Trasparencias del Curso de IPv6

IPv6: Introducción y configuración en GNU/Linux

Grupo de Usuarios de Linux

Univ. Carlos III de Madrid
cjbc@it.uc3m.es

2002-11-28

Contenido de la charla

- Introducción: ¿Qué es **IPv6**? o mejor, ¿Por qué **IPv6**?
- Visión general del protocolo IPv6
- IPv6 en tu GNU/Linux
- Todo lo que demos . . .

¿Qué es IPv6?

- **Nueva** versión del protocolo de Internet (IP)
- En 1990 surge un grupo en el IETF para diseñar un nuevo IP que combata los graves problemas que presenta IPv4:
  - Escasez de direcciones
  - Tamaño de las tablas de rutas de los routers
- Primera especificación en 1995, estandarizado a finales 1998 en la RFC2460
- Soluciona algunos de los problemas que presenta IPv4 hoy...
- y se diseña para responder mejor a los que puedan surgir mañana

Orígenes: ¿Por qué IPv6?

- Motivaciones políticas y tecnológicas
- Principal razón: NO HAY DIRECCIONES

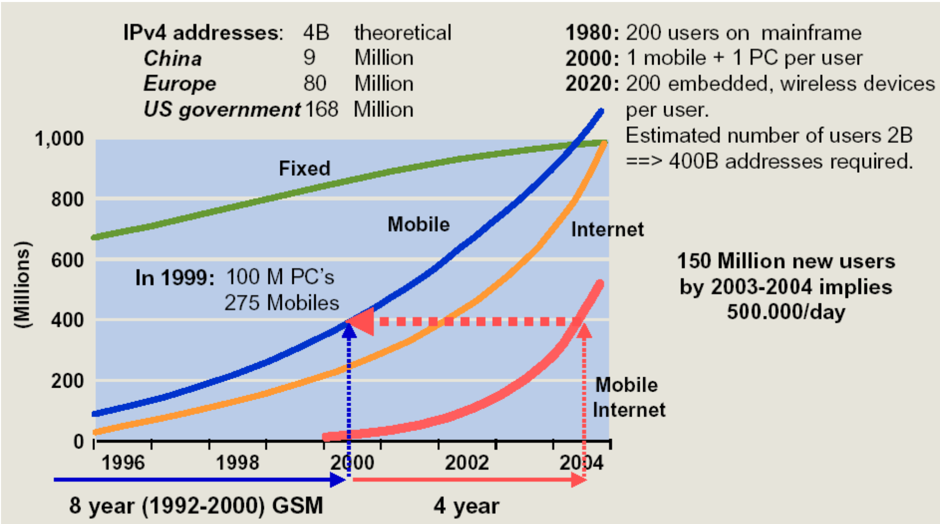

Figura 1: Evolución número de usuarios (*Fuente: Ericsson*)

- Además, se aprovecha para hacer una limpieza general del protocolo, diseñándolo desde el principio

Características IPv6

- IPv4 (32 bits): no hay direcciones $\Longrightarrow$ IPv6 (128 bits)
- Necesario cambiar el protocolo, aprovechamos para mejorarlo:
  - Encaminamiento: Direccionamiento jerárquico
  - Prestaciones: Cabecera simple alineada a 64 bits
  - Versatilidad: Formato flexible de extensiones
  - Multimedia: Identificación de flujos
  - Multicast: Obligatorio, alcance por dominios
  - Seguridad: Soporte autenticación/cifrado
  - Autoconfiguración: *"Plug-and-Ping"*
  - E2E: Recuperación del modelo end-to-end

