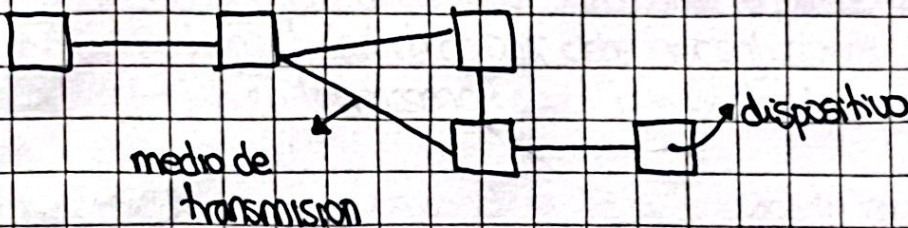


Redes de Datos

→ ¿Qué es una red de datos?

- conjunto de dispositivos interconectados, diseñados para intercambiar información, en tiempo real y en la mayoría de los casos de forma bidireccional.
- Los dispositivos están conectados a través de medios de transmisión como canales de cobre, fibras ópticas y espacio libre.
- Los medios de transmisión junto con los nodos de la red constituyen la red.

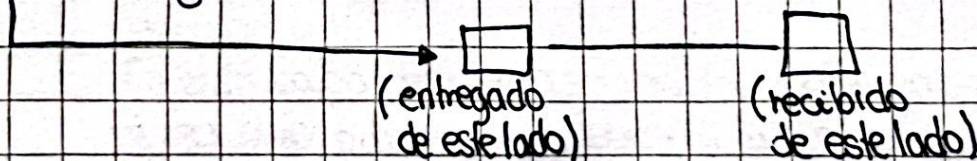
Ej:



→ modelo de capas

Protocolo de comunicaciones

- reglas que definen la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación así como también los posibles métodos de recuperación de errores.
- Los protocolos pueden ser implementados por HW, por SW o por ambos.
- protocolos + conjunto de capas = arquitectura de red.
- pila de protocolos: lista de protocolos utilizados por un sistema.
- comunicación horizontal virtual



diseño de las capas:

- cada capa necesita un mecanismo para identificar receptores y emisores.
- proceso para especificar con qué máquina se quiere hablar.
- se necesita direccionamiento para precisar un destino específico.
- control de errores aspecto importante, ya que los circuitos de comunicación no son perfectos, ambos extremos deben estar de acuerdo en cual usar y el emisor debe tener un método para decirle al receptor por qué no recibió el mensaje.

- No se conserva necesariamente el orden en que se les envían los mensajes.
- el receptor debe tener un protocolo que pueda volver a unir pedazos en caso de pérdida.
- para evitar que el receptor se sature, se tiene un control de flujo en el emisor.

Modelo OSI:

→ 7 capas, cada una con una función bien definida, con un protocolo estandarizado, cada capa debe tener un límite a fin de minimizar el flujo de información, la cantidad de capas debe ser suficiente para no agrupar funciones distintas en la misma capa y lo bastante pequeña para que no se vuelva inmanejable.

1° capa física: capa en donde se lleva a cabo la transmisión de bits a través de un canal de comunicación, los aspectos de diseño implica asegurarse de que cuando un lado envía un bit 1, éste reciba lo mismo y no un 0.

2° capa enlace de datos: esta capa transforma un medio de transmisión puro en una línea de comunicación que, al llegar a la capa de red, aparezca libre de errores de transmisión. Esto lo logra haciendo que el emisor fragmente los datos de entrada en tramas de datos y transmitiendo las tramas de manera secuencial.

En esta capa, también se regula que el emisor no sature al receptor, para esto se necesita un mecanismo de regulación de tráfico que indique al transmisor cuánto espacio de buffer tiene el receptor en ese momento.

Esta tiene una subcapa de control de acceso al medio la cual ayuda a controlar el acceso al canal compartido en las redes de difusión.

3° capa de red: determina cómo se enrutan los paquetes desde su origen a su destino, estas rutas se basan en tablas estáticas, codificadas en la red y que rara vez cambian.

