

[O novo “cosmos” das telecomunicacións]

Xavier Alcalá

O documento que segue correspóndese coas ideas explicadas durante o congreso *Comunicar no século XXI* en relación ao fenómeno da comunicación por medio da interrede global ou Internet.

Pretende expor algúns conceptos da telemática que permiten acceder á comprensión do fenómeno. A limitación de "espacio alfanumérico" para o texto do documento obriga a unha síntese que pode dificultar a pretendida comprensión, polo cal o autor pide desculpas de antemán. Alén diso, só o uso de soportes multimediáticos e interactivos fai posible unha dixestión lixeira dos elementos con que se explica o novo "cosmos" formado por ordenadores, enlaces e nodos.

Coa limitación de partida e falta de tales soportes, solicítase paciencia e imaxinación. Moitas gracias á Facultade de Ciencias da Información pola oportunidade de expresión brindada, e aos alumnos e lectores, de todos os cales se espera mensaxes realimentadoras do discurso.

AS TRAMAS DE DATOS

Os ordenadores son **máquinas lóxicas**. Neles residen **entidades telemáticas**, que son os **procesos**. Cando dous

ordenadores se comunican entre eles, transmiten información en serie, estruturada en "tramas" segundo uns protocolos de comunicación.

Ao nivel lóxico, as tramas son secuencias de bits de datos ás que se engaden outras de "cabeceira" e "cauda".

Os datos engadidos na cabeceira serven para direccionar a información; os da cauda, para que a máquina receptora poida detectar erros da información recibida, e se cadra corríxilos.

Con diferentes protocolos -máis ou menos sofisticados-, as comunicacións sempre consisten en enviar **tramas de lonxitude óptima** e esperar que o receptor indique se recibiu correctamente cada unha ou se é necesaria a repetición do envío. A optimización atínxese cun **compromiso entre risco e "sobrecarga"**.

O risco mínimo corresponde a tramas moi pequenas, que, en caso de deturpación polo medio de transmisión, impliquen pouca perda de datos ou pouco tempo para a retransmisión.

Pero, canto menores sexan as tramas enviadas, máis frecuentes han de ser as mensaxes de aceptación ou pedido de repetición, aumentando así a utilización de recursos da rede para funcións teoricamente non necesarias.

Estes conceptos son válidos non só para as relacións entre máquinas dentro dun "arquipélago" senón, tamén, para as conectadas a redes de ampla cobertura.

Conceptualmente, tanto ten que a comunicación teña lugar entre máquinas dun sistema pechado no dominio privado ou aberto ao dominio público.

Se houber diferencias entre esas situacións, estas provirían das características do medio de transmisión, dos dispositivos de acceso a el e da técnica utilizada para establecer a comunicación.

APROVEITAMENTO DA REDE

A **comunicación entre entidades** dispostas a intercambiaren datos obriga á conexión física entre os ordenadores que acollen esas entidades.

Tales **ordenadores** poden ser de características moi diferentes, e estar moi afastados, pola **razón básica da comunicación**, que tende á **globalización**.

Partindo das redes existentes, en principio as máquinas conectábanse por conmutación de circuitos telefónicos, temporais ou permanentes, con axuda dos **modems**.

As cadeas de bits das tramas correspóndense con sinais dixitais que modulan no modem outros sinais "portadores", adecuados ao medio de transmisión. Establécese así o **diálogo entre máquinas** e transmítese a información.

Inicialmente a tecnoloxía só permitía velocidades de transmisión dixital moi baixas. Pero logo os modems se fixeron complexos e a maior velocidade de transmisión que permitían revelou as **debilidades da conmutación de circuitos**. Xeralmente, a comunicación entre máquinas non demanda condicións de "conversa en tempo real".

Iso fai que o recurso -a capacidade do canal ocupado para transmitir- non sexa utilizado durante moi boa parte do tempo en que o circuito se mantén establecido.

Alén diso, a disparidade de velocidades de transmisión e recepción dos ordenadores conectados sobre un circuito dificulta o intercambio de información entre eles.

