

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 026**

51 Int. Cl.:

**G01S 1/22** (2006.01)

**H04B 7/185** (2006.01)

**H04B 7/212** (2006.01)

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04W 56/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2013 E 13188241 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2720064**

54 Título: **Sistema de sincronización de un dispositivo de alineación satelital**

30 Prioridad:

**12.10.2012 FR 1202728**

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

**16.07.2018**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
45, rue de Villiers  
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**TOURET, MARC**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 676 026 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de sincronización de un dispositivo de alineación satelital

La presente invención se refiere a un procedimiento que permite la sincronización de un dispositivo alineador de un terminal satelital con un satélite o una estación terrestre. Perteneciendo el conjunto de estos elementos a un mismo sistema de transmisión satelital.

Se conocen en el estado de la técnica procedimientos de alineación satelital que usan la emisión de una señal de sincronización basada en una secuencia pseudoaleatoria modulada. Esta modulación puede realizarse, por ejemplo, usando una modulación de fase de dos estados (también conocida en el estado de la técnica con el nombre de BPSK para la expresión inglesa Binary Phase Shift). Esta señal de sincronización, también se conoce en el estado de la técnica con el nombre de baliza.

Se conoce a partir de la patente estadounidense US 6.870.819 B1 un procedimiento de sincronización de relojes entre un satélite y una estación terrestre, que usa para este propósito una sola frecuencia para las vías ascendentes y descendentes.

También se conoce a partir de la patente estadounidense US 6.625.174 B1, un procedimiento de transmisión según una modulación multiportadora, en el que las subportadoras asignadas varían durante la transmisión para mejorar las condiciones de propagación de la señal, dentro de un mismo canal.

No obstante, en el caso donde una fuente de interferencia esté presente, se corre el riesgo de que esta interferencia degrade el rendimiento de sincronización con una señal de sincronización conocida con el nombre de señal de baliza o baliza en el estado de la técnica. Se conoce también para designar este proceso usar la expresión adquisición de baliza. Por lo tanto, ya no es posible que un terminal satelital o una estación en tierra se alinee correctamente con su antena directamente hacia el satélite y, por lo tanto, el terminal satelital o la estación terrestre no pueden intercambiar información con el resto de terminales satelitales o estaciones terrestres. Se conoce aumentar la potencia de emisión de la señal de sincronización o señal de baliza para limitar la influencia de estas interferencias. No obstante, este aumento de la potencia de emisión no siempre es compatible con la potencia disponible en el satélite o en la estación terrestre. Además, este aumento de la potencia puede estar prohibido por la legislación. También se conoce a partir de la solicitud de patente europea EP 2.693.660 A2 un procedimiento de emisión de una señal de sincronización en la que la misma señal de sincronización se transmite en una pluralidad de frecuencias, lo que presenta el inconveniente de aumentar el nivel de potencia requerido para las emisiones del satélite.

Además, en el caso del uso de antenas de exploración electrónica, el ángulo de alineación de la antena depende entre otros de la frecuencia usada (emisión o recepción). De este modo, si la antena de exploración se alinea de acuerdo con un ángulo A para recibir una señal a una frecuencia F1 (señal de sincronización o señal de baliza), la recepción simultánea de una señal a la frecuencia F2 (señal útil) implica un ángulo de desalineación diferente de A. Siendo la diferencia angular en la recepción proporcional al ángulo de desalineación y una diferencia relativa en la frecuencia, el nivel recibido en F2 se debilitará aún más ya que las dos frecuencias F1 y F2 son diferentes y el ángulo de desalineación es alto. Por ejemplo, en la banda Ka, el ángulo de desalineación puede ser superior a 1 °, lo que implica una pérdida de equilibrio de enlace superior a 0,2 dB.

Por lo tanto, la presente invención tiene como objeto paliar estos problemas proponiendo un procedimiento y un sistema de sincronización que pueda funcionar incluso en presencia de una o varias fuentes de interferencias y para la cual la potencia de emisión no necesita ser aumentada.

