

Modelo TCP/IP (Interconnection Network, Internet)

Dr. Miguel Angel León Chávez

1. Introducción

En 1968, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica (US Department of Defense, DoD) tenía la necesidad de interconectar las computadoras instaladas en sus bases militares dentro de su territorio y en gran parte del mundo como consecuencia de la guerra fría. Recordar que al termino de la segunda guerra mundial el mundo quedó dividido en dos bloques económicos y militares: capitalismo y socialismo.

En aquellos años las computadoras ocupaban grandes espacios físicos, eran muy costosas y eran escasas. La interconexión tenía como objetivo compartir los recursos computacionales, intercambiar información y permitir la comunicación de sus usuarios.

Ese año la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados (Advanced Research Projects Agency, ARPA) del DoD emitió una convocatoria para recibir propuestas de una red experimental a gran escala, robusta y tolerante a fallas que permitiera conectar las diferentes de computadoras y sistemas operativos que poseía, denominados Host. El proyecto ganador se denominó ARPANET y propuso la interconexión por medio de conmutadores de paquetes, llamados procesadores de interfaz de mensajes (IMP), hoy en día conocidos como ruteadores, los cuales a su vez estaban conectados por medio de líneas telefónicas de larga distancia, como se muestra en la Fig. 1.

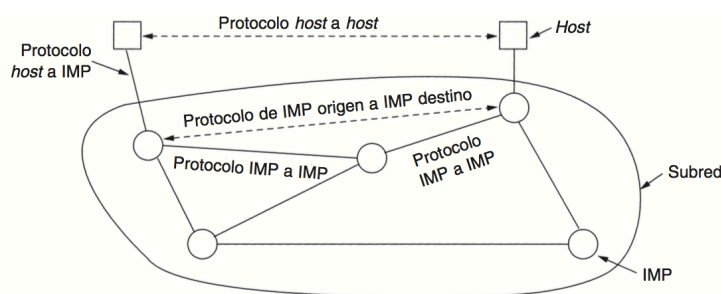


Fig. 1. Diseño original de ARPANET, tomado de [1].

Robert Kahn, trabajando para la compañía Bolt, Beranek and Newman (BBN), contribuyó significativamente en el diseño de los primeros ruteadores y se incorporó al equipo de desarrollo de ARPANET.

Por otro lado, Leonard Kleinrock de la Universidad de California en los Angeles (UCLA) obtuvo el contrato para realizar un análisis de rendimiento de la nueva red e involucró a su estudiante, Vinton Cerf, a este proyecto. En consecuencia la

UCLA fue el primer nodo ARPANET y se interconectó con el Instituto Internacional de Investigación de Stanford (Stanford Research Institute, SRI International) en Menlo Park, California el 29 de octubre de 1969. El tercer nodo ARPANET fue la Universidad de California en Santa Barbara y el cuarto nodo la Universidad de Utah.

Cerf y Kahn trabajaron juntos en la UCLA para generar las pruebas y poder predecir, diagnosticar y resolver los problemas en la red.

A fines de 1972 Kahn se incorporó a la Oficina Técnica de Procesamiento de la Información (parte de DoD - ARPA) y participó en diferentes proyectos como PRNET (red de paquetes de radio) y SATNET (red de paquetes satelitales); este último fue una red satelital Atlántica implementada entre el DoD, la oficina postal Británica y la autoridad de telecomunicaciones de Noruega con el objetivo de monitorear las pruebas nucleares subterráneas de la entonces Unión Soviética.

En la primavera de 1973 Kahn busco a Cerf con la idea de desarrollar un sistema para la interconexión de estas redes con ARPANET, es decir una red de redes. Mas tarde publicaron lo que sería la arquitectura de Internet: "A Protocol for Packet Network Intercommunication" [2]. Donde hay dos elementos claves: el Protocolo de Control de la Transmisión (TCP) para proveer un servicio de transmisión confiable, de entrega ordenada y de control de flujo de los paquetes entre las redes interconectadas; el segundo elemento fue un conjunto de ruteadores encargados de conectar las redes, transmitir los paquetes entre ellos buscando el mejor camino al nodo destino y entregar los paquetes. Existiendo para ello un sistema de direcciones jerárquico, es decir una dirección de red y una dirección del nodo en esa red.

