

# Arquitectura de la comunicación (teleinformática)

Javier Fernández Rivera - [www.arurea.es](http://www.arurea.es)

En este tutorial, es necesario antes de entrar en materia, aclarar una serie de conceptos:

**Protocolo:** Es el conjunto de normas y reglas, organizadas y convenidas de mutuo acuerdo entre todos los participantes en una comunicación.

Su misión es: hacer que la comunicación entre todos los ordenadores de una red que están usando ese protocolo sea compatible y regular algún aspecto de la misma. Estos protocolos son estandarizados por las asociaciones u organizaciones de estandarización, y los fabricantes toman en cuenta estos estándares para la realización de dispositivos tele-informáticos.

Los elementos que definen un protocolo son:

- Sintaxis : Formato, codificación y niveles de señal de datos.
- Semántica : información de control y gestión de errores.
- Temporización o sincronización: coordinación entre la velocidad y orden secuencial de las señales .

**Red de ordenadores:** Un conjunto de equipos informáticos interconectados (entre si). Su finalidad es compartir recursos, tanto de soft como de hard y proveer una comunicación.

**Arquitectura de una red:** Es el conjunto organizado o la estructuración de las capas y el protocolo usado por ella.

**Sistema aislado:** Es un ordenador que no esta comunicado con otro.

**Sistemas distribuidos:** Es una red de ordenadores que se gestiona así misma, gestiona todos los recursos de los ordenadores que se encuentran conectados a ella. Con lo que si un ordenador pide un dato o una información, alguno de los otros ordenadores le atenderá, dándole una respuesta. Pero el ordenador que la pidió no sabrá a ciencia cierta que ordenador le ha dado la respuesta.

## Capas o niveles de la arquitectura de un protocolo

**Capas:** Las redes de ordenadores, proveen al usuario de una serie de servicios, e internamente poseen unas funciones. Todo esto es realizado por las capas o niveles de la arquitectura que posee el tipo de red. Las arquitecturas de las redes tienen una serie de capas superpuestas, una encima de otra, en la que cada una desempeña su función. El numero de capas puede ser variable según el tipo de arquitectura de la red. Las capas o niveles se encuentran jerarquizados (la capa superior manda). Los niveles son totalmente independientes entre si, aunque cada capa da unos datos a la capa que tiene superior y pide a la capa que tiene inferior. En definitiva una capa va a coger, solicitar o pedir información a la capa que tiene inmediatamente por debajo de ella y va a darlos a la que tiene inmediatamente por encima de ella, y así sucesivamente el resto de capas, hasta que la información entre o salga. Además las capas del mismo nivel pueden transferirse información entre ellas de forma paralela. Esto es, si tenemos por ejemplo dos ordenadores conectados en una red, cada uno tendrá su arquitectura de capas compatible con el protocolo de la red, pues bien, la capa de nivel 2 o la segunda capa de un ordenador podrá comunicarse de forma "directa" con la capa 2 del otro ordenador. Se dice que se comunican directamente prescindiendo del resto de capas, pero es necesario que las usen.

Llamaremos interface de capa, a las normas que existen en la capas a la hora de intercomunicarse unas con otras. Una interface en informática, vendría a ser un elemento inter.-comunicacional (comunica entre....). Así pues, una interface grafica de un programa, comunica al usuario de forma grafica con las posibilidades del software de ese programa determinado. Con lo que una interface de capas, son los procesos y normas que disponen las capas para así poder comunicarse unas con otras y llevar acabo el desarrollo de un protocolo, dentro de la arquitectura.

### Funciones y características de las capas:

- Permiten fraccionar el desarrollo del protocolo, que usa.
- Las capas facilitan el entendimiento del funcionamiento global de un protocolo.
- Facilitan las compatibilidades, tanto de software como hardware de los distintos ordenadores conectados.
- Las arquitectura o estructuras de capas son flexibles a la hora de modificarlas.

A la hora de definir un protocolo cada uno, define el orden de las capas.

