

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 415**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2012 PCT/EP2012/069960**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2013 WO13053703**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2012 E 12769139 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 2767020**

54 Título: **Procedimiento y sistema de comunicación utilizando esquemas de modulación y de codificación dinámicos en canales de comunicación de HF de banda ancha**

30 Prioridad:

**10.10.2011 FR 1103083**

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

**23.11.2020**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
Tour Carpe Diem - Place des Corolles, Esplanade  
Nord  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**LAMY-BERGOT, CATHERINE;  
HERRY, SÉBASTIEN y  
MARIN, BERTRAND**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 795 415 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de comunicación utilizando esquemas de modulación y de codificación dinámicos en canales de comunicación de HF de banda ancha

5 El objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema que permite emplear dinámicamente esquemas de modulación y de codificación diferentes en n vías o canales distintos de un sistema de comunicación de alta frecuencia (HF) de banda ancha.

En la presente descripción las palabras vía o canal se emplean indistintamente para designar un canal de propagación y de transmisión de datos. Estos canales podrán acumularse para realizar una comunicación de banda ancha.

10 Los enlaces de HF ofrecen en particular una capacidad fuera de la línea de visión o BLOS que permite realizar comunicaciones a larga, incluso muy larga distancia, sin necesidad de recurrir a un satélite.

El contexto técnico de la presente invención se refiere más particularmente a la utilización de enlaces de HF a alta velocidad (por ejemplo velocidades > 19,2 kb/s) tales como las tratadas en la Solicitud de patente presentada por el presente Solicitante bajo el N.º FR 10/04650 que propone considerar el empleo de una pluralidad n de canales o vías clásicas de una anchura típica de 3 kHz de banda pasante.

15 La capacidad de comunicación a larga distancia (en BLOS) de los enlaces de HF se basa en la reflexión de las ondas de HF (que van típicamente de 2 a 30 MHz) en las capas de la ionosfera, capas cuyas cualidades no son estables en el tiempo y en el espacio, lo que conduce a grandes variaciones del canal de propagación. A esta inestabilidad del canal se viene a añadir igualmente la presencia siempre posible de diferentes interferidores intencionados o no, en particular la noche en la que la parte pasante del espectro de HF es menor.

20 A pesar de su inestabilidad, este canal presenta el interés de transmitir comunicaciones a larga distancia sin que sea necesario desplegar previamente una infraestructura complicada o costosa, a diferencia de las comunicaciones por satélite, por ejemplo. Considerando igualmente su mejor discreción, esto explica por qué los profesionales buscan aumentar las velocidades ofrecidas en los enlaces de HF. Una solución se ha propuesto en la solicitud de patente antes mencionada para considerar el empleo de una pluralidad n de canales de 3 kHz contiguos o no con el fin de ir  
25 más allá y de ofrecer unas velocidades útiles mayores a los usuarios de la banda de HF.

Los esquemas de modulación y de codificación empleados en ciertas normas son de tipo modulación mono-portadora con un esquema de modulación y de codificación que se basa en una constelación dada, por ejemplo la modulación PSK (phase shift keying) o QAM (Quadrature Amplitude Modulation) y un código corrector dado, por ejemplo un código convolucional perforado o no, que define una velocidad útil. En el caso de la extensión con banda lateral inferior o BLI,  
30 dos vías comparten la misma modulación digital, con reparto de bit par, bit impar en una u otra vía, y por tanto la misma velocidad útil, siendo común el código corrector.

Así pues parece que cuando existe una pluralidad de canales disponibles y pasantes repartidos en una banda relativamente ancha, por ejemplo de 200 kHz, y se realiza una emisión de banda ancha que permite alcanzar altas velocidades, superiores a 32 kb/s, las diferentes vías repartidas sobre esta banda ancha podrían no observar las  
35 mismas imperfecciones del canal de propagación. Típicamente los desvanecimientos más conocidos bajo el término anglosajón de fading serían diferentes, y las interferencias intencionadas o no diferirían.

El empleo de un único esquema de modulación y codificación, es decir, una misma constelación y un código corrector idéntico o compartido, no permitirá adaptarse lo mejor posible a las capacidades del canal de transmisión. Para conseguir la transmisión en una vía que tenga un gran desvanecimiento, una solución consiste en disminuir la  
40 velocidad útil en el conjunto de las vías, comprendiendo aquellas que no presentan grandes desvanecimientos.

Además, la generalización de dicho planteamiento tal como el mantenido en BLI no permite por tanto luchar eficazmente contra la pérdida de una vía. En efecto, en BLI, la brusca degradación de una vía lleva a moverse hacia una comunicación en modo con una única banda útil (llamado modo de banda lateral superior BLU), lo que plantea el problema de una gran disminución de la velocidad.

45 Las soluciones existentes de la técnica anterior o su versión llevada al caso de n vías son de dos tipos resumidos anteriormente.

Una primera solución, esquematizada en la figura 1 en el caso en el que se considera el empleo de dos canales simultáneamente, consiste en tratar por separado las bandas, estando cada una provista típicamente de un módem dedicado que implementa la norma de 3 kHz o 6 kHz actual, con un paso al tratamiento de banda ancha únicamente a nivel de radio, por suma de las diferentes portadoras. Los bits impares se tratarán a través del canal Ch<sub>1</sub>, cadena  
50 101, y los bits pares a través del canal CH<sub>0</sub>, cadena 102. Igualmente en la recepción, se utilizarán dos vías de tratamiento 103 y 104 para tratar los bits de datos pares e impares. Este tipo de solución no permitirá tener una ganancia de diversidad puesto que cada vía se tratará de hecho por separado. En el caso en el que se considera una única vía, con un planteamiento de tipo mono-portadora, se emplea un único esquema de modulación y de codificación,  
55 y es una gestión de tipo captura de enlace/mantenimiento del enlace (ALE/ALM) que puede introducir un carácter

dinámico. La forma de onda considerada es generalmente de autobaudío, lo que significa que la forma de onda incluye la capacidad de transmisión específica, comúnmente llamada campo autobaudío decodificable y demodulable por separado, que indica el esquema de modulación y codificación empleado para la serie de la trama (o hasta el próximo campo autobaudío), siendo telecontrolado el cambio de las velocidades por las capas superiores, típicamente por un controlador ARQ.

En lo que sigue de la descripción siendo conocida la cadena de tratamiento para el experto en la materia, las designaciones en las figuras representarán:

a nivel de la cadena de emisión en las figuras 1, 2 y 3: FEC: el código corrector de error, I: el entrelazado, SYM: la formación de símbolos, FR: la etapa de puesta en trama, M: la etapa de modulación; la etapa SC sobre el esquema para interferencia u ofuscación.

a nivel de la cadena de recepción en las figuras 1, 2 y 3: g(t) el filtrado, SYN: la sincronización, BDFE: la etapa de igualación de las tramas, SYNP: la predicción de la sincronización, DI: el desentrelazado, D: la decodificación de los datos.

Este primer tipo de solución (con un tratamiento de codificación y modulación separado vía por vía) no permite aprovecharse completamente del hecho de utilizar unas vías paralelas, porque dicho planteamiento no lleva a ninguna ganancia de diversidad. Esta es por otro lado una de las razones por las que la solución BLI, que acopla dos canales, tal como se propone en la norma MIL 118-110B conocida para el experto en la materia, introduce una diversidad de codificación poniendo en común la etapa de codificación correctora de error y de entrelazado. Sin embargo, esta solución no asegura la capacidad para funcionar fácilmente con una vía obstaculizada (es decir, que no es pasante, ya sea debido a la propagación en sí misma, ya sea porque el canal está ocupado por un interferidor intencionado o no) cuando las informaciones de entrelazado, de velocidad, ..., incluso de número de vías son variables puesto que estas informaciones necesarias para decodificar correctamente la trama son compartidas entre las diferentes vías. Falta de señalización adecuada (típicamente para saber lo que se ha perdido), se ha llegado así a los casos (clásicos) en los que se emplean dos vías para perder los datos transmitidos en los dos canales cuando uno está obstaculizado puesto que el planteamiento estándar utiliza las dos vías de manera acoplada, utilizando los campos de autobaudío de las dos vías para definir el mismo y único esquema de modulación y codificación a emplear en estas dos vías (yendo los bits pares sobre el canal 0, los bits impares sobre el canal 1).

