

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 990**

51 Int. Cl.:  
**H04L 29/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09794019 .1**
- 96 Fecha de presentación: **16.06.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2297927**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.03.2011**

54 Título: **Procedimiento de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPV4 en un dominio IPV6, dispositivo y equipo de acceso asociados**

30 Prioridad:  
**30.06.2008 FR 0854398**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.06.2012**

73 Titular/es:  
**France Telecom  
6 place d'Alleray  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:  
**BOUCADAIR, Mohamed y  
GRIMAUULT, Jean-Luc**

74 Agente/Representante:  
**Linage González, Rafael**

ES 2 381 990 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPv4 en un dominio IPv6, dispositivo y equipo de acceso asociados

5 **Ámbito de la invención**

El ámbito de la invención es el de una red de telecomunicaciones, en particular una red de telecomunicaciones IP en la cual se transportan paquetes de datos de un equipo fuente identificado por una dirección fuente hacia un equipo de destino identificado por una dirección de destino.

10 Tal red de telecomunicaciones agrupa una pluralidad de equipos, vínculos y funciones dedicados al transporte de los datos resultantes de equipos terminales conectados a esta red. En particular, las funciones de transporte pueden implementarse gracias a la activación de protocolos de enrutamiento y de transmisión. Una red de telecomunicaciones administrada por un operador también se llama un dominio.

15 Un proveedor de servicio de conectividad IP despliega una arquitectura dedicada para permitir a los usuarios de equipos terminales ser localizables. El acceso al servicio de conectividad IP es gestionado por el proveedor de servicio que se basa en la red de telecomunicaciones de un operador para enrutar los paquetes de datos emitidos por los equipos terminales hacia sus destinos finales. En algunos casos, dicho proveedor de servicio es también el operador de red de telecomunicaciones.

20 Tal proveedor de servicio asigna una dirección IP, generalmente pública, a una pasarela residencial colocada entre una red residencial y la red pública, llamada también dominio IP del operador. La pasarela residencial asigna generalmente direcciones IP privadas a los terminales de su red residencial.

25 En consecuencia, se designará por "pasarela residencial" todo equipo de interconexión entre una red privada y una red operada por un proveedor de servicio, pudiendo la red privada ser tanto una red residencial como una red de empresa.

30 En consecuencia, la red operada por los proveedores de servicio también será designada por el término "red pública".

35 Colocada en corte de paquetes de datos entre un terminal de su red residencial privada y el dominio IP del operador, la pasarela residencial comprende, de manera conocida, una tabla en la cual asocia la dirección IP privada y el puerto asociado a este terminal, con una dirección IP pública de tipo IPv4 y un puerto de esta misma pasarela en la red pública.

40 Esta tabla es conocida por el experto en la técnica con el nombre de "tabla NAT", viniendo esta expresión del acrónimo NAT (*Network Address Translator* en inglés). Se pueden implementar varios tipos de NAT, en particular tablas de tipo "Full Cone", "Port Restricted" o también "simétrico".

45 Se admite comúnmente por la comunidad de proveedores de servicio IP que el agotamiento de las direcciones IPv4 públicas es una fatalidad. Para evitar este problema, la comunidad se movilizó en el pasado, lo que condujo a la definición de un nuevo protocolo: IPv6 (*Internet Protocol version 6*). Esta nueva versión del protocolo IP ofrece un gran número de direcciones IP y un mecanismo de enrutamiento jerárquico de rendimientos mejorados. Estos mismos proveedores no son, no obstante, indiferentes a las alarmas recientemente emitidas por el IETF (*Internet Engineering Task Force*), en particular en informes presentados en el grupo de trabajo GROW (*Global Routing Operations Working Group*) acerca de un riesgo de agotamiento de las direcciones IPv4 del IANA a finales de 2010.

50 Sin embargo, esta solución del protocolo IPv6 no se ha activado mucho todavía en la práctica por los operadores, por razones financieras, estratégicas y técnicas vinculadas a la gestión de la complejidad de las operaciones de transición y de migración.

55 Para limitar el número de direcciones públicas IPv4 necesarias para el suministro de un servicio de conectividad IP a un parque de clientes, se ha propuesto e implementado una solución de doble NAT, llamada también "NAT de operador". Consiste en activar una función NAT en la red de telecomunicaciones del operador, de tal suerte que las pasarelas residenciales utilizan una dirección privada en sus tablas NAT hacia el exterior (en vez de una dirección pública). Así pues, es la función "NAT de operador" la que garantiza la traducción de las direcciones privadas de las pasarelas residenciales hacia direcciones públicas, lo que permite a un proveedor de servicio ahorrar un número no despreciable de direcciones públicas IPv4 requeridas para el suministro del servicio de conectividad IP.

**Inconvenientes de la técnica anterior**

65 La solución "NAT de operador" presenta inconvenientes, entre los ellos:

- Una mayor complejidad del tratamiento de los paquetes de datos IP: a causa de la introducción de un segundo nivel de traducción de direcciones, los paquetes de datos deben modificarse dos veces.

5 - La necesidad de adaptar la aplicación de los protocolos de señalización aplicativa o ALG (*Application Level Gateway*) convencionales tales como el DNS (*Domain Name System*), el FTP (*File Transfer Protocol*) o también el SIP (*Session Initiation Protocol*). En el caso del SIP por ejemplo, el establecimiento y el mantenimiento de una sesión con voz sobre IP requiere que, para mantener al día la tabla NAT de una pasarela residencial, deben implementarse intercambios de señalización frecuentes entre el terminal del abonado y la red pública mediante peticiones de nuevos registros de tal modo que se mantengan activas las sesiones de NAT. En presencia de un  
10 doble NAT, tal mecanismo debe también estar previsto en el equipo que alberga la función de NAT de operador. Por otro lado, la dirección y el puerto públicos efectivamente en uso para el terminal deben comunicarse a la aplicación SIP.

15 - Se tiene que lamentar una degradación del servicio de conectividad IP ofrecido por el operador de la red pública de telecomunicaciones, en particular porque funcionalidades como el "*port forwarding*" o el *DynDNS* no pueden soportarse en presencia del "NAT de operador".

20 Por a otra parte, tal solución no podrá impedir, sino solamente retrasar, el fenómeno del agotamiento de las direcciones IPv4. Será necesario pues prever a medio plazo un paso a IPv6. Tal paso va necesariamente a generar un período de transición durante el cual dominios IPv6 deberán interconectarse con dominios IPv4. Ahora bien, no está previsto nada en las redes actuales para facilitar tal interconexión de una manera eficaz, óptima y sin instanciación de estados suplementarios en los nodos de red aplicados en el suministro del servicio de conectividad IP.

## 25 **Exposición de la invención**

La invención viene a mejorar la situación con ayuda de un procedimiento de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPv4 en un dominio IPv6. Un ejemplo de tal procedimiento es conocido a partir de Myung-Ki-Shin y otros "Ports option support in dual stack transition mechanism (DSTM); proceedings of the 6th International conference on advanced communication technology, 9-11 February 2004, page 225-226".  
30

Según la invención, dicho paquete de datos comprende una dirección de destino IPv4, un número de puerto de destino y dicho procedimiento incluye las siguientes etapas:

35 - construcción de una dirección de destino IPv6 por concatenación de un prefijo de operador, de dicha dirección IPv4 y del número de puerto de destino,

40 - generación de un paquete de datos IPv6 a partir de la dirección de destino IPv6 construida, y del paquete de datos IPv4 recibido, y

- enrutamiento del paquete de datos IPv6 generado con ayuda de la dirección de destino IPv6 construida, perteneciendo dicha dirección así construida a una gama de direcciones IPv6 enrutable hacia un equipo de interconexión del dominio IPv6 con la dirección de destino IPv4.

45 Así pues, la invención se basa en un enfoque totalmente nuevo e inventivo del encaminamiento de un paquete de datos procedentes de un dominio IPv4 en un dominio IPv6. En efecto, cuando un paquete de datos IPv4 entra en el dominio IPv6, la invención permite construir, en un equipo de acceso al dominio IPv6, una dirección de destino IPv6 enrutable en el dominio IPv6, a partir de la dirección de destino IPv4 y del puerto de destino, y generar un paquete de datos IPv6 que incluye la dirección de destino así construida. Esta dirección de destino IPv6 construida es  
50 enrutable en el dominio IPv6 e incluye la información útil portada por el paquete de datos IPv4.

Se comprende que la invención requiere que el terminal destinatario disponga de una dirección IPv4, a partir de la cual podrá construirse una dirección de destino IPv6.

55 La invención se refiere también a un procedimiento de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 hacia una dirección de destino IPv4. Según la invención, el paquete comprende una dirección de destino IPv6 del paquete construida por concatenación de un prefijo de operador, de la dirección de destino IPv4 y de un número de puerto de destino, y dicho procedimiento aplica, tras la recepción del paquete de datos, las siguientes etapas:

60 - extracción de la dirección de destino IPv4 y del número de puerto de la dirección de destino IPv6,

- generación de un paquete de datos IPv4 a partir del paquete de datos IPv6, incluyendo dicho paquete dicha dirección de destino IPv4, dicho número de puerto de destino, y

65 - enrutamiento del paquete de datos IPv4 hacia su destino IPv4.

