

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 577**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

H04B 7/204 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2016 PCT/US2016/039795**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017 WO17004024**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2016 E 16736354 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3317980**

54 Título: **Procedimiento y aparato para transmisiones de datos eficaces en sistemas de comunicación semidúplex con grandes retrasos de propagación**

30 Prioridad:

02.07.2015 US 201562188317 P
23.06.2016 US 201615190601

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

01.04.2020

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

WU, QIANG;
BLACK, PETER JOHN y
DAMNJANOVIC, JELENA

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 751 577 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para transmisiones de datos eficaces en sistemas de comunicación semidúplex con grandes retrasos de propagación

5

Introducción

[0001] Diversos aspectos descritos en el presente documento se refieren a sistemas de comunicación, y más en particular, a transmisiones de datos en sistemas de comunicación semidúplex con grandes retrasos de propagación.

10

[0002] Los sistemas de comunicación basados en satélites convencionales incluyen pasarelas y uno o más satélites para retransmitir señales de comunicación entre las pasarelas y uno o más terminales de usuario. Una pasarela es una estación terrestre que tiene una antena para transmitir señales a, y recibir señales de, satélites de comunicación. Una pasarela proporciona enlaces de comunicación, usando satélites, para conectar un terminal de usuario a otros terminales de usuario o a usuarios de otros sistemas de comunicación, tales como una red telefónica pública conmutada, Internet y diversas redes públicas y/o privadas. Un satélite es un receptor y repetidor en órbita usado para retransmitir información.

15

[0003] Un satélite puede recibir señales de y transmitir señales a un terminal de usuario, siempre que el terminal de usuario esté dentro de la "huella" del satélite. La huella de un satélite es la región geográfica de la superficie de la Tierra dentro del alcance de las señales del satélite. Normalmente, la huella se divide geográficamente en "haces", a través del uso de antenas con conformación de haces. Cada haz cubre una región geográfica particular dentro de la huella. Los haces se pueden dirigir de modo que más de un haz del mismo satélite cubra la misma región geográfica específica.

20

25

[0004] Los satélites geosíncronos se han usado durante mucho tiempo para las comunicaciones. Un satélite geosíncrono es fijo con respecto a una localización dada en la Tierra, y por tanto, existe poco desplazamiento temporal y desplazamiento de frecuencia Doppler en la propagación de señal de radio entre un transceptor de comunicación en la Tierra y el satélite geosíncrono. Sin embargo, debido a que los satélites geosíncronos están limitados a una órbita geosíncrona (OGS), que es un círculo que tiene un radio de aproximadamente 42 164 km desde el centro de la Tierra directamente encima del ecuador de la Tierra, el número de satélites que se pueden colocar en la OGS es limitado. Como alternativas a los satélites geosíncronos, se han ideado sistemas de comunicación que utilizan una constelación de satélites en órbitas no geosíncronas, tales como órbitas terrestres bajas (LEO), para proporcionar cobertura de comunicación a toda la Tierra o al menos a grandes partes de la Tierra.

30

35

[0005] El documento US 6 553 225 B1 se refiere a un aparato y procedimiento para usar en una red de comunicaciones basadas en satélites, para posicionar zonas de desplazamiento individuales en un área de cobertura de haz puntual para aumentar al máximo la duración de la llamada. El documento WO 2015/047917 A1 se refiere en general a sistemas de comunicación inalámbrica, y más en particular, a la modificación de una estructura de trama de evolución a largo plazo con división de tiempo (TD-LTE).

40

[0006] Los sistemas de comunicación por satélite típicamente experimentan grandes retrasos de propagación entre satélites y estaciones terrestres, que incluyen terminales de usuario (UT) y pasarelas, debido a las distancias entre los satélites y las estaciones terrestres. Algunos sistemas de comunicación por satélite emplean dúplex por división de frecuencia (FDD), que en teoría permitiría que un transceptor de una estación terrestre reciba y transmita simultáneamente en diferentes frecuencias de radio si están suficientemente separadas. Sin embargo, en algunos sistemas de comunicación FDD por satélite, la separación de frecuencia entre una banda de frecuencia de recepción y una banda de frecuencia de transmisión para el transceptor FDD de una estación terrestre dada puede ser pequeña porque las bandas de frecuencia tienen un precio más alto. En algunos casos, las frecuencias de recepción y transmisión para una estación terrestre dada pueden estar demasiado cerca para que un duplexador se pueda ocupar de la recepción y transmisión simultáneas de señales de radio sin interferencia mutua.

45

50

[0007] En un sistema de comunicación FDD típico en el que las bandas de frecuencia de recepción y transmisión están cercanas entre sí, se han utilizado esquemas de recepción y transmisión semidúplex con un tiempo de guarda entre una recepción y una transmisión para evitar interferencias entre las señales de recepción y transmisión. En una estación terrestre dada, se puede implementar un transceptor semidúplex tanto para recibir como para transmitir señales de radio, pero no al mismo tiempo. Por ejemplo, un UT en una red de comunicación por satélite puede recibir señales de enlace directo (FL) desde un satélite y transmitir señales de enlace de retorno (RL) al satélite en ranuras temporales o subtramas designadas de una trama semidúplex (HD) dada, con una cantidad específica de tiempo de guarda entre la subtrama para el FL y la subtrama para el RL.

55

60

[0008] En un sistema semidúplex convencional, típicamente se proporciona una gran cantidad de tiempo de guarda para asegurar una separación de tiempo suficiente entre una recepción y una transmisión. Debido a que no se puede recibir ni transmitir ninguna señal que contenga información durante el tiempo de guarda, una gran cantidad de tiempo de guarda de cada trama HD da como resultado un desperdicio de sobrecarga e ineficacia. Por lo tanto, es deseable reducir la sobrecarga de tiempo de guarda y mejorar la eficacia en los sistemas de comunicación semidúplex.

65

SUMARIO

[0009] Los aspectos de la presente invención se definen en las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0010] Los dibujos adjuntos se presentan para facilitar la descripción de los aspectos de la divulgación y se proporcionan únicamente para ilustrar los aspectos y no las limitaciones de estos.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un ejemplo de sistema de comunicación.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un ejemplo de la pasarela de la FIG. 1.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un ejemplo del satélite de la FIG. 1.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques de un ejemplo del terminal de usuario de la FIG. 1.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques de un ejemplo del equipo de usuario de la FIG. 1.

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de trama semidúplex (HD).

La FIG. 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de subtrama especial (SSF) dentro de la trama HD de la FIG. 6.

La FIG. 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de escala de tiempo de solicitud híbrida de repetición automática (HARQ) con un retraso de enlace de conexión de aproximadamente 9,2 ms.

La FIG. 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de escala de tiempo HARQ con un retraso de enlace de conexión de aproximadamente 4 ms.

La FIG. 10 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de módulo para determinar la cantidad de tiempo de guarda en una trama HD.

La FIG. 11 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de módulo para sesgar una referencia de tiempo para un enlace de retorno con respecto a una referencia de tiempo para un enlace directo.

La FIG. 12 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de módulo para determinar un patrón de transmisión/recepción semidúplex en un terminal de usuario.

La FIG. 13 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de planificador de desplazamientos aleatorios.

La FIG. 14 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de planificador SSF adaptativo.

La FIG. 15 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de determinación de desfase de tiempo de una referencia de tiempo de enlace de retorno con respecto a una referencia de tiempo de enlace directo en un sistema de comunicación por satélite.

La FIG. 16 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de determinación de un tiempo de guarda entre una recepción y una transmisión en un transceptor semidúplex.

La FIG. 17 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de determinación de una duración de tiempo de enlace directo y una duración de tiempo de guarda en una trama semidúplex en un sistema de comunicación por satélite.

La FIG. 18 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de planificación de desplazamientos de tiempo de una pluralidad de terminales de usuario en una cobertura de haz de un satélite en un sistema de comunicación por satélite.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0011] Diversos aspectos de la divulgación se refieren a procedimientos y aparatos para sincronización de tiempo o frecuencia de señales de radio transmitidas por terminales de usuario (UT) en comunicación con una pasarela a través de un satélite en un sistema de comunicación por satélite no geosíncrono, tal como un sistema de comunicación por satélite de órbita terrestre baja (LEO) para comunicaciones de datos, voz o vídeo. En un aspecto, los tiempos de transmisión de señales de radio desde los terminales de usuario se pueden ajustar de modo que las señales lleguen a la pasarela al mismo tiempo o con diferenciales de tiempo de llegada dentro de una tolerancia especificada. En otro

aspecto, las frecuencias portadoras de las señales de radio transmitidas desde los terminales de usuario se pueden ajustar de modo que los diferenciales de desplazamiento de frecuencia, que incluyen sin limitarse a los diferenciales de desplazamiento Doppler, en la pasarela se eliminen o al menos se reduzcan a una cantidad dentro de una tolerancia especificada. En un aspecto, se proporciona una precorrección de bucle abierto para generar valores de precorrección para el tiempo o la frecuencia, que se pueden aplicar para ajustar los tiempos de transmisión para igualar los retrasos de propagación o para ajustar las frecuencias de portadora para eliminar o reducir los diferenciales de desplazamiento de frecuencia. En otro aspecto, se proporciona una precorrección de bucle cerrado además de la precorrección de bucle abierto para proporcionar valores de corrección más exactos para el tiempo o la frecuencia. En otro aspecto más, un sistema de comunicación por satélite puede tener un gran número de terminales de usuario activos que están presentes en una cobertura de haz. Un planificador puede aplicar desplazamientos de tiempo aleatorios para distribuir cargas de tráfico aproximadamente iguales por los desplazamientos de tiempo. Otros diversos aspectos de la divulgación también se describirán a continuación con más detalle.

[0012] Se describen aspectos de la divulgación en la siguiente descripción y en los dibujos relacionados dirigidos a unos ejemplos específicos. Se pueden idear ejemplos alternativos sin apartarse del alcance de la divulgación. Adicionalmente, los elementos muy conocidos no se describirán en detalle, o se omitirán, a fin de no oscurecer los detalles relevantes de la divulgación.

[0013] El término "ejemplar" se usa en el presente documento con el significado "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" no necesariamente se ha de interpretar que es preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos. Del mismo modo, el término "aspectos" no requiere que todos los aspectos incluyan la característica, ventaja o modo de funcionamiento analizados.

[0014] La terminología usada en el presente documento es para el propósito de describir aspectos particulares solo y no pretende limitar los aspectos. Como se usa en el presente documento, las formas en singular "un", "una", "el" y "la" pretenden incluir también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye" o "incluyendo", cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, enteros, etapas, operaciones, elementos o componentes citados, pero no excluyen la presencia ni adición de una o más características, enteros, etapas, operaciones, elementos y componentes diferentes o grupos de los mismos. Además, se entiende que la palabra "o" tiene el mismo significado que el operador booleano "OR", es decir, abarca las posibilidades de "cualquiera de los dos" y "ambos" y no se limita al "o exclusivo" ("XOR"), salvo que se indique expresamente lo contrario. También se entiende que el símbolo "/" entre dos palabras adyacentes tiene el mismo significado que "o" salvo que se indique expresamente lo contrario. Además, frases como "conectado a", "acoplado a" o "en comunicación con" no se limitan a conexiones directas salvo que se indique expresamente lo contrario.

[0015] Además, muchos aspectos se describen en términos de secuencias de acciones que se van a realizar, por ejemplo, mediante unos elementos de un dispositivo informático. Se reconocerá que diversas acciones descritas en el presente documento se pueden realizar mediante circuitos específicos, por ejemplo, unidades centrales de procesamiento (CPU), unidades de procesamiento gráfico (GPU), procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), matrices de puertas programables *in situ* (FPGA), u otros diversos tipos de procesadores o circuitos de propósito general o de propósito especial, mediante instrucciones de programa que se ejecutan mediante uno o más procesadores, o mediante una combinación de ambos. Adicionalmente, se puede considerar que estas secuencias de acciones descritas en el presente documento se realizan por completo dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que tenga almacenado en el mismo un correspondiente conjunto de instrucciones de ordenador que, al ejecutarse, harán que un procesador asociado realice las funciones descritas en el presente documento. Por lo tanto, los diversos aspectos de la divulgación se pueden realizar en un número de formas diferentes, todas las cuales se ha considerado que están dentro del alcance de la materia objeto reivindicada. Además, para cada uno de los aspectos descritos en el presente documento, la forma correspondiente de cualquiera de dichos aspectos se puede describir en el presente documento como, por ejemplo, "lógica configurada para" realizar la acción descrita.

[0016] La FIG. 1 ilustra un ejemplo de sistema de comunicación por satélite 100 que incluye una pluralidad de satélites (aunque solo se muestra un satélite 300 para mayor claridad de ilustración) en órbitas no geosíncronas, por ejemplo, órbitas terrestres bajas (LEO), una pasarela 200 en comunicación con el satélite 300, una pluralidad de terminales de usuario (UT) 400 y 401 en comunicación con el satélite 300, y una pluralidad de equipos de usuario (UE) 500 y 501 en comunicación con los UT 400 y 401, respectivamente. En un aspecto, la pasarela 200 incluye un planificador 202, que puede ser un planificador de subtramas especiales (SSF) adaptativo y/o un planificador de desplazamientos aleatorios, por ejemplo. Los detalles con respecto al planificador 202 y la funcionalidad relacionada se proporcionan en párrafos y figuras posteriores. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 1, el UT 400 y el UE 500 se comunican entre sí por medio de un enlace de acceso bidireccional (que tiene un enlace de acceso directo y un enlace de acceso de retorno), y de forma similar el UT 401 y el UE 501 se comunican entre sí por medio de otro enlace de acceso bidireccional. En otra implementación, uno o más UE adicionales (no mostrados) pueden estar configurados solo para recibir y, por lo tanto, comunicarse con un UT usando solo un enlace de acceso directo. En otra implementación, uno o más UE adicionales (no mostrados) también se pueden comunicar con el UT 400 o el UT 401. De forma alternativa, un UT y un UE correspondiente pueden ser partes integrantes de un único dispositivo físico, tal

como un teléfono móvil con un transceptor de satélite integrado y una antena para comunicarse directamente con un satélite, por ejemplo. Cada UE 500 o 501 puede ser un dispositivo de usuario tal como un dispositivo móvil, un teléfono, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil, un ordenador, un dispositivo para llevar puesto, un reloj inteligente, un dispositivo audiovisual o cualquier dispositivo que incluya la capacidad para comunicarse con un UT. Adicionalmente, el UE 500 y/o el UE 501 pueden ser un dispositivo (por ejemplo, un punto de acceso, una celda pequeña, etc.) que se usa para comunicarse con uno o más dispositivos de usuario final.

[0017] La pasarela 200 puede tener acceso a Internet 108 o a uno o más tipos diferentes de redes públicas, semiprivadas o privadas. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 1, la pasarela 200 está en comunicación con una infraestructura 106, que es capaz de acceder a Internet 108 o a uno o más tipos diferentes de redes públicas, semiprivadas o privadas. La pasarela 200 también puede estar acoplada a diversos tipos de redes de retorno de comunicación, incluyendo, por ejemplo, redes terrestres tales como redes de fibra óptica o redes telefónicas públicas conmutadas (PSTN) 110. Además, en implementaciones alternativas, la pasarela 200 puede interactuar con Internet 108, la PSTN 110, o uno o más tipos diferentes de redes públicas, semiprivadas o privadas sin usar la infraestructura 106. Aún más, la pasarela 200 se puede comunicar con otras pasarelas, tales como una pasarela 201, a través de la infraestructura 106 o, de forma alternativa, puede estar configurada para comunicarse con la pasarela 201 sin usar la infraestructura 106. La infraestructura 106 puede incluir, en su totalidad o en parte, un centro de control de red (NCC), un centro de control de satélite (SCC), una red central alámbrica y/o inalámbrica y/o cualquier otro componente o sistema usado para facilitar el funcionamiento de y/o la comunicación con el sistema de comunicación por satélite 100.

[0018] Las comunicaciones entre el satélite 300 y la pasarela 200 en ambas direcciones se denominan enlaces de conexión, mientras que las comunicaciones entre el satélite y cada uno de los UT 400 y 401 en ambas direcciones se denominan enlaces de servicio. Un trayecto de señal desde el satélite 300 hasta una estación terrestre, que puede ser la pasarela 200 o uno de los UT 400 y 401, se puede denominar de forma genérica enlace descendente. Un trayecto de señal desde una estación terrestre hasta el satélite 300 se puede denominar de forma genérica enlace ascendente. Adicionalmente, como se ilustra, las señales pueden tener una direccionalidad general, tal como un enlace directo y un enlace de retorno o enlace inverso. En consecuencia, un enlace de comunicación en una dirección que se origina en la pasarela 200 y que termina en el UT 400 a través del satélite 300 se denomina enlace directo, mientras que un enlace de comunicación en una dirección que se origina en el UT 400 y que termina en la pasarela 200 a través del satélite 300 se denomina enlace de retorno o enlace inverso. Así pues, el trayecto de señal desde la pasarela 200 hasta el satélite 300 se marca como "enlace directo (FL)", mientras que el trayecto de señal desde el satélite 300 hasta la pasarela 200 se marca como "enlace de retorno (RL)" en la FIG. 1. De manera similar, el trayecto de señal desde cada UT 400 o 401 hasta el satélite 300 se marca como "enlace de retorno (RL)", mientras que el trayecto de señal desde el satélite 300 hasta cada UT 400 o 401 se marca como "enlace directo (FL)" en la FIG. 1.

[0019] La FIG. 2 es un ejemplo de diagrama de bloques de la pasarela 200, que también se puede aplicar a la pasarela 201 de la FIG. 1. La pasarela 200 que se muestra incluye un número de antenas 205, un subsistema RF 210, un subsistema digital 220, una interfaz de red telefónica pública conmutada (PSTN) 230, una interfaz de red de área local (LAN) 240, una interfaz de pasarela 245 y un controlador de pasarela 250. El subsistema RF 210 está acoplado a las antenas 205 y al subsistema digital 220. El subsistema digital 220 está acoplado a la interfaz PSTN 230, la interfaz LAN 240 y la interfaz de pasarela 245. El controlador de pasarela 250 está acoplado al subsistema RF 210, el subsistema digital 220, la interfaz PSTN 230, la interfaz LAN 240 y la interfaz de pasarela 245.

[0020] El subsistema RF 210, que puede incluir un número de transceptores RF 212, un controlador RF 214 y un controlador de antena 216, puede transmitir señales de comunicación al satélite 300 por medio de un enlace directo (FL) 301F, y puede recibir señales de comunicación desde el satélite 300 por medio de un enlace de retorno (RL) 301R. Aunque no se muestra para simplificar, cada uno de los transceptores RF 212 puede incluir una cadena de transmisión y una cadena de recepción. Cada cadena de recepción puede incluir un amplificador de bajo ruido (LNA) y un convertidor reductor de frecuencia (por ejemplo, un mezclador) para amplificar y reducir en frecuencia, respectivamente, las señales de comunicación recibidas de una manera muy conocida. Además, cada cadena de recepción puede incluir un convertidor analógico-digital (ADC) para convertir las señales de comunicación recibidas de señales analógicas a señales digitales (por ejemplo, para su procesamiento por el subsistema digital 220). Cada cadena de transmisión puede incluir un convertidor elevador de frecuencia (por ejemplo, un mezclador) y un amplificador de potencia (PA) para elevar la frecuencia de y amplificar, respectivamente, las señales de comunicación que se van a transmitir al satélite 300 de una manera muy conocida. Además, cada cadena de transmisión puede incluir un convertidor digital-analógico (DAC) para convertir las señales digitales recibidas desde el subsistema digital 220 en señales analógicas que se van a transmitir al satélite 300.