Una segunda solución, esquematizada por la figura 2, consiste en extender el principio de la BLI poniendo en común varias vías Chi, a nivel de las cadenas de tratamiento 201, 202, el código corrector FEC 205 y el entrelazador 206, con el fin de ofrecer una ganancia de diversidad de codificación, y utilizando los mismos parámetros de modulación en las diferentes vías de módem, antes de la transposición en frecuencia 209 e igualmente la suma 210 de las diferentes portadoras en la radio de banda ancha. Como se ha mencionado anteriormente, esta solución no permitirá una adaptación a las diferencias de condiciones de propagación de cada uno de los canales considerados. En la recepción, se encontrará la puesta en común para todas las vías Ch del desentrelazador 207 y del decodificador 208. Este segundo tipo de solución (extensión de la solución BLI) que consiste en utilizar en cada una de las vías la misma modulación mientras se comparte el código corrector y el entrelazado, permitirá por tanto ganar en diversidad de codificación, a diferencia de la primera solución pero por el contrario convertirá al sistema en sensible a la pérdida de una de las vías, como en la solución BLI de dos vías acopladas. En efecto, como en la solución BLI, se percibe que la compartición de las informaciones de autobaudío en las diferentes vías (en BLI el canal 0 transmite la información de velocidad, y el canal 1 transmite el entrelazado utilizado), que son las informaciones que permiten al demodulador saber el modo empleado, tiene el riesgo de implicar la posibilidad de aprovechar las diferentes vías mientras una de ellas esté totalmente perdida, por ejemplo en el caso de interferencia. Este punto que ya era un problema en modo BLI, y que había conducido de hecho a la implementación de un mecanismo de retorno en el caso monovía BLU en caso de problema, se convierte en problemático en un contexto en el que se pasa a n vías, puesto que la probabilidad de tener un canal obstaculizado aumenta grandemente. Un mecanismo de ese tipo se convertiría por tanto a priori en muy inestable y poco eficaz.

Ninguno de los dos planteamientos expuestos anteriormente permite utilizar eficazmente las n vías en paralelo, y combinar al menos las diferentes ventajas siguientes: mejora de la transmisión gracias a la diversidad de codificación, protección mínima de las informaciones de autobaudío contra el riesgo de canales perturbados, capacidad de tener velocidades diferentes en las diferentes vías, en función de la calidad del canal de propagación considerado.

El documento de M. Jorgenson et al. titulado "Meeting military requirements for increased data rates at HF", MILCOM 2000, 21st Century Military communications Conference Proceedings 22-25 de octubre de 2000, PISCATAWAY, N.J, USA, IEEE, XP010532080 divulga la utilización de modulaciones independientes en varios (n) canales en un mismo sistema, con los mismos parámetros de modulación para cada canal, y un código de corrección común a todos los canales.

El documento de S. Trinder et al. que tiene como título "Optimization of the stanag 5066 ARQ Protocol to support high data rate HF communications", MILCOM 2001, Proceedings. Communications for Network-Centric Operations: creating the information Force. XP010579059 divulga un sistema en el que la adición de redundancia permite optimizar el éxito de la recepción de las informaciones.

Uno de los problemas planteados es por tanto disponer para una misma comunicación de una transmisión eficaz en  $n$  vías en paralelo, viendo cada una de estas vías un canal de propagación potencialmente diferente, y esto mientras se asegura que la pérdida de una de las vías o de varias de estas vías no destruye el conjunto de la comunicación.

5 Para resolver al menos este problema, el procedimiento según la invención se basa en particular sobre la implementación de un protocolo de elección dinámica de los esquemas de modulación y de codificación (MCS) independientemente vía por vía en un contexto de transmisión multifrecuencia adaptado al medio de HF.

10 El objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de comunicación en un sistema de comunicación de alta frecuencia HF de banda ancha que comprende un emisor de una señal de HF y un receptor de HF, al menos  $n$  canales  $ch_n$  de comunicación, un código corrector de error FEC y un entrelazador comunes a los  $n$  canales, un medio que permita determinar la calidad  $Q_n$  de comunicación ofrecida por cada uno de los  $n$  canales  $ch_n$ , transmitiéndose los datos en la forma de una trama que comprende sucesivamente un preámbulo de sincronización inicial y un autobaudío seguido de un bloque de datos, pudiendo ser reconocido dicho autobaudío por un receptor de banda estrecha y por un receptor de banda ancha, comprendiendo dicho procedimiento la utilización de dichos  $n$  canales en paralelo, compartiendo un mismo codificador y un mismo entrelazador para aprovecharse de una protección por diversidad en frecuencia, mientras permite la utilización de modulaciones diferentes en los  $n$  canales y ofreciendo una redundancia en las informaciones de codificación, entrelazado, modulación por canal, dicho procedimiento se caracteriza porque incluye al menos las siguientes etapas:

- una etapa en la que se introduce en la trama de dicha señal de HF transmitida, después de dicho autobaudío, un preámbulo de extensión de autobaudío, pudiendo ser reconocido dicho preámbulo de extensión de autobaudío por un receptor de banda ancha que incluye al menos las informaciones siguientes:
  - una información sobre la modulación empleada en cada uno de los  $n$  canales  $ch_1, \dots, ch_n$ ,
  - una información sobre el entrelazador considerado común a los  $n$  canales,
  - el código corrector FEC empleado, que es común a los  $n$  canales,
  - el número de canales empleado ( $n$ ), así como para cada uno su identificador  $id_1, \dots, id_n$  que permite ordenarles,
- una elección de una modulación en un canal  $n$  en función de una calidad del enlace de dicho canal,
- una operación común de codificación y de entrelazado en los  $n$  canales.

El procedimiento incluye, por ejemplo, una etapa en la que se inserta el preámbulo de extensión de autobaudío después de dicho autobaudío en sí insertado regularmente en la trama de datos.

30 Dicha trama comprende, por ejemplo, una primera parte compuesta de dos tribits seguidos de una mini-sonda y de una segunda parte constituida por  $n$  tribits seguida por una mini-sonda, siendo, por ejemplo,  $n$  igual a cuatro tribits.

La información sobre la modulación empleada es por ejemplo, una información de velocidad.

Un canal de propagación  $ch_k$  puede llevar la información de velocidad de los canales de comunicación  $ch_k$  y  $ch_{k+1}[n]$ .

La elección de la modulación utilizada en un canal se realiza, por ejemplo, teniendo en cuenta la calidad  $Q_n$  del canal de comunicación  $ch_n$ .

35 La calidad del enlace de un canal de comunicación se estima, por ejemplo, ejecutando al menos una de las siguientes etapas:

- una medida de la potencia de una señal recibida, en ausencia de comunicación, en cada canal considerado por el sistema,
- la atribución de una nota de calidad a cada uno de dichos canales comparando el valor medido de la potencia con uno o varios valores de umbrales,
- la selección de los  $n$  canales que presentan los valores de nota más elevados.

La amplitud de un canal puede ser de 3 kHz o más generalmente de  $t$  kHz, siendo  $t$  un número real dado.

45 Según una variante de implementación, la estructura de trama se define en la norma ST4539 o en la MIL 188-110B y el procedimiento utiliza el valor '111' del primer tribit del autobaudío para señalar al receptor el funcionamiento en autobaudío extendido y en el transcurso del procedimiento de 4 tribits suplementarios en el preámbulo de extensión de autobaudío, es decir 8 símbolos para formar un autobaudío de 137 símbolos y constituir de ese modo el autobaudío extendido, estando protegidos dichos tribits por un código corrector.

Es posible utilizar diferentes modulaciones, eventualmente codificadas, en los diferentes canales considerados.