4ª Capa de transporte: su función es aceptar los datos provenientes de las capas superiores, dividirlos en unidades más pequeñas de ser necesario, pasar estas a la capa de red y asegurarse de que todas las piezas lleguen correctas al otro extremo. Es la conexión de extremo a extremo.

5ª Capa de Sesión: permite que los usuarios de máquinas diferentes establezcan sesiones entre ellos. Las sesiones ofrecen servicios como control de diálogo, administración de token, sincronización con el fin de dar seguimiento de quien le toca transmitir, impedir que dos partes intenten de realizar la misma operación crítica al mismo tiempo y la adición de puntos de referencia a transmisiones largas para permitirles continuar desde donde se encontraban después de una caída.

6ª Capa de Presentación: encargada de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres, números, sonidos o imágenes, los datos lleguen de manera reconocible. Trabaja el contenido de la comunicación y se tratan aspectos como la semántica y la sintaxis de los datos.

7ª Capa de Aplicación: ofrece a las aplicaciones la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos. Ej: correo electrónico (POP y SMTP).

Modelos de Referencia / TCP/IP

- Fue implantado en la red ARPANET.
- 1ª red de área amplia (WAN).
- **Capa de Internet:** red de comunicación de paquetes basada en una capa de Internet no orientada a la conexión. permite que los host envíen paquetes dentro de cualquier red y que estos viajen a su destino de manera independiente. esta capa define un paquete de formato y protocolo oficial IP. entrega paquetes IP al destinatario. Es similar a la capa de red del modelo OSI.

TCP/IP	OSI
Aplicación	Capa. Aplicación
NO HAY	Presentación
NO HAY	Sesión
Transporte	Transporte
Internet	Red
Host a red	Enlace de datos
	Física

→ **Capa de transporte:** (similar a la capa de transporte OSI)

- TCP es un protocolo confiable, orientado a la conexión, que permite un flujo de bytes que se origina en una máquina se entregue sin errores en cualquier otra máquina en la internet.
- UDP es un protocolo no confiable y no orientado a la conexión para aplicaciones que no desean la secuenciación o el control de flujo de TCP y que desean proporcionar el suyo.

→ **Capa de aplicación:**

- TCP/IP no tiene capas de sesión, ni de presentación, son de poco uso para la mayoría de las apps. (TELNET, FTP, SMTP, DNS, HTTP)

Diferencias entre OSI y TCP/IP

- OSI 7 capas; TCP/IP 4 capas.
- OSI distingue interfaz, servicio y protocolo; TCP/IP no distingue.
- OSI protocolos ocultos y reemplazo fácil; TCP/IP protocolos expuestos y reemplazo difícil.
- en la capa de red OSI soporta comunicación orientada a la conexión; TCP/IP solo soporta comunicación no orientada a la conexión en la capa de red.

CAPA FÍSICA

- capa encargada de la transmisión y recepción de una secuencia no estructurada de bits sin procesar a través de un medio físico.
- **Codificación de datos:** modifica el modelo de señal digital que utiliza el equipo (1s y 0s) para acomodar las características del medio físico y así ayudar a la sincronización entre bits y trama.

→ return zero (RZ), Manchester, NRZ-Level, NRZ-space, NRZ-inverted.

modos de transmisión:

1. **Simplex:** transmisión que ocurre en una sola dirección solamente, deshabilitando al receptor de responder al transmisor. Ej: radio.
2. **Half-duplex:** transmite en ambas direcciones, pero la transmisión puede ocurrir solamente en una dirección a la vez.
3. **Full-duplex:** transmisión en ambas direcciones, pero simultáneamente por el mismo canal. Ej: telefonía.

medios de transmisión guiados:

1. **Cable de par trenzado:** cable de cobre que se utiliza para las redes Ethernet. par de hilos forma circuito y está trenzado para proporcionar protección contra crosstalk (ruido generado).

al circular energía se crea un campo magnético alrededor del hilo, si hay 2 hilos en un circuito, estos se cancelan mutuamente, provocando efecto de cancelación. (sin esto se ralentizan las comunicaciones debido a la interferencia originada por los campos).

tipos: UTP / S/UTP / STP / S/STP.

