(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 390 936**

(51) Int. Cl.:
H04L 1/16 (2006.01)
H04L 1/18 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08767194 .7**
(96) Fecha de presentación: **18.06.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2215763**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **11.08.2010**

(54) Título: **Métodos y aparatos para procesar mensajes de control de error en un sistema de comunicación inalámbrico**

(30) Prioridad:
02.11.2007 US 984818 P

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.11.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.11.2012

(73) Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm /, SE

(72) Inventor/es:
SÅGFORS, MATS y
TORSNER, JOHAN

(74) Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 390 936 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

Métodos y aparatos para procesar mensajes de control de error en un sistema de comunicación inalámbrico.

Campo técnico

La presente invención se refiere de manera general a sistemas de comunicación inalámbricos, y más concretamente se refiere al procesamiento de mensajes de control de error en un sistema inalámbrico que programa recursos de enlace.

Antecedentes

El Proyecto de Cooperación de Tercera Generación (3GPP) ha lanzado un programa para desarrollar especificaciones de sistemas de comunicación inalámbricos avanzados, en una iniciativa conocida como “Evolución de Largo Plazo” o LTE. En discusiones de estandarización, se ha acordado que los sistemas LTE utilizarán un mecanismo de petición de repetición automática (ARQ) en el protocolo de control de enlace radio (RLC). El protocolo ARQ especificado es un protocolo de repetición selectivo (usado en “Modo de Reconocimiento RLC”) el cual proporciona medios para enviar informes de estado desde un nodo de recepción a un nodo de transmisión, así como medios para que el nodo de transmisión sondee el nodo de recepción para un estado. En respuesta a recibir un informe de estado, el nodo de transmisión puede reenviar cualesquiera datos perdidos, o tomar otra acción que sea apropiada. En respuesta a un sondeo, un receptor generalmente envía un informe de estado. No obstante, el envío de un informe de estado puede ser prohibido bajo algunas circunstancias. Por ejemplo, un temporizador de prohibición de estado, iniciado en el envío de un informe de estado anterior, puede impedir un informe de estado durante un periodo de tiempo.

Los desarrolladores del 3GPP también han acordado especificar un conjunto de desencadenadores de sondeo y estado, así como temporizadores que regulan una respuesta del nodo o bien a un informe de sondeo o bien a un estado. Ejemplos de desencadenadores y temporizadores que han sido recientemente acordados para inclusión en los estándares LTE del 3GPP incluyen:

- informe de estado automático tras la detección de una unidad de datos de protocolo (PDU) omitida;
- sondeo automático en respuesta a la transmisión de la última PDU en un almacenador temporal de transmisión, proporcionando de esta manera el nodo de transmisión con un seguro de que una ráfaga de datos ha sido recibida completamente;
- un temporizador de prohibición de estado para impedir a un nodo enviar informes de estado demasiado frecuentemente, dado que demasiada frecuencia de informe de estado puede provocar retransmisiones innecesarias; y
- un temporizador de retransmisiones de sondeo, para asegurar que un sondeo sin respuesta, el cual podría haber sido perdido, se retransmite:

Por supuesto, desencadenadores y temporizadores adicionales también van a ser probablemente adoptados en LTE. Se puede esperar que el protocolo RCL ARQ para LTE tendrá al final muchas similitudes con el protocolo RLC CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) especificado en la TS 25.322 del 3GPP. Adicional al Modo Reconocimiento, el protocolo RLC para LTE también incluirá un modo de reconocimiento así como un modo transparente.

En un esquema RLC ARQ convencional, los temporizadores RLC y los informes de estado se crean en respuesta a ciertos desencadenantes. Por ejemplo, si un nodo de recepción recibe un sondeo y no hay ningún temporizador de prohibición de estado ejecutándose, entonces el nodo de recepción genera inmediatamente un informe de estado que representa el estado del receptor actual. Un informe de estado típico puede incluir un identificador para una última unidad de datos de protocolo (PDU) recibida y/o un reconocimiento negativo para una o más PDU que no se recibieron con éxito. El informe de estado entonces se ofrece a la capa de control de acceso al medio (MAC) para transmisión al nodo de transmisión. (Aquellos expertos en la técnica apreciarán que cada nodo de comunicación inalámbrica incluirá típicamente un transmisor y un receptor. Además, se puede implementar un esquema ARQ en ambas direcciones. Para los propósitos de esta revelación, el término “nodo de transmisión” generalmente se refiere al nodo que transmite una o más PDU de datos, en modo de reconocimiento, a un “nodo de recepción”. En terminología 3GPP, los datos del Modo de Reconocimiento se envían por el “lado de transmisión de una entidad RLC de Modo de Reconocimiento”; las PDU se transmiten a la “entidad igual” o al “lado de recepción” de una entidad RLC de Modo de Reconocimiento. Dado este uso, un nodo de recepción puede transmitir una PDU de estado al nodo de transmisión. De manera similar, un nodo de transmisión puede recibir un estado de PDU.)

En sistemas que emplean un temporizador de prohibición de estado, el nodo de recepción típicamente inicia el temporizador de prohibición de estado en el momento que el informe de estado se transfiere desde la capa RLC a la capa MAC. No se permiten entonces informes de estado adicionales antes de que el temporizador haya transcurrido, incluso si uno o más nuevos desencadenadores de un informe de estado suceden mientras tanto. Tales desencadenadores podrían ser otro sondeo recibido desde el nodo de transmisión, la detección de una PDU omitida,

o similar. De esta manera, el tiempo de prohibición de estado asegura que se retrasa un informe de estado posterior durante al menos el periodo de tiempo especificado por el temporizador de prohibición de estado.

En sistemas LTE, el enlace ascendente (para transmisiones de móvil a estación base) es un recurso programado, en que la programación se controla por una estación base de servicio (llamada un Nodo evolucionado B, o eNodoB, en LTE). Como resultado, una estación móvil puede no tener acceso inmediato a los recursos de transmisión en un instante dado. Si la capa MAC en una estación móvil recibe un informe de estado desde la capa RLC cuando no están programados actualmente recursos de enlace ascendente, entonces la estación móvil debe pedir primero esos recursos antes de que pueda transmitir el informe de estado al eNodoB. Dado que la programación se controla por el eNodoB, puede ocurrir que una concesión de recursos de enlace ascendente se retrase significativamente. Por ejemplo, la programación multiusuario puede ralentizar la asignación de recursos, o una petición de programación inicial se puede perder durante la transmisión. Como resultado, la transmisión del informe de estado podría ser retrasada al punto de que el estado del receptor caracterizado por el informe de estado puede estar anticuado incluso antes de que se transmita.

La US 2006/0067238 se refiere a un mecanismo para retransmisión, y trata temporizadores de prohibición de estado e informe de estado. Este documento revela que un informe de estado no será enviado hasta que se permita por una función de prohibición, por ejemplo un temporizador

Resumen

Aquí dentro se revelan los métodos y aparatos para procesar mensajes de control de errores, tales como los mensajes de control RLC ARQ. Un método ejemplar comprende señalizar un controlador de acceso al medio (MAC) de que los recursos de enlace se necesitan para transmitir datos, recibir una indicación del MAC de que recursos de enlace para transmitir los datos están programados, y generar el mensaje de control de errores después de recibir dicha indicación, en base a un estado de control de errores actual. El mensaje de control de errores es entonces reenviado al MAC para la transmisión. Debido a que la generación de un mensaje de control de errores está retrasada hasta que se programan los recursos para su transmisión, se ignoran el encolamiento y transmisión de mensajes de control de estado.

