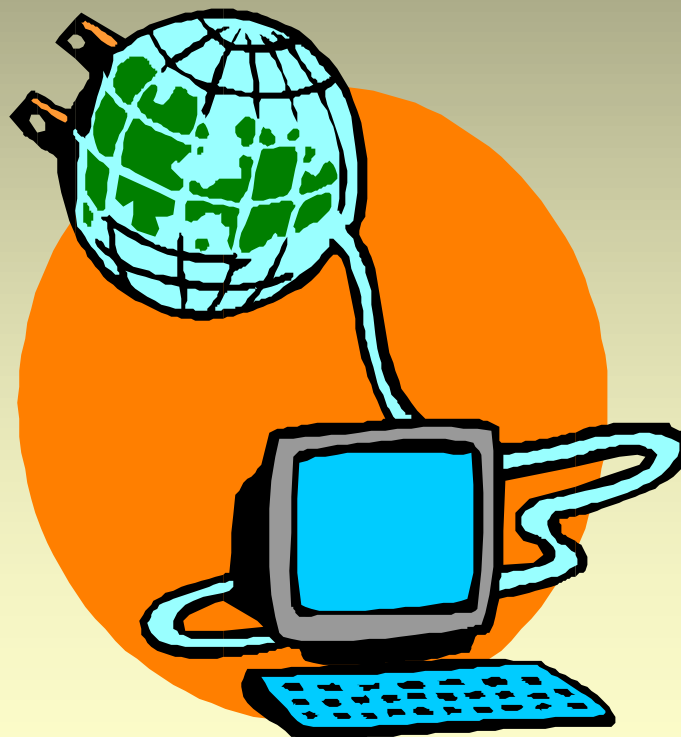




Introducción a IPv6



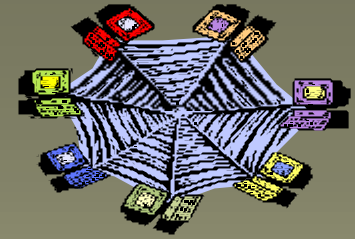
Miguel Luengo

mluengo@unlp.edu.ar

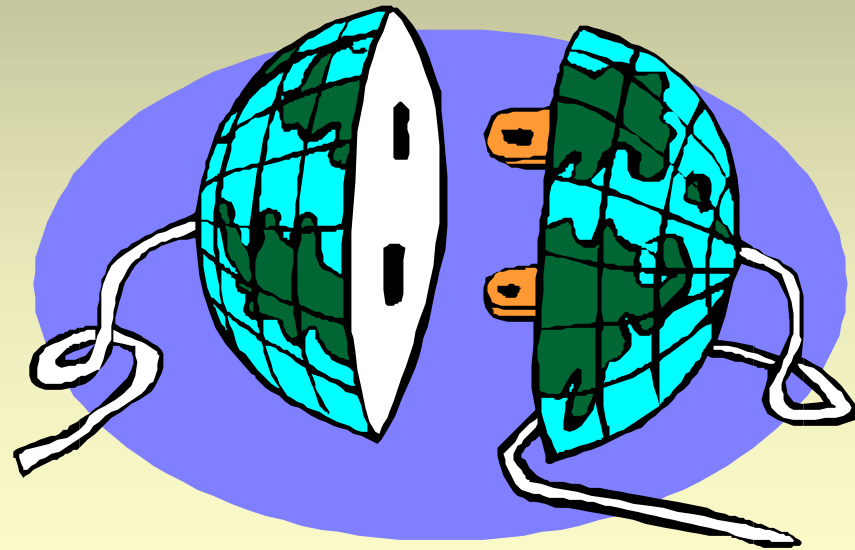
Temas



- **Generalidades**
- **Bases del Protocolo**
- **Nuevas capacidades**
- **Transición**
- **Qué sigue??**



Generalidades



Porqué IPv6?



- Surge por el agotamiento de las direcciones de IPv4
- Reducción de las tablas de ruteo

Cambio o actualización??



- Debemos migrar o convivir??
- O simplemente evolucionar?
- “La integración como el método de migración”

Pensemos en convivir y paulatinamente migrar para lograr la evolución

Principales beneficios IPv6



- Capacidades extendidas de direccionamiento
- Jerarquía estructurada para administración del crecimiento de las tablas de ruteo
- Autoconfiguración y reconfiguración (Plug & Play)
- Soporte mejorado de opciones y extensiones
- Calidad de Servicio
- Multicast y Anycast
- Movilidad
- Ipvsec integrado

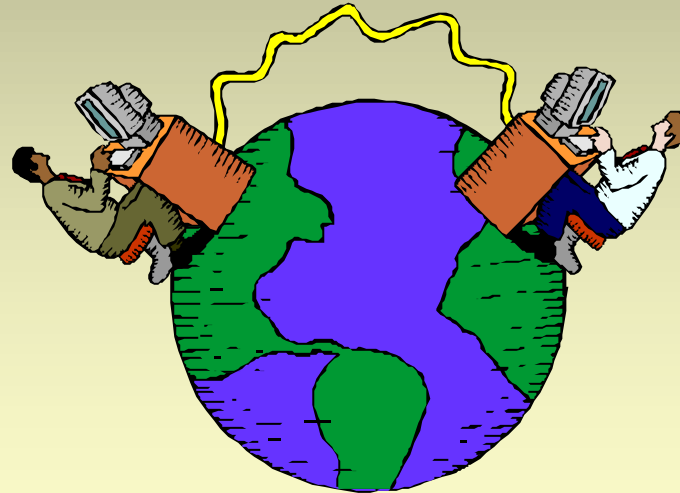
Mercado para IPv6

- **Home Networking**
 - Cable/xDSL/Ether@Home**
 - Voz Residencial Voice sob IP gateways**
- **Juegos: Sony, Sega, Nintendo, Microsoft**
- **Dispositivos Móviles (wireless)**
- **PC**
- **Service Providers**
 - ISP Regionales, Carriers, ISP Móvil**
- **Consumer Devices**
 - Sony (En Mar/01 introduce la tecnología IPv6 en el hardware de sus productos)**