Paquete IPv6 (I): Cabecera base

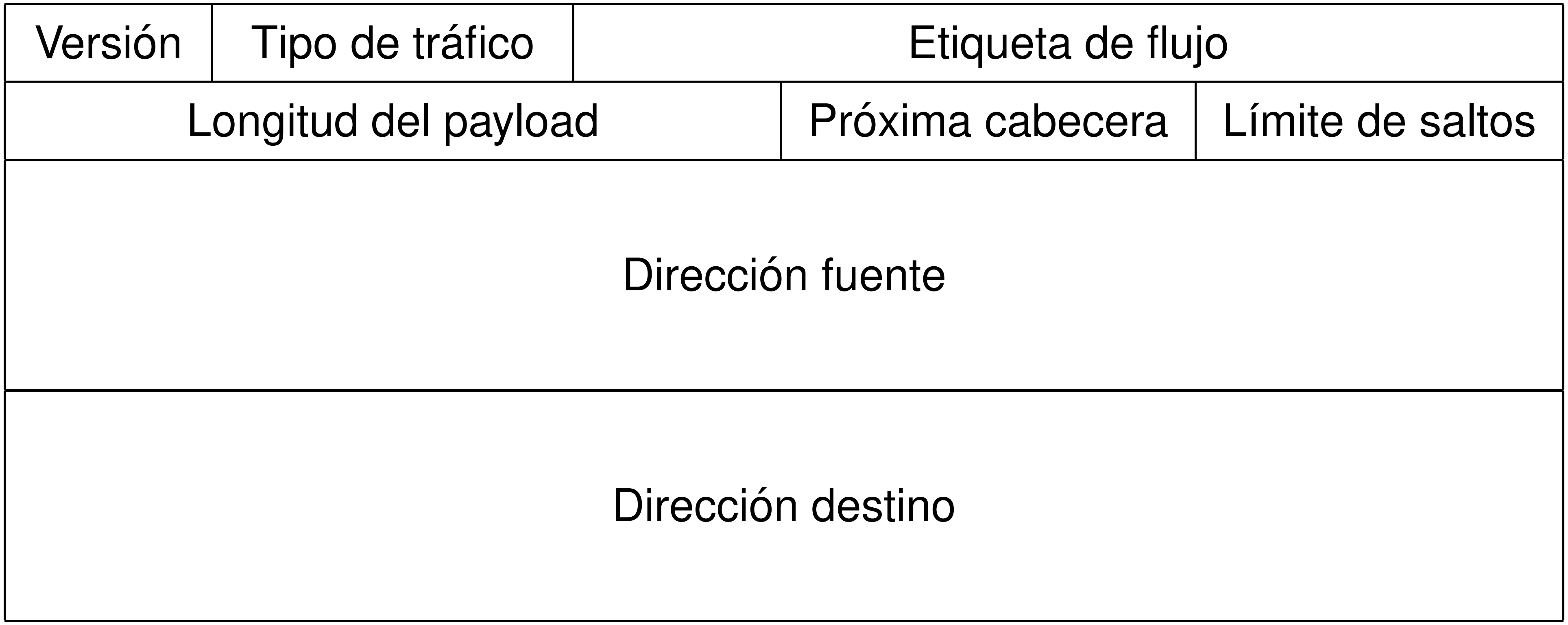

Figura 2: Formato de la cabecera *IPv6*.

Paquete IPv6 (y II): Cabeceras de extensión

- Se pueden añadir cabeceras de extensión a la cabecera base de IPv6, dotando al protocolo de una mayor funcionalidad y extensibilidad

Cab. base	Cab. extensión 1	...	Cab. extensión N	Datos

Figura 3: Formato paquete IPv6

Direcciones IPv6 (I)

- 3 tipos de direcciones, en función del tipo de destino:
  - Unicast. Un identificador por interfaz. Se pueden basar en ids. IEEE EUI-64 (basado en el id. nivel de enlace).
  - Multicast. Un identificador para un conjunto de interfaces. Se entrega a todos ellos. `FF00::/8`
  - Anycast. Un identificador para un conjunto de interfaces. El paquete se entrega a uno, el más cercano
- 3 tipos de direcciones, en función del alcance:
  - Link-local. Sólo tienen sentido en el ámbito del enlace. `FE80::/10`
  - Site-local. Sólo tienen sentido en el ámbito de una organización. `FEC0::/10`
  - Global. Tienen ámbito global

Direcciones IPv6 (II)

- En IPv6 es habitual tener múltiples direcciones por interfaz. Como mínimo debe tener una dirección link-local
- Series de 1 o más grupos de 16 ceros consecutivos se pueden sustituir (sólo una vez por dirección) por `::`
- Ejemplos de direcciones:
  - Dirección de loopback: `::1/128` (0:0:0:0:0:0:0:1)
  - Dirección no definida: `::/128` (0:0:0:0:0:0:0:0)
  - Dirección IPv6 compatible IPv4: `::138.4.1.1`
  - Dirección multicast (todos los nodos, ámbito de enlace): `FF02::1`
  - Dirección global (www.ipv6.elmundo.es): `2001:450:9:10::71`
- Direccionamiento IPv6 jerárquico, enrutamiento basado en *longest-match prefix*

