

## GENERALIDADES

### REDES DE COMPUTADORAS

- Modelo antiguo: una sola gran computadora haciendo todas las tareas de una empresa
- Modelo actual: muchas computadoras pequeñas, interconectadas hacen, en conjunto, las mismas tareas

### MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

- Medios guiados. Utilizan materiales sólidos, hilos o alambres
  - Cable de cobre: coaxial, par trenzado
  - Fibra óptica: multimodo y monomodo
- Medios no guiados. No utilizan alambres
  - Infrarrojo
  - Láser
  - Microonda: bandas licenciadas y bandas libres ISM (Industrial, Scientific and Medical)
  - Satélite

### SISTEMA DISTRIBUIDO SD

- Conjunto de computadoras que se presenta ante el usuario como un sistema único
- Es un software construido sobre una red de computadoras. Ejemplo: WWW World Wide Web

### RED DE COMPUTADORAS RC

- Usuarios conscientes que hay múltiples computadoras
- Conexión explícita entre ellas
- No hay el sw que dé transparencia a la red
- La diferencia entre SD y RC está en el sw

### USOS DE LAS REDES DE COMPUTADORAS

#### APLICACIONES DE NEGOCIOS

- La idea es compartir recursos en una oficina o alrededor del mundo:
- Personas
- Equipos Programas
- Información

---

#### ¿QUÉ INFORMACIÓN?

- Nómina
- Clientes
- Proveedores
- Contabilidad
- Inventarios
- Sistemas de salud

---

#### ¿EN DÓNDE SE USAN LAS REDES?

##### SECTOR PRIVADO

- Bancos
- Plantas industriales
- Aerolíneas y agencias de viajes
- Comercios

##### SECTOR PÚBLICO

- Ministerio de Salud
- IESS

- Registro civil
- CNE Consejo Nacional Electoral

## TELECOMUNICACIONES

---

- ANT Agencia Nacional de Tránsito
- Empresas eléctricas
- Fuerzas armadas
- Policía Nacional

Una red de computadoras permite la comunicación entre personas:

- Correo electrónico Videoconferencia
- Redes sociales
- Voz sobre IP

Las comunicaciones y los sistemas de transporte están en competencia. quien gane hará obsoleto al otro

Pedidos en tiempo real conforme se requiera, sin tener grandes inventarios

## APLICACIONES DOMÉSTICAS

---

- Ken Olsen, presidente ejecutivo de Digital Equipment Corporation DEC. 1977

“No hay razón alguna para que un individuo tenga una computadora en casa”

Hoy Digital ya no existe

- Thomas J. Watson presidente de IBM en 1945

“Cuatro o cinco computadoras deberán ser suficientes en todo el mundo hasta el año 2000”

La razón más importante de tener una computadora es el acceso a Internet

## MÁS APLICACIONES

---

- Teletrabajo
- Telemedicina
- Televigilancia. Cámaras IP: plantas industriales, casa, guardería, seguridad ciudadana
- Monitoreo vehicular: repartidores recolectores, vendedores, buses, taxis, etc.

Virus. Desde 1972. El mayor número de virus se da en Windows. En Mac y Linux casi no lo hay.

Es necesario la seguridad:

- Confidencialidad
- Autenticación
- Autorización
- Irrebatibilidad

## HARDWARE DE REDES

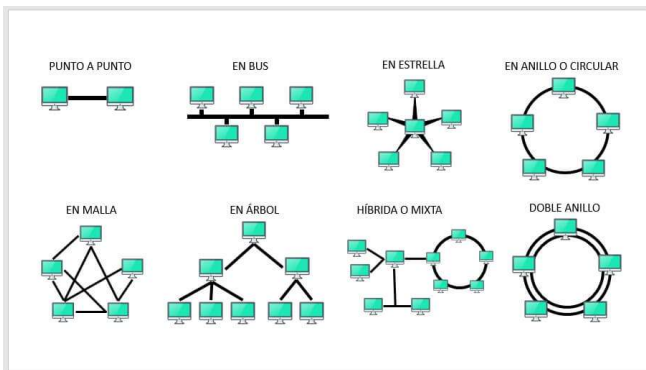
### CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS REDES:

