

LES XARXES COM A INSTRUMENT

Francesc Serra

*Catedràtic d'Enginyeria Electrònica
i Director del Centre Nacional de Microelectrònica
de la Universitat Autònoma de Barcelona, (UAB)*

Voldria agrair a les organitzadores d'aquest congrés dues coses. Primera, la invitació *per se* i, segona, haver pensat en un tecnòleg en un congrés de comunicació digital, i portar a la pràctica el que s'ha dit aquí, nombroses vegades, de la convergència. I per això, simplifiquem una mica.

Quan parlem de les xarxes com a instrument, *xarxes* està en plural. Per tant, aquí podríem intentar parlar de tota mena de xarxes: xarxes locals, altres tipus de xarxes, etc. Però això ho deixarem a banda i parlarem de la xarxa de xarxes, que és Internet. I, ho sento, però a mi em toca donar algunes pinzellades d'enginyeria de la xarxa, algunes pinzellades tecnològiques.

A mi m'agradaria parlar de la Internet actual. He escollit una propietat de la xarxa, no la més coneguda, que pugui tenir una importància decisiva en el futur. En lloc d'escollir, per exemple, la latència de la xarxa, que és ja una qüestió de sanitat nacional perquè ens ataca els nervis l'espera de la baixada de la informació, he escollit la robustesa de la xarxa. Què s'entén per la *robustesa* de la xarxa? Doncs, des de l'inici, els més pessimistes varen dir que Internet es col·lapsaria en quinze dies. De fet, Internet, i valgui l'expressió, nasqué per una espècie de nyap tecnològic.

És a dir, els pessimistes tenien certes raons. Aquesta és una propietat important que s'ha anat desmentint perquè no s'ha col·lapsat. I posaré alguns exemples en què, encara avui, s'ha dit i es diu que es col·lapsarà. I no ha passat. Per exemple, l'11 de setembre de 1998. És la data en la qual l'informe del fiscal Starr es posa a la xarxa, en el temps dels tripijocs del senyor Clinton. La primera reacció de la CNN i de l'agència France Press és dir: «Aquest dia Internet es col·lapsarà». No va passar absolutament res. Un altre exemple, en els Jocs Olímpics de Nagano 98. En setze dies es van fer 650 milions de connexions a la pàgina web dels Jocs. Això representa un flux de 4,5 terabytes. Un terabyte es un milió de megabytes o mil gigabytes. És de l'ordre del total de textos de la llibreria del Congrés. Tampoc no es va col·lap-

sar. IBM espera dos mil milions de connexions durant els Jocs Olímpics de Sidney, l'any 2000.

Això vol dir que no es col·lapsa, malgrat el nyap inicial i malgrat un increment d'utilització d'Internet, que és molt difícil de mesurar per les mateixes característiques de la xarxa, però que s'estima en un 20 % mensual. A pesar de tot això, Internet aguanta i aquesta propietat és el que es necessita per tal que es desenvolupi en una aplicació d'extraordinària importància econòmica com és ara la seva utilització com a instrument comercial. Les previsions en aquest sentit són les següents. El volum de negoci comercial a Internet pot arribar als 400.000 milions de dòlars el 2002. I el nombre de compradors passarà de 19 milions el 1997, majoritàriament a Estats Units actualment, a 128 milions el 2002. I això depèn de la confiança que Internet susciti entre aquest tràfic comercial. Per això, he escollit aquesta propietat. Podríem parlar de la latència, podríem parlar d'altres moltes coses, però el temps apressa.

Passem a parlar una mica del futur a Internet. En el futur d'Internet hi ha dues qüestions candents de què es parla a tots els fòrums tecnològics. El futur d'Internet no quant a aplicacions sinó quant a tecnologia. I és la velocitat de les noves xarxes integrades, primer punt. I, segon punt, les novetats quant a interfície de connexió persona-home-màquina.

Parlarem de tres coses fonamentals: d'Internet 2, del projecte Oxygen i d'una altra xarxa que ja descobrirem.

