

## Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos

### Capítulo I: Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos

#### 1.1 Introducción

La comunicación de datos se ha convertido en una parte fundamental de la computación ya que las redes globales reúnen datos sobre temas diversos, como pueden ser las condiciones atmosféricas, las noticias en la web, correos electrónicos, intercambio de programas y archivos. Todas las interacciones en la red global se llevan a cabo mediante estructuras CLIENTE-SERVIDOR.

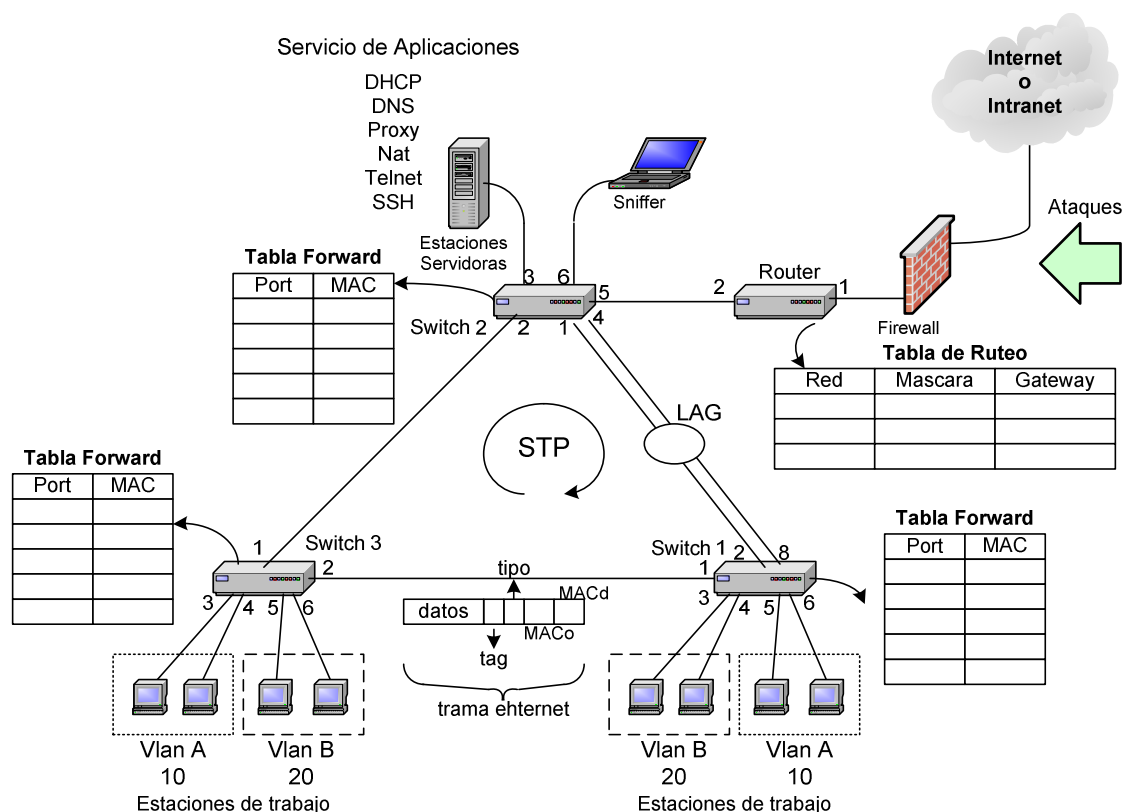


Figura 1.1.1: elementos que componen una red de datos

En esta primera parte podemos clasificar a las redes como **públicas** de libre acceso para cualquier usuario ubicado en cualquier parte del mundo como es el caso de **Internet** y a las redes como **privadas** donde la información disponible a los usuarios solo es accesible por ellos mediante esquemas de autenticación y validación de usuarios como por ejemplo en una **Intranet** corporativa. El ejemplo mas claro de redes autenticadas es la red de cajeros automáticos. Cuando un usuario requiere una operación por este vía, el Banco solicita la clave de acceso para realizar las transacciones. Con la clave el Banco autentica al usuario identificándolo como uno conocido y valida su ingreso para realizar las operaciones deseadas.

En la figura 1.1.1 se muestra un ejemplo de conexión de red donde intervienen diferentes componentes en la misma: protocolos, servicios,

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

tecnologías de acceso, equipos servidores, equipos clientes, switches, firewalls, routers. La operación de los diferentes componentes se irán desarrollando a lo largo de toda la materia.

A continuación describiremos brevemente cada uno de los componentes indicados en la figura.

### **a. Estaciones de trabajo.**

Son dispositivos de hardware de bajo procesamiento y capacidad empleados para realizar la interacción entre el usuario final (persona) y la red de datos para poder acceder a los recursos disponibles en ella. El objetivo de toda red de computadores es compartir recursos físicos (impresoras, plotters, etc..) y lógicos (información, datos).

El ejemplo mas claro de una estación de trabajo es la PC de su casa u oficina.

### **b. Estaciones Servidoras.**

Son dispositivos de hardware de alto procesamiento (muchos procesadores, por ejemplo mas de 1), rendimiento y capacidad (mucha memoria, por ejemplo 1 TeraByte) empleados para alojar los servicios (sistemas, aplicativos) disponibles para que los usuarios finales los accedan. Estos dispositivos deben soportar muchas (decenas, cientos o miles de conexiones por segundo) consultas de clientes simultaneas es por eso que su capacidad de hardware debe ser suficiente para procesar todos los pedidos.

Piense en el servidor físico que aloja la pagina web de **google.com.ar** y en la cantidad de usuarios en todo el mundo que pueden acceder a ella. Si este dispositivo no cuenta con un procesador, una memoria de almacenamiento adecuado, entre otros componentes, no podrá servir a todas las consultas solicitadas por los clientes distribuidos en todo el mundo. Situación similar a lo que sucede cuando una cajera del super tiene 20 personas realizando cola para abonar la mercadería y la demora de la atención de la cajera se incrementa. Como se siente usted en esa situación? Mejor no lo diga! ja.

Además, existen servicios como el **DHCP** (Protocolo de Configuración de Host Dinámica) que entrega parámetros IP dinámicamente a las estaciones de trabajo que lo requieren, servicios NAT y Proxy que permiten compartir un único enlace de Internet entre muchas (mas de dos) estaciones de trabajo en una red de datos (por ejemplo, en un cyber), servicios DNS (Servicio de Nombre de Dominio) que permiten resolver el IP real de una estación de trabajo en función de su nombre, SSH y telnet que permiten gestión y configuración remota de dispositivos de red (switches, routers, etc...)

### **c. Identificación de los dispositivos.**

En una red de datos las estaciones de trabajo y servidores se identifican empleando los siguientes identificadores:

- **Puerto:** identificadores lógicos empleados a nivel de sistema operativo para identificar aplicaciones. Cada aplicación en la Internet o en la Intranet se identifica por este número que va desde el numero 1 al 65535. Esta situado en la capa de transporte.
- **Dirección IP:** identificador agregado por la capa de red. La dirección IP tiene 32 bits de longitud, donde existe un grupo de bits para identificar prefijos de red y el resto de los bits para identificar PCs dentro de ese prefijo, similar a los números telefónicos empleados por los prestadores de telefonía.

