

CAPA DE ENLACE DE DATOS

La función de la capa de enlace de datos de OSI es preparar los paquetes de la capa de red para su transmisión y controlar el acceso a los medios físicos.

ACCESO A LOS MEDIOS

Soporte y conexión a servicios de capa superior: La capa de enlace de datos proporciona un medio para intercambiar datos a través de medios locales comunes.

La capa de enlace de datos realiza dos servicios básicos: Permite a las capas superiores acceder a los medios usando técnicas como tramas.

Controla cómo se ubican los datos en los medios y cómo se reciben desde los medios usando técnicas como el control de acceso a los medios y la detección de errores.

Al igual que con cada una de las capas OSI, existen términos específicos para esta capa:

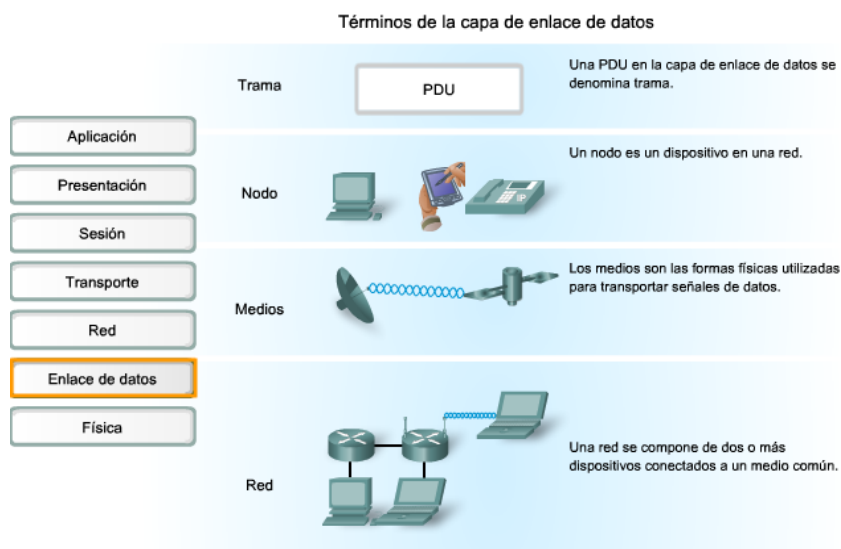
Trama: la PDU de la capa de enlace de datos

Nodo: la notación de la Capa 2 para dispositivos de red conectados a un medio común

Medio/s(físico)¹: los medios físicos para la transferencia de información entre dos nodos

Red (física)²: dos o más nodos conectados a un medio común

La capa de enlace de datos es responsable del intercambio de tramas entre nodos a través de los medios de una red física.



¹ Es importante comprender el significado de las palabras medio y medios dentro del contexto de este capítulo. Aquí, estas palabras se refieren al material que realmente transporta las señales que representan los datos transmitidos. Los medios son el cable de cobre, la fibra óptica físicos o el entorno a través de los cuales la señal viaja. En este capítulo, medios no se refiere a programación de contenido tal como audio, animación, televisión y video, como se utiliza al referirse a contenidos digitales y multimedia.

² Una red física es diferente de una red lógica. Las redes lógicas se definen en la capa de red mediante la configuración del esquema de direccionamiento jerárquico. Las redes físicas representan la interconexión de dispositivos de medios comunes. Algunas veces, una red física también se denomina segmento de red.

Acceso a los medios de la capa superior

Como hemos mencionado, un modelo de red permite que cada capa funcione con un mínimo interés por los papeles de las otras capas. La capa de enlace de datos releva a las capas superiores de la responsabilidad de colocar datos en la red y de recibir datos de la red. Esta capa proporciona servicios para soportar los procesos de comunicación para cada medio por el cual se transmitirán los datos.

En cualquier intercambio de paquetes de capas de red, puede haber muchas transiciones de medios y de capa de enlace de datos. En cada salto a lo largo de la ruta, un dispositivo intermediario, generalmente un router, acepta las tramas de un medio, desencapsula la trama y luego envía el paquete a una nueva trama apropiada para los medios de tal segmento de la red física.

Imagine una conversación de datos entre dos hosts distantes, como una PC en París con un servidor de Internet en Japón. Aunque los dos hosts puedan comunicarse con sus protocolos de capa de red par (por ejemplo, IP) es probable que se estén utilizando numerosos protocolos de capa de enlace de datos para transportar paquetes IP a través de varios tipos de LAN y WAN. Este intercambio de paquetes entre dos hosts requiere una diversidad de protocolos que debe existir en la capa de enlace de datos. Cada transición a un router puede requerir un protocolo de capa de enlace de datos diferente para el transporte a un medio nuevo.

Observe en la figura que cada enlace entre dispositivos utiliza un medio diferente. Entre la PC y el router puede haber un enlace Ethernet. Los routers están conectados a través de un enlace satelital y la computadora portátil está conectada a través de un enlace inalámbrico al último router. En este ejemplo, como un paquete IP viaja desde la PC hasta la computadora portátil, será encapsulado en la trama Ethernet, desencapsulado, procesado y luego encapsulado en una nueva trama de enlace de datos para cruzar el enlace satelital. Para el enlace final, el paquete utiliza una trama de enlace de datos inalámbrica desde el router a la computadora portátil.

La capa de enlace de datos aísla de manera efectiva los procesos de comunicación en las capas superiores desde las transiciones de medios que pueden producirse de extremo a extremo. Un paquete se recibe de un protocolo de capa superior y se dirige a éste, en este caso IPv4 o IPv6, que no necesita saber qué medios de comunicación utilizará.

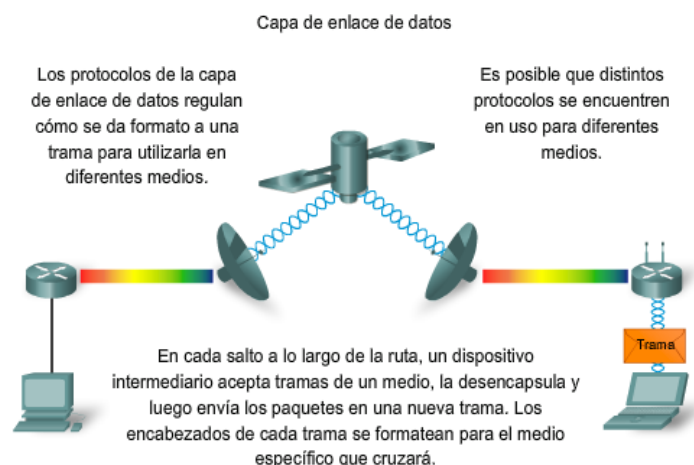
Sin la capa de enlace de datos, un protocolo de capa de red, tal como IP, tendría que tomar medidas para conectarse con todos los tipos de medios que pudieran existir a lo largo de la ruta de envío. Más aún, IP debería adaptarse cada vez que se desarrolle una nueva tecnología de red o medio. Este proceso dificultaría la innovación y desarrollo de protocolos y medios de red. Éste es un motivo clave para usar un método en capas en interconexión de redes.

El rango de los servicios de la capa de enlace de datos tiene que incluir todos los tipos de medios actualmente utilizados y los métodos para acceder a ellos. Debido a la cantidad de servicios de comunicación provistos por la capa de enlace de datos, es difícil generalizar su papel y proporcionar ejemplos de un conjunto de servicios genéricos. Por ese motivo, tenga en cuenta que cualquier protocolo dado puede o no admitir todos estos servicios de la capa de enlace de datos.

Principios de internetworking:

MTU:

http://www.tcpipguide.com/free/t_IPDatagramSizeMaximumTransmissionUnitMTUFragmentation.htm



Es importante comprender el significado de las palabras "medio/s". Aquí, estas palabras se refieren al material que realmente transporta las señales que representan los datos transmitidos. Los medios son el cable de cobre, la fibra óptica físicos o el entorno a través de los cuales la señal viaja. Medios no se refiere a programación del contenido, tal como audio, animación, televisión y video como se utiliza al referirse a contenidos digitales y "multimedia".

Una red física tiene una connotación distinta de la de una red lógica. Las redes lógicas son estructuras definidas en la capa de red mediante la configuración del esquema de direccionamiento jerárquico. Las redes físicas representan la interconexión de dispositivos de medios comunes. A veces, una red física también se llama segmento de red.

CONTROL DE LA TRANSFERENCIA A TRAVÉS DE MEDIOS LOCALES

Los protocolos de la Capa 2 especifican la encapsulación de un paquete en una trama y las técnicas para colocar y sacar el paquete encapsulado de cada medio. La técnica utilizada para colocar y sacar la trama de los medios se llama método de control de acceso al medio. Para que los datos se transfieran a lo largo de una cantidad de medios diferentes, puede que se requieran diferentes métodos de control de acceso a los medios durante el curso de una única comunicación.

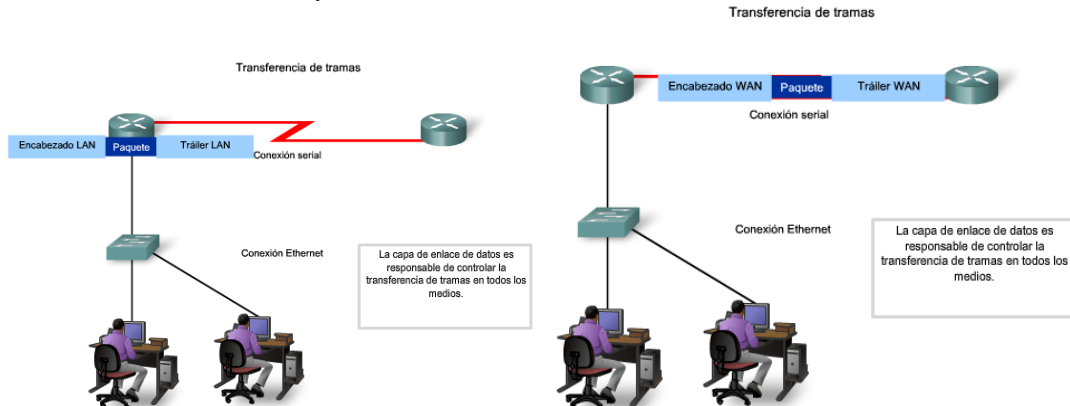
Cada entorno de red que los paquetes encuentran cuando viajan desde un host local hasta un host remoto puede tener características diferentes. Por ejemplo: un entorno de red puede componerse de muchos hosts disputando el acceso a un medio de red de forma ad hoc. Otro entorno puede componerse de una conexión directa entre sólo dos dispositivos sobre los cuales fluyen los datos de manera secuencial como bits de manera ordenada.

Los métodos de control de acceso a los medios que se describen en los protocolos de capa de enlace de datos definen los procesos por los cuales los dispositivos de red pueden acceder a los medios de red y transmitir tramas en diferentes entornos de red.

Un nodo que es un dispositivo final utiliza un adaptador para hacer la conexión a la red. Por ejemplo: para conectarse a una LAN, el dispositivo usaría la tarjeta de interfaz de red (NIC) para conectarse a los medios LAN. El adaptador administra la trama y el control de acceso a los medios (MAC).

En dispositivos intermediarios, como un router donde los tipos de medios pueden cambiar para cada red conectada, se utilizan diferentes interfaces físicas en el router para encapsular el paquete en la trama apropiada y se utiliza un método de control de acceso a los medios adecuado para acceder a cada enlace. El router de la figura tiene una interfaz

Ethernet para conectarse a la LAN y una interfaz serial para conectarse a la WAN. A medida que el router procesa tramas, utilizará los servicios de la capa de enlace de datos para recibir la trama desde un medio, desencapsularla en la PDU de la Capa 3, reencapsular la PDU en una trama nueva y colocar la trama en el medio del siguiente enlace de la red.



CREACIÓN DE UNA TRAMA

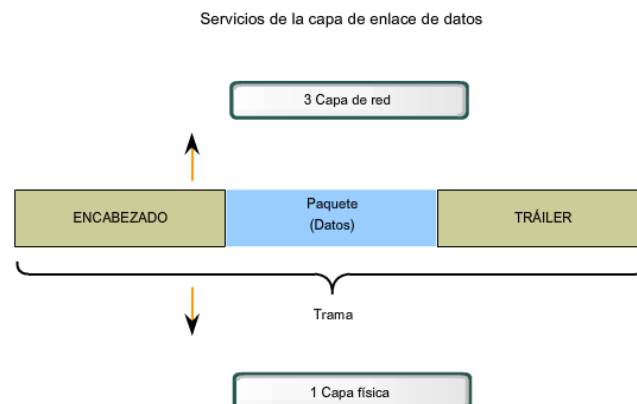
La descripción de una trama es un elemento clave de cada protocolo de capa de enlace de datos. Los protocolos de capa de enlace de datos requieren información de control para permitir que los protocolos funcionen. La información de control puede indicar:

- Qué nodos están en comunicación entre sí
- Cuándo comienza y cuándo termina la comunicación entre nodos individuales
- Qué errores se producen mientras se comunican los nodos
- Qué nodos se comunicarán después

La capa de enlace de datos prepara los paquetes para su transporte a través de los medios locales encapsulándolos con un encabezado y un tráiler para crear una trama.

