

Redes de ordenadores

Introducción

Grupo de sistemas y comunicaciones

Juan Jesús Muñoz Esteban

jjmunoz@gsysc.inf.uc3m.es



1. Introducción

Internet está de moda. Desde finales de los 60 un conjunto de protocolos y aplicaciones se han ido perfeccionando y extendiendo, constituyendo el medio de comunicación en sistemas abiertos. Durante estos años su crecimiento ha sido exponencial. Pero desde la aparición de WWW con un interfaz amigable, ha salido del ámbito universitario para convertirse en otro producto de consumo.

Las características técnicas de los protocolos utilizados en Internet y su difusión los han convertido en el estándar de facto. Las previsiones apuntan a que otros protocolos (incluido IPX), perderán cuota de mercado y será TCP/IP quién unifique la conectividad en todos los entornos.

Pero pese al crecimiento en número de usuarios de Internet, el negocio se prevé que estará en las Intranets. Se trata de las redes privadas que toman como base para la implementación de sistemas informáticos y de comunicaciones la misma tecnología, pero no se conectan a Internet. O al menos tienen una gran parte privada y accesos restringidos hacia el exterior (correo electrónico y salida para algunos de sus usuarios con permiso, junto con un punto de presencia y a lo más algún sistema que permita transacciones comerciales).

Durante los últimos años los avances en la velocidad de los procesadores, la capacidad de las memorias y de los discos magnéticos ha aumentado vertiginosamente. Sin embargo, el ancho de banda disponible ha aumentado todavía más drásticamente y se prevé que seguirá creciendo a un ritmo mayor. A medida que los semiconductores se acercan a límites físicos, la fibra óptica ofrece anchos de banda enormes, permitiendo que la información pueda localizarse de nuevo de forma centralizada, y que sea accedida desde potentes puestos de trabajo que la procesen para hacerla amigable. Pero el bucle de cobre no permitirá a los abonados muchos canales de televisión, mientras las redes de área local superan los 100Mbps.



La dependencia de los sistemas informáticos y de comunicaciones es cada vez mayor. El coste de la no operatividad de un sistema informático puede superar en órdenes de magnitud su propio coste (imaginar una central nuclear, o el lanzamiento de un producto de telemarketing). Pero gracias al reducido coste de los microordenadores, se pueden construir sistemas tolerantes a fallos.

Un parque de ordenadores independientes (como es el que surge de la economía de escala de los PCs) es difícil de gestionar (mantener operativo y con el software actualizado) y tiene una funcionalidad limitada (hay que alimentarle con información en diskettes...). Su utilización para el trabajo en grupo depende de que todos los ordenadores estén interconectados, mediante redes de área local (para el acceso a la información y/o programas más utilizados) y cada vez más a redes de área extensa que le permitan virtualmente acceder a todos los datos distribuidos por el mundo.

La dispersión geográfica de los equipos, la falta de relación personal entre los informáticos y el enorme número de usuarios dependientes de sus tecnologías, nos plantean dos problemas.

La seguridad: garantizar que no se haga un uso indebido de la información (confidencialidad), que no pueda ser adulterada (autenticidad), y que siempre funcione (disponibilidad). La persona que accede puede estar físicamente en otro país, por lo que el sistema jurídico no es una garantía incluso si se consigue localizar al intruso.

El aprovechamiento de la inversión: El dinero que se dedica a informática debe proporcionar a los empleados herramientas para potenciar su productividad en el desempeño de sus funciones. Pero en muchas ocasiones el usuario de los programas no sabe cómo usarlos de forma eficaz, o no sabe dónde encontrar la información que busca, o no sabe a quién acudir. La amigabilidad y la posibilidad que obtener ayuda rápidamente de otros humanos o de robots de búsqueda puede mejorar el trabajo del empleado motivado.