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

- **Dirección Física:** identificador agregado por la capa de enlace de datos. La dirección física tiene 48 bits de longitud. Las capas de transporte, red y enlace de datos serán tratadas en las siguientes secciones de este capítulo.

### **d. Medios de Conexión.**

La conexión entre los componentes de una red de datos es el punto inicial para el armado de una red de datos. Constituye el camino que unirá los diferentes componentes de la red de datos para lograr la interacción y el intercambio de información.

Podemos pensar que una conexión en una red de datos es similar a la red de caminos que unen ciudades, donde existen diferentes caminos alternativos para ir de una ciudad a la otra. Esta premisa de redundancia es la que hay que lograr en un sistema de cableado estructurado que veremos en los módulos siguientes.

Los medios de conexión en una red de datos pueden ser físicos (cable de cobre, coaxial, fibra óptica) y aéreos (enlaces inalámbricos) al igual que en la red de caminos donde contamos con rutas o vuelos.

Además, podemos contar con conexiones entre las estaciones de trabajo y servidores de distintas velocidades, similar a lo que sucede si a dos ciudades las une una ruta de una sola vía o contamos con autopistas de 4 vías por sentido. Mientras mas vías tengamos mas autos pasarán (mayor flujo de autos pasaran), lo que permite mejorar la velocidad en el transporte y los tiempos de llegada de una ciudad a la otra. En las redes de datos pasa lo mismo, solo que la cantidad de tramas ("autos" en nuestra analogía) que pasarían dependerá de la tecnología que emplee para la transmisión. En las redes de datos a los autos le llamaremos tramas.

### **e. Placas de Red**

Son elementos físicos de hardware que están instaladas en las estaciones de trabajo y en los servidores y que permiten vincular o anexas o interfasear las estaciones de trabajo y servidores con el medio de conexión (sea alámbrico o inalámbrico).

En este modulo trabajaremos sobre el protocolo ethernet, definiendo de que manera es posible que las estaciones de trabajo puedan acceder al medio para la transmisión de datos.

El protocolo establece cuando una estación de trabajo puede transmitir y cuando una estación de trabajo debe aplazar su transmisión hasta esperar la finalización de la transmisión de otra estación de trabajo.

### **f. Conmutadores (Switches)**

Son los dispositivos de hardware que permiten el intercambio de información entre las estaciones de trabajo y los servidores a nivel enlace de datos. En nuestra analogía de los párrafos siguientes los llamamos traductores.

Un switch conmuta en base a una tabla que contiene una columna llamada MAC que completa con las direcciones físicas de origen de las estaciones de trabajo que transmiten y otra columna donde el switch anota el puerto de ingreso de la trama que se transmitió y esta recibiendo.

### **g. Conmutadores Enrutadores(Router)**

Son los dispositivos de hardware que permiten el intercambio de información entre las estaciones de trabajo y los servidores a nivel de red.

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

De manera simplificada un router conmuta en base a una tabla que contiene una columna llamada RED que completa con los prefijos de destino que el conoce y otra columna donde el router anota hacia donde encaminar el tráfico para llegar a ese destino. En proceso de enrutamiento es muy similar cuando realizamos un viaje de Córdoba a Bs. As., donde el conductor va visualizando los carteles indicadores del destino y el listado ordenado de localidades a pasar con el kilometraje para llegar a ese destino. Por ejemplo, para el caso de nuestro ejemplo en la autopista figuraría que para llegar a Bs. As. Tenemos 800 Km y el primer pueblo a pasar es Río II a 60 Km, después en el cartel figuraría Oncativo, Oliva, Villa Maria, etc...

### **h. Firewall**

Es un dispositivo que protege a la red de datos de ataques maliciosos provenientes de otras redes. Un ataque malicioso puede ser generado por un hacker, por un virus, etc...

De esta forma el dispositivo bloquea todo tráfico que pueda perjudicar el normal funcionamiento de nuestra red y es configurado por el administrador de la red.

### **i. Trama Ethernet**

Formato de la información que viaja por el cable. Normalmente consta de direcciones físicas de origen y destino, tipo de protocolo que se transporta en la parte de datos, los datos propiamente dichos a enviar y un campo de control de errores.

Una trama ethernet tiene un formato similar a una carta de correo postal, donde existe en el sobre el destinatario y el originario de la carta, puede existir un asunto (sería el campo tipo) y dentro del sobre cerrado estaría el contenido del texto a enviar en papel.

### **j. Topología**

Es la forma en como están interconectados los dispositivos de red. En el caso de la interconexión de los switches es en anillo. Entre el switch y el router es punto a punto.

### **k. VLAN (Virtual LAN - Red de Área Local Virtual)**

Es un grupo de trabajo que concentra máquinas que pertenecen a la misma área operativa, por ejemplo en la figura tenemos un área contable (**VLAN A**) y un área administrativa (**VLAN B**).

Se denomina virtual porque no necesariamente las estaciones de trabajo están ocupando el mismo recinto físico. Para interconectar las estaciones de trabajo que pertenecen a la misma área pero están físicamente distantes entre sí, se emplea una configuración llamada trunking.

El trunking consiste en que cada switch al retransmitir por un enlace que conecta otro switch una trama originada por una estación de trabajo agrega a la trama ethernet una etiqueta identificatoria (un número del 1 al 4095) que permite clasificar el tráfico e identificar a que Vlan pertenece al pasar por el cable o enlace o conexión compartida.

Esta etiqueta está indicada en la figura como "**tag**" en la trama de la figura. Un switch al recibir las tramas por puertos que interconectan otros switches lee la etiqueta y envía esa trama a la vlan que corresponda. Para nuestro ejemplo, la vlan A tendrá la etiqueta 10 y la Vlan B tendrá la etiqueta 20.

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

### **1. STP (Spanning Tree Protocol)**

Es un protocolo que permite tener redundancia física de enlaces en una red de datos, como la topología en anillo, pero evita que este lazo provoque que la información que no tiene un destino conocido por los switches en su tabla quede circulando cíclicamente e indefinidamente.

Si por ejemplo una PC desea acceder a otra PC y no conoce la dirección física del destino debe preguntar a todas las estaciones de trabajo de la red mediante una propagación de la información (broadcast).

Esta información llegará al **switch 1** que al no conocer como llegar al destino continuará con el broadcast hacia el **switch 2**, que también pasara ese tráfico al **switch 3**. Este último volverá a difundir el tráfico al **switch 1** que genere la primera transmisión. Este efecto se conoce como tormenta de broadcast que genera efectos devastadores de conexión entre todas las PCs de una red.

### **m. LAG (enlaces agregados)**

Es una configuración que permite incrementar la capacidad de conexión entre dos switches. Por ejemplo, para la conexión entre el Switch 2 y el Switch 3 empleamos un conductor de cobre de 100 Mbps de capacidad. Al configurar entre el Switch 1 y el Switch 2 un LAG, conectamos dos conductores de cobre empleando dos puertos en cada switch y tenemos una capacidad real de 200 Mbps (el doble del primer caso).