PAQUETES E NODOS

Para tentar a resolución destes problemas, por volta de 1970 comezou a posta en práctica dun concepto teórico: a **conmutación de paquetes**.

A idea do paquete non é nova. De feito, as tramas, como os paquetes, proceden de **dividir a información e engadir aos anacos dela cabeceiras e caudas**: elementos de direccionamento, comprobación e delimitación.

Pero as tramas de cada comunicación eran enviadas entre máquinas de maneira "transparente": sobre circuitos que só se utilizaban para esa comunicación, a través de dispositivos **conmutadores, pasivos durante o tempo da "chamada"** e que non introducirían **retardos de procesamento** en ningún caso.

Fronte a iso, idéase e compróbase outro tipo de rede.

Nela, diferentes **nodos procesadores** fican comunicados por **enlaces, divisibles en múltiples canais**. Cada máquina conectada á rede enlaza cun "nodo de ataque", ao que envía -e do que recibe- paquetes.

Os paquetes que saen dunha máquina fonte/orixe, fano seguindo a **secuencia** que impón a **coherencia da mensaxe** a enviar entre entidades; pero non teñen que saír cunha cadencia determinada.

Na periferia da unidade central de procesos do ordenador, memorias temporais permiten a permanencia de paquetes de saída ou entrada en espera do **mellor momento para a súa transferencia**.

Cada nodo da rede ten memorias temporais de entrada e saída sobre cada enlace ao que se conecta, **calcula o camiño que debe seguir cada paquete** para chegar a destino en función de diferentes parámetros da rede e transfíre o paquete dunha memoria a outra, onde fica en espera, agardando turno para saír.

COHERENCIA DAS MENSAXES PAQUETIZADAS

Con mecanismo da conmutación de paquetes entre nodos, téntase **aproveitar os recursos do sistema** ao máximo e así **satisfacer da forma máis económica todas as comunicacións posibles entre todos os terminais conectados á rede.**

En contrapartida, **non se garante a igualdade de tempos empregados polos paquetes** para se deslocaren entre a mesma orixe e o mesmo destino.

Aínda máis, poida ser que os **retardos relativos** dos paquetes provoquen a **alteración da secuencia de chegada**, de xeito que a recomposición directa dos datos recibidos condúcese a unha **mensaxe incoherente.**

O que é unha **complicación para as comunicacións "isócronas"**, correspondentes á voz e á imaxe, é **doadamente salvable para o intercambio de información entre entidades relacionadas coa documentación alfanumérica.**

E aínda presenta a **avantaxe** de que os **ordenadores** nos que residan as **aplicacións comunicantes** poden ter **distintas velocidades** de entrada e saída de datos: a **rede**, coa súa cadea de nodos e memorias temporais, fai de **adaptador.**

Cada nodo de ataque entrega os paquetes a cada terminal cun ritmo aceptable para el: de xeito que a memoria "tampón" de entrada e o mecanismo de transferencia cara á entidade procesadora sexan capaces de seguiren no tempo aos elementos homólogos da máquina transmisora.

Fronte á conmutación de circuítos, **a de paquetes non obriga a que a rede rexeite novas "chamadas" en momentos de carga excesiva.** Sempre admite paquetes, aínda que aumente o retardo na entrega a destinos.

Finalmente, o sistema de conmutación de paquetes permite marcalos con **indicativos de prioridade**, de forma que a retención nos nodos diminúa en función do alta que aquela sexa.

CIRCUÍTOS VIRTUAIS

O mantemento da secuencia dos paquetes dá lugar a dous xeitos de transmisión: por "**circuítos virtuais**" e por "**datagramas**".

O **circuíto virtual** chámase así por semellanza co circuítos conmutado tradicional.

