ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

PROTOCOLOS ARP, ICMP, L2TP
EQUIPO 3

Grupo #: Integrantes

Profesor: Ing. Juan Herrera
Fecha: dd/mm/aaaa

ARP: FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA

Anatomía de ARP

Hardware Type (HTYPE): Define el tipo de enlace de 2 bytes.

Protocol Type (PTYPE): Define el protocolo de capa superior de 2 bytes.

(HLEN y PLEN): (HLEN) es la longitud de dirección física (6 bytes para MAC), (PLEN) es la longitud de dirección lógica (4 bytes para IPv4), con 1 byte cada uno.

Opcode: Define la operación: 1 para APR request y 2 para APR reply.

Validación de Entradas: ARP

- Máquina de estados en la caché de ARP, Maneras de validar entradas en ARP
- Estado INCOMPLETE
- Estado REACHABLE
- Estado STALE

ARP Aging

Base Reachable Time

- Tiempo estándar que una entrada permanece como *Reachable* (típicamente 30 seg - 1 min).

Stale State

- Permite mantener la entrada en memoria para evitar *Requests* constantes, pero marca la necesidad de verificación futura.

GC (Garbage Collection)

- Proceso del kernel que limpia entradas en estado *Incomplete* o *Failed* para liberar memoria.

Renovación

- Ocurre automáticamente con tráfico bidireccional constante; si hay silencio, inicia el decaimiento de estado.

Resolución de Direcciones

Local

- El Host verifica la máscara de subred.
- Target IP está en el mismo segmento.
- **ARP Request:** Busca la MAC del host de destino directamente.

Remota

- El Host detecta que la Target IP está fuera de la red.
- **ARP Request:** Busca la MAC del **default gateway (Router**).
- *Diferencia Técnica:* La IP destino en la cabecera IP es el host remoto, pero la MAC destino en la trama Ethernet es el Router.

ARP: Variantes Avanzadas y Vulnerabilidades

Gratuitous ARP

¿Qué es?

- GARP es un mensaje ARP que un host envía sin haber recibido una solicitud previa. El equipo anuncia: “Esta IP pertenece a esta MAC” a toda la red.

Usos

- Detección de conflictos de IP:
- Actualización de tablas ARP:

Riesgo

- Puede ser explotado para envenenar tablas ARP, ya que los hosts confían en esto sin validación.

Proxy ARP

	¿Cómo funciona?	Ventajas
• Permite que un dispositivo responda solicitudes ARP en nombre de otro host que está en otra red.	• Un host cree que el destino está en su misma red. • El router responde con su propia MAC, como intermediario. • El tráfico pasa por el router sin que el host tenga un gateway configurado.	• Permite comunicación entre subredes sin modificar configuraciones de hosts. • Útil en redes heredadas o mal configuradas.

ARP Spoofing / Poisoning

¿En qué consiste?

- El atacante envía respuestas ARP falsas sin que nadie las haya solicitado, asociando:
  - IP del Gateway
  - IP de la víctima

Consecuencias

- El atacante intercepta, modifica, o espía el tráfico.
- Robo de credenciales
- Secuestro de sesiones

¿Por qué funcionan?

- ARP no cuenta con autenticación
- Los Hosts aceptan respuestas ARP no solicitadas
- Las tablas ARP se actualizan automaticamente

ESTRUCTURA DEL ENCABEZADO Y MENSAJES DE ERROR

Estructura General del Mensaje ICMP

ICMPv4 es un protocolo auxiliar de la capa de red (Capa 3).

Sus mensajes viajan encapsulados dentro de datagramas IP.

El mensaje ICMP posee un encabezado fijo de 8 bytes seguido de datos variables.

El encabezado define el tipo de mensaje, su causa específica y su integridad.

CAMPOS

Campo Type

- Campo de 8 bits que identifica la **categoría principal** del mensaje ICMP.
- Determina si el mensaje es de error, consulta o respuesta.
  - **Tipo 3: *Destination Unreachable***
  - **Tipo 8: *Echo Request***
  - **Tipo 0: *Echo Reply***
- Permite al sistema decidir cómo procesar el mensaje.

