

# Redes y Comunicaciones de Datos I

Basado en el resumen de Fede Villa

Cristian Escudero

October 14, 2012

## 1 Conceptos Básicos

*Telemática*: ciencia que utiliza las telecomunicaciones para potenciar las posibilidades y aplicaciones de la informática.

### 1.1 Arquitectura de Redes

**Redes de computadoras.** Conjunto de computadoras autónomas **interconectadas**.

Dos computadoras están *interconectadas* cuando pueden intercambiar información, servicios, recursos, etc. Esta interconexión puede realizarse a través de distintos medios, como ser *cables de cobre, fibra óptica, microondas, rayos infrarrojos, satélites, etc.*

**Sistemas distribuidos.** Un conjunto de computadoras independientes aparece ante sus usuarios como un sistema consistente y único.

La diferencia entre ambas está en el **software** (en el SO sobretodo), más que en el **hardware**.

### 1.2 Dispositivos utilizados para la interconexión de Redes

- *Repetidores* (regeneran la señal) y *amplificadores* (la amplifican).
- *Puentes* (Bridges).
- *Conmutador o Router*: Dispositivo especializado en la conmutación de paquetes. Generalmente utiliza un hardware y software diseñados a propósito.
- *Gateway*.

### 1.3 Clasificación de las Redes

#### 1.3.1 Según tecnología de transmisión

**Enlaces de difusión** (*redes broadcast*). Estas redes tienen un solo canal de comunicación por lo que todas las máquinas de la red lo comparten; si una máquina envía un **paquete**, todas las demás lo reciben. Cuando las máquinas reciben un paquete verifican la dirección de destino (guardada dentro del paquete) y solo el destinatario lo procesara, los demás lo desecharán. “*La información se envía a todos los nodos de la red, aunque solo interese a unos pocos*”.

Estos sistemas soportan también el envío de paquetes con una dirección de difusión (*broadcast*) en el destinatario, en este caso todos los que reciben el paquete lo procesaran. Por último puede enviarse un paquete a un conjunto de máquinas, esto se conoce como multidifusión (*multicasting*).

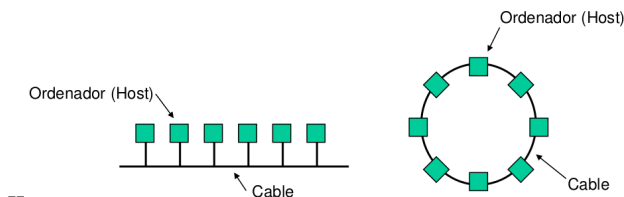
Se pueden crear **redes planas**, es decir redes en las que la comunicación entre dos ordenadores cualesquiera se haga de forma directa, sin routers intermedios. Presenta posibles problemas de seguridad.

**Enlaces punto a punto.** Estas redes constan de muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para ir del origen al destino, un paquete en este tipo de red podría tener que visitar primero a una o varias máquinas intermedias. El transporte de datos en estas redes se conoce como unidifusión (*unicasting*). “La información se envía solo al nodo al cual va dirigida”.

Generalmente la comunicación entre dos ordenadores cualesquiera se realiza a través de nodos intermedios que **encaminan** o **conmutan** los paquetes. En un enlace punto a punto, el conjunto de router o conmutadores y los enlaces que los unen forman lo que se conoce como **subred**.

Además, permite crear topologías complejas (*anillo, malla, estrella, etc*).

*Nota:* Las redes de poca cobertura geográfica tienden a utilizar la *difusión*, mientras que las de cobertura más grande usan la *punto a punto*.



**Figure 1:** Topologías LAN típicas, izquierda **bus** (*ethernet*) y derecha **anillo** (*token ring*).

### 1.3.2 Según su cobertura geográfica

**PAN** ( $\approx 1$  metro). Destinadas a una sólo persona.

*Ejemplo:* una red que conecta los distintos dispositivos de una computadora.

**LAN** ( $\leq 1$  km). Redes privadas cuyo ámbito no sobrepasa un edificio o campus. Se caracterizan por su alcance, tecnología de transmisión (generalmente *broadcast*), y topología. Están diseñadas desde el principio para transportar datos. El cableado es propiedad del usuario normalmente.

*Ejemplos:* ethernet, token ring, redes inalámbricas por radio.

