

Redes y Comunicación de Datos I

Ciclo: Agosto del 2023



Universidad
Tecnológica
del Perú

Temario

1. Repaso
2. Pautas de trabajo
3. Sesión 2: Capa enlace
4. Conclusiones



Universidad
Tecnológica
del Perú

REPASO DE LA CLASE ANTERIOR



Universidad
Tecnológica
del Perú

2. Pautas de trabajo

- ☐ Todas las preguntas se deben realizarse en el aula con cordialidad
- ☐ Se expondrán ejercicios resueltos, y se desarrollaran laboratorios dirigidos en clase con packet tracer o Wireshark
- ☐ Se plantearan tareas individuales y grupales
- ☐ Se tomaran test de consultas y calificados

3. Capa de enlace

3.1 Logro de aprendizaje de Sesión 2

3.2 Propósito de la capa de enlace de datos

3.3 Topologías

3.4 Trama de enlace de datos

3.1 Logro de aprendizaje de Sesión 2



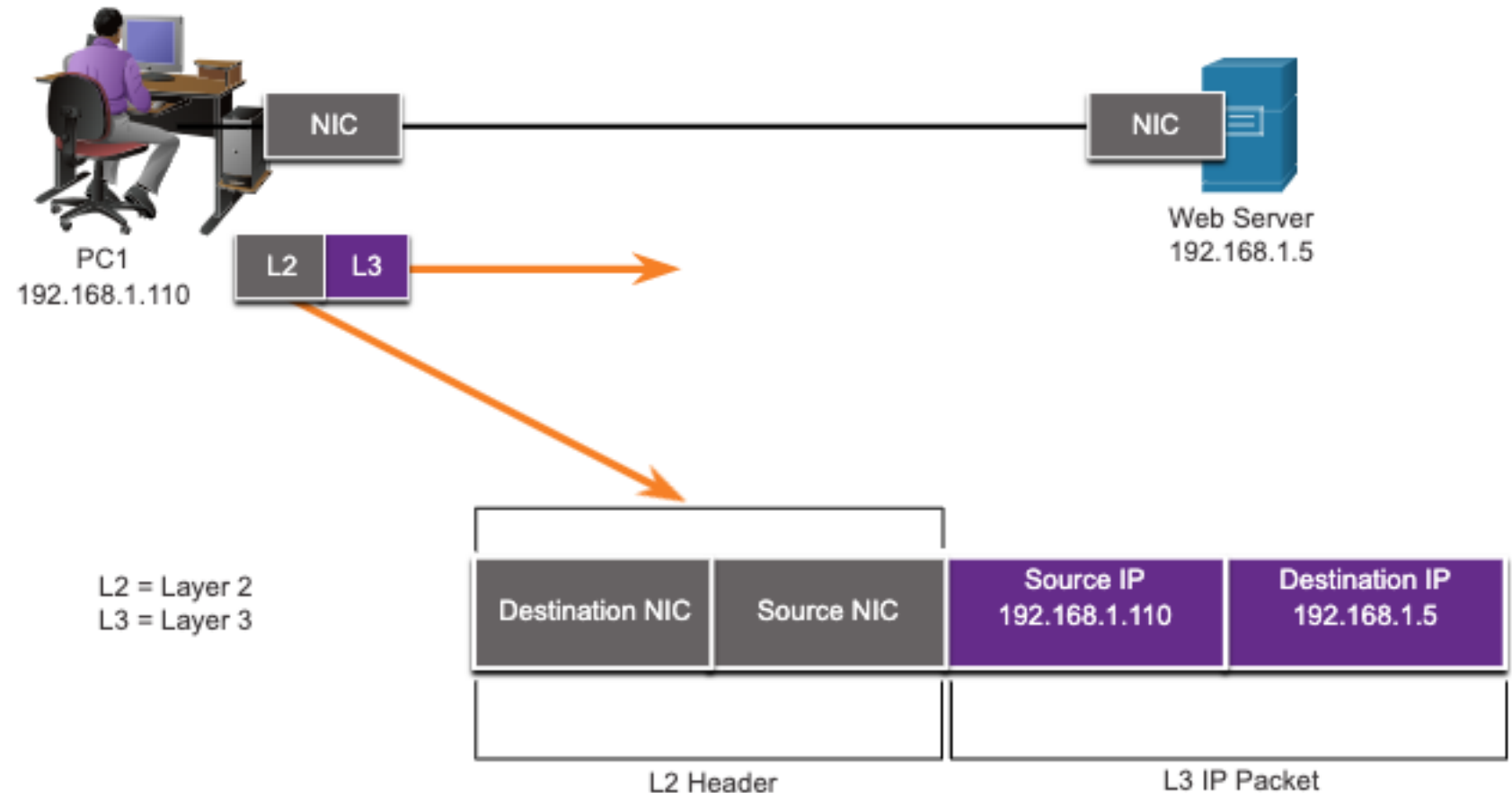
Al culminar la sesión 2 el estudiante estará en la capacidad de indicar las características y funcionamiento de la capa enlace a partir de ejemplos desarrollados.

3.2 Propósito de la capa de enlace de datos

Propósito de la capa de enlace de datos

Capa de enlace de datos

- La capa enlace de datos es responsable de las **comunicaciones entre las tarjetas de interfaz de red** del dispositivo final.
- Permite que los **protocolos de capa superior accedan** a los medios de **capa física y encapsula los paquetes de capa 3** (IPv4 e IPv6) en tramas de capa 2.
- También realiza la detección de errores y rechaza las tramas corruptas.