Cerf trabajo en la UCLA contratado por ARPA y mas tarde para ARPA, donde junto con Jon Postel y Danny Cohen, de la Universidad del Sur de California, reformularon la arquitectura de Internet; TCP para proveer un servicio confiable de extremo a extremo, sólo se ejecuta en los nodos emisor y receptor; y el Protocolo de Internet (IP) para ofrecer un servicio de direccionamiento, fragmentación y reensamblado de los paquetes entre las redes y se ejecuta en los nodos y los ruteadores, como se muestra en la Fig. 2.

Se debe notar que TCP es un protocolo orientado a la conexión y con reconocimiento, es decir tiene una fase de conexión lógica, una fase de transmisión y una fase de desconexión. Mientras que IP es un protocolo sin conexión (sólo existe fase de transmisión) y sin reconocimiento (no existen retransmisiones en caso de que el paquete tenga un error o se pierda).



Fig. 2. Modelo TCP/IP

La literatura pública no documenta el papel del DoD en las decisiones de diseño de estos protocolos pero se puede notar que satisface el requerimiento de tolerante a fallas, es decir si un ruteador está fuera de servicio el resto de los ruteadores buscará otro camino para entregar el paquete.

De esta forma la nueva arquitectura de Internet (TCP/IP) descrita en el artículo publicado en 1980 por Cerf "Protocols for Interconnected Packet Networks" [3] simplifica la operación de los ruteadores y ayuda a incrementar el número de redes y nodos conectados a ella.

El acceso a Internet creció rápidamente con el apoyo de la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos (National Science Foundation, NSF) que en 1981 desarrolló la red de Ciencias de la Computación (Computer Science Network, CSNET). Y en 1986 con su red (NSFNET) permitió el acceso de todas las organizaciones educativas y de investigación.

La ARPANET fue dada de baja en 1990, la Internet fue comercializada en 1995 cuando la NSFNET fue dada de baja y se permitió que la Internet transportara paquetes de organismos comerciales.

En 1991, Cerf y Kahn crearon una organización sin fines de lucro, la Sociedad de Internet (Internet Society, ISOC) que alberga a la Fuerza de Trabajo Ingenieril de Internet (Internet Engineering Task Force, IETF) encargada de estandarizar todos los protocolos de Internet. Mas tarde Cerf es nombrado presidente de la Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, ICANN) encargada de asignar los nombres de dominio y las direcciones IP a los organismos que lo soliciten.

Vinton Gray Cerf y Robert Elliot Kahn recibieron el premio Alan Turing en 2004 [4], algunas veces referido como el premio Nobel de la Computación, por sus trabajos en el diseño e implementación del Internet, los protocolos TCP/IP y por su liderazgo en las redes de comunicación.

Finalmente se debe notar que Cerf y Kahn resolvieron eficazmente el problema de la interconexión de redes. El problema de seguridad en la comunicación lo resolvieron

de acuerdo a los requerimientos del DoD, es decir definieron un campo de seguridad de dos bits en el encabezado IPv4 [3] para declarar paquetes ultra secretos, secretos, confidenciales o sin clasificar, es claro que hoy en día dos bits son insuficientes para proveer servicios de seguridad.

El problema de seguridad lo resuelve la versión 6 del IP, publicado en el año 2000, al declarar encabezados de extensión para proveer los servicios de confidencialidad, integridad y autenticación de los paquetes. El IETF previó que la implantación del IPv6 llevaría diez años dado que habría que substituir todos los ruteadores en el mundo para que transmitan estos nuevos paquetes. Esto no ha sido así y nuestras comunicaciones en el Internet siguen siendo inseguras.

2. Modelo OSI versus Modelo TCP/IP

Para propósitos de comparación de ambos modelos, como se muestra en la Fig. 3, se debe notar lo siguiente:

- a) El modelo TCP/IP se especificó en 1969
- b) El modelo OSI se especificó en 1980
- c) El modelo OSI define capas, servicios e interfaz al servicio
- d) El modelo TCP/IP no define capas!
- e) El modelo TCP/IP especifica protocolos
- f) Estos protocolos se pueden ubicar en diferentes capas del modelo OSI por los servicios que implementan
- g) El modelo TCP/IP especifica una interfaz a la red dejando abierta la posibilidad de interconectar cualquier red, como se muestra en la Fig. 4.
- h) Los primeros protocolos de nivel de aplicación se diseñaron para satisfacer los requerimientos de los usuarios, a saber: compartir los recursos computacionales (TELNET), intercambiar información (FTP) y permitir la comunicación de sus usuarios (SMTP)
- i) El Servidor de Nombres de Dominio (DNS) resuelve la dirección IP, dado un dominio devuelve la dirección IP asignada por el ICANN
- j) El ISO ha especificado varios protocolos para las diferentes capas del modelo OSI, pero en otros documentos diferentes al ISO 7498