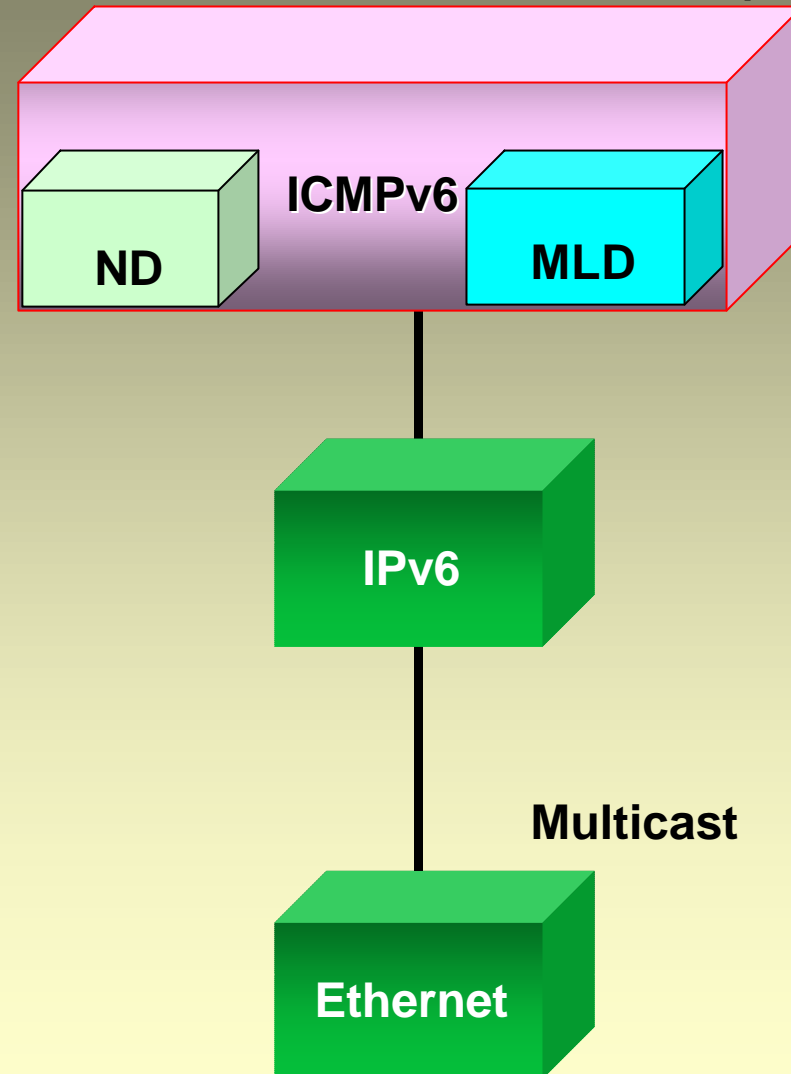
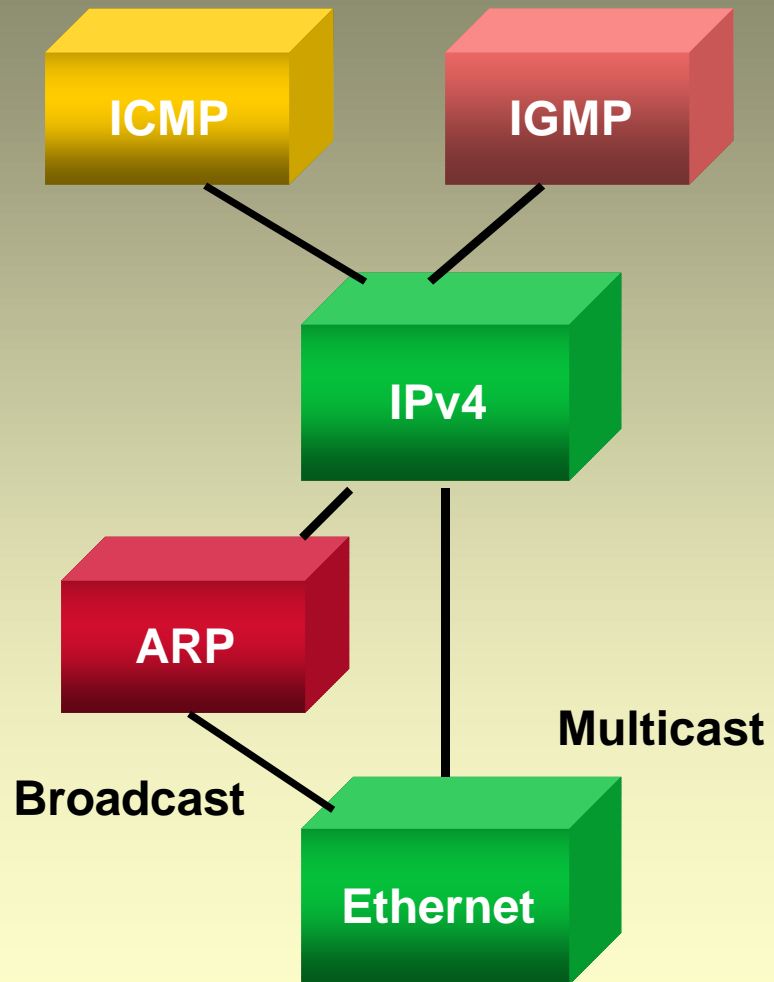