En otro aspecto de la invención, el MAC puede notificar al controlador del enlace radio (RLC) cuándo la transmisión de un mensaje de control RLC ARQ o bien está comenzada o bien reconocida. En respuesta a la notificación, el controlador RLC puede iniciar o reiniciar un temporizador de control de errores. El temporizador puede comprender, por ejemplo, un temporizador de sondeo o un temporizador de prohibición de estado.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista simplificada de un sistema de comunicación de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 2 ilustra varias capas de protocolos de comunicación que pueden ser empleadas en el sistema de la Figura 1.

La Figura 3 ilustra el efecto del retraso de programación en la formación de un informe de estado ARQ.

La Figura 4 ilustra el efecto del retraso de programación en un temporizador de sondeo ARQ.

La Figura 5 ilustra la temporización de generación del informe de estado ARQ de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 6 ilustra el procesamiento de temporizador de sondeo de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 7 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un método ejemplar de procesamiento de mensajes de control de errores.

La Figura 8 es un diagrama de bloques de un aparato inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada

La Figura 1 proporciona una vista simplificada de un sistema de comunicación 10, que incluye un nodo de transmisión 110 y un nodo de recepción 120. Como fue discutido anteriormente, el nodo de transmisión 110 y el nodo de recepción 120 cada uno comprende un transceptor completo; los términos “de transmisión” y “de recepción” son usados para describir puntos finales particulares en una transferencia de datos de reconocimiento. De esta manera, el nodo de transmisión 110 transmite una o más unidades de datos, las cuales pueden comprender unidades de datos de protocolo (PDU), al nodo de recepción 120, y pueden también transmitir uno o más mensajes de control de errores, tales como una petición de sondeo. (Como será discutido más adelante, un mensaje de control de errores, tal como un sondeo, puede ser incluido en la misma unidad de datos de protocolo como datos de tráfico.) El nodo de recepción 120 puede a su vez transmitir uno o más mensajes de control de errores, tales como un informe de estado, o una petición para retransmitir una PDU que fue recibida sin éxito.

En algunas realizaciones de la presente invención, el nodo de transmisión 110 puede comprender un eNodoB de LTE y el nodo de recepción 120 puede comprender una estación móvil compatible con LTE. En este caso, las unidades de datos representadas en la Figura 1 son transmitidas, por el eNodoB, sobre el enlace descendente, mientras que uno o más mensajes de control de errores son transmitidos sobre el enlace ascendente. Sin embargo, aquellos expertos en la técnica apreciarán que un esquema ARQ también puede ser implementado en la dirección opuesta, para detectar errores en las PDU de entrega sobre el enlace ascendente. En este caso, los papeles de los nodos de transmisión y recepción se invierten entre el eNodoB y la estación móvil.

Aunque las técnicas inventivas reveladas aquí dentro son descritas en referencia a un sistema LTE, la presente invención no está limitada a tal sistema. Verdaderamente, el facultativo experto, tras leer la siguiente descripción y ver los dibujos adjuntos, apreciará que las técnicas descritas aquí dentro pueden ser aplicadas a una variedad de sistemas inalámbricos, y en particular a sistemas que programan dinámicamente recursos de transmisión en el enlace ascendente, enlace descendente, o ambos.

Cada uno de los nodos de comunicaciones en la Figura 1 está configurado para funcionar de acuerdo con un protocolo de comunicación especificado, tal como los protocolos LTE especificados por el 3GPP. Varias capas de protocolo se ilustran en la Figura 2; estas capas de protocolos pueden ser implementadas en cada uno de los nodos de comunicación usando componentes físicos analógicos y digitales, procesadores programables configurados con soporte lógico apropiado, o una combinación. En particular, el nodo de transmisión 110, el cual puede ser una estación móvil LTE, puede usar las capas de protocolos en la pila de protocolo 210 para comunicar con las capas de protocolos correspondientes en la pila de protocolo 220 del nodo de recepción 120, por ejemplo, un eNodoB LTE.

Cada una de las pilas de protocolo 210 y 220 incluye una capa física, una capa de enlace de datos, y una capa de red. La capa de enlace de datos está dividida en dos subcapas, una capa de control de enlace radio (RLC) y una capa de control de acceso al medio (MAC). En esta realización ejemplar la capa de red está dividida en un protocolo del plano de control (RRC) y un protocolo del plano de usuario (IP).

En un sistema LTE, la capa física usa tecnología de Acceso de Múltiple por División en Frecuencia Ortogonal (OFDMA) para el enlace descendente, y la estrechamente relacionada de Acceso de Múltiple por División en Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA) para el enlace ascendente. En general, la capa física proporciona transferencia de datos sobre la interfaz aérea (radio), e incluye tales funciones como multiplexación y demultiplexación de canales de transporte, asignación de canales de transporte en canales físicos, modulación y demodulación de canales físicos, codificación y descodificación de corrección de error sin canal de retorno, sincronización de frecuencia y tiempo, control de potencia transmitida, procesamiento de RF, y similares.

La capa de control de acceso al medio (MAC) generalmente proporciona transferencia no reconocida de unidades de datos de servicio (SDU) entre entidades MAC iguales. Las funciones MAC pueden incluir seleccionar un formato de transporte apropiado para cada canal de transporte dependiendo de la tasa de datos, manejar prioridades entre los flujos de datos de varios usuarios (en una estación base que soporta múltiples usuarios), programación de mensajes de control, multiplexación y demultiplexación de PDU de capa superior, etc. En un sistema LTE, la programación de recursos también se realiza por la capa MAC. En particular, los recursos de enlace ascendente pueden ser requeridos por una capa MAC para una estación móvil, y son asignados entre las estaciones móviles por la capa MAC correspondiente en el eNodoB.

La capa RLC realiza varias funciones incluyendo el establecimiento, liberación y mantenimiento de una conexión RLC, segmentación y reensamblado de longitud variable, PDU de capas superiores en o desde PDU de RLC más pequeñas, concatenación, corrección de errores mediante retransmisión (ARQ), entrega en secuencia de PDU de capa superior, detección de duplicado, control de flujo, y otras funciones.

El protocolo RRC maneja la señalización de control sobre la interfaz radio, por ejemplo, señalización de control de portador de acceso radio, información de medición y señalización de traspaso. La parte del plano de usuario de la capa de red incluye las funciones tradicionales realizadas por protocolos de nivel 3, tales como el bien conocido Protocolo de Internet (IP).

La capa del protocolo de control de enlace radio (RLC) en las pilas de protocolos 210 y 220 incluye un mecanismo de Petición de Repetición Automática (ARQ). La capa RLC en un nodo de transmisión 110 recibe datos de usuario, los segmenta, y los transforma en PDU de RLC. En algunas realizaciones, una PDU de RLC transmitida puede incluir un campo que indica si el mensaje transmitido es una PDU de datos o una PDU de control. Otro campo puede corresponder a un campo de sondeo, el cual puede contener un bit que indica que el nodo de transmisión 110 quiere un informe de estado desde el nodo de recepción. La PDU de RLC puede además comprender un campo de “Número de Secuencia” que indica el número de secuencia de una PDU de datos; este número de secuencia puede ser aumentado para cada nueva PDU de datos. Finalmente, un campo de datos contiene segmentos de información de datos de nivel superior. Los campos de “Indicador de Longitud” y extensión “E” también pueden ser incluidos en una PDU de RLC.

En respuesta a una PDU en la cual el bit de sondeo P es fijado a “1”, la capa RLC del nodo de recepción puede generar un informe de estado que indica qué PDU de RLC se han recibido adecuadamente. Se pueden usar

reconocimientos positivos o negativos, o una combinación de ambos. En LTE, una PDU de informe de estado incluye un campo de Número de Secuencia de Reconocimiento (ACK_SN) que indica la menor secuencia entre las PDU que ni han sido recibidas ni detectadas como perdidas por el nodo de recepción. La PDU de informe de estado puede además incluir uno o más campos de Número de Secuencia de Reconocimiento Negativo (NACK_SN) que identifican las PDU detectadas como pérdidas por el nodo de recepción. De esta manera, cuando un nodo de transmisión 110 recibe una PDU de informe de estado, determina que todas las PDU hasta, pero sin incluir, la PDU correspondiente al ACK_SN han sido recibidas, excepto para aquellas PDU identificadas por el único o más campos NACK_SN.