Video de encapsulation: trama

<https://www.youtube.com/watch?v=FJIFfkpUO7o>

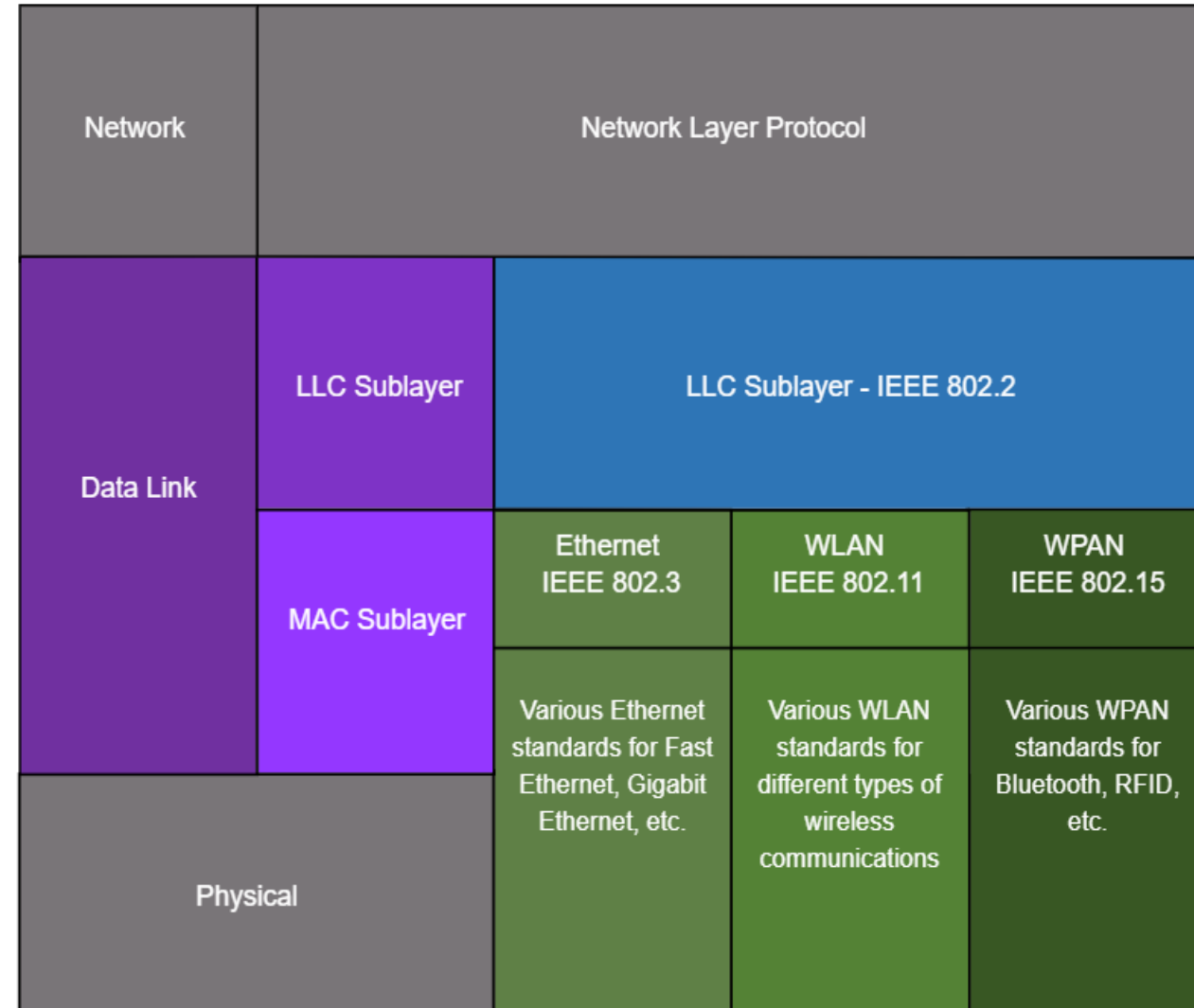
Desaprende lo que te limita

subcapas de enlace de datos IEEE 802 LAN / MAN

Los estándares IEEE 802 LAN/MAN son específicos para el tipo de red (Ethernet, WLAN, WPAN, etc.).

La capa de enlace de datos consta de **dos subcapas**. Control de enlaces lógicos (**LLC**) y Control de acceso a medios (**MAC**).

- La subcapa LLC se **comunica entre el software de red en las capas superiores** y **el hardware** del dispositivo en las capas inferiores.
- La subcapa **MAC es responsable** de la **encapsulación** de datos y el **control de acceso** a los medios.



Estándares de la capa de enlace de datos

Los protocolos de capa de enlace de datos los definen las organizaciones de ingeniería:

- Institute for Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- International Telecommunications Union (ITU).
- International Organizations for Standardization (ISO).
- American National Standards Institute (ANSI).



IEEE 802.1 : Protocolos superiores de redes de área local

IEEE 802.2 : Control de enlace lógico

IEEE 802.3 : Ethernet

IEEE 802.4 : Token Bus (abandonado)

IEEE 802.5 : Token Ring

IEEE 802.6 : Red de área metropolitana (abandonado)

IEEE 802.7 : Grupo de Asesoría Técnica sobre banda ancha (abandonado)

IEEE 802.8 : Grupo de Asesoría Técnica sobre fibra óptica (abandonado)

IEEE 802.9 : RAL de servicios integrados (abandonado)

IEEE 802.10 : Seguridad interoperable en RAL(abandonado)

IEEE 802.11 : Red local inalámbrica, también conocido como Wi-Fi

IEEE 802.12 : Prioridad de demanda



ISO 7498: el modelo OSI

ISO 3309: HDLC (protocolo a nivel de enlace)

ISO 8802.3: el IEEE 802.3 (Ethernet)

ISO 9000: Estándares de control de calidad

ISO 9314: FDDI

ISO 10589: IS-IS

ISO 11801: Normativa de Cableado Estructurado

ISO 8473: CLNP: ConnectionLess Network Protocol (variante de IP hecha por ISO)



X.25: red pública de conmutación de paquetes

X.400: sistema de mensajería de correo electrónico

V.35: interfaz de nivel físico para líneas punto a punto

V.90: Módems de 56/33,6 Kb/s

H.323: videoconferencia en IP (ej.: Netmeeting)

G.711: digitalización de la voz en telefonía

G.957: interfaz óptica de equipos SDH

G.DMT: ADSL

ESTÁNDARES ANSI/TIA GENERALES

- ANSI/TIA-568.0-D en general
- ANSI/TIA-569-D caminos, rutas y espacios
- ANSI/TIA-606-B Administración
- ANSI/TIA-607-C Pozo a Tierra
- ANSI/TIA-758-B Planta Exterior
- ANSI/TIA-862-B estándar de infraestructura de cableado estructurado para edificios inteligentes.



