

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 961**

51 Int. Cl.:

H04L 1/16 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.1998 E 09004900 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2079182**

54 Título: **Procedimiento y sistema de ampliación de intervalo de numeración de secuencia para protocolos de transmisión repetida selectiva**

30 Prioridad:

17.06.1997 US 877294

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

17.09.2015

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**REZAIIFAR, RAMIN;
TIEDEMANN, EDWARD G., JR.;
BENDER, PAUL E. y
TOMCIK, JAMES D.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 545 961 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de ampliación de intervalo de numeración de secuencia para protocolos de transmisión repetida selectiva

Antecedentes de la invención

5 I. Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento y sistema para transmitir datos digitales. La presente invención es adecuada para ampliar el intervalo de numeración de secuencia que puede aplicarse a protocolos de transmisión repetida selectiva.

II. Descripción de la técnica relacionada

10 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación personal configurado según el uso del estándar de la interfaz por aire IS-95. El estándar IS-95, y sus derivados tales como IS-95-A, IS-99 e IS-707, IS-657 y ANSI J-STD-008, etc. (a los que se hace referencia de manera colectiva en el presente documento como los estándares IS-95), definen una interfaz para implementar un sistema de comunicación personal digital que usa técnicas de procesamiento de señales de acceso múltiple por división de código (CDMA).
15 Asimismo, un sistema de comunicación personal configurado esencialmente según el uso del IS-95 se describe en la patente estadounidense 5.103.459, titulada "System and Method for Generating Signal Waveforms in a CDMA Personal communication System" ["Sistema y procedimiento para generar ondas de señales en un sistema de comunicación personal de CDMA"] transferida al cesionario de la presente invención.

20 Como es habitual en la mayoría de los sistemas de comunicación personal, el IS-95 permite que se proporcione servicio de telefonía móvil a un conjunto de terminales inalámbricas (normalmente, teléfonos celulares) que usen un conjunto de estación base **12** acoplada a la red telefónica pública conmutada (PSTN) **18** por un controlador de transmisor (BSC) **14** y un centro de conmutación móvil (MSC) **16**. Durante una llamada de teléfono, un terminal inalámbrico **10** se interconecta con una o más estaciones base **12** usando señales de radiofrecuencia (RF) modulada de CDMA. Se hace referencia a la señal de RF transmitida desde la estación base **12** al terminal inalámbrico **10** como el enlace directo, y se hace referencia a la señal de RF transmitida desde el terminal inalámbrico **10** a la estación base **12** como el enlace inverso.

25 Conforme a los estándares IS-99 e IS-707 (a los que se hace referencia a continuación en el presente documento simplemente como IS-707), un sistema de comunicaciones compatible con el IS-95 puede proporcionar también servicios de comunicaciones de datos. Los servicios de comunicaciones de datos permiten que se intercambien datos digitales usando el receptor **10** y la interfaz de RF con uno o más transmisores **12**. Los ejemplos del tipo de datos digitales normalmente transmitidos usando el estándar IS-707 incluyen archivos informáticos y correo electrónico.

30 Según ambos estándares IS-95 e IS-707, los datos intercambiados entre un terminal inalámbrico **10** y una estación base **12** se procesan en tramas. Para aumentar la probabilidad de que una trama se transmita con éxito durante una transmisión de datos, el IS-707 emplea un protocolo de enlace de radio (RLP) para realizar un seguimiento de las tramas transmitidas con éxito, y para realizar la retransmisión de tramas cuando una trama no se transmite con éxito. La retransmisión se realiza hasta tres (3) veces en el IS-707, y es la responsabilidad de los protocolos de capa superior llevar a cabo etapas adicionales para garantizar que la trama se transmita con éxito.
40

Con el fin de realizar un seguimiento de aquellas tramas que se han transmitido con éxito, el IS-707 solicita que se incluya un número de secuencia de ocho bits en cada trama transmitida. El número de secuencia se aumenta para cada trama desde 0 a 256 y después se reinicia de nuevo a cero. Una trama transmitida sin éxito se detecta cuando se recibe una trama con un número de secuencia desordenado, o se detecta un error usando la información de suma de comprobación del CRC u otros procedimientos de detección de error. Una vez que se detecta una trama transmitida sin éxito, el sistema de recepción transmite un mensaje de acuse de recepción negativo (NAK) al sistema de transmisión, que incluye el número de secuencia de la trama que no fue recibida. El sistema de transmisión retransmite entonces la trama incluyendo el número de secuencia como fue transmitido originalmente. Si la trama retransmitida no se recibe con éxito, se envía un segundo mensaje de acuse de recepción negativo al sistema de transmisión. El sistema de transmisión responde normalmente notificando la transmisión fallida a la aplicación de control o capa de red.
45
50

Conforme al IS-95A y al IS-707, las tramas se transmiten una vez cada 20 milisegundos (ms). Por tanto, un número de secuencia de ocho bits puede realizar el seguimiento de 256 tramas transmitidas en un intervalo

de cinco (5) segundos. Normalmente, cinco segundos son suficientes para permitir que se detecte una transmisión de trama fallida, y se realice una retransmisión y, por lo tanto, un número de secuencia de ocho bits proporciona el tiempo suficiente para la retransmisión de tramas. Por tanto, las tramas retransmitidas pueden identificarse unívocamente sin la ambigüedad provocada por un "reinicio cíclico" de secuencia por el que se repite el número de secuencia de ocho bits.

Sin embargo, desde el desarrollo original del IS-95A y el IS-707, se han propuesto y desarrollado protocolos y estándares adicionales que permiten transmitir datos a velocidades de transmisión superiores. Normalmente, estos nuevos protocolos y estándares usan la misma estructura de trama que el IS-95A y el IS-707 con el fin de mantener tanta compatibilidad como sea posible con los sistemas y estándares ya existentes. Sin embargo, aunque es deseable mantener la compatibilidad con los estándares y sistemas ya existentes, el uso del mismo tipo de trama dentro de estos protocolos y estándares de velocidad de transmisión superior, aumenta de manera sustancial el número de tramas que se transmiten durante un periodo de tiempo dado. Por ejemplo, si la velocidad de transmisión se aumenta multiplicándola por cuatro, el tiempo requerido para transmitir 256 tramas se reduce a 1,25 segundos, en lugar de los cinco segundos que se requerían anteriormente. Un periodo de tiempo de 1,25 segundos normalmente es insuficiente para permitir que se detecte una transmisión de trama fallida, y se intente una retransmisión, antes de que se repita el número de secuencia de ocho bits. Por tanto, el uso de un número de secuencia de ocho bits es insuficiente para permitir tramas de identificación única durante el periodo de tiempo necesario para realizar la secuencia de retransmisión deseada.

Aunque el número de bits en el número de secuencia podría aumentarse, un incremento de este tipo alteraría sustancialmente el formato de trama y por lo tanto incumpliría el objetivo de mantener una compatibilidad sustancial con sistemas y estándares ya existentes. Por tanto, la presente invención está enfocada a un procedimiento y aparato para ampliar la gama de números de secuencia, sin modificar el número de bits usados para el número de secuencia.

Se reclama atención al documento JP 07 030543 A, que analiza la mejora de la eficacia de utilización de una red y la reducción de la posibilidad de regeneración de la congestión, enviando solamente una célula faltante cuando la célula falta debido a la congestión, o similar, en una red, y la célula se envía nuevamente. Cuando una célula falta debido a la congestión, o similar, en una red, un lado receptor envía una célula de NACK que representa una solicitud de retransmisión de la célula, el lado remitente que la recibe envía nuevamente la célula, el lado receptor que recibe la célula entrega una trama a una capa anfitriona, devuelve una célula de ACK, el AAL del lado remitente que la recibe abre un almacén temporal interno que almacena la célula y se informa a la capa anfitriona. Luego, un identificador de ACK / NACK en sucesión a un identificador múltiple, para representar cuál, entre la célula ACK o la célula NACK, es la célula, dada la célula ACK / NACK y un número requerido de números de secuencia ampliada, ESN, que es la extensión de un número de secuencia, SN, de cuatro bits, para indicar a qué parte de la trama original corresponde una célula faltante en la célula de NACK.

Se reclama adicionalmente atención sobre el documento US-A-4 617 657, que divulga que en un sistema de transmisión de datos en paquetes, se acusa la recepción de los paquetes de información recibidos correctamente encaramando sus números de secuencia en paquetes de información que están transmitiéndose. El campo de control de cada paquete de información incluye un bit que indica si hay un acuse de recepción encaramado o no. Los acuses de recepción pueden transmitirse también por separado en paquetes de control que no tienen ningún campo de información. Cada acuse de recepción consiste no sólo en el número de secuencia de un paquete de información recibido correctamente, sino también en el estado de acuse de recepción de una pluralidad de paquetes de información anteriores, por lo que puede acusarse la recepción de éstos de manera negativa si es necesario. Los números de secuencia pueden tener uno cualquiera entre tres tamaños diferentes, para una transmisión eficaz de los números de secuencia sobre enlaces de transmisión de velocidad y longitud de transmisión (y por tanto, retardo) arbitrarios. El tamaño del número de secuencia que se usa en cualquier enlace de transmisión particular se determina al configurar el enlace, con dependencia de la velocidad de transmisión y el retardo de ida y vuelta del enlace.

