

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 967**

51 Int. Cl.:

**H04J 3/06** (2006.01)

**H04L 19/00** (2006.01)

**H04L 25/49** (2006.01)

**H04L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2009 PCT/US2009/046400**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2009 WO09149346**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2009 E 09759504 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2291934**

54 Título: **Sistema y procedimiento de un módem en banda para comunicaciones de datos a través de redes de comunicación inalámbrica digitales**

30 Prioridad:

**05.06.2008 US 59179 P**  
**11.08.2008 US 87923 P**  
**02.09.2008 US 93657 P**  
**16.12.2008 US 122997 P**  
**10.02.2009 US 151457 P**  
**06.04.2009 US 166904 P**  
**03.06.2009 US 477561**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.03.2018**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**Attn: International IP Administration, 5775**  
**Morehouse Drive**  
**San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**PIETSCH, CHRISTIAN;**  
**FRANK, GEORG;**  
**SGRAJA, CHRISTIAN;**  
**HUANG, PENGJUN;**  
**JOETTEN, CHRISTOPH, A.;**  
**WERNER, MARC, W. y**  
**GRANZOW, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 658 967 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

Sistema y procedimiento de un módem en banda para comunicaciones de datos a través de redes de comunicación inalámbrica digitales

5

## ANTECEDENTES

## Campo

[0001] La presente divulgación se refiere, en general, a la transmisión de datos a través de un canal de voz. Más específicamente, la divulgación se refiere a la transmisión de información no relacionada con el habla a través de un códec de voz (en banda) en una red de comunicación.

## Descripción de la técnica relacionada

15

[0002] La transmisión de voz ha sido un pilar en los sistemas de comunicaciones desde la llegada del teléfono de línea fija y la radio inalámbrica. Los avances en la investigación y diseño de sistemas de comunicaciones han hecho avanzar a la industria hacia sistemas basados en tecnología digital. Una ventaja de un sistema de comunicación digital es la capacidad de reducir el ancho de banda de transmisión requerido mediante la implementación de compresión en los datos a transferir. Como resultado, se ha invertido mucha investigación y desarrollo en técnicas de compresión, especialmente en el área de la codificación de voz. Un aparato habitual de compresión de voz es un "vocodificador", que también se denomina indistintamente como "códec de voz" o "codificador de voz". El vocodificador recibe muestras de voz digitalizadas y produce colecciones de bits de datos conocidos como "paquetes de voz". Existen varios algoritmos estandarizados de codificación vocal en apoyo de los diferentes sistemas de comunicación digital que requieren comunicación de voz y, de hecho, admitir voz es un requisito mínimo y esencial en la mayoría de los sistemas de comunicación actuales. El Proyecto de Asociación de 3ª Generación 2 (3GPP2) es un ejemplo de organización para la normalización que especifica los sistemas de comunicación IS-95, CDMA2000 1xRTT (tecnología de transmisión de radio 1x), EV-DO de CDMA2000 (Evolución de datos optimizados) y EV-DV de CDMA2000 (Evolución de datos y voz). El Proyecto de Asociación de 3ª Generación es otro ejemplo de organización para la normalización que especifica el GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), el UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles), el HSDPA (acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad), el HSUPA (acceso de paquetes de enlace ascendente de alta velocidad), el HSPA+ (Evolución de acceso de paquetes de alta velocidad) y LTE (evolución a largo plazo). El VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet) es un ejemplo de protocolo utilizado en los sistemas de comunicación definidos en 3GPP y 3GPP2, así como otros. Ejemplos de vocodificadores empleados en dichos sistemas y protocolos de comunicación incluyen ITU-T G.729 (Unión Internacional de Telecomunicaciones), AMR (códec de voz de multivelocidad adaptativa) y EVRC (opciones de servicio de voz con codificación de velocidad variable mejorada 3, 68, 70).

[0003] La compartición de información es un objetivo primordial de los sistemas de comunicación actuales en apoyo de la demanda de conectividad instantánea y ubicua. Los usuarios de los sistemas de comunicación actuales transmiten voz, vídeo, mensajes de texto y otros datos para mantenerse conectados. Las nuevas aplicaciones que se están desarrollando tienden a superar la evolución de las redes y pueden requerir actualizaciones a los esquemas y protocolos de modulación de los sistemas de comunicaciones. En algunas áreas geográficas remotas, pueden estar disponibles sólo los servicios de voz debido a la falta de soporte de infraestructura para servicios de datos avanzados en el sistema. De forma alternativa, los usuarios pueden elegir activar solamente servicios de voz en su dispositivo de comunicaciones debido a razones económicas. En algunos países, la red de comunicaciones está obligada a respaldar los servicios públicos, como el canal de emergencia 911 (E911) o llamadas de emergencia desde vehículos (eCall). En estos ejemplos de aplicaciones de emergencia, la transferencia rápida de datos es una prioridad, pero no siempre es realista, especialmente cuando los servicios de datos avanzados no están disponibles en el terminal de usuario. Las técnicas anteriores han proporcionado soluciones para transmitir datos a través de un códec de voz, pero estas soluciones sólo son capaces de admitir transferencias de datos a baja velocidad debido a las ineficiencias de codificación incurridas al tratar de codificar una señal no de voz con un vocodificador.

[0004] Los algoritmos de compresión de voz implementados por la mayoría de los vocodificadores utilizan técnicas de "análisis por síntesis" para modelar el tracto vocal humano con conjuntos de parámetros. Los conjuntos de parámetros incluyen habitualmente funciones de coeficientes de filtros digitales, ganancias y señales almacenadas conocidas como libros de códigos, por nombrar algunos. Una búsqueda de los parámetros que más coinciden con las características de la señal de voz de entrada se realiza en el codificador del vocodificador. A continuación, los parámetros se utilizan en el decodificador del vocodificador para sintetizar una estimación de la voz de entrada. Los conjuntos de parámetros disponibles para que el vocodificador codifique las señales se ajustan al mejor modelo de voz caracterizado por segmentos periódicos de voz, así como por segmentos sin voz que tienen características de tipo ruido. Las señales que no contienen características periódicas o similares al ruido no son codificadas eficazmente por el vocodificador y pueden dar lugar a una grave distorsión en la salida decodificada en algunos casos. Ejemplos de señales que no presentan características de voz incluyen señales de "tono" de frecuencia única que cambian rápidamente o señales de "DTMF" de frecuencia múltiple de doble tono. La mayoría de los vocodificadores son incapaces de codificar de manera eficiente y eficaz dichas señales.

65

5 [0005] La transmisión de datos a través de un códec de voz se denomina habitualmente transmisión de datos "en banda", en la que los datos se incorporan en uno o más paquetes de voz emitidos desde el códec de voz. Varias técnicas utilizan tonos de audio a frecuencias predeterminadas dentro de la banda de frecuencia de voz para representar los datos. El uso de tonos de frecuencia predeterminados para transferir datos a través de códecs de voz, especialmente a velocidades de datos más altas, no es fiable debido a los vocodificadores empleados en los sistemas. Los vocodificadores están diseñados para modelar señales de voz utilizando un número limitado de parámetros. Los limitados parámetros son insuficientes para modelar eficazmente las señales de tono. La capacidad de los vocodificadores para modelar los tonos se degrada adicionalmente cuando se intenta aumentar la velocidad de transmisión de datos cambiando los tonos rápidamente. Esto afecta a la precisión de la detección y da como resultado la necesidad de añadir esquemas complejos para minimizar los errores de datos que, a su vez, reducen aún más la velocidad de datos global del sistema de comunicación. Por lo tanto, surge la necesidad de transmitir eficaz y eficientemente datos a través de un códec de voz en una red de comunicación.

15 [0006] Por consiguiente, sería ventajoso proporcionar un sistema mejorado para transmitir y recibir información a través de un códec de voz en una red de comunicaciones.

20 [0007] El documento US6690691 (Preston y otros) divulga la transmisión de datos a través de un códec de voz. Los datos digitales se modulan como tonos que posteriormente son procesados por el códec.

## 20 SUMARIO

25 [0008] Los modos de realización divulgados en el presente documento abordan las necesidades indicadas anteriormente utilizando un módem en banda para transmitir y recibir información no de voz de manera fiable a través de un códec de voz.

30 [0009] El alcance de la invención se define por la reivindicación de procedimiento independiente 1, una memoria para almacenar un programa informático como se define en la reivindicación independiente 10 y un aparato de acuerdo con la reivindicación independiente 11. Se definen modos de realización adicionales mediante las reivindicaciones dependientes.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 [0010] Los aspectos y las ventajas que conllevan los modos de realización descritos en el presente documento se harán más fácilmente evidentes haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando se toma junto con los dibujos adjuntos, en los que:

40 La FIG. 1 es un diagrama de un modo de realización de terminales de origen y de destino que utilizan un módem en banda para transmitir datos a través de un códec de voz en una red de comunicación inalámbrica.

La FIG. 2 es un diagrama de un modo de realización de un módem de datos de transmisión utilizado en un sistema de comunicación en banda.

45 La FIG. 3A es un diagrama de un modo de realización de un generador de señales de sincronización.

La FIG. 3B es un diagrama de otro modo de realización de un generador de señales de sincronización.

La FIG. 3C es un diagrama de otro modo de realización de un generador de señales de sincronización.

50 La FIG. 4 es un diagrama de un modo de realización de un generador de ráfagas de sincronización.

La FIG. 5 es un diagrama de un modo de realización de una secuencia de ráfagas de sincronización.

55 La FIG. 6A es un diagrama de un modo de realización de una secuencia de preámbulo de sincronización.

La FIG. 6B es un diagrama de un modo de realización de una secuencia de preámbulo de sincronización con secuencias de referencia no solapadas.

60 La FIG. 7A es un gráfico de una salida de correlación de preámbulo de sincronización, donde el preámbulo está compuesto por secuencias de referencia no solapadas.

La FIG. 7B es un gráfico de una salida de correlación de preámbulo de sincronización, donde el preámbulo está compuesto por secuencias de referencia solapadas.

65 La FIG. 8A es un diagrama de un modo de realización de un formato de mensaje de sincronización.

- La FIG. 8B es un diagrama de otro modo de realización de un formato de mensaje de sincronización.
- La FIG. 8C es un diagrama de otro modo de realización más de un formato de mensaje de sincronización.
- 5 La FIG. 9 es un diagrama de un modo de realización de un formato de mensaje de datos de transmisión.
- La FIG. 10 es un diagrama de un modo de realización de un formato de mensaje de datos de transmisión y sincronización compuesto.
- 10 La FIG. 11A es un gráfico de la densidad espectral de potencia de una señal basada en pulsos en banda frente a la frecuencia.
- La FIG. 11B es un gráfico de la densidad espectral de potencia de una señal basada en tonos en banda frente a la frecuencia.
- 15 La FIG. 12 es un diagrama de un modo de realización de un modulador de datos que utiliza pulsos dispersos.
- La FIG. 13 es un diagrama de un modo de realización de una representación de símbolos de datos de pulsos dispersos.
- 20 La FIG. 14A es un diagrama de un modo de realización de la colocación de pulsos conformados dentro de una trama de modulación usando una técnica envolvente.
- La FIG. 14B es un diagrama de un modo de realización de la colocación de pulsos conformados dentro de una trama de modulación para un ejemplo típico en la técnica.
- 25 La FIG. 15A es un diagrama de un modo de realización de un detector de señales de sincronización y un controlador del receptor.
- 30 La FIG. 15B es un diagrama de otro modo de realización de un detector de señales de sincronización y un controlador del receptor.
- La FIG. 16 es un diagrama de un modo de realización de un detector de ráfagas de sincronización.
- 35 La FIG. 17A es un diagrama de un modo de realización de un detector de preámbulos de sincronización.
- La FIG. 17B es un diagrama de otro modo de realización de un detector de preámbulos de sincronización.
- 40 La FIG. 18a es un diagrama de un Ejemplo de un controlador de detector de sincronización.
- La FIG. 18b es un diagrama que comprende un modo de realización de un controlador de detector de sincronización.
- 45 La FIG. 19 es un diagrama de un modo de realización de un regulador de tiempos de recepción.
- La FIG. 20 es un diagrama de un modo de realización de un módem de datos de recepción utilizado en un sistema de comunicación en banda.
- 50 La FIG. 21 es un diagrama de un modo de realización de un sistema de llamadas de emergencia integrado en un vehículo.
- La FIG. 22 es un diagrama de un modo de realización de una interacción de la secuencia de solicitud de datos transmitida en un enlace descendente en un terminal de comunicación de destino y la secuencia de respuesta de datos transmitida en un enlace ascendente en un terminal de comunicación de origen, donde la interacción es iniciada por el terminal de destino.
- 55 La FIG. 23A es un diagrama de un modo de realización de una interacción de la secuencia de solicitud de datos transmitida en un enlace descendente en un terminal de comunicación de destino y la secuencia de respuesta de datos transmitida en un enlace ascendente en un terminal de comunicación de origen, donde la interacción es iniciada por el terminal de origen.
- 60 La FIG. 23B es un diagrama de otro modo de realización de una interacción de la secuencia de solicitud de datos transmitida en un enlace descendente en un terminal de comunicación de destino y la secuencia de respuesta de datos transmitida en un enlace ascendente en un terminal de comunicación de origen, donde la interacción es iniciada por el terminal de origen.
- 65

La FIG. 24A es un diagrama de un modo de realización de una interacción de una secuencia bidireccional de solicitud de datos y una secuencia de respuesta de datos transmitida tanto en el enlace descendente como en el enlace ascendente.

5 La FIG. 24B es un diagrama de otro modo de realización de una interacción de una secuencia bidireccional de solicitud de datos y una secuencia de respuesta de datos transmitida tanto en el enlace descendente como en el enlace ascendente.

10 La FIG. 25 es un diagrama de un modo de realización de un formato de paquete de datos de usuario en el que la longitud de los datos de usuario es menor que el tamaño del paquete de transmisión.

La FIG. 26 es un diagrama de un modo de realización de un formato de paquete de datos de usuario en el que la longitud de los datos de usuario es mayor que el tamaño del paquete de transmisión.

15 La FIG. 27A es un diagrama de un modo de realización de una interacción de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y la secuencia de respuesta de datos de transmisión, donde la longitud de los datos de usuario es mayor que el tamaño del paquete de transmisión.

20 La FIG. 27B es un diagrama de otro modo de realización de una interacción de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y la secuencia de respuesta de datos de transmisión, donde la longitud de los datos de usuario es mayor que el tamaño del paquete de transmisión.

25 La FIG. 27C es un diagrama de otro modo realización más de una interacción de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y de la secuencia de respuesta de datos de transmisión, donde la longitud de los datos de usuario es mayor que el tamaño del paquete de transmisión.

30 La FIG. 27D es un diagrama de otro modo de realización más de una interacción de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y la secuencia de respuesta de datos de transmisión, donde la longitud de los datos de usuario es mayor que el tamaño del paquete de transmisión.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

35 **[0011]** La FIG. 1 muestra un modo de realización de un sistema de comunicación de datos en banda que podría implementarse en un terminal inalámbrico de origen **100**. El terminal de origen **100** se comunica con el terminal de destino **600** a través de los canales de comunicación **501** y **502**, la red **500** y el canal de comunicación **503**. Ejemplos de sistemas de comunicación inalámbrica adecuados incluyen sistemas de telefonía celular que funcionan de acuerdo con el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM), el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP UMTS), el acceso múltiple por división de código del Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2 (3GPP2 CDMA), el acceso múltiple por división de código sincrónico y división de tiempo (TD-SCDMA) y las normas de la interoperabilidad mundial para el acceso por microondas (WiMAX). Un experto en la técnica reconocerá que las técnicas descritas en el presente documento pueden aplicarse igualmente a un sistema de comunicación de datos en banda que no implique un canal inalámbrico. La red de comunicación **500** incluye cualquier combinación de equipo de encaminamiento y/o conmutación, enlaces de comunicaciones y otras infraestructuras adecuadas para establecer un enlace de comunicación entre el terminal de origen **100** y el terminal de destino **600**. Por ejemplo, el canal de comunicación **503** puede no ser un enlace inalámbrico. El terminal de origen **100** funciona normalmente como un dispositivo de comunicación de voz.

## TRANSMISOR

50 **[0012]** La banda base de transmisión **200** normalmente encamina la voz del usuario a través de un vocodificador, pero también es capaz de encaminar datos no de voz a través del vocodificador en respuesta a una solicitud procedente del terminal de origen o de la red de comunicación. El encaminamiento de datos no de voz a través del vocodificador es ventajoso ya que elimina la necesidad de que el terminal de origen solicite y transmita los datos a través de un canal de comunicaciones diferente. Los datos no de voz se formatean en mensajes. Los datos de mensaje, aún en forma digital, se convierten en una señal de tipo ruido compuesta por pulsos conformados. La información de datos de mensaje está incorporada en las posiciones de pulso de la señal de tipo ruido. La señal de tipo ruido se codifica mediante el vocodificador. El vocodificador no está configurado de manera diferente dependiendo de si la entrada es la voz del usuario o datos no de voz, por lo que es ventajoso convertir los datos del mensaje en una señal que pueda codificarse de manera eficaz por el conjunto de parámetros de transmisión asignado al vocodificador. La señal de tipo ruido codificada se transmite en banda por medio del enlace de comunicación. Debido a que la información transmitida se incorpora en las posiciones de pulso de la señal de tipo ruido, la detección fiable depende de la recuperación de la temporización de los pulsos en relación con los límites de la trama del códec de voz. Para ayudar al receptor a detectar la transmisión en banda, se genera una señal de sincronización predeterminada y se codifica mediante el vocodificador antes de la transmisión de los datos de

mensaje. Se transmite una secuencia de protocolo de sincronización, control y mensajes para asegurar una detección y demodulación fiables de los datos no de voz en el receptor.

**[0013]** Haciendo referencia a la banda base de transmisión **200**, la señal de audio de entrada **S210** es introducida en el procesador de micrófono y de entrada de audio **215** y es transferida a través del multiplexor **220** al codificador de vocodificador **270**, donde se generan los paquetes de voz comprimidos. Un procesador de entrada de audio adecuado incluye normalmente un sistema de circuitos para convertir la señal de entrada en una señal digital y un acondicionador de señal para conformar la señal digital, tal como un filtro de paso bajo. Ejemplos de vocodificadores adecuados incluyen los descritos por las siguientes normas de referencia: GSM-FR, GSM-HR, GSM-EFR, EVRC, EVRC-B, SMV, QCELP13K, IS-54, AMR, G.723.1, G.728, G.729, G.729.1, G.729a, G.718, G.722.1, AMR-WB, EVRC-WB, VMR-WB. El codificador de vocodificador **270** suministra paquetes de voz al transmisor **295** y a la antena **296** y los paquetes de voz son transmitidos a través del canal de comunicación **501**.

**[0014]** Una solicitud de transmisión de datos puede ser iniciada por el terminal de origen o a través de la red de comunicaciones. La solicitud de transmisión de datos **S215** inhabilita la ruta de voz a través del multiplexor **220** y habilita la ruta de datos de transmisión. Los datos de entrada **S200** son preprocesados por el formateador de mensajes de datos **210** y son enviados como mensaje Tx **S220** al módem de datos Tx **230**. Los datos de entrada **S200** pueden incluir información de interfaz de usuario (UI), información de posición/ubicación de usuario, marcas de tiempo, información del sensor del equipo u otros datos adecuados. Un ejemplo de un formateador de mensaje de datos adecuado **210** incluye un sistema de circuitos para calcular y añadir bits de comprobación de redundancia cíclica (CRC) a los datos de entrada, proporcionar memoria intermedia de retransmisión, implementar codificación de control de errores tal como una solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) e intercalar los datos de entrada. El módem de datos Tx **230** convierte el mensaje Tx **S220** en la señal de datos Tx **S230** que es encaminada a través del multiplexor **220** al codificador de vocodificador **270**. Una vez completada la transmisión de datos, la ruta de voz puede volver a habilitarse a través del multiplexor **220**.

**[0015]** La **FIG. 2** es un diagrama de bloques de ejemplo adecuado del módem de datos Tx **230** mostrado en la **FIG. 1**. Tres señales pueden ser multiplexadas en el tiempo a través del multiplexor **259** formando la señal de salida de datos Tx **S230**, a saber, salida de sincronización **S245**, salida de silenciamiento **S240** y salida de modulador Tx **S235**. Debe reconocerse que pueden emitirse diferentes órdenes y combinaciones de las señales salida de sincronización **S245**, salida de silenciamiento **S240** y salida de modulador Tx **S235** en los datos Tx **S230**. Por ejemplo, se puede enviar la salida de sincronización **S245** antes de cada segmento de datos de salida de modulador Tx **S235**. O bien, la salida de sincronización **S245** se puede enviar una vez antes de una salida de modulador Tx **S235** completa con la salida de silenciamiento **S240** enviada entre cada segmento de datos de salida de modulador Tx **S235**.

**[0016]** La salida de sincronización **S245** es una señal de sincronización utilizada para establecer la temporización en el terminal receptor. Se requieren señales de sincronización para establecer la temporización de los datos en banda transmitidos, ya que la información de datos se incorpora en las posiciones de pulso de la señal de tipo ruido. La **FIG. 3A** muestra un diagrama de bloques de ejemplo adecuado del generador de sincronización **240** mostrado en la **FIG. 2**. Tres señales pueden ser multiplexadas en el tiempo a través del multiplexor **247** en la señal de salida de sincronización **S245**, a saber, ráfaga de sincronización **S241**, salida de activación **S236** y salida de preámbulo de sincronización **S242**. Debe reconocerse que pueden emitirse diferentes órdenes y combinaciones de ráfaga de sincronización **S241**, salida de activación **S236** y salida de preámbulo de sincronización **S242** en la salida de sincronización **S245**. Por ejemplo, la **FIG. 3B** muestra un generador de sincronización **240** compuesto por la salida de activación **S236** y la salida de preámbulo de sincronización **S242**, donde la salida de activación **S236** puede enviarse antes de cada salida de preámbulo de sincronización **S242**. De forma alternativa, la **FIG. 3C** muestra un generador de sincronización **240** compuesto por la ráfaga de sincronización **S241** y la salida de preámbulo de sincronización **S242**, donde la ráfaga de sincronización **S241** puede enviarse antes de cada salida de preámbulo de sincronización **S242**.

**[0017]** Con referencia de nuevo a la **FIG. 3A**, la ráfaga de sincronización **S241** se utiliza para establecer una temporización aproximada en el receptor y está compuesta por, al menos, una señal de frecuencia sinusoidal que tiene una frecuencia de muestreo, secuencia y duración predeterminadas y es generada por la ráfaga de sincronización **250** mostrada en la **FIG. 4**. La frecuencia sinusoidal **1 251** representa datos binarios +1 y la frecuencia **2 252** representa datos binarios -1. Ejemplos de señales adecuadas incluyen sinusoides de frecuencia constante en la banda de voz, tales como 395 Hz, 540 Hz y 512 Hz para una señal sinusoidal, y 558 Hz, 1035 Hz y 724 Hz para la otra señal sinusoidal. La secuencia de ráfagas de sincronización **253** determina qué señal de frecuencia es multiplexada a través del multiplexor **254**. La secuencia de información modulada en la ráfaga de sincronización debe ser una con buenas propiedades de autocorrelación. Un ejemplo de una secuencia de ráfaga de sincronización **253** adecuada es el código de Barker de longitud 7 mostrado en la **FIG. 5**. Para cada símbolo '+' se emite la senoide de frecuencia **1** en la ráfaga de sincronización **S241**, y para cada símbolo '-' se emite la senoide de frecuencia **2**.

**[0018]** Con referencia de nuevo a la **FIG. 3A**, la salida de preámbulo de sincronización **S242** se utiliza para establecer una temporización precisa (basada en muestras) en el receptor y está compuesta por un patrón de datos

predeterminado conocido en el receptor. Un ejemplo adecuado de un patrón de datos predeterminado de la salida de preámbulo de sincronización **S242** es la secuencia de preámbulos de sincronización **241** mostrada en la **FIG. 6A**. La secuencia de preámbulos compuestos **245** se genera concatenando varios períodos de una secuencia de ruido pseudoaleatorio (PN) **242** con un resultado solapado y sumado de la secuencia PN **242** y una versión invertida de la secuencia PN **244**. Los símbolos '+' en la secuencia de preámbulos compuestos **245** representan datos binarios +1 y los símbolos '-' representan datos binarios -1. Otro ejemplo adecuado inserta muestras de valor cero entre los bits de datos de la secuencia PN. Esto proporciona una distancia temporal entre los bits de datos para tener en cuenta los efectos de "dispersión" causados por las características del filtro de paso banda del canal que tiende a esparcir la energía del bit de datos en varios intervalos de tiempo de bit.

[0019] La construcción anteriormente descrita del preámbulo de sincronización utilizando períodos concatenados de una secuencia PN con segmentos solapados de las versiones invertidas de la secuencia PN proporciona ventajas como un tiempo de transmisión reducido, propiedades de correlación mejoradas y características de detección mejoradas. Las ventajas dan como resultado un preámbulo que es robusto frente a los errores de transmisión de tramas de voz.