La trama de la capa de enlace de datos incluye:

- **Datos:** el paquete desde la capa de red
- **Encabezado:** contiene información de control, como direccionamiento, y está ubicado al comienzo de la PDU
- **Tráiler:** contiene información de control agregada al final de la PDU



Formateo de datos para la transmisión

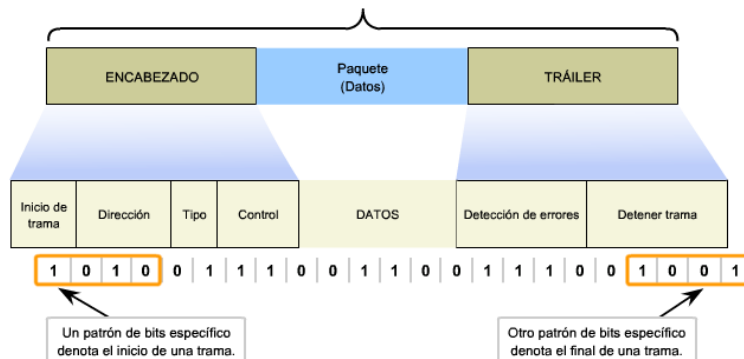
Cuando los datos viajan por los medios, se convierten en un stream de bits, 1 y 0. Si un nodo está recibiendo streams de bits largos ¿cómo determina dónde comienza y termina la trama o qué bits representan una dirección?

El tramado rompe el stream en agrupaciones descifrables, con la información de control insertada en el encabezado y el tráiler como valores en campos diferentes. Este formato brinda a las señales físicas una estructura que pueden recibir los nodos y que se puede decodificar en paquetes en el destino.

Los tipos de campos comunes incluyen:

- Campos indicadores de arranque y detención: los límites de comienzo y finalización de la trama
- Nombre o dirección de campos
- Campo Tipo: el tipo de PDU que contiene la trama
- Control: servicios de control de flujo
- Un campo de datos: el contenido de las tramas (paquete de capa de red)
- Campos en el extremo de la trama desde el tráiler. Estos campos se utilizan para la detección de errores y marcan el final de la trama.
- No todos los protocolos incluyen todos estos campos. Los estándares para un protocolo de enlace de datos definen el formato real de la trama.

Formateo de datos para la transmisión

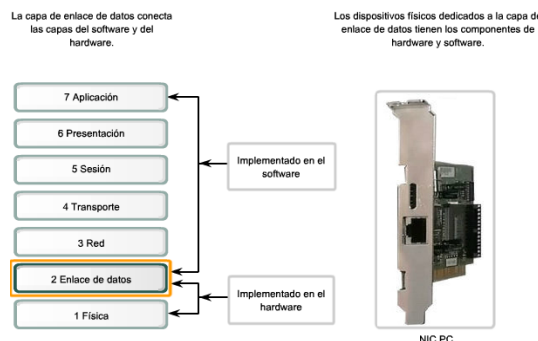


CONEXIÓN DE SERVICIOS DE CAPA SUPERIOR A LOS MEDIOS

La capa de enlace de datos existe como una capa de conexión entre los procesos de software de las capas por encima de ella y de la capa física debajo de ella. Como tal, prepara los paquetes de capa de red para la transmisión a través de alguna forma de medio, ya sea cobre, fibra o entornos o medios inalámbricos.

En muchos casos, la capa de enlace de datos está incorporada como una entidad física, tal como una tarjeta de interfaz de red (NIC) de Ethernet, que se inserta dentro del bus del sistema de una computadora y realiza la conexión entre los procesos de software que se ejecutan en la computadora y en los medios físicos. Sin embargo, la NIC no es solamente una entidad física. El software asociado con la NIC permite que ésta realice sus funciones de intermediaria preparando los datos para la transmisión y codificándolos como señales que se envían en los medios asociados.

Conexión de servicios de capa superior a los medios



Subcapas de enlace de datos: Para dar soporte a una gran variedad de funciones de red, la capa de enlace de datos a menudo se divide en dos subcapas: una subcapa superior y una subcapa inferior.

La subcapa superior define los procesos de software que proporcionan servicios a los protocolos de capa de red.

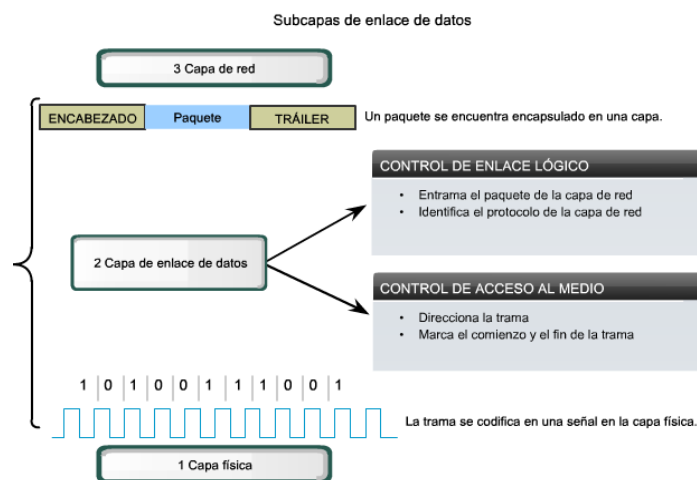
La subcapa inferior define los procesos de acceso a los medios que realiza el hardware.

Separar la capa de enlace de datos en subcapas permite a un tipo de trama definida por la capa superior acceder a diferentes tipos de medios definidos por la capa inferior. Tal es el caso en muchas tecnologías LAN, incluida Ethernet.

Las dos subcapas comunes de LAN son:

Control de enlace lógico: El control de enlace lógico (LLC) coloca información en la trama que identifica qué protocolo de capa de red está usando la trama. Esta información permite que varios protocolos de la Capa 3, tales como IP e IPX, utilicen la misma interfaz de red y los mismos medios.

Control de acceso al medio: El control de acceso a los medios (MAC) proporciona a la capa de enlace de datos el direccionamiento y la delimitación de datos de acuerdo con los requisitos de señalización física del medio y al tipo de protocolo de capa de enlace de datos en uso.



ESTÁNDARES: A diferencia de los protocolos de las capas superiores del conjunto de aplicaciones TCP/IP, los protocolos de capa de enlace de datos generalmente no están definidos por la solicitud de comentarios (RFC). A pesar de que el Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF) mantiene los protocolos y servicios funcionales para la suite de protocolos TCP/IP en las capas superiores, la IETF no define las funciones ni la operación de esa capa de acceso a la red del modelo. La capa de acceso de red TCP/IP es el equivalente de las capas de enlace de datos OSI y la física.

Los protocolos y servicios funcionales en la capa de enlace de datos son descritos por organizaciones de ingeniería (como IEEE, ANSI e ITU) y compañías de comunicaciones. Las organizaciones de ingeniería establecen estándares y protocolos públicos y abiertos. Las compañías de comunicaciones pueden establecer y utilizar protocolos propios para aprovechar los nuevos avances en tecnología o las oportunidades del mercado.

Los servicios y las especificaciones de la capa de enlace de datos se definen mediante varios estándares basados en una variedad de tecnologías y medios a los cuales se aplican los protocolos. Algunos de estos estándares integran los servicios de la Capa 2 y la Capa 1.

Las organizaciones de ingeniería que definen estándares y protocolos abiertos que se aplican a la capa de enlace de datos incluyen:

- Organización Internacional para la Estandarización (ISO)
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)
- Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI)
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)

Estándares para la capa de enlace de datos

ISO:	HDLC (Control de enlace de datos de alto nivel)
IEEE:	802.2 (LLC) 802.3 (Ethernet) 802.5 (Token Ring) 802.11 (Wireless LAN [LAN inalámbrica])
ITU:	Q.922 (Estándar de Frame Relay) Q.921 (Estándar de enlace de datos ISDN) HDLC (Control de enlace de datos de alto nivel)
ANSI:	3T9.5 ADCCP (Protocolo de control de comunicación avanzada de datos)

A diferencia de los protocolos de la capa superior que están implementados principalmente en el software, como el sistema operativo de host o en aplicaciones específicas, los procesos de la capa de enlace de datos se producen tanto en el software como en el hardware. Los protocolos en esta capa se implementan dentro de la electrónica de los adaptadores de red con los que el dispositivo se conecta a la red física.

Por ejemplo, un dispositivo que implementa la capa de enlace de datos en una computadora sería la tarjeta de interfaz de red (NIC). En una computadora portátil, se utiliza comúnmente un adaptador PCMCIA inalámbrico. Cada uno de estos adaptadores es el hardware que cumple con los estándares y protocolos de la Capa 2.

TÉCNICAS DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO

COLOCAR TRAMAS EN LOS MEDIOS

La regulación de la colocación de tramas de datos en los medios es conocida como control de acceso al medio. Entre las diferentes implementaciones de los protocolos de la capa de enlace de datos, hay diferentes métodos de control de acceso a los medios. Estas técnicas de control de acceso a los medios definen si los nodos comparten los medios y de qué manera lo hacen.

El control de acceso a los medios es el equivalente a las reglas de tráfico que regulan la entrada de vehículos a una autopista. La ausencia de un control de acceso a los medios sería el equivalente a vehículos que ignoran el resto del tráfico e ingresan al camino sin tener en cuenta a los otros vehículos.

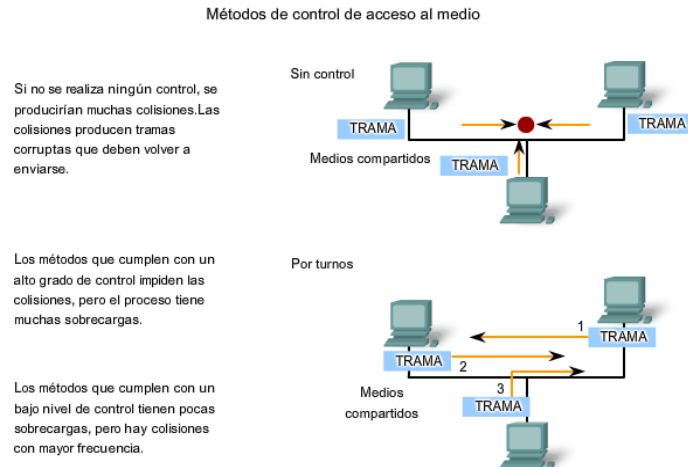
Sin embargo, no todos los caminos y entradas son iguales. El tráfico puede ingresar a un camino confluyendo, esperando su turno en una señal de parada o respetando el semáforo. Un conductor sigue un conjunto de reglas diferente para cada tipo de entrada.

De la misma manera, hay diferentes formas de regular la colocación de tramas en los medios. Los protocolos en la capa de enlace de datos definen las reglas de acceso a los diferentes medios. Algunos métodos de control de acceso al medio utilizan procesos altamente controlados para asegurar que las tramas se coloquen con seguridad en los medios. Estos métodos se definen mediante protocolos sofisticados que requieren mecanismos que introducen sobrecargas a la red.

El método de control de acceso a los medios que se utiliza depende de:

Compartir medios: definir si los nodos comparten los medios y cómo lo hacen

Topología: cómo se muestra la conexión entre los nodos a la capa de enlace de datos



CONTROL DE ACCESO AL MEDIO, PARA MEDIOS COMPARTIDOS

Algunas topologías de la red comparten un medio común con varios nodos. En cualquier momento puede haber una cantidad de dispositivos que intentan enviar y recibir datos utilizando los medios de red. Hay reglas que rigen cómo esos dispositivos comparten los medios.

Hay dos métodos básicos de control de acceso para medios compartidos:

Controlado: cada nodo tiene su propio tiempo para utilizar el medio

Con base en la contención: todos los nodos compiten por el uso del medio

Acceso controlado para medios compartidos: Al utilizar el método de acceso controlado, los dispositivos de red toman turnos en secuencia para acceder al medio. A este método también se le conoce como acceso programado o determinista. Si un dispositivo no necesita acceder al medio, la oportunidad de utilizar el medio pasa al siguiente dispositivo en línea. Cuando un dispositivo coloca una trama en los medios, ningún otro dispositivo puede hacerlo hasta que la trama haya llegado al destino y haya sido procesada por el destino.

Aunque el acceso controlado está bien ordenado y proporciona rendimiento predecible, los métodos deterministas pueden ser ineficientes porque un dispositivo tiene que esperar su turno antes de poder utilizar el medio.

Acceso por contención para medios compartidos: Estos métodos por contención, también llamados no deterministas, permiten que cualquier dispositivo intente acceder al medio siempre que haya datos para enviar. Para evitar caos completo en los medios, estos métodos usan un proceso de Acceso múltiple por detección de portadora (CSMA) para detectar primero si los medios están transportando una señal. Si se detecta una señal portadora en el medio desde otro nodo, quiere decir que otro dispositivo está transmitiendo. Cuando un dispositivo está intentando transmitir y nota que el medio está ocupado, esperará e intentará después de un período de tiempo corto. Si no se detecta una señal portadora, el dispositivo transmite sus datos. Las redes Ethernet e inalámbricas utilizan control de acceso al medio por contención.

Es posible que el proceso CSMA falle y que dos dispositivos transmitan al mismo tiempo. A esto se le denomina colisión de datos. Si esto ocurre, los datos enviados por ambos dispositivos se dañarán y deberán enviarse nuevamente.

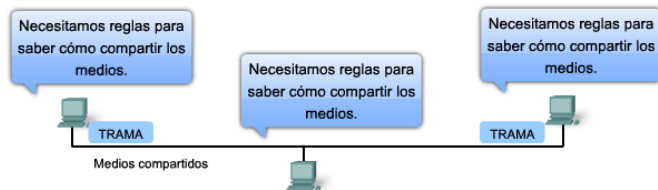
Los métodos de control de acceso a los medios por contención no tienen la sobrecarga de los métodos de acceso controlado. No se requiere un mecanismo para analizar quién posee el turno para acceder al medio. Sin embargo, los sistemas por contención no escalan bien bajo un uso intensivo de los medios. A medida que el uso y el número de nodos aumenta, la probabilidad de acceder a los medios con éxito sin una colisión disminuye. Además, los mecanismos de recuperación que se requieren para corregir errores por esas colisiones disminuyen aún más el rendimiento.