[0021] El controlador RF 214 se puede usar para controlar diversos aspectos de los transceptores RF 212 (por ejemplo, selección de la frecuencia de portadora, calibración de frecuencia y fase, ajustes de ganancia, y similares). El controlador de antena 216 puede controlar diversos aspectos de las antenas 205 (por ejemplo, conformación de haces, orientación de haces, ajustes de ganancia, sintonización de frecuencia, y similares).

[0022] El subsistema digital 220 puede incluir un número de módulos de receptor digital 222, un número de módulos de transmisor digital 224, un procesador de banda de base (BB) 226 y un procesador de control (CTRL) 228. El subsistema digital 220 puede procesar señales de comunicación recibidas desde el subsistema RF 210 y enviar las

señales de comunicación procesadas a la interfaz PSTN 230 y/o a la interfaz LAN 240, y puede procesar señales de comunicación recibidas desde la interfaz PSTN 230 y/o la interfaz LAN 240 y enviar las señales de comunicación procesadas al subsistema RF 210.

5 **[0023]** Cada módulo de receptor digital 222 puede corresponder a elementos de procesamiento de señales usados para gestionar las comunicaciones entre la pasarela 200 y el UT 400. Una de las cadenas de recepción de los transceptores RF 212 puede proporcionar señales de entrada a múltiples módulos de receptor digital 222. Se puede usar un número de los módulos de receptor digital 222 para adaptarse a todos los haces de satélite y posibles señales de modo de diversidad que se procesan en un momento dado. Aunque no se muestra para simplificar, cada módulo de receptor digital 222 puede incluir uno o más receptores de datos digitales, un receptor de buscador y un módulo combinador y descodificador de diversidad. El receptor de buscador se puede usar para buscar modos de diversidad apropiados de señales portadoras, y se puede usar para buscar señales piloto (u otras señales fuertes de patrón relativamente fijo).

15 **[0024]** Los módulos de transmisor digital 224 pueden procesar las señales que se van a transmitir al UT 400 por medio del satélite 300. Aunque no se muestra para simplificar, cada módulo de transmisor digital 224 puede incluir un modulador de transmisión que modula datos para transmisión. La potencia de transmisión de cada modulador de transmisión se puede controlar mediante un controlador de potencia de transmisión digital correspondiente (no mostrado para simplificar) que puede (1) aplicar un nivel mínimo de potencia para propósitos de reducción de interferencia y asignación de recursos y (2) aplicar niveles apropiados de potencia cuando sea necesario para compensar la atenuación en el trayecto de transmisión y otras características de transferencia de trayecto.

20 **[0025]** El procesador de control (CTRL) 228, que está acoplado a los módulos de receptor digital 222, los módulos de transmisor digital 224 y el procesador BB 226, puede proporcionar señales de mandato y control para efectuar funciones tales como, pero sin limitarse a, procesamiento de señales, generación de señales de temporización, control de potencia, control de traspaso, combinación de diversidad e interconexión de sistemas.

25 **[0026]** El procesador CTRL 228 también puede controlar la generación y la potencia de las señales de canal piloto, sincronización y radiolocalización y su acoplamiento al controlador de potencia de transmisión (no mostrado para simplificar). El canal piloto es una señal que no está modulada por datos, y puede usar un patrón repetitivo invariable o una entrada de tipo de estructura de trama (patrón) o de tipo de tono no variable. Por ejemplo, la función ortogonal usada para formar el canal para la señal piloto en general tiene un valor constante, tal como todo 1 o 0, o un patrón repetitivo muy conocido, tal como un patrón estructurado de 1 y 0 intercalados.

30 **[0027]** El procesador de banda de base (BB) 226 es muy conocido en la técnica y, por lo tanto, no se describe en detalle en el presente documento. Por ejemplo, el procesador BB 226 puede incluir una variedad de elementos conocidos tales como (pero sin limitarse a) codificadores, módems de datos y componentes de conmutación y almacenamiento de datos digitales.

35 **[0028]** La interfaz PSTN 230 puede proporcionar señales de comunicación a, y recibir señales de comunicación de, una PSTN externa ya sea directamente o a través de una infraestructura adicional 106, como se ilustra en la FIG. 1. La interfaz PSTN 230 es muy conocida en la técnica y, por lo tanto, no se describe en detalle en el presente documento. Para otras implementaciones, la interfaz PSTN 230 se puede omitir, o se puede reemplazar con cualquier otra interfaz adecuada que conecte la pasarela 200 a una red terrestre (p. ej., Internet 108).

40 **[0029]** La interfaz LAN 240 puede proporcionar señales de comunicación a, y recibir señales de comunicación de, una LAN externa. Por ejemplo, la interfaz LAN 240 puede estar acoplada a Internet 108 directamente o bien a través de una infraestructura adicional 106, como se ilustra en la FIG. 1. La interfaz LAN 240 es muy conocida en la técnica y, por lo tanto, no se describe en detalle en el presente documento.

45 **[0030]** La interfaz de pasarela 245 puede proporcionar señales de comunicación a, y recibir señales de comunicación de, una o más pasarelas diferentes asociadas con el sistema de comunicación por satélite 100 de la FIG. 1 (y/o a/de las pasarelas asociadas con otros sistemas de comunicación por satélite, no mostrados para simplificar). Para algunas implementaciones, la interfaz de pasarela 245 se puede comunicar con otras pasarelas por medio de una o más líneas o canales de comunicación dedicados (no mostrados para simplificar). Para otras implementaciones, la interfaz de pasarela 245 se puede comunicar con otras pasarelas usando la PSTN 110 y/u otras redes tales como Internet 108 (véase también la FIG. 1). Para al menos una implementación, la interfaz de pasarela 245 se puede comunicar con otras pasarelas por medio de la infraestructura 106.

50 **[0031]** El controlador de pasarela 250 puede proporcionar un control global de pasarela. El controlador de pasarela 250 puede planificar y controlar la utilización de los recursos del satélite 300 mediante la pasarela 200. Por ejemplo, el controlador de pasarela 250 puede analizar tendencias, generar planes de tráfico, asignar recursos de satélite, supervisar (o seguir) posiciones de satélite, y supervisar el rendimiento de la pasarela 200 y/o el satélite 300. El controlador de pasarela 250 también puede estar acoplado a un controlador de satélite situado en tierra (no mostrado para simplificar) que mantiene y supervisa las órbitas del satélite 300, retransmite información de uso del satélite a la pasarela 200, sigue las posiciones del satélite 300 y/o ajusta diversos ajustes de canal del satélite 300.

[0032] En el ejemplo de implementación ilustrado en la FIG. 2, el controlador de pasarela 250 incluye un planificador 202, que puede ser un planificador de subtramas especiales (SSF) adaptativo y/o un planificador de desplazamientos aleatorios. Los detalles con respecto al planificador y la funcionalidad relacionada se proporcionan en párrafos y figuras posteriores (véase, por ejemplo, la FIG. 13 y la FIG. 14). El planificador 202 puede proporcionar información al subsistema RF 210, el subsistema digital 220 y/o las interfaces 230, 240 y 245. En un aspecto, la información se puede usar en un sistema de comunicación por satélite que tiene un gran número de terminales de usuario activos en una cobertura de haz. Los desplazamientos de tiempo aleatorios se aplican para distribuir cargas de tráfico aproximadamente iguales por los desplazamientos de tiempo para facilitar la comunicación entre la pasarela 200 y el UT 400 y el UT 401, por ejemplo.

[0033] Del mismo modo, para el ejemplo de implementación ilustrado en la FIG. 2, el controlador de pasarela 250 puede incluir opcionalmente unas referencias de tiempo, frecuencia y posición locales 251, que pueden proporcionar información de tiempo o frecuencia locales al subsistema RF 210, al subsistema digital 220 y/o a las interfaces 230, 240 y 245. La información de tiempo y frecuencia se puede usar para sincronizar los diversos componentes de la pasarela 200 entre sí y/o con el satélite 300. Las referencias de tiempo, frecuencia y posición locales 251 también pueden proporcionar información de posición (por ejemplo, datos de efemérides) del satélite 300 a los diversos componentes de la pasarela 200. Además, aunque en la FIG. 2 se representan incluidas dentro del controlador de pasarela 250, para otras implementaciones, las referencias de tiempo, frecuencia y posición locales 251 pueden ser un subsistema independiente que está acoplado al controlador de pasarela 250 (y/o a uno o más del subsistema digital 220 y el subsistema RF 210).

[0034] Aunque no se muestra en la FIG. 2 para simplificar, el controlador de pasarela 250 también puede estar acoplado a un centro de control de red (NCC) y/o a un centro de control de satélite (SCC). Por ejemplo, el controlador de pasarela 250 puede permitir que el SCC se comuniquen directamente con el satélite 300, por ejemplo, para recuperar datos de efemérides del satélite 300. El controlador de pasarela 250 también puede recibir información procesada (por ejemplo, desde el SCC y/o el NCC) que permite al controlador de pasarela 250 orientar apropiadamente las antenas 205 (por ejemplo, en el satélite 300), para planificar transmisiones de haz, para coordinar traspasos y para realizar otras diversas funciones muy conocidas.

[0035] La FIG. 3 es un ejemplo de diagrama de bloques del satélite 300 para fines ilustrativos solo. Se apreciará que las configuraciones de satélite específicas pueden variar significativamente y pueden o no incluir procesamiento incorporado. Además, aunque se ilustra como un único satélite, dos o más satélites que usan comunicación entre satélites pueden proporcionar la conexión funcional entre la pasarela 200 y el UT 400. Se apreciará que la divulgación no se limita a ninguna configuración de satélite específica, y se puede considerar que cualquier satélite o combinación de satélites que pueda proporcionar la conexión funcional entre la pasarela 200 y el UT 400 se encuentra dentro del alcance de la divulgación. En un ejemplo, se muestra que el satélite 300 incluye un transpondedor directo 310, un transpondedor de retorno 320, un oscilador 330, un controlador 340, antenas de enlace directo 352(1)-352(N) y antenas de enlace de retorno 361(1)-361(N). El transpondedor directo 310, que puede procesar señales de comunicación dentro de un canal o banda de frecuencia correspondiente, puede incluir uno respectivo de unos primeros filtros de paso de banda 311(1)-311(N), uno respectivo de unos primeros LNA 312(1)-312(N), uno respectivo de unos convertidores de frecuencia 313(1)-313(N), uno respectivo de unos segundos LNA 314(1)-314(N), uno respectivo de unos segundos filtros de paso de banda 315(1)-315(N), y uno respectivo de unos PA 316(1)-316(N). Cada uno de los PA 316(1)-316(N) está acoplado a una respectiva de las antenas 352(1)-352(N).

[0036] Dentro de cada uno de uno respectivo de unos trayectos directos FP(1)-FP(N), el primer filtro de paso de banda 311(1) pasa componentes de señal que tienen frecuencias dentro del canal o banda de frecuencia de los respectivos trayectos directos FP(1)-FP(N), y filtra componentes de señal que tienen frecuencias fuera del canal o banda de frecuencia de los respectivos trayectos directos FP(1)-FP(N). Por tanto, la banda de paso del primer filtro de paso de banda 311(1) corresponde al ancho del canal asociado con los respectivos trayectos directos FP(1)-FP(N). El primer LNA 312(1) amplifica las señales de comunicación recibidas hasta un nivel adecuado para su procesamiento por el convertidor de frecuencia 313(1). El convertidor de frecuencia 313(1) convierte la frecuencia de las señales de comunicación en los respectivos trayectos directos FP(1)-FP(N) (p. ej., a una frecuencia adecuada para su transmisión desde el satélite 300 hasta el UT 400). El segundo LNA 314(1) amplifica las señales de comunicación de frecuencia convertida, y el segundo filtro de paso de banda 315(1) filtra componentes de señal que tienen frecuencias fuera del ancho de canal asociado. El PA 316(1) amplifica las señales filtradas hasta un nivel de potencia adecuado para su transmisión hasta el UT 400 por medio de las respectivas antenas 352(1)-352(N). El transpondedor de retorno 320, que incluye un número N de trayectos de retorno RP(1)-RP(N), recibe señales de comunicación desde el UT 400 a lo largo del enlace de retorno (RL) 302R por medio de las antenas 361(1)-361(N), y transmite señales de comunicación a la pasarela 200 a lo largo del RL 301R por medio de una o más antenas 362. Cada uno de los trayectos de retorno RP(1)-RP(N), que puede procesar señales de comunicación dentro de un canal o banda de frecuencia correspondiente, puede estar acoplado a una respectiva de las antenas 361(1)-361(N), y puede incluir uno respectivo de unos primeros filtros de paso de banda 321(1)-321(N), uno respectivo de unos primeros LNA 322(1)-322(N), uno respectivo de unos convertidores de frecuencia 323(1)-323(N), uno respectivo de unos segundos LNA 324(1)-324(N), y uno respectivo de unos segundos filtros de paso de banda 325(1)-325(N).

5 **[0037]** Dentro de cada uno de los respectivos trayectos de retorno RP(1)-RP(N), el primer filtro de paso de banda 321(1) pasa componentes de señal que tienen frecuencias dentro del canal o banda de frecuencia de los respectivos trayectos de retorno RP(1)-RP(N), y filtra componentes de señal que tienen frecuencias fuera del canal o la banda de frecuencia de los respectivos trayectos de retorno RP(1)-RP(N). Por tanto, la banda de paso del primer filtro de paso de banda 321(1) puede corresponder, para algunas implementaciones, al ancho del canal asociado con los respectivos trayectos de retorno RP(1)-RP(N). El primer LNA 322(1) amplifica todas las señales de comunicación recibidas hasta un nivel adecuado para su procesamiento por el convertidor de frecuencia 323(1). El convertidor de frecuencia 323(1) convierte la frecuencia de las señales de comunicación en los respectivos trayectos de retorno RP(1)-RP(N) (p. ej., a una frecuencia adecuada para su transmisión del satélite 300 a la pasarela 200). El segundo LNA 324(1) amplifica las
10 señales de comunicación de frecuencia convertida, y el segundo filtro de paso de banda 325(1) filtra componentes de señal que tienen frecuencias fuera del ancho de canal asociado. Las señales de los trayectos de retorno RP(1)-RP(N) se combinan y se proporcionan a la una o más antenas 362 por medio de un PA 326. El PA 326 amplifica las señales combinadas para su transmisión a la pasarela 200.

15 **[0038]** El oscilador 330, que puede ser cualquier circuito o dispositivo adecuado que genera una señal oscilante, proporciona una señal de oscilador local directa LO(F) a los convertidores de frecuencia 313(1)-313(N) del transpondedor directo 310, y proporciona una señal de oscilador local de retorno LO(R) a los convertidores de frecuencia 323(1)-323(N) del transpondedor de retorno 320. Por ejemplo, los convertidores de frecuencia 313(1)-313(N) pueden usar la señal LO(F) para convertir señales de comunicación de una banda de frecuencia asociada con la transmisión de señales desde la pasarela 200 hasta el satélite 300 a una banda de frecuencia asociada con la transmisión de señales desde el satélite 300 hasta el UT 400. Los convertidores de frecuencia 323(1)-323(N) pueden usar señal LO(R) para convertir señales de comunicación de una banda de frecuencia asociada con la transmisión de señales desde el UT 400 hasta el satélite 300 a una banda de frecuencia asociada con la transmisión de señales desde el satélite 300 hasta la pasarela 200.

25 **[0039]** El controlador 340, que está acoplado al transpondedor directo 310, al transpondedor de retorno 320 y al oscilador 330, puede controlar diversas operaciones del satélite 300, incluyendo (pero sin limitarse a) asignaciones de canal. En un aspecto, el controlador 340 puede incluir una memoria acoplada a un procesador (no mostrado para simplificar). La memoria puede incluir un medio no transitorio legible por ordenador (por ejemplo, uno o más elementos de memoria no volátil, tales como EPROM, EEPROM, memoria *flash*, un disco duro, etc.) que almacena instrucciones que, cuando se ejecutan mediante el procesador, hacen que el satélite 300 realice operaciones que incluyen (pero sin limitarse a) las descritas en el presente documento.

35 **[0040]** Un ejemplo de transceptor para uso en el UT 400 o 401 se ilustra en la FIG. 4. En la FIG. 4, se proporciona al menos una antena 410 para recibir señales de comunicación de enlace directo (por ejemplo, desde el satélite 300), que se transfieren a un receptor analógico 414, donde se reducen en frecuencia, se amplifican y se digitalizan. Un elemento duplexador 412 se usa a menudo para permitir que la misma antena 410 sirva tanto funciones de transmisión como de recepción. De forma alternativa, el transceptor para el UT 400 o 401 puede emplear antenas separadas 410 para funcionar a diferentes frecuencias de transmisión y recepción.

40 **[0041]** Las señales de comunicación digitales emitidas por el receptor analógico 414 se transfieren a al menos un receptor de datos digitales 416A-416N y a al menos un receptor de buscador 418. Los receptores de datos digitales 416A-416N se pueden usar para obtener niveles deseados de diversidad de señal, dependiendo del nivel aceptable de complejidad de transceptor, como resultará evidente a un experto en la técnica pertinente.

45 **[0042]** Al menos un procesador de control de terminal de usuario 420 está acoplado a los receptores de datos digitales 416A-416N y al receptor de buscador 418. El procesador de control 420 proporciona, entre otras funciones, procesamiento básico de señales, temporización, control o coordinación de potencia y traspaso, y selección de frecuencia usada para portadoras de señal. Otra función de control básica que puede realizar el procesador de control 420 es la selección o manipulación de las funciones que se van a usar para procesar diversas formas de onda de señal. El procesamiento de señales por el procesador de control 420 puede incluir una determinación de una intensidad de señal relativa y un cálculo de diversos parámetros de señal relacionados. Dichos cálculos de parámetros de señal, tales como la temporización y la frecuencia, pueden incluir el uso de circuitos dedicados adicionales o separados para proporcionar eficacia o velocidad incrementadas en las mediciones o una asignación mejorada de recursos de procesamiento de control.
50

55 **[0043]** Las salidas de los receptores de datos digitales 416A-416N están acopladas a unos circuitos de banda de base digitales 422 dentro del UT 400. Los circuitos de banda de base digitales 422 comprenden elementos de procesamiento y presentación usados para transferir información a y desde el UE 500, como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo. En referencia a la FIG. 4, si se emplea el procesamiento de señales de diversidad, los circuitos de banda de base digitales 422 pueden comprender un combinador y descodificador de diversidad. Algunos de estos elementos también pueden funcionar bajo el control de, o en comunicación con, el procesador de control 420.

60 **[0044]** Cuando se prepara voz u otros datos como un mensaje o señal de comunicación de salida que se origina en el UT 400, los circuitos de banda de base digitales 422 se usan para recibir, almacenar, procesar y preparar de otro modo los datos deseados para su transmisión. Los circuitos de banda de base digitales 422 proporcionan estos datos
65

a un modulador de transmisión 426 que funciona bajo el control del procesador de control 420. La salida del modulador de transmisión 426 se transfiere a un controlador de potencia de transmisión digital 428 que proporciona control de potencia de salida a un amplificador de potencia de transmisión analógico 430 para la transmisión final de la señal de salida desde la antena 410 hasta un satélite (por ejemplo, el satélite 300).

[0045] En la FIG. 4, el transceptor de UT también incluye una memoria 432 asociada con el procesador de control 420. La memoria 432 puede incluir instrucciones para su ejecución por el procesador de control 420, así como datos para su procesamiento por el procesador de control 420. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 4, la memoria 432 puede incluir instrucciones para realizar ajustes de tiempo o frecuencia que se van a aplicar a una señal RF que el UT 400 va a transmitir por medio del RL 301R al satélite 300.