Como brevemente se mencionó anteriormente, la programación dinámica de recursos en algunos sistemas puede causar retardos entre la generación de mensajes de control de errores, tales como las PDU de sondeo o PDU de informe de estado tratadas aquí, y la transmisión real de esos mensajes. En sistemas en que los recursos de transmisión están disponibles persistentemente, tales como en sistemas CDMA de Banda Ancha del 3GPP, un mensaje de control RLC (por ejemplo, PDU de informe de estado o PDU de sondeo) es típicamente transmitido inmediatamente después de que ha sido generado, excepto por un corto retardo de procesamiento. De esta manera, cuando un informe de estado es transmitido, por ejemplo, presenta una “instantánea” generalmente precisa del estado del receptor. En LTE, en contraste, el enlace ascendente es estrictamente programado y la estación móvil típicamente carece de cualquiera de tales recursos persistentes. Si la estación móvil no está programada, la capa MAC de la estación móvil debe solicitar primero los recursos de enlace ascendente antes de que pueda transmitir la PDU de informe de estado. El retardo resultante puede causar a la PDU de informe de estado que se quede anticuada antes de que se transmita realmente al eNodoB.

Este problema es ilustrado en la Figura 3, en la cual los sucesos en el eNodoB son ilustrados a lo largo de la línea horizontal superior, y los sucesos en el terminal móvil son ilustrados a lo largo de la línea horizontal inferior. El flujo de sucesos de la Figura 3 comienza con la transmisión de una petición de sondeo desde el eNodoB a la estación móvil, como se representa en el lado izquierdo de la figura. Como se trató anteriormente, en un sistema convencional, el terminal móvil inmediatamente (excepto para retardos de procesamiento) genera un informe de estado. En un sistema LTE, como se trató anteriormente, este informe de estado puede indicar que una o más PDU de Modo de Reconocimiento (o partes de la misma) se perdieron, o procesaron sin éxito.

Después de que la capa RLC genera el informe de estado, el informe de estado es reenviado a la capa MAC para entrega al eNodoB. No obstante, en el flujo de sucesos representado, los recursos no están disponibles inmediatamente para transmitir datos sobre el enlace ascendente. De esta manera, la capa MAC solicita recursos del enlace ascendente desde el eNodoB, enviando una petición de programación. Como se trató anteriormente, la concesión de recursos de enlace ascendente puede estar sujeta a retardos considerables. Estos retardos pueden ocurrir simplemente porque el eNodoB esté sirviendo a muchas estaciones móviles, o porque el eNodoB esté actualmente asignando recursos a peticiones de mayor prioridad. En algunos casos, los retardos pueden ser causados o exacerbados por el fallo de la petición de recursos a ser recibida con éxito por el eNodoB, de modo que la petición debe ser repetida.

En cualquier caso, la concesión de recursos de enlace ascendente en el flujo de sucesos representado en la Figura 3 se recibe finalmente por el terminal móvil, pero después de un considerable retardo de programación. Este periodo de retardo es ilustrado en la Figura 3 desde la perspectiva del RLC, es decir, desde el instante en que el mensaje de control de errores (informe de estado) es reenviado por el RLC al MAC hasta el momento en que el MAC recibe la concesión de los recursos de enlace ascendente. Durante este periodo, varias PDU de RLC adicionales, a saber la PDU 1 y la PDU 2, son recibidas por el terminal móvil. De esta manera, en el momento que el informe de estado es transmitido al eNodoB, como ilustrado en el lado derecho de la figura, el informe de estado entonces está fuera de fecha. Debido a que el informe de estado no refleja el recibo de la PDU 1 y la PDU 2, el eNodoB ha sido dotado con información inexacta en cuanto al estado actual del receptor de la estación móvil. Esto podría provocar una retransmisión de la PDU 1 y la PDU 2, desperdiciando recursos de enlace descendente y causando potencialmente retardos adicionales en datos encolados.

Los retardos de planificación también pueden causar problemas con el funcionamiento de temporizadores relacionados con procesos de control de errores. Por ejemplo, si un temporizador RLC que controla la transmisión de informes de estado, tal como el temporizador de prohibición de estado, es iniciado cuando la PDU que transporta el informe de estado es ofrecida a la capa MAC, entonces puede ocurrir que el temporizador expire demasiado pronto. En el peor caso, la capa RLC podría ofrecer varios informes de estado RLC a la capa MAC, todos los cuales son encolados para la transmisión. Si estos informes de estado contienen un reconocimiento negativo para las mismas PDU de RLC, las mismas PDU pueden ser retransmitidas varias veces por la entidad RLC igual.

Un problema similar puede aplicar a temporizadores que controlan el sondeo. Si un temporizador de sondeo es iniciado cuando la PDU que transporta el sondeo es ofrecida a la capa MAC, puede ocurrir que el temporizador de sondeo expire demasiado pronto debido al retardo en la transmisión de la PDU que transporta el sondeo. Esto podría provocar sondeos innecesarios que se encolan y transmiten al receptor. Esto es ilustrado en el flujo de sucesos de la Figura 4. Como con la Figura 3, los sucesos en un eNodoB son ilustrados a lo largo de la línea horizontal superior, mientras que los sucesos en el terminal móvil son mostrados a lo largo de la línea inferior. En el lado izquierdo de la figura, un mensaje de control de sondeo, Sondeo 1, es generado por la capa RLC del eNodoB.

El mensaje de control de sondeo es inmediatamente reenviado a la capa MAC para transmisión al terminal móvil, y un temporizador de sondeo, el cual establece un mínimo retardo antes de que otra petición de sondeo pueda ser generada, es iniciado. No obstante, el mensaje Sondeo 1 no es realmente transmitido al terminal móvil hasta después de un retardo considerable, el cual puede resultar de retardos de programación desde una cola de transmisión respaldada.

En algunos casos, el retardo en transmitir la petición de sondeo puede extenderse hasta después de que el temporizador de sondeo expire, como se muestra en la Figura 4. Tras la expiración del temporizador de sondeo, la capa RLC, la cual no es consciente de que el sondeo previo no ha sido transmitido, genera una segunda petición de sondeo, Sondeo 2. Esta segunda petición de sondeo es reenviada al MAC, y el temporizador de sondeo se reinicia.

Finalmente, la primera petición de sondeo (Sondeo 1) es transmitida a la estación móvil. En el escenario representado, los retardos de enlace ascendente no son significativos, de manera que un informe de estado es devuelto rápidamente. Poco después, la segunda petición de sondeo (Sondeo 2) es transmitida por el eNodoB y recibida por el terminal móvil. Aunque un temporizador de prohibición de estado puede prohibir la generación y transmisión de otro informe de estado por el terminal móvil, la segunda petición de sondeo es claramente innecesaria, y un desperdicio de recursos del sistema.