Hoy en día existe un sistema llamado **OSI** (open system interconexión), interconexión de sistemas abiertos, capaz de interconectarse con otros de acuerdo a unas normas preestablecidas o definidas. Estamos hablando de un protocolo muy importante y extendido a nivel mundial.

**Las capas se pueden dividir en 3 grandes grupos.**

- Las capas de nivel bajo, también llamadas capas orientadas a la comunicación. Dentro de este nivel se encuentra la capa de nivel físico, la capa de enlace y el nivel de red.
- Las capas de nivel superior, estas a su vez se dividen en otros dos grupos, el primer de ellos dedicado al control de las comunicaciones entre los extremos remotos. El otro grupo se dedica a la gestión de las comunicaciones, esto es: por que lugar mando la información, por donde ira mas rápido, mas barato, etc.
- La capa intermedia

## El modelo arquitectónico OSI [capas de un red]

**OSI** es el *Open Systems Interconnection Reference Model* (modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos). Es el protocolo o model estandar. Tiene siete niveles:

### Capas de nivel inferior

**La capa física (nivel 1):** Es la capa a mas bajo nivel con lo cual es la que se ocupa de las transmisiones de los bits. Esta capa es la que se encarga de definir las características físicas, (eléctricas, mecánicas, funcionales, de procedimiento, etc.) para que se produzca una conexión entre dos equipos de la red, o para que se de un enlace da datos.

**Características eléctricas:** Define las características electricas para intentar tener la mayor inmunidad frente a las posibles interferencias (velocidad máxima de la transmisión, longitud, voltajes, etc.).

**Características funcionales:** Deben definir que circuitos son necesarios para establecer la transmisión. Es aquí donde examina la compatibilidad de los conectores, cuantos pines tienen cada equipo conectado, y la función de cada pines, numero de polos en un enchufe, etc.

**Características de procedimiento:** Define la secuencia de datos que se deben intercambiar entre la estación emisora y receptora y como tendrán lugar estas (el orden en el que se hacen las negociaciones de envío y recepción).

En esta capa se dan, los cables, tarjetas, repetidores (hub), etc.

**La capa de enlace (nivel 2):** Principalmente, controla el flujo de datos, la sincronización y los errores que puedan darse. Tiene como misión:

- La sincronización de las estructuras de información, que se envía y recibe.
- Gestiona el control de errores.
- Controla los estados de la comunicación (a la escucha, mandando, espera, etc).
- Controla también el medio de comunicación.

En definitiva esta capa se encarga de garantizar la integridad de la comunicación.

Es en esta capa o nivel donde se encuentran los puentes (bridges), etc.

**La capa de red (nivel 3):** Encamina los datos a su destino (ruteo), eligiendo la ruta mas efectiva. Esta capa tiene unas funciones que no solo afectan a los extremos de los terminales comunicados, sino que afecta a toda la red. Su principal función es la de proporcionar los mecanismos necesarios para intercambiar información a lo largo de una red. Esta capa controla los nodos de una red, y debe definir por tanto las normas de conexión entre los diferentes nodos. El nivel de red transmite conexiones entre las terminales remotas, usando los nodos de conmutación según sea esta comunicación podemos hablar de:

- Circuitos virtuales conmutados: (internet).
- Circuitos virtuales permanentes (los bancos).
- Datagramas: No se realiza ninguna conexión con el otro extremo sino que se envían paquetes a la red, y esta los distribuye automáticamente.

El nivel de red debe controlar el flujo de la información, el encaminamiento (ruter=ruta=enruteador=encaminador=encaminamiento), y el control de gestión. De ello se encarga el denominado "router".

El nivel de red debe disponer de mecanismos suficientes para solventar atascos. Debe evitar que los emisores saturen a los receptores. Y de buscar vías de transmisión rápidas y económicas.

