

Fundamentos de redes de computadoras

Parte 1



FELIPE GONZÁLEZ SÁNCHEZ
felipegonzalez@mail.com

Prácticamente desde el principio de la historia de las computadoras, se tenía en mente la idea de comunicarlás entre sí para el intercambio de información y para compartir procesamiento y recursos externos. Hoy, las redes ya se utilizan en todo tipo de organizaciones, desde pequeñas empresas hasta el hogar. En este artículo veremos algunos conceptos de redes con la evolución del hardware, el software y los nuevos medios de comunicación.

Los cambios y avances en el campo de las comunicaciones han permitido una fusión con el mundo de las computadoras, donde el modelo de la sala de cómputo central que existía antes ha ido desapareciendo, y ahora en cambio de una gran computadora que haga todo, se tiene un número apreciable de máquinas separadas, que conectadas entre sí, realizan el mismo o un mayor trabajo. En este tipo de redes, cada computadora es autónoma en sus tareas, es decir no está controlada por otra computadora, como en el modelo inicial maestro/esclavo con terminales brutas que son simplemente módulos o periféricos de un computadora central, figura 1.

Así, las computadoras de una red tienen la habilidad de intercambiar información con otras partiendo de una interconexión física, que puede ser a través de diferentes medios como por ejemplo, alambre de cobre, fibra óptica, enlaces de microondas o satelitales o una mezcla de todos estos medios con diferentes jerarquías como ocurre con las redes de área extensa o WANs que mencionaremos más adelante. Existe otro concepto clave que puede prestarse para confusiones que tiene similitud con la definición de redes de computadoras y es lo que se denomina un sistema distribuido o DCS (*Distributed Computer System*), en el cual hay una

configuración donde la existencia de un grupo de computadoras autónomas, es transparente al usuario.

Por ejemplo, puede haber un sistema de multiprocesamiento, en donde un usuario corre un programa y el sistema operativo se encarga de ejecutarlo en alguna parte del hardware dependiendo de la disponibilidad de recursos. La tarea es transparente al usuario, tal como si fuera una sola computadora. Este esquema se utiliza mucho hoy en día para sistemas de control, de comunicaciones y para servidores con funciones trascendentes, de tal forma que se tenga redundancia en un sistema y si

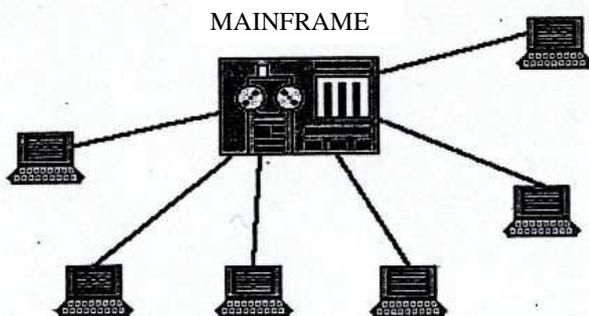


Figura 1. Modelo antiguo donde muchas terminales brutas se conectan a una máquina central.

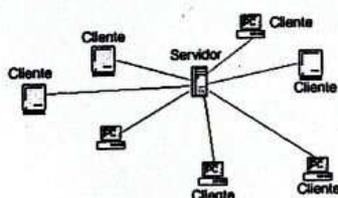


Figura 2. Modelo Cliente-Servidor

algo falla, se ejecuten automáticamente las operaciones en otro lugar, tarea que como ya dijimos, corresponde a un sistema operativo, que se encarga de gestionar el transporte de recursos entre los diferentes módulos de un sistema distribuido. Otro objetivo de un sistema distribuido es tener mayor desempeño, claro está dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, muchos servidores Web de altísimo tráfico, utilizan este sistema para mantener al máximo posible la seguridad y el rendimiento.

En una red común, los usuarios tienen que escoger los recursos que desean compartir, todo bajo una jerarquía de permisos ya establecida, y también deben ordenar manualmente las tareas que se deseen ejecutar en diferentes puntos de la red, donde cada punto se identifica de alguna forma, como por ejemplo con una dirección. La gran diferencia entre un sistema distribuido y una red de computadoras, se ve reflejada en el software y no en el hardware, ya que se puede tener un conjunto de computadoras interconectadas entre sí actuando como un DCS, donde el sistema operativo se encargaría de todo haciendo que todos los procesos sean transparen-

tes al usuario; mientras que en el otro extremo se puede tener el mismo hardware y el funcionamiento es totalmente diferente.