- Tecnología
  - Punto-multipunto o Difusión
    - Broadcasting
    - Multicasting
  - Punto a punto (P2P Point to Point)
- Función
  - LAN
  - Última milla, Local loop

- Transporte
- Escala
  - PAN
  - LAN
  - WAN

## TOPOLOGÍAS

- Forma en la que están conectados los dispositivos en una red
- Tecnología punto-multipunto: topología bus
- Tecnología punto a punto. Topologías:
  - anillo,
  - estrella,
  - árbol,
  - malla



## BROADCAST O ENLACES DE DIFUSIÓN

- Topología punto – multipunto
  - Un sólo canal de difusión
  - Medio compartido por todas las máquinas
  - El mensaje llega a todas las máquinas
  - Paquete con la dirección destino
  - Solo el destinatario procesa el paquete
  - Las otras máquinas lo ignoran
- 
- Difusión o broadcasting: envío a todos los destinos a través de una dirección especial
  - Multidifusión o multicasting: envío sólo a un subconjunto de máquinas

## POINT-TO-POINT P2P

- Topología punto a punto
- Conexiones entre pares de máquinas
- El paquete pasa por máquinas intermedias
- Pueden haber varias rutas
- Se necesita determinar la mejor ruta
- Redes grandes usan P2P

## CLASIFICACIÓN DE REDES POR SU FUNCIÓN

- LAN
- Última milla o de acceso
- De transporte

- Dan servicios al usuario final

---

## LOCAL LOOP, ÚLTIMA MILLA, RED DE ACCESO

- Enlace desde el proveedor al usuario
- Tecnologías:
  - ADSL
  - Cable módem
  - Fibra óptica: Ethernet
  - Inalámbrica: WiMAX, WiFi, GPRS, satélite
  - Red eléctrica: PLC Power Line Communication

## CLASIFICACIÓN DE REDES POR ESCALA

- PAN Personal Area Network: Alcanza hasta 10 m
- LAN Local Area Network
- WAN Wide Area Network: Internet
- Internet interplanetaria

---

## REDES LAN

- De propiedad privada
- Un oficina, hogar, edificio, campus (2 km.)
- Diferencias de las LANs de otros tipos de redes:
  - Tamaño
  - Tecnología de transmisión
  - Topología

## TOPOLOGÍA BUS

- Las máquinas pueden transmitir en cualquier momento
- Riesgo de colisiones
- Estándar IEEE 802.3
- Nombre comercial: Ethernet (1972)
- Desarrollado por Xerox, DEC, Intel

## REDES DE ÁREA AMPLIA WAN

- Wide Area Network
- Interconecta redes LAN que se encuentran distantes entre sí
- Gran área geográfica
- Los clientes poseen los hosts
- Las empresas de telecomunicaciones poseen la subred
- Subred = líneas de transmisión y elementos de conmutación
- Red = hosts + subred

## REDES INALÁMBRICAS.

- Categorías de redes inalámbricas:
  - PANs Interconexión sistemas (partes de una computadora)
    - Bluetooth
  - WLANs
    - Access Point
    - Ad hoc
  - WANs inalámbricas

## UTILIDAD DE WLANS

- Lugares en donde es difícil instalar Ethernet:
  - Hogares

- Pequeñas oficinas
- Estándar WLAN: IEEE 802.11

## WANS INALÁMBRICAS

- Red telefónica celular
- Distancias mucho más grandes que las WLAN

Tecnología	Mbps	distancia
WLAN	54-10.000	Menos de 100 m
Red celular	Hasta 300	Kms