### Capa intermedia

**La capa de transporte:** Principalmente se encarga de transportar la información de una manera fiable para que llegue a su destino. Esta capa es una capa intermedia entre las capas orientadas a la red y las capas orientadas a las aplicaciones. La capa de transporte proporciona los medios para establecer una información transparente a los niveles o capas superiores. Esta capa se ocupa del análisis de la ruta que hay que seguir. Garantiza la integridad de los mensajes entre el origen y el destino, encargándose de que se mantenga su secuencia de temporalidad o almacenándolos si el sistema no puede dar respuesta con suficiente velocidad. Esta no depende ni del software (capas superiores), ni del hardware (capas inferiores). Es en esta capa donde aparece la pasarela (gateway).

### Capas de nivel superior

**La capa de sesión (nivel 5):** Se encarga de ciertos aspectos de la comunicación, como el control de los tiempos. Permite el dialogo entre emisor y receptor estableciendo una sesión (acceder o abrir la capa 5). A través de una sesión se puede llevar a acabo el transporte de

datos de información. Esta capa dice la cantidad y la velocidad a lo que se puede mandar los datos por cada bloque. En el establecimiento de una sesión se pueden diferenciar dos etapas:

- El establecimiento de la sesión y la creación de un buzón donde se reciban los mensajes, procedentes de las capas inferiores.
- El intercambio de datos entre los buzones del emisor y del receptor siguiendo unas reglas para dialogar.

**Capa de presentación (nivel 6):** Esta capa se ocupa de la sintaxis y de la semántica, de la información, que se pretende transmitir. Dice el orden en que hay que mandar las cosas y gestiona las terminales virtuales. También traduce los distintos alfabetos ASCII, ebcidic, etc; usados por los ordenadores, logrando una comunicación compatible entre todos. El control de transferencia de la información. Esta capa esta íntimamente relacionada con la capa de nivel 7. Se dedica a interpretar o convertir los datos que usara la capa 7. Se da la encriptación, compresión, etc.

**Capa de aplicaciones (nivel 7):** En el se ejecutan las aplicaciones que proporcionan los servicios requeridos por el usuario, por ejemplo: comandos, ordenes, etc. Gestionadas por programas u aplicaciones del tipo: ftp, telnet, IRC (Orion), etc. Esta es la ultima capa, donde van a parar los datos. En esta capa es donde se desarrollan las aplicaciones (software).

## Protocolos TCP/IP

**TCP/IP:** Tiene como objetivos la conexión de redes múltiples y la capacidad de mantener conexiones aun cuando una parte de la subred esté perdida.

**Nivel de internet.** Los hosts pueden introducir paquetes en la red, los cuales viajan independientemente al destino. No hay garantías de entrega ni de orden.

Este nivel define el *Internet Protocol (IP)*, que provee el ruteo y control de congestión.

**Nivel de transporte.** Permite que pares en los hosts de fuente y destino puedan conversar. Hay dos protocolos:

- **Transmisión Control Protocol (TCP).** Provee una conexión confiable que permite la entrega sin errores de un flujo de bytes desde una máquina a alguna otra en la internet. Parte el flujo en mensajes discretos y lo monta de nuevo en el destino. Maneja el control de flujo.
- **User Datagram Protocol (UDP).** Es un protocolo no confiable y sin conexión para la entrega de mensajes discretos. Se pueden construir otros protocolos de aplicación sobre UDP. También se usa UDP cuando la entrega rápida es más importante que la entrega garantizada.

**Nivel de aplicación.** Como en OSI. No se usan niveles de sesión o presentación.

## OSI vs. TCP/IP

OSI define claramente las diferencias entre los servicios, las interfaces, y los protocolos.

