



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 396**

51 Int. Cl.:  
**H04L 1/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01921706 .6**

96 Fecha de presentación : **17.04.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1275216**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.01.2003**

54 Título: **Cooperación entre protocolos ARQ en las capas físicas y de enlace para comunicaciones inalámbricas.**

30 Prioridad: **17.04.2000 US 197553 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.09.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.09.2011**

73 Titular/es: **NORTEL NETWORKS LIMITED**  
**2351 Boulevard Alfred-Nobel**  
**St. Laurent, Québec H4S 2A9, CA**

72 Inventor/es: **Fong, Mo-Han;**  
**Strawczynski, Leo, L.;**  
**Wu, Geng y**  
**Tong, Wen**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

**ES 2 364 396 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

Cooperación entre protocolos ARQ en las capas física y de enlace para comunicaciones inalámbricas.

### 5 Antecedentes

#### 1. Sector técnico al que pertenece la invención

10 La presente invención se refiere de forma general a redes inalámbricas celulares; y de forma más particular a la provisión de comunicaciones empaquetadas dentro de dichas redes inalámbricas celulares.

#### 2. Técnica anterior

15 Las redes inalámbricas son bien conocidas. Las redes inalámbricas celulares sustentan los servicios de comunicación inalámbrica en muchas áreas pobladas del mundo. Mientras que las redes inalámbricas se construyeron inicialmente para proporcionar comunicaciones de voz mediante conmutación de circuitos, en la actualidad se requiere de las mismas que también sustenten comunicaciones de datos mediante conmutación de paquetes.

20 La transmisión de comunicaciones de datos empaquetados dentro de una red inalámbrica genera en la misma requisitos diferentes a los generados por la transmisión de comunicaciones de voz. Las comunicaciones de voz requieren un ancho de banda mantenido con un mínimo cociente entre señal y ruido (SNR) así como requisitos de continuidad. Por otro lado, las comunicaciones de datos, son típicamente tolerantes con la latencia pero presentan unos requisitos mayores de rendimiento total. Las redes inalámbricas mediante conmutación de circuitos  
25 convencionales se diseñaron para sustentar los requisitos bien conocidos de la comunicación de voz. Por ello, las redes inalámbricas (así como las redes de telefonía mediante conmutación de circuitos convencionales) han sido adaptadas para proporcionar comunicaciones de datos, con resultados heterogéneos. Por lo tanto, las redes por cable e inalámbricas futuras probablemente serán totalmente conmutadas por paquetes.

30 El Internet, los intranets, las redes de área amplia y las redes de área local son todas ellas redes conmutadas por paquetes. En dichas redes conmutadas por paquetes, todas las comunicaciones que se quieren transmitir desde una fuente a un destino se empaquetan antes de la transmisión y se re-ensamblan tras la recepción. Estas redes son capaces de proporcionar tanto comunicaciones de datos como comunicaciones de Voz sobre Protocolo de Internet (VOIP). Debido al requisito de interoperabilidad entre los equipamientos de diferentes proveedores, se han  
35 desarrollado diferentes estándares de interconexión de redes para dichas redes conmutadas por paquetes. Varios estándares de funcionamiento de este tipo se basan en sistemas de protocolo jerárquico, por ejemplo el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de siete capas de la Organización Internacional para la estandarización (ISO), el modelo TCP/IP etc. El modelo OSI incluye, desde la capa más baja del protocolo a la capa más alta del mismo, (1) la capa física, (2) la capa de enlace de datos, (3) la capa de red, (4) la capa de transporte, (5) la capa de  
40 sesión, (6) la capa de presentación, y (7) la capa de aplicación. El modelo de referencia TCP/IP correspondiente incluye (1) la capa física, (2) la capa de interfaz de red, (3) la capa de Internet, (4) la capa de transporte, y (5) la capa de aplicación. Los dispositivos en red, por ejemplo terminales de ordenador, estaciones móviles de redes inalámbricas, etc., que funcionan según estos estándares sustentan la transferencia libre de errores de la comunicación de datos. Por lo tanto, prácticamente todos los dispositivos que sustentan la comunicación de datos  
45 funcionan según una o más variaciones de estos estándares de funcionamiento.

Para garantizar que los paquetes perdidos en la transmisión son retransmitidos, a veces los estándares de funcionamiento utilizan funciones de solicitud de retransmisión automática (Automatic Retransmission Request (ARQ)). En general, las funciones ARQ se utilizan para solicitar de forma automática la retransmisión de paquetes  
50 de datos que han sido transmitidos sin conseguirse la recepción correcta, por ejemplo paquetes de datos perdidos, paquetes de datos erróneos, etc.

Por ejemplo, en una sesión de datos establecida entre un ordenador cliente y un servidor web a través de Internet, el ordenador cliente solicita la descarga de un archivo. El servidor web accede al archivo, subdivide el archivo  
55 solicitado en una serie de paquetes de datos, e identifica de forma única cada paquete de datos. A continuación, el servidor web transmite cada paquete de datos al ordenador cliente. Tras la recepción de todos los paquetes de datos, el ordenador cliente los combina en el orden correcto para reconstruir el archivo. Sin embargo, el ordenador cliente puede no recibir correctamente todos los paquetes de datos desde el ordenador web debido a transmisiones perdidas o erróneas. Cuando ello ocurre, el ordenador cliente envía automáticamente una solicitud al servidor web para retransmitir el paquete perdido o transmitido erróneamente. Las operaciones ARQ continúan hasta que el  
60 ordenador cliente recibe de forma correcta todos los paquetes de datos que forman el archivo.

Las operaciones ARQ son particularmente importantes en las redes inalámbricas, por ejemplo redes celulares que incluyen enlaces inalámbricos entre una estación base y una estación de servicio móvil. Los enlaces inalámbricos  
65 están sometidos a interferencias, debilitación progresiva y otros factores que a menudo evitan la transmisión

correcta de los paquetes de datos. Por lo tanto, en dichos sistemas, las operaciones ARQ son particularmente importantes y se implementan entre la estación de servicio móvil y la estación de servicio de base. Estas operaciones ARQ son diferentes de las operaciones ART descritas anteriormente, dado que la estación base no sirve como punto final de la comunicación a la que da servicio. Sin embargo, los esquemas ARQ existentes generan una sobrecarga significativa y hasta el momento no han proporcionado la robustez necesaria sin ocasionar una sobrecarga adicional significativa y a menudo no sin ocasionar retransmisiones innecesarias.

En un artículo de M.C. Chuah, B.T. Doshi, S. Dravida y RP. Ejzak y S. Nanda, titulado "Performance Comparison of Two Retransmission Protocols for CDMA" (Comparación del rendimiento de dos protocolos de retransmisión para CDMA), los autores describen múltiples operaciones del protocolo de transmisiones. Un primer protocolo de retransmisión opera entre una estación/conmutación base de servicio y una estación móvil a través de un enlace inalámbrico y un segundo protocolo de retransmisión opera entre una estación/conmutación base ancla y la estación móvil a través de un enlace inalámbrico y una línea terrestre. En este caso, el primer protocolo de retransmisión opera en la capa de enlace mientras que el segundo protocolo de retransmisión opera en la capa TCP. Dado que las operaciones de retransmisión de la capa TCP fueron diseñadas para enlaces por cable proporcionan un beneficio mínimo para los enlaces inalámbricos a los que dan servicio. Desafortunadamente, debido a la naturaleza basada en el tiempo de las operaciones de retransmisión de la capa TCP, son totalmente incapaces de hacer frente a las operaciones del enlace inalámbrico. El enlace inalámbrico está sometido a ruido y su capacidad puede variar mucho en cortos períodos de tiempo. Por lo tanto, el enlace inalámbrico opera de forma muy diferente a como lo hacen los enlaces por cable. Por estas razones, la operación de retransmisión de la capa TCP interfiere frecuentemente con las operaciones de retransmisión de la capa de enlace.

La patente US nº 5.963.559 describe un sistema para la transmisión de datos de radio mediante acceso a los medios en base a un esquema CSMA. El sistema está configurado para pasar de un modo de transmisión de alta velocidad (HM) (etapa S2 de la figura 7) a un "modo lento"/modo de baja velocidad (LM) tras un número concreto de intentos de retransmisión para un marco concreto de datos de radio (DT).

Por lo tanto, existe la necesidad en la técnica de operaciones ARQ en redes inalámbricas que proporcionen operaciones robustas a través de enlaces inalámbricos y que además genere una sobrecarga adicional pequeña.

### Resumen de la invención

Para superar estas limitaciones, entre otras, se da a conocer, según un primer aspecto de la presente invención, un método para operar un receptor según la reivindicación 1. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se da a conocer un receptor inalámbrico según la reivindicación 8.

Preferentemente, la invención comprende una estación base, la estación móvil y/u otros dispositivos terminales incluyen mejoras del protocolo de la capa física (capa 1) y del protocolo de la capa de enlace (capa 2), proporcionando ambas operaciones de recuperación automática de errores. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, estas mejoras no interfieren entre sí provocando solicitudes de retransmisión innecesarias. Este beneficio se consigue inhibiendo las operaciones de solicitud de retransmisión automática (ARQ) en la capa 2 para unidades de paquete de datos que todavía están pendientes de recuperación en la capa física. Al incluir dos niveles de operaciones ARQ, las operaciones ARQ de la capa 1 proporcionan una recuperación rápida de los marcos de capa física que se pierden o reciben de forma errónea a través de la retransmisión de los marcos de capa física. El segundo nivel (RLP) de operaciones ARQ proporciona una recuperación más robusta en la capa RLP.

De acuerdo con un primer grupo de operaciones según la presente invención, se pasan una o más unidades de paquete de datos desde una capa de enlace de un transmisor, por ejemplo, una estación base o estación móvil, a una capa física donde son insertados dentro del marco de capa física. A continuación, el marco de capa física del transmisor transmite el marco de capa física al receptor, por ejemplo una estación móvil o estación base a través de un enlace inalámbrico. Si la capa física receptora recibe el marco de capa física sin errores, la capa física receptora envía un acuse de recibo positivo a la capa física transmisora a través del enlace inalámbrico. Sin embargo, si la capa física receptora no recibe el marco de capa física sin errores, la capa física receptora envía un acuse de recibo negativo a la capa física transmisora a través del enlace inalámbrico.

En el momento de la transmisión del marco de capa física, la capa física transmisora espera un período de retardo y a continuación queda a la espera del acuse de recibo. Si se recibe un acuse de recibo negativo o no se recibe acuse de recibo, la capa física transmisora inicia la operación de recuperación de errores intentando N retransmisiones del marco de capa física.

En el receptor, un protocolo de la capa de enlace recibe unidades de paquete de datos desde la capa física, cada una de ellas identificada por una secuencia numérica única. Cuando la capa de enlace recibe una unidad de paquete de datos que posee un número de secuencia fuera de servicio, detecta una unidad de paquete de datos perdida. Sin embargo, dado que las operaciones de recuperación de errores están todavía pendientes en la capa física del receptor, la capa de enlace inicia un temporizador de retraso e inhibe sus operaciones ARQ hasta que o bien se

reciben adecuadamente las unidades de paquete de datos perdidas o bien hasta que fracasan las operaciones de recuperación de la capa física. En este último caso, la capa de enlace del receptor inicia sus propias operaciones ARQ para recuperar la unidad de paquete de datos perdida.

- 5 Estas operaciones particulares pueden diseñarse como etapas del método, instrucciones de software, operaciones de una estación base, operaciones de una estación móvil u operaciones de otro tipo de terminal. Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención realizada haciendo referencia a los dibujos acompañantes.

#### 10 **Breve descripción de los dibujos**

Se obtendrá un mejor conocimiento de la presente invención cuando se considere la siguiente descripción detallada de la realización preferente conjuntamente con los dibujos siguientes, en los que:

- 15 La figura 1 es un diagrama de sistema que muestra una parte de una red inalámbrica celular construida según la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra los componentes de la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) ubicados en una estación base y/o una estación móvil según una primera realización de la presente invención;

- 20 La figura 3A es un diagrama de bloques que muestra los componentes de la capa OSI ubicados en componentes de la infraestructura de red y/o una estación móvil según una segunda realización de la presente invención;

- 25 La figura 3B es un diagrama de bloques que muestra el modo mediante el cual las unidades de paquete de datos del Protocolo de Enlace de Radio pueden empaquetarse en un marco de capa física;

La figura 4 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa física del lado transmisor según la presente invención;

- 30 La figura 5 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa física del lado receptor según la presente invención;

La figura 6 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa de enlace del lado transmisor según la presente invención;

- 35 La figura 7 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa de enlace del lado receptor según la presente invención;

La figura 8 es un diagrama de flujo de datos que muestra el funcionamiento según un primer aspecto de la presente invención;

- 40 La figura 9 es un diagrama de flujo de datos que muestra el funcionamiento según un segundo aspecto de la presente invención;

- 45 La figura 10 es un diagrama de flujo de datos que muestra el funcionamiento según un tercer aspecto de la presente invención;

La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra una estación base construida según la presente invención; y

- 50 La figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra una estación móvil construida según la presente invención.