El paquete de datos IPv6 es enrutado en el dominio IPv6 hasta un equipo de interconexión del dominio IPv6 con un dominio IPv4. El procedimiento según la invención permite generar, a partir de este paquete de datos IPv6, un paquete de datos IPv4 que el dominio IPv4 va a poder encaminar hasta su destino.

- 5 Con el mecanismo de construcción de una dirección IPv6 a partir de una dirección IPv4 según la invención, se puede encontrar la dirección IPv4 en el origen de la dirección IPv6 construida. No es pues necesario almacenar una tabla de traducción de direcciones IPv4 a IPv6 ni mantener estados relativos a sesiones a nivel de un equipo de interconexión de los dos dominios IPv4 e IPv6. La invención permite pues encaminar un paquete de datos IPv4 en forma de paquete de datos IPv6 mediante un equipo de interconexión del dominio IPv6 con un dominio IPv4 y  
10 encaminar el paquete hacia su destino final utilizando la información útil contenida en el paquete recibido por dicho equipo de interconexión a su destinatario sin recurrir a pesadas tablas de estados que hay que mantener.

- Se desprende que los procedimientos de recepción y de transmisión de un paquete de datos según la invención realizan una interconexión de dominios IPv4 e IPv6 que es sencilla de aplicar. Al imponer la utilización del protocolo  
15 IPv6 para el encaminamiento de datos IPv4, favorecen por otro lado una migración progresiva de los dominios IPv4 hacia el protocolo IPv6.

- Se apreciará que la construcción del paquete de datos IPv6 a partir del paquete de datos IPv4 puede consistir en una encapsulación o en una traducción de protocolo. A la inversa, la generación del paquete de datos IPv4 a partir  
20 del paquete de datos IPv6 puede ser realizada por una desencapsulación de paquete o por una traducción de protocolo, según el método que se haya empleado para constituir el paquete de datos IPv6 a partir del paquete de datos IPv4 (encapsulación o traducción de protocolo).

- El procedimiento de recepción de un paquete de datos según la invención es aplicado ventajosamente por un dispositivo de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPv4 en un dominio IPv6, caracterizado porque, incluyendo dicho paquete de datos una dirección de destino IPv4 y un número de puerto de destino IPv4,  
25 dicho dispositivo incluye los siguientes medios:

- construcción de una dirección de destino IPv6 por concatenación de un prefijo de operador, de dicha dirección IPv4  
30 y del número de puerto de destino,
- generación de un paquete de datos IPv6 a partir de la dirección de destino IPv6 construida y del paquete de datos IPv4 recibido, y
- enrutamiento del paquete de datos IPv6 generado en el dominio IPv6, con ayuda de la dirección de destino IPv6 construida, perteneciendo dicha dirección así construida a una gama de direcciones IPv6 enrutable hacia un equipo de interconexión del dominio IPv6 con la dirección de destino IPv4.

- El procedimiento de transmisión de un paquete de datos según la invención es aplicado ventajosamente por un dispositivo de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 hacia un dominio IPv4, caracterizado porque, incluyendo dicho paquete una dirección de destino IPv6 del paquete construida por concatenación de un prefijo de operador, de la dirección de destino IPv4 y de un número de puerto de destino, dicho dispositivo aplica, tras la recepción del paquete de datos, los siguientes medios:

- extracción de la dirección de destino IPv4 y del número de puerto de la dirección de destino IPv6,  
45
- generación de un paquete de datos IPv4 a partir del paquete de datos IPv6, incluyendo dicho paquete dicha dirección de destino IPv4 y dicho número de puerto de destino, y
- enrutamiento del paquete de datos IPv4 hacia su destino IPv4.

La invención se refiere también a un equipo de acceso a un dominio IPv6 que incluye una interfaz con al menos un dominio IPv4. Según la invención, tal equipo incluye:

- un dispositivo de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPv4 en el dominio IPv6 según la invención, y  
55
- un dispositivo de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 hacia un dominio IPv4 según la invención.

- 60 Tal equipo de acceso realiza pues una interconexión entre el dominio IPv6 al cual pertenece y un dominio IPv4 adyacente. El dominio IPv4 adyacente puede ser una red pública gestionada por un operador o una red privada, que sea residencial o de empresas. Se apreciará que este equipo de acceso puede ser un equipo de red de todo tipo, con tal de que disponga de una interfaz de red entre un dominio IPv6 y un dominio IPv4. Puede ser, en particular, un  
65 terminal de usuario tal como un ordenador personal.

Según un aspecto de la invención, el dominio IPv4 es una red pública y dicho equipo de acceso incluye primeros medios de anuncio al dominio IPv4 de las direcciones IPv4 de equipos de red conectados al dominio IPv6 y segundos medios de anuncio en el dominio IPv6 de direcciones IPv6 construidas a partir de direcciones IPv4 del dominio IPv4.

5 El equipo de acceso es un nodo de acceso a un dominio IPv4 público. Los anuncios que difunde indican a los otros equipos de su dominio y a los nodos de acceso del dominio IPv4 que se le deben enviar los paquetes de datos que comprenden las direcciones anunciadas.

10 Según otro aspecto de la invención, el dominio IPv4 es una red privada y dicho equipo de acceso es una pasarela residencial apta para conectar terminales de usuarios de la red privada al dominio IPv6

15 Se entiende por red privada todo tipo de red residencial o de empresas. Una pasarela residencial según la invención es necesariamente "dual stack", lo que significa que es apta para aplicar a la vez el protocolo IPv4 y el protocolo IPv6. Según la invención, puede tanto recibir de su red privada paquetes de datos IPv4 y enrutarlos en IPv6 en el dominio IPv6 como transmitir paquetes de datos recibidos del dominio IPv6 a un terminal de su red privada en IPv4.

20 Según otro aspecto de la invención, tal pasarela residencial incluye medios de obtención de una dirección IPv4, de una gama de números de puertos autorizados y de una gama de direcciones IPv6 autorizadas, estando construida dicha gama de direcciones IPv6 por concatenación de un prefijo de operador, de dicha dirección IPv4 y de la gama de números de puertos IPv4 autorizados.

25 Según la invención, la pasarela residencial dispone de una gama de direcciones IPv6 que puede utilizar para generar un paquete de datos IPv6 a partir de un paquete de datos recibido de un terminal de usuario de su red privada. A la inversa, recibe del dominio IPv6 los paquetes de datos IPv6 que incluyen una dirección de destino IPv6 construida que pertenece a dicha gama de direcciones y enruta el paquete de datos IPv4, que genera a partir del paquete IPv6 recibido, hacia el terminal de usuario correspondiente al número de puerto de destino del paquete.

30 En un modo particular de realización, las distintas etapas de los procedimientos de recepción y de transmisión de un paquete de datos vienen determinadas por instrucciones de programas de ordenadores.

35 En consecuencia, la invención contempla también un programa de ordenador en un soporte de información, pudiendo aplicarse este programa en un dispositivo de encaminamiento, de recepción o de transmisión o más generalmente en un ordenador, comprendiendo este programa instrucciones adaptadas a la aplicación de las etapas de un procedimiento de encaminamiento, de recepción o de transmisión tal como describe anteriormente.

40 Este programa puede utilizar cualquier lenguaje de programación, y estar en forma de código fuente, código objeto, o de código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en una forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma deseable.

La invención contempla también un soporte de información legible por un ordenador, y que comprende instrucciones de un programa de ordenador tal como se menciona anteriormente.

45 El soporte de información puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de almacenar el programa. Por ejemplo, el soporte puede comprender un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo un CD ROM o una ROM de circuito microelectrónica, o también un medio de grabación magnética, por ejemplo un disquete (floppy disc) o un disco duro.

50 Por otra parte, el soporte de información puede ser un soporte transmisible como una señal eléctrica u óptica, que puede encaminarse mediante un cable eléctrico u óptico, por radio o por otros medios. El programa según la invención puede ser en particular telecargado en una red de tipo Internet.

55 Alternativamente, el soporte de información puede ser un circuito integrado en el cual está incorporado el programa, estando adaptado el circuito para ejecutar o para ser utilizado en la ejecución del procedimiento en cuestión.

### Lista de figuras

60 Otras ventajas y características de la invención aparecerán más claramente a la lectura de la descripción siguiente de un modo de realización particular de la invención, dada como simple ejemplo ilustrativo y no limitativo, y de los dibujos adjuntos, entre los cuales:

- la figura 1 presenta de manera esquemática un dominio IPv6 interconectado a un dominio IPv4 según la invención;
- la figura 2 ilustra la estructura de un prefijo de direcciones IPv6 construido según la invención;
- la figura 3 presenta de manera esquemática las etapas del procedimiento de recepción de un paquete de datos

procedentes de un dominio IPv4 en un dominio IPv6, según la invención;

- la figura 4 ilustra la estructura de una dirección IPv6 construida a partir de una dirección IPv4 y de un puerto de destino según la invención;

5 - la figura 5 presenta de manera esquemática las etapas del procedimiento de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 hacia una dirección de destino IPv4 según la invención;

10 - la figura 6a presenta de manera esquemática la estructura de un dispositivo de recepción procedente de un dominio IPv4 en un dominio IPv6 según la invención; y

- la figura 6b presenta de manera esquemática la estructura de un dispositivo de transmisión de un dominio IPv6 hacia una dirección de destino IPv4 según la invención;

### 15 Descripción de un modo de realización particular de la invención

El principio general de la invención se basa en la construcción de una dirección IPv6 a partir de una dirección IPv4, de un prefijo de operador predeterminado y de un número de puerto. Tal construcción permite la transformación de un paquete IPv4 que entra en un dominio IPv6 e inversamente la de un paquete IPv6 que sale de un dominio IPv6 con destino a un dominio IPv4, sin que sea necesario mantener una tabla de correspondencia entre las direcciones IPv4 e IPv6 en un nodo de acceso al dominio IPv6.