## INTERREDES

- Existen redes con hardware y software diferente
- Los gateways permiten interconectar redes distintas
- Un conjunto de redes diferentes interconectadas se llama interred

## SOFTWARE DE REDES

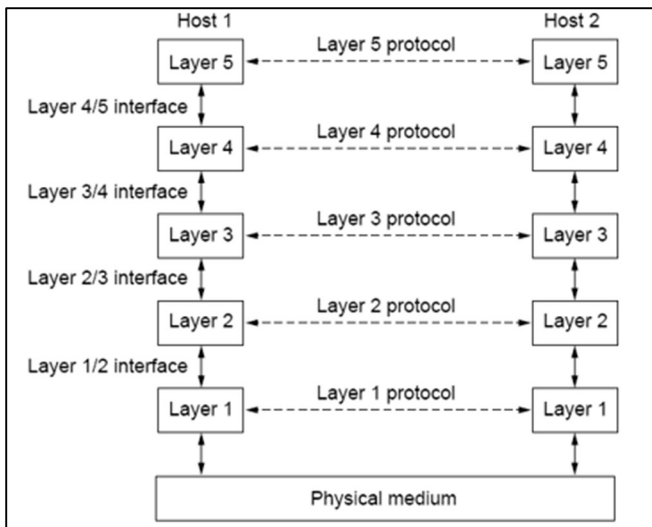
- Diseño de las primeras redes:
  - El hardware era el punto principal
  - El software era un añadido
- Hoy el software permite que las redes sean amigables

## JERARQUÍA DE PROTOCOLOS

- Red de computadoras: Es un sistema compuesto de hardware y software
- Para explicar el funcionamiento de una red de computadoras se han ideado varios modelos que lo representan
- Al inicio, cada fabricante de equipos de red tenía su propio modelo
- OSI es un modelo que sirve para explicar las redes de computadoras, y diseñar y construir, en forma estandarizada, hardware y software de red
- Así, los fabricantes pueden hacer productos que son compatibles con los de otros fabricantes
- Todos los modelos de red imaginan a las redes como pilas de capas
- Cada capa realiza una función específica
- Cada capa da un servicio a su capa superior
- Existe una capa dedicada al hardware y otras contemplan el software
- La capa de hardware es fundamentalmente estudiada por los ingenieros en telecomunicaciones
- Las otras capas son de software, y son atendidas por los ingenieros en computación

## FUNCIONAMIENTO DE OSI: WHATSAPP

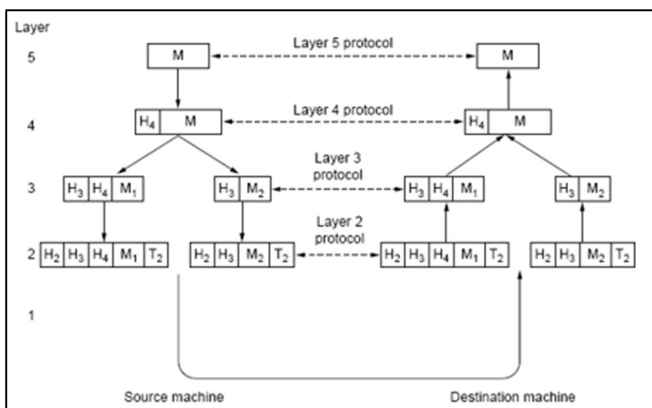
- Capa 7 (Aplicación) Usted escribe un mensaje
- Capa 6 (Presentación) WhatsApp lo convierte a 0s y 1s
- Capa 5 (Sesión) La aplicación Establece la relación entre origen y destino
- Capa 4 (Transporte) El mensaje se divide en paquetes
- Capa 3 (Red) WhatsApp determina la ruta al destino
- Capa 2 (Enlace de Datos) WhatsApp asegura que el mensaje no se pierda ni se dañe
- Capa 1 (Física) El mensaje viaja inalámbricamente y/o por cable