50 La invención se refiere también a un sistema de comunicación de alta frecuencia de banda ancha que incluye al menos un emisor de HF y al menos un receptor de HF adaptados para emitir y recibir una señal de forma de onda de HF, al menos  $n$  canales  $ch_n$  de comunicación, un código corrector de error y un entrelazador comunes a los  $n$  canales, permitiendo un módulo determinar una calidad de comunicación ofrecida por cada uno de dichos  $n$  canales, transmitiéndose datos en la forma de una trama que incluye sucesivamente un preámbulo de sincronización y un

autobaudío seguido de un bloque de datos pudiendo ser reconocido dicho autobaudío por un receptor de banda ancha y por un receptor de banda estrecha, incluyendo además dicho sistema:

- dicho receptor de HF incluye unos medios para determinar n canales de frecuencia, en los que transmitirá una señal de HF,
- 5 • dicho receptor de HF incluye unos medios para evaluar una calidad Qn de transmisión para cada canal.
- dicho emisor de HF incluye además unos medios de introducción en la trama de dicha señal de HF transmitida, después de dicho autobaudío, de un preámbulo de extensión de autobaudío, pudiendo ser reconocido dicho preámbulo de extensión de autobaudío por un receptor de banda ancha que comprende al menos las siguientes informaciones:
- 10     ○ una información sobre la modulación empleada en cada uno de los n canales  $ch_1, \dots, ch_n$ ,
- una información sobre el entrelazador considerado, común a los n canales,
- el código corrector FEC empleado, que es común a los n canales,
- el número de canales empleado (n), así como para cada uno un identificador idn que permite ordenarles,
- comprendiendo el sistema una vía de retorno que permite elevar la información sobre la calidad del canal hacia el emisor de HF.
- 15

Es posible igualmente disponer de un medio para medir la calidad de los canales de comunicación a nivel del emisor, con el fin de elegir como canales preferidos aquellos que son de buena calidad para el emisor y el receptor. Del lado emisor, esta medida podrá hacerse mediante una medida de potencia de la señal recibida a nivel del emisor, en ausencia de comunicación, en cada canal considerado por el sistema o, en el caso en el que el sistema funcione en modo dúplex, mediante utilización de los niveles de calidad medidos cuando el emisor estaba en modo recepción. En el caso de una utilización en semi-dúplex, como es frecuente en HF, es posible retomar las informaciones presentes en la recepción para utilizarlas también en la emisión.

- 20

Surgirán mejor otras características y ventajas del dispositivo según la invención con la lectura de la descripción que sigue de un ejemplo de realización dado a título ilustrativo y en ningún caso limitativo con las figuras adjuntas que representan:

- 25

- la figura 1, un ejemplo de arquitectura de un sistema para la emisión y la recepción según la técnica anterior,
- la figura 2, un segundo ejemplo de realización de la técnica anterior,
- la figura 3, un ejemplo de solución que implementa el procedimiento según la invención que comprende n vías con unos esquemas de modulación y codificación diferentes e independientes,
- 30 • las figuras 4A y 4B, una estructura de trama según la técnica anterior y una estructura de trama que integra el procedimiento según la invención, y
- la figura 5, un ejemplo de composición de los campos del autobaudío para dos modos de baja velocidad.

El procedimiento y el sistema propuestos en la presente invención se basan en la hipótesis de que se dispone de un conjunto de n canales de tipo clásico en HF, por ejemplo unos canales de 3 kHz (pudiendo ser contiguos o no) y de una vía de retorno capaz de informar al sistema de la calidad Q del canal de propagación para cada uno de los canales.

- 35

Estas condiciones se cumplen, por ejemplo, si se sigue el planteamiento descrito en la proposición de la invención de Thales titulada "Procédé et système de communications adaptatives en bande HF", depositada bajo el número FR 10/04650. El procedimiento descrito en esta Solicitud de patente permite, en particular, seleccionar dinámicamente un conjunto de bandas de frecuencia en función de la calidad, en un instante dado, de la transmisión en estas bandas de frecuencia. Las bandas no son forzosamente contiguas sino tomadas en el conjunto de las frecuencias asignadas a un usuario. Puede utilizarse también cualquier otro procedimiento que permita disponer de n canales. Con el fin de obtener una información sobre la calidad del canal de propagación, es posible por ejemplo utilizar la técnica descrita en la solicitud de patente antes citada. De ese modo, es posible obtener informaciones de calidad que corresponden a una potencia de ruido o a una relación señal/ruido que se transmite por el receptor al emisor, a partir de medidas realizadas en la recepción, ya sea sobre la relación señal-a-ruido estimada por ejemplo sobre unos símbolos piloto de la trama recibida, ya sea para los canales en los que no hay tráfico, por integración del ruido en la sub-banda considerada. En la práctica, estos valores medidos se convertirán en un valor discreto tomado en el conjunto predefinido S de valores que califican el enlace. Por ejemplo, la potencia de la señal recibida se mide en ausencia de transmisión en cada canal. Esta medida se efectúa por el receptor con un convertidor analógico-digital de dinámica y de valor de saturación conocidos, no representado, porque no forma parte del objeto de la presente invención. La nota de calidad de la transmisión puede tener igualmente en cuenta un valor de potencia media de la señal en el transcurso de un período de tiempo pasado. Esta potencia media es aprovechable únicamente si su medida se realiza en un período de tiempo para el que las condiciones de emisión y recepción son comparables con las observadas para la medida de la potencia instantánea de la señal. Es posible también ponderar la medida de la potencia instantánea de la señal, mediante unas asignaciones preferenciales a diferentes servicios. Por ejemplo, si se dispone de frecuencias atribuidas en propiedad y de otras en acceso compartido, se podrá favorecer la utilización de las frecuencias en propiedad. Se podrá finalmente, en el caso en el que se dispone igualmente de un medio para medir la calidad de los canales de comunicación a nivel del emisor, tener en cuenta las medidas de calidad a nivel del emisor, para favorecer los canales que son igualmente los mejores a nivel del emisor. Esto tiene interés en particular cuando el sistema

- 40
- 45
- 50
- 55

funciona en semi-dúplex, es decir que el enlace se utiliza alternativamente en emisión/recepción entre dos lugares, y posteriormente en recepción/emisión entre estos dos mismos lugares.

Una vez establecida la calidad de la transmisión en cada canal, el procedimiento fijará uno o varios valores de umbral de comparación con esta nota de calidad más allá de la que el canal se considera como perturbado y por tanto no disponible.

El ejemplo que se dará con el fin de ilustrar las características técnicas implementadas por la invención se refiere a dos normas existentes para las comunicaciones de HF, a saber la norma Stanag 4539 y la norma MIL STD 110-118B.

La implementación de la presente invención permite en particular obtener una interoperabilidad completa con los equipos en banda estrecha existentes en un modo de funcionamiento BLU o BLI. El formato de la trama se conservará y la compatibilidad con los campos de auto-baudios existentes se respetará.

La figura 3 esquematiza un ejemplo de sistema de comunicación según la invención que comprende:  
A nivel de la parte de emisor 300, los datos binarios del usuario {0, 1} pasan en primer lugar en un módulo de corrección 301 FEC, posteriormente a un entrelazado 302 antes de ser demultiplexados 303. Los datos demultiplexados se transmiten a continuación sobre n canales en paralelo. Los n canales o n vías  $ch_1 \dots ch_n$  son, por ejemplo, unos canales de 3 kHz de amplitud que pueden ser contiguos o no.

Los datos en el tratamiento en la cadena de emisión 304 que comprende unos medios conocidos para el experto en la materia, por ejemplo, un medio de formación de símbolo, unos medios de muestreo, seguidos por medios de modulación que se transpondrán a continuación en frecuencia, estando la frecuencia de transposición  $T_{fn}$  asociada a un canal  $ch_n$ , pasando posteriormente a sumarse 305. La suma resultante se transmitirá y habrá propagación 306 de la señal por el canal de transmisión antes de la recepción en la parte del receptor 320.

A nivel de la parte receptora 320, la señal recibida se transpone en un primer tiempo  $T'_{fi}$  en frecuencia lo que permite una separación de los datos en los n canales  $ch_n$ , y posteriormente los datos se transmiten en una cadena de tratamiento 307 que trata los datos en n vías en paralelo antes de reensamblarlos a nivel de un tampón paralelo serie 308, y posteriormente transmitir el conjunto a un desentrelazador 309 simétrico del entrelazador de la parte emisora. Después del desentrelazamiento los datos se transmiten a un módulo de decodificación corrector 310 que proporciona los datos binarios. Los datos binarios así recibidos se remiten a continuación al receptor 311.