→ Norma de cableado estructurado:

- set de estándares desarrollados por la Telecommunications Industry Association.
- Asigna pines para cables de par trenzado equilibrado de 100 Ω y 8 conductores. (T568A y T568B).
- cable cruzado (Para PC1; router a router; Hub0 a Hub1); cable directo (router3 a switch2; router4 a hub2).

2. **Fibra Óptica:** un sistema de comunicación basado en fibra óptica está compuesto por 3 partes: emisor o transmisor (LASER o LED), la fibra óptica (monomodo o multimodo) y detector o receptor.

• **Tipos de emisores:** LED (Light Emitting Diode); LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

• **Reflexión interna total:** fenómeno producido por un rayo de luz que atraviesa un medio de índice de refracción n_2 menor que el índice de refracción n_1 en el que este se encuentra, se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios reflejándose completamente.

→ la fibra óptica es un conductor de cristal o plástico que transmite información mediante el uso de luz, por su compuesto no se ve afectado por la interferencia electromagnética ni por la interferencia de radio frecuencia. Para ingresar se transforman en pulsos de luz para ingresar al cable y se transforman en señales cuando salen de él.

• Tipos:

1. **multimodo:** cable que tiene el núcleo más grueso que el cable monomodo, usa fuentes de luz más simples y funciona bien a pocos Km.

2. **monomodo**: cable con un núcleo más delgado, más fácil de realizar, usa láser como fuente de luz y puede transmitir señales a docenas de Km con facilidad.

tipos de púlsos:

- Contacto físico, contacto ultra físico y contacto físico angular.

medios de transmisión no guiados (inalámbricos):

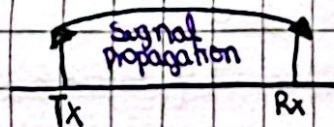
• rangos de frecuencia:

- **onda de radio**: 300 KHz $\rightarrow$ 30 GHz
- **radiación de microondas**: 300 MHz $\rightarrow$ 3 THz
- **radiación infrarroja**: 10^{-7} m $\rightarrow$ 10^{-3} m
- **ondas de luz visible**: 400 nm $\rightarrow$ 760 nm

• medios inalámbricos:

→ **ondas de radio**: utilizan antenas omnidireccionales sin línea de vista entre Tx y Rx, atraviesa estructuras permitiendo comunicación indoor/outdoor.

→ **microondas**: viajan en línea recta, energía concentrada en un haz (antenas directivas), requiere que Tx y Rx tengan visión directa. La curvatura de la tierra afecta.



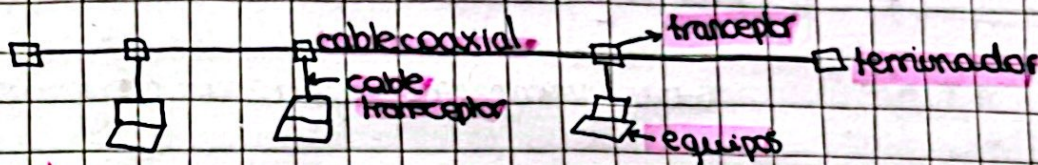
TOPOLOGÍAS Y EQUIPO DE RED:

→ topología de red:

- en una red nodos y estaciones conectados para comunicarse.
- a través de medio físico guiado o no guiado.
- La disposición de los nodos y los medios de comunicación en una red, se llama topología de red.
- Para plasmar la ubicación de los nodos en una red, se utilizan 2 tipos de diagrama (diagrama topología física y lógica).

→ **Topología física**: se refiere a las conexiones físicas e identifican como se interconectan los dispositivos finales (compu, TV, cámaras), con los elementos de infraestructura (routers, switches, puntos acceso inalámbricos) (ejemplos en computador).

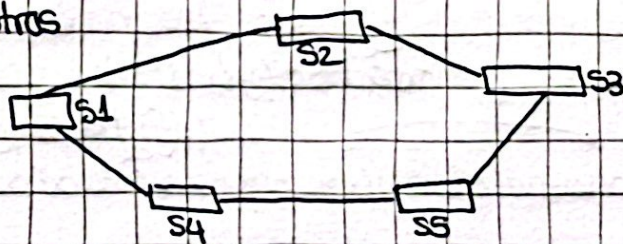
→ **Bus:** consta de un único cable (segmento principal) que conecta todos los equipos de la red en una sola línea. El número de equipos afecta el rendimiento de la red, ya que solo puede haber un equipo enviando datos.



características:

- Si falla el cable, no hay comunicación y solo podrán trabajar de manera independiente.
- Soporta half-duplex.
- Si la dirección de destino del fragmento no corresponde a la MAC del dispositivo, se ignora.
- Utiliza mecanismo de detección de colisiones, para asegurar que transmita uno a la vez.