Generalmente se implementa CSMA junto con un método para resolver la contención del medio. Los dos métodos comúnmente utilizados son:

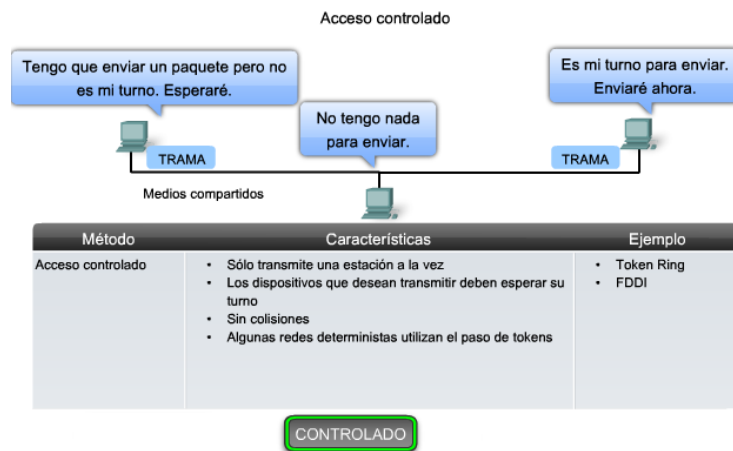
CSMA/Detección de colisión: Con el método CSMA/Detección de colisión (**CSMA/CD**), el dispositivo controla los medios para detectar la presencia de una señal de datos. Si no hay una señal de datos, que indica que el medio está libre, el dispositivo transmite los datos. Si luego se detectan señales que muestran que otro dispositivo estaba transmitiendo al mismo tiempo, todos los dispositivos dejan de enviar e intentan después. Las formas tradicionales de Ethernet utilizan este método.

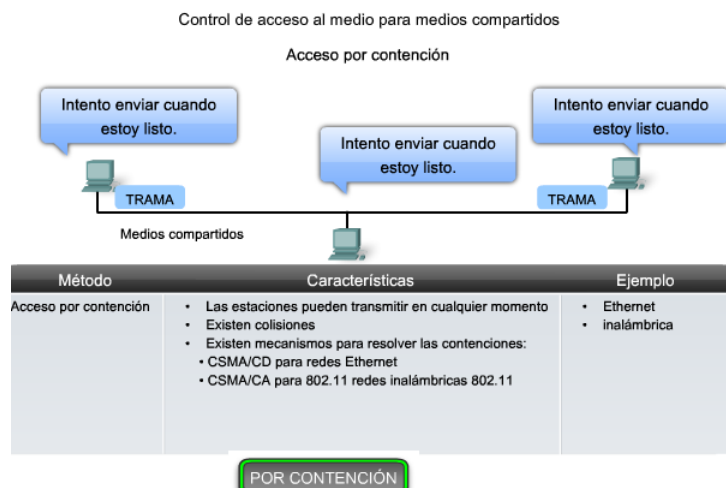
CSMA/Prevención de colisiones: Con el método CSMA/Prevención de colisiones (**CSMA/CA**), el dispositivo analiza los medios para detectar la presencia de una señal de datos. Si el medio está libre, el dispositivo envía una notificación a través del medio, sobre su intención de utilizarlo. El dispositivo luego envía los datos. Este método es utilizado por las tecnologías de redes inalámbricas 802.11.

Control de acceso al medio para medios compartidos



Control de acceso al medio para medios compartidos





CONTROL DE ACCESO AL MEDIO PARA MEDIOS NO COMPARTIDOS

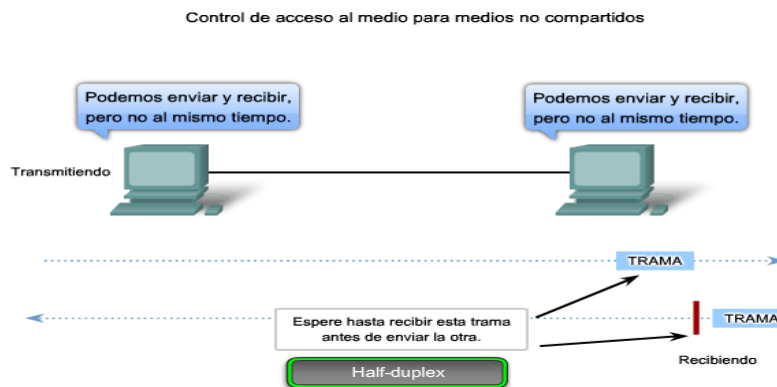
Los protocolos de control de acceso para medios no compartidos requieren poco o ningún control antes de colocar tramas en los medios. Estos protocolos tienen reglas y procedimientos más simples para el control de acceso al medio. Tal es el caso de las topologías punto a punto.

En las topologías punto a punto, los medios interconectan sólo dos nodos. En esta configuración, los nodos no necesitan compartir los medios con otros hosts ni determinar si una trama está destinada para ese nodo. Por lo tanto, los protocolos de capa de enlace de datos hacen poco para controlar el acceso a medios no compartidos.

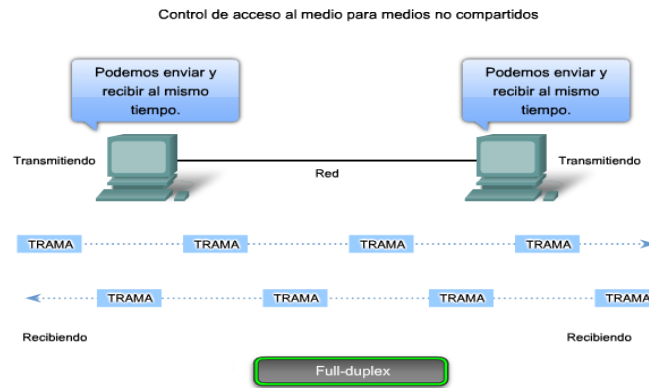
Full Duplex y Half Duplex

En conexiones punto a punto, la capa de enlace de datos tiene que considerar si la comunicación es half-duplex o full-duplex.

Comunicación **half-duplex** quiere decir que los dispositivos pueden transmitir y recibir en los medios, pero no pueden hacerlo simultáneamente. Ethernet ha establecido reglas de arbitraje para resolver conflictos que surgen de instancias donde más de una estación intenta transmitir al mismo tiempo.



En la comunicación **full-duplex**, los dos dispositivos pueden transmitir y recibir en los medios al mismo tiempo. La capa de enlace de datos supone que los medios están disponibles para transmitir para ambos nodos en cualquier momento. Por lo tanto, no hay necesidad de arbitraje de medios en la capa de enlace de datos.



Los detalles de una técnica de control de acceso a los medios específica que sólo pueden examinarse estudiando o utilizando un protocolo específico.

COMPARACIÓN ENTRE LA TOPOLOGÍA LÓGICA y LA TOPOLOGÍA FÍSICA

La topología de una red es la configuración o relación de los dispositivos de red y de las interconexiones entre ellos. Las topologías de red pueden verse en el nivel físico y en el nivel lógico.

La topología física es una configuración de nodos y las conexiones físicas entre ellos. La representación de cómo se usan los medios para interconectar los dispositivos es la topología física.

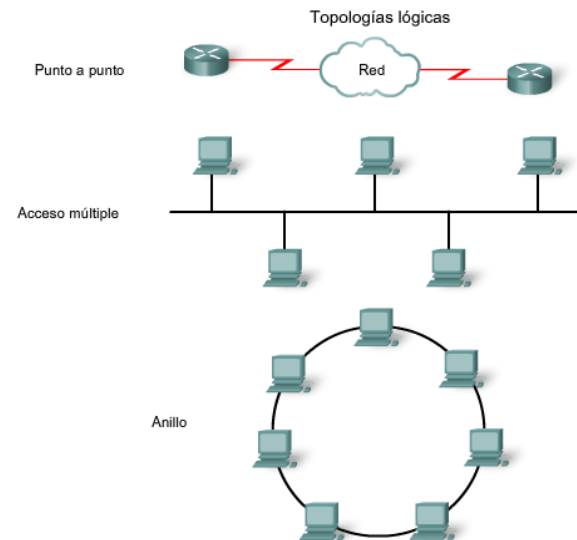
Una topología lógica es la forma en que una red transfiere tramas de un nodo al siguiente. Esta configuración consiste en conexiones virtuales entre los nodos de una red independiente de su distribución física. Los protocolos de capa de enlace de datos definen estas rutas de señales lógicas. La capa de enlace de datos "ve" la topología lógica de una red al controlar el acceso de datos a los medios. Es la topología lógica la que influye en el tipo de trama de red y control de acceso a los medios que se utilizan.

La topología física o cableada de una red probablemente no sea la misma que la topología lógica.

La topología lógica de una red está estrechamente relacionada con el mecanismo que se utiliza para administrar el acceso a la red. Los métodos de acceso proporcionan los procedimientos para administrar el acceso a la red para que todas las estaciones tengan acceso.

Las topologías lógica y física generalmente utilizadas en redes son:

- Punto a Punto
- Acceso múltiple
- Anillo



TOPOLOGÍA PUNTO a PUNTO: Una topología punto a punto conecta dos nodos directamente entre sí. En redes de datos con topologías punto a punto, el protocolo de control de acceso al medio puede ser muy simple. Todas las tramas en los medios sólo pueden viajar a los dos nodos o desde éstos. El nodo en un extremo coloca las tramas en los medios y el nodo en el otro extremo las saca de los medios del circuito punto a punto.

En las redes punto a punto, si los datos sólo pueden circular en una dirección a la vez, está funcionando como un enlace half-duplex. Si los datos pueden circular exitosamente a lo largo del enlace desde cada nodo simultáneamente, es un enlace full-duplex.

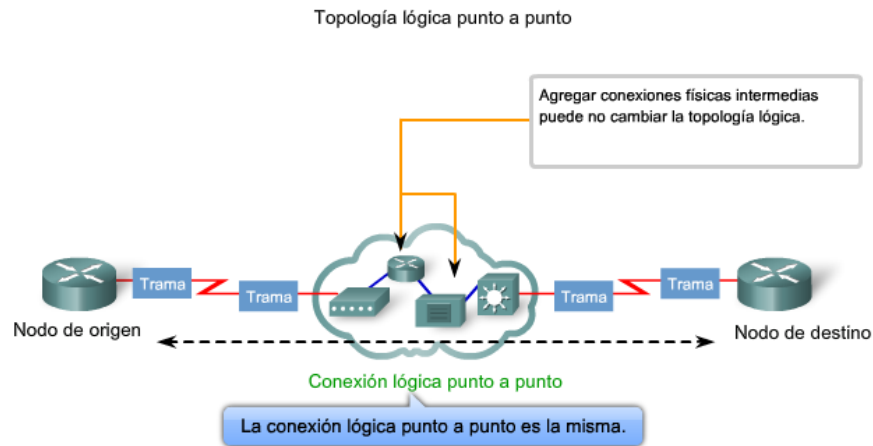
Los protocolos de capa de enlace de datos podrían proporcionar procesos más sofisticados de control de acceso a los medios para las topologías lógicas punto a punto, pero esto agregaría una sobrecarga innecesaria al protocolo.

Topología punto a punto



Redes punto a punto lógicas: Los nodos de los extremos que se comunican en una red punto a punto pueden estar conectados físicamente a través de una cantidad de dispositivos intermediarios. Sin embargo, el uso de dispositivos físicos en la red no afecta la topología lógica. Los nodos de origen y destino pueden estar conectados indirectamente entre sí a través de una distancia geográfica. En algunos casos, la conexión lógica entre nodos forma lo que se llama un circuito virtual. Un circuito virtual es una conexión lógica creada dentro de una red entre dos dispositivos de red. Los dos nodos en cada extremo del circuito virtual intercambian las tramas entre sí. Esto ocurre incluso si las tramas están dirigidas a través de dispositivos intermediarios. Los circuitos virtuales son construcciones de comunicación lógicas utilizadas por algunas tecnologías de la Capa 2.

El método de acceso a los medios que utiliza el protocolo de enlace de datos se determina con la topología lógica punto a punto, no con la topología física. Esto significa que la conexión lógica de punto a punto entre dos nodos puede no ser necesariamente entre dos nodos físicos en cada extremo de un enlace físico único.

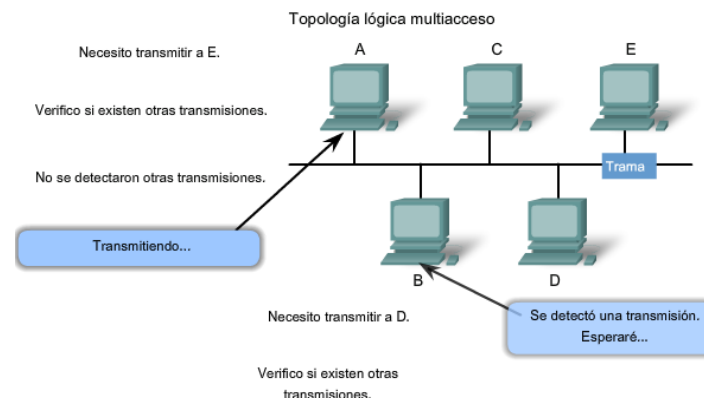


TOPOLOGÍA MULTIACCESO: Una topología lógica de acceso múltiple permite a una cantidad de nodos comunicarse con los mismos medios compartidos. Los datos desde un sólo nodo pueden colocarse en el medio en cualquier momento. Cada nodo ve todas las tramas que se encuentran en el medio, pero solamente el nodo al cual se dirige la trama procesa sus contenidos.

Muchos nodos que compartan el acceso a los medios requieren un método de enlace de datos que regule la transmisión de los mismos y, por consiguiente, que reduzca las colisiones entre las distintas señales.