Gracias a la incorporación masiva de las computadoras en las empresas y organizaciones y a la proliferación de medios de comunicación a bajo costo, se ha incrementado notablemente el crecimiento de las redes, ya que es una necesidad que surge al querer interconectar, por ejemplo diferentes sucursales o recibir información de una oficina central ya sea para cualquier aplicación que involucre el procesamiento de volúmenes de información significativos, todo haciéndose de igual forma si dos computadoras están a tan sólo unos pasos o a miles de kilómetros. Otra gran ventaja de las redes es que la comunicación entre las personas se puede simplificar considerablemente a un costo muy bajo, ya que se utilizan aplicaciones como el correo

electrónico, donde la comunicación es casi instantánea sin importar la distancia.

Modelo Cliente-Servidor

En los tipos de redes las tendencias han cambiado drásticamente. Antes se utilizaban *Mainframes* o computadoras muy grandes, poderosas y costosas, mientras que ahora se utilizan muchas computadoras «pequeñas» para repartir el trabajo, principalmente debido a que estas son más económicas. De cierta forma se mantiene el modelo de un computadora central o servidor cuya carga es muy baja comparada con las

tendencias antiguas utilizándose por ejemplo para compartir o difundir información común a cierta cantidad de computadoras de la red a las que se les llama clientes, cuyos intereses son similares en cuanto a la información se refiere. Este tipo de aplicación se conoce como el modelo cliente-servidor y se puede observar en la figura 2, donde el servidor, además de repartir información, también se puede usar como ejecutor de tareas, y luego de que se tenga el resultado, este es enviado a las computadoras que hicieron la solicitud de ejecución.

Con el modelo cliente-servidor, se tiene otra ventaja sobre la estructura antigua del *Mainframe* o centro de procesamiento. La gran ventaja se conoce con el término de escalabilidad, donde a medida que crecen los requerimientos de procesamiento o demanda de mayor manejo de información, se necesitaría cambiar el *Mainframe* por uno de mayor capacidad lo cual implica un costo altísimo y en muchos casos problemas de compatibilidad y necesidad de nuevo software.

En el modelo cliente-servidor, la escalabilidad se da simplemente añadiendo más microcomputadoras, como más clientes y más servidores de forma transparente, ya que simplemente consiste en añadir elementos del mismo tipo al sistema conjunto ya existente y sin límite alguno permitiendo un crecimiento que satisfaga las necesidades que vayan surgiendo en cada organización.

Difusión masiva de las redes

Durante los años 70s y 80s este avance tecnológico era exclusivo de empresas muy grandes o de comunidades con un alto poder adquisitivo; fue entonces hasta que las computadoras personales lograron la integración suficiente con el mundo de las comunicaciones y se logró una utilización masiva del concepto de red, gracias al acceso de información remota que se podía tener desde el hogar o desde una pequeña empresa por ejemplo, con sólo usar un módem, o las comunicaciones entre personas que estuviesen en sitios muy lejanos, y también viéndolo como una

forma de entretenimiento interactivo que ha logrado que el interés de las masas cree el impulso tecnológico que hoy hace a Internet, por ejemplo, la más grande red de todos los tiempos y el fenómeno tecnológico con el que se terminó el milenio.

Tipos de redes

Con todo el boom que existe sobre este tema, sería muy extenso enumerar todos los tipos de topologías de redes que existen actualmente, pero sí se pueden clasificar los principales bajo ciertos parámetros; básicamente el tamaño o área de cubrimiento y la tecnología que utilizan. En cuanto a tipos de transmisión, se puede hablar de dos sistemas básicos: las redes de difusión masiva (*Broadcasting Networks*) y las redes de comunicación entre dos puntos fijos (*Point to Point Networks*).

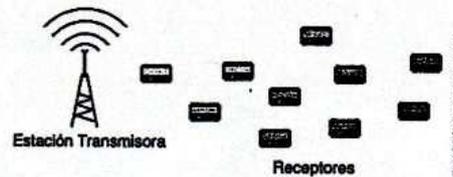
Redes de difusión masiva (*Broadcasting Networks*)

Este tipo de redes se basa en un concepto simple, pero eficaz, ya que se compone básicamente de dos elementos: un transmisor y muchos receptores que comparten el mismo medio de transmisión. Partamos de un ejemplo simple como la radio o la televisión donde todos reciben la misma información.