Las Figuras 3 y 4 ilustran solamente unos pocos de los problemas de temporización de control de errores RLC que podrían surgir de los retardos de programación y encolado en un sistema inalámbrico con recursos programados. Otro problema es que los informes o sondeos de estado puedan ser retrasados debido a que datos de prioridad más alta está ya encolados. Consideremos un terminal móvil (un nodo de recepción con respecto al enlace descendente, un transmisor con respecto al enlace ascendente) con múltiples portadores, o “canales lógicos”, que tienen diferentes prioridades. Supongamos que el terminal móvil tiene datos en el almacenador temporal de transmisión para el portador de la más alta prioridad y que el terminal móvil recibe concesiones de programación del eNodoB que no dejan ancho de banda para la transmisión de las PDU asociadas con portadores de prioridad más baja. Además, supongamos que un desencadenante para transmitir un informe de estado o un sondeo sobre un portador de prioridad más baja ocurre. Dado que el terminal móvil carece de recursos para transmitir esta PDU, el informe de estado o sondeo puede ser retrasado significativamente. Como en los escenarios tratados anteriormente, el informe de estado puede en algunos casos llegar a estar anticuado antes de que se transmita. En casos extremos, varios informes de estado o sondeos pueden ser encolados hasta que recursos para el portador de prioridad más baja estén disponibles, conduciendo a retransmisiones innecesarias.

Una solución a varios de los problemas anteriores es modificar los procesos ARQ convencionales descritos anteriormente de tal manera que el contenido de un mensaje de control de errores (por ejemplo, una PDU de RLC que transporta información de control ARQ) es generado solamente cuando la capa MAC puede ofrecer recursos para transmitir la PDU de RLC. En algunas realizaciones esto puede ser consumado proporcionando una interfaz adicional o modificada entre las capas RLC y MAC. Esta interfaz adicional puede permitir que la capa RLC pida a la capa MAC transmitir una PDU de RLC que transporte información de control. Además, esta interfaz adicional permite a la capa MAC notificar a la capa RLC cuándo están disponibles los recursos de enlace para transmitir la PDU de RLC que transporta información de control. De esta manera, la capa RLC puede diferir realmente generando la información de control hasta los recursos, de manera que el mensaje de control de errores entregado por último incluya información actualizada del estado de la capa RLC.

Sobre esta interfaz, la capa RLC de un nodo de comunicación (por ejemplo, una estación móvil) puede primero informar de la necesidad a la capa MAC de transmisión de un mensaje de control ARQ de RLC, tal como un informe de estado. Tras la notificación de la capa MAC a la capa RLC que los recursos necesarios están (o estarán pronto) disponibles, la capa RLC entonces crea la información de control relevante (por ejemplo, la información de informe de estado), empaqueta la información de control en una PDU de RLC, y presenta la PDU de RLC a la capa MAC para transmisión al nodo remoto. Las realizaciones de la invención cubren los casos en que la PDU de RLC transporta o bien un informe de estado RLC o un sondeo, y pueden ser aplicadas de manera similar a otros mensajes de control de errores.

La Figura 5 presenta un diagrama de flujo de suceso, similar a aquellos de las Figuras 3 y 4, que ilustra el funcionamiento de un sistema de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. Como fue el caso en la Figura 3, una petición de sondeo es transmitida por el eNodoB, y recibida por el terminal móvil, en el lado izquierdo de la figura. En respuesta a este desencadenante, la capa RLC en el terminal móvil determina que serán necesarios recursos de enlace ascendente para transmitir un mensaje de control de errores, en este caso un informe de estado. La capa RLC de esta manera señala a la capa MAC que los recursos de enlace ascendente son necesarios, como se indica en la Figura 5. La capa MAC responde requiriendo recursos de enlace ascendente del programador, si los recursos no están ya programados.

Aquellos expertos en la técnica apreciarán que la señalización desde la capa RLC a la capa MAC de que son necesarios recursos de enlace ascendente puede o no puede indicar específicamente que esos recursos son requeridos para la transmisión de un mensaje de control de errores. De esta manera, en algunas realizaciones, la señal puede indicar simplemente que una PDU de RLC está pendiente, y que los recursos de enlace ascendente deberían ser programados si no están ya disponibles. En otras realizaciones, puede ser ventajoso para la

señalización indicar específicamente que los recursos son necesarios para un mensaje de control.

En cualquier suceso, la concesión real de recursos puede llegar solamente después de un retardo significativo, como se ilustra en la Figura 5. Durante este retardo, se reciben varias PDU de RLC de modo de reconocimiento, PDU 3 y PDU 4, en el terminal móvil durante el retardo de programación. No obstante, en este escenario el informe de estado no ha sido generado, y no está encolado en la capa MAC esperando la transmisión. En su lugar, como se ilustra en la Figura 5, la capa RLC difiere generando los datos de informe de estado hasta después de que la capa MAC notifica al RLC que la petición de recursos de enlace ascendente ha sido concedida (es decir, que los recursos de enlace ascendente están disponibles). De esta manera, el informe de estado incluye datos actuales (que incluyen el estado de PDU 3 y PDU 4) cuando es reenviado a la MAC y transmitido al eNodoB. Aunque puede haber todavía retardos de procesamiento y encolamiento, estos retardos son mínimos comparados a la situación representada en la Figura 3.

Algunas realizaciones de la presente invención utilizan técnicas similares para iniciar y reiniciar temporizadores para procesamiento del control de errores, tales como el sondeo ARQ de RLC y los temporizadores de prohibición de estado tratados anteriormente. En estas realizaciones, la activación de un temporizador de control de errores puede ser desencadenada por una notificación de capa MAC (a la capa RLC) de que una PDU de RLC que transporta información de control de errores ha sido transmitida, o está a punto de ser transmitida, al nodo remoto.

El funcionamiento ejemplar para una realización tal es representado en la Figura 6. En este flujo de sucesos, como era el caso en el flujo de sucesos representado en la Figura 4, una petición de sondeo se desencadena en el eNodoB. La PDU de RLC que transporta la petición de sondeo es reenviada a la MAC para transmisión al terminal móvil. No obstante, en este caso, el temporizador de sondeo no es iniciado inmediatamente. En su lugar, el temporizador de sondeo no es iniciado hasta después de que la capa MAC notifica a la capa RLC que la petición de sondeo ha sido transmitida. Como se representa en la Figura 6, esto podría ocurrir después de un retardo significativo de programación/encolamiento. Debido a que el inicio del temporizador de sondeo fue diferido hasta o cerca del momento que la petición de sondeo fue realmente transmitida, el temporizador no expira anterior al recibo del informe de estado desde el terminal móvil. Una retransmisión innecesaria de la petición de sondeo es de esta manera evitada.

En algunas realizaciones, la capa MAC puede ser configurada para notificar a la capa RLC que la transmisión de la PDU que transporta la información de control ARQ de RLC ha comenzado, o está a punto de comenzar. En otras realizaciones, la capa MAC puede en su lugar notificar a la capa RLC de que la transmisión de la PDU que transporta la información de control ARQ de RLC ha sido reconocida en la capa HARQ de MAC. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que las técnicas descritas anteriormente con respecto a un temporizador de sondeo también pueden ser aplicadas a otros temporizadores de control de errores, tales como un temporizador de prohibición de estado.

La Figura 7 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un método ejemplar para procesar mensajes de control de errores tal como podrían ser llevados a cabo por uno o más de los controladores RLC y MAC tratados anteriormente. En el método representado, las técnicas inventivas reveladas aquí dentro son aplicadas tanto a la generación de un mensaje de control de errores como a la activación de un temporizador de control de errores. Aquellos expertos en la técnica apreciarán, por supuesto, que muchas realizaciones de la invención aplicarán estas técnicas a ambos procesos de control de errores, pero que algunas pueden aplicar las técnicas de un proceso o el otro, pero no ambas.