Direcciones IPv6 (y III)

- Autoconfiguración de direcciones IPv6. Dos métodos posibles:
  - Configuración sin estado (*Stateless configuration*):
    - Autoasignación de direcciones *link-local*. Basado en la norma EUI64
    - Basado en el anuncio de prefijos (*router advertisements*)
  - Configuración con estado (*Stateful configuration*)
    - DHCPv6
- Es necesario introducir cambios en el DNS (aún más necesario con direcciones de este tamaño)
  - Registros AAAA
- Con 128 bits: $2^{128} = 3{,}4 \cdot 10^{38}$ direcciones.
- Caso peor: 1500 direcciones IPv6$/m^2$

Mecanismos de transición IPv4-IPv6 (I)

- Posibilitar la transición es fundamental
- *Stacks* duales IPv6/IPv4
  - Imprescindible para implementar otros mecanismos
- Mecanismos de traducción
  - Permiten interoperabilidad sólo-IPv6 con sólo-IPv4
  - Muchos mecanismos propuestos: NAT-PT, TRT, DSTM, etc.
  - Presentan problemas
- Túneles, encapsulación IPv6 sobre IPv4

Mecanismos de transición IPv4-IPv6 (II)

Cab. IPv4	Paquete IPv6

Figura 4: Túnel IPv6 sobre IPv4

- Varios tipos de túneles:
  - Configurados (host-host, router-router, host-router). Permiten atravesar nubes IPv4 desde entidades IPv6/IPv4.
  - Automáticos. Dirección destino compatible IPv4
  - 6to4. Permite tener direcciones IPv6 globales en redes sólo-IPv6 que tienen un router frontera dual-stack encargado de dar salida al exterior.
  - 6over4

IPv6 en tu GNU/Linux

1. Cómo tener soporte IPv6 en tu GNU/Linux:
   - Soporte en el kernel
   - Herramientas de configuración básicas
2. Cómo tener conectividad IPv6 en tu casa
3. Aplicaciones IPv6 hoy
4. Y en el futuro . . . , ¿qué?

Cómo tener soporte IPv6 en GNU/Linux (I)

- Debemos añadir soporte en el kernel:

```
CONFIG_IPV6:

  This is experimental support for the next version of the Internet
  Protocol: IP version 6 (also called IPng "IP next generation").
  Features of this new protocol include: expanded address space,
  authentication and privacy, and seamless interoperability with the
  current version of IP (IP version 4). For general information about
  IPv6, see <http://playground.sun.com/pub/ipng/html/ipng-main.html>;
  for specific information about IPv6 under Linux read the HOWTO at
  <http://www.bieringer.de/linux/IPv6/> and the file net/ipv6/README
  in the kernel source.

  If you want to use IPv6, please upgrade to the newest net-tools as
  given in Documentation/Changes. You will still be able to do
  regular IPv4 networking as well.

  This protocol support is also available as a module ( = code which
  can be inserted in and removed from the running kernel whenever you
  want). The module will be called ipv6.o. If you want to compile it
  as a module, say M here and read Documentation/modules.txt.

  It is safe to say N here for now.
  The IPv6 protocol (EXPERIMENTAL) (CONFIG_IPV6) [M/n/y/?]
```

Cómo tener soporte IPv6 en GNU/Linux (II)

- Paquetes (debian) interesantes para IPv6:
  - net-tools: Herramientas importantes para controlar las funciones relacionadas con la red del kernel (ifconfig, netstat, etc)
  - iproute: Herramientas para configurar el comportamiento de la red. El comando *ip* es extremadamente útil.
  - iputils-ping: Incluye el indispensable *ping6*
  - iputils-tracepath: Incluye *traceroute6*
  - 6in4tunnel: Script para hacer túneles IPv6-en-IPv4
  - freenet6: Proporciona un TSPC (*Tunnel Server Protocol Client*)
  - radvd: *Router ADVertisement Daemon*.
  - netcat6: netcat con soporte IPv6
  - Aplicaciones IPv6: mozilla, galeon, xchat, quake2, ssh, etc.