### **n. Sniffer**

Normalmente es una PCs que tiene un aplicativo que permite el análisis de tráfico en una red de datos. Este equipo permite un diagnóstico de los protocolos que están siendo transmitidos en la red de datos y permite realizar diagnóstico de fallas en una red.

### **o. Protocolos**

Son ciertas reglas establecidas para las ceremonias oficiales o trato social, o

Es un conjunto de reglas usadas por computadoras para comunicarse unas con otras a través de una red, o

Es un conjunto de estándares que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red.

### **p. Aplicativos**

En informática, una aplicación es un tipo de programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de trabajo. Esto lo diferencia principalmente de otros tipos de programas como los sistemas operativos (que hacen funcionar al ordenador), las utilidades (que realizan tareas de mantenimiento o de uso general), y los lenguajes de programación (con el cual se crean los programas informáticos).

Suele resultar una solución informática para la automatización de ciertas tareas complicadas como pueden ser la contabilidad, la redacción de documentos, o la gestión de un almacén. Algunos ejemplos de programas de aplicación son los procesadores de textos, hojas de cálculo, y base de datos.

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

Ciertas aplicaciones desarrolladas 'a medida' suelen ofrecer una gran potencia ya que están exclusivamente diseñadas para resolver un problema específico. Otros, llamados paquetes integrados de software, ofrecen menos potencia pero a cambio incluyen varias aplicaciones, como un programa procesador de textos, de hoja de cálculo y de base de datos.

Este diagrama muestra la ubicación y relación que tienen estas aplicaciones para con el usuario final, y con otros programas informáticos existentes.

Otros ejemplos de programas de aplicación pueden ser: programas de comunicación de datos, Multimedia, presentaciones, diseño gráfico, cálculo, finanzas, correo electrónico, compresión de archivos, presupuestos de obras, gestión de empresas, etc.

Algunas compañías agrupan diversos programas de distinta naturaleza para que formen un paquete (llamados suites o suite ofimática) que sean satisfactorios para las necesidades más apremiantes del usuario. Todos y cada uno de ellos sirven para ahorrar tiempo y dinero al usuario, al permitirle hacer cosas útiles con el ordenador (o computadora); algunos con ciertas prestaciones, otros con equis diseño; unos son más amigables o fáciles de usar que otros, pero bajo el mismo principio. Un ejemplo común de estos paquetes es Microsoft Office.

Debido a que la enorme y variada cantidad de redes físicas que existen en la Internet o en la Intranet, es necesario contar con un protocolo que oculte los detalles de hardware de red y permita que todas las computadoras dentro de la Internet puedan comunicarse en forma independiente de sus tecnologías físicas de transmisión, por ejemplo Ethernet.

Por lo tanto podemos decir que en Internet se esta realizando **INTERNETWORKING**, esto permite la unificación de diferentes tecnologías de hardware al proporcionar un conjunto de normas de comunicación y una forma de interconectar redes heterogéneas.

Para comprender mejor el párrafo anterior vamos a realizar una analogía de la vida real. Vamos a suponer que una persona habla ingles y necesita comunicarse con una persona que habla alemán. Para lograr esta comunicación se requiere de un traductor. Tanto el idioma ingles como el alemán tienen sus reglas de comunicación (ortografía, semántica y dicción) y los podemos asemejar a un protocolo de comunicación de las redes de datos, donde realizando la analogía con la vida real podemos decir que las dos personas queriendo comunicarse son dos estaciones de trabajo que interpretan protocolos de comunicación distintos (en el ejemplo, el idioma ingles y el alemán) y al traductor podría ser en la redes de datos el dispositivo conmutador (Switch) que realiza la conversión de protocolos. Este dispositivo es uno de los que realiza la función de Internetworking para el cambio de tecnología de acceso.

Para poder llevar a la cabo la comunicación de diferentes estaciones de trabajo de diferentes fabricantes con diferentes sistemas operativos es que es preciso que se siga un conjunto de reglas bien definidas y protocolos estándares para lograr la compatibilidad en la interconexión mostrada en la figura 1.1.1.

Todos los protocolos y las tecnologías de hardware que existen en Internet se basan en el modelo de interconexión de sistemas abiertos (**OSI**). Esto posibilita que cualquier persona pueda desarrollar el software

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

necesario para comunicarse a través de una red basada en TCP/IP que se vera mas adelante a lo largo de los módulos subsiguientes.

Tal modelo en su conjunto posibilita que toda la tecnología haya sido diseñada para permitir la comunicación entre maquinas que tengan arquitectura de hardware diferentes, para utilizar cualquier hardware de red de paquetes conmutados y para incorporar muchos sistemas operativos de computadoras. En las secciones siguientes estudiaremos dos modelos el OSI y su derivación el TCP/IP, comprendiendo la función de cada uno en la comunicación de redes de ordenadores.

### **1.2 Modelo de Interacción Cliente Servidor**

El término servidor se aplica a cualquier programa que ofrece un servicio que se puede obtener desde una red. Un servidor acepta la petición desde la red, realizar el servicio y devuelve el resultado al solicitante. En el caso de los servicios más sencillos, cada petición llega en un solo mensaje y el servidor devuelve una respuesta en otro mensaje. Cada mensaje tiene un tamaño variable pero limitado (inicio y fin), significa que la transmisión es a ráfagas de mensajes existiendo entre mensajes tiempos sin transmisión de datos. Un programa ejecutable se convierte en un cliente cuando manda una petición a un servidor y espera una respuesta.

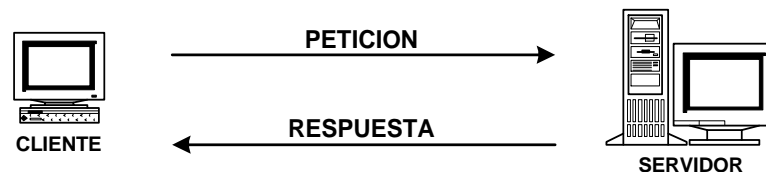
Los servidores pueden ejecutar tareas simples o complejas: servidores de hora, servidores de archivo en donde se reciben las peticiones para realizar las operaciones de almacenaje o recuperación de datos de un archivo, el servidor realiza la operación y devuelve el resultado.

Los servidores se suelen implementar como aplicaciones de programas y tienen la ventaja de poder ejecutarse en cualquier sistema computacional que soporte las comunicaciones TCP/IP.

De esta manera, el servidor de un servicio en particular puede ejecutarse en un sistema de tiempo compartido junto con otros programas de aplicación en la misma computadora personal.

Los servidores múltiples pueden ofrecer el mismo servicio o ejecutarse en la misma maquina o en múltiples maquinas(los administradores duplican copias de un servidor dado en maquinas físicamente independientes para incrementar la disponibilidad o mejorar la ejecución).