En cualquier suceso, el método ejemplar de la Figura 7 comienza en el bloque 710, con la señalización, al controlador MAC en un nodo de comunicaciones, que son necesarios recursos de enlace para la transmisión de un mensaje de control de errores. Como fue tratado anteriormente, esto puede ser desencadenado por cualquiera de diversos sucesos diferentes. Por ejemplo, el recibo de una petición de sondeo en un nodo de recepción desencadenará generalmente un proceso de informe de estado. En este caso, entonces, la señalización para los recursos de enlace en el bloque 710 es para que los recursos transmitan el informe de estado. Otro posible suceso desencadenante es la expiración de un temporizador de control de errores. Por ejemplo, la expiración de un temporizador de sondeo puede desencadenar una nueva petición de sondeo, en cuyo caso la señalización en el bloque 710 puede ser solicitar recursos para desencadenar la nueva petición de sondeo.

En cualquier suceso, en el bloque 720, se recibe una indicación desde el controlador MAC de que están disponibles recursos de enlace. Como fue tratado en profundidad anteriormente, esto puede ocurrir casi inmediatamente después de la petición de recursos, o puede ocurrir después de un significativo retardo de programación. En cualquiera de los dos casos, un mensaje de control de errores es generado en el bloque 730, en respuesta a la indicación de que están disponibles recursos de enlace. De esta manera, los contenidos del mensaje de control de errores son generados en base a un estado actual, y no se hacen “viejos” por cualquier retardo de programación. En el bloque 740, el mensaje de control de errores es reenviado al controlador MAC para la transmisión. Debido a que la generación del mensaje del bloque 730 y el reenvío del mensaje de bloque 740 fue diferido hasta después de la indicación de que estaban disponibles recursos, se minimizan los retardos de transmisión después del reenvío al controlador MAC.

En el bloque 750, se recibe una notificación desde el controlador MAC de que la transmisión del mensaje de control de errores ha comenzado, o se ha completado. En respuesta a esta notificación, un temporizador de control de errores apropiado, tal como un temporizador de sondeo o un temporizador de prohibición de estado, es activado, como se muestra en el bloque 760.

Los procedimientos RLC y MAC descritos aquí dentro pueden ser implementados respectivamente por un controlador RLC y un controlador MAC implementando las capas RLC y MAC, respectivamente, de las pilas de protocolos 210 y 220 tratadas anteriormente. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que estos procedimientos pueden ser implementados modificando el controlador RLC y controladores MAC convencionales, los cuales, como se trató anteriormente, pueden ser implementados por uno o más procesadores programables, circuitos de componentes físicos, o una combinación de los mismos.

Además, los métodos revelados aquí dentro pueden ser implementados en cualquiera de los dos o en ambos extremos de un enlace inalámbrico, tal como los terminales móviles LTE o los eNodosB tratados anteriormente. De esta manera, la Figura 8 ilustra los rasgos generales de un aparato de comunicaciones inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones de la invención; el aparato inalámbrico representado 800 puede comprender, en varias realizaciones, un terminal móvil (incluyendo un teléfono celular, asistente digital personal inalámbrico, ordenador personal inalámbrico, dispositivo máquina a máquina, etc.), una estación base, un repetidor, u otro nodo que termina un enlace inalámbrico.

El aparato inalámbrico 800 de la Figura 8 incluye un transceptor de radio 810, operable para comunicar sobre uno o más enlaces radio con un transceptor remoto, a través de la antena 815. En algunas realizaciones, el transceptor radio 810 está configurado para recibir y transmitir señales formateadas de acuerdo con un estándar, tal como cualquiera de los estándares inalámbricos promulgados por el 3GPP. En particular, el transceptor radio 810 puede ser configurado para transmitir y/o recibir señales OFDMA y SC-FDMA de acuerdo con los estándares LTE.

El aparato inalámbrico 800 además incluye una función de Control de Acceso al Medio 820, una función de Control de Enlace Radio 830, y otro procesamiento 840. Las funciones generales de las funciones MAC y RLC son tratadas anteriormente; estas funciones pueden ser implementadas en cualquiera de una variedad de combinaciones de componentes físicos analógicos y digitales y procesadores programables configurados con soporte lógico. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que estas funciones, así como otras funciones necesarias para el funcionamiento del aparato inalámbrico 800 pueden ser implementadas usando uno o varios procesadores programables. En muchas realizaciones, las funciones MAC 820 y RLC 830 son implementadas como una pila de protocolos, tal como la pila de protocolos 210 de la Figura 2, implementada en un microprocesador único o circuito integrado específico de aplicación configurado con soporte lógico para llevar a cabo las diversas funciones RLC y MAC descritas aquí dentro.

En particular, el controlador RLC 830 puede ser implementado con un microprocesador programado con soporte lógico que define una capa RLC, en el cual la capa RLC está configurada para señalar a un controlador de acceso al medio que son necesarios recursos de enlace para transmitir datos, recibir una indicación desde el controlador de acceso al medio que están programados recursos de enlace para transmitir los datos, y, sensible a la indicación, generar un mensaje de control de errores basado en un estado de control de errores actual para la capa RLC. El mensaje de control de error puede comprender, pero no está limitado a, una petición de sondeo o un informe de estado. En algunas realizaciones, la capa RLC puede ser configurada además para recibir una notificación de que la transmisión del mensaje de control de errores ha comenzado y para iniciar un temporizador de control de errores sensible a la notificación. El temporizador de control de errores puede comprender, pero no está limitado a, un temporizador de sondeo o un temporizador de prohibición de estado.

De manera similar, todo o parte del controlador MAC 820 puede ser implementado en el mismo microprocesador, o en uno o más microprocesadores distintos, programados con soporte lógico que define una capa MAC. La capa MAC es configurada para recibir una señal desde la capa RLC que indica que se necesitan recursos de enlace para transmitir datos, y para requerir recursos de enlace como necesarios. La capa MAC además se configura para notificar a la capa RLC tras recibir una concesión de recursos. En algunas configuraciones, la capa MAC aún se configura además para notificar a la capa RLC cuando un mensaje de control de errores (proporcionado a la MAC a través de la capa RLC) ha sido transmitido, o, en algunas realizaciones, cuando la transmisión del control de errores es inminente.

Las enseñanzas de la presente revelación pueden ser llevadas a cabo, por supuesto, en otras maneras que aquellas específicamente establecidas en adelante aquí dentro sin salir de las características esenciales de la invención. Las presentes realizaciones van a ser consideradas en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas, y todos los cambios que vienen dentro del significado de las reivindicaciones adjuntas se pretende que sean adoptados allí dentro.

REIVINDICACIONES

1. Un método para manejar temporizadores para procesamiento de control de errores en un sistema de comunicación inalámbrico, caracterizado porque el método comprende:

señalizar (710) a un controlador de acceso al medio que son necesarios recursos de enlace para transmitir datos;

recibir (720) una indicación desde el controlador de acceso a medio que están disponibles recursos de enlace para transmitir los datos;

sensible a la indicación, generar (730) un mensaje de control de errores en base a un estado de control de errores actual, reenviar (740) el mensaje de control de errores al controlador de acceso al medio para la transmisión, e iniciar (760) un temporizador de control de errores, y prevenir que un mensaje de control de errores adicional sea generado antes de que el temporizador de control de errores expire;

2. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque el temporizador de control de errores es uno de un temporizador de retransmisión de sondeo y un temporizador de prohibición de estado.

3. El método de las reivindicaciones precedentes 1 o 2, caracterizado porque el mensaje de control de errores comprende un mensaje de informe de estado de petición de repetición automática (ARQ).

4. El método de las reivindicaciones precedentes 1 o 2, caracterizado porque el mensaje de control de errores comprende una petición de retransmisión.

5. El método de las reivindicaciones precedentes 1 o 2, caracterizado porque el mensaje de control de errores comprende un mensaje de sondeo de petición de repetición automática (ARQ).

6. El método de las reivindicaciones precedentes 1 o 2, caracterizado porque el método además comprende:

recibir (750) una notificación de que la transmisión del mensaje de control de errores ha comenzado.