20 Recuérdese que las direcciones IPv6 tienen una longitud de 16 octetos, o sea 128 bites, contra 4 octetos (32 bites) para las direcciones IPv4. Se dispone así de un número potencial de direcciones extremadamente grande con relación al número de direcciones IPv4. Una dirección IPv6 comprende dos partes:

- la parte izquierda (el prefijo) identifica una red secundaria del dominio;

- la parte derecha identifica una máquina conectada a la red secundaria.

30 Generalmente, los prefijos más largos adjudicados a una red secundaria son prefijos "/64"; es decir comprenden 64 bites para definirlos. Los 64 bites a la derecha de la dirección se utilizan entonces para identificar una máquina particular que pertenece a la red secundaria. Prefijos de longitudes más cortas (ejemplo /56 o propio /48) permiten por su parte identificar redes secundarias de mayor amplitud, que comprenden a menudo ellas mismas redes secundarias /64. Sin embargo, en el estándar IPv6, nada prohíbe utilizar prefijos más largos que /64 y se puede pues imaginar, por ejemplo, un prefijo /116 que identifica una red secundaria que puede comprender 4096 máquinas.

40 Se apreciará que la única restricción a prefijos más largos que /64 consiste simplemente en el hecho de que las máquinas detrás de la red secundaria correspondiente no podrán aplicar el mecanismo autoconfiguración descrito en el documento RFC2462. Este mecanismo permite que una máquina que conoce su dirección de nivel 2 (por ejemplo su dirección Ethernet MAC) configure ella misma, bajo algunas condiciones, los 64 bites a la derecha de su dirección IPv6, derivando su dirección de nivel 2 según un algoritmo preciso. Pero este mecanismo de autoconfiguración no es obligatorio y se pueden preferir otros mecanismos como, por ejemplo, el que corresponde al protocolo DHCPv6 [RFC3315] que permite, entre otras cosas, obtener una dirección IPv6 adjunta a un servidor DHCPv6.

50 Si se muestra interés ahora no en una simple máquina IPv6, sino en un enrutador IPv6 (como, por ejemplo, una pasarela residencial IPv6), se sabe que tal equipo debe disponer de uno (o varios) prefijos IPv6 que representan las redes secundarias que enrutan los paquetes. Un enrutador IPv6 debe pues configurarse con uno (o varios) prefijos.

Una extensión de DHCPv6 permite que un enrutador que pide unos o más prefijos IPv6 (como, por ejemplo, una pasarela residencial) se los pida a un equipo que puede delegar (típicamente un enrutador aguas arriba). Esta extensión se describe en el RFC 3633 (*IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6*) y especifica una opción "Identity Association for Prefix Delegation Option" en los mensajes DHCPv6 para pasar los prefijos delegados. Una vez que al enrutador peticionario se le hayan delegado uno o más prefijos IPv6, enruta todos los paquetes IPv6 destinados a o resultantes de máquinas cuyas direcciones se inscriben en el prefijo o prefijos que gestiona.

60 Se presenta ahora, en relación con la figura 1, un dominio IPv6 1 que comprende un nodo de acceso IPv6/IPv4 40 a un dominio IPv4 3 y un enrutador de acceso 30, apto para enrutar los paquetes de datos hacia o procedentes de una pasarela residencial 20 conectada al dominio IPv6 1. Tal pasarela administra una red privada residencial 2 a la cual se conectan los terminales 21 y 22.

65 En el contexto de la invención, se considera una pasarela residencial dual-stack (DS), es decir, que tiene activadas las dos pilas protocolarias IPv4 e IPv6. Por ello, tal pasarela está en condiciones de tratar (en particular, recibir y

emitir) paquetes de datos de tipo IPv4 o IPv6.

Los terminales 21 y 22 pueden ser dual-stack (IPv4 y IPv6), o monoversión IPv6 (es decir, puramente IPv6). Se verá más adelante que la invención permite una interconexión de un dominio IPv6 con al menos un dominio IPv4 para terminales IPv6.

Se consideran los casos “híbridos” siguientes:

- encaminamiento de un paquete de datos IPv4 entrante emitido por un terminal de usuario del dominio IPv4 3 con destino a un terminal de usuario 21, 22 de la red residencial 2 de la pasarela 20 conectada al dominio IPv6 1; y

- encaminamiento de un paquete de datos IPv4 entrante emitido por un terminal de usuario 21, 22 del dominio IPv4 2 privado de la pasarela hacia un terminal de usuario del dominio IPv4 3.

Siendo conocidos por el experto en la técnica los casos de una transmisión de paquetes puramente IPv6 o IPv4, ya no se describirán más en detalle.

Para poder conectarse al dominio o red IPv6, la pasarela residencial 20 dispone de elementos de conectividad IP proporcionados por el proveedor de servicio de conectividad.

Se apreciará no obstante que la invención no se limita al acceso al servicio de conectividad IP (por ejemplo Internet, intranet, etc.) mediante una pasarela residencial, sino que se aplica también a terminales de usuarios en otros contextos de acceso a Internet o acceso a una red intranet. Se puede citar por ejemplo el acceso desde una red móvil, según el cual un terminal móvil evolucionado podría servir de pasarela, comunicando con otros terminales de su red LAN (mediante Bluetooth por ejemplo) o también el caso de un simple terminal móvil.

Según la invención, la pasarela residencial 20 dispone de los siguientes elementos de conectividad IP:

- una dirección IPv4 clásica llamada en lo sucesivo “@IPv4”. Cuando la pasarela alberga en su red residencial terminales cliente puramente IPv6, esta dirección IPv4 se llama ficticia ya que no es utilizada por la pasarela para enviar/recibir el tráfico IP;

- una gama de números de puertos autorizados llamada ports\_pattern/length\_of\_unvariable;

- un prefijo de direcciones IPv6 construidas llamado IPv6\_prefix\_ports\_range; y

- un prefijo de direcciones llamado prefijo IPv6 nativo IPv6\_prefix\_native. Este segundo prefijo no es no obstante obligatorio. Sólo el prefijo IPv6 construido es suficiente.

Los elementos @IPv4, IPv6\_prefix\_ports\_range y IPv6\_prefix\_native son elementos de información estándar en el marco habitual de los protocolos IPv4 e IPv6.

Según la invención, el elemento de información IPv6\_prefix\_ports\_range contiene intrínsecamente los elementos @IPv4 y ports\_pattern/length\_of\_unvariable.

En un modo de realización de la invención, la dirección IPv4 @IPv4 es una dirección shared@IPv4 compartida por varias pasarelas residenciales del dominio IPv6 1 y la gama de números de puertos autorizada para la pasarela residencial 20 es una gama de números de puertos reservados para esta pasarela.

Se comprenderá que el hecho de compartir la dirección pública shared@IPv4 entre varias pasarelas residenciales permite ahorrar el número de direcciones IPv4 utilizadas y retrasar el fenómeno de agotamiento. Además su utilización es justificada por la necesidad de interconectar dominios IPv4 con otros IPv6. Esta interconexión se hace en general mediante direcciones de representación. Si el parque de clientes IPv6 es grande, entonces las direcciones de representación IPv4 requeridas lo son igualmente.

Las distintas pasarelas residenciales que comparten la misma dirección shared@IPv4 son identificadas de manera única por los números de puertos que utilizan, puesto que cada una de ellas se beneficia de una gama de números de puertos contiguos, ciertamente limitada, pero que se le reserva.

La invención propone una interconexión entre dominios IPv6 e IPv4 que necesita la asignación de direcciones IPv4 para funcionar y garantizar así una continuidad de conectividad entre terminales heterogéneos (es decir, IPv4 e IPv6) de una manera transparente.

Una ventaja del modo de realización de la invención, según el cual las direcciones IPv4 se comparten, es pues facilitar la migración hacia el encaminamiento IPv6 ahorrando al mismo tiempo direcciones IPv4. En un contexto de transición entre los dos procedimientos de encaminamiento IPv4, IPv6, tal economía puede permitir ventajosamente

evitar la escasez mientras no se termine la migración. Otra ventaja es tener un retorno sobre inversión inmediato para los equipos IPv6, ya que la utilización de las capacidades IPv6 no depende del comportamiento de los clientes sino del propio operador.

- 5 En lo que sigue de la descripción, se considera el ejemplo de realización según el cual la dirección IPv4 asignada a la pasarela 20 es una dirección compartida Shared@IPv4.

10 En relación con la figura 1, la pasarela residencial 20 se conecta a la red o dominio IPv6 del operador por un enrutador de acceso dual-stack (DS) 30. Se trata del primer enrutador que los paquetes de datos IPv6 e IPv4 encuentran cuando salen de la pasarela residencial. Se apreciará no obstante que esta configuración sólo se da como ejemplo. De manera alternativa, una pasarela residencial DS puede en efecto interconectarse con un primer enrutador de acceso IPv4 y un segundo enrutador IPv6. En lo sucesivo, se considera el caso de un enrutador de acceso DS 30 como el de la figura 1.