Si el propósito principal de una computadora personal es apoyar un programa servidor en particular, el término servidor se puede aplicar tanto a la computadora como al programa. En la siguiente figura se muestra el diagrama conceptual del modelo cliente servidor.



**Figura 1.2.1: petición de un cliente y respuesta de un servidor**

### **1.3 Principio de funcionamiento**



## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

El objetivo del modelo es apoyarse sobre la normalización para poder alcanzar la interoperatividad. El modelo OSI (ISO 7498 y CCITT x.200), define entre sistemas procedimientos normalizados permitiendo el intercambio de información.

Los sistemas (ordenadores, terminales, nodos de redes) que utilizan estos sistemas son sistemas que se adaptan o pueden ampliarse mediante otros sistemas. Las funciones de los sistemas son agrupados en capas. Este concepto permite así:

- Separar las diferentes funciones
- Evitar una complejidad demasiado grande dentro de cada capa
- Definir protocolos más sencillos

El objetivo es definir entre sistemas, procedimientos normalizados para el intercambio de información. El principio se basa en funciones reagrupadas en capas.

### **1.4 Capas del modelo de referencia OSI**

Los sistemas abiertos en el modelo OSI fueron descompuestos en siete capas, a pesar de que algunos sistemas (nodos de redes) no llevan el conjunto de las siete capas. Una división macro puede establecerse de la siguiente manera: Capas altas: Tratamiento de la información y Capas bajas: Encaminamiento de la información entre sistemas (PC, equipos) distantes.

#### **a. Capa aplicación:**

Brinda los servicios de comunicación a los usuarios. Es una caja de herramientas normalizadas. Los protocolos pueden ser:

- Relativos a la gestión de las aplicaciones o del sistema, por ejemplo: explorador de windows, programa para monitorear las redes IP.
- Específicos de la aplicación, por ejemplo: servidores DHCP, DNS, Proxy, NAT, FTP, Email, Web, etc.

Esta capa debe poseer protocolos que sean capaces de crear un terminal virtual de red abstracta, la cual debe realizar la adaptación de los diferentes programas de aplicaciones que poseen las máquinas de una red, con el fin de lograr la compatibilidad de las mismas. Se debe crear un programa para lograr la correspondencia entre la terminal virtual y la terminal real.

Se utiliza para la transferencia de archivos, ya que soluciona las incompatibilidades que puede haber en el tratamiento de archivos entre sistemas diferentes. También se emplea para el correo electrónico, la carga remota de trabajos, la búsqueda en directorios y otros recursos de uso general.

#### **b. Capa presentación:**

Se hace cargo, facilitando el trabajo de las entidades de la capa aplicación, de las diferentes sintaxis abstractas o de transferencia, así también como de la semántica de los datos intercambiados. Sus servicios incluyen:



## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

- Conversiones de código y de formatos de datos.
- La compresión y la encriptación de los datos.

Un ejemplo, es la codificación de datos en una forma estándar acordada. La información en una computadora se representa como cadena de caracteres, enteros, cantidades de punto flotante; estos códigos se representan con cadenas de caracteres como (ACSII, Unicode) y enteros (Complemento a uno o a dos). Con el fin de comunicar computadores con representaciones diferentes, la información a intercambiar se puede definir en forma abstracta, junto con un código estándar que se use en el cable. De esta manera, la capa presentación adapta la representación que se usa dentro de cada computadora, a la representación estándar de la red y viceversa.

### **c. Capa sesión:**

Permite establecer una relación entre dos aplicaciones, organizar y sincronizar el diálogo, permitiendo un intercambio full duplex, semiduplex o simplex. Si el tráfico es en un solo sentido a la vez, esta capa puede ayudar a llevar el control de los turnos. Un servicio relacionado es el manejo de fichas, ya que para algunos protocolos es esencial que dos máquinas no intenten la misma operación al mismo tiempo, para ello la capa sesión otorga fichas que se pueden intercambiar. Solo el lado que posea la ficha podrá efectuar la operación. Gestiona las modalidades de recuperación en caso de incidente.

Para la sincronización de la transferencia de archivos, la capa sesión inserta puntos de verificación en la corriente de datos, de modo que después de cada interrupción sólo se deban repetir los datos que se transfirieron después del último punto de verificación.

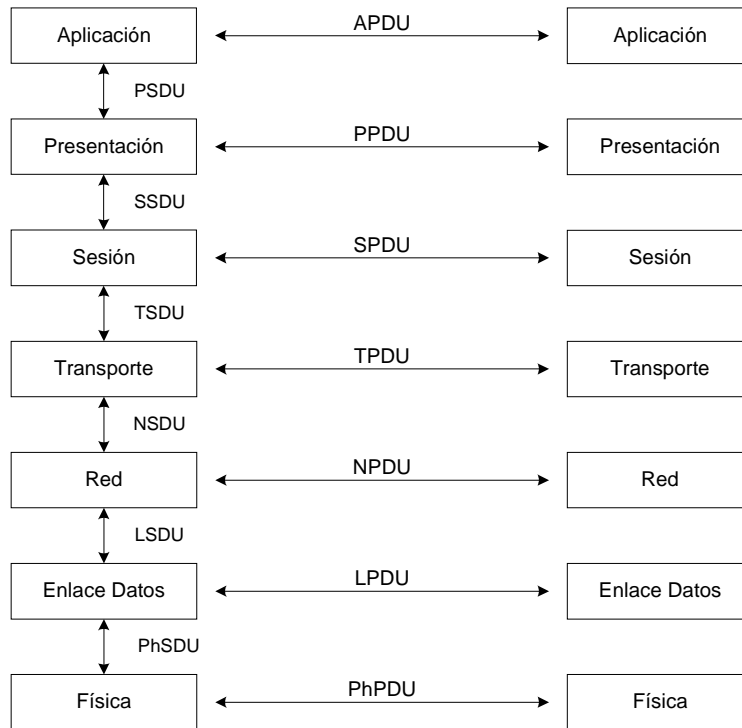
Se podría usar una sesión para que un usuario se conecte a un sistema remoto de tiempo compartido o para transferir un archivo entre dos máquinas.

### **d. Capa transporte:**

Se ubica en la frontera de las capas orientadas a transmisión y a tratamiento. Su función es ofrecer un servicio constante para las entidades de sesión, independientemente de la QoS de la red, asegurando un servicio punto a punto.

Acepta datos de la capa sesión, los divide en unidades más pequeñas si es necesario, los pasa a la capa de red y asegura que todos los pedazos lleguen correctamente al otro extremo. Esta capa debe ser lo suficientemente versátil, como para aislar a las capas superiores de los cambios tecnológicos.

### Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos



**Figura 1.4.1: Unidad Datos de Protocolo y de Servicio(PDU y SDU)**

La capa transporte crea una conexión de red distinta para cada conexión de transporte que requiera la capa sesión. Si el volumen de transmisión es alto, esta capa puede crear múltiples conexiones de red, dividiendo los datos entre las conexiones o puede multiplexar varias conexiones de transporte en la misma conexión de red para reducir el costo, la multiplexación debe ser transparente a la capa sesión.