El sistema incluye también una vía de retorno 312 y un medio 313 que permite determinar la calidad  $Q_i$  de un canal de propagación para los diferentes canales  $ch_i$  posibles para la transmisión. La vía de retorno retransmite la calidad Q de cada uno de los n canales de propagación  $ch_n$  hacia el emisor.

El principio mismo de la separación en n vías o canales que se someten a unos canales de propagación diferentes e independientes, implica la posibilidad de observar unas velocidades diferentes e independientes en los n canales, no siendo estas velocidades por tanto iguales o fijas.

Bajo la hipótesis antes citada de la presencia de n canales y de la calidad Q de los n canales de propagación, el procedimiento se propone, en el ejemplo dado a continuación, garantizar la protección del autobaudío en caso de pérdida de una vía, para evitar generar una redundancia demasiado costosa.

Empleando, como se ilustra en la figura 3, unas modulaciones independientes 304mn en las n vías (304m1 para el canal  $ch_1$ , ... 304mn para el canal  $ch_n$ ), pero compartiendo la etapa de codificación correctora 301 y de entrelazado 302, el procedimiento introduce la diversidad de codificación, que permitirá resistir mejor a las imperfecciones del canal (errores, pérdidas, interferencias intencionadas o no), e igualmente permitirá adaptar mejor la resistencia y la eficacia de la modulación empleada a la calidad de cada una de las vías utilizadas para la transmisión.

El ejemplo dado a título ilustrativo está limitado a una aplicación de un único código corrector común a las diferentes vías para garantizar la diversidad de codificación. Sin salirse del marco de la invención, se puede concebir sin embargo tener en cuenta diferentes códigos correctores como se expondrá más adelante en la descripción.

Una de las características técnicas utilizadas por el procedimiento según la invención es la presencia de un autobaudío extendido a la altura de la trama de datos, con capacidad de redundancia, lo que permitirá ofrecer la señalización necesaria: es gracias a este autobaudío extendido como se sabrá reconstituir correctamente las informaciones faltantes en caso de pérdida de los elementos de una vía, introduciéndose entonces los datos correspondientes no recibidos como borrados aguas arriba del desentrelazador 309, para ser desentrelazados y posteriormente decodificados por el código corrector que, dentro de los límites de su poder de corrección, podrá decodificar correctamente la señal recibida. Esto implica por tanto que en el autobaudío extendido las informaciones listadas a continuación se transmitirán de manera redundante:

- una información sobre la modulación sobre cada vía o canal  $ch_n$ , pudiendo ser por ejemplo la información, la velocidad empleada,
- el entrelazador reconsiderado, común a los n canales,
- el código corrector empleado, común a los n canales,

- el número de vías o canales empleado (n), así como para cada uno su identificador idn que permite ordenarlos.

La introducción de más informaciones en el autobaudío se realiza, por ejemplo, introduciendo una extensión en el autobaudío existente, tal como se representa en las figuras 4A, 4B.

Así formada, la trama ofrece por tanto las siguientes características:

- 5
- se reconoce por una estación según el estado de la técnica como una trama estándar que no es capaz de decodificar. La estación estándar continuará por tanto escaneando el flujo a la búsqueda de una solución decodificable sin riesgo de paso con error,
  - es reconocida como una trama de un formato extendido para las estaciones que integran la capacidad, con indicación de las elecciones hechas en términos de modulación por canal, entrelazado y tipo de código corrector
- 10 para la trama, así como del número de canales considerados, así como de la numeración de estos canales.

Con una información así, una estación que integre la nueva capacidad es capaz de decodificar unos canales con modulaciones diferentes en los diferentes canales, sabe adaptarse sobre la marcha a una modificación de las modulaciones empleadas sobre todos o parte de los canales, sabe adaptarse sobre la marcha a una reducción del número de canales o a una modificación del orden de los canales.

- 15
- A modo de ejemplo dado de manera no limitativa, en el marco de la compatibilidad buscada con la norma ST4539/MIL 188-110B, para unas velocidades superiores a 3200 b/s, el valor '111' del primer tribit (conjunto de tres bits) se utilizará con el fin de señalar al receptor o al emisor del sistema, el paso del funcionamiento al modo autobaudío extendido. En consecuencia, una estación emisora-receptora estándar detectará un modo desconocido y buscará sincronizarse sobre el preámbulo siguiente, mientras que la estación de banda ancha sabrá que le es necesario pasar a modo
- 20 extendido y por tanto interpretar el campo autobaudío extendido.

La figura 4A esquematiza el formato de una estructura de trama 400 en el formato compatible con la norma ST4539/MIL 188-110B.

- 25
- La trama comprende una primera parte 401a, 401b que corresponde respectivamente a un preámbulo de sincronización inicial y a un autobaudío estándar, por ejemplo de 287 símbolos, seguido de un bloque de datos 402 de 256 símbolos, de una semi-sonda 403 de 31 símbolos y de un autobaudío 404 estándar insertado regularmente en la trama de 103 símbolos.

- 30
- La figura 4B esquematiza un ejemplo de extensión de autobaudío según la invención que consiste, por ejemplo, en insertar un preámbulo 405, en este ejemplo constituido por 137 símbolos, siendo insertado el preámbulo 405, por ejemplo, en la parte (401a, 401b) a nivel del preámbulo de sincronización. La trama así extendida conserva el formato clásico. Según otra variante de realización, el preámbulo 405 que constituye la extensión de autobaudío puede insertarse después del autobaudío 404 estándar.

- 35
- El autobaudío extendido según la presente invención se divide en dos partes, la primera de acuerdo con las normas actuales incluye, por ejemplo, dos tribits seguidos por su mini-sonda, lo que asegura que puede ser demodulada por los sistemas clásicos, seguida por una segunda parte constituida por n tribits, seguida por una mini-sonda, siendo por ejemplo n igual a cuatro nuevos tribits. Esta segunda parte se desmodula por el ecualizador BDFE clásico basándose en la introducción de una mini-sonda final idéntica a la del autobaudío clásico (31 símbolos). El paso a modo extendido se señala en este ejemplo por el primer tribit posicionado en el valor "111" en el autobaudío estándar.

- 40
- De ese modo, una estación compatible con la extensión del autobaudío, cuando recibe la señal buscará la serie del autobaudío y la interpretará. Una estación estándar no equipada para reconocer el autobaudío extendido, detectará un modo desconocido para ella y buscará acogerse al próximo preámbulo regularmente insertado que sabrá reconocer.

La figura 5 representa un modo de realización del procedimiento según la invención compatible con las normas actuales antes citadas:

El procedimiento emitirá por tanto en cada vía o canal  $ch_n$ :

- 45
- la modulación (homogénea con la información de velocidad en las normas actuales), así como una segunda información de modulación, correspondiente a la empleada en otra vía. Con el fin de poder suministrar al menos 10 valores de modulaciones, esta información se codifica sobre 4 bits:  $d_0 d_1 d_2 d_3$  para la modulación de la vía y  $d_4 d_5 d_6 d_7$  para la modulación de la segunda vía (repetición de la información inicial transmitida en la vía en cuestión).
- 50
- el identificador del canal considerado, codificado sobre 3 bits:  $n_0 n_1 n_2$ ,

El procedimiento dispone igualmente de las informaciones siguientes redundadas por ejemplo al menos una vez en el conjunto de los n canales:

- el entrelazador utilizado, tanto si se trata de los entrelazadores de las normas anteriormente mencionadas como de nuevos entrelazadores obtenidos por ejemplo utilizando unos procedimientos conocidos para el experto en

la materia,

- el código corrector empleado, FEC, tanto si se trata de los códigos correctores de las normas anteriormente mencionadas como de nuevos codificadores obtenidos por ejemplo utilizando unos procedimientos conocidos para el experto en la materia
- 5
- el valor del número total de canales (n) utilizados para transmitir la señal.