Bases del Protocolo

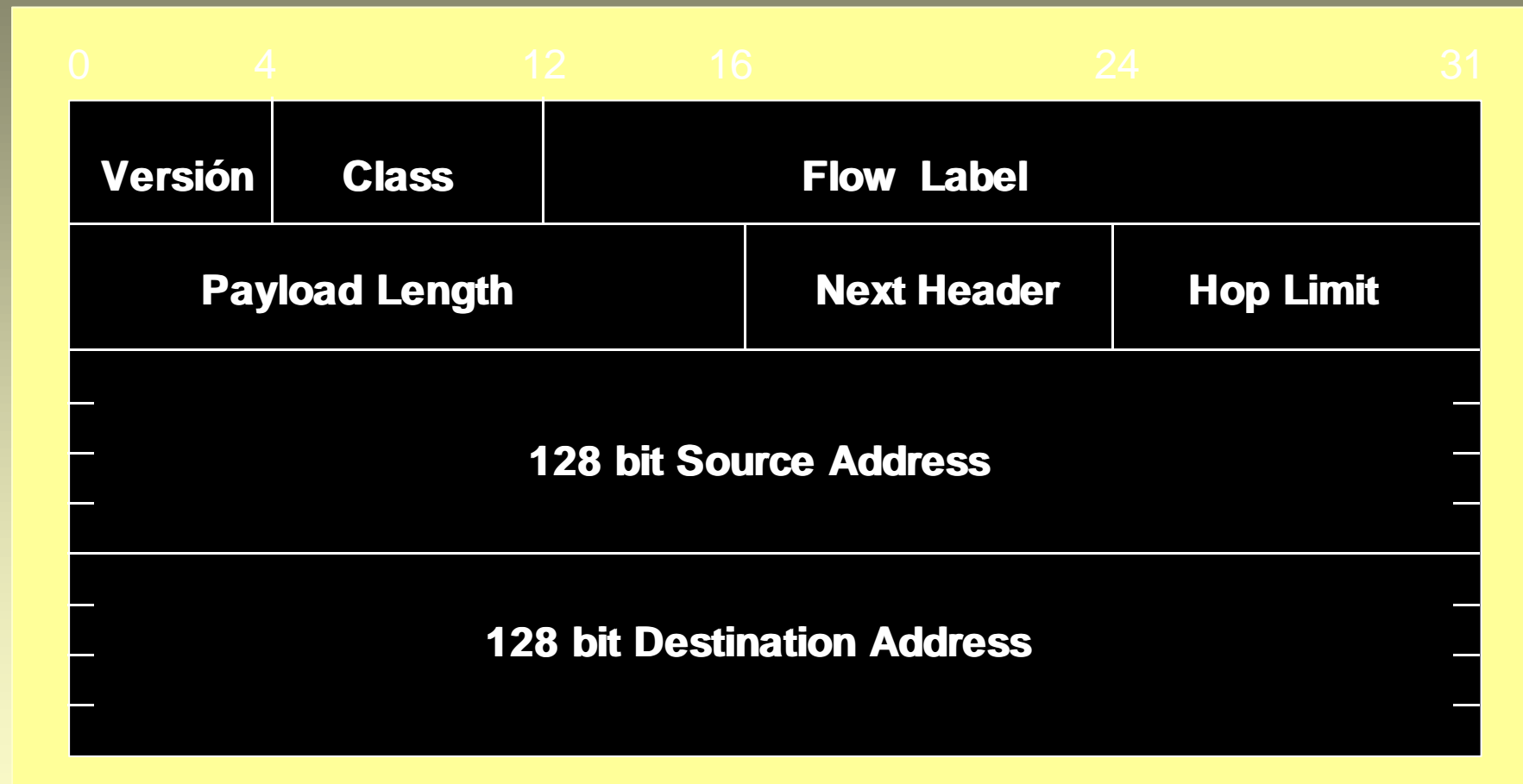


Stacks



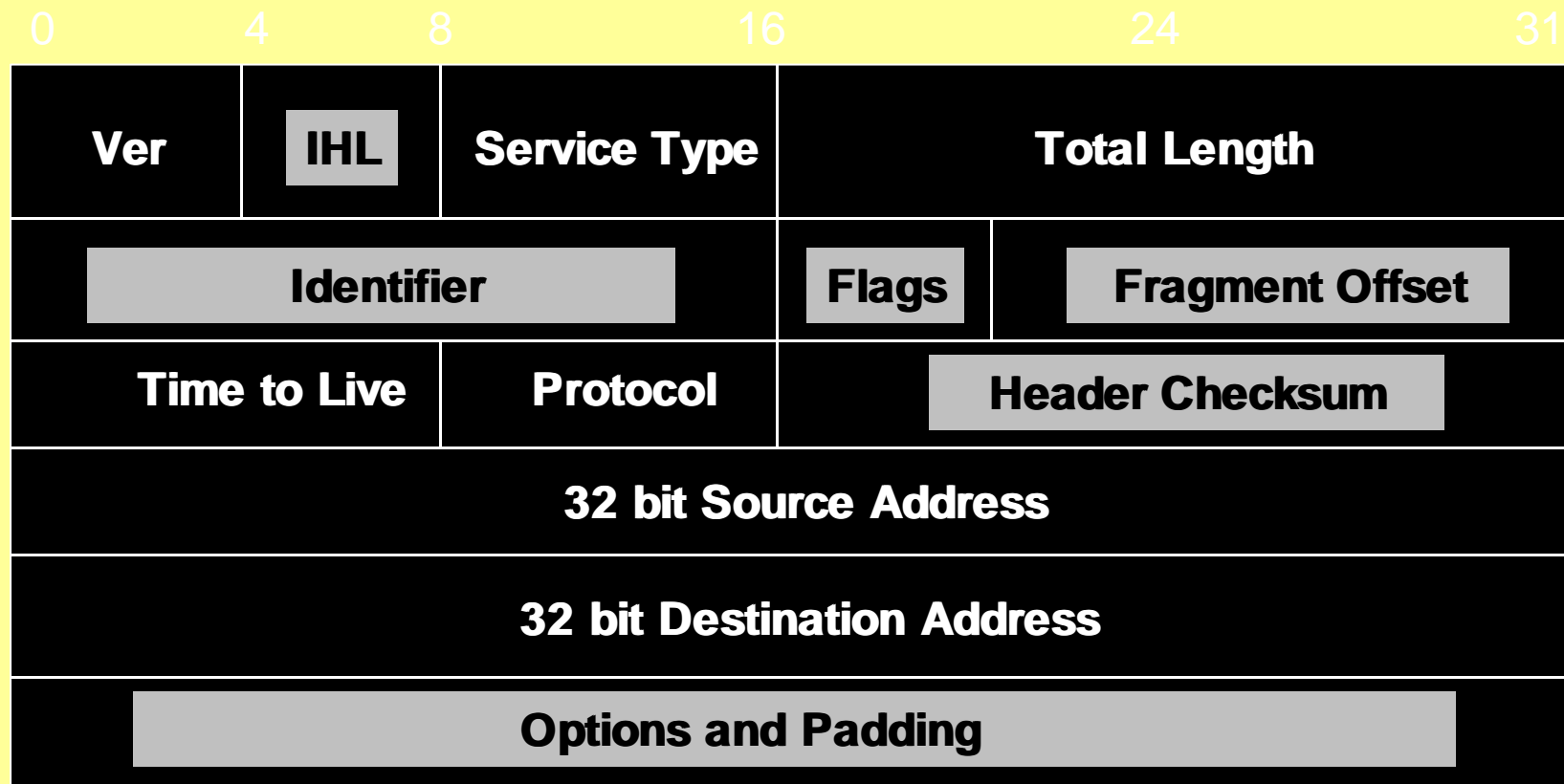
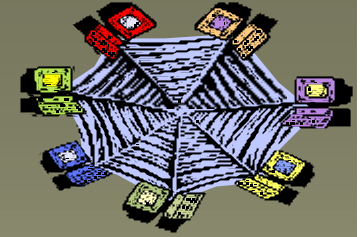
Header IPv6