Sumario de la invención

Según la presente invención, se proporcionan un procedimiento según lo establecido en la reivindicación 1, y un aparato según lo establecido en la reivindicación 7. Las realizaciones de la presente invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

Según un ejemplo de la invención, se proporciona un procedimiento para transmitir datos entre un transmisor y un receptor usando una trama que tiene números de secuencia, que comprende las etapas de: a) transmitir la trama una primera vez con un bit retransmitido establecido en el valor falso y el número de secuencia

establecido en una parte de un número largo de secuencia; b) aumentar dicho número largo de secuencia; y b) retransmitir la trama con dicho bit retransmitido establecido en el valor verdadero cuando se recibe un mensaje de acuse de recepción negativo que contiene dicho número largo de secuencia de la trama.

5 Según otro ejemplo de la invención, se proporciona un procedimiento para transmitir un conjunto de tramas de datos que tienen números de secuencia de ocho bits, que comprende las etapas de: a) establecer un campo de tipo en el valor 'recién transmitido' cuando la trama de datos se transmite por primera vez; b) establecer dicho campo de tipo en el valor 'retransmitido' cuando la trama de datos se está retransmitiendo; y c) transmitir la trama de datos.

10 Según un ejemplo adicional de la invención, se proporciona un sistema para transmitir datos mediante tramas, que comprende: un sistema de transmisión para transmitir tramas recién transmitidas, con un campo de tipo establecido en el valor 'recién transmitido' y un número de secuencia, para mantener un índice $L_V(S)$ que se incrementa después de transmitir cada trama recién transmitida, y para transmitir tramas retransmitidas en respuesta a mensajes de NAK; y un sistema de recepción para generar dichos mensajes de NAK cuando dichas tramas recién transmitidas se reciben desordenadas, para mantener una lista de NAK para realizar un seguimiento de tramas no recibidas, y para reordenar tramas retransmitidas.

15 Un ejemplo de la invención proporciona también un transmisor para transmitir datos digitales, comprendiendo el transmisor: un circuito de control para generar, para campos de datos individuales, códigos de secuencia respectivos, comprendiendo cada uno un primer número de bits obtenido de un código de índice que comprende un segundo número de bits mayor en número que el primer número; un circuito de transmisión para transmitir conjuntamente cada campo de datos y el código de secuencia respectivo como una trama de datos codificada en una portadora; y un circuito de recepción, para recibir y decodificar una trama de datos codificada, que comprende un código de índice y un código de no acuse de recepción, y en el que el circuito de control está dispuesto para identificar, a partir del código de índice decodificado, un código de secuencia y un campo de datos respectivo para la retransmisión como una trama de datos codificada por el circuito de transmisión.

20 Un ejemplo de la invención proporciona además un receptor para recibir datos digitales, comprendiendo el receptor: un circuito de recepción para recibir y decodificar una trama de datos codificada que contiene un campo de datos y un código de secuencia asociado que comprende un primer número de bits; un circuito de control para determinar un código de índice a partir del código de secuencia recibido, código de índice que comprende un segundo número de bits mayor en número que el primer número, para comparar el código de índice determinado con códigos de índice desarrollados para códigos de secuencia respectivos de tramas de datos recibidas anteriormente, para identificar la recepción errónea de una trama de datos recibida, y para generar un código de índice para la transmisión con un código de no acuse de recepción cuando se detecta un error en la recepción; y un transmisor para transmitir conjuntamente el código de índice y el código de no acuse de recepción como una trama de datos codificada en una portadora.

30 La presente invención tiene como objeto proporcionar un procedimiento y aparato para ampliar la gama de numeración de secuencia para un protocolo de transmisión repetida selectiva. Según una realización de la invención, las tramas de datos se transmiten incluyendo un número de secuencia de ocho bits y un indicador de retransmisión de un bit. El indicador de retransmisión de un bit indica si la trama se acaba de transmitir o retransmitir debido a una primera transmisión fallida. Los sistemas de transmisión y recepción mantienen cada uno un número de secuencia de doce bits, al que se hace referencia como "número largo de secuencia", constituido por el número de secuencia de ocho bits transmitido con cada trama y una ampliación de cuatro bits. El número largo de secuencia se transmite dentro de las tramas de control y el número de secuencia de ocho bits se transmite dentro de las tramas de datos.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Las características, objetos y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se considere conjuntamente con los dibujos, en los que caracteres de referencia iguales identifican de manera correspondiente en toda su extensión, y en los que:

50 la FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación personal;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático de un transmisor y un receptor;

la FIG. 3 es un diagrama de un almacén temporal de tramas y de un almacén temporal de reordenación;

la FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un transmisor y un receptor durante una

comunicación;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del receptor durante la recepción de una trama recién transmitida;

5 la FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del receptor durante la recepción de una trama retransmitida;

la FIG. 7 es un diagrama de mensajes que ilustra la operación del transmisor y el receptor durante una comunicación ejemplar; y

la FIG. 8 es un diagrama de mensajes que ilustra la operación del transmisor y el receptor durante una comunicación ejemplar.

10 **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

Se describe un procedimiento y aparato para ampliar la gama de numeración de secuencia para un protocolo de transmisión repetida selectiva. En la siguiente descripción, la invención se expone en el contexto de un sistema de comunicación personal que funciona según el uso de las técnicas de procesamiento de señales de CDMA de los estándares IS-707 e IS-95. Si bien la invención es especialmente adecuada para su uso dentro de un sistema de comunicaciones de este tipo, debería entenderse que la presente invención puede emplearse en otros diversos tipos de sistemas de comunicaciones que transmiten datos mediante tramas o paquetes, incluyendo sistemas de comunicación, tanto inalámbrica como por línea de cable, así como sistemas de comunicación basados en satélite. Además, en toda la extensión de la aplicación, se exponen en forma de bloques diversos sistemas muy conocidos. Esto se ha hecho para evitar oscurecer incesantemente la descripción de la invención.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de dos sistemas de comunicación configurados según una realización ejemplar de la invención. La comunicación de velocidad de transmisión más alta está conduciéndose desde un transmisor **50** a un receptor **52**. En una configuración ejemplar, un transmisor **50** se ubica en una estación base **12** y un receptor **52** se encuentra en un terminal inalámbrico **10**; sin embargo, las ubicaciones pueden invertirse. Dentro del transmisor **50**, el sistema de control **54** recibe tramas de datos desde la entrada / salida (E / S) **56** y proporciona esos datos al codificador **58**. El codificador **58** realiza una codificación convolutiva que genera símbolos de código que son recibidos por el modulador digital **60**. El modulador digital **60** realiza una modulación de secuencia directa sobre los símbolos de código, con uno o más códigos de canal binario y uno o más códigos de ensanchamiento binario que generan símbolos fragmentados que son recibidos por el transmisor de radiofrecuencia (RF) **62**. Los símbolos fragmentados son aumentados en frecuencia, a la banda de frecuencia de portadora, por el transmisor de RF **62** y transmitidos desde el sistema de antena **64** mediante el diplexor **66**.

Pueden emplearse diversos procedimientos y aparatos para realizar la modulación digital y el aumento de RF en la presente invención. Un conjunto de procedimientos y aparatos particularmente útiles se describen en la patente estadounidense 6.005.855, en tramitación junto con la presente, titulada "Method and Apparatus for providing Variable Rate Data In A Communications System Using Statistical Multiplexing" ["Procedimiento y aparato para proporcionar datos de velocidad variable en un sistema de comunicaciones que usa multiplexado estadístico"] presentada el 28 de abril de 1995, la patente estadounidense 5.777.990, titulada "Method and Apparatus For Providing Variable Rate Data In A Communications Systems Using Non-Orthogonal Overflow Channels" ["Procedimiento y aparato para proporcionar datos de velocidad variable en un sistema de comunicaciones que usa canales de desborde no ortogonales"] presentada el 28 de febrero de 1995, y la patente estadounidense 5.949.814 "High Data Rate Supplemental Channel for CDMA Telecommunications System" ["Canal suplementario de alta velocidad de datos para un sistema de telecomunicaciones de CDMA"] presentada el 15 de enero de 1997, todas las cuales se han transferido al cesionario de la presente invención. Debería entenderse que algunas de las solicitudes de patente referidas anteriormente están enfocadas al enlace directo y, por lo tanto, son más adecuadas para su uso con el transmisor **50**, mientras que otras están enfocadas al enlace inverso y por lo tanto son más adecuadas para su uso con el receptor **52**.