Campo Code

- Campo de 8 bits que **detalla la causa exacta** del mensaje.
- Complementa al campo Type.
- Un mismo tipo puede tener múltiples códigos.
- Permite distinguir con precisión el origen del problema en la red.

Campo Checksum

- Campo de 16 bits que asegura la **integridad del mensaje ICMP**.
- Se calcula sobre todo el mensaje ICMP (encabezado + datos).
- Evita que información de control corrupta cause decisiones erróneas en routers o hosts.

Datos del Mensaje ICMP

- Incluye el encabezado IP original del paquete que causó el error.
- Contiene los primeros 8 bytes del payload original.
- Permite identificar la sesión, el protocolo de transporte y los puertos involucrados.

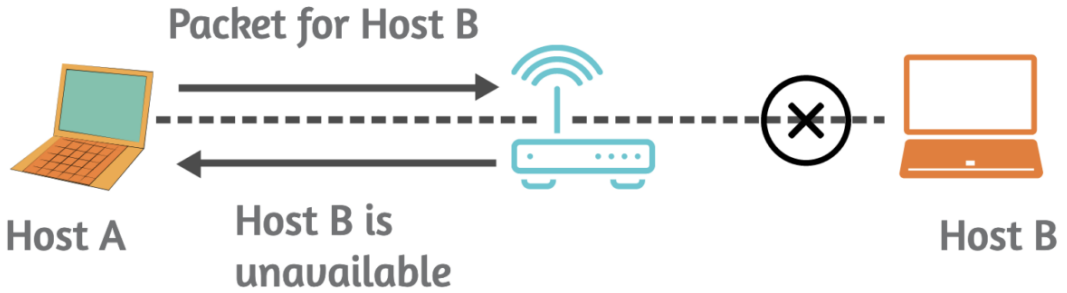
Mensajes de Error ICMP – Destination Unreachable

Función del Mensaje Destination Unreachable

Indica que un paquete IP **no pudo ser entregado a su destino final**.

Es uno de los mensajes de error más importantes de ICMP.

La causa exacta se identifica mediante el campo Code.



Códigos

Código 0: Network Unreachable

- No existe una ruta conocida hacia la red destino.
- Error de **Capa 3 (Enrutamiento)**.
- El router no tiene rutas estáticas, dinámicas ni ruta por defecto.

Código 1: Host Unreachable

- La red destino es conocida, pero el host no responde.
- Error típico de **Capa 2 (ARP)**.
- Ocurre cuando el host está apagado o desconectado.

Código 3: Port Unreachable

- El paquete llegó correctamente al host destino.
- No existe ninguna aplicación escuchando en el puerto destino.
- Error de **Capa 4 (Transporte / Aplicación)**.
- Fundamental para protocolos sin conexión como UDP.

Código 4: Fragmentation Needed / DF Set

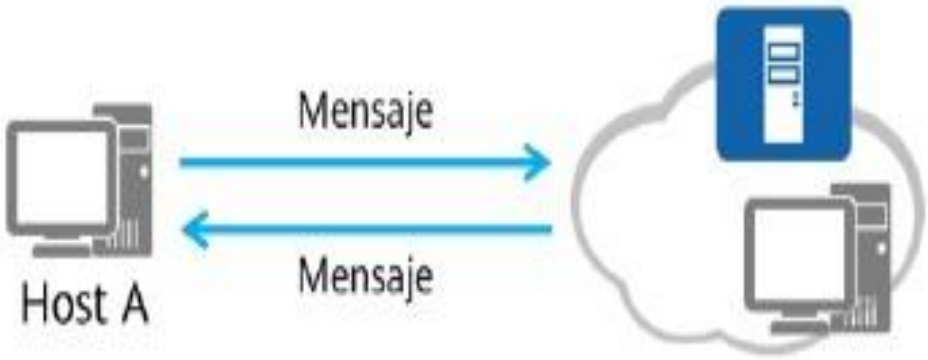
- El paquete supera la MTU del enlace de salida.
- El bit DF está activado, por lo que no puede fragmentarse.
- Es esencial para el **Path MTU Discovery (PMTUD)**.
- Permite optimizar el tamaño de los paquetes y evitar fragmentación.