El tipo de servicio se determina al iniciar la sesión. El tipo de conexión más común es un canal punto a punto libre de errores que entrega mensajes o bytes en el orden en que se enviaron. Otro tipo de conexión es el transporte de mensajes aislados sin garantía respecto al orden de entrega y la difusión de mensajes a múltiples destinos.

La capa transporte es una verdadera capa de extremo a extremo, es decir un programa de la máquina fuente sostiene una conversación con un programa similar en la máquina destino. En las capas bajas, los protocolos se usan entre cada máquina y sus vecinas inmediatas(routers), y no entre las máquinas de origen y destino que pueden estar separadas por muchos enrutadores.

Las capas 1,2,3 están encadenadas(link to link), mientras que las capas 4,5,6,7 son extremo a extremo(end to end).

El encabezado de cada mensaje sirve para saber a cuál conexión pertenece éste al pasar por un nodo de enrutamiento. La capa de transporte debe establecer y liberar conexiones, para ello debe poseer algún mecanismo de asignación de nombres, para que un proceso en una máquina pueda describir con quién quiere conversar. Posee un mecanismo denominado control

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

de flujo para regular el flujo de información, a fin de que un nodo rápido no sature a uno lento.

### **e. Capa de Red:**

Dos sistemas comunicándose, pueden no ser adyacentes; es por ello que existen otros sistemas intermedios que sirven de relevo (nodos de redes). La capa de red brinda los medios de comunicación de un sistema extremo hacia otro, asegurando el encaminamiento poco a poco, es decir se ocupa del funcionamiento de la subred. Las rutas se pueden basar en tablas estáticas, se pueden establecer al inicio de cada conversación o pueden ser altamente dinámicas.

Controla que en la subred no se encuentren presentes demasiados paquetes a la vez, formando los cuellos de botella. El software debe contar cuántos paquetes o caracteres o bits envía cada cliente para producir información de facturación.

La capa de red debe solucionar los siguientes problemas: cuando un paquete debe pasar por varias subredes hasta alcanzar su destino, puede que la dirección de las subredes sea diferente de la enviada por la anterior o que una subred no acepte el paquete por ser demasiado grande.

La capa sesión debe lograr la comunicación entre redes heterogéneas. En las redes de difusión el ruteo es simple y esta capa con frecuencia es delgada o incluso inexistente.

### **f. Capa enlace de datos:**

Transmite datos sin error, sin duplicación, sin pérdida entre sistemas adyacentes. Enmascara a las capas superiores de las imperfecciones de los medios de transmisión utilizados.

Toma un medio de transmisión en bruto y lo transforma en una línea que parezca libre de errores de transmisión no detectados en la capa de red. Esto lo lleva a cabo haciendo que el emisor divida los datos de entrada en marcos(tramas) de datos, que transmita los marcos(tramas) en forma secuencial y procese los marcos(tramas) de acuse de recibo que devuelve el receptor. La capa enlace de datos se ocupa de crear y de reconocer los límites de los marcos, lo cual se logra colocando patrones especiales de bits al principio y al final del marco.

Se ocupa de la retransmisión del marco, en caso de que una ráfaga de ruido lo haya destruido, pero las retransmisiones introducen la posibilidad de duplicar los marcos. Debe resolver los problemas de marcos dañados, perdidos y duplicados.

### **g. Capa Física:**

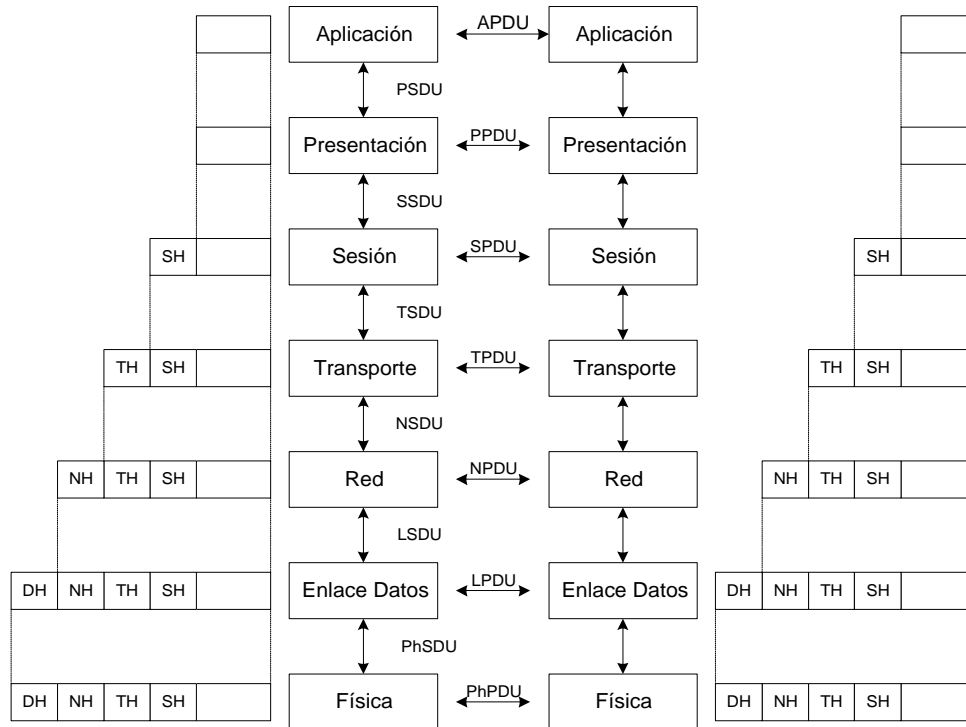
Se hace cargo de la transmisión de series de bits sobre el medio físico de interconexión, brinda las funciones de comando de los circuitos de datos.

Las capas 7,6,5,4 son punto a punto es una conexión lógica, mientras que las capas 3,2,1 no son punto a punto, sino que deben pasar por elementos de interconexión o nodos de redes hasta llegar a su destino, en este caso el encaminamiento es indirecto.

## Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos

### 1.5 Nociones de protocolos y servicios

Los protocolos son reglas y formatos caracterizando las comunicaciones entre subsistemas homólogos. Los servicios consisten en la utilización de entidades y de protocolos de capas inferiores.



**Figura 1.5.1: Cabecera añadida por cada capa**

Referencias de la figura 1.5.1

- SH: Cabecera Capa Sesión
- TH: Cabecera Capa Transporte
- NH: Cabecera Capa Red
- DH: Cabecera Capa Enlace de Datos

### 1.6 Entidades

Se denomina entidad  $E(N)$  a un elemento activo que realiza las funciones de la capa  $N$ . Una entidad puede ser de software o hardware (circuito integrado de entrada/salida). Las entidades de la misma capa pero en máquinas diferentes se llaman entidades homólogas. Las entidades de la capa  $N$  poseen o implementan servicios que utiliza la capa  $N+1$ , para este caso la capa  $N$  es el proveedor del servicio y la capa  $N+1$  es el usuario del servicio. Los servicios están disponibles en los SAP (service access points).