En una realización ejemplar de la invención, los datos transmitidos desde el sistema de antena **64** se formatean según la trama **70**, que incluye el campo de secuencia (número de SEC) **72** de ocho bits, el indicador de retransmisión **74** y el campo de datos **76**. Una trama **70** puede incluir un campo de CRC **77** u otros campos que no se muestran porque no son particularmente relevantes para la presente invención. En una realización preferida de la invención, las tramas se formatean esencialmente según las estructuras de trama definidas en el estándar IS-707, con el agregado del indicador de retransmisión **74**.

Para proporcionar tramas de datos al codificador **58** de una manera ordenada, el sistema de control **54** almacena las tramas dentro del almacén temporal de tramas **55** y actualiza un valor de índice $L_V(S)$. El almacén temporal de tramas **55** y el valor de índice $L_V(S)$ se almacenan preferentemente dentro de un sistema de memoria. En una realización preferida de la invención, el valor de índice $L_V(S)$ es un número de

5 secuencia de doce bits que se incrementa tras la transmisión de cada trama, tal como se describe con mayor detalle a continuación. Los ocho bits menos significativos del valor de índice $L_V(S)$ se colocan en el campo de secuencia de una trama **72**.

Dentro del receptor **52**, el receptor de RF **80** reduce la frecuencia y digitaliza las señales de RF en las que se transmite la trama **70** usando el sistema de antena **82** y el diplexor **84**. El demodulador digital **86** demodula las señales con frecuencia reducida, o “de banda base”, usando los códigos binarios necesarios que generan datos de decisión de software, que son recibidos por el decodificador **88**. El decodificador **88** realiza decodificación Viterbi o reticular de máxima probabilidad, generando los datos de decisión de hardware **90** que se proporcionan al controlador **91**.

10

El controlador **91** reformata la trama **70** usando los datos de decisión de hardware **90**, y determina si la trama se ha recibido o no en secuencia, con relación a las tramas que ya han sido recibidas, usando el número de SEC, la variable de índice $L_V(N)$ y $L_V(R)$, así como el almacén temporal de reordenación **92** y la lista de NAK **94**, tal como se describe con mayor detalle a continuación.

15

Si el controlador **91** determina que la trama se ha recibido fuera de secuencia con relación a las tramas que ya se han recibido, o si la trama se recibe con errores, genera un mensaje de acuse de recepción negativo (NAK) que es recibido por el codificador **95**. El codificador realiza una codificación convolutiva, para generar símbolos de código que son un espectro de ensanchamiento de secuencia directa, modulado por el modulador digital **97**, preferentemente según el enlace inverso de IS-95, y los símbolos fragmentados son aumentados de frecuencia por el sistema de transmisión de RF **98** y se transmiten como el NAK **83** desde el sistema de antena **82** mediante el diplexor **84**. El L_SEQ para la trama con NAK se almacena dentro de la lista de NAK **94**.

20

25

Haciendo referencia de nuevo al transmisor **50**, el receptor de RF **67** recibe la señal de RF a través del sistema de antena **64** y el diplexor **66**. El receptor de RF **67** reduce la frecuencia y digitaliza la señal de RF, generando muestras que se demodulan usando el demodulador digital **68**. El decodificador **69** decodifica los datos de decisión de software procedentes del demodulador digital **68** y el sistema de control **54** recibe los datos de decisión de hardware desde el decodificador **69**, detectando de ese modo el NAK desde el receptor **52** contenido en los datos de decisión de hardware.

30

El sistema de control **54** recibe el NAK **83** y recupera la trama con NAK desde el almacén temporal de transmisión **55**. Las tramas recuperadas se retransmiten según la transmisión original, tal como se describió anteriormente (incluyendo el número de secuencia original).

35

La **Fig. 3** es un diagrama que ilustra la configuración del almacén temporal de tramas **55**, el almacén temporal de reordenación **92** y los índices $L_V(S)$, $L_V(N)$ y $L_V(R)$, cuando se usan según una realización de la invención. Dentro del almacén temporal de transmisión **55**, las tramas ya transmitidas están sombreadas, y las tramas que van a transmitirse no lo están. En la realización preferida de la invención, los índices $L_V(S)$, $L_V(N)$ y $L_V(R)$ son números de doce (12) bits. El índice $L_V(S)$ se establece en el número de secuencia de la trama siguiente que va a transmitirse. Cuando la trama se transmite realmente, el número de SEC de ocho bits de la trama se establece en los ocho bits menos significativos del índice $L_V(S)$.

40

Dentro del almacén temporal de reordenación **92**, el índice $L_V(R)$ se establece en la secuencia de doce bits de la nueva trama siguiente esperada. El índice $L_V(N)$ se establece en la secuencia de 12 bits de la siguiente trama necesaria para la entrega secuencial, o para la cual el procesamiento está aún pendiente. Cuando se ha enviado un número predeterminado de los NAK sin recepción de la trama correspondiente, el intento de procesamiento de la trama se termina y los datos con la trama faltante se pasan a los protocolos de capa superior (por ejemplo, la capa de transporte). Según se muestra, las tramas con NAK **96a** a **96c** pueden recibirse con números de secuencia entre $L_V(N)$ y $(L_V(R)-1) \text{ MOD } 4.096$, inclusive.

45

La **FIG. 4** es un diagrama de flujo que ilustra la operación del transmisor **50** y del receptor **52** durante una comunicación realizada según una realización de la invención. La transmisión comienza en el transmisor en la etapa **100**, y la recepción en el receptor en la etapa **101**. En la etapa **102**, se realiza la inicialización, durante la cual el índice $L_V(S)$ se establece en cero dentro del transmisor **50** y $L_V(R)$ se establece en cero dentro del receptor **52**.

50

En la etapa **108**, el transmisor transmite una trama (indicada por la línea discontinua) cuando los datos están

disponibles para su transmisión, con el número de SEC de la trama establecido en los ocho bits menos significativos del índice L_V(S), al que se hace referencia como V(S). Además, el indicador de retransmisión se establece en cero para indicar que la trama es una trama recién transmitida. En la etapa **112**, el índice L_V(S) se incrementa en MOD 4.096, y en la etapa **113** el transmisor realiza un procesamiento de recepción para cualquier mensaje de NAK transmitido desde el receptor **52**. En una realización de la invención, cuando no está disponible ningún dato, las tramas “en reposo” que tienen el número de SEC actual pueden enviarse de forma repetida hasta que los datos estén disponibles (transmisiones en reposo no mostradas).

En la etapa **130**, el transmisor determina si un NAK se ha recibido o si está pendiente y, si es así, las tramas con NAK se recuperan del almacén temporal de transmisión usando el número de secuencia largo contenido en el mensaje de NAK y retransmitido en la etapa **132** con el número de SEC original y el campo de retransmisión establecido en uno. Una vez que la trama se retransmite, el NAK pendiente o recibido se purga y el procesamiento continúa entonces en la etapa **113**.

Si no se ha recibido o no está pendiente un mensaje de NAK, el transmisor vuelve a la etapa **108** y el procesamiento continúa.

Dentro del receptor **52**, el procesamiento comienza en la etapa **101**, y en la etapa **106** se recibe L_V(S) desde el transmisor **50**. En la etapa **110**, el receptor **52** recibe cualquier trama transmitida desde el transmisor **50**, bien en la etapa **108** (transmisión nueva), o bien en la etapa **132** (retransmisión), y en la etapa **114** examina el estado del indicador de retransmisión de la trama para determinar si la trama recibida es una trama retransmitida o una trama nueva. Si la trama es una trama retransmitida, el procesamiento de retransmisión se realiza en la etapa **116**, y entonces el receptor vuelve a la etapa **110**. Si la trama no es una trama retransmitida, el procesamiento de primera transmisión de la trama se realiza en la etapa **120**, y entonces la etapa **110** se realiza de nuevo.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del receptor **52** al procesar la primera transmisión de una trama durante la etapa **120** de la Fig. 4 según una realización de la invención. El procesamiento de primera transmisión comienza en la etapa **150** y, en la etapa **152**, se establece L_SEC según la ecuación siguiente:

$$L_SEC = \{L_V(R) + [256 + SEC - V(R)] \text{ MOD } 256\} \text{ MOD } 4096, \quad (1)$$

en la que V(R) son los ocho bits menos significativos de L_V(R) y SEC es el número de secuencia contenido en el campo de SEC de la trama que está procesándose. En la etapa **154** se determina si L_SEC es o no menor que L_V(N), o que la trama se ha almacenado en el almacén temporal de reordenación. Si es así, la trama se descarta en la etapa **156**, y el sistema de recepción vuelve del procesamiento de primera transmisión, en la etapa **157**. Según se indicó anteriormente, se establece L_V(N) en la siguiente trama necesaria para la entrega secuencial de los datos.