[0020] Mediante el solapamiento de los segmentos PN, el preámbulo de sincronización compuesto resultante consiste en un número menor de bits en la secuencia en comparación con una versión no solapada, disminuyendo de ese modo el tiempo total requerido para transmitir la secuencia de preámbulo compuesto **245**.

[0021] Para ilustrar las mejoras en las propiedades de correlación del preámbulo de sincronización solapado, la **FIG. 7A** y la **FIG. 7B** muestran una comparación entre la correlación de la secuencia PN **242** con una secuencia de preámbulos compuestos no solapados **245b**, mostrada en la **FIG. 6B**, y la correlación de la secuencia PN **242** con la secuencia de preámbulos de sincronización compuestos solapados **245**, mostrada en la **FIG. 6A**. La **FIG. 7A** muestra los principales picos de correlación, tanto positivos como negativos, así como los picos de correlación secundarios situados entre los picos principales para la secuencia de preámbulos de sincronización compuestos no solapados **245b**. El pico negativo **1010** resulta de la correlación de la secuencia PN **242** con el primer segmento invertido de la secuencia de preámbulos compuestos no solapados **245b**. Los picos de correlación positivos **1011**, **1012**, **1013** resultan de la correlación de la secuencia PN **242** con los tres segmentos concatenados de la secuencia PN **242**, que constituyen la sección media de la secuencia de preámbulos compuestos no solapados **245b**. El pico negativo **1014** resulta de la correlación de la secuencia PN **242** con el segundo segmento invertido de la secuencia de preámbulos compuestos no solapados **245b**. En la **FIG. 7A**, el pico de correlación secundario **1015**, que corresponde a un desfase de 3 muestras desde el primer pico de correlación positivo **1011**, muestra una magnitud de aproximadamente 5 (1/3 de la magnitud de los picos principales). La **FIG. 7B** muestra varios picos de correlación principales, tanto positivos como negativos, así como los picos de correlación secundarios entre los picos principales para la secuencia de preámbulos de sincronización compuestos solapados **245**. En la **FIG. 7B**, el pico de correlación secundario **1016**, que corresponde a un desfase de 3 muestras PN desde el primer pico de correlación positivo **1011** muestra una magnitud de aproximadamente 3 (1/5 de la magnitud de los picos principales). La magnitud más pequeña del pico de correlación secundario **1016** para el preámbulo solapado mostrado en la **FIG. 7B** da como resultado menos detecciones falsas de los picos de correlación principales de preámbulo cuando se compara con el ejemplo de pico secundario no solapado **1015** mostrado en la **FIG. 7A**.

[0022] Como se muestra en la **FIG. 7B**, se generan cinco picos principales cuando se correlaciona la secuencia PN **242** con la secuencia de preámbulo de sincronización compuesto **245**. El patrón mostrado (1 pico negativo, 3 picos positivos y 1 pico negativo) permite determinar la temporización de la trama según 3 picos detectados cualesquiera y las distancias temporales correspondientes entre los picos. La combinación de 3 picos detectados con la distancia temporal correspondiente es siempre única. Una representación similar del patrón de picos de correlación se muestra en la **Tabla 1**, donde los picos de correlación son referenciados mediante un signo '-' para un pico negativo y un signo '+' para un pico positivo. La técnica de usar un patrón de picos de correlación único es ventajosa para sistemas en banda ya que el patrón único compensa las posibles pérdidas de trama de voz, por ejemplo, debido a condiciones de canal deficientes. La pérdida de una trama de voz puede resultar también en la pérdida de un pico de correlación. Al tener un patrón único de picos de correlación separados por distancias temporales predeterminadas, un receptor puede detectar de forma fiable el preámbulo de sincronización incluso con tramas de voz perdidas que dan lugar a picos de correlación perdidos. Varios ejemplos se muestran en la **Tabla 2** para las combinaciones de 3 picos detectados en el patrón (2 picos se pierden en cada ejemplo). Cada entrada de la **Tabla 2** representa un patrón único de picos y distancias temporales entre los picos. El ejemplo 1 de la **Tabla 2** muestra los picos detectados 3, 4 y 5 (los picos 1 y 2 se perdieron), dando como resultado el patrón '+ + -' con una distancia predeterminada entre cada pico. Los ejemplos 2 y 3 de la **Tabla 2** muestran también el patrón '+ + -'; sin embargo, las distancias son diferentes. El ejemplo 2 tiene dos distancias predeterminadas entre los picos detectados 2 y 4, mientras que el ejemplo 3 tiene dos distancias predeterminadas entre los picos detectados 3 y 5. Por lo tanto, los ejemplos 1, 2 y 3 representan cada uno un patrón único del que puede derivarse la temporización de trama. Debe reconocerse que los picos detectados pueden extenderse a través de los límites de la trama, pero los patrones únicos y las distancias predeterminadas siguen siendo aplicables.

Tabla 1

	Número de pico de correlación				
	1	2	3	4	5
<b>Polaridad del pico de correlación</b>	-	+	+	+	-

Tabla 2

		Número de pico de correlación				
		1	2	3	4	5
<b>Picos de correlación detectados</b>	<b>Ejemplo 1</b>			+	+	-
	<b>Ejemplo 2</b>		+		+	-
	<b>Ejemplo 3</b>		+	+		-
	<b>Ejemplo 4</b>		+	+	+	
	<b>Ejemplo 5</b>	-			+	-
	<b>Ejemplo 6</b>	-		+		-
	<b>Ejemplo 7</b>	-		+	+	
	<b>Ejemplo 8</b>	-	+			-
	<b>Ejemplo 9</b>	-	+		+	
	<b>Ejemplo 10</b>	-	+	+		

5 [0023] Un experto en la técnica reconocerá que se puede usar una secuencia de preámbulo diferente que resulta en un patrón de picos de correlación diferente a la mostrada en la FIG. 7B y la Tabla 1. Un experto en la técnica también reconocerá que se pueden usar múltiples patrones de picos de correlación para identificar diferentes modos operativos o transmitir bits de información. Un ejemplo de un patrón de pico de correlación alternativo se muestra en la Tabla 3. El patrón de picos de correlación mostrado en la Tabla 3 mantiene un patrón único del que puede derivarse la temporización de trama, como se ha descrito anteriormente. Tener múltiples patrones de picos de correlación es ventajoso para identificar diferentes configuraciones de transmisor en el receptor, tales como formatos de mensaje o esquemas de modulación.

Tabla 3

	Número de pico de correlación				
	1	2	3	4	5
<b>Polaridad del pico de correlación</b>	+	-	-	-	+

20 [0024] Con referencia de nuevo a la FIG. 3A, la salida de activación S236 se utiliza para activar el codificador de vocodificador 270 para salir de un estado de reposo, un estado de baja velocidad de transmisión o un estado de transmisión discontinua. La salida de activación S236 también puede usarse para prohibir que el codificador de vocodificador 270 entre en el estado de reposo, de baja transmisión o de transmisión discontinua. La salida de activación S236 es generada por el generador de activación 256. Las señales de activación son ventajosas cuando se transmiten datos en banda a través de vocodificadores que implementan funciones de reposo, transmisión discontinua (DTX), o funcionan a una velocidad de transmisión inferior durante segmentos de voz inactivos para minimizar el retardo de activación que pueden producirse al pasar del estado inactivo de voz a el estado activo de voz. También se pueden utilizar señales de activación para identificar una característica del modo de transmisión; por ejemplo, el tipo de esquema de modulación empleado. Un primer ejemplo de una señal de salida de activación S236 adecuada es una señal sinusoidal única de frecuencia constante en la banda de voz, tal como 395 Hz. En este primer ejemplo, la señal de activación prohíbe que el codificador de vocodificador 270 entre en el estado de reposo, DTX o de baja velocidad. En este primer ejemplo, el receptor ignora la señal de salida de activación S236 transmitida. Un segundo ejemplo de una señal de salida de activación S236 adecuada es una señal compuesta por múltiples señales sinusoidales, donde cada señal identifica un esquema de modulación de datos específico, por ejemplo 500 Hz para el esquema de modulación 1 y 800 Hz para el esquema de modulación 2. En este segundo ejemplo, la señal de activación prohíbe que el codificador de vocodificador 270 entre en el estado de reposo, DTX o estado de baja velocidad. En este segundo ejemplo, el receptor utiliza la señal de salida de activación S236 transmitida para identificar el esquema de modulación de datos.



[0025] Un ejemplo de una señal de salida de sincronización compuesta **S245** es una compuesta por una ráfaga de sincronización multiplexada **S241** y una salida de preámbulo de sincronización **S242**, como se muestra en la **FIG. 8A**. Tsb **701** y Tsp **702** representan las duraciones en el tiempo en que se transmite cada señal. Un ejemplo de un intervalo adecuado para Tsb es de 120 a 140 milisegundos y otro para Tsp es de 40 a 200 milisegundos. Otro ejemplo de una señal de salida de sincronización compuesta **S245** es una compuesta por una salida de activación multiplexada **S236** y una salida de preámbulo de sincronización **S242**, como se muestra en la **FIG. 8B**. Twu **711** y Tsp **702** representan las duraciones en el tiempo en que se transmite cada señal. Un ejemplo de un intervalo adecuado para Twu es de 10 a 60 milisegundos y otro para Tsp es de 40 a 200 milisegundos. Otro ejemplo de una señal de salida de sincronización compuesta **S245** es una compuesta por una salida de activación multiplexada **S236**, una ráfaga de sincronización **S241** y una salida de preámbulo de sincronización **S242**, como se muestra en la **FIG. 8C**. Twu **711**, Tsp1 **721**, Tsb **701**, Tsp2 **722** representan las duraciones en el tiempo en que se transmite cada señal. Un ejemplo de un intervalo adecuado para Twu es de 20 a 80 milisegundos, para Tsp1 es de 40 a 200 milisegundos, para Tsb es de 120 a 140 milisegundos y para Tsp2 es de 40 a 200 milisegundos.

[0026] Con referencia de nuevo a la **FIG. 2**, un ejemplo adecuado de la salida de modulador Tx **S235** es una señal generada por el modulador **235** usando la modulación de posición de pulso (PPM) con formas de pulsos de modulación especiales. Esta técnica de modulación da como resultado una baja distorsión cuando se codifica y se decodifica mediante diferentes tipos de vocodificadores. Además, esta técnica da como resultado buenas propiedades de autocorrelación y puede ser fácilmente detectada por un receptor adaptado a la forma de onda. Además, los pulsos conformados no tienen una estructura tonal; en cambio, las señales parecen de tipo ruido en el dominio del espectro de frecuencia, además de mantener una característica audible de tipo ruido. Un ejemplo de la densidad espectral de potencia de una señal basada en pulsos conformados se muestra en la **FIG. 11A**. Como puede apreciarse en la **FIG. 11A**, la densidad espectral de potencia muestra una característica de tipo ruido en la gama de frecuencias en banda (energía constante en la gama de frecuencias). Por el contrario, un ejemplo de la densidad espectral de potencia de una señal con una estructura tonal se muestra en la **FIG. 11B**, donde los datos están representados por tonos a frecuencias de aproximadamente 400 Hz, 600 Hz y 1000 Hz. Como puede apreciarse en la **FIG. 11B**, la densidad espectral de potencia muestra "picos" de energía considerable en la gama de frecuencias en banda a las frecuencias de tono y sus armónicos.

[0027] La **FIG. 12** es un diagrama de bloques de ejemplo del modulador **235** mostrado en la **FIG. 2**. El generador de pulsos dispersos **238** produce pulsos correspondientes al mensaje Tx de entrada **S220** usando la modulación por posición de pulsos y, a continuación, el conformador de pulsos **239** conforma los pulsos para crear la señal para una mejor calidad de codificación en el codificador de vocodificador. Un ejemplo adecuado de un pulso disperso se muestra en la **FIG. 13**. El eje de tiempo se divide en tramas de modulación de duración  $T_{MF}$ . Dentro de cada una de dichas tramas de modulación, se define un número de instancias de tiempo  $t_0, t_1, \dots, t_{m-1}$  en relación con el límite de trama de modulación, que identifica las posibles posiciones de un pulso básico  $p(t)$ . Por ejemplo, el pulso **237** en la posición  $t_3$  se denota como  $p(t-t_3)$ . Los bits de información del mensaje Tx **S220** introducidos en el modulador **235** son correlacionados con símbolos con la conversión correspondiente a las posiciones de pulso de acuerdo con una tabla de correlación. El pulso también se puede conformar con una transformada de polaridad,  $\pm p(t)$ . Por lo tanto, los símbolos pueden representarse por una de  $2m$  señales distintas dentro de la trama de modulación, donde  $m$  representa el número de instancias de tiempo definidas para la trama de modulación, y el factor de multiplicación, 2, representa la polaridad positiva y negativa.

[0028] Un ejemplo de una correlación de posición de pulso adecuada se muestra en la **Tabla 4**. En este ejemplo, el modulador correlaciona un símbolo de 4 bits para cada trama de modulación. Cada símbolo se representa en cuanto a la posición  $k$  de la forma de pulso  $p(n-k)$  y del signo del pulso. En este ejemplo, la  $T_{MF}$  es de 4 milisegundos, lo que da como resultado 32 posiciones posibles para una frecuencia de muestreo de 8 KHz. Los pulsos están separados por 4 instancias de tiempo, lo que da como resultado la asignación de 16 combinaciones diferentes de polaridad y posición de pulso. En este ejemplo, la velocidad de datos efectiva es de 4 bits por símbolo en un período de 4 milisegundos o 1000 bits/segundo.

**Tabla 4**

Símbolo		Pulso
decimal	binario	
0	0000	$p(n-0)$
1	0001	$p(n-4)$
2	0010	$p(n-8)$
3	0011	$p(n-12)$
4	0100	$p(n-16)$
5	0101	$p(n-20)$

Símbolo		Pulso
decimal	binario	
6	0110	$p(n-24)$
7	0111	$p(n-28)$
8	1000	$-p(n-28)$
9	1001	$-p(n-24)$
10	1010	$-p(n-20)$
11	1011	$-p(n-16)$
12	1100	$-p(n-12)$
13	1101	$-p(n-8)$
14	1110	$-p(n-4)$
15	1111	$-p(n-0)$

**[0029]** Otro ejemplo de una correlación de posición de pulso adecuada se muestra en la **Tabla 5**. En este ejemplo, el modulador correlaciona un símbolo de 3 bits para cada trama de modulación. Cada símbolo se representa en cuanto a la posición  $k$  de la forma de pulso  $p(n-k)$  y del signo del pulso. En este ejemplo, la  $T_{MF}$  es de 2 milisegundos, lo que da como resultado 16 posiciones posibles para una frecuencia de muestreo de 8 KHz. Los pulsos están separados por 4 instancias de tiempo, lo que da como resultado la asignación de 8 combinaciones diferentes de polaridad y posición de pulso. En este ejemplo, la velocidad de datos efectiva es de 3 bits por símbolo en un periodo de 2 milisegundos o 1500 bits/segundo.

**Tabla 5**

Símbolo		Pulso
decimal	binario	
0	000	$p(n)$
1	001	$p(n-4)$
2	010	$p(n-8)$
3	011	$p(n-12)$
4	100	$-p(n-12)$
5	101	$-p(n-8)$
6	110	$-p(n-4)$
7	111	$-p(n)$

**[0030]** Para aumentar la robustez en condiciones de canal deficientes, el modulador **235** puede aumentar la duración de la trama de modulación  $T_{MF}$ , mientras mantiene un número constante de instancias de tiempo  $t_0, t_1, \dots, t_{m-1}$ . Esta técnica sirve para colocar una mayor distancia temporal entre los pulsos, lo que resulta en una detección más fiable. Un ejemplo de una correlación de posición de pulso adecuada incluye una  $T_{MF}$  de 4 milisegundos que da lugar a 32 posiciones posibles para una frecuencia de muestreo de 8 KHz. Como en el ejemplo anterior, si los pulsos están separados por 4 instancias de tiempo, la correlación da como resultado la asignación de 16 combinaciones diferentes de polaridad y posición de pulso. Sin embargo, en este ejemplo, la separación entre instancias de tiempo se incrementa en un factor de 2 con respecto al ejemplo anterior, dando lugar a 8 combinaciones diferentes de polaridad y posición de pulso. En un ejemplo adecuado, el modulador **235** puede conmutar entre diferentes mapas de posición de pulsos o duraciones de trama de modulación dependiendo de una señal de realimentación que indica condiciones de canal o el éxito de la transmisión. Por ejemplo, el modulador **235** puede comenzar a transmitir usando una  $T_{MF}$  de 2 milisegundos y luego cambiar a una  $T_{MF}$  de 4 milisegundos si se determina que las condiciones de canal son deficientes.

**[0031]** Para aumentar la robustez con ciertos vocodificadores, el modulador **235** puede cambiar el desfase de tiempo inicial en el mapa de posiciones de pulsos. Un ejemplo de una correlación de posiciones de pulso adecuada se muestra en la **Tabla 6**. En este ejemplo, el modulador correlaciona un símbolo de 3 bits por trama de modulación. Cada símbolo se representa en cuanto a la posición  $k$  de la forma de pulso  $p(n-k)$  y del signo del pulso. En este ejemplo, la  $T_{MF}$  es de 2 milisegundos, lo que da como resultado 16 posiciones posibles para una frecuencia de muestreo de 8 KHz. El desfase inicial se establece en una instancia de tiempo y los pulsos se separan en 4

instancias de tiempo dando lugar a la asignación de 8 combinaciones diferentes de polaridad y posición de pulso, como se muestra en la tabla.

**Tabla 6**

Símbolo		Pulso
decimal	binario	
0	000	$p(n-1)$
1	001	$p(n-5)$
2	010	$p(n-9)$
3	011	$p(n-13)$
4	100	$-p(n-13)$
5	101	$-p(n-9)$
6	110	$-p(n-5)$
7	111	$-p(n-1)$

- 5 **[0032]** Debe reconocerse que la reducción del número de instancias de tiempo de separación se traduciría en un aumento del número de bits por símbolo y, por lo tanto, en velocidades de datos más altas. Por ejemplo, si  $T_{MF}$  es 4 milisegundos, el número resultante de posiciones posibles para una frecuencia de muestreo de 8 KHz es 32 con polaridad positiva o negativa para cada una, dando como resultado 64 señales diferentes si no se incluye separación. En un mapa de 64 posiciones, el número de bits soportados por símbolo es 6 y la velocidad de datos efectiva resultante es de 1500 bits por segundo. También debe reconocerse que pueden usarse diferentes combinaciones de  $T_{MF}$  y frecuencia de muestreo para conseguir una tasa de bits efectiva deseada.
- 10

**[0033]** Un ejemplo de un conformador de pulsos **239** adecuado es una transformada de raíz de coseno alzado de la forma:

$$r(t) = \begin{cases} 1 - \beta + \frac{4\beta}{\pi}, & t = 0 \\ \frac{\beta}{\sqrt{2}} \left[ \left(1 + \frac{2}{\pi}\right) \sin\left(\frac{\pi}{4\beta}\right) + \left(1 - \frac{2}{\pi}\right) \cos\left(\frac{\pi}{4\beta}\right) \right], & t = \pm \frac{T_s}{4\beta} \\ \frac{\sin\left[\pi \frac{t}{T_s} (1 - \beta)\right] + 4\beta \frac{t}{T_s} \cos\left[\pi \frac{t}{T_s} (1 + \beta)\right]}{\pi \frac{t}{T_s} \left[1 - \left(4\beta \frac{t}{T_s}\right)^2\right]}, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

15

donde  $\beta$  es el factor de reducción,  $1/T_s$  es la velocidad máxima de símbolos, y  $t$  es la instancia de tiempo de muestreo.

20

**[0034]** En el ejemplo anterior con 32 posiciones de pulso posibles (instancias de tiempo), la siguiente transformada genera la forma de pulso de raíz de coseno alzado, donde el número de ceros antes del primer elemento no nulo del pulso determina la posición exacta del pulso dentro de la trama.

$$r(n) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 40 \\ -200 & 560 & -991 & -1400 \\ 7636 & 15000 & 7636 & -1400 \\ -991 & 560 & -200 & 40 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Debe reconocerse que la transformada puede acortarse o alargarse para diferentes variantes de tamaños de trama de modulación.

5 **[0035]** La **FIG. 14A** es un ejemplo de la colocación de un pulso dentro de una trama de modulación para generar una entrada particular en el alfabeto de modulación. En la **FIG. 14A**, un pulso está representado por 13 muestras mostradas como P0 a P12, donde cada muestra representa los elementos no nulos de  $r(n)$  mostrados en el ejemplo anterior. La **FIG. 14B** es un ejemplo de la implementación típica en la técnica. En la **FIG. 14B**, un pulso se coloca en el desfase 7 dentro de la trama de modulación  $T_{MF}(n)$  **1003** y la porción de "cola" del pulso se extiende 4 muestras (P9 a P12) dentro de la siguiente trama de modulación  $T_{MF}(n+1)$  **1004**. Las muestras de la trama de modulación  $T_{MF}(n)$  **1003** que se extienden dentro de la siguiente trama de modulación  $T_{MF}(n+1)$  **1004** como se muestra en la **FIG. 14B** darían lugar a una interferencia entre símbolos si las muestras de pulso para la trama  $T_{MF}(n+1)$  se colocan en cualquiera de las 4 primeras muestras de la trama  $T_{MF}(n+1)$ , ya que se produciría un solapamiento de muestras. De forma alternativa, en la técnica "envolvente" mostrada en la **FIG. 14A**, las muestras de cola que se habrían extendido dentro de la siguiente trama de modulación,  $T_{MF}(n+1)$  **1004**, se colocan al comienzo de la trama de modulación actual,  $T_{MF}(n)$  **1003**. Las muestras (P9 a P12) se envuelven al principio de  $T_{MF}(n)$  en las muestras 0 a 3. El uso de una técnica envolvente para la generación de un alfabeto de modulación elimina los casos en los que las muestras de pulso conformadas se extienden dentro de la siguiente trama de modulación. La técnica envolvente es ventajosa ya que da como resultado una interferencia entre símbolos reducida que se produciría si las muestras de pulso conformadas en la presente trama se extienden dentro de la trama siguiente y se solapan con las muestras de pulso conformadas de la siguiente trama. Un experto en la técnica reconocerá que la técnica envolvente podría ser utilizada en cualquier posición de pulso en la trama de modulación, lo que daría como resultado que las muestras se extendieran en la siguiente trama de modulación. Por ejemplo, un pulso situado en el desfase 8 dentro de la trama de modulación  $T_{MF}(n)$  **1003** envolvería las muestras (P8 a P12).

**[0036]** Otro ejemplo de un conformador de pulsos **239** adecuado es una señal de transformada de amplitud de la forma:

$$r(n) \cdot p(n-t)$$

30 **[0037]** Un ejemplo de una señal de transformada de amplitud de 32 muestras es de la forma:

$$r(n) = \begin{bmatrix} -2000 & 0 & 6000 & -2000 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0038] Otro ejemplo de un conformador de pulsos **239** adecuado es un filtro de síntesis de predicción lineal. La respuesta de un ejemplo de filtro de síntesis LPC recursivo se define mediante su respuesta de pulso

$$h(n) = \delta(n) + \sum_{i=1}^{10} a_i h(n-i)$$

y los coeficientes:  $a(i) = \{-6312, 5677, -2377, 1234, -2418, 3519, -2839, 1927, -629, 96\}/4096$ ,  $i = 1, \dots, 10$ . Los filtros de predicción lineal son bien conocidos en la técnica. La señal residual  $r(n)$  se crea primero mediante los símbolos de entrada de acuerdo con las anteriores tablas de correlación de pulsos. La forma de pulso de la modulación real resulta entonces de filtrar la señal modulada  $r(n)$  con  $h(n)$ .

[0039] Un experto en la técnica reconocerá que las técnicas descritas en el presente documento pueden aplicarse igualmente a diferentes formas de pulso y transformadas. La longitud de las formas de onda y los esquemas de modulación aplicados a estas formas de onda también pueden variar. Además, las formas de pulso pueden utilizar formas de onda completamente no correlacionadas (u ortogonales) para representar símbolos diferentes. Además de la polaridad del pulso conformado, también se puede utilizar la amplitud del pulso conformado para transportar información.