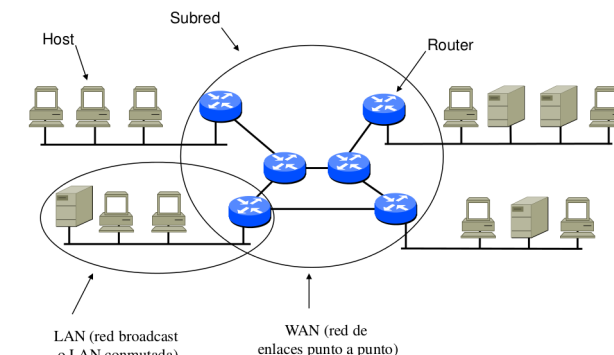
**MAN** ( $\leq 10$  km). Abarca una ciudad.

*Ejemplo:* Red de televisión por cable disponible en muchas ciudades.

**WAN** ( $\leq 1000$  km). Tienen velocidades de transferencia de datos menores a las LANs. Utilizan la base del sistema telefónico, diseñado inicialmente para transportar voz. Son servicios contratados generalmente a operadoras. Suelen utilizar enlaces **punto a punto** *temporales* o *permanentes*, salvo las comunicaciones vía satélite que son *broadcast*. Tienen un costo elevado, por lo que se suele optimizar su diseño.

## 2 Software de Redes

La interconexión de computadoras es un problema técnico de complejidad elevada y la mejor forma de resolver un problema complejo es dividirlo en partes. En telemática dichas partes se llaman **capas**, que tienen funciones bien definidas, y están construidas una encima de la otra. El propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores, a las cuales no se le muestran los detalles de implementación de los servicios ofrecidos.



**Figure 2:** Escenario típico de una red completa.

## 2.1 Modelo de Capas

Actualmente todas las *arquitecturas de red* se describen utilizando un **modelo de capas**, que permite describir el funcionamiento de las redes de forma modular y hacer cambios de manera sencilla.

### 2.1.1 Conceptos básicos

**Servicio.** Conjunto de primitivas (**operaciones**) que una capa proporciona a la capa que está sobre ella. Esta define que operaciones puede realizar la capa en beneficio de sus usuarios, pero no dice nada respecto a su implementación. Se relacionan con las interacciones entre capas.

**Protocolo.** Conjunto de reglas que rigen el formato y significado de los paquetes que intercambian las entidades iguales en una capa. Se relacionan con los paquetes enviados entre entidades iguales de máquinas diferentes.

Normalmente todo protocolo requiere el envío de algunos mensajes especiales o información de control adicional a la que se transmite. Generalmente esto se hace añadiendo una **cabecera** (*a veces también una **cola***) al paquete a transmitir.

La información de control reduce el caudal útil: supone un **overhead** (*ejemplo: si tengo un overhead del 20%, y tengo que transmitir 100 bytes, en realidad transmito 120 bytes*). Como cada capa añade su propia información de control, también añade entonces más *overhead*.

**Interfaz.** Define que operaciones y servicios primitivos pone la capa más baja a disposición de la capa superior inmediata. Si están bien definidas, simplifican el reemplazo de la implementación de una capa por otra implementación totalmente diferente, siempre que se mantengan exactamente los mismos servicios ofrecidos a la capa superior en ambas implementaciones.

Los datos no se transfieren de manera directa de la capa  $n$  de una máquina a la capa  $n$  de la otra máquina, sino que cada capa pasa los datos y la información de control a la capa inmediatamente inferior, hasta alcanzar la capa más bajo. Debajo de la *capa 1* se encuentra el **medio físico** a través del cual ocurre la comunicación real.

Un conjunto de capas y protocolos se conoce como **arquitectura de red**. Ni los detalles de la implementación ni las especificaciones de las interfaces son parte de esta, ya que están ocultas en el interior de la máquina. La lista de protocolos utilizados por un sistema, un protocolo por capa, se conoce como **pila de protocolos**.

### 2.1.2 Objetivos Fundamentales

- **Sencillez:** Hace abordable el complejo problema de la comunicación entre ordenadores.
- **Modularidad:** Permite realizar cambios relativamente fáciles a alguna de sus partes sin afectar al resto.
- **Compatibilidad:** La comunicación entre dos entidades de una capa puede realizarse independientemente de las demás.

### 2.1.3 Principios

- La capa  $n$  ofrece sus servicios a la capa  $n + 1$ .
- La capa  $n + 1$  solo usa los servicios de la capa  $n$ .
- La capa  $n$  solo habla con la capa  $n$  de otro sistema (*peer to peer*, ó comunicación igual a igual) siguiendo el protocolo de la capa  $n$ .