#### **Descripción detallada de los dibujos**

- 55 La figura 1 es un diagrama de sistema que muestra una parte de una red inalámbrica celular construida según la presente invención. La red inalámbrica celular incluye una infraestructura de red inalámbrica 102, una estación base 104 y una estación base 106. La red inalámbrica celular funciona según un estándar operativo que puede haberse modificado según la presente invención, por ejemplo, HSDPA, 1xEV, etc. Sin embargo, las operaciones de la presente invención pueden implementarse en algunos casos sin modificar los estándares existentes. La infraestructura de red inalámbrica 102 se acopla al Internet 114 y también a la Red Telefónica Conmutada Pública (PSTN) 110. En una realización de la presente invención, la infraestructura de red 102 está conmutada por circuito, se acopla directamente a la PSTN 110 y se acopla al Internet 114 a través de una pasarela de enlace (G/W) 112. En otra realización de la presente invención, la infraestructura de red está conmutada por paquetes, se acopla directamente al Internet 114 y se acopla a la PSTN a través de una función de interconexión (IWF) 108.
- 60

Un terminal de voz convencional 120 se acopla al PSTN 110. Un terminal VoIP 122 y un ordenador personal 124 se acoplan al Internet 114. Las estaciones móviles 116, 118, 126, 128, 130, 132, 134 y 136 se acoplan de forma inalámbrica a las estaciones base 104 y 106. Tal como se muestra, las estaciones móviles pueden incluir teléfonos móviles 116 y 118, ordenadores portátiles 126 y 134, ordenadores fijos 128 y 136 y terminales de datos 130 y 132. Sin embargo, la red inalámbrica también sustenta comunicaciones con otros tipos de estaciones móviles.

Cada una de las estaciones base 104 y 106 da servicio a una célula/grupo de sectores dentro del cual sustenta las comunicaciones inalámbricas. Los enlaces inalámbricos, que incluyen tanto componentes de enlace hacia adelante como componentes de enlace hacia atrás, sustentan las comunicaciones inalámbricas entre las estaciones base y las estaciones móviles a las que dan servicio. Estos enlaces inalámbricos sustentan tanto comunicaciones de datos como comunicaciones multimedia, tales como VoIP. Las enseñanzas de la presente invención pueden aplicarse igualmente a cualquier tipo de comunicación empaquetada.

Cada una de las estaciones base 106 y 108 y al menos algunas de las estaciones móviles 116, 118, 126, 128, 130, 132, 134 y 136 sustentan operaciones ARQ de la capa 1 (capa física) y de la capa 2 (capa de enlace). Además, según la presente invención, las operaciones ARQ de la capa 1 trabajan en cooperación con las operaciones ARQ de la capa 2 para evitar solicitudes de retransmisión innecesarias. De forma general, las operaciones ARQ de la capa 1 realizan una serie de reintentos para conseguir recuperar los marcos de datos de la capa física perdidos. Además, la capa 2 retrasa el inicio de sus operaciones ARQ para recuperar las unidades de paquete de datos de la capa de enlace durante la tramitación de las operaciones ARQ de la capa 1. Estas operaciones se describirán en detalle haciendo referencia a las figuras 4 a 10.

En la realización particular de la figura 1, la capa de enlace es una capa protocolo de enlace de radio (RLP) que realiza operaciones ARQ. El protocolo de enlace de radio es un protocolo de capa de enlace ampliamente utilizado en las redes inalámbricas. La capa RLP proporciona operaciones robustas a través de enlaces inalámbricos. La capa 1 de la presente invención puede implementarse según cualquiera de los estándares operativos inalámbricos que implementen operaciones ARQ. Al incluir dos niveles de operaciones ARQ, las operaciones ARQ de la capa 1 proporcionan una recuperación rápida de los marcos de capa física que se pierden o reciben de forma errónea mediante la retransmisión de marcos de capa física. El segundo nivel (RLP) de operaciones ARQ proporciona una recuperación más robusta en la capa RLP.

La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra los componentes de la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) ubicados en la estación base y/o una estación móvil según una primera realización de la presente invención. Tal como se muestra, la estación móvil sustenta las siete capas del protocolo ISO. La estación base también puede sustentar las siete capas del protocolo ISO. Sin embargo, en el ejemplo de la figura 2, la estación base solamente sustenta la capa física y la capa de enlace al dar servicio a una comunicación entre la estación móvil y una estación por cable que participa en una sesión de comunicación con la estación móvil. En este escenario de operaciones, la estación base simplemente transmite los paquetes de la capa 2 entre la estación móvil y una terminal por cable que participa en una sesión de comunicación con la estación móvil.

Las operaciones de las capas de protocolo cumplen con uno de una serie de estándares, por ejemplo 1xEV, HSDPA, u otros estándares diversos. Estos estándares incluirán típicamente los componentes tanto de la capa 1 como de la capa 2. Mientras que la capa 1 se denomina típicamente capa física, la capa 2 se denomina utilizando diversos términos, el término concreto, por ejemplo Protocolo de Enlace de Radio (RLP), etc., utilizado dependerá del estándar. Las enseñanzas de la presente invención pueden aplicarse a cualquier estándar operativo en el cual tanto la capa 1 como la capa 2 sustentan operaciones ARQ.

Las enseñanzas de la presente invención pueden aplicarse a diversas operaciones ARQ. Por ejemplo, algunas operaciones ARQ utilizan una metodología de "parada y espera" (SAW) en la cual los paquetes se recuperan por orden. Sin embargo, otras operaciones ARQ no recuperan paquetes por orden, por ejemplo el doble canal SAW de Motorola, el SAW de 4 canales de 1xEV-DO, la Redundancia Incremental asíncrona de Lucent y el NCP (punción no-completa) de Nortel, entre otras. Las enseñanzas de la presente invención son aplicables a cualquiera de estas tecnologías.

Tal como se muestra en la figura 2, la capa 1 y la capa 2 tanto de la estación móvil como de la estación base se han modificado según la presente invención. Concretamente, la capa 1 incluye una modificación L1-L2 mientras que la capa 2 incluye una modificación L2-L1. Con las modificaciones, la capa 1 informa del número de paquetes pendientes de sus operaciones ARQ. Dicha información se realiza con la presentación a la capa 2 de cada paquete de datos válido y de cada indicación de borrado a la capa 2. De acuerdo con la modificación L2-L1, la capa 2 no iniciará las operaciones ARQ para bloques de datos con paquetes de datos perdidos mientras sigan pendientes las operaciones ARQ de la capa 1 para los bloques de datos. Estas operaciones se describirán adicionalmente haciendo referencia a las figuras 4 a 8.

La figura 3A es un diagrama de bloques que muestra los componentes de la capa OSI ubicados en la estación móvil y/o en una serie de componentes de la infraestructura de red según una segunda realización de la presente

invención. Tal como se muestra en la figura 3A, los componentes del protocolo ISO incluyen una capa de Protocolo de Internet (IP) 302, una capa de Protocolo Punto a Punto (PPP) 304, una capa de protocolo de Enlace de Radio (RLP) 306, una capa de Control de Acceso a los Medios (MAC) 308 y una capa física (310). Como en el caso de la realización de la figura 2, la capa RLP 306 incluye una modificación L2-L1 312. Además, la capa física 310 incluye una modificación L1-L2 314 funcionando cada una de ellas según los principios de la presente invención.

La figura 3B es un diagrama de bloques que muestra el modo en el que las unidades de paquete de datos RLP pueden empaquetarse en un marco de capa física. Cada marco de capa física incluye un encabezado de la capa física y una carga útil del marco de capa física. Cada una de las cargas útiles de los marcos de capa física incluye una o más unidades de paquete de datos. En el caso concreto de la figura 3B, el marco de capa física incluye unidades de paquete de datos RLP para dos instancias independientes de la capa RLP. Como se describirá adicionalmente en esta memoria, los principios de la presente invención pueden aplicarse cuando una o más instancias RLP independientes comparten una capa física para su transmisión.

Cada una de las unidades de paquete de datos incluye un encabezado RLP y una carga útil RLP. Cada una las unidades de paquete de datos RLP está identificada de forma única, con un número de secuencia de la unidad de paquete de datos. De acuerdo con la presente invención, las operaciones ARQ de la capa RLP utilizan estos números de secuencia.

La figura 4 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa física del lado transmisor según la presente invención. Las operaciones mostradas en la figura 4 se repetirán para cada unidad de paquete de datos por la capa física a partir de la capa de enlace. La operación se inicia cuando la capa física recibe al menos una unidad de paquete de datos desde la capa de enlace (etapa 402). Tras la recepción de las unidades de paquete de datos desde la capa de enlace, la capa física empaqueta la o las unidades de paquete de datos dentro de un marco de capa física (etapa 404). A continuación, la capa física transmite el marco de capa física a través del enlace inalámbrico a un receptor (etapa 406). Debe tenerse en cuenta que en otra realización en la que se sustenta una tasa de datos inferior, cada unidad de paquete de datos puede empaquetarse en múltiples marcos de capa física. Los principios descritos aquí pueden aplicarse a dicha realización sin apartarse del ámbito de aplicación de la presente invención.

En un ejemplo concreto de utilización de la presente invención, la operación se sustenta entre una estación base tal como la estación base 104 de la figura 1 y una estación móvil inalámbrica tal como el terminal inalámbrico 130 de la figura 1. Los principios de la presente invención pueden incluirse en la estación base 104 y/o en la estación móvil 130 tal como se muestra concretamente en la figura 2 y se describe haciendo referencia a la misma. En los ejemplo concretos descritos aquí con referencia a las figura 4 a 10, la estación base 104 se considera el transmisor y la estación móvil 130 se considera el receptor. Sin embargo, tanto la estación base 104 como la estación móvil 130 pueden sustentar tanto las operaciones del lado transmisor como del lado receptor.

Una vez que la capa física del lado transmisor ha transmitido el marco de capa física, espera un acuse de recibo de la capa física del lado receptor (etapa 408). Sin embargo, la capa física del lado transmisor solamente espera un período de tiempo antes de presuponer que la capa física del lado receptor no ha recibido correctamente el marco de capa física. En concreto, se considera que la estación base 104 de la figura 1 es el dispositivo transmisor y la estación móvil 130 es el dispositivo receptor. En este caso, la estación base transmite el marco de capa física y espera el acuse de recibo desde la estación móvil 130. Si la estación móvil informa de que la recepción del marco de capa física no ha sido correcto (etapa 412) o la capa física del lado transmisor cumple un criterio de tiempo de espera (etapa 414) la operación procede a la etapa 416. Sin embargo, si la capa física del lado transmisor recibe un acuse de recibo positivo (etapa 410) se finaliza la operación para este marco de capa física en particular.

Si se recibe un acuse de recibo negativo o si se produce el criterio de tiempo de espera (etapas 412 ó 414), la capa física del lado transmisor considera si la transmisión actual del marco de capa física fue el N-avo intento de transmisión (etapa 416). Según la presente invención, la capa física del lado transmisor intentará la transmisión de cualquier marco de capa física antes de que detenga sus operaciones ARQ. Por lo tanto, si la transmisión actual del marco de capa física por la capa física del lado transmisor no es la N-ava transmisión del marco de capa física, la operación procede a la etapa 410 donde la capa física del lado transmisor retransmite el marco de capa física a través del enlace inalámbrico. A continuación, la operación vuelve a la etapa 408 donde la capa física del lado transmisor espera un acuse de recibo desde la capa física receptora. Si se recibe un acuse de recibo positivo en la etapa 410, o se han realizado sin éxito N transmisiones del marco de capa física, tal como se determina en la etapa 416, finaliza la operación para este marco de capa física en concreto.

La figura 5 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa física del lado receptor según la presente invención. Las operaciones de la capa física del lado receptor esperan la llegada de los marcos de capa física desde el lado transmisor (etapa 502). Cuando la capa física del lado receptor recibe un marco de capa física desde la capa física del lado transmisor (etapa 504), determina si el marco de capa física recibido es un marco de capa física bueno (etapa 506). Esta determinación se basa en una operación de corrección de errores hacia delante sustentada

por la capa física mediante operaciones de suma de verificación, o mediante otros algoritmos de verificación utilizados por las capas físicas del lado transmisor y del lado receptor.

5 Si la capa física del lado receptor determina que el marco de capa física no es bueno, en la etapa 506, la capa física del lado receptor envía un acuse de recibo negativo a la capa física del lado transmisor (etapa 514). A continuación, la operación vuelve a la etapa 502 con la capa física del lado receptor a la espera de otro marco de capa física.