Internet 2

Donarem unes pinzellades tecnològiques, però abans m'agradaria parlar del fet que per a fer aquesta convergència de la qual s'ha parlat tant entre companyies de telèfons, operadors de cable, proveïdors de serveis a Internet, doncs... l'actual Internet queda estreta. Estreta perquè per tal que aquesta convergència sigui realitat cal desenvolupar diferents tipus de coses. Com ara la telefonia-Internet, la web-TV, la imatge i, sobretot, el vídeo i àudio en temps real, que és la incorporació definitiva del multimèdia a Internet. Ja veurem que això porta a una guerra tecnològica quant als protocols de la xarxa. Internet 2 s'està actualment construint i està en una fase que els tecnòlegs anomenem *Beta Test*. *Beta Test* és ja un test amb unes aplicacions seleccionades i es construeix sobre una comunitat científicoacadèmica dels Estats Units, amb inclusió ja del multimèdia en temps real, o sigui vídeo, àudio, imatge, etc. I per això s'ha construït un consorci, que potser és ja conegut, que és UCAID, que inclou cent vint-i-quatre universitats i algunes empreses que estan relacionades amb aquesta qüestió com ara CISCO Systems, MCI, NORTEL, Lucent Technologies (el nou nom de l'antiga AT&T)... Internet 2 està basada en una connexió de xarxes locals a les quals s'anomena els GigaPops, *gigapoints of reference*, a velocitats de 150 megabytes

per segon. Igualment, els GigaPops es connecten a una mena d'espina de la xarxa. Aquesta espina està gestionada per una empresa privada, però que depèn de la NSF, la National Science Foundation.

Una mica incideixo en el que deia Joan Majó sobre que es pot gestionar la xarxa des de l'empresa privada per raons d'eficàcia, però la responsabilitat dels objectius no s'ha de deixar a motius mercantils o, simplement, de guanys. Les velocitats implicades en tot això són realment espectaculars. L'espina de la xarxa funciona a 622 megabytes per segon. No obstant això, en els protocols que s'utilitzen hi ha una guerra terrible que no només implica una lluita tecnològica, sinó que hi ha milers de milions de dòlars implicats. És la guerra entre els protocols que utilitzen les telecomunicacions bàsiques, com ara la telefonia, el protocol ATM, (mode de transferència asíncron) i el protocol IP. El protocol ATM té els seus avantatges i els seus inconvenients. És, tal com dic, el protocol que s'utilitza en les telecomunicacions bàsiques. És un protocol que permet errors mínims en la recepció de missatges; l'error de telefonia, per exemple, es xifra en menys d'un 1 %. Permet la transmissió de vídeo i àudio en temps real. I el seu defecte principal és que la intel·ligència de protocol és a la xarxa, és a dir, que depèn de la configuració de la xarxa.

Quan s'ha de canviar o posar nous serveis a la xarxa, cal canviar tota aquesta intel·ligència que està disseminada a la xarxa. En canvi, en el protocol IP, que és el que utilitza Internet, les coses són diferents: la intel·ligència és a les vores de la xarxa. I es poden introduir nous serveis sense haver de canviar res de la xarxa i es pot transmetre per qualsevol mena de xarxa. Llavors, la convergència famosa entre telefonia i Internet és també una guerra entre protocols.

I tothom diu que s'han d'aprofitar els avantatges de l'un i de l'altre, però en el substrat d'aquesta guerra hi ha una guerra econòmica importantíssima. El model d'Internet 2 estarà basat en la QOS, que és la *Quality of Service*, que en paraules planeres és el que ja s'ha suscitat aquí: si un client desitja més velocitat i capacitat, pagarà més. O sigui, la gratuïtat d'Internet pot subsistir però els temps de latència també seran els mateixos. Si hom vol rapidesa i capacitat, haurà de pagar. Els estàndards per a Internet 2 són el *Multicast*, del qual ja s'ha parlat una mica aquí, i el llenguatge que s'imposa cada vegada més és el llenguatge tipus JAVA per a aplicacions de xarxa.

Aquests són uns breus comentaris sobre Internet 2. Però hi ha altres projectes de xarxes físiques dels quals m'agradaria donar també unes pinzellades.

Projecte Oxygen

Un és el famós projecte Oxygen. És una xarxa global de fibra òptica submarina desenvolupada per l'empresa CTR, amb un pressupost de 14.000

milions de dòlars. Això representarà, quan s'acabi, 275.000 quilòmetres de fibra òptica enterrada en el fons submarí. I permetrà velocitats de 100 gigabytes per segon, amb puntes de 1.000 gigabytes per segon, és a dir, un terabyte. Actualment aquest projecte s'està duent a terme. Hi ha un consorci constituït per vuitanta-vuit *carriers* ('transportistes') d'informació, que realitzen la primera fase. Aquesta consisteix en cent un punts d'amarratge, és a dir, on el cable entra a terra, en setanta-quatre països diferents.