- Servicio: lo que un nivel hace
  - Interfaz: cómo se pueden acceder los servicios
  - Protocolo: la implementación de los servicios
- TCP/IP no tiene esta clara separación.
- Porque OSI fue definido antes de implementar los protocolos, los diseñadores no tenían mucha experiencia con donde se debieran ubicar las funcionalidades, y algunas otras faltan. Por ejemplo, OSI originalmente no tiene ningún apoyo para broadcast.
  - El modelo de TCP/IP fue definido después de los protocolos y se adecuan perfectamente. Pero no otras pilas de protocolos.
  - OSI no tuvo éxito debido a
  - Mal momento de introducción: insuficiente tiempo entre las investigaciones y el desarrollo del mercado a gran escala para lograr la estandarización
  - Mala tecnología: OSI es complejo, es dominado por una mentalidad de telecomunicaciones sin pensar en computadores, carece de servicios sin conexión, etc.
  - Malas implementaciones
  - Malas políticas : investigadores y programadores contra los ministerios de telecomunicación
  - Sin embargo, OSI es un buen modelo (no los protocolos). TCP/IP es un buen conjunto de protocolos, pero el modelo no es general. Usaremos una combinación de los dos.

## Tipos de arquitecturas

### Arquitectura ARPANET.

Es la red que dio origen a la actual red de redes (internet). Esta red no sigue el modelo OSI, puesto que nació una década antes.

Sus niveles o capas son:

- Capa física.
  - Interface de red: Sigue las normas de IEEE 802.2 (ethernet).
  - Capa de internet: IP
  - Capa de transporte: Usando los protocolos TCP/UDP.
  - Capa de aplicaciones: FTP, SMTP, IRC, TELNET, etc.
1. IP (protocolo de internet): Protocolo entre redes. Es un protocolo sin conexión, especialmente diseñado para la interconexión de numerosas redes WAN y LAN. Se encarga del direccionamiento.

2. **TCP (protocolo del control de transmisión):** Es un protocolo orientado a la conexión muy semejante a su equivalente OSI en la capa de transporte en cuanto a su función, aunque difiere en cuanto a su formato. Se encarga principalmente del transporte.

### Arquitectura SNA de IBM.

Esta arquitectura fue desarrollada por IBM. Es anterior a la OSI, el modo OSI se basó en esta arquitectura, a la hora de su creación, pero evitando los problemas que tenía esta arquitectura (SNA). Una red con esta arquitectura puede disponer de 4 tipos de máquinas interconectadas o nodos:

- Terminales
- Controladores o supervisores: Su función es controlar a los terminales.
- Procesadores frontales: Intentan evitar sobrecargas en los ordenadores principales.
- Host

Niveles o capas de la arquitectura: Vienen a corresponderse con las del modelo OSI, que son las que están entre paréntesis.

Capa 1, Física (nivel físico).

Capa 2, de control de enlace (nivel de enlace).

Capa 3, de control de rutas (nivel de red).

Capa 4, de control de transmisión (nivel de transporte).

Capa 5, de control de flujo (nivel de sesión).

Capa 6, de servicios (nivel de presentación).

Capa 7, de usuario (nivel de aplicaciones).

### Arquitectura DNA

Es una arquitectura desarrollada por DEC (empresa informática norteamericana). Consta de una estructura jerárquica de 7 capas, semejantes en gran parte a las de OSI.

## Protocolos de enlace

Existen dos protocolos de nivel de enlace :

- Orientados a bit
- Orientados a carácter.

Los protocolos orientados a bits son los más modernos, los orientados a carácter son más antiguos.

Un **protocolo de enlace orientado a carácter** es el que usa un determinado alfabeto para llevar a cabo las funciones del control de enlace. Cuando un protocolo orientado a carácter usa el código ASCII como alfabeto; cuando quiere comenzar una transmisión, envía un carácter "enq" el otro en caso de aceptar esta comunicación le envía un "ACK", si no quiere o rechaza la comunicación, envía un "NACK". La mayoría de estos protocolos nacieron en los años 60 y suelen ser incompatibles entre sí. Las funciones que desarrollan estos protocolos son:

- **Control de trama:** Una trama es un bloque de información, que está delimitado por dos caracteres, como normalmente un mensaje suele ser muy largo lo que hace normalmente este tipo de protocolos es fraccionarlo en tramas o bloques más pequeños.
- **Control de errores:** el que se usa en este tipo de protocolos es la paridad lineal, paridad de bloque, y usan técnicas de corrección hacia atrás.
- **Control de comunicación:** Vigila el establecimiento y el funcionamiento correcto, del enlace de datos durante todo el proceso de comunicación.
- **Transparencia:** Esto significa que enviara de forma transparente y así no se nota ni se ven caracteres de control al terminarlo remoto.