- La capa n de una máquina intercambia datos con su igual de otra máquina
- La forma de intercambiar datos se llama protocolo de comunicación
- En cada capa se utiliza un protocolo de comunicación
- Por eso el modelo de red se llama jerarquía de protocolos
- Los datos no se intercambian directamente entre capas n, el envío es virtual
- En el emisor, cada capa pasa los datos a su capa inferior
- En el receptor, cada capa pasa los datos a su capa superior

### ¿QUÉ ES UNA ARQUITECTURA DE RED?

- conjunto de capas
- servicios, y
- Protocolos de comunicación



- Encabezado: Información de control. Identifica: número, tamaño, etc.
- Hay límites de tamaño del mensaje en una capa
- Una capa en el emisor podría dividir el mensaje en paquetes pequeños
- En la capa correspondiente del receptor los paquetes se integran
- El encabezado colocado en la capa n no es pasado a la capa n+1

### ASPECTOS DE DISEÑO DE LAS CAPAS

#### ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO

Una capa necesita una manera de identificar emisores y receptores

Una red tiene muchas computadoras. Éstas tienen muchos procesos

Se requiere una forma de que un proceso en una máquina especifique con qué proceso quiere conversar

---

## REGLAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS

Comunicación símplex:

Comunicación semidúplex:

Comunicación dúplex:

---

## MANEJO DE PRIORIDADES

### CONTROL DE ERRORES

Los medios físicos de comunicación no son perfectos. Hay ruido

Hay códigos de detección y corrección de errores

---

## CONTROL DE PÉRDIDA DE PAQUETES Y ORDENAMIENTO: NUMERACIÓN DE MENSAJES

Se controlan pérdidas, duplicación, secuencia

Permite unir los pedazos en forma apropiada

---

## CONTROL DE FLUJO

Evita que un emisor rápido sature a un emisor lento

---

## DESENSAMBLADO/ENSAMBLADO

Solución al problema de mensajes muy largos o mensajes muy cortos

---

## MULTIPLEXACIÓN/DEMULTIPLEXACIÓN

Uso de una misma conexión para múltiples conversaciones

Uso de múltiples conexiones para una misma conversación

---

## DECISIONES DE ENRUTAMIENTO

---

## TIPOS DE SERVICIOS OFRECIDOS POR LAS CAPAS

---

### SERVICIOS ORIENTADOS A LA CONEXIÓN

- Inspirado en el sistema telefónico
- Para enviar información, antes los usuarios deben conectarse lógicamente
- Es un sistema creado para garantizar la entrega de los datos
- La conexión lógica se comporta como un tubo
- Los paquetes llegan en el mismo orden en que fueron enviados

Aplicaciones

- Servicio de ftp
- Correo electrónico: conexión entre el cliente que envía mensajes o el cliente que desea recibir mensajes y el servidor de correo
- Web

---

### SERVICIOS SIN CONEXIÓN

- Inspirado en el sistema postal
- Cada mensaje se encamina independientemente de los demás a través de la red
- Cada mensaje lleva la dirección del destino
- Los mensajes podrían no llegar en el mismo orden en que se enviaron
- Hay dos tipos: datagramas no confiables y datagramas confirmado

---

## SERVICIO DE DATAGRAMAS NO CONFIABLE

### SERVICIO DE DATAGRAMAS CONFIRMADO

- Igual que una carta certificada: Se envía un mensaje sin necesidad de que el destinatario esté conectado
- Se espera la confirmación de recepción de ese mensaje
- Ejemplos: email y WhatsApp. Emisor y receptor no tienen que estar conectados
- Los efectos negativos de la confiabilidad son: sobrecargas y retardos
- Hay aplicaciones que no toleran latencia del servicio orientado a la conexión
- Aplicaciones en tiempo real necesitan acceso a Internet y usan UDP (protocolo de comunicación sin conexión):
  - Mensajería instantánea: WhatsUp, Messenger
  - Video llamadas, transmisiones en vivo