10 Si la determinación en la etapa 506 es que el marco de capa física es bueno, la capa física receptora enviará un acuse de recibo positivo a la capa física del lado transmisor (etapa 508). A continuación, la capa física del lado receptor extrae la unidad o unidades de paquete de datos de la capa de enlace a partir del marco de capa física (etapa 510). A continuación, la capa física del lado receptor pasa las unidades de paquete de datos de la capa de enlace extraída a la capa o capas de enlace servidas por la capa física (etapa 512).

15 Las operaciones ARQ en la capa física dependen de una retroalimentación rápida desde el lado receptor al lado transmisor. En una realización, la señal de acuse de recibo (ACK) positivo o negativo es enviada a través de un canal de señalización de retroalimentación inversa rápida. Una implementación específica de la señalización del ACK es la utilización de un bit para indicar una recepción buena o mala. Por ejemplo, puede utilizarse el valor 1 para indicar un marco de capa física bien recibido y el valor 0 para indicar un marco de capa física mal recibido. En una implementación concreta del canal de señalización de retroalimentación inversa rápida, el bit ACK se puncia en uno de los canales físicos inversos utilizados por la estación móvil. Por ejemplo, el canal piloto inverso puede ser utilizado de manera tal que el bit ACK es punctionado dentro del canal piloto inverso y se extrae en el lado transmisor. Otra implementación potencial es la utilización del canal de control dedicado inverso (R-DCCH) para llevar a cabo esta información del ACK de un bit.

25 La figura 6 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa de enlace del lado transmisor según la presente invención. Tal como se muestra en la figura 6, la capa de enlace del lado transmisor permanece en un estado no funcionante hasta que se producen uno o una serie de eventos concretos (etapa 602). Obviamente, pueden ocurrir eventos adicionales que provoquen que la capa de enlace del lado receptor se ponga en funcionamiento y realice una serie de operaciones. Aquí solamente se describen las operaciones relacionadas con la presente invención haciendo referencia a la figura 6.

35 En una primera operación, la capa de enlace del lado transmisor recibe datos de una capa superior. Por ejemplo, como se mostró en la figura 2, la capa de enlace puede recibir datos de cualquiera de las capas superiores de la pila de protocolos. Además tal como se mostró en particular en la figura 3A, la capa de enlace del lado transmisor puede recibir datos desde capas IP/PPP. Tras la recepción de datos desde una capa superior, la capa de enlace del lado transmisor crea una unidad de paquete de datos que contiene los datos de la capa superior (etapa 606). Las unidades de paquete de datos creadas a continuación se colocan en una memoria tampón (etapa 608). Al crear estas unidades de paquete de datos, el lado transmisor identifica de forma única cada unidad de paquete de datos con un número de secuencia. Típicamente, los números de secuencia se crearán en orden por la capa de enlace del lado transmisor. Tal como se describirá adicionalmente haciendo referencia a las figuras 7 a 10, estos números de secuencia se utilizan según la presente invención para sustentar las operaciones ARQ de la doble capa.

45 Como segunda operación por la capa de enlace del lado transmisor a partir de un estado de no funcionamiento, la capa de enlace del lado transmisor interactúa con la capa física del lado transmisor para pasar unidades de paquete de datos (etapa 610). Mediante esta interacción, la capa de enlace del lado transmisor determina que la capa física del lado transmisor necesita datos. A continuación, en base a una interacción, la capa de enlace del lado transmisor selecciona unidades de paquete de datos para que pase a la capa física (etapa 612). Tras la selección, la capa de enlace del lado transmisor pasa las unidades de paquete de datos a la capa física (etapa 614).

50 En otra operación según la presente invención, la capa de enlace del lado transmisor recibe un acuse de recibo negativo (NAK) desde su capa física correspondiente (etapa 616). Este NAK fue creado y transmitido por la capa de enlace del lado receptor. En base a los contenidos de este NAK, la capa de enlace del lado transmisor identificará una unidad de paquete de datos para ser retransmitida (etapa 618). En una realización, el NAK incluirá uno o más números de secuencia de las unidades de paquete de datos de la capa de enlace que faltan en el lado receptor y para los cuales las operaciones de recuperación de datos de la capa física han resultado fallidas. Cuando esto sucede, la capa de enlace del lado transmisor pasará las unidades de paquete de datos que faltan o son erróneas a la capa física para su retransmisión (etapa 620).

60 La figura 7 es un diagrama lógico que muestra las operaciones de la capa de enlace del lado receptor según la presente invención. Tal como se muestra en la figura 7, las operaciones de la capa de enlace del lado receptor también se encuentran en un estado no funcionante hasta que se inician unas operaciones concretas (etapa 702). Sin embargo, tal como ocurría en la figura 6, la capa de enlace del lado receptor realizará otras operaciones además de las descritas con referencia a la figura 7. Además, tal como se ha comentado previamente, cualquier dispositivo inalámbrico puede implementar las enseñanzas de la presente invención tanto en el lado transmisor como en el lado

receptor. Por ello, la descripción de las operaciones de las figuras 4, 5, 6 y 7 pueden implementarse todas ellas en un único dispositivo inalámbrico.

5 La capa de enlace del lado receptor recibe unidades de paquete de datos desde su capa física correspondiente. En dicho caso, la capa de enlace del lado receptor considera una unidad de paquete de datos en el momento en que la recibe desde la capa física (etapa 704). Tras la recepción de una unidad de paquete de datos, la capa de enlace del lado receptor determina si se ha perdido alguna unidad de paquete de datos (etapa 706). Dado que la capa de enlace del lado receptor mantiene un historial de los números de secuencia de las unidades de paquete de datos que recibe, detecta la pérdida de una unidad de paquete de datos debido a un espacio o discontinuidad en los  
10 números de secuencia de las unidades de paquete de datos que recibe desde la capa física. La capa de enlace del lado receptor puede detectar una única unidad de paquete de datos perdida o múltiples unidades de paquete de datos perdidas al considerar la recepción de una unidad de paquete de datos concreta desde la capa física.

15 Si en la etapa 706 no se detecta ninguna pérdida, la capa de enlace del lado receptor introduce la unidad de paquete de datos en su memoria tampón de re-secuenciación. Sin embargo, si en la etapa 706 se detecta alguna pérdida, la capa de enlace del lado receptor establece un temporizador para cada unidad de paquete de datos perdida que detecta (etapa 710).

20 Cuando se detecta una pérdida por la capa de enlace del lado receptor, la operación ARQ de la capa física puede estar todavía intentando recuperar el marco de capa física que se ha perdido y que contiene una o más de unidades de paquete de datos perdidas de la capa de enlace. Para evitar la generación innecesaria de los NAK y la resultante retransmisión redundante de la capa de enlace, se establece un temporizador que retrasa la generación de los NAK hasta que ha pasado un período de tiempo que permita a la capa física recuperar los marcos de capa física perdidos. En una realización particular de la presente invención, el valor del tiempo de retardo fijado para la unidad o  
25 unidades de paquete de datos se corresponden con la latencia de la retransmisión N realizada por las operaciones ARQ de la capa física.

30 Cuando cualquiera de los temporizadores que se ha establecido para las unidades de paquete de datos perdidas expira (etapa 714), la capa de enlace del lado receptor envía un NAK a la capa física para ser transmitido a través del enlace inalámbrico (etapa 716). Este NAK será recibido por la capa de enlace del lado transmisor tal como se ha descrito en la etapa 616 y será atendido como corresponde.

35 La figura 8 es un diagrama de flujo de datos que muestra la operación según un primer aspecto de la presente invención. La figura 8 muestra el mecanismo ARQ de la capa física tal como se ha descrito en referencia a las figuras 4 y 5. Sin embargo, el lector debe entender que la operación de la figura 8 es meramente un ejemplo que puede realizarse según la presente invención.

40 Tal como se muestra, el marco 1 de capa física se envía a través de un enlace inalámbrico entre el lado transmisor y el lado receptor. Debe tenerse en cuenta que los marcos de capa física no están etiquetados y que las etiquetas que se muestran aquí tienen solamente fines ilustrativos. Tras la recepción del marco 1 de capa física, la capa física del lado receptor determina que el marco de capa física carece de errores y envía un acuse de recibo positivo (ACK 1) a la capa de protocolo del lado transmisor a través del enlace inalámbrico.

45 Tras la transmisión del marco 1 de capa física, la capa física del lado transmisor inicia un período de retardo indicado como T-ACK. Tras finalizar este período de retraso T-ACK, la capa física del lado transmisor espera la recepción de un acuse de recibo del marco 1 de capa física. La capa física del lado transmisor espera recibir un acuse de recibo dentro de una ventana T-WIN tras la finalización del T-ACK. Tanto T-ACK como T-WIN se seleccionan en base al retraso inherente a la transmisión al lado receptor, el procesamiento por el lado receptor y la transmisión del ACK desde el lado receptor al lado transmisor.  
50

La transmisión, recepción, generación del ACK y el proceso de transmisión del ACK no es inmediata, sino que se produce con el tiempo. Los componentes del retraso en el proceso del ACK incluyen un retardo inherente en la transmisión del marco de capa física desde el lado transmisor al lado receptor, la recepción del marco de capa física en el lado receptor, la determinación por parte del lado receptor de si el marco de capa física es bueno o malo y un retraso inherente en la transmisión del ACK al lado transmisor. Por lo tanto, el lado transmisor no recibirá un ACK válido para un marco de capa en concreto antes de que expire un período de tiempo concreto, por ejemplo, T-ACK. Además, no se recibirá un ACK válido para un marco de capa física concreto tras un período de tiempo concreto, por ejemplo, (T-ACK + T-WIN).  
55

60 En el ejemplo de la figura 8, el acuse de recibo del marco 1 de capa física es positivo y es recibido dentro del período T-WIN que se inicia tras el período de retardo T-ACK correspondiente al marco 1 de capa física. Este ejemplo en concreto representa la transmisión, recepción y acuse de recibo exitosos de un marco de capa física.

65 La capa física del lado transmisor transmite el marco 2 de capa física tal como se muestra. El marco 2 de capa física, sin embargo, se daña en su transmisión al lado receptor y se recibe de forma errónea. En tal caso, la capa

física del lado receptor envía un acuse de recibo para el marco 2 de capa física a la capa física del lado transmisor. Este acuse de recibo es negativo para indicar que el marco 2 de capa física no se ha recibido correctamente por la capa física del lado receptor.

- 5 Tras la transmisión del marco 2 de capa física a través del enlace inalámbrico, la capa física del lado transmisor también inicia un período de retardo T-ACK y a continuación queda a la espera de un acuse de recibo dentro del período T-WIN tras la expiración del período T-ACK. En el ejemplo de la figura 8, la capa física del lado transmisor recibe un acuse de recibo negativo dentro de la ventana T-WIN y determina que el marco 2 de capa física debe transmitirse de nuevo porque no ha sido recibido correctamente. Por lo tanto, este ejemplo en concreto representa una transmisión defectuosa y un acuse de recibo negativo exitoso de la transmisión defectuosa.

15 El marco 3 de capa física se transmite tras la transmisión del marco 2 de capa física y su correcta recepción por la capa física del lado receptor. Por ello, la capa física del lado receptor envía un acuse de recibo positivo a la capa física del lado transmisor. Sin embargo, el acuse de recibo positivo se pierde durante la transmisión y no alcanza la capa física del lado transmisor. Durante la transmisión del marco 3 de capa física, la capa física del lado transmisor inicia un período de retardo T-ACK y a continuación queda a la espera de un acuse de recibo dentro del período T-WIN que sigue a la expiración del T-ACK. Dado que la capa física del lado transmisor no recibe ningún acuse de recibo durante T-WIN, también inicia una recuperación de errores para el marco 3 de capa física. Por lo tanto, este ejemplo en concreto representa una transmisión exitosa y el fracaso del acuse de recibo positivo de la transmisión exitosa.

25 La figura 9 es un diagrama de flujo de datos que muestra una operación según un segundo aspecto de la presente invención. En la operación de la figura 9, las operaciones ARQ de la capa física y la capa de enlace tanto en el lado transmisor como en el lado receptor interactúan para generar operaciones de recuperación de datos.

30 En el ejemplo concreto de la figura 9, se ha realizado la asunción simplista de que una unidad de paquete de datos individual se corresponde con un marco de capa física individual. Sin embargo, tal como se ha descrito anteriormente, no siempre es así y un único marco de capa física puede contener múltiples unidades de paquete de datos. Al iniciarse la transmisión, la capa de enlace del lado transmisor pasa la unidad de paquete de datos 1 a la capa física del lado transmisor. La capa física del lado transmisor empaqueta la unidad de paquete de datos 1 dentro del marco 1 de capa física y lo transmite a través del enlace inalámbrico al lado receptor. La capa física del lado receptor recibe el marco 1 de capa física, envía un acuse de recibo positivo a la capa física del lado transmisor y también pasa la unidad de paquete de datos 1 a la capa de enlace del lado receptor.