[0046] En el ejemplo ilustrado en la FIG. 4, el UT 400 también incluye unas referencias de tiempo, frecuencia y/o posición locales opcionales 434 (p. ej., un receptor GPS), que pueden proporcionar información de tiempo, frecuencia y/o posición local al procesador de control 420 para diversas aplicaciones, incluyendo, por ejemplo, sincronización de tiempo o frecuencia para el UT 400.

[0047] Los receptores de datos digitales 416A-416N y el receptor de buscador 418 están configurados con elementos de correlación de señales para desmodular y seguir señales específicas. El receptor de buscador 418 se usa para buscar señales piloto, u otras señales fuertes de patrón relativamente fijo, mientras que los receptores de datos digitales 416A-416N se usan para desmodular otras señales asociadas con señales piloto detectadas. Sin embargo, los receptores de datos digitales 416A-416N se pueden asignar para seguir la señal piloto después de la adquisición para determinar con exactitud la proporción de energías de chip de señal con respecto al ruido de señal, y para formular la intensidad de la señal piloto. Por lo tanto, las salidas de estos receptores de datos digitales 416A-416N se pueden supervisar para determinar la energía o la frecuencia de la señal piloto u otras señales. Estos receptores de datos digitales 416A-416N también emplean elementos de seguimiento de frecuencia que se pueden supervisar para proporcionar información de frecuencia y temporización actual al procesador de control 420 para desmodulación de señales.

[0048] El procesador de control 420 puede usar dicha información para determinar en qué medida las señales recibidas están desplazadas de la frecuencia del oscilador, cuando se escalan a la misma banda de frecuencia, cuando proceda. Esta y otra información relacionada con errores de frecuencia y desviaciones de frecuencia se puede almacenar en un dispositivo de almacenamiento o la memoria 432 como se desee.

[0049] El procesador de control 420 también puede estar acoplado a unos circuitos de interfaz de UE 450 para permitir las comunicaciones entre el UT 400 y uno o más UE diferentes (no mostrados). Los circuitos de interfaz de UE 450 pueden estar configurados como se desee para la comunicación con diversas configuraciones de UE y, en consecuencia, pueden incluir diversos transceptores y componentes relacionados dependiendo de las diversas tecnologías de comunicación empleadas para comunicarse con los diversos UE admitidos. Por ejemplo, los circuitos de interfaz de UE 450 pueden incluir una o más antenas, un transceptor de red de área amplia (WAN), un transceptor de red de área local inalámbrica (WLAN), una interfaz de red de área local (LAN), una interfaz de red telefónica pública conmutada (PSTN) (no mostrada) y/u otras tecnologías de comunicación conocidas configuradas para comunicarse con uno o más UE en comunicación con el UT 400.

[0050] La FIG. 5 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo del UE 500, que también se puede aplicar al UE 501 de la FIG. 1. El UE 500, como se muestra en la FIG. 5, puede ser un dispositivo móvil, un ordenador portátil, una tableta, un dispositivo para llevar puesto, un reloj inteligente o cualquier tipo de dispositivo capaz de interactuar con un usuario, por ejemplo. Adicionalmente, el UE 500 puede ser un dispositivo de lado de red que proporciona conectividad a diversos dispositivos de usuario final de última tecnología y/o a diversas redes públicas o privadas. En el ejemplo mostrado en la FIG. 5, el UE 500 puede comprender una interfaz LAN 502, una o más antenas 504, un transceptor de red de área amplia (WAN) 506, un transceptor de red de área local inalámbrica (WLAN) 508 y un receptor de sistema de posicionamiento por satélite (SPS) 510. El receptor SPS 510 puede ser compatible con un sistema de posicionamiento global (GPS), un sistema global de navegación por satélite (GLONASS) y/o cualquier otro sistema de posicionamiento global o regional basado en satélites. En un aspecto alternativo, el UE 500 puede incluir el transceptor WLAN 508, tal como un transceptor wifi, con o sin la interfaz LAN 502, el transceptor WAN 506 y/o el receptor SPS 510, por ejemplo. Además, el UE 500 puede incluir transceptores adicionales tales como Bluetooth, ZigBee® y otras tecnologías conocidas, con o sin la interfaz LAN 502, el transceptor WAN 506, el transceptor WLAN 508 y/o el receptor SPS 510. En consecuencia, los elementos ilustrados para el UE 500 se proporcionan simplemente como un ejemplo de configuración y no pretenden limitar la configuración de los UE de acuerdo con los diversos aspectos divulgados en el presente documento.

[0051] En el ejemplo mostrado en la FIG. 5, un procesador 512 está conectado a la interfaz LAN 502, al transceptor WAN 506, al transceptor WLAN 508 y al receptor SPS 510. Opcionalmente, un sensor de movimiento 514 y otros sensores también pueden estar acoplados al procesador 512.

[0052] Una memoria 516 está conectada al procesador 512. En un aspecto, la memoria 516 puede incluir datos 518 que se pueden transmitir a y/o recibir desde el UT 400, como se muestra en la FIG. 1. En referencia a la FIG. 5, la

memoria 516 también puede incluir instrucciones almacenadas 520 que el procesador 512 va a ejecutar para realizar las etapas de proceso para comunicarse con el UT 400, por ejemplo. Además, el UE 500 también puede incluir una interfaz de usuario 522, que puede incluir hardware y un programa informático para interconectar entradas o salidas del procesador 512 con un usuario a través de entradas o salidas luminosas, sonoras o táctiles, por ejemplo. En el ejemplo mostrado en la FIG. 5, el UE 500 incluye un micrófono/altavoz 524, un teclado 526 y una pantalla 528 conectados a la interfaz de usuario 522. De forma alternativa, la entrada o salida táctil del usuario se puede integrar en la pantalla 528 usando una pantalla táctil, por ejemplo. Una vez más, los elementos ilustrados en la FIG. 5 no pretenden limitar la configuración de los UE divulgados en el presente documento, y se apreciará que los elementos incluidos en el UE 500 variarán en base al uso final del dispositivo y las opciones de diseño de los ingenieros del sistema.

[0053] Además, el UE 500 puede ser un dispositivo de usuario tal como un dispositivo móvil o un dispositivo de lado de red externo en comunicación con el UT 400 pero separado del mismo, como se ilustra en la FIG. 1, por ejemplo. De forma alternativa, el UE 500 y el UT 400 pueden ser partes integrantes de un único dispositivo físico.

[0054] En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, dos UT 400 y 401 pueden realizar comunicaciones bidireccionales con el satélite 300 por medio de unos RL y FL dentro de una cobertura de haz. Un satélite 300 puede comunicarse con más de dos UT 400 y 401 dentro de una cobertura de haz. El RL desde los UT 400 y 401 hasta el satélite 300 es, por lo tanto, un canal de muchos a uno. Pueden existir grandes diferenciales de retraso de tiempo y diferenciales de desplazamiento de frecuencia entre diferentes UT dentro de una cobertura de haz. Los diferenciales de desplazamiento de frecuencia se pueden deber a diferencias en desviaciones de frecuencia Doppler experimentadas por los UT 400 y 401 dentro de una cobertura de haz debidas a los movimientos relativos del satélite 300 y los UT 400 y 401, por ejemplo. Algunos de los UT 400 y 401 pueden ser móviles, mientras que otros pueden ser fijos, por ejemplo. Los diferenciales de desplazamiento de frecuencia entre diferentes UT 400 y 401 también pueden estar causados por otros factores, por ejemplo, derivas de frecuencia debidas a componentes de radiofrecuencia (RF) en las cadenas de transmisor de algunos de los UT 400 y 401 en una cobertura de haz.

[0055] En el sistema de comunicación por satélite 100 ilustrado en la FIG. 1, múltiples UT 400 y 401 dentro de una cobertura de haz se pueden multiplexar mediante división de tiempo (TDM), multiplexar mediante división de frecuencia (FDM) o multiplexar de alguna otra manera. Independientemente de si la multiplexación de diferentes UT 400 y 401 dentro de una cobertura de haz se logra mediante TDM, FDM o algún otro tipo de multiplexación, la cantidad de retraso de propagación unidireccional, es decir, la cantidad de tiempo que tarda una señal de radio en desplazarse en una sola dirección entre un UT y un satélite puede estar en el intervalo de aproximadamente 4 ms hasta aproximadamente 5,2665 ms, debido a la distancia entre el satélite y el UT.

[0056] En este ejemplo, el retraso de ida y vuelta para la propagación de señal en el sistema de comunicación por satélite 100 puede ser de hasta 10,533 ms. Si el tiempo de guarda entre los períodos de recepción y transmisión de un UT dado fuera igual al retraso máximo de ida y vuelta, entonces los períodos de recepción y transmisión tendrían que ser mucho más largos para reducir la sobrecarga del tiempo de guarda.

[0057] En un aspecto, se proporciona un procedimiento y aparato para sesgar una referencia de temporización para reducir el tiempo de guarda requerido para separar operaciones de recepción y transmisión de un transceptor semidúplex de un UT. En un aspecto, si la referencia de tiempo RL está sesgada, es decir, está desfasada en el tiempo, con respecto a la referencia de tiempo FL por un retraso mínimo de ida y vuelta (RTD) de 8 ms, por ejemplo, entonces el tiempo de guardia requerido para el transceptor semidúplex es un RTD diferencial máximo de 2,533 ms, más el tiempo requerido para que el transceptor semidúplex realice la transición desde un modo de recepción hasta un modo de transmisión y desde un modo de transmisión hasta un modo de recepción. A diferencia de otros esquemas de operaciones FDD semidúplex eficaces, los procedimientos y aparatos de acuerdo con diversos aspectos de esta divulgación no requieren descartar ninguna parte de un símbolo, por ejemplo, el prefijo cíclico para un símbolo de multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM).

[0058] La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de patrón de recepción/transmisión de una trama semidúplex (HD) para el transceptor de UT semidúplex. En este ejemplo, la trama HD tiene una duración de 10 ms e incluye cuatro segmentos de tiempo o subtramas, que incluyen "F" para FL, seguido de "S" para subtrama especial (SSF), seguido de "G" para tiempo de guarda, que viene seguido de "R" para RL.

[0059] En un aspecto, dicho formato de trama HD que incluye las subtramas F, S, G y R permite la asociación de uno a uno entre subtramas FL y RL debido a las restricciones en el acuse de recibo de una solicitud híbrida de repetición automática (HARQ) de FL y RL y las concesiones de planificación RL. En este ejemplo, donde una trama HD tiene una duración de tiempo de 10 ms, las asignaciones de tiempo para las subtramas F, S, G y R son de 3 ms, 1 ms, 2 ms y 4 ms, respectivamente.

[0060] La FIG. 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de subtrama especial (SSF), es decir, una subtrama S dentro de la trama HD de la FIG. 6. En un aspecto, la SSF incluye una primera parte, es decir, un componente F_{SSF} de FL inmediatamente después de la subtrama F de FL como se ilustra en la FIG. 6, y una segunda parte, es decir, un componente de tiempo de guarda G_{SSF} que precede de inmediato a la subtrama G de guarda como se ilustra en la

FIG. 6. Dentro de la SSF del ejemplo ilustrado en la FIG. 7, el componente F_{SSF} de FL es un segmento de tiempo designado para el FL y el componente de tiempo de guarda G_{SSF} es un segmento de tiempo designado para el tiempo de guarda.

5 **[0061]** Por ejemplo, si la duración de tiempo de la trama HD es de 10 ms, la SSF puede tener una duración de tiempo de aproximadamente 1 ms, incluyendo F_{SSF} que tiene una duración de tiempo de aproximadamente 0,2 ms para el FL, y G_{SSF} que tiene una duración de tiempo de aproximadamente 0,8 ms para el tiempo de guarda. En este ejemplo, el tiempo de guarda total, que es la suma del componente de tiempo de guarda G_{SSF} dentro de la SSF como se ilustra en la FIG. 7 y el tiempo de guarda de la subtrama G como se ilustra en la FIG. 6, es de aproximadamente 2,8 ms. Del mismo modo, la duración de tiempo total para el FL es la suma del componente F_{SSF} de FL dentro de la SSF y la duración de tiempo de la subtrama F, que es de aproximadamente 3,2 ms en este ejemplo. En un aspecto, la proporción del componente F_{SSF} de FL con respecto al componente de tiempo de guarda G_{SSF} dentro de la SSF se puede ajustar dinámicamente como se describe con más detalle a continuación.

15 **[0062]** Como resulta evidente a partir de la FIG. 6, la subtrama G para el tiempo de guarda debe ser mucho más corta en duración que la trama HD. En un aspecto, el tiempo de guarda mínimo requerido en la trama HD para el transceptor semidúplex sería el retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta, es decir, el retraso máximo de propagación de ida y vuelta menos el retraso mínimo de propagación de ida y vuelta, sin tener en cuenta retrasos adicionales debidos a transiciones desde un modo de recepción hasta un modo de transmisión y viceversa del transceptor semidúplex. En el ejemplo descrito anteriormente, donde el retraso máximo de propagación de ida y vuelta es de aproximadamente 10,533 ms y el retraso mínimo de propagación de ida y vuelta es de aproximadamente 8 ms, el retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta sería de $10,533 \text{ ms} - 8 \text{ ms} = 2,533 \text{ ms}$. En un aspecto, los retrasos adicionales debidos a las transiciones del modo de recepción al modo de transmisión y viceversa del transceptor semidúplex se añaden al retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta al calcular el tiempo de guarda requerido para separar la transmisión de señales de enlace de retorno y la recepción de señales de enlace directo.

20 **[0063]** En un transceptor semidúplex típico, los componentes de circuito, tales como el bucle de enganche de fase (PLL) y el amplificador de potencia (PA), pueden tardar una cantidad finita de tiempo en estabilizarse cuando el transceptor cambia del modo de transmisión al modo de recepción o viceversa. En un aspecto, se pueden proporcionar márgenes de tiempo adicionales en el tiempo de guarda para adaptarse al tiempo requerido para las transiciones del modo de transmisión al modo de recepción y viceversa. Por ejemplo, un transceptor semidúplex típico puede requerir un tiempo de transición de aproximadamente 100 μs del modo de transmisión al modo de recepción para que el PLL y el PA se estabilicen. En dicho transceptor semidúplex típico, el tiempo de transición del modo de recepción al modo de transmisión para que el PLL y el PA se estabilicen también es de aproximadamente 100 μs .

25 **[0064]** En un aspecto, el tiempo de guarda requerido para el transceptor semidúplex en el UT es igual al retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta, más el tiempo de transición del modo de recepción al modo de transmisión, más el tiempo de transición del modo de transmisión al modo de recepción. En el ejemplo descrito anteriormente, donde el retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta es de aproximadamente 2,533 ms y el tiempo de transición para cada transición semidúplex entre el modo de transmisión y el modo de recepción en cualquier dirección es de aproximadamente 100 μs , el tiempo de guarda para el transceptor semidúplex en el UT sería de al menos $2,533 \text{ ms} + 0,1 \text{ ms} + 0,1 \text{ ms} = 2,733 \text{ ms}$, que se puede redondear a 2,8 ms.

30 **[0065]** En un aspecto, una referencia de tiempo para el RL puede estar sesgada, es decir, desfasada en el tiempo, con respecto a la referencia de tiempo para el FL en una cantidad establecida a fin de reducir la duración de tiempo requerida para la subtrama G en cada trama HD. En un aspecto, la referencia de tiempo para el RL puede estar sesgada o desfasada en el tiempo con respecto a la referencia de tiempo para el FL en una cantidad aproximadamente igual al retraso mínimo de propagación de ida y vuelta, es decir, el doble del retraso mínimo de propagación del desplazamiento en un sentido de la señal entre el UT y el satélite, menos un pequeño ajuste para tener en cuenta el tiempo de transición requerido por el transceptor semidúplex para cambiar entre un modo de transmisión y un modo de recepción, que se describirá con más detalle a continuación.

35 **[0066]** En un aspecto, la referencia de tiempo para el RL puede estar sesgada o desfasada en el tiempo con respecto a la referencia de tiempo para el FL en una cantidad ligeramente menor que el retraso mínimo de propagación de ida y vuelta. Por ejemplo, si el retraso mínimo de propagación unidireccional es de aproximadamente 4 ms, entonces la referencia de tiempo para el RL puede estar sesgada en aproximadamente 8 ms con respecto a la referencia de tiempo para el FL, menos un pequeño ajuste, que es un parámetro del sistema basado en el tiempo de transición para que el transceptor semidúplex cambie entre el modo de transmisión y el modo de recepción.

40 **[0067]** La cantidad de desfase de tiempo o sesgo de la referencia de tiempo para el RL con respecto al FL se puede igualar al retraso mínimo de propagación de ida y vuelta menos T_{R2F} , que es un parámetro del sistema basado en el tiempo de transición requerido para que el transceptor semidúplex cambie del modo de transmisión al modo de recepción. Por ejemplo, si el tiempo de transición para que los componentes del transceptor, tales como el PLL y el PA, se estabilicen cuando el transceptor semidúplex cambia del modo de transmisión al modo de recepción o viceversa

es de aproximadamente 100 μ s, entonces el parámetro del sistema T_{R2F} puede ser ligeramente superior a 100 μ s para adaptarse a un margen para el tiempo de transición.

5 **[0068]** En el ejemplo descrito anteriormente con respecto a una trama HD que tiene una longitud de 10 ms y que incluye unas subtramas F, S, G y R, donde la subtrama S es una subtrama especial (SSF) que incluye un componente de tiempo F_{SSF} de FL y un componente de tiempo de guarda G_{SSF} , las longitudes de las subtramas F, S, G y R son de 3 ms, 1 ms, 2 ms y 4 ms, respectivamente, como se ilustra en las FIGS. 6 y 7. Si el componente de tiempo F_{SSF} de FL tiene una longitud de 0,2ms y el componente de tiempo de guarda G_{SSF} tiene una longitud de 0,8 ms, la duración de tiempo total asignada al FL dentro de la trama HD sería de 3 ms + 0,2 ms = 3,2 ms, la duración de tiempo total asignada al tiempo de guarda es de 2,8 ms, y la duración de tiempo total asignada al RL se mantiene en 4 ms, que es la longitud de la subtrama R. En este ejemplo, el UT puede alcanzar el 32 % de la capacidad del haz FL y el 40 % de la capacidad del haz RL.

15 **[0069]** En un aspecto, se puede utilizar una pluralidad de desplazamientos aleatorios para patrones semidúplex de tramas HD para múltiples UT en una cobertura de haz. En el ejemplo descrito anteriormente en el que una trama HD tiene una longitud de 10 ms, se pueden proporcionar diez desplazamientos de tiempo iguales con un intervalo de 1 ms entre cada par de desplazamientos adyacentes, por ejemplo, 0 ms, 1 ms, 2 ms, ... 9 ms para los patrones semidúplex. En un aspecto, el transceptor semidúplex de un UT puede supervisar el FL cuando no hay tráfico. Cuando llega el tráfico FL y/o RL para el UT, el patrón semidúplex para ese UT comienza con un desplazamiento aleatorio, que puede ser cualquiera de los desplazamientos de 0 ms a 9 ms. Cuando la ráfaga de tráfico termina, el UT entra en un estado para supervisión de FL. La próxima vez que llegue el tráfico FL y/o RL para el UT, el patrón semidúplex para el UT comienza con otro desplazamiento aleatorio que puede ser diferente del desplazamiento anterior. Para cualquier UT en una cobertura de haz, el desplazamiento de trama HD varía con el tiempo de manera aleatoria después del tiempo de llegada aleatorio del tráfico FL y/o RL.

25 **[0070]** En una red de comunicación por satélite en la que un haz de satélite cubre un gran número de UT, en cualquier instante de tiempo, cada uno de los UT activos tiene un patrón semidúplex con un desplazamiento aleatorio independiente de los otros UT activos en la cobertura del haz. Con un gran número de UT en una cobertura de haz, se puede crear un agregado de patrones semidúplex con desplazamientos aleatorios. Con un gran número de UT activos localizados aleatoriamente dentro de una cobertura de haz, se espera que haya un número aproximadamente igual de UT por desplazamiento, y que el tráfico se distribuya de manera aproximadamente uniforme a lo largo del tiempo.