Los métodos de control de acceso a los medios que utilizan las topologías lógicas de acceso múltiple son generalmente CSMA/CD o CSMA/CA. No obstante, también se pueden utilizar métodos de paso de tokens.

Para este tipo de topología lógica se encuentran disponibles varias técnicas de control de acceso a los medios. El protocolo de capa de enlace de datos especifica el método de control de acceso al medio que proporcionará el balance apropiado entre el control de trama, la protección de trama y la sobrecarga de red.



TOPOLOGÍA DE ANILLO: En una topología lógica de anillo, cada nodo recibe eventualmente una trama. Si la trama no está direccionada al nodo, el nodo pasa la trama al

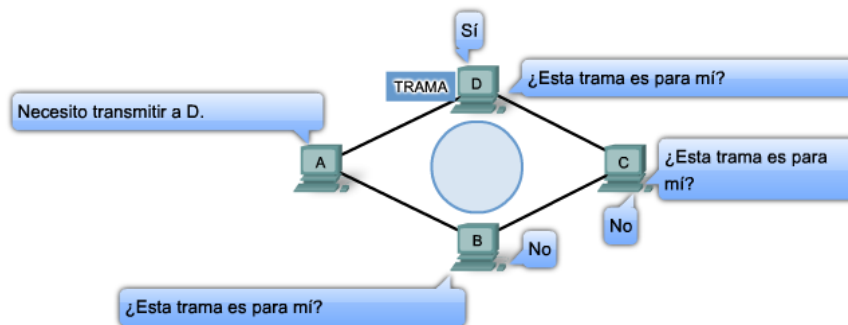
nodo siguiente. Esto permite que un anillo utilice una técnica de control de acceso a los medios controlado que se denomina paso de tokens.

Los nodos en una topología lógica de anillo retiran la trama del anillo, examinan la dirección y la envían si no está dirigida para ese nodo. En un anillo, todos los nodos alrededor del mismo entre el nodo de origen y de destino examinan la trama.

Existen múltiples técnicas de control de acceso a los medios que podrían usarse con un anillo lógico, según el nivel de control requerido. Por ejemplo: sólo una trama a la vez es generalmente transportada por el medio. Si no se están transmitiendo datos, se colocará una señal (conocida como token) en el medio y un nodo sólo puede colocar una trama de datos en el medio cuando tiene el token.

Recuerde que la capa de enlace de datos "ve" una topología lógica de anillo. La topología del cableado físico real puede ser otra topología.

Topología lógica de anillo



DIRECCIONAMIENTO DEL CONTROL DE ACCESO A LOS MEDIOS y TRAMADO DE DATOS

PDU - Enlace de Dato – TRAMA: Recuerde que a pesar de que hay muchos protocolos de capa de enlace de datos diferentes que describen las tramas de la capa de enlace de datos, cada tipo de trama tiene tres partes básicas:

- Encabezado
- Datos
- Tráiler

Todos los protocolos de capa de enlace de datos encapsulan la PDU de la Capa 3 dentro del campo de datos de la trama. Sin embargo, la estructura de la trama y los campos contenidos en el encabezado y tráiler varían de acuerdo con el protocolo.

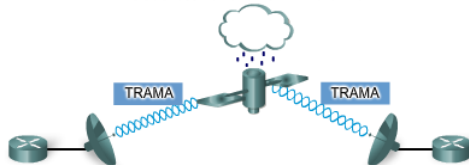
El protocolo de capa de enlace de datos describe las características requeridas para el transporte de paquetes a través de diferentes medios. Estas características del protocolo están integradas en la encapsulación de la trama. Cuando la trama llega a su destino y el protocolo de capa de enlace de datos saca la trama del medio, la información de tramado es leída y descartada.

No hay una estructura de trama que cumpla con las necesidades de todos los transportes de datos a través de todos los tipos de medios. Según el entorno es la cantidad de información de control que se necesita en la trama para los requisitos de control en cuanto al acceso a los medios de los mismos y de la topología lógica.

Protocolos de capa de enlace de datos: La trama

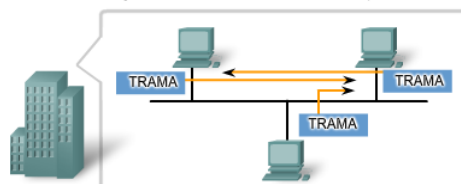
En un ambiente frágil, se necesita mayor control para asegurar la entrega. Los campos del encabezado y del tráiler son más grandes porque se necesita más información de control.

Es necesario un mayor esfuerzo para asegurar la entrega = mayor sobrecarga = velocidades de transmisión más lentas



En un ambiente protegido, podemos confiar en que la trama llegue a su destino. Se necesitan menores controles, lo que produce campos y tramas más pequeños.

Es necesario un menor esfuerzo para asegurar la entrega = menor sobrecarga = velocidades de transmisión más rápidas



FUNCIÓN DEL ENCABEZADO: El encabezado de trama contiene la información de control que especifica el protocolo de capa de enlace de datos para la topología lógica específica y los medios en uso.

La información de control de trama es única para cada tipo de protocolo. Es utilizada por el protocolo de la Capa 2 para proporcionar las características demandadas por el entorno de comunicación.

Los campos típicos del encabezado de trama incluyen:

- Campo Inicio de trama: indica el comienzo de la trama
- Campos Dirección de origen y de destino: indica los nodos de origen y destino en los medios
- Campo Prioridad/Calidad de servicio: indica un tipo particular de servicio de comunicación para el procesamiento
- Campo Tipo: indica el servicio de la capa superior que se incluye en la trama
- Campo Control de conexión lógica: se utiliza para establecer la conexión lógica entre nodos
- Campo Control de enlace físico: se utiliza para establecer el enlace a los medios
- Campo Control de flujo: se utiliza para iniciar y detener el tráfico a través de los medios
- Campo Control de congestión: indica la congestión en los medios

Los nombres de los campos mencionados son campos no específicos que se enumeran como ejemplos. Diferentes protocolos de capa de enlace de datos pueden utilizar diferentes campos de los mencionados. Debido a que los fines y funciones de los protocolos de capa de enlace de datos están relacionados a las topologías específicas y a los medios, cada protocolo debe examinarse para tener una comprensión detallada de su estructura de trama.

La función del encabezado

Encabezado			Datos	FCS	DETENER TRAMA
Iniciar trama	Dirección	Tipo/Longitud			

DIRECCIONAMIENTO DE LA TRAMA: La capa de enlace de datos proporciona direccionamiento que se utiliza para transportar la trama a través de los medios locales compartidos. Las direcciones de dispositivo en esta capa se llaman direcciones físicas. El direccionamiento de la capa de enlace de datos está contenido en el encabezado de la trama y especifica el nodo de destino de la trama en la red local. El encabezado de la trama también puede contener la dirección de origen de la trama.

A diferencia de las direcciones lógicas de la Capa 3 que son jerárquicas, las direcciones físicas no indican en qué red está ubicado el dispositivo. Si el dispositivo se traslada a otra red o subred, sigue funcionando con la misma dirección física de la Capa 2.

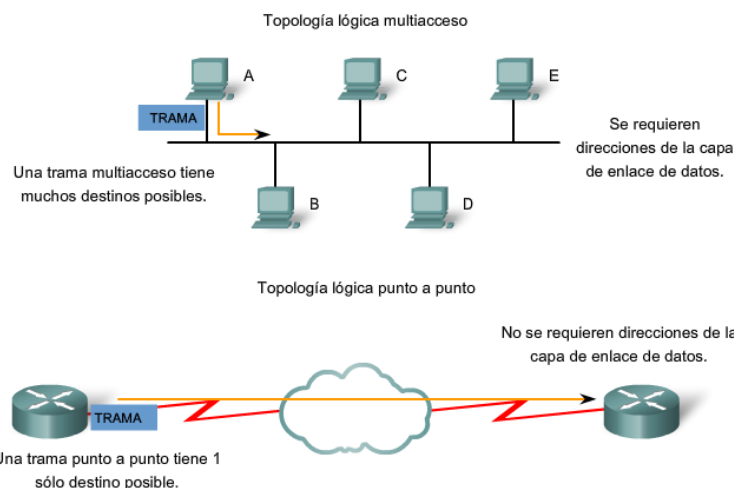
Debido a que la trama sólo se utiliza para transportar datos entre nodos a través del medio local, la dirección de la capa de enlace de datos sólo se utiliza para entregas locales. Las direcciones en esta capa no tienen significado más allá de la red local. Compare esto con la Capa 3, en donde las direcciones en el encabezado del paquete pasan del host de origen al host de destino sin tener en cuenta la cantidad de saltos de redes a lo largo de la ruta.

Si el paquete en la trama debe pasar a otro segmento de la red, el dispositivo intermediario (un router) desencapsula la trama original, crea una nueva trama para el paquete y la envía al nuevo segmento. La nueva trama usa el direccionamiento de origen y de destino según sea necesario para transportar el paquete a través del nuevo medio.

Requisitos de direccionamiento: La necesidad de direccionamiento de la capa de enlace de datos en esta capa depende de la topología lógica.

Las topologías punto a punto, con sólo dos nodos interconectados, no requieren direccionamiento. Una vez en el medio, la trama sólo tiene un lugar al cual puede ir.

Debido a que las topologías de anillo y de acceso múltiple pueden conectar muchos nodos en un medio común, se requiere direccionamiento para esas topologías. Cuando una trama alcanza cada nodo en la topología, el nodo examina la dirección de destino en el encabezado para determinar si es el destino de la trama.



FUNCIÓN DEL TRÁILER: Los protocolos de capa de enlace de datos agregan un tráiler en el extremo de cada trama. El tráiler se utiliza para determinar si la trama llegó sin errores. Este proceso se denomina detección de errores. Observe que es diferente de la corrección de errores. La detección de errores se logra al colocar un resumen lógico o matemático de los bits que comprenden la trama en el tráiler.

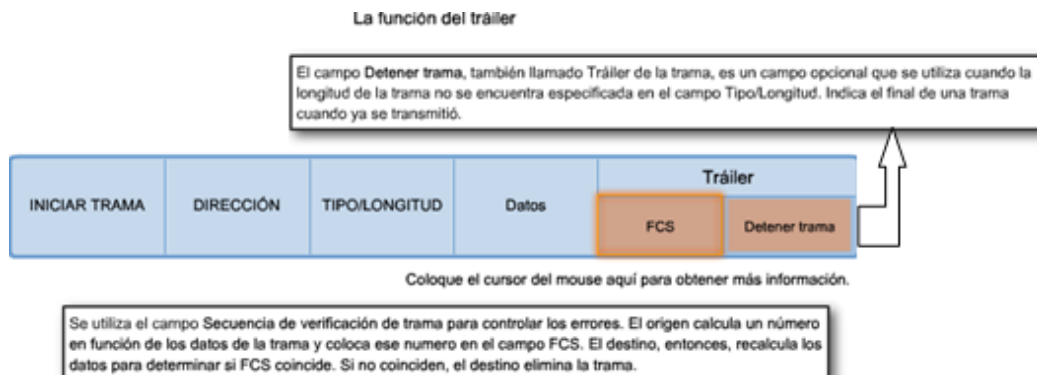
Secuencia de verificación de trama: El campo Secuencia de verificación de trama (FCS) se utiliza para determinar si se produjeron errores de transmisión y recepción de la trama. La detección de errores se agrega a la capa de enlace de datos porque es ahí donde se transfieren los datos a través de los medios. Los medios son un entorno potencialmente inseguro para los datos. Las señales en los medios pueden estar sujetas a interferencia, distorsión o pérdida que podría cambiar sustancialmente los valores de los bits que dichas señales representan. El mecanismo de detección de errores proporcionado por el uso del campo FCS descubre la mayoría de los errores provocados en los medios.

Para asegurarse que el contenido de la trama recibida en el destino coincida con el de la trama que salió del nodo de origen, un nodo de transmisión crea un resumen lógico del contenido de la trama. Esto se conoce como valor de comprobación de redundancia cíclica (CRC). Este valor se coloca en el campo Secuencia de verificación de la trama (FCS) para representar el contenido de la trama.

Cuando la trama llega al nodo de destino, el nodo receptor calcula su propio resumen lógico, o CRC, de la trama. El nodo receptor compara los dos valores CRC. Si los dos valores son iguales, se considera que la trama llegó como se transmitió. Si el valor CRC en el FCS difiere del CRC calculado en el nodo receptor, la trama se descarta.

Existe siempre la pequeña posibilidad de que una trama con un buen resultado de CRC esté realmente dañada. Los errores en los bits se pueden cancelar entre sí cuando se calcula el CRC. Los protocolos de capa superior entonces deberían detectar y corregir esta pérdida de datos.

El protocolo que se utiliza en la capa de enlace de datos determina si se realiza la corrección del error. La FCS se utiliza para detectar el error, pero no todos los protocolos admiten su corrección.



TRAMA: En una red TCP/IP, todos los protocolos de la Capa 2 del modelo OSI trabajan con el Protocolo de Internet en la Capa 3 del modelo de OSI. Sin embargo, el protocolo de la Capa 2 real en uso depende de la topología lógica de la red y de la implementación de la capa física. Debido al amplio rango de medios físicos utilizados a través de un rango de topologías en interconexión de redes, hay una gran cantidad correspondiente de protocolos de la Capa 2 en uso.

Algunos protocolos de enlace de datos: Ethernet, PPP, HDLC, Frame Relay, ATM.

Cada protocolo realiza el control de acceso a los medios para las topologías lógicas de Capa 2 que se especifican. Esto significa que una cantidad de diferentes dispositivos de red puede actuar como nodos que operan en la capa de enlace de datos al implementar

estos protocolos. Estos dispositivos incluyen el adaptador de red o tarjetas de interfaz de red (NIC) en computadoras, así como las interfaces en routers y en switches de la Capa 2.