Si L_SEC no es menor que L_V(N) y la trama no se ha almacenado en el almacén temporal de reordenación, se determina además, en la etapa **158**, si L_SEC es mayor que o igual a L_V(N), y menor que L_V(R), y si la trama no se ha almacenado en el almacén temporal de reordenación y, si es así, la trama se descarta en la etapa **156**, y el sistema de recepción vuelve del procesamiento de primera transmisión, en la etapa **157**. En otro caso, se determina además, en la etapa **160**, si L_SEC es igual a L_V(R) y, por lo tanto, es la siguiente trama necesaria para la entrega secuencial L_V(R).

Si L_SEC no es igual a L_V(R), se ha recibido una trama desordenada, y la trama se almacena en el almacén temporal de reordenación en la etapa **162**, y L_V(R) se establece en L_SEC en la etapa **164**. En la etapa **166**, el sistema de recepción transmite uno o más mensajes de NAK que solicitan la retransmisión de todas las tramas no recibidas desde L_V(N) a (L_V(R) - 1) MOD 4096, inclusive. El sistema de recepción vuelve entonces desde el procesamiento de primera transmisión, en la etapa **176**.

Si, en la etapa **160**, se determina que L_SEC es igual a L_V(R), la trama se ha recibido en orden, haciendo que se determine además en la etapa **170** si L_V(N) es igual a L_V(R), indicando que no hay tramas con NAK pendientes. Si L_V(N) es igual a L_V(R), L_V(N) y L_V(R) se incrementan en MOD 4096 en la etapa **172**. La trama de datos se entrega al protocolo de capa superior en la etapa **174** y el receptor vuelve desde el procesamiento de primera transmisión, en la etapa **176**.

Si se determina, en la etapa **160**, que L_V(N) no es igual a L_V(R) y, por lo tanto, que las tramas con NAK permanecen pendientes, L_V(R) se incrementa en MOD 4096 en la etapa **178**, y en la etapa **180** la trama se almacena en el almacén temporal de reordenación. El receptor **52** vuelve entonces desde el procesamiento

de primera transmisión de trama, en la etapa **176**.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del receptor **52** durante la etapa **116**, cuando una trama retransmitida se recibe según una realización de la invención. El procesamiento de la trama retransmitida comienza en la etapa **200**, y en la etapa **202** el campo de SEC en la trama recibida se usa como la clave para consultar una L_SEC asociada a la SEC en la lista de NAK **94** (FIG. 2). En la etapa **204** se determina si la L_SEC es menor que L_V(N), o si la trama ya se ha almacenado en el almacén temporal de reordenación y, si es así, la trama se descarta en la etapa **206** y el receptor **52** vuelve desde el procesamiento de retransmisión en la etapa **208**.

Si L_SEC no es menor que L_V(N) y la trama no se ha almacenado en el almacén temporal de reordenación, se determina además, en la etapa **210**, si L_SEC es mayor o igual a L_V(N) y menor que L_V(R), y si la trama no se ha almacenado en el almacén temporal de reordenación; y, si es así, la trama se almacena en el almacén temporal de reordenación en la etapa **212** antes de que se realice la etapa **214**. En otro caso, se realiza la etapa **214**.

En la etapa **214**, se determina si L_SEC es igual a L_V(N), y si no es así, la trama se descarta en la etapa **216**, puesto que la trama retransmitida tiene un número de secuencia que es mayor que la nueva trama siguiente esperada y, por lo tanto, se ha producido un error. Una vez que la trama se ha descartado, el receptor **52** vuelve desde el procesamiento de trama retransmitida en la etapa **208**.

Si L_SEC es igual a L_V(N), los datos en todas las tramas contiguas formadas mediante la adición de la trama retransmitida que está procesándose, desde L_V(N) en adelante, se entregan a la siguiente capa de procesamiento superior en la etapa **218**, y las tramas entregadas se eliminan del almacén temporal de reordenación en la etapa **220**. En la etapa **222** L_V(N) se establece en ÚLTIMA+1, donde ÚLTIMA es el número largo de secuencia (L_SEC) de la última trama entregada a la capa superior en la etapa **218**. En la etapa **224** la trama se elimina de la lista de NAK y el receptor **52** vuelve desde el procesamiento de la trama retransmitida en la etapa **226**.

La FIG. 7 es un diagrama de mensajes que ilustra los mensajes transmitidos durante una comunicación ejemplar realizada según una realización de la invención. El transmisor **50** se muestra a la izquierda, y el receptor **52** se muestra a la derecha. El transmisor **50** mantiene el índice L_V(S) y las tramas se transmiten con valor V(S) en el campo de secuencia, donde V(S) son los ocho bits menos significativos de L_V(S). En el receptor **52**, se muestra la lista de NAK después de cada transmisión. Todos los números se muestran en formato hexadecimal.

La primera trama **230** se transmite cuando el índice L_V(S) es igual a 0x2FE, y por lo tanto con un número de SEC de 0xFE. Después de la transmisión de la trama **230**, el índice L_V(S) se incrementa hasta 0x2FF y la trama **232** se transmite con un número de SEC de 0xFF. Ambas tramas **230** y **232** son recibidas con éxito por el receptor **52**, haciendo que el índice L_V(R) se incremente dos veces, desde 0x2FE a 0x300.

La trama **234** se transmite con un número de SEC de 0x00 y no es recibida con éxito por el receptor **52**. L_V(S) se incrementa entonces hasta 0x301 y la trama **236** se transmite con un número de SEC de 0x01 y es recibida con éxito por el receptor **52**.

Tras la recepción de la trama **236**, el receptor **52** detecta el número de secuencia desordenado debido a que la trama **234** no fue recibida. En respuesta, el receptor **52** genera el mensaje de NAK **240** que contiene el índice L_V(R) de doce bits completo para la trama no recibida 0x300. Además, el receptor **52** actualiza la lista de NAK **94** para indicar que un NAK se ha transmitido para una trama con el número de SEC 0x00 y el número de L_SEC 0x300. Asimismo, el receptor **52** inicia un temporizador de NAK que realiza un seguimiento del tiempo que ha transcurrido desde la transmisión del mensaje de NAK **240**.

Durante la transmisión del mensaje de NAK **240**, el transmisor **50** transmite otra trama **238** con un número de SEC de 0x02, que es recibida con éxito por el receptor **52**. Tras la recepción del mensaje de NAK **240**, el transmisor **50** genera la trama retransmitida **242** que tiene el número de SEC 0x00 y el indicador de retransmisión **74** (FIG. 2) establecido en uno. Tras la recepción de la trama retransmitida **242**, el receptor **52** detecta el bit de retransmisión y correlaciona el número de SEC con el número de SEC en la lista de NAK **94**. Una vez que se ha hecho la correlación, la trama retransmitida **242** se coloca dentro del almacén temporal de reordenación **92** (de la FIG. 2) y se elimina la entrada dentro de la lista de NAK **94**. Las tramas **244** y **246** se transmiten y se reciben entonces de forma normal.

La FIG. 8 es un diagrama de mensajes que ilustra adicionalmente la operación del transmisor **50** y del receptor **52**, durante una transmisión en la que el número de secuencia "se reinicia cíclicamente", al realizarse según una realización de la invención. Las tramas **240a** y **240b** se transmiten con los números de

SEC 0xFE (todos los números están en formato hexadecimal) y 0xFF respectivamente, que corresponden a valores de 0x2FE y 0x2FF para el índice L_V(S), y son recibidas con éxito por el receptor **52**, haciendo que L_V(R) se incremente de 0x2FE a 0x300.

5 La trama **240c** incluye el número de SEC 0x00 pero no es recibida con éxito por el receptor **52**. La trama **240d** incluye el número de SEC 0x01 y es recibida adecuadamente por el receptor **52**. Tras la recepción de la trama **240d**, el receptor **52** detecta que el número de SEC es mayor que los ocho bits menos significativos de L_V(R) y, por lo tanto, que una trama se ha recibido desordenada. En respuesta, el receptor **52** actualiza L_V(R) a 0x302, que corresponde a la siguiente trama esperada, y coloca el número de SEC de la trama no recibida en la lista de NAK **94**. Además, el receptor **52** transmite el NAK **241** que contiene el número de L_SEC completo 0x300 de la trama que no se ha recibido, e inicia un temporizador que realiza un seguimiento de la cantidad de tiempo que ha transcurrido desde la transmisión del NAK **241**. Según se muestra en la FIG. 8, sin embargo, el NAK **241** no es recibido con éxito por el transmisor **50**.

