

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 937 920**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18 (2006.01)

H04L 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2007** **E 19183543 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2022** **EP 3605915**

54 Título: **Sincronización de protocolo mejorada para HARQ**

30 Prioridad:

09.10.2006 SE 0602182

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.04.2023

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

PEISA, JANNE;
MEYER, MICHAEL;
TORSNER, JOHAN;
PARKVALL, STEFAN;
STATTIN, MAGNUS y
SÅGFORS, MATS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 937 920 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

Sincronización de protocolo mejorada para HARQ

Antecedentes

La presente invención se refiere a protocolos de retransmisión automática, y más particularmente a sincronización de protocolos de capa de enlace mejorada, asociada con protocolos de retransmisión automática.

El objetivo de un sistema de comunicación inalámbrico es transmitir satisfactoriamente información de un transmisor a un receptor sobre un canal de comunicación. En los sistemas de comunicación inalámbricos, se producen errores de bits durante la transmisión debido al ruido y al desvanecimiento por trayectos múltiples. Están disponibles diversas técnicas de control de errores para combatir errores de transmisión y reducir errores de bits. El protocolo de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ, hybrid automatic repeat request), que combina ARQ con corrección de errores hacia delante (FEC, forward error correction), representa una técnica de control errores a modo de ejemplo. ARQ añade bits redundantes o bits de comprobación a una unidad de datos de protocolo (PDU, protocol data unit), para habilitar la detección de errores en el receptor. Si el receptor detecta errores en la PDU recibida, el receptor puede enviar un mensaje de retroalimentación (por ejemplo, un NACK) en un canal de control que solicita una transmisión repetida de la PDU. La FEC utiliza códigos de corrección de errores para combatir errores añadiendo redundancia a la PDU antes de que sea transmitida. La redundancia añadida habilita el receptor para detectar y corregir la mayor parte de los errores que se producen durante la transmisión.

Aunque HARQ proporciona robustez frente a errores de adaptación de enlace para canales de acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA, high-speed downlink packet access) y canales de enlace ascendente mejorado, se pueden producir problemas cuando el mensaje de retroalimentación es interpretado erróneamente por el transmisor. Dichos errores de interpretación pueden conducir a errores residuales después de operaciones HARQ. Además, dichos errores de interpretación pueden conducir a la pérdida de la sincronización de protocolo de la capa de enlace entre el transmisor y el receptor. Por ejemplo, si el transmisor malinterpreta un NACK asociado con una PDU como un ACK, el transmisor transmitirá una nueva unidad de datos de protocolo (PDU) en lugar de retransmitir la PDU anterior. Dado que el receptor no recibe la retransmisión prevista, el receptor pierde la sincronización de protocolo de la capa de enlace con el transmisor. Además, se pueden producir errores de combinación en el receptor cuando el receptor realiza combinación suave de diferentes PDU e intenta descodificar la combinación suave. Por lo tanto, es deseable reducir los efectos de los errores de mensajes de retroalimentación.

Se da a conocer técnica anterior en la patente EP 1 155 968 A1, que se refiere a un procedimiento para controlar la temporización de transmisión de retransmisiones de datos en un sistema de comunicación inalámbrico en el que se utiliza un protocolo de retransmisión HARQ para retransmitir datos de una entidad transmisora a una entidad receptora por medio de un canal de datos. Este documento se refiere a una estación base, un terminal móvil y un sistema de comunicación que utilizan el procedimiento anterior.

Para superar los problemas que resultan de retransmisiones síncronas en situaciones críticas de interferencia, la enseñanza de este documento es introducir señalización de retroalimentación adicional para un nuevo protocolo HARQ. La nueva NACK-S indica a la entidad transmisora que deje de transmitir retransmisiones de manera síncrona y espere de la entidad receptora una asignación de planificación para la retransmisión.

Sumario

Una realización que no se reivindica, detecta errores de pérdida de sincronización para protocolos de retransmisión basados en NDI y restablece la sincronización enviando un mensaje RESTABLECER explícito. En respuesta al mensaje RESTABLECER, el transmisor aborta la transmisión de una PDU actual y transmite una nueva PDU y un correspondiente NDI. El receptor puede distinguir además entre errores de sincronización recuperables e irrecuperables, y limita la transmisión del mensaje RESTABLECER a situaciones en las que el error de sincronización de protocolo es irreparable.

Una realización de la presente invención impide errores de sincronización de protocolo enviando subsiguientes concesiones de planificación explícitas para cada PDU. Cada vez que el receptor recibe satisfactoriamente una PDU, el receptor envía una subsiguiente concesión de planificación explícita al transmisor para autorizar explícitamente al transmisor a enviar la siguiente PDU. El transmisor no enviará la siguiente PDU salvo que reciba la subsiguiente concesión de planificación explícita. En algunas realizaciones, la subsiguiente concesión de planificación explícita puede incluir un indicador que indica al transmisor si la siguiente transmisión debería comprender una retransmisión de una PDU actual o una transmisión de una nueva PDU.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un transmisor inalámbrico a modo de ejemplo en comunicación con un receptor inalámbrico.

La figura 2 muestra una comunicación convencional de datos de paquete entre el transmisor y el receptor.

Las figuras 3A y 3B muestran diagramas de proceso para un proceso de sincronización basado en NDI a modo de ejemplo.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un procesador de recepción a modo de ejemplo.

5 Las figuras 5A a 5D muestran comunicaciones de datos de paquete a modo de ejemplo entre el transmisor y el receptor para el proceso de sincronización basado en NDI de las figuras 3A y 3B.

Las figuras 6A y 6B muestran diagramas de proceso para un proceso de sincronización sin NDI a modo de ejemplo, de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 7A a 7E muestran comunicaciones de datos de paquete a modo de ejemplo, entre el transmisor y el receptor para el proceso de sincronización sin NDI de las figuras 6A y 6B.

10 Descripción detallada

La presente invención se describe en la presente memoria en el contexto de un transmisor y un receptor en un sistema de comunicación inalámbrico que se basa en protocolos de retransmisión, tales como protocolos HARQ. El transmisor y/o el receptor descritos en la presente memoria se pueden disponer en una estación móvil, una estación base u otra entidad de red. El sistema inalámbrico funciona de acuerdo con un protocolo de comunicación predefinido que incluye, de forma no limitativa, UMTS, GSM, etc.

15 La figura 1 muestra un transmisor 10 a modo de ejemplo para transmitir unidades de datos de protocolo (PDU) a un receptor 20. Los diversos bloques de la figura 1 representan funciones del procesador de transmisión y del procesador de recepción. Algunas funciones no esenciales para la presente invención se han omitido para mayor claridad. Por lo tanto, pueden estar presentes otras funciones además de las mostradas en la figura 1. Las funciones mostradas se pueden implementar en uno o varios microprocesadores, microcontroladores, hardware o una combinación de los mismos. A continuación se describen los diversos bloques en términos del procesador de transmisión 12. Sin embargo, se apreciará que las mismas funciones pueden ser implementadas por el procesador de recepción 22.

25 El procesador de transmisión 12 incluye un módulo de protocolo de convergencia de datos de paquetes (PDCP, Packet Data Convergence Protocol) 13, un módulo de control del radioenlace (RLC, Radio Link Control) 14, un módulo de control de acceso al medio (MAC, Medium Access Control) 15, un módulo de capa física (PL, Physical Layer) 16 y un planificador MAC 17. Los datos a transmitir en forma de paquetes IP entran en el módulo PDCP 13, donde las cabeceras IP se pueden comprimir para reducir el número de bits transmitidos sobre la interfaz aérea. El módulo PDCP 13 realiza asimismo cifrado y descifrado de los paquetes IP por seguridad. El módulo RLC 14 garantiza una distribución casi sin errores, en secuencia, de paquetes a capas superiores, lo cual es necesario para determinados tipos de comunicación. El módulo RLC 14 realiza segmentación/concatenación, y maneja la retransmisión de paquetes recibidos erróneamente. Los paquetes IP del módulo PDCP 13 se utilizan para crear las PDU RLC, que pueden comprender paquetes IP divididos (segmentos), paquetes IP concatenados o un único paquete IP. El módulo MAC 15 ofrece servicios al módulo RLC 14 en forma de canales lógicos. El módulo MAC 15 mapea datos recibidos en varios canales lógicos desde el módulo RLC 14 a canales de transporte correspondientes. El planificador MAC 17 es responsable de la planificación de enlace ascendente y de enlace descendente, que se produce habitualmente en la estación base. De acuerdo con la presente invención, el planificador MAC 17 recibe asimismo retroalimentación desde el proceso de protocolo de ARQ híbrida (HARQ), que se describe en mayor detalle a continuación. Los bloques de transporte son alimentados por el módulo MAC 15 al módulo PL 16. El módulo PL 16 gestiona codificación/descodificación, modulación/desmodulación, entrelazado y ensanchamiento antes de la transmisión a una o varias PDU. Tal como se utiliza en la presente memoria, una PDU representa un bloque de datos que incluye tanto un cuerpo como una cabecera. La PDU comprende una PDU MAC, y puede comprender un único bloque de datos, un bloque de datos segmentado o múltiples bloques de datos concatenados.