A conmutación de circuítos iníciase co envío de sinais que indican a vontade de establecer unha **chamada entre dous terminais.**

Daquela o sistema comproba que existen os **recursos necesarios** e que o receptor está disposto, determina o **encamiñamento**

entre conmutadores e facilita a conexión. No caso do circuíto virtual, o mecanismo lóxico permite establecer un **encamiñamento** entre terminais a través de sucesivos nodos que necesariamente vai ser **seguido por todos os paquetes** correspondentes á mensaxe dunha comunicación.

A diferenza co circuíto conmutado tradicional, os **recursos da rede** seleccionados para a comunicación non se dedican en exclusiva a ela mentres dura senón que son **compartidos**: paquetes de distintas chamadas seguen, alternados, o mesmo camiño.

Diferentes entidades a residir en **dúas máquinas comunicadas** poden **intercambiar información** simultaneamente e en **modo dúplex** por este procedemento.

Unha vez establecido o circuíto virtual, todos os paquetes da comunicación son marcados para seren recoñecidos polos nodos a través dos que han ser encamiñados. Desta maneira afórrase en cada nodo o tempo correspondente a decidir o enlace polo que ha de saír o paquete entrante.

Isto compensa o tempo empregado polo sistema para os establecementos de chamada, aínda que non evite os tempos de espera dos paquetes nos tampóns de saída.

A técnica do circuíto virtual, tan unida ao intercambio de documentación desde os seus comezos, ten como avantaxes notorias o **control de secuencias e de erros**:

Desde os paquetes seguen todos o mesmo camiño, **han chegar na orde en que foron enviados**. O paso secuenciado polos nodos permite mecanismos de aseguramento de que **os paquetes chegan a destino en condicións de se poder deducir deles a mensaxe íntegra e correcta**.

DATAGRAMAS

O datagrama recibe tal nome polas semellanzas co telegrama.

Neste caso o **sistema trata os paquetes de xeito individualizado**. Malia pertenceren á mesma comunicación, cada un circula pola rede con independencia dos anteriores e os posteriores en relación á mensaxe que se quere transmitir.

Segundo cada paquete chega a un nodo, este xulga cal é a saída máis oportuna cara ao destino do datagrama, en función duns algoritmos determinados.

Así, por teren seguido **diferentes camiños**, pódese dar a circunstancia de que os diferentes paquetes cheguen cunha **secuencia distinta da orixinal**; ou que non cheguen por fallo da rede; ou que cheguen con erros por culpa dos medios propios dos enlaces.

Para **reconstruír a información** nos seus debidos termos, impóñense logo **mecanismos de recuperación**, tanto dos datos

como da súa orde relativa. Isto leva á imposición de protocolos para a comunicación e da carga dunha programación específica nas máquinas.

O **modo datagrama** ten claras **avantaxes técnicas** sobre a conmutación de circuítos e os circuítos virtuais. En primeiro lugar, **non gasta tempo nin recursos de rede no establecemento da comunicación.**

En segundo, ten a **flexibilidade** necesaria como para evitar **"zonas" conxestionadas na rede.**

En terceiro, precisamente pola **aleatoriedade do encamiñamento**, pódense usar **técnicas que aseguren a chegada do paquete** malia posibles fallos dos nodos e dos enlaces (de feito, nisto reside a idea orixinal -militar- que levou ao concepto de datagrama).

A técnica máis efectiva é a da "inundación": cada paquete entrante nun nodo, sae del reproducido sobre todos os seus enlaces menos o de recepción.

A INTERNET

A **interrede global (Internet)** é a "rede de redes" que conecta ordenadores en todo o mundo.

A súa estrutura física está composta polos cabos de conexión (mais os accesos vía radio), as máquinas direccionadoras (routers) e os enlaces entre elas.

Os routers son os nodos que encamiñan os datos codificados cara aos seus destinos por canais establecidos sobre os enlaces, xeralmente alugados a compañías explotadoras de servicios de telecomunicación.

A diferenza dos servicios de telecomunicación tradicionais, o da interrede global non pertence a ningunha empresa en particular, nin ten un control centralizado por empresa ou organismo público.