Para estas tres informaciones, una manera de proceder consiste en utilizar 4 bits:  $i_0 i_1 i_2 i_3$  y en alternar una vez cada tres, para la transmisión de las informaciones de entrelazador, de valor de n y de código FEC, es decir:

Si canal  $ch_k = 0[3]$ ,  $i_0 i_1 i_2 i_3 \rightarrow$  número de canales utilizados (n)

Si canal  $ch_k = 1[3]$ ,  $i_0 i_1 i_2 \rightarrow$  entrelazador considerado

10 Si canal  $ch_k = 2[3]$ ,  $i_0 i_1 i_2 \rightarrow$  código corrector considerado

En lo que se refiere a la duplicación de las informaciones de velocidad, es posible, por ejemplo, hacer transportar por el canal  $c_k$  la información de velocidad de los canales  $ch_k$  y  $ch_{k+1}[n]$ .

Esto lleva por tanto al formato de autobaudío siguiente:

111  $d_0 d_1 d_2 d_3 + n_0 n_1 n_2 i_0 i_1 i_2 i_3 d_4 d_5 d_6 d_7$ ,

15 es decir a la definición de 4 tribits suplementarios (es decir 8 símbolos D3, D4, D5, D6, D7, D8 protegidos por el código de Barker conocido para el experto en la materia, por ejemplo), para formar un autobaudío extendido de tamaño  $1+8*13+1+31 = 137$  símbolos.

Esto conduce a las nuevas modulaciones presentadas en las tablas que siguen, a modo de ejemplo:

Modulación	Mapeado de 4 bits
ilegal	0000
ilegal	0001
reservado	0010
reservado	0011
BPSK	0100
QPSK	0101
8-PSK	0110
ilegal	0111
ilegal	1000
16-QAM	1001
32-QAM	1010
64-QAM	1011
128-QAM	1100
256-QAM	1101
ilegal	1110
ilegal	1111

Canal considerado	Mapeado de 3 bits
1	000
2	001
3	010
4	011
5	100



# ES 2 795 415 T3

(continuación)

Canal considerado	Mapeado de 3 bits
6	101
7	110
8	111

Número de canales	Mapeado de 4 bits
ilegal	0000
ilegal	0001
1	0010
2	0011
3	0100
4	0101
5	0110
6	0111
7	1000
8	1001
reservado	1010
reservado	1011
reservado	1100
reservado	1101
ilegal	1110
ilegal	1111

Entrelazador	Mapeado de 3 bits
ilegal	000
1 trama (US)	001
3 tramas (VS)	010
9 tramas (S)	011
18 tramas (M)	100
36 tramas (L)	101
72 tramas (VL)	110
ilegal	111

FEC	Mapeado de 3 bits
ilegal	000
CC ½ perforado: R=¾	001
CC ½ no perforado	010
reservado	011
reservado	100
reservado	101
reservado	110
ilegal	111

5

Se observará que ciertos valores en las tablas suministradas se declaran ilegales para evitar cualquier riesgo de confusión con el motivo de mini-sonda, de la misma manera que ciertos valores están prohibidos en la norma de referencia para los tribits de definición del entrelazado en modo BLU. Otros valores se presentan aquí como reservados para atribuciones a definir en función de las necesidades.

10 Según el procedimiento, debido a la posibilidad ofrecida de cambiar de código corrector de error FEC, y de no utilizar

por ejemplo únicamente el código convolucional  $\frac{1}{2}$  perforado con un rendimiento  $\frac{3}{4}$  en la versión BLI, se propone por tanto efectivamente transmitir la información de modulación utilizada en las vías, en lugar de la velocidad útil tradicionalmente transmitida en el autobaudío extendido. Esta modulación podrá además estar eventualmente codificada, lo que significa que podrá tener una capacidad de repetición o de codificación para reforzar su resistencia, o podrá emplearse simplemente con el código corrector FEC común, de rendimiento igual o diferente al rendimiento estándar BLI.

5

El ejemplo anteriormente explicado puede implementarse sin salirse del marco de la invención en cualquier sistema de comunicación que posea varias vías, n canales, un medio que permita conocer la calidad de los canales de comunicación, y una estructura de trama que comprenda un conjunto de bits no utilizados con el fin de introducir al menos las siguientes informaciones:

10

- La velocidad empleada en cada canal  $ch_1, \dots, ch_n$ ,
- El entrelazador considerado, común a los n canales,
- El código corrector empleado, común a los n canales,
- El número de canales empleado (n), así como para cada uno su identificador  $id_1, \dots, id_n$  lo que permite ordenarlos.

15 De manera más general, la implementación del procedimiento según la invención se dirige a una estructura de trama compuesta de una primera parte 401 = 401a, 401b que comprende informaciones de sincronización y de autobaudío, seguida por un bloque 402 de datos, y posteriormente de una parte 403 que comprende el código corrector de error.

El autobaudío extendido consiste en introducir a nivel de la parte 401a, 401b que comprende informaciones de sincronización, un conjunto 405 de informaciones que corresponde a un número de símbolos, siendo demodulada esta segunda parte por el ecualizador BDFE clásico que se basa en la introducción de una mini-sonda final idéntica a la del autobaudío clásico (31 símbolos). El autobaudío extendido según la presente invención puede ser visto como un autobaudío estándar y una extensión 405.

20

La presente invención presenta en particular las siguientes ventajas: permite gestionar independientemente las diferentes vías y mejorar de ese modo la probabilidad de tener adaptadas la modulación y la codificación a las condiciones del canal de propagación. Esto permite obtener un alcance y una probabilidad de establecimiento de la comunicación deseada según el sistema de comunicación.

25

La proposición de autobaudío extendido según la invención permite por tanto no perturbar las estaciones actuales, sino introducir igualmente una capacidad de redundancia para permitir la decodificación con éxito de la trama incluso en caso de pérdida de un canal (o de varios no contiguos) y también permitir un empleo de modulaciones diferentes según los canales.

30

El procedimiento según la invención permite aprovechar una diversidad de codificación gracias a la utilización de una única etapa de codificación correctora y de entrelazado entre las diferentes vías, poder resistir a al menos un canal perturbado gracias a la redundancia específica introducida en el mecanismo de autobaudío compartido extendido, y permite por tanto evitar la ruptura de la comunicación en caso de degradación rápida (desvanecimiento, interferencia) de uno o varios canales gracias a la compartición de las informaciones en el conjunto de las vías.