35 **[0071]** En el ejemplo descrito anteriormente, donde se proporcionan diez desplazamientos de 0 ms a 9 ms, suponiendo que una trama HD tenga una longitud de 10 ms, cada uno de los desplazamientos (0 ms, 1 ms, 2 ms, ... 9 ms) contendría un número aproximadamente igual de UT. Si el número de UT activos en una cobertura de haz es relativamente pequeño, por ejemplo, menos de 10 UT en una cobertura de haz, entonces se puede proporcionar un número inferior a 10 desplazamientos de desplazamientos con la misma separación, por ejemplo, un total de 5 desplazamientos con un intervalo de 2 ms entre cada par de desplazamientos adyacentes, es decir, 0 ms, 2 ms, 4 ms, 40 6 ms y 8 ms. También aquí, se espera encontrar un número aproximadamente igual de UT en cada uno de los desplazamientos de tiempo.

45 **[0072]** En un aspecto, las referencias de tiempo del sistema y las escalas de tiempo HARQ para un sistema de comunicación con transceptores semidúplex se establecen de modo que estas referencias de tiempo y escalas de tiempo HARQ se implementan mediante un planificador (por ejemplo, el planificador 202), que puede estar localizado en la pasarela o la infraestructura, para UT que funcionan con una capa física dúplex completa. En un aspecto, se pueden determinar las reglas de acuse de recibo HARQ de enlace directo Q y HARQ de enlace de retorno en la referencia de tiempo del satélite para operaciones semidúplex. En un aspecto, estas reglas de temporización HARQ de enlace directo y enlace de retorno son restricciones que el planificador semidúplex debe cumplir.

50 **[0073]** En un aspecto, el satélite 300 actúa como transpondedor entre la pasarela 200 y los UT 400 y 401 dentro de una cobertura de haz del satélite 300 en el ejemplo ilustrado en la FIG. 1. En un aspecto, la referencia de tiempo para el receptor RL del satélite está sesgada o desfasada en el tiempo por una cantidad de tiempo igual al retraso mínimo de propagación de ida y vuelta menos T_{R2F} , que es un parámetro del sistema que es dependiente del tiempo de transición para que componentes de circuito de transceptor tales como el PLL y el PA se estabilicen durante una transición del modo de transmisión al modo de recepción o viceversa, como se describe anteriormente, con respecto a la referencia de tiempo para el transmisor FL del satélite.

60 **[0074]** Las FIGS. 8 y 9 son diagramas que ilustran ejemplos de escalas de tiempo HARQ con retrasos de enlace de conexión de aproximadamente 9,2 ms y aproximadamente 4 ms, respectivamente. Los retrasos de propagación de las señales de enlace directo y de retorno entre el satélite 300 y la pasarela 200 están determinados por la distancia entre el satélite 300 y la pasarela 200. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 8, el retraso del enlace de conexión entre el borde anterior de la subtrama F de la trama k del transmisor de pasarela (GW TX) y el borde anterior de la subtrama F de la trama k+1 del transmisor FL del satélite (Sat FSL TX) es de aproximadamente 9,2 ms.

65

[0075] En el ejemplo ilustrado en la FIG. 8, se supone que el retraso de propagación unidireccional entre el satélite 300 y el UT 400 y/o 401 en o cerca del centro de una cobertura de haz es de aproximadamente 4 ms, y por tanto, el borde anterior de la subtrama F de la trama k en el receptor de UT 400 y/o 401 en o cerca del centro de la cobertura de haz (UT RX centro) desfasa el borde anterior de la subtrama F de la trama k en Sat FSL TX aproximadamente 4 ms. Por el contrario, el retraso de propagación unidireccional entre el satélite 300 y el UT 400 y/o 401 en o cerca del borde de la cobertura del haz del satélite 300 es de aproximadamente 5,2 ms.

[0076] En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, se ilustra una escala de tiempo de comunicación bidireccional entre la pasarela 200 y el UT 400 y/o 401 en o cerca del centro de una cobertura de haz del satélite 300, que sirve como transpondedor. Una escala de tiempo desde el borde anterior de la subtrama F de la trama k en GW TX hasta el borde anterior de la subtrama F de la trama k+1 en Sat FSL TX se ilustra mediante una línea discontinua (F: 1.^a TX), con un tiempo de propagación de aproximadamente 9,2 ms, y una escala de tiempo desde el borde anterior de la subtrama F de la trama k+1 en Sat FSL TX hasta el borde anterior de la subtrama F de la trama k+1 en UT RX centro se ilustra mediante una línea discontinua (F: 1.^a TX), con un tiempo de propagación de aproximadamente 4 ms.

[0077] En el UT 400 y/o 401, se proporciona un tiempo de proceso y de espera, que se ilustra mediante una línea discontinua (F: proc. y espera). En la trama k+1 del UT 400 y/o 401, se proporciona un tiempo de guarda en la subtrama G para separar la recepción de la señal de enlace directo en el UT en la subtrama F y la transmisión de la señal de enlace de retorno en el UT 400 y/o 401 en la subtrama R. Como se muestra en la FIG. 8, el tiempo de guarda en la subtrama G forma parte del tiempo de proceso y espera para permitir que el UT 400 y/o 401 procese la señal o los datos antes de una transmisión posterior en el enlace de retorno.

[0078] En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, una escala de tiempo que ilustra una transmisión iniciada por el UT 400 y/o 401 en o cerca del centro de una cobertura de haz también se muestra como una línea discontinua (R: 1.^a TX), desde el borde anterior de la subtrama R de la trama k en el transmisor del UT (UT TX centro) hasta el borde anterior de la subtrama R de la trama k+1 en el receptor RL de satélite (Sat RSL RX). El satélite 300 retransmite la señal de enlace de retorno desde el UT 400 y/o 401 hasta la pasarela a lo largo de una línea discontinua (R: 1.^a TX), que va desde el borde anterior de la subtrama R de la trama k+1 en Sat RSL RX hasta el borde anterior de la subtrama R de la trama k+2 en el receptor de pasarela (GW RX). También se puede proporcionar un tiempo de proceso y espera (R: proc. y espera) en la pasarela 200 para permitir que la pasarela 200 procese la señal o los datos antes de una transmisión posterior en el enlace directo.

[0079] En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, una señal de no acuse de recibo (NAK) se transmite desde el UT 400 y/o 401 en o cerca del centro de la cobertura del haz a través del satélite 300 hasta la pasarela 200, como se ilustra mediante líneas discontinuas (F: NAK) desde el borde anterior de la subtrama R de la trama k+1 en UT TX centro hasta el borde anterior de la subtrama R de la trama k+2 en Sat RSL RX, y desde el borde anterior de la subtrama R de la trama k+2 en Sat RSL RX hasta el borde anterior de la subtrama R de la trama k+3 en GW RX.

[0080] Del mismo modo, otra señal NAK se transmite desde la pasarela 200 a través del satélite 300 hasta el UT 400 y/o 401, como se ilustra mediante líneas discontinuas (R: NAK), desde el borde anterior de la subtrama F de la trama k+3 en GW TX hasta el borde anterior de la subtrama F de la trama k+4 en Sat FSL TX, y desde el borde anterior de la subtrama F de la trama k+4 en Sat FSL TX hasta el borde anterior de la subtrama F de la trama k+4 en UT RX centro. En lugar de NAK, el UT 400 y/o 401 pueden transmitir una señal de acuse de recibo (ACK) como respuesta a la señal de enlace directo recibida, y de forma similar, la pasarela 200 puede transmitir una señal de ACK como respuesta a la señal de enlace de retorno recibida.

[0081] En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, se supone que hay un retraso mínimo de propagación de ida y vuelta de aproximadamente 8 ms entre el satélite 300 y el UT 400 y/o 401. Por tanto, se proporciona un retraso de tiempo de $8 \text{ ms} - T_{R2F}$ entre la referencia de tiempo para el Sat RSL RX con respecto a la referencia de tiempo para el Sat FSL TX, como se muestra mediante la diferencia de tiempo $8 \text{ ms} - T_{R2F}$ entre el borde anterior de la trama k en Sat RSL RX y el borde anterior de la trama k en Sat FSL TX en la FIG. 8.

[0082] En este ejemplo, T_{R2F} es un parámetro del sistema que representa un tiempo de transición para que el transceptor UT semidúplex se establezca cuando cambia del modo de recepción al modo de transmisión o viceversa, por ejemplo, 100 μs , más un pequeño margen para el tiempo de transición. En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, también se supone que el UT 400 y/o 401 necesita un tiempo de procesamiento de aproximadamente 2 ms entre la recepción del paquete de enlace directo y la transmisión de la respuesta ACK o NAK. Los aproximadamente 2 ms de tiempo de procesamiento requeridos por el UT 400 y/o 401 se pueden tener en cuenta proporcionando un intervalo de tiempo de aproximadamente 2 ms entre el borde posterior de la subtrama R de la trama k+1 en Sat RSL RX y el borde anterior de la subtrama F de la trama k+2 en Sat FSL TX, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 8.

[0083] Las operaciones de recepción y transmisión, así como las respuestas ACK/NAK del UT 400 y/o 401 en o cerca del borde de una cobertura de haz (UT RX borde y UT TX borde) como se muestra en la FIG. 8 son similares al UT 400 y/o 401 en o cerca del centro de la cobertura del haz (UT RX centro y UT TX centro). Sin embargo, el borde anterior de la subtrama F de la trama k en UT RX borde desfasa aproximadamente en 5,2 ms el borde anterior de la subtrama F de la trama k en Sat FSL TX.

[0084] En este ejemplo, para el UT 400 y/o 401 en o cerca del borde de la cobertura del haz, se proporciona un intervalo de tiempo de aproximadamente 2,6 ms entre el borde posterior de la subtrama R de la trama k en UT TX borde y el borde anterior de la subtrama F de la trama siguiente k+1 en UT RX borde. Para compensar el intervalo de tiempo de aproximadamente 2,6 ms entre las dos tramas adyacentes, la duración del tiempo de guarda en la subtrama G entre la subtrama F y la subtrama R en cada una de las tramas HD en el UT 400 y/o 401 en o cerca del borde de cobertura del haz se reduce. En un aspecto, el tiempo de guarda en una trama HD dada se puede ajustar dinámicamente implementando una subtrama especial adaptativa (SSF), que se describirá con más detalle a continuación.

[0085] La FIG. 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de escala de tiempo HARQ para un sistema de comunicación por satélite en el que el retraso del enlace de conexión entre la pasarela 200 y el satélite 300 es de aproximadamente 4 ms. En este ejemplo, hay un intervalo de tiempo de aproximadamente 4 ms entre el borde anterior de la subtrama F de la trama k+1 en GW TX y el borde anterior de la subtrama F de la trama k+1 en Sat FSL TX. En el ejemplo mostrado en la FIG. 9, también se supone que hay un retraso mínimo de propagación de ida y vuelta de aproximadamente 8 ms entre el satélite 300 y el UT 400 y/o 401, y que el UT 400 y/o 401 necesita un tiempo de procesamiento de aproximadamente 2 ms entre la recepción el paquete de enlace directo y la transmisión de la respuesta ACK o NAK.

[0086] Como el ejemplo mostrado en la FIG. 8, se proporciona un retraso de tiempo de $8 \text{ ms} - T_{R2F}$ entre la referencia de tiempo para el Sat RSL RX con respecto a la referencia de tiempo para el Sat FSL TX, como se muestra mediante la diferencia de tiempo $8 \text{ ms} - T_{R2F}$ entre el borde anterior de la trama k en Sat RSL RX y el borde anterior de la trama k en Sat FSL TX en la FIG. 9, donde T_{R2F} es un parámetro del sistema que representa el tiempo de transición más un margen para que el transceptor de UT semidúplex se estabilice cuando realiza la transición del modo de recepción al modo de transmisión o viceversa. Además, se puede proporcionar un intervalo de tiempo de aproximadamente 2 ms más T_{R2F} entre el borde posterior de la subtrama R de la trama k+1 en Sat RSL RX y el borde anterior de la subtrama F de la trama k+2 en Sat FSL TX, por ejemplo, para tener en cuenta el tiempo de procesamiento requerido por el UT 400 y/o 401 para procesar un paquete recibido y el tiempo de transición requerido por el transceptor de UT semidúplex para estabilizarse entre los modos de recepción y transmisión.

[0087] En base a los ejemplos ilustrados en las FIGS. 8 y 9, se apreciará que los patrones de trama semidúplex en la pasarela 200, el satélite 300 y el UT 400 y/o 401 se pueden repetir para tramas más allá de las ilustradas en las FIGS. 8 y 9, por ejemplo, más allá de la trama k+4, k+5, ... En un aspecto, la referencia de tiempo de transmisión FL del satélite en Sat FSL TX se puede establecer como una referencia de tiempo de desplazamiento cero. En un aspecto, las escalas de tiempo para el transmisor y receptor de pasarela y para el transmisor y receptor de UT se pueden calcular en base a los retrasos de tiempo de las tramas respectivas con respecto a la referencia de tiempo de transmisión FL del satélite. Se apreciará que se puede establecer una referencia de tiempo de desplazamiento cero de otras maneras para proporcionar los retrasos de tiempo relativos deseados en la pasarela 200 y en el UT 400 y/o 401.

[0088] En un aspecto, se proporciona una subtrama especial adaptativa (SSF) para permitir un incremento o una disminución en el tiempo de guarda total con una disminución o un incremento correspondiente en el tiempo total asignado para el enlace directo dentro de una trama HD dada. En el ejemplo ilustrado en las FIGS. 6 y 7 y descrito anteriormente, la trama HD de 10 ms consiste en las subtramas F, S, G y R que tienen longitudes de 3 ms, 1 ms, 2 ms y 4 ms, respectivamente, y dentro de la subtrama especial S, se asigna un segmento de tiempo para FL F_{SSF} y se asigna otro segmento de tiempo para el tiempo G_{SSF} . Por tanto, la cantidad total de tiempo para el FL dentro de la trama HD de 10 ms de la FIG. 6 es $3 \text{ ms} + 0,2 \text{ ms} = 3,2 \text{ ms}$, mientras que el tiempo de guarda total dentro de la trama HD de 10 ms de la FIG. 6 es $0,8 \text{ ms} + 2 \text{ ms} = 2,8 \text{ ms}$.

[0089] En un aspecto, las asignaciones entre la cantidad de tiempo para el FL F_{SSF} y la cantidad de tiempo de guarda G_{SSF} dentro de la SSF se puede cambiar dinámicamente, dependiendo de si el UT 400 y/o 401 está en o cerca del centro de una cobertura de haz del satélite 300, es decir, donde el retraso de propagación de ida y vuelta de las señales entre el satélite 300 y el UT 400 y/o 401 está en o cerca de un mínimo o en o cerca del borde de la cobertura del haz del satélite 300, es decir, donde el retraso de propagación de ida y vuelta de las señales entre el satélite 300 y el UT 400 y/o 401 está en o cerca de un máximo. En un aspecto, entre el centro y el borde de una cobertura de haz, hay una continuidad de configuraciones SSF con asignaciones variables de cantidades de tiempo entre F_{SSF} y G_{SSF} , aunque la cantidad total de tiempo para la SSF permanece constante en 1 ms.

[0090] En un aspecto, la cantidad de tiempo asignada a F_{SSF} se puede incrementar o disminuir en incrementos o disminuciones continuas o discretas, y la cantidad de tiempo asignada a G_{SSF} se puede disminuir o incrementar como corresponda en disminuciones o incrementos continuos o discretos, dependiendo del retraso de propagación de ida y vuelta entre el UT 400 y/o 401 y el satélite 300, que está determinado por la localización del UT 400 y/o 401 en la cobertura del haz. Por ejemplo, en una trama HD de 10 ms, para el UT 400 y/o 401 en el centro de una cobertura de haz, es decir, donde el retraso de propagación de ida y vuelta está en un mínimo, la longitud completa de SSF se puede asignar al FL, lo que da eficazmente como resultado una asignación de 4 ms, 2 ms y 4 ms para el enlace directo, el tiempo de guarda y el enlace de retorno, respectivamente.

[0091] Por otra parte, para el UT 400 y/o 401 en el borde de una cobertura de haz, es decir, donde el retraso de propagación de ida y vuelta está en un máximo, 0,2 ms de la SSF de 1 ms se pueden asignar al FL mientras 0,8 ms de la SSF de 1 ms se pueden asignar al tiempo de guarda, lo que da eficazmente como resultado una asignación de 3,2 ms, 2,8 ms y 4 ms para el enlace directo, el tiempo de guarda y el enlace de retorno, respectivamente, dentro de la trama HD.

[0092] En un aspecto, se puede proporcionar un planificador para ajustar adaptativamente las asignaciones de tiempo entre F_{SSF} y G_{SSF} en una SSF, dependiendo de la localización del UT 400 y/o 401 en una cobertura de haz dada. En un aspecto, el planificador se puede implementar en un procesador como parte de una pasarela, por ejemplo, la pasarela 200 como se muestra en la FIG. 1, o como parte de la infraestructura, por ejemplo, la infraestructura 106 como se muestra en la FIG. 1.

[0093] En un aspecto, el planificador puede ajustar de forma adaptativa la configuración SSF programando la cantidad adecuada de tráfico de enlace directo desde la pasarela 200 hasta el UT 400 y/o 401 a través del satélite 300. En un aspecto, el UT 400 y/o 401 solo necesita seguir la especificación de escala de tiempo de dúplex por división de frecuencia (FDD) de dúplex completo.

[0094] Desde la perspectiva del UT, el UT 400 y/o 401 pueden desconocer el patrón de trama HD diseñado para operaciones semidúplex, pero pueden conocer su propia capacidad semidúplex y pueden informar al planificador de la red de su capacidad semidúplex a través de un mensaje, por ejemplo, un mensaje de capacidad UT, a través del enlace de retorno. En un aspecto, el UT 400 y/o 401 supervisa cada subtrama como una subtrama FL a menos que se conceda como subtrama RL. En un aspecto, el UT 400 y/o 401 sigue las concesiones del planificador para recepciones FL y transmisiones RL y sigue las especificaciones de escala de tiempo FDD de dúplex completo para HARQ y concesiones.

[0095] El planificador se puede implementar en la pasarela 200 (por ejemplo, el planificador 202) o la infraestructura 106. En un aspecto, se requiere un planificador semidúplex para seguir las reglas de temporización HARQ FL y RL establecidas. En un aspecto, el planificador puede seguir un patrón semidúplex para un UT semidúplex, pero no es necesario que lo haga.

[0096] Por ejemplo, para el UT 400 y/o 401 localizado en o cerca del centro de una cobertura de haz, es decir, donde el retraso de propagación de ida y vuelta entre el UT 400 y/o 401 y el satélite 300 está en o cerca de un mínimo, se puede proporcionar una asignación de tiempo de 4 ms, 2 ms y 4 ms para la recepción de señal en enlace directo, el tiempo de guarda y la transmisión de señal en enlace de retorno, respectivamente, en una trama HD dada. En este ejemplo, el UT 400 y/o 401 puede lograr hasta un 40 % de capacidad de haz para el enlace directo y un 40 % de capacidad de haz para el enlace de retorno.