15 Según la arquitectura de red adoptada a nivel del enrutamiento IPv6, el enrutador de acceso 30 puede anunciar en dirección aguas arriba de la red (es decir, hacia la red 1 del proveedor de servicio de conectividad IP) los prefijos IPv6 que enruta, es decir, los prefijos IPv6\_prefix\_ports\_range e IPv6\_prefix\_native de las pasarelas residenciales a las que da servicio.

20 El enrutador de acceso 30 obtiene los prefijos IPv6 de las pasarelas residenciales a las que da servicio de manera totalmente clásica en un entorno de red IPv6. Se pueden citar dos métodos que se describen más adelante:

25 1 - recibe los anuncios de enrutamiento IPv6 de las pasarelas residenciales a las que da servicio (IPv6\_prefix\_ports\_range e IPv6\_prefix\_native). A tal fin, cada pasarela residencial anuncia sus prefijos hacia aguas arriba (IPv6\_prefix\_ports\_range e IPv6\_prefix\_native); u

2 - obtiene los distintos IPv6\_prefix\_ports\_range e IPv6\_prefix\_native por delegación de prefijos como se describe en el RFC 3633 (*IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6*).

30 En relación con la figura 2, se presenta ahora un ejemplo de constitución de un prefijo de direcciones IPv6 construidas según la invención, tal como el prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range asignado a la pasarela residencial 20.

35 Este prefijo IPv6 engloba los bits de la dirección IPv4 pública Shared\_@IPv4 y la gama de números de puertos autorizados (ports\_pattern/length\_of\_unvariable) para la pasarela 20, y permite de manera unívoca enrutar el paquete IPv6 entrante hasta la pasarela residencial destinataria. Se trata de un prefijo IPv6 que es enrutable en una red IPv6. Hasta podría enrutarse en Internet IPv6, si se eligiera que fuese un prefijo que se inscribiese en el prefijo del operador de red que proporciona la pasarela residencial (especialmente si se anunciaba en BGP (Border Gateway Protocol)). Según el ejemplo de la figura 2, este prefijo incluye de izquierda a derecha:

40 - el prefijo IPv6 asignado al nodo de acceso 40: prefijo IPv6/IPv4\_Access\_Node\_prefix.

De manera ventajosa, este prefijo se elige de modo que se inscriba en el prefijo de operador IPv6 IPv6-prov asignado al proveedor de servicio de conectividad IP por su RIR (Regional Internet Registry) y que en consecuencia comprende este prefijo de operador en sus primeros bits:

45 - los bits IPv6/IPv4\_Access\_Node\_Service que identifican en el operador el servicio de interconexión IPv6/IPv4 Access\_Node según la presente invención. La secuencia compuesta por los bits del prefijo de operador seguidos de los bits IPv6/IPv4\_Access\_Node\_Service compone el prefijo IPv6/IPv4\_Access\_Node\_Service\_prefix que identifica el servicio;

50 - bits complementarios que definen un nodo de acceso particular IPv6/IPv4 Access\_Node que da servicio a la pasarela residencial.

55 Por razones de división de carga (o *load-balancing*), el prefijo IPv6/IPv4\_Access\_Node\_prefix puede no ser específico a un único nodo de acceso:

- los 32 bits de la dirección Shared\_@IPv4 de la pasarela 20;

60 - de manera opcional, 8 bits reservados, puestos a 0. Este octeto puede servir para hacer la distinción entre los distintos tipos de puertos (UDP, TCP, SCTP, etc.). Adoptaría el valor "X" para el tratamiento UDP e "Y" para el tratamiento "TCP", etc.;

65 - los 16 bits que representan la gama de números de puertos autorizados para la pasarela o "ports\_pattern", con una parte invariable a la izquierda en estos 16 bits (bits de peso más elevado), de longitud length\_of\_unvariable. Se apreciará que, cuando la dirección IPv4 de la pasarela 20 no sea compartida por varias pasarelas residenciales, la gama de números de puertos autorizados es de tamaño máximo e idéntico para todas las pasarelas.



La longitud del prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range se establece como viene a continuación:

128 - 16 (longitud de una dirección IPv6 - dirección de la codificación de un puerto) = 112 bits + length of\_unvariable (longitud de los bits invariables que representan la gama de puertos fuente autorizados).

Se apreciará que el prefijo IPv6-prefix\_ports\_range constituido según la invención es más largo que los prefijos recomendados por el estándar IPv6 para un despliegue IPv6. Sin embargo, esto no le impide ajustarse a los estándares IPv6.

El dominio IPv6 1 presentado en relación con la figura 1 incluye al menos un nodo de acceso 40 según la invención. Se apreciará que puede incluir varios más. El nodo de acceso 40 IPv6/IPv4\_Access\_Node es un enrutador particular Dual-Stack (IPv4 e IPv6). Según un modo de realización de la invención, incluye dispositivos de encaminamiento de un paquete de datos IPv4 que entran desde la red IPv4 3 con destino a la red 1 y a un paquete IPv6 que sale de la red 2 con destino a un destino localizado en el dominio IPv4 3.

En la red 1, el nodo de acceso 40 IPv6/IPv4\_Access\_Node está situado típicamente aguas arriba del enrutador o enrutadores de acceso 30 (por lo tanto hacia el núcleo de la red o en un segmento de interconexión con redes adyacentes), como se representa en la figura 1.

El procedimiento de recepción de un paquete de datos procedentes de un dominio IPv4 en un dominio IPv6 va ahora a describirse en relación con la figura 3. En el ejemplo de la figura 3, se considera un paquete de datos IPv4-in-pt entrante en un dominio IPv6 procedente de un dominio IPv4 y destinado a un terminal de usuario del dominio IPv6 1, por ejemplo el terminal 21. El terminal se sitúa detrás la pasarela residencial 20 que dispone de una dirección IPv4 @IPv4 o Shared\_@IPv4 y de una gama de puertos autorizados ports\_pattern/length\_of\_unvariable.

El paquete IPv4-in-pt entrante, si se destina al terminal de usuario 21 de la red residencial de la pasarela residencial 20 comprende una dirección de destino IPv4 igual a Shared\_@IPv4 y un puerto de destino que se inscribe en la gama de puertos autorizados ports\_pattern/length\_of\_unvariable de la pasarela residencial 20.

Como se menciona anteriormente en relación con la figura 2, la dirección Shared-@IPv4 y la gama de números de puertos ports\_pattern/length\_of\_unvariable se encuentran en el prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range de la pasarela residencial 20.

El paquete IPv4-in-pt es recibido por el nodo de acceso 40, que aplica el procedimiento de recepción según la invención. En efecto, en una etapa previa, el proveedor de conectividad IP anunció a los dominios IPv4 con los cuales tiene una interfaz las direcciones IPv4 asignadas a pasarelas residenciales del dominio 1 con destino a las cuales estaba a cargo de encaminar los paquetes IPv4. Hizo este anuncio bien por medio del nodo de acceso 40 mismo o bien un ASBR (Autonomous System Border Router) según una técnica conocida por el experto en la técnica.

El paquete IPv4-in-pt comprende una dirección de destino @IPv4 o shared@IPv4 gestionada por el nodo de acceso 40 y un puerto de destino dest-port. Según la invención, el procedimiento de recepción incluye una etapa PA1 de construcción de una dirección de destino IPv6 IPv4inIPv6\_dest\_address por concatenación de un prefijo IPv6/IPv4\_Access\_Node\_prefix del nodo de acceso 40, de dicha dirección de destino IPv4 shared-@IPv4 y del número de puerto de destino dest-port, como se describe en relación con la figura 4. El número de puerto de destino dest-port se inserta en la parte derecha de la dirección de destino IPv6 construida. El procedimiento de recepción según la invención inserta pues a la vez los 32 bits de la dirección IPv4 de destino del paquete IPv4 recibido y los 16 bits del puerto de destino dest-port para constituir una dirección IPv6 de destino construida que llamamos IPv4inIPv6\_dest\_address.

En una etapa PA2, el dispositivo de recepción según la invención genera un paquete de datos IPv6 IPv4inIPv6-pt a partir de la dirección de destino IPv6 IPv4inIPv6\_dest\_address construida y del paquete de datos IPv4 recibido. Un modo de realización consiste en encapsular el paquete IPv4 recibido en un paquete IPv6:

- cuya dirección fuente IPv6 es una de las direcciones IPv6 de las que dispone el IPv6/IPv4\_Access\_Node 40 en propiedad (para una de sus interfaces); y

- cuya dirección de destino IPv6 es la dirección IPv4inIPv6\_dest\_address.

Otro modo de realización consiste en traducir el paquete IPv4 IPv4-in-pt recibido en un paquete IPv6 al cual se asocia la dirección IPv6 construida después de haber extraído previamente del paquete IPv4 recibido su dirección IPv4 de destino, su puerto de destino, su dirección IPv4 fuente y su puerto fuente. Se apreciará no obstante que cuando el destinatario final del paquete de datos es un terminal IPv4 21, 22 de la red residencial 2 de la pasarela 20, solamente es válida la encapsulación. La traducción se aplica en caso de que el paquete de datos se destine a un terminal IPv6 de la red residencial 2.