[0040] Con referencia de nuevo a la FIG. 2, la salida de silenciamiento **S240** es una señal utilizada para separar las transmisiones de mensajes Tx y es generada por el generador de silenciamiento **255**. Un ejemplo de una señal de datos Tx compuesta adecuada **S230** que está formada por una salida de modulación Tx **S235** y una salida de silenciamiento **S240** se muestra en la FIG. 9. Tmu1 **731**, Td1 **732**, Tmu2 **733**, Td2 **734**, Tmu3 **735**, Td3 **736**, y Tmu4 **737** representan las duraciones en el tiempo en que se transmite cada señal. Un ejemplo de un intervalo adecuado para Tmu1, Tmu2, Tmu3 y Tmu4 es de 10 a 60 milisegundos y Td1, Td2 y Td3 es de 300 a 320 milisegundos en el funcionamiento normal y de 600 a 640 milisegundos en un funcionamiento robusto. Ejemplos de una secuencia generadora de silenciamiento adecuada pueden ser una señal de secuencia de todo ceros o una señal de frecuencia sinusoidal. Otro ejemplo adecuado de una señal utilizada para separar las transmisiones de mensajes Tx se muestra en la FIG. 10. En este ejemplo, la señal de salida de activación **S236** y la de salida de preámbulo de sincronización **S242** preceden a cada transmisión de salida de modulación Tx **S235**. Un experto en la técnica reconocerá que pueden aplicarse igualmente diferentes combinaciones de la salida de preámbulo de sincronización **S242**, la salida de silenciamiento **S240** y la salida de modulación Tx **S235**. Por ejemplo, la salida de modulación Tx **S235** en la FIG. 10 puede estar precedida y seguida por la salida de silenciamiento **S240**.

## RECEPTOR

[0041] Haciendo referencia a la FIG. 1, la banda base de recepción **400** encamina normalmente paquetes de voz decodificados desde el vocodificador a un procesador de audio, pero también es capaz de encaminar los paquetes decodificados a través de un demodulador de datos. Debido a que los datos no de voz se convirtieron en una señal de tipo ruido y se codificaron mediante el vocodificador en el transmisor, el vocodificador del receptor es capaz de decodificar de manera efectiva los datos con una distorsión mínima. Los paquetes decodificados se supervisan continuamente en busca de una señal de sincronización en banda. Si se encuentra una señal de sincronización, se recupera la temporización de trama y se encaminan los datos de paquete decodificados hacia un demodulador de datos. Los datos de paquete decodificados se demodulan en mensajes. Los mensajes se deformatean y se emiten. Una secuencia de protocolo que comprende sincronización, control y mensajes asegura una detección y demodulación fiables de los datos no de voz.

[0042] Los paquetes de voz se reciben a través del canal de comunicación **502** en el receptor **495** y se introducen en el decodificador de vocodificador **390** donde se genera la voz decodificada y se encamina, a continuación, a través del demultiplexor **320** al procesador de salida de audio y al altavoz **315** que generan el audio de salida **S310**.

[0043] Una vez que el detector de sincronización **350** detecta una señal de sincronización en la salida de codificador de vocodificador **S370**, la señal de control de demultiplexación Rx **S360** conmuta a la ruta de datos Rx en el demultiplexor Rx **320**. Los paquetes del vocodificador son decodificados por el decodificador de vocodificador **390** y son encaminados por el demultiplexor Rx **320** hacia el temporizador Rx **380** y luego al módem de datos Rx **330**. Los datos Rx se demodulan mediante el módem de datos Rx **330** y se reenvían al deformateador de mensajes de datos **301**, donde los datos de salida **S300** se ponen a disposición del usuario o del equipo con interfaz.

[0044] Un ejemplo de un deformateador de mensajes de datos adecuado **301** incluye un sistema de circuitos para desentrelazar los datos del mensaje Rx **S320**, implementar una decodificación del control de errores, tal como una solicitud de repetición automática híbrida (HARQ), y calcular y comprobar los bits de comprobación de redundancia cíclica (CRC). Los datos de salida **S300** adecuados pueden incluir información de interfaz del usuario (UI), información de la posición/ubicación del usuario, marcas de tiempo, información de sensores de equipos u otros datos adecuados.

[0045] La FIG. 15A es un diagrama de bloques de ejemplo adecuado del detector de sincronización y controlador de receptor 350 mostrado en la FIG. 1. La señal de salida de decodificador de vocodificador S370 se introduce en el detector de ráfagas de sincronización 360 y en el detector de preámbulo de sincronización 351. El detector de ráfagas de sincronización 360 detecta la señal de ráfaga de sincronización transmitida en la salida de decodificador de vocodificador S370 y genera el índice de sincronización de ráfaga S351. El detector de preámbulo de sincronización 351 detecta la señal de salida de preámbulo de sincronización transmitida en la salida de decodificador de vocodificador S370 y genera el índice de sincronización de preámbulo S353. Las señales de índice de sincronización de ráfagas S351 y de índice de sincronización de preámbulo S353 se introducen en el controlador de detector de sincronización 370. El controlador de detector de sincronización 370 genera señales de salida de control de demultiplexor Rx S360 que encamina la salida de decodificador de vocodificador S370 hacia la ruta de datos S326 o la ruta de audio S325, el control de silenciamiento de audio S365 que habilita o inhabilita la señal de audio de salida S310 y el desfase de tiempo S350 que proporciona información de temporización de bits al temporizador Rx 380 para alinear los datos Rx S326 para su demodulación.

[0046] Otro ejemplo de un detector de sincronización 350 adecuado se muestra en la FIG. 15B. La señal de salida de decodificador de vocodificador S370 se introduce en la memoria 352 y en el detector de preámbulo de sincronización 351. La memoria 352 se utiliza para almacenar las últimas muestras de la salida de decodificador de vocodificador S370 que incluye la señal de salida de activación recibida. Un ejemplo adecuado de la memoria 352 es una memoria de tipo primero en entrar, primero en salir (FIFO) o una memoria de acceso aleatorio (RAM). El detector de preámbulo de sincronización 351 detecta la señal de salida de preámbulo de sincronización transmitida en la salida de decodificador de vocodificador S370 y emite la señal de indicador de sincronización S305. Las señales de tipo de modulación S306 e indicador de sincronización S305 se introducen en el controlador de detector de sincronización 370. El controlador de detector de sincronización 370 genera la señal de búsqueda de modulación S307 que se utiliza para acceder a la memoria 352, encuentra la señal de salida de activación recibida basándose en el desfase de tiempo S350 y evalúa la señal de salida de activación para determinar el tipo de modulación utilizado en la transmisión. El tipo de modulación detectado resultante se emite desde la memoria 352 como tipo de modulación S306. El controlador de detector de sincronización 370 también genera las señales de salida de control de demultiplexor Rx S360 que encamina la salida de decodificador de vocodificador S370 hacia la ruta de datos o hacia la ruta de audio, el control de silenciamiento de audio S365 que habilita o inhabilita la señal de audio de salida S310 y el desfase de tiempo S350 que proporciona información de temporización de bits al temporizador Rx 380 para alinear los datos Rx S326 para su demodulación.

[0047] Un ejemplo de un detector de ráfagas de sincronización 360 adecuado se muestra en la FIG. 16. La señal de salida de decodificador de vocodificador S370 se introduce en la unidad de cálculo de potencia 361. Ejemplos de una unidad de cálculo de potencia 361 adecuada incluyen una función de cuadratura de entrada o función de valor absoluto calculada sobre la señal de entrada. La señal de salida de decodificador de vocodificador S370 también se introduce en las funciones de mezclador 362 donde se multiplica por los componentes en fase y en cuadratura de la senoide de frecuencia 1 363 y la senoide de frecuencia 2 364 de referencia para generar componentes de señal convertidos de manera descendente a la frecuencia de 0 Hz. Las salidas del mezclador 362 son filtradas mediante paso bajo por el LPF 365 para eliminar los productos multiplicadores de alta frecuencia en la salida mezclada. Un ejemplo de una función de transferencia de un LPF 365 adecuada es de la forma:

$$H_{LR}(z) = c \cdot \frac{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}$$

donde  $c = 0,0554$ ,  $a_1 = 2$ ,  $a_2 = 1$ ,  $b_1 = -1,9742$ ,  $b_2 = 0,9744$ . La magnitud de las salidas en fase y en cuadratura del LPF 365 se calcula mediante la magnitud 366 y se suma en el sumador 367. La salida del sumador 367 se introduce en el filtro adaptado 368 que está adaptado a la secuencia de ráfagas de sincronización transmitida. Los filtros adaptados son bien conocidos en la técnica. Se busca en la salida del filtro adaptado 368 el pico máximo en la búsqueda del máximo 369. Una vez que el máximo se encuentra en la búsqueda del máximo 369, el índice correspondiente al desfase de tiempo del máximo se emite en el índice de sincronización de ráfagas de señal S351.

[0048] Un ejemplo de un detector de preámbulo de sincronización 351 adecuado se muestra en la FIG. 17A. La señal salida de decodificador de vocodificador S370 es procesada por el filtro adaptado 368 que se corresponde con la secuencia de preámbulo de sincronización. La salida del filtro adaptado 368 se introduce entonces en la búsqueda del máximo 369 que busca el pico máximo. Una vez que el máximo se encuentra en la búsqueda del máximo 369, el índice correspondiente al desfase de tiempo del máximo se emite en el índice de sincronización de preámbulo S353.

[0049] Otro ejemplo de un detector de preámbulo de sincronización 351 adecuado se muestra en la FIG. 17B. La señal salida de decodificador de vocodificador S370 es procesada por el filtro en la etapa 452. Un ejemplo adecuado del filtro en la etapa 452 es un filtro disperso con coeficientes basados en la respuesta de pulso filtrada por paso banda de la secuencia de preámbulo de sincronización. Un filtro disperso tiene una estructura de respuesta de pulso finito con algunos de los coeficientes establecidos a cero y da como resultado una reducción de la complejidad computacional basada en menos multiplicadores requeridos debido a los coeficientes cero. Los filtros dispersos son bien conocidos en la técnica. En la etapa 453 se busca en la salida del filtro los máximos picos de correlación

positivos y negativos que coinciden con un patrón esperado según la distancia de los picos de correlación negativos y positivos. Por ejemplo, se deben encontrar 5 picos en la etapa **453** según la secuencia de preámbulo de sincronización **245**, 3 picos positivos correspondientes a la correlación con la secuencia de ruido pseudoaleatorio (PN) **243** y 2 picos negativos correspondientes a la correlación con la versión invertida de la secuencia PN **244**. En un ejemplo adecuado, el detector de sincronización debe encontrar al menos 2 picos para declarar que se detecta el preámbulo de sincronización. En la etapa **461** se cuenta el número de picos detectados y si se detecta una mayoría de picos, entonces un indicador de sincronización se establece a verdadero en la etapa **460**, indicando que se ha detectado la sincronización de preámbulo. Un ejemplo adecuado de una mayoría de picos detectados es 4 de 5 picos que coinciden con el patrón esperado. Si no se detecta una mayoría de picos, entonces el control pasa a la etapa **454**, donde la distancia temporal entre los picos positivos encontrados en la etapa **453** se compara con la distancia esperada, DistanciaPicoT1. La DistanciaPicoT1 está configurada para ser una función del período de la secuencia PN **242** puesto que filtrar el preámbulo recibido con respecto a la secuencia PN **242** debe producir una distancia temporal entre los picos de correlación que es igual a algún múltiplo del período. Si la distancia temporal entre los picos positivos se encuentra dentro de un intervalo de DistanciaPicoT1, las amplitudes de picos positivos se comprueban entonces con respecto a un umbral AmplitudPicoT1 en la etapa **455**. Un intervalo adecuado para DistanciaPicoT1 es más o menos 2 muestras. La AmplitudPicoT1 es una función de las amplitudes de los picos anteriores encontrados. En un ejemplo adecuado, la AmplitudPicoT1 está configurada de tal manera que los picos encontrados en la etapa **453** no difieran en amplitud en más de un factor de 3 y la amplitud de os picos promedio no exceda la mitad de la amplitud de os picos máximos observada hasta ese punto. Si la comprobación de la distancia temporal entre os picos positivos en la etapa **454** o la comprobación de la amplitud en la etapa **455** falla, entonces la distancia temporal entre os picos negativos se comprueba en la etapa **456**. Si la distancia temporal entre los picos negativos está dentro de un intervalo de DistanciaPicoT2 entonces se comprueban las amplitudes de pico negativo con respecto a un umbral AmplitudPicoT2 en la etapa **457**. Un intervalo adecuado para DistanciaPicoT2 es más o menos 2 muestras. DistanciaPicoT2 está configurado para ser una función del periodo de la secuencia PN **242** y AmplitudPicoT2 está configurado para ser una función de las amplitudes de los picos anteriores encontrados. Si la comprobación de la distancia temporal entre los picos positivos en la etapa **454** y la comprobación de la amplitud de pico positivo en la etapa **455** o la comprobación de la distancia temporal entre los picos negativos en la etapa **456** y la comprobación de la amplitud de pico negativo en la etapa **457** son válidas, entonces un indicador de sincronización se establece a verdadero en la etapa **460** indicando que se ha detectado la sincronización de preámbulo. Si la comprobación de la distancia temporal entre los picos negativos en la etapa **456** o la comprobación de la amplitud de pico negativo en la etapa **457** falla, entonces el indicador de sincronización se establece como falso en la etapa **458**, indicando que no se ha detectado la sincronización de preámbulo. Debe reconocerse que diferentes órdenes y combinaciones de las etapas lograrán el mismo resultado. Por ejemplo, la detección de la mayoría de picos en la etapa **461** puede realizarse después de la comprobación de pico positivo de las etapas **454** y **455**.

**[0050]** Un ejemplo de un controlador de detector de sincronización **370** adecuado se muestra en la **FIG. 18a**. La etapa **407** es el punto de entrada en el controlador que inicializa las memorias intermedias y configura el estado inicial del receptor. En la etapa **406** se comprueba el tipo de búsqueda de sincronización, indicando si la señal de sincronización se está buscando en los datos Rx o en la ruta de audio Rx. Se pasa a la etapa **372** si se está buscando la sincronización en la ruta de audio Rx. Utilizando el índice de sincronización de ráfagas **S351**, se buscan el índice y la ráfaga de sincronización máximos en una pluralidad de tramas de procesamiento, N1 en la etapa **372**. La etapa **373** determina si el índice y la ráfaga de sincronización máximos buscados en la etapa **372** pasan con éxito un criterio de búsqueda. Un ejemplo de un criterio de decisión de búsqueda adecuado en la etapa **373** es de la forma:

$$(s_{\max \max} \geq Th_{SB}) \text{ and } (i_{s\max} \leq N_{\text{sync}} - N_{\text{guard}})$$

donde  $s_{\max \max}$  es el máximo de las ráfagas de sincronización encontradas en las N1 tramas de procesamiento,  $Th_{SB}$  es el umbral de detección de ráfaga de sincronización,  $i_{s\max}$  es el índice de ráfaga de sincronización máximo,  $N_{\text{sync}}$  es el número de tramas de procesamiento buscadas y  $N_{\text{guard}}$  es un periodo de latencia en tramas de procesamiento. Si no se encuentra una ráfaga de sincronización, el control se pasa de nuevo a la etapa **406** y se reanuda la búsqueda. Si se encuentra una ráfaga de sincronización, el control pasa a la etapa **374** en la que se genera la señal de control de silenciamiento de audio **S365** para evitar que la ruta de audio se emita en el altavoz. En la etapa **375**, que utiliza el índice de sincronización de preámbulo **S353**, se busca el índice y el preámbulo de sincronización máximos y en una pluralidad de tramas de procesamiento, N2. La etapa **376** determina si el índice y el preámbulo de sincronización máximos buscados en la etapa **375** pasan con éxito un criterio de búsqueda. Un ejemplo de un criterio de decisión de búsqueda adecuado en la etapa **376** es de la forma:

$$(C_1 \cdot (s_{\max \max})^2 P(i_{s\max}) + C_2 \cdot z_{\max \max}^2) \geq Th_{PD}$$

donde  $s_{\max \max}$  es el máximo de las ráfagas de sincronización encontradas en las N1 tramas de procesamiento,  $c_1$  y  $c_2$  son factores de escala,  $z_{\max \max}$  es el máximo de las salidas del filtro adaptado **368** en el detector de preámbulo de sincronización **351**,  $P(i_{s\max})$  es la potencia máxima introducida en la búsqueda del máximo **369** en el detector de ráfaga de sincronización **360** en el índice de ráfaga de sincronización máximo,  $i_{s\max}$ . Si no se encuentra un preámbulo de sincronización en la etapa **376**, el control se pasa de nuevo a la etapa **406** y se reanuda la búsqueda. Si se encuentra un preámbulo de sincronización, se genera la señal control de demultiplexor Rx **S360** en la etapa

**378** para cambiar a la ruta de datos Rx en el demultiplexor **320**. El control se pasa entonces a la etapa **377**, en la que se calcula la señal de desfase de tiempo **S350**. Un ejemplo de un cálculo del desfase de tiempo adecuado es de la forma:

$$5 \quad \text{Desfase de tiempo} = ((i_{z_{max}} - N_{sync} - 1) \cdot N_{samp}) + (K_{max} \cdot i_{z_{max}})$$

donde  $i_{z_{max}}$  es el índice en el máximo de la salida del filtro adaptado **368** en el detector de preámbulo de sincronización **351** en una trama,  $N_{sync}$  es el número de tramas de procesamiento buscadas,  $N_{samp}$  es el número de muestras en una trama, y  $k_{max}$  es la fase del máximo de la salida del filtro adaptado **368** en el detector de preámbulo de sincronización **351** en una trama. El control se pasa entonces a la etapa **418**, en la que el módem Rx **330** se habilita mediante la señal de activación de módem Rx **S354**, y finalmente se pasa de nuevo a la etapa **406** y se reanuda la búsqueda. Se pasa la etapa **372a** si se está buscando la sincronización en la ruta de datos Rx. Las etapas **372a**, **373a**, **375a** y **376a** funcionan igual que las etapas **372**, **373**, **375** y **376**, respectivamente; la diferencia principal es que la ruta de audio no está silenciada y el demultiplexor no cambia de audio Rx a datos Rx cuando el tipo de búsqueda de sincronización comprobado en la etapa **406** es datos Rx.

[0051] Un ejemplo de un controlador de detector de sincronización **370** adecuado se muestra en la **FIG. 18b**, que comprende un modo de realización de la invención reivindicada. La etapa **407** es el punto de entrada en el controlador que inicializa las memorias intermedias y configura el estado inicial del receptor. En la etapa **406** se comprueba el tipo de búsqueda de sincronización, indicando si la señal de sincronización se está buscando en los datos Rx o en la ruta de audio Rx. El control pasa entonces a la etapa **411** en la que se activa el detector de preámbulo **351**. La etapa **412** comprueba la señal de indicador de sincronización **S305**, indicando que se ha encontrado un preámbulo de sincronización, y luego lo confirma comprobando repetidamente un indicador de sincronismo **S305** un total de N veces. Un valor adecuado para N es 1 (es decir, sólo 1 preámbulo detectado sin confirmación) para el terminal de destino **600** y 3 para el terminal de origen **100**. Si se encuentra un preámbulo de sincronización, se genera la señal control de silenciamiento de audio **S365** para evitar que la ruta de audio se envíe al altavoz. La señal de control de demultiplexor Rx **S360** se genera entonces en la etapa **378** para conmutar desde la ruta de audio Rx a la ruta de datos Rx en el demultiplexor **320**. El control se pasa entonces a la etapa **377**, en la que se calcula la señal de desfase de tiempo **S350**. Un ejemplo de un cálculo del desfase de tiempo adecuado es de la forma:

$$\text{Desfase de tiempo} = \text{PosiciónPulso} + \text{DistanciaPico}$$

*PosiciónPulso* es una distancia de tiempo desde el pico de correlación positivo a una primera instancia de tiempo de referencia, y puede ser un valor positivo o negativo. *DistanciaPico* es una distancia de tiempo entre el pico de correlación positivo y el pico de correlación negativo. Un ejemplo de una primera instancia de tiempo de referencia adecuada puede ser una cierta posición de muestra con respecto a la trama de voz recibida actual. Otro ejemplo de un cálculo de un desfase de tiempo adecuado es de la forma:

$$40 \quad \text{Desfase de tiempo} = \text{PosiciónPulso}$$

*PosiciónPulso* es una distancia de tiempo desde el pico de correlación negativo a una segunda instancia de tiempo de referencia, y puede ser un valor positivo o negativo. Un ejemplo de una segunda instancia de tiempo de referencia adecuada puede ser una cierta posición de muestra con respecto a la trama de voz recibida actual. El control se pasa entonces a la etapa **414**, en la que el tipo de modulación se determina mediante la señal de búsqueda de modulación **S307**, buscando en la memoria **352** en una posición predeterminada en la que se debe almacenar la señal de activación recibida. El control se pasa entonces a la etapa **418** en la que el módem Rx **330** se activa a través de la señal de activación de módem Rx **S354**. El esquema de demodulación utilizado en la activación de módem Rx **S354** se determina en la etapa **418** mediante la señal de entrada del tipo de modulación **S306**. El control es finalmente devuelto a la etapa **406** y la búsqueda se reinicia. Se pasa la etapa **411a** si se está buscando la sincronización en la ruta de datos Rx. Las etapas **411a** y **412a** funcionan igual que las etapas **411** y **412**, respectivamente; la diferencia principal es que la ruta de audio no está silenciada y el demultiplexor no cambia de audio Rx a datos Rx cuando el tipo de búsqueda de sincronización comprobado en la etapa **406** es datos Rx. Debe reconocerse que diferentes órdenes y combinaciones de las etapas lograrán el mismo resultado. Por ejemplo, las etapas de silenciamiento de ruta de audio **374** y la etapa de conmutación de ruta **378** pueden intercambiarse sin ningún efecto en la detección de sincronización global.

[0052] La **FIG. 19** es un diagrama de bloques de ejemplo adecuado del temporizador Rx **380** mostrado en la **FIG. 1**. El temporizador Rx **380** se usa para alinear el límite de trama de modulación en la salida de datos del decodificador de vocodificador **390** de modo que puede producirse una demodulación en el módem de datos Rx **330**. La señal de datos Rx **S326** se introduce en la memoria intermedia **381** donde se almacenan varias muestras. Ejemplos adecuados de memoria intermedia **381** incluyen memoria de tipo primero en entrar, primero en salir (FIFO) o memoria de acceso aleatorio (RAM). Las muestras de la memoria intermedia **381** se introducen en el retardo variable **382** en el que se aplica un retardo de tiempo para alinear el límite de trama de modulación correspondiente a la señal de control del desfase de tiempo **S350**. Un retardo adecuado aplicado en el retardo variable **382** puede ser



cualquier número de muestras entre cero y el tamaño de trama - 1. La señal retardada se emite como datos Rx ajustados **S330**.

**[0053]** La **FIG. 20** es un diagrama de bloques de ejemplo adecuado del módem de datos Rx **330** mostrado en la **FIG. 1**. Se demultiplexan en el tiempo dos señales a partir de la señal de entrada de datos Rx ajustados **S330** a través del demultiplexor de módem de datos Rx **331**, a saber, silenciamiento de demultiplexor **S332** y datos Rx de demultiplexor **S333**. El silenciamiento de demultiplexor **S332** es una separación o periodo de silenciamiento que puede existir entre sucesivos mensajes recibidos y se elimina de la señal de datos Rx ajustados **S330** si la separación o señal de silenciamiento se ha aplicado al transmisor. Los datos Rx de demultiplexor **S333** son la señal de mensaje modulada recibida introducida en el demodulador **335**. El demodulador **335** demodula los bits de información de mensaje recibidos de los datos Rx ajustados **S330**. El módem de datos Rx **330** usa el límite de trama de demodulación determinada por el temporizador Rx **380** y el indicador de tipo de demodulación determinado por el controlador de detector de sincronización **370** para determinar una posición de pulso de señal de datos y calcular un símbolo de datos de salida según la posición del pulso de la señal de datos. Un ejemplo de un demodulador adecuado es un correlacionador de filtro adaptado que está adaptado a todos los desplazamientos cíclicos permitidos de la forma del pulso de modulación aplicada por el modulador de datos de transmisión. Otro ejemplo de un demodulador adecuado es un correlacionador de filtro adaptado que está adaptado a una versión filtrada con paso banda del pulso aplicado por el modulador de datos de transmisión, donde el filtro de paso banda representa las características de transmisión del canal.

## SISTEMA

**[0054]** La **FIG. 21** es un ejemplo de caso de uso del sistema y procedimientos divulgados en el presente documento. El diagrama representa un ejemplo típico del sistema de llamada de emergencia integrado en el vehículo (eCall). El accidente de vehículo **950** muestra un accidente entre dos vehículos. Otros ejemplos adecuados para el incidente de vehículo **950** incluyen accidentes con múltiples vehículos, accidentes de un solo vehículo, neumático pinchado en un solo vehículo, avería del motor en un solo vehículo u otras situaciones de avería en el vehículo o en las que el usuario necesita asistencia. El sistema integrado en el vehículo (IVS) **951** está ubicado en uno o más de los vehículos implicados en el incidente de vehículo **950** o puede estar ubicado en el propio usuario. El sistema integrado en vehículo **951** puede estar compuesto por el terminal de origen **100** descrito en el presente documento. El sistema integrado en vehículo **951** se comunica por medio de un canal inalámbrico, que puede estar compuesto por un canal de comunicaciones de enlace ascendente **501** y un canal de comunicaciones de enlace descendente **502**. Una solicitud de transmisión de datos puede ser recibida por el sistema integrado en vehículo a través del canal de comunicaciones o puede ser generada automática o manualmente en el sistema integrado en vehículo. Una torre inalámbrica **955** recibe la transmisión desde el sistema integrado en vehículo **951** e interactúa con una red cableada compuesta por un enlace ascendente cableado **962** y un enlace descendente cableado **961**. Un ejemplo adecuado de una torre inalámbrica **955** es una torre de comunicaciones telefónicas celulares compuesta por antenas, transceptores y equipos de enlace de retroceso, todos ellos bien conocidos en la técnica, para interactuar con el enlace ascendente **501** y el enlace descendente **502** inalámbricos. La red cableada se conecta a un Punto de Respuesta de Seguridad Pública (PSAP) **960**, donde se puede recibir información de emergencia transmitida por el sistema integrado en vehículo **951** y controlar y transmitir datos. El Punto de Respuesta de Seguridad Pública **960** puede estar constituido por el terminal de destino **600** descrito en el presente documento. La comunicación entre el sistema integrado en vehículo **951** y el Punto de Respuesta de Seguridad Pública **960** se realiza utilizando los diagramas de interacción descritos en las secciones siguientes.