35 La capa de enlace del lado transmisor pasa la unidad de paquete de datos 2 a la capa física del lado transmisor, la cual empaqueta dicha unidad dentro del marco 2 de capa física. A continuación, la capa física del lado transmisor transmite el marco 2 de capa física a la capa física del lado receptor. Sin embargo, el marco 2 de capa física es un marco de capa física defectuoso al ser recibido y la capa física del lado receptor envía un acuse de recibo negativo para dicho marco.

40 En el lado transmisor, la capa de enlace del lado transmisor pasa la unidad de paquete de datos 3 a la capa física del lado transmisor que coloca dicha unidad de paquete de datos 3 dentro del marco 3 de capa física y transmite dicho marco 3 de capa física a través del enlace inalámbrico a la capa física del lado receptor. La capa física del lado receptor recibe el marco 3 de capa física en buenas condiciones y a continuación pasa la unidad de paquete de datos 3 contenida en el marco 3 de capa física a la capa de enlace del lado receptor. Tras la recepción de la unidad de paquete de datos 3, la capa de enlace del lado receptor detecta una pérdida porque estaba esperando la recepción de la unidad de paquete de datos 2. Por ello, la capa RLP inicia un temporizador correspondiente a la unidad de paquete de datos 2.

50 Tras la recepción de un acuse de recibo negativo para el marco 2 de capa física, la capa física del lado transmisor retransmite el marco 2 de capa física que es recibido adecuadamente por la capa física del lado receptor. A continuación, la capa física del lado receptor extrae la unidad de paquete de datos 2 del marco de capa física retransmitido y la pasa a la capa de enlace del lado receptor. Dado que la unidad de paquete de datos 2 es recibida por la capa de enlace del lado receptor antes de la expiración del temporizador fijado para dicha unidad, la capa de enlace del lado receptor no envía un NAK solicitando la retransmisión de la unidad de paquete de datos 2.

60 Por lo tanto, la operación de la figura 9 muestra un ejemplo en el que la recuperación de errores en la capa física y las operaciones de recuperación de errores retardadas en la capa de enlace evitan una recuperación de errores innecesaria por parte de la capa de enlace. Por lo tanto, la recuperación de errores es rápida, precisa y no genera sobrecargas.

65 La figura 10 es un diagrama de flujo de datos que muestra una operación según un tercer aspecto de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 10, la capa de enlace del lado transmisor pasa la unidad de paquete de datos 3 a la capa física del lado transmisor, la cual coloca la unidad de paquete de datos 3 dentro del marco 3 de capa física. El marco 3 de capa física se transmite adecuadamente a través del enlace inalámbrico a la capa física

del lado receptor. La capa física del lado receptor extrae la unidad de paquete de datos 3 del marco 3 de capa física y la pasa a la capa RLP del lado receptor. Sin embargo, dado que la capa RLP del lado receptor estaba a la espera de la unidad de paquete de datos 2, detecta una pérdida e inicia un temporizador correspondiente a la unidad de paquete de datos 2.

5 La transmisión continúa con el paso por parte de la capa de enlace del lado transmisor de la unidad de paquete de datos 4 a la capa física del lado transmisor. La capa física del lado transmisor coloca la unidad de paquete de datos 4 dentro de un marco de capa física y transmite adecuadamente el marco 4 de capa física a través del enlace inalámbrico a la capa física del lado receptor. A continuación, la capa física del lado receptor extrae la unidad de paquete de datos 4 del marco 4 de capa física y pasa la unidad de paquete de datos 4 a la capa de enlace del lado receptor.

15 Tras un período de tiempo, el temporizador establecido para la unidad de paquete de datos 2 expira, produciéndose dicha expiración antes de la recepción adecuada de la unidad de paquete de datos 2. En este caso, la capa RLP del lado receptor envía un NAK en el cual identifica la unidad de paquete de datos 2 por su número de secuencia. El NAK es pasado a través de la capa física del lado receptor a la capa física del lado transmisor y a continuación a la capa de enlace del lado transmisor. En respuesta al NAK que identifica la unidad de paquete de datos 2, la capa de enlace del lado transmisor pasa una copia de la unidad de paquete de datos 2 a la capa física del lado transmisor. Según este ejemplo de la figura 10, la capa de enlace solamente inicia sus operaciones ARQ tras el fracaso de las operaciones ARQ de la capa física.

25 Los principios de la presente invención pueden aplicarse a escenarios con movilidad cuando una estación móvil se desplaza de una celda a otra celda o de un transmisor a otro transmisor. En tal caso, la estación móvil puede establecer un temporizador en su interior para permitir que finalicen las operaciones de recuperación de la capa física antes de cambiar a la nueva estación base. De forma alternativa, la estación móvil puede cambiar a una nueva estación base sin esperar que lleguen los marcos de capa física desde la estación base anterior. En tal caso, las retransmisiones de la capa de enlace se desencadenarán tras un tiempo de demora para recuperar cualquier unidad de paquete de datos que no haya sido recibida por la estación móvil.

30 Tal como se ha descrito previamente, los principios de la presente invención pueden aplicarse cuando múltiples instancias de la capa de enlace comparten la misma capa física. En tal caso, un marco concreto de la capa física puede corresponderse con unidades de paquete de datos de la capa de enlace de varios usuarios. En esta operación en particular, cada una de las estaciones móviles enviará un ACK que corresponde al marco de capa física. Cuando se reciben ACK positivos desde cada una de las estaciones móviles, no son necesarias retransmisiones adicionales. Sin embargo, cuando se recibe una acuse de recibo negativo desde cualquiera de las estaciones móviles, la estación base debe decidir si retransmite o no y cómo retransmite los marcos de capa física. En una operación, la estación base retransmite el marco de capa física completo siempre que al menos uno de los ACK recibidos sea negativo. Este escenario puede extenderse para cubrir una situación en la que cualquiera de los acuses de recibo se pierde durante su transmisión.

40 En una operación alternativa, la estación base retransmite solamente los sub-bloques de la capa física correspondientes a las unidades de paquete de datos de la estación móvil que ha enviado un ACK negativo o que no responde con un ACK. Las otras partes del marco de capa física pueden estar vacías o utilizarse para la codificación de repetición del sub-bloque de la capa física. Además, las partes no utilizadas del marco de capa física pueden multiplexarse con otras unidades de paquete de datos nuevas.

50 Como otra implementación adicional, la estación base no retransmite marcos de capa física siempre y cuando una parte específica o un porcentaje específico de los usuarios a los que se da servicio responde con acuses de recibo positivos. En tal caso, la recuperación de errores se realiza a través de una acción de la capa de enlace. La proporción de usuarios que responde con un acuse de recibo positivo puede seleccionarse en base al número total al que se da servicio por la capa física y otras consideraciones.

55 La figura 11 es un diagrama de bloques que muestra una estación base 1102 construida según la presente invención. La estación base 1102 sustenta un protocolo operativo, por ejemplo, IS-95A, IS-95B, IS-2000, GSM-EDGE, y/o diversos estándares 3G y 4G compatibles con las enseñanzas de la presente invención, con o sin modificaciones de los mismos. Sin embargo, en otras realizaciones la estación base 1102 sustenta otros estándares operativos. La estación base 1102 sustenta las operaciones de la capa de protocolo tales como las descritas en las figuras 2 y/o 3A.

60 La estación base 1102 incluye un procesador 1104, una RAM dinámica 1106, una RAM estática 1108, EPROM 1110 y al menos un dispositivo de almacenamiento 1112, tal como un disco duro, una unidad de disco óptico, una unidad de cinta, etc. Estos componentes (que pueden estar contenidos en un módulo o tarjeta de procesador periférico) se acoplan entre sí a través de un bus local 1117 y se acoplan a un bus periférico 1120 (que puede ser una placa base (back plane)) a través de un interfaz 1118. Varias tarjetas periféricas se acoplan al bus periférico 1120. Estas tarjetas periféricas incluyen una tarjeta de interfaz de infraestructura de red 1124, que acopla la estación base 1102 a la

- infraestructura de red inalámbrica 1150. Las tarjetas de procesador digital 1126, 1128, y 1130, se acoplan a las unidades de radiofrecuencia (RF) 1132, 1134 y 1136, respectivamente. Cada una de estas tarjetas de procesador digital 1126, 1128, y 1130 realiza el procesamiento digital de un sector correspondiente, por ejemplo, sector 1, sector 2 o sector 3, a los que da servicio la estación base 1102. Por lo tanto, cada una de las tarjetas de procesador digital 1126, 1128, y 1130 realizará alguna o todas las operaciones de procesamiento descritas haciendo referencia a las figuras 4 a 7. Las unidades RF 1132, 1134 y 1136, se acoplan a las antenas 1142, 1144 y 1146, respectivamente, y sustentan la comunicación inalámbrica entre la estación base 1102 y las estaciones móviles (cuya estructura se muestra en la figura 12). Esta estación base 1102 también puede incluir otras tarjetas 1140.
- 10 Las instrucciones de solicitud de retransmisión automática híbrida (HARQI) 1116 se almacenan en el almacén 1112. Las HARQI 1116 se descargan al procesador 1104 y/o al DRAM 1106 como HARQI 1114 para la ejecución por el procesador 1104. Aunque las HARQI 1116 se muestran residiendo dentro del almacén 1112 contenido en la estación base 1102, las HARQI 1116 pueden cargarse en medios transportables tales como medios magnéticos, medios ópticos o medios electrónicos. Además las HARQI 1116 pueden transmitirse electrónicamente desde un ordenador a otro a través de una ruta de comunicación de datos.
- 15 Tras la ejecución de las HARQI 1114, la estación base 1102 realiza las operaciones de acuerdo con la presente invención previamente descritas haciendo referencia a las figuras 1 a 10. Las HARQI 1116 también pueden ejecutarse parcialmente por las tarjetas de procesador digital 1126, 1128 y 1130 y/u otros componentes de la estación base 1102. Además, la estructura de la estación base 1102 mostrada es solamente una de las diversas estructuras de estación base que pueden ser operadas de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.
- 20 La figura 12 es un diagrama de bloques que muestra una estación móvil 1202 construida, según la presente invención, que realiza las operaciones previamente descritas aquí. La estación móvil 1202 sustenta un protocolo operativo, por ejemplo, IS-95A, IS-95B, IS-2000, GSM-EDGE, y/o diversos estándares 3G y 4G que son compatibles con las enseñanzas de la presente invención, con o sin modificaciones de los mismos. Sin embargo, en otras realizaciones, la estación móvil 1202 sustenta otros estándares operativos.
- 25 La estación móvil 1202 incluye una unidad de RF 1204, un procesador 1206, y una memoria 1218. La unidad de RF 1204 se acopla a una antena 1205 que puede estar ubicada en el interior o el exterior de la carcasa de la estación móvil 1202. El procesador 1206 puede ser un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC) u otro tipo de procesador que es capaz de hacer funcionar la estación móvil 1202 de acuerdo con la presente invención. La memoria 1208 incluye tanto componentes estáticos como dinámicos, por ejemplo DRAM, SRAM, ROM, EEPROM etc. En algunas realizaciones la memoria 1208 puede estar contenida total o parcialmente en un ASIC que también incluye el procesador 1206. Una interfaz de usuario 1210 incluye una pantalla, un teclado, un altavoz, un micrófono y una interfaz de datos, y puede incluir otros componentes de la interfaz de usuario. La unidad de RF 1204, el procesador 1206, la memoria 1208, y la interfaz de usuario 1210 se acoplan a través de uno o más enlaces/buses de comunicación. También se acopla un batería 1212 que alimenta la unidad de RF 1204, el procesador 1206, la memoria 1208, y la interfaz de usuario 1210.
- 30 Las instrucciones de solicitud de retransmisión automática híbrida (HARQI) 1216 se almacenan en la memoria 1218. Las HARQI 1216 se descargan al procesador 1206 como HARQI 1214 para ser ejecutadas por el procesador 1206. Las HARQI 1216 también pueden ser parcialmente ejecutadas por la unidad de RF 1204 en algunas realizaciones. Las HARQI 1216 pueden programarse en la estación móvil 1202 en el momento de la fabricación, durante una operación de provisión de servicios, tal como una operación de provisión de servicios en el aire, o durante la operación de actualización de parámetros. Tras su ejecución, las HARQI 1214 provocan que la estación móvil 1202 realice operaciones, de acuerdo con la presente invención, previamente descritas haciendo referencia a las figuras 1 a 8.
- 35 40 45 50 La estructura de la estación móvil 1202 mostrada es solamente un ejemplo de una estructura de estación móvil. Pueden hacerse funcionar otras varias estructuras de estación móvil, de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Tras la ejecución de los HARQI 1214, la estación móvil 1202 realiza operaciones, de acuerdo con la presente invención, previamente descritas aquí para dar servicio a las comunicaciones de datos.