10 El transmisor **50** continúa transmitiendo tramas según se muestra, incluyendo las tramas **240e** a **240j**, todas las cuales son recibidas con éxito por el receptor **52**. Durante la transmisión de las tramas **240e** a **240j**, el índice L_V(S) cambia de 0x302 a 0x400, produciendo un reinicio cíclico en los ocho bits menos significativos y, por lo tanto, en el número de SEC contenido en las tramas.

15 La trama **240k** se transmite con el número de SEC 0x01 y no es recibida con éxito por el receptor **52**. La trama **240l** se transmite con el número de SEC 0x02 y es recibida con éxito por el receptor **52**. Tras la recepción de la trama **240l**, el receptor **52** detecta una transmisión desordenada, y responde transmitiendo el NAK **243** que contiene el valor de secuencia 0x401 y añadiendo el número de secuencia 0x401 a la lista de NAK **94**. Además, en este momento se agota el temporizador para el NAK **241**, haciendo que un segundo NAK **245** que contiene el valor de secuencia 0x300 se transmita al transmisor **50**. Por tanto, un segundo NAK se transmite para la trama **240c**. Además, el receptor **52** establece L_V(R) en el siguiente número de secuencia esperado 0x403. Obsérvese que los números de secuencia transmitidos en los NAK **243** y **245** podrían transmitirse en un único mensaje de NAK.

20 El transmisor **50** responde a los NAK **243** y **245** transmitiendo la trama **242a** retransmitida que contiene los datos a partir de la trama **240k**, y la trama **242b** retransmitida que contiene los datos a partir de la trama **240c**. Tras la recepción de la trama de retransmisión **242a**, el receptor **52** identifica la trama como una trama retransmitida, basándose en el estado del indicador de retransmisión **74** (FIG. 2). Una vez que la trama se identifica como una trama retransmitida, el receptor **52** realiza una consulta dentro de la lista de NAK **94** usando el número de SEC y determina qué trama se ha retransmitido. La trama retransmitida **242a** se coloca entonces en la ubicación apropiada dentro del almacén temporal de reordenación **92** (FIG. 2), y la entrada correspondiente se elimina de la lista de NAK **94**.

25 Tras la recepción de la trama de retransmisión **242b**, el receptor identifica también el tipo de trama y realiza una consulta dentro de la lista de NAK **94**. Cuando se determina la identidad de la trama, se coloca dentro del almacén temporal de reordenación **92** (FIG. 2), y la entrada correspondiente se elimina de la lista de NAK **94**. El transmisor **50** transmite entonces la trama **240m** que tiene el número de secuencia 0x03 que es recibida con éxito por el receptor **52**. En este momento, la lista de NAK **94** está vacía.

30 Como es evidente a partir de la transmisión mostrada en la FIG. 8, marcar las tramas, bien como nuevas o bien como retransmitidas, permite al receptor procesar de forma adecuada tanto las tramas nuevas como las retransmitidas que tienen los mismos números de SEC, incluso cuando se produce un reinicio cíclico del número de secuencia durante una retransmisión. Esto se debe a que una trama retransmitida con el mismo número de SEC que una trama recién transmitida puede distinguirse mediante el indicador de retransmisión. Por tanto, la presente invención permite que se procese un número de tramas mayor usando un número de secuencia de ocho bits, y por lo tanto da soporte a velocidades de transmisión de datos significativamente superiores, manteniendo a la vez una compatibilidad sustancial con estándares existentes anteriormente.

35 Por tanto, se describe un procedimiento y aparato para ampliar la gama de numeración de secuencia para un protocolo de transmisión repetida selectiva. La descripción anterior de las realizaciones preferidas se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica realizar o usar la presente invención. Las diversas modificaciones para estas realizaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin el uso de la facultad inventiva. Por tanto, la presente invención no está concebida para limitarse a las realizaciones mostradas en el presente documento, sino que ha de concedérsele un ámbito acorde a los principios y características novedosas según se definen en las reivindicaciones adjuntas.

55

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento en un sistema de comunicación para comunicación de datos, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 determinar (112, 152), en un origen de transmisión (50), un número largo de secuencia de una trama (70) de datos;
- determinar en dicho origen de transmisión (50) un número corto de secuencia (72) de dicha trama (70) de datos, en el que dicho número corto de secuencia (72) incluye un número menor de bits que dicho número largo de secuencia y está basado en dicho número largo de secuencia;
- determinar un estado de un indicador de retransmisión (74) de dicha trama (70) de datos;
- 10 transmitir (108), desde dicho origen de transmisión a un destino de recepción (52), dicha trama de datos que incluye dicho número corto de secuencia y dicho indicador de retransmisión (74);
- determinar en dicho destino de recepción (52) dicho número largo de secuencia, en base a dicho número corto de secuencia transmitido y a dicho indicador de retransmisión (74) transmitido.
- 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho estado de dicho indicador de retransmisión (74) es establecido en un estado de retransmisión cuando dicha transmisión de dicha trama (70) de datos es una retransmisión de dicha trama de datos.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- recibir (113) un acuse negativo de recepción (83) de dicha trama de datos;
- 20 en el que dicho estado de dicho indicador de retransmisión (74) es establecido en un estado de retransmisión en base a dicha recepción de dicho acuse negativo de recepción (83).
4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- recibir (110) dicha trama de datos con dicho indicador de retransmisión (74) transmitido y dicho número corto de secuencia transmitido.
5. El procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además:
- 25 determinar si dicho número corto de secuencia recibido está o no fuera de secuencia de una secuencia de tramas de datos.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además:
- transmitir un acuse negativo de recepción (83) que indica una recepción fuera de secuencia de tramas de datos.
- 30 7. Un aparato para un sistema de comunicación para comunicación de datos, comprendiendo dicho aparato:
- un procesador (54) para determinar un número largo de secuencia de una trama (70) de datos, determinando un número corto de secuencia de dicha trama de datos en base a dicho número largo de secuencia, en el que dicho número corto de secuencia incluye un menor número de bits que dicho número largo de secuencia, y para determinar un estado de un indicador de retransmisión (74) de dicha trama (70) de datos;
- 35 un origen de transmisión (50) para transmitir dicha trama (70) de datos que incluye dicho número corto de secuencia y dicho indicador de retransmisión (74);
- un destino de recepción (52) para recibir dicha trama (70) de datos transmitida.
- un procesador (91) en dicho destino de recepción para determinar dicho número largo de secuencia en base a dicho número corto de secuencia transmitido y a dicho indicador de retransmisión (74) transmitido.
- 40 8. El aparato según la reivindicación 7, en el que dicho estado de dicho indicador de retransmisión (74) está establecido en un estado de retransmisión cuando dicha transmisión de dicha trama de datos es una retransmisión de dicha trama de datos.
9. El aparato según la reivindicación 7, en el que dicho origen de transmisión (52) está configurado para

recibir un acuse negativo de recepción (83) de dicha trama de datos, y en el que dicho estado de dicho indicador de retransmisión (74) está establecido en un estado de retransmisión en base a dicha recepción de dicho acuse negativo de recepción (83).

5 10. El aparato según la reivindicación 7, en el que dicho destino de recepción (52) está configurado para recibir dicha trama de datos con dicho indicador de retransmisión (74) y dicho número corto de secuencia transmitido.

11. El aparato según la reivindicación 10, en el que dicho procesador (91) en dicho destino de recepción está configurado para determinar si dicho número corto de secuencia recibido está o no fuera de secuencia de una secuencia de tramas de datos.