35 Los sistemas WCDMA y LTE utilizan HARQ en el módulo MAC 15, 25 para manejar errores que se producen durante la transmisión. En términos generales, el protocolo HARQ permite al receptor 20 solicitar la retransmisión de PDU recibidas erróneamente. De acuerdo con el protocolo HARQ, el procesador de recepción 22 envía un mensaje de retroalimentación HARQ sobre un canal de control al transmisor 10 para indicar si una PDU actual ha sido recibida satisfactoriamente por el receptor 20. Por ejemplo, cuando el receptor 20 recibe satisfactoriamente la PDU, el procesador de recepción 22 envía un mensaje ACK al transmisor 10. En respuesta al mensaje ACK, el procesador de transmisión 12 transmite la siguiente PDU. Cuando el receptor 20 no recibe satisfactoriamente la PDU, el procesador de recepción 22 envía un mensaje NACK al transmisor 10 para solicitar que el procesador de transmisión 12 retransmita la PDU actual. Tal como se ha explicado anteriormente, cuando el mensaje de retroalimentación ACK o NACK es malinterpretado en el transmisor 10, la PDU transmitida a continuación puede diferir de la esperada por el receptor 20, lo que conduce a errores de sincronización de protocolo de la capa de enlace.

55 Un sistema inalámbrico convencional intenta tratar este problema utilizando un nuevo indicador de datos (NDI, new data indicator). El NDI está asociado con una PDU, pero generalmente se transmite por separado de la PDU en un canal de control de enlace ascendente. Para LTE 3GPP, el transmisor 10 puede transmitir el NDI sobre un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH, physical downlink control channel). Esto permite al receptor interpretar el NDI incluso cuando el receptor no puede descodificar la PDU recibida. El NDI puede comprender el único bit que

cambia cada vez que se transmite una nueva PDU del transmisor al receptor. Alternativamente, el NDI puede comprender múltiples bits, donde se utiliza el mismo valor predeterminado cada vez que el transmisor transmite una nueva PDU. Se apreciará que la siguiente descripción aplica a NDI tanto de un único bit como de múltiples bits.

La figura 2 muestra un ejemplo de una comunicación de datos de paquetes entre un transmisor y un receptor, que utiliza un NDI de un bit para facilitar la sincronización de protocolo. Después de que el transmisor envía una notificación de estado de la memoria intermedia al receptor, el receptor envía una concesión de planificación al transmisor (A) sobre un canal de control enlace descendente, tal como el PDCCH. La concesión de planificación comprende un mensaje de múltiples bits con protección de errores, tal como CRC, que identifica el transmisor, cualesquiera protocolos de retransmisión, tales como HARQ, y los recursos inalámbricos asignados para transmitir las PDU, tales como modulación, velocidad de datos, etc. En respuesta a la concesión de planificación, el transmisor transmite una PDU con número de secuencia (SN, sequence number) = 1, versión de redundancia (RV, redundancy version) 1 y NDI = 0. En (B), el receptor descodifica satisfactoriamente la PDU recibida, y envía un ACK al transmisor (C). A continuación, el transmisor transmite una segunda PDU con RV1, SN = 2 y NDI = 1 (D). En (D), el receptor no puede descodificar la segunda PDU, y envía un NACK al transmisor (E). En respuesta, el transmisor retransmite la PDU SN = 2 con RV2 y NDI = 1. Sin embargo, durante la transmisión, el valor NDI cambia a NDI = 0. Si bien el receptor reconoce que el valor NDI no se corresponde con el valor NDI previsto, el receptor supone que el nuevo valor NDI estaba provocado por un error ACK/NACK y, por lo tanto, asume que la PDU recibida es una tercera PDU en lugar de una retransmisión de la segunda PDU. Por lo tanto, la sincronización de protocolo de la capa de enlace entre el receptor y el transmisor se ha perdido.

Una realización trata este problema detectando pérdida de sincronización y restableciendo la sincronización mediante el envío de un mensaje RESTABLECER explícito al transmisor 10. El mensaje de RESTABLECER puede comprender un mensaje de 1 bit que es protegido por CRC y enviado sobre un canal de enlace descendente, tal como el PDCCH, como parte de una unidad de control MAC. En respuesta a recibir el mensaje RESTABLECER, el transmisor aborta la transmisión de una PDU actual y transmite una nueva PDU y un correspondiente NDI. Dado que el receptor 20 espera una nueva PDU y un nuevo NDI después de enviar el mensaje RESTABLECER al transmisor 10, el mensaje RESTABLECER restablece satisfactoriamente la sincronización de protocolo entre el transmisor 10 y el receptor 20.

Las figuras 3A y 3B muestran procesos de corrección de sincronización 100 y 150 a modo de ejemplo, para un receptor 20 y un transmisor 10, respectivamente, para un protocolo de retransmisión. Tal como se muestra en la figura 3A, el receptor 20 recibe una primera PDU y un correspondiente NDI (bloque 110). El procesador de recepción 22 evalúa el NDI recibido para determinar si se ha producido un error de sincronización de protocolo. Cuando se detecta un error de sincronización de protocolo (bloque 120), el receptor 20 transmite un mensaje RESTABLECER al transmisor 10 (bloque 130). Si no se detecta ningún error de sincronización de protocolo (bloque 120), el receptor 20 transmite un mensaje ACK/NACK al transmisor 10 (bloque 140). Tal como se muestra en la figura 3B, el transmisor 10 transmite la primera PDU con el NDI predeterminado (bloque 160). Si el transmisor 10 recibe un mensaje RESTABLECER (bloque 170), el transmisor 10 abandona la primera PDU y transmite una segunda PDU con un nuevo NDI (bloque 160). Si el transmisor 10 no recibe un mensaje RESTABLECER (bloque 170), el transmisor 10 implementa operaciones de retransmisión condicional en base al mensaje ACK/NACK recibido (bloque 180).

Una versión modificada de esta realización distingue entre errores de sincronización de protocolo recuperables e irre recuperables, y limita la transmisión del mensaje RESTABLECER a situaciones donde el error de sincronización de protocolo comprende un error irre recuperable. A este respecto, el receptor 20 determina primero el tipo de error de sincronización de protocolo. Cuando el error de sincronización de protocolo comprende un error recuperable, el procesador de recepción 22 en el receptor 20 corrige el error en el receptor 20 y sigue con las operaciones normales. Cuando el error de sincronización de protocolo comprende un error irre recuperable, el procesador de recepción 22 envía el mensaje RESTABLECER al transmisor 10.

La figura 4 muestra un procesador de recepción 22 de ejemplo que comprende una unidad de error 24 para determinar el tipo de error de sincronización de protocolo. La unidad de error 24 procesa una PDU actual con una PDU recibida anteriormente, para determinar el tipo de error de sincronización de protocolo. En una realización, las PDU actual y recibida anteriormente comprenden PDU recibidas secuencialmente. En una realización, la unidad de error 24 comprende un combinador suave 26 que realiza la combinación suave de la PDU actual con la PDU recibida anteriormente. En base al NDI recibido, al NDI esperado y a si las PDU sometidas a combinación suave son o no descodificables, el procesador de recepción 22 determina si el error de sincronización de protocolo es recuperable o irre recuperable. La tabla 1 muestra escenarios a modo de ejemplo para determinar el tipo de error de sincronización de protocolo.

Tabla 1

NDI recibido anteriormente	NDI recibido actualmente	NDI esperado	Resultado de combinación suave	Tipo de error
0	0	1	Descodificable	Error ACK/NACK recuperable
No decodificable	Error NDI recuperable			
0	1	0	Descodificable	Error NDI recuperable
No decodificable	Error ACK/NACK irrecuperable			

Las figuras 5A a 5D muestran ejemplos de varios escenarios mostrados en la tabla 1 para detectar y corregir errores de sincronización de protocolo recuperables e irrecuperables. En la figura 5A, el receptor 20 recibe satisfactoriamente la PDU₁ y el correspondiente NDI = 0. Sin embargo, el transmisor 10 interpreta incorrectamente el ACK enviado por el receptor 20, como un NACK. De este modo, la PDU₂ transmitida por el transmisor 10 comprende una versión retransmitida de PDU₁ con NDI = 0. Dado que el receptor 20 está esperando una nueva PDU, el receptor espera que el NDI alterne de 0 a 1. Sin embargo, el procesador de recepción 22 comprueba que el NDI recibido = 0 y, por lo tanto, reconoce que se ha producido un error ACK/NACK recuperable o un error NDI recuperable. Para determinar el tipo de error, la unidad de error 24 realiza combinación suave de PDU₁ y PDU₂ en base al tipo esperado de redundancia utilizada para retransmitir PDU₁ como PDU₂. Dado que el resultado de la combinación suave es descodificable, el procesador de recepción 22 determina que el error de sincronización de protocolo comprende un error ACK/NACK recuperable. Para restablecer la sincronización de protocolo, el procesador de recepción 22 retransmite un ACK al transmisor 10. El receptor 20 procesa a continuación PDU₁, PDU₂, o alguna combinación de las mismas de acuerdo con técnicas convencionales, para recuperar los datos correspondientes. Aunque no es necesario, se apreciará que el procesador de recepción 22 puede transmitir alternativamente un mensaje RESTABLECER al transmisor 10.

En la figura 5B, el receptor 20 no recibe satisfactoriamente la PDU₁ y, por lo tanto, envía un NACK al transmisor 10. El transmisor 10 interpreta incorrectamente el NACK como un ACK, y transmite una nueva PDU (PDU₂) con NDI = 1. Dado que el NDI = 1 recibido difiere del NDI = 0 esperado, el procesador de recepción 22 reconoce que se ha producido un error de ACK/NACK irrecuperable o de NDI recuperable. La unidad de error 24 realiza combinación suave de PDU₁ y PDU₂. Dado que la combinación suave resultante no es descodificable, el procesador de recepción 22 determina que el error de sincronización de protocolo comprende un error ACK/NACK irrecuperable. Para restablecer la sincronización de protocolo, el procesador de recepción 22 transmite un mensaje RESTABLECER al transmisor 10.

