

Modulo 6 Capa de enlace de datos

6.1 Propósito de la capa de enlace de datos

- La capa de enlace de datos → La capa 2 del modelo OSI, prepara los datos de red para la red física. Es responsable de las comunicaciones de tarjeta de interfaz de red (NIC) a tarjeta de interfaz de red. Permite que capas superiores accedan a los medios. Acepta datos, paquetes de capa 3 y encapsula en tramas de capa 2. Controla cómo los datos se colocan y reciben. Un nodo es un dispositivo que puede recibir, crear, almacenar o reenviar datos a lo largo de una ruta de comunicaciones. Puede ser un host, dispositivo intermedio, etc.

NIC destino | NIC Origen | IP origen | IP destino |

encajezada a L2 | Paquete IP L3

- Subcapas de enlace de datos IEEE 802 LAN/MAN → Estos estándares son específicos para LAN Ethernet, LAN inalámbricas (WLAN), redes de área personal (WPAN). Consiste de:

Control de enlace lógico (LLC) → Subcapa que se comunica entre software de red en capas superiores y hardware del dispositivo en capas inferiores. Coloca en la trama información que identifica qué protocolo de capa de red se utiliza para la trama.

Control de acceso a medios (MAC) → Implementa esta subcapa en hardware. Responsable de encapsulación de datos y control de acceso a los medios. Proporciona direccionamiento de capa de enlace de datos y está integrado con tecnologías de capa física.

Proporciona para obtener fotografía en medios
Depende de topología y multi medio

La subcapa LLC toma los datos del protocolo de red, agrega información de control de capa 2 para ayudar a entregar el paquete al nodo destino. **La subcapa MAC** → Controla la NIC y otro hardware que es responsable de enviar y recibir datos en el medio LAN/MAN. Proporciona: **Delimitación de tramas** → El proceso de enramado proporciona delimitadores importantes para identificar un grupo de bits que componen una trama. Estos bits proporcionan sincronización entre nodos, recepción y transmisión. **Direccionamiento** → Proporciona direccionamiento de origen y destino para transportar la trama de capa 2 en dispositivos en el mismo medio compartido. **Detección de errores** → Cada trama contiene un trailer para detectar errores de transmisión.

- Provisión de acceso a los medios → Las interfaces del router encapsulan el paquete en la trama apropiada. Utiliza un método adecuado de control de acceso a medios para acceder a cada enlace. Cada intercambio puede haber muchas transiciones de medios y capa de enlace de datos.

Cada salto realiza las funciones de capa 2: **Acepta** una trama proviniente de un medio. **Desencapsulan** la trama. **Vuelven** a encapsular el paquete en una trama nueva. **Reenvían** la nueva trama adecuada al medio de ese segmento de la red física. **La capa de enlace de datos** es responsable de controlar la transferencia de tramas en todos los medios.

- Estándares de la capa de enlace de datos → Los protocolos de capa de enlace de datos generalmente no están definidos por la solicitud de comentarios (RFC) al contrario de TCP/IP.

Las organizaciones de ingeniería que definen estándares abiertos y protocolos que se aplican a la capa de acceso a la red, incluyendo: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), Organización Internacional para la Estandarización (ISO), Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI).

6.2 Topologías

● **Topologías Física y Lógica** → La topología de una red es la configuración o relación de los dispositivos de red y las interconexiones entre ellos. Topologías: **Física** → Identifica las conexiones físicas y cómo se interconectan los dispositivos finales y los intermedios (routers, switches, access point). Puede incluir la ubicación específica del dispositivo, número de habitación, ubicación en el rack. **Punto a punto o estrella.** **Lógica** → La forma en que una red transfiere tramas de un nodo al siguiente. Identifica conexiones virtuales mediante interfaces de dispositivo y esquemas de direccionamiento IP de capa 3. La lógica influye en el tipo de trama de red y control de acceso a medios que se utilizan.

● **Topologías de WAN** → Interconexiones físicas comunes de WAN. **Punto a punto** → Topología WAN más simple y común. Es un enlace permanente entre 2 terminales. **Hub and spoke (estrella)** → Topología en estrella en la que un sitio central interconecta sitios de sucursal mediante el uso de enlaces punto a punto. Los sitios de sucursales no pueden intercambiar datos con otros sitios de sucursales sin pasar por el sitio central. **Malla** → Proporciona alta disponibilidad, requiere que cada sistema final esté interconectado con cualquier otro sistema. Cada enlace es un enlace punto a punto al otro nodo. **Híbrido** → Una variación o combinación de cualquier topología. Una malla parcial es una topología híbrida en la que algunos dispositivos finales están interconectados.