Un **protocolo de enlace orientado a bits** es aquel que envía la información contenida en ciertas posiciones de los bloques de información que se envían para llevar a cabo las funciones del control de enlace. Estos protocolos son más modernos que los orientados a nivel de carácter y tratan de solucionar los problemas que tenían estos otros.

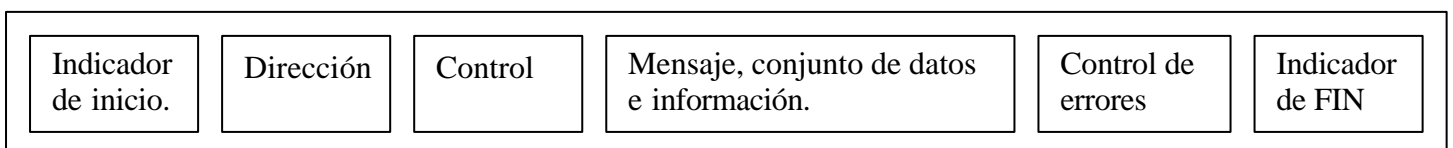
Las características principales de estos protocolos son:

- Pueden trabajar en entornos full-duplex (bidireccional simultáneo completo).
- Tienen un único formato para las estructuras de control y de datos.
- Disponen de una fuente de protección contra los efectos del ruido.
- Ofrecen una gran transparencia y eficiencia.

En este protocolo la información se divide en bloques cada bloque se llama trama. Y así se dan lugar a las llamadas tramas de datos o información. Las tramas es el resultado de dividir el conjunto del flujo de bits en unidades con formato (tramas).

Una trama, así pues, es: Un bloque de información que está a su vez subdividido en campos, cada uno de los cuales, tiene su misión en concreto.

Partes de una trama:



**Indicador de inicio:** Cada trama es identificada por un indicador de inicio, que esta formado, por una secuencia de bits única, que no puede repetirse en toda la trama. Esto es un byte que no se repitiese en toda la trama, normalmente se emplea el: 01111110, que es el correspondiente al ASCII “~”.

**Dirección:** almacena la dirección del terminal remoto, nodo al que envía la información. Si la trama es de respuesta llevara en ese campo la dirección del emisor.

**El campo de control:** Indica los 3 tipos de tramas que se pueden emplear, que pueden ser:

- Trama de supervisión (trama de control).
- Trama no numerada (trama de control).
- Trama de información (no es de control).

**Campo de información:** No siempre existe. Solamente almacena datos cuando la trama es de información y no de control. En caso de ser una trama de control, en ese campo no se almacenaría ningún dato, quedaría vacío.

**Capa de verificación de trama o de control de errores:** Es un campo que almacena técnicas de redundancia cíclica (detección de errores).

**Indicador de fin de trama:** Vendría a ser otro byte distinto al de inicio, lógicamente. Normalmente se usaba el: 01111111.

### La comunicación en los protocolos orientados a BIT

- Cuando se definieron los protocolos orientados a bits se estudiaba la posibilidad de tener que un equipo central que controlase todas las comunicaciones. Este equipo central se denomina estación primaria y es el que puede inicia las comunicaciones entre el resto de equipos interconectados. Este tipo de protocolo solía usarse en conexiones punto a punto o multipunto. Este tipo de transmisión se decía que era un modo de respuesta normal (NRM).
- Posteriormente se habilita otra posibilidad que consistía en que cuando una estación secundaria, quisiera transmitir, realizaría una indicación a la estación primaria y si esta le contesta afirmativamente puede transmitir, este tipo de transmisión recibe el nombre del modo de respuesta asíncrona (ARN).
- La tercera posibilidad, consiste en que las dos terminales de una comunicación (emisor y receptor), puedan iniciar una comunicación sin falta de pedir permiso a otros. Esto se llama respuesta asíncrona equilibrada (ABN), este tipo de protocolo es el que se usa en las estaciones de un puesto de trabajo, cuando existe un intercambio grande de información.