En un ámbito más aplicado a nuestro tema, una computadora envía varias tramas (conjuntos de bits) que representan cierta información que podremos llamar «paquete». En este modelo, se envía un paquete y todas las computadoras lo ven pasar; cada paquete tiene un trozo de información que indica una dirección destino, de forma que cada computadora tiene su dirección asignada que la identifica como única en la red.

Con más detalle, el paquete contiene un campo que indica la dirección y todos los clientes comparan este campo de la trama o paquete con su dirección hasta que el dueño de ésta lo identifica y procesa el resto del paquete de cierta forma previamente establecida por lo que se quiera hacer. El caso de un *beeper* o buscaperonas es exactamente el mismo, donde el medio que

Figura 3. Modelo de comunicación de una red de buscaperonas o beepers.



comparten todos los receptores es el aire y dependiendo del código que va en el campo de direcciones, se recibe el mensaje en el receptor apropiado como se puede ver en la figura 3.

En aplicaciones de *broadcasting* también se pueden hacer otras cosas como por ejemplo usar un código de dirección para escoger subgrupos como destino, dependiendo de lo que se desee, permitiendo así comunicación a uno o a múltiples puntos de una red; esto es conocido como *Multicasting*.

Redes Punto a Punto (*Point-to-Point Networks*)

Este sistema se basa en múltiples enlaces entre pares de puntos de una red. De esta manera, cuando la información viaja de un punto a otro es posible que tenga que pasar por puntos intermedios para llegar a su destino final; también puede viajar por diferentes rutas para alcanzar ese destino, así que desde el punto de vista del software, se debe tener en cuenta la importancia de los métodos

de enrutamiento de la información dependiendo de las condiciones dadas en la red en ese momento para asegurar la mejor manera de transportar la información; este es el caso por ejemplo de Internet. Podemos ver en la figura 4 un esquema de conexión entre dos puntos remotos pasando por rutas que podrían ser diferentes dependiendo del caso.

Como mencionamos anteriormente, las redes también se pueden clasificar por su área de cubrimiento y tecnología utilizadas. Básicamente, existen tres categorías donde se pueden clasificar todas las redes como lo muestra la figura 5.

LANs (*Local Area Networks*)

Las redes de área local, tal vez las más populares, consisten básicamente en redes privadas pequeñas con un cubrimiento que abarca una casa, una oficina, un edificio o como máximo una universidad. Se usan para conectar grupos de computadoras que comparten

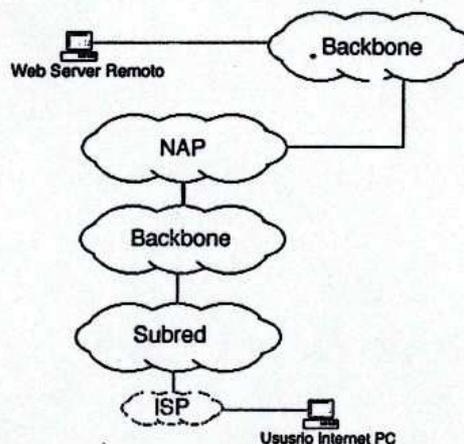


Figura 4. Esquema simplificado de la conexión de dos puntos en Internet

COMPUTADORAS

| Distancia entre máquinas | Tipo de red |
|--------------------------|-------------|
| 10m | LAN |
| 100m | |
| 1km | |
| 10km | MAN |
| 100km | MAN / WAN |
| 1000km | WAN |
| 10000km | |

Figura 5. LANs, MANs y WANs

recursos como por ejemplo impresoras, dispositivos de almacenamiento masivo o acceso a bases de datos. Las redes de área local tienen un límite en cuanto a cubrimiento; de esta manera se sabe con certeza hasta donde se extienden, no como sucede con redes de área extensa o WANs, en las cuales no se puede conocer bien su cubrimiento. Este conocimiento permite el uso de ciertos tipos de conexión o topologías, que hacen por ejemplo que se conozcan las características de la información en los peores casos, cuando esta viaja entre los puntos más distantes. Otra ventaja de las LANs es que, debido a su tamaño restringido, se pueden administrar con relativa facilidad.

Las redes LAN más comunes tienen velocidades de transmisión de 10Mbps a 100 Mbps, tienen bajos tiempos de retardo y la tasa de error es bastante baja. Hoy en día el tipo de red



Figura 6. Un sólo cable permite la conexión de varias computadoras.

LAN más común, es la red Ethernet. También son populares las redes Token-Ring, tecnología de IBM con velocidades de 4 y 16 Mbps, y en la plataforma Macintosh, las redes AppleTalk sobre Ethernet o la versión de bajo costo y baja velocidad conocida como LocalTalk.