**[0055]** La **FIG. 22** es un ejemplo de diagrama de interacción de las secuencias de sincronización y de transmisión de datos entre el terminal de origen **100** y el terminal de destino **600**. En este ejemplo, la secuencia de transmisión de enlace ascendente **810** es iniciada por el terminal de destino **600**. La secuencia de transmisión de enlace descendente **800** es la transmisión de mensajes de sincronización y de datos desde el terminal de destino **600** al terminal de origen **100**, y la secuencia de transmisión de enlace ascendente **810** es la transmisión de mensajes de sincronización y de datos desde el terminal de origen **100** al terminal de destino **600**. La secuencia de transmisión de enlace descendente **800** es iniciada en el tiempo  $t_0$  **850** por el terminal de destino **600** con una secuencia de sincronización **801**. Ejemplos adecuados de la secuencia de sincronización **801** son los descritos en la **FIG. 8A**, la **FIG. 8B**, y la **FIG. 8C**. Siguiendo la secuencia de sincronización **801**, el terminal de destino **600** transmite un mensaje de "inicio" **802** para ordenar al terminal de origen **100** que comience a transmitir su secuencia de transmisión de enlace ascendente **810**. El terminal de destino **600** continúa transmitiendo alternando una sincronización **801** y un mensaje de "inicio" **802** y espera una respuesta del terminal de origen **100**. En el instante  $t_1$  **851**, el terminal de origen **100**, habiendo recibido el mensaje "inicio" **802** desde el terminal de destino **600**, comienza a transmitir su propia secuencia de sincronización **811**. Ejemplos adecuados de la secuencia de sincronización **811** son los descritos en la **FIG. 8A**, la **FIG. 8B**, y la **FIG. 8C**. Después de la secuencia de sincronización **811**, el terminal de origen **100** transmite un conjunto mínimo de datos o el mensaje "MSD" **812** al terminal de destino **600**. Un ejemplo adecuado de datos que comprenden el mensaje MSD **812** incluye datos de sensor o de usuario formateados por un formateador de mensajes de datos **210**. En el instante  $t_2$  **852**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido el mensaje de sincronización **811** desde el terminal de origen **100**, comienza a transmitir un mensaje de acuse de recibo negativo o "NACK" **803** al terminal de origen **100**. El terminal de destino **600** continúa transmitiendo alternando una sincronización **801** y un mensaje "NACK" **803** hasta que reciba con éxito el mensaje

MSD **812** desde el terminal de origen **100**. Un ejemplo adecuado de recepción satisfactoria del mensaje MSD **812** incluye verificar una comprobación de redundancia cíclica realizada en el mensaje MSD **812**. En el instante t3 **853**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido satisfactoriamente el mensaje MSD, comienza a transmitir alternando una sincronización **801** y un mensaje de acuse de recibo o "ACK" **804**. El terminal de origen **100** puede intentar enviar el mensaje MSD **812** varias veces (**813**, **814**) hasta que reciba el mensaje "ACK" **804**. En un ejemplo adecuado, si el terminal de origen **100** intenta enviar el mensaje MSD más de 8 veces, donde cada intento es una versión de redundancia diferente, cambia a un esquema de modulación más robusto identificado por la señal de activación **S236**. Un ejemplo adecuado de un esquema de modulación más robusto incluye aumentar la duración de la trama de modulación  $T_{MF}$  mientras se mantiene un número constante de instancias de tiempo como se ha descrito anteriormente. En el instante t4 **854**, el terminal de origen **100**, habiendo recibido el mensaje "ACK" **804** desde el terminal de destino **600**, interrumpe la transmisión del mensaje MSD **814**. En un ejemplo adecuado, una retransmisión es solicitada por el terminal de destino **600** mediante la transmisión de los mensajes de inicio **802** de nuevo después de que un número predeterminado de mensajes "ACK" **804** hayan sido enviados por el terminal de destino **600**.

[0056] La FIG. 23A es otro ejemplo de diagrama de interacción de las secuencias de sincronización y de transmisión de datos entre el terminal de origen **100** y el terminal de destino **600**. En este caso, la secuencia de transmisión de enlace ascendente **810** es iniciada por el terminal de origen **100**. La secuencia de transmisión de enlace ascendente **810** es iniciada en el instante t0 **850a** por el terminal de origen **100** con datos de voz **815** configurando la banda base de transmisión **200** del terminal de origen **100** a la ruta de audio Tx **S225**. En el instante t1 **851a**, el terminal de origen **100** configura la banda base de transmisión **200** con respecto a la ruta de datos Tx **S230** y comienza a transmitir su secuencia de sincronización **811** seguida por el mensaje de MSD **812**. En el instante t2 **852a**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido el mensaje de sincronización **811** desde el terminal de origen **100**, comienza a transmitir alternando una sincronización **801** y un mensaje "NACK" **803** al terminal de origen **100**. El terminal de destino **600** continúa transmitiendo alternando una sincronización **801** y un mensaje "NACK" **803** hasta que reciba con éxito el mensaje MSD desde el terminal de origen **100**. En el instante t3 **853**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido satisfactoriamente el mensaje MSD **813**, comienza a transmitir alternando una sincronización **801** y un mensaje de acuse de recibo o "ACK" **804**. El terminal de origen **100** puede intentar enviar el mensaje MSD **812** varias veces hasta que reciba el mensaje "ACK" **804**, donde cada intento es una versión de redundancia diferente. En el instante t4 **854**, el terminal de origen **100**, habiendo recibido el mensaje "ACK" **804** desde el terminal de destino **600**, interrumpe la transmisión del mensaje MSD **814**.

[0057] La FIG. 23B es otro ejemplo de diagrama de interacción de las secuencias de sincronización y de transmisión de datos entre el terminal de origen **100** y el terminal de destino **600**. En este caso, la secuencia de transmisión de enlace ascendente **810** es iniciada por el terminal de origen **100**. En lugar de transmitir datos de voz en el enlace ascendente para iniciar la transmisión, el terminal de origen **100** transmite alternando una sincronización **811** y un mensaje "ENVIAR" **805** en el instante t0 **850b**. En el instante t1 **851b**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido el mensaje ENVIAR **805** desde el terminal de origen **100**, transmite alternando una sincronización **801** y un mensaje de "Inicio" **802**. En el instante t2 **852b**, el terminal de origen **100**, habiendo recibido el mensaje de "inicio" **802** desde el terminal de destino **600**, transmite una secuencia de sincronización **811** seguida por un mensaje MSD **812** al terminal de destino **600**. En el instante t3 **853b**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido el mensaje de sincronización **811** desde el terminal de origen **100**, transmite alternando una sincronización **801** y un mensaje "NACK" **803** al terminal de origen **100**. En el instante t4 **854b**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido con éxito el mensaje MSD, transmite alternando una sincronización **801** y un mensaje "ACK" **804**. Al recibir el mensaje "ACK" **804** desde el terminal de destino **600**, el terminal de origen **100** interrumpe la transmisión del mensaje MSD.

[0058] La FIG. 24A es un ejemplo de diagrama de interacción de las secuencias de sincronización y de transmisión de datos entre el terminal de origen **100** y el terminal de destino **600**. En este caso, los datos son solicitados y transmitidos tanto por el terminal de origen **100** como por el terminal de destino **600** en el enlace ascendente y el enlace descendente, respectivamente, en apoyo de la transmisión bidireccional de datos. La secuencia de transmisión de enlace descendente **800** es iniciada en el instante t0 **850** por el terminal de destino **600** alternando una secuencia de sincronización **801** y un mensaje de "inicio" **802**. En el instante t1 **851**, el terminal de origen **100**, habiendo recibido el mensaje "inicio" **802** desde el terminal de destino **600**, comienza a transmitir su secuencia de sincronización **811** seguida de los datos **812**. En el instante t2 **852**, el terminal de destino **600** transmite alternando una sincronización **801** y un mensaje "NACK" **803** hasta que recibe con éxito los datos **812** desde el terminal de origen **100**, tras lo cual el terminal de destino **600** envía alternando una secuencia de sincronización **801** y un mensaje "ACK" **804**. En el instante t4 **854**, el terminal de origen **100**, habiendo recibido el mensaje "ACK" **804** desde el terminal de destino **600**, interrumpe su transmisión de datos. En el instante t5 **855**, el terminal de destino **600** transmite alternando una secuencia de sincronización **801** y el mensaje "ENVIAR" **805** indicando una solicitud para transmitir datos en el enlace descendente. En el instante t6 **856**, el terminal de origen **100** al detectar el mensaje "ENVIAR" **805**, responde alternando una secuencia de sincronización **811** y el mensaje de "Inicio" **816**. En el instante t7 **857**, el terminal de destino **600**, al detectar el mensaje "inicio" **816**, responde con una secuencia de sincronización **801** seguida de datos **806**. En el instante t8 **858**, el terminal de origen **100** transmite alternando una secuencia de sincronización **811** y un mensaje "NACK" **817** hasta que recibe con éxito los datos **806** desde el terminal de destino **600**, tras lo cual, en el instante t9 **859**, el terminal de origen **100** envía alternando una secuencia de sincronización **811** y un mensaje "ACK" **818**. En el instante t10 **860**, el terminal de destino **600**, habiendo recibido el mensaje "ACK"

**818** desde el terminal de origen **100**, interrumpe la transmisión de sus datos **806**. Un experto en la técnica reconocerá que las interacciones descritas en el presente documento son simétricas y pueden ser iniciadas por el terminal de origen **100**. Un experto en la técnica también reconocerá que la secuencia de sincronización, el mensaje de inicio, el mensaje NACK y el mensaje ACK pueden ser cada uno las mismas o diferentes secuencias entre las transmitidas en el enlace descendente y en el enlace ascendente.

**[0059]** La **FIG. 24B** es otro diagrama de interacción de ejemplo de las secuencias de sincronización y de transmisión de datos entre el terminal de origen **100** y el terminal de destino **600**, donde los datos son solicitados y transmitidos tanto por el terminal de origen **100** como por el terminal de destino **600** en el enlace ascendente y el enlace descendente, respectivamente. La diferencia entre las interacciones de las **FIG. 24B** y la **FIG. 24A** ocurre en t3 **853**. En este ejemplo, una secuencia alterna de una sincronización **801** y un mensaje "ENVIAR" **805** es transmitido por el terminal de destino **600** en lugar de una secuencia alterna de una sincronización y un mensaje "ACK". En este ejemplo, el mensaje "ENVIAR" **805** sirve para indicar que el terminal de destino **600** ha recibido con éxito los datos **812** del terminal de origen **100** y da lugar a que el terminal de origen **100** interrumpa su transmisión de datos en t4 **854**. El mensaje "ENVIAR" también indica una solicitud desde el terminal de destino **600** para enviar datos en el enlace descendente.

**[0060]** La **FIG. 25** es un diagrama de ejemplo de la composición de un paquete de datos de transmisión, por lo que la longitud de los datos de usuario es menor que la longitud del paquete de datos de transmisión. El segmento de datos de usuario **900** se introduce en el paquete de datos de transmisión **806** u **812** junto con un indicador de longitud precedente **910** y una secuencia siguiente de bits de relleno **911** que sirvió para rellenar los datos hasta el final del paquete de datos de transmisión. Un ejemplo adecuado para el indicador de longitud **910** es un valor de 1 a 3 octetos que indica la longitud del segmento de datos de usuario **900**. Un ejemplo adecuado de la longitud de paquete de datos de transmisión **806** u **812** puede ser de 100 a 200 octetos. Un ejemplo adecuado de bits de relleno **911** incluye el valor binario "0". Un experto en la técnica reconocerá que los bits de relleno **911** pueden estar compuestos por el valor binario "1" o pueden estar compuestos por un patrón de valores binarios "1" y "0".

**[0061]** La **FIG. 26** es un diagrama de ejemplo de la composición de un paquete de datos de transmisión, por lo que la longitud de los datos de usuario es mayor que la longitud del paquete de datos de transmisión. Los datos de usuario **900** se dividen en múltiples segmentos de manera que el primer segmento más el indicador de longitud es igual a la longitud del paquete de datos de transmisión y los segmentos subsiguientes son iguales a la longitud del paquete de datos de transmisión. Si los datos de usuario no son un múltiplo entero de la longitud del paquete de datos de transmisión, entonces el último segmento contiene relleno. En el ejemplo de la **FIG. 26**, los datos de usuario se dividen en dos segmentos. El primer segmento de datos de usuario **901** se introduce en el paquete de datos de transmisión **806** u **812** junto con un indicador de longitud precedente **910**. El segundo segmento de datos de usuario **902** se introduce en el paquete de datos de transmisión **806** u **812** y debido a que el segmento es más pequeño que la longitud del paquete de datos de transmisión, se usa un relleno **911** para rellenar los datos hasta el final del paquete de datos de transmisión.

**[0062]** La **FIG. 27A** es un ejemplo de diagrama de interacción de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y de la secuencia de respuesta de datos de transmisión, donde la longitud de datos de usuario es mayor que el tamaño de paquete de transmisión. Iniciado por los mensajes de inicio del terminal solicitante en la transmisión de enlace descendente **800** o en la transmisión de enlace ascendente **810**, en el tiempo t20 **870**, el primer paquete de datos de transmisión **806** u **812**, compuesto por un indicador de longitud **910** y el primer segmento de datos de usuario **901**, es transmitido por el terminal respondedor. En el instante t21 **871**, puesto que el terminal respondedor no ha recibido todavía el mensaje ACK, comienza a transmitir los datos de usuario de nuevo en un segundo intento **903**. En el instante t22 **872**, el terminal respondedor, habiendo recibido el mensaje ACK, interrumpe la transmisión del primer paquete de datos **806** u **812**. En el instante t23 **873**, el terminal solicitante, después de evaluar el indicador de longitud **910** para determinar cuántos segmentos se esperan, solicita el siguiente paquete de datos de transmisión **806** u **812** transmitiendo mensajes de inicio al terminal respondedor. En el instante t24 **874**, el terminal respondedor, habiendo recibido el mensaje de inicio desde el terminal solicitante, comienza a transmitir el siguiente paquete de datos de transmisión **806** u **812** compuesto por un siguiente segmento de datos de usuario **902** y relleno **911** (en este ejemplo, el siguiente paquete de datos de transmisión es el último paquete de datos). En el instante t25 **875**, el terminal respondedor, habiendo recibido el mensaje ACK, interrumpe su transmisión de datos. Un experto en la técnica reconocerá que las interacciones descritas en el presente documento son simétricas, por lo que los terminales solicitantes y respondedores pueden ser el terminal de origen **100** o el terminal de destino **600**. Un experto en la técnica también reconocerá que los datos de usuario pueden abarcar más de dos paquetes de datos de transmisión **806** u **812**.

**[0063]** La **FIG. 27B** es otro diagrama de interacción de ejemplo de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y de la secuencia de respuesta de datos de transmisión, en el que la longitud de datos de usuario es mayor que el tamaño de paquete de transmisión. En este ejemplo, después de que el primer paquete de datos de transmisión **806** u **812** se solicite a través de mensajes de Inicio transmitidos por el terminal solicitante, los paquetes de datos de transmisión **806** u **812** subsiguientes son transmitidos automáticamente por el terminal respondedor basándose en la recepción del mensaje ACK desde el terminal solicitante. En este ejemplo, el terminal solicitante no transmite mensajes de inicio para iniciar la transmisión del posterior paquete de datos de transmisión **806** u **812** desde el

terminal respondedor. En el instante t31 **881**, el terminal respondedor, habiendo recibido el mensaje ACK, interrumpe la transmisión del primer paquete de datos e, inmediatamente a continuación, comienza a transmitir el siguiente paquete de datos de transmisión **806 u 812** separados solamente por una secuencia de sincronización. En el instante t32 **882**, el terminal solicitante, habiendo recibido la secuencia de sincronización, comienza a transmitir mensajes NACK hasta que recibe con éxito el paquete de datos de transmisión **806 u 812**. En el instante t33 **883**, habiendo recibido con éxito el paquete de datos de transmisión **806 u 812**, el terminal solicitante comienza a transmitir los mensajes ACK. En el instante t34 **884**, el terminal respondedor que ha recibido el mensaje ACK interrumpe la transmisión del paquete de datos de transmisión **806 u 812**.

**[0064]** La **FIG. 27C** es otro ejemplo de diagrama de interacción de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y de la secuencia de respuesta de datos de transmisión, donde la longitud de datos de usuario es mayor que el tamaño de paquete de transmisión. En este ejemplo, después de que el primer paquete de datos de transmisión **806 u 812** se solicite a través de mensajes de Inicio transmitidos por el terminal solicitante, los paquetes de datos de transmisión **806 u 812** subsiguientes son transmitidos automáticamente por el terminal respondedor basándose en la recepción del mensaje ACK desde el terminal solicitante. En este ejemplo, el terminal solicitante no transmite mensajes de inicio para iniciar la transmisión del paquete de datos de transmisión **806 u 812** desde el terminal respondedor, ni el terminal solicitante transmite mensajes NACK. En el instante t41 **891**, el terminal respondedor, habiendo recibido el mensaje ACK, interrumpe la transmisión del primer paquete de datos e, inmediatamente a continuación, comienza a transmitir el siguiente paquete de datos de transmisión **806 u 812** separados solamente por una secuencia de sincronización. En el instante t42 **892**, habiendo recibido con éxito el paquete de datos de transmisión **806 u 812**, el terminal solicitante comienza a transmitir los mensajes ACK. Una vez que el terminal respondedor reciba los mensajes ACK, interrumpe la transmisión del paquete de datos de transmisión **806 u 812**.

**[0065]** La **FIG. 27D** es otro ejemplo más de diagrama de interacción de la secuencia de solicitud de datos de transmisión y de la secuencia de respuesta de datos de transmisión, donde la longitud de datos de usuario es mayor que el tamaño de paquete de transmisión. La **FIG. 27D** es una alternativa al diagrama de interacción de ejemplo mostrado en la **FIG. 27B**. En el ejemplo de la **FIG. 27D**, se elimina el intervalo de tiempo en t32 **882** entre el mensaje ACK del terminal solicitante para el primer segmento de datos de usuario **903** y el NACK para el segmento de datos de usuario **902** siguiente. Esto ayuda a mantener la temporización en el terminal respondedor de tal manera que no tendría que volver a sincronizarse con la secuencia de sincronización del terminal solicitante.

**[0066]** Un experto en la técnica reconocerá que los terminales respondedores pueden transmitir automáticamente los paquetes de datos subsiguientes al primer paquete de datos sin transmitir el separador de secuencia de sincronización. En este caso, la secuencia de sincronización se envía una vez antes del primer paquete de datos de transmisión **806 u 812** y, después, al recibir los mensajes ACK, el terminal respondedor transmite automáticamente el paquete de datos subsiguiente sin enviar una sincronización. Un experto en la técnica también reconocerá que un indicador de longitud **910** también podría transmitirse con otros segmentos de datos además del primero.

**[0067]** En los diagramas de interacción divulgados en el presente documento, puede haber condiciones de error que deben ser respondidas y gestionadas de una manera predeterminada. Las siguientes secciones proporcionan ejemplos sobre la gestión de la condición de error correspondiente a los diagramas de interacción divulgados en el presente documento. En cada ejemplo, la condición de error se indica junto con la descripción de respuesta correspondiente. Un experto en la técnica reconocerá que la gestión de errores descrita en el presente documento puede aplicarse igualmente al terminal de origen o de destino en modos de realización tanto unidireccionales como bidireccionales.

**[0068]** Una condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen no detecta un preámbulo de sincronización transmitido. En una respuesta de ejemplo, el terminal de origen retrasa la transmisión del mensaje MSD hasta que se haya detectado un número predeterminado de preámbulos de sincronización.

**[0069]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen detecta incorrectamente un preámbulo de sincronización. En una respuesta de ejemplo, el terminal de origen retrasa la transmisión del mensaje MSD hasta que un número predeterminado de preámbulos de sincronización detectados produzca el mismo desfase de muestra.

**[0070]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen detecta falsamente un preámbulo de sincronización, aunque en realidad no se transmitió ninguno. En una respuesta de ejemplo, el terminal de origen ignora los preámbulos de sincronización falsamente detectados. El terminal de origen sólo activaría la transmisión MSD si un número predeterminado de preámbulos de sincronización detectados producen la misma estimación de desfase de muestra.

**[0071]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de destino no detecta un preámbulo de sincronización transmitido. En una respuesta de ejemplo, el terminal de destino no inicia la decodificación del mensaje MSD, sino que continúa transmitiendo mensajes INICIO para activar el terminal de origen para reiniciar la transmisión MSD después de recibir un número predeterminado de mensajes INICIO (incluyendo la secuencia de preámbulo de sincronización).

5 **[0072]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de destino detecta incorrectamente un preámbulo de sincronización. En una respuesta de ejemplo, el terminal de destino decodifica incorrectamente los datos MSD recibidos en todas las versiones de redundancia. Basándose en los datos incorrectamente decodificados, el terminal de destino puede reiniciar la transmisión MSD enviando mensajes INICIO al terminal de origen.

10 **[0073]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de destino detecta falsamente un preámbulo de sincronización aunque en realidad no se transmitió ninguno. No hay respuesta ya que la probabilidad de que esto suceda es muy baja. El terminal de destino no inicia la supervisión de su señal recibida hasta que espera un preámbulo de sincronización desde el terminal de origen.

15 **[0074]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen malinterpreta un mensaje INICIO como un mensaje NACK. En una respuesta de ejemplo, si la transmisión MSD no ha comenzado, el terminal de origen retrasa la transmisión MSD hasta que recibe un mensaje INICIO. En otra respuesta de ejemplo, si la transmisión de MSD está en curso, el terminal de origen retrasa la reinicialización de la transmisión.

20 **[0075]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen malinterpreta un mensaje INICIO como un mensaje ACK. En una respuesta de ejemplo, si la transmisión MSD no ha comenzado, el terminal de origen ignora cualquier mensaje ACK. En otra respuesta de ejemplo, el terminal de origen ignora el ACK si los mensajes anteriores han sido interpretados como un mensaje INICIO. En otra respuesta de ejemplo, si los mensajes anteriores eran mensajes NACK, el terminal de origen se pone en espera y termina la transmisión MSD si el siguiente mensaje también se interpreta como un ACK. En otra respuesta de ejemplo, si el mensaje anterior se ha interpretado como un ACK, el terminal de origen termina la transmisión de MSD erróneamente. La probabilidad de este suceso es baja; sin embargo, si se produce, el terminal de destino puede reiniciar la transmisión nuevamente enviando una solicitud con mensajes INICIO.

30 **[0076]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen malinterpreta un mensaje NACK como un mensaje INICIO. En una respuesta de ejemplo, un solo NACK que se interpreta como un INICIO no tiene ningún efecto en la transmisión MSD. En otra respuesta de ejemplo, una serie de mensajes NACK que se interpretan todos como mensajes INICIO puede hacer que el terminal de origen reinicie el MSD. El terminal de destino no esperaría esto y fallaría al recibir los datos entrantes, realizando esto mediante datos incorrectamente decodificados. Basándose en los datos incorrectamente decodificados, el terminal de destino puede solicitar al terminal de origen que reinicie la transmisión enviando mensajes INICIO.

35 **[0077]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen malinterpreta un mensaje NACK como un mensaje ACK. En una respuesta de ejemplo, si el mensaje anterior ha sido interpretado como un mensaje INICIO, el terminal de origen ignora cualquier mensaje ACK. En otra respuesta de ejemplo, si el mensaje anterior se ha interpretado como un mensaje NACK, el terminal de origen espera otro ACK. Si el siguiente mensaje no es otro ACK, se ignora el ACK actual. En otra respuesta de ejemplo, si el mensaje anterior también se ha detectado erróneamente como un mensaje ACK, el terminal de origen puede terminar la transmisión MSD aunque el terminal de destino no haya recibido todavía los MSD correctamente. La probabilidad de este suceso es baja; sin embargo, si se produce, el terminal de destino puede reiniciar la transmisión nuevamente enviando una solicitud con mensajes INICIO.