### 2.1.4 Servicios Orientados a la Conexión y No Orientados a la Conexión

Las capas pueden ofrecer estos dos tipos de servicios a las capas que están sobre ellas.

**Orientado a Conexión.** Se concibió en base al sistema telefónico: el usuario del servicio primero establece una conexión, la utiliza, y luego la abandona.

*Características:* Se respeta el orden de los paquetes. Se mantiene la misma ruta o camino para todos los paquetes. Si el canal se corta la comunicación se interrumpe.

*Ejemplos:* red telefónica conmutada, ATM, frame relay.

**No Orientado a Conexión.** Se concibió en base al sistema postal: cada mensaje lleva completa la dirección de destino y cada uno se enruta a través del sistema, independientemente de los demás.

*Características:* No se respeta el orden de los paquetes. La ruta puede variar para cada paquete. La red es más robusta ya que si una ruta queda inservible, pueden usarse otras. Si la comunicación no es posible los datos se pierden.

*Ejemplos:* IP, ethernet.

### 2.1.5 Quality of Service (QoS)

Consiste en fijar unos valores límites para un conjunto de parámetros (*ancho de banda, latencia, disponibilidad, etc*), asegurando así que la red no se va a congestionar. Se puede ver como una especie de “contrato” cliente-proveedor.

En un servicio **confiable** el receptor confirma la recepción de cada mensaje para que el emisor este seguro de que llegó. Como consecuencia de esto hay sobrecargas y retardos que con frecuencia son valiosos pero a veces indeseables. Es por ello que dependiendo de la aplicación, se opta por un servicio *confiable* o no, aunque a veces no está disponible el primero.

## 2.2 Modelo OSI

### 2.2.1 Principios

- Una capa se debe crear donde se necesite una abstracción bien definida.
- Cada capa debe realizar una función bien definida.
- La función de cada capa se debe elegir con la intención de definir protocolos estandarizados internacionalmente.
- Los límites de las capas se deben elegir a fin de minimizar el flujo de información a través de las interfaces.
- La cantidad de capas debe ser suficientemente grande para no tener que agrupar funciones distintas en la misma capa y lo bastante pequeña para que la arquitectura no se vuelva inmanejable.

### 2.2.2 Capas del OSI

**Aplicación:** Capa que acoge a todas las aplicaciones que requieren la red. Es la interfaz que ve el usuario. Envía los datos de usuario a la aplicación de destino usando servicios de las capas inferiores.

**Presentación:** Encargada de la sintaxis de los datos. Convierte los datos de la red a los datos requeridos por la aplicación.

**Sesión:** Encargada de proporcionar dialogo para el uso eficiente de las comunicaciones. O sea, sincroniza el intercambio de datos entre capas inferiores y superiores.

**Transporte:** Esta capa se encarga de que los datos enviados y recibidos lleguen en orden, sin duplicar y sin errores. Puede ser orientado o no a la conexión.

**Red:** Se encarga de enlazar con la red y encaminar los datos hacia sus lugares o direcciones de destino. Brinda la información de hacia dónde debo ir. Esta y las dos capas inferiores se encargan de todo el proceso externo al propio sistema y que están tanto en terminales como en enlaces o repetidores.

**Enlace de datos:** Se encarga de que los datos se envíen con seguridad a su destino y libre de errores. Cuando la conexión no es punto a punto, esta capa no puede asegurar su cometido sino la capa superior. Tiene el control de la capa física.

**Física:** Transmite los datos y suministra servicios a la siguiente capa. Para ello debe conocer las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento de las líneas.

## 2.3 Modelo TCP/IP e Híbrido

Los protocolos **TCP/IP** nacieron por la necesidad de *inter-operar* redes diversas (*inter-networking*). Se diseñó después de los protocolos, por eso a diferencia del *modelo OSI* este tiene protocolos “predefinidos”. No funciona con otra pila de protocolos.

Cuando se usa un modelo siguiendo el OSI en las capas bajas y el TCP/IP en las altas, se dice que se utiliza un modelo **híbrido**.

La descomposición del problema de la comunicación en capas es similar que en el OSI. El problema de OSI es que en una capa, todos los protocolos deben tener un funcionamiento similar además de utilizar las funciones definidas en la capa inferior y de suministrar funciones a la capa superior.