1.2 Desarrollo histórico de la familia de protocolos TCP/IP

ARPA (DoD's Advanced Research Project Agency, durante algún tiempo DARPA, creada en respuesta al lanzamiento del Sputnik en 1957) lanza el proyecto ARPANET, y firma en 1968 un contrato con BBN para construir una red de IMPs con conexiones redundantes. En ese año en Inglaterra funciona la primera red de conmutación de paquetes. Al año siguiente hay nodos en UCLA, SRI (Stanford), Santa Barbara y Utah, interconectados a 56Kbps.

En 1971 con NCP, hay 15 nodos y 23 hosts. En este año Ray Romlinson inventa el e-mail: la comunicación interpersonal va a tener más interés que el diálogo entre máquinas. Al año siguiente aparece ALOHA.

En 1973 ya hay conexiones en Inglaterra y Noruega. Surge un nuevo proyecto cuyos objetivos (independencia de las técnicas de red subyacentes y de los ordenadores finales, conectividad total extremo a extremo) desembocarán en 1981 en la familia de protocolos TCP/IP versión 4. En este tiempo aparece Ethernet (74), la red comercial Telenet, uucp y USENET y BSD (79).

En 1982 Eunet es Internet en Europa. Tras nuestro mundial de fútbol había 500 nodos. Al año siguiente NCP es reemplazado, MILNET se segrega, BSD 4.2 se difunde con TCP/IP integrado, y en el 84 aparece DNS. Son ya 1000.

En el 86 la NSF(National Science Foundation) pretende conectar su centros de superordenadores. Su red será un backbone de alta velocidad operado por ANS. Surge NNTP y terminan siendo 5000 nodos.

El 88 es el año del gusano de Internet (y del programa IRIS). Y en el 89 la NFSNET va a 1,544Mbps y son 100.000 los ordenadores. Para cuando cae el muro de Berlín ARPANET ha concluido el montaje de la infraestructura.



En los años 90 empiezan a aparecer aplicaciones para sacar provecho a la gran cantidad de datos (que no de información) que está disponible en Internet. Wais y Gopher (91) y poco después WWW, se encargarán de que los 44,746Mbps de NFSnet interconecten a 1.000.000 de máquinas no queden desaprovechados.

En el 93 MBONE es sólo un aspecto técnico puntero más. La Casa Blanca comienza a ser visitada y a responder a través de Internet. Empieza a llegar el gran público, los negocios cibernéticos, Mosaic (y hasta 12 browsers más). A finales del 94, 2.000.000 de máquinas y 50.000 redes.

En el 95 NFSnet ya no se basa en el dinero del gobierno (que va a investigar redes de 3Gbps antes de fin de siglo: proyecto vBNS (very high speed backbone network service). ANS (Advanced Networks and Services = IBM + MCI + Merit) comercializa la red mientras otras empresas regionales facturan a los proveedores de servicio, que revenden su capacidad (y más) entre clientes que pasan horas decidiendo entre páginas cada vez más atractivas.

TCP/IP se ha convertido en el estándar de facto. Sus usuarios aumentan, pero también se le exige más. Se va acabando el espacio de direcciones, se saturan los enlaces, aparecen redes como ATM que satisfacen requisitos necesarios en la transferencia de audio y video.

IPng, la versión 6, pretende dar respuesta a las futuras necesidades (proponiendo un modelo para la transición). Y además aparecen soluciones para tener las estaciones de trabajo actualizadas en su software (Java), tener seguridad cuando envías el número de tu tarjeta de crédito por la red (SSL, SET...), replicar localmente las páginas más consultadas por los empleados de una empresa para no traerlas por el enlace con Internet varias veces, etc.

¿Será la televisión interactiva una aplicación más de estos protocolos? ¿Realmente el gran público quiere llegar a casa para tomar decisiones a cada momento de cómo quiere divertirse? El perfil del usuario de Internet es el profesional de edad media, pero los niños avanzan sin tregua. Lo que es cierto es que ya no es un tema meramente técnico, sino social.



1.3 Internet vs intranets vs extranets

Internet es una red formada actualmente por más de 50.000 redes independientemente gestionadas y que permiten (salvo restricciones por seguridad) que cualquier ordenador sito en cualquier punto se conecte con cualquier otro.