## REIVINDICACIONES

1. Método para hacer funcionar un receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) para recibir datos desde un transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) a través de un enlace inalámbrico, caracterizado por:
- 5 una capa física (310) que opera en el receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202), que recibe un marco de capa física desde un transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) a través de un enlace inalámbrico, en el que la recepción del marco de capa física incluye:
- 10 determinar si el marco de capa física está libre de errores;
- cuando el marco de capa física está libre de errores, la capa física (310) del receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) acusa a la capa física (310) del transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) el recibo de la recepción con éxito, extrae la unidad de paquete de datos del marco de capa física, y pasa la unidad de paquete de datos a la capa de enlace (306) que opera en el receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202);
- 15 cuando el marco de capa física no está libre de errores, la capa física (310) del receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) niega a la capa física (310) del transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) la recepción con éxito del marco de capa física;
- una capa de enlace (306) que opera en el receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) que recibe una unidad de paquete de datos, en el que la recepción de la unidad de paquete de datos incluye:
- 20 determinar la pérdida de una unidad de paquete de datos mediante un espacio o discontinuidad en los números de secuencia de las unidades de paquete de datos recibidas por la capa de enlace (306); y
- tras determinar que se ha perdido una unidad de paquete de datos, retardar la operación de solicitud de retransmisión automática de la unidad de paquete de datos perdida en la capa de enlace (306) durante un período de retardo correspondiente a la duración de las operaciones de recuperación de errores de la capa física (310), comprendiendo las operaciones de recuperación de errores de la capa física (310) la recuperación del marco de capa física que incluye dicha unidad de paquete de datos perdida.
- 25
2. Método según la reivindicación 1, en el que el marco de capa física incluye una serie de unidades de paquete de datos, pudiendo transmitirse cada una de ellas por separado desde el transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) al receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202).
- 30
3. Método según la reivindicación 1, que comprende además:
- 35 el envío por la capa de enlace (306) del receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) de un acuse de recibo negativo a la capa de enlace (306) del transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) cuando la capa de enlace (306) del receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) determina que la unidad de paquete de datos se ha perdido.
4. Método según la reivindicación 1, en el que la capa de enlace (306) del receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) determina que no recibe las unidades de paquete de datos transportadas por el marco de capa física mediante la comparación de los números de secuencia de las unidades de paquete de datos recibidas.
- 40
5. Método según la reivindicación 1, en el que el retardo en el inicio de las operaciones de retransmisión de la capa de enlace para la unidad de paquete de datos hasta que se han completado las operaciones de retransmisión de la capa física para el marco de capa física que transporta la unidad de paquete de datos incluye:
- 45 establecer un temporizador para iniciar el retardo; y
- tras la expiración del temporizador finalizar el retardo.
- 50
6. Método según la reivindicación 1, en el que cuando el receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) realiza operaciones de retransmisión de la capa física, envía una señal de acuse de recibo positivo o negativo a través de un canal de señalización de retroalimentación inversa rápida.
- 55
7. Método según la reivindicación 1, en el que el período de retardo es un período de tiempo que permite que la capa física (310) recupere los marcos de capa física perdidos.
8. Método según la reivindicación 1, en el que las operaciones de retransmisión de la capa física incluyen notificaciones basadas en ACK o NACK.
- 60
9. Receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) que opera para recibir datos desde un transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) a través de un enlace inalámbrico, estando dicho receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) caracterizado por:
- 65 una antena (1142, 1144, 1146, 1205);
- una unidad de radiofrecuencia (1132, 1134, 1136, 1204) acoplada a la antena (1142, 1144, 1146 ó 1205); y

al menos un procesador digital (1126, 1128, 1130, 1206) acoplado a la unidad de radiofrecuencia (1132, 1134, 1136, 1204) que ejecuta las instrucciones de software que hacen que el receptor inalámbrico (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202):

5 reciba un marco de capa física desde el transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) a través del enlace inalámbrico, incluyendo dicha recepción del marco de capa física:

determinar si el marco de capa física está libre de errores;

cuando el marco de capa física está libre de errores, la capa física (310) del receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) acusa a la capa física (310) del transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) el recibo de una recepción con éxito (508), extrae una unidad de paquete de datos desde el marco de capa física, y pasa la unidad de paquete de datos a una capa de enlace (306) que opera en el receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202);

cuando el marco de capa física no está libre de errores, la capa física (310) del receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) transmite un acuse de recibo negativo a la capa física (310) del transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) indicando un recibo sin éxito (514);

15 en el que la recepción de la unidad de paquete de datos incluye:

determinar la pérdida de una unidad de paquete de datos mediante un espacio o discontinuidad en los números de secuencia de las unidades de paquete de datos recibidas por la capa de enlace (306); y,

tras determinar que se ha perdido una unidad de paquete de datos, retardar la operación de solicitud de retransmisión automática de la unidad de paquete de datos perdida a la capa de enlace (306) durante un

20 período de retardo correspondiente a la duración de las operaciones de recuperación de errores en la capa física (310), comprendiendo las operaciones de recuperación en la capa física (310) la recuperación del marco de capa física que incluye la unidad de paquete de datos perdida.

10. Receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) según la reivindicación 9, en el que el marco de capa física incluye una serie de unidades de paquete de datos, pudiendo transmitirse cada una de ellas por separado desde el transmisor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) al receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202).

11. Receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) según la reivindicación 9, en el que al realizar las operaciones de retransmisión en la capa física (310) el receptor (104, 106, 116, 118, 126, 128, 130, 136, 132, 134, 1102, 1202) es operativo para comunicar señales de acuse de recibo a través de un canal de señalización de retroalimentación inversa rápida.

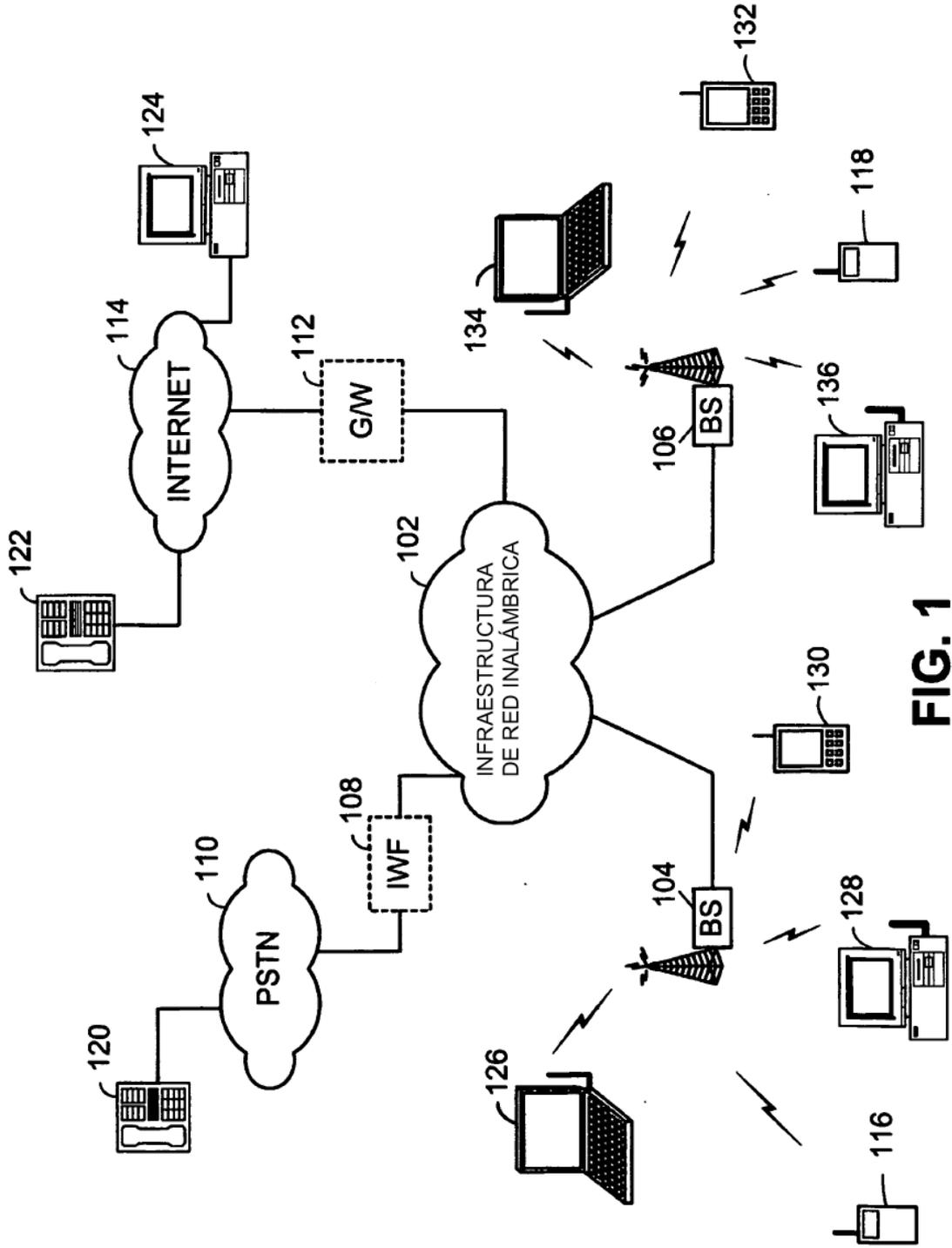
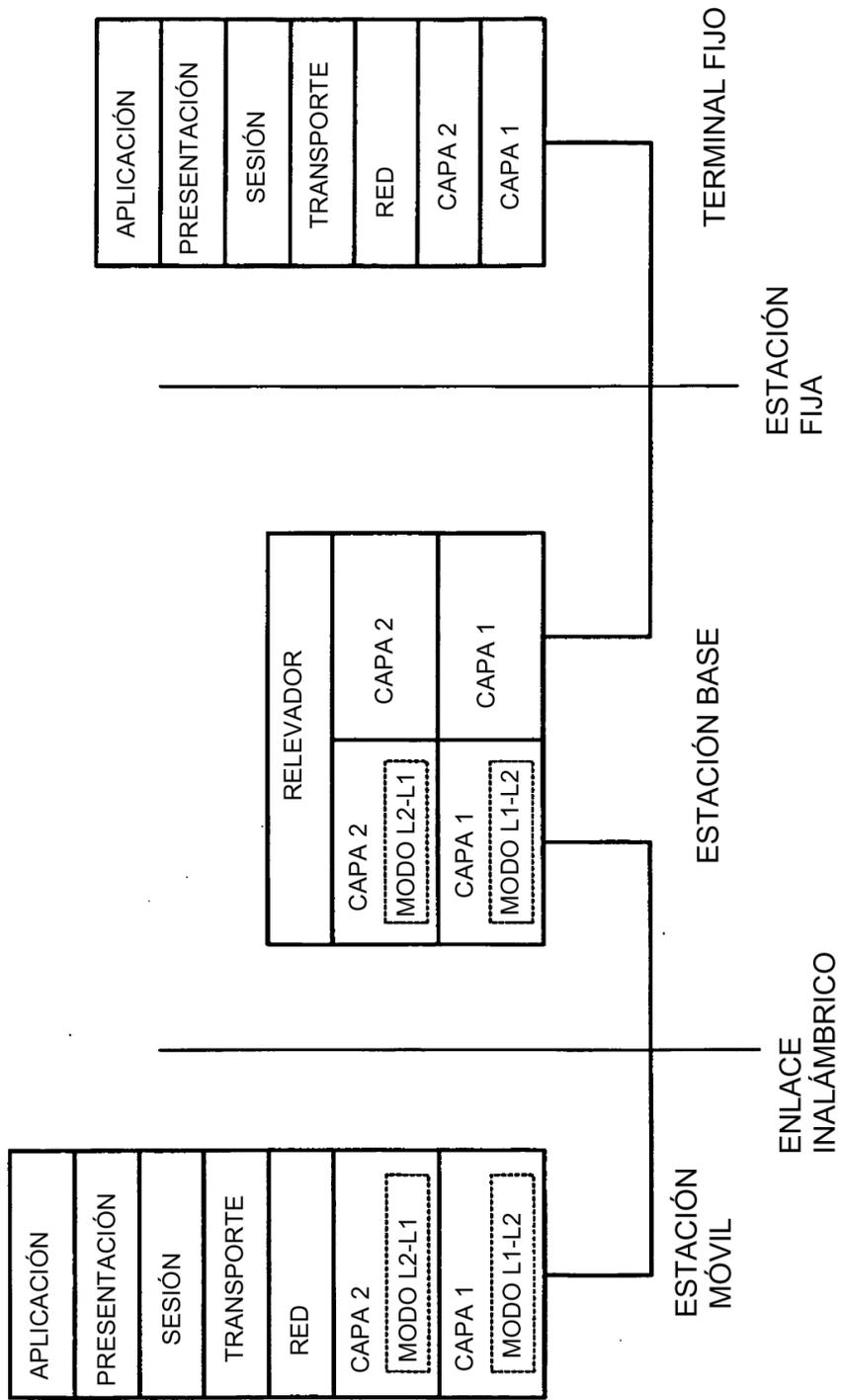
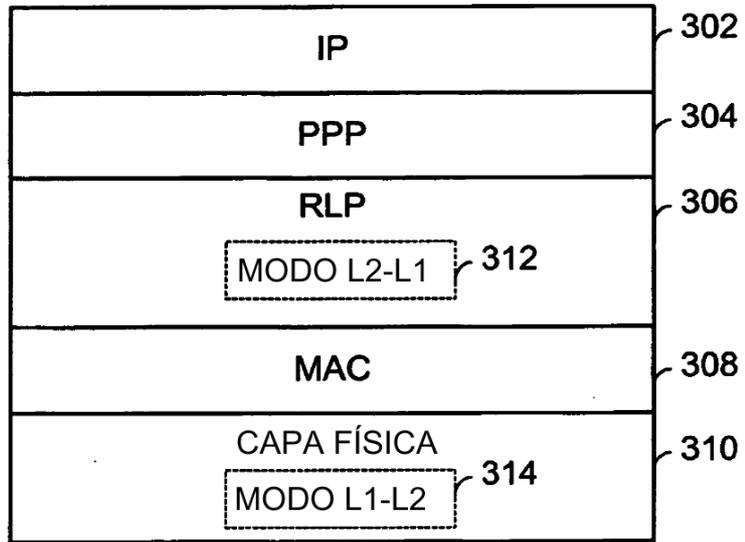


