un único resultado.

Finalmente, en el campo de la Dermatología estamos desarrollando una técnica de valoración de la degradación sufrida por la piel debido a la Psoriasis. Esta degradación se puede medir observando una biopsia (muestra) de la piel efectuada transversalmente. Una imagen de la muestra de piel afectada por esta enfermedad permitiría observar como las distintas capas de la piel han perdido su estructura habitual (estratificada) y aparecen un conjunto de lobulaciones de la epidermis (capa central) que se introducen de forma irregular en la dermis (capa inferior). La forma y profundidad de estas lobulaciones permite cuantificar la mejora del paciente. Como en los casos anteriores, en este proyecto estamos intentando automatizar la detección de estos lóbulos y su cuantificación. La aplicación directa de este estudio es el análisis de la eficiencia de un conjunto de fármacos que se están investigando en la actualidad.

Projectes A.M.R.'93

«Algorisme de reconstrucció d'imatges tridimensionals sota la hipòtesis de Born».

El projecte consistirà en la programació d'un algorisme de reconstrucció d'imatges tridimensionals a partir de la mesura dels camps dispersats per un objecte dielèctric per a diferents ones incidents. Es busca gent a la que li agradi programar i a la que no espantin les matemàtiques.

Director: Jordi J. Mallorquí.

Data d'inici: a partir d'abril.

«Vectorització i paralelització d'algorismes tridimensionals de càlcul dels camps dispersats per objectes dielèctrics i metàl·lics mitjançant algorismes MM-CGM-FFT».

El projecte consistirà en la vectorització i paralelització d'algorismes de càlcul de camps dispersats, preparant la seva interface amb el paquet de disseny gràfic I-DEAS tant per a la síntesi dels objectes a analitzar com en la representació dels resultats. Aplicació al càlcul de la distorsió introduïda pel cos humà als diagrames de radiació de les antenes per a comunicacions mòbils.

Director: Jordi J. Mallorquí. *Data d'inici:* a partir d'abril.

«Software de calibració per aplicació a mesures sobre oblea a freqüències de microones».

Estratègia de realitzar el software necessari per tal d'implementar les tècniques d'autocalibració usades en les mesures directes sobre oblea. Així mateix es realitzarà la comparació dels resultats mitjançant l'ús de mesures experimentals.

Director: Francesc Purroy Martín.

Data d'inici: a partir d'abril.

«Simulador funcionament d'un analitzador de xarxes».

L'objectiu del projecte és simular el funcionament d'un VNA, per tal de poder comprendre millor el procés de calibració, així com d'estudiar els errors de la mesura de paràmetres [S] final.

Director: Francesc Purroy Martín.

Data d'inici: a partir d'abril.

«Mètodes de caracterització de transistors de microones en oblea i xip».

La finalitat d'aquest projecte és estudiar, programar i comparar (mitjançant mesures experimentals de transistors sobre oblea i xip), diferents tècniques d'obtenció dels elements extrínsecs del model circuital de trt's MESFET de microones.

Director: Francesc Purroy Martín.

Data d'inici: a partir d'abril.

«Disseny d'una font d'alimentació d'altres prestacions per a transistors de Microones»

El Projecte té com a objectiu l'estudi de tècniques de polarització de transistors MESFET i BIPOLARS de Microones i el disseny, caracterització i realització d'una font d'alimentació per a polaritzar amb fiabilitat i comoditat aquests dispositius.

Director: Ramir De Porrata-Dòria.

Data d'inici: a partir de març.

«Optimització de Secció Recta Radar (RCS) i d'antenes de reflector conformat mitjançant tècniques de processat gràfic»

Utilitzant les noves tècniques de processat gràfic (aplicades al càlcul

de Secció Recta Radar i radiació d'antenes de reflector) es pretén dissenyar avions amb unes característiques determinades de Secció Recta Radar. I, per altra banda, també s'aplicaran aquestes tècniques en el disseny de reflectors conformat amb un diagrama de radiació especificat. Serà necessari aplicar tècniques d'optimització per assolir aquests objectius.