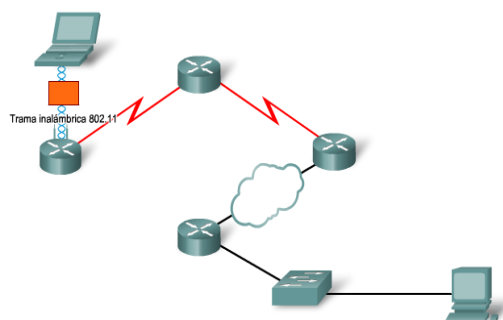
El protocolo de la Capa 2 que se utiliza para una topología de red particular está determinado por la tecnología utilizada para implementar esa topología. La tecnología es, a su vez, determinada por el tamaño de la red, en términos de cantidad de hosts y alcance geográfico y los servicios que se proveerán a través de la red.

Tecnología LAN: Una Red de área local generalmente utiliza una tecnología de ancho de banda alto que es capaz de admitir una gran cantidad de hosts. El área geográfica relativamente pequeña de una LAN (un único edificio o un campus de varios edificios) y su alta densidad de usuarios hacen que esta tecnología sea rentable.

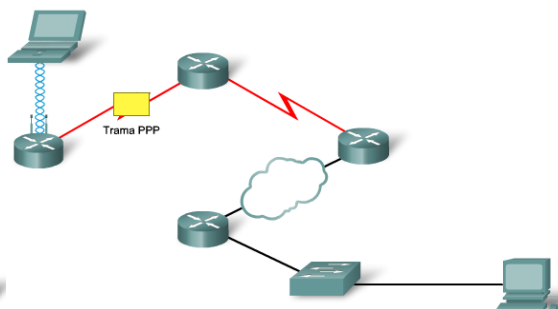
Tecnología WAN: Sin embargo, utilizar una tecnología de ancho de banda alto no es generalmente rentable para redes de área extensa que cubren grandes áreas geográficas (varias ciudades, por ejemplo). El costo de los enlaces físicos de larga distancia y la tecnología utilizada para transportar las señales a través de esas distancias, generalmente, ocasiona una menor capacidad de ancho de banda.

La diferencia de ancho de banda normalmente produce el uso de diferentes protocolos para las LAN y las WAN.

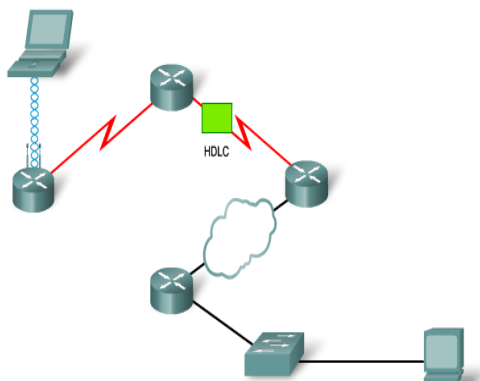
Ejemplos de protocolos de la Capa 2



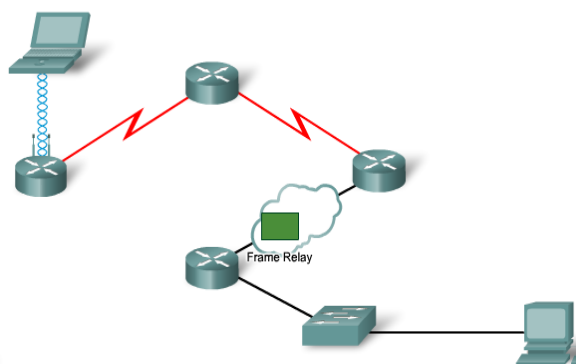
Ejemplos de protocolos de la Capa 2



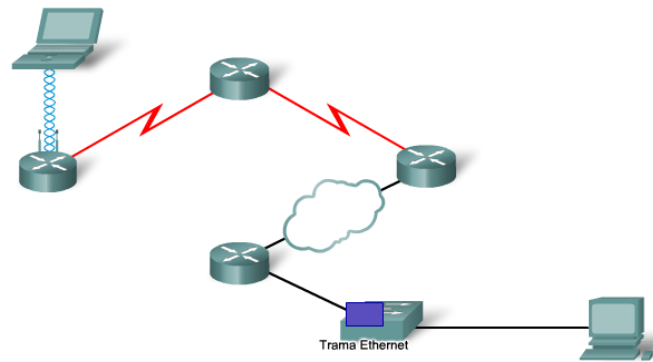
Ejemplos de protocolos de la Capa 2



Ejemplos de protocolos de la Capa 2



Ejemplos de protocolos de la Capa 2



Protocolo Ethernet para LAN: Ethernet es una familia de tecnologías de networking que se define en los estándares IEEE 802.2 y 802.3. Los estándares de Ethernet definen los protocolos de la Capa 2 y las tecnologías de la Capa 1. Ethernet es la tecnología LAN más ampliamente utilizada y soporta anchos de banda de datos de 10, 100, 1000, o 10 000 Mbps.

El formato básico de la trama y las subcapas IEEE de las Capas OSI 1 y 2 siguen siendo los mismos para todas las formas de Ethernet. Sin embargo, los métodos para detectar y colocar en los medios varían con las diferentes implementaciones.

Ethernet proporciona servicio sin conexión y sin reconocimiento sobre un medio compartido mediante CSMA/CD como métodos de acceso a los medios. El medio compartido requiere que el encabezado de la trama de Ethernet utilice la dirección de la capa de enlace de datos para identificar los nodos de origen y de destino. Como con la mayoría de los protocolos LAN, esta dirección se llama dirección MAC del nodo. Una dirección MAC de Ethernet es de 48 bits y generalmente se representa en formato hexadecimal.

La trama de Ethernet tiene muchos campos, como se muestra en la figura. En la capa de enlace de datos, la estructura de trama es casi idéntica para todas las velocidades de Ethernet. Sin embargo, en la capa física, las diferentes versiones de Ethernet colocan los bits sobre el medio de forma diferente.

Ethernet II es el formato de trama de Ethernet que se utiliza en las redes TCP/IP.

Protocollo Ethernet

Un protocolo de capa de enlace de datos común para las LAN

Trama						
Nombre del campo	Preámbulo	Destino	Origen	Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama
Tamaño	8 bytes	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46 - 1500 bytes	4 bytes

Preámbulo: se utiliza para la sincronización; también contiene un delimitador para marcar el final de la información de tiempo.

Dirección de destino: dirección MAC de 48 bits para el nodo de destino.

Dirección de origen: dirección MAC de 48 bits para el nodo de origen.

Tipo: valor que indica qué protocolo de la capa superior recibirá los datos después de que el proceso Ethernet se haya completado.

Datos o contenido: es la PDU, por lo general un paquete IPv4, que se transporta a través de los medios.

Secuencia de verificación de la trama (FCS): valor que se utiliza para controlar las tramas dañadas.

Protocolo punto a punto para WAN (PPP)

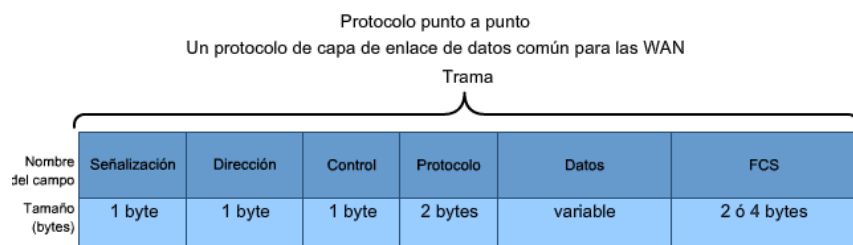
El protocolo punto a punto (PPP) es un protocolo que se utiliza para entregar tramas entre dos nodos. A diferencia de muchos protocolos de capa de enlace de datos, definidos por las organizaciones de ingeniería eléctrica, el estándar PPP está definida por RFC. PPP fue desarrollado como un protocolo WAN y sigue siendo el protocolo elegido para implementar muchas WAN serie. PPP se puede utilizar en diversos medios físicos, lo que incluye cable de par trenzado, líneas de fibra óptica o transmisión satelital.

PPP utiliza una arquitectura en capas. Para incluir a los diferentes tipos de medios, PPP establece conexiones lógicas, llamadas sesiones, entre dos nodos. La sesión PPP oculta el medio físico subyacente del protocolo PPP superior. Estas sesiones también proporcionan a PPP un método para encapsular varios protocolos sobre un enlace punto a punto. Cada protocolo encapsulado en el enlace establece su propia sesión PPP.

PPP también permite que dos nodos negocien opciones dentro de la sesión PPP. Esto incluye la autenticación, compresión y multienlace (el uso de varias conexiones físicas).

Protocolo PPP: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1661.txt?number=1661>

Extensiones PPP del fabricante: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2153.txt?number=2153>



Señalización: un único byte que indica el comienzo y la finalización de una trama. El campo Señalización está formado por la secuencia binaria 01111110.

Dirección: un único byte que contiene la dirección de broadcast PPP estándar. PPP no asigna direcciones a estaciones individuales.

Control: un único byte formado por la secuencia binaria 00000011, que requiere la transmisión de datos del usuario en una trama no secuencial.

Protocolo: dos bytes que identifican el protocolo encapsulado en el campo de datos de la trama. Los valores más actualizados del campo Protocolo se especifican en la Solicitud de comentarios con números asignados (RFC) más reciente.

Datos: cero o más bytes que contienen el datagrama para el protocolo especificado en el campo Protocolo.

Secuencia de verificación de trama (FCS): normalmente 16 bits (2 bytes). Mediante un acuerdo previo, con la aceptación de las implementaciones PPP se puede utilizar una FCS de 32 bits (4 bytes) para una mayor detección de errores.

Protocolo inalámbrico para LAN: 802.11 es una extensión de los estándares IEEE 802. Utiliza el mismo 802.2 LLC y esquema de direccionamiento de 48 bits como otras LAN 802. Sin embargo, hay muchas diferencias en la subcapa MAC y en la capa física. En un entorno inalámbrico, el entorno requiere consideraciones especiales. No hay una conectividad física definible; por lo tanto, factores externos pueden interferir con la transferencia de datos y es difícil controlar el acceso. Para vencer estos desafíos, los estándares inalámbricos tienen controles adicionales.

El estándar IEEE 802.11, comúnmente denominado Wi-Fi, es un sistema por contención que utiliza un proceso de acceso a los medios de Acceso múltiple con detección de portadora y prevención de colisiones (CSMA/CA). CSMA/CA especifica un procedimiento postergación aleatoria para todos los nodos que están esperando transmitir. La oportunidad más probable para la contención de medio es el momento en que el medio está disponible.

Hacer el back off de los nodos para un período aleatorio reduce en gran medida la probabilidad de colisión.

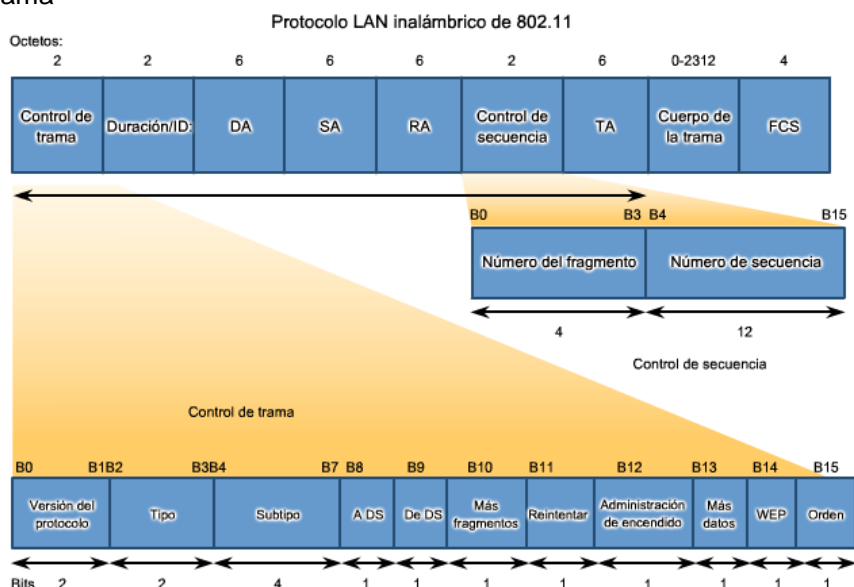
Las redes 802.11 también utilizan el acuse de recibo de enlace de datos para confirmar que una trama se recibió con éxito. Si la estación transmisora no detecta la trama de reconocimiento, ya sea porque la trama de datos original o el reconocimiento no se recibieron intactos, se retransmite la trama. Este reconocimiento explícito supera la interferencia y otros problemas relacionados con la radio.

Otros servicios admitidos por 802.11 son la autenticación, la asociación (conectividad a un dispositivo inalámbrico) y la privacidad (encriptación).