● **Topología WAN de punto a punto** → Conectar dos nodos directamente. En esta disposición, los dos nodos no tienen que compartir los medios con otros hosts. Cuando se usa (PPP) un nodo no tiene que hacer ninguna determinación sobre si una trama entrante es para él o para otro nodo. El nodo coloca las tramas en los medios en un extremo y esas tramas son tomadas de los medios por el nodo en el otro extremo del circuito punto a punto. **Nota:** Una conexión punto a punto a través de Ethernet requiere que el dispositivo determine si la trama está destinada a este nodo. El uso de dispositivos físicos en la red no afecta la topología lógica, agregar conexiones físicas intermedias puede cambiar la topología lógica.

● **Topologías de LAN** → En LAN multiacceso, los dispositivos finales (nodos) están interconectados utilizando topologías estrella o estrella extendida. En esta topología, los host están conectados a un dispositivo intermedio central. **Extended star** extiende esta topología a interconectada a varios switches Ethernet. **Topologías LAN heredadas** → Tecnologías antiguas Ethernet y Token Ring LAN heredadas incluían:

- **Bus** → Todos los sistemas finales se encadenan entre sí y terminan de algún modo en cada extremo. No se requieren dispositivos de infraestructura como switches para interconectar hosts. Usaban cables coaxiales.
- **Anillo** → Los sistemas finales se conectan a su vecino y forman un anillo. No necesita ser terminado, a diferencia de bus.
- FDDI y Token Ring usan anillo.

● **Comunicación dúplex completo y Semidúplex** → Se refiere a la dirección de la transmisión de datos entre dos dispositivos. Hay 2 modos comunes dúplex:
Comunicación Semidúplex → Los 2 dispositivos pueden transmitir y recibir en los medios pero no puede hacerlo simultáneamente. WLAN y bus heredadas utilizan semiduplex. Permite que solo un dispositivo envíe o reciba a la vez en el medio compartido.
Comunicación dúplex completa → Ambos dispositivos pueden transmitir y recibir simultáneamente en medios compartidos. La capa de enlace de datos supone que los medios están disponibles para transmitir ambos nodos en cualquier momento. Los switches Ethernet operan en el modo dúplex completo. Es importante que las NIC y interfaz en un switch operen en el mismo modo dúplex. De lo contrario, se generará ineficiencia y latencia en el enlace.

● **Métodos de control de acceso** → Las LAN Ethernet y WLAN son ejemplo de una red de accesos múltiples. Una **red multiacceso** es una red que puede tener dos o más hosts que intentan acceder a la red simultáneamente. Algunas redes requieren reglas que rijan la forma de compartir medios físicos.
Acceso basado en la contención → Todos los nodos operan en Semidúplex, compitiendo por el uso del medio. Solo un dispositivo puede enviar a la vez. Solo hay un proceso si más de un dispositivo transmite al mismo tiempo. Algunos ejemplos son: Acceso múltiple con detección de colisiones (CSMA/CD). El operador detecta el acceso múltiple con prevención de colisiones (CSMA/CA) utilizado en LAN inalámbricas.
Acceso controlado → Cada nodo tiene su propio tiempo para usar el medio. Estos tipos deterministas de redes no son eficientes por un dispositivo debe aguardar su turno para acceder al medio. Ejemplos: Anillo de Token Legacy, ARCNET heredado. Cada nodo debe esperar su turno para acceder al medio libre. Ethernet funcionan en dúplex completo y no requieren un método de acceso.

● **Acceso por contención CSMA/CD** → Los ejemplos de redes de acceso incluyen lo siguiente: LAN inalámbrica (CSMA/CA), LAN Ethernet de bus heredada (CSMA/CD), LAN Ethernet heredada con un hub (CSMA/CD). Funcionan con Semidúplex, solo un dispositivo envía o recibe a la vez.

Si dos dispositivos transmiten al mismo tiempo, se colisionan. Es la parte de detección de colisiones CP de CSMA/CD. La NIC compara los datos transmitidos con los recibidos, al reconocer la amplitud de la señal es más alta de lo normal en los medios. Los dañados se retransmiten. Si una PC debe enviar una trama la NIC necesita determinar si algún dispositivo está transmitiendo en el medio. Si no recibe transmisiones de otro dispositivo, asumirá que está disponible para enviar. **Después el hub recibe la trama** → El hub recibe y envía la trama. Un **hub de Ethernet** se conoce como repetidor multipuerto. Todos los bits se reciben en un puerto entrante se regeneran y se envían a los demás puertos. **Después el hub envía la trama** → Todos los dispositivos que están conectados al hub reciben la trama. Dado que la trama tiene una dirección destino de enlace de datos para una PC solo ese dispositivo aceptará y copiará toda la trama. Si no es la trama la ignora.