Para ello todas las redes que componen Internet, con independencia de la tecnología que utilicen, intercambian datagramas IP que habitualmente forman un flujo continuo de caracteres que se segmenta para una transmisión fiable extremo a extremo según el protocolo TCP.

La familia de protocolos en los que se basa Internet, de los que TCP e IP son los más conocidos, es también aplicable en redes privadas, no conectadas a Internet, y que pueden tener la misma variedad de tecnologías subyacentes (típicamente redes de área local interconectadas por enlaces WAN).

La conectividad total (con independencia del edificio) entre ordenadores de todos los tamaños, la disponibilidad de herramientas software de todo tipo, y la interoperatividad de soluciones permiten a las empresas una flexibilidad absoluta en el acceso a la información a un coste razonable y sin dependencias.

La evolución de las Intranets se prevé más espectacular aún que la de Internet, y las empresas se lanzan a este negocio con herramientas que faciliten el trabajo cooperativo (CSCW o groupware), y con productos de seguridad que les eviten la dolorosa experiencia de una incursión no deseada que les pueda dañar o alterar sus datos, o lo que puede ser peor: su reputación.

El acceso a (parte) de una Intranet desde lugares controlados de Internet es lo que se denomina extranets. Habitualmente estas conexiones se realizan mediante túneles cifrados, encapsulando los datagramas dentro de otros, como datos cifrados, que se desencapsulan en el cortafuegos con el que se ha establecido esa sesión criptografiada.





1.4 Características de las Intranets

Conjunto de redes de área local interconectadas.

Es independiente de la tecnología de red (LAN-WAN).

Utilización de protocolos TCP/IP.

Sistemas abiertos (múltiples fabricantes en cualquier aspecto).

Escalabilidad (desde portátiles a superordenadores) e independencia del sistema operativo (disponible en casi cualquiera)

Permite la integración e todo tipo de comunicación (voz, video...)

Tiene el más completo conjunto de aplicaciones disponibles, una inmensidad de empresas ofreciendo servicios y con mucho software de libre disposición.

Usa WWW y el resto de aplicaciones Internet para los datos privados.

Puede conectarse a Internet para recepción de correo, y permitir que los usuarios de la corporación "salgan" a Internet.

Se interconecta con otras Intranets y usuarios elejados mediante VPNs: extranets





1.5 TCP/IP: la familia de protocolos

IP y TCP son solo los más conocidos de todos los protocolos Internet.

La base de la red es IP, que es protocolo que comunica las máquinas entre sí, atravesando otras redes y pasarelas.

Al más bajo nivel tiene protocolos de acceso al nivel de enlace (encapsulado de IP sobre Ethernet), correspondencia de direcciones IP y 802 (ARP, RARP, BOOTP y DHCP), y protocolos de comunicación por línea serie (SLIP y PPP).

Del control de errores se encarga ICMP. Para localizar la dirección de cualquier máquina a partir de su nombre y dominio, se utiliza DNS. Además hay protocolos para que los routers se coordinen: RIP, Hello, OSPF, EGP, BGP, etc.

Por encima se implementan TCP (añade fiabilidad a las comunicaciones, controlando corrección extremo a extremo, con independencia de las trayectorias de cada datagrama individual y la suerte que haya podido sufrir) y UDP (acceso directo a IP). Estos protocolos permiten que varios programas de un mismo ordenador se pueden comunicar concurrentemente con programas de otros.

Para facilitar la programación de aplicaciones cliente-servidor existe middleware como las RPCs y XDR, CORBA, etc. Pero aunque haya RFCs al respecto no hay una línea claramente ganadora.

En los niveles más altos se encuentran otros protocolos, algunos estándares de TCP/IP (SMTP, SNMP) y otros específicos de vendedores, relacionados con aplicaciones finales. Las 4 clásicas (telnet, ftp, e-mail y news), van ampliándose con otras de diverso éxito (gopher, WWW...) y aplicaciones comercializadas por empresas privadas.