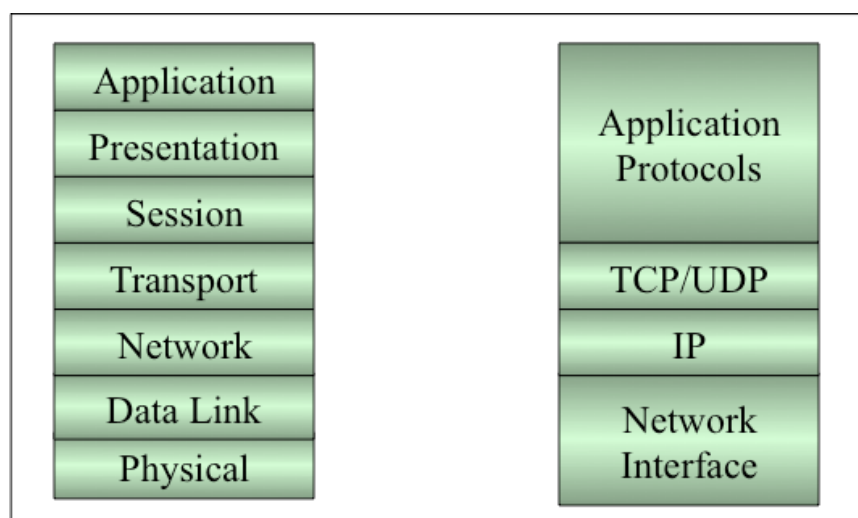


Fig. 3. Modelo OSI vs Modelo TCP/IP

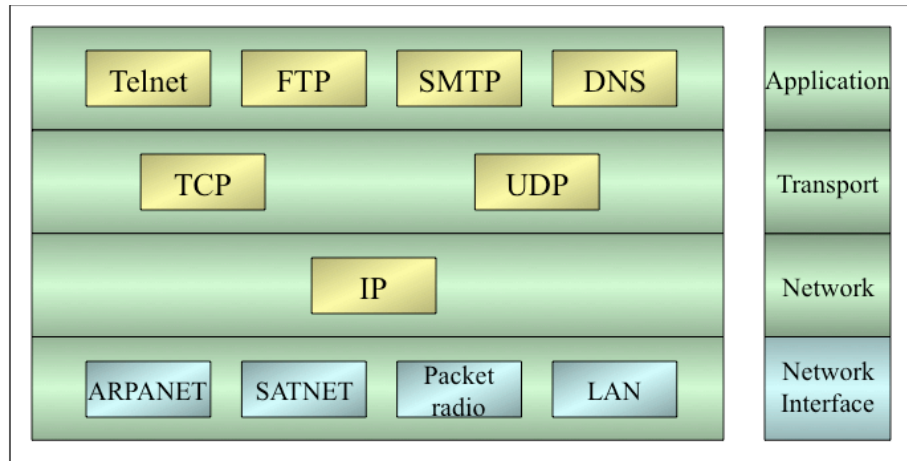


Fig. 4. Protocolos y redes en el modelo TCP/IP

3. Servicios del modelo TCP/IP

- a) IP ofrece un servicio sin conexión y sin reconocimiento
- b) TCP ofrece un servicio con conexión y con reconocimiento
- c) UDP ofrece un servicio sin conexión y sin reconocimiento

Referencias

- [1] Tanenbaum, A.S. Redes de Computadoras, Ed. PEARSON, 4th Edición, 2003.
- [2] Cerf, Vinton G. and Robert E. Kahn, [A Protocol for Packet Network Intercommunication](#), *IEEE Transactions on Communications* (COM-22), May, 1974, pp. 637-648.
- [3] Cerf, Vinton G., [Protocols for Interconnected Packet Networks](#), *ACM Computer Communication Review*, Vol. 10, Num. 4, 1980, pp. 10-59.
- [4] <http://amturing.acm.org/byyear.cfm>