La presente invención propone un sistema de sincronización de un dispositivo de alineación satelital que usa la emisión de una señal de sincronización en un conjunto de intervalos temporales contiguos. El sistema consta de primeros medios de selección de al menos dos intervalos temporales que pertenecen al conjunto, segundos medios de selección de al menos dos frecuencias de emisión diferentes, asociándose cada frecuencia de emisión a uno de dichos intervalos temporales seleccionados. El sistema consta también de medios de modulación de la señal de sincronización en los intervalos temporales seleccionados usando la frecuencia de emisión respectivamente asociada al intervalo temporal y a medios de demodulación de la señal de sincronización recibida. Para terminar, los medios de modulación se integran en una estación en tierra y los medios de demodulación se integran en un terminal satelital.

El procedimiento permite, por lo tanto, la sincronización de un dispositivo de alineación satelital por la emisión de una señal de sincronización que ocupa una banda más ancha de expansión de las frecuencias que la ocupada por otros procedimientos de sincronización. De hecho, este procedimiento permite usar sucesivamente varias frecuencias de emisión diferentes. Esto permite hacer la recepción de esta señal de sincronización resistente a las interferencias. Esta resistencia dependerá de la cantidad del número de frecuencias de emisión que se usan para la emisión de la señal de sincronización. De este modo, si la banda de la señal útil es de b Hz y la banda de salto es de B Hz, entonces se dice que la resistencia (o la ganancia de procesamiento) es de  $10 \cdot \log_{10}(B/b)$  dB. En el caso de una señal de sincronización modulada, que tiene una ocupación espectral de 10 kHz y que salta en una banda de 1 MHz, la ganancia de procesamiento es de  $10 \cdot \log_{10}(1e6/1e4) = 20$  dB. Además, el procedimiento permite obtener una señal de sincronización cuya demodulación es difícil para un sistema que no conoce las frecuencias usadas para

emitir esta señal.

5 Según una característica técnica, los primeros medios de selección están adaptados, además, para seleccionar al menos dos intervalos temporales consecutivos, los segundos medios de selección están adaptados para seleccionar dos frecuencias de emisión diferentes, asociándose cada frecuencia de emisión a uno de dichos intervalos temporales consecutivos. Además, los medios de modulación están adaptados para emitir la señal de sincronización en los intervalos temporales consecutivos usando las dos frecuencias de emisión asociadas a los intervalos temporales consecutivos.

Esta característica técnica permite maximizar la duración de emisión de la señal de sincronización.

10 Según una característica técnica, los medios de modulación están adaptados, además, para la modulación de datos en al menos un intervalo temporal no seleccionado por los primeros medios de selección y/o usando una frecuencia no seleccionada para los segundos medios de selección.

15 Esta característica técnica permite optimizar el uso de los recursos usados para la emisión de la señal de sincronización y usar los intervalos temporales no usados para la sincronización para enviar datos. Esto permite, por lo tanto, aumentar el rendimiento general del sistema usando este procedimiento de sincronización y la tasa de bits alcanzable. Además, mezclándose la señal de sincronización con los otros datos, es más difícil de detectar por un sistema que busca reproducir la señal de sincronización o reproducir la señal de sincronización.

Ventajosamente, los medios de modulación se integran en al menos un satélite.

Según una característica técnica, el terminal satelital y/o la estación terrestre constan, además, de medios de sincronización temporal aproximada.

20 La sincronización aproximada se realiza a partir de una estimación de:

- la posición del satélite
  - o Esto permite alinear la antena hacia el satélite con una precisión de algunos grados. De hecho, la antena debe recibir una parte de la energía de la señal de la baliza de satélite.
- La hora y el tiempo de tránsito entre el terminal y el satélite
  - o Puesto que la baliza salta en frecuencia a una velocidad dada, es necesario conocer precisamente el tiempo que se utilizó para determinar la frecuencia de emisión de la señal de sincronización.

La sincronización aproximada consiste en detectar la energía de la señal de sincronización. La sincronización precisa consiste en maximizar el pico de energía que corresponde al óptimo en términos de posición de alineación.

30 Esta característica técnica permite a los diferentes elementos del sistema tener entre ellos una sincronización aproximada. Esto permite detectar la señal de sincronización de manera más rápida. De hecho, si los elementos del sistema se sincronizan de manera aproximada, pueden saber la frecuencia que se usa para enviar la señal de sincronización en un intervalo temporal dado. Si los elementos no se sincronizan de manera aproximada, debe hacer varias hipótesis sobre la posible frecuencia usada para la emisión de la señal de sincronización en un intervalo temporal dado.