En PA3, el paquete de datos IPv6 IPv4inIPv6-pt generado con ayuda de la dirección de destino IPv6 construida es enrutado en el dominio IPv6 1. El paquete IPv4inIPv6-pt pasa pues por el núcleo de enrutamiento IPv6 del nodo de acceso 40 IPv6/IPv4\_Access\_Node.

5 Mediante la construcción, su dirección de destino IPv4inIPv6\_dest\_address se inscribe en el prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range de la pasarela residencial 20. El paquete IPv4inIPv6-pt es enrutado hacia la interfaz del nodo de acceso IPv6/IPv4\_Access\_Node 40 que da servicio al enrutador IPv6 correspondiente hacia la pasarela residencial 20.

10 Se apreciará que, si la dirección de destino IPv4inIPv6\_dest\_address no se inscribiera en ningún prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range (o ningún prefijo que engloba), el paquete se destruiría en un momento u otro en el enrutador, ya que no podría ser enrutado hacia ningún prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range y en consecuencia hacia ninguna pasarela residencial.

15 Si la dirección de destino IPv4inIPv6\_dest\_address se inscribe bien en el prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range, el paquete IPv4inIPv6-pt llega al enrutador de acceso dual-stack 30 que da servicio a la pasarela residencial 20 que alberga el terminal de usuario 21 en su red residencial 2. Es enrutado por el enrutador de acceso dual-stack 30 hacia la pasarela residencial, la cual conoce la ruta hacia el prefijo IPv6\_prefix\_ports\_range.

20 Según un modo de realización de la invención, la pasarela residencial 20 incluye un dispositivo que aplica el procedimiento de transmisión del paquete de datos IPv4inIPv6-pt según la invención. Tal procedimiento va ahora a describirse en relación con la figura 5.

25 Cuando el paquete IPv4inIPv6-pt llega a la pasarela residencial 20, ésta define de manera conocida, con ayuda de la cabecera del paquete recibido (en particular los bites que caracterizan el prefijo IPv6/IPv4-Access-Node-Service-prefix), si se trata de un paquete IPv6 clásico o si se trata de un paquete IPv6 que encapsula un paquete IPv4.

30 Si se trata de un paquete IPv6 que encapsula un paquete IPv4, el procedimiento de transmisión incluye una primera etapa PR1 de generación de un paquete IPv4 a partir del paquete IPv6 recibido. Puede tratarse de una desencapsulación del paquete IPv4 contenido en el paquete IPv4inIPv6-pt. Esta desencapsulación permite obtener el paquete IPv4-in-pt inicialmente emitido por el terminal emisor en el dominio IPv4 3 y, en particular, su número de puerto de destino dest-port. En ese caso, el procedimiento incluye una etapa PR2 de verificación de la pertenencia de este número de puerto de destino dest-port a la gama de números de puertos autorizados ports\_pattern/length\_of\_unvariable para la pasarela 20. Se apreciará que tal verificación presenta un interés particular en el caso en el que la dirección IPv4 de la pasarela residencial es una dirección compartida shared@IPv4 y en el que la gama de números de puertos reservados a la pasarela 20 es limitada.

40 Si esta verificación es positiva, se aplica una etapa PR3 de enrutamiento del paquete de datos IPv4-in-pt hacia el terminal de usuario 21 de manera conocida y clásica.

45 Se apreciará que se establece un dispositivo de traducción de direcciones o NAT interno muy a menudo en tal pasarela residencial cuando da servicio a varios terminales de usuarios 21, 22 en su red residencial. El paquete IPv4-in-pt recibido del exterior es tratado entonces por el NAT interno de la pasarela residencial 20 y remitido hacia el terminal destinatario final 21 en la red residencial.

50 Se comprende que el caso de un paquete de datos encapsulado representa una primera fase de migración hacia el encaminamiento IPv6. En efecto, permite el encaminamiento de los paquetes IPv4 según el protocolo IPv6 en el dominio IPv6 1, pero, después de la desencapsulación, los paquetes IPv4 son recepcionados y tratados según el protocolo IPv4, lo que necesita que la pasarela residencial 20 sea capaz de administrar una dirección IPv4.

55 Si no se trata de un paquete IPv6 que encapsula un paquete IPv4, sino de un paquete IPv6 obtenido por traducción del paquete de datos IPv4-in-pt, la pasarela residencial 20 enruta el paquete IPv6 de manera clásica hacia el terminal destinatario. Se comprende que este último caso representa una segunda fase de migración, que no impone ya que el terminal sea dual-stack.

60 Según un aspecto de la invención, puede ser aplicada por la pasarela una etapa de sustitución de dirección IPv6 que consiste en sustituir la dirección de destino construida IPv4-in-IPv6-dest-address por una dirección nativa IPv6\_address\_native-UE del terminal 21. Esto presenta interés cuando el paquete de datos IPv4-in-pt forma parte de una respuesta a un paquete de datos emitido previamente por el terminal destinatario 21 con su dirección fuente IPv6 nativa, y para el cual la pasarela en efecto había almacenado ventajosamente esta dirección nativa en su tabla de NAT antes de su transmisión. En ese momento, había sustituido esta dirección nativa por la dirección construida del terminal 21, con el fin de permitir que el nodo de acceso 40 extrajera una dirección fuente IPv4 durante la transformación del paquete IPv6 saliente en un paquete IPv4.

65 Se considera ahora el modo de establecimiento de una comunicación saliente hacia un destinatario IPv4 que puede,

por ejemplo, ser un servidor Web IPv4 localizado en la red Internet. Un terminal de usuario de la red residencial 2, por ejemplo el PC IPv6 22 de la pasarela 20, emite un paquete de datos con destino a este corresponsal IPv4 3. En ese caso, la aplicación que corre en el PC es un navegador IPv6. El terminal de usuario fuente 22 puede ser DS o puramente IPv6.

5 Se considera el caso en el que el terminal 22 emite paquetes de datos en IPv4.

10 La pasarela residencial 20, tras la recepción del paquete de datos IPv4, aplica el procedimiento de recepción de un paquete de datos según la invención, que acaba de describirse en relación con la figura 3. Construye pues direcciones IPv6 fuente y destino y genera un paquete de datos IPv6 utilizando el mecanismo descrito en relación con la figura 4. Se apreciará que la constitución de una dirección fuente IPv6 sigue las mismas reglas que la de una dirección de destino IPv6. Extrae por otro lado su número de puerto fuente y lo sustituye, si es necesario, por un número de puerto perteneciente a la gama de números de puertos autorizados que se le ha asignado. Enruta a continuación el paquete IPv6 así construido hacia el enrutador 30.

15 Antes de ser enrutado hacia su destinatario final, el paquete IPv4 debe entonces ser extraído del paquete IPv6 por un equipo particular de la red encargada de la operación inversa, por ejemplo el nodo de acceso 40, que aplica entonces el procedimiento de transmisión de un paquete de datos ya descrito en relación con la figura 5.

20 Con la invención, una pasarela residencial no puede conectarse más que en IPv6 al dominio 1 y el enrutador de acceso dual-stack 30 no puede ser más que IPv6 (enrutador de acceso IPv6).

25 En el ejemplo descrito en relación con la figura 1, la pasarela residencial 20 y el nodo de acceso 40 según la invención comprenden un dispositivo 25 de recepción de un paquete de datos, que va ahora a describirse en relación con la figura 6a. Incluye los elementos materiales que se encuentran clásicamente en un ordenador convencional o un enrutador especializado, a saber un procesador 25<sub>1</sub>, una memoria viva de tipo RAM 25<sub>2</sub>, una memoria muerta de tipo ROM 25<sub>3</sub> y medios 25<sub>4</sub> de telecomunicaciones con la red 1.

30 De conformidad con la invención, el dispositivo 25 comprende una memoria 25<sub>5</sub> que incluye una base de datos en la cual se almacena una tabla de traducción de direcciones o NAT entre el dominio 1 y su red residencial 3.

Se apreciará que esta memoria puede igualmente ser externa al dispositivo 25 con tal de que se pueda acceder.

35 La memoria muerta 25<sub>5</sub> constituye un soporte de registro conforme a la invención. Este soporte memoriza el programa de ordenador conforme a la invención. Este programa comprende instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de recepción de un paquete de datos conforme a la invención que acaba de describirse en referencia a la figura 3.

40 La pasarela residencial 20 y el nodo de acceso 40 según la invención incluyen por otro lado un dispositivo 26 de transmisión de un paquete saliente según la invención, que va ahora a describirse en relación con la figura 6b. Incluye los elementos materiales que se encuentran clásicamente en un ordenador convencional o un enrutador especializado, a saber un procesador 26<sub>1</sub>, una memoria viva de tipo RAM 26<sub>2</sub>, una memoria muerta de tipo ROM 26<sub>3</sub> y medios 26<sub>4</sub> de telecomunicaciones con la red 1.

45 De conformidad con la invención, el dispositivo 26 comprende una memoria 26<sub>5</sub> que puede comprender, para la pasarela residencial, una base de datos en la cual se almacena una tabla de traducción de direcciones o NAT entre el dominio 1 y su red residencial 3.

50 Se apreciará que esta memoria puede igualmente ser externa al dispositivo 26 con tal de que se pueda acceder.

La memoria muerta 26<sub>5</sub> constituye un soporte de registro conforme a la invención. Este soporte memoriza el programa de ordenador conforme a la invención. Este programa comprende instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de transmisión de un paquete de datos conforme a la invención que acaba de describirse en referencia a la figura 5.