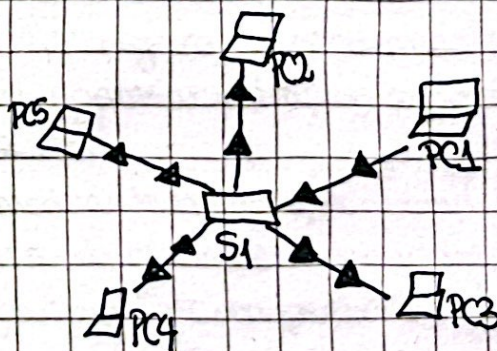
→ **Anillo:** estaciones unidas ~~formando~~ con otras formando un círculo por medio de un cable común. Último nodo de la cadena se conecta con el primero cerrando el anillo.



características:

- Señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. (cada nodo examina la info que es enviada a través del anillo); si la info no va dirigida al nodo que la examina pasa al siguiente anillo.

→ **Estrella:** todos los segmentos de cable de cada equipo están conectados a un punto central (Hub, Switch, etc.).

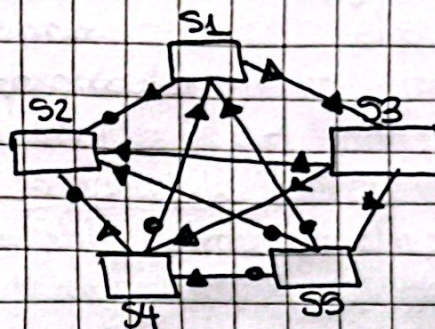


características:

- fácil de diseñar e instalar.
- es escalable.
- las señales transmitidas desde Tx a través del punto central a todos los equipos de red.
- centraliza recursos.
- requiere una gran cantidad de cables, si falla punto central, cae toda la red.
- si falla un equipo, es el único que no podrá ni Rx ni Tx.

- redundancia de rutas, conecta un host con cada uno de sus vecinos.

- se usa en apps que requiera seguridad, ya que si hay algun problema con los servidores de red, hay una trayectoria redundante utilizable para encaminar los datos por una via alternativa.



Topología Logica:

en estos diagramas se especifica el tipo de dispositivos utilizados en la red, los puertos en donde se conectan, los medios de red y el direccionamiento IP. Con este diagrama ayuda a entender la forma en la que viaja el flujo de información en una determinada red.

Topologías de Red: (desde el punto de vista de la cobertura):

- **PAN:** area de red personal, interconexion de dispositivos IT dentro del alcance de una persona. Ej: guiados (USB, Thunderbolt); no guiados (Bluetooth).

- **LAN:** area local, red de computadoras que abarca un área reducida en una casa, edificio etc. Ej: Ethernet.

- **WAN:** red de área amplia, es una red de computadoras que une varias redes locales, aunque sus miembros no estén todos en una misma ubicación física.

HARDWARE DE RED (elementos físicos que permiten a una red):

1° crecer en tamaño y complejidad / 2° mejorar el rendimiento.

funciones: aumentar el alcance de la red, controlar el trafico, poder unir dos o mas redes y aislar los problemas de la red.

- **repetidor:** expande el alcance de una red, mediante la limpieza y amplificación de la señal.

- **hub:** concentra el trafico de red que proviene de multiples ordenadores y regenerar la señal cuenta con muchos puertos y su función es recuperar los datos binarios que ingresan a un puerto y enviarlos a los demás.

C2. **Bridge:** interconecta segmentos de red llamados dominios de colision haciendo la transferencia de datos de una red hacia otra en base a la direccion fisica de destino de cada paquete. / cada puerto del bridge es un dominio de colision distinto.

funciona a través de una tabla de direcciones MAC detectadas en cada segmento al que está conectado. cuando se detecta una transmisión, copia la trama para el otro segmento de red, desechando esta si no tiene el segmento de red como destino.