Director: Mercè Vall-llossera, Juan M. Rius

«Estudi de tècniques numèriques per a l'anàlisi de difracció»

Contingut per acabar de determinar sobre la marxa. Es recomana coneixements de programació i facilitat en la realització d'estudis teòrics i desenvolupaments analítics.

Director: Juan M. Rius

«Síntetitzador de freqüència a 300 MHz amb increments de freqüència de 1 KHz».

Realització d'un oscil·lador local per a el radar biestàtic i per a la cadena «down conversion».

Director: Albert Aguasca

«Parametrització del sistema biestàtic».

Realització d'una campanya de mesures amb el radar biestàtic, programació del AWS pel control del STC, estudi de viabilitat de processat coherent mitjançant «clutter locking». Junt amb la millora de l'antena de sincronisme.

Director: Albert Aguasca

«Amplificador logarítmic i detector I-Q, a F.I. per a un receptor radar bistàtic»

Realització d'un amplificador logarítmic per a comprimir el marge dinàmic del senyal rebut pel receptor d'un radar bistàtic, així com desenvolupar un detector fase-quadratura per a possibilitar el processat coherent.

Director: Albert Aguasca

«Validació experimental de formes d'ona adaptatives a blancs radar»

Realització mitjançant aparells de laboratori d'un sistema radar de banda ampla, generació de fores d'ona adaptatives a un determinat tipus de blanc i caracterització de prestacions.

Director: Antoni Elias Fusté.

«Estudi d'un fusor per a diferents subsistemes CFAR»

Estudi i simulació mitjançant un programa d'ordinador d'un dispositiu que permeti la fússió, mantenint una determinada probabilitat de falsa alarma, de dos subsistemes CFAR de naturalesa diferent, per exemple un CFAR polarimètric i un CA CFAR, maximitzant la probabilitat de detecció.

Director: Antoni Elias Fusté

«Calibració polarimètrica d'un dispersòmetre de microones»

Estudi de les diferents tècniques de calibració d'un instrument en construcció destinat a la mesura de reflectivitat radar de superfícies. La mesura i calibració han de ser polarimètriques en les quatre combinacions linials VV, HH, HV, VH i de banda ampla (4-18 GHz).

Director: Xavier Fàbregas.

"Anàlisi de la reflectivitat radar de superfícies terrestres i marines".

El projecte consisteix en

l'estudi i avaluació de diferents models destinats a la predicció de la reflectivitat radar de superfícies naturals. S'aprofitarà l'experiència del grup en mètodes gràfics i numèrics de càlcul de RCS d'avions, sense descartar altres mètodes específicament dissenyats per a blancs distribuïts.

Director: Toni Broquetas.

«Estudi i validació de tècniques interferomètriques per a altimetria mitjançant radar d'apertura sintètica (SAR)».

Es preten continuar els treballs d'interferometria utilitzant imatges radar del satèl·lit ERS-1 preferentment en la zona geogràfica catalana. Això permetrà evaluar la qualitat dels resultats utilitzant models digitals d'elevació del terreny (DEM) d'alta precisió i resolució. Aquest treball es realitzarà en el context del ERS-1 Fringe Group impulsat per la ESA.

Director: Toni Broquetas.

«Obtenció d'imatges 3D de reflectivitat radar en geometries d'exploració esfèriques»

El projecte consisteix en estendre els algorismes de formació d'imatge existents a la geometria d'exploració esfèrica. L'objectiu és formar un mapa 3D de reflectivitat d'un objecte a partir de mesures monoestàtiques. L'algorisme a desenvolupar serà aplicat a la formació d'imatges radar en el European Microwave Signature Laboratori situat a Ispra (Itàlia).

Director: Toni Broquetas.

«Disseny d'un oscil·lador controlat per tensió amb transistor MESFET i ressonador dielèctric».