### 2.3.1 Capas de TCP/IP

**Aplicación:** Proporciona comunicación entre procesos o aplicaciones en computadores distintos.

**Transporte:** Encargada de transferir datos entre computadores sin detalles de red pero con mecanismos de seguridad.

**Interred:** Se encarga de direccionar y guiar los datos desde el origen al destino a través de la red o redes intermedias.

**Enlace de datos:** Interfaz entre el sistema final y la *subred* a la que está conectado.

**Física:** Define las características del medio, señalización y codificación de las señales.

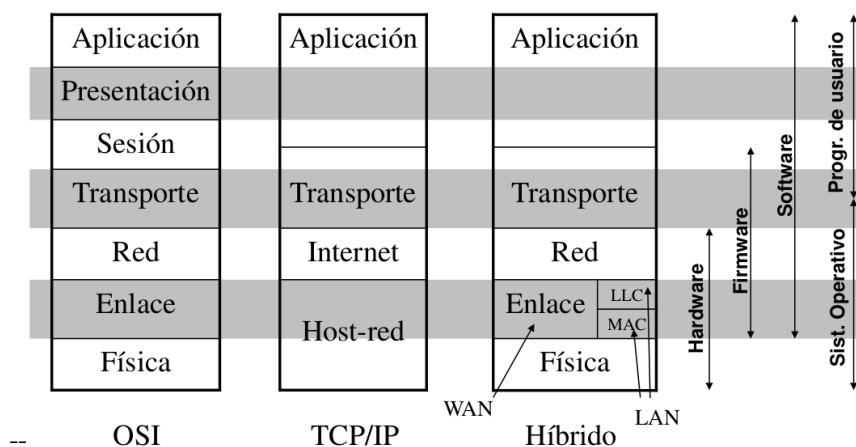


Figure 3: Comparación de los distintos modelos.

### 2.3.2 Diferencias entre OSI y TCP/IP

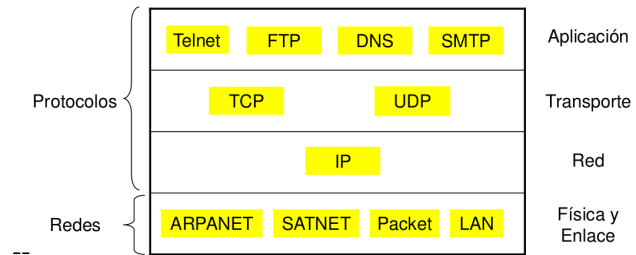
- En OSI primero fue el modelo, después los protocolos. En TCP primero los protocolos, después el modelo.
- En OSI el modelo es bueno, los protocolos malos; en TCP/IP al revés.

- En OSI los productos llegaban tarde, eran caros y tenían muchas fallas; en TCP/IP todo lo contrario.
- En TCP/IP los productos aparecían rápido, estaban muy probados (pues los usaba mucha gente), y a menudo eran gratis.
- OSI soporta comunicación orientada y no orientada a la conexión en la capa de red, pero solo orientada en la capa de transporte; TCP/IP usa un modo no orientado en la capa de red y ambos en la capa de transporte.

### 2.3.3 OSI modificado

El que vamos a utilizar. Sus capas son:

- **Aplicación** (incluye *sesión* y *presentación*).
- **Transporte.**
- **Red.**
- **Enlace de datos.**
  - + Subcapa LLC (*Logical Link Control*).
  - + Subcapa MAC (*Media Access Control*).
- **Física.**



**Figure 4:** Protocolos y redes del modelo TCP/IP inicial.

## 3 Transmisión de Datos

### 3.1 Conceptos Básicos

- **Dato:** Paquete que vamos a transmitir. Cualquier entidad capaz de transportar información.
  - + **Analógico:** Datos que pueden tomar valores en un intervalo de tiempo continuo (*ejemplos:* voz, video, temperatura).
  - + **Digital:** Datos que toman valores discretos (*ejemplos:* cadenas de texto, números enteros).
- **Señales:** Representaciones eléctricas o electromagnéticas de los datos.
  - + **Analógicas:** Onda electromagnética que varía continuamente y que según sea su espectro puede propagarse a través de una serie de medios.
  - + **Digitales:** Secuencia de pulsos de tensión que pueden transmitirse a través de un medio conductor. Es mas económica que la analógica y menos susceptible al ruido, pero sufre más atenuación.
- **Señalización:** Hecho de propagación física de las señales a través de un medio adecuado.
- **Transmisión:** Comunicación de datos mediante la propagación y procesamiento de señales.
  - + **Analógica:** es una forma de transmitir señales analógicas con independencia de su contenido; las señales pueden representar datos analógicos o datos digitales.
  - + **Digital:** es dependiente de su contenido. Se puede transmitir a una distancia limitada.

