

## **Tema 7**



### **Soporte de Redes de Comunicaciones**

### **Soporte de Redes de Comunicaciones**



- Los Contenidos Multimedia.
- Requisitos para la Transmisión de Contenidos Multimedia.
- Niveles de comunicaciones:
  - Nivel Físico.
  - Nivel de Enlace.
  - Nivel de Red.
  - Nivel de Transporte.

## Los contenidos Multimedia

- Ejemplos de información multimedia:
  - Video NTSC - 30 fps, 640x480, 24 bits: 220 Mbits/s
  - TV Alta Definición - 30 fps, 1920x1080, 24 bits: 1492 Mbits/s
- Esta información debe ser comprimida: JPEG, H.261, MPEG, compresión fractal, wavelets ...
- Multimedia a través de una red requiere:
  - Buen soporte de flujos variables.
  - Gran ancho de banda.
  - Soporte para la distribución (multicasting).

## Transmisión de información multimedia

- Características relevantes de las aplicaciones multimedia que afectan a las redes:
  - Transmisión en **tiempo real** de medios continuos (audio y vídeo)
  - Grandes volúmenes de información
  - Distribución de contenidos
  - Interactividad entre usuarios

## Requisitos para transmisiones Multimedia (I)

### Ancho de banda

- Una red puede soportar una aplicación multimedia si los sistemas pueden comunicarse adecuadamente. *Bit rate* entre dos sistemas que se comunican: número de bits por unidad de tiempo que la red es capaz de aceptar y distribuir.
- Existe el individual y el agregado (cuando hay varias conexiones simultáneas).
- Puede ser constante o variable
- Generalmente, los SSMM necesitan que el ancho de banda sea:
  - Elevado
  - Constante

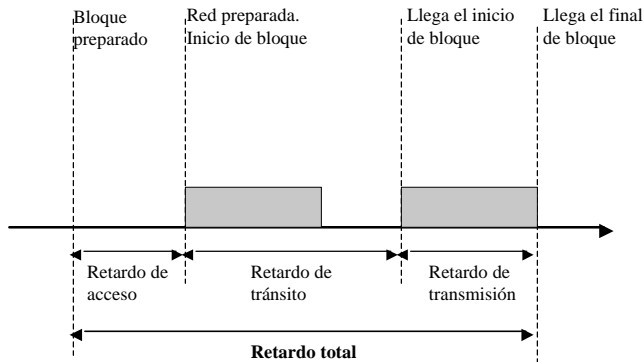
## Requisitos para transmisiones Multimedia (II)

### Retardo

- Tiempo transcurrido entre el envío del primer bit de un bloque de datos por el emisor y su recepción por el sistema receptor. También se llama la **latencia** de la red, y depende de los componentes de ésta.
- Para calcular el tiempo total que tarda un bloque de información en alcanzar el sistema final hay que sumar dos retardos más: el retardo de acceso (tiempo que tarda la red en estar lista para aceptar el bloque) y el de transmisión (tiempo necesario para transmitir el bloque)

## Requisitos para transmisiones Multimedia (III)

### Retardo (II)



## Requisitos para transmisiones Multimedia (IV)

### Retardo (III)

- El retardo de ida y vuelta es muy importante para aplicaciones interactivas.
- Variación del retardo:
  - Variación con el tiempo del retardo de tránsito de red. Debido a los equipos de transmisión (repetidores, ...), con tiempo de respuesta variable (fallos, ruido, temperatura, ...)
  - Factor crítico para MM, denominado **jitter**.
- Si el bit rate está garantizado y el retardo también y es bajo, se dice que la conexión es **isócrona**. Esta es una característica deseable para aplicaciones multimedia que necesitan transmisión en tiempo real