Cabecera Ethernet	Cabecera IP	**Mensaje ICMP**	cola Ethernet

Tipo	**Código**	Suma de comprobación

Temas del mensaje ICMP

Tipo	Código	Descripciùn
0	0	Respuesta de eco
3	0	Red no disponible
3	1	Host no disponible
3	2	Protocolo no disponible
3	3	Puerto no disponible
5	0	Redireccionar
8	0	Solicitud de eco



Importancia de Destination Unreachable

Indica que un paquete IP **no pudo ser entregado a su destino final**.

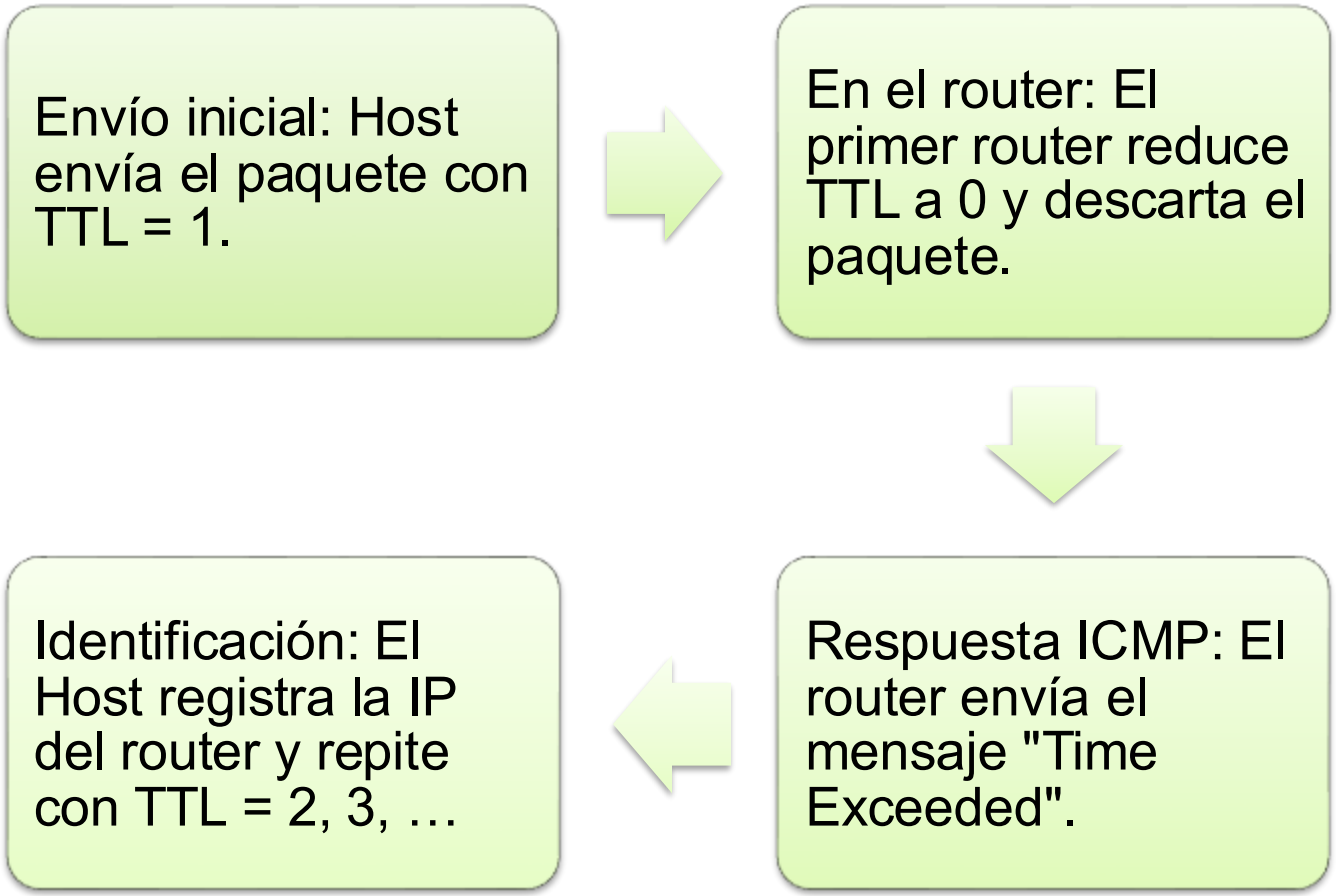
Es uno de los mensajes de error más importantes de ICMP.