35

El procedimiento permite hacer variar la modulación (eventualmente codificada) de cada una de las vías, y de ese modo proponer más flexibilidad de adaptación u ofrecer un punto de funcionamiento diferente para las diferentes vías del sistema de comunicación.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de comunicación en un sistema de comunicación de alta frecuencia HF de banda ancha que comprende un emisor (300) de una señal de HF y un receptor (320) de HF, al menos n canales  $ch_n$  de comunicación, un código (301) corrector de error FEC y un entrelazador (302) comunes a los n canales, un medio (312, 313) que permita determinar la calidad  $Q_n$  de comunicación ofrecida por cada uno de los n canales  $ch_n$ , transmitiéndose los datos en la forma de una trama que comprende sucesivamente un preámbulo (401a, 401b) de sincronización inicial y un autobaudío seguido de un bloque (402) de datos, pudiendo ser reconocido dicho autobaudío por un receptor de banda estrecha y por un receptor de banda ancha, comprendiendo dicho procedimiento la utilización de dichos n canales en paralelo, compartiendo un mismo codificador y un mismo entrelazador para aprovecharse de una protección por diversidad en frecuencia, mientras permite la utilización de modulaciones diferentes en los n canales y ofreciendo una redundancia en las informaciones de codificación, entrelazado y modulación por canal, incluyendo dicho procedimiento al menos las siguientes etapas:
- una etapa en la que se introduce en la trama de dicha señal de HF transmitida, después de dicho autobaudío, un preámbulo de extensión de autobaudío, pudiendo ser reconocido dicho preámbulo de extensión de autobaudío por un receptor de banda ancha que incluye al menos las informaciones siguientes:
    - una información sobre la modulación empleada en cada uno de los n canales  $ch_1, \dots, ch_n$ ,
    - una información sobre el entrelazador considerado común a los n canales,
    - el código corrector FEC empleado, que es común a los n canales,
    - el número de canales empleado n, así como para cada uno su identificador  $id_1, \dots, id_n$  que permite ordenarles,
  - una elección de una modulación (304mn) en un canal n en función de una calidad del enlace de dicho canal,
  - una operación común de codificación y de entrelazado (312, 313) en los n canales.
2. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque incluye una etapa en la que se inserta el preámbulo (405) de extensión de autobaudío después de dicho autobaudío (404) en sí insertado regularmente en la trama de datos.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque dicha trama comprende una primera parte compuesta de dos tribits seguidos de una mini-sonda y de una segunda parte constituida por n tribits seguida por una mini-sonda.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque la información sobre la modulación empleada es una información de velocidad.
5. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque un canal de propagación  $ch_k$  lleva la información de velocidad de los canales de comunicación  $ch_k$  y  $ch_{k+1}[n]$ .
6. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque la modulación utilizada en una vía se realiza teniendo en cuenta la calidad  $Q_n$  del canal de comunicación  $ch_n$ .
7. Procedimiento según la reivindicación 6 caracterizado porque la calidad del enlace de un canal de comunicación se estima ejecutando al menos una de las etapas siguientes:
- una medida de la potencia de una señal recibida, en ausencia de comunicación, en cada canal considerado por el sistema,
  - la atribución de una nota de calidad a cada uno de dichos canales comparando el valor medido de la potencia con uno o varios valores de umbrales,
  - la selección de los n canales que presentan los valores de nota más elevados.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7 caracterizado porque la calidad del enlace de un canal de comunicación se determina a nivel del emisor (300).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque una amplitud de un canal es de 3 kHz, 6 kHz o t kHz, siendo t un número real dado.
10. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque una trama se define en la norma ST4539 o en la MIL 188-110B y porque el procedimiento utiliza el valor '111' del primer tribit del autobaudío para señalar al receptor el funcionamiento en autobaudío extendido y porque se definen 4 tribits suplementarios en el preámbulo de extensión de autobaudío, es decir 8 símbolos para formar un autobaudío de 137 símbolos y constituir de ese modo el autobaudío extendido, estando protegidos dichos tribits por un código corrector.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10 caracterizado porque se utilizan diferentes modulaciones codificadas, en función de un canal considerado.
12. Sistema de comunicación de alta frecuencia HF de banda ancha que incluye al menos un emisor (300) de HF y al menos un receptor (320) de HF adaptados para emitir y recibir una señal de forma de onda de HF, al menos n canales  $ch_n$  de comunicación, un código (301) corrector de error y un entrelazador (302) comunes a los n canales, permitiendo

un módulo (312, 313) determinar una calidad de comunicación ofrecida por cada uno de dichos  $n$  canales, transmitiéndose datos en la forma de una trama que incluye sucesivamente un preámbulo (401a, 401b) de sincronización y un autobaudío (402) seguido de un bloque de datos, pudiendo ser reconocido dicho autobaudío por un receptor de banda ancha y por un receptor de banda estrecha, incluyendo además dicho sistema:

- 5       ○ dicho receptor (320) de HF incluye unos medios para determinar  $n$  canales de frecuencia, en los que transmitirá una señal de HF,
- dicho receptor de HF incluye unos medios para evaluar una calidad de transmisión para cada canal,
- dicho emisor (300) de HF incluye además unos medios de introducción en la trama de dicha señal de HF transmitida, después de dicho autobaudío, de un preámbulo de extensión de autobaudío, pudiendo ser reconocido
- 10       dicho preámbulo de extensión de autobaudío por un receptor de banda ancha que comprende al menos las siguientes informaciones:
  - una información sobre la modulación empleada en cada uno de los  $n$  canales  $ch_1, \dots, ch_n$ ,
  - una información sobre el entrelazador considerado, común a los  $n$  canales,
  - el código corrector FEC empleado, que es común a los  $n$  canales,
  - 15       ○ el número de canales empleado  $n$ , así como para cada uno un identificador  $idn$  que permite ordenarles,

comprendiendo el sistema una vía (312) de retorno que permite elevar la información sobre una calidad del canal hacia el emisor de HF.