Universidad
Tecnológica
del Perú

ESTÁNDARES ANSI/TIA LOCALES

- ANSI/TIA-568.1-D cableado para edificios comerciales.
- ANSI/TIA-570-C estándar de infraestructura de telecomunicaciones residencial.
- ANSI/TIA-942-A estándar de infraestructura de telecomunicaciones data center.
- ANSI/TIA-1005-A estándar de infraestructura de telecomunicaciones industrial.
- ANSI/TIA-1179 infraestructura de telecomunicaciones para instalaciones sanitarias.
- ANSI/TIA-4966 infraestructura de telecomunicaciones para instalaciones educativas.

ESTÁNDARES ANSI/TIA DE COMPONENTES

- ANSI/TIA-568.2-D componentes y cableado de telecomunicaciones de par trenzado.
- ANSI/TIA-568.3-D componente de cableado de fibra óptica.
- ANSI/TIA-568-C.4 componentes y cableado coaxial.

te limita

3.3 Topologías

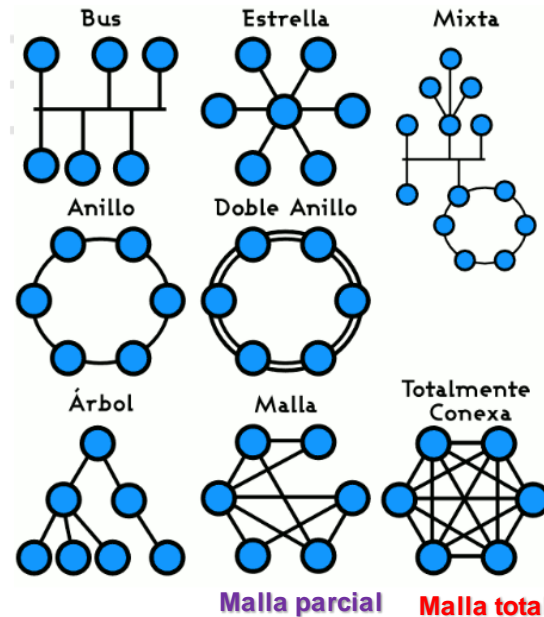
Topologías Físicas y Lógicas

La topología de una red es la **disposición** y **relación de los dispositivos de red** y las interconexiones entre ellos.

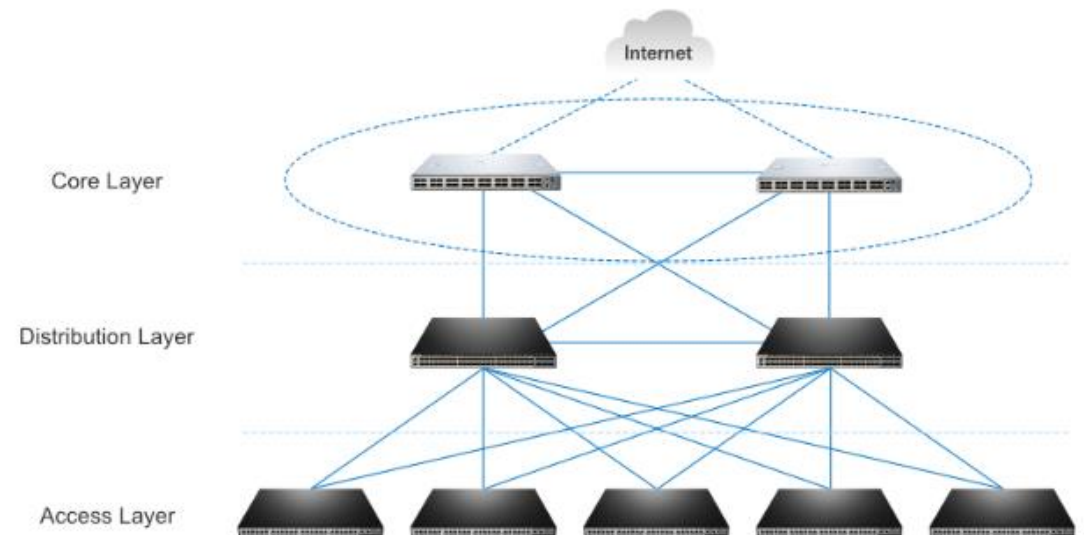
Existen dos tipos de topologías utilizadas al describir redes:

- **Topología física** : muestra las **conexiones físicas** y cómo los dispositivos están interconectados.
- **Topología lógica** : identifica las **conexiones virtuales** entre dispositivos mediante interfaces de dispositivos y esquemas de direccionamiento IP.

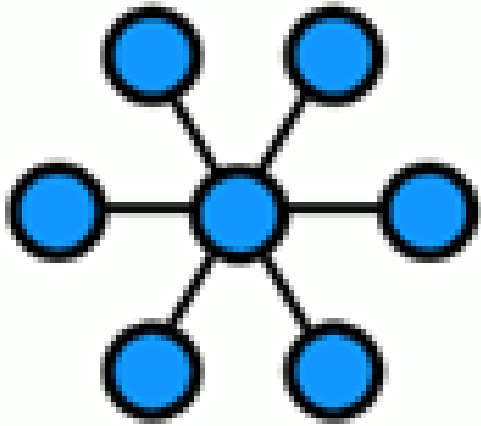
Topología física



Estrella extendida



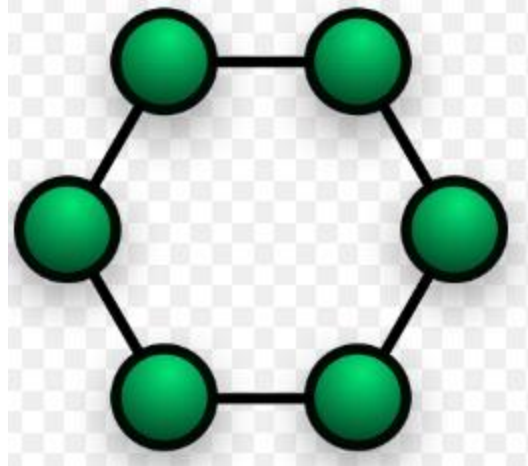
Ejemplo de números de enlaces



$$\begin{aligned}\# \text{ Enlaces} &= \text{Nro. de nodos} - 1 \\ &= n - 1\end{aligned}$$