55 Se apreciará que los dispositivos 25, 26 que aplican respectivamente los procedimientos de recepción y de transmisión que acaban de describirse para la pasarela residencial 20 y el nodo de acceso 40 pueden reunirse en un único dispositivo apto para implementar los dos procedimientos de recepción y de transmisión según la invención.

60 Se apreciará también que estos dispositivos pueden igualmente incluirse en un terminal de usuario conectado directamente a la red 1 del proveedor de servicio de conectividad.

65 Se apreciará que la invención no se limita al ejemplo de la figura 1, pudiendo muy bien los dispositivos 25 y 26 estar implementados sobre un ordenador o cualquier otro equipo de la red 1.

En resumen, la invención permite una primera fase de migración de los servicios de conectividad IP hacia IPv6 con

ayuda de mecanismos de encaminamiento de los paquetes que tienen en cuenta los siguientes hechos:

- los operadores de servicios sufren de un problema de agotamiento de direcciones IPv4;

5 - la migración final hacia IPv6 debería tardar varios años (10 años mínimo).

Esto se debe principalmente al gran número de actores a convencer para un paso hacia IPv6, al gran número de sistemas autónomos (AS para Autonomous System) y a la diversidad de mecanismos de interconexión. Además, el problema de las direcciones sólo se refiere a priori a los operadores, no teniendo los clientes ninguna motivación para modificar la arquitectura de sus redes locales, en particular sus servidores FTP, HTTP, etc., hacia IPv6. Los operadores deben esperarse un largo trabajo de acompañamiento de sus clientes para el paso hacia IPv6:

10

- La simple migración hacia IPv6 de un dominio dado no soluciona el problema de la conectividad global, a saber de unir cualquier máquina distante presente en Internet. Debe pues establecerse una interconexión con el mundo IPv4.

15 - No se recomienda una solución a base de NAT-PT con estado. Se deterioraría el servicio prestado, en particular porque los servicios de valor añadido vinculados al "port forwarding" configurado por los clientes no funcionarían.

Los mecanismos de encaminamiento de los paquetes según la invención permiten promover la utilización del protocolo IPv6 de la siguiente forma:

20

- Activación de IPv6 e instauración de una solución que permite promover el tráfico IPv6 basado en una función de interconexión colocada en la red, que está sin estado. La solución de la invención implica la utilización de terminales de usuarios y pasarelas residenciales Dual-Stack (DS, es decir, activando las dos pilas protocolarias IPv4 e IPv6). Por ello, estos equipos están en condiciones de tratar (recibir y emitir) mensajes de tipo IPv4 o IPv6.

25

De manera ventajosa, esta etapa propone asignar una misma dirección IPv4 a varias pasarelas, lo que permite por otro lado ahorrar direcciones IPv4. Para diferenciar las pasarelas residenciales que comparten la misma dirección IPv4:

30

- una gama de puertos fuente autorizados se asigna a nivel de cada pasarela (u otros equipos en contextos distintos del acceso a Internet residencial) para las comunicaciones salientes,

- se establece un prefijo IPv6 particular IPv6\_prefix\_ports\_range (que engloba la dirección IPv4 y la gama de puertos) en la cadena de enrutamiento IPv6 entrante hacia la pasarela residencial.

35

Para las comunicaciones IPv4 entrantes, se inserta un equipo de interconexión IPv4/IPv6 o nodo de acceso en el camino mediante anuncios dedicados en el IGP (Interior Gateway Protocol) o BGP (Border Gateway Protocol). A la recepción de un paquete IPv4, construye una dirección IPv6 de destino sobre la base de la información IPv4 destino (dirección y puerto) y encapsula el paquete IPv4 recibido en un paquete IPv6 que tiene esta dirección de destino. Si el paquete IPv4 se destina a una pasarela residencial X particular, la dirección IPv6 construida se encuentra de hecho englobada en el IPv6\_prefix\_ports\_range de la pasarela residencial X. Ésta recibirá el paquete IPv6 que encapsulará el paquete IPv4 fabricado por el nodo de acceso. A su recepción, desencapsulará este paquete para disponer del paquete IPv4 contenido y lo enrutará normalmente en su LAN, hacia el equipo en cuestión.

40

Para las comunicaciones salientes, los terminales pueden utilizar su dirección IPv4 compartida o sus direcciones IPv6 (nativa o construida). Si se utiliza la dirección IPv4, entonces la pasarela residencial fuerza el número de puerto fuente de tal suerte que se inscribe en la gama autorizada. El paquete es enrutado en IPv4 normalmente hasta su destino final. Si la máquina distante genera una respuesta a este paquete, entonces el paquete de respuesta generado es interceptado por el nodo de acceso (gracias a los anuncios de enrutamiento IGP/BGP) que procede al tratamiento según la invención.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPv4 (3) en un dominio IPv6 (1), incluyendo dicho paquete de datos una dirección de destino IPv4, un número de puerto de destino, incluyendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
- 5
- construcción (PA1) de una dirección de destino IPv6 por concatenación de un prefijo de operador, de dicha dirección IPv4 y del número de puerto de destino,
- 10
- generación (PA2) de un paquete de datos IPv6 a partir de la dirección de destino IPv6 construida y del paquete de datos IPv4 recibido, y
- 15
- enrutamiento (PA3) del paquete de datos IPv6 generado en el dominio IPv6, con ayuda de la dirección de destino IPv6 construida, perteneciendo dicha dirección así construida a una gama de direcciones IPv6 enrutable hacia un equipo de interconexión del dominio IPv6 con la dirección de destino IPv4.
2. Procedimiento de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 (1) hacia una dirección de destino de un dominio IPv4 (3), incluyendo dicho paquete una dirección de destino IPv6 del paquete construida por concatenación de un prefijo de operador, de la dirección de destino IPv4 y de un número de puerto de destino, aplicando dicho procedimiento, tras la recepción del paquete de datos, las siguientes etapas:
- 20
- extracción (PR1) de la dirección de destino IPv4 y del número de puerto de destino de la dirección de destino IPv6,
- 25
- generación (PR2) de un paquete de datos IPv4 a partir del paquete de datos IPv6, incluyendo dicho paquete dicha dirección de destino IPv4 y dicho número de puerto de destino, y
- enrutamiento (PR3) del paquete de datos IPv4 hacia su destino IPv4.
3. Dispositivo de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPv4 (3) en un dominio IPv6 (1), incluyendo dicho paquete de datos una dirección de destino IPv4 y un número de puerto de destino IPv4, incluyendo dicho dispositivo medios de:
- 30
- construcción de una dirección de destino IPv6 por concatenación de un prefijo de operador, de dicha dirección IPv4 y del número de puerto de destino,
- 35
- generación de un paquete de datos IPv6 a partir de la dirección de destino IPv6 construida y del paquete de datos IPv4 recibido; y
- 40
- enrutamiento del paquete de datos IPv6 generado en el dominio IPv6, con ayuda de la dirección de destino IPv6 construida, perteneciendo dicha dirección así construida a una gama de direcciones IPv6 enrutable hacia un equipo de interconexión del dominio IPv6 con la dirección de destino IPv4.
4. Dispositivo de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 (1) hacia un dominio IPv4 (3), incluyendo dicho paquete una dirección de destino IPv6 del paquete construida por concatenación de un prefijo de operador, de la dirección de destino IPv4 y de un número de puerto de destino, incluyendo dicho dispositivo medios, tras la recepción del paquete de datos, de:
- 45
- extracción de la dirección de destino IPv4 y del número de puerto de destino de la dirección de destino IPv6,
- 50
- generación de un paquete de datos IPv4 a partir del paquete de datos IPv6, incluyendo dicho paquete dicha dirección de destino IPv4 y dicho número de puerto de destino, y
- enrutamiento del paquete de datos IPv4 hacia su destino IPv4.
- 55
5. Equipo de acceso a un dominio IPv6 (1) que incluye una interfaz con al menos un dominio IPv4 (3), caracterizado porque incluye:
- 60
- un dispositivo de recepción de un paquete de datos procedente de un dominio IPv4 en el dominio IPv6 según la reivindicación 3; y
- un dispositivo de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 hacia un dominio IPv4 según la reivindicación 4.
6. Equipo de acceso a un dominio IPv6 según la reivindicación 5, siendo el dominio IPv4 una red pública, incluyendo dicho equipo primeros medios de anuncio al dominio IPv4 de las direcciones IPv4 de equipos de red conectados al
- 65

dominio IPv6 y segundos medios de anuncio en el dominio IPv6 de direcciones IPv6 construidas a partir de direcciones IPv4 del dominio IPv4.

5 7. Equipo de acceso a un dominio IPv6 según la reivindicación 5, siendo el dominio IPv4 una red privada, incluyendo el equipo de acceso medios que le permiten funcionar como una pasarela residencial apta para conectar terminales de usuarios de la red privada al dominio IPv6.

10 8. Equipo de acceso a un dominio IPv6 según la reivindicación 7, que incluye medios de obtención de una dirección IPv4, de una gama de números de puertos y de una gama de direcciones IPv6 autorizadas, estando construida dicha gama de direcciones IPv6 por concatenación de un prefijo de operador, de dicha dirección IPv4 y de la gama de números de puertos IPv4 autorizados.