Aquí es continuarà amb la feina iniciada en altres PFC's per tal de realitzar un VCO a 9 GHz amb MESFET, ressonador dielèctric i varactor, i així obtenir un oscil·lador amb baix soroll de fase, alhora que un marge de sintonia apreciable. Si és possible, depenem de la marxa del PFC, es dissenyarà un VCO doblador.

Director: Ignasi Corbella Sanahuja.

«Oscil·lador controlat en fase a 9 GHz».

Es tracta de fer un conjunt de llaç PLL a 9 GHz fent servir elements (SPD, VCO, etc.) desenvolupats en altres projectes. Es podria complementar amb l'anterior i utilitzar aquell oscil·lador, però això depèn de la marxa d'ambdós PFC's.

Director: Ignasi Corbella Sanahuja.

«Caracterització de substractes d'alta permitivitat ».

Realització de ressonadors i altres estructures que permetin mesurar la constant dielèctrica efectiva i les pèrdues dels substractes d'alta permitivitat.

Director: Ignasi Corbella Sanahuja.

«Modelat matemàtic de transistors de microones».

Continuació d'altres projectes sobre el tema de la caracterització no lineal de transistors MESFET i HEMT.

Director: Ignasi Corbella Sanahuja.

«Método de los elementos finitos en 3D».

Desarrollo de software para resolver problemas electromagnéticos en tres dimensiones, haciendo uso de l M.E.F. (frecuencias de resonancia de cavidades, distribuciones de campo, etc.).

Los programas deberán diseñarse de forma que constituyan una plataforma sobre la que construir desarrollos posteriores.

Directora: Nuria Duffo Ubeda.

«Método de los elementos de contorno 3D generalizado».

Estudio de la sección recta radar de objetos 3D de forma arbitraria e inhomogéneos a trozos, con una distribución arbitraria de las zonas de inhomogeneidades. Se tratará de au-

tomatizar el mecanismo de ensamblar el sistema de ecuaciones generado por el software ya existente en función de las condiciones de contorno y continuidad a aplicar en las interfases de las zonas.

Directora: Nuria Duffo Ubeda.

«Método de los elementos finitos en el dominio del tiempo en 3D».

Desarrollo de programas que resuelvan problemas electromagnéticos en el dominio del tiempo, haciendo uso del M.E.F.

Directoria: Nuria Duffo Ubeda.

«Método de elementos finitos 3D para problemas con simetría de revolución».

Estudio de la RCS generada por objetos que posean simetría de revolución utilizando el E.M.F. La simetría de revolución permite descomponer los campos según el eje de simetría y reducir en una dimensión el problema, permitiendo hacer uso de plataformas desarrolladas para resolver problemas bidimensionales.

Director: Juan Carlos Cruellas.

«Método de elementos finitos sobre máquinas de paralelismo masivo».

Desarrollo de programas escritos en la versión paralela del lenguaje C de la Connection Machine, que resuelven haciendo uso del M.E.F., problemas electromagnéticos bidimensionales.

Director: Juan Carlos Cruellas.

«Análisis de estructuras microstrip en el dominio espectral».

Director: Rafa Pous.

«Diferencias finitas en el dominio temporal sobre máquinas de paralelismo masivo».

Director: Rafa Pous.

«Medida de antenas en campo propio».

Desenvolupaments teòrics i pràctics sobre les tècniques de mesura en camp propi i la seva realització en la càmera anecoica per a la mesura d'antenes del departament.

Director: Jordi Romeu.

«Algoritmos avanzados de medida y diagnóstico de antenas en campo próximo».

Desarrollo de algoritmos para la medida de antenas y su posterior análisis, con comprobación experimental con medidas reales en la cámara anecoica.

Director: Sebastián Blanch.

«Conformación de diagramas en antenas phased-array».

Estudio y comprobación práctica de métodos de conformación de diagramas en antenas phased-array.

Director: Sebastián Blanch.