10

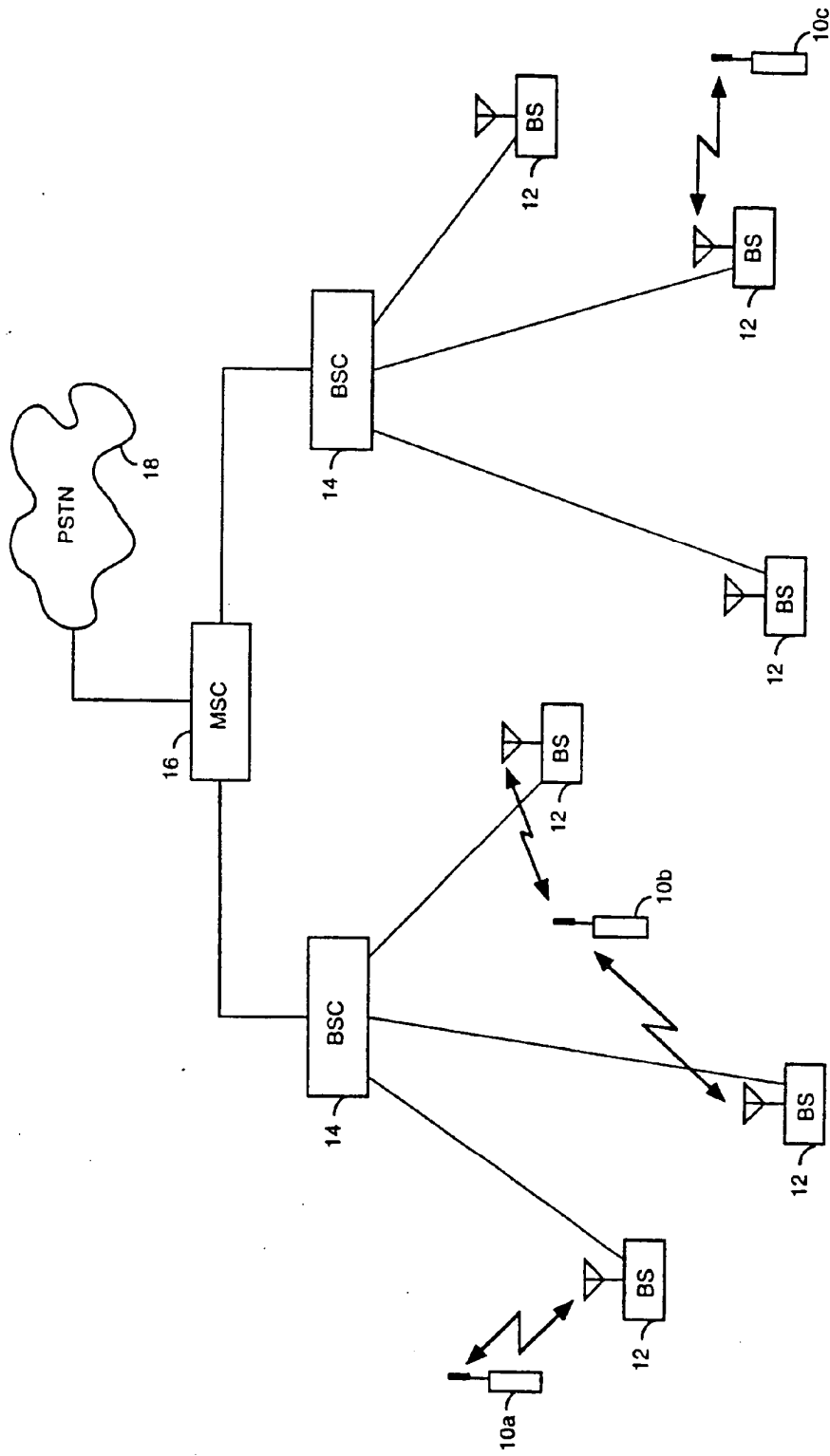


FIG. 1

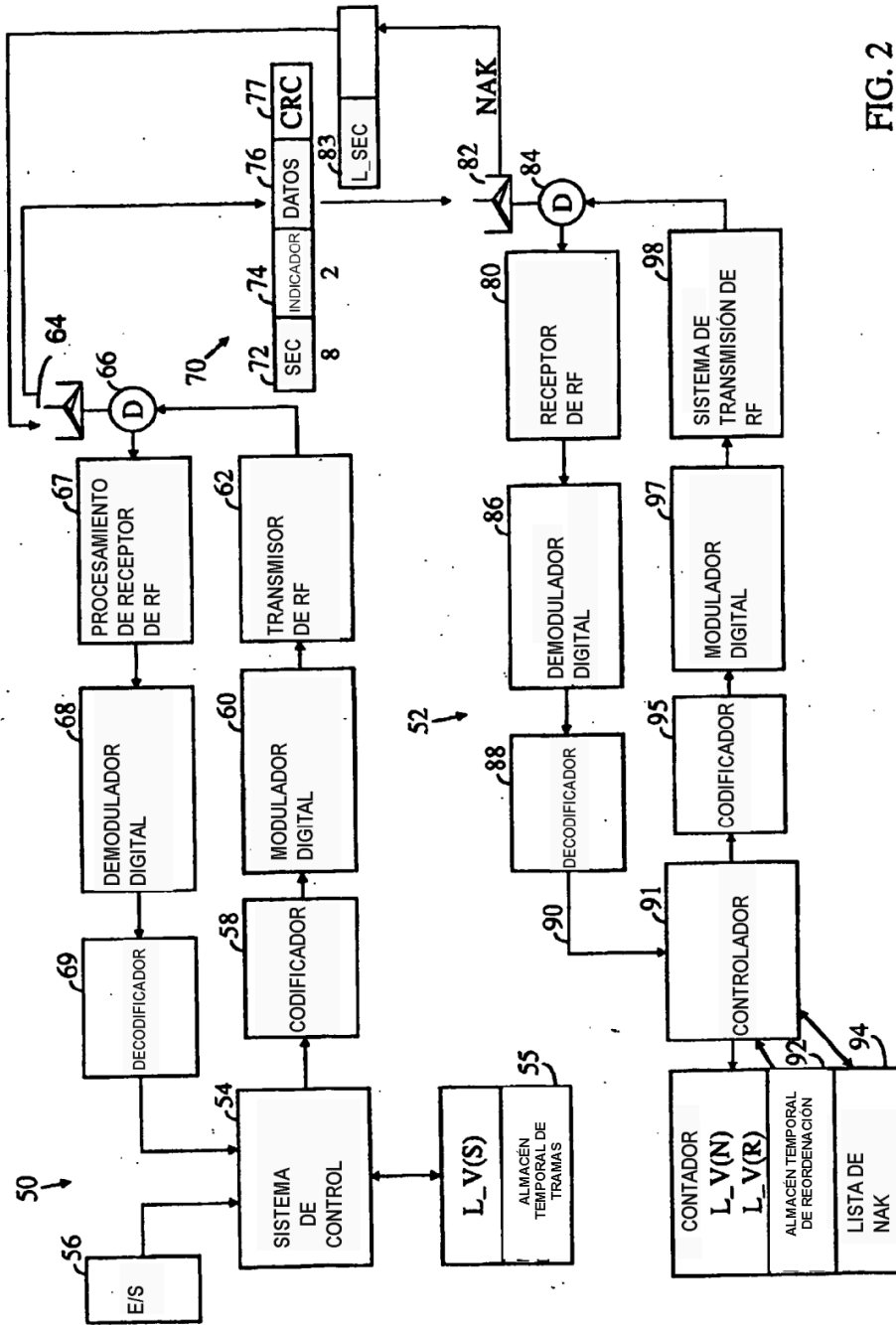


FIG. 2

a

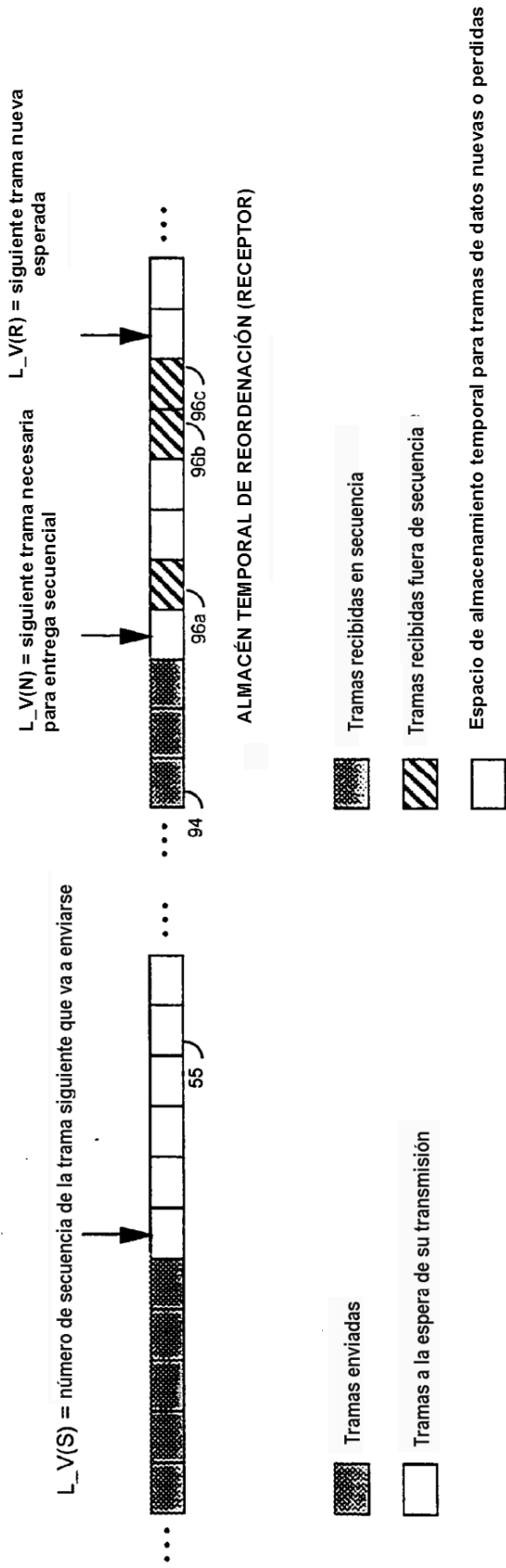