Existen varios modelos para la operación de redes LAN, por ejemplo en el caso donde los diferentes puntos de red comparten un mismo cable o medio de transmisión, como en la figura 6. En este caso, se asignan puntos de origen y destino, permitiendo que una máquina transmita y otra reciba mientras que todas las otras máquinas de la red deben esperar y abstenerse de involucrarse en la comunicación dejando el canal libre.

En una red Ethernet existen varias configuraciones posibles con respecto al tipo de cableado que se vaya a utilizar, ya sea 10Base5, 10Base2 o 10BaseT. Todas estas configuraciones tienen en común el mecanismo de coordinación para transmitir datos; cuando una máquina quiere transmitir, evalúa o "escucha" el medio compartido para detectar si hay tráfico; si lo hay, espera hasta que el canal esté libre; de lo contrario, inicia la transmisión instantáneamente. Puede darse el caso en el cual dos o más máquinas inicien la transmisión simultáneamente; en esta ocasión los paquetes transmitidos chocarán, por lo cual se suspenderá la transmisión inmediatamente desde ambas partes; entonces cada máquina espera un tiempo aleatorio y reinicia la transmisión para evitar que se presente la colisión otra vez y así se inicia el ciclo de solicitud del medio o canal nuevamente.

En otro tipo de red LAN, como por ejemplo la del tipo anillo, cada paquete

tiene que pasar en serie por todos los puntos de la red. Este tipo de red Broadcast, requiere también un método para asignar el uso del canal a cada uno de los miembros del anillo. Existen otros tipos de redes que utilizan técnicas que no requieren un método de asignación de canal a cada una de las diferentes estaciones de la red. Una técnica que se utiliza es usando multiplexación en tiempo, de forma que se asignan intervalos a cada estación, tiempo durante el cual puede transmitir una máquina y se continúa la transmisión en el siguiente intervalo correspondiente, después de haber dado toda la vuelta. Este esquema es eficiente sólo en el caso donde todas las máquinas estén transmitiendo simultáneamente; de lo contrario, se desperdicia el uso del canal ya que va a existir un porcentaje de tiempo considerable donde no va a haber flujo de información puesto que los "time slots" o intervalos correspondientes a otras máquinas, no van a contener ningún tráfico.

MANs (Metropolitan Area Networks)

En el siguiente nivel de la clasificación con respecto al tamaño y área de cubrimiento, se encuentran las MANs o redes de área metropolitana. Estas redes son básicamente versiones extendidas de LANs y utilizan tecnología muy similar y dan cubrimiento a zonas extensas como por ejemplo una ciudad o conexiones entre LANs, que no estén muy distantes geográficamente. Una MAN consiste básicamente en dos líneas de transmisión que hace que se puedan extender fácil y ampliamente sobre la zona que se desea cubrir. La IEEE, ya ha estandarizado este tipo de redes, conocidas con el código 802.6 o con las siglas DQDB (*Distributed Dual Queue Bus*). La topología se conforma por dos cables unidireccionales, de los cuales se derivan las conexiones a las máquinas como se puede observar en la figura 7.

Cada cable tiene un iniciador y un terminador que vela por el flujo de datos iniciando la transmisión de estos al principio del cable. El tráfico se enruta de acuerdo a la locación del destino. Observando la figura, si se quiere trans-

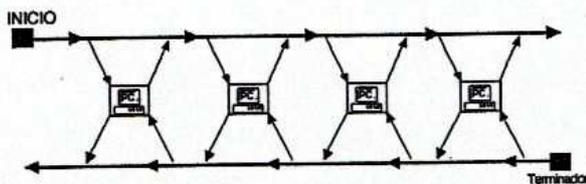


Figura 7. Modelo de conexión de una red MAN.

mitir hacia una máquina que está a la derecha, se usa la línea superior, y si es a la izquierda, la inferior; de esta manera se justifica el uso de líneas unidireccionales.

WANs (Wide Area Networks)

Las redes de área extensa son el ejemplo de qué tan lejos ha llegado el mundo de las comunicaciones hoy en día; estas tienen cubrimientos que van desde ciudades aledañas hasta países, continentes y atraviesan en algunos casos todo el planeta. Las aplicaciones de estas redes consisten principalmente en compartir datos, ejecución de aplicaciones y circuitos o líneas privadas de voz y video-conferencia, y pueden conectar un número ilimitado de máquinas. En estas redes se habla de dos tipos de comunicación: la comunicación entre las máquinas o *hosts* que es la información en sí que se desea intercambiar, y la comunicación de los aspectos de la red como tal, que se denomina subnet o subred, que cubre los aspectos operativos que hacen que la comunicación sea eficaz y posible.