L'any 2000 hi haurà tres centres de gestió de la xarxa, per cert, un a Espanya, un altre a Estats Units i un altre a Singapur. La fase següent també es construirà amb aquestes velocitats que hem dit, a través dels cinc continents, incloent-hi Àfrica, que a pesar de tenir només un 2 % de quota està inclosa en aquesta xarxa mundial de fibra òptica submarina. Per a fer-nos càrrec una mica del que representen aquestes velocitats de transmissió, ja que en això dels gigabytes tant se'ns en dona de vegades que siguin cent com mil perquè ens sobrepassen, Lucent Technologies, o sigui l'antiga AT&T, l'any passat va trobar el mitjà per a transmetre deu milions de trucades telefòniques en una única fibra. Donat que una trucada telefònica necessita una amplada de banda de 64 kilobytes per segon, amb 400 gigabytes fóra suficient per a transportar tot el tràfic mundial d'Internet en un moment, donat per una sola fibra òptica. Es pot transmetre l'enciclopèdia britànica en milisegons a aquestes velocitats.

Una altra dada que també serà important quan aquestes xarxes funcionin a ple rendiment és que actualment, i no sé si és una dada que es conegui massa, el 90 % de tràfic d'Internet passa pels Estats Units. Quan una persona de l'Índia es connecta amb una persona del Pakistan, que és al costat, passa pels Estats Units. Això vol dir que existeix una concentració terrible, una densitat d'informació que, d'anar a Estats Units i tornar, és espantosa. D'aquí a cinc anys, funcionant aquesta mena de projecte com el projecte Oxygen, Internet serà un mitjà distribuït. I probablement llavors serà el moment en què es carregaran totes les transferències de dades, telèfon, multimèdia a preu fix. Independentment de la distància. És a dir, el concepte de conferència a Granada o Nova York s'acabarà.

Interplanet

Una altra cosa de futur que m'agradaria explicar és l'Interplanet. L'Interplanet és una Internet desenvolupada en els Jet Propulsion Laboratories (JPL), els laboratoris que treballen en projectes espacials. És una Internet per a comunicacions en missions espacials. I s'està treballant actualment perquè, encara que sembli mentida, les comunicacions espacials estan molt antiquades. En general, tot el que s'envia a l'espai és, des d'un punt de vista tecnològic, una antigalla. I això ho comprendran perfectament: és una antigalla però està superprovat.

Els de la NASA no s'arrisquen a enviar una sonda a Mart amb la darrera novetat tecnològica si no estan molt segurs de si això funciona. Perquè no sempre la tecnologia funciona. Per exemple, el Voyager, que és l'objecte artificial llançat per l'home que està més allunyat de la Terra, no em facin dir els milers de milions de quilòmetres a què està, però està emetent encara. I, dintre, porta microprocessadors d'aquells que es venien a El Corte Inglés fa quinze anys... els Z80, dels primers que vàrem tenir. I es van enviar perquè eren molt segurs.

Aquesta gent, per exemple, utilitza un protocol de connexió per TCP/IP, que està àmpliament provat. Per a Internet 2 es proven altres coses, però els enginyers espacials utilitzen els més segurs. Com a anècdota, l'Interplanet ens permetrà enviar un correu electrònic a Mart. No crec que tinguem resposta. Però sí que podrem connectar-nos per a veure imatges reals, amb el retard típic de les distàncies, de la superfície de Mart o qualsevol altre planeta.

Hem dit que els dos temes candents eren la rapidesa de les xarxes, de què ja hem parlat una mica, i també els accessos. Quant als accessos a la xarxa, esmentaré només una qüestió i és que actualment la microelectrònica, i no començaré a parlar de microelectrònica perquè aquest sí que és el meu tema, permet incloure un transmissor i un receptor de ràdio al mateix lloc en el qual hi ha un microprocessador. I al mateix preu.

Cada any es venen al món més de cinc mil milions de microprocessadors. D'aquí a vint anys, tindrem alguns bilions de transmissors-receptors que poden estar connectats a Internet. Això, què pot configurar? En principi, aquests transmissors poden organitzar-se en *clusters* –s'han acabat les connexions amb el PC...–, *clusters* que poden estar a la teva oficina, allà a sobre, a casa o a la teva persona... Ets prop d'un mòdul i et comuniqués amb un mòdul telefònic i si hi ha a prop una impressora reps el fax del que sigui. Sense cap connexió. Això és una revolució, tot i que sigui una mica futurible, però és una possible revolució quant a la interfície persona-màquina.

També és el vell somni de Bill Gates, imaginar una Internet sense cables, sense fibra, només únicament per ràdio. Sense suport físic de transmissió. La transmissió seria per ones hertzianes. Amb la xarxa Iridium, xarxa global de telefonia mòbil al voltant de la Terra, mitjançant satèl·lits, és ja un primer pas cap aquest futurible.

I amb aquest apunt de ciència ficció, tot i que de no tanta ficció, acabo la meva ponència. Moltes gràcies.