35 Ventajosamente, el sistema consta de un dispositivo de determinación de la relación señal a ruido de al menos en dichos intervalos temporales, además, los primeros medios de selección están adaptados para seleccionar los intervalos temporales cuya relación señal a ruido supera un umbral.

40 Ventajosamente, los medios 103 de modulación y de emisión están adaptados para generar la señal de sincronización emitiendo bits generados por un generador pseudoaleatorio, una semilla de dicho generador se determina a partir de la hora del sistema.

Ventajosamente, los medios de modulación y de emisión están adaptados para usar una modulación idéntica para la modulación de dicha señal de sincronización y de dichos datos.

Ventajosamente, los medios de modulación y de emisión están adaptados para el uso de una modulación de expansión de espectro.

45 La invención se comprenderá mejor y otras características surgirán tras la lectura de la descripción detallada realizada a título de ejemplo no limitante con ayuda de las siguientes figuras, entre las cuales:

- la figura 1 presenta el sistema según un primer aspecto de la invención
- la figura 2 presenta el sistema según un segundo aspecto de la invención
- la figura 3 presenta el sistema según un tercer aspecto de la invención

50

En el ámbito de un sistema satelital, el proceso de sincronización entre el dispositivo de alineación del satélite y de un terminal satelital o entre el dispositivo de alineación de un terminal satelital y de una estación en tierra es un proceso primordial. De hecho, la usencia de sincronización, entre los diferentes elementos de un sistema satelital, impide el envío de datos entre los diferentes terminales satelitales o entre un terminal satelital y una estación en tierra.

El sistema propone, por lo tanto, el envío de una señal de sincronización usando una frecuencia de emisión que varía en el tiempo. El uso de una frecuencia de emisión que varía en el tiempo permite aumentar artificialmente el ancho de banda de expansión de las frecuencias usada por el proceso de sincronización. Esto permite hacer el procedimiento de sincronización resistente a las fuentes de interferencias. De este modo, si la banda de la señal útil es de  $b$  Hz y la banda de salto es de  $B$  hz, entonces se dice que la resistencia (o la ganancia de procesamiento) es de  $10 \cdot \log_{10}(B/b)$  dB. En el caso de una señal de sincronización modulada, que tiene una ocupación espectral de 10 kHz y que salta en una banda de 1 MHz, la ganancia de procesamiento es de  $10 \cdot \log_{10}(1e6/1e4) = 20$  dB.

El sistema de sincronización satelital, tal como se presenta en la figura 1, usa un conjunto de intervalos temporales contiguos. Este sistema consta de un primer dispositivo 101 de selección de al menos dos intervalos temporales que pertenecen al conjunto. El sistema consta también de un segundo dispositivo 102 de selección y de asociación de dos frecuencias de emisión a los dos intervalos temporales seleccionados. Seguidamente, el sistema consta de un dispositivo 103 de modulación y de emisión de la señal de sincronización en el intervalo temporal seleccionado y usando la frecuencia de emisión asociada al intervalo temporal. Para terminar, el sistema consta de un dispositivo 104 de recepción y demodulación de la señal recibida.

El dispositivo de modulación se integra generalmente en una estación en tierra, pero, a veces, puede integrarse igualmente en el satélite directamente. El dispositivo de recepción y demodulación está integrado él mismo en el terminal satelital.

También es posible que el primer dispositivo 101 de selección se adapte para seleccionar dos intervalos temporales consecutivos. El segundo dispositivo 102 de selección y de asociación está adaptado entonces para asociar respectivamente dos frecuencias de emisión a los dos intervalos temporales consecutivos. Finalmente, el dispositivo 103 de modulación y de emisión está adaptado para emitir la señal de sincronización en los intervalos temporales consecutivos usando la frecuencia de emisión asociada a estos intervalos temporales consecutivos.

En el sistema tal como muestra en la figura 2, el dispositivo 103 de modulación está adaptado para la emisión de datos en intervalos temporales que no se usan para la emisión de la señal de sincronización. Esta característica técnica permite limitar los recursos usados para la emisión de la señal de sincronización y, por lo tanto, aumentar los rendimientos globales del sistema que usa este procedimiento de sincronización. Además, mezclándose la señal de sincronización con los otros datos, es casi indetectable y, por lo tanto, los medios de reproducción son difíciles de implementar.