Estas subredes o subnets, comprenden la parte digamos física del enlace y se compone de dos elementos esenciales: las líneas de transmisión y los elementos o dispositivos de conmutación. Estos últimos son módulos especializados, generalmente computadoras dedicadas más conocidos como enrutadores o *routers*, que se utilizan para conectar las líneas de transmisión de forma que cuando llegan datos, el elemento de conmutación debe escoger un camino usando otra línea de transmisión para continuar el trayecto de lo que se transmitió. En la figura 8 se puede observar un diagrama que ilustra la posición de los enrutadores en una red WAN y la demarcación de la subred o subnet.

Este tipo de conexión ofrece una flexibilidad importante, ya que si por ejemplo dos enrutadores no poseen una conexión directa o se pierde el enlace por problemas del medio de comunicación, estos pueden llegar a su destino escogiendo caminos o rutas alternas, así se recorra una distancia mucho mayor introduciendo, claro está, un mayor re-

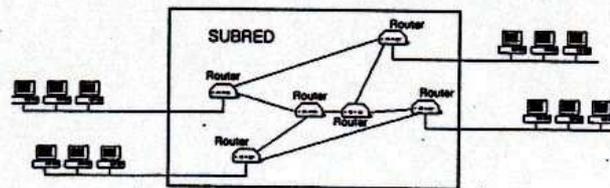


Figura 8. Red WAN. Esquema de enrutadores y conexión entre líneas de transmisión.

tardo en el flujo de la información. Otra causa que amerita el desvío de la ruta más corta es por ejemplo también el tráfico excesivo que se pueda dar en ciertas zonas de la red.

El tráfico juega un papel bastante influyente, ya que se va acumulando información de forma que queda en espera hasta que el enrutador considere que la línea de transmisión de salida está libre para enviar la información que estaba en espera. Una subred o subnet que utiliza esta técnica se conoce como red punto a punto o PSS (*Packet Switched Subnet*).

Las redes WAN poseen una característica bastante peculiar que consiste en que su crecimiento es prácticamente ilimitado y más importante aún, su crecimiento puede salirse de control con respecto a las topologías e interconexiones posibles entre enrutadores de forma que se obtienen conexiones amorfas que pueden ser de muchas formas diferentes.

En una WAN se puede encontrar una mezcla muy diversa de medios de transmisión, debido a la característica de difusión amplia y adaptabilidad que se requiere; esto hace que puedan haber conexiones que usen desde pares de cobre, pasando por fibra óptica, enlaces de microondas y satelitales, lo cual causa que ciertas partes de la red sean más rápidas que otras haciendo aparecer el fenómeno conocido como cuello de botella (*bottleneck*) donde se represa la información esperando disminución en el tráfico para poder continuar el trayecto.

Internetworks

Como vimos en la definición de las WANs, existen muchos tipos de redes,

y más si lo vemos desde un punto de vista global examinando todas las posibilidades. Así entonces, hoy en día se puede encontrar una diversidad muy amplia de tipos de redes tanto como en hardware como en software, y es muy usual que estas redes entre sí sean incompatibles. Cuando se desean comunicar entre sí, como sucede ahora que todos quieren estar conectados con todos, es necesario usar un elemento bidireccional que permita hacer la traslación o traducción entre los formatos de estas diferentes redes para así permitir su comunicación.

Las máquinas que hacen esta tarea se conocen como *gateways* y se encargan de hacer la traslación a todo nivel. Un conjunto de redes interconectadas es lo que se conoce como *internetwork* y es precisamente de donde sale el término *Internet* que no es precisamente la red que todos conocemos, sino el nombre de una red con las características mencionadas previamente.

Es importante notar bien las diferencias entre una red, una WAN, Subnet, LAN e Internetwork, ya que algunas veces se presta para confusiones; por ejemplo una interconexión de redes LAN a través de una red WAN, se puede considerar como una Internetwork.

En este artículo vimos una introducción a los conceptos básicos de lo que concierne a las redes de datos, explicando los principales conceptos que sirven como base para entrar en un detalle más técnico del cual hablaremos en el próximo artículo cuando se defina la parte de software que está detrás de todas las redes, iniciando por el modelo de múltiples capas u OSI (*Open Systems Interconnect*) y el punto de vista de TCP/IP.