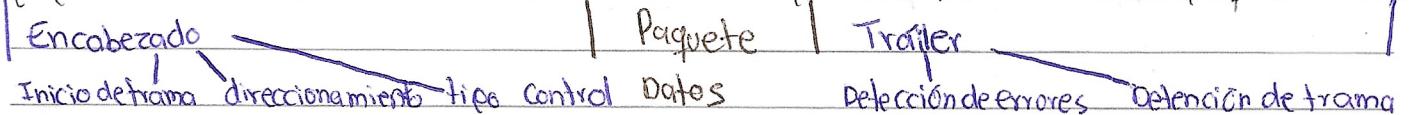
● **Acceso por contención**: CSMA/CA → Utiliza un método similar a CSMA/CD para detectar si el medio está libre. CSMA/CA usa técnicas adicionales. En entornos inalámbricos es posible que un dispositivo no detecte una colisión. **CSMA/CA no detecta colisiones pero intenta evitarlas ya que espera antes de transmitir**. Todos los dispositivos reciben la información y saben cuánto tiempo el medio no estará disponible. Ya que el dispositivo envía una trama, 802.11, el receptor devuelve un acuse de recibo para que el emisor sepa que se recibió la trama. Las redes LAN Ethernet con switches no utilizan sistemas por contención porque el switch y la NIC de host operan en el modo dúplex completo.

Notas: Topología lógica muestra las IP, las WAN incluyen periféricos, topología estrella extendida se considera topología híbrida. Las WLAN (inalámbricas) solo admiten semiduplex porque un dispositivo accede a la red. **CSMA/CD** → Detección de colisión / acceso múltiple por detección de portadora.

6.3 Trama de enlace de datos

● **La trama** → La información anexada a la trama es determinada por el protocolo que se está utilizando. La capa de enlace de datos prepara los datos encapsulados (IPv4 o IPv6) para el transporte con un encabezado y trailer para crear una trama. El protocolo de enlace de datos es el de las comunicaciones NIC a NIC dentro de la red. Partes: **Encabezado, datos, trailer**. Todos los protocolos encapsulan los datos dentro del campo de datos pero la estructura de la trama varía con el protocolo. La **cantidad de información de control** que se necesita en la trama varía para **cumplir** con los requisitos de control de acceso al medio de la topología lógica y de los medios. **WLAN** debe incluir procedimientos para evitar colisiones. En **entorno frágil** se necesitan más controles para garantizar la entrega. Hay sobrecarga y transmisiones lentas.

● Campos de trama → El tramo rompe la transmisión en agrupaciones descriptables, con información de control en encabezado y tráiler como valores en campos diferentes. Este formato proporciona a señales físicas una estructura reconocida por nodos y decodificaba en paquetes destino.



Campos de trama: **Indicadores de arranque y detención de trama** → Se utilizan para identificar límites de comienzo y finalización de trama. **Direcciónamiento** → Indica nodos de origen y destino en los medios. **Tipo** → Identifica el protocolo de capa 3 en el campo de datos. **control** → Identifica servicios especiales de control de flujo, QoS otorga prioridad de reenvío a mensajes como tránsitos de voz IP. **Datos** → Incluye contenido de la trama (encabezado del paquete, encabezado segmento y datos). **Detección de errores** → Después de los datos para formar el tráiler.

Detección de errores → Los protocolos de capa de enlace de datos agregan un tráiler al final de cada trama. El **avance** determina si la trama llegó sin error. Coloca un **resumen lógico** que componen la trama en el avance. Lo agrega para evitar señales sujetas a interferencias.

Un nodo de transmisión crea un resumen lógico del **contenido de la trama (CRC)** valor de **comprobación de redundancia cíclica**. Se coloca en **(FCS)** campo secuencia de verificación de la trama para representar el contenido. El nodo receptor determina si la trama experimentó errores.

Direcciones físicas Son las direcciones de dispositivo en la capa de enlace de datos proporcionando el direccionamiento de una trama en un medio local compartido. Están contenidas en el encabezado de la trama y especifica el nodo de destino de la trama en la LAN. No indican en qué red está ubicado el dispositivo como las direcciones lógicas de capa 3. Es única para un dispositivo. Solo utilizadas en dispositivos del mismo medio compartido, misma red IP. Si los datos deben pasar a otro segmento de red, se necesita un router, el router acepta la trama, la desencapsula, usa la IP para su mejor ruta, crea una nueva trama, se envía al segmento.

● Tramas LAN y WAN → LAN cableadas → Protocolos Ethernet. WLAN → IEEE 802.11

Protocolos WAN comunes: **PPP** → Protocolo punto a punto. **HDL** → Control de enlace de datos de alto nivel. **Frame relay**, **(ATM)** → Modo de transferencia asincrónica. **X.25**, Reemplazados por **Ethernet**.

Una cantidad de diferentes dispositivos de red pueden actuar como nodos que operan en la capa de enlace de datos al implementar estos protocolos. Incluyen tarjetas de red, interfaces en routers y switches de capa 2. Una **LAN** usa **alto ancho de banda** con muchos hosts ya que es geográficamente "pequeña" (edificio, campus). Su alta densidad de usuarios hacen que sea rentable. Sin embargo, utilizar **alto ancho de banda** no es rentable para redes extensas.

Varias ciudades por costosas. Protocolos de capa de enlace de datos incluyen:

Ethernet, 802.11 inalámbrico, Protocolo punto a punto (PPP), control de enlace de datos de alto nivel (HDLC), Frame relay.