La causa exacta se identifica mediante el campo Code.Permite diagnosticar fallos en distintas capas de la red.

Proporciona retroalimentación precisa al host origen.

Contribuye a la estabilidad y eficiencia del tráfico IP.

Mecánica de Traceroute



PMTU Discovery

El problema ocurre cuando un paquete es mayor al MTU del router y tiene la bandera y envía el error Type 3, Code 4 (Fragmentation Needed) activada.

El ICMP actúa cuando el router descarta el paquete y envía el error y envía el error Type 3, Code 4 (Fragmentation Needed).

El resultado es que permite al Host origen descubrir el tamaño máximo real de la ruta para optimizar el envío de datos.

ICMP Redirect

Mecanismo para actualizar dinámicamente las tablas de enrutamiento de los hosts.

El Router detecta una mejor ruta (Next Hop) hacia el destino dentro del mismo segmento de red.

Envía un ICMP Redirect (Type 5) para que el host use la ruta óptima en el futuro.

L2TP

Estructura del paquete L2TP

- Mensajes de Control (Bit T = 1): Establecen/mantienen/cierran túnel
- Mensajes de Datos (Bit T = 0): Transportan tráfico de usuario
- Tunnel ID: Identifica el túnel global LAC-LNS
- Session ID: Identifica sesión de usuario dentro del túnel
- Ns (Number Sequence): Identifica el orden del mensaje de control enviado.
- Nr (Number Received): Confirma la recepción del último mensaje de control esperado

Arquitectura L2TP

LAC (L2TP Access Concentrator)

- Punto de entrada del túnel (ISP o software cliente)
- Encapsula tramas PPP en L2TP/UDP
- Se conecta virtualmente con LNS usando túneles

LNS (L2TP Network Server)

- Punto de terminación en red corporativa
- Desencapsula, autentica y asigna IP
- Procesa tráfico como conexión local

Sesión L2TP

- Conexión transparente a través de Internet
- Independiente del medio físico (fibra, 4G, Wi-Fi)
- Para el LNS siempre aparece como interfaz PPP directa

Protocolo de túnel de capa 2

Estandar de la IETF (Internet Engineering Task Force) definido en la RFC (Request for Comments) 2661.

Extiende conexiones PPP (Protocolo Punto a Punto) a través de Internet, encapsulando tramas PPP en paquetes IP.

Encapsula tramas **PPP** (Point-to-Point Protocol) dentro de paquetes **UDP** (User Datagram Protocol).

Usa UDP (User Datagram Protocol) puerto 1701 para reducir sobrecarga y latencia.

Utiliza solo tunelización y es normalmente usado para VPNs

Handshake L2TP: Establecimiento de Conexión

Establecimiento del túnel de control

- **SCCRQ (Start-Control-Connection-Request):**
  - El LAC solicita apertura del túnel y propone parámetros.
- **SCCRP (Start-Control-Connection-Reply):**
  - El LNS acepta y confirma los parámetros.
- **SCCN (Start-Control-Connection-Connected):**
  - El LAC confirma. Túnel de control activo.

Establecimiento de Sesión

- ICRQ (Incoming-Call-Request):
  - El LAC informa al LNS que un usuario solicita acceso.
- ICRP (Incoming-Call-Reply):
  - El LNS responde asignando un Session ID único y reservando recursos.
- ICCN (Incoming-Call-Connected):
  - El LAC confirma. Comienza el tráfico de datos (PPP).