## Requisitos para transmisiones Multimedia (V)

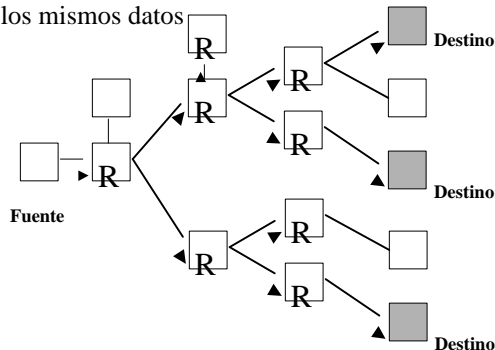
### Fiabilidad en la transmisión

- Tasa de error (*bit error rate* (BER)):
  - Medida de la **integridad** de los datos que transportados por una red.Tipos de error:
  - alteración de los datos (poco frecuente),
  - pérdida de datos,
  - duplicación de datos (raro) o
  - transmisión desordenada de datos (no en ATM).
- Mecanismos de protección:
  - Protección frente a errores (CRC, ...)
  - Retransmisiones

## Requisitos para transmisiones Multimedia (VI)

### Comunicación multipunto

- Capacidad de la red para replicar la información hacia varios destinos.
- Objetivo: minimizar los segmentos de la red por los que circulan varias copias de los mismos datos



## Requisitos para transmisiones Multimedia (VII)

### Otros

- **Tiempo de conexión:** tiempo que se mantiene la conexión, y por tanto los recursos de la red están en uso. Puede ser grande (telefonía) o pequeño (aplicaciones basadas en transacciones). La interactividad aumenta este tiempo
- **Retardo en la conexión:** debe ser pequeño frente al tiempo de conexión
- **Ratio de fallos en la conexión**
- **Esquemas de prioridad**

## Requisitos para transmisiones Multimedia. Resumen

- **Ancho de banda**
  - Se necesita gran ancho de banda para su transmisión.
- **Retardo**
  - Retardo en la transmisión de información y variabilidad del mismo (jitter)
- **Fiabilidad en la transmisión**
  - Se pueden permitir pérdidas.
    - Las retransmisiones no llegan a tiempo.
- **Comunicación multipunto**
  - Fundamental en aplicaciones de teleconferencia.
  - Difícil de implementar para redes conmutadas.
- **Coste**
  - Cuanto más barato mejor.

## Calidad de Servicio (QoS)

- Concepto para representar las necesidades de comportamiento de una aplicación o servicio respecto a una red.
- La aplicación puede indicar sus requisitos específicos antes de transmitir información, normalmente, durante el establecimiento de conexión.
- Los requisitos pueden ser estrictos (la red rechaza la conexión si no se pueden garantizar) y pueden servir para la gestión de la propia red.

## Requisitos Contenidos Multimedia: Audio/Video

- El audio presenta requisitos muy fuertes, pues el oído es más sensible a las alteraciones del sonido (diferenciador) que el ojo a las de las señales visuales (integrador)
- Las técnicas de compresión aumentan el efecto del error, al transmitir incrementos (variaciones) en lugar de señales completas. Las tasas de error deben ser menores cuando se transmite información comprimida

## Requisitos Contenidos Multimedia: Audio

- **Bit rate:**
  - Sin comprimir:
    - Telefonía: 64 Kbps, calidad CD 1.4 Mbps.
  - Comprimido:
    - Telefonía 32, 16, 4 Kbps, calidad CD 192 Kbps
- **Retardo:** depende de la aplicación. Habitualmente:
  - $\leq 24$  ms en conversación para evitar eco.
  - Sistemas de respuesta en tiempo real: 100 a 500 ms.
  - Realidad virtual: 40 ms
- **Jitter:** mucha sensibilidad:
  - $\leq 100$ ms calidad CD,
  - $\leq 400$  ms telefonía,
  - $\leq 20$ -30ms VR
- **Tasas de error:**
  - Telefonía  $\leq 10^{-2}$ ,
  - CD  $\leq 10^{-3}$  ( $10^{-4}$  si está comprimido)