## 3.2 Transmisión: Perturbaciones

**Atenuación.** La energía de la señal decae con la distancia por lo que tenemos que asegurarnos que la señal llegue con suficiente energía como para ser captada por la circuitería del receptor, y además el ruido debe ser menor que la señal original. Debido a que la atenuación varía con la frecuencia las señales analógicas llegan distorsionadas por lo que hay que utilizar un sistema que le devuelva sus características iniciales.

**Distorsión de retardo.** Fenómeno debido a que la velocidad de propagación de una señal a través de un medio guiado varía con la frecuencia.

**Ruido.** La señal original resulta modificada debido a distorsiones introducidas por el sistema de transmisión. Es una señal que se inserta entre el emisor y receptor de una señal dada. Hay diferentes tipos de ruido:

+ **Ruido térmico:** Ruido que está siempre presente y en todos los dispositivos electrónicos y medios de transmisión. Es función de la temperatura. Cantidad de ruido termino en un ancho de banda de 1 Hz es:  $N_0 = KT(W/Hz)$ , donde  $K = 1.38 \cdot 10^{23} J/^{\circ}K$ .

+ **Ruido de intermodulación:** Aparecen por un mal funcionamiento del sistema o uso excesivo de energía en la señal. Es un ruido **correlacionado** -existe cuando la señal está presente-.

+ **Diafonía:** Acoplamiento no deseado de dos o más señales.

+ **Ruido impulsivo:** Son pulsos o picos regulares de corta duración y amplitud relativamente grande.

## 3.3 Relación señal/ruido SNR

Es la relación que utilizamos para saber cuánto ruido tenemos en nuestra señal de interés. Normalmente la expresamos en dB (*decibels*). Son valores de **potencia**, pero también pueden ser representados como valores de tensión o de corriente. **MAYOR** es el **SNR**, **MEJOR** es nuestro sistema de comunicación.

## 3.4 Factor de ruido

Es la relación que existe entre la entrada y la salida de un equipo amplificador: para las señales **analógicas**, cuando pasa por un **amplificador** el ruido aumenta.

$$F_{\text{ruido}} = \frac{\text{SNR (entrada)}}{\text{SNR (salida)}}, \quad \text{con } F_{\text{ruido}} \geq 1.$$

## 3.5 Capacidad del Canal

Es la velocidad máxima que se pueden transmitir los datos en un canal de comunicación bajo unos condiciones dadas.

Hay cuatro conceptos en juego relacionados entre sí, que son:

- **Velocidad de transmisión:** velocidad, expresada en *bits por segundo* (bps), a la que se pueden transmitir los datos.
- El **ancho de banda** estará limitado por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión; se mide en hercios o ciclos por segundo.
- El **ruido:** nivel medio de ruido a través del camino de transmisión.
- **Tasa de errores:** tasa a la que ocurren los errores. Se considera que ocurrió un error cuando se recibe un 1 habiendo transmitido un 0 o viceversa.

	Señal analógica	Señal digital
Datos analógicos	Dos alternativas (1) la señal ocupa el mismo espectro que los datos analógicos; (2) los datos analógicos se codifican ocupando una porción distinta del espectro	Los datos analógicos se codifican utilizando un codec para generar una cadena de bits.
Datos digitales	Los datos digitales se codifican usando un modem para generar señales analógicas	Dos alternativas (1) la señal consiste en dos niveles de tensión que representan dos valores binarios (2) los datos digitales se codifican para producir una señal digital con las propiedades deseadas.
	Transmisión analógica	Transmisión digital
Señal analógica	Se propaga a través de amplificadores; se trata de igual manera si la señal se usa para representar datos analógicos o digitales	Se supone que la señal analógica representa datos digitales. La señal se propaga a través de repetidores; en cada repetidor, los datos digitales se obtienen de la señal de entrada y se usan para regenerar una nueva señal analógica de salida
Señal digital	No se usa	La señal digital representa una cadena de unos o ceros, los cuales pueden representar datos digitales o pueden ser resultado de la codificación de datos analógicos.

**Figure 5:** Cuadros comparativos de la transmisión analógica-digital.

Agregar ventajas y desventajas de la transmisión digital.