A Internet pódese interpretar como un conxunto de redes de ordenadores que usan distintos sistemas operativos e soportan diversos contidos de información.

A **información da interrede** reside en ordenadores de alta capacidade chamados "**servidores**", **de propiedade privada.** Estes servidores conéctanse a redes de cobertura rexional, redes que á súa vez conectan coa "**espiña dorsal**" (**backbone**) do sistema universal.

A dorsal do sistema ten un número reducido de accesos primarios, os "puntos de acceso á rede" (PARs, NAPs: Network Access Points). Desde estes esténdense as redes, de maneira arbórea pero con intencións de redundancia. A comunicación entre

máquinas realizase por medio dun "encadeamento" de redes, con distintos medios, dispositivos de acceso e protocolos.

A información transmítese segmentada en forma de datagramas con indicación de enderezos de orixe e destino, e de secuencia.

PROTOCOLOS DA INTERREDE

De orixe a término da comunicación, os datagramas obedecen á norma imposta polo conxunto de protocolos CT/I (TCP/IP) -aínda que no seu paso por distintas redes físicas, os datagramas vaian sendo resegmentados e encapsulados segundo as necesidades das redes que atravesan.

Os TCP/IPs foron a "forza de arrastre" da interrede, impostos como **normas de feito, universalmente aceptadas**.

Pódese falar de que, inicialmente, houbo dúas internets, a "académica" e a "comercial", diferenciadas polas normas de transmisión.

A académica traballaba sobre o conxunto de protocolos CT/I e a comercial sobre protocolos varios, pero a axilidade mostrada polos programadores do ámbito universitario fixo ver a conveniencia de unificar normas, aceptando as propias dese eido telemático.

Finalmente, a facilidade de comunicación que veu ofrecer a **world wide web, necesitada dos TCP/IPs para funcionar**, fixo inclinar a balanza de modo irrevogable.

ACCESOS E SERVICIOS

A comunicación pola interrede precisa de **intermediarios de primeiro nivel**, os chamados "**fornecedores de accesos**" (FAIs, IAPs: **Internet access providers**).

Os FAIs son empresas que subministran acceso a outras, e a usuarios individuais. **Cobran por ese servizo** e non ofrecen ningún outro, a diferenza dos "**fornecedores de servizos de interrede**" (FSIs, ISPs).

Maioritariamente, os IAPs son empresas que dispoñen da infraestrutura adecuada para ofrecer conectividade a nivel rexional, estatal ou internacional. Entre elas están as explotacións tradicionais de servizos de telecomunicación e as "compañías do cabo".

As tradicionais, vellas PTTs (Post, Telegraph and Telephone) ou empresas procedentes das PTTs en entornos liberalizados, contan cunha rede "capilarizada", con terminación nos pares de

cobre tradicionais na telefonía. As *cable companies* van estendendo unha rede de cabo coaxial coa intención de alcanzar a todo tipo de usuarios.

Desde os inicios do servizo libre de Internet, as primeiras ofreceron a posibilidade de **conexión de máquinas** a través de **modems** sobre RTB (rede telefónica básica); posteriormente, a través de dispositivos adecuados de interface coa RDSI (rede dixital de servizos integrados). Actualmente comezan a ofrecer "**modems asimétricos**" de moi alta taxa da transmisión.

As segundas permiten conectar as máquinas á interrede a través de "**modems de cabo**", tamén de moi alta taxa. Con independencia do modo de acceso físico inmediato, as comunicacións de interrede son direccionadas cara a un fornecedor de acceso local, que as dirixe cara ao FAI e, a través deste, chegan ao PAR máis próximo, que conecta coa dorsal do sistema.

Para optimizar o servizo, os fornecedores de acceso constrúen **redes exclusivas de alta velocidade e grandes coberturas** (correspondentes ás zonas de concesión). Nestas redes, o usuario conéctase por RTB ou RDSI a "**puntos de presenza**" (PDPs, POPs: **points of presence**). Estes puntos conéctanse a concentradores por medio de circuitos de alta velocidade. Os concentradores acceden a unha troncal de alta capacidade que se conecta á Internet por puntos xeograficamente dispersos.