## Requisitos Contenidos Multimedia: Video

- **Bit rate:**
  - Sin comprimir:
    - TV digital 166 Mbps
  - Comprimido:
    - TV digital 3-8 Mbps, calidad VCR 1.2 Mbps, videoconferencia 0.1 Mbps
- **Jitter:** mucha sensibilidad:
  - $\leq 100$  ms broadcast,
  - $\leq 400$  ms videoconferencia
- **Tasas de error:**
  - broadcast  $10^{-5}$  (20 ms entre errores),  $10^{-9}$  (4 min)
  - videoconferencia  $10^{-5}$  (1 seg),  $10^{-9}$  (3 horas)



## Niveles de Comunicaciones: Físico (I)

---

- Fibra óptica
- Par trenzado: **ADSL** (*Asymmetrical Digital Subscriber Loop*).
  - En dirección al cliente, hasta 8 Mbps. En dirección al proveedor, hasta 500 Kbps.
  - Se aprovecha el bucle telefónico existente.

## Niveles de Comunicaciones: Físico (II)

---

- Cable coaxial (CATV).
  - Se aprovecha el tendido de televisión analógica.
  - Es un medio compartido por muchos usuarios.
- Sin cable. *Wireless Cable* .
  - Tecnología *Multichannel Multipoint Distribution System*.
  - Se intenta adaptar la tecnología de celdas de la telefonía móvil.

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (I)

- **Ethernet** (simple)
  - No hay prioridades. No determinista.
    - Si hay alta carga, el retardo y el ancho de banda no están asegurados.
  - Permite *multicast*, aunque con un número limitado de direcciones de grupo.
- **Isochronous Ethernet** (Integrated Voice Data LAN Standard - 802.9)
  - Objetivo: coexistencia entre Ethernet y canales RDSI en un único cable.
  - 10 Mbps (Ethernet) + 6 Mbps (64 canales B).
  - No permite *multicast*.

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (II)

- **100 Base-T**
  - Ethernet a 100 Mbps (3Com, Cabletron).
  - Compatible a nivel de paquete con Ethernet.
  - Permite *multicast*.
- **100 Base-VG** (AnyLAN) - 100 Mbps Demand Priority LAN, 802.12
  - Propuesta de HP, AT&T, IBM a partir de Ethernet y Token Ring (tiene compatibilidad con sus paquetes).
  - Conexión en estrella, con conmutador central.
  - Acceso según Round Robin, con niveles de prioridad.
  - Permite *multicast*.

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (III)

- **FDDI**

- 100 Mbps.
- Red de paso de testigo.
- Permite tráfico síncrono, con retardo configurable. Pero no hay muchas implementaciones que lo soporten.
- Permite *multicast*.

- **FDDI - 2**

- Es un protocolo muy complejo, que tiene difícil coexistencia con FDDI simple.
- No parece una alternativa a ATM.

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (IV)

### **Frame Relay**

- Desarrollado para sustituir a X.25 en entornos de alta velocidad (1,5 a 45 Mbps)
  - No tiene ni recuperación de errores ni control de flujo
- Implementa un mecanismo de prioridades rudimentario
- Dos modos de utilización
  - punto a punto
  - conectado a un conmutador
- El *multicast* no esta disponible.

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (V)

### RDSI

- Red de conmutación de circuitos.
  - Canales síncronos de 64 Kbps (hasta 30 x 64 Kbps)
  - Cada canal puede rutarse por caminos distintos, lo que exige buffering en el cliente.
    - Pero son dedicados, luego permiten tráfico isócrono.
  - No tiene posibilidad de *multicast*
- Salvo por la ausencia de *multicast*, puede ser apropiada para flujos pequeños (H.261)
  - Para flujos altos, se pueden combinar distintos canales. Pero si los flujos son realmente elevados, la distribución del flujo se hace un problema.

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (VI)

### ATM

- Tecnología para la futura B-RDSI y ATM-LAN
- Modelo de tres capas
  - Física. Capacidades propuestas entre 25, ... 155, ... 622, ... 2400, ... Kbps.
  - Capa ATM. Realiza conmutación y multiplexión
    - Celdas de 53 bytes
    - Orientado a conexión (Circuitos Virtuales)
    - Retardos bajos (gran velocidad de transmisión, de conmutación y pequeño tamaño de las células).
  - Capa de Adaptación ATM (AAL)
    - Pretende presentar una “API” más apropiada a las aplicaciones que el interfaz de celdas.