A la hora de controlar los accesos de los usuarios al canal, debemos de tener en cuenta que:

Deben garantizar que los usuarios no accedan al canal simultáneamente, lo que provocaría interferencias. Y si lo hacen, que lo hagan siguiendo unas normas específicas y unas sincronizaciones de entrada.

Para evitar estos problemas lo que se hace es dividir la información en bloques o paquetes.

A la hora de evitar estos problemas usaremos técnicas especiales de control de multiacceso.

**Método CSMA:** Se basa en; Cuando un nodo quiere transmitir, lo que hace es escuchar y verificar que no hay ningún nodo transmitiendo, Si el canal esta asignado, el nodo se calla y espera a que este libre. Y cuando el canal este libre, el nodo empieza a transmitir. Su problema es que se de una colisión de la información, y en tal caso el receptor no envía su acuse de recibo. Este protocolo para evitar que vuelva a suceder otra colisión, se espera un tiempo, que es generado aleatoriamente, para volver a transmitir.

**La técnica CSMA/CD** es el método de acceso múltiple por detección de colisiones. Es el método de colisión mas perfeccionado técnicamente, su predecesor es el método CSMA. lo que hace además de esto es que también esta a la escucha cuando se comienza a transmitir y así, cuando detecta una colisión deja de transmitir.

**Método de ranura vacía:** Este metodo se basa en que en una red sin fin (circular, etc.) va continuamente circulando un paquete o una trama que lleva una ranura vacía, cuando un nodo tiene que transmitir, espera a que llegue la ranura vacía, comprueba que esta vacía, y si lo esta, introduce la información dentro de la ranura. Y es entonces cuando cambia el estado de la ranura de vacía a llena. Al final llega al destinatario la información, este coge la información y automáticamente le indica al emisor que le llego la información. Cuando vuelve a llegar al emisor la ranura la vacía y la deja libre.

**Método aloha:** Creado en la universidad de Hawai en los años 70. Hay dos tipos, el aloha puro, y el aloha dividido. En cuanto a técnica es la mas rudimentaria (fue la 1º). Consiste en permitir que cada uno transmita cuando le da la gana, en caso de si transcurrido un cierto tiempo, nadie la contesta, piensa que la información se ha perdido y vuelve automáticamente a transmitir. Este método solo sería bueno para redes de poca afluencia.

**Método token passing (metodo de pasar el testigo):** Este metodo se usa en rede de anillo o en redes sin fin. El funcionamiento es similar al de ranura vacía. Este metodo consiste en mandar un paquete de control colocando al final de este, la información que se quiere enviar. El receptor coge la información, pero no vacía el paquete. Cuando vuelve a llegar al emisor, vacía el carro (destruye el paquete) y pasa el turno al siguiente. Este metodo lo usan unas redes de IBM llamadas token ring.

## Arquitecturas de una red (nivel físico, capa 1) TOPOLOGÍAS y tipos de RED

Las estructuras o arquitecturas de una red, es la forma en la que están conectadas todos los equipos que forman una red. Normalmente un equipo recibe el nombre de nodo o estación.

Los equipos informáticos de una red pueden conectarse entre si dando lugar a una determinada topología (forma de conexión). Según como sea esa forma de conexión, se distinguen dos grandes tipos de redes:

1. Punto a punto.
2. Multipunto.

Estas ultimas a su vez se dividen en tres grandes topologías (formas de conexión):

1. Estrella
2. Anillo
3. Bus

Ademas de estas 3 existen organizaciones mixtas de ellas. (Ejemplo: Topología en arbol).

## Topología en estrella.

Esta topología se caracteriza porque existe un nodo central que es el encargado de realizar las funciones principales y luego otros nodos que son los ordenadores conectados a esa red. Ese nodo central viene a tener la función de un concentrador (gestiona la red).