Cómo tener soporte IPv6 en GNU/Linux (III)

- GNU/Linux con soporte IPv6:

```
cjbc@bacterio:~$ /sbin/ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:90:96:25:FC:24
          inet addr:192.168.71.3  Bcast:192.168.71.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::290:96ff:fe25:fc24/10 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:508 dropped:0 overruns:0 carrier:1016
          collisions:0 txqueuelen:100
          RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)
          Interrupt:11 Base address:0x1c00

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:192 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:192 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:18588 (18.1 KiB)  TX bytes:18588 (18.1 KiB)
```

Cómo tener soporte IPv6 en GNU/Linux (IV)

- Podemos jugar con los comandos clásicos de IPv4 para configurar IPv6:

```
cjbc@bacterio:~$ sudo /sbin/ifconfig eth0 inet6 add fec0::1:290:96ff:fe25:fc24/64
cjbc@bacterio:~$ /sbin/ifconfig eth0
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:90:96:25:FC:24
          inet addr:192.168.71.3  Bcast:192.168.71.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fec0::1:290:96ff:fe25:fc24/64 Scope:Site
          inet6 addr: fe80::290:96ff:fe25:fc24/10 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:551 dropped:0 overruns:0 carrier:1102
          collisions:0 txqueuelen:100
          RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)
          Interrupt:11 Base address:0x1c00
```

- El comando ip (ip -f inet6) es muy útil a la hora de monitorizar y configurar IPv6 (vecinos, rutas, direcciones, túneles, etc.)

```
cjbc@bacterio:~$ ip -f inet6 addr show eth0
3: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 100
    inet6 fec0::1:290:96ff:fe25:fc24/64 scope site
    inet6 fe80::290:96ff:fe25:fc24/10 scope link
```

Cómo tener soporte IPv6 en GNU/Linux (V). El comando ip

- Configuración de direcciones

```
ip -f inet6 addr add fec0::1:290:96ff:fe25:fc24/64 dev eth0
```

- Configuración de rutas

```
ip -f inet6 route add default via fe80::1 dev eth0
```

- Configuración de túneles

```
ip -f inet6 tunnel add sit1 remote 192.168.71.1 local any
```

- Configuración multicast (suscripción a grupos, rutas, etc)

```
ip -f inet6 maddr
ip -f inet6 mroute
```

- Configuración vecinos

```
ip -f inet6 neigh
```

- Monitorización

```
ip -f inet6 monitor
```

- ...

```
ip -f inet6 help
```

Cómo tener soporte IPv6 en GNU/Linux (VI)

- Con el comando ip y radvd podemos configurar redes IPv6, pero. . . , ¿cómo tener conectividad IPv6 en casa?
- El paquete freenet6 es la manera más fácil de tener conectividad global IPv6, desde cualquier nodo IPv4 conectado a la Internet

```
cjbc@bacterio:~$ sudo /etc/init.d/freenet6 start
Setting up freenet6 IPv6 tunnel (sit1): 3ffe:b80:3:404::c3eb:e424/128
cjbc@bacterio:~$ /sbin/ifconfig
ppp0      Link encap:Point-to-Point Protocol
          inet addr:195.235.228.36  P-t-P:195.235.30.18  Mask:255.255.255.255
          UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST  MTU:4500  Metric:1
          RX packets:111 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:103 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:3
          RX bytes:19393 (18.9 KiB)  TX bytes:9055 (8.8 KiB)

sit1      Link encap:IPv6-in-IPv4
          inet6 addr: fe80::c3eb:e424/10 Scope:Link
          inet6 addr: 3ffe:b80:3:404::c3eb:e424/128 Scope:Global
          UP POINTOPOINT RUNNING NOARP  MTU:4480  Metric:1
          RX packets:50 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:49 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:5480 (5.3 KiB)  TX bytes:4516 (4.4 KiB)
```