Se muestra una trama 802.11, que contiene estos campos:

- Campo Versión del protocolo: la versión de la trama 802.11 en uso
- Campos Tipo y Subtipo: identifica una de las tres funciones y subfunciones de la trama: control, datos y administración
- Campo A DS: se establece en 1 para las tramas de datos destinadas al sistema de distribución (dispositivos en la estructura inalámbrica)
- Campo Desde DS: se establece en 1 para las tramas de datos que salen del sistema de distribución
- Campo Más fragmentos: se establece en 1 para las tramas que tienen otro fragmento
- Campo Reintentar: se establece en 1 si la trama es una retransmisión de una trama anterior
- Campo Administración de energía: se establece en 1 para indicar que un nodo está en el modo ahorro de energía
- Campo Más datos: se establece en 1 para indicar a un nodo en el modo ahorro de energía que en la memoria del búfer de ese nodo se guardan más tramas
- Campo Privacidad equivalente por cable (WEP): se establece en 1 si la trama contiene información encriptada WEP para seguridad
- Campo Orden: se establece en 1 en una trama de tipo datos que utiliza la clase de servicio Estrictamente ordenada (no requiere reordenamiento)
- Campo Duración/ID: según el tipo de trama, representa el tiempo que se requiere en microsegundos para transmitir la trama o una identidad de asociación (AID) para la estación que transmitió la trama
- Campo Dirección de destino (DA): la dirección MAC del nodo de destino final en la red
- Campo Dirección de origen (SA): la dirección MAC del nodo que inició la trama
- Campo Dirección del receptor (RA): la dirección MAC que identifica al dispositivo inalámbrico que es el receptor inmediato de la trama

- Campo Dirección del transmisor (TA): la dirección MAC que identifica al dispositivo inalámbrico que transmitió la trama
- Campo Número de secuencia: indica el número de secuencia asignado a la trama. Las tramas retransmitidas se identifican con números de secuencia duplicados
- Campo Número de fragmento: indica el número de cada fragmento de la trama
- Campo Cuerpo de la trama: contiene la información que se está transportando; para tramas de datos, generalmente se trata de un paquete IP
- Campo FCS: contiene una comprobación de redundancia cíclica (CRC) de 32 bits de la trama



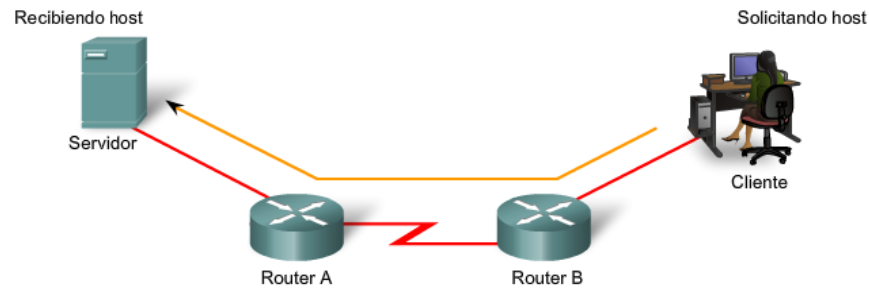
SEGUIMIENTO DE DATOS A TRAVÉS DE UNA RED DE TRABAJO

Se presenta una transferencia de datos simple entre dos hosts a través de una red de trabajo. Destacamos la función de cada capa durante la comunicación. Para este ejemplo mostraremos una solicitud HTTP entre un cliente y un servidor.

Para centrarnos en el proceso de transferencia de datos, omitimos muchos elementos que pueden producirse en una transacción real. En cada paso sólo estamos llamando la atención a los elementos principales. Por ejemplo, muchas partes de los encabezados se ignoran.

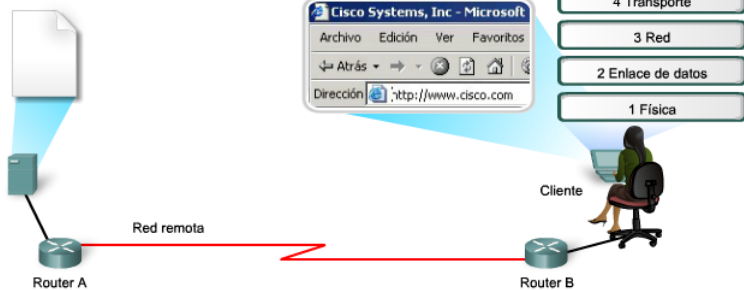
Se asume que todas las tablas de enrutamiento son convergentes y las tablas ARP están completas. Además, suponemos que ya está establecida una sesión TCP entre el cliente y el servidor. También supondremos que la búsqueda de DNS para el servidor WWW ya está en la caché del cliente.

En la conexión WAN entre los dos routers, suponemos que PPP ya estableció un circuito físico y una sesión PPP.



Un usuario en una red LAN quiere acceder a una página Web almacenada en un servidor que se encuentra ubicado en una red remota. El usuario comienza activando un enlace en una página Web.

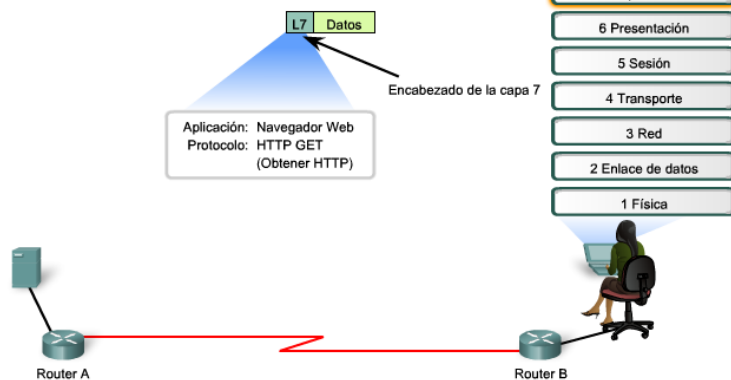
Un cliente solicita datos de un servidor



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

El explorador inicia una solicitud HTTP Get (Obtener HTTP). La capa de aplicación agrega el encabezado de la capa 7 para identificar la aplicación y el tipo de datos.

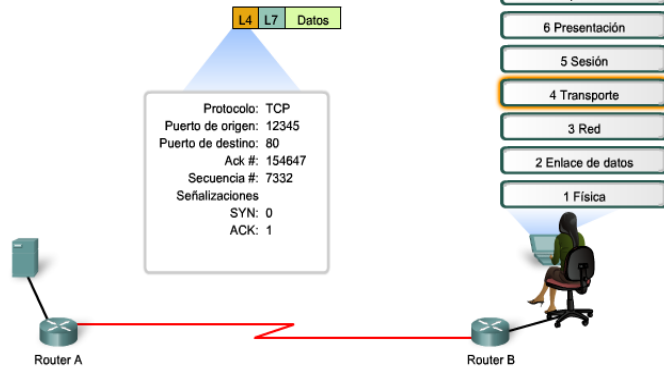
La capa de aplicación de origen inicia la transferencia de datos



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

La capa de transporte identifica el servicio de la capa superior como un cliente World Wide Web (WWW). La capa de transporte luego asocia este servicio con el protocolo TCP y asigna los números de puerto. Utiliza un puerto de origen seleccionado aleatoriamente que se encuentre asociado con esta sesión establecida (12345). El puerto de destino (80) se encuentra asociado con el servicio WWW.

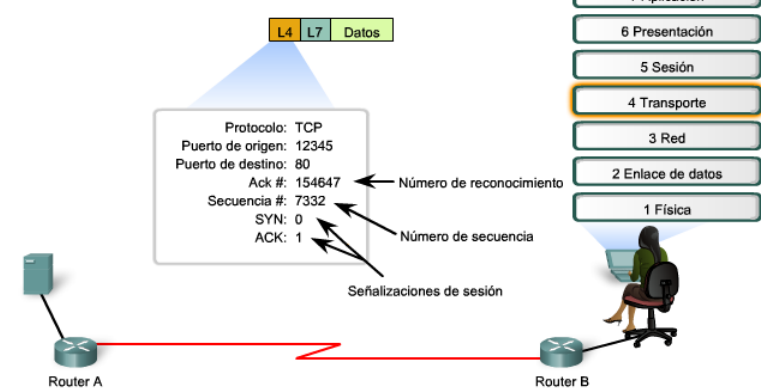
La capa de transporte de origen dirige la sesión



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

TCP también envía un número de reconocimiento que le indica al servidor WWW el número de secuencia del próximo segmento TCP que espera recibir. El número de secuencia indicará dónde se encuentra este segmento en las series de los segmentos relacionados. Las señalizaciones también se configuran como adecuadas para establecer una sesión.

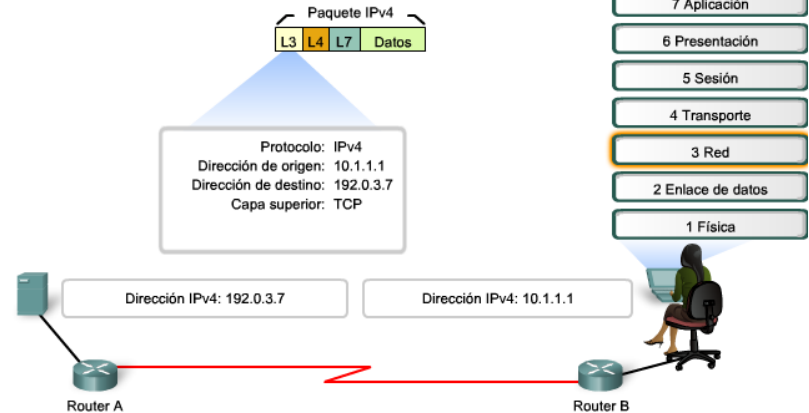
La capa de transporte de origen dirige la sesión



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

En la capa de red, se construye un paquete IP para identificar los hosts de origen y de destino. Para la dirección de destino, el host del cliente utiliza la dirección IP asociada con el nombre host del servidor WWW que estará en caché en la tabla del host. Utiliza su propia dirección IPv4 como dirección de origen. La capa de red también identifica el protocolo de la capa superior encapsulado en este paquete como un segmento TCP.

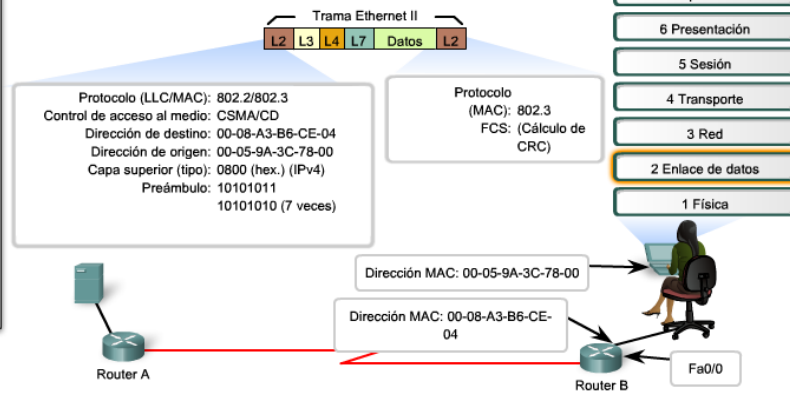
La capa de red dirige los datos al host de destino



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

La capa de enlace de datos hace referencia al caché del Address Resolution Protocol (Protocolo de resolución de direcciones, ARP) para determinar la dirección MAC que se encuentra asociada con la interfaz del RouterB, que se encuentra especificada como gateway por defecto. Luego, utiliza esta dirección para construir una trama de Ethernet II para transportar el paquete IPv4 a través de los medios locales. La dirección MAC de la computadora portátil se utiliza como la dirección MAC de origen, y la dirección MAC de la interfaz Fa0/0 del RouterB se utiliza como la dirección MAC de destino en la trama.

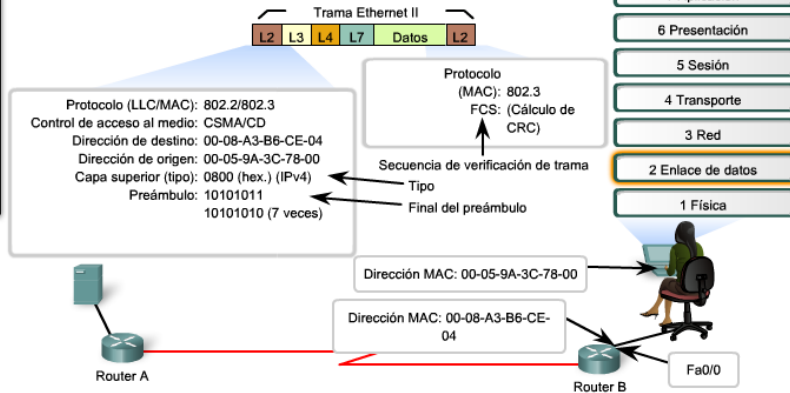
La capa de enlace de datos coloca datos en los medios



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

La trama también indica el protocolo de la capa superior de IPv4 con un valor de 0800 (hex.) en el campo Tipo. La trama comienza con el preámbulo y termina con una comprobación de redundancia cíclica (CRC) en la secuencia de verificación de trama al final de la trama para la detección de errores. Luego, la capa de enlace de datos utiliza CSMA/CD para verificar la colocación de la trama en los medios.

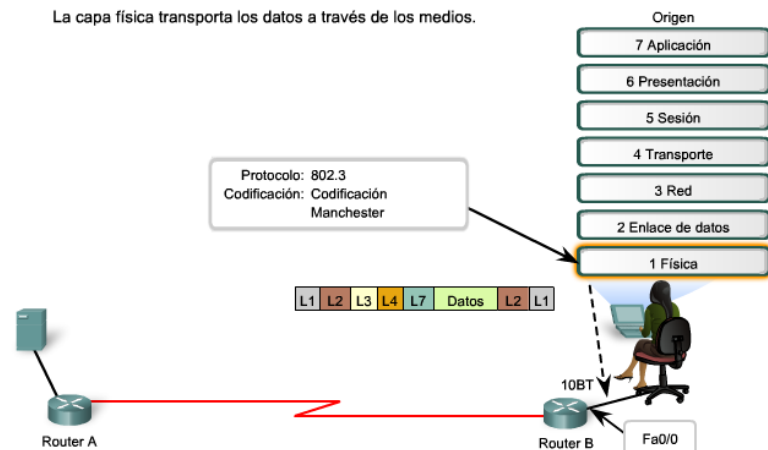
La capa de enlace de datos coloca datos en los medios



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

La capa física comienza a codificar la trama en los medios, bit por bit. El segmento entre el RouterB y el host de origen es un segmento 10Base-T, por lo tanto, los bits se codifican mediante la codificación diferencial Manchester. El circuito de la interfaz del Router B almacena los bits a medida que los recibe.