«Software de representación gráfica».

Realización de un paquete software para representación gráfica y desarrollo de programas en entorno Windows, sobre workstations.

Director: Sebastián Blanch.

«Estudio de dispositivos ópticos integrados mediante el método de propagación del haz».

Realización de un paquete software (Turbo C) para la simulación de propagación óptica en dispositivos dieléctricos. Se deben unificar en un sólo bloque varias subrutinas ya realizadas, y crear algunas nuevas.

Director: Federico Dios.

«Desarrollo de un CFAR-Temporal para el Radar Halcón-948».

Adquisición del entorno del clutter obtenido con el Radar Halcón, y su posterior manipulación software, para el diseño de un Mapa de Clutter.

Director: Javier Fdez. de Muniain.

«Diseño de un modulador BPSK en transmisión por la banda V (50-75 GHz)».

Estudio teórico y diseño de un modulador BPSK a 60 GHz, que se realizará en una estructura impresa formada por líneas de transmisión del tipo "planar en guía de onda" (Microstrip, Finline y Coplanar). Se partirá de la experiencia de anteriores PFC's en el diseño de subsistemas tales como moduladores, híbridos y mezcladores, fets en estos tipos de estructuras. Se compararán las diferentes soluciones propuestas a través de medidas experimentales.

Director: Lluís Pradell Cara.
Data d'inici: a partir d'Abril.

Proyectos de instrumentación y bioingeniería (DEE) presentados para el curso 93-94

1 Estudio comparativo de los métodos de corrección de las derivas de línea base en medidas automáticas del ECG.

2 Desarrollo de un canal de adquisición modular para ECG de alta resolución.

3 Estudio comparativo de filtros hardware de banda eliminada para reducción de interferencias de red en la medida de biopotenciales.

4 Diseño de un programa de calibración para un laboratorio de investigación en electrónica profesional.

5 Diseño y caracterización de un amplificador de bajo ruido para medidas de precisión en instrumentación electrónica.

6 Monitor ambulatorio para señales de bioimpedancia eléctrica.

7 Diseño y caracterización de demoduladores síncronos hardware.

8 Estudio comparativo de diversos demoduladores coherentes digitales para instrumentación.

9 Estudio de la relación señal-ruido en medidas de bioimpedancia empleando muestreo síncrono.

10 Estudio de los métodos de eliminación de la impedancia basal en medidas de bioimpedancia.

11 Sistema para estudiar la permeabilidad de suelos basado en un sensor capacitivo.

12 Medida de impedancias eléctricas en el dominio temporal.

13 Diseño de un sistema de demostración de problemas EMC (electromagnetic compatibility) y sus soluciones.

14 Estudio de la compatibilidad electromagnética en instalaciones domésticas.

15 Estudio de la compatibilidad electromagnética de diversos equipos de un laboratorio de electrónica profesional.

16 Realització d'un desmodulador coherent d'alta velocitat en la banda de 1 kHz a 1 MHz per mesura d'impedància elèctrica.

17 Estudi d'un desmodulador coherent basat en procesador de senyal, en la banda 1kHz-1MHz. Realització d'un prototipus experimental basat en ADSP-2100.

18, 19 Sensor inteligente para gases medioambientales

Información

Directores de proyectos:

1-15. Ramon Pallàs

16-17. Pere Riu

18-19. Miguel García

Los interesados en alguno de estos proyectos deberán presentar a uno de los Directores de proyecto la siguiente información:

1 Nombre y apellidos.

2 Título de, al menos, 3 proyectos final de carrera en los que se esté interesado, y por orden de prioridad decreciente.

3 Situación académica actual y fecha prevista para acabar todas las asignaturas.

4 Fecha de incorporación posible para realizar el PFC.

5 Notas obtenidas en toda la carrera (o bien en los estudios de acceso) y convocatoria correspondiente. Basta una relación manual; no hace falta un certificado oficial.