[0097] En un aspecto, el planificador puede proporcionar desplazamientos aleatorios como los descritos anteriormente si hay múltiples UT presentes en una cobertura de haz. Por ejemplo, como se describe anteriormente, para tramas HD de 10 ms, se pueden proporcionar 10 desplazamientos de 0 ms a 9 ms en incrementos de 1 ms para el patrón semidúplex si hay un gran número de UT activos, por ejemplo, más de 10 UT, presentes en un haz de cobertura. Si el número de UT activos en una cobertura de haz es relativamente pequeño, por ejemplo, menos de 10 UT, entonces se pueden proporcionar 5 desplazamientos de 0 ms a 8 ms en incrementos de 2 ms. Debido a la aleatoriedad esperada de las localizaciones de diversos UT dentro de una cobertura de haz a lo largo del tiempo, se espera que se encuentre un número aproximadamente igual de UT en cada uno de los desplazamientos a lo largo del tiempo. En un aspecto, el planificador puede implementar los desplazamientos aleatorios para asegurar que el agregado de patrones para todos los UT activos en una cobertura de haz tenga desplazamientos aleatorios, y distribuir una carga de tráfico aproximadamente igual por todos los desplazamientos.

[0098] La FIG. 10 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de módulo para determinar la cantidad de tiempo de guarda de una trama semidúplex en el bloque 1000. En un aspecto, un retraso mínimo de propagación de ida y vuelta para un UT en una cobertura de haz de un satélite se determina en el bloque 1002, y un retraso máximo de propagación de ida y vuelta para el UT se determina en el bloque 1004. En un aspecto, el retraso mínimo de propagación de ida y vuelta es el retraso de ida y vuelta de propagación de señal cuando el UT está en el centro de la cobertura del haz. En otro aspecto, el retraso máximo de propagación de ida y vuelta es el retraso de ida y vuelta de propagación de señal cuando el UT está en el borde de la cobertura del haz.

[0099] En referencia a la FIG. 10, en base al retraso mínimo de propagación de ida y vuelta y el retraso máximo de propagación de ida y vuelta determinados en los bloques 1002 y 1004, respectivamente, se determina un retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta en el bloque 1008. En un aspecto, el retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta se determina restando el retraso mínimo de propagación de ida y vuelta del retraso máximo de propagación de ida y vuelta.

[0100] Los tiempos de transición para que los componentes del circuito de un transceptor semidúplex, tales como un bucle de enganche de fase (PLL) o un amplificador de potencia (PA), se establezcan cuando el transceptor cambia de un modo de recepción a un modo de transmisión y viceversa se determinan en el bloque 1006. En un aspecto, se

pueden incluir márgenes en los tiempos de transición para que el transceptor semidúplex cambie del modo de recepción al modo de transmisión y viceversa. En base al retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta y los tiempos de transición para que el transceptor cambie del modo de recepción al modo de transmisión y viceversa, el tiempo de guarda entre el enlace directo y el enlace de retorno en la trama semidúplex del UT se determina en el bloque 1010. En un aspecto, el tiempo de guarda se determina mediante la suma del retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta, el tiempo de transición del modo de recepción al modo de transmisión y el tiempo de transición del modo de transmisión al modo de recepción.

[0101] La FIG. 11 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de módulo para sesgar una referencia de tiempo para un enlace de retorno con respecto a una referencia de tiempo para un enlace directo en el bloque 1100. En un aspecto, un retraso mínimo de propagación de ida y vuelta se determina en el bloque 1102, y un tiempo de transición para los componentes de circuito de un transceptor semidúplex, que incluyen, por ejemplo, un PLL o PA, para estabilizarse cuando el transceptor cambia del modo de transmisión al modo de recepción o viceversa, se determina en el bloque 1104. Como se describe anteriormente, en un aspecto, el retraso mínimo de propagación de ida y vuelta es el retraso de ida y vuelta de la propagación de señal cuando un UT dentro de una cobertura de haz de un satélite se comunica con el satélite en el centro de la cobertura de haz.

[0102] En referencia a la FIG. 11, un parámetro del sistema, T_{R2F} , se determina en base al tiempo de transición en el bloque 1106. En un aspecto, el parámetro del sistema T_{R2F} se puede determinar añadiendo un margen al tiempo de transición para que el transceptor semidúplex realice la transición del modo de transmisión al modo de recepción o viceversa. En base al retraso mínimo de propagación de ida y vuelta y el parámetro del sistema T_{R2F} , la cantidad de sesgo o desfase de tiempo de la referencia de tiempo del enlace de retorno con respecto a la referencia de tiempo del enlace directo se determina en el bloque 1108.

[0103] En un aspecto, la cantidad de sesgo o desfase de tiempo se determina restando el parámetro del sistema T_{R2F} del retraso mínimo de propagación de ida y vuelta. En un aspecto, la referencia de tiempo de enlace directo en el transmisor de enlace directo del satélite se puede establecer como una referencia de tiempo de desplazamiento cero, y la referencia de tiempo de enlace de retorno en el receptor de enlace de retorno del satélite se puede sesgar o retrasar en el tiempo con respecto a la referencia de tiempo de enlace directo en el transmisor de enlace directo del satélite.

[0104] La FIG. 12 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de módulo para determinar un patrón de transmisión/recepción semidúplex en un terminal de usuario (UT) en el bloque 1200. En un aspecto, un segmento de tiempo de enlace directo F_{SSF} de la subtrama especial (SSF) de la trama HD se asigna en el bloque 1202, y un segmento de tiempo de guarda G_{SSF} de la SSF de la trama HD se asigna en el bloque 1204. En un aspecto descrito anteriormente, aunque la longitud total de la SSF permanezca constante en 1 ms en una trama HD de 10 ms, la proporción del segmento de tiempo de enlace directo F_{SSF} y la proporción del segmento de tiempo de guarda G_{SSF} dentro de la SSF se pueden ajustar dinámicamente, en base al menos en parte a la cantidad de tiempo de guarda total requerido en la trama HD.

[0105] Como se ilustra en las FIGS. 6 y 7 y descritas anteriormente, el segmento de tiempo de enlace directo F_{SSF} de la subtrama S sigue de inmediato a la subtrama F en la trama HD, y la duración de tiempo total para la recepción en enlace directo por el UT es la suma de la duración de tiempo para la subtrama F y la duración de tiempo para el F_{SSF} en la subtrama S. Del mismo modo, el segmento de tiempo de guarda G_{SSF} de la subtrama S precede de inmediato a la subtrama G en la trama HD, y la duración de tiempo total para el tiempo de guarda es la suma de la duración de tiempo para la subtrama G y la duración de tiempo para el G_{SSF} en la subtrama S. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 6, la duración de tiempo para la subtrama R para la transmisión en enlace de retorno por el UT permanece constante en 4 ms. En referencia a la FIG. 12, el tiempo de enlace directo, el tiempo de guarda y el tiempo de enlace de retorno en la trama HD se asignan en el bloque 1206.

[0106] La FIG. 13 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de planificador de desplazamientos aleatorios 1300. En un aspecto, en el bloque 1302 un módulo determina un número de desplazamientos en base al número de UT activos encontrados dentro de una cobertura de haz de un satélite. En un aspecto, en el bloque 1304 un módulo asigna los desplazamientos con separaciones iguales en el tiempo. Si el número de UT activos dentro de la cobertura del haz es grande, por ejemplo, más de 10 UT, y la longitud de la trama HD es de 10 ms, entonces se pueden proporcionar 10 desplazamientos en incrementos de 1 ms, de 0 ms a 9 ms, como se describe anteriormente. Si hay menos de 10 UT activos, por ejemplo, se puede proporcionar un número menor de desplazamientos, por ejemplo, 5 desplazamientos en incrementos de 2 ms de 0 ms a 8 ms, como se describe anteriormente.

[0107] En un aspecto, el planificador de desplazamientos aleatorios 1300 se puede implementar en una pasarela, tal como la pasarela 200 como se muestra en la FIG. 1, o en la infraestructura, tal como la infraestructura 106 como se muestra en la FIG. 1. En un aspecto, no es necesario que un UT en una cobertura de haz de un satélite tenga conocimiento de la presencia del planificador de desplazamientos aleatorios 1300 en la pasarela 200 o la infraestructura 106. El UT solo necesita aplicar el desplazamiento de tiempo determinado para ese UT particular por el planificador de desplazamientos aleatorios 1300. En referencia a la FIG. 13, el planificador de desplazamientos aleatorios 1300 incluye un módulo en el bloque 1306 para determinar si los patrones agregados para todos los UT

activos dentro de la cobertura del haz tienen desplazamientos aleatorios. En base a la determinación de patrones agregados, un módulo en el bloque 1308 del planificador de desplazamientos aleatorios 1300 distribuye cargas de tráfico aproximadamente iguales por todos los desplazamientos.

5 **[0108]** La FIG. 14 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un planificador de tramas especiales (SSF) adaptativo en el bloque 1400. En un aspecto, el planificador SSF adaptativo 1400 se puede implementar en una pasarela, tal como la pasarela 200 como se muestra en la FIG. 1, o en la infraestructura, tal como la infraestructura 106 como se muestra en la FIG. 1. En un aspecto, no es necesario que un UT en una cobertura de haz de un satélite tenga conocimiento de la presencia del planificador SSF adaptativo 1400 en la pasarela 200 o la infraestructura 106.

10 **[0109]** En referencia a la FIG. 14, un módulo en el bloque 1402 del planificador SSF adaptativo 1400 ajusta dinámicamente el segmento de tiempo de enlace directo F_{SSF} en base a la localización del UT con respecto al satélite, que determina la distancia entre el UT y el satélite y, por tanto, el retraso de propagación. En un aspecto, el planificador SSF adaptativo 1400 también incluye un módulo en el bloque 1404 para ajustar el segmento de tiempo de guarda G_{SSF} en el planificador SSF adaptativo 1400 en base a la localización del UT en la cobertura del haz del satélite.

15 **[0110]** En un aspecto, debido a que la longitud total del planificador SSF adaptativo 1400 permanece constante, un incremento en el segmento de tiempo de guarda G_{SSF} necesita una disminución en el segmento de tiempo de enlace directo F_{SSF} y viceversa. En base al F_{SSF} y el G_{SSF} ajustados dinámicamente, un módulo en el bloque 1406 determina el tiempo total para la recepción en enlace directo y el tiempo total de guarda entre la recepción en enlace directo y la transmisión en enlace de retorno dentro de una trama HD para el UT. En un aspecto, el tiempo total para la recepción en enlace directo se determina sumando la duración de tiempo de F_{SSF} a la duración de tiempo de la subtrama F del enlace directo en la trama HD como se muestra en la FIG. 6, mientras que el tiempo de guarda total se determina sumando la duración de tiempo de G_{SSF} a la duración de tiempo de la subtrama de guarda G en la trama HD como se muestra en la FIG. 6.

20 **[0111]** La funcionalidad de los módulos de las FIGS. 10 -14 se puede implementar de diversas maneras consecuentes con las enseñanzas del presente documento. En algunos diseños, la funcionalidad de estos módulos se puede implementar como uno o más componentes eléctricos. En algunos diseños, la funcionalidad de estos módulos se puede implementar como un sistema de procesamiento que incluye uno o más componentes de procesador. En algunos diseños, la funcionalidad de estos módulos se puede implementar usando, por ejemplo, al menos una parte de uno o más circuitos integrados (por ejemplo, un ASIC). Como se analiza en el presente documento, un circuito integrado puede incluir un procesador, programa informático, otros componentes relacionados o alguna combinación de los mismos. Por tanto, la funcionalidad de diferentes módulos se puede implementar, por ejemplo, como subconjuntos diferentes de un circuito integrado, como subconjuntos diferentes de un conjunto de módulos de programa informático, o una combinación de los mismos. Además, se apreciará que un subconjunto dado (por ejemplo, de un circuito integrado y/o de un conjunto de módulos de programa informático) puede proporcionar al menos una parte de la funcionalidad para más de un módulo. Además, se apreciará que los módulos y la funcionalidad descritos en el presente documento se pueden implementar en uno o más elementos (por ejemplo, pasarela, infraestructura, satélite y/o UT) del sistema de comunicación por satélite. Por ejemplo, en algunos aspectos, la funcionalidad se puede compartir entre múltiples elementos del sistema de comunicación por satélite (por ejemplo, pasarela e infraestructura) que están en comunicación entre sí. En consecuencia, las ilustraciones proporcionadas en el presente documento son meramente ejemplos.

30 **[0112]** Además, los componentes y funciones representados mediante las FIGS.10-14, así como otros componentes y funciones descritos en el presente documento, se pueden implementar usando cualquier medio adecuado. Dichos medios también se pueden implementar, al menos en parte, usando una estructura correspondiente, como se enseña en el presente documento. Por ejemplo, los componentes descritos anteriormente junto con los componentes "módulo para" de las FIGS. 10-14 también pueden corresponder a una funcionalidad "medios para" designada de forma similar. Por tanto, en algunos aspectos, uno o más de dichos medios se pueden implementar usando uno o más de entre componentes de procesador, circuitos integrados u otra estructura adecuada, como se enseña en el presente documento.

35 **[0113]** En vista de la divulgación anterior, se apreciará que varios aspectos pueden admitir procedimientos para realizar las diversas funciones divulgadas en el presente documento. Por ejemplo, la figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de determinación de un desfase de tiempo de una referencia de tiempo de enlace de retorno con respecto a una referencia de tiempo de enlace directo en un sistema de comunicación por satélite. En el bloque 1502, se determina un retraso mínimo de propagación de ida y vuelta de las señales entre una estación terrestre y un satélite. En el bloque 1504, se determina un tiempo de transición para que un transceptor semidúplex de la estación terrestre cambie entre un modo de transmisión y un modo de recepción. En el bloque 1506, se determina un parámetro del sistema en base al tiempo de transición para que el transceptor semidúplex cambie entre el modo de transmisión y el modo de recepción. En el bloque 1508, se determina el desfase de tiempo de la referencia de tiempo del enlace de retorno con respecto a la referencia de tiempo del enlace directo, en base al retraso mínimo de propagación de ida y vuelta y el parámetro del sistema. El procedimiento se puede realizar en un sistema de comunicación por satélite 100, como se ilustra en la FIG. 1. El sistema de comunicación por satélite 100 puede incluir

un satélite 300 y al menos una estación terrestre (p. ej., UT 400, UT 401) que tiene un transceptor semidúplex en una cobertura de haz del satélite 300.

5 **[0114]** En otro aspecto, la FIG. 16 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de determinación de un tiempo de guarda entre una recepción y una transmisión en un transceptor semidúplex. En el bloque 1602, se determina un retraso máximo de propagación de ida y vuelta de las señales entre el transceptor semidúplex y un satélite. En el bloque 1604, se determina un retraso mínimo de propagación de ida y vuelta de las señales entre el transceptor semidúplex y el satélite. En el bloque 1606, se determina un retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta en base al retraso máximo de propagación de ida y vuelta y el retraso mínimo de propagación de ida y vuelta. En el bloque 1608, se determina un tiempo de transición para que el transceptor semidúplex cambie entre un modo de transmisión y un modo de recepción. En el bloque 1610, el tiempo de guarda se determina en base al retraso diferencial máximo de propagación de ida y vuelta y el tiempo de transición para que el transceptor semidúplex cambie entre el modo de transmisión y el modo de recepción. El procedimiento se puede realizar en un sistema de comunicación por satélite 100, como se ilustra en la FIG. 1. El sistema de comunicación por satélite 100 puede incluir un satélite 300 y al menos una estación terrestre (p. ej., UT 400, UT 401) que tiene un transceptor semidúplex en una cobertura de haz del satélite 300.

20 **[0115]** En otro aspecto, la FIG. 17 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de determinación de una duración de tiempo de enlace directo y una duración de tiempo de guarda en una trama semidúplex en un sistema de comunicación por satélite. En el bloque 1702, se asigna un segmento de tiempo de enlace directo en una subtrama especial de la trama semidúplex. En el bloque 1704, se asigna un segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial. En el bloque 1706, la duración de tiempo del enlace directo en la trama semidúplex se determina en base al segmento de tiempo del enlace directo en la subtrama especial. En el bloque 1708, la duración de tiempo de guarda en la trama semidúplex se determina en base al segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial. El procedimiento se puede realizar en un sistema de comunicación por satélite 100, como se ilustra en la FIG. 1. El sistema de comunicación por satélite 100 puede incluir una pasarela 200 que tiene un planificador 202, un satélite 300 y al menos una estación terrestre (por ejemplo, UT 400, UT 401) que tiene un transceptor semidúplex en una cobertura de haz del satélite 300.

30 **[0116]** En otro, la FIG. 18 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de planificación de desplazamientos de tiempo de una pluralidad de terminales de usuario en una cobertura de haz de un satélite en un sistema de comunicación por satélite. En el bloque 1802, se determina un número de desplazamientos de tiempo en base a un número de terminales de usuario activos en la cobertura del haz. En el bloque 1804, se asignan desplazamientos de tiempo igualmente separados en base al número de desplazamientos de tiempo. En el bloque 1806, se determina si los patrones agregados para los terminales de usuario activos en la cobertura del haz tienen desplazamientos aleatorios. En el bloque 1806, se distribuyen cargas de tráfico aproximadamente iguales por los tiempos para los terminales de usuario activos. El procedimiento se puede realizar en un sistema de comunicación por satélite 100, como se ilustra en la FIG. 1. El sistema de comunicación por satélite 100 puede incluir una pasarela 200 que tiene un planificador 202, un satélite 300 y una pluralidad de terminales de usuario (por ejemplo, UT 400, UT 401) en una cobertura de haz del satélite 300.

45 **[0117]** Los expertos en la técnica apreciarán que la información y las señales se pueden representar usando cualesquiera de entre una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, instrucciones, mandatos, información, señales, bits, símbolos y segmentos que se puedan haber mencionado a lo largo de la descripción anterior se pueden representar mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas o cualquier combinación de los mismos.

50 **[0118]** Además, los expertos en la técnica apreciarán que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos con respecto a los aspectos divulgados en el presente documento se pueden implementar como hardware electrónico, un programa informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y un programa informático, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o un programa informático 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 debería interpretarse que dichas decisiones de implementación impliquen apartarse del alcance de la presente divulgación.

60 **[0119]** Los procedimientos, secuencias o algoritmos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de programa informático ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de programa informático puede residir en memoria RAM, memoria *flash*, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, unos registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un ejemplo de 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. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

5 **[0120]** En consecuencia, un aspecto de la divulgación puede incluir un medio legible por ordenador que realiza uno o más procedimientos divulgados en el presente documento relacionados con transmisiones de datos en semidúplex en sistemas de comunicación por satélite no geosíncronos. En consecuencia, la divulgación no se limita a los ejemplos ilustrados, y cualquier medio para realizar las funciones descritas en el presente documento está incluido en los aspectos de la divulgación.