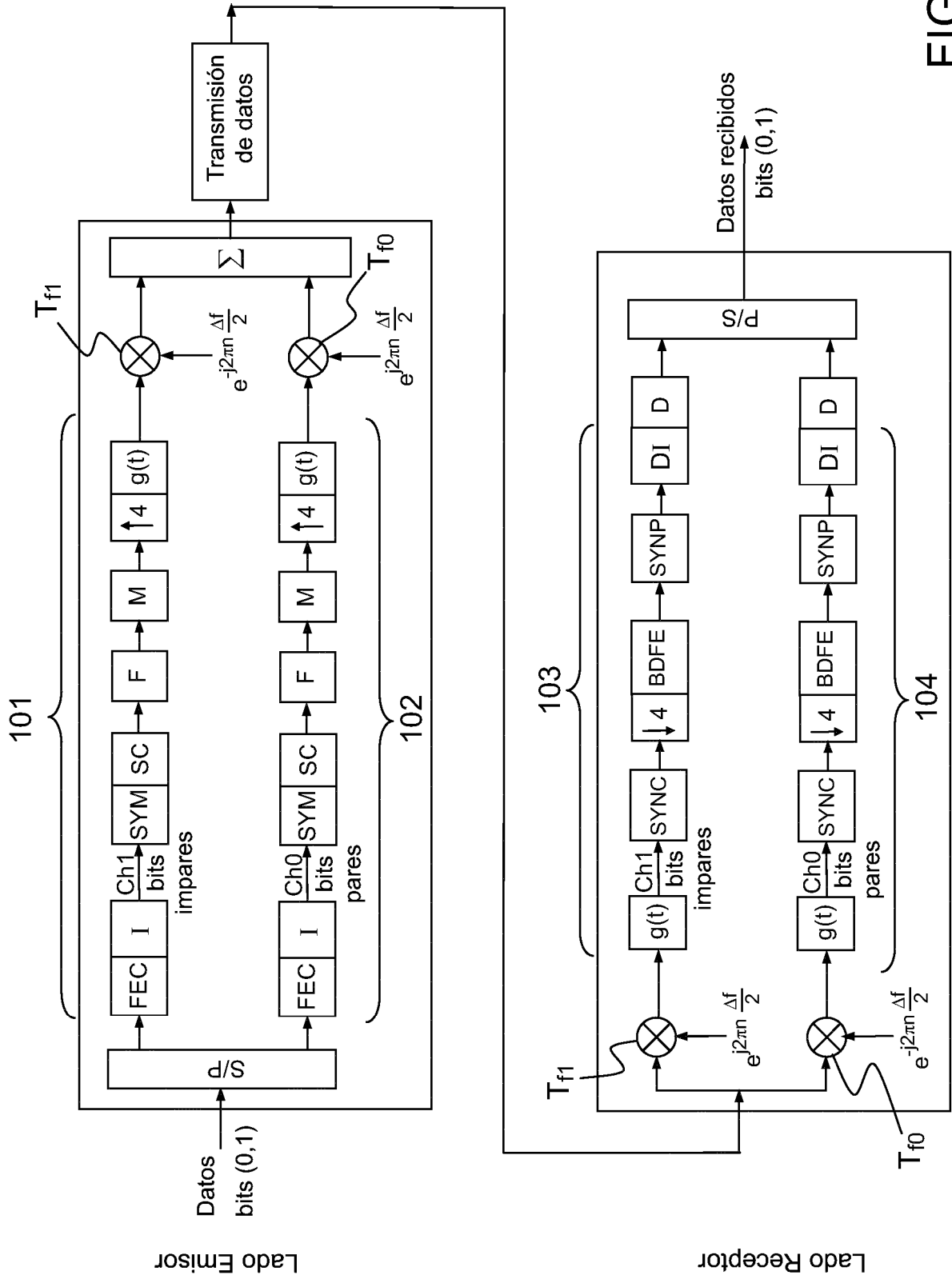


FIG.1

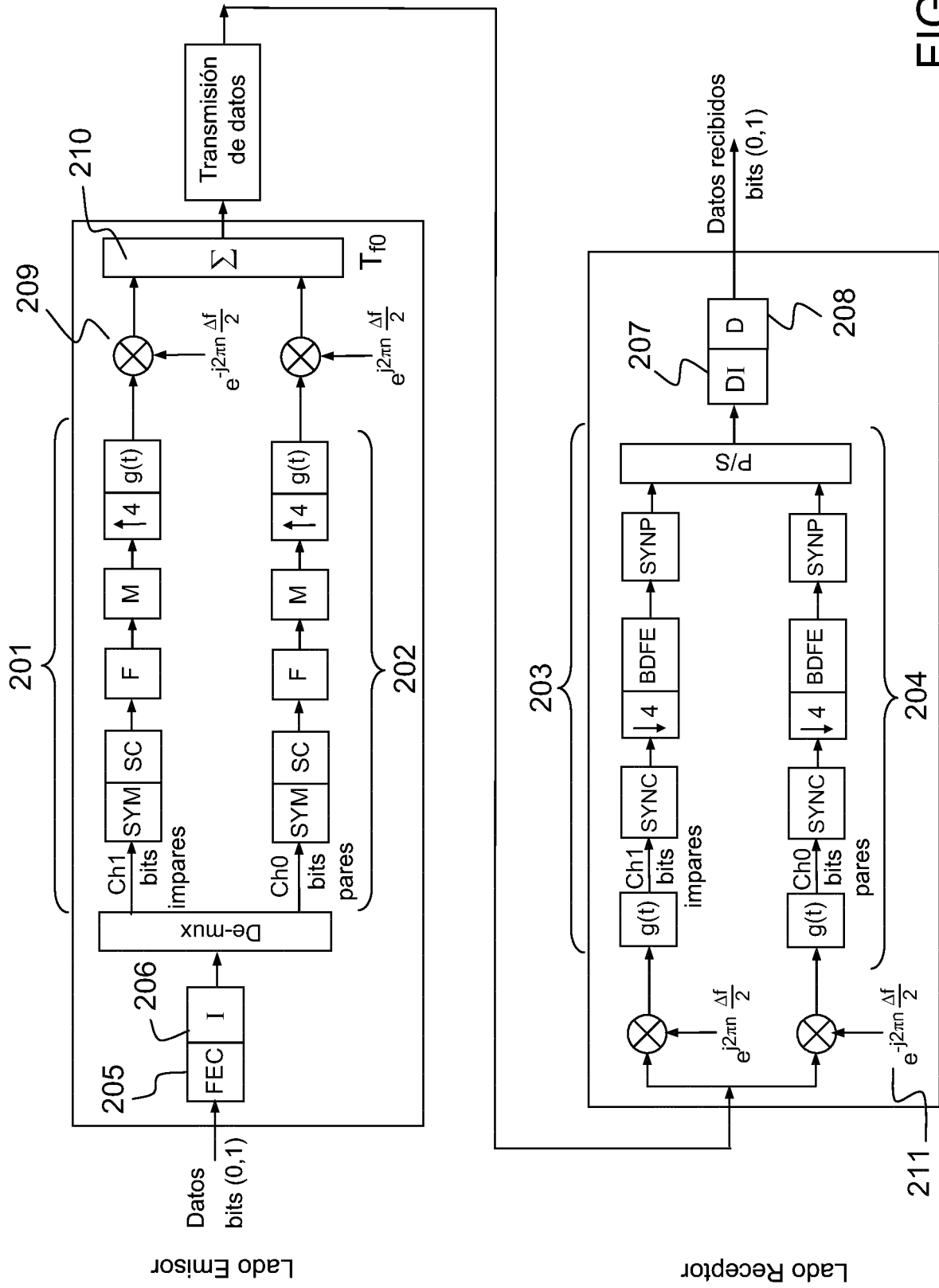


FIG.2

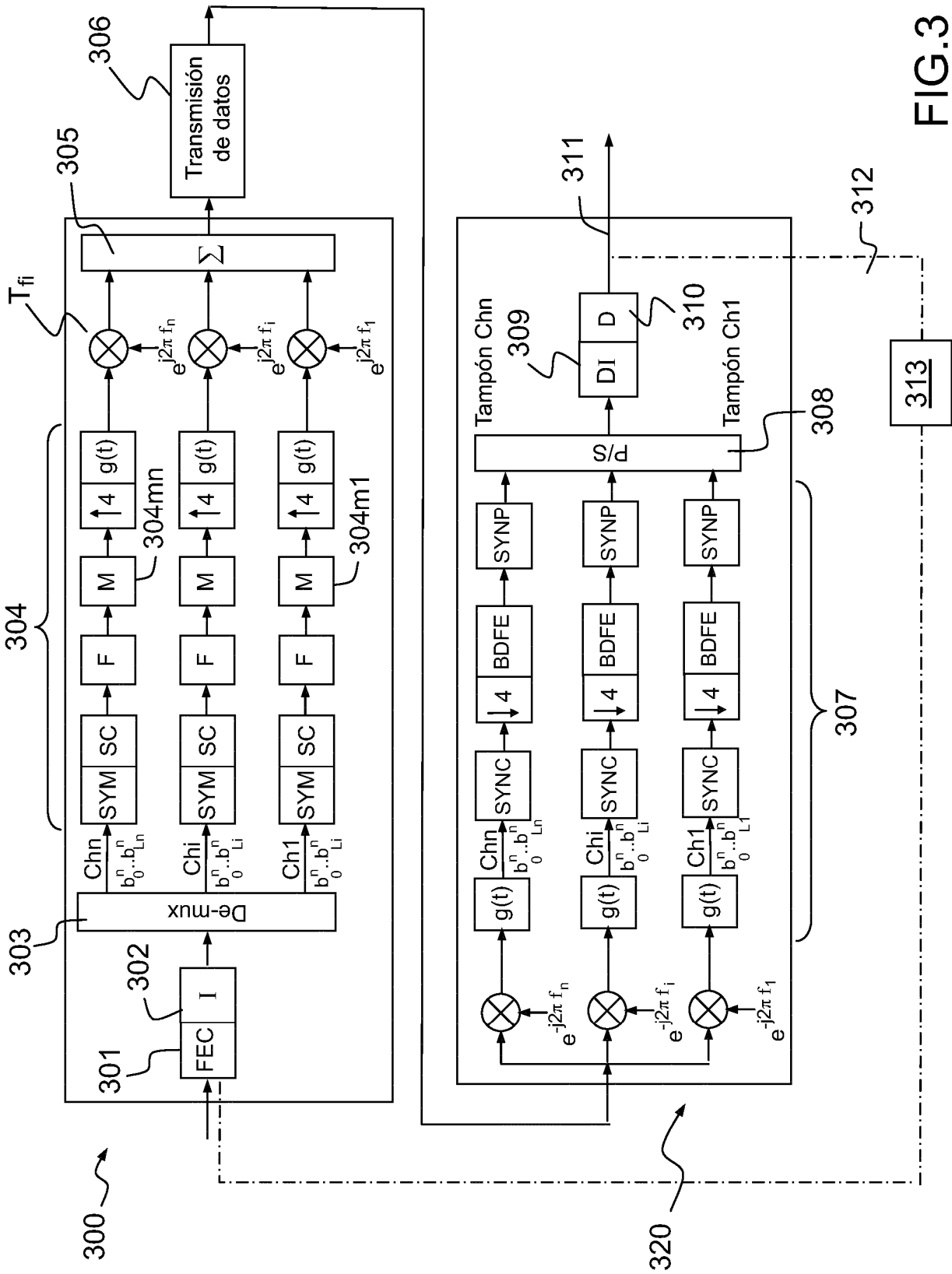


FIG.3