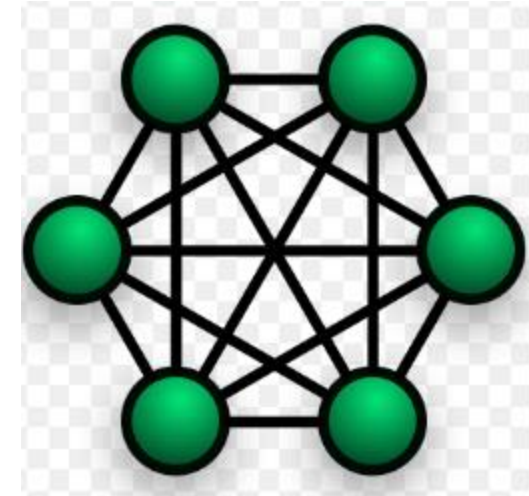
$$\# \text{ Enlaces} = 7 - 1 = 6$$

**Se cumple la misma formula
Para estrella extendida**



$$\begin{aligned}\# \text{ Enlaces} &= \text{Nro. de nodos} \\ &= n\end{aligned}$$

$$\# \text{ Enlaces} = 6$$



$$\begin{aligned}\# \text{ Enlaces} &= \text{Nro. de nodos} (\text{Nro. de nodos} - 1) / 2 \\ &= n (n - 1) / 2\end{aligned}$$

$$\# \text{ Enlaces} = 6 (6 - 1) / 2 = 15$$

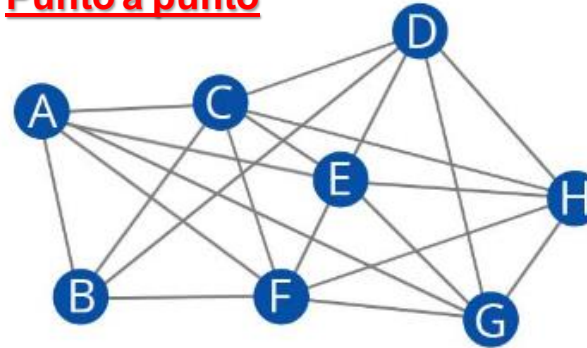
Desaprende lo que te limita

Topologías WAN

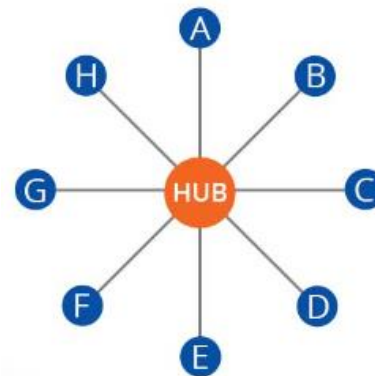
Existen tres topologías WAN físicas comunes:

- **Punto a punto**: la topología WAN más simple y común. Consiste en un **enlace permanente** entre dos puntos finales. Conecta directamente dos nodos
- **Hub and spoke** – similar a una **topología en estrella** donde un sitio central interconecta sitios de sucursal a través de enlaces punto a punto.
- **Malla** – proporciona **alta disponibilidad** pero requiere que cada sistema final esté conectado a cualquier otro sistema final.

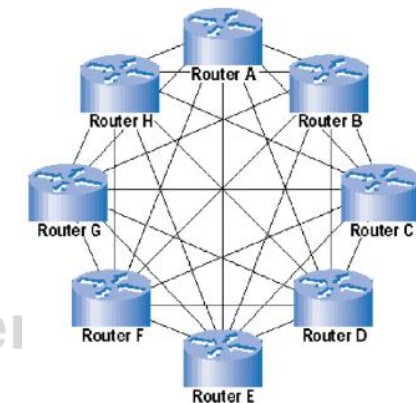
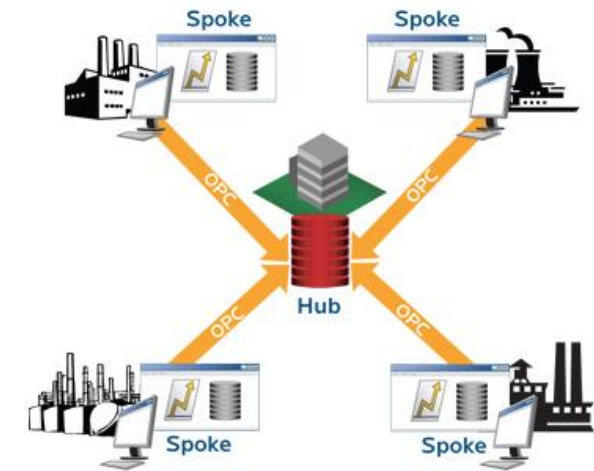
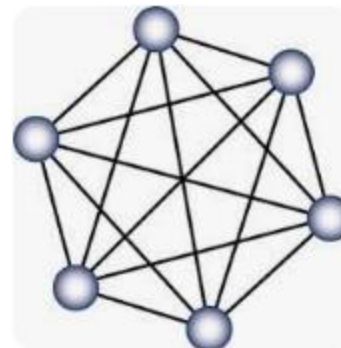
Punto a punto



Hub y Spoke



Malla



Desapre

limita

Topología WAN de punto a punto

- Las **topologías físicas** punto a punto **conectan directamente** dos nodos.
- Es posible que los nodos no compartan los medios con otros hosts.
- Debido a que todas las tramas de los medios sólo pueden viajar hacia o desde los dos nodos, los **protocolos WAN punto a punto** (**hdlc**, **ppp**) pueden ser muy **simples**.



HDLC es el método de encapsulación predeterminado en un enlace serial.