40 **[0078]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen malinterpreta un mensaje NACK como un mensaje ACK. En una respuesta de ejemplo, si el mensaje anterior ha sido interpretado como un mensaje INICIO, el terminal de origen ignora cualquier mensaje ACK. En otra respuesta de ejemplo, si el mensaje anterior se ha interpretado como un mensaje NACK, el terminal de origen espera otro ACK. Si el siguiente mensaje no es otro ACK, se ignora el ACK actual. En otra respuesta de ejemplo, si el mensaje anterior también se ha detectado erróneamente como un mensaje ACK, el terminal de origen puede terminar la transmisión MSD aunque el terminal de destino no haya recibido todavía los MSD correctamente. La probabilidad de este suceso es baja; sin embargo, si se produce, el terminal de destino puede reiniciar la transmisión nuevamente enviando una solicitud con mensajes INICIO.

45 **[0079]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen malinterpreta un mensaje ACK como un mensaje INICIO. En una respuesta de ejemplo, el terminal de origen no anularía la transmisión de versiones de redundancia adicionales de los MSD, puesto que la condición de anulación usual es la recepción de un número predeterminado de mensajes ACK. Si más mensajes subsiguientes son interpretados como mensajes INICIO, el terminal de origen puede reiniciar la transmisión MSD. Finalmente, el terminal de destino dejaría de transmitir mensajes. El terminal de origen determinaría finalmente que el terminal de destino ya no está transmitiendo tramas de sincronización y se restablece a sí mismo, impidiendo así transmisiones adicionales.

50 **[0080]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen malinterpreta un mensaje ACK como un mensaje NACK. En una respuesta de ejemplo, el terminal de origen continuaría transmitiendo versiones de redundancia hasta que los mensajes ACK se detecten correctamente. Finalmente, el terminal de destino dejaría de transmitir mensajes. El terminal de origen determinaría finalmente que el terminal de destino ya no está transmitiendo tramas de sincronización y se restablece a sí mismo, impidiendo así transmisiones adicionales.

55 **[0080]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de origen determina que un mensaje recibido no es fiable. En una respuesta de ejemplo, si los mensajes recibidos son mensajes de INICIO, el terminal de origen continúa contando los mensajes no fiables pero con un factor de ponderación menor que si los mensajes se recibieran con una determinación fiable. La posterior activación de un evento según el recuento de mensajes recibidos requerirá un número predeterminado mayor de mensajes no fiables recibidos en comparación a que si los mensajes se recibieran con una determinación fiable. En otra respuesta de ejemplo, si los mensajes no fiables recibidos son mensajes NACK o mensajes ACK, el terminal de origen puede ignorar los mensajes.

60

65

**[0081]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de destino es incapaz de detectar los MSD transmitidos debido al ruido u otras distorsiones de canal. En una respuesta de ejemplo, después de intentar decodificar un número predeterminado de versiones de redundancia, el terminal de destino puede solicitar al terminal de origen que reinicie la transmisión enviando mensajes INICIO. En la transmisión reiniciada, el terminal de origen puede utilizar el modulador robusto, que es menos propenso al ruido y otras distorsiones de canal.

**[0082]** Otra condición de error de ejemplo se produce cuando el terminal de destino no puede evaluar la señal de activación correctamente. En una respuesta de ejemplo, si el terminal de destino considera que la detección de señal de activación no es fiable, elige el modo de modulación rápido (o normal) para la primera prueba de demodulación de los datos MSD. Para cualquier otro conjunto de un número predeterminado de versiones de redundancia recibidas de los datos MSD, el terminal de destino puede utilizar el modo de modulación robusto para demodular los datos.

**[0083]** Por lo tanto, en el presente documento se divulgan un aparato y procedimiento de transmisión de forma fiable y eficiente de datos en banda a través de un códec de voz en un sistema de comunicación inalámbrica. Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden representarse usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits y los símbolos que puedan haberse mencionado a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos. Además, aunque los modos de realización se describen principalmente en lo que respecta a un sistema de comunicación inalámbrica, las técnicas descritas pueden aplicarse a otros sistemas de comunicación de datos en banda que son fijos (no portátiles) o no implican un canal inalámbrico.

**[0084]** Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos junto con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, se han descrito anteriormente en general diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos en lo que respecta a su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de formas distintas para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que tales decisiones de implementación suponen una salida del alcance de la presente invención.

**[0085]** Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos junto con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de uso general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una matriz de puertas programables por campo (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistor o puertas discretas, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

**[0086]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CDROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento está acoplado con el procesador de modo que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

**[0087]** La anterior descripción de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente invención. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la presente invención. Por tanto, la presente invención no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le concede el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas divulgados en el presente documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de sincronización de una pluralidad de tramas no de voz a través de un códec de voz, que comprende:
  - 5           generar una secuencia predeterminada usando una pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio, en el que la secuencia predeterminada tiene características de tipo ruido y en el que la secuencia predeterminada comprende patrones de bits para su uso en la generación de picos de correlación que proporcionan la secuencia predeterminada con una solidez a errores de trama de voz; y
  - 10          enviar la secuencia predeterminada a través de un códec de voz, en el que la secuencia predeterminada se usa como sincronización de trama para las tramas no de voz, en el que el inicio de los límites de las tramas no de voz de las tramas no de voz depende al menos de una distancia desde un desfase de tiempo dentro de la secuencia predeterminada a una instancia de tiempo de referencia.
  - 15           2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la secuencia predeterminada se genera concatenando la pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio.
  - 20           3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la secuencia predeterminada se genera concatenando la pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio con una pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio sumadas y solapadas.
  - 25           4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la secuencia predeterminada comprende muestras, y cada muestra está separada por al menos una muestra de valor binario 0.
  - 30           5. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que al menos una de las secuencias de ruido pseudoaleatorio está invertida.
  - 35           6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además generar una señal de activación antes de la secuencia predeterminada para prohibir que un elemento codificador de vocodificador entre en un estado inactivo.
  - 40           7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la señal de activación es una señal sinusoidal.
  - 45           8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el estado inactivo es un estado de transmisión discontinua.
  - 50           9. El método de la reivindicación 6, en el que el estado inactivo es la velocidad de transmisión más baja en un conjunto de velocidades de transmisión.
  - 55           10. Una memoria que almacena un programa informático que, cuando se ejecuta por un ordenador, hace que el ordenador realice los actos de:
    - 45           generar una secuencia predeterminada usando una pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio, en el que la secuencia predeterminada tiene características de tipo ruido y en el que la secuencia predeterminada comprende patrones de bits para su uso en la generación de picos de correlación que proporcionan la secuencia predeterminada con una solidez a errores de trama de voz; y
    - 50           enviar la secuencia predeterminada a través de un códec de voz, en el que la secuencia predeterminada se usa como sincronización de trama para una pluralidad de tramas no de voz, en el que el inicio de los límites de las tramas no de voz de las tramas no de voz depende al menos de una distancia desde un desfase de tiempo dentro de la secuencia predeterminada a una instancia de tiempo de referencia.
  - 60           11. Un aparato que comprende:
    - 60           medios para generar una secuencia predeterminada usando una pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio, en el que la secuencia predeterminada tiene características de tipo ruido y en el que la secuencia predeterminada comprende patrones de bits para su uso en la generación de picos de correlación que proporcionan la secuencia predeterminada con una solidez a errores de trama de voz; y
    - 60           medios para enviar la secuencia predeterminada a través de un código de voz, en el que la secuencia predeterminada se usa como sincronización de trama para una pluralidad de tramas no de voz,

en el que el inicio de los límites de las tramas no de voz de las tramas no de voz depende al menos de una distancia desde un desfase de tiempo dentro de la secuencia predeterminada a una instancia de tiempo de referencia.

- 5     **12.** El aparato de la reivindicación 11, en el que la secuencia predeterminada se genera concatenando la pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio.
- 10     **13.** El aparato de la reivindicación 11, en el que la secuencia predeterminada se genera concatenando la pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio con una pluralidad de secuencias de ruido pseudoaleatorio sumadas y solapadas.
- 15     **14.** El aparato de la reivindicación 11, en el que cada muestra de la secuencia predeterminada está separada por al menos una muestra de valor binario 0.
- 20     **15.** El aparato de la reivindicación 14, en el que al menos una de las secuencias de ruido pseudoaleatorio está invertida.
- 16.** El aparato de la reivindicación 11, en el que los medios para la generación están configurados además para generar una señal de activación antes de la secuencia predeterminada para prohibir que un elemento codificador de vocodificador entre en un estado inactivo.
- 25     **17.** El aparato de la reivindicación 16, en el que la señal de activación es una señal sinusoidal.
- 18.** El aparato de la reivindicación 16, en el que el estado inactivo es un estado de transmisión discontinua.
- 19.** El aparato de la reivindicación 16, en el que el estado inactivo es la velocidad de transmisión más baja en un conjunto de velocidades de transmisión.



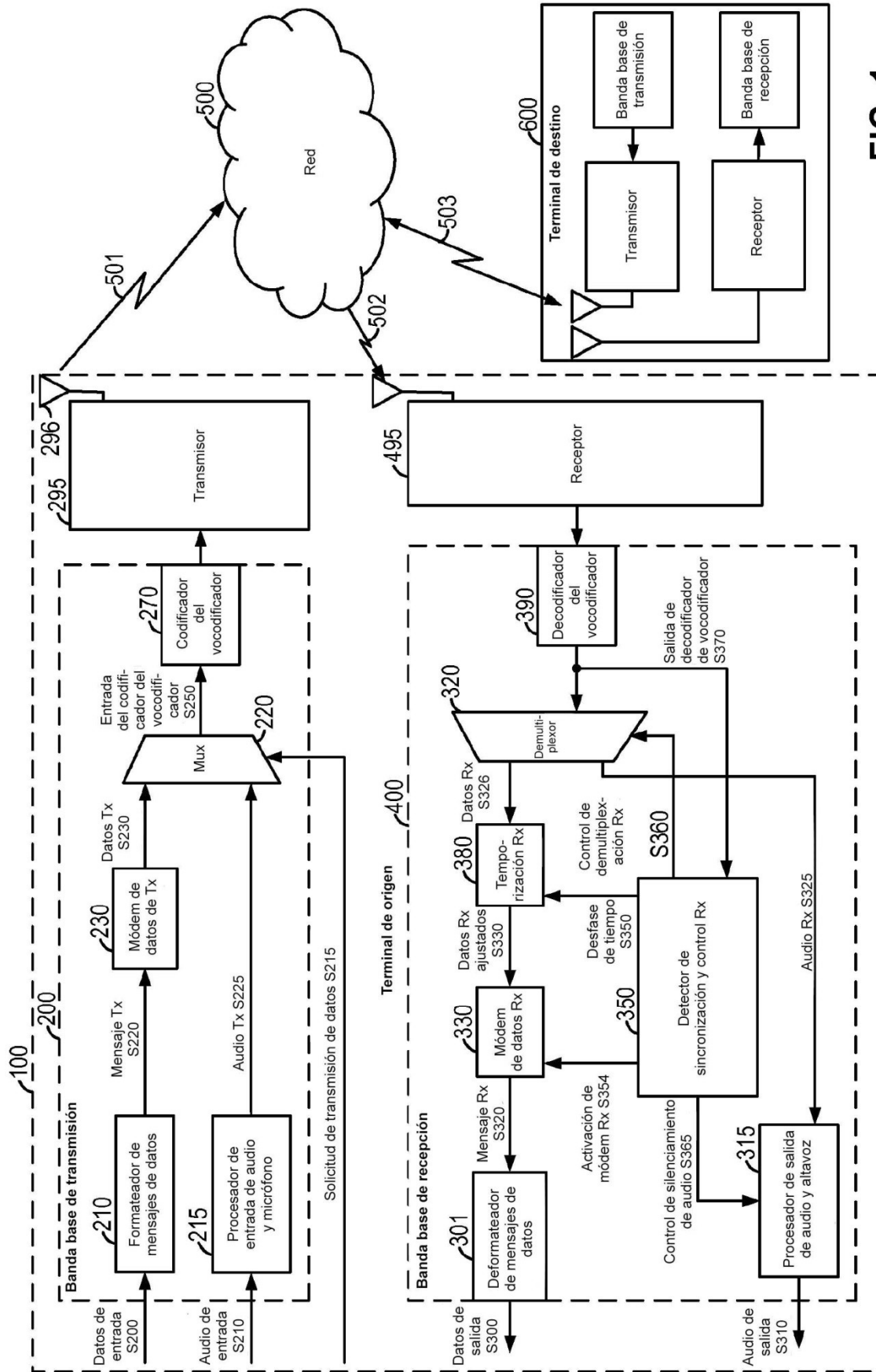


FIG. 1

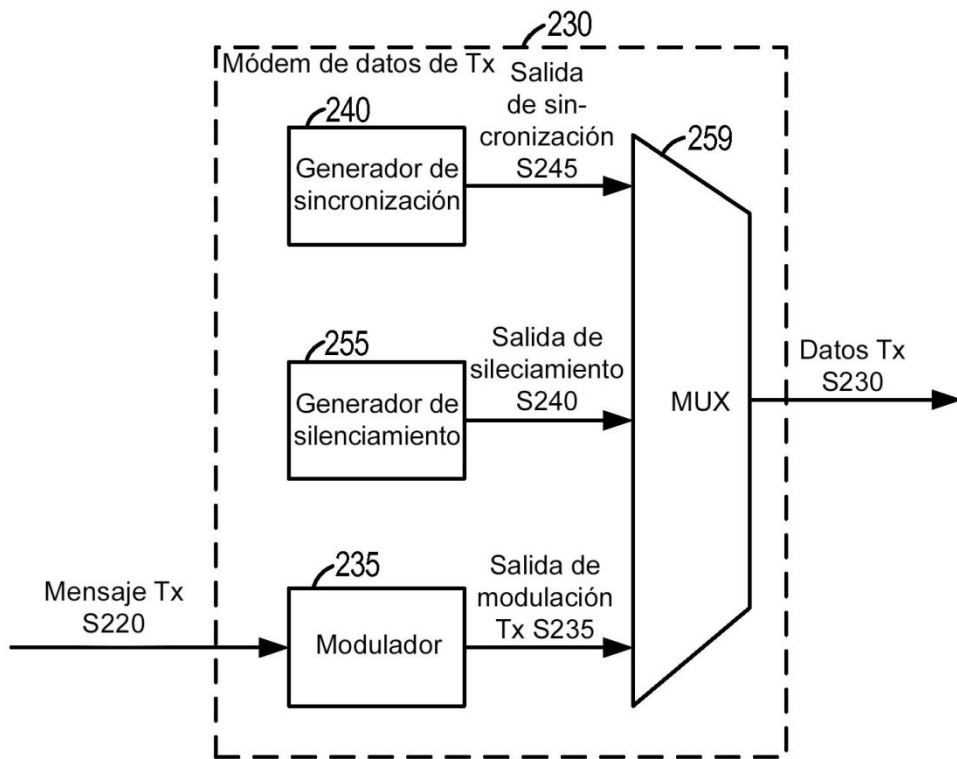


FIG. 2

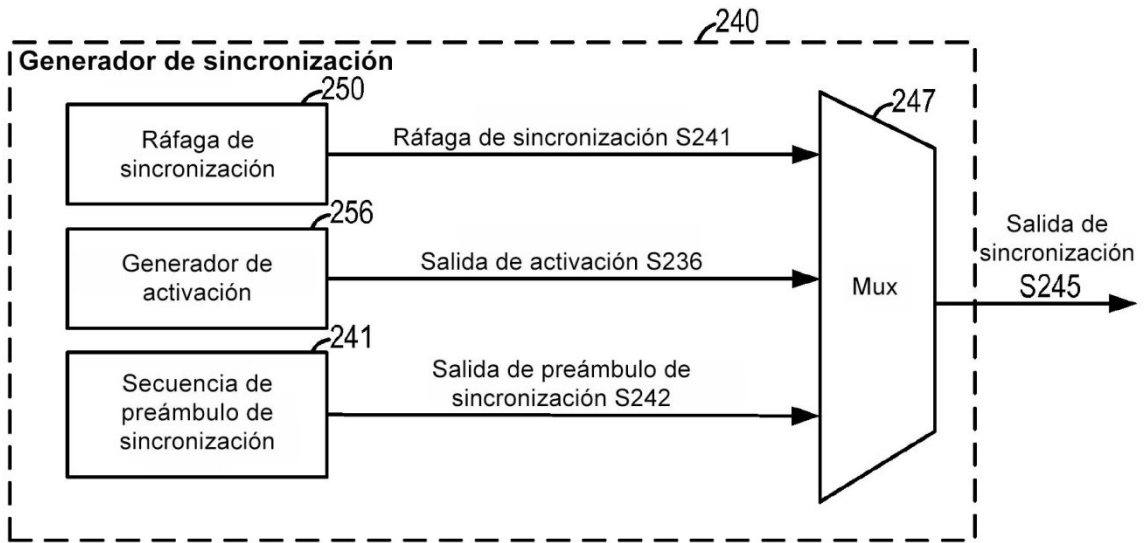


FIG. 3A

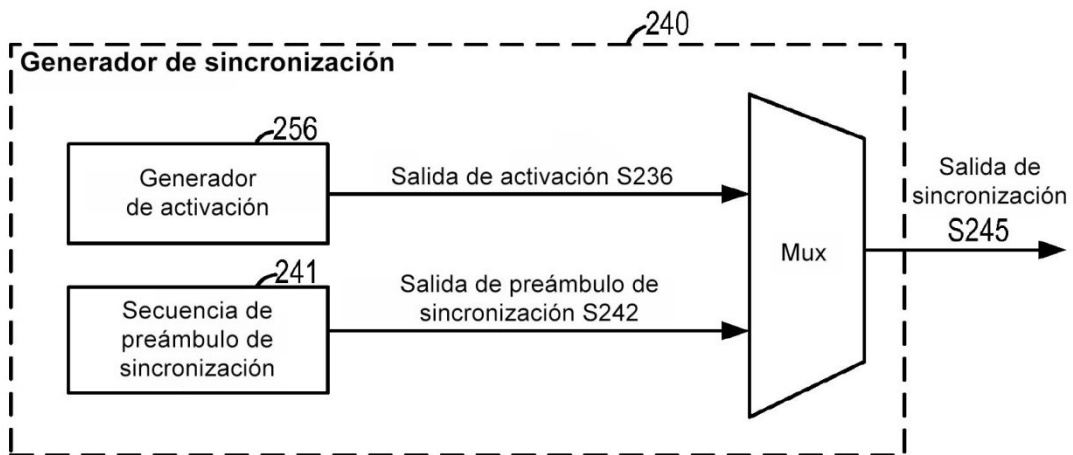


FIG. 3B

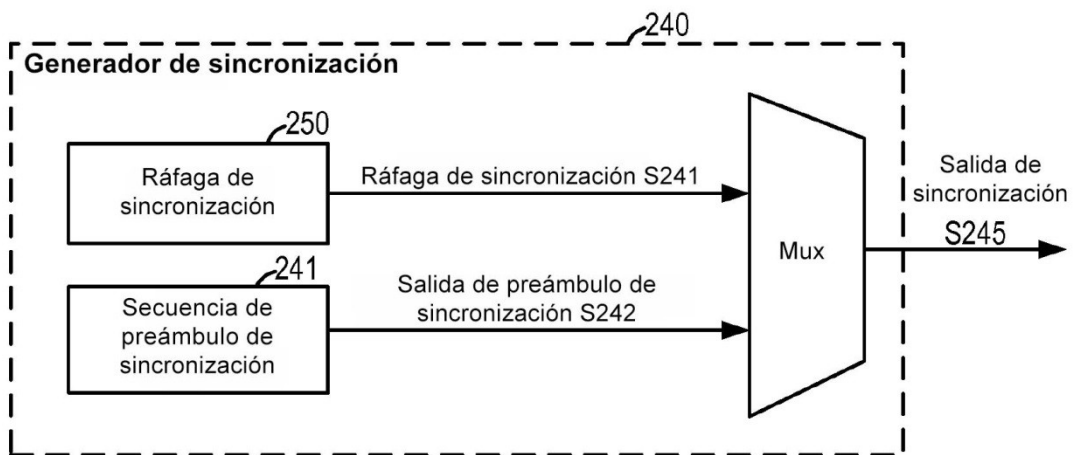


FIG. 3C

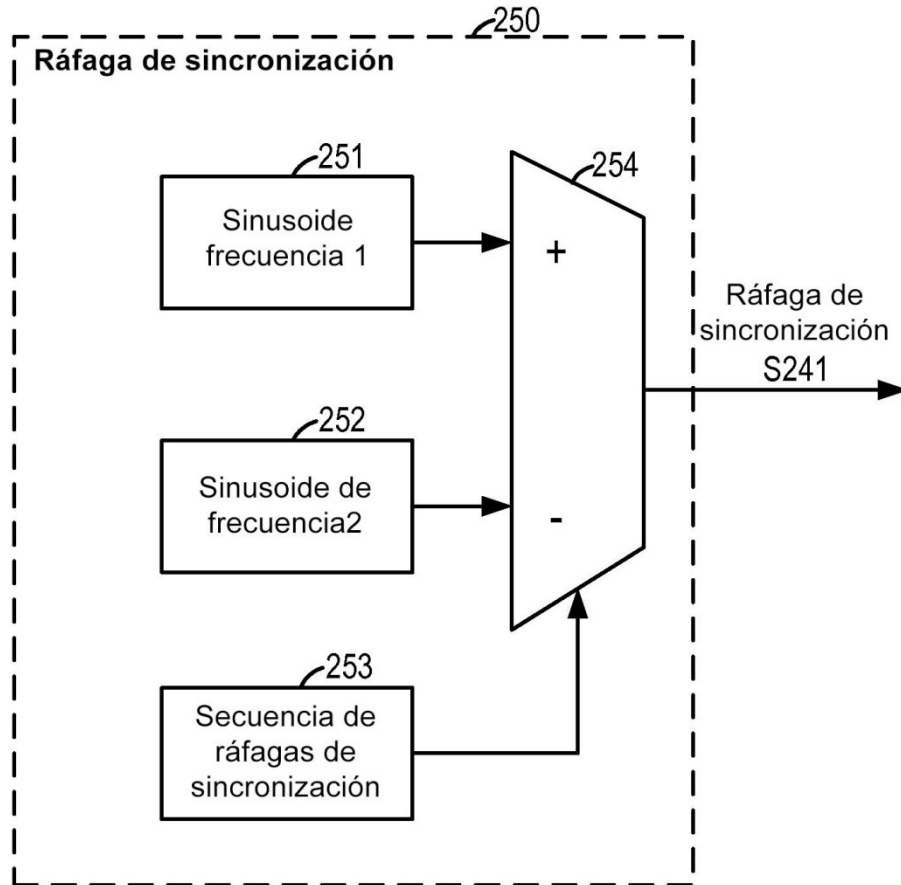


FIG. 4

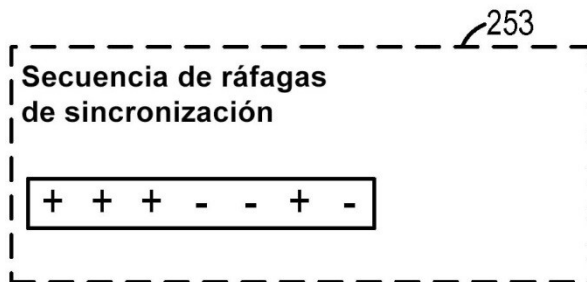
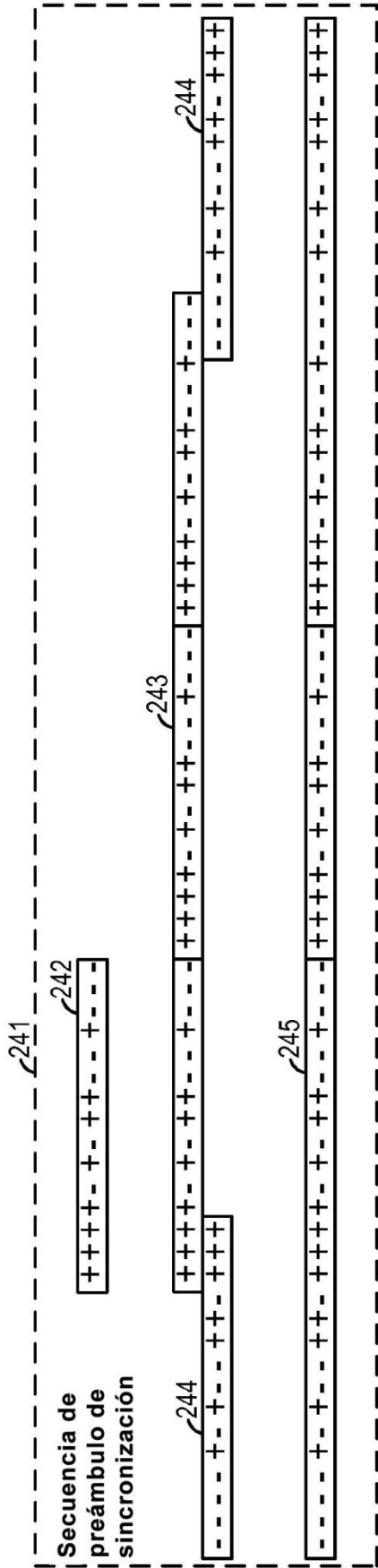
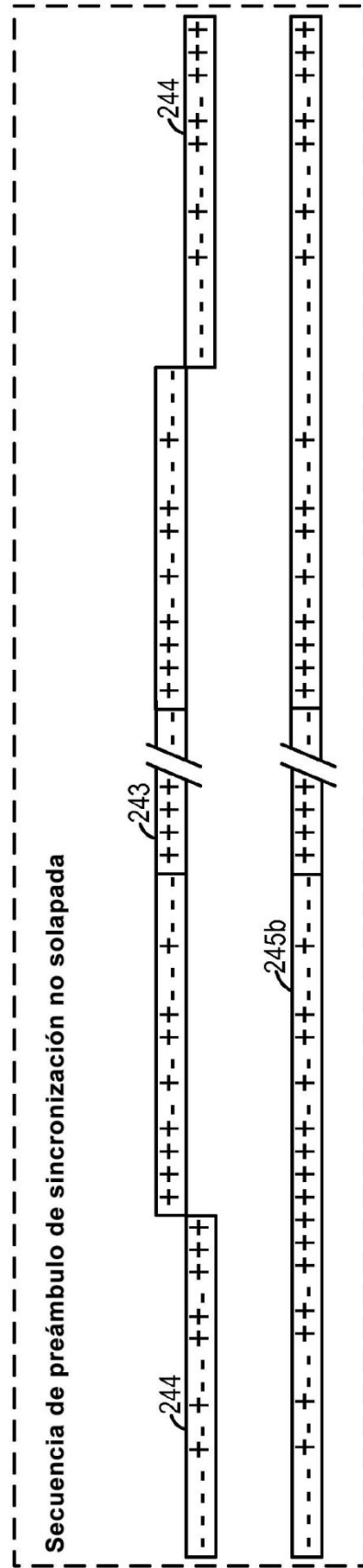