Cómo tener soporte IPv6 en GNU/Linux (VII)

```
cjbc@bacterio:~$ ping6 www.ipv6.elmundo.es
PING www.ipv6.elmundo.es(2001:450:9:10::71) 56 data bytes
64 bytes from 2001:450:9:10::71: icmp_seq=1 ttl=58 time=1029 ms
64 bytes from 2001:450:9:10::71: icmp_seq=2 ttl=58 time=829 ms

--- www.ipv6.elmundo.es ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 999ms
rtt min/avg/max/mdev = 829.692/929.535/1029.379/99.848 ms, pipe 2
cjbc@bacterio:~$ /usr/sbin/traceroute6 www.ipv6.elmundo.es
traceroute to www.ipv6.elmundo.es (2001:450:9:10::71) from 3ffe:b80:3:404::c3eb:e424, 30 hops max, 16 byte packets
 1  3ffe:b80:3:404::1 (3ffe:b80:3:404::1)  298.959 ms  309.361 ms  709.46 ms
 2  enterzone-viagenie-gw.cyqb.ipv6.enterzone.net (2001:4f0:1001::2)  299.641 ms  359.582 ms  649.81 ms
 3  tunnel10566-svenny.ipv6.nerim.net (2001:7a8:1:f001::1)  399.671 ms  460.769 ms  728.559 ms
 4  feth1-0-thevenin.ipv6.nerim.net (2001:7a8:1:8::36)  800.017 ms  799.322 ms  409.88 ms
 5  2001:450:1:2001::a6 (2001:450:1:2001::a6)  399.879 ms  829.753 ms  409.84 ms
 6  2001:450:1:2001::a3 (2001:450:1:2001::a3)  550.079 ms  779.884 ms  1089.78 ms
 7  2001:450:9:10::71 (2001:450:9:10::71)  449.873 ms  1900.02 ms  939.771 ms
cjbc@bacterio:~$ ip -f inet6 tunnel show sit1
sit1: ipv6/ip  remote 206.123.31.114  local any  ttl 64
cjbc@bacterio:~$ /sbin/route -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination                                 Next Hop                                Flags Metric Ref    Use Iface
::1/128                                     ::                                      U     0      0        0 lo
3ffe:b80:3:404::c3eb:e424/128               ::                                      U     0      49       0 lo
fe80::c3eb:e424/128                         ::                                      U     0      0        0 lo
fe80::/10                                   ::                                      UA    256    0        0 sit1
ff00::/8                                    ::                                      UA    256    0        0 sit1
::/0                                        ::                                      U     1      0        0 sit1
```

Aplicaciones IPv6 hoy

- El número de aplicaciones portadas a IPv6 es escasísimo a día de hoy. No obstante, podemos probar con las que tenemos. Ejemplos:
  - Navegadores web: mozilla, galeon, etc
  - Servidores web: apache
  - Juegos: Quake II, tetris, etc
  - Otros: SSH, xchat, etc
- Portar aplicaciones a IPv6 no es excesivamente complicado en el caso de aplicaciones *bien diseñadas*

Y en el futuro…¿qué?

- Debian está intentando que todas sus aplicaciones soporten IPv6 en el futuro
- El proceso de transición a IPv6 será muy largo, y muy probablemente nunca termine (IPv4 no desaparecerá)
- Linux posee uno de los mejores *stacks* de IPv6, posiblemente superado sólo por FreeBSD.
  - M$ Windows XP profesional posee un buen soporte de IPv6, pero ha tardado mucho en llegar y a nivel de aplicaciones el soporte es muy escaso. El soporte en versiones anteriores (W2K) era bastante malo y muy inestable
- Europa y Asia deben *tirar del carro* de IPv6. Los desarrolladores deben portar las aplicaciones existentes y diseñar las nuevas aplicaciones con soporte IPv6

Preguntas...

Referencias

Referencias

[RFC2460] S. Deering, R. Hinden *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification* Diciembre 1998

[RFC2373] R. Hinden, S. Deering *IP Version 6 Addressing Architecture* Julio 1998

[MAN] Páginas de manual de GNU/Linux

[ARC] David Larrabeiti López, Alberto García Martínez *Introducción a IPv6* Apuntes de la asignatura Arquitectura de Redes de Comunicaciones (5^o Ingeniería de Telecomunicación, 1^o cuatrimestre)

[IPNG] Stephen A. Thomas *IPng and the TCP/IP Protocols* Ed. Wiley. 1996