Utilice la encapsulación PPP para conectar un router Cisco a un router que no es de Cisco.



Cable serial DTE



Cable serial DCE

Topologías LAN

- Los dispositivos finales de las LAN suelen estar interconectados mediante una **topología de estrella o estrella extendida**. Las topologías estrella y de estrella extendida son fáciles de instalar, muy escalables y fáciles de solucionar.

Las tecnologías Early Ethernet y Token Ring heredado proporcionan dos topologías adicionales:

- Bus** – Todos los sistemas finales se encadenan entre sí y terminan de algún modo en cada extremo.
- Anillo** : Cada sistema final está conectado a sus respectivos vecinos para formar un anillo.

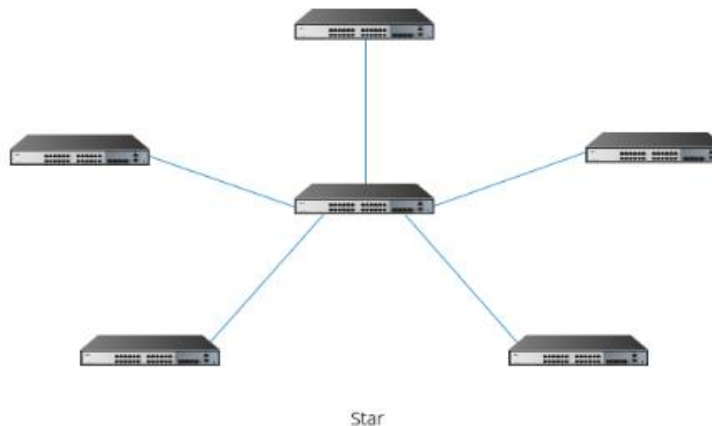


Cisco 2960

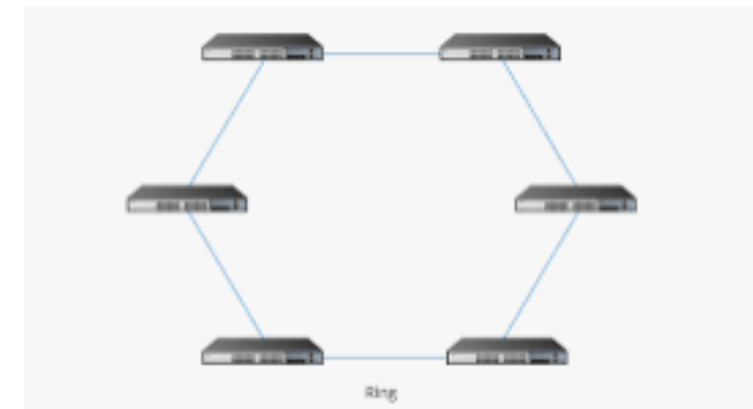


Cisco 3650

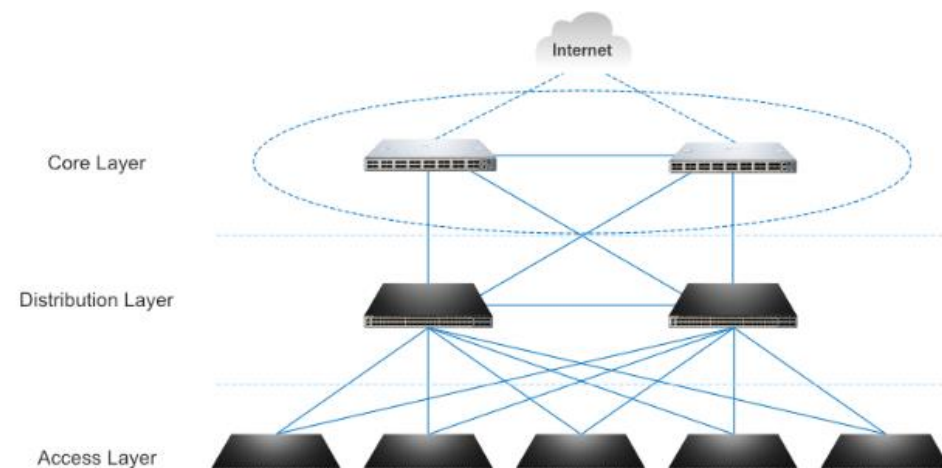
Switches en estrella



Switches en anillo



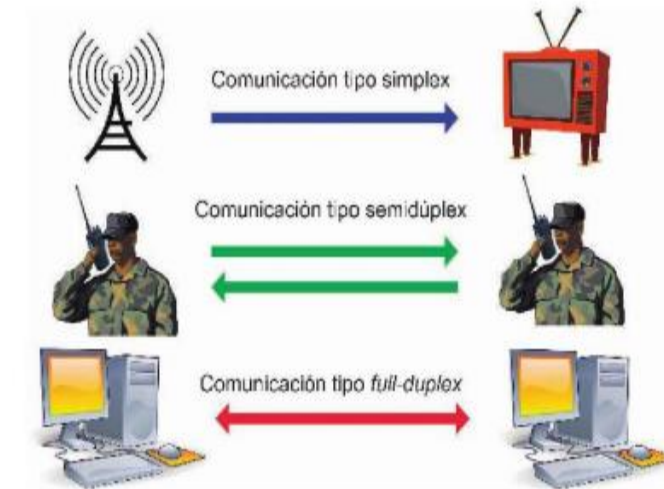
Estrella extendida



Comunicación dúplex medio y completo

Comunicación semidúplex

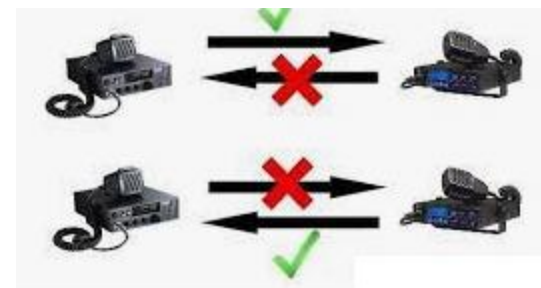
- Solo permite que **un dispositivo envíe o reciba a la vez** en un medio compartido.
- Se utiliza en **WLAN** y topologías de bus heredadas con hubs Ethernet.