En la figura 5C, el receptor 20 recibe satisfactoriamente la PDU₁ y el correspondiente NDI = 0, y el transmisor 10 interpreta correctamente el ACK enviado por el receptor 20. De este modo, el transmisor 10 transmite una nueva PDU (PDU₂) con NDI = 1. El NDI transmitido alterna su valor durante la transmisión, lo que hace que el NDI recibido sea igual a 0. Dado que el receptor 20 está esperando una nueva PDU, el receptor espera que el NDI sea igual a 1. Sin embargo, el procesador de recepción 22 comprueba que el NDI recibido = 0 y, por lo tanto, reconoce que se ha producido un error ACK/NACK recuperable o un error NDI recuperable. La unidad de error 24 realiza combinación suave de PDU₁ y PDU₂. Dado que la combinación suave resultante no es descodificable, el procesador de recepción 22 determina que el error de sincronización de protocolo comprende un error NDI recuperable. Para restablecer la sincronización de protocolo, el procesador de recepción 22 restablece el valor NDI a 1 en el receptor 20, transmite un ACK al transmisor 10 y procesa la PDU₂ recibida utilizando técnicas de descodificación convencionales.

En la figura 5D, el receptor 20 no recibe satisfactoriamente la PDU₁ y, por lo tanto, envía un NACK al transmisor 10. En respuesta, el transmisor 10 retransmite la versión 2 de la PDU₁ (PDU₂) con NDI = 0. El NDI transmitido alterna su valor durante la transmisión, lo que hace que el NDI recibido sea igual a 1. Dado que el NDI = 1 recibido difiere del NDI = 0 esperado, el procesador de recepción 22 reconoce que se ha producido un error de ACK/NACK irrecuperable o bien de NDI recuperable. La unidad de error 24 realiza combinación suave de PDU₁ y PDU₂. Dado que la combinación suave resultante es descodificable, el procesador de recepción 22 determina que el error de sincronización de protocolo comprende un error NDI recuperable. Para restablecer la sincronización de protocolo, el procesador de recepción 22 restablece el valor de NDI a 0 en el receptor 20, transmite un ACK al transmisor 10 y procesa la PDU₁ recibida combinada con la PDU₂ utilizando técnicas de descodificación convencionales.

Lo anterior muestra cómo se pueden utilizar PDU recibidas secuencialmente y sus correspondientes NDI para identificar y corregir un único error de sincronización de protocolo. Para múltiples errores de sincronización de protocolo, por ejemplo un error ACK/NACK acoplado con un error NDI, la unidad de error 24 puede procesar tres o más PDU recibidas para identificar cada error de sincronización de protocolo.

Una realización de la presente invención elimina el NDI e impide errores de sincronización de protocolo utilizando subsiguientes concesiones de planificación explícitas. Más particularmente, cuando el transmisor 10 recibe una concesión de planificación, el transmisor 10 transmite solamente una PDU. La unidad de HARQ en el módulo MAC 15 evalúa errores en la PDU recibida y envía información de retroalimentación HARQ al planificador MAC 17. El planificador MAC 27 en el procesador de recepción 22 envía una subsiguiente concesión de planificación explícita al transmisor 10 en base a la evaluación de errores. Por ejemplo, cuando el receptor 20 recibe satisfactoriamente una

PDU, el receptor 20 envía una subsiguiente concesión de planificación explícita al transmisor 10 para autorizar al transmisor 10 a transmitir la siguiente PDU. Dado que las concesiones de planificación comprenden mensajes de múltiples bits que incluyen protección de errores, tal como CRC, no son tan susceptibles a los errores como los mensajes ACK de un único bit. Por lo tanto, utilizar subsiguientes concesiones de planificación explícitas para cada PDU reduce significativamente los errores de sincronización de protocolo asociados con mensajes ACK/NACK mal interpretados. Además, utilizar las concesiones de planificación explícitas elimina señalización de control enlace ascendente asociada con datos, tal como los NDI.

Las figuras 6A y 6B muestran procesos HARQ 200 y 250 a modo de ejemplo, para el receptor 20 y el transmisor 10, respectivamente, de acuerdo con esta realización. Tal como se muestra en la figura 6A, el receptor 20 planifica una PDU MAC (bloque 210) y envía la correspondiente concesión de planificación al transmisor 10 (bloque 220), tal como se ha explicado anteriormente. El receptor 20 recibe la PDU (bloque 230) en respuesta a la concesión de planificación explícita. Cuando se detecta un error en la PDU recibida (bloque 240), el receptor 20 solicita retransmisión, por ejemplo, transmite un mensaje NACK al transmisor 10 (bloque 250). Si no se detectan errores (bloque 240), el receptor 20 planifica otra PDU (bloque 210) y envía una subsiguiente concesión de planificación explícita al transmisor 10 (bloque 220) para autorizar la transmisión de la siguiente PDU. Aunque no es necesario, el receptor 20 puede transmitir asimismo un mensaje ACK al transmisor 10. Sin embargo, un mensaje ACK no autoriza la transmisión de la siguiente PDU salvo que el mensaje ACK esté acompañado por la subsiguiente concesión de planificación explícita. Tal como se muestra en la figura 6B, el transmisor 10 transmite una PDU en respuesta a una concesión de planificación explícita (bloque 260). Antes de transmitir la siguiente PDU, el transmisor 10 espera una concesión de planificación explícita. Si el transmisor 10 recibe una subsiguiente concesión de planificación explícita (bloque 270), el transmisor 10 transmite la siguiente PDU (bloque 260). Si el transmisor 10 no recibe la subsiguiente concesión de planificación explícita (bloque 270), el transmisor 10 puede implementar operaciones de retransmisión condicional en base a un mensaje ACK/NACK recibido (bloque 280), tal como se explica en mayor detalle a continuación.

Las figuras 7A a 7D muestran múltiples escenarios para enviar sucesivas PDU utilizando subsiguientes concesiones de planificación explícitas. En la figura 7A, el transmisor 10 transmite la versión de redundancia 1 de una PDU en respuesta a una concesión de planificación explícita. El receptor 20 recibe satisfactoriamente la PDU y, por lo tanto, envía la subsiguiente concesión de planificación explícita y envía un mensaje ACK al transmisor 10. Después de interpretar correctamente la concesión de planificación explícita, el transmisor 10 transmite la versión 1 de la siguiente PDU.

En la figura 7B, el transmisor 10 transmite la versión de redundancia 1 de una PDU en respuesta a una concesión de planificación explícita. El receptor 20 recibe satisfactoriamente la PDU y, por lo tanto, envía una subsiguiente concesión de planificación explícita y envía un mensaje ACK al transmisor 10. El transmisor 10 interpreta incorrectamente el ACK enviado por el receptor 20 como un NACK y, por lo tanto, el mensaje de retroalimentación HARQ recibido es inconsistente con la concesión de planificación recibida. En este caso, la concesión de planificación explícita anula el mensaje de retroalimentación HARQ, y el transmisor 10 transmite la versión 1 de la siguiente PDU sucesiva. Dado que la concesión de planificación tiene mejor protección contra errores que una señal ACK/NACK, la utilización de la concesión de planificación para desencadenar la transmisión de una PDU sucesiva evita los problemas de sincronización de protocolo asociados con el mensaje ACK malinterpretado.

En la figura 7C, el transmisor 10 transmite la versión de redundancia 1 de una PDU en respuesta a una concesión de planificación explícita. El receptor 20 no recibe satisfactoriamente la PDU y, por lo tanto, envía un mensaje NACK al transmisor 10. En respuesta, el transmisor 10 retransmite la versión de redundancia 2 de la PDU. El receptor 20 recibe satisfactoriamente la PDU retransmitida y, por lo tanto, envía una subsiguiente concesión de planificación explícita y un mensaje ACK al transmisor 10. El transmisor 10 interpreta correctamente la subsiguiente concesión de planificación explícita y, por lo tanto, transmite la versión de redundancia 1 de la siguiente PDU al receptor 20.

Las figuras 7D y 7E muestran cómo la concesión de planificación puede gestionar un mensaje NACK interpretado incorrectamente. El transmisor 10 transmite la versión de redundancia 1 de una PDU en respuesta a una concesión de planificación explícita. El receptor 20 no recibe satisfactoriamente la PDU y, por lo tanto, envía un mensaje NACK al transmisor 10. El transmisor 10 interpreta incorrectamente el mensaje NACK como un mensaje ACK. Sin embargo, debido a que el transmisor 10 no recibió una subsiguiente concesión de planificación explícita, el transmisor 10 no envía la siguiente PDU. Tal como se muestra en la figura 7D, cuando el receptor 20 no recibe la retransmisión prevista, el receptor 20 puede abortar todas las operaciones de procesamiento asociadas con la PDU actual. Alternativamente, el receptor 20 puede enviar mensajes NACK adicionales, tal como se muestra en la figura 7E. Si el receptor 20 no recibe una retransmisión después de enviar algún número predeterminado de mensajes NACK, el receptor 20 puede abortar todas las operaciones de procesamiento asociadas con la PDU actual.

En algunas realizaciones, las subsiguientes concesiones de planificación explícitas pueden ser utilizadas para solicitar explícitamente la retransmisión de una PDU actual. Las subsiguientes concesiones de planificación explícitas pueden incluir un indicador que indica si el transmisor 10 debería transmitir la siguiente PDU o debería retransmitir una PDU actual. En esta realización, el transmisor 10 transmite una nueva PDU o bien una versión retransmitida de una PDU actual, en base al valor del indicador, independientemente de la presencia de un ACK o un NACK. En un ejemplo, la subsiguiente concesión de planificación explícita puede incluir un indicador de versión de redundancia (RV) que indica una solicitud de una transmisión de una PDU siguiente cuando $RV = 1$, e indica una solicitud de retransmisión cuando $RV \geq 2$. Alternativamente, la subsiguiente concesión de planificación explícita puede incluir un indicador de transmisión

de un solo bit o de múltiples bits, que indica una solicitud de transmisión de la siguiente PDU cuando el indicador está ajustado a un primer valor predeterminado, e indica una solicitud de una retransmisión cuando el indicador está ajustado a un valor predeterminado diferente. Por ejemplo, las subsiguientes concesiones de planificación explícitas pueden incluir un indicador de nuevos datos (NDF, New Data Flag), donde NDF = 1 indica una solicitud de transmisión de la siguiente PDU mientras que NDF = 0 indica una solicitud de una retransmisión de una PDU actual. Se apreciará que la lista de indicadores a modo de ejemplo utilizada anteriormente no es exhaustiva.