Las entidades  $E(N)$  utilizan los servicios brindados por la capa inmediatamente inferior  $N-1$  para efectuar las comunicaciones, es decir

## **Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos**

existe una utilización de entidades y de protocolos de capas inferiores si estas existen.

La información es transferida físicamente entre capas adyacentes desde un sistema hacia otro y las entidades se comunican lógicamente entre sí, ignorando los detalles de la transferencia.

Los SAP de la capa N son los lugares en los que la capa N+1 puede tener acceso a los servicios ofrecidos, cada SAP tiene una dirección que lo identifica de manera única. Una entidad E(N) de un sistema puede comunicarse lógicamente con una E(N) homóloga de otro sistema por intermedio de un protocolo P(N). El protocolo P(N) tiene como objetivo definir las reglas y los formatos caracterizando las comunicaciones entre entidades E(N) homólogas.

### **1.7 FU núcleo**

Los servicios pueden ser Conexión de sesión, Transferencia de datos normales, Terminación normal, Corte de usuario, Corte del proveedor.

En una interfaz típica, la entidad de la capa N+1 pasa una IDU (interface data unit) a la entidad de la capa N a través del SAP. La IDU consiste en una SDU (service data unit) y cierta información de control. La SDU es la información que se pasa mediante la red a la entidad homóloga y después hasta la capa N+1, la información de control es necesaria para que la capa inferior pueda realizar su trabajo, pero no forma parte de los datos. Para que se transfiera la SDU, la entidad de la capa N puede tener que fragmentarla en varios pedazos, colocándole un encabezado y enviándola como una PDU (protocol data unit) independiente.

Luego las entidades pares usan los encabezados de las PDU para acarrear su protocolo par. Los encabezados indican cuales PDU contienen datos, información de control, proveen número de secuencia, cuentas, etc...

### **1.8 Introducción al TCP/IP**

Las siglas TCP significan Transmisión Control Protocol y las siglas IP significan Internet Protocol, siendo los dos protocolos fundamentales de la capa de transporte y de red, respectivamente.

TCP/IP propone un método de interconexión lógico de las redes físicas y define un conjunto de convenciones para el intercambio de datos. Fue desarrollado por el DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency), y es operacional sobre la red Internet.

TCP/IP especifica:

- Programas de aplicaciones.
- Protocolos asegurando un transporte de principio a fin.
- Protocolos encaminando los datos dentro de la red.

### **1.9 Analogía con el modelo OSI**

Vamos a enumerar algunos protocolos que operan en capas del modelo.

- **Capas 5-7:** FTP, TELNET, SNMP, SMTP, DHCP, DNS, NAT, Firewalls.
- **Capa 4:** TCP, UDP.
- **Capa 3:** IP, ICMP, ARP, RARP

## Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos

- **Capas 1-2:** Cualquier Red Física(Ethernet, Token Ring, FDDI)



**Figura 1.9.1: Modelo TCP/IP**

El modelo TCP/IP deriva de recomendaciones RCF(Request for comments).

### 1.10 Las capas que componen el modelo TCP/IP

Las funciones de las cinco capas del modelo TCP/IP son similares a las capas del modelo OSI. A continuación se explicara brevemente los encabezados agregados por cada capa en el modelo TCP/IP.

#### a. El nivel aplicación:

Las aplicaciones interactúan con protocolos del nivel transporte para recibir o emitir informaciones. Cada programa de aplicación elige el tipo de servicio de transporte deseado y transmite sus datos al nivel transporte para encaminarlos. Como podemos apreciar en la figura 1.10.1, la capa aplicación genera un mensaje que es pasado hacia la capa de transporte, después de que la aplicación ha elegido cual es el protocolo de transporte utilizado. Los servidores DHCP, DNS, Proxy, NAT, SMTP, etc... operan en esta capa del modelo.

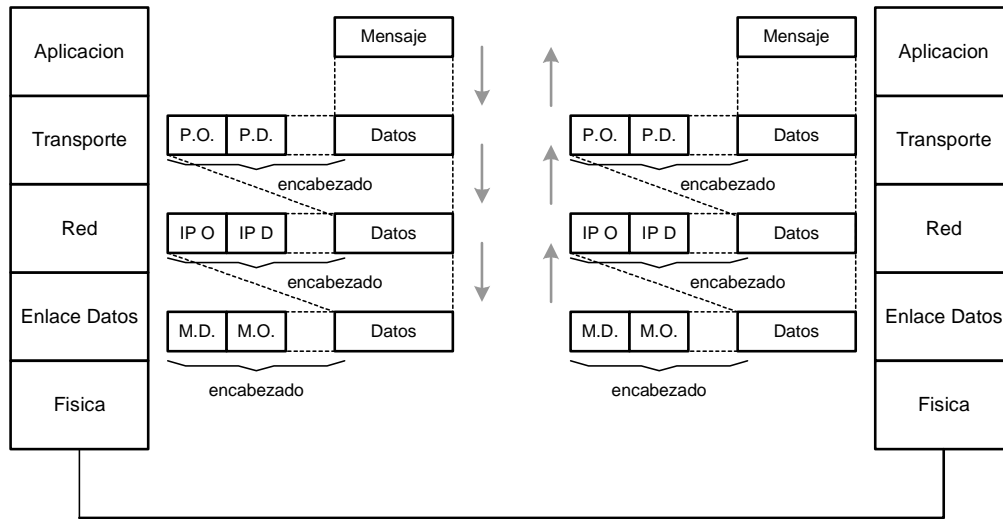
#### b. El nivel Transporte:

El nivel transporte brinda una comunicación de principio a fin entre dos programas de aplicación. Este nivel puede actuar:

- En modo conectado (TCP)
- En modo no conectado (UDP)

A los mensajes generados por la capa aplicación, la capa de transporte los encapsula en mensajes llamados "segmentos". Para que los paquetes no se pierdan y no se duplique en Internet, esta capa agrega un encabezado. Además, coloca un identificador para determinar cual es la aplicación que esta generando el mensaje y cual será la aplicación que deberá recibir el mensaje generado por la computadora de origen. Esto puede apreciarse en la figura 1.10.1. En esta capa operan los Firewalls y algunos switches de capa 4.

### Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos



#### Referencias

P.O.: Puerto Origen  
P.D.: Puerto Destino  
IP O: Dirección IP de Origen  
IP D: Dirección IP de Destino  
M.D.: MAC Origen  
M.O.: MAC Destino

**Figura 1.10.1: encapsulamiento en el modelo TCP/IP**

#### c. El nivel IP:

El nivel IP encapsula los paquetes recibidos del nivel transporte en unidades llamadas "datagramas IP". Los niveles IP cooperan al encaminamiento de los datagramas según un modo no conectado (gracias a unos algoritmos de encaminamiento). A los segmentos que envía la capa aplicación, la capa IP le agrega un encabezado para permitir que los datagramas puedan ser encaminados al pasar por varios enrutadores antes de llegar su destino final. Los campos con los cuales más vamos a trabajar son: "IP de Origen" e "IP de Destino" y son los campos que utilizan los enrutadores para encaminar los datagramas. Esto puede apreciarse en la figura 1.10.1. Los enrutadores y switches de capa 3 operan en esta capa del modelo.



### Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos

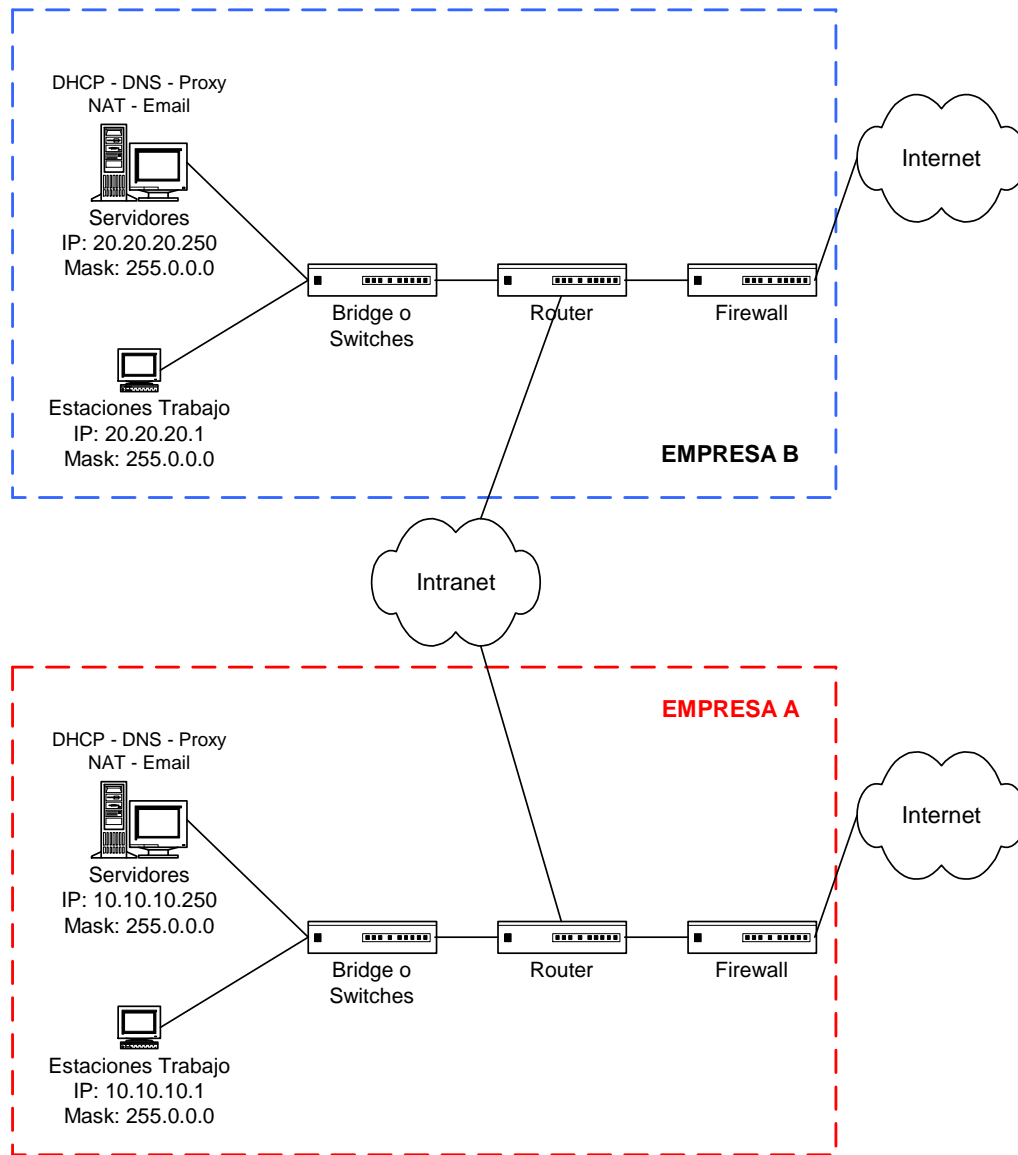


Figura 1.11.1: diagrama de red completo

**d. El nivel enlace de datos:**

Esta capa encapsula el datagrama que proviene de la capa de red en un paquete denominado "trama". Esta capa permite que el medio de transmisión físico sea confiable ya que agrega control y detección de errores. En esta capa operan los Bridges y Switches de capa 2, ya que los mismos utilizan dos campos del encabezado de la trama para conmutar información desde una computadora origen hacia una de destino. Los campos de la trama que utilizan los Bridges y Switches son la dirección "MAC de Origen" y la dirección "MAC de Destino". Los bridges y switches de capa 2 operan en esta capa del modelo.

**e. El nivel Red Física:**

## Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos

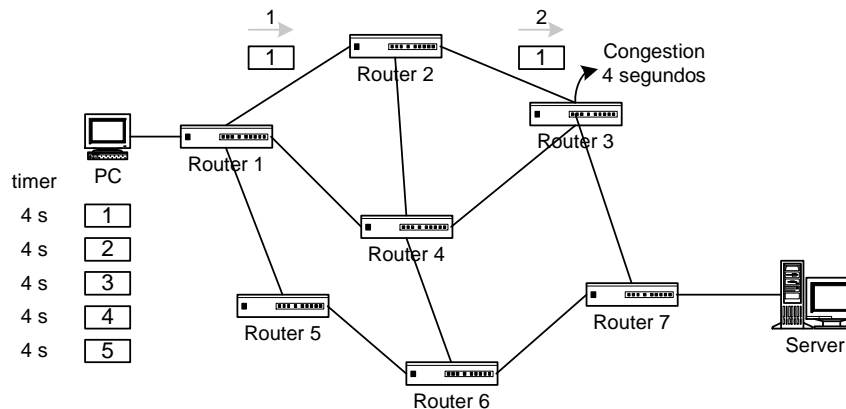
Este nivel esta en contacto con el material, es decir circuitos, cables, patch panells, conectores JACK, conectores Plug RJ-45, patch cord, etc...

### 1.11 Esquema de Interconexión de dispositivos de red

En la figura 1.11.1 se observa un esquema de red donde intervienen todos los dispositivos de red citados anteriormente. Es importante comprender en que capa del modelo TCP/IP opera cada dispositivo de red(Bridge, Switch, Router, Firewall, Servidor, etc...), ya que cada dispositivo en función de las necesidades del administrador de la red, realizan la conmutación de la información en base a direcciones físicas(MAC), lógicas(IP) y puertos(TCP o UDP).

### 1.12 Esquema de Interconexión de dispositivos de red. Funcionamiento básico del TCP y del IP.

En la figura 1.12.1 se muestra la transmisión de 5 fragmentos IP, cada uno siguiendo caminos distintos. Suponiendo que existe un retardo ida y vuelta entre el Cliente y el Servidor de 2 segundos y se transmite el paquete 1 sufriendo un retardo adicional de 4 segundos indicados en la figura. Al producirse ese retardo el Router 4 deja de publicar las rutas por esa interfaz congestionada, avisando al resto de los equipos que no es viable enviar datos a través de esa interfaz.