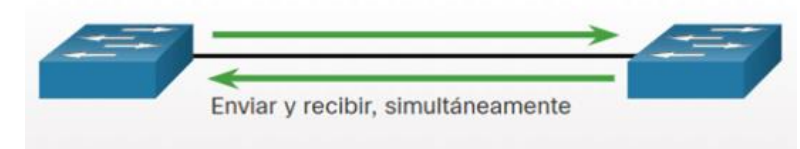
Comunicación dúplex completo

- Permite que **ambos dispositivos transmitan y reciban simultáneamente** en un medio compartido.
- Los **switches Ethernet** funcionan en modo **full-duplex**.

Semiduplex: sistema trunking



Duplex: Comunicación switches Cisco



Switches cisco 2960 y 3650
Configurado de manera predeterminada
AUTO

Desaprende lo que te limita

Acceso basado en la contención

Todos los nodos que operan en semidúplex, compitiendo por **el uso del medio**. Pueden citarse como ejemplo:

- Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) como se usa en Ethernet de topología de bus heredada.
- Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) como se usa en LAN inalámbricas.

Acceso controlado

- Acceso determinista donde cada nodo tiene su propio tiempo en el medio.
- Se utiliza en redes heredadas como Token Ring y ARCNET.

Topologías

Acceso basado en la contención – CSMA/CD

CSMA/CD

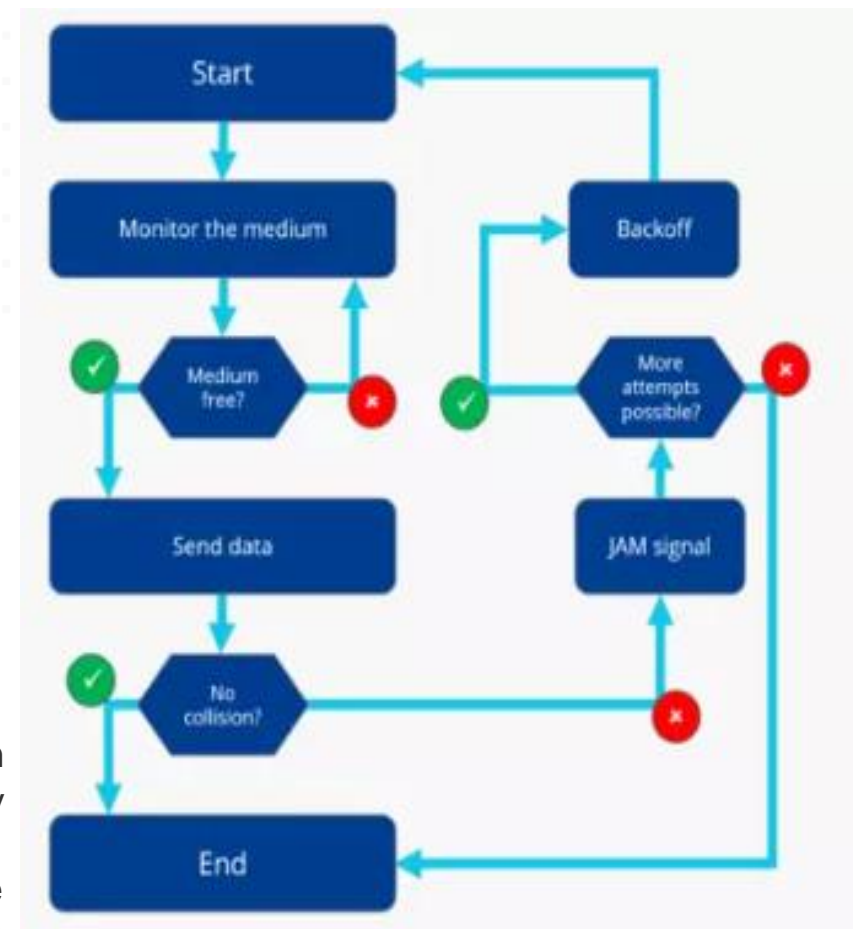
- Utilizado por LAN Ethernet heredadas.
- Funciona en modo semidúplex, donde solo un dispositivo envía o recibe a la vez.
- Utiliza un proceso de detección de colisión para controlar cuándo puede enviar un dispositivo y qué sucede si varios dispositivos envían al mismo tiempo.

La estación examina el medio de transmisión. Mientras el medio esté ocupado, la estación sigue examinándolo. **Solo cuando el medio se queda libre**, la estación envía un paquete de datos durante un cierto tiempo (conocido como “espacio entre tramas”). Mientras tanto, el transmisor continúa examinando el medio para detectar colisiones. Si ninguna otra estación ha intentado enviar sus datos a través del medio compartido antes del final de la transmisión, es decir, cuando no se produce ninguna colisión, la transmisión se realiza correctamente.

En cambio, cuando se **detecta una colisión**, la estación que la detecta interrumpe de inmediato la transmisión y en su lugar **envía una señal de interferencia** (señal JAM), que informa a todas las estaciones de la red de dicha colisión. La estación **espera un tiempo aleatorio** (Backoff) y vuelve a intentar la transmisión.

El **Backoff debe ser aleatorio** para que no se produzca de inmediato una segunda colisión. Puesto que las dos estaciones seleccionan un valor aleatorio, la probabilidad de que ambas estaciones inicien un intento de transmisión al mismo tiempo es baja.

Se cuenta el número de intentos de retransmisión. Si los siguientes intentos **siguen fallando y se alcanza el número máximo de intentos (16)**, la estación notifica el error a la capa de red superior e interrumpe la transmisión de forma permanente. Puesto que es muy poco probable que una estación alcance el número máximo de intentos durante un proceso normal, si esto ocurre se interpreta que se ha producido un error en el sistema.