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (VII) ATM

- Servicios
  - Clase A - Constant Bit Rate, orientado a conexión.
  - Clase B - Variable Bit Rate (comprimido). Orientado a conexión.
  - Clase C - Tráfico de datos orientado a conexión.
  - Clase D - Tráfico de datos no orientado a conexión.
- Capas AAL
  - AAL - 1. Para clase A
  - AAL - 2. Clase B.
  - AAL 3/4. Clases C y D
  - AAL 5. Clases C y D, pero simplificado
    - » La más corriente y la que más se emplea para MM
  - AAL - 6. Flujos VBR en paquetes, como MPEG 1-2

## Niveles de Comunicaciones: Enlace (VIII) ATM

- Las funciones AAL son transparentes a los conmutadores (dependen de los equipos finales).
- Los parámetros de calidad de servicio en ATM son:
  - Velocidad de transmisión.
  - Retardo.
  - Probabilidad de pérdida de paquetes.
- ATM permite realizar *multicast*.
- ATM es una tecnología muy apropiada para transmitir información multimedia.
  - El mayor problema es su coste, y el que gran parte de la arquitectura aún no ha sido implementada.

## Calidad de Servicio en Protocolos de Red (I)

- Hay que negociar la calidad (QoS) entre sistemas finales y la red.
  - ¿Qué parámetros hay que incluir en el QoS?
  - Incorporar control de acceso para evitar una carga excesiva en la red.
    - Garantías deterministas vs. estadísticas.
- Control del QoS durante la transmisión.
  - ¿Qué recursos hay que controlar para mantener un QoS dado ?  
Sin duda, reservar ancho de banda, pero además ¿memoria, capacidad de CPU ...?
  - Otra posibilidad es ajustar de forma dinámica la carga. Con filtros que reduzcan la calidad en la red.

## Características de los Protocolos de Red para MM (I)

- El flujo de control suele ir separado de los datos .
  - Señalización “out-of-band” (la información de control es totalmente fiable).
- Los protocolos de red para aplicaciones multimedia no proveen de servicios como :
  - Control de errores.
  - Control de flujo.
  - Sincronización.

que son coordinados por capas superiores (bien transporte o la aplicación software).
- Por motivos de eficiencia tampoco suelen incluir multiplexación y división/recombinación.

## Niveles de Comunicaciones: Red (I)

- Las aplicaciones multimedia establecen nuevos requisitos sobre los protocolos de red:
  - **Tráficos elevados:** gestión en tiempo real de varios medios continuos simultáneos: audio, video, datos, ...
  - **Encaminamiento rápido:** gestión de recursos espaciales y temporales en los sistemas finales e intermedios para cumplir el retardo extremo a extremo. Ejemplo: VbD 1 sg es tolerable en el inicio del contenido, mientras que en videoconferencia > 200 ms es inadmisibile.
  - **Calidad de servicio:** para proporcionar calidad comparable a los sistemas analógicos convencionales: TV, radio, ...
  - **Multicasting:** compartir recursos en los elementos involucrados en el servicio para satisfacer los requisitos de múltiples usuarios.

## Niveles de Comunicaciones: Red (II)

- Para soportar la transmisión de multimedia, los protocolos de transporte deben proporcionar nuevas funcionalidades:
  - Información temporal
  - Fiabilidad
  - Multicasting
  - Mecanismos de recuperación basado en NAK
  - Control de flujo

## Niveles de Comunicaciones: Red (III)

- Arquitectura TCP/IP. Niveles:

APLICACIÓN (extremo a extremo)
TRANSPORTE (extremo a extremo)
RED
SUBSISTEMA DE RED (Enlace+Físico)

## Niveles de Comunicaciones: Red (IV)

- Modelo TCP/IP.