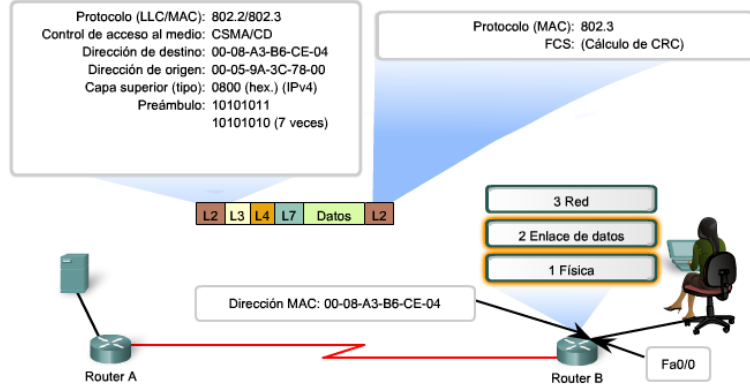
La capa física transporta los datos a través de los medios.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

El RouterB examina los bits en el preámbulo y busca los dos bits 1 consecutivos que indiquen que el proceso de sincronización está completo y el comienzo de la trama. El RouterB luego, comienza a almacenar los bits como parte de la trama reconstruida. Cuando se recibe toda la trama, el RouterB genera una CRC de ella. Luego, lo compara con la FCS al final de la trama para determinar que se haya recibido intacta. Cuando la trama se confirma como buena, la dirección MAC de destino en la trama se compara con la dirección MAC de la interfaz (Fa0/0). Como concuerda, los encabezados se retiran y el paquete se empuja hacia la capa de red.

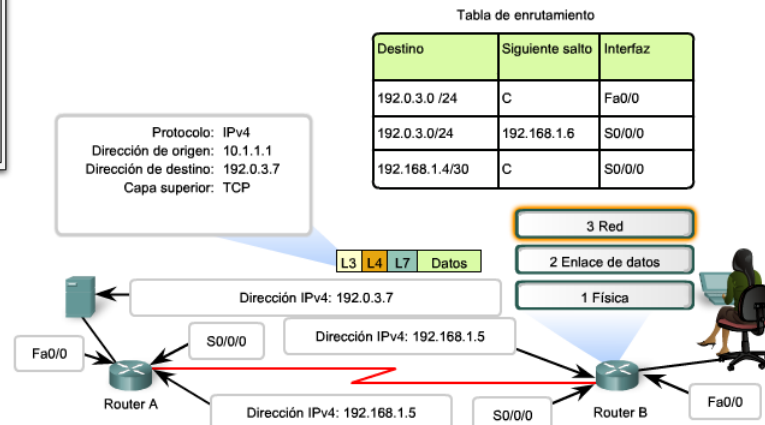
La capa de enlace de datos del Router B obtiene datos de los medios



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

En la capa de red, la dirección IPv4 de destino del paquete se compara con las rutas en la tabla de enrutamiento. Se encuentra una coincidencia que se asocia con una próxima interfaz S0/0/0 de salto. Luego, el paquete dentro del RouterB se pasa al circuito para la interfaz S0/0/0.

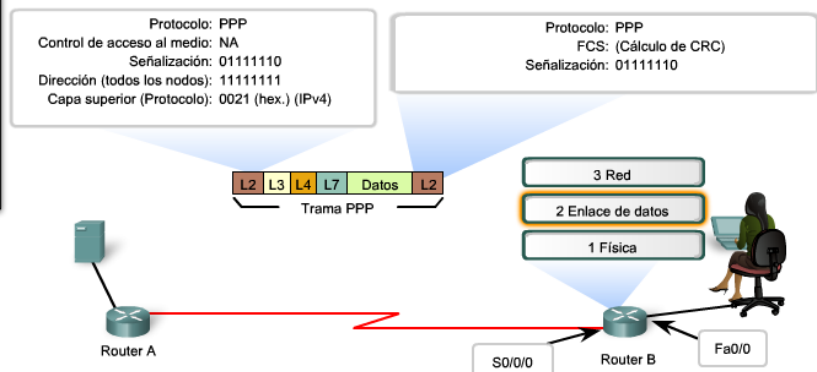
La capa de red del Router B los dirige hacia el destino



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

El RouterB crea una trama PPP para transportar el paquete a través de WAN. En el encabezado PPP, se agrega una señalización binaria 01111110 para indicar el comienzo de una trama. Luego, se agrega un campo de dirección de 11111111, que es equivalente a un broadcast (lo que quiere decir "enviar a todas las estaciones"). Debido a que PPP es punto a punto y se utiliza como enlace directo entre dos nodos, este campo no tiene un significado real.

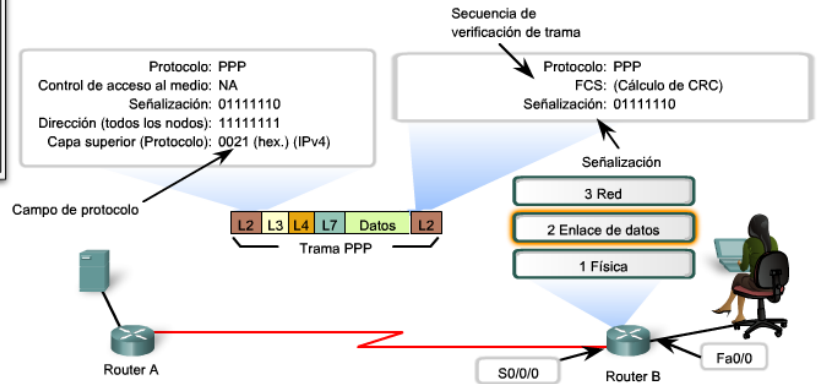
La capa de enlace de datos del Router B coloca datos en los medios



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

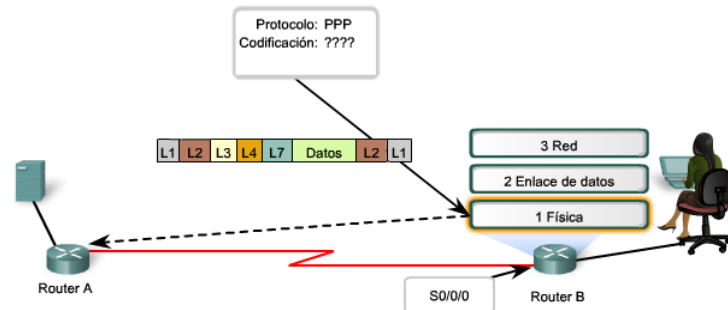
También está incluido un campo de protocolo con un valor de 0021 (hex.) para indicar que un paquete IPv4 se encuentra encapsulado. El tráiler de la trama termina con una verificación cíclica de redundancia en la Secuencia de verificación de trama para la detección de errores. Un valor de señalización de 01111110 binarios indica el fin de una trama PPP.

La capa de enlace de datos del Router B coloca datos en los medios



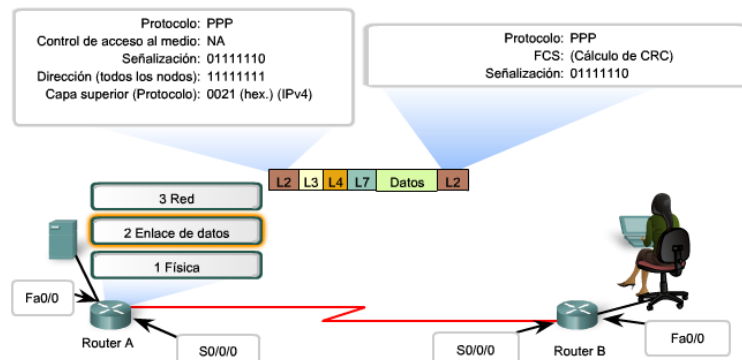
Con el circuito y con la sesión PPP ya establecida entre los routers, la capa física comienza a codificar la trama en los medios WAN, bit por bit. El router que recibe (RouterA) almacena los bits a medida que los recibe. El tipo de representación de bit y codificación depende del tipo de tecnología WAN que se utiliza.

La capa física transporta a través de los medios



El RouterA examina los bits en la señalización para identificar el comienzo de la trama. El RouterA luego, comienza a almacenar los bits como parte de la trama reconstruida. Cuando se recibe toda la trama, como se indica en la señalización en el tráiler, el RouterA genera un CRC de ella. Luego, lo compara con la FCS al final de la trama para determinar que se haya recibido intacta. Cuando la trama se confirma como buena, los encabezados se retiran y el paquete se empuja hacia la capa de red del RouterA.

La capa de enlace de datos del Router A obtiene datos de los medios



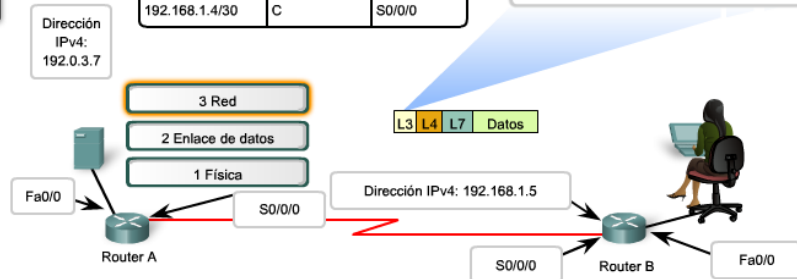
En la capa de red, la dirección IPv4 de destino del paquete se compara con las rutas en la tabla de enrutamiento. Se encuentra una coincidencia que está directamente conectada a la interfaz Fa0/0. Luego el paquete dentro del RouterA se pasa al circuito de la interfaz Fa0/0.

La capa de red del Router A los dirige hacia el destino

Tabla de enrutamiento

Destino	Siguiente salto	Interfaz
192.0.3.0/24	C	Fa0/0
10.1.1.0/24	192.168.1.5	S0/0/0
192.168.1.4/30	C	S0/0/0

Protocolo: IPv4
Dirección de origen: 10.1.1.1
Dirección de destino: 192.0.3.7
Capa superior: TCP

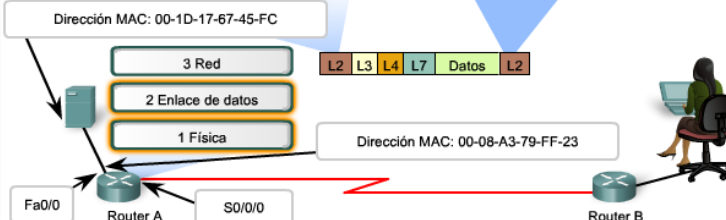


La capa de enlace de datos hace referencia al caché ARP del RouterA para determinar la dirección MAC que se encuentra asociada a la interfaz del servidor Web. Luego, utiliza esta dirección MAC para construir una trama de Ethernet II para transportar el paquete IPv4 a través de los medios locales al servidor. La dirección MAC de la interfaz Fa0/0 del RouterA se utiliza como la dirección MAC de origen, y la dirección MAC del servidor se utiliza como la dirección MAC de destino en la trama. La trama también indica el protocolo de la capa superior de IPv4 con un valor de 0800 (hex.) en el campo Tipo. La trama comienza con el preámbulo y termina con una

La capa de enlace de datos del Router A coloca datos en los medios

Protocolo (LLC/MAC): 802.2/802.3
Control de acceso al medio: CSMA/CD
Dirección de destino: 00-1D-17-67-45-FC
Dirección de origen: 00-08-A3-79-FF-23
Capa superior (tipo): 0800 (hex.) (IPv4)
Preámbulo: 10101011
10101010 (7 veces)

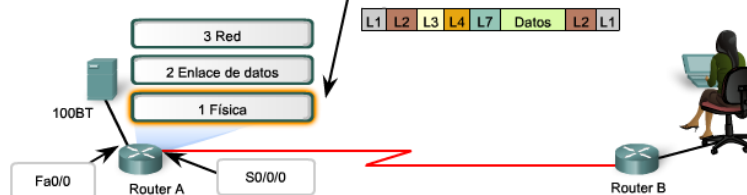
Protocolo (MAC): 802.3
FCS: (Cálculo de CRC)