Han de ser 3 como mínimo.

**Las funciones del nodo central son:**

- Es un nodo de commutacion de paquetes. Enruta los paquetes.
- Realiza la funcion de adaptación de velocidad.
- Conversión de caracteres o alfabetos.

Las características principales de estas redes son que la inteligencia de la red, reside en el nodo central.

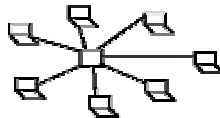
**Esto proporciona unas ventajas:**

- La red tiene una gran seguridad en la transmisión
- Es facil realizar un control de errores.

**Sus desventajas son:**

- Si falla el nodo central, se estropea todo.
- Y si hay mucha información en la red, puede saturar al nodo.

**Representación grafica**



## Topología en anillo

Se caracteriza por que todos los nodos estan conectados formando un anillo entre ellos (un circulo cerrado). Un nodo en esta red esta directamente conectado con el nodo anterior y el nodo posterior. Cada vez que la señal pasa por un nodo esta se regenera. En este tipo de red no hay ningún nodo que controle el funcionamiento de la red, no lo gestiona un nodo en concreto como en el caso anterior. Con lo que todos los nodos tienen una inteligencia similar.

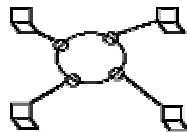
Una variación del anillo, que se usa principalmente en redes de fibra botica (FDDI) es el doble anillo.

En este tipo de red se da un inconveniente: Si se estropea un nodo deja de funcionar la red, puesto que se cortaria la comunicación secuencial de nodo a nodo del anillo. Para evitar esto se suelen usar puentes alternativos.

**Los estilos** de estas redes pueden ser:

- Unidireccionales (los mas comunes).
- Bidireccionales.

**Representación grafica**



## Topología en BUS

Se basa en la conexión de varios ordenadores a una linea troncal o principal. A diferencia de la anterior, en esta red no se produce una regeneración de la señal en cada nodo (es pasiva).

**Ventajas:**

- Facil instalación.
- Los medios de transmisión son faciles de conseguir (cables, etc).
- Posibilidad de cubrir grandes distancias.

**Desventajas:**

- La información pasa por cada uno de los nodos antes de llegar a su destino.

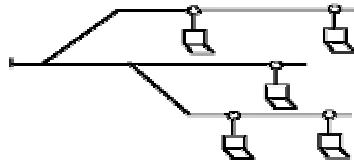
### Representación grafica



### Topología en arbol

Es un bus de buses (un tronco “red troncal o principal” con ramas “mas buses”). Esta estructura de red se utiliza en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podrían basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se ha utilizado en aplicaciones de redes locales analógicas de banda ancha.

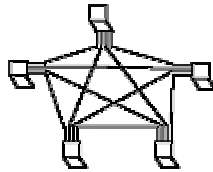
### Representación grafica



### Topología en Trama

Esta estructura de red es típica de las WAN, pero también se puede utilizar en algunas aplicaciones de redes locales (LAN). Los nodos están conectados cada uno con todos los demás.

### Representación grafica



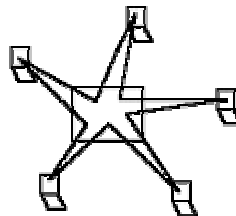
### Topologías combinadas

Cuando se estudia la red desde el punto de vista puramente físico aparecen las topologías combinadas.

#### Anillo en estrella.

Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo

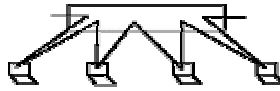
### Representación grafica



#### Bus en estrella.

El fin es igual a la topología anterior. En este caso la red es un bus que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores.

### Representación grafica



Estrella jerárquica.

Esta estructura de cableado se utiliza en la mayor parte de las redes locales actuales, por medio de concentradores dispuestos en cascada para formar una red jerárquica.

**Representación grafica**