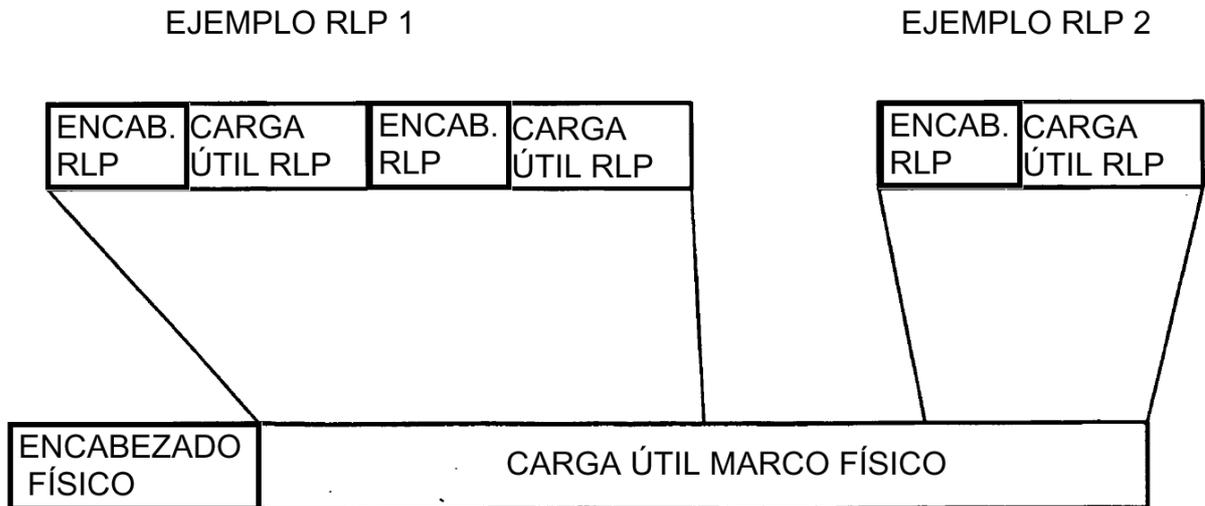
FIG. 1



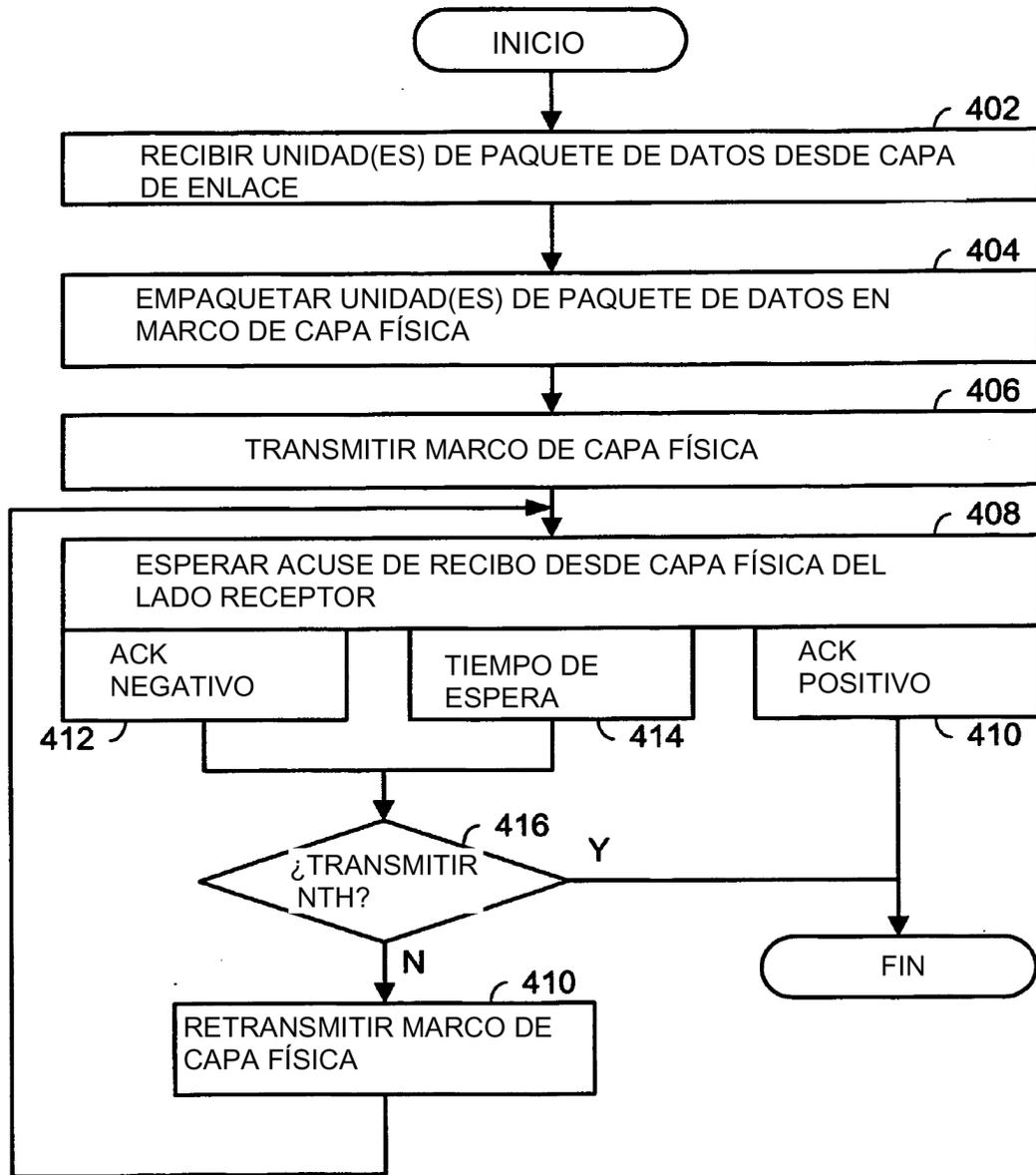
**FIG. 2**



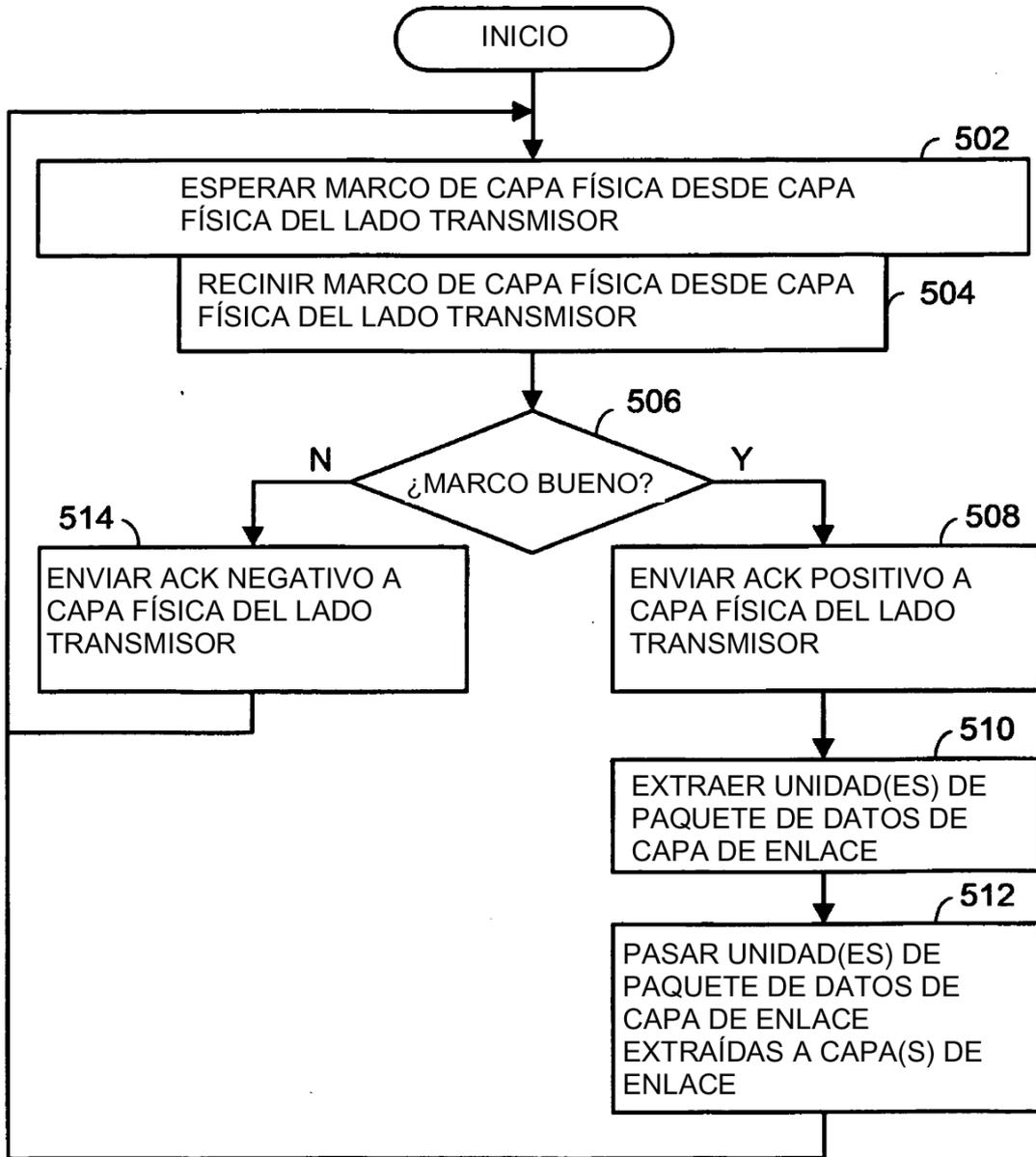
**FIG. 3A**



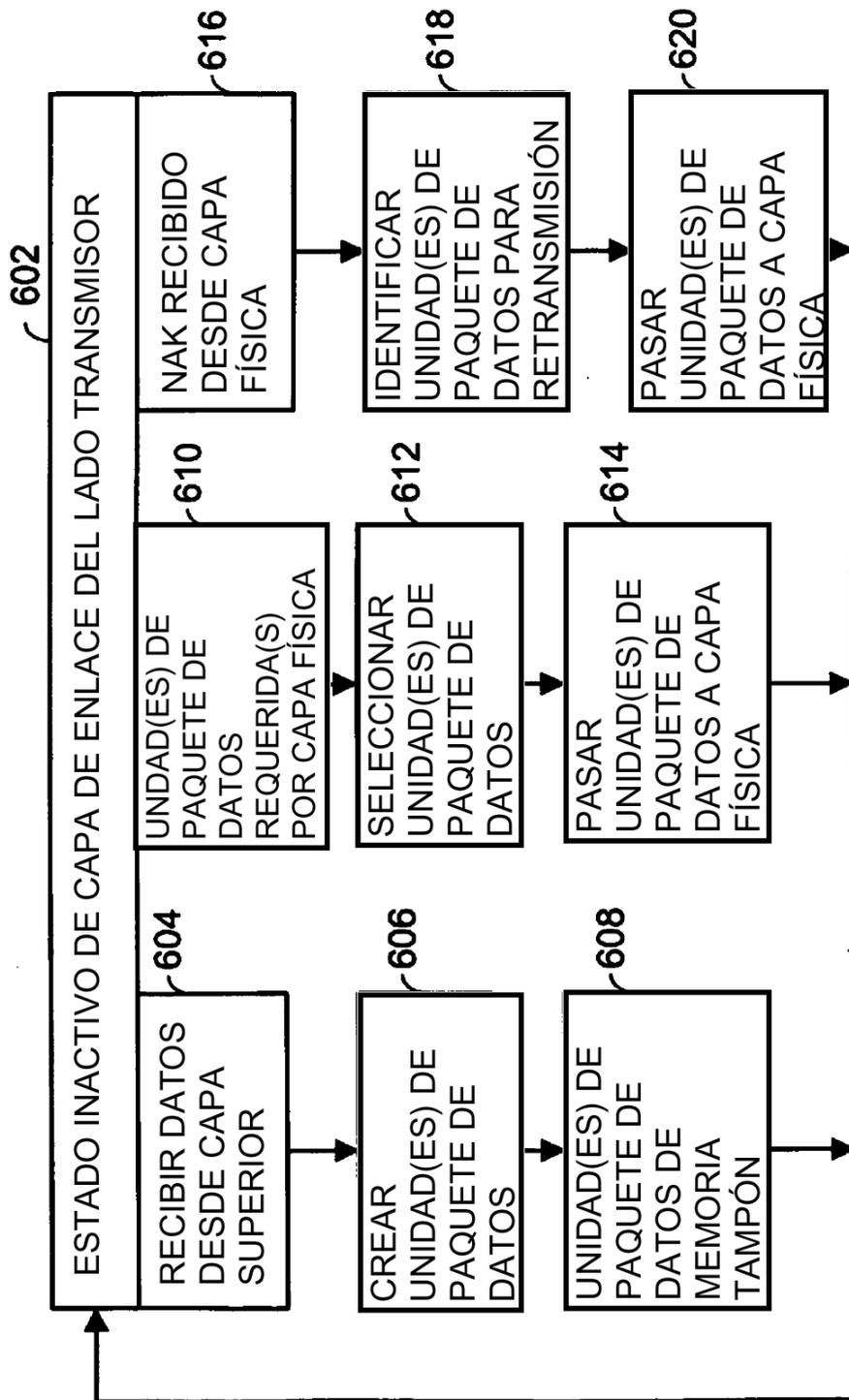