Por supuesto, la presente invención se puede llevar a cabo de maneras diferentes a las expuestas específicamente en la presente memoria. Las presentes realizaciones se deben considerar en todos los aspectos como ilustrativas y no limitativas, y se prevé que todos los cambios que pertenecen al significado de las reivindicaciones adjuntas están abarcados por las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para sincronización de protocolo de capa de enlace HARQ para una transmisión de enlace ascendente entre un transmisor (10) y un receptor (20) en un sistema de comunicación inalámbrico, comprendiendo el procedimiento
 - 5 - transmitir (260) una primera unidad de datos de protocolo en respuesta a una concesión de planificación explícita recibida;
 - recibir un mensaje de retroalimentación HARQ para la primera unidad de datos de protocolo transmitida,
 - transmitir (260) una subsiguiente segunda unidad de datos de protocolo distinta de la primera unidad de datos de protocolo en respuesta a una subsiguiente concesión de planificación explícita recibida además del mensaje de retroalimentación HARQ, donde la subsiguiente concesión de planificación explícita indica al transmisor (10) que está autorizado para transmitir la segunda unidad de datos de protocolo; y
 - 10 - retransmitir (280) la primera unidad de datos de protocolo en ausencia de la recepción de una subsiguiente concesión de planificación explícita tras la interpretación del mensaje de retroalimentación HARQ como un acuse de recibo negativo para la primera unidad de datos de protocolo transmitida.
- 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mensaje de retroalimentación HARQ es un acuse de recibo positivo para la primera unidad de datos de protocolo transmitida.
3. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, comprendiendo además el procedimiento:
 - recibir otro mensaje de retroalimentación HARQ para la primera unidad de datos de protocolo,
 - 20 - interpretar el otro mensaje de retroalimentación HARQ como un acuse de recibo positivo para la primera unidad de datos de protocolo transmitida, y
 - esperar a la subsiguiente concesión de planificación explícita antes de transmitir la segunda unidad de datos de protocolo.
4. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que se transmiten unidades de datos de protocolo sucesivas en respuesta a subsiguientes concesiones de planificación explícitas recibidas.
- 25 5. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que cada unidad de datos de protocolo se transmite una cada vez en respuesta a una concesión de planificación recibida.
6. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la primera unidad de datos de protocolo retransmitida tiene una versión de redundancia de uno, en el que la primera unidad de datos de protocolo transmitida tiene una versión de redundancia de dos y/o en el que la segunda unidad de datos de protocolo transmitida tiene una versión de redundancia de uno.
- 30 7. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que el procedimiento se aplica a un proceso HARQ.
8. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, siendo el procedimiento realizado por el transmisor (10).
9. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que el transmisor (10) es una estación móvil.
10. Un procedimiento para sincronización de protocolo de capa de enlace HARQ para una transmisión de enlace ascendente entre un transmisor (10) y un receptor (20) en un sistema de comunicación inalámbrico, comprendiendo el procedimiento:
 - 35 - recibir (230) una primera unidad de datos de protocolo en respuesta a una concesión de planificación explícita transmitida,
 - evaluar errores (240) en la primera unidad de datos de protocolo recibida,
 - 40 - transmitir (250) un mensaje de retroalimentación HARQ para la primera unidad de datos de protocolo recibida en base a la evaluación de errores, donde el mensaje de retroalimentación HARQ es un acuse de recibo positivo para la primera unidad de datos de protocolo recibida, y transmitir una subsiguiente concesión de planificación explícita,
 - 45 - recibir (230) una subsiguiente segunda unidad de datos de protocolo distinta de la primera unidad de datos de protocolo en respuesta a la subsiguiente concesión de planificación explícita transmitida además del mensaje de retroalimentación HARQ, donde la subsiguiente concesión de planificación explícita indica al transmisor (10) que está autorizado para transmitir la segunda unidad de datos de protocolo; y
 - recibir una primera unidad de datos de protocolo retransmitida en ausencia de la transmisión de una

subsiguiente concesión de planificación explícita.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la subsiguiente concesión de planificación explícita se transmite cuando no se detectan errores en la primera unidad de datos de protocolo recibida.

12. El procedimiento según la reivindicación 10 u 11, comprendiendo además el procedimiento:

- 5 - enviar otro mensaje de retroalimentación HARQ para otra unidad de datos de protocolo recibida, en base a una evaluación de errores, donde el otro mensaje de retroalimentación HARQ es un acuse de recibo negativo para la otra unidad de datos de protocolo recibida,
- detectar que otra unidad de datos de protocolo retransmitida no se recibe en respuesta al otro mensaje de retroalimentación HARQ enviado, y
- 10 - abortar las operaciones de procesamiento para la otra unidad de datos de protocolo recibida.

13. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, comprendiendo además el procedimiento:

- enviar una serie de otros mensajes de retroalimentación HARQ subsiguientes para otra unidad de datos de protocolo recibida, en base a una evaluación de errores, donde cada uno de los otros mensajes de retroalimentación HARQ subsiguientes es un acuse de recibo negativo para la otra unidad de datos de protocolo recibida,
- 15 - detectar que otra unidad de datos de protocolo retransmitida no se recibe en respuesta a los otros mensajes de retroalimentación HARQ enviados, y
- abortar las operaciones de procesamiento para la otra unidad de datos de protocolo recibida.

14. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que se reciben unidades de datos de protocolo sucesivas en respuesta a subsiguientes concesiones de planificación explícitas transmitidas.

15. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que cada unidad de datos de protocolo se recibe una cada vez en respuesta a una concesión de planificación enviada.

16. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que la primera unidad de datos de protocolo recibida tiene una versión de redundancia de uno, en el que la primera unidad de datos de protocolo retransmitida recibida tiene una versión de redundancia de dos y/o en el que la segunda unidad de datos de protocolo recibida tiene una versión de redundancia de uno.

17. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que el procedimiento se aplica a un proceso HARQ.

18. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, siendo el procedimiento llevado a cabo por el receptor.

19. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18, en el que el receptor (20) está adaptado como una estación base.

20. Un transmisor (10) para sincronización de protocolo de capa de enlace HARQ para una transmisión de enlace ascendente entre el transmisor (10) y un receptor (10) en un sistema de comunicación inalámbrico, estando el transmisor (10) adaptado para llevar a cabo un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

21. Un receptor (20) para sincronización de protocolo de capa de enlace HARQ para una transmisión de enlace ascendente entre un transmisor (10) y un receptor (20) en un sistema de comunicación LTE inalámbrico, estando el receptor adaptado para llevar a cabo un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 19.