1.6 Aplicaciones asociadas a protocolos de Internet

Debido al desarrollo inicial en BSD-UNIX, las primeras aplicaciones eran utilidades UNIX, como finger, talk, write, rdate, etc. Las primeras funcionalidades fueron emulaciones de terminal (rlogin y telnet), ejecución remota (rsh) y transferencia de ficheros (rcp, ftp y tftp).

También surgió desde el principio el interés por utilizar la red para la comunicación interpersonal. El correo electrónico (en Internet, SMTP) y las news de USENET (en Internet NNTP) han supuesto durante años unos de los mayores componentes en el tráfico cursado.

Posteriormente surgieron sistemas para compartir discos (caros por aquel entonces), impresoras, y facilitar la gestión de los ordenadores en red. NFS es un estándar de hecho en sistemas UNIX para compartir archivos on-line de forma transparente. Añadiendo a este servicio la impresión remota, se puede construir un sistema ofimático en red. Y para gestionarlo, las páginas amarillas permiten que la información de configuración esté disponible en todos los ordenadores sin problemas de actualización.

Y se pueden ejecutar aplicaciones que saquen su salida gráfica por la pantalla de otro ordenador, y que se controlen desde el ratón y teclado de otra máquina: X-Window. O gestionar de forma centralizada todos los elementos de una red (comprobar la disponibilidad de cada equipo y su configuración) a través del protocolo SNMP.

Han sido múltiples los protocolos creados sobre TCP/IP para la resolución de problemas varios, en general orientados a los sistemas distribuidos. Así hay sistemas de ficheros como AFS diseñados para grandes conjuntos de ficheros muy distribuidos. Y herramientas como Kerberos para garantizar la seguridad en los accesos. Muchos sistemas distribuidos, como Plan 9 también se diseñaron sobre IP(modificado).



Dada la abundancia de fuentes de información en Internet, durante los últimos años están evolucionando mucho (y gracias a interfaces amigables, popularizando Internet) las herramientas de búsqueda de información. Así Archie permite localizar ficheros en servidores ftp, los menús de Gopher y WWW (mediante HTTP) muestran información de diversos tipos (hypermedia) y localizada en lugares distintos, Wais (Z39.50) indexa documentos para consultas asociadas al contenido, etc.

Actualmente los robots de búsqueda en WWW (programas que ojean por la red indexando páginas por contenido para luego responder a los usuarios que buscan información sobre temas concretos mientras difunden la publicidad que les financia) son junto con Java (un lenguaje de programación y una máquina virtual que permite que trozos de aplicaciones -applets- sean cargados dinámicamente por los browsers con interprete de Java) los puntos que más interés suscitan entre los Internautas.

En Internet se pueden consultar servicios de directorio ISO X.500 o mediante LDAP, enviar correo propietario o ISO X.400 (o a otras redes mediante las pasarelas adecuadas), y cualquier tipo de aplicación que pueda identificar al receptor con una dirección IP (más un puerto) y pueda descomponer su información en datagramas con el formato adecuado.

Por último, las tendencias actuales son a la utilización de información multimedia mediante multicast. IRC o CHAT se están viendo desplazados rápidamente por audio y video transmitido a través de Internet (MBONE).