FIG. 5



**FIG. 6A**



**FIG. 6B**

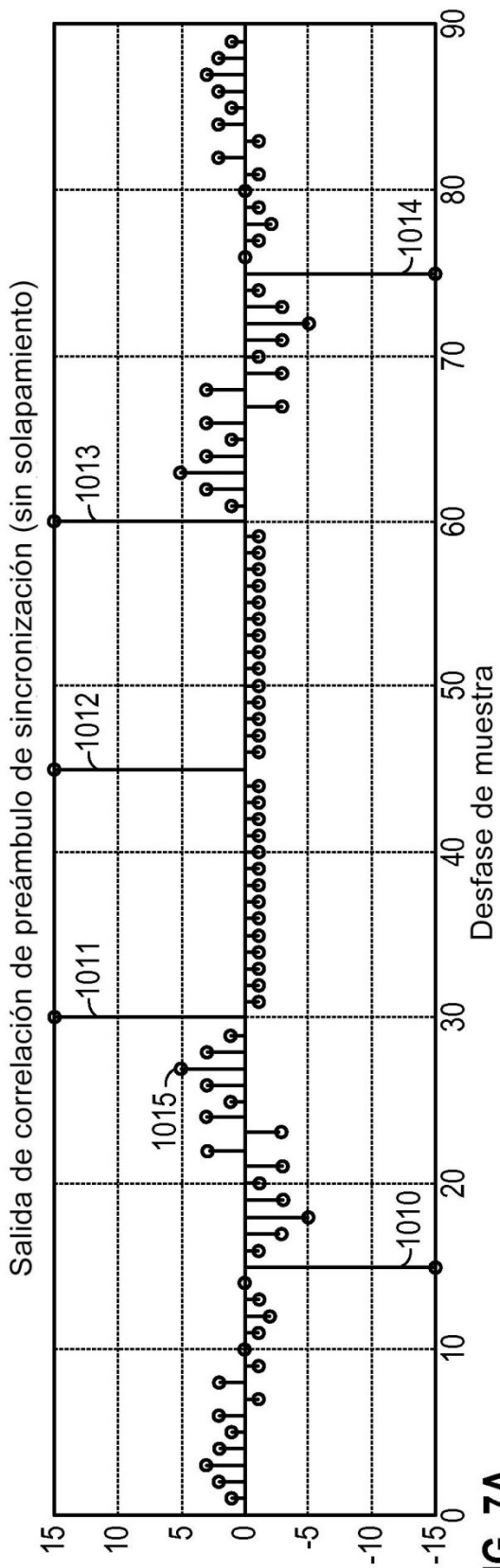


FIG. 7A

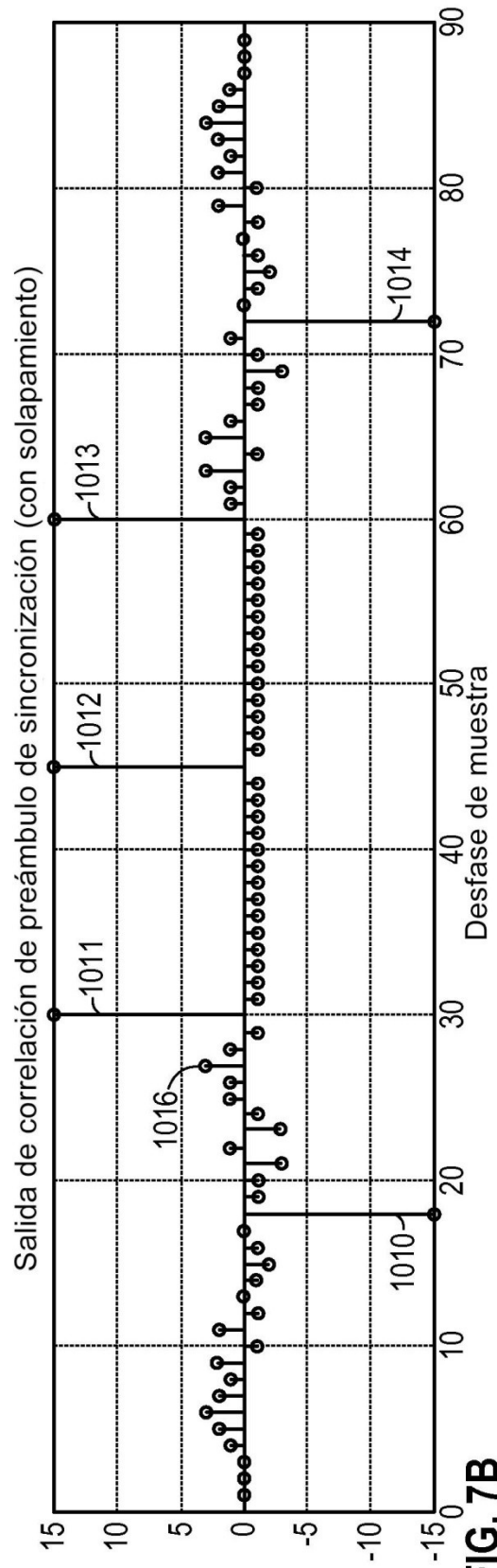


FIG. 7B

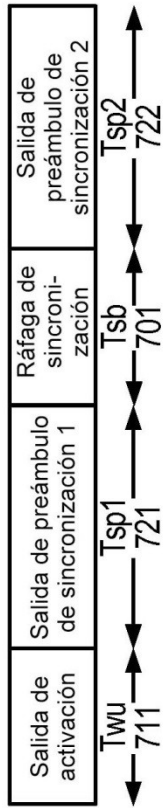


FIG. 8C

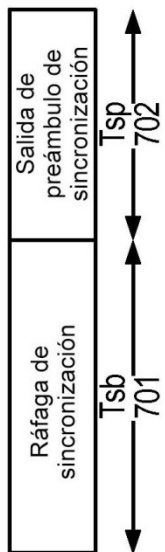


FIG. 8A

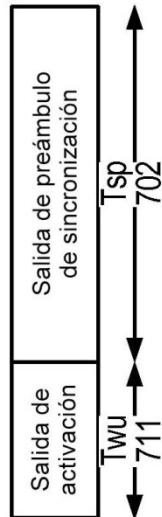


FIG. 8B



FIG. 9

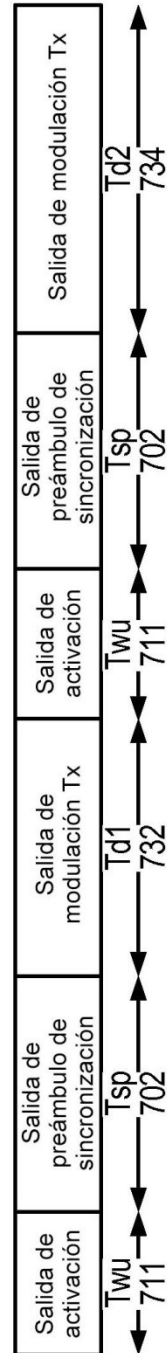


FIG. 10

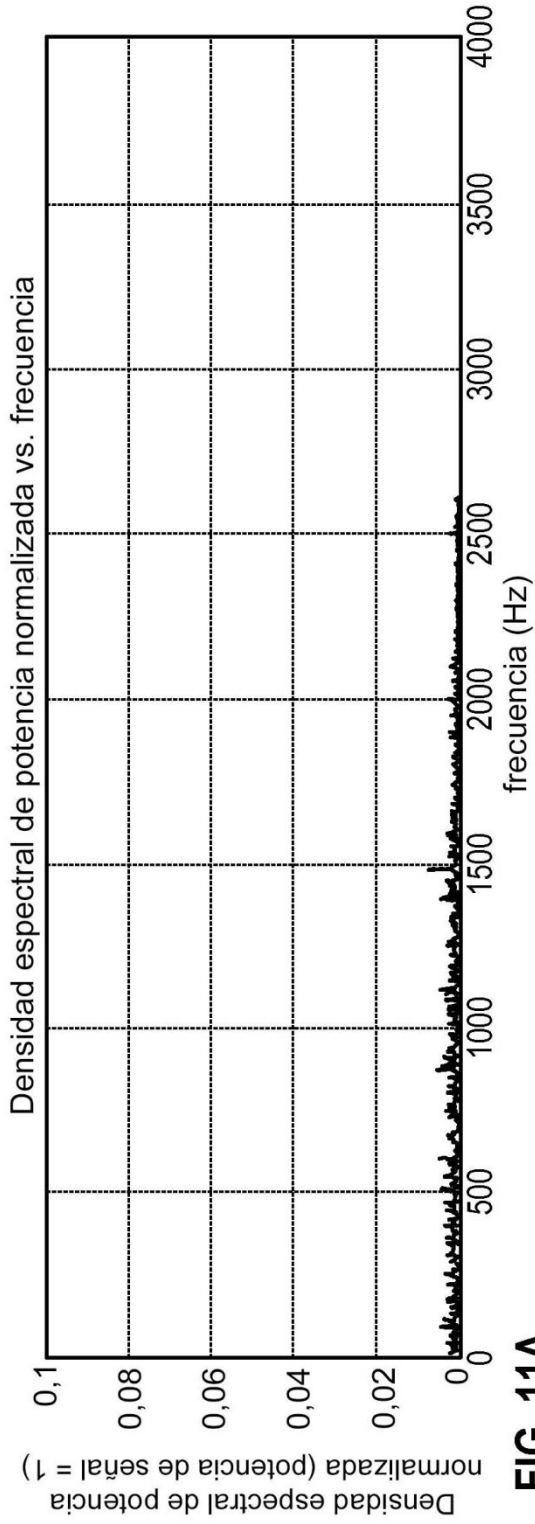


FIG. 11A

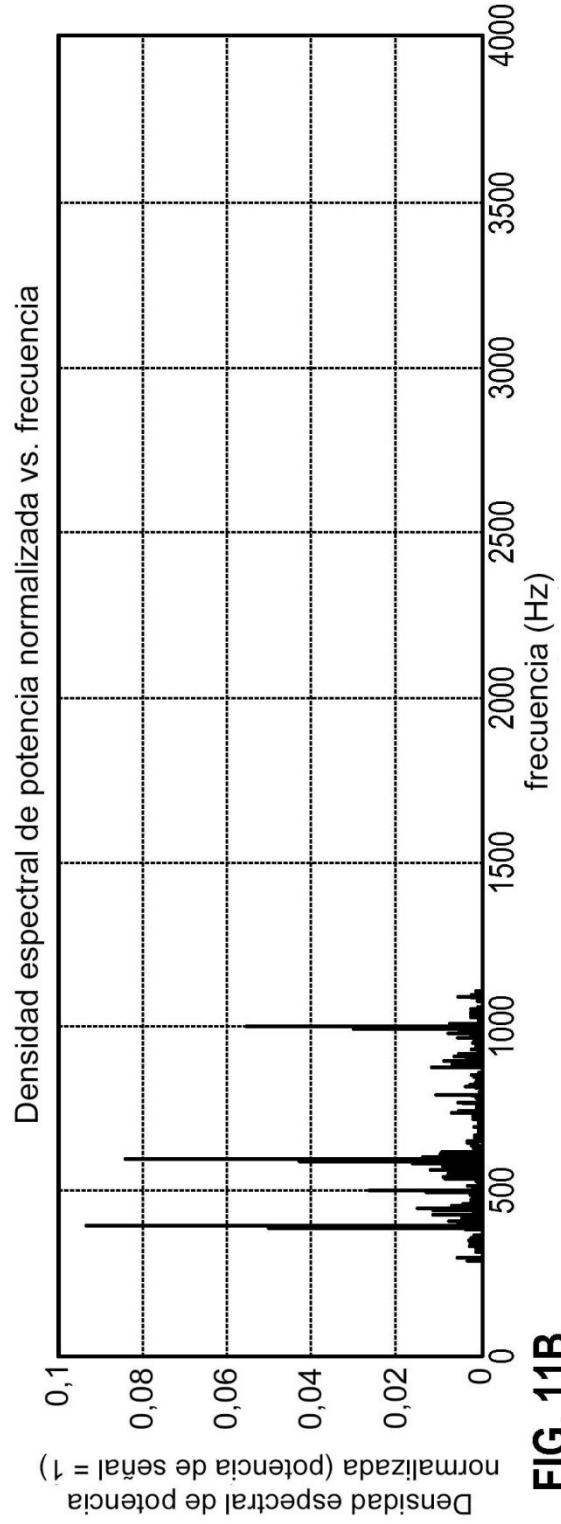


FIG. 11B



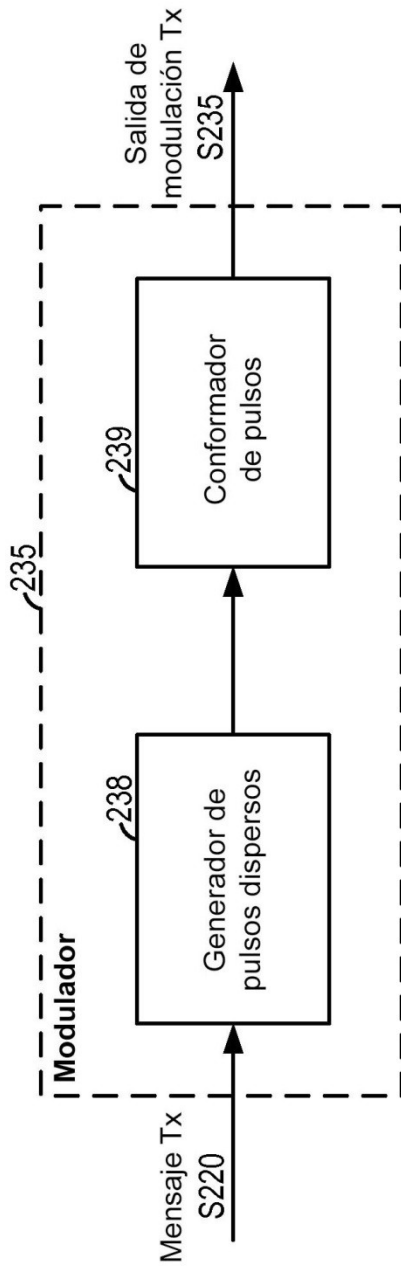


FIG. 12

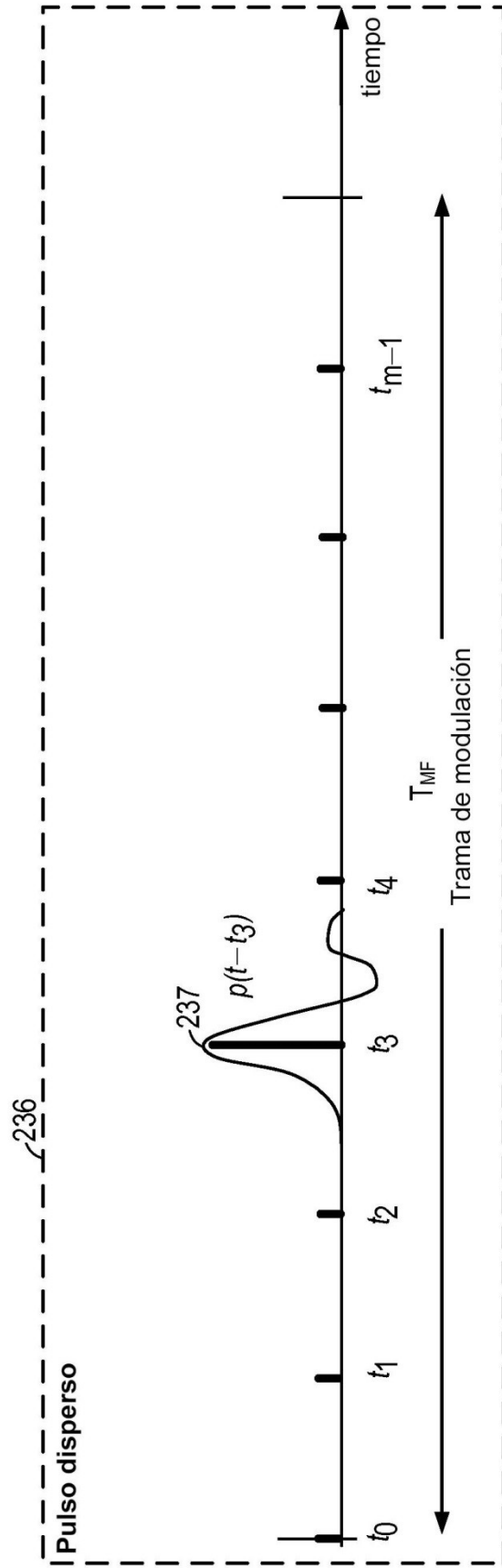
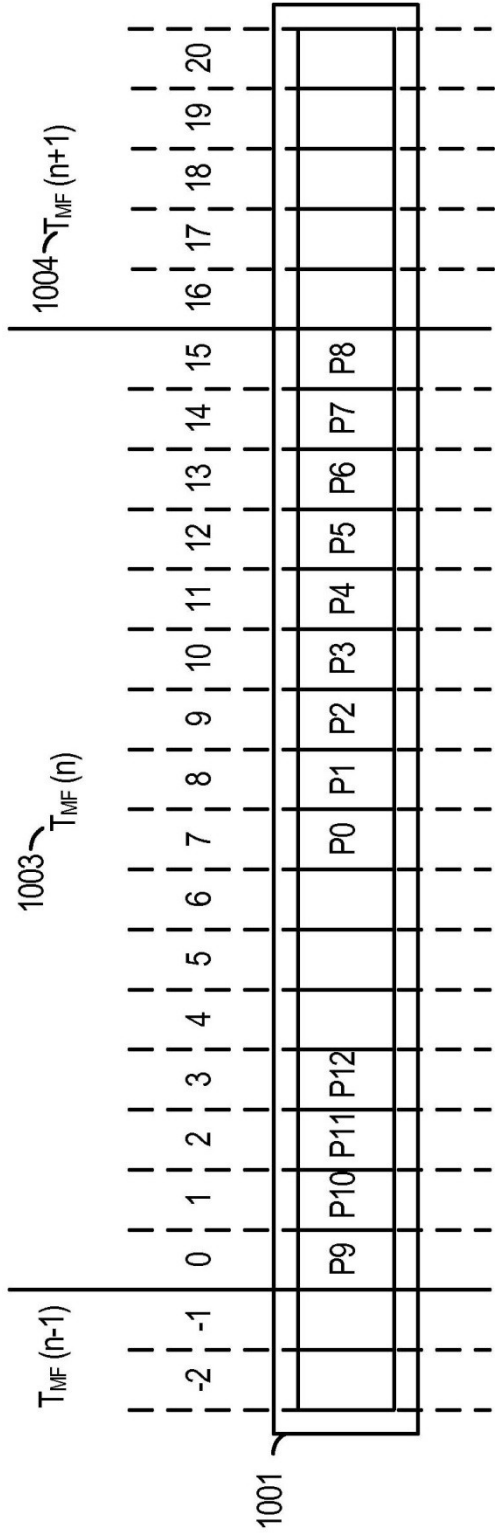
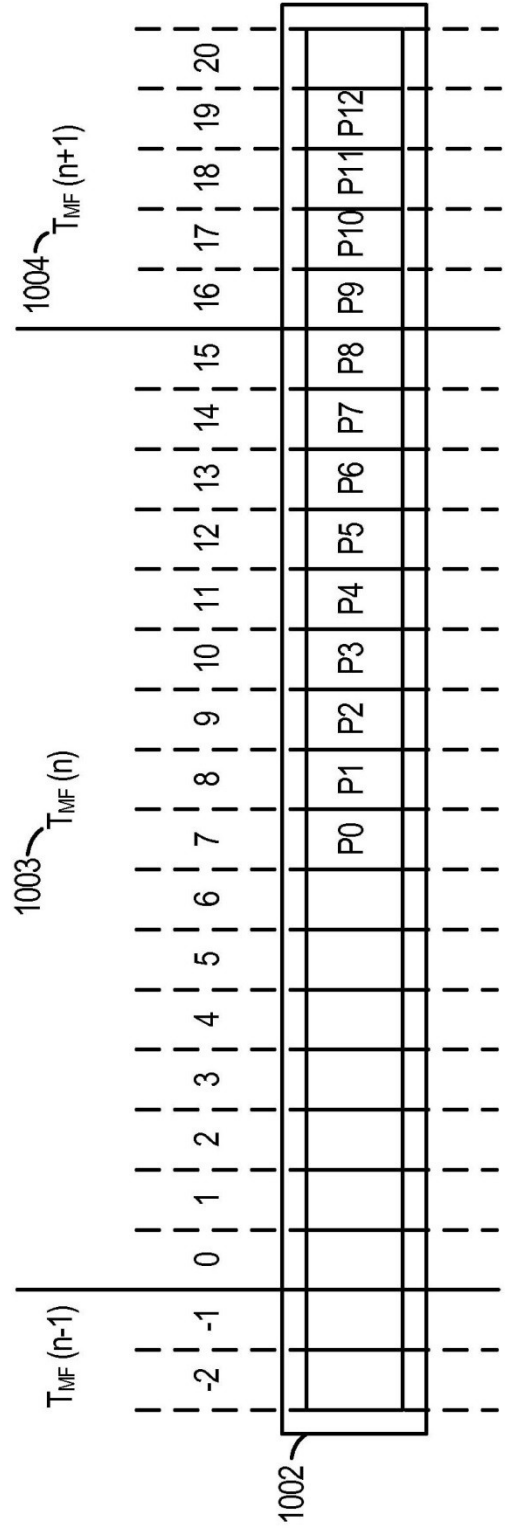