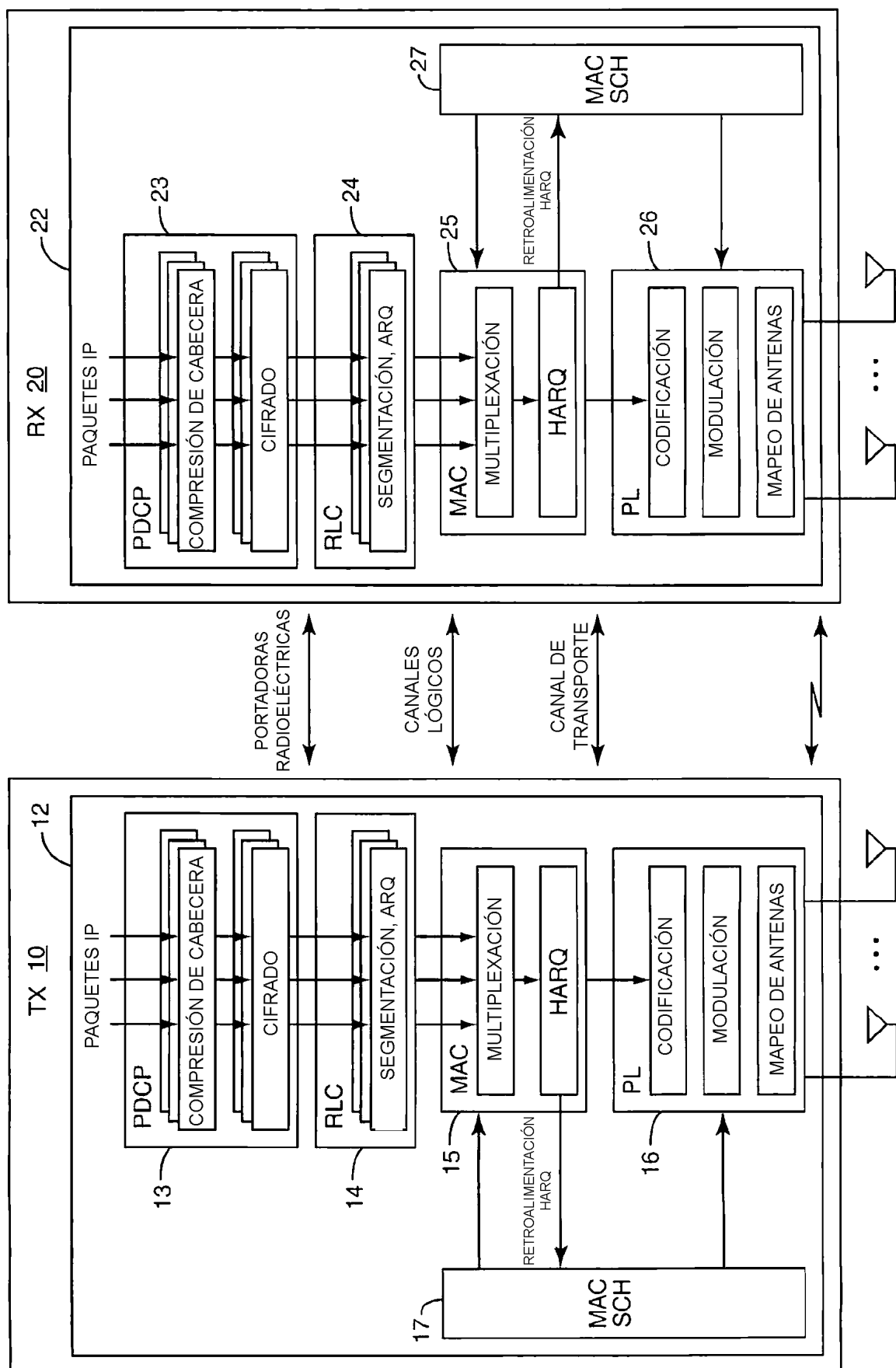


FIG. 1

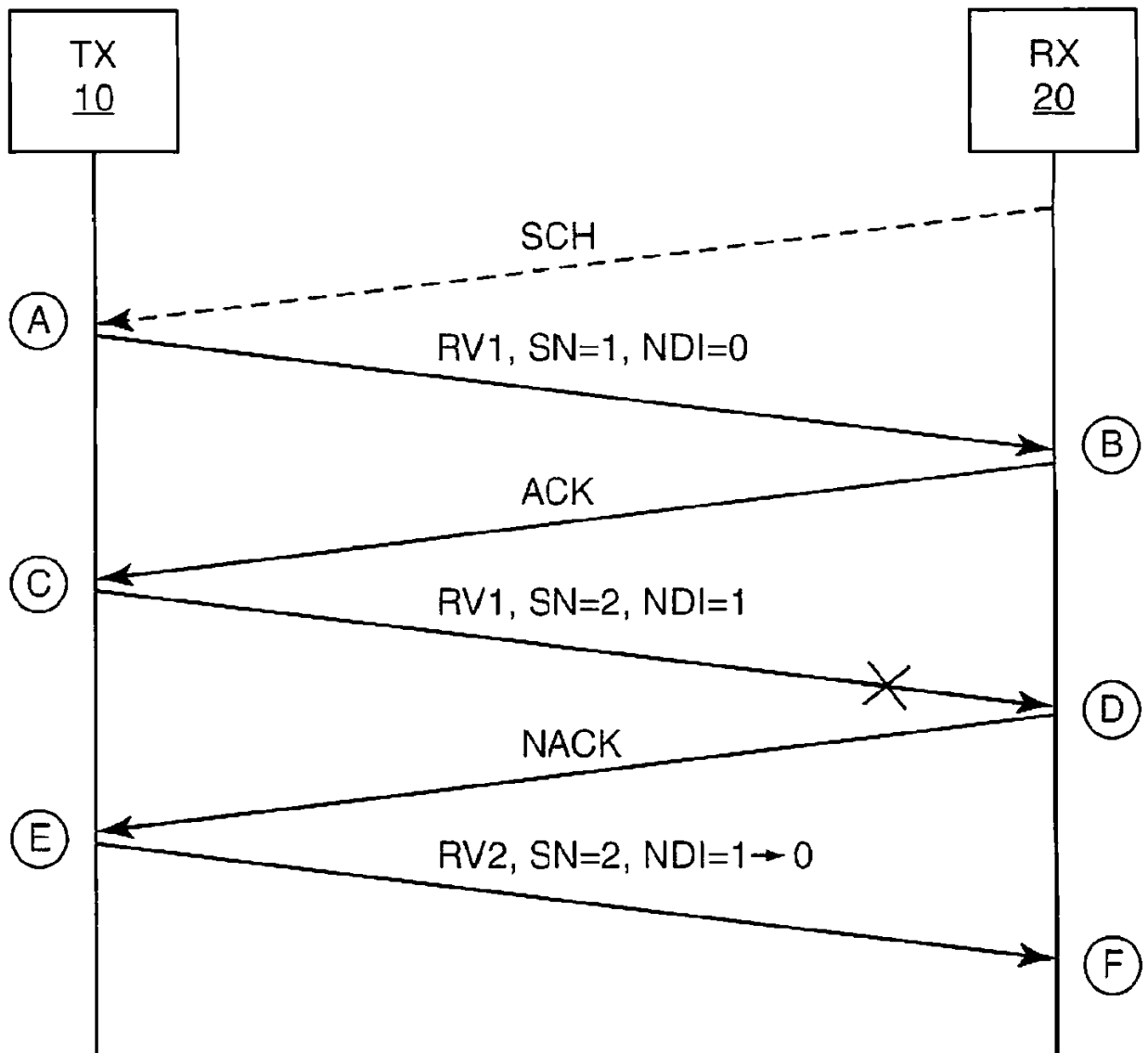


FIG. 2

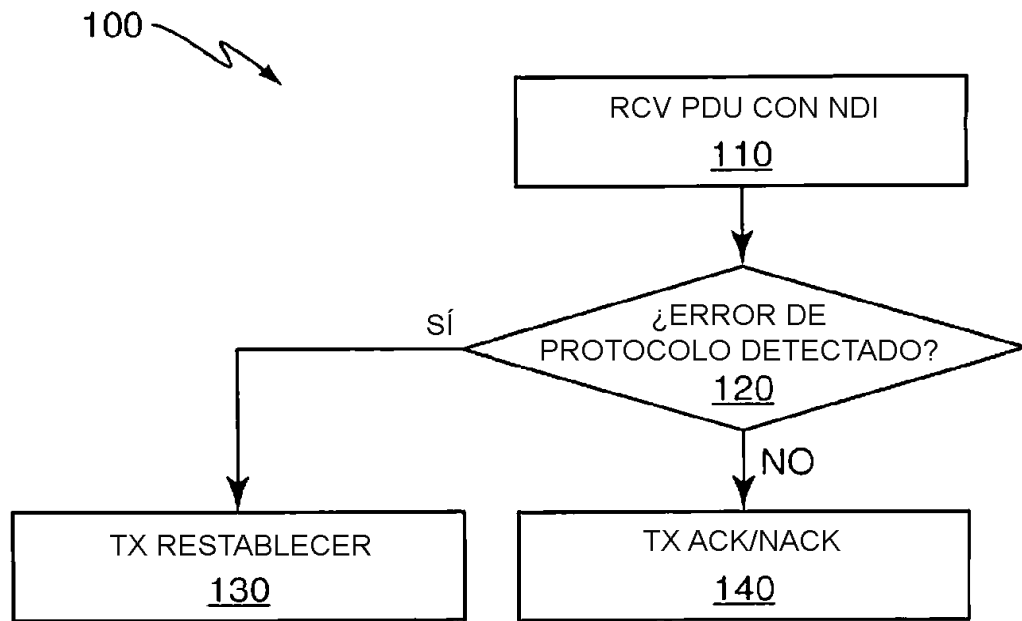


FIG. 3A

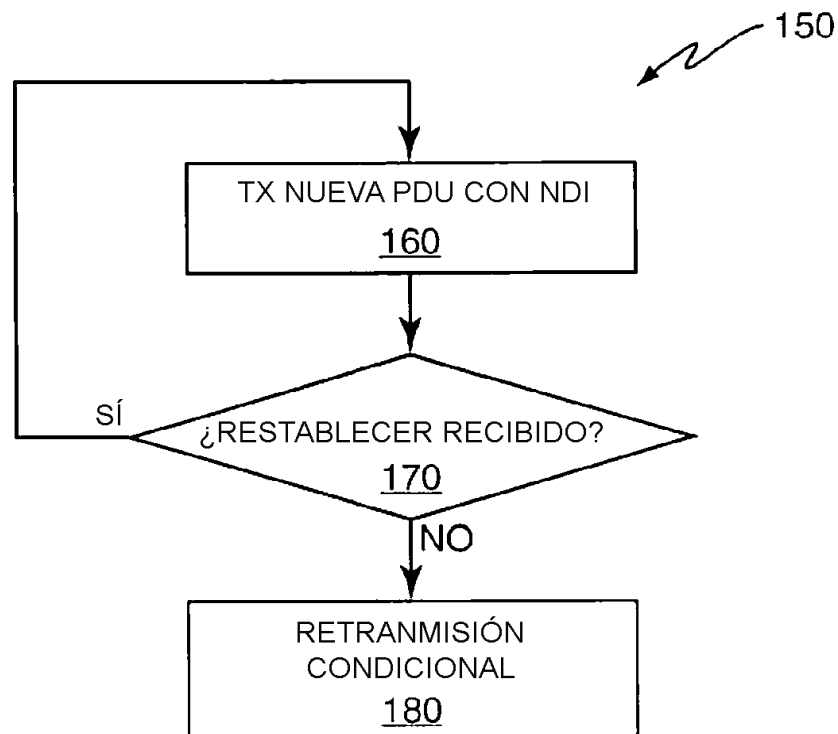


FIG. 3B