2. **Switch**: interconecta dos o más segmentos de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo a la dirección MAC de destino de las tramas de red. Cada puerto switch es un dominio de colisión distinto. Poseen la capacidad de aprender y almacenar las direcciones de red de nivel 2 de los dispositivos alcanzables a través de cada uno de sus puertos. Ej: un computador conectado directamente a un puerto de un switch provoca que el switch almacene la dirección MAC del computador y la asocie al puerto donde está conectado ese computador, permitiendo que la info vaya al puerto de destino y no se repita en todos los puertos.

• **Router**: (C3): interconecta dos o más redes, divide y segmenta dominios de broadcast y no propaga broadcast

→ trabaja con direcciones lógicas, no físicas (brides y switches), dichas direcciones las asigna cada fabricante a una tarjeta de red, las direcciones lógicas las asigna el administrador de la red a cada una de las tarjetas de red, maneja tabla de ruteo que asocia cada puerto con una red conectada al router.

CAPA ENLACE DE DATOS

→ Funciones de la capa de Enlace de Datos.

- maneja los errores de transmisión, manejo de flammring, regular el flujo de datos para que receptores lentos no sean saturados por emisores rápidos.

Para cumplir esto, la capa de enlace de datos toma de la capa de red los paquetes

y los encapsula en tramas para transmitirlos. Cada trama contiene un encabezado, un payload para almacenar el paquete y un terminador o final.

- La capa de red proporciona encabezado (información de control, como direcciones MAC y está ubicado al inicio de la trama), payload (paquete que viene de la capa de red) y terminador (información de control y está ubicado al final del PDU).

Señales proporcionados en la capa de red:

→ transferir datos de la capa de red en la máquina de origen a la capa de red en la máquina de destino.

→ El trabajo de la capa de enlace de datos es transmitir los bits a la máquina de destino, para que puedan ser entregados a su capa de red. (línea negra).

manejo de transmisión de errores

Tipos de errores:

- single bit error: corrompido un bit en la trama recibida.
- multiple bits error: mas de un bit esta dañado en la trama.
- burst error: mas de un bit consecutivo esta dañado.

• **detección**: incluir suficiente redundancia para permitir que el receptor sepa que ha ocurrido un error y solicite retransmisión.

• **corrección**: incluir suficiente información redundante en cada bloque de datos transmitido para que el receptor pueda deducir lo que debió ser el carácter transmitido.

En ambas se agrega info adicional llamada código; 2 tipos.

• código de detección de errores: detectar y solicitar retransmisión.

• código de corrección de errores: corregir mejor que solicitar retransmisión.

códigos de detección de errores:

Paridad: (solo detecta un error de bit).

• unidimensional: se agrega un bit de paridad para detectar errores.

• bidimensional: se ordenan los datos a enviar en filas, se agrega un bit de paridad para detectar errores por cada fila y por cada columna.

Checksum:

• los datos se dividen en K segmentos, cada uno de m bits.

• extremo emisor, los segmentos se suman usando aritmética en complemento a 1 para obtener la suma, ~~resultado~~ de comprobación, esto se envía junto con los segmentos de datos; en el extremo receptor todos los segmentos recibidos se suman usando aritmética en complemento a 1 para obtener la suma, si el resultado es 0 se aceptan los datos recibidos, sino se descartan.

códigos de corrección de errores:

FEC: solo detecta y corrige el error de un bit. } $2^r \geq m + r + 1 \rightarrow$ se debe cumplir

ej. 0110101 ($m = 7$), $r = 4$.

$$\rightarrow 2^r \geq m + r + 1$$

framing: ¿Cómo sabe el receptor cuando comienza o finaliza una trama si el solo recibe un flujo de bits?

- **metodo conteo de caracteres:** campo en el encabezado para especificar el numero de bytes de la trama. La capa de enlace cuenta de bytes y sabe cuantos bytes siguen, y, por lo tanto, donde esta el fin de la trama.

- **Banderas:** trama inicia y termina con bytes especiales, bytes especiales se llaman bandera, evita tener que sincronizar nuevamente luego de un error.