Fig. 3

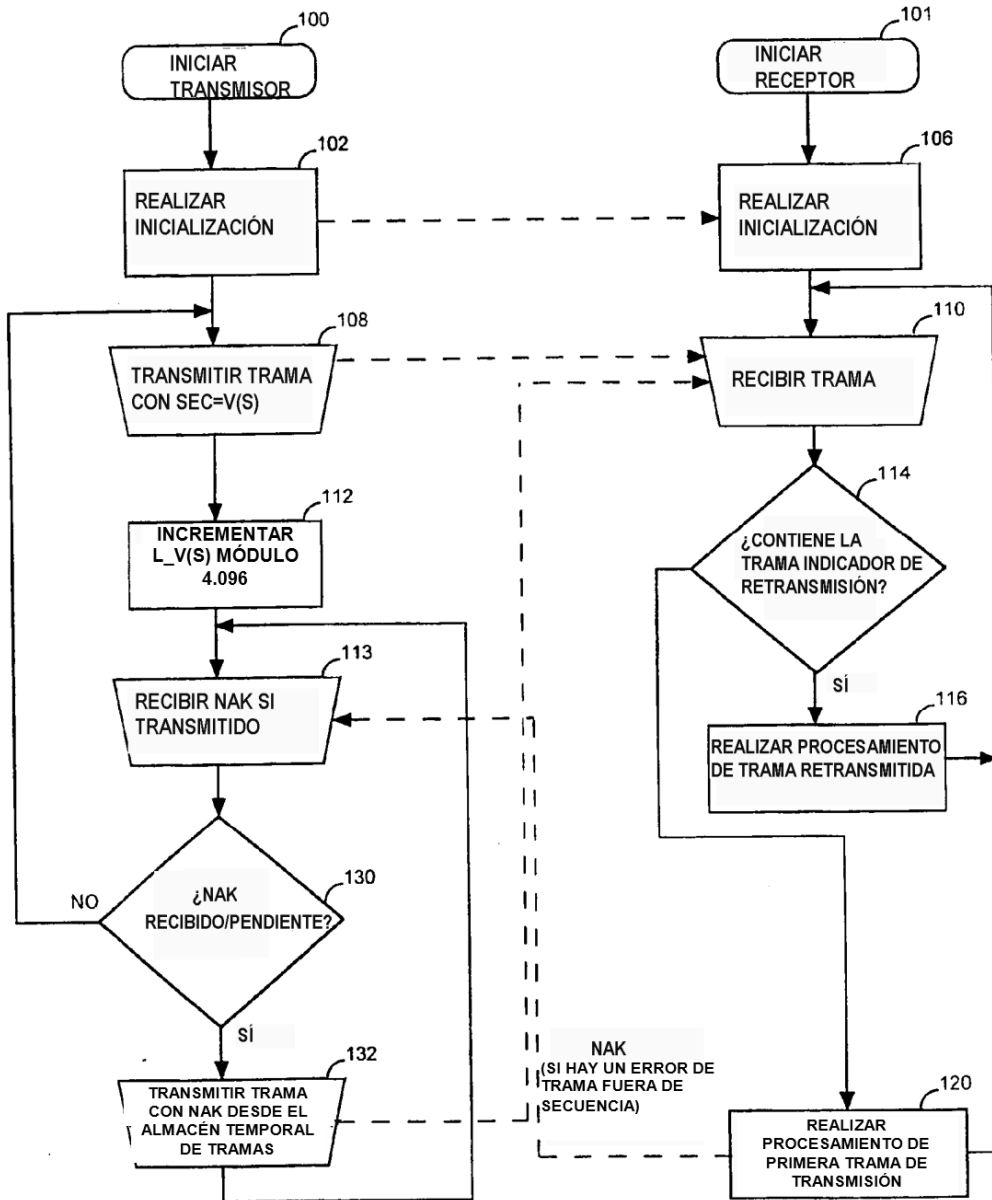


Fig. 4

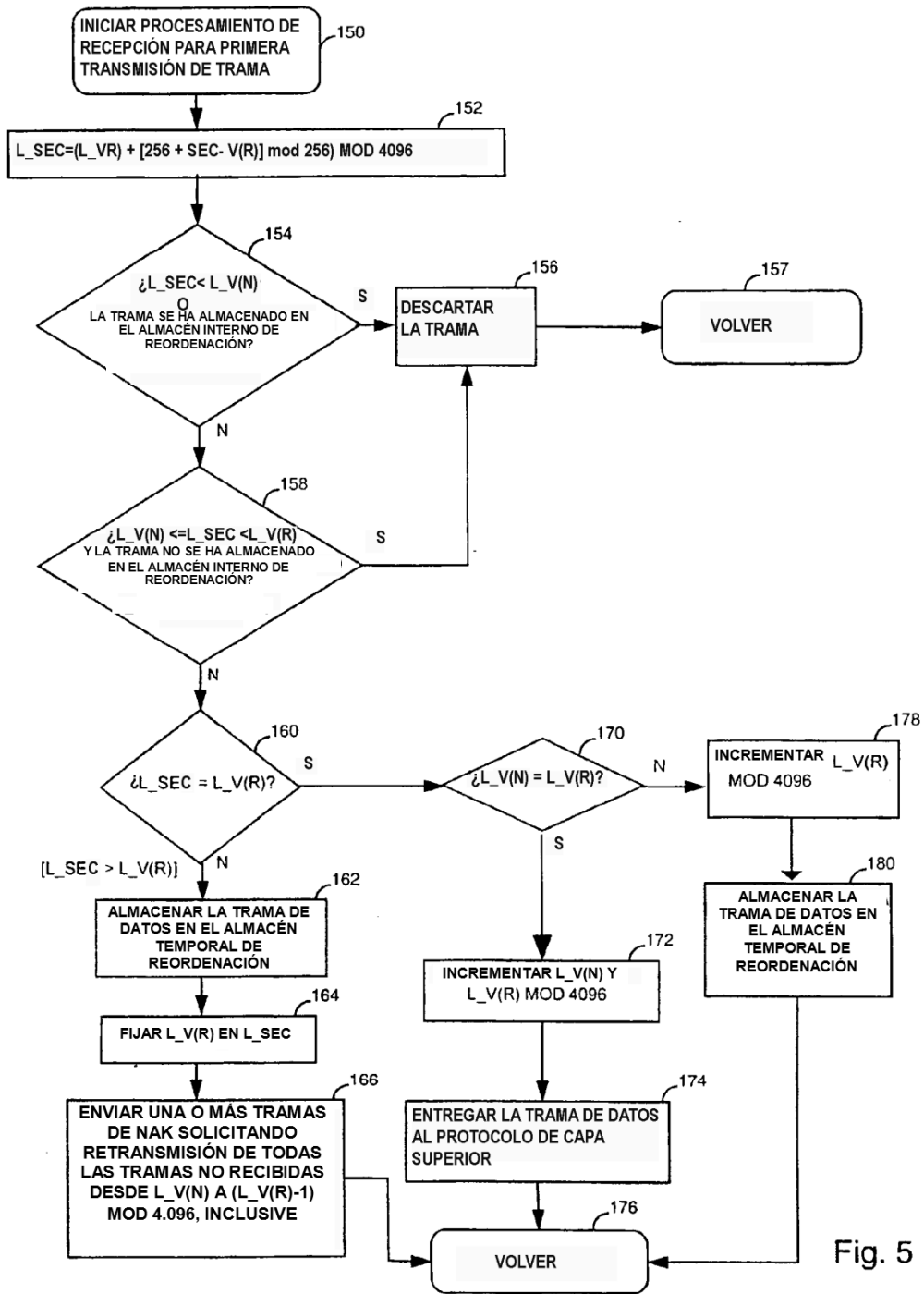


Fig. 5