FIG. 13



**FIG. 14A**



**FIG. 14B**

TÉCNICA ANTERIOR

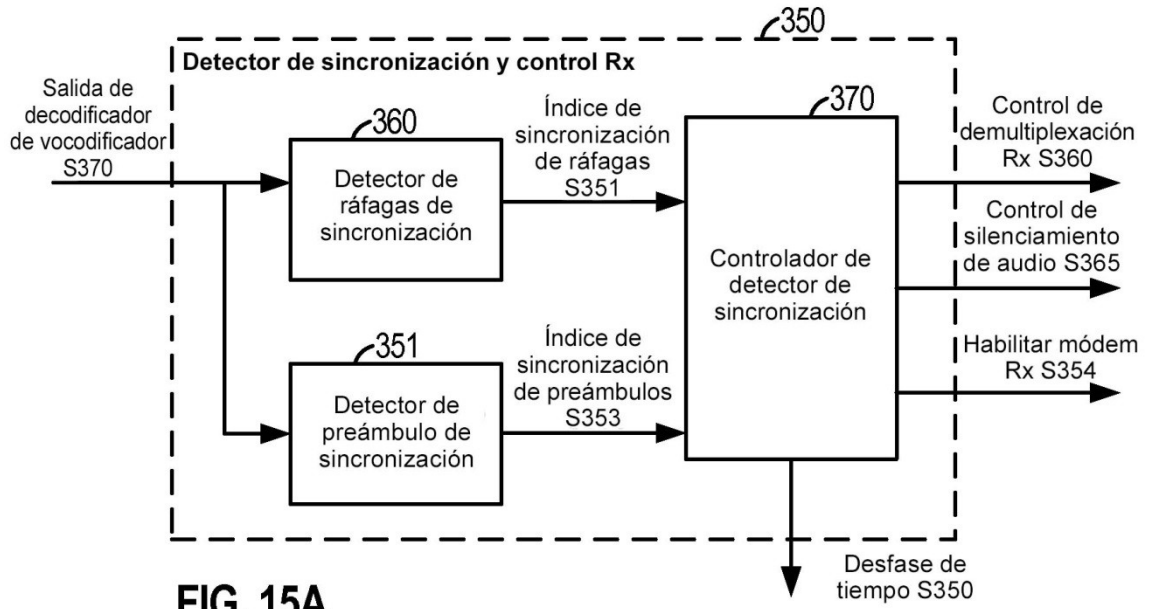


FIG. 15A

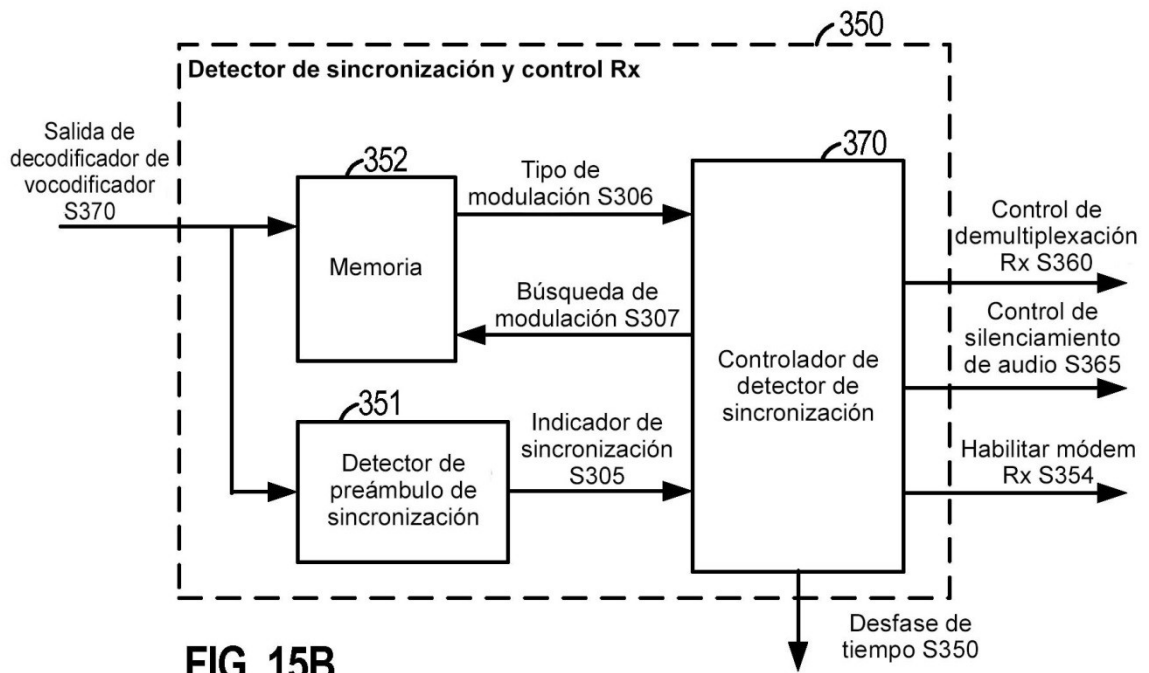


FIG. 15B

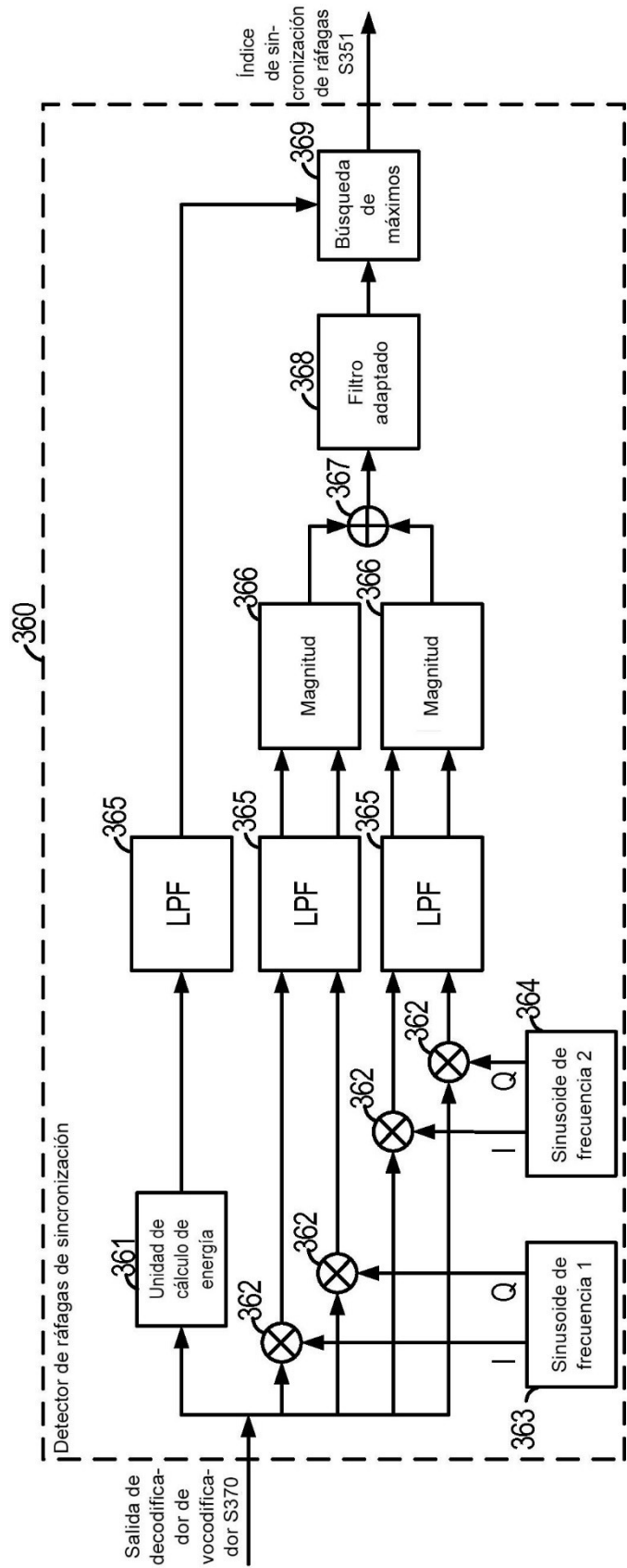


FIG. 16

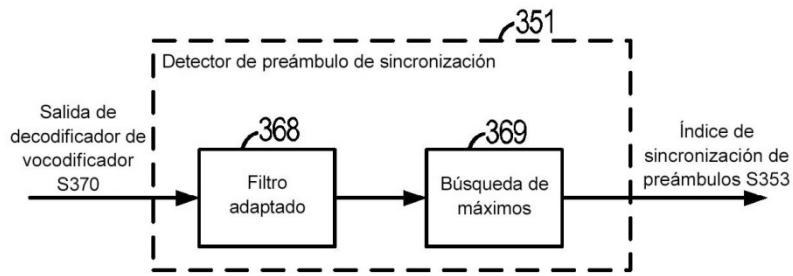


FIG. 17A

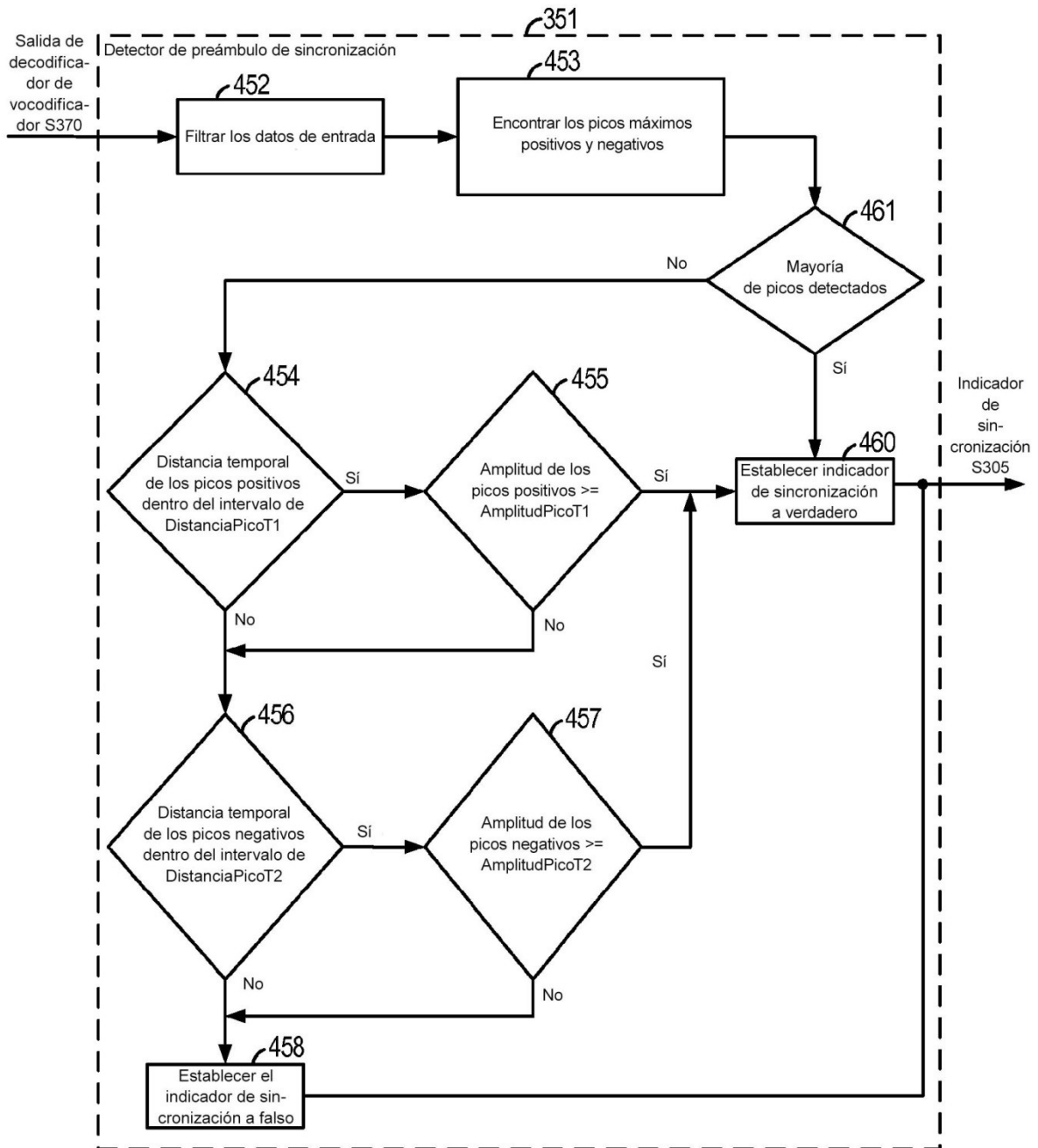


FIG. 17B

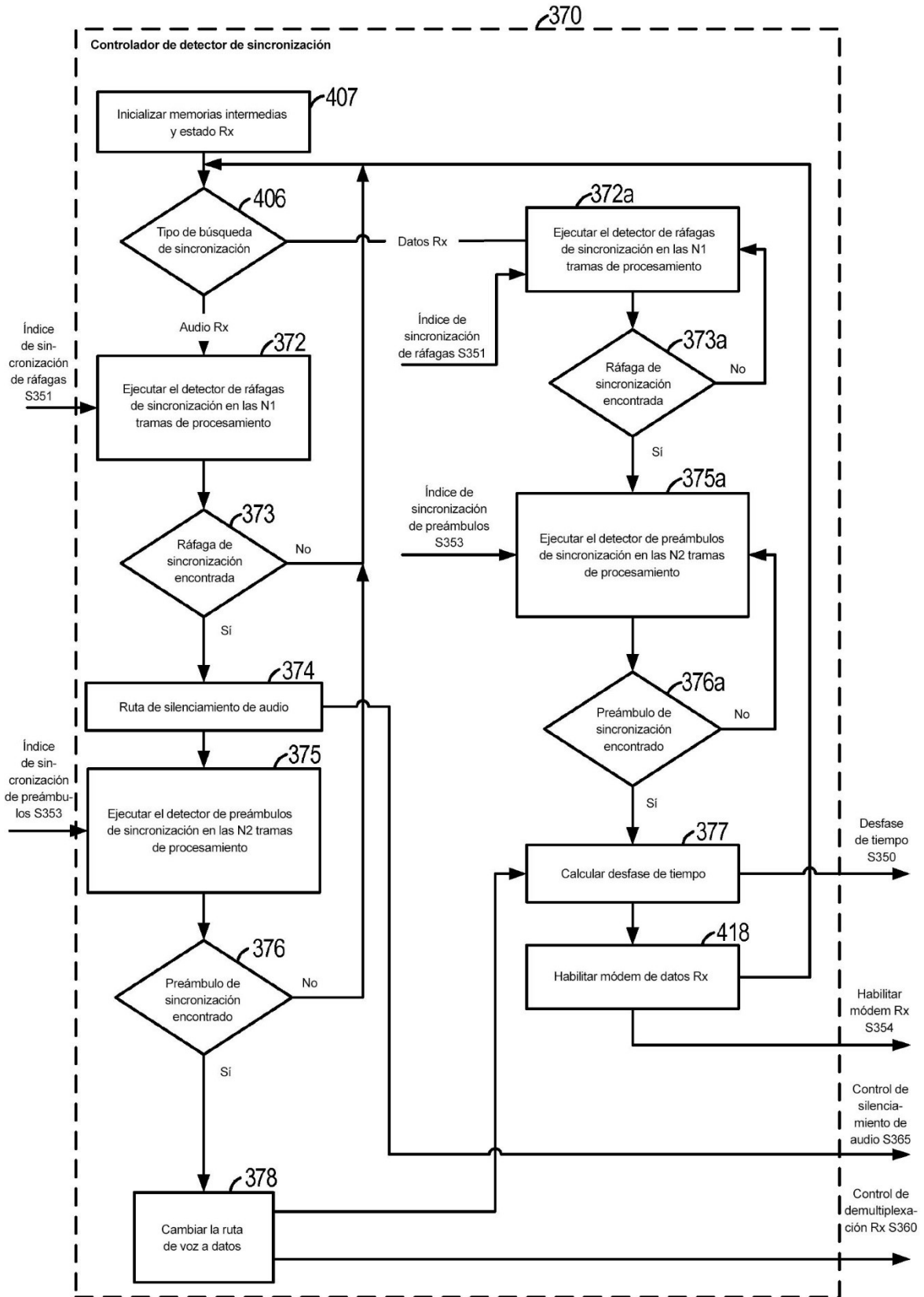


FIG. 18A

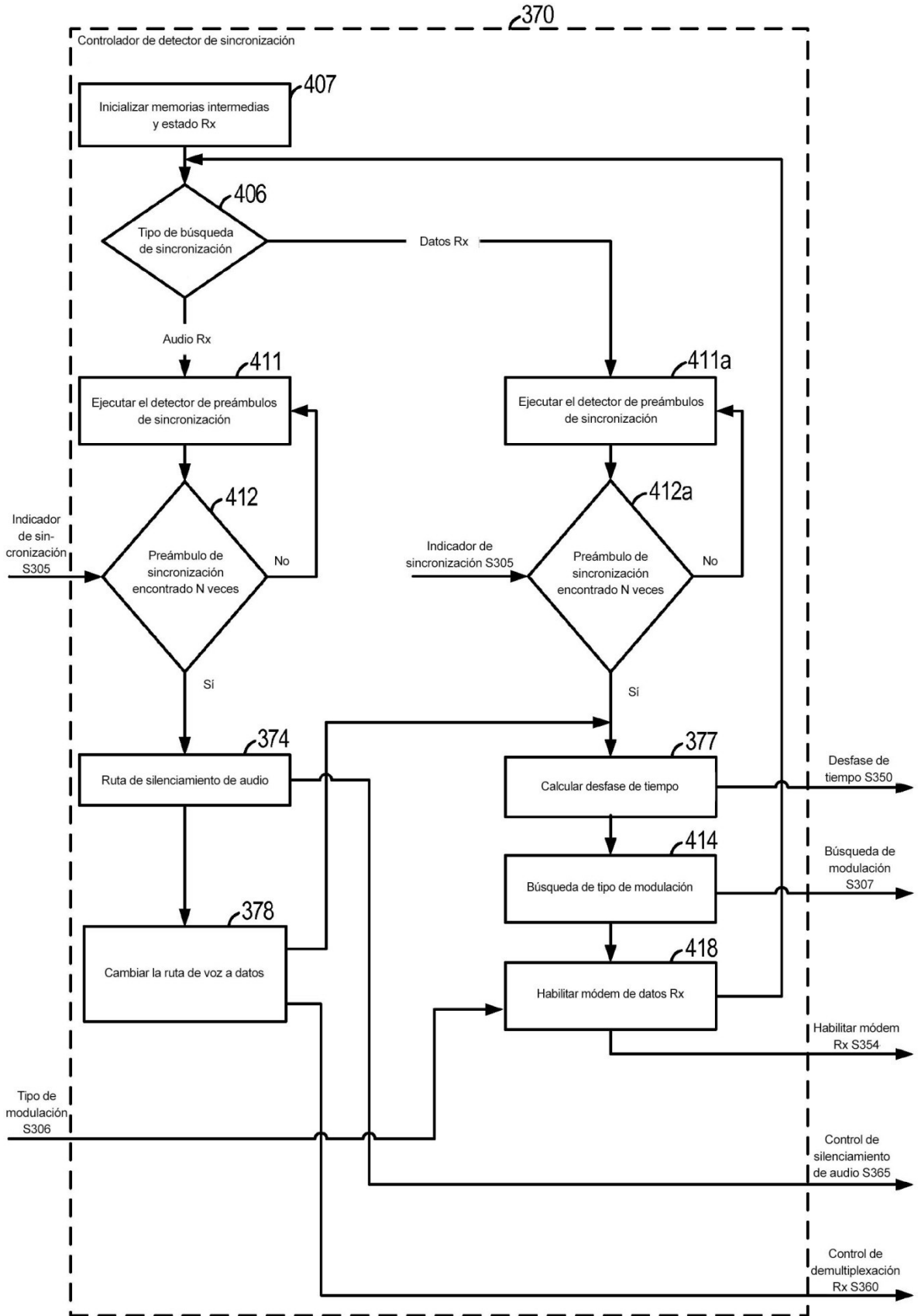
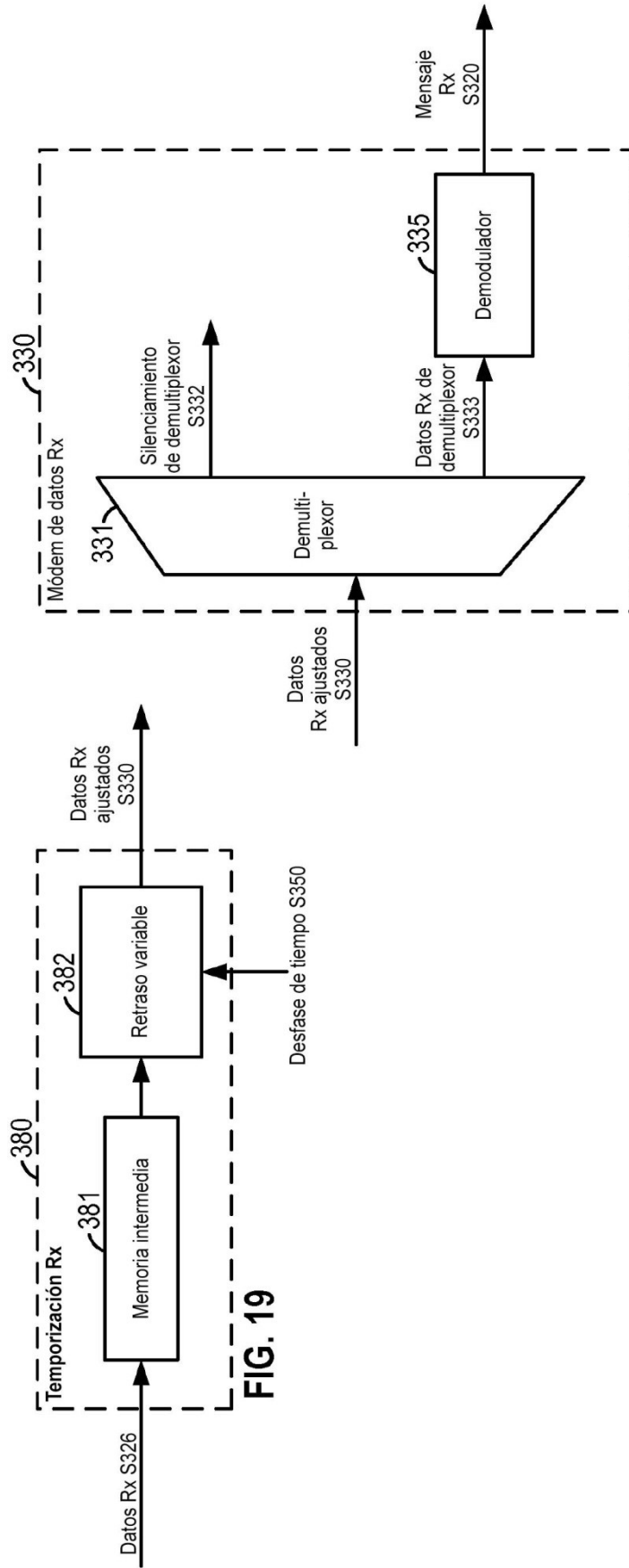