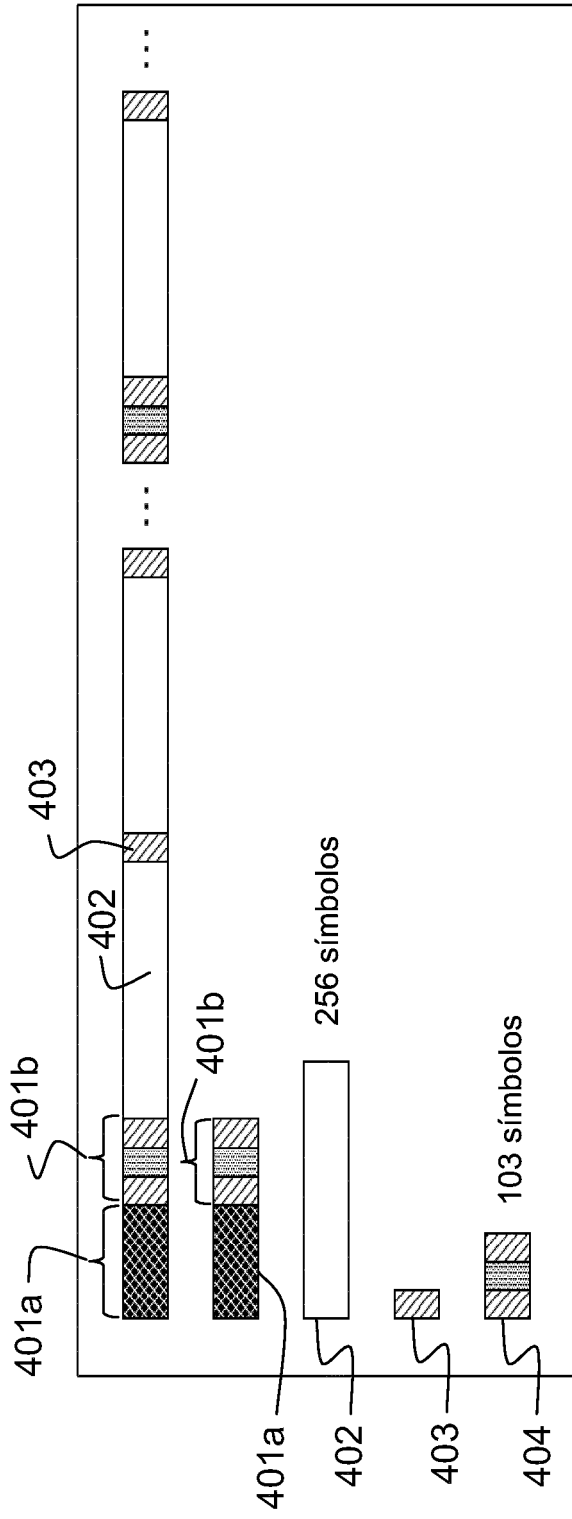


FIG.4A

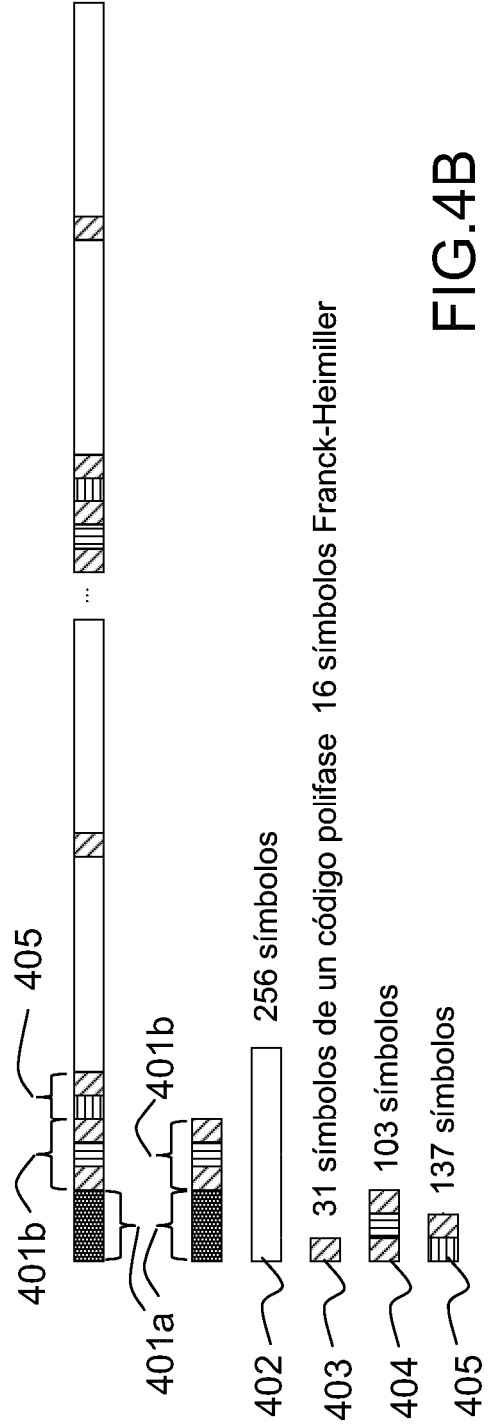


FIG.4B



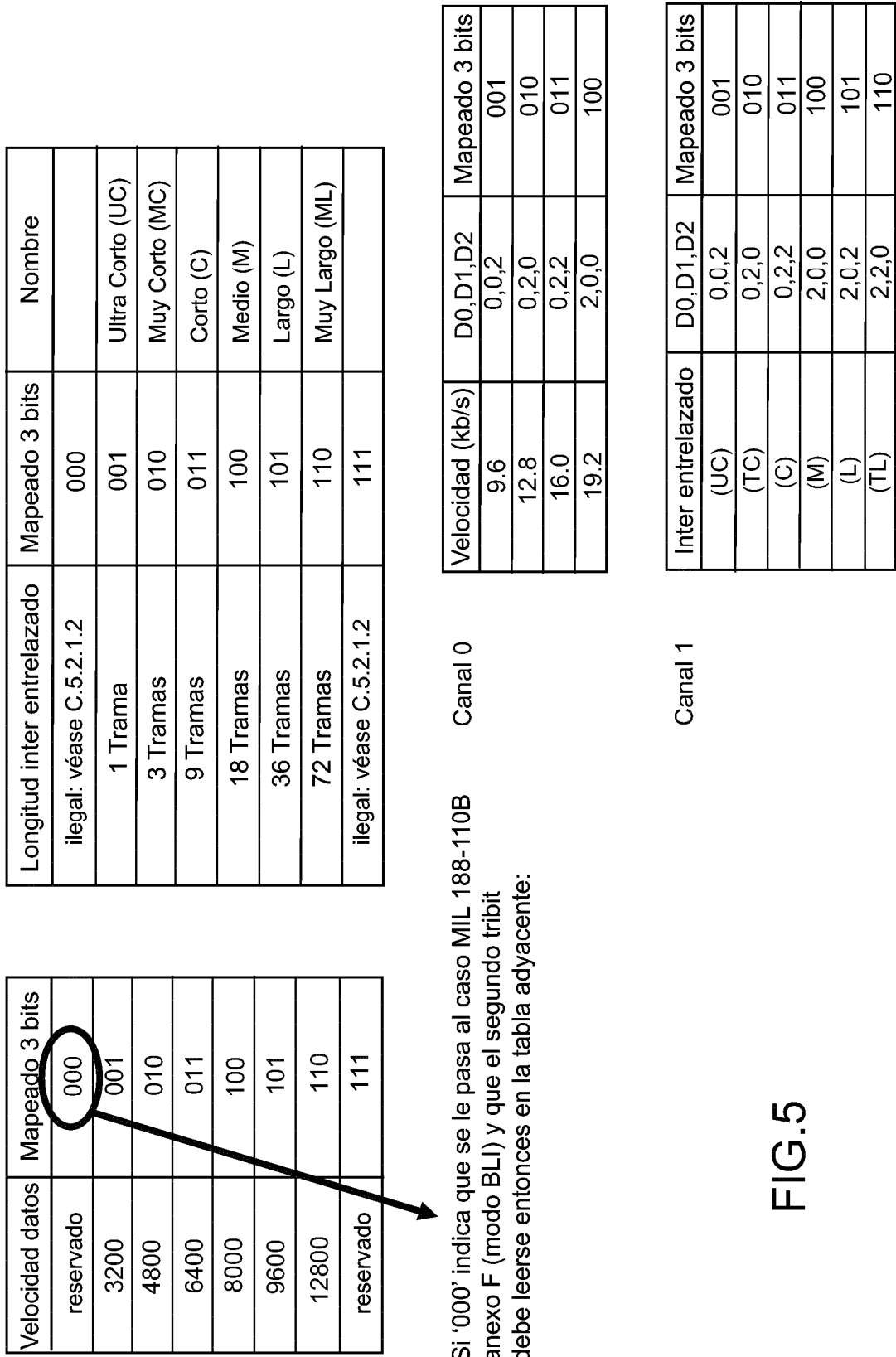


FIG.5