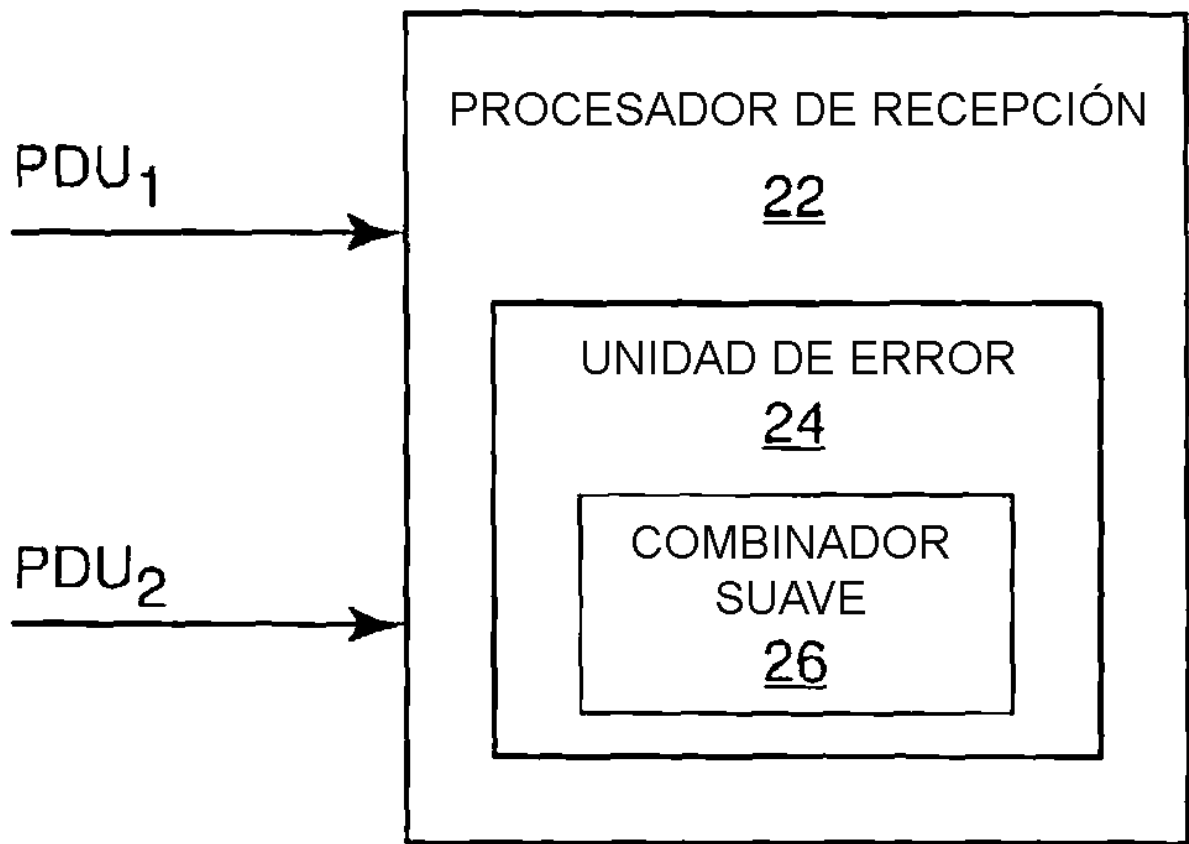


FIG. 4

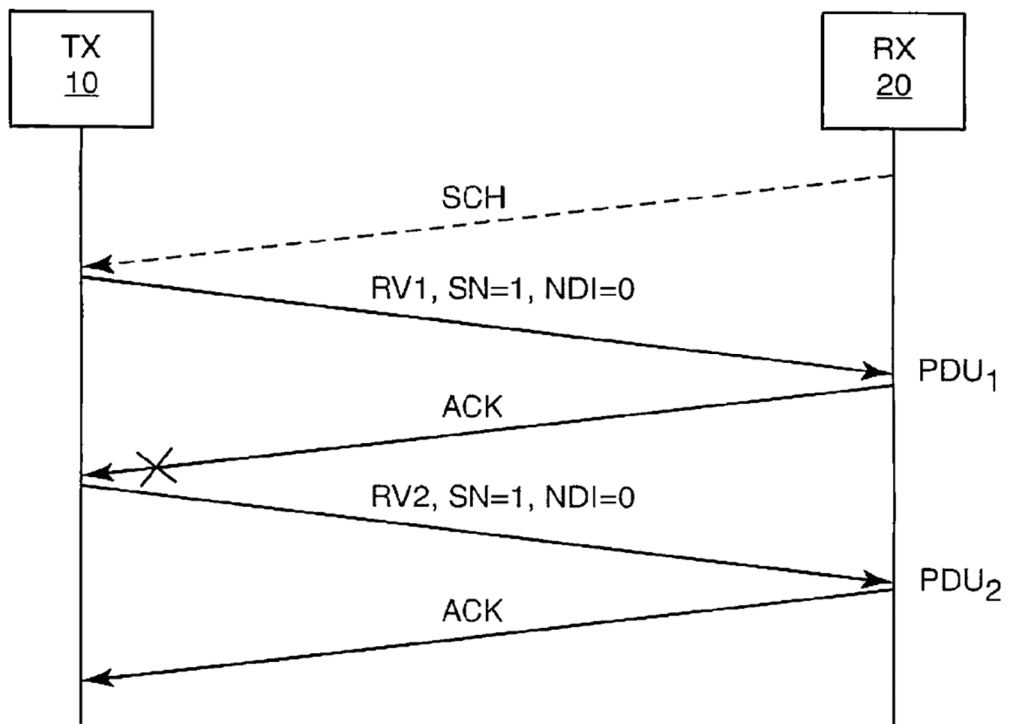


FIG. 5A

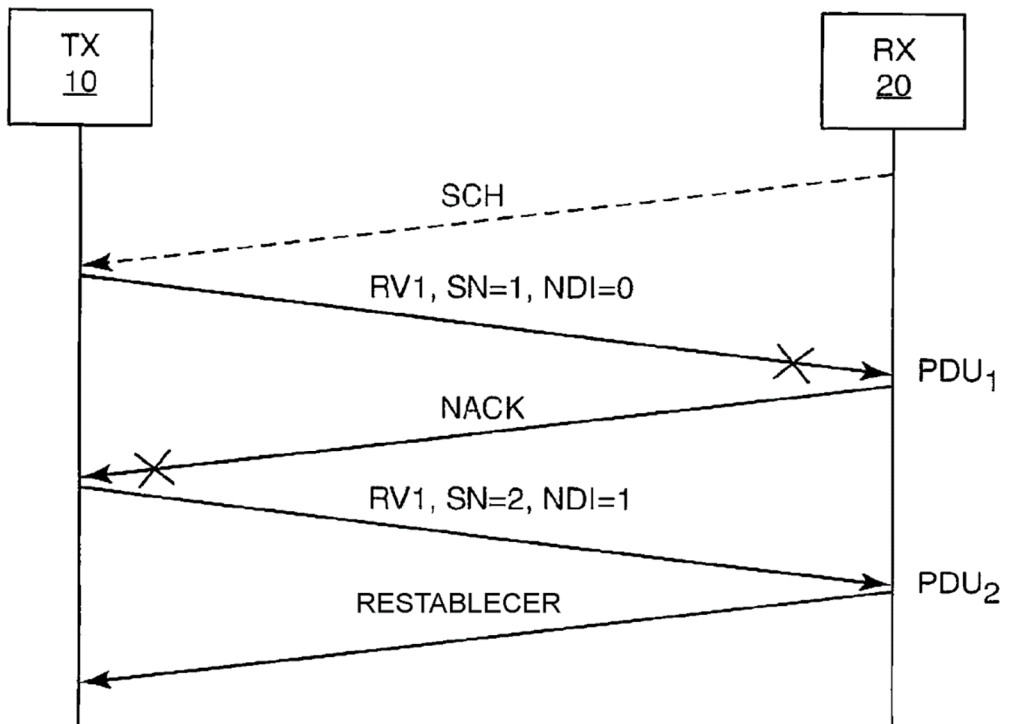


FIG. 5B

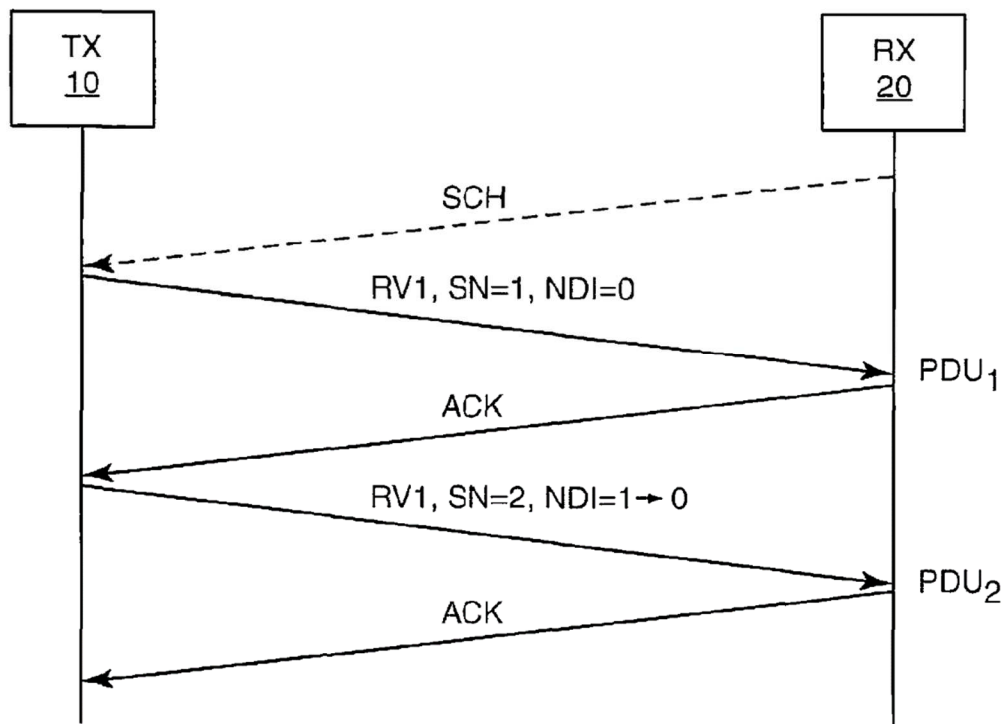


FIG. 5C