40 Bytes, 8 Campos



Header IPv4

20 bytes + opciones : 13 campos



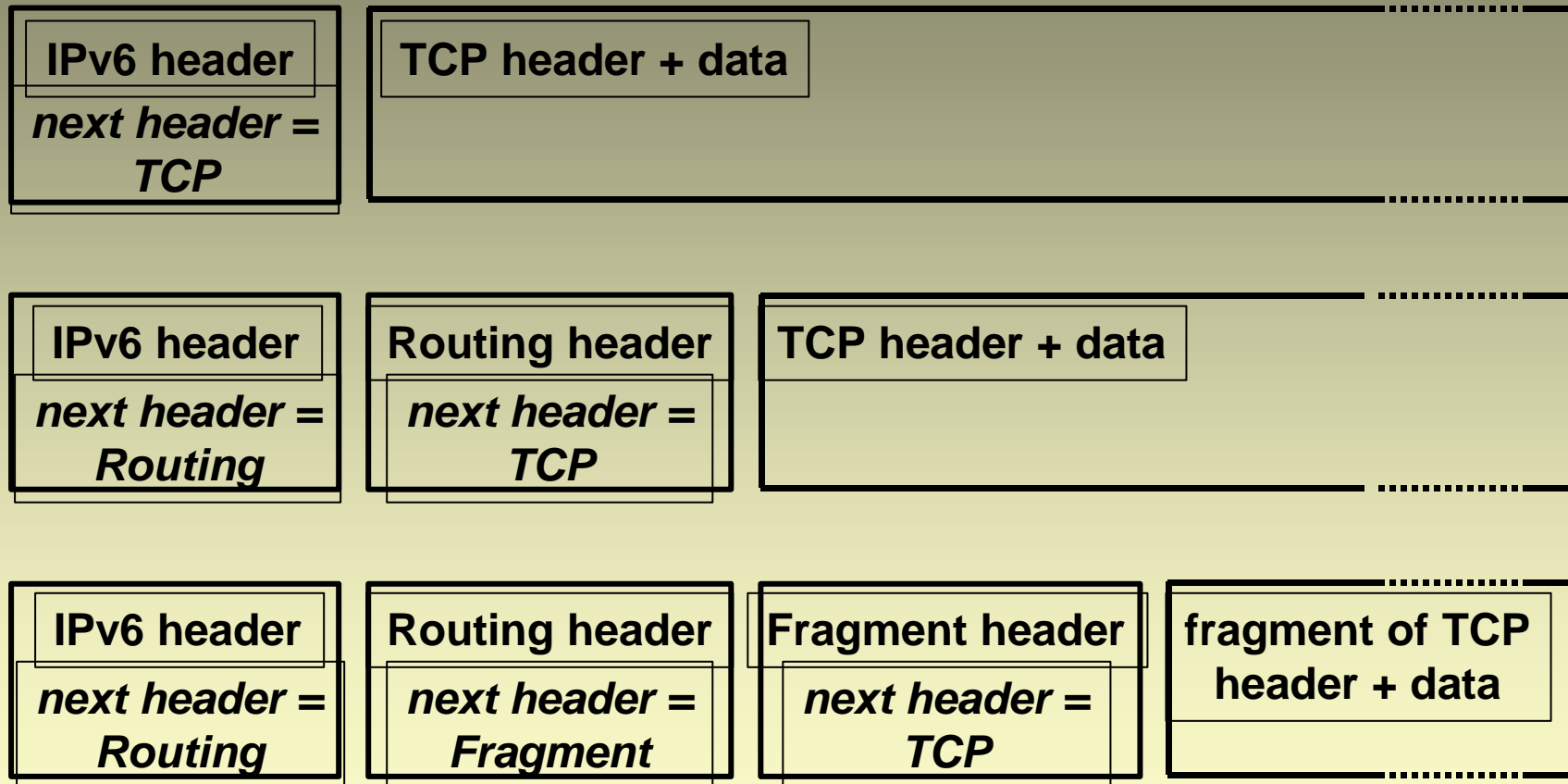
Los campos en gris desaparecen en IPv6

Resumen de los cambios entre headers de IPv4 & IPv6



- **Cambios**
 - Los campos de Fragmentación y opciones se movieron del header
 - Checksum y Longitud de header son eliminadas
 - El campo de longitud excluye al header IPv6
 - Time to Live → Hop Limit
 - Protocolo → Next Header
 - Precedencia & TOS → Traffic Class
 - direcciones de 32 bits a 128 bits
- **Extensión**
 - Se agregó el campo Flow Label

Headers de Extensión



Headers de Extensión (cont.)



- Normalmente son solo procesados por el nodo destino => menor procesamiento que IPv4
excepción: Opción Hop-by-Hop
- Headers de extensión existentes:
Hop-by-Hop Options, Routing, Fragment, Authentication, Encryption, Destination Options

Fragment Header



Next Header	Reserved	Fragment Offset	0 0 M
Original Packet Identifier			

- Se puede utilizar para darle soporte a las capas superiores que aún no hagan “path MTU discovery”
- La fragmentación y reensamblado en IPv6 es función de los nodos finales; los routers no fragmentan paquetes en el camino. Si un paquete requiere fragmentación, se envía un mensaje ICMP “packet too big”

Header de opción Hop-by-Hop



Next Header	Lenght	
Options		
Options ...		

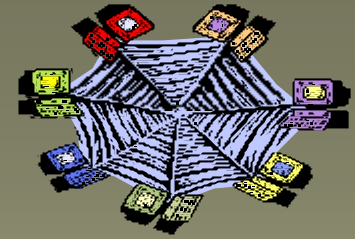
- Cada opción se expresa por 3 subcampos: tipo (8), longitud (8) y datos
- Opciones existentes:
 - “jumbo”: para soportar paquetes superiores a 64K
 - “router alert”: Indica a los routers que el contenido es de su interés (por ej,. RSVP)

Routing Header



- Similar a la opción de source routing de IPv4

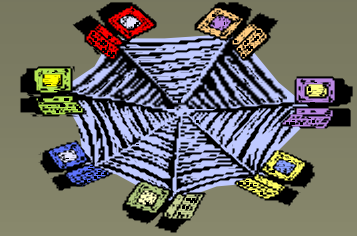
Next Header	Hdr Ext Len	Routing Type	Segments Left
Reserved			
Address[0]			
Address[1]			
⋮			



Direcccionamiento



Terminología



nodo	un módulo que implementa IPv6
router	uno nodo que reenvía paquetes IPv6 que no son explícitamente direccionados a él
host	cualquier nodo que no sea un router
link	una facilidad de comunicación o medio sobre el cual los nodos pueden comunicarse en la capa de enlace
neighbors	nodos conectados al mismo link
interfaz	interfaz de conexión al link
dirección	un identificador IPv6 para una o un conjunto de interfaces

Representación de Direcciones



Forma “preferida”

1080:0:FF:0:8:800:200C:417A

**Formato comprimido: FF01:0:0:0:0:0:0:43
es FF01::43**

**IPv4-compatible: 0:0:0:0:0:0:13.1.68.3
o ::13.1.68.3**

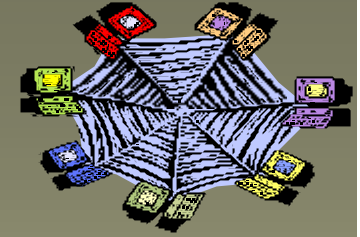
Direcciones Locales



**Local de enlace (link-local) para
propósitos de autoconfiguración
FE80::**

**Local de sitio (site-local) dentro de un
sitio u organización sin necesidad de
prefijo global
FEC0::**

Direccionamiento IPv6



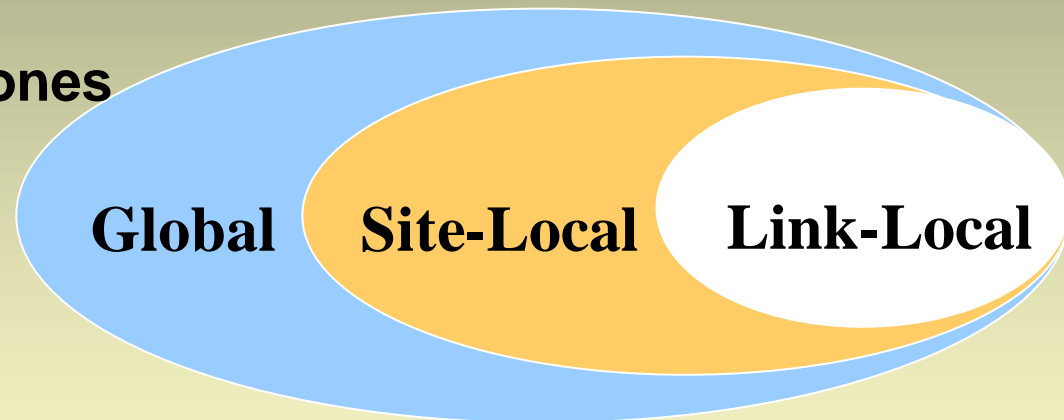
- Las direcciones se asignan a interfaces
(como en IPv4)
- Las interfaces pueden “naturalmente” tener varias direcciones

- Alcance de las direcciones

Link Local

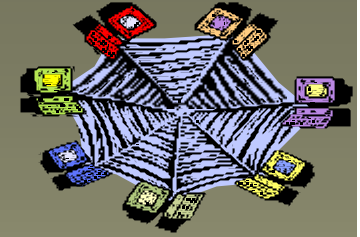
Site Local

Globales



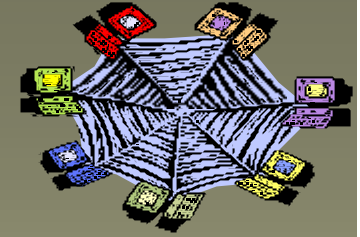
- Tiempo de vida de las direcciones
Tiempo de vida Válido y Preferido

Tipo de direcciones IPv6



- **Unicast**
Dirección de una interfaz única
Entrega a una única interfaz
- **Multicast**
Dirección para un conjunto de interfaces
Entrega a todas las interfaces del conjunto
- **Anycast**
Dirección para un conjunto de interfaces
Entrega a una única interfaz del conjunto
- **No hay dirección de broadcast**

Conjunto de direcciones de una Interfaz



- **Loopback**
- **Link local**
- **Site local**
- **Auto-configurada 6to4**
- **Auto-configurada IPv4 compatible**
- **Solicited node Multicast**
- **All node multicast**
- **Global**