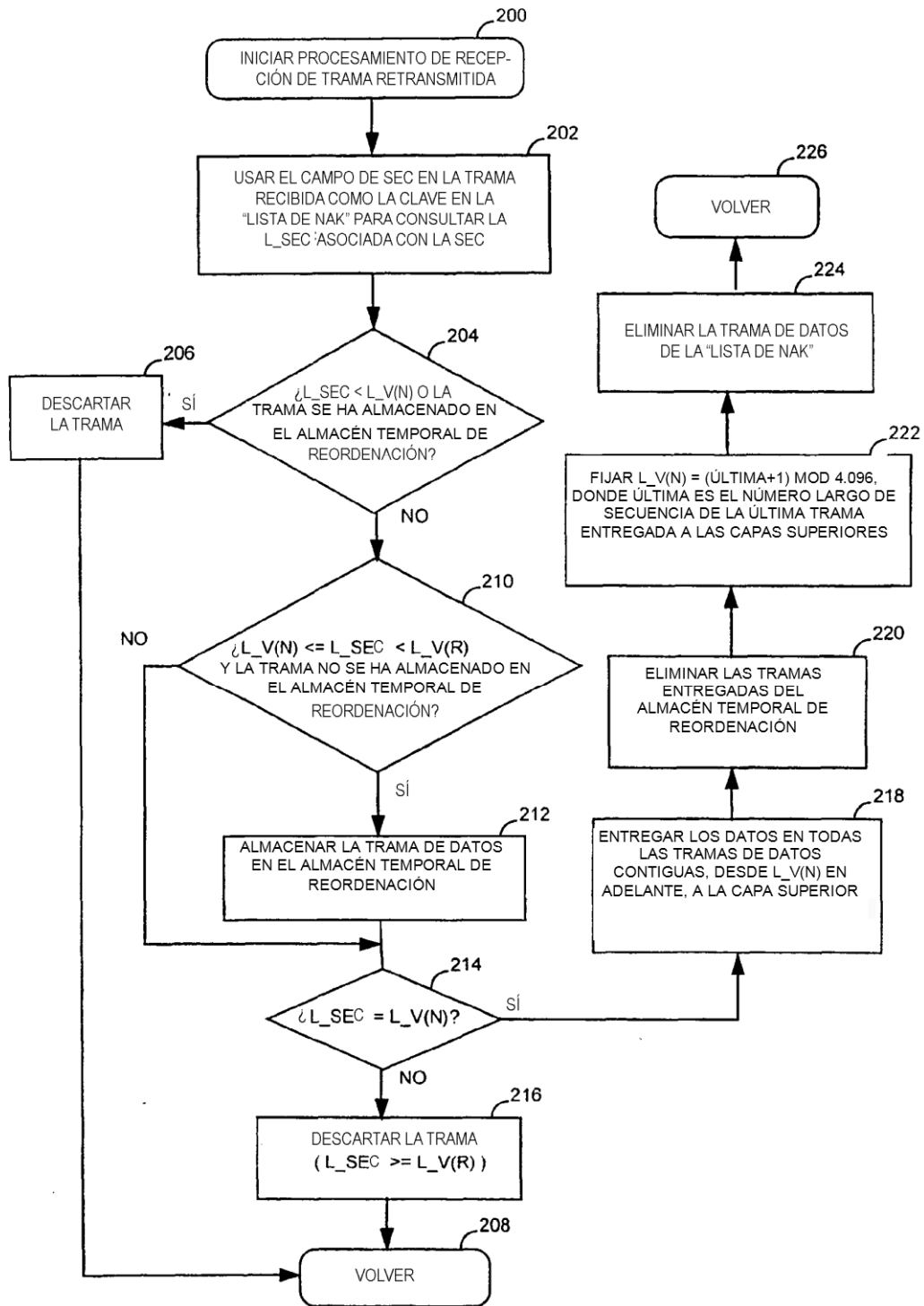


Fig. 6

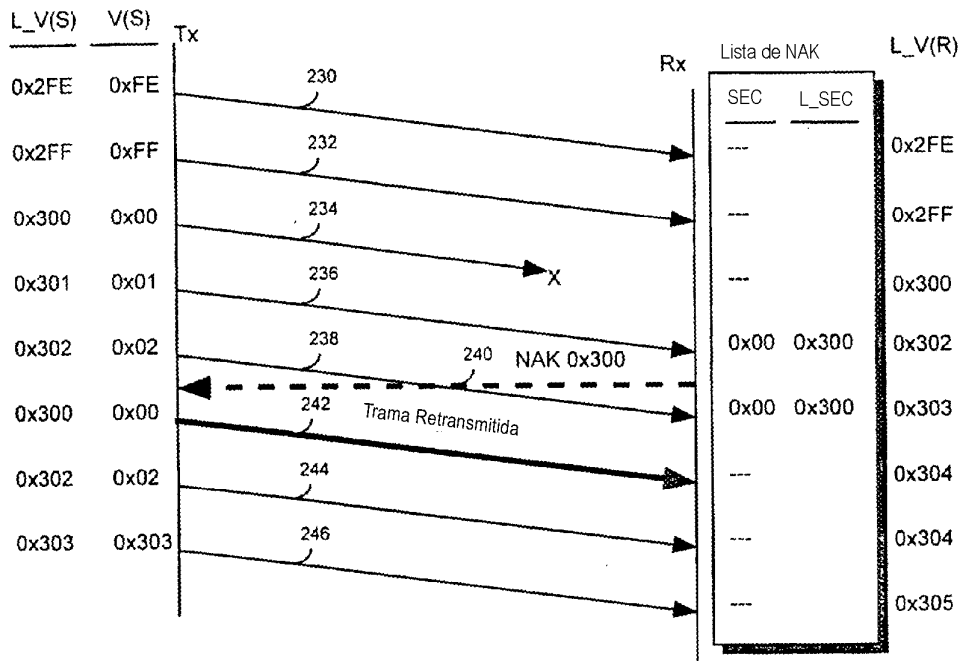


Fig. 7

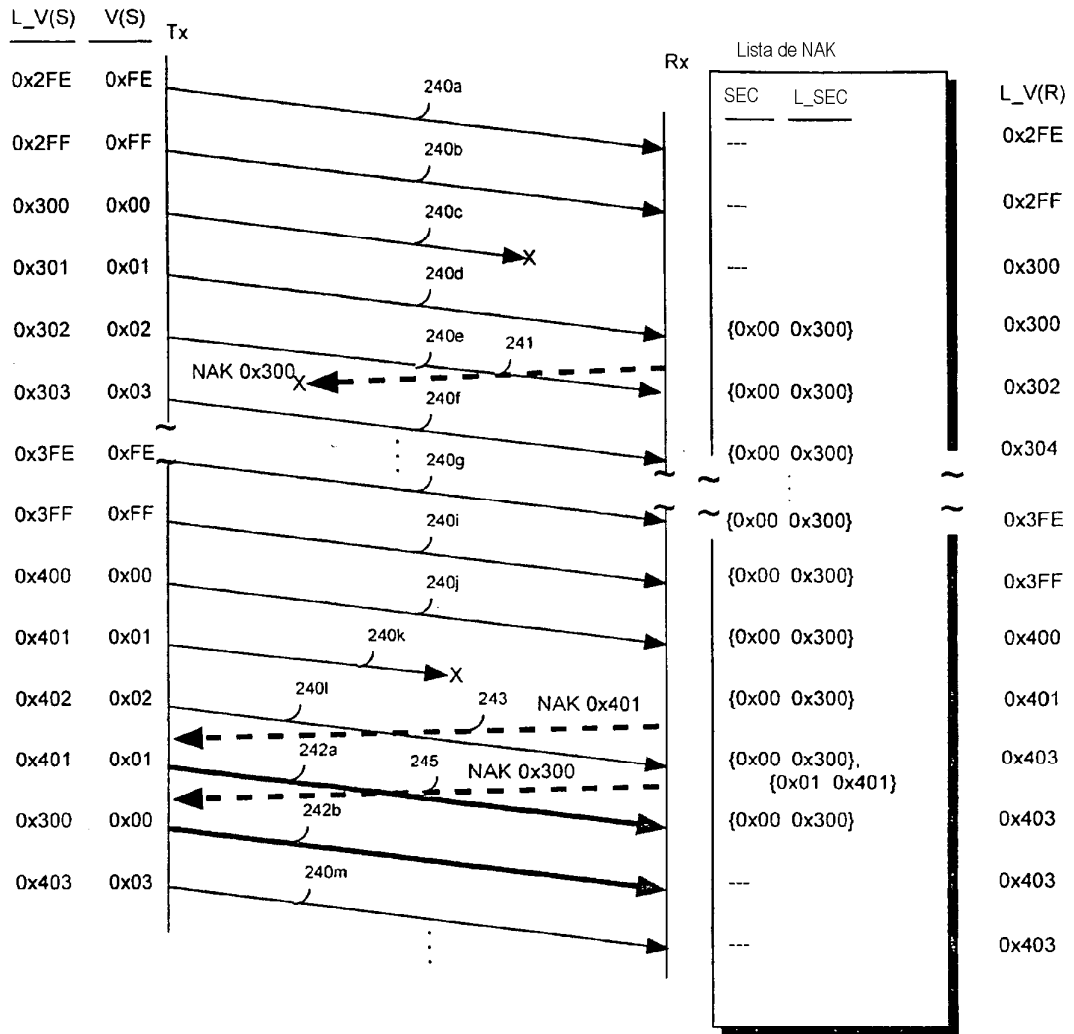


Fig. 8