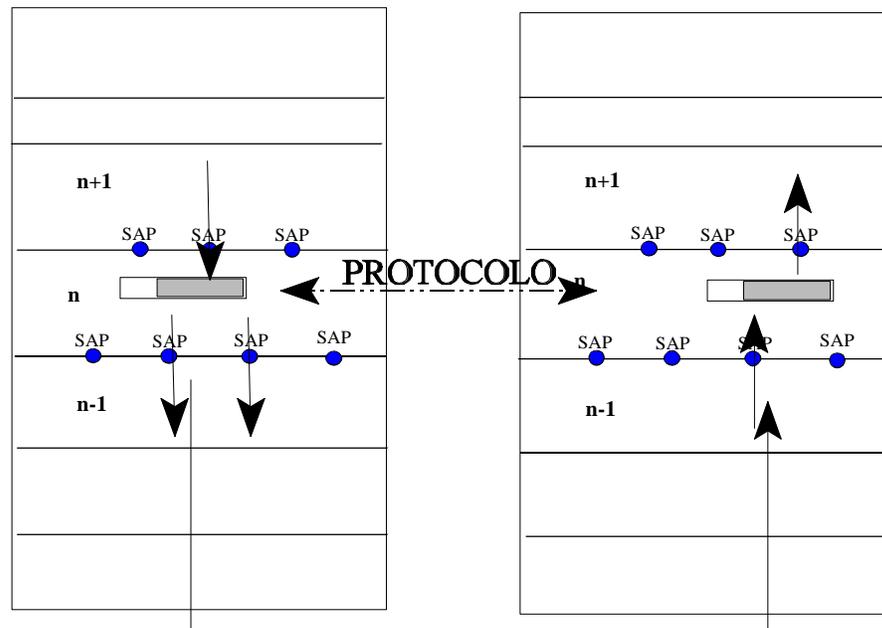
En todo caso, los campos de investigación son enormes. Por ejemplo, resolver las páginas Web que cambian de localización, evitar que las páginas más consultadas acaparen ancho de banda en lugar de replicarse según demanda, seguridad en las transacciones comerciales, etc, etc. Pero sobre todo lo importante es satisfacer las necesidades de las personas: que encuentren lo que quieren (y no informaciones varias), y si se pueden canalizar con ventaja los servicios de ocio. Quizá suponga un cambio más radical en la sociedad de lo que supuso la televisión.





1.7 Modelo de referencia OSI

Open Systems Interconnection, de ISO, define 7 niveles en los que encuadrar cualquier funcionalidad de un sistema de comunicaciones. Es posterior a Internet pero permite más fácilmente poder comprender cualquier sistema de comunicaciones.



Nivel: cada una de las capas en las que el modelo OSI descompone las comunicaciones para facilitar su comprensión. Cada nivel da servicio al superior y es servido por el inferior. Los elementos activos se llaman entidades.

Servicio: Interfaz-conjunto de primitivas (operaciones) que ofrece un nivel.

Protocolo: conjunto de reglas que rigen el formato, y significado de los elementos que se intercambian en una comunicación (paquetes, secuencia ordenada de mensajes...), entre entidades del mismo nivel.

Los protocolos son a las comunicaciones lo que los lenguajes a la programación.





1.8 Los niveles del modelo OSI de ISO

Aunque no hay una correspondencia estricta entre los modelos de referencia de TCP/IP y OSI, si podemos compararlos. Ambos se basan en niveles, y encajan bien el 3, 4 y 7.

7		NFS	NIS	bootp DHCP	tftp	telnet	ftp	X- Window	HT TP	SMTP	SNMP		<i>FTAM, X.400</i>
6		XDR											<i>ASN.1</i>
5		RPC											
4		UDP			TCP							<i>TP4</i>	
3	RIP, OSPF EGP	ICMP			IP			IGMP				ARP, RARP	<i>CLNP</i>
2		LLC IEEC 802.1		MAC IEEE 802.x (CSMA/CD, paso de token...)									<i>HDLC LAPB</i>
1		UTP...		X.21		ISDN						<i>X.21</i>	





1.9 Documentación

Las RFCs (Request For Commets) son las especificaciones de protocolos, estándares y políticas. No pertenecen a nadie, ni siquiera a una organización profesional como el IEEE. Hay unas 2000, y están accesibles en línea.

Cuando surgía un tema de interés, el IAB (Intenet Activities Board) lo proponía a la comunidad científica. Pero los fabricantes eran reticentes a cambiar los productos con cada nueva idea.

En 1989 los investigadores forman IRTF(Internet Research Task Force, subsidiaria de IAB para investigación a largo plazo) y IETF(temas de ingeniería a más corto plazo). Posteriormente se crea la Internet Society (formada por personas interesadas en Internet, algo parecido a IEEE) para aumentar la variedad de personas que participan en las TF.