10 **[0121]** Aunque la divulgación anterior representa aspectos ilustrativos, cabe destacar que se pueden realizar diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. No es necesario que las funciones, etapas o acciones de las reivindicaciones de procedimiento de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento se realicen en ningún orden particular, salvo que se indique expresamente lo contrario. Además, aunque los elementos se pueden describir o reivindicar en singular, también se contempla el plural a no ser que se indique explícitamente la limitación al singular.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento (1700) de determinación de una duración de tiempo de enlace directo y una duración de tiempo de guarda en una trama semidúplex en un sistema de comunicación por satélite, comprendiendo el procedimiento:
- asignar (1702) un segmento de tiempo de enlace directo en una subtrama especial de la trama semidúplex;
- 10 asignar (1704) un segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial;
- determinar (1706) la duración de tiempo de enlace directo en la trama semidúplex en base al segmento de tiempo de enlace directo en la subtrama especial; y
- 15 determinar (1708) la duración de tiempo de guarda en la trama semidúplex en base al segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial,
- en el que la trama semidúplex comprende además una subtrama de guarda que sigue al segmento de tiempo de guarda de la subtrama especial, y
- 20 en el que unas proporciones del segmento de tiempo de enlace directo y el segmento de tiempo de guarda varían dinámicamente en base a un requisito de tiempo de guarda total para la subtrama semidúplex mientras que una duración de la subtrama especial permanece constante.
- 25 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la trama semidúplex comprende además una subtrama de enlace directo que precede a la subtrama especial.
- 30 3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que determinar la duración de tiempo de enlace directo en la trama semidúplex comprende añadir el segmento de tiempo de enlace directo en la subtrama especial a la subtrama de enlace directo.
- 35 4. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que determinar la duración de tiempo de guarda en la trama semidúplex comprende añadir el segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial a la subtrama de guarda.
- 40 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el procedimiento lo realiza un planificador de subtramas especiales, SSF, adaptativo.
- 45 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el planificador SSF adaptativo está en una pasarela.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el sistema de comunicación por satélite incluye al menos una estación terrestre.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el sistema de comunicación por satélite incluye un satélite que es un satélite no geosíncrono.
- 50 9. Un aparato (1200) para determinar una duración de tiempo de enlace directo y una duración de tiempo de guarda en una trama semidúplex en un sistema de comunicación por satélite, comprendiendo el aparato:
- medios (1202) para asignar un segmento de tiempo de enlace directo en una subtrama especial de la trama semidúplex;
- medios (1204) para asignar un segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial;
- 55 medios (1206) para determinar la duración de tiempo de enlace directo en la trama semidúplex en base al segmento de tiempo de enlace directo en la subtrama especial; y
- medios (1206) para determinar la duración de tiempo de guarda en la trama semidúplex en base al segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial,
- 60 en el que la trama semidúplex comprende además una subtrama de guarda que sigue al segmento de tiempo de guarda de la subtrama especial, y
- en el que unas proporciones del segmento de tiempo de enlace directo y el segmento de tiempo de guarda varían dinámicamente en base a un requisito de tiempo de guarda total para la subtrama semidúplex mientras que una duración de la subtrama especial permanece constante.
- 65

10. Un medio legible por ordenador (516) que comprende al menos una instrucción (520) para hacer que un ordenador o procesador realice un procedimiento para determinar una duración de tiempo de enlace directo y una duración de tiempo de guarda en una trama semidúplex en un sistema de comunicación por satélite, comprendiendo la al menos una instrucción instrucciones para:

- 5 asignar un segmento de tiempo de enlace directo en una subtrama especial de la trama semidúplex;
- asignar un segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial;
- 10 determinar la duración de tiempo de enlace directo en la trama semidúplex en base al segmento de tiempo de enlace directo en la subtrama especial; y
- determinar la duración de tiempo de guarda en la trama semidúplex en base al segmento de tiempo de guarda en la subtrama especial,
- 15 en el que la trama semidúplex comprende además una subtrama de guarda que sigue al segmento de tiempo de guarda de la subtrama especial, y
- en el que unas proporciones del segmento de tiempo de enlace directo y el segmento de tiempo de guarda varían dinámicamente en base a un requisito de tiempo de guarda total para la subtrama semidúplex mientras que una duración de la subtrama especial permanece constante.
- 20