6 Experiencia profesional, en su caso.

Esta información se ha de dejar en los casilleros de la planta 0, edificio C-4.

7 Información más detallada está expuesta en el módulo D-3

En el camino de Góngora

Jaume Llardén Prieto

Se dice que el primer matemático que descubrió y demostró la *regla de las sumas impares* no fue Alberto Victorio Góngora. Puede que por esto sea un desconocido, aun después de las esquelas que adornaron los diarios. La paternidad de los descubrimientos matemáticos es copia de la que rige los descubrimientos geográficos: quien primero llega, bautiza, dedica a su gusto y se lleva la fama.

No entraremos en la polémica, aunque diremos que este matemático chileno enterrado en Barcelona tal vez merezca el reconocimiento a toda una vida de trabajo y dedicación.

La regla de las sumas impares permite hacer el producto de dos números naturales de una manera alternativa y curiosa. Mediante dos ejemplos se verá claramente cómo funciona.

Escojamos los números 42 y 4. Se construirán dos columnas:

42	4
21=42/2	8=4*2
10	16=8*2
5=10/2	32=16*2
2	64
1=2/2	128

En la primera columna, cuando se haga la mitad de un número impar (por ejemplo, el 21), se escribirá su parte entera (en este caso el 10).

El resultado del producto es la suma de los números de la columna de los «dobles» que correspondan a números impares en la columna de las «mitades»:

$$42 \cdot 4 = 8 + 32 + 128 = 168$$

Otros números pueden ser 215 y 31:

31	215
15	430
7	860
3	1720
1	3440

Así que

$$31 \cdot 215 = 215 + 430 + 860 + 1720 + 3440 = 6665$$

que es el resultado correcto.

Para hacer la demostración, sean a_0, b_0 los números naturales a multiplicar. Entonces las columnas pueden

escribirse:

columna a	columna b
a_0	b_0
$a_1 = \text{int}(a_0/2)$	$b_1 = 2b_0$
$a_{i-1} = \text{int}(a_{i-2}/2)$	$b_{i-1} = 2b_{i-2} = 2^{i-1} b_0$
$a_i = \text{int}(a_{i-1}/2)$	$b_i = 2b_{i-1} = 2^i b_0$
$a_{i+1} = \text{int}(a_{i-2}/2)$	$b_{i+1} = 2b_i = 2^{i+1} b_0$
...	...
$a_N = \text{int}(a_{N-1}/2) = 1$	$b_N = 2^N b_0$
$a_{N+1} = 0$	$b_{N+1} = 2^{N+1} b_0$
$a_{N+2} = 0$	$b_{N+2} = 2^{N+2} b_0$
...	...

con $f(a_i/2) = \text{int}(a_i/2)$ la función definida según

$$\begin{aligned} \text{int}(a_i/2) &= a_i/2 & \text{si } a_i \text{ es par} \\ &= (a_i-1)/2 & \text{si } a_i \text{ es impar} \end{aligned}$$

esto es, la función «parte entera».

Comentaremos primero algunas propiedades de la tabla y de la función:

a) La igualdad $a_0 b_0 = a_i b_i$ se cumple si y sólo si $a_i, j < i$, son números pares. a_i no ha de ser necesariamente par. (Ver apéndice i para su demostración).

b) La desigualdad $a_0 b_0 \neq a_i b_i$ se cumple si y sólo si existe algún $a_j, j < i$, tal que es un número impar. Es un corolario de a).

c) Se tiene $a_0 b_0 = a_i b_i$ pero $a_0 b_0 \neq a_{i+1} b_{i+1}$ si y sólo si a_i es impar. Esta propiedad es un corolario de a) y b).

Escribiremos el producto $a_0 b_0$ como la suma del producto $a_i b_i$ (los elementos de una fila i cualquiera) más un *factor de corrección* f

$$a_0 b_0 = a_i b_i + f$$

El cálculo de f se podrá hacer recursivo, y demostraremos que es igual al sumatorio de los b_k correspondientes a los a_k impares.