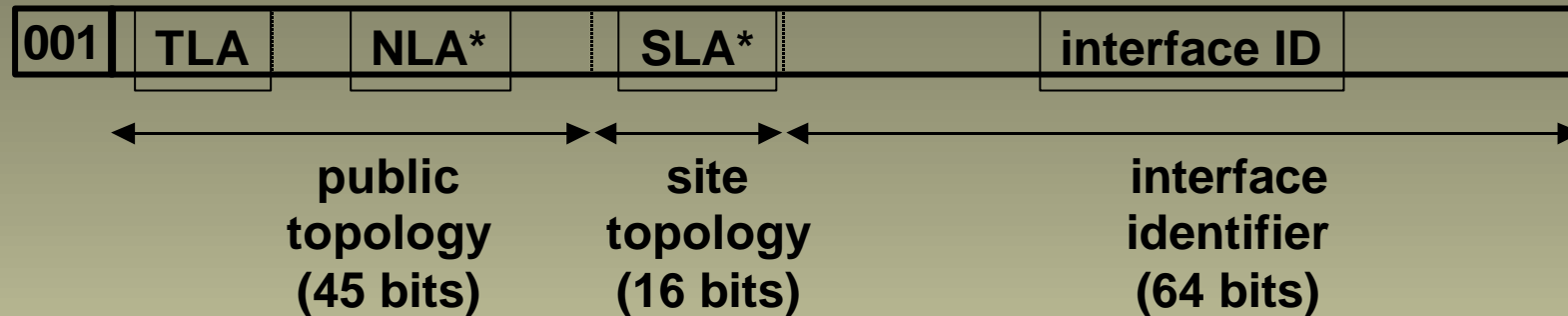
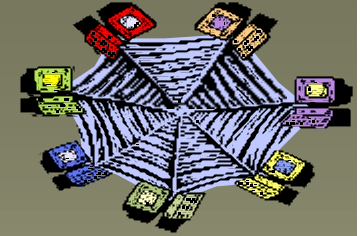
Tipos de prefijos



<u>Tipo de dirección</u>	<u>Prefijo Binario</u>
IPv4-compatible	0000...0 (96 bits en 0)
global unicast	001
link-local unicast	1111 1110 10
site-local unicast	1111 1110 11
multicast	1111 1111

- Las direcciones anycast se toman del espacio de direcciones unicast

Direcciones Globales Unicast



- **TLA = Top-Level Aggregator**
NLA* = Next-Level Aggregator(s)
SLA* = Site-Level Aggregator(s)

Direcciones Unicast del Link-Local & Site-Local



Las direcciones del Link-local, usadas para autoconfiguración y ante la ausencia de routers

1111111010	0	interfaz ID
------------	---	-------------

Direcciones del Site-local para independizarse de cambios de TLA / NLA*:

1111111011	0	SLA*	interfaz ID
------------	---	------	-------------

Interfaz IDs



Los 64-bits de menor orden del campo de las direcciones unicast se pueden asignar de diferentes maneras:

- auto-configuradas con 64-bits EUI-64, o expandida desde los 48-bit de la dirección MAC
- Números aleatorios auto-generados
- asignada vía DHCP
- manualmente configurada

Direcciones unicast de propositos especiales



- Dirección no especificada, utilizada si la interfaz no tiene dirección disponible:

0:0:0:0:0:0:0:0

- Dirección de loopback, para envios a sí mismo:

0:0:0:0:0:0:0:1

Direcciones Multicast



FP (8bits)	Flags (4bits)	Scope (4bits)	RESERVED (80bits)	Group ID (32bits)
11111111	000T	Lcl/Sit/Gbl	0	

- **flag :**

0000: Permanente

0001: Transitorio

- **scope :**

1 - nodo local

2 - link-local

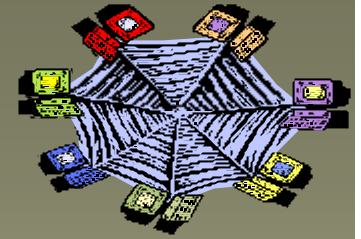
5 - site-local

8 – Local a la organization

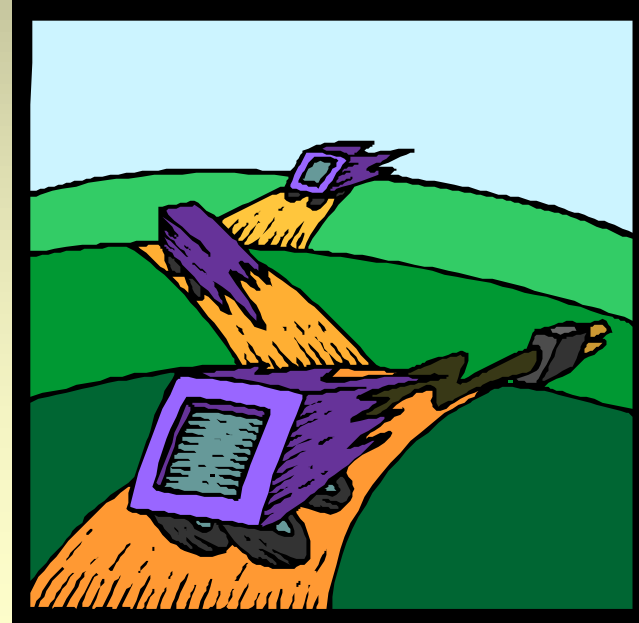
E - global

- Se mapea la dirección multicast IPv6 directamente en los 32bits de menor orden de la IEEE 802 MAC precedido por el prefijo 3333

ICMP / Neighbor Discovery



ICMP / Neighbor Discovery



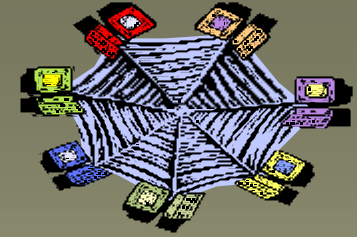
Mensajes de Error ICMP



Formato común:

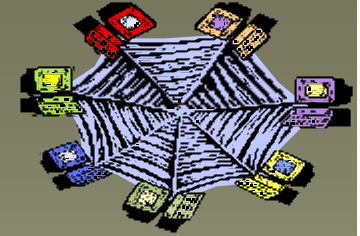
Tipo	Código	Checksum
Parámetros		
Contenido		

Tipo de mensajes de Error ICMP



- **“destination unreachable”**
no hay ruta
administrativamente prohibido
Dirección inalcanzable
Puerto inalcanzable
- **“packet too big”**
- **“time exceeded”**
- **“parameter problem”**
Campo del header erroneo
Tipo de next header no reconocido
Opción no reconocida

Mensajes informativos ICMP



- Echo request & reply (como en IPv4)
- Mensajes de Multicast listener discovery :
query, report, done (like IGMP for IPv4):

Tipo	Código	Checksum
Máxima demora de respuesta		Reservado
Dirección Multicast		

Neighbor Discovery



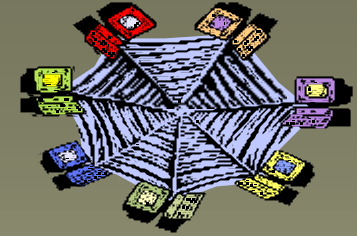
Tipos de mensajes ICMP :

- router solicitation
- router advertisement
- neighbor solicitation
- neighbor advertisement
- redirect

Funciones realizadas:

- Descubrimiento de routers
- Descubrimiento de prefijos
- Autoconfiguración de direcciones & otros parámetros
- Detección de direcciones duplicadas (DAD)
- Detección de vecino inalcanzable (NUD)
- Resolución de direcciones de la capa de enlace
- Redirect

Otros mensajes del ND



- **Router solicitations**

Lo envia un host solo al arrancar para solicitar un rápido router advert.