7. El método de las reivindicaciones precedentes 1 o 2, caracterizado que el método además comprende:

recibir (750) una notificación del controlador de acceso al medio de que el mensaje de control de errores ha sido reconocido.

8. Un aparato de comunicaciones inalámbrico (800) para manejar temporizadores para procesar control de errores, que comprende un transceptor radio (810), un controlador de acceso al medio (820), y un controlador de enlace radio (830), caracterizado porque el controlador de enlace radio (830) está configurado para:

señalizar al controlador de acceso al medio (820) que son necesarios recursos de enlace para transmitir datos;

recibir una indicación desde el controlador de acceso al medio (820) que están disponibles recursos de enlace para transmitir los datos;

sensible a la indicación, generar un mensaje de control de errores en base a un estado de control de errores actual, reenviar el mensaje de control de errores al controlador de acceso al medio (820) para la transmisión, e iniciar un temporizador de control de errores, y prevenir un mensaje de control de errores adicional de ser generado antes de que el temporizador de control de errores expire.

9. El aparato de comunicaciones inalámbrico (800) de la reivindicación 8, caracterizado porque el temporizador de control de errores es uno de un temporizador de retransmisión de sondeo y un temporizador de prohibición de estado.

10. El aparato de comunicaciones inalámbrico (800) de las reivindicaciones precedentes 8 o 9, caracterizado porque el mensaje de control de errores comprende un mensaje de informe de estado de petición de repetición automática (ARQ).

11. El aparato de comunicaciones inalámbrico (800) de las reivindicaciones precedentes 8 o 9, caracterizado porque el mensaje de control de errores comprende una petición de retransmisión.

12. El aparato de comunicaciones inalámbrico (800) de las reivindicaciones precedentes 8 o 9, caracterizado porque el mensaje de control de errores comprende un mensaje de sondeo de petición de repetición automática (ARQ).

13. El aparato de comunicaciones inalámbrico (800) de la reivindicación de las reivindicaciones precedentes 8 o 9, caracterizado porque el método además comprende:

recibir una notificación de que la transmisión del mensaje de control de errores ha comenzado.

14. El aparato de comunicaciones inalámbrico (800) de la reivindicación de las reivindicaciones precedentes 8 o 9, caracterizado porque el método además comprende:

recibir, desde el controlador de acceso a medio (820), una notificación de que el mensaje de control de errores ha sido reconocido.

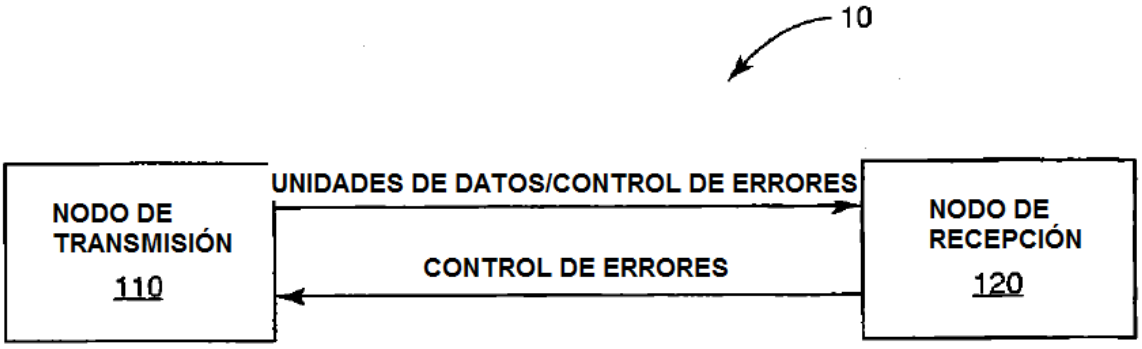
10
NODO DE TRANSMISIÓN
110
UNIDADES DE DATOS/CONTROL DE ERRORES
CONTROL DE ERRORES
NODO DE RECEPCIÓN
120

FIG. 1

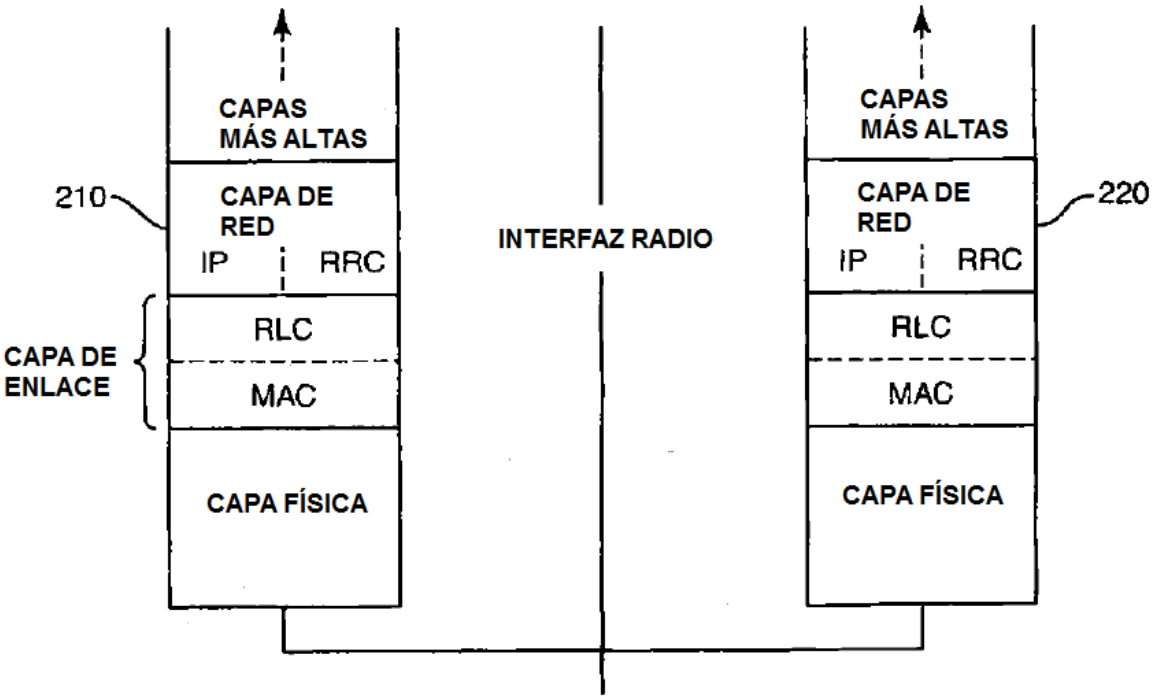
CAPAS MÁS ALTAS
210
CAPA DE RED
IP
RRC
CAPA DE ENLACE
RLC
MAC
CAPA FÍSICA
INTERFAZ RADIO
CAPAS MÁS ALTAS
CAPA DE RED
IP
RRC
220
RLC
MAC
CAPA FÍSICA