Se ha adoptado un proceso de normalización más formal:

- ! Para ser un Proposed Standar, la idea debe estar explicada en una RFC y despertar interés
- ! Para llegar a Draft Standard debe estar funcionando y probandose en dos lugares independientes durante 4 meses.
- ! Si IAB lo considera bueno, lo convierte en Internet Standard.

Las RFCs tienen un número (más bajo a más antigua). Con cada versión se da un nuevo número más alto, que siempre es el que hay que buscar.

Ej:	IP	791	PPP	1134
	ICMP	792	RPC	1057
	TCP	793	NFS	1094
	TELNET	854	FINGER	742
	FTP	959	TIME	868

Se pueden encontrar en: www.rediris.es/doc/index.es.htm#referencias
www.nexor.com/public/rfc/index/rfc.html





1.10 Creación de un estándar

La filosofía de Internet probablemente sea lo que pueda explicar su impresionante éxito y la velocidad de su desarrollo.

Cualquiera puede desarrollar una nueva aplicación. Una vez que le funciona, puede entregarla a otros grupos independientes para que la utilicen y prueben, y proponer en un escrito denominado RFC que su aplicación tal como se describe se convierta en un estándar.

Si esta aplicación efectivamente funciona, llega a la etapa de "proposed standard", y si su éxito se difunde, terminará pasando a ser un estándar del IETF.

IETF, Internet Engineering Task Force, mantiene grupos de desarrollo sobre protocolos y aplicaciones. IETF pertenece a la ISOC (Internet Society), entidad sin ánimo de lucro creada en 1992 y que además tiene otros tres órganos de gestión: IAB (Internet Architecture Board) que supervisa las normas, IANA (Internet Assigned Number Authority) que asigna direcciones e IESG (Internet Engineering Steering Group) que coordina.

Otras entidades también se dedican a la estandarización, como ECMA (ECMAScript, como confluencia de javascript y vbscript), W3C (HTTP, XML...), IEEE...





1.11 Disponibilidad

Hay versiones para mainframes y superordenadores, notebooks y PDAs...

Por defecto en casi todos los UNIX (habilitarlo configurando el kernel) (BSD 4.3 y 4.4, SVR4, SCO, Linux, NetBSD, NEXT, AIX, HP/UX, AUX, Unixware, SunOS, Solaris...), y en Windows 9x/NT.

Aunque el mercado de LANs ha estado dominado por Novell Netware, que tiene su propio conjunto de protocolos (IPX, NCP, SPX), hay múltiples fabricantes que ofrecen TCP/IP sobre MS-DOS/Windows, y la propia Novell ofrece Netware sobre IP.

Los productos TCP/IP para PCs ofrecen conexión telnet y ftp. No todos ofrecen compartición de disco, y no todas las pilas se comportan igual, soportan el mismo número de conexiones simultáneas o ofrecen un winsock compatible. En general tienden a soportar tarjetas LAN y enlaces SLIP (a veces CSLIP y PPP). Existen muchos que emplean el estándar ONC NFS siendo los PCs clientes (ahora aparecen algunos que también son servidores, y no solo de NFS, sino de ftp, de WWW, etc).

Microsoft, que distribuye parches y añadidos para su software a través de Internet, también ha adoptado TCP/IP. Ya para Windows 3.1 distribuía un stack limitado, y ahora viene por defecto con Windows 95/98 y NT (aunque puede ser necesario software específico adicional: emulaciones de terminal, NFS...).

La mayoría ofrece un interfaz netbios, pero se tiende a winsockets (Microsoft define este interfaz similar a BSD), siendo la versión más difundida la 1.1 y la más reciente la 2.0.





1.12 Tendencias futuras

Riqueza del contenido multimedia: HTML 3.2, 4.0... DHTML...

URI/C: Universal Resource Identifiers/Citation. Las URLs referencian páginas que deben estar en un sitio fijo. No admiten la posibilidad de que se repliquen o cambien de ubicación.