DEMOSTRACIÓN.

En general, para un número k -ésimo cualquiera se puede escribir

$$a_0 b_0 = a_k b_k + f \quad (1)$$

Intentaremos encontrar f en función de datos conocidos.

Supongamos que a_ξ es el impar más próximo sobre a_k ,

de manera que haya d números (que son por hipótesis pares) entre ambos, es decir, $a_{\xi+d+1}=a_k$.

Entonces por ser $a_{k-1}=a_{\xi+d}$ un número par

$$a_k = \text{int}(a_{k-1}/2) = a_{k-1}/2 = a_{\xi+d}/2$$

y también son pares todos los a_j , $\xi < j < k-1$, por hipótesis, luego

$$a_k = (1/2^d) \text{int}(a_{\xi}/2) = (1/2^d) * (a_{\xi}/2 - 1/2)$$

por ser a_{ξ} impar. Además $b_k = 2^{d+1} b_{\xi}$

Sustituyendo en (1) se obtiene

$$a_0 b_0 = (a_{\xi}/2^{d+1} - 1/2^{d+1}) * 2^{d+1} b_{\xi} + f$$

Se puede escribir en general $a_0 b_0 = a_{\xi} b_{\xi} + f'$, con f' el factor de corrección para a_{ξ} (puede tenerse $f' = 0$ si $a_{\xi} = a_{\alpha}$, con a_{α} el primer impar, como se demuestra en el apéndice ii). Entonces

$$a_0 b_0 = a_{\xi} b_{\xi} - b_{\xi} + f = a_0 b_0 - b_{\xi} + f$$

de donde se despeja f

$$f = b_{\xi} + f'$$

Se observa que, en general, cada impar a_{ξ} introduce un factor de error dado por b_{ξ} en el producto $a_0 b_0$, que se debe añadir al factor de error introducido por los números anteriores.

En cambio, los d pares intermedios no han introducido en f ningún número de la columna b . Esto indica que *sólo* los impares introducen factor de corrección. Esto concuerda con la propiedad c).

Por tanto, ya que después de a_{N+1} no hay números impares, actuar recursivamente hasta a_{N+1} sería suficiente para tener todos los factores de corrección. Finalmente resulta, sabiendo que el factor de corrección f es cero hasta pasado el primer impar (apéndice ii):

$$a_0 b_0 = b_{\alpha} + b_{\beta} + \dots + b_{\xi} + \dots + b_N$$

siendo $a_{\alpha}, a_{\beta}, \dots, a_{\xi}, \dots, a_N$ con ξ números naturales, los números impares de la columna a .

APÉNDICE I.

Demostraremos primero que si a_j , $j < i$, son números pares entonces $a_0 b_0 = a_i b_i$.

Podemos escribir

$$a_i = 1/2 \text{int}(1/2 \text{int}(\dots \text{int}(a_0) \dots))$$

Si todos los a_j , $j < i$, son pares

$$a_i = (1/2^i) a_0$$

y como

$$b_i = 2^i b_0$$

se cumple la igualdad.

Demostraremos ahora que si $a_0 b_0 = a_i b_i$ entonces a_j , $j < i$, son números pares. Si escribimos

$$\begin{aligned} a_0 b_0 &= a_i b_i = \text{int}(a_{i-1}/2) 2b_{i-1} \\ &= a_0/2^i 2b_{i-1} \end{aligned}$$

luego

$$a_0/2^i = \text{int}(a_{i-1}/2)$$

que implica que $a_0/2^i$ es entero. Por tanto, a_0 ha de ser divisible por 2^i

$$a_0 = 2^i q \quad q \text{ un número natural}$$

luego los a_j , $j < i$, son pares.

Además a_i no es *necesariamente* par, porque

$$a_i = q$$

y de q sólo sabemos que es un número natural.

APÉNDICE II.

Sea a_{α} , situado en la fila α , el primer impar de la columna a .