La figura 3 presenta el sistema satelital que implementa el dispositivo de sincronización. Este sistema consta de un satélite 301, un terminal 302 satelital y una estación 303 en tierra. La generación de la señal de sincronización se efectúa de dos maneras diferentes. En la primera, el satélite genera la señal de sincronización y esta señal entonces se envía mediante el enlace 304 hacia el terminal satelital. En la segunda, la estación terrestre genera la señal de sincronización. Seguidamente, la estación terrestre envía esta señal al satélite mediante el enlace 305 y este último refleja esta señal hacia el terminal satelital mediante el enlace 304.

Además, es posible agregar en la estación terrestre y/o el terminal satelital un dispositivo de sincronización temporal aproximada. Este dispositivo de sincronización temporal aproximada es, por ejemplo, un sistema de localización satelital (por ejemplo, el sistema GPS para Global Positioning System o Galileo). De hecho, las señales enviadas por estos sistemas de localización satelital proporcionan una indicación temporal y de la posición que los diferentes elementos del sistema satelital pueden usar para estimar la hora y el tiempo de tránsito entre la estación terrestre y el terminal. La adición de este dispositivo permite reducir el tiempo necesario para la sincronización, lo que es particularmente interesante para sistemas cuyo terminal satelital es móvil. Estos sistemas también se conocen con el nombre de sistema OTM para On The Move, en inglés.

En un modo de realización, el sistema consta, además, de un dispositivo de determinación de la relación señal a ruido (también conocido con el acrónimo SNR) de los diferentes intervalos temporales.

El primer dispositivo 101 de selección está adaptado para seleccionar los intervalos temporales cuya relación señal a ruido supera un umbral. Este umbral se fija, por ejemplo, en 2 dB.

Este dispositivo de determinación del SNR y el primer dispositivo 101 de selección modificado de este modo se integran en la estación terrestre.

En otras palabras, en caso de interferencia, ciertos intervalos temporales tendrán un SNR malo, mientras que otros tendrán un buen SNR. De este modo, se trata de hacer el seguimiento de la baliza solo en los buenos intervalos temporales. De este modo, se trata de maximizar el pico de SNR (en lugar de energía) integrando en  $N$  intervalos temporales la relación señal a ruido de los intervalos temporales que superan un valor de, por ejemplo, 2 dB. Los intervalos temporales que tienen un SNR inferior al umbral no se tienen en cuenta en la sincronización precisa.

En un modo de realización, el dispositivo 103 de modulación y de emisión está adaptado para generar la señal de sincronización que emite bits generados por un generador pseudoaleatorio. La semilla de este generador se determina ventajosamente en función de la hora del sistema.

5 Además, el número de bits de sincronización generados y modulados por el intervalo temporal, se determina para tener una señal de sincronización adaptada para el equilibrio de enlace de la estación terrestre más desfavorecida de la red. En un modo de realización, el dispositivo 103 de modulación y de emisión está adaptado para emitir más fuerte, teniendo una densidad espectral de potencia de señal de sincronización que respeta las normas (se puede citar, por ejemplo, las normas realizadas por la ITU, o International Telecom Union o Unión Internacional de Telecomunicaciones). Esto permite, en particular, alcanzar las estaciones terrestres muy desfavorecidas. En otros  
10 términos, si queremos emitir mucha energía en esta señal de sincronización, es necesario difundirla en frecuencia y, por lo tanto, modular más bits de sincronización por intervalo temporal. Esta expansión de frecuencia puede realizarse, por ejemplo, usando una modulación de tipo CDMA (para Code Division Multiple Access en inglés y Acceso Múltiple por Distribución de Código, en español).