La utilización de cachés puede ser una ayuda mientras se dispone de mayores anchos de banda (vBNS, Internet2, ATM...).

Ipng, la versión 6 de IP.

Todos los electrodomésticos tienen su dirección IP... e incluso descargan sus aplicaciones de la red y son avisados de cuando su dueño sale de la oficina...

Lenguajes formales para el contenido: VRML (Virtual Reality Markup Language) para la descripción de gráficos tridimensionales, XML (como alternativa a SGML) para dotar de documentos verificables de forma automática (MathML, etc), y en último extremo EDI y agentes (la información dejará de ser para los humanos y las máquinas tomarán mayor protagonismo en su uso).

Avances en las herramientas de búsqueda: Hyper-G es un interfaz de búsqueda de información sobre un número de servidores y servicios que sabe dónde está el cliente en el ciberespacio. No solo permite acceder a la información, sino contribuir a ella manteniendo integridad referencial y enlaces fiables. Se ha concebido en Austria y la ESA es su usuario más conocido. Los hiperenlaces son automáticamente consistentes y no solo se asocian a texto o imagen fija. Además son bidireccionales y no se almacenan en los documentos.

Telefonía sobre IP: conferencias intercontinentales a precio de llamada local. Ya es una realidad para internautas y existen cajas negras que ofrecen este servicio con un interfaz de usuario simple. Pero ¿convergerá la red de transporte hacia esta tecnología?

Las aplicaciones de audio y video, pizarras y realidad virtual son realidad en aquellos lugares que tienen conexión a Mbone. Quien sabe si la televisión a la carta e interactiva, una vez resuelto el cuello de botella que supone el bucle de abonado como acceso desde el hogar, sustituirá para muchas funciones a la difusión (suponiendo que al llegar a casa las personas quieran seguir tomando decisiones en un zapping infinito en lugar de apalancarse pasivamente frente a una programación).

CSCW /groupware: Ya hay iniciativas de sistemas abiertos para competir con Notes, y se plantean estándares para herramientas de flujo de información, para agendas autogestionadas por mail que organicen reuniones sin intervención humana...

El comercio electrónico (apoyado en infraestructura PKI, CAs, SET) cuyo éxito se prevé en un horizonte no muy lejano. La publicidad ya es una base económica para el desarrollo de "web sites" de éxito. Muchas empresas están teniendo grandes éxitos (CISCO, amazon), aunque la desconfianza (temor a que alguien pueda obtener el número de la tarjeta y utilizarlo fraudulentamente) ha supuesto un retraso. El abaratamiento de los bienes por el ahorro en infraestructura de comercialización y la reducción de plazos de entrega son un atractivo suficiente para cambiar los hábitos de realización de compras (en USA la compra por catálogo es habitual).

En todo caso hay que mencionar que el éxito de Internet está en el número de personas que se conectan con asiduidad. En algunos países el porcentaje de población con acceso a la red es enorme, así como el número de "adictos" aislados en sus hogares. La diferencia entre quienes hacen un empleo intensivo, tanto para su trabajo como para su ocio, y quienes pueden considerarse analfabetos funcionales, plantea una aterradora tendencia hacia "un mundo feliz".

La sociedad global de la información permite que desde cualquier parte del mundo se puedan ofrecer servicios (cómo reparar un grifo, por ejemplo) alterando completamente costes y precios. Este riesgo afecta mucho a ciertas profesiones (India es un país que realiza gran volumen de outsourcing informático), mientras otras (derecho, por ejemplo, entendiendo que el de un país es muy diferente al de otros y depende mucho de su ideosincracia) se ven menos afectadas por la globalización.



ÍNDICE

Introducción	2
Desarrollo histórico de la familia de protocolos TCP/IP	4
Internet vs intranets vs extranets	6
Características de las Intranets	7
TCP/IP: la familia de protocolos	8
Aplicaciones asociadas a protocolos de Internet	9
Modelo de referencia OSI	11
ISO	12
Documentación	13
Creación de un estándar	14
Disponibilidad	15
Tendencias futuras	16