Control de flujo: se usa por que el emisor puede querer transmitir tramas de manera sistematica y a mayor velocidad que aquella con que puede aceptarlos al receptor. Esto permite adaptar la velocidad de envio del transmisor a la velocidad de procesamiento de receptor.

2 metodos:

- **basado en retroalimentacion:** el receptor regresa informacion al emisor autorizando para enviar mas datos o indicando su estado.

- **basado en tasa:** protocolo tiene un mecanismo integrado que limita la tasa a la que el emisor puede transmitir los datos, sin recurrir a retroalimentación por parte del receptor.

→ **Capa enlace, divide en 2 subcapas:**

- **Control de enlace logico (LLC):** subcapa superior, que define los procesos de sus que proporciona servicios a los protocolos de capa de red.

- **Control de acceso al medio (MAC):** subcapa inferior, que define los procesos de acceso al medio que realiza el HW. Proporciona el direccionamiento de la capa de enlace de datos y la delimitación de los datos de acuerdo con los requisitos de serialización física del medio.

SUBCAPA MAC

- **Protocolos de Acceso al medio aleatorios:** CSMA; CSMA/CD; CSMA/CA.

- **colisiones,** para detectar una, la estación comprueba si la señal transmitida es idéntica a la del medio de transmisión.

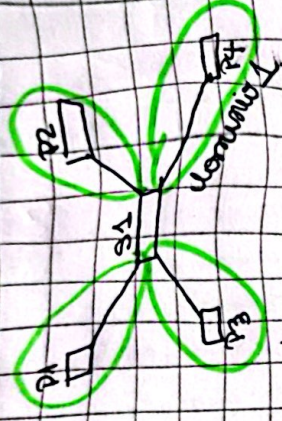
- **dominio de colision:** segmento físico de una red en el que las estaciones comparten un medio de transmisión y pueden colisionar.

segmentación LAN

- dividir un dominio de colisión más pequeño.
- ventajas: mas B por usuario, evita el tráfico entre segmentos.
- físicamente un dominio de colisión es un segmento de cable coaxial donde los nodos detectan a través de CSMA/CD. Todos los nodos conectados a un hub a través de cable de par trenzado.

STP: (Spanning Tree Protocol)

- Como respaldo, creamos un enlace redundante del enlace primario; si primario falla, redundante evita que la red se caiga.
- Problema: genera Bucle, es decir los switch transmiten por todos sus puertos las tramas que en su dirección MAC de destino son del tipo: unicast / broadcast; si un switch recibe alguna trama de estos tipos los re-enviara por todos sus puertos.



- STP bloquea temporalmente el tráfico en los enlaces redundantes, con el fin de evitar los bucles, pero se recuperan cuanto se necesitan, para lograr esto el switch debe conocer toda la topología de red, utilizando las tramas llamadas BPDU.
- Fases del protocolo:

1. elección del switch raíz: se elige con el bridgeID mas bajo.
2. elección de los puertos raíz: se elige el que tenga el menor costo hasta el switch raíz.
3. elección de los puertos designados: en cada enlace que exista entre 2 switches habrá un puerto designado el cual será el con menor costo para llegar al switch raíz.
4. Puertos bloqueados: puertos que no son puertos raíz o puertos designados.

→ Selección del puerto raíz

- seleccionar el puerto conectado con la raíz con el menor costo acumulado al root bridge, si hay varias raíz con el mismo costo, se selecciona el puerto raíz conectado al switch veuno que tenga el BridgeID mas bajo. Si todos poseen por el mismo switch (ejemplo, se selecciona el que este conectado a un puerto con la menor prioridad en el switch veuno).

→ selección del puerto designado

- para un segmento que ya tiene puerto raíz, el del extremo sera un puerto designado.
- el segmento de red, su puerto designado sera el que este conectado al switch con menor costo acumulado al Root Bridge.

ARP: Address Resolution Protocol

Para almacenar las direcciones de capa 2 de los computadores de mi dominio de broadcast el computador usa la tabla ARP.

Para completar dicha tabla cada computador utiliza el protocolo ARP para obtener a partir de la dirección IP correspondiente dirección MAC. La tabla ARP se puede llenar por monitoreo de tramas en el medio o por medio de una solicitud ARP.