15 En un modo de realización, la modulación usada para emitir la señal de sincronización es la misma que la modulación usada para emitir las señales de datos. Esto permite, en particular, hacer más compleja la detección de esta señal de sincronización por un sistema no habilitado para recibir la señal de sincronización.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de sincronización de un dispositivo de alineación de una antena de un terminal satelital o de una estación en tierra hacia un satélite que transmite una señal de sincronización satelital en un conjunto de intervalos temporales contiguos, comprendiendo el sistema de sincronización de:

- 5
- primeros medios (101) de selección de al menos dos intervalos temporales consecutivos que pertenecen a dicho conjunto,
  - segundos medios (102) de selección de al menos dos frecuencias de emisión diferentes, estando cada frecuencia de emisión asociada a uno de dichos intervalos temporales seleccionados,

estando el sistema de sincronización **caracterizado porque** comprende, además:

- 10
- medios (103) de modulación de dicha señal de sincronización en dichos intervalos temporales seleccionados usando la frecuencia de emisión respectivamente asociada a dicho intervalo temporal, estando dichos medios de modulación integrados en una estación en tierra,
  - medios (104) de demodulación de la señal de sincronización recibida, estando dichos medios de demodulación integrados en un terminal satelital.

- 15
2. Sistema de sincronización según la reivindicación 1, en el que dichos primeros medios (101) de selección están adaptados, además, para seleccionar al menos dos intervalos temporales consecutivos, dichos segundos medios (102) de selección están adaptados para seleccionar dos frecuencias de emisión diferentes, estando cada frecuencia de emisión asociada a uno de dichos intervalos temporales consecutivos y dichos medios (103) de modulación están adaptados para emitir dicha señal de sincronización en dichos intervalos temporales consecutivos y usando las dos
- 20
- frecuencias de emisión asociadas a dichos intervalos temporales consecutivos.

3. Sistema de sincronización según la reivindicación 1 o 2, en el que dichos medios (103) de modulación están adaptados, además, para la modulación de datos en al menos un intervalo temporal no seleccionado por dichos primeros medios (101) de selección y/o usando una frecuencia no seleccionada por dichos segundos medios (102) de selección.

- 25
4. Sistema de sincronización según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios de modulación están integrados en al menos un satélite.

5. Sistema de sincronización según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho terminal satelital y/o dicho satélite y/o dicha estación terrestre comprenden, además, medios de sincronización temporal aproximada.

- 30
6. Sistema de sincronización según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende dispositivos de determinación de la relación señal a ruido de al menos uno de dichos intervalos temporales, además, dichos primeros medios (101) de selección están adaptados para seleccionar los intervalos temporales cuya relación señal a ruido supera un umbral.

- 35
7. Sistema de sincronización según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios (103) de modulación y de emisión están adaptados para generar la señal de sincronización emitiendo bits generados por un generador pseudoaleatorio, una semilla de dicho generador se determina a partir de la hora del sistema.

8. Sistema sincronización según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios (103) de modulación y de emisión están adaptados para usar una modulación idéntica para la modulación de dicha señal de sincronización y de dichos datos.

- 40
9. Sistema de sincronización según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios (103) de modulación y de emisión están adaptados para el uso de una modulación de expansión de espectro.