Se envia a la dirección multicast “all-routers” (FF02::2)

- **Neighbor solicitations**

Para resolución de direcciones: lo envia a la dirección multicast “solicited node”.

Para detectar un vecino inalcanzable: lo envia a la dirección unicast del vecino.

- **Neighbor advertisements**

Para resolución de direcciones: lo envia en unicast a quien lo solicita

Para cambios de direcciones en la capa de enlace : lo envia a la dirección multicast “all-nodes” (FF02::1)

Autoconfiguración ("Plug-n-Play")



- Los host pueden construir su propia dirección:
 - Los prefijo de subnet los aprenden por los routers advertisements de ND
 - ID de interfaz generados localmente
- Otros parámetros de IP se aprenden de los RA (Direcciones de routers, MTU, tiempos de vida)
- DHCP puede utilizarse para esta función teniendo mayor control

Mínimo MTU



- **Definiciones:**

link MTU: Es el máximo tamaño de datagrama que puede transmitirse en la parte de datos de la unidad de la capa de enlace

path MTU: El mínimo MTU entre origen y destino

- **La mínima MTU para IPv6 es 1280 bytes**

Path MTU Discovery



- Las implementaciones (se sugiere en la capa de transporte) deben realizar path MTU discovery para enviar paquetes más grandes de 1280 bytes:

Para cada destino, se asume inicialmente, la MTU del link del primer salto

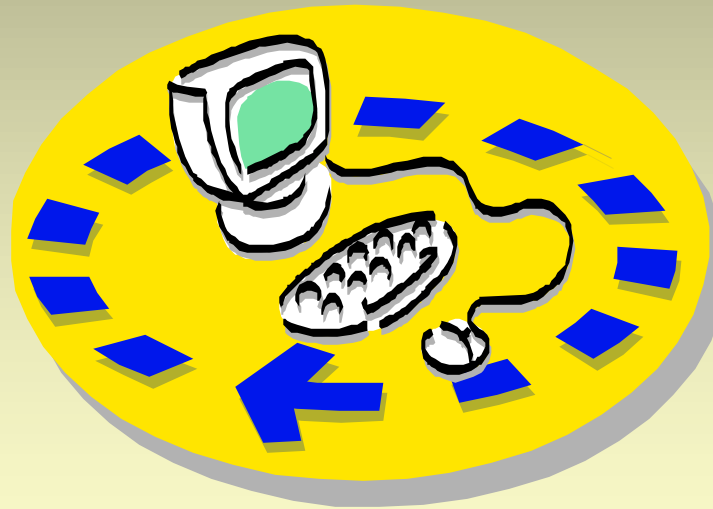
Si el paquete alcanza un enlace con MTU menor, enviará un mensaje ICMP “packet too big” al origen, reportando el MTU del link; el MTU se mantiene en cache para ese destino.

- Una implementación mínima puede omitir el path MTU discovery, generando paquetes de longitud 1280 octets

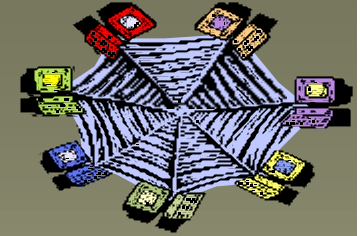
Por ejemplo, en un booteo remoto



Aspectos de migración



Efectos en otros protocolos



- Cambios en el checksum del “pseudo-header” TCP/UDP
- Afecta a todo proceso que lee, escribe y almacena direcciones IP
- Nuevo tipo de registro DNS: AAAA and (new) A6
- ...

Cambios en la API de Sockets



- **Funciones de translación de nombre a dirección**
- **Funciones de conversión de direcciones**
- **Estructura de datos de las direcciones**
- **Opciones de Socket**

IPv4 - IPv6 Convivencia / Transición

Técnicas de convivencia y transición



Varias técnicas son utilizadas:

- (1) **dual-stack** para permitir que IPv4 and IPv6 co-existan en los mismos dispositivos y redes.
- (2) **tunneling**, para poder transportar a través de dispositivos que desconocen IPv6
- (3) **translación**, para permitir que dispositivos que solo permiten IPv6 se comuniquen con dispositivos IPv4

Dual-Stack



- **Mantener IPv4 cuando se instale IPv6**

Esta aproximación es similar a la convivencia de IP con AppleTalk o IPX,

Esto permite una convivencia indefinida hasta que las aplicaciones puedan ser migradas

Tunneling



- Encapsula paquetes IPv6 dentro de paquetes IPv4

Hay varios métodos:

configuración manual

“tunnel brokers” (usando un servicio basado en web para crear un tunel)

automático (usando IPv4 como los 32 bits mas bajos de la dirección IPv6)

“6-to-4” (inter-domain, usando direcciones IPv4 como prefijos del site de IPv6)

Translación



- Es una simple extensión de NAT para transformar headers y direcciones.
- SocksV5 es una buena alternativa