Entonces

$$a_0 b_0 = a_{\alpha} b_{\alpha} + f$$

Pero según la propiedad a), $f = 0$. De hecho a_{α} es el a_i de la propiedad c). De manera que el factor de corrección f es cero hasta pasado el primer impar.

Curiosidades Biográficas

LEONHARD EULER (1707-1783)

Aunque el padre de Euler había previsto para su hijo la carrera de Teología, era lo suficientemente considerado como para permitir a Leonhard, en atención a sus precoces éxitos matemáticos, que se dedicase por completo a las Metemáticas y a la Física. En 1724 alcanzó el grado de Magister en Filosofía. Con 19 años de edad se presentó a una oposición, con una disertación sobre la naturaleza del sonido, para una cátedra de Física en la Universidad de Basilea, pero fue rechazado a causa de su juventud.

Pese al extraordinario enriquecimiento que experimentaron las Matemáticas por la actividad y creación de Euler, no se puede pasar por alto que si bien sus investigaciones, no contienen mayores errores en los resultados, en cambio si revelan ciertas debilidades y deficiencias que se explican por las imperfecciones que todavía existían por entonces en los Tratamientos del análisis.

Al morir Euler en 1783, Gauss tenía seis años de edad y Bolzano dos. Seis años después de la muerte de Euler nació Cauchy.

EL PRINCEP DE LES MATEMATIQUES

Per tots és conegut el geni de Gauss, però potser no la seva precocitat.

Després d'un aldarull a la classe d'Aritmètica a la que assistia Gauss, el professor com a càstig (i segurament per tenir una estona de descans) va manar als seus alumnes que sumessin tots els números de l'u al cent. Gauss, que estava adormit, no es va adonar del càstig i al despertar-se va veure escrit el problema. Creient que es tractava d'un simple exercici, el va resoldre en pocs segons. Gauss va adonar-se que no calia sumar tots els números un a un, sinó que podia aplicar:

$1+2+\dots+100 = (1+100) + (2+99) + \dots + (50+51) = 50 \cdot 101 = 5050$
descobrint la fórmula per la progressió aritmètica quan encara no tenia deu anys.

de manera que haya d números (que son por hipótesis pares) entre ambos, es decir, $a_{\xi+d+1}=a_k$.

Entonces por ser $a_{k-1}=a_{\xi+d}$ un número par

$$a_k = \text{int}(a_{k-1}/2) = a_{\xi+d}/2 = a_{\xi+d}/2$$

y también son pares todos los a_j , $\xi < j < k-1$, por hipótesis, luego

$$a_k = (1/2^d) \text{int}(a_{\xi}/2) = (1/2^d) * (a_{\xi}/2 - 1/2)$$

por ser a_{ξ} impar. Además $b_k = 2^{d+1} b_{\xi}$

Sustituyendo en (1) se obtiene

$$a_0 b_0 = (a_{\xi}/2^{d+1} - 1/2^{d+1}) * 2^{d+1} b_{\xi} + f$$

Se puede escribir en general $a_0 b_0 = a_{\xi} b_{\xi} + f'$, con f' el factor de corrección para a_{ξ} (puede tenerse $f' = 0$ si $a_{\xi} = a_{\alpha}$, con a_{α} el primer impar, como se demuestra en el apéndice ii). Entonces

$$a_0 b_0 = a_{\xi} b_{\xi} - b_{\xi} + f = a_0 b_0 - b_{\xi} + f$$

de donde se despeja f

$$f = b_{\xi} + f'$$

Se observa que, en general, cada impar a_{ξ} introduce un factor de error dado por b_{ξ} en el producto $a_0 b_0$, que se debe añadir al factor de error introducido por los números anteriores.

En cambio, los d pares intermedios no han introducido en f ningún número de la columna b . Esto indica que *sólo* los impares introducen factor de corrección. Esto concuerda con la propiedad c).