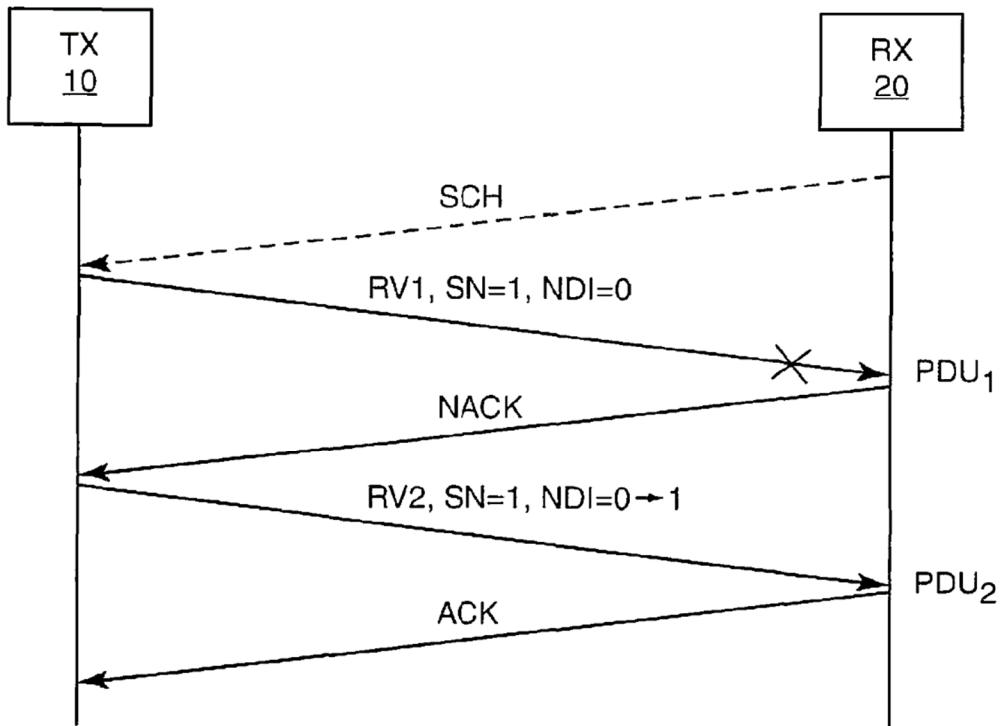


FIG. 5D

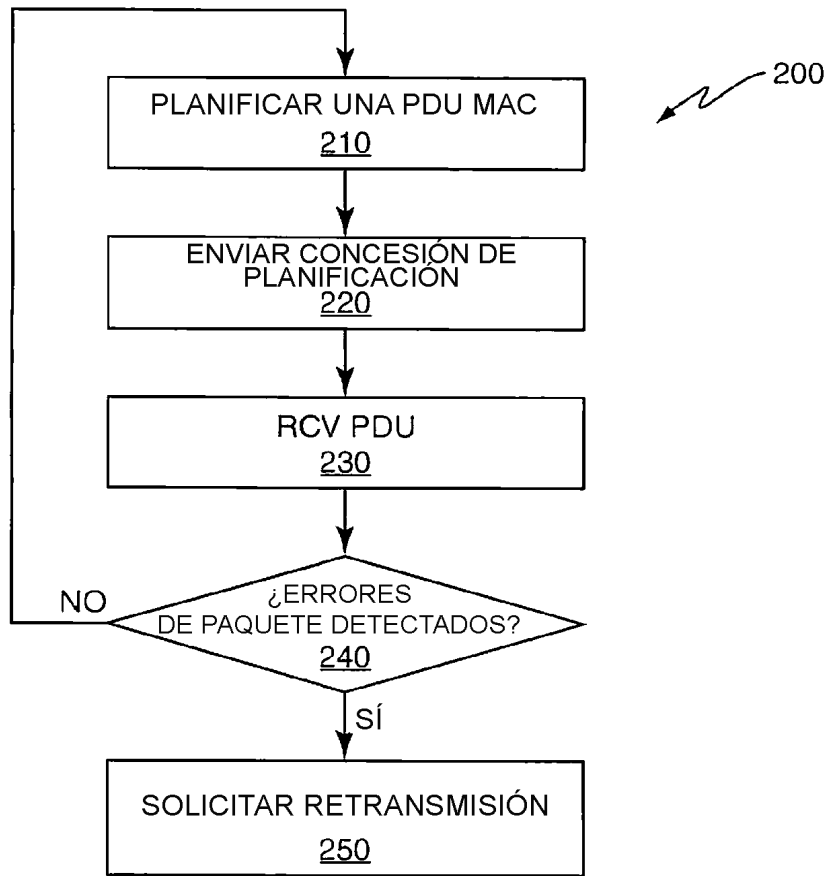


FIG. 6A

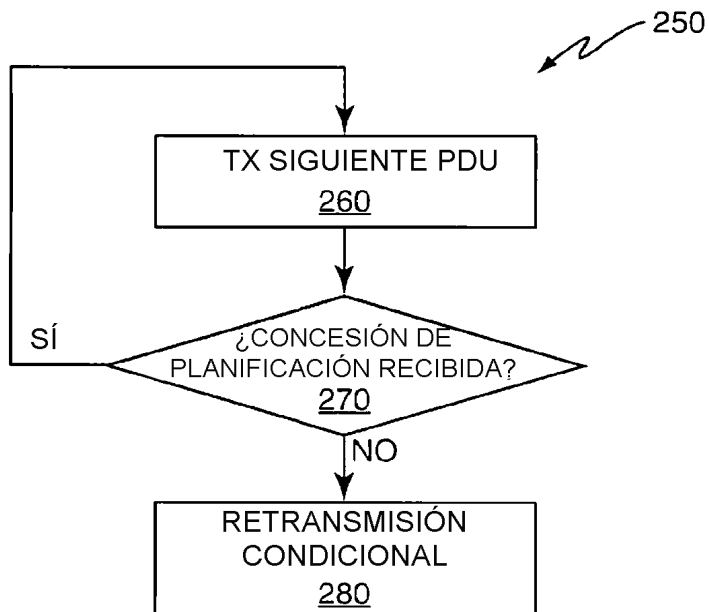


FIG. 6B

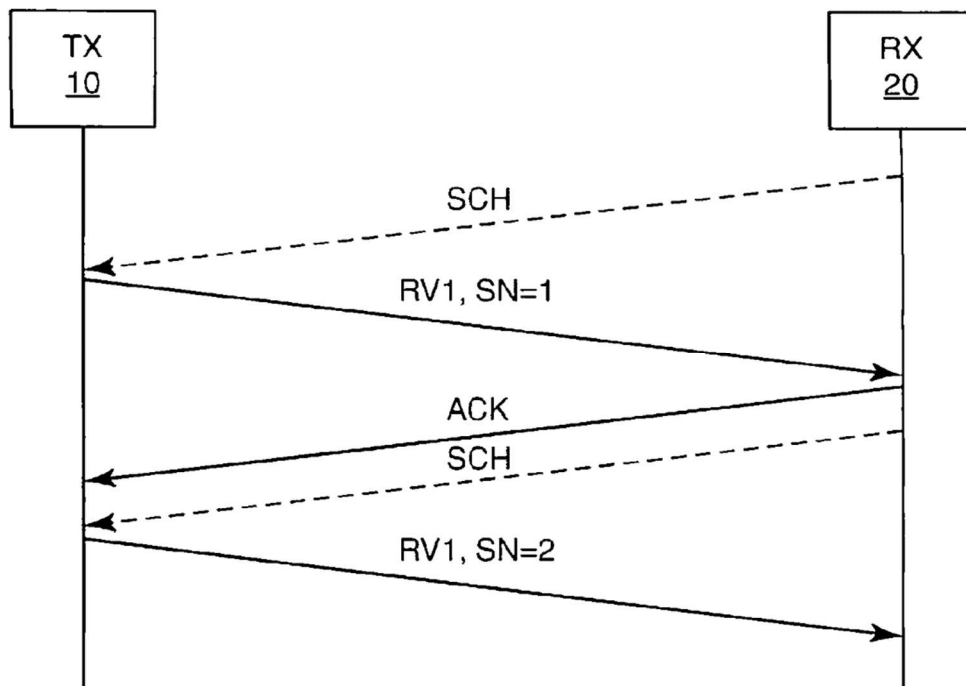


FIG. 7A