FIG. 2

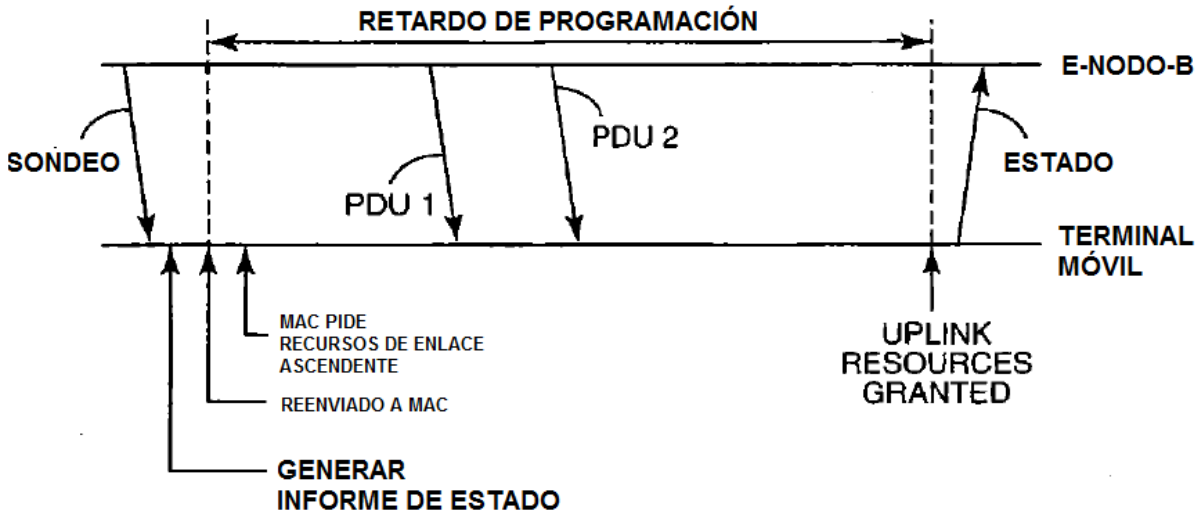
RETARDO DE PROGRAMACIÓN
E-NODO-B
SONDEO
PDU 2
PDU 1
ESTADO
TERMINAL MÓVIL
MAC PIDE RECURSOS DE ENLACE ASCENDENTE
REENVIADO A MAC
UPLINK RESOURCES GRANTED
GENERAR INFORME DE ESTADO

FIG. 3

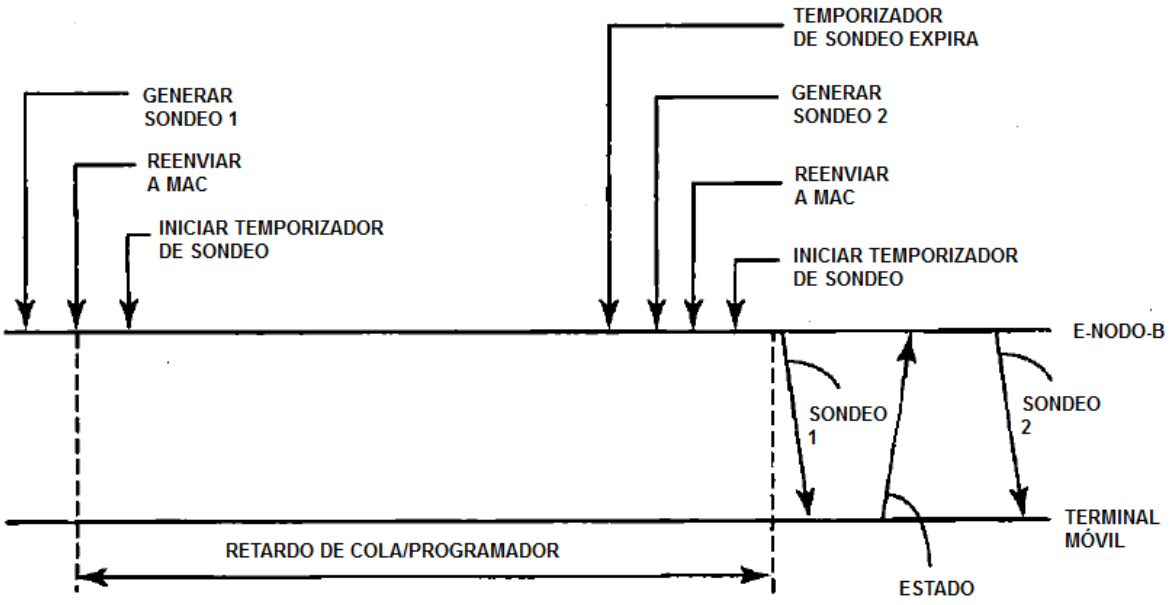
TEMPORIZADOR DE SONDEO EXPIRA
GENERAR SONDEO 1
GENERAR SONDEO 2
REENVIAR A MAC
REENVIAR A MAC
INICIAR TEMPORIZADOR DE SONDEO
INICIAR TEMPORIZADOR DE SONDEO
E-NODO-B
SONDEO 1
SONDEO 2
TERMINAL MÓVIL
RETARDO DE COLA/PROGRAMADOR
ESTADO

FIG. 4

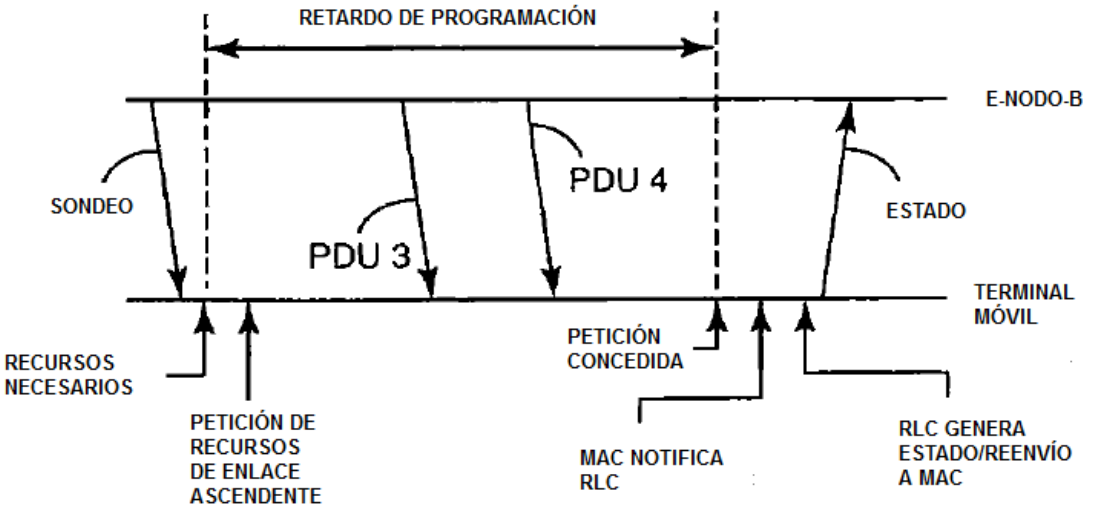
RETARDO DE PROGRAMACIÓN
E-NODO-B
SONDEO
PDU 4
PDU 3
ESTADO
TERMINAL MÓVIL
RECURSOS NECESARIOS
PETICIÓN CONCEDIDA
PETICIÓN DE RECURSOS DE ENLACE ASCENDENTE
MAC NOTIFICA RLC
RLC GENERA ESTADO/REENVÍO A MAC