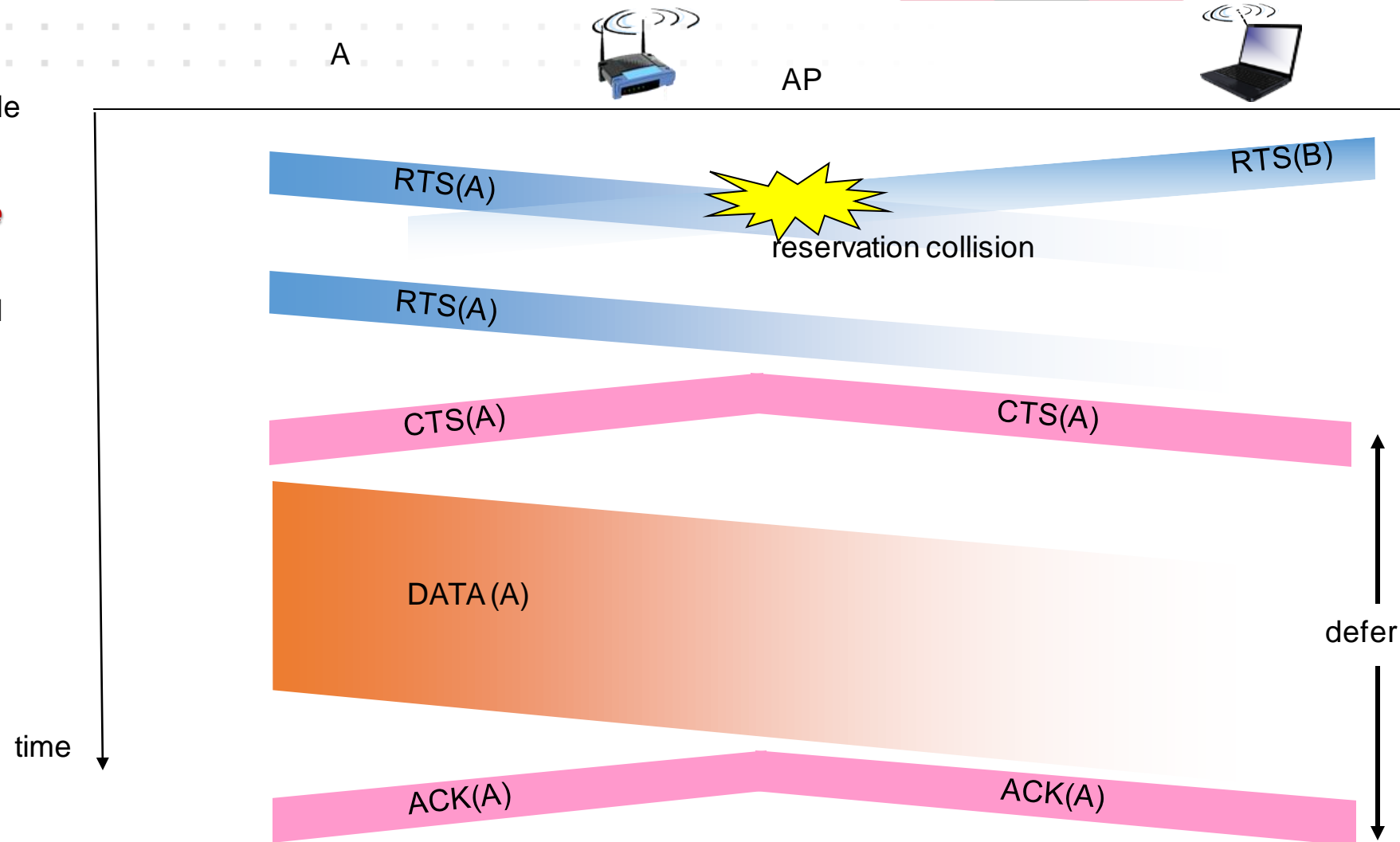


Topologías

Acceso basado en la contención – CSMA/CA

CSMA/CA

- **Utilizado** por **WLAN** IEEE 802.11.
- Funciona en **modo semidúplex** donde solo un dispositivo envía o recibe a la vez.
- Utiliza un **proceso de prevención de colisiones** para determinar cuándo puede enviar un dispositivo y qué sucede si varios dispositivos envían al mismo tiempo.
- Para evitar una colisión, se realiza el envío de tramas de control denominadas RTS, ACK y CTS
 - Request to send (RTS): deseo de enviar
 - Clear to send (CTS): preparado para enviar
 - ACK: confirmación



Desaprende lo que te limita

3.4 Trama del enlace de datos

La trama

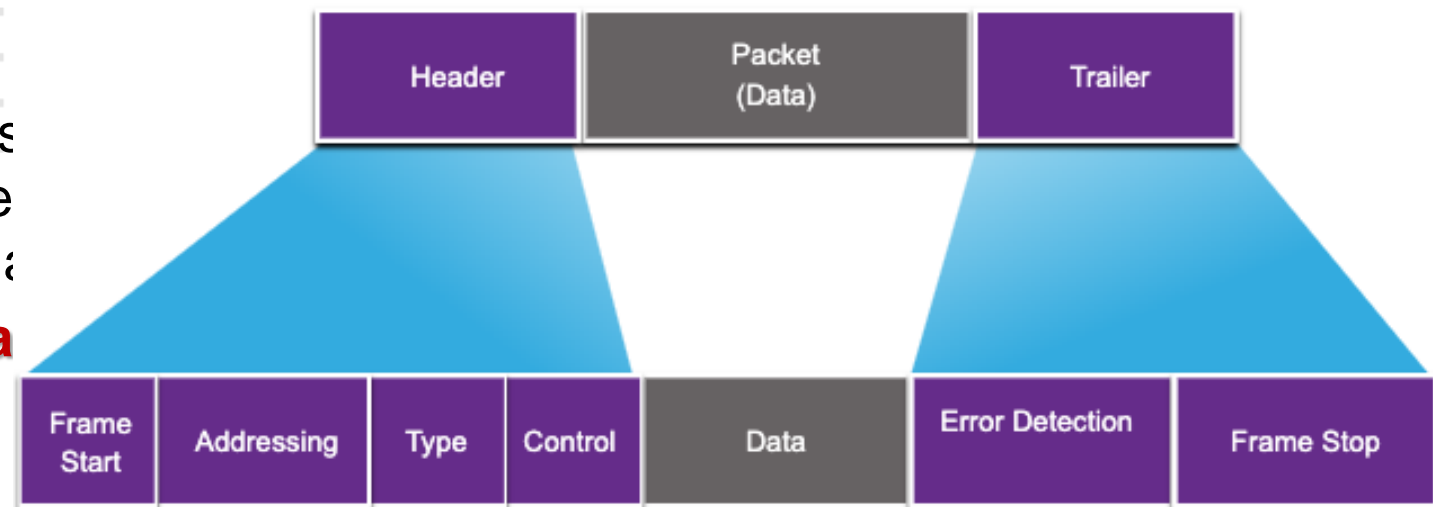
Los datos son encapsulados de enlace de datos con un encabezado y un remolque para formar una trama.