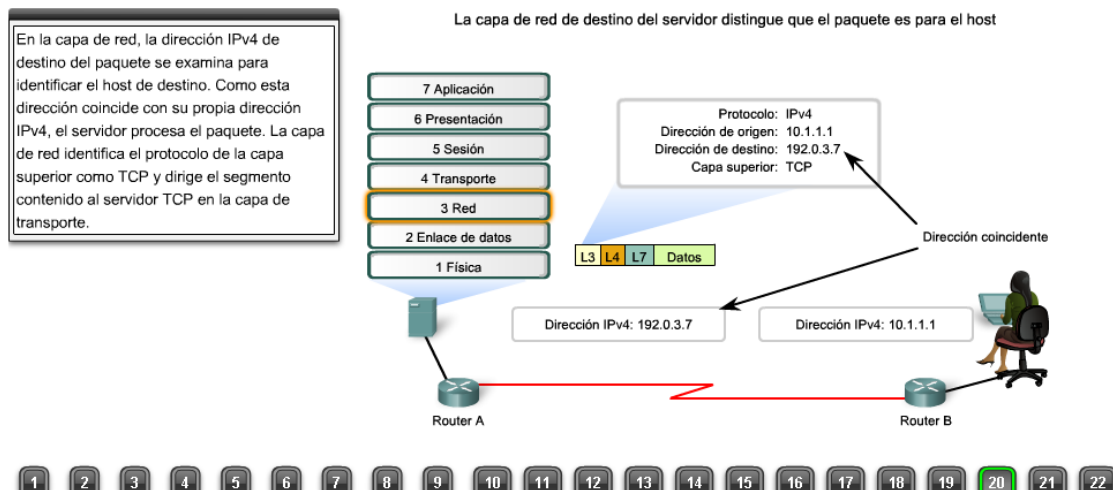
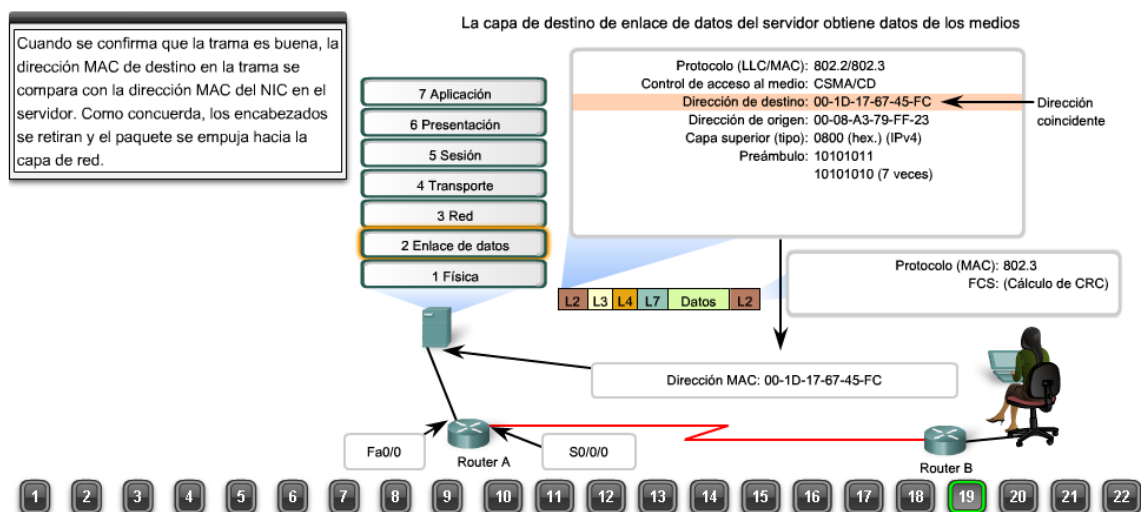
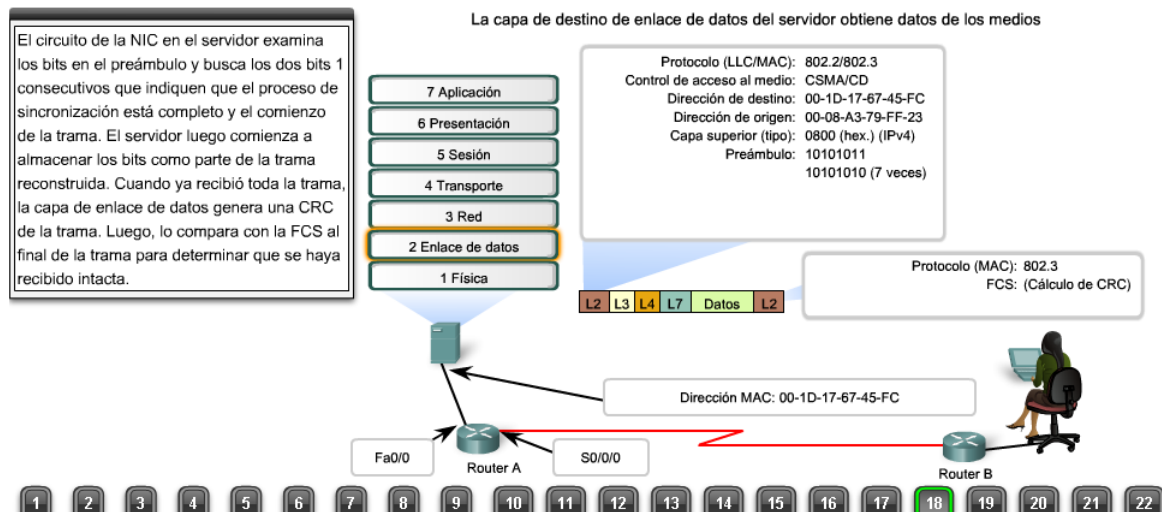


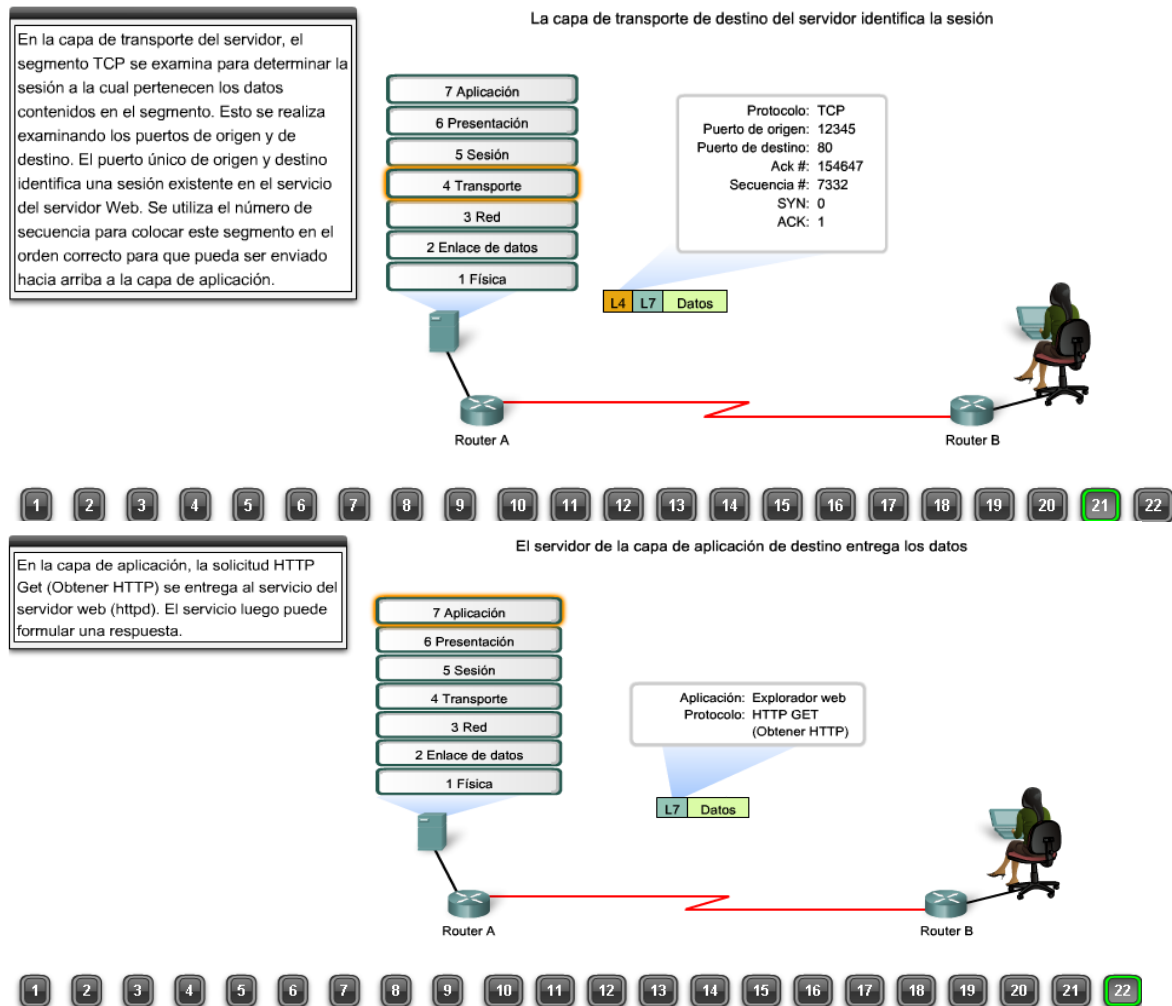
La capa física comienza a codificar la trama en los medios, bit por bit. El segmento entre el RouterA y el servidor es un segmento 100Base-T, por lo tanto, los bits se codifican mediante la codificación 4B/5B. El circuito de la NIC dentro del servidor almacena los bits a medida que los recibe.

La capa física transporta los datos a través de los medios

Protocolo: 802.3
Codificación: 4B/5B







Bibliografía:

- Cisco Systems: Academia de Networking de Cisco Systems: Guía del primer año. — 2ª ed. — Madrid: Pearson Educación, 2002. ISBN 8420532967
- Curso Cisco Systems: Academia de Networking de Cisco Systems – Version 4.0
- Curso visual y práctico: Administrador de Redes Instalación y configuración de hardware y software. – USERS-CISCO.

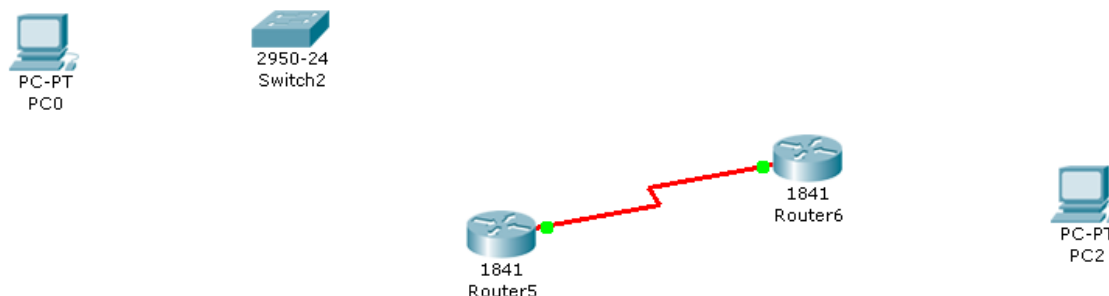
PRACTICA

Rastreo de paquetes a través de una Internetwork

Objetivos de aprendizaje

- Rastrear los paquetes iniciados por icmp, por medio de un requerimiento del comando ping
- Observar la misma situación visualizando más que los paquetes iniciados por icmp

Tarea 1: Abra el archivo (Práctica Capa 2) y complete la internetwork



- Utilice el medio de comunicación adecuado:
 - Comunicar PC0 con switch
 - Comunicar switch con router
 - Comunicar PC2 con router
- Configurar las direcciones lógicas de las pc0 (192.168.1.2) y pc2 (192.168.3.2), máscara y gateway (teniendo en cuenta que el router 5 en la interna fasthethernet 0 tiene la dirección 192.168.1.1/24 y el router 6 tiene la dirección 192.168.3.1).

Tarea 2 pruebe la comunicación entre las diferentes direcciones lógicas

- 192.168.1.1 (a que interfaz pertenece esta dirección)
- 192.168.2.1 (a que interfaz pertenece esta dirección y cuál es la dirección de su máscara)
- 192.168.2.2 (a que interfaz pertenece esta dirección y cuál es la dirección de su máscara)
- 192.168.3.1 (a que interfaz pertenece esta dirección)

Tarea 3: Rastrear los paquetes iniciados por ICMP.

Paso 1. Inicialice la red.

Mientras se encuentra en modo tiempo real, abra la consola de la pc0 desde esta escriba el comando ping seguido de su dirección de ip 192.168.3.2 y presione la tecla Intro.

Paso 2. Establezca los filtros de la lista de eventos.

Cambie al Modo simulación. Se desea capturar sólo los eventos de icmp. En la sección Filtro lista eventos, haga clic en el botón Editar filtros -ICMP-.

Paso 3. Recorra la simulación.

Desde la consola de la PC cliente, ingrese el comando con su dirección logica y presiones enter. Haga clic una vez en el botón Captura / Reenviar y examine el paquete. Luego haga clic en Captura / reenviar una y otra vez, abriendo el paquete para examinarlo en cada paso del proceso.

1. Identifique lo que sucede en la capa I, II, III.

2. Indique el puerto del switch que se encuentra conectado la pc0 y el router
3. Estando posicionado en la pc0 índice mac origen y mac destino
4. Mencione en que capa del modelo osi me indica las direcciones lógicas y el protocolo que se esta utilizando en esté caso
5. Que tipo de protocolo se utiliza para la comunicación de los dos router, en que capa del modelo de referencia me brinda esta información
6. Que tipo de protocolo se utiliza para la comunicación con las interfaces Ethernet, en que capa del modelo de referencia obtengo esta información
7. Que comando de Windows utiliza para ver su dirección mac.

Tarea 4: Identifique la siguiente información de la placa de red Ethernet, utilizando el Comando "ipconfig /all" desde la consola:

- Dirección Física (MAC):
- Parte correspondiente al fabricante:
- Parte correspondiente al número de serie:

Tarea 5:

¿Qué podría evitar que un ping se envíe entre las estaciones de trabajo cuando éstas están directamente conectadas?

¿Qué podría evitar que un ping se envíe a las estaciones de trabajo cuando éstas están conectadas a través del switch?

PREGUNTAS DE REPASO CONCEPTOS

1. ¿Cómo prepara la capa de enlace de datos los paquetes para su transmisión?

2. Describa cuatro métodos generales de acceso a los medios de la capa de enlace de datos. Sugiera entornos de comunicación de datos en los cuales estos métodos de acceso puedan implementarse adecuadamente.

3. Indique las similitudes y diferencias entre las topologías lógica multiacceso y lógica punto a punto.

4. Describa las funciones de una topología de anillo lógica.

5. Nombre cinco protocolos de la Capa 2.

6. ¿En qué difieren las direcciones de la capa de enlace de datos de las direcciones de la capa de red?

7. ¿Cuáles son los tipos de campos de encabezado posibles en las tramas de enlace de datos?

8. Mencione el objetivo del campo Secuencia de verificación de trama en el tráiler de trama de enlace de datos.