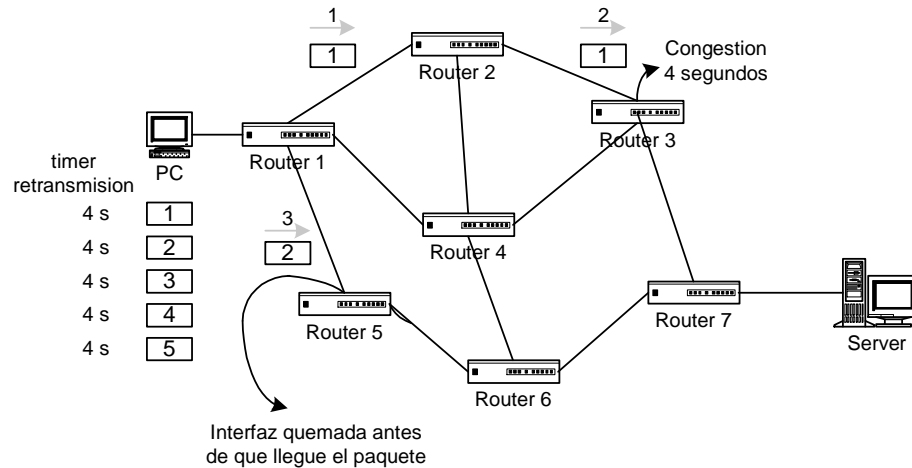


**Figura 1.12.1: transmisión paquete 1. Congestión**

Por este motivo el paquete 2 sigue otro camino 2 segundos después (tiempo de transmisión de cada paquete sin contar la retransmisión). Cabe destacar que las actualizaciones de ruta deben tener un retardo de 1 segundo para que los router puedan rearmar sus tablas de encaminamiento con los caminos válidos.

El timer de retransmisión de paquetes es fijado para este ejemplo en 4 segundos, tiempo que debe ser superior al retardo de paquetes ida y vuelta. Debido a que no existen confirmaciones aun del lado del servidor, los paquetes 1 y 2 estan en cola de espera en el cliente para recibir sus correspondientes confirmaciones.

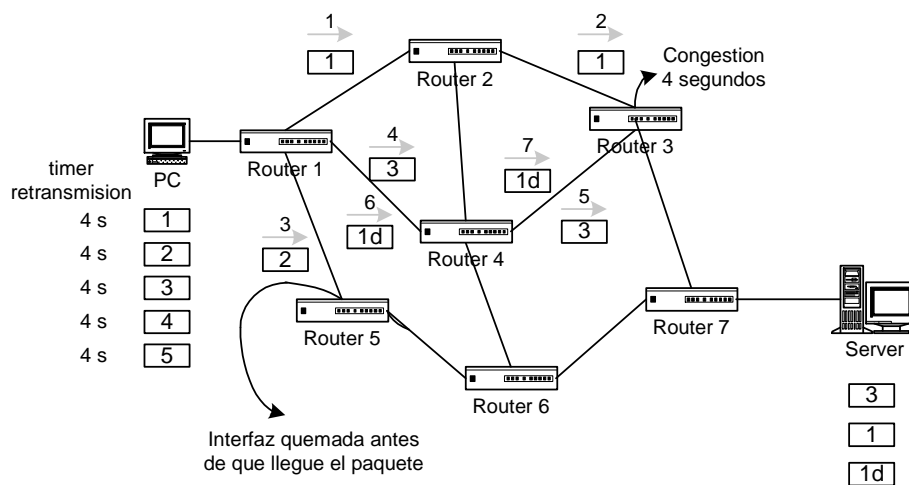
### Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos



**Figura 1.12.2: transmisión paquete 2. Perdida.**

El paquete 3 es transmitido por una ruta distinta a la seguida por el paquete 1 y 2 debido a que no se reciben actualizaciones de rutas por esos caminos. Este paquete en llega 1,5 segundos después de transmitido al servidor.

Inmediatamente de transmitido el paquete 3 se retransmite el paquete 1 duplicado (1d) debido a que expiro el tiempo de retransmission esperado por el cliente (4 segundos). Al mismo tiempo el paquete 1 original es transmitido por el Router 3 debido a que se termino la congestión en la interfaz de entrada. Por este motivo al server llegan dos paquetes 1, pudiendo en algunas situaciones llegar el paquete retransmitido primero antes que el paquete original. Los paquetes duplicados son resueltos por la capa de transporte descartando alguno de los dos paquetes ya que se tratan de paquetes idénticos.



**Figura 1.12.3: transmisión paquete 3 y paquete 1 retransmitido.**



## Protocolos y Modelos de Comunicación en Redes de Datos

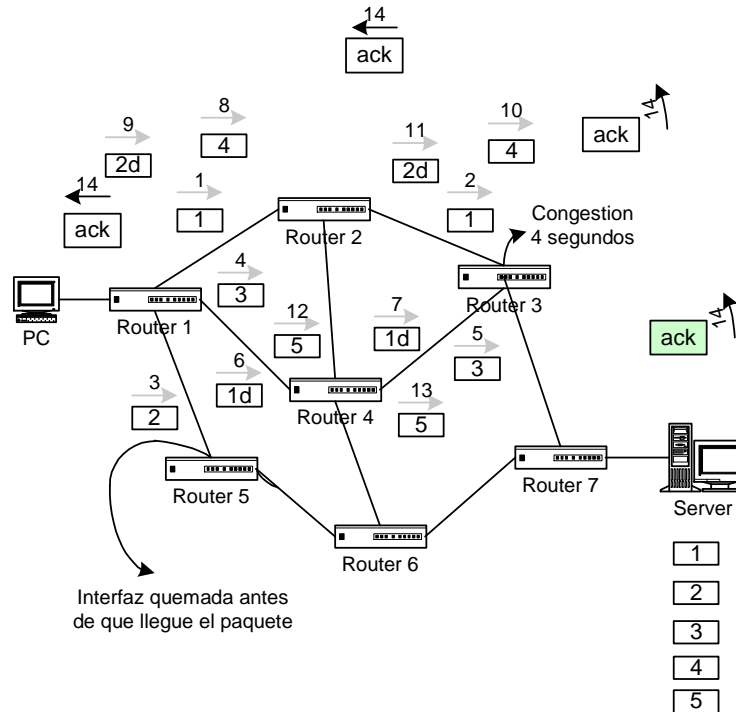


Figura 1.12.4: Reordenamiento paquetes en el server. Confirmación

### 1.13 Bibliografía de referencia

- Perlman, Radia; Interconnections, second edition : bridges, routers, switches, and internetworking protocols.
- Stallings, William. Comunicaciones y redes de computadores.
- Comer, Douglas E.; Stevens, David L. Interconexión de redes con TCP/IP. Volúmen II : diseño e implementación.