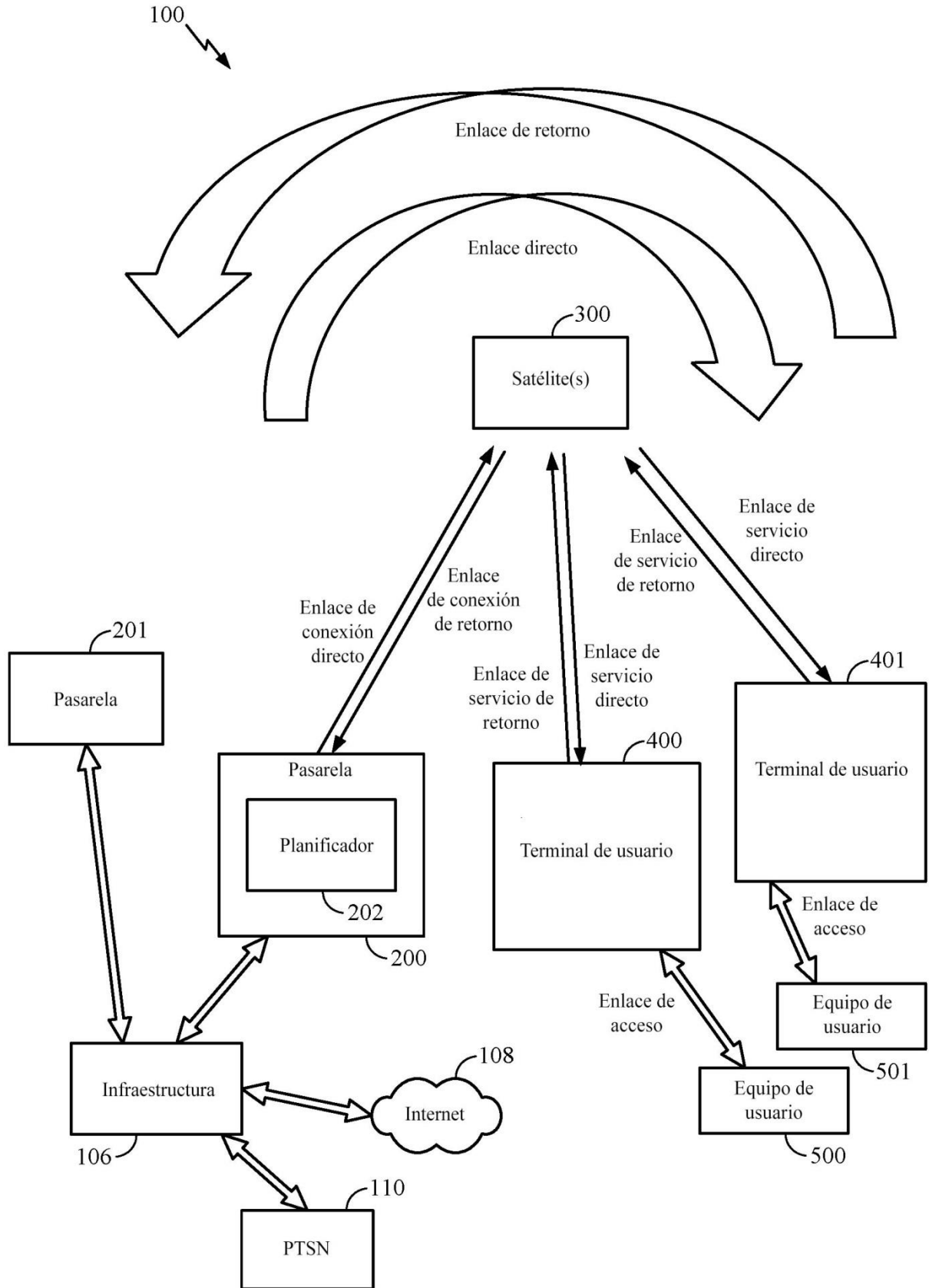


FIG. 1

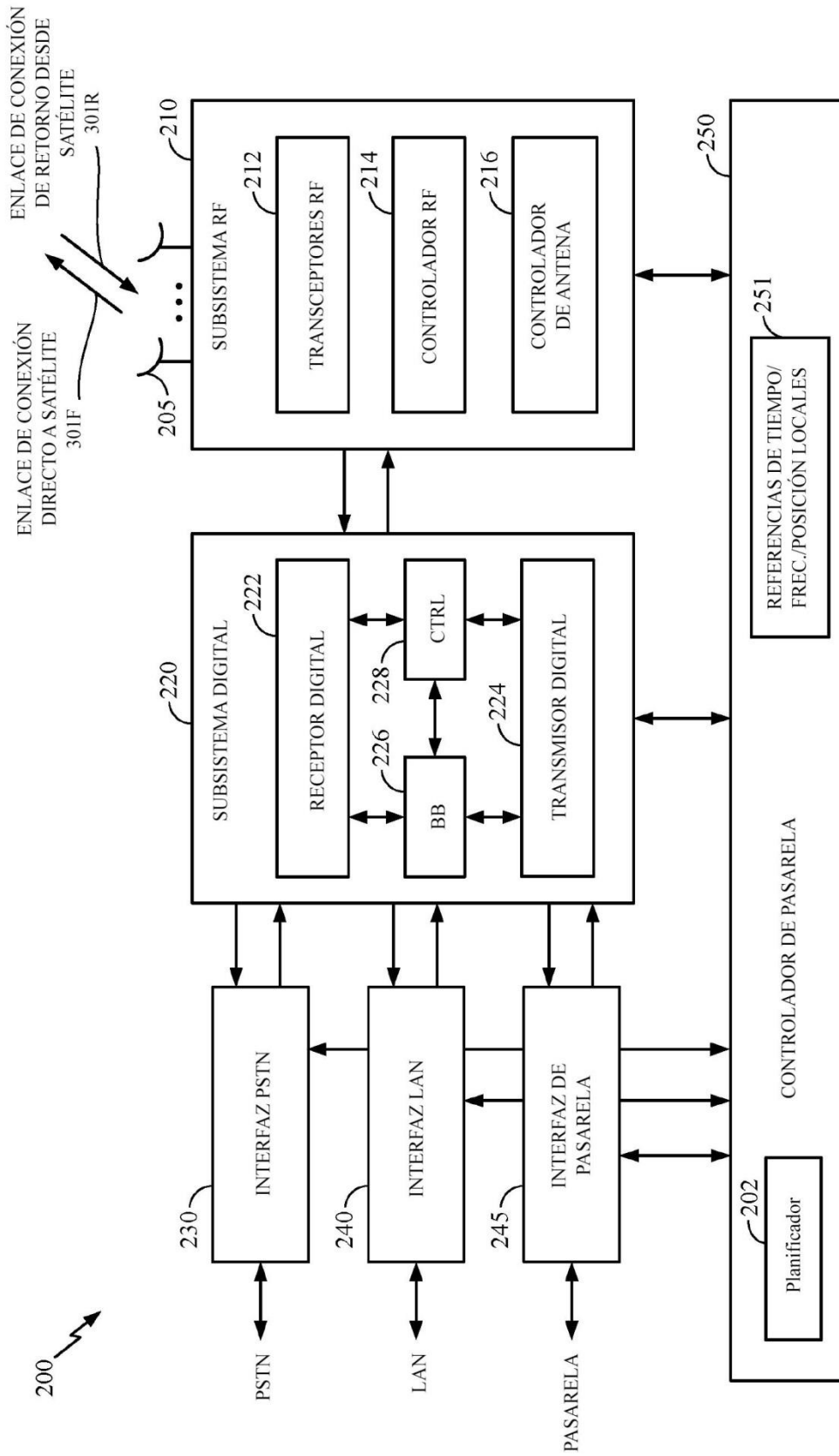


FIG. 2

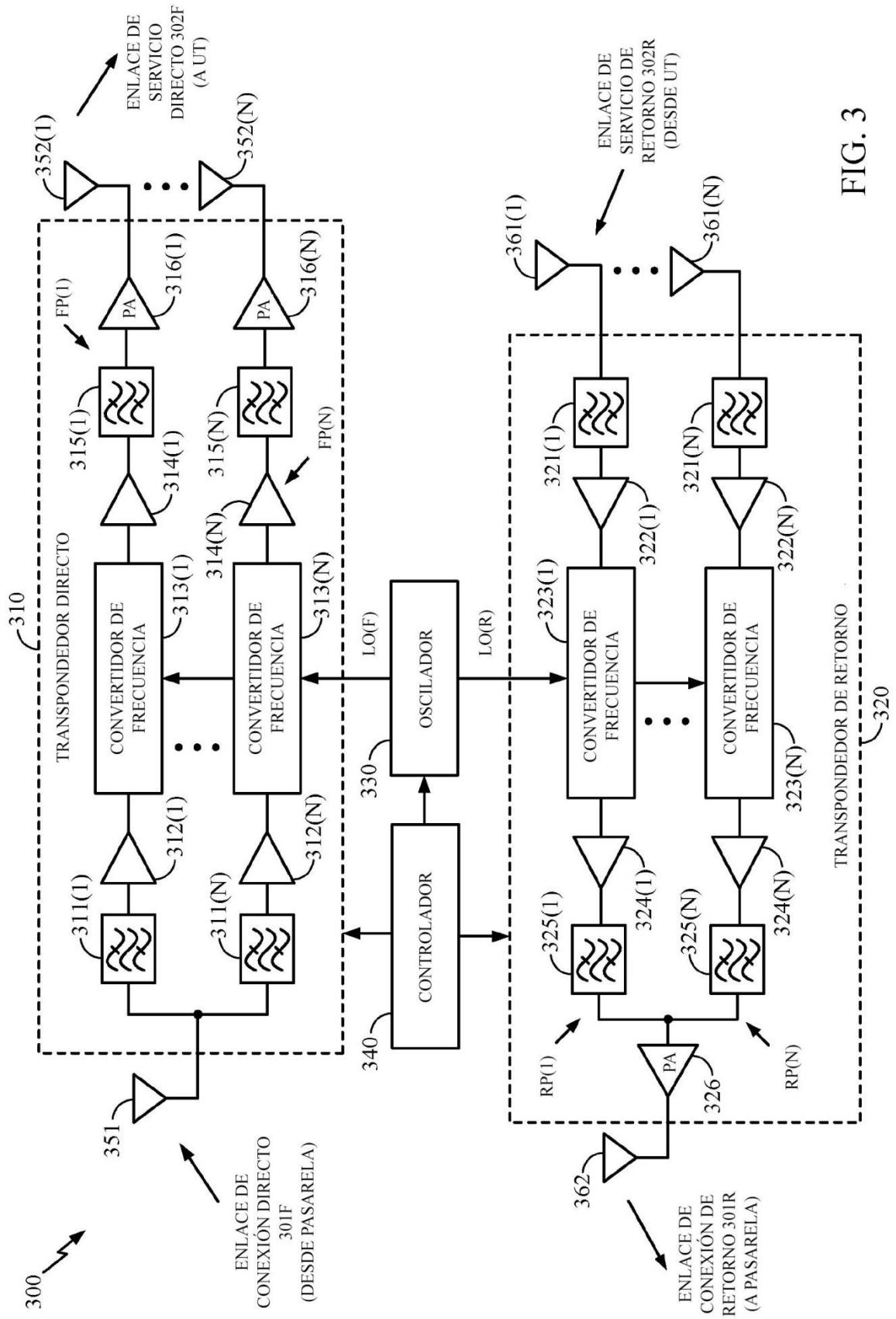


FIG. 3

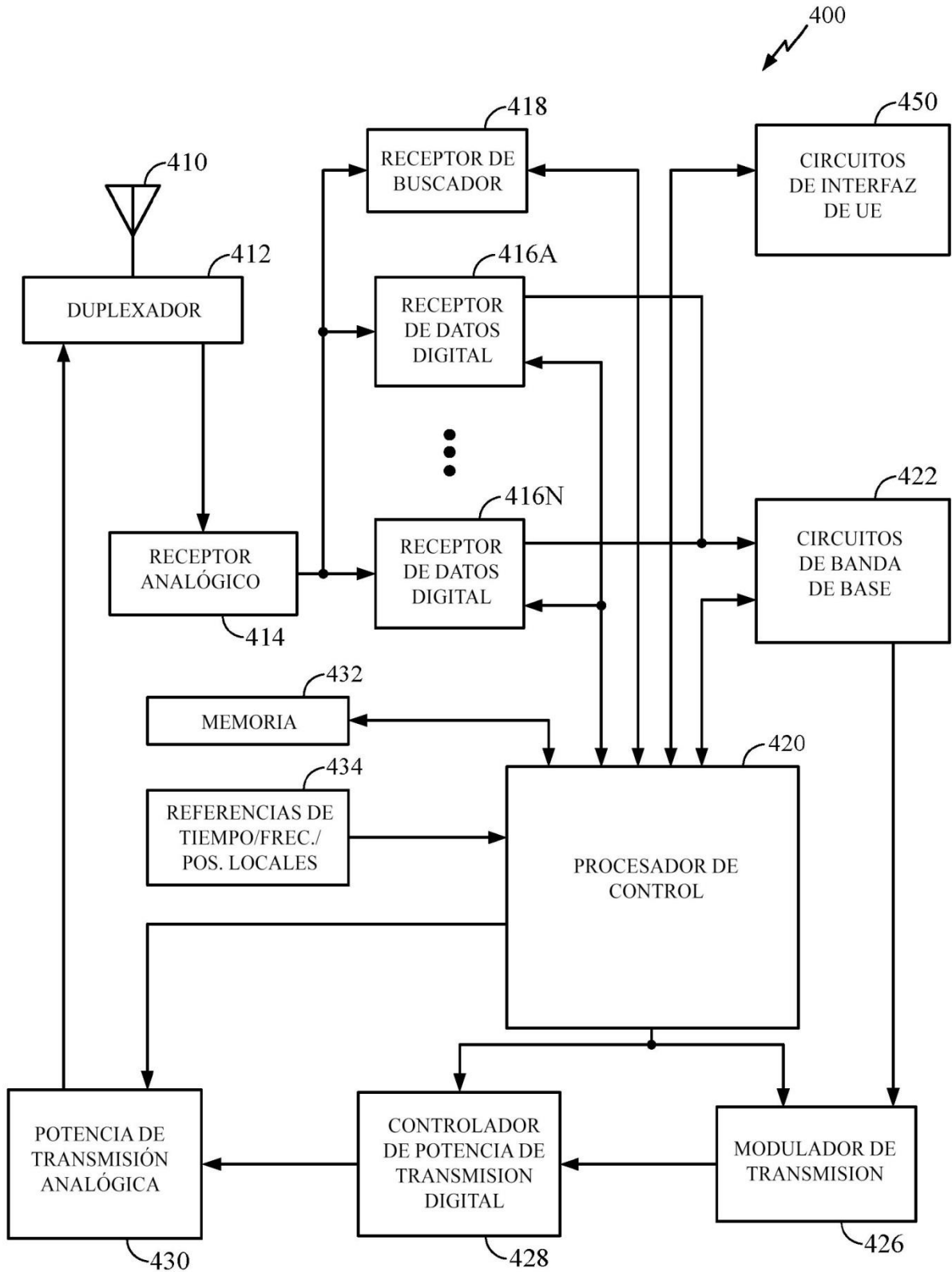


FIG. 4

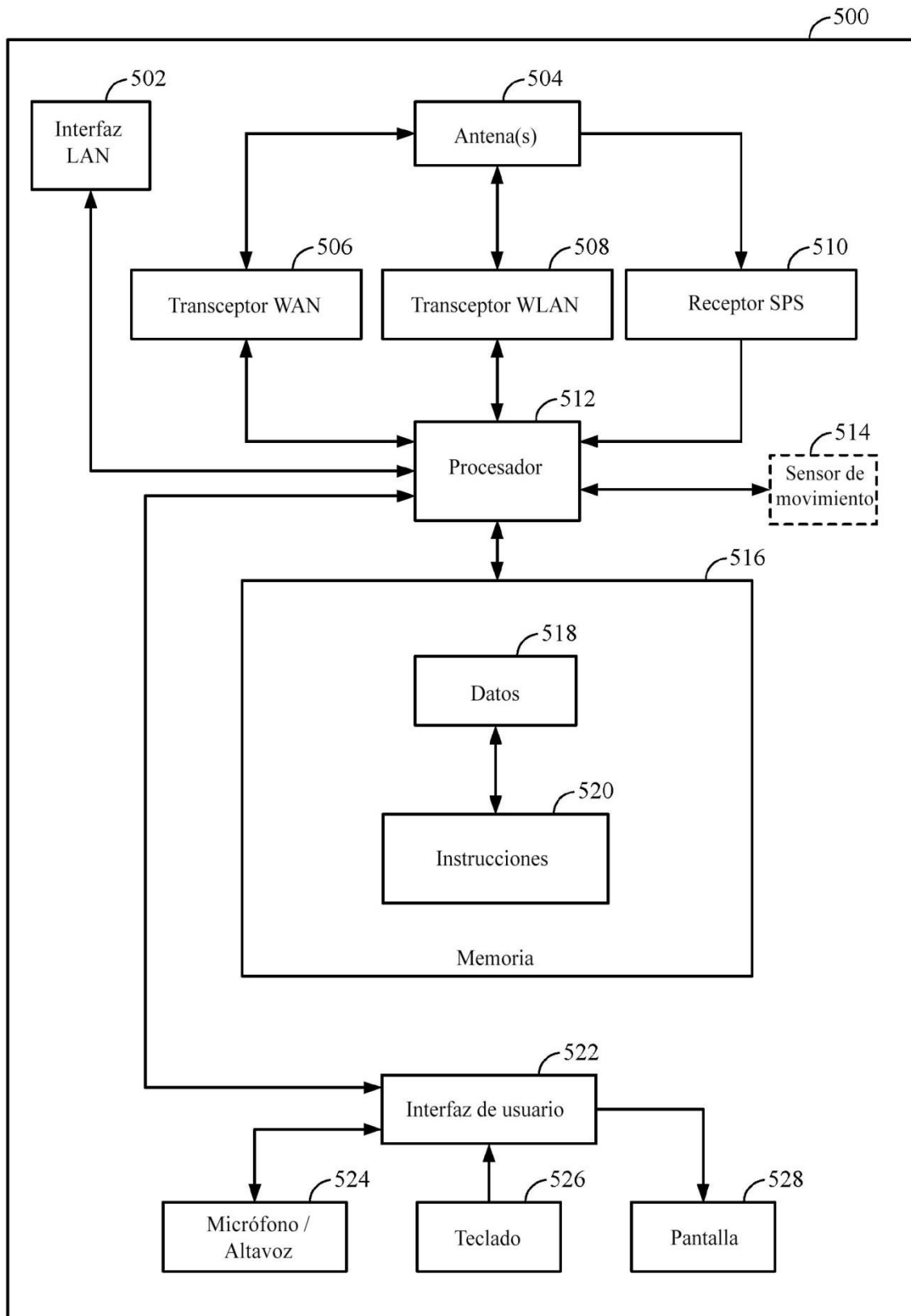


FIG. 5

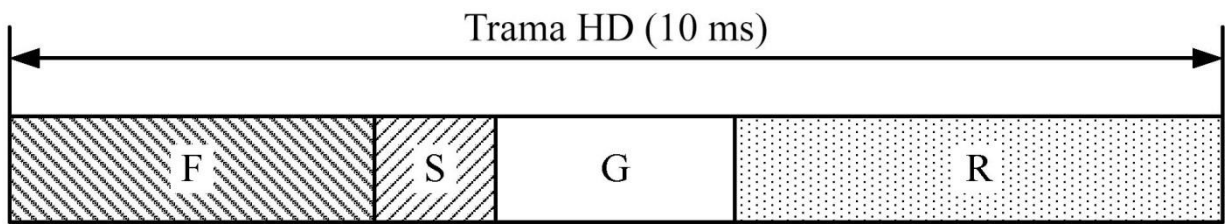


FIG. 6

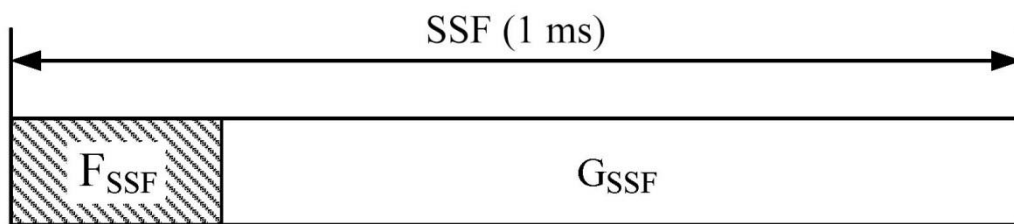


FIG. 7

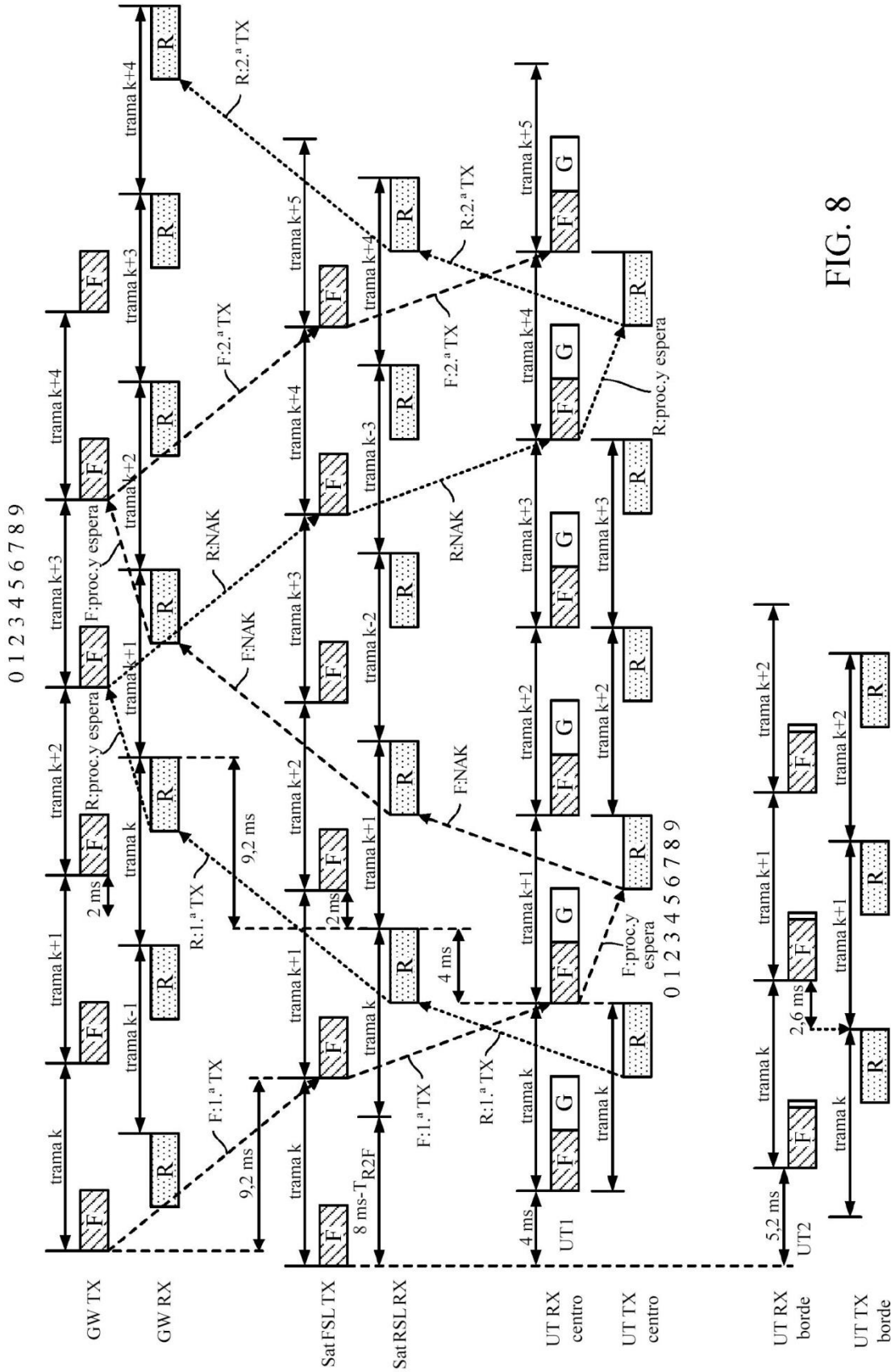


FIG. 8

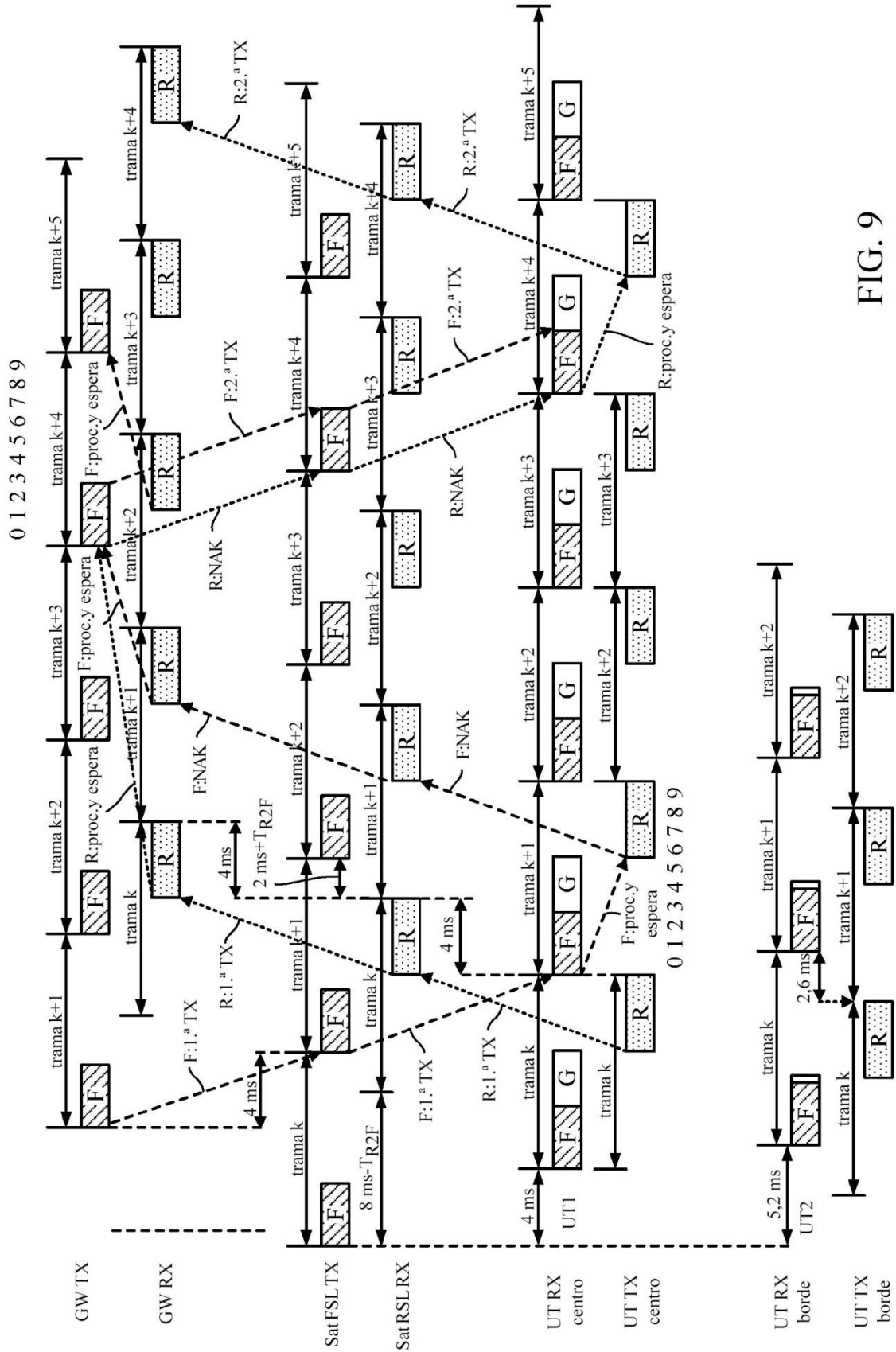


FIG. 9