15 9. Producto de programa de ordenador telecargable desde una red de comunicación y/o almacenado en un soporte legible por ordenador y/o realizable por un microprocesador, caracterizado porque incluye instrucciones de código de programa para la ejecución del procedimiento de recepción de un paquete de datos en un dominio IPv6 (1) procedente de un dominio IPv4 (3) según la reivindicación 1.

20 10. Producto de programa de ordenador telecargable desde una red de comunicación y/o almacenado en un soporte legible por ordenador y/o realizable por un microprocesador, caracterizado porque incluye instrucciones de código de programa para la ejecución del procedimiento de transmisión de un paquete de datos de un dominio IPv6 hacia una dirección de destino de un dominio IPv4 según la reivindicación 2.

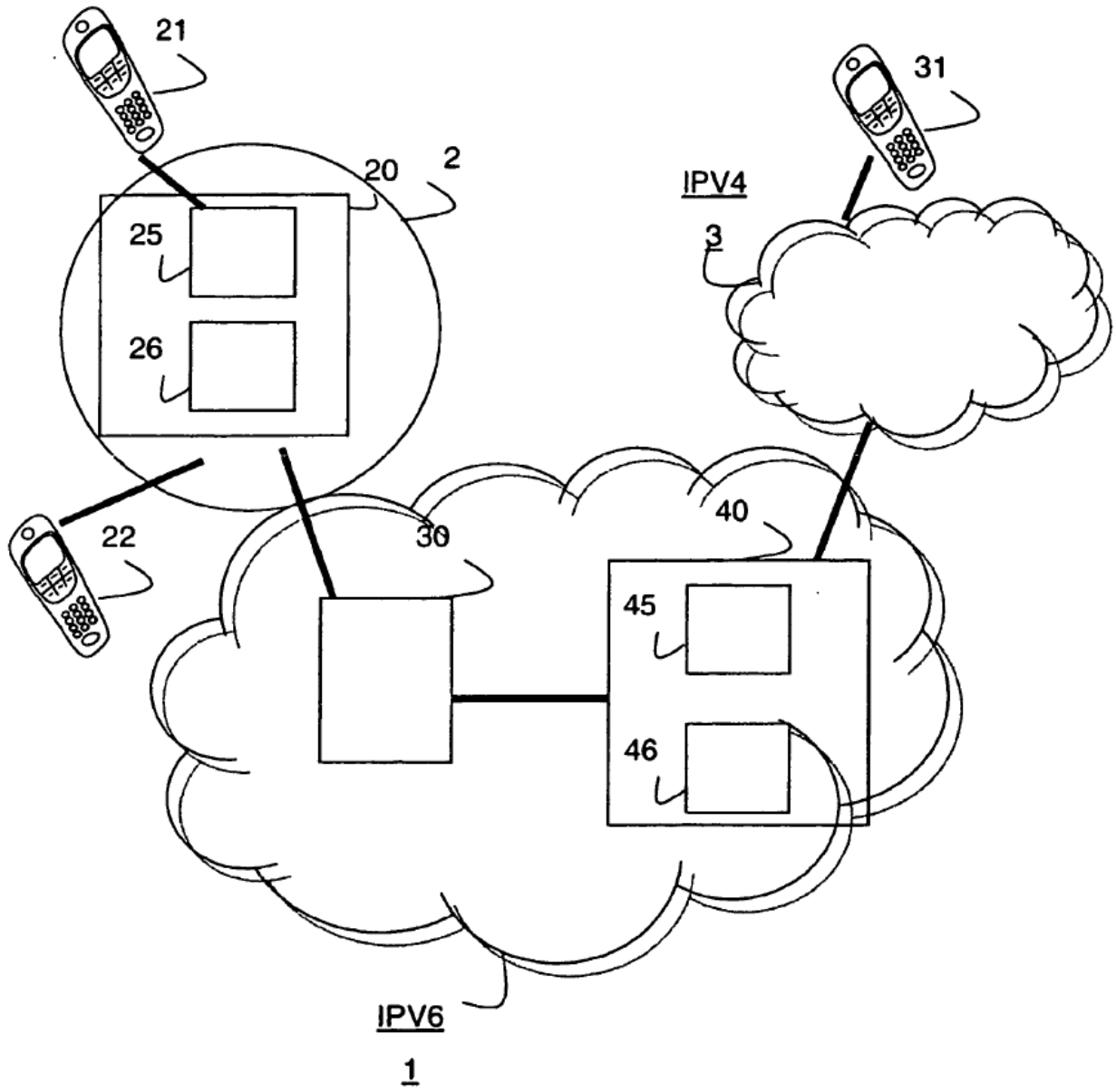
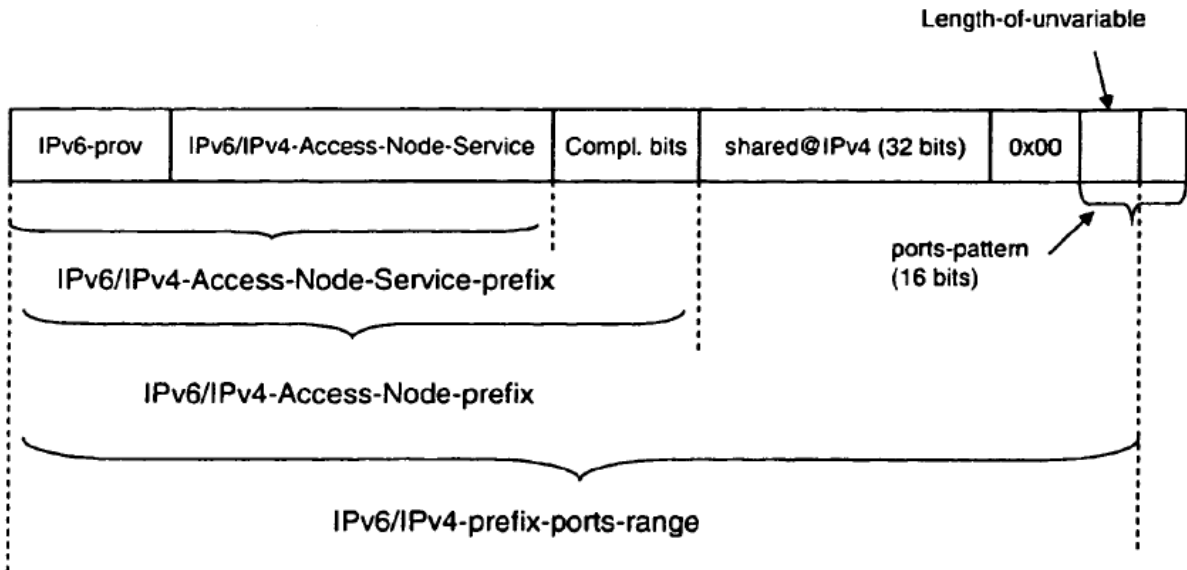
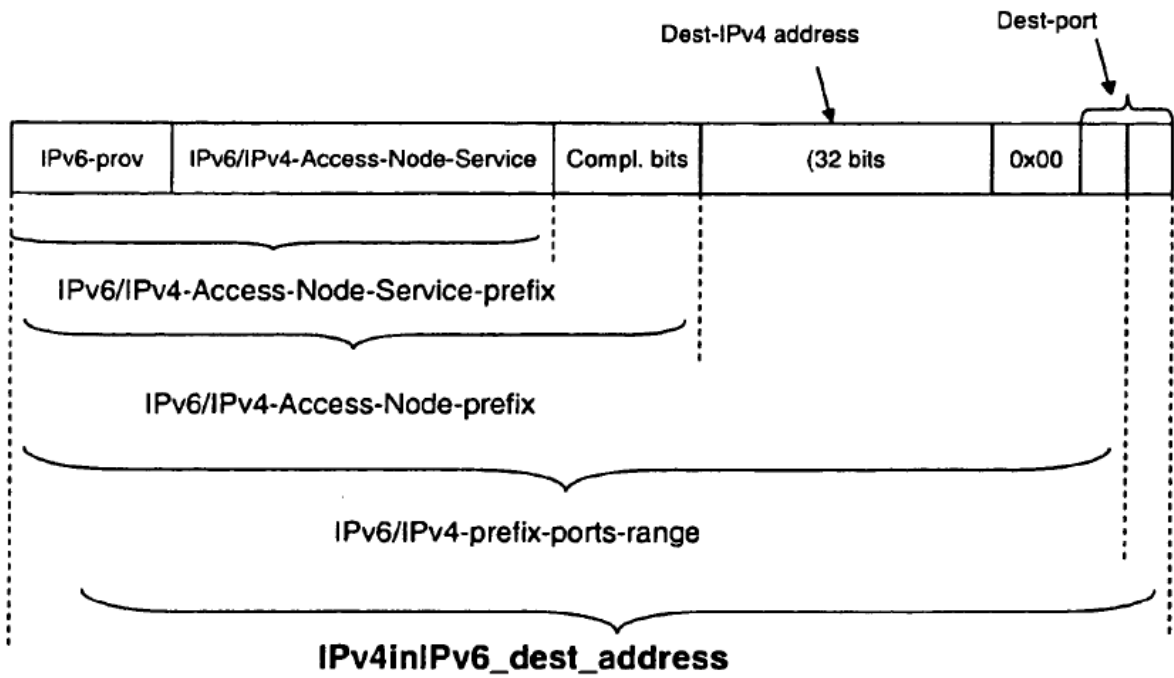