AVPs

¿Qué es?

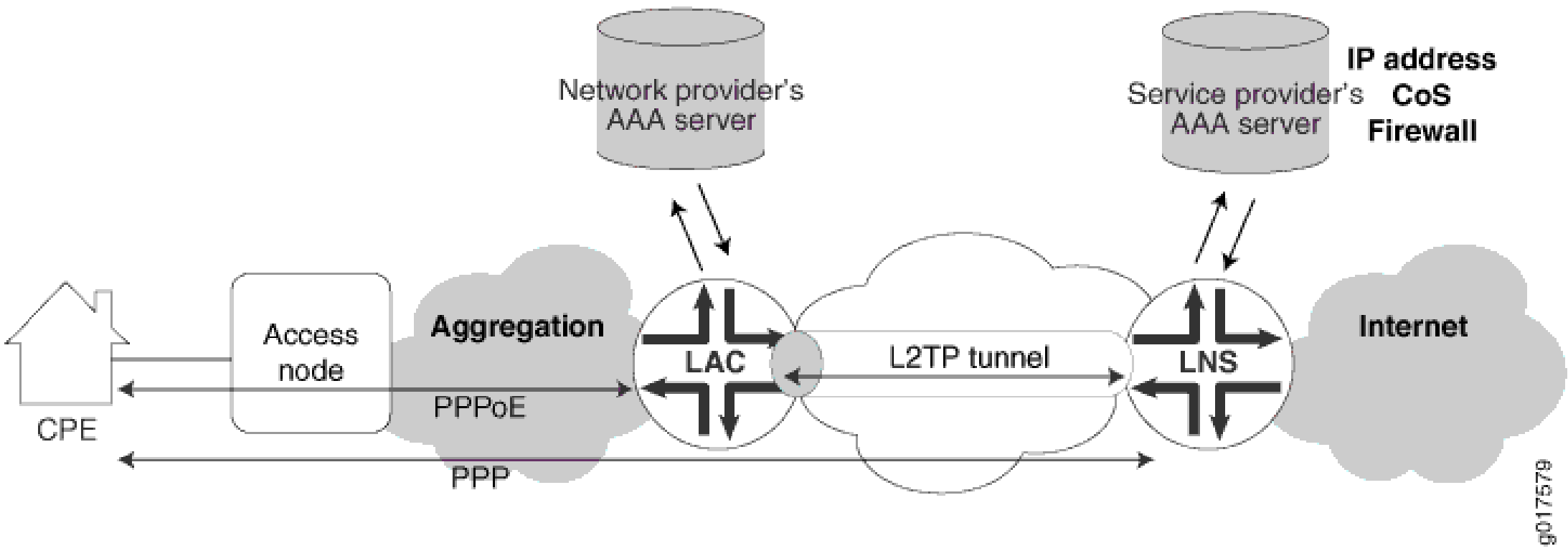
- Son bloques de datos modulares que transportan información de configuración dentro de los mensajes de control de L2TP

Estructura

- Longitud
- ID de Vendedor
- Tipo de Atributo
- Valor del dato

Mandatory Bit

- Es un indicador de obligatoriedad, define si un atributo debe ser reconocido y procesado por el dispositivo receptor
- M=1 (Crítico): Receptor debe reconocerlo o cerrar conexión.
- M=0 (Opcional): Receptor puede ignorarlo.


Network provider's
AAA server
Service provider's
AAA server
IP address
CoS
Firewall
Access
node
Aggregation
LAC
L2TP tunnel
LNS
Internet
CPE
PPPoE
PPP
g017579

CONCLUSIONES

El estandár busca alinear las estrategias de Continuidad del Negocio con la tecnología, buscando una recuperación integral evitando que la priorización de la tecnología se realice de forma aislada.

La norma en cuestión tiene como objetivo proporcionar la continuidad de los servicios prestados por el **departamento de TI para las otras unidades de negocio.**