**FIG. 3B**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

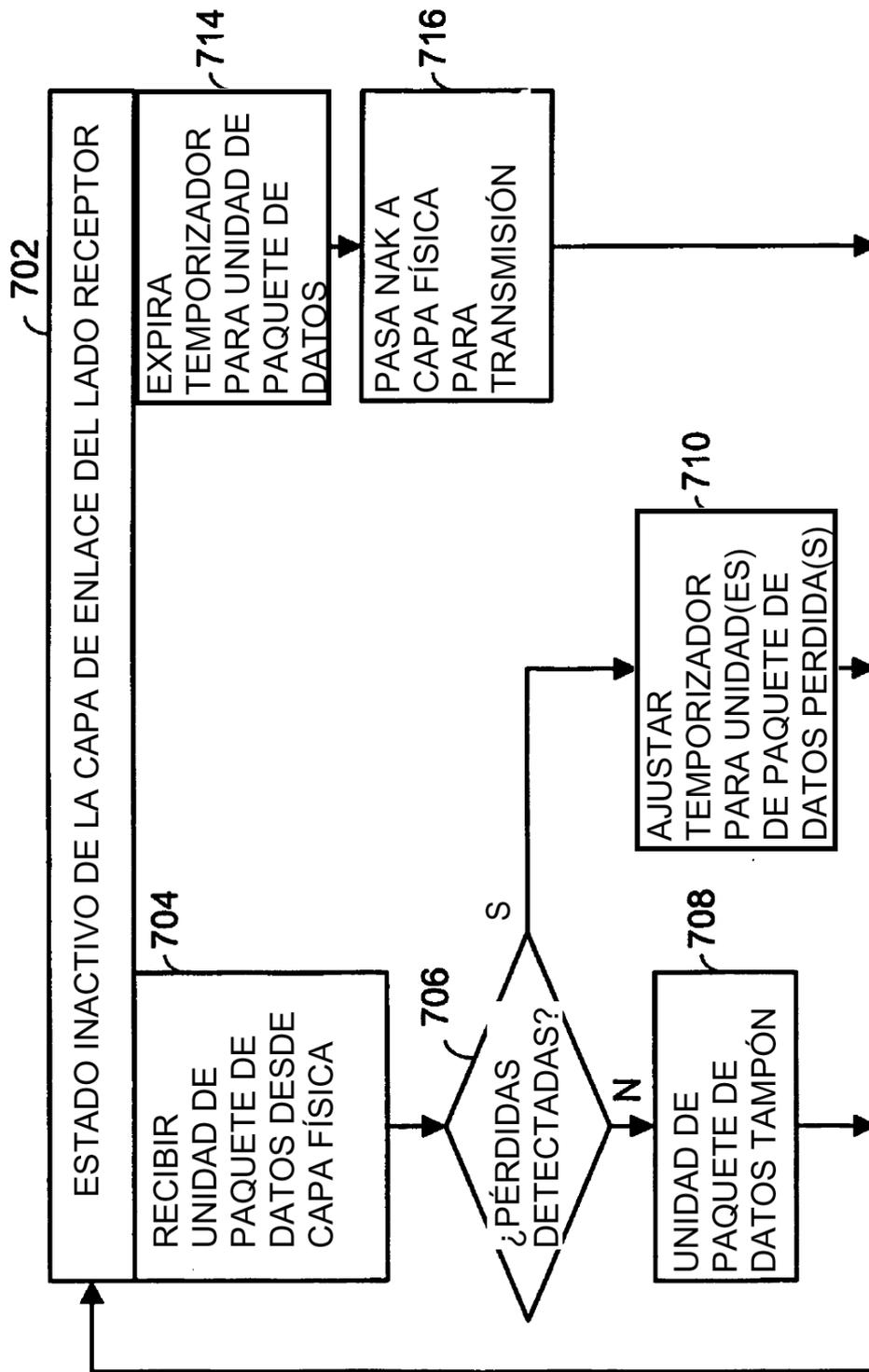


FIG. 7

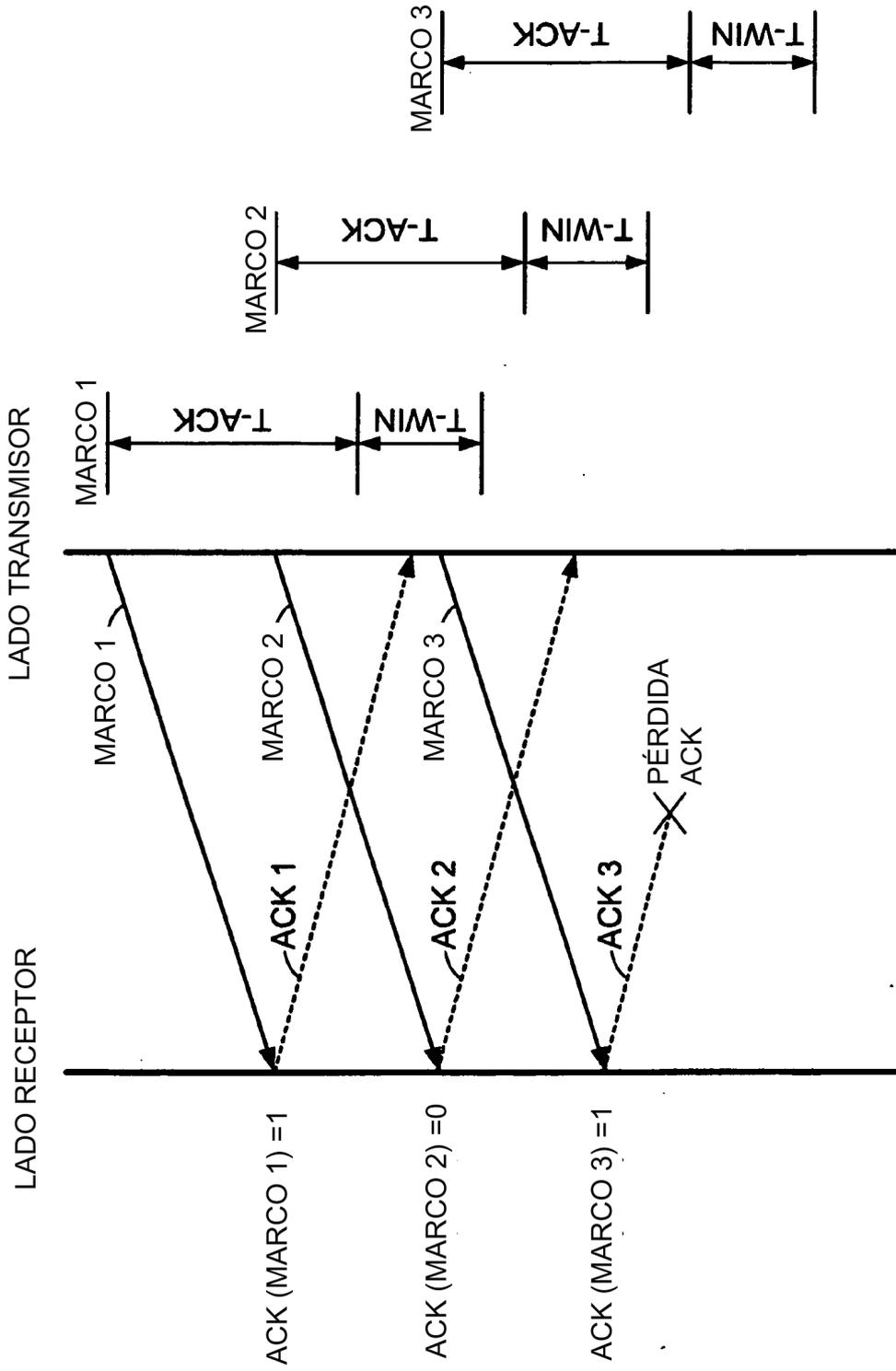
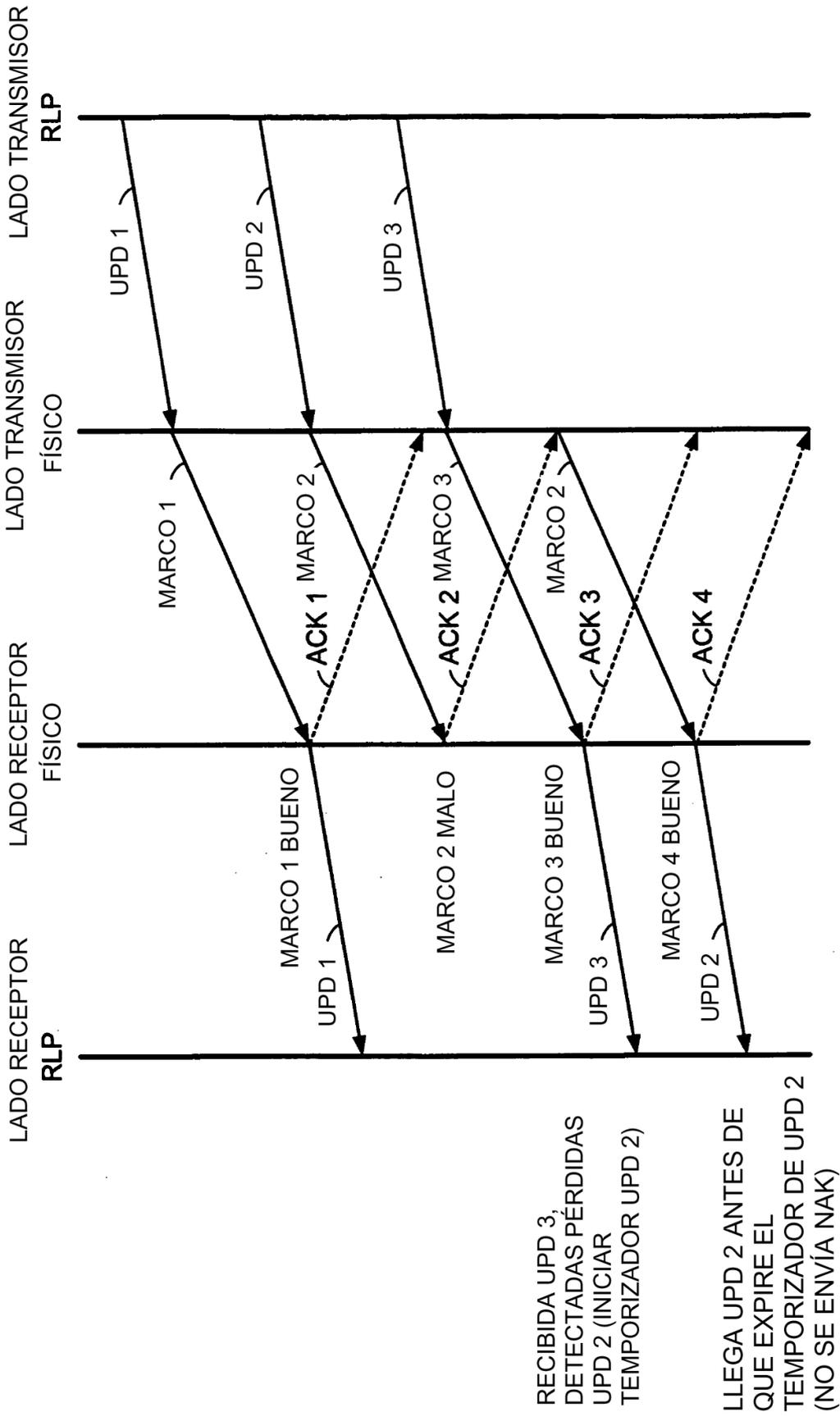
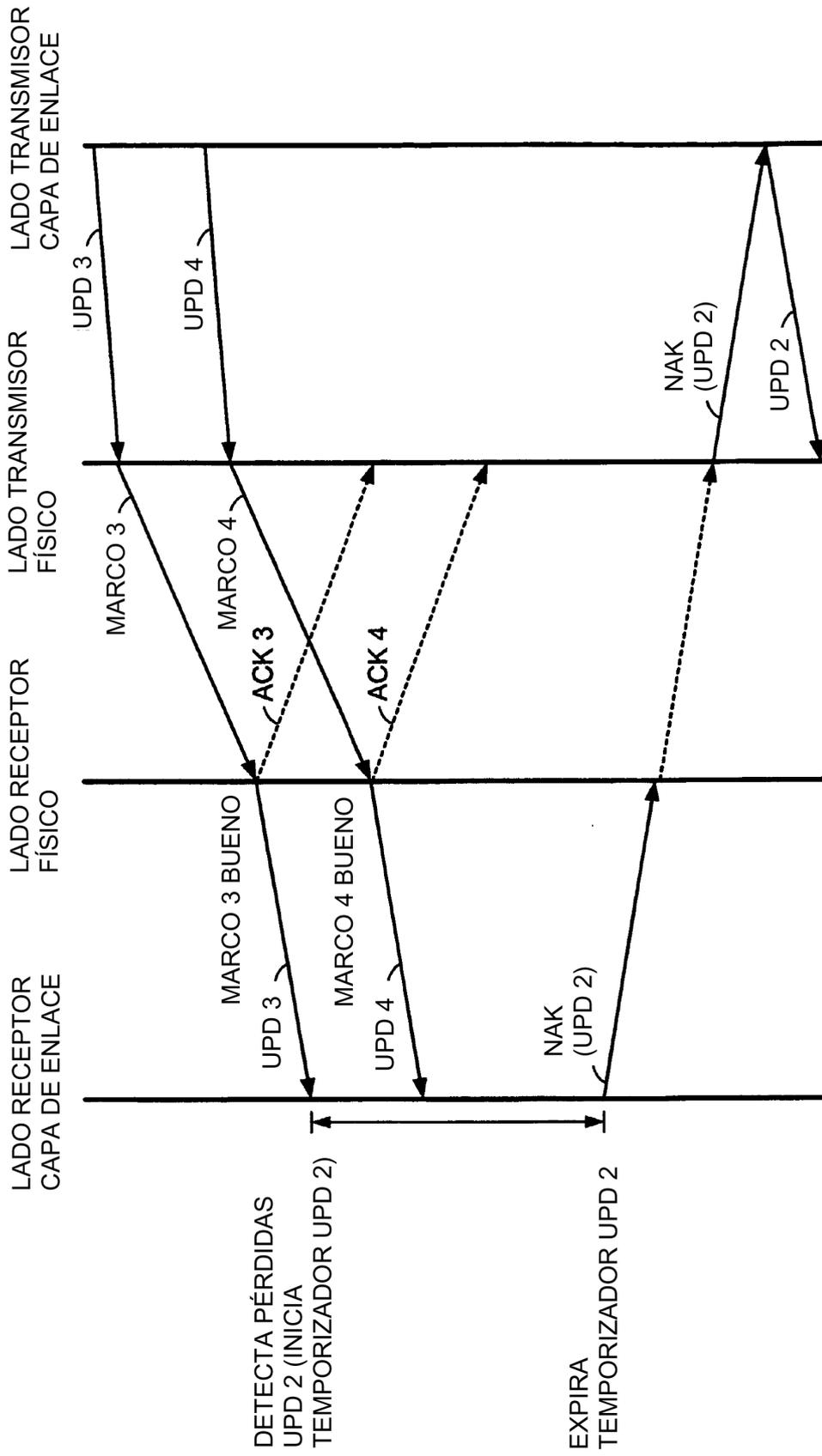