### PRIMITIVAS DE SERVICIO

- Una capa da un servicio a su capa superior (control errores, control de flujo, orientación o sin conexión...)
- Una capa solicita un servicio a su capa inferior a través de un conjunto de operaciones
- Estas operaciones se llaman primitivas de servicio
- Una capa da servicio a su capa superior a través de las primitivas de servicio
- Las primitivas son llamadas al sistema operativo
- La pila de protocolos está en el sistema operativo

Capas adyacentes de un mismo host se comunican a través de primitivas de servicio

Capas iguales en sistemas diferentes se comunican a través de un protocolo de comunicación

Protocolo de comunicación: grupo de reglas que definen el formato y significado de los paquetes que se intercambian entre capas iguales de hosts diferentes

### MODELOS DE REFERENCIA

Surgió la necesidad de que los fabricantes conciban a las redes de la misma manera

También era urgente de que los equipos de comunicación sean compatibles entre sí

### MODELO DE REFERENCIA OSI

- Open Systems Interconnection (1984)
- OSI es un marco de referencia para el estudio, diseño y construcción de arquitectura de redes.
- Sistemas abiertos a la comunicación con otros sistemas
- Primer paso hacia la estandarización internacional
- Propuesto por ISO International Organization for Standardization
- El modelo tiene 7 capas

Cuatro principios para llegar a OSI

1. Se crea una capa para que realice una función
2. Cada capa realiza una sola función
3. La función permite definir luego protocolos
4. Los límites de las capas se eligen tal que minimicen el flujo de información entre capas

Arquitectura de red: conjunto de capas, protocolos, servicios y funciones

---

### CAPA FÍSICA

- Bits 1 y 0 se deben convertir en señales electromagnéticas para ser transmitidas por un canal de comunicación
- Los medios físicos cumplen con aspectos funcionales, eléctricos, mecánicos

---

### FUNCIONALES

- Transmisión en uno o en dos sentidos
- Número de pines de un conector



- Función de cada pin
- Secuencia de cada función

---

## ELÉCTRICOS

- Frecuencia de la señal
- Niveles de voltaje
- Tiempo de un bit

---

## MECÁNICOS

- Calibres
- Dimensiones
- Resistencia mecánica

---

## CAPA DE ENLACE DE DATOS

- Convierte un medio de transmisión rústico (un pedazo de cobre) en una línea de comunicación entre vecinos inmediatos
- Esto se logra fragmentando los datos en tramas para:
  - Controlar errores
  - controlar el flujo
- En redes de difusión (usan medios compartidos), esta capa controla el acceso al canal de cada computadora
- Este control se realiza a través de la Subcapa MAC Media Access Control
- Cada computadora en una red de difusión necesita una interfaz de red
- Cada tarjeta de red debe tener una dirección física única
- Esta dirección consta de 48 bits
- Esta dirección es dada por su fabricante y viene impresa en la tarjeta

---

## CAPA DE RED

- Da un esquema de direccionamiento lógico
- Determina las rutas estáticas y dinámicas
- Elige la mejor ruta con base en diferentes criterios:
  - Saltos
  - Retardos
  - Ancho de banda
  - Tarifas
- En las redes de difusión, el enrutamiento es simple
  - No existen tareas de enrutamiento
  - Los paquetes se difunden a todos los sistemas
  - La capa de red es muy delgada, o no existe

---

## CAPA DE TRANSPORTE

- Controla la comunicación extremo a extremo
- Asegura que la información llegue correctamente
- Para ello usa encabezados en mensajes y mensajes de control

---

## CAPA DE SESIÓN

- Controla el diálogo: a quién le toca transmitir
- Sincronización: Adición de puntos de referencia para transmisiones largas