- **HTYPE**: especifica protocolo de enla.
- **PTYPE**: especifica protocolo de interconexion de redes para el destino de petición ARP.
- **HLEN**: longitud (en octetos) de una dirección de HW.
- **PLEN**: longitud (en octetos) de direcciones utilizadas en el protocolo de capas superior.
- **TO**: operación: especifica la operación que el emisor está realizando.
- **SHA**: dirección de capa 2 del remitente.
- **SPA**: 11 11 3 11 ~~destino~~ remitente
- **THA**: 11 11 2 11 destino.
- **TPA**: 11 11 3 11 destino

SWITCHES

- si hay un HUB controlador en una red, existe solo un dominio de colisión.
- mientras mas equipos, mas colisiones.

comutación: proceso por el cual un switch transporta una trama desde un puerto de entrada hacia un puerto de salida.

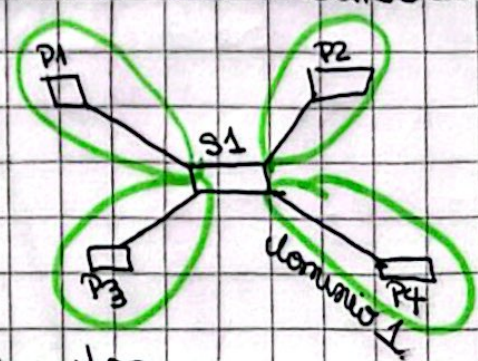
ventajas: reducción dominio colisión, aumento de B.

- **tabla CAM**: tabla que indica por cual puerto debe ser conmutada la trama tiene asociado la MAC address y el puerto del switch.

• **Tipos**: los switches utilizan 2 métodos de conmutación.

- **store-and-forward**: llega la trama completa y la re-envia, luego el switch almacena la trama en memoria y comprueba los errores antes de tomar una decisión de reenvío.
- **cut-through**: el switch recibe la trama y busca sus 6 primeros bytes que sigue al preambulo. luego verifica la MAC en la CAM y determina el puerto de interfaz de salida y re-envia la trama a su destino.

- dividir un dominio de colisión más pequeños.
- ventajas: mas B por usuario, evita el tráfico entre segmentos.
- físicamente un dominio de colisión es un segmento de cable coaxial donde los nodos decodifican a través de CSMA/CD. Todos los nodos conectados a un hub a través de cable de par trenzado.



STP: (Spanning Tree Protocol)

- Como respaldo, creamos un enlace redundante del enlace primario; si primario falla, redundante evita que la red se caiga.
- Problema, genera Bucle, es decir, los switch transmiten por todos sus puertos las tramas que en su dirección MAC de destino son del tipo: unicast / broadcast; si un switch recibe alguna trama de estos tipos los re-enviara por todos sus puertos.
- STP bloquea temporalmente el tráfico en los enlaces redundantes, con el fin de evitar los bucles, pero se recuperan cuando se necesitan, para lograr esto el switch debe conocer toda la topología de red, utilizando las tramas llamadas BPDU.
- Fases del protocolo:
 1. Elección del switch raíz: se escoge con el bridgeID mas bajo.
 2. Elección de los puertos raíz: se escoge el que tenga el menor costo hasta el switch raíz.
 3. Elección de los puertos designados: en cada enlace que exista entre 2 switches habra un puerto designado el cual sera el con menor costo para llegar al switch raíz.
 4. Puertos bloqueados: puertos que no son puertos raíz o puertos designados.

→ Selección del puerto raíz:

- seleccionar el puerto conectado con la ruta con el menor costo acumulado al root Bridge, si hay varias ruta con el mismo costo, se selecciona el puerto raíz conectado al switch vecino que tenga el BridgeID mas bajo. Si todos pasan por el mismo switch vecino, se selecciona el que este conectado a un puerto con la menor prioridad en el switch vecino.

→ Selección del puerto designado:

- para un segmento que ya tiene puerto raíz, el del extremo sera un puerto designado.
- el segmento de red, su puerto designado sera el que este conectado al switch con menor costo acumulado al Root Bridge.