FIG. 18B





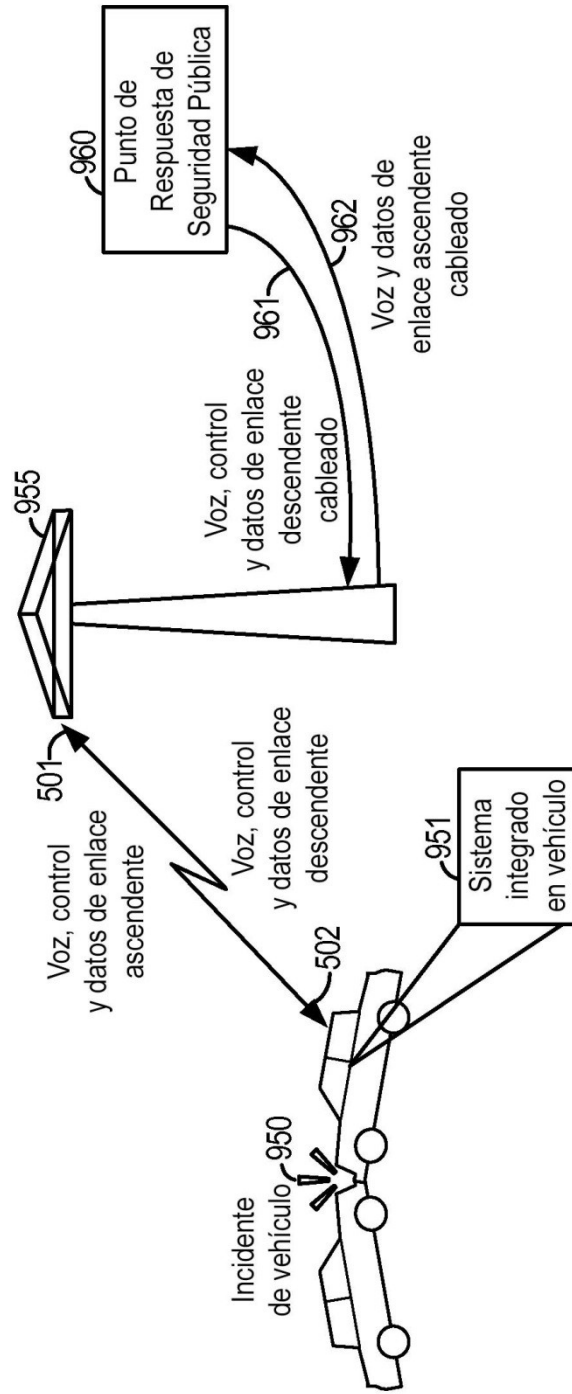


FIG. 21

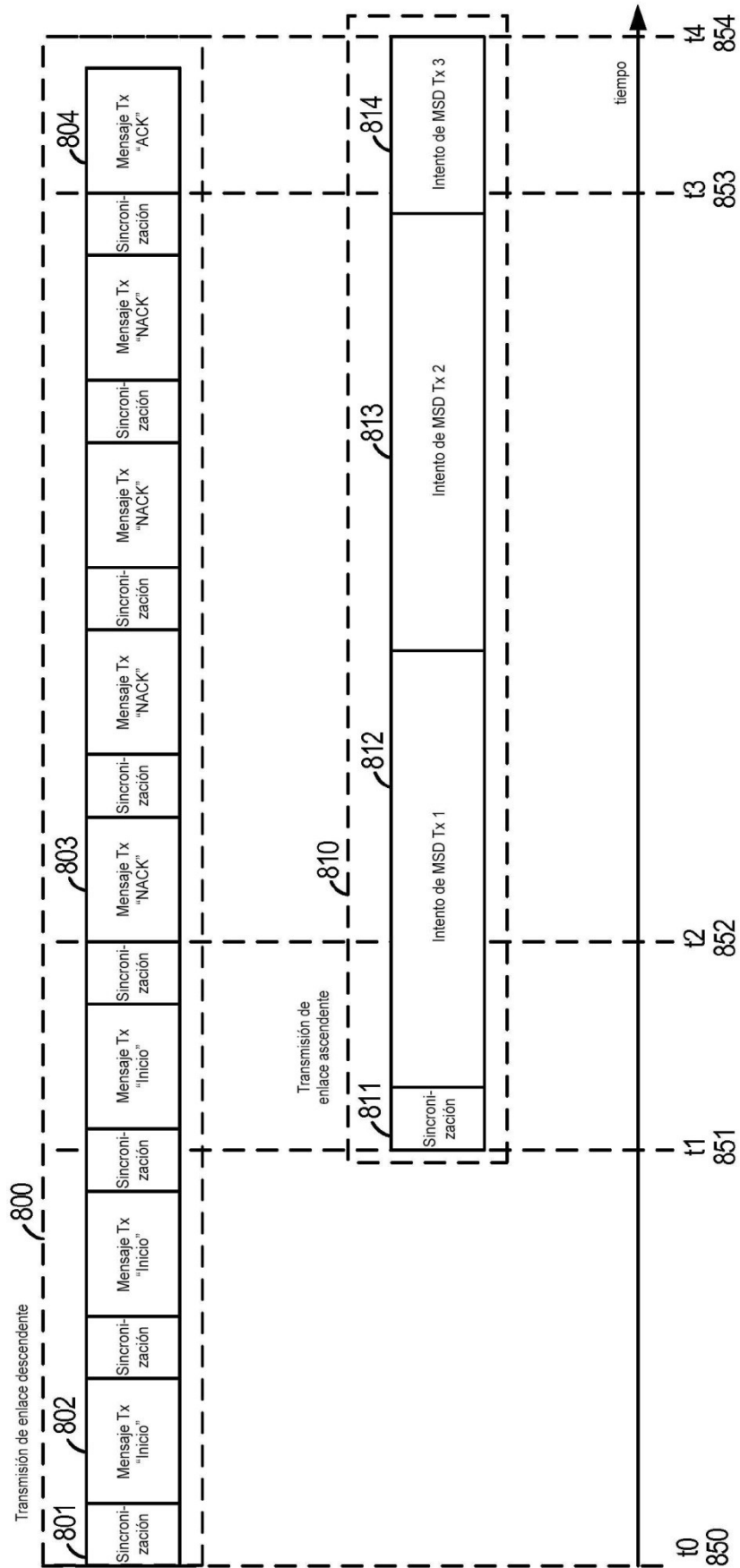
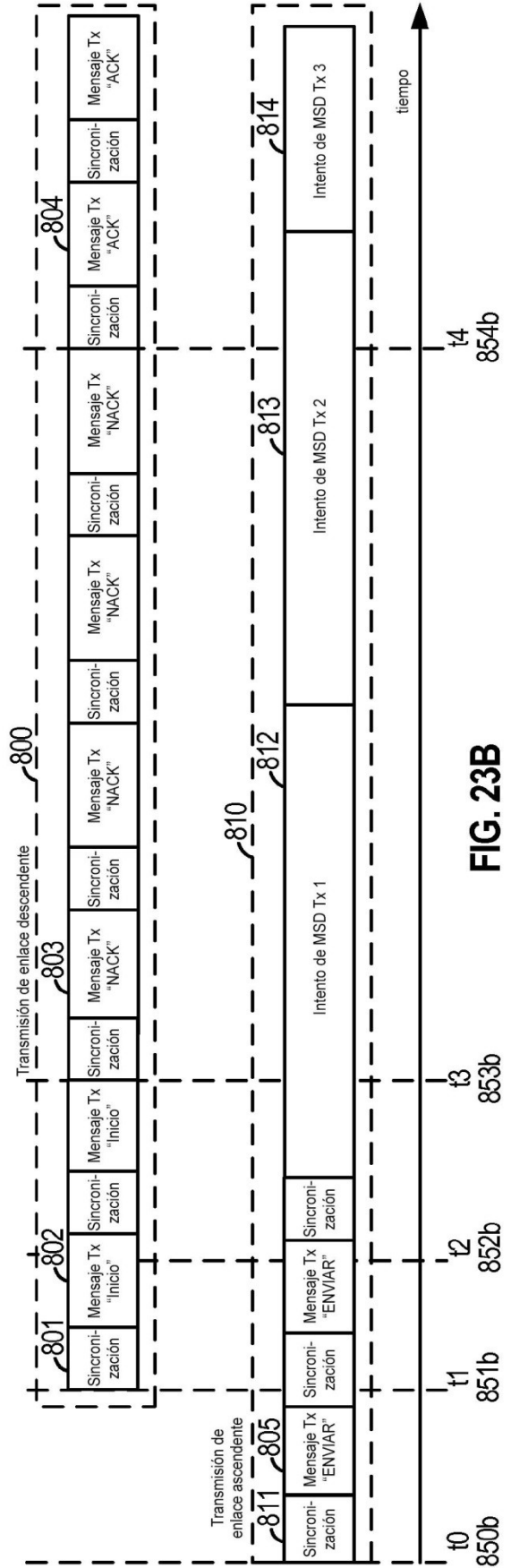
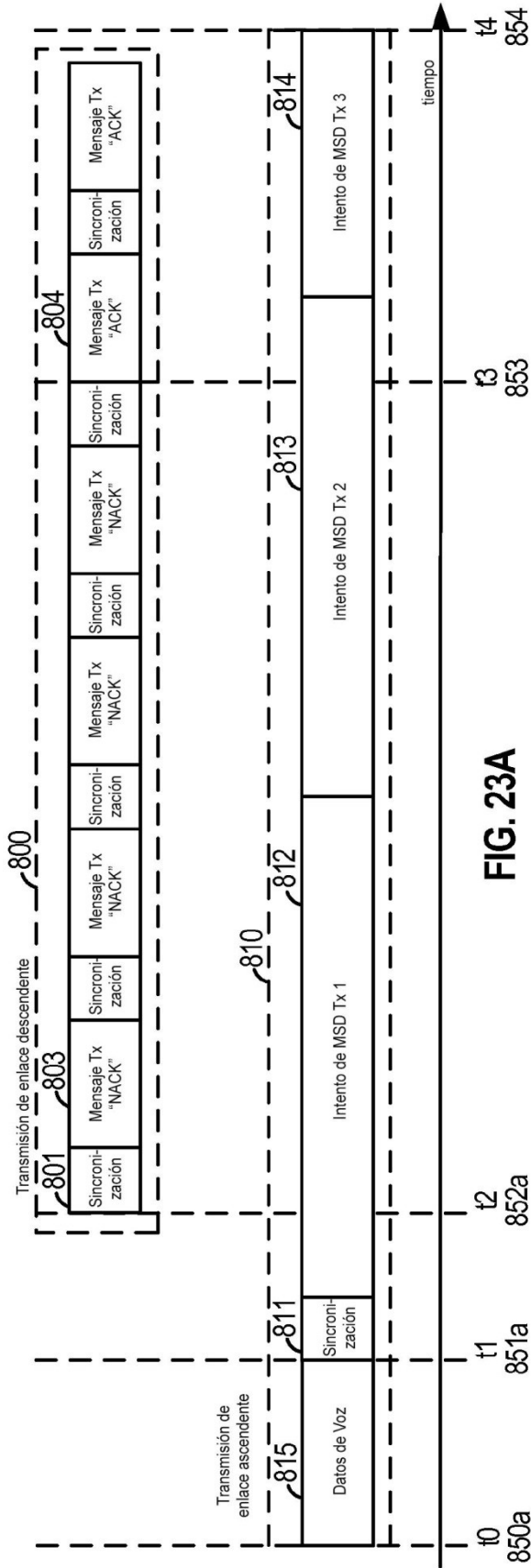


FIG. 22



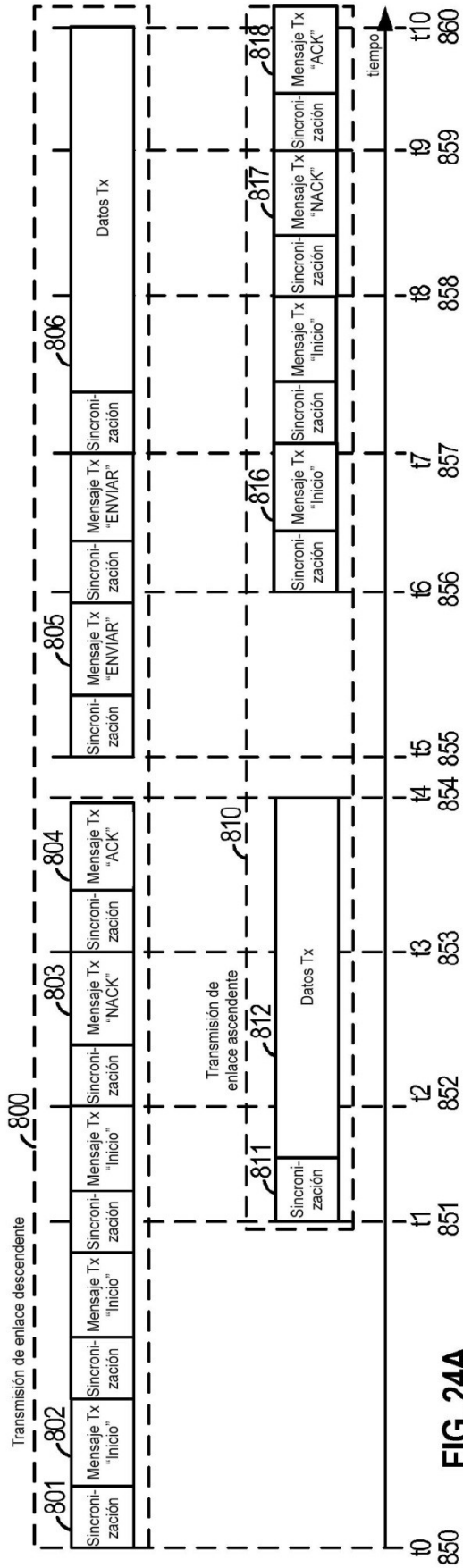


FIG. 24A

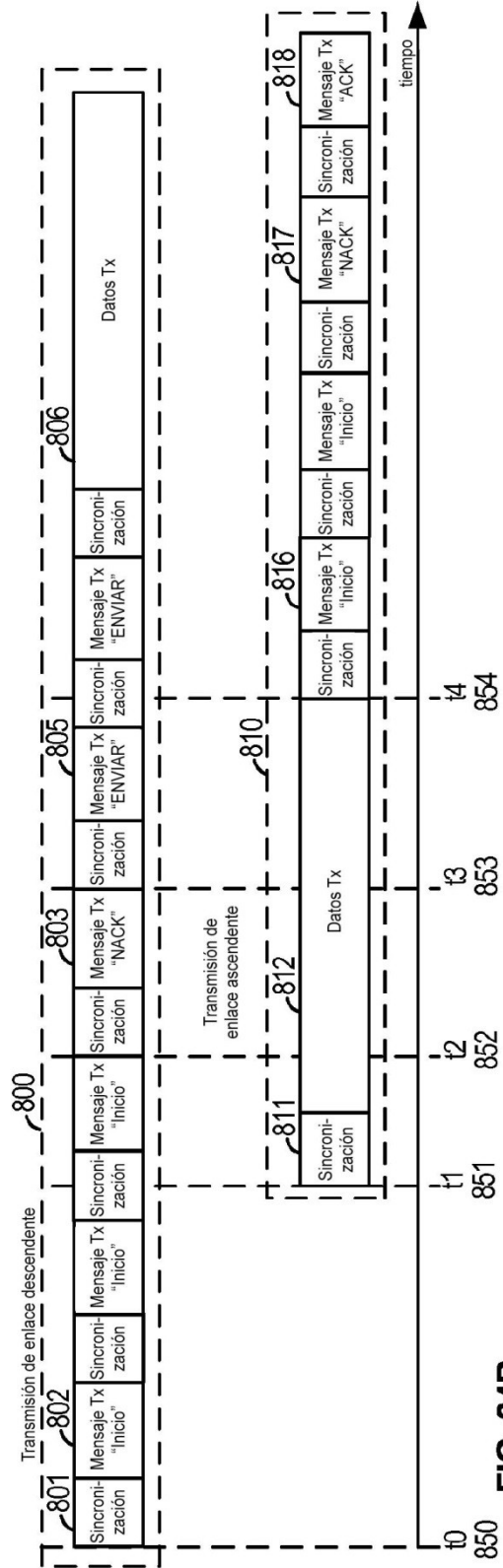


FIG. 24B

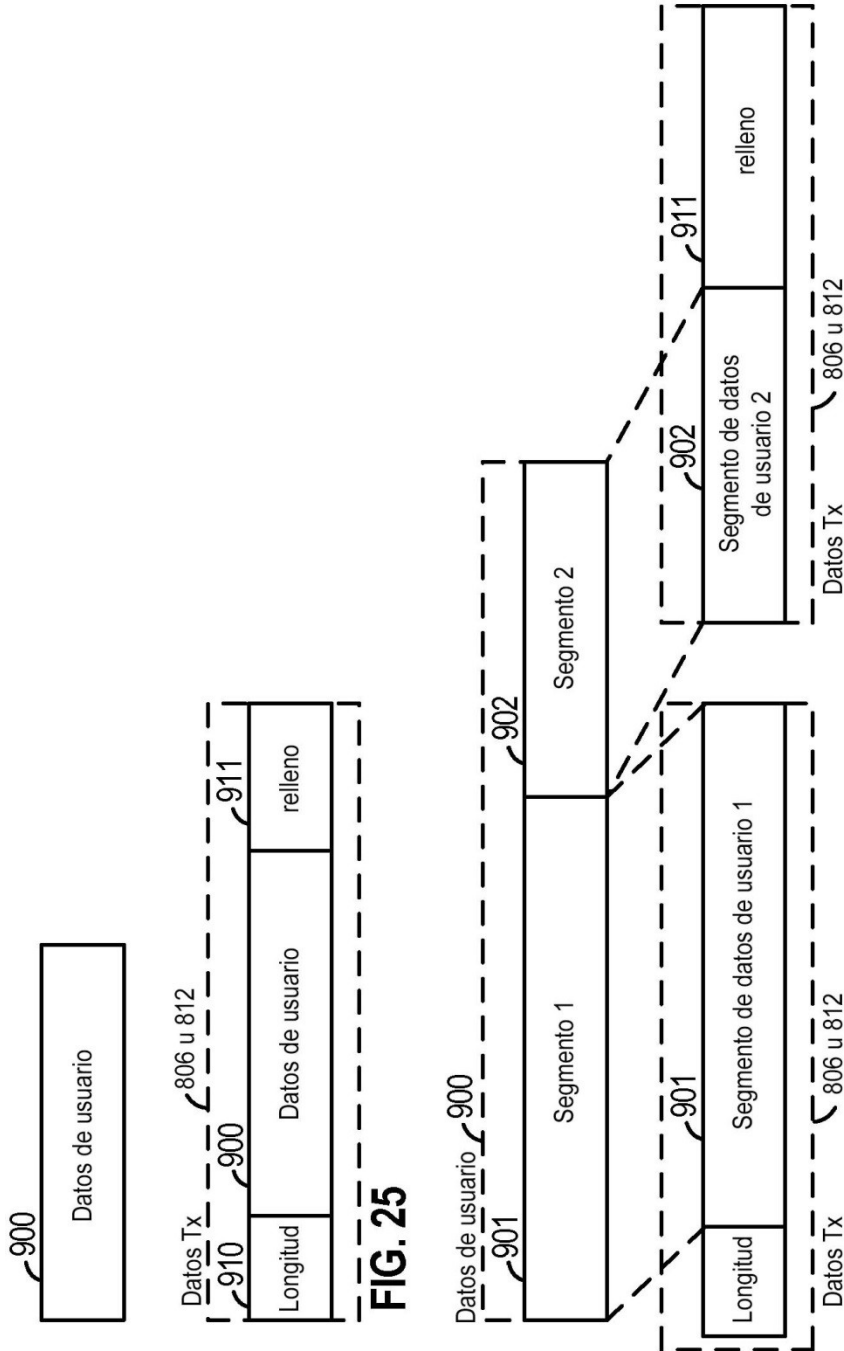
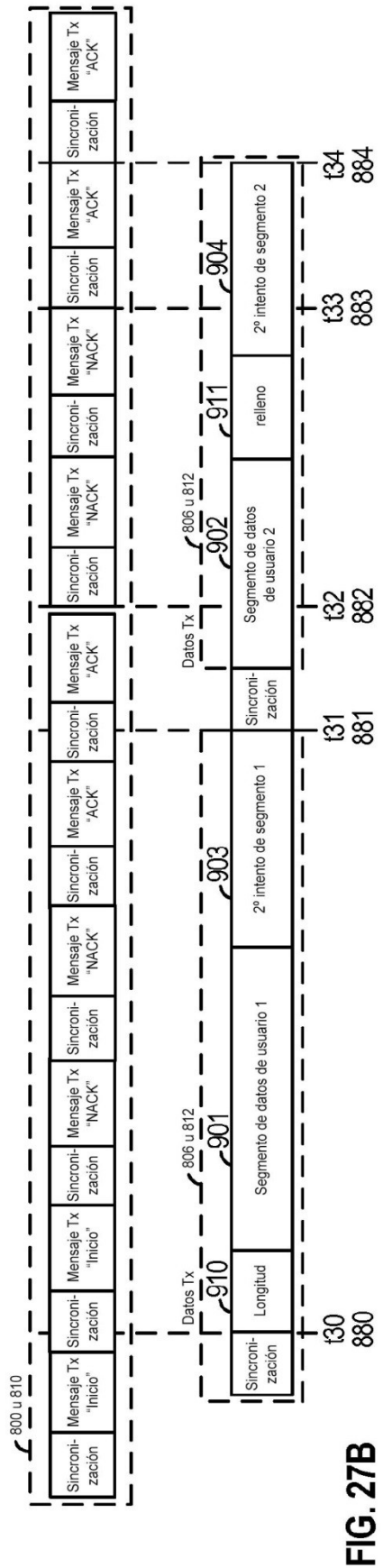
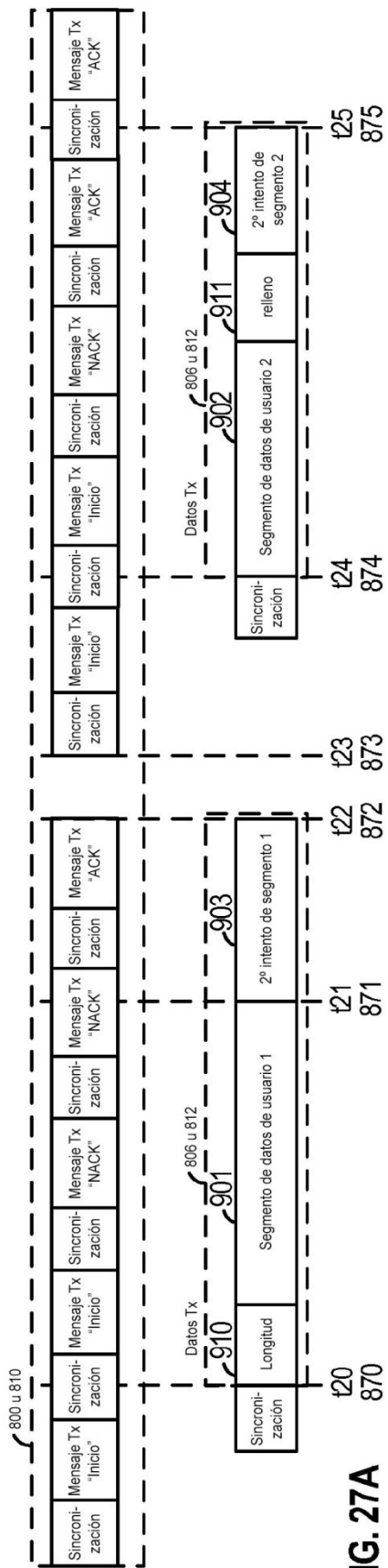


FIG. 25

FIG. 26



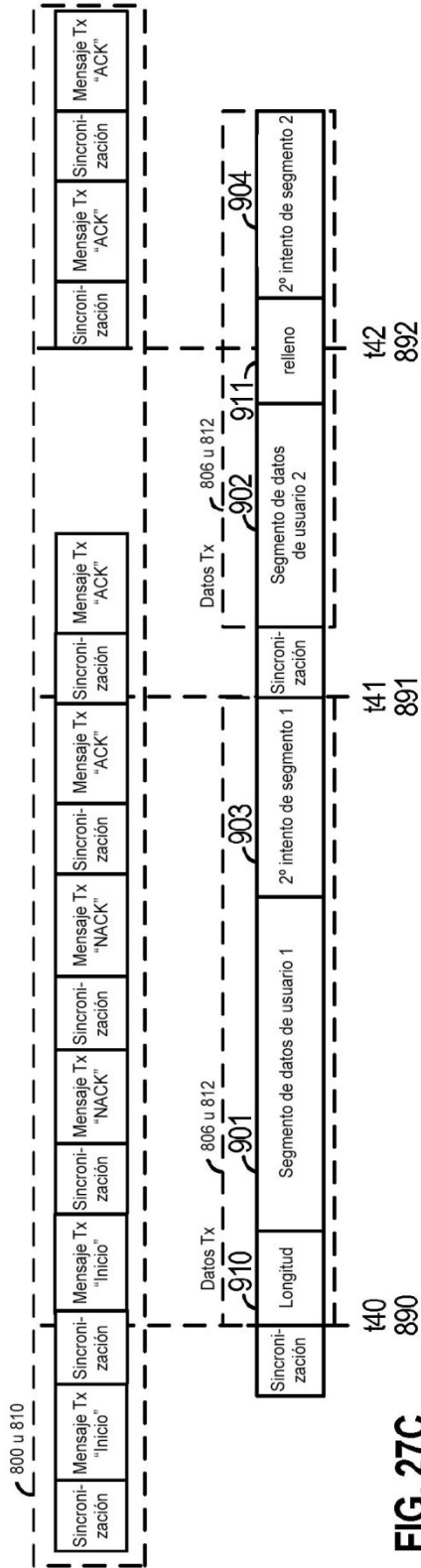


FIG. 27C

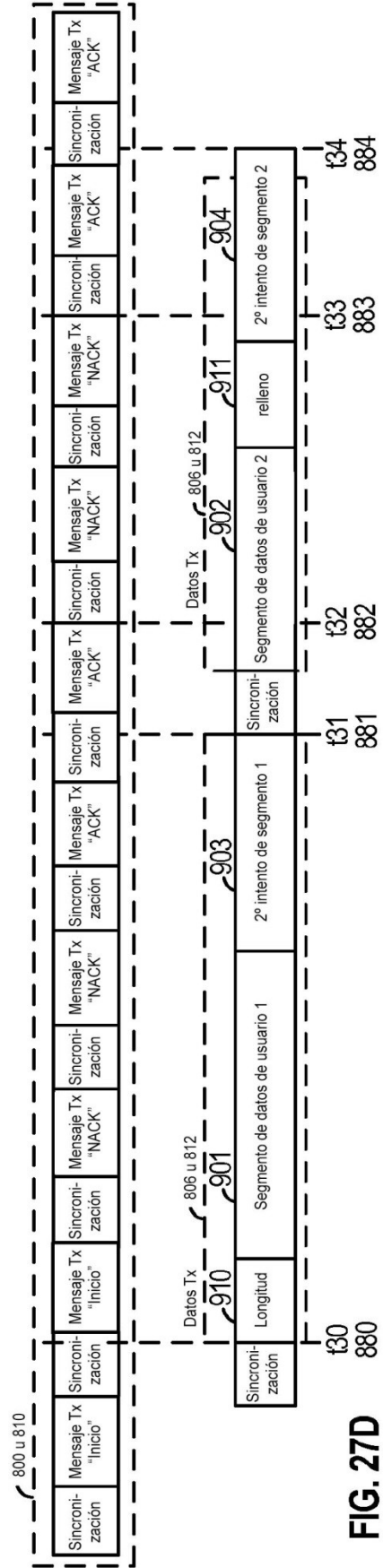


FIG. 27D