FIG. 5

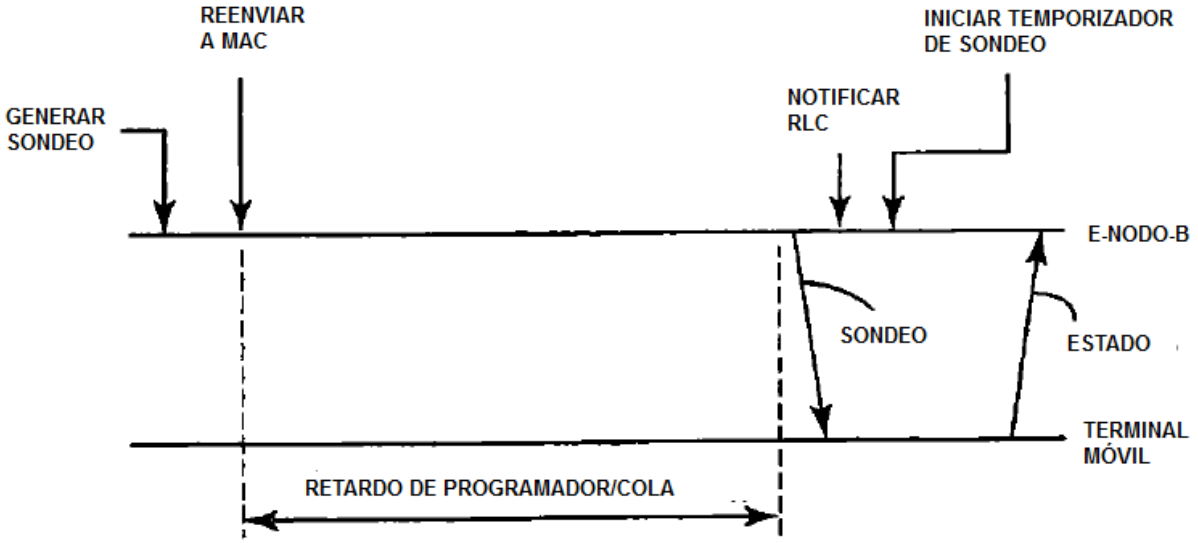
REENVIAR A MAC
INICIAR TEMPORIZADOR DE SONDEO
GENERAR SONDEO
NOTIFICAR RLC
E-NODO-B
SONDEO
ESTADO
TERMINAL MÓVIL
RETARDO DE PROGRAMADOR/COLA

FIG. 6

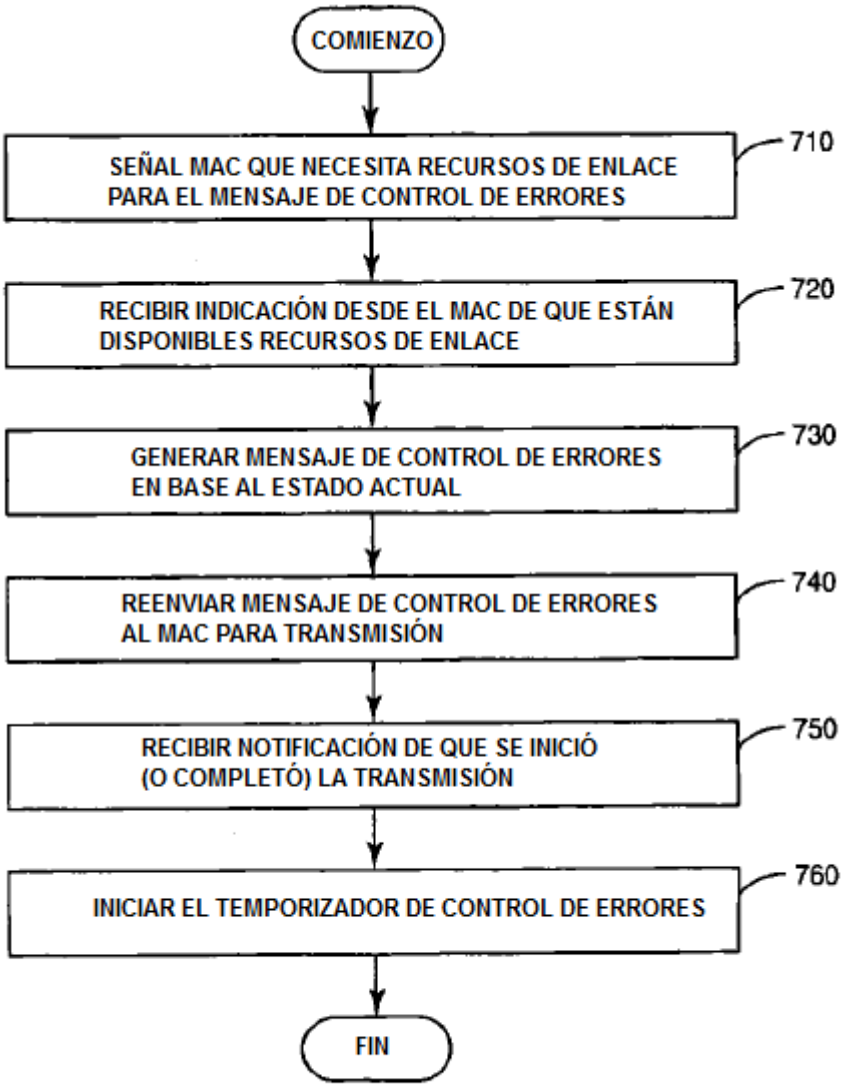
COMIENZO
SEÑAL MAC QUE NECESITA RECURSOS DE ENLACE PARA EL MENSAJE DE CONTROL DE ERRORES
710
RECIBIR INDICACIÓN DESDE EL MAC DE QUE ESTÁN DISPONIBLES RECURSOS DE ENLACE
720
GENERAR MENSAJE DE CONTROL DE ERRORES EN BASE AL ESTADO ACTUAL
730
REENVIAR MENSAJE DE CONTROL DE ERRORES AL MAC PARA TRANSMISIÓN
740
RECIBIR NOTIFICACIÓN DE QUE SE INICIÓ (O COMPLETÓ) LA TRANSMISIÓN
750
INICIAR EL TEMPORIZADOR DE CONTROL DE ERRORES
760
FIN

FIG. 7

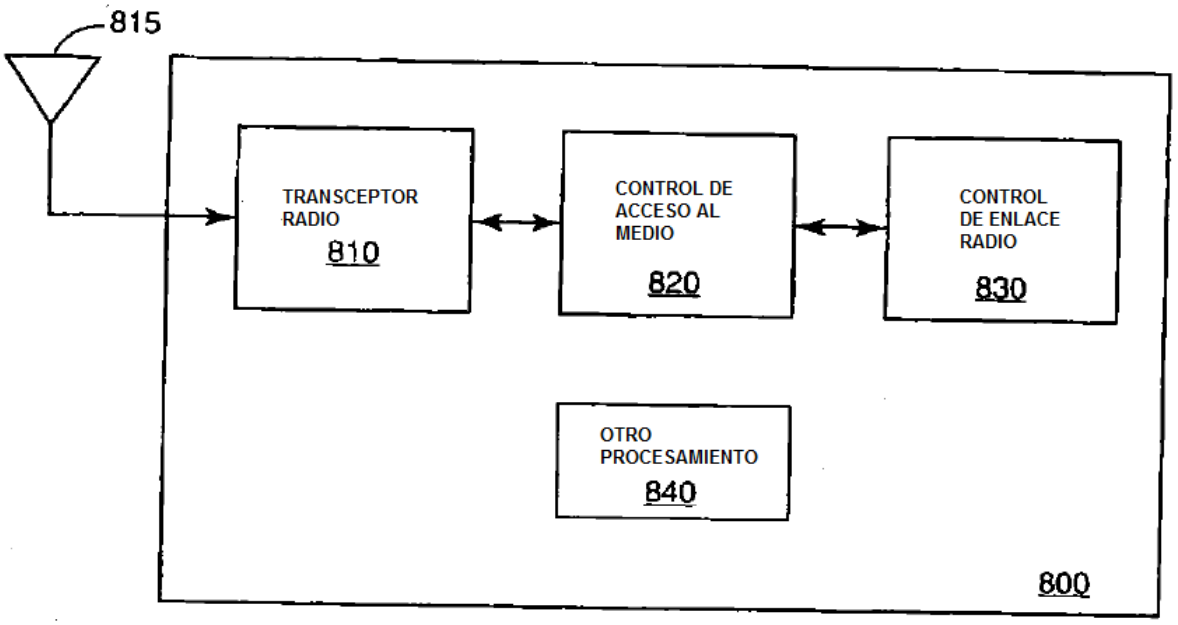
815
TRANSCEPTOR RADIO
810
CONTROL DE ACCESO AL MEDIO
820
CONTROL DE ENLACE RADIO
830
OTRO PROCESAMIENTO
840
800

FIG. 8