Una **trama de enlace de datos** se compone de tres partes:

- Encabezado
- Datos
- Tráiler

Los campos del encabezado y del remolque varían según el protocolo de capa de enlace de datos.

La cantidad de información de control que se lleva en la trama varía según la información de control de acceso y la topología lógica.

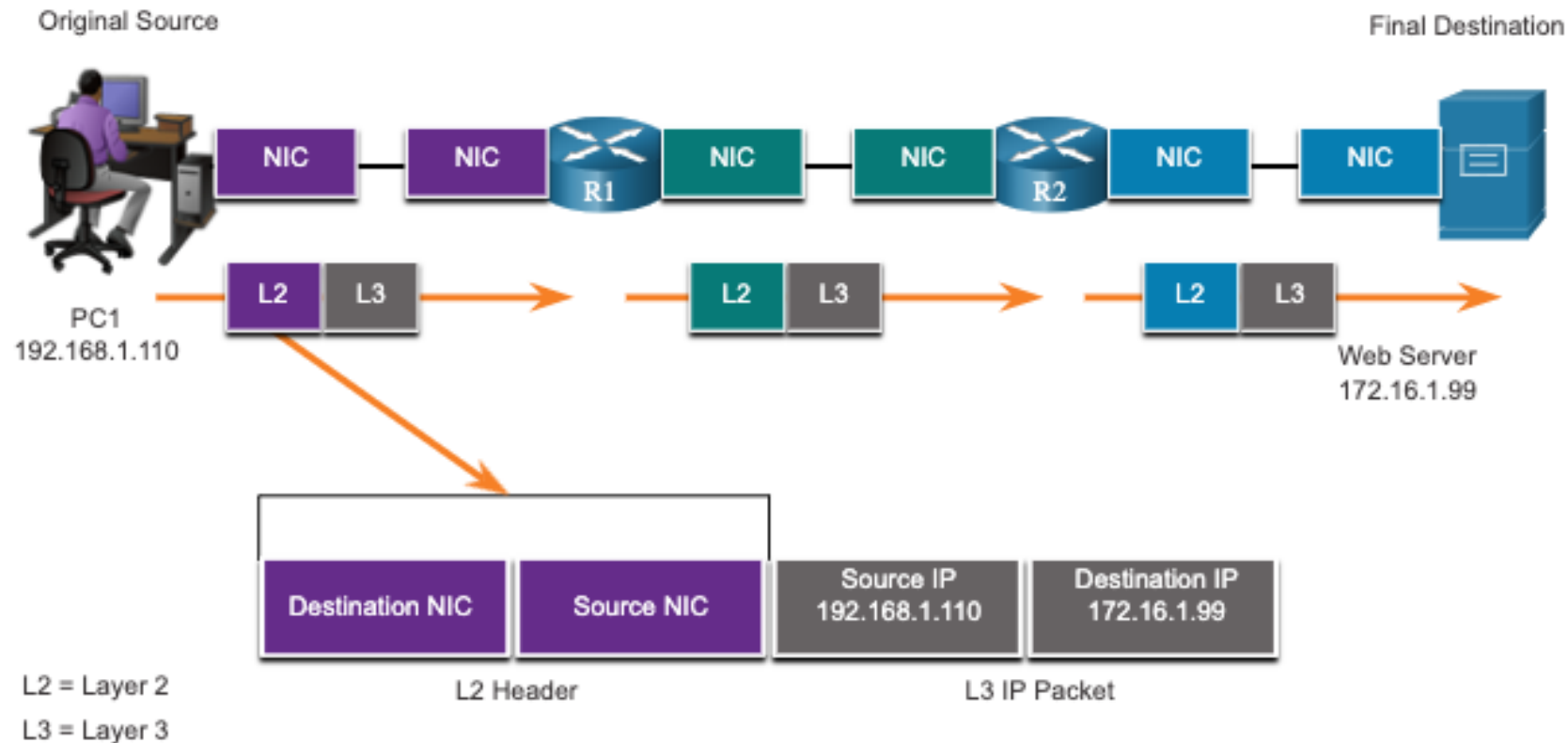


Campo	Descripción
Trama de Inicio y Alto	Identifica el inicio y el final de la trama
Direccionamiento	Indica los nodos de origen y destino.
Tipo	Identifica el protocolo de capa 3 encapsulado
Control	Identifica los servicios de control de flujo
Datos	Contiene la carga útil de la trama
Detección de errores	Se utiliza para determinar errores de transmisión

Trama de enlace de datos

Direcciones de capa 2

- También se conoce como una dirección física.
- Contenido en el encabezado de la trama.
- Se utiliza sólo para la entrega local de una trama en el enlace.
- Actualizado por cada dispositivo que reenvía la trama.



nde lo que te limita

La topología lógica y los medios físicos determinan el protocolo de enlace de datos utilizado:

- Ethernet
- 802.11 inalámbrico
- Point-to-Point (PPP)
- Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC, High-Level Data Link Control)
- Frame-Relay

Cada protocolo realiza control de acceso a medios para topologías lógicas específicas.

4. Conclusiones



Bibliografía

Kurose, J. & Ross, K. (2017). REDES DE COMPUTADORAS: Un enfoque descendente. 7ma ed. USA: Pearson.

Cisco Academy CCNA2: routing y switching version 7



**Universidad
Tecnológica
del Perú**