Túneles

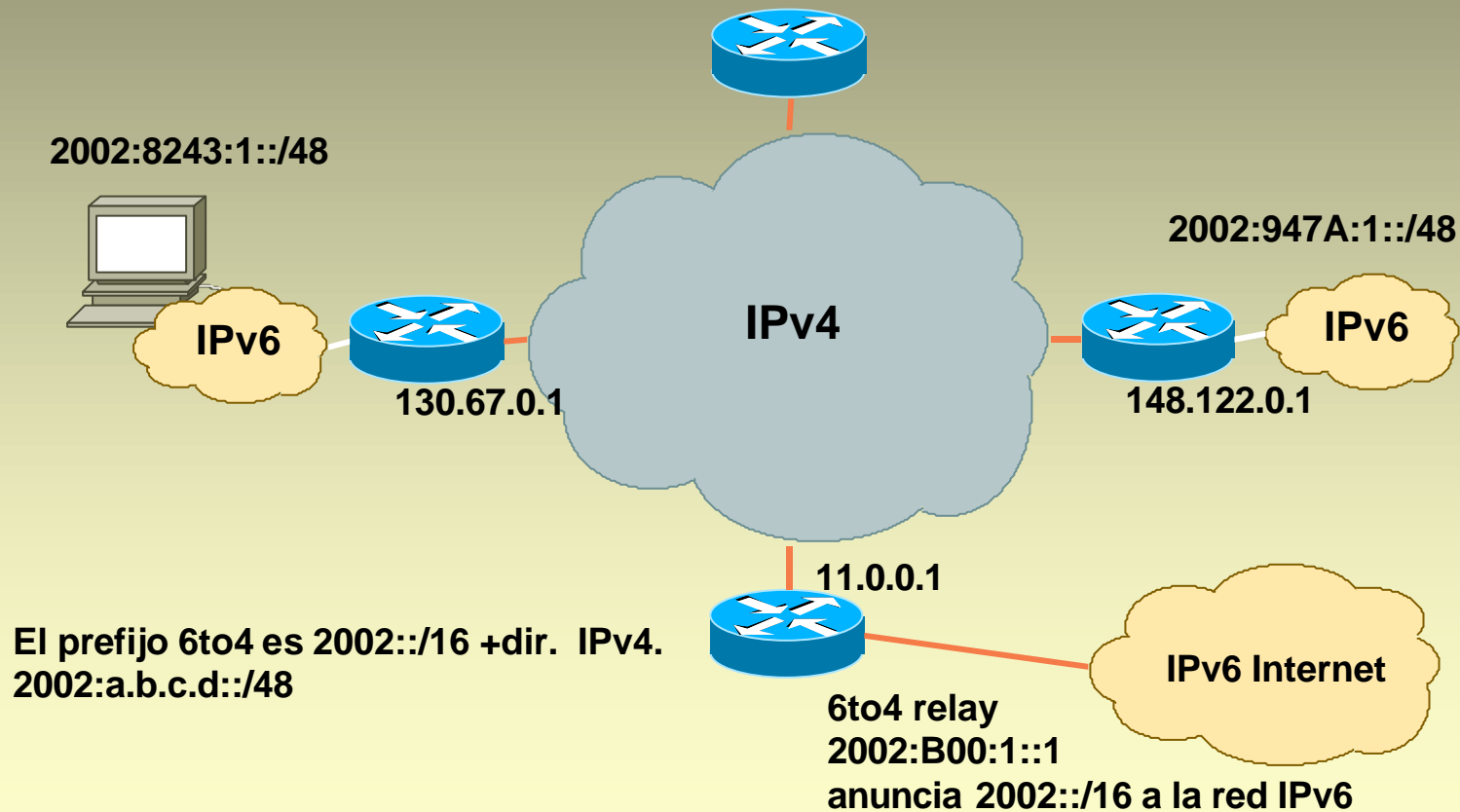


- **6to4 (para host aislados sin soporte de ipv6)**
- **Configurados**
- **Automáticos**

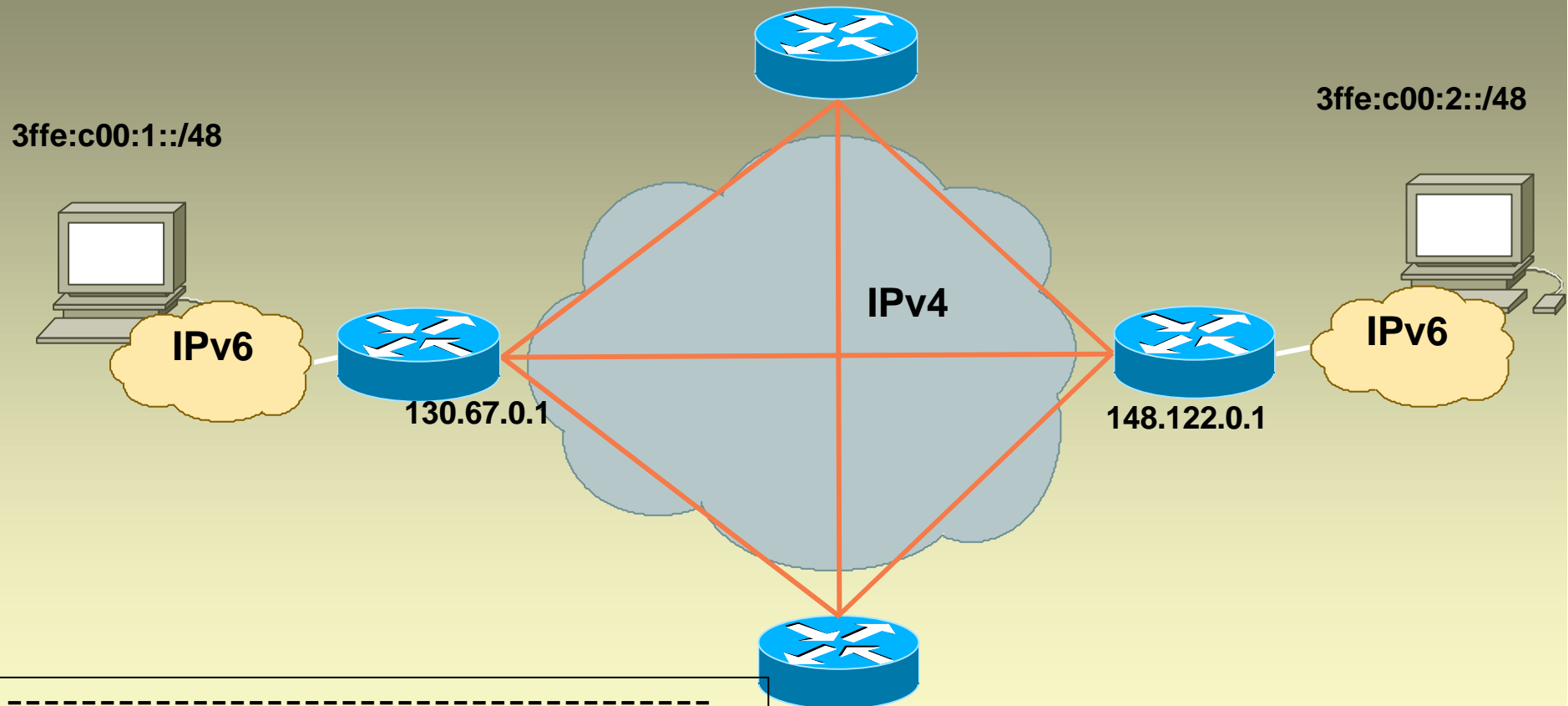
Túneles 6to4



FP (3bits)	TLA (13bits)	IPv4 Address (32bits)	SLA ID (16bits)	Interface ID (64bits)
001	0x0002	ISP assigned	Locally administered	Auto configured