A WEB

Se a infraestrutura lóxica principal para a troca de información é a interrede A web é a **ferramenta principal para a popularización da interrede**.

Gracias a ela, o aumento de usuarios e transmisións sobre a interrede é tal que se ve a **necesidade de modificar protocolos** e aportar novos recursos para satisfacer as demandas: **velaí as versións futuras dos IPs**.

A web ten unha **arquitectura de compartición de información global** que integra **en liña**, de maneira fácil e a baixo prezo, un grande número de **servidores de contidos de todo o mundo**. En aparencia, a web é un interface visual do usuario coa máquina en rede, manexado con punteiro e rato.

En termos de contido, pódese interpretar coma un **megaalmacén de información**. O sistema permite a creación, organización e retirada de documentos que conteñen textos, sons e imaxes, estáticas ou dinámicas. Os **servidores de web**, que se chaman "**locais**" (sites), equivalen a **bibliotecas**, con "**páxinas**" (pages) que equivalen ás dos **compoñentes da biblioteca**.

A información residente nos servidores consiste en ficheiros

creados coa linguaxe de marcas de hipertexto (LMHT, HTML). As páxinas inclúen "**enlaces**" (links) que permiten o usuario pasar de páxina a páxina entre as enlazables de toda a *Internet* (residentes nos servidores accesibles desde a interrede).

O "NAVEGADOR"

Os ordenadores de usuario teñen cargado un **programa de procura**, *browser*, que lles permite atopar e retirar a información dos servidores aos que acceden.

O *browser*, vulgarmente chamado "**navegador**", funciona como un **intermediario gráfico entre a interrede e o usuario**:

Envía os comandos necesarios para obter os datos doutros ordenadores e daquela os formatea na pantalla do usuario.

Os **documentos formateados coa HTML** conteñen "**etiquetas**" que informan o programa de procura de como presentar os datos en **estructura gráfica**.

A comunicación entre os navegadores e os servidores da web realízase co **protocolo de transferencia de hipertexto** (PTHT, HTTP: Hypertext Transfer Protocol).

Este protocolo **goberna a secuencia das transaccións**: establecemento de conexión co servidor, envío de demanda a este, envío de resposta (páxina ou elementos dinámicos) deste, desconexión.

Cada páxina da web ten asignado un **endereço único**, que se chama **localizador de recurso uniforme** (LRU, URL: uniform resource locator).

Os **navegadores** usan os **LRUs para atopar os servidores** da web. Os **servidores** utilizan un **interface común de acceso** (ICA, CGI: common gateway interface) para activaren **programas de información dinámica**, accederen a **bases de datos** e retiraren **contidos** ou **software de aplicación de eidos informáticos alleos**. O browser do ordenador "cliente", a través da interrede envía a información do que precisa ao servidor, que daquela usa o ICA (CGI) para extraer a **información demandada do sistema en que reside**.

O programa navegador é o que presenta ao cliente esta información, debidamente formateada.

EN RESUMO

O novo instrumento de comunicación humana que se coñece como world wide web baséase en conceptos da comunicación entre máquinas que se veñen desenvolvendo desde hai tempo.

Ditos conceptos son: a trama, o paquete e o datagrama. A interrede global consiste na confluencia arbórea de moitas redes cara a unha dorsal común. Pola interrede circulan datagramas, que comunican entidades telemáticas. As entidades son procesos -programas en curso- intermediarios para a intelección humana no caso da *www*. A popularización do uso da interrede débese a un tipo de programación -*HTML*- e a uns protocolos de transmisión -*HTTP*- que permiten a presentación gráfica -e audiovisual- das mensaxes enviadas por datagramas.

Esta nova programación tamén permite os enlaces entre páxinas web.

Un programa navegador, residente na máquina do usuario, emprégase para acceder á información almacenada nos servidores que se conectan ás redes confluentes na interrede.