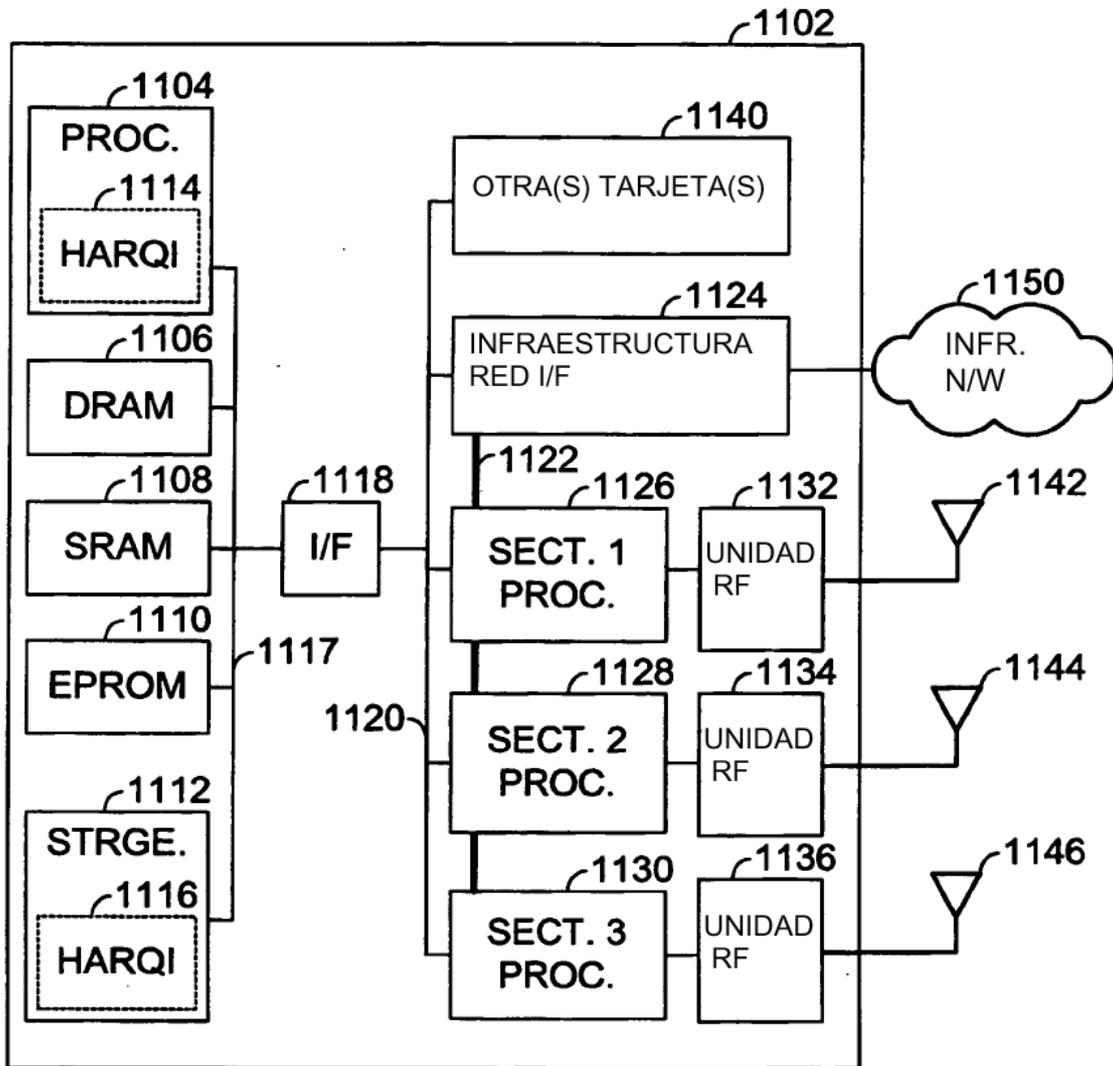
FIG. 8



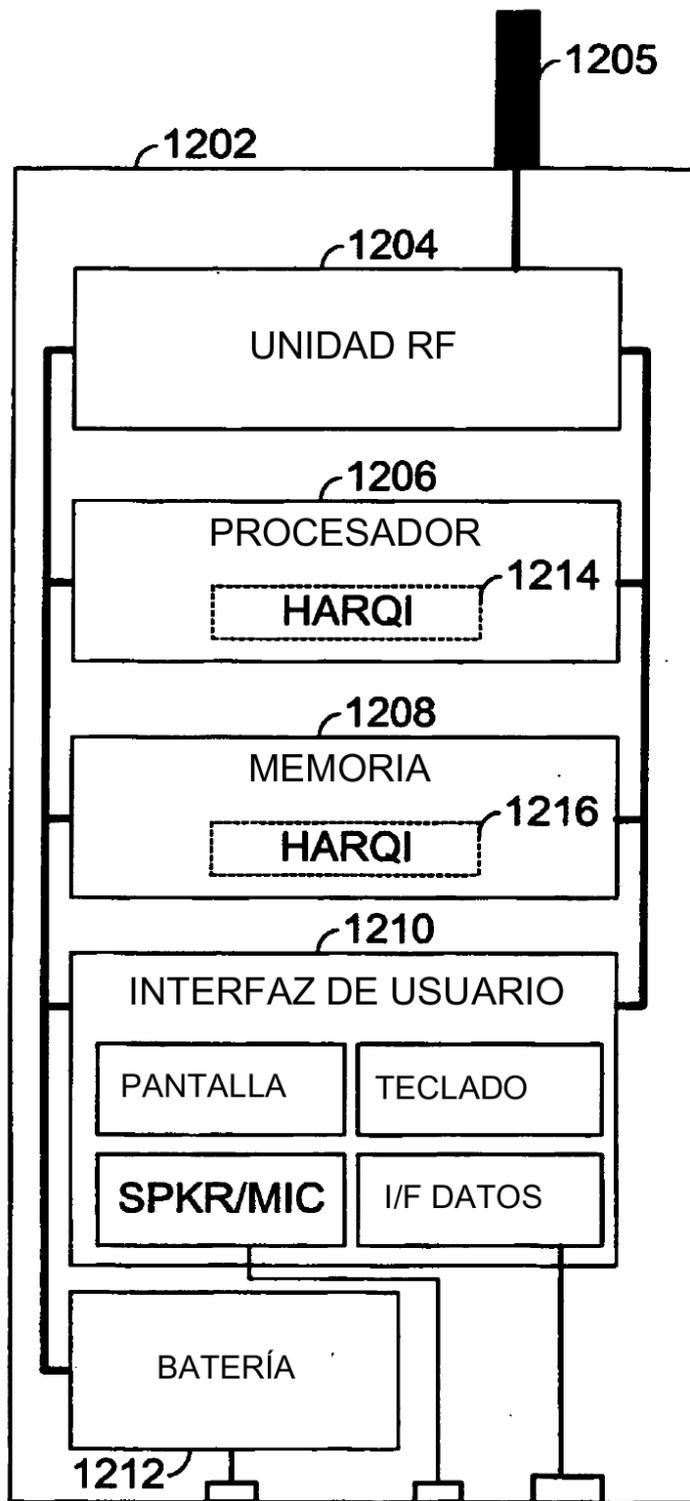
**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**



**FIG. 12**