Por tanto, ya que después de a_{N+1} no hay números impares, actuar recursivamente hasta a_{N+1} sería suficiente para tener todos los factores de corrección. Finalmente resulta, sabiendo que el factor de corrección f es cero hasta pasado el primer impar (apéndice ii):

$$a_0 b_0 = b_{\alpha} + b_{\beta} + \dots + b_{\xi} + \dots + b_N$$

siendo $a_{\alpha}, a_{\beta}, \dots, a_{\xi}, \dots, a_N$ con ξ números naturales, los números impares de la columna a .

APÉNDICE I.

Demostraremos primero que si a_j , $j < i$, son números pares entonces $a_0 b_0 = a_i b_i$.

Podemos escribir

$$a_i = 1/2 \text{int}(1/2 \text{int}(\dots \text{int}(a_0) \dots))$$

Si todos los a_j , $j < i$, son pares

$$a_i = (1/2^i) a_0$$

y como

$$b_i = 2^i b_0$$

se cumple la igualdad.

Demostraremos ahora que si $a_0 b_0 = a_i b_i$ entonces a_j , $j < i$, son números pares. Si escribimos

$$\begin{aligned} a_0 b_0 &= a_i b_i = \text{int}(a_{i-1}/2) 2b_{i-1} \\ &= a_0/2^i 2b_{i-1} \end{aligned}$$

luego

$$a_0/2^i = \text{int}(a_{i-1}/2)$$

que implica que $a_0/2^i$ es entero. Por tanto, a_0 ha de ser divisible por 2^i

$$a_0 = 2^i q \quad q \text{ un número natural}$$

luego los a_j , $j < i$, son pares.

Además a_i no es *necesariamente* par, porque

$$a_i = q$$

y de q sólo sabemos que es un número natural.

APÉNDICE II.

Sea a_{α} , situado en la fila α , el primer impar de la columna a .

Entonces

$$a_0 b_0 = a_{\alpha} b_{\alpha} + f$$

Pero según la propiedad a), $f = 0$. De hecho a_{α} es el a_i de la propiedad c). De manera que el factor de corrección f es cero hasta pasado el primer impar.

Curiosidades Biográficas

LEONHARD EULER (1707-1783)

Aunque el padre de Euler había previsto para su hijo la carrera de Teología, era lo suficientemente considerado como para permitir a Leonhard, en atención a sus precoces éxitos matemáticos, que se dedicase por completo a las Metemáticas y a la Física. En 1724 alcanzó el grado de Magister en Filosofía. Con 19 años de edad se presentó a una oposición, con una disertación sobre la naturaleza del sonido, para una cátedra de Física en la Universidad de Basilea, pero fue rechazado a causa de su juventud.

Pese al extraordinario enriquecimiento que experimentaron las Matemáticas por la actividad y creación de Euler, no se puede pasar por alto que si bien sus investigaciones, no contienen mayores errores en los resultados, en cambio si revelan ciertas debilidades y deficiencias que se explican por las imperfecciones que todavía existían por entonces en los Tratamientos del análisis.

Al morir Euler en 1783, Gauss tenía seis años de edad y Bolzano dos. Seis años después de la muerte de Euler nació Cauchy.

EL PRINCEP DE LES MATEMATIQUES

Per tots és conegut el geni de Gauss, però potser no la seva precocitat.

Després d'un aldarull a la classe d'Aritmètica a la que assistia Gauss, el professor com a càstig (i segurament per tenir una estona de descans) va manar als seus alumnes que sumessin tots els números de l'u al cent. Gauss, que estava adormit, no es va adonar del càstig i al despertar-se va veure escrit el problema. Creient que es tractava d'un simple exercici, el va resoldre en pocs segons. Gauss va adonar-se que no calia sumar tots els números un a un, sinó que podia aplicar:

$1+2+\dots+100 = (1+100) + (2+99) + \dots + (50+51) = 50 \cdot 101 = 5050$
descobrint la fórmula per la progressió aritmètica quan encara no tenia deu anys.