Túneles Configurados



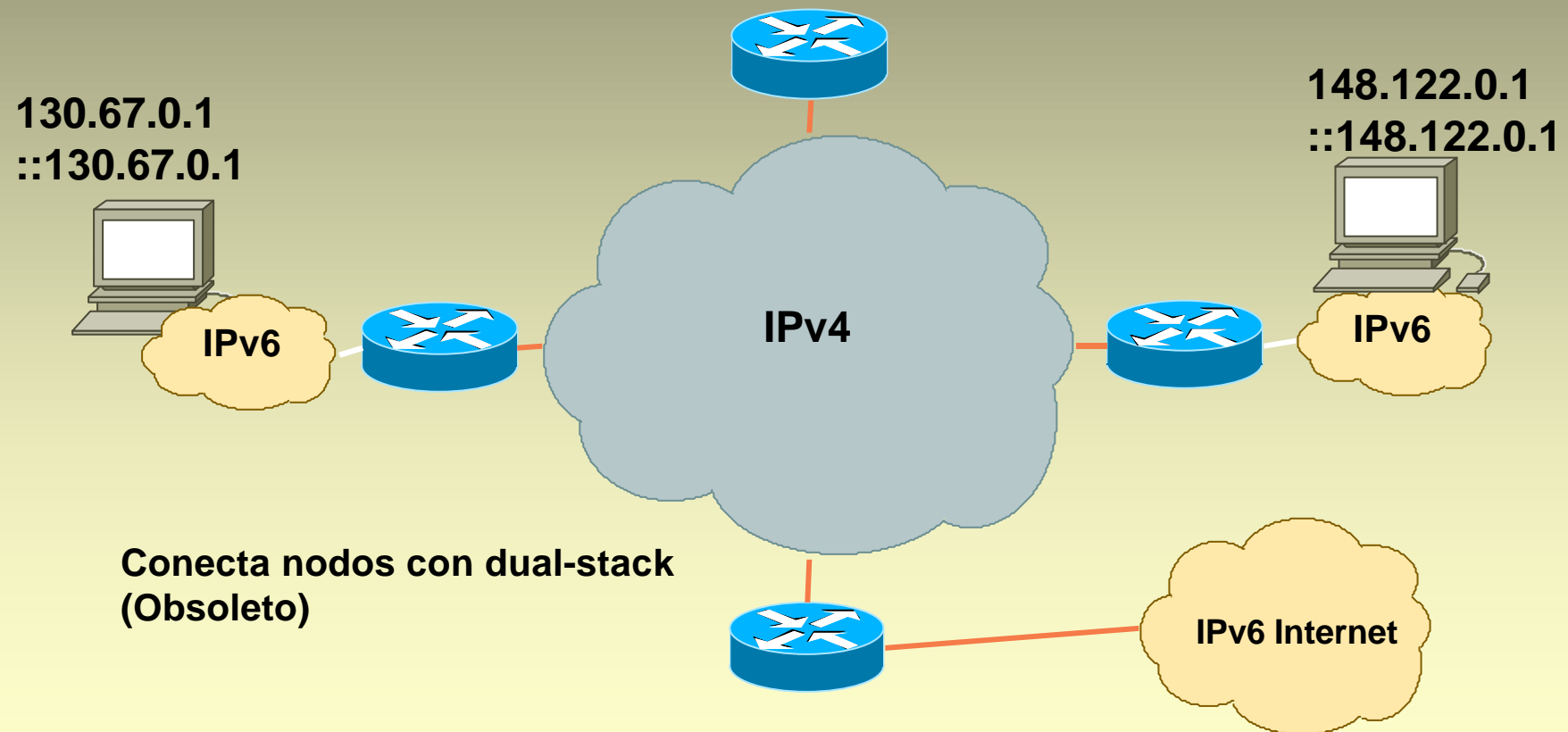
|IPv4 header|IPv6 header IPv6 payload|

IPv4 protocol type = 41

Túneles Automáticos



0	IPv4 Address (32bits)
Defined	ISP assigned



Estado Actual

Direcciones IPv6



- De dónde tomar direcciones?

Las direcciones reales IPv6 address son asignadas por APNIC, ARIN y RIPE NCC

APNIC 2001:0200::/23

ARIN 2001:0400::/23

RIPE NCC 2001:0600::/23

6Bone 3FFE::/16

Qué hacer???



- Avanzar en implementaciones (performance, mediciones, multicast)
- Migrar aplicaciones, desarrollar middleware y software de management para IPv6
- Entrenamiento en el protocolo
- Desarrollo de redes experimentales para verificar configuraciones y desarrollar aplicaciones

Más Información



- <http://www.ietf.org/html.charters/ipngwg-charter.html>
- <http://www.ietf.org/html.charters/ngtrans-charter.html>
- <http://playground.sun.com/ipv6/>
- <http://www.6bone.net/ngtrans/>

Más Información



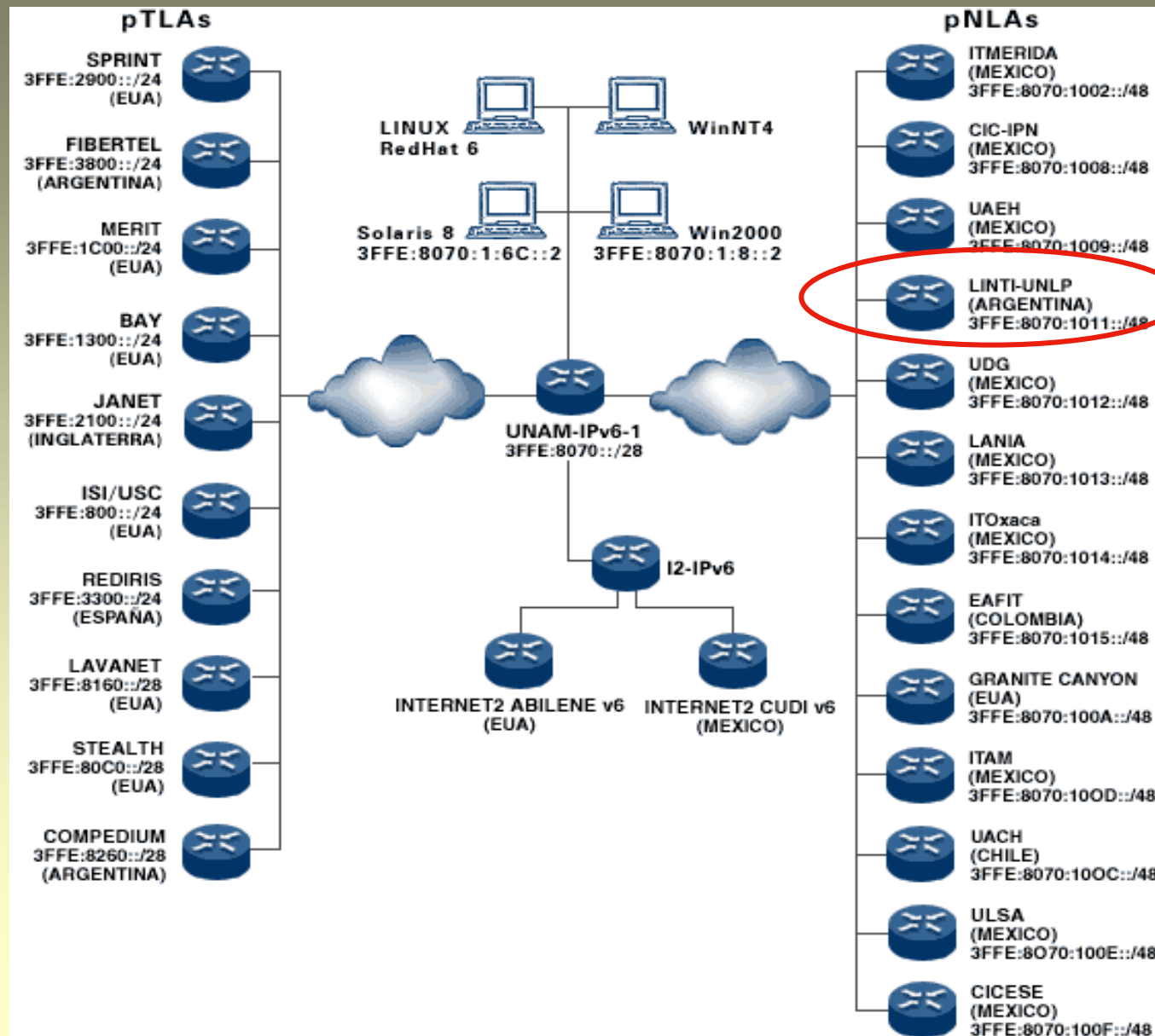
- <http://www.6bone.net>
- <http://www.ipv6forum.com>
- <http://www.ipv6.org>
- <http://www.cisco.com/ipv6/>
- <http://www.microsoft.com/windows2000/library/howitworks/communications/networkbasics/IPv6.asp>

Más Información



- **BGP4+ RFC2858 Multiprotocol extension to BGP**
RIPng RFC2080

LINTI-UNLP



Objetivos y Proyectos



- **Aprendizaje del protocolo**
- **Utilización de las mbone tools para audio y video con QoS, extendiendo a H.323**
- **Esquema de seguridad basado en una CA y DS**
- **Intercambio de experiencias**
- **Integración académica**



- **Laboratorio de redes – L.I.N.T.I.**
- **E-mail: mluengo@info.unlp.edu.ar**
- **Universidad Nacional de La Plata**
<http://www.unlp.edu.ar>
- **Sitio de la Facultad**
<http://www.info.unlp.edu.ar>
- **Sitio del Laboratorio**
- **<http://www.linti.unlp.edu.ar>**



Preguntas?