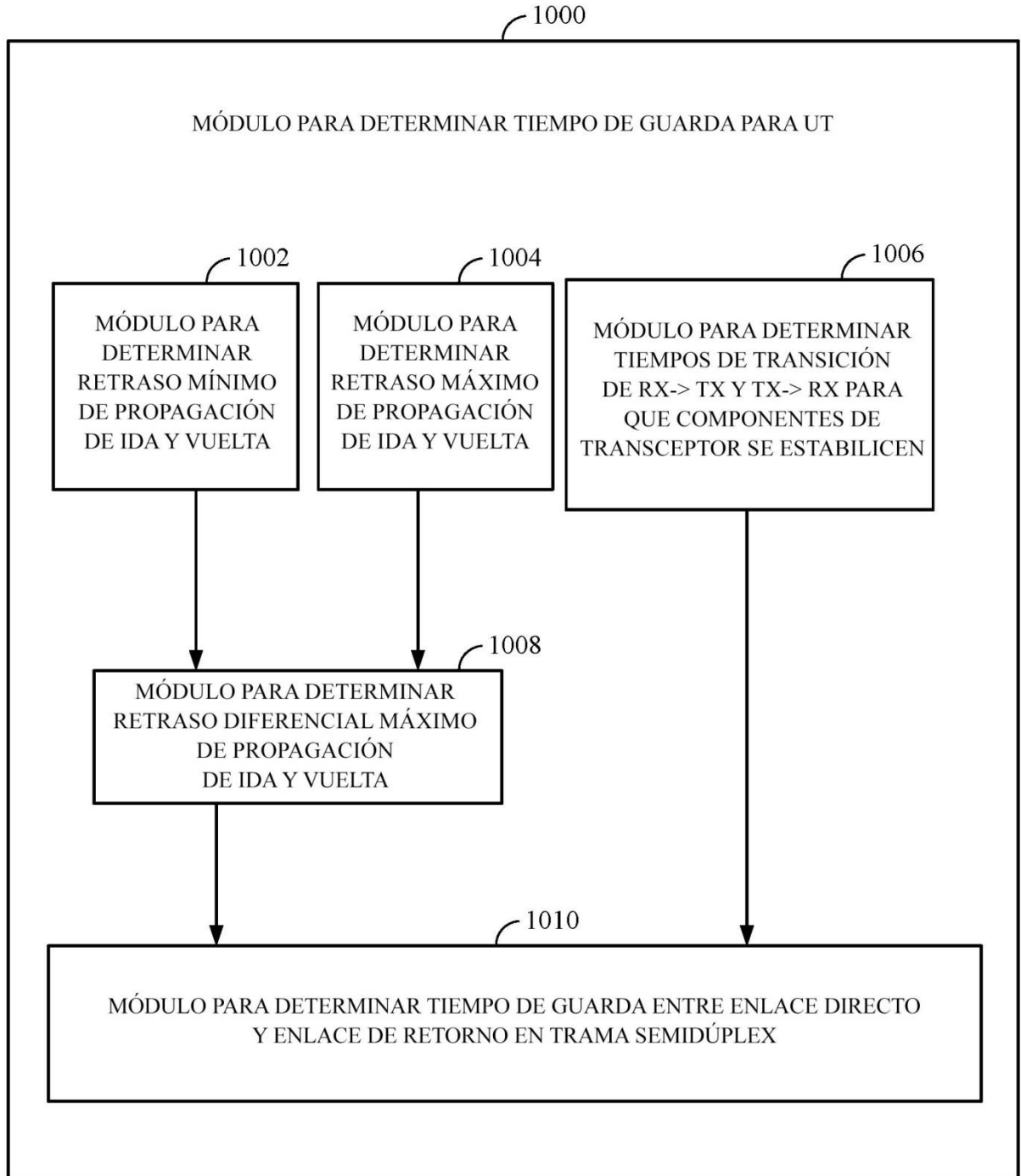


FIG. 10

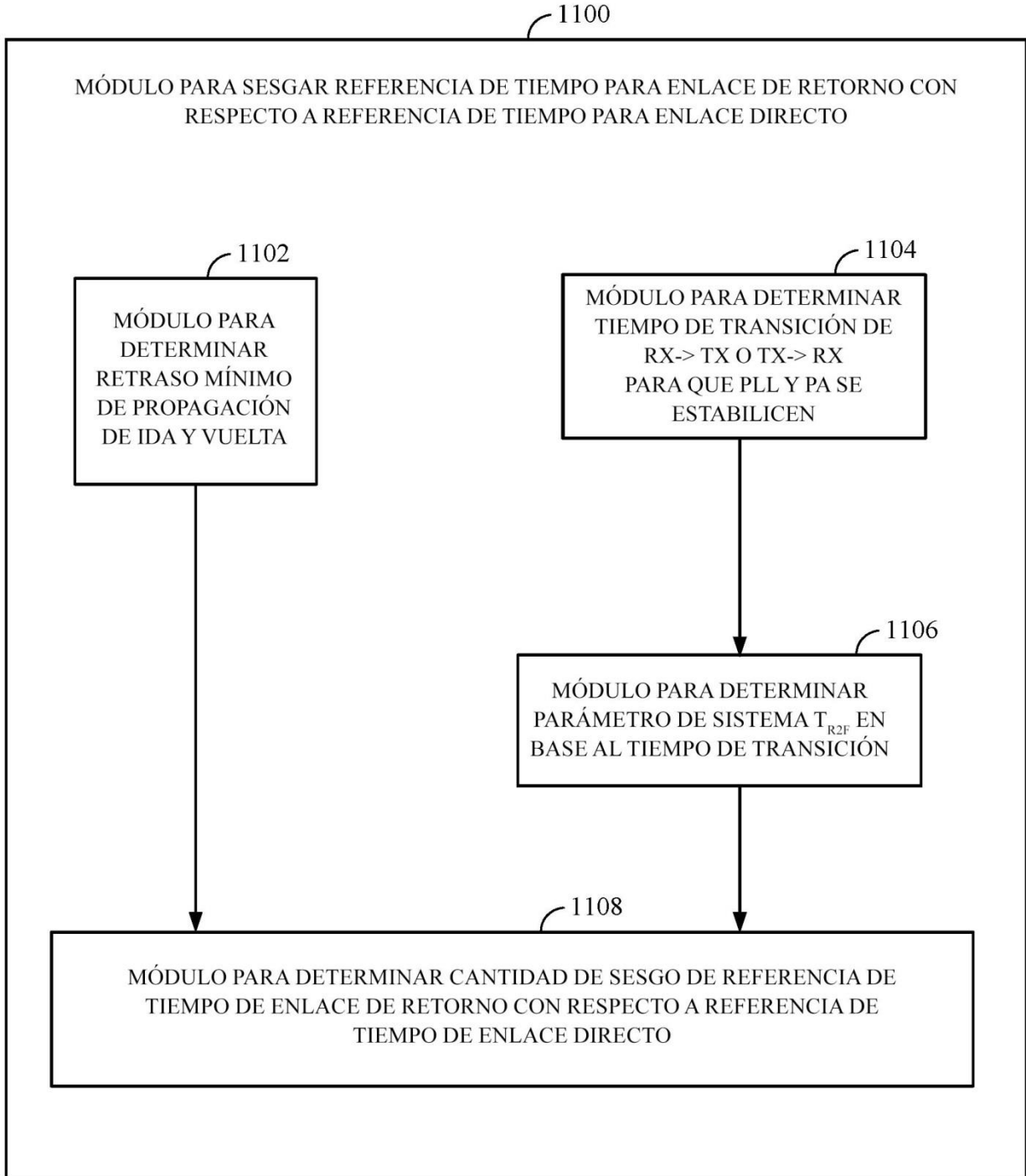


FIG. 11

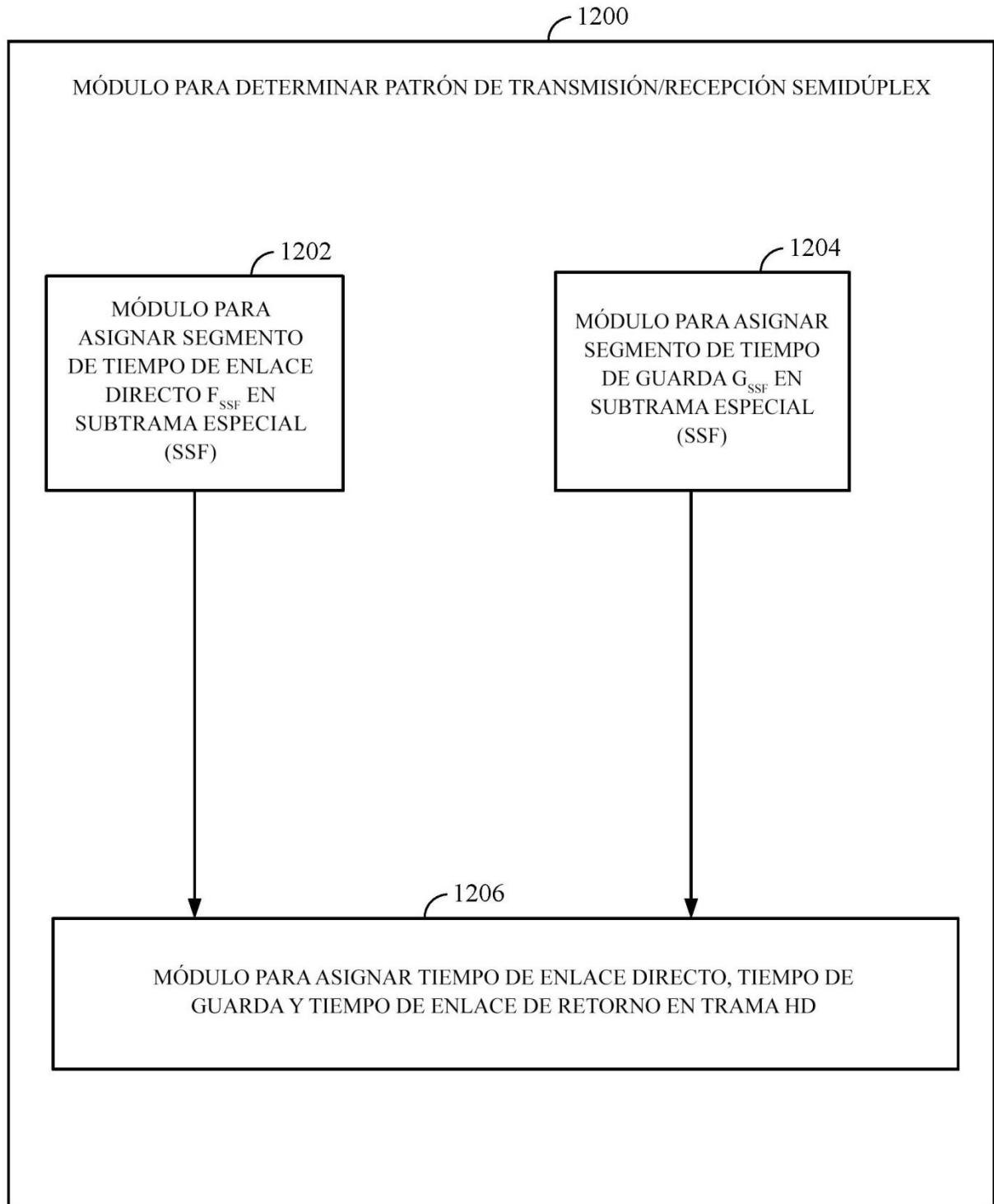


FIG. 12

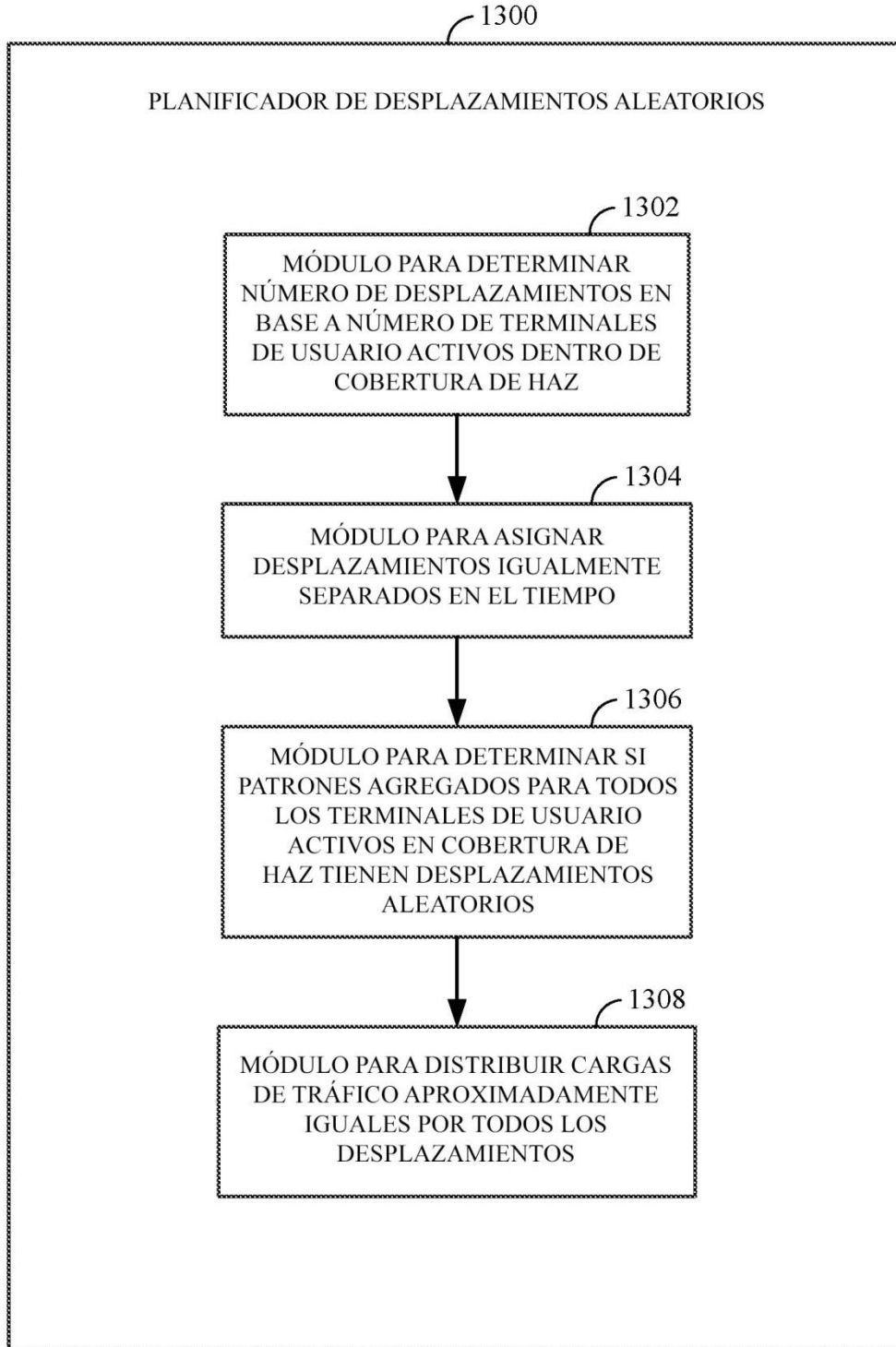


FIG. 13

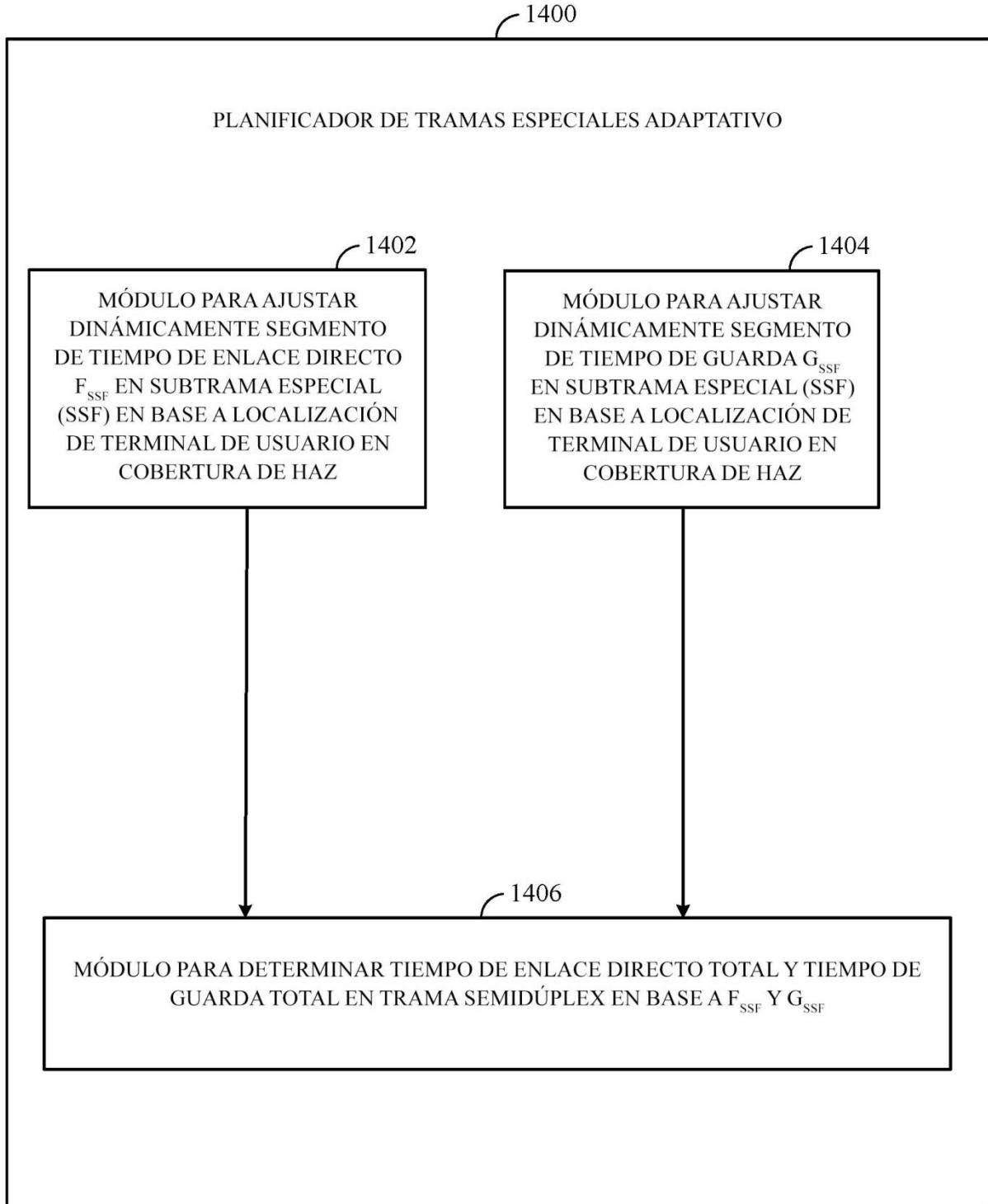


FIG. 14

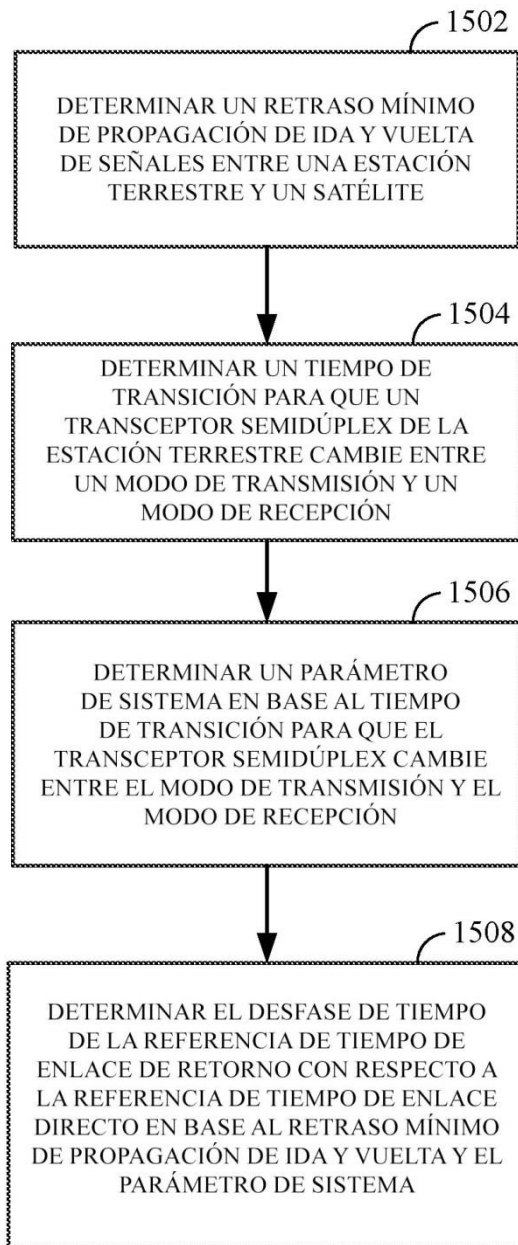


FIG. 15

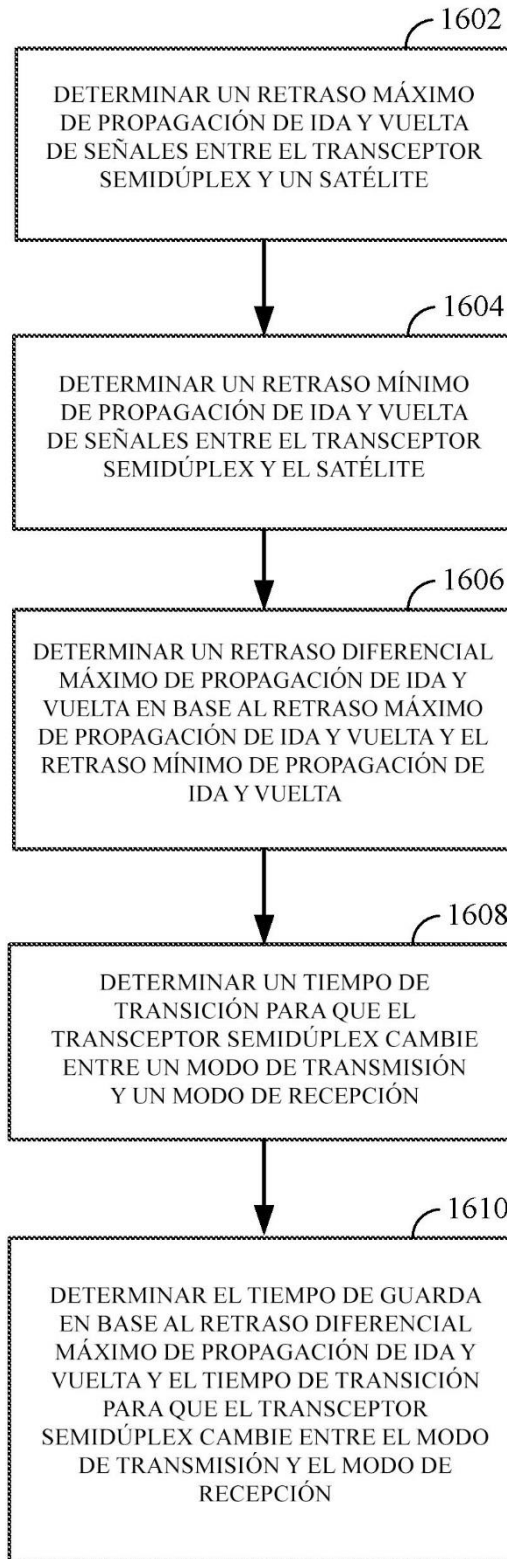


FIG. 16

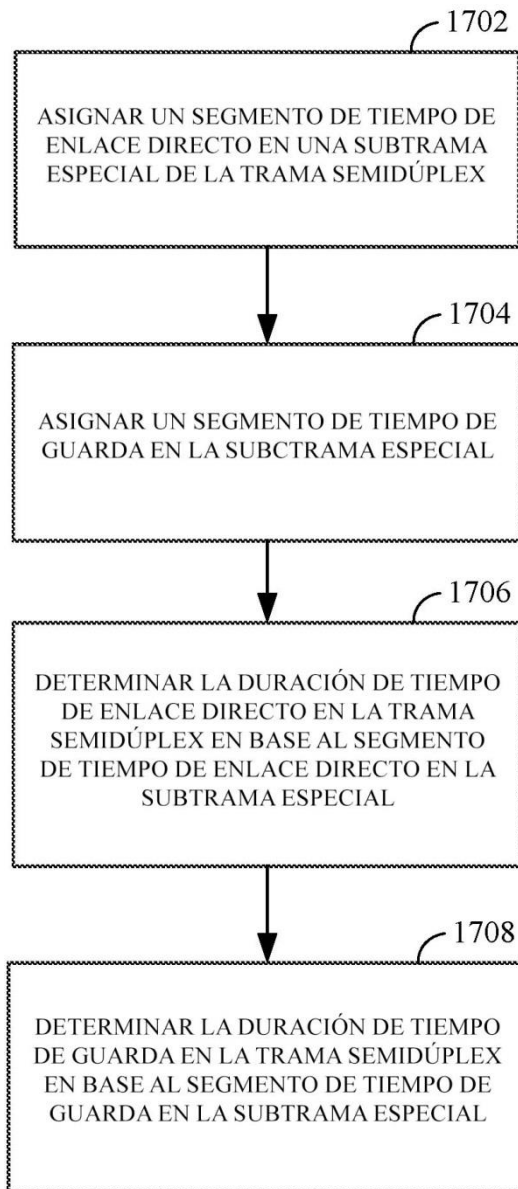


FIG. 17

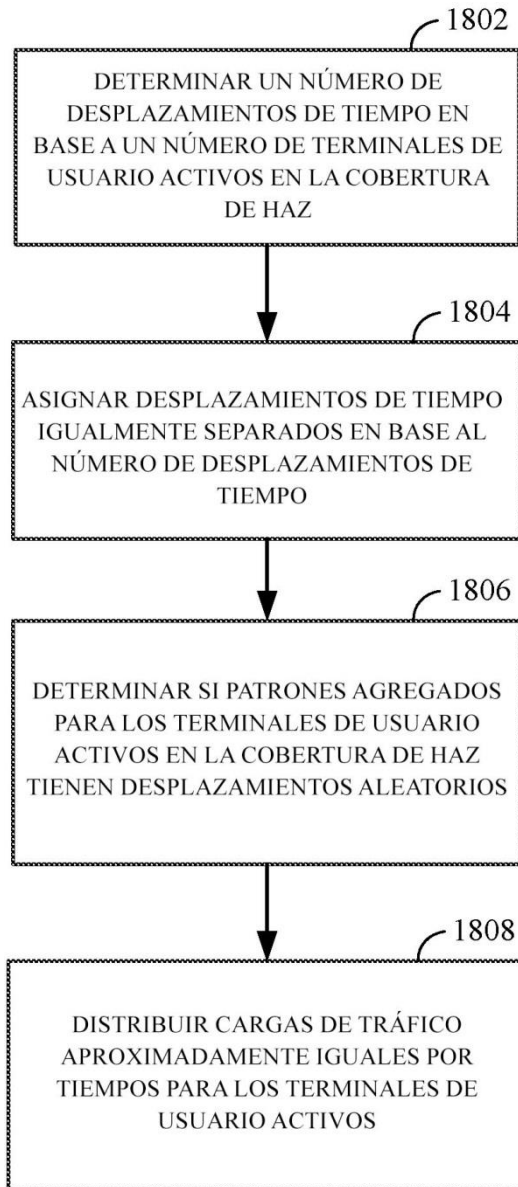


FIG. 18