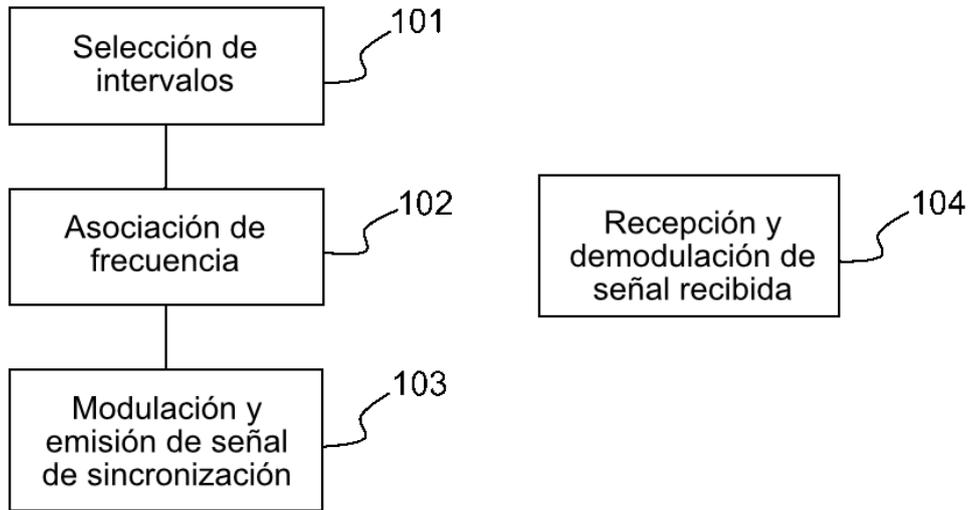


FIG.1

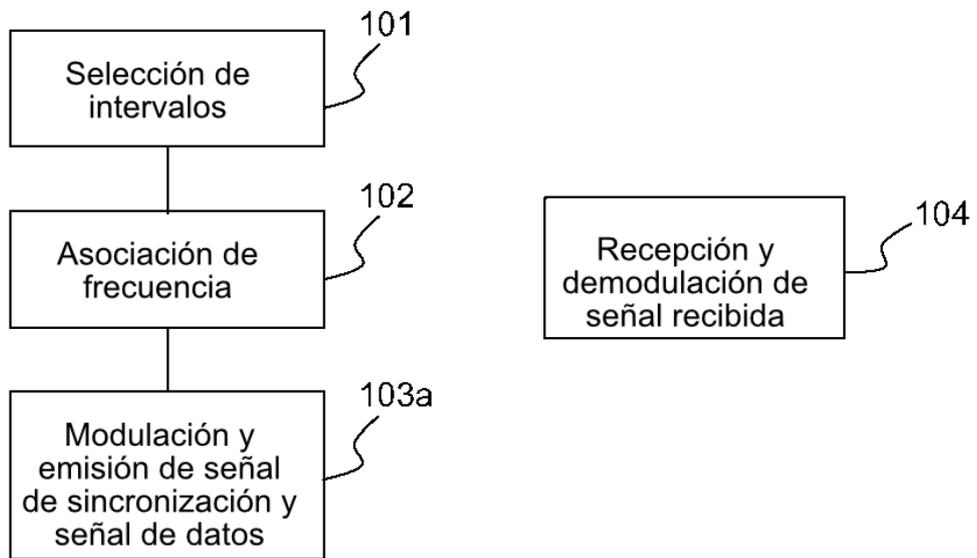


FIG.2

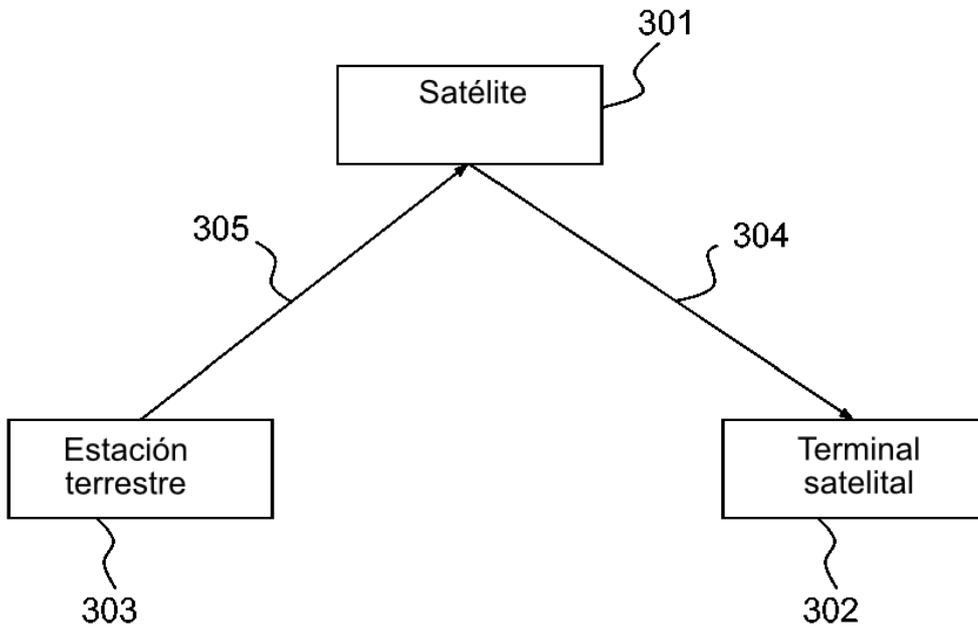


FIG.3