APLICACIÓN	SMTP, Telnet, FTP, ...	
TRANSPORTE	TCP	UDP
RED	IP	
SUBSISTEMA DE RED	Ethernet, token ring, ATM, wireless	

- IP proporciona dos tipos de protocolo de transporte:
  - TCP
  - UDP



## Niveles de Comunicaciones: Red (V)

- TCP (Transmission Control Protocol)
  - Proporciona un canal o circuito virtual fiable y bidireccional (full-duplex) entre dos procesos para el intercambio de un stream de datos.
  - Cada proceso reside en un equipo identificado por su dirección IP y tiene un conjunto lógico de puertos bidireccionales a través de los cuales se establecen las conexiones TCP.
  - Es un protocolo de comunicación entre “iguales” orientado a conexión.
  - Utiliza asentimiento positivo (ACK), timeout y retransmisiones para conseguir un canal fiable que permita el envío de una secuencia de datos entre los extremos del canal.

Full-duplex  
ACK  
Retransmisión

## Niveles de Comunicaciones: Red (VI)

- TCP y Multimedia
  - Full-duplex: las aplicaciones multimedia no siempre necesitan conexiones bidireccionales. Ejemplo: distribución de televisión.
  - ACK: produce un elevado overhead al obligar al envío de datos a una tasa constante (ventana de 64 Kbytes). NACK es una estrategia mejor para multimedia.
  - Retransmisión: es un mecanismo inadmisibles para el transporte de streams de tiempo real, pues produce el incumplimiento de los plazos y la continuidad de los flujos de datos.

Full-duplex  
ACK  
Retransmisión

## Niveles de Comunicaciones: Red (VII)

- UDP (User Datagram Protocol)
  - Extensión sencilla de IP.
  - Protocolo no orientado a conexión.
  - Soporta multiplexación y checksumming.
  - Los niveles superiores deben proporcionar su propio control de retransmisión, paquetización, reensamblado, control de flujo, ...
  - Muchas aplicaciones multimedia utilizan UDP por sus propiedades para el transporte de datos en tiempo real, aunque puedan aparecer pérdidas.

## Niveles de Comunicaciones: Red (VIII)

### Características para transmisión multimedia: UDP vs TCP

	UDP	TCP
Conexión	Sin retardo en la conexión. Envío inmediato.	Establecimiento en 3 fases.
Estado conexión	No mantiene estado	Mantiene estado para asegurar transmisión fiable.
Tamaño cabecera	8 bytes => pequeño overhead	20 bytes => mayor overhead
Control de flujo	Paquetes pasan directamente del nivel de aplicación al de red.	Control de congestión que mantiene el tamaño de ventana de envío y recepción.
Multiplexación	Socket identificado por 2 parámetros: (IP,puerto) destino. Varias fuentes pueden enviar al mismo socket destino.	Socket definido por 4 parámetros: (IP,puerto) origen e (IP,puerto) destino. Varias fuentes no pueden enviar a único destino.

## Niveles de Comunicaciones: Red (IX)

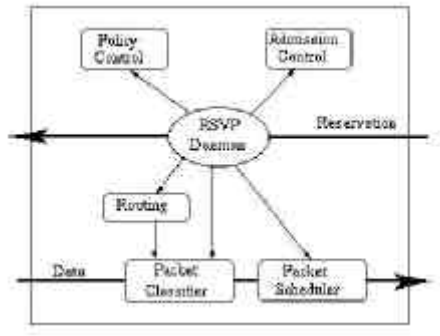
- ST-2: Internet Stream Protocol - 2.
  - Un protocolo ligero de transporte de datos.
  - Un componente de señalización (SCMP, Stream Control and Message Protocol).
  - Permite la reserva de ancho de banda a través de los nodos por los que atraviesa la conexión.
  - Esta diseñado para coexistir con IP en cada nodo, e incluso puede encapsularse sobre IP, en *routers* que no soporten ST-2.
  - Permite *multicast*. Unión dinámica a grupos.