---

## CAPA DE PRESENTACIÓN

- Existen diferentes tipos de datos: números enteros y de punto flotante, y caracteres alfanuméricos
- Cada tipo de datos tienen un esquema de representación interna binaria
- Un mismo tipo de datos podría tener diferente codificación según cada fabricante
- La Capa de Presentación permite que computadoras con diferentes representaciones internas de datos se puedan comunicar

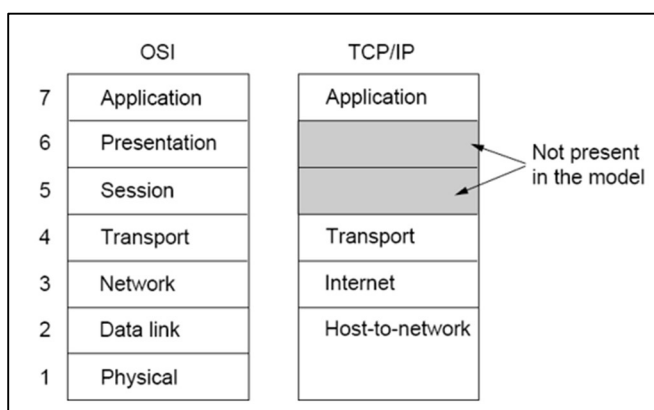
## CAPA DE APLICACIÓN

### EL MODELO DE REFERENCIA TCP/IP

- En la guerra fría, el DoD de EU crea en 1958 DARPA-Defense Advanced Projects Agency como respuesta al Sputnik (1957)
- DARPA se dedica al desarrollo de nuevas tecnologías para uso militar
- Tecnologías: cohetes espaciales, satélites, robots, redes de computadores
- En 1969 DARPA crea ARPANET. Se inicia el desarrollo TCP/IP
- ARPANET conectó a: UCLA, UCSB, Universidad de Utah, MIT, Universidad de Harvard, Universidad de Illinois, SRI Stanford Research Institute
- AL inicio se usaron líneas de la PSTN, luego enlaces de radio y satelitales
- En 1983 ARPANET adoptó TCP/IP

### REQUERIMIENTOS EXIGIDOS A TCP/IP

- Sólido frente a uso de diversos medios físicos de transmisión
- Robusto y flexible frente a pérdidas de hardware de la subred: Las conversaciones se mantienen



### LA CAPA DE INTERNET

- Provee una red de conmutación de paquetes sin conexión, no fiable
- Cada paquete viaja por la red en forma independiente. Tal vez lleguen en desorden o incluso no lleguen
- Protocolo IP. Enruta paquetes para que alcancen a su destino
- Usa tablas de enrutamiento creadas manualmente o automáticamente
  - Un enrutamiento adecuado evita la congestión
- Esta capa es similar a la Capa de Red de OSI

### LA CAPA DE TRANSPORTE

- Igual que la capa de transporte de OSI
- Permite la comunicación extremo a extremo entre procesos en los hosts origen y destino
- Extremo: host + número de puerto proceso: socket
- Socket origen y socket destino
- Dos protocolos:
  - TCP
  - UDP

#### TCP Transmission Control Protocol

- Lento pero segura (confiable)
- Conmutación de paquetes orientada a la conexión
- Entrega sin errores
- Divide el flujo de bytes que proviene de cada aplicación de red en mensajes discretos
- Controla el flujo y errores por cada conexión

#### UDP User Datagram Protocol

- No se establece conexión
- Es no confiable: no controla errores, flujo, secuenciación ni pérdida
- Para consultas únicas de solicitud-respuesta
- Usado para entrega rápida más que precisa: aplicaciones en tiempo real

---

## LA CAPA DE APLICACIÓN

- TCP/IP no tiene capas de sesión ni presentación
- Funciones posiblemente implementadas en las aplicaciones de red

Aplicaciones:

- DNS
- Telnet
- FTP
- SMTP
- HTTP

## COMPARACIÓN ENTRE OSI Y TCP/IP

- Ambos usan concepto de pila de protocolos
- Contribución de OSI: hace un estudio más conceptual, amplio y profundo, permitiendo comprender diferentes tipos de redes, no solo las redes TCP/IP
- Con OSI el modelo llegó primero y luego los protocolos
- Con TCP/IP los protocolos llegaron primero y después el modelo
- TCP/IP fue diseñado por personas con experiencia
- OSI fue diseñado por personas sin experiencia
- TCP/IP es más simple y eficiente que OSI
- OSI no pensó inicialmente en las redes de difusión
  - A inicios la capa 2 sólo trataba redes punto a punto. Cuando llegaron las redes LAN tuvieron que crear la subcapa MAC
- OSI especifica tareas en cada capa, no protocolos
- TCP/IP no es adecuado para describir otras redes que no sean TCP/IP
- Una diferencia evidente es el número de capas
- OSI soporta comunicación orientada y no orientada a conexión en capa 3
- TCP/IP sólo soporta el servicio no orientado a conexión en la capa 3
- OSI soporta sólo la comunicación orientada a la conexión en la capa 4
- TCP/IP soporta ambos en la capa 4

## HARDWARE DE REDES POR CAPAS

### CAPA FÍSICA

- Cables
- Conectores
- Antenas
- Repetidores
- Hubs
- Módems

### CAPA DE ENLACE DE DATOS

- Tarjetas de red
- Access Point
- Switches

### CAPA DE RED

- Routers

- Switches de capa 3

## CAPA DE TRANSPORTE

- Firewalls

## CAPA DE APLICACIÓN

- Computadoras

## CAPA FÍSICA

---

### CONECTORES

- Permite conectar la computadora al medio físico de transmisión

---

### REPETIDOR

- Recibe la señal, la depura del ruido, la amplifica y la retransmite
- Puede ser cableada o inalámbrica

---

### HUBS

---

### MÓDEM

- Transforma la señal digital en analógica y viceversa
- La señal analógica puede transmitirse en un medio guiado o inalámbrico
- El medio guiado puede ser línea telefónica, cable coaxial o fibra óptica

---

## CAPA DE ENLACE DE DATOS

---

### TARJETA DE RED

- Dispositivo que permite conectar un computador a una red LAN

---

### SWITCH

- Al igual que un hub, un switch interconecta un grupo de computadoras para formar una LAN
- A diferencia de un hub, cada puerto del switch es un dominio de colisión diferente
- Con un switch no se producen colisiones. Si dos hosts envían al mismo tiempo datos a un tercer host, el switch usa buffers
- Maneja direcciones físicas que tienen las tarjetas de red

---

### ACCESS POINT

- Permite interconectar varios dispositivos inalámbricos
- Gestiona el acceso al medio compartido, maneja direcciones MAC
- Los APs pueden conectarse entre sí comportándose como repetidores para permitir roaming
- Soporta hasta 255 estaciones

---

### SWITCH DE CAPA 3

- Switch + router
- Maneja direcciones MAC y direcciones IP
- Permite la conexión de redes con diferente dirección de red
- Divide sus puertos en VLANs y enruta entre ellas
- No tiene puertos serie para conectarse a redes WAN
- No puede conectarse a un proveedor de Internet
- Para la conexión a Internet se necesita de un router

## CAPA DE RED

---

### ROUTERS

- Maneja direcciones IP
- Permite la interconexión de redes con diferente dirección de red
- Un router determina dominios de difusión – broadcast
- El broadcast está marcado para cada dirección de red IP
- Tiene puertos serie para conectarse a redes WAN
- Puede conectarse directamente a un proveedor de Internet

## CAPA DE TRANSPORTE

---

### HARDWARE FIREWALL

- Dispositivo de control de tráfico
- Generalmente trabajan en capa 4
- Controla el tráfico entrante y saliente de una corporación
- Bloquea el tráfico no autorizado