FIG. 1

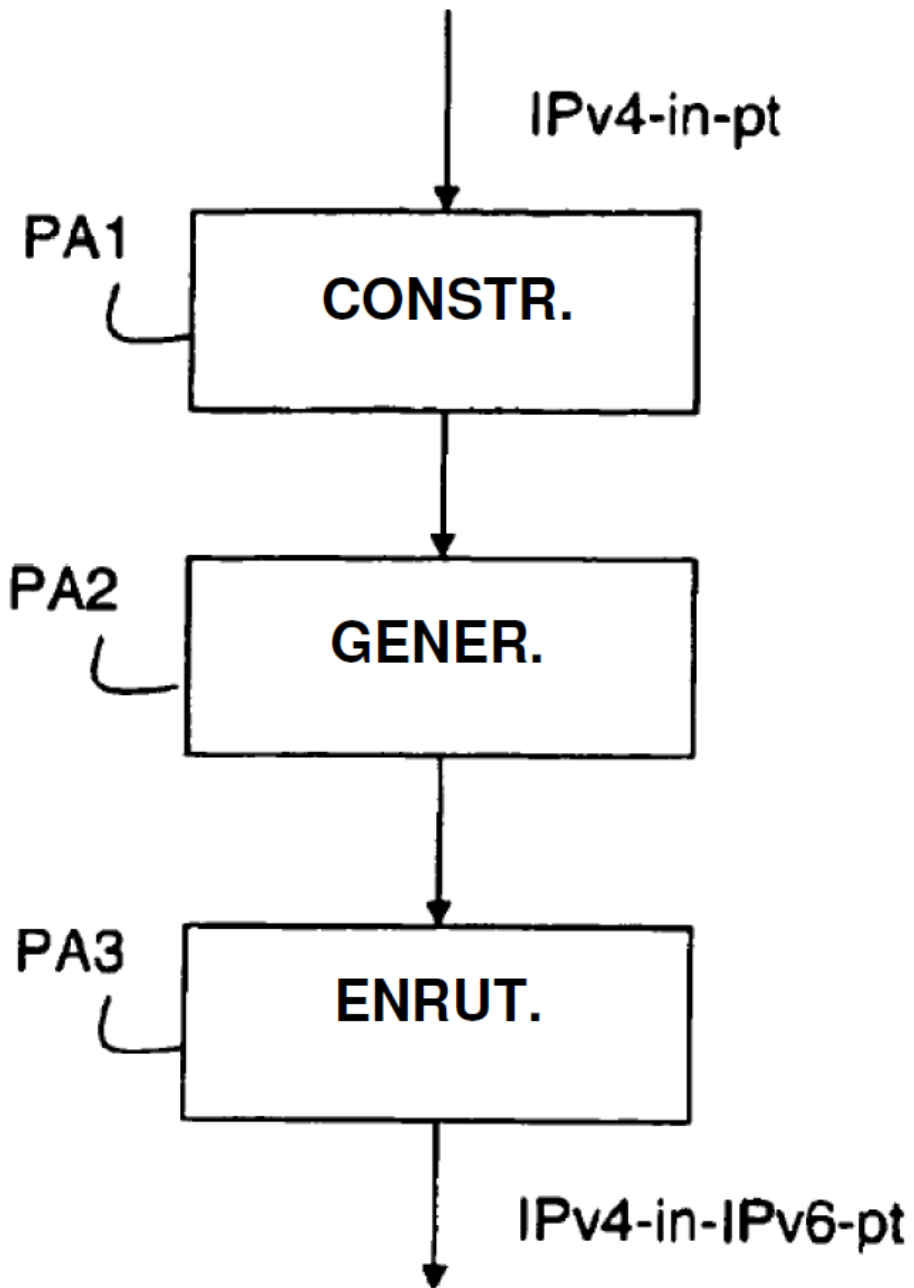


**FIG. 2**

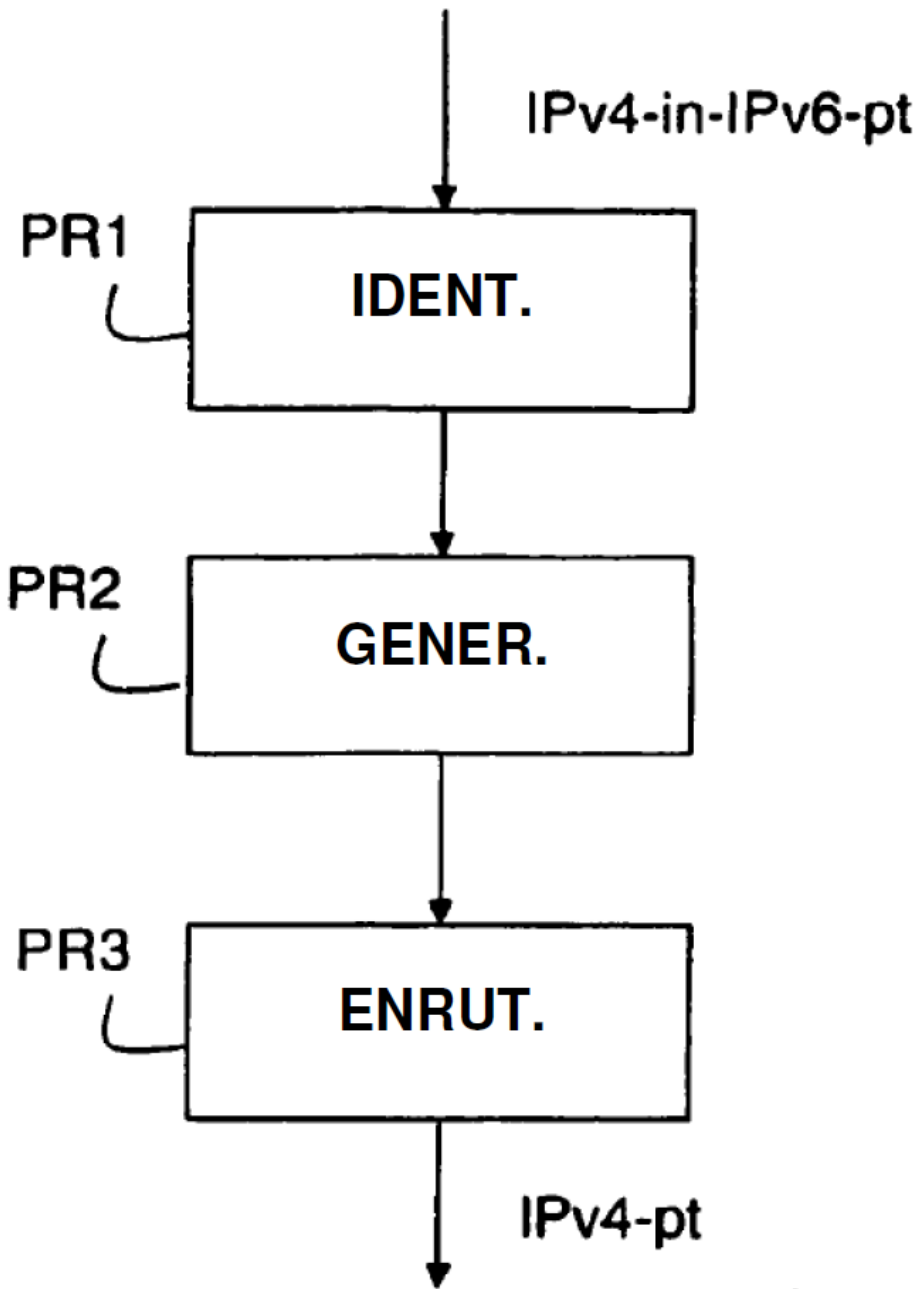


**FIG. 4**

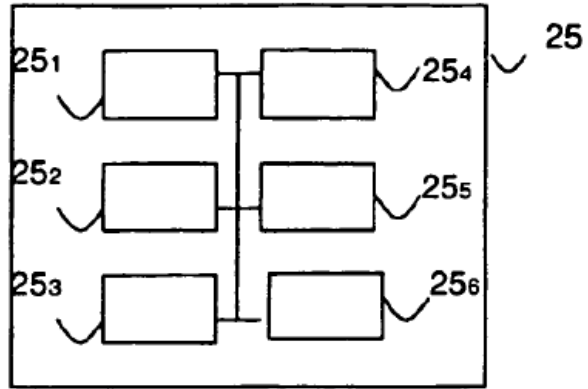




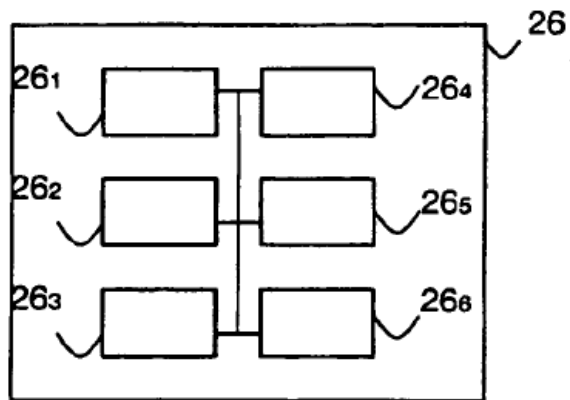
**FIG. 3**



**FIG. 5**



**FIG. 6a**



**FIG. 6b**