## Niveles de Comunicaciones: Red (X)

- RSVP: Resource ReserVation Protocol.
  - Se puede implementar sobre IPv4, pero se implementa más eficientemente sobre IPv6, (niveles de prioridad en los paquetes).
  - Se establece una negociación y se reserva un retardo garantizado para un ancho de banda dado.
    - En un primer momento cada *router* indica cuál es el retardo mínimo que puede garantizar (si sobra tiempo, se relajan las reservas).

## Niveles de Comunicaciones: Red (XI)

- En cada nodo un demonio RSVP se encarga de realizar las reservas

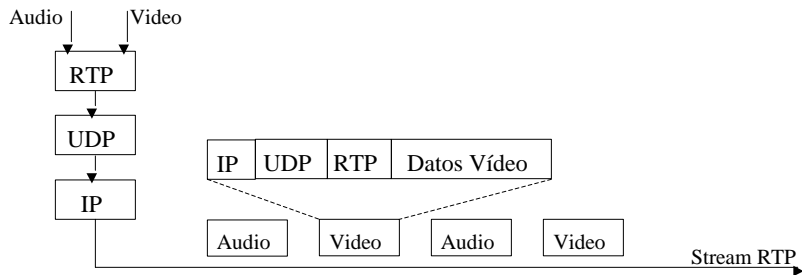


## Niveles de Comunicaciones: Red (XII)

- Cada cierto tiempo vencen *time-outs*, para protegerse ante aplicaciones poco robustas.
- Permite *multicast*. Los receptores pueden conectarse con requisitos distintos.
- Contiene políticas de *Policy Control* (permisos para efectuar reservas) y de *Admission Control* (test para verificar si existen recursos disponibles para satisfacer la reserva).

## Niveles de Comunicaciones: Transporte (I)

- RTP (Real-Time Transport Protocol)
  - Protocolo extremo a extremo
  - Proporciona funciones de transporte para aplicaciones de tiempo real (como audio o vídeo) sobre redes unicast y multicast.
- Operación de RTP en una aplicación multimedia:



Sistemas Multimedia lagarcia

41

## Niveles de Comunicaciones: Transporte (II)

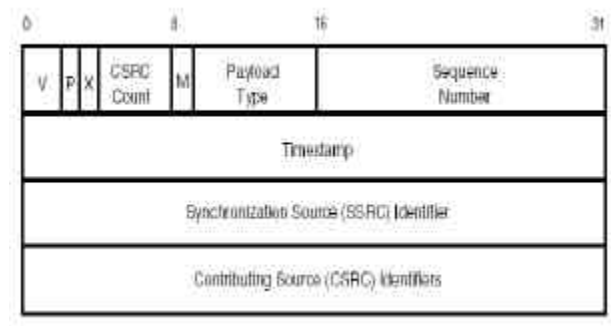
- RTP no incluye:
  - Mecanismos de reserva de recursos
  - Gestión de calidad de servicio para aplicaciones de tiempo real.
  - Garantía del envío ordenado
- RTP incluye número de secuencia que permite al receptor reconstruir la secuencia original.
- RTP puede utilizar como protocolo de red:
  - ST-II
  - UDP/IP

Sistemas Multimedia lagarcia

42

## Niveles de Comunicaciones: Transporte (III)

- Cabecera paquete RTP:



## Niveles de Comunicaciones: Transporte (IV)

- Payload type: identifica el formato de los datos (Ejemplo: MPEG-2 vídeo). Una fuente RTP emite un solo tipo de payload en cada instante. Este campo no se usa para la multiplexación de streams.
- Sequence Number: campo creciente por cada paquete. Permite al receptor detectar pérdidas y/o reordenar.
- Timestamp: instante de muestreo del primer byte del campo de datos del paquete.
- SSRC field: identifica la fuente de sincronización. Se elige aleatoriamente para evitar varias sesiones con el mismo identificador.
- CSRC list: identifica el participante emisor del paquete.