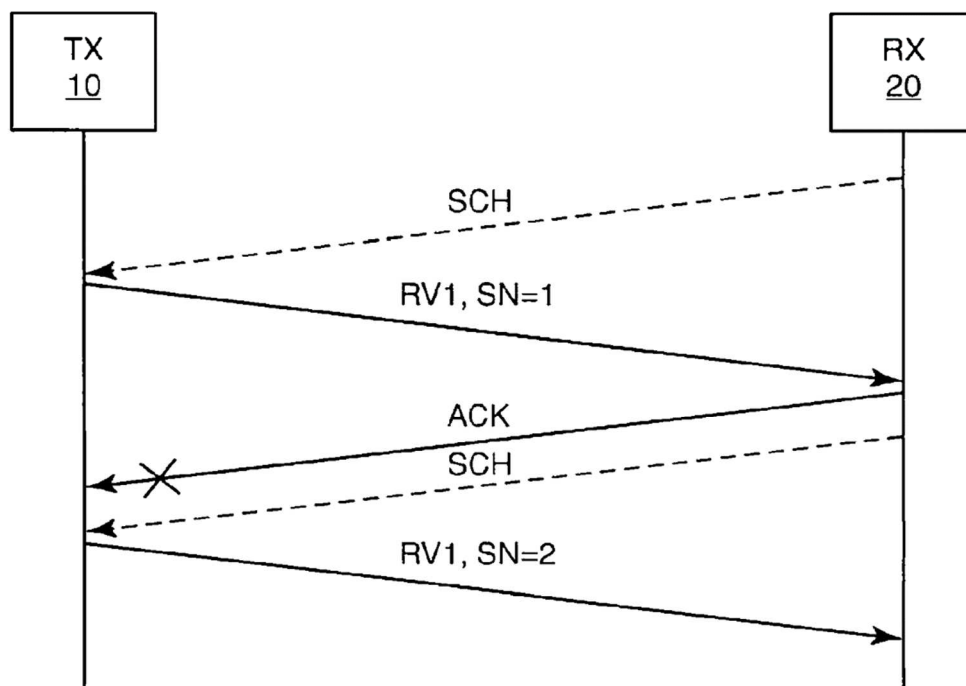


FIG. 7B

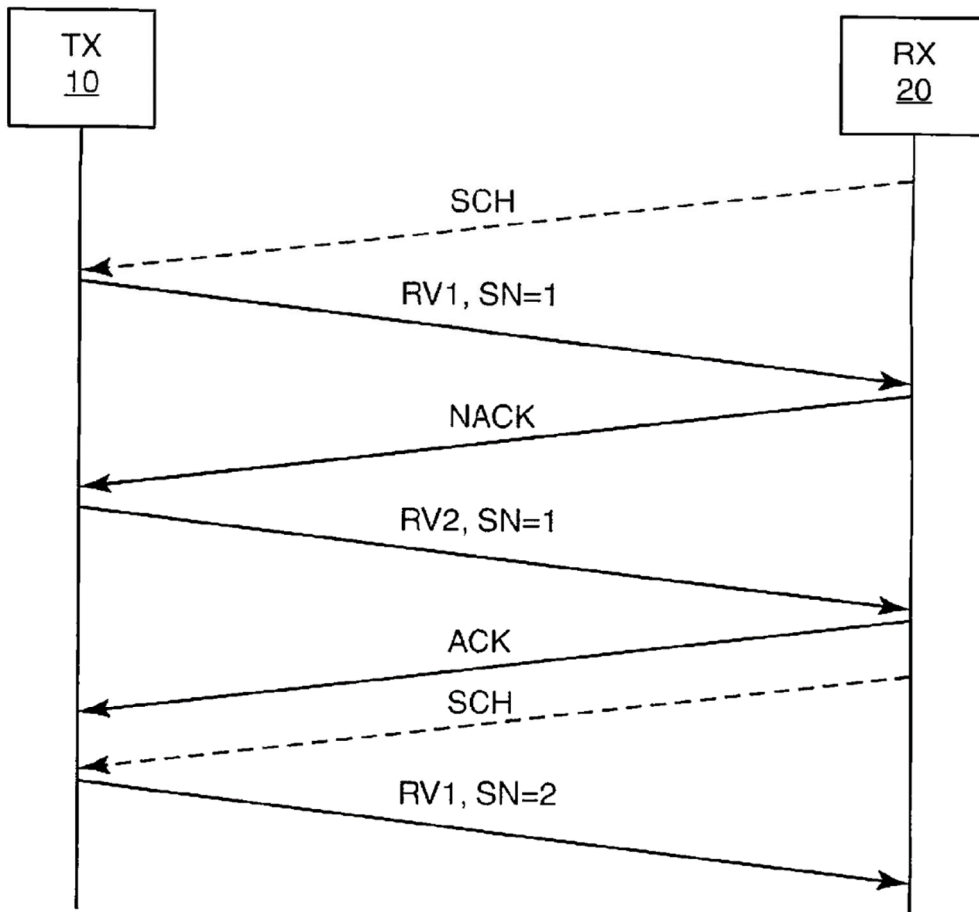


FIG. 7C

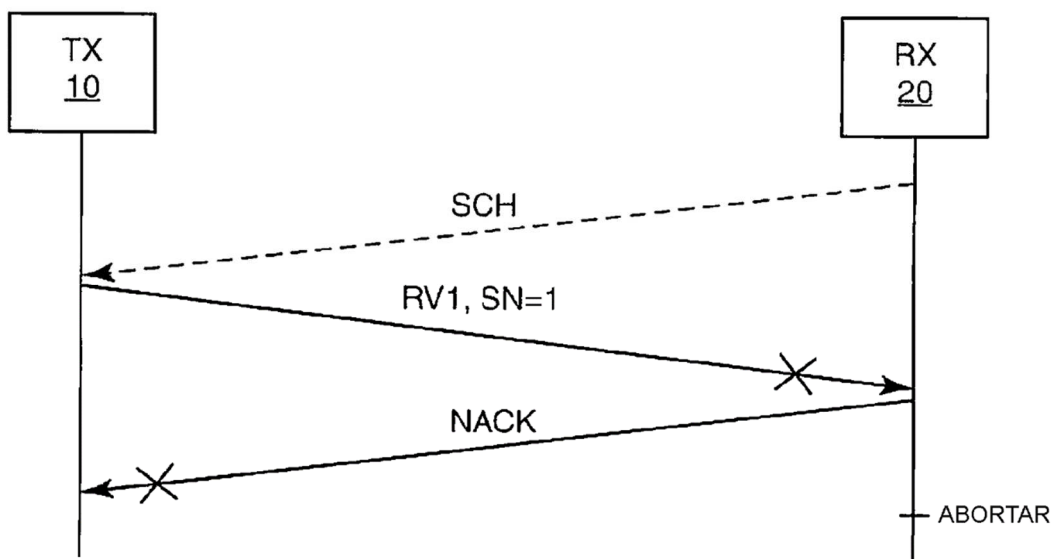


FIG. 7D

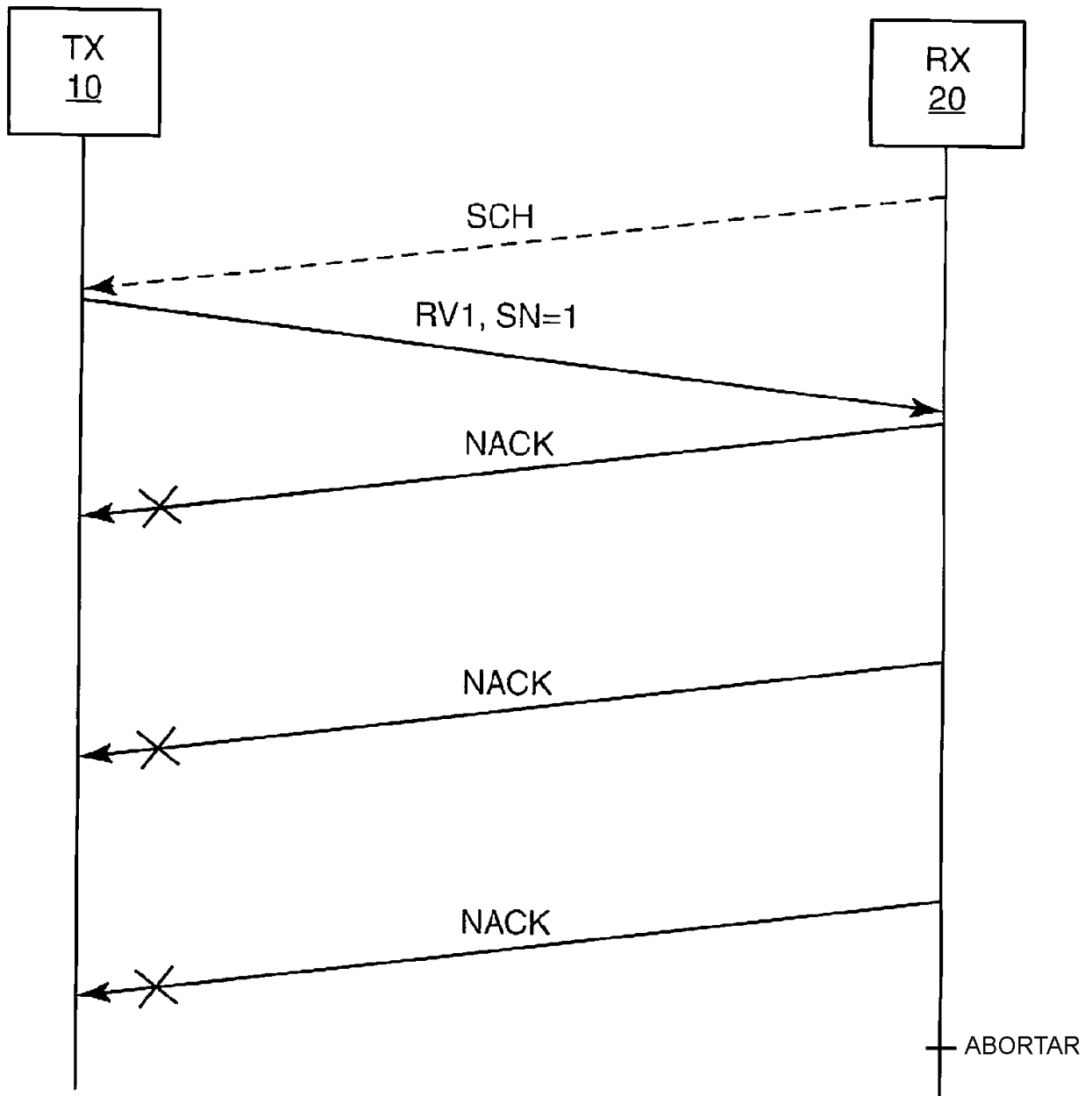


FIG. 7E